

平成29年度
航空機等に関する技術開発動向調査報告書

平成30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にあって、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 29 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。

平成 30 年 3 月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

平成29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 ものづくり戦略グループ 参与・チーフコンサルタント
	田頭 浩一郎	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
	寺本 進	東京大学大学院 工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授
	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 航空技術実証研究開発ユニット 研究領域主幹
事務局	飛田 聰 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29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 民間航空機等に関する技術研究開発の主要動向	5
2. 3. 1 民間航空機市場及び機体開発動向	5
2. 3. 2 エンジン関係	18
2. 3. 3 装備品関係	24
2. 3. 4 航空システム・航空管制・無人機関係	28

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	33
3. 2 関係団体の刊行物における動向情報	33
3. 3 大学・研究機関・企業等から公表された動向情報	36
3. 3. 1 国内学会等における研究開発動向	36
3. 3. 2 国外学会等における研究開発動向	40

第4章 平成29年度海外調査報告

4. 1 調査目的	44
4. 2 調査結果	44
4. 3 訪問先面会者一覧	47

第5章 まとめ

5. 1 今後の調査課題	49
5. 2 平成29年度調査のまとめ	50

添付資料

- 資料1 関係省庁の刊行物リスト（平成29年1月～平成29年12月）
資料2 関係団体の刊行物リスト（平成29年1月～平成29年12月）
資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成29年1月～平成29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29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29年度の調査対象期間は、主として平成29年1月1日から平成29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

ア 関係省庁会議設置と総合的な航空機産業戦略策定の動き

「新産業構造ビジョン」（平成29年5月29日）^①を受けて、産構審総会で2018年度予算方針として以下の5つの柱を示した。（平成29年8月1日）

- ①コネクテッド・インダストリーズ等を通じたソサエティー5.0の実現
- ②対外経済政策の展開
- ③産業安全保障の抜本強化
- ④中小企業等による地域未来投資の加速化
- ⑤環境・エネルギー制約の克服と投資拡大

経済産業省は、2018年度予算概算要求で、第4次産業革命に850億円を盛り込んだ。（平成29年8月24日）

イ 日仏／日欧航空機産業の関係深掘り

日エアバスワークショップ（平成29年3月1日）を受けて、9月22日に第2回日エアバスワークショップが開催された。約180名の参加を得て、エアバス講演と質疑応答が行われた。その後、エアバス社とエアバス社が指定した企業とのB to B ミーティング及び仏大使館に場所を変えての懇親会が行われた。

（2）国土交通省

ア 交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会等取り纏めを踏まえた展開

- ・ VOICES(VOLuntary Information Contributory to Enhancement of the Safety)の運用状況

国交省は、相次ぐ小型機事故を受け、VOICES とは別に小型機を対象としたヒヤリハット事例収集の仕組みを今年度中に HP 上に作ると発表。(平成 29 年 5 月 30 日) 小型航空機等に係る安全推進委員会の第 3 回委員会が平成 29 年 9 月 25 日に開催された。⁽²⁾

第 3 回委員会において、運輸安全委員会により平成 27 年 7 月に東京都調布市で発生した小型航空機墜落事故に関する航空事故調査報告書の中で自家用小型機の運航の安全性の向上を図る必要があるとして国土交通大臣（航空局）に対して勧告が行われ、この勧告内容を踏まえたリーフレットを作成・配布し特定操縦技能審査の機会をとらえ理解の確認することとなった。航空局では、以上の内容を受けて、改めて安全啓発リーフレットを作成し、ウェブ上で公開した。あわせて、上記リーフレットの内容を重点的に審査することを目的として「特定操縦技能審査実施細則」及び「特定操縦技能審査口述ガイダンス」の改正を行った。本改正は平成 29 年 12 月 1 日付け施行となっている。

イ 「将来の航空交通システムの実現に向けたロードマップ」 関連

- ・ CARATS(Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems)ロードマップ全体の見直し（実施フェーズ 5 年終了）後の展開
- ・ 航空安全に関する相互承認協定 BASA(Bilateral Aviation Safety Agreement)の詳細協定進展（5 月交渉開始決定）
- ・ 地球温暖化対策、環境対応等に対する政府指針等の改正 ICAO(International Civil Aviation Organization)等の CO2 及び騒音削減の動きに合わせた政策策定)

ウ オープンスカイ交渉の進展

平成 29 年 9 月 14 日に、インドとの間で羽田を除くオープンスカイ協定を締結。29 年 9 月時点で、日本は 33 ヶ国・地域と合意している。⁽³⁾

(3) 文部科学省「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」を踏まえた展開

5 か年にわたる第 5 期科学技術基本計画（2016～2020 年度）の下、平成 29 年は、科学技術イノベーション総合戦略を毎年度閣議決定し、来年度に向けて重きを置くべき取組を示す。我が国を「世界で最もイノベーションに適した国」に変革すべく、以下の取組を推進。「科学技術イノベーション総合戦略 2017」が策定された。⁽⁴⁾

(4) 「防衛装備移転三原則」について

平成 29 年 10 月 25 日、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た。3 月をメドに新たに貸与する予定だった別の 3 機も無償で譲渡する。改正自衛隊法が先の通常国会で成立して、自衛隊の中古の装備品を発展途上国

に無書で譲渡できるようになり、それを踏まえての初の適用になった。⁽⁵⁾

[2. 2 項 出典 (1) ～ (5) : 各、資料 1 の P2017D001～P2017D005 参照]

2. 3 民間航空機等に関する技術研究開発の主要動向

2. 3. 1 民間航空機市場及び機体開発動向

2. 3. 1. 1 民間航空機等に関する市場の主要動向

2017 年、Airbus 社の純受注数は 2016 年と比較して約 400 機、Boeing 社は約 240 機増加した。両社の合計受注数は 2016 年より約 400 機多い 1,827 機となった(2016 年:Airbus 社 731 機, Boeing 社 688 機)。納入機数に関しては、Airbus 社、Boeing 社ともに 2016 年よりわずかに増加した(2016 年:Airbus 社 688 機, Boeing 社 748 機)。Embraer 社の純受注数は 2016 年と比較して約 2 倍に増加した (2016 年:46 機)。

Bombardier 社は、CSeries の純受注数を 2016 年の 117 機から 12 機と大幅に減らした。これは、2016 年には Delta 航空等から CSeries を大量に受注したが、2017 年はそのような受注がなかったためである。

ターボプロップ機の純受注数に関しては、2016 年と比較して、Bombardier 社、ATR 社とも約 1.5 倍に増加した (2016 年 Bombardier 社 24 機, ATR 社 36 機)。

表 2. 3. 1-1 各メーカーにおける 2017 年の純受注数^{(1) (2) (3) (4) (5)}

		Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
Net Orders	Very Large	-2	-2	-	-	-
	Twin Aisle	57	169	-	-	-
	Single Aisle	1054	745	12	-	-
	Regional Jet	-	-	16	86	-
	Turboprop	-	-	45	-	113
	合計	1109	912	73	86	113

表 2. 3. 1-2 各メーカーにおける 2017 年の出荷数^{(1) (2) (3) (4) (5)}

		Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
Deliveries	Very Large	15	14	-	-	-
	Twin Aisle	145	220	-	-	-
	Single Aisle	558	529	17	-	-
	Regional Jet	-	-	26	102	-
	Turboprop	-	-	29	-	78
	合計	718	763	72	102	78

表 2. 3. 1-3 該当機体分類

		Airbus	Boeing	Bombardier	Embraer	ATR
Twin Aisle	Very Large	A380	747	n/a	n/a	n/a
	Large Twin Aisle	A350-1000	777 777X	n/a	n/a	n/a
	Midsize Twin Aisle	A330ceo A330neo A350-800/900	767 787	n/a	n/a	n/a
	Single Aisle	A320ceo A320neo	737 737MAX	CSeries	n/a	n/a
	Regional Jet	n/a	n/a	CRJ	E170 E175(含E2) E190(含E2) E195(含E2)	n/a
Turboprop		n/a	n/a	Q400	n/a	ATR72/42

2. 3. 1. 2 Boeing 社の動向

(1) Boeing 社

Boeing 社は、2017 年 6 月 20 日に、2017 年～2036 年の長期需要予測を発表した。今後 20 年間の新製機需要は、昨年から 1,410 機増加し、機数ベースで 41,030 機、金額ベースで 6 兆 1,000 億ドルになると予測している。サイズ別では、1 通路機は 29,530 機、2 通路機は 8,210 機、その他リージョナル機 2,370 機、貨物専用機 920 機の需要、地域別では、アジア太平洋地域が最も多く、全体の 39%を占めている。

RPK の世界平均成長率は 4.7%、地域別にみると、ラテンアメリカ (6.1%)、アジア太平洋 (5.7%)、中東 (5.6%)、の伸び率が高いと予測している。

運航機数に関しては、2016 年は 23,480 機であったが、2036 年にはその 2 倍の 46,950 機になると予測している⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

Boeing 社は、世界の民間機市場におけるパイロットの需要予測を発表した。今後 20 年で、パイロット 637,000 人、整備士 648,000 人、キャビンクルー 839,000 人の新規需要があると予測している。

パイロット、整備士、キャビンアテンダントの需要が最も多いのはアジア太平洋地域で、パイロット 253,000 人、整備士 256,000 人、キャビンクルー 308,000 人としている。なお、北米はパイロット 117,000 人、整備士 118,000 人、キャビンクルー 154,000 人の需要があると予測している⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。

Boeing 社は 2017 年 7 月 31 日、アビオニクスと電子機器を開発製造する新部門を設立したと発表した。10 年以内に市場に製品を投入する計画で、Honeywell 社や GE Aviation 社などアビオニクスのサプライヤーとの競争になる可能性がある。

創設されるアビオニクス部門は、民間機用および軍用機用の航法、飛行制御、情報システムの製造を行う⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。

【通商紛争】

世界貿易機関 (WTO) の最終審にあたる上級委員会で、ワシントン州により行われている Boeing 社への税制優遇が WTO 協定に違反しないとの判決が下され、EU は逆転敗訴となった。2016 年 11 月には、この税制優遇が輸入品よりも国内製品を使用するよう誘導しているとして WTO 協定に違反するとの判決が下されており、EU 側 (Airbus 社の主張の代弁者) の主張が受け入れられていた⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。

(2) Boeing 社の買収/提携動向

【自律飛行の垂直離着陸タクシー関連の新興事業への出資、提携】

Boeing 社は 2017 年 10 月 5 日、複合材構造、自律運航システム、電気推進等の開発強化のため、Aurora Flight Sciences 社を買収すると発表した。Aurora Flight Sciences 社は、Northrop Grumman 社の RQ-4 Global Hawk や Sikorsky 社の CH-53K

King Stallion の複合材製胴体の製造、777X の複合材主翼の開発の他、自律飛行、電気推進、空力、軽量構造等の革新技術の開発を行っている。今回の買収により Aurora Flight Science 社は Boeing 社の傘下になるが、ビジネスユニットには属さず直接 CTO に報告することとなる。また、Boeing 社の先端技術開発研究所である Phantom Works のリーダーに Aurora Flight Sciences 社の COO であった Mark Cherry 氏を指名した^{(19) (20)}。

Boeing 社が新たに設立したベンチャーキャピタルである Horizon X 担当の副社長 Steve Nordlund 氏は、Emirates 航空が 2020 年までに計画している自律飛行タクシーサービスの設立についてドバイの地域交通局（RTA）とすでに議論を行っていると明らかにした。

Boeing 社は自律飛行の垂直離着陸タクシーに関連する新興企業への投資を今まで行ってこなかったが、Aurora Flight Science の買収や Horizon X を通して関連する技術を保有する企業（自律運航ナビゲーションシステム技術：Near Earth Autonomy や人工知能の技術：SparkCognition）に出資している^{(21) (22)}。

【Embraer 社との提携交渉】

2017 年 12 月 21 日、Boeing 社と Embraer 社は事業統合の可能性について協議していることを明らかにした。具体的にどのような提携になるのかについては明らかにしておらず、提携には Embraer 社の経営権の移動などに関し拒否権が付与された黄金株を保有するブラジル政府の承認が必要となる。

Boeing 社と Embraer 社は、すでに KC-390 のマーケティングのサポート、代替ジェット燃料の研究、燃費改善や安全性向上のための飛行試験機 ecoDemonstrator として E170 を選定するなど、すでに様々な分野で提携しており、今回の事業統合により両社の提携がさらに深まるのではないかと見られている^{(23) (24) (25)}。

(3) Boeing 737 MAX

【737 Max 8】

737 Max 8 は 3 月 9 日、FAA から型式証明を取得。5 月 16 日、初号機がローンチカスタマーの Malindo Air へ納入され、5 月 22 日にクアラルンプール - シンガポール間で運航を開始した。

なお、Malindo Air は Batik Air Malaysia と社名を変更する予定のため、新社名で塗装されている^{(26) (27)}。

【737 Max 9】

2017 年 4 月 13 日、737Max 9 は、シアトルのレントン空港を離陸し、2 時間 42 分の初飛行後、飛行試験の本拠地となる Boeing Field に着陸した。高度 24,000 フィート、

最大速度 240 ノットで飛行し、操縦装置の試験が行われた^{(28) (29) (30)}。

【737Max 10】

Boeing 社は、2017 年 6 月 19 日、Paris Air Show にて 10 社以上の顧客から受注し、737 Max 10 をローンチした。737 Max 10 の特徴は以下の通り。

- ①737 Max 9 に比べて座席数が 12 席増加し、最大座席数が 230 席
- ②737 Max 9 よりも胴体が 1.67m(5.5ft)長い
- ③主脚の変更とそれに伴う主翼の改修
- ④737 Max 9 よりも非常口幅が 4in 広い

なお、Paris Air Show で発表された確定受注数 231 機の内、新規受注は 33 機、残りの 198 機は過去に受注した機種からの変更であった^{(31) (32) (33)}。

(4) Boeing 787

2017 年 2 月 17 日、サウスカロライナ州、ノースチャールストン工場で 787-10 のロールアウト式典が行われた。ロールアウト式典にはトランプ大統領も出席した。

3 月 31 日には、サウスカロライナ州のチャールストン国際空港から初飛行。初飛行は約 5 時間、高度は 20,000 フィート、最高速度は 200 ノットであった。試験では、離陸時および着陸時のフラップの位置や操縦システムのシステムについて行った。

シアトルで飛行試験を行い、初号機は 2018 年に、ローンチカスタマーであるシンガポール航空に納入される予定^{(34) (35) (36)}。

Boeing 社は、787 の生産レートを、現在の月産 12 機から 2019 年以降は月産 14 機に増やすと 2017 年 9 月 13 日に発表した。ワシントン州エバレット、サウスカロライナ州ノースチャールストンの 2 ヶ所の生産ラインを使用予定。

787 の accounting block(平均生産コスト算定機数)は 1,300 機だが、Boeing 社はさらにそれに 100 機上乗せすることを検討している。生産レートが増加すれば 787 はより利益が出るプログラムになるが、長期にわたって月産 14 機を生産レートを保てるのか疑問を投げかけているアナリストもいる⁽³⁷⁾。

(5) Boeing 777 後継機 (777X)

Boeing 社は、2017 年 10 月 23 日、777X の試験機の 1 号機製造開始を祝う式典を行った。初飛行は 2019 年の第 1 四半期に実施し、初号機は 2020 年に Emirates に納入される予定。

2018 年 2 月 6 日、川崎重工業は、777X の初号機向け胴体パネルの納入式を行った。三菱重工業は 2 月 7 日、777X 向け後部胴体パネルの初号機を出荷した。SUBARU は 2 月 9 日、777X の初号機中央翼が完成し出荷式を執り行っていると発表した^{(38) (39) (40) (41)}。

(6) Boeing 767

Boeing 社は、旅客機としておよそ 3 年半前に製造を中止した 767-300ER の製造再開を否定していない。これは、767-300ER の隙間市場を New Mid-Market Airplane (NMA) で狙うことを考えているが、ローンチしたとしても運航開始まで航空会社は少なくとも 7~8 年待つ必要があり、その間顧客が 767-300ER を選択する可能性があるためとしている。

767 は現在 KC-46 の他に貨物機 63 機の受注残があり、これらの生産が 2.5 機/月で継続されている^{(42) (43)}。

(7) MoM (Middle-of-the-Market) と NMA

アメリカの 3 大エアライン、American 航空、Delta 航空、United 航空は、多数の 757 と 767 を大西洋横断路線および国内の長距離路線に使用しているが、最近ではこれらの機体を大量に Airbus 社の A321 および Boeing 社の 737-900ER に取り換えているため、この 3 社は、757 と 767 の後継機の可能性を持つ Boeing 社の MoM に大きな関心を寄せている。

しかし、リース会社 AerCap 社の CEO Aengus Kelly 氏は、「Boeing 社は MoM がアメリカ 3 大エアラインの需要だけではなく、もっと広い市場の需要を満たすかどうかを確かめる必要がある。」と述べている。

また、Airbus 社の顧客業務担当最高執行責任者 John Leahy 氏は、Boeing 社には新設計の MoM が必要であることには同意しているものの、「小型の 2 通路機は 1 通路機を延長した機体になかない。2 通路機は空力的にも物理的にも重量と抵抗が増えるだけだ。」と、MoM について批判的な見方をしている。

さらに、Flight Ascend Consultancy (Flightglobal や Flight International の発行元が持つコンサル機関) も MoM について、「実際市場のどの領域で MoM の需要があるのか」や「MoM がどう既存の 1 通路機やサイズの小さい 2 通路機に対抗するのか」と疑問を投げかけている^{(44) (45) (46)}。

※MoM (Middle-of-the-Market)

757 と 767 の後継機として位置づける機体で、現在 Boeing 社が生産している 737Max と 787 の中間サイズとなる、航続距離が 4,800~5,200NM、座席数は 200~270 席の新設計の機体構想。

Boeing 社は、2017 年の Paris Air Show (2017 年 6 月 19 日~2017 年 6 月 25 日) で MoM のコンセプトを一部公開した。コンセプトの概要は以下の通り⁽⁴⁷⁾。

座席数 : 200-270 席

航続距離 : 5,000NM

エンジン：推力 40,000-50,000lb（バイパス比 10:1 以上）

GE Aviation 社、Pratt&Whitney 社、Rolls-Royce 社と協議中

その他特徴：複合材製の主翼および胴体

脱オートクレーブの熱硬化性複合材や熱可塑性複合材の
さらなる適用

Dreamliner より短い翼幅

胴体の Hybrid Cross-Section（2 通路機の客室快適性と 1 通路機
の床下貨物室の組合せ）

2017 年 9 月 25 日、Boeing 社は New Mid-Market Airplane（NMA）について検討する新たな部門を設立したと発表。この部門の設立は NMA プログラムのローンチを意味するのではなく、ローンチを決定するための一つのステップであると Boeing 社は強調している^{(48) (49)}。

2. 3. 1. 3 Airbus 社の動向

(1) Airbus 社

Airbus 社は、2017 年 6 月 9 日、2017 年から 2036 年までの長期需要予測を発表した。新製機需要が昨年度の 33,000 機から約 5%増加の約 35,000 機と予測。用途別内訳は、旅客機 34,170 機と貨物輸送機 730 機。サイズ別では 2 通路機 10,090 機、1 通路機 24,810 機と予測している。運航機数は 2017 年の初めに 20,500 機であったのが、2036 年には 42,530 機と予測している。

RPK の成長率は発展途上国で 5.8%、先進国 3.2%、世界平均で 4.4%と予測している。2016 年のアジア太平洋地域の RPK シェアは世界の 30 パーセントであったのが、2036 年には 38%を占めると予測している^{(50) (51) (52)}。

2017 年 11 月 17 日、Airbus 社は Airbus China Innovation Center を深圳市に設立すると発表。Invest Shenzhen 社と自律飛行、オンデマンドヘリコプターのような urban air mobility(UAM)や機内サービスなどの分野で技術革新の加速および将来の航空機への適用のため、長期的に戦略的協力関係を構築することで合意したとのこと^{(53) (54)}。

(2) Airbus A320neo

A321neo の CFM 社製 LEAP-1A エンジン搭載型は、3 月 1 日に EASA と FAA より型式証明を取得。LEAP-1A 搭載型 A321neo 試験機は、160 回以上の飛行試験を行い、合計飛行時間は 400 時間以上に及んだ⁽⁵⁵⁾。

(3) Airbus A330

2017 年 10 月 19 日、新たにエンジン換装を行った A330neo の A330-900 初号機が初飛

行した。今後、飛行試験は A330-900 で 1,100 時間、A330-800 で 300 時間、計 1,400 時間実施予定。型式証明の取得は A330-900 が 2018 年中頃、A330-800 が 2019 年の予定^{(56) (57)}。

(4) Airbus A350XWB

2017 年 11 月 21 日、Airbus 社は、A350-1000 が EASA と FAA の双方から型式証明を取得したと発表。型式証明を取るまでの飛行試験は 1,600 時間以上で、そのうち 150 時間は実際の運航と同じような環境で飛行試験を行った。Rolls-Royce 社製 Trent XWB-97 エンジンを搭載しており、初号機は 2017 年末までにローンチカスタマーの Qatar Airways に納入予定^{(58) (59) (60)}。

(5) Airbus A380

Airbus 社は 2017 年 6 月 18 日、A380 の需要を取り戻すため、A380plus を提案した。以下の改善により、A380 より座席あたりのコストを 13%安くする。

- ① 新しいスプリットウイングレットの採用と主翼の改善により、燃料消費を最大 4%削減
- ② 定期点検の間隔の延長と、点検によるダウンタイムの減少
- ③ 内装の設計変更により、4 クラスで最大 80 席追加可能

【内装の設計変更】

- 前方、後方に再設計した階段を設置
- クルーの休憩スペースを統合
- 2 階窓側座席の荷物棚の撤去
- premium economy で 1 列 9 席の新座席配置
- economy で 1 列 11 席の新座席配置

また、最大離陸重量が 575 トンから 578 トンに増加し、航続距離が A380 と同じ 8,200NM の場合は、座席数を 80 席増加可能。同じ座席数の場合は、300NM 航続距離を延長可能。

なお、Airbus 社は A380 のリエンジンは考えていない^{(61) (62) (63) (64)}。

2. 3. 1. 4 その他各社の動向

(1) Embraer 社

Embraer 社は、E195-E2 の地上試験を最近終了したと 2017 年 5 月 12 日に発表した。型式証明取得および運航開始は 2019 年を予定しており、変更はない^{(65) (66)}。

Embraer 社は、開発中の E195-E2 と E190-E2 の性能値を引き上げたと 2017 年 6 月 2 日に発表した。E195-E2 の最大航続距離は 2,450NM から 2,600NM に向上し、最大離陸重量は 60,700kg(133,821lb)から 61,500kg(135,584lb)に 800kg 増加。

一方、E190-E2 の高温高地性能は、出発地にもよるが、最大航続距離が 2,500NM] まで延長。Embraer 社民間機部門の最高経営責任者 John Slattery 氏は、『これら一連の性能改善は、「フラップとスラットの最適化」および飛行試験の結果のおかげである。』と述べている^{(67) (68)}。

Embraer 社 CEO John Slattery 氏は 2017 年 9 月 14 日、Embraer 社が開発を検討しているターボプロップ機に関してエアラインに紹介したと述べた。同社のターボプロップ機市場への関心は、ATR 社と Bombardier 社の競合相手が欲しいと思っている航空会社から好意的に受け止められている。

Embraer 社のターボプロップ機が狙う市場は現時点では不明だが、プログラムローンチは、E2 の EIS (2018-2021) 後になると見られている^{(69) (70)}。

2017 年 12 月 22 日、E190-E2 は機能および信頼性の試験を終了し、TC 取得に向けて予定通り進んでいると発表⁽⁷¹⁾。初号機の納入先はローンチカスタマーの Widerøe 社で、同社は 2018 年 4 月 24 日に Bergen-Tromsø 間の定期便で運航を開始する予定⁽⁷²⁾。

(2) Bombardier CSeries

【補助金問題】

2017 年 9 月 18 日、カナダの首相 Justin Trudeau 氏は、イギリスのメイ首相との共同記者会見を開いた。Justin Trudeau 氏は、Boeing 社が Bombardier 社の CSeries の取引に関して貿易苦情の申し立てを引き続き行う場合、新たに調達する戦闘機として Boeing 社の F/A-18 Super Hornet が有力候補であったが、今後取引をしないつもりであると述べた。

メイ首相も、Boeing 社の訴えは北アイルランドにある CSeries の主翼製造工場の仕事を脅かすとして、Bombardier 社を支持。アメリカのトランプ大統領に和解に向けた協力を要請した^{(73) (74) (75)}。

Airbus 社と Bombardier 社が 2017 年 10 月 16 日に締結したパートナーシップにより、CSeries をアラバマ州にある Airbus 社の最終組立工場から米国エアラインに納入し、米国で CSeries に課される予定であった 300% の関税を回避するという計画に対し、Boeing 社は米国内で製造された CSeries への関税は免除されず、部品にも適用されると主張。

一方、米商務省は、今回の両社の提携およびアラバマ州に新設予定の組立ラインが、CSeries に課される関税にどのような影響を与えるか 10 月時点ではまだ見極められていないと述べている^{(76) (77) (78) (79)}。

2018 年 1 月 26 日、ITC (米国際貿易委員会) の委員は 4 人全会一致で、米商務省の決定を覆し、Bombardier 社の CSeries に対し制裁関税を課することを認めないという判断を下した^{(80) (81) (82)}。

【CSeries に関するパートナーシップについて】

2017 年 10 月 16 日、Airbus 社と Bombardier 社は、CSeries でパートナーシップ契約を締結することを発表した。CSeries Aircraft Limited Partnership 社(CSALP 社)の株の 50.01%を取得し、残りの株の 31%は Bombardier 社、19%はケベック州投資会社(Investissement Quebec 社)が保有する予定。また、米国で CSeries に課される予定の 300%の関税に対応するため、アラバマ州モービルに 2 本目となる CS100 および CS300 の最終組立ラインを開設する予定。なお、CSALP 社の本社および同社が持つ CSeries の組立ラインは引き続きケベック州に留まる。

Airbus 社と Bombardier 社は、CSeries 製造、販売のための CSALP 社の Airbus 社との協力方法について協議するための Clean Teams を新たに立ち上げた。Clean Teams は、独占禁止法で禁止されていない範囲で情報共有を行い、シナジーの決定、暫定的な目標設定、および初期計画の作成を行う専門のチーム⁽⁸³⁾。

(3) Bombardier CRJ

Bombardier 社は今まで CSeries の開発製造に注力してきたが、今後は CRJ および Q400 にも注力していくと 2017 年 9 月 12 日に発表した。

CRJ については、同日新キャビン Atmosphere をローンチした。Atmosphere の特徴は新たな照明システム、拡張したラバトリー、大型のビンなどで、このキャビンを搭載した CRJ900 が来年の春から引き渡される予定。今回の新キャビンは、CRJ NextGen シリーズの EIS 後 10 年が経過しており、新しい内装に換装するニーズがあると Bombardier 社は予測している。

新しいキャビンを搭載する CRJ900 は競合より価格が安価であることと空虚重量が軽いことから燃費も良く、現在の Scope Clause に適合していることから競争力がまだあるとのこと⁽⁸⁴⁾。

2017 年 12 月 5 日、Michael Ryan 氏 (Bombardier Aerostructures and Engineering Services Business President) は、CRJ の代替機もしくは CRJ プログラムの刷新が必要であり、その候補の一つとして主翼の複合材化もあると考えられると述べた。しかし、それらの具体的なスケジュールについては言及していない⁽⁸⁵⁾。

(4) COMAC C919

C919 は、4 月 23 日に高速走行試験を行い、5 月 5 日に初飛行を行った。飛行試験は 4,200 時間を計画しており、3 年以内に運航開始することを目標としている。

なお、4,200 時間の飛行試験時間は、Airbus 社と Boeing 社の単通路機の典型的な 3,000 飛行時間より多いが、5,000 時間以上であった ARJ21 より少ない計画となっている^{(86) (87) (88) (89)}。

Comac 社の C919 が 5 月の初飛行から約 5 か月経った 9 月 28 日、上海で 2 度目の飛行試験を行った。現在 2 号機を 12 月の初飛行に向けて製造中。6 機の飛行試験機によ

り、上海、西安、東営の 3 ヶ所で飛行試験を行う予定⁽⁹⁰⁾。11 月 3 日には、初号機が 3 度目の飛行を行った⁽⁹¹⁾。

(5) COMAC ARJ21

Comac 社は 2017 年 7 月 9 日、中国航空局(CAAC)から ARJ21-700 の製造認定を取得した。製造認定の取得は、ARJ21 が型式証明を取得して 2 年半以上、またローンチカスタマーの成都航空に初号機を引き渡して 1 年半以上経ってからとなった^{(92) (93) (94)}。

(6) Irkut MC-21

Irkut 社は、5 月 28 日、MC-21-300 の初飛行試験を実施。飛行試験は 30 分、高度 1,000 m、速度は時速 300km(162kt)に達した。飛行試験では、安定操縦性やエンジンの制御性などを行った⁽⁹⁵⁾。

Irkut 社の親会社である UAC 社では、2019 年に EIS を目指す MC-21-300 の派生型として 150 席の-200 と 220 席の-400 を検討中。-200 の主要市場はロシアや旧ソ連国内であるが、-400 は Boeing 社が発表した MoM 市場を想定。

UAC 社は、MoM 市場に対して、現在開発中の MC-21-300 の派生型として開発を行えば、少なくとも 100~120 億ドルかかる新規開発コストの 25~33%で開発できると考え、価格競争力があるとみている^{(96) (97) (98)}。

(7) Mitsubishi Aircraft MRJ

三菱航空機は、1 月に「一部の装備品の配置を変更するほか、電気配線を最新の安全性適合基準を満たす設計に変更するため、初号機の納入を 2 年遅らせる。」と発表した。この設計変更により、飛行試験計画の見直しを行っており、飛行試験をさらに 500 時間増やす必要があると考えている。飛行試験は当初 2,500 時間を予定していたが、今回の飛行試験計画変更により、総時間は増加するものの 3,000 時間以下と考えており、三菱航空機として試験機の追加を検討している⁽⁹⁹⁾。

(8) United Aircraft 社

United Aircraft 社(UAC)は、民間航空機部門を統合するため、Irkut 社と Sukhoi Civil Aircraft 社(SCAC)を 2019 年までに合併し、民間機開発・製造のための新部門を立ち上げる予定と 2017 年 9 月に発表した。業務の単純化とリソースの効率化を促すことで、2016 年に納入した 141 機のうち 20 数機だった民間機のシェアを 2035 年までに 45%に引き上げる計画。民間航空機の年間生産量を 100 機~120 機にしようと考えている。既に開発が進められている Ilyushin Il-114 と中国との共同開発である長距離 TA 機のプロジェクトは引き続き計画されている。今後、UAC 社は軍用機の部門も統合する見込み^{(100) (101) (102)}。

(9) その他機体開発動向

● Russian-Chinese Widebody

2017年5月22日、Comac社とUAC社は、2通路機開発のための合弁企業を新しく設立した。新会社の名前はCRAIC(China-Russia Commercial Aircraft Corporation)で、本社は上海に置く。130～200億ドルを投資し、航続距離6,500NM、280席クラスの機体を開発予定。MC-21の技術を利用し、主翼は複合材、胴体の大部分はアルミで製造予定。初飛行は2023年、運航開始は2026年を予定⁽¹⁰³⁾⁽¹⁰⁴⁾⁽¹⁰⁵⁾⁽¹⁰⁶⁾。

UAC社およびComac社は、共同開発予定のワイドボディ機をCR929と命名した。3機の派生型機を製造予定で、ベースの機体であるCR929-600は座席数が280席、航続距離が12,000km。CR929-500はCR929-600より小型で、座席数が250席、航続距離は14,000km。CR929-600より大型のCR929-700は、座席数320機、航続距離が10,000kmの計画。

UAC社によると、「CR」は中国とロシアの共同参加を意味し、数字の「9」は中国では永遠の象徴とのこと。Comac社で現在開発中のC919だけではなく、UAC社で開発しているMC-21-200/300/400とも一貫性を持たせる意味で、CR929-500/600/700と命名された。

CR929の複合材製の主翼、尾翼部はロシアで製造し、Comac社は胴体の製造および最終組立を上海で行う。当初、エンジンは、Rolls-Royce社やGeneral Electric社のエンジンを搭載の予定であるが、ロシアと中国は共同でエンジンの独自開発を行い、2027年に型式証明を取得予定。基礎設計は2018年に行い、2023年に初飛行、運航開始は2025年の予定⁽¹⁰⁷⁾⁽¹⁰⁸⁾。

● PTDI N219 初飛行

インドネシアの国有航空機メーカーIndonesian Aerospace社（現地名：PT Dirgantara Indonesia 以下PTDI社）が開発しているターボプロップ機N219が、8月16日に初飛行した。N219の開発は2013年に開始し、2015年にロールアウト、初飛行は当初今年の4月、後に6月に計画されていた。

N219の最大離陸重量は15,500ポンドで、1,493フィートの滑走路から離陸可能。最大19人乗客を乗せることができるだけでなく、貨物運搬用、医療用、救難用、海上監視用としても使用可能だとPTDI社は述べている⁽¹⁰⁹⁾。

(10) その他会社動向

● 20年ぶりにATR社が米国市場から受注

アメリカのSilver Airwaysは、8月1日、ATR42-600 50機の発注LoIに署名した。20機は確定発注、残り30機はオプションである。Silver社はATRを、SaaB 340Bの代替機とする予定。

これは、アメリカでは1997年にアメリカン航空がATR72-500を購入して以来の発注となる。1994年に乗客68名全員が死亡したATR 72-200の着氷墜落事故およびその後のリージョナル機の普及により、アメリカの航空会社からATR社への発注がない状態が続いていた^{(110) (111) (112)}。

- UTC社, Rockwell Collins社を買収

United Technologies(UTC)社は、300億ドルでRockwell Collins社を買収することで両社は合意に達したと9月4日に発表した。Rockwell Collins社は2017年4月にB/E Aerospace社の買収を完了したばかりであり、これでUTCは世界最大の航空宇宙システム・サプライヤーとしての地位を確立する。

合併により、UTC社の総売上は年間670-680億ドルとなり、年間で5億ドル以上コスト削減可能だと予想している。

今後Rockwell Collins社はUTC Aerospace System社に統合され、Rockwell Collins社側の株主の合意と関係政府諸機関の承認を得た後、新会社の名称Collins Aerospace Systems社として、2018年第3四半期に発足予定^{(113) (114) (115)}。

- 日本航空とBoom Technologies社、資本業務提携で合意

2017年12月5日、日本航空は、Boom Technologies社に対して\$10 millionの資金提供を行うとともに、2020年代半ばに運航開始予定のMach 2.2にて飛行可能な55席仕様の超音速機を20機オプション発注すると発表した。さらに、超音速機の運航モデルや、メンテナンスコストの目標、内装のデザインやケータリング、客室のレイアウト等の検討に関しBoom Technologies社をサポートする予定。

Boom Technologies社によると、航空会社が開発中の超音速機に実際に資金を投入するのは今回が初めてとのこと。Boom Technologies社は、日本航空の他、Virgin Atlantic社から10機、他3社から46機、計76機のオプション受注がある^{(116) (117) (118) (119)}。

- 日本航空と宇宙開発事業会社 ispace、資本業務提携を締結

2017年12月13日、日本航空は、2020年までに自社開発の月着陸船を2回打ち上げる予定の宇宙開発事業会社 ispace と資本業務提携を締結したと発表した。日本航空は、すでに ispace 社が運営する日本初の民間月面探査チーム「HAKUTO」に協賛しているが、出資を通して、輸送・整備・運航に関するノウハウの提供、宇宙旅行事業に係る協働を進めていくとしている^{(120) (121) (122)}。

- Lockheed Martin社とAerion社、超音速ビジネスジェット機開発で提携

2017年12月15日、Lockheed Martin社とAerion社は、高バイパス比のGE

Aviation 社製のエンジンを 3 基搭載した Aerion 社製超音速ビジネスジェット機 AS2 開発のフィージビリティ・スタディーを行うための MoU 締結を発表した。Aerion 社は以前、Airbus Defence and Space 社と提携して超音速機 AS2 を開発していたが、Lockheed Martin 社に提携先を変更した。

両社は今後 12 ヶ月の間に、エンジニアリングから型式証明取得及び製造までのすべてのフェーズでの枠組の策定を行うことになっている。

AS2 の初飛行は 2023 年、型式証明の取得は 2025 年を予定^{(123) (124) (125)}。

[2. 3. 1 項 出典 (1) ～ (125) : 各、資料 3 の P2017D201～P2017D325 参照]

2. 3. 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. LEAP-1A/1B/1C

CFM 社の LEAP エンジンには-1A、-1B、-1C の 3 つの派生型がある。それぞれ、3D Woven Carbon Fiber ファン動翼、Twin-Annular Pre-mixing Swirler (TAPS)燃焼器、Ti-Al 低圧段タービン動翼が適用される。さらに、新材料として Ceramic Matrix Composites (CMC)が、民間エンジンとして初めて燃焼器ライナーおよび高圧段タービンシュラウドに適用される。

-1A は、エアバス A320neo 向けの推力 32,900 ポンドのエンジンである。2016 年 5 月に EASA/FAA からエンジン型式証明を取得し、2016 年 8 月からトルコのペガサス航空において商業運航が開始された。ペガサス航空によれば、15%以上の燃費改善があり、2.5 時間程度の比較的長い運航条件では 18%程度まで改善するとしている。また、エンジン関連の定時出発率は 99.7%に達し、ほぼ満足できる水準とのことである⁽¹²⁶⁾。2017 年 3 月には -1A を搭載した A321neo が、EASA/FAA から型式証明を受けた⁽¹²⁷⁾。

-1B は、ボーイング 737MAX 向けの 28,000 ポンドのエンジンである。2016 年 5 月に EASA/FAA からエンジン型式証明を取得し、2017 年 5 月から商業運航が開始された。さらに、2017 年 6 月には、LEAP-1B エンジンを搭載する 737 MAX 10 のローンチが発表された⁽¹³⁷⁾。

2017 年 6 月には、LEAP-1A と-1B エンジンに対して 180 分の ETOPS が FAA/EASA から承認された⁽¹³⁸⁾。

-1C はコマック C919 向けの推力 30,000 ポンドのエンジンである。2016 年 12 月に EASA/FAA から型式証明を取得した。2017 年 5 月に C919 の初飛行が実施され無事完了した⁽¹³²⁾。

2017 年 10 月、8 台の-1A エンジンにおいて、ボアスコープ検査を行ったところ CMC シュラウドのコーティング剥がれが確認された。CFM 社は、-1A エンジンを搭載する A320 neo フリート全体への影響を評価している。また、高圧タービンモジュールを担当する GE 社は、コーティングの密着性を改善した新しい接着プロセスを 2018 年初から適用すると発表した。なお、GE 社によると CMC 材料自体は問題ないとのことである⁽¹⁴⁴⁾。

b. GE9X

ボーイング 777X 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 に搭載される GE90-115B 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。

フルスケールの試験用エンジン初号機（FETT）による試験は 2016 年 3 月に開始された。エンジンシステム、空力性能、機械特性および熱サイクルの妥当性確認に関して貴重なデータが取得された。その後、Peebles 試験場において着氷試験に向けた予備試験が 50 以上の試験ポイントで実施され、累積運転時間は 168 時間・162 サイクルとなった。

2017 年 5 月より GE 社の Peebles 試験場において、エンジン型式認証試験が開始された。なお、FETT からの主な変更点は、高圧段タービン出口から低圧段タービン入口間のスロートエリアの調整および高圧段圧縮機の主に初段翼先端隙間の調整である⁽¹⁴⁵⁾。

4 台目のエンジンは、GE 社のもつ 747-400 に搭載され飛行試験が行われる⁽¹³¹⁾。GE 社は、当初 2017 年末に計画していたが、GE9X エンジンのマイナーな設計変更と 747-400 に搭載される CF6 エンジンのメンテナンス関連の問題により延期すると発表した。設計変更は、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変更とのことである。GE 社によると、2019 年 2 月のエンジンの型式証明取得および 2018 年に予定される 777-9X 初飛行のスケジュールには影響しないとしている⁽¹⁴⁸⁾。



図 2. 3. 2-1 747-400 に取付けられた GE9X エンジン

c. Advanced Turboprop

Advanced Turboprop (ATP)は、2018 年後半に飛行開始予定の Textron Aviation 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する。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。オーバーホールについても 4,000 時間とし競合他社製品に対して 33%延長する。さらに、本エンジンに取付けられる FADEC 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⁽¹⁴⁷⁾。

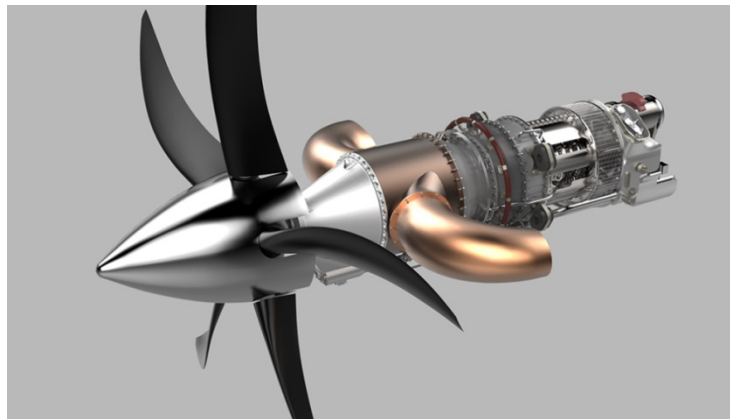


図 2. 3. 2-2 3D printing が本格的に適用された Advanced Turboprop

(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アシステムを採用したギアードターボファンエンジン(GTF)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。

2016年1月から、PW1100G-JMを搭載したA320neoの商業運航がルフトハンザ航空にて開始された。V2500エンジンに対し16%の燃費改善を達成したが、いくつかの問題に見舞われている。

スタートアップ問題いわゆるローター変形問題は、エンジン停止後ローターの冷却が不均一になることからローターに曲がりが生じ、エンジン再起動時に圧縮機動翼先端が接触・磨耗するという問題である。そのため、モータリングを長めにしてローター内部の熱分布を均等にして変形を無くすという方法が採られて来た。当初は、CFM56の1～2分、V2500エンジンの2.5分に対し7分以上であった。P&W社は、NO.3およびNO.4ベアリングダンパーを変更して剛性を上げるとともに、モータリング時間を短縮するソフトウェアの変更を行った。さらに、コックピット内のスイッチで操作するDual engine coolingシステムを導入し、左右のエンジンを同時に冷却することでエンジン起動時間を

大幅に短縮した。ルフトハンザ航空によれば、これらの変更により3.5分まで短縮されたとのことである。エアバス社およびP&W社は、さらにソフトウェアを改良し2017年末には2.5分まで短縮させるとしている。また、ルフトハンザ社や他のオペレーターからは、アイドル時のスラストが大きすぎるとの指摘が上げられている。燃費改善のためアイドル回転数を下げたいが、エンジン冷却の観点からV2500 レベルまで下げることは困難とのことである。

最も重大な問題は、No.3 ベアリングのエアシールの警告によるエンジン取り外しである。ベアリング自体は通常に機能しているが、磨耗したシールを通じて金属粉がオイルシステムに入りチップディテクタに引っかかるというものである。P&W社は、2016年出荷の160台目から新設計のベアリング・コンパートメントの取付けを始めた。ローター変形対策として導入するNo. 3とNo. 4の両ベアリングにダンパーを取付ける改修と同時である。これらの改修はエンジン装着のまま実施できるようキット化が進められている。エアバス社は、自社のA320neoを使ってこれらの改修の効果を検証中である。試験は先ずツールーズで行い、その後、気候条件の厳しいインドとUAEのアルアイン(Ai-Ain)で実施する予定である。並行して、P&W社も自社のB747 FTBに搭載して試験を実施する。

燃焼器の燃焼筒の焼損によるエンジン取り卸しも発生している。ボアスコープ検査により、いくつかのパネルにおいて冷却孔が塞がれていることが発見されており、原因は海岸に近い空港での塩害と推定されている。改良型の燃焼器は9月に導入される。なお、GTFの心臓部であるファン駆動ギアシステムには問題は発生していない⁽¹²⁶⁾。

なお、EASAは2017年6月にPW1100G-JMエンジンに対して180分のETOPSを承認した。FAAは2016年12月にETOPSを承認している⁽¹³⁹⁾。



図 2. 3. 2－3 A320neo 5 号機から導入された“DUAL COOLING”システム

b. PW1200G

三菱航空機 MRJ-70、-90 向けの推力 17,000 ポンドの GTF エンジンである。現行のリ

ジョナル機と比べて機体の運航コストを 10～20%、最新の基準に対して排出ガスを 50% 低減する。2017 年 5 月に FAA からエンジン型式証明を取得した。開発を通じたエンジンの総運転時間・サイクル数は 6,000 時間、15,000 サイクルとなった⁽¹³³⁾。

c. PW1900G

エンブラエル E190-E2、E195-E2 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 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 の初飛行は 2016 年 5 月、E195-E2 は 2017 年 3 月からそれぞれ開始された。商業運航開始は、E190-E2 が 2018 年 4 月、E195-E2 は 2019 年の予定である^{(129) (134)}。

(3) ロールスロイス

a. トレント 1000-TEN

ボーイング 787 向けの推力 78,000 ポンドのエンジンである。トレント 1000-TEN は、XWB および同社の Advance technology プログラムからの技術が導入されており、現在の “Package C” に対し 2%の燃費改善を見込む。

2016 年 7 月に EASA よりエンジン型式承認を取得し、2017 年 3 月から 787-10 による飛行試験が開始された⁽¹³⁵⁾。2017 年 8 月には、EASA から実機飛行に対する認定を受けた。最初の量産エンジンがシアトルのボーイングの施設に納入され、2017 年の 11 月から商業運航が開始された^{(130) (142) (146)}。

b. トレント XWB-97

エアバス A 350 XWB-1000 向けの推力 97,000 ポンドのエンジンであり、ロールスロイス社では最大推力のエンジンとなる。XWB-97 の基本寸法等は XWB-84 と変わらず同じ 118 インチファン径とナセルサイズだが、ファン回転速度を 6% 上げることにより推力が 13,000 ポンド増強されている。さらに、コアを拡大し流量を増加させ、耐熱化が施されたシュラウドレスの高圧段タービン動翼を適用して高温化することにより、XWB-84 と同等の燃費を維持している⁽¹⁴⁰⁾。

XWB-97 エンジンは、2017 年 8 月に EASA より型式承認を受けた⁽¹⁴¹⁾。また、2018 年 2 月のシンガポールエアショーにおいて、Qatar Airways での商業運航開始に向けて準備中であることが発表された⁽¹⁴⁹⁾。

c. トレント 7000

推力 68,000-72,000 ポンドの A330-800neo および 900neo に搭載されるエンジンである。ファン径を現在のトレント 700 の 97.5 インチから 112 インチに拡大させ、バイパス

比を 5:1 から 10:1 と 2 倍にする。騒音も 6dB 低下させる。さらに、全体圧力比を 35:1 から 50:1 とすることで、トレント 700 に対し燃料消費率を 10%改善させる。

地上試験は 2015 年 11 月に開始された。当初の計画より遅れたが、A330 neo の初飛行は 2017 年 10 月に行われた⁽¹⁴³⁾。商業運航開始は 2018 年第 2 四半期に計画されている^{(130) (136)}。

[2 . 3 . 2 項 出典 (126) ～ (149) : 各、資料 3 の P2017D326～P2017D349 参照]

2. 3. 3 装備品関係

航空機装備品の全体的な技術動向としては、引き続き「電動化」、「ICT 化」が重要となる。

(1) 電動化

① 装備品の電動化

航空機の装備品の「電動化」に関しては、MEA/AEA を目指しての電動アクチュエータ (EHA、EMA 等)、電動タキシング、e-ECS (空調、環境制御)、電源 (二次電池、燃料電池等) など、個別の装備品の電動化、及び電源配置の最適化などが取り組まれている。また、装備品の「電源化」においては、熱制御技術が重要となる。

② 航空機の電動化 (モーター、バッテリー)

2016 年頃からエアバスは、AirbusX0 (level eXponential Organization の略で、以前の Airbus Innovation の一部)、A³や Uber などが、UAM (Urban Air Mobility) として新たな電動飛行システムのコンセプトの開発に取り組んでいる。マルチファン型のシステムが中心で、Uber は昨年 Boeing (HorizonX) が買収したオーロラ・フライト・サイエンスが開発を担当している。さらにドイツのリリウム (Lilium) や NASA の X57 などに適用されている、EDP (Electrical Distribution Propulsion) システムが欧米で注目されている。

一方、2017 年に Boeing は、米国の LCC、JetBlue (傘下のベンチャーキャピタル) などと共同で、Zunum Aero が開発するハイブリッド航空機、Zunum Electric Aircraft への出資を発表した。

即ち、航空機は AEA 化に向けて、個別装備品の電動化から推進システムを含めた装備品の電動化も新たな流れとして注目される。

■Airbus の電動化取り組み

Airbus は、容量 30kw の E-Fan シリーズのプログラムを終えた後、Siemens と共同で Diamond Aircraft を改造して 300kw クラスの電動機の研究開発を行なっている。

◆Airbus/Rolls-Royce/Siemens E-fan-X (ハイブリッド電気飛行機)

- E-Fan X は、ターボファンエンジン 3 基と 2MW の電気モーター 1 基の計 4 発で構成されており、テストベッドによる試験が進めば、さらに 1 基を電気モーターに置き換える。2020 年には飛行試験を行なう予定。
- Airbus は E-Fan X 全体の統合、ハイブリッド電気推進システムの制御アーキテクチャ、バッテリー、フライトコントロールなどを担当。
 - Rolls-Royce はターボファンエンジンと 2MW (メガワット) のジェネレータ、パワーエレクトロニクスの開発を受け持つ。

- Siemens は 2MW の電気モーターと制御装置、変換器、DC-DC コンバータ、配電システムを担当する。
- Airbus と Rolls-Royce は、既存のナセル（エンジンを収納する筒）に Siemens の電気モーターを適合させる作業も行なう。

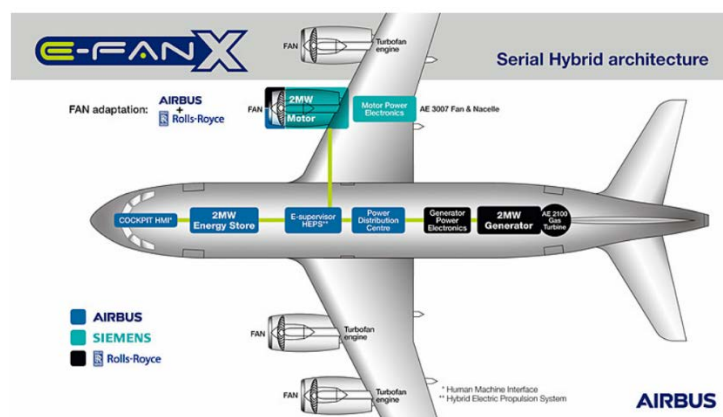


図 2. 3. 3-1 Airbus/Rolls-Royce/Siemens E-fan-X（ハイブリッド電気飛行機）
各社の担当部品⁽¹⁵⁰⁾

■ Safran/Alstom の連携

Safran は、Alstom と航空機の電動化に向けた技術提携を発表。この提携により Alstom は、航空宇宙、宇宙と防衛分野で Safran が電動化をリードしていくことを狙っている。この技術提携では、両社の電気推進に関する技術と専門能力を集約することを目的としている。特に、電気推進向けの装備品技術及び、航空機や公共交通機関用の電気・ハイブリッド推進システムの 2 つに焦点を当てており、共同研究には、公的研究機関や大学、革中小企業などが参加する予定である。

なお、NASA の電動化ロードマップ（2～5MW）では、50 席クラスはオール電動機、100 席クラスのハイブリッド機、150 席クラスの TDP（Turboelectric Distributed Propulsion）機としている。

■ Boeing、Zunum Aero、JetBlue（ハイブリッド電気飛行機）

Boeing（Boeing HorizonX）は、2013 年から Zunum Aero が開発している Zunum Electric Aircraft に出資。Zunum Electric Aircraft は 50 席クラスのシリーズ・ハイブリッド機（1MW～4-5MW）で、運航コストは現状の内燃機関機と比べて 4～8 割低減することを目標としている。開発費は 80 万ドル。

2019 年～2020 年にかけてプロトタイプ機の初飛行を計画、2018 年までに FAR Part 23 の電動航空機の認証基準ができるとの想定で、2020 年までに型式認証（TC）取得する計画。2017 年時点で、19 席で航続距離 700nm（約 1,300km）は実現可能としており、2020 年には航続距離を 1,000nm（約 1,900km）まで拡大することを検討している。

(2) ICT 化

航空機の ICT 化は、機内ネットワークの進展 (AFDX : Avionics Full-Duplex Switched Ethernet、WAIC 等)、IFE の進化 (機内 Wi-Fi、UX : User Experience、CRM : Cabin Realtime Monitoring 等)、各種ヘルスモニタリングなどで急速に進化を遂げつつある。ここで、ICT 化は航空機単体だけでなく、次世代管制システム (NextGen、SESAR) や民間が計画している低軌道衛星システムなどとも深く関連している。したがって航空機 ICT では、ブロードバンド化、ネットワーク・セキュリティなどが重要な課題となる。

例えば、Thales は「INFLYT・360」で、エアラインと提携して UX データ (ビックデータ) を取得、個別の顧客の日常行動や購買行動、趣味などと連関分析、エアライン利用者の満足度評価 (機内サービス、コネクティビティ、キャビン環境) などの分析を行なっている。



図 2. 3. 3-2 Thales の「INFLYT・360」のデモンストレーション (MRI 撮影)

また、Safran Electronics&Defence は、航空機のデータ収集システムおよびこれらのデータを活用したサービス事業に特化したフランス企業 ISEI を買収。ISEI のシステムは運航データ (エンジンおよび機体のデータ取得、振動測定などを含む) を収集・記録し、データを衛星リンク、Wi-Fi、Bluetooth および 3G ネットワーク経由で地上ステーションに送信するシステムを開発している。同システムの導入により運用コストを削減するだけでなく、エンジンおよび機体追跡の精度の向上、さらには安全性の向上の実証に取り組んでいる。また、ISEI は、約 200 のエアラインが使っている同社のサービス「Cassiopee」を統合することで、フライトの安全性、リスク管理、メンテナンス、フライトオペレーションの効率化を目指す。

(3) アビオニクス分野の業界再編と自動操縦技術への取り組み

アビオニクス分野ではスーパーTier1 メーカーの UT Aerospace が、アビオニクスの大手、Rockwell Collins を買収した。Rockwell Collins はキャビン装備の大手、B/E Aerospace

を買収していたことから、UT Aerospace はエンジン、降着システム、電力系統などの主要装備品に加え、フライトデッキ、キャビン装備などに装備品事業を拡大した。

こうした中、Boeing は新たに電子機器製造事業部門を設立し、民間航空機及び軍用航空機のナビゲーション、飛行制御、情報システムなどの開発を手掛けることを発表した。

新しい組織は、Boeing 社内の、車両管理システム、リモートデータ/リモートインタフェースユニット、セキュリティコンピューティングシステム、シグナルインテリジェンスシステムのチームから人員を集めて発足。

Boeing は、2000 年代前半に供給部品のアウトソーシングを推進したが、近年は外部化から脱却し、機体製造から内部部品まで製造の垂直統合を進め、部品の納期遅延防止を図るとともに、より先進的な航空システムの開発を目指していると考えられる。特に新素材や、推進システム・補機、APU 等の分野に注力することを考えている。

さらに、航空部品・電子機器の MRO などのアフターマーケットの収益拡大も狙っており、2020 年以降は、年間数億ドルの事業とすることを計画している。アビオニクスに関しては、キーとなるアビオニクス機器の他、航法、飛行制御、情報システムなどに焦点を当て、今後 10 年間で将来航空機向けのシステムを開発する計画である。

■ 自動・自律制御・自動操縦技術⁽¹⁵¹⁾

こうした中、自動操縦などの自律制御技術への取り組みも進んでいる。例えば、Boeing は、機械学習をフライトオペレーションでの判断や、そこから得られた結果の分析に適用する取り組みを行っており、新しい部署を立ち上げている。研究では飛行中の不具合などはパイロットを介することなく、自動的に機械が分析、対応することが可能となる。2018 年にはパイロットではなく、搭載した AI による飛行実験を実施する計画である。

Boeing では、この成果を、深刻なパイロット不足への対応策とすることを考えている。また、自動タキシング技術研にも注力しており、航空機の走行データ、ADS-B In（交通衝突回避システム）の情報、機体情報とカメラシステム（視覚的情報）を組み合わせるなどセンサーフュージョンを行い、航空機同士の衝突事故防止や、空港内での自律走行について、今後 2 年以内の実現に向けての開発を実施する計画である。

[2. 3. 3 項 出典 (150) ～ (151) : 各、資料 3 の P2017D350～P2017D351 参照]

2. 3. 4 航空システム・航空管制・無人機関係

(1) 無人航空機（遠隔操縦航空機）の空域統合に向けた取り組み

無人航空機（遠隔操縦航空機、RPAS: Remotely Piloted Aircraft System）の一般空域における運航（空域統合）は、国際民間航空機関（ICAO）の世界航空交通計画（GANP: Global Air Navigation Plan）/ 施策集（ASBUs: Aviation System Block Upgrades）に掲げられた重要な課題であり、その実現に向けた取り組みが継続的に進められている。

ICAO RPAS パネルでは、上記 GANP/ASBUs のスケジュールに則りシカゴ条約附属書の改訂作業を行っている。また、本年 9 月には Second Global Remotely Piloted Aircraft System Symposium（RPAS2017）を開催し、各国の規制当局や管制機関に加え、業界団体や産業界を交えて規制枠組みの発展のための情報交換／共有を行った。遠隔操縦者の認証や訓練プログラム、ATM 環境におけるオペレーションなどについても取り上げられている。

米国では、NASA が無人航空機の一般空域への日常的なアクセス（空域統合）の実現を目指した”Unmanned Aircraft Systems (UAS) integration in the National Airspace System (NAS)” プロジェクトを推進している⁽¹⁵²⁾。同プロジェクトでは、空域統合に求められる DAA（Detect And Avoid、衝突回避）、C2（Command and Control link、制御用通信）及び HSI（Human System Integration）についてシミュレーション及び飛行試験による評価を実施し、RTCA SC-228 による DAA 及び C2 に対する最低運用性能基準（Minimum Operation Performance, MOPS）⁽¹⁵³⁾⁽¹⁵⁴⁾の策定に貢献した。2017 年からは第 2 フェーズに進み、多様な無人機やその運用環境に求められる DAA と C2 の運用コンセプト及び技術の開発に挑んでいる。DAA については搭載能力の限られる小型の無人機への適用を想定した小型・軽量・省電力な DAA センサや ACAS-Xu（FAA が開発を進めている次世代航空機衝突防止装置 ACAS-X の無人機版）等を対象としている。C2 については地上波に加えて C/Ku/Ka バンドの衛星通信を対象としている。2020 年にはこれらの技術を統合した運用試験を民間企業及び FAA と連携して実施し、前述の MOPS の Phase-II として標準化するとともに、FAA による技術標準や承認手続きに反映されることを目指している。

(2) 無人航空機（小型無人機）の安全確保のための取り組み

急速に広がる小型無人機の民生利用に対して、それを支える安全確保のための技術開発や環境整備が各国で進められている。

ア 国際機関

ICAO（国際民間航空機関）では、従来の RPAS（Remotely Piloted Aircraft Systems）Panel における遠隔操縦航空機システムの航空交通システムへの統合に向けた国際標

準の構築とは別に、各国における小型無人機の運航を支援する共通的な規制枠組みの概念作りを各国関係機関と共同で行う方針を示し、UAS Advisory Group を発足させるとともに、産業界を招いたシンポジウム（Drone Enable, ICAO's UAS industry symposium, 2017/6/22-23, ICAO 本部）を開催して UTM (UAS Traffic Management) の共通の枠組みとその重要な構成要素である「登録」、「通信」、「飛行規制情報」に関する情報共有を行った⁽¹⁵⁵⁾。同年 11 月に開催された Second Global Air Navigation Industry Symposium (GANIS/2) においても、UTM に関するパネルセッションが企画され、SESAR JU、NASA などの公的機関や、Google、Amazon などの民間企業による議論が行われた⁽¹⁵⁶⁾。

また、同機関のアジア太平洋オフィスは APAC UAS Task Force を立ち上げた⁽¹⁵⁷⁾。これは、ASBUs (Aviation System Block Upgrades) に規定された無人航空機の統合 (B1-RPAS) に加え、小型無人機の運航管理（航空交通管理）に対する「regional guidance material」を策定し、アジア太平洋地域における無人機の安全運航を支援することを目的としており、本年 4 月に開催された第 1 回会合では各国の規制などに関する情報交換が行われた。

一方、ISO（国際標準化機構）/TC20/SC16 においても、小型無人機を含む無人航空機システムの標準化に向けた活動が始まっている⁽¹⁵⁸⁾。WG1:General、WG2:Product manufacturing and maintenance、WG3:Operation and procedures の 3 つの作業部会が組織され、それぞれのテーマについて検討が進められているところである。

イ 米国

NASA による UTM プロジェクトでは、本年 5～6 月に、全米 6 か所に設置された FAA の無人機テストサイトを同時に利用して大規模な実証試験が行われた⁽¹⁵⁹⁾。実証レベルは、運用リスクに応じて定義された 4 段階のうちの第 2 段階；TCL (Technology Capability Level) 2 であり、運航密度のあまり高くない条件における目視外 (BVLOS: Beyond Visual Line Of Site) での運用を目標としている。この実証レベルは昨年 10 月にネバダ州の無人機テストサイトで実施された試験と同じであるが、今回は新しいシステムアーキテクチャ（以前のものとは FAA/ANSP と産業界の分担等が異なる）を採用し、NASA の研究用プラットフォームに加えて Airmap、Amazon、Google などの民間企業による USS (UAS Service Supplier) が試験に供され、BVLOS 運用、高度分離（階層化）、動的な計画変更等に対する機能設計や技術試作、運用手順などの検証/評価が行われた。

ニューヨーク州が出資する U-SAFE (UAS Secure Autonomous Flight Environment) プロジェクト⁽¹⁶⁰⁾では、FAA の無人機テストサイトに選定された同州 Griffiss 国際空港を拠点とするエリアに全長 50 マイルのコリドーを設置、本年 9 月より運用を開始し、UTM システムや関連する設備/標準の実証評価を行っている。また、無人機の性能/安全性を評価する試験設備；NUSTAR(National Unmanned Aerial System

Standardized Testing and Rating)を整備し、性能基準やその試験方法を開発している。

無人機のシステム安全研究に関する COE プログラム ASSURE(Alliance for System Safety of UAS through Research Excellence)⁽¹⁶¹⁾は、本年 4 月に地上衝突の影響評価に関する報告書（を公表し、様々な分野における基準や評価方法の文献調査とともに、運動エネルギーの閾値を設定するための方法論や、衝撃試験及び動的解析による初期評価の結果等を公開した。）。本年 11 月に発表された航空機への衝突に関する影響評価の報告書では、旅客機及びビジネスジェット機の垂直/水平尾翼、主翼、ウィンドシールドへのマルチロータ/固定翼無人機の衝突の影響評価とともに、鳥衝突と比較するとその高い密度及び剛性によって深刻な構造的損傷を引き起こす傾向にあることなどが示されている。また、目視外飛行に関する研究では、運用シナリオ／ユースケースを収集してリスクアセスメントを行うとともに、飛行試験による基礎データの収集などを実施している。

ウ 欧州

EC / SESAR JU は、” U-Space ” という名称で UTM 概念の青写真を示した^{(162) (163)}。U-space は主として高度 150m 以下の低高度空域における全ての空域ユーザに対して安全かつ効率的なその利用を支援するためのサービス及び手順である。無人機システムの自動化レベルに応じて段階的にサービスを拡大する計画で、2019 年までに、登録、識別、ジオフェンス（飛行禁止空域）などの基本サービス（U1）を提供する。初期サービス（U2）では、無人機の運航管理をサポートし、飛行計画、飛行承認、追跡、空域の動的情報、および航空交通管制とのインタフェースを提供する。先進サービス（U3）では、運航容量の管理およびコンフリクト検出の支援によって、より密集した空域における複雑なオペレーションに対応する。フルサービス（U4）では、特に有人航空との統合インタフェースを提供し、無人機と U-space システムの両方に対する高いレベルの自動化、接続性およびデジタル化にもとづいて、最大限の運航容量を実現する。

SESAR JU は、SESAR 2020 プログラムにおいて U-space ビジョンの実現に向けた一連のプロジェクトを開始した。

1) U-space 調査研究プロジェクト（ER2 RPAS）⁽¹⁶⁴⁾

目視外（BVLOS）/VFR 環境を含む無人機の運用に係る主要な課題として、コンセプト定義、監視、通信、情報管理、セキュリティ等に関する 9 つの研究開発（プロジェクト）に取り組む。予算は 2 年間で 9 百万ユーロ。

2) ジオフェンスの大規模実証プロジェクト（VLD Geofencing）⁽¹⁶⁵⁾

動的なジオフェンスにより無人機の飛行禁止への侵入を防止するサービスの実証を行い、標準化や規制要件に対する推奨事項を提案する。0.5 百万ユーロ/15 か月間のプロジェクト 1 件が選定され、2018 年度から開始される。

本年 11 月には、ヘルシンキにおいて欧州委員会、各国当局及び産業界による高官会議が開催され、欧州における無人機サービス市場を開放するために以下に協力して取

組むことを定めた「ヘルシンキ宣言」が発行された⁽¹⁶⁶⁾。

- 1) 無人機とその運用、空域の安全かつ効率的な利用、費用対効果の高い U-Space サービスの提供に係る法的要件の整備
- 2) 無人機サービス市場の開放につながる実証や、無人機の自律化や高密度運航に備えた長期的な研究開発プロジェクトへの更なる投資
- 3) 無人機や U-Space 市場における急速に進化するデジタル技術に適応できる効果的な標準策定プロセスの整備

この宣言にもとづき、SESAR JU は 9.5 百万ユーロを投じて新たな U-Space 実証プロジェクトを立ち上げる計画を発表している。

エ 日本

昨年 4 月、関係府省庁や業界団体、研究機関等をメンバーとする「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」によって「安全確保に向けた制度設計に関する論点整理と検討の方向性」とともに「小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ」が策定されたが、その後の各方面での検討を反映し、本年 5 月に「空の産業革命に向けたロードマップ ～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～」として改訂された⁽¹⁶⁷⁾。この新しいロードマップでは、初版において導入された飛行レベルの定義がより明確化され、無人地帯での目視外飛行（レベル 3）、第三者上空での目視外飛行（レベル 4）に向けて必要な技術開発と環境整備に対する解説が補足資料として加えられた。

これらを実現するために求められる機体の性能、飛行させる者及び安全を確保するための体制に求められる要件等について、国土交通省（航空局安全部安全企画課）と経済産業省（製造産業局産業機械課）が共同で「無人航空機の目視外及び第三者上空飛行等での飛行に関する検討会」を設立し、検討を進めている⁽¹⁶⁸⁾。また、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、目視外飛行及び第三者上空飛行を見据えた小型無人機の性能評価基準に関する研究開発を進めており、(1)飛行時間や積載重量などの基本的な性能に加え、(2)空域からの逸脱防止の観点から飛行/着陸精度や耐風性、電磁環境体制などの耐環境性、ならびに異常対応、(3)地上の人または物件への危害抑制の観点から衝突安全性、(4)航空機又は無人航空機との衝突抑制の観点から視認性や回避機動能力、ヘリコプタのダウンウォッシュの影響評価について、基礎データを取得し評価試験方法を策定するための関連試験を実施した⁽¹⁶⁹⁾。

NEDO は、このロードマップにしたがって、小型無人機の運航管理システム及び衝突回避技術に関する研究開発を開始した⁽¹⁷⁰⁾。運航管理システムを構成する運航管理統合機能と複数の運航管理機能、情報提供機能を、日本電気、KDDI、日立製作所、スカパーJSAT、SUBARU、日本気象協会、ゼンリン等の企業/コンソーシアムが開発し、2019 年度までに福島ロボットテストフィールド等における目視外飛行の実証試験を実施することを目指している。各機能（サブシステム）が接続して安全かつ効率的な運航

管理を実現するための全体システムのアーキテクチャ設計や共通インタフェースの策定は宇宙航空研究開発機構（JAXA）等の研究機関が担当する。

日本無人機運行管理コンソーシアム（JUTM）は、産学官から 150 を超える会員を集め、無人機の安全な運航に必要な (1)航空関連情報の共有、(2)通信による識別・登録・不正利用防止、(3)電波の運用調整、(4)空域管理、ならびに(5)国際標準化の検討を行っている⁽¹⁷¹⁾。本年 3 月には、福島浜通りロボット実証区域において、11 の事業者が運航管理システムに接続して多様な無人機を同時運用する実証実験（福島デモンストレーション）を実施し、基本的な運航管理コンセプトの検証を行った⁽¹⁷²⁾。本年 10 月にも同地区において更に規模を拡大した複数無人機による物流/災害対応の実証実験を実施した。

[2. 3. 4 項 出典 (152) ～ (166) : 各、資料 3 の P2017D352～P2017D366 参照]

[同 出典 (167) ～ (169) : 各、資料 1 の P2017D006～P2017D008 参照]

[同 出典 (170) ～ (172) : 各、資料 3 の P2017D367～P2017D369 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. 1 産業構造審議会航空機宇宙産業小委員会「航空機産業戦略」

平成28年12月に行われた産業構造審議会航空機宇宙産業小委員会において、平成26年6月に策定された「航空産業戦略」のアップデートを図っていく方向性が示された。

平成29年度は、「新産業構造ビジョン」（平成29年5月29日）⁽¹⁾を受けて、産構審総会で次年度予算方針として以下の5つの柱が示された。（平成29年8月1日）

- ①コネクテッド・インダストリーズ等を通じたソサエティー5.0の実現
- ②対外経済政策の展開
- ③産業安全保障の抜本強化
- ④中小企業等による地域未来投資の加速化
- ⑤環境・エネルギー制約の克服と投資拡大

経済産業省は、2018年度予算概算要求で、第4次産業革命に850億円を盛り込んだ。（平成29年8月24日）

[3. 1項 出典（1）：資料1のP2017D001参照]

3. 2 関係団体の刊行物における動向情報

3. 2. 1 平成29年度航空機関連動向情報

（1）平成29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29年度の主要トピックスは、前章までに取り纏められた動向と等しく、C-Series、A320/A321neo型機、737MAX型機の受注・運航状況、A380型機の販売戦略、737MAX派生型機(737Max10)、A350派生型機(A350-1000)、787派生型機(787-10)および777型後継機(777X)の開発動向、更にこれら機体に搭載される新型エンジンの開発動向等が話題の中心となっている。リジョナルジェット（MRJ、E-JetE2、SSJ）並びにその搭載用エンジンの開発動向や、平成29年5月に初飛行したC919型機及びMC-21型機のその後の飛行試験進捗状況も話題となっている。将来の動向に係る話題としては、MOM及びNMAのローンチ可能性に関するボーイング社とエアバス社の駆け引き、エアバス社

とボンバルディア社の提携、ボーイング社とエンブラエル社の提携に関する動き、ワイドボディ機の開発のため中国とロシアが設立した合弁会社 CRAIC に関する話題、電気推進式航空機に関する話題（E-Fan X、E-Thrust、ズナム・エアロ）、空飛ぶ自動車（Volocopter、Uber、Vahana）などが話題となっている。

また、一部運航会社の経営破綻（エア・ベルリン、アリタリア）、また、世界的なパイロット不足などが話題に上がった。

（２）平成２９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２９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 「29-1 地上における航空機の防除雪氷作業」⁽¹⁾（空港・運航安全）

航空機の冬期運航に関わりが深く、またエアラインが多くのクレームを受ける分野でもある、地上における防除雪氷作業の考え方・やり方について解説。

イ 「29-2 航空機の雷環境と複合材の雷損傷」⁽²⁾（機体・研究開発）

航空機の複合材料構造は雷撃による損傷が大きな問題で、今後適用が拡大すると共に雷撃損傷のメカニズムや耐雷構造が注目されると思われる。一般的な航空機の雷環境に関する話題、規程類、および最近の研究について解説。

ウ 「29-3 航空機エンジンにおける電動化への取組」⁽³⁾（エンジン・研究開発）

電気自動車の普及が進む中、航空機用エンジンの電動化の可能性と現在の取組について長期的視点から動向を解説。

エ 「29-4 航空機用システム／構成品の開発プロセス」⁽⁴⁾（装備品・研究開発）

民間機における型式証明(TC)取得の難しさに対する認識が高まっている。機体全体の中で、装備品はそのソフトウェアも含め特に比重が高く、難易度も高い。民間機における装備品開発／参入における重要な技術要素であるその概要の一端を解説。

オ 「29-5 航空機エンジンにおける Additive Manufacturing の動向」⁽⁵⁾

（エンジン・製造）

近年注目されている Additive Manufacturing (3D プリンティング) について、GE 社が Additive Manufacturing 関連ベンダーとの M&A を活発に行うなど実機適用に向けた動きが加速している。先行している海外の動向を中心に解説。

カ 「29-6 複合材と金属の接合技術」⁽⁶⁾ (材料・研究開発)

最近、CFRP とアルミの新しい接合技術が提案されたが、本稿では航空機の接合技術として、機械的締結と接着接合技術、近年の応用例について解説。

キ 「29-7 新しい飛行機の形」⁽⁷⁾ (機体・研究開発)

BWB や超高アスペクト比翼、結合翼など未来のコンセプトについて、社会的問題に沿ってその狙いや実現性、技術課題などを易しく解説。米国の新しい X-Plane 構想についても併せて解説。

[3. 2 項 出典 (1) ～ (7) : 各、資料 2 の P2017D101～P2017D107 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 57 回航空原動機・宇宙推進講演会

日本航空宇宙学会主催の講演会であり、平成 29 年 3 月 9 日（木）～10 日（金）に沖縄県市町村自治会館で開催された。流体・伝熱・燃焼・音響など、エンジンに関わる一般講演の他、「航空機エンジン電動化技術」や JAXA の進める高効率軽量ファン・タービン技術実証プロジェクト aFJR に関する企画講演など、計 100 編の研究発表が行われた。

特別講演：

「宇宙機および人工衛星用推進系(エンジン)の現状と今後の動向」 飯原重保 氏

「JAXA 高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR プロジェクト)について」 西澤敏雄 氏

企画講演：

大電力ホールスラストの研究と開発	8 件
H3 関連技術	8 件
推進薬熱流動	10 件
航空機エンジン電動化技術	10 件
JAXA aFJR プロジェクト	9 件

一般講演：

音響・騒音	4 件
航空機用エンジン技術	4 件
電気推進・先端推進	24 件
化学ロケット	7 件
極超音速ジェット推進	4 件
燃焼技術	3 件
流体・伝熱技術	9 件

(2) (一社) 日本航空宇宙学会 第 48 期定時社員総会および年会講演会⁽¹⁾

平成 29 年 4 月 13(木) から 14 日(金) にかけて、東京大学山上会館にて第 48 期定時社員総会および年会講演会が開催された。

特別講演：

三式戦闘機「飛燕」の修復、復元作業 野久 徹 (KHI 航空宇宙カンパニー・フェロー)

企画セッション：

- OS-01：火星飛行機の高高度飛行試験 大山聖 (JAXA)、永井大樹 (東北大学)
- OS-02：実フライトレイノルズ数への空気力学の挑戦
浅井圭介 (東北大学)、吉田憲司 (JAXA)
- OS-03：新概念航空機のための新興技術
岡井敬一、西沢啓 (JAXA)、横関智弘 (東京大学)

パネルディスカッション：

P-01：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？

コーディネータ：鈴木真二（東京大学）

【趣旨】航空機、航空主要部品・ソフトの開発には認証の取得という課題があり、民間航空機開発の機会の少ない日本では、MRJ 開発時の大きな課題となった。国内で認証取得に向けた体制の構築に関して関係者の話題提供とパネルディスカッションを実施する。

若手企画セッション：

OS-Y：航空宇宙分野における産業振興と人材育成

松野賀宣、内山貴啓、井手優紀（JAXA）

【概要】今日、航空宇宙技術の進歩によって航空・宇宙という分野の利用可能性は益々広がっている。航空宇宙産業に新規参入する民間企業も多くみられ、それらの技術は研究開発だけでなく教育や芸術といった場においても積極的に活用されている。今後も幅広い分野での利用が期待される本若手企画では、これらの活動に関する現状の紹介と異分野間の繋がり強化を目的として「航空宇宙分野における産業振興を人材育成」をテーマに講演（活動の内容・動機・展望などの関する発表）を一般からも募集する。

（３）第 49 回流体力学講演会/第 35 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム

平成 29 年 6 月 28 日（水）～6 月 30 日（金）にかけて、国立オリンピック記念青少年総合センター（東京）にて開催された。本講演会では、航空機・宇宙往還機・飛翔体に関する空気力学または流体力学に関する研究を主に扱う流体力学講演会（FDC）と、航空宇宙に関連する流体力学・構造力学等の数値シミュレーション技術及び計算機技術の研究を主に扱う航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム（ANSS）が合同で開催される。本年は 2 件の特別講演、128 件の一般講演があり、285 名の参加者があった。また、講演会の初日には、ワークショップ“Third Aerodynamics Prediction Challenge (APC-III)”開催された。JAXA、大学、メーカー、ソフトウェアベンダー等から 12 件の口頭発表と招待講演 2 件があり、参加者は約 100 名であった。

招待講演（Invited Lectures）：

1）Professor Parviz Moin (Stanford University)

題目「Progress and challenges in numerical simulation of multi-physics turbulent flows in aerospace applications」

2）大貫 武 前航空プログラムディレクタ（JAXA）

題目「JAXA 航空プロジェクトの経験から」

企画セッション：

- FDC/ANSS 合同企画 1「EFD/CFD 融合・解析技術」：4 件
- FDC/ANSS 合同企画 2「民間超音速機実現のための空力設計技術」：12 件
- FDC/ANSS 合同企画 3「非定常空力と回転翼」：8 件
- FDC/ANSS 合同企画 4「空力音響技術」：9 件
- FDC/ANSS 合同企画 5「低レイノルズ数流れ」：18 件
- FDC/ANSS 合同企画 6「航空教育支援フォーラム」：4 件
- ANSS 企画 1「宇宙輸送を支えるシミュレーション」：5 件
- ANSS 企画 2「複雑形状の高精度 CFD 解析」：5 件
- ANSS 企画 3「燃焼・反応の数値解析とその展開」：8 件
- FDC 企画 1「先進流体計測技術」：6 件
- FDC 企画 2「デトネーションおよび圧縮性反応流の応用」：7 件

(4) 第 59 回構造強度に関する講演会⁽²⁾

平成 29 年 8 月 3 日（木）～5 日（土）にかけて、A O S S A 福井市地域交流プラザ（福井県福井市）にて開催された。航空機や宇宙構造物の強度特性、複合材料の力学特性、空力弾性、構造最適化や計測技術等多岐にわたる講演が行われた。本年は 2 件の特別講演、84 件の一般講演があり、招待者を含めて 171 名の参加があった。

特別講演：

- 1) 宇宙構造物における硬い構造と柔らかい構造 樋口 健（室蘭工業大学）
- 2) 文科省・私立大学研究ブランディング事業「ふくい PHOENIX プロジェクト」における超小型衛星の利用について 中城 智之（福井工業大学）

(5) 第 45 回日本ガスタービン学会定期講演会⁽³⁾

日本ガスタービン学会主催の講演会で、大学・研究機関・エンジンメーカーから航空用ジェットエンジンおよびガスタービンに関する講演がある。ジェットエンジン要素から新しいエンジンコンセプト、実運用に関わる研究など、エンジン・ガスタービンに関する幅広い研究について、様々な立場からの議論が活発に行われる。今年は平成 29 年 10 月 18 日（水）、19 日（木）に松山市総合コミュニティセンターで開催された。

空力、燃焼などの例年の発表に加え、本年度は金属溶射学会と共同で溶射に関するオーガナイズドセッションが設けられた。

企画：

- 「航空エンジン技術開発プロジェクトの展望」（パネルディスカッション）
- 「ガスタービンへの溶射技術」（オーガナイズドセッション）

一般講演：

空力 20 件

燃焼	6 件
システム・サイクル	9 件
伝熱	9 件
材料	9 件

(6) 第 55 回飛行機シンポジウム⁽⁴⁾

平成 29 年 11 月 20 日(月)～22 日(水)にかけて、島根県民会館(島根県松江市)にて開催された。本講演会では、航空機に関するあらゆる分野(空気力学、材料、構造、機器・電子情報システム、飛行力学、生産技術、航空機設計、特殊航空機、回転翼航空機、航空機運航・整備、原動機・推進、航空交通管理)の研究成果について発表が行われた。本年度は 5 件の特別講演、特別企画 2 企画 13 件(パネルディスカッション 2 件含む)、企画講演 16 企画 113 件(全体討論 1 件含む)、一般講演 116 件、学生講演 20 件の合計 267 件があり、500 名以上(過去最高)の参加者があった。

特別講演：

- 1) 航空機形状設計の今昔 新郷美可(株式会社 I H I)
- 2) 現場にあるビッグデータから埋もれた知識を探る 相馬知也(日本電気株式会社)
- 3) 航空自衛隊美保基地の役割と C-2 への期待 北村靖二(航空自衛隊)
- 4) JAL エンジニアリングの整備分野における IT 技術の活用 海老名巖
(株)JAL エンジニアリング
- 5) 最近の民間エンジンの特徴と将来動向 馬場正信(株式会社 I H I)

企画講演セッション：

- 1) 航空技術－進化と実践
- 2) 航空機産業への Robotics、AI、IoT の活用と航空機の電動化に向けた航空ビジョン
 - ・低コスト・高信頼性を有する小型電動飛行機に向けての研究開発の試みについて
 - ・民間機と自動化の傾向
 - ・DARP の現状について－洋上飛行ルート of 動的な選定による飛行－
 - ・ロボット・パイロットの開発の動きについて
- 3) 航空教育支援フォーラム
 - ・第 1 部：実機飛行を通じた航空実践教育の展開
 - ・第 2 部：世界をリードする研究者・技術者を目標して－公的機関でのキャリア紹介－
- 4) Third Aerodynamics Prediction Workshop (APC-III)
- 5) 民間超音速機実現に向けた研究開発
- 6) 実フライトレイノルズ数への空気力学の挑戦 (II)
- 7) FQUROH(機体騒音低減技術の飛行実証)プロジェクト予備実証試験結果の検証
- 8) 風洞技術 ～特殊な風洞試験技術～
- 9) 飛行制御系設計技術の動向

- 1 0) 航空宇宙分野における材料技術
- 1 1) 航空機の到着管理システム
- 1 2) ヘリコプタの先進技術
- 1 3) 無人航空機の運航安全技術
- 1 4) 航空機における生産技術の動向と課題
- 1 5) 航空の安全を担う最新の機器・電子情報システムの動向
- 1 6) 航空機整備部門における動向について
- 1 7) 輸送機C-2の開発
- 1 8) 乱気流事故防止機体技術の実証(SafeAvio)

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) 2017⁽⁵⁾

2017年1月9日から13日にかけて、米国グレイプバイン（フロリダ州）で Scitech2017 が開催された。本年は 38 カ国、約 1,300 の企業・大学・政府系機関から、約 4,000 名弱の参加があり、そのうち約 1,000 名が学生であった。約 400 の研究分野にわたり 2,000 件近い口頭発表が行われた。

特別講演・パネルディスカッション：

- 1) Setting the Landscape—Factors Driving Today's Disruptive Environment
- 2) Innovation to Enable NASA's Journey to Mars
- 3) Disruptive Policy Issues—Presidential Transitions
- 4) Disruptive Technology Developments—Breakthroughs That Will Transform Aerospace
- 5) Women at Aerospace Keynotes
- 6) Managing Change During the Development of Disruptive Technologies
- 7) Next-Generation Workforce

Forum 360 Sessions・企画セッション：

- 1) CREATE Modeling & Simulation Environment
- 2) NASA Langley Centennial—A Storied Legacy, A Soaring Future
- 3) Future of the Aerospace Industry and Workforce Needs
- 4) Geoengineering to Mitigate Climate Change – Is there a Role for Aerospace?
- 5) Space Traffic Management
- 6) Transitioning Your Idea from the Lab to Flight Test
- 7) Managing Change During the Development of Disruptive Technologies
- 8) NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC): Enabling Missions from Venus to Alpha Centauri

技術講演会：11 件

AIAA/AHS Adaptive Structures Conference
AIAA Spacecraft Structures Conference
AIAA Aerospace Sciences Meeting
AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference
AIAA Infotech @ Aerospace
AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference
AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference
AIAA Non-Deterministic Approaches Conference
AIAA/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference
Symposium on Space Resource Utilization
Wind Energy Symposium

(2) AIAA AVATION2017⁽⁶⁾

2017 年 6 月 5 日から 9 日にかけて、米国デンバー（コロラド州）で AVIATION2017 が開催された。40 カ国（米国を含む）から 2,800 名以上の参加（内 600 名以上が学生）があり、18 の技術講演会の中で 1,576 件の口頭発表が行われた。その他にも合計 8 件の技術講演会、ワークショップ、講習会等が併催された。また、Livestream チャンネルを通じて 8,500 名以上の参加があった。

特別講演・パネルディスカッション：

- 1) Need for Speed
Rob Weiss, Executive Vice President and General Manager,
Advanced Development Programs, Lockheed Martin Aeronautics
- 2) Innovation in the Age of the Third Aerospace Revolution
Paul Eremenko, Chief Technology Officer, Airbus
- 3) Beyond the Robots: Toward Situated Autonomy
David Mindell, Founder and CEO, Humatics Corporation, and Professor, MIT
- 4) Innovation and Disruption Opportunities for Civil and Military Transport
Acquisitions & Operations（パネルディスカッション）
- 5) Urban On-Demand Aerial Ridesharing — The Next Commercial Aviation Market
Mark D. Moore, Director of Aviation, Uber Engineering

技術講演会（常設）：18 件

AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference
Aerodynamic Decelerator Systems Technology Conference
Aerodynamic Measurement Technology and Ground Testing Conference
Applied Aerodynamics Conference

Atmospheric Flight Mechanics Conference
Atmospheric and Space Environments Conference
Aviation Technology, Integration, and Operations Conference
Balloon Systems Conference
Complex Aerospace Systems Exchange
Computational Fluid Dynamics Conference
Flight Testing Conference
Fluid Dynamics Conference
Lighter-Than-Air Systems Technology Conference
Modeling and Simulation Technologies Conference
Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference
Plasmadynamics and Lasers Conference
Theoretical Fluid Mechanics Conference
Thermophysics Conference

技術講演会（臨時）、ワークショップ、講習会：8 件

DEMAND for UNMANNED®
cybersecurity symposium
Transformational Electric Flight Workshop
1st AIAA Geometry and Mesh Generation Workshop
3rd AIAA CFD High Lift Prediction Workshop
Optimal Design in Multidisciplinary Systems Course
Practical Methods for Aircraft and Rotorcraft Flight Control Design and Hands-on Training Using CONDUIT ® course.

（３）アジア太平洋航空宇宙技術国際シンポジウム 2017（APISAT-2017）⁽⁷⁾

2017 年 10 月 16 日から 18 日にかけて、ソウル(韓国)で、2017 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT-2017)が開催された。本シンポジウムは、日本・中国・韓国・オーストラリアの航空宇宙学会が合同で毎年開催している国際会議であり、空気力学、推進、構造、誘導制御・無人航空機等のテーマを中心とした発表が行われた。本年度は 323 名が参加し、287 件の口頭発表と 38 件のポスター発表があった。来年は中国（成都市）で開催予定である。

特別講演：

- 1) Jong Koo Kang (R&D Center, Korean Air Lines, Daejeon, Republic of Korea)
UAV Market and Technology
- 2) Yongling FU (Beihang University, Beijing, China)
Status and Development of Electrically Powered Actuators for Aerospace Application

- 3) Andrew Neely (School of Engineering & Information Technology, UNSW Canberra, Australia) The Prospects for Hypersonic Flight
- 4) Shigeru Machida (Aeronautical Technology Directorate, Japan Aerospace Exploration Agency, Tokyo, Japan) Project Overview of R&D for Onboard Turbulence Detection System

[3. 3 項 出典 (1) ～ (7) : 各、資料 1 の P2017D504～P2017D510 参照]

第4章 平成29年度海外調査報告

4.1 調査目的

(1) 調査目的

平成29年度事業「航空機等に関する技術開発動向調査委員会」活動に関する調査の一環として、航空機工業の先進地域である欧州地域の航空関係の企業、研究機関を訪問して、航空機関係の最先端技術の研究開発動向を調査する。

(2) 調査訪問先の選定

特に技術研究動向を主眼に調査し、Airbus, ONERA, DLR の技術者・研究者と意見交換を行うと共に関連施設を実地調査することを基本に、以下を選定した。

<ドイツ>

1) Airbus (Hamburg)

国際分業と大量組立作業に関する最新の開発状況等の資料収集と意見交換

2) DLR Institute of Flight Systems (Braunschweig)

Flying Helicopter Simulator 「FHS」(イン・フライト・シミュレータ)、悪視程環境下での視界増強(ミリ波レーダー、レーザー・レーダー、FLIR、光量増幅、HMD)等に関する最新の開発状況等の資料収集、施設調査と意見交換

3) CFK Valley 社、DLR、Fraunhofer IFAM 社(Stade)

複合材料を多用した胴体の組立製造、自動組立技術等に関する最新の開発状況等の資料収集と意見交換

<フランス>

4) ONERA (Palaiseau)

将来航空機のための高速風洞試験、環境試験、耐雷試験、CESAR 等のシステム開発試験等に関する最新の開発状況等の資料収集、施設調査と意見交換

4.2 調査結果

(1) 日程および調査団メンバー

ア 日程

平成29年11月19日(日):羽田発、Munich 経由 Hamburg 入り

平成29年11月20日(月):Airbus Hamburg 工場訪問

平成29年11月21日(火):DLR Institute of Flight Systems(Braunschweig)訪問

平成29年11月22日(水):CFK Valley(Stade)訪問

平成29年11月23日(木):Hamburg 発、Munich 経由 Paris 入り

平成29年11月24日(金):ONERA (Palaiseau)訪問

平成29年11月25日(土):Paris 発

平成29年11月26日(日):羽田着

イ 調査団メンバー

石川 隆司 委員長(調査団長)

寺本 進 委員

横倉 修一 企画調査部長(事務局)

(2) 調査結果

ア ドイツ航空機産業の現状と先端技術開発状況等の資料収集等

ハンブルグを拠点に、ブラウンシュバイク、シュターデ、ミュンヘンを訪問・経由し5日間滞在した。最終移動日の午後のみ日差しが見られた以外は、ほとんど小雨または曇天であった。

a. Airbus 社 Hamburg 工場訪問

A380、A320の製造・組立現場を見せていただいた。A380は殆ど生産休止状態であったが、塗装前作業中の1機は巨大なジャッキ3基で浮かした状態で各種マスキング等の塗装前作業が行われていた。

A320の組立ラインは胴体のMoving Lineを見せていただいた。A319、A320、A321が混流でき、移動速度1m/h、Tact Time 19h、350人の作業者が3交代で5日かけて組立作業を行っている。不具合手直しの発生した胴体は中央部に移してLineを止めずに集中処理が行えるようになっていた。

1つ1つ実施していることは日本のメーカーと変わらず、ある意味泥臭い仕事の積み上げである。しかし、規模が大きく多国籍に跨っているため、そのためのシステムがしっかり構築されている。公差をある範囲内に保つシステム、教育、言語、人事交流など、大変な苦労を重ねてきたと思われるが、きちんと機能しており実績と自信に満ちたプラント・ツアーであった。

b. DLR Institute of Flight Systems (Braunschweig) 訪問

ご厚意によりEC135FHSのシミュレータ(研究用)に乗せていただいた。ドーム型のモーション付きとモーション無しの2基のうち、モーション無しの右席で約10分間、ADS-33の低速マヌーバの1つ、斜め前進からのホバリングを専用テストコース上で実施した。

サイド・バイ・サイドの操縦席と窓枠・グレアシールドが模擬され、右席の評価パイロット席はコンベンショナル・ステックとアクティブ・サイド・スティックが実機同様のメカニズムで交換できる機構になっており、左席のセーフティ・パイロット席はコンベンショナル・ステックのみになっている。

計器板は大型LCD3面に全計器及び表示が模擬され、視界は直径30ft程度のドーム内に左右±120°、上下±60°程度の視野角が確保され、外界映像は精細でローター回転面も模擬され、適度なビジュアル・キューが確保されているので操縦に支障は無い。

DLRではNH90、Tiger、CH-53GにADS-33を準用してきており、最新のシミュレータと可変特性飛行実験機EC135FHSを保有し、現在も米陸軍と連携しながら研究を続けているとのこと。但し、近年米陸軍は研究から腰が引けており、DLRとしてもADS-33の将来に不安を覚えているとのこと。担当者は「AD-33は良くできた飛行性基準だが、適用に手間とノウハウが必要で、どうしても実証試験等に時間とコストがかかってしまう。もっと簡便なやり方にする必要があるかもしれない。」と言っていた。

EVSの研究状況等も視察できた。FLIR、ミリ波、レーザー・レーダーを複合した画像を表すだけでなく、地形の事前情報をもとに推定及びノイズ・リダクションを図り、シンボル化したイメージをシースルーのBinocularに表示しているリアル動画を見せていただいた。飛行安全に支障が出ないよう配慮されたシステムだと感じた。

c. CFK Valley 社、DLR、Fraunhofer IFAM 社 (Stade)

DLR Stade ZLP Center for Lightweight-Production-Technology 研究所では、複合材による航空機部品製造技術の研究を行っており、実機サイズの設備を有している。

GroFi - Large-Scale Parts in FiberPlacement Technology は、主翼を想定した積層システムであり、部品周りに設置されたレール上で最大 8 台のロボットが積層する。複数のロボットが連携して作業することで、テープ積層とフィラメント積層を同時に行える他、1 台に不具合が生じて他のロボットで代替させることで作業スケジュールを維持しながらメンテナンスをすることができる。

同研究所では GroFi で積層した部品をそのまま入れることのできる研究用途としては最大級の $\phi 5\text{m} \times 20\text{m}$ オートクレーブ装置を保有している。観測窓や IR カメラ等が設けてあり、部品の温度分布や硬化状況をモニタすることができる。

DLR と同じ建屋にある IFAM(Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials)では、産業適用を意図した TRL6 レベルの航空機用複合材部品製造技術の開発を行っている。

Automated Bracket Bonding は CFRP 胴体外板組み立ての自動化に関する研究であり、従来は手作業に頼らざるを得なかった設置作業まで自動化することで、品質の安定化および作業人件費、使い捨て治具の削減によるコストダウンを目指している。胴体外板の曲面上の複数のブラケット設置位置で、レーザー寸法計測、プラズマによる表面清浄、接着剤の塗布、接着剤硬化の間ブラケットを保持する固定治具の設置、ヒータによる加熱硬化、固定治具除去に各工程をロボットが全自動で行っていく。

Automated Vertical tail Assembly は A320 垂直尾翼の外板・リブの自動組み立てであり、治具への外板の設置、寸法計測、プラズマによる表面清浄、接着剤の塗布、リブの配置と保持治具による固定、硬化を完全自動でロボットが行う。現時点では研究段階であるが、認証についても検討中とのことだった。

イ フランス航空研究機関の現状と先端技術開発状況等の資料収集等

a. ONERA (Palaiseau)訪問

M1 test bench は欧州最大級の航空機エンジン燃焼器の試験設備である。熱交換器によって加熱された最大 900K, 30 bar, 3kg/s の純粋空気を供給することが可能で、ヘリコプタ用小型エンジンであれば full annular、中大型エンジンであれば sector 形態で、地上から高空までの広い範囲で燃焼安定性や再着火特性など様々な試験を実施することができる。

レーザーを用いた非接触計測を積極的に導入しており、ラマン散乱, PLIF, PIV で、ガス素性、スス濃度、温度や速度を計測することができる。

BATHIRE bench はジェットエンジン高圧タービンの翼内部冷却流路の伝熱性能試験設備であり、回転による遠心力やコリオリ力が対流熱伝達に及ぼす影響を観察できる特徴を持っている。最高 1,000rpm で回転軸するバー先端に透明観察窓を持つ矩形テストセクションが設置してあり、テストセクション内流路に最大 100°C, 0.1kg/s の加熱空気を流すことができる。

感温塗料による非定常温度測定で熱伝達率を測定する他、短時間パルスレーザーを用いた定常・非定常の PIV 速度計測を行っている。

Atomization Tower は耐熱合金開発のための Powder Metal 製造装置である。様々な Powder Metal を独自に作ることで、素材製造メーカーに依存することなくタイムリーに合金開発を行うことができる。装置上部から流される溶融金属に、横からアルゴンガス気流を衝突させることで、液状金属を急冷・微粒化する。金属溶融にはルツボ（crucible）と電磁誘導加熱（EIGA: Electrode Induction Gas Atomization）の二種類がある。前者は均質で素性の安定した微粒子を生成でき、後者はルツボからのコンタミネーションを避けなければならないチタン素材の微粒化に用いられる。

Alternative Fuel 研究室では、代替燃料の貯蔵・噴射・着火・燃焼・排気組成までの全段階で実用化のための研究を行っている。粘度計測やガスクロマトグラフによる組成計測といった基礎的物性計測のほか、Jet A-1 と代替燃料の混合物を恒温槽に入れて素性変化を観察、O リングなどのゴム部品に対する特性の把握など、ASTM による標準化を目指したデータ取得を実施している。

燃焼研究室では、ジェットエンジン排気のススに着目した試験および数値解析を実施している。モデル燃焼器を用いて、ススの濃度や粒径分布の他、個々のスス粒子の詳細形状測定を実施し、計測結果を数値モデルに反映してススが高層での飛行機雲（絹雲）生成に及ぼす影響の数値解析に繋げている。

旅客機全機形状とジェット排気を反映した流体解析と、ススを核として氷粒子が成長するモデルをカップリングさせが詳細数値解析で、飛行機雲生成過程の模擬に成功している。

GRIFON 研究室では、複合材料製航空機への落雷に関して、運航中の航空機への落雷確率、落雷する機体部位の特定、落雷による損傷評価と、各段階の研究を行っている。finite-difference time-domain (FDTD)による数値解析の他、損傷評価では保護用の銅メッシュを積層した CFRP パネルに高電圧装置を用いて落雷させ、僅かなパラメータ変化で損傷が大きく変わる様子を観察している。

4. 3 訪問先面会者一覧

<ドイツ>

a. Airbus 社 Hamburg 工場

Mr. Christian Bosse, Manager, The General Secretary's Office, Airbus Operations GmbH

b. DLR Institute of Flight Systems (Braunschweig)

Mr. Joachim Block, Head of Site Management Braunschweig / Göttingen,

German Aerospace Center

Mr. Stefan Levedag, Director, Institute of Flight Systems,

German Aerospace Center

Mr. Marc Höfner, Head of Department Rotorcraft, Institute of Flight Systems, German Aerospace Center

Mr. Bernd Korn, Head of Pilot Assistance, Institute of Flight Guidance,
German Aerospace Center

Mr. Philipp Hilmer, Composite Technology, Institute of Composite Structures and Adaptive Systems, German Aerospace Center

Mr. Dominik Ruttke, Program Directorate Aeronautics, German Aerospace Center

c . CFK Valley 社、DLR、Fraunhofer IFAM 社 (Stade)

Mr. Gunnar Merz, Chief Executive Officer, CFK Valley

Mr. Wladislav Lagutin, Deputy Group Manager Assembly Technology, Automation and Production Technology, Fraunhofer IFAM

<フランス>

a . ONERA

Dr. Hervé Consigny, Director Aeronautics Programme, ONERA Palaiseau

Mr. Patrick Wagner, Director Wind Tunnel Division, ONERA Palaiseau

Dr. Marc Lesturgie, Director International Affairs Directorate, ONERA Palaiseau

Ms. Camille Blosse, International Cooperation Officer, International Affairs Directorate, ONERA Palaiseau

M1: Dr. Axel Vincent, Research Scientist on experimental air breathing propulsion

BATHIRE: Dr. Raphaël Murray, turbine heat transfer engineer

The atomization tower: Dr. Stefan Drawin, Project Leader - High temperature materials

The alternative fuels lab: Dr. Mickaël Sicard, Jet fuel expert

CESAR lab: Dr. David Delhay, Emissions measurement specialist

Contrail lab: Dr. Weeded Ghedhaifi, Head of Research unit: Engine Emissions and Environmental Impact

GRIFON lab: Dr. Philippe Lalande, Head of the lightning and plasmas Research unit

第5章 まとめ

5. 1 今後の調査課題

(1) 平成29年度の技術研究開発動向調査期間においては、4機種の初飛行が行われた。

平成29年4月4日に787-10型機が4時間58分の初飛行を実施した。4月13日には、737MAX9型機が2時間42分の初飛行を実施した。5月5日にはCOMAC社のC919が、5月28日にはUAC社のMC-21が30分の初飛行を実施し300km/hrまでの速度範囲で安定操縦性、エンジン制御、着陸手順等の確認試験を実施した。また、これら新型機の飛行試験と並行して、737MAX8型機が3月9日、A350-1000型機が11月21日に型式証明を取得した。

777X型機の開発は順調に推移しており、我が国のプログラム参画各社で組立工場等の竣工が相次いだ。平成30年初頭から初号機用部品の納入が始まる予定である。

今年新たにローンチした機種としては737MAX10型機がある。パリ・エアショーで発表され、過去に受注した機種からの変更198機を含めて231機の確定受注が得られた。その一方で、MoMと呼ばれる767型機と757型機の市場領域を狙った構想に関しては、ボーイング社はNMAという機種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。

また、平成29年は、航空機メーカーの提携の動きが活発化した年でもあった。10月16日に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。一方、ボーイング社は、12月21日にエンブラエル社との間で事業統合の可能性について協議していることを明らかにした。

(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、A320neo、737MAX等）
- ・次期中大型民間輸送機の開発動向（777X等）
- ・二大メーカー以外の民間輸送機開発動向（C Series, E2, MRJ, MC-21, C919等）
- ・電動化に向けた各種技術（モーター、バッテリー、技術実証等）の動向
- ・機体の高効率化、騒音低減技術の研究開発動向
- ・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（遠距離高速大容量通信、大規模データ処理、IoT）の動向

(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)
- ・セラミックス複合材 (CMC) の開発動向
- ・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
- ・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 (軽量で高効率な低圧系システム関連技術等)
- ・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
- ・革新的なファンローター駆動システム関連技術の開発動向

(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29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29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 MoM に関する駆け引き、両社を中心とする業界内提携の動き、装備品 Super Tier1 台頭でサプライヤに航空機開発力が備わってきたことを受けてボーイング社及びエアバス社は事業垂直統合及びサービス事業取込の動きが出てきた。また、欧州地域航空産業の動向について、ドイツのハンブルグ、ブラウンシュバイク、シュターデ、フランスのパレゾーにて、企業 (Airbus、CFK Valley)、公的研究機関 (DLR、ONERA) を訪れ、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29年1月～平成29年12月）

資料番号	標 題
P2017D001	経済産業省「産業構造審議会 新産業構造部会議事録」（平成29年5月29日） http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/017_gijiroku.pdf
P2017D002	国土交通省「小型航空機等に係る安全推進委員会（第3回）議事概要」（平成29年9月25日） http://www.mlit.go.jp/common/001217028.pdf
P2017D003	国土交通省「オープンスカイ交渉の進捗について」（平成29年9月時点） http://www.mlit.go.jp/common/001201828.pdf
P2017D004	内閣府「科学技術イノベーション総合戦略2017」（平成29年6月2日） http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2017.html
P2017D005	防衛省「海上自衛隊練習機TC-90のフィリピンへの移転について」（平成29年10月25日） http://www.mod.go.jp/atla/pinup/pinup291025.pdf
P2017D006	内閣官房 空の産業革命に向けたロードマップ ～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29年5月19日） http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/siryou7.pdf http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/siryou8.pdf
P2017D007	国土交通省／経済産業省 ニュースリリース；無人航空機が目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会を開催します ～ドローンを使った荷物配送の実現に向けて～ http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku01_hh_000081.html http://www.meti.go.jp/press/2017/08/20170829002/20170829002.html
P2017D008	経済産業省「無人航空機 性能評価基準 検討委員会 検討状況」（無人航空機が目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会（第1回） 配布資料） http://www.mlit.go.jp/common/001201807.pdf

資料2 関係団体の刊行物リスト（平成29年1月～平成29年12月）

資料番号	標 題
P2017D101	IADF 航空機等に関する解説概要 29-1 「地上における航空機の防除雪氷作業」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-1.pdf)
P2017D102	IADF 航空機等に関する解説概要 29-2 「航空機の雷環境と複合材の雷損傷」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-2.pdf)
P2017D103	IADF 航空機等に関する解説概要 29-3 「航空機エンジンにおける電動化への取組」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-3.pdf)
P2017D104	IADF 航空機等に関する解説概要 29-4 「航空機システム／構成品の開発プロセス」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-4.pdf)
P2017D105	IADF 航空機等に関する解説概要 29-5 「航空機エンジンにおける Additive Manufacturing の動向」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-5.pdf)
P2017D106	IADF 航空機等に関する解説概要 29-6 「複合材と金属の接合技術」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-6.pdf)
P2017D107	IADF 航空機等に関する解説概要 29-7 「新しい飛行機の形」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/29-7.pdf)

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成29年1月～平成29年12月）

資料番号	標 題
P2017D201	Airbus Press Release(2018年1月15日)
P2017D202	Boeing News Releases/Statements(2017年1月9日)
P2017D203	Embraer Investor Relations Results Center (2018年1月16日)
P2017D204	Ascend Data(2018年1月22日)
P2017D205	ATR Press Releases(2018年1月23日)
P2017D206	Aviation International News(2017年6月20日)
P2017D207	Flightglobal Pro(2017年6月20日)
P2017D208	Current Market Outlook On A Page 2017-2036 (2017年6月20日)
P2017D209	2017 Current Market Outlook Paris Air Show 2017(2017年6月20日)
P2017D210	Aviation International News(2017年7月24日)
P2017D211	Flightglobal Pro(2017年7月25日)
P2017D212	Boeing News Releases/Statements (2017年7月24日)
P2017D213	Aviation International News(2017年7月31日)
P2017D214	SankeiBiz(2017年8月2日)
P2017D215	Flightglobal Pro(2017年10月16日)
P2017D216	日本経済新聞 (2016年11月29日)
P2017D217	日本経済新聞 (2017年9月5日)
P2017D218	毎日新聞 (2017年9月6日)
P2017D219	Flightglobal Pro(2017年10月6日)
P2017D220	Flightglobal Pro(2017年10月17日)
P2017D221	Flightglobal Pro(2017年11月13日)
P2017D222	Airbus Newsroom(2017年10月3日)
P2017D223	Flightglobal Pro(2017年12月22日)
P2017D224	Flightglobal Pro(2017年12月22日)
P2017D225	日本経済新聞(2017年12月23日)
P2017D226	Flightglobal Pro(2017年5月22日)
P2017D227	Aviation International News(2017年5月16日)
P2017D228	Aviation International News(2017年4月13日)
P2017D229	Flightglobal Pro(2017年4月13日)
P2017D230	Boeing News Releases (2017年4月13日)
P2017D231	Aviation International News(2017年6月19日)
P2017D232	Flightglobal Pro(2017年6月19日)
P2017D233	Flight International(2017年6月27日)
P2017D234	Aviation International News(2017年3月31日)

資料番号	標 題
P2017D235	Flightglobal Pro(2017 年 2 月 7 日)
P2017D236	Aviation International News(2017 年 2 月 7 日)
P2017D237	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 14 日)
P2017D238	Flightglobal Pro(2017 年 10 月 23 日)
P2017D239	日本経済新聞(2018 年 2 月 6 日)
P2017D240	日本経済新聞(2018 年 2 月 7 日)
P2017D241	日本経済新聞(2018 年 2 月 13 日)
P2017D242	Flight International(2017 年 10 月 31 日・11 月 6 日)
P2017D243	Flightglobal Pro(2017 年 11 月 7 日)
P2017D244	Flight International(2017 年 3 月 14 日)
P2017D245	Flightglobal Pro (2017 年 3 月 9 日)
P2017D246	Flightglobal Pro (2017 年 3 月 17 日)
P2017D247	Flightglobal Pro(2017 年 6 月 20 日)
P2017D248	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 26 日)
P2017D249	Aviation International News(2017 年 9 月 26 日)
P2017D250	Growing Horizons Global Market Forecast(2017 年 6 月 19 日)
P2017D251	Flightglobal Pro(2017 年 6 月 19 日)
P2017D252	エアバスジャパン プレスセンター(2017 年 6 月 9 日)
P2017D253	Flightglobal Pro(2017 年 11 月 17 日)
P2017D254	Airbus Newsroom (2017 年 6 月 17 日)
P2017D255	Airbus Press Release (2017 年 3 月 1 日)
P2017D256	Aviation International News(2017 年 10 月 19 日)
P2017D257	Flightglobal Pro(2017 年 10 月 19 日)
P2017D258	Aviation International News(2017 年 11 月 21 日)
P2017D259	Airbus Newsroom (2017 年 11 月 21 日)
P2017D260	Aviation Wire(2017 年 11 月 22 日)
P2017D261	Flightglobal Pro(2017 年 6 月 9 日)
P2017D262	Aviation International News(2017 年 6 月 18 日)
P2017D263	Flightglobal Pro(2017 年 6 月 19 日)
P2017D264	Airbus Newsroom(2017 年 6 月 18 日)
P2017D265	Flight International(2017 年 5 月 23 日)
P2017D266	Embraer Progress Report(2017 年 5 月 12 日)
P2017D267	Aviation International News(2017 年 6 月 14 日)
P2017D268	Flightglobal Pro(2017 年 6 月 2 日)

資料番号	標 題
P2017D269	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 15 日)
P2017D270	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 19 日)
P2017D271	Flightglobal Pro(2017 年 12 月 23 日)
P2017D272	Aviation International News(2017 年 10 月 18 日)
P2017D273	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 19 日)
P2017D274	Aviation International News(2017 年 9 月 13 日)
P2017D275	ロイター通信 (2017 年 9 月 12 日)
P2017D276	Aviation Wire(2017 年 10 月 17 日)
P2017D277	Flightglobal Pro(2017 年 10 月 16 日)
P2017D278	Airbus Newsroom(2017 年 10 月 16 日)
P2017D279	Flightglobal Pro(2017 年 10 月 18 日)
P2017D280	Flightglobal Pro(2018 年 1 月 26 日)
P2017D281	日本経済新聞 夕刊 (2018 年 1 月 27 日)
P2017D282	Reuters(2018 年 1 月 27 日)
P2017D283	Aviation International News(2017 年 12 月 11 日)
P2017D284	Flight International(2017 年 9 月 19 日-25 日)
P2017D285	Flightglobal Pro(2017 年 12 月 6 日)
P2017D286	Flightglobal Pro(2017 年 4 月 19 日)
P2017D287	Flightglobal Pro(2017 年 4 月 24 日)
P2017D288	Flightglobal Pro(2017 年 5 月 5 日)
P2017D289	Flightglobal Pro(2017 年 5 月 5 日)
P2017D290	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 28 日)
P2017D291	Flightglobal Pro(2017 年 11 月 3 日)
P2017D292	Flightglobal Pro (2017 年 7 月 10 日)
P2017D293	Aviation International News(2017 年 7 月 11 日)
P2017D294	Flight International(2017 年 7 月 11 日)
P2017D295	Flightglobal Pro(2017 年 5 月 28 日)
P2017D296	Flight International(2017 年 7 月 25 日)
P2017D297	Flightglobal Pro(2017 年 7 月 24 日)
P2017D298	Flight International(2017 年 7 月 25 日)
P2017D299	Flight International(2017 年 5 月 2 日)
P2017D300	Flightglobal Pro (2017 年 9 月 3 日)
P2017D301	AviationWeek(2017 年 9 月 12 日)
P2017D302	UAC Annual Report 2016

資料番号	標 題
P2017D303	Flightglobal Pro(2017 年 5 月 22 日)
P2017D304	Flightglobal Pro(2017 年 5 月 12 日)
P2017D305	Aviation International News(2017 年 5 月 22 日)
P2017D306	Aviation Week(2017 年 5 月 22 日)
P2017D307	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 29 日)
P2017D308	Aviation International News(2017 年 9 月 29 日)
P2017D309	Aviation International News(2017 年 8 月 16 日)
P2017D310	Flight International(2017 年 8 月 8 日-14 日)
P2017D311	Flightglobal Pro(2017 年 8 月 2 日)
P2017D312	Flightglobal Pro(2017 年 8 月 1 日)
P2017D313	Tokyo Express(2017 年 9 月 16 日)
P2017D314	Aviation Week(2017 年 9 月 4 日)
P2017D315	Flightglobal Pro(2017 年 9 月 5 日)
P2017D316	Aviation International News(2017 年 12 月 5 日)
P2017D317	Aviation Week(2017 年 12 月 5 日)
P2017D318	Flightglobal Pro(2017 年 12 月 5 日)
P2017D319	日本航空 プレスリリース (2017 年 12 月 5 日)
P2017D320	Flightglobal Pro(2017 年 12 月 14 日)
P2017D321	Aviation Wire(2017 年 12 月 13 日)
P2017D322	日本航空 プレスリリース (2017 年 12 月 13 日)
P2017D323	Flightglobal Pro(2017 年 12 月 16 日)
P2017D324	Aviation International News(2017 年 12 月 15 日)
P2017D325	Aviation International News(2017 年 12 月 13 日)
P2017D326	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ APR 3-16 , 2017
P2017D327	http://www.airbus.com/presscentre/pressreleases/press-release-detail/detail/a321neo-powered-by-cfm-leap-1a-engines-receives-type-certification/
P2017D328	http://www.pratt-whitney.com/Press/Story/20150402-1330/2015/All%20Categories
P2017D329	Flight International/7-13 March 2017
P2017D330	Flight International/21-27 February 2017
P2017D331	https://www.geaviation.com/press-release/ge9x-engine-family/ge-begins-ge9x-certification-testing
P2017D332	http://bikeshop.geaviation.com/advanced-manufacturing/comac-c919-takes-first-flight/
P2017D333	http://www.pw.utc.com/Press/Story/20170531-1220/All/All%20Categories
P2017D334	http://www.pw.utc.com/Press/Story/20170531-1210/All/All%20Categories

資料番号	標 題
P2017D335	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/31-03-2017-rr-marks-hat-trick.aspx
P2017D336	https://www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/airlines/trent-7000.aspx#/
P2017D337	https://www.geaviation.com/press-release/jv-archive/boeing-launched-737-max-10-powered-leap-1b-engines
P2017D338	https://www.geaviation.com/press-release/jv-archive/leap-engines-awarded-180-minute-etops-certification
P2017D339	http://newsroom.pw.utc.com/2017-06-19-Pratt-Whitney-Receives-ETOPS-Certification-for-PurePower-R-Engine-for-Airbus-A320neo
P2017D340	http://www.rolls-royce.com/media/insights/simon-burr.aspx
P2017D341	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/31-08-2017-rolls-royce-trent-xwb-97-receives-certification.aspx
P2017D342	https://www.rolls-royce.com/country-sites/northamerica/news/yr-2017/18-08-2017-rr-trent-1000-ten-receives-certification.aspx
P2017D343	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/19-10-2017-rr-trent-7000-powers-airbus-a330neo-first-test-flight.aspx
P2017D344	https://www.flightglobal.com/news/articles/cfm-reviews-fleet-after-finding-leap-1a-durability-i-442669/
P2017D345	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ MAY 29-JUNE 11, 2017
P2017D346	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/23-11-2017-rr-trent-1000-ten-enters-service.aspx
P2017D347	https://www.geaviation.com/press-release/business-general-aviation/ge-aviation-announces-first-run-advanced-turboprop-engine
P2017D348	http://aviationweek.com/commercial-aviation/boeing-777x-engine-flight-test-facing-delay
P2017D349	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2018/04-02-2018-rr-trent-xwb-97-prepares-for-entry-into-service.aspx
P2017D350	https://travel.watch.impress.co.jp/docs/news/1094151.html
P2017D351	http://www.aviationtoday.com/2017/06/22/boeing-vp-talks-future-passenger-plane-autonomy/
P2017D352	Technology Development Project Plan Phase 2: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Integration in the National Airspace System (NAS) Integrated Aviation Systems Program (IASP) https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180001203.pdf
P2017D353	RTCA DO-365: Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Detect and Avoid (DAA) Systems RTCA DO-366: Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Air-to-Air Radar for Traffic Surveillance
P2017D354	RTCA DO-362: Command and Control (C2) Data Link Minimum Operational Performance Standards (MOPS) (Terrestrial)
P2017D355	https://www.icao.int/Meetings/UAS2017/Pages/default.aspx
P2017D356	https://www.icao.int/Meetings/GANIS-SANIS/Pages/default.aspx
P2017D357	https://www.icao.int/APAC/Meetings/Pages/2017-APUAS-TF1.aspx
P2017D358	https://www.iso.org/committee/5336224.html
P2017D359	Arwa S. Aweiss, et. al., "Unmanned Aircraft Systems (UAS) Traffic Management (UTM) National Campaign II," AIAA SciTech Forum, 2018.

資料番号	標 題
P2017D360	https://nuairalliance.org/u-safe/
P2017D361	http://www.assureuas.org/
P2017D362	European Commission - Press release, Aviation: Commission is taking the European drone sector to new heights, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1605_en.htm
P2017D363	U-space Blueprint, https://www.sesarju.eu/u-space-blueprint
P2017D364	https://www.sesarju.eu/news/sesar-launches-u-space
P2017D365	https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/procurements/SJU-2017-1-CFP-VLD_Geofencing_-_Call_for_proposals.pdf
P2017D366	https://www.trafi.fi/en/drones2017
P2017D367	NEDO ニュースリリース;ロボットやドローンの社会実装を加速させる新たな研究開発に着手 ―物流、インフラ点検、災害対応分野で活躍が期待― (2017年5月16日) http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100766.html
P2017D368	http://www.jutm.org/index.html
P2017D369	大浦ほか、JUTM 福島デモンストレーション向け運航管理システムについて、第55回飛行機シンポジウム, 2017年11月.
P2017D370	Aviation Week (2017年4月3日)
P2017D371	Aviation Week (2017年6月12日)
P2017D372	Aviation Week 雑誌 (2017年12月11日-12月24日)
P2017D373	FlightGlobal Pro (2017年11月28日)
P2017D374	Aviation Week (2017年2月6日)
P2017D375	Aviation Week (2017年6月9日)
P2017D376	Seattle Times(2017年6月8日)
P2017D377	Flight International (2017年8月22日-9月4日)
P2017D378	Aviation Week (2017年7月26日)
P2017D379	Flight International (2017年8月22日-9月4日)
P2017D380	FlightGlobal Pro (2017年9月4日)
P2017D381	FlightGlobal Pro (2017年9月26日)
P2017D382	Leeham News and Comment(2017年9月29日)
P2017D383	Aviation Week & Space Technology (2017年11月13-26日)
P2017D384	Net Composites (2017年4月4日)
P2017D385	JEC Composites (2017年2月1日)
P2017D386	MARKETS INSIDER (2017年12月14日)
P2017D387	Additive Manufacturing(2017年2月6日)
P2017D388	AIRBUS HP Breakthrough for future Airbus A320(2016年1月)
P2017D389	3D Printing Industry (2017年4月10日)

資料番号	標 題
P2017D390	Technology News (2017 年 4 月 10 日)
P2017D391	3D Printing Industry (2017 年 4 月 18 日)
P2017D392	MRO-Network.com (2017 年 4 月 14 日)
P2017D393	3D Printing Media Network (2017 年 4 月)
P2017D394	Airbus Emerging Technologies & Concepts ALM Overview (2016 年 11 月)
P2017D395	3D Printing Industry (2017 年 5 月 24 日)
P2017D396	3D Print.com (2017 年 5 月 24 日)
P2017D397	3D print.com (2017 年 8 月 9 日)
P2017D398	Aeromet HP (2017 年 8 月)
P2017D399	Aeromet HP
P2017D400	3D print.com (2017 年 11 月 16 日)
P2017D401	Fly Team (2017 年 11 月 20 日)
P2017D402	3D Printing Industry (2017 年 3 月 29 日)
P2017D403	Siemens Press Release
P2017D404	Aviation Week(2017 年 1 月 10 日)
P2017D405	Aviation Week (2017 年 10 月 30 日)
P2017D406	Airbus Newsroom (2017 年 6 月 20 日)
P2017D407	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JAN.23-FEB.5, 2017
P2017D408	http://www.sciaky.com/additive-manufacturing/electron-beam-additive-manufacturing-technology
P2017D409	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ FEB.20-MAR.5, 2017
P2017D410	http://oxfordpm.com/news-events/opm-in-the-news?id=339635/engine-structures-next-target-for-opm
P2017D411	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ APR.17-30, 2017
P2017D412	http://www.ainonline.com/aviation-news/air-transport/2017-04-06/rolls-royce-prepares-first-advance-engine-core-testing
P2017D413	https://www.geaviation.com/press-release/services/ge-aviation-acquires-leading-robotics-manufacturer-oc-robotics
P2017D414	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JUN.12-25, 2017
P2017D415	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ JUN.26- JUL.6, 2017
P2017D416	http://bikeshop.geaviation.com/advanced-manufacturing/engine-repairs-go-cold-ge-aviation-uses-additive-technology-to-fast-track-engine-component-repairs/
P2017D417	https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/yr-2017/13-11-2017-rr-reaches-future-technology-milestone-as-advance3-goes-to-test.aspx
P2017D418	http://newsroom.pw.utc.com/2017-10-12-Pratt-Whitney-Successfully-Tests-Next-Generation-Pure-Power-R-Geared-Turbofan-TM-Technology-as-Part-of-FAA-Sustainability-Program

資料番号	標 題
P2017D419	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ AUG.14-SEP.3, 2017
P2017D420	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ OCT.30-NOV.12, 2017
P2017D421	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ DEC.11-24, 2017
P2017D422	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/ OCT.2-15, 2017
P2017D423	AVIATION Week, May 30, 2017
P2017D424	Lorang, Tony, and John Carr. "C-17A Globemaster III Aft Fuselage Drag Reduction Flight Demonstrations." (2017)
P2017D425	http://aviationweek.com/business-aviation/electric-x-plane-nears-crucial-battery-test
P2017D426	Patterson, Michael D., and Nicholas K. Borer. "Approach Considerations in Aircraft with High-Lift Propeller Systems." 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. 2017.
P2017D427	Litherland, Brandon L., et al. "A Method for Designing Conforming Folding Propellers." 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. 2017.
P2017D428	Schnulo, Sydney L., et al. "Steady State Thermal Analyses of SCEPTOR X-57 Wingtip Propulsion." 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. 2017.
P2017D429	AVIATION Week, May 30, 2017
P2017D430	https://livestream.com/AIAAvideo/AVIATION2017/videos/157655806
P2017D431	http://www.aviationwire.jp/archives/127341
P2017D432	http://aviationweek.com/technology/nasa-plots-course-even-quieter-hwb-airliner
P2017D433	Thomas, Russell H., et al. "Aircraft Noise Reduction Technology Roadmap Toward Achieving the NASA 2035 Noise Goal." AIAA paper to appear at the 23rd AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference. 2017.
P2017D434	https://www.nasa.gov/centers/armstrong/feature/NASA_Tech_Reduces_Airframe_Noise.html
P2017D435	http://aviationweek.com/future-aerospace/nasa-aims-suppress-flutter-enable-flexible-wings
P2017D436	http://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/fquroh/news171110.html
P2017D437	Yamamoto, Kazuomi, et al. "FQUROH: A Flight Demonstration Project for Airframe Noise Reduction Technology-the 1st Flight Demonstration." 23rd AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference. 2017. AIAA paper 2017-4029
P2017D438	Andy Luo, Joseph Katz (TotalSim LLC, San Diego State University), "Study of the Flowfield Near the Angle-of-Attack Sensor of an A320 Aircraft" (Journal of Aircraft, Vol.54, No.1)
P2017D439	Zongxia Jiao, Xiaochao Liu, Fengyu Li, Yaoxing Shang (Beihang University, China), "Aircraft Antiskid Braking Control Method Based on Tire-Runway Friction Model" (Journal of Aircraft, Vol.54, No.1)
P2017D440	Lisa Wynnyk, Clark R. Lunsford, Jeffrey A. Tittsworth, Scott Pressley (MITRE Corporation, FAA), "Development of Approach and Departure Aircraft Speed Profiles", (Journal of Aircraft, Vol.54, No.1)
P2017D441	Matthew D. Drury, Joseph T. Szefti, Jose L. Palacios (Pennsylvania State University), "Full-Scale Testing of a Centrifugally Powered Pneumatic De-Icing System for Helicopter Rotor Blades", (Journal of Aircraft, Vol.54, No.1)

資料番号	標 題
P2017D442	Xin Zhang, Hua-Xing Li, Yong Huang, Wan-Bo Wang (Northwestern Polytechnical University, China), "Wing Flow Separation Control Using Asymmetrical and Symmetrical Plasma Actuator", (Journal of Aircraft, Vol.54, No.1)
P2017D443	Anthony R. Pilon, Russell W. Powers, Dennis K. McLaughlin, Philip J. Morris,(Lockheed Martin, Pennsylvania State University) " Design and Analysis of a Supersonic Jet Noise Reduction Concept", (Journal of Aircraft, Vol.54, No.6)
P2017D444	Demetrios Kellari, Edward F. Crawley, Bruce G. Cameron (Massachusetts Institute of Technology), "Influence of Technology Trends on Future Aircraft Architecture" , (Journal of Aircraft, Vol.54, No.6)
P2017D445	Paris 2017 And The Future Of Additive Manufacturing, Bionic design and advanced fabrication methods are the future of additive manufacturing. (Aviation Week & Space Technology, Jul 7, 2017)
P2017D446	GE Backs Faster, Cheaper Approach To Metal 3D Printing (Aviation Week & Space Technology, Jul 28, 2017)
P2017D447	Norsk Titanium and Spirit AeroSystems Team on 3D Printing (Jun 21, 2017 ShowNews)
P2017D448	GE's 'Printed Turboprop' to Run This Year (Jun 19, 2017 ShowNews)
P2017D449	Stratasys Speeds Up Aerospace 3D Printing (ShowNews, Jun 19, 2017)
P2017D450	Airbus To 3-D Print Airframe Structures,(Aviation Week & Space Technology Jan.11 2017)
P2017D451	MRO Network (Apr 20, 2017)
P2017D452	MRO Network (Apr 13, 2017)
P2017D453	Aviation Week & Space Technology (Nov.17, 2017)
P2017D454	Aviation Week & Space Technology (Nov.20, 2017)
P2017D455	SpaceNews (October 20, 2017)
P2017D456	Holger Krueger (Airbus Operations GmbH), "Standardization for Additive Manufacturing in Aerospace", Engineering Vol.3 Issue 5, pp 585 (2017)
P2017D457	Henry Canaday, "MRO Network" (Jan. 8, 2018)
P2017D458	MRO Network (Jan. 10, 2018)
P2017D459	http://aviationweek.com/new-civil-aircraft/777x-flight-deck-and-wing-fold-controls-unveiled
P2017D460	https://www.geaviation.com/press-release/systems/next-generation-open-flight-deck-launched-ge-and-partners-support-innovate-uk
P2017D461	http://www.ainonline.com/aviation-news/aerospace/2017-06-19/ge-launches-new-partnership-open-flight-deck
P2017D462	https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/press-release/thales-unveils-new-connected-functionalities-avionics-2020-future-cockpit
P2017D463	https://travel.watch.impress.co.jp/docs/news/event/1069596.html
P2017D464	http://www.plant.ca/features/new-projects-boost-innovation-aerospace-automotive-entrepreneurs-targeted/
P2017D465	http://www.utc.com/News/UTAS/Pages/Tiny-technology-Big-breakthrough-UTC-Aerospace-Systems-is-changing-the-industry.aspx

資料番号	標 題
P2017D466	http://www.nanotechmag.com/utc-aerospace-systems-obtains-licence-carbon-nanotube-cnt-heater-aircraft-electrothermal-ice-protection/
P2017D467	https://services.airbus.com/upgrade/cabin/stowages/airspace-xl-bins
P2017D468	https://runwaygirlnetwork.com/2017/04/26/zodiac-ecos-evolves-smarter-bins-lights-extra-overhead-space/
P2017D469	https://www.youtube.com/watch?v=QkEKc9xeuDM
P2017D470	http://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2017-05-19/visions-systems-unveils-new-dimmable-windows
P2017D471	http://www.vision-systems.fr/solutions/onboard-entertainment/
P2017D472	http://aviationweek.com/aircraft-interiors/different-philosophies-drive-jetblue-american-ife-approaches
P2017D473	http://aviationweek.com/nbaa-2017/innov8-brings-affordable-cabins-older-jets
P2017D474	https://apex.aero/2017/09/27/immfly-easyjet-wireless-ife-deal
P2017D475	http://www.aviationtoday.com/2017/11/17/firsthand-look-smartskys-4g-lte-flight-connectivity/
P2017D476	http://www.trai.gov.in/sites/default/files/SmartSky_03112017.pdf
P2017D477	https://runwaygirlnetwork.com/2017/06/20/airbus-palantir-unveil-skywise-iot-data-platform-for-aviation/
P2017D478	http://www.aerospace-technology.com/contractors/interiors/vision-systems/vision-systems1.html
P2017D479	https://www.panasonic.aero/2017/04/04/panasonic-avionics-launches-next/
P2017D480	http://www.rockwellcollins.com/Data/News/2017-Cal-Yr/IMS/20170619-self-reporting-flight-tracking.aspx
P2017D481	http://www.aviationtoday.com/2017/08/24/9-companies-using-augmented-virtual-reality-aviation/
P2017D482	http://www.aviationwire.jp/archives/134130
P2017D483	http://www.utc.com/News/UTAS/Pages/UTC-Aerospace-Systems-And-Ophir-Corporation-To-Collaborate-On-The-Next-Generation.aspx
P2017D484	http://www.utc.com/News/UTAS/Pages/Lighter-Weight-Higher-Reliability-UTC-Aerospace-Systems-Sheds-New-Light-On-Temp.aspx
P2017D485	Technology Development Project Plan Phase 2: Unmanned Aircraft Systems (UAS) Integration in the National Airspace System (NAS) Integrated Aviation Systems Program (IASP), https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180001203.pdf
P2017D486	RTCA DO-365: Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Detect and Avoid (DAA) Systems RTCA DO-366: Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Air-to-Air Radar for Traffic Surveillance
P2017D487	RTCA DO-362: Command and Control (C2) Data Link Minimum Operational Performance Standards (MOPS) (Terrestrial)
P2017D488	Sakahara, et al., Unmanned Aircraft Systems (UAS) Integration in the National Airspace System (NAS) Project FY17 Annual Review, https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180001204.pdf
P2017D489	https://www.icao.int/Meetings/UAS2017/Pages/default.aspx
P2017D490	https://www.icao.int/Meetings/GANIS-SANIS/Pages/default.aspx

資料番号	標 題
P2017D491	https://www.icao.int/APAC/Meetings/Pages/2017-APUAS-TF1.aspx
P2017D492	https://www.iso.org/committee/5336224.html
P2017D493	Arwa S. Aweiss, et. al., “Unmanned Aircraft Systems (UAS) Traffic Management (UTM) National Campaign II,” AIAA SciTech Forum, 2018.
P2017D494	https://nuairalliance.org/u-safe/
P2017D495	http://www.assureuas.org/
P2017D496	European Commission - Press release, Aviation: Commission is taking the European drone sector to new heights, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-1605_en.htm
P2017D497	U-space Blueprint, https://www.sesarju.eu/u-space-blueprint
P2017D498	https://www.sesarju.eu/news/sesar-launches-u-space
P2017D499	https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/procurements/SJU-2017-1-CFP-VLD_Geofencing - Call for proposals.pdf
P2017D500	https://www.trafi.fi/en/drones2017
P2017D501	NEDO ニュースリリース;ロボットやドローンの社会実装を加速させる新たな研究開発に着手 ―物流、インフラ点検、災害対応分野で活躍が期待― (2017年5月16日) http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100766.html
P2017D502	http://www.jutm.org/index.html
P2017D503	大浦ほか、JUTM 福島デモンストレーション向け運航管理システムについて、第55回飛行機シンポジウム, 2017年11月.
P2017D504	(一社)日本航空宇宙学会 第48期定時社員総会および年会講演会 案内 http://www.jsass.or.jp/web/annai/content0304.html
P2017D505	第59回構造強度に関する講演会 案内 http://branch.jsass.or.jp/strcom/structures_conference/sc59/
P2017D506	第45回日本ガスタービン学会定期講演会(松江)プログラム
P2017D507	第55回飛行機シンポジウム 案内 http://www.jsass.or.jp/dsgncom/AS2017/index_55.htm
P2017D508	AIAA Science and Technology Forum and Exposition (Scitech) 2017 http://scitech.aiaa.org/2017archives/
P2017D509	AIAA AVATION2017 https://aviation.aiaa.org/archive2017/
P2017D510	APISAT-2017 http://www.apisat2017.org/
P2017D511	http://www.dlr.de/ft/en/desktopdefault.aspx/tabid-1358/1891_read-43066/
P2017D512	http://www.dlr.de/Portaldata/14/Resources/dokumente/ESUG/EVS_HAN_DOUT_NEU3.pdf