

26航企0323第1号

平成26年度
航空機等に関する技術開発動向調査報告書

平成27年3月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金

はしがき

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金は、一般会計による「情報収集及び情報提供事業」の一つとして、航空機等に関する技術開発動向調査を実施している。

本報告書は、平成26年度に実施した調査について、その成果を取り纏めた調査報告書である。

21世紀に入り既に10年以上経過しており、世界の航空機市場はグローバル化が一段と加速され、事業投資規模も益々拡大し、競争も激しくなっている。この世界市場に対する我が国の基本姿勢は、国際協調と国際貢献を伴った産業規模の拡大であり、我が国の航空機産業の発展は世界舞台で主導的役割と貢献を果たすことにより達成される。この認識の上で重要な課題は、国際共同開発の場での役割を高める先端技術開発の更なる促進を図ることを基盤とし、確固たる戦略に基づいて選定した開発プロジェクトを強力に推進し、多様な形態の国際共同開発プロジェクトの促進と拡大に結びつける体制等を構築して行くことである。

航空機等の国際共同開発事業の更なる促進と的確な遂行のために、国内外の最新技術開発動向を調査し、必要な情報を収集し、編纂して資料として取り纏めておくことが本事業の目的であり、当基金にとって重要な事業である。このために、平成26年度も当基金内に外部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」を設け、航空機等の開発・製造に関する我が国の政策や国内外の技術開発動向の現状確認と分析、将来展望等の調査を実施した。

この調査報告書が航空機等の国際共同開発事業を促進する上で、業務上有効なものとなり、延いては我が国の航空機産業の拡大・発展に貢献することになるものと確信する。

平成27年3月

公益財団法人航空機国際共同開発促進基金
会 長 佐々木 元

平成26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 教授 ナショナル・コンポジット・センター センター長
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 企業・経営部門 統括室 事業推進グループ 参与 チーフコンサルタント
	田頭 浩一郎	株式会社IHI 航空宇宙事業本部 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 准教授
	長嶋 哲矢	三菱重工業株式会社 交通・輸送ドメイン 民間機事業部 技術部 次長
	原田 賢哉	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空本部 運航システム・安全技術研究グループ 研究領域リーダー
事務局	岩下 正廣 佐々木 秀朗 横倉 修一	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26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6
 - 2. 3. 1 民間航空機市場及び機体開発動向6
 - 2. 3. 2 エンジン関係15
 - 2. 3. 3 装備品関係22
 - 2. 3. 4 航空システム、航空管制関係27
 - 2. 3. 5 無人機、飛行制御関係30

第3章 その他資料の分析

- 3. 1 関係団体の刊行物における動向情報35
 - 3. 1. 1 平成26年度航空機関連動向情報（(公財)航空機国際共同開発促進基金）35
- 3. 2 大学・研究機関・企業等から公表された動向情報37
 - 3. 2. 1 国内学会等における研究開発動向37
 - 3. 2. 2 国際学会等における研究開発動向44

第4章 平成26年度海外調査報告

- 4. 1 調査目的52
- 4. 2 調査結果概要52
- 4. 3 訪問先面会者一覧56

第5章 まとめ

- 5. 1 今後の調査課題57
- 5. 2 平成26年度調査のまとめ58

添付資料

- 資料1 関係省庁の刊行物リスト（平成26年1月～平成26年12月）
- 資料2 関係団体の刊行物リスト（平成26年1月～平成26年12月）
- 資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成26年1月～平成26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26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26年度の調査対象期間は、主として平成26年1月1日から平成26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 Tier 1 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 「航空機国際共同開発に関する基本的な指針（開発指針）」の改定

平成26年上半期に産業構造審議会 製造産業分科会 航空機宇宙産業小委員会 航空機産業戦略ワーキンググループ⁽¹⁾が6回開催され、我が国の航空機産業の現状と課題、完成機開発の課題と戦略、装備品分野の強化および国内産業基盤の強化等についての審議がなされた。本戦略ワーキンググループでの審議を踏まえて、航空機工業振興法第3条第1項に規定する開発指針の改定がなされ、改定内容が8月25日に告示された⁽²⁾。

イ 日仏航空機産業の関係深掘り

平成26年12月、日仏民間航空機産業協力に関する官民合同の第2回ワークショップ⁽³⁾がフランスのパリおよびツールーズで開催された。これは、平成25年12月に東京で開催された第1回ワークショップに引き続くものであり、企業間の共同研究や共同事業に向けた動きが出始めるなど、日仏航空機産業の関係深掘りが進められている。なお、日仏民間航空機産業協力に関する覚書は、平成25年6月に経済産業省製造産業局とフランス民間航空総局との間で手交⁽⁴⁾されており、同月公表された日仏共同声明の附属書「日仏間協力のためのロードマップ（2013-2018年）」⁽⁵⁾の経済関係強化の項において「両国は、フランス共和国民間航空総局と日本国の経済産業省が立ち上げる航空機に関するワーキンググループ等の場を通じ、両国航空機産業間の交

流を支援する。」との文言を踏まえたものである。

(2) 国土交通省

ア 交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会とりまとめ

平成26年6月、国土交通省は「新時代の航空システムのあり方～世界のダイナミズムへの扉を開き、日本の明日を育む航空システム～」⁽⁶⁾を公表した。

これは、平成24年10月に設置された基本政策部会⁽⁷⁾において、今後の航空のあり方について議論され取り纏められたもので、今後の目指すべき方向として、アジアなどの世界の経済成長を取り込んで日本経済の更なる発展を図るために日本の航空システムの長所（細やかな機内サービス、正確な空港オペレーション等）を伸ばし、「日本の空を世界に開く」ことが必要であり、国際航空の環境変化に即応した戦略的な我が国エアラインや空港の国際競争力の向上が必要であるとし、航空行政はそのボトルネック解消のための環境整備に取り組むとしている。①航空ネットワーク構築の強固な基盤づくり、②充実した航空ネットワークの構築と需要の開拓、③質の高い航空・空港サービスの提供という観点で、その具体的な方策を示している。

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

我が国の将来の航空交通システムが2025年に向けて目指すべき目標、変革の方向性等を記述した「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS：Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems）」⁽⁸⁾が平成22年9月に公表され、平成23年3月にはCARATS実現に向けたロードマップが取り纏められている。その後、意思決定年次施策を中心とした短期的施策の検討等が行われ、将来の航空交通システムに関する推進協議会⁽⁹⁾により、適宜「将来の航空交通システムの実現に向けたロードマップ」⁽¹⁰⁾の見直しが行われている。

ウ オープンスカイ交渉

オープンスカイ交渉⁽¹¹⁾は、平成26年新たに、オーストリア⁽¹²⁾が加わり、計27ヶ国・地域（日本発着旅客数のうちオープンスカイ合意国・地域の占める割合は94%）との間で合意された。今後も、観光・対日ビジネス投資の促進に向け二国間の流動を増やすことが重要であるとして、戦略的に推進していくとしている。

(3) 文部科学省「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」

平成26年8月、文部科学省は「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」⁽¹³⁾を公表した。これは、平成26年1月に設置された文部科学省次世代航空科学技術タスクフォースにおいて、世界の航空機需要の成長を踏まえて我が国の航空機産業が自動車産業に比肩する成長産業として発展するために、文部科学省で研究開発に取り組む航空科学技術の今後の取組方針についてこれまで議論され取り纏められたもので、産業規

模を10倍に成長（世界シェア20%）させるため、研究開発プログラムでは民間航空機国産化研究開発プログラム（優先的に着手）と超音速機研究開発プログラムに、また横断的施策としては大型試験設備の整備（優先的に着手）、先端研究の推進および人材育成の強化に取り組むべきとしている。なお、民間航空機国産化研究開発プログラムにおいては、2040年には日本の革新的な技術を多く適用した国産エンジン・国産旅客機を実用化することを想定し、2020年、2025年をターゲットに独立行政法人宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という。）による革新的な航空科学技術の飛行実証を行い、産業界への技術の橋渡しを行うとしている。

（4）内閣府「科学技術イノベーション総合戦略2014」

平成26年6月、「科学技術イノベーション総合戦略2014～未来創造に向けたイノベーションの架け橋～」⁽¹⁴⁾が閣議決定された。

これは、平成25年6月に経済再生に向けこの時局を科学技術イノベーションによって打開し未来を切り拓くため、科学技術イノベーションの全体像としての「科学技術イノベーション総合戦略」⁽¹⁵⁾が策定され閣議決定されているが、この1年間の取組を踏まえ、『科学技術イノベーション立国』を目指し、更なる科学技術イノベーション政策の推進と着実な実行」に向けて、総合科学技術・イノベーション会議で新たに取り纏めたものである。

我が国の未来を切り拓く上での鍵となり、産学官連携の下、政府一体となって強力に推進する2つの国家重点プログラムのうちの一つとして、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP：Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program）」⁽¹⁶⁾が創設され、その施策については、政策課題解決（エネルギー、健康長寿、次世代インフラ、地域資源、復興再生）を先導するものと位置付け、各府省の施策を総動員させていくとしている。

航空機に関連するSIP施策として、「革新的構造材料」分野においてCFRP、セラミックスコーティング、耐熱合金等の開発が挙げられており、独立行政法人科学技術振興機構（JST）から公募⁽¹⁷⁾され、研究開発が進められている。

なお、我が国の航空産業に関する政策的連携を図るため、関係省庁（経済産業省、国土交通省、文部科学省、防衛省、総務省、外務省等、事務局：内閣官房）局長級会議を設置する方向である。

（5）「防衛装備移転三原則」について

平成26年4月、従来の武器輸出三原則等⁽¹⁸⁾に代わる新たな原則として、「防衛装備移転三原則」⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾が国家安全保障会議および閣議で決定され、その新たな原則の運用指針として「防衛装備移転三原則の運用指針」⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾が国家安全保障会議決定された。

新たな三原則では、防衛装備の海外移転に係るこれまでの政府方針が果たしてきた役割に十分配慮した上で、新たな安全保障環境に適合するよう、例外化措置を重ねてきたこれまでの経緯を踏まえ、包括的に整理し、明確な原則を定めるとして、第一原則：移転を禁止する場合の明確化、第二原則：移転を認める場合の限定並びに厳格審査および情報公開、第三原則：目的外使用および第三国移転に係る適正管理の確保、の三原則で構成されている。

- [2. 2項 出典 (1)、(2)、(5) ～ (16) : 各、資料 1 の P2014D001～P2014D014 参照]
- [同 出典 (3)、(4) : 各、資料 2 の P2014D101、P2014D102 参照]
- [同 出典 (17) : 資料 3 の P2014D201 参照]
- [同 出典 (18) ～ (20) : 各、資料 1 の P2014D015～P2014D017 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 市場動向

2014年は、Airbus社とBoeing社のキャンセルやコンバージョンを含めた受注数には大きな差はなかった。中でも単通路機の受注は昨年と同様に好調であった。両社の受注数の合計は2,888機であり、業界記録を更新している。Boeing社にとって、2014年の納入は過去最大となり、歴史的な年となった。Airbus社も昨年より多く納入したが、数機多いだけであった。

表 2.3.1.1-1 各メーカーにおける 2014 年受注数⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Net Orders	Airbus	Boeing	ATR	Bombardier	Embraer
Jumbo/Superjumbo	20	2	n/a	n/a	n/a
Large Widebody	57	283	n/a	n/a	n/a
Midsized Widebody	174	69	n/a	n/a	n/a
Narrowbody Single-Aisle	1,545	1,196	n/a	n/a	n/a
Regional Jet	n/a	n/a	n/a	*1 87	*1 137
Turboprop	n/a	n/a	*1 154	*1 30	n/a
合計(キャンセル/コンバージョン反映)	1796 (1,456)	1550 (1,432)	154	117	137

*1: Ascendよりデータを抽出

表 2.3.1.1-2 各メーカーにおける 2014 年納入数⁽¹⁾

Deliveries	Airbus	Boeing	ATR	Bombardier	Embraer
Jumbo/Superjumbo	30	19	n/a	n/a	n/a
Large Widebody	1	99	n/a	n/a	n/a
Midsized Widebody	108	120	n/a	n/a	n/a
Narrowbody Single-Aisle	490	485	n/a	n/a	n/a
Regional Jet	n/a	n/a	n/a	*1 59	92
Turboprop	n/a	n/a	*1 78	*1 25	n/a
合計	629	723	78	84	92

*1: Ascendよりデータを抽出

表 2.3.1.1-3 該当機体分類

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

2. 3. 1. 2 Boeing 社の動向

(1) Boeing 社

ファンボロー航空ショー期間中の7月14日、Boeing社CEOのMcNerney氏は、Aviation Week誌とのインタビューにおいて、2030年まで737MAXやA320neoにより単通路機市場の需要維持ができるというAirbus社の意見に賛同した。さらに、今後の単通路機開発において737MAXを基盤にする意向も述べた⁽⁴⁾。

(2) Boeing 737 MAX

Boeing社は、737用主翼組立ラインを自動化する計画を発表。新たなパネル組立ライン（Panel Assembly Line: PAL）は、2015年内に段階的に組立プロセスに導入される予定。PALによりフロータイムを1/3に、欠陥を2/3に、現在の翼製造現場の面積を1/2に、作業員の負傷を1/2に削減することを期待している⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

9月8日に、737MAX新シリーズとして737MAX8を基盤とした200席仕様の737MAX200のローンチを決定し、2019年より納入が開始される予定⁽⁷⁾。

10月2日、高まる市場需要に対応する為、生産レートを2017年に月産47機、2018年に月産52機に増産する事を発表した⁽⁸⁾。

(3) Boeing 787

Boeing社は、Air New Zealandに納入予定の1機目の787-9を6月30日にAir New Zealandへ納入した⁽⁹⁾。

787-10の最終組み立てを、North Charlestonのみで行うことを決定した。787-10は現在Everettで設計中であり、初号機組立は2017年開始予定。787は、現在月産10機（Everett：7機、North Charleston：3機）であり、2016年には月産12機、2020年までに月産14機にする予定である⁽¹⁰⁾。11月22日、Boeing社はNorth Charlestonでは初となる787-9の最終組み立て作業を開始した事を発表した⁽¹¹⁾。

● その他

UBSのアナリストによると、Boeing社が787事業で損益分岐に近付いていないのではないかとの懸念が再燃している。Boeing社は、787事業に第1四半期で20億ドルの資金を費やしており、2015年にキャッシュフローの損益分岐に事業が達する目標から後退している可能性がある⁽¹²⁾。

11月17日、787エコデモンストレーターを用いて、航空機の環境性能を向上させる新技術を実証するための飛行試験を開始した。今回の試験では、リモートセンサによる配線の削減、空力や機体制御改善による燃焼効率性の向上及び疎氷性表面加工等の運航効率性に関連するソフトウェアや技術を検証する⁽¹³⁾。

12月3日、787エコデモンストレーターは、世界で初めてグリーンディーゼルを航空燃料として使用した飛行を実施した。グリーンディーゼルの活用により、化石燃料と比較すると、製造から燃焼までに排出する二酸化炭素量を50～90%削減が可能⁽¹⁴⁾。

(4) Boeing 777 後継機 (777X)

ア 開発動向

2014年6月12日、Boeing社は、日本の主要パートナー5社が777Xプログラムに参画することを発表した。合意した5社は、三菱重工業、川崎重工業、富士重工業、新明和工業、日本飛行機であり、日本航空機開発協会と共にボーイング社との間で合意覚書を締結した。上記5社は、777Xの約21%を製造する⁽¹⁵⁾。

8月13日、Everettの777X複合材主翼工場の予定地にある既存建屋の取壊し作業を開始した。世界最大級のオートクレーブ3機を有する新工場は、2017年より製造を開始する予定⁽¹⁶⁾。また、ウイングボックスのスパーと主翼スキン製造の為にAFPマシン(Automated Fiber Placement Machine, 複合材自動積層マシン)の採用を決定した。主翼パネル製造の為に2機、スパー製造のために2機の計4機の契約を結んだ⁽¹⁷⁾。

イ その他

12月19日、EUは、ワシントン州がBoeing社に対して実施した税制上の優遇措置が、777X製造を支援しており、世界貿易規定に違反するとしてWTO(World Trade Organization)に提訴した⁽¹⁸⁾。

(5) Boeing 747-8

Boeing社は、747の2016年の製造スロットの穴を埋め、また月産レートを1.75機に戻すため、“Project Ozark”というプロジェクトの元、機体の性能改善に注力している。主な改良は、エンジン性能向上、機体重量の軽減、空力性能向上であり、航続距離の延長を図っている。さらに、生産システムの改善を図り、生産スケジュールの短縮を目論む⁽¹⁹⁾。

12月9日、現在月産1.5機の747-8の製造レートを2015年9月から月産1.3機に減産することを決めた。今回の減産は、貨物機の需要回復が予測通りに進まず滞っていることが理由として挙げられている⁽²⁰⁾。

また、米国空軍は、次期米国大統領専用機として747-8型機を選択する予定との声明を発表した。契約の詳細はこれから詰めるとしているが、ボーイング社と独占供給契約を結ぶ考え⁽²¹⁾。

(6) Boeing 757 後継機

Boeing社は、航続距離4,000-5,000nm、座席数200-250席規模の機体の市場調査・研究を既に開始していると発表。新戦略に沿った最も可能性のある選択肢として、787-8の短距離型機、または、737MAXの長距離型機を挙げた。しかし、現在Boeing社は、既に8年先まで8機種の新規民間機(787-9、-10、737MAX-7、-8、-9、777-8X、-8XL、-9X)の開発予定がある為、機体開発を急ぐ必要はないと考えている⁽²²⁾。

(7) その他

2014年5月23日、Boeing社は、燃料効率管理と分析ソフトウェアに特化したETS Aviation社を買収することを発表。今回の買収により、Boeing社は、エアラインに燃料消費の向上とCO2削減による環境保全対策を提供し、競争力のある優位性をもたらすとしている。詳細な買収時期は未公表⁽²³⁾。

7月31日にBoeing社は、民間機のリストプライスを3.1%値上げした。Boeing社のスポークスマンによると、材料費、サービス費、人工費の増加に伴うコスト増大が今回の機体価格上昇の理由としている⁽²⁴⁾。

2. 3. 1. 3 Airbus社の動向

(1) Airbus社

日本の航空機市場において、Boeing社とAirbus社のシェア獲得競争が行われている。Airbus社は、Boeing社によって独占されていた日本市場への足掛かりを構築している段階であり、3月27日のANAからの受注(A320:7機、A321neo:23機、777-9X:20機、787-9:14機、777-300ER:6機)により、Airbus社の2020年までに日本における航空機市場シェアを25%に伸ばすという目標に近づく。Airbus社は、年間約10億ドルの部品を日本のサプライヤ企業で生産しており、日本市場のシェアを進展させる為、製造サプライヤの拡大も視野に入れている⁽²⁵⁾。

(2) Airbus A320

7月3日に最大座席数を増加させる計画の詳細が発表され、A320neoとA320現行機の座席数を最大189席(現行:最大180席)、A321neoでは240席まで増席することとなった。A320の増席に際しては、機体前方と後方の出口を大型化し、さらには、緊急脱出スライド(すべり台/ラフト)の幅を広くする大型化が実施される⁽²⁶⁾。

A320の最終組立を行う天津工場で、A330の完成・出荷センターを現地企業と設立し、最終装備(客室内装備、塗装等)を行うことを発表⁽²⁷⁾。更に、AVICとの協業により座席やギャレーの製造を考えており、その他のベンダーも天津付近に集まる事により、航空産業のサプライチェーンを確立可能としている⁽²⁸⁾。

(3) Airbus A320neo

A320neoの座席数増加が発表され、A321neoでは薄型の「スリムラインシート」と新たなドアの配置により増席仕様の機材となる。機内設計の一部も変更し、240席仕様に対応し、座席あたりの消費燃料はおよそ6%削減される⁽²⁹⁾。

9月25日、P&W社製PW1100G-JMエンジン搭載のA320neoは、初飛行を成功させた。2015年1月13日には、飛行距離を延長させたA321neoの派生型がローンチされた⁽³⁰⁾。

(4) Airbus A330

Airbus 社は、A330-300 の最大離陸重量を 242ton とした機体の組立を開始した。最大離陸重量の増加により、航続距離が最大 500nm 伸び、空力やエンジンの改良により燃料消費が最大 2%改善したとしている。この機体は、2015 年 2Q から納入される予定であり、2017 年から納入される A330neo の機体ベースにも使用される⁽³¹⁾。2015 年 1 月 13 日には、初飛行を実施している⁽³²⁾。

(5) Airbus A330neo

ファンボロー国際航空ショー期間中の 7 月 14 日、Airbus 社は Air Lease Corporation と A330neo の 25 機調達の覚書を交わし、A330neo プログラムをローンチした⁽³³⁾。

A330neo は、現在の A330 と比較して 1 席あたり 14%の燃費改善となる。航続距離も現行機に比べて 400nm 伸びる⁽³⁴⁾。Airbus 社は、A330neo への移行の為、2015 年 4Q より A330 シリーズの生産レートを現在の月産 10 機から月産 9 機に下げる計画である⁽³⁵⁾。

(6) Airbus A350XWB

ア 開発動向

A350-900 最後の試験機 MSN5 の初飛行が、5 月から 6 月に延期された。第 3 四半期に予定される認証試験へのスケジュールに影響はない。Airbus 社は、A350 は認証試験に向け順調であり、量産も進めている⁽³⁶⁾。

8 月 14 日、A350-900 での路線実証飛行テストが終了したと発表した⁽³⁷⁾。10 月中旬には、最大 370 分までのオプションを含む 180 分の ETOPS 証明を取得した⁽³⁸⁾。更に、その一か月後、FAA より型式証明を取得した⁽³⁹⁾。

12 月 13 日にツールーズにて Qatar 航空に引き渡される予定であったが、前日に小規模な技術的事項による更なる試験が必要となった。その為、引き渡しに 10 日延期され、22 日に正式に Qatar 航空へ引き渡された⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾。

イ その他

A350XWB は、A330 とパイロットの操縦資格を共通化する。これにより、パイロットが他機種に移行するためのトレーニング時間を通常よりも 65%削減し、わずか 8 日間で完了させる事が可能⁽⁴³⁾。

Airbus 社は、A350 の初号機の納入を終え、2015 年中に月産 5 機の製造レートに引き上げるよう計画。2018 年までには月産 10 機まで引き上げる事が目標⁽⁴⁴⁾。

(7) Airbus A380

Airbus 社は、A380 のエコノミークラスを 3 席-5 席-3 席に配置することは、機械工学的に見て大きな問題がなく、座席数を 7%増大させることができる見込みであるとの見解を強調した。中央に 1 席追加するために、メインデッキキャビン（下階）の使わ

れていなかったスペースを利用する。A380を大幅に変更する訳ではなく、床の高さが2インチ以内で上昇する程度であるという⁽⁴⁵⁾。

(8) Airbus A380neo

Airbus社は、最大顧客であるエミレーツ航空からA380のエンジン換装型を促され、その必要性を検討しているものの⁽⁴⁶⁾、製造するメリットを確信するには至っていない。しかし、エミレーツ航空の社長Tim Clark氏は、エンジンや空力的な改善、主翼の変更、より大きなウィングレットの採用により、経済性が8~12%改善を実現したものが出来上がると信じていると述べた⁽⁴⁷⁾。

(9) その他

11月18日に、A300をベースに開発された輸送機“A300-600STブルーガ”の後継機(A330ベース)の開発を開始した事を発表した。“新”ブルーガは5機製造され、2019年半ばのEISを計画。現在の機体は2025年までに徐々に退役する予定⁽⁴⁸⁾。

2. 3. 1. 4 その他各社の動向

(1) Sukhoi Superjet 100 (SSJ100)

10月29日、ベルギーのエアラインVLMがEUで初のSSJ100の運航業者となる事がわかった。Ilyushin Financeからリースを受け、2機を運航する。リース期間は12年となる模様で、10機の追加購入権もオプションとして保持している⁽⁴⁹⁾。

11月13日、SSJ100は離陸推力を減少した追加型式証明(STC)を取得した。このSTCにより、エンジン回転数が減少し、ガスタービンの温度が下がることからエンジンの負荷を低減させ、エンジン寿命を延長させて、機体のメンテナンスコストを抑制できる⁽⁵⁰⁾。

(2) Embraer E-Jet E2

10月17日、Embraer社は、高度金属・複合材製造センターとして設立されたポルトガルのEvora新工場でE-JetE2シリーズの最初の金属部品の製造を開始した。この部品は、ブラジルに輸送され機体組立に用いられる⁽⁵¹⁾。

(3) Bombardier CRJ

Bombardier社は、CRJ900の空力改善と軽量材料の適用により、2020年までに二桁の効率改良を目指す。既に導入された約0.5%燃費を減らす円錐形のエンジンノズルの他に、CRJ1000に採用されたカーボンブレーキにより最大400lbの軽量化を図る。また、主翼サイズと空力についての研究やラダーと水平尾翼の統合についても調査が行われている⁽⁵²⁾。

(4) Bombardier CSeries

CSeries は、2014 年 5 月末にエンジン故障があり、試験飛行を一時停止し、後日低圧タービンが原因だと示された。Bombardier 社は、この故障は修理可能であると説明し、Pratt & Whitney 社と共にエンジン故障を防ぐための新たな処置対策を加え、試験を 6 月 10 日に再開した⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾。

11 月中旬、飛行試験の最終フェーズとなる全装備を施した試験機 FTV-5 による初飛行は 2014 年中に予定されていたが⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾、2015 年 1 月時点では初飛行は未実施。

(5) COMAC C919

COMAC は、C919 の胴体フェアリングや尾翼、動翼を複合材で製造する為のオートクレーブを、上海近郊の Pudong Composite Material Centre of Shanghai Aircraft Manufacturing(SAMC)に導入した。このオートクレーブは、中国で最も大型なものとなる⁽⁵⁷⁾。2014 年の後半に全機が組み立てられる⁽⁵⁸⁾。COMAC 社は、C919 のチタン合金製のスパーを 3D プリンターで製造するため、中国内の大学と共同開発を進めている⁽⁵⁹⁾。

COMAC 社と Bombardier 社は、2012 年より C919 と CSeries のコックピットに共通性を持たせるための共同研究・設計を進めてきたが、両機種の間接的な相違点を理由にこの計画を断念した⁽⁶⁰⁾。

(6) COMAC ARJ21

COMAC 社は、CAAC から ARJ21 の型式証明を 2014 年内に取得する予定。FAA による証明は、CAAC による証明取得後から 2 年後を目標としている。COMAC 社は欧米での認証を取得し、プログラムの国際化を図りたいと考えている。

7 月中旬時点で、地上試験と失速試験を完了し、飛行試験も約 70%終了させ、証明プロセスは順調に進行中である。ローンチカスタマーである Chengdu Airline への初納入は、2015 年上期を予定している⁽⁶¹⁾。

12 月 30 日、CAAC から ARJ21-700 の型式証明を取得した。2008 年の初飛行以来、6 年間の試験を経て型式証明を取得したが、今後は FAA の認証取得が目標⁽⁶²⁾。COMAC によると、2015 年中には初号機を納入できるとのこと⁽⁶³⁾。

(7) Irkut MC-21

Irkut 社は、MC-21 初号試験機の主翼と胴体結合を 2015 年初期に完了し、2015 年末にロールアウト、初飛行を 2016 年に予定している。座席数が 160~211 席の MC-21-300 の設計は、-200 より大きな変更なく完了した。2030 年までに 1,000 機を受注すること目標とし、その内の 70%はロシア国外の航空会社への販売を目指している。また、損益分岐は 300 機で達成できるとしており、これはロシア国内の受注のみ

で達成可能であると期待する⁽⁶⁴⁾。

(8) Mitsubishi Aircraft MRJ

三菱重工業は4月8日、MRJ飛行試験機の右主翼を、飛島工場から小牧南最終組み立て工場に輸送した⁽⁶⁵⁾。5月7日には、MRJの全機静強度試験機は小牧南工場内の最終組み立て工場から技術試験場へ移動し、今後、試験機を設置するリグを組み上げ、夏には試験を開始する予定⁽⁶⁶⁾。

三菱航空機は、Pratt & Whitney社PW1200Gエンジンを納入し、6月26日に飛行試験初号機にエンジンを搭載したことを発表した⁽⁶⁷⁾⁽⁶⁸⁾⁽⁶⁹⁾。

10月18日、MRJはロールアウトし、式典を行った⁽⁷⁰⁾。12月11日、三菱航空機は、飛行試験2号機の主翼と胴体結合を完了したと発表。初飛行に向け、システム系の機能試験や性能試験を進めている⁽⁷¹⁾。25日には、全機静強度試験機の主翼上曲げ試験を実施し、機体の強度が安全に飛行する為に必要な基準を満たしていることを実証した。2015年1月13日には、県営名古屋空港にて飛行試験初号機の右舷エンジンの試験運転を実施した。この初運転により、動力系統や油圧・燃料・空調・電気系統などが機体として総合的に作動したことが確認された⁽⁷²⁾。

(9) ターボプロップ機開発動向

ア Bombardier Q400

Bombardier社は8月28日に、座席数を増加した86席仕様のDash 8 Q400をローンチカスタムであるNok Airに初納入した⁽⁷³⁾。

イ AVIC MA700

11月10日、中国のAVIC社は、フライ・バイ・ワイヤ・コントロールシステム採用のターボプロップ機としては世界初となるMA700の開発を発表した。MA700は、ATR72とBombardier Q400の利点を融合し、Q400より速度は遅いが、ATR72より速い機体とする。経済的には、Q400より優れ、ATR72と同等の機体を目指す。MA700は、MA60やMA600の派生型機ではなく新型機種となる⁽⁷⁴⁾。

(10) その他開発動向

ア Netherlands Aircraft Company Fokker 120NG

Netherlands Aircraft Company社は、Fokker100に続くFokker120NGを開発するための資金調達とサプライヤ選定を進めている。F120NGは、F100の胴体延長型であり、座席数125-130仕様となる。形状変更は主翼のみで、スパンとウイングレットが延長され、翼形状にいくつかの微調整が施される予定。F120NGは、Bombardier社のCSeriesやEmbraer社のE2と競合になる。最終組立はオランダ国内を予定し、EISは早くても2019年としている⁽⁷⁵⁾。

イ Antonov An-178

8月4日、Antonov社は、An-148及びAn-158の貨物機バージョンであるAn-178初号機の胴体組立を完了した。機体は、主翼、尾胴及びエンジンパイロン結合の準備に取り掛かっている。An-178は、An-12を含む古い機種を代替する機体として、民間機にも軍用機にも使用可能である⁽⁷⁶⁾。

[2. 3. 1項 出典(1)～(76)：各、資料3のP2014D202～P2014D277参照]

2. 3. 2 エンジン関係 ～主要各社の動向～

(1) ゼネラル・エレクトリック社と CFM インターナショナル社

a. LEAP-1A

LEAP-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。2013 年 9 月から地上試験が開始された。型式承認に向けて着氷試験を一年前倒して開始しており、エンジン型式証明は 2015 年第 1 四半期⁽¹⁾、A320neo による飛行試験は 2015 年第 3 四半期、商用運行は 2016 年の予定⁽²⁾⁽³⁾。

b. LEAP-1B

ボーイング 737MAX 向けの 28,000 ポンドのエンジンであり、CFM-7B の燃料消費より 13%改善を目指している。初号機の地上試験は 2014 年 6 月に開始された⁽¹⁾。続く 2 か月で機械的作動、ストールマージンおよび先進技術の妥当性を確認する。これらは 3D Woven Carbon Fiber ファン動翼、Twin-Annular Pre-mixing Swirler (TAPS)、CMC 高圧段タービンシュラウド、Ti-Al 低圧段タービン動翼が含まれる⁽⁴⁾。エンジン型式証明は 2016 年、商用運行は 2017 年の第三四半期を予定している⁽³⁾。

c. LEAP-1C

コマック C919 向けの推力 30,000 ポンドのエンジンであり、開発試験は-1B より先行している。10 月から LEAP エンジンファミリーとして最初の飛行試験が、GE のもつ 747 型 FTB で開始された⁽⁵⁾。型式証明は 2015 年末⁽¹⁾、商用運行は 2018 年の初めまでと計画されている⁽⁶⁾。

CFM 社は、3 つの LEAP 派生型エンジンを含む全プログラムにおいて、28 台のエンジンを用いて地上および飛行試験を行う。これまで着氷試験、横風試験、鳥打込試験、騒音試験、初期の耐久試験など 2,600 サイクル以上達成している⁽⁷⁾。

d. GE9X

ボーイング 777-8X/9X 向けに唯一供給される 105,000 ポンドのエンジンである。ファン、高圧段圧縮機への新技術および高圧段タービンへの新材料適用により、GE90-115B に対し燃費 10%減を目指す。直径 133.5 インチのファンは、これまで開発されたターボファンエンジンでは最大であり、より高い推進効率を得るため 2013 年当時の 132 インチ径からより大きいサイズへ変更されている。また、推力は現在の GE90-115B よりも少ないが、コード幅を 5.5 インチ広げられたファン動翼はよりスウェプトした翼形状が採用され、翼枚数が 22 枚から 16 枚へと大幅に削減されている。

2016 年にエンジン試験開始、ボーイング 747 を用いた飛行試験は 2017 年。翌年には 777-9X の初飛行が計画されている。

①ファン動翼の開発状況

新しい複合材とチタンから鉄合金に変更された金属製リーディングエッジシースが適用され、強度を維持しながら翼リーディングエッジ厚の低減が図られている。なお、現在、1/5 から 1/6 スケールの動翼の試験が、ボーイング社の Universal propulsion system (UPS)で行われている。試験リグは、ファン出口案内翼とコアを模擬した Booster を持ち、エンジンと同じ代表的な周速で試験が行われる。最初の試験は、GEnx ですでに性能・特性が確認されている 18 枚の翼の検証のために行われ、続いて 2 種類の空力特性をもつ GE9X ベースの 16 枚翼が試験される。これらの翼は異なる形状・空力特性を持ち、Fan/OGV と組み合わせて空力特性、Operability、横風試験に供試される。これまで、エアロメカ、Operability のデータは得られており、ファン騒音データを取得しどちらかを選定する。最終的に設計された翼を用いて再度衝撃試験を実施する計画となっている⁽⁸⁾。

②高圧段圧縮機開発状況

GE9X の 11 段高圧圧縮機翼の 80%スケールの試験が、今年後半にも計画されている。これまで、強度および性能は確認し、圧縮比 27 : 1 の実現性が示されている。次の段階として、前段には微妙な変更が加え、性能改善に向けたさらなる最適化が行われる。

③新材料の適用

GE9X の圧縮比は、GE90-115B の圧縮比 19:1 およびタービン入口温度が約 100° F 上昇した GEnx-1B の 23 : 1 に対しても高いため、高圧段圧縮機最終段および高圧タービン初段ディスクには新合金が適用される。また、CMC が初段静翼、シュラウド、同様に 2 段静翼に適用される。CMC は燃焼ライナーにも適用されることが計画されており、今年末に GEnx の開発エンジンに GE9X 形態の燃焼器ライナー、タービンシュラウド、ノズル部品が適用され試験が行われる。フルスケールの部品試験は、2016 年の GE9X 初回エンジン試験に先駆けて、2015 年の GEnx-1B エンジン試験にて評価される⁽⁶⁾。



図 2.3.2-1 GE9X Engine⁽⁹⁾

e. GEnx-1B, GEnx-2B

ボーイング 787 と 747-8 向けの推力がそれぞれ 74,100 ポンド、66,500 ポンドのエンジンである。GEnx-1B は性能改善型の PIP1 (performance improvement package 1) において、LPT 翼を再設計することにより約 1%の燃料消費率の改善を達成した。さらに、PIP2 の開発では主に高圧段圧縮機翼を見直し、更なる約 1%の燃料消費率の改善を行った。PIP2 において、ファン径の拡大し推力も 78,000 ポンドに増強され 787-10 への搭載も可能となった。現在、GE は 80,000 ポンドへの推力増強を検討している。

GEnx-1B は、熱帯地域の高空で生成された小さな氷晶がエンジンに吸込まれダメージを引き起こす Ice Crystal Icing (ICI) に見舞われた。その対策として、圧縮機の前部にあるブリードバルブの制御を変更し、翼に着氷する状態になるとバルブを開き、バイパスに吸い込ませる対策を適用した。現在、ICI が発生し得る地域での高度制限が与えられているが、2015 年 2 月にその高度制限が緩和された⁽¹⁾⁽¹⁰⁾。

f. Passport

ボンバルディアのグローバル 7000/8000 向けの推力 16,500 ポンドのエンジンである。複合材ファンケース、18 枚のチタン製ブリスクの一体型 52 インチ径フロントファン、シリコンカーバイド系 CMC 製の高圧タービンシュラウドほかの新技术が適用される。また、排気ミキサー・排気センターボディ・コアカウルの 3 部品には、GE が 80 年代から研究しているオキサイド/オキサイド CMC が民間エンジンに初めて採用される。

2015 年の飛行試験に向けて、異物吸込み試験や耐久試験が行われている。コアエンジンおよび 4 台の開発エンジンが組み立てられ、これまで 700 時間、250 サイクル以上の試験が行われた。2016 年の商用運行までに 4,000 時間と 8,000 サイクルの試験も

しくは 10 年間の運行に相当する運転を計画している (2)(11)。



図 2.3.2-2 Passport20 に適用されるオキサイド/オキサイド CMC⁽¹²⁾

(2) プラット&ホイットニー社

a. PW1100G-JM

エアバス A320neo 向けのエンジンである。これまで推力 33,000 ポンドであったが、5 月に A321neo 向けに推力 35,000 ポンドの PW1135G-JM の追加が公表された⁽¹³⁾。JAEC と MTU が開発に参画しており、CFM56 との比較で 15%燃費低減を目指している。目標 15%のうち 4-5%をギアードターボファン (GTF) 機構で改善し、残り 10-11%をその他の技術で改善する。9 月に A320neo の初飛行が行われ、12 月にはエンジン型式承認を取得した。2015 年第 4 四半期に商用運行の予定である⁽⁶⁾。

なお、すべてのギアードターボファンエンジン (GTF) ファミリーにおいて、これまで、2,000 時間の飛行試験、26,500 サイクルの試験を含む 13,500 時間以上の試験を達成している⁽¹⁴⁾。



図 2.3.2-3 PW1100G-JM Engine⁽¹⁵⁾

b. PW1400G-JM

イルクート MC-21 向けの PW1100G-JM をベースとした推力 31,000 ポンドのエンジンである。PW1100G-JM で行われる試験多くは PW1400G-JM にも適用され、PW1400G-JM 固有である擬装やハーネス類の構造健全性を確認するための作業も明確になっている。2015 年に飛行試験が開始され、2017 年に商用運行の予定⁽⁶⁾。

c. PW1500G

ボンバルディアの CSerise 向けの推力 23,300 ポンドのエンジンである。CSerise 機は GTF エンジンが搭載される初めての航空機となる。燃料消費率を 20%改善し、ノイズ ChapterIV 規制値に対して 20dB 減、排出物大幅削減を目指している。

2013 年 2 月にカナダ航空局から型式証明を取得し飛行試験を開始した。2014 年の商用運航を予定していたが、5 月 29 日に CS100 型の初号機 FTV-1 の地上運転中に低圧段タービンの Uncontained 破損が発生した。破損後の調査では、オイルシールからの漏れにより低圧タービンのベアリング周りの潤滑油が減少したことが引き金になり、破損に至ったとされる。オイルシステムに問題があり、その改修と妥当性を確認するための試験が行われた。低圧タービン自体の設計変更は行わず、変更はマイナーな 1, 2 の部品に留まるとのこと。エンジンの心臓部であるギアシステムは、専用の潤滑・冷却システムがあるため、今回の事象の影響はなく試験を通じて確実に作動しているとしている。FTV-2 による飛行試験が 9 月に再開されている⁽⁶⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。

d. PW1200G

三菱航空機 MRJ 向けの推力 17,000 ポンドのエンジンであり、燃費、ノイズ、排出物低減を目指している。開発日程は 2013 年 4 月に地上試験が開始され 150 時間耐久試験も完了し、2014 年後半に型式証明が取得される。飛行試験用のエンジンは 6 月に出荷され、初飛行は 2015 年に予定されている。

g. PW1700G, PW1900G

エンブラエル E-ジェット向けの推力 23,000 ポンドまでのエンジンであり、それぞれ E175-E2, E190/195-E2 に搭載される。PW1900G は、推力 23,000 ポンド、バイパス比 12 : 1 のエンジンであり、PW1700G は推力が 17,000 ポンド、バイパス比 9 : 1 である。PW1900G は、2015 年に地上試験が開始され、PW1900G を搭載した E190/195-E2 は、それぞれ 2018 年および 2019 年に商用運行の予定。PW1700G を搭載した 175-E2 は、2020 年に商用運行の予定である⁽¹⁸⁾。

h. PW800

ビジネスジェット Gulfstream G500 /G600 向けにプラットアンドホイットニーカナダ社が開発を進める推力 16,000 ポンドクラスのエンジンである。PW1000G と共通

のコアを持ち、新規の低圧段スプールが採用される。PW800は、ギヤードファンエンジンではないが、高高度により早く到達できる長距離ビジネスジェット用に最適化されている。中実チタンファン動翼が採用され、ファン径50インチ、バイパス比は約5.6:1となる。エンジン試験は、2012年4月に開始され、自社のボーイング747SPによる飛行試験が2013年4月に開始された。そして、2015年2月末にエンジン型式承認を取得した⁽¹¹⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾。

(3) ロールス・ロイス社

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り、787-10への搭載を目指している。トレント1000-TENは、XWBの実績および同社のAdvance technologyプログラムからの技術が導入されている。先進のシール、新たなファンケース加工システム、トレントXWBから改善されたディスク構造など、新たに取り入れられたいくつかの初期実証は完了している。パイプやハーネス類が織り込まれたファンケースの外観は非常に洗練されている。

新規の8段中圧圧縮機、6段高圧圧縮機はXWBエンジンからの派生であり、高圧圧縮機の前3段はブリスクリュ化が行われている。当初、これらはNewac (European New Engine Core Concept)プログラムで試験されたとのこと。なお、高圧段タービンは、効率向上のため、この新しい圧縮機とのマッチングが行われている。さらに、高圧圧縮機からの抽気を制御するシステムが付加され、効率良く高圧タービン全体を冷却する。2015年の終わりまでにエンジン型式証明取得の予定である⁽⁶⁾。

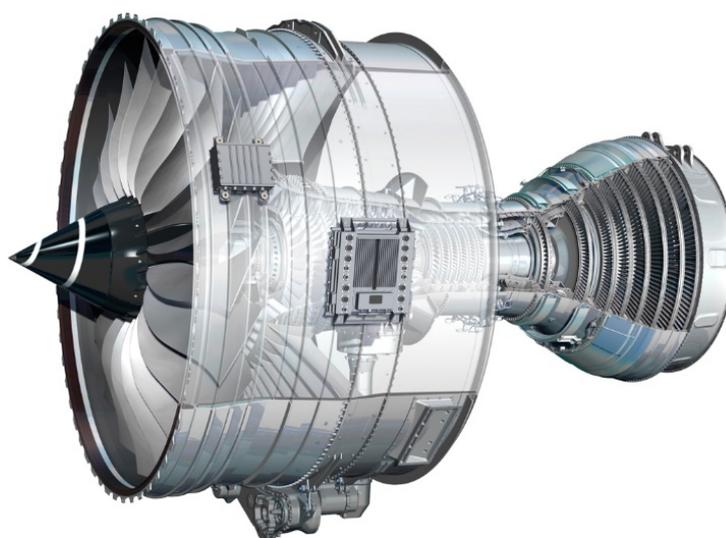


図 2.3.2-4 Trent 1000-TEN⁽²¹⁾

b. トレント XWB-84, -97

トレント XWB-84 は、エアバス A 350 XWB-800,-900 向けの推力 84,000 ポンドのエンジンであり、トレント XWB-97 は、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る。

XWB-97 の基本寸法等は-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、5%コアが拡大され耐熱化が施されるとともにシュラウドレスの高圧段タービン動翼が適用される。ファン動翼は 6%回転速度を増すとともに、Platform の流路形状や Tip におけるねじり角が見直されている。高圧段圧縮に関しては、前 3 段がブリスク化されている。ファンに関しては、XWB-84 を用いたエンジン試験において、高回転で試験され推力 100,000 ポンド以上得られることが確認されている。また、動翼先端隙間制御と冷却システムを導入したシュラウドレス高圧段タービンの実証試験が、XWB-97 の試験に先駆け実施された。2014 年 7 月には地上試験が開始され、2016 年中頃に機体飛行試験が予定される。就航は 2017 年中頃を目標としている⁽⁶⁾⁽²²⁾。

c. トレント 7000

推力 68,000-72,000 ポンドの A330-800neo および-900neo に独占的に供給される新開発のエンジンである。ロールス・ロイス社は、トレント 1000-TEN をベースに平均 5-6 年かかるエンジン開発期間を半分にする計画である。ファン径は 112 インチでありバイパス比は 10 : 1、全体圧力比は 50 : 1 となる。現在のトレント 700 に対し燃料消費率は 10%改善する。新型エンジンは 2015 年に運転開始し、ロールス・ロイス社の持つボーイング 747 を用いた飛行試験を 2016 年に実施する。型式承認は 2017 年の第 1 四半期を目指す⁽¹⁶⁾。

[2. 3. 2 項 出典 (1) ~ (22) : 各、資料 3 の P2014D278~P2014D299 参照]

2. 3. 3 装備品関係

航空機装備品に関する技術研究開発動向は、これまでと同様、航空機の電動化、ICT (Information and Communication Technology) 化に関連した事項が目立つ。

(1) 学会、国等のプログラム動向

2014年9月に開催されたSAE 2014 Aerospace Systems and Technology Conferenceでは、アビオニクス、ヘルスマニタリング、電源システム(Liイオンバッテリー、燃料電池等を含め)、エネルギー・熱制御、電動アクチュエータ、照明、降着システムソフトなど、航空機装備品(特にMEA化関連)の、より広範な発表がなされた。一方、2015年1月に開催されたAIAAのSciTech Forumでは、デジタル・アビオニクスやビックデータに関する発表がなされたが、全体としては装備品関連の報告は限られていた。

EU Frameworkプログラムの「Horizon2020」においては、航空機装備品は「Systems & Equipment」、「Avionics」として取り上げられており、特に「Systems & Equipment」にフォーカスが充てられている。「Horizon2020」では「Smart Green and Integrated Transport」という目標をかかげ、FP7で実施された「Clean Sky」プログラムなどが継続される。具体的には「Actuation 2015」や「EBREAK COMPS」などがあげられる。前者は航空機システム向けの電動アクチュエータ(EMA)の開発、評価、標準化、モジュール化を目的としたプログラムで、後者は将来エンジンのサブシステム開発に焦点をあてたプログラムである。この他、クランフィールド大学等によるインテリジェント・アイス・プロテクション・システムの研究や、ミュンヘン工科大学、TUベルリン等の、考えることで航空機を操縦可能とする技術開発などが報告されている。なお、EU Frameworkプログラムでは、これまでSCARLETT(第1世代のIMG: Integrated Modular Avionics)、SAFEPEM(電源モジュール)、MOET(電気システムの標準化)、DRESS(ノーズギアの電動化)などのプログラムが実施されてきた。

NASAでは自律化技術の研究が進められており、次世代管制システムとの組み合わせやICTを活用した技術に関連して人材育成の重要性が指摘されている。

日本国内では経済産業省の航空機用先進システム基盤技術開発で、装備品に関連した研究開発(先進操縦システム、電源等)が行われている他、航空機・エンジン電動化システム研究会やメーカ等で電動化に関連した取組みが進められている(空調システム、電源等)。

この他、英国の検死官裁判所は航空機機内の空気質環境の問題についての報告を行っている。

(2) 民間における技術開発動向

民間における航空機装備品の主なトピックとしては、主に下記の技術開発・製品等

がある。いずれも電動化、ICT化に関連した内容となっている。

- ・次世代ヘリコプター・コクピット (Thales)
- ・アクティブ・コントロール・サイドスティック・システム (Sagem)
- ・電源システム : MPT : Modular Power Tiles (GE Aviation/GE systems)
- ・電動タキシング技術 (Honeywell/Safran : EGTS Electric Taxiing System)
- ・電動アクチュエータ (Saab)
- ・機内コンソール操作等へのウェアブル・デバイス (Honeywell)
- ・IFE (In Flight Entertainment) システム (Lumiexis、Gogo Inflight、Lufthansa Systems)
- ・IFE システムの拡張 (データ・モニタリング) (Panasonic)
- ・シート (熱可塑性樹脂の適用) (TenCate)

(3) IoT化の動向 (Industrial Internet)

航空機装備品では電動化、ICT化が今後の重要な方向性となってくるが、このことは航空機の運航や航空機装備品メーカーのビジネスを大きく変える可能性がある。

電動化 (MEA化) が進むことで航空機装備品の信頼性向上や、モジュール化もまた進展することが考えられ、このことで航空機の運航や整備 (MRO: Maintenance Repair Overhaul) に変化が生じつつある。既に主要航空機メーカーやエンジン・メーカーで実施しているモニタリング・サービスにより顧客のメーカーへの依存が増し、メーカーが顧客を囲い込む状況が生まれつつある。また、モジュール化の進展で、装備品修理はモジュールの交換という形態が増え、結果、航空会社は交換用モジュールを多く持たなければならなくなる。そして、この負担を減らすために航空機装備品メーカーによる顧客への補用品リースへの展開が見られる。そして、電動化やICT化により装備品全体をインテグレートするスーパーTier1による業界再編が進み、既に UTAS (UTC Aerospace Systems) や Safran 等の例がみられる。

こうした中、ビジネス全体をインテグレートする技術動向として注目されるのが、GEが提唱している Industrial Internet に代表される IoT (Internet Of Things) である。Industrial Internet ではバリューチェーン全体を ICT でカバーして、より高い付加価値を顧客に提供して顧客を囲い込み、収益性向上を目指している。このアプローチはより付加価値の高いアフターサービスに注力して収益性をあげようとする従来のアプローチとは異なる。

例えば、GEではエンジンの MRO やモニタリング・サービスだけでなく、顧客にとって最適な航空機の運航を提案することで、自社のエンジン、装備品の競争力が高めようとしている。同様な考え方はドイツの Industry 4.0 でも見られるが、こちらはバリューチェーン全体と言うよりは、主に製造 (生産・量産) に焦点をあてて、設計・製造、サプライチェーンの可視化を実現しようとしている。そして、より競争力の高い産業クラスターの構築・最適化に焦点をあてている。いずれも、航空機装備品だけ

ではなく、航空機製造やその他の製造業のビジネスモデルに大きな影響を与えるプラットフォーム技術として注目される。

特に装備品の視点からは、装備品の運用状況や故障（予兆発見も含めて）を自動的にモニタリングするためのセンサや、取得したデータ（ビックデータ）の分析手法（アルゴリズムやソフトウェア等）を考えた装備品開発・商品化、さらにはシステム化が、より重要となってくると考えられる。

なお、GEのIndustrial Internetのコンセプト、Industrial Internetがカバーする領域（エンジンだけでなく、航空機、運航、空港・管制などのすべてを対象とする）を示す⁽¹⁾。

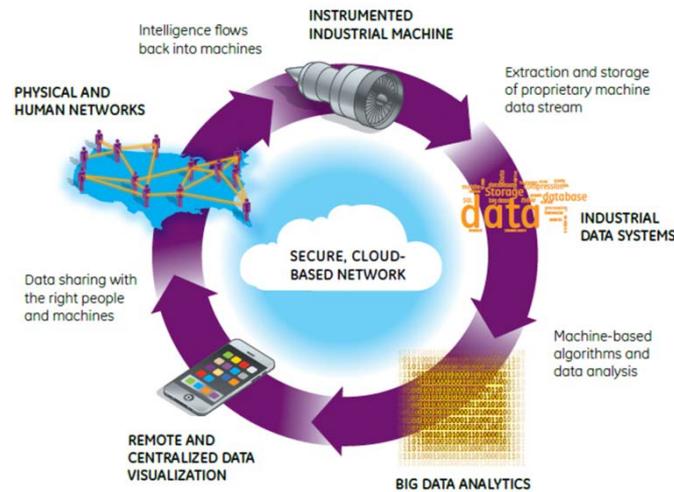


図2. 3. 3-1 GEのIndustrial Internetのコンセプト⁽¹⁾

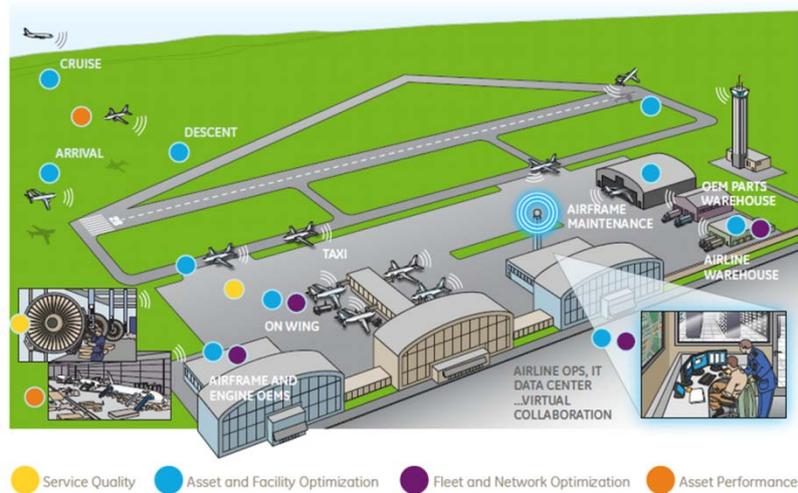


図2. 3. 3-2 Industrial Internetのカバー領域⁽¹⁾

[2. 3. 3項 出典(1) : 資料3のP2014D300参照]

2. 3. 4 航空システム、航空管制関係

2013年9-10月に開催された第38回ICAO総会において、航空交通の高度化のためのロードマップである世界航空交通計画（GANP, Global Navigation Plan）が改訂され、技術開発状況に応じて段階的に高度化を進めるための施策集としてASBUs（Aviation System Block Upgrades）が導入された⁽¹⁾。米国、欧州、日本では、ICAOによるこれらの指針/構想や技術開発の進展を反映して将来航空交通システムに係る計画の見直しが行われている。

(1) 米国

米国FAAはNextGen（Next Generation Air Transportation System）プログラムに関して「NextGen: Update 2014」⁽²⁾を発行し、2015会計年度末（2015年9月）までに基盤インフラを構築し、初期の一連の業務改善を達成する計画であるとして、その内容をこれまでの技術実証成果とともに紹介している。

(2) 欧州

欧州のSESAR（Single European Sky ATM Research）プログラムでは、2015年6月までにEuropean ATM Master Planを改訂することを表明している⁽³⁾。また、SESAR Joint Undertaking（SJU）は、プログラムの効果をより広く知らしめるために15の大規模実証プロジェクトを選定し、その準備を進めている⁽⁴⁾。プロジェクトは2つのカテゴリに分けられており、多様な実運用環境下においてSESARのソリューションを試験するため、2016年までの間に欧州全域の様々なATM関係機関の力を結集して行われる。

カテゴリ 1：Pilot Common Project（SESARの初期の成果で大規模に展開可能なATM機能群）をより広く展開するための道を拓くプロジェクト

- Free Solutions [ENAV]
- Integrated SESAR TRials for Enhanced Arrival Management(iStream) [DSNA]
- Optimised Descent Profiles [Deutsche Flugsicherung]
- Providing Effective Ground & Air Data Sharing via EPP (PEGASE) [Airbus]
- TOPLINK – L1 [Thales Air Systems]

カテゴリ 2：中小規模の空港と、それを利用するビジネス/ジェネアビ機（回転翼機を含む）を対象とするプロジェクト

- Augmented approaches to land (AAL) [NetJets Transportes Aéreos]
- Budapest 2.0 [Pildo Consulting SL]
- European – Connected Regional Airport (ECRA) [Airbus Defence & Space]

- Electronic Visibility via ADS - B (EVA) [NATS (En Route)]
- PBN Rotorcraft Operations under Demonstration (PROuD) [IDS]
- Remote Airport Concept of OperatioN (RACOON) [ENAV]
- Remote Towers [IAA]
- Remote Tower Operations (RTO) [Luchtverkeersleiding]
- RNP Implementation Synchronisation in Europe (RISE) [Airbus Prosky]
- TOPLINK – L 2 [Thales Air Systems]

(3) 日本

我が国の将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS, Collaborative Actions for Renovation if Air Traffic Systems）に関しても、2014年3月に開催された「第4回将来の航空交通システムに関する推進協議会」において、GANP/ASBUsの分析とともに6件の施策に対して内容・ロードマップの見直しが示された。また、平成26年度の主要な取組みとして以下が挙げられている⁵⁾。

- 1) 首都圏需要増を見据えた空港面の運用向上に係る先駆的な取組の検討
 - ・ 東京オリンピックなど首都圏空港の今後の需要増加も見据え、特に羽田・成田など飛行場面の運用改善を目指す様々な施策導入を検討
 - ・ 上記を実現するためには関係者による協調的意思決定が重要であることから、SWIMの考え方を導入した情報共有の枠組み等、先駆的な取組を検討
- 2) GNSS 及び関連施策に係るロードマップの見直し
 - ・ GBAS・SBAS・ABAS等の施策全般のロードマップを見直すとともに、特にGBASについては導入に係る検討も並行して実施
- 3) 混雑空港・空域における効率的な飛行方式・空域設定の導入の検討
 - ・ 首都圏空港・空域における管制処理能力の拡大に向け、PBN展開などの検討を加速
- 4) Mini Global Demonstration の実施
 - ・ 世界的な航空交通情報の情報交換ネットワークのデモンストレーションに参画し、技術的知見を獲得しつつ、本取組への各国の理解増進など国際的に貢献
- 5) CARATS における主要な取組のフォローアップの開始
 - ・ ICAOの世界航空交通計画による国際的に協調した枠組みに沿って、個々の施策の進捗管理を導入
- 6) 低高度RNAV経路の設定、評価
 - ・ 低高度RNAV経路について評価運用(大島-八丈島ルート)をしつつ、順次経路を拡大
- 7) 大学等における研究開発の裾野拡大
 - ・ 大学等に出向き、交通管制分野全般の理解の醸成を図る仕組みを構築

「大学等における研究開発の裾野拡大」に関しては、航空局交通管制部の所有するデータの外部提供について、その方針が平成 25 年度に検討された。この方針にもとづいて、平成 26 年度には国内定期航空便データ（公開に支障が無く研究に汎用性の高いデータに限る）等が公開される予定である。

<電子航法研究所（ENRI）の取組み>

ENRI の取組みに関しては、平成 26 年度講演会（テーマ：次世代運航を切り開く ENRI の技術）⁽⁶⁾において、ICAO GANP の改訂、機上アビオニクス⁽⁶⁾の進歩・普及、航空交通管理における地上主導から空地協調の流れ、航空需要の強さなどを反映した「研究長期ビジョン」の見直しについて紹介された。研究ロードマップ（案）には、4 つのプロジェクト型研究分野として

- 機上情報活用による航空交通最適化技術
- 軌道ベース運用（TBO）による航空交通最適化技術
- 空港面及び空港周辺の運航効率化技術
- 高度情報通信による運航効率化技術

が、基盤的開発研究分野として

- 安全性及び ATM パフォーマンス評価技術
- 電波資源対応技術（電波干渉、電波伝搬解析など）
- ヒューマンエラー低減管理技術及びヒューマンファクタを考慮した運航・管制方式

が示されている。

<宇宙航空研究開発機構（JAXA）の取組み>

JAXA では、次世代運航システム（DREAMS）プロジェクトとして、CARATS の施策を実現するための 5 つの技術課題；「気象情報技術」、「低騒音運航技術」、「高精度衛星航法技術」、「飛行軌道制御技術」、「防災・小型機運航技術」に関する研究開発を行っている。平成 27 年までに技術実証・評価を実施し、国際規格団体への提案や民間企業などへの技術移転を進める計画となっている⁽⁷⁾。

[2. 3. 4 項 出典 (1)、(5) : 各、資料 1 の P2014D018、P2014D019 参照]

[2. 3. 4 項 出典 (2) ~ (4) : 各、資料 3 の P2014D301~P2014D303 参照]

[2. 3. 4 項 出典 (6)、(7) : 各、資料 3 の P2014D385、P2014D386 参照]

2. 3. 5 無人機、飛行制御関係

国内外で無人機の民生利用に対する関心が高まっている。国内では空撮や農薬散布等において既に利用されているが、近い将来にも橋梁検査、精密農業、山火事監視、配送、パイプライン監視等の用途に実用化される可能性がある。しかしその障壁となっているのが制度の不備である。特に一般空域（非分離空域）における運用ルールや関連法規・基準の整備が最大の課題となっている。本項では、無人機の一般空域での運用（空域統合）を可能とするために ICAO、米国、欧州で進められている取組みについて紹介する。

(1) ICAO

ICAO では 2007 年から UASSG (Unmanned Aircraft System Study Group) を設置して無人航空機（遠隔操縦航空機システム）を既存の航空交通システムに統合するための検討を進めてきた。2014 年 11 月には RPAS (Remote Piloted Aircraft System) Panel に格上げして議論を継続し、2015 年中にガイダンス資料（RPAS マニュアル）の正式発行、2018 年までに関連する SARPs の改訂を行う計画である。

(2) 米国 FAA

米国 FAA は、2012 年に議決された FAA Modernization & Reform Act 2012（近代化及び再構築法）を受け、公的な用途に限定される現在の特別許可（Certificate of Authorization or Waiver(COA)または Special Airworthiness Certificate）に代わり商用目的の定常的運用を可能とする新しいルール/基準の制定を進めており、2014 年 8 月までに小型無人機に対する規則を先行して制定し、2015 年 9 月までに空域統合を実現することを目指している。2013 年には安全かつ効率的に空域統合を進めるための取組みと課題を示したロードマップを発行するとともに、無人航空機の研究・試験サイトを運用する 6 機関を選定したところであるが、2014 年には無人航空機システムの空域統合に関する研究拠点 (COE) を設置すべく大学に対して提案募集を開始した⁽¹⁾。COE 設置の目標は研究分野における産学官の費用分担を含む連携 (cost sharing relationship) を構築することである。研究対象は、UAS の空域統合に必要とされる短期/長期的技術課題として、Detect and Avoid(DAA)、Control and Communications(C2)、ATC 相互運用、操縦者の訓練・認証などに関する基礎～応用研究であり、飛行実証には前年に選定した 6 箇所の試験場の活用が期待される。研究資金は関連する政府機関や企業から供与されるほか、FAA も今後 10 年間、年 50 万ドル以上を拠出する予定とされている。

一方、FAA は個別案件に対する商用利用の認可も進めている。2014 年 6 月にはエネルギー企業 BP と AeroVironment 社製の小型 UAS 「Puma AE」に対してアラスカでの調査飛行を許可した⁽²⁾。前年(2013 年)には北極海での洋上飛行に限定した型式証明

を Puma AE と Insitu 社製 Scan Eagle に対して発行していたが、今回はこれを陸上飛行に拡張したもので、商用 UAS の陸上飛行に対する初めての承認となる。また、小型無人機によるテレビ・映画撮影についても複数の許可を発行している⁽³⁾。

そして 2015 年 2 月、FAA は小型無人航空機の安全基準案の告示(Notice of Proposed Rulemaking, NPRM) を行った⁽⁴⁾。対象とするのはホビー用途を除く 55 ポンド以下の小型無人航空機で、運用者の視程範囲内での飛行に限定するもの。有人地帯（第 3 者の上空）での運用、夜間の運用を禁止しており、その他に飛行高度や速度、空域、視程などの運用条件も規定している。また、運用者（操縦者を Operator と呼ぶ）の資格認定や責務（事故報告や飛行前点検等）を規定している。機体に対して耐空証明は要求していないが、整備・検査や登録、表示等を規定している。同案では 4.4 ポンド以下の超小型無人機（micro UAS）に対してより柔軟な枠組みを検討することにも言及しており、60 日間の意見募集を行っている。

(3) 米国 NASA

NASA は、FAA、NOAA の協力を得て、管制サービスが提供されない低高度の空域（Class G）で無人機を運用するため運航管理システム（Unmanned Aerial System Traffic Management、UTM）の検討に着手している⁽⁵⁾⁽⁶⁾。空域管理のほか、地形・人工物との衝突や悪天候の回避、他機とのセパレーション維持、承認されていない機体の排除などを支援する機能によって、低高度における安全な UAS 運用を図るもの。産学官連携のもと、5 年以内に安全性を実証し、10-15 年後には増加する需要にも対応した安全かつ効率的な無人機の運用を可能にすることを目指している。

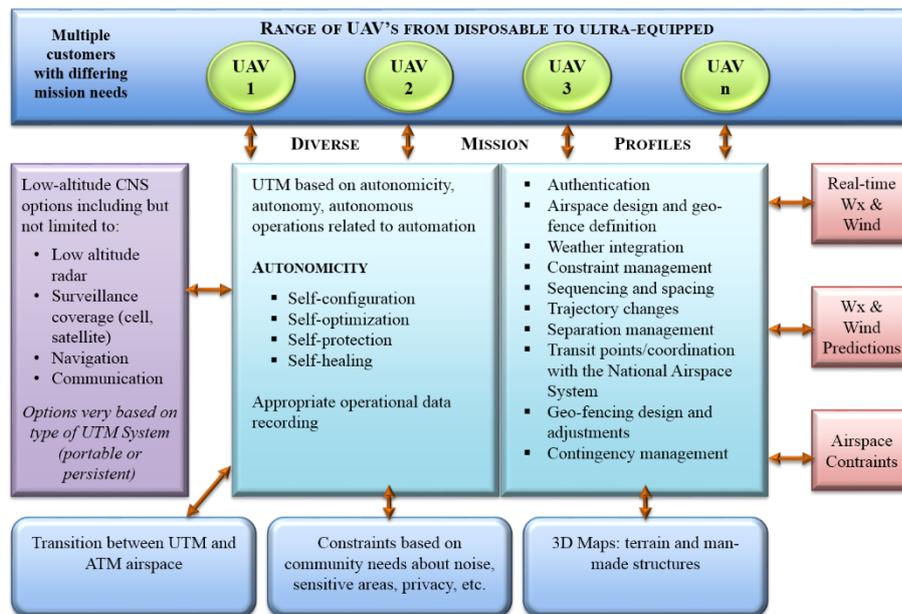


図 2. 3. 5 - 1 UTM の機能⁽⁵⁾

(4) 欧州 ; SESAR RPAS Demonstration Projects

欧州(EC)では、EASA、EUROCONTROL、EUROCAE、SESAR JU、JARUS 等の主要関係機関から成る European RPAS Steering Group(ERSG)によって 2013 年 6 月にロードマップが制定され、2016 年からの空域統合に向けた取組みが進められている。SESAR JU では無人航空機の空域統合に関する実証プロジェクトを公募し、9 件を採択した⁽⁷⁾。

実証プロジェクトの目的は、複数の無人機／有人機が飛行する非制限空域にどのように無人機を統合するのか、既存の運用方法や技術をもとに、その実現性を探索して課題を抽出すること。運用コンセプト・手順を定義し、シミュレーション及び飛行実証により評価を進めている⁽⁸⁾。



図 2. 3. 5 - 2 Stakeholder locations⁽⁷⁾

RPAS 0.1 - Demonstration Activities for Integration of RPAS in SESAR (DEMORPAS)

非常手順や離着陸手順、オペレータへの影響、通信等の評価などを行う。飛行実証は小型無人機「Sistema Integrado de Vigilancia Aérea (SIVA)」及び「Light Observation Aircraft (LOA)」と OPV「Stemme S15」を用いて軍民共用空港で実施。参加機関は、ISDEFE Consortium、AENA、INTA、CRIDA、FADA-CATEC。

RPAS 0.2 - Integration into non-segregated ATM (INSuRE)

CPDLC、ADS-B、TCAS にもとづく回転翼無人機の運航管理、オペレータ及び管制官のワークロードの評価等を行う。MTOM150kg の回転翼無人機「SD-150 Hero」を使用。IDS Ingegneria Dei Sistemi (取り纏め、シミュレーション、実証方法)、Sistemi Dinamici (RPAS 開発・運用)、Air Navigation Services of the Czech Republic (航空管制業務) が参加。



図 2. 3. 5 - 3 無人機、オペレータ I/F、管制シミュレータ (8)

RPAS 0.3 - RPAS ATM Integration Demonstration (RAID)

標準的な運航手順による非制限空域への進入や、DAA 技術、C2 リンクのセキュリティ等について評価する。シミュレーションはイタリア-マルタ間、飛行実証にはマルタの空域を使用。CIRA(取り纏め)、Deep Blue、Nextant、Nimbus、University of Malta、Malta Air Traffic Services が参加。

RPAS 0.4 - Mediterranean ATM Live Exercise (MedALE)

MALE/Tactical/Light 無人機と航空管制とのネットワークを模擬してアドホックな運航手順や耐空性ルールを実証する。Alenia Aermacchi による MALE 無人機「Sky-Y」等を使用してイタリアで飛行実証を行う。Alenia Aermacchi (取り纏め、Sky-Y MALE UAV)、Selex ES (Falco Tactical UAV)、Nimbus (C-Fly Light UAV)、ENAV (ATC)、Thales Alenia Space Italia (衛星通信) が参加。

RPAS 0.5 - Testing Emergency Procedures in Approach and En Route Integration Simulation (TEMPAERIS)

中規模・中密度空港のターミナル管制区における低速無人機 (MALE) の通信/操作遅延の影響や通信途絶時の運用を評価する。飛行実証は Airbus Defence & Space (旧 CASSIDIAN) が OPV 化した Beech 58 を用いて Bordeaux-Merignac 空港で実施。DSNA (取纏め及び管制シミュレーション)、Airbus ProSky (プロジェクト文書)、STERIA (実証方法)、ENAC (運用コンセプト) が参加。

RPAS 0.6 - Operational Demonstration of RPAS in European Airspace (ODREA)

IFR 飛行計画発行や RNAV 標準計器による出発/到着、中規模民間空港における運用などを幅広く評価する。飛行実証は SAFRAN/Segam による 1t クラスの滞空型無人機「Patroller」に協調/非協調センサを統合した DAA システムを搭載し、フランス Toulouse - Blagnac(LFBO)国際空港とジェネアビ用飛行場とを使用して行う。Rockwell Collins (とりまとめ)、ENAC (運用手順)、DGAC-DSNA (シミュレーション) が参加。

RPAS 0.7 - Civil Airspace Integration of RPAS in Europe (CLAIRE)

管制官-無人機オペレータ-無人機（機体）における 4-D 軌道情報の交換、管制ワークロードの評価等を実施し複数無人機の飛行による空域容量への影響や限界を確認する。飛行実証には D&A 機能をもつ Thales の無人機「Watchkeeper」を使用し、ATC シミュレーションは NLR と NATS が担当。英国とオランダで実施。



図 2. 3. 5 - 4 無人機、ATM オペレーション (8)

RPAS 0.8 - ATM Innovative RPAS Integration for Coastguard Applications (AIRICA)

軍の ATC により BVLOS 飛行を行い、北海での沿岸警備ミッションを実証する。「FALCON」オートジャイロ OPV にモード S/ADS-B による DAA システムを搭載し、オランダ De Kooy 空港を使用。参加機関は NLR（取纏め）、Netherlands Coastguard（オランダ沿岸警察、ミッション担当）、Glasemann Systems GmbH（RPAS 担当）、RNLAf（オランダ空軍の運用部門、ATC/ATIS 担当）。

RPAS 0.9 - Activities on RPAS Integration Assistance and Demonstration for operations in Non-segregated Airspace (ARIADNA)

飛行性能が低く空域も制限される無人機に対する SBAS 進入/着陸ならびに ADS-B 技術と ATC レーダデータを用いた Ground-Based Situational Awareness System (GBSAS) コンセプトを回転翼及び小型無人機を使用して実証する。Indra Sistemas、AENA、CRIDA、FADA が参加。

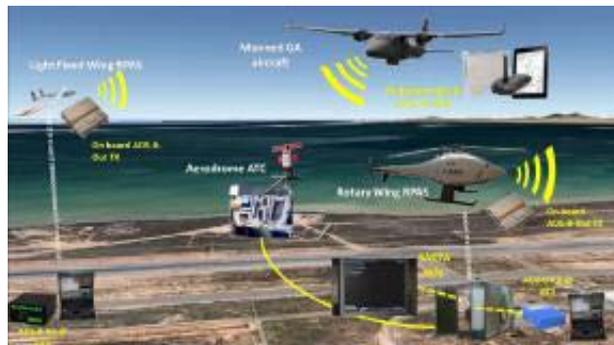


図 2. 3. 5 - 5 実証コンセプト (8)

[2. 3. 5 項 出典 (1) ~ (8) : 各、資料 3 の P2014D387~P2014D394 参照]

第3章 その他資料の分析

3. 1 関係団体の刊行物における動向情報

3. 1. 1 平成26年度航空機関連動向情報

(1) 平成26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26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、A320neo型機や737MAX型機のエンジン換装型派生機の開発、並びにA350XWB型機の開発、787派生型機（787-9、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。本年9月に飛行再開したC-Seriesを始めとし、初飛行が近づいたリージョナルジェット（MRJ、E-Jet、C919）およびその搭載用エンジンの開発動向も話題となっている。

また、アジア・中東地域を中心とした航空需要の旺盛な伸びと共に、高止まりから急落した燃料価格がいつまで低水準にまるか不透明であり、航空各社の低燃費航空機へのフリート更新意欲から、エアバス、ボーイングとも受注残が増加しており、平成25年に引き続き生産レート引き上げに奔走していることも報じている。

(2) 平成26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26年度は、以下の解説事項6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 「航空機の冬期運航における課題と解決に向けた研究の取り組み」⁽¹⁾

航空機の冬期運航における課題を示すと共に、航空機の設計・運航における安全性の要求ならびに冬期運航における安全性維持や運航効率向上に向けた研究を解説。

イ 「日本の飛行艇技術の歴史と系譜」⁽²⁾

海上自衛隊の救難飛行艇US-2に盛り込まれた日本が誇るSTOL（短距離離着陸）飛行艇の技術を解説すると共に、将来展望について解説。

ウ 「エアバス社の最新中型機A350XWBについて」⁽³⁾

平成26年末にローンチ・カスタマーであるカタール航空へ初号機が引き渡されたエアバス社の最新中型機A350XWB型機について、その技術的特徴、開発試験の概要、最終組立体制等について解説。

- エ 「A320neo用エンジンPW1100G-JMの開発について」⁽⁴⁾
平成26年末に型式承認を取得したA320neo型機用エンジンPW1100G-JMの開発プログラム概要、および(一財)日本航空機エンジン協会の担当部位の技術的特徴を解説。
- オ 「旅客機用チタンの需要動向、供給体制および課題」⁽⁵⁾
旅客機およびそのエンジン向けチタンの現況、その供給体制ならびにチタン産業が直面している価格の課題を中心に解説。
- カ 「AHM (Airplane Health Management: エアプレーン・ヘルス・マネジメント)の歴史と仕組み、ならびにボーイング787型機AHMについて」⁽⁶⁾
AHMの歴史と仕組みについて解説すると共に、ボーイング社が提供する整備支援システムである787型機AHMを例に解説。

これらの解説概要は、毎年、当基金のホームページに追加掲載されている。解説概要への平成26年の年間アクセス件数は、約38万件(月平均3万件強)と、引き続き航空機関連事項に対する一般の高い関心が読み取れる。

[3. 1. 1項出典(1)～(6):各、資料2のP2014D103～D108参照]

3. 2 大学・研究機関・企業等から公表された動向情報

3. 2. 1 国内学会等における研究開発動向

(1) 理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014 (日本学術会議)

日本航空宇宙学会として、航空宇宙分野における理学・工学分野における科学・夢ロードマップの改訂作業を実施し、それを反映した「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014」が、日本学術会議より公表された。「夢ロードマップ」は、理学・工学分野において、科学者が社会の課題を認識した上で、将来に向かって夢を社会に示すことを目指したものである。2011年に最初のロードマップ「夢ロードマップ 2011」が策定されたが、東日本大震災により新たに明確となった科学技術課題を踏まえた、「夢ロードマップ 2014」に改定された。

総合工学の1分野に位置づけられている航空分野は、以下の7つのカテゴリーに整理した。

a. 新素材、b. エネルギー、c. 航空製造技術、d. 航空輸送技術、e. 航空機整備技術、f. 航空文化、g. 航空科学技術と人材育成

各カテゴリーについて、2040年代までを見通して我が国のあり姿を想定することにより、いずれにおいても大国となるべく、航空夢ロードマップにおいて各年代に実現すべき事象や航空関連製品を想定している。

[資料3の P2014D395、P2014D396 参照]

(2) 日本航空宇宙学会第45期年会講演会における研究開発動向

2014年4月10日、11日の両日、日本航空宇宙学会第45期定時社員総会/年会講演会が、東京(東京大学本郷キャンパス山上会館)で開催された。本年の参加登録人数は224名、口頭論文発表数は75であった。一般講演のほか、企画オーガナイズドセッションでは、近年特に研究が活発な、モーフィング技術、空力音響技術、運行関連の発表が行われた。航空に関しては、近年は無人機に関する研究発表が増加傾向にある。また第43期より賛助団体会員について1口あたり1名の講演会参加登録を無料にする制度を開始したが、その制度の利用が徐々に普及してきている。

特別講演

○ 「成層圏気球の進化と宇宙科学研究」

吉田哲也 (JAXA宇宙科学研究所大気球実験室室長)

パネルディスカッション

○ 「電動航空機の可能性について」

パネリスト：飯田陽一氏(経産省)、泉耕二氏、西沢啓氏(JAXA)、
麻生茂氏(九大)、小林哲也氏(MC Aviation)

司会： 加茂圭介氏(日本航空機開発協会)

○「安全・安心な社会の実現に向けて～今、航空と宇宙でできること～」

パネリスト：戸田謙一氏、越川尚清氏、館下博昭氏、原田賢哉氏、
小林啓二氏(JAXA)

司会： 土屋武司氏(東大)

○「宇宙ビジョンと宇宙の夢ロードマップ～宇宙探査有人分野の将来ビジョンに関する公開討論～」

パネリスト：川口淳一郎氏(JAXA)、秦 重義氏(SJAC)、
橋本樹明氏、松本甲太郎氏(JAXA)、小笠原宏氏(三菱重工)、
米本浩一氏(九工大)

司会： 内富素子氏(JAXA)

企画オーガナイズドセッション： 3企画 19件

「モーフィング技術」 4件

「空力音響の新展開」 7件

「高密度運航とそれを支える技術」 8件

若手企画

○「宇宙資源の利用～今日の夢から将来の現実～」 7件

一般講演： 9企画 49件

空力 (11)、空力制御 (5)、構造 (3)、航法誘導制御 (5)、推進 (5)、宇宙航行 (4)、
レーザープラズマ利用 (5)、航空交通管理 (2)、無人機 (9)

[資料3の P2014D397 参照]

(3) 第46回流体力学講演会/第32回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムにおける研究開発動向

平成26年7月3日、4日の両日、第46回流体力学講演会/第32回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムが青森県弘前文化センターで開催された。本シンポジウムは、今回で46回目となる流体力学講演会(FDC)と32回目となる航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(ANSS)を合同開催するものである。本シンポジウムは、流体力学及び数値シミュレーション技術の分野における研究の発展に寄与することを目的としている。航空機、宇宙往還機、飛行体に関する空気力学または流体力学、流体物理の基礎及び応用に関する研究発表、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発表が中心である。

特別講演としては、数値流体解析の高精度解析において最先端の研究を行っている、米国カンザス大学の Wang 教授の講演が行われた。

特別講演

- 「航空宇宙工学における流体力学」中村佳朗教授（現中部大学、元名古屋大学）
- 「液体ロケット用燃焼器における推進薬の微粒化」稲村隆夫教授（弘前大学）
- 「Perspective on adaptive high order CFD methods」Prof. Z.J. Wang, University of Kansas

特別企画セッション 9 企画 51 件

- 「EFD/CFD 融合技術」 7 件
- 「民間超音速機実現のための空力技術」 8 件
- 「非定常空力技術」「先進流体計測技術」 16 件
- 「航空宇宙の空力音響技術」 7 件
- 「構造に関するシミュレーション・検証試験技術」 7 件
- 「デトネーション応用」 7 件
- 「航空宇宙における HPC の動向」 5 件
- 「宇宙輸送及び推進系技術」 1 件

パネルディスカッション

- 「航空教育支援フォーラム：航空人材育成の共通プラットフォーム構築に向けて」

一般講演 17 企画 75 件

「流体力学に関する講演」「数値シミュレーションに関する講演」

[資料 3 の P2014D398 参照]

(4) 第 56 回構造強度に関する講演会における研究開発動向

平成 26 年 8 月 6 日(水)～8 日(金)にかけて浜松市浜北文化センターにおいて、「第 56 回構造強度に関する講演会」が開催された。特別講演 2 件のほか、88 件の講演発表が行われた。

特別講演

- 「複合材料積層板の機械継手の損傷と強度」
高雄善裕 氏（崇城大学 教授）
- 「ワンボディーリアルサラウンド：デジタルサウンドプロジェクターの紹介」
村田守啓 氏（ヤマハ株式会社）

一般講演

19セッション、88件

[資料3のP2014D399参照]

(5) 日本流体力学会 年会 2014

日本流体力学会の講演会であり、本年度は2014年9月15日(月)～17日(水)に東北大学で開催された。乱流や流体数理など基礎的な視点で流体を扱う研究が多い。航空機・ジェットエンジン関連の流れは「流体機械」セッションで扱われ数は少ないが、詳細計測や高信頼性シミュレーションなどの先端的な講演が見られる。

学術表彰

FDR賞

S. Koch, U. Harlander, C. Egbers (Brandenburg University of Technology, Germany)

R. Hollerbach (ETH Zurich, Switzerland)

Inertial waves in a spherical shell induced by librations of the inner sphere: experimental and numerical results

Fluid Dynamics Research, Vol.45, No.3, 035504 (2013)

論文賞

木田 重雄 (同志社大学・嘱託研究員)

Steady flow in a rapidly rotating sphere with weak precession

Journal of Fluid Mechanics, Vol.680, pp.150-193 (2011)

石本 健太、山田 道夫 (京都大学 数理解析研究所)

A coordinate based proof of the scallop theorem

SIAM Journal on Applied Mathematics, Vol.72, No.5, pp.1686-1694 (2012)

竜門賞

大西 領 (海洋研究開発機構・地球シミュレータセンター・研究員)

微小慣性粒子の乱流衝突機構の解明と高解像度気象シミュレーションへの応用

一般講演

乱流、流体計測・実験法、流体数理、惑星・宇宙、混相、分子スケール、マイクロ流体、成層・回転、流れと物体・インフラ、安定性・遷移、流れの制御、河川、大気・気象、生物流体、波動、数値計算・乱流モデリング、気泡・液滴・界面、燃焼・反応・高エンタルピー、非ニュートン、流体機械、空力音

[資料3のP2014D400参照]

(6) JAXA 航空シンポジウム 2014 における研究開発動向

平成 26 年 9 月 18 日 (木) に御茶ノ水ソラシティにおいて、「JAXA 航空シンポジウム 2014～我が国の航空科学技術と国際競争力の強化に向けて～」が開催された。本シンポジウムは、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 航空部門の研究方向性や最新のプロジェクトならびに研究開発動向について発表が行われた。当日のプログラムは以下の通りである。

基調講演 (3 件)

- 戦略的次世代航空機研究開発ビジョンについて (文部科学省 柳 孝)
- 航空機産業の現状と課題について (経済産業省 飯田 陽一)
- ALL JAPAN 体制に向けた JAXA 航空の戦略 (JAXA 中橋和博)

特別講演 (2 件)

- 鉄道分野における研究開発ビジョンと戦略 (鉄道総合研究所理事 高井秀之)
- 知能と電動化が帰る明日のモビリティ (日産自動車総合研究所所長 土井三浩)

技術講演 (5 件)

- 国際競争力の強化に向けた取り組むべき重点課題 (JAXA 大貫武)
- 高効率軽量ファン・タービンシステム技術実証 (aFJR) (JAXA 西澤敏雄)
- 機体騒音低減技術の飛行実証 (FQUROH) (JAXA 山本一臣)
- 乱気流事故防止機体技術 (SafeAvio) (JAXA 町田茂)
- 静粛超音速機技術の研究開発 (JAXA 村上哲)

ポスター展示 (21 件)

社会に飛躍的な変革をもたらし、国際競争の中で優位技術となるべく取り組んでいる基礎的・基盤的技術の研究など最新の研究成果についてポスター展示があった。

[資料 3 の P2014D401 参照]

(7) 第 52 回 飛行機シンポジウムにおける研究開発動向

平成 26 年 10 月 8 日 (水) ～10 月 10 日 (金) にかけて長崎県長崎ブリックホールにおいて、「第 52 回 飛行機シンポジウム」が開催された。本シンポジウムは日本航空宇宙学会の特殊航空機、回転翼航空機、飛行力学、航空機設計、空気力学、構造、材料、機器・電子情報システム、生産技術、原動機・推進、航空機運航・整備、航空交通管理の各部門委員会、及び日本航空技術協会によって企画、運営されたものである。多岐にわたる航空技術分野を網羅し、日本の航空機に関する幅広い技術研究成果が報告される学会であるといえる。当日のプログラムは以下の通りである。

特別講演

- 世界初の海上エアポートー長崎空港建設の工事記録ー
株式会社フジタ 脇屋 正博
- スーパー飛行ロボットを目指したミニサーベイヤーの現状と展望
ミニサーベイヤーコンソーシアム会長 野波 健蔵
- ミニ・グローバル・デモンストレーションと情報共有基盤（SWIM）について
国土交通省航空局 白崎 裕康
- 航空機整備におけるヒューマンファクターズへのアプローチの現状
全日本空輸(株) 整備センター 江島 聖志
- 新しいカテゴリーの航空機 Light Sport Aircraft (LSA)
法政大学 御法川 学

企画講演

- 「航空教育支援フォーラム ～航空教育における産学連携～」
司会：村上 桂一（JAXA）
- 「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」
司会：柳原 正明、張替 正敏（JAXA）
- 「空で羽ばたく～研究者と語る仕事と生活～」
司会：上野 真、徳川 直子（JAXA 男女共同参画推進室）

一般講演

企画講演 12 企画 116 件、一般講演 89 件、学生講演 14 件

[資料3の P2014D402 参照]

(8) 第 42 回日本ガスタービン学会定期講演会

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 2014 年 10 月 22 日(水)、23 日(木)に熊本市国際交流会館で開催された。

企画セッション

- 「負荷変動対応型先進的ガスタービン技術」

特別講演

- マグネシウム新時代の到来 –KUMADAI マグネシウム合金– 河村能人氏 (熊

本大学 先進マグネシウム国際研究センター（センター長）

一般講演

空力 14 件

燃焼 11 件

システム・補機 7 件

伝熱 4 件

材料 7 件

着氷・液滴 6 件

[資料3の P2014D403 参照]

3. 2. 2 国際学会等における研究開発動向

(1) SCITECH2014 関連

平成 26 年 1 月 13 日～17 日にかけて、米国ナショナルハーバー（メリーランド州）にて SCITECH2014 が開催された。SCITECH2014 は AIAA が主催する航空宇宙全般に関する会議である。2014 年より AIAA が進める講演会の統合（11 講演会）により、その規模が拡大し、3,186 名が参加した。日本からは、JAXA（34 名）、東北大学（12 名）等多くの参加があり、米国籍の参加者を除いて最大の参加者数であった。講演件数は 1497 件に達し、前年の同時期に開催された Aerospace Science Meeting と比較して、25%ほど増加している。以下は、SCITECH2014 の中で開催された 11 の講演会である。

○22nd AIAA/ASME/AHS Adaptive Structures Conference

○52nd AIAA Aerospace Sciences Meeting

○AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference

○AIAA Spacecraft Structures Conference (formerly the AIAA Gossamer Systems Forum)

○AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference

○AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference

○10th AIAA Multidisciplinary Design Optimization Specialist Conference

○16th AIAA Non-Deterministic Approaches Conference

○ 55th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference

○7th Symposium on Space Resource Utilization

○32nd ASME Wind Energy Symposium

他にも、4 件の特別講演、4 件のパネルディスカッションが開催された。また講演会に前後して、2 件の講義、2 件のワークショップが併催された。

○Decision Analysis Course

○Introduction to Integrated Computational Materials Engineering Course

○1st AIAA Sonic Boom Prediction Workshop

○Low Reynolds Number Workshop

[資料 3 の P2014D404、P2014D405 参照]

(2) Asian Joint conference on Propulsion and Power 2014 (AJCPP 2014)

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。隔年で日中韓で開催され、今回は 2014 年 3 月 5 日～8 日に韓国済州島で開催された。

特別講演

- Development of Korean Indigenous Space Launch Rocket Prof. Seung Jo Kim, President of Korea Aerospace Research Institute, Korea
- Aerodynamic Inverse Design Optimization, Multi-objective and Multidisciplinary Design Optimization for Turbomachinery Cascades, Prof. Zhenping Feng (Xi'an Jiaotong University)
- Propulsion Systems of Epsilon Launch Vehicle, Prof. Shinichiro Tokudome (Japan Aerospace Exploration Agency)
- Overview of the Development of Propulsion Systems for the Korean Space Launch Vehicle, Dr. Dae-Sung Lee (Korea Aerospace Research Institute)

航空関連セッション

Aircraft Engine	23 件
Highspeed Propulsion	26 件
Turbomachinery	16 件
Numerical Simulation	9 件
Combustor	13 件

[資料3の P2014D406 参照]

(3) AIAA AVIATION 2014 関連

平成26年6月16日～20日にかけて、米国アトランタ(ジョージア州)にて AVIATION 2014 が開催された。AVIATION2014 は AIAA が主催する航空宇宙全般に関する会議である。2014 年より AIAA が進める講演会の統合(18講演会)により、その規模が拡大し、46 カ国から 2200 名の参加があり、講演件数は 1400 件に達した。以下は、AVIATION 2014 の中で開催された 18 の講演会である。

- 20th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference
- 30th AIAA Aerodynamic Measurement Technology and Ground Testing Conference
- AIAA/3AF Aircraft Noise and Emissions Reduction Symposium
- 32nd AIAA Applied Aerodynamics Conference
- AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference
- 6th AIAA Atmospheric and Space Environments Conference
- 14th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference
- AIAA Balloon Systems Conference
- AIAA Flight Testing Conference
- 7th AIAA Flow Control Conference
- 44th AIAA Fluid Dynamics Conference

○20th AIAA International Space Planes and Hypersonic Systems and Technologies Conference

○11th AIAA/ASME Joint Thermophysics and Heat Transfer Conference

○21st AIAA Lighter-Than-Air Systems Technology Conference

○15th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference

○AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference

○45th AIAA Plasmadynamics and Lasers Conference

○7th AIAA Theoretical Fluid Mechanics Conference

他にも NASA Gulfstream Airframe Noise Reduction の企画セッションが設けられた。G550 を用いた飛行試験に向けた、風洞試験、数値解析の進捗について6件の報告があった。

また、付随して、1つのワークショップと2つのショートコースが開催された。

○3rd AIAA Workshop on Benchmark Problems for Airframe Noise Computations (BANC-III)

今後顕著になると予想される機体空力騒音を数値解析により、どの程度予測できるかを検証する workshop であり、JAXA、NASA (米)、ONERA (仏)、DLR (独)をはじめ各国大学の研究者が集まり開催された。今回は、降着装置や高揚力装置に特に重点が置かれた。

○Business Management for Engineers Short Course

○Optimal Design in Multidisciplinary Systems Short Course

[資料3の P2014D407、P2014D408 参照]

(4) ASME Turbo Expo 2014

ASME/IGTI(米国機械学会ガスタービン部門)が主催するガスタービンに関する国際会議で、論文数 1,000、参加者 3,000 人以上にもものぼる非常に大きな講演会である。近年は毎年6月に北米、欧州交互に開催されており、2014年は6月16日から20日までドイツのデュッセルドルフで開催された。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報告される。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ウト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。

2016年は、初めてアジア(韓国ソウル)で開催される予定。

Keynote Speech

Technology Reduces Life Cycle Cost.

Dr. Wolfgang Konrad (Chief Technical Officer Siemens AG)

Dr. Karsten Muhlenfeld (Director Engineering Rolls-Royce Deutschland)

Dr. Charles Soothill (SVP Technology Alstom Switzerland)

一般セッション

Aircraft Engine

Ceramics

Coal, Biomass & Alternative Fuels

Combustion (Fuels & Emissions, Fuels & Emissions, Combustion Design & Test)

Controls, Diagnostics & Instrumentation

Cycle Innovations

Education

Electric Power

Fans & Blowers

Heat Transfer (Conjugate Heat Transfer, Internal Cooling, Film Cooling, General Heat Transfer, Tutorials, Internal Air Systems & Seals (with Turbomachinery), Transitional Flows (with Turbomachinery), Combustors (with Combustion, Fuels & Emissions), Structures (with Structures & Dynamics), Steam Turbine Heat Transfer (with Steam Turbines))

Industrial & Cogeneration

Manufacturing Materials & Metallurgy

Marine

Microturbines, Turbochargers & Small Turbomachines

Oil & Gas Applications

Organic Rankine Cycle Power Systems

Steam Turbines

Structures & Dynamics (Emerging Methods in Design & Engineering, Fatigue, Fracture & Life Prediction, Probabilistic Methods, Rotordynamics, Bearing & Seal Dynamics, Structural Mechanics & Vibration, Damping Technologies, Aerodynamic Excitation & Damping (with Turbomachinery))

Supercritical CO2 Power Cycles

Turbomachinery (Axial Flow Fan & Compressor Aerodynamics, Axial Flow Turbine Aerodynamics, Design Methods & CFD Modeling for Turbomachinery, Ducts & Component Interactions, Noise & Innovative Noise Reduction (with Aircraft Engine), Radial Turbomachinery Aerodynamics, General Interest, Unsteady Flows in Turbomachinery, Multidisciplinary Design Approaches, Optimization & Uncertainty

Quantification (with Structures & Dynamics and Heat Transfer)

[資料3の P2014D409 参照]

(5) 50th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference

AIAA (米国航空宇宙学会)主催の航空宇宙推進に関する講演会。2014 年は、6 月 28 日から 30 まで、米国クリーブランドで開催された。民間航空機 (中大型旅客機、リージョナル、ビジネス) 用エンジン、超音速/極超音速エンジンのほか打上げロケット、人工衛星用推器まで、航空宇宙アプリケーション寄りの講演が多く発表される。

プレナリ企画

□ Perspectives on the Future of Propulsion & Energy – The Art of the Possible

Panelists:

Richard Parker (Rolls-Royce plc)

Eric Bachelet (SAFRAN)

James Maughan (GE Global Research)

□ Perspectives on the Future of Propulsion & Energy – The View from Users

Panelists:

Sebastien Remy (Airbus Group)

James Petersen (Boeing Commercial Airplanes)

John Henderson (Lockheed Martin Corporation)

Leslie J. Kovacs (United Launch Alliance (ULA))

□ Future Trends, Opportunities and Challenges at the Nexus of Aviation, Aerospace and Energy

Alton Romig (Lockheed Martin Aeronautics)

□ Advanced Manufacturing Solutions for P&E Systems – The Art of the Possible
Greg Morris (GE Aviation)

□ Advanced Manufacturing Solutions for P&E Systems – The View from Users

Panelists:

Gary Smyth (General Motors Company)

Pierre-Guy Amand (SAFRAN)

Sunita Satyapal (U.S. Department of Energy)

Rickey Shyne (NASA Glenn Research Centre)

航空関係一般セッション

ガスタービンエンジン

Combustors, Compressors, Engine Design & Optimization, Turbine,

Distributed Engine Controls, Engine controls, Wave Rotors and Pulse Combustors for Gas Turbine Engines, Inlet Engine Compatibility and Aeroelasticity, Jet Noise, Engine Icing, Vehicle Integrated Propulsion Research (VIPR), Engine Cycle Simulation & Modeling, Variable Speed Power Turbine (VSPT)

電動システム

Aircraft Electrical Power Systems

燃焼

Propellant and Fuel Development, Combustion Modeling and Simulation, Combustion Diagnostics, Combustion Dynamics and Detonations

システムインテグレーション

Hybrid Propulsion, Integrated Performance, Propellers, Small Engines, & Alternative Fuels, Nozzles

高速推進機関

Pulsed Detonation Engines, High-Speed Airbreathing Propulsion, High-Speed Inlets, Rotating Detonation Engines, Special Session on Supersonic Combustion Simulation (Invited), Experimental Investigations in High-Speed Propulsion

[資料3の P2014D410 参照]

(6) ICAS2014 関連

2014年9月7日～12日にかけて、ロシア、サンクト・ペテルスブルグにて、29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS) が開催された。ICAS は、第二次世界大戦後に世界各国の航空科学関連学会が会員となって発足した世界規模の航空科学学術組織であり、現在は29カ国の学会が会員となっている。2年に1回の割合で世界各国にて開催されており、今回で29回目となる。今回は、132セッション、500件近くの講演発表が行われた。特別講演のうち1件は、Honda Aircraft社の藤野氏が行った。また、4件あった基調講演のひとつでは、世界の公的航空研究開発機関によって構成される国際組織、IFAR (International Forum for Aviation Research: 国際航空研究フォーラム) についての講演が行われた。

特別講演 (3件)

- ICAS Daniel & Florence Guggenheim Memorial Lecture
Aeronautics Challenges and New Opportunities for International Cooperation
Prof. Sergey Chernyshev, TsAGI, Russia
- ICAS Nikolai Zhukovsky Lecture for innovations in aeronautics

Innovation in Aircraft Design for the HondaJet: Development of Advanced Technologies Including the Unique Over-the-Wing Engine Mount Configuration
Michimasa Fujino, Honda Aircraft Company, Inc. USA

○von Karman Lecture

An international cooperation to enhance innovation

Jaques Louis, France, Antonio Marchetto, Italy, Michail Maretsis, Greece,
Fernando Mijares, Spain, nEUROn :

基調講演（4件）

○Challenges of Advanced Propulsion Systems Development for Future Civil Air Transport

Ric Parker, Rolls Royce, UK, Vladimir Babkin, CIAM, Russia

○Pushing the boundaries – The Challenges of New Airplane Design New Future Systems for Aircraft

Michael K. Sinnett, Boeing, USA, Eric Bachelet, SAFRAN, France

○ NASA's New Ideas for Greener Aircraft Airbus Group Future aircraft technologies

Fayette Collier, NASA, USA, Jean Botti, Airbus Group

○The Future of Aviation by IFAR

Jaiwon Shin, NASA, USA , Rolf Henke, DLR, Germany, Kazuhiro Nakahashi, JAXA, Japan, Shyam Chetty, NAL, India, Sergey Chernyshev, TsAGI, Russia

[資料3の P2014D411 参照]

(7) APISAT-2014 関連

2014年9月24日～26日にかけて、中国の上海にて2014 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT-2014)が開催された。APISATは、日本、中国、オーストラリア、韓国の4カ国の航空宇宙学会が共催する、アジア太平洋諸国の大学や学術研究機関の研究者を対象とした国際会議である。本年は250件以上の一般講演に加えて、4件の特別講演と、1件の招待講演が行われた。

特別講演（4件）

○Prof. Xiaosu Yi (AVIC Composites Center 中国)

Development of High-Performance Structural Composites with Multifunctionality for Aerospace Application

○Prof. John Vincent (the University of New South Wales オーストラリア)

Asia-Pacific Air Transport – The next 20 years

- Prof. Min-Jea Tahk (Korea Advanced Institute of Science and Technology 韓国)
Autonomous Multi-UAV System for Cooperative Transportation
- Mr. Yutaka Fukuda (電子航法研究所)
Long-Term Vision of Future Air Traffic Systems in Japan

招待講演 (1件)

- Dr. Guoqing Wang (President, China National Aeronautical Radio Electronics
Research Institute)
The Concept and Principle of Next Generation Aircraft's Mission System

[資料3の P2014D412、P2014D413 参照]

第4章 平成26年度海外調査報告

4.1 調査目的

(1) 調査目的

平成26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研究機関、企業を訪問して、航空機関係の最先端技術の研究開発動向を調査する。

(2) 訪問調査先の選定

平成26年8月に告示された「航空機国際共同開発に関する基本的な指針（開発指針）」を踏まえ、全機開発能力の獲得や完成機メーカーとして必要とされる能力獲得に資する情報収集・提供を狙いとして、平成25年の北米地域調査に続き、欧州地域における将来航空機や将来航空機用エンジンの最新の技術開発動向を、施設調査と先端技術者との意見交換を通して実地調査することを基本に、以下を主要訪問先として選定した。

<ドイツ>

ア German Aerospace Center (DLR) (Cologne, Germany)

ドイツにおける航空関連技術の研究開発状況に関する資料収集、施設調査と意見交換

<フランス>

イ Airbus S.A.S.社 (Toulouse, France)

民間航空機の最新の開発状況等の資料収集、施設調査と意見交換

<イギリス>

ウ Rolls-Royce plc 社 (Derby, UK)

民間航空機用エンジンの最新の技術開発状況等の資料収集、施設調査と意見交換

4.2 調査結果概要

(1) 日程および調査団メンバー

ア 日程

平成26年11月 2日（日）：羽田出発、Frankfurt 経由 Cologne 入り
平成26年11月 3日（月）：DLR 訪問
平成26年11月 4日（火）：移動日（Frankfurt 経由 Toulouse へ移動）
平成26年11月 5日（水）：Airbus S.A.S.社訪問
平成26年11月 6日（木）：移動日（London 経由 Derby へ移動）
平成26年11月 7日（金）：Rolls-Royce plc 社訪問
平成26年11月 8日（土）：London から帰国
平成26年11月 9日（日）：羽田到着

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、佐々木秀朗 企画調査部長(事務局)

(2) 調査結果概括

今年度は、昨年に引き続き、全機開発能力の獲得や完成機メーカーとして必要とされる能力獲得に資する情報収集・提供を狙いとして、最新の開発状況等の調査を主眼として、欧州地域を選定し、1 研究所、2 企業の3箇所を实地訪問調査した。

将来航空機および将来航空機用エンジンの技術研究開発において、特に環境に関する挑戦として、欧州各企業・研究機関のいずれも、ACARE (Advisor Council for Aeronautics Research in Europe : 欧州航空調査諮問委員会) が定めた 2020 年および 2050 年に達成すべき共通の目標値 (Vision2020 および FlightPath2050) を目指して精力的に取り組んでいる。企業の技術戦略としても、短期的にはコストや効率改善といった連続的な技術革新 (派生型) への取り組み、長期的には非連続的な技術革新 (新コンセプト) への取り組みが必要で、これら取り組みのバランスが重要であるとの共通認識が伺え、機体メーカーおよびエンジンメーカーが従来以上に密接にコミュニケーションをとることで、効率的、精力的な技術研究開発を推進する姿勢が窺えた。

以下に、その概要を示す。

<ドイツ>

ア German Aerospace Center (DLR) (Cologne, Germany)

ドイツ西部 Cologne にある DLR (Deutsches Zentrum fuer Luft und Raumfahrt e.v.) 本部を訪問し、航空関係の最新研究開発状況を調査した。

DLR は 1968 年の設立で 7,800 人が働いている。ドイツ国内に 16 サイト、32 施設を保有し、海外オフィスは米国 (ワシントン DC)、フランス (パリ)、ベルギー (ブリュッセル)、日本 (東京) に設置されている。2013 年の研究予算は 8 億ユーロ。航空分野は 2 億ユーロで、そのうち約 2/3 が国等からの助成金 (内 75% が民間、25% が防衛)、残りの約 1/3 が外部資金となっている。

DLR では TRL3~5 の技術を中心に研究開発を進められており、航空分野の研究は大きく 4 分野に分けられ、固定翼機が 48%、回転翼機が 10%、推進系が 18%、航空交通管制が 24% を占めている。研究設備としては、各種実験機 (A320、Falcon、G550 等)、風洞試験設備 (DNW、ETW 等) があり、必要に応じて、産・学も利用できる体制を整えている。尚、European Transonic Wind Tunnel (ETW) に関しては、フランス、ドイツ、イギリス、オランダの 4 カ国によって建設・運用されていたが、フランスは 2012 年に撤退したとの事である。近年完成した、もしくは作成中の研究設備としては、Simulation Center in Braunschweig (フライトシミュレーター)、Center of Lightweight Production Technique (Stade, Augsburg の 2 施設) がある。

施設の実地調査として、推進技術研究所では、二軸のエンジンのコンプレッサー（ファン試験も可能）のシミュレーターである M2VP Multistage-two shaft compressor（多段二軸圧縮機）試験設備、および実機サイズの燃焼器を入れて試験できる最大級の試験設備である HBK1 High pressure combustion test chamber facility を訪問。また、材料研究所では、表面処理のためのレーザー照射設備やセラミック・コーティング技術について確認することができた。

<フランス>

イ Airbus S.A.S.社 (Toulouse, France)

フランス南西部 Toulouse にある Airbus 本社を訪問し、Airbus 社の現状と将来航空機に向けた研究開発状況を調査した。

Airbus Group は、航空機事業に重点を置いた Airbus（旧 Airbus）、防衛宇宙関係事業を統合した Airbus defense & space（旧 Cassidian、Astrium および Airbus Military）、民間および軍用ヘリコプター事業を担う Airbus helicopters（旧 Eurocopter）の3部門からなり、Group 本社が 2015 年末に Toulouse に完成予定とのこと。

Airbus 機ファミリーには、A320 型機ファミリー（42 機/月）、A330 型機ファミリー（10 機/月）A380 型機ファミリー（2.5 機/月）と今年型式証明取得した A350 XWB 型機があり、2013 年の受注占有率は Airbus 社が 53%（1,503 機）と Boeing 社の 47%（1,355 機）を上まわり、受注残も 5,900 機弱となっている。Airbus 社の市場予測では、航空輸送量が今後 20 年間は年率 4.7% で成長し、今後 20 年間の新造機需要は 29,230 機と見込んでいる。日本の産業界とは、素材、航空機部品、装備品システム、キャビン、エンジンで関わりが深く、2013 年の日本調達は約 13 億 US\$ とのこと。

将来機に向けた技術研究開発としては、特に環境に関する挑戦として、ACARE の目標値（Vision2020 や FlightPath2050）を目指して研究に取り組んでいる。技術戦略としては、短期的にはコストや効率改善といった連続的な技術革新（派生型機）への取組と長期的には非連続的な技術革新（新コンセプト機）への取組のバランスを取ることが重要であり、例えばエンジン分野では、短期的には先進ターボファンエンジンであり、長期的にはインコーポレーテッドエンジンやハイブリッド推進等、各分野における短期的・長期的目標が示された。

施設の実地調査として、A330 型機と A380 型機の最終組立ライン（FAL）を訪問。A330 型機 FAL では、4 機並んで胴体組み立て、主翼および尾翼の取り付け、並びにエンジン取り付けや機内装備の取り付け作業が行われていた。A380 型機 FAL では 2 機（ライン能力の半分以下の由）の組立作業が行われていた。

<イギリス>

ウ Rolls-Royce plc 社 (Derby, UK)

英国中部 Derby にある Rolls-Royce plc 社（以下、「RR 社」という。）を訪問し、RR

社の現状と将来航空機用エンジンの研究開発状況を調査した。

2013年業績は、RR社全社として売上155億£、利益17億£、受注残高716億£。全社売上の42%を占める民間航空部門は、売上66.6億£、利益8.4億£、受注残高600億£であり、売上においてサービス提供が54%と、製品販売(46%)をやや上まわる。また機種別では、売上の57%を広胴機向け大型エンジン(Trentエンジン等)が占め、ビジネスジェット等に搭載される小型エンジン(AEエンジン、BRエンジン等)が32%、狭胴機向けエンジン(V2500エンジン)が11%とのこと。なお、広胴機向けエンジンの世界シェアは45%とトップ(2008年以降トップの由。)であり、今後2023年までに4000台以上のTrentエンジン出荷を予測。

研究開発への取組としては、2013年の投資額が11億£。キーテクノロジー単位で設置された大学テクノロジーセンター(UTC)は世界の31ヶ所に広がり、重要な技術研究ネットワークが構築されている。

大型エンジンTrentシリーズの進化として、2017年型式証明取得予定のA330neo型機用エンジンTrent 7000エンジン(従来のTrent 700の経験、Trent 1000-TENの構造、Trent XWBの最新技術を反映)を紹介すると共に、更なる進化として、A350XWB型機用エンジンTrent XWBを進化させ、中圧系および高圧系の仕事配分を見直し2020年投入予定のAdvanceエンジン、更には低圧タービンを無くしファンがパワー・ギアボックスを介して中圧タービンにより駆動される、2025年投入予定のUltraFanファンが紹介された。また、将来エンジン技術の研究開発への取組として以下紹介。

- ①Carbon Titanium (CTi) Fan System : 前縁にTi材を装着した炭素複合材製ファンで、2015年末の市場投入準備を目指し各種試験実施中で、2014年10月飛行実証済み。
- ②Robust Lean Burn Combustion System : 低NOx、低排出物を目指した希薄燃焼システムで、2015/2016年にはTrent1000に組み込んで地上および飛行実証予定。
- ③Advanced High Temperature Capability : セラミック(炭化ケイ素系、酸化物系)基複合材や次世代単結晶材・ディスク材の先進耐熱性材料ならびに先進遮熱コーティングや先進冷却を取り込んで試験
- ④Advance3 Core Demonstrator : Stage1&2を2014年に完了し、2016年に試験実施。
- ⑤Controls, EHM & system integration : 各種プロジェクトにて実証試験中。

施設の実地調査として、RR社で最大の運転試験場である57/58テストベッドの建屋においてその試験準備室と57テストベッド、また開発エンジン組立場C9を訪問した。試験準備室では開発エンジンTrent 1000とTrent XWBの試験前準備作業が進められていた。57テストベッドにはエンジンは搭載されていないが、低温始動試験、鳥吸込み試験、ファン動翼コンテインメント等の型式承認試験、X線試験(翼端間隙計測)等の能力を有するとのことであり、C9ではTrent XWB開発エンジンが組み上がっていた。

4. 3 訪問先面会者一覧

<ドイツ>

DLR

Prof. Rolf Henke, Member of the Executive Board

Mr. Horst Hueners, Program Director, Program Directorate Aeronautics

Dr. Thorsten Nix, International Cooperation, Strategy and International Relations

Ms. Helena Weissenberger, International Cooperations, Strategy and International Relations

Dr. Cristoph Hassa, Institute of Propulsion Technology

Dr. Cristian Voss, Institute of Propulsion Technology

Prof. Heinz Voggenreiter, Director, Institute of Material Research

Prof. Stefan Reh, Vice Director, Metallic Structures and Hybrid Material Systems

Institute of Material Research

他

<フランス>

Airbus S.A.S.社

Mr. Remy Moreau, Head of International Cooperation

Middle East, North Africa, North East Asia

Head of Offset

Mr. Jean-Louis Delhay, Head of International Cooperation, North East Asia

Mr. Pierre Rebel, R&T Partnership Manager

<イギリス>

Rolls-Royce plc 社

Mr. Chris Stephenson, Director-Partnerships and Purchasing

Mr. James E Tow, Partner Executive, Risk and Revenue Sharing Partners

Mr. Mark S Thomas, Chief Engineer-Technology and Future Programmes

第5章 まとめ

5. 1 今後の調査課題

(1) 平成26年度の技術研究開発動向調査期間においては、平成22年12月の正式開発着手から4年で3,600機を越える受注を獲得しているA320エンジン換装型機(A320neo)とその約9ヶ月遅れで正式開発着手し約2,600機を越える受注を獲得している737エンジン換装型機(737MAX)の2つのエンジン換装型派生機の開発とそれらに搭載する新型エンジンの開発に注目が集まると共に、平成23年10月に就航開始し予定通り生産レートも引き上げられつつある787-8型機、その派生型機で平成26年8月から就航開始した787-9型機の動向、787-10型機の開発動向、777X型機の開発動向、平成27年1月に就航開始したA350XWBの開発動向、そしてこれら機体に搭載される新型エンジンの動向が話題の中心であった。

(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(A350XWB、A320neo、737MAX)
- ・次期中大型民間輸送機の開発動向(787-10、777X等)
- ・二大メーカー以外による小型機、次期リージョナル機、ビジネス機の開発動向(C-Series, MRJ, ARJ100, MC21, COMAC919等)
- ・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)の技術動向
- ・熱可塑複合材の動向
- ・高強度アルミ合金(Al-Li合金等)の開発動向
- ・その他先進金属材料(Mg合金、チタン合金等)の開発動向
- ・先進操縦システム(安全性向上等)の動向
- ・More Electric Airplane(MEA)用各種技術(アクチュエータ、防水システム、空調システム等)の動向
- ・光ネットワーク技術(データ処理、Wire Harness等)の動向
- ・燃料電池等の電気システム技術の動向

(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。

- ・次期中小型民間輸送機用エンジン開発の動向(GTF、LEAP、他)
- ・セラミックス基複合材(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
- ・オープン・ローターの研究開発動向（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
- ・先進運行支援システム技術、情報ネットワーク技術の開発動向
- ・安全運航、自動操縦システムの開発動向

5. 2 平成26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26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ることができた。また、欧州地域航空産業の動向について、独国ケルン、仏国トゥールーズ、英国ダービーにて、公的研究機関（German Aerospace Center (DLR)）および企業（Airbus SAS、Rolls-Royce plc）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26年1月～平成26年12月）

資料番号	標 題
P2014D001	経済産業省 産業構造審議会 製造産業分科会 航空機宇宙産業小委員会 航空機産業戦略ワーキンググループ（第1回&第2回）議事要旨（H26/3/11&4/2） （ http://www.meti.go.jp/committee/gizi_1/31.html ）
P2014D002	経済産業省告示第175号（H26/8/25付官報）
P2014D003	外務省 日仏共同声明（附属）－日仏間協力のためのロードマップ（2013-2018年）（H25/6/7）（ http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000006139.pdf ）
P2014D004	国土交通省 交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会とりまとめ （ http://www.mlit.go.jp/common/001042443.pdf ）
P2014D005	国土交通省 交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会（第12回～第15回） （H26/2/3～4/23） （ http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s303_kihonseisaku.html ）
P2014D006	国土交通省 将来の航空交通システムに関する研究会の最終とりまとめについて （H22/9/10）（ http://www.mlit.go.jp/report/press/cab13_hh_000040.html ）
P2014D007	国土交通省 将来の航空交通システムに関する推進協議会（第4回）（H26/3/13） （ http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr13_000006.html ）
P2014D008	国土交通省 CARATS ロードマップ（全体） （ http://www.mlit.go.jp/common/001041595.pdf ）
P2014D009	国土交通省 国際的取り組み：オープンスカイ交渉の進捗について （ http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk1_000021.html ）
P2014D010	国土交通省 日本・オーストリア航空当局間協議の結果について（H26/2/21） （ http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku03_hh_000226.html ）
P2014D011	文部科学省 「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン」の公表 （ http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/1351186.htm ）
P2014D012	内閣府「科学技術イノベーション総合戦略2014～未来創造に向けたイノベーションの懸け橋～」（ http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/index.html ）
P2014D013	内閣府「科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～」 （ http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/2013/2013.html ）
P2014D014	内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP：エスアイピー） （ http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/index.html ）
P2014D015	防衛省 武器輸出三原則等 （ http://www.mod.go.jp/j/publication/wp/wp2014/pc/2014/html/ns062000.html ）
P2014D016	防衛省 防衛装備移転三原則 （ http://www.mod.go.jp/j/press/news/2014/04/01a.html ）
P2014D017	経済産業省 防衛装備移転三原則 （ http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140401001/20140401001.pdf ）

資料番号	標	題
P2014D018	国土交通省	報道発表資料「第38回国際民間航空機関（ICAO）総会の開催結果について」（ http://www.mlit.go.jp/common/001014759.pdf ）
P2014D019	国土交通省	将来の航空交通システムに関する推進協議会資料 （ http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr13_000006.html ）

資料2 関係団体の刊行物リスト（平成26年1月～平成26年12月）

資料番号	標 題
P2014D101	SJAC 第2回日仏民間航空機産業協力に関するワークショップに参加して (http://www.sjac.or.jp/common/pdf/kaihou/201502/20150205.pdf)
P2014D102	SJAC 日仏民間航空機産業協力に関するワークショップ開催 (http://www.sjac.or.jp/common/pdf/kaihou/201402/20140202.pdf)
P2014D103	IADF 航空機等に関する解説概要 26-1 「航空機の冬期運航における課題と解決に向けた研究の取り組み」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-1.pdf)
P2014D104	IADF 航空機等に関する解説概要 26-2 「日本の飛行艇技術の歴史と系譜」 (http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-2.pdf)
P2014D105	IADF 航空機等に関する解説概要 26-3 「エアバス社の最新中型機A350XWB について」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-3.pdf)
P2014D106	IADF 航空機等に関する解説概要 26-4 「A320neo用エンジンPW1100G-JMの開発について」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-4.pdf)
P2014D107	IADF 航空機等に関する解説概要 26-5 「旅客機用チタンの需要動向、供給体制および課題」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-5.pdf)
P2014D108	IADF 航空機等に関する解説概要 26-6 「AHM (Airplane Health Management: エアプレーン・ヘルス・マネジメント)の歴史と仕組み、ならびにボーイング787型機AHMについて」(http://www.iadf.or.jp/document/pdf/26-6.pdf)

資料3 大学・研究機関・企業等の刊行物リスト（平成26年1月～平成26年12月）

資料番号	標	題
P2014D201	独立行政法人科学技術振興機構 SIP	革新的構造材料 (http://www.jst.go.jp/sip/k03.html)
P2014D202	Ascend	(2014年12月31日)
P2014D203	Boeing Orders and Deliveries	(2015年1月15日)
P2014D204	Airbus Orders and Deliveries	(2015年1月15日)
P2014D205	Aviation Week	(2014年7月14日)
P2014D206	Aviation Week	(2014年6月25日)
P2014D207	Flightglobal	(2014年6月26日)
P2014D208	Boeing Web	(2014年9月8日)
P2014D209	Boeing Web	(2014年10月2日)
P2014D210	Boeing Web	(2014年7月9日)
P2014D211	Boeing Web	(2014年7月30日)
P2014D212	Boeing Web	(2014年11月24日)
P2014D213	The Washington Post	(2014年4月22日)
P2014D214	Boeing Web	(2014年11月17日)
P2014D215	Boeing Web	(2014年12月3日)
P2014D216	Boeing Web	(2014年6月12日)
P2014D217	The Seattle Times	(2014年8月13日)
P2014D218	The Seattle Times	(2014年10月1日)
P2014D219	Reuter	(2014年12月19日)
P2014D220	Aviation Week	(2014年7月8日)
P2014D221	Flightglobal	(2014年12月9日)
P2014D222	Reuter	(2015年1月28日)
P2014D223	Flightglobal	(2014年5月21日)
P2014D224	Boeing Web	(2014年5月23日)
P2014D225	The Seattle Times	(2014年7月31日)
P2014D226	The Seattle Times	(2014年3月27日)
P2014D227	FlyTeam	(2014年7月8日)
P2014D228	The Wall Street Journal	(2014年10月10日)
P2014D229	Flightglobal	(2014年11月14日)
P2014D230	FlyTeam	(2014年7月8日)
P2014D231	Flightglobal	(2015年1月13日)
P2014D232	Flightglobal	(2014年11月6日)
P2014D233	Flightglobal	(2015年1月13日)
P2014D234	Aviation Week	(2014年7月14日)

資料番号	標	題
P2014D235	Airbus Web	(2014年7月14日)
P2014D236	Flightglobal	(2014年10月17日)
P2014D237	Flightglobal	(2014年4月24日)
P2014D238	FlyTeam	(2014年08月16日)
P2014D239	Airbus Web	(2014年10月15日)
P2014D240	Airbus Web	(2014年11月13日)
P2014D241	Flightglobal	(2014年12月10日)
P2014D242	Flightglobal	(2014年12月11日)
P2014D243	Airbus Web	(2014年12月22日)
P2014D244	Airbus Web	(2014年10月22日)
P2014D245	Flightglobal	(2014年12月23日)
P2014D246	Flightglobal	(2014年4月8日)
P2014D247	Aviation Week	(2014年6月12日)
P2014D248	Aviation Week	(2014年6月3日)
P2014D249	Flightglobal	(2014年11月18日)
P2014D250	Flightglobal	(2014年10月29日)
P2014D251	Flightglobal	(2014年11月13日)
P2014D252	Flightglobal	(2014年10月17日)
P2014D253	Aviation Week	(2014年7月15日)
P2014D254	Flightglobal	(2014年5月30日)
P2014D255	Flightglobal	(2014年6月10日)
P2014D256	Flightglobal	(2014年11月6日)
P2014D257	Flightglobal	(2014年11月13日)
P2014D258	Flightglobal	(2014年4月30日)
P2014D259	Seattle Times	(2014年5月21日)
P2014D260	Aviation Week	(2014年7月18日)
P2014D261	Flightglobal	(2014年9月8日)
P2014D262	Flightglobal	(2014年7月15日)
P2014D263	Flightglobal	(2014年12月30日)
P2014D264	Flightglobal	(2015年1月7日)
P2014D265	Flightglobal	(2014年7月15日)
P2014D266	Aviation Week	(2014年4月14日)
P2014D267	三菱航空機ニュース	(2014年5月7日)
P2014D268	Flightglobal	(2014年6月5日)
P2014D269	Flightglobal	(2014年6月6日)
P2014D270	Flightglobal	(2014年6月26日)

資料番号	標	題
P2014D271	三菱航空機ニュース	(2014年10月18日)
P2014D272	Flightglobal	(2014年12月11日)
P2014D273	三菱航空機ニュース	(2015年1月13日)
P2014D274	Flightglobal	(2014年8月28日)
P2014D275	Flightglobal	(2014年11月10日)
P2014D276	Flightglobal	(2014年7月15日)
P2014D277	Flightglobal	(2014年8月4日)
P2014D278	Flight International/	30 September -6 October 2014
P2014D279	Flight International/	18-24 February 2014
P2014D280	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	24-30 JUNE 1, 2013
P2014D281		
		http://www.cfmaeroengines.com/press/cfm-begins-leap-1b-engine-ground-test-program/756
P2014D282	Flight International/	14-20 October 2014
P2014D283	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	JULY 14, 2014
P2014D284		
		http://www.cfmaeroengines.com/press/cfm-s-leap-engine-continues-successful-certification-testing/783
P2014D285	Flight International/	2-8 September 2014
P2014D286		http://www.geaviation.com/commercial/engines/ge9x/
P2014D287		
		http://aviationweek.com/technology/higher-altitudes-cleared-ge-powered-787-747-8-icing
P2014D288	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	OCTOBER 27, 2014
P2014D289		http://aviationweek.com/blog/boeing-s-787-ecodemonstrator-goes-work
P2014D290		http://www.pw.utc.com/Press/Story/20140520-0902/2014/All%20Categories
P2014D291		http://www.pw.utc.com/Press/Story/20141219-1545/2014/All%20Categories
P2014D292		http://www.pw.utc.com/PurePowerPW1000G_Engine
P2014D293	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	JULY 21, 2014
P2014D294	Flight International/	16-22 September 2014
P2014D295	Flight International/	1-7 July 2014
P2014D296		http://www.pw.utc.com/Press/Story/20141014-1230/2014/All%20Categories
P2014D297		http://www.pw.utc.com/Press/Story/20150217-1330/2015/All%20Categories
P2014D298		
		http://www.suppliermanager-online.com/paris_airshow/news_airshow/18062013_readied_dreamliner.jsp
P2014D299		
		http://www.rolls-royce.com/news/press-releases/yr-2014/150714-trent-xwbengine-runs-time.aspx

資料番号	標 題
P2014D300	GE, Peter C. Evans, Marco Annunziata “Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines”
P2014D301	NextGen:Update 2014、 (http://www.faa.gov/nextgen/media/NextGenUpdate2014.pdf)
P2014D302	http://www.sesarju.eu/newsroom/all-news/next-edition-european-atm-master-plan-focus-increasing-performance-aviation
P2014D303	http://www.sesarju.eu/newsroom/programme-highlights/launch-large-scale-demos
P2014D304	Flightglobal (2014年5月1日)
P2014D305	Puget Sound Business Journal (2014年5月7日)
P2014D306	Aviation Week (2014年9月22日)
P2014D307	Flight International (2014年11月18-24日)
P2014D308	mlive.com (2014年12月16日)
P2014D309	NASA (2014年3月10日)
P2014D310	NASA (2014年11月7日)
P2014D311	Aviation Week (2014年11月24日)
P2014D312	Flightglobal Pro (2014年5月20日)
P2014D313	Reinforced Plastics(2014年9月18日)
P2014D314	Seattle Times (2014年4月8日)
P2014D315	Aviation Week (2014年7月21日)
P2014D316	GKN Aerospace News Release(2014年6月17日)
P2014D317	Flightglobal (2014年8月7日)
P2014D318	BetaWired(2014年11月29日)
P2014D319	Flightglobal (2014年4月1日)
P2014D320	CompositesWorld (2014年7月8日)
P2014D321	AINonline (2014年10月21日)
P2014D322	AINonline (2014年11月10日)
P2014D323	Flightglobal (2014年11月3日)
P2014D324	Aviation Week)2014年5月12日)
P2014D325	Flightglobal (2014年7月3日)
P2014D326	AKKA Technologies Press Release(2014年7月1日)
P2014D327	Aviation Daily (2014年4月22日)
P2014D328	Flight International (2014年5月27日)
P2014D329	Flightglobal (2014年10月9日)
P2014D330	日経ビジネス 製造業を激変させる3つの切り札(2014年12月22日)

資料番号	標	題
P2014D331	日経ものづくり	飛行機の運航の効率化まで指南、故障を事前に察知し、コスト削減(2014年12月2日)
P2014D332	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	AUGUST 25, 2014
P2014D333	Flight International/	30 September -6 October 2014
P2014D334	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	OCTOBER 20, 2014
P2014D335		http://www.rolls-royce.com/news/press-releases/yr-2014/151014-rolls-royce-waterjets-to-power.aspx
P2014D336	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	JANUARY 27, 2014
P2014D337	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	MARCH 31, 2014
P2014D338		http://www.airbusgroup.com/int/en/news-media/media~item=25195e87-fb36-4c85-adfe-f2aae4c34912~.html
P2014D339	AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY/	SEPTEMBER 1, 2014
P2014D340		http://www.cleansky.eu/content/homepage/about-clean-sky-2
P2014D341		http://www.cleansky.eu/sites/default/files/documents/cs2/cs2_commission_factsheet.pdf
P2014D342		http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/legal/jtis/cleansky-establact_en.pdf
P2014D343		http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/FY15_MD_Fact_Sheets.pdf
P2014D344		http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/Final-Aeronautics-Committee-Report.pdf
P2014D345		http://www.nasa.gov/press/2014/november/nasa-tests-revolutionary-shape-changing-aircraft-flap-for-the-first-time/#.VHWefvmsUjV
P2014D346		http://www.nasa.gov/sites/default/files/flap_0.jpg
P2014D347		http://aviationweek.com/leading-edge/nasa-goal-bring-learning-doing-research
P2014D348	Aviation Week	(2014年4月21日)
P2014D349	Flightglobal	(2014年5月2日)
P2014D350	Flightglobal	(2014年6月5日)
P2014D351	Aviation Week	(2014年7月7日)
P2014D352	Aviation Week	(2014年9月22日)
P2014D353		http://www.aero.jaxa.jp/research/frontier/sst/
P2014D354		http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dreams/
P2014D355		http://www.jaxa.jp/press/2014/04/20140409_d_net_j.html
P2014D356		http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dreams/images/dreams02.jpg

資料番号	標 題
P2014D357	http://www.aero.jaxa.jp/research/frontier/feather/news.html
P2014D358	http://www.aero.jaxa.jp/research/frontier/feather/images/news141222_02l.jpg
P2014D359	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/uarms/
P2014D360	http://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/fquroh/
P2014D361	http://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/afjr/
P2014D362	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/safeavio/
P2014D363	http://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/ecowing/
P2014D364	http://www.aero.jaxa.jp/research/ecat/greenengine/
P2014D365	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/safety/
P2014D366	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/safety/images/safety01.jpg
P2014D367	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/safety/images/safety02_right.jpg
P2014D368	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dnet2/
P2014D369	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/uav/
P2014D370	坂本和紀、“戦略的次世代航空機研究開発ビジョンについて”、日本航空宇宙学会誌 Vol.63, No.1, 2015.1
P2014D371	宇宙航空研究開発機構 航空本部 “戦略的次世代航空機研究開発ビジョンに対応した研究概要”
P2014D372	http://www.fanwing.com/news.htm
P2014D373	http://cordis.europa.eu/project/rcn/110975_en.html
P2014D374	http://www.fanwing.com/
P2014D375	http://www.jobyaviation.com/lotus/
P2014D376	Stoll, Alex M., et al. "A Multifunctional Rotor Concept for Quiet and Efficient VTOL Aircraft." (2013).
P2014D377	http://www.jobyaviation.com/LEAPTech/
P2014D378	http://www.jobyaviation.com/LEAPTech(AIAA).pdf
P2014D379	http://www.aurora.aero/media/press/item.aspx?id=apr-320
P2014D380	http://www.janes.com/article/42425/darpa-awards-boeing-contract-for-phantom-swift-as-new-vtol-x-plane
P2014D381	http://www.karemaircraft.com/
P2014D382	http://www.militaryaerospace.com/articles/2014/06/sikorsky-darpa-xplane.html
P2014D383	http://www.lockheedmartin.com/us/products/x-56.html
P2014D384	http://www.nasa.gov/centers/armstrong/research/X-56#.VAhVrvl_sjU
P2014D385	ENRI 講演会資料、 http://www.enri.go.jp/news/osirase/osirase_kouenkai.htm
P2014D386	http://www.aero.jaxa.jp/research/star/dreams/

資料番号	標 題
P2014D387	FAA to Establish UAS Center of Excellence, (http://www.faa.gov/news/updates/?newsId=77504)
P2014D388	Press Release – FAA Approves First Commercial UAS Flights over Land, (http://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=16354)
P2014D389	Press Release – FAA Grants Five More Commercial UAS Exemptions, (http://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=17934)
P2014D390	http://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/recently_published/media/2120-AJ60_NPRM_2-15-2015_joint_signature.pdf
P2014D391	NASA Facts; UNMANNED AERIAL SYSTEM (UAS) TRAFFIC MANAGEMENT (UTM)
P2014D392	Parimal Kopardekar, Enabling Civilian Low-Altitude Airspace and Unmanned Aerial System (UAS) Operations by Unmanned Aerial System Traffic Management (UTM), AUVSI 2014.
P2014D393	Mile Lissone (SJU), RPAS integration in Europe: SESAR R&D and Demonstration activities, ICNS2014 (2014/4).
P2014D394	Célia Alves Rodrigues (SJU), SESAR RPAS Demonstration projects Progress and initial findings, RPAS CivOps 2014 Conference (2014/12).
P2014D395	http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-22-h201.html
P2014D396	http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h201-3-7-1.pdf
P2014D397	日本航空宇宙学会誌 Vol.62 No.7 2014.7 p.248-249 参照
P2014D398	http://www.jsass.or.jp/aerocom/ryu/ryu46/
P2014D399	http://www.jsass.or.jp/strcom/strcom46/sc56.html
P2014D400	日本流体力学会 年会 2014 講演プログラム
P2014D401	http://www.aero.jaxa.jp/publication/event/event140918.html
P2014D402	http://www.jsass.or.jp/fltcom/AS2014/index.htm
P2014D403	第 42 回日本ガスタービン学会定期講演会(熊本)プログラム
P2014D404	http://www.aiaa.org/scitech2014/
P2014D405	https://www.aiaa-scitech.org/SciTech2014_Summary/
P2014D406	AJCPP 2014 Final Program
P2014D407	http://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=21784
P2014D408	https://www.aiaa.org/Secondary.aspx?id=21268
P2014D409	Turbo Expo 2014 Final Program
P2014D410	Propulsion and Energy 2014 Final Program
P2014D411	http://www.icas2014.com/
P2014D412	http://apisat2014.csaa.org.cn/

資料番号	標	題
P2014D413	APISAT-2014	プログラム集
P2014D414		http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/siryu/attach/1300032.htm
P2014D415		http://www.dlr.de/at/en/Portaldata/20/Resources/images/tech_ein/m2vp_1_200.jpg
P2014D416		http://www.dlr.de/at/en/Portaldata/20/Resources/images/tech_ein/hbk1/Messstrecke_BOSS_380.jpg
