

航空ビジョン 2040



2020 年 6 月 1 日

日本航空宇宙学会 航空ビジョン委員会

1. はじめに

航空は今や政治経済および文化における国際交流の手段として不可欠であり、宇宙開発の基盤でもある。我が国航空産業は、先の戦争終結後 7 年間の空白期間を経験し、途中に国産旅客機 YS-11 等の開発があったものの航空機事業として成熟するには至っておらず、自動車産業に代表される国内他産業の成長に比べて残念ながら未熟と言わざるを得ない。しかしながら、我が国は過去 50 年にわたり航空機開発能力を着実に高め、民間機やエンジン開発において欧米の巨大企業の信頼を得ることに成功し、リスクシェアパートナー等による開発参画を通じて国際的に重要な地位を確保するまでになった。また、国産発のジェット旅客機として、2008 年 3 月に MRJ(現 MSJ)の事業化が決断され、2015 年 11 月に初飛行、早期の商業運航開始を目指している。これはこれまでの海外メーカ主体とは別に、我が国主体の開発という重要な戦略カードを新たに持つことを意味する。一方、今後アジア地区を中心に急激な勢いで増加していくと予想されている航空輸送量や化石燃料の使用による地球温暖化問題に対しての航空機のエミッションフリー技術が強く求められている。さらに、オンデマンドのパーソナルモビリティの拡大などに代表される輸送手段の多様化により、ドローンをはじめとする無人機の活用具体化や自動化自律化を踏まえた電動航空機や空飛ぶクルマへの期待なども広がっており、運航も含めた航空技術全般に新たな革新を要求している。また、グローバル化の加速する中で、我が国としても航空機産業において大きな役割果たすことが求められている。

このような背景の中、航空業界としては、国の将来の基幹産業を担うべく更なる飛躍のためには、これらの航空機事業を発展させ、新たな航空機利用を拡大するための具体的な戦略が必要である。

日本航空宇宙学会では、我が国の航空の将来像並びに産官学の役割・連携等を論じ、2009 年 3 月に航空ビジョンをまとめた[1]。産官学にまたがる航空関係者が共有できる将来像、およびそれに向けた総合的で力強い活動方針や施策について我が国の航空ビジョンとしてとりまとめることは意義深いものであった。一方で、ビジョン提示から 10 年以上が経過し、社会状況や技術動向も大きく変わってきている。日本航空宇宙学会は、航空宇宙に関する科学技術の進歩普及を目的とし、産官学にわたる多くの航空関係者を会員に持つことから、引き続き航空ビジョンを主体的に提案してゆくに相応しい唯一の学術組織として、我が国の航空ビジョンを改訂することとした。

2. 我が国の航空ビジョン策定の背景

(1) 航空産業および航空科学技術の意義

① 社会基盤としての重要性

航空輸送は、長距離および高速の人流・物流を担い、我が国の社会経済活動の持続的発展に不可欠なインフラである。我が国の航空輸送規模は世界的にも上位に位置する。しかしながら、そのシステムの基盤を我が国の技術・産業が十分に提供していないという課題がある。その結果、航空機および航空輸送、管制、セキュリティシステムの開発・運用または規格や技術標準などを海外に依存し、さらに年間5%の旅客輸送並びに6%の貨物輸送の伸びを示す大量輸送に対応する効率性、安全性の維持・向上や排出ガスと離着陸騒音に代表される環境保全要求に対し、先進国としてあるべき主導的な対応が十分とはいえない。一方、ICAOに於いては、国際航空分野のCO₂排出削減を進めるため、国際航空におけるカーボンオフセット制度(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: CORSIA)の推進や、長期的な削減目標に係る検討を進めること等が合意されている。世界的にも排出量削減が強く要請される社会動向の中、各国が大幅な規制強化に踏み出す可能性も見据え、環境適合性は、燃費向上による経済性向上のみならず、厳しい規制を乗り越え生き残り競争を勝ち抜くゲームチェンジの鍵となり得る。また、大量旅客輸送のみならず、無人機による新たな航空利用の拡大や、将来のオンデマンド輸送も見据え電動化技術なども活用した空飛ぶクルマや小型電動航空機への期待も広がっている。社会基盤としての航空輸送の重要性を認識し、この現状を打開し航空利用の拡大につなげなければならない。

② 知識集約産業としての重要性

航空産業は、技術波及効果の大きい知識集約産業であり、国の価値向上としての技術セキュリティの役割やデュアルユース・テクノロジーとしての国家安全保障の技術的根幹を成すものである。また、航空機産業は加工・組立て産業の最上位に位置して広範な産業分野の高度化を先導するとともに、それを支える環境、情報、材料などの多分野に技術波及効果をもたらす。例えば、2009年版航空ビジョンで示された日本航空宇宙工業会(SJAC)の1970～1998の期間における調査結果[2]によれば、航空機産業の“産業波及効果”(航空機産業の技術が航空機産業そのものへ及ぼす効果)は約12兆円であり、その“技術波及効果”(航空機産業の技術が他の産業にも影響を及ぼす効果)に至っては約103兆円にも広がるものであることが明らかにされていたが、その波及効果は変わっておらず、引き続きその重要性は明白である。

③ 成長産業としての重要性

世界の民間航空機市場は急激な拡大傾向を示している。例えば、日本航空機開発協会（JADC）の 2019 年の世界航空輸送需要予測では、今後 20 年で 5.53 兆ドルに成長し、特にアジア・太平洋域の成長が顕著で 2038 年には世界航空旅客の 40%を占めると予測されている。その旅客需要増加に応じるため機体数は倍増し、そのうちの約 8 割に相当する約 35,

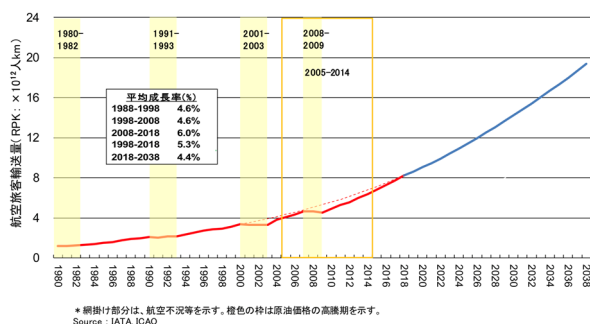


図 1：世界の航空旅客輸送量（RPK）の推移

300 機が新造機であること、また客席数では 120 席から 169 席クラス、航続距離では短中距離機の需要が増大することなどが試算されている[3](図 1-3)。近年の原油価格高騰やアメリカのサブプライムローン問題、新型ウイルス感染拡大等に端を発する世界的な景気後退で需要予測を下方修正する動きもあるが、長期的には成長産業であることは変わらない。

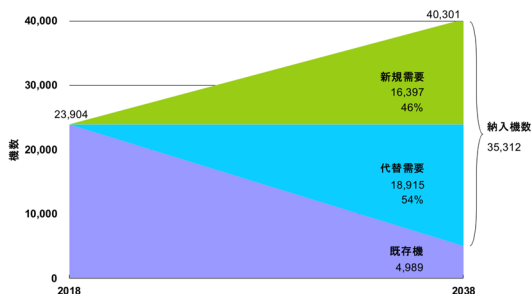


図 2：ジェット旅客機の需要予測結果

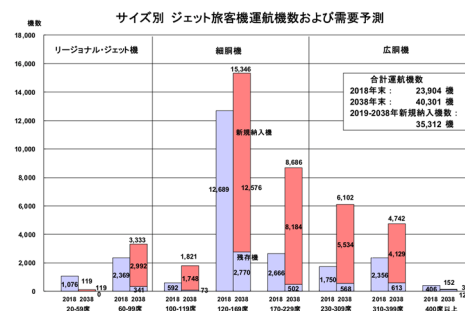


図 3：サイズ別ジェット旅客機運航機数および需要予測

このような成長産業に対して、我が国では機体/エンジンの全機開発能力・経験が不足しているために、インテグレータとして戦略的な開発を主導できず、利益率の高い独自のビジネス展開の可能性を阻害している。結果として我が国の航空産業における売上高は年 2.1 兆円程度、GDP 比では約 0.4%となり、GDP 比 1%前後を有する航空先進諸国に比べ小さな産業規模に留まっている[4](図 4)。また省エネルギー性、低 CO₂ を含む環境適合性、低騒音などの対人環境性の課題もきわめて大きく、この課題克服のためには高度な技術開発が不可欠である。加えて、航空輸送のゲームチェンジを引き起こし、航空産業の枠組みを変え、日本が世界を牽引できる領域を生み出す取り組みが重要である。たとえば、CO₂ 排出に対する厳しい環境の中で生き残るイノベーション技術として環境性能を格段に向上させるエミッションフリー航空機など、新たな航空機の研究開発への積極的な取り組みや、航空機生産や整備における効率化、低コスト化、省人化などが重要

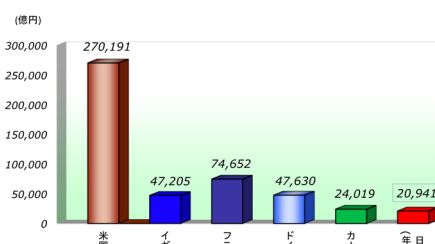


図 4：H29 年 主要国の航空宇宙工業の生産額

である。

(2)我が国の航空ビジョンの必要性

我が国の航空輸送量は世界でも有数であり、路線別の輸送人員数では国内 3 路線が世界の上位を占める。また、技術立国の我が国が世界でその存在感を維持し更に高めるには、最先端技術と先進素材を常に必要とする最終製品を持つことが重要である。これらの観点から航空機開発、航空機運航、その他航空に関連する活動を含めた航空産業は次の基幹産業の有望な候補と言える。特に、航空機を開発する航空機産業では、他に例のない程の高い信頼性が要求され、最先端技術を競い、環境面からの新たな技術革新も進んでいる。一方で、要求される技術レベルも高く、また高いリスクとコストを伴い、単独の企業努力や市場原理だけでは困難である。

航空機は、メーカーが設計製造し、その安全性を国が型式認証を与えて保証するものであるが、それは航空機開発のスタートラインに過ぎず、開発後もエアラインが運航させながらメーカーと共に成長させていくという側面を持っている。従って、メーカーは開発後もエアラインへのサポートを行うことが不可欠であり、またそのサポートによって航空機改善の貴重な技術データが取得できる。そしてそれが、派生型、後継機の開発につながるのみならず、そのビッグデータを直接生かすビジネスが AI/IoT 技術の進歩を踏まえて大きく発展しようとしている。その意味で民間航空機事業は 100 年ビジネスと言われるとともに、宝の山が埋まっているフロンティアが残されているとも言え、航空産業全体が市場に学んで強くなることを改めて認識すべきである。

また、航空機の運航効率化と安全性確保の観点からは、運航量の倍増を見据え米国の NextGen、欧州の SESAR 等の航空交通システムの将来計画でも時間管理を徹底した 4D 運航に向け、管制と機体のシステム変革を進め、安全性と効率の両立を目指し、研究開発を進めている。我が国でも、高度な航空交通システムにより安全かつ大量に航空機を運航する技術を確立することが必要であり、航空局が示す CARATS の方向性に沿った研究開発と実用化が進められている。

現在、航空先進国は 21 世紀の航空機市場の拡大予想の中で産業育成や最先端技術開発の支援、航空交通革新の促進等を積極的に行っている。我が国も、政府は国民の安全、安心、経済、利便を保障するための航空の役割について明確な指針を持ち、官民が共にこの分野を牽引して航空業界の発展を目指すことが重要である。そのためには、我が国の航空の将来像とその実現に向けた具体策(戦略的な総合施策)をまとめた航空ビジョンが是非とも必要である。

3. 航空ビジョン ～日本の目標とすべき将来の姿～

我が国の目標とすべき将来の姿を、最初に長期目標として「2040 年の姿」を描き、次にそこへの中間点として「2030 年の姿」を中期目標として掲げる。

(1)2040 年の姿

約 20 年後の 2040 年の我が国は、航空機・エンジンの主要な供給国の一つになっており、航空輸送システムでも安全性と利便性に責任ある立場となるとともに、新たな利用拡大を牽引している。その具体像は以下の通り。



図 5 我が国航空の未来図(イメージ)[5]

【航空機産業について】

- **【基幹産業化】** 航空機産業が国力に見合う規模まで成長。他産業への先端技術・素材の供給源。国際共同開発では、環境対応技術等で重要な立場を確保。中・小型旅客機ではインテグレータ。装備品産業も拡大し、認証・標準化能力も強化され、FAA/RTCA、EASA/EUROCAE に続き世界の第3極の中核に成長。
- **【環境適合航空機】** 化石燃料の枯渇、炭酸ガス排出総量規制に対応し、輸入に頼らず国産化したバイオジェット燃料で航空機が運航されるとともに、エミッションフリー航空機技術開発が進み、厳しい規制に適切に対応しつつニーズに応え更に航空輸送が拡大して

いる。また環境適合性を飛躍的に改善した”新しい形態の航空機”が我が国から提案され開発が進んでいる。

- **【認証、標準化】**日本の標準を世界標準に反映させる活動や、効率的な認証手続きが実現、ガイドラインも作成される。FAA/RTCA、EASA/EUROCAE に対応する体制により、認証・標準化について世界的に第3極の地位を確立している。
- **【航空機運航サービスビジネス】**航空機の運航をサポートするサービス・ビジネスの観点の取り組みが拡大し、航空機運航のなかで集積されるビッグデータを基に AI/IoT 技術を活用して運航の安全性や経済性を高める新たなビジネスや、整備、修理などでは 3D プリンタによる予備部品の Local Manufacturing などの技術革新や、予防整備の実施や AI/IoT 技術が発達により故障を事前に予知できるようになるなど、低コストで効率的な MRO ビジネスなど、航空機運航を支える航空産業としての新たな取り組みも進んでいる。
- **【次世代超音速旅客機開発】**運航コストや環境適合性が飛躍的に改善され移動時間の革新を一般化する低騒音低燃費の次世代超音速旅客機が、我が国が重要な役割を担いつつ国際共同開発され、幅広い人々に利用されている。

【航空輸送について】

- **【大量安全運航の実現】**我が国独自の航法誘導技術等が、航空機の安全性向上と効率的な運航システム構築に大きく貢献し、大型旅客機や超音速機、国内ジェネアビ航空の拡大による地方空港の活性化に加え、空飛ぶクルマや無人機など、様々な航空機が高度な運航システムにより安全かつ大量に運航されている。
- **【MaaS】**人々が現在の自動車や鉄道と同等に航空交通を日常的に利用するための技術やインフラが整備され、空港における手続きや人の移動の効率化などを通じ、地上交通との円滑な連携が進む。空飛ぶクルマによる新たな輸送手段とその地上インフラや全体システムの構築とともに、航空輸送が自動車や鉄道など合わせた一つの移動サービスへ統合される MaaS への対応も進んでいる。
- **【自動化自律化】**AI や IoT を駆使した技術の活用とそのインフラ統合を通じた自動化、省人化によって、航空機やインフラ(気象予測、管制)がデジタル化され、安全性の飛躍的な向上と効率的で環境に優しい運航システム構築が実現される。AI におけるシンギュラリティを目前に控え、AI を活用しコンピュータが深く関わる新たな航空機運航技術も構築され、管制と連携した自律的で柔軟な運航(Dynamic Autonomous Operation)を実現する新たな航空機運航システムにより、フレキシブルなパイロット支援が可能となり、貨物機を中心にワンマン運航の実施によるパイロット不足への対応が進む。

【新たな航空利用の拡大に向けて】

- **【航空利用の拡大】**産業発展と社会の安心のため、多様な航空機が旧来の航空輸送の範囲に留まらず、幅広い利用、活用が進んでいる。
- **【無人機の利用】**航続距離とペイロード、VTOL 性を兼ね備えた無人機が臨機応変に人員・物資の輸送や情報収集に活用され、特に、災害対応・危機管理においては、その機動性と多様性で災害時の救助救援や特殊な警備警戒などの活動の中核を担っている。
- **【空飛ぶクルマ/小型電動航空機】**自律管制や自動飛行技術により、全国各地で自由自在に空を飛べる Urban Air Mobility(UAM)が実現し、オンデマンド輸送などで、災害、救急対応を含め、社会生活における空からのアクセスが拡大する。
- **【災害対応航空技術の拡大】**災害時の対応や危機管理に対して、他の手段では実現できない迅速かつ時間的、地理的な制約の無いアクセス性をさらに向上させ、活用が進んでいる
- **【更なる利用拡大に向けて】**極超音速旅客機によるさらに高速な移動手段の研究開発や、高高度プラットフォームによる成層圏などの新たな空域の活用に向けた各種の取組み、さらには宇宙空間へのアクセスでもあるサブオービタル飛行や宇宙往還機の実証など、多様な航空利用が模索されている。

【基盤強化・人材育成・連携体制について】

- **【基盤技術】**知識集約産業としての航空産業を支える最先端の科学技術や基盤技術は継続的に発展する。特に、スーパーコンピュータの発展を受けたシミュレーション技術や、IoT 及び AI によるビッグデータの活用や試験計測評価技術、あるいは複合材をはじめとする先進素材やバッテリーなどの基盤技術が向上する。さらに量子コンピュータや量子ジャイロなど新たな技術の航空への適用も始まりつつある。これらの技術を活用、あるいは統合した設計製造や運用整備により、迅速で効率的、フレキシブルでリスクを低減した航空機開発利用が進められている。
- **【産官学連携による研究開発と人材育成】**産官学の連携による実機に向けた研究開発とそれを介した人材育成や、産業界が大学教育に積極的に協力する枠組みなどが恒常的に広範に行われ、育った若手が世界の航空産業および先端技術産業を担っている。
- **【航空科学技術の学問的向上】**高いレベルの技術者、研究者人材が支える我が国の航空科学技術の世界的な位置付けが確立し、日本航空宇宙学会主催する国際会議は各国の研究者が集まる世界的にも重要なイベントとして最先端の技術発信と情報交換の場になっている。

(2)2030 年の姿

① 航空機産業について

- ・ 世界を牽引する革新的な差別化技術の開発により、航空機の環境適合性の向上による SDGs 実現や航空機の安全性向上への貢献を通じ、航空機産業における日本の存在感が向上している。エミッションフリー航空機、航空機電動化を目指した革新的技術や、化石燃料に頼らないバイオ由来のジェット燃料の開発実用化および国際排出ガス取引への貢献など、世界トップレベルの技術が開発されている。
- ・ 環境適合技術等の日本発の差別化技術を適用した MSJ を始めとする国産航空機および国産エンジン、更には小型電動航空機が開発、運用され、国際市場で評価されている。
- ・ 航空機およびエンジンの国際共同開発において、最先端の技術を適用した高付加価値の製品の設計開発や、自動化無人化による低コストかつ高品質を実現する効率的な設計・製造技術等(3D プリンター、一体成型技術を含む)により、日本の存在感と役割分担が更に拡大している。
- ・ 装備品においても、日本の製造業の特質を活かした高品質で先進的な製品群が世界基準をリードし、海外サプライヤーと対等に競争しシェアを拡大、また、国内小型航空機需要の増大に伴い、航空機産業に参入する中小企業も増大している。
- ・ 航空機運航サービスビジネスとしての取り組みがすすみ、航空機運航時に得られるビッグデータを生かした航空機整備ビジネスや、3D プリンタの活用による航空機部品製造などにより、効率的な航空機の製造や整備が可能となる。
- ・ 型式認証について国と民間の総合的能力が向上するとともに、航空の領域拡大に伴い新たな法制度の構築と運用が進められ、技術と制度の両面から航空機産業の発展を支えている。新たに開発された先進技術の標準化を進める体制が構築され、RTCA や ERUOCAE と並ぶ日本の標準化団体が重要な役割を果たし、いくつかの国産航空技術が世界を牽引している。
- ・ AI/IoT 技術の発展を踏まえ、次世代の差別化技術として自動化自律化、無人化技術の研究開発が進み、一部では実用化されている。タスクの自動化範囲の拡大により将来にはワンマンパイロットの実現も見据え、技術開発が進んでいる。

② 航空輸送について

- ・ 混雑空港・空域を中心に効率的で安全な運航技術・システムの技術向上が進み、大型機からビジネス機まで、また幹線だけでなく LCC 等を中心とした地方空港間路線も含み、さらには旅客機から小型機、ドローンまで含めた高度別管制など、先進的な航空機運航が実現している。

- ・ 具体的には、高効率・低コストな運航と安全確保を両立させるため、高度判断支援機能によって 4D 運航能力や耐気象飛行能力などを備えた航空機システムと、管制システムの変革により時間管理を徹底した軌道ベース運航システムの技術開発が進んでいる。
- ・ また、航空機及び空域・空港サービスに関連するすべての事業者（航空管制部門、空港会社、航空会社、荷役等サービス提供者等）が相互に情報交換できるシステム（SWIM：System Wide Information Management）により情報共有と意思決定の能力が向上し、安全で効率的な運航が実現している。
- ・ 更に、AI/IoT 技術の発展を通じた自動化自律化を次世代の差別化技術とし、異常時を含むタスクの自動化範囲の拡大によりワンマンパイロットの実現に向け、特に貨物機に運用の開始を見据えて技術開発が進んでいる。
- ・ 将来の新たな航空利用も見据え、これまでに無い多様な航空機の運航・管制の検討が進み、実用化されつつある。たとえば、小型電動航空機や空飛ぶクルマの実現により、自家用航空機が増加あるいはエアータクシーが登場し、地方空港の活性化や都市部における小型電動航空機や UAM(Urban Air Mobility)の離発着場の整備が進む。また、そこから飛ぶそれら航空機の運航システムが実用化されつつある。

③ 航空利用の新たな領域拡大に向けて

- ・ 人々の暮らしの中での新たな領域で航空利用が拡大し、一般化しつつある。これまでの大型機を中心とした旅客輸送以外に、社会生活における幅広い航空利用として、空から見守り、助ける航空機や無人機の技術開発や活用が進んでいる。
- ・ 具体的には、災害発生時の迅速な救難活動や警備・警戒（危機管理）への航空機利用の一層の進展として、D-NET の全救難航空機対応と夜間・低視程運用、UAV の有人機との一体運用や、災害時のみならず平時においても固定翼を含む UAV の活用により、環境モニタ、監視・警備、気象観測、土地利用測量、医薬品を中心とする物資輸送など、多様なサービスが始まっている。このため、UTM(Unmanned Aircraft System Traffic Management)が整備され、無人機の運用や管制に対しても、AI を活用した自動化（判断支援システムなど）が進んでいる。
- ・ 次世代モビリティによる新たな移動手段の実現に向け、電動・エミッションフリー技術の研究開発などが進むと共に、自律管制や自動飛行技術も適用したオンデマンド輸送が始まっている。これらの航空機の性能や運用に応じた新たな安全基準の設定も通じ、社会生活における空からのアクセスが拡大しつつある。
- ・ 世界の距離を縮める次世代の 50 人乗りクラスの超音速機が、燃費の大幅な向上と騒音低減の達成によって航空路線への投入が可能となり、移動時間を半分に以下に短縮する

高速移動が一般化している。

④ 基盤技術、人材育成、連携体制について

- ・ 将来を睨んだ革新的航空機コンセプトの実現を目指した研究や、AI や IoT 技術を含めた先端的・基盤的な技術開発の強化により、安全性、効率性、環境適合性、セキュリティを向上させる世界トップレベルの技術が産官学連携により開発され、設計製造や運航利用など航空分野におけるあらゆる領域で高度な安全安心が確保されると共に、産業界への技術移転も進められている。先端技術で世界を牽引する観点も含め、世界標準への取り組みが盛んとなり、それをリードする人材の育成が進む。
- ・ 航空従事者(パイロット、整備士等。無人機操縦者も含む)の資格取得に関する社会的仕組みの整備が進み、航空従事者の質・量が大幅に改善されている。また、法制度(航空法等)が航空交通の発展に適合するように整備・改正されて航空免許等の取得も必要に応じた難易度が設定される。航空従事者の人材育成に VR/AR が活用され、低コストで効率的な訓練、教育が進められている。また、日本の航空関連法が米国や欧州など他国の航空関連法と同等扱いとなり、グローバルに対応可能となり、効果的・効率的な運用のために監督官庁の体制も強化されている。
- ・ 産学の連携が強化され、産における研究開発に学が密接に関わるとともに、産業界による大学教育への積極的な連携協力が進み、産業界の発展に貢献する効果的な人材育成の体制が整っている。また、大学でいろいろな航空イノベーションが生まれ、それを実現すべく企業との連携が行われている。AI/IoT 技術の活用のため情報系分野との連携が進むとともに、世界標準化に参画する人材育成も行われている。
- ・ 我が国の航空科学技術の世界的な位置付けが向上し、日本航空宇宙学会主催の各種企画・シンポジウム等が国際的なイベントにまで育っている。日本航空宇宙学会が中心となり、JAXA や各省庁、地方自治体、企業が協調して航空文化普及活動、インフラ整備を積極的に進め、航空に親しむ様々なイベントが各地で開催されるようになり、それらが国民の航空への関心を高め人材育成にも大きく貢献している。

4. 航空ビジョン実現に向けた課題

上記で提示したとおり、2040年に倍増する航空輸送を見据えた航空ビジョンを具現化(実現)するためには、まず、10年後の2030年に低料金で安全・円滑に運航することで、社会における航空輸送の重要性を増大させるとともに、それに伴い航空産業の規模を拡大させること、また、これまでに無かった航空機の活用の範囲を拡大し、人々のくらしの中で航空機が身近になることを目指す必要がある。このような将来像の実現に向け、以下の課題を認識し、それを解決するための取り組みを進めるべきである。

① 将来の航空システムを見据えた日本の戦略策定

- ・ 航空輸送システム全体の将来像と長期戦略の策定および航空政策立案と、その実現のため、関係省庁を横断して戦略的かつ統合的な政策を推進する航空中枢機構「航空庁」や、航空専門 Think Tank 機構の新設等を検討すべきである。
- ・ 経済産業省の航空機産業振興施策、国土交通省の航空安全および航空管制等の施策および CARATS 計画や、文科省における航空科学技術施策等を相互に調整するとともに、JAXA、ENRI、経済産業省/NEDO 等のロードマップの整合性をとりつつ、日本全体としての戦略を策定することが必要である。

② 航空機技術におけるグリーンイノベーション

- ・ 地球温暖化ガス排出低減に向けた技術的取り組みとして、環境適合性の向上を通じてSDGsの実現を目指し、エンジンの革新技術や電動エミッションフリー技術の取り組みや、バイオ由来ジェット燃料の開発、電気自動車で証明された世界的に高いレベルにある日本の小型モータ/バッテリー技術を生かした国産小型電動航空機の開発などが課題である。そのための、個別技術課題として、空力抵抗の低減、機体軽量化、燃焼効率、熱効率の向上、推進効率の改善、システム最適化、燃料消費の少ない最適飛行方式、新燃料の採用、電動化などに取り組むことが重要である。

③ オールジャパンの先進技術、差別化技術を結集し、戦略的に活用

- ・ 次世代国産航空機および国産エンジンの実用化を通じ、日本の存在感と役割分担の拡大を目指すべきである。その際、ビッグデータ、AI や IoT 技術等の適用を通じ、自動化技術や生産性向上などインダストリー4.0の実現や、新技術やシステムの導入のために、「協調領域」の開発体制を構築することが重要である。併せて、防衛技術の民間転用推進、民間技術向上を牽引するデュアルユース技術の強化も課題である。

④ インテグレータを支える装備品メーカーの強化、サプライヤの技術力強化の具体策

- ・ 装備品産業の育成、支援、技術力強化のための方策を策定し、産業振興を図ることが

重要である。また、欧米に依存している型式証明について国と民間の総合的能力を確立することが必要不可欠であり、国内メーカの装備品技術を向上させ認証取得に必要な知見や経験を蓄積すると共に、必要となる基盤技術を構築、共有することが必要である。また、シェア拡大の観点から日本の優位性技術基準の国際標準化への取り組みや、逆に国際標準を牽引することも可能にする技術開発を進め、日本の国際標準における存在感、発言力の向上を目指すべきである。

⑤ 航空機運用サービス・ビジネス

- ・ エアタクシー等新たな航空機も含めた運用を支援するサービスビジネスを推進し、航空機運航時に得られるビッグデータを生かした航空機の運航支援など、新たな価値を生み出すビジネスモデルを確立し育成すべきである。その際、3D プリンタの活用などで効率的で高品質な航空機部品製造や航空機整備を実現する技術およびインフラの構築などに取り組むことが重要である。

⑥ 管制システム、安全運航システム

- ・ 大型機からビジネス機までカバーする航空輸送実現のため、飛行経路を動的に変更し、自律的に飛行させる技術や半自動システム、航空機運航の判断スピード向上などが重要であり、航空機の種類・速度やトラフィック、気象等とも協調しつつ、多数の航空機が効率的な経路を安全に飛行できる技術の確立を進めるべきである。
- ・ デジタル技術やデータ利用による情報共有基盤プラットフォームを構築し、セキュリティが確保された情報共有と AI 等による意思決定支援技術の確立が必要である。
- ・ 航空自由化に備え、また、国産航空機産業の振興を目的として、航空関連法(各種認証制度や運航・整備規制など)のグローバル化が課題である。
- ・ 将来を見据え、自動車や鉄道などの地上輸送も含めて全体を一つのサービスとしてとらえる MaaS(Mobility as a Service)実現に向けた流れも考慮しつつ、新たな航空利用の姿の実現を目指すべきである。
- ・ UAS(Unmanned Aircraft System) や、新たな環境適合型航空機(小型電動航空機など)の運航に備え、将来の飛行管制システムや安全運航システム(UTM)の構築を進めるとともに、さらには、高高度空域の成層圏プラットフォームやサブオービタル飛行、さらには宇宙往還機の運航など、新たな領域での運航技術への取り組みが必要である。

⑦ UAS 技術、小型電動航空機、空飛ぶクルマ

- ・ 人々の暮らしの中での新たな領域で航空利用の拡大を目指し、新たな移動手段を提供するいわゆる空飛ぶクルマの実現や、そのため必要となる安全で信頼性の高い機体技術、自動化自律化運航技術、排出が無く効率的な電動化技術等の研究開発が重要である。また、自動車における CASE(Connected、Autonomous、Shared & Service、Electric)の

方向性も踏まえた研究開発も期待される。

⑧ 大災害への対応・危機管理

- ・ 大震災、集中豪雨、河川氾濫などを教訓に、将来起こり得る大規模災害時の多様な航空機を使った有効な対処が必要である。具体的には、災害時の航空における情報伝達技術、運航安全技術、機体技術。災害対応航空技術 D-NET の全救難航空機対応、ヘリコプタの夜間低視程運用や、平常時において大災害・危機に備える航空技術、さらに有事／平時の双方で無人機の利用を拡大し、インフラとして安定的に維持運営。警備警戒への適用、宅配などの物資輸送、空からの気象観測、情報通信などが課題である。

⑨ さらに将来を見据えた先進航空技術

- ・ 世界の距離を縮め、次世代の高速移動を実現も期待される技術の一つである移動時間のイノベーションを広く一般化するため、課題となっている低騒音の超音速機システム技術の実証、確立や、その先の極超音速機旅客機の技術研究が必要である。また、高高度空域の成層圏プラットフォームやサブオービタル飛行および宇宙往還機など、新たな領域での航空技術の研究へも取り組むべきである。

⑩ ビジョンを実現するための「インフラ」、「基盤」の強化、継続的な維持

- ・ 技術開発基盤および標準器としての大型試験設備維持、整備は重要な課題であり、特に、JAXA における風洞設備、エンジン試験設備などの位置づけの確認、強化が望まれる。また、AI/IoT 活用の観点から、新たな「デジタルトランスフォーメーション」への取り組みや、その際の協調領域における共通プラットフォームの構築は考慮すべき課題である。
- ・ 新しいイノベティブな試みを実証できる試験インフラとして、航空機電動化やエミッションフリー技術の試験インフラ、自由度の高い実機試験場、実験用航空機(MSJ 等)などの整備、運用が必要とされている。

⑪ 航空機の新たな開発や運航を切り開く人材の育成と連携体制

- ・ 航空の将来を見通す高い見識をもち、次世代の高いレベルの研究者、技術者の教育とともに、産業競争力の源泉となる学術・基礎研究を着実に進める中で、基礎力と応用力を身に付けた技術者、研究者の育成が必要である。その際、産業界による大学教育への積極的な連携、協力の強化、推進が重要である。また、JAXA を始めとする公的研究機関の技術研究活動を活用するとともに、学会リエゾン委員会等を活用した連携を図るべきである。
- ・ 航空従事者の質・量の改善のため、航空従事者の資格取得に関する社会的仕組みの整備が必要である。また、人材育成への VR/AR などの活用など新たな技術の適用による低コストで効率的な訓練、教育に取り組むべきである。
- ・ セキュリティ強化を見据えた人材育成が必要であり、そのためには AI/IoT 技術活用のた

めの情報系分野との連携が重要となる。

- ・ 地球温暖化対策の推進のため、経済、政策と一体となった世界的な取り組みが求められる中、グローバルな視野と問題解決能力を備えた人材を長期的に育成することが必要である。また、国家としての航空人材の育成に取り組む合意形成と体制整備が重要である。
- ・ 航空に親しむ様々なイベントや航空教室、その中でのものづくり体験、航空に関する科学館・博物館や各種の展示を充実させ、航空に親しみ体験することで空の文化を涵養し、航空への関心を高めることが必要である。

上記の課題を克服するため、必要とされる公的研究機関、産業界、大学の役割を以下に列記する。

① 政府官庁の役割と期待される活動

- ・ 新たな機体に対する安全規制(無人機、空飛ぶクルマ、電動航空機など)、および各種認証制度の国際標準化に対応する。また、日本製航空機及びエンジン、装備品、関連部品の海外販路拡大を支援するとともに、それを促進する新たな航空関連規格の国際標準化を推進する。これらを円滑に進めるため、官民協議会や省庁連絡会など、All Japan の連携構築や協力活動、省庁が連携した科学技術施策の推進などに取り組む。

② 研究機関の役割と期待される活動

- ・ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)航空技術部門は、航空技術開発における産官学の中核的な公的研究機関として、人的・資金的拡大の実現、国が求める技術開発の役割を強化しつつ、①我が国の戦略に対応した基礎的並びにプロジェクト・レベルの研究開発の促進、②大型試験設備の整備・拡充と効率的運用。運航・認証に関する役割の強化、③技術実証、国際基準化、等の展開による産官学連携及び国際連携の強化、④抜本的価値創造や新たな価値創造をめざし、オープンイノベーションによる異分野連携、などを担う。
- ・ 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所(ENRI)は、安全で効率的な航空機の運航を支える航空交通管理(ATM)およびインフラとしての航空通信、航法、監視技術(CNS)に関する研究の中核機関として、国土交通省航空局及び国内外の関係機関と連携しつつ 2019 年度に ENRI が改訂した研究長期ビジョンに沿った活動を行う。また、新技術の社会実装を目指して、国際標準化の活動を行う。

③ 産業界の役割について

- ・ 実機開発に直結する技術基盤の向上に、公的研究機関や大学、企業連携等も効果的に活用する。特に、国際競争での優位性を確保するための差別化技術を創造・強化する

とともに、素材、部品レベルから最終製品までに至るネットワークを構築する。また、認証取得までをスコープに入れ、Tier1 として世界に伍する活動を目指す。

④ 大学の役割について

- ・ 産業界とも密接につながることで、実学に根ざしリーダーシップが取れ海外と互角に戦えるグローバルな人材を育成するとともに、次世代の航空機技術創出につながる学術研究・基礎研究を推進する。

⑤ 学会の役割と期待される活動

- ・ 学術を中心とした情報共有、発信、特に、有識者の専門家集団として、航空分野における将来の方向性を提示する。また、産学官の結節点として All Japan の連携を強化する。さらに、他学会との連携を通じた異分野融合の促進により、新たな概念や技術の創出に貢献する。

5. 航空ビジョン実現のための提言

上記航空ビジョンの課題への対応に関する提言を以下にまとめる。

- ① **将来の航空システムを見据えた日本の戦略策定**: 航空輸送システム全体の将来像と長期戦略の策定および航空政策立案と実現のための関係省庁を横断して、戦略的かつ統合的な政策を推進する航空中枢機構やシンクタンク機能を新設し、各省庁の航空施策の円滑な総合調整の実現を目指すこと
- ② **航空輸送分野におけるグリーンイノベーション**: 地球温暖化ガス排出低減などによるSDGsの実現を目指し、環境適合性向上に必要となるエンジンの革新技術や電動エミッションフリー技術、バイオ燃料技術の開発や適用などを進めること
- ③ **オールジャパンの先進技術、差別化技術の結集**: 次世代国産航空機および国産エンジンの実用化、および防衛技術の民間転用、デュアルユース技術の強化を通じ、日本の存在感と役割分担を拡大すること。また、ビッグデータ、AI や IoT 技術等の適用を通じ、自動化技術や生産性の向上を図ること
- ④ **装備品産業、サプライヤ**: 技術力と国際競争力の強化のため、認証取得、認証基準のための技術基盤の確立や、日本の技術を国際標準化する活動を推進すること。そのため必要となる長期的かつオールジャパン体制を構築すること
- ⑤ **航空機運用サービス・ビジネス**: 航空機運航時に得られるビッグデータを生かし運航の安全性、整備性を高める新たな価値を生み出すビジネスモデルの確立や、3D プリンタ等による効率的で高品質な航空機部品製造や航空機整備を実現する技術およびインフラの構築を通じ、新たなサービスビジネスの実現を目指すこと
- ⑥ **先進的な管制システム**: 大型機からビジネス機、無人機や空飛ぶクルマまでカバーし、デジタル技術により情報が共有され、飛行経路を動的に変更し管制する技術や、混雑や気象等を考慮し多数が効率的な経路を安全に飛行できる技術を確立すること
- ⑦ **UAS 技術、空飛ぶクルマ**: 無人機の活用やいわゆる空飛ぶクルマの実現により、人々のくらしにおける航空利用の拡大を目指し、安全で信頼性の高い機体技術、自動化自律化、電動化技術や CASE の適用などの研究開発を進めること
- ⑧ **大災害への対応・危機管理**: 将来起こり得る大規模災害に有効に対処するため、統合された航空宇宙システム及びその非常時の運用体制を構築すること。必要となる災害対応航空技術開発を積極的に行い、災害対応活動への適用を進めること
- ⑨ **さらに将来を見据えた先進航空技術**: 航空における新領域として、超音速機やその先の極超音速機や宇宙往還機、成層圏プラットフォームや高高度無人機など、航空における新領域の開拓に向けた研究開発を着実に進めること
- ⑩ **インフラ、基盤**: 基盤の強化、継続的な維持のため、公的機関の大型設備を維持発

展させ活用するとともに、新しいイノベーティブな試みを実証できる試験インフラを整備すること。新技術やシステムの導入において「協調領域」の開発体制を構築すること

- ⑪ **人材育成と連携**: 産業競争力の基礎となる技術者、研究者の育成のため、産業界による大学教育への積極的な連携、協力を推進すること。新たな技術適用を通じた航空従事者の効率的な人材育成を進めること

学会として、協力連携の場を提供し各分野での情報交換を通じ、産学官連携によるオールジャパンの活動を促進することが重要である。

6. おわりに ～日本航空宇宙学会の活動方針～

日本航空宇宙学会は、これまでに引き続きこの航空ビジョンの実現を目指して以下の活動を行う。

① 航空ビジョンの継続的な検討と実現のための活動

- ・ 我が国航空の将来像を継続的に議論する場を設け、ビジョンに最新情報を取り込むとともにその実現に向けての施策、方策を産官学で共有化し洗練させていく。このことを通じ、併せて広く国民の理解と支援を求めていく。
- ・ 若手が自らの手でビジョンを作り行動することを促すために、様々な仕組みを立案し活動する機会を与えていく。
- ・ 我が国の航空科学技術の発展のためには分野や組織を跨ぐ総合的かつ連携的な推進が不可欠であり、そのための議論および関連の産官学へ働きかけを行っていく。

② 我が国の航空ロードマップ策定の支援

- ・ 府省の航空政策を統括する機関が設立された場合には、その機関が航空ロードマップを策定する際に、日本航空宇宙学会は学術的見地および創造的技術発信グループの立場から積極的に支援していく。

③ 人材育成

- ・ 我が国将来の航空を担う人材育成は何にもまして重要であることを強く意識し、日本航空宇宙学会が中心となって産官学が連携して行う国際的な人材育成システムの構築を図る。
- ・ 革新的な航空技術の学術発信グループとしての学会活動を活性化し、このことを通じて若者を航空に惹き付け、そのインセンティブを高める。
- ・ 航空科学技術の教育と知識普及のための出版活動を行う。

追記:

我が国のこれまでの航空機・エンジンの技術基盤・生産基盤の蓄積は、民間機分野だけでなく防衛機開発に依るところも大きい。しかしながら、今回の航空ビジョン策定は日本航空宇宙学会として初めての試みであるため、今後大きな伸びが期待される民間航空に焦点を絞ることとした。ただし、5 節、6 節にも記したように、我が国の航空科学技術の発展のためには分野や組織を跨ぐ総合的かつ連携的な推進が不可欠であり、そのための防衛関連航空技術の民間転用やデュアルユース技術開発等の議論および関連の産官学へ働きかけを今後行っていく必要がある。

略語、記号

EASA:	European Union Aviation Safety Agency
ENRI:	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所
EUROCAE:	The European Organization for Civil Aviation Equipment
FAA:	Federal Aviation Administration
ICAO:	International Civil Aviation Organization 国際民間航空機関
JADC:	一般財団法人 日本航空機開発協会
JAXA:	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
NEDO:	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
RTCA:	Radio Technical Commission for Aeronautics
SJAC:	一般社団法人 日本航空宇宙工業会
CARATS:	将来の航空交通システムに関する長期ビジョン
CORSIA:	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
D-NET:	災害救援航空機情報共有ネットワーク
MRJ/MSJ:	Mitsubishi Regional Jet / Mitsubishi Space Jet
NextGen:	Next Generation Air Transportation System
SESAR:	Single European Sky ATM Research
ATM、CNS:	Air Traffic Management、Communication/Navigation/ Surveillance
AI/IoT:	Artificial Intelligence / Internet of Things
CASE:	Connected、Autonomous、Shared&Service、Electric
LCC:	Low Cost Carrier
MaaS:	Mobility as a Service
MRO:	Maintenance, Repair, Overhaul
SDGs:	Sustainable Development Goals
SWIM:	System Wide Information Management
UAM:	Urban Air Mobility
UAS/UAV:	Unmanned Aircraft System / Unmanned Aircraft Vehicle
UTM:	Unmanned Aircraft System Traffic Management
VR/AR:	Virtual Reality / Augmented Reality
VTOL:	Vertical Take-Off and Landing

参考文献

- [1] 日本航空宇宙学会、「航空ビジョン」、2009/3/19
- [2] 日本航空宇宙工業会、「2000 年度産業連関費を利用した航空機関連技術の波及効果定量化に関する調査」
- [3] 一般財団法人日本航空機開発協会、「民間輸送機に関する市場予測 2019–2038」、2019/3
- [4] 社団法人日本航空宇宙工業会、「航空宇宙産業データベース」、2019/7
- [5] 航空ビジョン策定委員会事務局、素材画像提供：一般財団法人日本航空機開発協会、三菱航空機株式会社、富士重工業株式会社、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

航空ビジョン委員会(敬称略)

委員長： 麻生茂

委員： 伊藤一宏
伊藤健
伊藤真
大石勉
小林哲也
鈴木真二
谷泰寛
長嶋哲矢
永森久幸
那須竜太郎
西澤 敏雄
福田豊
宮川淳一

以上