

航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン中間とりまとめ

2019年10月

目次

1. はじめに
2. 我が国の航空分野の現状
3. 航空科学技術分野における未来社会デザイン・シナリオの実現方策
 3. 1 未来社会デザインとシナリオ
 3. 2 デザイン・シナリオを実現する研究開発、基盤技術整備の方向性
4. 実現方策を支えるシステム改革
 4. 1 研究人材の改革
 4. 2 研究資金の改革
 4. 3 研究環境の改革
 4. 4 研究開発実施組織の改革
5. おわりに

1. はじめに

我が国では平成 28 年度からの 5 か年計画である第 5 期科学技術基本計画において、科学技術イノベーション政策を経済、社会及び公共のための主要な政策として位置付け強力に推進してきた。同計画では、情報通信技術（ICT）の急激な進化やグローバル化の更なる進展等の社会・経済の構造の大変革期にあること、エネルギー問題をはじめとする世界が抱える課題の増大・複雑化が起りつつあることから、そのような中で我が国及び世界の将来にわたる持続的な成長のため、目指すべき国の姿及びこれを実現するための政策が示されている。

これを受けて文部科学省では、研究計画・評価分科会において、今後実施すべき「重点的に実施すべき研究開発の取組」及び「推進方策」について検討し、「研究開発計画」を策定した。同計画においては、「社会からの要請に応える研究開発」、「次世代を切り開く先進技術の研究開発」、「航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発」の 3 点を航空科学技術分野の研究開発における取組の柱とするとともに、これらの推進のために、人材育成、オープンイノベーション（産学連携）の推進、大型試験設備の整備等に着実に取り組んできた。

この研究開発計画に基づく取組の実施により、文部科学省における航空科学技術分野の取組は一定の成果を挙げてきたが、デジタル革命等による資本集約型社会から知識集約型社会への大転換（モノからコトへ）の加速、また、Society 5.0 の実現に向けたイノベーション創出のプロセスの変化が進む社会においては、今後も航空に対する社会要求がより一層高まっていくことが想定される。令和 3 年度からの第 6 期科学技術基本計画や次期研究開発計画等の関連する計画は、こうした点も十分留意して作成される必要がある。

そこで、文部科学省では、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会航空科学技術委員会において、第 6 期科学技術基本計画期間を含む今後の 10 年程度を見通しつつ、航空科学技術分野の現状や今後文部科学省として推進すべき研究開発の方向性等について次章以降に整理した。

2. 我が国の航空分野の現状

航空機はその最大の特徴である高速性を生かし、旅客や貨物の輸送、観測等の様々な部門における利活用を通じ、既に経済社会の発展及び国民生活の向上のために必要不可欠な社会インフラとなっている。そして、世界の経済発展、これに伴うグローバル化の進展、LCC の市場の成長を背景に、航空需要のますますの増加が見込まれている。日本航空機開発協会による「民間航空機に関する市場予測」（2019 年 3 月）では、2018 年から 2038 年の 20 年間で旅客移動需要が 2.3 倍以上になるとされている。これに伴って航空機の運航機数も約 1.7 倍になるとされている。

世界の旅客機産業は、ここ 20 年ほどボーイング社とエアバス社の複占状態であり、2 社

以外では、100 席以下のリージョナルジェットにエンブラエル等の企業が参入している程度である。航空機産業全体として長期的に堅調な成長が見込まれる中、特に中小型機の需要拡大、とりわけアジアでの需要拡大が顕著であると見込まれている。一方で我が国の航空機産業の市場規模は 1.8 兆円前後で推移している状況である。機体構造やエンジンについては、日本航空機開発協会や日本航空機エンジン協会のもと重工各社が連携して国際共同開発へ参画しているが、機体構造についてはボーイングの中大型機以外の機体（ボーイングの小型機やエアバス等の機体）への参画、エンジンについてはコアエンジン（高温高圧部）への参画に新たな開発分担を獲得する余地があると考えられる。一方で、機体・エンジン以外の構成要素である装備品については、機体価格の約 4 割を占めるにも関わらず、内装品、飛行制御、降着装置などの一部は欧米企業と競合しているが、全体としては参入が限定的と言わざるを得ない。加えて、技術をパッケージングしてシステム化するシステムインテグレーションの分野でも実績を重ねる機会が少ないと言える。政府としては 2030 年に航空機産業の売上高 3 兆円を達成する目標を掲げているが、その達成にはこれらの状況や欧米においては航空機産業の技術発展を先導する研究開発に NASA 等の公的研究機関が重要な役割を果たしていることも踏まえ、次世代航空技術の研究開発においては航空科学技術行政（文部科学省／JAXA）によるより一層の取組が必要である。

航空機は自動車に比べ部品点数が約 100 倍に及ぶ複雑なシステムを有し、また、安全性や信頼性に関して非常に厳格な要求がなされるため、開発には高い技術が要求される。よって、航空機産業は、他の産業分野での取組を含む我が国がこれまで蓄積してきた高い技術力を集約することで、世界に対して更に貢献していくことが可能な分野であると言える。そのため、我が国が有する技術的な強みを把握し、どの分野の研究開発に注力していくべきかを見極めることが重要である。具体的には、まず、既に我が国航空機産業が国際的な優位技術を有する CFRP（炭素繊維強化プラスチック）をはじめとする先進材料分野が挙げられ、これらは引き続き国際的な優位性を維持することが必要である。これに加え、超音速機のソニックブーム低減技術、コアエンジンの環境負荷低減技術、機体の低騒音化技術、数値解析技術に代表される JAXA が有する世界最先端レベルの技術及び自動車産業や電機産業等の関連する産業分野が有する電動化技術、自動化などの生産技術、情報技術における優位性の維持が重要である。これらは今後の学術界における研究成果や航空機産業の動向を見極めた上で、産学官の連携体制のもと、適時適切に実用化・製品化することで新たな開発分担の獲得に繋げられるよう取り組むべきである。また、装備品等での参入遅れの一因となっているシステムインテグレーションの分野での実証機会が少ないことについても、より一層の技術レベルの底上げやシステム実証の機会の提供などの対策が求められている。

これらは、利便性向上や環境負荷低減等、今後多様化していく航空に対する社会要請を満足させつつ進めていく必要があるが、航空科学技術行政には産業界・学術界から以下の役割が期待されている。

①民間企業が取り組むにはリスクの高い研究開発への取組

航空機産業における研究開発には、一般的に、多額の費用を要するとともに長い開発期間が必要である。そのため、民間企業での研究開発では十分な投資を行いつらく、短期間で成果が出る既存技術の改良のようなローリスクなテーマとなりがちで、革新的な成果が上がりづらい傾向にある。我が国の競合相手となる欧米等の諸外国においても公的機関が国費を用いた研究開発により民間企業を支援していることも踏まえると、我が国の航空機産業が世界に伍していくためには、航空科学技術行政には必要な資金を確保し、民間企業のみでは取り組むことが難しいハイリスクな先進的技術や短期間で成果の出にくい基盤技術の研究開発を戦略的に実施し、我が国の航空機産業を下支えすることが求められる。

②企業単独で保有の難しい大型試験設備の整備・拡充及び効率的な運用

風洞、実証用航空機等の大型試験設備は新技術の実用化までの過程において必要不可欠な設備であるものの、整備あるいは維持に多額のコストを要することから、企業単独で保有することは企業の競争力維持の観点で困難であるケースが多い。また、今後我が国の航空機産業がより広範囲の設計分担の獲得や、システムインテグレーションが可能なより上位のパートナーとなっていくにあたっての知見やノウハウの蓄積の観点でも我が国に大型試験設備があることは有意義であり、その役割が航空科学技術行政に求められている。

③産学官連携や国際連携におけるリーダーシップ

我が国は、前述のとおり個別の技術では優れたものを有する一方で、システム技術等ではこれまで実績を積み重ねる機会が少なかったと言える。このような我が国全体で十分な知見の無い分野あるいは航空機電動化のような新たな価値創造が必要な分野については、産学官が連携して協調領域を中心とした我が国の技術レベルの底上げや標準・規格策定などについて国際連携を図っていく必要がある。そのため、最先端の技術に関する幅広い情報に接することができ、かつ、国際民間航空機関（ICAO）における国際標準の検討に参画するなどの実績を有する航空科学技術行政には、こうした役割を担うことが求められている。

④基礎力と応用力を身につけた人材の育成

航空科学技術分野は、極めて成熟した技術レベルが求められる一方で、最新技術が積極的に取り入れられるという特徴があり、求められる人材のレベルも高くなる。そのため、航空機産業の長期的発展にとって、人材確保が重要な課題となっている。基礎力と応用力それぞれに高い能力を身につけた将来を見通せる人材が必要であり、若年層から高等教育にわたる人材育成の取組が航空科学技術行政に求められている。

3. 航空科学技術分野における未来社会デザイン・シナリオの実現方策

3. 1 未来社会デザインとシナリオ

経済社会の発展及び国民生活の向上のために必要不可欠な社会インフラである航空機の利活用は、今後のグローバル化の進展、LCCの市場の成長を背景に20年間で世界の旅客需要が2.3倍以上になると見込まれている。グローバル化の進展に関連して、IoT技術の発展等によりコミュニケーション方法が多様化することが想定されるが、コミュニケーションの全体量の増加に伴い、対面でのコミュニケーションが必要な機会も増えていくものと予想される。また、少子高齢化に伴い、航空輸送の担い手不足も深刻化していると考えられる。

一方で、より身近で手軽な移動手段として、近年次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用の可能性に注目が集まっている。我が国における代表的な動きとして、ドローンによる離島・山間部での物流サービスが始まろうとしていることや、いわゆる“空飛ぶクルマ”の実現に向けた技術開発や制度整備等に関する官民共同の検討が挙げられ、これらに対して航空科学技術は着実に貢献することが求められている。

また、地球温暖化に伴う気候変動による大規模災害の増加、高齢化社会の進展による救急医療が必要なケースの増加など社会課題が深刻化することに伴って、航空に対してこれらの解決手段を提供する社会要請が高まることが想定される。

さらには、世界全体として経済のグローバル化や少子高齢化をはじめとする社会変化が進み、持続可能な人間中心の交通ネットワークの実現が求められる中で、科学技術には第4次産業革命と称されるIoT、ロボット、人工知能(AI)、ビッグデータ等のデジタル技術とデータ活用によるイノベーション創出のプロセスの変革を活用しSociety 5.0を実現することが求められている。

こうしたより豊かな社会の実現に向け航空に求められる「コト」が高度化・多様化していく情勢を踏まえ、それらに応える我が国における航空の未来像を、航空科学技術が「モノ」である航空機等の技術の高度化の側面から貢献していくことを念頭に、①既存形態の航空輸送・航空機利用の発展、②次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用の大きく二つの視点から考えることとする。

①既存形態での航空輸送・航空機利用の発展

前述のとおり、日本航空機開発協会による「民間航空機に関する市場予測」(2019年3月)では、2018年から2038年の20年間で世界の旅客需要が2.3倍以上になることが見込まれているところであり、これは有償旅客キロメートルにして年平均4.4%の伸び率に相当する。これにより運航される機体数も20年間で約1.7倍になることが予想されている。しかしながら、地球規模での課題となっている環境問題への対応のため、CO₂やNO_xに代表される排出物削減の要求が一層強まることが予想され、交通ネットワークの持続可能性と利便性の両立が更に求められることとなろう。また、国内においては、大規模災害の増加や救急医療の高度化への要請の増大が見込まれることから、従来型の輸送以外の場においても航空機の果たす役割の重要性は増すことが考えられる。

こうした将来においては、安全性、信頼性、環境適合性、経済性等の社会共通の要求への対応が追求された上で、「より速く」、「より正確に」、「より快適に」、「より無駄なく」といったユーザー個々のニーズに細かく対応したサービスが提供されることが必要であろう。これには、これまで我が国において蓄積してきた航空科学技術にデジタル技術やデータ活用技術等を高度に融合させつつ、更に追求していくことが不可欠であろう。

そのためには、安全性や信頼性については大型機の事故の原因の約半数を占める乱気流等の気象現象や約4分の1を占める誤操作等のヒューマンエラーに対応し、航空事故を大幅に削減できる革新技術、あるいは航空機運航の遅延や欠航を極力減らすことができる革新技術が開発されること等により、乗員乗客はもとより空港周辺の住民も含めた全ての関係者が不安なく航空輸送の発展を受け入れられていなければならない。また、環境適合性や経済性については、ICAOにおける環境規制の厳格化やパリ協定での長期目標の達成などへの対応、航空会社における燃料コスト削減に対する要求等を満足するための航空機の電動化技術をはじめとする省エネ（脱炭素化）技術とともに空港周辺における環境負荷の低減等に関する革新技術等も開発されている必要がある。これらは、進歩した航空機がその性能を存分に発揮できる運航環境の実現と併せて進められるべきである。そして、これらを前提としつつ、一例として「より速く」というニーズに対する超音速旅客機の提供等、各方面におけるユーザーニーズに対応する技術が開発されることによって、航空輸送がより身近で便利なものとなっていることが予想される。併せて、大規模災害や救急医療等における航空の活躍の場が拡大されていることや、AIやIoTを活用した自動化・省人化といった社会問題への対応も進められるべきである。

②次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用

成長戦略フォローアップ（令和元年6月21日閣議決定）において、小型無人機（ドローン）やいわゆる“空飛ぶクルマ”が空における次世代モビリティ・システムとして位置付けられ、技術開発や必要な安全基準をはじめとする制度の整備を進めることとされている。これらの実現に向けた官民を挙げた取組が進められている。具体的には、小型無人機（ドローン）については小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会による空の産業革命に向けたロードマップにおいて2019年度中の離島・山間部での物流サービス及び2022年度を目途とする有人地帯での目視外飛行による荷物配送などのサービスの実現を、いわゆる“空飛ぶクルマ”については空の移動革命に向けた官民協議会による空の移動革命に向けたロードマップにおいて2023年からの事業開始の実現をそれぞれ目標として進められていること等が挙げられる。そのため、今後10年間或いは更にその先の時代では、こうしたシステムが持続可能な人間中心の交通ネットワークの実現とともに、災害対応や農林水産業をはじめとする様々な分野においても既存形態の航空機にはないメリットも生かしつつ、これまで航空に対して向けられていなかったユーザーのニーズを満たすような性能を持ち、かつ安全な運航を可能とする技術が、電機産業・自動車産業をはじめとする航空以外の分野の

技術やデジタル技術とデータ活用に関する技術等と融合しつつ確立されていることが予想される。

また、次世代モビリティ・システムの実現は、単なる移動手段の高度化をもたらすだけでなく、飛行ルートの設定、離着陸場所やそこへのアクセスのためのインフラ整備などまちづくりの在り方などについても大きな変革をもたらす可能性もある。

上記の 2 つの視点による社会の変化は独立して起こるものでは必ずしもなく、例えば既存形態での航空による大都市間輸送と次世代モビリティ・システムによるローカル輸送の組合せなど、両者が融合した更なる空の利用が広がっていくものと推定される。

3. 2 デザイン・シナリオを実現する研究開発、基盤技術整備の方向性

前節に掲げた2つの未来社会デザイン・シナリオを実現するため、航空科学技術行政には、ユーザーニーズ（市場動向）を踏まえた戦略に基づき、我が国航空機産業界或いはJAXAが有する世界に対する優位技術を更に発展させることを中心に据えつつ、航空以外の分野の技術やデジタル技術とデータ活用に関する技術等とも積極的に融合を図りながら、国としてどの技術分野に注力していくかを見出していく必要がある。そして、これらはデュアルユースや異分野への技術移転なども含めた出口を常に見据えて行うべきである。同時に、これらの優位技術は、航空機全体や運用を含めて価値創造をする本質的な視点から、航空機システム全体の安全性・信頼性を確保するシステムインテグレーション技術を伴って設計も含めて確立されるよう取り組むべきである。

①我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略

我が国が今後どの技術分野に注力していくかを見出すためには、我が国の優位技術を適切に認識する必要がある。JAXAは既に超音速飛行に関するソニックブーム低減技術やエンジンに関する環境負荷低減技術、機体の低騒音化技術等に関し世界に対し技術的優位性を有しており、いずれも前節の社会要求への対応を追求するための切り札となり得るものである。これらは今後の技術移転に向けた技術実証を進めていく段階にあることから、引き続き産業界とも連携し、技術移転及び実用化に向けた取組を進めていくべきである。加えて、JAXAは航空機設計に欠かせない数値解析技術についても強みを有しており、これまでも我が国航空機メーカーの機体形状の設計に対し技術支援を行ってきた。さらに、JAXAは、我が国における航空交通量の増大等に的確に対応した効率的な航空サービスを実現するための国の取組にも積極的に参画しているところ。今後も産業界等に対し、次世代国産旅客機の開発や旅客機の国際共同研究開発等への戦略的な参画、次世代運航システムの実現等をしていくための技術支援とともに、我が国の技術的優位性の維持あるいは国の施策の実現を図るための継続的なリソースの投入が望まれる。

我が国航空機産業においては、航空産業ビジョン（平成27年12月11日、基幹産業化に

向けた航空ビジネス戦略に関する関係省庁会議決定)に掲げられているとおり、素材・材料分野は我が国が強みを有する分野の一つとなっている。文部科学省/JAXAは、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)において、材料科学・工学と情報工学を融合し、欲しい性能から材料・プロセスをデザインする研究開発に、JAXAの有する複合材料(CFRP)の知見を生かし、産学と連携して取り組んでいるところであるが、**今後も関係機関との連携を継続し積極的に取り組んでいくべき**である。

また、航空産業ビジョンにおいては、大型機の事故の原因の約半数を占める乱気流等の気象現象や約4分の1を占める誤操作等のヒューマンエラーへの対応も課題として掲げられている。JAXAにおいては、これまで検知が不可能だった晴天乱気流を検知できる、航空機搭載用のドップラーライダーの研究開発を行い、現在はメーカーが実用化に向けた検討を進めている。航空科学技術行政では、こうした気象・ヒューマンエラー等の**主な航空事故要因に対応する技術開発を今後も推進していくべき**である。

②異分野連携も活用した革新技術の創出

我が国の強みを生かした革新技術の創出には、航空以外の分野の技術等とも積極的に融合を図っていくべきである。例えば、航空輸送による環境負荷の革命的な低減や次世代モビリティの実現のためには、航空機の電動化技術が不可欠である。電動化航空機の設計開発においては、JAXAや航空機産業界の有する空力解析や構造解析、システム設計技術が中心的な要素となる。しかし、高出力のモーター、大容量のバッテリーなど、主要な構成要素ではあるが航空機産業界のみでは必ずしも十分な知見を有しないものもある。JAXAは電機産業をはじめとする関連産業を含む産学官連携の体制(航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム)を構築し、世界に誇る国内の電動要素技術などを航空機技術と糾合するオープンイノベーションの手法によって、抜本的にCO₂排出削減が可能なエミッションフリー航空機の実現と新規産業の創出に向けた活動を進めている。また、無人航空機分野においても、電機産業や情報通信業等との更なる協働を図りつつ、離島・山間部での物流サービスや有人地帯での目視外飛行による荷物配送などのサービスを実現していくことが必要である。

さらには、**IoT、ロボット、AI、ビッグデータ等のデジタル技術とデータ活用が進む今後の社会においては、航空機製造、装備品技術や運航技術の開発にはこれらの効果的な活用が必須となる時代が到来すると想定される。そのため、異分野連携、糾合を更に積極的に進めつつ、革新技術の創出を図っていくべき**である。

③出口を見据えた産業界との連携

産業界との連携については、JAXAと産業界の役割分担の在り方についても考える必要がある。一般に、JAXAは開発リスクの高い先進的技術の研究開発を行い、いわゆる「死の谷」を越えた段階、すなわちメーカーによる実用化・製品化への開発リスクが過度でなく

なった段階で技術移転をし、メーカーは当該技術の製品化を果たしている。しかしながら、この「死の谷」がどこにどの規模で存在するかは、技術の分野や技術移転先となるメーカーの経験等の複雑な要素によるため一概に決めることができない。そのため、**研究開発の初期段階から技術移転先となりうる民間企業との密接なコミュニケーションを図り、課題の取捨選択を含む出口（実用化・製品化）を見据えた研究開発計画を立てる必要がある**。また、この出口については、ターゲットとなる製品（大型の旅客機、小型機、無人航空機、あるいは防衛産業とのデュアルユースや他の産業分野への技術移転、国の施策への貢献等）によって、求められる技術成熟度レベル等が異なる可能性がある。研究開発成果を効率的に産業界へ還元する観点から、この点を研究開発のプロセスを設計する際に考慮するべきであると考えられる。

また、実用化・製品化という点では、**航空機システム全体の安全性・信頼性を確保するための安全認証技術を含むシステムインテグレーションに関し、これまで我が国は実績を積み重ねる機会が少なかった**ことから、仮に優れた要素技術を開発しても実用化・製品化の段階で再び大きなハードルにぶつかる結果となってしまう。JAXAはこうした問題を解決するため**産学官共同で国内の知見を蓄積する取組**である航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブでの活動に現在中核メンバーとして参画しているが、こうした取組を積極的に推進していくべきである。

4. 実現方策を支えるシステム改革

前章の未来社会デザイン・シナリオを実現する研究開発・基盤技術整備を的確に進めるためには、研究開発を支える人材、資金、環境等のシステム改革に関する多面的な取組が必要である。特に航空科学技術分野においては、要求される技術レベルの高さ、研究開発期間の長さ、大規模な試験設備が必要となることなどの特徴があることから、これらに留意したシステム改革を進めるべきである。

4. 1 研究人材の改革

航空科学技術分野は、最終的な製品である航空機等に対する高い安全性・環境性・信頼性の要求から極めて成熟した技術レベルが求められる一方で、新素材、自動化、電動化をはじめとする最新技術が積極的に取り入れられるという特徴がある。そのため、**航空科学技術分野を背負って立つ研究者には、時代の変化に対応し、常に重点分野のスペシャリストであり続けることが求められる**。加えて、航空機或いは航空機のシステムの開発は海外機関との国際共同開発が主流であり、I C A Oの定める安全性・環境性に関する国際標準等の国際的な基準に適合する必要がある。さらに、航空機の利用の発展を見据えると、従来の航空機開発に係る工学分野に留まらない、より学際領域的な視点での連携が必要となってくる。そのため、専門分野によらず、**国際的感覚を有し、国内関係者（機関）を調整し、一つにまとめて上げることのできる視野の広い人材であることも併せて求められる**。さらに、航空産業ビ

ジョンにおいて、人材育成に関する継続的又は中長期的に取り組むべき施策として、担い手の多様化・裾野拡大を想定した教育体制が掲げられていることも踏まえ、航空科学技術行政としてもより一層戦略的に貢献していく必要がある。

具体例としては、まず、大学進学前の学生や文系を含む航空関係の専攻でない学生等の若年層全体に対しては、宇宙航空科学技術推進委託費の「宇宙航空人材育成プログラム」やJAXAにおける広報活動などを通じた裾野の拡大に関するより一層の取組が挙げられる。そして、航空を専攻した学生に対しては、航空関係の研究開発職等に就くことを志すこととなるよう、航空科学技術行政は大学に対する教育支援ツールの提供や研究現場への学生の受け入れ等を通じた実用に繋がる研究開発に携わる機会の提供等、広い視野を持つ実用志向の研究者を育成する取組を継続していくことが挙げられ、これらを総合的に取り組むべきである。

4. 2 研究資金の改革

航空科学技術分野は、求められる技術のレベルが高いことから、新技術の研究開発には長い期間を要し、それに伴い必要な研究資金も他分野と比較して大きくなりがちである。そのため航空科学技術行政は、**長期性・不確実性・予見不可能性が高い、民間企業が取り組むことが困難であるハイリスクなテーマに重点的に取組み、革新的な成果を上げていくことが求められる。**一方で、その研究開発費用は国家予算から捻出されるものである以上、**限られた予算・期間で効率的に成果を出すことができるよう、研究開発の初期段階からの民間企業など技術移転先となりうる相手方との密接なコミュニケーションを図り、研究開発課題の取捨選択を含む出口を見据えた研究開発戦略を立て、リソース投入を的確に重点化することや、JAXAの研究開発の成果を活用する民間企業との研究開発段階での協働等を通じた適切な費用分担**などを通じて必要な研究資金を確保するなどあらゆるリソースをより効果的・効率的に活用することで、国費を用いた研究開発としての意義を最大化するよう取り組むことが重要である。具体例としては、JAXA航空技術イノベーションチャレンジやJAXA次世代航空イノベーションハブでのコンソーシアム活動等の我が国の航空宇宙分野の研究開発の中核機関としてのJAXAの機能強化やSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）への参画等、府省の枠を超えた取組にも積極的に取り組んでいくことが挙げられる。また、**研究開発の成果を他分野にスピナウトすることにより早期の実用化を図ることで、研究開発に投じた資金が効果的・効率的に社会還元**されるよう取り組んでいくことも必要になってくると考えられる。

さらに、リソースを効果的・効率的に活用しつつ革新的な成果を上げるには、デジタル技術とデータ活用の更なる推進などに一層取り組んでいくべきである。

4. 3 研究環境の改革

航空科学技術分野においては、研究開発を進めるにあたり、風洞をはじめとして個別の民

間企業や大学等では整備が難しい大規模な試験施設が必要となるケースが多い。航空産業ビジョンにおいても、JAXAの有する試験設備に関して、運用開始から約50年経過し老朽化が著しい風洞設備について継続的に対策を講じること、エンジン実証設備の整備、実証用航空機の老朽化対策・機能向上等による研究開発環境の整備が掲げられていることを踏まえ、**産業界や学術界のニーズも踏まえた戦略的な試験施設整備**を進めることが望まれる。また、航空機設計の効率化のために不可欠なCFD（数値流体力学）等のソフト面のインフラ整備も必要である。特に我が国においては、前述のとおりシステムインテグレーション技術を伴った技術力の向上が急務であり、そのためには**システムレベルでの実証を行うための設備が不可欠**であることから、航空科学技術行政は令和元年度にJAXAに導入したエンジン実証設備であるF7エンジン、JAXAが有する実証用航空機をはじめとする設備を、今後の我が国の航空機産業における旅客機事業を含む産業界や学術界の多様なニーズに対応できるよう、適切に維持・管理又は強化し、我が国の航空機産業における研究開発環境の高度化に貢献すべきである。

4. 4 研究開発実施組織の改革

航空科学技術分野は、多様な技術の集合体であり、かつ求められる技術のレベルが高ことから、他分野と比較して新技術の研究開発には多額の資金・長い期間を要する傾向となることが避けられない。一方で、研究者（指導教官としての側面も含む）個人としては、身分の保証のためにも着実に業績を上げることも必要となっていることも否めず、これがイノベーション創出という観点からマイナスに働く可能性がある。よって、航空科学技術分野の研究開発実施組織においては、**異分野との協働の促進や研究者間での交流の活性化によりモチベーション・創造力を向上させる取組など、研究者が効率的かつ意欲的に研究に取り組むことができる仕組みが重要**である。

また、航空科学技術分野に限らない一般論として、組織における研究開発人材の的確な育成には、**若年層に対する教育環境、若手研究者のキャリア形成に資する魅力ある環境・仕組みづくりが必要**である。具体例として、研究開発の分野における安定したポストの確保、若手研究者の流動性が確保されるような産官学の各セクターにおけるキャリアパスの構築及びその活用を促進する取組など若手研究者の成長を後押しする取組や、若手研究者が能力を十分に発揮できるよう自由度・自主性が担保されるような制度整備についても併せて検討が必要であると考えられる。さらに、**研究者の業績を適切に評価できる基準・方法等の仕組みが必要**であり、そこにおいては、所属する組織やグループの評価がそのまま研究者個人の評価となることがないよう留意する必要がある。加えて、研究開発成果の組織外部への波及効果を最大化するとともに組織の各取組に好循環をもたらすよう、研究開発の成果が適切に情報発信されるべきである。

5. おわりに

本中間とりまとめでは、文部科学省全体での第6期科学技術基本計画の検討に対応した形で、第6期科学技術基本計画期間を含む今後の10年程度を見通しつつ、航空科学技術分野の現状や今後文部科学省として推進すべき研究開発の方向性等について整理した。

世界の経済発展及びこれに伴うグローバル化が進み、環境問題、少子高齢化をはじめとする地球規模の課題が深刻化する中で、航空科学技術行政には、我が国の航空分野が有する安全・環境等に関する国際的な優位技術について民間企業が取り組むにはリスクの高い研究開発等を更に進めるとともに、技術イノベーション創出のプロセスの変革を活用することで、持続可能性と利便性を両立した交通需要増への対応及び人間中心の交通ネットワークの構築等を通じたSociety 5.0の実現への貢献が求められている。こうした情勢を踏まえ、航空の未来像として交通需要増に対応する超音速旅客機や電動航空機も含む「既存形態での航空輸送・航空機利用の発展」、人間中心の交通ネットワークの主要な要素となる無人航空機やいわゆる空飛ぶクルマを含む「次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用」の2つを想定し、これら2つの未来像を実現する方策を「我が国の優位技術を考慮した研究開発戦略」、「革新技術の創出に向けた異分野連携」、「出口を見据えた産業界との連携」の3つの視点から整理するとともに、それらの方策を的確に進めるためのシステム改革の方向性について人材、資金、環境、研究開発実施組織の改革の面から整理した。

今後、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会航空科学技術委員会では、第6期科学技術基本計画を踏まえて研究計画・評価分科会で来年度以降に具体的な検討が進められる次期研究開発計画の策定を念頭に置きつつ、航空科学技術行政において実施していくべき研究開発の取組について、最終的なとりまとめに向けてより具体的な検討を進めていくこととする。