

III. 5 航空科学技術

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>III. 5.</p> <p>航空科学技術については、我が国産業の振興、国際競争力強化に資するため、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及び航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を行う。また、オープンイノベーションを推進する仕組み等も活用し、国内外の関係機関との連携や民間事業者への技術移転及び成果展開を推進するとともに、公正中立な立場から航空分野の技術の標準化、基準の高度化等に貢献する取組を行う。</p>	<p>I. 5.</p> <p>航空科学技術の研究開発については、我が国産業の振興、国際競争力強化に資するため、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及び航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を行う。</p> <p>その際、成果の受け手の一つである民間との役割分担については、原則として以下の方針に基づく取組を継続する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●公共性の高い技術の研究開発、基盤技術の研究開発及び技術リスク等の観点から民間事業者では取り組むことが困難な技術の研究開発については、JAXAが主体となって実施する。 ●上記により技術リスク等が縮減され、民間事業者への成果展開が見込まれる段階の技術の研究開発については、共同研究、コンソーシアム等の枠組みを用いて、民間リソースの適切な活用を図りつつ実施する。 	<p>—</p> <p>成果の受け手の一つである民間との役割分担については、以下の取組を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●公共性の高い研究開発である災害・危機管理対応統合運用システム技術の研究開発については、JAXAを主体とし民間事業者が参画する枠組みで実施した。また、基盤技術である複合材の高度化・リサイクル技術の研究開発については、JAXAと民間事業者の優位技術の組み合わせにより社会実装を見据えた体制で実施した。加えて、高リスク技術である静粛超音速機統合設計技術の研究開発については、JAXAが主体となって技術開発を先導して実施し、かつ米国海外主要航空機メーカーとの協力を繋げたことにより、次の民間事業者主体への活動に移行しつつある。 ●技術リスク等が縮減され、民間事業者への成果展開が見込まれる段階の高圧部系部位のコアエンジン技術の研究開発については、成果の受け取り手企業と共同で開発費分担の上で実施した。 <p>また、気象影響防御技術や航空機電動化技術等の多分野連携が特に必要とされる研究開発については、コンソーシアムにより民間リソースの活用を図った。装備品認証に関する活動については、JAXAから民間へ実施主体を移行した。</p>	<p>—</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(1) 社会からの要請に応える研究開発</p> <p>環境適合性、経済性及び安全性の向上など国際競争力の強化につながる技術の実証及びその技術移転等の実現に向け、次世代エンジン技術、低騒音化等の機体技術、センサやアビオニクス等の装備品技術及び航空機利用の拡大に資する技術等の研究開発を民間事業者等との連携の下に進める。具体的には、我が国のエンジン低圧系部位の技術優位性を維持・向上させることに加え、新たに高圧系部位として、コアエンジン向け低NOx燃焼器及び高温高効率タービン等の技術実証を中心とした研究開発への取組を強化する。併せて、技術実証用エンジンとしてF7エンジンを整備し、これを活用して各種エンジン技術の成熟度を向上させる。また、飛行実証等を通じ、次世代旅客機の騒音低減技術や機体抵抗低減技術等の研究開発、航空機事故の防止や気象影響の低減並びにパイロットの支援等を行う新たな装備品及びその高機能化技術の研究開発、災害対応航空技術及び無人機技術等による航空利用拡大技術等の研究開発を関係機関と協力して進める。これらを通じ、我が国の民間事業者の取り組む国際共同開発における分担の拡大、完成機事業の発展及び装備品産業の育成・発展等に貢献する。</p>	<p>(1) 社会からの要請に応える研究開発</p> <p>次世代エンジン技術については、技術実証用エンジン（F7エンジン）に関し、技術実証試験の一環として、計測器を追加した形態で、基準データの取得を行う。エンジン低圧系では、樹脂製吸音ライナのエンジン搭載試験用供試体の試作結果に基づき、供試体の構造強度評価を行う。</p>	<p>次世代エンジン技術については、技術実証用エンジン（F7エンジン）に関し、技術実証試験の一環として計測器を追加した形態で基準データの取得を行い、必要なデータが計測可能なことを確認し、次年度JAXAが国内メーカ等と共同で進めるタービンシュラウドや樹脂製吸音ライナに関する技術実証に向けた準備を完了した。</p> <p>エンジン低圧系では、樹脂製吸音ライナのエンジン搭載試験用供試体の試作結果に基づき、F7エンジン実証試験に向けて吸音パネルを試作した。試作品に対し、パネル締結構造強度試験や実機環境を模擬した振動試験等の構造強度評価を行い、評価結果を実証試験用吸音パネル設計に反映した。</p>	<p>技術実証用エンジン（F7エンジン）については、計画に基づき着実に実施。</p> <p>エンジン低圧系については、計画に基づき着実に実施。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) また、高圧系部位のコアエンジン技術については予備試験を受けて低NOx燃焼器のシングルセクタ性能試験・評価を終えるとともに、高温高効率タービンの試作に向けて材料強度試験を終える。</p>	<p><プロジェクト> 高圧系部位のコアエンジン技術については、NOxが発生しやすい高温燃焼を回避するリーンバーン（希薄予混合燃焼）を実現するJAXA独自の超低NOx燃焼器について、技術実証の根幹となるシングルセクタ燃焼器試験を終了し、海外の競合相手の目標を上回る80%を越えるNOx低減（現行の国際基準比）を達成し、プロジェクトのフルサクセス達成の見込みを得ると共に、エクストラサクセスとするCOの同時低減にも成功した。</p> <p>この超低NOx燃焼器には、以下の3つの技術的特長が有る：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 局所高温部の発生を抑制しつつ、安定なリーンバーンを実現するため、ミキサ形状を工夫した主燃料ノズル（JAXA特許）を採用、 2) 高出力時の燃焼ガス高温化を抑制するため、燃料配分の細かい調整を可能にする副燃料ノズル（JAXA開発）を搭載、 3) リーンバーンの低NOx性能発揮に必要な燃料ノズルの空気割合増加のため、冷却空気量を削減できる耐熱複合材（CMC）パネル（共同研究契約によりパートナー企業が製造）の燃焼室壁面への適用技術をJAXAにて開発・改良。 <p>加えて、高温高効率CMCタービン静翼の設計に必要な各種強度試験を終えた。</p>	<p>高圧系部位のコアエンジン技術については、プロジェクトゴールである環状燃焼器（エンジン搭載時の燃焼器形態）での技術実証に向けて、主・副燃料ノズル1組分の要素であるシングルセクタ燃焼器試験で超低NOx燃焼器実現の見通しを得た。</p> <p>プロジェクトを共同で実施する国内エンジンメカへNOx低減技術を技術移転することにより、エンジンの国際共同開発でこれまで主にエンジン低圧部のシェアを有していた国内エンジンメカが、新たにエンジン高温・高圧部についてもシェアを獲得することが期待される。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) 低騒音化等の機体技術については、旅客機低騒音化のための技術研究を進め技術実証機に対する低騒音化設計を行うとともに、機体抵抗低減技術について、自然層流翼設計技術の風洞試験実証計画検討を含む低抵抗技術の実機適用に向けた研究開発を行う。</p>	<p>低騒音化等の機体技術については、旅客機低騒音化のための技術研究を進め技術実証機に対する低騒音化設計を行い、対象の一つであるスラット（主翼前縁の可動部）について、NASA等従来の研究が比較的大型の整形部品により騒音発生の原因となるスラット部での流れの剥離自体を生じさせずに騒音低減を目指すコンセプトであるのに対し、JAXAは小型の付加部品により剥離後の乱流減衰を促し「騒音の発生しにくい剥離流に変化させる」コンパクトでより実用性の高い独自の低騒音化コンセプトを適用すること等により、スラット及び主脚について、技術目標（2EPNdB）を大きく上回る低騒音化（スラット3.3EPNdB、主脚4.5EPNdB）を風洞試験で達成した。また、これらの低騒音化設計技術を適用した飛行実証に向けた検討を行うことに海外航空機メーカーと合意し、共同研究による実証検討に着手した。</p> <p>機体抵抗低減技術については、自然層流翼設計の対象を、国内航空機メーカーとの協議の上、国際共同開発においてシェア拡大の可能性が高い垂直尾翼に設定し、高Re数風洞試験実証に向けた試験計画概要を策定した。</p> <p>また、リブレット（機体表面の微細な溝構造）による抵抗低減技術の実機適用に向けて、付着性を向上する新しい施工技術の選定や施工性を考慮した高性能リブレット形状を創出するとともに、エアライン・研究機関・施工メーカーとの連携による技術開発体制を整えた。</p>	<p>低騒音化等の機体技術については、計画に基づき着実に実施。</p> <p>機体抵抗低減技術については、計画に基づき着実に実施。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) 気象影響防御技術については関係機関と連携して要素研究を進めるとともに、空港等におけるフィールド実証のシステム設計を行う。</p>	<p>気象影響防御技術については、雪氷に照射したレーザの散乱光パターンが雪氷の厚さや雪質により異なる現象を再現する数値シミュレーション技術を共同研究により北見工業大学とJAXAが開発。これにより、散乱光の空間的広がりや裾野が雪厚さに敏感であることを見出し、厚さ誤差数mm程度の高精度同定に成功。さらに航空機の滑りに大きく影響する濡れ雪等のICAO新基準で要求される雪質同定も達成した。</p> <p>さらに、このJAXA独自の雪厚・雪質同定技術を搭載した世界初の滑走路雪氷検知のシステム（JAXA特許）を開発。1年前倒しで福井空港での実証試験を実施し、実環境下でのリアルタイム自動検知を実証した。なお、本成果は多機関連携によるものであり、JAXAは原理考案・センサ仕様策定、空港施工企業がシステム基本設計、メーカーがセンサ製作・システム実装を担当、空港が実証機会を提供した。</p> <p>加えて、被雷危険性予測技術に関し、気象レーダーの情報から被雷危険性を予測するJAXA独自のアルゴリズムについて、エアラインから取得した旅客機被雷データとFY2018にJAXAが開発した雷検知装置を用いた検証を行い、88.6%の高精度による航空機誘雷予測を実証した。さらに、同アルゴリズムを高速化して実装した世界初の航空機被雷危険性予測システム（JAXA特許）を開発。予測が気象レーダ配信間隔内で完了することを確認し、リアルタイム運用が可能であることを実証した。</p>	<p>空港施工企業ならびシステムメーカー2社が滑走路雪氷センサシステムの事業化検討に向け、個別に共同研究契約・NDAを締結した。</p> <p>加えて、民間気象サービスプロバイダ2社が被雷危険性予測システムの事業化に向け、共同研究契約を締結。内1社が、JAXAが開発したアルゴリズムを既存製品へ実装（もう1社は実装中）、エアライン数社で実証を開始した。さらに、JAXAがFY2018に開発し、FY2019にメーカーにライセンス契約した従来の数倍の検知精度を有する雷検知装置が商品化され、販売が行われた。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) また、装備品技術については、パイロット等の運航判断を支援する技術等の研究を進める。これらに加え、関係機関との連携のもと、装備品の実用化に向けた事業者による安全認証に資する取り組みを進める。</p>	<p>また、装備品技術については、地勢データベースから推定したパラメータにより航空機窓外の赤外線画像を強調する独自技術の自動化を達成、飛行実験によりパイロットの夜間状況認識が向上することを確認する等、パイロット等の運航判断を支援する技術等の研究を進めた。</p> <p>加えて、装備品産業の国際競争力向上にとって不可欠である認証制度の知見やノウハウを、関係機関との連携のもとJAXAのコア技術をベースにした装備品の認証活動を通して着実に蓄積する取り組みを進めた。</p>	<p>JAXAが主導し構築した装備品インシアティブの枠組を、一般社団法人航空イノベーション推進協議会のもとでの民間主体の自立的かつ持続可能な活動へ移行することが決定された。</p> <p>これによりJAXAが認証活動の中で蓄積したソフトウェア、ドキュメント等の知財およびノウハウが引き続き広く社会実装されるとともに、新たに「企業間の連携」、「認証に係る民間資格設立」、「航空局との技術連携」等の装備品産業の国際競争力向上に資する活動が、民間主導で促進されることが期待される。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) 航空機利用の拡大に向けて、小型無人機の自動飛行・ミッション性能向上技術の研究を進めるとともに、災害時に航空宇宙機器を統合的に運用する機能に危機管理機能等も加えた災害・危機管理対応統合運用システムを試作する。</p>	<p>航空機利用の拡大に向けて、小型無人機の自動飛行・ミッション性能向上技術として、固定翼/VTOL機の自動着陸技術や航続距離延伸技術等の飛行試験や風洞試験による機能確認を進める等の研究に加え、静岡県危機管理当局の協力を得た災害対応ミッションの運用シナリオ策定や静岡企業連合との共同研究立ち上げ等、実用化に向けた外部機関との連携拡大を進めた。</p> <p>また、災害時に航空宇宙機器を統合的に運用する機能に危機管理機能等も加えた災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）を試作し、前年度までの基本設計において課題であった多数サーバ間での情報共有について、各サーバの接続・切断状況を直感的に把握でき迅速な接続設定を可能にする「サーバ間連携機能」を開発して解決した。さらに、情報共有が必要な相手先のみと通信する「選択共有機能」を開発し、従来の操作性・視認性を維持しつつセキュリティを向上させた。これらの機能は、多様な組織間の情報管理・共有環境を実現するD-NETシステム規格に反映され、民間企業への技術移転が可能となった。</p> <p>本技術成果に対する、政府各機関での運用評価結果から、「D-NETシステムが自然災害時における初動対応に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得た。</p>	<p>災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）については、D-NETを構成する各機能等を気象サービスプロバイダ・航空装備品企業・航空ソフトウェア企業3社に技術移転を行ったことで次年度に製品化が確定し、社会実装される基盤が整った。また、災害対応省庁が参画する航空機運用システムにD-NETが採用される見込みとなった。これにより災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込みを得た。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(2) 次世代を切り開く先進技術の研究開発</p> <p>低ソニックブーム設計技術等を核とする静粛超音速機統合設計技術や、航空機起源のCO2排出量を抜本的に削減するための革新的技術等の獲得に取り組む。具体的には、低ソニックブーム/低抵抗/低騒音/軽量化に対する技術目標を同時に満たす機体統合設計技術について、国際協力の枠組みを構築しつつ国内の民間事業者の参画を図ることで、技術実証を視野に入れた研究開発を行う。また、我が国の優位技術の糾合を通じた電動航空機技術等の革新的技術の研究開発を行う。これらを通じ、我が国の航空科学技術の国際優位性の向上や国際基準策定に貢献すること等により、社会の飛躍的な変革に向けた技術革新を目指す。</p>	<p>(2) 次世代を切り開く先進技術の研究開発</p> <p>静粛超音速機統合設計技術について、国際協力の枠組みを構築しつつ、国内の民間事業者と協力して技術実証に向けた技術検討を実施する。加えて、NASA等関係機関と連携しつつ国際基準策定に貢献する。</p>	<p>静粛超音速機統合設計技術については、米国主要航空機メーカー/NASAとの3者共同研究を立ち上げ国際協力の枠組みを構築しつつ、国内の民間事業者と協力して技術実証システムの要求仕様を具体化する等の技術実証に向けた技術検討を実施した。</p> <p>実証対象となるJAXAコア技術として、機体直下（オントラック方向）以外のオフトラック方向のソニックブーム強度に影響する機体の部位を突き止め、その形状を修正することによりオントラック方向のみならずオフトラック方向も低ブーム化する設計手法を新規に開発し、さらに一定速度で飛行する巡航だけでなく加速飛行にも対応させ、全飛行フェーズのソニックブームの影響が及ぶ全地域を低ブーム化する全機ロバスト低ブーム機体設計技術に拡張した。（JAXA特許3件）</p> <p>本設計技術は、理論解析に基づくため、機体設計時の形状最適化の繰り返しが必要であり、任意の機体形状を低ブーム化することが可能な汎用設計技術として適用可能である。</p> <p>加えて、NASA等関係機関と連携し、JAXA技術によりソニックブームへの大気乱流の影響を解析した結果をデータベースとしてICAOの基準策定サブグループに提供し、同サブグループで取り纏められた報告書（ICAO CAEP-SG/2020-IP09）がICAO内の上位の会議（ICAO CAEPステアリンググループ会合）において基準策定の根拠データとして報告される等、国際基準策定に貢献した。</p>	<p>静粛超音速機統合設計技術については、航空機メーカーが自社の設計プロセスに容易に組み込み、任意の機体形状を低ブーム化することが可能なJAXA独自の全機ロバスト低ブーム機体設計技術を開発したことにより、共同研究を通じて米国主要航空機メーカーから提供された低ブームコンセプト機形状にJAXAの同設計技術が適用され、-11PLdBの更なる低ブーム化が実現された。</p> <p>この成果が米国主要航空機メーカーに高く評価され、飛行実証をスコープとした実証機設計及びプロジェクト検討の共同実施に米国主要航空機メーカーが合意したことから、今後の国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、実機開発への適用が期待される。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) また、航空機電動化技術等の革新的技術については、他分野を含む関係機関との連携を通じて国内優位技術を活用した要素研究を実施するとともに、システム化に向けた検討に着手する。</p>	<p>航空機電動化技術等の革新的技術については、JAXAが主導する航空機電動化コンソーシアム（ECLAIR）内の「技術開発グループ」において、電機メーカー、航空機メーカーとの産学官連携を通じて、高電圧大電流システムを航空機に適用する場合の回路保護に関する課題抽出および、低抵抗高速パワー半導体等の国内優位技術で構成したシステムの簡易解析を実施し、課題解決に向けたシステム化の方針を検討した。</p> <p>さらに、同技術開発グループと連携し、2030年代の就航を想定した細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムの概念検討を行い、JAXA独自の電動BLIファン搭載用胴体尾部設計技術や電力源システム回路保護技術と民間企業の高性能電動化要素技術を組み合わせたシステムコンセプトを策定するとともに、同システムの燃費削減効果を実機相当出力HILS（Hardware In the Loop System）試験により実証する方法を立案した。</p>	<p>航空機電動化技術等の革新的技術については、計画に基づき着実に実施。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(3) 航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発</p> <p>数値流体力学 (CFD) 等の数値シミュレーション技術を飛躍的に高めるとともに、試験・計測技術、材料評価技術等の基盤技術の維持・強化に取り組む。具体的には、非定常 CFD 解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術等の研究開発を行う。また、風洞試験設備や実験用航空機等、航空技術研究開発における基盤的な施設・設備の整備及び試験技術開発について、老朽化等も踏まえ、我が国の航空活動に支障を来さないよう JAXA 内外の利用需要に適切に応える。これらを通じ、航空機開発の迅速化、効率化等を実現する航空機設計技術の確立を目指し、我が国の航空産業の持続的な発展に貢献する。</p>	<p>(3) 航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発</p> <p>非定常CFD解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術について、滑走路の水跳ねに関する試験・計測データによって検証された数値シミュレーションコードを開発するとともに、萌芽的研究から実用を促進する研究まで、幅広い範囲の基盤研究を計画・推進する。</p>	<p>非定常CFD解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術については、粒子法で液体を解き独自に開発した空気力モデルを介して格子ベースの気流解析と連成させて水跳ね角を予測する数値シミュレーションコードを開発し、実車輪の走行試験を行って取得した水跳ね角度の実測データとの検証を実施し、予測精度±15度以内という技術目標を達成した。</p> <p>本研究に加え、萌芽的研究から実用を促進する研究まで幅広い範囲の基盤研究を計画・推進した。</p> <p>ジェットエンジンの数値解析技術については、JAXAが開発中の移動物体対応流体解析ソルバ「FaSTAR-Move」をエンジン圧縮機に適用し、国内エンジンメーカーが要求する高い解析精度を達成するとともに、並列化および通信量を最小限に抑える工夫により計算時間を短縮した。さらに、低NOx燃焼器の鍵となる燃料噴霧現象について、詳細な数値解析によりモデル化に必要なデータ取得に世界で初めて成功するとともに、同じくJAXAが開発中の燃焼器解析ソフトウェア「HINOCA」に対して、高次の差分法と直行格子を組み合わせる工夫により計算を安定化し、格子数を削減し計算量を減らした場合にも精度を損なわずに高速化を実現した。</p>	<p>ジェットエンジンの数値解析技術の高速化については、複雑形状に対しても精度が損なわれず、かつ実用レベルの速度を実現したことから、国内エンジンメーカーが計算ツールを実際的设计プロセスで試用・評価する段階に入った。</p> <p>FaSTAR-Moveについては、エンジンの冷却静翼・冷却動翼や遠心圧縮機的设计解析で試用される。HINOCAについては、国内エンジンメーカーが燃焼器的设计解析で試用を行うことが確定し、ベンダーがライセンス製品化することも決定した。</p> <p>これらの高精度化と高速化により、開発初期段階にCFDを適用してフロントローディング化し試験等による試行錯誤を最小限にすることが可能となり、開発コストの20-50%削減が期待できる。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き)	<p>航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する、材料分野の技術に関しては、航空機製造時や整備時に有害な薬品を用いない効率的な接着及び塗装前表面処理方法を探索するため、JAXAが蓄積した知見や試験・分析技術を用いて広範囲の技術スクリーニングを行い、国内企業のイトロ処理と呼ばれる火炎処理による方法が、有害な薬品を用いずに処理速度が他の方法より2倍程度早いことを、表面処理の化学的メカニズムも含めてJAXAが初めて明らかにした。</p> <p>複合材製航空機構造を再度複合材に再生するリサイクル技術について、JAXAの複合材に関する知見と試験技術により、絡まりやすく切れやすいrCF（リサイクル炭素繊維）を一方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術を企業と共同で確立した。さらに、JAXAの複合材成形・評価技術と成形・樹脂メーカーの有する樹脂特性改良や成形技術の組み合わせにより、棉状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、不織布がばらけないよう取り扱い性を向上させる工法を開発して世界初のrCFプリプレグを実現、アルミ合金なみの強度（372MPa）を有する新規のリサイクル複合材の開発に成功した。</p>	<p>航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する、材料分野の技術については、国内企業のイトロ表面処理を航空機用途に導入するJAXAの提案により、製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くすことが期待される。</p> <p>また、JAXAと国内企業が提案する航空機用炭素繊維複合材のリサイクル技術の適用により、現状では複合材製航空機（ボーイング787相当）1機あたり23トン廃棄される炭素繊維が、アルミ合金と同等の強度を有する複合材にリサイクルされることが期待される。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(続き)</p>	<p>(続き) また、利用者ニーズに応える試験設備の整備・改修を進め、利用需要に応えた設備供用及び試験技術開発を実施する。</p>	<p>また、試験設備の整備・改修について、研究成果（数値シミュレーションツール、計測技術パッケージ、計測データや計算結果）を横断的に収集・蓄積しユーザに提供するための多分野統合プラットフォーム（ISSAC PLATZ）の整備・改修を進めるとともに、複合材強度試験を自動化してデータ取得の生産性を向上させる等、利用需要に応えた設備供用及び試験技術開発を実施した。</p>	<p>試験設備の整備・改修については、計画に基づき着実に実施。</p>

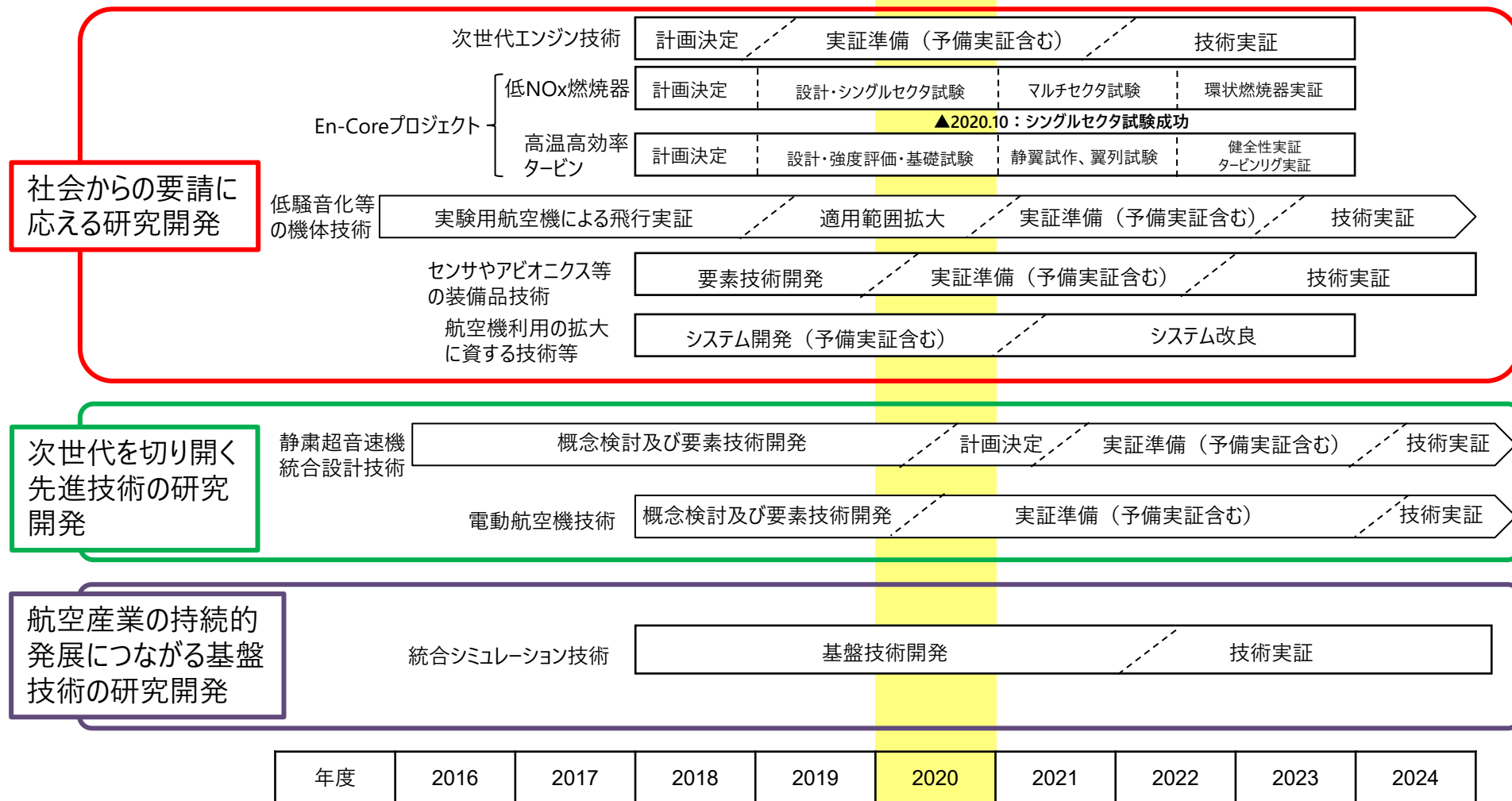
主な評価軸（評価の視点）、指標等

<p>【航空産業の振興・国際競争力強化】</p> <p>○我が国の航空産業の振興、国際競争力の強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。</p>	<p><評価指標></p> <p>（成果指標）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○航空産業の振興・国際競争力強化に係る取組の成果 <p>（マネジメント等指標）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況 <p><モニタリング指標></p> <p>（成果指標）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、施設・設備の供用件数等） <p>（マネジメント等指標）</p> <ul style="list-style-type: none"> ○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等）
---	---

スケジュール

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

主要課題のスケジュール



【評定理由・根拠】

航空輸送を取り巻く情勢が著しく変化し、また航空機の位置づけや活用方法が多様化する社会状況にあるなか、1) 航空産業の振興・国際競争力強化に向けて、次世代エンジンのコアエンジン部を担う海外競合を凌駕する低NOx^{*1}性能を有する燃焼器を開発し、さらに米国主要航空機メーカー機体に適用可能な超音速機低ブーム設計技術を確立；2) 航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジとして、激甚化する気象影響に対応して滑走路雪氷や落雷から航空機を防御する気象影響防御技術ならびに災害対策・国土強靱化に資する災害・危機管理対応統合運用システムの開発と社会実装を促進；3) 航空産業の持続的発展に向けて、航空機ライフサイクルの環境問題を解決する材料技術、機体開発コスト低減に寄与するCFD^{*2}高速化技術の開発等の基盤技術の研究開発、及び民間主導の装備品認証制度普及を進めた。これらにおいて、世界初の技術実証、世界最高水準の性能の達成や実用化への道筋の明確化という成果を得たことから、「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果を創出したと評価する。特に顕著な成果の詳細は以下に記載する通り。

また、航空機電動化技術について、2030年代の就航を想定した細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムのコンセプトを策定し同システムの燃費削減効果の実証方法を立案する等、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

1. 高い設計力による実機性能の大幅向上と航空機産業の国際競争力強化 【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】^注

- ・高圧系部位のコアエンジン技術について、NOxが発生しやすい高温燃焼を回避するリーンバーン（希薄予混合燃焼）を実現する**JAXA独自の超低NOx燃焼器（①局所高温部の発生を抑制しつつ、安定なリーンバーンを実現するため、ミキサ形状を工夫した主燃料ノズル（JAXA特許）を採用、②高出力時の燃焼ガス高温化を抑制するため、燃料配分の細かい調整を可能にする副燃料ノズルを搭載、③リーンバーンの低NOx性能発揮に必要な燃料ノズルの空気割合増加のため、冷却空気量を削減できる耐熱複合材（CMC^{*3}）パネルの燃焼室壁面への適用）**について、**技術実証の根幹となるシングルセクタ燃焼器試験を終了し、海外の競合相手の目標を上回る80%を越えるNOx低減を達成しプロジェクトのフルサクセス達成の見込みを得ると共に、エクストラサクセスとするCOの同時低減にも成功した。**プロジェクトを共同で実施する国内エンジンメーカーへの技術移転により、**エンジンの国際共同開発でこれまで主にエンジン低圧部のシェアを有していた国内エンジンメーカーが、新たにエンジン高温・高圧部についてもシェアを獲得することが期待される。**＜補足1 参照＞
- ・技術実証用エンジン（F7エンジン）に技術実証試験で用いる計測器を追加した形態で、基準データの取得を完了した。
- ・静粛超音速機統合設計技術について、実証対象となるJAXAコア技術として**機体直下（オントラック方向）以外のオフトラック方向を低ブーム化する独自設計手法を新規に開発し、さらに一定速度で飛行する巡航だけでなく加速飛行にも対応させ、全飛行フェーズでソニックブームの影響が及ぶ地域（ブームカーペット）全域を低ブーム化する全機ロバスト低ブーム機体設計技術に拡張した（JAXA特許3件出願）**。本設計技術は、理論解析に基づくため、機体設計時の形状最適化の繰り返しが必要で、任意の機体形状に適用し低ブーム化することが可能な汎用設計技術であることから、共同研究を通じて**米国主要航空機メーカーから提供された低ブームコンセプト機体形状にJAXAの同設計技術が適用され、オフトラック方向、加速域を含むブームカーペット全域における最大ブーム強度で-11 PLdB^{*4}の低騒音化が実現された。**この成果が高く評価され、飛行実証をスコープとして**実証機設計及び実証プロジェクト検討の共同実施に合意したことから、国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、我が国のメーカーが参画する国際共同開発が期待される。**＜補足2参照＞
- ・JAXAが主導する航空機電動化コンソーシアム（ECLAIR）内の「技術開発グループ」において、他分野を含む関係機関（三菱電機、川崎重工工業等）との産学官連携を通じて高電圧大電流システムを航空機に適用する場合の回路保護に関する課題抽出およびシステム解析を実施し、課題解決に向けたシステム化の方針を検討した。また、同技術開発グループと連携して2030年代の就航を想定した**細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムのコンセプトを策定し、同システムの燃費削減効果の実証方法を立案した。**

2. 航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジによる安心・安全な社会の実現 【社会からの要請に応える研究開発】^注

- ・気象影響に対する運航安全性向上のため、滑走路雪氷検知技術に関し、**JAXA独自の散乱光分布分析手法によりICAO新基準で要求される雪質・雪厚の同定が可能な世界初の滑走路雪氷検知システム（JAXA特許）を開発。**計画より1年前倒して福井空港での実証試験を実施し、**実環境下でのリアルタイム自動検知を実証した。**本技術について、**空港施工企業ならびにシステムメーカーの2社（日本工営、NEC）と事業化検討に向けた共同研究契約等を締結した。**被雷危険性予測技術に関し、**JAXAが構築した世界初の航空機誘雷を予測するアルゴリズムで88.6%の精度で被雷予測できることを実証し（JAXA特許）、リアルタイム運用が可能な実用レベルの予測精度と運航事業者から評価された。**本技術について、**民間気象サービスプロバイダ2社（エムティーアイ、ウエザーニューズ）と事業化に向けた共同研究契約を締結し、うち1社の既存製品に実装しエアライン数社で実証を開始した。**さらに、JAXAがFY2018に開発し、FY2019にライセンス契約（コスモテック）した従来の数倍の検知精度を有する**雷検知装置が商品化され、販売が行われた（8台）**。＜補足3参照＞

^注 中長期計画ならびに年度計画における分類 *1 NOx...窒素酸化物、*2 CFD...数値流体力学、*3 CMC...セラミックス・マトリックス・コンポジット、*4 PLdB...Perceived Level decibel

【評定理由・根拠】（続き）

2. 航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジによる安心・安全な社会の実現 【社会からの要請に応える研究開発】^注（続き）

- ・災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）に、多数サーバ間で情報共有時に迅速な接続設定を可能にする「サーバ間連携機能」、共有が必要な相手先のみ選択可能な「選択共有機能」を開発し、従来の操作性・視認性の維持とセキュリティ向上の両立を実現した。これらの機能は、多様な組織間の情報管理・共有環境を実現するD-NETシステム規格として気象・航空ナビゲーション・航空ソフトウェア企業3社（ウエザーニューズ、ナビコムアビエーション、三菱スペース・ソフトウェア）に技術移転を行い、次年度の製品化が確定した。これらの成果に対し、政府各機関から、「D-NETシステムが自然災害時における初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得て、災害対応省庁が参画する航空機運用システムにD-NETが採用され、災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込みとなった。＜補足4 参照＞

3. 高度な基盤技術力による環境にやさしい航空産業の持続的発展や国際基準への貢献 【航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発】^注

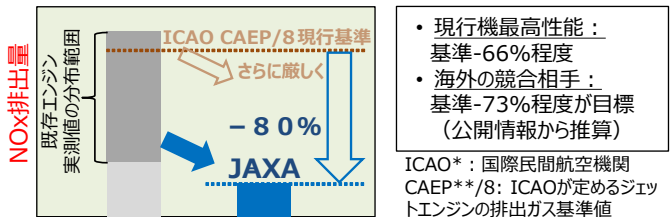
- ・航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する材料分野の技術について、製造・整備時に有害な薬品を用いない効率的な接着及び塗装前表面処理法の探索をJAXAの知見や試験・分析技術を用いて行い、国内企業のイトロ処理と呼ばれる火炎処理による方法が、有害薬品フリーかつ他手法より処理速度が2倍早いことを原理も含め初めて明らかにした。これにより、製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くすことが期待される。また、複合材製航空機構造を再度複合材に再生するリサイクル技術について、JAXAの複合材に関する知見と試験技術により、絡まりやすく切れやすいrCF（リサイクル炭素繊維）を一方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術を企業（日本毛織）と共同で確立した。さらに、JAXAの複合材成形・評価技術と成形・樹脂メカ（コバヤシ、ティー・シー・エム）の有する樹脂特性改良や成形技術の組み合わせにより、綿状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、不織布がばらけないよう取り扱い性を向上させる工法を開発して世界初のrCFプリプレグを実現、アルミ合金なみの強度（372MPa）を有するリサイクル複合材の開発に成功した。これにより、複合材製機体1機あたり23トン廃棄される炭素繊維（B787相当）をリサイクルすることができる。＜補足5参照＞
- ・ジェットエンジンの数値解析技術については、JAXAが開発中の移動物体対応流体解析ソルバ「FaSTAR-Move」をエンジン圧縮機に適用し、エンジンメカが要求する高い解析精度を達成するとともに、並列化および静翼・動翼の非構造格子間の通信量を最小限に抑える工夫により計算時間を短縮（15日間→1日間）した。さらに、低NOx燃焼器の鍵となる燃料噴霧現象について、詳細な数値解析によりモデル化に必要なデータ取得に世界で初めて成功するとともに、同じくJAXAが開発中の燃焼器解析ソフトウェア「HINOCA」について、高次の差分法と直行格子を組み合わせる工夫により計算を安定化し、格子数を削減し計算量を減らした場合にも精度を損なわずに高速化を実現した。これらの高精度化と高速化により、国内エンジンメカが実際の設計プロセスで試用・評価する段階に入った。
- ・装備品産業の国際競争力向上にとって不可欠である認証制度の知見やノウハウを、関係機関との連携のもとJAXAのコア技術をベースにした認証活動を通して着実に蓄積した。その結果、JAXAが主導し構築した装備品イニシアティブの枠組を、一般社団法人航空イノベーション推進協議会のもとでの民間主体の自立的かつ持続可能な活動へ移行することが決定された。これにより、JAXAが認証活動の中で蓄積したソフトウェア、ドキュメント等の知財およびノウハウが引き続き広く社会実装されるとともに、新たに「企業間の連携」、「認証に係る民間資格設立」、「航空局との技術連携」等の装備品産業の国際競争力向上に資する活動が、民間主導で促進されることが期待される。

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

^注 中長期計画ならびに年度計画における分類

補足1：世界最高レベルの低NOx性能燃焼器の開発 (En-Coreプロジェクト)

背景：超低NOx燃焼器の必要性



- ・ 現行機最高性能：基準-66%程度
- ・ 海外の競合相手：基準-73%程度が目標 (公開情報から推算)

ICAO*：国際民間航空機関
CAEP**/8：ICAOが定めるジェットエンジンの排出ガス基準値

- ・ ICAO*は排出ガス基準を数年ごとに強化しており、エンジンのライフサイクルも見据えた競争力の維持には現行基準よりも圧倒的にNOx排出量の少ない燃焼器技術の開発が必須。
- ・ 競合相手を大きく上回る-80%のNOx削減を目標に設定。高性能化のため、現行機よりも高温高压となる2030年代のエンジンでは、高温化によりNOxが発生しやすくなるため、その削減にはリーンバーン注 (希薄予混合燃焼器技術) が鍵。

*ICAO：International Civil Aviation Organization

** CAEP：Committee on Aviation Environmental Protection

注) リーンバーン：燃料に対して空気を多く均一に混合し燃焼させることで、NOxが発生しやすい局所的な高温領域を減らす方式

課題

- ① リーンバーンに伴う不安定燃焼
- ② エンジンの高出力時の高温域発生によるNOx増加
- ③ 高温燃焼ガスに耐える冷却性能とリーンバーンに必要な空気供給量の両立

今後の展開と期待されるアウトカム

プロジェクトゴールとして、実機サイズの環状燃焼器に対し、世界を圧倒する超低NOx燃焼器技術を実用レベルで実証

プロジェクトを共同で実施する国内メーカ等への技術移転により、エンジンの国際共同開発で、これまで低圧系が中心の国内メーカが、エンジン高温高压部の設計や製造およびMRO*市場における新たなシェア獲得が期待される。

*MRO：Maintenance Repair Overhaul (整備・補修・オーバーホール)

アウトプット：

技術実証の根幹であるシングルセクタ燃焼器試験で目標のNOx基準値80%減を達成

現行機よりも高温高压となる2030年代のエンジン運転条件に対し、「安定したリーンバーンによる局所高温領域の回避」と「高温燃焼ガスに耐えるCMCパネルの適用」のキー技術により**低NOx性能燃焼器を実現する見通しを、主・副燃料ノズル1組のシングルセクタ燃焼器試験により得た。**(図1、図2)

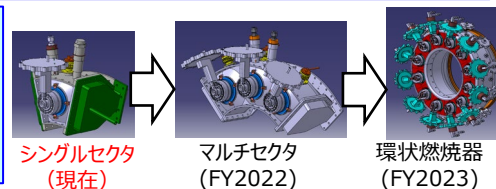


図1 En-Coreの燃焼器試験フェーズ

- ①【安定なリーンバーンを実現する主燃料ノズル】図2緑枠、図3
 - 燃料を減らしても失火の起きにくい流れ場を形成できる独自のパイロットミキサ形状 (JAXA特許) を採用することで、**安定なリーンバーン燃焼を実現。**
 - メインミキサには、燃料と空気の混合促進と安定した旋回火炎形成を実現する**3重スワラ付きの独自流路形状 (JAXA特許) を採用。**
- ②【高出力時の性能を維持する副燃料ノズル】図2青枠
 - 高出力時のメイン火炎の高温化によるNOx増加を抑制するため、**下流に搭載した副燃料ノズルからメイン燃料の一部を噴射することで高温化を抑制。**
- ③【超低NOxと耐熱性を両立するCMC*パネル】図2赤枠 *CMC：セラミックス・マトリックス・コンポジット
 - **耐熱性の高いCMCパネルにより、少ない空気量でもライナとパネルを保護できるよう冷却設計を行い、かつ、パネル破損原因となる応力を緩和する締結方法を開発。**
 - 燃焼器ライナの冷却空気量の抑制により、**ノズルへの空気供給割合を増加させ低NOx性能を高めることに成功した。**

①～③の総合的効果として、**プロジェクトサクセスクライテリアのフルサクセス主要数値目標である80%以上のNOx削減達成に寄与し、さらにNOx低減とトレードオフ関係にあるCO排出も85%以上の低減 (エクストラサクセスの主要数値目標) を実現した (図4)。**

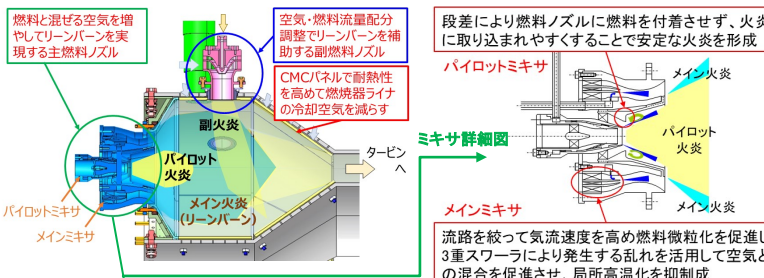


図2 超低NOx燃焼器の構造

図3 主燃料ノズルのミキサへの工夫

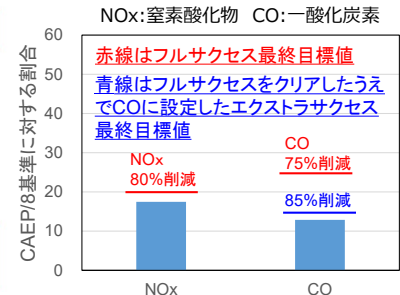


図4 達成した排気ガス性能

補足2：社会受容性と運航経済性を両立する低ブーム超音速機設計技術の開発

背景：超音速機の全機低ブーム化の必要性

*ICAO : International Civil Aviation Organization

- 超音速機の利便性が社会に受容されるためには、現在禁止されている陸上の超音速飛行が可能となるレベルに騒音（ソニックブーム）を低減することが求められており、凡そ85PLdB以下とする必要がある。（図1青丸）
- 機体直下（オントラック方向:図2青枠）のブームを低減した場合、その影響で機体斜め下（オフトラック方向:図2緑枠）でのブーム強度が相対的に増すことが知られているが、JAXAがNASA低ブーム実証機コンセプト形状に対する解析により明確に示したことで、ICAO*や米国主要航空機メカ関係者等はその重要性について認識を強めている。
- そのため、ICAOが策定中の認証基準では、ブームカーペット（図2:赤線内側）と呼ばれる離陸時の加速域（図2 橙枠）から巡航フェーズまでのソニックブームの影響が及ぶ全域で低ブーム化が要求される可能性が高い。

課題：JAXAは巡航時のオントラック方向に対する低ブーム化技術を開発済みであるものの、社会要請に十分に対応するためには、オフトラック方向および全飛行フェーズに対し低ブーム化された機体コンセプトとその設計技術が必要

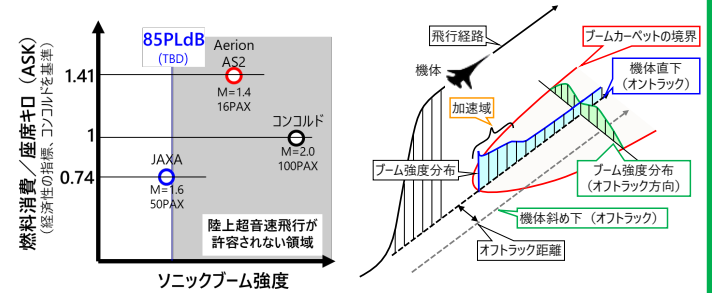


図1. 機体性能のベンチマーク 図2. ソニックブームに関する課題の概要

アウトプット：全機ロバスト低ブーム機体設計技術による課題解決

全機ロバスト低ブーム設計技術を開発し、オフトラック方向、加速域に対してもJAXA機体コンセプトを低ブーム化。また、機体設計プロセスに低ブーム化設計を組み込む上での課題も解決。

【ブームカーペット全域を低ブーム化】

- 機体から発生する擾乱は飛行マッハ数に応じた円錐面に沿ってのみ伝播するという原理に基づき、オフトラック方向のブーム強度に影響する機体の部位を突き止め、その部位に対して低ブーム設計理論を参考に形状修正を施す工夫でオフトラック方向を低ブーム化する独自設計手法を開発した（図3）。さらに、加速域の飛行マッハ数にも対応させ、ブームカーペット全域を低ブーム化する手法に拡張した。（JAXA特許3件出願）

【汎用性の高い独自設計プロセス】

- 理論に基づく機体形状修正により最適設計の繰り返しを不要にし、如何なる機体設計プロセスにも低ブーム設計を自由に組み込み、空力等との同時設計を効率的に行うことを可能にした。

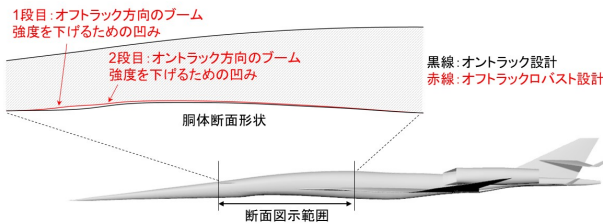
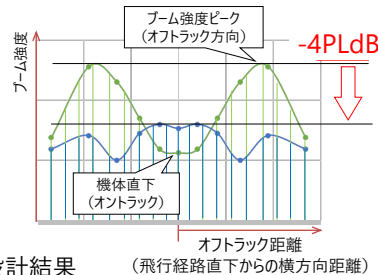


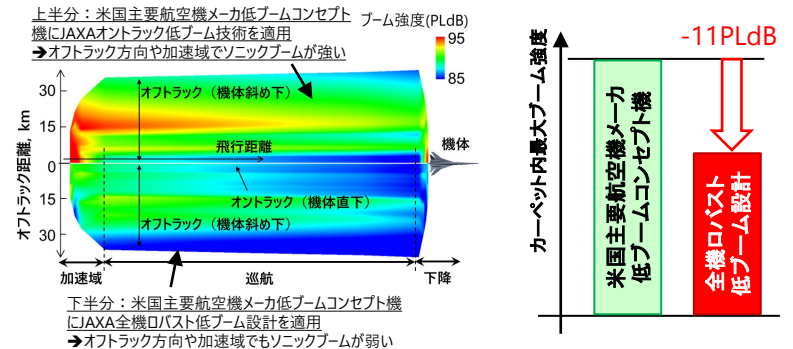
図3. JAXAコンセプト機体に対するオフトラック低ブーム設計結果



得られたアウトカム：米国主要航空機メカコンセプト機を低ブーム化

本設計技術は、航空機メカ等が自社の設計プロセスに容易に組み込み、任意の機体形状を低ブーム化することが可能

- 既に、共同研究を通じて米国主要航空機メカのコンセプト機にも適用され、オフトラック方向、加速域ともに低ブーム化（図4）。
- この成果が高く評価され、飛行実証をスコープとして実証機設計及びプロジェクト検討の共同実施に合意したことから、国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、実機開発への適用が期待される。



(a) 全飛行行程のブーム強度分布 (ブームカーペット)

(b) 最大ブーム強度の比較

図4. 米国主要航空機メカコンセプト機への適用結果

補足3：世界初の航空機気象影響防御システムの開発と運用実証

背景：気象影響防御システム開発

過酷な航空機気象

日本は気象環境が過酷であり、世界最悪の降雪、世界的にも珍しい高エネルギーの冬季雷発生等、雪氷と被雷が航空機の安全や就航率に関わる特に重要な問題 (図1)。

遅延・欠航に加え修理整備等により、利便性やエアラインの機体稼働率も大きく低下。



図1 深刻化する被雷

国際的施策や新たな航空機技術導入による要求

ICAO*により導入された滑走路雪氷時の運航に関する新基準では雪氷状態から滑り易さに変換するため、これまでの観測車等での摩擦係数計測が不要となるメリットがあるが、効率的な運用には雪氷状態をリアルタイムで計測する手段が必須。

近年の航空機に多用されている炭素繊維強化複合材 (CFRP**) は、従来の金属材料よりも被雷損傷が激しく修理工数・期間もおよそ2倍に増大していることから、これまで以上に被雷を避ける取り組みが必要。

*ICAO : International Civil Aviation Organization

**CFRP : Carbon Fiber Reinforced Plastics

世界が抱える課題：

- ICAO新基準に要求される精度で滑走路雪氷状態 (雪厚や雪質) をリアルタイムに検知する技術が存在しない。
- 航空機被雷は、航空機自身が雷を誘発する特殊現象で自然雷と異なるため、従来の雷検知手法を予測に適用できない。

アウトプット：基本技術確立と社会実装先との協業によるシステム実証

(1) 滑走路雪氷検知システムを開発し空港実証

- 適切な波長のレーザー光を雪氷に照射すると (図2)、散乱光パターンが雪氷の厚さや雪質により異なる現象 (図3) を再現する数値シミュレーション技術を開発。これにより、散乱光の空間的広がりの裾野が雪厚さに敏感であることを見出した (図4)。多重散乱光の等方性を考慮し、レーザー散乱光の裾野データの取得範囲を拡大することで、**厚さ誤差数mm程度の高精度同定に成功**。
- さらに含水量と光吸収特性の関係から最適なレーザー波長を選定、粒形が関係する空間スペクトルを特徴量に加えたAIにより、航空機の滑りに大きく影響する濡れ雪等の**ICAO新基準で要求される基本的な雪質の同定も達成**した。
- このJAXA独自の雪厚・雪質同定技術を搭載した**世界初の滑走路雪氷検知システムを開発**した (JAXA特許)。**1年前倒しで福井空港での実証試験を実施し、実環境下でのリアルタイム自動検知を実証**した。

(2) 被雷危険性予測のための、航空機誘雷の特性の分析とアルゴリズム

- 気象レーダーの情報から被雷危険性を予測するJAXA独自のアルゴリズム (注) (JAXA特許) について、エアラインとの協業により取得した旅客機被雷データとJAXA既開発の雷検知装置を用いて検証を行い、**88.6%の高精度による航空機誘雷予測を実証**した。
- このアルゴリズムを組み込んだ**世界初の航空機被雷危険性予測システムを開発**した (JAXA特許) (図5)。予測高速化の改良を行い、被雷予測が気象レーダ配信間隔内で完了することを確認し**リアルタイム運用が可能**なことを**実証**した。注) 航空機被雷は、2種類の特殊な大気エコー強度 (気象レーダーからの電波の反射強度) であるVIR (垂直積算レーダーのエコー強度) と-10°C (-10°C大気温度のエコー強度) が強い領域と航空機の距離とに強い相関性がある原理を利用して構築したアルゴリズム

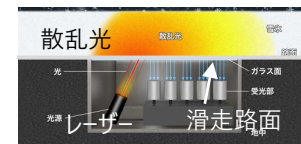


図2 滑走路埋設レーザー

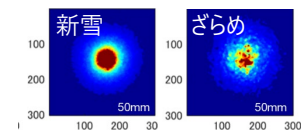


図3 雪質による散乱光の違い

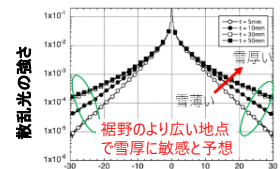


図4 散乱光画像の特徴量分析

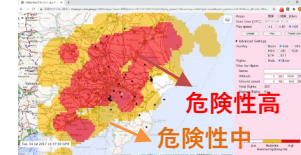


図5 航空機被雷危険性予測システム

得られたアウトカム：民間業者によるシステム事業化着手

- 民間企業2社 (日本工営、NEC) が滑走路雪氷センサシステム (図6) の**事業化検討に向け、個別に共同研究契約・NDAを締結**。今後、**実証試験等への参画に向け、北海道エアポートとも協議を開始**。
- 民間気象サービスプロバイダ2社 (エムティーアイ、ウェザーニューズ) が被雷危険性予測システムの**事業化に向け、共同研究契約を締結**。**内1社の既存製品に実装しエアライン数社で実証を開始**。今後、**実証範囲を拡大**する。
- JAXAが被雷危険性予測の検証のためにFY2018に開発し、FY2019にライセンス契約した従来の数倍の検知精度を有する**雷検知装置が商品化され、販売実績 (8台) があ**った。(図7)

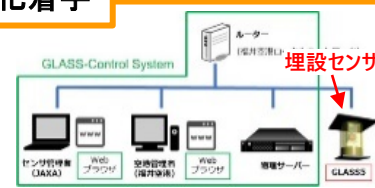


図6 滑走路雪氷センサシステム



図7 雷検知装置

補足4：災害・危機管理対応統合運用システム (D-NET) の開発と社会実装等

背景：航空機運用システム構築

- ・大規模災害時の多省庁による、安全で効率的な航空機運用が課題
- 災害情報や飛行情報の管理・共有ができる、デジタル化した省庁間連携システムの構築が必要。
- 世界初のシステムとして実用化されたD-NET (JAXA開発) は、この課題にも対応。

これまでの開発でユーザーから指摘された課題 (今年度の改善課題)

災害対応に従事する省庁は複数あることから、①多数のサーバ間で効率良く情報共有する機能が必要となっていた。また、多省庁で災害対応を実施する場合、自省庁内のみで管理する情報と、必要に応じて担当省庁との共有が必要な情報があり、②セキュリティ上の観点から情報共有先を選択する機能の必要性が、災害対応省庁への運用評価の成果から、明らかになっていた。

アウトプット：安全で効率的な情報管理・共有機能の基盤構築

課題に対応する機能の開発

- ①多数のサーバを構築した際に各サーバの接続・切断状況を直感的に把握でき、迅速な接続設定を可能にする「サーバ間連携機能」を開発(図1)し、多数のサーバ間で情報共有の課題を解決した。
- ②従来の全端末に共有する機能から、共有が必要な相手先 (組織等単位) を選択可能な「選択共有機能」を開発(図2)し、従来の操作性・視認性を維持しつつ、セキュリティを向上させた。

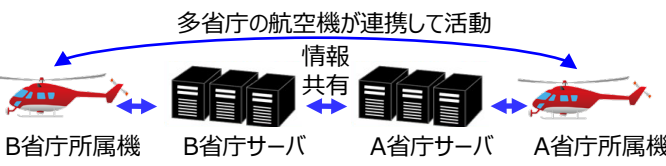


図1：サーバ間連携機能の開発

共有先をリストから選択

項目	内容				
共有	全て	警察庁	消防庁	民間	設定
種別	潜水				
ID	DNT20010417409063				

図2：組織単位での選択共有機能の開発

開発したシステムの運用評価結果

政府各機関での運用評価結果から、「D-NETシステムが自然災害時における初動対応に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得た。多数サーバ間情報共有機能とセキュリティー機能の獲得により、多様な組織間の情報管理・共有環境を実現するD-NETシステム規格が策定され、民間企業への技術移転が可能となった。

得られたアウトカム：災害対応システムへの採用

多数サーバで情報共有するセキュアなシステムを企業へ技術移転開発したD-NETの各機能等(①、②)を、企業3社に技術移転をすることにより、多数のサーバ間で情報共有できるセキュアなシステムを実際に社会実装する基盤が整った。

- ・機上システム技術移転：(株)ウエザーニューズ
- ・地上システム技術移転：ナビコムアビエーション(株)、三菱スペース・ソフトウェア(株)

災害対応省庁が参画する災害対応システムへの採用

政府各機関にD-NETシステムが高く評価され、自然災害時等における初動対応に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するための航空機運用システムにD-NETが採用される見込みとなった(図3)。災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込みを得た。

D-NETにより、国内の災害ヘリの効率的でセキュアな情報共有が実現する

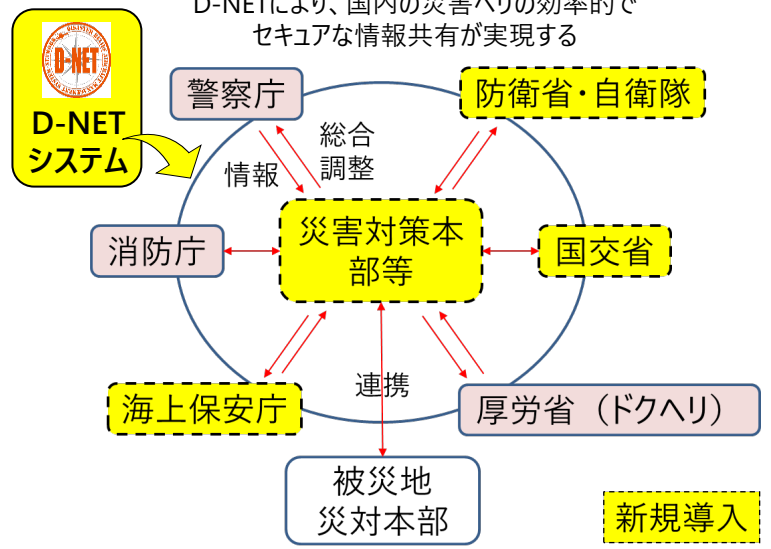


図3 航空機運用システムへのD-NET導入イメージ

補足5：航空機のライフサイクルにおける環境問題を解決する技術開発

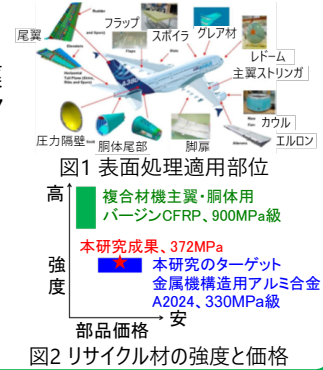
背景：航空機の製造・運用・廃棄における環境問題

課題1：製造・運用時における有害薬品使用の問題

航空機構造の接着組立時の接着面前処理や機体の塗装面前処理(図1)は、接着剤や塗料の材料表面への喰いつきを良くするため、強腐食性の化学薬品を用いて表面に微細な凹凸を作ることにより行われている。このような従来法は、人体に有害な薬品を用いることや、運用中の再塗装時にはテニスコート約7面分(B787推定表面積1800m²)の面積を手動で処理をしており、環境性や効率性に課題がある。このため、環境に良い効率的な表面処理方法の探索と、その有効性の検証が求められている。

課題2：複合材製航空機廃棄時におけるリサイクル未確立の問題

rCF(リサイクル炭素繊維:recycled Carbon Fiber)を複合材構造から分離する技術は実用段階にあるが、rCFは機体解体時に裁断されるため長さが不均一かつ分離後の繊維は棉状で絡まりやすい。このため、リユース材となる不織布の連続製造が困難で、再複合材化時の強度が低く、取り扱い性も悪いためリサイクルできない。よって、現状では世界中の航空機用炭素繊維(推定約4万ton)は再生されず廃棄されることになる。また、複合材のリサイクル市場を確立するには、付加価値の高いリサイクル材が必要で、強度レベルがアルミ合金程度のリユース材(図2)を市場に供給する必要がある。



アウトプット：有害薬品フリー接着製造法の探索と炭素繊維複合材のリサイクル技術の確立

課題1：

■1-① 新たな航空宇宙用表面処理方法の提案
幅広い表面処理方法の調査から、有害な薬品を用いず高速化・自動化が可能なイトロ処理(図3、表1)を見出し、これまで航空宇宙用途には用いられてこなかった新たな表面処理方法を提案した。

■1-② イトロ処理の強度・耐久性・メカニズム解明
見出したイトロ処理は、処理後の強度やその強度発現メカニズムについて未解明であり、これらを明らかにする必要があった。JAXAが培ってきた材料分析・試験技術を活用し、従来処理法と同等の接着継手疲労特性、同等の塗装耐環境性を示すことを確認した。さらに、表面化学分析により水素結合の元となるSi-OH基が生成されて接着されるメカニズムを解明した。

結果1：有害な薬品を用いず、大面積にも対応可能な高速性を有するイトロ処理の有効性を解明



図3 イトロ処理の概要

処理法	人体危険薬品	表面処理速度	ロボット化
従来法	×エッチング液(硝酸・フッ酸等)	不明(手作業・バッチ)	×
プラズマ	○使用せず	25.4 mm/s(連続処理)	○
レーザー	○使用せず	254mm/s(連続処理)	○
イトロ	○使用せず	>500 mm/s(連続処理)	○

イトロ処理法: シラン化合物等を含有した炎処理法で、ケイ素系化合物を被処理材表面に付着させる方法

課題2：

■2-① 高配向性rCF不織布の連続生産技術
JAXAの不織布に関する知見と試験技術により、絡まりやすく切れやすいrCFを一方方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術(図4)を企業と共同で確立、従来の約1.5倍(384MPa)を実現するアルミ合金なみの不織布rCFRP*を得ることができた。

*rCFRP: recycled Carbon Fiber Reinforced Plastics

■2-② 高配向性rCF不織布のプリプレグ化技術
長年JAXAが蓄積した複合材成形/評価技術と、成形メーカー/樹脂メーカーとの研究協力により、棉状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、取り扱い性を向上させる工法を開発、世界初のrCFプリプレグを実現(表2)、強度と取り扱い性を両立させることに成功

課題2:アルミ合金程度の強度と良好な取り扱い性を実現するリサイクル材の開発に世界初成功

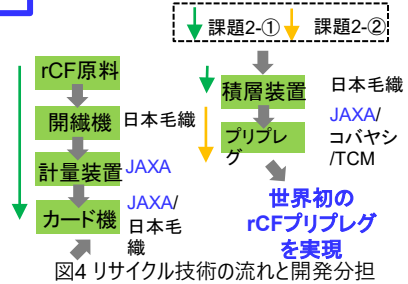


表2 生産性・強度・取り扱い性の比較

	アルミ合金(A2024)	他のrCFプリプレグ	rCFプリプレグ(本研究)
強度	330MPa程度	事例なし	372MPa
取り扱い性(バラけやすさ)	○	事例なし	○バラけない

期待されるアウトカム：航空産業界の環境問題解決に貢献

- ・イトロ処理が航空機産業に活用されれば、他の方法と比較して2倍程度的高速化が実現し、製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くすることができる。
- ・本リサイクル技術を適用すれば、強度がアルミ合金レベルのリサイクル材が実現でき、複合材製機体1機あたり23トン廃棄される炭素繊維(B787相当)をリサイクルすることができる。

財務及び人員に関する情報

項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)	9,053,830	9,999,540	9,100,683				
決算額 (千円)	9,349,850	9,371,642	9,532,871				
経常費用 (千円)	9,679,777	10,784,622	8,892,882				
経常利益 (千円)	△261,584	38,584	△ 19,006				
行政コスト (千円) (※1)	10,770,273	15,242,081	10,704,441				
従事人員数 (人)	221	229	233				

(※1) 「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」の改訂(平成30年9月改定)に伴い、2018年度は「行政サービス実施コスト」、2019年度以降は「行政コスト」の金額を記載。

主な参考指標情報

項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
共同研究数	128件	132件	121件				
受託研究数	5件	6件	10件				
ライセンスの供与の件数	8件	7件	3件				
知的財産権の出願	42件	50件	54件				
知的財産権の権利化	28件	14件	16件				
研究設備の供用件数	25件	40件	37件				

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
<p>コロナ禍後に環境に対する意識が強まり、2020年10月、日本は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、経済産業省主導でグリーン成長戦略が示された。その中で航空機産業は取り組みが不可欠な14の重要分野の1つに位置づけられている。次世代旅客機の鍵技術となる電動航空機の推進系電動化技術は、重要分野の「工程表」で具体的な取り組みとして挙げられており、早期確立に向けたシステム実証が必要である。</p>	<p>海外航空機メーカー等との意見交換により得られた国際的な動向を踏まえ、航空機電動化コンソーシアムの枠組みも活用して国内メーカー・関係機関と連携し、国内の電動化優位技術である発電機や電力変換器等をJAXAが有するBLI(Boundary Layer Ingestion)技術や電力源の安全保護技術等と組み合わせた電動航空機用ハイブリッド推進システムの技術実証に向け、システムと構成要素の仕様検討ならびにJAXA設備や解析技術等を活用した技術実証方法の具体化に着手する。</p>

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
<p>○民間活力の活用や大学アカデミアとの連携による共同研究の推進は望ましいが、共同研究成果を評価する場合には、各機関の役割分担を明確にし、法人がどの部分にどの範囲で貢献し、成果を創出したのか、を明確にする必要がある。また、その場合に創出される成果については、既存技術を応用、発展させた成果か、あるいは完全に新規の技術なのかについても言及が必要である。</p>	<p>共同研究等により得られた特に顕著な成果に関し、各機関とJAXAの役割分担、および開発した技術が既存技術によるものかあるいは新規技術であるかという点についてJAXA特許にも言及し、年度計画に対する実績として記載した。</p>
<p>○数値解析に関する将来ビジョン策定についての活動の経過について報告されたい。</p>	<p>将来ビジョンならびに長期的な方策を示すことを目的として、数値シミュレーション技術に関する諮問委員会を2019年12月～2020年11月に開催し、2020年12月に「数値シミュレーション技術が活用されて拓かれる航空業界のビジョン」ならびに「ビジョンを実現するための方策」を中核とする報告書が同委員会より航空技術部門部門長へ答申された。</p> <p>同答申を受けJAXAでは、2018年度主務大臣評価において課題とされた「航空科学技術に関する数値シミュレーション技術のレベルを国際比較で高い水準に保つための長期的なJAXAの方策」として下記3点を示し、開発等の作業に着手した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存CFDツールの拡張、及び多分野融合した新たな設計ツールの開発 ・検証用データ蓄積・試験計測技術開発、スパコン整備 ・航空DXコンソーシアムの構築