

事後評価票（案）

（平成30年12月現在）

1. 課題名 航空安全技術の研究開発
2. 研究開発計画との関係
施策目標：国家戦略上重要な基幹技術の推進
大目標（概要）：産業競争力の強化，経済・社会的課題への対応に加えて，我が国の存立基盤を確固たるものとするものであり，更なる大きな価値を生み出す国家戦略上重要な科学技術として位置付けられるため，長期的視野に立って継続して強化していく。
中目標（概要）：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推進する。
重点的に推進すべき研究開発の取組（概要）： 「安全性向上技術の研究開発」 我が国の航空機事故で大きな割合を占める乱気流による事故を防止するとともに，我が国にとって急務である装備品産業の育成に貢献するために，装備品メーカー，機体メーカーと連携し，航空機前方の晴天乱気流を検知してパイロットに警告する技術と乱気流遭遇時の機体動揺を低減させる技術を組み合わせたウェザー・セーフティ・アビオニクス技術を，飛行実証等を通じ確立する。 乱気流以外による主な事故要因として挙げられる特殊気象（雪氷・雷・火山灰等の航空機に影響を与える気象）等の外的要因及びヒューマンエラーに対して，それらの影響を予知・検知・防御する技術の研究開発を進め，安全性の向上を図る。 さらに，災害時における航空機（無人機を含む）と衛星を統合した安全で効率的な救難航空機統合運用システムや，ヘリコプターの高速化等により，より多くの要救助者の救助を可能とする技術の研究開発を行う。また，無人機の目視

外運用技術等，無人機の利用拡大に資する技術の研究開発を行う。

本課題が関係するアウトプット指標：

- ①航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXAが実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本課題が関係するアウトカム指標：

- ①航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）
- ②航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許，技術情報，プログラム/著作権）の供与数）
- ③航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度化等への貢献

3. 評価結果

中間評価結果	事後評価結果(案)	コメント等
<p>(1) 課題の達成状況</p>		
<p>●「必要性」</p> <p>【科学的・技術的意義】</p> <p>第4期科学技術基本計画では「安全かつ安心で質の高い国民生活の実現」を，またこれを受けた文部科学省の航空科学技術に関する研究開発の推進方策では災害時を含めた運航の安全及び機体の安全確保に資する研究開発が示されている。本研究開発は，これらの行政施策に沿うものである。</p> <p>【社会的・経済的意義】</p> <p>航空輸送は現在の経済活動や人間の生活にとって欠かせないもので，航空機の安全に係る技術開発は，航</p>	<p>●「必要性」</p> <p>航空輸送は現在の経済活動や人間の生活にとって欠かせないものであり，航空機の安全に係る技術開発は，航空交通網の充実や人間の社会活動におけるリスク低減に資するものである。政府としても科学技術基本計画（第4期及び第5期）に，安全・安心の確保と豊かで質の高い生活を目指すべき国の姿として掲げている。</p> <p>航空輸送需要の増大に伴い，航空機事故の増加が懸念されている。我が国の航空会社の事故原因の50%以上は乱気流による乗客・乗員の負傷等によるものであ</p>	<p>竹内委員： 割合に関する記載と絶対数に関する記載が混在しており，わか</p>

空交通網の充実や人間の社会活動におけるリスク低減のためにも必要性は十分にある。今後、航空機利用拡大は明らかであり、航空機移動に関してさらなる安全性の向上を図っていくことが重要である。

国内航空会社の事故の半数以上は乱気流による乗客、乗員の負傷によるものである。これらの事故は航空輸送需要増大に伴い、さらに増加することが考えられる。このためライダーを利用した機上の乱気流検知装置、及び突風応答・荷重軽減装置の早期の開発と実用化が強く望まれる。

乱気流以外の気象現象として、世界的にみても過酷と言われる日本の冬期運航環境（雪氷・雷）がある。それに対して機体状況をモニタリングし運航マネジメントを行う技術及び耐空性を向上させる設計技術等により、運航の安全性、乗客の利便性の向上をはかることも強く望まれる。

また、2011年の東日本大震災では、救援航空機など、航空機の必要性、重要性が再認識され、災害時に航空機を統合して運用するシステムなど、災害対応のための研究開発を進めることが必要である。さらに、災害時航空機統合運用システムは災害時に限らず過密運航している平時においても安全性を確保し対応できる汎用性を有するものであれば、その必要性はさらに増すこととなる。

【国費を用いた研究開発としての意義】

航空機の運航側が提案する課題は、運航安全に直結

ること、我が国の航空会社の事故の50%以上は、乱気流によるものであるが、これらの事故は航空輸送需要増大に伴い、さらに増加することが想定される。また、乱気流以外の気象現象として、我が国の冬季の運航環境（雪氷等）は世界的にみても過酷といわれていることからおり、これらへの対策によって運航の安全性向上を図ることが強く求められている。

さらに、災害時に航空宇宙機器（航空機、無人機、衛星）の情報を総合的に運用することにより、将来的に想定される大規模災害への対応力を強化することが重要である。

これらの課題に対応するため、乱気流事故防止機体技術及び機体動揺低減技術は乱気流による事故の防止、機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye）は雪氷や雷等の気象条件による事故の防止、災害対応航空技術（D-NET）は地震や豪雨などの際の航空機による救難活動の効率化について、国内や海外での特許申請を行うなど世界に先駆けて技術開発に取り組んだものである。

乱気流事故防止機体技術の実証（SafeAvio）プロジェクトでは、欧米での最高性能（平均観測距離 10km程度）を上回る世界最高性能（平均観測距離 17.5km）を有する乱気流検知技術が実証され、機体動揺低減技術の研究開発では、孤立突風に対する応答が制御ロジックにより概ね半減されることが確認された。

機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye）の研究

りにくい。

⇒（事務局）御指摘を踏まえ修正しました。

佐藤委員：

機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye等）、災害対応航空技術（D-NET等）など、キーワードを入れてはどうか。

⇒（事務局）御指摘を踏まえ修正しました。

松島委員：

世界との比較を述べる際には、そのことが客観的に判断できる事例を示すようにすべき。

⇒（事務局）御指摘を踏まえ修

するものであるが、技術開発には膨大な研究開発費と高い事業リスクがあるため国内メーカーだけでは投資が困難であり、国が行うべき研究開発として積極的に取り上げるべきである。

● 「有効性」

【新しい知の創出への貢献】

乱気流中の機体の揺れ、翼振動を抑制する晴天乱気流検知・応答・荷重軽減システムの技術開発は、大学がもつ先進推定・制御技術、メーカーが開発中の高性能アクチュエータ技術も活用し、我が国の革新技术を統合したものであり、先導性、発展性に優れた技術である。

開発では、世界トップレベルの防氷コーティング技術や、世界初の滑走路用の雪氷モニタリングセンサの開発実証がなされ、災害対応航空技術（D-NET）の研究開発では、災害時に救援航空機をより効率的かつ安全に活用する災害時航空機統合運用システムの開発・実証等がなされ、それぞれ所期の成果を上げている。

以上のとおり、本研究開発は航空機の運航の安全性向上に資するとともに、JAXAの有する世界に先がけた技術の更なる高度化や実証を行ったものであり、科学的・技術的意義、社会的・経済的意義は高い。また、こうした技術開発には膨大な研究開発費を要するとともになど高い事業リスクがあるため、メーカーだけでは投資が困難である。以上から、本研究開発の必要性は高いと認められる。

● 「有効性」

本研究開発で取り組まれた各課題は、いずれも研究計画・評価分科会で定められた研究開発計画の中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発課題に取り組むものとして掲げられており、行政施策に貢献するものである。

乱気流事故防止機体技術の研究開発では、従来の気

正しました。

和田委員：

「膨大な研究開発費」が「高い事業リスク」の例示か否か。例示であれば文言修正、そうでないならば「高い事業リスク」の例示をすべき。

⇒(事務局)「膨大な研究開発費」が例示であることがわかるように、修正しました。

る。

【研究開発の質の向上への貢献】

気象要因の関与する事故が半数以上を占めることから、ウェザー・セーフティ・アビオニクス技術の実証（乱気流事故防止機体技術の実証（SafeAvio））プロジェクト、及び防氷コーティング等航空安全に関する先進技術の研究開発は安全性の向上に寄与する最も重要な研究分野であり、災害対応航空技術の研究開発は災害時に必須の技術である。これらの技術の研究開発に取り組むことで安全・安心な社会へ意識を高め、安全及び防災に関する研究開発の質を向上させると思われる。

【実用化・事業化への貢献】

SafeAvio プロジェクトにおいて開発されるライダーは、メーカーへの技術移転により次期旅客機での実現に繋がるものである。

【行政施策への貢献】

「航空科学技術に関する研究開発の推進方策について」において、実施していく必要があるとされる“航空の安全性向上”に資する研究開発である。これらの技術は機体の安全確保及び運航の安全性確保に貢献するものである。

また災害時に救援航空機を一元的に統合するシステムは、自然災害の増加が懸念される現在の状況の中で、関係官庁における実用化・事業化で有効性が認められる。なお、災害時も航空機は航空管制システムの中で

象レーダーではできなかった晴天乱気流の検知（平均観測距離 17.5km、約 70 秒前の検知の性能）、パイロットへの乱気流情報提供装置として対気予測表示（国内／海外特許出願）を、国内装備品メーカーと共同により世界で初めて開発し実証した。当該メーカーの実用化に向けた開発投資決断や、ボーイング社飛行試験プログラム（ecodemonstrator2018）*1 への搭載技術に採用されるなど、実用化に向けた取組につながっている。また、装置の実機搭載に必須である技術標準化のため、**検討プロセス開始に向けた働きかけとして米国航空無線技術委員会（RTCA）との情報共有を行った。**

*1: ボーイング社が 2012 年以降実施している、環境技術をはじめとする新たな航空技術を実用化する際に発生するリスク削減に貢献するプログラム。

機体動揺低減技術の研究開発では、乱気流の検知情報に対応して機体を制御するため、突風応答軽減制御ロジックを開発し、シミュレーション及び実証用風洞試験システムにより確認するなど、今後の飛行実証に向け有益な成果を得た。

機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye）の研究開発では、世界最高水準の防氷コーティング技術や世界初の滑走路用の雪氷モニタリングセンサを開発・実証するなど、航空安全に貢献する革新技术の研究開発を官民共同で進め、**特許出願に繋がるなど大きな成果を得た。**

李家主査：

技術標準化のためには、RTCA と情報共有を行うだけでは不十分である。RTCA の調査・検討に JAXA から参画し、将来の技術標準化に深くコミットするような活動を開始し始めているのではないか。

⇒（事務局）RTCA のプロセスは本事業期間終了後の平成 30 年 7 月に開始されたことから、本事業の成果として記載可能な範囲で追記しました。

李家主査：

本件だけ特許出願を特出しする理由はあるのか。あるならば、

運用されるものであり、この観点を含めた研究の実施が必要である。

【人材の育成】

大学やメーカー等との共同研究や公募型研究の一層の充実強化は人材養成に資する。

【知的基盤の整備への貢献】

安全性の研究は、広く多面的な研究の蓄積が必要な分野であり、我が国の各施策や諸外国の動きとの連携しつつ、国内のみならず、国際的な共同研究の努力を行い進めることが期待される。

【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

乱気流に対処する研究は、国内航空会社における事故の半数以上を占めている現実を鑑み有効である。次世代旅客機の安全性を高めることは国民生活にとって重要なことであり、産業育成にも繋がる。

【これまでの成果】

本研究開発課題については、これまで以下の成果を得ており、所定の有効性を示す研究開発が適正に実施されていると判断する。

- ・ SafeAvio プロジェクトにおいては、装置重量と観測性能に重要な構成品を最適設計し、要素試作で性能向上を達成した。これにより、2012 年開発モデルに比べ消費電力 2 割減、装置重量 3 割減の実現性を確認した。(世界最高性能の更新)

- ・ 航空安全に関する先進技術の研究開発においては、受託研究や共同研究の実施、大手エアライン 2 社と定

災害対応航空技術 (D-NET) の研究開発では、災害時救援航空機統合運用システムを開発し民間企業への技術移転により実用化した上で、全国の消防防災ヘリコプター (全 75 機) に導入された。また、九州北部豪雨で活用され、災害時の有効性について、防災・救難機関に対してアンケート調査 (平成 29 年度) を行った結果、非常に高い評価 (総合評価として、非常に良い : 82%, 良い : 18%) を得るなど、実運用も踏まえたシステムの有効性が確認された。

いずれの課題も以上のとおり所期の成果をあげており科学技術の高度化に寄与したものと考えられ、有効性は高いと認められる。

それを明記すべき。

⇒ (事務局) 他の記載との並びを考慮し削除します。

高辻委員 :

D-NET の定量的な評価を記載すべき。

⇒ (事務局) 御指摘を踏まえ修正しました。

松島委員 :

いずれの課題も、航空以外の分野への波及効果という意味での貢献があれば、更なる有効性となるのではないかと。

⇒ (事務局) 現時点ではそこまで到達している技術は無いため、「(3) 今後の展望」部分に記述しました。

期的な意見交換会の実施により、世界トップレベルの撥水性能を有する防氷コーティングの開発や、世界初となる滑走路面の雪氷モニタリングセンサの開発を行い、特許出願を行った。機体動揺低減技術については、ライダーからの風速事前情報と機体の状態量を組み合わせた突風応答軽減制御ロジックの設計、実証のための風洞試験システムの概念設計を実施し、システムの成立性を確認した。

・災害対応航空技術の研究開発においては、内閣府防災訓練等でユーザーインターフェイスなどのシステム仕様の妥当性を検証した。また、東日本大震災相当のシミュレーションにおいて、被害予測情報を活用した救命機会向上機能の成立性等を検証し、1人当たりの平均救出時間を約12時間短縮可能との見通しを得た。

これらは国民の安心・安全な社会構築に向け、大きな効果が期待できる成果といえる。

●「効率性」

【計画実施体制の妥当性】

この分野の研究開発は、エアライン、航空機メーカー、国土交通省、消防庁、警察、地方自治体、防衛省その他広く関係方面との密接な協力の下に行わなければ、実用性を高めることはできず、円滑に進められないが、本計画はこれら諸団体との連携が図られ、適切な計画・実施体制が構築されていると判断する。例えば、

●「効率性」

本研究開発で取り組まれた各課題は、以下のとおり、いずれも産学や関係省庁との連携のもと、当初の計画に沿って計画的・効率的に進められたと認められる。なお、研究開発成果については、特許化するものと秘匿管理するものを識別の上で戦略的に知的財産の保護、技術流出防止に取り組むとともに、パートナー企業と秘密保持契約を締結する等により適切に管理されている。

松島委員：
後継の課題遂行の範例となるような取り組みがあれば、課題遂行ベストプラクティスという意味も含め、具体例を示せないか。
⇒（事務局）御指摘については、「（3）今後の展望」部分に反

SafeAvio プロジェクトについては、「SafeAvio 研究会」を母体とする産学官連携の体制となっている。また JAXA 航空技術部門内に体制が構築され一定の期間内において目標を達成するための適切な体制となっている。

【目標・達成管理の向上方策の妥当性】

災害対応航空技術の研究開発においては関係省庁、地方自治体との協力、SafeAvio プロジェクトでは、アビオニクス開発を目指す関係機関との連携、海外航空機メーカー（Boeing）との共同研究も積極的に進め、技術の出口との連携がなされており早期の実用化が期待できる点で達成管理の観点から妥当と思われる。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

SafeAvio プロジェクトでは、乱気流検知と乱気流情報提供技術の実証を早期に行い、次のフェーズで機体動揺低減技術を組み込むなど段階的に実施する計画になっていることから妥当である。また体制の中では国土交通省航空局等の参画が示されており、統合的な航空輸送システムによるリスク低減に向け、電子航法研究所との連携も図りつつ推進されるため妥当である。

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

JAXA の持つ設備や共同研究先の設備を最大限に活かして実証を行う計画は、研究開発の手段やアプローチとして優れている。またライダー技術等 JAXA の優位技術を取り組む点も効率的で妥当である。なお、航空環境技術の研究開発と融合させて実用化に向けて進

乱気流事故防止機体技術の研究開発では、アビオニクス開発を目指す関係機関との産学の連携体制（SafeAvio 研究会）のもと、海外航空機メーカーとも連携して、研究リソースを有効活用しつつ実用化に向けた研究開発が効率的に進むよう取り組まれた。また、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：要素技術開発

平成 26 年度：装置の設計・試作

平成 27 年度：装置の製造

平成 28 年度：飛行実証

機体動揺低減技術の研究開発では、SafeAvio プロジェクト並びに SafeAvio 研究会と連携して、技術実証に向けた研究開発が効率的に進むよう取り組まれた。また、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：ユーザーのニーズに基づく適切な研究課題の設定

平成 26 年度：機体動揺低減技術の突風応答軽減制御ロジック及び風洞試験システムの概念設計

平成 27 年度：突風応答軽減制御ロジック及び風洞試験システムの詳細設計

平成 28 年度：風洞試験システムの製作及びシステム特性取得のための予備風洞試験

平成 29 年度：突風応答軽減制御ロジックを組み込んだ動的風洞試験の実施

機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye）の研究

映しました。なお、SafeAvio や WEATHER-Eye のコンソーシアムなど産学官連携体制を構築して課題を遂行しており、これらが好事例であると認識しております。

竹内委員：

効率性の評価において「効率的に取り組まれて」と表現すべきではない。

⇒（事務局）御指摘を踏まえ修正しました。

めると一層効率的である。

【ロードマップ】

以下の通り、産業界及びユーザーのニーズ等を考慮したロードマップを設定し、その進行・進捗の確認についても JAXA 内部における評価等を含め、組織的に管理することとしており妥当である。

・ SafeAvio プロジェクト

平成 25 年度：要素技術開発を実施した。

平成 26 年度：装置の設計・試作を実施した。

平成 27 年度：装置の製造を行う。

平成 28 年度：飛行実証を行う

・ 航空安全に関する先進技術の研究開発

平成 25 年度：ユーザーのニーズに基づき適切な研究課題を設定した。

平成 26 年度：研究課題への要求事項を明確にし、機体防着氷・雪氷滑走路技術の開発を進めて基本特許（防氷コーティング、滑走路雪氷センサ）を出願した。機体動揺低減技術の突風応答軽減制御ロジック及び風洞試験システムの概念設計を実施した。

平成 27 年度：メーカーと連携しながら機体防着氷・雪氷滑走路技術の機能・性能向上を進めるとともに、気象事前検知・対被雷技術・耐特殊環境エンジン技術の開発を開始する。

平成 28 年度：実証に向けた課題を洗い出し、技術開発を進め、地上実証のための装置開発を行う。風洞試験システムの詳細設計及び製作をする。

開発では、平成 28 年 1 月にエアライン、メーカー、研究機関等 18 機関合同で立ち上げた「気象影響防御技術コンソーシアム（WEATHER-EYE コンソーシアム）」での検討を踏まえ、実用化に向けた研究開発が効率的に進むよう取り組まれた。また、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：ユーザーのニーズに基づき適切な研究課題の設定

平成 26 年度：研究課題への要求事項の明確化、基本特許（防氷コーティング、滑走路雪氷センサ）の出願

平成 27 年度：機体防着氷・雪氷滑走路技術の機能・性能向上、気象事前検知・対被雷技術・耐特殊環境エンジン技術の開発を開始

平成 28 年度：実証に向けた課題の洗い出し、地上実証のための装置開発

平成 29 年度：地上実証の実施

災害対応航空技術（D-NET）の研究開発では、関係省庁や地方自治体と協力し、防災訓練等で開発したシステム妥当性を評価し、実用化に結びつくよう、研究開発が効率的に進むよう取り組まれた。また、以下のとおり当初の計画に沿って進められた。

平成 25 年度：システムの概念設計

平成 26 年度：システムの仕様の策定

平成 27 年度：システムの有効性評価

平成 29 年度：開発し技術の地上実証を行う。

・災害対応航空技術の研究開発

平成 25 年度：航空宇宙機器を統合運用するシステムの概念設計を行った。

平成 26 年度：防災訓練及びシミュレーション結果を基にシステムの仕様を策定した。

平成 27 年度：実システムとシミュレータを接続した環境を構築し、システムの有効性を評価する。

平成 28 年度：実運用下での評価用システムの開発に着手する。

平成 29 年度：実運用下において実機による評価・実証及びシステムの維持設計を行う。

【資金計画】

平成 25 年～27 年：25.3 億円。

欧米においても航空機の運航安全に関する取り組みは加速しており、研究開発に多額の投資がなされている。本研究開発の総予算規模については、JAXA がこれまでに生み出した成果等に鑑みると、現時点において資金計画は妥当であると判断する。

「必要性の再評価」

世界の航空旅客数については今後 20 年で 2.5 倍に増加すると予測されており、航空交通の需要はますます伸びることが予想される。気象に起因する航空機事故は依然発生しており、運航・安全システム早期実現が、特にエアラインから求められている。このような

平成 28 年度：実運用下での評価用システムの開発に着手

平成 29 年度：実機による評価・実証及びシステムの維持設計

状況の下、公共性が高く、国際基準のもとに整備が進められる運航・安全システムの研究開発は JAXA が取り組むべきテーマであり、必要性はさらに高まっていると判断する。

「有効性の再評価」

骨太方針「経済財政運営と改革の基本方針 2015 について」で求められている「航空産業の振興」に貢献するものである。また「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン（文部科学省）」では、「航空機産業は関係省庁の連携の下で国が主導し、牽引すべき産業分野である」とし、JAXA の役割として、「航空機産業の発展に資するため、先進的な航空科学技術に関する研究開発の面から課題に取り組むこと」が求められている。またビジョンの「民間航空機国産化研究開発プログラム」において必須の課題とされている「安全性」に対応する技術開発であり、「乱気流検知能力の向上」が安全性に係る優位技術として位置づけられている。さらに「航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ（文部科学省）」における安全で効率的、低コストかつ環境に配慮した航空輸送システム、航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上に対応している。本研究開発課題では、これらの目標に合わせた研究開発計画を立てている事、及び世界最高性能を目標としていることから、本研究開発の目標の有効性は維持されているものと判断する。

「効率性の再評価」

SafeAvio プロジェクトについては JAXA 内に対応組織が設置されており、一定の期間内において目標を達成するための適切な体制が構築されていると判断する。また産学官の広範囲な連携はその実績を認めるとともに今後も積極的に進めるべきである。

「今後の研究開発の方向性」

航空機の安全運航、機体の安全確保は国民生活にとって重要であり、国が主体的に研究開発を進める意義がある。その実現のためには、運航者であるエアライン及び装備品メーカーとの連携が不可欠であり、今後より積極的な連携が望まれる。戦略的次世代航空機研究開発ビジョンにより産業化までの目標及び日程が明確になったことから、最終的なシステムと産業化に不可欠な国際規格団体による標準化を意識しながら研究開発を進めるべきである。

また、共同研究等により産学官連携、特に大学からのシーズ発掘を行い、運航・機体安全に係る研究開発を進めることにより、人材育成と本分野における研究の層を厚くすることに貢献することにも留意するべきである。特に航空機事故の原因となる過酷な特殊気象への技術や、航空機事故の大半に関与するパイロットエラーへの対応技術等の異分野糾合による先進的な研究開発への挑戦も期待される。システム開発や飛行実証の企業群にとどまらず、アドバイザーとしてエアラインが参加した体制から、真に現場で役立つ技術開発となる期待が高い。

<p>総じて、機体に実装される幾つかの技術の集合体として本研究開発が形作られたと判断され、このような体制のもとで研究開発を行おうとすることは理解されるが、それぞれの技術が、航空安全分野に対して、どのように、かつどの程度貢献するかの定量的な理解ができるよう今後説明していく必要がある。</p> <p>また、一件異なるように見えるそれぞれのテーマであっても、お互いの関連性を精査し、協調して研究開発を続けていくことで、効率性がより高まるのではないかと考えられる。</p> <p>上記の項目・基準に基づき、課題の「継続」が妥当であると判断する。</p>		
<p>(2) 総合評価</p>		
	<p>① 総合評価</p> <p>本研究開発は、航空機の運航の安全性向上による社会生活のリスク低減のための技術課題の解決を目的として、に開始されたものであり、以下のとおり優れた成果が得られ産学官の連携のもと効率的・計画的に取り組みました。その結果、以下のとおり世界最高性能の乱気流検知技術をはじめとする技術的に優れた成果を得るとともに、乱気流事故防止機体技術での技術の標準化に向けたメーカーと共同の取組、災害対応航空技術(D-NET)での技術移転先のメーカーによる製品化や実災害での活用など、実用化・製品化に向けた取組も積極</p>	<p>竹内委員： 研究開発の成果を述べるよりも、評価についてしっかりと記述すべき。</p> <p>武市委員： 民間に技術移転されている乱気流事故防止機体技術や成果利用数の指標でも結果が出ているD-NETについて、特筆すべき。</p>

的に進められた。以上のていることから、本研究開発は適切に進められ課題の解決に大きく貢献したと評価できる。今後は既に構築されている産学官の連携体制を維持・発展させつつ、実用化に向けた取組を進めることが期待される。

【乱気流事故防止機体技術の研究開発】

本研究開発は、国内の航空機事故原因の50%超を占める乱気流のうち、特に従来の気象レーダーでは検知できない晴天乱気流の安全対策として、晴天乱気流検知技術、乗務員への情報提供技術を開発するものであり、以下のとおり成果が得られた。

1. 技術の実証

a) 乱気流検知装置

- 有色ノイズ低減技術など JAXA 特許を適用して、遠方からの非常に微弱な散乱光を検知する装置を開発した。
- 平均観測距離 17.5km（時間換算で約 70 秒前、目標 14km 以上）を装置重量 83.7kg（目標 95kg 以下）の機体搭載が可能なものとして達成した（世界最高性能）。

b) 情報提供装置

- 乱気流検知装置が観測した気流データと飛行データを統合し、ウインドシアア、乱気流の検出及び計器表示を行う装置を開発した。
- 対気速度予測表示（国内/国際特許出願）を世界で初めて開発・実証した。

⇒（事務局）上記2件を踏まえ、評価について追記しました。

松島委員：

世界最高性能等について、新聞などのマスメディアに発表したとか取り上げられたとかの事実があれば付記すべきと考えます。例えば、2017年8月2日 <http://www.boeing.jp/ニュース/プレスリリース/2017/august/jaxa-lidar.page>

2. 成果の実用化

a) 産業界との連携

- 開発した技術が、ボーイング社飛行試験プログラム（ecodemonstrator2018）への搭載技術として採用され、平成30年3～4月に試験が実施された。
- 国内装備品メーカーが、本プロジェクトで開発した技術の実用化に向けた開発を開始した。

本課題が関係するアウトプット指標：

i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	3	4	5	4	4

本課題が関係するアウトカム指標：

i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	1	2	2	3

※上記 2. に記載の国内装備品メーカーの実用化に向けた開発（共同研究）が含まれる。

ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許、技術情報、プログラム/著作権）

⇒（事務局）他の成果に関する記載との並びや引用すべき記事数が膨大になる可能性からここへの記載は行わないこととさせて頂きたいと考えます。

武市委員：

実用化開発を前提にした協力関係は、既存の指標によらずとも何らかの形で評価されるべき。一般的な「共同研究」よりも評価されて良いのではないかと。また、数字による評価も今後考えるべきではないかと。

⇒（事務局）御指摘を踏まえ、追記しました。

なお、現行の指標のうちアウトカム i) は技術移転前のもの、アウトカム ii) は技術移転後のものをカウントしており、御指摘の企業との共同研究は i) として整理しています。ただし、i) に当てはまる

の供与数)

年度	25	26	27	28	29
件数	0	0	0	0	0

iii) 航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度化等への貢献

実機搭載に必須である技術標準化のために，検討プロセス開始に向けた働きかけとして標準化団体である米国航空無線技術委員会（RTCA）の調査・検討に参画することになった。

【航空安全に関する先進技術の研究開発】

本研究開発は，乱気流の機体の揺れを抑制する機体動揺低減技術，雪氷等の特殊気象に対して機体状況等をモニタリングして運航マネジメントを行う技術，耐空性を向上させる設計技術等の技術開発を進めるものであり，下記のとおり成果が得られた。

○機体動揺低減技術

半裁剛体模型と突風発生装置からなる実証のための風洞試験システムを構築し，突風応答軽減制御ロジックによって模型の突風応答が概ね半減されることを確認した。

○機体安全性マネジメント技術（WEATHER-Eye）

a) 機体防着氷技術

世界トップレベルの防氷コーティング及び防氷

フェーズの幅が広いいため，その中で実用により近いフェーズのものをどのように評価するかは引き続き検討いたします。

李家主査：

技術標準化のためには，RTCAと情報共有を行うだけでは不十分である。RTCAの調査・検討にJAXAからも参画し，将来の技術標準化に深くコミットするような活動を開始し始めているのではないかと。

⇒（事務局）御指摘の活動は現在進められておりますが，RTCAのプロセスが開始されたのは平成30年7月であることから，本事業期間の成果として記載可能な範囲で御指摘の観点を追記しました。

システムを開発した。大型風洞実証及び飛行実証により性能を実証した。防氷コーティングについては、企業で事業化に向けた開発フェーズに移行した。

b) 雪氷滑走路技術

世界初の滑走路用の雪氷モニタリングセンサを開発した。雪の種類を世界で初めて判別するなど屋外環境で機能/性能を実証した。国土交通省による「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS）」の施策に組み込まれた。

c) 気象事前検知技術

世界初の雷事前検知の基本技術を開発した。過去の気象及び実飛行データからその有効性を確認した。その結果、国土交通省による「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS）」の施策に組み込まれた。

d) 対被雷技術

被雷損傷を既存の1/10以下に抑える炭素繊維複合材料を開発し、地上実験で性能を確認した。

e) 耐特殊環境エンジン技術

エンジンのファン・タービンプレードへの着氷やエロージョン現象の数値解析・試験技術を開発した。

本課題が関係するアウトプット指標：

i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施

している共同/委託/受託研究数の観点も含む)

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	7	5	8	16	19

本課題が関係するアウトカム指標：

i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	2	2	3	4	5

ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許，技術情報，プログラム/著作権）の供与数）

年度	25	26	27	28	29
件数	0	0	0	0	0

iii) 航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度化等への貢献
特になし。

【災害対応航空技術の研究開発】

本研究開発は、災害時に航空機による効率的かつ安全な救援活動を支援する「災害時救援航空機統合運用システム (D-NET)」を実現するため、航空宇宙機器（航

武市委員：

本課題は、実用化を目的とした研究計画に始まり、技術移転・

空機、無人機、衛星)の統合的な運用による災害情報の収集、共有化などを可能とする必要なシステム技術を開発するものであり、以下のとおり成果が得られた。

1. システム開発・実用化

・災害対策本部、消防防災ヘリ、災害現場で活用する地上システム、機上システム(搭載型、持込型)、モバイルシステムを開発した。

・機上システム(搭載型)は2013年に、同(持込型)は2015年に、実用化した。これにより社会実装が促進され、2017年に国内全ての消防防災ヘリコプター(全75機)に普及した。

・地上システムは、従来の災害対策本部で行われている情報の管理・共有化と親和性の高いユーザーインターフェイスを有するシステムを開発した。2018年4月に実用化した。

・モバイルシステムを開発し、実用化に向けた技術的検討を完了した(2018年度内に実用化される見通し)。

・2017年7月に発生した九州北部豪雨等において先行的に活用し、人命の救助及び被害の軽減に貢献した(消防庁長官から感謝状)。

2. シミュレーション環境の開発・システム導入の効果

・大規模災害時の航空機運航のシミュレーション環境を開発(平成28年度消防防災科学技術賞を受賞)した。

社会実装という「出口」につながる成果を得た研究課題として、今後のJAXAの研究計画・遂行のお手本として特に評価されるべきと考える。

そのため、「お手本」としての認識をJAXA内で共有して頂きたい。

⇒(事務局)御指摘を踏まえ、修正しました。前段については、「(2)総合評価」の冒頭部分に記載しました。また、後段については、「(3)今後の展望」部分に記載しました。

・想定される南海トラフ地震のシミュレーションにおいて、開発したシステムを適用した場合の導入効果を確認し評価（発災 72 時間以内に約 7 千人（37%）多く救援可能と評価）した。

本課題が関係するアウトプット指標：

i) 航空科学技術の研究開発の達成状況（JAXA が実施している共同/委託/受託研究数の観点も含む）

本研究開発の達成状況は上記のとおりであるとともに、共同/委託/受託研究は以下のとおり実施された。

年度	25	26	27	28	29
件数	3	4	4	4	4

本課題が関係するアウトカム指標：

i) 航空科学技術の研究開発における連携数（JAXA と企業等の共同/受託研究数）

年度	25	26	27	28	29
件数	2	2	2	2	1

ii) 航空科学技術の研究開発成果利用数（JAXA 保有の知的財産（特許，技術情報，プログラム/著作権）の供与数）

年度	25	26	27	28	29
件数	3	3	4	4	7

iii) 航空分野の技術の国内外の標準化，基準の高度

	<p>化等への貢献 特になし。</p> <p>② 評価概要</p> <p>本研究開発では、乱気流事故防止機体技術、航空安全に関する先進技術（機体動揺低減技術及び機体安全性マネジメント技術）、災害対応航空技術（D-NET）に係る研究開発が実施され、上記以下のとおり優れた成果が得られたと評価できる。ており、適切に進められたと評価できる。今後は既に構築されている産学官の連携体制を維持・発展をさせつつ、実用化に向けた取組を進めることが期待される。</p> <p>個別には、乱気流事故防止機体技術の研究開発では、従来のレーダー方式では検知できない晴天時の乱気流を検知する技術及びパイロットに情報提供する技術を世界で初めて実証するなどの所期の成果が得られたことから、最先端の成果が得られたと評価できる。本技術は、国内装備品メーカーが実用化に向けた開発投資を決定し、ボーイング社飛行試験プログラム（ecodemonstrator2018）への搭載技術として採用され試験が実施されるなど、実用化へ向けた取組も進んでいることから、研究開発の成果が有効なものであると評価できる。</p> <p>機体動揺低減技術の研究開発では、実証に必要な風洞システムの開発を行った上で、突風応答軽減制御ロジックを用いた動的風洞試験により動揺低減性能を実</p>	<p><再掲> 竹内委員： 研究開発の成果を述べるよりも、評価についてしっかりと記述すべき。 ⇒（事務局）御指摘を踏まえ、修正しました。</p>
--	--	--

	<p>証したことから、乱気流事故防止機体技術の成果を適切に生かす優れた成果が得られたと評価できる。</p> <p>機体安全性マネジメント技術の研究開発では、企業/大学と多数の連携を実施し、世界トップレベルの機体防氷技術や世界初の滑走路用の雪氷モニタリングセンサを開発し多数の特許を取得、地上環境で性能・機能を証明したことから、我が国の厳しい気象条件に対応するための優れた成果が得られたと評価できる。</p> <p>災害対応航空技術（D-NET）の研究開発では、災害時の航空機の統合運用システムについて情報収集・共有化の機能を強化するとともに、機上、地上、モバイルのシステムを開発し、この成果を民間企業に移転し、実用化、社会実装を進めた。また、平成29年7月の九州北部豪雨では、JAXAの技術協力のもとに有効活用され、人命救助及び被害軽減に貢献した事由により消防庁長官から感謝状を受領するなど、社会的にも高く評価された。以上から、航空機による災害対応の効率化に貢献する優れた成果が得られたと評価できる。</p>	
<p>(3) 今後の展望</p>		
	<p>今後は個々の技術ごとに既に構築されている産学官の連携体制を維持・発展させつつ、メーカーによる安全認証取得を含む実用化に向けた取組の支援やユーザー側のニーズに応じた更なる技術成熟度の向上を図ることが期待される。また、得られた成果を知的財産の供与等により他分野に応用することや基盤技術として蓄積することも併せて検討すべきである。</p>	<p>佐藤委員： 上述のアウトプットやアウトカムが評価指標になっているので、アウトプットやアウトカムを増やす、TRLレベルを上げていくという目標を最初に書いてはどうか。</p>

		<p>⇒（事務局）御指摘を踏まえ、修正しました。</p> <p>武市委員： 最終的な目標と、その中での本課題の位置付け等も記載するようにはどうか。 また、「乱気流防止」以外の課題も、世界への展開について可能な範囲で記載すべき。</p> <p>⇒（事務局）御指摘を踏まえ修正しました。（安全認証取得は欧米当局とのやり取りも含むため、世界への展開の観点での記載となります。）</p> <p>松島委員： 本技術課題の展望として、ビジョンを明確に示すべき。航空以外の分野への波及効果という面にも言及してはどうか。</p> <p>⇒（事務局）御指摘を踏まえ、修正しました。</p> <p>竹内委員： 「期待される」ばかりではなく、</p>
--	--	--

	<p>個別には、乱気流事故防止機体技術（従来のレーダー方式では検知できない晴天時の乱気流を検知する技術及びパイロットに情報提供する技術）については、装置の実用化・製品化に向けた取組として、標準化団体における技術標準化に向けた調査・検討活動に活動を装備品メーカーと連携して参画を進めるなど、装置の実用化・製品化に向けた取組を推進実施することが求められ期待される。</p> <p>災害対応航空技術（D-NET）の研究開発は、今後、大規模災害に加え、局所災害、平常時にも有効な災害・危機管理対応機能、災害・危機管理対応時の府省庁等のより効率的な連携を可能にする機能、次世代衛星や無人機等の航空宇宙機器の活用による災害対応機能の</p>	<p>必要に応じて課題の提起や方向性の提言を行う文言にするべき。 ⇒（事務局）御指摘を踏まえ、修正しました。</p> <p>山内委員： ⇒この項でも、「従来にない晴天乱気流検知技術、乗務員への情報提供技術」を再度明記しては如何でしょうか。 ⇒（事務局）御指摘を踏まえ、修正しました。</p> <p>李家主査： 実用化、製品化に向けた取組を具体的に記載すべき。 ⇒（事務局）標準化に対するサポートになりますので、御指摘を踏まえ修正しました。</p> <p>李家主査： 今後の運用の際にJAXAとしてどのような対応を行うのか。JAXA担当職員の負担と安全確保の両面に注意する必要がある。</p>
--	--	---

	<p>向上を課題として取り組むことが求められる期待される。また、実用化済みの製品の普及が円滑に進むよう、ユーザーサポートについても技術移転先を必要に応じ支援する必要がある。</p> <p>機体動揺低減技術については、シミュレーション及び風洞試験システムによる実証を終えており、今後最終的な実証手段である実験用航空機による飛行実証を実施し、メーカーとも連携した安全認証取得を含む実用化に向けた取組を進めることが求められる。</p> <p>機体安全性マネジメント技術 (WEATHER-Eye) については、雪氷滑走路技術について実用化に向けた実証フェーズに移行する等、産学官での連携のもと事業化に向けた検討を進められることが求められる。</p> <p>上記に加え、航空事故の低減に向けた更なる取組として、我が国の大型航空機の事故の3割超を占める誤操作等のヒューマンエラー対策に関する研究開発についても取組が進められることが期待される。</p> <p>また、本研究開発においては、一部の技術で、産学</p>	<p>⇒ (事務局) 御指摘を踏まえ、修正しました。なお、実用化 (発売) 後は一義的にはメーカー側がこの役割を担うため、JAXA の役割は自然に減少していくと考えています。</p> <p>山内委員： 外的要因に加えて、ヒューマンエラーに対する研究開発を追記してはどうでしょうか。 ⇒ (事務局) 御指摘を踏まえ、修正しました。</p> <p><再掲></p>
--	---	--

	<p>官連携体制を通じて、技術移転・社会実装を達成した。これをほかの研究開発課題の実施においても、好事例として参照することが期待される。</p>	<p>松島委員： 後継の課題遂行の範例となるような取り組みがあれば、課題遂行ベストプラクティスという意味も含め、具体例を示せないか。</p> <p>武市委員： (D-NETについて、)「お手本」としての認識をJAXA内で共有して頂きたい。</p> <p>⇒(事務局)本研究開発における取組を今後の研究開発課題における好事例として取り扱うべきである旨を追記しました。</p>
--	--	--