

# 「次世代航空技術の研究開発」の概要(案)

資料46-2-4

1. 課題実施期間 平成25年度 ~ 平成29年度

## 2. 研究開発概要・目的

天候等の影響を受けない高高度において従来の(有人)航空機を遙かに凌ぐ長時間の運用を可能とする滞空型無人航空機システムについて、その実現に必要な先進技術の開発、ユーザコミュニティの構築と利用研究、ならびにシステム開発及び実証試験を実施する。

航空機の燃費や整備費を大幅に削減可能な革新的技術として将来有望な、電動化航空機技術の研究開発を行うことにより、国際的に優位性を持つキー技術を獲得する。

## 3. 研究開発の必要性等

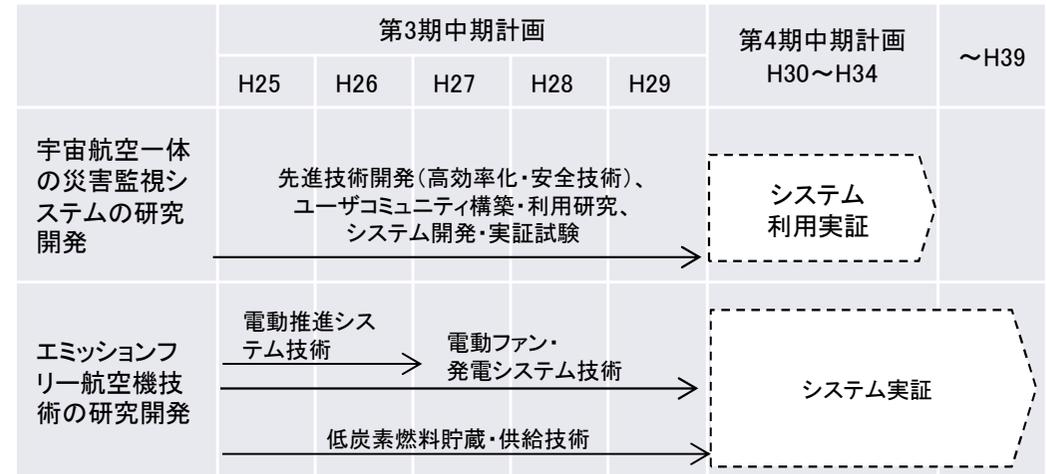
長時間の運用が可能な滞空型無人航空機システムの実用化によって、我が国の任意の陸域/海域における詳細かつ連続的な観測・監視が可能となる。これは人工衛星による観測・監視能力を補完・補強するものであり、両者の連携によって、防災をはじめ、環境保全、安全保障等、社会的課題の解決に幅広く貢献することができる。また、我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上、システムインテグレーション技術の蓄積や人材育成等による研究開発能力の向上なども期待される。本研究開発には、航空機の先進的・基盤的技術と、利用研究/利用実証のための関連技術・インフラ等が必要となるため、我が国唯一の航空科学技術の中核的研究機関であり宇宙開発利用機関でもあるJAXAが取組むことが効率的である。

IATA(国際航空輸送協会)が掲げる「2050年までにCO<sub>2</sub>排出量半減」という目標を達成するためには革新的技術の導入が期待されている。電動化は高いエネルギー効率を実現でき、燃料消費や整備費を大幅に削減できる可能性があり、有力な革新技術候補である。

また以下の国の施策に関連し、社会的価値が高く、国として進める必要がある。

- ・経済財政運営と改革の基本方針2014について(骨太の方針):航空産業の振興
- ・航空科学技術に関する研究開発の推進方策:独創的で多様な基礎研究の強化の一つとして電気推進航空機技術に係る研究開発の推進
- ・戦略的次世代航空機研究開発ビジョン:先端研究の推進(電動航空機/無人航空機)
- ・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:航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上、我が国の航空産業の国際競争力強化に必要なエンジン技術

## 4. 研究開発のロードマップ

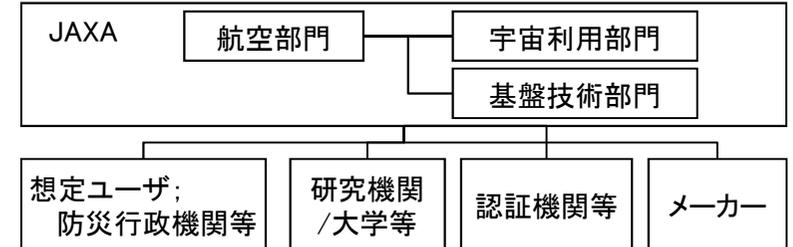


## 5. 予算の変遷(億円)

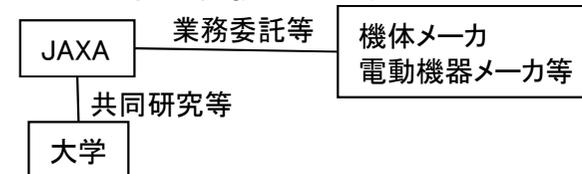
年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額(見込み)
予算額	1.5	1.5	1.5	(検討中)		(検討中)
(内訳)運営費交付金	1.5	1.5	1.5	(検討中)		(検討中)

## 6. 課題実施機関・体制

＜宇宙航空一体の災害監視システムの研究開発＞



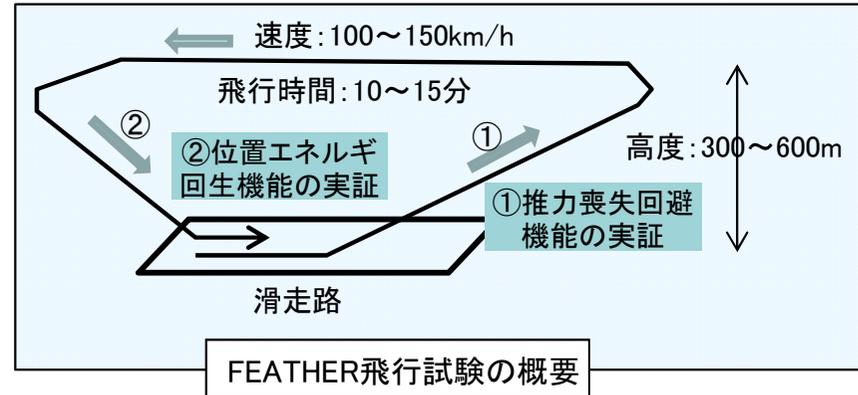
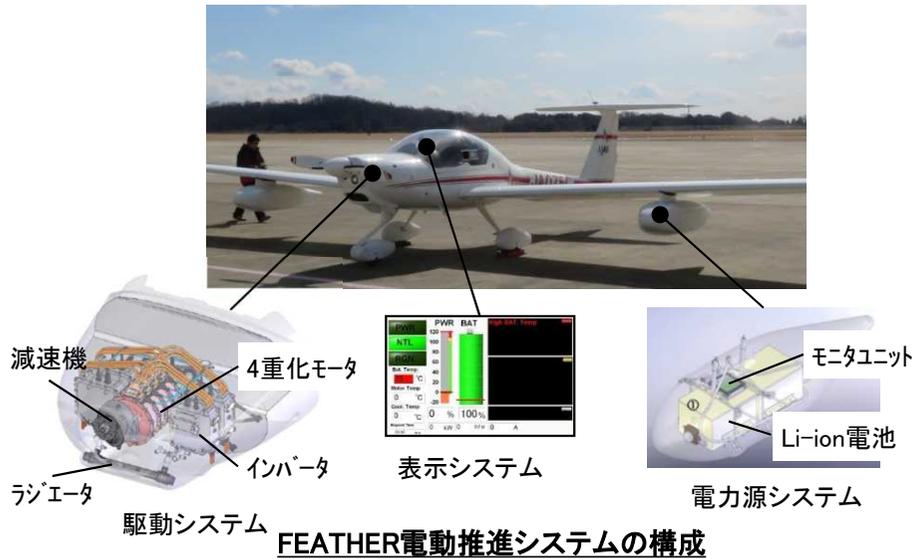
＜エミッションフリー航空機技術の研究開発＞



# 「次世代航空技術の研究開発」のこれまでの成果

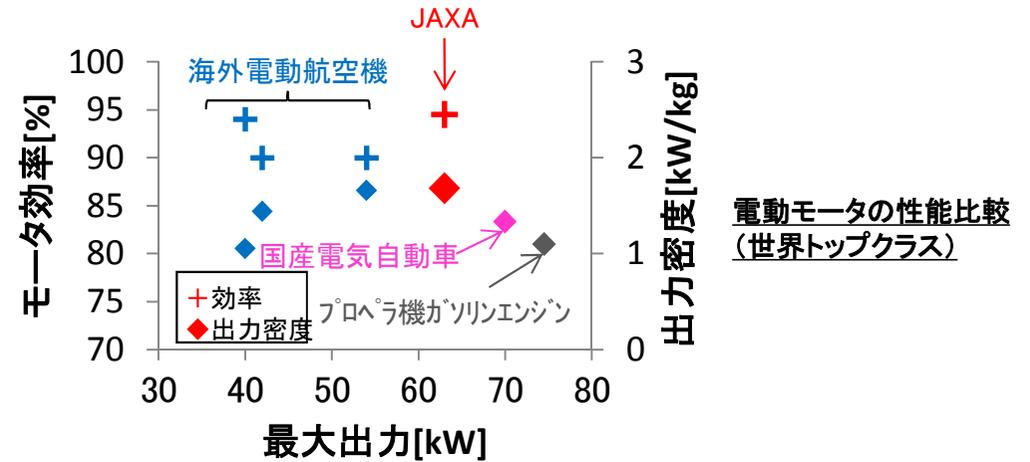
## ● 航空機用電動推進システム技術の飛行実証 (FEATHER)

- ✓ 経済性と環境適合性を革新的に向上する航空機用電動推進システムの独自開発する
- ✓ 内燃機関から電動システムへのパラダイムシフトを目指した異分野技術の融合を図る



### 【これまでの成果】

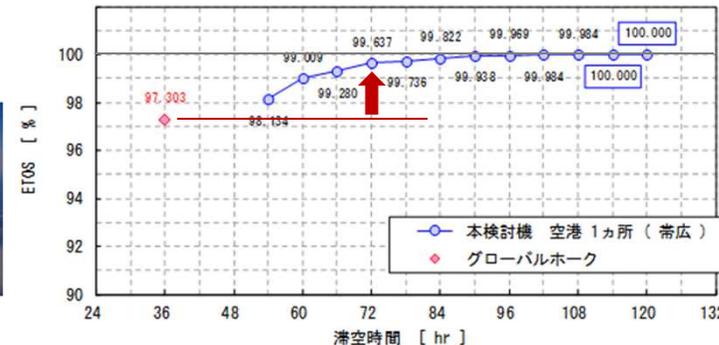
- 世界トップクラスのモータ性能を実証した。
- 電動化の利点を活かす以下の新機能を実証した。
  - ① 4重化モータの信頼性
  - ② 位置エネルギー回生機能
  - ③ パーソナル機を見据えた操縦の簡易化機能



## ● 滞空型無人機技術 (宇宙航空一体の災害監視システム)

### 【これまでの成果】

- 土砂災害に対する全天候常時監視ミッションのシステム/運用コンセプトを具体化し、実現に必要な技術課題を識別した。
- 高空過給エンジン等のキー技術について実現性を確認した。



滞空時間の増大によるミッション能力の向上

縦軸のETOS (Effective Time On Station) は 拠点空港 (帯広) からのローテーション運用により ミッションエリア (広島) に滞空できる時間割合

# 中間自己点検票

資料 46-2-4

(平成 27 年 5 月現在)

課題名 次世代航空技術の研究開発		
評価結果(事前評価)	評価結果(中間評価)	コメント等
<p>(1) 課題の進捗状況</p> <p>「必要性」</p> <p>【科学的・技術的意義】</p> <p>滞空型無人航空機システムは、その滞空性能により平時及び災害発生時において、多様な地域での観測・監視を可能とするプラットフォームとしての航空機の能力を飛躍的に向上し、航空利用の世界を革新するものである。電動推進航空機は、燃費や整備費の大幅な削減につなげ、国内産業の強みを活かした新しい航空機技術としての発展性を有し、環境適合性及び安全性向上に資する優位性の高い独自の技術として、先導性、革新性を有するものである。両研究は、課題遂行の過程で航空機開発に役立つ革新技術が生まれ、さらに技術を支える新しい科学的知識や理論・解析が蓄積されていく可能性があるという点でも必要性が認められる。なお、滞空型無人機航空機システムの意義を明確にする上で、宇宙航空一体の災害監視システムとすることが有益であり、現在は相互補完が十分とは言えない衛星計画との調和もさせながら進める必要がある。その際、宇宙と航空の役割分担を明確にした上で、具体性をもつてのぞむべきである。</p>	<p>(1) 課題の進捗状況</p> <p>「必要性」</p> <p>【科学的・技術的意義】</p> <p>滞空型無人航空機システムは、その滞空性能により平時及び災害発生時において、多様な地域での観測・監視を可能とするプラットフォームとしての航空機の能力を飛躍的に向上し、航空利用の世界を革新するものである。電動推進航空機は、燃費や整備費の大幅な削減につなげ、国内産業の強みを活かした新しい航空機技術としての発展性を有し、環境適合性及び安全性向上に資する優位性の高い独自の技術として、先導性、革新性を有するものである。両研究は、課題遂行の過程で航空機開発に役立つ革新技術が生まれ、さらに技術を支える新しい科学的知識や理論・解析が蓄積されていく可能性があるという点でも必要性が認められる。なお、滞空型無人機航空機システムの意義を明確にする上で、宇宙航空一体の災害監視システムとすることが有益であり、現在は相互補完が十分とは言えない衛星計画との調和もさせながら進める必要がある。その際、宇宙と航空の役割分担を明確にした上で、具体性をもつてのぞむべきである。</p>	

#### 【社会的・経済的意義】

滞空型無人航空機システムの必要性は、昨年の福島第一原子力発電所事故の際の空中からの放射線測定において痛感された。自然災害の多い我が国が世界に率先して災害監視システムを研究開発することは、国民の安全安心に資するのみならず重要な世界貢献である。また防災面のみならず防衛面においても潜在的なニーズがある。

#### 【国費を用いた研究開発としての意義】

滞空型無人航空機システムは、上記社会的意義から国が整備・保有すべきものであり、その実現に不可欠な研究開発を国として推進する必要がある。また、電気推進航空機、水素エンジン等の開発は今後航空機に求められる環境負荷軽減の革新的技術となる可能性があり、JAXAが貢献すべき分野が多いと考えられる。

#### 「有効性」

#### 【新しい知の創出への貢献】

滞空型無人航空機システムの研究開発によって得られた技術的成果は、航空輸送における環境負荷低減／安全性向上に資する技術として発展が期待される。また、システム・インテグレーション技術の研究開発能力の向上も期待される。航空機の電動化技術についても、効率性の高いモーター、バッテリーといった要素技術開発に加え、それらを統合するシステム・インテグレーション技

#### 【社会的・経済的意義】

滞空型無人航空機システムの必要性は、昨年の福島第一原子力発電所事故の際の空中からの放射線測定において痛感された。自然災害の多い我が国が世界に率先して災害監視システムを研究開発することは、国民の安全安心に資するのみならず重要な世界貢献である。また防災面のみならず防衛面においても潜在的なニーズがある。

#### 【国費を用いた研究開発としての意義】

滞空型無人航空機システムは、上記社会的意義から国が整備・保有すべきものであり、その実現に不可欠な研究開発を国として推進する必要がある。また、電気推進航空機、水素エンジン等の開発は今後航空機に求められる環境負荷軽減の革新的技術となる可能性があり、JAXAが貢献すべき分野が多いと考えられる。

#### 「有効性」

#### 【新しい知の創出への貢献】

滞空型無人航空機システムの研究開発によって得られた技術的成果は、航空輸送における環境負荷低減／安全性向上に資する技術として発展が期待される。また、システム・インテグレーション技術の研究開発能力の向上も期待される。航空機の電動化技術についても、効率性の高いモーター、バッテリーといった要素技術開発に加え、それらを統合するシステム・インテグレーション技

術への取り組みを同時に注力する必要がある。

**【研究開発の質の向上への貢献】**

本課題は、挑戦的課題であり、JAXA の研究開発の質の向上に資するものである。

**【実用化・事業化への貢献】**

滞空型無人航空機は災害対応を含めた国の安全保障への貢献を目的にしたものであり、運用目的に対応した基礎技術に着目して研究を進めていくことが必要である。また、宇宙航空一体の災害監視を前提として、災害監視システムを利用するユーザー側との調整や、衛星計画との調整を密接に行うことにより、大きな効果が期待される。

**【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の独創的で多様な基礎研究の強化の一つとして電気推進航空機技術に係る研究開発の推進が提言されている。

**【人材の育成】**

航空機システム開発実証において、次代を担う優秀な人材の確保と養成に貢献する。

**【知的基盤の整備への貢献】**

術への取り組みを同時に注力する必要がある。

**【研究開発の質の向上への貢献】**

本課題は、挑戦的課題であり、JAXA の研究開発の質の向上に資するものである。

**【実用化・事業化への貢献】**

滞空型無人航空機は災害対応を含めた国の安全保障への貢献を目的にしたものであり、運用目的に対応した基礎技術に着目して研究を進めていくことが必要である。また、宇宙航空一体の災害監視を前提として、災害監視システムを利用するユーザー側との調整や、衛星計画との調整を密接に行うことにより、大きな効果が期待される。

**【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、独創的で多様な基礎研究の強化の一つとして電気推進航空機技術に係る研究開発の推進が提言されている。

**【人材の育成】**

航空機システム開発実証において、次代を担う優秀な人材の確保と養成に貢献する。

**【知的基盤の整備への貢献】**

事業期間の5年間で3.11の災害現場でも活用できる程度の無人機や電動化技術の構築は難しいと思われる。しかし、航空科学技術の長期目標も考慮し、基礎科学技術への目配りをする余裕をもって課題に取り組んでいけば、有効性は評価できる。

【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上が期待される。また、将来実用化されれば、地球環境負荷軽減のみならず、航空機の燃費、整備費も大幅に削減され運航者の利便性も向上する。

事業期間の5年間で、“3.11”の災害現場でも活用できる程度の無人機や電動化技術の構築は難しいと思われる。しかし、航空科学技術の長期目標も考慮し、基礎科学技術への目配りをする余裕をもって課題に取り組んでいけば、有効性は評価できる。

【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上が期待される。また、将来実用化されれば、地球環境負荷軽減のみならず、航空機の燃費、整備費も大幅に削減され運航者の利便性も向上する。

【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。

・宇宙航空一体の災害監視システムにおいては、土砂災害に対する全天候常時監視ミッションのシステム/運用コンセプトを具体化し、その実現に必要な技術課題を識別するとともに、高空過給エンジン等のキー技術について実現性を確認した。

・エミッションフリー航空機技術においては、多重化モータ、エネルギー回生システム等独自の電動推進システムを考案し航空機に搭載して世界初の有人飛行実証に成功した。また燃料電池とガスタービンのハイブリッド発電システムを考案した。

「効率性」

【計画実施体制の妥当性】

次世代航空技術は JAXA が取り組むことが効率的である。滞空型無人航空機システムの研究開発では、実用に繋げるために、防災機関等の想定されるユーザーや認証機関との連携を構築し共同で利用実証を行う。航空機の電動化技術については、機体、電動機器メーカー等との業務委託、大学との共同研究により実施する。計画実施体制にそれらが組み立てられており優れている。一方、滞空型無人航空機システムについては、先進的な航空技術とともに宇宙関連技術・インフラを必要とする場合、JAXA 航空部門と宇宙部門による一体的な体制作りが有効である。

【目標・達成管理向上方策の妥当性】

防災行政・認証機関からのニーズ、あるいは当該機運航時の規制等を把握しつつ、意義、目標、利用体制を明確にした上で研究を進めること。その際、行政機関との密接な連携の下に進めることにより、効率を向上させ、目的を達成することができる。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

本研究は航空環境技術の研究開発とも相乗し効率性が発揮される。

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

「効率性」

【計画実施体制の妥当性】

滞空型無人航空機システムの研究開発では、実用に繋げるために、防災機関等の想定されるユーザーや認証機関との連携を構築し共同で利用実証を行う。航空機の電動化技術については、機体、電動機器メーカー等との業務委託、大学との共同研究により実施する。計画実施体制にそれらが組み立てられており優れている。一方、滞空型無人航空機システムについては、先進的な航空技術とともに宇宙関連技術・インフラを必要とする場合、JAXA 航空部門と宇宙部門による一体的な体制作りが有効である。

【目標・達成管理向上方策の妥当性】

防災行政・認証機関からのニーズ、あるいは当該機運航時の規制等を把握しつつ、意義、目標、利用体制を明確にした上で研究を進めること。その際、行政機関との密接な連携の下に進めることにより、効率を向上させ、目的を達成することができる。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

本研究は航空環境技術の研究開発とも相乗し効率性が発揮される。

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

モーターその他の電動機・電気技術に多くの経験を有する企業の参画は重要である。

外国の研究機関とも連携共同して進めることも効率的に成果が得られると考えられる。

モーターその他の電動機・電気技術に多くの経験を有する企業の参画は重要である。

外国の研究機関とも連携共同して進めることも効率的に成果が得られると考えられる。

#### 【ロードマップ】

以下の通り、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。

##### ・宇宙航空一体の災害監視システム

平成 25～26 年度：ミッション及びシステム概念検討、ならびに主要課題に対する技術検討（実現性確認）を実施した。

平成 27～29 年度：システム設計/利用研究を進めるとともに、機体/推進/運航/ミッション各分野における主要な要素技術の研究開発を実施し、システム開発に必要な技術基盤を構築する。

##### ・エミッションフリー航空機技術

平成 25 年度：考案した独自の電動推進システムを製作し、地上試験等を実施した。

平成 26 年度：飛行許可を取得しシステムインテグレーションと飛行実証試験を実施。

平成 27 年度：電動推進システム飛行試験の成果に基づき企業・大学連携を促進する。

平成 28 年度：ハイブリッド発電システム等ハイリスク技術の設計検討を実施する。

平成 29 年度:ハイリスク技術についても課題解決策を考案し航空機適用性を評価する。

【資金計画】

平成 25～27 年度 : 4.5 億円

欧米においても次世代の航空機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。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

「必要性の再評価」

防災をはじめ、環境問題、安全保障等、社会的課題解決等、我が国の国民生活の質の向上に資する飛躍的な変革をもたらす航空輸送ブレークスルー技術の実現に向けた、その芽となる技術の開発や将来の航空機技術の飛躍的発展の鍵となる可能性のある先端研究は 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 2014 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考え。」とされている。この次世代航空機研究開発を支える横断的施策として「社会に飛躍的な変革をもたらす航空輸送ブレークスルー技術の実現のため、将来の航空機技術の飛躍的発展の鍵となる可能性のある先端研究」に取り組むべきとされており、電動航空機や無人航空機は対応する技術開発である。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）」における航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上や、我が国の航空産業の国際競争力強化に必要なエンジン技術（長期）等に対応している。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」

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」

重要な基盤技術であるが企業が手を出せない領域であることから JAXA が率先して取り組むべきであるが、想定ユーザである防災行政機関や技術の受け取り手となる産業界との連携の促進を図ることが必要である。無人航空機については、宇宙分野と航空分野の研究開発能力を合わせ、宇宙と航空の一体化を強化することが重要である。

また電動航空機については、水素社会に向けた我が国の研究開発の進展と歩調を合わせつつ、研究開発を進めるべきである。

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。

(3) 総合評価

【実施の可否の別とその理由】

本課題は上記の理由により、重要な基盤技術であり、実施を可とする。企業が手を出せない領域から次の柱となるテーマを JAXA が発掘することが重要である。

【中間評価・事後評価の実施時期】

平成 27 年度 中間評価 平成 30 年度 事後評価

【今後研究を進める上での注意点】

- ・ 次世代航空技術は多岐に及ぶため研究が発散しないように努める必要がある。
- ・ JAXA 独自の取り組みとして、無人操作や遠隔指令に関して圧倒的経験を蓄積している宇宙開発部門や宇宙科学研究所などと共同作業し、宇宙分野と航空分野の研究開発能力を併せ、宇宙と航空の一体化を強化することが必要である。
- ・ 人材育成は、手近な大学との連携に限らず広い範囲の大学を対象に公募の機会均等に留意すべきである。

(3) その他

- ・ 電動飛行機については単体ではエミッションフリーといえども、ライフサイクル・アセスメントを考えるとゼロとは言えず、その点も踏まえて用語を使うべきである。