

「災害・緊急時等に活用可能な小型無人機を含めた運航安全管理技術」に関する研究開発構想（プロジェクト型）

令和4年10月
内閣府
文部科学省

目次

1 構想の背景、目的、内容.....	2
1.1 構想の目的	2
1.1.1 政策的な重要性.....	2
1.1.2 我が国の状況.....	3
1.1.3 世界の取組状況.....	3
1.1.4 構想のねらい.....	3
1.2 構想の目標	4
1.2.1 アウトプット目標.....	4
1.2.2 アウトカム目標.....	6
1.3 研究開発の内容	7
1.3.1 研究開発の必要性	7
1.3.2 研究開発の具体的内容例	7
1.3.3 研究開発の達成目標.....	9
2 研究開発の実施方法、実施期間、評価.....	10
2.1 研究開発の実施・体制.....	10
2.2 研究開発の実施期間.....	11
2.3 評価に関する事項.....	11
2.4 社会実装に向けた取組.....	12

1 構想の背景、目的、内容

1.1 構想の目的

1.1.1 政策的な重要性

無人航空機（ドローン等）の活用が進み、今後も空の産業革命が期待される中、様々な主体が多種多様で多くの無人航空機を利活用するようになることが想定されている。例えば、公的利用において災害・緊急時をはじめ利活用の広がりが想定されるほか、民生利用においても物流、輸送、インフラ検査など様々な利活用が想定され、その実現に向けては、無人航空機の安全で利便性の高い利活用を確保する必要がある。そうした中、近年頻発化している大規模水害等において、その有効性が改めて確認され、我が国の遠隔の被災地などでの迅速な対応に小型無人機の活用が期待されている。災害・緊急時には、無人機が単独で飛行するのみではなく、多数の航空機が当該地域に集まって任務にあたることが想定され、自律的な衝突回避等、航空機を安全かつ効率的に運用するシステム技術が必要となる。我が国で現在使われているシステムは有人機を対象としているが、今後、小型無人機の活用が拡大する中で、ある空域で、有人機と無人機が連携し、情報収集や情報共有等を安全かつ効率的に行えるような、空の安全の確保に資する、無人機を含む運航安全管理技術が求められている。

また、小型無人機の制御、テレメトリー、情報伝達等には主に無線通信が用いられているが、今後、災害・緊急時をはじめ小型無人機の利活用が拡大する中では、利用可能範囲や電波環境影響、送信出力等に課題がある。小型無人機の長距離・広範囲の飛行等、多様な用途への活用を実現していくには、高速・大容量通信・低遅延かつ低コストでセキュアな通信が求められている。

災害・緊急時等への対応においては、より長時間・長距離（あるいは広範囲）の飛行や悪天候対応が可能な小型無人機が望まれている。無人航空機や関連する技術については海外企業が先行して商品化を進めているが、長距離飛行が可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立した機体技術はまだ確立されておらず、その技術開発が求められている。

本構想は、プロジェクト型として、こうした背景の下、民生利用のみならず公的利用における無人航空機の利活用の拡大に資する支援対象とする技術として研究開発ビジョン（第一次）において定められた「小型無人機を含む運航安全管理技術」、「小型無人機との信頼性の高い情報通信技術」及び

「災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術」の獲得・確保を目指すものである。

1.1.2 我が国の状況

災害・緊急時等への対応に際し、有人機間での相互飛行情報（運航計画や位置情報等）の管理・共有を行う運航安全管理技術については、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構が、飛行情報や任務情報を有人機間、拠点間で共有可能な災害・危機管理対応統合運用システム「D-NET」を開発し、政府機関での利用が始まっている。しかし、無人機も含めた運航管理技術はまだ整備されておらず、無人機の利用に際しては、現状、有人機と無人機の空域を分けた運用が行われているところである。

現在、長距離飛行が可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立する小型無人の垂直離着陸（VTOL: Vertical Take-Off and Landing）機・固定翼機について、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構においてプロトタイプ機の研究開発が行われている。

1.1.3 世界の取組状況

拠点間、有人機と無人機間において飛行情報等の様々な情報の共有を可能とする運航安全管理技術は、海外においても検討が開始されている。

小型無人機については、マルチコプター関連技術は中国技術が寡占状態を築いており、また、欧州等において翼による飛行が可能な VTOL 機の実用化が進められている。しかしながら、いずれにおいても長距離飛行が可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立した機体技術はまだ確立されていない。

1.1.4 構想のねらい

災害・緊急時には、人命救助や被害確認等のため、迅速に状況把握、要救助者の搜索活動等の初動対応を行う必要があるが、初動対応の効率化・高度化に向けては小型無人機への期待が大きい。他方、現在、有人機と無人機間で情報を共有し、自律的な衝突回避等を行うための運航安全管理技術は確立されておらず、安全確保の観点から、有人機と無人機が同じ空域を飛ぶことができない。そのため、例えば、被災地にて有人機が低高度に下りてきて

人命救助等を行う際には、有人機と無人機の衝突を避けるため、無人機の利用は禁止されており、無人機による救助活動や捜索活動が停止されている。救援物資の運搬、要救助者の捜索等、同時並行的に行うために、有人機と多数の無人機がお互いの位置や飛行速度を共有し、自律的な衝突回避等をシステム化する運航安全管理技術が求められている。また、該当地域が洪水や土砂崩れ等により陸路が阻まれた山間部や遠隔地である場合、ヘリポート等の限られた場所から展開を行う有人機では現地に向かうまでに時間がかかることから、水や食料等の多量の救援物資を搭載して、風雨の中でも現地に素早く飛行し、要救助者の捜索活動等の初動対応を行うことが可能な小型無人機が求められている。

本構想では、災害・緊急時等に要救助者等の有人機による救助活動と多数の無人機による捜索活動を同時並行して行う等、有人機と無人機が協調して活動を行うため、有人機と無人機、拠点の間において衝突回避に必要な飛行情報やリアルタイムの捜索状況等の様々な情報を共有することが可能な運航安全管理技術及び信頼性の高い情報通信技術をシステム化し開発する。合わせて、災害・緊急時等に陸路が阻まれた山間部や遠隔地等に到達し、継続して捜索活動を行うのに十分な長時間・長距離等の飛行や悪天候対応を可能とする小型無人機関連技術を開発することにより、世界に先駆けた高度な安全性を実現する無人機等の我が国技術の独自性を確保することを目指す。また、本構想で開発される技術を基盤とし、今後到来する、空の産業革命により空飛ぶクルマや小型無人機が都市を飛び交うようになる社会において必須となる総合的な空の運航安全を実現する管理システムを確立することを目指す。

1.2 構想の目標

1.2.1 アウトプット目標

本構想では、災害・緊急時等に有人機と無人機が救助活動等を同時に行うことができるよう自律的な衝突回避等をシステム化した運航安全管理技術及び無人機との通信が途絶しないセキュアな情報通信技術の開発を行うとともに、長距離・長時間飛行が可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立する無人機の性能向上に係る技術の開発を行うため、研究開発開始から5年後の目標を以下のとおりとし、これらを統合した、運航安全

管理システムを実証する。これによりその後の社会実装に繋げていく。なお、目視外運用等の実現にあたり、高い飛行安全性を確保する第1種機体認証の取得を目指す。

<小型無人機を含む運航安全管理技術>

- 災害・緊急時等に活用可能な運航安全管理システムにおいて、以下を実現できること。
 - リアルタイムで多種多様な有人機と無人機の間で、それぞれの飛行計画及び動態情報の共有。また、災害・緊急時における、各種衛星情報や府省庁連携防災情報システム（SIP4D）、防災インターフェース等との連携。
 - 航空機（有人機および無人機）の将来位置を予測し、衝突回避等のための状況判断や目的地までの最適な経路選定に係る運航判断の支援。
 - 有人機と無人機の衝突回避のための警報等の提供や特定の空域の監視。
 - 飛行高度の異なる複数の異種航空機（有人機および無人機）の同時表現。

なお、将来的に国際的な制度作りに貢献することも念頭に、有人機と無人機の同時運航管理に必要な要件等の指針となるアーキテクチャーのモデルを構築すること。

- 有人機、無人機に搭載可能な情報通信システムにおいて、以下を実現できること。
 - 既存の地上の通信基盤が脆弱なエリアあるいは既存の地上の通信基盤が崩壊したエリア等においても、300kbps以上の通信速度での、飛行中の有人機と無人機の間、飛行中の有人機または無人機から地上局との間における、運航安全管理システム等の情報の共有。
 - 小型無人機に搭載可能な軽量・小型かつ被災地等の状況把握が可能なカメラや各種センサの情報の地上局へのリアルタイム伝送。

- 運航安全管理システムを通じた小型無人機の操縦、自律飛行について、以下を実現できること。
 - 飛行中の有人機から複数の無人機の運用・操縦。
 - 小型無人機の飛行ミッション技術を開発し、操縦の自動化や飛行経路の判断の自動化等による夜間運用および目視外運用。
- 関連情報を取得・解析し、以下の機能を運航安全管理システムに組み込むこと。
 - 有人機と無人機が都市部をはじめ国内の各種地形・地物に応じて安全に低高度での任務を実現するため、航空気象において重要な低高度における地形・建造物効果や極端気象現象を地上局にて水平解像度数百メートル以下、鉛直解像度数十メートル以下で把握・予測。
 - 有人機・無人機の運航可否を大きく左右する気象リスクの AI 等を用いた解析、有人機・無人機へのアラート。

＜災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術＞

- 無人機の性能を向上し、垂直離着陸が可能であり、山間部や遠隔地等を飛行するのに十分な 1.5 時間以上の連続飛行、強風・大雨等の悪天候や昼夜対応においても支障がない飛行（離着陸を含む）、救援物資等を搭載するのに十分な 10kg 以上を荷搬した飛行及び最大運用高度 1,000m 以上の飛行の同時実現。
- 無人機の運航安全管理技術と連携し、操縦の自動化や飛行経路の判断の自動化等による夜間運用や目視外運用の実現。

1.2.2 アウトカム目標

上記のアウトプット目標により、本構想で開発された技術を用いることで、小型無人機の活用による遠隔の被災地の状況等の情報収集能力の向上、特定の空域における有人機と無人機が連携した効率的な運用の実現に加え、都市部等のより混雑した複雑な飛行条件が考えられる平時での利活用（物流、輸送、インフラ検査等）の拡大等、小型無人機が公的利用・民生利用双方における多様な用途に利活用されることを目指す。また、その際、我が国

における技術の自律性を確保し、国内の関連産業の発展に資する。

1.3 研究開発の内容

1.3.1 研究開発の必要性

災害・緊急時の対応においては、被災地の状況把握等のため、現地への迅速な展開が求められるが、遠隔地や過疎地等、既存の航空機体では速やかな対応が困難な場合もある。そのため、航続距離・航続時間が長いだけでなく、高い飛行安全性を有し、耐候性等にも優れた小型無人機が求められているほか、該当空域において有人機・無人機が連携して安全に任務にあたるための運航安全管理システム、既存の地上の通信基盤が弱体化した場合等においても、小型無人機との高速通信を行うための情報通信技術といった技術をそれぞれ開発し、これらをシステムとして統合しなければならないことから、全体に必要な技術の開発・実証を並行して進める必要がある。

1.3.2 研究開発の具体的内容例

<小型無人機を含む運航安全管理技術>

(情報共有システム)

- 従来から現場での任務を担っている有人機と同一の空域において、小型無人機が有人機と空域を共有しながら効率的に任務を遂行できることを目指し、有人機運航安全管理システムと無人機運航安全管理システムを統合・拡張し相互に飛行情報（運航計画、位置情報等）及び任務情報等を統合管理・共有できるシステムを開発する。
- 運航計画と位置情報から自機及び他機の将来の航空機位置を自動的に予測し衝突回避に係る状況判断を支援する機能や、最新の気象情報を考慮し目的地までの飛行経路の選定に係る運航判断を支援する機能を開発する。
- 有人機と無人機が衝突を回避するための警報等を提供する技術や特定空域を監視するシステムを開発する。
- 飛行高度の異なる複数の異種航空機を同時に表現できる 3D 画像表示技術を開発する。
- 開発した技術の飛行安全認証に対する適合証明方法を確立する。

(通信システム、搭載機器開発)

- 既存の地上の通信基盤が弱体化した場合等においても、小型無人機にも搭載できる小型装置にて高速・大容量通信・低遅延かつ低コストを実現する通信技術の確立を目指し、衛星通信等を対象に、飛行情報及び任務情報の共有や映像伝送等の通信利用技術を開発する。
- 小型無人機に搭載できるようカメラや各種センサ（気象観測、放射線検知、生体検知、携帯電波の検知、熱源検知等）の小型化・軽量化を行う。また、収集したデータをリアルタイムに地上局に配信できる伝送システムを開発する。

(無人機の自律飛行技術、遠隔操縦技術)

- 無人機のオペレータ等が現地に向かうことが制限される環境において、状況把握、物資投下等の任務における無人機の活用を行うため、飛行中の有人機からのコマンド、操縦の自動化、衝突回避のための判断の自動化等によって運用が可能な小型無人機を開発する。
- 夜間運用や目視外飛行に向けた操縦の自動化技術（固定翼機においては自動離着陸、VTOL 機においては自動離着陸および遷移等）、判断の自動化技術（飛行中断や経路変更等）を開発する。

(風況観測、気象解析等)

- 有人機と無人機が都市部をはじめ国内の各種地形・地物に応じて安全に低高度での任務を実施できる環境の構築のため、風速等の航空気象を数百メートル以下のメッシュで解析可能な低高度4次元高精細気象予測技術を開発する。
- 広域の低高度気象観測網を統合し、気象リスクのある空域を飛行するエンドユーザに対して自動でリスクアラートを提供できるシステムを開発する。

<災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術>

- 災害対応をはじめとする緊急事態への対処において過疎地等での運用が可能となるよう、VTOL 無人機を対象に、長時間航続やペイロードの増大、耐候性能、昼夜対応といった機体性能・制御性能の向上を図る。

目視外飛行等の実現のため、高い安全性を確保できる第一種機体認証を取得する。

1.3.3 研究開発の達成目標

当構想における「災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術」（以下、「小型無人機技術」という。）における小型無人機の性能向上については、研究開始から原則2年以内に目標性能を満たすことを目指し、原則3年目以降は、並行する「小型無人機を含む運航安全管理技術」（以下、「運航安全管理技術」という。）において研究開発する自律飛行技術や運航安全管理システム等に対応する実装を開始し、統合したシステムの実証を目指す。

統合したシステムの実証に関し、具体的には、研究実施期間内に、災害・緊急時にて実際の使用が想定される環境において、有人機と無人機の両方に対応した運航安全管理システムを用いて、同一空域にて有人機と無人機が安全に協調して、特定の任務にあたる実証試験の実施を目指す。その際、小型無人機は、高速・大容量通信が可能な通信装置と地上の状況を把握可能なカメラ及び各種センサを備え、地上局のオペレータのみならず有人機からのコマンドによっても操縦可能なものであるとする。また、運航安全管理システムは、各種衛星情報や府省庁連携防災情報システム（SIP4D）、防災インターフェースとの連携が行える等、アウトプット目標に示された機能を含むものとする。さらに、アウトプット目標に示された精度の低高度気象観測のデータを運航安全管理システムに反映できていること、運航安全管理システムを通じて気象リスクのアラートが有人機と無人機に対して行えることが望ましい。

より具体的には、提案者の設定した個別の達成目標を基本としつつ、文部科学省及びJSTのサポートの下、採択後、研究開発を開始するにあたって行う研究計画の調整にて定めるとともに、研究開発開始後においては、協議会における意見交換の結果も踏まえ、必要な場合、見直しを行う。



※システム統合の時期については、PDの判断の下、研究開発の進捗に応じ変わり得るものとする。

図1 研究開発の進め方のイメージ

2 研究開発の実施方法、実施期間、評価

2.1 研究開発の実施・体制

当構想における「運航安全管理技術」と「小型無人機技術」については、それぞれの技術について、研究開発課題を公募するものとする。なお、「小型無人機技術」については、各種の方式・形式等が想定されるため、コストや性能向上実現の期待度等により、複数の研究開発課題の採択も検討する。原則2年間の研究開発期間終了時に、性能、コスト、統合する運航安全管理システムとの親和性等を踏まえ、評価・精査した上で、「運航安全管理技術」への統合化を行うものとする。

また、「運航安全管理技術」については、「小型無人機技術」との統合したシステムの開発・運用を目標とすることから、当該研究開発課題の研究代表機関又は研究代表者が、原則3年目以降に「小型無人機技術」と統合したシステムの研究開発を開始する。その際に、「小型無人機技術」の研究代表機関又は研究代表者と互いに調整の上、「小型無人機技術」で得られた成果を取り込むとともに、必要に応じて、更なる性能向上を目指した研究開発を実施するものとする。その上で、研究開発期間終了時には統合したシステムとしての実証を完了するものとする。

以上の観点も踏まえ、プログラム・ディレクター（PD）の指揮・監督の下、「運航安全管理技術」と「小型無人機技術」の各技術の研究代表機関又

は研究代表者が研究開発構想の実現に向け、互いに調整の上、責任を持って研究開発を推進する。JST等の助言に基づき、研究に参加する機関・研究者のそれぞれが、適切な技術流出対策を行うよう体制を整備するとともに、研究インテグリティの確保に努め、適切な安全保障貿易管理を行うよう、これらを推進するとともに、研究開発に必要な事項を行う。

研究開発成果を民生利用のみならず公的利用につなげていくことを指向し、社会実装や市場の誘導につなげていく視点を重視するという本プログラムの趣旨に則り、研究代表機関、研究代表者はPD及び研究分担者との協議の上、知的財産権の利活用方針を定めることとする。その際には、研究開発途中及び終了後を含め、知的財産権の利活用を円滑に進めることができるように努めることとする。

なお、研究開発成果の利活用にあたりその成果にバックグラウンド知的財産権が含まれる場合には、その利活用についても同様に努めること。

2.2 研究開発の実施期間

研究開発開始から5年以内とする。構想全体で最大60億円程度の予算を措置する。

「小型無人機技術」の研究開発については、原則2年間で行うこととし、その後、「運航安全管理技術」と統合し、一体として研究の推進を図ることとする。なお、統合を図るにあたり、当該技術の開発状況または関連する技術等の我が国あるいは世界の取組状況等により、個別の研究開発課題について継続の可否を検討する場合もある。

2.3 評価に関する事項

自己評価は毎年実施する。「小型無人機技術」の外部評価については、原則、研究開発開始から2年目終了時に事後評価を実施する。

「運航安全管理技術」の外部評価については、原則、研究開発開始から3年目終了時に中間評価を実施した上で、研究開発終了年に事後評価を実施する。

具体的な時期については、担当するPDが採択時点でマイルストーンを含む研究計画とともに調整した上で、JSTが決定するものとする。

2.4 社会実装に向けた取組

本構想の目標は、災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行や悪天候対応を可能とする小型無人機関連技術、信頼性の高い情報通信技術とあわせて、有人機と無人機、拠点の間において飛行情報等の様々な情報を共有することが可能な運航安全管理システムの開発をすることにより、総合的な空の運航安全を実現する管理システムを確立することである。また、公的利用に加え、民生利用に活用されるようにするため、モジュール化等の方法を活用するなどにより、市場競争力も意識した研究開発を行う。このためには、研究代表機関又は研究代表者と、潜在的な社会実装の担い手として想定される機関等との間で、小型無人機の使用が想定される具体的な利用環境や小型無人機の操縦の自動化において求められる精度等の情報共有や、社会実装イメージや研究開発の進め方を議論・共有する等の伴走支援が有効である。

したがって、今後設置される協議会を活用し、参加者間で機微な情報も含め、社会実装に向けて研究開発を進める上で有用な情報の交換や協議を安心して円滑に行うことのできるパートナーシップを確立することが重要であり、関係者において十分にこの仕組みの運用を検討する必要がある。なお、協議会の詳細は別に定める。また、PD は研究マネジメントを実施する際には、協議会における意見交換の結果も踏まえるものとする。