「小型無人機の自律制御・分散制御技術」
に関する研究開発構想（個別研究型）

令和 5 年 10 月

内閣府

経済産業省

目次

1．　事業の背景、目的、内容 3
（1）　事業の目的 3
①　政策的な重要性 3
②　我が国の状況 3
③　世界の取組状況 4
④　本事業のねらい 4
（2）　事業の目標 4
①　アウトプット目標 4
②　アウトカム目標 5
（3）　事業の内容 5
2．　実施方法、実施期間、評価 9
（1）　事業の実施・体制 9
（2）　事業の実施期間 9
（3）　評価に関する事項 10
（4）　社会実装に向けた取組 10
（5）　総予算 11
（6）　経済産業省の担当課室 11
3．　その他重要事項 11
（1）　研究開発成果の取扱い 11
①　共通基盤技術の形成に資する成果の普及 11
②　標準化施策等との連携 11
③　知的財産権の帰属、管理等の取扱い 12
（2）　「研究開発構想」の見直し 12
（3）　研究開発の対象経費 12
4．　研究開発構想の改定履歴 12

１．事業の背景、目的、内容

（１）　事業の目的

①　政策的な重要性

無人航空機は、2022 年 12 月 5 日から新制度が開始され、有人地帯（第三者上空）での補助者なし目視外飛行を指すレベル 4 飛行が可能になる等、活用範囲が拡大しており、インフラ点検等の民生利用や災害・緊急時の調査等の公的利用において今後より高度な活用が求められていく。近年頻発化している大規模災害においては、小型無人機を活用した状況把握の調査が広く行われており、現状、その有効性が確認され、小型無人機の活用が進みつつある。また、プラント環境の配管やタンク、フレア設備等のインフラ点検、及び農業のリモートセンシングに小型無人機を活用することで、高所点検の容易化や点検費用削減の効果が検証されている。

こうした中、我が国としての安定的な維持・発展を継続的に支えていくためには、緊急時の初動対応の迅速化や点検作業の無人化等を実現するための高度な技術を開発し、民生利用及び公的利用共に、従来の無人航空機では活用が難しい用途・環境まで利用を拡張する必要がある。従来の無人航空機は、予め定められた環境での単一機体の活用が主流となっているが、大規模災害発生時等、迅速に広範囲の状況把握を行うためには、未知で広範囲な環境を複数の小型無人機により調査することが求められ、プラント内の莫大な数の設備点検を効率化するためにも、屋内外を問わず複数の小型無人機が作業者や資材が無作為に配置されている環境において自律的に点検するためのデータの取得が求められる。

また、経済安全保障重要技術育成プログラムの研究開発ビジョンにおいても、宇宙・航空領域で支援対象とする技術として、

- 小型無人機の自律制御・分散制御技術

が挙げられている。

本研究開発構想では、この要求を実現するために、GNSS（Global Navigation Satellite System）が受信できない環境においても複数の小型無人機が自律的にかつ連携しながら定められた任務を達成できる自律制御・分散制御技術を搭載した小型無人機を開発する。また、この自律制御・分散制御技術を搭載した小型無人機を実現するために開発されるソフトウェアを搭載して任務を遂行するために必要な機能・性能を満たすことができるハードウェア等の要素技術も併せて開発する。さらに、開発された要素技術は段階的に社会実装していく方針として、各国に先駆けて早期に活用し技術・産業競争力の向上を図っていく。

②　我が国の状況

複数の小型無人機が、未知な環境や複雑な環境において、情報収集や救援支援等の

任務を自律的に遂行するための自律制御・分散制御技術の制御アルゴリズム（ソフトウェア）の開発を中心にした小型無人機等の要素技術の研究開発は、すでに、経済安全保障重要技術育成プログラムの研究開発構想「空域利用の安全性を高める複数の小型無人機等の自律制御・分散制御技術及び検知技術」（内閣府・文部科学省）（以下、「先行事業」という。）において行われている。

一方、こういった開発成果を、社会実装のフェーズに繋げていくためには、自律制御・分散制御技術を搭載することを前提としたハードウェア等の要素技術も、同時並行的に開発を進めていく必要がある。しかしながら、現時点で、無人航空機を製造・開発している企業は複数存在するものの、自律制御・分散制御技術を搭載することを前提とした開発は確認されず、本事業を通じて、具体的な運用要求に基づき性能及び機能を定め、その開発を行う必要がある。

③　世界の取組状況

米国の企業より、カメラで全方位を検知し非 GNSS 環境においても自律的に障害物を回避して飛行する技術が搭載された小型無人機が発売されている。その企業の開発ロードマップでは、一人の運用者が複数の小型無人機を運用させることが示されており、自律制御・分散制御技術の開発に注力するものと見られる。また、中国の企業からは、小型無人機間で通信を行い複数機同時に飛行させる技術が搭載された小型無人機が発売されている。このように、世界的に自律制御・分散制御の研究開発が確認され、段階的に小型無人機の製品への搭載が行われている状況である。製品化されている小型無人機は、寸法が 500mm 以下（プロペラ含まず）、重量が 2kg 以下であり運用者が片手でも扱える程の機体に設計されており、各企業はその大きさの中で飛行時間や搭載機器の高度化を競い、ユーザビリティも両立させている。

④　本事業のねらい

本事業では、関係省庁等との協議を踏まえ、災害・緊急時の状況把握、要救助者の捜索活動等の具体的な任務を達成するために、複数の小型無人機が連携して未知で複雑な環境において自律的に任務を遂行することを目指し、そのソフトウェアを搭載して任務を遂行するために必要な機能・性能を満たすことができる小型無人機のハードウェア等の要素技術を開発する。開発する技術は、インフラ点検、農業のリモートセンシング等の幅広い用途で活用されることが想定され、各分野における高度な無人化、効率化の開拓を狙う。

（２）　事業の目標

①　アウトプット目標

【達成目標】２０２９年度まで

・　自律制御・分散制御技術等の最先端技術を搭載し、関係省庁等の具体的な運用要求を実現できる小型無人機の、ハードウェア等の要素技術を開発する。開発したハードウェアには、先行事業で研究開発された自律・分散技術等を含む最先端技術のソフトウェア実装を念頭に、関係省庁等と設定する運用シナリオによって決定する実証実験を実施する。

②　アウトカム目標

・　本事業で開発されたハードウェア等の要素技術が小型無人機に搭載され、GNSS が受信できない環境において活用されること。例えば、以下のようなミッションが考えられるが、後述する研究開発項目①において検討すること。
  - ✓　広範囲な大規模災害発生時における迅速な状況把握
  - ✓　高所点検の容易化や点検費用削減を目的とするプラント環境の配管やタンク、フレア設備等の点検
  - ✓　農業分野でのリモートセンシング（水稲や作物の生育モニタリングや農地情報のデータ収集・活用等）
  - ✓　建設・土木業や農林・畜産業等における無人作業の実現
・　その他のロボット等の幅広い機器に搭載され応用されること。
・　事業後数年以内に我が国政府のみならず、海外の政府、民間事業者等からも調達されること。

（３）　事業の内容

本事業で研究開発を実施する技術は、民生利用や公的利用を行う上で重要な技術であると同時に、世界的にも本技術は確立されておらず、自律性、不可欠性の観点から重要である。また、本事業の成果においては民生利用のみならず公的利用につなげていくことが前提となっているため、以下の研究開発項目は全て委託で実施するものとする。

研究開発項目①　自律制御・分散制御ソフトウェア実装のための機体に係る技術に関するフィジビリティスタディー

ア．研究開発の必要性

先行事業においては、自律制御・分散制御技術の制御アルゴリズム（ソフトウェア）の開発を中心にした小型無人機等の要素技術が開発される。このような最先端技術を小型無人機へ実装する場合、そのソフトウェアを実装するための新たな機器を搭載することによる小型無人機本体の大型化及び消費電力の増大による飛行時間の縮小が想定されるが、民生・公的利用ニーズ、世界的な動向やユーザビリティを踏

まえると既存製品と同等レベルの本体サイズ及び飛行時間の確保が求められ、その要求を満たすハードウェア等の開発が必要である。開発の方針としては、ハードウェア等の開発及び段階的な実装を目指すとともに、先行事業の開発成果の取り込みも含む自律制御・分散制御技術等の最先端技術のソフトウェアを実装した完全な自律制御・分散制御が可能な小型無人機を開発し実証実験を行うことを最終目標として、これらの開発の具体的な開発項目を決定するために、まずはフィジビリティスタディーを行うものとする。フィジビリティスタディーでは、関係省庁等の具体的なミッションをはじめ、先行事業や既存の小型無人機製品の解析や研究開発の動向から、ハードウェア等の要素技術の開発項目の絞り込みや費用対効果の検討を行う。

イ．具体的研究内容

小型無人機の仕様策定に当たっては、本事業終了後の事業環境を見据え、南海トラフ地震や首都直下型地震等の大規模災害発生時における被害状況調査を想定した関係省庁等の具体的な運用想定から設定するミッションを達成することが必要である。フィジビリティスタディーでは、研究開発項目②で開発する機体開発（初期型）に向け、関係省庁等との協議を通して上述のミッションを設定し、ミッションを達成するための小型無人機の目標スペックを定め、現在不足しているハードウェアの研究開発項目を明確にする。また、既存の小型無人機製品の解析や研究開発の動向調査を行い、その調査結果より機体開発（初期型）において競争力のある技術開発の方向性を定めていく。ミッションを達成する小型無人機を実現するための重要技術となる自律制御・分散制御技術に係る要素技術やフライトコントローラ、LTE での長距離通信技術、可視光カメラ、赤外線カメラ、マルチスペクトルカメラなどの複数種類の調査用機器を、運用現場でワンタッチで切り替えて飛行させ、映像確認やデータ取得を可能とする技術を開発し製品化している事業者により体制を構築する。小型無人機製品の解析や研究開発の動向の調査は国内外の先端技術を選択する。

［１］　関係省庁等との協議

関係省庁等と協議を行い、先行事業等との整合性を図りつつ、地上からの管制方法を含む具体的な運用想定からミッションを設定する。ミッションは、人の接近が難しく未知な環境を含む広範囲を迅速に効率良く被害状況調査することを想定する。また、一般的な運用想定に加え、例えば寒冷地での使用など、特殊環境下での運用ケースについても検討を行う。設定されたミッションから、小型無人機の寸法、重量、飛行時間、耐風性能、通信距離、及び搭載する調査のための機器の目標スペックを決定する。決定した目標スペックから、センサー搭載のための機体構造、機体サイズの小型化、バッテリーや搭載機器の高度化等、ハードウェアの研究開発項目を決定する。

［２］　国内外先端技術の調査

自律制御・分散制御に使用されるセンサーや小型かつ長時間飛行のための機体構造等に係るハードウェア等の技術を、国内外の小型無人機製品や研究開発の動向から調査する。調査の結果は、機体開発（初期型）において研究開発の方向性を定めていく中で活用する。

なお、フィジビリティスタディーに際しては先行事業とも整合性を図りつつ、一体性をもって取り組む。また、研究開発項目②および③の実施にあたり、調査結果を踏まえ、必要に応じて助言等を行うこと。

ウ．達成目標

【達成目標】2024 年度まで

フィジビリティスタディーを実施し、先行事業等との整合性を図りつつ関係省庁等との協議を通してミッションを設定し、ミッションを達成するための小型無人機の目標スペックを定め、現在不足しているハードウェアの研究開発項目を明確にする。また、既存の小型無人機製品の解析や研究開発の動向調査を行い、その調査結果より機体開発（初期型）において競争力のある技術開発の方向性を定めていく。

研究開発項目②　機体開発（初期型）

ア．研究開発の必要性

最終目標である、完全な自律制御・分散制御が可能な小型無人機の開発・実証のためには、段階的な実装のための初期型の機体開発が必要である。

イ．具体的研究内容

フィジビリティスタディーで決定した研究開発項目の開発を行い定められた目標スペックから試験項目を設定し、初期型での単体試験・評価を行う。開発する技術は、研究開発項目③の機体開発（完全な自律制御・分散制御技術の実装、ミッション対応型）にて実運用に耐えられるレベルの完成度で、小型無人機へ搭載して実証実験を行うことを目標とする。開発する技術は、自律制御・分散制御等の既存の製品では達成されていない新機能を搭載しても、現在発売されている小型無人機より目標スペックを低下させずに同等以上を達成することを目的とするため、小型無人機本体に係る部品全般、バッテリー、搭載機器等の開発が想定され、それぞれの開発技術を有する事業者を選定することを想定する。研究開発された技術は、機体開発（初期

型）の事業期間内または事業期間終了後のどちらにおいても、本事業以外で開発または製品化されている小型無人機やロボット等へ実装する可能性がある場合、成果を活用していく。上述の具体的な研究開発内容は、現時点での想定であるが、研究開発項目①の実施結果を踏まえ、見直しを行う。

なお、技術開発の実施に当たっては、フィジビリティスタディーや、今後示す予定の機体開発（完全自律制御・分散制御技術実装、ミッション対応型）とも整合性を図りつつ、一体性をもって取り組む。また、研究開発項目③の実施にあたり、必要に応じて助言等を行うこと。

ウ．達成目標

【達成目標】2026 年度まで

定められた目標スペックを達成する小型無人機本体に係る部品全般、バッテリー、搭載機器等を開発し初期型での単体試験・評価を行う。開発した技術は、機体開発（完全自律制御・分散制御技術実装、ミッション対応型）での活用や段階的に本事業以外にも実装を進めていく。

研究開発項目③　機体開発（完全な自律制御・分散制御技術の実装、ミッション対応型）

ア．研究開発の必要性

機体開発（初期型）においては、自律制御・分散制御技術等の最先端技術を実装し、既存製品と同等レベルの本体サイズ及び飛行時間の確保を可能とするハードウェア等の要素技術の研究開発を行う。その成果がフィジビリティスタディーで設定した具体的なミッションの実現を達成できることを確認するため、開発した要素技術を活用し、先行事業の開発成果を含む自律制御・分散制御技術等の最先端技術のソフトウェアを実装した小型無人機試作機を開発し実証実験を行う必要がある。

イ．具体的研究内容

フィジビリティスタディーで設定したミッションを達成するための自律制御・分散制御ソフトウェア等の技術を搭載した小型無人機の試作機を開発する。小型無人機の試作機は、機体開発（初期型）での研究開発成果も搭載する。実証実験はフィジビリティスタディーで設定したミッションの内容から実施環境、シナリオ等を設定し試作機を用いて実施する。なお、先行事業で研究開発されたソフトウェア等の想定運用条件を、本事業でも再現できることを前提とするがこれに限定しない。本事業で開発するハードウェア等の要素技術には、他の事業で開発した自律制御・分散

制御等のソフトウェアの要素技術を実装することが想定されるため、それぞれの事業者は共同研究の体制で開発を行う。なお、先行事業で研究開発されたソフトウェア等を NEDO 事業のハードウェアに組み込んだ機能試験の実施についても考慮する。上述の具体的な研究開発内容は、現時点での想定であるが、研究開発項目①の実施結果を踏まえ、見直しを行う。

なお、試作機開発及び実証実験に当たっては、フィジビリティスタディー、機体開発（初期型）とも整合性を図りつつ、一体性をもって取り組む。

また、自律制御・分散制御ソフトウェアは、先行事業で開発する開発技術を搭載することも想定する。

ウ．達成目標

【達成目標】2029 年度まで

自律制御・分散制御ソフトウェア等の技術を搭載した小型無人機の試作機を準備し、その小型無人機を用いた実証実験を行い、設定したミッションを達成する。

2．実施方法、実施期間、評価

（1） 事業の実施・体制

本事業は、内閣官房及び内閣府が定める「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき事業を実施する。研究推進法人（Funding Agency: FA）は、国から示された研究開発ビジョン及び研究開発構想に基づき、公募により研究開発課題を採択するとともに、その進捗管理・評価等の責務を担う。本事業の FA は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）である。研究開発課題の実施責任者（以下「研究代表者」という。）の所属する機関は、国内に研究開発拠点を有し、我が国の法律に基づく法人格を有している機関とする（以下「研究代表機関」という）。また、研究代表者及び主たる研究分担者は我が国の居住者であることとする。（ここで言う居住者とは外為法の居住者（特定類型該当者を除く）であること。）本事業の公募では、研究開発項目①、②及び③はそれぞれ別に事業を実施するものとする。

（2） 事業の実施期間

本研究開発構想に基づく本事業は別表のとおり、 2024 年度から 2029 年度にかけての 5 年間とする。

（３）　評価に関する事項

本事業は、「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、評価を実施する。研究代表者は自己評価を毎年実施し、PO に報告する。NEDO は外部評価として中間評価を 2026 年度（事業開始から 3 年目）まで、事後評価を 2029 年度（事業終了年度）までに実施することとし、事業の進捗等に応じて評価時期を早める場合は、PO 及び所管省庁と連携して、あらかじめ適切な実施時期を定める。

	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度
フィジビリティスタディー	関係省庁等との協議 国内外先端技術の調査					
機体開発（初期型）			中間評価			
機体開発（完全な自律制御・分散制御技術の実装、ミッション対応型）						事後評価

別表　事業の想定スケジュール

（４）　社会実装に向けた取組

本事業は、経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律（令和４年法律第４３号）に基づく指定基金協議会を設置した上で推進していく。これにより、本事業によって生み出される研究成果等を活用し、民生及び公的な利用を促進するとともに社会実装につなげていくことを目指し、その実現に向け、潜在的な社会実装の担い手として想定される関係行政機関や民間企業等による伴走支援を可能とするとともに、参加者間で機微な情報も含む有用な情報の交換や協議を安心かつ円滑に行うことのできるパートナーシップを確立していく。

本事業において、ハードウェア等の要素技術を開発することで、より広範囲の分野で自律制御・分散制御技術の促進が想定される。このため、このような開発成果の利用を行う場合の将来に想定される具体的なユースケースやビジネスモデル、航空法や電波法等の法令対

応、社会受容性を高める取組等の情報を共有しつつ研究開発を進めることは、研究開発成果を将来の社会実装へ円滑につなげていく上で、大きな意義がある。

本事業に係る協議会については、研究開発課題の採択後に、関係行政機関、PO、研究代表者等の協議会への参画者における十分な相談を行いつつ、運営していく。なお、協議会の詳細は別に示す。

（5） 総予算

本事業の総予算は 50 億円を超えない範囲を想定しており、研究開発項目①については 1 億円を超えない範囲とする。各研究開発項目、フェーズ毎の配分については、必要に応じて、経済産業省からの指導に基づき目安を示す。これを変更する場合も同様とする。

（6） 経済産業省の担当課室

本事業の運営に係る経済産業省の担当課室は、製造産業局航空機武器宇宙産業課とする。

3．その他重要事項

（1） 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発課題実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。経済産業省及び NEDO は、経済安全保障の観点を留意しつつ、研究開発課題実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

経済安全保障の観点から、経済産業省は必要に応じて NEDO に対して助言を行い、NEDO は本助言を踏まえて、成果の普及について検討することとする。

② 標準化施策等との連携

本事業の研究開発で得られたハードウェア等の要素技術の成果については、事業期間終了後に必要な実施すべき取組のあり方及びより広範囲にユーザを広げるためのビジネスモデルについて立案する。また、自律制御や分散制御技術を実装した小型無人機の国際ニーズを戦略的に拡大する仕組みを構築する。経済産業省、NEDO 及び研究開発課題実施者は、国際ニーズの喚起に向けて積極的に役割を果たしていく。

③　知的財産権の帰属、管理等の取扱い

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、PO 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。

経済産業省は、NEDO、PO、内閣府、文部科学省をはじめとする関連省庁等と連携して、当該研究開発の達成目標に向けて、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。

（2）　「研究開発構想」の見直し

経済産業省は、NEDO、PO 及び関連省庁と連携して、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、事業内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて、達成目標、実施期間等、本研究開発構想の見直しを行う。

（3）　研究開発の対象経費

「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」に基づき、運用する。大学・研究開発法人等以外に関する間接経費の額の設定については、事業の性質に応じて経済産業省の担当課室から別に示す場合を除き、業務委託契約標準契約書に基づくものとする。

4．研究開発構想の改定履歴

（1）令和 5 年 10 月、制定。