

国防高等研究計画局（DARPA）における無人航空機関連の技術開発状況等

山田 伸一 ワシントン国際問題研究所研究員

1 国防高等研究計画局（DARPA）について

国防高等研究計画局（DARPA）とは、Defense Advanced Research Projects Agency の略称であり、軍で用いる新技術開発及び研究を行うアメリカ国防総省の機関である。大統領と国防長官の直轄の組織でありアメリカ軍から直接的な干渉を受けない組織という特徴がある。また、実際の研究開発は、自前で行うのではなく、DARPA のスタッフがプロジェクトマネージャーとなり、民間企業や大学へ資金提供を行い、民間企業や大学で行われる形となっている。

基本的には、民間での用途を意図した研究開発を行う組織ではないが、最先端の研究開発を行っている組織として理解されており、無人航空機関連でも、いくつかの新技术開発を行っている。本レポートにおいては、無人航空機に関する技術開発の中で、最近のプログラムである、CODE（The Collaborative Operations in Denied Environment）プログラム（否定環境における連携した運航に関するプログラム）と OFFSET（The OFFensive Swarm-Enabled Tactics）プログラム（攻撃時における自律型の航空機及び地上車両スウォーム（群れ）による戦術に関するプログラム）について概要をとりまとめる。

2 CODE プログラム

2.1 経緯及び目的

本プログラムは、2015 年に開始されたものであり、DARPA の TTO（Tactical Technology Office）において管理されていた。

プログラムの目的は、複数の無人航空機が否定環境下（例えば戦闘時など）にある空域において、互いに通信して、連携した運用を行う能力を向上させることを目的としている。なかでも、一人の運航者が、複数の無人航空機を制御・管轄し、運用を行うことができるようにするための、無人航空機

の能力を向上することに焦点を当てている。そのため、無人航空機には、自機の周囲の環境を自ら評価し、運航者に状況に応じたアドバイスをを行うこと、アドバイスに基づいて運航者がミッションを遂行するための決定を行い、その決定に従った連携行動をとることが求められる。

2.2 研究開発の流れ

CODE プログラムは、3つの開発フェーズに分かれている。

○第1フェーズ（2015年度）

Lockheed Martin 及び Leidos Inc. との共同で、無人航空機のシステム分析、アーキテクチャ、設計デザインや重要な技術に焦点を当てた研究開発を実施した。

○第2フェーズ（2016年度）

Lockheed Martin、Fire Control Division 及び Raytheon と共同で、第1フェーズの成果を踏まえ、無人航空機の詳細設計を行い、実際に飛行試験を行うことに焦点を当てた研究開発を実施した。なお、飛行試験は、カリフォルニア州の Naval Air Weapons Station（China Lake）において実施されている。

○第3フェーズ（2017～2018年度）

Raytheon と共同で、3回の飛行試験を実施し、更なる技術開発、ミッション遂行能力の全般的な能力向上に焦点を当てた研究開発を実施した。

○最終試験

最終の飛行試験は、2019年2月にアリゾナ州の Yuma Proving Ground で行われた。このデモンストレーションでは、Raytheon のソフトウェアと Johns Hopkins 大学の Applied Physics Laboratory's White Force Network を組み込んだ自律アルゴリズムを組み合わせ、仮想環境下において総合試験を実施した。このデモンストレーションでは、無人航空機は、様々な仮想のターゲット、脅威、無人航空機の妨害策に対して、運航者の指示や航法施設・衛星等の支援無しにミッションを遂行した。

この飛行試験において、CODE によって開発されたソフトウェアにより、複数の無人航空機が否定環境下において自律して運航し、妨害等にも対応できることが確認された。また、このソフトウェアは、無人航空機だけでなく、コンピューター、有人航空機、地上車両等においても使用できる拡張性の高さがあるとのことである。

本技術開発により、無人航空機を利用したミッションが、最小限の監督と高い柔軟性でもって行うことが可能となり、また、地上及び海上の目標に対して長距離から GPS を使用せずに交戦をすることが可能となった。

なお、2019 年の春に本技術開発の成果であるソフトウェアは Naval Air Systems Command に移管され、資金提供の終了をもって CODE プログラムは終了した。

3 OFFSET プログラム

3.1 経緯及び目的

本プログラムは、2016 年 12 月に開始された 42 カ月の工程を持つプログラムであり、DARPA の TTO において管理されている。

プログラムの目的は、軍における作戦を改善するために、自律型の航空機又は地上車両がグループで対応する戦術を構築するものである。特に、複雑な都市環境におけるミッションの遂行において、250 機以上の小型の無人航空機又は無人地上車両が連携することにより、偵察・物資補給・計画立案能力を提供することに焦点を当てている。

OFFSET プログラムは、研究開発において 5 つの主要分野が設定されており、以下のとおり。

- ・スウォーム戦術
ミッションの目的及び状況に応じたスウォーム戦術の設計・開発・評価・統合。
- ・スウォームの自律性
スウォームの自律性を向上するためのシステム開発。(ハードウェア・ソフトウェアの両面を含む。また、関連する戦術・アルゴリズム等)
- ・人間のスウォーム化
新しいヒューマンインターフェース、やり取りの規則、スウォームを前提としたフレームワークの開発・強化・統合。
- ・仮想環境
プラットフォーム、センサー、ネットワーキング、ターゲット、環境等を向上させる仮想ゲームをベースとした環境における関係事物の設計・統合・評価。
- ・物理的なテストベッド

追加のプラットフォーム、センサー、インフラ、コンピューター、実験計画など、物理的なテストベッドによる補強を可能とする実装可能な技術の設計・統合。

3.2 研究開発の流れ

大きくは、3 つのフェーズに分かれているプログラムであるが、技術開発の進捗及び統合の早期の実施を目指し、「Swarm Sprints」と呼ばれる約 6 ヶ月の取組に分けて、研究開発は行われている。Swarm Sprints では、民間企業や大学と共同で研究開発を行い、期間の最後に開発された技術の統合テストを実施するため、実環境及び仮想環境課における能力ベースの試験を実施することとなっている。2017 年 2 月、OFFSET プログラムは、Swarm Sprints について、技術開発及び試験を行うテストヘッドを開発を行う者に提案を求めるプレスリリース (BAA : Broad Agency Announcement) を実施した。

○Swarm Sprint One

2018 年 2 月から、スウォーム戦術に関して、Lockheed Martin Advanced Technology Laboratories、SoarTech, Inc.、Charles River Analytics Inc.、the University of Maryland、Carnegie Mellon University と共同の研究開発を実施。

○Swarm Sprint Two

2018 年 10 月から、スウォーム技術に関して、Carnegie Mellon University、Corenova Technologies Inc.、Cornell University、Heron Systems Inc.、Michigan Technological University、Siemens Corporation、Corporate Technology、University of Colorado, Boulder、University of North Carolina, Charlotte と共同の研究開発を実施。

○Swarm Sprint Three

2018 年 11 月から、スウォーム戦術及び人間のスウォーム化に関して、Carnegie Mellon University、Soar Technology Inc. と共同の研究開発を実施。主要な実施内容は、自律型のスウォームのグループと人間との相互対応を向上させる新たなフレームワークを設計・開発・実証することと、スウォーム戦術の幅を広げることである。

○Swarm Sprint Four

2019 年 3 月から提案の受付を開始している。ここでは、仮想環境における合成技術の開発 (将来の技術 (分散型の透過センサー、受動型のスウォーム通信、拡張センサー/コンピューティングアレイなど) の合成機能を仮想環境で開発・実装し、スウォーム戦術を可能とすること)、新しいスウォーム戦術を見出す AI アプリケーションの特定 (スウォーム戦術の設計を加速するため、AI を活用したアドホックの内容。仮想環境を活用して、AI を用いて、新たなスウォーム戦術を発見・

習得・強化すること)の2つに焦点が当てられている。

○Swarm Sprint Five

現時点で提案の受付は行われていないものであるが、物理テストベッドの研究開発が内容になるとされている。

4 先月のレポートのフォローアップ

中国の大手無人航空機メーカーのDJIは、5月下旬、今後の無人航空機の安全性の向上について、以下の10点を取り上げて推進していくことを発表した。

この内容は、DJI自身の取組だけでなく、当局、業界団体、他の無人航空機メーカーに対するものまで含まれており、民間用無人航空機のリーディングカンパニーとして、多方面から安全性の向上に取り組んでいこうとする姿勢を伺うことができる。

なお、この取組の中には、制限区域に関する内容や無人航空機の遠隔識別能力の付与に関する内容が含まれており、こうした内容は、これまでの無人航空機に係る事案を踏まえた各国政府の対策に沿った内容となっている。

なお、DJIの発表した10項目は以下のとおり。

- ・2020年から、250g以上の全ての新機種にADS-B レシーバーを搭載する。

- ・飛行距離に関する自動警報を開発すること。
- ・DJIの社内に、安全基準の向上及び強化を行うためのグループを作ること。
- ・航空の業界団体は、無人航空機のインシデントの報告を行わせるための基準を開発すること。
- ・全ての無人航空機メーカーは、ジオフェンシングの機能と遠隔識別ができるIDを無人航空機に搭載すること。
- ・当局は、遠隔識別ができるIDの搭載を義務化すること。
- ・当局は、操縦者に対して、知識試験を義務化すること。
- ・当局は、制限空域を明確に指定すること。
- ・地方行政は、無人航空機による深刻な脅威に対応できるようにすること。
- ・当局は、法執行能力を向上すること。

参考資料

DARP CODE プログラム

<https://www.darpa.mil/program/collaborative-operations-in-denied-environment>

DARPA OFFSET プログラム

<https://www.darpa.mil/program/offensive-swarm-enabled-tactics>

DJIによる発表

<https://www.youtube.com/watch?v=YTHVFgESMu0>