

調査・分析レポート

マルチユース化したドローンと
汎用デジタル民生技術

現代戦研究会 / 技術顧問

一般財団法人 防衛技術協会 / 客員研究員

平田 知義

はじめに

本論考では、様々な分野で普及が進むドローン、主に小型クワッドコプター（以降、ドローン）について、米国でのドローン操縦を皮切りに軍民両用技術に対する技術的観点からの研究¹や、国内外で実施しているウクライナ軍などのドローン戦術再現実験、能登半島地震における陸上自衛隊からの依頼による偵察役務²などに携わってきた経験に加え、一ドローンユーザーとしての独自の視点から、日米中の現状、実機を用いた技術的検証と比較、ドローンから見る米中輸出規制と経済安全保障という3つの観点からの考察結果を示したい。



「ドローンとAIを用いて家屋の倒壊レベルを分別した映像を部隊にライブストリーミング」能登半島地震の偵察役務再現デモ @ みちのくアラート 2024

奇しくも本原稿を執筆している最中の6月1日、ウクライナ保安庁（SBU）による複数のロシア空軍基地に駐機している戦略爆撃機を対象に、ドローンの自動飛行に特化したオープンソース制御プログラムと小型ドローンを使用した遠隔攻撃「蜘蛛の巣作戦」³が行われた事が報じられたが、この事案こそ本稿のタイトルである「マルチユース化したドローンと汎用デジタル民生技術」の最もたる例である。現時点で判明しているオープンソースのドローン自動

¹ 明治大学 POLARIS 研究成果 archives, 2021 年度研究プロジェクト「民生技術に潜む軍民両用技術」, 明治大学 POLARIS 研究成果 archives 有志, <https://meiji-univ-polaris-archives.blogspot.com/2025/06/polaris-archives.html>, 閲覧日 2025 年 6 月 10 日

² 能登半島での偵察役務を再現した「みちのく ALERT2024」現代戦研究会デモ, 現代戦研究会, <https://youtu.be/xpWXfSuOUec>, 閲覧日 2025 年 6 月 10 日

³ 【産経ニュース Live】、「スパイダーウェブ作戦 徹底検証」ドローン専門家が解説, 産経ニュース Live, <https://www.youtube.com/live/4EQJio5eQho?feature=shared>, 閲覧日 2025 年 6 月 10 日

制御用プログラム「ArduPilot」⁴、SIM カードを用いた携帯電話回線による遠隔操作用通信、3Dプリンタによる機体の改造など、本稿が発行される頃にはさらに詳細が明らかになっている事だろう。

日本の現状と Skydio、DJI の動向から見る米中ドローンの現在地

一般的なドローンに対する認識は、日々SNSやネットニュースを通じてウクライナ、ロシア両軍が拡散するドローン攻撃の映像から、普及を急ぐ日本国内におけるドローンの社会実装に向けた実証実験に関するニュースや空撮映像が日常的に目に入る機会が増えた事でこれまでになく高まっている。一方で、ドローンの操縦といった実際の経験については航空法⁵をはじめとする規制により、特に屋外での飛行といった本格的な経験は、都心の人口密集地をはじめとするドローン飛行禁止区域と、そうでない地域において明確な格差が存在するように思える。さらに、ドローンを業務利用する際の国家資格である技能証明⁶を「免許」とうたい、ドローンを操縦するために必要な「義務」であるかのような説明を行う一部のドローンスクールなどによりドローンを操縦するには免許が必要—といった誤った認識が広まった事も確認しており、ドローンの機体登録制度⁷といった義務化された制度と絡み合い、ドローンの操縦に行き着くまでの実際の手続きによる手間と、情報の乱雑さが日本のドローン人口の少なさに直結しているように思える。

このような状態である事から、一部の専門家や研究者のドローンに対する技術的評価は分野を問わず少ないのは当然なのかも知れない。また、国内のド

ローン専門メディアにおいても批評込みのレビューや、欧米を中心とする中国製ドローンに対する安全保障上の懸念に関する話題を報じる事も皆無で、新製品のプレスリリースやカタログスペックの紹介が大半を占めている。

これらの背景を加味した上で日本の国産ドローンに目を向けると、大小様々な機体が存在するものの、その殆どが産業用に分類される。中でも代表的な存在がACSLのSOTEN(蒼天)⁸である。この国産ドローンSOTENは、2021年12月に発表され大きな話題となり消防などで導入、運用が始まったが、発表から約半年後に機体の不具合が判明⁹、メーカーが使用制限を発表するなど序盤からつまづく事になった。

筆者も運用制限が発表される以前に操縦を体験した事があるが、専用のプロポ(コントローラ)で操作レバーをニュートラルの状態にしたにも関わらずホバリングで高度を保ちつつも微速前進するなど不可解な現象が発生したのを覚えている。その後もソフトウェアのアップデートを繰り返しているようではあるが、メーカーによるPR動画での実際のドローン映像も少なく、展示会の同社ブースでも映像が一時停止された状態でモニタに映しだされており、担当者をお願いして再生してもらったがカメラ映像の震え¹⁰が常時発生するなど、飛行をしながらカメラの「ぶれ」を補正しつつ動画を撮影するといった市販のドローンにおける一定の水準を満たしていないように見受けられる。

なお、能登半島地震で派遣された神戸市消防局が被災地でSOTENを飛ばして撮影されたとみられる映像¹¹がXで公開されているが、見るに堪えないレベルの震えが発生している事が確認出来る。このよ

⁴ ArduPilot - Versatile, Trusted, Open, ArduPilot, <https://ardupilot.org/>, 閲覧日 2025年6月10日

⁵ 国土交通省ウェブサイト, 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール, 国土交通省, https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html, 閲覧日 2025年6月10日

⁶ 国土交通省ウェブサイト, 無人航空機操縦者技能証明等, 国土交通省, <https://www.mlit.go.jp/koku/license.html#anc01>, 閲覧日 2025年6月10日

⁷ 無人航空機登録ポータルサイト, 国土交通省, <https://www.mlit.go.jp/koku/drone/>, 閲覧日 2025年6月10日

⁸ ACSLウェブサイト, 小型空撮ドローン(SOTEN), ACSL, <https://product.acsl.co.jp/product/post-369/>, 閲覧日 2025年6月10日

⁹ 読売新聞オンライン, 警察・消防に配備の国産ドローン「蒼天」、不具合で運用停止…4月に墜落事故, 読売新聞, 2022年7月6日, <https://www.yomiuri.co.jp/national/20220706-OYT1T50015/>, 閲覧日 2025年6月10日

¹⁰ Youtube【業務産業用ドローン】ACSL, ACSLの国産ドローンSOTEN(蒼天)に搭載された赤外線カメラ/ズームカメラによる遭難者捜索, ACSL, <https://www.youtube.com/watch?v=zoX2xRWva4A>, 閲覧日 2025年6月10日

¹¹ 神戸市消防局Xアカウント, 【緊急消防援助隊〜ドローンによる捜索〜】, 神戸市消防局, 2024年1月23日投稿, <https://x.com/kobefirebureau/status/1749620951871013156>, 閲覧日 2025年6月10日

うな状況にあっても「国産ドローン」であることを理由に防衛装備庁から大型案件を受注¹²したと報道されたが、現在までに運用する様子やカメラ映像などは公開されておらず、カメラ映像の震えが修正されたか否かについては確認のしようがない。

このような状態に至った原因としては、業務用として200万円を上回る高価格である事に加えて、前述したようにドローン人口の少ない日本国内であったとしても、やはりコンシューマ向けに機体を販売してこなかった事が、より良い製品開発に不可欠なフィードバックを十分に得られない状態で販売せざるを得なかった要因だと考えられる。

ただし、これは同社だけの問題とは思えない。国内の法規制は然ることながら、ドローンの振興や社会実装を担ってきた業界団体や関係する専門家らによる、ある種の形式主義及び官僚主義的な物事の進め方の結果が集約されているように思えてならない。

この事は、ドローン人口の少なさと比較してドローンスクールの数が多い（特に近年は自動車教習所に併設され増え続けている）というアンバランスさにも見て取れ、大幅な軌道修正が望まれる。このような実情もあり、国産という事だけを理由に後述する米中の最新機種を比較する技術的検証の中で肩を並べられないのは当然である。

そんな日本の現状を横目に、ホビー、商用、軍事利用までドローン活用が盛んな米国と中国では、それぞれ異なる課題を抱えながらも新たな機能を搭載した新機種を定期的にリリースするなど話題には事欠かない。

米国のSkydioは2014年に創立されたAI技術の援用による半自律飛行が特徴のドローンメーカーである。2019年10月にはSkydioの出資元でもあるNVIDIAのAIエッジコンピュータモジュール¹³を搭載した障害物回避や目標追尾など、自律性能を有す

るAIドローンSkydio2を米国及びカナダ在住者のみを対象に本体価格約\$990で販売を開始¹⁴、初日で初回生産分が完売するなど大きな話題となった。

同時期に米国に滞在していた筆者も早速購入して飛行させたが、スマートフォンのアプリのような感覚で自律飛行が可能なおことから、従来のドローンの操縦という概念が一新されたのを覚えている。特にその時に滞在していた西海岸ではアクションスポーツが盛んな事もあり、スケートボードやサーフィンをする人を自律飛行するドローンが追尾しながら撮影しているのを日常的に見かけたほどだ。このようなホビー利用における有用性が瞬く間に知れ渡り、警察など政府機関での運用を経てSkydio2の産業向け機体SkydioX2をカスタムしたSkydioX2Dが米陸軍に正式採用¹⁵されるまでに至った。

Skydioのドローンを米陸軍が採用するに至るまでの期間は、主にDJIやAUTELといった米国内で販売される中国のドローンメーカーに対する安全保障上の懸念を表明した第一次トランプ政権下の政策により、米商務省が定めるNDAA（National Defense Authorization Act）の基準をパスしたメーカーを対象にBlue UASリスト策定など、米国内のドローンを取り巻く状況が劇的に変化した時期でもあった。

2022年2月のSkydioドローン米陸軍正式採用のアナウンスが流れた直後にロシアのウクライナ侵攻が始まり、民生用ドローンの有用性が伝わるや否や米国のドローンメーカーはウクライナ支援のためにドローンを提供したが、同社もそのうちの一社である。

現在も続くウクライナの戦場では、国やメーカーだけでなく各国の市民有志から支援提供される大量の民生用ドローンによる消耗戦、いわばドローン戦争ともいふべき様相をSNSを通して世界に示しており、時には提供された各社ドローンの製品レビューのような投稿も見受けられ、Skydioが提供し

¹² DRONE, ACSL、総額3.5億円の大型案件を受注。防衛装備庁に小型ドローン「SOTEN」を納入へ、DRONE,2025年3月17日、<https://www.drone.jp/news/20250317170818113935.html>, 閲覧日2025年6月10日

¹³ NVIDIA ウェブサイト、ロボティクスとエッジコンピューティング,NVIDIA, <https://www.nvidia.com/ja-jp/autonomous-machines/embedded-systems/>, 閲覧日2025年6月10日

¹⁴ GIZMODO, 小型ドローン「Skydio 2」は時速60kmで自分を追いかけて撮影してくれる, 岡本玄介, 2019年10月06日, <https://www.gizmodo.jp/2019/10/skydio2.html>, 閲覧日2025年6月10日

¹⁵ Informa Markets, Skydio Delivers First RQ-28 To U.S. Army Schoolhouse, Steve Trimble,2022年10月18日, <https://aviationweek.com/defense/sensors-electronic-warfare/skydio-delivers-first-rq-28-us-army-schoolhouse>, 閲覧日2025年6月10日