

ドローンの対処手段と 対処装備品について

防衛用無人機システム研究部会長 吉武 宣之

はじめに

各国の要人が集まる重要な国際会議、重要なインフラ、大規模なイベントの警備や軍事基地、海軍艦艇、輸送部隊や地上部隊の警戒においては、近年、ドローンによる攻撃が懸念されており、ドローンに対する警備や防御が重要になってきている。実際に2016年7月、シリアからイスラエル領空に飛来したロシア製の固定翼無人機が、パトリオットミサイルの迎撃と戦闘機からの空対空攻撃をかわしている。更に2019年9月、サウジアラビアの国営石油会社サウジアラムコの二つの石油精製施設を、フーシ派による18機の固定翼の自爆ドローンと7発の巡航ミサイルが襲った。

この攻撃で使用されたのは、半自律兵器型と呼ばれるタイプのドローンである。離陸するまでは人間がコントロールするが、あとはGPSを使ってプログラム通りに飛行し、そのまま標的に突入して爆発するので「ファイヤ・アンド・フォーゲット」(Fire and Forget)型とも言われている。今回のドローンはデルタウィング(三角形の翼)を持つ高速移動が可能な固定翼ドローンとみられ、爆薬を搭載し高速で目標に接近させることができるので簡易かつ安価な

巡航ミサイルとしても使えるものである。

このような比較的低速で小型かつ低高度で接近するドローンからの攻撃を防御するために、様々な方法が用いられている。

本稿では、ドローン対処手段の種類と特徴を整理し、現在用いられている主なドローン対処装備品について概説する。

ドローン対処手段

米国ニューヨーク州のバード大学ドローン研究センターによる、ドローン対処システムに関する2019年の市場調査では、市場には537のシステムが出回っているとの報告があげられている¹⁾。ドローンの対処手段とその方法は表1のように分類される。電波ジャミングは最も一般的な対処手段で、約48%にあたる259のシステムで何らかの形式の電波ジャミングが用いられている。その他、なりすまし機能使用は31システム、レーザ使用は18システム、ネット使用は27システム、衝突ドローン使用は8システムとなっている。

一般的なドローン対処の手順は以下のとおりである。

- ①飛来するドローンをレーダや無線波検出器などのセンサで初期検出し、カメラや電子

表1 ドローンの対処手段と対処方法 (著者作成)

対処手段	対処方法
電波による通信リンクまたはナビゲーションリンクに対するジャミング	・大量の電波をドローンに照射することにより、ドローンとオペレータ間の無線リンクまたはドローンと衛星とのナビゲーションリンクを遮断する。このジャミングにより、ドローンはその場でホバリング、墜落、「return to home」動作を開始する。
ネットによる捕獲	・標的ドローンの進行経路に地上またはわが方のドローンからネットを展開し、からめてパラシュートなどで落下させる。
レーザー光線の照射	・ドローンの機体の重要な部分をレーザーエネルギーで破壊し墜落させる。
高出力マイクロ波の照射	・ドローンに高強度のマイクロ波エネルギーを照射し、電子基板に損傷を与えて墜落させる。
物理的な攻撃	・銃撃、砲撃やわが方のドローンを衝突させて破壊する。
サイバー攻撃	・ドローンにサイバー攻撃やプロトコル操作などを行い誤操作させる。

識別装置などの二次センサにより、検出された物体が実際にドローンであることを識別し、その正確な位置を特定して追跡する。

- ②これらのセンサからの情報に基づいて、人間のオペレータは飛来するドローンにどのように対応するかを決定する。
- ③ドローンを阻止対処する場合には、使用する技術に応じて、ドローンの地上への着陸(撃墜)、「return to home」モードのアクティブ化、ネット(網)による捕獲、完全または部分的な破壊(レーザー照射、銃撃、ドローンとの衝突、高出力マイクロ波照射)などの方法を用いて対処を行う。
- ④状況に応じ、捕獲したドローンの搭載物の隔離、爆弾等の武装をしている場合には無効化を行う。

ドローン対処装備品例

ドローン対処装備品は対処手段や装置の規模に応じて様々な製品がある。それら全てを網羅して紹介することは困難であるため、対処手段ごとに代表的な装備品例を紹介する。

(1) 電波ジャミングを適用したドローン対処装備品例

電波ジャミングは、ドローンとそのオペレータ間の無線リンクまたは航法に使用されるGPSやGNSS(Global Navigation Satellite System: 全球測位衛星システム)などのドローンの衛星リンクを、大量の同一周波数帯域の電波を照射して遮断するものである。Wi-Fiリンクを含む無線リンクや衛星リンクが遮断されると、ドローンはその場でホバリング、墜落あるいは「return to home」動作を開始する。同時にオペレータへのビデオ送信も停止する。

一般的に有効周波数はISM(Industrial Scientific and Medication: 産業科学医療用)帯域およびGNSS周波数帯域である。ISM帯域は国によって周波数帯域は異なるが、わが国では2.4GHz、5.7GHz、920MHz帯などがある。なおISM帯域は無線周波数エネルギーを電気通信以外の工業・科学・医療目的に使用するため、国際電気通信連合(ITU: International Telecommunication Unit)によって国際的に確保されている周波数帯である。

オーストラリアのDroneShield社のDroneGun Tacticalは軽量で堅牢なライフスタイルの設計で、高性能な指向性アンテナを備え、コントロールパネルでジャミング周波数を選択可能である(図1)。重量は7.3kg(2個のバッテリーを含む)、寸法は142cm(L)×45cm(H)×20cm(W)、動作時間は最大2時間である。DroneGun MK IIIは片手操作用に設計されたピストルタイプである(図2)。重量は2.4kg(バッテリーを含む)、動作時間は最大2時間である²⁾。

米国Flex Force社のDronebusterは、米国防総省によって購入が承認されたハンドヘルド・カウンタードローンシステムである(図3)。このシステムは前線の基地に接近するド



図1 DroneGun Tacticalの外観(左)、
コントロールパネル(右)
(出典: DroneShield 社ホームページ²⁾)



図3 Dronebusterの外観(左)、コントロール
パネル(右)
(出典: Flex Force 社ホームページ³⁾)



図2 DroneGun MK IIIの外観
(出典: DroneShield 社ホームページ²⁾)

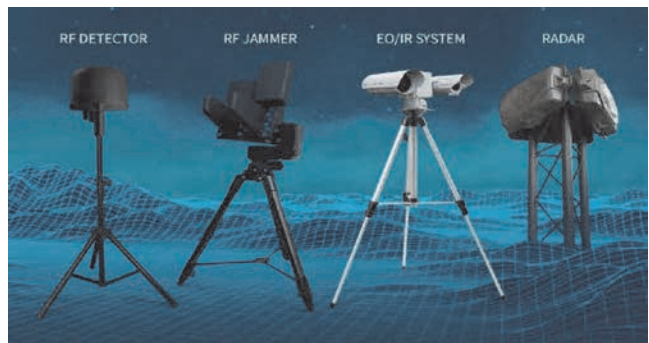


図4 Skylock システム
(出典: Skylock 社ホームページ⁴⁾)

ローン、大勢の群衆の上空をホバリングするドローン、制限された空域でのドローン飛行を効果的に阻止できるとしている。寸法は53cm(L)×28cm(H)×16cm(W)、重量は2kg(内蔵バッテリーパックを含む)、3時間の連続使用が可能である³⁾。

イスラエルのSkylock社のSkylockシステムは、カスタマイズ可能なモジュール式パッシブとアクティブで構成されるスケーラブルで多層のプラットフォームである(図4)。強力なレーダ検出システムを使用して、最大400台のドローンを個別に同時に追跡可能である。RF検出器は侵入するドローンの種類と周波数を特定する。EO/IR(光学/赤外線)トラッカー、サーマルイメージング、デイトタイムカメラは正

確な目標取得と、ドローンが武器化されたペイロードを運んでいるかどうかを確認する機能を有する。これらの視覚情報は自動的にコマンド&コントロール(C4I)システムにストリーミングされ、オペレータ、司令官などの意思決定者に表示することが可能である。モジュラーアンチドローントレーラーは、ポータブルで迅速に展開されるプラットフォームを提供する(図5)。システムは30分以内に動作可能である⁴⁾。

ドイツのRohde & Schwarz社は何十年にもわたる信号解析の経験があり、同社のR&S® ARDRONIS-Dは測定したドローン信号をライブラリと比較し不審ドローンを特定できるた

(2) ネット捕獲を適用したドローン対処装備品例

英国のOPENWORKS Engineering社のSkyWallシステムは、特別に設計されたネットで対象ドローンを物理的に捕獲する機能を有する(図7)。このシステムは電波ジャミングと組み合わせた多層防御、または電波ジャミングが展開できない環境で使用することを想定している。既に欧州、北米、アジアの主要拠点で導入されており、国際空港、原子力発電所、米国防総省(ペンタゴン)などの重要な国家インフラ施設の保護を行っている⁶⁾。

SkyWall Patrolはハンドヘルドシステムであり、オペレータが対象ドローンの速度と距離をオンボードのSmartScopeを使用して設定する。圧縮空気を使用してドローンの近傍まで砲



図5 Modular Anti-Drone Trailer
(出典: Skylock社ホームページ⁴⁾)



図6 R&S® ARDRONIS-P (自動無線制御ドローン識別ソリューション)
(出典: Rohde & Schwarz社ホームページ⁵⁾)

め、早期警戒が実現可能である(図6)。方向探知(DF: Direction Finder)機能を有し、操縦者の方向(制御信号)と、ドローンの方向(テレメトリー信号等)を個々に取得でき、クロス方位法によりドローンと操縦者の位置を正確に特定する。内蔵のジャマー機能により、標的となるドローンに正確に適した干渉パルス電波を放射し、同じ周波数バンド内の他の信号への影響を最小限に抑えて、対象ドローンのみを妨害することが可能である。

2015年にドイツのエルマウで開催されたG7サミットで最初に配備されて以降、このシステムの性能は要人の公式訪問や政治サミットで何度も実証されてきており、ベルリンの国際航空ショーの警備にも使用されている⁵⁾。



図7 SkyWallシステム(上) SkyWall Patrol、(中) SkyWall Auto、(下) 車載した SkyWall Auto (出典: OPENWORKS Engineering社ホームページ⁶⁾)

弾形状のカバーに収納されたネットを発射し、展開させて物理的に絡めとることができる。ネットにはパラシュートが備えられており、周辺の二次被害を最小限に抑えることができる。SmartScope は環境計測を基に、性能に影響を与えるパラメータを必要に応じて補正する目標設定システムである。

SkyWall Auto は設置型のリモートシステムであり、EO/IR センサシステム、AI による目標の検出および分類を Sky Track と呼ばれる追跡システムと組み合わせることで、自律的なドローン対処が可能である。また車載システムとしても運用が可能であるとともに、SkyLink モジュールを使用して SkyWall システムは既存のセキュリティシステムとの統合が可能であり、大規模なサイトの保護も可能である。

SkyWall Patrol が初めて配備されたのは、2016年にバラク・オバマ大統領がベルリンを国賓訪問した際の警備においてである。更にベルギー連邦警察は2021年6月にブリュッセルで開催されたバイデン米大統領とベルギー国王の会談警護のために、SkyWall システムと他のタイプの対ドローンシステムを組み合わせ用いた。

米国の Fortem Technologies 社の DroneHunter F700は、自律型のネット射出装置 NetGuns を搭載したドローンで対処するものである（図8）。発射と同時に急激に展開する NetGuns は三種類用意されており、小型から大型のドローンまで対処可能である。ネットには牽引索とパラシュートが装備されており、ネットで捕獲されたドローンは牽引索もしくはパラシュートによりゆっくりと降下させられる。F700には以下に示す

複数の動作モードが設定されており、自律的または人間が介在して動作モードが選択される⁷⁾（図9）。

「追跡と警告モード」では、搭載されている光学カメラにより対象ドローンを詳細に調査する。「攻撃モード」では、ドローン搭載レーダにより対象ドローンの大きさと速度を判断し、単独での対処が可能と判断された場合には、対象ドローンをネットで捕獲して牽引索で安全な地点まで空中を牽引する。このモードでの対処距離は電波ジャミングなどの地上からの対処手段に比べて3~10倍の遠距離での対処が可能である。「防衛モード」では、ドローン搭載レーダにより対象ドローンの大きさとその速度を検出し、自身よりも大きくかつ速いと判断された場合には、AIにより防御ポイントを設定して対象ドローンの翼や胴体にもつれさせるようにネットを発射する。捕獲した対象ドローンは牽引できるものは牽引し、牽引不可能な場合には



図8 DroneHunter F700
(出典：Fortem Technologies 社ホームページ⁷⁾)

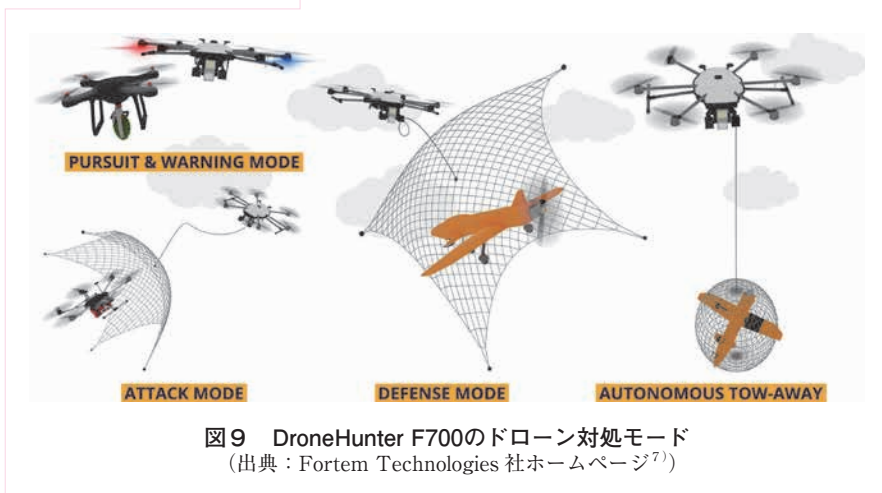


図9 DroneHunter F700のドローン対処モード
(出典：Fortem Technologies 社ホームページ⁷⁾)

パラシュートで降下させる。「自動牽引モード」では、指定された場所への自律的な牽引を行う。

F700は単独または複数のユニットと協力して、広い領域を保護することが可能である。このドローンはドローン対処任務のためにゼロから設計されており、同じクラスのドローンに比べて高速で俊敏であるため、対象ドローンを追跡して対処することが可能となっている。

(3) レーザ光線の照射を適用したドローン対処装備品例

イスラエル国防省は、上空からの攻撃ドローンやロケット弾にレーザを使用して防衛する防空システム「アイアンビーム (Iron Beam)」(図10)の試験を行い、ミサイルと攻撃ドローンをレーザビームで撃墜することに成功した。ミサイルや攻撃ドローンを1回の発射につき約3.5ドル(約500円)で撃墜できるといわれている。イスラエル軍は「アイアンドーム」と呼ばれるミサイル迎撃システムを既に保有しており、2021年5月から約3,000発のハマスからのロケット弾や攻撃ドローンの9割を迎撃してきたとしている。アイアンビームはアイアンドームでは迎撃が困難なロケット弾、砲弾や攻撃ドローンを、より低コストで対処できるものとしている。なおイスラエル国防省は長年の投資や新技術の開発のおかげで大気中の乱れを克服し、遠距離の目標に対してレーザビームを安定して照射できるようになったとしている。イスラエル軍は2021年にレーザ光線による実証実験を行い、1 km 先の上空の攻撃ドローンを撃墜した。将来的には100kW のレーザで20km 先の上空の攻撃ドローンも撃墜することができるようにするとしている⁸⁾。

米海軍研究所 (ONR : Office Naval Research) は1980年代からレーザ兵器のテストをしてきたが、当時は化学的な原理によるレーザを使用していたことによる可搬性の悪さやコスト高のために、艦船に搭載されることはなかった。2021

年に米海軍はUSS ポートランドでレーザ兵器の実験を行っている(図11)。また2022年2月に、ニューメキシコ州のホワイトサンズ・ミサイル発射場で全電気式のレーザ兵器のテストを行った。このテストでは亜音速巡航ミサイルの代用としての高速飛行型ドローンが使用され、撃墜に成功した。別途のテストでは無人固定翼機やクアッドコプターなどを標的として実績を積み重ねてきているが、現時点では実戦配備は未定とのことである。

このレーザ兵器は「LLD (Layered Laser

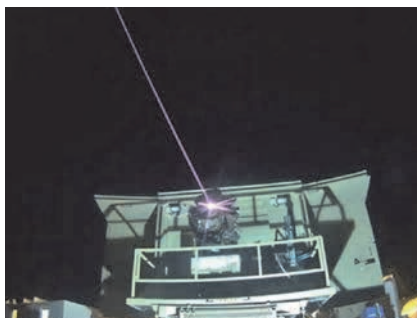
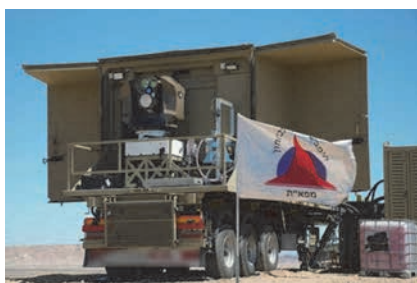


図10 アイアンビームの外観
(出典：参考文献8))

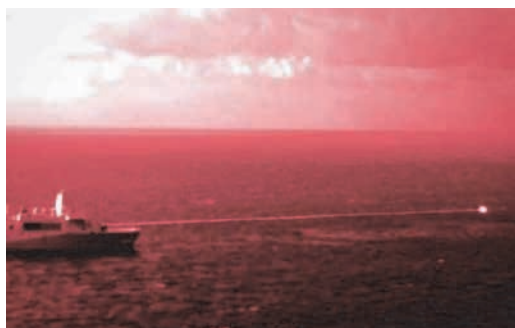


図11 高エネルギーレーザ兵器の実験を行う米海軍 USS ポートランド (2021.4)
(出典：US Navy)

Defense)」と呼ばれ、米国の Lockheed Martin 社が設計および製造したものである。レーザビームを最大限効果的に集束させるための光学系を備え、高解像度の望遠鏡と人工知能を搭載し、飛来する物体を追跡しターゲティングする。交戦中の対象の損害評価も行えるということである⁹⁾。

(4) 高出力マイクロ波の照射を適用したドローン対処装備品例

米空軍研究所 (AFRL : Air Force Research Laboratory) は可搬式の対無人航空機システム「THOR (Tactical High-power Operational Responder)」を開発中である (図12)。THOR はドローンの電子機器を無効化するために使用される高出力マイクロ波兵器の試作品である。高出力マイクロ波はターゲットを特定すると1秒以内に発射できるため、一度に一つのターゲットの破壊しかできないレーザ兵器に対し、複数のドローン集団や群れを破壊できる。このシステムにより、ドローン群による重要インフラへの攻撃を遠距離から阻止することができる。

THOR は20フィート輸送コンテナに収容して、軍用輸送機 C-130での輸送が可能であり、2人で3時間以内に設置できる。AFRL は数百機のドローン群を用いた実戦テストで、THOR の有効性を実証したとしている。高出力マイクロ波兵器の開発には莫大な予算が必要であるが、1ショット当たりのコストは実弾よりもかなり低くなる。更に広範囲に照射するこ



図12 THOR のイメージ図 (出典 : 参考文献10))

とが可能であり、より確実にドローンやミサイルを無効化することができ、これからの対空兵器として期待されている¹⁰⁾。

(5) 物理的な攻撃によるドローン対処装備品例

米国のゼネラル・ロボティクス社は、重量が70kgの Pitbull-3対ドローン・リモートコントロール武器ステーションを開発している (図13)。このステーションは超軽量車両、有人または無人の地上・航空・海上プラットフォームに簡単に設置できる。そして次の三つの機能を有している。一つ目は、システム内に統合された各種レーダによる最大5kmまでの範囲のドローンの検出機能。二つ目は、ドローンの制御、ビデオ、GPSに係る通信を同時に中断させ、ドローンを停止、着陸または「return to home」動作を起こさせるソフトキル機能。三つ目は、移動するドローンを500mまでの範囲での撃墜およびホバリング状態のドローンを撃墜するハードキル機能である。ソフトとハードの対処機能を有することから、ドローンの群れに対応することが可能である¹¹⁾。

米国の MOOG 社は米陸軍の機動短距離防空インクリメント1 (M-SHORAD Inc. 1 : Maneuver-Short Range Air Defense Increment 1) プログラムの中心的存在である再構成可能統合兵器プラットフォーム (RIwP : Reconfigurable Integrated



図13 Pitbull-3対ドローン・リモートコントロール武器ステーション (出典 : 参考文献11))



図14 Moog社のRIwP (左) Moog RIwP demonstrator at IAV (INTELLIGENT AUTONOMOUS VEHICLES) 2022 (on JULY 6-8, 2022 PRAGUE, CZECH REPUBLIC) [©Bob Morrison]、(中) Moog RIwP illustration [©Moog]、(右) コンポーネント [©Moog]

weapons Platform) 砲塔を開発中である(図14)。RIwPは武器、照準器プラットフォームにとらわれないように設計されており、装輪装甲戦闘車両、無限軌道装甲戦闘車両、ロボット戦闘車両、コンテナ化されたプラットフォームなどに適合させることができる。

更に対応できる武器等としては、30mm 砲／大砲、.50cal. ガン、同軸機関銃、対空ミサイル、対戦車ミサイル、マルチミッションミサイル、未来の最先端ミサイル、ターゲット集録センサと照準器オプション、非致命的な電子戦装備や指向性エネルギー兵器の選択肢がある。このプラットフォームでは再構成可能な「プラグアンドプレイ」武器ソリューションの構築が可能であり、全ての構成でサブコンポーネントの85%の共通性を有する。米陸軍は爆弾を搭載した小型ドローンの脅威が高まっていることを認識して、ソフトキルとハードキルを備えたコンポーネントの開発を優先して実施している¹²⁾。

(6) サイバー攻撃によるドローン対処例

一般的に市販のドローンに搭載されているセキュリティはそれほど高いものではなく、通信信号はパケット解析ツールを使って簡単に復号化できる。場合によってはコントローラとドローン間の通信が暗号化されていないケースもあるようである。この対処手段を用いる場合には、対象ドローンの通信を傍受する必要があるが、例えば、対象ドローン近傍に我が方のド

ローンを飛ばして通信を傍受する方法も考えられる。更にGPSスプーフィング(なりすまし)は対象ドローンに偽のGPS情報の基準を与え、ドローンをコントローラの意図しない場所に誘導させることも可能である。

この手法の制限としては、同じまたは類似のスプーフィング手法が全てのドローンに対して有効であるか否かが不明である点であり、効果的と考えられる技術でもソフトウェアの変更の影響を受けやすい。また近年では、ドローンとコントローラ間の通信セキュリティを強化する対策もなされつつあり、例えば、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT: National Institute of Information and Communication Technology)などでは、より強固な暗号化を施したコントローラとドローン間の制御通信技術の開発を進めているようである¹³⁾。

ドローン検出および対処に係る課題

(1) 検出に係る課題

レーダによる検出では低空を飛行するドローンは地面からのレーダの反射低減対策が必要であり、カメラによる検出では悪天候による低視界や太陽などの強光源に対する対策が必要である。電波の傍受による検出では、建造物による電磁干渉(特に都市部では顕著)による電波受信センサの検出能力低下に対する対策が必要である。またレーダ、高周波数の電波の受信セン

サ、EO/IR センサは見通し線上での検出が必要であり、感応時間が短くなることへの対策が必要である。

これらの課題に対処するためには、単独の検出方法のみでのドローンの検出には限界があり、異なるタイプのセンサを組み合わせることで検出システムを構築する必要がある。

(2) 対処に係る課題

電波によるジャミングに係る課題としては、ドローンが外部との通信を行わずに飛行する自律飛行の場合には、この手段は効果がないということである。更に、多くの電波による妨害は数百メートルの有効範囲となっているため、効果を得るためには近距離での対処となる。一方で、長距離での対処を可能とする装置は、より強力な電波照射を行うため、周辺の正当な通信リンクに干渉する可能性がある。今日、市販されているドローンの中には、周波数ホッピングシステムが標準装備され、オペレータとの弾力性のある通信リンクを持たせたもの、あるいは外部からの妨害信号を検出した場合には妨害周波数の回避、または周波数の帯域を切り替えるなどの回避操作をプログラムすることが可能なものも現れており、これらの場合には効果が低減する懸念がある。また爆発物を搭載したドローンの「ホーム」の場所を、意図した目標にプログラム設定することにより、この対処手段が発動した場合に目標に向かって飛行するように細工される可能性もある。

ネットによる捕獲に係る課題としては、近年、ドローンが鳥や他のドローンを回避できるように、近距離で高速運動する物体を自動的に回避する技術の研究が進められており、この技術は本手段の効果を低減させることになる。物理的な攻撃に係る課題としては、時速数十 km で不規則に移動するドローンに銃弾等を命中させることは非常に困難である。更に命中して墜落させたドローンは落下地点近傍に機体の破片や搭載物により被害を及ぼす可能性が高い。

レーザ光線、高出力マイクロ波の照射に係る課題としては、大規模な軍用システムとして開発中であり実運用されていない。しかし効果は高く、特に高出力マイクロ波は「ドローン群」に対応可能である。サイバー攻撃に係る課題としては、全てのドローンに有効な手法とすることは技術的に非常に困難であるとともに、保護された通信リンクを使用しているドローンには効果が低減される。

ドローン対処の今後の方向性

最近の攻撃ドローンには以下の三つの特徴がみられる。一つ目は小型化である。小型のドローンは低コストであり、撃墜されても簡単に購入ができるため効率が良く、テロ組織などによる多用化が懸念されている。二つ目は自律化が進展していることである。自律化が進めば打ち放しで攻撃が可能となり、攻撃者のリスクが低くなる。三つ目は複数のドローンを同時に使用して大群で攻撃をしていくことである。攻撃ドローンが大群で攻撃をしていく場合には、防御は困難となることが懸念される。従来の防空システムは、主として高速で飛来する大型の物体を検出、追尾、撃墜するために最適化されており、小型、低速の大群のドローンを個別に検出することは困難である。

近年、市販のドローンの機能も向上してきており、周波数ホッピングシステムが標準的に搭載され、オペレータとの弾力性のある通信リンクを持たせたものや、外部からの妨害信号を検出した場合には妨害周波数の回避、または周波数の帯域を切り替えるなどの回避操作プログラムを有するものなどが現れ始めている。更に、より強固な暗号化を施したコントローラとドローン間の制御通信技術が研究開発されており、電波ジャミングによる対処が困難となりつつある。ネットによる捕獲についても、近距離で高速運動する物体を自動的に回避する技術の研究が進められており効果が低減することが懸

念される。

特に外部との通信が不要な自律飛行を行うドローンが近い将来には出現することとなるが、この場合には電波ジャミングによる対処は効果が期待できなくなることが予想される。自律飛

行ドローンが実現した先にはドローン群による攻撃が想定されており、これらには現在の手段では対処が困難であると予想される。今後はドローン群を想定した重層的な対処戦略を検討することが求められていくものと思われる。

参考文献

- 1) COUNTER-DRONE SYSTEMS 2nd Edition December 2019, <https://dronecenter.bard.edu/files/2019/12/CSD-CUAS-2nd-Edition-Web.pdf>
- 2) DroneShield ホームページ, <https://www.droneshield.com/>
- 3) Flex Force ホームページ, <https://flexforce.us/>
- 4) Skylock ホームページ, <https://www.skylock1.com/news/march-2021-newsletter/>
- 5) Rohde & Schwarz R & S® ARDRONIS カタログ, https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/ARDRONIS_bro_ja_5214-7035-16_v0700.pdf
- 6) OPENWORKS Engineering ホームページ, <https://openworksengineering.com/>
- 7) Fortem Technologies ホームページ, <https://fortemtech.com/>
- 8) 「イスラエル軍 世界初「アイアンビーム」で上空のミサイルと攻撃ドローン撃墜に成功「1発500円で撃墜」 Yahoo ニュース 2022.04.23, <https://news.yahoo.co.jp/byline/satohitoshi/20220423-00292761>
- 9) 「米海軍、レーザー兵器によるドローンの撃墜実験に成功」 fabcross for エンジニア 2022-5-24, https://engineer.fabcross.jp/archieve/220524_layered-laser-defense.html
- 10) 「米空軍、対無人航空機システム「THOR」がドローン群を撃破するアニメーション動画を公開 fabcross for エンジニア 2021-8-6, https://engineer.fabcross.jp/archieve/210630_operational-responder.html
- 11) “Anti-Drone Remote Weapon System” MOBILITY ENGINEERING May 1, 2020, <https://www.mobilityengineeringtech.com/component/content/article/adt/features/application-briefs/36816>
- 12) “MOOG RIWP UNVEILED AT IAV 2022” Defence Equipment News 24 Jan 2022, <https://www.joint-forces.com/defence-equipment-news/50392-moog-riwp-unveiled-at-iaiv-2022>
- 13) 「ドローンジャックとは？ 攻撃の仕組みや被害事例、対策について徹底解説」 cybersecurity 2019.10.15, <https://cybersecurity-jp.com/column/33819>

年間購読のススメ

防衛技術 Defense Technology Journal ジャーナル

わが国で唯一の防衛技術に関する専門情報誌です。21世紀の軍事技術や兵器システムはどのように変化していくのか——本誌は技術開発の流れを的確に捉え、正確な情報を読者に提供していきます。

<好評シリーズ>

- 21世紀の陸戦兵器最先端
- 防衛技術基礎講座
- 防衛技術アーカイブス
- 雑学！ミリテク広場

毎月確実にお手元に届き、送料無料の年間定期購読をおすすめします

年間購読料 10,800円
(税込み、送料サービス)



お問合せ

(一財)防衛技術協会事務局

TEL 03-5941-7620 FAX 03-5941-7651

Eメール dt.journal@defense-tech.or.jp