

ウクライナ侵攻におけるウクライナの軍用および市販ドローンの活用

防衛用無人機システム研究部会長 吉武 宣之

はじめに

現在でも激戦の続くウクライナ侵攻の攻防においては軍用ドローンが使用され始めた初期の段階では、軍用ドローンの任務は情報・監視・偵察（ISR）が主体であったが、近年は、ミサイル、精密誘導爆弾などを搭載した攻撃、電子戦装置や弾頭を搭載し妨害や自爆型攻撃、レーザ測距により精密誘導弾を発射する火炮に目標座標を伝える誘導情報伝達等、軍事作戦のあらゆる状況で兵器として活用されている。

欧米、中国が技術的に進んでおり、中東、東欧、アフリカ諸国は、中国、イスラエル、トルコ製の低コストで攻撃能力を有するドローン兵器を積極的に購入している。更にポーランドの徘徊型ドローンが着目されており、ドイツやトルコの軍事企業が自社の無人システムへの搭載を検討するなど、無人機の機能を拡張する動きが盛んになってきている。

2022年2月に始まったロシア軍によるウクライナ侵攻においては、様々な種類の軍用ドローンや多数の市販ドローンが使用されている。それらのドローンの使用目的は攻撃、偵察、戦闘地域の情報収集などである。ここでは、ウクライナ侵攻においてウクライナ軍が使用する軍用

ドローンの概要と市販ドローンの活用について概説する。

ウクライナ侵攻においてウクライナ軍が使用する軍用ドローン

ウクライナ軍は自国で開発した「PD-1」「R18オプトコプター」「Punisher」、UKRJET社の徘徊型ドローン「UJ-32 LASTIVKA」を運用するとともに、トルコ、米国、ポーランドなどから軍用ドローンの提供を受けてロシア軍の侵攻に応戦している。トルコの軍事企業バイカル社からは「バイラクトル TB2」、米国のエアロバイロンメント社からは「スイッチブレード」「フェニックスゴースト」またポーランドからはポーランド最大の防衛産業企業である WB Group が開発した監視用ドローン「FlyEye」と攻撃用ドローン「Warmate」が提供されている。「バイラクトル TB2」「スイッチブレード」「フェニックスゴースト」については様々な情報が既に知られているため、ここではウクライナが独自に開発したドローンとポーランドの開発したドローンについて詳細を示す。

(1) PD-1

PD-1 はモジュラー設計で、全ての機体部品、ペイロード、その他の機器はファスト・リ



図1 PD-1 (固定翼構成)
(出典：UkrSpecSystems ホームページ¹⁾)



図2 PD-1 (VTOL 構成)
(出典：UkrSpecSystems ホームページ¹⁾)

ンクロックで固定されるため、組み立てや分解には工具が不要であり15分以内に保管箱から取り出して組み立てることができる(図1)。更に15分以内に固定翼構成からVTOL (Vertical Take Off and Landing: 垂直離着陸)に変換することが可能である。固定翼構成の場合には専用の空気圧カタパルトからの射出・パラシュートによる回収になるが、VTOLモードでは自動離着陸ができることが大きな特徴となっている(図2)。

翼幅は4m、最高運用高度は3,000m、暗号化されたデータリンクは100km範囲で可能であり、GNSS (Global Navigation Satellite System: 全球測位衛星システム)を使用した航法制御を行い、制御信号喪失時には自動帰還する機能を備えている。警戒監視・偵察用の標準装備としてEO/IR (電子光学/赤外線)ジンバルまたはEOジンバルが備えられており、両方のカメラジンバルには30倍光学ズーム、デジタルビデオ安定化機能およびターゲットト



図3 PD-1搭載 EO/IR gimbal
Full HD day-view camera、30x optical zoom
Thermal camera、Digital video stabilization、Target tracking、Target coordinates recognition 内蔵
(出典：UkrSpecSystems ホームページ¹⁾)

ラッキング機能を搭載している(図3)。またペイロードエリアには高解像度フォトカメラ、SARレーダ、無線リピータなどのペイロードを搭載するスペースを有している。GNSSを基にした自動操縦システムが装備されており、事前にプログラムされたルートを飛行する。搭載エンジンは61cc 2気筒4ストロークで、燃料タンクは12リットルまで搭載可能である。この場合6kgのペイロードで最大8時間の飛行が可能である。更に飛行中の全ての機器に電力を供給できる100Wの発電機システムを装備している。専用の空気圧発射システムは、61km/hの速度で最大40kgの離陸重量を射出できるように設計されている¹⁾。

(2) R18オクトコプター

R18オクトコプターは2014年に設立された非政府組織エアロロズヴィドカ (Aerorozvidka)によって作成された完全カスタムモデルであり、国内および輸入部品が用いられている。2014年の設立当初、エアロロズヴィドカはボランティア部隊であったが、後に正式に陸軍航空偵察部隊のドローン専門部隊となっている。

R18オクトコプターの全長は1.5m、8ローター式、4kmの範囲を約40分間の飛行が可能であり、5kgの自由落下爆弾を搭載することができる(図4)。実際の戦闘においては、



図4 R-18オプトコプター
〔出典：参考文献2〕〕



図5 ウクライナが開発した RKG-1600
(出典：AbraxasSpa)

RKG-3 対戦車手榴弾または RKG-1600 爆弾 (図5) が使用されており、2 発の手榴弾または爆弾を搭載し、100～300m の高度からホバリング状態で投下することができる。RKG-1600 爆弾を用いた場合には300m の高度から半径 1 m 以内の精度で攻撃ができるとされている。攻撃は主として夜間に自転車等で敵に接近し、ドローン搭載のサーマルイメージャーで目視しながら実施されているようである。主な目標は歩兵戦闘車、電子装置運搬車両、自走砲、防空システムなどである。エアロロズヴィドカによると 1 機当たりのコストは約20,000ドルであるとしている。

情報収集・監視・偵察任務に毎日300回以上活用されており、敵の動きをインタラクティブな地図上に表示して指揮官の戦場認識を拡張し、効果的な作戦立案や素早い判断に資する



図6 Punisher
〔出典：参考文献3〕〕

データを収集している。更には暗闇に紛れてロシア軍の車列の中から価値の高い車両を選択し、これを正確に攻撃して撃破している。ウクライナ軍は、ロシア軍部隊に随伴する近距離防空システムが低空を完全にカバーしきれないという脆弱な点を突く戦い方を R18 オクトコプターを用いて実践している。

(3) Punisher (図6)

英 The Times 紙によればウクライナ軍はウクライナ企業の UA Dynamic 社の Punisher を使用してロシア軍の燃料や弾薬の集積所、電子戦装置を攻撃しており、これまでに60回の襲撃を成功させているとしている³⁾。Punisher は、翼幅が約2.3m、400m までの高度で 3 kg までの爆弾を搭載して最大45km の距離を飛行できる小型のドローンである。電気推進式で巡航速度は 39km/h である。EO/IR センサは搭載していないので、Spectre と呼ばれるドローンで標的位置座標を把握して Punisher に転送し、Punisher は爆弾を投下後に搭載カメラで状況を撮影して戦果を確認するシステムとなっているようである⁴⁾。

(4) UJ-32 LASTIVKA (図7)

ウクライナの UKRJET 社は、ジェット機および多目的無人航空機システムの構築と生産を行っている⁵⁾。同社が製造する徘徊型の自爆ドローン UJ-32 LASTIVKA は、旧ソ連によって1960年代に開発された RPG-7 ロケット弾等にエンジンとプロペラ、翼を付けてドローン化したものである。兵士が携行して運用ができ、折り畳み式の発射カタパルトから射出され、組み立てから10分以内で射出ができる。



図7 徘徊型ドローン UJ-32 LASTIVKA
(出典：UKRJET ホームページ⁵⁾)

飛行距離は最大40km、飛行時間は最大20分、巡航速度は120km/h、最大速度は180km/h、最低飛行高度は2mである。 $\pm 2.5\text{m}$ 以下の目標命中精度を有している。電気駆動のため飛行中は低騒音であるとともにIR探知機に探知される飛行痕跡を残さない。飛行モードはオペレータによる操縦とプログラミング飛行が可能である。機体の下部にはカメラが取り付けられており、リアルタイムの映像がオペレータに伝送可能となっている。

なお基になったRPG-7は世界で最も成功した対戦車ミサイルと言われており、有効射程は300m、最大では1kmである。しかし無誘導のロケット弾は精度が低く、実戦での有効射程は100m、装甲貫通力は通常弾で300mmとされている。ロケット弾1発の価格は100～500ドルと言われており、非常に安価である。

(5) ポーランド WB Group 製ドローン

ポーランドは、WB Groupが開発した攻撃用の徘徊型ドローン Warmate と監視ドローン FlyEye をウクライナ軍に提供している^{6), 7)}。Warmate は重量5.3kg、弾頭重量1.4kgである。燃料気化爆弾の一種で爆発の威力や効果範囲に優れるサーモバリック弾頭や戦闘車両の装甲を貫通可能な成形炸薬弾頭など複数の弾頭を使い



図8 徘徊型ドローン Warmate の外観(左)とコントローラ・表示装置・射出装置(右)(出典：WB Group Warmate カタログ⁶⁾)



図9 監視ドローン FlyEye の組み立て状況とコントローラ・表示装置(出典：WB Group FlyEye カタログ⁷⁾)

分けられる。システム全体の運搬は2人で、セットアップは1人で10分以内に可能とされている(図8)。

FlyEye は観測とデータ収集のために設計されたドローンであり、翼幅3.6m、全長1.8m、最高飛行速度60～120km/h、最高飛行高度3,000mである。組み立てと分解の容易さを特徴とするモジュラーシステム(図9)で、胴体の下に2台のカメラ(可視光とIR)が取り付けられた観測ヘッドを有しており、発射準備は10分以内に達成できる。このシステムのもう一つの利点は、手投げ式の発射のため、都市部などでの非常に限られたスペースで発射可能なことである。なお着陸はパラシュートで降下させる方式となっている。



図10 徘徊型ドローン Warmate TL のミッション・マスター無人地上車両への搭載構想図（出典：Rheinmetall）



図11 徘徊型ドローン Warmate TL
（出典：WB Group ホームページ⁸⁾）

2021年1月に運用を開始しているポーランド軍によれば、Warmate は対戦車ミサイルと航空機による攻撃のギャップを埋めるために役立つとしている。また国外での評価も高く、ドイツのラインメタル社は無人車両ミッション・マスターに Warmate TL を収納したチューブを6基搭載したシステムを開発した（図10）。更に、ポーランドのディフェンスメディア「Defenca24」は、2021年11月12日にトルコのバイカル社が Warmate をバイラクトル TB2 に搭載するための協議を WB Group と行っていると報じている。バイカル社は最大到達範囲30km、滞空時間約40分の Warmate TL⁸⁾（図11）を採用する計画であり、再使用可能なランチャーに収納し、バイラクトル TB2 には最大8発の搭載が可能であると考えられている⁹⁾。

ウクライナが使用する市販ドローン

(1) 市販ドローンの特徴および活用

ウクライナ侵攻においてはウクライナの市民が市販ドローンを戦闘地域において多用している点が特徴的である。市販の小型ドローンは専門的な訓練がなくとも飛行させることが可能であり、スーツケースサイズの箱で持ち運びができるという特徴を有する。実戦においてこれほど多数の市販の小型ドローンが使用されたのは初めてのことである。

ウクライナ政府は個人所有の市販ドローンにより収集した動画を Twitter、Telegram、YouTube などのソーシャルメディアで共有することを国民に呼びかけており、これらの情報は戦争犯罪の可能性のある事例の映像の収集、攻撃を受けた建物の調査、損傷または攻撃を受けた送電システムの復旧にも役立てられている。

一般的に市販のドローンは、機体の操縦と画像転送に電波が使用される（図12）。市販ドローンでは主に、免許や登録を要しない2.4GHz 帯、10mW の電波が使用される。大部分のドローンは位置制御をフライトコントローラが行い、姿勢安定と航法を自動化している。フライトコントローラには、操縦電波が遮断された場合に発進位置に戻る「return to home」機能や、何も指令がなければその場でホバリングする GPS ロック機能を備えたものがある。表1に市販ドローンの種類と性能を示す¹⁰⁾。

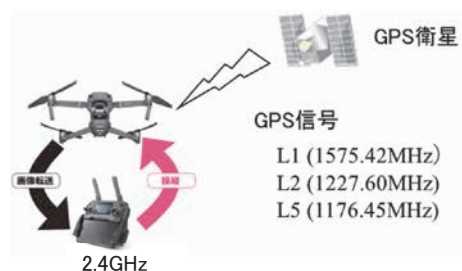


図12 市販ドローンで使用する電波
（出典：筆者作成）

表1 市販ドローンの種類と性能

種 類	性 能
回転翼機(マルチロータ) 	航続時間: 15～45分程度 巡航速度: 30～60 km/h 積載重量: ～10 kg
回転翼機(シングルロータ) 	航続時間: 60～90分程度 巡航速度: 30～80 km/h 積載重量: ～100 kg
固定翼機※  ※概ね機体重量25kg未満の小型機	航続時間: 3～6 時間程度 巡航速度: 30～150 km/h 積載重量: ～5 kg

(2) スペースX社スターリンクの使用

米国のスペースX社は2,000基以上の小型通信衛星を高度547.25kmの地球低軌道(LEO:一般的な通信衛星は高度36,000kmの静止衛星)に配置し、衛星コンステレーション(多数個の人工衛星からなるシステム)を形成し、次世代型衛星インターネットサービス「スターリンク」を運用している。衛星1機でカバーできるのは数100kmであり、地球低軌道を周回しながら協調動作する多数の小型通信衛星と地上に設置した専用の送受信機が通信する仕組みである。これまでの通信衛星に比べて低軌道を周回するため低レイテンシ(通信の遅延時間)で、軍用にも耐えうるとされる。

ウクライナへの軍事侵攻を受けて、ウクライナのみハイロ・フォードロフ副首相兼デジタル転換相は2022年2月26日、ツイッターを通じてスペースX社CEOのイーロン・マスク氏に「スターリンク」の提供を要請した。マスク氏はわずか10時間後に「ウクライナで『スターリンク』のサービスを開始した」と応じた。英紙「デイリー・テレグラフ」によると、空中偵察やドローン戦に特化したアエロロズヴィドカで



図13 新バージョンの長方形アンテナ
〔出典:参考文献11〕

も無人偵察機や無人攻撃機にスターリンクが使用されているという。

通常、スターリンクは直径55cmのアンテナを自宅などに設置して使用するが、ピーク電力が低減された新バージョンは車のシガーソケットからも電源が取れ、モバイル・ローミング機能をオンにすれば走行中の車からも使用ができる(図13)¹¹⁾。

このようにウクライナで急速に普及したスターリンクだが、人工衛星と通信するスターリンクシステムの信号をキャッチできる場合、三角測量を利用して電波の発信位置を特定でき、攻撃目標にされるとの懸念があげられている。このような指摘に対してマスク氏は重要な警告として、スターリンクはウクライナの一部で稼働している唯一の非ロシアのコミュニケーションシステムであるため、ロシア軍のターゲットになる可能性が高いので注意して使用するようにとツイートしている¹²⁾。

(3) 市販ドローン使用に係る懸念事項

ウクライナ政府によれば市民が所有するドローンの大半は、世界の民生用ドローン市場の約70%を占める中国広東省深圳のDJI〔大疆創新科技有限公司(Da-Jiang Innovations Science and Technology Co., Ltd.)〕製であり、同社のドローンはロシア軍も使用している。ウクライナ政府は、他のドローンやその操縦者の特定・

追跡を目的とする DJI 社のドローン検知システム「エアロスコープ」の多くが、開戦時にスイッチが入らない状態にあったとしている。なおロシアは同じエアロスコープを正常に運用させていることから、ウクライナ政府は DJI 社の技術的な欠陥は意図的なものであり、ロシアの攻撃をほう助しているとの見方を示している。ウクライナ政府は DJI 社製ドローンについては安全が担保できないとして、ウクライナ兵士に Wi-Fi やモバイルネットワークに接続しないように指示した。上記の状況を受け、ウクライナ政府は DJI 社に代わり、米国の新興企業であるブリンク・ドローンズ社やスカイディオ社から小型ドローンの提供を受けている¹³⁾。

CNN によると、米国国土安全保障省は中国製ドローンが収集したデータは中国政府の手に渡る可能性があるとして警告を出している。この警告は2019年5月20日に出され、中国製ドローンはドローンメーカーのコントロールが及ばないサーバーに情報やデータを送信する能力を持つと記している。特定のメーカーを名指ししていないが、DJI 社は北米のドローン市場で80%以上のシェアを占めておりメーカーは推察される。

中国において2017年に施行された国家情報法で、中国国民と企業は国家の情報活動を支援するように求めている。米国国土安全保障省の警告は、中国のドローンメーカーは米国を含む世界中のドローンから収集したデータを共有、あるいは共有することを強いられていることを示唆している。DJI 社は米国のニュース専門ウェブサイト Business Insider へのコメントの中で、自社サーバーに保存されたデータの取り扱いには完全に制御されており、その技術は米国政府および米国企業によって検証されていると述べた。また米国国土安全保障省の推奨に従って、ユーザーはデータ保護に関するオプションを有効にできると付け加えた¹⁴⁾。

(4) わが国におけるドローン開発の取り組み

日本国政府は2021年度から、全省庁や独立行

政法人・特殊法人のドローンの運用を抜本的に見直している。①防衛や犯罪捜査②重要インフラ（社会基盤）の点検③機密性の高い情報を扱う測量④救命・救難——などを「重要業務」に指定し、これらの分野ではサイバー対策が講じられた機種のみを使用を認める。導入済みのドローンは原則、数年以内に交換するよう求める。政府は現在、安保分野を除いて約1,000機のドローンを保有しており、赤外線や高性能レーダを搭載し、ダムや河川のインフラ管理のほか、3D地図向けの測量業務などに活用している。新たな運用では、重要業務以外でも「第三者に乗っ取られればテロや犯罪に悪用されかねない」（内閣官房）として、原則、「国産」など高セキュリティ機種に入れ替えを求める方向である（図14）¹⁵⁾。

政府の方針に従い、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は安全性の高い国産ドローンの導入を視野に入れ、「安全安心なドローン基盤技術開発」プロジェクトを2020年度の事業として実施した。このプロジェクトの目標は、災害対策、インフラ整備、監視・捜索などの政府調達をはじめとする案件に使える、安全性や信頼性を確保したドローンの標準機体と

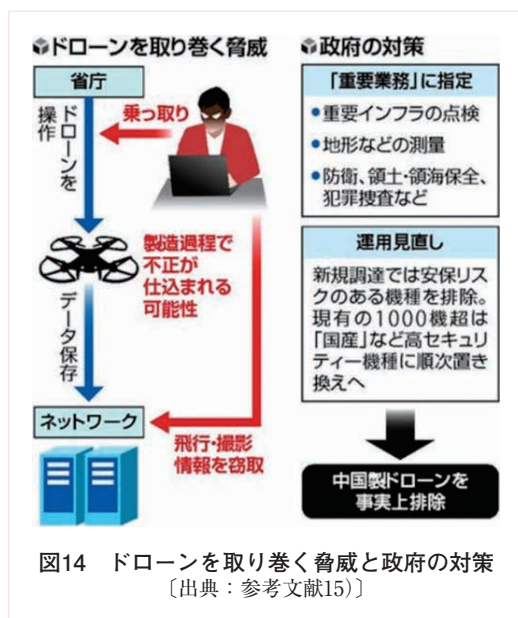


図14 ドローンを取り巻く脅威と政府の対策
〔出典：参考文献15〕



図15 NEDO プロジェクトで開発したドローン（左）、機首に搭載された衝突回避機能のためのステレオカメラとその下面のジンバルカメラ（右）〔出典：参考文献17〕

機体を制御する心臓部であるフライトコントローラの標準基盤を設計・開発することである。性能検証のために関係省庁等と連携し、試作機を用いてエラー情報などのフィードバックを踏まえて、性能をブラッシュアップしていくアジャイル開発を行うとともに、量産や保守、更には廃棄までの体制を構築するとしている。

事業期間は2020年度末までで、2021年度内の市場投入を目指すとしていた。開発費は16億円余りで、公募により(株)自律制御システム研究所、ヤマハ発動機(株)、(株)NTTドコモ、(株)ザクティ、(株)先端力学シミュレーション研究所の5社が実施した¹⁶⁾。2021年4月13日にNEDOは上記事業の成果発表を行い、全長約650mm、重量1.7kgの折り畳み式のクワドコプターを公開した(図15)。約30分の飛行が可能であり、前方、上方、下方にステレオカメラと赤外線センサーを備え、衝突回避機能を有している¹⁷⁾。

世界のドローン市場をほぼ独占しているDJI社だが、インフラの点検、測量、農業、物流、警備といった産業用途では、これまでの空撮ドローン市場とは様相が全く異なるとされている。同社も産業用のドローンに注力しており、100万円を切る低価格で提供をしている。しかし、産業用途で重要となるのはソリューションの造り込みであり、安全性や信頼性、現場の要望に応じたカスタマイズ力においては日本企業が強みを発揮できるものと考えられている¹⁸⁾。

ウクライナ侵攻におけるドローン活用 の現在

ウクライナ侵攻の初期には、ウクライナのドローンがロシア軍に対する予期せぬ勝因として注目を集めた。しかし、ロシア軍は防衛システムを改善し、ウクライナ軍の多くのドローン攻撃を妨害し、ドローンを撃墜しており、ウクライナ軍によるドローンによる攻撃の効果が徐々に弱まっていると伝えられている。

ドローンが侵攻初期に役割を果たせたのは、ロシア軍が防空システムの構築に時間がかかったためであると言われている。しかし現在、ロシア軍の電子戦と防空戦が組織化されて機能するようになっており、ドローンの探知に早期警戒レーダを用い、ドローンの通信システムの妨害や破壊に電子戦システムを使用している。またドローンの排除にはマシンガンやトール対空ミサイルシステムなどの防空システムを使用していると、米海軍分析センターの無人・ロボット軍事システムのアナリストであるサムエル・ベネディクト氏は述べている。このため、ウクライナ軍は比較的高価格のバイラクトルTB2の使用を制限している¹⁹⁾。

このように、ウクライナ軍のドローンが新たな局面で効果を失っている一方、ロシア軍は情報収集・監視・偵察などの任務に多数のドローンを使用しているようである。ウクライナ軍に

はこれらのドローンを撃墜させる武器が不足していると言われている。この意味からも、カウ

ンタードローン装備品についても着目していきたいところである。

参考文献

- 1) UkrSpecSystems ホームページ
<https://ukrspecsystems.com/pd-1-vtol#:~:text=PD-1%20unmanned%20aerial%20system%20is%20a%20ready-to-fly%20solution,system%2C%20data%20links%2C%20and%20a%20ground%20control%20station.>
- 2) “R18 octocopter from Aerorozvidka – Ukrainian drone destroying the enemy” Mezha. Media 26.04.2022
<https://mezhamedia/en/2022/04/26/r18-octocopter-from-aerorozvidka-ukrainian-drone-destroying-the-enemy/>
- 3) “Game-changing’ drones helping Ukraine in battle for the skies” The Times March 02 2022
<https://www.thetimes.co.uk/article/game-changing-drones-helping-ukraine-in-battle-for-the-skies-lg68l8xjw>
- 4) 「ウクライナ国産の小型無人機、ロシア軍の燃料・弾薬集積所を焼き払う」 航空万能論 GF 2022.03.4
<https://grandfleet.info/european-region/ukrainian-domestic-small-unmanned-aerial-vehicle-burns-down-russian-military-fuel-and-ammunition-depot/>
- 5) UKRJET ホームページ
<https://ukrjet.ua/eng>
- 6) WB Group Warmate カタログ
https://www.wbgroup.pl/app/uploads/2017/06/warmate_eng_large_22q2.pdf
- 7) WB Group FlyeEye カタログ
https://www.wbgroup.pl/app/uploads/2017/06/flyeye_eng_large_21q03.pdf
- 8) WB Group ホームページ
<https://www.wbgroup.pl/en/produkt/warmate-tl-loitering-munitions-system/>
- 9) 「最大30km 先の目標を攻撃可能、TB2に徘徊型 UAV を搭載するためトルコとポーランドが協議中」 航空万能論 GF 2021.11.14
<https://grandfleet.info/european-region/turkey-and-poland-are-in-talks-to-install-a-wandering-uav-on-tb2/>
- 10) 総務省電波政策2020懇談会 サービスワーキンググループ ワイヤレスビジネスタスクフォース（第2回）「資料 W TF2-2 ドローンの現状について」 平成28年2月25日
https://www.soumu.go.jp/main_content/000401647.pdf
- 11) 「ウクライナでスターリンクの絶大な効力を実証！ 車載、砲撃システムにも活用？」 ベストカーWeb 2022年6月6日
<https://bestcarweb.jp/feature/column/428242?prd=2>
- 12) 「『ロシアがウクライナの Starlink 設備を特定して攻撃目標にできる』と専門家が警告、マスク氏も可能性が高いと認める」 Gigazin 2022年03月04日
<https://gigazine.net/news/20220304-spacex-starlink-giant-target/>
- 13) 「ウクライナ保有の中国製ドローン、露をほう助？」 毎日新聞社 2022年4月23日
<https://mainichi.jp/articles/20220519/org/00m/020/007000d>
- 14) 「ファーウェイの次はドローン？ 米国土安全保障省が中国製ドローンに警告」 Business Insider Japan May. 23, 2019
<https://www.businessinsider.jp/post-191114#:~:text>
- 15) 「【独自】省庁のドローン1000機、中国製を排除へ…安保懸念「国産」導入を視野」 読売新聞 May. 23, 2019
<https://www.yomiuri.co.jp/politics/20201129-OYT1T50197/>
- 16) 「『安全安心なドローン基盤技術開発』に係る実施体制の決定について」 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ 2020年4月27日
https://www.nedo.go.jp/koubo/CD3_100197.html
- 17) 「『安全安心なドローン基盤技術開発』で生まれた小型ドローンが初公開」 ドローンジャーナル 2021年4月28日
<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/special/1183526.html>
- 18) 「ほんの16億円で巨人 DJI に挑む、政府の国産ドローン計画が始動」 日経クロステック 2020.07.15
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01308/00015/>
- 19) 「ウクライナのドローン攻撃の効果が薄れ始めた…ロシアが防衛システムを整備」 Business Insider Jul. 08, 2022
<https://www.businessinsider.jp/post-256159>