

戦時下における生産基盤の適応（前編）

——ウクライナにおけるドローン・エコシステムの形成と変化

政策研究部グローバル安全保障研究室長 富川 英生

はじめに

ロシアによるウクライナへの全面侵攻以降、両国間で加速する無人航空機（ドローン¹）に関する技術、戦術の進歩の速さに注目が集まっている。戦場で得られたニーズや教訓が生産組織へ速やかに伝達されて次の開発・改良に新たなソリューションが反映される。この迅速で柔軟なフィードバック・ループがドローン戦争におけるイノベーション²を加速させていると考えられ、各国では調達の仕事や産業構造のあり方を再考する契機となっている。本稿では、「戦時下における生産基盤の適応」を考察する上で、ウクライナのドローン・エコシステムの発展に着目し、その形成と変化のプロセスについて時期を区分して概観する³。

ボランティア組織による「ガレージ」ドローンの生産と関連ソフトウェアの開発 ーロシアによる東部侵攻への反応（2014～2022 年）

2010 年代、ウクライナは西側 IT 産業のオフショアセンターとして注目され、人材が育っていた⁴。2014 年のロシアによるクリミア及びウクライナ東部地域への侵略が始まると、ドローン愛好家や IT 技術者らからなる民間ボランティア組織が装備面、技術面で劣勢に立つ自国側部隊を支援するべく、偵察用ドローンの開発を自主的に開始した⁵。ただし初期に開発されたドローンは庭先の「ガレージ」で作れるような、手に入る限られた材料を使ったシンプルな構造なものであった。また政府による調達の規模も小さく、その利益率にも制限があったことから、当時創設された 50 に満たないメーカーのうち現在も活動を続けているものは 10%以下とされる⁶。

関連ソフトウェアについても、後述する情報共有プラットフォームの「Delta」を含め、その萌芽は民

間ボランティア組織による自主的な開発に遡る⁷。これらは後にウクライナ軍によるドローン戦術において技術的、戦術的な洗練性を発揮するための基盤となった。

クラウドファンディングによる輸入（小型市販ドローン・**MALE** 型）と代理供給

―全面侵攻初期（2022 年 2 月～）の緊急避難的対応

2022 年 2 月にロシアによる全面侵攻が開始された当初、西側諸国は携行式対戦車ミサイル FGM148「ジャベリン」等武器の供与を直ちに開始した⁸。そして同年後半から米国が「ハイマース（HIMARS）」用砲弾の供与、年末には迎撃ミサイル・システム「パトリオット」の供与を決定するなど軍事支援が強化され⁹、ウクライナはロシアによる進撃の第一波を凌ぐ事に成功した。この際、ウクライナ側は戦闘機等の航空戦力は限定的であったが、一方で防空システムを生残させる事に成功した¹⁰。このため、両国ともに戦線において十分な航空優勢を確保できない状況となり、その後は敵の浸透に対するドローンによる偵察と砲撃の連携による航空阻止（DAI）が重要な役割を果たすこととなった¹¹。

当時のウクライナ政府と支援国は軍の態勢立て直しを進めるべく、火砲や砲弾、装甲車両など従来型の装備の調達に集中していた¹²。このため、ドローンの調達は「Come Back Alive」などの慈善団体・ボランティアらが主導することとなる。彼らは中国製の DJI「マヴィック（Mavic）」といった安価な小型市販ドローンの輸入だけではなく、既に高い評価を受けていたトルコ製のバイカル「バイラクタル（Bayraktar）TB-2」といった高価な MALE 型¹³ドローンの輸入も試みた。また 2021 年に制式化されていた固定翼型の国産ドローン Leleka-100「ストーク（Stork）」などを購入し部隊に提供する事で、黎明期の国内生産基盤の形成に貢献した¹⁴。

2022 年 5 月に入ると大統領主導の下、海外を含めて幅広く支援を募る事を目的としたポータルサイト「United 24」が開設された¹⁵。この枠組みの中では「Army of Drones」というプログラムが立ち上げられ、軍からの要請に基づいてドローンの調達・供給が行われたり、またドローン操縦者養成コースが運営されるなど、機能的で体系化された支援メカニズムが形成された¹⁶。

参入促進政策に伴う供給拡大とニーズの多様化（汎用・低コスト・**FPV** 化）

―戦線の膠着と消耗戦への移行に即した改革（2022 年後半～）

ウクライナは、2022 年 8 月末より南部ヘルソン州で、9 月上旬からは東部ハルキウ州で反攻を開始し年末までにロシア軍を大きく後退させることに成功した。しかし 2023 年 6 月から試みられた東部ドネツク州や南部ザポリージャ州等での大規模な「反転攻勢」は、ロシア側の強固な防衛陣地と人海戦術に阻まれ、戦線は膠着し、消耗戦に移行した¹⁷。

このような戦局の変化の中でドローンの役割や運用方針も変化していった。損耗リスクが高まったことで、比較的高価な MALE 型ドローンは後方に下がり、前線での偵察の主力はより量産性・代替性を重視したドローンに置き換わった¹⁸。また攻撃面ではロシアが兵站拠点をより後方に下げ部隊を分散化させたこと、火砲・ミサイルの備蓄状況がタイトであったこと等の理由から、様々なアタッチメントを取り付けて迫撃弾等を投下できる汎用的なドローンや低コストの FPV ドローンの使用が進んだ¹⁹。

ドローンによる航空監視、攻撃を避けるべく両軍とも小規模の編成で前線への進出を試みるようになった。このため 2023 年頃からは一人称視点 (FPV) ドローンが本格的に実戦投入され²⁰、進軍を試みる移動車両を個別に阻止し、10 キロ以上先の目標も正確に攻撃することができた²¹。並行して、ドローンの無線操縦を妨害する電子戦能力と、その対抗技術が急速に発展した。そして 2024 年頃には敵の電子防護を回避するための自動追尾機能や光ファイバーの利用など前線でのニーズを踏まえた漸進的なソリューションが実装され、多種多様な仕様のドローンが投入される事となった²²。

このようなドローンの供給体制は調達制度改革によって促進された。それまで国防調達の 9 割以上を占めた機密調達では、登録された特定業者がコストプラス方式での納入と利益率の上限規制という契約慣行がとられていた²³。しかし 2022 年末にデジタル変革省が中心となって調達改革が実施され、利益率制限の緩和等により新規業者の参入が促進された²⁴。その結果、2023 年 7 月時点で一方向攻撃型や FPV 型を含む全 28 機種のドローンが運用されるようになり、またプロトタイプを導入にかかる期間も数か月から数週間に短縮されたという²⁵。

軍需品の調達についてはその後も不透明性と非効率性に対して改革を求める声が続き²⁶、2024 年 2 月には国防調達庁においても基本的にデジタル調達プラットフォーム「プロゾロ (ProZorro)」を利用する事が義務付けられた²⁷。この結果、全ての国内メーカーに対して契約の機会が開かれ、また登録手続き等も簡素化されたことでドローンの生産は急拡大した²⁸。2022 年の年間生産数は数千台であったものが、2023 年は約 30 万機、そして 2024 年は第 3 四半期までに約 120 万機以上を調達し、生産能力は 400 万機に達したと報じられた²⁹。企業数も 2022 年時点では数十社に過ぎなかったが、2024 年には FPV ドローン・メーカー 100 社を含む 200 社以上へと急拡大した³⁰。

このように多くのメーカーが別個に生産・開発を担う産業構造は同一機種の生産規模の急拡大には不向きだが、現場のニーズに沿ったカスタム化された製品の生産・開発には適していた³¹。加えて、分散化

したサプライチェーンは、ロシアによる単一供給点への攻撃によって国内の生産活動が全面的に停止するリスクを避ける事ができ、レジリエンスという意味で合理的な一面もあった³²。

政府・国防組織による競争の構造化と質的優位（精密攻撃・能力向上）の確保

一非対称な戦場航空阻止能力の開発（2023 年後半～）

2024 年に入り消耗戦は長期化する兆しが見られた。ウクライナは兵員不足や弾薬等の補充の遅延に苦しみ、東部戦線などでロシアの攻勢に耐える状況が続いた³³。またウクライナ、ロシア双方ともドローンの使用量を増加させ、戦闘の焦点は膠着した前線からその背後地への攻撃にシフトした³⁴。この際、数的優位にあるロシアの攻撃に対して質的優位を確保するべく³⁵、ウクライナでは固定翼 FPV 攻撃ドローンや迎撃用ドローンなど損耗許容性を前提とした精密攻撃／迎撃ドローンの開発が進められた³⁶。また航続距離の延伸や高度なナビゲーション・電子戦対抗技術の適用など、遠距離攻撃に必要な中核能力を更に向上させたドローン³⁷を開発しロシア領内のインフラ等への攻撃を強めた³⁸。

これらのドローンの生産では、各企業が顧客である部隊や組織の運用ニーズに応える事に注力したことで、部品やソフトウェアのカスタム化が進んだ。このように各企業が分散的に開発投資を行うことは、漸進的なソリューションを提供するには適していたが、大きな産業基盤を有するロシアに対して質的優位性を維持するための国家レベルでのイノベーションを実現するためには非効率な面も指摘された³⁹。

この混沌としたエコシステムの現状に対してウクライナ政府は、有望企業を特定し、技術評価基準の共通化を図ることで、市場競争の適切な構造化を試みた。デジタル変革省は 2023 年 4 月に「Brave1」を発足させ、2024 年より本格的に開発支援プログラムを推進し始めた⁴⁰。同プログラムは防衛テックを対象に資金援助、試験・評価、軍事専門知識へのアクセスを一元的に提供するもので、品質向上を支援してプロトタイプを実戦配備に耐えうるレベルにまで成長させる「アクセラレーター」の役割を果たす事を期待された。また 2025 年からは、Brave1 が検証済みの多様なドローン及び関連ソリューションに軍関係者がアクセスし、メーカーを選定することで、マッチングの効率性向上を目指した「マーケットプレイス」も創設している⁴¹。

部品・サブコンポーネントメーカーに対しては、上述の Brave1 がウクライナ・スタートアップ基金 (USF) と連携して助成を行っているほか、戦略産業省が完成品メーカーとのマッチングを促進するため

に「コンポーネント・ライブラリー」を立ち上げ、Brave 1 もマッチング商談会を開催するなど、部品等の国産化、共通化を促進する施策が講じられている⁴²。このように、インターフェイス適合的なモジュールやアプリケーションを普及させることは、技術開発の在り方をオープン・アーキテクチャ型へと発展させることにつながり、製品開発だけではなく運用の面でも効率化が期待できる。

基盤ソフトウェアの開発については、政府・国防組織が自主的、個別的な活動を取り込むことでエコシステムの形成が進んだ⁴³。上述の「Delta」は様々なセンサーから得られる情報を共有する基盤として、ウクライナにおけるドローンの技術的、戦術的進歩に大きな役割を果たしている⁴⁴。Delta は 2015 年に個人や民間などからの資金で運営されるボランティア組織「Aerorozvidka」によって開発された⁴⁵。その後同組織はウクライナ軍に正式な部隊 A2724 として編入されたが、スタートアップに似たフラットな階層性とオープンな文化を採用していた事もあり、運営方針を巡る見解の相違から部隊は解散され、再び NGO として活動を継続していた⁴⁶。しかし 2022 年のロシアによる全面侵攻を受けて、ウクライナ国防省は Delta が果たす役割の重要性を再認識し、2023 年 2 月、情報共有プラットフォームとして正式に同システムを採用し、その管理と開発は新設された「防衛イノベーション・開発センター」が行う事となった⁴⁷。また 2024 年 6 月にはドローン戦を専門に統括する「無人システム軍 (Unmanned Systems Forces)」が設立され、政府・軍が関与しフィードバック・ループを駆動させる体系的な仕組みが整備された⁴⁸。

フィードバック・ループの高度化と運用情報の一元管理⁴⁹

ーキルゾーン形成と防衛線縦深化を支えるデジタル基盤の採用 (2025 年～)

2025 年 3 月、ウクライナ国防省は前線に「ドローン・ライン (Drone Line)」を構築する方針を発表した⁵⁰。これは戦線周辺の空域を航空偵察ドローンが常時監視し、目標を発見し次第、即座に FPV ドローンが攻撃するようなキルゾーンの形成を目指す構想で、車両等の視認性の高い手段での移動が困難となった⁵¹。また副次的効果としてウクライナ側は防御陣地の縦深幅が広がることで戦力を分散配置することが可能となり、量で勝るロシアに対して、前線における兵力密度の低さを補うことを目指すものであった⁵²。

偵察ドローン・センサーと攻撃型ドローン・火砲等を連携させて視界外から敵を消耗させる戦術は、これまでも採られていたが、ドローン・ラインの構築は、その運用方針を広域にわたるネットワーク中心型のアプローチに転換させることを目的とした⁵³。しかし、異なる環境の下で活動する 1,000 クルー以上の

操縦士らが効果的に戦闘を継続するには、統合的な管理システムの導入と並行して、部隊が引き続き各々の状況に適した機能・特性を持つドローンを運用できるよう、柔軟性の有る調達制度の構築が必要であった⁵⁴。

上述の ProZorro を通じた調達に関しては、例えば、納入業者の資格登録の継続性を担保する「枠組み協定」などの改善策が進められていた⁵⁵。しかし中央集権的な複数年契約では急速に変化する前線の戦闘状況に柔軟に対応する事には限界があった。このため 2025 年 7 月に DOT-Chain という新たな取り組みが開始された⁵⁶。これは国産ドローンや同部品・ソフトウェアに関して国防調達庁が各企業と、仕様、価格、納入について統一的な契約条件を定め、旅団レベル毎に利用可能なクレジットを配分して、各部隊が独自に発注を行うことができるマーケットプレイスで、集権的な契約と個別の選定を組み合わせた柔軟性のある調達システムである⁵⁷。この制度を通じて部隊と特定のメーカーは継続的な相対取引関係を持つ事が可能となり、各戦線固有のニーズ、教訓をただちに設計変更へと反映させる迅速なフィードバック・ループが形成され、その学習・改良サイクルはわずか 6 週間というスピードで回っていると報告されている⁵⁸。

フィードバックの洗練化を促す制度構築も進んでいる。上述の Brave1 は、軍・国防省、国防情報研究所、米 Palantir 社と協力して、ロシアの攻撃ドローンを探知・迎撃する自律性技術を開発するのに必要な実戦データを含んだ情報環境で、国内メーカーが人工知能モデルを訓練できる「Brave1Dataroom AI」を開発した⁵⁹。また 2026 年 1 月には、Delta システム内で、全軍のドローンの運用を統合管理するアプリケーション「Mission Control」の導入が完了し、作戦計画の調整と全般状況の把握においてデジタル化と情報管理の一元化が進められている。

防衛テックの成長（中・長距離攻撃ドローン）と外国政府・企業の関与

一継戦能力消耗戦・兵站封鎖を実現する民間企業の技術開発（2025 年後半～）

これまで特殊作戦の一環として散発的に行われてきたロシア領内に対する攻撃は、2026 年以降、ロシアの継戦能力の消耗を目的とした「40 日間」作戦として継続的に展開され、攻撃目標も戦略アセット中心に変化した⁶⁰。ウクライナは 2025 年月上旬より前線から 1000 キロ以内に位置する石油施設等に対してミサイル及びドローンを使った攻撃を行ってきたが、同年 8 月には約 1800 キロ離れた軍需産業施設へのドローンによる攻撃を成功させ⁶¹、さらに 2026 年 7 月には長距離ドローン「FP-1」が 2500 キロ以上離れたシベリアのオムスク製油所への深部攻撃を成功させることで、国土の縦深性というロシアの比較優位の無効化を示すメッセージを送った⁶²。またクリミア半島の孤立化を狙った作戦では「FP-2」やカルバ

ー＝GLEFA「ベヒモス（Behemoth）」といった弾頭重量（ペイロード）を強化した中距離攻撃ドローンが燃料施設、橋梁といった兵站拠点、補給線への攻撃に使用されたと見られる⁶³。このウクライナの作戦の進化を可能にしたのが、防衛テックによる技術力の向上であり、その背景には内外からの投資拡大による資本力の増強と外国企業との技術提携があった。

防衛テック分野への国内投資額は 2023 年時点では 1000 万ドル未満であったが、2025 年には Brave1 を通じた助成金だけでも 1 億 2900 万ドルに達した⁶⁴。上述の FP-1、FP-2 を生産する新興防衛テックの一つであるファイア・ポイント（Fire Point）社も政府・治安組織からの大型受注をきっかけに経営規模を拡大し⁶⁵、その利益を開発に再投資することで成長を続け⁶⁶、現在の企業価値は 60 億ドルとされる⁶⁷。またウクライナ政府が外資に対して投資機会を認めたことで、新興防衛テックの資本力強化が図られた。複数のドローンを協調させる「スウォーム（群れ）技術」を開発する Swarmer 社は、2025 年 9 月に米国とウクライナから 1500 万ドルを調達したと発表、翌 2026 年には米国新興企業市場で IPO が実施された⁶⁸。その結果、Brave1 が形成するエコシステムのメンバーである同社は、現在、その本社を米テキサス州オースチンに移し、エンジニアリング拠点をウクライナとポーランドに構える多国籍企業に成長した。

西側諸国・企業側からも様々な目的でウクライナへのアプローチを強化している。米国は実戦で使用する機会と教訓情報を求め、協力的に関連装備・技術を提供している⁶⁹。例えば米国ペレニアル・オートノミー社の迎撃ドローン「メロプス」はウクライナでの運用を経て技術改良され、ホルムズ危機においては米軍として初めてドローンによるシャヘドの撃墜に成功している。また同社の小型の中距離攻撃ドローン「ホーネット」は、低価格でありながら低高度飛行性や AI 終末誘導、抗電子戦多層通信システム等を備えることで目標到達性の向上が図られており⁷⁰、2025 年春頃から本格化したドネツクの補給路での車両攻撃に使用され兵站封鎖作戦に貢献した。同機は米陸軍での対抗訓練やウクライナと NATO との合同演習で使用されており、対抗部隊（OPFOR）による実践的な能力構築に役立てられている⁷¹。

欧州諸国は軍事支援の一環としてウクライナ防衛産業への投資を推進する「デンマーク・モデル」を通じた関与を強めている⁷²。2026 年 3 月、ウクライナ政府は欧州 10 カ国への輸出が承認されたことを発表、同年 7 月には EU との間で、「ドローン協定」が署名された。同協定に基づいて、欧州・ウクライナの「創設メンバー」19 社がドローンの開発・生産拡大に向けた共同プロジェクトを立ち上げる計画である⁷³。上記の「創設メンバー」にも名を連ねるドイツの Quantum Systems 社はウクライナのフロントライン・ロボティクス社と提携関係を結び、ウクライナ工場でのドイツ製ドローンの製造を開始し⁷⁴、一方でウクライナ製の多機能ドローン QFI「リンザ（Linza）3.0」をドイツの生産施設で生産している。このリンザ 3.0 は 2026 年 2 月にウクライナ軍に初納入され、同年末までに 1 万機が引き渡される予定とされる⁷⁵。

ウクライナ支援に積極的な英国は 2024 年 1 月にウクライナと間で「安全保障協力協定」、2025 年 1 月には「100 年パートナーシップ」を結び、2026 年 4 月に開かれたウクライナ防衛連絡グループ (UDCG) 会合では、総額 55 億ドルの軍事支援枠組のうちドローンに割り当てられる 15 億ドルの枠組みの中で、英国は 12 万機以上のドローンを供給すると発表された⁷⁶。

英国は企業レベルでもいち早くウクライナとの協力を進めており⁷⁷、2025 年には英国 Prevail Partners 社とウクライナの Skyeton 社の合併企業が、長距離固定翼偵察ドローン「レイバード (Raybird)/ACS-3」を製造する拠点を英プリマスに建設⁷⁸、また英国企業とウクライナの UkrSpecSystems 社との合併企業が英ミンデンホールに製造拠点を設立したと報じられた⁷⁹。2026 年 3 月に表明されたウクライナとの「安全保障・防衛産業における協力強化宣言⁸⁰」では、共同生産・開発の促進、部品供給や大規模生産の支援強化などに加えて、その成果の第三国への展開が言及され⁸¹、他方で、2026 年 8 月にはロシア領内への縦深攻撃に英国製ドローンが初めて使用されたと報じられるなど⁸²、ウクライナとのサプライチェーンの一体化が進んでいる。同年 6 月に発表された英国国防投資計画には、国内投資によるドローン産業等の新興防衛生産基盤の強化や英国軍における「ドローン変革⁸³」の促進といった目標が掲げられており、ウクライナとの積極的な関係強化の背景には、自国の国防投資を推進する狙いもあると考えられる。

NATO と関係では、Brave1 と共同イノベーションプログラムとして UNITE「Brave-NATO」と名付けられた技術コンテストが立ち上げられ、ウクライナとメンバー国企業が自律型ドローンを含む防衛製品を共同開発するための協力枠組みが構築されている⁸⁴。

おわりに

現在、ウクライナではドローンの輸出は個別許可が必要とされているが、2026 年に入り、戦時初の輸出申請が承認されたと発表された⁸⁵。また同月に発生したホルムズ海峡危機の際には湾岸諸国へドローン対策の提供について報じられるなど⁸⁶、ウクライナはドローンに関して高い技術的、戦術的能力を有するキープレーヤーとして認識されるようになっていく⁸⁷。

ボランティアに支えられた草の根的な活動から始まったウクライナのドローン生産は、登録手続きや利益率等の規制改革によってスタートアップに新規参入のインセンティブを与え、競争を促進し、生産量の急拡大を実現した。他方で供給市場が過度に分散化しないようデジタル基盤や技術評価を適切に管理し、型式の多様性と生産の効率性を両立するエコシステムの構築に成功した。そして、国内防衛テックの成長が確認されると、外国政府や企業に対して、資本投資や実戦での使用機会、教訓情報へのアクセスを認めて、国内で不足している技術や資金の取り込みを図った。これはグローバルなエコシステムと

の一体化を通じて、支援を受けつつサプライチェーンの戦略的自律性を高めることに成功した事例と見ることができ、継戦能力のあり方を考える上で重要な示唆を与えるものである。

各国ではドローンに関する防衛産業基盤の育成に向けた取り組みが進められているが、ウクライナのドローン・エコシステムの発展過程は、新興技術・両用技術に係る国防イノベーション・マネジメントを理解する上で有益な視座を提供しており、引き続きその動向を注視する必要がある⁸⁸。

¹ 本稿では無人航空機（UAV: Unmanned Aerial Vehicle）の呼称を回転翼・固定翼、大型・小型問わず「ドローン」で統一する。またカテゴリーや命名法はあくまでも個人の考察に基づく便宜上のもので、特定のスタイル（米軍式、ロシア軍式等）との整合性はない。

² Mirko Niederkofler, "Drones Win Battles, Components Win Wars," *The Royal United Services Institute for Defence and Security Studies (RUSI) website*, December 17, 2025

³ 時期区分については以下の論考を参考としているが、あくまでも個人の考察に基づく便宜上のもの。Kartik Bommakanti and Mohammad Mustafa Ayez, "Ukraine's Drone War: From Improvisation to Systematised Combat," *Expert Speak*, January 13, 2026, (New Delhi: Observer Research Foundation (ORF), January 2026).

⁴ 日本貿易振興機構「知られざるウクライナ IT 産業のポテンシャル」『海外ビジネス情報—地域・分析レポート』、2020 年 7 月 29 日（東京：日本貿易振興機構（JETRO））。

⁵ Christian Borys, "Crowdfunding a war: Ukraine's DIY drone-makers," *TheGuardian*, April 24, 2015; Jahara Matissek, William Reno, and Sam Rosenberg, "More than a Hobby: Informal Security Assistance to Ukraine," *War on the Rock*, April 17, 2023.

⁶ Daryna Ostafiichuk, Phil Budden, Dame Fiona Murray, and Tymofiy Mylovanov, *Building & Leveraging Ukraine's Drone Capabilities in Conflict & Beyond: Assessing the Defense/Security Innovation Ecosystem*, (MIT School of Management and the Kyiv School of Economics (KSE), March 2025).

⁷ Patrick Tucker, "Ukraine's Drone Warriors," *Atlantic Council website*, March 10, 2015; Borys, "Crowdfunding a war"; Polina Istomina, Lesia Ogryzko, and Anastasiia Haievska, *Civil Society Role in Ukrainian Defense* (Kyiv: Sahaidachnyi Security Center, 2025); Angi English, "Emergence Under Fire: A Case Study of Ukrainian Drone Warfare," *Medium*, July 22, 2026.

⁸ ジョナサン・ピール「西側諸国の武器供与は効果を上げているのか ロシアと戦うウクライナ」*BBC News Japan*、2022 年 3 月 9 日。

⁹ 「米、ウクライナに高機動ロケット砲システム供与へ 射程 80 キロ」*AFPBB News*、2022 年 6 月 1 日。「米、ウクライナに『パトリオット』供与 18.5 億ドルの追加軍事支援」*ロイター*、2022 年 12 月 22 日。

¹⁰ 相田守輝「ロシア・ウクライナ戦争における航空戦の推移（2022.2-2024.9）」『NIDS コメンタリー』第 357 号、（防衛研究所、2024 年 10 月 22 日）。

¹¹ 渡邊旭「ウクライナの戦争継続要因—ドローンを中心とした航空阻止の実現と適応」『エア・アンド・スペース・パワー研究』第 13 号、82-97 頁（東京：航空自衛隊幹部学校航空研究センター、2026 年 1 月）。

¹² 「米欧、長期戦へ重装備供与—火炮・装甲車でウクライナ防衛増強、東部戦線、機動性を重視」*日本経済新聞*、2022 年 5 月 8 日。

¹³ Vadim Kushnikov, "Come Back Alive Foundation purchased the Bayraktar TB2 unmanned combat aerial system," *Militarnyi*, July 26, 2022.

¹⁴ Vadim Kushnikov, "Come Back Alive Foundation bought a drone for adjusting the fire – Air Intelligence," *Militarnyi*, March 25, 2022; Vadim Kushnikov, "The 'Come Back Alive' Foundation dispatched the first batch of 25 purchased 'Leleka-100' UAVs to the military," *Militarnyi*, July 6, 2022.

¹⁵ 「ウクライナ、支援の寄付募る取り組み立ち上げ ゼレンスキー氏が発表」、*CNN Japan*、2022 年 5 月 19 日。

¹⁶ Vadim Kushnikov, "The military received more than 900 drones through the Army of Drones project," *Militarnyi*, November 8, 2023.

¹⁷ 喜田尚、下司佳代子「反攻攻勢は消耗戦へ『恩恵受けるのはロシア』—ウクライナ側の危機感」*朝日新聞*、2023 年 12 月 4 日。

¹⁸ Stacie Pettyjohn, *Evolution Not Revolution: Drone Warfare in Russia's 2022 Invasion of Ukraine* (Washington, DC: Center for a New American Security (CNAS), February 2024), p. 13-14, 16-19; Tsiporah Fried, 'The Impact of Drones on the Battlefield: Lessons of the Russia-Ukraine War from a French Perspective,' *Hudson Institute Policy Memo*, 13, (Hudson Institute, 2025).

¹⁹ Max Hunder "The drones fighting cat and mouse battles behind Russian front lines in Ukraine," *Reuters*, November 2, 2023.

- ²⁰ Sania Kozatskyi, "FPV drones: weapons that changed the modern war," *Military*, October 12, 2023.
- ²¹ Tom Baimforth, "Ukraine to produce thousands of long-range drones in 2024, minister says," *Reuters*, February 12, 2024.
- ²² Pettyjohn, *Evolution Not Revolution*, p. 16-36; Quentin Sommerville, "Ukraine thrown into war's bleak future as drones open new battlefield," *BBC*, July 25, 2024; Jessica Daly, "What Are the Latest Drones Ukraine and Russia Deploy?" *United 24 Media*, November 14, 2024 (updated July 3, 2025).
- ²³ Kateryna Bondar, *How Ukraine Rebuilt Its Military Acquisition System Around Commercial Technology*, p. 5-6 (Washington, DC: Center for Strategic & International Studies (CSIS), January 2025).
- ²⁴ Ministry of Digital Transformation of Ukraine "Start of mass production: Government has adopted a resolution creating better conditions for UAV manufacturers in Ukraine," *Ministry of Digital Transformation of Ukraine* (website), March 25, 2023; Zhou Chao, "The Rising Ukrainian Drone Industry: A Force To Be Reckoned With - Analysis" *Eurasia Review*, August 6, 2024; Kateryna Bondar, *How and Why Ukraine's Military Is Going Digital*, p. (Washington, DC: Center for Strategic & International Studies (CSIS), October 2025).
- ²⁵ Sania Kozatskyi, "FPV drones: weapons that changed the modern war," *Military*, October 12, 2023; Bondar, "How Ukraine Rebuilt Its Military Acquisition System," p.9.
- ²⁶ 「ウクライナ国防省高官、軍需企業幹部と 59 億円横領 砲弾調達巡り」 *毎日新聞* 2024 年 1 月 28 日。
- ²⁷ Martin Fornusek, "Government agrees to carry out defense procurement through Prozorro system," *Kyiv Independent*, February 2, 2024; Mykhailo Fedorov, "How Ukraine Saves on UAV Purchases and Makes the Contracting Process Transparent," *United 24 Media*, Aug 10, 2024 (updated Jun 13, 2025); Bondar, *How and Why Ukraine's Military Is Going Digital*, p. 4-5.
- ²⁸ Ministry of Defense of Ukraine, "Codification of new models of unmanned aerial systems (UAS)," *Ministry of Defense of Ukraine* (website), November 28, 2024.
- ²⁹ Joe Saballa, "Zelensky Says Ukraine Can Now Produce Four Million Drones a Year," *The Defense Post*, October 3, 2024; Illia Kabachynskyi, "Ukraine Now Set to Produce 4 Million Drones Annually, After Incredible Two-Year Growth," *United 24 Media*, October 21, 2024 (updated July 01, 2024); Illia Kabachynskyi, "Ukrainian Armed Forces Expect Record Drone Deliveries in 2024-2025 Backed By Over \$4 Billion," *United 24 Media*, Oct 30, 2024 (updated Jun 29, 2025).
- ³⁰ Krzysztof Nieczytor, Sławomir Matuszak "Game of drones: the production and use of Ukrainian battlefield unmanned aerial vehicles," *OSW Commentary*, 694 (Warsaw, Poland: Center for Eastern Studies (OSW), October 14, 2025).
- ³¹ David Kirichenko, Drone Arms Race on Battlefield Ukraine, *Kyiv Times*, January 7, 2024.
- ³² Simon Shuster, 'This Is the Way Out': Inside Ukraine's Plan to Arm Itself, *TIME*, January 29, 2024.
- ³³ 山添博史「ロシア・ウクライナ戦況メモ—2024 年 1～3 月」『NIDS コメンタリー』第 320 号（東京：防衛研究所、2024 年 5 月 17 日）。山添博史「ロシア・ウクライナ戦況メモ—2024 年 7～9 月」『NIDS コメンタリー』第 374 号（東京：防衛研究所、2025 年 5 月 16 日）。
- ³⁴ Howard Altman and Tyler Rogoway, "Ukrainian Kamikaze Drone Attacks Bomber Base Deep In Russia (Updated)," *The War Zone (TWZ)*, October 7, 2022 ; 「ウクライナ、『ドローン連合』拡大目指す—戦術変化に対応」ロイター、2024 年 2 月 21 日。
- ³⁵ 「ウクライナ総司令官『無人機開発を優先』、数で勝るロシアに対抗」ロイター、2024 年 3 月 19 日。
- ³⁶ "Ukraine Got New Winged FPV Drone With Longer Range and Durability, to Spend Less HIMARS Rockets," *Defense Express*, February 11, 2024; David Hambling 「ウクライナが『迎撃ドローン』を実戦配備—無人偵察機やランセットの撃墜重ねる」 *Forbes Japan*, 2024 年 07 月 7 日。
- ³⁷ "Ukrainian Warriors Receive New UAV in Accordance with NATO Standards," *Defense Express*, February 1, 2024; Svitlana Shcherbak, "Long-Range Ukrainian Strike Drones, Which are Hitting Targets Deep Inside Russia," *Defense Express*, February 5, 2024; 「ウクライナ無人機、記録的長距離飛行—口の早期警戒レーダー標的」ロイター、2024 年 5 月 27 日。
- ³⁸ Guy Faulconbridge and Lidia Kelly 「ウクライナ、ロシアの製油所攻撃—プーチン氏『大統領選への干渉』」ロイター、2024 年 3 月 13 日。「ウクライナがモスクワなどに無人機攻撃、空港閉鎖—1 人死亡」ロイター、2024 年 9 月 10 日。
- ³⁹ "Ukraine's Drone Manufacturers Merging, Scaling Up, and That's a Good Thing – General Staff," *Ukrinform*, November 3, 2023; Bohdan Miroshnychenko and Vladyslav Khrystoforov, "A Thousand Drones and a Million More to Come: Why Ukraine Must Tame its Weapons 'Zoo'," *Ukrainska Pravda*, July 6, 2025.
- ⁴⁰ Hanna Arhirova, "Ukraine launches 'BRAVE1' tech cluster to boost military capability," *C4ISR.net*, April 26, 2023.
- ⁴¹ Amira Barkhush and Tetiana Frolova, "Ukraine's Brave1 Launches World's First Combat Tech Marketplace, Directly Linking Soldiers and Manufacturers," *United 24 Media*, April 28, 2025 (updated Jul 03, 2025).
- ⁴² Ministry of Defence of Ukraine, "Denys Shmyhal: Ukraine is launching a special grant program for domestic manufacturers of UAV components," *Ministry of Defence of Ukraine* website, December 4, 2025; Evgenia Gubina, "FPV Engines and Reset Systems: There are Already Almost 100 Offers in the 'Components Library' for Weapons," *Mezha*, May 28, 2025; Vladyslav Khrystoforov, "100 Ukrainian companies showed

their own components for drones, Defense," *Mezha*, June 23, 2025.

⁴³ Audrey Kurth Cronin, "Open Source Technology and Public-Private Innovation Are the Key to Ukraine's Strategic Resilience," *War on the Rock*, August 25, 2023.

⁴⁴ Kateryna Bondar, *Does Ukraine Already Have Functional CJADC2 Technology?* p. 3-7 (Washington, DC: Center for Strategic and International Studies (CSIS), December 2024); Stefan Soesanto, *The Ukrainian Way of Digital Warfighting: Volunteers, Applications, and Intelligence Sharing Platforms*, *Cyber security Report*, p.14-30, (Zürich: Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich, July 2024).

⁴⁵ Ibid., p. 20; Julian Borger, "The drone operators who halted Russian convoy headed for Kyiv," *The Guardian*, March 28, 2022.

⁴⁶ Soesanto, *The Ukrainian Way of Digital Warfighting*, p. 20.

⁴⁷ Bondar, *Does Ukraine Already Have Functional CJADC2 Technology?* p. 2; "Govt of Ukraine decides to introduce Delta system in Defense Forces - Ministry of Defense," *Interfax-Ukraine*, February 4, 2023.

⁴⁸ "Ukraine's Unmanned Systems Forces," *Drone Warfare*, September 17, 2024 (last updated, July 11, 2026); Kateryna Bondar, "Why Ukraine is Establishing Unmanned Forces Across Its Defense Sector and What the United States Can Learn from It," *Center for Strategic and International Studies (CSIS)* website, November 19, 2024.

⁴⁹ Olena Kryzhanivska, "Drone warfare in Ukraine: Hornet strike drones," *Ukraine's Arms Monitor*, June 11-24, 2026.

⁵⁰ V. Kushnikov, "Ukraine Launches 'Drone Line' Doctrine to Strengthen Frontline Defense", *Militarnyi*, March 3, 2025; Illia Kabachynskyi, "Ukraine Launches 'Drone Line' to Revolutionize Battlefield Tactics," *United 24 Media*, February 20, 2025.

⁵¹ Louis Beaudemont, "Ukraine's New Kill-Zone Strategy Turns Frontline Territory Into a Trap for Russians," *United 24 Media*, Dec 15, 2025.

⁵² Can Kasapoğlu, "Ukraine's Drone War: The Rise of Machine-Speed Adaptive Hyperwar," Hudson Institute, Jul 2, 2026.

⁵³ Ministry of Defence of Ukraine, "Drone Line: implementing a new warfare doctrine," *Ministry of Defence of Ukraine* website, April 9, 2026.

⁵⁴ David Kirichenko, "Ever-faster weapon cycles: innovation and economics in the war in Ukraine," *The Strategist*, September 16, 2025.

⁵⁵ "Defence Procurement Agency is largest customer of drones in Prozorro," *Ukrinform*, June 21, 2024.

⁵⁶ Ministry of Defence of Ukraine, "Ukraine launches DOT-Chain Defence - a digital system for rapid delivery of weapons," *Ministry of Defence of Ukraine* website, July 7, 2025; Ministry of Defence of Ukraine, "DOT-Chain Defence: fixed-wing drones now available for order by the military," *Ministry of Defence of Ukraine* website, September 25, 2025; Bondar, *How and Why Ukraine's Military Is Going Digital*, p. 5-14.

⁵⁷ Rachael Hoagland, "Build at Scale, Innovate at the Edge, Close the Feedback Loop Fast: Transforming Acquisition for the Drone Age," *Modern War Institute*, July 20, 2026.

⁵⁸ Jon-Wyatt Matlack, Sebastian Schwartz and Oliver Gill, "Europe has much to learn from Ukraine's drone warfare ecosystem," p. 4, *LSE European Politics and Policy (EUROPP)* blog, June 26th, 2025.

⁵⁹ Digital State UA, "Ukraine Launches Brave1 Dataroom with Palantir to Train AI Models Using Battlefield Data," *Digital State UA* website, Jan 20, 2026.

⁶⁰ George Barros and Kateryna Stepanenko, "Ukraine's Intermediate-Range Strike Campaign and New Mechanized Attacks Herald the Start of a New Phase of the War," *Institute for the Study of War (ISW)* website, May 25, 2026; 「ウクライナ、ロシア最大製油所を攻撃 『40日間作戦』で補給脅かす」日本経済新聞社、2026年7月7日。Roman Kohanets, "Ukraine's SBU Concludes 40-Day Campaign After Striking Over 100 Strategic Russian Targets," *United 24 Media*, August 4, 2026.

⁶¹ Illia Kabachynskyi, "Ukraine Holds the World Record for the Longest One-Way Drone Strike in History," *United 24 Media*, August 8, 2025.

⁶² Illia Kabachynskyi, "Ukraine Just Set the World Record for the Longest One-Way Drone Strike - Again," *United 24 Media*, July 7, 2026.

⁶³ Andrii Konyk, "Ukraine Carries Out Strike on Chonhar Using Behemoth and Fire Point Drones - Photos," *Ukrainska Pravda*, June 7, 2026; Tim Lister, Daria Tarasova-Markina, Gianluca Mezzofiore, Luke Unger, and Oliver Sherwood, "No Fuel, No Weapons: How Ukraine's New Drone Strategy is Mauling Russian Supply Lines," *CNN*, June 21, 2026; Olha Pokotylo, "Ukrainian Mid-strike Drones: nine 'wings' from Fire Point, Airlogix, Culver Aerospace, and Other Manufacturers," *Defender Media*, July 17, 2026.

⁶⁴ Illia Kabachynskyi, "Ukraine's Defense Tech Boom: \$129M Raised in 2025, 2x Growth Over 2024," *United 24 Media*, Feb 05, 2026.

⁶⁵ Bohdan Miroshnychenko, "Fire Point's large missiles and contracts: the story of Ukraine's most enigmatic defence company," *Ukrainska-Pravda*, January 9, 2026.

⁶⁶ "Fire Point revealed who is paying for the development of Ukrainian ballistic missiles," *Ukraine National News (UNN)*, *Defender Media*, July 30, 2026.

⁶⁷ Roman Sudolsky, "Fire Point founder Denys Shtilerman on how much is the company worth now and what stock options do top managers hold," *Defender Media*, May 14, 2026.

⁶⁸ Illia Kabachynskyi, "Ukraine's Defense Tech Boom: \$129M Raised in 2025, 2x Growth Over 2024," *United 24 Media*, Feb 05, 2026.

⁶⁹ Meghann Myers, "Lessons from Ukraine are shaping US Army's drones, training, comms," *Defense One*, March 25, 2026.

- ⁷⁰ Kryzhanivska, "Drone warfare in Ukraine"; Wong Yee Fay, "Intermediate-Range Strike Drones: Lessons from the War in Ukraine," *RSIS Commentary*, 155 (Singapore: S. Rajaratnam School of International Studies (RSIS), July 2026), p. 4-5.
- ⁷¹ Dylan Malyasov, U.S. Army deploys combat-proven Hornet strike drone, *Defence Blog*, May 5, 2026; Vlad Litnarovych, "US Forces Launch Ukraine-Tested Hornet Strike Drones in Major NATO Exercises," *United 24*, May 06, 2026.
- ⁷² Stefan Hedlund, *A 'Danish Model' for Ukraine*, (Liechtenstein: Geopolitical Intelligence Services, June 2026).
- ⁷³ Elisabeth Gosselin-Malo "EU, Ukraine sign drone deal to fast-track unmanned systems production," *Breaking Defense*, July 17, 2026.
- ⁷⁴ "Quantum Systems Unveils Sparta: Ukraine-Made FPV Drone Carrier with 200 km Range," *Defense Express*, August 12, 2025.
- ⁷⁵ "Quantum Frontline Industries Localized Production of Ukrainian UAVs in Germany in Less Than 2 Months," *Defense Express*, February 14, 2026.
- ⁷⁶ "£750 million package to provide Ukraine with 150,000 drones and boost air defence," *Gov UK* press release, June 18, 2026; Ministry of Ukraine of Defence "\$4 billion in support and record air defence contributions: Ramstein-format participant countries announce new assistance for Ukraine," *Ministry of Ukraine of Defence* website, June 19, 2026.
- ⁷⁷ Vadim Kushnikov, "The UK might assist Ukraine in supplying drone parts," *Militarnyi*, April 10, 2024.
- ⁷⁸ Roman Pryhodko, "Britain and Ukraine Launch Joint Drone Production Venture," *Militarnyi*, July 2, 2025.
- ⁷⁹ "Ukrspesystems has expanded to the United Kingdom," *Ukrspesystems* website, Sep 17, 2025; Ministry of Defence and Luke Pollard, "New drone factory opens in Suffolk to boost Ukraine's Armed Forces against Russia's war," *Gov UK* website, February 26, 2026.
- ⁸⁰ Prime Minister's Office, Ministry of Defence, and Keir Starmer, "UK-Ukraine joint statement: Enhanced Security and Defence Industrial Collaboration Declaration," *Gov UK* website, March 17, 2026.
- ⁸¹ Prime Minister's Office and Keir Starmer, "Ukraine Defence Partnership set to boost global production and national security," *Gov UK* website, March 17, 2026.
- ⁸² Joe Inwood & André Rhoden-Paul, "UK-made drones strike targets inside Russia," *BBC*, August 15, 2026.
- ⁸³ Ministry of Defence, Dan Jarvis, and Keir Starmer, "UK drone transformation to strengthen Armed Forces backed by more than £5 billion," *Gov UK* website, June 29, 2026.
- ⁸⁴ Ministry of Defence of Ukraine, "UNITE – Brave NATO: applications open for the first joint Ukraine-NATO innovation grant program," *Ministry of Defence of Ukraine* website, July 28, 2026.
- ⁸⁵ Max Hunder 「ウクライナ、武器輸出開始へ 戦時技術を資金源に」 *ロイター*、2026 年 2 月 10 日。Max Hunder 「ウクライナ武器メーカー、戦時初の輸出許可取得—数十件承認か」 *ロイター*、2026 年 2 月 13 日。
- ⁸⁶ Tom Balmforth, Max Hunder 「焦点：ウクライナ、ドローン迎撃技術輸出の好機 中東紛争で需要」 *ロイター*、2026 年 3 月 31 日。
- ⁸⁷ Yuliia Dysa, Max Hunder 「ウクライナ、湾岸 3 カ国に防空チーム派遣—イランのドローン迎撃で」 *ロイター*、2026 年 3 月 11 日。
- ⁸⁸ 小木洋人 「ドローン製造戦争：ウクライナ戦争におけるもう一つの戦場」 (東京：国際文化会館地経学研究所、2026 年 4 月 13 日 (原出所『CISTEC ジャーナル』2026 年 3 月号 (東京：一般財団法人安全保障貿易情報センター (CISTEC)、2026 年 3 月)))。

PROFILE

富川 英生

政策研究部グローバル安全保障研究室長

専門分野：産業政策・イノベーション

本欄における見解は、防衛研究所を代表するものではありません。
NIDS コメンタリーに関する御意見、御質問等は下記へお寄せ下さい。
ただし記事の無断転載・複製はお断りします。

防衛研究所企画部企画調整課

直 通：03-3260-3011

代 表：03-3268-3111（内線 29177）

防衛研究所 Web サイト：www.nids.mod.go.jp