

ウクライナ軍ドローン兵器調査 第1部

ウクライナ軍基幹防衛OS「DELTA」と統合戦術アーキテクチャ【防衛テック報告書】

[本レポートのポイント]

- DELTAは、ドローン映像・衛星画像・SIGINT・レーダー・市民通報を統合する「戦場の共通OS」。
- 目的は、前線から司令部まで同じ戦況図を共有し、意思決定を数秒～数分単位へ短縮すること。
- Avengers AIは映像内の敵兵器を自動検出し、UA DroneIDは味方ドローンの誤射を防ぐ。
- Mission Controlは月間約10万件規模のドローン運用を調整し、空中衝突・周波数干渉・味方EWとの干渉を防ぐ。
- Link 16(NATOの情報システム)やTOPAZ(ポーランドの情報システム)と接続し、ウクライナ独自システムと西側兵器をつなぐデータハブになっている。

概要まとめ

ウクライナ防衛軍が運用する「DELTA(デルタ)」は、現代戦におけるネットワーク中心戦(Network-Centric Warfare)および統合全域指揮統制(CJADC2: Combined Joint All-Domain Command and Control)の実戦適用として最も先進的な成果を示しているクラウドネイティブ型統合戦術C4ISRエコシステムである¹。2015年に軍支援民間ITボランティア団体「アエロロズヴィドカ(Aerorozvidka)」によって初期プロトタイプが開発されて以来、ウクライナ国防省防衛技術イノベーション・開発センターおよびデジタル転換省の管轄下で急速なイノベーションと機能拡張が重ねられてきた¹。ウクライナ国防省令により全防衛力(陸軍、海軍、空軍、特殊作戦軍、国家親衛隊等)の全階層へ展開・法的化が完了しており、最高参謀本部から最前線の歩兵小隊・ドローン運用班に至るまで統一された情勢認識と極限まで圧縮された意思決定ループ(OODAループ)を提供する²。

OODAループの4つのステップ

1. Observe(観察)
 - 内容: センサー、ドローン、カメラ、レーダー、人間情報などあらゆるソースから、目の前の状況や環境のリアルタイムデータを収集・観察する。
 - 現代戦の例: ドローン映像やSIGINT(電波情報)、市民レポートなどから敵の位置や動きを把握する段階。
2. Orient(情勢判断・状況把握)

- 内容: 集めたデータを自身の知識、過去の経験、文化的背景、最新の脅威モデルと照らし合わせ、「データが何を意味しているか」を解釈・文脈化する。OODAループの中で最も重要視される中核的ステップである。
 - 現代戦の例: VezhaやAvengers AIといった画像解析ツールが、映像中の物体を「敵のS-400防空ミサイルである」と自動識別する段階。
3. Decide(意思決定)
- 内容: 情勢判断に基づき、複数の選択肢の中から「どのような対応を取るか」という具体的な行動プランを選択・決定する。
 - 現代戦の例: 敵の防空網を回避する最適な打撃ルート(PRISMA等で算出)を選択し、どのドローンや砲兵で攻撃するかを指示する段階。
4. Act(行動)
- 内容: 決定したプランを即座に実行に移す。行動した結果は、次の新たな「Observe(観察)」の入力データとなり、ループが更新される。
 - 現代戦の例: 打撃ドローンを発進させる、あるいは長距離火砲・ミサイルを発射して目標を撃破する段階。

[How Ukraine quietly became a military superpower](#)



DELTAの中核的強みは、従来の軍事C2システムに固有であった階層構造化された縦割りサイロを打ち破り、前線の戦闘要求に即応するアジャイルな統合ソフトウェア生態系を構築した点にある¹。無人航空機(UAV)のリアルタイム映像ストリーム、商業・有志国の光学/SAR衛星画像、地上/空中の電波諜報(SIGINT)データ、地対空レーダーのトラック情報、さらには市民が暗号化チャットボット(eVorog等)を通じて提供する人間諜報(HUMINT)に至るまで、多層的かつ異種混合の多源情報を単一の共通作戦状況図(COP: Common Operational Picture)上に即座に融合・描画する¹。

さらに、システム内部には人工知能(AI)を活用した画像自動認識プラットフォーム「Avengers(アベンジャーズ)」、低空域における友軍ドローンの誤射を防ぐ識別モジュール「UA DroneID」、および月間十万件以上のドローンミッションを自動調整する「Mission Control」などの高度なサブシステムが組み込まれている¹。また、NATO標準の戦術データリンク「Link 16」やポーランド製砲兵火力統制システム「TOPAZ」との完全なデータ連携が実証されており、西側諸国から供与された最新兵器アセットとウクライナ独自の無人アセット群をシームレスに同期させる中核的データハブとして機能している²。

評価軸・システム要素	仕様・運用実態および技術的特徴
開発・運用管轄	ウクライナ国防省防衛技術イノベーション・開発センター、NGO Aerorozvidka、デジタル転換省 ¹
システム基本構造	クラウドネイティブ基盤、Webブラウザ型共通UI、Web / タブレット / スマホマルチデバイス対応 ¹
データ融合源	UAVライブ映像、光学/SAR衛星画像、SIGINT/レーダー、市民チャットボット(eVorog、STOP Russian War) ¹
AIモジュール(Avengers)	映像中の敵兵器自動検出・自動分類(処理能力:約12,000目標/週、検出速度:約2.2秒、認識率:約70%) ¹
敵味方識別(UA DroneID)	ドローン専用IFF(敵味方識別)機能、飛行計画およびリアルタイムテレメトリ照合による誤射防止 ²
空中・電波統制(Mission Control)	月間約106,000件のドローン飛行調整、周波数混信および自軍電子戦(EW)との干渉回避マトリクス ⁹
NATO相互運用規格	Link 16 (STANAG 5516)、OTH-Goldその他のプロトコルに準拠 ¹⁰ (OTH-Gold, Over-The-Horizon Targeting Goldとは、主に米海軍やNATO加盟国の指揮統制(C2)システム間で、視界外(水平線越え)に位置する目標の追尾データを共有するために標準化された構造化メッセージ規格)
西側兵器連携実績	F-16戦闘機とのLink 16連携、ポーランド製「TOPAZ」火力統制システム(KRAB自走砲/RAK迫撃砲)との統合 ⁶
最前線耐性・エッジAI	差分同期(Delta Sync)、ローカルオフラインキャッシュ、goTenna MANETメッシュ網、機上エッジAI端末連動 ¹⁵

定量打撃成果

1日あたり2,000件以上の敵目標照準支援、
年間50万件以上の目標無力化支援⁵

DELTAのシステム構造とデータ統合メカニズム

多源情報のリアルタイム統合と共通作戦状況図(COP)

DELTAのアーキテクチャは、認知科学における状況認識理論(Endsleyモデル)における「知覚(Level 1)」「理解(Level 2)」「予測(Level 3)」のプロセスをデジタル空間上で極限まで加速させる構造を持つ⁷。従来の軍事システムがセンサーごとに孤立した情報処理を行っていたのに対し、**DELTAは異種データソースからの非構造化・構造化データを一元的に取り込み、重複を排除した上で単一の地図インターフェース上に統合する¹。**

具体的には、空中に展開する数千機規模の無人航空機(Mavic、Leleka、Shtorm等)から伝送される高画質ビデオストリームは「Vezha」および「DELTA Tube」モジュールを経由して一括受信され、位置ジオタグが付与される¹。商業衛星(Maxar、ICEYE等)や提携国から提供される光学・合成開口レーダー(SAR)画像は自動位置合わせを経てレイヤー化される¹。電波諜報(SIGINT)および地上レーダーが感知した敵の無線発信源や地对空レーダーの放射座標は、自動で空間データへ変換される¹。さらに、デジタル転換省が運用する**Telegramチャットボット「eVorog(イ・ヴォログ)」**や**SBU(ウクライナ保安庁)のチャットボット**を通じて占領地や前線の市民から寄せられた**45万件超の画像・位置情報レポート**は、自動不実検証アルゴリズムを通過した後に即座に作戦マップ上に反映される⁷。

これらの異種データ群は、単一のWebベースUI上で共通作戦状況図(COP: Common Operational Picture)として描画される¹。COPのレイヤー構成は高度にモジュール化されており、**ユーザーは友軍位置、確認済み敵部隊、推定敵位置、自軍砲兵の射程範囲、電子戦妨害領域、ならびにドローン危険飛行ゾーンなどを任意に選択・重畳表示させることが可能である²。**作戦マップ上のシンボロジーはNATO標準であるMIL-STD-2525規格に基づき描画され、言語や部隊種別を超えた正確な状況把握が保証されている¹⁵。全システムはマルチクラウド環境上で冗長化されており、前線の指揮官は厳格な役割ベースアクセス制御(RBAC)とFIDOセキュリティキーによる二要素認証のもと、暗号化通信を介して安全にアクセスする¹。

統合データフローの構造的整理

DELTAエコシステム内におけるデータ処理は、エッジでのデータ収集からAIによる解析、中央クラウドでのデータ融合、そして各戦術端末および西側火力アセットへの出力に至る一連のパイプラインとして機能する。

データ処理パイプライン層	入力プロトコル・通信媒体	中核処理モジュール・アルゴリズム	標準規格・変換フォーマット	出力先および運用アセット
1. 異種データ収集・エッジ計測	UAV RTSP/WebRTC 、衛星画像API	Vezha(映像集約)、DELTA Tube(フルHDス	ジオタグ付きRAWデータ、JSON、	DELTAエッジバッファ、前線Webクライアント

層	、SIGINT電波受信機、eVorog HTTPS	トリーミング)、チャットボット受信機	KML/KMZ	ト ¹
2. AI解析・自動フィルタリング層	前線動画ストリーム、静止画データ、テレメトリデータ	Avengers(AI自動標的識別)、UA DroneID(照合エンジン)	オブジェクト検出メタデータ、位置座標ベクトル	Vezha解析画面、標的自動生成モジュール ¹
3. データ融合・クラウド統合層	暗号化IPネットワーク、Starlink 衛星通信、有線 WAN	クラウドネイティブ・データレイク、重複排除エンジン、トラック関連付け	OTH-Gold、ADatP-34、MIL-STD-2525	DELTA中央データベース、共通作戦状況図(COP) ¹
4. 指揮統制・戦術相互運用層	TDMA無線網、NATO CWAN、専用IPゲートウェイ	Link 16変換ゲートウェイ、TOPAZデータ交換モジュール、Mission Control	STANAG 5516 (Link 16 J-series)、FMN プロファイル	F-16戦闘機、KRAB/RAK自走砲、防空部隊、前線歩兵端末 ²

AIモジュールと誤射防止機能(Avengers & UA DroneID)

AI自動標的認識プラットフォーム「Avengers」

戦場におけるカメラやドローン映像の爆発的増加に伴い、人間の監視員(オペレーター)のみで全映像を常時監視・分析することは不可能な状況が生じている。ウクライナ国防省防衛技術イノベーション・開発センターは、この情報過多のボトルネックを解消するため、DELTAのビデオモジュール「Vezha」に直結するAI画像分析プラットフォーム「Avengers(アベンジャーズ)」を開発した¹。

Avengersは、前線から送られる数十～数百本のリアルタイム動画ストリームを並列処理し、フレーム内に捉えられた敵の軍事ハードウェア(主力戦車、歩兵戦闘車、自走砲、装甲兵員輸送車、軽車両など)を完全自動で検出・分類・トラッキングする¹。本プラットフォームの処理能力はきわめて高く、1週間あたり約12,000件(1日平均約4,000件)の敵目標を自動的に識別・タグ付けして作戦マップ上にプロットする¹。処理に要する時間は映像に像が映り込んでからわずか約2.2秒であり、光学的に視認可能な敵兵器の約70%を人間を介さずに自動検出する能力を備えている

¹³。

実戦環境における敵の偽装やカモフラージュ、草むらや森林への隠蔽、あるいは悪天候・夜間(熱源画像)などの低視認性条件下においても高い精度を維持するため、Avengersの機械学習

モデルは前線から回収された膨大な実戦映像データを用いて絶えず継続的再学習 (Continuous Re-training) が行われている¹。さらに、システム全体の頑健性を証明するため、Avengersを含む DELTAエコシステムは2026年初頭に160以上の厳格なセキュリティ要求事項を網羅する独立サイバーセキュリティ監査を受け、非適合判定ゼロ(完全合格)を達成した¹。

敵味方識別機能「UA DroneID」と「Mission Control」の運用メカニズム

低空域で何千機もの小型ドローンが同時に飛行する現代戦では、自軍の防空部隊や小銃手に撃墜される過誤撃墜(フレンドリーファイア)が極めて深刻な損害をもたらしていた。この課題に対処するため、DELTAには「UA DroneID」および「Mission Control」モジュールが統合された²。

UA DroneIDは、有人航空機で使用される**伝統的な敵味方識別 (IFF: Identification Friend or Foe) システム**の概念を**無人航空システム (UAS) 領域へ適用したアプリケーション**である²。自軍ドローンのグラウンドコントロールステーション(GCS)または機体モジュールから送信されるリアルタイムのテレメトリデータ(GPS位置、高度、対地速度、固有識別ID)をDELTAネットワークに取り込み、COP上に「友軍ドローン」として特定記号でリアルタイム表示する²。これにより、地上防空部隊や他ユニットのオペレーターは視界内に入ったドローンが味方であるか敵であるかを即座に判別可能となり、フレンドリーファイアによる自軍ドローンの損失実績を飛躍的に削減させることに成功した²。

一方、2024年8月に正式採用された「Mission Control(ミッション・コントロール)」モジュールは、ドローン運用の広域調整を担う「デジタル同期マトリクス」である⁹。**部隊ごとのドローン種別、発射位置、飛行ルート、ターゲット領域、運用時間帯、および使用する電波周波数をシステムへ事前に入力・可視化することで、月間約106,000件にのぼるドローンミッションの空中衝突や周波数干渉を未然に防止する⁹。特に、自軍の電子戦(EW)部隊が放射する強烈な妨害電波に味方ドローンが巻き込まれて墜落する事態を防ぐため、EW照射エリアとドローン飛行経路の相互排他制御がこのモジュールを通じて実現されている⁹。**

西側システムおよびNATO規格との標準相互運用性

Link 16戦術データリンクと航空・防空アセットの統合

DELTAは、ウクライナ軍独自システムでありながら、NATO諸国の主力戦術データリンク規格である「Link 16」(STANAG 5516 / MIL-STD-6016)とのダイレクトな相互運用性を有している²。NATO主催の年次相互運用性演習「CWIX(Coalition Warrior Interoperability Exercise)」において、DELTAは2023年および2024年に連続して同規格でのデータ交換テストに完全合格した²。

Link 16は960-1215 MHz帯の時分割複数接続(TDMA)方式を用いた暗号化・耐妨害無線ネットワークであり、本来は有人戦闘機、AWACS、イージス艦などの西側主要兵器間で標準運用される²⁰。DELTA開発チームは、IPネットワーク上のDELTAデータ構造とLink 16のコンパクトなJシリーズ・メッセージ(J-series messages)フォーマットを双方向に双方向変換する「Link 16ゲートウェイ」ソフトウェアを構築した¹⁴。これにより、DELTA上でドローンやSIGINTが特定した地上・水上標的(J3.2地上面トラック等)の座標データは、即座にLink 16ネットワークへ射出され、ウクライナ軍が運用するF-16戦闘機や西側製防空システムの戦術画面へ直接伝送される²。**これにより、パイロットが自ら捜索を行う必要なく、離陸前あるいは飛行中に最新のターゲット座標が火器管制コンピュータへ共有される打撃システムが確立されている²。**

ポーランド製砲兵火力統制システム「TOPAZ」との完全統合

ポーランドのブドゴシュチュで開催されたNATO CWIX 2024演習において、DELTAはポーランド軍の標準砲兵火力統制システム「TOPAZ(トパズ)」との高度な直接データ統合を実証・成功させた⁶。

TOPAZは、ウクライナ軍に供与されているポーランド製155mm自走榴弾砲「KRAB(クラブ)」や120mm自走迫撃砲「RAK(ラク)」の火器管制を担う中核システムである²。演習においてDELTAは、暗号化が施された「機密領域(Pink Enclave)」および「非機密領域(Green Enclave)」の双方向ネットワーク環境において統合ハブとして機能した²²。DELTAが集約・補正した友軍位置情報および自動検出された敵の砲兵陣地・装甲車両の精密座標は、TOPAZシステムへ直接伝送され、KRAB自走砲の射撃諸元算出コンピュータへ即座に反映された⁶。この成功により、ドローンの偵察から砲撃開始に至る「センサー・ツー・シューター(Sensor-to-Shooter)」の伝送時間が極限まで縮小された²。

採用されているNATO相互運用標準プロトコル

DELTAが西側諸国およびNATO同盟国の指揮統制システムと相互接続を行うために実装している主要規格は以下の通りである⁷。

規格・標準名	定義および技術的概要	DELTAにおける具体的役割・適用事例
STANAG 5516 / MIL-STD-6016	NATO戦術データリンク「Link 16」の構造・伝送プロトコル ²⁰	F-16戦闘機や西側防空システムとのリアルタイム標的・トラックデータ共有 ²
OTH-Gold (Over-the-Horizon Gold)	米海軍・NATOで多用されるテキストベースの戦術目標報告規格 ¹⁵	海上・地上目標の文字・位置情報の高速伝送、他国C2システムへの目標出力 ¹⁵
ADatP-34	NATOメッセージカタログ。指揮統制間の構造化データ交換を定義 ¹⁴	加盟国C2システムとの自動メッセージ生成・解釈における相互運用性の担保 ¹⁴
MIL-STD-2525	NATO連合軍共通の軍事記号描画規格(Symbology) ¹⁵	共通作戦状況図(COP)上での友軍・敵軍・中立アセットの可視化統合 ¹⁵
FMN (Federated Mission Networking)	連合運用におけるITインフラ・サービス統合プロファイル ¹⁴	多国籍連合軍のネットワーク環境(CWAN)内での安全なデータアクセス権統制 ¹⁴

エッジコンピューティングと低空AIエージェント

通信拒否・低帯域環境下におけるデータ同期手法

ロシア軍による強烈な電子戦(EW)環境や衛星通信(Starlink等)に対する電波妨害、あるいは前線基地での物理的通信インフラ破壊により、前線(Tactical Edge)における通信帯域は著しく制限され、頻繁に通信断絶が発生する¹⁶。DELTAはこの過酷な通信拒否・制限環境(DDIL: Disconnected, Intermittent, Low-Bandwidth)においても途絶しない堅牢な同期メカニズムを備えている¹⁵。

中央クラウドと前線端末間のデータ交換には、「差分同期(DELTA Synchronization)」アルゴリズムが採用されている¹⁶。全データベースを常時再送信するのではなく、前回の同期タイムスタンプ以降に生じた「標的座標の変更」や「状態の更新」といった差分データのみを高度に圧縮し、最小限の packet サイズで送信する¹⁶。通信が完全に遮断された場合、前線端末のローカルストレージ(オフラインキャッシュ)に作戦データや入力された標的情報が保持され、通信が復旧した瞬間に自動的に中央クラウドへ差分が統合・矛盾解消(Reconciliation)される¹⁵。

前線メッシュネットワークと機上エッジAIエージェントの作戦運用

通信インフラが存在しない超最前線においては、モバイル・アドホック・ネットワーク(MANET)と機上エッジAIの組み合わせが実用化されている¹⁵。

前線部隊は「goTenna Pro X」などの超軽量・低消費電力なRFモジュールやLPX(Low Probability of Intercept/Detection)耐妨害波形を活用し、基地局に依存しない独自のアドホック・メッシュネットワークを構築する¹⁶。これにより、中央通信網から切り離された状態でも、近隣の端末同士で位置情報や標的データをリレー伝送することが可能となる¹⁶。米国陸軍等で広く標準化されている戦術端末環境「TAK(Tactical Assault Kit / ATAK)」との相互変換プロトコルも実装されており、前線の歩兵小隊端末とDELTAネットワーク間のデータ連動が確保されている¹⁶。

さらに、低空を飛翔する攻撃ドローンや偵察ドローンの本体には、超小型のNPU(ニューラル・プロセッシング・ユニット)を搭載した機上エッジAIエージェントが組み込まれている¹⁵。ドローンは重いフルHDビデオストリームを地上へ常時電波照射する(敵の電波方向探知や妨害のリスクを冒す)必要がなく、機上でカメラ映像を直接リアルタイム処理する¹⁵。エッジAIが敵兵器を検出すると、自動的にそのターゲット種別と精密GPS座標のみを算出し、数バイト程度の極小な暗号化パケットとしてメッシュネットワーク経由でDELTAへ射出する¹⁵。この仕組みにより、強烈な電波妨害下でも即座に打撃目標データがDELTAに登録され、kill chain(殺傷チェーン)の接続が維持される²。

実戦での運用成果・数値データ

DELTAは、2022年2月のロシアによる全面侵攻以降、ウクライナ軍が実施したすべての主要な大規模作戦において指揮統制および火力誘導の基幹システムとして実戦投入され、比類のない運用成果を証明してきた¹。

侵攻初期の「キーウ防衛戦(2022年春)」において、DELTAは首都へ迫る長大なロシア軍車列に対し、ボランティアやドローン部隊が収集した位置情報をリアルタイムで集約・可視化し、小規模な対戦車部隊や砲兵部隊による分散奇襲打撃を成功に導いた¹。続く黒海での作戦では、沿岸レーダー、ドローン、衛星画像のデータを融合してロシア黒海艦隊の旗艦「モスクワ」の位置を特定・追跡し、撃沈作戦を支援したほか、スネーク島(蛇島)の脱奪還作戦においても定常的な標的補正を提供した⁵。さらに「2022年秋のハルキウ・ヘルソン電撃的反攻作戦」では、後方の敵弾薬庫や司令部の座標を即座にHIMARS(高機動ロケット砲システム)や精密誘導砲兵へ伝送し、敵の戦術的崩壊を引き起こした⁵。

実績・運用指標	定量データおよび計測値	実戦における効果と安全保障上の意義
日次処理標的数	2,000 件 / 日 以上	ウクライナ全線において毎確認・照準される敵目標数 ⁵
年間累計無力化目標数	500,000 件 / 年 以上	DELTAを通じて確認され、破壊または損傷に至った敵兵器・陣地数 ⁵
Avengers AI処理能力	約 12,000 件 / 週 (約 4,000 件 / 日)	Vezha動画モジュール内でAIが自動識別する敵装備の累計 ¹
AI検知速度・認識精度	検出速度: 約 2.2 秒 / 認識率: 約 70 %	光学視認可能な敵兵器に対する自動検出能力 ¹³
Mission Control調整規模	約 106,000 件 / 月	月間で競合調整・周波数デコンフリクトされる自軍ドローンミッション数 ⁹
前線攻撃ドローン投入優位性	敵軍比 約 30 % 凌駕	効率的な統合管理により達成された前線ドローン密度の優位性 ⁹
殺傷チェーン(Kill Chain)時間	数十分単位から「数秒～数分単位」へ圧縮	センサー検知から砲兵・ドローン・F-16等による打撃完了までの時間 ²
NATO CWIX 2023 適合実績	10カ国 15システム (NATO 3システム) 統合	Link 16等を含む多国籍システム間相互運用性の完全実証 ²
NATO CWIX 2024 適合実績	13重点分野・5標準規格 完全適合	ポーランド軍TOPAZシステムとの完全なデータ同期実証 ⁶
サイバーセキュリティ監査判定	160以上の全要求項目で「非適合 0 件」	2026年初頭に実施された独立サイバー検証における完全合格 ¹

主要情報源および参照アーキテクチャ

DELTAシステムの開発史、技術仕様、NATO規格適合性、および実戦戦果に関する分析は、公開されている一次資料および防衛シンクタンクの専門評価に基づいている。

主たる情報源の第一層は、ウクライナ公式機関の公表文書である¹。ウクライナ国防省 (Ministry of Defence of Ukraine) およびデジタル転換省 (Ministry of Digital Transformation) は、デニス・シュミハリ首相やミハイロ・フェドロフ副首相兼デジタル転換相の演説を通じて、DELTAの法的位置付け、全軍展開命令、ならびに「UA DroneID」や「Mission Control」の正式採用を公表している¹。また、国防省防衛技術イノベーション・開発センター (Center for Innovation and Development of Defense Technologies) は、Avengers AIプラットフォームの処理スペック(週12,000件の検知)や2026年のサイバーセキュリティ監査適合結果を開示している¹。

第二層の情報源は、DELTAの開発母体である非政府組織「NGO Aerorozvidka(アエロロズヴィドカ)」の技術ドキュメントである¹。同団体のC2IS(指揮統制情報システム)部門(ルスラン・プリリプコ部門長等)による解説資料は、Vezhaモジュールにおける動画集約メカニズムや、ボトムアップ型開発プロセス、および現場の作戦ニーズをアジャイルに反映させる構造を詳述している⁴。

第三層の情報源は、NATOおよび西側主要シンクタンクによる検証レポートである²。NATO変革連合軍 (Allied Command Transformation: ACT) およびNATOウクライナ連絡事務所が発行した演習レポート(CWIX 2023 / CWIX 2024)は、ポーランドのブドゴシュチュで実施された適合テストにおいて、DELTAがLink 16(STANAG 5516)、OTH-Gold、ADatP-34、およびTOPAZ砲兵システムとデータ交換を達成した技術的詳細を記録している⁶。さらに、戦略国際問題研究所(CSIS)、スイス連邦工科大学安全保障研究所(CSS ETH Zürich)、欧州政策分析センター(CEPA)、ハーグ戦略研究センター(HCSS)などの独立防衛アナリストは、DELTAを「現場主導のイノベーションが実用化させた理想的なCJADC2モデル」として位置付け、そのアーキテクチャと実戦における有効性を分析している²。

情報源の種別・機関	参照資料・主要報告テーマ	主な開示データ・分析内容	インライン参照
ウクライナ国防省 (MoD)	全防衛力へのDELTA展開命令、サイバー監査	システム法的化、全軍配備、サイバーセキュリティ160項目適合 ¹	1
デジタル転換省 (Ukraine)	戦場管理デジタルエコシステム、eVorog連携	1日2,000件以上の標的処理、eVorog市民レポート統合、Mission Control ¹	1
NGO Aerorozvidka	C2IS方向性報告、Vezha/DELTA開発史	ネットワーク中心戦思想、Vezha動画モジュール、ドローン戦術統合 ⁴	4

NATO変革連合軍 (ACT)	CWIX 2023 / CWIX 2024 演習成果レポート	Link 16データ共有、TOPAZシステム統合、NATOプロトコル適合証明 ⁶	6
CSIS (戦略国際問題研究所)	ウクライナにおけるCJADC2の先行実装分析	複数ソフト統合エコシステム、西側兵器とのデータ共有、意思決定加速 ²	2
CSS ETH Zürich	ウクライナ軍デジタル戦争手法調査報告	DELTAの起源 (A2724部隊)、ボトムアップ型技術革新、ボランティアエコシステム ⁴	4

引用文献

1. DELTA (situational awareness system) - Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Delta_\(situational_awareness_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Delta_(situational_awareness_system))
2. Does Ukraine Already Have Functional CJADC2 Technology? - CSIS, <https://www.csis.org/analysis/does-ukraine-already-have-functional-cjadc2-technology>
3. Ukraine's DELTA System: The Drone Warfare Tech the US Is Racing to Match - Reboot Hub, <https://reboot-hub.com/he/blogs/industry-hotspot-analysis/ukraines-delta-system-the-drone-warfare-tech-the-us-is-racing-to-match>
4. The Ukrainian Way of Digital Warfighting: Volunteers, Applications, and Intelligence Sharing Platforms - CSS/ETH Zürich, <https://css.ethz.ch/en/center/CSS-news/2024/07/the-ukrainian-way-of-digital-warfighting-volunteers-applications-and-intelligence-sharing-platforms.html>
5. The DELTA combat system has been deployed across all levels of Defence Forces of Ukraine | MoD News, <https://mod.gov.ua/en/news/the-delta-combat-system-has-been-deployed-across-all-levels-of-defence-forces-of-ukraine>
6. Ukrainian DELTA System Successfully integrated with the Polish TOPAZ, <https://militaryni.com/en/news/ukrainian-delta-system-successfully-integrated-with-the-polish-topaz/>
7. Military Situation Awareness: Ukrainian Experience - Applied Cybersecurity & Internet Governance, <https://www.acigjournal.com/Military-Situation-Awareness-Ukrainian-Experience.190341,0.2.html>
8. Lessons from the Jungle for the Zoo: Support Ukraine, Help Ourselves Key Findings Ukraine Visit - The Hague Centre for Strategic Studies, <https://hcss.nl/wp-content/uploads/2026/02/Lessons-from-the-Jungle-for-the-Zoo-HCSS-2026-V2.pdf>

9. 乌克兰国防部已完成"任务控制"(Mission Control)无人机管理系统的全面部署 - 新浪财经,
<https://finance.sina.com.cn/wm/2026-04-12/doc-inhuhfps6211129.shtml>
10. DELTA system has proven its compatibility with Link 16,
<https://militaryni.com/en/news/delta-system-has-proven-its-compatibility-with-link-16/>
11. ウクライナは既に機能する「統合全ドメイン指揮・統制(CJADC2)」技術を有しているのか? (CSIS), <https://milterm.com/archives/4823>
12. The Heart of War: Ukraine's Key Drone Battlefield System - CEPA,
<https://cepa.org/article/the-heart-of-war-ukraines-key-battlefield-system/>
13. The autonomous arms race in the Russia-Ukraine war - The Strategist,
<https://www.aspistrategist.org.au/the-autonomous-arms-race-in-the-russia-ukraine-war/>
14. NATO interoperability & standards articles - Corvus Intelligence,
<https://corvusintell.com/blog/topics/nato/>
15. Interoperability at the Edge: The Strategic Imperative for NATO in an Era of Complex Threats,
<https://hadean.com/blog/interoperability-at-the-edge-the-strategic-imperative-for-nato-in-an-era-of-complex-threats/>
16. Gotenna, Inc. - | SBIR, <https://www.sbir.gov/portfolio/1223039>
17. Karachi Defense Expo 2022: Pakistan Military's Focus on AI, Connectivity and Drone Warfare - South Asia Investor Review,
<https://www.southasiainvestor.com/2022/11/karachi-defense-expo-2022-pakistan.html>
18. Pakistani Military Launches Defense AI Program - South Asia Investor Review,
<https://www.southasiainvestor.com/2020/12/pakistani-military-launches-defense-ai.html>
19. C2IS - ГО Аеророзвідка, <https://aerorozvidka.ngo/en/direction/c2is>
20. Link 16 and tactical data links: software integration guide - Corvus Intelligence,
<https://corvusintell.com/blog/interoperability/link-16-tactical-data-links/>
21. Ukraine's DELTA system passes NATO tests and can integrate F-16s | Ukrainska Pravda, <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/07/11/7410815/>
22. Ukrainian DELTA system successfully integrated with Polish TOPAZ at NATO exercises,
<https://unn.ua/en/news/ukrainian-delta-system-successfully-integrated-with-polish-topaz-at-nato-exercises>
23. 3.3. Technical Services,
<https://archive.nisp.nw3.dk/nisp-8.0/volume2/ch03s03.html>
24. Robotic Technologies are the guarantee of resistance and independence for Ukraine - ГО Аеророзвідка, <https://aerorozvidka.ngo/en>
25. Russia's Quest to Intensify BAI Against Ukraine's Logistics | ISW,
<https://understandingwar.org/research/russia-ukraine/russias-quest-to-intensify-the-theater-wide-battlefield-air-interdiction-campaign-against-ukraines-logistics/>
26. Digital Signal Conditioning for Flight Test - NASA Technical Reports Server,
<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19910017118/downloads/19910017118.pdf>

27. Digital Signal Conditioning for Flight Test Instrumentation - NASA Technical Reports Server,
<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19910011822/downloads/19910011822.pdf?attachment=true>
28. Zero Trust for Multi-RAT IoT: Trust Boundary Management in Heterogeneous Wireless Network Environments - arXiv, <https://arxiv.org/html/2602.08989v1>
29. Maritime Knowledge Discovery and Anomaly Detection Workshop, 5-6 July 2016 - JRC Publications,
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102513/lb0216907enn.pdf>
30. DELTA battlefield management system introduced at all levels of the Ukrainian Defense Forces | Cabinet of Ministers of Ukraine,
<https://www.kmu.gov.ua/en/news/boiova-systema-delta-vprovadzhen-na-vsi-kh-rivniakh-syl-oborony-ukrainy>
31. Battlefield Innovation: Ukraine's DELTA System Paves the Way for Allied Interoperability at CWIX24 - NATO's ACT,
<https://www.act.nato.int/article/delta-system-cwix/>
32. Minister: Ukrainian DELTA system ready to integrate Western equipment, including F-16 jets,
<https://kyivindependent.com/minister-ukrainian-delta-system-ready-to-integrate-western-equipment-including-f-16/>

