

# AI·위성통신이 이끄는 디지털 전장 혁신: CDAO 기반의 CJADC2-MUM-T 전략 분석

## Digital Battlefield Innovation Driven by AI and Satellite Communications: An Analysis of the CDAO-Based CJADC2-MUM-T Strategy

김병운<sup>\*,1)</sup>

Byungwoon Kim<sup>\*,1)</sup>

### [ 초 록 ]

본 논문은 미국 국방부의 연합합동전영역지휘통제(CJADC2) 전략체계를 중심으로, 유무인 복합전투체계(MUM-T)의 효과적 구현을 위한 기술-조직-거버넌스 연계 구조를 분석하였다. 특히 디지털·AI 정책 총괄실(CDAO)를 중심으로 연구·공학차관실(USD R&E), 국방혁신단(DIU), 핵심기술부서(CTO) 등 주요 조직이 각자의 기능을 통해 AI, 자율성, 5G, 저궤도(LEO) 위성통신, 반도체, 네트워크 기술을 어떻게 통합하고, 첨단전투관리체계(Advanced Battle Management System), 통합전투실현(Project Convergence), 통합전투네트워크(Project Overmatch), 모자이크전투(Mosaic Warfare) 등의 실증사업과 연계하여 CJADC2 기반 MUM-T 체계를 전개하는지를 고찰하였다. 본 연구는 민군 협업을 촉진하는 상용기술공모(CSO) 절차, 전장 분산화 환경에서의 엣지 지휘통제, 북대서양조작기구(NATO) 및 한·미 연합작전과의 상호 운용성 확대 전략을 포함하여, 첨단기술의 통합과 전략적 연구개발(R&D) 거버넌스의 실증적 연계를 강조한다. 결론적으로, MUM-T는 단일 기술이 아닌 융합기술 기반의 전장 체계이며, 그 구현은 기술 생태계-조직 역할-정책 기반의 유기적 통합을 통해 실현될 수 있음을 제시한다.

### [ ABSTRACT ]

This paper analyzes the technology-organization-governance linkage structure for the effective implementation of manned-unmanned complex systems (MUM-T), focusing on the US Department of Defense's Combined Joint Multi-Domain Command and Control (CJADC2) strategic framework. In particular, it examines how key organizations, including the Chief Digital and AI Officer (CDAO), the Office of the Under Secretary for Research and Engineering (USD R&E), the Defense Innovation Unit (DIU), and the Chief Technology Officer (CTO), integrate AI, autonomy, 5G, low-Earth orbit (LEO) satellite communications, semiconductors, and network technologies through their respective functions, and how they deploy the CJADC2-based MUM-T system in conjunction with demonstration projects such as the Advanced Battle Management System (ADAS), Project Convergence (Convergence in Integrated Combat Experiments), Project Overmatch (Overmatch in Integrated Combat Networks), and Mosaic Warfare. This study highlights the empirical link between advanced technology integration and strategic research and development (R&D) governance, including the Commercial Technology Offering (CSO) process that promotes civil-military collaboration, edge command and control in a decentralized battlefield environment, and strategies for expanding interoperability with NATO and ROK-US combined operations. In conclusion, we propose that MUM-T is a battlefield system based on convergent technologies, not a single technology, and that its implementation can be realized through the organic integration of technology ecosystems, organizational roles, and policy frameworks.

**Key Words :** AI (인공지능), CDAO (디지털·인공지능 최고책임관실) CJADC2 (연합합동전영역지휘통제), LEO Satellite (저궤도 위성), MUM-T (유무인 복합전투체계), Unmanned System (무인체계)

### 1. 서 론

최근 전장 환경은 우주, 사이버, 전자전 등 다양한 영역을

1) 과학기술연합대학원대학교 ETRI 스쿨 기술전략연구센터  
(ETRI School, University of Science and Technology, Korea)\*  
Corresponding author, E-mail: bukim@etri.re.kr  
Copyright © The Korean Institute of Defense Technology  
Received : August 6, 2025 Revised : September 29, 2025  
Accepted : September 30, 2025

포함하는 전영역(All-Domain)으로 확장되며, 유무인 복합전투체계(MUM-T, Manned-Unmanned Teaming)의 중요성이 부각되고 있다. 이에 따라 미국 국방부는 연합합동전영역지휘통제체계(CJADC2, Combined Joint All-Domain Command and Control)를 중심으로 지휘통제 체계를 재편하고, 디지털·인공지능 책임관실(CDAO, Chief Digital and Artificial Intelligence Office)를 설립하여 민군 기술통합 실증을 추진하고 있다.<sup>[1][2]</sup> 모자이크 전쟁(Mosaic Warfare), 첨단전투관리체계

(ABMS, Advanced Battle Management System), 통합전투실험 (Project Convergence), 통합전투네트워크(Project Overmatch) 등은 AI 기반 자율 판단, 센서 융합, 5G/비지상통신(NTN, Non-Terrestrial Network) 연동 기술을 통합적으로 적용한 대표 사례이다.<sup>[3][4]</sup> 미 육군의 UAS 로드맵(U.S. Army, 2010)과 국방 기술정보센터(DTIC, Defense Technical Information Center)의 중장기 비전(DTIC, 2018)은 무인체계와 MUM-T의 전략적 가치를 강조하고 있으며, 북대서양조약기구(NATO, North Atlantic Treaty Organization) 또한 AI·센서 융합과 자율성 수준 구분을 다영역 전투의 핵심 요소로 지목하고 있다 (NATO, 2020).<sup>[5][6][7]</sup> 미국은 스타쉴드(Starshield) 저궤도 위성 통신, 연방통신위원회(FCC)의 저궤도 승인 등 민간 기술을 군사 전장에 적극 도입하며 MUM-T의 작전 효율성, 생존성, 기동성을 제고하고 있다.<sup>[3][8]</sup>

본 연구는 CJADC2 기반 MUM-T 기술 생태계를 중심으로 미국방부 산하 CDAO, 국방혁신단(DIU, Defense Innovation Unit), 연구·공학 담당 국방차관실(USD R&E, Under Secretary of Defense for Research and Engineering), 핵심기술총괄책임관(CTO: Central Technical Office) for Critical Technologies) 등의 조직이 수행하는 기술적·기능적 역할과 상호작용을 분석 한다.<sup>[1][9]</sup> 특히 이들 조직이 디지털 인프라 구축, 민간기술 도입, R&D 전략 수립, AI 거버넌스 등에서 어떻게 기능을 분담하며 통합적으로 체계를 전개하는지를 고찰한다. 본 연구 범위는 주요 조직의 기능 분석, CJADC2 실증 프로젝트 사례 비교, AI·5G·LEO 위성 기반 기술 로드맵 분석, 국방산업 및 연합작전과의 연계 가능성 검토를 포함한다.<sup>[9][10]</sup> 연구방법론으로는 미국방부 전략문서 및 예산자료 등 1차 문헌 수집, NATO 및 미국표준기술연구소(NIST) 자율성 프레임 분석,<sup>[7][11][12][13]</sup> 기술-조직 매트릭스 구성을 통한 정성적 분석을 채택한다.

## 2. 국방부(DoD)의 조직 구조와 전략 체계

### 2.1 CDAO: 데이터·AI 기반 CJADC2 플랫폼 구축

미국방부 장관실 산하 CDAO는 디지털 기술과 AI를 기반으로 CJADC2 체계의 기술적 토대를 구축하는 핵심 조직이다. 2022년 출범한 CDAO는 전군의 데이터 인프라를 통합하고, AI 모델을 설계·운용함으로써 작전 의사결정의 자동화와 고도화를 추진하는 전략적 허브 역할을 수행한다.<sup>[2]</sup>

CJADC2는 유무인 자산, 센서, 무기체계 간의 실시간 연계를 전제로 하며, 이를 가능하게 하기 위해서는 AI 기반의 전장 데이터 처리 능력이 필수적이다. 이에 따라 CDAO는 클라우드 기반 데이터 레이크, 공통 AI 학습 모델, 자율 판단 알고리즘, 신뢰성 검증 체계 등으로 구성된 디지털 생태계를 구축하고 있으며, 실제 작전환경에서 즉시 적용 가능한 체계를 제공하고 있다.<sup>[1]</sup> 특히 CDAO는 민간의 혁신기술을 실전 환경에 접목하고 이를 전군 차원에서 확산하는 ‘전략적 기술 전환 메커니즘’을 운영 중이다. 이 메커니즘은 하단의 민간기술 유입에서 출발해 상단의 정책·인프라 정착으로 이어지는 역삼각형 확산 구조로 설명되며, 그림 1은 이러한 과정을 시각화한 것이다.<sup>[12]</sup>



그림 1. CDAO 기반 기술 확산 메커니즘  
Fig. 1. CDAO-based technology diffusion mechanism

기술 유입 단계에서는 DIU, 산업계, 민간 연구소 등에서 도입된 첨단 AI 및 소프트웨어 기술이 CDAO 체계로 흡수된다. 이후 도입(Introduction) 및 실험·초도 배치 단계에서는 무인수중운용체계(UUV, Unmanned Underwater Vehicle) 기반 지뢰탐지, 스타쉴드 위성통신 등의 사례와 같이 CJADC2 및 MUM-T 연계 실증사업을 통해 기술 실효성이 검증된다.<sup>[3]</sup> 검증된 기술은 전투요구에 따라 정제되어 전투요소 적용 및 효과 창출 단계(WAI, Warfighter Applications & Impact) 단계에 진입하며, 이 단계에서 전술 판단 자동화, 센서 데이터 융합, 지휘통제 자동화 등 실제 작전효과를 창출한다. 성과가 확인된 기술은 확장 단계를 거쳐 전군 단위로 확산되고, 궁극적으로는 통합 전장 아키텍처, 도구, 유지체계, 정책 등 제도적 구조에 편입된다. 이러한 기술 생태계는 CDAO가 보유한 공통데이터 인프라, 머신러닝운영(MLOps, Machine Learning Operations), 설명가능한 인공지능(XAI, Explainable Artificial Intelligence), 검증 및 확인(V&V, Verification & Validation) 프레임워크 등을 통해 실현된다.<sup>[14]</sup> 좌측에는 DIU-CAOE-군·산업 간 협력 체계(Constant teamwork and information flow), 우측에는 RAI Toolkit(책임 있는 AI 구현을 위한 정책·기술·운영 프레임워크)·Open DAGIR(책임 있는 인공지능 구현을 위한 개방형 가이드라인) 등 책임 있는 AI 정책 도구를 포함한 정책·표준·연계 체계(Policy and standards partnership and leverage)가 구성되어 있다. 공군의 첨단전투관리체계, 육군의 통합전투실험 실증사업에서 활용된 전술 판단 알고리즘, 센서 융합 기술, 메시지 자동화 기능 등은 모두 CDAO 인프라와 정책 기반 위에서 운용된 대표 사례이다.

결과적으로 이 기술 확산 구조는 단순한 기술 수용을 넘어, 민간 기술의 전략적 군사 전환, 전장 단위에서의 작전 효과 창출, 전군 차원의 통합 확산까지 포괄하는 CDAO 중심의 디지털 전환 모델로 작용하고 있다. 이는 CJADC2 및 MUM-T 실현을 위한 핵심 플랫폼이며, DIU는 그 출발점에서 전략적 파트너로 기능하고 있다.

### 2.2. USD R&E: R&D 전략 조정 타워

국방공학차관실은 미국방부 산하 R&D 전략의 최고 조정기관으로, 미래 기술우위 확보를 위한 핵심기술군의 설정과 연간 투자 방향 수립을 주도한다(USD, 2024). 디지털화, 자율성, 양자

기술, 반도체, 우주기술 등 전략기술 분야의 기술 정책을 총괄 하며, 국방기술 혁신의 컨트롤 타워 역할을 수행한다. 특히 CJADC2와 MUM-T와 직접 연계되는 AI, 5G/6G, 엣지컴퓨팅, 인간-기계 인터페이스 기술 분야에 전략적으로 예산을 배분하고, 기술 기획과 정책 수립, 투자 관리를 종합적으로 수행한다.<sup>[7][14]</sup> 국방공학차관실 산하에는 기술별 전문가 조직과 R&D 전력화 기능을 담당하는 CTO 조직이 위치하며, 정부 연구소, 민간기업, 연방지원연구센터(FFRDC, Federally Funded Research and Development Center) 대학 등과의 R&D 연계 생태계를 구축하고 있다. 5G 전환실(5G Transition Office)은 저궤도 비지상통신(LEO NTN, Low Earth Orbit Non-Terrestrial Network), 저지연 반도체 등을 통합한 전술통신 구조를 설계하여, CJADC2 네트워크의 안정성과 연결성을 확보하는 기반이 되고 있다.<sup>[14][15]</sup>

표 1. 획득 경로별 조직 역할 및 연계 사례

Table 1 Organizational Roles and Linkage Cases by Acquisition Path

획득경로	주요조직		역할/기능	대표사례(연도)	소요기간
Urgent Capability Acquisition (긴급 전력화)	각 군 (예: 미 해병대, SOCOM 등)		전장 위협 기반 긴급 요구를 신속 식별하고, 2년 이내 소규모로 조달 및 배치	IED(Improvised Explosive Device, 즉 급조폭발물) 대응 드론 (2020), 전술 단말기 (2021)	< 2년
Middle Tier of Acquisition (MTA) (중간단계 획득)	Rapid Prototyping (신속 시제품 개발)	DIU, CDAO, USD R&E	민간 기술 기반 MVP 시제품을 개발 및 시험 적용, 기술 가능성 실증 중심 (실패 수용, 실험 반복)	Edge AI 모듈 실험 (2023), 자율비행 알고리즘 (2022)	< 5년
	Rapid Fielding (신속 현장배치)	DIU, CDAO	검증된 상용기술을 별도 R&D 없이 부대에 배치, CSO, 기술 조달-배치 연계 강조	Starshield 위성통신 (2024), 5G 전술 장비 배치 (2023)	< 5년
Major Capability Acquisition (대형 무기체계 획득)	USD(A&S), 각 군 획득사령부		장기 개발 중심 무기체계 획득 (요구→기획→개발→배치)	NGAD 전투기(2022~), 차세대 전차(2020~)	> 5년
Software Acquisition (소프트웨어 획득)	CDAO, 각 군 디지털팀		민간-국방 협력 기반 신속 SW 획득, 반복 개발-배포 AI MLOps 체계 및 데이터 인프라 제공	CJADC2 AI 모델 (2023), Tradewinds 플랫폼 (2022~)	1~3년 주기
Defense Business Systems (업무 시스템 획득)	DoD CIO, 각 군 사무처		ERP/재무/인사 시스템 중심의 비작전용 IT 체계 개발 및 개선	국방 인사정보 시스템 개편 (2021), 예산시스템 개선 (2020~)	3~5년
Acquisition of Services (용역·서비스 획득)	각 군, DIU (민간용역 연계)		AI 학습 데이터, 사이버보안 자문 등 외주 기반 기술 서비스 계약 및 관리	AI 라벨링 계약 (2022), 사이버 자문 서비스 (2023)	< 1년 ~ 2년 주기

국방공학차관실은 CDAO, DIU 등과 함께 '기술-작전 연계 프레임'을 운영하여 핵심기술의 기술성숙도(TRL) 및 전장 투입 가능성을 사전 평가하고, 예산-전력화 방향에 반영한다. 자율성과 인간-기계 협업의 구현을 위해 '인지자율성 체계(Cognitive Autonomy)' 아키텍처를 제시하였으며, 감지-인지-판단-행동이 통합된 자율성 체계를 구현한다. 이 개념은 CJADC2의 작전 판단, 정책 기반 통제, MUM-T 기반 임무 중심 자산배치 등을

가능케 하며, CTO 조직이 수행하는 기술설계 전략과 연계되어 운용된다.<sup>[9][13]</sup>

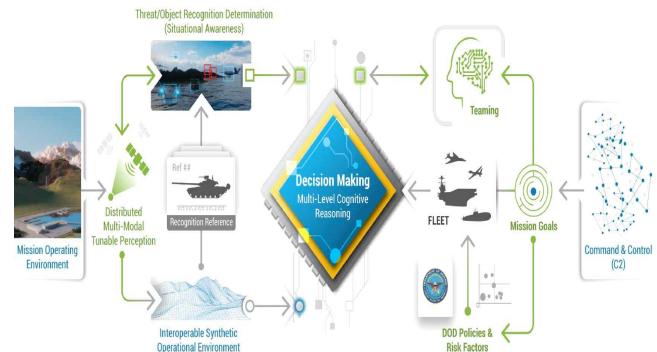


그림 2 인지적 자율성: 시스템의 시스템

Fig. 2. Cognitive Autonomy: A System of Systems

### 2.3. DIU와 민간기술 연계 구조

DIU는 민간에서 급속히 발전하는 혁신 기술을 국방 작전 환경에 신속히 도입하기 위해 설립된 조직으로, CJADC2 및 MUM-T 기술 구현의 핵심 연결 고리로 기능한다.<sup>[14]</sup> DIU는 상용 위성통신, AI 모델, 엣지컴퓨팅 장비, 무인 시스템 등 민간기술의 국방 활용 가능성을 평가하고, 신속한 실증과 조달 절차를 통해 실제 전장 적용을 가능케 한다.<sup>[1]</sup> 특히 DIU는 상업용 솔루션 개방형

제천(CSO, Commercial Solutions Opening) 제도를 통해 스타트업과 민간 기업의 기술을 유연하게 국방 조달 시스템에 연계함으로써, 드론, 센서, AI 기반 상황인식 등 MUM-T 핵심 요소의 빠른 전력화를 실현하고 있다.

대표 사례로, 스타필드 기반 저궤도 위성통신은 DIU의 민군 협력 프로젝트의 일환으로 추진되며, 해군의 통합전투네트워크 실증에서 유무인 해상 자산 간 연결성을 보장하는 데 활용되고 있다.<sup>[3]</sup> 또한 DIU는 CDAO와 함께 Rapid AI Deployment 프로그램을 공동 운영하면서, 민간 AI 기술을 CJADC2 플랫폼 내 실시간 판단 모델로 통합하는 실험을 수행 중이다.<sup>[2]</sup> 이처럼 DIU는 단순한 조달이 아닌, '민간기술-작전 실험-조달-전력화' 까지 이어지는 신속획득(Adaptive Acquisition) 구조를 구현하며, 국방기술의 속도와 다양성 측면에서 중요한 혁신 채널로 자리매김하고 있다.<sup>[15]</sup> 적응형 획득 체계(AAF)는 프로젝트 특성과 기술 성숙도(TRL)에 따라 6가지 주요 획득 경로를 제공한다. DIU가 운영하는 CSO 기반 신속 실증 경로, CDAO가 수행 중인 AI·SW 실전배치 경로, CJADC2 기반 MUM-T 적용 기술은 모두 중간단계 획득(MTA) 또는 소프트웨어 획득 경로와 연계되어 있다. 표 1에서는 이러한 획득 경로를 정리하고, CJADC2 및 MUM-T와의 연계성을 중심으로 비교 분석하였다. 각 경로는 획득 속도, 위험도, 기술성숙도에 따라 선택되며, 미래 디지털 전장의 민군 기술 적용 전략 수립에 중요한 분석 기준을 제공한다.<sup>[16]</sup>

#### 2.4. CTO 조직의 역할: 전략기술 기획과 MUM-T 기술 조정

CTO는 국방공학차관실 산하 핵심 전략조직으로, CJADC2 및 MUM-T와 직결되는 핵심기술군에 대한 중장기 전략 수립 및 기술개발 방향을 설정한다.<sup>[9]</sup> CTO 조직은 신뢰할 수 있는 AI와 자율성, 통합 네트워크 시스템, 마이크로전자, 5G 통신 기반 스펙트럼 운용, 인간-기계 인터페이스(HMI) 등 다양역 작전에 필수적인 기술군을 지정하고, 이에 대한 기술성숙도, 표준화 수준, 공급망 안정성 등을 분석하여 예산 및 정책 방향에 반영한다.<sup>[14]</sup> 특히 CTO는 CJADC2 체계 내에서 각 군(공군 첨단전투관리체계, 육군 통합전투실험, 해군 오버매치와 연계되는 기술 요소의 전략적 일관성을 확보하고, CDAO, DIU와 같은 기관들과 기술-조직-정책을 매개하는 조정 허브로 기능한다.<sup>[1][12]</sup> 예를 들어, 자율성 기술의 경우 모자이크 전쟁 개념에 따라 AI 기반 무인 플랫폼 간 협업 구조가 실증되고 있으며, 이 과정의 기술기획 및 요구조건 정의는 CTO 주도로 이루어지고 있다.<sup>[10]</sup>

CTO는 DoD가 제시한 'Cognitive Autonomy' 아키텍처를 통해 감지-판단-행동 간 루프를 통합하고, 인간-기계 협업 구조를 구현할 수 있도록 자율성 기반 CJADC2 플랫폼 설계의 방향성을 제공하고 있다. 이는 MUM-T의 기술 통합성과 시스템 간 상호운용성 보장을 위한 전략적 설계 프레임워크로, 기술-작전-예산을 연결하는 국방기술 거버넌스의 핵심축으로 작용하고 있다.<sup>[2][14]</sup>

### 3. CJADC2 플랫폼과 MUM-T 실증 프로젝트 분석

#### 3.1 Mosaic Warfare: 모듈화된 유무인 협업 체계

모자이크 전쟁은 DARPA가 주도하고 미 육·해·공군이 실전 개념으로 도입 중인 차세대 전투 프레임워크로, 기존의 플랫폼 중심 무기체계에서 벗어나 유무인 시스템, 센서, 무기, AI 소프트웨어 등을 모자이크 컴포넌트(Mosaic Component)로 모듈화하여 임무 중심으로 조합하는 방식이다. 핵심은 플랫폼 통합이 아닌 임무 요소의 동적 조립에 있으며, 이는 CJADC2 및 MUM-T 체계와 긴밀히 연결된다.<sup>[1][2]</sup>

미 국방부는 모자이크 전쟁 실현을 위해 2024년부터 2026년까지 핵심기술 분야에 예산을 연속 투자하고 있다. 특히 AI 기반 임무 판단 및 제어 기술에 대한 투자가 집중되고 있다. 모자이크 전쟁은 오픈 아키텍처, API 기반 제어, 자율 판단, AI 임무 재조립 기능을 통합하여, 유연하고 고속의 임무 전환을 가능하게 한다.<sup>[10]</sup>

대표적으로, 감시 드론이 적을 식별하면 Mosaic 알고리즘이 타격 드론과 유인기의 임무를 재편성하고, 인간 지휘관은 전략 판단만 수행한다. 이를 통해 모자이크 전쟁은 전장 유연성과 생존성을 높이며, 실패 시 재구성이 가능한 동적 전투 조성을 실현한다. 이 전략은 DIU의 민간 기술 실증, CDAO의 전술 AI 인프라와 연계되어 전군 확산이 이루어지고 있다.<sup>[12][13]</sup>

표 2. Mosaic Warfare 관련 기술 예산 주요 항목 (백만 달러)

Table 2 Key items in the Mosaic Warfare technology budget (\$M)

R&D 프로그램	연계 영역	'24	'25	'26(e)
인공지능 및 기계학습 기초연구	Mosaic Warfare 구성 알고리즘, 자율 판단 등	10.2	10.3	7.0
인공지능 및 기계학습 전환연구	전장 AI 기술 전력화 및 Mosaic 구성요소 제어	23.7	20.3	13.7
인공지능 및 기계학습 고도개발	XAI, MUM-T 기반 임무 재조립용 AI 제어기술	23.9	30.3	20.5
소형 무인항공체 대응 응용연구	유무인 협업 방어체계 구성	-	-	12.6

#### 3.2 ABMS: 클라우드 기반 공중 지휘통제

첨단전투관리체계는 미 공군이 추진 중인 차세대 지휘통제 플랫폼으로, 클라우드 기반 데이터 통합과 AI 중심 실시간 판단 체계를 통해 유무인 항공자산 간 고속 협업을 실현한다. 기존의 공중통제기(AWACS)의 한계를 극복하고, 공중-지상-우주-사이버 도메인 간 데이터 융합을 통해 전장 인식과 판단 속도를 획기적으로 향상시키는 것을 목표로 한다.<sup>[1]</sup> 첨단전투관리체계는 UAV, 위성, 유인기, 센서 간 데이터를 클라우드와 엣지 AI를 통해 자동 공유하며, MUM-T 기반 분산 임무 수행에 최적화된 구조를 갖춘다. 예산 측면에서도 그 중요성이 반영되어 있으며, 해군의 통합 C2 시스템, F-35 전투기의 AI 기반 C2D2 프로그램, 해병대의 CAC2S 등 연계 사업에 대규모 투자가 이루어지고 있다.<sup>[13][14][17]</sup> 작전 개념에서는 무인 드론이 탐지한 적레이더 정보를 클라우드로 전송하면, 유인기·위성·타격 드론으로 자동 분산되고, AI 판단 알고리즘이 인간 개입 없이 대응하는 구조이다. 이 과정은 CDAO의 AI 인프라 및 DIU의 5G/LEO

위성통신 기술과 연동된다.<sup>[2][12]</sup> 현재 첨단전투관리체계는 북미 항공우주방위사령부(NORAD)에서 시범 운영 중이며, 향후 CJADC2, 모사이크 전쟁, 통합전투실험 등과의 상호운용성을 강화할 계획이다.

표 3 ABMS 관련 예산 및 연계 영역 (백만 달러)

Table 3 ABMS-Related Budget and Linkage Areas (\$M)

R&D 항목	연계 영역	'24	'25	'26(e)
지휘통제 체계	클라우드 기반 통합 C2 체계, ABMS와 유사한 지휘체계 통합 플랫폼	84.8	144.4	64.5
F-35 지속능력 개발·전력화 프로그램	F-35 전투기 내 C2 기능 향상, ABMS와의 공중-지상 데이터 공유 가능	462.2	480.8	494.0
통합 합동표적 지휘통제체계	통합 표적 식별 및 실시간 C2, CJADC2 및 ABMS 아키텍처와 연계됨	9.0	21.4	-
공통 항공 지휘통제체계	공중 C2 통합 체계, 옛지 컴퓨팅 기반 전술 통제 및 실시간 데이터 공유	12.2	18.3	17.8

표 4 Project Convergence 관련 전술 네트워크 예산 (백만 달러)

Table 4 Tactical network budget for Project Convergence (\$M)

R&D 항목	연계 영역	'24	'25	'26(e)
합동 전술 네트워크 센터 (JTNC)	통신 상호운용성, 다영역 전장 표준화 실험	18.0	20.2	20.9
합동 전술 네트워크(JTN)	전술 네트워크 통합, 유무인 시스템 간 데이터 연동	29.2	31.2	41.7
전술 네트워크 무전 시스템 (하위 계층)	MUM-T용 저층 무선체계 (지상 단말기, 옛지 전송 장치)	-	4.3	3.2
비고	총 168,756천 달러 규모의 Project Convergence 실험 예산 확보	47.2	55.7	65.9

### 3.3 Project Convergence: 육군 기반 다영역 융합 실험

통합전투실험은 미 육군이 주도하는 차세대 통합전장 실험 프로그램으로, 다영역 작전(MDO) 실현을 위한 핵심 실행 플랫폼이다. 센서-분석-결정-타격의 고속화된 작전 사이클을 구현하기 위해 AI, 자율 시스템, 지휘통제(C2) 플랫폼, 타격체계를 실시간 네트워크로 연결하며, 분산형 지휘통제를 목표로 설계되었다. 기술적으로는 지상·공중·우주·사이버 도메인의 유무인 자산을 모듈화하고, 이들이 수집한 데이터를 AI가 실시간 분석하여 작전결정을 지원하는 구조를 갖추고 있다. 미 육군은 이를 위해 전술 네트워크 기술에 집중 투자 중이며, 특히 합동전술네트워킹 센터(JTNC)와 합동전술네트워크(JTN) 프로그램을 통해 유무인 시스템 간 데이터 연동과 전장 통신 상호운용성을 실험하고 있다. 예산 측면에서는 2024년부터 2026년까지 총 1억 6,800만 달러 이상의 예산이 투입되며, MUM-T 작전을 위한 저층 무선통신

체계도 포함된다.<sup>[13]</sup> 2022년 실험에서는 AI 분석을 통해 탐지부터 타격까지 의사결정 시간이 20분 이상에서 1분 미만으로 단축되는 성과를 기록하였다. 통합전투실험은 CDAO, DIU, USD(R&E)와 긴밀히 연계되어, 민간의 옛지센서와 AI 기술을 CJADC2 기반 구조에 실증하고 있으며, CAC2S와 연계된 공중-지상-우주 간 통합작전 능력도 시험하고 있다. 모사이크 전쟁, 첨단전투관리체계, 통합전투네트워크와 함께 CJADC2의 지상 기반 핵심 실증 플랫폼으로 자리잡고 있다.

표 5 Overmatch-ABMS-Convergence 비교

Table 5 Overmatch-ABMS-Convergence comparison

구분	Project Overmatch	ABMS	Project Convergence
주관군	U.S. Navy	U.S. Air Force	U.S. Army
실험 플랫폼 구성	함정, USV, 해상 UAV, 위성, 센서	유인기, UAV, 위성, 클라우드, AI 시스템	유무인 지상차량, 드론, 위성, 전술 클라우드
핵심 기능	해상 자산 간 전술 데이터 통합	공중 자산 간 실시간 데이터 공유	센서-AI-C2-타격 연결 자동화
	자율 판단 기반의 분산 작전	AI 기반 임무 판단	초고속 결심 구조
기술 기반	5G/LEO, Edge AI, DMO 연계	클라우드 기반 C2, 옛지 AI, 5G 통신	전술 옛지 컴퓨팅, 자동화 전장 AI, Tactical Network
연계 조직	CDAO, DIU, USD R&E, NAVWAR	CDAO, DIU, SpaceX, NORAD	CDAO, DIU, USD R&E, ARL, 마린/공군 연합
실증 사례	USV 간 통신 실험	센서-전투기-드론 간 자동 타격 루프	1분 이내 전술 판단 실험(2022년)
	Starshield 위성통신 연동		7개 시나리오 구성
특징 요약	해상 기반 분산 협업	공중 전장 중심 디지털 C2	지상 기반 초고속 결심 구조
	MUM-T 실증 고도화	지속확장형 네트워크	전군 연합 실험 중심
MUM-T 연계성	자율 USV-함정-UAV 간 협업 구성	유인기-무인기-위성 협업 및 타격 루프	유무인 복합 지상작전 팀 구성 및 실전 적용 가능성
NATO 연동 가능성	NATO 해군 공동훈련 적용 고려	NATO 공중경보체계(AE W&C) 연계 가능성	NATO 육군 MDO/지상작전 연합실험과 연결 기대

### 3.4 해군 Project Overmatch: 해군 기반 전술 데이터 융합

통합전투네트워크 (오버매치)는 미 해군이 주도하는 차세대 전술 네트워크 및 분산 지휘통제(C2) 실증 프로그램으로, 해상 자산 간 실시간 데이터 융합과 자율 기반 협업체계를 구현하는 것을 목표로 한다. 기존 해상작전은 통신 지연과 전파 방해로 지휘·정보 공유에 제약이 있었으나, 오버매치는 옛지 AI, 위성 통신, 자율 판단 알고리즘을 통해 이러한 한계를 극복하고 있다.<sup>[2][12]</sup> 오버매치는 분산해양작전(DMO) 및 CJADC2 구조와 통합되어, 함정, 무인수상정(USV), 해상 UAV, 센서 등을 옛지 컴퓨팅 네트워크로 연결한다. DIU는 스타일드 위성통신과 상용 5G 해

상 장비를 연계하여 고속·저지연 통신환경을 제공하고 있으며, 이는 유무인 해상 자산 간 협업을 가능하게 하는 기술 기반이 된다. [3][8] CDAO는 전술 메시지 자동 분류 및 우선순위화 기능을 통해, 인간 지휘관의 판단 부담을 줄이고 자율무기의 독립적 판단을 지원하고 있다. 센서가 탐지한 위협정보는 엣지 AI가 실시간 분석해 필요한 항목만 선별하여 인접 자산이나 자율 시스템에 전달하는 구조다. [1] 통합전투네트워크는 MUM-T 기반 해상 작전의 전제 조건으로 작동하며, 미 해병대·NATO와의 연합 및 상호운용성 확보를 위한 핵심 플랫폼으로 발전 중이다. 이는 CJADC2-MUM-T-민군 기술 실증을 통합하는 해상 베전으로, 단일 시스템이 아닌 전략적 실험체계로서의 위상을 지닌다. [4][7]

### 3.5 Overmatch-ABMS-Convergence 비교

미 국방부는 CJADC2 실현을 위해 각 군 주도로 MUM-T 기반 지휘통제 실험 프로젝트를 운영하고 있다. 표 5와 같이 통합전투네트워크, 첨단전투관리체계, 통합전투실험은 각각 해상·공중·지상 도메인을 중심으로 실증을 수행하고 있으며, 기술구조와 운영 전략에 있어 차별적 특성을 보인다. [1][2] 통합전투네트워크는 함정, USV, 해상 UAV 등 해상 자산을 엣지 AI, LEO 위성통신, 분산 네트워크로 연결해 자율 판단 및 협업을 실현하는 해군 주도 플랫폼이다. 민간 위성통신 기술(스타쉴드)과 CDAO의 전술 AI 필터링이 핵심 기반으로 작용하며, NATO 해군과의 연동 가능성도 제시된다. [3][7] 첨단전투관리체계는 공중 자산 간 고속 데이터 공유 및 자동 타격 루프 구현을 목표로 하는 공군의 디지털 지휘체계다. NORAD 등에서 시범 적용되며, 클라우드 통합, 엣지 AI, 5G/NTN 기반 통신이 전술 결심 속도를 극대화한다. [1][8] 통합 전투실험은 지상기반 MUM-T 실험을 통해 ‘센서-AI-지휘-타격’ 구조를 1분 이내로 단축하는 전략 실험으로, CDAO와 DIU의 AI 및 센서 기술이 통합되어 운영된다. 다영역 작전 (MDO) 실현을 위한 핵심 실증 사례로, NATO 육군과의 연합 가능성도 열려 있다. [5]

## 4. MUM-T 관련 핵심기술 체계 분석

### 4.1 DoD CDAO 기반 AI·데이터 인프라

CAO는 미 국방부 내에 신설된 조직으로, CJADC2 실현을 위한 핵심기술 인프라를 총괄한다. 특히 공군의 첨단전투관리체계, 육군의 통합전투실험, 해군의 통합전투네트워크 등 각 군 실증사업에서 요구되는 AI 기반 전술 판단, 데이터 공유, MUM-T 구조를 기술적으로 지원한다. [1][2] CDAO는 단순한 알고리즘 개발을 넘어, 통합형 AI-데이터 인프라를 기반으로 전술 의사결정 체계의 실시간화와 자동화를 구현하고 있다. CDAO의 전술 AI 인프라는 CJADC2 및 MUM-T 구현을 위한 핵심 기술 기반으로 작동한다. 먼저 데이터 레이크(Data Lake)는 센서, UAV, 위성 등에서 생성되는 비정형 데이터를 통합·표준화하여 저장하고, 이를 AI 학습 데이터로 활용한다. 예를 들어, 통합 전투실험에서는 실시간 전술 데이터가 AI 분석을 거쳐 타격 결정까지 연계되었다. [5] MLOps 플랫폼은 AI 모델의 학습-배포-검증 주기를 자동화하며, 첨단전투관리체계 실증에서는 기존 수개월 소요되던 AI 개선 주기를 수일로 단축했다. [12] 또한,

V&V 체계는 자동화 편향과 오작동 리스크를 줄이기 위한 검증 메커니즘으로, F-35 C2D2와 같은 전술 C2 시스템에서 인정적인 AI 운용을 가능하게 한다. [13] XAI 및 RAI Toolkit은 AI 판단을 인간 지휘관이 해석할 수 있도록 설계되었으며, CDAO는 Open DAGIR(책임 있는 인공지능 구현을 위한 개방형 가이드 라인) 기반의 기술·정책 연동 체계를 통해 민군 협업 구조를 운용하고 있다. [2][12] 이와 함께 5G/LEO 기반 통신 및 엣지 AI는 스타쉴드의 저궤도 위성통신과 연계되어 실시간 데이터 전송과 유무인 자산 간 협업을 지원하며, 통합전투네트워크에서 실증되고 있다. [3] 궁극적으로 CDAO의 이 같은 인프라는 단순 실험이 아닌, 작전 현장에서의 실시간 결심 지원과 자율 무기 체계 운용의 핵심 플랫폼으로, 2024~2026년 국방예산의 지속적 투자를 통해 고도화되고 있다. [13]

### 4.2 USE R&E DIU의 민간 기술 신속획득 프로세스(CSO 등)

DIU는 민간 기술을 신속히 전장에 도입하기 위한 민·군 융합 조직으로, CJADC2 및 MUM-T 기술 생태계에서 핵심 연결자 역할을 수행하고 있다. 국방공학차관실 감독 하에, DIU는 전통적 FAR 기반 조달의 한계를 보완하고자 CSO라는 독자적 획득 메커니즘을 운영한다. CSO는 기술 공모·시제품 실증·확산 전환의 3단계 구조로, 민간 기술을 빠르게 실증하고 전력화할 수 있도록 설계되어 있다. 표 6은 MTA, CSO, 전통 조달 방식 간 비교를 보여주며, CSO는 6개월~2년 내 실증 및 배치가 가능한 유연한 계약 구조와 민간 기술 중심 접근 방식이 특징이다. 대표 사례로는 스타쉴드 위성통신(2024), 엣지 AI 판단 모듈(2023), UUV용 MLOps(2023), 5G 전술모뎀(2024) 등이 있으며, 이는 통합전투네트워크 등과 연계되어 실전에서 검증되고 있다. DIU는 단순 조달 기관을 넘어, 민간 기술을 실험·확산·전력화로 전환하는 ‘기술 이동 경로’의 허브로 자리잡고 있으며, CDAO 및 국방공학차관실과 연계해 MUM-T 기술군의 성숙도 평가 및 상호운용성 확보에 중추적 기여를 하고 있다. FY2024~2026 예산에서도 신속 시제품 개발과 신속 전력화에 연평균 수천만 달러 수준이 배정되어 있으며, 이는 전군 실증 사업과 직·간접적으로 연결되고 있다.

표 6 획득 경로별 비교

Table 6 Comparison by acquisition route

획득 경로	중간단계 획득(MTA)		CSO	전통적 획득 방식
	Rapid Prototyping	Rapid Fielding		
소요 기간	5년 이하	5년 이하	6개월~2년	5년 이상
기술 접근 방식	민간 기술 기반 MVP 시제품 개발 및 실증	검증된 민간 기술의 조달 및 실전 배치	민간 혁신 기술을 공모 방식으로 실증	군 요구사항 기반 맞춤형 개발
계약 구조	OTA(Other Transaction Authority) 등 유연한 계약	상용기술 구매 및 소량 조달 계약	DIU 주도 경쟁입찰 후 실증 계약	FAR(연방조달규정) 기반 전통 계약
대표 사례	Edge AI 모듈 (2023), 자율비행 알고리즘 (2022)	Starshield 위성통신 (2024), 전술용 5G 장비 (2023)	MLOps for UUV (2023), 상용 센서 플랫폼	NGAD 전투기, 차세대 레이더, 무인 전차

주관 조직	CDAO, USD (R&E), DIU	CDAO, DIU	DIU 중심	USD(A&S), 각 군 획득사령부
-------	----------------------	-----------	--------	---------------------

#### 4.3 USE R&E CTO 산하 핵심기술

국방공학차관실의 CTO 조직은 국방부 지정 14개 핵심기술군 중 CJADC2 및 MUM-T 실현과 직접 연결되는 3대 기술군, 신뢰 가능한 인공지능 및 자율성, 통합 네트워크 체계, 마이크로전자공학/5G 전환-에 전략적 투자를 집중하고 있다.<sup>[9]</sup> 이들 기술은 통합전투실험, 첨단전투관리체계와 같은 실증사업에 적용되며, CDAO-DIU와 연계된 기술 실험의 기반을 형성한다. 표 7은 해당 기술군의 2024~2026년 회계 예산 흐름과 MUM-T 연계 구조를 요약한 것이다. ‘신뢰 가능한 AI’는 CDAO의 설명 가능한 전술 AI 및 DIU 엣지 센서와 연결되고, ‘통합 네트워크 체계’는 Overmatch -첨단전투관리체계- Convergence 전장 네트워크 연동을 기술적으로 뒷받침하며, ‘5G 전환’ 기술은 스타쉴드 위성 및 5G 모뎀을 통한 실시간 MUM-T 통신의 핵심 인프라로 작동한다. 궁극적으로 CTO 조직은 이들 기술의 성숙도 향상, 표준화 조달 체계 구축, 공급망 보안 확보를 통합적으로 관리하며, CJADC2와 MUM-T 기반 연합 작전 운용 가능성을 기술적으로 뒷받침하는 역할을 수행하고 있다.

표 7 CTO 산하 핵심기술 및 연도별 예산(백만 달러)

Table 7 CTO's Core Technologies and Annual Budget (\$M)

핵심기술군	MUM-T 연계	'24	'25	'26(e)
신뢰 가능한 인공지능 및 자율성	설명 가능한 AI, 자율 임무 판단, 인간-AI 협업 인터페이스 구축, Project Convergence, Overmatch 실험에 적용	322.3	297.7	237.7
통합 네트워크 체계의 체계)	이기종 플랫폼 간 상호연동성, 전장 네트워크 통합, 지휘통제 인터페이스 표준화, CJADC2 통합 구조의 기술 기반	117.9	113.5	69.4
마이크로전자공학 / 5G 전환	LEO/NTN 위성통신, SDR 기반 5G 모듈, 전술용 저지연 반도체, MUM-T 실시간 통신 기반 기술로 ABMS·Overmatch에 적용	72.8	78.2	78.9

#### 4.4 기술 간 통합성과 CJADC2 연동 메커니즘

CJADC2는 미 국방부의 전장 내 실시간 작전지휘-센싱-판단-타격을 통합하는 핵심 플랫폼으로, MUM-T의 작전 효율성과 생존성을 극대화하는 다계층 기술 융합 구조이다. 이 체계는 인공지능, 통신, 자율무기 등 첨단기술의 수직적 통합과 CDAO-DIU-국방공학차관실 등 조직 간 수평적 연계를 동시 구현함으로써, 모자이크 전쟁 및 통합전투네트워크 등과도 기술적으로 연동된다.

2025년 기준, 세 기관은 CJADC2 핵심 기술 기반을 각기 맡고 있다. CDAO는 약 2억 9800만 달러의 예산을 통해 설명

가능한 AI(XAI), 전술 판단 알고리즘, MLOps를 실증하며, ABMS와 통합전투실험에 적용하고 있다.<sup>[2]</sup> DIU는 약 7800만 달러를 투입하여 스타쉴드 위성통신, 5G 모뎀, 엣지 AI 센서 등의 민간 기술을 전장에 빠르게 도입하고 있으며, UAV-UUV와 전술 클라우드를 고속으로 연결하고 있다(DIU, 2025). CTO(국방공학차관실)은 약 1억 1350만 달러 규모로 Trusted AI, 통합 네트워크, 5G/LEO 기반 반도체 등 핵심기술을 조기 전력화하고, CDAO-DIU와 연계하여 기술성숙도(TRL)를 제고하고 있다.<sup>[13]</sup> 예를 들어, DIU가 확보한 5G 전술 모뎀은 UUV에서 수집한 데이터를 CDAO의 AI가 실시간 분석하고 우선 순위화하며, CTO의 검증기준을 충족한 결과만 CJADC2 지휘망으로 연동되어 타격 명령에 반영된다. 이처럼 전술 통신-AI 판단-자율 타격의 전 과정이 자동 연계되는 구조는 MUM-T 작전의 실시간 협업을 가능케 한다.

표 8 기술 주체별 기능 및 CJADC2 연동 메커니즘 (백만 달러)

Table 8 Functions and CJADC2 linkage mechanisms by technology subject (\$M)

기술 주체	주요 기능	CJADC2 내 연동 방식	'25년
CDAO	AI 모델 설계 및 MLOps 기반 운영	실시간 판단, 자율 명령 실행, 설명 가능한 AI 제공	297.70
DIU	민간기술 신속 실증 및 획득	Starshield 위성통신, 5G 장비, 엣지 AI 센서 → CJADC2 연동	78.20
CTO / USD R&E	핵심 기술 전략 수립 및 전력화	Trusted AI, Network SoS, 전술 반도체 기술 → CDAO 및 DIU와 연계	113.50
MUM-T 방식	모듈형 임무 단위 자산 조립	UAV-UUV-센서 연동 기반 자동 지휘통제(C2) 구조 적용	(비예산성 운영)

#### 5. 글로벌 안보 환경과 전략적 시사점

##### 5.1 미·중 전략기술 경쟁과 NATO 공동 대응

21세기 들어 미·중 간 전략기술 경쟁은 AI, 자율무기, 5G, LEO 위성통신, 양자기술 등 신흥 분야로 확대되고 있다. 중국은 국영 방산기업 주도로 AI 기반 전장 플랫폼과 대규모 위성망, 유무인 복합전투체계(MUM-T)의 조기 전력화를 추진 중이며, 이는 미국의 기술 우위에 구조적 도전으로 작용하고 있다. 이에 대응해 미 국방부는 국방공학차관실, CDAO, DIU를 중심으로 전략기술 로드맵, AI 기반 작전플랫폼, 민간 기술 신속 획득 체계를 통합 운영하고 있다. 이들은 CJADC2 및 MUM-T 구현의 핵심 기술 기반을 설계하고 있으며, 각 군의 모자이크 전쟁, 첨단전투관리체계, 통합전투네트워크 등 실증사업에서 AI 판단, 엣지컴퓨팅, LEO 통신 등을 검증하고 있다. 나아가 이러한 기술구조는 NATO와의 연합작전에도 긴밀히 연계되고 있다. NATO는 AI·자율성·상호운용성을 핵심 축으로 삼은 미래 전략(2040 S&T Trends)을 제시하고, 미국은 첨단전투관리체계-통합전투네트워크 실증 결과를 NATO 공동훈련과 플랫폼 통합에

반영하고 있다. 공통 기술 표준화는 CJADC2-MUM-T 체계의 글로벌 확산을 촉진하고 있으며, 이는 단순 전술기술을 넘어 전략기술-작전개념-동맹정책이 통합된 플랫폼 기반 대응 구조로 진화 중이다. 한국을 포함한 동맹국들은 이러한 구조와의 기술 연계 및 상호운용성 확보 전략 수립이 요구된다.

### 5.2 전장 분산화와 엣지 지휘통제의 기술적 필요성

현대 전장은 고정된 지휘소 중심의 작전 방식에서 벗어나, 지상·공중·해상·우주·사이버 등 다영역 전력이 실시간으로 연계되는 분산형 작전 환경으로 전환되고 있다. 이러한 변화는 작전의 판단과 실행을 엣지(Edge) 단위에서 수행하도록 요구하며, 센서-지휘-타격-보급 간의 일련의 주기가 중앙 본부가 아닌 말단 전투단위에서 실시간으로 처리되어야 한다. 이에 따라 미 국방부는 CJADC2 아키텍처를 기반으로 엣지 컴퓨팅, 경량형 AI, 저지연 통신, 전술용 반도체 등 분산 지휘통제 기술을 통합하고 있다. CDAO는 센서-AI-지휘체계 간의 흐름을 자동 조정하는 분산형 AI 구조를 실증하고 있으며, 이는 통합전투실험 및 통합전투네트워크 등에서 전술 판단 기능의 핵심으로 작용하고 있다.<sup>[2]</sup> 동시에, DIU는 스타일드 5G 전술 키트(Kit) 등 민간 통신기술을 전술 노드에 적용해, 엣지 자산 간의 고속 데이터 연계를 실현하고 있다. 국방부공학차관실 산하 CTO 조직도 고온·저전력 환경에서 작동 가능한 SoC(System-on-Chip) 기술에 전략 투자를 확대 중이다.<sup>[14]</sup>

이러한 엣지 지휘 구조의 핵심은 ‘지휘권 분산-정보권 집중’의 이중 구조에 있다. 각 유무인 플랫폼은 자율 판단 능력을 갖추되, 작전의 전체 맥락은 CJADC2 네트워크 허브를 통해 통합된다. 이는 AI-인간 협업을 전술 수준에서 실현하는 동시에, 도시 밀집지역 작전, 통신 재밍 환경, 사이버 위협 상황에서도 임무 지속성과 상호운용성을 보장하는 기반이 된다. 결국, 전술 엣지 AI, 5G/LEO 통신, 엣지 반도체, 기계학습운영 (MLOps) 기반 구조로 구성된 CJADC2 체계는 MUM-T 운용의 실시간 협업과 자율 결정을 뒷받침하는 차세대 전장 인프라로 자리매김하고 있다.

### 5.3 MUM-T 기반 연합작전 구성 가능성

CJADC2 기반의 MUM-T 체계는 단순한 유무인 전력 간 협업을 넘어, 미국과 동맹국 간 연합작전을 지원하는 전략적 통합 플랫폼으로 발전하고 있다. 이 체계는 다영역 작전(MDO) 실증 사업을 기반으로 하며, NATO, 오커스(AUKUS: Australia-United Kingdom-United States), 일본 등과의 상호운용성 강화 전략과 긴밀히 연계된다.<sup>[1][7]</sup>

미 국방부는 연합작전에서의 기술 통합을 위해 공통 데이터 포맷과 API 구조, 범용 작전 메시지 체계, 자율 판단형 AI 통제 알고리즘을 CJADC2에 적용하고 있다. 이러한 구성은 각국 자산이 현지 환경에 맞게 자율 작전을 수행하되, CJADC2 네트워크를 통해 통합 지휘를 가능케 한다. NATO도 5G 통신망, 분산형 공중 C2 플랫폼, 전장 시각화 체계 등을 공동 개발하며, 미군 시스템과의 기술적 호환성을 높이고 있다.<sup>[9]</sup> 스타일드 기반 LEO 위성통신과 같은 민간기술도 DIU를 통해 연합군 자산에 적용되며, MUM-T 기반의 실시간 협업 능력이 확대되고 있다.<sup>[3]</sup>

또한 통합전투실험 실험에서는 다국적 시나리오 하에 지상-공중 간 MUM-T 운용이 검증되었고, 향후 NATO 지상전력과의 연계 가능성도 논의되고 있다. 이러한 흐름은 MUM-T 체계가 인간-AI-자산 간 연합 작전의 실시간 협업 구조로 진화하고 있음을 보여준다. 결론적으로, CJADC2 기반의 MUM-T는 연합작전의 디지털 상호운용성을 실현하는 핵심 기술 플랫폼으로 부상하고 있으며, 복잡한 미래 전장에서 자산 간 자율성과 인간 판단 부담 경감의 균형을 구현하는 전략적 수단이 될 것으로 기대된다.

### 5.4 한·미 국방 거버넌스 체계와 CJADC2 연계 전략

CJADC2 기반 MUM-T 구조는 전장 정보 통합과 유무인 전력 운용, 연합 지휘통제의 표준화를 실현하는 미 국방부의 디지털 통합 거버넌스 핵심 모델이다. 이는 CDAO의 AI·데이터 인프라, DIU의 민군 기술 실증, CTO의 전략기술 조정 기능을 통합한 결과로, NATO·AUKUS·일본 등과의 다국 간 상호운용성을 기반으로 설계되어 있다.

한국도 TIGER-30, 전술 C4I 등에서 일정 수준 이상의 기술 기반을 보유하고 있어, 첨단전투관리체계와의 연동 가능성이 크다.<sup>[18]</sup> 이를 토대로 한·미는 ① 한미연합훈련 내 MUM-T 실증 환경 구축, ② CDAO 기반 데이터 구조와 호환되는 전술정보 API 개발, ③ DIU-KAI 협력 통한 민군 기술 연계, ④ XAI-RAI 기반 AI 통제 및 윤리 가이드 공동 개발 등의 전략을 추진할 수 있다.

정책적으로는 기술 표준화, 상호운용성 인증, AI 윤리 협정 체결이 병행되어야 하며, 한국형 CDAO 조직 도입도 고려할 수 있다. 이러한 정비를 통해 한국은 단순 전력 제공국을 넘어, 지휘권 공유와 기술 결정에 참여하는 전략적 동반자로 자리매김할 수 있으며, 이는 미·중 전략기술 경쟁 및 동북아 안보 균형 대응에 있어 핵심 전략 자산이 될 것이다.

## 6. 결론

본 연구는 미 국방부의 CJADC2 전략을 중심으로 MUM-T의 기술 통합, 실증사업, 조직 거버넌스를 종합적으로 분석하였다. 특히 CDAO, DIU, USD R&E, CTO 등 핵심 조직들이 전술 AI, 통신 인프라, 민군 기술전환 체계를 어떻게 연계하며, 첨단전투 관리체계·통합전투실험·통합전투네트워크 등을 통해 이를 실증하고 있는지에 주목하였다. 이들 구조는 단순 기술혁신 차원을 넘어, 미·중 전략기술 경쟁의 대응, NATO 연합작전의 상호운용성 확보, 전장 엣지 지휘통제 체계 확립 등 글로벌 안보 환경과의 정합성을 뒷받침하는 구조로 작동하고 있음을 확인하였다.

MUM-T는 하나의 장비나 작전 개념에 국한되지 않고, AI, 자율성, 5G/LEO 기반 통신, 마이크로일렉트로닉스, 엣지 컴퓨팅, 지휘통제 알고리즘이 유기적으로 결합된 전략 기술체계이다. 특히 CJADC2 플랫폼은 이러한 기술 요소들을 수직적(센서-AI-타격)으로 연동하고, 수평적(CDAO-DIU-CTO 간 기술경로 통합)으로 융합함으로써 실시간 전장 결심 체계를 실현하고 있다. 이는 단일 기술의 고도화보다, 다영역 기술 간 상호작용과 통합 아키텍처가 핵심이라는 점을 시사한다.

향후 정책·기술적 과제로는 다음 네 가지가 도출된다. 첫째, NATO 및 한미 연합체계와의 기술 표준화, 운용 프로토콜, 전술

데이터 구조 정합성 확보가 필요하며, 이를 위한 공동 실증체계(CDAO-DIU 연계)의 강화가 요구된다. 둘째, 엣지 지휘통제고도화를 위한 분산 AI 구조와 중앙 네트워크 통합 체계의 정립이 중요하며, 이를 위해 XAI-MLOps 체계와 LEO 기반 통신기기의 통합 운용이 필수적이다. 셋째, 민군 기술획득을 촉진하는 제도화 방안(CSO, MTA, OTA 등)을 정비하고, 미국의 전략기술군과 연계 가능한 국내 국방기술 전략 수립이 요구된다. 넷째, 한국형 MUM-T 생태계 구축을 위한 독자 기술개발 및 한미 공동실증 모델 설계가 필요하며, 이를 통해 한국은 CJADC2 기반의 연합작전 체계에서 전략적 동반자로 실질적 역할을 수행할 수 있다.

다만, 본 연구는 미국 국방부의 공개 정보에 의존한 분석이라는 한계가 있으며, 실험 결과와 사례 역시 시점별 차이가 존재한다는 점에서 제한적이다. 향후 연구에서는 동맹국의 CJADC2·MUM-T 추진전략 비교 분석, 한국군 차원의 실증 연구와 적용 가능성 평가가 병행될 필요가 있다. 이러한 보완을 통해 본 연구의 전략적 시사점이 더욱 구체화될 수 있을 것이다.

궁극적으로, 본 연구는 MUM-T를 단순한 기술 집합체가 아닌, 디지털 전장 지배권 확보를 위한 거버넌스 기반 통합 전략으로 규정하고자 하였으며, CJADC2 체계를 중심으로 동맹국 간 상호운용성과 기술공유 체계 설계가 향후 안보 경쟁 구도에서 결정적 변수로 작동할 것임을 제언한다.

## 사사

본 연구는 ETRI 연구운영지원사업의 일환으로 수행되었음. (25ZF1130, ICT 국가기술전략 정책연구)

## References

- [1] DoD, "Hicks Announces Delivery of Initial CJADC2 Capability," U.S. Department of Defense, Washington D.C.: DoD, 2024.
- [2] CDAO, "Chief Digital and Artificial Intelligence Office Overview," Washington D.C.: DoD, 2022.
- [3] SpaceNews, "Pentagon Embracing SpaceX's Starshield for Future Military Satcom," Washington D.C.: SpaceNews, 2024.
- [4] Kim, B. W., "Strategies for Autonomous MUM-T Defense Industry," \*Journal of Aerospace System Engineering\*, Vol. 17, No. 2, pp. 56-61, 2023.
- [5] U.S. Army UAS Center of Excellence, "U.S. Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010-2035," Washington D.C.: U.S. Army, pp. 63-64, 2010.
- [6] DTIC, "Unmanned Systems Integrated Roadmap 2017-2042," Washington D.C.: DoD, p. 39, 2018.
- [7] NATO, "Science & Technology Trends 2020-2040", Brussels: NATO Science & Technology Organization, pp. 6-104, 2020.
- [8] FCC, "FCC Authorizes SpaceX to Provide Broadband Satellite Services," Washington D.C.: Federal Communications Commission, 2018.
- [9] USD R&E, "Critical Technology Areas," Washington D.C.: DoD, 2024. <https://dod-critical-technology-area-roadmaps.zoiclabs.io/>
- [10] Kim, B. W. and G. E. Choi, "Level and Program Analytics of MUM-T System," *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*, Vol. 25, pp. 593-604, 2024.
- [11] NIST, "Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework," Vol. II, Gaithersburg, Washington D.C.: NIST, 2007.
- [12] Choi, J. K., Lee, Y. T., Park, H. S., Kim, B. S., and Kim, B. W., "Challenges to the Development of Manned and Unmanned Combat Systems," *Proceedings of the 13th International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, pp. 2362-2364, 2022.
- [13] USD R&E, "DoD Budget Request: Defense Budget Materials - FY2026," Washington D.C.: DoD, 2025. <https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/#detailed>
- [14] DIU, "DIU and CDAO: Deploying AI for Strategic Impact," Washington D.C.: DIU, 2025. <https://www.diu.mil/latest/diu-and-cdao-deploying-ai-for-strategic-impact>.
- [15] USD R&E, "B5G Network Customization for DoD," Washington D.C.: DoD, 2022.
- [16] DAU, "Adaptive Acquisition Framework," Washington D.C.: DAU, 2025. Available: <https://aaf.dau.edu/>
- [17] USD R&E, "Trusted AI and Autonomy Roadmap," Washington D.C.: DoD, 2025. <https://www.cto.mil/>
- [18] Kim, M. S. and Noh, Y. C., "Domestic and International R&D Trends and Development Directions of Manned and Unmanned Complex Systems," *Defense Science and Technology Information*, No. 103, pp. 46-48, 2021.