



Center for Future Warfare Studies,

Institute of International Studies at Seoul National University |

국제문제연구소 미래전연구센터 연구위원 워킹페이퍼 No.22.(발간일: 2025.2.8.)

# 데이터 기반 국방 서비스 확산 :

## 데이터 군사혁신의 과제

윤대엽

대전대학교 군사학과 교수

### I. 문제제기

러우전쟁과 이-하미스 전쟁은 '데이터 전쟁(data warfare)'의 전환적 쟁점이 되었다. 러우전쟁 초기 우크라이나군은 값싼 비군용 드론을 타격체계와 연계하여 정찰-타격 체계(reconnaissance-strike complex)의 비대칭적 혁신을 실험했다. 고도화된 우주체계나 항공 우주 감시정찰체계가 아닌 값싸고 작은 드론이 지상표적을 식별했을 뿐만 아니라, 데이터에 기반한 초정밀 타격체계가 러시아 지상군의 생존성을 위협했다. 데이터 기반 타격체계의 군사적 효과성도 고도화되었다. 미국이 지원한 HIMARS 체계, 155m M982 포탄(엑스칼리버)은 GPS유도를 통해 정밀타격체계의 효과성과 효율성을 증가시켰다. 반면, 감시정찰은 물론 방공지원이 충분하지 못했던 러시아의 대대전술단(BTG)은 값싼 드론에 의한 공격에서 조차 취약성을 노출했다. 데이터를 수집, 분석하고 타격자산을 효과적으로 동원하는데 플랫폼과 사용자를 연결하는 민간기술도 큰 영향을 미쳤다. 2022년 5월 우크라이나군이 도강작전 중인 러시아의 대대전술단을 전멸시키는데 'GIS아르타' 프로그램이 활용되었다(장민석 2022). GIS아르타는 우버 프로그램과 같이 드론, 스마트폰, GPS, 나토 정보체계가 수집한 정보를 분석해 전력, 사거리 등의 공격수단을 분석하여 동원할 수 있었다. 스페이스X가 구축한 스타링크(starlink)의 위성인터넷이 데이터 통신의 플랫폼으로 활용된 것도 데이터 전쟁의 전환적 특징이다.

'데이터 전쟁'은 전통적 군사전략과 군사체계(military system)에 전환적인 과제를 부과한

다. 군사혁신(RMA)은 정치목적을 달성하는 능력과 수단을 보유하는 것이다. 화학, 핵무기 등 화력(fire power)을 군사적으로 활용하는 군사기술혁명(MTR)은 전쟁의 패러다임을 도구의 전쟁, 기계의 전쟁, 정보화 전쟁으로 전환시켜왔다. 핵심표적을 확보하고 타격하는 정찰-타격 체계의 혁신이 그 본질이다. 그런데 군사체계의 디지털 전환이 '센서-슈터 체계'의 혁신을 수반하면서 표적이 아닌 데이터를 확보하고 이를 인공지능과 연계하는 지능화 전쟁으로 전환되고 있다.

역사적으로 전쟁에서 데이터를 군사적으로 활용한 것은 아날로그의 디지털 전환과 함께 시작되었다. 군사체계의 디지털 전환은 네트워크 단계(network phase), 플랫폼 단계(platform phase)를 거쳐 데이터 단계(data phase)로 전환되어 왔다. 컴퓨팅 기술이 군사체계에 수용되면서 지휘-통제체계(C2)는 지휘통제-통신(C3), 지휘통제통신 및 컴퓨터(C4)체계로 통합되었다. C4체계가 정보(I), 감시(S), 정찰(R) 정보와 통합된 C4ISR체계는 다시 사이버를 통합하는 C5ISR 플랫폼이 구축되었다. 1991년 걸프전쟁은 C4ISR을 활용하는 최초의, 그러나 제한적인 '정보화 전쟁(information warfare)'의 출발점이다. 미군은 육해공 및 우주의 정보자산을 활용하여 표적을 확보하고 정밀타격함으로써 지상군의 피해를 최소화하고 군사적 효과성을 혁신했다. 센서, 통신, 우주, 소프트웨어, 컴퓨팅 등 디지털 기술의 혁명적인 혁신에 수반되고 있는 '데이터 전쟁'은 정보화 전쟁과 다른 특징을 가지고 있다. 우선 감시정찰, 지휘통신은 물론 무인체계와 같이 군사체계의 전반적인 디지털화가 진전되고 있다. 디지털화된 군사체계는 정보화 단계의 네트워크를 넘어 사이버를 포함하는 C5ISR 플랫폼으로 통합되었다. 그리고, C5ISR 플랫폼에 인공지능(AI)기반 자율무기체계(AI-enabled Combat system)를 통합되는 인공지능 군사혁신(AI RMA)이 추진되고 있다(윤대엽 2024). 연산능력, 빅데이터, 클라우드 등 인공지능 삼위일체(AI Triad)를 C6ISR로 통합하는 인공지능 군사혁신은 네트워크, 플랫폼에 기반했던 군사체계를 빅데이터 기반으로 전환시킬 것이다.

세계 각국이 추진하고 있는 데이터 군사혁신(RDA, Revolution in Defense Data Affairs)의 궁극적인 목표는 인공지능 기반 군사체계로의 전환에 있다. 미 국방부는 2018년 '인공지능전략(AI Stratgy)'를 처음 발표하고 합동인공지능센터를 설치했다(DoD 2018a). 이어 같은 해 12월에 발표된 '클라우드 전략(Cloud Strategy)'은 클라우드를 통해 전투원이 데이터에 접근하고 활용하도록 함으로서 데이터 중심의 의사결정에 기반한 전략적 우위를 목표로 명시했다 (DoD 2018b). 이어 2019년 '디지털 현대화 전략(DoD Modernization Strategy)', 2020년 '데이터 전략(DoD Data Strategy)'을 발표했다.<sup>1)</sup> 2022년 인공지능, 클라우드, 빅데이터 및 디지털 전환의 총괄기관으로 설치된 최고디지털인공지능국(CDAO)은 2023년 인공

1) 미국의 인공지능, 빅데이터, 클라우드 및 디지털 전환관련 정책연혁은 최고디지털인공지능국(CDAO, Chief Digital and AI Office)의 홈페이지 참조 (<https://www.ai.mil/references.html>)

지능-빅데이터-클라우드를 통합한 ‘데이터, 분석 및 인공 지능 채택 전략(Data, Analytics and AI Adoption Strategy)’으로 통합하여 발표했다. 미국의 국방 디지털 전략은 빅데이터 기반 국방체계를 ‘전쟁의 안개(fog of war)’를 극복하고 전략적 우위의 기반으로 활용하는 것이다. 센서기술의 혁신은 싸고 많은, 스마트한 육해공 및 우주 플랫폼이 거대 데이터를 수집할 수 있게 되었다. 컴퓨팅 능력과 통신기술의 발전은 데이터를 수집, 저장, 분석하고 사용자의 목적에 따라 활용하는 인공지능 기술의 혁신 기반이다. 빅데이터의 양은 수집정보의 신뢰성을 증가시킬 뿐만 아니라 전장사물인터넷(loBT)을 통해 실시간 정보수집할 수 있게 되면서 데이터와 현실의 시간지체의 문제도 해결되고 있다. 인공지능이 고도화된다면 시간과 공간의 제약으로부터 자유로운 시계열 빅데이터의 저장, 분석능력을 통해 데이터 기반 예측능력도 고도화될 것이다. 인공지능이 고도화된 연산능력, 클라우드에 기반하여 빅데이터를 분석하면 군사적 효과성, 효율성에 있어서 ‘빅데이터 혁명(big data revolution)’이 가능하기 때문이다.

그러나, 빅데이터 혁명의 기술적, 경제적, 정치적, 그리고 군사적 활용에 대해서는 다양한 견해가 존재한다. 빅데이터의 상업화는 경재제로서 비경합적(Nonrivalry)이며, 고갈되지 않은 데이터의 본질적 특성에 기인한다(Jones and Tonetti 2020). 그러나, 개인정보의 투명성, 개방성이 정치적, 안보적 기밀성, 폐쇄성과 공존하는 ‘데이터 패러독스(data paradox)’는 민주주의와 권위주의, 보호주의와 자유주의와 관련된 이분법적 논쟁의 원인이다(Claver 2018). 안보적 목적에서 국방 데이터를 활용해야하는 군대는 투명성과 기밀성, 폐쇄성과 개방성, 상호운용성과 내적운용성(intraoperability)의 모순 가운데 데이터 군사혁신을 추진해야한다. 빅데이터는 군사전략, 군사체계, 군사혁신에 어떤 전환적 과제를 부과하고 있는가? 군사적 목적을 달성하는 기반으로 빅데이터 국방체계 구축의 과제는 무엇인가?

본 연구는 빅데이터 기반 국방서비스의 확산의 과제를 디지털 전환을 주도한 빅테크 기업과의 비교적, 역사적 시간에서 검토하고 데이터 군사혁신의 과제를 검토한다. 제2장에서는 (1) 디지털 기기의 네트워크화, (2) 디지털 기기의 플랫폼화를 거쳐, (3) 플랫폼 기반 빅데이터 단계 등 빅테크 기업의 디지털 전환을 통해 데이터의 상업화 과정을 분석한다. 이어지는 제3장에서는 디지털 기술의 혁신을 주도했던 군대가 플랫폼 기반 빅데이터 전환에서 빅테크 기업의 추격자가 된 요인을 분석한다. 제4장에서는 데이터 기반 국방서비스를 위한 빅데이터 기반 국방체계 구축의 과제를 세부적으로 검토하고, 한국의 데이터 혁신과제를 검토한다.

## II. 빅테크 기업의 빅데이터 혁신: 비교적 함의

디지털 전환이란 ‘정보, 컴퓨팅, 통신 및 네트워크 등 디지털 관련 모든 것(all things about digital)으로 인해 발생하는 사회적인 변화’를 의미한다 (Vial 2019). 역사적으로 디지털 전환은 디지털 기술과 기기의 개발단계, 디지털 기기의 네트워크 단계, 디지털 네트워크의 플랫폼화 단계를 거쳐 빅데이터를 분석, 활용하는 단계로 발전되어왔다. 2015년을 전후로 사용되고 있는 디지털 전환개념은 인공지능을 활용하는 기반으로 빅데이터, 클라우드, 연산능력, 사물인터넷 등의 기술성단(constellation of technologies)을 구축하는 포괄적인 전환을 의미한다(손형섭 2021). 디지털 플랫폼을 구축하고, 이를 기반으로 축적된 빅데이터를 경제적 목적에서 활용하는 빅테크 기업의 혁신은 역사적으로 (1) 네트워크 효과, (2) 데이터-네트워크를 상업화하는 DNA Loop 혁신, (3) 이를 통해 축적된 빅데이터의 양적, 질적 능력에 의해 진전되어왔다. 빅테크 기업의 성장과 혁신은 디지털 네트워크를 통해 생산, 축적된 빅데이터를 상업적 목적에서 활용하는 빅데이터 혁신의 과정이었다. .

1980년대 후반 군사적 목적에서 개발된 인터넷이 민간에 개방되고, 인터넷 보급이 늘어나면서 인터넷/통신(ICT)관련 기업이 급성장했다. ‘신경제 (new economy)’는 인터넷, PC와 같은 첨단기술이 노동생산성과 기업경쟁력을 혁신할 것이라는 낙관적 시각을 대변한다. ICT 기술에 의해 소통되는 정보는 기업의 시장에서 경쟁하고, 조직을 관리하며, 상품을 생산, 판매하는 경영논리의 본질적인 변화를 수반했다(Weber 1993). 앨빈 토플러 (Toffler and Toffler 1998)는 정보기술이 농업혁명, 대량생산과 소비체계를 구축했던 산업혁명에 이어 제조, 유통, 금융, 시장 등 경제체제를 변화시키는 세 번째 혁명(the Third Wave)이 될 것이라고 전망했다. PC를 소유한 미국가정은 1990년 15%에서 2000년 51%로 불어났고, 아마존, AOL, Yahoo 등의 기업이 급성장했다. 미국의 신경제 성장에 힘입어 한국의 닷컴벤처기업도 성장했다. 1997년 삼성SDS로 출범한 검색서비스 벤처인 네이버컴이 1999년 독립법인으로 분리되었다. 1998년 한게임커뮤니케이션, 엔씨소프트도 코스닥에 상장했다. 1998년말 200개 수준이던 벤처기업이 2001년 말 1만개를 돌파했다(이태호 2019). 그러나, 1995년부터 2000년까지 400%나 상승했던 나스닥 지수는 2002년 1300 수준으로 하락했고, 2000년 3월 2834까지 상승했던 코스닥 지수도 2000년 말 525로 81.3%나 하락했다.

〈표1〉 디지털화, 플랫폼화와 디지털 전환

구분	디지털화 (digitalization)	플랫폼화 (Platform)	디지털 전환 (DX)
핵심	데이터의 변환	정보처리과정	인공지능과 데이터활용
기술	네트워크	플랫폼화	빅데이터
쇼핑	e-commerce	social Commerce	빅데이터 비즈니스
검색	alorism	alorism Platform	
제조	디지털 기기	디지털 플랫폼(UI)	
소셜		SNS	
금융	e-banking	finetech	

닷컴버블의 붕괴는 경기과잉을 우려한 미 연준의 긴축정책, 미국의존 ICT 공급망의 취약 성과 함께, 무엇보다 시장규모의 성장보다 빠른 과잉투자가 그 원인이 되었다(박상현 2020). 1990년대 중후반부터 닷컴투자 열풍에 따라 ICT 관련 설비투자는 두자리 수 이상으로 증가했고, GDP 대비 설비투자 비중은 96년 5.6%에서 2000년 8.0%까지 상승했다. 산업경제체제의 '제3의 물결'의 주역으로 정의된 닷컴기업이 과잉투자로 위기를 맞게된 것은 닷컴투자와 비즈니스 모델이 (1) 온라인 공간을 활용하여, (2) 소비자와 공급자를 네트워크화하는 것에 제한되었기 때문이다. 디지털화 단계의 핵심쟁점은 아날로그 통신망을 인터넷으로 대체하는 통신기술, 그리고 오프라인 경제를 온라인으로 전환하는 것으로 제한되었다.

디지털화 단계에서 디지털 기술과 디지털 경제의 발전이 가진 전환적 특징은 전자상거래(e-commerce)와 소셜커머스 기업의 전략의 비교를 통해 설명할 수 있다. 한국의 전자상거래 기업은 1996년 인터파크, 1998년 옥션이 통신기업인 데이콤의 자회사로 설립되면서 시작되었다. 2010년대에는 위메프, 쿠팡 등과 같은 소셜커머스(social commerce)가 설립되었다. 전자상거래 기업과 소셜커머스는 공통적으로 디지털 기반 비즈니스 모델이다(유정현·정술이 2016). 전자상거래는 인터넷상에 가상의 상점을 구축하고 제품과 서비스를 거래하는 것이다. 디지털 네트워크에 기반하여 소비행위를 중개하는 시장이 오프라인에서 온라인으로 이전하면서 다수의 판매자와 소비자를 연결함으로써 생산과 소비의 편의성이 향상되었다. 판매자를 소비자를 네트워크화하는 사업모델의 수입원은 입점비와 중개수수료였고, 법적으로는 통산판매중개업으로 분류되었다.

반면, 2010년을 전후로 등장하기 시작한 소셜커머스(social-commerce)는 이전까지의 전자상거래를 '넷커머스(net-commerce)'로 재정의하는 혁신적인 변화였다. 소셜커머스는



사회관계망(SNS)에 기반하는 전자상거래다(구진경 2015). 전자상거래가 온라인에서 생산자와 소비자를 중개하는 ‘온라인 상점’에 국한되었다면 소셜커머스는 다양한 목적에서 확보한 이용자를 적극적인 마케팅의 기반으로 활용한다는 점에서 ‘플랫폼 커머스(platform commerce)’의 성격을 가진다. 2010년 쿠팡, 위메프, 티몬 등이 설립되면서 시작된 소셜커머스 시장은 2010년 120억원에서 5년만에 5조 5,000억원으로 성장했다. 소셜커머스 시장이 급격하게 성장할 수 있었던 것은 (1) SNS 사용자를 플랫폼으로, (2) 다양한 상품과 서비스를 판매하는 마케팅 전략에 기인한다. 소셜커머스는 2008년 그루폰(Groupon.com)이 SNS를 활용한 공동구매 서비스를 제공하면서 더욱 확산되었다(구진경 2015, 36-39). 그루폰은 공동구매를 통해 상품가격을 할인하고, 사용자가 SNS를 통해 공동구매정보를 홍보함으로써 다시 규모의 경제(scale of economy)를 확장하는 전략을 활용했다. 판매상품도 상품에 그치지 않고 퓨티, 외식, 공연 등으로 확장되었다. 소셜커머스가 상품과 서비스 가격의 경쟁력을 가질 수 있었던 것은 SNS 플랫폼에서 공유되는 정보가 홍보비용을 대체했기 때문이다. 홍보비용을 상품가격의 할인에 투자하면서 이용자 플랫폼을 확장하고, 규모의 경제를 실현했다. 아울러 소셜커머스는 유통산업 내 온라인과 오프라인을 통합하는 O2O(online to offline)를 주도했다(구진경 2015, 40). 온라인 소비의 만족도를 높이기 위해 물류센터, 배송 서비스의 경쟁우위 전략이 강화되었다. 상품기획, 환불, 교환, 배송 등 판매자와 소비자 사이에서 역할이 확대되면서 소셜커머스는 법률상 통신판매업자로 정의되었다.

2007년 출시된 아이폰(iPhone)은 1990년대 후반 시작된 디지털 체계가 네트워크 기반에서 디지털 플랫폼으로 발전하는데 결정적인 전환점이 되었다. ‘아이팟, 인터넷, 전화기 세 가지는 더 이상 분리된 것이 아니다’라는 스티브 잡스의 아이폰 프리젠테이션발언은 아이폰이 디지털 전환과정에서 가지는 특징을 단적으로 대변한다 (Jobs 2007). 아이폰은 사용자 인터페이스(User Interface)와 소프트웨어 기반 디지털 혁신을 통해 디지털 생태계를 네트워크 기반에서 데이터 기반으로 전환시키는데 기여했다. 아이폰은 전화기는 물론 PC, MP3 등 다양한 기기의 기능이 통합된 디지털 플랫폼이다. 인터넷에 상시 연결됨으로서 사용자와 사용자, 사용자와 시스템은 물론, 시스템과 시스템을 연결하는 모빌리티 네트워크를 제공했다. 아이폰이 혁신적인 니가 될 수 있었던 것은 하드웨어가 아닌 소프트웨어 운영체계에 있다. 스티브 잡스는 ‘애플이 아이폰을 직접 제조하는 것이 제대로 된 소프트웨어를 만들기 위해서다’라고 말한 것도 그 때문이다 (Isaacson 2012). 아이폰은 OS X 기반 운영체계를 통해 사용자, 아이폰, 인터넷, 시스템간의 인터페이스를 제공했다. 또, OS X 운영체계에서 운용될 수 있는 폐쇄적인 응용 소프트웨어(application software) 플랫폼인 앱스토어(appstore)와 인앱 결재를 통해 지속적인 수익을 창출할 수 있었다. 통신기능으로 제한된 디지털 기기의 경우 판매 이후에는 통신사만 수익을 독점했다. 애플은 응용소프트웨어 플랫폼을 통해서만 매년

100조원의 수익을 창출하고 있다 (오로라 2024).

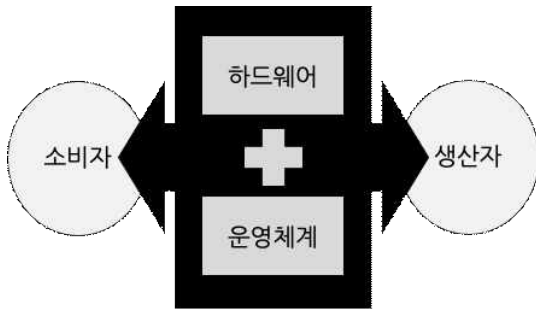
아이폰 출시 이후 하드웨어와 응용체계의 디지털 컨버전스(digital convergence)는 디지털 기술의 전후방 혁신을 가속화했다. (1) 첫째, 디지털 기기시장이 재편되었다. 2007년 이전까지 핸드폰 시장의 50%를 점유했던 노키아는 통신 기반에서 데이터 기반으로의 전환이 늦어지면서 2013년 모바일 사업을 매각했다. PC가 모바일 디지털 기기로 재편되고 PC판매가 감소하면서 PC산업도 재편되었다. (2) 둘째, 디지털 기기의 운영체제 시장도 변화되었다. 컴퓨터 운영체제에서 절대적인 비중을 차지하던 MS윈도우의 점유율도 하락했다. 2018년 윈도우의 점유율은 81.8%였지만 2023년 62%까지 하락했다. 반면 2010년 1.7%에 불과했던 애플 OS는 2023년 18.9%까지 증가했다(이경탁 2023). 하드웨어와 운영체제가 통합되는 디지털 컨버전스의 결과다. (3) 셋째, 통신산업의 산업구조도 재구성되었다. 데이터 중심 디지털 전환에 따라 무선통신기술(WiFi)이 빠르게 발전했다. 출시 당시 3G를 기반으로 했던 통신기술은 2011년 4G, 거쳐 2020년 5G로 발전했다<sup>2)</sup>. 모바일 디지털 기기의 사용목적이 음성, 문자에서 데이터로 전환되면서 통신사업자는 데이터 중심 요금제<sup>3)</sup>로 변경하면서 데이터 중심의 영업구조로 변경된 것이다. (4) 넷째, 디지털 콘텐츠의 기술과 시장도 혁신되었다. 문자, 음성은 물론 (대용량) 사진과 영상의 활용기반이 구축되면서 디지털 콘텐츠의 제작과 서비스 시장이 확장되었기 때문이다. 텍스트기반 SNS 플랫폼(ex. Facebook, X)는 사진, 영상 기반 SNS(ex. instagram)으로 확장되었다. 넷플릭스와 같은 스트리밍 플랫폼 기업이 전통적인 네트워크 중심의 OTT 서비스를 대체했다.

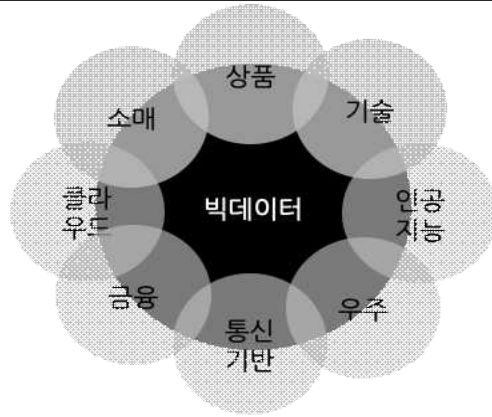
2) 1981년 1G 기술이 상용화된 이후 1990년 2G, 2003년 3G, 2009년 4G, 그리고 2020년 한국이 최초로 5G 기술을 상용화했음. 3G는 2Mb/s의 전송속도를 가졌다면 4G는 100Mb/s, 1Gb/s의 전송속도를 가지며, 기술개발이 진행중인 6G는 최대 1Tb/s로 5G대비 10-100배의 데이터 전송속도를 가질 것으로 예상되고 있음 (고남석 외 2023).

3) 한국 통신사업자의 경우 2011년부터 통신비는 무료화되 데이터 사용량에 따라 요금을 부과하는 데이터 중심 요금제를 시행했음

〈표2〉 2023년 세계 10대 빅테크 기업과 빅데이터 전환

구분	데이터 경제	한국	비고
쇼핑	아마존(4), 알리바바(10)	쿠팡	
검색	알파벳(3), Tencent(8)	Naver	
제조	애플(1), Nvidia(5), TSMC(7), 삼성(9), 테슬라		
소셜	메타(6)	카카오톡	
OS	MS(2)		
디지털 플랫폼 단계		빅데이터 전환	





네트워크, 플랫폼 단계를 거친 디지털 전환은 빅데이터 분석 및 인공지능 기술의 발전에 따라 빅데이터 단계로 전환되고 있다. 플랫폼 단계와 구분되는 빅데이터 단계의 특징은 세 가지다. 첫째, 디지털 기술, 상품, 소매, 금융을 포괄하는 사업영역의 중첩과 통합이다. 플랫폼 단계의 디지털 전환은 하드웨어와 운영체제를 통합한 디지털 플랫폼을 기반으로 소비자, 생산자를 연결하는 것이다. 쇼핑(아마존, 알리바바), 검색(알파벳), 제조(애플, 삼성), 소셜네트워크(메타) 등으로 출발한 빅테크 기업은 하드웨어, 운영체제는 물론 정보기술, 전기전자, 클라우드 등 데이터를 활용하는 사업영역으로 확장되고 있다. 디지털 플랫폼이 네트워크 효과에 따라 상호작용의 규칙을 새롭게 정의하기 때문이다 (김상배 2023, 37). 범용적, 중첩적 성격을 가지는 디지털 기술에 더해 함께 가용성, 다양성을 가지는 빅데이터가 네트워크 효과에 따라 편의성 중심의 규모의 경제를 구축하고 있다. 전자상거래(e-commerce) 업체로 시작한 아마존은 플랫폼 커머스를 거쳐 이를 통해 축적한 빅데이터를 기반으로 우주, 금융, 클라우드 등으로 확장되고 있다. 디지털 기기의 핵심부품인 반도체 생산기업인 삼성은 핸드폰은 물론 디지털 가전을 플랫폼화하고 상품, 기술, 금융 등의 영역으로 확장하고 있다. 빅테크 기업이 데이터 통신기반구축을 주도하는 것도 주목할 필요가 있다. 세계 디지털 데이터 전송의 95%는 해저케이블로 전송된다. 빅 테크 기업은 데이터 전송과 클라우드



서비스 목적에서 해저케이블망에 막대한 투자를 하고 있는데, 이에 따라 2012년 10% 수준이었던 빅 테크 기업의 해저케이블 지분은 2022년 66%로 증가했다 (Mims 2022).

둘째, 빅테크 기업의 사업확장은 빅데이터가 아니라, 빅데이터를 기반으로 하는 인공지능 활용에 있다. 제조업에서 빅테크 기업으로 성장한 사례는 특히 흥미로운 사례를 제공한다. TSMC를 제외하면 <표2>에 포함된 빅테크 기업은 빅데이터 및 인공지능 기술개발에 참여하고 있다는 공통점이 있다. 그래픽 처리장치(GPU) 제조기업으로 출발한 엔비디아의 경우 인공지능 컴퓨팅에 특화된 GPU 기반으로, 클라우드 및 데이터 센터, 인공지능 및 머신러닝, 자율주행 등의 사업을 통해 수익을 창출하고 있다(문준호 2023). 전기자동차 제조로 출발한 테슬라의 경우 (1) 사물인터넷 기술을 통해 빅데이터 및 데이터센터를 구축하고, (2) 저궤도 위성인 스타링크를 구축하여 우주인터넷 기반을 통해 (3) 자율주행 기술을 개발하고 있다. 마지막으로, 빅데이터 기반 플랫폼의 플랫폼이 중첩되면서 빅테크 기업은 네트워크, 플랫폼을 넘어 그 자체가 시장이 되었다.

빅테크 기업이 주도한 빅데이터 혁신의 특징은 세가지로 요약할 수 있다. 첫째, 인터넷이라는 범용 기술이 넷커머스, 플랫폼 커머스 기업과 같은 빅테크 기업의 성장도구가 된 것은 온/오프라인(O2O) 사용자를 플랫폼화했기 때문이다. 둘째, 디지털 기기, 네트워크, 소프트웨어를 컨버전스한 유저 인터페이스 기기의 혁신은 빅데이터 기반 디지털 전환을 촉진했다. 셋째, 빅테크 기업은 비경합성(non-rivalry), 비고갈적(non-depletable) 경제재인 빅데이터를 생산, 소매, 금융 및 엔지니어링에 활용하여 상업화하고 있다. 아래에서는 (1) 디지털 기술의 개발, 디지털 네트워크 단계의 혁신을 주도한 군대가, (2) 디지털 플랫폼과 이를 기반으로 하는 빅데이터 혁신에 있어서 빅테크 기업에 뒷쳐진 과정을 분석하고, (3) 경제재가 아닌 안보재로서 빅데이터 군사혁신의 과제를 분석한다.

### III. 디지털 전환과 군사혁신: 역사적 교훈

데이터는 기계화 전쟁을 정보화 전쟁으로 전환시킨 디지털 기술혁신 이후 군사혁신의 핵심쟁점이 되어왔다. 전쟁사에서 정보(information), 첩보(intelligence)를 대체하여 데이터 개념이 중요하게 된 것은 디지털 기술과 무기의 발전 때문이다. 지식, 정보, 첩보, 전쟁의 승패를 결정하는 중요한 요인이었다. 도구의 전쟁과 기계화 전쟁 시기 문자, 음성, 그림, 숫자 등 정보전달 수단에 국한되던 데이터는 읽, 지식, 또는 정보로 정의되었다. 도구의 전쟁시기의 병법서인 ‘손자병법’ 전쟁승리를 위해 지혜와 정보를 중요하게 판단했다 (채일주 2023). 산업혁명 기술을 무기화한 기계화 전쟁시기 데이터의 생산과 소통, 활용방식이 변화되었다. 아날로그 기술발전에 따라 문자, 음성, 그림, 숫자 이외 사진, 영상도 정보의 수단으로 활용될

수 있었다. 또, 항공기 등의 발전에 따라 정보의 수집, 소통 범위가 시야(line of sight)에서 지평선(over the horizon)으로 확대되었다. 기계화 전쟁의 군비경쟁이 제공권 및 제해권의 우세를 목표로 한 것은 정보역략의 영역과 일치한다 (박창희 2021).

디지털 기술과 무기의 혁신은 군대에 의해 주도되었다. 핵 혁명 이후 미소의 핵 군비경쟁은 디지털 기술혁신의 전환점이 되었다(Leese 2023). 태평양전쟁에서 일본의 카미카제(神風)공격으로 큰 피해를 입은 미 해군은 제트엔진 시대 방공시스템의 혁신을 위해 해군전술 데이터시스템(NTDS) 정보관리 컴퓨터 개발을 시작했다. 같은 이유에서 미 공군도 반자동지상환경(SAGA)라는 통합조기경보 및 방공전투시스템을 개발했다. 미 공군과 해군이 주도한 컴퓨터 시스템개발은 데이터 링크체계는 물론, 트랜지스터, 집적회로(IC)등 군대, 기업, 연구의 상호적인 혁신을 촉진했다. 1957년 ‘스푸트니스크’ 이후 미국이 우주군사혁신은 오늘날 인터넷으로 불리는 ARPANET<sup>4)</sup> 기술을 개발하는게기가 되었다. 인공위성을 지상체계(ground system)와 연결하는 기술이 개발된 것은 핵 공격 이후 정보소통을 위한 네트워크의 필요성 때문이다. ARPA의 네트워크 기술개발 프로젝트(ARPANET)는 폴 바란(Paul Baran)이 제안한 분산 통신 네트워크 이론을 활용하여 컴퓨터 시분할을 확장하는 것이다.

핵 군비경쟁과 함께 육해공의 군사전략 역시 디지털 시스템의 연결을 촉진시켰다. 상호확증파괴(MAD)를 위한 군비경쟁으로 핵 무기체계가 고도화되면서 핵 탄두, 운반체계는 물론 육해공 및 우주를 포괄하는 정보체계의 통합이 필요하게 되었다. 핵 억지경쟁의 핵심 논리는 생존성에 있다 (Lieber and Press 2017). 핵무기의 화력을 감시정찰 및 투발수단과 연계하는 보복적 억지력 경쟁이 1960년대 후반 거부적 억지력으로 확대되면서 다출처정보체계의 통합기술 개발이 촉진되었다. 1970년대 전력화된 탄도미사일 방어체계(ABM)는 감시정찰-지휘결심-요격체계의 통합하는 C4ISR 체계의 출발점이 되었다. 베트남 전쟁 직후 미국이 추진한 제2차 상쇄전략은 디지털 기술의 혁신을 촉진했다. 제2차 상쇄전략은 정밀타격체계와 지휘통신체계의 혁신을 목표로 정찰-타격체계를 혁신했다. 그리고 기술주도 군사혁신인 공지전투(airland battle) 전략으로 구체화되었다. 공지전투는 전장체계(battlefield framework)와 통합전투(integrated battle) 개념을 기반으로 하는 공세적 방어(active defense) 전략이다(지효근 2019). 공지전투는 중심, 근접, 후방으로 세분된 전장체계에서 근접, 후방지역에서 기동방어를 수행하는 지상군과 함께 공군이 중심(deep area)에 위치한 제2제대를 공격함으로써 통합적, 공세적 방어를 수행하는 것이다. 전수수행개념의 실현을 위해 아파치공격헬기, UH-60 다목적헬기, M1전차, M2장갑차 및 MGM-140 육군전술미사일 시스템(ATACMS) 등 소위 미 육군의 ‘Big 5’ 무기체계가 개발되었다 (지효근 2019, 163).

<sup>4)</sup> ARPANET은 이후 방위고등연구계획국(DARPA)로 확대개편된 고등연구계획국(ARPA)가 주도하 네트워크기술연구에서 기원함

미 공군은 중심작전을 위해 EF-111 전자전기, 레이더추적미사일을 개발했다. DARPA가 추진한 ‘어설트 브레이커(Assault Breaker)’ 프로젝트는 지상과 항공체계레이더(Pave Mover), 전기광학센터, 전자기파 등 센서체계와 데이터 처리를 요격체계와의 통합을 목표로 개발된 것이다(Van et al. 1991, 5.1-5.20). 지상-항공의 통합전투개념에 기반하여 정찰, 통신, 지휘, 요격기술을 아날로그에서 디지털로 통합하는 개념과 기술이 설계되었다. 1992년 구소련 참모총장 니콜라이 5세는 ‘컴퓨터 혁명 없이 군대와 무기는 무의미하다’고 미소군비경쟁의 결과를 평가한 바 있다(Leese 2023, 102). ‘경제혁명 없이 컴퓨터 혁명은 불가능하고, 정치혁명 없이 경제혁명이 불가능하다’는 말은 디지털 기술에 기반한 미국의 군사혁신의 전략적 함의를 대변한다.

1980년대 미국이 추진한 전략방위구상(SDI)은 우주를 포괄하는 디지털 군사혁신을 촉진했다. 우주기반 전쟁을 위해서는 우주와 지상(S2G)은 물론 지상과 지상(G2G), 우주와 우주(S2S)라는 공간의 통합이 필요하다. 이를 위해 플랫폼으로서 우주체계, 발사체계, 지상체계, 통신체계, 유저체계(user system) 등의 기술이 개발되었다. 또, 감시정찰, 정보분석을 위한 센서기술, 통신기술과 정보처리기술도 혁신적으로 발전했다. SDI를 통해 구축된 우주군사혁신의 결과가 전장에서 현실화된 것은 1991년 걸프전쟁이다. 걸프전쟁이 첫 번째 정보화 전쟁, 또는 마지막 기계화 전쟁으로 불리는 것은 ‘정보력’이 전쟁양상을 지배했기 때문이다. 디지털 기반 군사체계에서 생산, 소통, 활용되는 정보력은 지휘, 통제, 통신, 정보, 감시, 정찰 등 C4ISR은 물론 전력지원체계의 군사적 효과성과 효율성을 혁신했다. 한편 1991년 걸프전쟁은 ‘디지털 전쟁(digital warfare)’의 전환점이기도 하다. 감시정찰, 정보판단, 지휘결심, 작전수행 등 OODA 루프의 디지털 기반을 파괴, 마비, 무력화하는 것도 군사적인 작전목표가 되었기 때문이다. 1991년 걸프전에서는 디지털 기반 살상무기(digital lethal weapons) 뿐만 아니라 EA-6B, EC-130 등 디지털 기반 비살상 무기 (digital non-lethal weapons)이 사용되었다. 1993년 존 아퀼라와 데이비드 론펠트가 제시한 ‘사이버전쟁(Cyberwar)이 온다’는 글은 비물리적 공간에서 비화력 수단을 통해 수행되는 디지털 전쟁의 미래에 대한 논쟁을 촉발시켰다(Arguilla and Ronfeldt 1993).

도구의 전쟁, 기계의 전쟁, 정보화 전쟁에 이어 세계 각국은 군사체계의 디지털 전환(digital transformation)을 목표로 하는 다원적, 동시적 군사혁신을 추진하고 있다. 군사체계의 디지털 전환은 1950년대 미소의 군비경쟁을 통해 촉발되었다. 이와 비교할 때 현재 진행되고 있는 디지털 전환은 인공지능, 빅데이터, 클라우드 등 디지털 군사혁신(digital RMA)은 인공지능을 무기화하기 위한 데이터 기반을 구축하는 것이라는 점에서 상이하다. 미 국방부는 2018년 인공지능 전략(DoD 2018)을 발표한 것을 시작으로 클라우드 전략(DoD 2018), 디지털 현대화 전략 (DoD 2019), 데이터 전략(DoD 2020), 소프트웨어 전략(DoD 2022)을

발표했다. 2023년에는 이를 “데이터, 분석, AI 채택전략”으로 통합하여 발표했다(DoD 2023).

앞서 검토한 것처럼 디지털 기술은 군사적 목적에서 개발되었고 군대는 디지털 전환을 선도했다. 그런데, 디지털 기술, 기기의 개발과 네트워크를 주도했던 군대가 디지털 전환에서 빅테크의 추격자되었다. 2000년대 이후 검색엔진, 소셜 네트워크(SNS), 온라인 쇼핑, 클라우드, AI 등 빅테크 기업이 급성장했다. 2022년 기준 GDP 대비 데이터 경제(직접가치)의 비중은 미국 1.40%, 중국 0.90%, EU 0.70% 수준이다 (한국데이터산업진흥원 2023, 106). 2030년까지 빅테크 기업의 성장이 디지털 하드웨어(ICT) 산업보다 빨라지면서 디지털 경제(데이터 경제+디지털 기술)의 성장을 견인하게 될 것이다(OECD 2020). 2023년 말 기준 MS, Alphabet(구글), 아마존, 메타플랫폼스, 애플, 엔비디아, 테슬라 등 ‘매그리피센트 세븐’로 대표되는 빅테크 기업을 포함한 상위 10개 기업의 미국 주식가치 비중은 29.3%에 달한다(윤시윤 2024). 빅테크 기업이 급성장하면서 세계 주식시장에서 미국 시가총액이 차지하는 비중도 48.1%로 20년만에 최대치를 기록했다 (송주희 2024). 반면 2015년 20%였던 중국기업의 시총비중은 10%로 하락했다. 2020년 시총기준 상위 10개사에 포함되었던 텐센트와 알리바바의 경우 텐센트가 26위로 하락했다.

빅데이터 혁신을 주도하는 빅테크 기업의 성장은 핵심 서비스를 통해 확보한 데이터를 금융서비스, 전자상거래, 소셜미디어, 소프트웨어, 스트리밍은 물론 상품제조의 기반으로 활용했기 때문이다. 빅테크 기업이 빅데이터를 상업적 경쟁력을 활용하는 핵심요인은 (1) 빅데이터 능력 (2) 네트워크 외부효과와 (3) 데이터를 상업화하는 DNA (data-network-activity)의 상호작용에 있다. 플랫폼을 통해 수집, 축적된 빅데이터의 질적, 양적 능력이 증가하고 있다. 빅데이터의 상업적 활용을 위해서는 속도(velocity), 양(volum), 가치(value), 다양성(variety), 진실성(varacity) 또는 가변성(variability) emd 5Vs가 충족되어야한다. 빅테크 기업이 제공하는 서비스에 참여하는 고객이 많아질수록 빅데이터의 가용성, 신뢰성이 증가하는 네트워크 효과가 발생한다. 고객이 증가하면 투자, 기술비용을 상쇄하는 규모의 경제가 발생하며, 빅데이터 분석을 통해 서비스의 서비스(service of service)를 통합하여 플랫폼으로 확장할 수 있기 때문이다. 빅데이터 기반 빅테크 기업의 혁신이 비경합적인 동시에 고갈되지 않는 데이터의 본질에 있다는 점도 중요하다. 화석연료, 자원과 달리 데이터는 재사용될 수 있으며, 중복성을 가지는 비경합적 경제재의 성격을 가진다.<sup>5)</sup>

디지털 기술의 혁신을 주도했던 군대가 빅테크 기업의 추격자가 된 것은 ‘데이터 전환’에

<sup>5)</sup> 물론 데이터의 개방성과 경제적 활용문제는 디지털 통상질서의 쟁점이 되고 있음. 개방성과 경제적 활용을 원칙으로 하는 미국주도의 데이터 자유주의, 주권성과 국가적 통제를 원칙으로 하는 중국주도의 데이터 보호주의, 그리고 책임성을 원칙으로 하는 EU주도의 데이터 책임주의가 상호경쟁하고 있음

뒤쳐졌기 때문이다. 군대의 정보, 데이터 관리는 개방성, 범용성이 아닌 보안성, 폐쇄성을 원칙으로 한다. 정형화된 데이터가 아닌 비정형, 가변적 전장(battle field) 및 전구를 데이터화해야 한다는 점도 차별적이다. 육해공군의 센서-슈터 체계마다 배타적 네트워크가 구축되면서 상호운용적 데이터(interoperable data)가 아닌 내적운용성(intraoperability)을 원칙으로 국방 데이터가 관리된다. 또, 하드웨어 중심의 무기체계를 운용하는 조직의 특성상 소프트웨어의 획득과 성능개량은 물론, 하드웨어와 소프트웨어를 통합하는 유저 인터페이스의 혁신도 지체되었다. 아래에서는 빅테크 기업의 빅데이터 혁신과의 비교를 통해 빅데이터 군사혁신의 과제에 대해 검토한다.

#### IV. 빅데이터 기반 군사혁신: 전략적 과제

빅데이터 기반 국방체계(big data-based Defense system)의 최종상태(end-state)에 대해서는 이미 공통된 비전이 제시되었다. 디지털 무기를 활용하는 디지털 군대의 역량은 데이터와 데이터 분석능력에 의해 결정될 것이다(OCIO 2020). 군대의 디지털 전환이란 육해공군 전력의 합동성, 그리고 지상, 해상, 공중은 물론 사이버·우주를 포괄하는 공간우세를 위해 지휘-전력-작전의 디지털 전환과 디지털 상호운용성을 강화하는 것이다(OCIO 2021). 지휘체계, 무기체계, 부대구조 및 병력체계 등 군 구조의 디지털화와 함께, 감시정찰, 정보판단, 지휘결심, 무기체계 등 OODA 루프 체계의 디지털 상호운용성을 혁신하는 목표가 추진되고 있다.

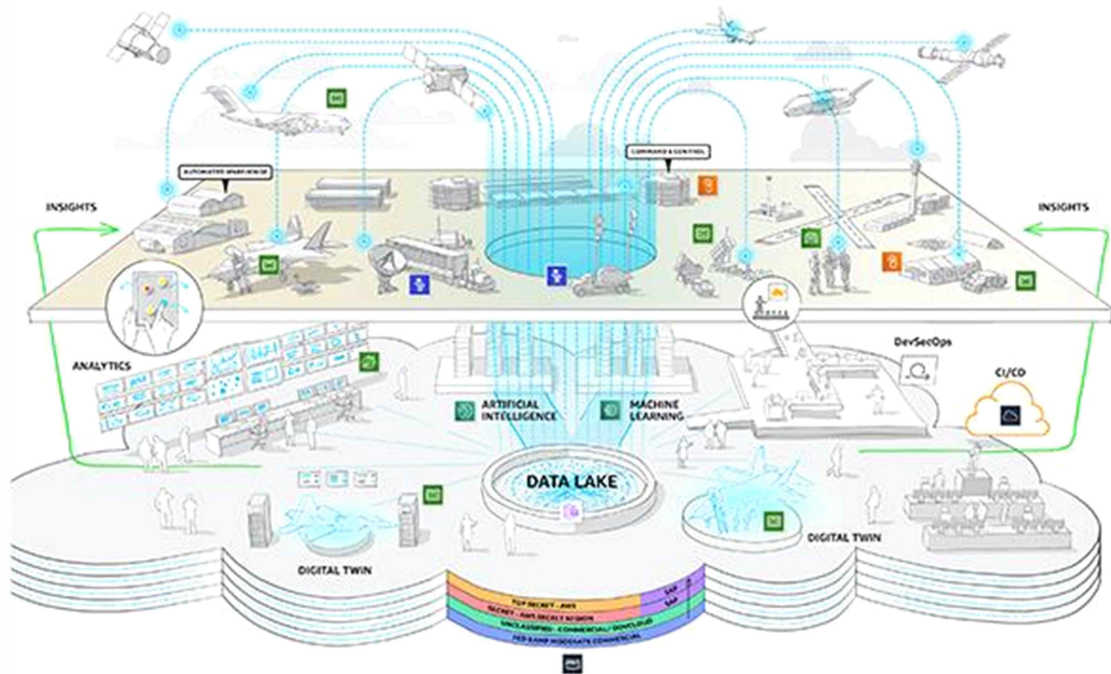
'국방 클라우드 아키텍처(Defense Cloud Architecture)'는 인공지능, 빅데이터, 클라우드와 동시적, 병행적 과제로 추진되고 있는 국방 디지털 전환의 목표를 설명한다(그림1). 미군은 데이터 계획(2020), 클라우드 계획(2020), 디지털 전환 계획(2021)에 따라 2022년 4개 빅테크 기업<sup>6)</sup>과 국방 클라우드 아키텍처를 구축하고 있다. 국방 클라우드 아키텍처는 인공지능-빅데이터-클라우드를 자율/반자율 무기체계의 플랫폼을 구축하는 사업이다(윤대엽 2024). 무기체계의 디지털화, 운용체계의 디지털 전환은 궁극적으로 감시정찰, 무기체계, 지휘통신 등 국방체계(C6ISR)의 국방 디지털 트윈(defense digital twin)을 구축하게 될 것이다. 디지털 트윈은 사물인터넷, 클라우드, 가상·증강·혼합현실(AR/AR/MR), 데이터 처리 및 모델링 등의 기술을 활용하여 물리적 실체, 공간이 디지털로 복제되어 네트워크로 연결되는 것을 의미한다(Mendi, Erol, and Dogan 2021). 이를 위해서는 물리적 실체를 디지털화한 빅데이터, 데이터의 수집, 저장, 축적하는 네트워크 기반으로서 클라우드, 빅데이터를

<sup>6)</sup> 2018년 MS와 국방 클라우드 계약을 체결했지만 독점, 안보문제를 이유로 2022년 MS, 아마존, 구글, 오라클 등 4개 업체와 90억 달러 규모의 국방 클라우드 서비스 계약을 체결했음



분석, 활용하는 인공지능 기술의 동시적, 상호보완적인 발전이 수반되어야 한다. 빅데이터의 분석과 활용을 위해서는 빅데이터의 분석기술 뿐만 아니라 연산기능의 비약적인 발전도 필요하다. 디지털 자산(digital asset)이 데이터화되는 것은 물론, 실시간으로 네트워크로 연결되어 데이터를 생산, 축적하며 인공지능에 의해 통제되는 국방 디지털 트윈이 구축된다면 전력체계의 운용은 물론 전력지원 체계의 효율성이 증가할 것이다 (강인욱·오자훈 2024, 385-389). 지형, 기상 및 전장사물인터넷(loBT)에 의해 구현되는 디지털 전장(digital battle space)은 감시정찰, 지휘결심 및 자율무기체계를 운용하는 작전적 효과성과 효율성을 증대한다. 무기체계 개발에 있어서 기간, 비용, 성능의 감소는 물론 디지털화된 무기체계의 운용, 유지, 군수지원의 효과성의 기반이다. 실시간으로 데이터화된 전장정보의 가시성은 다영역, 광역화된 전장에 대한 군수지원을 혁신할 수 있다.

〈그림1〉 국방 클라우드 아키텍처

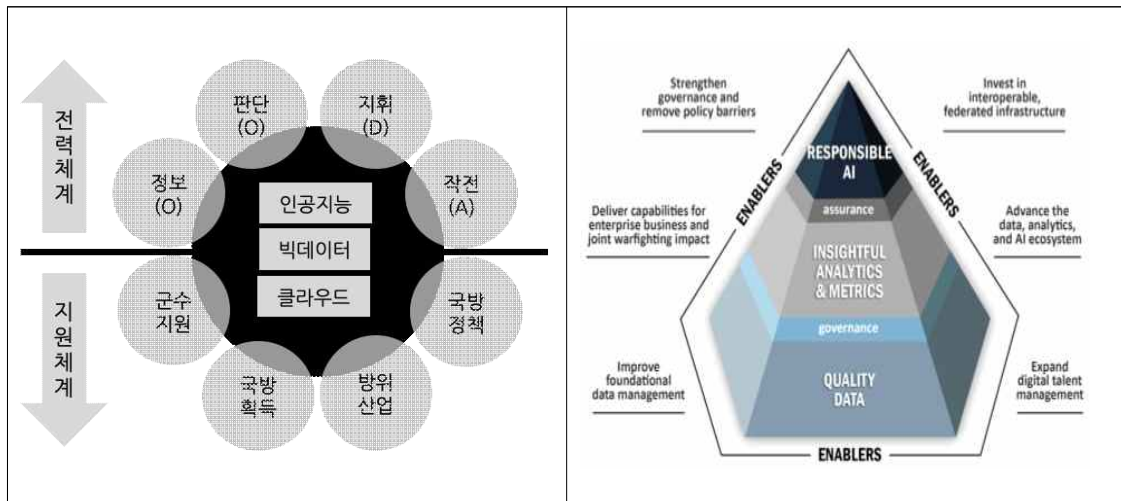


자료: 아마존웹서비스(AWS) (<https://aws.amazon.com/ko/federal/defense/>)

빅데이터 기반 국방체계 구축의 최종상태로서 국방 디지털 트윈에 대한 개념, 그리고 이를 기반으로 하는 군사적 효율성과 효과성에 대해서는 이견이 없다. 그러나, 전략-비용 합리

적인 빅데이터 기반 플랫폼을 구축하는 국방체계의 과제는 빅 테크 기업과 본질적으로 상이하다. 이윤이 아닌 안보, 소비자가 아닌 적대국과의 군비경쟁을 위해 빅데이터를 수집, 축적하고 활용해야 한다는 점에서 빅 테크 기업의 데이터 전환과는 차이가 있다. 하드웨어와 운영체계를 동시에 빅데이터화 해야하는 과제도 중요하다. 앞서 검토한 바와 같이 디지털 플랫폼이 빅데이터 단계로 전환되면서 빅테크 기업의 사업영역의 하드웨어와 운영체계의 컨버전스도 촉진되고 있다. 소매, 제조, 검색, 소셜, 금융 등 수익창출의 대상인 소비자의 다원적 이해관계에 따라 구축된 차별화된 플랫폼이 빅테크 기업이 빅데이터를 구축하는 수단이 되었다. 그러나, 다양한 디지털 자산(무기체계)을 다원적인 작전적, 기술적 목표를 가진 사용자(육해공군)가 활용해야 하는 군대는 무기체계의 디지털화 및 빅데이터화는 물론, 빅데이터 기반 운영체계를 동시적, 병행적 과제로 추진해야한다는 점에서 상이하다. 무엇보다 빅데이터 기반 국방체계가 생존을 위한 교전이 진행되는 전장에서 활용하기 위해서는 조기 및 실제상황(early and real-world)을 신속하고 지속적으로 제공할 수 있는 민첩성(agility)과 학습 기반이 구축되어야 한다(DoD 2023, 6). 전략-비용 합리적인 빅데이터 기반 국방체계를 위한 정책과제를 요약하면 <그림2>와 같다.

<그림2> 빅데이터 기반 국방체계와 AI 요구계층구조



자료: AI요구계층구조(AI Hierarchy of Needs)는 DoD (2023, 7) 참조

첫째, 빅데이터 기반 국방체계의 최종적 목적은 인공지능 활용기반을 구축하는 것이다. 미군은 빅데이터, 인공지능, 클라우드를 포함하는 국방부문의 디지털 전환의 핵심 목표가 인공지능 기반 지휘결심 체계를 효율화하는 것이라고 명시하고 있다(DoD 2023, 5-6). 인간-

기계의 협업을 진전시켜야 하는 무기체계 및 운용체계의 디지털 전환에서 빅데이터 기반 지휘결심은 5가지 전략적 우위의 기반이 될 것이기 때문이다. (1) 전구인식 및 이해를 증진한다. (2) 적응적 전력기획 및 적용의 효율성을 증대한다. (3) 신속하고 정확하며, 회복탄력성 있는 킬 체인(kill-chain)을 구현한다. (4) 회복탄력적인 지속적 군수지원을 강화한다. (5) 효율적 방위산업 기반을 운용하는 것이다.

미 국방부는 빅데이터 기반 의사결정체계를 AI요구계층구조(AI Hierarchy of Needs)로 개념화하고 있다(DoD 2023, 7-8). AI요구계층구조는 의사결정에 필요한 질적, 양적 필요를 충족하는 데이터 피라미드다. 피라미드의 최상위에는 책임감 있는 AI가 위치하고 있으며, 이를 지원하기 위해서는 빅데이터 축적, 분석능력, 그리고 최하위에서는 양적, 질적요구를 충족하는 빅데이터의 수집하는 것이다. 인공지능 기반 의사결정체계의 기반인 빅데이터는 가시성(visible), 접근성(accessible), 가독성(understandable), 연결성(linked), 신뢰성(trustworthy), 상호운용성(interoperable) 및 안정성(secure) 등의 요건(VAULTIS)을 충족해야 한다(DoD 2023, 19).

둘째, 완벽하고 정확한 빅데이터가 실시간으로(timeliness) 통합되어, 효율성, 현실성, 예측성을 가진 빅데이터 기반 국방체계를 구축하기 위해서는 전력체계와 지원체계가 상호적, 병렬적 빅데이터 플랫폼이 구축되어야 한다. 군대는 군비경쟁을 목적에서 디지털 기술의 개발과 혁신을 선도했다. 또, 1970년대 이후에는 C2-C3를 거쳐 C4ISR를 구축함으로써 군사체계를 네트워크화 하고 제한적 차원에서 군사체계의 플랫폼을 구축했다. 그런데, 빅테크 기업에 비해 플랫폼 기반 빅데이터 전환이 지체된 것은 (1) 작전중심의 엄격하고 폐쇄적인 네트워크 체계, (2) 보안중심의 경직성으로 인한 정보공유의 제한 때문이다. (3) 사용자와 플랫폼 관계를 데이터 중심 네트워크에 전환시킨 아이폰의 혁신사례를 참고할 때 사용자-무기체계의 IT기술의 지체 역시 기술적 제한요인으로 지적할 수 있을 것이다. 한국의 C4체계는 중앙집중화된 DB구조에서 육해공군 및 군사정보, 통합화력 등 사용목적별 체계가 계층화됨으로서 데이터의 공유, 유통, 활용 등 데이터의 상호운용성을 제한되어 있다 (박상준·김지원·강정호 2022).

2003년 미 국방부가 발표한 ‘넷 중심 데이터 전략(Net-Centric Data Strategy)’은 정보(Intelligence)가 아닌 데이터의 유연하고 개방적인 공유를 위한 과제가 처음 제시되었다(DoD 2003). 네트워크, 플랫폼화를 거쳐 빅데이터로 전환된 빅테크 기업과 비교하면 네트워크 단계의 국방체계를 데이터 플랫폼으로 전환하는 전략으로 평가할 수 있다. 넷 중심 데이터 전략의 목표는 ‘모든 데이터를 사용자, 데이터 생산자, 시스템 및 애플리케이션 개발자가 공유되고 사용할 수 있는 글로벌 정보 그리드(Global Information Grid)를 구축하는 것’이다(DoD 2003, 1). 데이터 플랫폼 구축의 대상은 군사정보, 비군사정보, 가공되지 않은 데이터,

가공된 데이터를 포괄한다. 표준화된 데이터의 관리 중심이었던 데이터 정책에서 탈피하여 다자간의 (many to many)의 개방적이고 유연한 공유기반을 구축하는 것이다. 이를 위해서는 첫째, 데이터의 상호운용성이다. 센서-슈터(S2S) 체계에 따라 구축된 폐쇄적인 네트워크를 데이터 플랫폼으로 연계하고 상호운용이 가능한 데이터를 구축하는 것이다. 둘째, 데이터의 상호운용성은 체계와 체계(system of system)의 상호운용성을 증대시킨다. 셋째, 시스템의 시스템 통합으로 구축된 메타 데이터(meta data)는 운영체계 설계자는 물론 기타 연관 시스템에 공유, 활용됨으로서 데이터 기반 국방체계를 구축한다는 것이다 (DoD 2003, 3-9).

디지털 공학(digital engineering) 기술이 국방 시스템에서 생산되는 빅데이터 뿐만 아니라 디지털 기기와 관련 빅데이터 플랫폼에 통합하는 디지털 전략으로 추진되고 있다. 미 국방부는 2010년 '디지털 스레드/트윈' 개념을 처음 도입하고 2015년 DoDI 5000.02에 반영하고, 2018년 '디지털 공학(DE) 전략'으로 정립했다. 디지털 공학은 "무기체계의 개념설정 단계부터, 기획, 설계, 연구, 생산 및 운용, 폐기까지의 총수명주기 동안의 모든 활동의 지속적, 통합적인 디지털 접근방법'이다(DoD 2018). 디지털 공학에 기반하여 테슬라가 생산하는 전기자동차가 센서체계, 빅데이터, 우주인터넷과 하나의 시스템으로 통합된 것처럼, 디지털 공학은 하드웨어와 운영체계의 효율성을 증대시킨다(박종후 2019). 디지털 공학은 소요제기 단계에서 무기체계의 능력기반 요구성과 상호운용성, 연구개발 예산을 최적화할 수 있다. 전력화 이후에는 빅데이터로 구축된 가상의 합성전장(LVC) 환경에서 실질적인 위계임을 적용하여 작전계획의 효과성을 분석할 수 있다. 마찬가지로 VR/AR/MR로 구축된 합성전장 훈련체계에 적용하여 전술훈련 및 작전계획, 전시임무 교육훈련에도 활용되고 있다. 디지털 공학은 총수명주기 기반 군수체계의 효율성을 제고하는 기반이다. F-35는 디지털 공학 기반 무기체계의 대표적인 사례다. 전투기의 설계, 생산단계부터 컴퓨터에서 실제 시뮬레이션 할 수 있는 디지털 클론을 구축했다. 디지털 클론은 상태기반정비(CMB) 정보를 제공하는 센서 체계에 의해 운행정보, 부품정보가 수집되면서 미래의 성능, 수명, 고장률을 예측하고 예방정비(predictive maintenance)할 수 있는 군수지원체계의 혁신을 수반하고 있다.

셋째, 네트워크 기반 폐쇄적인 데이터 보안관련 제도를 혁신적으로 개선하는 것이다. 디지털 기기와 네트워크 기술을 선도했던 군대는 디지털 플랫폼과 빅데이터 전환단계에 있어서는 민간부문의 추격자가 되었다. 이는 빅데이터 기반 국방체계의 구축을 위해서는 민간의 우수한 기술을 군에 수용하고(spin-on), 민간과의 공동개발을 위한 스핀 업(spin-up), 빅데이터, 클라우드, 인공지능의 지속가능한 혁신을 위한 스핀-어라운드(spin-around) 관계가 구축되어야 한다. 그러나, 작전적, 전술적 목적에 따라 민군협력은 갈등적인 쟁점을 포함하고 있다. 폐쇄적, 제한적 군사규격은 빅데이터 기반 인공지능의 사용 역량과 능력을 제안하



는 요인이다. 보안규정에 따라 분류된 정보 및 데이터를 민간 및 다른 기관과 공유하는데도 제약이 있다. 반대로, 국방 데이터의 개방성, 유연성과 함께 민간 데이터를 국방부문에 활용하는 것 역시 빅데이터 기반 국방체계구축에 있어서 필수불가결한 과제이다. 데이터의 전략적 가치기반 보안체계를 검토할 수 있다(박홍순 2022). 전통적으로 군사정보는 군사적 중요성에 따라 분류되어 보호되어 왔다. 이에 (1) 시간적 요인, (2) 활용적 가치를 변수로 정보보호의 편익이 정보개방보다 작은 경우 유연하게 개방을 검토할 수 있다. 반대로 지형정보, 기상정보 및 민간위성 기반 우주정보 등의 공개정보(OSINT) 활용기반도 구축되어야 한다. 알로리즘 전쟁(algorithmism warfare), 데이터 전쟁, 디지털 전쟁을 위한 군비경쟁이 빅테크 기업과의 민군관계를 변화시키고 있다. 2019년에서 2022년까지 미 국방부와 CIA가 MS(135억 USD), 아마존(102억 USD), 알파벳 (43억 USD) 등 5개 빅테크 기업의 계약액은 280억 달러에 달한다. 이 외에도 실리콘 벨리의 벤처기업과 2021년 약 400억 달러, 2022년 300억 달러규모의 계약을 체결했다(Gonzalez 2024).

마지막으로 사이버 안보, 데이터 안보를 넘어 포괄적인 디지털 안보(digital security) 체계의 구축과제다. 디지털 기기, 네트워크 단계를 거쳐 디지털 플랫폼이 빅데이터 기반으로 전환되고 있다. 반면, 사이버 안보는 네트워크 중심의 디지털 기반에서 보호, 안전 중심으로 개념화되었다. 디지털 자산, 네트워크는 물론 플랫폼과 빅데이터의 포괄적인 안전과 신뢰성의 문제 차원에서 디지털 안보차원에서 재정의되어야 한다. 인공지능의 기반으로 빅데이터 기반 국방체계를 구성하는 전장사물인터넷, 유무선 네트워크, 군사 클라우드와 데이터센터, 빅데이터는 물론 알고리즘 그 자체가 가진 가능성에 비례하여 디지털 리스크도 증가한다(ECMA 2022).

## V. 결론 및 함의

디지털 기술이 개발된 이후 역사적인 디지털 전환은 디지털화 단계, 네트워크 단계, 플랫폼 단계를 거쳐 빅데이터 기반 디지털 플랫폼으로 전환되어 왔다. 디지털 기술의 혁신은 군대가 주도했다. 핵 군비경쟁의 우위를 위해 연구개발된 감시정찰, 무기체계는 디지털 기술을 혁신했고, 무기체계의 지휘통제를 실시간으로 연결해야하는 목적에 따라 C2-C3-C4ISR 등의 지휘통제 체계가 구축되었다. 그러나, 디지털 기기와 네트워크화를 주도했던 군대는 디지털 플랫폼 및 플랫폼 기반 빅데이터 전환에 있어서는 빅테크 기업에 뒤쳐졌다. 군대가 플랫폼 기반 빅데이터 전환의 추격자가 된 것은 (1) 감시-정찰 체계의 하드웨어 기반 네트워크가, (2) 육해공 사용자간의 폐쇄적, 경직성에 따라 플랫폼화가 지체되었으며, (3) 이 때문에 다원적인 사용자의 상호운용적인 데이터를 공유하는 유저인터페이스의 혁신이 부재하기 때



문이다. 아이폰을 계기로하는 UI 혁신은 하드웨어와 소프트웨어의 컨버전스에 따라, 사용자와 사용자, 사용자와 시스템, 시스템과 시스템의 상호작용을 통해 빅데이터 기반 플랫폼이 확장되는 전환점이 되었다.

국방부는 국방혁신 4.0에 국방시전략, 국방데이터 전략 등을 포함하고 인공지능 활용기반으로서 국방데이터 구축정책을 추진하고 있다. '국방 데이터 관리 및 활용활성화 훈령'을 근거로 설치된 국방데이터관리위원회는 국방부 차관을 위원장으로 국방부, 각국, 방사청, 한국전자통신연구원, 한국지능정보사회진흥원 및 민간부문이 참여하는 국방데이터 거버넌스가 구축되었다. 이를 기반으로 작전적, 전술적 수준에서 빅데이터 기반 전력체계의 효과성을 제고하고, 전력지원 체계의 효율성을 증대하는 장기적인 로드맵이 제시되었다. 빅데이터 기반 국방체계의 최종상태와 이에 수반되는 군사적 효과성과 효율성을 제고하는 것은 디지털 전환을 추진하는 모든 국가의 공통적인 군사혁신 목표다. 그러나, 빅데이터 기반 군사체계를 구축하는 것은 모험적인 기술혁신, 천문학적 자원투자와 함께 장기적인 시간이 소요된다. 더구나, 2003년 넷 중심 데이터 전략을 통해 디지털 네트워크의 플랫폼 전환을 추진해온 미국과 비교하면, 한국은 아직도 제한적인 디지털 네트워크 단계에 머물러 있다는 과제를 안고 있다. 고도화되는 북핵위협에도 불구하고 병역자원 감소의 문제를 안고 있는 현실을 고려할 때 전략-비용 합리적인 빅데이터 기반 국방체계의 구축을 위한 우선적인 과제는 세 가지다.

첫째, 비대칭 억지력의 기반으로 데이터 군사혁신이다. 데이터의 신뢰성, 인공지능 체계의 기술적 한계 등을 고려할 때 군사체계 전반의 데이터 군사혁신은 장기적인 과제일 수밖에 없다. 따라서 위협기반 군사적 우위를 위한 전략적 로드맵에 따라 전략-비용 합리적인 데이터 군사혁신이 추진될 필요가 있다. 그 핵심 목표는 인공지능 기반 북핵 억지력을 구축하는 것이다. 한국군의 병력, 부대, 전력 등 국방자원의 많은 부분(약 60%)은 전방에서 북한군의 전면전, 제한전에 대비하여 배치되어 있다. 고도화된 핵무기를 활용하는 '핵 배합전'에 대한 전략적 우려도 높아지고 있다. 이 때문에 상비병력을 물론 270만명에 달하는 예비전력을 운용하는 과제를 안고 있다. 디지털 전환은 전방에서의 도발, 침투 및 제한전에 대한 거부적 억지력을 강화하는 비대칭 혁신전략이 될 수 있다. 전방지역의 지형, 기후, 전장, 전력 및 실시간 감시정찰 정보를 빅데이터화 하여 국방 디지털 트윈으로 구축하고, 이를 억지력의 기반으로 활용할 수 있다. 경제적, 기술적 우위에 있는 북한에 대한 비대칭 억지수단으로 혁신해야한다.

둘째, 북핵위협에 대응하는 3축 체계의 우선적인 데이터 군사혁신이다. 인공지능 기반 살상무기(AI-enabled lethal weapons)의 전력화를 위해서는 빅데이터, 클라우드를 물론 전장 사물인터넷(IoBT), 우주시스템 등 방대한 인공지능 군사체계가 구축되어야한다. 이는 인공지능 군사체계의 구축이 기술적 혁신, 재정적 투자와 함께 장시간이 소요됨을 의미한다. 데이

터 군사혁신에 기반한 3축체계의 인공지능화는 우선적인 과제로 추진될 필요가 있다. 핵·탄도미사일 공격을 탐지, 식별, 교전하는데 빅데이터 기반 인공지능 체계는 무엇보다 효과적인 대응수단이다. 짧은 시간 표적을 식별하고 요격해야하는 탄도미사일 방어체계에 있어서는 이미 제한적 수준에서 감시정찰-정보판단-지휘결심-요격체계의 자동화된 교전체계(automated combat system)이 구축되어 있다. 그러나, 육해공군 및 사용목적별로 계층화되어 데이터는 물론 암호체계가 상이한 C4I체계는 합동성에 기반하는 3축체계의 효과성을 제약하고 있다(박상준·김지원·강정호 2022). 인공지능 기반 3축 체계는 빅데이터 기반 국방체계의 선도적인 모델이 될 수 있다. 2024년 창설된 전략사령부는 C5ISR 체계에 거부적, 보복적 억지력을 위해 구축된 지휘, 부대, 무기 및 병력을 통합하는 '3축체계 C6ISR'의 구심점이 될 수 있다.

셋째, 데이터 혁신을 위한 군-빅테크, 동맹협력이다. 데이터 군사혁신은 무기체계의 디지털 전환과 인공지능 지원 무기체계의 기반이다. 무엇보다 데이터 군사혁신은 디지털 기기, 네트워크를 통합하는 다지컬 플랫폼을 기반으로 한다. 인공지능 혁명이 군대가 아닌 빅테크 기업에 의해 주도되고 있다는 점은 과거 군사혁신과 달라진 점이다. 데이터 군사혁신의 기반구축을 위해서는 군-빅테크 기업의 협력(Military-Big Tech Complex)를 구축하고 기술혁신, 기반구축에 협력할 필요가 있다. 군-빅테크 협력에 있어서 동맹협력의 데이터 상호운용성(data interoperability)도 중요한 과제다. 한미동맹의 합동성의 효과성을 위해서는 디지털 자산의 연결, 데이터 공유와 작전적 협력을 전제로한다. 과거 한미동맹의 상호운용성은 작전 목표에 따라 기계적 속도를 충족하는 것이다. 반면 디지털 전환과 함께 상호운용성은 5차원 전장에서 디지털 속도(digital speed)의 상호운용성이 필요하게 되었다. 이 때문에 미국은 작전목표, 무기체계는 물론 데이터의 동맹협력의 상호운용성을 목표로 제시하곤 있다. 디지털 상호운용성을 위해서는 인공지능 지원 무기체계의 설계, 생산, 운용에 있어서 상호운용성은 물론 데이터 수집, 안전, 교환에 있어서 통합적 상호운용성의 과제를 검토할 필요가 있다.

<끝>

## 〈참고문헌〉

강인욱·오자훈. “디지털 트윈 국방분야 적용방안에 대한 검토.” 『디지털콘텐츠학회논문지』제25권 2호, 383-393.

고남석·박노익·김선미. 2021. “6G 모바일 코어 네트워크 기술 동향 및 연구방향.” 『전자통신동향분석』제36권 4호, 1-12.

구진경. 2015. “소셜커머스 시장현황과 과제” 『KIET산업경제』(12월), 34-42.

김상배. 2023. “플랫폼 지정학 시대의 중견국 전략: 한국의 디지털 플랫폼 전략이 주는 함의.” 『국가전략』제29권 4호, 33-64.

문준호. 2023. “앤비디아” 『삼성증권 Global Research』(3월 22일). [https://www.samsungpop.com/common.do?cmd=down&contentType=application/pdf&inlineYn=Y&saveKey=research.pdf&fileName=3010/2023032214145279K\\_02\\_02.pdf](https://www.samsungpop.com/common.do?cmd=down&contentType=application/pdf&inlineYn=Y&saveKey=research.pdf&fileName=3010/2023032214145279K_02_02.pdf) (검색일: 2024.03.10.).

박상준·김지원·강정호. 2022. “4차 산업혁명 기술 적용을 위한 한국군 C4I 체계 분석 및 성능개선 방향에 관한 연구.” 『융합보안논문지』22권 2호, 131-141.

박상현. 2020. “닷컴 버블 붕괴 당시와의 차이점” 『하이투자증권 Economy Brief』(9월10일) [https://m.hi-ib.com:442/upload/R\\_E04/2020/09/\[10070608\]\\_202068.pdf](https://m.hi-ib.com:442/upload/R_E04/2020/09/[10070608]_202068.pdf) (2024.03.17.).

박종후. 2019. “국방획득 방법론의 변화: 체계공학에서 디지털 공학으로” Journal of the KNST 2:1, 11-20.

박창희. 2021. “인공지능 시대의 지능화전쟁: 제지능권 개념과 지능우세 달성 방안” 『국방정책연구』제133호, 105-131.

박홍순. 2022. “과학기술 중심 국방혁신을 위한 데이터 가치 기반 보안정책 발전방향.” 『융합보안논문지』제23권 제1호, 109-115.

송주희. 2024. “미, 빅테크 질주에 세계 시총 절반 차지” 『서울경제』(2월 6일) <https://www.sedaily.com/NewsView/2D597SONN8> (검색일: 2024.03.17.).

오로라. 2024. “매년 100조 수익, 스티브 잡스의 애플생태계, 15년 만에 무너졌다.” 『조선일보』(1월 27일). [https://www.chosun.com/economy/tech\\_it/2024/01/27/XLU2YBBDBBHIDPS5MYQCD2YFKE/](https://www.chosun.com/economy/tech_it/2024/01/27/XLU2YBBDBBHIDPS5MYQCD2YFKE/) (검색일: 2024.05.10.).

윤대엽. 2024. “인공지능의 무기화 경쟁과 인공지능 군사혁신” 『국제정치논총』제64집 1호, 333-369.

윤시윤. 2024. “JP모건, 빅테크가 지배하는 증시, 닷컴버블 그늘” 『연합인포맥스』(1월 31

- 일) <https://news.einfomax.co.kr/news/articleView.html?idxno=4296817> (검색일: 2024.03.10.).
- 이경탁. 2023. “무너지는 MS윈도 점유율, 애플은 모바일 이어 PC OS도 약진.” 『조선일보』(6월 9일) <https://biz.chosun.com/it-science/ict/2023/06/09/XKHB6GHHJRG3THPD4NASYQBBTA/> (검색일: 2024.03.17.)
- 이태호. 2019. “탓컴버블 붕괴와 함께 무너진신뢰, 코스닥 20년 침체” 『한국경제신문』(5월 24일) <https://www.hankyung.com/article/2019052422531> (검색일: 2024.03.17.)
- 장민석. 2022. “강 건너던 러군 전멸시킨 것, 우크라 ‘우버기술’이었다” 『조선일보』(5월 16일) [https://www.chosun.com/international/international\\_general/2022/05/15/Z5EMIJORYRRGNVA5GE4FWTUEISE/](https://www.chosun.com/international/international_general/2022/05/15/Z5EMIJORYRRGNVA5GE4FWTUEISE/) (검색일: 2024.02.10.).
- 지효근. 2019. “군사혁신의 성공요인에 대한 연구: 미군의 공지전투와 다영역작전 사례를 중심으로” 『국가안보와 전략』제19권 4호, 151–183.
- 한국데이터산업진흥원. 2023. 『2023 데이터산업백서』한국데이터산업진흥원.
- 황선웅. 2019. “4차 산업혁명 시대의 국방 데이터 전략과 구현방안.” 『국방정책연구』제35권 2호, 61–93.
- Arguilla, John and David Ronfeldt. 1993. “Cyberwar is Comming!” *Comparative Strategy* 12:2(Spring), 141–165.
- Claver, Alexander. 2018. “The Big Data Paradox: Juggling Data Flows, Transparency and Secrets.” *Jaargang* 187:6, 309–323.
- DoD. 2003. “Net-Centric Data Strategy.” <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/documents/Net-Centric-Data-Strategy-2003-05-092.pdf> (검색일: 2024.05.10.).
- DoD. 2018. “Digital Engineering Strategy” DoD <https://man.fas.org/eprint/digeng-2018.pdf> (검색일: 2024.05.10.).
- Jones, Charles J. and Christopher Tonetti. 2020. “Nonrivalry and the Economics of Data.” *American Economic Review* 110:9, 2819–2858.
- Gonzalez, Roberto. 2024. “How Big Tech and Silicon Valley are Transforming the Military-Industrial Complex.” <https://watson.brown.edu/costsofwar/files/cow/imce/papers/2023/2024/Silicon%20Valley%20MIC.pdf> (검색일: 2024.05.10.).
- Issacson, Walter. 2012. “The Real Leadership Lessons of Steve Jobs.” *Harvard Business Review* (April) <https://hbr.org/2012/04/the-real-leadership-lessons-of-steve-jobs> (검색일: 2024.04.12.)



Jobs, Steve. 2007. "Steve Jobs Introducing The iPhone at MacWorld 2007" <https://www.youtube.com/watch?v=x7qPAY9JqE4> (검색일: 2024.04.20.).

Leese, Bryan. 2023. "The Cold War Computer Arms Race." *Journal of Advanced Military Studies* 14:2, 102–120.

Lieber, Keir A. and Daryl G. Press. 2017. "The New Era of Counterforce: Technological Change and the Future of Nuclear Deterrence." *International Security* 41:4, 9–49.

Mims, Christopher. 2022. "Google, Amazon, Meta and MS Weave a Fiber-Optic Web of Power." *The Wall Street Journal* (Jan.15) [https://www.wsj.com/articles/google-amazon-meta-and-microsoft-weave-a-fiber-optic-web-of-power-11642222824?mod=tech\\_lead\\_pos7](https://www.wsj.com/articles/google-amazon-meta-and-microsoft-weave-a-fiber-optic-web-of-power-11642222824?mod=tech_lead_pos7) (검색일: 2024.04.20.).

OECD. 2020. *OECD Digital Economy Outlook 2020*. OECD.

Toffler, Alvin and Heidi Toffler. 1998. "The Discontinuous Future: A Bold but Overoptimistic Forecast." *Foreign Affairs* 2:77 (March/April) <https://www.foreignaffairs.com/reviews/discontinuous-future-bold-overoptimistic-forecast> (검색일: 2024.03.17.).

Van, Richard H., Sidney Reed, and Seymour J. Deitchman. 1991. *DARPA Technical Accomplishments, Vol.II*. Alexandria, VA: Institute for Defense Analysis.

Vial, Gregory. 2019. "Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda." *The Journal of Strategic Information Systems*. 28:2, 118–144.

Webber, Alan M. 1993. "What's So New About the New Economy?" *Harvard Business Review* (Jan.–Feb) <https://hbr.org/1993/01/whats-so-new-about-the-new-economy> (검색일: 2024.03.10.).