

# 선진국 과학화훈련 추진동향과 육군 추진방향: LVCG훈련체계를 중심으로

이희남\*

## 《국문초록》

본 연구는 4차 산업혁명시대의 육군의 교육훈련 방법으로 주목받고 있는 과학화훈련의 역사와 최근 선진국 추진동향을 살펴보고 이를 통해 육군의 과학화훈련 발전방향에 대해 알아보았다. 과학화훈련은 장병들이 실제 투입 이전 여러 차례의 실전적 가상전투를 체험함으로써 생존율과 전투기술을 향상시켜 궁극적으로 준비태세를 향상시킬 수 있는 효과적인 수단이다. 과학화훈련 체계는 실기동훈련(Live), 가상훈련(Virtual), 위 게임훈련(Constructive), 게임(Game) 등 4가지로 분류되며 통칭하여 LVCG라 한다. 선진각국은 1980년대부터 교육훈련의 다양한 영역에서 과학화훈련 체계를 활용하기 시작하였으며 1990년대 이후에는 LVCG훈련체계를 통합한 합성전장환경을 추진하였다. 최근 들어서는 LVCG를 3차원 가상환경으로 통합한 합성훈련환경(STE)<sup>1)</sup>이 주목을 받고 있으며 선진국들은 STE로 급속하게 전환하는 추세이다. 육군도 합성훈련환경 플랫폼을 중심으로 LVCG가 통합된 저비용, 고효율의 과학화훈련 환경을 조기에 구축하고 이를 활용하여 교육훈련 데이터를 확보하여 빅데이터와 인공지능 기반의 교육훈련 혁신을 추진하고 있다.

**주제어** : 합성훈련환경, 과학화훈련, 육군 교육훈련, 교육훈련환경, 시뮬레이션

\* 육군 교육사령부 중령, anes126@hanmail.net

1) STE : Synthetic Training Environment

## I. 서론

국방개혁 2.0과 4차 산업혁명 스마트 국방혁신 추진을 통한 과학화훈련 체계 확대를 통해 육군은 교육훈련의 혁신을 추진하고 있다. 과학화훈련 체계는 KCTC(Korea Combat Training Center), 마일즈와 같은 실기동훈련 체계(Live), 시뮬레이터와 같은 가상훈련체계(Virtual), BCTP(Battle Command Training Center)와 연합연습에 활용되는 위게임훈련 체계(Constructive), 최근 각광받고 있는 전술게임체계(Game)를 의미하며, 이를 통칭하여 LVCG훈련체계라 칭한다. 우리나라를 비롯한 세계 각국은 1980년대부터 다양한 과학화훈련 체계를 발전시켜 왔으며 걸프전쟁과 여러 전쟁에서 그 효과를 입증하였다. 베트남전쟁에서 미 해군은 실전과 유사한 실기동훈련을 실시하는 탑건 조종학교를 통해 격추율을 극적으로 향상시켰으며, 미 육군은 걸프전쟁에 파병 이전 SIMNET에서의 훈련을 통해 중동의 가상지형을 먼저 체험함으로써 사막에서 승리할 수 있었다. 최근에는 4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 과학화훈련도 인공지능과 빅데이터, AR·VR과 같은 첨단기술을 활용한 훈련체계로 급속하게 전환되고 있으며, 교육훈련 환경의 변화로 실기동훈련과 실사격훈련이 점차 제한되고, 장병 복무기간 단축 등의 현실을 극복하기 위해 저비용·고효율의 첨단 과학화훈련 체계를 활용한 교육훈련의 혁신이 어느 때보다 절실해지고 있다. 본 고에서는 과학화훈련 체계의 역사와 선진국의 최근 발전 동향을 살펴보고 육군의 추진방향에 대해 제시하고자 한다.

## II. 선진국 과학화훈련의 역사와 추진동향

### 2.1 과학화훈련의 태동

Weiss(1966)는 2차 세계대전과 6.25전쟁 등에서의 공중전 양상을 분석한 결과 첫 전투에 참여한 조종사들이 격추될 확률은 40%에 이르며, 전투에 많이 참여할수록 격추될 확률은 급격히 낮아지고 전투기량이 향상되는 것을 발견하였으며 이 사실은 미 육·해·공군의 실전적 교육훈련 발전에 많은 영향을 미쳤다. 실전적 교육훈련의 핵심은 장병들이 전투에 투입되기 이전 실제 전투와 유사한 가상전투를 반복적으로 체험함으로써 전투에 대한 적응성을 높이는 것이다. 실제 전투와 유사한 가상전투를 구현하기 위해 인공지능과 가상현실(VR)을 포함한 첨단 과학기술을 적용하고자 하는 노력은 오랜 역사를 갖고 있다. 과학화훈련 체계 중에서 가장 최초로 사용된 것은 미국의 에드 링크가 개발한 “Link Trainer”로 알려져 있으며, 이를 통해 2차 세계대전을 전후하여 약 50만명의 조종사가 훈련을 받았다고 알려져 있으며 오늘날 항공기 시뮬레이터의 효시로 알려져 있다. 또한 NASA는 사전에 가볼 수 없는 우주정거장에서의 훈련을 위해 ViVED(Virtual Visual Environment Display)라는 가상현실 훈련체계를 만들었으며 VR의 할아버지라 불리는 토마스 퍼니스 3세는

VCASS(Visual Coupled Airborne System)라는 조종사 훈련체계를 개발하였다.

그러나 오늘날과 같은 과학화훈련 체계가 본격적으로 개발되기 시작한 것은 베트남전쟁 이후이다. 베트남 전쟁에서 뼈아픈 실패를 겪은 미 육군은 다음 세대의 전쟁에 주목하였다. 다음 세대의 전쟁의 양상은 바로 1974년에 4차 중동전(옴 키프르 전쟁)에서 나타났으며 개전 초 10여일 만에 이스라엘과 아랍연합군 모두 수 천대의 전차가 파괴되고 빠른 속도로 전개되는 현대전의 양상에 미 육군은 충격을 받았다. 20세기에 미 육군이 참여한 모든 전쟁의 첫 전투에서 미 육군은 승리하지 못했으며 총력전의 양상으로 동원된 군(Mobilized Army)과 물량공세를 통해 승리했기 때문이다. 4차 중동전에서 소련군의 장비와 교리로 무장한 아랍연합군은 기습을 달성하여 이스라엘군을 곤경에 빠뜨렸으며 1970년대 이후 미 육군이 주전장으로 생각하는 중부유럽에서 아랍연합군보다 우세한 전력을 자랑하는 바르샤바 조약국과 결전을 벌여야 하는 미 육군에게 빠른 템포와 치명적인 파괴력을 속성으로 하는 현대전의 특성상 과거와 같은 방법으로는 승리할 수 없다는 위기의식이 자라기 시작했다.

이에 따라 미 육군은 Big Five(M1 전차, M2 전투장갑차, 아파치 공격헬기, 블랙호크 헬기, 패트리엇 미사일)로 대표되는 무기체계 현대화에 착수하였으며 교육사령부(TRADOC)를 창설하여 공지전투(ABL)를 발전시키는 등 교리를 혁신함과 동시에 교육훈련의 현대화에도 관심을 갖게 되었다. 교육사령부의 초대 훈련부장(DCST)이 된 폴 고먼장군은 오늘날 교수학습모델의 원조로 일컬어지는 ADDIE(Analysis - Design - Development - Implementation - Evaluation)모형을 정립하여 교육훈련의 근본적인 틀을 갖추며 동시에 교육훈련 체계에도 관심을 가졌다.

2차 세계대전과 6.25전쟁의 조종사 격추율을 분석한 결과 첫 회 출격 시 격추될 확률은 40%에 이르렀으나 10회 이상 출격 시 격추될 확률이 5% 이하로 줄어든다는 것을 알게 된 미 공군과 해군은 조종사들이 전투에 여러 번 참여할수록 전투기술과 생존율이 향상된다는 것을 깨닫고 최초 전투에 투입 시 격추될 확률을 낮추기 위해 실제와 동일한 수준의 훈련의 필요성을 느끼게 되었다. 이에 따라 미 공군과 해군은 각각 탑건 조종학교와 레드 플래그 훈련을 창설하였으며 여기서 훈련한 조종사들의 생존율은 베트남 전쟁 초기에 비해 비약적으로 향상되기에 이르렀다. 여기서 영감을 받은 고먼 장군은 육군도 실제와 동일한 환경에서 적과 교전하는 훈련(Tactical Engagement Simulation)의 필요성을 깨닫고 당시 미 해군이 개발 중이던 레이저를 활용한 훈련체계를 활용하여 유명한 마일즈(MILES) 훈련체계를 개발하였으며, 마일즈 장비와 훈련통제체계를 결합하여 여단급 부대가 훈련 가능한 국립훈련센터(NTC)<sup>2)</sup>를 창설하기에 이르렀다. NTC의 창설은 오늘날까지 미 육군의 교육훈련의 혁명으로 일컬어지고 있으며 이후 많은 국가들이 유사한 실전적 과학화훈련장을 전력화하고 있다.

NTC의 전력화가 추진되고 Big Five의 전력화가 속속 이루어지는 시점에서 또 하나의 혁신적 훈련체계로 가상환경 하 분산 시뮬레이션 네트워크 SMINET(SIMulator NETworking)에 관심을

2) MILES : Multiple Integrated Laser Engagement System / NTC : National Training Center

받게 되었다. 인터넷의 원조인 ARPAnet을 개발한 미 국방고등연구원(DARPA<sup>3</sup>)의 젊은 프로젝트 매니저인 공군 대위 잭 소프는 1978년 그의 논문에서 처음으로 이와 같은 개념을 제시하고(Thorpe, 2010) 이후 오늘날의 스타트업과 같은 혁신기업과 함께 SIMNET 프로젝트를 성공시켰다. SIMNET의 성공은 큰 반향을 불러 일으켰다. 네트워크를 통한 원격지에서의 동시 가상훈련, 가상 대항군 묘사를 위한 SAF(Semi Automated Force)의 구현, 지형 표준화 등의 핵심요소들은 오늘날 까지 영향을 미치고 있다.

NTC와 SIMNET이 성공하면서 여단 이하 하위 제대의 훈련 이 외에도 사단급 이상 상급부대의 훈련의 중요성도 부각되었다. 실전적 훈련을 위해서는 사단 및 군단의 모든 예하 부대들이 동시에 기동을 해야 하나 현실적으로 불가능한 일이었으므로 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한 훈련(CAX<sup>4</sup>)이 대안으로 조명을 받게 되었다. 미 교육사령부는 당시 NASA의 제트추진연구소(JPL)가 개발하던 위게임모델 JESS(Joint Exercise Simulation System)에 주목하였고 JESS를 활용하여 1986년 최초의 전투지휘훈련(BCTP)을 실시하였다. JESS는 이후 유명한 CBS(Corps Battle Simulation)로 명명되었고 2000년대 후반까지 활용되며 전 세계의 전투지휘훈련의 모델이 되었다.

## 2.2 과학화훈련의 발전

NTC와 SIMNET, BCTP로 대표되는 과학화훈련을 통해 미 육군은 걸프전쟁에서 미증유의 승리를 거두며 과학화훈련 체계의 중요성을 실감하게 되었다. 걸프전쟁 이후 미 국방성은 과학화훈련 체계를 체계적으로 발전시키기 위한 노력을 결집하였으며 이전까지 TES로 통칭되던 과학화훈련 체계를 1992년 국방과학위원회(DSB<sup>5</sup>)에서 실기동훈련(Live simulation), 가상훈련(Virtual Simulation), 위게임훈련(Constructive simulation), 즉 이른바 LVC로 분류하였다.

Live훈련체계는 1980년대 창설된 NTC 외에 JRTC와 CTMC(지금의 JMRC)를 추가로 창설하여 이른바 CTC체계를 완성하였으며, 주둔지 훈련을 위해 HITS(Homestation Instrumented Training System)와 I-MILES(Improved MILES) 등을 속속 전력화하였다.

Virtual훈련체계는 1980년 SIMNET의 기술을 근간으로 기계화 부대 훈련을 위한 전술시뮬레이터 체계인 CCTT(Close Combat Tactical Trainer)이 전력화되었으며, 육군항공부대의 전술훈련을 위한 AVCATT(AViation Combined Arms Tactical Trainer)도 전력화되었다. CCTT는 SIMNET의 기술을 이어받아 3차원 그래픽 가상환경과 SAF 등의 구성요소들이 꾸준히 발전하였는데, 특히 처음에는 가상대항군과 아군의 인접부대를 구현하기 위해 개발된 SAF는 SIMNET SAF-ModSAF(Modular SAF)-CCTT SAF을 거쳐 오늘날의 OneSAF으로 발전하였다. SAF의 구현을 위해 가상

---

3) DARPA : Defense Advanced Research Program Agency

4) CAX : Computer Aided Exercise

5) DSB : Defense Science Board

자율군(CGF : Computer Generated Forces)과 행동모델링(Behavior Representation Modeling) 등의 다양한 분야의 기술연구가 이루어졌으며 오늘날의 인공지능 연구와 밀접한 연구를 맺고 있다.

Constructive훈련체계는 사단급 이상의 훈련모델인 CBS의 후속모델인 WARSIM이 1990년대 초반부터 연구되기 시작하여 오랜 연구 개발기간을 거쳐 CBS를 대체하였으며 여단 이하급 훈련모델로는 JCATS와 BBS를 대신하고 전투실험과 분석모델, CCTT와 AVCATT 등의 시뮬레이터의 시뮬레이터 엔진 등 다양한 목적으로 활용하기 위한 OneSAF이 개발되었다.

1990년대 후반부터는 전 세계적으로 새로운 산업으로 떠오른 게임(Game)을 교육훈련에 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되었다. 2000년대 초반 이라크 전쟁 이후 전쟁은 사단 이상의 대규모 제대보다는 여단 이하의 소부대 전투의 양상으로 이루어졌으며 전쟁에 승리하고도 이후 소규모 전투에서 지속적인 피해가 발생함에 따라 소부대 훈련을 위한 대안들이 여러 각도에서 검토되었으며 게임이 그 중의 유력한 대안으로 검토된 것이다. 게임은 그 자체가 3차원 가상환경에서 이루어지는 경우가 많으며 개인별 전투를 실제와 비슷하게 묘사가 가능하므로 각국의 많은 관심을 불러일으켰다. 게임을 실제 교육훈련에 활용한 최초의 사례는 미 해병대의 Marine Doom이며, 이후 2000년대 들어 America's Army, DARWA Ambush, Operaion Flashpoint, Steel Beast 등 많은 게임이 유력하게 검토되었고 2000년대 후반 이후에는 엔터테인먼트 성격의 일반적인 게임보다는 전장환경을 세부적으로 묘사한 VBS2와 같은 기능성 게임(Serious Game)으로 통합되는 추세를 보였다.

이와 같은 LVCG훈련체계들이 발전함에 따른 다양한 제대의 다양한 훈련체계를 통합하여 훈련하고자 하는 시도들이 전개되었다. 특히 이라크전쟁 이후 지속적인 분쟁의 시대(Era of Persistent Conflict)에 접어들게 됨에 따라 미 육군의 입장에서는 원정작전을 위한 훈련주기인 APFORGEN (ARmy FORce GENeration)이 위협을 받게 되었다. 기존에는 개인으로부터 여단까지 다양한 과학화훈련 체계를 통해 제대별 과업과 실기동훈련을 완성하고 NTC와 같은 전투훈련센터의 훈련을 마지막으로 교육훈련을 완성하여 원정 지역으로 투사하는 2~3년의 주기를 유지하였으나 지속적인 전투로 말미암아 원정과 훈련소요가 증가하여 교육훈련 수준을 달성하지 못하게 된 것이다. 이에 따라 주둔지에서의 훈련(Homestation Training)의 중요성이 증가하였으며 사단 혹은 군단 단위 주둔지의 다양한 훈련체계를 통합하여 여단급 훈련을 시도하기 위한 LVC연동을 통한 통합훈련환경, LVC-ITE(LVC-Integrated Training Environment)가 필요하게 된 것이다.

LVC-ITE는 갑자기 생겨난 개념은 아니며 SIMNET의 탄생 이후 DARPA 등을 중심으로 다양한 훈련체계를 통합한 합성전장에서의 훈련, 즉 STOW(Synthetic Theater Of War)라는 개념의 연장선상으로 볼 수 있다. 이를 위해 SIMNET의 연동체계를 표준화한 DIS(Distributed Interactive Simulation), 위게임모델의 연동을 위한 ALSP(Aggregated Level Simulation Protocol), 실기동훈련체계의 통합운용을 위한 CTIA(Common Training Instrumentation Architecture) 등 다양한 연동표준이 탄생하였으며 이러한 체계들을 통합하기 위한 상위개념의 연동체계인 HLA/RTI(High Level Architecture/Run-Time Infrastructure)가 표준화되었다. LVC-ITE의 구현을 위한

LVC-IA(LVC-Integrating Architecture)는 이러한 다양한 과학화훈련 체계를 연동할 목적으로 2012년 전력화되었다.

### 2.3 최근 동향: 합성훈련환경(STE)로의 전환

다양한 LVC훈련체계와 이를 연동하기 위한 LVC-IA 등의 연동표준을 개발, 전력화하였으나 미 육군은 운용과정에서 많은 어려움에 부딪혔다. 근본적으로 상이한(Heterogeneous) 훈련체계를 연동하여 운용함에 따라 훈련준비에 많은 어려움이 있었고 지형 데이터나 훈련 결과 데이터의 유형이 달라 통합적인 분석이 어려웠다. 근본적으로 1980년대의 SIMNET의 기술을 근간으로 하기 때문에 근본적인 발전에 어려움이 있었으며 고정시설에서의 운영을 전제로 하였기 때문에 많은 비용과 인력이 소요되었다. 또한 3D 엔진과 인공지능, 사용자 중심의 인터페이스 등 첨단기술을 내장한 게임산업이 성장함에 따라 미 육군은 게임산업을 과학화훈련에 활용하는데 눈을 돌리게 되었다(Kauchak, 2019; Smith, 2007). 지속적인 전쟁 가운데 교육훈련 수준을 유지하기 위해 많은 예산을 투자하던 미 육군도 게임산업과 오픈 소스 기술을 중심으로 비약적으로 발전한 민간 기술에 관심을 갖게 된 것이다. 2014년부터 미 육군은 합성훈련환경(STE : Synthetic Training Environment) 구상을 갖게 되었고 2016년에 소요를 결정하여 사업화를 추진하였다.

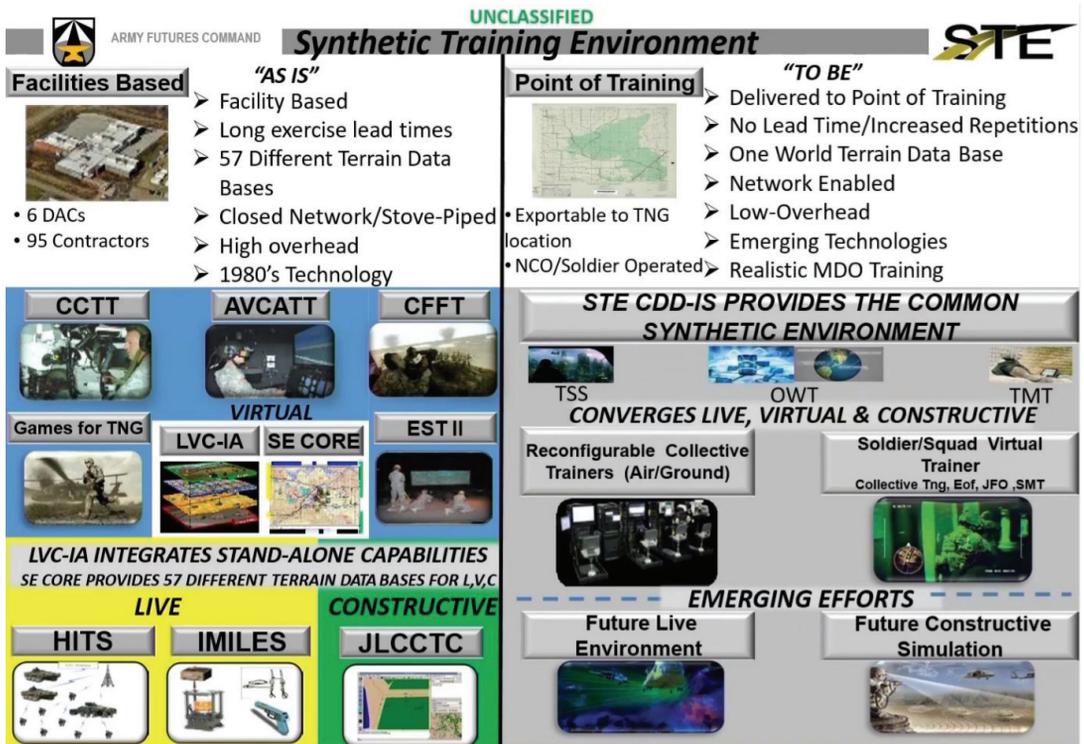
STE는 전 지구의 통합된 3차원 지형을 가상환경으로 통합한 OWT(One World Terrain), Virtual · Constructive · Game 훈련환경을 통합한 소프트웨어인 TSS(Training Simulation Software), 가상훈련을 계획수립-준비-실시-평가할 수 있는 훈련관리도구인 TMT(Training Management Tool)로 구성되어 있다.

OWT는 Open Street Map으로부터 Shape파일까지 57종에 이르는 다양한 지형정보 데이터를 활용하여 가상지형을 구축할 수 있는 통합 플랫폼으로, 단순히 고도에 지형사진을 입히는 수준이 아니라 지형정보를 자동으로 분석, 도로, 식생, 지질 등의 속성이 부여된 가상지형을 생성하며, 과거 별도의 전문 인력을 통해 지형을 구축하던 것을 사용자가 직접 필요한 지형을 구성하거나 임의의 지역에서는 드론 등으로 정밀한 지형을 촬영하여 세부 지형을 자동생성할 수 있는 기술들이 구현되어 있다. 또한 과거의 게임기술에서는 일정한 크기 이상의 지형을 확장하는 것이 어려웠으나 기술의 혁신을 통해 전 세계의 지형을 클라우드 기반으로 구현하여 세계 어느 곳에서나 지형과 시간에 관계없이 훈련할 수 있는 길이 열리게 되었다.

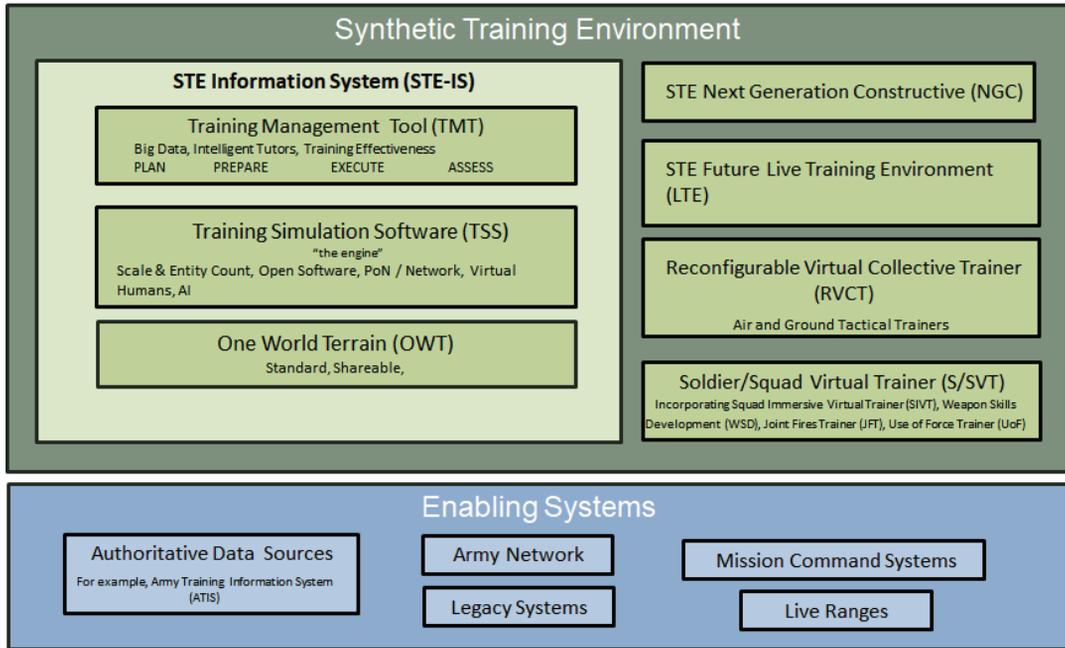
TSS는 기능성 게임기술을 기반으로 Virtual, Constructive, Game훈련기능을 오픈 아키텍처로 통합한 플랫폼이다. 근본적으로 Virtual과 Game은 같은 속성을 가지며 3차원 가상환경에서 전차와 항공기를 조종석과 유사한 인터페이스를 통해 운용하며 시뮬레이터의 역할을 수행하며 개개인이 PC 등을 통해 1명의 병사를 FPS(First Person Shooter)와 같이 운용하면 게임훈련체계가 되는 것이다. 여기에 SAF나 Behavior Tree 등을 적용하여 다수의 병력이나 전차 · 항공기 등을 1명 혹은

적은 수의 인원을 통해 운용하게 되면 정의상 Constructive simulation이 되는 것이다. 각각 별도의 인터페이스와 소프트웨어를 적용하던 과거의 LVC훈련체계와 달리 TSS는 통합된 가상공간에 VCG 훈련이 통합됨으로써 자연스럽게 훈련계획 및 결과 등의 데이터를 균질하게(homogeneous) 생성할 수 있게 되었으며 추가적인 기능이 필요 시 미 국방성의 MOSA(Modular Open System Approach) 정책에 따라 오픈 플랫폼에 필요한 서비스들을 추가하는 개념으로 확장될 것이다.

TMT는 다양한 자료들이 공개된 OWT나 TSS와 달리 상당 부분이 베일에 쌓여있으나 최근 공개된 자료들을 종합해 보면 세대별 과업을 중심으로 훈련계획을 수립하고 궁극적으로 TSS를 활용한 가상훈련 시 이를 자동으로 평가하여 훈련자 및 훈련부대의 준비태세를 제시하는 소프트웨어 체계로 미 육군의 DTMS(Digital Training Management System)와 연동되며 과거의 평가자의 관찰 위주의 평가를 소프트웨어를 통해 자동으로 평가하고 궁극적으로 지능형 학습체계 등을 통해 자동으로 훈련결과에 대한 피드백을 제시하는 것을 목표로 장기간에 걸쳐 고도화될 것으로 판단된다.



<그림 1> STE로의 전환배경과 체계 구성



<그림 2> STE Framework 2020

미 육군이 STE로 급속하게 전환함에 따라 영국을 비롯한 서방 선진 각국도 유사한 형태의 훈련 체계의 전력화 계획을 공표하고 있다. 미 해병대의 경우 기존에 LVC-ITE와 유사한 LVC-TE 개념을 제시하였다가 2019년에는 MCSTE(Marine Corps Synthetic Training Environment)라는 개념으로 전환하였으며, 영국 육군은 부대훈련혁신 프로그램(CTTP)을 통해 미래부대훈련체계(FCTS)를 전력화하여 공통데이터, 공통지형, 공통표준을 적용한 오픈 아키텍처 기반의 합성운영환경(SOE)<sup>6)</sup>을 2025년까지 확보하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 2019년부터 가상훈련체계의 대규모 운용과 효과를 평가하는 VRLT 실험을 실시하고 있다. 오스트레일리아 육군은 2025년까지 Land Simulation Core Capability를 확보하는 것을 목표로 3단계에 걸친 사업을 추진 중이며 2021년까지 2단계 사업간 TSS와 유사한 능력을 가진 플랫폼을 목표로 하는 사업을 추진 중이다. 캐나다 국방군은 미래통합훈련환경(FITE)를 2025년까지 확보할 계획이며 세부 내용은 미·영·오스트레일리아 육군의 그것과 대동소이하다.

6) CTTP : Collective Training Transformation Programme / FCTS : Future Collective Training System / SOE : Synthetic Operations Environment)

### III. 육군의 과학화훈련 체계 발전방향

#### 3.1 육군 교육훈련의 현실

국방개혁 2.0은 북한과 잠재적 위협, 초국가적·비군사적 위협 등 쏠방위적 안보위협에 대비한 강한 군대 건설을 목표로 쏠방위 안보위협에 주도적으로 대응 가능하고 첨단 과학기술을 기반으로 정예화 되어 선진화된 국가에 걸맞게 운용되는 군의 조기 구현을 추진하고 있다. 국방개혁 2.0은 군 구조 분야와 국방운영 분야, 병영문화 및 방위사업에 걸쳐 주도적 방위역량의 확충을 위한 체질과 기반을 강화하고, 4차 산업혁명 시대의 과학기술을 적극적으로 활용하여 국가 및 사회 요구에 부합하는 개혁을 추구하고 있으며, 특히 국방운영 분야에서는 지능화 및 초연결성, 융합성을 특징으로 하는 4차 산업혁명 핵심기술을 국방 전 분야에는 적용하는 것을 기조로 한다. 이를 통해 병력 및 복무기간 단축, 재정제한 등에 따른 제한요소를 극복하고 시너지 효과를 극대화하는데 중점을 두고 있다. 특히 4차 산업혁명 시대의 군사능력 및 운영체제 발전 분야에서는 첨단 ICT 기반의 군사력 운용능력을 갖추고 과학화훈련 체계를 확대하여 빅데이터, 사물인터넷 등 ICT 신기술을 국방 분야에 적용하고 이를 활용한 체대별 훈련체계 및 교육훈련 효과 향상이 추진되고 있다.

또한 4차 산업혁명 시대에 부합된 국방개혁을 통합적·적극적으로 추진하기 위해 개념과 전략을 구체화한 4차 산업혁명 기반 스마트 국방혁신이 3대 분야 9대 과제 71개 과제가 추진되고 있다. 4차 산업혁명 스마트 국방혁신은 국방운영과 기술기반, 전력체계의 3개 분야에 걸쳐 4차 산업혁명의 첨단기술을 적용하며 특히 국방운영 혁신 분야에서는 LVC 기반의 실전형 위리어 및 부대 육성, 과학화훈련 체계 개선 및 예비군훈련 체계 구축 등의 과제를 통해 4차 산업혁명 기술을 활용한 국방 교육훈련의 혁신이 중점적으로 추진되고 있다.

국방개혁 2.0의 필요성에서 언급된 바와 같이 국방여건의 제한은 날로 심화되고 있는 실정이다. 인구절벽으로 인한 병역자원의 부족이 심화되고 있으며 인권과 복지에 대한 국민적 요구가 증대되고 있다. 또한 사격장과 훈련장에서 발생하는 각종 민원들에 의해 국민의 신뢰가 저하되고 있으며 국방 분야의 재정지원 제한 및 4차 산업혁명 시대의 과학기술로 전장환경은 급변하고 있다. 이에 더하여 사이버 테러, 재해·재난 등 초국가적·비군사적 위협이 확산되고 있어, 징병제 하 병력과 복무기간이 부족한 상황에서 다양한 위협에 대비할 수 있는 문제해결 능력을 갖춘 장병을 육성하는 것이 교육훈련의 도전과제로 다가오고 있다. 이를 극복하기 위해 4차 산업혁명 위원회의 대정부 권고안과 국방개혁 2.0, 스마트 국방혁신 과제에서 언급한 바와 같이 인공지능과 빅데이터 등 4차 산업혁명의 첨단기술을 적용하여 국방 교육훈련을 혁신해야 하는 당위성이 그 어느 때보다 높다고 할 수 있다.

또한, 역사적으로 인공지능 등을 활용하여 개개인에게 맞춤형 교육훈련을 제공하고 최고의 교육훈련 성과를 구현하고자 하는 것은 어제오늘의 일은 아니다. 1984년 벤자민 블룸은 동일한 능력의

교사가 1명을 전담하여 가르칠 경우의 성과가 30명을 가르칠 때의 상위 2%의 성과와 같다는 2시그마 이론을 제창하였으며 이는 맞춤형 학습(Adaptive Learning)의 근본 원리로 자리매김하고 있다. 오늘날까지 미국 등 서방 각국의 많은 군이 2시그마 이론을 교육훈련에 적용하기 위해 많은 연구를 실시하였으나 최근 4차 산업혁명 기술의 발전에 따라 이와 같은 노력이 급진전하고 있다.

따라서 우리에게도 4차 산업혁명 시대의 도래에 따른 첨단기술을 활용한 맞춤형 학습을 통해 교육훈련을 혁신하는 것이 도전과제로 주어지고 있음 인식할 필요가 있다.

### 3.2 육군의 과학화훈련 체계 발전

육군의 과학화훈련 체계는 LVC훈련체계를 중심으로 일찍부터 다양한 모습으로 발전하여 왔다.

육군은 일찍이 미군과의 연합연습·훈련을 통해 CBS를 활용한 전투지휘훈련을 받아들였으며 이후 창조21모형을 개발하여 현재까지 활용 중이며 연합연습 시 국산 위게임모형을 미 육군의 위 게임모형과 연동하여 훈련을 실시하는 등 Constructive Simulation에서는 세계적인 수준의 능력을 갖고 있다. 실기동훈련 체계로는 2000년대 중반 대대급 과학화전투훈련 체계(KCTC)를 갖추었으며 최근에는 세계에서 미국과 이스라엘만이 전력화한 여단급 실기동훈련체계를 전력화하였다. 또한 KCTC의 각종 마일즈 훈련체계를 표준화하여 중대와 소대가 주둔지에서 훈련할 수 있는 훈련체계를 확보 중에 있으며 포병과 기계화부대 훈련을 위한 마일즈 훈련체계도 확보를 추진 중에 있다. 또한 자동화된 사격표적 관리와 사후검토가 가능한 중대 및 대대급 과학화 훈련장을 다수 전력화하여 교육훈련의 과학화를 추진 중이다. 가상훈련체계로는 각 병과학교를 중심으로 조종술과 포술을 훈련할 수 있는 다양한 시뮬레이터를 확보하고 있으며 전차소대 및 육군 항공중대가 전술훈련을 실시할 수 있는 전술훈련시뮬레이터를 야전부대에 도입하여 운용 중이다.

육군은 일찍부터 미 육군과 유사한 훈련체계들을 도입하여 효과적으로 운용하며 훈련수준을 향상시키고 전투준비태세를 유지하였으나 동시에 미 육군이 겪었던 것과 유사한 상황에 놓여 있다고 볼 수 있다. 다양한 훈련수단을 적용함에 따라 훈련 준비 및 관리에 인력과 비용의 소요가 증가하고 있으며 상이한 훈련체계를 각각 운용함에 따른 계획수립으로부터 평가까지의 과정들이 통합적으로 관리되기 어려운 상태이다. 또한 현역 부대의 대다수가 기계화되어 있는 미국이나 영국의 육군과 달리 보병 위주로 편성된 육군의 부대구조는 여단급 이하 체대에서의 효과적인 가상훈련 체계 획득이 어렵거나 있더라도 제한적인 운용경험만을 갖고 있어 특히 하급 체대에서는 대다수의 선진 각국이 오랫동안 체득해 온 가상훈련 경험이 부족한 상황이다. 이에 따라 마일즈 중심의 실기동훈련체계 위주로 과학화훈련을 시행 중이나 실기동훈련은 특성 상 훈련 준비에 많은 시간이 소요되고 다양한 상황 하 반복적 훈련을 통한 인지능력의 향상이 어려우며 훈련 결과에 대한 전체적인 검토와 피드백이 제한되는 실정이다. 또한 선진국의 경우 4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 가상훈련을 중심으로 데이터 기반의 훈련과 불확실한 전장에서의 의사결정 능력과 문제해결 능력을

갖추기 위해 인지적 훈련을 강화하는 추세임을 고려 시 여단급 이하 제대의 가상훈련 능력을 획기적으로 보강할 필요성이 제기되고 있다.

### 3.3 미래 과학화훈련 체계 발전전략

이에 따라 육군은 4차 산업혁명 시대에 부합된 과학화훈련 능력을 갖추고 여단급 이하 제대의 가상훈련 능력을 획기적으로 혁신하여 교육훈련 능력과 전투준비태세의 향상을 기하기 위한 “과학화훈련 체계 종합발전계획”을 구상하였다. 종합발전계획은 미 육군의 합성훈련환경과 동일한 수준의 능력을 갖춘 훈련체계를 신속히 도입하고 이를 중심으로 보병과 기계화부대 등의 전투부대를 우선하여 가상 전투기술훈련과 전술훈련이 가능한 저비용·고효율의 첨단 과학화훈련 체계를 확보하는 것이다. 과학화훈련 체계 종합발전계획에 제시된 합성훈련환경 관련 훈련체계는 ① 합성훈련환경 플랫폼, ② 제병협동 과학화훈련 체계, ③ 소부대 과학화(VR) 전술훈련체계, ④ 기계화부대 과학화(VR) 전술훈련체계 등 4건으로 OO년까지 최초 전력화를 완료할 예정이며, 특히 전 세계의 3차원 가상 전장환경과 오픈 아키텍처 기반의 VCG 통합 소프트웨어, 교육훈련 계획수립-준비-실시-평가를 자동화한 훈련 관리도구를 포함한 합성훈련환경 플랫폼은 OO년 최초 도입을 목표로 하고 있다.

합성훈련환경 플랫폼은 과거에는 별도의 시간과 비용을 들여 구축해야 했던 3차원 가상지형을 공개된 공간정보나 군이 보유한 다양한 지형정보를 활용, 전 세계 지형을 구현 가능하고 사용자에 의한 실시간 편집이 가능하며, 클라우드 네트워크를 통해 원거리 이격된 각 훈련체계에 동일한 지형공급이 가능하다. 또한 FPS와 같은 각개 병사의 묘사로부터 인공지능을 활용한 대대급 이상의 전투지휘훈련이 가능하며, 전차와 항공기 등의 시뮬레이터 공통 소프트웨어로도 활용될 예정이다. 그리고 이러한 다양한 형태의 훈련결과를 부대과업과 훈련평가체계와 연계하여 평가 및 분석이 가능하다.

제병협동과학화훈련 체계는 이러한 합성훈련환경의 능력을 기반으로 기존의 전투지휘훈련모델과 시뮬레이터 체계를 통합하여 대위급 지휘참모과정의 제병협동종합훈련에서 VCG가 통합훈련을 구현하기 위한 시범적 성격의 사업으로 OO년 전력화를 목표로 하고 있다.

소부대 과학화 전술훈련체계는 분대급의 모의사격과 전투기술훈련이 가능한 VR훈련체계로 합성훈련환경 플랫폼에 접속하여 HMD(Helmet Mounted Display)와 모의총기 등을 활용, 훈련부대가 원하는 임의의 가상공간에서 훈련이 가능하다. 기계화부대 과학화 전술훈련체계는 조종석을 실 장비와 동일하게 구현하고 유압모션 등을 장착, 많은 유지비용이 소요되었던 기존의 시뮬레이터와 달리 HMD와 모니터, 상용 하드웨어를 활용 제대별 인지적 훈련효과를 높인 VR훈련체계로 합성훈련환경 플랫폼에 접속하여 2개 대대 규모의 쌍방훈련이 가능하도록 구축할 예정이다.

이 외에도 합성훈련환경 플랫폼의 능력을 활용, 전 세계의 다양한 군이 활용하고 있는 PC와 노

트북 등을 활용한 소대급 전술게임 훈련체계를 대대급에 도입하는 방안을 추진 중이며, 도입이 완료된다면 육군은 다양한 훈련이 가능하게 될 것이다.

#### IV. 합성훈련환경과 미래 교육훈련

합성훈련환경 플랫폼이 도입되면 기존에는 생각하지 못했던 다양한 형태의 훈련이 가능할 것이다. 첫째, 현재는 시뮬레이터에만 구현되어 있던 제한된 3차원 가상지형이 한반도 및 외국으로 확장 가능하여 훈련부대가 원하는 지형과 실제로는 갈 수 없는 다양한 지역에서 충실도(Fidelity)가 높은 가상훈련이 가능하게 될 것이다. 둘째, 기존에는 불가능했던 개인부터 대대 이상 제대의 다양한 훈련이 가능해질 것이다. 예를 들어 소대장이나 중대장이 전술훈련 이전 훈련지역과 동일한 가상지형에서 단독으로 다양한 시나리오에 따라 반복적으로 시뮬레이션을 실시하여 상황판단과 인지능력을 갖추고, 이를 통해 최적의 시나리오를 적용한 실기동훈련이 가능해질 것이다. 셋째, 시뮬레이터와 위게임, 전술게임을 포함한 능력을 다양하게 조합하고 궁극적으로는 증강현실 기술을 통해 실기동훈련과 연계하여 명실공히 LVC가 통합된 훈련이 가능하게 될 것이다.

그러나, 세계 각국이나 육군이 합성훈련환경이나 STE를 도입하는 이유는 단순히 LVC-ITE를 대체하고 과거보다 좀 더 나은 훈련방법을 찾는 정도에 그치는 것이 아니라 4차 산업혁명 시대의 도래에 따른 첨단 과학기술을 적용하여 근본적으로 교육훈련을 혁신하고자 하는 목적이 있다. VCG훈련체계를 통합하여 운용하면 자연스럽게 교육훈련 데이터가 통합되어 축적되며 가상환경에서의 훈련패턴과 행동의 학습을 통한 높은 수준의 지능형 에이전트를 확보하게 될 것이다. 실기동훈련체계를 가상환경과 통합하여 실제 훈련의 행동과 패턴을 비교분석하면 지능형 에이전트의 행동은 보다 현실화될 것이며 이를 통해 가상대향군들을 지능화하여 보다 효과적인 훈련이 가능할 것이다. 또한 이렇게 지능화된 가상인간(Virtual Human)이 현실화되면 교육훈련 종료 시 맞춤형 피드백을 제공하는 지능형 교관(Intelligent Tutor)의 구현도 가능하게 될 것이다. 즉, 다양한 상황 하에서의 가상훈련을 통해 교육훈련의 효과를 향상시키고 동시에 방대한 데이터를 축적하여 인공지능과 지능형 학습체계를 고도화시켜 궁극적으로 교육훈련을 자동화, 지능화하는 효과를 거둘 수 있게 될 것이다. 이러한 연구들은 단순한 추측이 아니며 선진국의 경우 STE의 출현과 더불어 관련 연구들이 급물살을 타고 있으며, 국내에서도 인공지능과 에듀테크계를 중심으로 다양한 논의들이 추진 중이다. 즉 합성훈련환경은 앞서도 언급한 것처럼 단순히 저비용·고효율의 효과적인 훈련수단을 확보하는 측면을 넘어 다양한 관련 기술들의 연구를 촉진하고 이를 통해 교육훈련의 효과를 향상시키는 선순환을 가져올 수 있는 플랫폼의 역할을 수행할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 미국을 중심으로 한 선진 각국의 과학화훈련의 역사와 추진경과에 대해 알아보고 최근 STE로 대변되는 과학화훈련 체계의 변화에 대해 알아보았다. 과학화훈련 체계는 베트남 전쟁의 뼈아픈 실패와 4차 중동전의 충격 속에서 이를 딛고 일어서고자 하는 미 육군의 환골탈퇴 속에서 탄생한 산물이다. 지난 실패를 되풀이하지 않기 위해 미 육군은 첨단기술을 적극 활용하였으며, 잭 소프와 같은 젊은 혁신가들의 생각을 과감하게 수용하여 마침내 1990년대 걸프전쟁에서 눈부신 승리를 거두게 되었다. 그 이후에도 교육훈련을 통한 군사적 우위를 달성하고 시간과 비용을 절감하기 위해 첨단과학기술을 적용한 과학화훈련 체계를 지속적으로 발전시키고 있으며 현재는 합성훈련환경(STE)을 중심으로 모든 노력이 통합되고 있다. 우리 육군도 미 육군의 훈련체계를 과감히 수용하여 세대별, 단계별 훈련소요를 충족하기 위해 다양한 모습으로 발전해 왔다. 그러나 우리도 선진국의 추진사례와 같이 다양한 과학화훈련 체계의 개별적인 개발과 상이한 데이터를 통합하기 위한 노력과 하드웨어 중심의 훈련체계 유지에 따른 비용의 증가를 억제하면서도 실질적 과학화훈련 체계를 구현하기 위해 첨단 과학기술을 활용한 사용자에 친화적인 과학화훈련 체계를 조기에 확보하여 선진국과의 격차를 줄일 수 있는 기회를 갖게 되었으며, 특히 그 동안은 꿈같이 여겨져 왔던 다양한 훈련체계를 활용한 3차원 가상공간에서의 대규모 부대의 훈련이 가능한 시점이 임박하고 있다. 이를 통해 이전에는 불가능했던 교육훈련 데이터를 통합하여 축적하고, 이를 통해 부대별·개인별로 맞춤형 교육훈련을 제공하며, 전군의 훈련성과를 분석하고 평가하는 피드백이 가능해질 것이며 이는 단순히 훈련체계의 첨단화를 넘어 훈련 자체를 혁신하는 계기가 될 것이다.

참고문헌

- Kauchak, M. (2019). STE-CFT: Accelerating Training Modernization. MS&T Magazine, Nov 12.  
<https://www.halldale.com/articles/15866-ste-cft-accelerating-training-modernization>
- Smith, R. (2007). The Disruptive Potential of Game Technologies. Research-Technology Management, 50(2), 57-64. doi:10.1080/08956308.2007.11657431
- Thorpe, J. (2010). Trends in modeling, simulation, & gaming: Personal observations about the past thirty years and speculation about the next ten. In Interservice/Industry training, simulation, and education conference (I/ITSEC).
- WEISS, H. (1966). SYSTEMS ANALYSIS PROBLEMS OF LIMITED WAR. Symposium on Deep Submergence Propulsion and Marine Systems. doi:10.2514/6.1966-2539

원 고 접 수 일 2020년 8월 11일  
원 고 수 정 일 2020년 8월 23일  
게 재 확 정 일 2020년 8월 28일

# Trends of Developing Training in Advanced Countries and Direction of the Army: Focusing on the LVCG training system

Lee, Heenam\*

(ROK Army Training & Doctrine Command)

This study examines the history of LVCG training, which is attracting attention as the army's education and training method in the era of the 4th industrial revolution, and the recent trends in advanced countries, and the direction of the army's LVCG training development. LVCG training is an effective means for soldiers to improve their survival rate and combat skills by experiencing realistic virtual battles iteratively prior to actual deployment, thereby ultimately improving their readiness. The LVCG training system is classified into four categories: live, virtual training, war game training, and game, collectively referred to as LVCG. In the 1980s, advanced countries began to use the LVCG training system in various areas of education and training, and after the 1990s, they promoted a synthetic environment incorporating the LVCG training system. Recently, the synthetic training environment (STE) that integrates LVCG into a three-dimensional virtual environment. This is attracting attention and developed countries are rapidly transitioning to STE. The Army is also promoting education and training innovation based on big data and artificial intelligence by establishing a low-cost, highly efficient LVCG training environment with LVCG integrated around the synthetic training environment platform and securing education and training data using STE.

**Keywords** : Synthetic Training Environment, LVCG Training, Army Training & Education, Training Environment, Simulation

