

Received: 2024/06/02  
Revised: 2024/06/14  
Accepted: 2024/06/28  
Published: 2024/06/30

\*Corresponding Author:

Hackyoung Bae  
E-mail: baehackyoung@gmail.com

Abstract

본 연구는 미래 전쟁 환경에서 우주 영역의 국방 전략 개발의 필요성을 인식하고 이를 발전시키기 위한 방안으로 우주 영역에서의 모델링 및 시뮬레이션(M&S) 기술의 적용을 고찰하였다. 선행 연구 검토를 통해 국방 M&S와 우주 영역에서의 적용 개념을 살펴보고, 우주 영역의 특성과 M&S 적용 시 고려 사항을 분석하였으며, 미국의 국방 우주 M&S 적용 사례를 통해 우리 군의 모델 개발에 적용 가능한 요소와 방법론에 대해 고찰하였다. 본 연구의 내용은 우주 영역에서의 M&S 적용에 기초자료를 제공하는 것을 목표로 한다.

This study recognized the necessity of developing defense strategies for the space domain within future battlefield environments, and examines the utilization of modeling and simulation (M&S) technology in this context. Through a review of previous studies, the study delves into the concept of defense M&S and its application to the space domain, analyzes the unique characteristics of space domain along with considerations for M&S application, and illustrates its practical implementation for Republic of Korea military through examples drawn from U.S. defense space M&S system. The study aims to provide foundational insights for the application of M&S in the space domain.

Keywords

우주 영역(Space Domain), 모델링(Modeling), 시뮬레이션(Simulation), 워게임(Wargame)

# 미래 우주 영역의 국방 전략 개발 방법론 발전 방향: M & S 적용을 중심으로

## Direction to Advance Methodologies for Future Space Domain Defense Strategy Development: A Focus on Modeling and Simulation Applications

김근형<sup>1</sup>, 배학영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>해군 대위/국방대학교 우주정책전공 석사과정

<sup>2</sup>해군 중령/국방대학교 군사전략학부 부교수

Geunhyung Kim<sup>1</sup>, Hackyoung Bae<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>LT, ROK Navy/Master Candidate, Major of Space Policy, Korea National Defense University

<sup>2</sup>CDR, ROK Navy/Associate professor, Dept. of Military Strategy, Korea National Defense University

### 1. 서론

미래 전쟁환경에서 우주 기반 기술에 대한 의존도가 증가함에 따라 우주 영역에서의 능력이 제한될 경우 감시·정찰, 정밀 유도 무기 운용, 위성 통신 등 군사 작전수행 전반이 영향을 받게 되었다. 즉 우주 기반 기술에 대한 높은 의존도는 취약성의 증대로 이어지게 되었고, 이에 따라 우주에서 발생할 수 있는 위협과 위협에 군사적으로 대응할 수 있는 능력을 갖추는 것이 미래 국방을 위한 중요한 과제가 되었다.

우리나라의 우주 기술 발전 계획을 고려할 때 앞으로 확대될 우주 자산과 능력에 대한 안전을 확보하기 위해 우주 작전 능력의 필요성은 더욱 강조된다. 과학기술정보통신부는 2024년 2월 국가 안보에 직결되는 다섯 가지 거대과학·필수기반 분야 중 하나로 우주항공·해양분야에 대한 전략 로드맵을 발표하였다. 전략 로드맵에는 미래 전장이 우주로 확장되면서 우주기술의 확보가 타국의 군사·정치·경제·사회 동향탐지는 물론 군사 작전능력 향상에 결정적인 역할을 한다는 점이 명시되었다[1]. 또한 2023~2037 국방과학기술혁신 기본계획에서는 국가전략기술과 연계하여 10대 국방

전략기술 분야 중 하나로 우주가 포함되었으며, 30개 국방전략기술 중 네 가지 우주기술(우주기반 감시정찰, 초정밀 위성항법, 우주영역 인식, 우주비행제)이 선정되었다[2].

이 같은 국가 전략의 수립에는 전장 환경에서 우주 기반 기술에 대한 의존도 증가와 함께 과학기술의 발달로 우주 개발 비용이 감소함에 따라 국제적으로 미래시장 주도권 확보 경쟁이 심화된 상황이 배경에 있다. 미국을 비롯한 주요 우주 활동국은 이 같은 우주의 전략적 중요성을 인식하여 안보 차원에서 자국의 우주 자산을 보호하고 적의 우주 사용을 무력화할 수 있는 전략을 경쟁적으로 수립하고 구현해나가고 있다. 따라서 국제사회에서 전장 영역으로 인식되는 우주에 대한 우리 군의 국방 전략 차원의 접근 필요성이 점차 커지고 있다.

우주 영역에서의 안보를 달성하기 위해서는 전략을 수립하고 실현하는 의사결정의 과정이 필수적인데, 우주의 규범적, 물리적 특성상 의사결정을 위한 자료를 확보하기 위해 실제 우주자산을 활용한 훈련이나 실험을 수행하는 데는 우주의 특성과 재정적 현실을 고려한 제한사항이 존재한다. 이 같은 제한사항을 극복하기 위한 도구가 우주 영역에 모델링 및 시뮬레이션(modeling and simulation, M&S) 기술을 적용하는 것이다. M&S 기술을 통해 우주에서의 군사적 상황을 S/W로 구현하여 실제 상황을 가상으로 모의함으로써 효율적이고 경제적인 의사결정에 기여할 수 있다.

M&S 체계를 개발하고 구현하기 위해서는 소프트웨어 기술뿐만 아니라 우주 작전에 대한 이해와 전술, 플랫폼 등에 대한 지식이 요구되며, 이러한 도메인 지식에 기반하여 우주의 특성 및 작전적 개념에 부합하도록 M&S 개발이 이루어져야 한다. 미국에서는 우주에서의 군사적 상황을 M&S 체계에 적용하기 위하여 우주 체계와 구성요소, 운용자, 우주기상 및 우주잔해물의 영향, 우주에서의 적대적 행위에 대한 대응과 같은 도메인 지식이 검토된 바가 있다. 본 연구에서는 이 같은 선행연구를 검토하여 다양한 전투모델과 시뮬레이션에서 우주가 어떻게 다루어지고 있는지를 확인하고 우주 영역에 M&S가 적용된 사례를 살펴봄으로써 우리 군의 미래 국방 전략 개발에 적용 가능한 방법론을 제시하는 데 중점을 두었다.

## 2. 이론적 배경

우주 영역에서 한정된 국방자원을 효율적으로 운용하기 위해서는 의사결정 과정에서 경제성을 확보할 필요가 있다. 또한 우주 자산을 훈련이나 실험 목적으로 활용하기에는 위험성과 제약이 존재한다. 따라서 우주 영역에서의 재정적, 물리적 한계를 해결하고 동시에 미래전에 대비한 다양한 훈련과 전투실험을 수행하기 위한 도구로써 국방 M&S 적용의 필요성은 강조되고 있다.

국방 시스템은 복합체계(system of systems, SoS)로서 한 가지 추상화 수준으로 모델링하는 것은 효율적인 복잡도 제어가 불가능하기 때문에 모델은 해상도에 따라 전구/전역(theater/campaign)급, 임무/전투(mission/battle)급, 교전(engagement)급 및 공학(engineering)급으로 구분한다. 국내 우주 분야에 있어서 교전급 모델과 공학급 모델은 무기체계 개발 등 분야에서 이미 활용 중이지만, 전구/전역급, 임무/전투급과 같은 수준의 체계는 아직 개발되지 않았다. 따라서 우주 영역에서의 군사적 작전을 반영한 전구급 모델의 국내 개발을 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

국방 M&S 기술은 실제 군사 작전을 모델링하고 시뮬레이션하여 소프트웨어를 통해 위게임 형태로 구현하는 것으로, 국방 M&S 개발을 효과적으로 수행하기 위해서는 다음의 세 가지 기술이 필수적이다. ① 실제 군사작전의 이해와 작전상황 전개에서 사용되는 장비/플랫폼의 동작 및 운용 전술 등에 대한 도메인 지식, ② 도메인 지식을 모델로 변환하는데 요구되는 모델링 기술과 시뮬레이션 엔진 및 결과분석 기법 등을 포함한 M&S 기술, ③ M&S 기술을 실체화하여 실행하기 위한 ICT 기술이 필요하다([3] pp. 114-115).

본 연구에서 논의하는 분야는 각 체계의 기능에 대한 모델링이 아닌 전략 개발 차원의 모델이기 때문에 세 가지 기술 중 도메인 지식에 집중하고자 한다. 구현하고자 하는 군사작전에 대한 이해 없이 M&S 기술과 소프트웨어 기술만으로는 위게임 모델 개발이 불가능하기 때문이다([3] p. 115).

모델 개발에는 요구공학 기술, 모델링 기술, 모델 구현 기술이 순차적으로 적용되는데, 이 세 단계 중 도메인 지식이 집중적으로 활용되는 단계는 요구분

석 단계에 해당하며, 이 단계에서는 교범 등에 수록된 도메인 지식을 활용하여 모델링 목적에 맞는 요구사항을 분석하고 명세하여 모의 논리서를 작성한다([3] p. 115). 모델 구현 이후 M&S가 요구사항 및 설계에 맞게 개발되었는지 검증하고 모의대상을 원하는 수준에 맞게 반영하고 있는지 확인하는 검증 및 확인(validation and verification, V&V) 절차에서도 도메인 지식이 활용된다([4] p. 93).

이처럼 우주에 대한 도메인 지식을 바탕으로 국방 M&S를 우주 영역에 적용하기 위한 방법에는 다음과 같은 세 가지 방법이 있다. ① 지구상의 전장과 우주 자산의 상호작용을 분석하여 필요한 정보를 독립된 전투 시뮬레이션에 제공하는 모델을 만드는 방법, ② 시나리오의 모든 개체를 정확하고 완전하게 모델링하여 세부 정보를 시나리오에 포함하는 방법, ③ 여러 수준의 표현 규칙에 따라 전체 시스템을 모델링하여 개체가 다양한 수준에서 계층적으로 모델링되도록 하는 방법이다([5] pp. 1-3-5).

각 방법의 특성을 살펴보면 첫 번째 방법은 복잡성이 줄어들어 비교적 낮은 컴퓨팅 성능으로 구현이 가능하며, 두 번째 방법은 정확하고 상세한 시뮬레이션이 가능하다. 세 번째 방법은 다양한 시나리오에 필요한 만큼 정보를 표시하도록 조정 가능한 유연성을 가지는 방법이다. 이 같은 개념을 바탕으로 우주 영역에서의 M&S를 적용 시 고려 사항과 미국의 사례를 분석한다.

### 3. 우주 영역에서의 M&S 적용 시 고려 사항

변화하는 국방환경 속에서 우주력을 강화하고 우주 우세를 확보하며 유지하기 위해서는 우주 영역에 국방 M&S 적용이 필요하며, 정확한 모델링을 위한 도메인 지식 차원에서 우주 영역의 특성에 대한 이해가 선행될 필요가 있다.

우주 영역은 미세중력, 극한의 온도, 방사선 및 궤도 역학이 적용되는 등 환경적 특성과 우주 잔해물과의 충돌 가능성이 상존하는 공간이다. 따라서 우주 시스템은 체계 개발에 고도의 기술력이 적용되고, 획득 시 많은 비용이 소요되며, 소량으로 획득된다는 점에서 특징적이다. 또한 우주 영역에서 운용되는 인공위성은 궤도 상에 진입한 이후 시스템 최적화나 소프트웨어 수정만 가능할 뿐 하드웨어에 대

한 유지보수는 불가능하여 상대적으로 운영 유지 비용이 낮다. 뿐만 아니라 이중용도 기술로서 민간 겸용으로 운용되는 경우가 많은 것 또한 다른 무기체계가 군사 전용으로 설계되는 점과 구분된다.

환경적 특성과 이에 따른 체계의 특성 외에도 우주 영역은 국제 우주법의 규율을 받는 등 규범의 적용에서도 지구상의 영역과는 차이가 있다. 국제법적 측면에서 우주의 군사적 이용이나 우주에 제한적으로 무기를 배치하는 것은 허용된다. 민간 우주활동에 대해서 국가가 국제적 책임을 지는 등 우주 영역을 이해하기 위해서는 지·해·공 영역과 다른 규범에 대한 이해가 필요하다.

이처럼 특수한 우주 영역에서 우주자산에 대한 안보 위협은 우주 시스템을 방해, 교란, 손상, 파괴하려는 의도적 위협과 우주 잔해물 등의 비의도적 위협으로 구분할 수 있으며, 의도적 위협에는 주파수 신호 간섭 및 위성 시스템에 대한 전자 재밍 등의 가역적 효과를 발생시키는 위협과 우주자산의 물리적 손상과 파괴를 포함해 불가역적 효과를 내는 위협이 포함된다. 우주 궤도상 잔해물 증가에 따라 충돌 위험성이 증가하고 있으며, 근접 작동하는 위성 간 주파수 간섭 등의 비의도적 위협 또한 증가하고 있다. 작전 임무 지원을 위한 우주 영역의 중요성은 점점 커지고 있으며, 실제로 우주 능력의 제한 발생은 우주 정보의 품질 저하로 이어져 작전 및 임무에 영향을 미칠 수 있다([6] pp. 3-4).

우주 영역의 특성은 기존의 전구/전역급 모델에서는 명확하게 표현되지 않았다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우주 작전의 영향을 측정하는 것과 우주 임무와 우주의 영향을 받는 임무에 대한 명확한 이해가 필요하다([7] pp. 21-26). 또한 우주의 군사적 측면을 효과적으로 모델링하기 위해서는 우주 시스템, 시스템 소유자/운영자, 우주 기반 정보 사용자 간의 상호작용과 책임을 구성하는 프레임워크를 식별해야 한다([7] p. 21). 워게임은 우주 능력을 합동 군사작전에서 성공적으로 적용하기 위한 도구이며, 워게임의 목적은 실제 상황과 유사한 환경에서 시뮬레이션을 통해 인간의 의사결정에 대해 확인하는 것이다. 따라서 우주 영역의 특성과 우주 시스템뿐만 아니라 사용자까지 M&S 적용 시 고려되어야 한다([8] p. 45).

과거 전구/전역급, 임무/전투급 모델에서 우주 기

능별 임무가 표현된 형태를 살펴보면 Table 1과 같다. 예시로 제시된 세 모델은 미 공군 연구 분석국(Air Force Studies and Analyses Agency, AFSAA)의 군사 작전을 분석하는 시뮬레이션으로 우주 시스템의 기여도를 평가하는 주요 도구로 사용된 전구급 모델 THUNDER와, 이후 THUNDER를 대체하여 개발된 전구급 모델인 STORM(Strategic and Theater Operations Research Model), 그리고 미사일 방어(theater missile defense, TMD) 및 공중 방어 시스템의 효과에 대해 평가하는 임무급 공중 방어 시뮬레이션 EADSIM(Extended Air Defense Simulation)이다.

우주 작전은 인공위성, 발사체, 발사시설, 지상국 및 통신 링크 등 다양한 구성요소에 의해 이루어지

는 복잡한 시스템이기 때문에 우주력을 전구급 모델에서 표현하는 것은 쉽지 않다. 따라서 Table 1과 같이, 전투력 증강이나 전투력 적용과 비교적 더 낮은 수준으로 표현되어 있는 우주 통제나 우주 지원의 기능에 대한 모델링에 더욱 발전이 필요하다.

상술한 우주 임무, 사용자에 대한 이해 등의 사항은 M&S 개발 과정에서 단계적으로 고려되는데, 단계를 도식화하면 Fig. 1과 같다.

국방 M&S를 우주 영역에 적용하는 첫 번째 단계는 전·평시 전투원과 작전에 미치는 영향을 포함하여 우주가 군사작전에 어떠한 영향을 미치는지 이해하는 것부터 시작된다. 여기에는 관련 교리, 학술 기관의 연구, 시스템 전문가, 사용자, 지침을 통해 우주 시스템이 제공하는 기능을 식별하는 것이 포함된다.

Table 1. 국방 모델에 표현된 우주 능력([9] pp. 27-28)

구분	THUNDER	STORM	EADSIM	
통신	전구 내 통신은 IADS와 지상군을 위해 명시적으로 처리됨, ATO와 기타 군사 통신은 암시적으로 처리	통신위성 및 궤도 표현. 통신 자원(궤도 및 지상) 가용성과 전역 상태에 따라 표현	각 메시지를 생성부터 전송까지 모델링, 관련된 지연시간을 포함함	
항법·측위	항법 위성과 궤도는 가용한 위성 수에 따라 공대지 무기 치명성에 영향을 미침, 위성 가용성 일정 예측은 ATO 계획에 영향		표현되지 않음	
전투력 증강	정보·감시	EO, IR, 레이더, SIGINT 수집 및 동적 수집 계획의 표현, 센서 범위 모델링	위성, 항공기, 지상 부대가 공격 및 방어 부대가 위협에 대응할 수 있도록 정찰 및 정보 데이터를 제공함	
환경 모니터링	기상 예보 파일 입력을 통해 ATO 계획에 영향을 미침. 지상 기상은 명시적으로 우주 센서를 제한함(경우에 따라), 우주 기상(태양풍) 영향은 위성 블랙아웃 영향으로 표현		표현되지 않음	
경보	탄도미사일 공격 탐지와 발사 경보에 DSP와 SBIR 모델 사용(공격, 항공작전)	탄도미사일 공격 탐지와 발사 경보에 DSP와 SBIR 모델 사용(공격작전)	방어, 공격, 정찰 부대가 위협에 대응할 수 있도록 경보 정보 제공	
전투력 적용	탄도미사일 방어	대공 방어 시스템이 위협에 대응	우주 대 지상 능력은 스크립트에 의한 상호작용으로 표현	지상, 공중, 우주 기반 부대가 위협 미사일을 목표로 대응
	지·해·공 방어	표현되지 않음	표현되지 않음	우주 기반 정보자산이 TBM 발사기(TEL)를 목표로 대응
우주 통제	예방(우주 감시)	스크립트에 따른 위성 블랙아웃 영향 표현		
	보호	스크립트에 따른 위성 블랙아웃 영향 표현	표현되지 않음	
	무력화	표현되지 않음		
우주 지원	위성 제어	위성 궤도 통과 표현	표현되지 않음	
	시스템 군수	표현되지 않음	표현되지 않음	
	우주 발사	스크립트에 따른 위성 블랙아웃 영향 표현		

각 우주 시스템에는 기존에 부여된 임무와 운용 과정에서 발견된 추가적인 임무가 있다. 이 같은 시스템을 효과적으로 모델링하기 위해 WBS(work breakdown structure)를 활용하고 MBS(mission breakdown structure)에 적용할 수 있다([9] pp. 39-41).

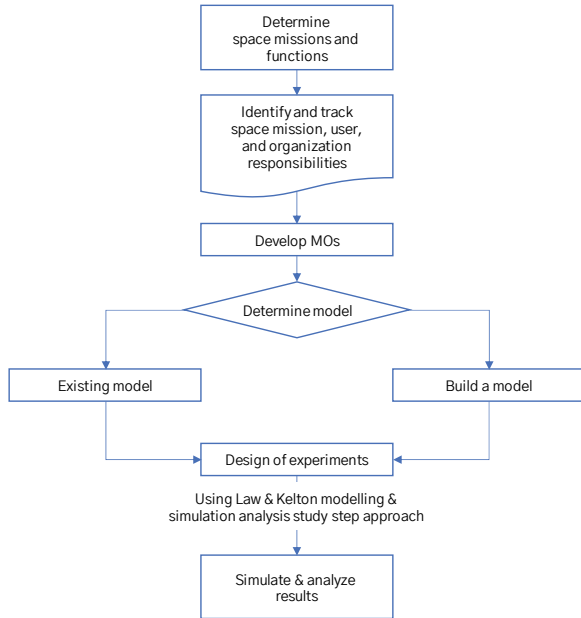


Fig. 1. 군사 우주 모델링 과정([9] p. 39)

다음 단계는 MBS를 통해 주요 사용자를 식별하고 상호작용을 조직적으로 나타냄으로써 군사 효과성을 평가하는 것이며, 사용자를 식별하는 과정에서는 군 외에 민간과 타국의 사용자를 고려해야 한다. 그리고 효과도 척도(measures of effectiveness, MOE)를 개발하여 관련 있는 기능만을 목적에 맞게 모델링해야 한다([9] pp. 41-44).

다음으로 모델을 테스트하기 위한 실험을 설계하여 테스트를 수행해야 하는데, 이 단계에서는 ‘위성의 손상 또는 성능 저하는 어떻게 측정되는가?’ ‘위성의 성능 저하는 임무 효과성에 어떻게 영향을 미치는가?’ 등의 질문을 통해 모델을 검증하고 확인한다. 이후 시뮬레이션 결과를 통계적/분석적 기법을 통해 분석한다([9] pp. 44-46).

미국에서는 이미 우주 영역에서 국방 전략을 개발하기 위해 우주 관련 분석모델, 훈련모델 등 다양한 활용 분야에서 M&S가 활용 중이다. 우주 작전을 모델링한 위게임이 수행되고 있고, 이 같은 모델이 개발되기까지 관련 연구가 이루어졌다. 미국의 사례와

같이 한국 역시 독자적인 국방 우주 M&S 체계의 개발이 전장 영역으로서의 우주에서의 전략을 발전시키기 위한 향후 과제가 될 것이다.

우주가 군사적 차원에서 모델링되려면 우주 환경의 영향과 우주 자산의 기능과 임무 등이 고려되어야 하며 전장을 보다 정확하게 반영할 필요가 있다. 따라서 선행연구를 참고하고 나아가 우리 군의 상황에 맞는 고려 요소를 식별하는 연구가 이루어져야 한다. 지금까지 살펴본 우주 영역에서의 국방 M&S에 적용에 대한 개념적 연구에 더해 다음 장에서는 미국의 사례를 살펴봄으로써 위게임 모델 개발에 필요한 정책적 함의를 도출한다.

### 3. 미국의 국방 우주 M&S 적용 사례

#### 3.1. Schriever Wargame

슈리버 위게임(Schriever Wargame, SW)은 미 우주군(United States Space Force, USSF)의 타이틀-10 작전 위게임 시리즈로, 전략적 수준에서 수행된다. 위게임은 우주 영역의 다양한 주체와 각 주체의 자산과 역량의 협력이 필수적이라는 점을 고려하여 민간 다국적 파트너와 함께 수행된다. 2023년에는 호주, 캐나다, 프랑스, 독일, 일본, 뉴질랜드, 영국, 그리고 14개의 상업 서비스 제공자들뿐만 아니라 미국 정부 전역의 25개 이상의 지휘부와 기관에서 약 350명의 군사, 민간, 상업 전문가들이 위게임에 참가했다[10]. 훈련은 미래에 우주와 사이버 영역에서 일어날 수 있는 상황을 모의한 가상 시나리오에 따라 전개되며, 위 게임을 통해 다국적 관계자들은 무력 충돌 상황에서의 취약점을 식별하고, 회복을 위한 대응책을 수립하며, 규범 및 전략을 개발하거나 교전규칙을 마련하기 위한 데이터 수집 활동 등을 수행한다([11] pp. 58-61).

#### 3.2. CAVE(Capability Assessment and Validation Environment)

중국은 우주 기반 정보, 정찰 및 감시 능력을 빠르게 확대하고 있으며, 가역적 전파방해에서 직접상승 위성요격 미사일 및 궤도 상의 대위성 무기에 이르기까지 다양한 대(對)우주무기를 구축하고 있고,

러시아는 대우주무기에 지속적으로 투자하고 있다. 이 같은 상황에 대응하여 미국 우주사령부는 미국이 미래 우주 안보를 달성하는 2027년까지 전투준비태세 극대화에 주력하고 있다[12]. 그 방책으로 2027년까지 상업 우주기술 활용과 새로운 전술 및 작전 개념을 위해 모델링과 시뮬레이션에 대한 의존도를 확대하고 있다. 미국 우주사령부 사령관인 스티븐 화이트링(Stephen Whiting) 장군은 우주 사령부의 역량 평가 및 검증 환경(Capability Assessment and Validation Environment, CAVE)으로 알려진 M&S 실험실을 통해 전투, 계획, 전역에 대한 분석을 수행할 수 있다고 밝혔다[12].

미국 우주사령부는 조직이 운영을 계획하고 분석하는 방법을 지원하기 위해 CAVE라는 전용 모델링 및 시뮬레이션 도구를 만들었다. CAVE는 모델링 및 시뮬레이션 플랫폼일 뿐만 아니라 소속된 모델링 및 시뮬레이션 전문가와 분석 전문가가 전투 계획, 운영 및 전역을 모델링하는 데 도움을 줄 수 있으며, 미래 합동 전투 시나리오에 모든 분류 수준에서 모든 운영 평가를 할 수 있도록 발전시키고 있다[13]. 우주가 전장 영역으로서 계속 중요해짐에 따라 우주 사령부와 우주군 모두 우주 환경을 정확하게 구현할 수 있는 정확한 모델링 및 시뮬레이션 기능, 특히 위 게임 수행의 필요성을 강조하고 있다.

### 3.3. Space Flag

미 우주군은 2017년부터 Space Flag 훈련을 운영하고 있다. 이 훈련은 인공위성이 군사 표적이 됨에 따라 우주군이 위게임을 통해 궤도에서 발생할 수 있는 문제에 대한 문제 해결 능력을 키우는 훈련이다. 훈련 참가자는 블루 셀, 화이트 셀, 레드 셀로 조직되며, 화이트 셀은 통제 기능을 하고, 레드 셀은 적의 결정을 시뮬레이션한다. 블루 셀은 적이 대우주 전술을 통해 위성 서비스를 방해하려고 할 때 인공위성을 기동시키는 등, 훈련 참가자가 지휘관에게 정보를 제공하기 위해 임무 계획, 의사결정, 위협 평가의 기술과 과학을 훈련하며, 가상 전장에서 실제 전투 임무가 어떤 모습일지 경험할 수 있다[14]. 미국은 이 위게임이 성숙해지면 점점 더 현실적인 작전 시나리오를 모델링 및 시뮬레이션을 통해 발전시키고자 한다[15].

## 4. 결론

본 연구는 미래 전장 환경에서 우주 기반 기술의 중요성과 그에 따른 취약성에 대한 인식을 바탕으로 전략 개발의 중요성을 제시하였다. 그리고 전략 수립 과정에서 한정된 국방 자원과 우주 영역에서의 제한사항을 극복하기 위한 방안으로 우주 영역에 국방 모델링 및 시뮬레이션 기술의 적용을 제안하였다.

또한 국방 M&S 체계 개발에 있어서 도메인 지식의 중요성에 주목하여 선행연구를 바탕으로 우주 영역의 특성과 M&S 적용 시 고려 사항을 살펴보고, 미국의 국방 우주 M&S 적용 사례를 통해 우리 군의 체계 개발에 적용 가능한 요소와 방법론을 제시하였다. 특히 Schriever Wargame, CAVE, Space Flag와 같은 사례를 통해 우주 영역에서 M&S 체계의 실제 적용이 어떻게 이루어지고 있는지를 살펴보았다.

이 같은 기존 연구와 사례에서 공통적으로 적용된 사항을 참고하여 미래에 개발될 우리 군의 독자적인 국방 우주 모델에 적용하면서, 우리 군의 작전과 전력의 특성에 부합하도록 요구사항을 분석하고 반영해야 할 것이다. 또한 우주 영역에서의 M&S 체계를 이해함으로써 다국적 연합 훈련에 참가한 우리 군이 향후 수행해야 할 임무와 국제협력 과제를 연구하거나, M&S 적용을 통해 우리 국방 환경에 적합한 우주 전력 발전 방향에 대한 합리적인 의사결정을 지원하고, 획득 비용 절감과 기간 단축에 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

우주 기술은 점차 발달하고 있다. 미래 우리 군의 작전 능력을 결정하는 무기체계, 교리 및 조직 등의 개념은 기술의 발달에 따라 계속 바뀌어 갈 것이다. 따라서 도메인 지식을 바탕으로 우주 안보 관련 주요 현안에 대한 미래의 불확실성을 감소시키는 동시에 합리적이고 과학적인 의사결정체계를 구축하기 위해 M&S에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 국가전략기술 임무중심 전략로드맵(안), 국가과학기술자문회의 국가전략기술 특별위원회, 2024.
- [2] 2023~2037 국방과학기술혁신 기본계획(안), 국가과학기술자문회의, 2023.
- [3] 김탁곤, 국방 모델링 시뮬레이션, 한티미디어, 2018.

- [4] M&S 적용 매뉴얼, 방위사업청, 매뉴얼 제2017-6호, 2017.
- [5] Payne. Robert. Jr., Modeling Space in the Air Force Command Exercise System (ACES), Air Force Institute of Technology, 1996, pp. 1-3-5
- [6] 이성훈, 우주자산 위협 양상과 주변국의 대응 정책 및 시사점, INSS전략보고 No. 228, 국가안보전략연구원, 2023.
- [7] Olsen. Peter F., Issues in Modeling Military Space, Air Force Institute of Technology, 2002.
- [8] Alkire. Brien. et al., Enhancing Assessments of Space Mission Assurance, RAND Corporation, 2020.
- [9] Olsen. Peter F., supra note 9, pp. 27-28.
- [10] Pam Hill and Kelly Vail, GAME REPORTS Schriever Capstone and Coalition Council 2023, Air Force Wargaming Institute (AFWI) Wargame Team, [https://media.defense.gov/2023/Jul/17/2003260616/-1/-1/1/EXSUM\\_SCHRIEVER%20CAPSTONE\\_\(20-31%20MAR%202023\).PDF](https://media.defense.gov/2023/Jul/17/2003260616/-1/-1/1/EXSUM_SCHRIEVER%20CAPSTONE_(20-31%20MAR%202023).PDF) (검색일: 2024. 5. 20.)
- [11] Rober S. Dudney, Hard Lessons at the Schriever Wargame., Air Force Magazine 94.2, 2011, pp. 58-61, <https://www.airandspaceforces.com/PDF/MagazineArchive/Documents/2011/February%202011/0211wargame.pdf> (검색일: 2024. 5. 20.)
- [12] Debra Werner, U.S. Space Command adopts multipronged approach to prepare for 'a conflict that has never happened', Spacenews, 2024. 4. 9. <https://spacenews.com/u-s-space-command-adopts-multipronged-approach-to-prepare-for-a-conflict-that-has-never-happened/> (검색일: 2024. 5. 20.)
- [13] Mikayla Easley, Space Command stands up new simulated environment for wargaming, defensescoop, 2024. 4.10. <https://defensescoop.com/2024/04/10/space-command-cave-capability-assessment-validation-environment/> (검색일: 2024. 5. 20.)
- [14] Sandra Erwin, Space Force wargame challenges satellite operators to think critically, Spacenews, 2022. 8.21. <https://spacenews.com/space-force-wargame-challenges-satellite-operators-to-think-critically/> (검색일: 2024. 5. 20.)
- [15] Tyler Whiting, Space Flag, the premier exercise for training space forces, successfully concludes for the first time under STAR Delta Provisional, United States Space Force Public Affairs, 2020. 8.21. <https://www.spaceforce.mil/News/Article/2321531/space-flag-the-premier-exercise-for-training-space-forces-successfully-conclude/> (검색일: 2024. 5. 20.)