

박사학위논문

국방M&S 체계 소요기획 프로세스
정립을 위한 방법론 연구

－ 차기 軍 과학화훈련체계를 중심으로 －

2020년

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 시 스 템 공 학 과

정 보 기 술 전 공

정 차 성

박 사 학 위 논 문
지도교수 노광현

국방M&S 체계 소요기획 프로세스 정립을 위한 방법론 연구

－ 차기 軍 과학화훈련체계를 중심으로 －

A Methodology for Establishing a Planning Process for the
National Defense M&S System

2020년 6월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 시 스템 공 학 과

정 보 기 술 전 공

정 차 성

박 사 학 위 논 문
지도교수 노광현

국방M&S 체계 소요기획 프로세스 정립을 위한 방법론 연구

－ 차기 軍 과학화훈련체계를 중심으로 －

A Methodology for Establishing a Planning Process for the
National Defense M&S System

위 논문을 산업공학 박사학위 논문으로 제출함

2020년 6월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 시 스템 공 학 과

정 보 기 술 전 공

정 차 성

정차성의 산업공학 박사학위 논문을 인준함

2020년 6월 일

심사위원장 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

국방M&S 체계 소요기획 프로세스 정립을 위한 방법론 연구

한 성 대 학 교 대 학 원
산 업 시 스 템 공 학 과
정 보 기 술 전 공
정 차 성

과학 기술의 발전과 전투 수행 방식의 변화에 따라 무기체계 획득 환경이 변화되고 있다. 더욱 첨단화되고 복잡해지는 새로운 무기체계를 성공적으로 획득하기 위해서는 과학적이고 체계적인 소요기획 활동이 필요하다. 소요기획은 개념을 발전시키고, 소요를 제기하고 결정하는 일련의 활동으로 무기체계 획득의 첫 출발점이다. 소요기획 단계에서 명확한 운용 개념과 요구사항이 제시되어야 획득 단계에서 시간과 비용의 추가적인 노력을 줄일 수 있다. 최근 소요기획의 완전성과 충실성을 확보하기 위해 ① 사전 개념연구 수행, ②소요제기서 작성 보완, ③소요군 주관으로 운용요구서(ORD) 작성 등 관련 규정이 개정되었다. 그러나 소요기획의 주체인 육·해·공군 및 해병대의 현실은 이러한 업무를 수행할 수 있는 역량이 미흡하다. 전문 조직과 인력, 소요기획의 경험이 부족하다. 또한, 소요기획 단계에서 수행할 과업에 대한 올바른 인식이나 절차의 정립이 미흡하여 조직의 관행에 의존하고 있는 것도 현실이다.

특히, 국방M&S 체계가 훈련 분야를 포함하여 국방영역에 폭넓게 활용되면서 신규 수요가 증가할 예정이다. 일반 무기체계와는 특성이 다른 M&S 체계에 대한 소요기획 방법에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 실제 전투상황을 모델링하기 위해서는 모의 요구사항과 개념모델이 중요하나, 우리 군에서는 아직 그 수행 주체와 방법에 관한 합치된 연구 결과를 제시하지 못하고 있다.

본 논문은 각 군이 국방M&S 체계의 소요기획 단계에서 수행할 세부 활동을 과학적이고 체계적으로 정립하기 위한 방법론을 연구하였다.

국방M&S 체계의 소요기획 프로세스를 ①운용개념 정립, ②요구사항 개발, ③개념모델 개발의 3단계와 20개의 세부 활동으로 도출하였다. 이는 연구자의 직무 경험과 문헌 연구 및 M&S 전문가의 의견을 종합하였다.

과학적이고 체계적으로 소요기획 업무를 수행하기 위해서는 획득 초기 단계 활동을 강조하는 시스템엔지니어링과 요구공학의 학문적 배경이 요구된다. 또한, 표준화된 M&S 체계 개발 프로세스의 적용이 필요하였다. 이러한 학문적 배경을 기초로 M&S 체계의 특성인 전장 상황 모델링을 위한 세부적인 활동의 식별이 필요하였다. 특히, 사용자인 소요군이 소요기획 과정에서 이러한 활동에 참여해야만 성공적으로 M&S 체계를 획득할 수 있을 것이다. 한편, 소요군에서 이러한 프로세스를 효율적으로 수행하기 위해서는 전문적인 방법과 도구의 활용과 조직 내·외부의 환경적 요인이 확보되어야 한다.

본 논문에서 제시한 「M&S 체계 소요기획 프레임워크」는 소요기획의 프로세스, 방법 및 도구, 환경을 포함하였다.

프레임워크의 유용성을 검증하기 위해 우리 군이 향후 개발해야 할 차기 과학화훈련 체계로 「한국형 합성훈련환경(STE)」을 상정하여 소요기획 활동을 수행해 보았다. 이와 병행하여 M&S 체계 개발업체와 연구기관의 전문가를 대상으로 설문 조사를 시행하였다. 검증 결과 소요군에서 소요기획을 효율적으로 수행하기 위해서는 ①개발하고자 하는 체계의 명확한 운용개념과 요구사항이 제시되어야 하고, ②M&S 체계의 특성을 고려한 모의 요구사항과 개념모델을 개발해야 했다.

본 연구에서 제시한 소요기획 프레임워크는 그동안 각 군에서 다양한 무기체계에 대한 소요를 제기하면서 체계적이지 못했던 업무 수행 방법론을 정립하는데 기여할 것이다. 막연하게 정의되었던 기존의 소요기획 업무를 세부적인 활동으로 구체화함으로써 실제 소요기획 업무량을 제시할 수 있었다. 이는 초기 단계 작성 문서인 소요제기서, 운용개념기술서, 운용요구서의 충실성에 기여할 것이다. 또한, 각 군의 소요기획 관련 조직 설계 및 인력 확보, 소요기획 예산 확보의 근거로 활용될 수 있을 것이다.

향후에는 제시한 소요기획 각 단계의 활동을 세분화하여 구체화하는 연구가 계속 필요하다고 본다. 이를 통해 우리 군의 M&S 체계 소요기획 역량이 한 단계 높아질 것으로 기대한다.

【주요어】 국방M&S체계, 소요기획, 운용개념, 요구사항, 개념모델, 군 과학화훈련체계, 합성훈련환경, 프레임워크

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경	1
제 2 절 연구 필요성 및 목적	4
제 3 절 연구 방법	5
제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 고찰	7
제 1 절 무기체계 획득절차와 소요기획	7
1) 국방기획관리체계	7
2) 무기체계 획득 절차	8
3) 무기체계 소요 기획	9
4) 소요기획 관련 선행연구	15
5) 국방 소요기획 업무 개선	17
제 2 절 국방M&S 체계 개념 및 획득절차	20
1) 국방M&S 체계 정의 및 분류	20
2) 국방M&S 체계 획득 제도 및 절차 분석	22
3) 국방M&S 체계 발전방향	26
제 3 절 군 과학화훈련 발전동향	28
1) 과학화훈련의 개요	28
2) 미군의 추진 현황	30
3) 미군의 합성훈련환경	32
4) 우리 군의 추진 실태 및 방향	39
제 4 절 M&S 체계 소요기획의 과학적·체계적 접근	46
1) 시스템엔지니어링	46
2) 요구공학	54
3) M&S 체계 개발 프로세스	61

제 3 장 M&S 체계 소요기획 프레임워크 개발	64
제 1 절 문제 제시 및 연구 모형	64
제 2 절 M&S 체계 소요기획의 개념	66
1) 소요기획 범위 및 활동 정의	66
2) 소요기획 프레임워크 제안	67
3) 전문가 인터뷰	68
제 3 절 M&S 체계 소요기획 프레임워크 정립	74
1) M&S 체계 소요기획 프레임워크	74
2) 소요기획 프로세스 정립	75
3) 소요기획 시 사용할 방법 및 도구	85
4) 소요기획 시 고려할 환경 요인	87
제 4 장 소요기획 프레임워크의 적용 및 검증	88
제 1 절 한국형 합성훈련환경(STE) 소요기획 사례	88
1) 운용개념 정립 단계	90
2) 요구사항 개발 단계	96
3) 개념모델 개발 단계	105
제 2 절 소요기획 프레임워크의 유용성 검증 및 활용 방안	110
1) 전문가 설문을 통한 검증	110
2) 초기 단계 작성 문서와 비교	115
3) 소요기획 프레임워크의 활용 방안	116
제 5 장 결 론	119
1) 연구 내용 요약 및 의의	119
2) 연구 한계 및 향후 연구과제	120
참 고 문 헌	122
부 록	125
ABSTRACT	130

【표 목 차】

[표1-1] 국가안보전략과 국방백서에 포함된 소요기획 관련 내용	2
[표2-1] 소요기획 및 획득 단계의 분석 · 평가 비교	9
[표2-2] 소요제기서 양식	14
[표2-3] 중·장기 전력소요서 비교	15
[표2-4] 소요기획 관련 전문연구기관 연구결과 종합	16
[표2-5] 국방개혁 2.0의 소요기획관련 과제	18
[표2-6] 국방M&S 체계 사업의 분류	22
[표2-7] 국방전력발전업무훈령에 포함된 국방M&S 관련 규정	24
[표2-8] 우리 군의 개발 예정 M&S 체계	27
[표2-9] 국방 및 육군의 M&S 발전 과제 목록	27
[표2-10] 미군의 합성훈련환경 백서 번역	35
[표2-11] 과학화훈련 관련 기획문서 반영 현황	40
[표2-12] 육군 합성전장훈련체계 탐색개발 추진 일정	42
[표2-13] 시스템 및 시스템엔지니어링에 대한 정의	47
[표2-14] 시스템엔지니어링의 주요 표준 비교	49
[표2-15] SE 표준에 명시된 소요기획 단계 활동	50
[표2-16] PMTE 패러다임을 적용한 사례 연구	54
[표2-17] 소요기획 단계에 적용 가능한 PMTE요소	54
[표2-18] 요구사항에 대한 분류 항목 비교	58
[표2-19] 표현 및 구현 요구사항 특성별 세부 분류	59
[표2-20] 우리 군의 획득사업 관련 요구사항 관리실태	60
[표2-21] FEDEF 기반 프로세스와 MSDBP 프레임워크 활동 비교	63
[표3-1] 운용개념 개발 프로세스 기존 연구	77
[표3-2] 국방M&S 체계 운용개념 정립 단계의 세부 활동	78
[표3-3] 국방M&S 체계 요구사항 개발단계의 세부 활동	80
[표3-4] Robinson의 개념모델 프레임워크 요소	83

[표3-5] 국방M&S 체계 개념모델 개발단계의 세부 활동	84
[표3-6] 소요기획 단계에서 활용 가능한 방법 및 도구	86
[표3-7] Martin의 시스템엔지니어링 관련 환경요인	87
[표4-1] 한국형 STE 핵심 운용개념 서술문(요약)	90
[표4-2] 한국형 STE 운용환경 및 상위수준 목표 (예)	92
[표4-3] 한국형 STE 개발 목표 및 필요성 (예)	92
[표4-4] 한국형 STE 운용방법 (예)	93
[표4-5] 해병대 상륙작전 훈련체계 운용 시나리오 (예)	94
[표4-6] 한국형 STE 내·외부 환경요인 (예)	96
[표4-7] 한국형 STE 운용 지원사항 (예)	96
[표4-8] 한국형 STE 요구사항 도출 계획 (예)	98
[표4-9] 한국형 STE 가 수행해야 할 기능 (예)	99
[표4-10] 모의관련 요구사항의 구체화 정도 (창조21 포병논리)	100
[표4-11] 한국형 STE의 모의 범위 및 수준 (예)	101
[표4-12] 모의 요구기능의 구체화 방안 (예)	102
[표4-13] 국방 M&S표준자료체계에 포함된 자료 (예)	103
[표4-14] 명확한 요구사항 표현의 (예)	104
[표4-15] 모의 요구사항(논리) 표준 양식 (KIDA)	104
[표4-16] 요구사항 검토 기준	105
[표4-17] 해상표적 피해평가 상황 및 목표 (예)	107
[표4-18] 해상표적 간접사격 피해평가 출력값 (예)	109
[표4-19] 해상표적 간접사격 가정 및 단순화 사항 (예)	110
[표4-20] 소요기획 단계의 세부활동 (중요도 및 우선순위)	114
[표4-21] 효율적인 M&S 획득을 위한 고려사항 설문 결과	115
[표4-22] 국방M&S 소요기획 발전을 위한 제언 종합	115
[표4-23] 국방M&S 체계 관련 지침서 내용	117
[표4-24] 각 군의 M&S 및 소요기획 업무 수행 조직	119

【그림 목차】

[그림2-1] 국방기획관리체계와 관계	7
[그림2-2] 무기체계 획득 절차 개념도	8
[그림2-3] 소요기획의 위치	10
[그림2-4] 무기체계 소요기획 절차도	11
[그림2-5] 기획단계 문서체계도	13
[그림2-6] 국방 M&S 체계의 분류	21
[그림2-7] 무기체계 SW 획득 절차와 산출물	24
[그림2-8] SMI 제안 M&S 체계 개발 절차 개선(안)	25
[그림2-9] 모의논리 VV&A를 포함한 M&S 체계 개발 절차 개선(안)	26
[그림2-10] LVCG-ITE의 기본개념	30
[그림2-11] BISim에서 개발 상용화한 VBS3 훈련장면 및 주요화면	31
[그림2-12] LVC-ITE의 개념과 운용상 문제점	33
[그림2-13] 미 육군의 합성훈련환경 개념	34
[그림2-14] 미 해병대의 주요 훈련체계	39
[그림2-15] 육군 ‘사단급 합성전장훈련체계’ 개념	41
[그림2-16] 해·공군의 차기 과학화 훈련체계 개념	43
[그림2-17] 차기 군 과학화 훈련체계 소요기획 추진전략	44
[그림2-18] 다양한 시스템엔지니어링 표준	48
[그림2-19] 초기 단계 투자의 중요성	50
[그림2-20] PMTE 패러다임 구성 요소 및 역할	53
[그림2-21] 소프트웨어 개발 실패 원인	55
[그림2-22] Weigers의 요구사항 정보와 계층	56
[그림2-23] 요구공학 프로세스	57
[그림2-24] MSDBP 시스템엔지니어링 프레임워크	61
[그림2-25] FEDEF 프레임워크	62
[그림3-1] 소요기획 프레임워크 정립 연구 수행 절차	65
[그림3-2] M&S 체계 소요기획 개념	66

[그림3-3] PMTE 기반 M&S 체계 소요기획 프레임워크 (안)	67
[그림3-4] 전문가 인터뷰 문항	69
[그림3-5] 소요기획 프로세스의 인터뷰 결과	70
[그림3-6] 자동화된 기법 및 도구의 활용 필요성 인터뷰 결과	71
[그림3-7] 소요기획시 고려할 환경요인 인터뷰 결과	72
[그림3-8] 소요기획시 개선할 우선순위 인터뷰 결과	73
[그림3-9] 국방M&S체계의 소요기획 위한 PMTE 프레임워크	74
[그림3-10] Martin의 프로세스 구조 및 프로세스 구성 요소	76
[그림3-11] M&S 체계의 요구사항 구조화(예)	81
[그림3-12] 개념모델의 구성 요소	82
[그림3-13] M&S VV&A RPG Special Topic의 개념모델 포함사항	83
[그림3-14] 시스템엔지니어링 단계별 활용 방법 및 도구	85
[그림4-1] 운용개념 정립 절차도	91
[그림4-2] 해병대의 미래 상륙작전 개념도	95
[그림4-3] 한국형 STE 운용개념도	95
[그림4-4] 요구사항 개발 절차도	97
[그림4-5] 한국형 STE 요구사항 구조화 (예)	99
[그림4-6] 개념모델 개발 절차도	106
[그림4-7] 해상표적 간접사격에 대한 임무 영역 분석 (예)	108
[그림4-8] 운용개념 정립 단계의 세부 활동 우선순위	112
[그림4-9] 요구사항 개발 단계의 세부 활동 우선순위	113
[그림4-10] 개념모델 개발 단계의 세부 활동 우선순위	113
[그림4-11] 소요기획 단계의 상대적 중요도 인식	114
[그림4-12] 소요기획 프레임워크와 산출물의 비교	116
[그림4-13] 모의논리 및 개념모델 개발 절차(예)	118

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

4차 산업혁명 관련 과학 기술의 발전과 혁신으로 미래 국방전력은 로봇과 무인 체계 등 첨단기술의 새로운 무기들이 주도하는 시대가 될 것이다¹⁾. 이러한 변화에 대응하기 위해 선진국은 물론 우리 군도 첨단기술을 활용한 무기체계를 개발·운용하기 위해 노력하고 있으며, 전투수행 방식의 변화와 전장 영역을 사이버 공간 및 우주까지 확대하고 있다. 이러한 변화와 발전은 우리 군의 국방 기술과 방위산업에 영향을 미칠 뿐만 아니라 국가 안보 환경은 물론 전투 수행 방식과 수단에 대한 패러다임까지 변화하게 될 것이다. 미래에 운용될 무기체계는 현재보다 첨단화·복잡화·대형화될 것이므로 획득 환경도 변화되어야 할 것이다. 즉, 무기체계 획득을 위한 비용의 증가, 관련 기술의 발전으로 운용 기간이 단축되고, 적합한 성능을 보장하기 위해서는 획득 체계의 개선이 필요하다. 무기체계의 성공적 획득을 위해서는 사용자인 군에서 새로운 무기의 운용 비전과 목표, 요구능력 및 운용개념을 제시하는 소요기획 활동이 중요하게 되었다.

문재인 정부에서는 방위산업의 투명성·전문성·효율성을 높이기 위해 [표1-1]에서와 같이 국가안보 전략에서 종합적인 개선방안을 마련하겠다고 밝혔고, 국방백서에서는 소요기획 역량 강화를 위해 사전개념연구 제도의 신설을 포함하고 있다. 이를 기초로 국방부는 「국방개혁 2.0 방위사업개혁 과제」로 ①사전개념연구 제도 신설, ②소요군에서 전력소요서(안)수준의 소요제기, ③소요군에서 운용요구서(ORD)작성, ④소요기획 전담지원 연구기관을 신설하는 방위사업법시행령(‘19.1.22)과 국방전력발전업무훈령(‘19.11.14)을 개정하였다.

1) KISTEP ISSUE WEEKLY 2018-09(통권 제227호), 「4차 산업혁명 시대 대응을 위한 국방 R&D 추진전략」, p.4.

이처럼 우리 군의 소요기획 역량 확보는 방위산업의 핵심적 역할을 수행할 것이므로 우리 군에서도 이에 대한 대비가 필요한 시점이다.

[표1-1] 국가안보전략과 국방백서에 포함된 소요기획 관련 내용

문재인 정부의 국가안보전략 (2018) P.72.	국방획득 전반에 대해 투명성·전문성·효율성 향상을 위한 종합적인 개선방안을 마련할 것이다. 아울러 민간의 첨단 과학 기술을 활용한 국방 연구개발의 강화, 4차 산업혁명 기술의 적용, 국제적 수준의 경쟁력을 구비한 방위산업 구조로의 전환 등에 중점을 두고 방위산업을 미래 성장 동력으로 육성할 방침이다.
국방백서 (2018)	우수한 무기체계를 신속하고 효율적으로 획득하기 위해 소요기획 역량을 강화하고, 계획·예산 체계를 개선 - 미래 전쟁 수행 개념과 기술 발전을 고려하여 소요결정 이전에 사전개념연구 제도를 신설 - 연구개발간 기술의 진부화 예방을 위해 단계적으로 작전운용성을 구체화

무기체계의 획득은 소요기획, 획득관리, 운영유지 단계로 구분할 수 있다. 이 중 소요기획 단계는 무기체계 획득의 시작점으로 국방목표 달성을 위해 예상되는 위협을 분석하여 군사전략을 수립하고, 이를 구현하기 위한 군사력 소요를 결정하는 과정으로 개념을 구체화하여 무기체계를 합동전략목표기획서(이하 JSOP)에 수록하는 단계이다²⁾. 이는 합참과 소요군에서 이루어진다. 그러나, 소요기획 과정에서 운용개념과 요구사항이 명확하지 못해 소요제안부터 소요 결정까지 수년이 걸리기도 하고, 획득단계로 전환되어서도 사업 실패와 부실한 무기체계 양산으로 방위산업의 신뢰도를 저하시키는 원인이 되기도 하였다.

M&S 체계는 관련 기술의 발전으로 경제, 사회, 환경 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 국방영역에서도 신규 무기체계의 소요제기, 획득관리 및 분석평가는 물론 교육훈련 분야에 활용되고 있다. 이러한 M&S 체계의 개발 및 활용은 우리 군이 직면한 국방개혁, 전작권 전환, 4차 산업혁명 등 국방 환경의 변화 속에서 필요성과 요구가 지속해서 증가할 것이다. 우리 군이 성공적으로 M&S 체계를 획득하기 위해서는 관련 정책과 전문 조직 및 인력 확보에 더욱 노력해야 할 것이다.

2) 국방대학교, 「국방무기체계 사업관리」 교재, 2019, p.61.

우리 군의 교육훈련용 M&S 체계는 마일즈 장비 중심의 실체계(Live)와 전차 및 항공 등의 시뮬레이터 체계(Virtual), 창조 및 천자봉 모델 등과 같은 구성 체계(Constructive)를 운용하고 있다. 앞으로 개발해야 하는 훈련용 M&S 체계는 이들 개별 체계들이 갖는 모의 제한사항을 극복하여 더 현실감 있고 전장 환경에 부합되어야 한다. 이를 위해 개별 체계를 통합하고 연동하는 LVC체계가 중심이 되어 예산과 사업 기간이 장기화할 전망이다. 새로운 체계를 개발할 때에는 우리 군이 스스로 개념을 정립해야 하지만 아직 우리는 우리 군이 싸우는 방식대로 모의할 수 있는 M&S에 대한 소요기획 경험은 미흡한 상태이다.

한편, 국방M&S 체계가 무기체계로 분류³⁾되면서 일반 무기체계에 적용되는 기획문서의 양식을 준용하고 있지만, 실제 전장 상황을 모의하는 국방M&S 체계의 특성을 반영한 소요제기서를 제시하지 못하고 있다. 또한, 무기체계에 대한 소요기획의 중요성이 인식되면서 관련 규정이 개정되고 있지만, M&S 체계 소요기획 수행 방안의 연구와 제도적 발전은 미흡한 실정이다. 따라서 일반 무기체계와는 다른 M&S 체계 고유의 소요기획 방법론⁴⁾이 필요하다. 이를 통해 우리 군이 소요기획 역량을 강화하여 새로운 M&S 체계 획득을 위한 개발 목적과 군의 의도, 그리고 어떻게 사용할 것인지를 분명하게 제시해야 한다. 실제 전투의 경험이 부족한 우리 군의 현실에서 실제 전장에서 싸우는 모습을 표현하여 제공하는 것은 우리 군의 몫이다.

이정동은 그의 저서 「축적의 시간」에서 한국 산업계는 실행 역량은 강하지만 개념설계 역량이 부족하다고 하였다. 모든 제품과 서비스의 창출은 개념설계에서 시작된다. 이러한 역량을 확보하기 위해서는 도전적 시행착오 경험을 축적하는 시간이 필요하다는 것이다. 우리 군도 선진국이 개발한 체계를 우리 식으로 변환하던 시대에서 우리가 만든 청사진으로 체계를 개발할 수 있어야 한다. 새로운 체계의 밑그림을 그리는 소요기획 역량이 확보되어야 한다.

3) 국방부 훈령 제793호 국방전력발전업무훈령 개정(2006.6.29.)에 따라

4) 방법론(Methodology, Method+Knowledge) : 절차, 방법, 산출물, 기법, 도구를 체계적으로 정리

제 2 절 연구 필요성 및 목적

우리 군의 M&S 체계 개발 및 활용은 '90년대 이전에는 주로 미군으로부터 도입하여 분석 목적으로 활용하였고 2000년대 이르러 각 군과 합참이 연습 및 훈련에 필요한 위게임 모델을 개발하였다. 최근에는 대화력전 모델을 시작으로 합참의 기능 모델을 개발하는 등 우리 군 주도로 수행하였다. 그러나 개발 과정에서 미군의 참조모델을 활용하여 모의논리와 관련 데이터를 활용하였다. 따라서 초기 단계의 활동인 개념설계를 위한 소요기획의 중요성을 인식하지 못하였고 과정에 충실하지 못하였다. 그러나 이제 우리 군도 새로운 M&S 체계를 개발해야 하는 환경에 직면해 있다. 앞으로 새로이 개발할 체계는 우리 군이 스스로 개념을 만들어야 한다. 현재 진행 중인 육군의 사단급 합성전장훈련체계의 경우 소요제기부터 결정까지 10여 년이 소요되었고, 소요가 결정된 이후에도 검증과정, 중기전환 및 탐색개발에 시간과 비용이 추가되고 있다. 따라서 과거에 수행했던 관행을 배제하고 전문성을 향상하는 등 우리 군의 소요기획 업무 수행 능력을 과학적이고 체계적으로 한 차원 높게 발전시켜야겠다. M&S 체계를 성공적으로 획득하기 위해서는 합참은 물론 소요군에서 사용 목적에 부합한 운용개념을 설정하고 요구사항을 명확하게 제시할 수 있는 소요기획 역량이 확보되어야 한다.

소요기획과 관련한 기존의 연구에서는 소요 결정을 위해 중요한 요인을 식별하여 우선순위를 결정하거나, 특정 기법을 적용하여 요구사항을 정의하는 등 부분적으로 다루고 있다. 본 연구는 소요기획 업무를 수행할 전문 인력과 조직이 미흡한 우리 군의 업무 체계를 중심으로 무엇을 어떻게 해야 할 것인지에 대한 획득단계 전체적인 관점에서의 소요기획 방법론에 관한 연구이다. 특히 일반 무기체계는 소요기획에 대한 관심이 높아져 관련 규정이 개정되고, 항공기 · 전차 · 함정에 대한 소요기획 경험과 표준화된 업무수행 절차와 성공사례(Best Practice)들이 제시되고 있지만, 경험과 사례가 미흡한 M&S 체계의 특성에 맞는 소요기획 방법론을 정립할 필요가 절실한 실정이다.

제 3 절 연구 범위 및 방법

본 논문의 연구 범위는 우리 군의 「차기 과학화훈련체계」를 과학적이고 체계적으로 소요기획을 수행하기 위한 방법론에 관한 연구이다. 군이 수행할 임무가 다변화되고, 무기체계의 변화에 따라 전투 수행 방식이 변화되는 상황에서 개인이나 부대가 훈련하는 방식도 기존의 방식으로는 충족할 수 없는 현실이다. 실제 전장과 유사한 가상의 전장 상황에서 몰입감 있는 훈련을 위해 다양한 관련 기술의 접목을 시도하고 있다. 우리가 바라는 차기 훈련체계는 더욱 복잡해지고 첨단화될 것이기 때문에 기존의 획득 방식으로는 한계가 있음이 분명하다.

과학적이고 체계적으로 소요기획을 수행하기 위해서는 시스템엔지니어링과 요구공학의 적용이 필요하다고 본다. 따라서 본 논문에서는 소요기획 업무를 체계 획득의 전체적인 관점에서 초기 단계에 수행하는 하나의 단위 업무로 보았고, 하위 수준의 과업으로 분해하는 공학적 접근을 하였다. 소요기획의 방법론 정립을 위해 시스템엔지니어링의 PMTE 패러다임을 기반으로 업무수행 절차와 방법 및 도구, 그리고 이들을 지원하는 환경적 요인을 도출하였다.

이를 위해 PMTE 패러다임을 기반으로 M&S 체계의 특성인 전장 상황을 모델링하는데 필요한 세부 활동을 포함한 「M&S 체계 소요기획 프레임워크(안)」를 설계하였다. 이후 설정된(안)을 보완하기 위해 M&S 관련 전문가 인터뷰 및 학회 발표, 문헌 고찰을 통해 추가로 수행할 활동을 식별하였다. M&S 체계의 성공적 획득을 위해서는 소요군에서 사용자 요구사항(Needs+Requirements)을 명확히 제시해야 한다. 이 요구사항은 개발 및 획득 활동(설계 및 구현, 시험평가, 운용유지)의 기준이 되기 때문에 중요하다. M&S 체계의 사용자 요구사항을 도출하기 위해서는 소요군에서 운용개념을 정립하고, 모의 논리와 데이터를 포함한 요구사항을 개발하고, 개념모델을 제시해야 한다. 이를 통해 여러 이해관계자에게 우리 군이 원하는 체계를 이해시키는 의사소통의 수단으로 활용해야 한다.

제안한 프레임워크의 유용성 검증을 위해 2개의 사례에 적용하였다. 먼저, 우리 군의 차기 과학화훈련체제로 「한국형 합성훈련환경」 구축을 상정하여 운용개념과 요구사항을 식별하였다. 개념모델 개발은 「해상표적에 대한 간접사격 피해평가」를 적용하였다. 연구를 진행하면서 개발 업체에서 인식하는 소요기획 활동에 대한 타당성과 우선순위를 설문을 통해 식별하였다.

또한, 프레임워크와 소요제기서, 시스템엔지니어링 산출 문서인 운용개념기술서(OCD), 운용요구서(ORD)와의 연관성을 비교하였고, 프레임워크를 군에서 실제 업무에 활용하려는 방안을 제시하였다. 본 연구를 통해 소요기획 업무를 효과적으로 수행하기 위해서는 관련 규정의 정비와 각 군의 조직 보완, 예산의 확보가 필요함을 인식하였다.

본 논문은 다음과 같이 총 5장으로 구성하였다. 제1장은 본 연구의 배경과 목적, 연구 필요성과 목적, 연구의 범위 및 방법에 대하여 설명하였다. 제2장은 이론적 배경과 선행연구를 고찰한 부분으로 무기체계의 획득 절차와 소요기획, 국방M&S 체계의 개념과 발전 방향에 관해 기술하였다. 이어서 M&S 체계를 과학적이고 체계적으로 소요기획을 위한 시스템엔지니어링, 요구공학, M&S 개발 프로세스를 분석하였다. 이를 통해 현재 M&S 체계의 소요기획 단계의 문제점을 식별하고 해결 방향을 제시하였다. 제3장에서는 이론적 배경과 선행연구를 기초로 PMTE패러다임을 기반으로 국방M&S 체계 소요기획 프레임워크(안)을 설계하였고, 관련 전문가 인터뷰와 문헌 연구를 통해 보완하였다. 제4장은 제시한 소요기획 프레임워크의 유용성 검증을 위해 2개의 M&S 체계 개발 사례에 적용하는 과정을 기술하였다. 마지막 제5장은 결론으로 연구 결과를 요약하고 본 연구의 한계점과 향후 보완 발전시켜야 할 사항을 제시하였다.

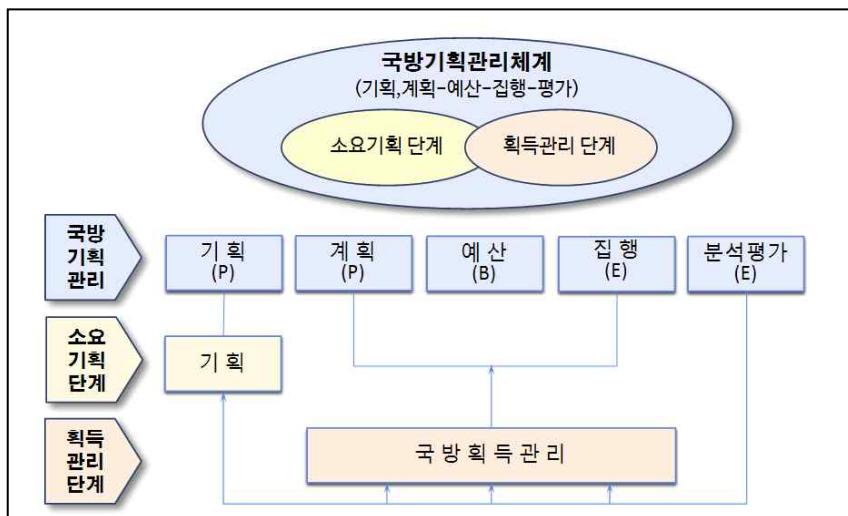
M&S 체계에 대한 소요기획의 방법과 절차를 새로이 정립하면서 그 유용성을 검증하는 과정이 중요하다. 기존의 방법과 절차가 존재할 때는 이와 비교하여 업무의 효과성을 측정하는 것이 가능하겠지만, 본 연구에서 시도한 M&S 체계의 소요기획 과정은 그동안 구체화하지 못했던 모호한 것들을 개념적으로 정리하는 기준이 될 수 있을 것이다.

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 고찰

제 1 절 무기체계 획득 절차와 소요기획

1) 국방기획관리체계

국방기획관리체계는 국방목표를 설계하고 설계된 국방목표를 달성할 수 있도록 최선의 방법을 선택하여 보다 합리적으로 자원을 배분·운영함으로써 국방의 기능을 극대화하는 관리 활동으로 기획, 계획, 예산, 집행, 평가체계(PPBES)로 구분된다.⁵⁾ 소요기획 단계는 국방목표를 달성하기 위해 예상되는 위협을 분석하여 군사전략을 수립하고, 이를 구현하기 위한 군사력 건설 소요를 결정하는 제반 과정으로 국방기획관리체계의 ‘기획체계’를 통해 수행된다. 획득관리 단계는 군수품을 구매하여 조달하거나 연구개발, 생산하여 조달하는 업무를 관리하는 것으로 결정된 소요를 효율적으로 획득하는 과정이며, 국방기획관리체계의 ‘기획·예산·집행’을 통해 수행된다. [그림2-1 참조].



[그림2-1] 국방기획관리체계와 관계

자료 : 육본, 『방위력개선실무지침서』, 2013, p.6.

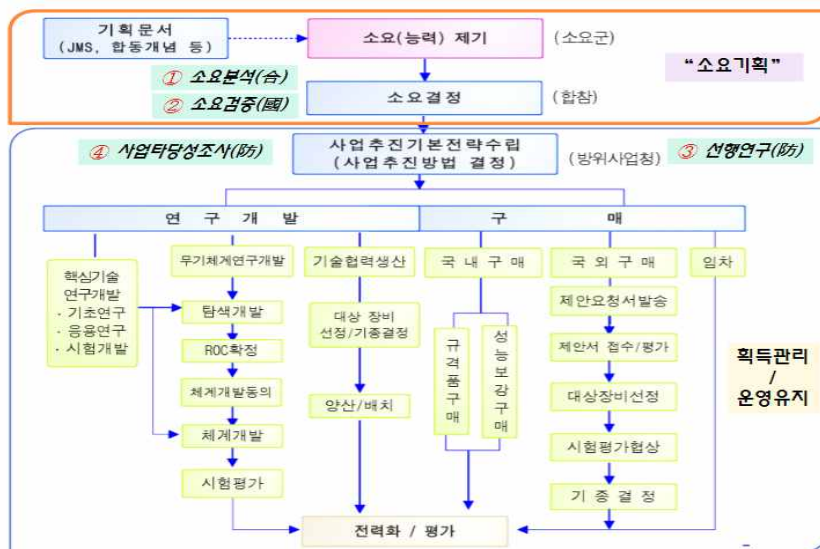
5) 국방부 훈령 제1511호, ‘국방기획관리훈령 제4조 1항’, 2013.

기획(P)은 소요군과 합참에 의해 수행되며, 국방부에서 수행하는 국방중기계획 작성은 계획단계(P), 연도 예산편성과 사업관리는 예산편성(B)과 집행단계(E)로 방사청에서 수행되며, 분석평가(E)는 기획부터 집행까지 전 단계에서 이루어진다. 따라서 국방기획관리 체계는 소요기획과 획득관리 활동이 포함되며, 상호 밀접하게 유기적으로 연관되어 있다.

2) 무기체계 획득 절차

소요군에서 소요가 제기되어 합참에서 소요가 결정되면 방사청 주관으로 선행연구를 통해 연구·개발할 것인지 구매할 것인지를 결정하는 사업추진 방법이 결정된다. 이후 획득관리 및 운영유지로 진행되는데, 획득은 크게 연구개발과 구매로 구분된다.

연구개발은 우리가 보유하지 못한 기술을 국내 단독 또는 외국과 협력하여 공동으로 연구하고, 연구된 기술을 실용화하여 필요한 무기체계를 생산하여 획득하는 것이다⁶⁾. 연구개발은 탐색개발 단계, 체계개발 단계, 양산 단계로 추진된다.



[그림2-2] 무기체계 획득 절차 개념도

6) 국방대학교, 『국방사업관리 I』, 2019, p.359.

소요군은 소요 결정 이후 수행되는 선행연구와 소요검증 및 사업 타당성 조사 과정에 적극적인 참여가 요구되기 때문에 이에 대한 이해가 필요하다. 선행연구는 소요가 결정된 무기체계에 대한 연구개발의 가능성, 소요 시기 및 소요량, 국방과학 기술 수준, 비용 대 효과 등을 조사·분석하여 획득방안 및 우선순위가 포함된 사업추진 기본전략안을 수립하는 활동이다. 이러한 분석·평가 과정은 신중한 검증과정을 거친다는 점에서 긍정적인 면도 있지만, 쟁점 사항 발생으로 사업 지연이나 심지어는 실패의 요인이 되기도 한다. 이를 최소화하기 위해서는 소요군에서 과학적이고 체계적인 소요기획으로 소요제기서의 완전성과 충실성을 높여야 한다.

[표2-1] 소요기획 및 획득단계의 분석·평가 비교

구 분	전력소요 분석	전력소요 검증	사업타당성 조사
목적	합리적 소요결정	국방중기계획 반영	총사업비 확정 및 신규예산 배정
대상	중기 신규전력 등	방위력개선비 1,000억원 이상	방위력개선비 500억원 이상
주체	합참 (전력기획부, 분석실험실)	KIDA(전력소요분석단)	KIDA(획득사업분석단)
시기	합동전략실무회의 개최 2주전	JSOP이후 국방중기계획 이전	중기계획 반영이후 신규 최초 예산 배정 이전
비고	필요성, 편성 및 운용개념의 타당성, 소요기준 및 소요량 등	통합전력발휘 관점에서 개별 소요의 사업화 필요성 검증	소요분석, 추진전략의 타당성 검증, 예산의 적절성 분석

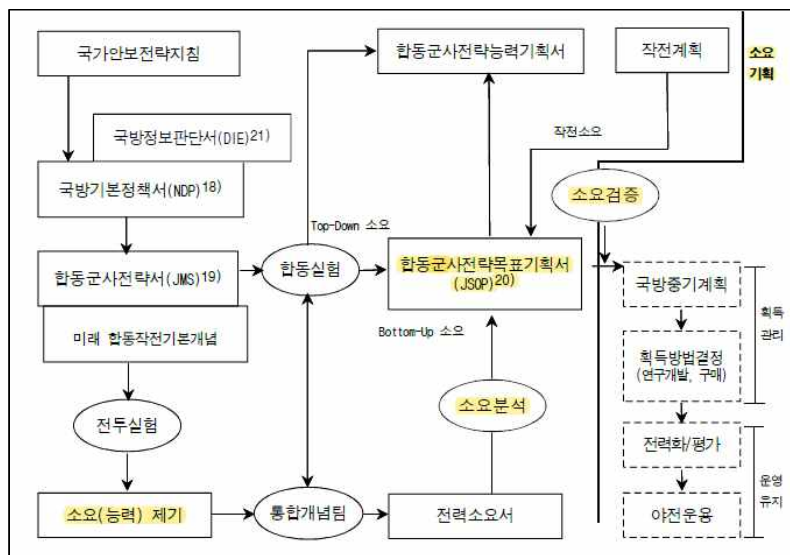
자료 : 국방대학교, 『국방사업관리 II』, 2019, p.413.

3) 무기체계 소요기획

가) 소요기획의 개념

소요는 통상적으로 요구 조건 또는 필요한 것을 말한다. 광의의 소요는 국방목표를 달성하기 위하여 군사전략을 수립하고, 이러한 전략을 실천하기 위하여 군사조직을 편성하며, 편성된 조직에 임무를 부여하는 것을 말한다. 협의의 소요는 어떤 부대가 일정 기간 또는 시기에 어떤 임무를 수

행하는 데 필요한 지정된 품목의 총 수량이다. 즉, 특정하기 또는 기간에 인원, 장비, 보급, 자원, 시설 또는 근무 지원이 특정량만큼 필요하다는 것을 표시하는 계획이다⁷⁾. 기획은 예상되는 위협을 분석하여 국방목표를 설정하고, 대응 전략 수립 및 군사력 소요를 제기하며, 적정수준의 군사력을 효과적으로 육성하기 위해 제반 정책을 수립하는 과정으로 더 나은 수단으로 목표를 달성하기 위해 장래의 행동에 관한 결정을 준비하는 과정, 또는 다양한 문제들을 해결하기 위해 미래를 예측하고 최적의 대안을 개발하는 의사결정 과정을 말한다.⁸⁾ 따라서 소요기획은 국방목표를 달성하기 위하여, 예상되는 위협을 분석하여 국방정책과 군사전략을 수립하고, 군사력 소요를 결정하는 과정으로 개념을 구체화하여 무기체계를 JSOP에 반영하는 활동이다.

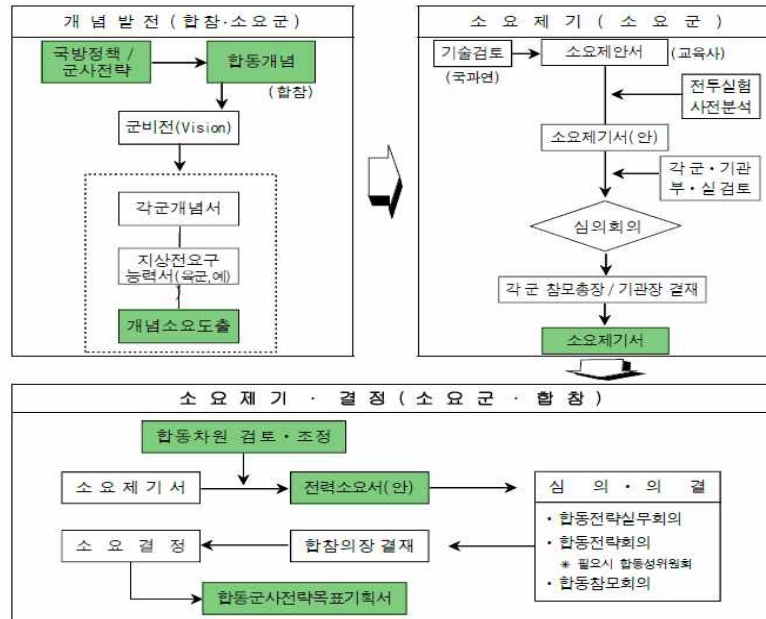


자료 : 국방대학교, 「합동전력기획」, 2014, p.64

8) 합참, 합동참고교범 10-2, 『합동연합작전 군사용어 사전』, 2004.12, p.93

나) 소요기획의 절차

국방전력발전업무훈령에서는 무기체계의 소요기획 절차를 별도로 설명하고 있지는 않지만, 별표에서 [그림2-4]와 같이 개념발전, 소요제기, 소요결정 3단계로 제시하고 있다.



[그림2-4] 무기체계 소요기획 절차도

자료 : 국방부 훈령 제1707호, 「국방전력발전업무 절차도 별표#5」, 2014, p.273.

개념발전 단계는 미래 합동작전 수행을 위한 대비 방향을 정립하는 단계로 합참이 국방정책 및 군사전략으로부터 합동개념을 개발하며, 각 군은 이를 기초로 각 군의 비전을 개발하고, 이를 달성하기 위해 요구되는 미래 작전 능력을 식별하여 개념 소요를 창출하는 과정이다. 이 단계에서 합동 전력 운용 및 합동전투발전의 방향을 제시하는 미래합동작전기본개념서가 작성된다. 합동작전 기본개념, 합동작전 유형별 개념을 기초로 도출된 요구되는 능력, 즉 향후 소요결정 단계에서 ROC로 발전하게 될 개략적인 작전운용요구능력이 도출되는데 이를 기반으로 소요가 창출된다.

소요제기란 군이 임무를 수행하는 데 필요한 소요에 대해 운영개념을 기초로, 작전 운용에 요구되는 능력 등을 포함하여 소요결정 기관에 제기

하는 것을 말하며, 무기체계 소요제기 기관은 국방부 본부 및 직할부대, 합참, 각 군 및 해병대, 합동부대, 방사청 등이다. 소요제기 기관은 필요성, 운영개념, 작전 운용에 요구되는 능력, 전력화 지원 요소 지원을 위한 판단자료 등 능력 위주의 소요를 포함한 소요제기서를 작성하여 연중 수시로 소요결정 기관인 합참에 제기한다. 소요제기 기관은 무기체계 성능과 관련하여 구체적인 ROC가 아닌 요구되는 능력 위주로 소요를 제기하게 되어 있다. 그러나 이 단계에서 소요제기 기관이 운용자 측면에서 요구하는 ROC 항목과 성능을 구체화하여 소요를 제기하므로 실질적으로 요구능력이 ROC로 전환되는 단계이다.

소요결정이란 연중 수시로 제기된 소요를 검토하여 소요결정 기관인 합참에서 승인하는 것을 말한다. 합참은 소요제기서를 검토하여 합동개념을 구현할 수 있도록 전력소요서를 작성하는데, 이때 필요한 경우 소요기획 관련 전문가 집단으로 통합개념팀(ICT : Integrated Concept Team)을 구성하여 요구되는 능력을 구현하기 위한 무기체계의 ROC 판단하여 제시할 수 있다. 전력소요서는 합참이 소요를 결정하는 문서로서, 장기전력소요서(F+8~ F+17), 중기전력소요서(F+3~F+7), 긴급전력소요서(F~F+2) 등이 있다. 전력소요서(안)을 검토하여 합동전략실무회의, 합동전략회의, 합동참모회의에서 심의·의결 후 합참의장의 결재를 받아 소요를 결정하며, 소요가 결정된 무기체계는 JSOP 등에 반영한다.

다) 소요기획 관련 문서체계

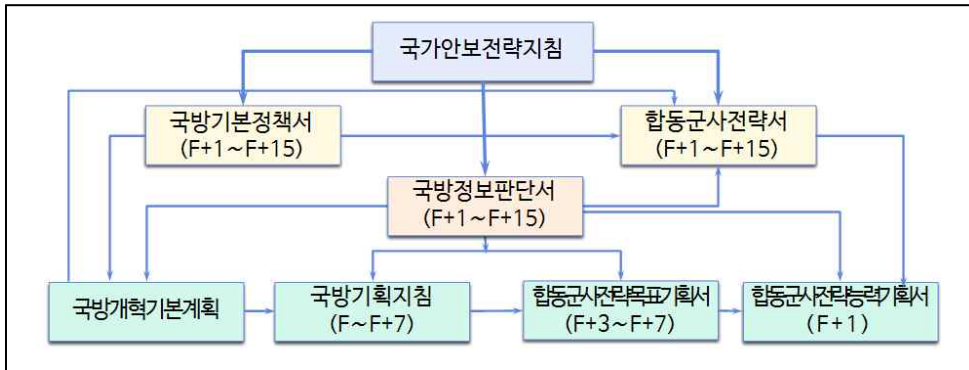
무기체계 소요기획에 직접적으로 관련되는 기획문서는 합동군사전략서, 미래합동작전기본개념서, 합동군사전략목표기획서 등이 있으며, 국방정보 판단서⁹⁾, 국방기본정책서¹⁰⁾, 국방개혁기본계획¹¹⁾ 등은 간접적으로 영향을

9) 국방정보판단서(DIE:Defense Intelligence Estimates) 정부 기관과 각 군 및 기관, 기타 대외 관련 정보기관으로부터 수집된 정보자료를 기초로 대상 기간 동안 국가안보에 미칠 영향과 군사위협을 판단, F+1~F+15 / 매 5년 주기 발간

10) 국방기본정책서(NDP:National Defense Policy) 국가안보전략지침과 최근의 국방정보판단 내용 등을 기초로 대상기간 동안의 국방정책방향 및 목표를 제시, F+1~F+15 / 매 5년 주기 발간

11) 국방개혁기본계획(DR:Defense Reform) 국방개혁을 지속적으로 추진하기 위하여 북한의 안보위협 및 국내·외 국방환경 변화요소를 반영하여 국방개혁에 관한 법률에 의거 작성하는 기획문서

준다. 또 그 밖에 소요결정과 관련된 문서로는 소요제기서, 전력소요서(중기·장기)등이 있다. 소요군에서는 국방정보판단서 및 합동군사전략서, 합참에서 작성하는 미래합동작전기본개념서를 바탕으로 각 군의 개념서를 발전시키고, 이를 바탕으로 전투발전요소를 도출하여 소요제기서를 작성하게 된다. 각 군에서 요구된 소요제기서는 합참에서 검토되어 전력소요서(안)으로 작성되고, 합동참모회의에서 소요가 결정되면 중·장기 전력소요서로서 합동군사전략목표기획서에 반영된다.



[그림2-5] 기획단계 문서체계도

자료 : 국방기획관리기본훈령, 제34조(문서 간의 상호관계)

주요 문서의 작성목적과 절차는 [그림2-5]와 같다. 이러한 문서 중에 소요기획 단계에서 소요군에게 직접 영향을 미치는 문서는 소요제기서 및 전력소요서와 합동군사전략목표기획서 이다.

소요제기서는 소요제기 기관이 국방정책과 군사전략 및 합동개념에 부합되는 신규 또는 중기전환, 성능개량 전력 소요에 대해 합참에 수시로 제출하는 문서이다. 여기에는 신규 또는 성능개량이 포함되며, 작전 운용에 요구되는 능력은 치명성, 기동성, 생존성, 상호운용성, 정밀성, 감시성, 은밀성 등을 고려하여 무기체계의 운영개념을 충족시킬 수 있도록 정성적 또는 정량적으로 기술하며, 현재 전력운용상 문제점이나 취약점을 보완할 수 있는 능력을 기술한다. 한편, 최근 소요제기서의 완전성을 위해 능력위주 소요제기에서 ⑥항이 성능 위주로 구체적으로 작성토록 변경되었다.

[표2-2] 소요제기서 양식

구 분	포함 내용
① 제 목	• 기능별, 무기체계별 요구되는 성능 또는 무기체계명 기술
② 개 요	
③ 필요성	• 적 위협 및 대응 방안 • 요구되는 성능 대비 현재 부족 소요 및 보완 필요성 • 확보함으로써 달성할 수 있는 기대효과 • 국방 M&S체계는 현실태 및 문제점 포함
④ 편성 및 운영개념	• 작전단계, 위협양상별 대응 개념 및 전술 교리 등을 고려 성능 도출 가능토록 작성
⑤ 전력화시기 및 소요량	• 전력화 시기 : 전기(F+8~12)와 후기(F+13~17)로 구분 • 소요 기준 및 소요량 : 연구개발 고려 개략 소요
⑥ 작전운용에 요구되는 성능	• 치명성·기동성·감시성·은밀성·생존성·상호운용성 고려 운영개념 충족하도록 정성적 또는 정량적으로 기술 • 현 전력운용상 문제점·취약점 등을 보완할 수 있는 성능
⑦ 전력화지원 요소 판단자료	• 개략적인 교리·편성·교육훈련·종합군수지원요소 등
⑧ 그 밖의 사항	• 유사 무기체계, 필요시 전투실험 및 연구자료 등

전력소요서는 합참이 연중 수시로 소요를 결정하는 문서로서 통상 합동 참모회의 결과이며, 장기·중기·긴급전력소요서가 있다. 장기전력소요서(F+8~F+17)는 선행연구 및 탐색개발의 근거를 제공하며, 중기전력소요서(F+3~F+7)는 장기에서 중기로 전환되는 전력 소요와 중기 대상 기간 중 신규소요로 반영하기 위한 중기전력 소요 및 중기전력의 수정 소요가 포함되며, 체계개발의 근거를 제공한다. 긴급전력소요서(F~F+2)는 긴급전력소요를 결정하는 문서이다. 장기전력소요서와 중기전력소요서의 차이는 요구능력 부분과 과학적 분석 및 검증 결과 부분이다. 요구능력 측면에서 장기전력소요서에는 개략적인 작전운용능력을 작성하나 중기전력소요서에는 주요 작전운용성능과 기술적·부수적 성능을 포함하여 작성한다. 또 장기전력소요서에는 과학적 분석 및 검증 결과를 포함하지 않으나 중기전력소요서에는 비용 대 효과분석, 전투실험 결과 등을 포함하게 되어 있다.

합동군사전략목표기획서(JSOP:Joint Military Strategy Objective Plan)는 무기체계 소요기획의 핵심문서로서, 합동 차원의 합동성, 완전성 및 통합성을 고려하여 소요가 결정된 중·장기 전력소요 및 전력화 우선순위를 기

록한 기획문서로, 합참 전력기획부에서 매년 발간한다. JSOP에는 전략환경 평가, 군사력 건설 방향, 군사력 소요 및 전력화 우선순위, 장비 도태계획 등이 포함되며, 소요가 결정된 중기(F+3~F+7년) 전력 위주로 ROC, 전력화 시기 및 소요량, 부대별 전력화 계획 등 무기체계 소요기획과 관련된 핵심 내용들이 포함되어 있으며, 별책으로 합동무기체계기획서와 합동무기체계 목표서가 있다. JSOP은 국방중기계획서와 국방과학기술진흥계획서 작성의 근거가 된다.

[표2-3] 중·장기 전력소요서 비교

구 분	장기전력 소요서	중기전력 소요서
전력명	포괄적인 명칭 부여	구체적인 명칭 부여
필요성	위협요소 및 대응방안, 기대효과 등	좌동(구체화)
편성/운영개념	요구되는 편제/운영개념	좌동(구체화)
전력화시기	전기(F+8~12), 후기(F+13~17)로 구분	중기(F+3~7)기간에 반영 *F+7년에 반영이 원칙
소요량	기획소요, 증강목표	기획소요, 증강목표 등 구체화 *대체무기체계 도태·조정계획
요구능력	작전운용성능	작전운용성능 *요구성능은 정량적 제시, 기술적/부수적 성능 추가 *탐색개발 결과 반영
전력화지원요소	교리,편성,교육훈련,ILS 등	좌동(구체화)
부대기획	부대소요, 부대편성, 소요병력, 지휘관계 등	부대 증·창설 및 해·감편 계획, 소요병력 등
과학적 분석	없음	분석평가결과 첨부

4) 소요기획 관련 선행연구

소요기획에 관한 연구는 획득 및 개발단계와 비교해 상대적으로 미흡한 실정이다. 다행히 최근 소요기획의 중요성에 대한 인식이 높아지면서 전문 연구기관에서 수행하거나, 학위 논문 등으로 다수 발표되고 있다.

[표2-4]에서 제시된 것처럼 산업연구원 등 전문연구기관에서 수행한 연

구 결과를 종합해 볼 때, 소요기획 단계에서의 주요 문제점은 ①국방 정책 문서와 소요와의 연계성 부족과 초기 단계에서 개념 미흡으로 전력화 어려움 ②과학적이고 객관적인 검증 미흡 ③핵심기술 개발이 미흡하고, 민간 과학 기술의 활용이 저조 ④국방부·합참·방사청 등 관련 기관의 협력 및 제도의 미비 등으로 정리할 수 있겠다. 이를 해결하는 방안으로는 ①관련 기관이나 합참 통합개념팀(ICT)의 역량 강화 ②과학적이고 체계적인 분석평가 역량 확보 ③민간 참여 및 산학연 협력 확대 등을 제시하고 있다.

[표2-4] 소요기획 관련 전문연구기관 연구결과 종합

연구기관	문제점	발전 방향
산업연구원 ¹²⁾ (2013)	1. 전략-국방 소요의 연계성 미흡 (개념 구체화 방법론·체계 미흡) 2. 국방 소요기획의 효율성· 합동성 미흡 3. 의사결정의 과학적 객관성 미흡 4. 제도 및 조직의 미흡 (국-합의 역할, 방사청 관계)	1. 전략-국방 소요의 연계 강화 2. 능력기반 소요기획(CBA) 3. 국방 분석평가 능력 발전 4. 비물자적 방안(DOTMLPF) 강구 및 대안분석(AOA)강화
과학기술 정책원 ¹³⁾ (2018)	1. 합참의 소요제기 및 개념연구 능력 미흡(ICT역할 미흡) 2. 초기 무기체계 개념 미정립 으로 전력화에 문제 발생 3. 경직된ROC설정과 수정으로 사업지연 및 책임 논란 발생 4. 핵심기술 개발 미흡(기획+예산) 5. 민간 과학기술 활용 저조	1. 합참 ICT 조직, 업무 정립 2. 첨단무기체계 중심의 기획 3. 민간참여·산학연 협력 확대 4. 진화적 ROC 적용 제도 개선
21세기 군사연구소 ¹⁴⁾ (2011)	1. 소요-획득 협조 및 협력 문제 2. 관련 인원 순환근무 제한 3. 방사청에 대한 인식	1. 의식과 문화 개선 2. ROC 등 소요관련 유연성 3. 소요검증위원회 역할 확대 4. 소요결정에 방사청 참여 5. 소요군에서 OCD 적극 참여 (OMS-MP는 요구 지양) 6. 효율적 인사관리 방안 강구

한편, 김홍빈(2014)은 「무기체계 소요기획에 관한 영향요인 우선순위 결정 방안 연구」에서, 관련 규정과 연구 자료를 기초로 10개의 주요 요인

12) 산업연구원, 「방위산업 발전과 선진 강군을 위한 국방 전력소요기획체계 발전방향」, 2013.11

13) 과학기술정책연구원, 『국방기술 기획체계 발전 방안』, 미래 미디어, 2018.5

14) 21세기 군사연구소, 「획득기관과 소요제기·결정기관의 협력방안 연구」, 2011.9

으로 분류된 총 24개의 요인을 도출하여 AHP 기법을 통해 우선순위를 분석하였다. 그 결과 상대적으로 소홀했던 무기체계 소요기획 과정에서 문제가 무엇인지를 식별하였고, 무기체계의 필요성 입증과 운영개념 충족이 가장 중요한 영향요인으로 제시하였다. 오원진(2018)은 「무기체계 작전운용 성능(ROC) 결정 영향요인의 우선순위 연구」에서 무기체계의 운영개념과 탑재장비 성능, 무기체계 주요 성능이 ROC 결정에 중요한 요인이 된다고 보았고, ROC 수정의 가장 큰 원인은 과도한 ROC 요구가 아니라 무기체계의 운영개념을 명확히 하지 못하였다고 주장하였다. 한편, 이옥규(2011)는 「방위력개선사업 성공 요인과 요구사항 관리요인 관계 실증 연구」에서, 소요기획부터 획득단계에서 요구사항 작성 및 분석업무의 많은 부분이 단절되어 있는바, 그 원인은 작성지침 미흡, 전문인력 부족, 운용자의 참여 부족, 검증 능력 미구비 및 잦은 변경에 있다고 주장하였다. 이를 해결하기 위해 소요군에서도 요구사항을 개발하고, 획득기관에서 소요군의 요구사항을 기술적 요구사항으로 전환하고 체계적으로 관리해야 하며, 소요군에서는 요구사항을 작성하면서 성능 위주, 개념적 수준에서 4개의 요구사항 관리요인(계층화·범주화·문장검증·타당성)을 포함하여 구체적으로 작성해야 한다고 하였다. 한편, 오승환(2010)은 「미래 전력발전을 위한 종합전투실험체계 개념설계에 관한 연구」에서 일반 무기체계와 차별화된 복합시스템의 소요제기 및 결정에 필요한 방법론, 프로세스, 산출물이 포함된 개념설계 모형을 정립·제시하였다.

5) 국방 소요기획 업무 개선

국방부에서는 방사청 출범 이후 획득 관련 제도와 규정을 정비하여 합참 주도로 소요기획을 수행하였지만, 앞에서 살펴보았던 여러 가지 문제가 있었다. 특히, 소요 결정문서의 충실도가 낮아 소요검증 및 사업타당성 조사에서 보완 요구로 사업이 지연되고, 개발단계에서도 활용이 저조한 실정이었다. 이에 소요군의 소요기획 역량 강화를 위해 [표2-5]의 국방개혁 2.0 방위사업 개혁과제로 선정(‘18년)하였고, 이후 방위사업법 시행령(‘19.1.22)과 국방전력발전업무훈령을 개정(‘19.11.14, 국방부훈령 2338호)하였다.

국방전력발전업무훈령에 포함된 소요기획 관련 개정 사항은 첫째, 사전 개념연구 제도의 신설(제29조의2)이다. 이는 소요의 충실도 향상을 위해 전력소요서 작성 시 전문기관(ADD 등)을 활용하여 사전개념 연구를 시행하는 것이다. 사전개념 연구 내용은 ① 무기체계 필요성, ②운영개념, ③ 작전운용성능, ④전력화지원요소, ⑤대안분석(AoA)을 포함하고 있다. 각 군 및 무기체계 특수성을 고려하여 군 자체 연구도 사전개념 연구에 포함하고, 연구 수행기관도 장기적으로 확대할 예정이며, 사전개념 연구 예산을 편성하여 각 군별로 배분도 검토되고 있다. 사전개념연구 수행을 통해 소요제기 기관의 소요기획 능력을 보강하고, 소요제기서의 완성도를 높일 수 있을 것이며, 소요검증 및 사업타당성 조사 결과 후속 조치로 인한 사업 지연을 예방함으로써 효율적인 사업추진이 가능할 것이다.

[표2-5] 국방개혁 2.0의 소요기획관련 과제

대과제	소과제	세부과제	세 세부과제
효율적 국방획득 체계로 개선	총 수명주기, 신속획득을 고려한 소요·계획·예산관리	소요기획 역량강화	① 사전 개념연구 제도 신설
			② 소요군 소요제기 역량강화 *소요군은 전력소요서(안) 수준의 소요제기
			③ ORD 작성기관 조정 (방사청→소요군)
			④ 소요기획 전담지원 연구기관 신설

자료 : ADD 소요기획 지원업무 수행방안 토의자료 (' 19.9.24)

두 번째는 무기체계 소요제기 및 결정 절차 개선이다. 이는 방위사업법 시행령에 소요제기서에 포함할 내용(제22조제1항)에 ①전력화 시기, ②작전 운용에 요구되는 능력→작전운용성능, ③기술 발전 추세에 따라 작전운용성능을 발전시키는 방안이 추가됨에 따른 개정사항이다. 이는 소요제기서 작성 책임과 권한이 각 군으로 조정됨에 따라 관련 용어를 정리(능력→성능)하였고, 소요제기서를 충실히 작성할 수 있도록 소요제기 및 소요결정 절차(제29조)를 세부적으로 규정하였다.

세 번째는 운용요구서(ORD)작성 기관의 조정이다. 이는 기존 방사청 주관으로 작성하던 운용요구서의 문서 성격¹⁵⁾을 고려하여, 소요제기 기관 주관하에 작성하는 것으로 조정하였다. 제54조(연구개발 구분)의 ④항에 국방과학연구소는 사전개념연구와 연계하여 운용능력, 위협, 임무시나리오, 운용형태 요약 및 임무유형 초안(OMS/MP)을 포함한 운용요구서 초안을 작성토록 하였다. ⑤항에서는 방사청은 연구개발 사업에 대해 소요제기기관에 운용요구서를 요청하고, 소요제기 기관은 국과연 운용요구서(초안)을 검토하여 방사청에 제출하도록 개정하였다.

이번 규정 개정은 소요기획의 중요성에 대한 인식이 높아지는 시점에서 획득 초기 단계에서 수행할 핵심과업인 사전개념연구와 운용요구서 작성을 포함하였지만, 운용개념기술서(OCD)의 작성 주체 및 방법에 대해서는 정리되지 못한 아쉬움도 있다. 그러나 이러한 규정 개정을 통해 우리 군의 소요기획 역량은 한 단계 높아질 것이고, 국방과학연구소의 전문성을 활용하면서 발전해나가겠지만, 소요군에서도 이와 관련한 조직과 예산의 확보를 통해 자체 역량을 확보해 나가야 할 것이다.

15) 운용요구서(ORD) : 소요 무기체계의 임무요구 충족에 필요한 세부적인 운용능력을 기술한 문서

제 2 절 국방M&S 체계 개념 및 획득 절차

1) 국방M&S 체계의 정의 및 분류¹⁶⁾

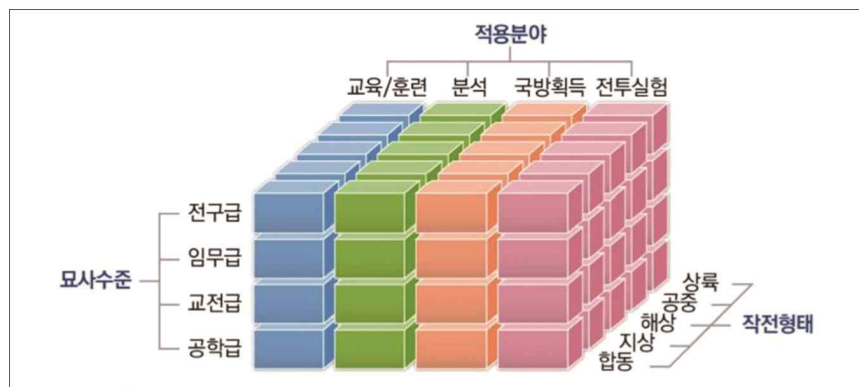
M&S는 모델링(Modeling)과 시뮬레이션(Simulation)의 합성어로, 모델링이란 모의하고자 하는 군사작전이나 전투장비 등의 복잡한 실제 체계의 특징을 수학적, 물리적, 논리적 표현인 모델로 만들어 가는 과정이며, 시뮬레이션이란 모델을 활용하여 연속적인 시간의 흐름 속에서 복잡한 국방분야의 제반 활동을 실제와 유사하게 모의하는 것으로서, 결과를 예측 및 평가하는 데 활용하게 된다. M&S 기술은 경제, 국방, 사회, 환경 등 거의 모든 영역에서 활용되고 있고, 관련된 과학 기술의 발전으로 그 효용성은 더욱 높아지고 있다. 특히, 국방 분야에서는 새롭고 복잡한 임무와 임무공간의 확대, 무기체계 및 작전계획의 복잡도 증가, 새로운 안보적 도전 등으로 신규 무기체계의 개발하거나 전투 수행 방식을 숙달하는 효과적인 수단으로 M&S의 활용이 증대될 것이다.

국방M&S 체계는 국방 분야에서 수행되는 연습·훈련, 작전계획·전력분석, 획득, 합동·전투실험 등을 다양한 모의기법을 통해 과학적으로 지원하는 도구 및 수단을 총칭하는 것으로, 실제 전장과 유사한 가상의 상황을 조성하여 전쟁(투) 수행 결과와 효과를 측정하고 평가하는 도구이다. 국방M&S 체계는 적용하는 분야와 묘사 수준에 따라 분류할 수 있는데, 적용 분야에 따라서는 분석용, 연습 훈련용, 획득용으로 구분된다. 분석용 M&S는 부대 및 전력구조 분석, 작전계획의 타당성 검증, 군수 자원소요 산정 등의 의사결정을 지원하기 위한 정량적 분석 수단과 자료를 제공한다. 연습 훈련용 M&S는 개인훈련용과 부대훈련용으로 구분되며, 개인훈련용은 가상 시뮬레이터를 활용하여 장비 조작과 절차 숙달훈련이 가능하며, 부대훈련용은 합동 및 연합 전쟁 연습, 지휘관이나 참모의 지휘 결심, 작전계획 및 전술 절차 숙달훈련을 수행할 수 있다. 획득용 M&S는 무기체계 획득업무 분야에 활용하는 체계로 복잡한 무기체계를 시제 모델 없이 연구개발하거나 시험평가에 활용한다.

16) 김탁곤, 『국방모델링 시뮬레이션』, 한티 미디어, 2018, p.10.

묘사 수준에 따라서는 전구급, 임무급, 교전급, 공학급 모델로 분류된다. 전구급 모델은 합동 및 연합전력과 같은 대규모 무기체계 집합체에 대한 합동전력평가, 합동작전 분석, 대부대 훈련 등을 목적으로 하여 전쟁 수행 결과와 전력손실 등을 산출하게 된다. 임무급 모델은 다종의 무기체계에 대한 전투전력의 부대 구성을 분석하고, 임무효과도 분석, 소부대 훈련 등을 목적으로 사용된다. 교전급 모델은 단일 또는 소수의 무기체계나 소부대를 대상으로 비용 및 성능의 분석, 소부대 훈련 등의 용도로 사용되며 체계효과도, 명중확률 등을 산출한다. 공학급 모델은 단일 무기체계의 체계와 부체계 구성품 수준까지 모의하며 구성품의 공학적 설계, 전투 장비의 사거리 및 관측거리 산출 등을 목적으로 사용된다.

시뮬레이션 형태에 따라서는 실제 시스템 운영에 실제 사람이 참여하는 사격훈련장, 과학화 훈련장 및 야외 기동훈련을 수행하는 실제(L)체계와 모의 되는 시스템 운영에 실제 사람이 참여하여 임무 숙달 연습을 위해 핵심 역할에 인간을 참여시키는 가상(V)체계가 있으며, 모의 되는 시스템 운영에 모의 되는 사람이 참여하는 위게임 모델과 같은 구성(C)체계로 구분된다.



[그림2-6] 국방 M&S 체계의 분류

4차 산업혁명과 관련한 과학 기술의 급격한 발전으로 무기체계의 자동화 · 지능화 · 디지털화가 가속화될 것이며, 미래 전쟁의 패러다임이 달라질 것이라고 한다. 이에 우리 군이 직면하는 임무 수행이 환경도 그동안 수행해 보지 않은 새롭고 복잡한 임무가 될 것이며, 이에 부합된 신규 무기체

계와 작전계획이 요구될 것이다. 또한, 이러한 장비의 운용능력이나 작전 계획을 숙달하기 위해서는 새로운 교육훈련 방식이 필요하다. 이러한 상황에서 새로운 무기체계 획득 비용의 문제나 훈련장 확보의 제한 해소, 신규 작전계획의 검증하는데 M&S 체계의 적용은 선택이 아닌 필수로 인식되고 있다. 우리 군에서 M&S 체계는 교육훈련의 효율성과 경제성을 제고하고, 국방정책을 분석하고 방책을 비교 평가하며, 획득 무기체계의 성능을 제고하고 개발 위험성 최소화하는 등 과학적이고 합리적인 수단이 될 것이다.

국방M&S 체계는 2008년 개정된 국방전력발전업무훈령 제14조 ③국방M&S 체계 중 ① 전투력 운용과 능력배양에 직접 관련이 있는 모델, ② 전투력 운용과 전력증강 타당성 분석을 위한 모델, ③ 무기체계 획득과 직접 연계되는 모델의 경우 무기체계로 분류하고 있다.

[표2-6] 국방M&S 체계 사업의 분류

분류	무기체계	국방정보시스템			전력지원체계
		전장관리	국방M&S	자원관리	
대상 체계	1. 지휘통제·통신무기 2. 감시·정찰무기 3. 기동무기 4. 함정무기 5. 항공무기 6. 화력무기 7. 방공무기	지휘통제 전투지휘 군사정보체계	연습훈련 분석용 획득용	기획재정 인사동원 군수시설 전자행정 군사정보지원 상호운용성	1. 전투지원방비(부품) 2. 전투지원물자 3. 의무지원물품 4. 교육훈련물품 5. 국방정보시스템
	8. 그밖의 무기체계 위게임모델 전술훈련모의장비	위게임 모델	연습훈련용	태극JOS, 대화력전, 항조21, 항공, 천자봉, 청해 등	
			분석용	합동작전분석, C4ISR, 항공무장 효과분석, 상륙작전분석	
			획득용	JMASS모델 등	
		전술훈련모의장비		K계열전차 소부대 전술모의훈련장비, P-3모의훈련장비	

2) 국방M&S 체계 획득 제도와 절차 분석

국방M&S 체계는 무기체계 획득 사업으로 추진하는 것이 원칙이다. 그러나, 국방정보화업무훈령 제5조 2항에서 M&S 체계를 국방 정보시스템으로 분류하며 연습·훈련용, 분석용, 획득용으로 구분하고 있다. 2개의 훈령을 종합해볼 때 국방M&S 체계는 무기체계 사업과 국방정보화책임관 실무협의회 심의를 거쳐 국방 정보화 사업으로 추진도 가능한 상황이다.

전력발전업무훈령에서 제시하는 획득 절차에 따라 추진할 때에는 소요군에서 소요제기 이후 합동참모본부 의사결정 과정(합동전략실무회의·합동전략

회의·합동참모회의)을 거쳐야 하고, 장기전력 소요결정 이후 중기전력으로 전환해야 하는 복잡한 업무절차를 따라야 한다. 그만큼 사업의 필요성과 타당성을 검토하고 소요를 검증할 수 있는 장점은 있지만, 의사결정 과정에서 장기간이 소요되어 적기 전력화가 제한되는 단점도 있다. 국방정보화사업으로 추진될 때는 의사결정 과정이 상대적으로 단순하여 전력화를 위한 소요 기간이 짧고 적기에 전력화가 가능한 장점은 있지만, 소요검증을 통한 신뢰성은 방위력개선사업으로 추진되는 경우에 비해 미흡한 단점도 있다.¹⁷⁾

최근에 개발된 합참의 기능 모델과 태극 JOS 모델 성능개량 및 위게임 연동 체계 성능개량 사업을 제외하고 대부분 정보화 체계 사업으로 개발되었다. 이전에는 국방M&S 체계가 국방전력발전업무훈령에 무기체계 범주에 포함되지 않았기 때문이다. 그러나, 최근 각 군에서 요구하는 M&S 체계의 경우 LVC 연동을 기반으로 해서 소요되는 예산이 커지고 연구개발로 추진되기 때문에 방위력개선 사업으로 추진되는 경향이다. 국방M&S 체계의 획득은 국방전력발전업무훈령에 따라 소요제기, 체계 개발, 전력화의 3단계로 구분하여 추진된다. [표2-7]은 국방전력발전업무훈령에 명시된 국방M&S 체계 소요기획과 관련된 규정들로 M&S 체계의 특성인 전장 상황을 모델링하기 위한 소요제기 및 획득 절차가 구체화 되어 있지 못하다.

안보경영연구원(2018)에서는 M&S 체계를 적시에 전력화하기 위해서는 ①소요제기 기관의 운용개념과 요구사항의 명확한 설정, ②의사결정 과정에서 소요의 신속한 반영, ③중기 신규소요로 반영하여 획득 기간 단축, ④충분한 선행연구를 통한 탐색개발 및 체계 개발 여건을 성숙, ⑤사업관리 과정에서의 관련 부서와 기관 간의 원활한 업무 협조, ⑥모델 개발 과정에서 사업관리 및 업체의 전문성, ⑦적정 수준의 획득 비용 반영이 필요하다고 하였다. 소요기획 단계에서 신속한 소요 결정을 위해 ①전문부서 활용, ②M&S 특성에 적합한 ROC 구성 항목 설정, ③M&S 조정협의회에서 주요 의사결정 요소를 사전에 합의, ④사전연구를 통한 운용개념 및 ROC 등을 구체화를 주장하였다.¹⁸⁾ M&S 체계의 특성 중 핵심인 전장 상황을 모델링하는 절차와 방법에 대한 합리적 방안을 만들어야 한다고 주장했다.

17) 합동참모본부, 『위게임모델 개발 지침서』, 2013, p.49.

18) 안보경영연구원, 『연합/합동 연습모의모델의 합리적인 획득 및 운영방안 연구』, 2018

[표2-7] 국방전력발전업무훈령에 포함된 국방M&S 관련 규정

제29조 (소요제기 및 결정절차)	지휘통제체계 및 국방M&S 등 정보통신 기능이 내장된 무기체계는 합참 상호운용성위원회를 통해 체계 간 상호운용성(암호장비 포함)을 검증하여 합동전략회의에 상정
제30조 (소요제기서 작성)	요구되는 능력 또는 무기체계명 기술(제목, 개용,필요성, 운영개념,요구능력 등) 단, 국방M&S는 현실태 및 문제점 포함
제32조 (장기전력소요서 작성)	- 합동개념, 무기체계 발전추세 및 부대기획 등을 고려 단, 국방M&S는 필요성에 현실태 및 문제점 포함 - 국방M&S체계 운영개념상 다음 사항을 포함 - 편성 : 단독 분산체계, 주·부체계, 상·하급 부대 편성 등 - 운영개념 : 용도, 모의지원 대상, 연습관련 모델과의 관계, 체계 구성 등
제40조 (작전운용성능, 기술적·부수적 성능 수정)	- 작전운용성능은 합참에서 결정하고, 기술적·부수적 성능은 방사청에서 결정 - 지휘통제·통신 및 국방M&S분야에 대해서는 합참 지휘통신 참모부 및 국방부 정보화기획관실과 사전협의 필요
제44조 (사업추진방법 결정 등)	- 방사청은 국방M&S체계에 대한 사업 추진함(원칙) - 필요시 개발관리를 포함하여 사업추진에 관한 일부 업무를 합참 및 소요군, 국방관련 연구기관 및 기품원과 사전에 협의하여 이를 수행 가능
제60조 (핵심기술 연구개발)	상호운용성·정보보호·정보통신기반체계·M&S 등 정보화 분야 핵심기술 개발 소요는 국본(정보화기획관실)으로 제출

한편, 국방M&S 체계의 개발은 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 메뉴얼을 근거로 분석, 설계, 구현단계로 구분되어 수행하는데, [그림2-7]처럼 개발 산출물에 M&S 체계를 분석 및 설계하는 과정에 모의논리 분석서와 개념모델에 관련한 산출물이 명시되지 않은 실정이다.



[그림2-7] 무기체계 SW 획득 절차와 산출물

윤상운(2018)은 국방M&S 체계는 일반 정보체계와 차별화된 전장의 추상화를 통한 모형화 과정이 요구되고, 모델링 과정과 사전연구에 필요한 개발 기간을 보장하기 위해, [그림2-8]과 같이 2단계로 제안하였다. 1단계는 사전연구 및 소요제기 단계로 소요군에서 분석과 모델링을 수행하고, 2단계는 합참이나 방사청, 개발 업체에서 소프트웨어 설계하고 구현하는 단계로 구분하였다. 1단계에서 분석 및 모델링이 완료되어 특정한 평가를 수행 후 합격할 때에 2단계로 진입할 수 있도록 해야 한다고 하였다¹⁹⁾.



[그림2-8] SMI 제안 M&S 체계 개발 절차 개선(안)

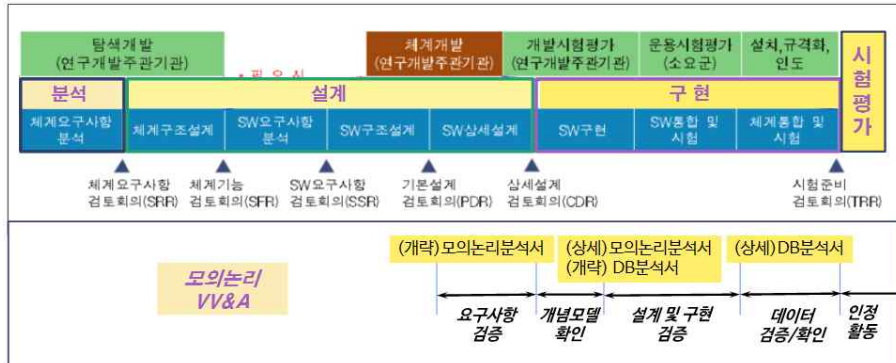
정상운(2016) 등도 국방M&S 체계의 개발에 모델링 과정이 필요하며 나아가 모의논리의 적합성에 대한 평가 절차가 포함되어야 한다고 주장하였다. 이는 기존의 정보체계 시험평가 방법으로는 모의논리가 전장을 적절하게 표현하고 있는지에 대한 평가를 수행하기 곤란하기 때문이다. 이는 무기체계 소프트웨어 획득 절차의 설계단계에서 [그림2-9]에서 제시하는 모의논리 VV&A(적합성 평가)를 수행해야 한다는 것이다²⁰⁾.

그러나 이러한 개선방안은 아직 규정화되지 않아 M&S 체계의 개발 과정에서 강제하지는 못하고 있다. 국방M&S 체계의 특성인 전장 상황을 모델링하는 구체적인 활동을 포함하는 개발 절차에 관한 연구와 실무 적용을 통해 우리 군에 맞는 M&S 체계의 개발 프로세스를 발전시켜 나가야

19) 안보경영연구원, 전게서, p.173.

20) 한국국방연구원, 「국방M&S 체계의 표준화 방법론 및 적용 방안」, 2016, p.82.

할 것이다. 특히, 모델링의 세부 활동에 포함된 모의논리서와 개념모델의 개발에 대한 주체와 방법에 대한 합의된 절차의 정립이 요구된다.



[그림2-9] 모의논리 VV&A를 포함한 M&S 체계 개발 절차 개선(안)

3) 국방 M&S 체계 발전 방향

우리 군은 1970년대 미국으로부터 탄약연구모델(AMMORATE)과 전구급 개념평가모델(CEM), IDAHEX 등의 모델을 무상으로 도입하여 운용하였다. 1980년대에는 사단, 군단급 모델인 DOM과 DIVLEV, TACOPS를 일부 수정하여 전산 보조용 모델로 한국화하였다. 80년대 중반 이후 주로 미국 모델을 도입하여 분석모델로 활용하였고, 90년대 후반 이후 BCTP체계의 발전에 힘입어 육군 교육사 주관으로 훈련 모델의 국내 개발을 추진하는 등 90년대 이전에는 미군으로부터 무상 도입하여 주로 분석 목적으로 활용하였고, 훈련에 직접 적용하지 못하고 부분적으로 전력분석 및 전투 효과지수 산출에 활용하였다.²¹⁾

1990년대 후반부터 2000년대에 이르러서는 각 군과 합참이 연습 및 훈련에 필요한 모델의 국내 개발을 추진하였고, 합참의 4대 기능 모델의 독자적 개발과 각 군의 모델과 합참이 기능 모델을 연동하여 합동 및 연합연습이 가능하게 되었다. 이러한 과정에서 우리 군은 국외도입 의존에서 탈피하여 모델링 기법의 발전, 사업관리 기법의 축적, M&S 전문인력에 대한 최소한의 인프라 구축하는 등 독자적으로 개발할 수 있다는 자신감을 갖게 되었다. 그러나, 독자적으로 모델을 개발하기 위해서는 모의논리 개

21) 안보경영연구원, 전게서, p.6.

발과 데이터의 확보, 최신 기술의 적용, 높아지는 사용자 요구에 충족해야 하므로 사업 기간이 장기화와 소요 예산도 더욱 증가할 것이다.

우리 군이 독자적인 전쟁수행 능력을 확보하기 위해서는 더 많은 M&S 체계를 확보하여 운용하는 것이 필요하다. 이를 위해 앞으로 [표2-8]과 같이 다양한 체계들을 개발해야 하고 신규 소요를 창출해야 한다.

[표2-8] 우리 군의 개발 예정 M&S 체계

기 계획 (중·장기)	개발 예상 체계
• 항공 모델 성능개량 (00~00) • 해군 교전급 분석모델 (00~00) • 비전 21 성능 개량 (일정 미정) • 합. 정보작전 모의모델 (일정 미정) • 공군 합성전장훈련체계 (일정 미정) • 각 군 추진 사업 : 분석모델, 자원소요 산정 모델 등	• 청해 성능 개량 • 천자봉 성능 개량 • 태극 JOS-Ⅱ 성능개량 • 사이버 작전 관련 모델 (훈련, 분석) • 공군의 우주작전 수행 체계 • Kill-Chain 수행 체계 등

이를 위해서 아래 [표2-9]처럼 우리 군이 해결해야 할 과제²²⁾들이 산적해 있다. 이들은 크게 정책 및 제도를 정립하고 종합하는 분야, 새로운 M&S 체계를 확보하는 분야, 전문인력 양성과 조직의 발전분야, M&S 체계 고도화를 위한 기반 기술 및 자료를 확보하는 분야로 구분할 수 있겠다.

[표2-9] 국방 및 육군의 M&S 발전 과제 목록

국방 M&S 발전과제	육군 M&S 발전과제
① 국방 M&S 관리 및 조직 강화 ② 종합 정책 수립 및 추진 ③ 국방M&S 핵심기술 역량 강화 정책 수립 및 추진 ④ 국방M&S 신뢰성 향상 정책 수립 및 추진 ⑤ M&S 표준 정립을 위한 데이터 사전 구축 ⑥ 재사용성 제고를 위한 M&S 카탈로그 작성 ⑦ 합성전장 LVC훈련 모의체계 구축 ⑧ 사이버전, 전자/정보전, 합동군수, 우주항공 등 신규모델 확보 등 ⑨ 전사적인 M&S자료 전략 수립 ⑩ M&S 자료 통합관리체계 구축 ⑪ 전문인력 확보	① 실전적 훈련 보장을 위한 훈련 M&S체계 확보 ② 제대별 분석 및 검증체계를 위한 체계 확보 ③ 제대별·기능별 연동체계 개발 ④ M&S체계 특성에 맞는 소요제기 제도 개선 ⑤ 효율적 업무협력 체계 정립 및 교류 확대 발전 ⑥ 전문인력 획득 및 관리 ⑦ M&S 교육 개선 ⑧ 육군 M&S센터 발전 ⑨ 야전부대 M&S조직 보강 ⑩ M&S상호운용성 및 표준화 정립 ⑪ 모의논리·기술·데이터 고도화

22) 국방사업관리 전문M&S 과정 교재 및 육군 2018-2031 M&S 발전 방향에서 발췌

제 3 절 군 과학화훈련 발전 동향

1) 과학화 훈련의 개요

군의 존재 목적은 적과 싸워 이기는 것이다. 이를 위해 평시에 전쟁(투)을 준비하여 유사시 전쟁(투)을 수행해야 한다. 그러나 훈련장 및 비용 등 여러 제약사항으로 군의 전기 전술과 운용 장비의 숙달을 위한 교육훈련 여건은 충분하지 않은 것이 현실이다. 다행히 ICT 및 M&S 기술을 군의 교육훈련에 활용하는 노력이 많아지고 있다. 과학화 훈련은 기존의 교육훈련 방식과 수단에 첨단 과학 기술과 정보통신 기술을 적용하여, 보다 효율적으로 훈련을 시행하는 것이다. 과학적인 방법과 기술은 소화기용 마일즈 장비와 각종 장비의 시뮬레이터, 워게임 모델 등으로 전투지휘훈련을 포함하여 각급 제대별·병과 별로 다양하게 활용되고 있다. 그러나 이제는 더 실전적인 전장 환경을 모의하기 위해 개별적으로 운용되던 실기동 체계(L), 가상훈련 체계(V), 워게임 체계(C)를 연동하는 LVC 체계로 발전되고 있다. 물리적으로 이격되어 있는 개별 체계들을 연동하여 하나의 합성전장 환경에서 구현함으로써 더 실전과 유사한 전장 환경을 제공하는 것이다. 최근에는 군사용 게임(Game)의 유용성이 인정되면서 게임을 포함한 LVCG 체계로 통용되고 있다²³⁾.

과학화 훈련은 Live(실기동훈련), Virtual(가상훈련), Constructive(워게임 모의훈련), Game(게임) 등 4가지로 구분되며 이를 통칭하여 LVCG라고 한다. 과학화 훈련의 대표적인 것이 전투모의훈련(BCTP)과 KCTC훈련을 통한 부대훈련과 마일즈 장비와 각종 시뮬레이터를 활용한 개인훈련으로 구분될 수 있다. 최근에는 이러한 개별 체계들의 장단점을 극복하기 위해 연동체계의 개발을 시도하고 있다. 그러나 우리 군은 아직 LVCG연동체계를 성공적으로 전력화하지는 못하고 있다. 현재 진행되고 있는 각 군의 연동형 훈련체계도 요구사항이 제대로 정의되지 못하여 향후 개발 과정에 위험요인이 존재하고 있는 것도 사실이다.

23) 육군 교육사령부 ‘LVCG 훈련체계 관련 용어검토 결과’를 참조, ‘16.2.12.

과학화 훈련체계는 미군 주도로 발전되어 왔는데, 미군은 1990년대 후반 교육훈련 분야를 시작으로 국방업무 전 분야에 다양하고 새로운 작전 요구를 충족하는 방법과 수단으로 M&S 체계를 활용하여, 실 전장환경과 같은 가상의 전장 환경을 구상하게 되었다. 최초에는 합성전장환경(STOW : Synthetic Theater of War)로 시작하여 합성훈련환경(STE : Synthetic Training Environment)과 합성환경(SE:Synthetic Environment)을 거쳐 LVC체계로 발전하게 되었다²⁴⁾²⁵⁾.

과학화 훈련의 필요성은 먼저 부여된 임무를 완수하기 위한 능력을 숙달하기 위해서는 시·공간적 제약 등 다양한 상황에서 언제든지 훈련하고, 새로이 개발된 첨단 무기체계의 운용 능력을 숙달할 수 있는 실제 상황과 유사한 훈련환경을 제공해줄 수 있기 때문이다. 두 번째는 실기동 및 실사격훈련을 위한 훈련장 확보의 제한사항(민원·안전 등)을 해소해줄 수 있으며, 세 번째는 발전하는 과학기술(AR·VR·AI·빅데이터·네트워크)을 적용함으로써 보다 실전감 있는 훈련이 가능하다는 것이다.

LVCG체계 구현을 위해 해결해야 할 많은 기술적인 문제와 이슈들이 있겠지만 근본 원인은 사용자인 야전의 주요 지휘관들이 LVCG의 개념을 제대로 이해하지 못하고, 어떻게 활용할 것인지에 대한 작전 요구를 제시하지 못하고 있기 때문이다²⁶⁾. 또한, 기존의 훈련체계를 운용하고 있는 각 군의 조직 간에 상호 협업이 부족하고 자기 조직 우선주의적 견해를 밝히는 것도 한 원인이다²⁷⁾. 최근 국방부에서 4차 산업혁명 관련 과제를 추진하면서 군의 과학화 훈련체계의 개발을 독려하였지만 각 군에서는 특정 훈련목적과 과제를 수행하기 위한 단일체계 위주로만 사업에 반영되고 있다. 이러한 과정에서 각 군의 소요를 창출하는 부서들이 자신들의 입장만을 반영하여 관련 조직들과의 유기적인 협업이 미흡한 것도 사실이다. 그

24) STOW → STE → SE로의 변천은 개발 및 운용과정에서 식별된 제한사항을 보완하고, C4I체계와의 연동, 표준화, 연동기능 강화, 합동작전 훈련 요소의 추가 등에 따른 용어의 변경으로 이해

25) 이종호, 「모델링 및 시뮬레이션 이야기」, (주)북랩, 2019, p.254.

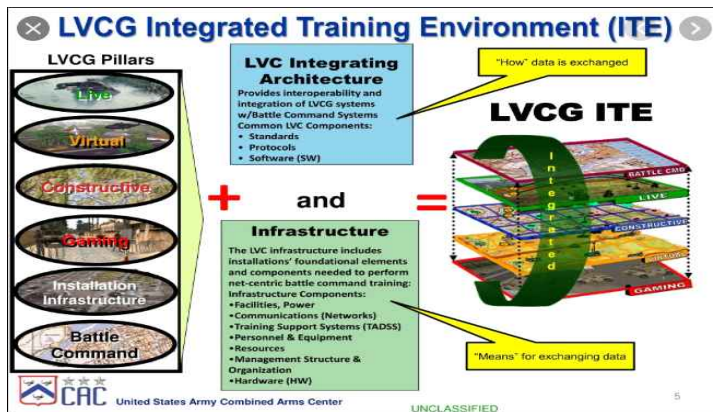
26) 이종호, 상계서, p.440.

27) 이종호는 육군의 KCTC단과 BCTP단이 해당 조직의 이해에 집착하여 새로운 기술과 가치에 대해 아무런 비전도 가지지 못하고 있다고 주장.

대표적인 경우가 국방부 교육정책관실을 중심으로 각 군의 교육훈련참모부서 계선에서 의사결정이 추진되면서 사업추진의 일관성과 전문성이 부족하여 추동력이 저하되고 있다고 본다. 우리 군에서 차기 과학화 훈련체계를 전력화하여 전투력을 배양을 위해서는 특별한 대책이 요구된다.

2) 미군의 추진 현황

미군은 앞에서 언급하였듯이 1994년 STOW 개념을 제시한 이후, STE(99년), LVC(03년)로 변천해 왔으나, 그 기본개념과 원칙은 유지하면서 작전 운용 관점에서 그 활용 목적과 범위를 보다 구체적으로 발전시켜 왔다²⁸⁾. 이후 2007년에는 LVC-IA²⁹⁾를 제시하여 LVC를 구성하는 체계 사이에 상호 운용성을 정의하고 이를 보장하게 하는 기술(프로토콜, 명세, 표준 및 미들웨어 서비스)을 정의하였고, 2009년에는 LVCG-ITE³⁰⁾ 개념을 제시하였다.



[그림2-10] LVCG-ITE의 기본개념

이는 기존의 LVC체계에 게임(G)체계를 포함하는 것으로 [그림2-10]처럼 훈련을 실시하는 LVC체계 및 기반체계와 같은 훈련 주체(Pillars)와 각 체계 사이의 상호운용성과 통합성을 어떻게 정립할 것인가에 대한 통합된 아키텍처(IA)와 시설·인원·자원 등을 구성하는 기반구조(Infrastructure)를 결합하여 통합된 훈련환경을 구축하는 것이다. 이처럼 미군은 기본적으로

28) 이종호, 「HLA 기반 한국군 LVC구축방안 제안」, 2017.

29) LVC-Integrating Architecture (혼합 아키텍처 기반의 연동체계)

30) LVCG-Integrated Training Environment (LVCG 통합훈련환경)

LVCG 통합훈련 환경을 구축함으로써 지휘부와 전투부대가 실전에 근접한 상황에서 훈련과 임무 연습을 하는 것을 최종상태로 삼고 있다. 그리고 게임을 훈련의 중요 요소로 인식하여 훈련환경에 포함하고 있음은 볼 수 있다. 그 결과의 대표적인 경우가 BISim의 VBS2 · 3 · 4³¹⁾이다. 미군은 기존의 LVC-ITE를 추진하면서 체계간 연동, 훈련지역의 제한, 비용 증가, 반복훈련 제한, 훈련준비에 장시간 소요되는 문제를 해소하기 위한 해결안으로 시뮬레이터와 위게임체계 및 게임을 통합한 새로운 합성전장환경(STE)³²⁾을 구축하려 하고 있다. 이러한 미군의 추진 방향에 맞춰 BISim회사에서 상용 비디오 게임을 기반으로 한 PC기반의 VBS(Versatile Desktop Traing & Simulation)-3 통합훈련 패키지를 개발하였고, 미군을 포함 전 세계 50여 개국에서 전술훈련 및 임무숙달훈련에 사용되고 있다.



[그림2-11] BISim에서 개발 상용화한 VBS3 훈련장면 및 주요화면

VBS는 [그림2-11]과 같이 PC기반이지만 훈련인원들이 충분히 몰입할 수 있는 고해상도 그래픽 수준과 3차원의 지형정보를 제공하고, 대단히 많은 수의 주요 전투장비 및 병력에 대한 유닛 지원과 전투 시나리오 개발 및 사후검토 기능까지 제공한다. 특히, 중요한 것은 실 전장에서 획득한 전투

31) 출처 : <https://bisimulations.com/products/vbs3>

32) 출처 : 육군 교육사령부(18.10), ‘과학화훈련체계 종합발전방향’ / 국방부(19.1), ‘과학화훈련체계 확대 방안’

모의논리와 피해율과 같은 데이터를 반영하고 있다는 것이다. 물론 이 부분에 대해 의문의 여지는 있지만, 15년 이상 운용하면서 지속해서 발전시켜 왔고, 미군을 포함한 여러 국가의 군대에서 활용하고 있다는 점에서 유용성이 있어 보인다.

3) 미군의 합성훈련환경

미군이 현재 활용하고 있는 LVC-ITE는 근본적으로 SIMNET에 기반한 80~90년대 기술이며, 서로 다른 성격의 훈련체계를 연동하는 것이기 때문에 훈련 준비와 운용에 많은 인력과 비용이 필요하였다. 이에 2016년부터 STE라는 개념을 제시하였다. STE는 1990년대에 잠시 등장했지만, 기술의 부족으로 구현하지 못하던 것을 급격히 발달한 게임 기술과 네트워크의 연결성 확장 등에 힘입어 실현할 수 있게 되었다. 비약적으로 발전한 게임 기술로 시뮬레이터와 위게임 모델을 대체하고, 증강현실 기술을 통해 실기동훈련체계와 연결하며, 여기에 전 지구의 3차원 가상 지형과 첩단의 학습과학을 덧붙인 것이 바로 STE이다. STE는 과거 방대한 시설과 하드웨어가 있어야 하는 과학화 훈련체계들과 달리 소프트웨어 중심의 클라우드 기반 훈련체계이다. 사용자들은 기존처럼 실물과 똑같은 시뮬레이터에 의존하지 않고 VR 기술을 적용한 HMD를 착용하거나, 상용 모니터와 햅틱 기술 기반의 시뮬레이터를 통해 STE에 접속하여 누구나 자신이 원하는 장소에서 훈련할 수 있다³³⁾. STE는 현재 미군이 운용하고 있는 LVCG체계들을 하나의 시뮬레이션 환경에서 구현한 것이다. 개별적으로 운용되던 훈련체계들을 연동 방식으로 개선하면서 발생했던 시간과 비용의 문제나 관련 기술 발전에 부합하지 못하는 문제가 있었다. 또한, 실제 전장에는 미치지 못하는 몰입감이나 상호운용성, 훈련 준비에 많은 시간이 필요한 등 제약사항을 인식하게 되었다. 이에 미 육군의 교육사령부 예하 제병협동훈련센터 STE CFT에서 관련 연구를 집중하고 있다. STE는 분대급에서 군단 이상 모든 제대의 훈련을 위한 소프트웨어와 훈련 장비들을 통합한 하나의

33) 인터넷 검색 : 육군 과학화훈련, 실전과 훈련의 경계를 허물다.

<https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=armynuri2017&logNo=221606225692&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F>

플랫폼이다. STE는 급변하는 전장 및 훈련 상황에서 더욱 현실감 있게 훈련할 수 있도록 가상현실, 빅데이터 분석, 인공지능 및 지형 시각화 기술을 활용하고 있다. [그림2-12]에서와 같이 미군은 LVC-ITE의 개념으로 마일즈와 위게임 모델, 시뮬레이터를 결합한 훈련을 시행하고 있지만, 체계 개발에 걸리는 시간과 비용의 문제나 기술 발전에 부합하지 못하는 문제를 인식하게 되었다. 또한, 실제 전장에 미치지 못하는 몰입감이나 상호운용성, 훈련 준비에 많은 시간이 필요한 등 제약사항을 인식하게 되었다.



[그림2-12] LVC-ITE의 개념과 운용상 문제점

[그림2-13]은 미 육군의 STE에 대한 기본적인 개념으로 개발의 목적, 요구되는 능력, 훈련환경의 특징(품질 및 속성), 기술적인 요구사항이 포함되어 있다. 즉 STE는 적과 싸워 이길 수 있는 군을 만들기 위해 훈련하고 전쟁을 수행하기 위한 목적을 명확히 제시하고 있고, 이를 위해 요구되는 능력과 사용 환경 등을 제시하고 있다. 미 육군의 Pete Palmer (예)준장은 그의 기고문에서 STE의 능력을 다음과 같이 기술하고 있다. 이러한 능력은 향후 우리 군이 개발하고자 하는 차기 과학화 훈련체계가 가져야 할 능력으로 참조할 수 있겠다. 첫째, STE는 실제 훈련장에 가지 않고도 수많은 반복훈련을 통해 개인이나 부대를 훈련할 수 있다. 둘째, 실제 훈련과정에서 받는 스트레스를 느끼지 않으면서 훈련할 수 있는 환경과 상황을

제공한다. 물론 STE가 실제 훈련을 완전히 대체해서는 안 되지만, 지휘관이 요망한 특정 과제에 대해 병사들이 몰입하여 실전감있는 훈련이 가능하게 할 것이다. 세 번째, STE는 실제 훈련 이전에 효과적으로 예행 연습을 할 수 있게 한다. 실사격훈련 이전에 STE를 통해 훈련함으로써 높은 훈련 성과를 달성하였다. 네 번째, STE에서 제공하는 가상현실체계를 통해서·청각뿐 아니라 냄새와 몸으로 느끼는 감각까지 제공하여 거의 실제 전장과 유사한 환경을 제공한다. 다섯 번째, 각급 지휘관들은 STE에서 전장의 상황을 조절해가면서 병사들의 적응력을 측정할 수 있다. 마지막으로 STE는 고정된 시설에서 운용하지 않고 휴대 및 이동할 수 있어서 언제 어디서든지 접속하여 훈련할 수 있다. 또한, 개인의 태블릿 PC나 스마트폰으로도 접속할 수 있다³⁴⁾.

US Army Combined Arms Center SOLDIERS AND LEADERS - OUR ASYMMETRIC ADVANTAGE		Mission, Principles, Characteristics & Requirements	
Principles (Why)	Warfighting Requirements (Able To)	Characteristics of the Training Environment (Qualities and Attributes)	Technical Training Environment Requirements
Mission: The Army must fight and win wars against adversaries... 1st Principles: The Army's Synthetic Training Environment must enable: 1. Prepare/Train for War. Execute realistic, expeditionary, multi-echelon, cross war fighter function, joint combined arms multi-domain battle in various complex operational environments training. (See notes 1, 2, 3, 4, 5, 6) 2. Conduct of War: Provide trained and ready units prepared for the execution of expeditionary, world-wide, Unified Land Operations (ULO) to shape, prevent, and win as a part of Unified Action in all domains and all environments Note 1: Expeditionary – Units train as they will fight on the terrain and in operational environment they will fight Note 2: Multi-echelon, Cross WFF, Joint Combined Arms – Fully enables combined arms maneuver, multi-domain battle in multiple environments to include DUT Note 3: Multi-Domain Battle – Replicates current and future threats (Cyber, Space, Mega Cities, EW) Note 4: Execute Mission Command. Fully integrated with Tactical Networks and Mission Command Information Systems	- Execute collective combined arms, multi-echelon training, across all warfighting functions - Train Mission Command BN TF, BCT through ASCC - Replicate the full complexity of the operational environment - Provide a common training environment that spans the three training domains (Operational, Institutional, and Self-Development) - Replicate current and future force structure, weapons and effects, warfighting functions, IIM capabilities and near peer capabilities Note 5: Joint and UA Partner Integration. Fully integrates Joint and UA partners allowing commanders to train as they will fight in Unified Land Operations (ULO) Note 6: Trains the Total Force. Cloud based, software centric, network delivered to the point of need training environment supports training at, Home Stations, CTC, Deployed locations and Armories and Reserve Centers	- Intuitive and easy to use, Maximize current commercial technology - Customizable Global Terrain, Units can change to replicate operational conditions - Available where we train, Home station, Armory, CTC, Deployed - Improved exercise design and planning tools, Reduce planning, rapid task organization, repetition - Interoperable with Joint and UA partners, Units train with the partners they will fight with - Keeps pace with technology, Software centric, rapidly change the environment and introduce new capabilities (DUT, EW, CYBER, Near-Peer) - Low Overhead, Soldier maintained and operated, reduced hardware and facilities	- Reconfigurable Trainers...Squad through Battalion Combined Arms (Air & Ground) Virtual Trainers - One-World Terrain...Common Global Data used by all training devices - Common Synthetic Environment...Standard applications, integrated data, accurate OE replication across all environments (Live, Virtual, Constructive) - Point of Need...Capable of providing tailorable, scalable training where Soldiers need it - Cloud Based...Simulation and Data stored on Army Enterprise Databases. - Delivered over the Army Network...Software updates, Classified and Unclassified, interacts with all MCIS - Intelligent Tutors...Artificial Intelligence enabled training management, exercise design, and after action reviews - Version 7

[그림2-13] 미 육군의 합성훈련환경 개념

자료 : https://usacac.army.mil/sites/default/files/documents/cact/STE_White_Paper.pdf

미) 육군은 2016년부터 STE에 관한 연구를 시작하면서 아래와 같은 백서(White Paper)를 제시하였다. 여기에는 현 훈련체계의 문제점을 해소하기 위해 구성 요소별로 갖춰야 할 능력과 사용될 기술들을 제시하는 추진

34) 인터넷 검색 <https://www.ausa.org/articles/bridge-new-synthetic-training-environment-army>

전략을 발표하였다. 이는 우리 군이 차기 과학화 훈련체계 사업을 추진하는 데 있어 유용할 것으로 판단되어 아래와 같이 요약 정리하였다.

[표2-10] 미군의 합성훈련환경 백서 번역

합성훈련환경(STE : Synthetic Training Environment) 백서

미) 육군 제병협동훈련센터 (Combined Arms Center-Training)

미) 육군의 미래 훈련 능력은 합성훈련환경(STE)을 구축하는 것이다. STE는 공통의 합성환경에 다양한 훈련체계를 연결한 단일체계로 훈련부대에 가장 적합한 훈련 방법(LVCC)을 선택하여 훈련할 수 있다. 이러한 능력은 훈련부대나 지휘관에게 다양한 작전 지역과 임무를 위해 제병협동부대의 기동과 임무 지휘 훈련을 반복·숙달하여 전투수행능력을 배양할 수 있게 할 것이다.

미 육군의 현재 훈련환경은 통합훈련환경(ITE)으로 많은 발전이 있었지만, 지난 35년간 개별적으로 개발된 훈련체계들이 부분적으로만 통합되어 있고, 통합을 위해 비용 문제나 기술 발전과 보조를 맞추지 못하는 어려움이 있다. 특히, 지금의 훈련체계로는 현재 및 미래의 위협에 대비한 훈련을 제대로 수행하지 못할 것이다.

ITE는 훈련에 필요한 충분한 현실감(realism), 상호운용성, 경제성, 신뢰성, 적응성 및 가용성이 부족하였다. 또한, 전자전, 사이버공간, 대도시에서의 전투나 여러 영역에서의 동시 전투와 같은 전장 상황에서 훈련을 적절히 수행하지 못했고, 훈련체계들이 고정된 시설에서 운용되어 시설 운영에 큰 비용이 소요되기도 하였다. 훈련과 관련한 지형과 데이터베이스를 개발하는데도 큰 비용과 시간이 소요되었다. (새로운 지형을 만드는데 9~12달이 소요되고, 복잡한 데이터베이스와 환경을 통합하는 것이 복잡해서 훈련을 계획하고 준비하여 시행하는 데 120일 필요) 마지막으로 ITE를 유지하는데에는 엄청난 비용이 필요하다. 기존의 ITE 훈련체계의 유지보수(시설·인력운용) 비용이 지속해서 증가하여 교육훈련 예산의 많은 부분을 소모하게 되었다.

STE는 미 육군의 임무에 부합된 훈련(Objective-Training)을 완벽히 구현하기 위한 핵심적인 요소로 ITE와는 반대의 개념이다. 독립적으로 개발하여 비용이 많이 들었던 ITE와는 다르게 독립적으로 운용되던 LVCC 각각의 환경을 하나의 훈련환경으로 통합할 것이다. STE는 관련 기술을 활용하여 부대구조, 무기 효과, 전장 기능, 인간의 상호작용 등의 변화를 적용할 수 있는 능력을 갖출

것이다. 또한, STE는 지·해·공·사이버 및 우주 영역까지 훈련할 수 있는 능력을 갖춰야 한다.

STE의 아키텍처

STE는 미 육군의 임무지휘망(Army's Mission Command Network)에 연결되어야 한다. 합성훈련환경에 포함된 LVCG들이 연결되어야 한다. 또한, 미 육군이 공통작전환경(Common Operating Environment), 지형 데이터베이스, 클라우드에 개방적으로 연결되어 개발 및 유지보수 비용을 절감해야 한다. STE의 핵심인 훈련 시뮬레이션 소프트웨어는 이러한 3개의 체계에서 제공하는 인가된 데이터와 자료들과 함께 운용되어야 한다.

훈련 시뮬레이션 소프트웨어

훈련을 위한 시뮬레이션 소프트웨어는 최근 유용한 게임과 컴퓨터 생성군(CGF)을 활용하여 작전의 범위, 무기체계, 부대의 행동, 작전환경, 작전수행절차 등을 표현할 수 있다. 전투부대, 전투 지원 및 근무지원의 세부적인 활동을 정확하게 표현할 수 있어야 한다. 지·해·공·사이버 및 우주 영역에서 수행하는 작전 및 임무와 관련한 각종 변수(PMESII-PT, METT-TC)들이 적용되어야 한다. 지형은 지하 및 우주 공간을 포함한 전 세계를 포함해야 한다. 또한, 기존의 임무지휘정보체계(C4I체계)와 완벽하게 연결되어야 하고, 앞으로 개발할 다른 개별 체계들도 STE 안에서 작동되어야 한다. 여러 체계에서 사용하는 전장 지역과 전투기능을 쉽게 대체할 수 있도록 하는 것이 목표이다.

이처럼 개방형 아키텍처와 훈련 시뮬레이션 소프트웨어를 통해 기존의 훈련 관련 자료들은 STE에서 사용할 수 있도록 변경할 수 있고, 개발하고 프로토타입을 만들고 시험평가의 기초를 제공하게 될 것이다.

STE에는 인공지능과 빅데이터가 기본적으로 포함되어야 한다. 인공지능은 적응형 학습(Adaptive Tutoring)의 반복훈련을 통해 각개 병사와 부대가 숙달할 전투기술과 훈련 과업을 더 쉽게 식별할 수 있도록 할 것이다. 빅데이터 기술은 저장된 과거 훈련 결과와 개인 및 부대의 성취도와 관련한 데이터와 비교를 통해 훈련 효과를 높이는 데 사용될 수 있다.

가상 통합 훈련기

STE는 더 적은 비용으로 완전한 몰입형 또는 반 몰입형의 공지훈련 능력을 제공해야 한다. 현재 운용 중인 각종 시뮬레이터(AVCATT, CCTT, RVTT)의 성

능개량을 통해 더욱 현실감 있는 합성통합훈련기로 만들어야 한다. 각개병사나 승무원들이 실제 훈련장과 유사한 경험을 할 수 있도록 해야 한다. 이러한 공·지통합훈련기가 실제 훈련을 완전히 대체할 수는 없겠지만, 분대급부터 대대급까지 훈련을 수행하는 데에는 충분한 현실감과 해상도를 제공해야 한다. 이러한 것들은 고정된 시설에 설치되지 않아야 하고, 소프트웨어의 개선 및 최소한의 장비 교체만으로도 성능개량이 가능해야 한다. 이러한 것들은 부대가 훈련하는 데 훈련센터, 교육기관, 해외 전개 지역뿐만 아니라 집에서도 정확하게 훈련 할 수 있어야 한다.

워게임 모델

현재 사용하고 있는 대규모의 워게임 모델을 개선하기 위해서는 엄청난 기술적 성숙이 요구된다. 그러나 STE가 구현되면 대대~여단 규모까지 워게임훈련을 할 수 있게 된다. STE는 훈련과 관련한 데이터베이스 구축과 페더레이션 구축 시간을 줄여줄 것이다. 또한, 훈련부대의 훈련관리 기능을 쉽게 해 주고 훈련을 계획하고, 준비하고 실행하고 평가에 필요한 활동들을 줄여줄 수 있다. 훈련을 준비하고 실행하는 데 필요한 지원 인력을 최소한 40%까지 줄일 수 있다. 또한, 인공지능에 의한 훈련통제와 사후검토를 수행함으로써 관련 인원도 줄일 수 있다. 이러한 특징들은 지휘관 및 훈련 감독관들에게 훈련 결과를 기초로 미래의 성취도를 분석하여 추천할 수 있다. 인공지능이 워게임 모델과 가상훈련체계에 적용되면 현재 반자동으로 운용되는 대항군을 완전 자동으로 운용할 수 있게 된다. 앞으로 운용할 실제 무기와 장비, 시뮬레이터, 워게임 모델에 인공지능과 가상현실 기술을 활용하면 간단하게 복잡한 작전환경에 통합될 것이다.

실제 훈련

STE는 시뮬레이션을 실제 훈련환경에 활용하는 미군의 미래 교전훈련체계(Army future enterprise engagement system)로 발전할 것이다. 이는 현재 실제 훈련장에서 사용하던 각종 장비나 MILES를 개인의 집이나 훈련센터에서 운영하는 환경으로 변화할 것이다. 실제 훈련장과 시뮬레이션 환경 간의 콘텐츠 교환을 손쉽게 할 수 있는 인터페이스도 제공해야 한다. 인공지능을 가진 증강현실의 활용은 실제 훈련환경에서 특정 병사의 행동뿐 아니라 자율성을 가진 민간인이나 드론, 로봇과 같은 군사용 장비의 행동까지도 대체할 수 있게 될 것이다. 이러한 능력을 조합하면 수많은 병사의 행동 패턴이나 대도시에

서 군중들의 행동도 모의할 수 있을 것이다. 미 육군은 STE의 한 부분으로 실사격 및 기동을 할 수 있는 훈련체계를 개발할 것이다. 예) 포병사격훈련을 하면서 실감이 나는 시각과 청각을 제공하는 훈련환경에서 모든 훈련 참가자들이 훈련할 수 있다.

미군은 2016.10월과 2017.7월에 STE에 대한 개념과 격차, 요구사항과 관련한 육군 능력 위원회(ACB)를 개최하였다. 여기에서 여러 전장과 분산된 훈련 체계를 통합하여 훈련하기에는 부족함을 인식하였고, LVCG가 통합된 공통 시뮬레이션 환경에서 부대가 싸우는 방식과 대상, 장소에서 훈련할 수 있는 체계의 개발이 필요하다고 요구했다. 이를 통해 여러 전장 영역에서 요구되는 개인이나 부대의 훈련과제들을 반복 숙달하기를 원했다. 미 육군은 이 위원회에서 상용의 가상현실과 게임 및 위게임 시뮬레이션 기술을 활용할 수 있는 새로운 개념의 STE로 가기로 했다. STE는 전투에서 이길 수 있는 병사와 역량을 준비하기 위해 지휘관을 지원하는 데 있어 비용대비 효과 측면에서 긍정적으로 이바지해야 한다. STE를 추진하기 위해 미) 육군의 제병협동센터의 교차기능팀(CFT)에서 일반 기업과 협업을 통해 개발을 주도하고 있다. 이 CFT는 STE의 요구사항을 더 잘 만들기 위해 기술 성숙도 평가(특히, 가상체계 및 게임)와 원가 계산 방법론을 연구, 초기 프로토타입을 제작, 전투실험과 사용자의 의견을 듣고 있다.

미 육군의 STE 개발은 프로토타입을 만들어 전투부대에서 사용하고 피드백을 받아 반영하는 점진적 개발 전략을 따르고 있다. CFT는 실제 사용자와 개발자의 협업을 통해 결정하고 있다. 초기 단계에서 중대급의 제병협동작전을 위한 프로토타입을 2018년까지 만들 예정이다. 2018년 시범 결과를 반영하여 대대~여단급으로 확장할 예정이다.

자료 : https://usacac.army.mil/sites/default/files/documents/cact/STE_White_Paper.pdf

한편, 미 해병대는 체계사령부(MARCORSYSCOM)예하에 미 해병대의 훈련체계와 장비를 획득하고 운용을 지원하는 PM TRASYS(훈련체계단)를 편성하고 있는바, 이들은 전 세계적으로 분산 배치된 해병대 부대에 대한 훈련을 지원하고, 필요한 훈련체계와 장비의 개발 및 운영유지를 통해 미 해병공지기동부대(MAGTF)의 전투수행능력을 높이고 있다. PM TRASYS는 각

중 시뮬레이터, 실거리 표적 및 계측 장비 등 훈련에 관한 기술뿐 아니라, 분산 학습(distributed learning)과 훈련 관찰 및 사후강평 시스템을 연구·개발·배치하고 있다. 약 150여 명의 현역이나 민간인이 미 해병대의 LVC 통합을 위한 각종 예산편성 및 운용, 계약 및 사업관리 업무를 수행하고 있다. [그림2-14]는 PMTRASYS에서 관리하는 미 해병대의 주요 훈련체계들로 실 체계부터 게임 체계까지 다양하게 개발하여 지원하여 임무 수행능력을 극대화하고 있다³⁵⁾.



[그림2-14] 미 해병대의 주요 훈련체계

4) 우리 군의 추진 실태 및 방향

우리 군에서도 이러한 필요성을 절감하여 [표2-11]과 같이 국방 관련 기획문서에 과학화 훈련과제를 반영하였고, 2019년에는 국방부 교육정책관실 주관으로 과학화 훈련 확대 추진방안을 수립하는 등 노력을 집중하고 있다. 그러나, 이러한 과제를 실현하기 위해서는 상위수준에서의 개념적 통합이 요구되고, 각 군 및 주관부서별 이견과 쟁점을 최소화하는 합리적 의사결정이 필요하다. 국방부의 과학화 훈련 목표는 ‘사·공간적 제약을 극복한 실전적·실감형 훈련체계 구축’으로, 각 급 세대 및 기능별로 운용하는 훈련체계를 연동하여 더 실전적인 훈련이 가능한 합성훈련환경을 구

35) PM TRASYS 2019 P&S CATALOG 참조

<https://www.marcorsyscom.marines.mil/Portfolios-and-Programs/TRASYS/PMTRASYS>

축하는 것이다. 따라서 차기 과학화 훈련체계는 개별 체계를 단일 플랫폼에 통합하여 합성훈련환경(STE)을 구축함으로써 실전적인 훈련체계로 구축하겠다는 것이다.

[표2-11] 과학화훈련 관련 기획문서 반영 현황

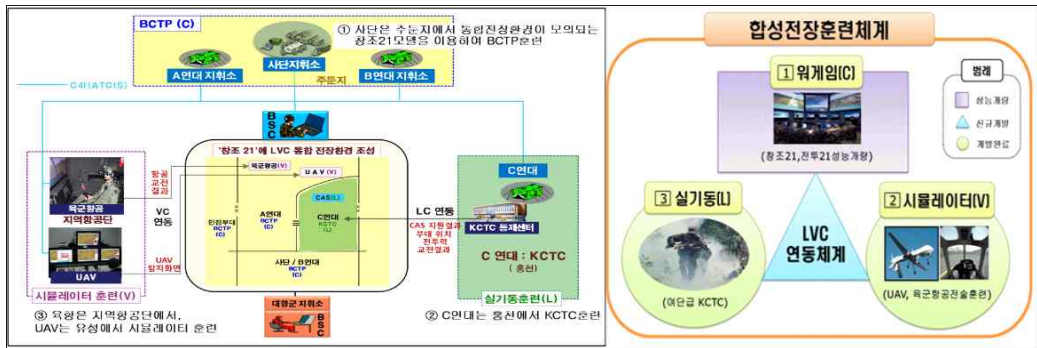
기본정책서	☐ 전투 임무 위주의 교육훈련 강화 · 4차 산업혁명 기술을 접목한 과학화된 교육훈련체계 - 시공간적 제약사항 극복 및 경제적 효율성, 안전이 확보된 모의훈련 장비 개발 및 확대 보급 - 교전훈련 장비 확대 보급, AR·VR 기반 훈련체계 연구개발, LVI 기반 합성전장훈련체계 구축 · 군 구조개편, 신형장비 전력화와 연계된 과학화훈련장 단계적 확보 설치
국방개혁2.0	☐ 과학화 훈련체계 확대 · 과학화 훈련체계 개발 - 시뮬레이터 개발 및 성능개선, AR·VR 기반 전투모의훈련체계 개발 · 유형·제대별 실기동 모의훈련 장비 도입 - 소대급 마일즈 장비 보급, 기계화부대 마일즈 장비 소요연구 및 확보 · 과학화 장비·시스템을 적용한 과학화 훈련장 구축
국방교육훈련 훈령	☐ 별표10 교육훈련 지침에 반영 · 학교교육, 부대훈련, 훈련장 분야별 과학화된 훈련체계 지원지침 명시
JSOP, 중기계획	☐ 지상, 공중, M&S 체계 일부 사업 반영 (무기체계) ☐ 시뮬레이터, 과학화 훈련장 관련 다수 사업 반영

자료 : 국방부, ‘과학화 훈련체계 확대 추진방안’, 2019

이러한 방향성은 기본적으로 미군의 개념과 합치되는 것으로 보이며, LVC체계 구축을 위해 각 군도 10여 년 전부터 많은 연구와 노력을 집중하였다. 그러나 진행 과정에서 훈련방식과 개념, 획득하고자 하는 시스템에 대한 명확한 정의 부족, 관련 조직의 이해 충돌과 잦은 실무인력의 교체 등으로 혼선을 빚고 있는 것도 사실이다. 다행스러운 것은 육군의 사업이 중기계획에 반영된 후 2019년부터 탐색개발이 진행 중이고, 해군의 사업도 중기계획에 반영되어 본격적으로 개발이 진행되고 있다는 것이다.

육군은 1992년 BCTP 훈련과 2001년 KCTC 훈련을 시작하면서 과학화 교육훈련으로 전환하였다. 이러한 과정에서 각 부대나 학교 기관별로 독자

적으로 추진함에 따라 요구기관별로 노력이 통합되지 못해 지형 데이터의 불일치, 소프트웨어 규격의 상이, 훈련 결과 데이터의 통합 수집 분석 미흡, 획득 절차의 표준화 미흡 등 여러 문제점이 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 교육사령부를 중심으로 제병과 통합훈련이 가능한 과학화 훈련체계의 개발 필요성을 인식하여 개별적으로 추진되어오던 사업들을 통합하여 ‘사단급 합성전장훈련체계’ 구축 사업을 추진하게 되었다. 육군 합성전장훈련체계는 사단급 제대의 전술훈련 요망 수준을 달성하기 위한 훈련환경을 제공하기 위해 LVC 연동기술 및 주요 기술의 발전추세를 고려하여 2단계로 추진하고 있다. 이는 현재 운용 중인 창조 21 모델과 전투 21 모델의 모의 제한사항 해결을 위해 성능개량을 하고, Live 체계인 여단급 KCTC 훈련과 Virtual 체계인 UAV 및 육군 항공 시뮬레이터를 연동한다는 것이다. 이를 통해 사단은 군단 일부로 전투지휘훈련을 실시하고, 예하 연대는 KCTC 훈련장에서 실 기동훈련과 UAV 및 육군 항공은 시뮬레이터를 이용하여 훈련을 시행하는 개념이다.



[그림2-15] 육군 ‘사단급 합성전장훈련체계’ 개념

사업의 추진과정은 최초(’ 10.11)에는 전투지휘훈련을 위한 창조 및 전투 21 모델의 성능개량사업만을 요구하여 장기소요로 결정되었으나, 이후 사단급 LVI 체계 사업(’ 11.4), 합성전장훈련체계(’ 14.9) 중기전환 등이 개별적으로 추진되었으나, 선행연구(’ 15.11)를 통해 통합되면서 ’ 17년에 19~23 중기계획에 반영되었고, 현재는 탐색개발이 진행 중이다. 이러한 과정에서 합참이나 방위사업청 등 관련 기관과의 협의 및 의사결정 과정에

서 체계에 대한 이해 부족으로 사업이 지연되는 결과를 초래하였다. 특히, 중기계획 반영 후 '19년에 KIDA 주관으로 수행된 사업타당성 검토 과정에서 ①사업추진의 필요성 및 운용개념, 작전운용성능 구체화, ②개발의 가능성, ③모델 성능개량과 연동체계 사업의 분리, ④사업비용 및 일정의 적절성, 개발 후 운용조직 문제 등 쟁점 사항이 발생하여 육군에서 재검토하는 등 추가적인 노력과 시간이 소요되기도 하였다.

[표2-12] 육군 합성전장훈련체계 탐색개발 추진 일정

일정	년	2019					2020											2021			
	월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	
	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
전체공정	탐색개발준비	환경 및 현황 분석	요구사항분석										체계구조설계				운용성확인 및 기술성숙도평가				탐색개발 종료
			목표체계정의					체계요구정의													
			프로토타입 요구분석		요구명세/ SW설계			프로토타입 구현				시스템통합 / 통합시험									
주요일정	작수보고																				
															</						

현재 진행 중인 탐색개발은 [표2-12]에서와 같이 개발하고자 하는 체계에 대한 운용개념을 정립하고, 체계 요구사항을 분석하며 기술성숙도를 확보를 목표로 '21년까지 00.0억 원을 투입하여 수행할 예정이다. 탐색개발이 종료되고 나면 '25년에 전력화를 목표로 개발을 진행할 것으로 보인다. 결국, 2010년에 소요를 제기한 이후 15년이 지난 이후에 전력화될 수 있다는 점을 인식해야 할 것이다. 한편, 과학 기술과 M&S 관련 기술의 발전으로 미군을 중심으로 개별 체계를 연동하는 현재의 개념을 넘어 단일 플랫폼에 통합하는 개념이 연구되고 있다. 이는 육군 교육사령부 주도로 연구되고 있는바, 훈련간 보다 몰입감 있고 실전적인 훈련환경을 제공하기 위해 지형 데이터를 3차원으로 구현하고, 전투수행 결과에 대한 신뢰성 제고를 위해 모의논리 및 데이터를 현실화하며, 훈련계획부터 사후검토 전 과정을 지원하고, 제대별 METL을 훈련할 수 있게 하며, 4차 산업혁명 관련 기술을 적용하는 미군의 합성훈련환경³⁶⁾(STE:Synthetic Training Environment)을 응용하겠다는 것이다. 이처럼 육군의 차기 과학화 훈련체계 사

36) 미) 교육사 제병협동훈련센터의 STE개발팀이 추진 중인 VCG를 통합한 훈련체제로 분대~군단 이상 모든 제대의 훈련을 위한 소프트웨어와 훈련장비로 구성되어 있으며, 상용기술을 적용하여 단기간 내에 시제품의 개발을 추진하여, 2020년에 전력화 예정임.

업은 이미 개발을 추진하고 있는 LVC 연동 기반의 사단급합성훈련체계와 상용기술을 응용한 플랫폼 기반의 STE 도입을 준비하고 있다.

해군은 미래 해양전장에서 요구되는 군사개념과 전력 소요창출 및 검증 을 위해 전력분석평가단의 전투실험체계와 8전단의 여러 훈련체계를 통합 하여 LVC 기반의 전투실험 훈련체계를 구축하기 위해 추진하고 있으며, ' 19년에 중기계획에 반영되어 방사청 주관으로 획득을 준비 중이다.

공군은 전투기의 훈련 참여 제한과 공역 문제, 실무장 사격과 기상에 따 른 훈련 제한사항을 해소하기 위해 비행단별로 분산된 모의훈련 자산들을 연동하여 소규모에서 대규모 편대 군까지 실 기동 없이 전술훈련이 가능 한 통합시뮬레이션 훈련체계를 구축하려 하고 있다. 그 개념은 ACMI-Pod 와 ETS를 장착한 실 기동 항공기와 각 비행단에서 보유한 기종별 시뮬레 이터와 창공 모델을 상호 연동하여 생성된 가상의 합성전장 환경을 구성 하여 훈련한다는 것으로, ' 09년부터 개념연구와 소요제기를 진행하고 있 으나, 관련 기관의 이견으로 ' 14년에 장기전력으로 소요결정 이후 중기전 환이 지연되고 있다.



[그림2-16] 해 · 공군의 차기 과학화 훈련체계 개념

이처럼 우리 군의 과학화 훈련체계는 개별 체계에서 LVC 연동체계로 발 전하고 있지만, 관련 기술의 급격한 발전과 운용상의 문제를 인식하여 새 로운 개념의 훈련체계인 STE가 출현하고 있다. 이러한 상황에서 우리 군 의 차기 과학화훈련 체계 사업에 대한 방향성 설정이 필요하다.

본 연구에서는 우리 군이 처한 현실과 향후 10년이 지난 시점에서 활용 할 차기 과학화 훈련체계에 대해 주목하고 있다. 이를 실현하기 위해서는

M&S 전문가 집단과 사용자인 군의 전투 전문가들의 상호 협업이 필수적일 것이다. 현시점에서 우리 군이 선택할 방안은 2가지로 현재 추진되고 있는 LVCG 연동체계에 대한 연구개발을 지속하면서 M&S 체계에 대한 기술력을 확보하고 개발에 대한 경험과 자신감을 축적할 필요가 있다. 한편, 지난 기간에 추진되었던 각 군의 소요기획 역량을 기반으로 10년 이후에 사용될 차기 과학화 훈련체계에 대한 개념을 연구하는 노력도 병행해야 할 것이다. 우리 군이 차기 과학화 훈련체계 확보를 위해서는 ①현재 추진되고 있는 각 군의 LVCG연동체계 구축 사업과 ②한국형 STE 구축 사업을 병행하는 「2-Track 전략」을 추진할 것을 제안한다. 현재 연구개발이 진행 중인 각 군의 LVCG연동형 훈련체계와 차별화된 차기 과학화훈련 체계를 준비할 필요가 있다. 이미 LVCG연동체계에 의한 과학화 훈련을 시행하고 있는 미군이 미래를 위해 준비하고 있는 STE를 우리 군도 개발할 수 있는 개념적 기초를 정립할 필요가 있겠다.



[그림2-17] 차기 군 과학화 훈련체계 소요기획 추진전략

차기 군 과학화훈련 체계 소요기획을 위해 우선 해결되어야 과제들은 아래와 같다.

첫째, 과학적이고 체계적인 소요기획 역량을 확보해야 한다. 이는 차기 과학화 훈련체계를 사용할 소요군에서 명확한 운용개념과 요구사항을 제

시해야 한다. 사업의 규모와 예산 등을 고려했을 때 과학적이고 체계적인 접근으로 소요기획 단계에서 명확한 목표를 제시해야 한다. 또한, 각 군의 소요기획 관련 조직과 전문인력의 확보도 반드시 요구된다.

두 번째, 소요기획부터 획득·개발에 이르는 절차를 단순화해야 한다. 차기 과학화 훈련체계는 M&S 기술을 기반으로 하는 무기체계로 분류되어 국방전력발전업무훈령과 방위사업관련 규정에서 제시하는 절차를 준수해야 한다. 그러나 M&S 체계의 특성을 고려한 소요기획 및 획득 절차가 구체화 되지 못한 실정이다. 현재와 같이 소요기획부터 획득까지 10여 년이 걸린다면 관련 기술의 급격한 발전 속도에 부합되지 못해 개발 이후에 진부화될 개연성이 높다고 볼 수 있다.

세 번째는 개발을 주관하는 방위사업청과 관련 전문 연구기관과의 유기적인 협력체계를 유지하여 관련 기술을 활용해야 한다. 차기 과학화 훈련체계를 개발하면서 증강현실이나 인공지능 등 관련 기술을 접목하는 것이 필수이다. 전문 연구기관에서 수행되고 있는 핵심기술개발 동향과 기술적 성숙도를 고려한 소요기획이 추진되어야 한다.

제 4 절 M&S 체계 소요기획의 과학적·체계적 접근

앞으로 우리 군의 무기체계 획득 환경은 더욱 첨단화·과학화·복합화 될 것이다. 또한, 새로운 과학 기술의 적용과 전쟁 양상 및 무기체계의 변화, 대규모 예산의 투입, 사업 기간의 장기화 등을 고려할 때, 전통적 사업관리 방식보다는 과학적이고 체계적인 접근이 필요하다. 국방M&S 체계도 일반 무기체계 획득 환경과 유사할 것이다. 따라서 과거의 주먹구구식, 국제표준으로 검증되지 못한 방법이나 경험과 관행에 의존하던 방식에서 시스템엔지니어링을 포함한 다양한 과학적 사업관리 기법을 적용하여 사업을 관리해야 한다. 특히, 사업 초기 단계(소요기획)에서부터 과학적이고 체계적으로 업무를 추진하여 개발단계와의 연계를 강화함으로써 예상되는 위험 요소를 사전에 해결해야 한다.

1) 시스템엔지니어링

가) 시스템엔지니어링의 정의 및 개념

시스템과 시스템엔지니어링은 연구자의 경험과 학문적 배경, 조직의 사업 특성에 따라 다양하게 정의되고 있다. 일반적으로 시스템은 하나의 공통적인 목적을 수행하기 위해 조직화한 요소들의 집합체라고 정의 할 수 있다. 또한, 조직이나 계획 그 자체로 묘사되기도 하고, 컴퓨터 시스템 내의 일부분으로 표현되기도 한다. 일부에서는 지정된 요구나 목적을 충족시키기 위해 상호연관성을 가지며 능력을 제공하는 사람, 제품, 프로세스의 통합체로 정의하기도 한다.³⁷⁾

즉, 시스템은 목적으로 하는 임무 기능을 수행하기 위하여 통합된 여러 자원과 요소 즉, 하드웨어, 소프트웨어, 인원, 시설, 설비, 데이터, 재료, 기술, 서비스 등의 복합으로 이루어지며, 이러한 자원들이 어떻게 효과적인 방법으로 균형과 조화를 이루며 구성되고 설계되느냐에 따라 시스템 전체의 가치와 효율성이 결정되는 것이다.

37) 이임수, 「시스템엔지니어링 프로세스를 적용한 국방획득사업 사전분석 연구」, 국방대학교, p12

[표2-13] 시스템 및 시스템엔지니어링에 대한 정의

구 분	정 의
시스템	기술된 요구나 목적을 충족시키기 위한 능력을 제공하는 사람, 제품, 프로세스가 통합된 복합체 EIA/IS-632
	정의된 목적을 달성하기 위해 함께 작용하는 요소들의 결합체 ANSI/EIA-632
	구성요소 단독 또는 모든 요소라 하더라도 근본적인 구성없이는 달성할 수 없는 공통의 목적을 위해 상호작용하는 요소들이 조직되거나 연관되는 방식의 집합체 MIL-STD-499C
시스템 엔지니어링	고객의 요구(needs)를 충족시키는 인원, 제품 및 프로세스 해결책이 통합된 수명주기 균형 시스템을 개발하고, 이를 검증하는 데 필요한 모든 기술적 활동을 포함하는 다학제적 접근 방법 EIA/IS-632
	성공적인 시스템을 구현하기 위한 다학제적 접근방법 및 수단 ANSI/EIA-632
	고객의 요구를 충족시키는 수명주기 균형 해결활동을 제공하는데 필요한 과학, 기술, 관리활동 전체를 포함하는 다학제적 접근방법 MIL-STD-499C

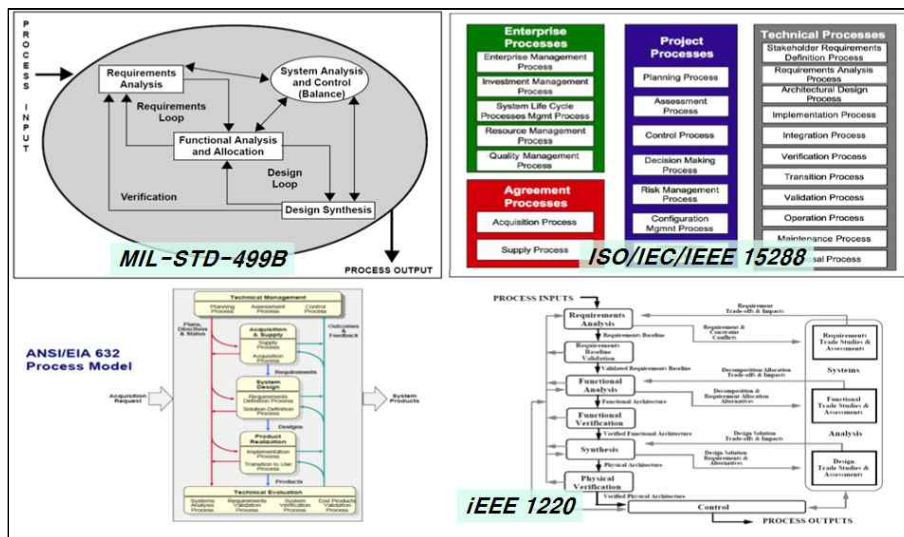
시스템엔지니어링은 성공적으로 시스템을 개발하기 위한 포괄적(holistic) 접근 방법으로, 시스템을 구성하는 요소들의 상호작용과 창발성(emergent property)을 시스템 개발에 응용하여 문제를 해결하기 위한 프로세스, 방법 및 도구들을 연구하는 분야이다. 여기에서 포괄적 접근은 시스템 수명주기, 전문분야, 이해관계자, 임무 및 목표, 자연환경, 외부시스템, 불확실성 요소 등 상호작용하는 모든 것들을 고려하여 문제와 해결책을 정의하고 찾는 방법이다. 복잡한 시스템일수록 반복적이고 점진적으로 정의하며, 개념설계, 기본설계, 상세설계를 거치게 되는 것이다. 시스템엔지니어링은 필요한 모든 전문분야와 이해관계자들의 요구사항과 제약사항을 절충하여 시스템 요구사항을 정의하고 이를 만족한 시스템 설계 방안을 찾기 위해 개발 프로세스, 방법 및 도구를 정의하는 것이 필요하다.

시스템엔지니어링은 논리적 일관성을 유지하면서 균형 잡힌 시스템을 개발하기 위한 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 전체적이고 통합적인 활동이다. 시스템을 개발하는데 제약되는 비용·일정·성능의 문제를 해결하면서 최적의 설계 대안을 모색하는 것이고, 운용의 필요(needs)를 최적 수준의 시스템 형상으로 변환하는 활동이다³⁸⁾.

나) 시스템엔지니어링 표준과 프로세스

군에서 사용할 무기체계를 획득하기 위해서는 여러 조직과 관련 인원이 참여하므로 업무수행 절차를 체계적으로 정립하고, 효율적인 수행 방법 및 도구의 활용이 요구된다. 특히, 이해관계자들 간의 의사소통이 무엇보다 중요하다. 시스템엔지니어링 프로세스는 조직에서 수행했던 최선의 관행(Best Practices)을 표준화한 것으로 참여자들에게 효과적인 의사소통과 일관성을 제공한다.

시스템엔지니어링의 표준은 미국에서 2차 세계대전 이후 복잡하고 대형화되는 무기체계를 획득하기 위해 국방획득 분야에서 먼저 발전하였다. 1969년 미 공군에서 MIL-STD-499가 개발되어 국방성 승인 후 모든 기관에 의무적으로 적용하게 되었고, 이를 시초로 다양한 국방 및 민간분야의 표준이 제정되어왔다. 이후, 미 국가 표준협회(ANSI, EIA)와 국제 표준기구(IEEE, ISO)에서 MIL-STD-499B를 토대로 IEEE 1220, ISO 15288이 제정하였다. 미 국방성의 DAG(Defence Acquisition Guidebook)에서는 ISO/IEC 15288, ANSI/EIA 632, IEEE 1220을 표준으로 정의하여 국방획득 사업에 적용하도록 하고 있다.



[그림2-18] 다양한 시스템엔지니어링 표준

이러한 표준들은 일반산업 분야와 국방획득 분야에 적용되면서 다양한 형태로 진화됐다. 시스템엔지니어링이 적용되는 사업은 규모 면에서 차이가 있을 수 있고, 신규 연구개발 사업이거나 성능개량 사업일 수 있다. 또한, 시스템 수명주기 상에서 개발단계 또는 운영유지 단계에 중점적으로 지원될 수 있다. 따라서 사업의 특성과 요구사항에 따라 적합하게 조정(Tailoring)하여 적용되어야 한다. 이러한 조정은 시스템의 규모, 복잡성, 시스템 정의수준, 운용시나리오 및 과업, 제약사항 및 요구사항, 기술 수준, 주요 위험 요소 그리고 활용 조직의 전문성 등에 기반한다.

[표2-14] 시스템엔지니어링의 주요 표준 비교

구분	MIL-STD-499B	ISO/IEC 15288	ANSI/EIA-632	IEEE 1220
목적	국방 시스템 개발을 위한 통합 시스템 접근	시스템 생명주기를 설명하기 위한 공통의 프레임워크 설정	시스템 개발자에게 통합된 기본 프로세스 제공	요구사항과 제약사항을 시스템 해결방안으로 변환
프로세스 / 활동	4 프로세스 7 시스템 검사 6 서브시스템 검사	4 프로세스 그룹 14 기술프로세스 2 합의 프로세스 8 프로젝트 프로세스 6 기업 프로세스	5 영역 13 프로세스	8 프로세스

자료 : 국방과학기술연구소, 체계공학 교재, p.15.

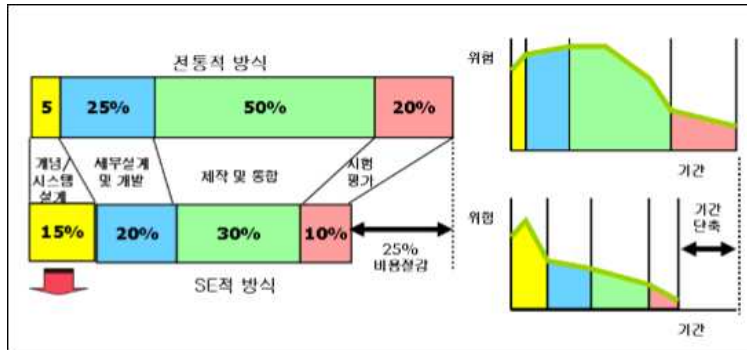
다) 소요기획 단계에서 시스템엔지니어링 적용

시스템엔지니어링은 주로 획득단계에서 계약을 체결한 업체에서 사용하는 일종의 설계 기법으로 인식되었으나, 최근에는 획득 이전 단계에서부터 시스템엔지니어링을 조기에 수행하여 획득 사업으로 진입할 것인가를 결심하는 것을 중시하게 되었고, 더 나아가 소요를 결정하는 단계에서도 시스템엔지니어링을 수행해야 한다³⁹⁾는 인식이 높아지고 있다.

국방획득 사업을 수행한 일반적인 교훈에 따르면 사업의 초기 활동인 시스템 정의가 명확하게 이루어지기 전에 연구개발을 시작함으로써 개발 후반에 요구사항과 상충이나 이견으로 인해 추가 비용, 개발 기간 지연 등

39) 방위사업청, 『시스템엔지니어링 가이드 북』, 2007, p.2.

이 발생하였다. 시스템 정의를 명확히 하지 못함으로써 설계의 기본이 되는 시스템 요구사항의 부실을 초래하고, 이는 곧 사업의 실패 요인이 된다. [그림2-19]처럼 미 국방성 및 NASA 통계자료를 분석했을 때, 시스템을 정의하는 초기 단계에서의 투자를 5%에서 15%로 확대했을 경우 전체 시스템 개발 비용은 25%가 절감되고 개발 기간도 단축된다고 한다.



[그림2-19] 초기 단계 투자의 중요성

또한, 미국의 GAO(Government Accountability Office)의 보고서에 의하면 제품 개발 이전에 상세한 시스템엔지니어링을 적용하면 사업 성공률이 높아진다면 가능한 조기에 시스템엔지니어링을 수행할 것을 권고하고 있다.⁴⁰⁾ 따라서 소요기획 단계에서 설정한 운용개념과 요구 성능이 획득 전 과정에 상당한 구속력을 나타내는 것은 분명하므로 소요기획 단계에서부터 시스템엔지니어링을 적용하여 소요기획을 내실화해야 할 것이다.

[표2-15] SE 표준에 명시된 소요기획 단계 활동

MIL-STD-499B	ISO/IEC 15288	ANSI/EIA-632	IEEE 1220
• Mission Requirements Analysis	• Stackholder requirements definition • Requirement Analysis	• Requirements definition process	• Requirements analysis
NASA		System engineering Life Cycle Model	
• Pre-Phase A : Concept Study • Phase A : Concept and Technical Development • Phase B : Preliminary Design and Technical Completion		• Concept Development ① Needs Analysis ② Concept Exploration ③ Concept Definition	

40) 국방과학기술연구원, 체계공학 교재, p.8.

모든 시스템엔지니어링 프로세스는 기본적으로 요구분석(Requirement analysis), 기능분석(Functional analysis) 및 할당(Allocation), 설계 조합(Design synthesis)의 특성이 있다. 특히, [표2-15]에서 처럼 요구사항 분석 활동은 시스템엔지니어링의 출발점으로 모든 표준에서 공통으로 중요성을 강조하고 있다. NASA의 시스템엔지니어링 핸드북에서는 프로젝트 수명주기를 7개 단계로 구분하고 있는데, 이 중 1~3단계까지는 개념을 연구하고 개발하는 활동을 정의하고 있다.⁴¹⁾ Alexander Kossioff(2011)가 제시한 시스템엔지니어링 수명주기 모델은 3단계 중 첫 번째는 개념개발(Concept Development)로 새로운 시스템에 대한 필요성과 그 실현 가능성을 바탕으로 다양한 대안을 모색하고 대안 중에 최적의 개념을 선택하여 개념을 구체화하는 것이며, 이후 체계 개발(Engineering Development)과 개발 이후(Post Development)로 구분하고 있다.⁴²⁾ 첫 번째 단계인 개념개발에서는 요구(needs)의 타당성과 그 해결 방법이 있는지를 모색하여 운용 효과를 도출하는 요구 분석(Needs Analysis), 요구하는 성능과 그 성능을 제한된 비용 안에서 충족시킬 수 있는 방법을 찾는 개념 탐색(Concept Exploration), 성능과 비용, 운용 수명을 가장 최적으로 충족시킬 수 있는 시스템의 주요 특성을 도출하여 최적의 개념을 선택하는 개념 정의(Concept Definition) 활동을 포함하고 있다.

미 국방획득 사업에서는 전체 수명주기 차원에서 시스템엔지니어링이 적용하고 있으며, 최근에는 획득 이전단계에서의 시스템엔지니어링 적용에 대한 중요성이 증대되고 있다. 소요기획 단계에서 시스템엔지니어링이 적용된다면 소요와 획득 간의 연계성이 강화되고 효율적으로 사업관리가 가능하게 될 것이다. 그러나, 소요기획 단계에서 적용할 시스템엔지니어링의 구체적 구현 방법론에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서, 시스템 엔지니어링 표준 프로세스를 적용하여 소요기획 단계에서 수행할 업무 수행 절차(Process), 활동(Activity), 과업(Task)을 세분화함으로써 누가, 무엇을 어떻게 수행할 것인지에 대해서 정립할 필요가 있겠다.

41) NASA 『Systems Engineering Handbook』, p.9.

42) Alexander Kossiakoff. 「Systems engineering principles and practice」, 2011, p.72.

김중명 등(2009)은 소요기획 단계에 시스템엔지니어링을 적용하기 위해서는 초기 단계에서 시스템 요구문서(OCD, ORD)가 작성되어야 하며, 이는 소요군의 요구사항을 반영하기 위해 반드시 작성되어야 할 필수적인 문서라고 주장하였다⁴³⁾. 한편, 방사청에서는 시스템엔지니어링 문서 패키지에 운용개념기술서와 운용요구서를 소요군에서 작성하는 문서에 포함하고 있다.⁴⁴⁾ 이와 관련하여 두 문서의 작성 주체 및 시기, 내용에 관한 많은 연구가 수행되었고, 초기 단계 산출물의 중요성과 필요성에 대한 인식과 활용이 높아지고 있다. 최근 소요군에서 운용요구서(초안)를 작성하도록 규정이 개정되었는바, M&S 체계의 소요기획 단계에서 산출물 작성에 대한 심도 있는 연구가 필요하다.

라) 시스템엔지니어링의 PMTE 패러다임⁴⁵⁾

우리 군에서 성공적으로 획득업무를 추진하기 위해서는 조직의 추진역량을 강화하고, 내·외부 환경변화에 적절히 대처해야 한다. 무기체계가 첨단화·복잡화되고 관련 기술이 급격하게 발전하는 현실에서 실용적인 프로세스와 방법론의 활용과 지원 도구에 관한 관심과 인식의 개선이 무엇보다 중요하게 되었다. 시스템엔지니어링을 적용하기 위해서는 적절히 테일러링하여 확립한 프로세스를 따라 수행되며, 방법론을 기반으로 관련 도구를 통해 구현된다고 볼 수 있다.

J.Martin은 시스템엔지니어링 실행과 이론 간의 격차(Gap)를 해소하기 위한 심성 모형(mental model⁴⁶⁾)으로 PMTE 패러다임을 제안하였다.⁴⁷⁾ PMTE 패러다임은 어떤 일을 수행하는 데 필요한 요소들을 정의한 것이다. 어떤 업무가 성공적으로 수행되기 위해서는 가장 먼저 프로세스(Process)를 정

43) 김중명 등, 「국방 연구개발사업의 시스템 요구사항 개발 프로세스 개선」, 한국군사과학기술학회지 제12권 제3호, 2009.

44) 방위사업청, 『시스템엔지니어링 가이드 북』, 2007, p.73.

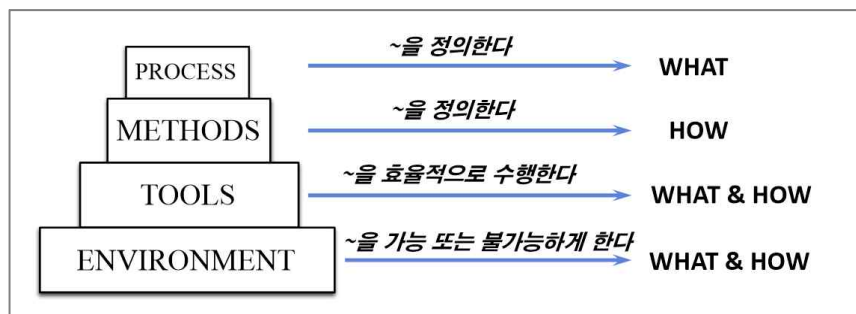
45) 사고를 규정하는 틀(Frame), 인식의 테두리

46) 특정 시스템의 기능이나 구조 또는 가치에 대해 사용자가 자신들의 머릿속에 가지고 있는 동적인 모형으로 세상에 일어날 수 있는 사건이나 상황을 묘사하는 마음의 표상을 말함

47) J.Martin, 「The PMTE Paradigm : Exploring the Relationship Between Systems Engineering Process and Tools」, NCODE 4th Annual International Symposium, 1994.

의하고, 그 프로세스를 수행할 수 있는 방법론 또는 기법(Method)이 정의되어야 한다. 기법만 가지고도 업무를 할 수도 있겠지만 보다 효율적으로 수행하기 위한 도구(Tool)를 활용해야 한다. 마지막으로 이 기법과 도구가 잘 활용될 수 있는 환경(Environment)을 확보해야 한다.⁴⁸⁾

좀 더 구체적으로 알아보면, [그림2-20]에서처럼 프로세스(P)는 특정 목적을 달성하기 위한 과업의 논리적 순서로 어떻게 수행할 것인가 보다는 무엇을 수행할 것인가를 정의하는 과정으로 인식할 수 있으며, 프로세스는 몇 개의 단계(phase)로 이루어지고 단계는 또 다른 하위 과업(task)과 활동(activity)들을 수반하게 된다. 방법(M)은 과업을 어떻게 수행할 것인가에 대한 기법(techniques)이다. 도구(T)는 업무를 그래픽이나 흐름도 등으로 표현함으로써 이해관계자들이 효율적으로 의사소통을 할 수 있도록 해주는데 최근에는 컴퓨터 기반 도구의 활용이 보편화하고 있다. 환경(E)은 업무에 영향을 미치는 요소들로 컴퓨팅 환경, 의사소통 환경, 조직 환경, 물리적 환경 등이 있지만 가장 중요한 것은 전문조직과 인력의 확보와 지속적인 교육이 제공되어야 한다.



[그림2-20] PMTE 패러다임 구성 요소 및 역할

PMTE 패러다임을 실무에 적용한 사례는 많지 않으나, [표2-16]처럼 박진원(2019)이 함정의 개념설계 과정을 3단계로 구분하고, 함정의 공학적·사업적 특성에 부합된 방법과 도구, 환경적인 요인을 제시하여 그 유용성을 입증하였다. 이중윤(2019)도 합동능력통합 기반의 소요기획 역량 강화 방안을 PMTE 요소로 구분하여 제시하였다.

48) 박철호 등, 「국방획득 체계를 위한 시스템엔지니어링 지침 및 발전전략에 관한 연구」

[표2-16] PMTE 패러다임을 적용한 사례 연구

구분	SE기반 합정 개념설계 (박진원)	전력 소요기획 (이중윤)
P	소요기획 프로세스 (개념생성-개념탐색-개념개발)	합동전투발전체계 (개념발전-소요제안-소요통합)
M	단계별 주요 설계 방법론 제시 (설계영역탐색, 집합기반 설계 등)	토의기반, 아키텍처 분석, M&S
T	요구사항 관리 도구(Core, Cradle, Excel) 통계/아키텍팅 도구, 분석 도구 등	아키텍처 모델, 위게임 모델
E	합정별 DB개발 활용, 관련 교육 참여	합동과제목록, 합동능력영역, 건축 및 위게임 운용환경

이처럼 PMTE 패러다임은 소요기획 단계에서 수행할 업무를 식별하고 그 수행 방법과 도구 및 환경을 정의하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이다. [표2-17]은 M&S 체계의 소요기획 업무를 수행하기 위해 필요한 PMTE 요소들을 식별하여 제시하였다.

[표2-17] 소요기획 단계에 적용 가능한 PMTE요소

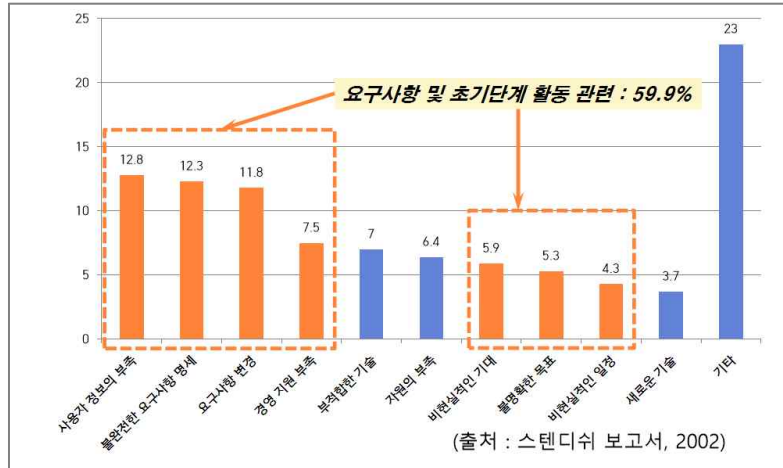
Process	PPBES, 합동전투발전체계, 시스템엔지니어링 프로세스, 미)JCIDS	무기체계 및 정보체계 획득 절차 M&S개발 프로세스 SW개발 프로세스, ISMP
Methods	요구공학, 개념모델링, 모의논리 개발, 아키텍처, METL, OOD	
Tools	요구사항관리툴(Core, Cradle) 통계분석툴(SPSS, SAS, R, Excell), SWOT analysis, Gap Analysis, ARENA, ITTO다이어그램,	효과도분석 : Expert Choice(AHP) 마인드맵 도구 : Thinkwise, Almap 관련지식 : PMBoK, SEBoK, MSBoK
Environment	전산(훈련)여건, 통신, 인원, 관리조직, 교훈/사례, 위치, 관련기술	
산출물	OMS/MP, OCD, ORD, 소요제기서, 전력소요서	

2) 요구공학

가) 요구사항의 중요성

시스템을 개발하는 과정에서 요구사항이 결정되면 시스템 설계, 개발, 시험평가, 구현, 운용에 이르는 모든 과정의 기초가 되기 때문에 대단히

중요하다. 잘못된 요구사항은 수명주기를 통해 연쇄적으로 영향을 미치기 때문에 소요기획 단계에서 체계에 대한 개념 정립과 그에 따른 요구사항의 획득, 분석 및 관리를 위해 체계적인 기법과 전문지식이 요구된다.



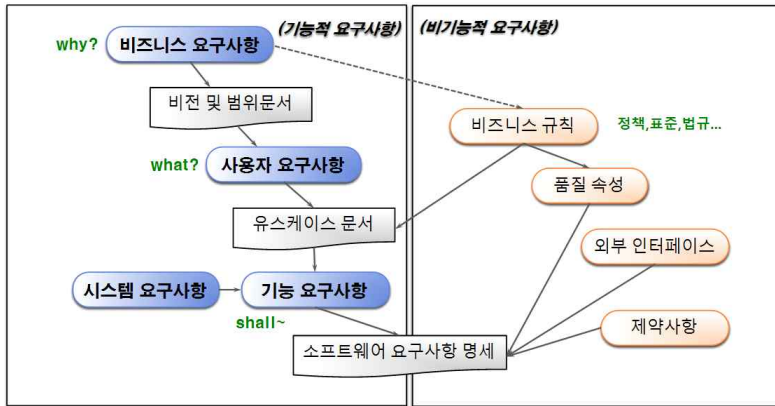
[그림2-21] 소프트웨어 개발 실패 원인

[그림2-21]에서처럼 미)스텐디쉬 보고서에 의하면 소프트웨어를 개발 실패 원인 중 59.9%는 불완전한 요구사항과 잦은 변경 등 개발 초기 단계와 관련이 있는 것으로 나타나고 있다. 또한, 미국의 Meta Group Research 사에서는 실패한 사업들을 분석한 결과, 46% 정도는 요구사항 개발, 분석 및 관리의 부실이 직접적인 원인으로 나타났다. 국내 프로젝트도 불명확한 요구사항(17.1%), 잦은 요구사항의 변경(16.4%)이 주요 요인으로 제시되고 있다.

문제의 핵심은 기술이 아니라 올바르게 정의되지 못한 시스템 정의와 요구사항의 부실함이었다. 최근의 시스템들이 더욱 복잡해지고 기술집약 및 융합을 통해 그 불확실성이 증가하여 잦은 요구사항 변경으로 요구사항을 결정하는 것은 무척 어려운 업무로 인식되고 있다. 또한, 개발에 참여하는 서로 다른 조직과 이해관계자의 참여로 요구사항을 추출하고 문서화하고, 요구사항 변경 절차를 정립하는 체계적인 활동이 필요하다.

일반적으로 요구사항은 시스템을 개발하면서 어떤 과제를 수행하는 데 필요한 조건이나 능력을 말한다. 요구사항은 사업의 특성이나 개발자의 관

점에 따라 여러 가지 유형으로 분류할 수 있다. Wiegers는 요구사항의 정보와 계층에 대해 비즈니스 요구사항, 사용자 요구사항, 기능 요구사항, 시스템 요구사항, 비즈니스 규칙, 품질 속성, 제약사항 등으로 구분하여 [그림2-22]와 같이 설명하고 있다.



[그림2-22] Wiegers의 요구사항 정보와 계층

요구공학은 요구사항을 추출, 분석, 명세서 작성, 검증하는 활동과 원칙에 대한 체계적이고 총체적인 접근이다. 박수용 등(2007)은 요구공학을 ‘문제해결을 위한 시스템적 활동으로서, 프로젝트와 관련된 이해관계자로부터 요구사항을 추출, 구성 및 문서화하고 변경에 대한 동의를 설정해 관리하는 시스템적 활동’으로 정의하였다. 이러한 요구공학은 참여자들 사이에서 효과적인 의사소통 전략을 사용하여 충분한 합의와 협의를 통해 공통의 이해를 구축하고, 개발 생명주기의 전체 기간 동안 지속적인 관리를 제공한다는 점에서 그 중요성이 있다. 이는 프로젝트 성공을 위한 기반이 되고, 참여자들 간에 효과적인 의사소통 수단을 제공하며, 개발 비용과 시간을 절약할 수 있고, 지속적인 변경관리를 통해 요구사항을 일관성 있게 관리할 수 있다.

요구사항 추출 및 분석 프로세스는 요구사항을 식별 및 발굴하여 분류 및 조직화하고, 분류된 요구사항에 대해 우선순위를 설정하고, 합의된 요구사항을 문서화한다. 요구사항 명세화는 시스템이 수행할 임무와 목표를 기술하는 활동이며, 검증과정은 요구사항이 사용자가 실제로 원하는 사항

을 잘 정의했는지를 확인하고 문서에 있는 오류를 사전에 발견하는 프로세스이다.

소요군은 사업 전 과정을 통해 수행되는 이러한 요구공학 프로세스에서 요구사항을 추출하고 분석하는 활동을 참조하여 초기 단계 요구사항을 정의할 수 있을 것이다. 한편, M&S 체계의 경우 개발하고자 하는 시스템에 대한 운용개념을 기반으로 요구사항을 어떻게 계층화하고 어느 범위까지 포함할 것인가에 대한 심도 있는 연구가 있어야 할 것이다.



[그림2-23] 요구공학 프로세스

나) 요구사항 분류

요구사항은 개발하고자 하는 시스템의 운용 특성과 목표를 잘 나타내기 위하여 여러 가지 유형으로 분류할 수 있다. 일반 무기체계와 소프트웨어 중심의 정보체계가 다르고, 전장 상황을 모의하는 M&S 체계는 요구사항을 어떻게 분류하고, 구조화할 것인지에 대한 심도 있는 연구가 필요하다.

[표2-18]은 학자나 기관에서 제시한 요구사항 분류 항목을 비교한 것으로 학자들의 관점과 수행하는 사업의 특성에 따라 다양하게 분류하고 있음을 볼 수 있다. 민성기(2011)의 분류에 대해서 구체적으로 알아보면, 운용 요구사항(Operational Requirement)은 주어진 운용환경과 상태에서 시스템이 수행할 목표와 상호 거동관계 및 반응시간과 연관된 상위레벨 요구사항으로 구성된다. 능력 요구사항은 각 시스템 실체 또는 품목이 산출물, 제품, 부산물, 또는 서비스와 같은 산출되어야 할 기능과 성능으로 솔루션 영역을 규정하는 요구사항이다. 비기능적 요구사항(Nonfunctional Requirement)은 시스템이나 실체의 물리적 시스템 속성 및 특성과 연관되

어 있으며, 이는 행위를 수행하는 것이 아니라 특정한 운용 산출물이나 효과에 영향을 준다. 인터페이스 요구사항은 대상 시스템의 물리적 영역을 넘어서 외부시스템과의 논리적 관계 또는 시스템의 직접 또는 간접적 연결성을 규정해 주는 내용이다. 검증 요구사항은 시스템 또는 실체가 능력, 성능 파라미터, 또는 비기능적 요구사항과 일치 여부를 평가하기 위하여 사용될 방법과 요구사항을 기술한 내용이다. 확인 요구사항은 사용자가 의도적으로 제시한 운용요구를 충족하고 원하는 시스템으로 개발되었는지를 기술한 임무 중심으로 한 Use Case 시나리오로 구성되어 있다⁴⁹⁾.

[표2-18] 요구사항에 대한 분류 항목 비교

구 분	분류 항목
민성기(2011)	운용 요구사항, 능력 및 성능 요구사항, 비기능적 요구사항, 인터페이스 요구사항, 설계 및 제작 요구사항, 검증 요구사항, 확인 요구사항
Hull (2005)	본질적인 기능, 정보에 관한 요구사항, 인터페이스 기능, 사람과의 상호작용 기능, 운영방식, 안정성 및 검증 제약사항, 시스템 생산 제약사항
D. Buede (1997)	출력성능, 입·출력 인터페이스, 제약사항, 기대치 못한 사건에 대한 기능적 반응, 시스템 전반에 걸친 성능 및 기술, 비용 및 절충, 시험 요구사항
MIL-STD-961D	· 능력관련 요구사항 (임무, 상태 및 모드, 기능 및 성능) · 제약사항 (인터페이스, 위험, 환경조건, 가용성, 배치성, 비용/일정/위험관리 요구사항) · 검증평가 요구사항(검증 요구사항, 평가 요구사항)
NASA	기능요구사항, 성능요구사항, 제약사항(인터페이스, 환경, 안전..)
요구사항 상세화 실무 가이드라인 (SW발주기술지원센터)	기능·성능·시스템장비구성·인터페이스·데이터·테스트·보안·품질·제약사항·프로젝트 관리·프로젝트 지원·유지관리 수행·유지관리 인력·컨설팅·공사 요구사항 (15개 항목)

다) 소요기획 단계에서 요구사항 개발 활동

M&S 체계의 요구사항 분류에 관한 연구는 많지 않지만, 국방대학교 학위 논문을 참조해보면, M&S 체계의 요구사항은 일반적으로 문제영역, 사용자 영역, 시뮬레이션 영역에서 정보를 수집하여야 한다. 문제영역은 사

49) 최성규, 「항공무기체계 국외획득 프로젝트의 시스템 요구사항 정립체계 연구」, 2013, 광운대, p.23.

용자가 직면한 문제에 대한 주제나 관심 사항을 포함한 영역에 관한 것이다. 사용자 영역은 사용 전장(field of use), 또는 특정 주제를 기술하고, 지형, 기후, 조직 등의 여건과 제약사항 하에서 수행되는 EATI(Entity-Action-Task-Interaction)을 기술한다. 마지막으로 시뮬레이션 영역은 M&S 체계로 구현된 영역으로 구현할 소프트웨어, 알고리즘, 데이터, 하드웨어, 상호 인터페이스 및 표준 등을 규정한다.

위 영역에서 도출한 M&S 체계의 요구사항은 표현 요구사항과 구현 요구사항으로 구분한다. 표현 요구사항은 M&S의 사용 목적에 부합하기 위해서 모델이 표현해야 하는 개체들의 성질과 행동을 기술한 것으로 충실도 측면에서 요구되는 능력을 정의한 것이며, 구현 요구사항은 시뮬레이션 구현과 관련된 사항으로 표현 요구사항을 제외한 나머지 부분이다⁵⁰⁾.

[표2-19] 표현 및 구현 요구사항 특성별 세부 분류

구 분		세부 분류 내용
표현 요구사항	충실도	작전범위, 세력규모, 우군 및 적군, 핵심모델, 입력 데이터 등
구현 요구사항	성능	기능, H/W, 소프트웨어, 데이터, 사용자 인터페이스, 데이터 수집 및 사후강평, 합성환경 등
	설치	네트워크 관리, 표준화, 투명성, 소프트웨어, 전장지역 지도, 운용시설, 어플리케이션 등
	운용	운용모드, 운용통제, 시각화, 시뮬레이션 시간, 반복성, 인터페이스, 상호운용성, 조합식 솔루션, 문서화, 보안 등
	정비	시스템 복구, 정비관리, 지원장비, 품질보증, 각종 인증, 형상관리 등

M&S 모델의 요구사항은 [표2-19]처럼 5가지로 구분할 수 있다. 충실도 요구사항, 성능 요구사항, 설치 요구사항, 운용 요구사항, 그리고 정비 요구사항이다. 충실도 요구사항은 모델링과 관련된 표현 요구사항에 해당하고, 나머지는 시뮬레이션 관련한 구현 요구사항에 해당된다.⁵¹⁾ 이러한 분류 기준은 소요기획 단계에서 활용 요구사항 개발시 활용 가능할 것이다.

50) 조정남, 「국방M&S 개발시 VV&A 발전방안 연구」, 2009, p.56.

51) 최상영 등, 「위계임 모델 인증 및 평가 방법론 연구」, 2012, p.39.

[표2-20] 우리 군의 획득사업 관련 요구사항 관리실태

구 분	요구사항 관리 실태 종합
요구사항 개발 / 관리분야	1. 능력보다 성능에 대한 요구사항 위주로 작성 2. 이해관계자들에 따라 다르게 해석되는 내용을 작성 3. 요구사항 작성시 이해관계자들 참여 부족 4. 요구사항 작성에 대한 가이드라인 제시 미흡 5. 요구사항 작성 인원의 전문성 부족 6. 요구사항 작성을 위한 데이터베이스 활용 및 통합개념팀 미흡
요구사항 검증분야	7. 미래 전장환경에 맞는 합동소요 미반영 8. 소요기획과 획득관리 프로세스의 연계 미흡 9. 시스템 연구개발 단계에서 검증활동 미흡 10. 시스템 개발계획서 관리 부실 11. 연구개발 전 프로세스에 M&S 적용 및 검증활동 미흡 12. 전투실험 도구 및 능력 부족
정보화사업의 요구사항 개발/ 관리분야	13. 개발 생명주기 모델 미 선정 14. 개발업무 분석 미흡 및 사용자 참여 부족 15. 시스템 운용환경 결정 지연 16. 요구사항의 빈번한 변경 및 요구사항 관리·통제 미흡

자료 : 이옥규, 상계서, p.46.

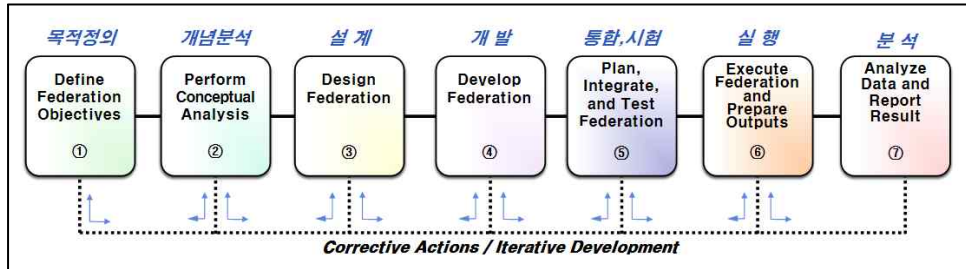
이옥규(2012)는 우리 군의 무기체계 요구사항 작성 및 분석 업무의 흐름이 소요기획과 획득단계가 단절되고 원활하지 못하고 있다고 지적하면서, 그 원인으로 ①작성지침의 미흡, ②전문인력 부족, ③운용자의 참여 부족, ④검증 능력 미 구비, ⑤잘은 요구사항 변경에 있다고 하였다. 실증 연구를 통해 요구사항에 대한 체계적인 분석과 관리 활동을 위해서는 ①계층화, ②범주화, ③요구사항 문장에 대한 검증, ④요구사항 타당성 확인 활동이 사업 성공에 영향을 미치는 것으로 보았다. 요구사항의 계층화⁵²⁾와 범주화(Categorization)⁵³⁾는 소요기획 단계에서 유용하게 적용될 수 있을 것이다⁵⁴⁾. [표2-20]은 우리 군의 획득 사업에서 요구사항과 관련된 문제점들을 종합한 것으로, M&S 체계에 대한 요구사항을 개발하는 과정도 이와 유사한 문제를 가지고 있는 것이 현실이다.

52) 무기체계에 대한 요구사항을 시스템 계층별 즉, System, Subsystems, Components 등으로 적정 단계까지 구분함으로써 요구사항을 체계적으로 정리

53) 무기체계에 대한 요구사항을 지휘통제체계, 추진체계, 조종체계 등 구성 부분별로 범주화를 수행하여 시스템에 대한 요구사항을 체계적으로 정리

54) 이옥규, 「방위력개선사업에서의 성공 요인과 요구사항 관리요인 간의 관계에 대한 실증 연구」, 광운대, 2011,

이재열(2008)은 미 국방성의 M&S 개발을 위한 프로세스 표준인 FEDEF 절차를 기반으로 개발 산출물과 방법을 추가하여 발전시킨 M&S 개발 프로세스를 제안하였다.⁵⁷⁾ M&S 개발 프로세스는 요구사항 개발, 개념 분석, 설계, 구현, 통합 및 시험 단계, 운용지원 단계로 구분하였다.



[그림2-25] FEDEF 프레임워크

이 2개의 M&S 개발을 위한 프레임워크에는 초기 단계에 요구사항 분석과 개념 분석 단계를 공통으로 포함하고 있는바, M&S 체계의 개발 절차에는 M&S 체계의 요구사항을 개발하고, 개념 모델을 개발 및 검증하는 활동이 포함되어야 한다.

나) 소요기획 단계의 핵심 과업

M&S 체계의 개발에 참여하는 소요군은 전체 프로세스에 대한 이해도 중요하지만, 무엇보다 초기 단계 활동에 많은 노력이 투자되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 요구사항 개발과 개념모델의 개발은 M&S 체계를 획득하기 위한 소요기획 단계에서 소요군이 핵심적으로 수행할 과업으로 설정하여 구체적인 수행 방안에 관한 연구를 진행하고자 한다.

MSDBP SE 프레임워크의 1단계 요구사항 개발은 M&S 설계단계에서 사용될 요구사항을 생성하는 것으로 사업의 성공 여부를 판단하는 기준이 될 만큼 중요하다고 강조하고 있다. 세부적으로는 이해관계자 요구사항과 제품 요구사항을 식별 및 검증하는 활동을 포함하고 있다. 이해관계자 요구사항은 최종 사용자, 후원자, 개발에 참여하는 관련 기관을 포함하여

57) 이재열, 『M&S프레임워크 적용에 관한 연구』, 2008, 국방대학교

M&S 체계에 영향을 미치는 사람들을 의미한다. 왜 M&S 체계가 필요하고, 어떤 기능이 요구되고, 충실도가 어떻게 되어야 하고, 능력 요구사항이 어떤 것이 되어야 하고, 어떻게 개발되어야 하며, 어떻게 사용할 것인지 등에 대해 간결하면서도 명확하게 정의하여야 한다.

개념모델은 사용자의 요구사항을 개발자의 설계 요구사항으로 발전시키는 교량 역할을 한다. 또한, M&S 체계의 개발과 관련된 다양한 관계자(소프트웨어 엔지니어, 시스템 엔지니어, 시스템 분석가, 프로그래머 등)와 사용과 관련된 인원(사용자, 군사 전문가, 시험평가자, VV&A 에이전트 등) 간의 의사소통을 위한 메커니즘을 제공한다. 개념모델은 M&S 체계가 무엇을 할 것인지, 어떻게 될 것인지, 성공적인 결과를 제공하기 위해서 어떠한 요소들이 필요하며, 관련된 데이터가 무엇인지를 식별하게 한다.

[표2-21] FEDEF 기반 프로세스와 MSDBP 프레임워크 활동 비교

FEDEF 기반 프로세스	MSDBP SE Framework ⁵⁸⁾
1. 요구사항 개발 - 사용자 니즈 개발 - M&S운용 요구사항 개발 - M&S체계 규격서 개발 - 수락 및 입증 기준 설정 2. 개념분석 - 페드레이션 개념모델 - 페더레이션 개념모델 3. 설 계 - FOM 설계 - M&S SW 아키텍처 설계 - 시스템 아키텍처 설계 - M&S SW 구성품 설계 - 하부시스템 설계 - 외부 인터페이스 설계 - 사용자 인터페이스 설계 - 데이터베이스 설계 4. 구 현 - M&S SW 구현 - 시스템 / 하부시스템 구현 5. 통합 및 시험 - M&S SW 통합 - M&S SW 시험 6. 운용지원 - M&S 운용	Phase 1 : Requirement Development <i>Activity 1 : Develop Stakeholder Requirements</i> <i>Activity 2 : Develop Product Requirements</i> <i>Activity 3 : Validate Requirements</i> Phase 2 : Conceptual Analysis <i>Activity 1 : Develop Conceptual Model</i> <i>Activity 2 : Validate Conceptual Model</i> Phase 3 : Product Design <i>Activity 1 : Perform Functional Analysis</i> <i>Activity 2 : Synthesize Design</i> <i>Activity 3 : Verify Design</i> Phase 4 : Product Development <i>Activity 1 : Establish SW Development Environment</i> <i>Activity 2 : Implement Product Design</i> Phase 5 : Product Testing <i>Activity 1 : Perform Product Verification</i> <i>Activity 2 : Perform Product Validation</i>
	Project Management Practices • Project Planning • Project Control / Resource Management • Risk Management • Quality Management • Risk Management • Configuration Management

제 3 장 M&S 체계 소요기획 프레임워크 개발

제 1 절 문제 제시 및 연구 모형

1) 문제 제시

무기체계 획득 과정에 소요기획의 중요성에 관한 인식이 높아지면서 관련 규정이 개정되고 있다. 소요군의 소요기획 역량을 높여 소요제기서의 완전성과 충실성을 확보하겠다는 것이다. 소요군에서 명확한 운용개념과 요구사항을 제시하도록 함으로써, 획득단계 및 소요 검증과정에서 불필요한 노력을 줄이고, 소요군이 원하는 운용성능과 전력화 시기를 확보하겠다는 취지이다.

그러나, 소요기획 단계의 업무가 구체화하지 못해 각 군의 실무자들은 그동안 선배들이 수행한 관행이나 자료에 의존하고 있는 경우가 많아 과학적이고 체계적인 소요기획 업무 수행 방법론이 요구된다.

특히, 국방M&S 체계가 미래 국방 운영의 핵심 수단으로 활용될 것이므로 그 신규 소요가 증가할 전망이다. 일반 무기체계 획득 절차와 무기체계 소프트웨어 개발 프로세스를 준용하는 현실에서 M&S 체계의 특성인 전장 상황을 모형화하기 위한 구체적인 수행 방안이 정립되지 못한 실정이다. 일반 무기체계와 같이 M&S 체계의 성공적 획득을 위해서는 소요기획 단계에서 명확한 운용개념과 요구사항을 제시해야 하는 것은 분명하다. 그러나, 전장 상황을 표현하기 위한 모의논리와 개념모델 개발의 주체와 방법에 대한 명문화된 규정이 없는 실정이다. 현재는 소요가 결정된 이후 개발 단계에서 업체 주관으로 참조모델을 활용하여 모의논리와 개념모델을 발전시키고 있다. 그러나, 앞으로 새로이 획득할 M&S 체계의 개발 과정에서는 사용자인 소요군이 가장 잘 알고 있는 부분이기 때문에 적극적으로 참여해야 하는 상황이 될 것이다.

58) The Johns Hopkins Uni., *Best Practice for Development of Models and Simulation*, 2010.

따라서 국방M&S 체계의 성공적인 획득을 위해서는 소요군이 소요기획 단계에는 운용개념과 요구사항에 추가하여 전장 모의와 관련한 요구사항과 개념모델을 제시해야 한다. 본 연구는 이러한 가정을 기반으로 소요군이 수행할 소요기획 프로세스를 정립하기 위한 프레임워크를 제안하였다.

2) 연구 모형

지금까지 M&S 체계의 소요기획에 관한 연구가 많지 않은 상황에서 시스템엔지니어링의 PMTE 패러다임은 사고의 기반을 제공했다. 이를 통해 효율적으로 소요기획 업무를 수행하기 위한 프로세스(업무절차)와 방법 및 도구, 고려해야 할 환경적 요인을 체계적으로 도출할 수 있었다.

본 연구의 진행은 [그림3-1]과 같이 PMTE 패러다임을 기반으로 관련 문헌과 선행연구, 연구자의 직무 경험을 토대로 M&S 체계의 소요기획에 관한 개념을 설정하였다. 이후 M&S 관련 학회에 발표를 통해 참가한 전문가들의 의견을 종합하여 M&S 체계 소요기획 수행 절차·방법 및 도구·고려할 환경요인이 포함된 프레임워크를 설정하였다. 이 프레임워크를 적용하여 ①운용개념 정립, ②요구사항 개발, ③개념모델 개발의 3단계의 프로세스를 설정하고, 각 단계에서 수행할 세부 활동을 포함하여 M&S 체계 소요기획 프로세스를 정립하였다.

제안한 M&S 체계 소요기획 프로세스의 유용성 검증을 위한 사례 적용과 설문 조사는 제4장에서 제시하였다.

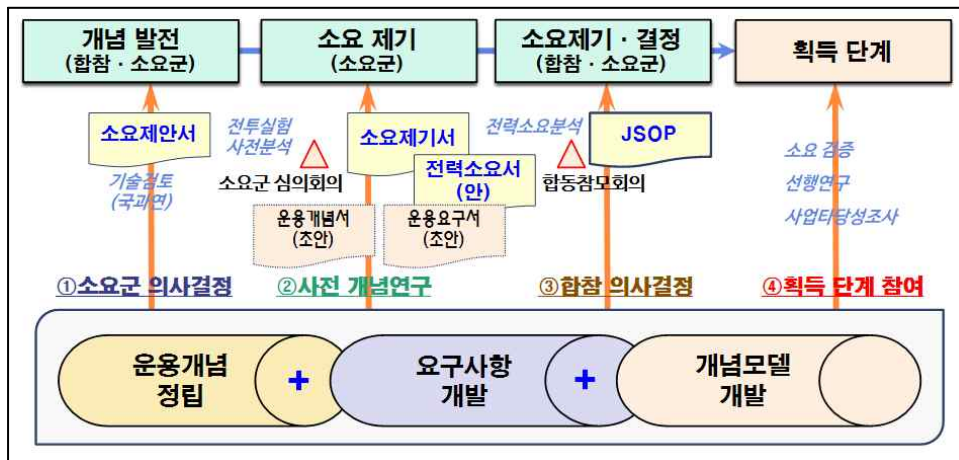


[그림3-1] 소요기획 프레임워크 정립 연구 수행 절차

제 2 절 M&S 체계 소요기획의 개념

1) 소요기획 범위 및 활동 정의

일반적으로 소요기획은 합참과 소요군에서 개념발전, 소요제기, 결정의 과정을 통해 합동전략목표기획서에 수록하는 과정이다. 그러나, 소요기획의 중요성에 대한 인식에 비하면 이러한 과정에 대한 구체화와 제도화는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소요군의 입장에서 소요기획 범위를 [그림3-2]처럼 4개의 영역으로 설정하였다. 소요군은 내부 의사결정을 통한 소요제기 이후 합참에서 소요 결정에 참여해야 한다. 최근 규정 개정으로 사전개념 연구를 통한 관련 문서 작성 과정과 소요 결정 이후 획득 단계에서 수행되는 검증 및 선행연구에 참여하는 과정까지를 소요군이 수행할 소요기획의 범위에 포함하였다. 이러한 업무 영역에서 소요군은 일관성 있고 명확한 운용개념과 요구사항을 제시해야 한다. 이를 통해 소요기획의 완전성과 충실성을 높여야 할 것이다.

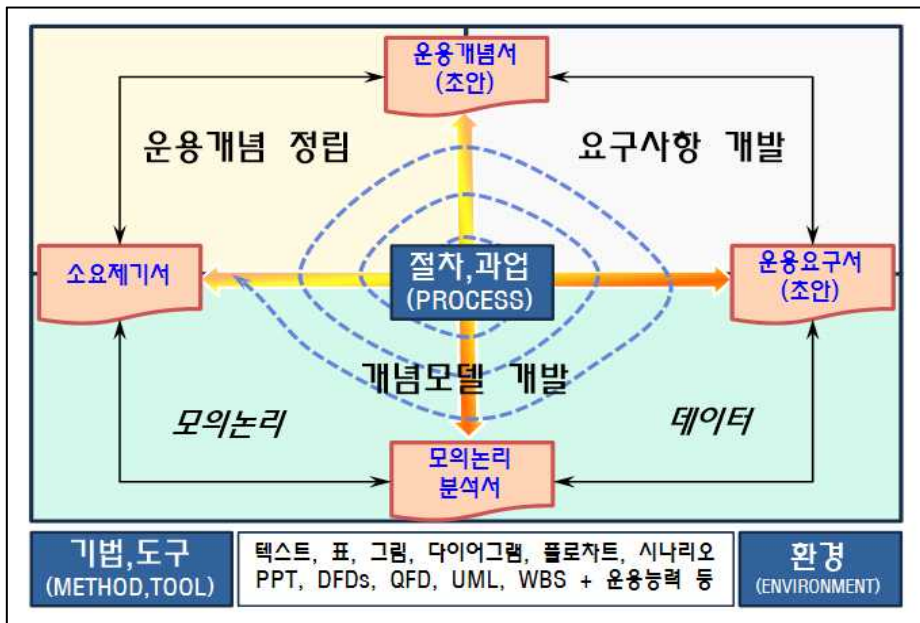


[그림3-2] M&S 체계 소요기획 개념

소요군에서 소요기획 단계에서 수행해야 할 업무를 명확히 하지 못함으로써 소요결정까지 장기간 소요되고, 획득 단계로 전환되지 못하는 사례들도 많았다. 또한, 합참의 전력소요 분석이나 획득단계에서 수행된 검증과정에서도 추가적인 시간과 노력이 요구되었다.

2) 소요기획 프레임워크 제안

소요군에서 M&S 체계에 대한 소요를 기획하는 과정에서 수행할 핵심과업이 무엇이며, 이를 효율적으로 지원할 수 있는 기법과 도구의 선택은 결과에 대한 품질을 결정하는 요인이 될 것이다. 소요기획 과정에 관한 연구는 일반 무기체계를 중심으로 많은 성과가 있었지만, 대부분은 특정 과업이나 기법, 그리고 도구의 사용에 관한 부분적 연구의 결과였다. 따라서, 본 연구에서는 소요군의 관점에서 소요기획을 하나의 프로세스로 인식하고 수행해야 할 과업과 기법에 대해 정립하고자 하며, 특히 소요기획을 수행하는 과정에서 고려해야 할 환경적 요인까지를 포함하였다.



[그림3-3] PMTE 기반 M&S 체계 소요기획 프레임워크 (안)

M&S 체계의 소요기획을 수행하는 개념은 [그림3-3]에서와 같이 운용개념을 정립하고, 요구사항을 개발하며, 개념모델을 개발하는 프레임워크(안)를 제안하였다. 이 프레임워크의 활동들은 상호 연관성을 갖고 보완적으로 완성되어 갈 것이다. 이를 통해 세부 활동을 식별하고, 업무를 지원하는데 필요한 방법과 도구들이 사용될 것이다. 마지막으로 조직 내·외부 환경적 요인은 업무 수행의 가능성을 결정하는 요소로 작용할 것이다.

3) 전문가 인터뷰

앞에서 제안한 M&S 체계 소요기획 프레임워크는 관련 문헌과 연구자의 실무 경험을 기초로 하였기 때문에, 실제 소요기획에서 활용 가능성과 전문가의 견해를 확인할 필요가 있었다. 관련 내용을 정리하여 국방부와 육군본부에서 주관하는 M&S 관련 학회에서 발표하였고, 사전에 참가자에게 [그림3-4]의 인터뷰 양식을 제공하여 발표 내용에 대한 이해를 높였다.

가) 인터뷰 대상 및 방법

인터뷰를 수행한 궁극적인 목적은 M&S 체계 소요기획 업무에 대한 전문가들의 인식 수준과 소요기획 업무 수행을 위한 방법론 정립을 위한 프로세스, 방법 및 도구 활용, 환경적 요소를 식별하는 것이었다. 또한, 실제 소요기획 업무를 수행하는 현장에서 인식한 어려움이 무엇인지를 물었다.

대상은 각 군의 소요기획 실무자, KIDA 등 연구기관, 개발 업체에서 실제 M&S 체계 획득에 관여하고 있는 인원을 선정하였다. 인터뷰 방법은 국방부와 육군에서 실시한 M&S 학술대회에서 관련 주제를 발표한 후, 상황을 인식할 수 있도록 사전에 배포한 설문지를 기준으로 토의 및 응답을 유도하였다. 일부 인원은 직접 방문하여 면담을 통해 관련 사항을 설명하고 인터뷰를 진행하였다.

나) 인터뷰 결과

인터뷰를 통해 소속된 조직과 수행하는 업무의 상이함으로 인해 다양한 의견들이 있었지만, 궁극적으로는 M&S 체계의 특성에 맞는 소요기획 업무의 구체화를 요구했다. 프레임워크(초안)에서 제시한 활동 중에서 운용 개념 정립과 요구사항을 명확히 해야 한다는 것에 대해서는 군과 업체 모두 동의하였다. 그러나, 모의논리 및 데이터, 개념모델에 대해서는 군과 업체 관계자 간에 상당한 의견 차이를 보였다. 업체에서는 군과 다르게 소요군의 주요 업무로 인식하였다. 이는 아직 우리 군이 M&S 체계에 대한 소요기획을 경험하지 못함에서 기인한 것으로 보인다. 기타 문항별 응답 결과를 다음과 같이 정리하였다.

국방M&S체계의 효율적 소요기획을 위한 영향요인에 관한 설문

근무지	☐ 각군(소요군) ☐ 국방부·합참 ☐ 방위사업청 ☐ 연구기관 ☐ 업체
M&S경력	☐ 10년이상 ☐ 10 ~ 5년 ☐ 5년미만 ☐ 없음

소요기획 방법론(프로세스+기법+도구+환경)에 대한 인식정도?		평 가				
		매우 긍정	긍정	중간	부정	매우 부정
I 프로세스 (수행과업)	1. 소요기획시 '운용개념'을 정립해야한다.					
	2. 소요기획시 '요구사항'을 명확히 해야한다.					
	3. 소요기획시 '모이논리 및 데이터'를 제공해야 한다.					
	4. 소요기획시 '개념모델링'을 수행해야한다					
	5. 업무수행시 적용(응용)? ☐ 운용개념 ☐ 요구사항 ☐ 모의논리 ☐ 개념모델링					
	6. 상대적 중요도(우선순위) ① ② ③ ④					
	※ 추가로 수행해야할 과업이 있다면.... (또는 관련 의견?)					
II 프로세스 수행을 지원하는 기법(Methods) 및 도구(Tools)의 사용						
	7. 자동화된 기법이나 도구의 사용 필요성					
	8. 필요하다고 보시면 사용하신 기법이나 도구는? 예) 아키텍처(OV-1), GFD, UML, OOD, 요구사항 관리틀(Cradle, Doors), Petri Nets, 논리도, 텍스트, 그래픽 등					
III M&S 소요기획시 고려해야할 환경적(Enviroment) 요인						
	9. 4차산업혁명 관련 기술을 적용해야 한다.					
	10. 소요군 내부의 제한요인이 많다 (의사결정 복잡, 개념)					
	11. 조직외부적 제한요인이 많다 (소요분석 및 검증 등)					
	12. 소요기획 전문조직과 인력의 확보가 필요하다					
IV 소요군이 획득 및 개발단계에 적극적인 참여가 중요하다.						
VII 현재 우리군의 M&S 소요기획 수준은 어느정도라고 생각하십니까?						
VIII 효율적 소요기획을 위해 절차의 개선, 효율적 기법과 도구의 사용, 환경적 지원의 우선순위는? ① ② ③ 이다						
IX 효율적인 M&S 획득에 영향을 미치는 요소 (다중선택 가능) 가. 소요제기 기관의 운용개념과 요구사항의 명확한 설정 나. 군내 및 합참 의사결정 및 소요검증과정에서 지연 예방책 강구 다. 충분한 선행연구를 통한 탐색개발 및 체계개발 여건 성숙 라. 사업관리 과정에서 관련부서 및 기관간의 원활한 업무 협업 마. 모델 개발과정에서 사업관리 및 개발업체의 전문성 바. 적정 수준의 획득비용 및 개발기간 확보 사. 기 타 ()						

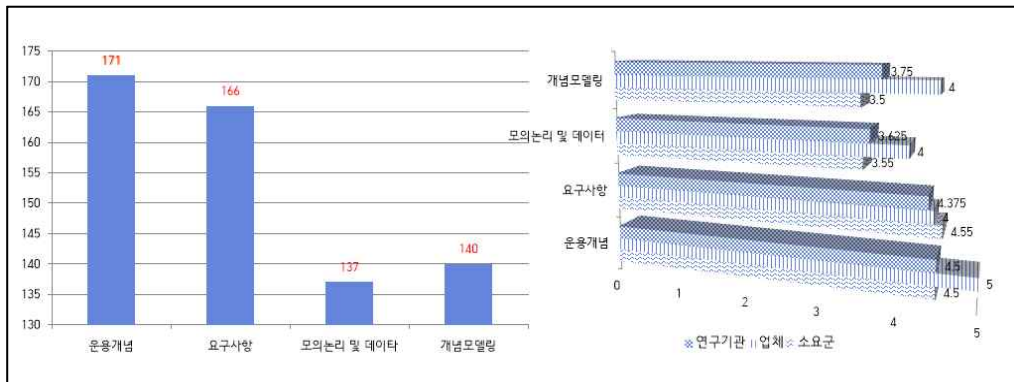
[그림3-4] 전문가 인터뷰 문항

(1) M&S 체계의 소요기획 프로세스 정립 관련

소요기획 업무를 체계적으로 수행하기 위해 소요군이 해야 할 핵심과업으로 ①운용개념 정립, ②명확한 요구사항 제시, ③모의논리 및 관련 데이터 제시, ④개념모델 개발을 제시하여 의견을 수렴하였다.

*5점 척도 환산 / 평균

설문 문항	소요군(20명)	업체(9명)	연구기관(8명)	전체 평균
1. 운용개념 정립	90 / 4.5	45 / 5	36 / 4.5	171 / 4.62
2. 요구사항 정립	91 / 4.55	40 / 4.4	35 / 4.3	166 / 4.48
3. 모의논리 및 데이터 확보	71 / 3.55	37 / 4.1	29 / 3.6	137 / 3.70
4. 개념모델링 수행	70 / 3.5	40 / 4.44	30 / 3.7	140 / 3.78



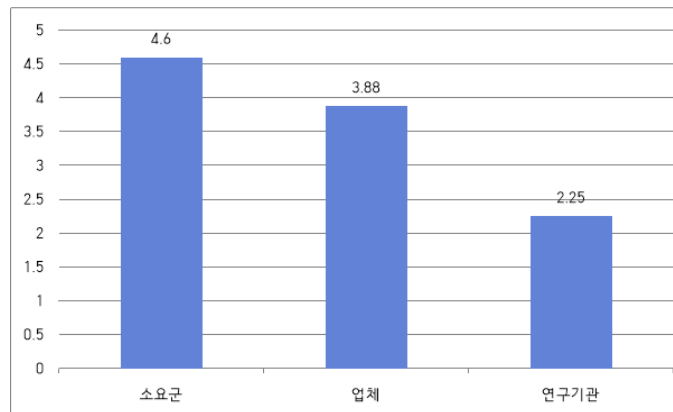
[그림3-5] 소요기획 프로세스의 인터뷰 결과

설문을 분석해보면, 응답자 대부분이 제시한 4개의 핵심과업에 대해 긍정적(3.7~4.6)으로 답변하여 소요기획 단계에서 수행할 과업에 대한 공통적 인식을 보였다. 관심 있게 볼 수 있는 부분은 개발 업체에서는 소요군에서 ③모의논리 및 관련 데이터 제시와 ④개념모델 개발을 해야 한다는 의견이었다. 이는 그동안 업체로서는 M&S 개발 때 모의논리 연구와 관련 데이터 확보에 많은 어려움이 있었음을 시사하였다. 그렇지만 소요군이나 연구기관에서는 낮은 요구도를 나타내어 모의논리 및 개념모델 개발은 업체 주관으로 수행되어야 하는 것으로 인식하고 있다. 소요기획 단계에서 운용개념과 요구사항을 명확히 해야 한다는 점은 분명하였다.

(2) 소요기획 단계에서 자동화된 기법과 도구의 사용 필요성

소요기획 단계에서 업무의 효율을 위해 아키텍처, UML, 그래픽, 논리도 및 다이어그램 등을 활용해야 하는가에 대한 토의를 진행했다. 소요군에서는 가장 높은 수준의 요구를 보였지만, 이러한 기법과 도구를 활용하기 위해서는 또 다른 부담이 될 수 있을 것이라는 인식도 있었다.

설문 문항	소요군(20명)	업체(9명)	연구기관(8명)	전체 평균
5. 자동화 기법 및 도구의 사용 필요성	92 / 4.6	35 / 3.8	18 / 2.25	145 / 3.91



[그림3-6] 자동화된 기법 및 도구의 활용 필요성 인터뷰 결과

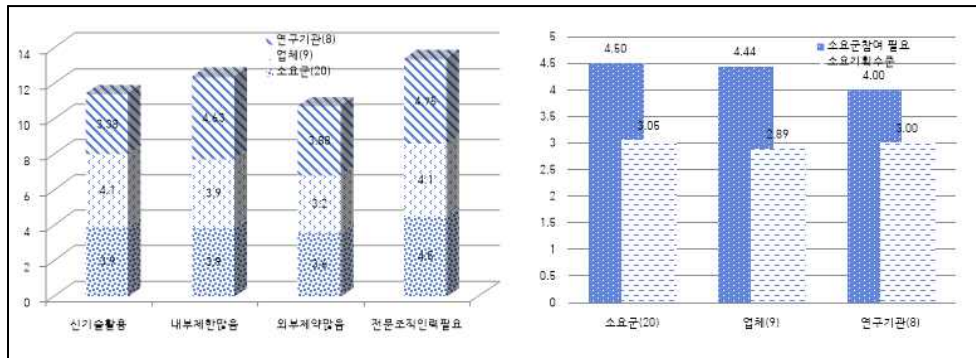
실제 업무를 수행하면서 소요군 실무자들은 대부분 텍스트, 그래픽, 아키텍처(OV-1) 정도를 사용하였지만, 업체나 연구기관에서는 다양한 도구(UML, 전산 도구 등)를 활용하고 있었다. 일부는 소요군에서도 전문화되고 자동화된 기법과 도구를 활용한다면 소요결정 이후 단계에서 관련 기관과 원활한 의사소통이 가능할 수 있으므로 활용 능력을 확보하는 것도 필요하다는 견해도 있었다.

(3) 소요기획 단계에서 고려해야 하는 환경적 요인

소요군에서 소요기획 업무를 잘 수행하기 위해서는 내·외부의 환경적

요인이 확보되어야 한다. 군 내부의 의사결정 절차나 조직문화, 업무 환경 등의 요인도 중요하다는 견해였지만, 가장 중요한 것은 전문조직과 인력의 확보가 필요하다는 의견이 높았다. 상대적으로 신기술의 적용에 관해서는 소요군과 업체에서는 높게 인식하지만, 연구기관에서는 새로운 기술의 접목보다는 운용개념이 우선이라는 생각이 많았다.

설문 문항	소요군(20)	업체(9)	연구기관(8)	전체 평균
6. 신기술 활용	78 / 3.9	37 / 4.1	27 / 3.37	142 / 3.83
7. 내부제한 많음	77 / 3.85	35 / 3.8	37 / 4.6	149 / 4.02
8. 외부제약 많음	72 / 3.6	29 / 3.2	31 / 3.75	132 / 3.56
9. 전문조직 인력필요	90 / 4.5	37 / 4.1	38 / 4.75	165 / 4.45
10. 소요군 참여 필요	90 / 4.5	40 / 4.4	32 / 4	162 / 4.37
11. 소요기획 수준?	61 / 3.0	26 / 2.8	24 / 2.9	111 / 3.0



[그림3-7] 소요기획시 고려할 환경요인 인터뷰 결과

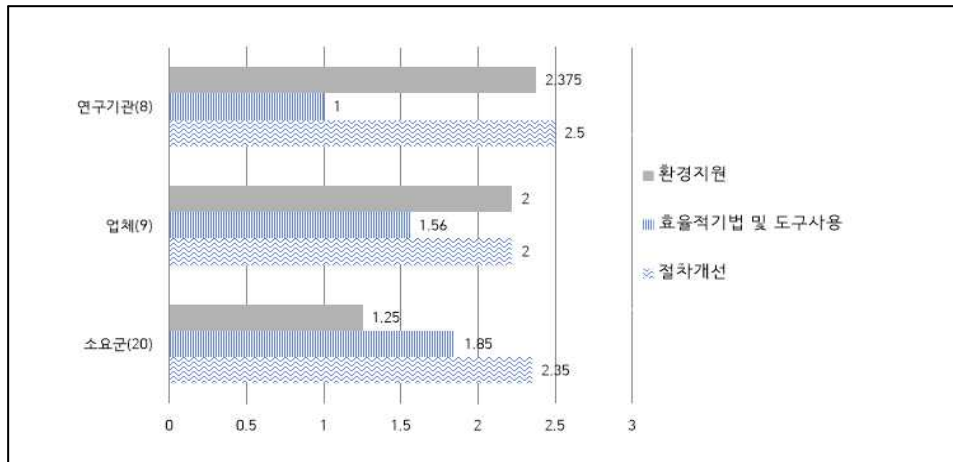
소요군이 소요제기 이후 개발단계에 참여하여 요구사항 분석 및 시스템 설계 과정에 기여해야 한다는 인식은 답변자 모두 높은 수준이다. 즉, 소요결정 이후 획득단계에서 방사청과 업체와 협업이 필요하다는 의견이다.

반면, 현재 우리 군의 소요기획 수준에 대해서는 중간(3점 이하) 수준으로 인식하였고, 향후 규정 및 제도의 개선과 함께 과학적이고 체계적인 소요기획 업무를 정착시키는 다양한 노력이 있어야 한다는 견해가 지배적이었다.

(4) 효율적 소요기획을 위해 개선할 우선순위

소요기획 업무를 정립하기 위해 프로세스의 개선과 효율적인 기법 및 도구의 활용, 환경적 뒷받침이 있어야 한다는 관점에서 인터뷰를 진행하였고, 참여자들은 대부분 동의하면서 우선순위를 평가하였다.

우선순위?	소요군(20)	업체(9)	연구기관(8)	전체 평균
① 절차의 개선	47 / 2.35	20 / 2.2	20 / 2.5	87 / 2.35
② 효율적 기법과 도구의 활용	37 / 1.85	14 / 1.55	8 / 1.0	59 / 1.59
③ 환경적 지원	25 / 1.25	20 / 2.22	19 / 2.37	64 / 1.72



[그림3-8] 소요 기획 시 개선할 우선순위 인터뷰 결과

소요군의 소요기획 업무 개선을 위해서는 기관별 차이는 있지만, 종합적으로 ①업무 수행 절차의 개선, ②환경적 지원, ③효율적인 기법과 도구의 활용으로 나타났다. 다만, 소요군에서는 환경적 지원보다 효율적인 기법과 도구의 활용이 우선시 되어야 한다는 의견이었다.

이러한 인터뷰 및 설문 결과를 종합적으로 분석해 볼 때, 소요기획 단계에서 가장 중요하게 수행해야 하는 과업은 운용개념과 요구사항을 명확히 하는 것으로 나타났다. 소요군의 업무 능력 향상을 위해서는 소요기획을 어떠한 절차와 방법으로 수행할 것인가에 대한 방법론을 정립하는 것과, 이를 지원하는 전문조직과 인력의 확보가 중요함을 인식하였다.

제 3 절 M&S 체계 소요기획 프레임워크 정립

국방 M&S 체계를 효율적으로 획득하기 위해서는 첫 출발점인 소요기획 단계를 체계적이고 과학적으로 수행해야 한다. 이를 위해서는 업무 수행 절차, 방법 및 도구, 고려해야 할 환경을 종합적으로 고려해야 한다. 이러한 인식의 틀은 J.Martin이 제안한 PMTE 패러다임을 기반으로 제공된다. 따라서, 본 연구에서는 PMTE 패러다임을 기반으로 한 M&S 체계 소요기획 프레임워크를 정립하였다.

1) M&S 체계 소요기획 프레임워크

소요군이 소요기획 과정에서 보다 체계적이고 과학적으로 업무를 수행하기 위한 프레임워크를 제안하였다. 이 프레임워크는 개발하려는 체계의 운용개념과 요구사항, 개념모델을 개발하는 3개의 단계로 설정하였다. 각 단계에서는 또 다른 세부 활동으로 모두 20개를 제시하였다. 소요군에서는 사업의 성격과 조직의 업무 수준에 따라 3단계 20개 세부 활동을 통해 소요제기서를 완성할 수 있을 것이다. 이러한 과정에 시스템엔지니어링이나 프로젝트 관리에서 사용되는 다양한 전문 기법을 활용할 수 있을 것이다.



[그림 3-9] 국방M&S 체계의 소요기획 위한 PMTE 프레임워크

무기체계 획득 과정에서 소요기획의 중요성이 인식되면서 규정 개정과 연계하여 각 군의 관련 조직 개편이 예상된다. 본 연구에서 정립한 프레임워크는 소요기획 과정에서 수행할 업무량을 식별하는 기준으로 활용될 수 있다. [그림3-9]에서 제시한 프레임워크를 기반으로 각 군의 소요기획 업무 지침으로 발전시킬 수 있고, 수행 과업에 대한 기능을 세분화하는 과정에서 수행 부서와 실무 담당자의 편성 등 사무분장에도 적용할 수 있을 것이다. 특히, M&S 체계의 소요기획 과정에 모의 요구사항과 개념모델과 관련한 활동을 포함함으로써, 개발의 주체와 방법에 관한 논란을 해결하는 출발점으로 활용할 수 있을 것이다.

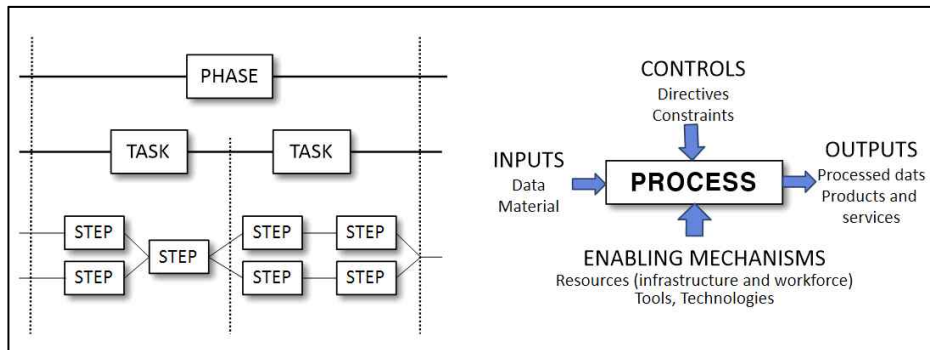
제시한 프레임워크를 실무에 적용할 때에는 조직의 특성이나 역량에 따라 변경 및 조정이 필요할 것이다. 그러나, 이러한 활동의 산출물이 단계적으로 완성되기보다는 반복·순환의 과정에서 보완될 것이고, 요망하는 수준에 도달하게 될 것이다.

다음 장에서는 앞에서 정립한 M&S 체계 소요기획 프레임워크를 구성하는 개별 요소들의 도출 과정을 설명하였다. 이러한 세부 활동들은 관련 문헌 연구와 직무 경험을 기초로 식별하였다.

2) 소요기획 프로세스 정립

소요기획 과정을 하나의 프로세스로 볼 때, 반드시 고려되어야 하는 것이 수행되어야 하는 활동(Activities)과 활동을 수행할 대상자(Agents), 산출물(Artifacts), 그리고 활동을 하는 데 필요한 자원(Resources)이다. 프로세스는 목표를 달성하기 위해 부분적으로 수행되는 활동들의 집합이고, 프로세스 모델은 이들 프로세스를 표현하는 것이다. 소요기획과 관련된 프로세스와 프로세스 모델을 설계하는 것은 이러한 이론적 배경을 기초로 수행하였다. [그림3-10]은 Martin이 그의 논문에서 제시한 일반적인 프로세스의 구조로 프로세스는 과업(Task)으로 구성되고, 이러한 과업은 또 다른 하위 단계(Step)에서 수행하는 활동을 포함한다. 우측의 그림은 프로세스를 요구사항과 같은 데이터들의 입력사항을 요망하는 결과물로 변화하는 일련의 활동으로 보는 것이다. 이러한 프로세스는 조직이나 기업의 지시나 제

약사항, 관련 규정들에 따라 통제되고, 과업 수행을 가능하게 하는 자원이거나 도구, 기술과 같은 요인들에 영향을 받게 된다.



[그림3-10] Martin의 프로세스 구조 및 프로세스 구성 요소

이러한 이론적 배경하에서 본 논문에서는 소요군에서 소요기획 과정에서 수행할 업무에 대한 프로세스를 도출하였다. 즉, 운용개념 정립과 요구사항 및 개념모델 개발의 과정을 각 단계(Phase)로 하였고, 각 단계에서 수행할 세부 활동(Task)을 식별하였다. 이를 통해 수행할 부서 및 단계별 입력물과 출력물을 정의할 수 있다. 또한, 업무 수행 체계를 일반화하여 관계자들이 쉽게 이해할 수 있으며, 업무 수행 체계를 개선하고 발전시키는 기본 틀을 제공할 수 있을 것이다.

가) 운용개념 정립 단계

소요군에서 운용개념을 정립한다는 것은 개발하고자 하는 시스템이 무엇을 하고자 하는지를 이해할 수 있어야 한다. 즉, 다양한 이해관계자에게 제안한 시스템이 어떻게 사용될 것인지를 기술하는 것이다. 운용개념 정립은 시스템엔지니어링 활동을 수행하면서 가장 최상위 단계에서 수행하는 업무이다. 운용개념을 정립하는 목적은 개발하고자 하는 시스템을 원하는 조직과 개발 조직 간의 의사소통을 원활하게 하는 데 있다.

운용개념은 영문으로는 Concept of Operations(CONOPS)와 Operational Concept 이 있는데 모두 운용개념으로 통칭하고 있지만, 우리 군에서는 운영(運營)개념과 운용(運用)개념으로 구분함이 적절할 것이다. 운영개념은

현재 합참에서 사용되는 ‘합동전장 운영개념’이나 ‘미래 전장 운영개념’에 해당한다. 운용개념은 단일 무기체계가 원하는 또는 운용되는 개념에 관한 기술로 이해할 수 있다. 즉, 하나의 CONOPS에는 여러 개의 운용개념(Operational Concept)을 포함하고 있다. 우리 군의 차기 과학화훈련체계도 미래 전장에서 어떻게 교육훈련을 수행할 것인가에 대한 ‘미래 교육훈련 운영개념’이 정립되고, 이에 부합되는 각종 훈련방식 및 체계들에 대한 운용개념이 정립되는 것이다. 즉, ‘미래 교육훈련 운영개념’을 구현할 수 있는 가상 및 위게임 형태 또는 합성전장훈련체계 등에 대한 운용개념으로 표현할 수 있다.

[표3-1] 운용개념 개발 프로세스 기존 연구

운용개념 개발 프로세스 ⁵⁹⁾	무기체계 운용개념 개발 프로세스 ⁶⁰⁾
1. 운용개념 정의 단계 - 임무영역 분석 - 위협분석 - 임무 요구사항 분석 - 외부 시스템도 정의 - 운용시나리오 작성 2. 기능분석 단계 - 임무 계층구조 분석 - 개별 체계별 주 임무 식별 - 최초 기능 도출 - QFD를 활용 우선순위 선정 - 합동과업목록(UJTL) 기반 기능분석 3. 아키텍처 구현 단계 - 기능 아키텍처 도출 - 물리 아키텍처 도출 - 통합 아키텍처 완성	1. 운용개념 개발의 목표, 역할, 팀원을 결정 2. 기존 양식을 테일러링하여 OCD에 대한 합의 도출 3. 기존 시스템의 목표와 부족 식별 4. 개발 시스템의 범주와 경계, 외부 인터페이스 식별 5. 기존 시스템의 특징과 상황 기술 6. 기존 시스템 운용정책과 제약사항 7. 개발 시스템 적용할 운용정책과 제약사항 8. 개발 시스템의 운용 특성 (반드시 갖추어야 할 특성) 9. 개발 시스템의 운용 시나리오 10. 운용모드 결정 및 시나리오 검증 11. 운용 시나리오에 대한 우선순위 12. 개발 시스템이 사용자, 획득자, 개발자, 운용유지기관에 미치는 영향 분석 (운용+조직 측면) 13. 기존 시스템과 비교하여 개발할 시스템의 이점, 제한사항, 장단점

59) 엄진욱, 「아키텍처 기반 협동교전 운용개념 개발에 관한 연구」, 국방대학교, 2012

60) 이경행 등, 「해상기반 유도무기체계의 운용개념 도출에 관한 연구」, Journal of Aerospace System Engineering, Vol. 11, No. 5, 2017

엄진욱(2012)은 운용개념을 정립하는 프로세스를 ①상위수준의 전략 및 임무를 달성하기 위한 대상 시스템의 운용개념을 정의하는 단계, ②정의된 운용개념을 구현하기 위해 요구되는 기능을 도출하는 단계, ③선정된 기능을 기능 및 물리 아키텍처로 구현하는 단계로 구분하였다. 그 하위단계에서 수행할 활동들은 [표3-1]과 같이 제시하였다. 이경행(2017)도 무기체계의 운용개념을 도출하기 위해 일반적으로 적용할 수 있는 프로세스를 [표3-1]과 같이 제시하였다.

한편, 방위사업청에서 제시한 운용개념기술서 템플릿⁶¹⁾에 포함된 항목을 참조하여 M&S 체계의 운용개념 정립을 위한 [표3-2]에서 제시한 7개의 세부 활동을 식별하였다. 개발하고자 하는 체계가 운용될 미래 환경과 상위수준에서 추구하는 개발 목표를 식별하는 것으로부터 시작해서 운용개념도 작성, 운용 방법, 운용시나리오를 작성하는 활동을 포함했다. 운용개념 정립 단계의 활동은 일반 무기체계의 운용개념과 큰 차이는 없는 것으로 인식되었다. 다만, 각 활동에 M&S 체계의 특성을 반영하면 될 것이다.

[표3-2] 국방M&S 체계 운용개념 정립 단계의 세부 활동

세부 활동	기술 내용 및 작성 방법
1.1 미래 운용환경 및 상위수준 목표	- 국방부 및 합참의 M&S 정책 및 교육훈련 환경의 변화, 관련기술 동향 - 과학화훈련체계의 발전 동향 기술 - 현 체계의 제한사항 및 극복 방안
1.2 운용 개념도 작성	시스템의 경계 결정, 컨텍스트(정황)도 작성
1.3 개발 목적 및 필요성	개발의 목적과 필요성에 대해 일관성 있는 기술
1.4 운용 방법	훈련대상, 방법, 훈련과제 식별
1.5 운용 시나리오	- 운용될 환경(전략,비전,임무,목표,외부시스템)안에서 개발할 시스템이 어떻게 임무와 기능을 수행할 것인지를 기술 예) 훈련단계별(계획-준비-실시-사후강평), 기능별, 일정별 적용 시나리오 작성
1.6 정책 및 제약사항	획득 및 운용에 영향 요인 식별
1.7 운용 지원	운용 조직, 인력, 시설 등

61) OCD 양식 : 1.체계 개요, 2.관련문서, 3.현 체계의 분석, 4. 목표체계 개념, 5. 목표체계 운영 시나리오, 6.목표체계 구축에 의한 변경사항, 7.목표체계 분석, 8.기타 추가사항

나) 요구사항 개발 단계

개발하고자 하는 체계에 대한 운용개념이 정립되면 소요군이 원하는 체계가 무엇인지에 대한 요구사항을 개발해야 한다. 사용자 요구사항은 사업 전 단계에 영향을 미치는 중요한 사안이다. 따라서 불명확한 요구사항과 잦은 변경은 가장 큰 사업 실패의 요인이 된다는 점에서 소요기획 과정에서 명확하고 일관성 있게 요구사항이 개발되어야 한다.

그러나 M&S 체계의 요구사항에는 무엇을 포함하고 어떻게 구조화할 것인지? 소요군에서 어느 정도까지 상세화를 해 주어야 하는가? 등에 관해서는 연구나 실무 사례는 미흡한 실정이다. 특히, 초기 단계에 요구사항이 체계적이지 못하고 추상적·서술적 형식으로 제시되고, 요구사항에 사용되는 용어에 대한 올바른 정의가 부족하여 사업추진에 혼선을 가져오는 예도 있다. 따라서 요구사항을 개발하는 과정에서 사용된 용어에 대한 명확한 정의가 선행되어야 할 것이다.

한편, 요구공학에서 제시하는 요구사항을 개발하는 단계(추출→분석→명세화→검증)를 소요기획 단계에 그대로 적용하기에는 구체화 등에 무리가 있는 것으로 판단되어 소요군에 맞는 프로세스를 정립하였다.

소요군에서는 초기 요구사항을 개발하기 위해서는 요구사항의 근원인 사용자들로부터 요구사항을 효과적으로 추출하고, 구조화하며, 초기 수준의 요구사항으로 문서화해야 한다. 또한, M&S 체계의 특성을 고려하여 모의와 관련한 요구사항으로 모의 범위 및 수준, 관련 데이터를 확보하여 제시해 주어야 하고, 전장 기능별 모의논리에 대해서도 초기 수준으로 제시되어야 할 것이다. 또한, 이러한 초기 요구사항을 문서화하는 과정에서 요구사항의 일관성과 문장의 타당성 등을 검증하는 활동이 지속해서 진행되어야 한다. 소요군이 소요기획 단계에서 요구사항을 개발하기 위한 세부 활동에 대해서는 관련 문헌 및 선행연구를 기초로 전문가 인터뷰를 통해 [표3-3]과 같이 7개의 활동을 식별하였다.

요구사항을 도출하는 활동은 개발하고자 하는 체계를 사용할 대상자들로부터 그들이 원하는 것이 무엇인지를 식별 및 발굴하여 분류하는 것이

다. 그러나 사용자가 원하는 것을 표현해내지 못하거나, 정말 원하는 것이 무엇인지를 모르거나, 진행 과정에서 상황이 변화되거나, 새로운 가능성을 보고 요구사항을 변경할 수 있어서 대단히 어려운 활동이다. 사용자로부터 요구사항을 도출하는 방법으로는 ①내성(內省: Introspection⁶²⁾), ②질의 및 설문, ③브레인스토밍, ④카드 분류, ⑤전문가 인터뷰, ⑥프로토타이핑, ⑦합동요구사항계획(JRP:Joint Requirement Planning⁶³⁾) 등 다양한 기법들이 활용되고 있다. 이들은 각자 장단점이 있으므로 기획자와 사용자의 특성에 따라 선택적으로 활용될 수 있을 것이다.

[표3-3] 국방M&S 체계 요구사항 개발단계의 세부 활동

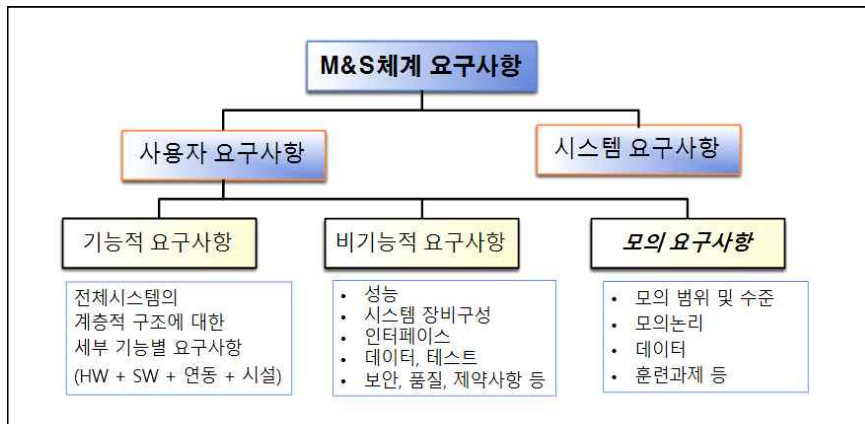
세부 활동	기술 내용 및 작성 방법
2.1 요구사항 도출	사용 예정자들이 제시하는 추상적 요구와 관련 정보를 수집하는 활동
2.2 요구사항 구조 정립	- 수집된 정보를 기초로 요구사항을 명세할 범주와 수준을 정립하는 활동 - 일반(무기·정보)체계 요구사항 + M&S요구사항
2.3 모의 범위 및 수준	- 범위 : 개발 체계에 포함할 동작·기능·성능 - 수준 : 공학급 ~ 전구급, 모의 부대 및 장비 규모
2.4 모의논리 요구사항	전투수행 절차 표현 (알고리즘)
2.5 모의 관련 데이터	부대 및 장비 제원 (피·아), 무기 성능 등
2.6 초기 요구사항 작성	- 기능 요구사항과 비기능 요구사항 + 모의 관련 요구사항에 대한 초기 명세서 작성 - 용어 정의, 명확한 용어 사용
2.7 요구사항 검증 활동	정확성, 명확성, 타당성, 일관성 확인

요구사항을 구조화하는 활동은 개발하고자 하는 체계의 특성을 반영하여 제시할 요구사항의 범주와 수준을 결정하는 활동이다. 요구사항의 분류는 일반적으로 정보체계는 기능·비기능 요구사항으로, 무기체계는 기술·

62) 어떠한 일을 하거나 장비를 운용할 때 원하는 시스템을 상상하여 요구사항을 결정하는 것.

63) 문제를 분석하고 요구사항을 정의하기 위해 수행되는 고도로 구조화된 그룹 미팅의 프로세스

부수적 성능으로 구분하고 있지만, M&S 체계의 경우는 모의와 관련된 요구사항이 반드시 포함되어야 할 것으로 본다. 여기에는 개발하려는 체계에서 모의해주어야 하는 범위와 수준이 결정되어야 하고, 어떠한 논리로 모의가 되어야 하고, 관련한 데이터는 어떻게 해결할 것인지에 대해 정리가 되어야 한다. 이러한 시각에 대해서는 논란의 여지는 있지만, 개발을 실제 수행했던 경험 있는 전문가들의 일반적인 견해이다. [그림3-11]은 국방 M&S 체계의 요구사항을 분류하여 구조화하여 표현하였다.



[그림3-11] M&S 체계의 요구사항 구조화(예)

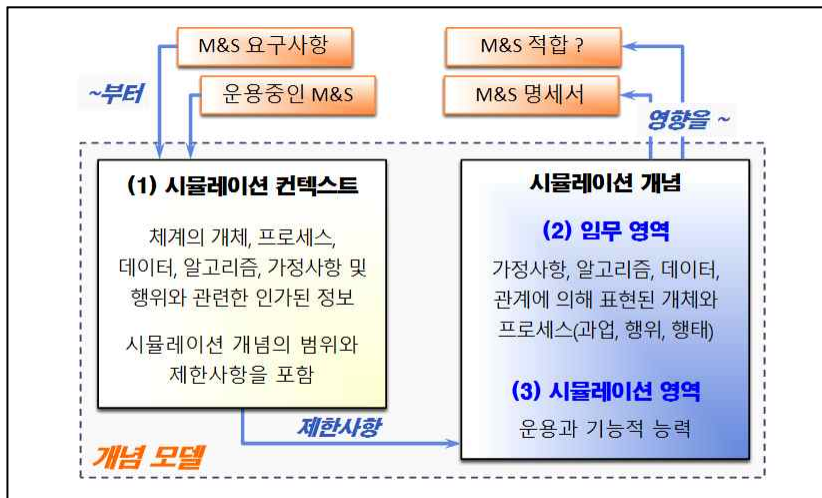
요구사항에 대한 구조화와 모의 관련 요구사항까지 결정된다면 소요군 수준에서 제시할 초기 요구사항을 명세화하고, 타당성에 대한 검증 활동을 통해 보완하여 완성하여야 한다. 요구사항은 지속해서 변화될 수 있는 개연성이 있으므로 소요가 결정된 이후 개발단계에서 수행되는 요구사항 분석을 통한 시스템 요구사항을 결정하는 과정에 소요군의 참여와 관심은 사업 성공에 지대한 영향을 미치게 될 것이다.

다) 개념모델 개발 단계

소요기획 단계에서 개발 체계에 대한 운용개념과 요구사항이 정립되면, 운용개념기술서나 운용요구서 또는 소요기획서의 형태로 문서로 만들어질 것이다. 그러나 국방M&S 체계는 전쟁 수행을 위한 특수영역을 표현하는 것이므로 군사 전문가에 의해 더 논리적이고 체계적으로 설명하여 사용자

의 요구사항이나 의도를 개발자에게 전달하는 중간단계 역할을 수행하는 개념모델링 과정이 강조되고 있다. 한편, 개념모델의 개발은 소요가 결정된 이후 개발단계에서 개발자에 의해 수행되는 활동으로 인식하였지만, 소요기획의 효율적 수행을 위해서는 소요군에서도 개념모델을 개발하여 요구사항을 보다 명확하게 전달하는 노력이 필요하다고 본다.

개념모델은 ‘모의하고자 하는 실세계를 단순화하여 소프트웨어로 코딩하기 전에 특별한 형태로 표현(non-software-specific description)한 것’으로 설계 이전단계에서 개발하고자 하는 실세계를 논리적으로 개념화하고 형상화하는 것이다. 개념모델은 [그림3-12]와 같이 일반적으로 시물레이션과 관련된 정보와 시물레이션의 배경(Context)과 개념, 구성 요소를 포함한다.



[그림3-12] 개념모델의 구성 요소

*출처 : M&S VV&A RPG Special Topic : Conceptual Model Development and Validation

기존 문헌이나 연구에서 일부 제시되는 개념모델의 포함 요소를 소요기획단계에 적용하기 위해서는 특성을 고려하여 일부 조정이 필요하였다. 이를 위해 [그림3-13]의 M&S VV&A RPG Special Topic과 [표3-4]의 Robinson의 개념모델 프레임워크를 비교하였다. RPG에서는 3번째 항목에서 임무영역(Mission space)에 대한 표현을 포함하고 있는바, 이는 소요군에서 수행하는 것이 적합한 것으로 보았다. 임무영역을 분석하는 활동에는 군사

임무 목표, 부대나 장비, 작전개념, 부대 과업, 부대와 장비의 행위 및 기능과 같은 임무 수행을 위해 필요한 요소들을 식별하는 활동이다.

Example List of Information Included in a Simulation Conceptual Model	
1) Simulation descriptive information	
• Simulation identification and simulation conceptual model identification (e.g., name, version and date for each) • Points of contact • Simulation and simulation conceptual model change histories (with relation to any changes in simulation requirements)	
2) Simulation context (per intended use)	
• Purpose and intended use statements • Pointer to simulation requirements documentation • Overview of planned simulation capabilities • Pointer to authoritative data sources relative to the domain of interest and/or other sources of domain information • Constraints, limitations, assumptions • Pointer to validation referent and referent information	
3) Simulation concept (per intended use)	
• Mission space representation - Simulation elements (link to description defined in #4) - Simulation development environment artifacts (e.g., UML diagrams) • Simulation space functionality • Description of simulation space impact on simulation element representation	
4) Simulation elements, including	
• Entity definitions (entity description, states, behaviors, interactions, events, factors, assumptions, constraints, etc.) • Process definitions (process description, parameters, algorithms, data needs, assumptions, constraints, etc.)	
5) Validation history, including	
• Simulation requirements and objectives addressed in V&V effort(s) • Pointer to validation report(s), especially the conceptual model validation report • Pointer to simulation conceptual model quality assessment(s) • Description of simulation conceptual model change history	
6) Summary	
• Existing simulation conceptual model limitations (for intended use) • List of existing simulation conceptual model capabilities (for intended use) • Simulation conceptual model development plans	

[그림3-13] M&S VV&A RPG Special Topic의 개념모델 포함사항

[표3-4] Robinson의 개념모델 프레임워크 요소

1. Understanding the problem situation (문제 상황 이해)
2. mining the modeling and general project objectives(모델링 및 사업 목적 결정)
3. Identifying the model inputs(모델의 출력값 식별)
4. Identifying the model outputs(모델의 입력값 식별)
5. Determining the model content(모델 내용 결정 : 범위 및 상세수준)
6. Identifying assumptions and simplifications (가정 및 단순화 식별)
7. Identifying Data Requirements (데이터 요구사항 식별)

이러한 관련 자료를 기초로 [표3-5]와 같이 소요기획 과정에서 소요군이 수행할 개념모델 개발과 관련한 6개의 세부 활동을 식별하였다.

[표3-5] 국방M&S 체계 개념모델 개발단계의 세부 활동

세부활동	기술 내용 및 작성 방법
3.1 문제 상황 이해	• 체계 개발을 위해 직면한 상황 (예산, 기간, 의사결정, 가능성 등)을 이해
3.2 개발 목적 및 목표	• 체계 획득을 통해 무엇을 얻으려 하는가? 를 식별하는 활동으로 달성하려는 것이 무엇인지, 운용함으로써 얻어지는 성과는 어느 정도 인지, 개발하는 동안의 제한사항이 무엇인지를 식별
3.3 임무영역 분석	• 군사 임무 목표, 부대나 장비, 작전개념, 부대과업, 부대와 장비의 행위 및 기능과 같은 임무수행을 위해 필요한 요소들을 식별하는 활동
3.4 입력 · 출력값 식별	• 주요 모의논리를 개발하는 과정에서 최종 결과치와 입력되어야 하는 값을 식별 • 예) 곡사화기 피해 모의시 입 · 출력값?
3.5 모의할 범위 및 상세수준 결정	• 범위 : 개체 행위, 대기, 자원 • 상세수준 : 부대 또는 장비의 묘사 수준
3.6 가정 및 단순화 식별	• 체계에 반드시 포함되지 않아도 되는 사안을 식별하는 활동 • 예) 군수지원 활동 시 물자의 이동 상황은 단순화하여 중간단계는 묘사하지 않음

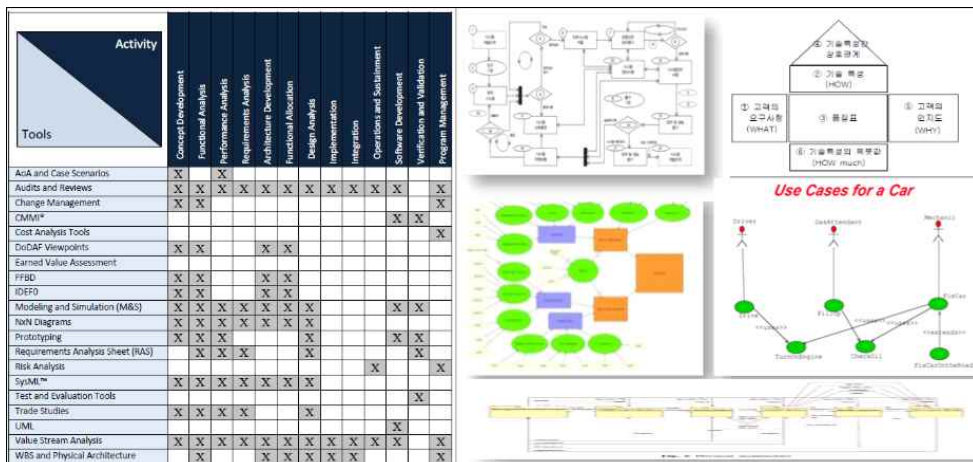
국방 M&S 체계의 소요기획 과정에서 소요군이 수행할 과업은 운용개념과 요구사항의 개발단계에 개념모델을 개발하는 단계를 추가하였다. 따라서 3개의 단계에서 모의논리와 관련한 요구사항을 식별하는 것을 포함한 20개의 활동을 제시하였다. 즉, M&S 체계가 갖는 특성인 전장 상황을 모델링하는데 필요한 활동을 추가로 포함하였다.

그러나, 이러한 단계와 과업들은 일반화하기보다는 프로젝트의 규모와 조직의 환경에 따라 테일러링하여 적용하는 것이 적합할 것이다.

3) 소요기획에 적용할 방법 및 도구

소요군에서 보다 효율적인 소요기획 업무를 위해서는 적합한 수행 방법과 도구를 선택하여 활용해야 한다. 사업의 초기 단계에서 수행한 각종 과업의 결과를 서술식 문서만으로 표현한다면 이해관계자 간에 이해와 의사소통에 어려움이 발생하게 될 것이다. 소요기획 단계의 최종 산물인 개발체계의 운용개념, 초기 요구사항과 개념모델을 개발단계에서 사용하는 여러 방법 및 도구들을 활용하여 표현한다면 개발단계와 연계 할 수 있을 것이다. 또한, 이러한 방법 및 도구들은 표준화되어 있으므로 재사용에 쉽고, 상호 이해와 포함할 요소의 누락을 예방할 수 있을 것이다.

개발단계에서는 시스템엔지니어링이나 소프트웨어 공학에서 제공하는 컴퓨터 기반의 자동화 및 시각화 방법과 도구의 활용이 보편화하고 있다. 이제 소요군도 개발 업체와 명확한 의사소통을 위해서는 이러한 방법과 도구에 대한 이해와 활용이 필요하다. [그림3-14]는 시스템엔지니어링을 수행하는 과정에서 활용되는 주요 도구들로 기능흐름도(FFBD: Function Flow Block Diagram), 기능모델링통합정의(IDEF: Integrated DEfinition for Function Modeling), 물리 /기능적 매트릭스, 도식 블록선도, 시계열분석표, 요구사항 할당표, N2차트 등의 도식화된 방법이 있다.



[그림3-14] 시스템엔지니어링 단계별 활용 방법 및 도구

자료 : SMC System Engineering PRIMER & HANDBOOK, U.S. Air Force, 2013, p42

소프트웨어 개발 절차, 방법, 산출물, 기법 및 도구를 체계적으로 정리한 방법론에서 활용되는 방법과 도구들도 소요기획 단계에 활용이 가능할 것이다. 개발단계에서 사용되는 기술이나 기법으로 DFD, ERD, Use Case 등이 있고, 이러한 방법들을 지원하는 컴퓨터 기반의 자동화 및 시각화 도구로 PowerPoint, Excell, ERWin 등이 있다. 이러한 방법과 도구를 활용하는 것이 소요군의 실무자에게 부담으로 작용할 수 있겠지만, 업무 효율성의 증대를 위해서는 활용 능력을 확보하는 것이 중요하겠다.

시스템엔지니어링이나 프로젝트 관리에서 활용되는 방법과 도구 중에서 소요기획 과정에 사용할 수 있는 것들을 [표3-6]과 같이 제시하였다.

[표3-6] 소요기획 단계에서 활용 가능한 방법 및 도구

SMC System Engineering Handbook	PMBok 6 th Edition
• AoA and Case Scenarios • Audits and Reviews • Change Management • DoDAF Viewpoints • FFBD • IDEF0 • Modeling & Simulation • N×N Diagrams • Prototyping • SysML • Trade Studies • Value Stream Analysis	• 전문가 판단 (선배 조언) • 좋은 사례(Best Practice) • 브레인스토밍, 인터뷰, 설문 • 대인관계 및 의사소통기술 • Flow Chart • 데이터 표현 (친화도,마인드매핑) • 인과관계도 (이시카와 다이어그램) • Context Diagram • 요구사항추적 매트릭스 • WBS

박중훈(2019)은 운용개념 개발 시 텍스트나 복잡한 이미지로 작성된 문서는 이해가 어렵고 때론 오해의 여지도 있음을 지적하였다. 이를 해결하기 위해서는 관계자가 쉽게 이해할 수 있도록 익숙한 용어로 단순화해야 하고, 텍스트만이 아닌 그래픽(도표, 이미지 등)을 함께 사용해야만 이해가 쉽게 될 것이라고 하였다. 결국, 소요기획 과정에서 생산되는 각종 산출물이 지나친 문자 중심에서 시스템 분석 및 설계와 관련한 방법 및 도구를 적극적으로 활용하여 단순화하고 표준화하는 것이 필요하다.

4) 소요기획 시 고려할 환경

Martin(1996)이 제시한 PETE 패러다임은 조직이 업무를 수행하는데 필요한 요소들을 정의한 것이다. 어떤 업무가 성공적으로 수행되기 위해서는 가장 먼저 프로세스가 정의되어야 하고, 그 프로세스를 수행하는 방법이나 기법이 정의되어야 한다. 이러한 방법과 도구가 효율적으로 업무에 적용되기 위해서는 도구가 정의되어야 한다. 마지막으로 조직에서 새로운 업무 수행 절차와 방법 및 도구가 적용될 수 있는 환경적 지원이 반드시 뒷받침되어야 한다. Martin(1996)은 이러한 환경을 업무를 수행하는 개인이나 팀에게 영향을 미치는 외부의 개체(external objects), 조건(conditions)과 요인(factors)들로 구성된다고 정의하였고, 아래 표와 같이 분류하여 제시하였다⁶⁴⁾.

[표3-7] Martin의 시스템엔지니어링 관련 환경요인

Computing	Communication	Personal	Organization	Managerial	Physical
플랫폼 운영체계 소프트웨어 네트워크 의사소통	개인 통신,비디오 방송,우편 전자메일..	팀원 편성 워킹그룹 인적 네트워크	조직의 편성 -프로젝트 -기능 비공식 조직	방침및 절차 교육 예산 헌신	사무실 재택근무 출장 장소

일반적으로 조직의 업무 수행체계를 정립하기 위해 프로세스를 개선하거나, 이를 지원하는 방법 및 도구에는 관심을 갖지만 환경적 요인에 대해서는 상대적으로 미흡할 뿐 아니라, 새로운 방법 및 도구의 활용에 대해서도 호의적이지 않다. 그러나, 소요군에서 소요기획 업무가 체계적이고 과학적으로 수행되기 위해서는 올바른 환경을 구축해야 한다. 즉, 조직 내부의 업무 수행 절차 및 의사소통 환경의 개선, 업무를 위한 컴퓨터 기반 장비 및 도구의 도입과 활용이 필요하며, 무엇보다 이러한 방법과 도구를 활용할 수 있는 전문조직과 인력이 확보되어야 한다. 우리 군이 주먹구구식 업무 행태에서 탈피하여 선진적 업무 수행 역량을 갖추어야 한다.

64) James N. Martin, *The PMTE Paradigm : Exploring the Relationship Between Systems Engineering Process and Tools*, NCOSE 4th Annual International Symposium, 1994

제 4 장 소요기획 프레임워크의 적용 및 검증

제 1 절 한국형 합성훈련환경(STE) 소요기획 사례 적용

차기 과학화훈련 체계에 관한 연구가 미흡한 상황에서 미군의 자료와 군 경험을 기초로 우리 군이 구현할 차기 훈련체계를 소요기획 프레임워크에 적용하였다. 우리 군의 차기 과학화훈련 체계에 대한 소요를 기획하기 위해서는 야전의 사용자는 물론 M&S 관련 전문가와 기획부서 관계자 간의 협업이 중요하다. 군사작전에 대한 명확한 이해와 이를 시스템으로 구현하기 위해 개념을 정립하는 방대한 업무 영역이기 때문이다.

본 장에서 제시한 차기 과학화훈련 체계의 소요기획 결과물은 미군의 STE 관련 자료와 LVC 체계의 소요기획 과정에서 축적된 개념을 기초로 하였다. 따라서 여기에서 제시한 결과물을 실제 현업에 적용하기에는 무리가 있을 것으로 판단되지만 체계화되지 않아 모호했던 차기 과학화훈련 체계의 소요기획 과정에서 수행할 세부 과업을 통찰하는데 참조할 수 있을 것이다. 단계별 세부 활동을 사용자와 M&S 전문가에 의해 추가·보완해가면서 구체화한다면 소요기획 문서로 완성될 수 있을 것이다. 또한, 우리 군의 획득 및 전투 환경을 반영하여 차기 과학화훈련 체계의 도약적 발전을 기대할 수 있겠다.

한국형 STE에 대한 개념은 구상하는 조직의 역량에 따라 다르게 표현할 수 있겠다. 관련 자료와 경험을 기초로 정리해보면 다음과 같다. 미래에 우리 군이 사격훈련과 주요 장비의 기동에서 발생하는 소음과 민원, 안전사고를 예방하면서 보다 실전과 유사하게 훈련하기 위해서는 새로운 개념의 훈련체계가 필요할 것이다. 이는 최근 인공지능·클라우드·빅데이터·모바일 등 4차 산업혁명 기술을 활용하여 더 효과적으로 훈련을 시행하게 될 것이다. 특히 발전하고 있는 상용의 게임 기술을 활용하고, 한반도의

모든 지형을 3차원 합성지형으로 구축 후 AR·VR 기술을 적용한 시뮬레이터와 훈련체계를 구축하여 개인이나 부대가 하나로 통합된 가상의 공간에서 언제 어디서나 원하는 훈련을 할 수 있어야 한다. 통합된 가상훈련 환경 속에서 장병들은 무기의 사용법과 조작 절차를 숙달하고 분대에서 여단까지 제대 별로 가상훈련에 참여하여 실전과 유사한 전투를 반복적으로 숙달하고 체험할 수 있도록 해야 한다. AR·VR과 클라우드를 기반으로 언제 어디서나 훈련할 수 있어야 하고, 개인과 부대가 훈련한 모든 계획과 결과는 빅데이터로 저장되어야 한다. 이 데이터들은 다양한 방법으로 실시간 분석되어 인공지능과 결합한 지능형 학습체계(Intelligent Tutoring System)에 의해 개인이나 부대별로 훈련 결과가 제공되어야 하며, 이를 통해 부족 부분을 식별하여 집중적으로 훈련할 수 있어야 한다. 훈련 결과는 개인이나 부대별로 축적되어 별도의 평가가 필요 없는 훈련평가 체계가 되어야 한다. 한국형 STE의 핵심적인 운용개념을 [표4-1]에 요약하였다.

[표4-1] 한국형 STE 핵심 운용개념 서술문(요약)

- 미래 군 훈련(사격+기동)의 제약 극복 위한 새로운 훈련 방법(식) 요구
 - LVCG 연동체계의 문제점 인식 (개발 및 운용비용, 체계통합 어려움 등)
- 4차 산업혁명 관련 기술과 M&S 기술을 적용
 - 인공지능, 클라우드, 빅데이터, 모바일, AR·VR / MRM, CGF 등
- 새로이 요구되는 능력 (예)
 - ① 실제 훈련장이 아닌 원하는 시간과 장소에서 반복 숙달
 - ② 실 전장과 유사한 몰입감 및 전장 환경 제공 : 시·청각 등 5감(感) 충족
 - ③ 전장 상황에 대한 유연한 통제를 통해 다양한 전투기술 숙달 및 배양
 - ④ 고정된 시설에 배치되지 않고 이동 및 휴대 가능
- 한반도 전 지역의 지상·해상·공중 작전환경을 제공
- 현재 운용되는 각 군의 전장관리체계를 포함한 기반체계를 활용
- 훈련계획~준비~실시 및 평가를 지원

이러한 상황을 기초로 한국형 STE 구축 사업의 소요기획을 위해 제시한 소요기획 프레임워크에 적용하여 세부 과업과 절차 그리고 산출물을 작성하여 제시하였다.

1) 운용개념 정립 단계

한국형 STE에 대한 소요군 차원에서 최초 운용개념을 정립하는 활동은 아래 [그림4-1]과 같이 도식화 할 수 있겠다. 앞에서 제시한 핵심 요구사항을 기반으로 사용자와 이해관계자를 식별하고 그들로부터 원천 요구사항(OR:Originating Requirement)을 도출해야 한다. 또한, 교육훈련과 관련된 국방정책 및 관련 지침서 등을 참조하여 7개로 제시한 하위 과업을 수행하면서 운용개념을 정립하고 이후 요구사항 개발단계와 연계할 수 있다. 이러한 과정을 통해 확정된 운용개념은 소요기획과 관련된 각종 문서 작성의 기초가 되고 체계 설계 및 개발단계의 기준이 될 것이다.



[그림4-1] 운용개념 정립 절차도

1.1 미래 운용환경 및 상위수준 목표

개발 체계에 대한 운용개념을 정립할 때 가장 먼저 고려해야 하는 것은 장차 운용될 환경 및 전략 수준의 상위목표에 부합되어야 한다. 따라서 미래전 양상과 한국형 STE가 운용될 환경에 대해 관련 자료를 통해 예측해야 한다. 이를 위해 미래전의 양상을 전투공간 · 수단 · 형태와 속도 측면에서 통찰해야 한다. 특히 장차 운용될 무기체계에 적용된 각종 기술을 고려해야 할 것이다.

차기 군 과학화훈련 체계와 관련한 상위수준의 전략적 목표는 국방기본 정책서를 포함한 기획문서에서 식별할 수 있다. [표4-2]는 한국형 STE 개발과 관련한 미래 운용환경 및 상위수준의 목표의 예이다.

[표4-2] 한국형 STE 운용환경 및 상위수준 목표 (예)

- 미래전 양상 및 수행개념
 - 전투공간 : 지·해·공 + 우주 및 사이버 영역으로 확대
 - 전투수단 : 첨단무기 및 새로운 운용개념의 무기체계 출현
 - 전투형태 : 네트워크전(NCW), 소규모 분산형 전투, 효과중심전(EBO), 무인전투
 - 전투속도 : 인명 중시로 단기·속결전
- ‘체계 개발에 영향을 미치는 주요 기술’
 - 인공지능, 클라우드, 빅데이터, 모바일, AR·VR / MRM, CGF 등
- 국방 과학화훈련 목표 및 추진방향 : 실전적·실감형 훈련체계 구축
 - ① VR·AR·MR 기반의 가상모의훈련체계 확대
 - ② 실기동 모의훈련체계 확대 및 실전적 과학화훈련장 구축
 - ③ LVCG 기반의 합성전장훈련환경 조성
 - ④ ICT 활용 교육훈련관리 체계 구축
- 시·공간 제약요소 극복 및 다양한 상황하 상시훈련 가능한 훈련 체계 요구

1.2 개발 목표 및 필요성

체계 개발에 대한 명확한 목표와 필요성의 정립은 소요 기획뿐 아니라 개발 전 단계(검증과정 포함)에 기준과 일관된 추진전략을 제공한다.

[표4-3] 한국형 STE 개발 목표 및 필요성 (예)

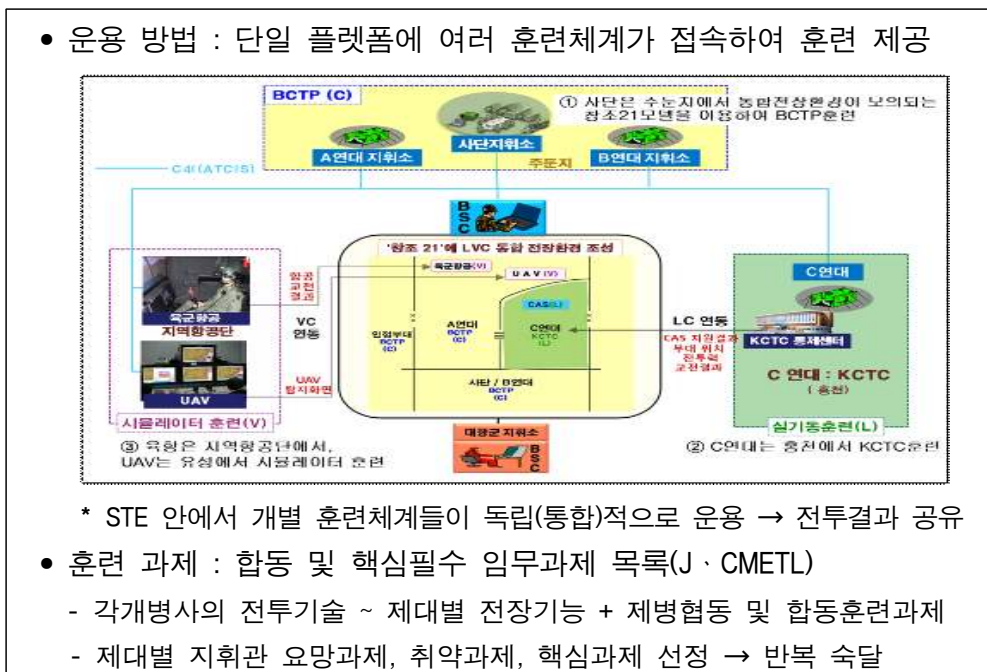
- 개발 목표
 - LVCG를 통합한 한국형 합성훈련환경(STE) 구축
 - 개인 및 제대별훈련·합동/연합훈련·제병협동이 가능한 훈련체계 개발
- 필요성
 - 훈련 제한요인(민원·안전)과 현 과학화훈련체계의 단점 해소
 - * 현 LVC체계는 독립된 단일 체계로 특정 기능 위주 훈련
 - 사용자의 접근 용이성과 개발 비용, 체계 간 상호운용성 문제 해결

1.3 운용 방법 (훈련대상 및 훈련과제 등)

한국형 STE를 개발하는 것은 하나의 플랫폼(Platform)을 구축하는 것이다. 플랫폼은 여러 사람이 편리하게 이용할 수 있는 장소의 의미로 정보통신 분야에서는 기반체계나 기술 환경으로 이 기반 위에서 여러 애플리케이션을 쉽고 편리하게 사용할 수 있다. 플랫폼은 하드웨어와 소프트웨어 그리고 서비스 플랫폼으로 분류할 수 있다. 한국형 STE는 서비스 플랫폼으로 분류할 수 있으며, 이는 개별 훈련체계들이 자신의 서비스(훈련)를 쉽게 활용할 수 있도록 하는 인터넷 기반의 기술 환경을 제공한다.

아래 [표4-4]는 육군에서 제시한 사단급LVC 체계의 운용 방법으로 이와 유사한 환경에서 개별 체계들이 운용될 수 있는 공통의 전장 환경을 제공해야 한다. 개별 체계에서 수행된 전투 수행 결과는 STE 환경에서 상호 교환되어야 한다. 훈련 과제는 기본적으로 각개 병사의 전투기술은 물론 주요 전투 장비의 조작 및 운용 결과, 대부대의 전장 기능별 과제들에 대한 훈련이 가능해야 한다.

[표4-4] 한국형 STE 운용방법 (예)



1.4 운용 시나리오

운용 시나리오 작성은 한국형 STE가 운용될 환경(전략, 비전, 임무, 목표, 외부시스템) 속에서 훈련과제를 어떻게 수행하는지에 대하여 설명적 표현으로 작성하는 것이다. 소요기획 과정에서 운용 시나리오 작성은 개별 훈련체계별로 표현하는 것이 적절할 것이다. 예를 들어 유도 무기를 훈련하는 체계의 경우 ①표적탐지, ②표적추적, ③위협평가, ④무장할당, ⑤유도탄 발사, ⑥관성유도, ⑦표적 정보 업 링크, ⑧표적획득, ⑨호밍유도, ⑩요격, ⑪평가의 과정을 시퀀스 다이어그램으로 작성할 수 있겠다. 훈련관리 절차에 따라 훈련을 계획하고 준비·실행 및 사후검토를 진행하는 일련의 과정에서 수행될 기능을 식별하는 방법도 유용할 것이다.

본 연구에서는 해병대의 상륙작전 수행과 관련한 훈련체계의 운용 시나리오 작성을 통해 단계별 훈련 상황과 과제를 정리하였다. 아래 [표4-5]는 해병대 상륙작전 시 운용 시나리오의 예이다.

[표4-5] 해병대 상륙작전 훈련체계 운용 시나리오 (예)

시간	단계	주요 훈련 과제 (시나리오)
D-5 (4H)	탐재/이동	• 상륙함선별 탐재계획 수립 (병력+장비+물자) • 목표지역으로 이동간 적 공격 대응 • 전장지역 평가 : 첩보수집 및 처리
D+1 (1H)	여건조성 작전	• 상급부대 첩보자산 및 UAV 운용 • 적지 중심작전부대 해상 및 공중 침투 • 선견부대 및 돌격전 작전부대 운용 (상륙기습) • 핵심표적 타격 (항공 및 함포 운용)
D+1 (5H)	함안이동 (최초돌격)	• 적 대상륙방어 체계 극복 (장애물 및 주요 화기 제압) • 해상·헬기·공정부대 운용 • 초기 작전지속지원 활동 (해상담프, 긴급보급품 운용) • 의무후송지원 및 포병부대 운용
D+2 (10H)	육상작전	• 기동로상 적 장애물지대 극복 • 근접지역전투 (제병협동 및 TF운용, 건물지역 전투) • 제한된 민군작전 수행 (피난민, 주요시설 확보 등) • 적 급조장애물(IED) 개척 • 적 증원부대 탐지 및 차단

1.5 운용 개념도

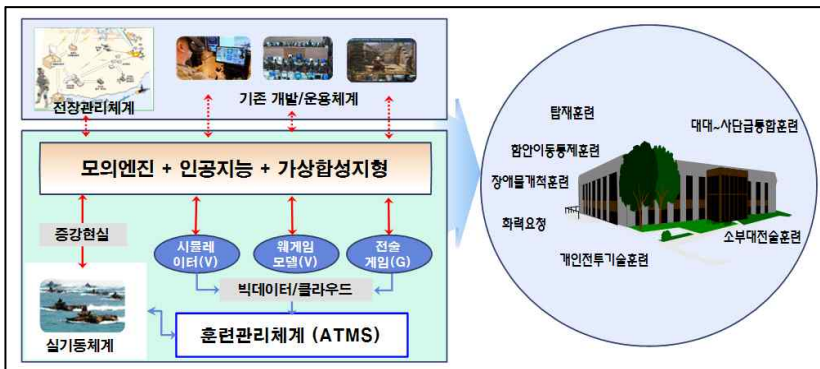
한국형 STE 가 해병대의 상륙작전과 관련한 훈련을 수행하기 위해서는 상륙작전의 수행개념에 대한 이해가 선행되어야 한다. [그림4-2]는 상륙작전을 수행하기 위한 수단과 절차를 개념적으로 표현한 것으로 훈련체계는 이러한 작전개념을 충족할 수 있어야 한다.



[그림4-2] 해병대의 미래 상륙작전 개념도

자료 : <http://www.haebyeong.com/mcdrill/1089>

운용 개념도는 소요군의 운용 요구(needs)를 이해관계자들이 명확히 이해할 수 있도록 체계의 경계를 결정하고, 이 경계를 정황도(context diagram)로 표현해야 한다. 최근에는 무기체계의 경우 비디오 클립 등을 활용하는 때도 있지만, 소요기획 단계에서는 그래픽으로 표현하고 필요하면 서술식으로 보완하면 될 것이다. 한국형 STE의 운용개념도는 현재까지 연구된 자료를 기초로 [그림4-3]과 같이 제시하였다.



[그림4-3] 한국형 STE 운용개념도

1.6 내·외부 환경요인 식별 (정책 및 제약사항)

한국형 STE를 획득 사업에 영향을 주는 내·외부 환경요인과 제약사항을 소요기획 단계에서 미리 식별하고 고려하는 노력이 필요하다. 제약사항은 앞으로 사업을 진행하는 과정에서 영향을 주는 제한된 요소로 주로 시간, 비용, 성능에 관한 사항이 될 것이다. 또한, 추진과정에서 준수해야 할 여러 법령 및 규정, 표준들이 포함될 수 있겠다. 소요기획 단계에서 이러한 사항들이 사전에 고려되고 이해관계자들과 의사소통하는 노력이 필요할 것이다.

[표4-6] 한국형 STE 내·외부 환경요인 (예)

- 내·외부 환경요인
 - 내부 요인 : 사업 관련 조직 및 인력, 의사결정 절차, 업무 환경(도구)
 - 외부 요인 : 의사결정 절차 및 이해관계자, 법률적 제약, 적용 표준, 기술
- 제약사항
 - 사업추진 관련 : 방위사업 및 전력발전훈령,
 - 기술적 측면 : 개발 방법론(국방CBD, 아키텍처), 국제 표준, 상호운용성 등
 - 조직적 측면 : 시간, 비용, 인력 등

1.7 운용 지원사항

소요제기서 작성 때 전력화지원 요소 지원을 위한 판단자료를 포함하게 되어 있으므로 이와 관련된 사항에 대해서도 소요기획 단계에서 검토되어야 한다. 특히, 개발 체계를 운용할 조직 및 인력, 시설에 관한 사항도 병행 검토되어야 한다.

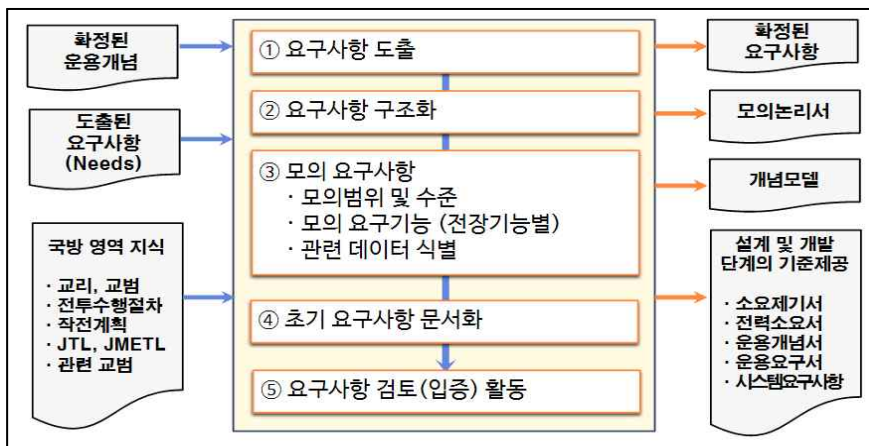
[표4-7] 한국형 STE 운용 지원사항 (예)

- 조직 : 체계 획득후 운용 조직 (기존 조직 활용, 민간 용역 방안 등)
- 인력 : 현역 및 군무원, 민간인력으로 구분하여 획득 방안
- 시설 : 기존 시설 활용, 신규 설치 필요시 규모 및 위치 등

2) 요구사항 (Needs+Requirements) 개발 단계

한국형 STE의 운용개념이 정립되면 소요군에서는 최초 요구사항을 개발해야 한다. 요구사항은 개발하려는 체계가 운용목적과 용도에 적합하게 사용될 수 있도록 요구되는 능력을 명세화한 사항들의 집합으로 정의할 수 있다. 요구사항은 영어로는 Needs와 Requirements 표현되는데, 이 두 어휘에는 분명한 의미의 차이가 있다. 일반적으로 Needs는 군에서 작성하고, Requirements는 개발 업체에서 작성하는 것으로 인식하고 있지만, 초기 단계에서 요구사항 정의의 중요성을 고려했을 때 소요군에서도 운용 측면에서 Needs뿐 아니라 요구사항(Requirements)을 제시할 수 있어야 한다고 본다. 따라서 소요기획 단계에서 수행할 요구사항 개발은 무엇을 요구할 것인지를 식별하는 과정으로 시스템 설계 및 분석단계에서 수행되는 요구사항 개발 활동과는 차이가 있다고 본다.

한편, 소요기획 단계에서 M&S 체계의 요구사항과 관련하여 일반 무기체계 소요기획에서 사용되는 작전운용성능(ROC)의 개념을 적용하고 있는데 이는 M&S의 특수성을 고려할 때 ‘모의 요구기능’으로 재정의할 필요가 있다. [그림4-4]는 소요군에서 요구사항을 개발하는 절차로 국방영역에 대한 지식을 모델링하기 위해서는 모의 요구사항을 제시해 주어야 한다. 이러한 모의 요구사항이 포함된 소요군 수준의 초기 요구사항을 문서화하고 이를 확인하는 과정까지를 포함하였다.



[그림4-4] 요구사항 개발 절차도

2.1 요구사항 도출

한국형 STE에 대한 요구사항을 도출을 위해서는 요구사항을 어떻게 수집할 것인가에 대한 계획을 수립하는 것에서 출발한다. 한국형 STE 구축은 새로운 개념의 사업으로 참조할 수 있는 사업이 없다는 점과 실제 전투라는 대상 시스템이 없는 상태에서 교리, 교범, 작전계획 및 훈련 경험 등을 기초로 대상 시스템을 만들어야 한다는 점에서 요구사항을 개발하는 과정에 많은 시간과 노력이 투자되어야 할 것이다. 따라서 야전의 지휘관이나 참모를 포함하여 M&S 분야 전문가, 전투발전 부서 근무자를 포함하여 협업을 수행해야 할 것이다.

[표4-8]은 요구사항 도출 계획을 수립하는 데 포함해야 할 요소들을 정리해보았다. 이를 참고하여 세부적인 계획이 수립되고 체계적으로 활동이 수행될 수 있도록 해야 할 것이다.

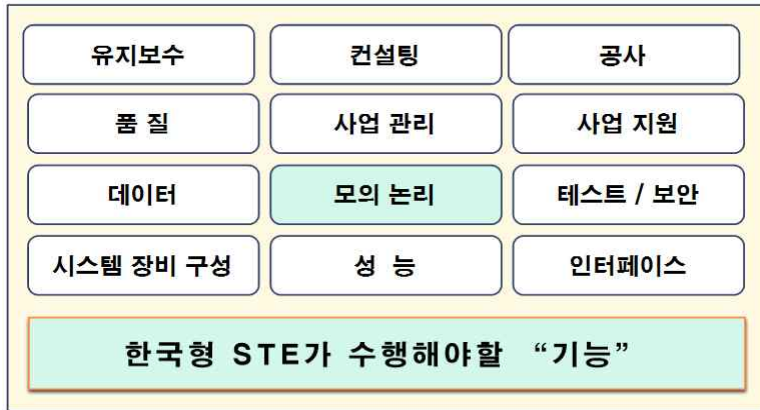
한국형 STE 개발을 위한 요구사항을 수집하는 과정에서 미군의 관련 자료를 획득하여 활용하는 것이 유용할 것이다. 대상 인원을 비상근으로 운영하는 것보다는 임시조직(TF)을 편성하는 것이 효율적인 업무 수행을 보장할 것으로 본다.

[표4-8] 한국형 STE 요구사항 도출 계획 (예)

- 대상자 선정
 - 야전 지휘관 및 작전 관계관 (00명), M&S체계 운용부서, 교육훈련부서(0명)
 - 전투발전 부서원(미STE 연구자), 미)군사유학 경험자 포함
- 수집방법
 - 브레인스토밍, 인터뷰, 핵심전문가 그룹, 설문조사 등 다양한 기법 활용
 - 미군의 STE 추진 전략 벤치마킹 (관련자료 및 문헌 조사, 인터넷 활용)
 - * 필요시 민간업체 자문 (Blsim, SimNet)
- 수집내용
 - STE에서 수행되어야 할 기능(훈련요망과제, 통합되어야 할 체계 등)
 - 현 체계에 포함되지 않은 모의 지원 요구사항 등
- 일정, 장소, 결과 작성 방법

2.2 요구사항 구조화

요구사항 수집 활동을 통해 모이는 자료의 양은 많을 것이다. 따라서 요구사항을 적절히 분류하고 조직화하여 일관성을 유지하고 누락된 것이나 애매한 것이 없도록 하기 위한 활동이 필요하다. 아래 [그림4-5]는 요구사항 상세화 실무 가이드라인에서 제시한 15개 항목과 M&S 체계 특성을 고려하여 요구사항을 구조화하였다.



[그림4-5] 한국형 STE 요구사항 구조화 (예)

소요기획 단계에서는 [표4-9]와 같이 한국형 STE가 수행해야 할 기능을 식별하여 제시하는 것이 가장 중요할 것이다. 이러한 기능을 기술하는 과정에서 개발 체계의 목표와 범주에 부합되어야 한다.

[표4-9] 한국형 STE 가 수행해야 할 기능 (예)

- 현재 운용중인 개별 훈련체계(LVCG)와 신규 개발 체계 운용이 가능
 - 신규 개발 체계는 0000 해야 하고, 지·해·공 주요 전투 장비 훈련 가능
- 한반도 전 지형 3D구현, 공통 데이터 운용으로 체계간 정보 교환 가능
- 클라우드 기반으로 훈련이 필요한 어느 곳에서든지 접속 가능
- 합동 및 연합훈련이 가능해야 함
 - 각군은 단독훈련 또는 합동훈련을 수행할 수 있어야 함
- 개인 및 부대의 훈련결과는 빅데이터로 저장되어 분석·활용 가능

2.3 모의 요구사항

국방 M&S 체계 사업을 수행하면서 요구사항과 관련하여 개발업체에서 가장 큰 부담을 갖는 부분이 모의 요구사항이었다. 기존 모델들은 참조모델이 있었지만, 최근 대화력전 모델이나 합참의 기능 모델을 개발하는 과정에서 모의 관련 요구사항 미흡으로 사업이 지연되고, 시험평가 과정에서 논란이 발생하였던 사례들이 많았다. 따라서 업체에서는 소요기획 단계에서 모의 요구사항을 구체화를 바라고 있어 실제 사용자인 소요군에서 모의 요구사항을 구체화하는 활동이 필요하다고 본다.

예를 들어 ‘부대의 기동을 모의해야 한다’ 라는 요구사항에 대해 일반 정보체계는 부대를 A 지점에서 B 지점으로 옮겨주면 되겠지만, M&S 체계는 A 지점에서 B 지점으로 기동한 이후 부대의 상태(전투 수행 결과)를 제시해 주어야 하므로 기동 간 발생할 각종 상황과 조건을 고려해야 한다. 따라서 M&S 체계의 요구사항은 일반 정보체계의 요구사항과는 다르게 구체화하여 제시해야 할 것이다. [표4-10]은 창조21 개발 과정에서 요구사항 구체화 과정을 볼 수 있다.

[표4-10] 모의관련 요구사항의 구체화 정도 (창조21 포병논리)

단 계		요구사항 기술	비고
작전요구성능(ROC)		포병부대의 사격임무 모의	소요군
분석	요구사항 식별	- 화력지원임무 모의 - 자동지원사격 임무 모의 - 대포병레이더 운용 모의	군사전문가
	요구사항 분석	- 포병사격 임무 수행절차 분석 - 표적 식별 및 요청 여부 판단 - 부대 능력 판단(가용 무기 및 탄종 보유) - 최소 및 최대 사거리 판단 - 발사, 효과판단, 추가 임무 유무 판단	
설계	개략설계	- 화기속성(최대사거리, 발사속도 등) DB화 - 포병사격 모의를 위한 변수 지정 - 포병피해 지형요소, 방호상태, 행군간격 등	군사전문가 + 엔지니어
	상세설계	- 포병사격에 의한 부대피해 모의논리 설계 - 피해장비수=장비수×은폐요소×부대상태요소×지형요소×방호상태×행군간 * 변수값(예) - 은폐요소 : 노출(1.25), 부분은폐(1.1), 은폐(1) - 부대상태 : 공격(1.0), 이동(0.85)..... - 지형요소 : 평지, 구릉, 산악 등	

우리 군의 M&S 체계 개발 과정에 모의논리와 데이터에 관한 문제는 전문가들도 인식하고 있고, 다양한 의견들이 제시되고 있다. 특히, 모의논리 형식 면에서 작성 기준이 명확하지 않고, 같은 내용임에도 모델별로 다른 용어로 기술되고, 군에서 제시하는 공식적인 모의논리서가 없이 유사 모델을 참조하여 개발했던 우리의 현실을 인식할 필요가 있다. 또한, 새로운 작전환경을 모의해야 하는 차기 훈련체계를 고려했을 때, 새로운 모의논리를 만들어야 하는데, 이를 위한 모의논리 개발의 틀·형식·방법론이 없는 어려운 과정이기 때문이다.

소요군에서 모의를 위한 요구사항 개발을 위해 아래의 3가지 활동으로 요약 정리해보았다. 이를 위해서는 군사 전문성뿐 아니라 모델링에 대한 이해와 지식이 있는 M&S 전문가의 양성이 필요하다.

2.3.1 모의 범위 및 수준

모의 범위 및 수준을 결정하는 것은 개발 체계의 동작·기능·성능 중에서 무엇을 반영하고 무엇을 무시할 것인지를 결정하는 활동이다. 한국형 STE에서 모의 되어야 할 범위는 한반도 지형에서 합동작전을 훈련할 수 있어야 할 것이다. 모의 수준은 개별 체계들의 특성에 따라 다르게 설정될 수 있겠지만 병사의 전투 수행이 모의 되어 상위 제대로 전투력이 통합될 수 있는 수준으로 설정되어야 할 것이다. 이러한 활동은 개발 체계의 성능에 직접적인 영향을 미치게 될 것이므로 전문가 집단에 의한 체계적으로 수행되어야 할 것이다.

[표4-11] 한국형 STE의 모의 범위 및 수준 (예)

- 모의 범위
 - 기동 : 병력(개인~군단급) + 장비(단차~대대급) + 화기(개별~중소대급)
 - 화력 : 지상(개인 및 공용화기) + 해상(함정~전대급) + 항공기
 - 작전지속지원 등
- 모의 수준
 - 공학급, 교전급, 임무급, 전구급을 고려하여 설정
- 기 타 : 해상도 (각개병사 전투결과 → 부대단위 통합 가능)

2.3.2 모의 요구기능

국방 M&S 체계가 일반 정보체계와 다른 핵심은 전장 상황을 모델링하기 위한 모의논리의 개발이다. 일반적으로 모의논리는 사용자 요구사항과 시스템 설계의 중간에 위치하여 전장 기능별 전투수행 절차를 논리적으로 표현한 것으로 알고리즘 및 DB화하는 과정으로 이해할 수 있다. 그러나 모의논리에 대한 개념이나 작성 방법 및 구체화 정도에 대한 정의는 학자 및 기관(업체)마다 달랐다. 모의논리는 군의 병력과 장비의 운용 전술을 포함하여 교전규칙, 작전계획, 교리와 교범의 내용 등이 반영되어야 하므로 신규 국방 M&S 체계 개발을 위해서는 소요군의 참여가 절대적이다.

모의논리의 중요성과 작성의 규모 등을 고려했을 때, 소요기획 단계에서 소요군에서 완벽한 모의논리를 제시하는 것은 현실적으로 어려울 것이다. 따라서, 소요군에서는 기존에 작전요구성능(ROC)로 제시되었던 모의 관련 요구사항을 ‘모의 요구기능’으로 구체화할 필요가 있겠다.

[표4-12]는 앞에서 예로 들었던 A 부대의 기동에 대한 모의 요구기능에는 대상 객체, 행위, 프로세스와 필요할 때 관련 데이터를 추가하여 구체화하는 방안을 제시하였다.

[표4-12] 모의 요구기능의 구체화 방안 (예)

기 존 (ROC)	구체화 (예)
“부대의 기동을 모의해야 한다”	“부대의 기동을 모의해야 한다” - 부대는 분대, 소대, 중대, 대대급으로 기동 - 이동 수단은 도보, 차량, 헬기... * 시간당 이동속도는? - 이동간 발생 가능 상황은? * 적과의 접촉 정도 (가정)

이처럼 소요군에서 구체화한 모의 요구기능이 제시되면, 시스템 분석 및 설계단계에서 모델링 전문가와의 협업을 통해 완성도를 높이고 개발에 활용할 수 있을 것이다. 한편, 이러한 모의 요구기능은 전장 기능별로 작성되어야 하고, 군내에 모의논리를 전문적으로 연구하고 개발하는 조직과 인력이 필요하다고 본다.

2.3.3 모의 데이터 확보

한국형 STE가 제대로 운용되기 위해서는 사용된 데이터의 가용성과 질적 수준이 결정하는 것이 분명하다. 그러나 소요군에서 체계에서 요구되는 데이터에 대한 충분한 제공은 현실적으로 불가능한 상황이다. 우리 군은 창군 이래로 실제 전투를 수행한 경험이 없을 뿐 아니라, 훈련을 통해 획득한 결과에 대한 자료들도 정리되어 있지 못한 실정이다. 따라서 소요기획단계에서 데이터 확보와 관련해서는 M&S 체계를 개발하는 데 필요한 데이터가 무엇인지에 대한 인식이 중요하고, 출처에 대한 정보를 가진 기관과의 협업을 통해 획득하는 노력이 필요하다.

현재 각 군의 현실을 고려했을 때 관련 데이터 확보를 위해서는 합참과의 협업을 통해 국방M&S 표준자료체계⁶⁵⁾와 ROK-JWS⁶⁶⁾(Joint Weaponeering System)에 의존해야 한다. 또한 [표4-13]을 참조하여 평시 군별 교육훈련 과정에서 관련 자료를 축적하는 노력이 요구된다. 한편, 한국형 STE가 구축되면 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 이러한 자료들을 체계적으로 수집·관리될 수 있을 것이다.

[표4-13] 국방 M&S표준자료체계에 포함된 자료 (예)

부대자료	부대명, 지휘/지원계통, 편제, 전투서열, 배치, 부대반경, 이동속도 등
무기 제원 및 성능	무기명, 제원, 취약성, 명중률(Ph), 손실율(Pk) 등
표적자료	표적명, 유형, 위치, 특성, 취약성, 타격우선순위 등
지형 및 기상	지도, 지형 및 장애물 유형, 기동로, 이동지연지수, 손실영향지수 등
군수자료	보급품 유형 및 특성, 보급품 소모율, 수송수단의 특성 등
M&S관련 자료	모델링 매개변수, 전투모의논리, 알고리즘, 전투효과 조정계수 등

65) 국방M&S모델, 전장관리정보체계, 자원관리정보체계 등에서 공통적으로 사용하는 물자명칭, 단대호 규격, 무기효과도 등을 7개 범주로 데이터를 표준화하여 온라인으로 사용할 수 있는 체계

66) JWS는 군사작전 분석, 전력소요 분석 등을 위해 미)합동무기효과기술조정단(JTCG/ME)에서 지난 40여년 동안 개발한 공대지 및 지대지 무기체계의 무기효과자료와 무기효과분석도구를 수록한 통합 소프트웨어 패키지임. 우리군은 일부 무기체계의 자료만을 활용할 수 있는 ROK-JWS를 17년에 도입하여 군별로 운용 중임

2.4 초기 요구사항 문서화

요구사항은 모든 이해관계자가 쉽게 알 수 있도록 쉬운 단어로 기술되어야 한다. 특히 국방영역의 특수성으로 인해 사용되는 용어에 대한 명확한 정의가 중요하다. 각자 해석의 차이로 개발에 어려움을 갖는 경우가 많기 때문이다. 또한 [표4-14]의 예)처럼 모호한 용어의 사용을 최대한 줄이고 확실하게 표현해야 할 것이다.

[표4-14] 명확한 요구사항 표현의 (예)

모호한 용어	확실하게 표현하는 방법
가능한 현실적으로	현실적인 기준을 정의
적어도, 최소한	기준을 정의
효율적인	시스템이 자원을 얼마나 효율적으로 사용하는지 정의
유연하게	변화하는 조건, 운용 요구에 대해 변경되어야 하는 방식을 설명
일반적으로, 이상적으로	바람직하지 않거나, 적합하지 않은 조건에서의 동작을 설명
신뢰성 있는	예상치 못한 환경에 대응 및 예외 처리를 정의
친숙한, 간단한, 쉬운	운용 요구와 기대를 충족시키는 시스템 특징을 설명

소요군에서 작성할 M&S 체계의 초기 요구사항 중 모의 부분은 KIDA에서 제시한 표준 양식을 적용하면서 개선·발전시킬 필요가 있다고 본다.

[표4-15] 모의 요구사항(논리) 표준 양식 (KIDA)

1. 모의 환경 - 전장 및 운용 자산의 모델링 방법 기술 (전장모의 + 모의자산) 2. 임무 모의 - 임무수행 처리 논리, 구성요소 및 의미, 모의방법 등을 기술 - 개요, 모의 개념, 구성요소, 모의 흐름도, 특이사항 등 3. 이벤트 모의 - 상세 처리 및 알고리즘 중심으로 기술 - 개요, 관련 임무, 처리절차, 모의방법, 알고리즘
--

2.5 요구사항 검토 활동

소요군에서 요구사항을 개발하는 과정에서 완벽한 요구사항이 도출될 수는 없을 것이다. 소요가 결정된 이후에도 개발 업체에서 주도하는 요구사항 분석단계에 소요군의 참여해야 한다. 이를 위해서는 소요군에서도 요구공학에 대한 전반적인 이해와 학문적 배경을 가진 전문인력이 확보되어야 한다고 본다.

소요기획 단계에서 개발한 소요군의 요구사항에 대한 타당성은 지속해서 검토되어야 한다. 이때 군 내부 인력에만 의존하기보다는 외부 전문가의 의견을 활용하는 것도 효과적인 방법일 것이다. 요구사항을 검토하는 기준은 [표4-16]에서 제시한 9가지 원칙을 기준으로 지속해서 확인하면서 보완해가면 될 것이다.

[표4-16] 요구사항 검토 기준

원 칙	내 용
정확성	요구사항이 정확하게 기술되어 있는가?
명확성	이해관계자들이 이해할 수 있도록 명확하게 작성되어 있는가?
완전성	요구사항 구조화에 의해 분류한 기준에 적합한가?
일관성	개별 요구사항 간의 충돌은 없는가?
추적성	요구사항의 출처와 제시된 원리의 근거를 찾을 수 있는가?
수정성	개별 요구사항이 수정되었을 때, 연관된 요구사항은 무엇인가?
이해성	제시한 요구사항에 대해 이해관계자들이 이해할 수 있는가? (용어)
해석성	요구사항에 대해 해석의 일관성이 있는가?
검증성	제시한 요구사항에 대해 증명(근거를 통해)할 수 있는가?

한국형 STE에 대한 요구사항을 개발하는 과정은 체계의 특성을 고려할 때, 일반적인 무기 및 정보체계의 경우보다 훨씬 큰 노력이 요구된다. 차기 과학화훈련체계 사업은 민간 기술에 의존도가 높아질 것으로 볼 때, 요구사항의 중요성은 더욱 높아질 것이다. 업체 주도의 요구사항 분석에만 의존할 수 없는 현실을 인식하여 소요군에서 요구사항에 관한 관심을 높여야 할 것이다.

3) 개념모델 개발 단계

소요기획 단계에서 요구사항에 대한 윤곽이 결정되면 개념모델을 개발하여 이해관계자들과의 의사소통을 위한 수단으로 활용할 필요가 있다. 일반적으로 개념모델에 대한 중요성과 필요성에 대해서는 인식하고 있지만, 누가(소요군↔개발업체)·언제(소요기획↔설계 및 분석단계)·어떻게 작성해야 하는지에 대한 표준화된 개발 절차는 없는 실정이다. 현실적으로는 개발 업체에서 개발단계(설계 및 분석과정)에서 작성되고 있지만, 실제 M&S 체계 구현에 미치는 역할과 효과는 검증되지 않고 있다.

소요군에서 개념모델을 개발하는 것이 적절한지는 다양한 견해가 존재할 수 있다. 현재 수준의 각 군의 역량으로는 많은 부분이 미흡하겠지만, 공공 및 민간의 전문 업체를 활용하고, 이와 관련된 예산을 확보하여 새로운 M&S 체계를 개발할 때에는 소요군 주관으로 개념모델이 개발되어야 한다고 본다. 소요군에서 개념모델을 개발하는 범위는 개발 체계 전체보다는 핵심 기능 중심으로 수행하는 것이 적절할 것이다.

[그림4-6]은 개념모델에 대한 학자들의 견해와 기존 연구사례를 기초로 소요군에서 수행할 과업들을 식별하여 제시하였다⁶⁷⁾.



[그림4-6] 개념모델 개발 절차도

67) 유현규(2010)의 「조립형 M&S 개발시 개념모델링에 관한 연구」와 유중근(2013)의 「합동무기체계의 최적 조합 도출을 위한 비용대비 효과분석 모델에 관한 연구」를 참조

개념모델 개발은 한국형 STE를 구현할 때, 현재 운용하고 있는 모델의 성능을 개선하기 위한 사례를 선정하였다. 해병대 천자봉 모델에서 상륙작전 시 바다로부터 해안으로 전투력을 투사하는 과정에서 운용되는 상륙돌격장갑차(KAAV)에 대한 피해평가 사례이다⁶⁸⁾. 현재 해병대에서 운용 중인 천자봉 모델은 해상의 작전환경(파고, 수심, 조류 등)이 반영되지 않은 지상전 시 피해평가 값(Pk)을 적용하여 모의 결과에 대한 신뢰성이 미흡한 실정이다. 이에 해상표적에 대한 간접사격(포병) 피해평가의 과학적이고 객관적으로 적용할 수 있는 DB 구축이 필요하였다.

3.1 문제에 대한 상황 인식

현 상황에서 해병대가 직면한 문제는 해상표적에 대한 간접사격 피해평가 방법과 절차를 분석하여 해병대 작전환경에 부합될 수 있도록 해상표적에 대한 화기별 탄종별 손실계수와 영향 요소를 수정 및 보완하여 해상표적에 대한 간접사격 피해평가 방법과 절차를 정립하는 것이다.

이를 위해 포병을 운용한 지휘관(전문가)의 자문과 필요할 때 전투실험을 통해 피해평가의 방법과 절차를 식별하고, 시뮬레이션을 통해 신뢰성 있는 DB를 확보하여 모의논리를 개선해야 한다.

3.2 사업 및 모델링 목표 재진술

본 사업의 목표는 해상표적에 대한 간접사격 피해평가 모의논리를 개선하는 것이고, 모델링의 목표는 피해평가 방법과 절차를 정립하는 것이다.

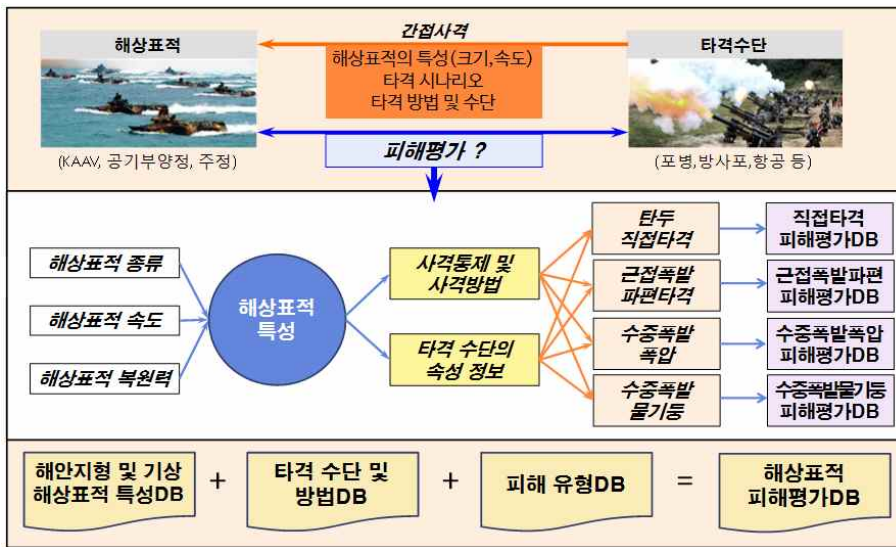
[표4-17] 해상표적 피해평가 상황 및 목표 (예)

1. 상황 인식 - 현 천자봉 모델의 해상표적 피해평가 모의 결과 신뢰성 부족 * 현재는 육상표적에 대한 피해평가 관련 DB 적용 - 해상 작전환경이 반영된 피해평가 방법 및 절차 정립 필요 2. 사업 및 모델링 목표 - 해상표적에 대한 피해평가 모의논리 개선 - 해상표적 피해평가의 방법 및 절차 정립 - 신뢰성 있는 피해평가 값 도출을 위한 개념모델 개발
--

68) 한국형 STE 에 대한 구체화 미흡 및 개념모델 연구 목적을 위해 상황을 구상하였음.

3.3 임무 영역 분석⁶⁹⁾

임무 영역을 분석하는 활동은 수행되어야 할 과업과 기능, 참여하는 부대 및 장비의 행위 및 기능을 식별하는 것으로, ①임무영역 구성요소 식별⁷⁰⁾ ②임무 영역 개념요소 관계도⁷¹⁾ 작성, ③임무 영역 과업수행 모델⁷²⁾ 작성으로 세분화하였다. 이는 새로운 M&S 체계 획득을 위한 개념모델 개발 시 유용하게 적용할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 해상표적에 대한 간접사격 피해평가 개념모델을 개발하는 과정에서 이러한 세부 활동을 포함하여 [그림4-7]과 같이 개념적으로 제시하였다. 여기에는 개발 체계가 포함해야 할 객체와 개략적인 과업 및 기능, 수행 절차를 표현하고 있다. 이를 기준으로 구체화한다면 이해관계자와의 의사소통 수단으로 활용이 가능할 것이다.



[그림4-7] 해상표적 간접사격에 대한 임무 영역 분석 (예)

69) 유현규, 「조립형 M&S 개발 시 개념모델링에 관한 연구」, 2010, 국방대학교, p13

70) 군사적으로 달성해야 할 목표와 이를 위한 부대나 장비, 작전개념, 부대 과업, 부대와 장비의 행위 및 기능과 같은 임무영역을 구성하고 있는 요소를 식별

71) 임무과업-기능과업 관계도, 과업-부대행위 관계도, 부대행위-장비행위 및 기능 관계의 3가지 유형으로 작성

72) 개략적인 과업수행 모델과 상세 과업수행 모델로 구분하여 작성한다. 개략 과업수행모델은 과업모델을 세분화하기 위해 작성하고, 개략 과업수행모델은 임무과업을 수행하기 위해 요구되는 기능과업과 관련된 부대를 식별하여 작성

3.4 입력 및 출력값 식별 (데이터 요구사항 포함)

개념모델 개발에서 포함되어야 할 데이터는 요구사항 개발단계의 2.3 모의 데이터 확보와 직접적으로 연계된 활동이다. 입력값은 [표4-13]의 데이터 요구사항 식별에서 확보한 데이터를 활용하면 될 것이다. 그러나 개념모델에서는 M&S 체계가 구현되었을 때 사용자가 요망하는 출력값을 제시해야 한다. 해상표적 간접사격에 따른 함안이동 수단에 대해 해상 상태 및 타격 방법·수단에 따른 피해율을 식별해야 한다. [표4-18]은 해상표적 간접사격 시뮬레이션을 수행하면서 제시할 수 있는 출력값의 예이다.

[표4-18] 해상표적 간접사격 피해평가 출력값 (예)

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 표적 위치 변화에 따른 피해 결과<ul style="list-style-type: none">- 타격 수단 + 방법 + 탄종의 변화 ↔ 함안이동 수단(거리 변화)2. 동일 표적 조건에서 피탄의 변화에 따른 결과 (표적 종류별)<ul style="list-style-type: none">- 해상표적의 수중폭압 및 물기동 효과에 의한 장비 피해율- 직접타격 및 파편에 의한 장비 및 인명 피해율- 공중 폭발에 의한 장비 피해율3. 종합 : 함안이동 수단별 가장 위험(피해)이 높은 타격 수단 및 방법? |
|--|

3.5 모델의 범위 및 상세수준 등 모델 내용 결정

개념모델에 포함할 범위는 모델의 범위를 의미하고, 상세수준은 깊이를 식별하는 활동이다. 범위는 개체(Entity), 행위(Activity), 대기(Queues), 자원으로 구분되며 범위를 결정하는 것은 이 요소를 식별하는 것이다. 상세수준(Level of Detail)은 실제 시스템을 구성하고 있는 요소를 개발하려는 시스템에 얼마만큼 포함할 것인지에 관한 결정⁷³⁾으로 이해할 수 있겠다.

범위의 결정은 모델에 포함될 경계와 실세계의 모든 구성 요소를 식별하고, 이들이 모델의 타당성, 신뢰성, 유용성, 가용성에 중요한지를 평가하여 영향을 주지 않으면 제외해야 한다. 상세수준의 결정은 사용자와 개발자, 해당 분야 전문가들과 협업을 통해 결정해야 한다.

73) Robinson, 85p

3.6 가정 및 단순화 사항 식별

개념모델의 범위와 상세수준을 결정하기 위해서는 몇 가지 가정과 단순화할 사항을 식별해야 한다. 실 세계에 대한 불확실성이나 확신에 대해서는 가정을 설정하고, 신속한 개발 및 사용이나 데이터의 요구를 줄이고 이해도를 높이기 위해 단순화할 필요가 있겠다.

[표4-19] 해상표적 간접사격 가정 및 단순화 사항 (예)

1. 가정사항

- 해상표적에 대한 타격은 간접사격(포병)에 국한될 것이다.
- 해상 함안이동 수단(표적)의 운용은 현 해병대 교리대로 운용될 것이다.
- 타격 수단 및 사격 방법은 적의 전투서열에 기초한다

2. 단순화할 사항

- 표적에 대한 타격 거리는 30Km를 기준으로 1Km 단위로 구분한다.
- 표적은 이동중인 경우(10노트/1h)와 정지된 표적으로 구분한다.
- 피해는 직접타격, 공중 및 수중에서 폭발, 근접 폭발(파편)로 구분한다.

2개의 M&S 체계 개발 사례에 소요기획 프레임워크를 적용하면서 소요기획 단계에서 수행할 세부 활동들을 검증해보았다. M&S 체계의 운용개념 정립 단계에서 불확실한 미래의 운용환경과 관련 기술을 예측하는 것과 운용 방법 및 시나리오를 작성하는 데 많은 노력이 요구되었다. 특히, 모의 요구사항과 개념모델을 소요군에서 제시하기 위해서는 관련 전문지식과 경험이 필요함을 인식하였다. 어느 수준까지 포함하고 구체화할 것인가에 대한 표준화된 방법론을 개발하고, 실무 적용을 통해 발전시켜야 할 것이다.

한편, 이러한 소요기획 업무를 수행하는 과정에는 다양한 영역의 전문가들이 함께 참여해야 했다. 실제 교육훈련을 수행하는 야전의 지휘관이나 참모는 물론 전장 상황을 모델링할 수 있는 M&S 분야 전문가의 협업이 필수적임을 인식하였다. 또한, 사업 전반을 이해하고 관련 부서와 협업을 추진할 수 있는 기획부서 실무자의 참여도 필요하였다.

제 2 절 소요기획 프레임워크의 유용성 검증 및 활용방안

1) 전문가 설문을 통한 검증

소요기획 프레임워크를 사례에 적용하여 활용 가능성을 검토하는 것과 병행하여 M&S 체계 개발 업무를 수행하는 전문가를 대상으로 유용성 여부를 검증할 필요가 있어 설문조사 방법을 적용하였다. 설문의 목적은 개발 업체와 M&S 전문가들이 인식하는 소요기획 단계에서 소요군이 수행할 세부 활동을 식별하고 우선순위를 확인하는 것이다.

가) 설문 대상 및 방법

설문 방법은 NAVER 오피스에서 제공하는 설문 형식을 활용하여 문항을 구성하였다. 작성한 설문은 개인 모바일 폰으로 전송하여 의견을 수렴할 수 있었다. 설문에 참여한 전문가는 65명으로 국내 M&S 개발의 경험이 있는 업체의 실무인력을 대상으로 하였다.

나) 설문 결과 (종합)

소요기획 프레임워크에서 제안한 3개의 단계인 운용개념 정립, 요구사항과 개념모델 개발에 대해서는 소요군에서 수행할 핵심과업으로 인식하고 있었다. 각 단계에서 수행하는 세부 활동에 대해서는 답변자의 관점에 따라 다양하게 나타났지만, M&S 체계의 전장 상황 모델링과 관련한 모의 요구사항과 개념모델의 활동영역에서는 높은 수준(60% 이상)을 보였다.

소요기획 과정에서 전문화된 방법과 도구의 활용과 관련해서도 답변자 모두 보통 이상의 필요성을 제시하였다. 이는 단순한 서술식 표현보다는 그래픽이나 도표뿐 아니라 필요하면 전문 표현 방법(WBS, IDEF0 등)의 적용도 필요하다는 의견이었다.

결론적으로 소요군에서 M&S 체계의 소요기획 프로세스 정립을 위해서는 운용개념, 요구사항, 개념모델을 제시해 주길 희망하였다. 이를 통해 개발자와 의사소통 수단으로 활용하여 성공적인 개발을 보장할 수 있겠다.

(1) 소요기획 세부 활동의 우선순위 및 중요도 평가

운용개념 정립 단계의 세부 활동에 대한 평가는 프레임워크의 7개 세부 활동에 기존 체계의 한계와 신규 체계의 이점, 임무계층 구조 작성의 2가지 과업을 추가⁷⁴⁾하여 9개의 항목으로 구성하였다. 설문 응답은 이 중에서 중요도를 고려하여 6개 이내에서 복수 선택하게 하였다.

설문의 결과는 [그림4-8]처럼 운용개념도 작성, 개발 목적 및 필요성, 운용 방법 및 시나리오 작성의 4개 항목이 상대적으로 높게 나타났다. 반면 운용 정책이나 제약사항, 임무계층구조(WBS)는 낮은 수준을 보였다. 이는 개발자 입장에서는 어떻게 개발할 것인가 보다는 개발 목적 및 필요성, 운용 방법을 더욱 명확히 제시해 주기를 바라는 것으로 보인다.



[그림4-8] 운용개념 정립 단계의 세부 활동 우선순위

소요기획 이후 M&S 체계 획득까지는 많은 기간이 소요되므로 최초 기획된 운용 방법 및 개발 목적이 변경되거나 일관성을 잃지 않아야 한다. 또한, 소요기획 이후 급변하는 IT 환경 및 기술을 모두 고려할 수 없으므로 특정 기술을 지칭하는 구체화보다는 무엇을 하기 위한 체계이며, 무엇을 얻고자 하는 체계인지를 명확히 하고 일관성을 유지해야 할 것이다. 한편, 향후 개발될 M&S 체계의 운용은 각 군은 물론 연합작전을 지원해야 하고, 군 내에서도 다양한 병과 및 학교 기관이 활용해야 하므로 다양한 그들의 운용 방법 및 시나리오에 대한 사전 합의가 있어야 할 것이다.

74) 연구 진행과정에서 추가로 식별한 활동 포함 (소요제거서에 포함되거나, 전문가 의견 반영)

요구사항 개발단계의 세부 활동의 설문 결과는 [그림4-9]와 같이 모의할 범위 및 수준, 모의논리 관련 요구사항이 높은 수준을 보였다. 이는 M&S 체계 소요기획 단계에서는 전장 상황을 모델링을 위한 모의 관련 요구사항을 구체화할 필요가 있음을 시사한다.



[그림4-9] 요구사항 개발단계의 세부 활동 우선순위

개념모델 개발과 관련한 설문 결과는 [그림4-10]과 같이 대부분의 세부 활동에서 높은 요구도를 나타내고 있다. 특히, 개발 체계가 직면한 상황을 인식하고, 개발 목적과 목표가 명확히 제시해야 할 것이다. 이처럼 개발자는 소요군에서 모의와 관련한 요구사항과 개념모델의 제시를 바라고 있다.



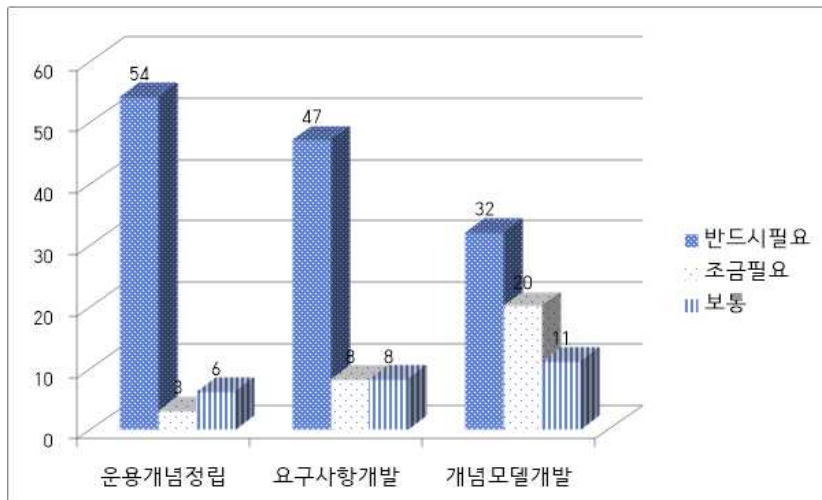
[그림4-10] 개념모델 개발단계의 세부 활동 우선순위

[표4-20]은 소요기획 프레임워크에서 제시했던 20개의 세부 활동 중에서 개발단계와 연계되는 중요도를 고려하여 우선순위를 선정한 것이다. 실제 소요기획 업무를 수행하면서 소요군에서 역량을 분배하는 데 유용하게 참고할 수 있을 것이다.

[표4-20] 소요기획 단계의 세부 활동 (중요도 및 우선순위)

I 운용개념 정립	II 요구사항 개발	III 개념모델 개발
① 운용개념도 작성 ② 개발 목적 및 필요성 ③ 운용방법 ④ 운용시나리오 ⑤ 운용환경 및 상위목표	① 모의 요구사항 ② 요구사항 식별 ③ 초기 요구사항 문서화 ④ 요구사항 구조화 ⑤ 요구사항 검토 활동	① 개발 목적 및 목표 ② 임무 영역 분석 ③ 모의 범위 및 상세수준 ④ 문제 상황 인식 ⑤ 입·출력값 식별

한편, 소요기획의 3단계에 대한 상대적 중요도는 모두 보통 이상으로 답변하여 소요군이 수행해야 하는 과업으로 인식하였다. 그러나 개념모델 개발이 운용개념 정립과 요구사항 개발보다 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 이는 아직 개발 업체에서도 개념모델에 대한 명확한 필요성을 인식하지 않았기 때문일 것이다. 또한, 개념모델에 대한 정의나 역할, 작성 방법 및 주체에 대한 지침이나 규정이 없기 때문에 이에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 본다.



[그림4-11] 소요기획 단계의 상대적 중요도 인식

M&S 체계 개발자를 대상으로 한 설문 조사 결과 연구된 소요기획 프레임워크는 유용성이 있는 것으로 검증하였다. 추가로 더 효율적인 국방 M&S 체계를 획득하기 위해 제시된 의견을 [표4-21]과 같이 정리하였다.

[표4-21] 효율적인 M&S 획득을 위한 고려사항 설문 결과

효율적인 M&S 획득을 위한 고려사항 (중복 선택)	응답수
① 소요제기 기관의 운용개념과 요구사항의 명확한 설정	51명
② 충분한 사전연구를 통한 탐색개발 및 체계개발 여건 성숙	44명
③ 전문연구기관 및 민간업체의 전문성 활용	43명
④ 적정 수준의 획득비용 및 개발기간 확보	43명
⑤ 사업관리 과정에서 사업관리 및 개발업체의 전문성	37명
⑥ 소요군의 전문성 확보 및 개발단계에 지속적인 참여	31명
⑦ 각군 및 합참 의사결정 및 소요검증 과정에서 지연 예방책 강구	27명

이번 설문에서는 [표4-22]와 같이 개발자 관점에서 소요군에 요구하는 사항을 식별하였다. 지속적인 협업을 통해 발전을 도모할 필요가 있겠다.

[표4-22] 국방M&S 소요기획 발전을 위한 제언 종합

1. 훈련모델과 분석모델 소요 제기 때 각 분야에 맞춤형 요구사항 제시 필요 2. 소요 기획 후 획득까지 장기간 소요되므로 최초 의도 변경되지 않는 일관성 (기술의 급변을 고려하여 특정 기술 지칭보다는 무엇을 위한 체계인지 제시) 3. 체계 개발과 모의논리 개발 사업의 분리 발주 (탐색 개발 때 모의논리 완료) 4. 소요군의 적극적인 참여와 전문인력 배치(5년 이상 근무, OR 분야) (담당 장교의 잦은 교체로 의사소통에 애로) 5. 소요기획을 위한 군 외 또는 국방부 통합의 전문조직 필요 6. 체계 개발의 명확한 목적과 목표의 설정 (제약조건 사전 식별) 7. 빅데이터, 인공지능, 가상현실 등 첨단기술 활용 (기술 수준과 동향 파악) 8. 소요군에서 정확한 의도와 가이드라인 제공 9. 정확한 데이터를 근거로 M&S 체계를 구축, 국내 개발 무기체계의 파라미터 (명중률, 살상률, 피해율 등)에 관한 연구 필요 10. 소요군에서 야전 전문가와 M&S 전문가의 협업으로 대상시스템 명확히 정의 11. 미래 불확실성에 대비한 신규 모델 소요 지속 창출, 연습 및 훈련관리 도구 개발, 모델의 자동화 운용 확대, 인공지능 기술 확대 등 12. 올바른 목표와 목적의 정립과 잦은 변경 금지

2) 초기 단계 산출물과 비교

소요기획 역량을 강화하기 위해 운용요구서 작성 규정 개정으로 소요기획 단계에서부터 소요군 주관으로 작성해야 하고, 사전개념 연구도 수행해야 한다. 우리 군의 무기체계 획득과 관련한 초기 단계 산출물은 [그림 4-12]와 같이 소요제기서, 운용개념기술서, 운용요구서가 있다. 본 논문에서 제안한 소요기획 프레임워크와 이들 문서와의 연관성을 비교해 보았다. 소요기획 프레임워크를 통해 운용개념과 요구사항을 개발하는 활동을 체계적으로 수행하면 소요제기서 및 전력소요서(중·장기), 운용개념기술서 및 운용요구서 작성의 기초를 제공하게 될 것이다. 또한, 소요 결정 이후 소요를 검증하고 사업 타당성 조사 과정에도 활용될 것이다.



[그림 3-12] 소요기획 프레임워크와 산출물의 비교

그러나, 국방M&S 체계에 대한 소요기획 과정에서 중요하게 인식되어 포함되었던 모의 요구사항과 개념모델에 관한 활동 결과와 연계성은 미흡하였다. 따라서, 국방M&S 체계의 특성이 반영하기 위해서는 기존 문서체계를 테일러링하여 적용하는 등 M&S 체계의 초기 단계 산출물 작성 방법에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

3) 프레임워크의 활용방안

본 연구에서 제안한 소요기획 프레임워크를 소요군에서 직접 적용하기에는 조직과 인력 측면에서 어려움은 있을 것이다. 전문연구기관이나 관련 민간업체와 협업을 통해 소요기획 역량을 점진적으로 확보하는 방향이 적절할 것이다. 그러나, 소요군이 M&S 체계의 소요기획 단계에서 수행할 세부 과업을 인식하는데 기반을 제공한다. 소요기획 프레임워크가 소요군의 업무 능력 향상에 활용되기 위해서는 다음 사항이 보완되어야 할 것이다.

가) 국방 M&S 체계 소요기획 지침 및 관련 규정 제·개정

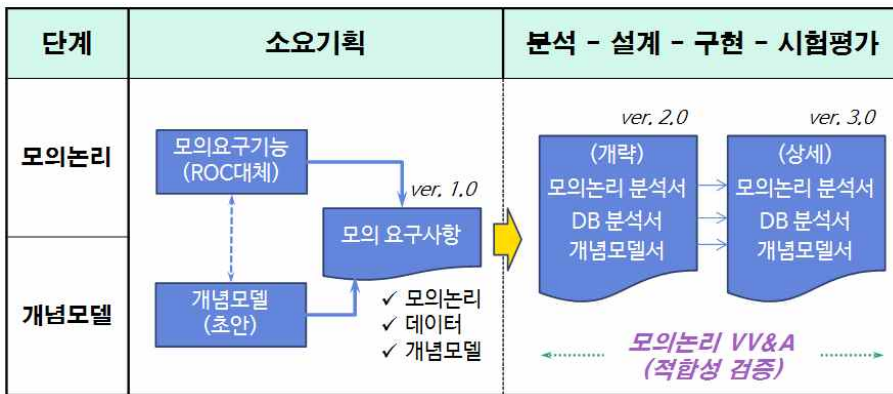
국방 M&S 체계의 최상위 기획문서는 국방정보화기본계획의 부록인 국방M&S 발전계획이었는데 2019년에 삭제되었다. 이에 국방M&S 관리 지시나 국방부 훈령을 제정할 예정이다[표4-23]. 합참의 위게임 개발 지침서는 우리 군의 유일한 M&S 체계 개발 지침이지만 소요기획에 대한 부분은 일부만 포함되었고, 일반 무기체계 및 정보체계의 개발 절차를 준용하여 M&S 체계의 특성을 고려한 개발 절차로 활용하기에는 미흡하다.

소요기획의 중요성이 인식되면서 관련 법령 및 규정이 개정된 현실에서 국방M&S 체계를 효율적으로 획득하기 위해서는 본 고에서 제안한 소요기획 프레임워크의 세부 활동 절차와 방법들이 포함되어야 할 것이다.

[표4-23] 국방M&S 체계 관련 지침서 내용

습. 위게임 개발 지침서 (2013)	국방M&S 관리 지시 (예정)
1. 개 요 2. 국방M&S개관 3. 국방M&S체계(위게임모델) 개발절차 4. 합동성 강화차원의 국방M&S발전방향 부록1. 한국군의 M&S현황 부록2. 모델개발 업무 부록3. 한국군의 위게임 현황 부록4. 국방M&S 사업단계별 서식 부록5. 약어	1. 총 칙 2. 국방M&S 조정·통제 3. 국방M&S 업무관리 4. 국방M&S 체계관리 가. 국방M&S체계분류 나. 기획관리, 사업관리 일반 다. L체계, V체계, C체계 개발 라. M&S 핵심기술 개발 마. M&S VV&A 바. 네트워크 및 연동관리 사. 체계 운영유지 등 5. 국방M&S 데이터 관리

특히, 추가적인 연구와 합의가 필요하겠지만 소요군이 모의논리와 개념 모델을 개발하도록 하는 절차를 정립해야 하고, 전력발전업무훈령에 제시된 소요제기서나 운용요구서의 항목에도 포함되어야 한다. [그림4-13]에서 제시한 바와 같이 소요기획 단계에서 설정한 모의요구 기능과 개념모델(초안)을 기초로 모의논리·데이터·개념모델이 포함된 모의 요구사항이 제시되어야 한다. 이는 최근 운용요구서(초안)를 소요군 주관으로 작성하도록 한 관련 규정 개정 취지에도 부합된다. 또한, 그동안 모호했던 관련 문서의 작성 주체와 대상이 결정되고 모의논리 및 개념모델의 VV&A 업무도 정립될 수 있을 것이다.



[그림4-13] 모의논리 및 개념모델 개발 절차(예)

나) 조직 설계 및 예산 확보 근거

국방부의 역할 중에서 한정된 국방 인력과 예산의 효율적 배분과 활용이 있다. 이는 국방부 계획예산관실과 조직관리담당관실에서 주관하고 있다. 각 군은 부여된 임무를 수행하기 위해 국방부로부터 정원과 예산을 확보하기 위해 노력한다. 2019년 소요기획 업무 조정에 따라 합참과 각 군의 소요기획 조직 개편이 추진될 것이다. 각 군은 소요제기서와 운용요구서 작성, 소요기획 단계 분석평가 업무의 증가로 편제 증원을 요구할 것이다. 이러한 과정에 제안된 소요기획 프레임워크는 증원의 근거로 활용할 수 있을 것이다. 운용개념과 요구사항을 구체화하기 위한 세부 활동들이 포함

된 사무분장을 포함해야 하기 때문이다. 소요기획 업무의 사무분장을 작성하는데 프레임워크는 유용하게 활용할 수 있을 것이다.

[표4-24]에서와 같이 합참 및 각 군의 소요기획 조직에는 국방M&S 체계에 대한 소요기획을 담당하는 인력의 편성이 미흡하다. 현재는 M&S 체계를 운용하고 있는 부서에서 소요기획 업무가 수행되고 있다. M&S 체계 운용부서에서 소요기획에 대한 전문성과 경험이 부족한 상태에서 작성된 운용개념과 요구사항으로는 사업의 성공을 기대하기 어렵다.

한편, 소요기획 업무 조정에 따라 체계 획득 예산 중에서 일부가 소요군의 사전개념연구 및 운용요구서 작성에 배정될 것으로 예상된다. 제안한 프레임워크는 소요기획 예산 획득 과정에서 실제 수행할 소요기획의 업무량을 제시할 수 있어 유용할 것이다.

[표4-24] 각 군의 M&S 및 소요기획 업무 수행 조직

구분	M&S 조직	소요기획 조직 (분석평가 제외)
합참	연습훈련부, 분석실험실	전력기획부
육군	분석평가단, 교육사 예하 (BCTP, KCTC)	전력기획과, 화력전력기획과, C4I전력기획과, 항공, 공병, 방공, 화생방, 무기정책과 등
해군	전평단 예하 (체계분석처, 전쟁연습실)	전력소요과, 전력발전과, 무기정책과 등
공군	항공우주발전단 (분석평가처), 공작사 모의과	전력소요과, 연구단 등
해병대	전투모의분석센터	기획과 등

제 5 장 결 론

제 1 절 연구 내용 요약 및 의의

우리 군에도 새로운 M&S 체계의 개발과 활용이 증가할 예정이다. 앞으로 개발할 체계는 가상현실이나 인공지능 등 4차 산업혁명 관련 기술을 활용하고, 개별 체계가 갖는 부족함을 보완하기 위한 연동체계가 되어 복잡화·침단화·대형화될 것이다. 이러한 체계를 획득하는 첫 출발은 사용자인 소요군에서 명확한 운용개념과 요구사항을 제시하는 소요기획 활동이다.

M&S 체계는 실제 전장의 상황을 모의해야 하는 특성이 있어 일반 무기 체계나 정보체계와는 차별화된 소요기획 활동이 필요하다. 본 연구에서는 소요군에서 M&S 체계 소요기획을 위한 프레임워크 정립에 관한 연구이다. 제안한 프레임워크는 M&S 체계 특성을 고려하여 ①운용개념 정립→②요구사항 개발→③개념모델 개발의 3단계로 설정하였고, 각 단계에서 수행할 20개의 세부 활동을 도출하였다. 전장 상황을 모델링하기 위해 모의논리 요구사항과 개념모델 개발을 포함하였고, 소요군이 이 과정에 참여하는 방안을 제시했다.

M&S 체계 소요기획 프레임워크는 시스템엔지니어링의 PMTE 패러다임을 기반으로 단계별로 수행할 세부 활동과 방법 및 환경요인을 포함하여 정립하였다. 정립된 프레임워크의 적절성 확인을 위해 국방부와 육군에서 주관한 학회에서 발표회 참여자를 대상으로 인터뷰를 시행하여 3단계 20개 활동으로 확정하였다. 유용성 검증은 한국형 합성전장훈련환경 구축과 해상표적에 대한 간접사격 피해평가 사례에 적용하고, 전문가와 개발 업체를 대상으로 설문을 시행하였다.

본 연구의 의의는 첫째, 최근 소요기획의 중요성이 인식되면서 소요군의

역할이 많아지고 역량 확보가 절실한 시점에서 개정된 법령과 규정을 시행할 수 있는 방법론을 제시했다는 점이다. 제안한 프레임워크를 통해 운용개념과 요구사항을 명확히 하고 구체화한다면 소요군에서 작성하는 소요제기서와 운용요구서(초안)의 충실도와 완전성을 높이고 사전개념 연구에도 활용할 수 있을 것이다. 또한, 소요검증과 사업타당성조사에서도 소요군의 명확하고 일관된 개발 논리를 보장할 것이다.

두 번째는 M&S 체계 개발 절차를 구체화할 수 있는 근거를 제시했다는 점이다. 그동안 전력발전업무훈령과 무기체계 소프트웨어 개발 절차를 준용하면서 간과되었던 M&S 체계 모의논리와 개념모델의 개발 절차·방법을 구체화 할 수 있을 것이다.

세 번째는 프레임워크를 통해 소요기획 단계에서 수행할 세부 과업을 식별함으로써 관련 조직을 설계하고 예산을 확보할 수 있는 근거를 제시하였다는 점이다. 소요기획 세부 활동의 업무량을 통해 필요한 인력과 예산을 논리적으로 산출할 수 있을 것이다.

마지막으로 개발자들은 소요군에게 보다 명확한 운용개념과 요구사항을 기대하고 있음을 다시 한번 인식할 수 있었고, 본 연구는 국방 M&S 체계의 소요기획에 대한 첫 연구사례로 전문조직과 인력이 미흡한 소요군이 과학적이고 체계적으로 업무를 수행할 수 있는 기반을 제공할 것이다. 본 연구를 기반으로 M&S 체계의 소요기획에 대한 제도적 뒷받침과 좀 더 심도 있는 연구가 지속되기를 기대한다.

제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구는 M&S 체계의 소요기획 단계에서 수행할 세부 활동을 식별하여 그 방법론을 제시한 것으로 다음과 같은 몇 가지 한계점이 있다.

첫째, 제시한 방법론은 연구자의 실무 경험과 배경지식, 일부 전문가들의 견해를 기반으로 했기 때문에 보편적으로 인정하기에는 제한이 있을 수밖에 없다고 본다. M&S 체계 개발에 대한 관련 규정과 지침이 미비하

고, 각 군별로 역량의 차이가 있으므로 방법론을 직접 실무에 적용하는 것은 한계가 있음이 분명하다. 앞으로 관련 규정의 정비와 지침서 발간을 통해 방법론을 구체화할 필요가 있겠다.

두 번째는 2개의 사례를 통해 프레임워크를 검증하는 과정에서 관련 지식 미흡으로 세부 활동을 구체적으로 표현하지 못하였다는 점이다. 또한, 소요기획 전체의 활동을 심도 있게 구체화하기 위한 전문적인 방법과 도구의 활용 방법은 제시하지는 못하였다는 것이다.

세 번째는 프레임워크에서 제시한 세부 활동들의 우선순위와 가중치를 계량적으로 식별하지 못하였고, 각 각의 업무들이 갖는 연관성을 제시하지 못하였다. 실무에 적용할 때에는 각 업무가 갖는 업무량이나 난이도에 따라 노력의 투입이 달라질 것이기 때문이다.

이러한 한계점을 인식하면서 앞으로 더욱 발전적으로 소요군에서 M&S 체계의 소요기획 업무를 수행하기 위해서는 다음과 같은 후속 연구와 조치가 필요할 것으로 판단된다.

첫째, 프레임워크에서 제안한 20개 활동의 구체적 수행 방안이 연구되어야 하겠다. 특히, M&S 체계 모델링에서 중요한 모의 요구사항과 개념모델의 방법 및 절차에 관한 연구와 전문가 및 기관 간의 합의가 있어야 할 것이다.

두 번째는 각 군의 M&S 체계 소요기획 역량에 대한 분석을 통해 부족함을 식별하여 보완해가야 할 것이다. 또한, 신규 M&S 체계의 소요기획 과정에 적용하면서 제안한 방법론을 구체적으로 발전시킬 필요가 있겠다.

세 번째는 국방부나 합참 차원에서의 정책적 조치사항으로, M&S 체계의 개발과 연관된 법령 및 규정의 정비와 소요기획을 포함한 M&S 체계 개발 지침서 발간이 필요하다. 이를 기반으로 체계적인 업무를 수행해야 한다.

마지막으로 소요군의 M&S 체계 소요기획 역량 강화를 위해서는 소요기획 전문 교육 과정을 개설하여 전문인력을 양성해야 한다. 소요기획을 수행하는 핵심 인력은 각 군의 실무자들이며, 그들의 전문 능력이 M&S 체계 획득의 성공을 보장하기 때문이다.

【참 고 문 헌】

1. 국내 문헌

- 국방부, 「국방전력발전업무훈령」, 서울 : 국방부, 2019.
- 국방대학교, 『국방사업관리 I』 교재, 2019.
- 국방과학연구소, 『체계공학』 교재, 2019.
- 과학기술정보통신부, 『요구사항 상세화 실무 가이드라인』, 2018.
- 과학기술정책연구원, 『국방기술 기획체계 발전 방안』, 미래 미디어, 2018.
- 김중명 등, 「국방 연구개발사업의 시스템 요구사항 개발 프로세스 개선」, 한국군사과학기술학회지 제12권 제3호, 2009.
- 김홍빈, 「무기체계 소요기획에 관한 영향요인의 우선순위 결정 방안 연구」, 광운대학교, 2014.
- 방위사업청, 『시스템엔지니어링 가이드 북』, 2007.
- 방위사업청, 「과학적 사업관리기법 적용실태 진단 및 효율적 적용을 위한 대책 연구」, 2009.
- 방위사업청, 「방위사업에 적용 가능한 체계공학 표준 및 절차 연구」, 2015.
- 박헌근, “육군 M&S를 위한 개념모델 발전방안”, 「국방경영분석학술대회」, 2018.
- 산업연구원, 「방위산업 발전과 선진강군을 위한 국방 전력소요기획체계 발전방향」, 2013.
- 서길원 등, “합동성 강화를 위한 한국군 소요기획체계 개선방안”, 한국 방위산업학회, 제21권 제4호, 2014.
- 안보경영연구원, 『연합/합동 연습모의모델의 합리적인 획득 및 운영방안 연구』, 2018.
- 안보경영연구원, 『위게임모델 재사용성 향상을 위한 기술 및 제도적 발전 연구』, 2009.
- 안보경영연구원, 『군단급 제병협동분석모델 발전방향 연구』, 2013.
- 한국국방연구원, 「국방M&S 체계의 표준화 방법론 및 적용 방안」, 2016.
- 한국국방연구원, 「정보화·과학화시대에 적합한 우리 군의 소요결정체계 정립방안」, 2002.

합동참모본부, 『위게임모델 개발 지침서』, 2013.

21세기 군사연구소, 「획득기관과 소요제기·결정기관의 협력방안 연구」, 2011.

오승환, 「미래 전력발전을 위한 종합전투실험체계 개념설계에 관한 연구」, 한성대학교, 2010.

이종호, 「모델링 및 시뮬레이션 이야기」, (주)북랩, 2019.

이종호, 「HLA 기반 한국군 LVC구축방안 제안」, 2017.

이옥규, 「방위력개선사업에서의 성공요인과 요구사항 관리요인 간의 관계에 대한 실증 연구」, 광운대학교, 2012.

이재열, 「M&S프레임워크 적용에 관한 연구」, 국방대학교, 2008.

이태경, 「시스템엔지니어링 단계별 설계 프로세스 개발 및 적용사례 연구」, 포항공대, 2016.

엄진욱, 「아키텍처 기반 협동교전 운용개념 개발에 관한 연구」, 국방대학교, 2012.

이경행 등, 「해상기반 유도무기체계의 운용개념 도출에 관한 연구」, 유중근, 「합동무기체계의 최적 조합 도출을 위한 비용대비 효과분석 모델에 관한 연구」, 한성대학교, 2013.

유현규, 「조립형 M&S 개발시 개념모델링에 관한 연구」, 국방대학교, 2010.

이임수, 「시스템엔지니어링 프로세스를 적용한 국방획득사업 사전분석 연구」, 국방대학교

최성규, 「항공무기체계 국외획득 프로젝트의 시스템 요구사항 정립체계 연구」, 광운대학교, 2013.

조정남, 「국방M&S 개발시 VV&A 발전방안 연구」, 국방대학교, 2009.

최상영 등, 「위게임 모델 인증 및 평가 방법론 연구」, 2012.

2. 국외문헌

Alexander Kossiakoff, *Systems engineering principles and practice*, 2011.

Cecilia Haskins, *INCOSE System Engineering Handbook ver.3*, 2006.

Defence Acquisition Guidebook, Downloaded from <http://www.everyspec.com>

Hans va Vliet, *Software Engineering : Principles and Practice*, (C)Wiley, 2007.

J.Martin, *The PMTE Paradigm : Exploring the Relationship Between Systems Engineering Process and Tools*, NCOSE 4th Annual International Symposium, 1994.

John Ryan, *Development of a Process Modeling System for Simulation*, Dublin Institute of Technology, 2005.

Journal of Aerospace System Engineering, Vol. 11, No. 5, 2017.

Johns Hopkins University, *Best Practices for the development of models and simulations (Final Report)*, 2010.

Lachana Ramingwong, *A review of requirements engineering process, problems and models*, ISSN : 0975-5462, Vol. 4 No. 06, 2012.

NASA, *Systems Engineering Handbook*, 2018.

Pierre Bourque Richard E. (Dick) Fairley, *SWEBOK v3.0*, IEEE, 2014.

Roland Kascheck, *The Evolution of Conceptual Modeling*, Springer, 2010.

RTO TECHNICAL REPORT, *Conceptual Modeling for Military Modeling and Simulation(Final Report)*, 2012.

Stewart Robinson, *Conceptual Modeling for Discrete-Event Simulation*, CRC Press, 2011.

The Johns Hopkins Uni., *Best Practice for Development of Models and Simulation*, 2010.

【부 록】

국방M&S 체계 소요기획 방법론 설문 및 결과

(2차, 개발 업체 및 M&S 전문가 대상)

바쁘신 업무 중에도 본 설문에 참여해 주서 감사합니다.

저는 한성대학교 산업공학 박사과정 학생(정차성)입니다.

국방M&S 체계가 성공적으로 개발되기 위해서는 각 군에서 소요 제기 시 보다 명확하게 운용개념과 요구사항 등이 제시되어야 합니다.

그러나, 각 군의 전문성 부족으로 미흡한 것이 사실입니다.

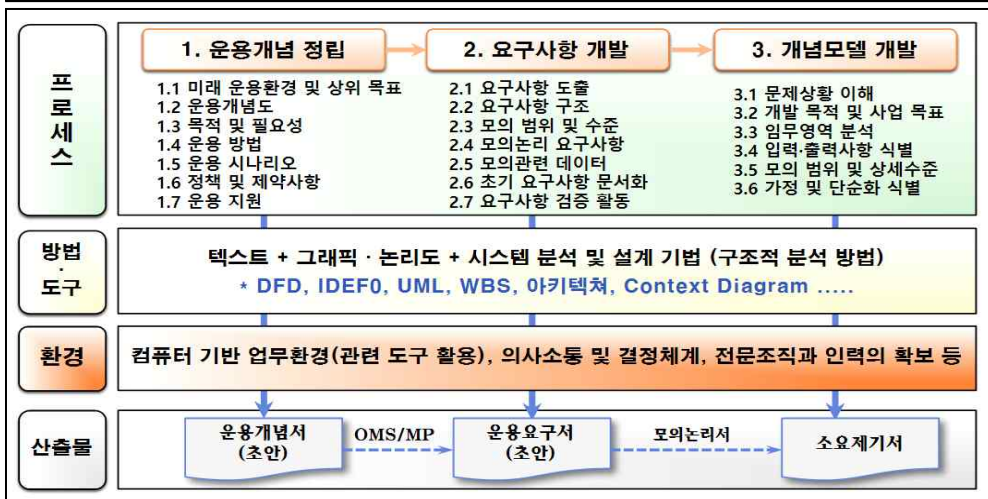
이를 보완하고자 “M&S 체계의 소요기획 프레임워크”에 대한 연구를 진행하고 있습니다.

이 프레임워크는 M&S 체계의 소요기획 과정에서 수행 방법론에 관한 것으로 업무절차 + 수행 방법 및 도구 + 고려할 환경요인으로 구성했습니다. (아래 그림 참조)

본 설문의 목적은 프레임워크를 구성하는 각 단계별 세부 과업 등을 식별하는 것입니다. 아래 프레임워크의 구성(대과제 등)은 1차 설문 및 문헌 연구를 통해 설정했습니다.

귀하의 업무 수행 경험과 전문성을 기초로 항목에 답변해 주시면 감사하겠습니다.

설문의 결과는 오로지 학술적 목적으로만 사용하겠습니다. 2020. 5월



1. 소요군에서는 개발할 체계에 대한 **운용개념**을 정립해 주어야 합니다.

아래 항목중 운용개념 정립을 위해 소요군에서 수행해야 할 과업을 선정해 주십시오
(선택 전에 항목 전체를 보시고 중요도를 고려하여 6개 이내 만 선택)

- | | |
|--|---|
| ☐ 운용개념도 작성 | ☐ 운용 정책 및 제약사항 |
| ☐ 미래 운용환경 및 상위수준 목표 | ☐ 기존 체계 한계와 신규 체계 잇점 |
| ☐ 개발 목적 및 필요성 | ☐ 임무계층구조(WBS) |
| ☐ 운용 시나리오 | ☐ 운용 지원사항 (조직,인력,시설 등) |



2. 소요군에서는 개발할 체계에 대한 **요구사항**을 개발해 주어야 합니다.

아래 항목중 운용개념 정립을 위해 소요군에서 수행해야 할 과업을 선정해 주십시오
(선택 전에 항목 전체를 보시고 중요도를 고려하여 5개 이내 만 선택)

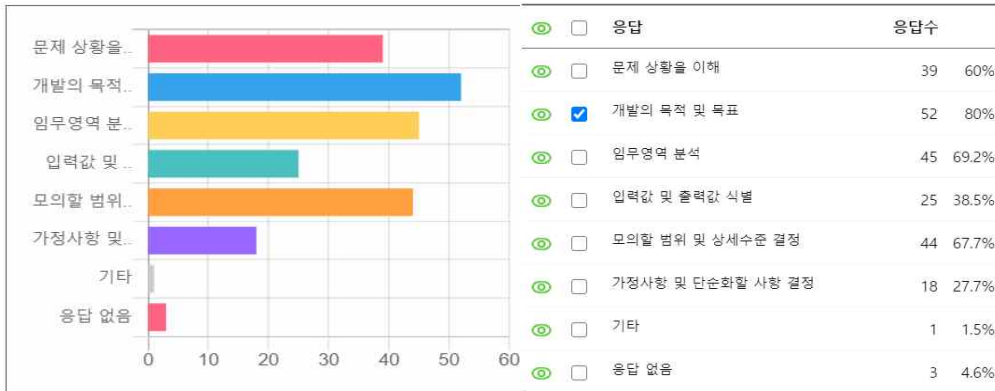
- | | |
|--|---|
| ☐ 체계적인 요구사항 개발 활동 | ☐ 모의관련 데이터 식별 |
| ☐ 요구사항의 구조 정립 | ☐ 초기 요구사항 작성 |
| ☐ 모의할 범위 및 수준 | ☐ 식별한 요구사항 검증 활동 |
| ☐ 모의논리 관련 요구사항 | ☐ 기능·비기능 요구사항 식별 |



3. 소요군에서는 개발할 체계에 대한 개념모델을 개발해 주어야 합니다.

아래 항목중 운용개념 정립을 위해 소요군에서 수행해야 할 과업을 선정해 주십시오
(선택 전에 항목 전체를 보시고 중요도를 고려하여 4개 이내 만 선택)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ☐ 문제 상황을 이해 | ☐ 모의할 범위 및 상세수준 결정 |
| ☐ 개발 목적과 목표 | ☐ 가정사항 및 단순화 할 사항 결정 |
| ☐ 임무영역 분석 | ☐ 기 타 |
| ☐ 입력값 및 출력값 식별 | |

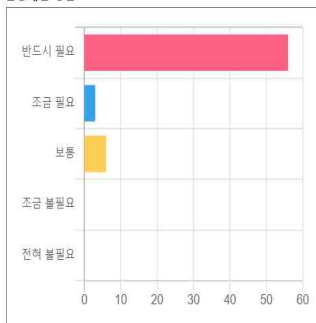


4. 위 3개의 과업의 중요도에 관한 설문입니다.

각 항목들에 대한 중요도를 선정하여 주십시오

구 분	반드시 필요	조금 필요	보 통	조금 불필요	전혀 불필요
운용개념 정립	☐	☐	☐	☐	☐
요구사항 개발	☐	☐	☐	☐	☐
개념모델 개발	☐	☐	☐	☐	☐

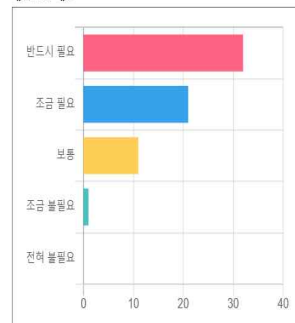
운용개념 정립



요구사항 개발



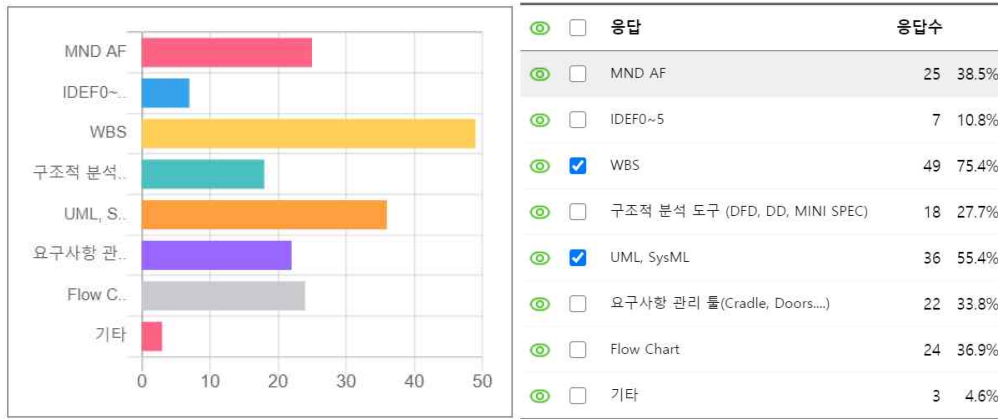
개념모델 개발



5. 다음은 이러한 업무를 수행하기 위한 방법 및 도구에 관한 질문입니다.

아래 항목중 M&S 체계를 개발하는 과정에 사용하신 도구를 선정하여 주십시오

- | | |
|---|---|
| ☐ MND AF | ☐ UML, SysML |
| ☐ IDEF 0 ~ 5 | ☐ 요구사항 관리 툴(Cradle, Doors) |
| ☐ WBS | ☐ Flow Chart |
| ☐ 구조적 분석 기법(DFD 등) | |

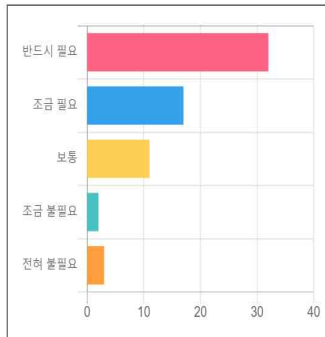


6. 소요군에서 이러한 전문화된 방법이나 도구의 사용에 대한 설문입니다.

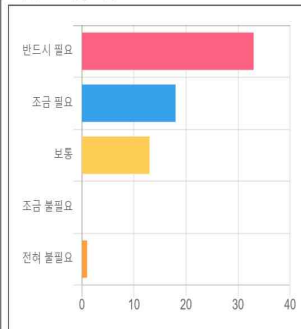
각 항목들에 대한 중요도를 선정하여 주십시오

구 분	반드시 필요	조금 필요	보 통	조금 불필요	전혀 불필요
전문기법 활용	☐	☐	☐	☐	☐
그래픽, 도표	☐	☐	☐	☐	☐
SE / RE 활용	☐	☐	☐	☐	☐

전문기법 활용



그래픽, 도표 활용 표현



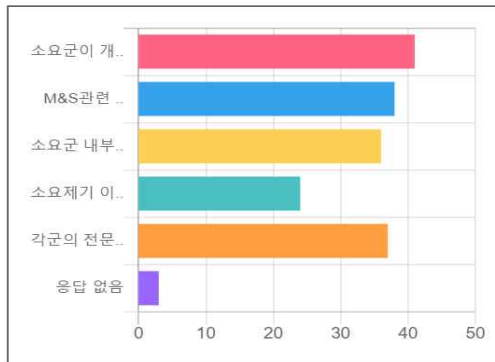
시스템엔지니어링 및 요구공학 기법 활용



7. 소요군의 효율적 업무 수행을 위해 고려 할 환경에 관한 설문입니다.

아래 항목중 문제가 있고, 해결해야 한다고 생각하시는 것을 선택해 주십시오
(선택 전에 항목 전체를 보시고 중요도를 고려하여 4개 이내 만 선택)

- ☐ 소요군이 개발 단계에 좀 더 적극적으로 참여해야 한다.
- ☐ M&S 관련 기술의 발전을 반영하여 요구해야 한다.
- ☐ 소요군 내부의 제한요인(의사결정 절차)을 해결해야 한다.
- ☐ 소요제기 이후 분석 및 검증 과정을 단순화해야 한다.
- ☐ 각 군의 전문조직과 인력의 확보가 필요하다.

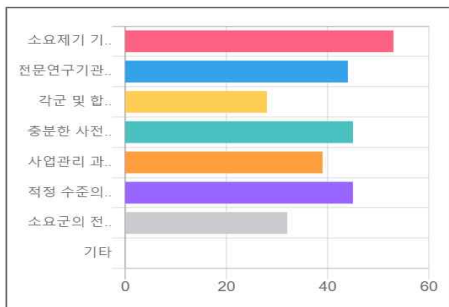


☐ 응답	응답수
☒ 소요군이 개발단계에 좀더 적극 참여해야 한다	41 63.1%
☒ M&S관련 기술의 발전을 반영하여 요구해야 한다	38 58.5%
☒ 소요군 내부의 제한요인(의사결정 절차)을 해결해야 한다	36 55.4%
☐ 소요제기 이후 분석 및 검증과정을 단순화해야 한다	24 36.9%
☒ 각군의 전문조직과 인력의 확보가 필요하다	37 56.9%
☐ 응답 없음	3 4.6%

8. 효율적인 M&S체계 획득에 영향을 미치는 요소

(선택 전에 항목 전체를 보시고 중요도를 고려하여 5개 이내 만 선택)

- ☐ 소요제기 기관의 운용개념과 요구사항의 명확한 설정
- ☐ 전문 연구기관 및 민간업체의 전문성 활용
- ☐ 각 군 및 합참 의사결정 및 소요검증 과정에서 지연 예방책 강구
- ☐ 충분한 사전연구를 통한 탐색개발 및 체계개발 여건 성숙
- ☐ 사업관리 과정에서 사업관리 및 개발업체의 전문성
- ☐ 적정 수준의 획득 비용 및 개발 기간 확보
- ☐ 소요군의 전문성 확보 및 개발단계 지속 참여 보장



☐ 응답	응답수
☒ 소요제기 기관의 운용개념과 요구사항의 명확한 설정	53 81.5%
☒ 전문연구기관 및 민간업체의 전문성 활용	44 67.7%
☐ 각군 및 합참 의사결정 및 소요검증 과정에서 지연 예방책 강구	28 43.1%
☒ 충분한 사전연구를 통한 탐색개발 및 체계개발 여건 성숙	45 69.2%
☐ 사업관리 과정에서 사업관리 및 개발업체의 전문성	39 60%
☒ 적정 수준의 획득비용 및 개발기간 확보	45 69.2%
☐ 소요군의 전문성 확보 및 개발단계 지속 참여 보장	32 49.2%
☐ 기타	0 0%

ABSTRACT

A Methodology for Establishing a Planning Process for the National Defense M&S System

Jung, Cha-Sung

Major in Information Engineering

Dept. of Industrial Engineering

The Graduate School

Hansung University

Advancements in science and technology, as well as changes in combat methods, are influencing the environment in which arms systems are procured. In order to successfully acquire new weapons systems, which are becoming more advanced and complex, systematic and scientifically guided planning is necessary. This planning -- which through a series of activities develops concepts and determines which arms systems are necessary -- is the starting point for arms system acquisition. By clearly presenting the operational concepts and requirements in the planning stage, we can minimize time, cost and effort during the actual acquisition.

In order to ensure the accuracy and comprehensiveness of the planning, regulations have been recently amended to require the following: 1) conducting a preliminary study of concepts; 2) preparing reports on

requirements; and 3) preparing an operational requirements document (ORD). However, the reality is that the army, navy, air force, and marine corps the main agents responsible for this planning lack the capacity to carry out these tasks. They lack the professional bureaucracy, staff, and experience in planning that would be required to implement these tasks. Furthermore, due to a deficit in clearly outlined procedures, such planning often relies on unofficial organizational practices.

In particular, since the national defense M&S system is widely used in the defense sector (including during training), new demand is expected to increase. Current research on how best to plan for the M&S system, which differs from general weapons systems, is insufficient. Conceptual models and simulation of requirements are crucial to modelling an actual combat situation, but our military has yet to present a study that investigates these issues.

This paper presents a methodology that scientifically and systematically establishes detailed activities to be carried out by each military branch when planning for the national defense M&S system. The planning process for the defense M&S system can be summarized into the following three stages: 1) researching operational concepts; 2) developing requirements; and 3) developing conceptual models. These three stages are then disaggregated into 20 detailed activities. This methodology synthesizes existing literature, the professional experience of the authors, and the opinions of M&S experts.

Carrying out the planning work scientifically and systematically requires an academic knowledge of system engineering and requirement engineering, particularly during the early stages of acquisition. Additionally, a standardized M&S system development process must be

devised and implemented. Using this academic foundation, it is necessary to then identify specific activities that will allow for modeling the battlefield situation, which is a characteristic of the M&S system. In particular, the users must properly implement these activities in the planning process if they are to successfully acquire the M&S system. Meanwhile, specialized methods and tools, as well as background factors within and outside the organization, must be mobilized in order to carry out these processes efficiently.

The framework presented in this paper includes the processes, methods, tools, and environment required when planning for the M&S system.

We have introduced the Korean Synthetic Training Environment (STE) as the scientific training system that the Korean military should develop in the future. In order to verify its usefulness, we conducted planning activities based on this framework. Additionally, a survey was conducted among experts from M&S development organizations and other research institutes. Through our investigation, we found that in order to maximize efficiency in planning, two things are required. Firstly, clear operational concepts and requirements of the system to be developed must be presented. Secondly, simulation requirements and conceptual models that reflect the characteristics of the M&S system must be developed.

The framework for planning presented in this study will contribute to the establishment of a methodology for procuring arms, which heretofore has not been systematically developed by the various military branches, despite their need for various weapons systems. Planning has previously only been vaguely defined, but by clarifying these activities and breaking them down into specific tasks, the actual planning workload can be evaluated. This will contribute to the comprehensiveness and accuracy of the initial preparation documents, the operational concepts, and the

operational requirements. Additionally, it can be used as a basis for designing organizations, securing manpower, and securing budget for planning in each military branch.

It is necessary to continue research into the future in order to refine the activities at each stage of planning. With this effort, the South Korean military's ability to plan for the M&S system will be strengthened and enhanced.

[Key word] National Defense Modeling&Simulation, Planning Process, Operational Concepts, Requirement, Conceptual Models

감사의 글

2020년의 반이 지나고 있습니다. 코로나-19의 여파가 세상의 기존 질서를 바꾸고 있습니다. 올 한해는 저의 인생에 변환점이 확실합니다. 청춘을 바쳤던 해병대 생활을 마쳐야 하고, 무모한 열정만으로 덤빈 학업의 과정도 마무리해야 합니다. 되돌아 보면 37년의 군 생활보다 2010년부터 시작한 학문의 길이 더욱 소중하게 느껴지는 것은 왜 일까요?

오늘 이 시간이 오게 된 것은 전적으로 지도 교수님이신 노광현 교수님과 부족함이 있음에도 논문을 심의해주신 이재득교수님, 이상복교수님, 이동준 교수님, 오승환 교수님의 따뜻한 격려와 열정적인 지도와 편달의 덕분이었습니다. 특히, 어려운 시기에 논문의 주제와 방향성을 잡아주신 이동준 교수님과 논문의 구성과 문맥까지 섬세하게 지도해주신 오승환 교수님께 감사를 올립니다. 또한, 많은 자료를 정리하는데 도움을 주신 정수남 상사를 포함한 해병대사령부 전투모의분석센터 직원분들과 함께 연구하고 실무 경험을 접목해 주신 임치훈 차장과 구자환 주무관께도 감사드립니다. 마지막으로 논문 작성기간 동안 물심양면으로 응원해주신 아내 구수옥 여사와 정현아, 정해웅, 사위 김정관과 힘들었을 때 에너지를 불어 넣어준 예쁜 손녀 김나경에게도 감사를 전합니다.

논문을 마치면서 M&S영역에 대해 더 탐구하고 실무 경험이 필요함을 느끼고 있습니다. 이제 새로운 삶의 출발점에 서려합니다. 그동안 배웠던 학문을 실행할 수 있는 시간을 갖기를 희망해봅니다. 국방M&S 발전을 위해 해야 할 일이 많을 듯 합니다. 저의 논문이 우리 군의 차기 과학화훈련체계 개발에 한알의 밀알이 되었으면 하는 바램입니다.

마지막으로 여기까지 오도록 인도하시고 지켜주신 故 홍윤기 교수님께 저의 논문을 바칩니다. 존경하는 교수님 감사합니다.

2020년 여름 정차성 배상