



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博 士 學 位 論 文

未來 戰力發展을 위한 綜合戰鬪實驗體系
概念設計에 관한 研究

-복합시스템 아키텍처 적용을 중심으로-

2010年



漢城大學校 大學院

産業시스템工學科

情報技術專攻

吳 承 煥

博 士 學 位 論 文

指導教授 洪允基

未來 戰力發展을 위한 綜合戰鬪實驗體系

概念設計에 관한 研究

-복합시스템 아키텍처 적용을 중심으로-

A Study on the Conceptual Design of Integrated Combat
Experimentation System for Future Force Development

-Focused on the System of Systems Architecture-

2010年 6月 日

漢城大學校 大學院

産業시스템工學科

情報技術專攻

吳 承 煥

博 士 學 位 論 文

指導教授 洪允基

未來 戰力發展을 위한 綜合戰鬪實驗體系

概念設計에 관한 研究

-복합시스템 아키텍처 적용을 중심으로-

A Study on the Conceptual Design of Integrated Combat
Experimentation System for Future Force Development

-Focused on the System of Systems Architecture-

위 論文을 工學 博士學位 論文으로 提出함

2010年 6月 日

漢城大學校 大學院

産業시스템工學科

情報技術專攻

吳 承 煥

吳承煥의 工學 博士學位論文을 認准함

2010年 6月 日

審査委員長 _____ 印

審査委員 _____ 印

審査委員 _____ 印

審査委員 _____ 印

審査委員 _____ 印

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경	1
제 2 절 연구의 목적	3
제 3 절 연구 범위 및 구성	4
제 4 절 연구 설계	6
1. 연구모형 및 가설 설정	6
2. 연구가설 검증 방법	9
제 2 장 이론적 배경 및 현황분석	11
제 1 절 전투실험 이론적 배경	11
제 2 절 한국군 합동·전투실험 현황분석	19
1. 합동실험 현황	19
2. 전투실험 현황	20
3. 합동·전투실험 발전방향	23
제 3 절 미군 합동·전투실험 현황	26
1. 합동실험 현황	26
2. 전투실험 현황	30
3. 합동·전투실험 분석	38
제 3 장 복합시스템 개념설계 모형 개발	40
제 1 절 복합시스템 현황	40
1. 복합시스템의 대두	40
2. 시스템과 시스템 엔지니어링	40
3. 복합시스템과 복합시스템 엔지니어링	43
4. 현황 분석 및 시사점	48
제 2 절 복합시스템에 대한 소요제기·결정	51
1. 국방전력발전업무 소요기획단계 소요결정체계	51
2. 복합시스템 소요기획문서 현황	53
3. 복합시스템 소요제기·결정단계에 개념설계 적용	56

제 3 절	복합시스템 엔지니어링 모형 개발	59
1.	아키텍처 역할 및 개발	59
2.	복합시스템 엔지니어링 프로세스 및 활동	61
3.	복합시스템 엔지니어링 활동, 방법론 및 산출물	64
제 4 절	복합시스템 개념설계 모형 개발	73
제 5 절	복합시스템 개념설계 모형의 유용성 검증	76
1.	설문구성 및 분석방법	76
2.	설문결과 분석 결과	78
3.	복합시스템 개념설계 모형과 운용개념기술서(OCD) 비교분석	83
제 4 장	종합전투실험체계 개념설계	86
제 1 절	엔터프라이즈 개념설계	86
1.	E1 비전 및 임무분석	87
2.	E2 능력아키텍처 개발	88
제 2 절	복합시스템 개념설계	95
1.	도메인 분석	95
2.	S2. 운용아키텍처 개발	102
3.	S3. 시스템 아키텍처 개발	111
제 3 절	종합전투실험체계 개념설계 결과 유용성 검증	120
1.	정성적 비교방법 모형 설정	120
2.	측정변수별 검증 결과	121
3.	종합전투실험체계 개념설계 결과 분석	126
제 5 장	결 론	127
제 1 절	가설 검증 결과	127
제 2 절	연구 내용 요약 및 의의	128
제 3 절	연구의 한계 및 향후 연구과제	129
【참 고 문 헌】		131
【약 어 정 리】		135
【부 록】		139
ABSTRACT		151

【 표 목 차 】

[표 1-1] 측정변수 및 측정항목	9
[표 2-1] 훈련, 시범, 시험, 실험의 구분	13
[표 2-2] 해군 전투실험 절차	21
[표 2-3] 해군 주요 모의모델	22
[표 2-4] 합동도시지역작전 합동실험 모의모델	27
[표 2-5] Trident Warrior 전투실험 절차	35
[표 3-1] 복합시스템 형태별 분류	43
[표 3-2] 복합시스템 특성별 분류	44
[표 3-3] SoS 핵심요소와 기술적 프로세스와 관련성	46
[표 3-4] 시스템 및 복합시스템 엔지니어링 특징	49
[표 3-5] 장기전력소요요청서 양식(“예”)	54
[표 3-6] 美 ICD : “예” MCITS(Marine Corps Information Technology Services) ...	55
[표 3-7] 종합전투실험체계의 복합시스템 특성	57
[표 3-8] 엔터프라이즈 시스템 엔지니어링 프로세스 단계별 활동	63
[표 3-9] 복합시스템 엔지니어링 프로세스 단계별 활동	63
[표 3-10] DoDAF 표준 산출물	64
[표 3-11] MODAF 1.2 뷰 관계 및 전략 뷰 내용	66
[표 3-12] QFD 양식	71
[표 3-13] 프로세스 단계별 활동 및 산출물 판단 결과	72
[표 3-14] 복합시스템 개념설계 모형 프로세스 단계, 활동 및 산출물 ...	74
[표 3-15] 설문항목 구성	76
[표 3-16] 설문답변 항목 “예”	77
[표 3-17] 개선효과 평가등급기준	79
[표 3-18] 설문항목 및 설문대상자별 개선율	79

[표 3-19] 개선율 30%에 대한 검정결과	80
[표 3-20] 개선율 10%에 대한 검정결과	81
[표 3-21] 설문항목 개선율 및 개선수준	81
[표 3-22] 측정변수별 평점 및 개선율	82
[표 3-23] 운용개념기술서 및 복합시스템 개념설계 모형 양식	84
[표 4-1] StV-1a 종합전투실험체계 비전	87
[표 4-2] StV-1b 종합전투실험체계 목표	88
[표 4-3] 종합전투실험체계 범위 및 방법, 수단	90
[표 4-4] 전투실험계획 “예” : OO전단(Task Flotilla)2030 전투실험계획	97
[표 4-5] 종합전투실험체계 내·외부 운용노드	101
[표 4-6] 종합전투실험체계 운용개념 서술문(요약)	101
[표 4-7] 종합전투실험계획수립 및 전투실험수행 절차	102
[표 4-8] 전투실험수행 절차	104
[표 4-9] 전투실험센터 예하 조직 임무 및 기능	110
[표 4-10] 종합전투실험 지식환경체계 운용개념 기술	115
[표 4-11] 가설별 측정변수 및 대응 개념설계 모형	120
[표 4-12] 운용개념 적절성 검정결과	123
[표 4-13] 체계 상호운용성 적정성 검정 결과	124
[표 4-14] 측정항목에 대한 정성적 분석 종합	125
[표 5-1] 가설검정 결과	127

【 그림 목 차 】

<그림 1-1> 연구 모형	9
<그림 2-1> 미 합동전력사 합동개념발전 및 실험부 조직편성	26
<그림 2-2> 합동도시지역작전 통합실험팀 편성	28
<그림 2-3> 합동도시지역실험 참가 부대 및 실험소	29
<그림 2-4> 합동도시지역작전 데이터 흐름도	29
<그림 2-5> 합동도시지역 작전 실험통제부 및 실험실시단 편성	30
<그림 2-6> 미 육군교육사 실험조직 편성(포병학교 전투실험소)	31
<그림 2-7> 전투실험 조직편성	31
<그림 2-8> 미 해군 전투실험소 현황	33
<그림 2-9> FORCEnet 전력 소요창출 및 능력구현 절차	34
<그림 2-10> TW 통합실험팀 구성	36
<그림 2-11> TW 실기동부대 구성 및 전투실험 임무	37
<그림 3-1> 체계 설계 프로세스	41
<그림 3-2> 시스템 엔지니어링 모델	42
<그림 3-3> SoS 핵심요소간의 관계	45
<그림 3-4> 미 해군 능력엔지니어링 프로세스 아키텍처 관점 적용	47
<그림 3-5> 미 합동능력통합발전체계(JCIDS) 및 획득 프로세스	51
<그림 3-6> 韓 국방 소요 및 획득 체계	53
<그림 3-7> 아키텍처 개발 요소	60
<그림 3-8> 복합시스템 엔지니어링 모형	62
<그림 3-9> 능력분석과 산출물과 관계	67
<그림 3-10> 운용시나리오와 운용개념 관계	69
<그림 3-11> 운용 아키텍처 모델링 절차	69
<그림 3-12> 체계 아키텍처 개발절차	70
<그림 3-13> 개념설계 모형 프로세스 및 활동	73
<그림 3-14> NOJ Transition Map	78
<그림 3-15> 개선효과 NOJ Transition Map	82

<그림 4-1> 능력의 구성요소 및 관련성	89
<그림 4-2> StV-2 종합전투실험체계 능력 모델	91
<그림 4-3> StV-3 종합전투실험체계 조직	92
<그림 4-4> StV-5 종합전투실험체계 활동	93
<그림 4-5> StV-3a 종합전투실험체계 시스템	94
<그림 4-6> 해군 종합전투실험체계 운용 시나리오	96
<그림 4-7> 해군 종합전투실험체계 운용개념도(OV-1)	100
<그림 4-8> 종합전투실험계획 수립 절차	103
<그림 4-9> 운용활동 모델(OV-5) 산출물 <트리구조>	105
<그림 4-10> 종합전투실험계획 수립 운용노드	106
<그림 4-11> 통합전투실험 수행 운용노드	107
<그림 4-12> 운용노드 연결 기술서 (OV-2) 산출물	107
<그림 4-13> 지휘관계 차트(OV-4) 산출물	108
<그림 4-14> 종합전투실험체계 세부 조직 편성	109
<그림 4-15> 통합실험팀 편성 및 수행임무	110
<그림 4-16> SV-5 산출물(A1. 종합전투실험계획 수립 분야)	112
<그림 4-17> SV-5 산출물(A2. 통합전투실험 수행 조직분야)	113
<그림 4-18> SV-5 산출물(A2. 통합전투실험 수행 시스템분야)	114
<그림 4-19> 합성해양환경 생성체계 구현개념	115
<그림 4-20> JSAF 모델 특성 및 모의화면	116
<그림 4-21> 전투실험 DB체계 운용개념	117
<그림 4-22> 전투실험 DB체계 구축개념도	117
<그림 4-23> 전투실험 상황전시체계 운용개념도	118
<그림 4-24> 종합전투실험체계 체계 인터페이스 기술서(SV-1)	119
<그림 4-25> 종합전투실험체계 구성조직 도출 절차	122
<그림 4-26> 종합전투실험체계 구성체계 도출 절차	122

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경

미래의 모든 군사작전에서 정보우위(Information Superiority)의 달성은 전승을 위한 가장 기본적인 요건으로 간주되고 있으며, 정보체계를 비롯한 각종 무기체계는 첨단정보기술을 기반으로 상호운용성 또는 연동체계를 갖추고 타 센서체계, 지휘통제체계 그리고 슈터체계와 네트워크 그리드 상에 상호 결합한 형태로 발전되어가고 있다. 이러한 첨단과학기술이 집약된 미래 전력을 창출하고 전력화하기 위해서는 개념 정립, 소요요청·제기, 획득까지의 과정이 보다 정밀하고 엄격하며 과학적인 방법을 적용해야한다. 특히, 소요제기로부터 획득, 관리유지까지 고가의 비용이 소요되는 복합시스템에 대한 소요결정을 위해서는 전사적 비전 및 목표, 요구능력 및 운용개념을 정립하고, 이에 부합한 작전요구능력, 소요량 등을 보다 명확하게 판단할 수 있는 소요창출 및 검증체계를 갖추는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 이에 따라 미국에서는 미래 합동작전 수행능력 발전에 필요한 전투발전요소 변경을 위해 최선의 해법을 식별하고 제안하기 위하여 90년대 중반부터 전투실험을, 90년대 후반부터는 합동실험제도를 도입하여 소요기획 및 결정을 위한 지원수단으로 운용하고 있다.

우리 군도 전투실험의 중요성을 인식하여 90년대 말부터 육군에서 전투실험업무를 수행하고 있으며, 합참과 타 군에서도 합동실험, 전투실험에 대한 지대한 관심을 가지고 조직, 수단, 기반시설의 확보 및 프로세스 정립을 위해 노력 중에 있으나, 실험조직, 실험수단(Tool) 및 시설의 확보 등에 대한 소요제기가 분야별 분석 결과와 발전계획에 의존함에 따라, 필요성과 적정성, 상호운용성에 대한 논리적 근거가 다소 미약하고 일부 하부구조 및 체계가 중복되고 누락되는 실정이다.

따라서 미래 전력소요를 검증하고 창출할 수 있는 합동·전투실험체계의 효율적인 구축을 위해, 우선적으로 필요성과 운용개념에 따른 구축개

념을 정립하고, 이에 따른 업무수행체계와 구성 조직 및 체계를 포함한 논리적이고 과학적인 청사진 마련이 필요하다.

시스템 측면에서 살펴보면, 합참 및 각 군의 실험체계는 임무와 과제(purpose)가 명확하고, 조직(peoples), 수단 및 기반시설(product)로 결합된 하나의 시스템이다. 그리고 합동·전투실험체계는 조직 전체 차원의 비전과 목표를 가지고 있으며, 실험체계의 구성요소 및 시스템이 지리적으로 분산 성격의 네트워크로 연결되어 있다. 즉 전투실험체계는 전투실험 주관 및 참가 부서, L-V-C 체계, 모의모델 간 연동체계를 구축, 상호운용성을 구비함으로써 보다 큰 성능을 창출한다. 따라서 합동·전투실험체계는 복합시스템의 일종이라 볼 수 있으므로 정보체계, 국방 M&S 모델 등과 같이 무기체계로 분류하여, 국방전력발전 업무체계를 적용, 소요제기를 통해 획득사업으로 추진하여야 한다.

본 논문에서는 「합동·전투실험체계」를 「종합전투실험체계」라고 통칭하였는바, 이를 정의를 하면, 먼저 종합은 구성 조직 및 체계가 업무수행체계를 갖춘 모습으로 단위, 기능, 통합실험을 효율적으로 수행한다는 의미이다. 종합전투실험체계의 전반적인 의미는 합동 및 각 군 비전, 개념과 이를 구현하기 위한 요구능력, 전력발전을 위한 대안을 검증하고 전투발전요소로 창출하는 것을 목적으로, 합참 및 각 군에서 합동 및 전투실험을 수행하기 위해 운용하는 실험체계를 말한다. 종합전투실험체계의 구성 조직 및 체계는 전투실험소(센터), 전투실험 수단 및 도구(L-V-C, S/W 등), C4I체계와의 연동, 전투실험 예하 조직, 전투실험 DB 등이며, 네트워크 중심 작전환경(NCOE)이 조성된 실제 및 합성전장환경을 구축한 가운데, 지리적으로 분산된 수단 및 조직들을 통합하여 상호운용성이 보장된 환경 하에서 운용된다. 따라서 종합전투실험체계는 “네트워크 중심 작전환경이 조성된 실제 및 합성전장환경 하에서 합참, 각 군의 전투실험소, 전투실험 수단 및 조직을 통합전인 활용을 함으로써 합참 및 각 군의 비전, 개념과 이를 구현하기 위한 요구능력, 전력발전 소요를 검증하고 전투발전요소를 창출하는 체계”라고 정의할 수 있다. 영문으로는 Integrated Battle Experimentation System으로 표현한다.

복합시스템의 일종인 종합전투실험체계의 소요제기를 위해서는 체계특성에 적합한 맞춤형 복합시스템 엔지니어링을 적용하여 종합적인 체계설계와 진화적 획득 및 관리가 필요하나, 아직까지 국방획득분야에서 복합시스템 엔지니어링 및 복합시스템 소요제기에 관한 지침이 부재하고, 이론 및 사례 연구가 미진한 실태이다.

그러므로 국방획득체계에 있어서 소요기획단계, 의사결정단계에서 요구되는 복합시스템의 소요제기 및 요청문서는 기존 일반 시스템의 소요제기문서와는 차별화하여 복합시스템의 특성을 반영한 소요제안 및 요청방법 적용이 요구된다. 종합전투실험체계에 대한 계획, 설계, 조직, 통합 및 관리 등은 복합시스템 엔지니어링을 적용하고, 종합전투실험체계 획득 이전의 소요제기·결정단계에 필요한 개념설계 모형을 적용하면 유용하리라 생각된다.

이를 위해 먼저 복합시스템 엔지니어링 모형을 정립하고, 이를 기준으로 한 소요요청, 제기·결정에 필요한 복합시스템 개념설계 모형을 정립하여 제시하였으며, 이를 적용한 종합전투실험체계의 개념설계를 수행하여 그 결과를 확인함으로써 유용성에 대한 입증을 하고자 본 연구를 수행하였다. 즉 복합시스템 개념설계 모형을 적용하면, 복합시스템 소요요청 및 제기, 결정에 필요한 전사적 차원의 목표와 체계의 임무, 요구되는 능력과 전체 체계 및 조직의 식별 및 조합, 연동 또는 상호운용성 등을 명확하게 제공할 수 있을 것이다.

제 2 절 연구의 목적

본 연구는 합동 및 전투실험의 현황 분석을 통하여 발전방향과 시사점을 도출하고, 이를 기초로 복합시스템 개념설계 모형에 의한 종합전투실험체계 개념설계를 수행함으로써, 복합시스템의 소요제기·결정의 근거로 활용하고 합동·전투실험체계 구축에 참조하기 위함이다.

이를 좀 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 미군 및 우리 군의 합동·전투실험 현황을 분석하여 발전방향과

시사점을 도출하고, 이를 기초로 합동·전투실험체계 개념설계와 합동·전투실험체계 구축사업 추진의 청사진으로 활용한다.

둘째, 종합전투실험체계와 같은 복합시스템에 대한 소요요청·제기에 적용할 복합시스템 개념설계 모형을 개발하여 국방전력발전업무 소요기획단계의 소요요청·제기, 의사결정은 물론 획득단계의 선행연구 및 탐색 개발에 활용토록 한다.

셋째, 해군 종합전투실험체계 개념설계 결과인 산출물을 사례로서 제시함으로써 해군 전투실험체계 소요제기 근거로서 활용하고 합동·타군 전투실험체계 개념설계 시에 참조하기 위함이다.

이러한 연구문제들을 해결하는 과정을 통하여 복합시스템 소요기획 및 의사결정에 복합시스템 개념설계 모형의 유용성을 검증하였다.

제 3 절 연구 범위 및 구성

본 논문에서 연구범위는 한국군 및 미군의 합동·전투실험 현황 및 발전방안과 복합시스템과 복합시스템 엔지니어링과 엔터프라이즈 및 복합시스템 아키텍처, 그리고 국방획득체계의 소요기획 단계이다. 합동실험 사례로써 미 합동전력사령부(USJFCOM)에서 밀레니엄 챌린지(Millennium Challenge 2002¹⁾), 다국적 실험(MNE)²⁾ 시리즈, 합동도시지역작전 실험(Urban Resolve) 시리즈 등을 활용하였고, 전투실험 사례는 미 해군이 NCW 구현개념인 FORCEnet 전투실험(Trident Warrior)을 지속적으로 수행하고 있으므로 이를 분석 및 파악하여 활용하였다. 그리고 복합시스템 분야의 범위는 미국방부의 복합시스템 엔지니어링 지침과 관련 연구가 활발하고 미 해군은 능력발전 프로세스 및 복합시스템 지침 적용 등에 관한 활발한 연구

1) 밀레니엄 챌린지 2002는 2002.7~8까지 미 합동전력사령부(USJFCOM)가 주관하여 미 서부지역에서 실시한 실병기동이 포함된 합동실험으로 미 합동전력이 신속 결정적 작전(RDO) 수행을 위해 요구되는 능력을 검토하고, 이를 위한 합동전투발전요소에 대한 건의사항 도출, 기타 군 변혁 목표를 개념 및 전투력으로 전환을 목적으로 수행되었다.

2) 다국적 실험(MNE : Multi-National Experiments)은 미 합동전력사(USJFCOM)를 중심으로 미래 직면하게 될 분쟁사태에 대비하여 정부 유관기관들을 포함한 동맹국 및 우방국과의 협력을 통하여 포괄적 연합작전 능력을 제고하기 위한 공동개념을 발전시키고 이를 검증하기 위한 실험으로 그 결과를 참가국간 공유한다. 한국은 2008년 관찰국 자격으로 참가하였다.

와 발표가 있어 이를 벤치마킹하기가 적합하기 때문에 참고로 하였다. 아키텍처는 영국군과 미군 그리고 한국군 아키텍처 프레임워크를 연구범위로 포함하였다. 본 연구는 합동·전투실험 전반에 걸쳐 현황 및 시사점을 도출하되 개념설계는 해군 종합전투실험체계를 사례로서 제시하였으며, 군 관련 연구특성 상, 일부 군사자료에 관련 보안이 필요한 분야는 인터넷에 게재되어 있는 범위 내에서 기술하였다.

다음으로 본 연구는 다음과 같이 총 5장으로 구성되어 있다.

제 1장은 본 연구의 배경과 목적, 연구범위, 연구모형 설정에 대하여 제시하였다. 제2장은 이론적 배경 및 현황을 체계적으로 검토하고 분석한 부분으로 합동·전투실험 이론과 현황을 분석, 시사점을 도출하고 복합시스템의 대두 및 현황, 국방획득체계에 복합시스템 개념설계 필요성을 살펴보았다. 제3장은 현재까지 연구된 복합시스템 엔지니어링, 엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론 등을 연구하여 복합시스템 개념설계 모형을 설정하였고 연구모형에서 제시한 가설을 전문가 설문조사 방법으로 검정하였다. 제4장에서는 가설을 검정하기 위한 사례 제시로써 해군 종합전투실험에 대하여 엔터프라이즈 차원으로부터 복합시스템, 개별 시스템에 대한 아키텍처 개발 및 운용개념, 구축개념을 설정하는 단계까지 개념설계를 하였고, 복합시스템 개념설계 모형 및 해군종합전투실험체계 개념설계 결과가 가설에 부합한지 여부를 정성적인 방법으로 검정하였다. 제5장 결론은 연구결과를 요약하고 연구의 한계점과 이후의 연구 과제를 제시하였다.

종합전투실험체계와 같은 복합시스템의 전력소요제기에 대한 의사결정에 필요한 근거로서는 전투실험 결과나 모의분석 결과가 적절하다고 보나 종합전투실험체계, 즉 복합시스템의 능력과 하부조직 및 체계와 구성 등이 방대하고 복잡할 뿐만 아니라 모의를 위한 데이터의 확보가 곤란하여 전투실험 및 모의분석의 수행이 제한된다. 따라서 본 연구에서는 복합시스템 개념설계 모형을 그 대안으로 제시하였고 이에 대한 적합성 여부를 검증하기 위하여 소요제기·의사결정 관련기관의 의사결정 목록과 복합시스템의 특성을 가지고 측정항목을 설정하여 정성적인 방법과 전문가 설문방법에 의해 검증하였다.

제 4 절 연구 설계

1. 연구모형 및 가설 설정

가. 기존 연구 분석 및 복합시스템 소요기획 현황

기존 연구 분석을 살펴보면, 복합시스템 관련하여 미국의 경우, 컨퍼런스와 같은 연구 활동이 활발하게 진행 중이며 특히 국방 분야는 복합시스템 엔지니어링 지침(SE Guide for SoS, DoD)과 해군 복합시스템 엔지니어링 지침서(Naval SoS SE Guidebook, 해군성)를 발간하여 적용 중에 있다. 반면 우리의 국방관련 기관에서는 복합시스템 엔지니어링의 필요성은 인식하고 있으나 구체적인 프로세스, 방법론, 산출물에 대한 표준안이나 적용 지침은 없고 국방전력발전업무 소요기획단계는 물론, 이후 획득 단계에서의 연구개발을 위한 요구사항 제시에서도 복합시스템에 관하여 별도 지침이나 적용방침은 없으며 일반 무기체계와 동일하게 수행되고 있다. 단지 정보체계는 별도의 서식으로 소요를 제기하고 있다. 그러나 복합시스템 관련 연구는 국방대에서 복합시스템 아키텍처 구축, 복합체계 아키텍처 프로세스 개발 등의 연구문이 발간되고 있고 한국국방연구원에서 정보체계(KJICCS) 아키텍처 개발 등의 연구보고서를 발간하는 활동이 이루어지고 있다.

그러나 국방전력발전업무 훈령에는 복합시스템 관련 용어의 정의 및 소요제기에 관련 지침은 수록되어 있지 않고 국방관련 복합시스템에 관한 별도의 중·장기 전력소요서 양식 또는 표준 템플릿은 없으며 단지 복합시스템인 국방정보체계와 정보체계와 연동되는 무기체계에 대하여 국방 아키텍처 프레임워크(MND-AF)를 적용하고 산출물을 작성하도록 규정하고 있다.

따라서 복합시스템 대한 연구활동은 물론, 국방전력발전업무에 복합시스템의 획득에 관련하여 소요제기·결정 필요한 지침이나 문서체계의 보완이 필요하다. 즉, 복합시스템 소요제기·결정을 위해 체계 청사진과 시스템 능력, 그리고 구성조직·체계 및 상호운용성 등이 명확하게 제공되어야 한다. 이를 위해 복합시스템 소요제기·결정에 필요한 방법론, 프로

세스, 산출물이 포함된 「복합시스템 개념설계 모형」을 개발하여 현행 중·장기 전력소요서를 보완하는 개념으로 적용한다면, 복합시스템의 전반적인 모습을 설계할 수 있고, 복합시스템의 필요성, 적정성, 합동 및 상호운용성을 명확하게 제시할 수 있어 의사결정을 용이하게 할 수 있을 뿐만 아니라 소요결정 이후 획득단계로 전환하여 선행연구 및 개념연구에 매우 효과적일 것이다.

현행 합동·전투실험체계 구축은 기존 전력분석 및 분석평가에 사용되어온 국방 M&S 모델을 활용하면서 합동 및 전투실험 수행에 필요한 조직, 프로세스 및 수단(tool)을 구비하는 데 중점을 두고 있으며 실험분야의 발전계획은 외국군 합동 및 전투실험사례와 기 구축된 연습체계, 정보체계 구축사례를 참조모델로 활용하고 있다. 즉 합참 및 각 군 합동·전투실험 발전계획은 시스템 측면에서의 접근이 아닌 일반적인 발전계획의 형식을 따르면서 경험 및 직관, 관련 지식에 근거한 현재 실태, 문제점 분석, 이에 따른 발전방안을 제시하고 있다.

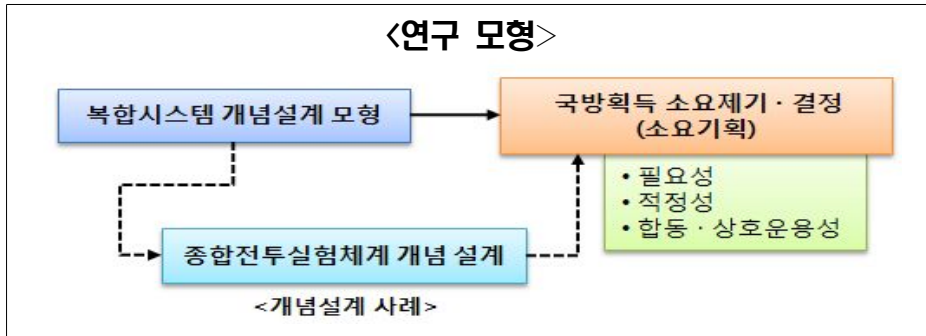
그러나 합동·전투실험체계는 종합실험계획수립으로부터 실험수행 및 후속조치까지의 일련의 업무수행 체계를 갖추고 내·외부 조직 및 체계로 구성되어 있으며, 실제 및 합성전장환경 하에서 합동·전투실험 수행 절차를 적용하여 실험을 수행하고 있는 복합시스템이다. 따라서 이러한 복합시스템 특성을 갖고 있는 합동·전투실험체계에 대한 소요제기 및 사업추진은 복합시스템 개념설계 모형을 적용함이 적합하다고 판단되므로 본 연구를 통해 이에 대한 유용성 여부를 확인하고자 한다.

나. 연구모형 및 가설 설정

본 연구에 있어서 복합시스템 개념설계 모형 적용이 복합시스템에 대한 소요제기·결정 즉 소요기획에 미치는 상관관계를 살펴보기 위해 연구모형을 설정하였으며, 「복합시스템 개념설계 모형 적용 사례」로써 종합전투실험체계에 대한 개념설계를 하여 이에 대한 유용성 여부를 확인하였다.

가설 설정을 위한 국방획득 소요제기·결정의 주요 변수는 전력소요요청 포함내용과 합참담당부서의 의사결정시 확인 항목, 복합시스템 특성을

고려하여 필요성, 적정성과 합동·상호운용성³⁾, 3개 항목으로 선정하였다. 그리고 <그림 1-1>과 같이 복합시스템 개념설계 모형을 국방획득 소요제기·결정을 위한 소요요청문서, 즉 근거문서로서 활용하면, 복합시스템의 소요제기 및 결정에 영향을 미치는 요소 즉 필요성, 적정성과 합동·상호운용성 면에서 긍정적 또는 부정적인 영향을 미칠 것을 가정하여 연구모형을 수립하였다.



<그림 1-1> 연구 모형

이에 따라 복합시스템 개념설계 모형 적용 성과가 복합시스템 소요기획에 미치는 영향관계를 알아보기 위해 주 가설과 세부 가설을 다음과 같이 설정하였다.

<가설> 복합시스템 모형의 적용은 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.

<가설-1> 복합시스템 모형의 적용은 필요성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.

<가설-2> 복합시스템 개념설계 모형 적용은 적정성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.

<가설-3> 복합시스템 모형 적용은 합동·상호운용성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.

3) 합동성(合同性 : Jointness)은 미래 전장양상에 부합한 합동개념을 발전시키고, 이를 구현하기 위한 군사력을 건설하며, 각 군의 전력을 효과적으로 통합 발휘시킴으로써 전투력의 상승효과(Synergy Effect)를 극대화시켜 전승을 보장 하는 것이며, 상호운용성(相好運用性 : Interoperability) 서로 다른 군, 부대 또는 체계 간 특정 서비스·정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력을 말한다. 즉 합동성은 운용적 관점을, 상호운용성은 체계적 관점에서 적용된다. : 합동참모부, 「상호운용성 적용 및 평가 지침서」, (서울 : 합동참모본부, 2007), p. 32.

2. 연구가설 검증 방법

가. 변수의 조작적 정의

가설의 검증을 위한 변수에 대한 조작적 정의로서 먼저 복합시스템 개념 모형은 국방획득체계 소요제기·결정에 영향을 미치고 이를 종합전투 실험체계 개념설계로 적용하였으므로 고정시키고 <그림 1-1>과 같이 복합시스템에 대한 소요제기 및 의사결정변수에 대해서만 필요성, 적정성과 합동·상호운용성, 3개 항목을 측정변수로 설정하였다.

즉 복합시스템에 대한 소요제기 및 의사결정은 일반적인 획득과정과 동일하게 합동개념요구능력서 또는 각 군 개념을 구현하기 위하여 소요되는 복합시스템에 대해 합동 소요결정부서로 소요를 요청하는 것으로서 합참에서 검토 후 최종적으로 국방부에서 의사결정을 한다. 따라서 [표 1-1]의 측정변수와 항목은 복합시스템의 소요요청 또는 제기를 하는 중·장기 전력소요서의 내용과 합참 및 각 군의 의사결정 기준인 소요요청서 검토요소와 복합시스템의 특성을 기준으로 도출하였다.

[표 1-1] 측정변수 및 측정항목

측정변수	내용	세부측정항목
필요성(N)	복합시스템 필요성에 대한 척도로 목적, 효과, 이유 요소에 대한 평가 지표	N-1 상위수준 목표에 기여 N-2 현 체계 대비 개선효과 N-3 적 위협(변화) 대응 N-4 군사력 건설방향, 타 전력과 조화
적정성(O)	운용요구에 대한 운용개념의 충족성과 요구되는 능력에 대한 적정 작전운용 능력의 설정 그리고 구성 조직 및 체계 도출 및 식별의 적정성에 대한 평가 지표	O-1 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 O-2 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정 O-3 과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성
합 동 및 상호운용성(J)	구성 내·외부 조직 및 체계와 운용의 통합을 통한 시너지 효과와 상호운용성 보장으로 정보 및 데이터의 효율적 활용에 대한 평가지표	J-1 구성 내외부조직·체계의 운용 집권화 및 통합성 J-2 구성 체계에 대한 인터페이스 식별의 적절성(정보 흐름)

나. 검증 방법

본 연구의 가설에 대한 검증은 복합시스템 개념설계 모형의 유용성 검정을 위하여 측정변수에 대한 세부측정항목을 적용하여 현재에 대비한 개선안의 효과를 전문가 설문조사방법을 검증하였고, 연구모형에서 제시한 대로 해군의 종합전투실험체계에 대한 개념설계를 하여 설계결과가 측정변수의 항목을 충족하는지 여부를 판단하는 정성적인 방법을 병행하였다. 두 가지 방법의 연계성은 검토하지 않으며 각각 별도로 검증 결과를 적용하였다.



제 2 장 이론적 배경 및 현황분석

제 1 절 전투실험 이론적 배경

종합전투실험체계 개념설계에 관한 연구를 위해 먼저 전투실험 도입 배경 및 시기, 전반적인 범주 및 정의, 방법 및 역할을 파악하고 합동실험과 전투실험에 관련된 주요 이슈를 파악하였다.

먼저 전투실험은 미국에서 도입하여 적용하였으므로 미국의 전투실험 및 합동실험에 대한 배경을 살펴보았다. 걸프전 이후 미 육군에서는 걸프전을 포함하여 과거의 전쟁사례를 심층 분석하였으며 그 결과 앞으로 15~20년 이후는 급속한 과학화로 전력의 정비와 전투발전분야의 기능 및 역할이 복잡해지고 개념 연구 분야가 군 전투발전을 선도하면서 과학기술의 발전 속도와 병행하기가 곤란해지며 새로운 전쟁양상이 전개될 것으로 예측하였다. 따라서 개념 발전의 진위와 효율성, 전투발전요소로의 발전 등을 입증하는 전문적인 수단이 필요하게 됨으로써, 과학기술을 총동원하여 전투모의(Simulation)를 통해 새로운 아이디어와 개념들을 검증하고 또한 이를 토대로 전투발전요소(DOTMLPF)의 발전을 위해 전투실험을 도입하였다.⁴⁾ 이에 따라 1992년 미국 육군은 최초로 전투실험소(Battle Laboratory)를 창설하게 되었고 2007년에는 미 육군에 10여개의 전투실험장을 보유하게 된다.

미국의 합동실험은 코소보 작전이후 도출된 교훈, 즉 합동성 강화 및 중복성 회피를 위해 1998년부터 시작되었다. 1999년 10월 미 대서양사령부(USACOM)가 합동전력사령부(USJFCOM)로 개편되면서 합동성 강화 관련 추가 임무를 수행하게 되었으며, 합동전력사령부 고유 변혁임무를 수행하는 합동혁신 및 실험부(J9 : Joint Innovation & Experimentation)가 편성되면서 합동개념 및 실험발전 업무를 본격적으로 수행하게 되었다. 주요 실험으로는 2000년에 신속결정적 작전(RDO)⁵⁾ 위게임과 2001년

4) 육군대학(전투발전처), “미래지향적 전투실험 발전방향”, 「군사평론」, 제383호(2006.11), pp.12-13

5) ‘신속하고 결정적인 작전’은 적 전투 능력의 응집성을 공격함으로써 신속한 승리를 달성하려는 작전술 개념이다. 즉 미 합동군의 지식, 정밀성, 그리고 기동성 측면의 비대칭적 이점을 적의 핵심

통합비전(Unified Vision) 2001을 합동성 강화 중점을 두고, 2002년 밀레니엄 챌린지 2002와 2004년의 다국적 실험(MNE-3)은 주요전투작전과 효과중심작전(EBO)⁶⁾, 협조에 중점을 두고 수행하였다. 2004년 이후에는 전지구적 비대칭작전과 통합에 중점을 두고 합동도시지역작전실험(UR-2015)⁷⁾, 다국적 실험(MNE) 등을 지속적으로 수행하고 있다.

다음은 전투실험 정의 분야로 실험과 전투실험, 합동실험에 대하여 살펴본다. 실험의 정의는 “자연 과학의 한 방법으로 자연현상에 인위(人爲)를 가하여 변화를 일으켜서 관찰을 쉽게 하고 그릇된 관찰을 바르게 하는 목적에 이바지하는 일이며, 공학적 의미에서의 실험방법이란 계량이 가능하고(quantifiable) 재생산이 가능하며(repeatable) 결과를 얻기 위하여 통제(controls)와 변수(variables)를 엄격히 관리하는 과학적 방법(scientific method)의 원리를 반복적으로 활용하는 방법”이라고 한글과 컴퓨터 사전에서는 정의하고 있다.

전투실험과 합동실험의 정의를 살펴보면, 전투실험은 “미래 작전요구능력에 충족하는 새로운 체계, 기술, 조직 등 대안을 사전에 과학적인 방법으로 검증함으로써 성공적인 전투발전과 전력소요 창출 및 제기에 필요한 논리를 지원하는 군사 활동”으로 해군 인트라넷 전투실험 홈페이지⁸⁾에 기술되어 있으며 육군 교육사령부에서는 “미래전 요구능력 구현을 위하여 전쟁수행개념, 전력소요 및 전투발전요소에 대한 새로운 대안을 과학적인 방법으로 검증하는 군사적인 활동”으로 정의하고 있다.⁹⁾

따라서 전투실험은 미래에 요구되는 작전요구능력에 충족하는 대안(Potential Solution)¹⁰⁾을 과학적인 방법으로 검증하여 전투발전요소를 창출함

기능에 발휘함으로써 최대의 충격을 창출하여 적의 전투 능력과 의지를 파괴하는 개념이다.

- 6) 효과 중심 작전(EBO: Effect Based Operations)이란 모든 국력 요소를 통합하여 적의 힘의 근원에 정밀하게 집중함으로써 적에게 연고자하는 전략적 결과(혹은 효과)를 획득하는 과정을 의미한다.
- 7) 이라크 OIF 시가지작전과 게릴라형태의 비정규전 작전에서 당면한 문제점을 해결하고 발전방향을 모색하기 위해 미래(2015년) 이라크 상황을 상정하여 장차 합동 도시지역작전(JUO)의 발전과 미래 합동부대의 능력 창출을 위해 '04년부터 '08년까지 미합동전력사(J9)에서 주관하여 시행한 합동실험.
- 8) 「전투실험 홈페이지」, 전투실험 소개, 2009. 11. 2. 국방 인트라넷.
<http://hq.navy.mil/post/hq_dept/warExperiment/index.html> (검색일자 : 2009. 6. 11).
- 9) 육군 교육사령부, 「미래 전력창출을 위한 전투실험」(대전 : 청솔커뮤니케이션, 2006). p8.
- 10) 잠재적 해결방안은 부족능력 및 위협요소를 해소하기 위한 개념/교리, 무기 · 장비 · 물자 등 대안을 의미하며 Material(Prototype, ACTD 등)과 No-Material (Concepts, TTPs 등)이 있다.

으로써 소요통합 및 요청에 반영하는 전투발전체계의 과정으로 볼 수 있다.

합동실험은 “합동작전 수행능력 향상을 위해 합동개념·교리·군 구조 및 편성, 무기·장비·물자 등 합동 전투발전 제요소에 대하여 다양한 방법 및 기법으로 분석하고 검증하는 일련의 활동”이라 한국 합동참모부 세미나 자료¹¹⁾에서 정의하고 있으며, 미 합동참모부에서는 “합동실험은 미래 합동작전수행능력의 현저한 발전을 위해 개념에 근거한 가정사항을 평가함으로써 전투발전요소의 변경을 위한 최선의 해법을 식별하고 제안하기 위한 일련의 절차”라고 정의하고 있다. 따라서 합동실험과 전투실험의 차이는 실험수행 제대가 합참에서 주관 시는 합동실험, 각 군에서 주관 시에는 전투실험으로 명명하나 실험대상 및 과제가 2개 군 이상 참여하고 합동성, 통합성, 동시성, 상호운용성이 중점이 될 경우는 합동실험으로 분류한다.

합동참모본부 합동실험 지침서(합참, 2006. 10)에서는 실험과 시험을 별도로 정의하고 있는데 “실험(experiment)은 실제 형상이 없거나 미완성 형상을 증명하는 과정과 절차이며, 시험(test)은 시제, 양산 형상의 완성된 실물을 검증하는 과정에 따라 객관적, 과학적 자료를 평가기준과 비교 판단하는 것”이라 구분하고 있다. 또한 군에서 많이 사용하고 있는 훈련(training), 시범(demonstration), 시험(test), 실험(experiment)에 대한 용어의 개념을 좀 더 명확히 구분한 내용은 [표 2-1]에서 보는 바와 같다. ¹²⁾

[표 2-1] 훈련, 시범, 시험, 실험의 구분

	Event Goal	Event Purpose
Training	Practice on A to get B.	Operation to assist entity in acquiring the ability to do A
Demonstration	Show how A works to produce B	Operation to show or explain how A works
Test	Determine if A works(produces B)	Operation to confirm the quality of A
Experiment	Determine how B is produced. - Is A related to B? - How much does A affect B?	Operation to discover a causal relationship Between B and something else(A).

11) 오원석·신재곤, “합동성 강화를 위한 합동실험 구현방안,” 제6차 한·미 국방모의분석(DM&S) 워크샵, 군사혁신 시대의 국방 시뮬레이션, 2006. 4. 27, 한국국방연구원 관영당.

12) Richard A KASS, *The Logic of Warfighting Experiments*(Command and Control Research, 2006), p.178.

전투실험의 역할은 ① 국방기획관리 체계의 전투발전체계의 과정으로서 합동개념서 요구능력의 각 군 분야와 각 군 개념서의 요구능력에 필요한 전투발전 요소별 대안에 대하여 전투실험을 거쳐 합리적이고 과학적인 검증을 통하여 이를 소요통합 및 요청 단계로의 전환을 지원하는 것이다. 즉 전투실험을 통하여 각 군 전투발전 소요로 의사 결정이 되면 합참으로 전력소요에 대한 요청을 하게 된다. 이는 상향식(Bottom -up) 소요도출 방법으로서 합참 합동실험분석부에서 소요기획단계 분석평가를 거쳐 합동 전략목표기획서에 반영하게 된다. ② 전투실험은 새로운 개념을 능력소요로 이어주는 교량적인 역할을 한다. 비전, 개념 및 아이디어에 대한 신기술, 신무기, 신조직, 신교리 등을 전투실험을 통하여 새로운 능력 소요인 구조 및 편성, 무기·장비·물자, 교리 및 교육훈련, 인적자원 및 시설로 전환하게 된다. 즉 전투실험은 이러한 새로운 능력소요에 대한 제기와 결정을 위한 과학적 의사결정을 지원한다. ③ 미래전 수행을 위한 전투발전을 지원한다. 미래의 싸우는 방법인 교리개선 요구에 대한 검증과 부대구조 및 편성의 효율성을 분석하여 부대구조 개선에 반영하며 교육훈련 발전요소 검증을 통하여 교육훈련에 적용한다. 13)

전투실험의 대상은 각 군 전투발전요소의 소요검증 및 발전방향의 범주 내에서 각 군 개념과 전투발전 요소와 전장기능별 전투발전소요 그리고 단일부대 및 단일무기체계를 중점적으로 다루며, 합동실험은 합동전투발전요소의 상호 운용성 및 통합성을 주제로 합동임무제대의 전투발전 분야와 각 군 공통소요 그리고 복합무기체계 즉 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보·정찰감시-정밀유도무기(C4ISR - PGM)에 중점을 둔다.

전투실험의 구분을 살펴보면, 육군 교육사령부에서는 병과기능별 전투실험, 전장기능별 통합실험, 부대실험, 합동실험으로 분류하고 있다. 이를 구체적으로 살펴보면 병과기능별 전투실험은 병과별 해당 전장기능에 한정된 전투실험으로서 해당 학교 전투실험소에서 실험을 수행하는 것이며, 14) 전장기능 통합전투실험은 2개 이상의 전장기능이 연계 및 통합된 전투실험으로서 주로 각 군 본부 및 교육사 등에서 주관하여 실험을 수

13) 윤상윤, 오승환 「전력평가 및 합동실험」 교재(서울 : 국방대학교, 2009), pp.82-85.

14) 육군 교육사령부, 「미래 전력창출을 위한 전투실험」 (대전 : 청솔커뮤니케이션, 2006), pp.81-82.

행하며 필요시 학교실험소나 실기동부대를 지정하여 실험을 수행한다. 실기동 부대실험은 해군의 함대, 전대급 이상의 부대 또는 함정이 전장기능을 가지고 부대로서의 역할을 수행할 경우 부대실험 수행하며 통상 2년 이상의 장기간이 소요되며 대상은 주로 부대구조나 편성, 새로운 전투수행개념 검증, 새로운 무기체계에 대한 효과검증 등이다. 합동실험은 2개 군 이상이 참여하는 전투실험으로서 주로 합참 주관 하에 각 군 전투실험 조직이 참여하여 실험을 수행한다.

최근 합동실험분석부에서는 단일실험, 기능실험과 통합실험으로 구분하고 있다. 먼저 단일실험은 단일기능 및 무기·장비·물자 등에 대한 검증을 하는 것이며, 기능실험은 2개 이상 무기·장비·물자 간에 통합성 및 동시성에 대한 검증을, 통합실험은 개념과 비전, 부대구조 및 편성, 전반적인 전투발전요소 및 대안에 대한 검증을 하는 것이다.

전투실험 방법으로는 모의분석과 기술시범, 연구분석 및 기타 훈련 및 연습, 작전이 있다. 모의분석은 국방 M&S로서 과학적 모델과 모의기법을 활용하여 가장 폭넓게 사용하는 실험기법으로 실기동모의(Live Simulation)와 가상모의(Virtual Simulation), 구성모의(Constructive Simulation)로 구분된다. 실제모의는 실제 작전환경에서 실험의 대상이 되는 새로운 무기체계를 장비하거나 새로운 편성으로 현 편성을 조정하여 직접 병력 및 장비를 운용하면서 실시하는 실험이며, 가상모의는 실 병력 및 장비의 투입이 곤란하거나 아직 생산되지 않은 장비의 실험을 실시하기 위하여 모의장비 또는 시뮬레이터를 실제 무기체계가 운용되는 것과 유사한 실험환경을 조성하여 실시하는 실험이다. 구성모의는 모의분석모델(JICM, ITEM, AWAM 등)을 이용하여 주어진 상황에 따른 부대 또는 무기체계의 반응형태를 시뮬레이션 기법으로 해석하여 결과를 예측하는 방법이다.

시범은 첨단과학기술을 적용한 군사능력 향상과 미래 작전수행능력 확보를 위해 이를 적용하기 위한 방법으로 기술시범(TD : Technology Demonstration), 첨단기술시범(ATD : Advanced Technology Demonstration)), 신개념기술시범(ACTD : Advanced Concept Technology Demonstration) 등이 있으며 연구 분석방법으로는 전문가 분석, 세미나, 분임토의, 워크숍을 통하

여 개념을 개발하고 발전시켜서 최선의 개념을 선정하고 확인하는 과정으로 실험의 전 과정을 통하여 중요하게 사용한다.

기타 훈련 및 연습은 정기적으로 실시하는 을지연습(UFG), 림팩 등을 통해 실제 전장상황에서의 운용성 및 지휘통제 체계 상호운용성 평가에 유용한 실험이며, 실제 작전은 이라크전과 같은 작전을 통해서 무기체계의 성능보완 및 작전수행능력을 보완할 전투발전요소를 도출하여 실험에 적용할 수 있다. 이러한 전투실험은 개념개발, 실험설계, 실험실시, 분석 및 평가, 통합 단계를 거치면서 상기 실험방법을 복합적으로 적용하여 실험이 완성되기까지 수차례 반복과 환류 과정을 거치게 된다.

이러한 실험은 이전에 확인되지 않는 것들의 효용성을 확인하기 위해 수행하는 발견실험(Discovery Experiment)과 특정한 가설들의 오류 찾기를 통해 경험을 발전시키는 가설-검증실험(Hypothesis-testing experiment), 이미 알려진 사실을 “현재 정보를 모르는 사람에게 보여줌”으로 재현하는 시연실험(Demonstration experiment)으로 형식을 구분한다.¹⁵⁾

합동·전투실험의 절차는 일반적으로 실험기획(planning)으로부터 결과분석 및 후속조치까지의 과정으로서, 먼저 실험과제 개발 및 중·장기 전투실험계획, 당해 연도 전투실험계획을 포함하는 전투실험 종합계획(Battle Experimentation Campaign Plan)¹⁶⁾을 수립한다. 다음으로 전투실험 수행은 계획된 실험과제에 대해 전투실험 계획(plan)으로부터 결과분석(AAR), 전투실험 분석 및 후속조치를 수행하며, 실험계획 결과를 종합 분석하여 전투발전소요에 반영한다.

최근 전투실험에 관련한 주요 이슈로서는 국방전력발전업무의 소요기획단계의 일부로서 전력소요에 대한 검증활동을 하면서 새로운 정책대안 및 개념의 정립, 편성 및 교리발전, 무기체계 획득에 관련한 의사결정을

15) David S. Alberts. A KASS, *Code of Best Practice Experimentation* (Command and Control Research, 2002), p.3-1.

16) 미 합동개념발전 및 합동실험계획(Joint Concept Development & Experimentation Enterprise Campaign Plan)을 참조하여 제시하였으며 JCD&E Cplan은 3년 단위 계획 발전 및 평가를 하며 ① 과제 수집 ② 과제 우선 순위화 ③ 우선순위 과제에 대한 잠재적 해결방안(potential solution) 식별 ④ 잠재적 해결방안 발전 및 합동실험에 배정 ⑤ 실험 수행 ⑥ 실험결과의 전환 절차를 적용하고 있다.

지원하는 전투실험 역할이 강조되고 있으며, 특히 미래의 작전요구능력을 도출하여 전력소요제기로 이어지는 과정에서 핵심적인 기능 수행, 즉 새로운 능력 창출과 이를 검증하는 역할을 수행하기 위해 종합전투실험체계의 구축이 요구되고 있다. 또한 합동실험의 일부인 각 군 전투실험은 합동실험의 중요한 참여자로서 역할을 수행하고 합동작전 각 군 고유의 전투실험도 효율적 수행도 병행해야 하기 때문에, 합성전장환경과 L-V-C체계와 모델간의 연동이 가능한 전투실험 환경 구축의 필요성이 증대되고 있다. 또한 네트워크 중심전과 지휘통제체계에 대한 모의는 기존 모의분석방법으로는 제한되고, 요구되는 능력 및 운용개념, 구성조직 및 체계를 검증하는 전투실험의 유용성이 증대되므로 이에 대한 공감대가 형성되고 있다. 특히 실제 작전환경과 유사한 미래 전투수행 양상을 모의할 수 있는 실험환경 하에서, 차기 무기체계 플랫폼, 센서를 포함한 정보자산 및 C4ISR 자산 등에 대한 운용개념, 하부체계 및 조직, 상호운용성을 검증하고 보완하기 위해서는 실제적 작전경험을 대신할 수 있는 전투실험이 차선의 방법으로 부각되고 있다.

전투실험 능력향상을 위해서는 주관하는 합동차원 및 군종차원, 산·학·연 통합차원의 노력이 집중이 요구된다. 즉 합동작전 수행, 민관군 통합작전 수행 등은 합동 및 통합 능력의 중요성이 증대되기 때문에, 합동개념 및 전력소요를 창출하여 검증하는 전투실험은 합동 및 통합적인 공동노력 즉, 군과 산·학·연의 역할이 통합된 전투실험 수행이 요구되고 있다.

그리고 첨단과학기술의 발전, 즉 정보기술(IT) 등 과학기술의 군사적 활용은 전투실험을 보다 효과적으로 수행하게 한다. 즉 혼합현실(MR : Mixed Reality)¹⁷⁾, 컴포넌트 기반 개발(CBD), DEVs, ABS(MAS) 등 첨단기술 및 방법론은 자율 지능형 가상군 모의, C4ISR체계 모의, 합성해양전장환경¹⁸⁾ 구축, 효과중심작전(EBO) 시뮬레이션 모델 개발, 통합 협업환

17) 혼합현실(MR: Mixed Reality)기술은 현실(Live)과 가상세계(Virtual)를 실시간으로 합성해서 보여줌으로써, 현실감을 극대화시키는 최첨단 가상현실기술이다. 즉 MR(Mixed Reality, 혼합현실) = VR(가상현실) + CV(Computer Vision) + 센서공학 + HCI(Human Computer Interaction) + RT(실시간)시스템으로 표현할 수 있다.

18) 합성전장환경모의 체계는 내외부 시스템의 요청에 따라 기 구축된 환경 데이터베이스

경 구성을 통해 미래의 전장환경과 무기체계에 대한 모의를 가능하게 하고,¹⁹⁾ HLA/RTI 등을 활용한 수준별 모델간의 연동, L-V-C 연동, 전투 실험 DB체계 구축은 분산 환경 하에서 합성실험환경을 구축하여 통합된 전투실험을 효과적으로 수행하게 한다.



와 실시간 환경 측정자료를 융합하여 특정 전장지역에서의 환경자료를 생성하고, 공학적인 전장환경 모델링을 수행하여 합성된 전장환경 정보를 입체영상 또는 요구된 형식으로 가시화하거나 암호화된 표준 자료교환 형식으로 초고속 실시간 전파할 수 있는 기능을 수행한다.

- 19) CBD : Component Based Development, DEVs : Discrete Event Systems Specification, ABS : Agent Based System, MAS : Multi-Agent System, C4ISR : Command, Control, Communication, Computer. Intelligence Surveillance Reconnaissance, TENA : Test and Training Enabling Architecture.

제 2 절 한국군 합동·전투실험 현황분석

1. 합동실험 현황

합동실험은 2005년부터 합참에서 합동성 강화 추진의 일환으로 하향식(Top-Down) 전투발전소요를 기획하는 합동전투발전체계가 정립되면서 합동실험 역할의 중요성이 강조되었고 이에 따라 합동실험분석부가 창설되면서 활성화되었다. 합동실험의 역할은 전투발전소요를 합동성 차원의 통합성·동시성, 상호운용성 보장에 주안을 둔 실험을 통해 과학적·논리적으로 검증하여 의사결정을 지원하는 것이다. 이를 위한 합동실험조직은 합동실험과가 주무업무를 수행하면서 모의분석 및 위게임 전문요원의 지원을 받아 업무를 수행하고 각 군 실험조직, 한국국방연구원, 방위사업청 및 국방기술품질원 등 관련 조직과 유기적인 협조체제를 유지하고 있다. 합동실험을 위한 분석수단은 합참보유 전구급 모델과 최근 획득한 합동작전분석모델, C4ISR 효과분석모델(DNS) 및 지상무기효과분석모델(AWAM)을 보유하고 있으나 미래 합동전 모의와 합동기능별 분석을 위한 모델이 추가 소요로 판단하고 있다.

합동실험 발전을 위한 조직의 보강은 합동실험을 계획하고 분석하며, 모의모델을 운용할 실험전문요원 확보와 합동 및 전투실험을 위한 실험부대 지정, 통합실험팀 구성 및 실험요원에 대한 전문교육을 계획하고 있다. 분석수단으로는 C4ISR, 정보전, 전자전, 정밀유도무기(PGM) 등 미래전 양상을 반영한 기능모델을 개발하고 분석용·훈련용 모델은 합동·연합 위게임 연동체계를 구축하고 지휘통제체계와 연동을 추진하고 있다. 또한 합동실험 기반조성을 위해 합동·전투실험 자료 수집·관리체계와 합동전쟁수행모의본부(JWSC) 내에 합동실험전담시설, 즉 합동실험소 구축을 계획하고 있다.

2. 전투실험 현황

육군 전투실험은 1999년부터 교육사령부 전투실험처에서 주관하여 실기동 전투실험, 통합부대실험 등을 수행하여 왔다. 육군 전투실험의 역할

은 무기·장비·물자의 전력화 과정에서 의사결정을 지원하고, 구조 및 편성, 교리, 훈련분야의 미래지향적인 전투발전과 전투 데이터 생산 및 기존 데이터를 검증·보완하는 것이다. 교육사령부 전투실험처에서 업무를 주관하면서 병과학교 전투실험소를 통제하고 과학화훈련장과 시험평가, 체계분석부서와 협조하여 전투실험을 수행하고 있다. 전투실험수단은 종합전투모의모델로 전구급 합동작전분석모델(JICM), 비전 21, C4ISR 효과분석모델(DNS), JANUS 및 지상무기효과분석모델(AWAM)을 활용하고 기능별 모의모델로 지휘통제, 정보, 기갑, 포병·항공, 전투근무지원 모델 등이 있으며, 공격헬기 조종모의 등 시뮬레이터와 단위기능 분석용 S/W를 다수 보유하고 있다. 전투실험처에서 위게임을 모델 운용하여 모의하며 실기동 모의는 과학화 훈련장(KCTC) 위주로 하되 전투실험수행 시에는 통합실험팀을 편성하고 실험부대를 지정한다. 육군은 전투실험 발전을 위해 교육사령부에 전투실험단을 편성하고 전투실험수행 통제, 평가 및 소요제기를 총괄하는 전투실험통제센터 운용을 계획하고 있으며, 전투실험소(시뮬레이션센터)와 야외실험장 및 실험부대를 지정하고, L-V-C 연동체계의 구축을 추진하고 있다. 또한 수단 및 시설 면에서도 미래전의 핵심인 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보·정찰감시·정밀유도무기(C4ISR-PGM) 검증모델 위주로 확보하고 차세대 연동체계(기반 및 공유시스템)를 구축하며, 자료정보 공유체계(전투실험 표준자료체계) 구축과 미래 실험용 무기 및 장비를 구비하기 위해 노력하고 있다.

해군은 전투실험을 “미래 작전운용능력(FOCs : Future Operation Capabilities)에 대해서 전력소요 식별 및 타당성과 무기체계의 작전운용성능(ROC), 전술 및 교리 발전방안 등을 검증하고, 전투발전 요소별 소요를 결정하기 전에 미래 작전운용능력에 대해서 과학적인 기법을 적용하여 검증함으로써 미래의 군사력 건설에 올바른 방향을 제시해 주는 방법”으로 정의하고 있다. 전투실험 수행 체계는 해군의 모든 부서에서 소요제안을 하면 해군본부 관련 참모부에서 검토하여 해군 OO부에서 실험과제를 선정하고 합참으로 소요요청 과제에 대하여는 소요요청을 한다. 해군 OO단 전투실험과를 중심으로 해군 전투실험을 실시하며 실험 시에는 개념 및 비

전 실험, 전투발전 실험, 전력소요 검증 분야에 나누어 실시한다. 실험방법 및 실험수단은 실험과제의 성격에 따라 결정하고 참가 범위를 결정하여 수행한다.

해군의 전투실험 절차는 합동참모본부의 합동실험 절차와 연계하여 추진하고 있으며 해군 전투실험 규정에 잘 정리되고 명시되어 있다. 해군 전투실험 절차는 크게 6단계로 나누어져 있으며 단계별 내용은 다음과 같다.

[표 2-2] 해군 전투실험 절차

단계	내 용
① 실험과제 제안	• 과제공모, 선정계획→전투발전/소요업무 부서 • 미래작전요구능력과 전투발전 소요과제에 중점 ※ 전투실험소 과제, 부대실험 과제, 연구용역 과제
② 실험계획 및 준비	• 실험수단 및 기초 데이터 확보 • 개략적인 실험 시나리오 작성
③ 전투실험 수행	• 실험의도, 목적/실험 방법 설정 ① 연구분석→개념탐구 ② 모의검증/기술시범 : 정제 ③ 기동실험 : 확인 ※ 착수/중간/최종/사후검토회의(실험수행부대간 회의)
④ 결과분석 및 검토	• 전투실험 결과 종합 ※ 실험결과/결과 적합성 검증
⑤ 결과활용/후속조치	• 전투 발전 소요 반영 • 제기/관련 부서에 제공

첫째, 실험과제 제안 단계로써 과제공모, 선정계획을 하달하면 각급 부대(서)는 미래 작전요구 능력과 전투발전 소요과제에 중점을 두고 실험과제를 제안하는 단계이다. 둘째, 실험계획 및 준비단계에서는 실험수단 및 기초 데이터를 확보하고 개략적인 실험 시나리오를 작성한다. 전투실험의 신뢰성은 기초 데이터를 확보하고 해군 요구사항을 정리하여 시나리오에 반영하는 것이 중요하다. 셋째, 전투실험 수행 단계에서는 실험 의도와 목적에 부합하도록 실험 방법을 선정하고 실험을 수행한다. 전투실험을 수행하면서 전투실험 실무위원회를 활용하여 전투실험이 최초 의도한 대로 진행되고 있는지에 대하여 계속적으로 확인하고 검토하는 과정을 거

치게 된다. 넷째, 전투실험 결과분석 단계로써 전투실험 결과를 다각적으로 분석하고 실험이 목적에 맞게 이루어졌는지를 분석한다. 결과 분석은 전투실험과와 전투실험 실무위원회 등을 중심으로 이루어지며 이 단계에서는 필요하다면 분야별 전문가를 활용하여 실질적인 분석이 이루어진다. 마지막 단계는 결과확인 및 후속조치 단계로써 전투발전 소요에 반영하고 관련 및 제기부서에 자료를 제공함으로써 전투실험결과를 적극적으로 활용하는 단계이다. 확인 결과 미흡한 분야가 있다고 하면 다시 실험 계획단계로 환류하여 부족한 분야를 보완하는 재실험이 이루어질 수 있다.

전투실험 수단으로 연구분석을 위해 자체적으로 전투실험 전문가 풀(pool)을 관리하여 실험과제 성격에 따라 해당 분야 실무자 및 전문가로 팀을 구성하여 활용하고 민간 전문 자문단 구성 및 협조체계를 구축하고 있다. 주요 모의모델은 [표 2-3]과 같다.

[표 2-3] 해군 주요 모의모델

모델명	용도
전면전 분석모델	장차작전 계획수립 및 작전소요 판단
ITEM 모델	전구급 전력분석
GCAM	해상성분작전 계획수립 및 효용성 검증
대공전모델(ICSAAW)	대공 무기체계/유도탄 교전분석
대응비(APP)모델	대함전 능력분석
성분작전/전시 자원분석모델	전력/자원 소요

또한 전투실험 발전을 위하여 단위무기체계와 통합무기체계(함정), 부대 및 전력구조에 대한 전투실험 능력을 갖추기 위해 해군 종합전투실험체계 구축을 추진하고 있다. 이를 위해 전투실험부서를 확대하여 전투실험 계획으로부터 통합부대실험을 수행할 수 있는 해군전투실험센터의 신설을 검토하고 있으며 예하 실험소 및 실험부대 지정, 모의분석모델 확보, L-V-C 및 C4I체계와 연동하여 국방과학연구소와 전투실험 협조체계 구축 등을 추진 중에 있다.

공군은 2000년 초반부터 본격적으로 전투실험이 발전하기 시작했으며 전투실험을 「새로운 개념」 및 「능력소요」로 이어주는 교량적 역할과 전투발전 소요가 합동전략목표기획서에 통합되도록 기획체계와 연계하는

역할을 수행하는 것으로 정의하고 있다. 공군본부 전투실험부서에서는 분석평가, 시험평가 부서, 전술훈련장, 국방과학연구소(ADD), 한국국방연구원(KIDA)과 협조하여 전투실험을 수행하고 있으며 전구급 공중작전분석모델(STORM), 임무급 방공모의모델(EADSIM)을 보유하고 있다. 전투실험 발전을 위하여 L-V-C 기반 전투실험체계 구축에 목표를 두고 전투실험 역할, 이해와 인식을 제고하면서 종합적 전투실험체계 구축을 추진하고 있다. 전투실험기획·계획 전담부서, 전투실험전담부대 신설 등 전투실험 전담조직 및 인력확보와 L-V-C 기반 합성전장환경 하에서 모의실험을 수행하는, 즉 L-V-C 전투실험 운용개념에 의한 공군 전투실험소 구축을 계획하고 있다.

3. 합동·전투실험 발전방향

합동·전투실험 현황과 발전계획을 종합 분석하여 분야별 발전방향을 도출하고 이를 합동·전투실험체계 개념설계에 활용하고자 한다. 먼저 합동·전투실험의 업무수행체계에서는 합동 및 각 군 개념을 구현하기 위한 요구능력과 위협대비 및 야전요구와 연계된 중·장기 실험과제를 선정하여 종합실험계획을 수립하여 추진해야 한다. 전투실험 절차는 실험과제 도출, 수집 및 선정 과정을 구체화하고 합참과 국방과학연구소 등 대외부서로부터 요구 및 지시되는 과제를 전투실험과제로 우선순위화하는 과정을 포함하여 선정하고 전투실험수행도 단위 실험과제 별도로 실험을 수행하는 것보다 종합적인 통합전투실험 수행하여야 한다.

전투실험 기능 및 조직 면에서는 실험정책발전을 포함하여 통합실험 계획 및 수행을 할 수 있도록, 예를 들어 “00함대 및 00전단 실험 수행”과 같은 통합 부대실험을 수행할 수 능력을 갖춘 전투실험센터를 편성하는 등 조직과 인력을 확대하여야겠다. 통합 부대실험의 경우, 전투발전 및 전력소요 부서와 통합 실험팀을 편성하고 예하 실험조직에 전장기능별 또는 성분작전별 전투실험 업무부여를 부여할 수 있도록, 통합실험을 위한 전투실험 조직, 시행부서, 실험부대의 편성 또는 지정과 이를 검증할 수 있는 실험관찰 및 전문분석기관을 지정할 필요가 있다.

전투실험 수단 면에서는 통합전투실험 수행을 위한 분석모델의 개발과 실기동(L), 시뮬레이터(V)간의 연동체계를 구축하고 지속적인 신규 전구급 및 작전분석모델 확보와 모델 상호간 또는 합참 및 타군과 상호연동이 가능한 모델을 개발하며 모델에 사용되는 신뢰성 있는 전투실험 데이터베이스 체계를 구축하여 데이터 객관성과 신뢰성을 확보할 수 있어야겠다.

따라서 종합전투실험체계는 통합 부대실험이 가능하도록 전투실험센터(통합실험팀) 및 실험부대를 편성하고 전투실험센터 내에는 합성전장환경, L-V-C, 실험상황 전시 기능 및 C4I 연동, 전투실험 데이터베이스가 구비되어 실제 또는 합성전장환경에서 실험설계로부터 종합분석, 결과보고가 가능한 체계로 구축하되, 모의훈련 및 연습체계, 합동실험과 각군 실험과 연계되도록 한다.

합동·전투실험체계 구축은 시스템적인 측면에서 접근해야 한다. 즉 합동·전투실험체계를 모의분석모델을 구비하고 지정된 실험부대와 조직으로 인식하여 현상분석과 문제점 도출 후 발전방안 형태의 중·장기 발전계획 수립하고 있으나 합동·전투실험체계는 하나의 시스템, 복합시스템으로 인식하여 이에 적합한 시스템 엔지니어링 기법을 적용하여 설계할 필요가 있다. 즉 합참 및 각군의 개념을 구현하며 의사결정을 지원하는 역할을 수행하므로 전사적 차원에서 체계 청사진 즉 설계도가 요구된다. 즉 전사적 관점에서 합동·전투실험에 대한 비전 및 목표를 설정하고 이를 구현할 전투실험을 계획하고 수행할 수 있는 종합전투실험체계를 설계하여야 한다. 또한 종합전투실험체계는 실기동 실험소와 분야별 실험소, 전투실험센터 등이 분산되거나 원거리 위치에 위치하여 네트워크화되어 있으며, 구성되는 하부체계는 합성전장환경 생성체계, L-V-C 체계, 실험상황 전시기능 및 C4I 연동체계, 전투실험데이터베이스 체계 등 다양한 이기종 체계이다. 그리고 집권화된 계획과 독립적 운용으로 전투실험이 수행된다. 따라서 이러한 특성을 종합적으로 볼 때 종합전투실험체계는 복합시스템으로 볼 수 있으며 체계 구축을 위한 설계방법도 복합시스템 엔지니어링을 적용하여야 한다.

이러한 합동·전투실험체계를 구축하기 위해서는 전력발전 소요, 즉 중·장기 전력소요로 국방획득과정을 통해 사업을 추진하여야 한다. 또한 합동·전투실험체계는 정보체계라고 볼 수는 없으나, 연동체계와 상호운용성을 보장해야 하고, 국방 M&S모델이 구성체계로 포함되므로 무기체계 획득 분야로 분류하여 소요요청을 하여야 한다. 그러나 국방전력 발전업무체계에 복합시스템 소요요청 지침과 의사결정기준이 별도로 없으므로 이에 대한 발전이 필요하다.

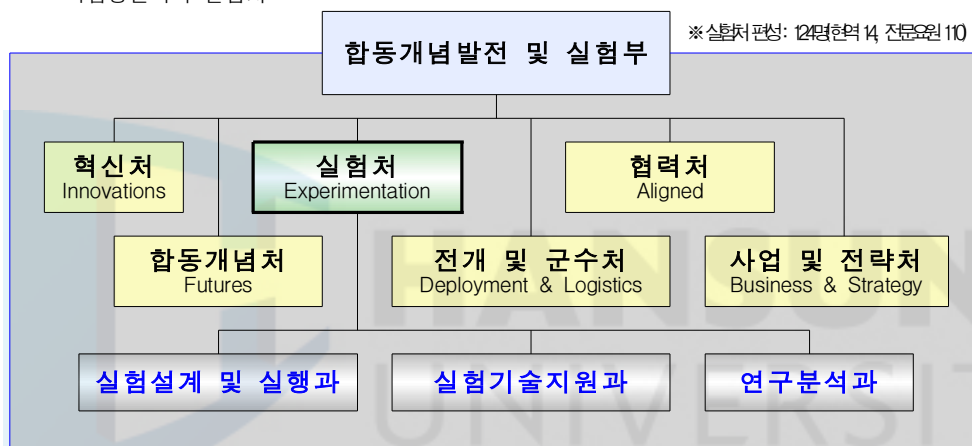


제 3 절 미군 합동 · 전투실험 현황

1. 합동실험 현황

미 합동전력사령부(US JFCOM)는 F+8~F+20년을 망라하는 원미래(遠未來)의 전쟁양상, 전쟁수행 개념, 군사과학 기술 발전추세를 고려하여 전력발전업무를 수행한다. 합동개념 발전 및 실험부(J9)는 <그림 2-1>과 같이 혁신처, 합동개념처, 실험처, 전개 및 군수처 등으로 편성하여 합동 전력사령부 군사변혁 고유기능 중에서 합동최상위개념(CCJO)²⁰⁾과 운용, 기능 및 통합개념을 발전시키고 다국적 실험(MNE)시리즈, 합동도시지역 작전 실험(Urban Resolve) 시리즈 등 합동실험 수행하고 종합합동개념발전 및 실험계획(JCD&E Cplan)²¹⁾을 발간하고 있다.

미합동전력사 실험처



<그림 2-1> 미 합동전력사 합동개념발전 및 실험부 조직편성

실험처의 편성은 124명으로 현역은 소수로 편성되고 대부분 계약직 전문요원 등으로 편성되어 있다. 실험처에는 실험설계수행과, 실험기술지원과, 연구분석과 등이 있으며 실제 합동실험을 수행할 경우에는 통합실험

20) CCJO는 미래 합동능력 개발을 지도하는 미군 합동작전개념 체계상의 “총괄적 개념(overarching concept of the JOpsCs Family)”이다. 합동운용개념(JOC : Joint Operating Concepts), 합동기능개념(JFC : Joint Functional Concepts), 합동통합개념(JIC: Joint Integrating Concepts) 등 다른 합동개념과 각 군의 개념들은 CCJO에서 제시된 미래전 수행개념에 기초하여 작성된다.

21) US JFCOM Joint Future Lab, *The Joint Concept Development and Enterprise Process Guide 2008*(Suffolk : JFCOM. 2008), pp.1~2.

팀을 편성한다. 통합실험팀은 다국적 실험(MNE), 합동도시지역작전 실험 등 합동실험을 수행할 경우는 합동기능별, 주요이슈 및 잠재적 해결방안(Potential Solution) 별로 담당관을 편성하여 해당 분야의 실험을 선도하도록 하고 있다.

실기동부대는 통합군사령부 또는 각 군 지정 실험부대를 활용하고 있으며, 모의분석모델은 합동전력사령부에서 보유한 모의모델과 각 군 모델을 연동하여 약 100여개의 최신 시뮬레이션 모델을 3가지 유형(Live, Virtual, Constructive) 모델 중 2가지 이상 결합한 L-V-C 환경을 구축하여 합동실험을 수행하고 있다. [표 2-4]는 합동도시지역작전 합동실험에 운용되었던 실험도구, 모의모델이다.

[표 2-4] 합동도시지역작전 합동실험 모의모델

미 합참의 합동도시작전 실험도구	주요 모의기능 및 적용분야
G2	• Process 모델링 기능을 통해 체계통합 묘사
JSAF(Joint Semi-Automated Forces)	• 병력, 화기, 선박, 항공기 등 제 무기체계와 인간요소 묘사 • 도시작전을 위한 수백만 개의 빌딩, 도로망, 기반시설 묘사
JWARS(Joint Warfare Simulation) ²²⁾	• 전구급 합동작전 분석모델로 합동전에서 C4ISR 분석기능 • 합동개념의 군사능력 분석 및 합동작전개념/요구능력 분석
SEAS(Synthetic Environment for Analysis and Simulation)	• PMESII 묘사 및 EBO 운용체계평가(ONA)를 위한 수단 • 특정도시대상 군사행동, 주민/교통, 피해, 건물보수 등 묘사
SLAMEM(Simulation of the Location & Attack of Mobile Enemy Missiles)	• 실시간 중요표적에 대한 협조된 타격작전 수행분석 모델 • 차량, 화기, 단위부대, 함정, 항공기, 미사일발사대 등 묘사

미군의 전반적인 합동실험체계를 파악하기 위하여 미 전력사령부에서 주관하여 수행한 합동도시지역작전(UR 2015) 합동실험을 살펴보기로 한

22) JWARS는 JAS(joint Analysis System)로 명칭이 변경됨. JAS is a C4ISR-centric, joint regional (campaign-level) model with integrated Strategic Mobility, Theater Logistics, and Joint Operations encompassing a broad range of military operations (ROMO). JAS is designed to support balanced representations of joint operations in a realistic environment. JAS considers all levels of war (strategic, operational, and tactical), but its focus is on the operational level.: 출처:<http://www.prosoft-eng.com/jas.htm> (검색일자 : 2010. 6.9).

```

graph TD
    A[총괄책임  
육군대령(예)] --> B[실험자문관  
해병소장(예)1  
육군소장(예)3]
    A --> C[팀장  
육군대령]
    A --> D[JUO 개념팀  
육군대령(예)]
    C --> E[사후검토  
계약직 1]
    C --> F[계획수립  
계약직 1]
    C --> G[시험모델통합  
해군소령 1]
    C --> H[교육/평가  
계약직 1]
    C --> I[합동미래지휘체계  
계약직 2]
    C --> J[기반체계  
계약직 1]
    C --> K[과학/기술  
계약직 1]
    C --> L[다국적 군  
계약직 1]
    C --> M[훈련(J7)  
계약직 1]
    G --> N[합동유관기관협조단  
계약직 1]
    I --> O[분석/관찰  
해군대령 1  
계약직 2  
계약직 1]
    I --> P[M&S  
계약직 1]
    I --> Q[운 용  
계약직 2]
    I --> R[실험설계/통제  
계약직 1  
계약직 1]
    L --> S[핵심요원 : 24명  
직접 지원 요원 : 12명  
필요시 지원 : 1명]
    R --> T[기능분야 주무관  
전장인식 : 계 1  
지휘통제 : 계 1  
전력운용/  
부대방호 : 계 1]
    
```

조직도: 2023년 국방대학교 입학생 선발 체계

총괄책임: 육군대령(예)

실험자문관: 해병소장(예)1, 육군소장(예)3

팀장: 육군대령

JUO 개념팀: 육군대령(예)

사후검토: 계약직 1

계획수립: 계약직 1

시험모델통합: 해군소령 1

교육/평가: 계약직 1

합동미래지휘체계: 계약직 2

기반체계: 계약직 1

과학/기술: 계약직 1

다국적 군: 계약직 1

훈련(J7): 계약직 1

합동유관기관협조단: 계약직 1

분석/관찰: 해군대령 1, 계약직 2, 계약직 1

M&S: 계약직 1

운 용: 계약직 2

실험설계/통제: 계약직 1, 계약직 1

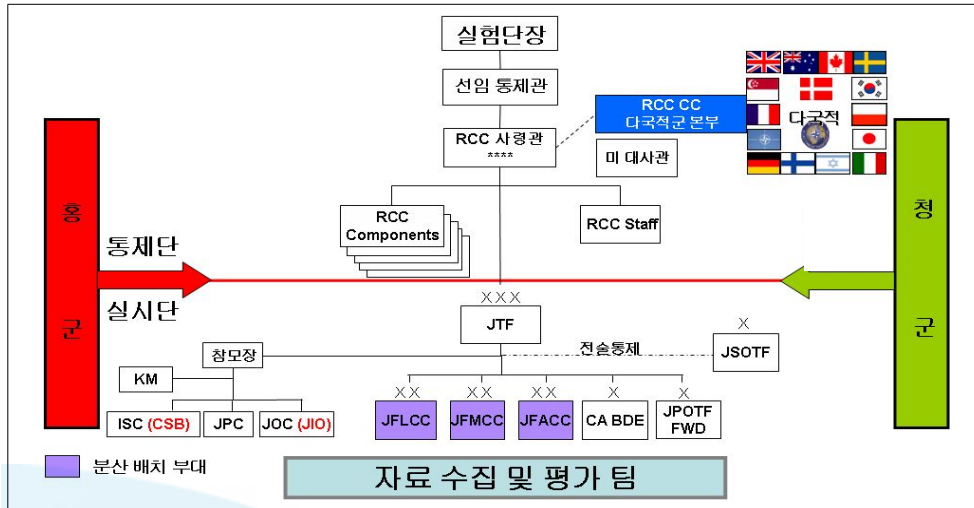
핵심요원 : 24명
직접 지원 요원 : 12명
필요시 지원 : 1명

기능분야 주무관
전장인식 : 계 1
지휘통제 : 계 1
전력운용/
부대방호 : 계 1

합동실험에는 총 14개국 1,400여명이 참가하여 미국의 18개 지역에서
 동시 진행하였으며 미군은 합동전력사령부 300여명, 관련부대 및 유관기
 관에서 1,100여명, 다국적군은 영국, 프랑스, 독일, 한국, 일본 등 13개국
 19명이 참가하였다. 실험참가 부대 및 실험소는 <그림 2-3>과 같다.

- 28 -

2006년 합동실험에는 실험 개시상황을 2015. 00. 00, D+35일에 합동기동부대(JTF : Joint Task Force)가 000국 00도시 고립화 및 통제를 위해 전투작전, 부대방호, 안정화 및 재건작전, 인도적 작전 지원을 수행하는 상황으로 진행하였으며 실험통제부 및 실험실시단을 <그림 2-5>와 같이 편성하였다.



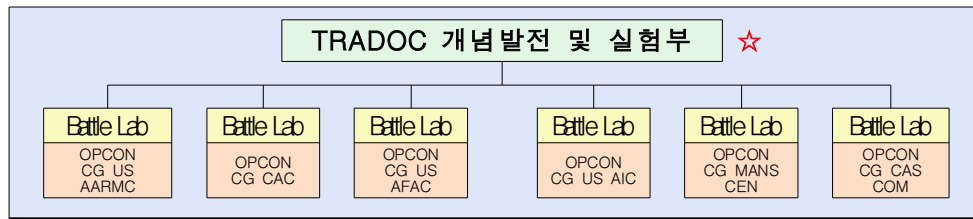
<그림 2-5> 합동도시지역 작전 실험통제부 및 실험실시단 편성

2. 전투실험 현황

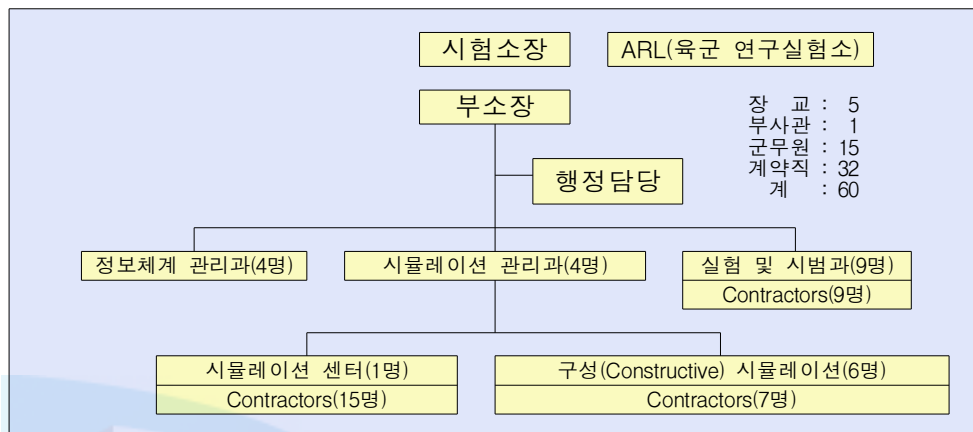
미국 전투실험에 대한 현황은 연구 목적상 육군의 전투실험 조직을 알아보고 전반적인 전투실험 현황은 해군 위주로 살펴보기로 한다.

미 육군의 실험조직은 교육사령부(TRADOC : Training and Doctrine Command) 미래 센터(Future Center) 예하에 개념발전 실험부가 있으며 한국 육군 교육사와 유사하게 학교별로 기능별 실험소를 편성하여 운영하고 있다. 즉 전투지휘는 지휘참모대학, 중심 및 동시공격은 포병학교에서, 항공기동은 항공학교, 전투근무지원은 군수학교, 기동지원은 공병학교에서 학교의 고유 기능에 맞는 실험을 수행하고 있다. 육군실험소 중에서 포병학교의 중심 및 동시공격 실험소(Depth & Simultaneous Attack Battle Lab)는 <그림 2-6>에서 보는 바와 같이 정보체계관리과, 시뮬레이션 관리반(시뮬레이션 센터, 구성 시뮬레이션 관리반), 실험 및 시범과 등 편성되어 있으며, 장교 5명, 부사관 1명 등 현역은 필수직위 소수인원이고 군무원

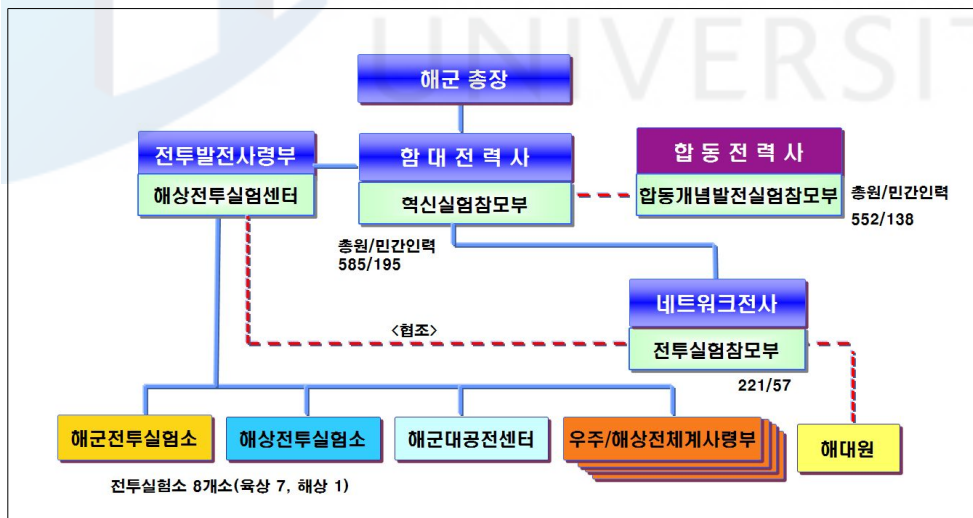
및 계약직이 대부분으로 총 60명으로 구성되어 있다.



중심 및 동시 통합공격 Battle Lab



<그림 2-6> 미 육군교육사 실험조직 편성(포병학교 전투실험소)
미 해군의 전투실험 조직은 <그림 2-7>과 같이 함대전력사령부(CFFC) 혁신실험참모부가 해군 전투실험을 주관하고 있다.



<그림 2-7> 전투실험 조직편성

함대전력사령부 혁신실험참모부는 합동전력사령부(JFCOM)의 합동개념 및 실험참모부(J9)와 합동실험에 대한 협조업무 수행과 해군 전투실험에 관한 계획 및 통제를 한다. 해상전투실험을 주관하는 전투발전사령부(NWDC)에서는 함대사령부로부터 네트워크전사령부(NETWARCOM) 및 함대에 대한 실험통제를 위임받아 실험에 참가시키며 해군대학원은 별도의 실험분석 및 관찰 분야에 대한 전투실험 임무를 수행한다.

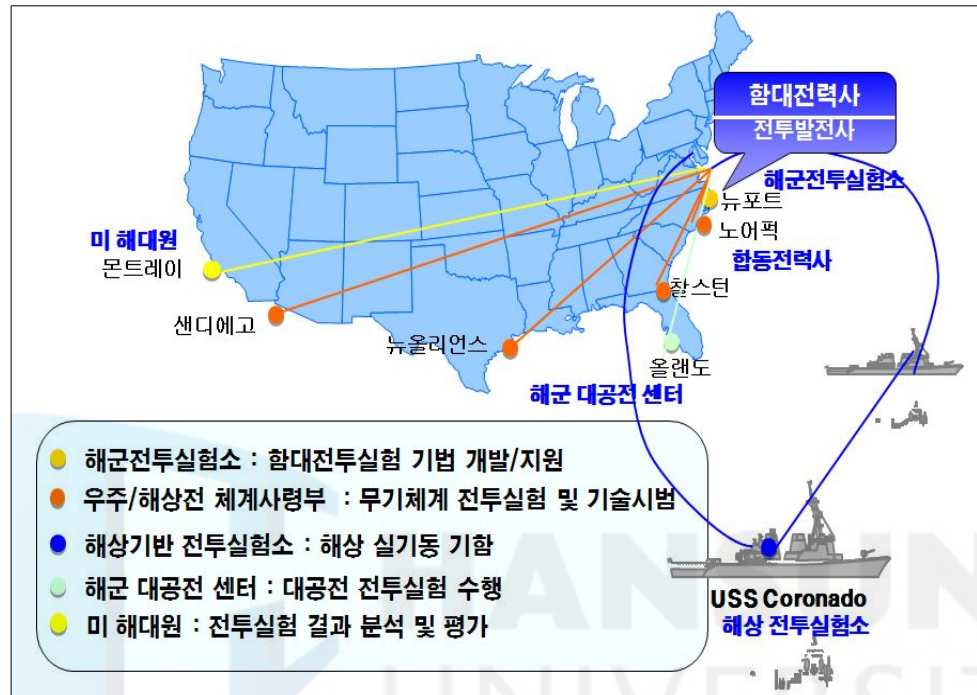
함대전력사령부의 혁신실험참모부는 해군 전투실험을 총괄하는 조직으로서 합동실험과 해군 전투실험을 연계시키는 교량적 역할을 수행한다. 혁신실험참모부에서 전투실험 업무를 담당하는 인원은 약 580여명이며 이중 민간 연구 인력이 130여명에 달한다. 전투실험 수행은 전투발전사령부 해상전투실험센터가 주관하여 함대사령부로부터 통제된 네트워크 전사와 함대사령부 예하 함대인 2함대와 3함대가 전투실험에 참여한다. 2함대는 미 해군 비전 「Sea Power 21」 중 해상기지(Sea Basing) 및 해상타격(Sea Strike)과 관련된 전투실험을 수행하고, 3함대는 해상방어(Sea Shield)와 관련된 전투실험을 수행한다.

전투발전사령부는 다양한 전투실험 참여 조직들 간의 협조자로서의 역할을 담당하며, 예하 참모부는 작전운용개념(Concepts of Operations) 개발부와 교리(Doctrine) 개발부 그리고 해상 전투실험부(Battle Experimentation), 엔지니어링, 모델링 & 시뮬레이션부가 구성되어 해군 개념 및 교리를 전투실험과 연계하여 발전시키고 있다. 해상전투실험부는 Sea Trial 실험지침 제공, 함대 실험 협조 등 해군 실험지원과 해군 비전 「Sea Power 21」 실험 프로그램에 대한 관리를 담당한다. 전투발전사령부 예하의 해상 전투실험센터(MBC : Maritime Battle Center)는 함대 전투실험(Fleet Battle Experimentation)의 계획 및 설계, 전투실험 결과에 대한 분석 및 전파, 합참 및 타군과 협조 업무 등을 수행한다.

전투발전사령부 예하에 8개소의 전투실험소를 <그림2-8>²⁵⁾와 같이 운영하여 분야별 전투실험을 수행한다. 해군 전투실험소는 함대 전투실험 기법에 대한 개발 및 지원을 담당하고 해상 전투실험소는 해상 실기동

25) 해군전투실험 소개 자료(2007.9), 해군 전투발전단.

전투실험의 기함으로서 역할을 수행한다. 전투실험을 지원하는 부서로서 해군 대공전센터는 대공전 전투실험을 수행하며, 4개소에 분산 운영되는 우주 및 해상전체계사령부(SPAWAR : Space & Naval Warfare Systems Command)는 무기체계에 대한 전투실험 및 기술시범을 담당한다. 그리고 몬트레이에 위치한 해군대학원(NPS)은 전투실험 결과에 대한 분석 및 평가를 수행한다.



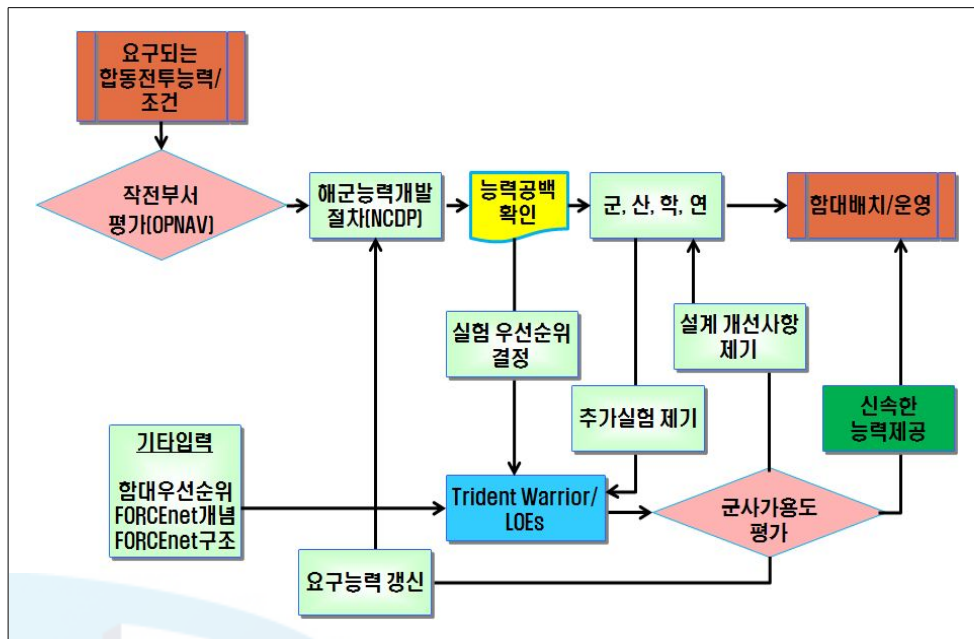
<그림 2-8> 미 해군 전투실험소 현황

미 해군의 전투실험사례로서 Trident Warrior를 제시하면, Trident Warrior는 미 해군의 네트워크중심전(NCW) 구현 개념인 FORCEnet²⁶⁾을 구축하기 위한 전투실험으로 1997년부터 수행해온 함대전투실험(Fleet²⁷⁾ Battle Experiment)을 네트워크전사령부 주관 하에 2003년부터 Trident

26) FORCEnet은 미 해군 비전 「Sea Power 21」을 구현하기 위하여 해상방어, 해상기지, 해상타격 능력을 결합하는 네트워크 중심전 개념으로서, '전투원, 센서, 지휘통제, 플랫폼, 무기체계 등을 네트워크화하여 통합시키는 정보화 시대 해상전을 위한 작전적 구조이자 아키텍처 프레임 워크.

27) 함대전투실험(Fleet Battle Experiment)은 '97년부터 '03년까지 C4ISR 능력평가, 전구 유도탄 방어실험, 대량살상무기 대응체계 평가, 해군 네트워크 중심전 평가 등 다양한 해군 전투실험 과제를 수행해온 실기동 전투실험이다.

Warrior로 명칭을 변경하여 매년 실시하고 있다. 미 해군은 FORCEnet을 발전시키기 위한 전력 소요창출 및 능력구현 절차를 정의하고 있는데, 그 세부절차는 <그림 2-9>와 같다.²⁸⁾



<그림 2-9> FORCEnet 전력 소요창출 및 능력구현 절차²⁹⁾

Trident Warrior 전투실험은 FORCEnet 개념 구현을 위한 무기체계 성능개량의 필요성, 상용수단의 활용 가능성 및 외국과의 협력 가능성 판단 등을 그 목적으로 하고 있으며, 작전부대들의 전장인식 능력 향상, 작전부대들 간의 지휘통제능력 향상 등을 중점 분야로 하여 점차 실험분야를 확장해왔다. 2008년에는 지휘통제, 네트워크, 무선망, 해상전장인식, 정보·감시·정찰, 정보작전, 화력, 지식관리, 인간-체계 통합, 교차영역해결, 원거리 지원, 연합 등 12개 분야 266개 기술에 대한 전투실험을 수행하였다.

Trident Warrior 전투실험은 <표 2-5>와 같이 실험팀 구성과 실험개념 개발로부터 최종보고와 운용자 및 군사가용성 평가 등 총 13단계에 걸쳐서 진행되는데, 비교적 상세하게 단계를 설정하여 실험에 적용하고

28) 국방과학연구소, 「M&S 기반의 신규 전력소요 전투실험 기법 연구」, (2007), p.4.

29) 2007 International Naval Battle Ex. Symposium(진해) 미군 측 자료.

있으며 각 단계별 수행내용은 다음과 같다.³⁰⁾

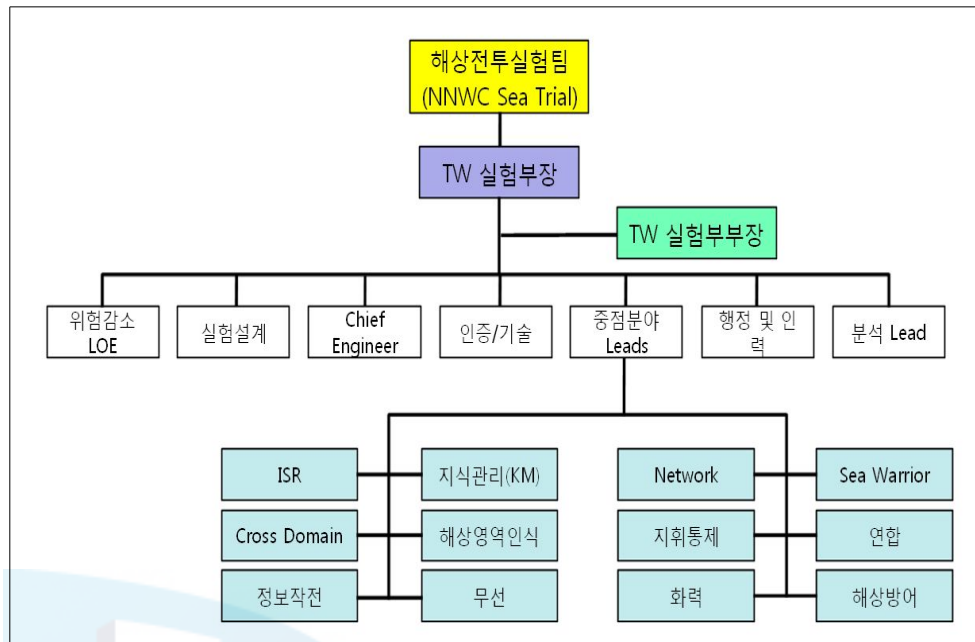
[표 2-5] Trident Warrior 전투실험 절차

순번	단계	수행업무/산물
1	실험팀구성 (Establish Team)	실험팀구성, 업무분장
2	개념(실험주제)개발 (Concept Development)	실험의 범위 및 중점분야 정의 해군 비전에 부합하도록 조정
3	기술/방책,기법,절차연구 (Technology/Tactics, Techniques, Procedure Harvest)	실험에 필요한 기술/방책, 기법, 절차 정의 및 연구
4	자산식별 (Asset Identification)	실험에 소요되는 플랫폼, 무기체계 식별 및 사용 일정 계획 수립
5	실험목표개발 (Develop Experiment Objectives)	실험을 통하여 어떤 능력을 어떻게 검증할 것인가를 정의
6	실험과정모델링/도식화 (Integrated Definition/Operational Sequence Diagrams /Process Action Maps)	서술식으로 표현된 실험과정을 모델링하여 도식화
7	실험설계 (Experiment Design)	실험순서 및 시나리오 작성
8	이벤트정의 (Event Definition)	세부 이벤트 정의 및 이벤트 목록 작성
9	데이터 수집계획 수립 (Data Collection Plan)	데이터 분석계획 및 수집계획 수립
10	실험수행(Execution)	실험실행, 데이터 수집 및 저장, 관찰
11	최종보고(Final Report)	추진경과, 주요결과, 건의
12	운용자평가 (Operational Agent Assessment)	최종보고서 주요 분야별 검토 후 군사 가용성 평가위원회에 제출
13	군사가용성평가 (Military Utility Assessment)	현행 DOTMLPF에 대한 개선목록

1단계 : 실험팀 구성 단계에서는 실험분야 및 실험과제에 적합한 전문가를 선정하여 통합실험팀을 구성한다. 특히 실험 중점분야 실험을 선도

30) Kevin Barret. *The Trident Warrior Experimentation Process*(Monterey : NPS. 2005), pp.11-77.

하기 위하여 분야별 과제담당관을 임명하고 있다. 팀이 구성되면 공동의 비전과 목적, 의사결정 방법, 행동 지침 등을 설정한다. <그림 2-10>은 Trident Warrior 전투실험의 통합실험팀 구성 예이다.



<그림 2-10> TW 통합실험팀 구성

2단계 : 개념 발전, 실험주제 선정 단계에서는 실험 소요제기 부서, 실험 수행부서, 실험 지원부서 등 모든 이해당사자가 참여하는 개념발전회의(CDC : Concept Development Conference)를 통하여 실험과제 목록을 결정한다. 이 단계에서 통합실험팀의 실험설계 담당자는 실험목표와 측정 기준으로 개발에 착수한다.

3단계 : 기술 및 방책, 기법, 절차 연구는 통합실험팀은 산업체, 학계, 연구소, 국방 관련기관 등으로부터 실험과 관련된 기술 및 방책, 기법, 절차(T/TTPs : Technology/Tactics, Techniques, Procedure) 등에 대한 아이디어를 수집한다. 기술 및 방책, 기법, 절차 수집 및 관리체계(EDISON)를 통해 수집한 다양한 제안들을 기술발전회의(TDC : Technology Development Conference)를 거쳐 평가한 후 활용 가능한 제안을 선정한다.

4단계 : 자산 확인단계에서는 실험에 소요되는 실기동부대, 플랫폼, 무기체계 등을 식별한 후 보유부대 지휘관으로부터 사용권한을 위임받고

사용 일정계획을 수립한다. 위임받은 자산이 예기치 않은 상황으로 인해 가용하지 않을 경우에도 대비한다. <그림 2-11>은 실기동편성 및 전투실험 임무부여 내용이다.



<그림 2-11> TW 실기동부대 구성 및 전투실험 임무³¹⁾

5단계 : 실험목표 설정단계에서는 개념발전회의(CDC)를 통해 결정된 실험과제별로 실험목표를 설정하고 운용조건, 무기체계 등 시스템 설정 조건, 정보상황 조성 조건 등 각종 실험조건과 평가요소, 측정기준을 결정한다.

6단계 : 실험과정 모델링 및 도식화 단계에서는 여러 실험과제들 간의 관계를 파악하고 분석하기 위해 모델링 도구를 활용하여 실험과정을 도식화한다. 사용되는 모델링 도구로는 Quad Chart, IDEF model, Operational Sequence Diagram 등이 있다.

7단계 : 실험 설계 단계에서는 실험과제별로 실험목표, 평가요소, 측정기준을 구체화하고 실험을 효율적으로 수행하기 위한 시나리오를 작성한다.

8단계 : 이벤트 정의 단계에서는 실험간 발생시킬 이벤트를 정의하고

31) NCW 구현을 위한 FERCEnet 발전추세 및 시사점(2008.3), 해군 전투발전단.

일정계획을 수립하여 주요사태목록(MSEL)을 작성한다.

9단계 : 데이터 수집계획 수립 단계에서는 불필요한 데이터를 수집하는데 투자하는 인력 노력과 자원의 낭비를 배제하기 위하여 데이터 분석계획을 먼저 수립한 후 데이터 수집계획을 수립한다. 데이터 수집계획에는 수집할 데이터의 종류, 수집장소, 수집방법, 저장장소 등을 포함한다.

10, 11단계 : 실험 실행 및 최종보고 단계에서는 실험실행 간 데이터 수집인원 및 관찰인원의 역할이 매우 중요하므로 성공적인 임무수행이 가능하도록 적절한 교육과 감독이 이루어져야 한다. 수집된 데이터는 원천 데이터와 가공한 데이터로 명확히 구분하여 관리하여야 하며, 분석 보고서 작성 간 데이터 수집인원이 참여토록 하여 오류발생 가능성을 차단해야 한다. 최종보고서에는 실험 주요 결과, 실험 개관 및 경과, 실험조건 및 상황, 추천사항 등을 포함한다.

12, 13단계 : 운용자 평가 및 군사가용성 평가에서는 군사가용성 평가(MUA) 위원회가 전투실험 최종보고서에만 의존하여 군사가용성을 판단하는 것을 방지하기 위하여 운용자 평가(OAA)를 실시하여 군사가용성 평가 위원회에 제출한다. 군사가용성 평가 위원회는 실험결과에 대한 군사가용성을 평가하여 현행 교리(doctrine), 조직(organization), 훈련(training), 물자(materiel), 리더십(leadership), 인원(personnel) 및 시설(facilities)에 대한 개선사항을 권고한다.

3. 합동 · 전투실험 분석

미 합동실험은 합동개념발전 및 실험계획(JCD&E Cpaln)을 합동개념발전과 합동실험을 연계한 3년 주기 실험과제를 편성하여 우선순위화하여 시행하고 있으며 실험 조직의 편성도 합동개념과 합동실험이 연계된 실험전담 조직으로 합동전력사령부 합동개념발전 및 실험부(J9)가 편성되어 합동실험 주관 및 합동실험에 관련 전투사령부 및 각 군을 통제하여 실험을 수행한다. 실험도구 및 시설로서는 L-V-C 체계가 구축된 합동 미래 실험소 구비되어 있다.

미 전투실험은 육군 교육사령부의 미래 센터 예하에 개념발전실험부를 편성하여 예하 학교실험소와 연계하여 실험을 수행한다. 미 해군은 비전

「Sea Power 21」 구현과 NCW 수행 FORCEnet 구축을 위해 전투발전 조직과 연계한 체계적이고 다양한 전투실험 조직을 편성하여 운영하고 있으며 합대전력사령부 예하 특정 함대를 지정하여 함대급 전투실험 임무를 부여하고 실험분야별·기능별 다양한 실험소를 운영함으로써 전문성을 제고하고 있다. 전투실험의 수행은 목표연도에 요구되는 능력과의 차이를 식별한 후 이를 보완하는 과정을 지속적으로 반복하며 시뮬레이션 모의의 한계를 인식, 실기동 위주의 전투실험을 수행한다. 전투실험 절차는 13단계로 구분 및 구체화하여, 실험결과에 대한 신뢰도 향상과 후속조치를 실시하고 있다. 또한 실험분야별·기능별로 다양한 실험소를 운영함으로써 전문성을 제고하는 등 해군개념 구현을 위한 전투발전요소 창출을 위해 종합적인 실험계획의 수립과 장기적인 실험을 수행하고 있다.

합동·전투실험을 시스템 측면에서 살펴보면 합참 및 해군 차원의 실험수행은 엔터프라이즈 차원으로 합동·해군개념, 전투발전요소, 잠재적 해결방안에 대한 실험 수행하여 조직 전체의 비전 및 목표 달성에 주안을 둔다. 합동·전투실험에는 다수 실험조직, 즉 합동실험에는 합동전력사령부 실험전담부서, 각 군 전투실험, 전투사령부 등이, 전투실험에는 필요시 전투사령부, 예하 함대 등 전투실험 지정부대 등이 참가하며 실험전담부서에서 통합실험팀 편성하여 전투실험을 계획하고 통제 및 진행한다. 구성 체계는 다수의 지리적으로 분산된 이기종 모의모델 및 실기동부대가 L-V-C 체계 연동되거나 C4ISR체계와 함께 네트워크로 연결되어 있다. 이와 같이 미 합동·전투실험체계도 복합시스템의 특성을 구비하고 있는, 즉 업무수행체계와 구성 조직 및 체계를 갖추고 있는 일종의 복합시스템이므로 복합시스템 엔지니어링의 적용이 필요하다.

제 3 장 복합시스템 개념설계 모형 개발

제 1 절 복합시스템 현황

1. 복합시스템의 대두

일반 산업 비즈니스 패러다임은 디지털 정보화 사회로 변환하는 가운데 새로운 지식·정보화 체계를 구축하고 디지털 조직으로 재편되고 있다. 이에 따라 군도 정보우위의 중요성 즉, 적에 대해 군사작전의 자율성을 제한하고 아군의 지휘결심 속도와 새로운 군사작전 선택의 폭을 증가시키는 정보우위를 달성하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 정보우위는 첨단 정보수집자산과 네트워크 중심작전(NCW : Network Centric Warfare)으로 구현이 가능하다. 네트워크 중심작전은 전투자원을 효과적으로 네트워크로 연결하여 지리적으로 분산된 군사력의 운용, 전장인식의 공유를 달성함으로써 전투력을 극대화할 수 있으며 이는 전투개체간의 효과적인 연동에 기초하고 있다.³²⁾

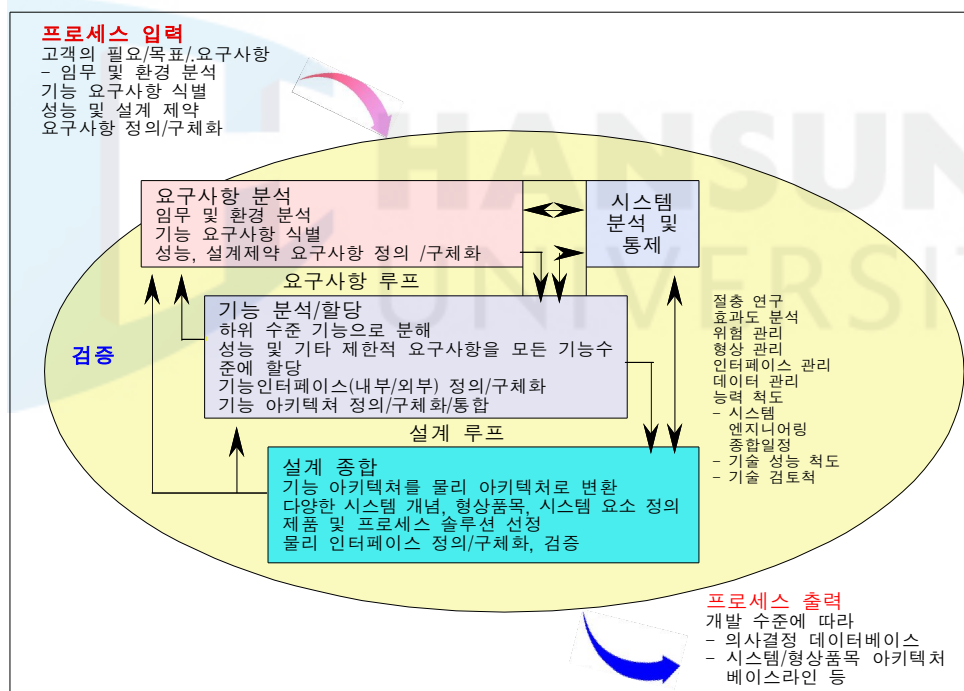
이러한 새로운 군사 비즈니스 패러다임에 부합할 수 있도록 서로 다른 수준과 도메인에 연결되는 시스템이 필요하게 되었고 지리적으로 분산되어 있는 서로 다른 시스템과 상호 연결함으로써 시너지 효과를 창출하는 복합시스템이 대두하게 되었다. 즉 네트워크의 증가, 센서 및 무기체계 범주 확대는 현 군사 시스템의 대부분을 복합시스템 또는 복합시스템의 일부가 되도록 하였다. 따라서 군사시스템의 개발 및 관리에 있어서 복합시스템 엔지니어링 적용의 중요성은 증대되고 있다.

2. 시스템과 시스템 엔지니어링

먼저 복합시스템을 구성하고 있는 개별 시스템과 시스템 엔지니어링을 알아보기로 한다. 시스템은 “지정된 요구나 목적을 충족시키기 위하여 능력을 제공하는 사람(peoples), 제품(products) 그리고 프로세스(processes)의 통합된 복합체”라고 Mil-Std 499B에서 정의하고 있다. 또한 방위사업

32) 최상영, 「국방엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론」 (서울 : 국방대학교, 2010), pp.1~5.

청 체계공학 지침에서는 시스템 엔지니어링에 대하여 “연구개발과정에서 기술적인 문제를 인식하고 이에 대한 해결방안을 정립해가는 과정”으로 기술하고 있다. 방위사업청에서는 무기체계의 연구개발사업 추진 시에 전체 시스템의 성능을 최적화하고 수명주기비용을 최소화하기 위하여 체계공학을 적용한다. 소요군은 운용개념 및 초기 작전운용성능을 제시하며, 사업주관부서는 요구사항 정제 및 체계공학계획(SEP : System Engineering Plan)을 수립하여 시행하며, 연구개발기관은 하향식(Top-down) 분석 및 설계활동, 상향식(Bottom-up) 통합 및 검증활동을 전 단계에 걸쳐 상호 의존적으로 반복수행하도록 하고 있다.³³⁾ 시스템 엔지니어링 프로세스는 국내의 산학연에서 활발하게 연구하고 있으며 시스템 개발 및 생산, 배치, 관리 등에 적용하고 있다. 다음 <그림 3-1>은 체계 설계 프로세스로서 프로세스입력으로부터 프로세스 출력까지의 과정으로서 체계 설계 프로세스는 연구개발과정에서 기술적인 문제를 인식하고 이에 대한 해결방안을 정립해가는 과정이다.

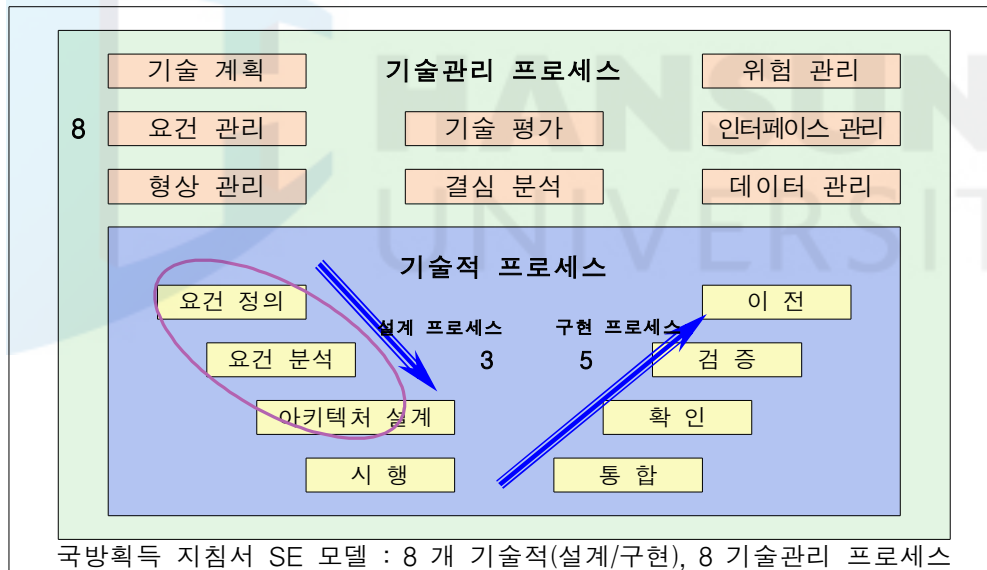


<그림 3-1> 체계 설계 프로세스³⁴⁾

33) 방위사업청, 「체계공학 적용지침(안)」 (서울 : 방위사업청, 2010), p.5, 부록 pp. 25~28.

체계설계과정은 시스템의 “요구사항 분석”에서 시작되며, “기능분석 및 할당” 업무를 통해 정의된 요구사항을 성취하기 위한 기능이 분석되고 시스템의 하위요소에 할당된다. ‘설계조합’ 업무에서는 할당된 기능을 구현할 수 있는 기술적 솔루션이 선정된다. 마지막으로 위와 같은 개발 활동에 필요한 “시스템 분석 및 통제” 업무가 존재한다. 위 체계공학 업무들은 시스템의 연구개발 전 단계에 걸쳐 상호 보완적이고 반복적으로 수행된다.

미국의 국방획득지침(DoD Directive 5000.1)에서는 시스템 엔지니어링 프로세스를 “모든 시스템 성능을 최적화하고 총비용을 최소화하기 위하여 적용하는 것이며, 시스템 엔지니어링 활동은 획득체계 단계별로 맞춤형으로 적용하고 각 단계는 이전 단계를 기초로 수립하며 각 시스템 수준별로 반복한다.”라고 기술하고 있다.³⁵⁾ 시스템 엔지니어링 프로세스는 총2개 프로세스 16개 항목으로 구성되어 있다. 즉 체계의 전반적인 기술 관리를 수행하는 기술관리 프로세스에는 8개 항목이 있으며 기술적 프로세스는 다시 2개의 프로세스로 구성되고 첫 번째, 시스템 설계 프로세스 3개 항목이, 구현 프로세스에는 5개 항목으로서 <그림 3-2>와 같이 “V”모델로 구성되어 있다.



<그림 3-2> 시스템 엔지니어링 모델

34) 출처 : MIL-STD-499C draft.

35) 미 국방장관실, 시스템 및 S/W 엔지니어링처, *System Engineering Guide for SoS ver. 1.0*(DoD : Washington D.C. 2008.8).

3. 복합시스템과 복합시스템 엔지니어링

복합시스템(System of Systems)의 정의는 “다중·이기종의 분산성격을 띠고 서로 다른 수준과 도메인에서 네트워크로 연결된 시스템 즉, 상호의존적인 시스템의 집합 또는 배열이며 ①운용의 독립성 ②관리적 독립성 ③진화적 개발 ④창발적 행위 ⑤이기종 ⑥지리적 분산 ⑦네트워크 시스템 ⑧다학문성의 특징을 갖고 있다”고 국방대학교 복합시스템 아키텍처 개발 방법론(2008)에 기술하고 있다. 미 국방획득지침서, 4장 System of Systems Engineering(DAU, 2010. 2)에서 복합시스템은 “독립 및 유용한 시스템이 특별한 능력을 발휘하도록 보다 큰 시스템으로 통합되는 시스템들의 집합 또는 배열로서, 각 구성 체계들과 관계를 통해 부분의 합보다 큰 효과를 나타내며, 복합시스템은 시스템이나 모든 시스템이 복합시스템은 아니며 복합시스템 엔지니어링(System of Systems Engineering)은 현존 또는 새로운 시스템의 결합된 능력을 구성품의 능력의 합보다 보다 큰 복합시스템 능력에 대해 계획, 분석, 조직 및 통합 처리하는 것”으로 기술하고 있다.³⁶⁾ 복합시스템의 종류는 형태에 따라 또는 특징에 따라 분류된다. 국방대학교의 엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론에서는 [표 3-1]과 같이 형태별로 구분하고 있다.

[표 3-1] 복합시스템 형태별 분류³⁷⁾

구분	내용	비고
정보체계 (information system)	정보처리(데이터베이스 정보)	S/W
내장형 체계 (embedded system)	소프트웨어가 하드웨어 통제/제어를 위해 주로 사용	H/W, S/W
지휘통제체계 (command & control system)	Information System + Embedded System, 의사결정을 위한 정보제공	H/W, S/W 운용/절차
무기체계 (weapon system)	Shooter 체계로 표적 타격	H/W
시스템 복합체계 (a system of systems)	Sensor + C4I + Shooter	H/W, S/W Shooter 운용/절차

36) Defence Acquisition University. "Defense Acquisition Guidebook". 2. 2010; <http://www.dag.dau.mil>(검색일자: 2020. 3.20), p.168.

37) 최상영(2010), 앞의 책, pp. 5~11.

미 DAU 국방획득지침서에서는 복합시스템 종류를 시스템 관리 및 통제에 대한 특성을 고려하여 [표 3-2]와 같이 구분하고 있다.

[표 3-2] 복합시스템 특성별 분류³⁸⁾

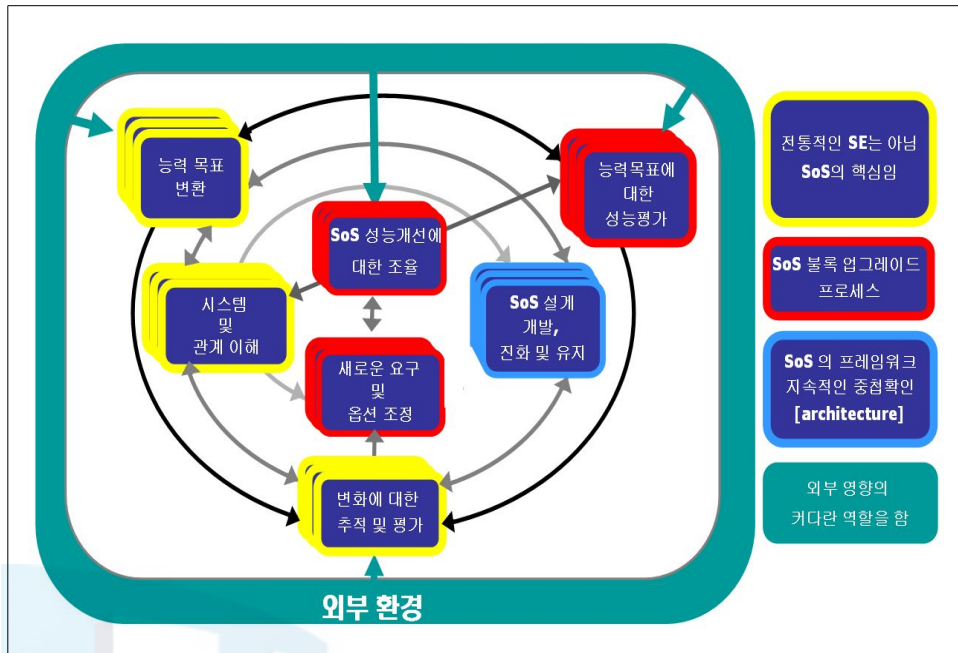
종 류	정 의	시스템
가상형 SoS (Virtual SoS)	• SoS에 대한 중앙 관리 권한 부족하고 목적에 일치 • 요망되는 큰 규모 행위가 나타나나 이 SoS를 유지하기 위해 보이지 않는 메커니즘에 의존함	Global Information Grid
협력형 SoS (Collaborative)	• 구성 시스템이 중점 목적에 동의하여 자발적 상호활동	Internet
인정형 SoS (Acknowledged)	• 인정적인 목표를 보유하고 관리와 자원을 지정함 • 구성시스템은 독립적인 권한, 목표, 예산을 보유함 • 시스템 변경은 SoS 및 시스템에서 협력적으로 수행	Community of interest
통제형 SoS (Directed)	• 특정 목적을 위해 통합적으로 구축 및 관리되며 긴 운용기간 동안 특정목적에 대해 중앙집권적 관리됨 • 구성시스템은 독립으로 운용되나 표준운용모드는 중앙관리체계를 유지함	Future Combat System

복합시스템 엔지니어링에 관해서는 미국은 복합시스템에 관한 각종 컨퍼런스와 세미나 개최, 논문 및 연구문 발표 등 산학연에서 활발히 진행되고 있으며, 미 국방부에서도 국방획득대학 등을 중심으로 관련연구가 진행되어 국방부에서는 복합시스템 엔지니어링 지침(SE Guide for SoS, DoD)을, 해군에서는 해군 복합시스템 엔지니어링 지침서(Naval SoS SE Guidebook, 해군성)³⁹⁾를 발간하여 적용하고 있다. 국방부 복합시스템 엔지니어링 지침에서는 핵심요소 7개를 시스템 엔지니어링 프로세스에 적용하도록 범주를 제공하고 있다. 복합시스템 엔지니어링 핵심요소는 ① SoS 능력 목표를 고수준 요건으로 전환 ② 구성 시스템과 그 관련성을 이해(시간 초월) ③ SoS 성능과 능력 목표의 부합 여부를 평가 ④ SoS 아키텍처 개발, 보완 및 유지 ⑤ SoS 성능 변화에 따른 잠재적 효과를

38) Defence Acquisition University. *op. cit.* p.169.

39) US Navy System Engineering ASN. *Naval Capability Evolution Process Guidebook Volume I* (Washington Navy Yard : Office of the ASN(RDA). 2005.

추적 및 평가 ⑥ 새로운 요구 및 옵션 조정 ⑦ 성능향상에 대한 조합으로서 핵심요소 상호간에 관계는 <그림 3-3>과 같이 외부 환경과 연계하여 지속적으로 상호 보완적으로 수행하도록 하고 있다.⁴⁰⁾



<그림 3-3> SoS 핵심요소간의 관계

복합시스템 엔지니어링 핵심요소는 전통적인 시스템 엔지니어링 프로세스인 기술관리 프로세스와 기술적 프로세스에 적용한다. 기술적 프로세스에서의 적용은 [표 3-3]과 같이 요건개발에서 ① SoS 능력 목표를 고수준 요건으로 전환 ④ SoS 아키텍처 개발, 보완 및 유지 ⑤ SoS 성능변화에 따른 잠재적 효과를 추적 및 평가를 수행하고, 논리적 분석에서는 ② 구성 시스템과 그 관련성을 이해(시간 초월) ③ SoS 성능과 능력 목표의 부합 여부를 평가 ④ SoS 아키텍처 개발, 보완 및 유지를, 설계 솔루션에서는 ④ SoS 아키텍처 개발, 보완 및 유지 ⑥ 새로운 요구 및 옵션 조정을 적용하도록 하고 있다.

특히, 복합시스템 엔지니어링 수행 간에 복합시스템의 기술적 뿐만 아

40) US Secretary of Defense, Systems of S/W Engineering Deputy, *Systems Engineering Guide for Systems of Systems, Ver. 1.0*.(DoD; Washington D. C. August 2008), pp. 29~32.

닌 조직적인 이슈에 대한 조율을 할 뿐만 아니라 개별 시스템이 아닌 복합시스템 수준에서의 역할을 강조한다. 복합시스템 기술적 관리는 참여자 수준과 균형을 유지하면서 복합시스템 설계는 요건변화 조율과 기술기회 융통성을 최대한 부여하고 복합시스템 설계전략은 초기부터 시행하되 진화적 개발을 지속하는 내용을 제시하고 있다.⁴¹⁾

[표 3-3] SoS 핵심요소와 기술적 프로세스와 관련성

		① Translating Capability Objectives	② Understanding Systems and Their Relationships	③ Assessing Performance to Capability Objectives	④ Developing, Evolving & Maintaining SoS Design	⑤ Monitoring and Assessing Changes	⑥ Address New Rpts & Options to Implement	⑦ Orchestrating Upgrades
	Rqts Devel	×			×	×		
	Logical Analysis		×	×	×			
	Design Solution				×		×	
	Implement							×
	Integrate							×
	Verify							×
	Validate			×				×
	Transition							×

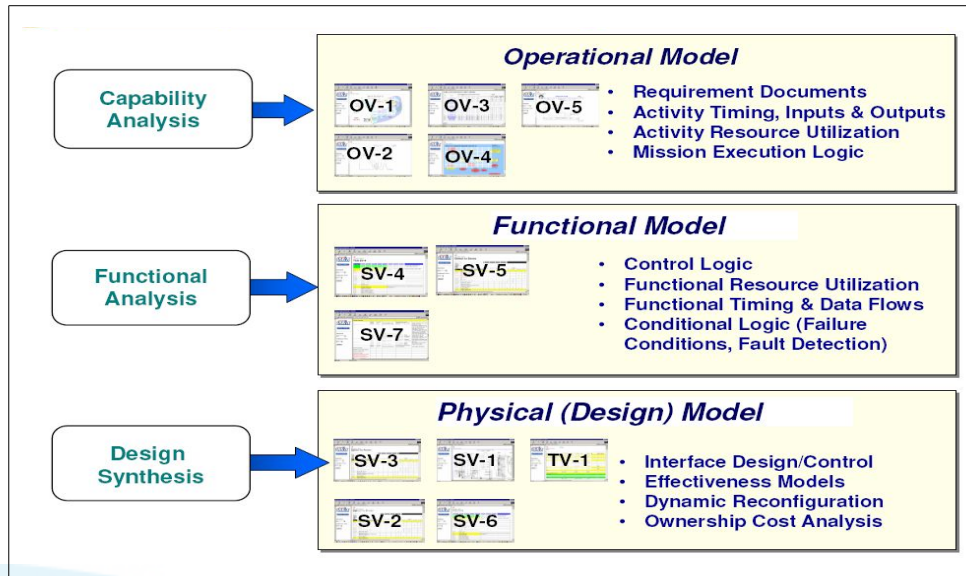
미 해군 능력 발전 프로세스⁴²⁾는 SoS 능력획득을 위한 완전한 프로세스를 제공하며 ① 능력 발전계획, ② 능력 엔지니어링, ③ 포트폴리오 시행의 3단계로 구성되어 있고, 해군 획득공동체가 프로세스를 협력적으로 수행할 수 있는 방법을 제공한다. 여기에서 능력 엔지니어링 프로세스는 SoS 아키텍처 엔지니어링을 적용하고 시스템 포트폴리오 통합 및 상호운용성을 달성하며 시스템 포트폴리오간의 기능적 및 성능 요건을 할당한다. 즉 ① 능력분석, ② 기능분석 및 할당, ③ 포트폴리오 조합으로 기존 SE 프로세스⁴³⁾의 요건분석을 능력분석으로 대체하면서 DoD AF를 기준으로 운용아키텍처를 적용한다. 기능할당 및 분석 시에는 기능 아키텍처

41) US Secretary of Defense, Systems of S/W Engineering Deputy, op. cit., pp.73~76.

42) 1차 SoS Conference, (2006), Richard Schmidt, Consultant to : RDA Chief Engineer(CHENG), Director, Large Scale System Engineering.

43) DSMC SE Engineering Fundamentals Guide, 2002.1.

를 정의 및 발전, 통합하며 설계 조합 단계에서 기능아키텍처에서 물리 아키텍처로 전환하는 방법을 <그림 3-4>와 같이 제시하고 있고 이를 해 군 SoS 시스템 엔지니어링 지침서로 발간하여 적용하고 있다⁴⁴⁾.



<그림 3-4> 미 해군 능력엔지니어링 프로세스 아키텍처 관점 적용

국방 복합시스템 아키텍처 방법론(2008)에서 기술하고 있는 복합시스템 엔지니어링은 “복합시스템에 대한 설계, 개발, 배치, 운용, 개선을 위한 신규 시스템 엔지니어링 분야로서 단순한 기능에 역점을 두지 않고 엔터프라이즈의 전반적인 능력향상과 연계되며 기존의 단순한 기능적 수준을 벗어나 조직, 과정, 관리 등의 맥락에서 취급한다.”라고 정의하고 있다. 따라서 복합시스템 엔지니어링은 엔터프라이즈의 목표 및 개념에 의한 요구되는 능력 도출하여 능력기반 분석 후 능력을 구조화하고 개별 시스템에 대한 포트폴리오 사업관리를 수행한다. 즉 복합시스템 엔지니어링에서 능력을 구조화하여 시스템 전체에 대한 운용개념과 조직 및 체계를 식별하고 시스템 엔지니어링에서 운용 및 체계 아키텍처를 개발한다.

국방대에서 연구하고 있는 내용을 살펴보면, 복합시스템 엔지니어링 프

44) Office of the ASN(RDA) Chief Engineer, *Naval "System of Systems" System Engineering Guidebook Volume II*, Prepared by the Office of the ASN(RDA) Chief Engineer, Version 2.0, 2006. 6.

로세스는 “정형화된 표준으로 설정되지 않은 일반적 프로세스”로서 다음과 같이 기술하고 있다. 첫째, 엔터프라이즈 목표 및 개념은 정책 지침, 예상 환경 및 시나리오에서 엔터프라이즈 수준의 목표 및 임무 달성을 위한 물리적·비물리적 수단을 통합하는 과정이다. 둘째, 능력기반 분석은 비전과 목표 모델로부터 도출, 엔터프라이즈 단계 맥락에서 표현된다. 셋째, 복합시스템 아키텍처는 재사용성, 생산성, 설계도, 상호운용성 모두를 반영하고 개별시스템의 기술 발전에 따라 지속적으로 발전되며 개별시스템을 담아내는 틀로서 변화 속도가 느리다. 넷째, 포트폴리오 조합은 최종적으로 복합시스템을 조합하여 관리 및 검증하는 단계이다.⁴⁵⁾

여기에서는 능력을 “과업 및 기능 집합으로서 일련의 과업을 수행할 수 있는 수단(means)과 방법(ways)을 통해서 명시된 기준(standards)과 조건(conditions) 하에서 요구되는 효과를 달성할 수 있는 역량이며 운용 능력과 시스템 능력 그리고 조직 능력의 합이다.”라고 정의하고 있다. 미국방부에서는 복합시스템 아키텍처에 최소한으로 포함될 수 있는 DoDAF 산출물로 AV-1 : 개요 및 요약 정보서, AV-2 : 통합사전 OV-1 : 고수준 운용개념도, OV-2 : 운용노드 연결기술서, OV-3 : 운용 정보교환 매트릭스, OV-5 : 운용활동 모델, SV-1 : 체계 인터페이스기술서, TV-1 : 기술표준 프로파일을 제시하고 있다.

4. 현황 분석 및 시사점

시스템 엔지니어링과 복합시스템 엔지니어링의 특징을 비교하면 [표 3-4]와 같이 기존 시스템 엔지니어링의 목표는 고객 요구사항의 구현이며 그 범위도 프로젝트나 제품에 한정되고 성능기준 만족에 주안을 두며 상호운용성도 컴포넌트 통합을 위한 특정 인터페이스 요구 중점을 두고 있으며 시스템 수명주기가 존재하면서 시작과 끝이 분명하다.

반면 복합시스템 엔지니어링은 엔터프라이즈 능력과 시스템들 간의 상호운용성을 제공하고 점진적으로 획득하는데 중점을 둔다. 그 범위는 개별시스템이 아닌 엔터프라이즈 영역과 능력까지를 포함하며 상호운용성

45) 최상영, 「복합시스템 아키텍처 개발 방법론」 (서울 : 국방대, 2008), pp 23~24.

은 시스템 전체 차원에서 구현하고, 복합시스템 성능에 대한 최적화를 수행한다. 또한 여러 가지의 개별 시스템으로 이루어지기 때문에 다중·상호작용적 수명주기를 가지고 통제조직도 협업적인 네트워크를 가지고 있는 것이 일반적이다. 조직 면에서 시스템 엔지니어링은 통합되고 권위적이나 복합시스템 엔지니어링은 협업네트워크를 구축하여 독립적이면서도 조직의 목표를 구현한다.

[표 3-4] 시스템 및 복합시스템 엔지니어링 특징⁴⁶⁾

구 분	시스템 엔지니어링	복합시스템 엔지니어링
목 표	• 요구사항을 구현 • 구조화된 사업 프로세스	• 능력 점진적 획득/상호운용성 제공 • 통합된 포트폴리오 가이드
범 위	• 프로젝트 및 제품 • 자율적이고 범위가 명확	• 엔터프라이즈 및 능력 • 상호의존적이고 범위가 애매
아키텍처	초기단계에 정의되고 안정적	변화에 따라 유동적
최적화	성능기준을 만족할 수 있도록 최적화	개별시스템 뿐 아니라 복합시스템 성능을 만족할 수 있도록 최적화
상호운용성	컴포넌트 통합을 위한 특정 인터페이스 요구	독립적 운용과 복합시스템 상호운용성 보장을 위한 표준 준수
시간 프레임	• 시스템 수명주기 • 시작과 끝이 분명	• 다중, 상호작용적 시스템 수명주기 • 시작과 끝이 부정형화(amorphous)
조 직	통합되고 권위를 가짐	협업 네트워크
개 발	설계는 요구사항 충족	능력 충족, 시스템들 통합
검 증	• 네트워크 상에서 시스템 • 일회 최종	• 전체로서 양상불적 • 지속 반복적

이를 종합하면 복합시스템 엔지니어링은 복합시스템의 계획, 분석, 조직, 통합 및 처리를 하는 과정으로서 ① 엔터프라이즈 차원의 비전, 목표, 능력을 도출하게 되어 포트폴리오 사업관리를 하는 엔터프라이즈 엔지니어링과 ② 복합시스템을 이루고 있는 조직과 시스템을 통합하고 최적화하며 상호운용성을 보장하는 복합시스템 엔지니어링이 있으며, ③ 개별시

46) 최상영(2008), 앞의 책, p.25.

시스템에게 적용하는 전통적인 시스템 엔지니어링으로 연결되어 있음을 알 수 있다. 그러나 위 3개 엔지니어링 중 시스템 엔지니어링을 제외하고는 구체적인 프로세스와 방법론, 산출물에 대하여 정의되어 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 복합시스템 엔지니어링 모형은 엔터프라이즈 엔지니어링, 복합시스템 엔지니어링, 시스템 엔지니어링 프로세스 구성으로 정의하고 이에 대한 방법론과 산출물을 제시하였다.

미 국방부에서는 기존 시스템 엔지니어링 기반 하에 복합시스템 엔지니어링 핵심요소를 적용하고 이에 적합한 아키텍처를 활용하고 있다. 미 해군도 기존 시스템 엔지니어링 기반 하에 능력 엔지니어링 프로세스를 개발하여 미 국방아키텍처 프레임워크(DoDAF)를 적용하고 있다. 반면 우리의 국방 부문과 방위사업청의 전력발전업무 분야에서는 복합시스템 엔지니어링의 적용은 정보체계 소요제기 양식과 아키텍처 적용 지침을 제외하고는 별도의 지침 없이 기존 시스템 엔지니어링을 적용하고 있으나, 국방대에서는 복합시스템에 대한 중요성을 인식, 이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있고 엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론과 복합 시스템 아키텍처 방법론을 제시하고 있다.

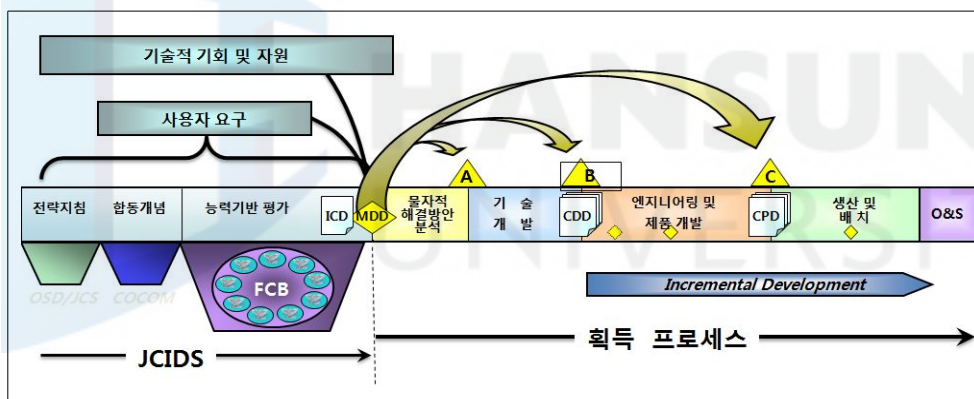
따라서 복합시스템 엔지니어링에 적합한 방법론으로 아키텍처 프레임워크를 적용할 수 있다. 또한 엔터프라이즈 및 복합시스템 엔지니어링의 목적을 고려하여 맞춤형으로 적용할 필요가 있다. 그리고 국방획득 전 단계, 즉 복합시스템 소요기획단계와 획득단계에 복합시스템 엔지니어링의 적용이 필요하다.

제 2 절 복합시스템에 대한 소요제기·결정

1. 국방전력발전업무 소요기획단계 소요결정체계

복합시스템으로 식별된 합동·전투실험체계 구축을 위해서는 중·장기 전력소요에 반영하여 사업을 추진하여야 한다. 여기에서는 미국의 국방획득 의사결정 체계와 우리의 국방전력발전업무 소요기획단계에 있어서 복합시스템에 대한 전력소요요청 절차와 의사결정 실태를 확인하여 연구방향을 설정하였다.

미국의 국방획득관련 의사결정 및 시행체계는 요구능력과 요구사항을 결정하는 합동능력통합발전체계(JCIDS)와 체계개발과 주요 의사결정을 하는 국방획득체계(DAS), 자원을 효율적으로 활용하는 기획계획예산집행체계(PPBE)로 구성된다.⁴⁷⁾ 이 3개의 체계는 독립적으로 각 체계를 규정하는 문서체계와 영역이 있지만 밀접하게 통합되어 수행되는 특징을 지니며 <그림 3-5>과 같이 합동능력통합발전체계에서 획득프로세스(DAS)로 연계되고 있는 기획계획예산집행체계는 전 단계에 걸쳐서 적용된다.



<그림 3-5> 미 합동능력통합발전체계(JCIDS) 및 획득 프로세스⁴⁸⁾

능력 및 요구사항을 결정하는 합동능력통합발전체계는 미래 합동전장에서 임무와 기능을 수행하는 통합된 합동능력을 식별하기 위한 하향식

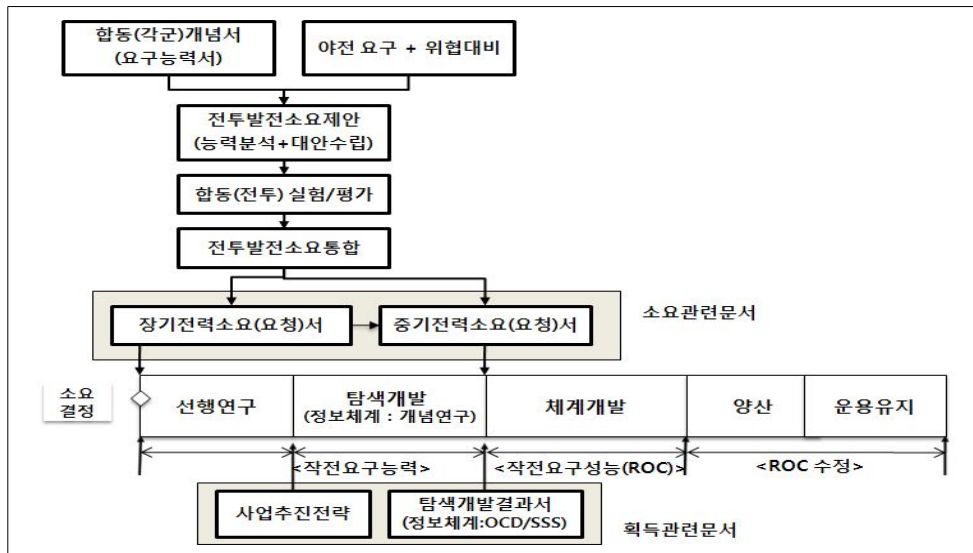
47) JCIDS(Joint Capability Integration & Development System)은 CJCISI 3170B, CJCSM 3170.01A 문서를, DAS(Defence Acquisition System)에는 DoD 5000.1, DoD 5000.2, Defense Acquisition Guidebook을, PPBE(Planning Programming Budgeting & Execution)은 DoDD 7045.14, MID 319 PPBE 문서를 적용한다.

48) Sam Fazio. "DoD Instruction 5000.028 December 2008, Operation of the Defense Acquisition System Statutory and Regulatory Changes". April 2009. p.20.

능력기반의 접근으로서 능력을 정의하고 솔루션을 제안하기 위해 교리, 조직, 훈련, 물자, 리더십, 인원, 시설에 대한 포괄적인 분석을 실시하여 획득단계로 전환하는 사용자 요구이다. 여기서 최초능력서(ICD)는 물자적 대안으로 물자적 개발결심(MDD)을 지원하고, 비물자적 대안은 전투발전 변경추천(DCR)으로 작성되어 다음 단계로 진행된다. 최초능력서는 획득을 위한 최초문서가 되어 물자적 해결방안 분석 및 기술개발단계로 진행되며 능력개발서(CDD) 및 능력생산서(CPD) 문서 작성의 기초가 된다.⁴⁹⁾ 능력개발서(CDD)는 시스템 개발 및 시연단계의 기초문서가 되며 기술개발단계를 통해 완성된다. 시스템 개발 및 시연단계에서 주요성능파라미터(KPP : Key Performance Parameter)를 통하여 주요의사결정을 지원한다. 능력생산서는 생산 및 배치단계에서 주요성능파라미터(KPP)를 최적화하여 주요의사결정을 지원한다. 따라서 소요에 대한 의사결정과 획득단계로 전환하는 관련 문서는 최초능력서로 볼 수 있으며 합동능력통합발전체계 문서는 “개념-능력-과업-시스템”간 추적성을 식별할 수 있도록 하여 소요와 획득이 연계될 수 있도록 한다.

우리의 국방 소요 및 획득 체계는 <그림 3-6>에서와 같이 합동전투발전체계에 의해 소요제기가 된다. 합동전략회의에서 장기소요를 결정하여 합동군사전략목표기획서(JSOP : Joint Strategy Objective Plan)에 반영되고 이후 중기로 전환하여 획득단계에서는 방위사업청에서 선행연구와 탐색개발, 체계개발, 양산 및 운용유지 단계를 거친다. 소요결정단계는 합동개념 발전과 야전요구 및 위협에 대비한 소요 요청을 종합하는 소요제안단계, 합동(전투)실험단계, 전투발전소요통합으로 이루어지는 일련의 과정이다. 즉 합동개념발전 단계는 합동개념요구능력서에서 요구능력을 식별 및 발전시키고 합동소요제안단계에서는 능력을 분석하여 대안을 수립, 이를 합동실험이나 전력분석을 통하여 전투발전소요를 식별, 소요군 및 기관의 검토와 합동기능별 부서의 검토, 심의를 하는 합동소요통합단계를 거쳐 소요가 결정되어 중·장기전력소요서가 작성된다.

49) ICD(Initial Capability Document)는 최초능력서로 CDD(Capability Development Document)는 능력개발서로 CPD(Capability Production document)는 능력생산서로 DCR(DOTMLPF Change Recommendation)으로 전투발전변경추천으로 번역한다.



<그림 3-6> 韓 국방 소요 및 획득 체계

장기전력소요서는 선행연구와 탐색개발의 기초문서로 전력소요에 대한 작전운용능력을 제시하고, 중기 전력소요서는 체계 개발의 기초문서로서 전력소요에 대한 작전운용능력(ROC)을 제시함으로써 획득 간에 진화적 작전운용성능을 제시하는 기초문서가 된다. 방위사업청은 결정된 소요에 대한 장기전력소요서를 바탕으로 선행연구를 실시하여 사업추진전략을 결정하고 연구개발로 결정된 사업에 대하여 장기 전력소요서의 잠정 작전운용성능을 근거로 중기계획에 반영한다.

2. 복합시스템 소요기획문서 현황

전력 소요결정과 획득단계로 전환하는 근거 문서는 앞에서 살펴보았듯이 중·장기 전력소요서로서 이는 국방전력발전훈령에 명시되어 있고 운용개념기술서(OCD)는 정보화 구축사업에 개념연구를 통해 작성하므로 획득관련 문서다. 그러나 중기전력소요는 작전운용성능을 포함한 군 요구조건의 구체화, 비용분석, 과학적 분석 및 검증, 선행연구 또는 탐색개발의 결과 반영 등 필요한 선행조치가 완료된 문서로서 획득단계 진행 간에 체계개발에 지침을 제공하는 문서이다. 따라서 장기 전력소요서는 소요요청기관이 제출하는 소요종합문서로서 볼 수 있으며 여기에는 전력명,

무기체계명과 필요성, 편성 및 운용개념, 전력화 시기 및 소요량, 작전운용능력, 전력화 지원요소, 부대편성 및 병력소요 등을 포함하여 작성토록 되어 있다.⁵⁰⁾ 그 양식을 살펴보면 [표 3-5]와 같다.

[표 3-5] 장기전력소요요청서 양식(“예”)

1. 무기체계 명	1. 무기체계 형상 2. 무기체계 일반적인 특징 3. 현용 무기체계와 관계
2. 필요성	1. OO 종합발전 방향과 연계한 확보 필요성 2. 현 OO전력 대체 필요성, 타 전력 제한사항 3. 통합전투력 발휘보장을 위한 OO전력 보강 필요 4. OO 방호력 보강 필요, 세계적 OO포 발전추세에 부합된 OO무기 전력화 필요, 기대효과
3. 편성 및 운용개념	1. 운영개념 2. 소요기준 및 편성제대
4. 전력화 시기 및 소요량	1. 전력화 시기 : 장기 前期('15년 이후) 2. 소요량 : 000문 3. 대체 무기체계의 도태 · 조정계획
5. 작전운용능력	1. 작전운용능력(사거리, 발사속도, 명중률, 탄중, 운용요원, 기타) 2. 작전운용능력 설정 이유 3. 합동성 및 상호운용성 5. 보안대책
6. 전력화 지원요소	1. 편성, 2. 교리, 3. 교육훈련, 4. 종합군수지원
7. 부대편성, 병력소요	1. 단기 능력 2. 장기 능력 3. 대안분석 핵심 영역조건

그러나 장기전력소요요청서 이외에 복합시스템에 적합한 소요요청 및 제기에 대한 규정이나 지침은 없으며 여기에서 나타난 복합시스템 특성에 반영할 수 있는 소요요청 항목은 2항 필요성에서 종합발전분야 및 통합전투력 발휘 분야 등이며 5항 작전운용능력의 합동성 및 상호운용성 분야이다. 또한 정보체계 소요제기서⁵¹⁾를 복합시스템의 소요제기 양식 기준으로 할 경우 비교적 복합시스템 특성을 비교적 적절하게 반영할 수

50) 국방부, 「국방전력발전업무훈령」.(서울 : 국방부. 2009), pp. 12~13.

51) 정보체계 소요제기서는 국방전력발전업무훈령(2009.12)의 서식12로 제시되어 있으며 여기에는 1. 사업개요, 2. 사업배경, 3. 사업의 타당성(기개효과, EA와 연계성), 4. 체계 운용개념(현 체계, 목표체계 구성도 및 운용개념, 연관체계), 5 체계 요구사항, 6. 체계 획득방안 7. 사업추진조직 8. 체계 통합방안, 8. 전력화지원소요, 9. 소요예산으로 구성되어 있다.

있으나 일부 전사적인 능력의 도출과 조직 및 체계 요구가 제한되므로 복합시스템의 특성을 반영할 수 있도록 소요제기가 될 수 있어야 하겠다.

미국의 소요결정체계인 합동능력통합개발체계를 살펴보면, 물자적 개발 결정(MDD : Material Development Decision)단계를 지원하는 문서인 최초능력서(ICD)에는 사용자 요구가 종합되어 있으며 작전개념 요약, 관련 합동기능, 요구능력, 부족능력 및 잉여 능력, 위협 및 작전 환경, 기능적 해결방안 분석, 권고사항을 포함하고 있다. 예를 들어 복합시스템인 미 해병대 정보기술지원체계의 최초능력서(MCITS ICD)⁵²⁾는 [표 3-6]에서 보는 바와 같다.

[표 3-6] 美 ICD : “예” MCITS⁵³⁾(Marine Corps Information Technology Services)

1. 개요	1. 합동기능영역 및 개념 2. 군사작전영역 3. UJTL 및 UNTL 검토 4. 고려사항 시간프레임워크
2. 요구능력	1. 네트워크 합동군에 대한 합동개념 2. 합동기능개념(전장인식, 지휘통제, 전력운용, 방호, NCE) 3. 해병전투능력을 활용한 군사목표 달성(합동 통합아키텍처)
3. 운용개념 요약	
4. 능력 차이 (Gap)	1. 해병대 NCO 제한사항 2. 요구능력 핵심특성(네트워크 중심 체크리스트, FCB) 및 통합우선순위 3. 요망 효과(작전적 IT체계지원, 개발/시험/평가, 훈련, 기술테스트베드, 프로그램 협조, 제한사항 극복)
5. 위협 및 작전 환경	1. 현재 위협 2. 체계에 수행되는 정보작전 3. 체계 데이터 운용 4. 정규적, 정확성, CBRN, 비대칭 전력 5. 전망되는 위협환경(현재~2030)
6. 기능적 해결방안 분석(요약)	1. DOTMLPF 분석 2. 물자적 접근 아이디어
7. 최종 물자적 추천	1. 단기 능력 2. 장기 능력 3. 대안분석 핵심 영역조건
부록	1. OV-1 상위수준 운용개념 2. NCOW RM 임무표

52) Initial Capabilities Document(ICD) For Marine Corps Information Technology.

Services(MCITS) Prepared for Milestone A Decision Version 3.4 Date : 20 May 2005

53) MCEITS : A framework that allows structured development within a program that is bound by policy standards and ensures interoperability in the services, joint and combined worlds.

여기에서는 합동개념과 군사영역, 합동과제목록(UJTL : Universal Joint Task List)으로부터 요구되는 능력을 도출하여, 합동통합아키텍처로 확인하고 이에 대한 능력의 차이와 요망 효과를 식별 후 기능적 해결 방안 모색을 통한 최종 물자적 추천(장·단기 능력)을 하며 OV-1 상위 수준 운용개념을 포함한다. 최초능력서는 복합시스템 소요제기 측면에서 상위수준의 임무를 분석하고, 요구되는 능력, 체계 식별 등에는 적합하나 복합시스템의 엔터프라이즈 차원 비전과 목표, 조직 식별과 복합시스템의 구성조직 및 체계에 대한 식별, 상호운용성, 그리고 개별 시스템에 대한 구축개념 또는 운용개념, 작전운용능력 등에 대한 추가적인 보완이 필요하다.

3. 복합시스템 소요제기·결정단계에 개념설계 적용

복합시스템 소요제기·결정을 지원하는 한·미 문서현황의 분석결과, 복합시스템의 특성에 부합한 소요제기 근거와 소요요청에 적합한 문서 또는 모형이 필요함을 확인하였다. 따라서 앞에서 정의한 복합시스템 엔지니어링 모형을 정립하여 적용하는 방안을 고려해 볼 수 있으나, 복합시스템 엔지니어링은 소요제기로부터 획득단계에 이르는 설계, 개발, 배치, 운용 및 개선 등 전 생명주기를 지원하므로 그 범위를 초과한다. 따라서 복합시스템 엔지니어링 중 설계부분을 선별적으로 적용하고, 앞에서 분석한 장기전력소요요청서와 미 최초능력서를 참조하여 소요제기·결정에 필요한 모형으로 재정립하여 적용하고자 한다.

항공기, 선박 등 무기체계 설계 단계 중에서 첫 번째 단계로 적용하는 개념설계(Conceptual Design)는 무기체계의 개략적인 구성을 설계 요구조건으로부터 추출해내는 단계로서 최초 요구사양을 식별 후, 개념설계, 기본설계, 상세설계로 이어진다. 즉 개념설계는 “설계하고자 하는 어떤 것의 목적과 구조를 차츰 명확하게 하는 것”⁵⁴⁾이고 복합시스템에 대한 소요제기·결정도 개념형성과 기본설계 이전에 필요성과 운영개념, 개략적인 작전운용성능을 설정하기 때문에 서로 유사성을 지니고 있다. 따라서 복합시스템 개념설계모형이 소요제기·결정을 위한 근거문서로서 역

54) 육본기획관리참모부, 「기획관리 관련 용어집」(대전 : 계룡대), p.7.

할을 할 수 있는 것은 복합시스템 개념설계를 통하여 엔터프라이즈 비전 및 목표와 능력을 도출하고, 운용개념의 정립과 소요되는 조직 및 체계 식별 및 상호운용성 관계를 설정하여 개별시스템 구축개념으로 이어지는 방법론과 산출물을 제시하기 때문이다. 그러므로 복합시스템 개념설계 모형을 맞춤형으로 정립하여 중·장기 전력소요서에 적용하면 매우 유용할 것이다.

복합시스템 개념설계 모형을 적용하여 종합전투실험체계의 개념설계를 하기 위해서는 먼저 종합전투실험체계가 복합시스템의 특성을 갖추고 있어 복합시스템 개념설계 모형의 적용이 가능한지 확인할 필요가 있다. [표 3-7]은 종합전투실험체계가 갖고 있는 복합시스템 특성을 분석하여 정리한 내용이다.

[표 3-7] 종합전투실험체계의 복합시스템 특성

구 분	내 용
엔터프라이즈 시스템	• 합참, 각 군 전체 차원에서 실험체계 활용 및 능력향상 • 조직 전체의 비전과 목표달성을 위한 능력 구비
운용 및 관리 독립성	• 전투실험센터(소), 실기동모의, 가상 및 구성모의체계, 통합 실험팀, 기능실험소 등은 통합 실험목표와 각각 실험목표 보유 • 기타 외부체계(C4I)/연습체계 별도 운용 • 구성 요소별/운용담당별 PPBE를 별도 또는 통합으로 운용
이기종	• 전투실험 L-V-C 는 이기종(heterogeneous) 체계임 • 기타 조직, 팀, S/W, 외부체계도 동종체계는 거의 없음
지리적 분산 네트워크 시스템	• 종합전투실험은 내부체계와 외부체계, 그리고 C4I 및 실험부대, 모의시설, 모델 등과 지리적으로 분산되어 연동체계를 구성 • 제한된 전투실험인 경우는 일부 지역별로 분산, 국내 분산되지만 MNE-5 경우 전 세계적으로 분산된 시스템을 운용함. • 전투실험 구성요소 간 네트워크 구비
진화적 개발	• 전투실험 수단 및 도구, 전투실험 DB, 등은 모델별로 별도 개발하며 기타 외부 협업 실험소도 별도의 발전, 개발 • 운용조직 및 전투실험소도 각 각 별도의 발전계획을 보유
다학문성	• 각종 공학이 종합된 분야(M&S, DB체계, 연동체계, S/W, 인공지능/에이전트 등) • 기타 관리, 정책적인 분야가 포함되므로 학제 간(inter-discipline) 통합된 노력이 필요

[표 3-7]에서 보듯이 종합전투실험체계는 엔터프라이즈 차원 비전과 목표, 운용 및 관리, 이기종, 분산 등 복합시스템(Systems of Systems)의 특성을 보유하고 있으므로 합동·전투실험체계는 복합시스템으로서 복합시스템 개념설계 모형을 적용하여야 한다.

다음 절에서는 지금까지 연구한 결과에 따라, 복합시스템 엔지니어링 모형을 우선적으로 정립하고, 이를 기초로 복합시스템 개념설계 모형을 정의한 다음, 합동·전투실험체계 개념설계를 하였으며, 그 결과가 국방획득분야의 소요기획단계의 의사결정 지원수단으로서 적합한지를 검증하였다.



제 3 절 복합시스템 엔지니어링 모형 개발

복합시스템 엔지니어링 모형 개발을 위해 소프트웨어 및 시스템 엔지니어링 프로세스를 검토할 수 있으나, 이는 소프트웨어의 계획, 개발, 관리에 적용이 가능하다. 시스템 아키텍처는 시스템 개발을 위한 개략설계도와 기능구조, 물리적 구조, 그리고 인터페이스 구조를 제공할 수 있으나 개별 시스템에 적합하므로 복합시스템을 구성하고 있는 개별 시스템과 S/W 개발에 적절하다. 미 국방부 및 해군, 한국 국방대의 복합시스템 엔지니어링은 능력과 구성 조직과 체계, 그리고 그 관련성을 강조하면서 아키텍처를 적용하고 있으므로 복합시스템 엔지니어링 모형 개발에 참조 모델로 활용할 수 있다. 복합시스템 아키텍처는 조직의 비전과 목표를 설정하고 능력구조를 체계적으로 정렬하여 미래 비전에 부합하는 능력을 설계하는데 활용할 수 있으며 이기종, 네트워크화된 개별 시스템의 전체적인 설계도 제공과 상호운용성을 보장한다. 따라서 복합시스템 엔지니어링 모형을 정립하기 위해서 우선 아키텍처 정의, 이점, 역할 등에 대해 살펴보고 복합시스템 엔지니어링 모형을 개발 후 이에 대한 프로세스, 방법론 및 산출물을 정의한다.

1. 아키텍처 역할 및 개발

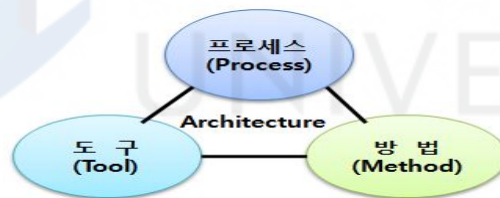
아키텍처는 “구성요소의 구조, 구성요소들 사이의 관계, 구성요소의 설계 그리고 시간경과에 따른 구성요소의 발전을 위한 원리와 지침”으로 IEEE Std 1471(2000. 10)⁵⁵⁾에 기술되어 있다. 아키텍처는 문제영역과 시스템 개발 사이에 교량 역할을 수행한다. 즉 아키텍처 개발은 문제영역을 분석하여 아키텍처 설계에 필요한 정보를 획득하고, 획득된 정보를 바탕으로 작성된 아키텍처 산출물은 시스템 개발 각 단계에서 효율적 활용하는 것이다. 아키텍처 산출물은 개발의 주체인 아키텍트(architect)가 도메인 전문가, 시스템 전문가의 도움을 받아서 작성하며 아키텍트는 아키텍처 개발과정에서 아키텍처 개발을 총괄하는 책임을 지며 공통구문과 어

55) 아키텍처 정의는 여러 분야에서 다양하게 정의되어 오다 2000년 10월에 IEEE Std 1471에서 국제적으로 표준화하고 있다.

회(CSS, Common Syntax and Semantics)로 아키텍처를 설계하여 도메인 전문가와 시스템 전문가 간에 교량역할을 한다.

복합시스템 엔지니어링에서 아키텍처의 최종적인 목적은 올바른 복합 시스템을 개발하는데 있으며 그 역할은 다음과 같다. 첫째 복잡한 문제에 대한 체계적인 이해의 틀을 제공한다. 즉, 시스템 개발에 있어서 여러 당사자들이 많은 문제들에 대한 특정한 관점(viewpoint)⁵⁶⁾에서 바라보되 동일 관점을 지니도록 한다. 둘째, 상호 의사소통 및 의사결정지원 수단으로 활용한다. 서로 다른 이해당사자들 간에 아키텍처에 관련된 대상 체계, 조직에 대한 개선, 투자, 우선순위 등이 의사결정에 사용된다. 셋째, 조직과 체계에 대한 청사진을 제공하며 상위설계서로 활용된다. 아키텍처를 근간으로 현재보다 개선된 미래에 대한 아키텍처를 제공한다. 넷째, 체계 개발 시에 요구문서로 활용된다. 아키텍처는 다양한 측면과 전체 구성요소의 구조, 관계 등을 묘사하므로 요구 분석 시에 활용하면 효율적이다. 다섯째, 표준 아키텍처 프레임워크를 적용함으로써 체계의 상호 운용성을 보장한다.⁵⁷⁾

아키텍처는 잘 정의된 개발 프로세스를 준용하여 적절한 개발 방법 및 도구를 활용하여 개발한다. <그림 3-7>은 아키텍처를 개발하는데 필요핵심요소들을 보여주고 있다.



<그림 3-7> 아키텍처 개발 요소

아키텍처 개발 프로세스는 아키텍처 개발의 시작과 종료에 이르는 과정을 단계화 및 단계별 세부 활동을 제공한다. 즉 선행활동과 다음 단계 활동을 규정하여 현재 활동에 대한 지침을 제공한다. 개발 방법은 아키텍처 산출물과 관련, 구조적 방법, 객체기반 방법(UML)로 구분하고 프레임

56) 관점(viewpoint) : 이해 당사자의 이해관점으로 MND-AF, DoDAF에서는 공통, 운용, 체계, 기술관점으로 분류한다.

57) 최상영, 「시스템 복합체계 아키텍처 소개」, 국방대학교, 2006, p.5.

워크는 개발방법의 일종으로 산출물 개발을 위한 메커니즘을 제공하며 MND-AF, DoDAF, MoDAF 등이 있다. 개발도구는 아키텍처 설계 평가에 용이하게 지원하는 S/W로서 Rational Rose, CORE가 있으며 아키텍처 평가 S/W는 CPN Tools와 VenSim 등이 있다.

2. 복합시스템 엔지니어링 프로세스 및 활동

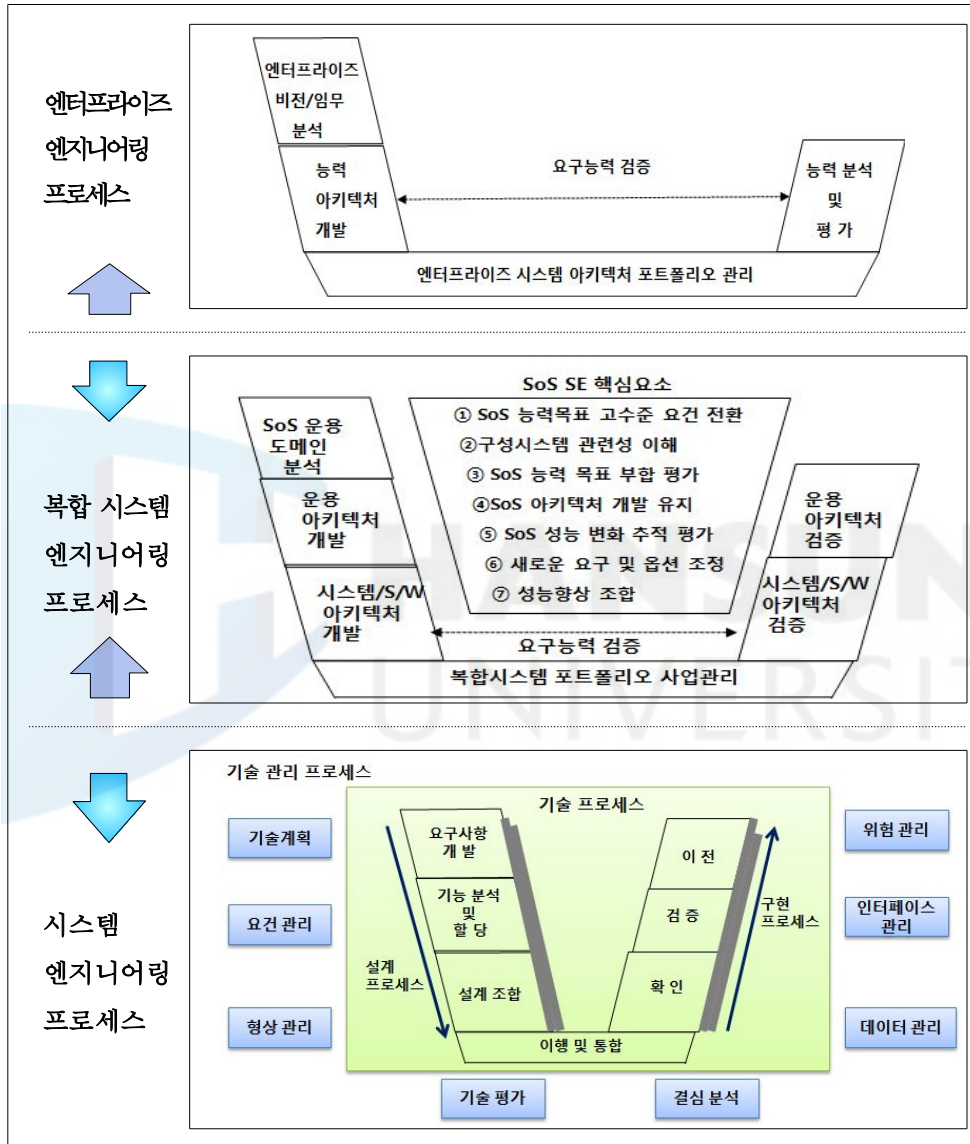
복합시스템 엔지니어링 모형은 첫째, 복합시스템에 대한 엔터프라이즈 차원의 목표 및 비전, 능력을 정의하는 엔터프라이즈 엔지니어링, 둘째, 복합시스템의 목적 및 운용을 정의하고 복합시스템의 기능을 구조화하는 복합시스템 엔지니어링, 셋째, 복합시스템의 구성 및 하부시스템에 대한 개발, 관리를 수행하는 개별 시스템 엔지니어링으로 구성된다. 복합시스템 엔지니어링은 전체적으로 구성품의 합보다 보다 큰 복합시스템 능력에 대하여 계획, 분석, 조직 및 통합하는 개념이다.

각 프로세스에 대한 정의와 구성을 살펴보면, 먼저 엔터프라이즈 엔지니어링 프로세스는 전체 조직 능력 기획을 수립하는데 필요한 정보패키지를 제공하는 것으로서 분석단계, 개발단계, 평가 단계 후 획득 포트폴리오를 작성한다. 즉 엔터프라이즈 차원에서 복합시스템의 비전 및 목표, 임무를 분석하고 이를 달성하기 위한 능력을 정의하며 개발한 아키텍처를 대상으로 평가하고 이후 아키텍처 관리 및 능력획득을 위한 포트폴리오를 진행한다.

복합시스템 엔지니어링 프로세스는 시스템의 점진적 진화 및 획득을 위한 틀을 제공하고 시스템의 상호운용성을 촉진시키며 개략설계도를 제공하며 분석단계, 개발단계, 평가단계로 이루어진다. 즉 엔터프라이즈 차원의 비전 및 목표에 추가한 복합시스템 자체의 임무, 목표, 요구사항을 정의하고 운용차원에서 운용아키텍처의 개발 및 검증을 한다. 프로세스 진행 간에 7대 핵심요소를 적용하여 엔지니어링을 효율적으로 수행하도록 하며 포트폴리오 사업관리를 통해 개별 시스템 엔지니어링 프로세스로 전환한다.

개별 시스템 엔지니어링 프로세스는 전통적인 프로세스를 적용한다. 미국방부 시스템 엔지니어링 프로세스를 적용하되, 기술관리 프로세스 8개

와 기술 프로세스 중 설계 프로세스 3개는 요구사항 개발, 기능분석 및 할당, 설계조합으로 Mil-Std 499C를 적용하고 구현 프로세스는 이후 이행 및 통합, 확인, 검증, 이행 5개 프로세스를 적용한다. 이를 종합하면 전체적인 복합시스템 엔지니어링 모형은 <그림 3-8>와 같이 상위단계인 엔터프라이즈 엔지니어링 프로세스로부터 개별 시스템 엔지니어링 프로세스로 이어지는 전체적인 프로세스로 도식화할 수 있다.



<그림 3-8> 복합시스템 엔지니어링 모형

전체 복합시스템 엔지니어링의 프로세스에서 행하여지는 단계별 활동을 세분화 하면 엔터프라이즈 시스템 아키텍처 구축 프로세스는 [표 3-8], 복합시스템 엔지니어링 프로세스 단계별 활동은 [표 3-9]와 같으며 개별 시스템 엔지니어링 프로세스는 기존 전통적 시스템 엔지니어링을 참조토록 하였다.

[표 3-8] 엔터프라이즈 시스템 엔지니어링 프로세스 단계별 활동

세부 단계	관련 내용	활 동
E1 엔터프라이즈 비전 임무분석	• 미래의 방향과 장기간 청사진 • 조직전체 관점	E1.1 비전 분석 E1.2 목표 및 임무분석
E2 능력 아키텍처 개 발	• SoS 능력 구분 • SoS 구성요소 (조직, 활동, 시스템)	E2.1 능력 분류 E2.2 능력수행 조직 모델링 E2.3 능력수행 활동 모델링 E2.4 능력수행 시스템 모델링
E3 능력 분석 및 평가	• SoS 현행 및 미래 능력차이 분석 • 미래 능력의 소요 근거	E3.1 능력 분석

[표 3-9] 복합시스템 엔지니어링 프로세스 단계별 활동

세부 단계	관련 내용	활동
S1 SoS 운용 도메인분석	• 운용 도메인 분석 * 엔터프라이즈 아키텍처 결과 및 추가 요구사항 식별	S1.1 도메인 분석 S1.2 운용개념도 작성 * SoS SE 핵심요소 적용 : ①④⑥
S2 운용 아키텍처 개 발	• SoS 활동을 중심으로 흐름과 운용노드 조직 모델링 • SoS 운용정보와 절차 모델링	S2.1 과업 모델링 S2.2 운용 정보 모델링 * SoS SE 핵심요소 적용 : ②③④
S3 시스템 아키텍처 개 발	• SoS 과업 요구되는 기능과 기능을 수행하는 시스템 식별 • 식별된 기능을 시스템 기능화 • 식별된 시스템의 물리적 변환	S3.1 기능 및 체계 식별 S3.2 기능 모델링 S3.3 물리 모델링 * SoS SE 핵심요소 적용 : ④⑥
S4 아키텍처 실행/평가	• SoS 아키텍처 실행 가능성 평가 방안 강구 • SoS 실행여부에 대한 검증	S4.1 아키텍처 검증 실행 모델 작성 S4.2 실행 및 평가

3. 복합시스템 엔지니어링 활동, 방법론 및 산출물

가. 아키텍처 프레임워크 선정

단계별 활동에 적용할 방법론 적용에 있어서 아키텍처 프레임워크가 방법론이므로 기존 아키텍처 프레임워크에 대한 특성을 분석하여 적합한 프레임워크와 산출물을 선정하였다. 아키텍처 프레임워크는 미 국방부 DoDAF 1.0과 2.0, 한국 국방부 MND-AF 1.2, 영국군 MODAF, 나토 아키텍처 프레임워크인 NAF 등을 들 수 있다. DoDAF 1.0은 [표 3-10]과 같이 전체, 운용, 체계, 기술 4가지 관점에서 아키텍처 산출물을 작성한다.

[표 3-10] DoDAF 표준 산출물

관점	식별자	산출물	내용
전체	AV-1	개요 및 요약 정보서	범위, 목적, 사용자, 환경 및 분석사항
전체	AV-2	통합사전	
운용	OV-1	운용개념도	운용개념에 대한 고수준 그래픽 설명
운용	OV-2	운용노드연결 기술서	운용노드, 각 노드에서의 활동, 노드간 연결도 및 정보의 흐름
운용	OV-3	운용정보교환 매트릭스	노드 간 교환정보와 교환에 관련된 속성
운용	OV-4	지휘관계도	조직체간의 지휘, 통제 및 조정 관계
운용	OV-5	활동모델	활동, 활동 간의 관계, 제약조건, 활동수행을 위한 메커니즘
운용	OV-6a	운용규칙모델	운용에 영향을 미치는 업무규칙을 식별하는 운용활동순서와 타이밍 설명
운용	OV-6b	운용상태전이 기술서	이벤트에 대한 업무절차의 대응을 식별하는 운용활동 순서와 타이밍 설명
운용	OV-6c	운용이벤트 추적 설명서	시나리오의 활동 혹은 이벤트의 주요순서를 추적하는 운용활동순서와 타이밍을 설명
운용	OV-7	논리적 데이터모델	데이터 요구사항의 문서화 및 운용관점의 구조적 업무규칙 절차
체계	SV-1	체계 인터페이스 기술서	식별한 노드 간의 혹은 노드 내부간의 인터페이스
체계	SV-2	체계 통신설명서	물리적 노드 및 노드에 관련된 통신 설명
체계	SV-3	체계-체계 매트릭스	구조 내의 체계 간 관계성, 체계 유형 인터페이스, 계획 대 기존 인터페이스 제시

체계	SV-4	체계 기능설명서	체계 수행 기능과 체계 기능간의 정보흐름
체계	SV-5	운용활동 대 체계 기능 추적 기술서	운용 활동에 대한 체계 기능을 매핑
체계	SV-6	체계 정보교환 매트릭스	체계요소, 요소에 할당된 응용 및 하드웨어 간 정보교환에 대한 세부사항
체계	SV-7	체계 성능대개 변수 매트릭스	각 체계 소프트웨어 및 하드웨어 요소의 성능 특성
체계	SV-8	체계 진화설명서	점증적 단계 혹은 미래 구현을 위한 체계발전
체계	SV-9	체계 기술예측서	향후 개발에 영향을 미치는 S/W, H/W 신기술
체계	SV-10a	체계 규칙모델	체계 활동순서와 타이밍 설명, 체계 기능에 영향을 미치는 제약 조건
체계	SV-10b	체계 상태진환 설명서	체계 활동순서와 타이밍 설명- 이벤트에 대한 체계의 대응
체계	SV-10c	체계 이벤트 추적설명서	체계 활동순서와 타이밍 설명- 운용관점에 설명된 이벤트의 주요순서 개선
체계	SV-11	물리적 데이터 모델	논리적 데이터 모델의 정보에 대한 물리적 구현
체계	TV-1	기술표준 프로파일	구조에 적용할 수 있는 표준의 추출
체계	TV-2	표준 기술예측서	구조에 적용할 수 있는 새로운 표준 설명

먼저 전체 관점은 전반적인 사항에 대한 요약이며, 운용 관점은 임무, 활동, 운용요소, 정보흐름 기술하고 체계 관점은 기능제공 및 지원하는 체계와 이들 간의 관계를 기술하며, 기술 관점은 체계 구성요소 간 정렬과 상호작용 등 기술표준을 기술한다.⁵⁸⁾ DoDAF는 전략적인 관점, 엔터프라이즈 관점의 비전, 목표 및 능력에 대한 관점은 없지만 운용, 체계, 기술 3가지 관점에서 산출물 형식을 관점별로 조직 업무영역과 상호연관성을 잘 제공하므로 엔터프라이즈 차원보다는 복합시스템 아키텍처 개발에 적합하다. 따라서 복합시스템 엔지니어링 프로세스의 운용 및 시스템 아키텍처개발에 적용하면 적절하다.

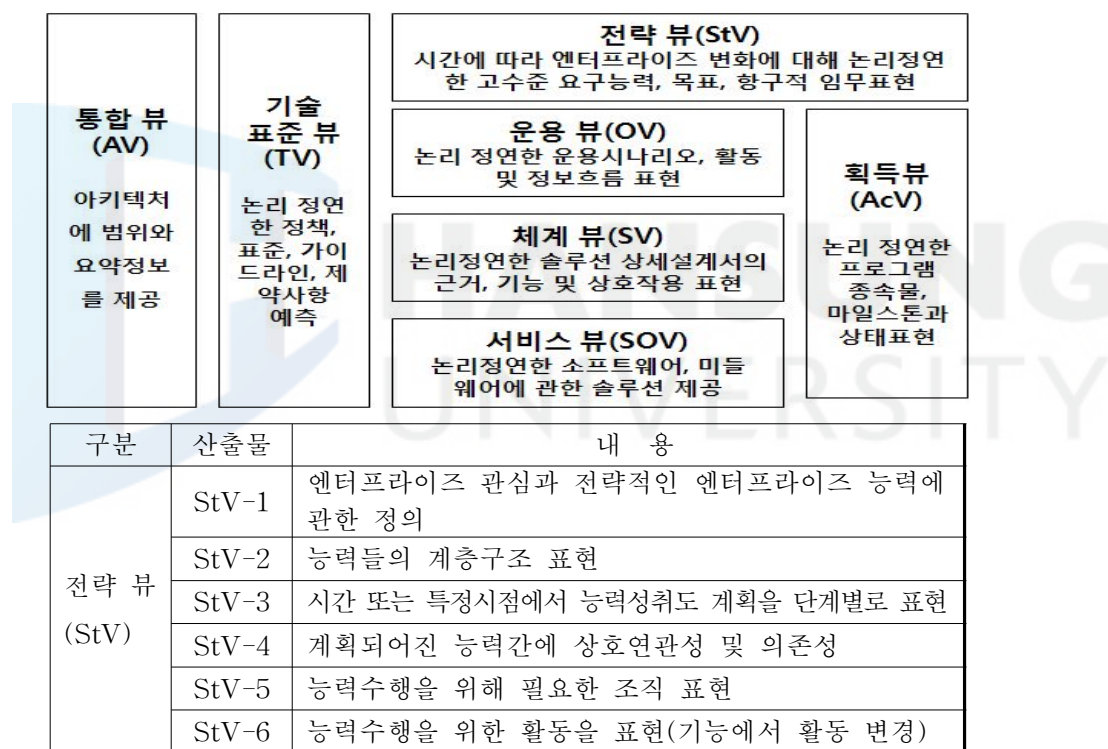
한국군의 MND-AF 1.2는 미 DoDAF 버전 1.0을 기초로 발전시켜 DoDAF 1.0과 동일하게 3가지 관점, 운용, 체계, 기술표준 관점으로 구분하여 27개 산출물로 규정하고 있으므로 복합시스템 엔지니어링 프로세스

58) 최상영, 「국방 엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론(서울 : 국방대학교, 2010), pp.49~50.

는 방법론과 산출물을 DoDAF 1.0에 따른다. 따라서 본 논문에서는 한국 MND-AF 발전의 기반인 DoDAF를 적용하기로 한다.

영국군의 MODAF 1.2는 DoDAF 버전 1.0을 기초로 발전시켜 전략 뷰와 획득 뷰를 포함함으로써 엔터프라이즈 아키텍처 프레임워크 특성을 반영하고 있으며 통합 뷰, 전략 뷰, 운용 뷰, 체계 뷰, 서비스 뷰, 기술표준 뷰, 획득 뷰의 7개 뷰를 채택하고 있다. 전략 뷰⁵⁹⁾는 [표 3-11]에서 보는 바와 같이 국방부의 전략의도에 부합한 비전과 개념으로부터 요구되는 군사능력분석, 분류, 체계적 확보과정을 지원하고 있으므로 엔터프라이즈 엔지니어링 프로세스 적용에 적합하다. 운용 뷰, 체계 뷰, 기술표준 뷰는 DoDAF와 유사하고 서비스 뷰는 논리 정연한 소프트웨어, 미들웨어 솔루션 제공하며, 획득 뷰는 획득 프로그램과 프로젝트들과 정보를 제공한다.

[표 3-11] MODAF 1.2 뷰 관계⁶⁰⁾ 및 전략 뷰 내용



59) <http://www.mod.uk/DefenceInternet/AboutDefence/WhatWeDo/InformationManagement/DODAF/ViewpointAndViews.htm>(검색일자 : 2010. 2. 21).

60) <http://www.mod.uk/NR/rdonysres/IC684514-8094-4959-BF3E-40-FB645134AE/ViewsHomeDownloadable.pdf>(검색일자 : 2010. 2.10).

이외에 NAF는 MODAF와 유사하며 DoDAF 2.0은 DoDAF 1.0을 바탕으로 엔터프라이즈 특성을 반영하여 기존 3개 뷰에서 능력뷰, 프로젝트 뷰, 데이터 정보 뷰, 서비스 뷰를 포함하여 총 6개의 뷰를 정의하고 능력뷰는 MODAF의 전략 뷰를 도입하여 정의하고 있어 엔터프라이즈 아키텍처 특성을 반영하고 있다.

따라서 아키텍처 프레임워크의 특성을 고려해 볼 때 엔터프라이즈 엔지니어링 아키텍처 구축 프로세스는 MODAF 1.2 전략 뷰를, 복합시스템 엔지니어링 프로세스는 DoDAF의 운용, 체계, 기술뷰를 적용하는 것이 적절하다. 이를 고려하여 복합시스템 엔지니어링 내용과 활동, 그리고 방법론을 적용한 산출물을 개발한다.

나. 엔터프라이즈 엔지니어링 활동 및 산출물

먼저 엔터프라이즈 엔지니어링을 제시하면 다음과 같다.

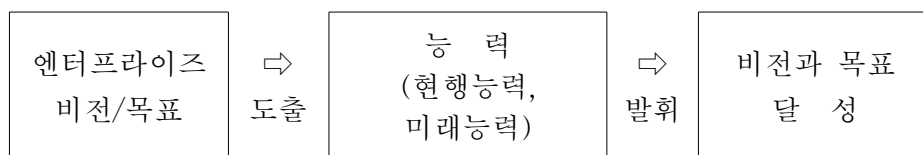
E1.비전, 목표 및 임무 분석

E1.1 비전 분석 : 엔터프라이즈 아키텍처의 최상위 개념. 비전 모델로 나타나며 특별한 형태를 지니지 않으며 산출물은 StV-1a로 표현한다.

E1.2 목표 및 임무분석 : 엔터프라이즈 비전으로부터 구체적으로 달성해야할 목표 및 임무를 분석하여 제시, 목표 및 임무는 시간 프레임으로 이는 단계로 나타낼 수 있으며 산출물은 StV -1c로 표현한다.

E2. 능력 아키텍처 개발

E2.1 능력 설정 : 능력은 목표 및 임무를 수행할 수 있는 잠재력. 매우 추상적이며 상위수준 능력으로부터 하위수준의 능력까지 세분화하고 이들의 관계를 설정하여 산출물은 StV-2로 표현한다. 조건은 시나리오에 의해 상세화하고 기준은 전략지침과 전략적 목표를 통해 구체화한다. 방법은 일련 활동의 연속과 배열 형태, 과업수행에 관한 기술로 운용 아키텍처에 의해 상세화된다. 능력 도출 및 발휘는 아래와 같다.



E2.2 능력 수행 조직 모델링 : 능력을 수행하는 조직을 모델링화하며 산출물은 StV-4로 표현한다.

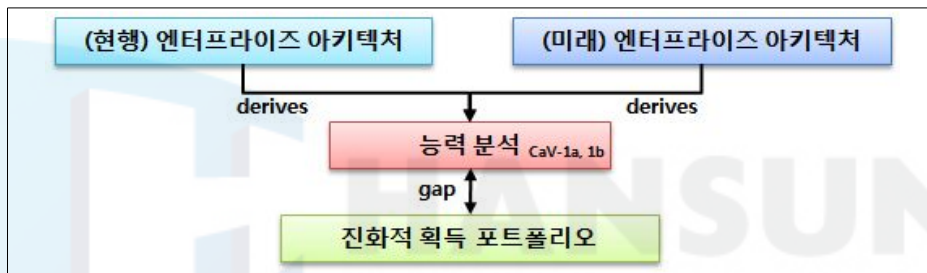
E2.3 능력 수행 활동 모델링 : 능력과 관련하여 조직이 수행하는 활동을 모델링화하며 산출물은 StV-5로 표현한다.

E2.4 능력수행 시스템 모델링 : 능력과 관련하여 조직의 활동수행을 지원하는 시스템을 모델링화하며 산출물은 StV-3로 표현한다.

E3. 능력 분석 및 평가

E3.1 능력 분석 : 능력 아키텍처를 기반으로 현행 능력을 분석, 미래 기준에 대비하여 부족한 능력의 차이 도출, 미래 능력소요 근거를 제공하며 능력 분석 결과표 CaV-1으로 표현한다.

E3.2 진화적 획득 포트폴리오 : 능력 분석의 결과로 능력 차이를 극복할 수 있는 솔루션을 분석, 새로운 획득 소요, 개선, 폐기 등에 대한 포트폴리오 작성하며 획득 포트폴리오 AcV-1로 표현한다.



<그림 3-9> 능력분석과 산출물과 관계

다. 복합시스템 엔지니어링 활동 및 산출물

다음은 복합시스템 엔지니어링에 대한 설명이다.

S1. 운용 도메인 분석

S1.1 임무식별 및 운용 시나리오 분석 : 도메인의 범위와 비전, 목표는 엔터프라이즈 시스템 아키텍처에서 설정되었으므로 이를 기초로 과업을 도출하며 시나리오를 작성한다. 시나리오는 시스템의 임무수행과 관련하여 이루어지는 일련의 사건을 중심으로 상술한다. 운용 시나리오에서는 시스템의 임무와 운용 환경 및 여건이 구체적으로 명시적으로 서술문 형태로 나타난다.

S1.2 운용개념도 작성 : 임무달성을 위한 최고의 상위 개념, 임무

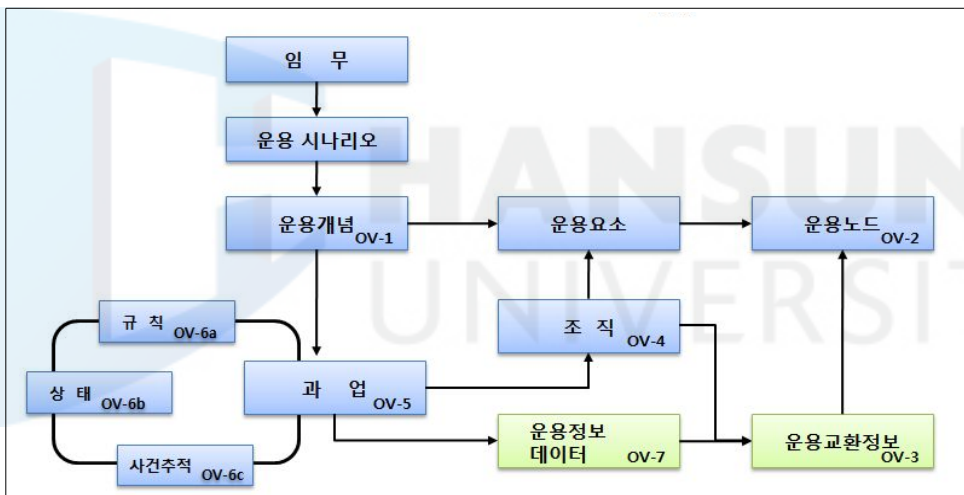
와 시나리오를 근간으로 <그림 3-10>과 같이 작성하며 운용 시나리오에 나타난 운용 조직과 체계 활동, 정보교환 등을 식별하여 운용개념도에 포함시키며 OV-1 형태로 표현한다.



<그림 3-10> 운용시나리오와 운용개념 관계

S2. 운용 아키텍처 개발

운용아키텍처는 운용관점에서 작성된 아키텍처로 운용개념도(OV-1)를 제외한 8개의 산출물로 구성되며 아키텍처에서 다뤄지는 내용에 따라 과업 모델링, 정보 모델링으로 구분하여 개발한다. 운용 아키텍처의 모델링 절차는 <그림 3-11>과 같다.



<그림 3-11> 운용 아키텍처 모델링 절차

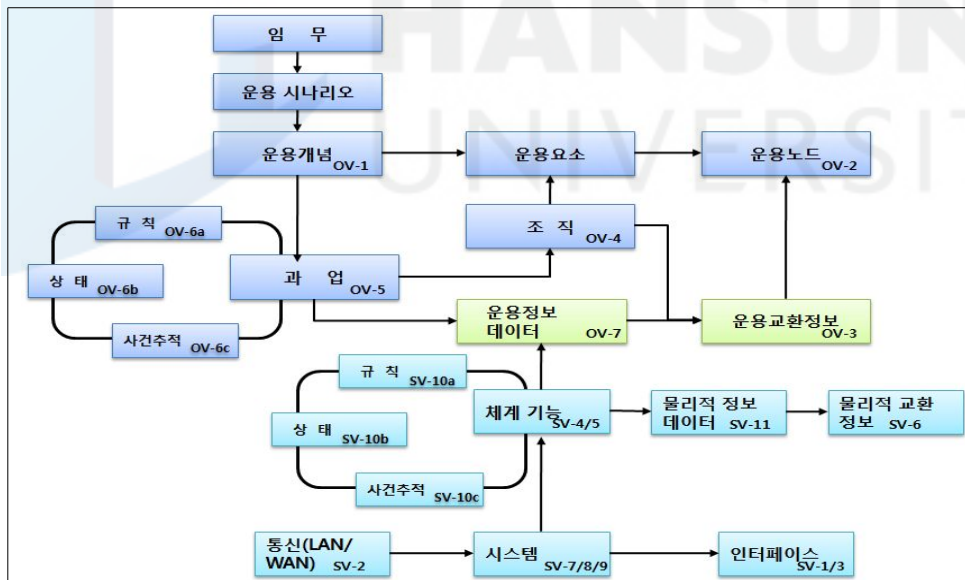
S2.1 과업 모델링 : 과업 모델링은 활동을 중심으로 그 흐름과 운용노드, 조직 등을 모델링한다. 과업은 임무를 수행하기 위해 운용개념도상에 표현되는 운용요소의 상위활동으로 운용개념을 지원한다. 과업은 활동(Activity)으로 세분화되며 활동은 사건과 상태를 수반한다. 따라서 운용활동 모델(OV-5)을 설계하고 이를 바탕으로 운용규칙모델(OV-6a), 운

용상태전이기술서(OV-6b), 운용사건추적기술서(OV-6), 지휘관계 차트(OV-4)를 설계한다.

S2.2 정보 모델링 : 운용노드 간 요구라인을 통하여 교환되는 운용정보교환을 식별하여 논리데이터 모델(OV-7)과 정보교환 매트릭스(OV-5)의 형태로 표현한다. 논리 데이터모델(OV-7)은 데이터 요구사항을 담고 있으며 아키텍처 데이터의 속성 혹은 특성 그리고 상호관계를 나타낸다. 정보교환 매트릭스(OV-3)는 누가 무슨 정보를 누구에게 전송 및 수신하는 경우 행해지는 활동이다.

S3. 시스템 아키텍처 개발

체계 아키텍처는 체계 관점에서 표현하는 아키텍처로 기능을 제공하거나 지원하기 위한 구성 체계와 이들의 상호연결을 그래픽이나 서술식으로 설명한다. 개발 전에 QFD(Quality Function Development)를 작성하여 요구능력을 통한 기능과 구성 체계를 식별할 수 있다. 이후 운용활동을 지원하기 위한 체계 기능을 식별하는 기능 모델링과 체계 구성과 연결관계를 표현하는 물리 모델링을 실시한다. 전체적인 체계아키텍처 개발절차는 <그림 3-12>와 같다.



<그림 3-12> 체계 아키텍처 개발절차

S3.1 기능 및 체계 식별 : 복합시스템 구조가 복잡하고 규모가 클 경우 QFD(Quality Function Development) 사용하면 유익하다. [표 3-12]와 같이 운용조직을 좌상단에 나열하고 이에 대한 운용 조직의 임무를 나열하는데 필요에 따라 세부 과업 및 활동을 기록한다. 다음은 식별되는 요구능력을 기록하고 그 능력과 기능이 구현될 체계와 지원요소를 기록하여 시스템 아키텍처 개발에 활용한다.

[표 3-12] QFD 양식

조직 1	조직 2	조직 3		조직 n	비전(Vision) - 목표(Goal)								
					임무1								
					임무2								
					...								
					임무n								
조직 지원 요소					임무 능력 체계	능력 1	능력 2	능력 3	...	...		...	능력 n
					체계1								
					체계2								
					...								
					체계n								
지원 요소 1	지원 요소 2			지원 요소 n									

S3.2 기능 모델링 : 기능 모델링은 전통적인 시스템 엔지니어링처럼 시스템의 기능 식별에서 출발하여 관련 기능을 식별하여 체계 기능기술서(SV-4), 운용활동/체계 기능추적 매트릭스(SV-5), 체계규칙모델(SV-10a), 체계 상태전이설명서(SV-10b), 체계 이벤트/추적설명서(SV-10c) 형태로 표현한다.

S3.3 물리 모델링 : 물리모델링은 체계와 체계 구성요소의 식별과 노드간의 혹은 노드 내부에 있어서 체계 간 상호연결은 체계인터페이스 기술서(SV-1)와 체계-체계 매트릭스(SV-3)로 표현한다. 이어서 SV-1을 구체화한 통신기술서(SV-2) 작성하며 체계의 모든 기술적 성능 특성을 식별하여 논리 데이터 모델(OV-7)과 정보교환 매트릭스(OV-5) 형태로 표현한다.

S4. 아키텍처 실행 및 평가 : 아키텍처 평가는 M&S를 기반으로 평가하며 평가 S/W는 CPN Tools와 VenSim 등이 있다. 평가를 위해 우선적으로 아키텍처 실행모델을 작성하여 이를 실행하여 결과로 얻어진 데이터를 평가한다. 본 논문에서는 개념설계 위주로 연구되므로 상세한 내용은 생략한다.

지금까지 제시한 엔터프라이즈 엔지니어링가 복합시스템 엔지니어링 프로세스의 단계별 활동 및 산출물을 종합하면 [표 3-13]과 같다.

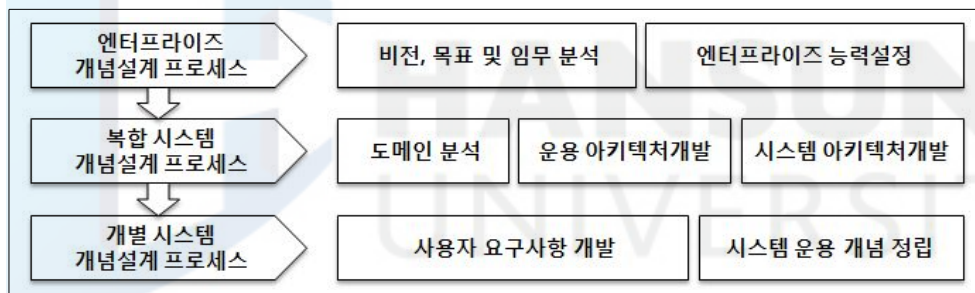
[표 3-13] 프로세스 단계별 활동 및 산출물 판단 결과

프로세스	세부 단계	활동	방법론/산출물
엔터프라이즈 엔지니어링 프로세스	E1 엔터프라이즈 비전 업무분석	E1.1 비전 분석 E1.2 목표 및 임무분석	StV-1a : 엔터프라이즈 비전 StV-1b : 엔터프라이즈 목표/임무 StV-1c : 엔터프라이즈 단계
	E2 능력 아키텍처 개발	E2.1 능력 분류 E2.2 능력수행 조직 모델링 E2.3 능력수행 활동 모델링	StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류 StV-3 : 엔터프라이즈 조직 StV-4 : 엔터프라이즈 활동 StV-5 : 엔터프라이즈 시스템
	E3 능력분석 및 평가	E3.1 능력 분석	CaV-6 : 능력분석 결과서 Ac-1 진화적 획득 포트폴리오
복합시스템 엔지니어링 프로세스	S1 SoS 도메인분석	S1.1 운용 시나리오 분석 S1.2 운용개념도 작성	서술문 형태(운용개념서) OV-1 : 운용개념도
	S2 운용 아키텍처 개발	S2.1 과업 모델링 S2.2 운용 정보 모델링	OV-2 : 운용노드연결기술서 OV-3 : 정보교환 매트릭스 OV-4 : 지휘관계 차트 OV-5 : 운용활동모델
	S3 시스템 아키텍처 개발	S3.1 기능 및 체계 식별 S3.2 기능 모델링 S3.3 물리 모델링	SV-1 : 체계 인터페이스 기술서 SV-2 : 체계 통신 기술서 SV-3 : 체계-체계 매트릭스 SV-4 : 체계 기능기술서 SV-5 : 운용활동/체계기능추적 기술서 SV-6 : 체계정보교환 매트릭스 SV-7 : 체계 성능 파라미터 매트릭스 *기타 SoS 특성고려 산출물 가감
	S4 아키텍처 실행/평가	S4.1 검증 실행 모델 작성 S4.2 실행 및 평가	아키텍처 실행 모델 실행결과

제 4 절 복합시스템 개념설계 모형 개발

제 3 절에서 정립한 복합시스템 엔지니어링 모형은 전반적인 복합시스템에 대한 설계, 계획, 관리, 조직, 통합 및 처리를 수행하는 모형이라면, 여기에서는 설계 분야만 포함하되 복합시스템에 대한 개념설계를 하는데 필요한 모형을 정립하는 것이다. 또한 개념설계는 개략적인 구성을 설계요건으로 추출해내는 단계로서 기본설계나 상세설계에 포함되는 활동이나 산출물은 생략한다.

따라서 복합시스템 개념설계 모형은 개략적으로 시스템 전체의 목적과 구조, 조직, 체계에 중점을 두고 있으므로 엔터프라이즈 시스템 개념설계 프로세스, 복합시스템 개념설계 프로세스, 시스템개념설계 프로세스로 설정할 수 있다. 따라서 <그림 3-13>와 같이 엔터프라이즈 시스템 개념설계 프로세스에서는 비전, 목표 및 임무 분석, 복합시스템 개념설계 프로세스에서는 도메인 분석, 운용 및 시스템 아키텍처 개발 활동을 복합시스템 개념설계 영역으로 포함할 수 있겠으며 개별시스템 개념설계는 요구사항 개발을 통해 운용개념 정립을 포함한다.



<그림 3-13> 개념설계 모형 프로세스 및 활동

따라서 복합시스템 개념설계 분야에 적용할 산출물은 일부 활동 및 산출물 작성을 생략할 수 있으며 특히, 개념설계는 실험이나 시험 등 분석 및 검증활동을 수행하지 않으므로 복합시스템 엔지니어링의 E3 능력분석 및 평가, S4 아키텍처 실행 및 평가를 제외한다. 복합시스템 엔지니어링에서 추가적으로 제외할 수 있는 산출물은 StV-1c로서 단계의 구분과 적용 시에만 필요하다. 복합시스템 엔지니어링의 S2 운용 아키텍처 개발 산출물 중에서 OV-3 정보교환 매트릭스는 OV-1, 2에서 개념설계에 필

요한 노드와 정보내용을 식별하였으므로 생략이 가능하고, S3 시스템 개발 아키텍처에서는 SV-2 체계 통신기술서, SV-3 체계-체계 매트릭스, SV-4체계 기능기술서는 개념설계보다 기본설계에 가까운 산출물이므로 제외하였다. 운용활동을 체계기능으로 전환하고 인터페이스를 설정하여 상호운용성을 보장하는 SV-5 운용활동 및 체계기능 추적기술서와 SV-1 체계인터페이스 기술서는 포함했다. 개별 시스템 개념설계 프로세스는 구축개념에 주안을 두고 요구사항과 운용개념, 작전운용성능(ROC) 설정 활동을 수행하여 OV-1 운용개념도 SV-4 운용활동 및 체계기능 추적기술서, SV-7 체계 성능 파라미터 매트릭스를 작성하는 것으로 판단하였다. 그러나 개념설계과정에서 산출물의 필요성을 고려하여 가감할 수 있다.

세부 단계별 활동 및 산출물은 복합시스템 엔지니어링 모형과 동일한 방법론인 MoDAF와 DoDAF를 적용한다. 이를 종합한 복합시스템 개념설계 모형의 프로세스별 활동 및 산출물은 [표 3-14]와 같이 정리할 수 있다.

[표 3-14] 복합시스템 개념설계 모형 프로세스 단계, 활동 및 산출물

구분	세부단계	활 동	산출물
엔터프라이즈 개념설계 프로세스	E1 비전 임무분석	E1.1 비전 분석 E1.2 목표 및 임무분석	StV-1a : 엔터프라이즈 비전 StV-1b : 엔터프라이즈 목표/임무
	E2 능력 아키텍처 개 발	E2.1 능력 분류 E2.2 능력수행 조직 모델링 E2.3 능력수행 활동 모델링 E2.4 능력수행 시스템 모델링	StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류 StV-3 : 엔터프라이즈 조직 StV-4 : 엔터프라이즈 활동 StV-5 : 엔터프라이즈 시스템
복합 시스템 개념설계 프로세스	S1 도메인 분석	S1.1 운용시나리오 분석 S1.2 운용개념도 작성	서술문 형태(운용개념서) OV-1 : 운용개념도
	S2 운용 아키텍처 개 발	S2.1 과업 모델링 S2.2 운용 정보 모델링	OV-2 : 운용노드연결기술서 OV-4 : 지휘관계 차트 OV-5 : 운용활동모델
	S3시스템 아키텍처 개발	S3.1 기능 및 체계 식별 S3.2 기능 모델링 S3.3 물리 모델링	SV-5 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서 SV-1 : 체계인터페이스 기술서
개별 시스템 개 념 설 계 프로세스	SE 1	SEL1.1 요구사항 분석 SEL1.2 운용개념도 작성 SEL1.3 작전운용성능 작성	OV-1 : 운용개념도 SV-5 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서 SV-7 : 체계 성능 파라미터 매트릭스

이를 추가 설명하면, 엔터프라이즈 개념설계 프로세스에서는 먼저 비전과 목표 및 임무를 분석하고 능력 아키텍처를 개발하여 산출물로 StV-1a : 엔터프라이즈 비전, StV-1b : 엔터프라이즈 목표 및 임무를 작성하며 능력아키텍처는 복합시스템에게 요구되는 능력에 대한 분류와 능력 수행조직 및 능력수행활동 모델링하여 산출물로 StV-2 엔터프라이즈 능력분류, StV-3 엔터프라이즈 조직, StV-4엔터프라이즈 활동, StV-5 엔터프라이즈 시스템을 작성한다.

복합시스템 개념설계 프로세스에서는 도메인 분석 단계에서 운용 시나리오 분석을 통하여 OV-1 운용개념도를 필요시 서술문 형태의 운용개념서를 기술한다. 운용 아키텍처에서는 과업에 대한 모델링과 운용정보 모델링을 중점적으로 수행하여 OV-2 운용노드연결기술서, OV-4 지휘관계차트, OV-5 운용활동모델을 작성한다. 시스템 아키텍처에서는 기능 및 체계를 식별하고 기능모델링과 물리모델링을 수행하여 필요한 SV-1 체계 인터페이스 기술서와 SV-4 체계 기능기술서를 작성한다.

개별 시스템 엔지니어링에서는 요구사항 분석을 통하여 개별시스템에 대한 OV-1을 작성하며 필요시 운용개념서를 서술문 형태로 작성하여 적용한다. 운용활동을 체계 기능으로 전환하여 맵핑(mapping)하는 SV-4 운용활동 및 체계기능 추적기술서를 포함하였으며 작전운용성능의 설정을 고려, SV-7 체계 성능 파라미터 매트릭스를 작성하는 것으로 판단했다.

제 5 절 복합시스템 개념설계 모형의 유용성 검토

1. 설문구성 및 분석방법

복합시스템 개념설계 모형이 국방획득 소요제기·결정에 미치는 영향을 검토하기 위하여 가설의 측정변수인 필요성(N:Necessity), 적정성(O:Optimization), 합동 및 상호운용성(J:Jointness and Interoperability)을 평가항목으로 설정하여 전문가를 선정하여 설문조사를 하였다. 설문조사 후 분석방법은 시스템 체계공학원(주)에서 연구한 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」의 개선효과분석 방법을 참조하였다.⁶¹⁾

조사대상은 국방획득 관련하여 일반적인 소요제기·의사결정에 참여하거나 참여할 대상인 군 전문가를 21명을 객관성 있는 이해관계자 집단으로 선정하여 설문조사를 실시하였다.⁶²⁾ 설문항목의 구성은 [표 3-15]와 같이 엔터프라이즈 개념설계 분야와 복합시스템 개념설계 분야, 개별시스템 개념설계 분야는 운용개념 및 체계 작전운용능력 설정 등 총 3개 분야 9개 항목으로 구성하였다.

[표 3-15] 설문항목 구성

Part I	전사적 차원 비전/목표, 임무 및 능력 설정
I-1	복합시스템 미래 비전 및 구축 방향, 청사진 제공
I-2	능력 아키텍처 개발(복합시스템 능력 구분, 구성요소 도출)
I-3	복합시스템 현행 및 미래 능력차이 분석
Part II	전사적 차원 비전, 목표, 임무분석 및 복합시스템 능력 설정
II-1	운용도메인(시나리오) 분석 및 운용개념도 작성
II-2	복합시스템 과업활동, 조직 및 지휘관계 식별
II-3	복합시스템 기능 및 체계 식별, 인터페이스기술, 정보교환 식별
Part III	개별 시스템 운용개념, 작전운용능력 및 인터페이스 설정
III-1	개별 시스템 요구사항 분석
III-2	개별 시스템 운용개념 작성
III-3	개별 시스템 작전운용능력 설정 및 인터페이스

61) 설문조사 분석방법은 시스템 체계공학원(주)에서 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」에 기술된 7. 종합개선, 7.3 기대효과 분야를 참조하여 적용하였다.

62) 육군10명, 해군 6명, 공군 5명으로 합동참모대학 교수 및 학생 중 획득분야 경험 또는 시스템 공학에 관련 있는 인원에 대한 설문을 하였다. 텔파이 선구자 Dalk 박사에 의하면 “단위크기가 15명 정도이면 그룹 간 예측결과 신뢰성이 보장된다.”고 하고 있다. : 시스템 체계공학원, 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」, (서울 : 시스템 체계공학원(주), 2008), p.170. 각주 재인용.

설문응답자는 [표 3-16]과 같이 연구모형에서 설정한 측정변수 및 세부 측정 항목을 적용하여 필요성(N), 적정성(O), 합동 및 상호운용성(J)의 각 측면에서 설문문항별 5점을 기준으로 평점을 부여 하였다.⁶³⁾

[표 3-16] 설문답변 항목 “예”

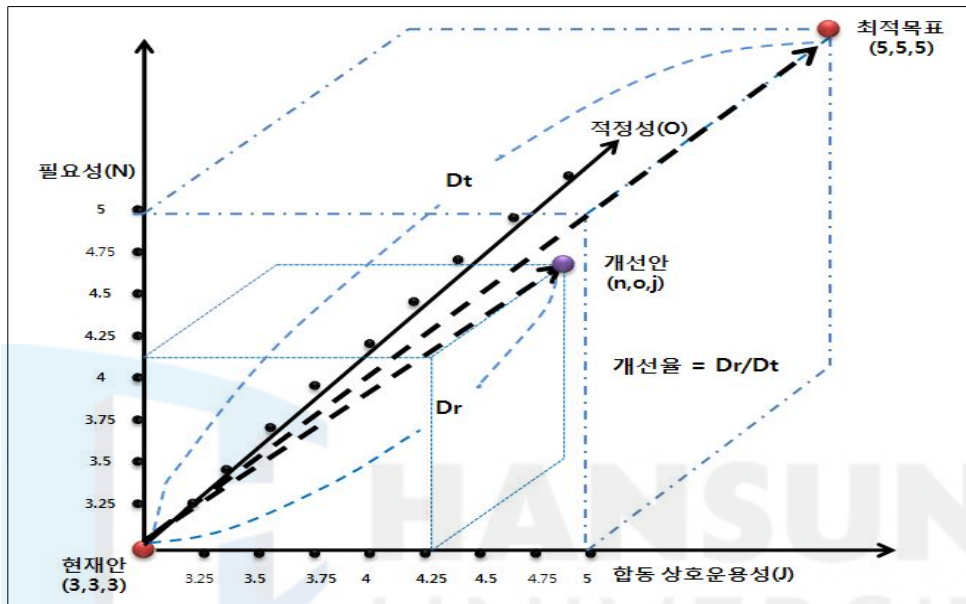
평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성 (N)	• 상위수준 목표에 기여 • 현 체계 대비 개선효과 • 적 위협(변화) 대응	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성 (O)	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 과업에 부합한 조직/체계 지침 제공	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합 동 및 상호 운용성(J)	• 구성 내외부체계의 운용 개념수립 집권화·통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

설문분석 방법은 프로세스 전이도(Process Transition Map)⁶⁴⁾ 방법으로서 프로세스 평가치를 구하기 위하여 평가지표 값을 서로 비교 가능한 값으로 계산하여 평가지표 값들이 각 지표상에 연속적인 값을 가질 수 있기 때문에 모든 가능한 프로세스는 프로세스 큐빅(Cubic) 상에 존재하므로 이를 기준으로 현재 안과 개선 안을 비교하는 방법이다. 즉 <그림 3-14>와 같이 각 문항별 응답자들의 점수는 필요성(N), 적정성(O), 합동 및 상호운용성(J)을 기준 축으로 하여 좌표 값(n, o, j)을 갖게 되며 이는 개선방향에 대한 벡터 값이 된다. 따라서 현재 안에서 개선 안까지의 경로거리(Dr)가 개선된 벡터 값이며, 현재 안에서 목표 값까지의 경로거리

63) 설문서 : 부록“복합시스템 개념설계 모형 적용을 위한 설문” 참조.

64) Process Transition Map : 연세대학교 연구팀 고유방법론으로 삼성, LG 등의 프로세스 개선에 적용하여 검증된 방법임. 상세내용 Jeong, B.J. and Lee, K. W. Process Analysis and Evaluation for Process Innovation, Proceedings of '94 Conference Korea ORMS, Oct 1994 ; 시스템 체계공학원, 「국방전력발전 업무 체계 개선방안 연구보고」, (서울 : 시스템 체계공학원(주), 2008), p.172 재인용.

(Dt)가 최적목표의 벡터 값이다. 따라서 개선율은 개선안까지의 경로거리(Dr)를 목표 값까지의 경로거리(Dt)로 나눈 개선율(Dr/Dt)로 산출할 수 있다. NOJ Transition Map⁶⁵⁾에서 각 지표에 대하여 필요성[Necessity] = N(p), 적정성[Optimization] = O(p), 합동 및 상호운용성[Jointness and Interoperability] = J(p)로 정의한 뒤에 국방획득 체계 소요제기·결정에 대한 가치를 $\bar{V} = \{N(p), O(p), J(p)\}$ 의 벡터형태로 표현하여 비교한다.⁶⁶⁾ 연구목적 상 3개 요소에 대한 가중치는 적용하지 않는다.



<그림 3-14> NOJ Transition Map

2. 설문결과 분석 결과

설문결과 각 벡터 점수 간 개선율에 대하여서는 응답자간 산포도를 반영하여 유의수준을 0.05 적용한 t-검정과 비모수 검정 방법을 통해 개선안에 대한 효과를 검증한다. 개선 효과 평가 등급은 [표 3-17]과 같이 A, B, C 개선 효과군으로 분류하였다.

65) PTM의 적용에 있어서 평가지표를 필요성(N), 적정성(O), 합동 및 상호운용성(J)로 설정하여 개선율을 산출하므로 본 논문에서는 NOJ Transition Map으로 명명한다.

66) 시스템 체계공학원, 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」, 서울 : 시스템 체계공학원(주), 2008), p.173.

[표 3-17] 개선효과 평가등급기준

등급	내용	기준
A	개선효과가 큼	개선율이 30% 초과
B	개선효과가 있음	개선율이 10% ~ 30%
C	개선효과 없음	개선율이 10% 이하

설문 결과를 종합하여 설문항목별로 필요성(N), 적정성(O), 합동 및 상호
운용성(J)을 개선율 수식 $\bar{V} = \{N(p), O(p), J(p)\}$ 를 적용하여 산출한 결과
는 [표 3-18]과 같다.

[표 3-18] 설문항목 및 설문대상자별 개선율

구분	I-1	I-2	I-3	II-1	II-2	II-3	III-1	III-2	III-3
1	1.2583	0	1	0.4081	0.8660	0.2886	0.2886	0.5773	0.7071
2	0.5	0.2886	0.2886	0.2886	0.2886	0.4082	0	0	0.2886
3	0.4082	0.2886	0.7071	-0.288	0.4082	-0.408	0.5	0.5	0.5
4	1.1902	1.1902	1.3540	1.0408	1.1902	1.5545	0.5	1.1902	1.0801
5	1	0.9574	0.7071	0.6454	0.7071	0.4082	0.9128	0.4082	0.4082
6	0.7071	0.5	0.5	0.5	0.8660	1	1	1	0.5
7	0.4082	0.8660	0.4082	0.4082	0.4082	0.5	0.5	0.4082	0.4082
8	0.4082	-0.5	0.2886	0.2886	-0.2886	0	-0.288	0	0
9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10	0.2886	-0.288	0.2886	0.2886	0.2886	0.2886	0	-0.408	0
11	0.4082	0.6454	0.5	0.4082	0.4082	0.4082	0.4082	0.4082	0.2886
12	0.8660	1	0.8660	0.7071	0.8660	0.8660	0.4082	0.5	0.5
13	0.4082	0.4082	0.4082	0.7071	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7071
14	0.7071	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7071
15	0	0.2886	0.4082	-0.408	0.2886	0	0	0.2886	-0.288
16	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
17	0	0.2886	0.4082	-0.2886	0.2886	0.2886	-0.2886	0	-0.2886
18	0	0	0	0	0.4082	0.2886	0.2886	0	-0.2886
19	0.6454	0.5773	0.577	0.5	0	0.9574	0.4082	0.5773	0.2886
20	1	0.5	0.8660	0.8660	0.8660	0.8660	1	0.7071	0.7071
21	0.5	0.5	0.4082	-0.4081	0.2886	0	0	0.2886	-0.2886

국방전력발전업무체계 개선연구에는 t-검정을 사용했으나, t-검정은 모집단의 분포가 정규분포 일 때 적용할 수 있다. 그러나 모집단의 분포를 정규분포로 가정할 수 없고 특정분포를 선택하기 어렵기 때문에 t-검정과 비모수 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 병행하였다. 개선을 30%에 대한 유의수준을 0.05로 설정하여 미니탭(Minitab)으로 산출하면 [표 3 -19]와 같다.

[표 3 -19] 개선을 30%에 대한 검정결과

1-표본 T 검정: I-1, I-2, I-3, II-1, II-2, II-3, III-1, III-2, III-3							
mu = 0.3 대 > 0.3의 검정							
변수	N	평균	표준 편차	SE 평균	95% 하한	T	P
I-1	21	0.5573	0.3578	0.0781	0.4227	3.30	0.002
I-2	21	0.4291	0.4062	0.0886	0.2762	1.46	0.080
I-3	21	0.5469	0.2932	0.0640	0.4366	3.86	0.000
II-1	21	0.3411	0.4066	0.0887	0.1881	0.46	0.324
II-2	21	0.4833	0.3300	0.0720	0.3591	2.55	0.010
II-3	21	0.4626	0.4236	0.0924	0.3032	1.76	0.047
III-1	21	0.3637	0.3632	0.0793	0.2270	0.80	0.216
III-2	21	0.4022	0.3550	0.0775	0.2686	1.32	0.101
III-3	21	0.3303	0.3900	0.0851	0.1835	0.36	0.363

Wilcoxon 부호순위 검정: I-1, I-2, I-3, II-1, II-2, II-3, III-1, III-2, III-3					
중위수 = 0.3000 대 중위수 > 0.3000의 검정					
	N	N(검정용)	Wilcoxon 통계량	P	조정된 중위수
I-1	21	21	194.0	0.003	0.5269
I-2	21	21	157.0	0.077	0.4541
I-3	21	21	210.0	0.001	0.5000
II-1	21	21	139.0	0.212	0.3943
II-2	21	21	182.0	0.011	0.4541
II-3	21	21	159.0	0.068	0.4330
III-1	21	21	135.0	0.255	0.3943
III-2	21	21	146.0	0.149	0.4330
III-3	21	21	128.0	0.338	0.3536

t-검정과 비모수 검정 결과 [표 3-19]와 같이 I-1, I-3, II-2, II-3은 귀무가설에 유의하지 않으므로 A등급으로 분류할 수 있으나, II-3은 비모수 검정과 t-검정 P값이 0.068과 0.045로 차이가 있어 B 등급 이하에 대한 검정을 실시하고 I-1, I-3, II-2 항목은 A급으로 분류하였다. II-3과 기타 항목은 B등급이하로 개선효과 10%에 대한 검정을 실시한다. 개선효과 10%에 대한 검정한 결과는 [표 3-20]과 같이 t-검정, 비모수 검정 모두 P값이 모두 크므로 귀무가설은 유의하지 않다. 즉 귀무가설을 기각할 수 없으므로 모든 등급이 B등급이 된다.

[표 3 -20] 개선을 10%에 대한 검정결과

1-표본 T 검정: I-2, II-1, III-1, III-2, III-3							
mu = 0.1 대 < 0.1의 검정							
변수	N	평균	표준 편차	SE 평균	95% 상한	T	P
I-2	21	0.4291	0.4062	0.0886	0.5820	3.71	0.999
II-1	21	0.3411	0.4066	0.0887	0.4941	2.72	0.993
III-1	21	0.3637	0.3632	0.0793	0.5004	3.33	0.998
III-2	21	0.4022	0.3550	0.0775	0.5358	3.90	1.000
III-3	21	0.3303	0.3900	0.0851	0.4771	2.71	0.993

Wilcoxon 부호순위 검정: I-2, II-1, II-3, III-1, III-2, III-3							
중위수 = 0.1000 대 중위수 < 0.1000의 검정							
	N	N(검정용)	Wilcoxon 통계량	P	조정된 중위수		
I-2	21	21	203.0	0.999	0.4541		
II-1	21	21	182.0	0.990	0.3943		
II-3	21	21	209.0	0.999	0.4330		
III-1	21	21	200.0	0.998	0.3943		
III-2	21	21	203.0	0.999	0.4330		
III-3	21	21	190.0	0.995	0.3536		

이를 다시 설문항목별 개선율과 개선 수준을 산출한 결과는 [표 3-21]과 같다.

[표 3-21] 설문항목 개선을 및 개선수준⁶⁷⁾

설문 항목		개선율(%)	등급
Part I 전사적 차원 비전/목표, 임무 및 능력 설정		40	
I -1	전사적 비전/목표 설정	29	A
I -2	능력 아키텍처 개발(능력구분, 구성요소 도출)	50	B
I -3	복합시스템 현행 및 미래 능력차이 분석	51	A
Part II 복합시스템 운용개념, 과업, 조직 및 체계 설정		38	
II-1	운용도메인(시나리오) 분석 및 운용개념도 작성	29	A
II-2	복합시스템 과업활동, 조직 및 지휘관계 식별	44	B
II-3	복합시스템 기능/체계 식별, 인터페이스식별	43	B
Part III 개별 시스템 설계		37	
III-1	개별 시스템 요구사항 분석	34	B
III-2	개별 시스템 운용개념 작성	36	B
III-3	개별 시스템 작전운용능력 설정 및 인터페이스	32	B

파트별로 구분한 9개 항목 중에서 A등급 3개, B등급은 8개로 개선효과가 비교적 큰 것으로 나타났다. I -1 전사적 비전 및 목표달성, I -3 복합시스템 현행 및 미래 능력차이 분석, II-1 복합시스템 도메인 분석 및

67) Part 별 개선율은 세부 항목별 개선율을 합하여 나눈 값과 일치하지 않으므로 개선율이 벡터임을 고려하여, Part에 대한 개선율은 세항목의 필요성, 적정성, 합동 및 상호운용성의 값을 종합하여 벡터로 계산하였다.

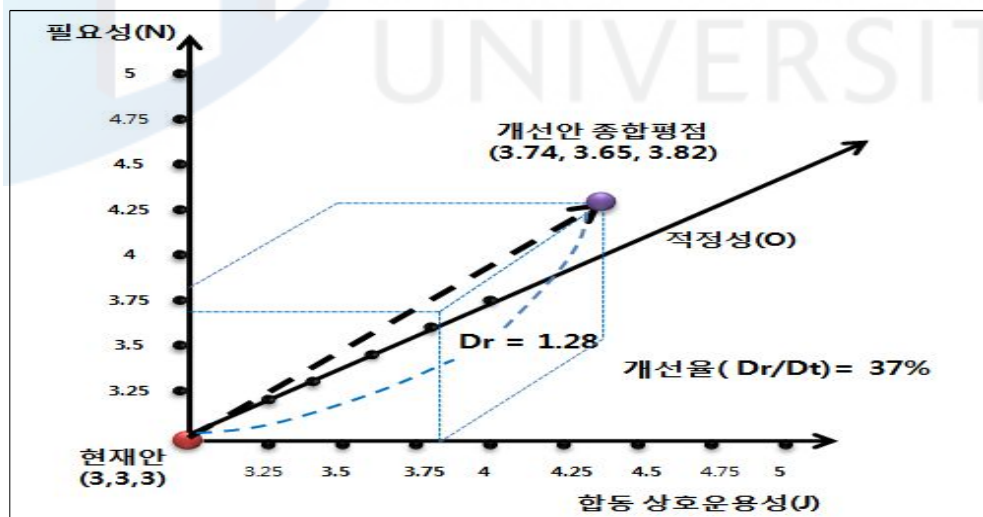
운용개념도 작성과 II-3 복합시스템 기능 및 체계 식별, 인터페이스 식별 등 4개 항목이 A등급을 받았다. 전반적으로 전사적 차원 및 복합시스템 운용개념 조직 및 체계설정 파트에 대한 개선율이 높으므로 개별 시스템 설계를 위한 엔터프라이즈 차원과 복합시스템 개념설계에 대한 개선 필요성을 반영하는 것으로 볼 수 있다.

또한 측정변수별로 획득한 평점을 $\bar{V} = \{N(p), O(p), J(p)\}$ 의 벡터형태로 산출한 총 개선율 및 파트별 개선율과 등급은 [표 3-22]와 같으며, 이는 측정변수인 필요성(N)과 적정성(O), 합동 및 상호운용성(J) 점수를 종합하여 개선율을 산출한 결과다. 이를 분석해보면 전반적으로 37%의 개선율을 보여 비교적 개선 효과가 좋은 것으로 판단되며, 측정변수별에서는 합동 및 상호운용성(J)이 평점 3.82, 백분율로는 41%로 개선효과가 제일 큰 것으로 나타났다.

[표 3-22] 측정변수별 평점 및 개선율

구분	필요성 (N)	적정성 (O)	합동 및 상호운용성 (J)	개선율 (Dr/Dt)	Dr (개선안)	Dt (최적목표)
총계	3.74	3.65	3.82	37%	1.28	3.46
Part I	3.86	3.63	3.87	40%	1.37	
Part II	3.76	3.63	3.87	38%	1.31	
Part III	3.62	3.7	3.71	37%	1.28	

이상의 내용을 종합하여 그림으로 표현하면 <그림 3-15>와 같다.



<그림 3-15> 개선효과 NOJ Transition Map

따라서 설문항목별 등급과 전체 측정변수별 개선율, 총 개선율을 고려하면 복합시스템 개념설계 모형이 국방획득체계 소요제기·결정에 긍정적인 영향(+), 즉 필요성, 적정성, 합동 및 상호운용성에서 긍정적인 영향을 미치므로 가설을 충족(do not reject)한다.

3. 복합시스템 개념설계 모형과 운용개념기술서(OCD) 비교분석

앞에서 복합시스템의 개념설계 모형은 소요요청, 제기·결정에 유용하다는 것을 검정하였으나, 최근 국방획득체계 개선에 관련된 연구에서는 시스템 엔지니어링 초기 활동 문서인 운용개념서(OCD)가 사용자(소요군)의 요구사항 반영을 위해 반드시 필요한 문서⁶⁸⁾로 제시되고 있으므로 이를 복합시스템 개념설계 모형과 비교 분석하여 활용 가능성을 확인할 필요가 있다.

「국방전력발전업무체계 개선 방안 연구」에서는 획득 프로세스의 소요단계란 “할 일을 분명하게 제시하는 것으로서 수행해야할 일을 분명히 식별하기 위해서는 합참 및 각 군에서 대상시스템의 운용개념(OCD)을 정의해야한다.”⁶⁹⁾고 주장하고 있다. 또한 국방전력발전업무훈령(2009. 9)에는 정보체계 사업주관부서는 운용개념기술서를 작성하도록 규정하고 있고 운용개념기술서 양식을 부록에 포함하여 제시하고 있다.

운용개념서 작성 목적은 첫째, 시스템 환경, 지원 시스템과 외부 시스템, 이해관계자 식별 및 의사소통을 촉진시킨다. 둘째, 체계 수준 및 상위 수준에 대한 정의를 제공하여 이해관계자의 공통된 이해를 이끌어 낸다. 셋째, 운용개념서는 요구사항 문서와 함께 하위수준 체계를 설명하는데 시작점(starting point)을 제시한다. 넷째, 사용자 집단과 활동에 대한 식별을 한다.⁷⁰⁾ 이러한 목적으로 작성하는 운용개념기술서(OCD)에 관한 양식은 기관 및 대상체계별로 일부 다르나 여기에서는 복합시스템의 하나인 정보체계를 대상으로 한 국방전력발전 업무훈령에서 제시된 양식을 활용한다.

68) 김중명·박영원, 「국방연구개발사업의 시스템 요구사항 개발 프로세스 개선」, 『한국군사과학기술학회지』, 제12권, 3호(2009년 6월), p.290.

69) 시스템공학원(주), 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」, ‘08 정책연구보고서(2008.7), p.160.

70) 방위사업청, 체계공학 업무편람(안), pp.5~6.

[표 3-23]에서는 운용개념기술서(OCD)와 복합시스템 개념설계 모형의 양식을 제시하였다.

[표 3-23] 운용개념기술서 및 복합시스템 개념설계 모형 양식

운용개념기술서(OCD) 양식	복합시스템 개념설계 모형
1. 체계 개요	1. 비전, 임무분석 StV-1a : 엔터프라이즈 비전 StV-1b : 엔터프라이즈 목표/임무
2. 관련 문서(규정, 문서 등)	
3. 현 체계의 분석 가. 배경, 목적, 범위 나. 현 업무체계의 현황, 운영방식 및 제약사항 다. 사용 및 운용 조직 라. 체계지원 사항	2.능력 아키텍처 개발 StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류 StV-3 : 엔터프라이즈 조직 StV-4 : 엔터프라이즈 활동 StV-5 : 엔터프라이즈 시스템
4. 목표 체계 개념 가. 배경, 목적, 범위 나. 운영 방식 및 제약사항 다. 연동 대상체계 (개념도, 대상체계/운용개념) 라. 체계 간 교환자료 목록(IER) 마. 사용 및 운용 조직 바. 체계 지원사항	3. 도메인분석 도메인 분석(운용시나리오) OV-1 : 운용개념도
5. 목표체계 운영 시나리오	4. 운용 아키텍처개발 OV-2 : 운용노드연결기술서 OV-4 : 지휘관계 차트 OV-5 : 운용활동모델
6. 목표체계 구축에 의한 변경사항 가. 변경사항 (현재/목표 간 비교) 나. 변경사항의 우선순위 다. 변경사항의 당위성 라. 기타 변경사항	5. 시스템 아키텍처개발 SV-4 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서 SV-1 : 체계인터페이스 기술서
7. 목표체계 분석 가. 장점 및. 단점, 제한사항 나. 대안별 비교분석	6. 개별시스템 아키텍처 OV-1 : 운용개념도 SV-5 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서
8. 기타 추가사항	SV-7 : 체계 성능 파라미터 매트릭스

여기에서 보듯이 운용개념기술서(OCD) 양식에는 운용자 관점에서 현 체계의 분석을 통해 필요성을 도출하고 목표체계의 개념 기술하되 목적과 범위, 운용방식, 연동 대상체계, 정보교환, 조직을 식별하고 있다. 이와 관련된 복합시스템 개념설계 모형 양식은 엔터프라이즈 차원에서 접근한 비전, 목표 임무 및 능력(조직, 체계)과 도메인 분석(운용시나리오)을 포

함하고 있다. 따라서 복합시스템 개념설계 모형은 운용개념기술서의 3항 현 체계 분석과 4항 목표체계 개념 그리고 5항의 운용시나리오를 포괄하면서도 이에 대한 상위수준의 지침을 제공할 수 있다. 그리고 복합시스템 개념설계 모형의 운용 아키텍처 개발 항목은 운용개념기술서의 4항의 운용방식 및 제약사항, 사용 및 운용조직을 식별에 관한 내용을 제공할 수 있다. 또한 복합시스템 개념설계 모형의 5항 시스템 아키텍처 개발은 운용활동을 체계로 전환하는 것을 추적하고 인터페이스 구성을 식별하여 제공하므로 운용개념기술서의 4항 연동대상체계와 체계 간 교환자료 목록, 그리고 6항 변경사항에 대한 확인할 수 있다.

전반적으로 복합시스템 개념설계 모형은 운용개념기술서(OCD)에 대하여 비전과 목표, 능력 그리고 체계 운용개념 및 시나리오 등 전반적인 분야에 대한 상위수준의 지침을 제공할 수 있고, 운용개념기술서(OCD)는 보다 구체화된 체계의 운용과 시나리오, 변경사항 식별 등을 제공함으로써 차후 체계 개발에 활용할 수 있다.

따라서 복합시스템 개념설계 모형은 초기 요구사항을 포괄하고 운용개념기술서의 상위수준의 지침을 제공하므로 소요요청, 제기·결정에 기여하는 근거로써 활용하는 것이 적절하다. 운용개념기술서(OCD)는 소요결정 이후에 선행연구와 탐색개발의 결과문서로 작성되어 체계개발을 위한 기초문서로 활용하는 것이 바람직하다. 운용개념기술서(OCD)는 그 상세수준도 높고 보다 구체화된 작전요구성능(ROC)을 설정해야 되기 때문에 소요군에서 작성에 대한 부담이 크다. 따라서 운용개념기술서(OCD)는 소요기획단계가 아닌 현행대로 획득단계에서 작성하여야 한다. 그러나 운용개념기술서(OCD)의 정의 및 작성 목적을 고려해 볼 때 무기체계가 대부분 C4ISR과 연관되어 있고, 정보 기술과 결합되어 그 복잡성이 더욱 증가하기 때문에 정보체계 뿐만 아니라 획득대상 무기체계에 적용할 필요가 있다.

제 4 장 종합전투실험체계 개념설계

본 장에서는 제 3장에서 제시한 복합시스템 개념설계 모형에 따라 엔터프라이즈 시스템 개념설계 프로세스와 복합시스템 개념설계 프로세스에 의해 종합전투실험체계에 대한 단계별 활동을 정의하고 및 산출물을 작성하였다. 개별 시스템에 대한 개념설계는 복합시스템 개념설계 프로세스 진행 간에 병행하여 수행하면서 필요한 핵심 운용개념을 제시하였다. 가설 검증은 종합전투실험체계 개념설계 결과를 측정변수에 대한 측정항목을 비교하여 충족여부를 확인하는 방법으로 수행하였다.

먼저 개념설계의 기반이 되는 종합전투실험체계의 각종 현황 및 자료는 이론적 배경과 합동·전투실험 현황분석 결과 발전방향 및 보완할 분야, 시사점을 비전과 임무, 이해관계자 및 사용자의 요구능력으로 활용하였으며, 기타 아키텍처 개발 간에 필요한 사항도 이를 참조하여 활동 및 산출물을 작성하였다. 또한 전반적인 종합전투실험체계 개념설계는 합동·전투실험체계를 기준으로 하되, 특정 군을 지정하여 개념설계를 할 필요성이 있으므로 해군 전투실험을 기준으로 하였다. 복합시스템 개념설계 모형을 적용하여 각각의 프로세스에 대한 활동과 산출물을 모두 작성해야 하나 연구목적상 핵심적인 분야만 선택하였고, 아키텍처 구축을 위해 도구(tool)의 사용도 필요하나 연구목적 상 일반 문서작업을 통하여 산출물을 작성하였다.

제 1 절 엔터프라이즈 개념설계

엔터프라이즈 개념설계는 상부조직의 전반적 의도를 구현하기 위한 체계 능력을 분석 및 최적화한다. 전사적 아키텍처 구축은 해군 전체 관점에서 종합전투실험체계 능력에 관련 정책, 개념을 파악하고 능력 확인, 차이 및 중복을 분석하여 현행 체계(As-Is)와 목표 체계(To-Be)를 작성해야 하나, 현행 체계(As-Is)는 종합적인 체계가 없이 개별 체계가 일부 존재하므로 현행 엔터프라이즈 아키텍처는 제시하지 않는다.

1. E1 비전 및 임무분석

E1.1 비전분석 비전은 달성 가능한 능력의 범위로서 시간 프레임 계획의 청사진으로서 엔터프라이즈의 전반적인 능력에 대한 전략적 수준의 맥락을 제공하여 정해진 기간에 달성해야 할 능력의 영역과 전략적 개념을 정의한다. 또한 상위수준의 목표와 전략이 능력과 관련된 용어로 표현한다. 따라서 해군 종합전투실험체계의 비전은 해군의 비전과 개념을 분석하여 종합전투실험체계의 역할 및 환경 등을 도출하여 작성할 수 있다. 즉 해군 비전 2030을 구현하는 전투발전요소를 검증하고 창출할 수 있는 종합전투실험체계 구축하는 것이 전체적인 비전이며, 해군 개념 및 비전의 검증, 전투발전요소의 검증, 전력 소요제기를 위한 검증, 첨단 과학기술의 군사적 활용 가능성을 검증하는 역할 수행은 구체적인 비전이다. 또한 미래 해군 전투실험에 요구되는 환경을 구비하고 특히 합동실험에서 해군 전투실험의 역할 수행 분야도 포함하였다. 한·미 해군 전투실험 현황분석 결과 보완할 분야로서 OO전단급 L-V-C 모의능력이 필요함에 따라 이를 반영하였다. 이에 따라 종합전투실험체계 비전은 [표 4-1]과 같이 제시할 수 있다.

[표 4-1] StV-1a 종합전투실험체계 비전

StV-1a 해군 종합전투실험 체계 비전
● 종합전투실험체계는 해군 전력소요를 검증/창출할 수 있는 능력을 구비 (1. 해군 개념/비전 검증, 2. 전투발전요소 검증, 3. 전력 소요제기를 위한 검증, 4. 첨단 과학기술의 군사적 활용 가능성 검증) ● 해군 비전 2030을 구현할 수 있는 전투발전요소를 검증하도록 2030년 기준 능력 설정 ● 미래전 양상에 대비하여 합동 및 해군개념에 부합된 네트워크 중심전 능력 검증 및 창출을 위한 전투실험체계 구비 ● 종합전투실험체계에 요구되는 능력 - 실험계획 : 장기, 중기 종합실험계획 수립 능력 - 실험수행 : 미래 합동작전수행이 가능한 첨단 입체전력 대상 전투실험 수행 - 결과분석 및 후속조치 : 계획 및 수행에 대한 분석/조치 능력 구비 * 실기동+가상+구성모의를 통합한 OO전단급 종합전투실험이 가능한 실험조직, 수단 및 도구, 시설의 확보
미래 해군 전력발전소요를 검증 및 창출할 수 있는 종합전투실험체계 구축

E1.2 목표분석 목표는 엔터프라이즈 비전을 구현할 수 있는 구체적인 모습과 달성해야 될 최종 상태, 즉 목표는 수행결과 척도와 효과에 관련 정의된다. 따라서 목표설정을 위해서 종합전투실험체계 비전 즉 미래 해군 전력발전소요를 검증 및 창출할 수 있는 종합전투실험체계 구축에 대한 전체적인 모습을 목표화하여 미래 해군 종합전투실험체계의 최종상태를 포함하며, 해군의 제반 전투발전요소에 대한 전투실험체계의 역할과 합동실험 차원에서 해군 전투실험체계가 수행해야 할 과업, 전구급과 임무 및 교전급, 공학급 수준을 망라한 전투실험을 고려한다. 이에 따라 해군 종합전투실험체계의 목표는 [표 4-2]와 같이 제시할 수 있다.

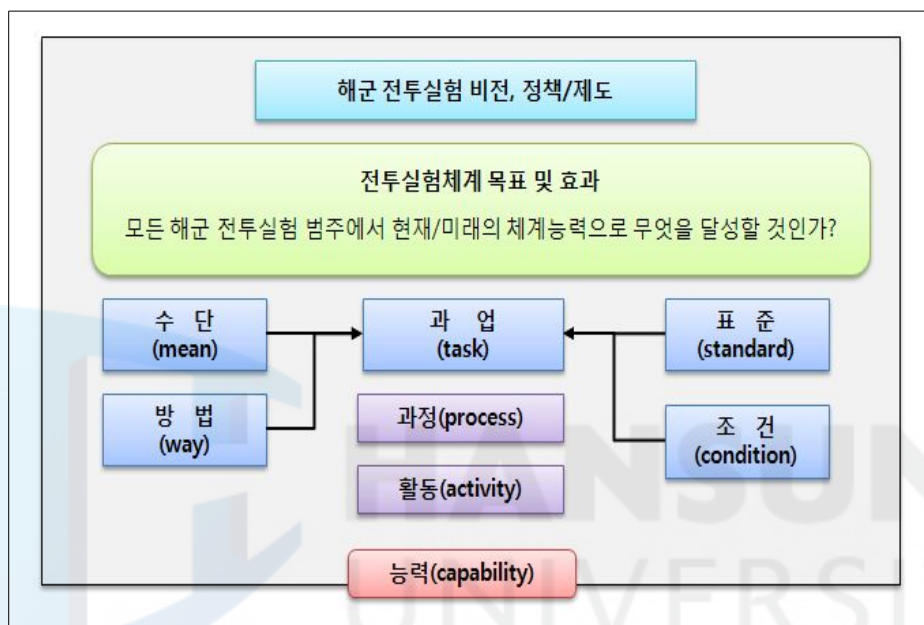
[표 4-2] StV-1b 종합전투실험체계 목표

StV-1b 해군 종합전투실험 체계 목표			
<전사적 목표> 목표 1 : 미래 해군 전력발전소요 검증 및 창출 * 해군 제반 전투발전요소에 대한 과학적 · 합리적 검증활동이 가능토록 종합전투실험계획 및 관리 한다.		<전사적 목표> 목표 2 : 00급 수준의 종합전투실험 수행 * 00전단급 수준 실험대상에 대한 종합적인 전투실험이 가능한 절차, 수단 및 도구, 시설을 갖춘다.	
<전사적 목표> 목표 3 : 합동실험에 참여 * 합동실험의 일부로서 해군 전투 실험을 효율적으로 수행한다.		<전사적 목표> 목표 4 : 연습 및 모의훈련과 연계된 전투실험 * 연습체계와 연계를 위해 전투실험체계와 연습체계간 연동체계를 구축한다.	

2. E2 능력아키텍처 개발

능력(Capability)에 대한 용어 정의를 먼저 알아보면 능력은 “어떤 일련의 임무를 수행하기 위해 특정한 표준 및 조건하에서 수단과 방법의 조합을 통하여 요망하는 효과를 달성하기 위한 역량”⁷¹⁾으로 정의하고 있으며 능

력의 요소는 ① 과제(tasks) ② 효과(effects) ③ 조건(conditions) ④ 표준(standards) ⑤ 수단(means) ⑥ 방법(ways)으로 다른 방법 및 수단을 결합하여 특정효과를 달성하면 또 다른 능력이다. 따라서 능력은 “작전적 목표 또는 효과를 달성하기 위해서 전·평시 특정한 표준 및 조건하에서 수단과 방법을 사용하여 과업(Task)을 수행하는 역량”이라고 할 수 있다. 이는 과정(process)과 활동(activities)으로 나타나며 상위수준에서부터 전투실험체계 목표 및 효과를 도출하고 내부요소를 포함하여 도식으로 정리하면 <그림 4-1>과 같다.



<그림 4-1> 능력의 구성요소 및 관련성

E 2.1 능력 분류 종합전투실험체계 능력모델, 능력분류 목록 활동을 작성 시에 고려할 사항은 종합전투실험체계의 비전 및 목표 달성을 위해 갖추어야 할 능력과 전반적인 종합전투실험체계의 업무범위, 절차, 방법 및 수단을 포함한다. 앞에서 비전 및 목표는 이미 식별하였으며, 종합전투실험체계가 수행할 전반적인 범위와 절차는 합동·전투실험 현황 분석에서 정의한 내용을 활용한다. 따라서 [표 4-3]에서와 같이 종합전투실험

71) US JCS J-8 Force Structure, Resource and Assessments Directorate. CBA User's Guide 3.0/(CJCSI/M 3010), p.6.

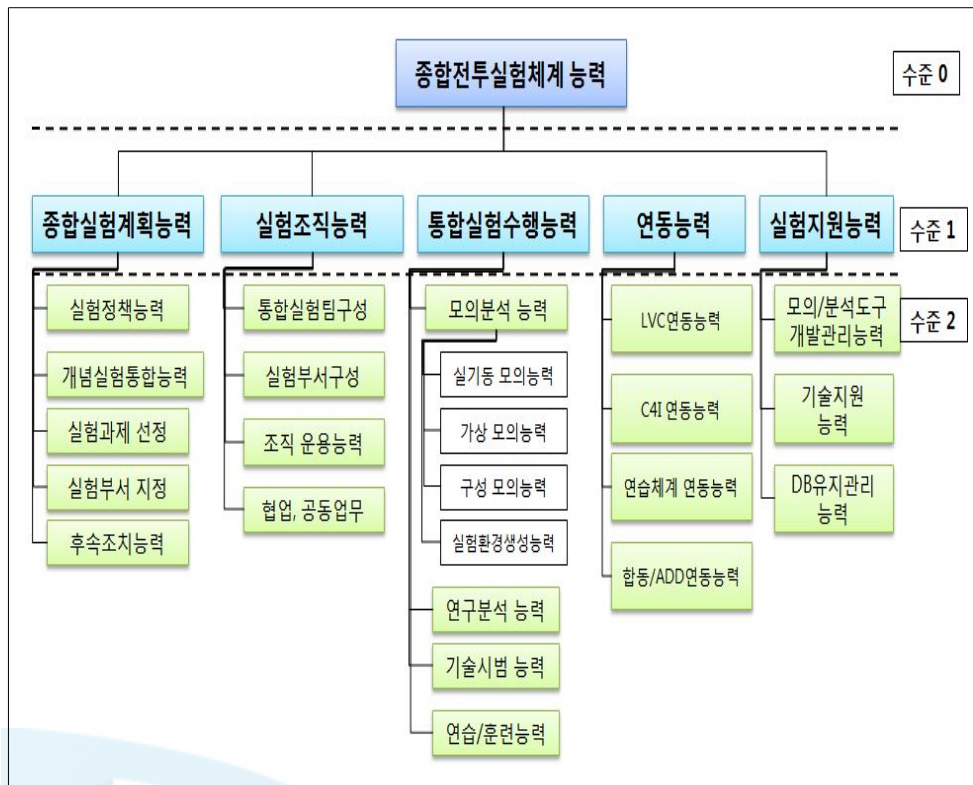
체계의 업무범위는 실험계획, 수행, 지원으로 구분되며 전투실험 수행 절차가 제시되었으므로 이를 위한 체계의 요구되는 능력을 식별하여야 하며 능력수행 조직 및 활동 모델링에도 활용한다.

[표 4-3] 종합전투실험체계 범위 및 방법, 수단

구분	주요업무범위	실험방법, 실험수단
실험계획업무	• 실험정책 및 제도발전 • 계획수립/과제선정 (중·장기)	• 종합실험계획(Experimentation Campaign Plan) * 상급/관련부서 협조
전투실험수행	① 실험 과제 분석	• 구성모의 및 합성 해양환경 • 실기동 및 가상모의(실험부대) • L-V-C 체계 (해군 자체, 합참, 각국, ADD) • 실험분석도구 • C4I체계 연동 및 모의훈련/연습활용
	② 실험 설계 및 준비 * 통합부대 실험(OO급), 단일 실험	
	③ 실험수행	
	④ 실험 결과 분석	
	⑤ 후속조치 및 활용	
실험지원업무	• 모의모델, 분석도구 관리 • DB구축 및 관리유지/ 기술지원	• M&S Tool • DBMS

또한 합동실험 및 외부체계와 공동 및 협업 실험은 기본적인 업무수행 체계로서 전반적인 범위에 포함하였으며, 종합전투실험 체계 요구환경인 합동실험에 해군 전투실험분야의 참여와 지원을 하고, 해군 개념 및 네트워크 중심전(NCW)에서 소요되는 전력을 검증하며 대안을 창출할 수 있는 환경, 첨단 과학 및 정보기술을 전투실험에 접목하여 활용할 수 있는 여건 구비 등을 포함하였다.

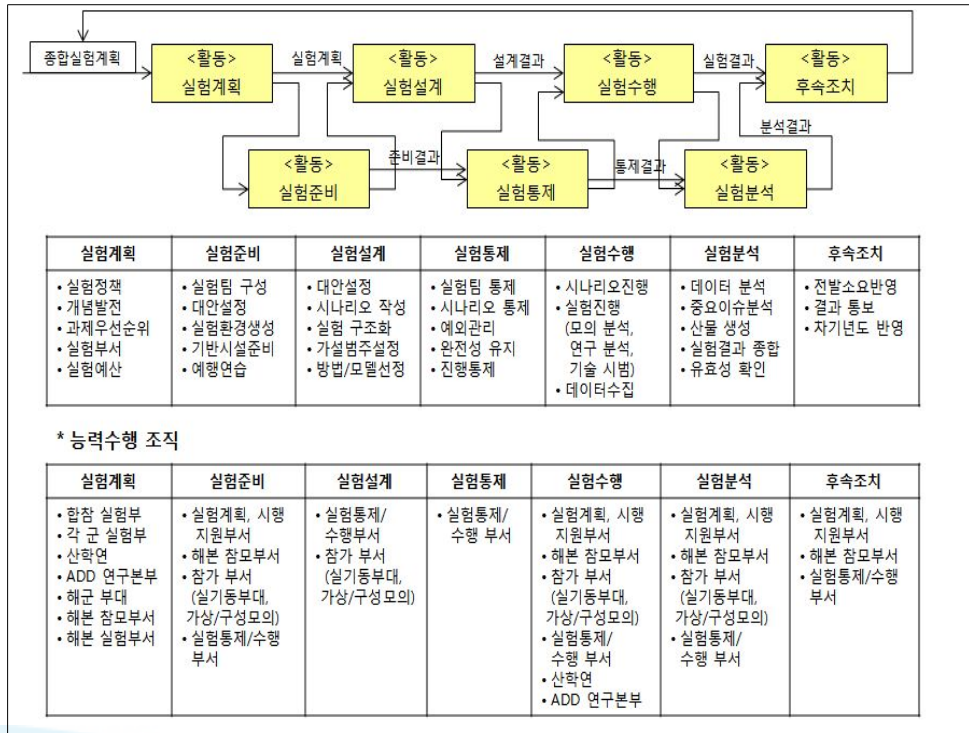
능력 분류 모델링을 하면 <그림 4-2>와 같으며 종합전투실험체계 능력을 수준 0으로 설정하였으며 종합전투실험 계획능력, 실험조직 능력, 통합실험수행 능력, 연동능력, 실험지원능력을 수준 1로 설정하였다. 수준 2는 수준 1을 수행할 수 있는 능력으로서 이를 구체화하여 능력을 분해, 제시함으로써 조직, 활동, 시스템 모델링의 기준을 제공한다.



<그림 4-2> StV-2 종합전투실험체계 능력 모델

E 2.2 능력수행 조직모델링 종합전투실험체계 능력수행 조직모델링을 위해서는 종합전투실험체계의 능력수행과 관련된 조직을 현재 능력(As Is)의 조직과 미래 능력(To Be)의 조직을 모두 포함하여 표현한다. 그리고 현행조직에서 보완해야 할 소요는 별도로 제시할 수도 있으며 종합전투실험체계가 수행하는 활동 단계별로 세부 활동을 수행할 수 있는지를 판단하나 엔터프라이즈 차원에서는 전반적인 조직의 범위 식별이 더 중요하다.

앞에서 제시한 업무범위 및 절차를 고려하고 이를 수행하기 위해 소요되는 능력수행을 위한 조직을 식별하고 전체적인 조직의 규모를 제시한다. 또한 식별되는 조직은 전투실험전담 조직과 전투실험을 위해 지정된 조직, 해군관련부서, 그리고 해군이외 외부 협력 및 협업부서로 구분하여 최종적으로 조직을 식별한다. 이를 전반적으로 수행하면 <그림 4-3>과 같다.

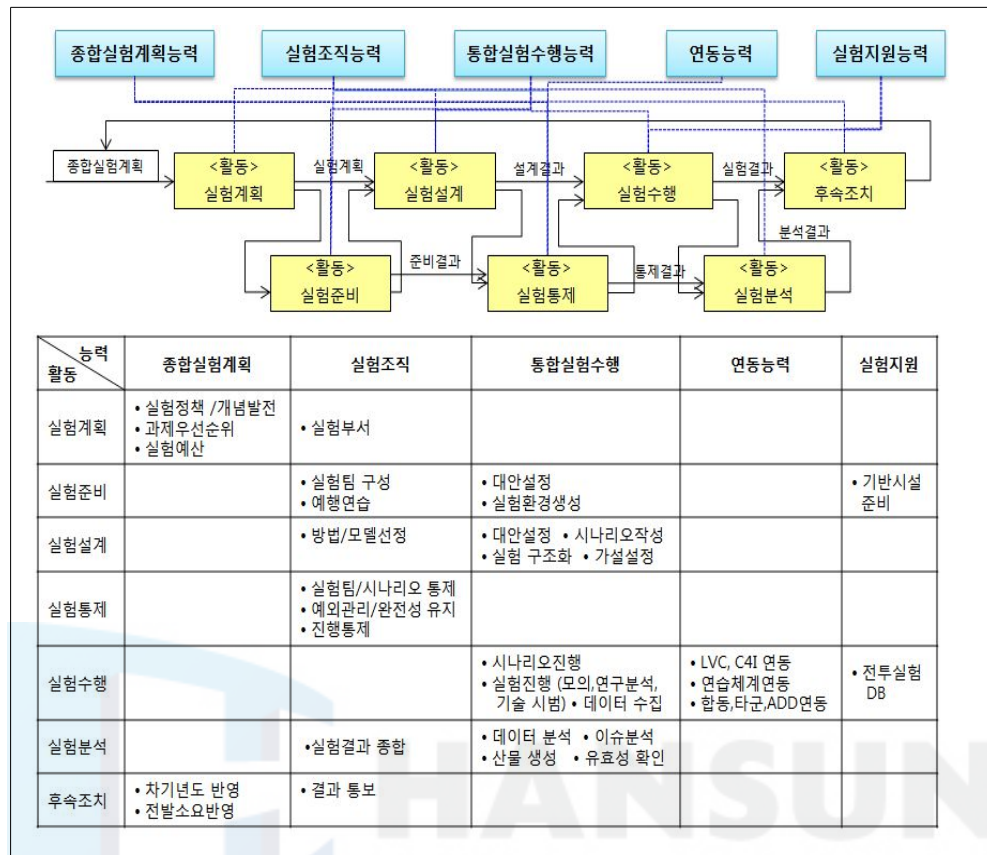


구 분	조 직 식 별
상급 및 협조	• 합참 실험부서 • 각 군 실험부서
해군 관련부서	• 해군 OO부 • 해본 참모부서 • 해군 OO센터
해군 실험부서	• 실험통제/수행부서(통합실험팀) • 실험계획, 시행, 지원부서(전투실험센터) • 실기동모의부대 • 가상 및 구성모의부서(기능실험소)
협업 및 기타	• 국과연 해군전투실험개발센터 • 산학연

<그림 4-3> StV-3 종합전투실험체계 조직

E 2.3 능력수행 활동모델링 종합전투실험체계 능력수행 활동모델링을 위해서는 종합전투실험체계의 능력수행과 관련된 활동, 즉 현재 능력(As Is)의 활동과 미래 능력(To Be)의 활동을 모두 포함하여 종합전투실험 수행 절차를 표현한다. 그리고 종합전투실험체계의 능력과 활동과의 관련성, 전투실험을 수행하는 활동들 상호관계, 그리고 단계별로 세부 활동을 판단하여 능력과 활동, 세부 활동을 식별하며 전투실험수행절차를

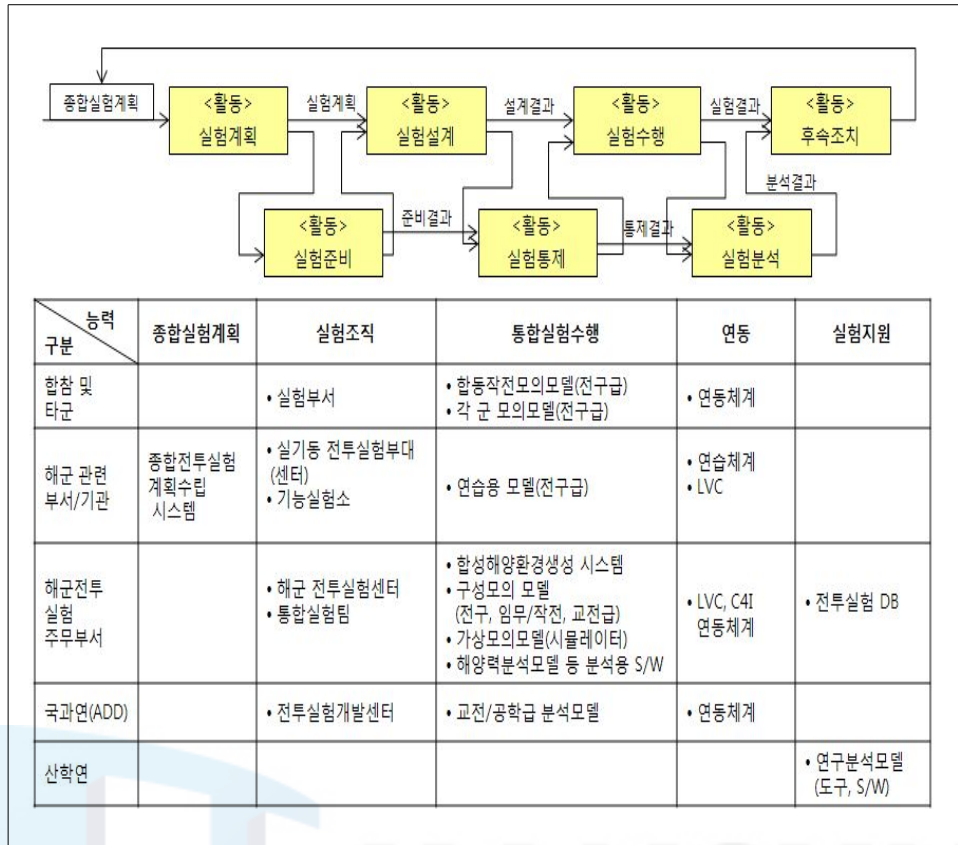
적용하여 활동을 도출한다. 능력 수행 활동 모델링 결과는 <그림 4-4>에서 보는 바와 같다.



<그림 4-4> StV-5 종합전투실험체계 활동

E 2.4 능력수행 체계 모델링

종합전투실험체계 능력수행 체계 모델링은 종합전투실험체계의 능력수행과 관련된 체계를 표현하기 위하여 종합전투실험체계가 수행하는 활동단계별로 세부활동을 판단하여 이를 수행하기 위해 소요되는 하부 시스템 및 개별 시스템을 도출한다. 즉 종합전투실험체계의 조직 및 체계는 전투실험전담조직과 전투실험지정조직, 해군 관련부서, 해군이외 외부 협력 및 협업부서 구비하여야 하는 체계로 구분하여 도출한다. 또한 해군 종합전투실험체계에 구축하고자 하는 구성요소인 종합전투실험계획수립 체계, 해양 환경 모의체계, 실험분석 체계, 실험수행체계(L-V-C), 중앙전산 장비체계, 전투실험DB체계, 연동 및 네트워크 체계 등도 포함한다. 모델링 결과는 <그림 4-5>에서 보는 바와 같다.



<그림 4-5> StV-3a 종합전투실험체계 시스템

제 2 절 복합시스템 개념설계

복합 시스템 개념설계는 종합전투실험체계의 점진적 진화 및 획득을 위한 틀을 제공하고 체계의 상호운용성을 촉진시키며 복합시스템 기본설계를 위한 개략 설계도를 제공한다. 전사적 아키텍처로부터 비전 목표, 능력 아키텍처를 제공 받아 운용 및 시스템 아키텍처구축에 활용한다. 따라서 종합전투실험체계 개념설계는 개별 시스템을 담아내는 틀로서 각 시스템의 상세 요구사항에 필요한 정보를 제공하며 도메인 분석을 통해 아키텍처 개발을 위한 범위, 목적, 시나리오를 작성하고 이를 기초로 운용아키텍처, 시스템 아키텍처를 개발한다. 개별 시스템 개념설계는 별도로 작성하지 않고 필요한 부분만 본 절에 포함하여 제시한다.

1. 도메인 분석

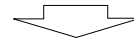
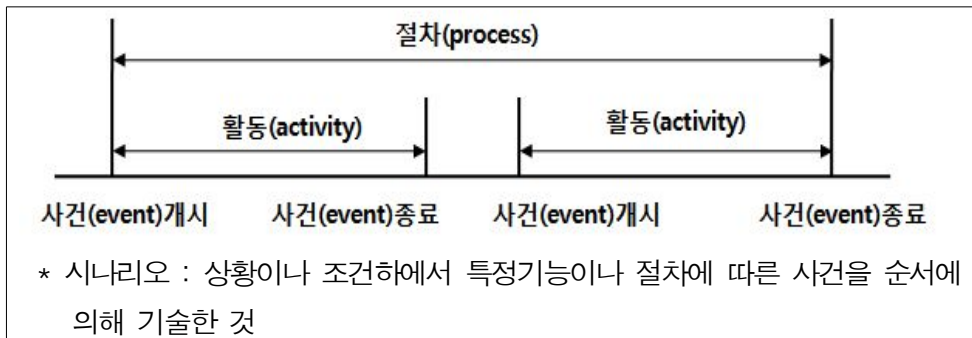
도메인 분석은 종합전투실험체계의 운용제대와 활용할 범위를 정하고 운용 시나리오를 분석하는 것으로, 먼저 운용제대는 해군으로 명확하고 활용할 범위도 엔터프라이즈 개념설계에서 설정하였다. 따라서 이를 활용하여 아키텍처를 개발하고 여기에서는 운용시나리오 위주로 개발하고 운용개념을 작성한다.

S1.1 운용시나리오 분석 운용 시나리오는 임무분석과 전투실험 시나리오를 작성한다. 전투실험 시나리오는 전투실험 절차와 미래 통합부대실험계획을 예시적으로 작성하여 활용하도록 한다.

StV-1a, 2b로부터 도출한 종합전투실험체계의 임무는 미래 해군 개념 및 전투발전소요 검증 및 창출을 위하여 ① 해군 종합전투실험계획 수립 ~ 후속조치까지 업무수행 ② 해군 제반 전투실험요소를 통합하여 전투실험 수행 <통합전투실험, 기능전투실험, 단일 전투실험> ③ 합동실험 참가 해군분야 전투실험 수행이다.

전투실험 시나리오는 체계가 수행하는 임무에 따른 과업을 구분하고 과업을 수행하는 절차에 의해 이루어지는 활동들로 구성된다. <그림 4-6>은 시나리오에 대한 일반사항과 임무에 의한 전투실험 운용 절차를 정하고 이에 따른 활동을 식별하였다. 총괄적인 절차 위주의 내용으로

세부 시나리오의 식별이 제한되므로 미래 OO전단에 대한 통합부대 전투 실험을 수행하는 계획을 예시적으로 제시하여 이를 참고로 아키텍처를 개발토록 한다.



종합전투실험체계 운용 시나리오		
절차	활동(activity)	노드(node)
종합전투실험계획 수립	① 해군개념 요구능력 및 위협요소 식별 실험과제제기 ② 전투실험과제 선정 ③ 종합전투실험계획 수립	• 전투실험센터 • 합동실험부서 • 해군 전부서 • 산 · 학 · 연
해군 전투실험 수행	① 실험설계 및 준비 ② 실험통제 ③ 실험 수행 ④ 실험수행 및 결과보고	• 전투실험센터 • 실기동모의실험부대 • 가상모의실험부서 • 구성모의실험부서
실험결과 후속조치	① 의사결정 지원(결과보고) ② 전발소요반영/피드백	* 종합전투실험계획과 동일

<그림 4-6> 해군 종합전투실험체계 운용 시나리오

[표 4-4]에서 예시적 비넛(Illustrative Vignette)로 제시하는 해군전투 실험계획은 OO급 수준의 통합전투실험계획을 미래 2030년을 기준으로 부대구조 및 전력구조를 대상으로 하였다. 이는 일부 합동실험의 참가가 가능하고, 기능 및 단일실험을 포괄할 수 있으며 다양한 실험방법 및 수단을 포함할 수 있으므로 전반적인 아키텍처 개발에 참고할 수 있도록 하였다. 무기체계 및 부대 구조 등은 인터넷에서 게재된 내용과 일부는 가상으로 작성하였다.

OO전단(Task Flotilla) 2030 실험계획

□ 실험 목적

해군 비전 2030 구현을 위한 OO전단의 운용개념과 교리 및 편성, 전투 및 무기체계, 장비, 전투근무지원 등에 관한 가시적인 능력향상 방안을 제공

□ 실험 목표

- 전략목표타격, 해상교통로 보호 등 전략임무수행능력 검토, 식별, 개선방향 제시
- 요구되는 해양작전수행 능력과 현행 능력상의 차이점 식별
- 해양 기동함대 작전수행을 위한 전투발전요소(DOTMLPF) 해결방안 평가
- 센서, 지휘통제, 플랫폼, 무기체계 등 네트워크화로 미래 전투능력 향상
- 해양전투수행 능력신장을 위한 모델링 및 시뮬레이션 능력 검증

□ 실험 대상 및 실험과제

- 해군 개념 : 해군 기본개념, 해군 운용개념(해양 작전개념)
- 해군 교리 : OO함대/OO 전단 운용교리, 기타 함정 운용교리
- 무기체계 : 이지스 체계 및 구축함 전투체계, 차기 호위함 및 초계함, 차기 잠수함

□ 실험과제(잠재적 해결방안)

- 전장인식 체계(Battle Space Awareness) 향상
 - 중 점 : 전 작전수행 단계에서 지속적인 전장상황 파악 및 유지
 - 잠재적 해결방안 : 해군부대배치 예측분석(Predictive Analysis), 광범위한 해양인식, 피아식별 위한 추적 표식(Tagging), 무인항공기(UAV) 무인수중탐지체계(UUWV),
- 지휘통제(C2) 및 Net Centric 작전능력 향상
 - 중 점 : 작전수행에 필요한 모든 제반 요소 동시통합 지원
 - 잠재적 해결방안 : 차기 해군전술자료체계(KNTDS), 해상 공통상황도(NCOP)
- 전력 운용(Force Application) 능력 향상
 - 중 점 : 해상 전력에 관련 효율적인 계획 수립/시행
 - 잠재적 해결방안 : 다기능 구축함 운용, 협동교전능력체계(CEC),해양차단작전
- 군수지원(Focused Logistics) 능력 향상
 - 중 점 : 해상 전력에 대한 지속적인 군수지원
 - 잠재적 해결방안 : 해상 군수지원체계
- 부대 방호(Force Protection) 능력 향상
 - 중 점 : 해상 세력에 대한 방호기능 효율적 수행
 - 잠재적 해결방안 : 화생방보호체계, 차기 근접방어시스템

□ 실험적용 시나리오

- 2030년 한반도 주변 안보상황 : 지역안정을 위협, 도서영유권, EEZ, 대륙붕, 해양자원개발 등 해양분쟁 가능성 증가, 주변국은 핵 추진 항모 확보 등 해양 강국 급부상
- OO전단 TF(Task Flotilla) 2030 실험 개시상황

- 지역/시기 : 한반도 서남부 해역/ 2030. 6. 26
- 임 무 : 해상교통로를 위협하고 있는 OO국 함대에 대한 대응기동 및 현시
- 우 군 : 한국 OO전단/미 OOO 함대(지원)
- 적대세력 : OO국 함대, OO 잠수함 및 소형함정
- 위협요인 : OO국 기동함대, 원거리정밀유도무기, 비대칭위협(잠수함정)

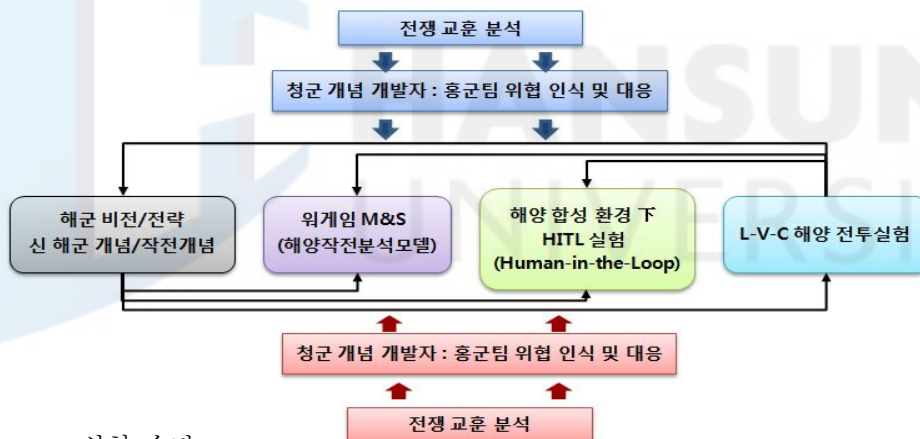
- 피아 공격 및 방어시나리오 : 실험과제에 기초

□ 실험 진행 및 방법

- 단계별 실험 중점 및 진행, 능력 적용

구분	1단계	2단계	3단계
중점	해양 상황 이해	해양 우세 달성	해양 통제권 확보
실험기간	3개월	3개월	3개월
적용능력(피아)	현 능력	2020	2030

- 실험 방법 및 진행



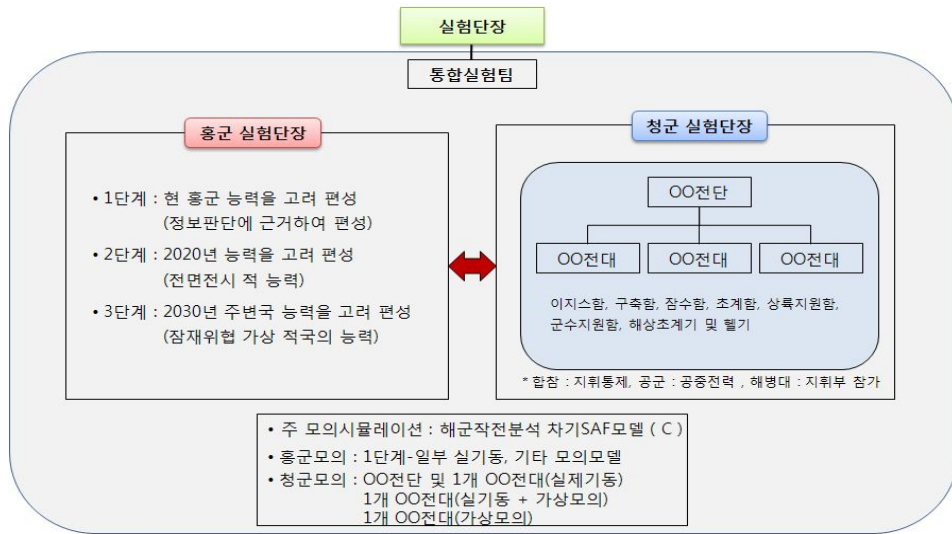
- 실험 수단

전장환경	구성모의 (위게임)	가상모의	연동체계	분석S/W
• 합성해양전장 환경모의체계 • 실제전장환경 연동	• 차기 해군작전분석 모델(전구급) • 성분작전분석 모델 • 효과분석 모델	• HITL 모델 (JSAF급) • 시뮬레이터 (전대세력)	• LVC연동 • C4I연동	• 개념분석 • 전투발전 • 사후검토

□ 실험 편성

- 실험단 편성

※ 실험 주관 : 해군OO사령부



* 주 모의시뮬레이션 : 해군 작전분석 모델(Constructive) 및 차기 SAF 모델

* 홍군모의 : 일부 실기동, 기타 모의모델

* 청군모의 : OO전단 및 1개 OO전대 - 실기동 모의, 1개 OO 전대 - 가상모의(시뮬레이터),
 1개 OO전대 : 구성모의, OO함대 : 지휘조/구성모의

※ 통합실험팀 : 실험설계/준비, 통제/수행, 실험분석, 기술지원 수행
 (전장기능 및 전투발전요소별 주무관 편성)

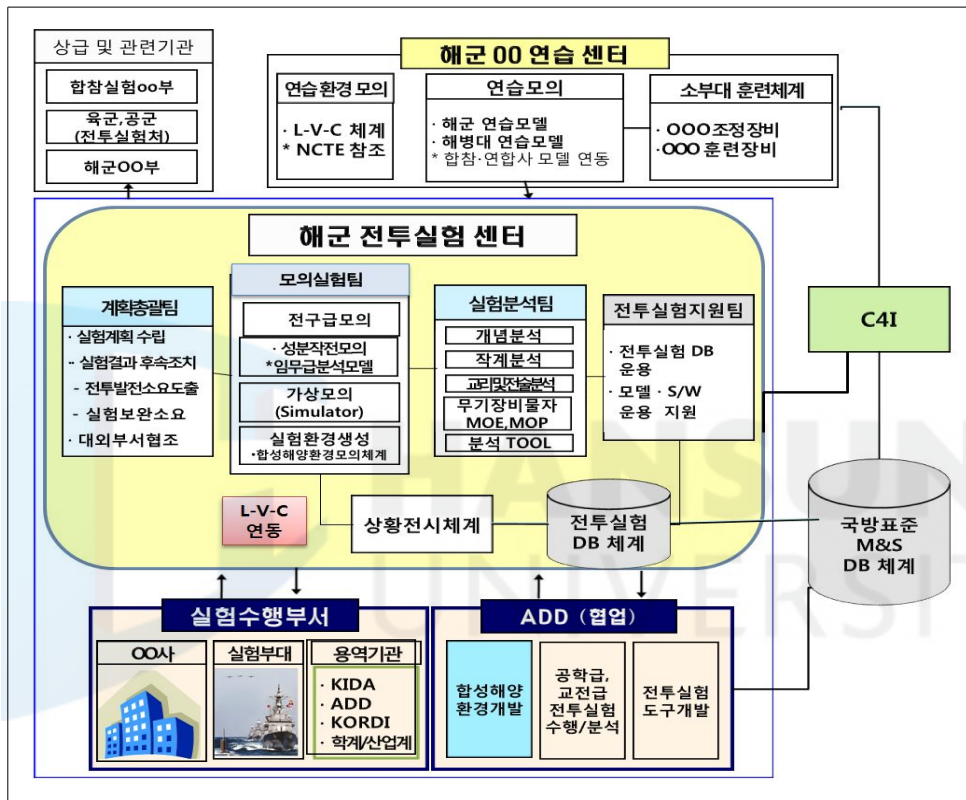
□ 실험 준비

- 개념연구 : 자료수집, 관련 자료수집, 관련기관/부서 판단, 실험준비팀 편성
- 실험협조 및 소요 식별 : 관련기관 협조, 실험소요 식별/능력 판단
- 시나리오 구상 ; 실험 환경, 피·아, 중립단 적용 시나리오
- 실험계획 구체화 : 과제 구체화, 실험항목 작성/척도 개발, 소요장비/예산 판단
 실기동/위게임, 가상모의실험계획, 위게임 DB 구축
- 예행연습

□ 실험 후속조치

- 전문가 의견 자료/기초자료, 실험간 관찰내용 수집, 평가 단계별 자료종합
- 자료의 정리, 통계분석, 종합전투능력/기능별 효과, 전투발전 요소별 분석
- 보고서 작성, 정책회의 반영, 자료 존안

S1.2 운용개념도 작성 운용개념(Concepts of Operations)은 특정시나리오를 위한 요망하는 목표나 최종상태를 달성하기 위하여 채택한 능력의 운용방법을 기술하는 것으로서 임무와 시나리오를 근거로 한다. 종합전투실험체계 운용개념도는 도메인 분석 결과인 임무분석 내용과 운용시나리오 작성 결과 즉, 전투실험 수행 절차와 예시적 전투실험계획을 기준으로 작성한다. 운용개념도는 운용아키텍처 산출물 중의 하나로 이해당사자에게 시스템 및 조직에 관한 정보를 쉽게 이해하기 위해 그림으로 작성한다.



<그림 4-7> 해군 종합전투실험체계 운용개념도(OV-1)

이와 같이 운용개념도(OV-1)는 임무를 기술하고 주요 운용노드, 운용능력의 관심 혹은 유일한 측면을 강조하여 기술하며 아키텍처와 환경, 외부체계 사이의 상호작용을 그래픽으로 표현하고 부가적으로 서술식으로 기술한다. 운용개념도에서 운용노드는 StV-3 조직 모델링 결과를 반영하

여 [표 4-5]와 같이 식별하여 포함하며 이후 OV-2 운용노드연결기술서에 적용한다.

[표 4-5] 종합전투실험체계 내·외부 운용노드

구분	노드
외부 노드	• 합동실험분석부 • 육·공군 실험소 • 해군OO센터 • 산학연 • 해군OO부 • 해군전부서/전투부대 • C4I체계 • 국방 표준 M&S DB체계
내부 노드	• 해군 전투실험센터 : 계획총괄팀, 모의실험팀, 실험분석팀, 실험지원팀, DB체계, 실험상황전시기 • 실험수행부서 : 학교 기능실험소, 실기동부대, 용역기관 • 국과연 연구본부

운용개념을 서술문 형태로 [표 4-6] 과 같이 요약 작성하였다.

[표 4-6] 종합전투실험체계 운용개념 서술문(요약)

• 해군 전투실험 정책 및 제도 발전, • 종합전투실험계획 수립 및 전투실험결과 후속조치 • 전투실험 수행 : 해군 전투실험센터, 학교 기능 전투실험소, 실기동 실험부대 - 전투실험대상 : 해군 개념 요구능력 + 전투발전 요소 + 전력소요 * 실험구분 : 통합전투실험, 기능 전투실험, 단일전투실험 • 통합 전투 실험 : OO전단 부대 /전력구조, 미래해군 NCOE 환경구축 • 기능 전투 실험 : 성분작전, 함정/잠수함 성능 등 • 단일 전투 실험 : 함포성능, 대공무기체계/OO 능력 관련 무기체계 - 전투실험수행절차 : ① 계획 ② 설계/준비 ③ 실험수행 ④ 결과분석 ⑤ 후속조치 - 전투실험 방법 : 실기동모의(Live)+가상모의(Virtual)+구성모의(Construction) (LVC 연동, 필요시 LVC 각각 또는 2개의 조합) * 연동 범위 : 모의모델 간 연동, 실체계와 연동, 연습체계와 연동 • 공동 및 협업전투실험 수행 - 공동 전투실험 : 합동전쟁수행모의본부(JWSC)내 합동실험소, 해병대 및 타군 전투실험소 - 협업 전투실험 : 해군M&S분석센터, 해양 기술연구본부
--

2. S2. 운용아키텍처 개발

운용 아키텍처는 운용자 관점에서 개발하는 아키텍처로 총 8개의 산출물로 구성되나 개념설계 모형 프로세스에서 제시하였듯이 3개 산출물, 즉 OV-2 운용노드연결기술서와 OV-4 지휘관계 차트 그리고 OV-5 운용활동모형을 제시하여 기술한다.

S2.1 과업 모델링 : OV-5 운용활동 모델

OV-5 운용활동모델(Operational Activity Model)은 임무 혹은 비즈니스 목표를 달성하는 가운데 수행되는 운용(Operations)들을 표현하며 책임구분을 명확히 하고 불필요한 중복성을 확인하고자할 때, 그리고 상세히 조사할 이슈, 기회, 운용활동 그리고 인터페이스를 정의할 때 활용한다.

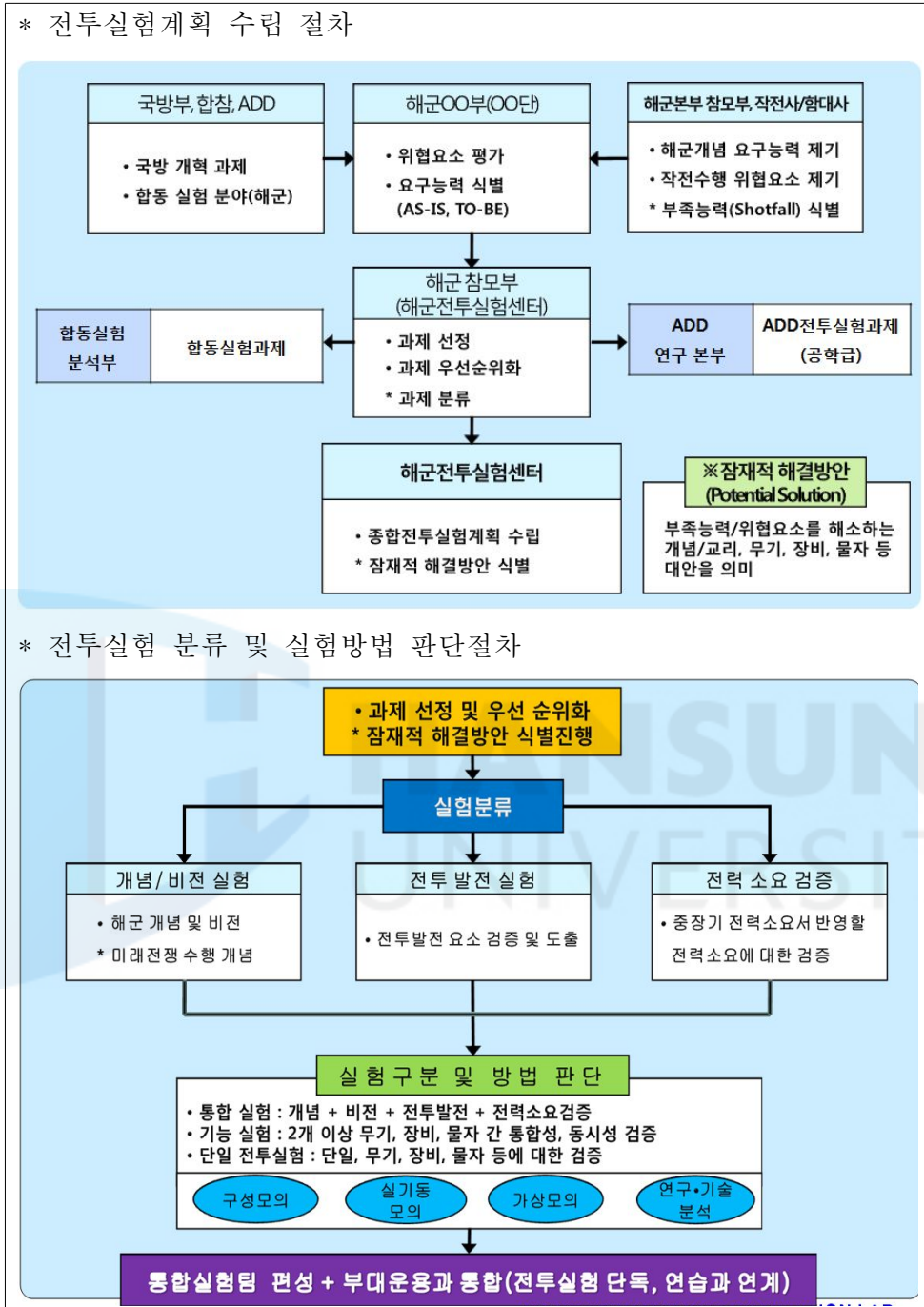
작성 시에 고려할 사항은 StV-1(비전, 목표/임무), StV-4(능력활동모델)을 기준하고 이론 및 사례조사 결과를 반영하여 실험절차 정립하고 이를 종합전투실험체계 운용활동으로 적용하여 표현한다. 또한 OV-5는 운용활동, 운용노드사이에 교환되는 정보 그리고 아키텍처 범위 밖의 다른 활동과 교환되는 정보를 기술하며 운용능력을 기술하여 능력과 임무수행을 연결시키는 중요구성요소를 나타낸다. OV-5는 사용자 수준에서 아키텍처의 운용활동, 정보교환데이터 요소를 그래픽으로 표현하는 내용으로 운용능력과 활동을 하향식 차트로서 구성된다.

따라서 운용모델 활동에 적용할 전투실험 절차를 정립하기 위하여 합동실험 및 해군 전투실험절차 준용하고 미 해군전투실험(TW), 미 합동전력사 합동실험 절차를 참고하여 정립한 종합전투실험계획 수립 절차와 전투실험수행 절차는 [표 4-7]과 같다.

[표 4-7] 종합전투실험계획수립 및 전투실험수행 절차

종합전투실험계획 수립	전투실험수행(통합전투실험)
① 위협요소 평가/요구능력 식별	① 전투실험계획 수립
② 실험과제 선정/우선순위화	② 전투실험 준비(설계 포함)
③ 종합전투실험계획 완성	③ 전투실험 수행(통제 포함)
④ 결과활용 및 후속조치	④ 결과분석 및 보고

세부 종합전투실험계획 수립 절차는 <그림 4-8>와 같으며 전투실험 분류 및 방법 판단 절차도 함께 포함한다.



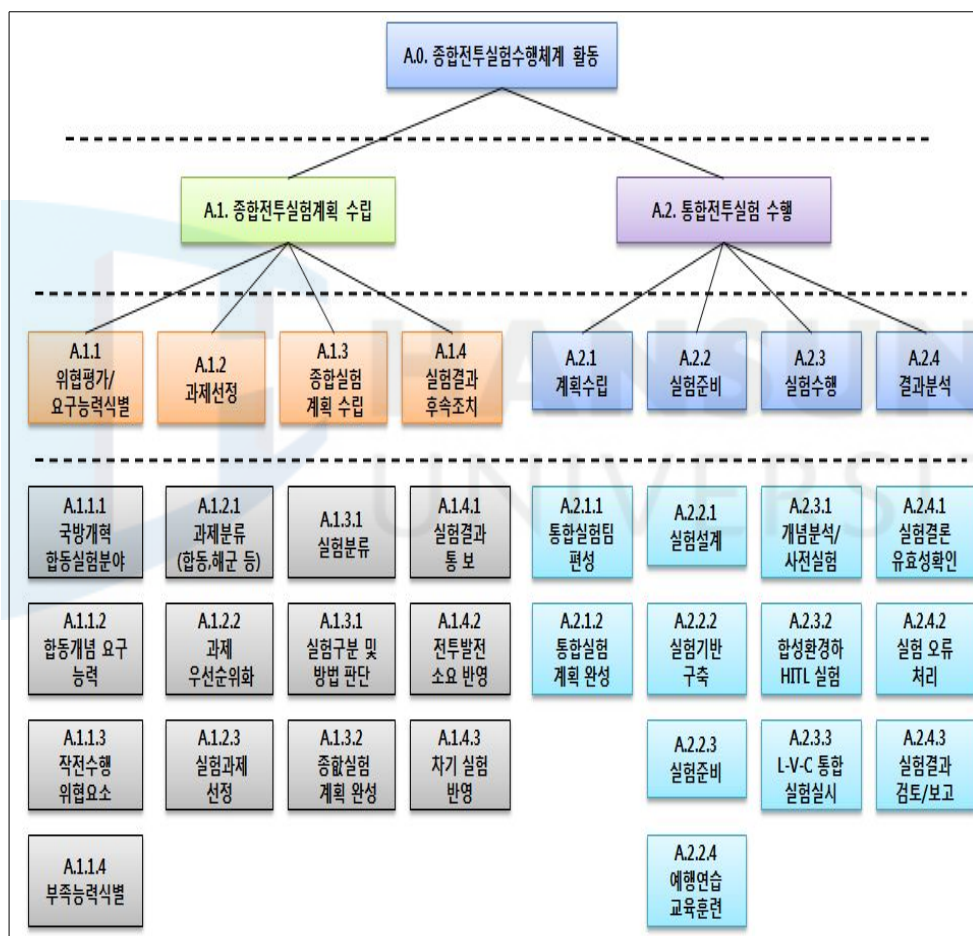
<그림 4-8> 종합전투실험계획 수립 절차

통합전투실험을 위한 수행절차는 계획수립, 실험준비, 실험수행, 결과분석 및 검토 순으로 이루어지며 이는 개별 전투실험 과제나 통합 부대실험을 수행하는 절차를 나타낸다. 합참 및 각 군, 미 합동전력사 및 미 해군전투실험에는 각자의 절차를 정립하여 적용하고 있으며 본 연구에서는 이를 참고 및 통합하여 정립한 전투실험수행 절차를 [표 4-8]과 같이 제시한다.

[표 4-8] 전투실험수행 절차

단계	내용	비고
① 계획 수립	• 통합 실험팀 구체화 편성(과제성격) • 통합 실험 계획(안) 수립 - 목적, 실험범위, 추진전략, 장소/수행제대 - 실험방법/조직 결정, 조직역할과 책임 <통제단, 실험수행부대, 자료수집/인원>	• 통합실험팀 • 전투실험센터
② 실험 준비	• 실험설계 : 실험대상(잠재적 해결방안)구체화, 실험방법, 시나리오, 이벤트 정의 • 실험기반구축 : 실험환경생성, 실험DB, 실험도구/기반시설 확보 • 예행연습 및 교육훈련	• 통합실험팀 • 전투실험센터
③ 실험수행 (단기중기장기)	① 개념분석/사전 실험 : 워크숍/연구분석, 위게임 모의(훈련/분석모델) ② 합성환경 下 HITL(인간참여형) 실험 ③ L-V-C 통합전투실험 수행 * 시나리오 및 데이터 수집계획 시행 ※ 필요시 계획 수립/ 준비단계, 실험수행 환류 실험수행은 실험방법 선정에 따라 변경됨	• 통합실험팀 • 전투실험센터 • 실험참가부서 (실가동모의, 가상모의, 구성모의)
④ 결과분석 및 검토	• 실험결론 유효성 확인 • 실험결과 검토 • 기술적 오류, DATA처리 결과 검토	• 통합실험팀 • 전투실험센터

운용활동 시나리오와 기동전단 전투실험계획, 그리고 전투실험계획수립 및 수행절차를 종합해서 과업화하고 이를 활동 계층구조로 만들면서 운용활동모델을 작성한다. 상기에서 분석한 내용을 운용활동 모델(OV-5) 산출물 <트리구조>로 나타내면 <그림 4-9>와 같으며 여기에서는 Level 3까지의 계층구조를 보여준다. 종합전투실험수행체계의 최상위 과업은 A0. 종합전투실험수행이다. 이를 Level 1로 분할하면 A1. 종합전투실험계획 수립과 A2. 통합전투실험 수행으로 표현된다. 이후 Level 2로 분할하면 다시 4개의 활동이 표현된다. 이후 쓰임새도를 이용한 운용활동을 표현할 수 있으나 본 논문에서는 개념설계이므로 과업을 식별하여 활동을 정의하는 것이 중요하므로 이를 생략한다.



<그림 4-9>운용활동 모델(OV-5) 산출물 <트리구조>

S2.1 과업 모델링 : OV-2 운용노드연결기술서

OV-2 운용노드연결기술서는 상호작용하는 일련의 노드(또는 조직)와 그들이 주고받는 정보형태의 식별을 통해서 기술되며, 노드 사이의 정보라인(needline)과 운용노드를 그래픽으로 표현하여 설명한다. 운용노드는 운용 아키텍처의 요소로서 정보를 생산하고 처리하므로 운용노드는 역할과 조직, 논리적, 기능적 그룹 등이 된다. OV-2 개발 시에 고려사항은 먼저 OV-1에서 식별한 내부 및 외부 노드를 기준하되 OV-5 운용활동에 따른 노드(조직) 역할을 적용하며 하위 노드로 분리할 수 있다. 요구라인 및 정보교환(needlines and information exchange)은 정보교환 요구사항에 대한 기록이며 전투실험 수행 간 노드간의 정보요구로서 차후 SV-1 체계 인터페이스에 기술된다. 또한 OV-2는 외부노드와의 정보교환도 표현하고 내부라인과 정보교환도 다른 형태로 표현하며 전투실험 절차를 기준으로 운용활동이 정의되므로 이를 기준으로 노드의 활동을 표현한다.

종합전투실험체계의 운용노드 식별은 종합전투실험계획 수립 활동과 통합전투실험 수행 활동을 구분하여 식별하여 최종 운용노드연결기술서를 완성한다. 먼저 종합전투실험계획 수립에 관한 운용노드, 즉 조직의 식별은 <그림 4-10>과 같다.

A.1. 종합전투실험계획 수립												
	A.1.1 위협평가/요구능력/실험과제제시			A.1.2 과제선정			A.1.3 종합실험계획 수립			A.1.4 실험결과 후속조치		
	A.1.1.2 개념 요구 능력	A.1.1.3 작전 위협 요소	A.1.1.4 실험 과제 제안	A.1.2.1 과제 종합 분류	A.1.2.2 과제 우선 순위	A.1.2.3 실험 과제 선정	A.1.3.1 실험 분류	A.1.3.2 실험 구분 방법	A.1.3.3 종합 실험 계획	A.1.4.1 실험 결과 통보	A.1.4.2 전발 소요 반영	A.1.4.3 자기 실험 반영
합동실험 분석부	○	○	○							○		
육군공군 전투실험소		○	○							○		
해군OO부	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○
해군전부서 전투부대		○	○							○	○	○
해군 전투 실험 센터	계획 총괄팀	○	○		○	○	○	○	○			
	모의 실험팀								○			
ADD 연구본부			○						○			
해병대 전투 실험소		○	○							○		

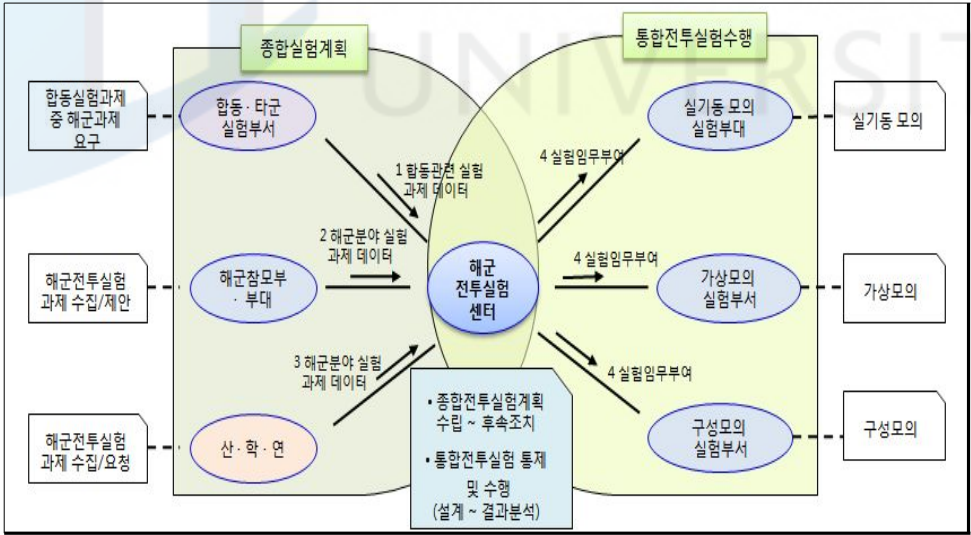
<그림 4-10> 종합전투실험계획 수립 운용노드

통합전투실험 수행에 관한 운용노드, 즉 조직의 식별은 <그림 4-11>과 같다.

A.2. 통합전투실험 수행												
		A.2.1 계획수립		A.2.2 실험준비			A.2.3 실험수행				A.2.4 결과분석	
		A.2.1.1 통합 실험팀 편성	A.2.1.2 통합실험 계획완성	A.2.2.2 실험 기반 구축	A.2.2.3 실험 준비	A.2.2.4 예행연습 교육훈련	A.2.3.1 개념분석 / 사전실험	A.2.3.2 합성환경 하 HITL 실험	A.2.3.3 L-V-C 통합 실험	A.2.4.1 개념/교 리, 전발 분야분석	A.2.4.2 실험결론 유효성 확인	A.2.4.3 실험결과 검토/ 보고
해군전 투실험 센터	계획총괄팀	○	○			○				○	○	○
	모의실험팀					○	○	○	○			
	실험분석팀					○		○	○	○	○	
	실험지원팀			○			○	○	○	○	○	
	통합실험팀	○			○	○	○	○	○	○		○
실기동실험부대					○				○	○		
학교기능실험소			○		○	○		○	○	○		
ADD 전투실험개발센터				○	○	○	○	○	○	○		
종역기관							○					
해군 OO 센터					○				○		○	○
해병대 전투실험센터					○				○			

<그림 4-11> 통합전투실험 수행 운용노드

식별된 종합전투실험체계의 운용노드를 중심으로 요구라인과 교환하는 정보를 표현하면 <그림 4-12>와 같으며 논리데이터 모델(OV-7)과 운용 정보교환 매트릭스(OV-3)에서 구체화되며 SV-1 작성에 적용한다.

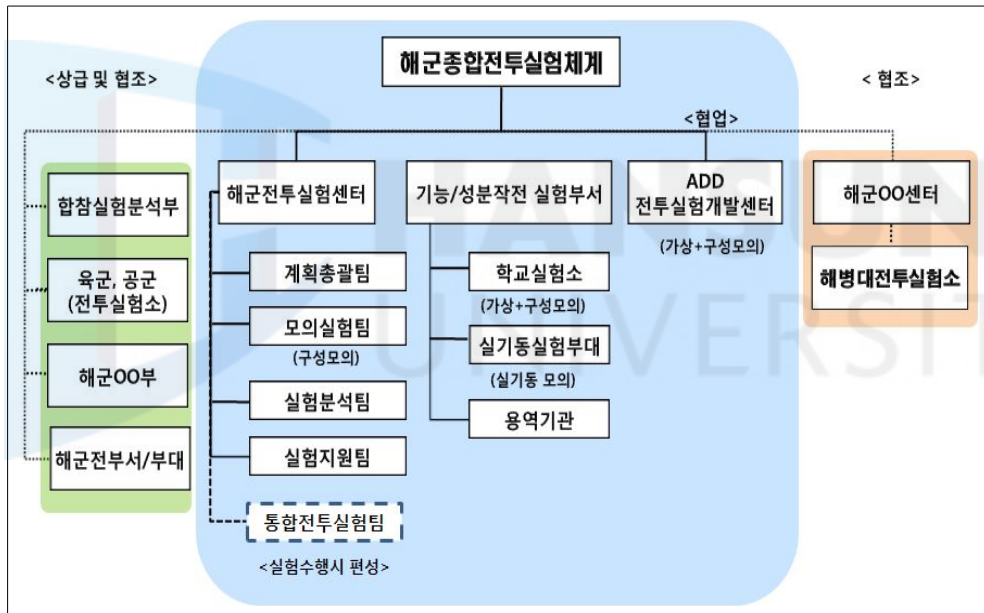


<그림 4-12> 운용노드 연결 기술서 (OV-2) 산출물

S2.1 과업 모델링 : OV-4 지휘관계 차트

OV-4 지휘관계차트(Command Relationship Chart)는 종합전투실험체계 운용노드 간의 지휘관계와 시스템 영역 외부의 노드 간의 협조관계를 명확히 표현한다. 즉 운용노드 간에 또는 아키텍처에서 중요한 역할을 하는 조직 간에 지휘구조와 그들 간의 관계를 표현한다. 작성 시에 고려사항은 OV-1 및 OV-2, 이론 및 사례연구에서 식별된 조직을 지휘체계화하고 식별한 조직 간의 정보흐름을 고려하여 관계를 설정한다.

그리고 아키텍처 목적에 따라 감독, 보고, 지휘통제, 협조관계, 기타 필요한 사항 등에 대한 관계를 설정하여 표현한다. 지휘관계에 표현되는 중요 조직 및 역할팀은 OV-2 운용노드와 요구라인과 대응이 되며 OV-5 운용활동의 주체와 관련된다. 이는 구조적 표현과 객체 지향적 표현이 가능하나 본 논문에서는 <그림 4-13>과 같이 구조적 표현인 구조 분해 형식으로 산출물을 제시하였다.

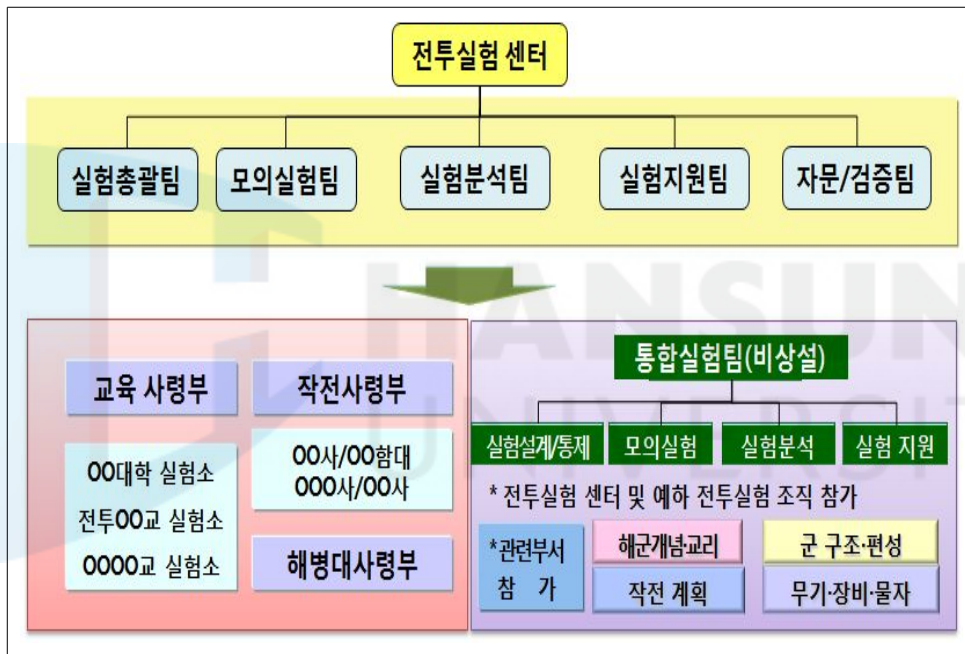


<그림 4-13> 지휘관계 차트(OV-4) 산출물

종합전투실험체계는 내부체계로서 해군전투실험센터와 기능 및 성분작전 실험부서, ADD 전투실험개발센터와 실험계획, 수행 및 통제 등 전투실험을 주관하고 외부체계로서는 합동실험분석부와 타군 전투실험소, 그리고 해군

의 관련부서와 해군 00센터, 해병대 전투실험소 등이 있으며 상급 및 협조 부서로서 역할을 한다.

복합시스템인 종합전투실험체계에 구성된 조직 편성은 지휘관계차트로부터 도출하여 보다 구체적으로 설계하면 전투실험센터에 실험총괄팀, 모의실험팀, 실험분석팀, 실험지원팀 그리고 자문 및 검증팀을 편성하고 기능 및 성분작전, 실기동 모의를 담당하도록 교육사령부 예하 학교, 작전사령부 예하 부대, 해병대 사령부를 지정할 수 있다. 계획된 전투실험을 실제로 수행을 하는 통합실험팀은 전투실험센터의 각 과와 예하 전투실험 조직이 참가하며, 기능별 또는 전투발전요소별 관련부서는 개념 및 교리, 군 구조·편성, 작전계획, 무기·장비·물자 분야에서 참가하며 통상 비상설로 구성된다. 세부편성은 <그림 4-14>와 같다.



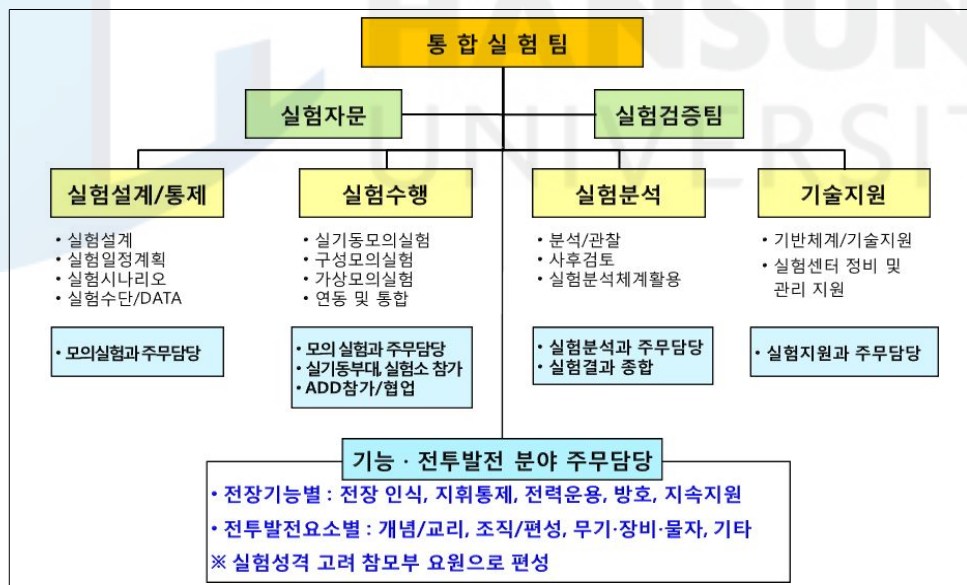
<그림 4-14> 종합전투실험체계 세부 조직 편성

지금까지 도메인 분석과 운용시나리오, 운용개념 등 모델링 및 산출물을 고려하여 전투실험센터의 임무를 식별하면, 실험정책발전, 종합실험계획 및 통합전투실험 수행하는 것으로 대별할 수 있으며, 전투실험센터 임무 및 기능은 [표 4-9]와 같다.

[표 4-9] 전투실험센터 예하 조직 임무 및 기능

실험총괄팀	모의실험팀	실험분석팀	실험지원팀
• 실험총괄 정책발전 대외협조 • 해군 개념발전 및 전투실험 위원회 운영 • 실험과제 종합/우선순위 업무 • 요구능력에 따른 대안 식별/업무조정 • 전투실험예산 업무 • 실험결과 후속조치	• 통합전투실험(부대 실험)계획, 조정/통제 • 모의 전투실험 설계/수행 • 모델준비 및 운용 - 해군작전분석모델 - HTL 모델 등 • 실기동부대, 기능 실험소 조정통제 • ADD 협업체계유지	• 전투실험 종합분석 체계운용(개념/비전, 교외 등 전투발전요소) • 전투실험 결과분석 (실기동, 구성모의, 가상모의) • 실험결과 보고서작성	• 합성 해양전장 환경 모의지원 • Network 및 연동기술지원 • 실험DB관리 • 전투실험기술지원 • 기반시설 확충
※ 통합전투실험(부대시험)시 주요핵심 실무요원으로 편성 ※ 실험 자문 및 검증 : 외부 학교 및 연구기관 전문가 활용			

종합전투실험체계에 편성되는 통합실험팀은 비상설기구로 실험계획 및 설계, 통제, 준비, 실험수행 및 결과분석 및 검토 등 전투실험 전 과정을 주관하며 세부 편성 및 수행임무는 <그림 4-15>와 같다.



<그림 4-15> 통합실험팀 편성 및 수행임무

3. S3. 시스템 아키텍처 개발

시스템 아키텍처는 체계 관점에서 개발하는 아키텍처로 총 13개의 산출물로 구성되나 개념설계 모형 프로세스에서 제시하였듯이 2개 산출물을 제시한다. 먼저 SV-5 운용활동 및 체계기능 추적매트릭스를 통해 StV-3a 엔터프라이즈 시스템에서 보다 상세한 복합시스템의 구성 체계를 식별한다. 다음 하부 및 외부 시스템의 상호 연결 및 연동을 위한 정보교환 연결선을 식별하는 SV-1 체계 인터페이스 기술서를 작성하여 제시한다.

S3.1 기능 및 체계 식별

종합전투실험체계는 구조가 복잡하고 규모가 크므로 QFD(Quality Function Development)를 사용하면 유익하나 이미 능력(과업)으로부터 운용활동이 식별되었고 구성체계는 SV-5에서 식별이 가능하므로 본 논문에서는 체계 기능모델링으로 SV-5에서 총괄적으로 제시한다.

S3.2 기능 모델링 : SV-5 운용활동 및 체계기능 추적매트릭스

SV-5(Operational Activity to System Function Traceability Matrix)는 아키텍처 상에서 배치되어야 추측되는 운용능력요구를 아키텍처의 특정 조직과 시스템에 연관시킨다. 즉 아키텍처에 적용 가능한 활동과 체계기능 사이에 관계에 대한 명세이다. 따라서 운용능력(활동)과 체계 간을 맵핑하여 묘사하고, 운용능력을 계획되고 배치될 체계로 전환함으로써 연동형체계, 여분 및 중복체계, 능력상 차이, 가능한 미래투자 전략에 대한 식별이 가능하다.

작성 방법과 고려할 사항은 운용관점에서 운용활동과 체계관점에서 기능은 궁극적으로 동일하지만 운용노드와 체계노드가 일대일로 대응이 안 되므로 산출물을 통해 운용활동으로부터 체계 기능요구로 맵핑하여 묘사하는 SV-5는 운용관점과 체계관점을 명쾌하게 연결할 수 있다. 즉 운용 능력과 활동은 OV-5 운용활동 모델로 도출하고 체계기능은 OV-4 지휘 관계차트에서 식별된 조직과 SV-4 체계기능기술서로부터 도출되며 이후 SV-1 체계인터페이스 기술서와 연관된다. 본 논문에서는 조직은 OV-4

에서 식별한 내용을 활용하고, 체계는 SV-5에서 별도로 작성하였다. 운용활동과 지원체계 간의 맵핑 시에 기 개발과 개발소요가 구분이 필요하다. 즉 복합체계인 종합전투실험체계인 경우 현행과 향후 개발할 하부 시스템을 명확히 식별하여 차후 개발할 시스템 정의 및 요구능력 식별을 통해 시스템 엔지니어링에 반영하도록 구분하였다.

종합전투실험체계의 운용활동 및 체계기능 추적 매트릭스(SV-5) 산출물은 활동수준 구분에 따라 종합전투실험계획 수립과 통합전투실험 수행 분야로 구분하여 작성하되 각각 조직과 구성체계를 식별하였다. 이에 따라 종합전투실험체계 A1은 종합전투실험계획 수립, A2는 통합전투실험 수행으로 구분하여 작성하였다.

먼저 종합전투실험계획 수립 조직식별은 <그림 4-11>의 통합전투실험 수행 운용노드를 운용활동으로 고려하여 조직 및 체계를 식별하였고 SV-5 산출물의 종합전투실험계획 수립 분야로서 <그림 4-16>과 같이 제시하였으며 향후 개발 요구 체계로는 종합전투실험계획 S/W를 도출하였다.

A.1. 종합전투실험계획 수립												
★ : 향후 개발요구체계												
	A.1.1 위협평가/요구능력/실험과제제시			A.1.2 과제선정			A.1.3 종합실험계획 수립			A.1.4 실험결과 후속조치		
	A.1.1.2 개념 요구 능력	A.1.1.3 작전 위협 요소	A.1.1.4 실험 과제 제안	A.1.2.1 과제 종합 분류	A.1.2.2 과제 우선 순위	A.1.2.3 실험 과제 선정	A.1.3.1 실험 분류	A.1.3.2 실험 구분 방법	A.1.3.3 종합 실험 계획	A.1.4.1 실험 결과 통보	A.1.4.2 전발 소요 반영	A.1.4.3 자기 실험 반영
합동실험 분석부	○	○	○							○		
육군공군 전투실험소		○	○							○		
해군전력부	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○
해군전부서 전투부대		○	○							○	○	○
해군 전투 실험 센터	계획 총괄팀	○	○		○	○	○	○	○			
	모의 실험팀								○			
ADD 연구본부			○						○			
해병대 전투 실험소		○	○							○		
종합전투실험 계획 S/W				★	★	★	★	★	★	★		

<그림 4-16> SV-5 산출물(A1. 종합전투실험계획 수립 분야)

다음은 통합전투실험 수행 조직 및 체계의 식별로서 먼저 조직의 식별은 OV-4 지휘관계차트의 세부조직과 연계하여 판단하여 <그림 4-17>에 제시하였다. 종합전투실험의 전 조직은 향후 편성 및 지정이 요구된다.

A2. 통합전투실험 수행												
전 조직 : 향후 편성/지정 요구됨												
		A2.1 계획수립		A2.2 실험준비			A2.3 실험수행			A2.4 결과분석		
		A2.1.1 통합 실험팀 편성	A2.1.2 통합실험 계획완성	A2.2.2 실험 기반 구축	A2.2.3 실험 준비	A2.2.4 예행연습 교육훈련	A2.3.1 개념분석 / 사전실험	A2.3.2 합성환경 하 HITL실험	A2.3.3 I-V-C 통합 실험	A2.4.1 개념/교 리, 전발 분야분석	A2.4.2 실험결론 유효성 확인	A2.4.3 실험결과 검토/ 보고
해군전 투실험 센터	계획총괄팀	0	0			0				0	0	0
	모의실험팀					0	0	0	0			
	실험분석팀					0		0	0	0	0	
	실험지원팀			0			0	0	0	0	0	
	통합실험팀	0			0	0	0	0	0	0		0
실기동실험부대					0				0	0		
학교기능실험소			0		0	0		0	0	0		
ADD 전투실험개발센터				0	0	0	0	0	0	0		
용역기관							0					
해군 M&S 센터					0				0		0	0
해병대 전투실험센터					0				0			

<그림 4-17> SV-5 산출물(A2. 통합전투실험 수행 조직분야)

시스템에 대한 SV-5 운용활동 및 체계기능 추적매트릭스는 StV-3a 엔터프라이즈 시스템과 OV-5 운용활동모델에서 나타난 기능을 체계로 전환하는 과정에서 체계를 식별하는 것으로서 <그림 4-18> 같이 활동에 대해 체계가 수행해야할 기능으로 전환하여 맵핑하였다.

따라서 향후 개발해야할 체계로는 합성해양환경체계, 반자동화부대모의모델(SAF)의 인간참여형(HITL) 모델, 개념 및 전투발전 S/W, 전투실험 DB 체계, 전투실험 상황전시체계와 연동체계 등이 식별되었다.

A.2. 통합전투실험 수행(시스템)

★ : 향후 개발요구체계

		A.2.2 실험준비			A.2.3 실험수행			A.2.4 결과분석		
		A2.2 실험 기반구축	A2.2.3 실험 준비	A2.2.4 예행연습 교육훈련	A2.3.1 개념분석/ 사전실험	A2.3.2 합성환경하 HTL실험	A2.3.3 L-V-C 통합실험	A2.4.1 개념/교리, 전발분야분석	A2.4.2 결론 유효성확인	A2.4.3 실험결과 검토/보고
해군 전투 실험 센터	합성해양환경생성체계	★	★	★	★	★	★			
	해군작전분석모델				0		0			
	HTL 모델(JSAF급)	★	★	★		★	★			
	성분작전분석모델	0	0	0		0	0			
	효과분석모델	0	0	0	0		0			
	무기체계분석모델				0					
	개념/전투발전분석 S/W	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	전투실험DB체계	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	전투실험상황전시체계		★	★	★	★	★			
실기동 실험체계		0	0	0			0			
가상모의체계 (시뮬레이터)		0	0	0		0				
기능분석모의모델		0	0	0		0	0			
L-V-C, C4I 연동체계		★	★	★	★	★	★	★		
ADD 공학급/교전급 전투실험 분석모델		0	0	0		0	0			
해군 연습 모델		0	0	0			0			
해병대 연습모델		0	0	0			0			

<그림 4-18> SV-5 산출물(A2. 통합전투실험 수행 시스템분야)

개별 시스템에 대한 운용개념은 기 개발되어 배치된 시스템은 제외하고 향후 개발 요구시스템에 대하여 개략적으로 기술하여 개별 시스템의 개발 요구 및 개념으로 활용하도록 한다.

먼저 종합전투실험계획 S/W는 전투부대 및 관련기관에서 요구되는 전투실험 과제 또는 요구능력으로부터 도출되는 전투실험과제를 전투실험계획으로 전환하고 이에 대한 지식 및 정보를 공유, 제공한다. 이에 대한 운용개념을 기술하면 [표 4-9]에 보는 바와 같으며 합동개념 및 실험 전사적 지식환경 체계(JCDE-EKE)⁷²⁾를 참조모델로 한다.

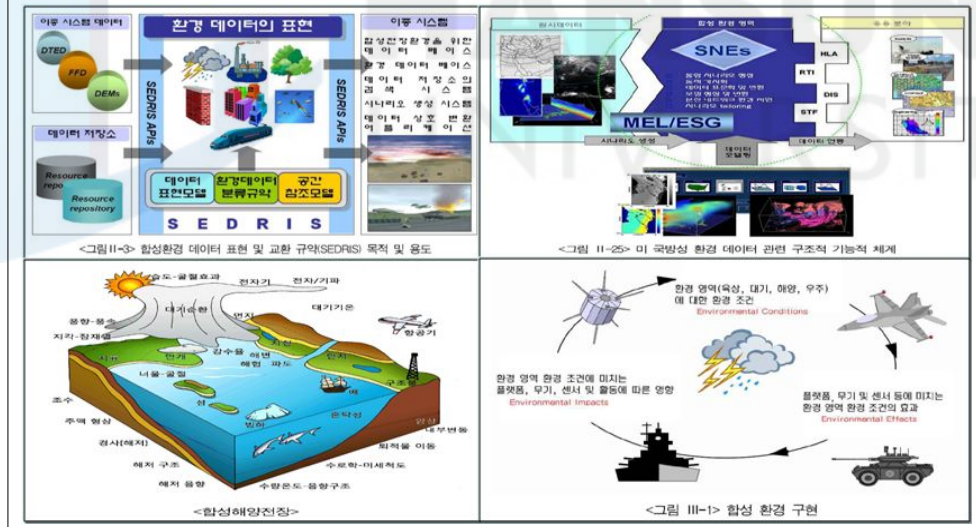
72) Joint Concept Development and Experimentation - Enterprise Knowledge Environment.

[표 4-10] 종합전투실험 지식환경체계 운용개념 기술

- 해군종합정보체계의 전투실험 홈페이지와 링크, 종합적인 전투실험계획 수립에 필요한 지식 및 정보를 제공하고 필요한 업무의 자동화 지원
- 합참 및 타군, 대외기관, 해군 전부서로부터 해군 전투실험과제 제안 접수
- 해군개념요구능력과 해군능력영역과 연계하여 부족능력에 대한 정보제공
- 연도별 실험과제 및 우선순위에 대한 자료 축척 및 제공, 우선순위 자동화
- 잠재적 해결방안(개념, 교리, 프로토타입)에 대한 자료축척 및 제공

해양합성환경 생성체계는 합동반자동화모의모델(JSAF) 모의모델, 차기 해군작전분석모델 등과 결합하여 보다 정밀한 전장상황을 모의하기 위해 개발한다. 즉 수중·수상 환경 모델링, 다목적 합성전장환경모의, 합성환경표준화를 통해 전투실험에 필요한 해양전장환경을 생성하는 것으로 구현개념은 <그림 4-19>에서 보는 바와 같다.

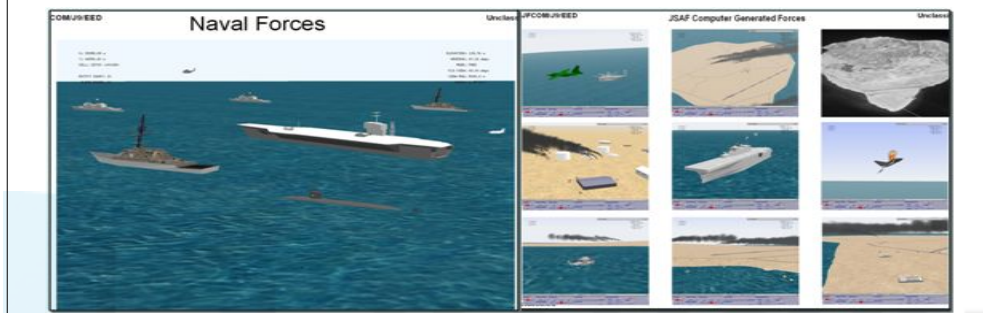
- 합성환경 : 시스템 상에 예측할 수 있는 물리적인 환경의 영향을 모의로 표현
- 합성해양전장환경 : 해양 및 이를 둘러싼 육지 영역, 대기 등에 해당하는 환경 요소로 표현 할 수 있는 제한적인 영역의 합성환경
- 구현 개념



<그림 4-19> 합성해양환경 생성체계 구현개념

인간참여형(HITL) 모의모델은 종합전투실험체계의 주요 모델로서 해양선박, 지상군 부대, 항공기, 잠수함 등 전 분야 무기체계 및 가상환경의 묘사가 가능하고 타지역 모델과 연동, 타 C4I 체계와 네트워크로 연결하여 종합적인 모의를 수행한다. 이 모델의 참조모델은 합동반자동화 모의모델(JSAF))로 주요 내용은 <그림 4-20>와 같다.

- HITL(Human In The Loop)을 적용하여 모의
- 주요기능으로는 해양선박, 화기 항공기, 잠수함, 해안경비부대 및 군, 민간인 등 전 분야 무기체계 및 가상환경이 묘사가 가능
- 타 지역 모델과의 연동, 타 네트워크와 연결하여 모의를 수행 가능
 - * 미 해상전투실험센터 함대 전투실험 시뮬레이션 모델로 활용



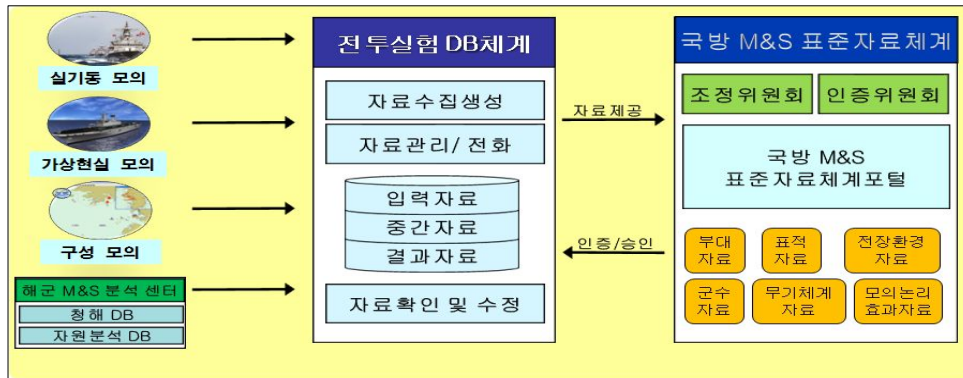
<그림 4-20> JSAF 모델 특성 및 모의화면

분석용 S/W는 전투실험 수행 간에 이루어진 관찰 및 모의분석결과, 수된 데이터에 대한 전구급 교전분석과 미래전 개념 구현을 위한 전력소요 검증 및 창출을 위한 과학적이고 합리적인 분석을 위해 요구되며, 주로 개념 및 교리 등 전투발전요소에 대한 분석을 지원한다. 따라서 해양력 분석모델, 개념분석 S/W, 작전계획분석 S/W, 교리분석(작전, 전술) S/W, 교육훈련분석 S/W, 무기체계 분석모델, 조직분석 모델과 같은 각종 분석 S/W와 도구(tool)가 소요되며, 미 해대원에서 운용하고 있는 TW Enterprise System⁷³⁾과 같은 분석도구도 하나의 참조모델로 활용할 수 있다.

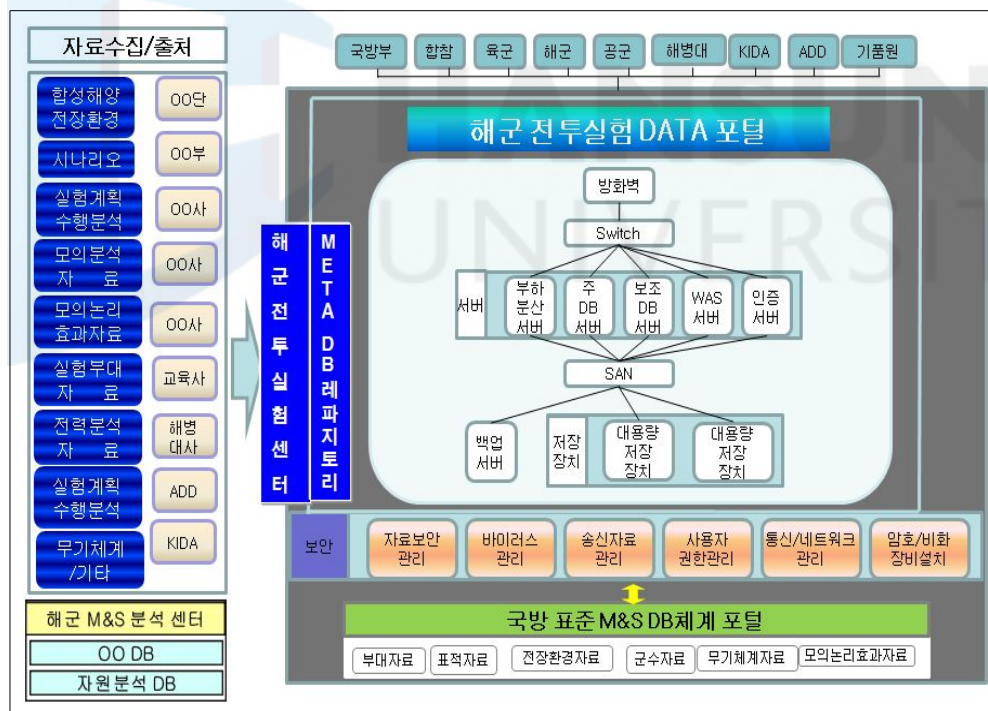
전투실험 DB 체계는 통합전투실험 등 각종 전투실험을 통하여 생산된 모든 자료를 수집하여 통합관리하고 필요한 실험부서에 제공하는 체계로

73) TW Enterprise System은 한성대 홍윤기 교수가 미 해군대학원(NPS : Naval Postgraduate School) 연구교수이며 해군 전투실험(Trident Warrior)에 수년간 참여한 전투실험전문가인 Shelley Gallup 교수를 방문하여 소개 받은 내용이다.

서 자료의 공유 및 지원을 위하여 연동 또는 네트워크 체계를 갖추어 전투실험에 활용하기 위해 요구된다. 즉 전투실험센터를 중심으로 외부체계인 국방 M&S 표준 DB체계와 M&S분석센터의 모델, 그리고 실험수행기관인 실기동부대 및 기능 전투실험소, 지원 연구소 및 관리부서와 공유 및 네트워크를 구축하여 운용하는 개념이다. <그림 4-21>에 운용개념을, <그림 4-22>에는 구축 개념도를 제시하였다.

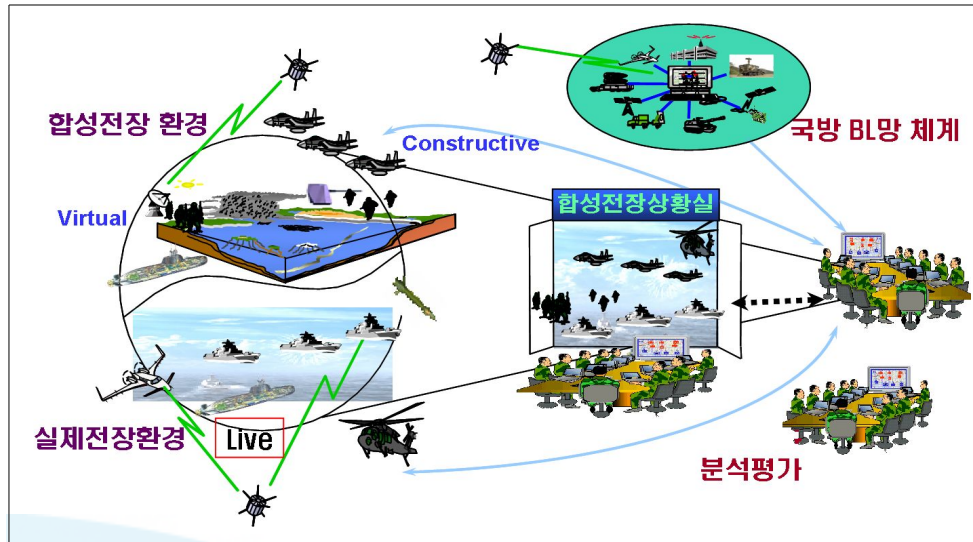


<그림 4-21> 전투실험 DB체계 운용개념



<그림 4-22> 전투실험 DB체계 구축개념도

전투실험 상황전시 체계는 통합전투실험 수행시 C4I체계와 연동하여 L-V-C 전투실험 상황을 전시하는 공통상황도 체계로서 합동실험 및 타 군 전투실험 간에도 사용가능토록 연동체계 구성 개발하는 개념으로 <그림 4-23>는 전투실험 상황전시체계 운용개념도이다.



<그림 4-23> 전투실험 상황전시체계 운용개념도⁷⁴⁾

신규 개발체계인 L-V-C 연동체계는 체계 인터페이스와 관련되므로 SV-1 체계인터페이스 기술서에서 제시하기로 한다.

S3.2 물리 모델링 : SV-1 체계 인터페이스 기술서

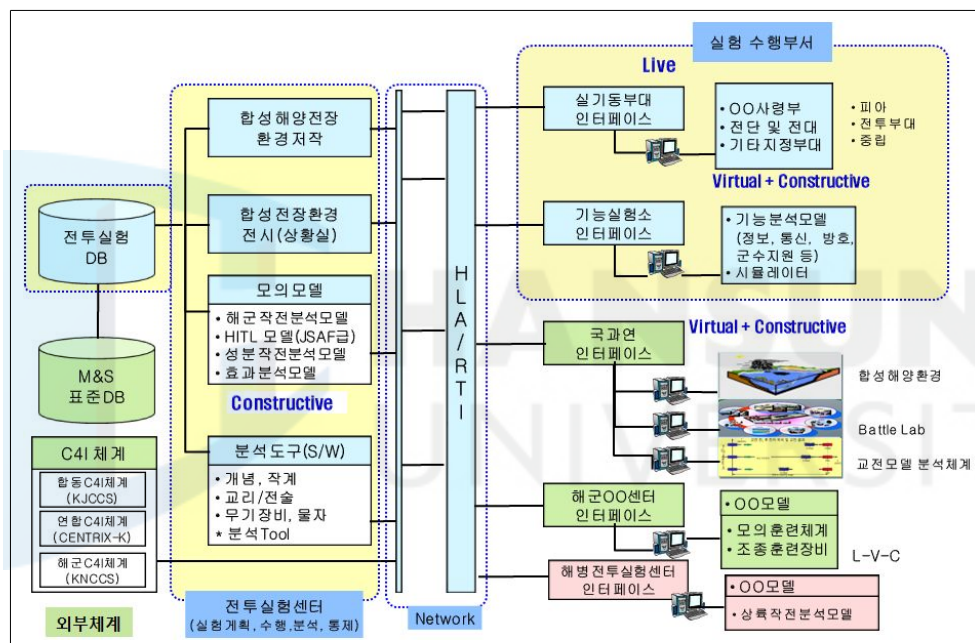
SV-1 체계인터페이스기술서(System Interface Description)는 체계 노드와 운용(조직/역할)을 지원하기 위하여 노드에 배치되는 체계에 대하여 묘사한다. SV-1은 시스템 노드들, 시스템들, 시스템 구성요소 사이에 인터페이스를 식별한다. 즉 SV-1은 체계노드, 운용노드를 지원하는 체계를 식별하는 데 활용하고, 산출물의 초기 버전은 주요 인터페이스만 표현하며, 이후 필요에 의해 상세한 버전으로 개발 체계획득을 위한 기술구조의 체계 상호운용성을 결정하는 데 활용한다.

작성 시 고려할 사항은 중합전투실험체계의 OV-2의 운용노드(요구라인)에

74) 최봉완, “해군전투실험 활성화 방안”, 『국방개혁 2020을 뒷받침하기 위한 합동실험 및 전투실험 활성화 방안』, 2007 국방 M&S 발전세미나, p.7.

SV-5에서 식별한 체계에 할당을 표시하여 운용 아키텍처와 체계 아키텍처 관점을 연결한다. 종합전투실험체계와 같은 복합시스템에서는 하부 시스템과 구성요소를 표현하며 체계 구성요소는 하드웨어 또는 소프트웨어를 나타낸다. 인터페이스는 체계 노드 간에 혹은 부체계(통신포함) 통신링크의 간략화한 추상적인 표현으로 직선으로 그래픽으로 나타낸다.

종합전투실험체계의 외부체계는 C4I 체계를 이용하여 인터페이스를 구축하고 전투실험센터 내에는 합성환경생성체계와 각종 모의모델, 분석도구와 연동하며, 실험수행부서 및 실험지원, 그리고 협업 및 참여부서와 HLA/ RTI⁷⁵⁾ 기반으로 연동을 하는 개념으로 체계 인터페이스를 구축한다. 종합전투실험체계 체계 인터페이스 기술서(SV-1) 산출물은 <그림 4-24>에서 보는 바와 같다.



<그림 4-24> 종합전투실험체계 체계 인터페이스 기술서(SV-1)

75) HLA/RTI(High-level Architecture / Runtime Infrastructure, 국제연동표준) 상위 연동구조 및 실행기반으로 M&S체계가 준수해야할 분산 시뮬레이션의 표준기술구조/ 다수 연합실행 동시지원 가능, 합참 상호운용성 및 평가 지침서에는 M&S 체계간 적용 표준이 미반영이 되어 있으나 표준관리시스템(D-STAMIS)에 표준 등재되어 M&S 체계 간에는 국제 연동표준인 HLA/RTI 방식 (포맷 :FOM) 적용이 지시됨.

제 3 절 종합전투실험체계 개념설계 결과 유용성 검증

1. 정성적 비교방법 모형 설정

복합시스템 개념설계 모형이 국방전력발전업무 소요기획단계의 소요제기·결정에 미치는 영향에 대한 검증은 적용사례, 즉 가설 도출의 기본 바탕이 된 종합전투실험체계의 개념설계 결과가 측정변수의 측정항목을 어느 정도 충족하는가에 대한 정성적인 판단을 기준으로 한다. 정성적 판단은 국방전력발전업무 소요제기·결정 측정항목과 종합전투실험체계 개념설계 활동 결과 및 산출물을 비교하여 정성적으로 판단하였다. 즉 [표 4-11]과 같이 가설별로 해당되는 측정변수에 따른 세부측정항목에 대하여 개념설계 결과를 비교하는 정성적인 비교방법으로 검정하였다.

[표 4-11] 가설별 측정변수 및 개념설계 모형

측정 변수	복합시스템 의사결정 기여	종합전투실험체계 개념설계
	측정항목	산출물
필요성 (N)	N-1 상위수준 목표에 기여 N-2 현 체계 대비 개선효과 N-3 적 위협(변화) 대응 N-4 군사력 건설방향, 타 전력과 조화	StV-1a : 엔터프라이즈 비전 StV-1b : 엔터프라이즈 목표/임무 StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류
적정성 (O)	O-1 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 O-2 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정 O-3 과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성	StV-3 : 엔터프라이즈 조직 StV-4 : 엔터프라이즈 활동 StV-5 : 엔터프라이즈 시스템 OV-1 : 운용개념도 OV-2 : 운용노드연결기술서 SV-4 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서
합동 및 상호 운용성(J)	J-1 구성 내외부조직·체계의 운용 집권화 및 통합성 J-2 구성 체계에 대한 인터페이스 식별의 적절성(정보 흐름)	OV-4 : 지휘관계 차트 OV-5 : 운용활동모델 SV-1 : 체계인터페이스 기술서

이후 종합전투실험체계 개념설계 결과를 분석하여 기대효과를 제시하였다.

2. 측정변수별 검증 결과

가. 측정 변수 : 필요성에 대한 검증

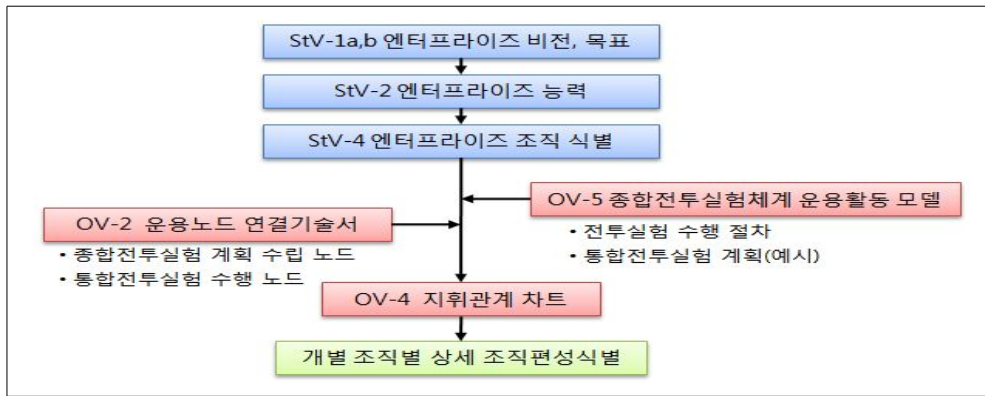
지금까지 1절과 2절에서 개념설계 사례로서 제시한 종합전투실험 개념설계에 대한 긍정적인 검증을 수행한다. 먼저 제4장에서 설정한 <가설-1>에 대한 검증으로서 <측정변수 필요성>에 대한 긍정적인 검증은 측정항목이 엔터프라이즈 시스템 개념설계 프로세스의 산출물 StV-1a : 엔터프라이즈 비전, StV-1b : 엔터프라이즈 목표 및 임무의 긍정적인 비교결과로 판단할 수 있다. E1.1 비전 분석 및 E1.2 목표분석 산출물인 StV-1a 종합전투실험체계 비전, StV-1b 종합전투실험체계 목표는 전사적 관점인 해군차원에서 종합전투실험체계 비전 및 목표 설정하여 미래(2030년) 해군 전투실험환경을 예측하고 미래 전투실험체계가 구비해야할 광범위한 능력(효과) 설정하였다. 즉 현행체계(As-Is)가 기반 확충, 전투실험 수행을 준비하는 조직 및 수단 확보의 목표라면, 미래체계(To-Be)는 종합전투실험계획 및 시행, 통합전투실험을 수행하는 체계로 비전 및 목표를 설정하였으므로 측정항목의 N-1, 2, 3, 4를 충족한다고 판단된다.

나. 측정변수 : 적정성에 대한 검증

가설-2에 대한<측정변수 적정성>에 대한 검증은 산출물 StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류, StV-3 : 엔터프라이즈 조직, StV-4 : 엔터프라이즈 활동, StV-5 : 엔터프라이즈 시스템, OV-1 : 운용개념도, OV-2 : 운용노드연결기술서, SV-4 : 운용활동 및 체계 기능추적기술서가 측정항목에 대한 충족여부를 검증하는 것이다.

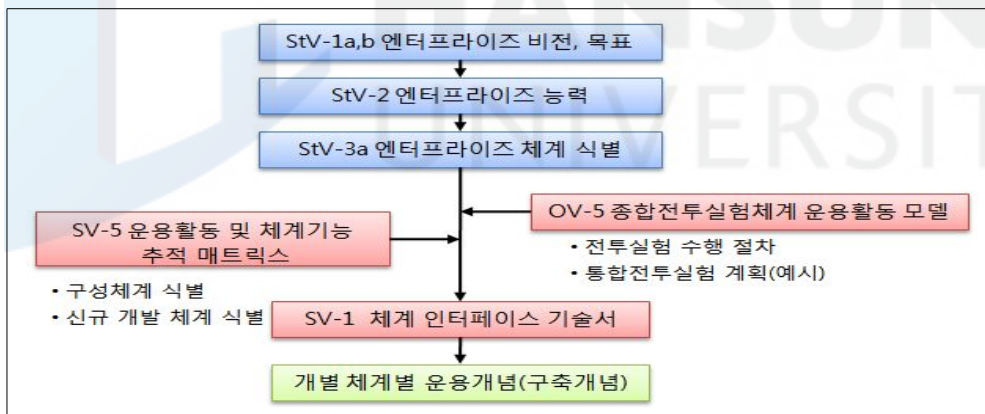
먼저 능력 및 구성조직 식별은 <그림 4-25>와 같이 엔터프라이즈 차원에서는 StV-2 엔터프라이즈 능력에서 전체적인 체계의 능력을, StV-4 엔터프라이즈 조직을 식별하였고 복합시스템 아키텍처에서는 전투실험수행절차와 통합전투실험계획(사례)을 도메인 분석하여 OV-5 운용활동모델과 OV-2 운용노드를 식별하였다. OV-4 지휘관계 차트에서 관계에 대한 정의를 하였으며 이후 개별 조직에 대한 세부적인 조직편성에 대한 방안을 제시하였으므로 상위수준으로부터 적정 능력을 설정하고 복합시스템 아키텍처에서 운용활동에 따른 상세 조직을 식별하고 편성 개념을 정립하였

다고 볼 수 있어 측정항목 O-1과 O-3의 능력, 조직관련 내용을 충족한다.



<그림 4-25> 종합전투실험체계 구성조직 도출 절차

다음은 구성체계의 식별로서 <그림 4-26>와 같이 엔터프라이즈 차원에서는 StV-2 엔터프라이즈 능력에서 StV-3a 엔터프라이즈 체계를 식별하였다. 복합시스템 아키텍처에서는 전투실험수행절차와 OO전단(TF) 2030전투실험계획(사례)을 활용하여 OV-5 운용활동모델을 식별하고, SV-5 운용활동 및 체계기능 추적 매트릭스를 작성함으로써 구성체계 도출 및 구성(하부)체계에 대한 운용개념(구축개념)을 제시하였다. 따라서 O-1, O-3의 능력 및 체계관련 내용을 충족한다고 판단된다.



<그림 4-26> 종합전투실험체계 구성체계 도출 절차

측정항목 O-2 운용개념 명확성과 과업 성취효과 설정 면에서 운용개념 명확성은 방위사업청의 체계공학 업무편람의 운용개념을 기준으로 검토하였다. 여기에서는 운용개념(Operational Concept)은 “운용자나 사용자에게

의해 정의되는 개념으로 최상위 수준에서 임무달성을 하기 위한 운용되는 거동, 기능, 성취해야할 효과, 해결하여야하는 문제점을 포함한다.”라고 정의하고 있다. 또한 운용개념의 목적은 “초기규격단계(early specification stage)에서 운용요구(operational needs)를 명확히 이해하기 위해 체계의 최종사용자(end user)와의 의사소통 도구로서 활용하여 차후에 결정될 세부규격의 상위 규격을 정의하기 위한 준비과정”으로 기술하고 있다.

상기 내용을 기준으로 종합전투실험체계 개념설계가 운용개념 기준의 충족도를 비교하면 [표 4-12]와 같이 대부분 매우 충족하고 성취 효과와 소요되는 자원식별에서 다소 충족하지 않으나 개별시스템 개념설계 프로세스에서 식별이 가능하다. 따라서 측정항목 O-2는 충족한 것으로 판단되었다.

[표 4-12] 운용개념 적절성 검정결과

운용개념 적절성 항목		종합전투실험 개념설계의 충족 내용	결과
정의분야	운용 거동 및 기능	• OV-5 : 운용활동모델에 거동 상세기술 • SV-5 : 운용활동 및 체계기능 추적기술서에 기능에 관련 기술됨, * 기타 OV-2, OV-4에도 행위 및 기능 기술	○
	성취해야할 효과 (과업)	• StV-1 : 엔터프라이즈 비전, 목표 임무 기술 • StV-2 : 엔터프라이즈 수행과업 기술 • OV-1 : 운용개념도 서술문에 과업기술	△
How 체계를 설계하고 구축하는데 어떤 자원이 필요한가?		• OV-2에 조직(인력), SV-5에 소요체계, SV-1에 인터페이스 소요 등이 제시됨	△
Who 체계에 관여되는 이해관계자는 누구인가?		• OV-1 외부 및 내부구성요소가 식별 • OV-4 지휘관계 차트에 협업, 협조 부서 명확하게 제시	○
Where 체계는 지리학적, 물리적으로 어디에 배치되는가?		• OV-1 구성 조직 및 체계의 전체적인 위치 식별(노드) 및 OV-4, SV-1에 제시	○
Why 체계가 개발되는 이유는 무엇인가?		• StV-1 : 엔터프라이즈 비전, 목표 임무 기술 • StV-2 : 엔터프라이즈 수행과업 기술	○
When 수행되어야할 활동들의 시간/순서는 무엇인가?		• 도메인 분석에서 운용시나리오(전투실험 수행절차 및 예시적 사례) 제시	○
What 체계 알려진 요소(elements)와 능력은 무엇인가		• OV-2, SV-4에서 구성 조직 및 체계 식별 • StV-2 : 엔터프라이즈 수행과업 기술	○

다. 가설-3 측정변수 : 합동 및 상호운용성에 대한 검정

가설-3에 대한 검증은 먼저 측정항목 J-1에 대해서는 내·외부 조직 및 체계 간 관계 설정으로서 이는 체계는 인터페이스 식별, 조직은 식별된 조직에 지휘관계 설정여부를 확인하면 검증된다. OV-2 운용노드연결 기술서 작성을 위해 내부노드는 전투실험센터와 기능 및 성분작전 실험 부서, 국방과학연구소 지원연구소를, 외부노드는 합동 및 타군 실험소, 해군 관련부서, 용역기관과 해군 M&S, 해병대 전투실험센터를 종합전투실험체계의 운용노드로서 식별하였다. 이에 따라 OV-2 운용노드 연결기술서에서 조직 간의 정보교환 니즈라인을 통해 관계를 식별하여 OV-4 지휘관계 차트에서 조직 간의 관계를 정리하여 제시하였다. 따라서 측정항목 J-1 구성 내·외부체계의 운용개념 수립 집권화 및 통합성을 위해 지휘관계를 명확하게 설정하였으므로 이를 충족하고 있다.

상호운용성에 대한 판단은 합참 상호운용성 기준⁷⁶⁾에 의해 [표4-13]과 같이 적정성 항목을 설정하여 종합실험체계 개념설계 결과의 비교 검토해 본 결과, 3개항은 충족하고 있다. 공통상황도의 연동기준 항목에 실험 체계에 대한 적용 기준은 없으나 전투실험 상황전시체계 운용개념에 명시하였으므로 어느 정도 충족하는 것으로 판단된다.

[표 4-13] 체계 상호운용성 적정성 검정 결과

상호운용성 적정성 항목	종합전투실험 개념설계의 충족 내용	결과
M&S체계 연동적용기준 * 연동대상 전장관리 정보 체계 식별 및 소요반영	• SV-5 : 체계 식별 - LVC, C4I 체계 연동 • SV-4 : 내·외부체계 인터페이스 식별 * L-V-C 체계 및 모델간의 연동 식별	○
공통상황도 연동적용 기준 * 전투실험체계 기준 없음	• 전투실험 상황전시체계 운용개념에 제시 * L-V-C 전투실험 상황과 C4I 연동 전시	△
DB 연동방식 적용 기준 * KMTF/EDX 연동방식 적용	• 전투실험 DB체계 구축은 개발 중인 국방 M&S DB와 동일 연동방식 적용 하도록 구축개념에 제시함	○
M&S 체계간 표준 연동방식 적용 * 국방정보기술 표준 HLA/RTI 연동방식 적용	• SV-1에 HLA/RTI 적용토록 산출물에 제시됨	○

76) 합동참모본부, 「합참 상호운용성 적용 및 평가지침서」(서울 : 합동참모본부), 2007, pp.102,202,204.

다. 검증결과 종합

개념설계 사례에 의한 정성적인 검증은 전체적으로 계량화 된 것은 없으나 개념설계 산출물과 측정변수인 필요성(N)과 적정성(O), 합동·상호 운용성(J)의 세부 측정항목을 대비해 [표 4-14]는 측정항목을 검증한 결과를 종합한 내용이다.

[표 4-14] 측정항목에 대한 정성적 분석 종합

복합시스템 의사결정 기여	종합전투실험체계 개념설계	결과
측정항목	산출물 및 검증 내용	
N-1 상위수준 목표에 기여 N-2 현 체계 대비 개선효과 N-3 적 위협(변화) 대응 N-4 군사력 건설방향, 타 전력과 조화	• 해군차원 종합전투실험체계 비전 · 목표 설정 • 미래(2030년) 해군 전투실험환경 예측 • 미래 전투실험체계 구비능력(효과) 및 미래(To-Be) 통합전투실험체계 설정 * StV-1a, StV-1b	충족
O-1 적정 능력설정 및 작전 운용 능력의 적합성 O-2 운용개념 명확성, 과업 기술 성취 효과 설정 O-3 과업에 부합한 조직, 체계 도출 적절성	• 엔터프라이즈 차원 능력, 조직, 체계설정 • 운용개념 정립 운용활동 모델링 • 상위수준 능력 설정, 과업도출, 조직 및 체계 식별 * StV-2, StV-3, StV-4, StV-5 * OV-1, OV-2, SV-4 * 운용개념 적절성 검증	충족
J-1 구성 내외부조직·체계의 운용 집권화 및 통합성 J-2 구성 체계에 대한 인터페이스식별의 적절성(정보 흐름)	• 내·외부 조직간 관계 제시 • 운용활동 모델 및 운용노드 연결기술서로부터 체계 인터페이스 도출 • 미래 전투실험체계 * OV-4, OV-5, SV-1 * 상호운용성 검증	충족

3. 종합전투실험체계 개념설계 결과 분석

종합전투실험체계 개념설계 결과를 분석해보면 먼저 해군 전사적 차원에서 전투실험체계의 비전, 목표 및 요구능력을 설정하여 미래 해군 전력 발전소요를 검증하고 창출하는 역할을 수행하는 전략적 의도가 구현 가능하도록 엔터프라이즈 아키텍처 프로세스를 진행하였다.

이를 복합시스템 아키텍처에 반영하면서 이론적 배경 및 현황분석 내용과 운용시나리오와 통합전투실험계획을 사례를 작성하여 이를 기초자료로 활용하여 복합시스템 아키텍처 프로세스를 진행하였고 종합전투실험 절차와 통합전투실험 수행 업무범위를 정립하는 효과도 있었다. 이와 같은 내용을 기준으로 운용 관점에서 운용자 및 이해 관계자의 요구사항으로 반영, 운용개념도를 산출물로 작성함으로써 운용활동과 조직 및 체계를 논리적으로 도출할 수 있었고 이들의 관계와 상호운용성 측면에서 정의함으로써 정리된 종합전투실험체계에 개념설계도를 제시할 수 있었다.

또한 개별 시스템 식별 후 종합전투실험체계 차원의 개별시스템에 대한 운용개념 또는 구축개념을 정립함으로써 차후 개별시스템 구축을 위한 지침을 제공할 수 있었다. 따라서 종합전투실험체계의 특성을 고려한 맞춤형 모형을 정립하여 개념설계에 적용하는 것은 검증된 가설에서 제시된 것에 국한되는 것이 아니라 다른 복합시스템 개념설계에 활용하면 매우 유익할 것으로 생각된다.

제 5 장 결 론

제 1 절 가설 검정 결과

복합시스템 개념설계 모형의 유용성 검증을 위한 가설 검정 결과를 요약하면 먼저 전문가 설문조사방법에 의하여 검정방법은 개선율을 NOJ Transition Map에 의한 결과를 확인하였는바, 최적 목표 대 개선안에 대해 37%의 개선율을 보여 개선효과가 큰 것으로 나타났다. 측정항목 분석 방법은 종합전투실험 개념설계 결과인 산출물과 측정변수의 측정항목을 비교하여 검토한 결과 모두 충족하는 결과를 보였다. 이를 종합한 가설검정결과는 [표 5-1]에서 보는 바와 같으며 가설을 채택(do not reject)할 수 있다. 따라서 가설 검정 결과 복합시스템 개념설계 모형을 소요제기·결정을 위한 근거문서로써 국방전력발전업무 수행체계에 적용하면 복합시스템에 대한 전사적 청사진과 시스템 능력, 그리고 구성조직·체계 및 상호운용성 등을 명확하게 제공할 수 있을 것이다.

[표 5-1] 가설검정 결과

가설 번호	가설 내용	검증 결과
<가설>	복합시스템 개념설계 모형의 적용은 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.	채택 (do not reject)
<가설-1>	복합시스템 개념설계 모형의 적용은 필요성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.	채택 (do not reject)
<가설-2>	복합시스템 개념설계 모형 적용은 적정성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기·결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.	채택 (do not reject)
<가설-3>	복합시스템 모형 적용은 합동·상호운용성 면에서 복합시스템에 대한 소요제기 및 의사결정, 즉 소요기획에 긍정적인 영향(+)을 미칠 것이다.	채택 (do not reject)

제 2 절 연구 내용 요약 및 의의

미래 전력소요에 대한 과학적이고 합리적인 검증과 한국군의 독자적인 작전수행 능력의 확보를 위한 전투실험의 역할이 증대되고 있으며, 합동 실험과 각 군 전투실험의 통합·연계성이 강조되고 있다. 또한 실험 조직의 확충, 수단 및 기술의 확보 등 합동·전투실험 발전과 소요제기를 위한 노력이 활발한 시기에 수행한 본 연구는 시의적절하면서도 합동 및 전투실험체계 구축을 위한 청사진과 근거를 제시한다는 것에 의의가 있다. 지금까지 연구한 내용을 종합해보고 의의를 살펴보기로 한다.

먼저, 미군과 우리 군의 합동·전투실험 현황을 분석한 결과, 종합전투 실험계획수립 절차와 전투실험 과제선정으로부터 실험수행 결과 후속조치에 이르는 전투실험수행절차를 정립하였고 합동·전투실험 사례연구를 통하여 전투실험 조직과 전투실험센터, 모의분석모델 및 연동체계 등에 대한 발전방안과 시사점을 도출하였다. 이를 기준으로 종합전투실험체계 개념설계를 하였으며, 향후 합동·전투실험 업무수행체계를 정립하는데 참고로 활용토록 하였다.

복합시스템인 종합전투실험체계의 소요반영을 하기 위하여, 복합시스템과 복합시스템 엔지니어링, 아키텍처 방법론 등의 연구를 통하여 복합시스템 개념설계 모형을 정립하였으며, 이를 복합시스템 소요제기·결정에 필요한 문서 및 지침으로 활용할 수 있도록 제시하였다. 따라서 연구를 위한 모형에서 복합시스템 개념설계가 국방획득 소요제기·결정 미치는 영향(+)을 가설로 설정하였고 이를 검증하기 위하여 전문가 설문조사와 정성적인 분석을 적용, 유용성을 입증하였다.

특히, 정성적인 방법에 의한 가설검정을 위하여 종합전투실험체계 개념설계 산출물을 복합시스템 개념설계 사례로 제시하였다. 종합전투실험 개념설계 결과로써, 전략적인 의도를 구현할 수 있도록 전사적 차원의 비전과 목표, 능력을 모델링하고, 복합시스템 차원에서 운용개념, 활동, 구성조직 및 체계, 상호운용성을 논리적이고 체계적으로 도출하여 개별시스템의 구축개념을 정립하도록 하였다. 이는 차후 합동·전투실험체계 구축을 위한 소요제기·결정뿐만 아니라 향후 사업으로 추진할 경우 개념연구,

체계개발을 위한 기초문서로 활용할 수 있을 것이다.

따라서 일반 시스템과 차별된 복합시스템의 소요제기 방법론이 부재한 상황에서, 종합전투실험체계 개념설계를 사례로 제시하면서 복합시스템 소요제기·결정에 필요한 개념설계 모형을 정립한 것은 복합시스템인 각종 무기체계 및 정보체계 사업 추진에 도움을 줄 것으로 기대한다.

제 3 절 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구에 나타난 결과와 이에 대한 해석은 본 연구가 지닌 몇 가지 한계점과 제약사항으로 인해 그 수용에 신중해야 할 것이며, 향후 이러한 문제점을 해결하는데 보다 심층 깊은 연구가 수행되어야 할 것이다.

첫째, 본 연구의 핵심이라 할 수 있는 종합전투실험체계 개념설계에 적용한 도메인 분석 및 시나리오는 미국 합동도시지역작전실험, 미 해군 TW 전투실험을 위주로 분석하여 활용하였는바, 차후에는 타 국가의 전투실험체계의 현황도 분석하여 반영하고 우리 한국군이 향후에 진행할 종합실험계획 및 통합부대실험 수행결과를 기초로 종합전투실험체계 개념설계에 적용하여 보다 충실하고 적절한 종합전투실험체계 개념설계 산출물을 제시할 필요가 있다. 이를 위해 부대단위 통합실험 결과 자료를 지속적으로 구축하고 미국과 타 국가의 합동·전투실험에 관찰자의 자격보다는 참가자로서 참가한다면, 보다 폭 넓은 경험과 기초자료를 축적할 수 있을 것이다.

둘째, 엔터프라이즈 시스템 아키텍처와 복합시스템 아키텍처에 대한 프레임워크 적용을 영국군의 MoDAF, 미군의 DoDAF를 적용하였는바, 우리 한국의 MND-AF가 엔터프라이즈 차원의 방법론을 구비하고 있지 않기 때문이다. 따라서 MND-AF가 전략관점, 즉 전사적 관점을 포함하여 개정되면 이를 적용해야하겠으며 연구목적 상 개념설계 모형에 제시한 전체 아키텍처 산출물을 제시하지 못한 아쉬움이 있다. 본 연구에서는 2개의 아키텍처 프레임워크를 복합하여 적용하였으므로 개념과 사용상의 혼란을 초래할 가능성이 있으므로 유의할 필요가 있다.

셋째, 복합시스템 개념설계 모형의 적용은 현 소요요청·제기시의 문서

작성체계에 비하여 많은 노력이 소요된다. 즉 복합시스템 개념설계 모형에 제시된 산출물이 엔터프라이즈 개념설계에 6종, 복합시스템 개념설계에 7종, 개별시스템 2종으로 총15종이다. 그러나 개별 시스템은 구성 체계별로 작성되어야 하므로 산출물 수가 증가할 것이다. 그리고 산출물 작성을 위해서는 소요요청 대상 복합시스템에 대한 도메인 분야 전문성과 아키텍처 전문성이 필요하므로 소요군에서 작성 시에 많은 부담이 될 것을 판단된다. 따라서 차후 연구 시에는 복합시스템 개념설계 모형을 적용할 경우, 투자하는 비용 대 효과 면에서 추가적인 분석을 하여 제시하고, 보다 효율적인 작성방안에 대한 연구도 필요하다.

그리고 본 연구에서 제시된 되었지만 구체화하지 못한 종합전투실험체계의 능력 설정분야도 체계의 과업을 수행할 최적의 능력을 분석하여 작전운용성능으로 전환하는 방법론을 발전시켜 적용하여야 한다. 즉 엔터프라이즈 차원에서 요구능력의 범위와 구성요소의 능력을 설정하여 기준으로 제시하고 이를 기초로 복합시스템 개념설계에서 보다 구체화된 작전운용성능(ROC)을 도출하여 개별 시스템의 작전운용성능(ROC)로 반영한다면 복합시스템에 능력을 설정할 수 있으리라 생각된다.

또한 국방획득분야에는 소요기획으로부터 체계획득에 이르는 전 단계에 걸쳐 모의기반획득⁷⁷⁾(SBA : Simulation Based Acquisition)과 시스템 엔지니어링을 적용하여 효율적인 획득체계 구축을 위해 노력하고 있으나, 첨단 복합 무기체계, 즉 복합시스템 분야에 대해서는 별도의 방법론을 비롯한 규정과 방침이 없으므로 모의기반획득 방법에 추가하여 복합시스템의 특성을 고려한 복합시스템 엔지니어링을 소요제기·결정 단계뿐만 아니라 복합시스템 전 수명주기 단계에서 적용하는 방안을 발전시킨다면 최적의 획득 프로세스를 갖출 수 있을 것이다.

77) SBA란 단순히 M&S기법 및 도구를 이용한 단계적 절차 중심의 사업관리가 아닌 합성환경(Synthetic Environment)하에서 소요도출에서부터 체계 획득 전 수명주기에 걸쳐 획득하고자 하는 체계에 대한 모의분석 및 검증을 병행하면서 이루어지는 통합협업환경(ICE : Integrated Collaboration Environment) 기반의 획득·연구개발 활동을 말한다.

【참 고 문 헌】

1. 국내문헌

국방부, 「국방전력발전업무훈령」, 서울 : 국방부, 2009.

국방과학연구소, 「획득프로세스 혁신을 위한 모의기반획득(SBA) 체계 발전 방안」, 대전 : 국방과학연구소, 2006.

_____, 「2007 국제 해군 전투실험 심포지엄」, 진해 : 해상체계 연구개발원, 2007.

_____, 「M&S 기반의 신규 전력소요 전투실험 기법 연구」, 2007.

김충영 외 5명, 「군사 OR 이론과 응용」, 서울 : 두남, 2004.

김용효. “한국군주도 연합/합동연습 연동체계 구축방안,” 「국방M&S 발전세미나」, 2008.

김중명 · 박영원, “국방연구개발사업의 시스템 요구사항 개발 프로세스 개선”, 「한국군사과학기술학회지」, 제12권3호. 서울 : 한국군사과학기술학회, 2009.

방위사업청, 「체계공학 업무편람(안)」, 서울 : 방위사업청, 2010.

_____, 「체계공학 적용지침(안)」, 서울 : 방위사업청, 2010.

시스템체계공학원(주), 「국방전력발전 업무체계 개선방안 연구보고」, 서울 : 시스템 체계공학원(주), 2007.

유병주, “육군 LVC체계 현황 및 발전방향”, 「국방 M&S발전세미나」, 2009.

육군교육사령부, 「미래 전력창출을 위한 전투실험」, 대전 : 육군교육사령부, 2006.

육군대학(전투발전처), “미래지향적 전투실험 발전방향,” 「군사평론」, 제383호.

윤상윤 · 오승환, 「전력평가 및 합동실험」 교재, 서울:국방대학교, 2009.

이종호. 「모델링 및 시뮬레이션 이론과 실제」, 서울 : 21세기 군사연구소, 2008.

이훈영, 「연구조사 방법론」, 서울 : 도서출판 청람, 2008.

이희우외 3명 공저, 「실전시스템 엔지니어링」, 경기 : 청문각. 2007.

장석주, “공군 LVC 체계 현황”, 「국방 M&S발전세미나」, 2008.

전호일, “해군 LVC 체계현황 및 발전방향,” 「국방 M&S발전세미나」 2008.

정봉주·이관후, “프로세스 혁신을 위한 프로세스 분석 및 평가기법,”
 Proceedings of '94 Conference Korea ORMS, Oct 1994.

최상영, 「복합시스템 아키텍처 개발 방법론」, 서울 : 국방대, 2008.

_____. 「엔터프라이즈 시스템 아키텍처 방법론」, 서울 : 국방대, 2010.

한국국방연구원, 「국방 시뮬레이션 용어사전」, 서울 : 한국국방연구원, 2003.

합동참모본부, 「상호운용성 적용 및 평가지침서」, 서울 : 합동참모본부, 2007.

_____, 「합동개념요구능력서(I)」, 서울 : 합동참모본부, 2008.

_____, 「합동 및 연합 위게임체계 발전방향」, 서울 : 합동참모본부, 2007.

_____, 「합동실험지침서」, 서울 : 합동참모본부. 2006.

_____, 「합동·연합작전 군사용어사전」, 서울 : 합동참모본부, 2006.

해군본부, 「미래 해군력 건설을 위한 전투실험의 역할(The Role of
 Experimentation in Building Future Naval Forces)」. 계룡대
 : 해군본부, 2007.

해군 전발단 체계분석처, “해군 위게임 체계 및 해군전쟁연습모델 소개”,
 대전 : 해군, 2006.

해군 체계분석실 전투실험과, 「전투실험 TW-08 참가 결과보고」, 계룡대 :
 해군본부, 2008.

홍진기외 5명, 「KJCCS 중심 상호운용성 향상을 위한 아키텍처 개발」,
 서울 : 한국국방연구원, 2007.

INCOSE SEH Working Group 원저, 「시스템 엔지니어링 핸드북」, 민성기
 외 2명(공역), 서울 : 시스템체계 공학원, 2006.

2. 국외문헌

- Albert. David S., *Code of Best Practice Experimentation*, Washington, D. C. : CCRP, 2002.
- _____, Hayes. Richard E., *Code of Best Practice Campaigns of Experimentation*, Washington, D. C. : CCRP. 2005.
- Barret. Kevin, *The Trident Warrior Experimentation Process*, Monterey : NPS, 2005.
- Defence Acquisition University. *Defense Acquisition Guidebook*, 2. 2010; <http://www.dag.dau.mil>(검색일자 : 2020. 3.20).
- DoD, *DoD Architecture Framework Version 1.5*, April 2007 ; http://www.cio-nii.defense.gov/docs/DoDAF_Volume_1.pdf (검색일자 : 2010. 1.25).
- Institute for Simulation & Training, "DoD Modeling & Simulation Education Program," August 2001 : <http://www.ist.ucf.edu/pdfs/ptgdmso.pdf> (검색일자 : 2009. 10. 5).
- Kass. Richard A., *The Logic of Warfighting Experiments*, Washington, D. C. : CCRP, 2006.
- MOD. "The MODAF Strategic Viewpoint," 2008.11.28. <http://www.mod.uk/DefenceInternet/AboutDefence/WhatWeDo/InformationManagement/DODAF/ViewpointAndViews.htm>(검색일자 : 2010. 2. 21).
- National Research Council, *FORCEnet Implementation Strategy*, Washington, D. C. : The National Academy Press, 2005.
- Navy Warfare Command Homepage, Department. "*Experimentation*," <http://www.nwdc.mil/departments/> (검색일자 : 2009. 8. 5).
- US JCS J-8 Force Structure Resource and Assessments Directorate, *CBA User's Guide 3.0/(CJCSI/M 3010)*, March 2009.
- US JFCOM Joint Future Lab. *The Joint Concept Development and*

Enterprise Process Guide 2008, Suffolk : JFCOM. 2008.

US Fleet Forces Command Homepage, About USFF. "*Command Brief*."
July. 2009 : http://www.cffc.navy.mil/usff_command_brief.pdf(검색일자 : 2009. 7.25).

US Marine Corps, *Initial Capabilities Document(ICD) For Marine Corps Information Technology Services(MCITS) Prepared for Milestone A Decision Version 3.4*, 2005.

US Secretary of Defense, Systems of S/W Engineering Deputy, *Systems Engineering Guide for Systems of Systems, Ver. 1.0*, August 2008; <http://www.osd.mil/se/docs/SE-Guide-for-SoS.pdf>
(검색일자 : 2010. 2.26).

US Navy System Engineering ASN., *Naval Capability Evolution Process Guidebook Volume I*. Washington Navy Yard : Office of the ASN(RDA), 2005.



【약 어 정 리】

ACTD	Advanced Concept Technology Development	첨단개념기술시범
AWAM	Army Weapon effectiveness Analysis Model	지상무기효과분석모델
C4ISR - PGM	Command, Control, Communication, Computer & Intelligence, Surveillance and Reconnaissance Precision - Guided Munition	지휘, 통제, 통신, 컴퓨터, 정보, 감시, 정찰 - 정밀 유도무기
CCJO	Capstone Concept for Joint Operations	합동 기본개념
CCRP	Command & Control Research Program	지휘통제 연구 프로그램 (미 국방차관실)
CDC	Concept Development Conference	개념발전회의
CDD	Capability Development Document	능력개발서
CEC	Cooperative Engagement Capability	협동교전능력
CFFC	Commander, Fleet Force Command	함대 전력사령부 사령관
CPD	Capability Production Document	능력생산서
DAS	Defense Acquisition System	미 국방획득체계
DAU	Defense Acquisition University	미 국방획득대학
DNS	Die Neue Simulation	(獨)C4ISR 효과분석모델
DoDAF	Department of Defense Architecture Framework	미 국방 아키텍처 프레임워크
DOTMLPF	Doctrine Organization Training, Materials, Leadership, Personnel, Facilities	교리, 편성, 교육훈련, 물자, 리더십, 인력, 시설(전투발전요소)
EADSIM	Extended Air Defense Simulation	미 국방성방공모의모델
EBO	Effect-Based Operation	효과중심작전

FCB	Functional Capabilities Board	기능능력검토위원회
HITL	Human - In -The - Loop	인간참여형
HLA	High Level Architecture	시뮬레이터 연동을 위한 통신프로토콜 국제표준
HLA/RTI	High Level Architecture/Runtime Infrastructure	시뮬레이션 표준기술구조 /실행시간기반체계
ITEM	Integrated Threat Engagement Model	통합위협 교전모델
JCD&E Cplan	Joint Concept Development and Experimentation Campaign Plan	합동 개념발전 및 실험 종합계획
JCIDS	Joint Capability Integration & Development System	합동능력통합발전체계
JFC	Joint Functional Concepts	합동 기능개념
JIC	Joint Integrating Concepts	합동 통합개념
JICM	Joint Integrated Contingency Model	(美) 전구급 합동작전 분석모델
JFCOM	Joint Forces Command	합동 전력사령부
JTF	Joint Task Force	합동기동부대
JFACC	Joint Force Airforce Component Commander	합동군 공군구성군 사령관
JFLCC	Joint Force Airforce Component Commander	합동군 지상구성군 사령관
JFMCC	Joint Force Maritime Component Commander	합동군 해군구성군 사령관
JSAF	Joint Semi-Automated Forces	합동반자동화부대 모의모델
JOC	Joint Operating Concept	합동운용개념
JUO	Joint Urban Operation	합동도시지역작전
JWARS	Joint Warfare Simulation	합동 전쟁분석 모델
JWSC	Joint Warfighting Simulation Center	합동 전쟁수행모의본부
ICD	Initial Capabilities Document	최초 능력서
KJCCS	Korea Joint Command & Control System	한국군 합동지휘통신체계

KNTDS	Korean Naval Tactical Data System	한국해군전술정보 체계
KSIMS	Korea Simulation System	한국군위게임연동체계
LOE	Limited Object Experimentation	제한 목표실험
L-V-C	Live Virtual Constructive	실기동훈련-시뮬레이터-위 게임모델
MBC	Maritime Battle Center	해상전투실험센터
MNDAF	Ministry of Defense Architecture Framework	한국 국방아키텍처 프레임워크
MNE	Multi-National Experimentation	다국적 실험
MoDAF	Ministry of Defense Architecture Framework	영국 국방 아키텍처 프레임워크
MSEL	Master Sequence of Events List	주요사태 목록
MUA	Military Utility Assessment	군사가용성 평가
NCOE	Network Centric Operations Environment	네트워크 중심작전환경
NCOP	Navy Common Operational Picture	해군 공통상황도
NCW	Network Centric Warfare	네트워크 중심 작전
NETWARCOM	Network Warfare Command	네트워크전사령부
NNWC	Naval Network Warfare Command	해군 네트워크전 사령부
NPS	Naval Postgraduate School.	미 해군 대학원
NWDC	Navy Warfare Development Command	해군 전투발전사령부
OAA	Operational Agent Assessment	운용자 평가
OPCON	Operational Control	작전통제권
PGM	Precision - Guided Munition	정밀 유도무기
PPBES	Planning, Programing, Budget, Execution System	기획, 계획, 예산, 집행체계

QFD	Quality Function Development	품질기능전개
RDO	Rapid and Decisive Operations	신속 결정적 작전
ROC	Required Operational Capability	작전운용능력
RTI	Run Time Infrastructure	HLA 미들웨어 구현을 위한 소프트웨어
SBA	Simulation Based Acquisition	모의기반획득
SBD	Simulation Based Development	모의기반 개발
SEAS	Synthetic Environment Analysis and Simulation	합성환경분석모델
SEP	System Engineering Plan	체계 공학 계획
SPAWAR	Space & Naval Warfare Systems Command	우주 및 해상전 체계사령부
STORM	Synthetic Theater Operations Model	공중작전분석모델
TRADOC	Training and Doctrine Command	교육사령부
TDC	Technology Development Conference	기술발전회의
TW	Trident Warrior	미 해군 함대전투실험
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	무인항공기
UJTL	Universal Joint Task List	합동과제목록
UML	Unified Modeling Language	통합모델링언어
UUWV	unmaned Underwater Vehicle	수중무인차량
T/TTPs	Technology/Tactics, Techniques, Procedures	기술/방책, 기법, 절차

【부 록】

복합시스템 개념설계 모형 적용을 위한 설문

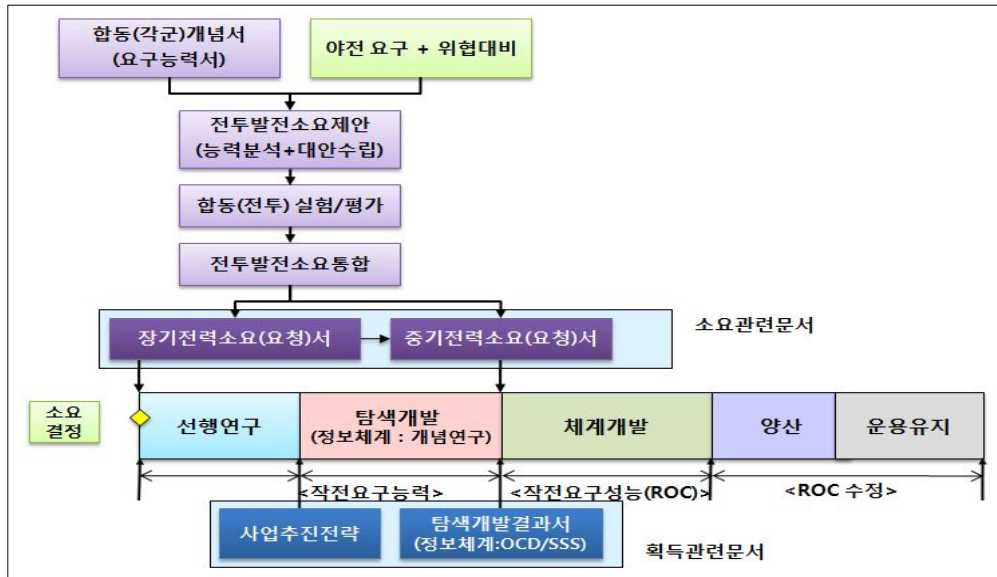
본 설문은 국방전력발전업무의 소요기획단계 의사결정 관점에서 이를 개선자료로 활용하기 위한 것입니다. 현행 소요기획단계에서의 소요제기·결정, 획득단계에서의 선행연구 및 정보체계 개념연구의 요구사항으로서 장기 전력소요(요청)서가 적용되고 있으나 무기체계가 첨단 IT와 결합하는 즉, 센서-지휘통제-슈터가 체계 내·외부에서 한 그리드 내에서 복합 또는 융합하여 성능향상의 시너지 효과를 나타내는 복합시스템(System of Systems)으로 발전됨에 따라, 소요제기 및 의사결정을 위한 새롭고 보완된 개념설계나 문서체계의 보완이 필요합니다. 이에 따라 복합시스템 개념설계 모형을 정립하여 제시하고 이를 적용하는 데 있어서 전문가 그룹이신 여러분의 의견을 수렴하여 기대효과를 확인하고 추가 개선할 사항을 도출하고자 합니다. 설문을 통하여 평가하고자 하는 주요 지표는 1) 필요성, 2) 적정성 3) 합동 및 상호운용성이며, 지표에 대한 정의와 세부지표는 다음과 같습니다.

< 복합시스템 개념설계 모형 적용 평가 지표 >

평가지표	내용	세부평가항목
필요성(N)	복합시스템 필요성에 대한 척도로 목적, 효과, 이유 요소에 대한 평가 지표	• 상위수준 목표에 기여 • 현 체계 대비 개선효과 • 적 위협(변화) 대응 • 군사력 건설방향, 타 전력과 조화
적정성(R)	운용요구에 대한 운용개념의 충족성과 요구되는 능력에 대한 적정 작전운용 능력의 설정 그리고 구성 조직 및 체계 도출 및 식별 적절성에 대한 평가 지표	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정 • 과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성
합 동 및 상호운용성(J)	구성 내·외부 조직 및 체계와 운용 개념의 조합을 통한 시너지 효과와 상호운용성 보장으로 정보 및 데이터의 효율적 활용에 대한 평가지표	• 구성 내외부조직 및 체계 운용 개념 수립 집권화 및 통합성 • 구성체계에 대한 인터페이스 식별의 적절성(정보 흐름)

【설문 참고 자료】

○ 소요기획 및 획득단계 절차



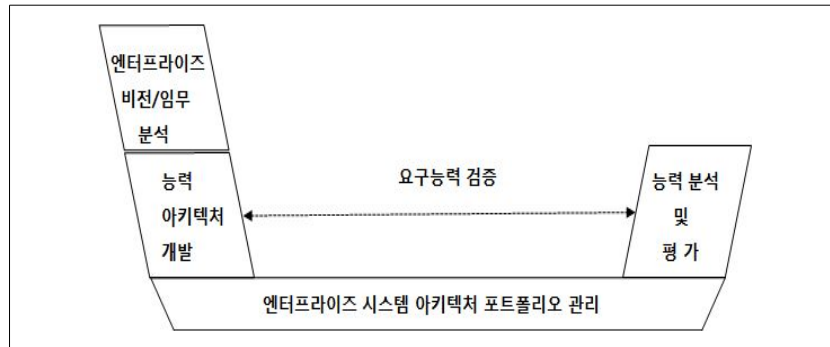
○ 기존 소요제기 : 장기전력소요요청서 양식(“예”)

1. 무기체계 명	1. 무기체계 형상 2. 무기체계 일반적인 특징 3. 현용 무기체계와 관계
2. 필요성	1. 방공 종합발전 방향과 연계한 확보 필요성 2. 현 OO전력 대체 필요성, 타 전력 제한사항 3. 통합전투력 발휘보장을 위한 방공전력 보강 필요 4. OO 방호력 보강 필요, 세계적 OO포 발전추세에 부합된 OO무기 전력화 필요, 기대효과
3. 편성 및 운용개념	1.운용개념 2. 소요기준 및 편성제대
4. 전력화 시기 및 소요량	1. 전력화 시기 : 장기 前期('15년 이후) 2. 소요량 : 000문 3. 대체 무기체계의 도태·조정계획
5. 작전운용능력	1. 작전운용능력(사거리, 발사속도, 명중률, 탄중, 운용요원, 기타) 2. 작전운용능력 설정 이유 3. 합동성 및 상호운용성 5. 보안대책
6. 전력화 지원요소	1.편성, 2.교리, 3.교육훈련, 4.종합군수지원
7. 부대편성, 병력소요	1. 단기 능력 2. 장기 능력 3. 대안분석 핵심 영역조건

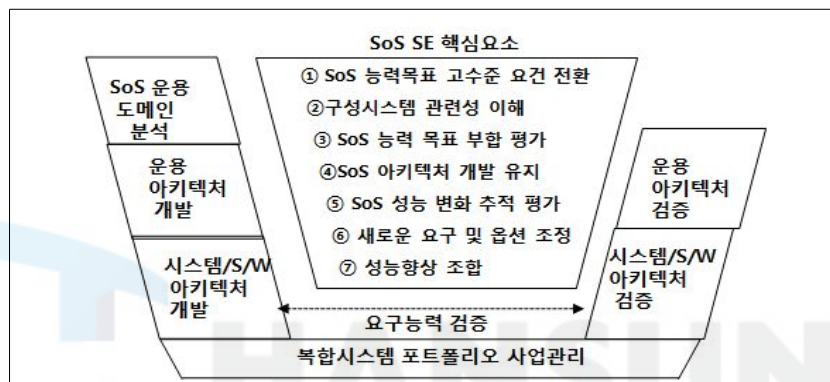
○ 개선안 : 복합시스템 개념설계 모형

- 복합시스템 엔지니어링 프로세스

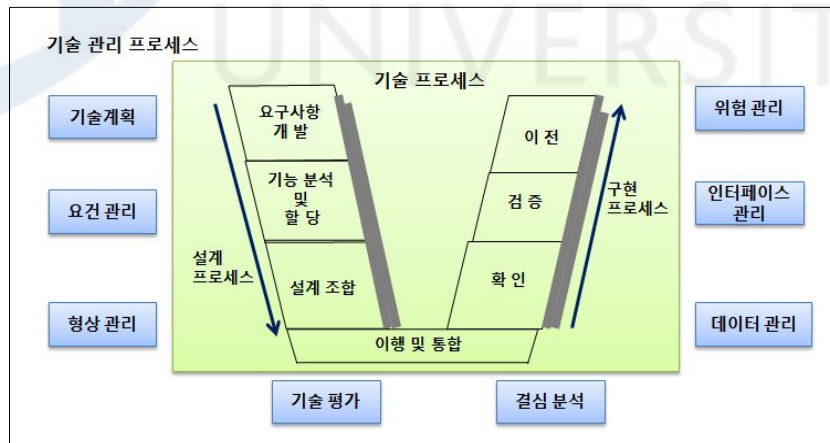
엔터프라이즈
시스템
엔지니어링
구축
프로세스



복합 시스템
엔지니어링
구축
프로세스



시스템
엔지니어링
프로세스



• 복합시스템 개념설계 모형(단계별 활동 및 산출물)

프로세스	세부 단계	활 동	방법론/산출물
엔터프라이즈 시스템 아키텍처 구축 프 로세스	E1 엔터프라이즈 비전 임무분석	EL1 비전 분석 EL2 목표 및 임무분석	StV-1a : 엔터프라이즈 비전 StV-1b : 엔터프라이즈 목표/임무 StV-1c : 엔터프라이즈 단계
	E2 능력 아키텍처 개 발	E21 능력 분류 E22 능력수행 조직 모델링 E23 능력수행 활동 모델링	StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류 StV-3 : 엔터프라이즈 조직 StV-4 : 엔터프라이즈 활동 StV-5 : 엔터프라이즈 시스템
	E3 능력분석 및 평가	E31 능력 분석	CaV-6 : 능력분석 결과서 Ac-1 진화적 획득 포트폴리오
복합 시스템 아키텍처 프로세스	S1 SoS 도메인분석	S1.1 운용 시나리오 분석 S1.2 운용개념도 작성	서술문 형태(운용개념서) OV-1 : 운용개념도
	S2 운용 아키텍처 개 발	S2.1 과업 모델링 S2.2 운용 정보 모델링	OV-2 : 운용노드연결기술서 OV-3 : 정보교환 매트릭스 OV-4 : 지휘관계 차트 OV-5 : 운용활동모델
	S3 시스템 아키텍처 개발	S3.1 기능 및 체계 식별 S3.2 기능 모델링 S3.3 물리 모델링	SV-1 : 체계 인터페이스 기술서 SV-2 : 체계 통신 기술서 SV-3 : 체계-체계 매트릭스 SV-4 : 체계 기능기술서 SV-5 : 운용활동/체계기능추적 기술서 SV-6 : 체계정보교환 매트릭스 SV-7 : 체계 성능 파라미터 매트릭스 *기타 SoS 특성고려 산출물 가감
	S4 아키텍처 실행/평가	S4.1 아키텍처 검증 실행 모델 작성 S4.2 실행 및 평가	아키텍처 실행 모델 실행결과
개발사 템 개념 설계 프 로세스	SE 1	SEL1 요구사항 분석 SEL2 운용개념도 작성 SEL2 작전운용성능 작성	OV-1 : 운용개념도 SV-4 : 운용활동 및 체계 기능 추적기술서 SV-7 : 체계 성능 파라미터 매트릭스

Part I 전사적 차원 비전, 목표, 임무분석 및 복합시스템 능력 설정

현행 장기 전력소요요청서에는 종합발전계획과 연계하고 타 전력과 대체 필요성, 통합전투력 발휘보장, 기대 효과 측면에서 주로 기술형으로 분석하여 제시하고 있다. 적용하고자 하는 복합시스템 개념설계 모형에서는 엔터프라이즈 차원에서 비전 및 목표를 식별하고 임무를 분석하여 과업 및 활동으로 전환하며 이를 기준으로 복합시스템 능력을 하며 이후 복합시스템 아키텍처 개발을 위한 프로세스를 진행하는 단계로서 MoDAF 산출물을 적용하여 산출물로서 제시합니다.

이와 관련하여 본 연구에서 제안하는 현재 장기 전력소요요청서와 향후 개선 모형을 평가하여 주십시오.

I-1 복합시스템 미래 비전 및 구축 방향, 청사진 제공에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 종합발전계획과 연계하고 타 전력과 대체 필요성, 통합전투력 발휘보장,

기대 효과 기술

개선안 : StV-1a : 엔터프라이즈 비전, StV-1b : 목표/임무, StV-2 : 엔터프라이즈 능력분류

StV-3 : 엔터프라이즈 조직, StV-4 : 활동, StV-5 : 엔터프라이즈 시스템 산출물

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	- 상위수준 목표에 기여 - 현 체계 대비 개선효과 - 적 위협(변화) 대응	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	- 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 - 과업에 부합한 조직 및 체계 지침 제공	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합동 및 상호운용성	구성 내외부체계의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

I-2 능력 아키텍처 개발(복합시스템 능력 구분, 구성요소 도출)에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대하여 평가해 주시기 바랍니다.

현재안 : 작전운용능력 설정, 설정이유(요구성능, 항목의 개념, 피아능력 비교, 세계적인 발전추세, 국내 연구개발 수준 등)

개선안 : 엔터프라이즈 차원 능력분류, 조직과 활동, 시스템 측면에서 능력설정 (합동개념요구능력, 위협평가, 현재전력과 미래전력 비교, 우선순위목록)

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	• 상위수준 목표에 기여 • 현 체계 대비 개선효과 • 적 위협(변화) 대응 • 군사력 건설방향, 타 전력과 조화	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 과업에 부합한 조직 및 체계 설계지침 제공	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합 동 및 상호운용성	• 구성 내외부체계의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

I-3 복합시스템 현행 및 미래 능력차이 분석에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 현 전력의 대체 필요성, 기대효과, 합동개념 충족시킬 작전운용능력 제시

개선안 : 능력 아키텍처를 기준으로 현행능력분석, 미래 시간프레임에 따른 미래 능력을 기준하여 현행과 차이를 분석하여 능력분석 결과표로 제시

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	- 상위수준 목표에 기여 - 현 체계 대비 개선효과 - 군사력 건설방향, 타 전력과의 조화	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	- 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 - 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합 동 및 상호운 용성	구성 내외부체계의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

Part II 복합시스템 운용개념, 운용활동, 조직 및 체계, 관계 설정

현행 장기 전력소요요청서에는 무기체계의 운용개념과 소요기준, 작전운용 능력(사거리, 발사속도, 명중률, 탄종, 운용요원 등)과 작전운용능력 설정 이유, 합동성 및 상호운용성을 기술하도록 되어 있습니다. 적용하고자 하는 복합시스템 개념설계 모형은 엔터프라이즈 아키텍처로부터 비전, 목표, 임무분석결과와 능력설정에 대한 지침을 받아 도메인 분석(시나리오/작전, 운용계획 등)를 통해 운용개념을 설정하고 운용활동과 조직/관계 식별, 기능에 따른 체계를 식별하고 인터페이스 구성에 대한 아키텍처를 구축합니다.

이와 관련하여 본 연구에서 제안하는 현재 장기전력소요요청서와 향후 개선 모형을 평가하여 주십시오.

II-1 운용도메인(시나리오) 분석 및 운용개념도 작성에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 무기체계의 일반적인 특징제시, 미래 요구능력 충족, 야전운용실태 등
현실태 분석 및 발전방향, 운용개념은 임무, 운용방법, 작전형태 등 기술
개선안 : 엔터프라이즈 및 복합시스템 임무수행과 관련 사건위주 시나리오 분석,
임무달성을 위한 상위개념 운용개념도 작성(그래픽 및 서술문)

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	• 상위수준 목표에 기여 • 현 체계 대비 개선효과 • 적 위협(변화) 대응 • 군사력 건설방향, 타 전력과의 조화	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합동 및 상호운용성	• 구성 내외부조직의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

Ⅱ-2 복합시스템 과업활동, 조직 및 지휘관계 식별에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 편성 및 운용개념에서 임무, 운용방법, 작전형태, 편성제대 등 기술, 전력화지원요소로 편성,

개선안 : 과업 모델링을 통한 운용조직 식별 및 지휘관계 설정, 운용활동에 대한 기술, 정보교환 매트릭스 작성

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	• 상위수준 목표에 기여 • 현 체계 대비 개선효과 • 적 위협(변화) 대응	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정 • 과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합동 및 상호운용성	• 구성 내외부조직의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

II-3 복합시스템 기능 및 체계 식별, 인터페이스기술, 정보교환 식별
에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 무기체계 일반적인 특징, 합동 및 상호운용성(연동대상체계, 계통도),

구성체계 식별에 대한 사항 미기술

개선안 : 과업/활동으로부터 체계 기능 추적 식별 및 체계 인터페이스 및 통신
기술

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	- 상위수준 목표에 기여 - 현 체계 대비 개선효과	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합 동 및 상호운용 성	- 구성 내외부체계의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성 - 구성체계에 대한 인터페이스 식별의 적절성(정보 흐름)	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

Part III 개별 시스템 운용개념, 작전운용능력 및 인터페이스 설정

현행 장기전력소요요청서에는 구성되는 하부체계나 별도의 하부 조직에 관하여 설계나 소요제기 항목이 없이 장기전력소요요청서 항목에 포함하여 작성하고 있습니다. 연구문에서 제시하는 복합시스템 개념설계에서는 엔터프라이즈 아키텍처 프로세스에서 비전, 목표, 임무, 능력에 관한 설정과 복합시스템 아키텍처 프로세스에서 운용개념, 활동, 구성조직 및 체계를 식별 후 개별 시스템 엔지니어링을 통한 요구사항 분석과 운용개념 및 작전운용능력을 작성하도록 하였습니다.

이와 관련하여 본 연구에서 제안하는 현재 장기전력소요요청서와 향후 개선모형을 평가하여 주십시오.

III-1 개별 시스템 요구사항 분석에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 소요 무기체계 전반적인 필요성 전반적인 내용 반영, 구성(하부)

체계에 대한 요구사항 분석에 대한 불필요

개선안 : 엔터프라이즈, 복합시스템 차원의 아키텍처 산출물이 요구사항 분석

결과로서 활용(상위수준의 능력, 운용개념, 활동/기능, 조직/기능)

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	• 상위수준 목표에 기여 • 적 위협(변화) 대응 • 군사력 건설방향, 타 전력과의 조화	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	• 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 • 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정 • 과업에 부합한 조직 및 체계 식별 및 도출 적절성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합동 및 상호운용성	• 구성 내외부조직의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

Ⅲ-2 개별 시스템 운용개념 작성에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 소요 무기체계 전반적인 필요성 및 운용개념을 반영하고 활용함,
구성(하부) 체계에 대한 운용개념은 필요시 작성함.

개선안 : 엔터프라이즈, 복합시스템 차원의 아키텍처 산출물로부터 운용개념 전반에 대한 지침과 상위수준 능력 및 활동을 고려하여 작성함

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	- 상위수준 목표에 기여 - 적 위협(변화) 대응 - 군사력 건설방향, 타 전력과의 조화	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	- 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 - 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합동 및 상호운용성	구성 내외부조직의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

Ⅲ-3 개별 시스템 작전운용능력 설정 및 인터페이스에 관하여 다음의 현재안과 개선안에 대한 평가를 하여 주시기 바랍니다.

현재안 : 소요 무기체계 전반적인 작전운용능력 및 인터페이스에 하부(구성)체계를 포함하여 설정함

개선안 : 엔터프라이즈, 복합시스템 차원의 아키텍처 산출물로부터 작전운용능력에 대한 지침과 운용개념으로부터 작전운용능력 및 인터페이스 식별

평가 항목	세부평가항목	구분	매우 나쁨	다소 나쁨	보통	다소 좋음	매우 좋음
필요성	- 상위수준 목표에 기여 - 적 위협(변화) 대응	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
적정성	- 적정 능력 설정 및 작전운용 능력의 적합성 - 운용개념 명확성, 과업기술, 성취 효과 설정	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤
합 동 및 상호운용성	- 구성 내외부조직의 운용개념의 수립 집권화 및 통합성 - 구성체계에 대한 인터페이스 식별의 적절성(정보 흐름)	현재안	①	②	③	④	⑤
		개선안	①	②	③	④	⑤

※ 수고하셨습니다. 설문에 응하여 주심에 진심으로 감사드립니다.



ABSTRACT

A Study on the Conceptual Design of Integrated Combat Experimentation System for Future Force Development

-Focused on the System of Systems Architecture-

Oh Seung Hwan

Major in Information Engineering

Dept. of Industrial Engineering

Graduate School, Hansung University

This thesis focuses on efficient construction of the Integrated Battle Experimentation System (IBES), which can explore and verify future force development requirements. IBES can be defined as a type of SoS(system of systems), and its requirement request must be made through the defense acquisition process. However, ROK defense acquisition process has neither instruction nor templates for SoS requirement and development decision. Thus, an SoS conceptual design model was developed and proposed, so that it could be utilized as an instructions for the requirement request or as a document template, and contributed towards acquiring decisions.

The SoS conceptual design model is based on SoS engineering, it utilizes SoS architecture methodology, and it is composed of enterprise conceptual design process, SoS conceptual design process,

and each system's conceptual design process. The enterprise conceptual design process, which applies the MODAF, models vision, objectives, capabilities and organizations of the SoS at the enterprise level. The SoS conceptual design process, which applies the DoDAF, models operational concepts and task, and identifies functions, sub-system and interface of SoS. Each system conceptual design process also utilizes the DoDAF, and it sets up the analysis of requirements of users, preparation of the operational concepts, and the requirement operational capabilities of each system.

In order to verify the efficacy of the SoS conceptual design model in requirement decisions of the DAP (Defense Acquisition Process), improvements are confirmed through surveys, and cases of conceptual design results from the Naval Integrated Battle Experimentation System(NIBES) are presented. The following points are further details of the arguments mentioned above:

First, by analyzing the current status of the joint and battle experimentation system of the US and the ROK Armed Forces, developmental suggestions are projected and battle experimentation procedures are formulated. By using these suggestions and procedures, outputs of the IBES conceptual design should be built upon and applied to a blueprint of joint and battle experimentation system establishment projects.

Second, for the defense acquisition requirement planning and decision making of IBES, an SoS conceptual design model is developed from researching the SoS, SoS engineering, and architecture methodology. This will be presented as directives and documents required for the SoS requirement proposal and decision. Impacts of the SoS conceptual design on defense acquisition requirement planning and decision are hypothesized, and in order to verify its necessity,

optimization, joint and interoperability, surveys targeting experts have been implemented and they have successfully confirmed the efficiency.

Thirdly, in order to prove the hypothesis, an output of the NIBES conceptual design is presented as a case for the SoS conceptual design, thus providing a thorough examination. In other words, by modeling vision, goal, and ability, strategic purposes of the NIBES are rendered. SoS-level operational concepts, activities, component organizations, sub-systems, and interoperability are logically and systematically computed, and they are presented as an output along with operational concepts of each system. This will serve as groundwork for further construction of joint and battle experimentation system for defense acquisition requirement planning and decision, and conceptual study, in cases of promoting projects and system development of the IBES, could be developed upon.

Therefore, since we are lacking an SoS requirement proposal methodology that differs from the ordinary system, the output of the IBES Conceptual Design is presented as a case. The SoS conceptual design model, which assists the SoS requirement planning and decision, will contribute to further promote weapons system and information system projects that consist of SoS.



감사의 글

올 경인년은 제게 정말 많은 변화가 있으면서 바쁘게 살아야하는 중요한 해입니다. 정들었던 합동참모대학을 뒤로하고 30여년 몸담은 군 생활과 그 동안 공부한 것도 잘 마무리하여, 새로운 희망을 향해 출발할 시기입니다.

2007년 1월, 미 합동전력사령부에서 귀국하자마자 꿈장어 집에서 이동준 동기의 적극적인 권유와 저의 학문적인 욕심으로 시작한 공부, 아직 많이 부족하지만 보다 깊고 넓은 학문의 세계로 나아가 더욱 더 정진하라는 의미에서 유재건, 김일민 교수님 등 심사위원님께서 어려운 관문을 통과시켜 주셨습니다.

사실 학문적으로 많이 부족한 제가 논문을 마칠 수 있었던 것은 홍윤기 지도교수님을 만난 커다란 행운이 있었고, 교수님의 따뜻한 격려와 열정적인 지도편달, 그리고 최상영 교수님과 고원 박사님의 자상하신 지도 덕분에이었습니다. 아울러 한성대학교 산업시스템 공학과 교수님들의 지도, 우리 M&S 연구실의 이찬호, 이동준, 이재성, 이형철, 김영구, 임희섭, 장동학 등 석·박사 선후배들의 열정적인 응원과 도움 덕분에 고맙게 생각합니다. 늘 곁에서 많은 도움을 주시고 격려를 아끼지 않은 합동참모대학 학장님들과 교수님들, 합동참모과정 학생들 모두에게 감사를 드립니다.

늦게 공학 분야 공부가 되겠냐고 걱정하시던 선배, 동료 분들도 많았지만, 저보다도 더 어려운 여건 하에서 공부하시는 선배님들을 보면서 용기와 희망을 가졌으며, 특히 가까이에서 어려움과 불편을 감내하면서 끝까지 믿음과 사랑을 보내준 아내가 있었기에 학위를 마칠 수 있었습니다. 그리고 항상 저를 지켜주시는 부모님과 건강하신 장인·장모님께 감사드리고, 형님, 매형·누님들, 동생에게 기대에 못 미쳐서 죄송하지만 조금이나마 위안이 되었으면 합니다. 고등학교로 진학하면서 나름대로 열심히 노력하고 있는 믿음직스러운 아들 세웅이와 대학생활을 엿지있게 잘하고 있는 예쁜 딸 세연이에게 아빠의 학위가 희망과 용기가 되기를 바라며…….

논문을 마치면서, 아직도 공부해야할 분야와 새롭게 도전해야할 분야가 너무 많다는 것을 느낍니다. 아까운 시간을 잘 활용해서 더 넓고, 깊이 있는 사람이 되도록 노력하겠습니다. 감사합니다.

2010년 여름 오 승 환 드림

