

# 무기체계 획득 의사결정의 신뢰성 향상을 위한 M&S와 AHP를 조합한 효과 분석 방법론: 전차 능동방호체계 사례를 중심으로

이호찬<sup>1</sup>, 김태호<sup>2</sup>, 강태호<sup>3</sup>, 박진선<sup>1</sup>, 박태웅<sup>2\*</sup>  
<sup>1</sup>육군사관학교 물리화학과, <sup>2</sup>합동참모본부 분석실험실, <sup>3</sup>과학치안진흥센터

## The Methodology of Effectiveness Analysis Combining M&S and AHP to Improve A Reliability in Decision-Making Process on A Weapon Systems Acquisition: A Case Study of APS System for Tank

Hochan Lee<sup>1</sup>, Tae Ho Kim<sup>2</sup>, Taeho Kang<sup>3</sup>, Jinseon Park<sup>1</sup>, Tae Woong Park<sup>2\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Physics and Chemistry, Korea Military Academy  
<sup>2</sup>Joint Analysis & Experimentation Center, Joint Chiefs of Staff  
<sup>3</sup>Korea Institute of Police Technology

**요약** 과학기술이 발달하고 무기체계가 첨단화될수록 무기체계 획득단계에서의 분석평가, 특히 효과 분석 결과는 신규 무기체계 도입 시 최적의 무기체계를 결정하기 위해서 매우 중요한 요소이다. 본 연구의 목적은 무기체계의 복잡하고 다양한 효과 항목에 대해 모델링&시뮬레이션(M&S: Modeling and Simulation, 이하 M&S)과 계층적 의사결정기법(AHP : Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)을 조합하여 신뢰성이 향상된 무기체계 효과 분석 결과를 산출하는 방법론을 제안하고 있다. 이를 위해 M&S와 AHP를 조합한 분석방법론을 전차의 '능동방호체계(APS : Active Protection System, 이하 APS)' 효과 분석 사례에 적용해 방법론의 타당성을 입증하였다. 본 논문에서 제시된 방법론을 통해 무기체계 효과 분석 결과의 신뢰성을 향상함으로써 향후 신규 무기체계 획득사업간 합리적이고 과학적인 의사결정에 도움이 되기를 기대한다.

**Abstract** As new weapon systems become more advanced and complex, the results of analysis and evaluations to acquire them are becoming more important. In particular, effectiveness analysis results from a weapon system are key in the analysis and evaluation process. The reliability problem of the effectiveness analysis results is an important issue as it is necessary to determine the optimal weapon system to achieve maximum effectiveness with a limited defense budget. The purpose of this study is to propose a methodology to calculate the results of a weapon system's effectiveness analysis with improved reliability by combining modeling and simulation (M&S) and an analytical hierarchy process (AHP) for complex and diverse effectiveness items of a weapon system. This study demonstrates the validity of the methodology by applying it to the effectiveness analysis of a tank's active protection system (APS). This study is expected to support rational and scientific decision-making in the acquisition of new weapon systems.

**Keywords** : Effectiveness Analysis, M&S, AHP, Combination, Reliability, APS

본 논문은 육군사관학교 화랑대 연구소의 2023년도 논문게재지원비 지원을 받아 연구되었음.

\*Corresponding Author : Tae Woong Park(Joint Chiefs of Staff)

email: tw5860@gmail.com

Received January 6, 2023

Accepted March 3, 2023

Revised February 8, 2023

Published March 31, 2023

# 1. 서론

## 1.1 연구배경

과학기술의 발달에 따라 최신 기술을 고려한 작전 운용성능(ROC: Required Operational Capability, 이하 ROC)을 고려한 무기체계를 획득 요구가 점차 커지고 있다. 특히 이 신규무기체계 도입사업 초기의 불확실성과 위험요소를 최소화할 수 있도록, 선택할 수 있는 대안에 대한 객관적·정량적 데이터를 산출하고 비교 분석하여 의사결정권자가 합리적인 결정을 할 수 있게 지원하는 '분석평가(analysis & assessment)'의 과정이 필요하다[1]. 우리 군은 첨단 과학기술을 적용한 무기체계를 확보하여 군사적 우위를 달성하고 불확실한 미래전을 대비해야 하므로 방위력개선사업 단계별 정량화된 분석평가를 통해 한정된 국방예산으로 최대의 효과를 발휘할 수 있는 최적의 무기체계를 결정해야 한다[2]. 소요기획단계 분석평가 요소는 ①전력의 필요성, ②편성 및 운용 개념의 타당성, ③소요기준 및 소요량의 적정성, ④ROC의 적합성, ⑤전력화 시기의 적절성, ⑥전력화지원요소의 적절성, ⑦비투자 개선 방안(필요시), ⑧작전 효과 분석(필요시 비용 대 효과 분석), ⑨개략적인 비용추정 및 비용 절감방안, ⑩그 밖의 사항(기술검토, 의뢰기관의 사전 분석 결과 등)의 10개이고[3], 소요제기된 무기체계의 특성과 분석 가용시간 등을 고려하여 핵심 요소에 대해 중점적으로 분석평가를 시행한다.

분석평가 간 최적 대안을 선정하기 위한 과학적 분석의 대표적인 형태는 아래 Fig. 1처럼 정량적으로 무기체계의 효과를 평가하는 '(작전) 효과 분석((operation) effectiveness analysis 이하 효과 분석)', 개발 및 양산 비용을 토대로 수행하는 '비용분석(cost analysis)' 그리고 단위 비용당 작전 효과를 판단하는 '비용 대 효과 분석(CEA: Cost Effectiveness Analysis, 이하 CEA)'으로 구분할 수 있다. 이 중 효과 분석을 통해서 소요기획단계 분석평가 10가지 요소 중 ① ~ ④ 항목을 정량적으로 지원할 수 있다.

한편, 국내의 경제환경 악화와 국방예산의 증대 제한으로 국회, 기획재정부 등 재정담당 의사결정자들은 신규 무기체계 획득 시 전력화 효과에 대한 과학적인 분석평가 결과와 객관적인 설명을 요구하고 있다. 그러므로 소요기획단계 분석평가에서 핵심 기법인 효과 분석 결과는 분석평가 과정에서 핵심사항인 동시에 효과 분석 결과의 신뢰성 향상 문제는 매우 중요하다고 할 수 있다.

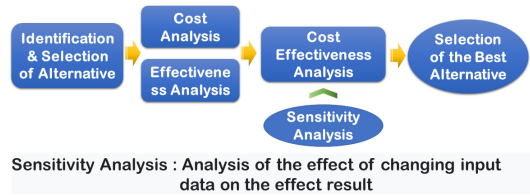


Fig. 1. Optimal Alternative Selection Process

효과 분석은 통상적으로 아군의 교리 및 작전개념을 반영한 표준 시나리오를 바탕으로 피·아 동적인 전투 상황에서 작전 효과를 산출하기 위한 국방 M&S 기반의 '모의분석' 기법(동태적 방법)이 널리 활용되고 있다. 이때 모의분석을 위한 M&S 체계(모델)는 분석하고자 하는 무기체계의 특성, 성능 및 제원을 충분히 반영할 수 있어야 한다. 그러나 신규 무기체계가 점점 고도화되고 복잡·다양화되면서 주요 ROC를 모두 반영하여 효과를 분석할 수 있는 M&S 체계를 확보하기 어렵다는 한계점이 존재한다. 즉, M&S 체계 설계 및 개발 시 반영하지 못한 분야 및 요소에 대해서는 정량적인 분석이 제한된다는 의미이다. 제한적이거나 신규 무기체계의 대표적인 성능만을 모의하여 효과를 산출할 수는 있으나, 이는 무기체계의 총체적인 특성이 배제될 수 있는 위험성을 내포하고 있다. 따라서 신규무기체계의 효과분석간 M&S 체계를 기반으로 효과 분석을 하되 무기체계의 특성을 모두 반영하면서 결과의 신뢰성을 보완할 수 있는 효과 분석의 방법론이 필요하다.

## 1.2 연구목적

소요기획단계 분석평가 단계에서 신규 무기체계의 효과 분석 수행에 필요한 분석 도구로서 M&S 체계의 사용요구는 계속 증가하고 있다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 신규 무기체계가 점점 첨단화, 복잡화될수록 주요 ROC를 모두 반영하도록 M&S 체계를 설계하는 데는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 아래 Fig. 2와 같이 '동태적 방법'인 국방 M&S 체계를 활용해서 주요 ROC에 대한 모든 효과 분석이 제한될 경우, '정태적 방법'인 AHP를 조합하여 무기체계 효과를 산출하도록 하는 'M&S와 AHP 조합 효과 분석 방법론'을 제안하고, 이를 전차의 대전차 방호체계인 능동방호체계(APS: Active Protection System, 이하 APS) 획득 사업간 적용한 사례를 통해 그 방법론의 타당성을 제시하고자 한다.

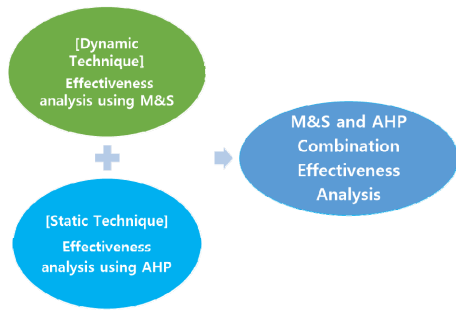


Fig. 2. Purpose of Study

## 2. 관련 연구

무기체계의 효과 분석 방법은 어느 한 시점을 기준으로 비교·평가하는 ‘정태적 방법’과 시간의 흐름에 따른 변화를 측정, 평가하는 ‘동태적 방법’으로 구분할 수 있다[4].

### 2.1 정태적 방법을 이용한 효과 분석

정태적 방법을 이용한 효과 분석은 일정 시점을 기준으로 특정 지수를 산출하여 비교하는 방법이다. 정태적 방법의 효과 분석 기법은 크게 비용편익분석(CBA: Cost Benefit Analysis, 이하 CBA), 전력지수기법(Forges Index Methodology, 이하 FIM), 다요소 의사결정기법(MADA: Multi-Attribute Decision Analysis, 이하 MADA) 등으로 나뉜다.

FIM은 다시 무기효율지수/부대전력지수(WEI / WUV : Weapon Effectiveness Indices/Weighted Unit Value, 이하 WEI/WUV)와 JICM 무기점수(Joint Integrated Contingency Model Weapon Scores)로 나뉘고, MADA에는 델파이(Delphi), AHP, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), ELECTRE(Elimination et Choice Translating Reality) 등의 기법이 있다.

이러한 기법들은 각각의 계산 기법이 상이하고, 모든 상황에서 주어진 문제를 가장 잘 해결하는 유일한 기법이 존재하지 않기 때문에 무기체계 유형별 획득사업 특성에 가장 적합한 기법을 선정하여 효과 분석을 수행한다. 본 연구에서는 M&S를 이용한 효과 분석이 제한 시 정태적 방법의 효과 분석 기법 중 AHP를 통해 효과 분석을 시행한다. AHP는 다수의 대안에 대하여 다수의 평가항목과 다수 주체에 의한 의사결정을 위해 설계된

MCDC 방법의 하나로서 1970년 초 Thomas L. Saaty에 의해 개발된 기법으로서[5], 다수의 논문에서 무기체계 효과 분석을 위한 기법으로 사용되었다[6-8]. 본 연구에서는 평가지표를 지수화하여 상대적 중요도를 산출할 수 있고, 일관성 비율을 계산하여 신뢰도를 유지하며, M&S를 이용한 효과 분석 결과와 조합(통합)을 할 수 있으므로 효과 분석 방법론으로 AHP 기법을 사용하였다.

### 2.2 동태적 방법을 이용한 효과 분석

동태적 방법을 이용한 효과 분석은 M&S 체계(모델)를 이용하여 일정 시간 동안 특정 공간에서 쌍방이 전투행위를 모의(simulation)하여 나타나는 피·아 손실 등의 결과를 산출하여 효과를 도출하는 방법을 말한다. 신규 무기체계의 효과 분석을 수행하기 위해서는 첫째, 대안을 선정한다. 통상 대안은 현재 사용 무기체계와 신규 무기체계가 대안으로 선정된다. 둘째, 현재 사용 및 신규 무기체계의 대표적인 효과가 무엇인지 식별하여 효과 척도(Measure of Effectiveness, 이하 MOE)를 선정한다. 셋째, 현재 사용 무기체계가 운용되는 제대와 신규 무기체계가 전력화될 부대 규모를 확인하여 모의 시나리오의 결정하고, 넷째, MOE와 모의 시나리오 반영이 가능하고 분석목적에 적합한 M&S 체계를 선정한다. 마지막으로 선정된 M&S 체계에 표준 시나리오를 입력하고, 시뮬레이션을 반복 실행하여 MOE에 따른 결과를 산출한다. 분석가는 모의분석을 통해 대안별 효과 분석 결과를 비교·분석하여 상대적으로 효과가 우수한 무기체계를 선택한다.

M&S 체계를 활용한 효과 분석 결과는 현실점에서 가장 과학적이고 객관성 및 신뢰성 있는 방법으로 M&S 체계의 사용 요구는 계속 증가하고 있다. 그러나 4차 산업혁명의 첨단기술을 국방에 적용하면서 다양한 신규 무기체계 분석 요구에 적합한 모델들을 사전에 확보한다거나 필요할 때마다 새롭게 개발하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 분석기관별 기준에 확보된 가용한 모델 중에서 가장 충실하게 반영할 수 있는 모델을 선정하여 모의분석하는 것이 현재의 현실이다. 그러나 선정된 모델이 지나친 가정과 특정 MOE만 모의가 가능한 경우, 신규 무기체계의 총체적인 효과가 배제되어 효과 분석 결과의 신뢰성은 낮아질 위험이 있다. 따라서 다양한 효과 항목을 반영하고 효과 분석의 객관성 및 신뢰성을 높이기 위한 정량적이며 과학적인 분석방법론이 요구된다.

### 3. M&S와 AHP 조합 효과 분석 방법론

M&S와 AHP를 결합하여 효과 분석을 하는 절차는 다음과 같이 요약된다. 효과 분석 대상이 되는 신규 무기체계의 성능 및 재원을 분석하여 M&S로 모의가 가능한 효과 항목은 최대한 모의분석을 통해 효과를 산출하고, 모의분석이 제한되는 효과 항목은 AHP를 이용해서 효과를 산출 후 두 방법의 결과를 조합하여 효과 분석 결과의 신뢰성을 향상시킨다.

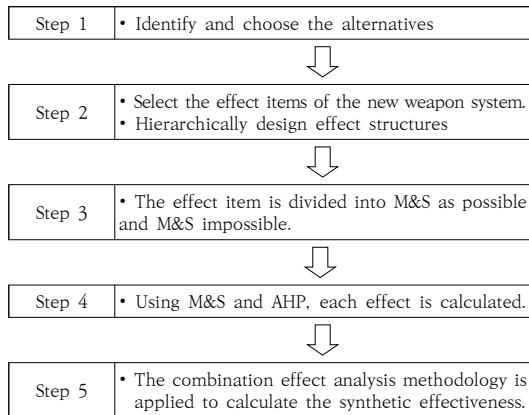


Fig. 3. M&S and AHP Combination Effect Analysis Process

세부적인 절차 및 방법은 위 Fig. 3과 같은데 1단계(Step 1)에서는 신규 무기체계 효과 분석을 위한 무기체계를 선정하고 이에 따른 대안을 설정한다. 통상 대안은 현재 사용 중인 무기체계와 획득을 위한 신규 무기체계가 설정된다.

2단계(Step 2)에서는 신규 무기체계의 효과 항목을 도출 및 선정하고 효과 구조도(5장 Fig. 6 참조)를 설계한다. 효과 항목은 무기체계 관련 교범, ROC, 델파이 기법 등을 통해 도출 및 선정하고, 이를 계층화하여 효과 구조도를 설계한다. 이후 Level 1부터 Level n까지 AHP를 이용하여 각 효과 항목에 대한 가중치(weight)를 구한다. 3단계(Step 3)에서는 효과 구조도에서 M&S로 효과 분석이 가능한 항목을 선정하고, M&S로 효과 분석이 제한되는 항목은 AHP를 이용하여 효과 분석할 항목으로 구분한다. 이때 M&S 체계(모델)는 신규 무기체계의 성능 및 재원을 가장 잘 묘사할 수 모델로 선정해야 한다.

4단계(Step 4)에서는 M&S와 AHP로 구분된 효과 항목을 M&S 체계(모델)와 AHP를 이용하여 각각 효과를 산출한다.

마지막 5단계(Step 5)에서는 효과 구조도에 M&S와 AHP의 효과 분석 결과를 대입하고 조합하여, 각각 대안에 대한 종합효과를 최종적으로 산출하고 최적의 대안을 선정한다.

### 4. 전차 방호 시스템

생존성 향상을 위한 전차 방호 시스템은 크게 ‘수동방호 시스템(PPS: Passive Protection System, 이하 PPS)’과 ‘능동방호 시스템(APS: Active Protection System, 이하 APS)’ 두 가지로 나뉜다.

#### 4.1 PPS

전차가 적의 공격으로부터 피격되었을 때 전차 피해를 최소화하는 위한 장치를 PPS라 한다. 가장 대표적인 PPS는 전차의 외형 부분인 장갑을 두껍게 하는 ‘수동장갑(passive armor)’이 있다. 둘째로, 반응이 무딘 폭약을 외벽에 붙여 일시적으로 방호벽을 두껍게 하는 효과를 얻는 ‘반응장갑(react armor)’이 있다. 그러나 PPS는 일단 적의 무기로부터 피격된 후 효과가 나타나는 것이기 때문에 피해가 발생할 수밖에 없다. 또한, 현대의 대전차 무기의 관통력이 계속 향상되다 보니 수동장갑을 계속 두껍게 하는 것은 기동 무기체계의 기동성에 영향을 미쳐 한계가 있다.

#### 4.2 APS

PPS의 한계점으로 인해 전차의 피해를 최소화하기 위한 APS 기술이 개발되기 시작했다. APS는 체첸전쟁과 이라크전쟁 등을 거치며 그 필요성이 대두되었다. 1994년 12월 31일 제1차 체첸전쟁 동안 러시아군 기갑부대가 체첸의 수도 그로즈니에 대한 강습공격을 감행했는데 개전 3일 만에 러시아의 A 여단의 경우 T-72 전차 26대 중 20대, BMP 장갑차 120대 중 102대가 손실되었다. B 전차연대의 경우 총 120여 대의 T-80 전차와 장갑차 중 105대가 파괴되었다. 주된 원인은 RPG-7, RPG-18 등으로 무장한 체첸 대전차 공격조가 건물 내에 은폐하여 전차의 취약점인 상부, 후면과 측면을 공격하였기 때문이다[9]. 또한, 이라크전쟁과 레바논 전쟁에서는 각각 전차 80여 대와 20여 대가 파괴되는 등 현대전으로 갈수록 지상군 기동 무기체계를 대상으로 APS 적용이 필수적으로 고려되고 있다.

본 연구에서 다룰 APS는 두 가지 형태로 나뉘는데 소극적 대응인 소프트킬(soft-kill) ‘유도 교란형’과 적극적 대응인 하드킬(hard-kill) ‘대응 파괴형’ 이 그것이다.

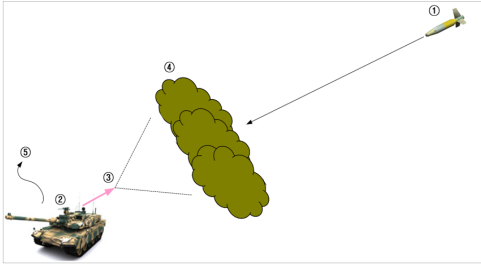


Fig. 4. Protection Mechanism of Soft-Kill[10]

소프트킬 방식의 ‘유도 교란형’ APS는 위협체가 전차에 접근할 경우, 이를 탐지해 적의 대전차 무기의 유도체계를 교란하여 목표에서 빗나가도록 교란하고 회피기동(evasion steering) 하는 시스템을 말한다. 대전차 무기를 직접적으로 공격 및 파괴하지 않기 때문에 소프트킬이라 하는데 작동방식은 위 Fig. 4처럼 ①적 대전차미사일 발사되면 아군 전차에서는 미리 탐지하고 위협을 분석한다. ②위협판단/대응 신호를 처리하면 날아오는 방향에 즉각적으로 ③복합연막탄을 발사하여 ④연막을 차장 하거나, 전자파를 교란하는 ECM(Electronic Counter Measure) 장비인 재머(jammer)로 센서를 교란한 상태에서 ⑤ 전차를 신속히 7m 이상 회피기동 시켜 피격 확률을 낮추는 방식이다. 그러나, 유도 교란형 APS는 회피기동의 방향선택 및 급속기동을 위한 사전 기동 준비가 승무원에 의해 수동적으로 이루어진다는 단점이 있다. 또한, 유도미사일 위협은 대응할 수 있으나, 비유도 미사일 또는 단거리 로켓탄에 대해서는 효과적으로 방호할 수 없는 단점이 있다[10].

하드킬 방식의 ‘대응 파괴형’ 방호 시스템은 전차에

접근하는 대전차 무기 등 위협체를 탐지하면 그 방향으로 직접 대응탄(counter munition)을 발사하여 위협체를 무력화하는 능동파괴 시스템이다. 대전차 무기를 직접 파괴하는 방식이라 하드킬이라 불리는데, 비교적 짧은 거리에서 발사된 무기나 유도미사일뿐만 아니라 비유도 무기 등으로부터 방호하는 데도 효과적이다. 이스라엘 Elbit System의 ‘아이언 피스트(iron Fist)’ 대응 파괴형 APS가 대표적인 예이다.

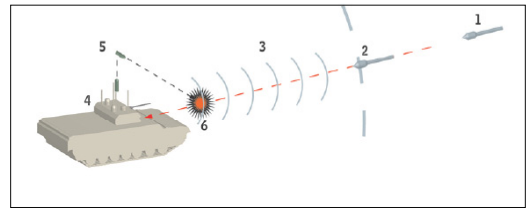


Fig. 5. Sequence of Events and Minimum Required Distance for a Generic Hard-Kill APS[11]

대응 파괴형 APS는 대전차미사일, 로켓 등 위협체가 전차 또는 장갑차량 등의 기동 무기체계에 닿기 전에 이를 레이더나 열상 감지 장비 등 센서가 탐지하여 다음 여섯 단계로 위협체를 요격 및 제거한다. 방호방식은 위의 Fig. 5처럼 ①적이 위협체를 발사하면 ②아군 전차를 향해 비행하는 위협체를 탐지하고 ③레이더는 위협체를 추적하여 예상 탄착점을 계산 및 교전 여부를 결정한다. ④APS가 대응탄을 발사하면 ⑤대응탄은 위협체로 유도되고 ⑥대응탄은 위협체를 파괴 혹은 방향을 바꾸게 한다.

## 5. 전차 APS 효과 분석 사례연구

### 5.1 APS 대안 식별 및 선정

Table 1. Protection Characteristics by Alternative

Category	Alternative #1	Alternative #2
		Soft-Kill
	Tank Smoke Screen	Trophy
Threats	Anti-Tank Guided Missile, Anti-Tank Rocket, METIS-M, AT-3/4, RPG-7	
Protective Measures	Tank Smoke Screen	Trophy System
Operator Intervention	Direct Evasion Steering by Operator	Automatically Reaction (As in Fig. 5 ① ~ ⑥)
Time Required	more than 4 seconds	more than 0.5 seconds
Number of Protection	3	4 (Depend on Number of Countermeasures)
Collateral Damage	-	Possibility of collateral damage to friendly personnel due to damage from debris of the countermeasures

전차 APS 효과 분석은 앞서 3장에서 설명한 절차대로 수행하는데 1단계로 전차 APS의 두 가지 대안을 식별하고 선정한다. 대안 #1은 현재 전력화되어 운용 중인 OO 전차 소프트웨어 '유도 교란형'이다. 복합연막탄으로 연막을 차장하고 밀리미터파(MMW), 열상(IR) 및 가시광선을 차단하여 대전차 유도미사일을 교란하고 회피기동을 수행하여 전차의 생존성을 향상시킨다[10].

대안 #2는 하드킬 '대응 파괴형'을 신규 도입하는 것이다. 주요 제원은 이스라엘 Rafael 사가 개발한 Trophy를 참조하였다. 이는 4회까지 대응탄으로 대전차 로켓 및 대전차미사일을 무력화시킬 수 있으나 대응탄 피폭시 주변 보병에 대한 부수적 피해가 발생할 우려가 있다. 대안별 방호특성은 위 Table 1과 같다.

### 5.2 APS 효과 항목 선정 및 효과 구조도 설계

2단계로 효과 항목을 선정하고 계층적 구조로 효과 구조도를 설계한다. 설정된 대안의 신뢰성 있는 효과 분석을 위해 관련 야전교범과 OO 전차 운용 경험이 있는 전차 대대장, 작전과장과 합동참모본부 분석실협실의 자문을 통해 다음의 2개 계층, 9개 효과 항목을 평가 요소로 선정하였다. Level 2 효과 항목은 ①전투능력(combat capability), ②운용성(operability), ③기술파급효과(spin-off effect) 3가지로 선정되었다. Level 2의 ①전투능력은 Level 3의 ①-1아군 손실률(friendly forces loss rate), ①-2적군 손실률(enemy forces loss rate), ①-3전진속도(manoeuvring speed) 등 3가지 효과 항목으로 다시 나뉜다. Level 2의 ②운용성은 Level 3의 ②-1후폭풍 및 파편에 의한 우군 피해(damage

from rear blast/debris) ②-2자동화(automation), ②-3전투준비 용이성(combat readiness) 등 3가지 효과 항목으로 세분화 된다. Level 2의 ③기술파급효과는 연구개발 시 수출과 고용 창출 등 관련 경제 분야에서도 파급효과를 고려한다. 위 내용을 정리한 계층별 효과 항목과 세부적인 설명은 아래 Table 2와 같다.

### 5.3 효과 항목 구분 및 가중치 선정

#### 5.3.1 M&S 및 AHP 효과 항목 선정

3단계로 아래 Fig. 6처럼 효과 구조도에서 M&S 분석을 위한 효과 항목과 AHP 효과 항목으로 구분하고 계층별 효과 항목의 가중치를 구한다. 효과 구조도에서 M&S를 이용하여 효과 분석이 가능한 항목은 ①-1아군 손실률, ①-2적군 손실률, ①-3전진속도이고, 나머지 항목은 M&S로 효과 분석이 제한되어 AHP로 효과를 분석하는 것으로 선정하였다.

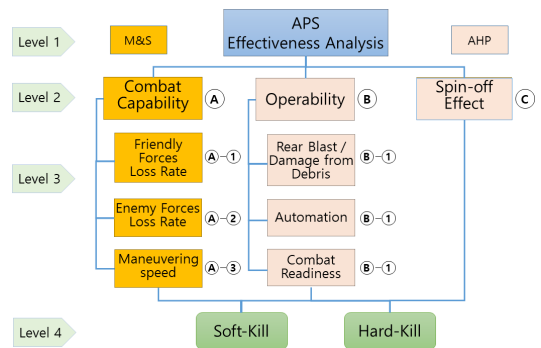


Fig. 6. Classification Effectiveness Items as M&S-possible and AHP-possible for APS

Table 2. Effectiveness Items for APS

Effectiveness Item		Contents
Level 2	Level 3	
Combat Capability ①	Friendly Forces Loss Rate (A-1)	The degree of damage to the personnel/equipment of the friendly forces by enemy attacks
	Enemy Forces Loss Rate (A-2)	The degree of damage to enemy personnel /equipment caused by friendly attacks
	manoeuvring speed (A-3)	Ability to instantaneously evade enemy threats
Operability ②	Damage from Rear Blast / Debris (B-1)	Possibility of collateral damage to friendly personnel and tank crew due to rear blast/damage from debris of the countermeasures
	Automation (B-2)	The degree to which the operator intervenes to evade and protect against threats
	Combat Readiness (B-3)	Ease of preparation for operators and mechanics, such as combat preparation time, maintenance time, etc.
Spin-off Effect ③	-	The Effects of APS Technology on Future Weapons Systems and the Economy

### 5.3.2 효과 항목 가중치 계산

AHP 분석을 통해 효과 항목별 가중치를 계산한다. 본 연구에서는 분석 도구로써 AHP 전용 프로그램인 Expert Choice 소프트웨어를 활용하여 분석을 수행하였다. AHP 분석이 쌍대비교를 통해 가중치를 계산하기에 효과적이거나 설문지 구성에 오류가 있거나 설문집단 선정이 잘못되면 답변이 편향적이거나 객관성을 유지하기가 매우 어렵다. 이에 따라서 평가항목에 대한 가중치 결정 및 효과 분석을 위한 AHP 설문집단은 OO 전차가 전력화된 OO 사단 2개 대대 하사 이상의 간부 101명을 대상으로 구성하여 AHP 조사를 시행하였다.

Table 3. Years of Service

Category	Number	Rate
less than 1 year	7	7%
more than 1 year and less than 3 years	36	36%
more than 3 years and less than 5 years	15	15%
more than 5 years	43	42%
total	101	100%

Table 4. Rank Distribution

Category	Number	Rate
staff sergeant/sergeant first class	61	60%
first sergeant/sergeant major	9	9%
warrant officer	2	2%
second/first lieutenant	13	13%
captain	8	8%
field grade	8	8%
total	101	100%

설문집단은 88% 이상이 OO 전차를 직접 운용해본 인원이다. 위 Table 3과 같이 약 93%의 인원이 1년 이상의 군 복무 경험을 보유하고 있고 위 Table 4과 같이 92%가 위관급 이하 간부로서 OO 전차를 실무에서 직접 운용하는 인원으로 구성된 특성이 있다. 설문 조사 집단의 직책별 현황은 아래 Table 5과 같다.

Table 5. Status of the Position

Category	Number	Rate
gunner / driver	32	32%
tank commander	42	42%
platoon leader	18	17%
company commander level or higher	9	9%
total	101	100%

Table 6. Relative Weights of Level 2 Effectiveness Items

Category	A	B	C	weight $\omega_2$
A	1.000	3.700	5.090	0.657
B	0.270	1.000	3.950	0.252
C	0.196	0.253	1.000	0.091

\*  $\lambda_{\max} = 3.125$ ,  $CI = 0.062$ ,  $CR = 0.108$

다음으로 AHP 설문 조사 결과로 계산된 Level 2의 상대적 가중치(중요도)는 위 Table 6과 같다. 이 상대적 가중치(중요도)는 각각의 신뢰도를 검증하기 위해 일관성 지수(Consistency Index, CI)와 일관성 비율(Consistency Ratio, CR)을 계산 및 확인하였다. CI는 일관성 지수로서 0에 가까울수록 신뢰도가 높으며 CR의 경우  $CR < 0.1$ 이면 '일관성이 있다',  $0.1 < CR < 0.2$  이면 '허용 가능 수준'으로 판정이 가능하다[5]. 따라서 9개 효과 항목에 대해 실시한 상대적 가중치(중요도)는 '일관성이 있다.' 또는 '허용 가능 수준'으로 볼 수 있다.

Table 7. Relative weights of Level 3 Effectiveness items below Level 2 Combat Capability Effectiveness Item

Category	A-①	A-②	A-③	weight $\omega_2$
A-①	1	4.390	3.410	0.659
A-②	0.228	1	2.170	0.210
A-③	0.293	0.369	1	0.131

\*  $\lambda_{\max} = 3.071$ ,  $CI = 0.035$ ,  $CR = 0.061$

Table 8. Relative weights of Level 3 Effectiveness items below Level 2 Operability Effectiveness Item

Category	㉑	㉒	㉓	weight $\omega_2$
㉑	1.000	3.470	3.290	0.618
㉒	0.288	1.000	2.540	0.247
㉓	0.304	0.394	1.000	0.135

\*  $\lambda_{max} = 3.109, CI = 0.054, CR = 0.094$

Level 2 ㉑전투능력의 하위 Level 3의 효과 항목 상대적 가중치(중요도)는 위 Table 7과 같다. ㉑-㉑아군 손실률은 0.659로서 적의 공격으로부터 아군의 손실을 최소화하는 것이 전투능력 중 가장 중요하게 인식하고 있음을 확인하였다. ㉑-㉒적군 손실률 0.210이고, ㉑-㉓전진속도는 0.131이다.

다음은 Level 2 ㉒운용성(operability) 하위 Level 3의 효과 항목 상대적 가중치(중요도)는 위 Table 8과 같다. ㉒-㉑후폭풍 및 파편에 의한 우군 피해가 0.618로 운용성 측면에서 가장 중요하게 평가되었다. ㉒-㉒자동화와 ㉒-㉓전투준비 용이성은 각각 0.247과 0.135 순으로 평가되었다. 지금까지 계산된 계층별 효과 항목을 종합해서 나타내면 아래 Fig. 7과 같다.

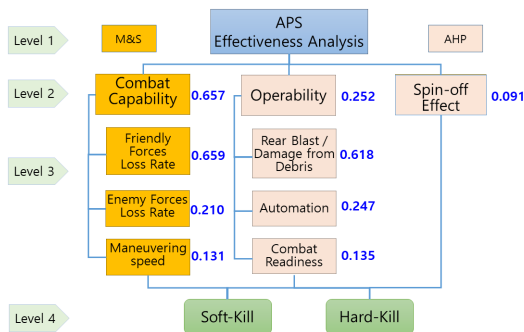


Fig. 7. Weights of Effectiveness Items

## 5.4 AHP 및 M&S 효과 항목 효과 분석 수행

### 5.4.1 M&S 효과 분석 수행

먼저 M&S를 이용한 효과 분석을 한다. APS를 가장 잘 묘사할 수 있는 국방 M&S 모델로 지상무기 효과분석 모델(AWAM: Army Weapons Analysis Model, 이하 AWAM)을 선정하였다. AWAM은 합동참모본부가 주관

하고 한국국방연구원(KIDA: Korea Institute for Defense Analysis, 이하 KIDA)에서 개발한 모델로 대대급 지상 전투 모의가 가능하다. 주로 지상 무기체계 효과 분석, 신규 무기체계 소요기확단체 사업분석, 대대급 이하 소부대 작전계획 분석 간 널리 활용되고 있다.

시나리오는 OO 전차를 운용하는 기갑수색대대가 북한군의 임의 지역에서 북한군을 상대로 공격작전을 수행하는 상황이다. 기갑수색대대의 공격작전 간 임무는 반격하는 OO 기계화 사단의 선도정찰 임무이다.

Table 9. Table of Equipment for North Korean army

Category	Weapons	# of Weapons	Note
Anti-Tank Weapon	Tank (T-54/55)	4	Change of command relations
	RPG-7	54	Two per Squad
	AT-4	4	Change of command relations
	Anti-tank missile(82mm)	4	
Infantry	Company	3	-

이에 대응하는 북한군은 보병 3개 중대가 사단 땅크 대대로부터 1개 소대(T-54/55)를 복중 변경 받아 도로 견부를 활용하여 반땅크 지점점을 구축하여 방어한다. 모의분석 간 운용한 북한군 주요 편성 장비는 위 Table 9와 같다.

대안별 APS 특성에 따라 모의분석 간 각기 다른 방호 확률을 적용한다. 대안 #1 소프트웨어 '유도 교란형'은 복합합연탄 발사장치를 이용하여 AT-4와 같은 대전차 유도미사일(ATGM: Anti-tank Guided Missile, 이하, ATGM)에 대해서는 방호확률을 가지나 대전차 로켓에 대해서는 방호할 수 없다. 반면에 대안 #2 하드킬 '대응 파괴형'의 경우 AT-4와 더불어 RPG-7과 같은 대전차 로켓에 대해서도 방호력을 갖기 때문에 대안별 다른 방호확률을 갖는다. 따라서 AWAM에서는 명중확률(PH: Probability of Hit, 이하 PH)과 살상확률(PK: Probability of Kill, 이하 PK) 데이터를 대안별로 상이하게 설정하였다. 대안 #1의 경우 현재 운용 중인 OO 전차의 방호확률을 참고하여 적용하였고, 대안 #2의 경우 적 보유 화기 중 대응이 가능한 RPG-7, AT-3/4에 대한 방호확률을 이스라엘에서 개발한 하드킬 APS인 TROPHY 체계를 기준으로 적용하였다. TROPHY의 경우 총 17차례의 대응 사격 중 15차례 방호에 성공했고



[12], 오차 확률을 고려 70%의 방호확률을 대안 #2의 대응 파괴형 APS의 방호기능 확률로 판단하여 적용하였다.

모의는 대안별 30회 반복 수행하였고 모의분석 결과 대안 #1 적용 시 OO전차 평균 4.05대가 파손되었고 대안 #2 적용 시 전차의 피해는 없었으나, 장갑차의 피해가 발생했다. 세부 교전별 피해 현황은 아래 Table 10과 같다.

Table 10. Loss Rate for Friend or Foe

Category		Alternative #1 (Soft-Kill)			Alternative #2 (Hard-Kill)		
		Loss	TOE	Loss Rate	Loss	TOE	Loss Rate
Friend	Tank	4.05	6	67.5%	0	6	0%
	Vehicle	2.8	3	93.3%	2.6	3	86.7%
Foe	RPG-7	13.5	38	35.5%	16.7	38	43.9%
	AT-4	4	4	100%	4	4	100%
	T-62	3	3	100%	3	3	100%

교전으로 제대별 전투력 감소를 정량화하기 위해 시나리오 데이터베이스로 입력된 무기체계별 WEI를 적용하여 교전 결과를 최종 전력지수와 전투력(FP: Force Power) 산출하여 비교분석 하였다. 그 결과는 아래 Table 11과 같다.

Table 11. Weapon Score for Friend or Foe

Category		Alternative #1 (Soft-Kill)		Alternative #2 (Hard-Kill)	
		Initial	After Battle	Initial	After Battle
Friend	Initial WEI	880	525	880	790
	Reduction of WEI	-355		-90	
	FP after battle	59.65%		89.77%	
	Loss of FP	40.35%		10.23%	
Foe	Initial WEI	730	100	730	32
	Reduction of WEI	-630		-698	
	FP after battle	13.7%		4.3%	
	Loss of FP	86.3%		95.7%	

Table 12. Results of the effectiveness analysis below Level 2 Combat Capability Effectiveness Item for Each Alternative

Category	Alternative #1	Alternative #2	Total
㉠-①	0.202	0.798	1.000
㉠-②	0.474	0.526	1.000
㉠-③	0.500	0.500	1.000

소프트킬 '유도 교란형' APS를 장착한 대안 #1에서 아군의 교전 후 전투력은 59.65%이고, 적 전투력은 13.7% 수준을 보였다. 적 전투력은 전투 수행 불가 수준으로 낮아졌으나, 아군의 전투력 피해도 약 30% 정도의 상당한 피해를 받았다. 하드킬 '대응 파괴형' APS를 장착한 대안 #2에서는 아군은 교전 후 전투력이 89.77%이고 적 전투력은 4.3%로 거의 파괴 수준이다. 대안 #2(전투력 89.77%)와 대안 #1(전투력 59.65%) 간 아군의 전투력 차이는 약 30% 수준으로 모의분석 결과 대안 #2 대응 파괴형 APS가 아군 전차의 방호성능을 상당히 높여준 것을 확인할 수 있었다. 위 Table 11의 모의분석 결과를 효과 항목별로 대안별 평가치 합이 1이 되게 정규화하여 재계산을 하면 위 Table 12와 같다.

아 전력 손실률 효과 항목 측면에서 대안 #2 (0.798)이 대안 #1 (0.202)보다 효과적인 방호를 수행하여 아 전력 손실률을 약 4배 정도 감소시켰고, 적 전력 손실률 측면에서는 대안 #2 (0.526)이 대안 #1 (0.474) 보다 약 1.1배 정도 증가시켰다.

#### 5.4.2 AHP 효과 분석 수행

다음은 M&S를 이용한 효과 분석이 제한되는 효과 항목에 대해서 AHP로 효과 분석을 수행한다.

Level 2 ㉠운용성 하위 Level 3의 효과 항목에 관한 대안별 평가치는 아래 Table 13과 같다. ㉠-①후폭풍 및 파편에 의한 우군 피해는 대안 #1 (0.619)가 대안 #2 (0.381)보다 약 1.6배 정도 안전성이 높게 평가되었고, ㉠-②자동화 측면에서는 대안 #2가 대안 #1보다 높게 평가되었고, ㉠-③전투준비 용이성은 비슷하게 평가되었다.

Table 13. Results of the effectiveness analysis below Level 2 Operability Effectiveness Item for Each Alternative

Category	Alternative #1	Alternative #2	Total
㉠-①	0.619	0.381	1.000
㉠-②	0.448	0.552	1.000
㉠-③	0.495	0.505	1.000

Level 2 ㉡기술파급효과는 아래 Table 14처럼 대안 #2 (0.598)이 대안 #1 (0.402)보다 약 1.5배 우수하게 평가되었다.

Table 14. Results of the Spin-off Effect for Each Alternative

Category	Alternative #1	Alternative #2	Total
©	0.402	0.598	1.000

### 5.5 M&S와 AHP 조합 효과 분석 결과

마지막 5단계에서는 효과 구조도에 M&S와 AHP의 효과 분석 결과를 대입하여, 각각 대안에 대한 종합효과를 산출하기 위해 M&S와 AHP를 종합 분석하여 대안별 기준으로 상대 비교분석을 하여 아래 Table 15에 나타내었다. 결과를 정리하면, 국방 M&S체계인 AWAM을 통해 효과 항목 일부를 모의분석한 결과와 AHP 결과를 포함한 ④전투능력 항목에서는 대안 #2(0.461)가 대안 #1(0.196)보다 2.35배 월등히 우수했으나, AHP를 통해 ⑥운용성 효과 항목 분석결과 ⑥-① 항목에서 좋은 점수를 받은 대안 #1(0.141)이 대안 #2(0.111)보다 1.27배 우수하였고 ③기술파급효과는 대안 #2(0.054)가 대안 #1(0.037)보다 1.46배 우수하였다.

Table 15. Friend vs. Foe Force Index

Level 1	Level 2		Level 3 $\omega_3$		Synthetic Evaluation $E=\omega_1 \times \omega_2 \times \omega_3$		
	EI	$\omega_1$	EI	$\omega_2$	#1	#2	
④	0.657	④-①	0.659	0.202	0.798	0.087	0.346
		④-②	0.210	0.474	0.526	0.065	0.073
		④-③	0.131	0.500	0.500	0.043	0.043
		Sub Total	1.0	-	-	0.196	0.461
⑥	0.252	⑥-①	0.618	0.619	0.381	0.096	0.059
		⑥-②	0.247	0.448	0.552	0.028	0.034
		⑥-③	0.135	0.495	0.505	0.017	0.017
		Sub Total	1.0	-	-	0.141	0.111
③	0.091	-	0.402	0.598	0.037	0.054	
Total			1.000			0.374	0.626

최종 종합효과를 산출하면 아래 Table 16처럼 대안 #2 '대응 파괴형' APS(0.626)가 대안 #1 '유도 교란형' APS(0.374)보다 약 1.674배 효과가 있는 것으로 분석되었다.

Table 16. Comparison of Alternatives

Category	Alternative #1	Alternative #2
Synthetic Evaluation	0.374	0.626
Normalization	1.000	1.674

국방 M&S를 이용하여 도출한 대안별 비교는 Level 2 ④전투능력 항목의 Level 3 ④-①아군 손실률, ④-②적군 손실률, ④-③전진속도만이 모델링이 가능하다. (위 Table 15의 음영 부분) 그러나 APS는 국방 M&S만으로 효과산출이 제한되는 Level 2 ⑥운용성의 하위 효과 항목인 Level 3에 ⑥-①후폭풍/파편에 의한 우군 피해, ⑥-②자동화, ⑥-③전투준비 용이성, 그리고 ③기술파급효과 등의 요소가 존재한다. 이를 반대로 얘기하면 신규 무기체계의 효과 분석을 위해 설정한 효과 항목 중 AHP로만 분석하기에는 제한되고 M&S로 효과 분석을 할 때 높은 신뢰성을 얻을 수 있는 항목이 있으면 두 가지 방법을 조합해서 효과 분석을 할 수 있다는 뜻이다. 즉 전투 효과 분석을 위해 가급적 정량적 결과를 도출해 낼 수 있는 과학적 분석 도구인 국방 M&S로 모의를 하되 M&S가 제한되는 효과 항목은 AHP를 통해 효과 분석을 할 수 있다.

본 연구에서 제안한 국방 M&S와 AHP 조합 효과 분석 방법론에 대한 객관성 및 신뢰성 측면에서의 의의를 살펴보자. 국방 M&S만을 이용하여 ④전투능력 효과 항목만 분석한 효과 분석 비율 대안 #1 : 대안 #2 = 0.392 : 0.608(각 대안의  $\omega_3$  평균값) = 1 : 1.55이고, 국방 M&S 및 AHP의 조합 효과 분석 비율은 1 : 1.68로 약 0.13(8%) 만큼 더 좋아진다. 신규 무기체계 획득을 위한 의사결정 시 효과 분석과 함께 수행되는 비용분석을 통해 '비용 대 효과 분석'으로 'Go or No Go' 의사결정을 할 경우가 있다. 이 경우 당연히 새로운 대안 #2가 더 비용이 높을 것이고, 효과와 비용을 모두 고려했을 때 앞서 계산한 8% 수치가 Go와 No Go에 영향을 미칠 가능성이 충분히 있을 수 있다.

요약하면 국방 M&S만을 이용 시 ④-①아군 손실률, ④-②적군 손실률, ④-③전진속도 등 3개 항목에 대해서만 효과 분석이 가능하나, 본 연구에서 제안한 국방 M&S와 AHP를 조합한 방법론을 이용하면 6개 항목을 추가하여 총 9개 효과 항목을 고려하여 APS에 관한 총체적인 효과 분석 결과 도출이 가능하였다. 이는 국방 M&S로 모의가 제한되는 효과 항목들을 AHP를 통해 반

영함으로써 객관성 및 신뢰성 측면에서 좀 더 보완 및 향상했다는 데 의의가 있다.

## 6. 결론

4차 산업혁명의 신기술이 국방 무기체계에 적용됨에 따라 앞으로 신규 무기체계의 첨단화 및 복잡도는 가속화될 것이다. 제한된 국방예산 환경하에서 미래전에 대비하기 위해 효율적이고 최적화된 신규 무기체계 선정을 위한 분석평가 요구는 증대되고 그 역할은 중요해지고 있다. 따라서 소요기획단계 분석평가 간 'Go or No Go'를 결정하는 핵심사항인 효과 분석 결과의 신뢰성은 중요하다.

효과 분석은 신규 무기체계를 가장 잘 묘사할 수 있는 국방 M&S 체계(모델)를 선정하여 과학적이고 객관적으로 수행하는 것이 가장 바람직하다. 그러나 복잡도가 증가한 신규 무기체계의 주요 모든 성능을 국방 M&S를 이용하여 효과 분석하기에는 체계(모델)의 부족 및 모델링의 기술적 어려움 등으로 제한되는 실정이다. 이 제한사항을 극복하기 위해 본 연구에서는 신규 무기체계의 다양한 효과 항목을 선정 및 계층화하여, M&S로 모의가 가능한 효과 항목은 모의분석을 통해 효과를 산출하고, M&S로 모의가 제한되는 나머지 효과 항목은 AHP 기법을 통해 효과를 산출한 후, 각 결과를 조합하여 무기체계의 총체적인 효과를 산출하는 방법론을 제시하였다.

제안한 방법론은 지상군 전차 무기체계의 부체계인 APS 무기체계 도입 사업간 활용하여 그 타당성을 검증하였다. 첫째, APS의 대안은 '유도 교란형'과 '대응 파괴형'으로 선정하였다. 둘째, 효과 항목은 야전 교리와 전문가 자문, ROC 등을 통해 4개 계층 9개의 효과 항목을 선정하여 계층화하였다. 셋째, '전투능력' 효과 항목은 M&S를 이용하여 효과 산출할 수 있는 항목으로 선정하였고, '운용성'과 '기술파급효과'는 AHP로 효과산출이 가능한 항목으로 분류하였다. 넷째, '전투능력'은 AWAM을 이용하여 모의분석을 통해 효과를 산출하였고, '운용성'과 '기술파급효과'는 AHP 분석 도구인 Expert Choice를 활용하여 효과 분석을 수행하였다. 마지막으로 M&S와 AHP를 통해 산출한 각 효과 분석 결과를 조합하여 최종 대안별 효과 분석 결과를 도출한 후, 대안별 상대적 비교를 통해 최적 대안을 선정할 수 있었다.

기존의 연구처럼 국방 M&S의 '전투능력' 효과 분석 결과만을 고려 시에는 1 : 1.55로 대안 #2가 약간 우세

했으나, 효과 항목을 확장하여 M&S 및 AHP 조합 방법론으로 '운용성'과 '기술파급효과'를 함께 고려 시 1 : 1.674로 대안 #2의 효과가 높아지게 되었다. 두 결과는 비용 대 효과 분석 시, 단위 비용당 효과를 고려한다면 사업 추진 측면에서 상당한 차이를 보일 수 있다. 즉, 'Go or No Go' 사업 추진 결정에 있어 영향을 미칠 가능성이 있다고 할 수 있다.

그런데 본 연구에서는 국방 무기체계 효과 분석 시, 국방 M&S만으로 (작성) 효과 분석이 제한되는 효과 항목이 존재할 때 그 한계점을 극복하기 위해 M&S와 AHP를 조합하여 총체적인 신규 무기체계 효과 분석 결과를 도출할 수 있었다. 본 연구결과는 복잡화, 첨단 기술화되는 최근 무기체계의 효과 분석 시 객관성 및 신뢰성을 좀 더 높이고 정책 결정자가 합리적인 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

다만 본 연구에서는 전차의 부체계인 APS를 대상으로 분석실험실과 전차대대의 전문가가 효과 항목을 선정하고 효과 구조도를 설계하였는데, 향후 다수의 전문가 집단(pool)을 구성하여 무기체계 분류 및 특성에 따라 효과 항목 및 효과 구조도의 표준화 정립과 가중치에 관한 연구 및 '비용 대 효과 분석'과 같이 비교를 해보는 것도 의미가 있을 것이다. 또한, 무기체계 효과 분석 시 화력, 기동성, 생존성 등이 전투 효과로 대표되나 신규 무기체계가 첨단화 및 고도화됨에 따라 M&S를 통한 계량화가 필요한 작전(전투) 효과에 관한 연구도 필요하다.

## References

- [1] Editorial Department. (2021). Dictionary of Defense Scientific and Technology Terms. Available From: [http://dtims.dtaq.re.kr:8070/search/detail/term.do?tmnl\\_id=T0005868](http://dtims.dtaq.re.kr:8070/search/detail/term.do?tmnl_id=T0005868) (accessed Dec. 22, 2022)
- [2] Analysis & Assessment Practical Guide, p156, Defense Acquisition Program Administration, 2014.
- [3] Military Force Policy Division, Defense Forces Development Task Official Order, p.75, Korean Law Information Center Publishers, 2022, pp.10.
- [4] O. J. Kwon, & Y. J. Cho, "A Study on the Development Direction of Military Force Evaluation Process", The Quarterly Journal of Defense Policy Studies, Vol.31, No.1, pp.105-131, 2015.
- [5] O. J. Kwon, Multi-criteria Decision Making Methodology Theory and Application, Bookshill, 2018, p610.
- [6] H. S. Hwang, "A Study on Weapon System Evaluation Method Using Analytic Hierarchy Process (AHP)", The

Korean Operations Research and Management Science Society (KORMS) Conferences, ROK, Vol.2, pp.227, Jan 1993.

- [7] J. Y. Lee, "A Study on Analysis Model for Weapon Acquisition Alternatives", Journal of Convergence for Information Technology, Vol.9, No. 6, pp.91-96, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2019.9.6.091>
- [8] H. B. Eun, An Application of the AHP to the Selection of Airplane Type, Ph.D dissertation, Inha University, Incheon, Korea. 2001.
- [9] David P. Dilegge, General-Major Tourpal-Ali Kaimov On Urban Warfare in Chechnya, Small War Journal. Jan. 2000. Available From: <https://smallwarsjournal.com/~documents/kaimov.pdf> (accessed Dec. 30, 2022)
- [10] Hyundai Rotem, Evolving of Protection system of Armored Vehicle, Hyundai Rotem Official Blog, Jan. 2020. Available From: <https://blog.hyundai-rotem.co.kr/-402> (accessed Dec. 30, 2022)
- [11] Kempinski, B., & Murphy, C. Technical challenges of the US Army's ground combat vehicle program. Working paper series, Congressional Budget Office, Washington, D.C., USA, 2012. Available From: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA591460.pdf> (accessed Dec. 30, 2022)
- [12] Broederlijk Delen et. al., That is how we fought in Gaza : Soldiers' testimonies and photographs from Operation Protective Edge, Collection of Testimonies, Breaking the Silence, Jerusalem, Israel, 2015. Available From: <https://www.breakingthesilence.org.il/pdf/-ProtectiveEdge.pdf> (accessed Dec. 30, 2022)

이 호 찬(Hochan Lee) [정회원]



- 2000년 2월 : 육군사관학교 응용물리학과 (이학사)
- 2004년 2월 : 서울대학교 대학원 물리학과 (물리학 석사)
- 2013년 8월 : Purdue Univ. 물리학과 (물리학 박사)
- 2013년 9월 ~ 2019년 9월 : 육군사관학교 물리화학과 조교수
- 2019년 10월 ~ 현재 : 육군사관학교 물리화학과 부교수

<관심분야>

고에너지 레이저, 무기체계 운용개념, 화생방테러대응

김 태 호(Tae Ho Kim) [정회원]



- 2003년 2월 : 육군사관학교 토목공학과 (공학사)
- 2008년 3월 : 미 공군대학원 운영분석학과 (운영분석 석사)
- 2022년 12월 : 숭실대학교 IT정책경영학과 (박사과정 수료)
- 2022년 11월 ~ 현재 : 합참 분석실협실 지상작전분석담당

<관심분야>

비용분석, Decision Analysis

강 태 호(Taeho Kang) [정회원]

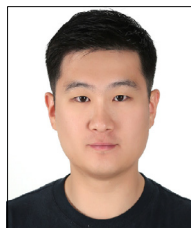


- 2009년 2월 : 육군사관학교 기계공학과 (공학사)
- 2014년 8월 : Northwestern Univ. 전자공학과 (전자공학 석사)
- 2020년 10월 : 숭실대학교 안전융합공학과 (박사수료)
- 2018년 4월 ~ 2021년 12월 : 경찰청 장비담당관실 연구사
- 2022년 1월 ~ 현재 : (재)과학치안진흥센터 선임연구원

<관심분야>

로봇, 비살상무기, 치안과학기술

박 진 선(Jinseon Park) [정회원]



- 2006년 3월 : 육군사관학교 응용물리학과 (이학사)
- 2010년 8월 : Texas A&M Univ. (물리학 석사)
- 2020년 8월 : Univ. of Tennessee (물리학 박사)
- 2020년 8월 ~ 현재 : 육군사관학교 물리화학과 물리학 조교수

<관심분야>

응집물질물리, 전자구조 양자계산, 무기체계 운용개념

박 태 웅(Tae Woong Park)

[정회원]



- 2000년 3월 : 육군사관학교 무기공학과 (공학사)
- 2005년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (산업공학 석사)
- 2014년 8월 : University of Central Florida (M&S 석사)
- 2015년 8월 : University of Central Florida (산업공학 박사)
- 2023년 1월 ~ 현재 : 국방대학교 안보과정 연구원

〈관심분야〉

Decision Analysis, 국방 M&S, 국방관리분석