



Received: 2026/05/10
Revised: 2026/05/21
Accepted: 2026/06/09
Published: 2026/06/30

***Corresponding Author:**

ChoonSeong Leem

Tel: +82-2-2123-4011

E-mail: leem@yonsei.ac.kr

Abstract

본 연구는 국방 R&D의 성과가 무기체계에 적용되지 못하는 문제를 개선하기 위해 R&D 기획 단계에서 기술가치평가를 통한 경제성 예측 모델을 제안한다. 국방 R&D의 특수성과 단계별 불확실성을 반영하기 위해 이항옵션 모형에 수익접근법을 결합한 3단계 평가 프레임워크를 설계하고, 추가수익률에 기반한 변동성과 무기체계 적용률을 핵심 모수로 활용하여 국방핵심기술 R&D 과제에 실증 적용하였다. 본 연구는 기획 단계에서 실물옵션 기반 평가 프레임워크를 제시함으로써 국방 R&D 예산 배분 효율화를 위한 정책적 의사결정 도구로서의 유효성을 확인하였다.

This study proposes a technology-valuation-based economic feasibility model for the R&D planning stage to improve the low weapon system application rate of defense R&D outcomes. A three-stage real option framework integrating a binomial option pricing model with an income approach was designed and empirically applied to defense core technology R&D projects. The stock-return-based volatility and weapon system application rate were used as key parameters. The results confirm the validity of the framework as a proactive policy decision-support tool for optimizing defense R&D budget allocation.

Keywords

국방핵심기술(Defense Core Technology)
기술가치평가(Technology Valuation),
이항옵션 모형(Binomial Option Pricing Model),
실물옵션법(Real Option Model)
수익접근법(Income Approach)

기술가치평가를 이용한 국방핵심기술 R&D 투자 우선순위 결정 프레임워크

A Framework for Prioritizing Defense Core Technology R&D Investment Using Technology Valuation

이정석¹, 임춘성^{2*}

¹해군 중령/연세대학교 기술정책협동과정 박사과정

²연세대학교 산업공학과 교수

Jeongseok Lee¹, ChoonSeong Leem^{2*}

¹CDR, ROK Navy/Ph.D program, Graduate Program in Technology Policy, Yonsei University

²Professor, Department of Industrial Engineering, Yonsei University

1. 서론

2025년 대한민국 국방비는 61조 5,878억 원으로 이 중 국방 R&D 예산은 2024년 7.94%에서 2025년 8.11%로 증가하였으며, 2027년에는 10% 수준에 이를 것으로 전망된다[1]. 이와 더불어 국방기술개발 예산 역시 2조 5,371억 원으로 양적으로 크게 성장했으나, 개발된 기술이 무기체계에 직접 적용되는 비율은 34.42%, 후속기술 적용률을 합치더라도 64.3%에 불과하여 무기체계 적용이라는 국방 R&D의 목적에 부합하지 않는 낮은 적용률을 보이고 있다[2,3]. 이는 국가 예산이 투입된 연구 성과의 상당수가 사장되고 있음을 의미하는데, 국방 R&D 기획 단계에서 해당 기술이 창출할 미래 가치를 정량적으로 예측하지 못하고, 단순히 기술적 필요성에만 의존하여 연구과제를 선정한 결과에 기인한 것으로 보인다.

과거의 국방 R&D는 국가안보라는 특수성과 현존하는 북한의 위협에 대비하기 위한 자주국방을 추진하는 사업으로 인식되었으며, 국가 R&D와는 달리 국방비의 일부로서 매몰 비용으로 인식되어 효율성 평가가 강조되지 않았다. 또한, 경제성 논리보다는 전장 상황을 전환할 수 있는 게임체인저가 되는 무기체계에 활용되는 핵심기술을 얼마나 빨리 확보하는지가 중요하였기에 새로운 기술이 탄생하는 배경이 되기도 하였다.

하지만, 국제 방산시장에서 ‘K-방산’의 성과 확대에 따라 기존 기술협력국(미국, 독일 등)의 견제가 심화하여 기술협력, 부품 수출통제 등에 따른 독자개발 수요가 증가하고 있으며, 북한 위협 외 제3국, 비전통·초국가적 위협에 대응하기 위한 다양한 전력 확보가 필요하기에 한정된 국방예산 내에서 다양한 위협에 대응해야 하는 요구가 증대되고 있다. 결과적으로 낮은 무기체계 적용률은 단순한 R&D paradox의 문제만이 아니라 국가 재정의 효율성 측면에서도 심각한 매몰비용을 발생시키고 있다.

Table 1. Weapon system application rate[3]

Category	'21	'22	'23	'24	'25	Avg. (%)
Weapon System Application	32.3	33.7	34.6	36.0	35.5	34.42
Follow-on Technology Application	30.2	20.3	32.1	37.8	29.0	29.88

국방기술기획은 한정된 예산 내에서 국방목표 달성을 위해 필요한 기술을 효율적으로 확보하기 위한 활동으로 국방전략기술 및 무기체계 소요 핵심기술을 중점적으로 기획하여 추진하는데 그간 국방 R&D 기획과정에서는 해당 기술의 경제적 가치를 객관적으로 측정하여 의사결정에 반영할 수 있는 지표 자체가 부족하였으며, 핵심기술 R&D 과제선정은 주로 기술성(핵심기술 육성 및 기술 발전추세와의 부합성)과 과거 사례 및 중복성 검토를 중심으로 평가하고, 소요예산의 적정성만을 평가하여 경제적 예상가치에 대해서는 평가지표가 부재하였다. 이에 따라 본고에서 주목하는 국방핵심기술 R&D 기획과정에서의 문제점은 다음과 같다. 첫째, 유망 과제의 선정 누락 문제로, 무기체계 적용 가능성과 경제적 가치가 높은 과제임에도 경제성 지표 부재로 우선순위에서 밀리는 사례가 발생하고 있다. 둘째, 부적절한 과제 선정과 자원 낭비로, 기술적 성취에만 집중하여 실질적인 무기체계 적용 가능성이 낮은 과제를 선정함으로써 국방 예산이 비효율적으로 집행된다. 셋째, 낮은 무기체계 적용률의 구조적 고착화로, 기획 단계의 경제성 고려 부재가 연구 결과물이 전력화로 연계되지 못하는 근본 원인으로 작용한다. 이러한 문제는 미국이 1970

년대부터 CAIV(cost as an independent variable, 목표비용관리) 제도를 도입하여 비용을 핵심 의사결정 변수로 활용해 온 것과 대조된다.

본 연구는 국방 핵심기술 R&D 기획단계에서 ‘경제적 가치’를 의사결정의 주요 지표로 활용하기 위해 기술가치평가법을 적용한 정량적 평가 지표 모델을 제시하는 것을 목적으로 한다. 실물옵션 모형을 통해 국방 기술의 경제적 가치를 예측하고, 이를 기존의 기술성 평가 지표와 결합한 새로운 우선순위 결정 프레임워크를 제시하고자 한다. 이를 통해 국방예산의 효율적 배분을 도모하고, 국방 R&D가 단순한 비용 지출이 아닌 가치 창출 투자로 변모하는 정책적 기반을 마련하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 국방 R&D의 특수성과 경제적 가치

국방 R&D는 수요자가 국가(또는 군)로 한정된 수요독점(monopsony) 시장의 특징을 지닌다. 이에 따라 기술의 가치가 시장의 자율적 수급이 아닌 군의 ROC(required operational capability, 작전운용성능) 충족 여부와 해당 기술 도입으로 인한 ‘해의 도입 대체 비용’, ‘수리 부속 및 운영 유지비용 절감액’, 그리고 ‘전력 증대 가치’라는 관점에서 결정된다. 이러한 특성은 R&D의 결과물이 무기체계에 적용되지 못할 경우 대체 시장이 부재하기에 경제적 가치가 ‘0’으로 귀결되는 현상이 일어난다.

특히, 국방 R&D는 기술개발 성공과 무기체계 적용과 전력화라는 사업화 사이에 ‘죽음의 계곡(death valley)’ 구간이 민간시장보다 뚜렷하게 발생한다. 이처럼 여러 개의 이산적 의사결정 단계가 내재된 특성은 단일의 현금흐름할인법(DCF, discount cash flow) 등으로는 적절히 가치를 평가하기 어렵다.

2.2 기술가치평가 이론

R&D 투자의 의사결정 도구로서 기술가치평가 개념은 Noori, Hamid(1990)에 의해 체계화되기 시작하였다. Noori는 「Managing the dynamics of new technology」에서 기술취득 시 해당 기술의 가치를 사전에 평가해야 하며, 기술가치평가가 내부 자산관

리의 기초, 투자의사 결정의 도구로서, 특허사용 계약이나 합작투자를 통한 기술취득의 기준으로서, 그리고 기업인수, 합병의 여러 목적을 수행할 수 있다고 언급하였다. 특히 기존의 단순 회수기간법이나 수익성 지표만으로는 R&D 투자를 온전히 평가할 수 없음을 지적하며 R&D 과제의 가치가 재무적 수치뿐 아니라 기술적 타당성, 시장 수용성, 전략적 적합성 등 다양한 요소에 의해 결정됨을 강조하였다[4]. 이후 Smith & Parr(1994)가 비용 접근법, 시장 접근법, 수익 접근법으로 구성된 삼분 평가 체계를 정립하면서 기술가치평가의 실무 방법론이 체계화되었고[5], 2000년대에 이르러서는 이항옵션 모형 등 실물옵션 이론이 접목되어 R&D의 단계적 불확실성과 의사결정 유연성을 평가에 반영하는 동적 방법론으로 발전하였다[6]. 국내에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI, Korea Institute of Science and Technology Information)이 2001년부터 연구를 착수, 2004년 온라인 기술가치평가 시스템인 STAR(science & technology information analysis for R&D)-value 시스템을 구축하였으며, 이는 소득접근법, 시장접근법, 비용접근법 등 복수의 평가모형을 통합 탑재한 플랫폼으로 기술이전 또는 사업화를 목적으로 하는 기술의 적정 기술료 산정, 기술사업화 타당성 검토, 출자지분 결정 등에 활용되고 있다[10]. 이처럼 기술가치평가는 R&D 성과의 기술이전과 사업화 촉진을 위한 도구로 발전되고 있다.

그러나 지금까지 기술가치평가 방법론의 활용은 대부분 R&D 사업 종료 후 성과물의 이전과 사업화 단계에서 사후적으로 적용되어 왔다는 공통적 한계를 지닌다. 특허청·한국발명진흥회의 기술가치평가 실무가이드(2021)도 평가 적용 목적을 기술거래·투자·융자·현물출자 등 사업화 이후 단계로 명시하고 있으며[8], 과학기술정책연구원(STEPI) 역시 기술가치평가 모델의 국가 R&D 성과평가 활용을 아직 검토 단계의 미래 과제로 제시하고 있어, 특히 국방 R&D 기획 단계에서의 선제적 적용사례는 드문 실정이다[9]. 다만, 이재혁 외(2017)는 기술가치평가가 ‘공급자·수요자 측면에서 R&D에 대한 올바른 투자계획 및 집행을 가능하게 하는 도구’임을 명시하였고[11], 박현우·이종택(2012)은 초기단계의 기술가치평가가 그간 간과됐음을 지적하며 불확실성이 높은 초기 단계일수록 가치평가의 필요성이 더욱 크다고 강조하였다[7]. 또

한, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 기획 과정에서 개발 기술의 적용 범위와 정도, 시장진출 시기 등을 고려한 기술개발 및 계획 수립에 이바지할 수 있으며, 사업 선정 과정에서 기술가치평가 결과를 경제적 효율성에 입각한 의사결정 자료로 활용될 수 있음을 밝혔다[12,13]. 또한, 기술가치평가 방법론을 R&D 예비타당성조사에 접목하여 기획 단계에서의 경제성 분석 정밀도를 높여야 한다고 제안하였다.

이에 본 연구는 기술가치평가를 R&D 기획 단계에 선제적으로 적용하여, 실증 데이터에서 도출된 무기체계 적용률을 확률 모수로 활용하고 표준화 점수(Z-score) 산출을 통해 각 과제의 상대적 경제 가치를 정량화함으로써, R&D 기획단계에서 경제성을 하나의 선정 변수로 활용하기 위해 정책 지원 도구로 제시하고자 한다.

3. 연구방법 및 설계

전통적인 현금흐름할인법(DCF, discounted cash flow)은 고정된 할인율을 적용하여 미래 수익의 현재 가치를 산출한다. 그러나 국방 R&D와 같이 불확실성이 높고 단계별 의사결정(사업 유지, 포기, 확장)이 중요한 사업에서 이를 적용하기에는 한계를 보이는데, 모든 위험을 할인율에 포함해 가치를 과소평가하거나 단계별 중단 가능성을 무시하여 가치를 과대평가하는 편향을 보일 수 있다. 반면 실물옵션(real options)은 미래의 불확실성을 가치로 전환하며, 특히 이항옵션모델(binomial option model)은 기술개발 단계와 체계 적용 단계 사이의 단절 위험성을 시각적으로 잘 나타낸다. 이는 R&D 기획 의사결정자가 위험을 통제하면서도 혁신 기술의 잠재 가치를 합리적으로 인정할 수 있기에 국방 핵심기술 R&D의 가치평가에 유용하게 활용될 수 있다.

3.1 연구가정

본 연구는 지속적으로 제기되고 있는 국방 R&D의 ‘낮은 무기체계 적용률’을 ‘경제성 결여’로 조작적으로 정의하고, 이를 해결하기 위한 과학적 도구로 ‘기획 단계의 기술가치평가(독립변수)’를 투입하여 ‘과제 선정 우선순위(종속변수)’를 개선하는 것을 핵심 논리로 삼는다. 이를 위해 다음의 연구가정을 설정한

다. 첫째, 국방핵심기술 R&D 과제의 결정권자는 무기체계 연구개발에 필요한 핵심기술을 사전에 확보하기 위해 한정된 국방예산을 합리적으로 분배하는 행위자이다. 공공선택이론[14,15]에 따르면 공공부문의 의사결정자도 민간과 동일하게 비용 대비 편익을 계산하여 효용을 극대화하는 합리적 선택을 한다고 전제하며, 이는 자원배분의 최적화를 위한 의사결정 도구로서 기능한다[16]. 국방 부문 역시 공공부문의 한 분야로서 해당 이론에 따라 이러한 가정이 가능하다. 둘째, 국방부(각군, 방위사업청)가 독점적 구매자로 기능하는 수요독점 시장 구조의 특성상 개발된 기술이 무기체계 개발에 적용되지 못할 때 대체 수요 시장이 부재하므로 해당 기술의 경제적 가치는 발생하지 않는다. 셋째, 무기체계 적용에 필요한 기술적·절차적 난이도는 단기간 내 급격하게 변하지 않으며, 과거 실적 데이터('21~'25년)로부터 도출된 무기체계 적용률은 신규 R&D 과제의 전력화 성공 확률을 추정하기 위한 객관적 모수로 활용할 수 있다. 마지막으로 핵심기술 R&D는 소요가 결정되거나 소요결정이 예상되는 무기체계의 적용 여부, ROC 충족 여부 검토, 사업 예산 반영 등 여러 개의 이산적(discrete) 의사결정 단계로 구성되며, 각 단계에서 사업 중단·연기·전환 등 전략적 유연성이 존재한다. 이러한 구조는 이항옵션 모형을 적용하기에 적합하다.

3.2 연구모형 및 주요 수식

연구모형의 설계는 국방핵심기술 R&D 사업의 기획단계에서 경제적 타당성을 정량화하고, 이를 투자 우선순위 결정의 지표로 활용하기 위해 Cox, Ross & Rubinstein(1979)의 이항옵션 모형(BOPM)을 기반으로 하였다[17]. 전통적인 순현재가치(NPV)와 할인 현금흐름(DCF) 방법은 할인율을 고정하고 있기에 투자 지속, 중단, 전환 등 의사결정권자가 보유한 유연성(managerial flexibility)을 가치에 반영하지 못한다는 한계를 안고 있다[18,19]. 실물옵션 접근은 이러한 유연성 자체를 옵션 프리미엄으로 수치화한다는 점에서, 불확실성이 높고 단계별 의사결정이 반복되는 국방 R&D 사업의 가치 구조를 더욱 충실하게 반영할 것으로 기대된다.

한편, 국방 핵심기술 R&D는 그 수요가 국가(또는 군)로 한정되는 비시장재적 성격을 가지기에 기술가

치평가에 필요한 시장 거래 데이터의 직접 확보가 구조적으로 제한된다. 이에 본 연구에서는 두 가지 대리변수(proxy variable)를 통해 모형의 핵심 입력 변수를 구성한다. 첫째, 기초자산가치 산출을 위한 현금흐름은 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 STAR-value 시스템이 제공하는 민간 부문 업종별 통계 데이터를 준용하여 추정한다. 둘째, 모형의 불확실성 파라미터인 변동성은 국내 대표 방산기업 4사(한화에어로스페이스, 현대로템, LIG D&A, 한국항공우주산업)의 최근 5개년 월간 주가수익률을 이용한 연환산 표준편차를 대리변수로 차용한다. 기존 선행연구에서 국방전력발전업무훈령의 '총사업비 30% 이내 관리' 규정을 근거로 변동성을 고정하여 적용한 방법[20]은 실제 시장 위험을 반영하지 못한다는 한계가 있으며, 본 연구는 이를 보완하기 위해 시장 관찰 데이터에 기반한 객관적 추정치를 적용하며, 이와 같이 산출된 방산 4사 연환산 변동성의 평균은 0.41(41.1%)로 확정되었으며, 이하 분석 전반에 일괄 적용한다.

연구의 분석 프레임워크는 기초자산 현재가치 산출, 이항옵션 모델 적용, 최종 기술가치 산정의 세 단계로 구성된다.

[1단계] 미래 현금흐름 분석

t 년도의 기술기여이익은 유사 선도기술의 거시 시장규모, 국방·군수 파생 비중, 유사 산업군 평균 영업이익률의 곱으로 식 (1)과 같이 정의된다.

• Valuation-based profit by tech type

$$\Pi_t = C_t \times S_t \times \mu_t \quad (1)$$

C_t 는 t 년도 유사 선도기술의 전체 거시 시장규모로서 STAR-value 시스템의 KSIC 업종별 매출 통계에 연평균 성장률(compound annual growth rate, CAGR)을 적용하여 추정하며, μ_t 는 동 시스템의 업종별 3개년 평균 영업이익률을 준용한다. S_t 는 유사 시장 내 국방·군수 파생 비중(점유율 필터)으로서, 국방 기술진흥연구소의 DTiMS에 공개된 핵심기술 과제 공고문 및 국방기술기획서에 명시된 소요군 규모, 적용 무기체계의 범위, 민군겸용 가능성, 기술성숙도(TRL) 단계를 종합적으로 고려하여 과제별로 설정하

였다.

평가 대상 기술이 기업 이익 창출에 실질적으로 기여하는 비율인 기술기여도 산정은 산업통상자원부 방법론을 준용하여 산업기술요소(TF), 개별기술강도(TR), 기술의 비중(TS)의 적(積)으로 도출[8]하였으며, 식 (2)와 같이 정의된다.

- Technology factor(α) assessment

$$\alpha = TF \times TR \times TS \quad (2)$$

본 모델의 핵심 변수인 TR 은 기술성과 사업성에 대한 전문가의 정성적 평가 결과를 반영하는 것이 원칙이다. 그러나 국방 R&D 사업의 높은 보안성으로 인한 실제 평가결과에 대한 자료 접근이 제한될 뿐만 아니라 현행 TRL-TR 간 표준 변환 기준의 부재로 인해 실증적인 수치 도출에 현실적 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 분석의 객관적 일관성을 유지하고 변수 확장에 따른 불확실성을 통제하기 위해 TR 값은 1의 상수로 대입하였다. 이를 통해 산출된 기술기여도는 상한값 기준의 추정치로서, 개별 과제의 절대적 가치가 실제보다 높게 측정되는 낙관적 편향성을 내포할 수 있으나 전 분석 대상에 동일하게 적용되므로, 공공선택이론 관점에서 한정된 자원의 효율적 배분을 위한 과제 간 상대적 우선순위 도출에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다.

산출된 α 는 기술기여이익에 곱해 해당 기술에 귀속되는 연도별 현금흐름을 조정하고, 이를 할인하여 기초자산의 현재가치는 식 (3), (4)와 같이 도출된다.

- Weighting expected profit by tech factor

$$CF_t = \Pi_t \times \alpha \quad (3)$$

- PV calculation & asset value determination

$$PV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} + TV_r = S_0 \quad (4)$$

이때 할인율은 한국 국고채 5년물 수익률을 적용하는데 이는 기획재정부(2010)가 공공투자사업의 사업성 평가 시 무위험지표금리로 5년 만기 국채 금

리를 공식 채택하고 있다는 점에 근거한다[21,22]. 한편, T 는 무기체계의 평균 운용기간을 반영하여 10년으로 가정하며, TV_r 은 수명주기 말기 현금흐름의 소멸을 가정하여 0으로 처리한다. 산출된 S_0 는 이하 이항트리 구성의 기초자산 현재가치로 투입된다.

- [2단계] 실물옵션 모델을 이용한 가치평가

1단계에서 확정한 변동성(σ)값과 국방 중기계획 및 R&D 사업 예산이 '년(year)' 단위로 책정되는 현실을 반영하여 ΔT 는 1로 확정하여 이항트리의 상승, 하락 및 위험중립 확률을 산출하여 $u=1.5068$, $d=0.6637$, $q=0.4447$ 로 적용한다. 이어 산출된 파라미터를 적용하여 각 노의 기초자산 가치를 식 (5)으로 구성한다. 만기 노드의 옵션 가치는 식 (6)으로 계산된다.

- Binomial tree construction

$$S_{t,i} = S_0 \times u^i \times d^{t-1} = S_0 \times e^{\sqrt{\Delta} 2i - t} \quad (5)$$

- Calculating final option(V_0) value

$$\begin{aligned} V_{0,0} &= \max(V_{cont}, V_{exercise}, 0) \\ &= \max(e^{-rf\Delta t} \times [qV_{1,1} + (1-q)V_{1,0}], S_{0,0} - X, 0) \end{aligned} \quad (6)$$

- [3단계] 수익접근법과 실물옵션의 결합

국방 R&D는 기술 개발 완료 후에도 선행 연구, 소요결정, 체계개발 및 양산 등 복잡한 획득 절차를 통과해야만 비로소 무기체계에 적용된다. 이러한 국방 특수 리스크를 반영하여 실물옵션 가치(V_0)에 무기체계 적용률(p)을 적용하고 R&D 투자비용을 차감하여 최종 기술가치를 식 (7)과 같이 산정한다.

- Final technology value(TV) calculation

$$TV = (V_0 \times p) - C_{R\&D} \quad (7)$$

이후 투입 비용 대비 창출 가치 비율인 R&D 효율지표를 식 (8)로 정의하고, 비교 분석 과제 전체 분포

Table 2. R&D project valuation results and investment priority ranking

No.	Project Title	S_0	V_0	TV	Budget (100 MKRW)	E	Z_{quan}
1	Gas Turbine Shroud Blade Loss Prediction	10,479	10,474	6,729	5.87	1,147.3	-0.969
2	Multi-Ring-Stress Energetic Binder Synthesis	38,121	38,116	24,502	6.9	3,552.0	-0.249
3	Meta-Structure Vehicle Noise Reduction	7,833	7,830	5,032	3	1,678.2	-0.810
4	Nonlinear Acoustic Target Depth Estimation	30,923	30,920	19,878	3.9	5,097.8	+0.214
5	Lightweight Hull Ballistic Protection	12,728	12,725	8,179	3	2,727.5	-0.496
6	Terrain-Adaptive Throwable Robot	49,698	49,695	31,950	3.9	8,193.3	+1.140
7	Low-Noise Halbach Motor for Micro-UUV	58,653	58,649	37,708	4	9,427.9	+1.510
8	CNT/Thermite Composite Solid Propellant Additive	24,144	24,139	15,515	6	2,586.8	-0.538
9	Ocean Turbulence Density & Acoustic Uncertainty	6,626	6,623	4,254	4	1,064.6	-0.994
10	CNT-Based High-Sensitivity Detector Formation	8,835	8,832	5,675	4	1,419.7	-0.888
11	Polarization Camera Technology	21,260	21,257	13,665	3	4,556.1	+0.051
12	Long-Range Multi-Spectral Image Fusion	21,536	21,532	13,841	4	3,461.3	-0.276
13	Active Supersonic Flutter Suppression	17,132	17,128	11,010	4	2,753.4	-0.488
14	Bio-Inspired Compound-Eye Drone Camera	16,566	16,562	10,646	4	2,662.4	-0.516
15	GA-Based Long Pseudo-Noise Positioning Code	16,017	16,016	10,297	1.5	6,865.4	+0.743
16	Blind Locomotion for Multi-Legged Robot	49,698	49,695	31,951	3	10,651.4	+1.876
17	Meta-Fiber IR Low-Observability Technology	13,022	13,011	8,354	12	697.2	-1.104
18	Ultra-High-Temp. Low-Blast High-Energy Material	15,249	15,245	9,799	3.9	2,513.5	-0.560
19	High-Speed Lightweight Composite Coupling	95,168	95,159	61,177	10	6,118.7	+0.519
20	2-Speed Transmission for Next-Gen Rotorcraft	7,456	7,442	4,770	15	319.0	-1.217
21	Fast Knowledge-Adaptive Deep Learning Reasoning	91,526	91,519	58,839	8	7,355.8	+0.890
22	Space Weapon System Life-Cycle Env. Profile	54,165	54,162	34,823	3	11,608.7	+2.163

Note: $\mu_E = 4,384.5$, $s_E = 3,340.4$, $p=0.643$, $r=0.0379$, $\sigma=0.41$, $T=10$, $u=1.5068$, $d=0.6637$, $q=0.4447$

를 기준으로 표준화한 22개 과제 전체 분포를 기준으로 표준화한 점수를 식 (9)와 같이 산출하여 과제 간 상대적 투자 우선순위 결정에 활용한다.

• Metricization of R&D efficiency

$$E = \frac{V_{final}}{C_{R\&D}} \quad (8)$$

• Calculation of standardized scores

$$Z_{quan} = \frac{E - \mu_E}{s_E} \quad (9)$$

4. 실증 분석 결과

본 연구는 '25~'39 국방기술기획서상 명시된 '23~'27 간 진행 중인 국방기술과제 중 기초연구 분야 22개

과제를 대상으로 3단계 실물옵션 평가 프레임워크를 적용하였다. 과제별 S_0 와 α 는 DTiMS에 공개된 자료를 기반으로 차별 설정하였고, 그 외 파라미터는 전 과제에 일괄 공개 자료를 기반으로 차별 설정하였고, 그 외 공통 파라미터는 적용하여 과제 간 비교 가능성을 확보하였다. Table 2는 22개 과제의 최종 기술가치(TV), R&D 효율 지표(E), 표준화 점수(Z_{quan})를 순서대로 정리한 것이다. 22개 과제 중 9개의 과제가 평균 이상의 경제적 효율을 보였다. 특히, 우주무기체계 수명주기 환경프로파일 설계 과제는 국방 우주 전략기술의 핵심 인프라 기술로서 우주무기체계 전 계열 적용 가능성이 있고, 다축보행로봇 블라인드 보행과 가변형 투척로봇 기술개발 과제는 유·무인 복합 전력의 핵심 이동 플랫폼으로 민군겸용 파급 효과가 크다.

또한, 초소형 무인잠수정 저소음 할박 모터 기술 과제 역시 UUV 전 계열과 민간 수중드론 시장을 함께 겨냥할 수 있어 절대적 기술가치가 큰 것으로 분석되

었다. 이상의 분석 결과는 국방 R&D 예산의 효율적 배분을 위해 소규모·고효율 기술 중심의 집중 투자 전략이 유효함을 시사한다. 특히, 유·무인 복합·우주·AI 계열 기술은 전군 적용 가능성과 민군겸용 파급 효과가 복합적으로 작용하여 투입 대비 창출 가치가 타 분야 대비 구조적으로 높게 나타난다. 반면 특정 무기체계에 종속된 원천기술형 과제(가스터빈 터빈 슈라우드 블레이드 손실 예측, 해양 난류 수직밀도장 변동성 및 음파전달, 탄소나노튜브 기반 고감도 감지부 형성 기술, 회전익기용 2단 변속장치 기술개발)는 경제성 지표가 낮게 산출되었으나, 이는 기술의 중요성이 낮다는 의미가 아니라 협소한 S_i 설정에 기인한 구조적 결과로 판단된다. 즉, 해당 기술이 특정 무기체계 플랫폼 또는 단일 용도에 적용할 수 있는 구조로 인해 민간 또는 타 기술로의 스핀오프(spin-off) 효율이 상대적으로 낮은 것으로 해석할 수 있다.

5. 결론

현대 전장 환경이 AI, 우주, 유·무인 복합 체계 중심으로 급격히 재편됨에 따라 독자적인 국방 핵심기술 확보는 국가 안보의 필수 생존 요건이 되었으며, 대한민국 정부는 이에 대응하여 2025년 기준 약 5조 원 규모의 국방 R&D 예산을 편성하고 있다. 그러나 국방 R&D의 기술 성공률이 98.5%에 달함에도 불구하고, 개발된 기술이 실제 무기체계에 탑재되는 무기체계 적용률은 최근 5년간 평균 64.3% 수준에 머물러 있다. 이는 기술개발에 성공하더라도 1/3이 넘는 기술이 실제 무기체계 개발로 환류되지 못하고 사장되고 있음을 의미하며, 미래 가치 창출 중심의 정량적 의사결정 체계 도입이 절실함을 방증한다.

이에 본 연구는 DCF 기반 평가의 유연성 미반영 문제와 국방 비시장재의 시장 데이터 부재 문제를 동시에 극복하기 위해, 수익접근법과 CRR 이항옵션 모형을 결합한 3단계 평가 프레임워크를 설계하고 22개 국방핵심기술 R&D 과제에 실증 적용하였다.

본 연구는 기존 선행연구가 변동성을 고정값으로 처리하거나 민간 기술평가 기준을 적용한 한계를 극복하기 위해 방산기업의 주가 기반 시장 변동성과 국방 도메인에 맞춤형 기술기여도를 결합한 통합 평가 체계를 처음으로 제시하였다. 또한, 실제 국방핵심기술 과제에 대한 수치적 우선순위 산출 결과를 제

공함으로써 방위사업 예산 배분 결정에 활용할 수 있는 정량적 근거를 마련하였다.

본 연구는 다음과 같은 한계를 내포하고 있다. 첫째, S_i (시장 파급 범위 계수)의 주관성 문제가 가장 핵심적인 한계이다. S_i 는 과제공고문과 국방기술기획서를 기반으로 연구자가 전문적 판단을 통해 설정한 변수로, 본 연구에서는 산업통상자원부 기술기여도 기준 및 국방기술기획서의 적용 범위 서술을 근거로 삼아 주관성을 최소화하였다. 그러나 동일한 기술에 대해 전문가 집단의 판단이 상이할 수 있다. 향후 연구에서는 방산 전문가 및 무기체계 획득 담당자를 대상으로 하는 델파이(Delphi) 기법 기반의 평가체계를 갖춘다면 보다 정교한 결과 도출이 가능할 것으로 기대된다. 다음은 무기체계 적용률(p)의 단일값 적용 한계이다. 본 연구에서 활용한 값은 최근 5년간 국방핵심기술 전체의 평균 무기체계 적용률로서 과제 유형과 관계없이 동일하게 적용되었다. 그러나 실제로는 기술성숙도(TRL), 무기체계 분류, 국산화 수준 등에 적용 가능성이 다르기에 향후 연구에서는 기술 유형 및 TRL 수준을 반영한 계층별 차별화된 무기체계 적용률을 구축한다면 본 연구에서 제안한 모델이 더욱 정교화될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Korea Institute of Science & Technology Planning and Evaluation (KISTEP), 2025 Government R&D Budget Status Analysis, Seoul: KISTEP, 2025, pp. 83–89.
- [2] Jae-Guk Lee, Jongyoung Kim, & Jong-Min Choi, 'A Study to Improve the Weapon System Application Rate of Defense Core Technology R&D,' Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, VOL. 25, NO. 2, 2024, pp. 700–706.
- [3] D. Kim, Changes in the Structure of the Defense R&D Budget and Innovation in the Acquisition System (in Korean). Defense Forum (No. 2075), Korea Institute for Defense Analyses 2026.
- [4] Hamid Noori, Managing the Dynamics of New Technology: Issues in Manufacturing Management, Prentice Hall, 1990.
- [5] Gordon V. Smith & Russell L. Parr, Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets (2nd ed.), John Wiley & Sons, 1994.
- [6] Richard Razgaitis, Valuation and Pricing of Technology-Based Intellectual Property, John Wiley & Sons, 2002.
- [7] Hyun Woo Park & Jongtaik Lee, Framework for Technology

Valuation of Early Stage Technologies, Journal of Korea Technology Innovation Society, VOL. 15, NO. 2, 2012, pp. 242-261.

[8] Korea Intellectual Property Office & Korea Invention Promotion Association, Practical Guide to Technology Valuation, Korea Invention Promotion Association, 2021.

[9] Science and Technology Policy Institute, Performance Evaluation of National R&D Projects and Utilization of Royalties Based on Technology Valuation, Science and Technology Policy Institute, 2013.

[10] Korea Institute of Science and Technology Information, Launch of STAR-Value 4.0 Online Technology Valuation System (in Korean) [Press Release], Korea Institute of Science and Technology Information, 2014.

[11] Seung-Pyo Jun, DaeHeon Choi, Hyun Woo Park, Bong-Goon Seo, & Do-Hyung Park, 'Development of Systematic Process for Estimating Commercialization Duration and Cost of R&D Performance,' Journal of Intelligence and Information Systems, VOL. 23, NO. 2, 2017, pp. 139-160.

[12] Y. Lee, Application of Technology Valuation in the Analysis and Evaluation of National R&D Programs (in Korean), Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2008.

[13] Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, Improvement Measures for the R&D Preliminary Feasibility Study System Through Comparison with Technology Valuation (in Korean), Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2018.

[14] J. M. Buchanan & G. Tullock, The Calculus of Consent: Logical Foundations of Constitutional Democracy, University of Michigan Press, 1962.

[15] Hyun-woo Koo, 'A Selective Logic of Policy Making: Rationality, Constraint, and Symbol,' Korean Journal of Public Administration, VOL. 55, NO. 4, 2017, pp. 273-306.

[16] Korea Institute of Public Administration, A Study on the Success and Failure Cases of Previous Governments Based on Public Choice Theory (in Korean), Korea Institute of Public Administration, 2010.

[17] John C. Cox, Stephen A. Ross, & Mark Rubinstein, 'Option Pricing: A Simplified Approach,' Journal of Financial Economics, VOL. 7, NO. 3, 1979, pp. 229-263.

[18] Robert K. Dixit & Robert S. Pindyck, Investment Under Uncertainty, Princeton University Press, 1994.

[19] Lenos Trigeorgis, Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation, MIT Press, 1996.

[20] J. H. Park, A Study on the Application of Real Option for the Valuation of Weapon System R&D Program Based on Binomial Option Pricing Model, Doctoral Dissertation, Kwangwoon University, 2014.

[21] B. C. Jang, U. Y. Son, & M. Y. Oh, 'Study on Estimation of the Appropriate Social Discount Rate for Evaluating Public Investment Project,' Journal of Korean Society of Transportation, VOL. 28, NO. 2, 2010, pp. 65-75.

[22] General Guidelines for Conducting Preliminary Feasibility Studies, Ministry of Economy and Finance Directive, NO. 1, Amended by Other Act, 2026.01.02.