

탐색적 요인분석을 통한 신속획득 사업선정 평가지표 구성

엄진욱, 이종윤*
아주대학교 시스템공학과

Rapid Acquisition Project Selection Evaluation index through Exploratory Factor Analysis

Jin-Wook Eom, Jung-Yoon Lee*
Division of Systems Engineering, Ajou University

요약 4차 산업혁명으로 대표되는 민간의 급격한 기술발전으로 인해 무기체계에 적용되는 기술은 국방, 민간부문 구분의 의미가 없어졌다. 이러한 기술발전 추세를 고려하여 신속히 무기체계를 획득하고자 방위사업청은 신속획득 제도를 제정하였다. 신속획득은 사업공모, 사업선정, 시제제작 또는 배치, 시범 운용, 소요 결정, 전력화 순의 프로세스로 수행된다. 사업선정은 신속획득의 대상과 요구사항을 결정하는 핵심 프로세스로서 사업 성패 관점에서 가장 중요한 과정이다. 따라서, 신속획득 사업선정 평가지표의 체계적 구성은 신속획득 제도의 성패와 직결되는 이슈이다. 본 연구의 목적은 신속획득 사업선정 평가지표의 개선을 위한 것으로 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 신속획득 제도와 유사 제도인 신개념 기술시범 제도를 비교 분석하여 기존 연구에서 제안한 평가지표의 한계를 파악하고 개선이 필요한 부분을 식별. 둘째, 식별된 내용을 바탕으로 기존 연구의 평가지표를 개선한 평가지표(안)을 구성. 셋째, 전문가 대상 설문조사로 수집된 평가지표(안)의 항목별 중요도 결과를 바탕으로 탐색적 요인분석을 수행하여 개선된 신속획득 사업선정 계층화 평가지표를 연구결과로 제시하였다. 제시한 평가지표를 활용할 경우 신속획득 사업 성공률 향상이 기대된다.

Abstract The Defense Acquisition Program Administration established a rapid acquisition system to quickly acquire weapons systems in consideration of the swift technology development trends of the private sector during the 4th Industrial Revolution. The rapid acquisition is carried out in the following sequence: project public offering, project selection, prototyping or deployment, pilot operation, requirements determination, and full deployment. Project selection for rapid acquisition is the most important process in terms of the project's success or failure. Therefore, the rapid acquisition project selection evaluation index is an issue directly related to the success or failure of the rapid acquisition system. This study was conducted to improve this evaluation index as follows: First, it compared and analyzed the rapid acquisition and the advanced concept technology demonstration system, to identify the limitations of the evaluation indicators proposed in previous research and areas that need improvement. Second, based on the identified content, an evaluation index(draft) that improves the evaluation index suggested by existing studies was constructed. Third, based on the important results collected from a survey of experts regarding the evaluation index(draft), exploratory factor analysis was performed to present an improved hierarchical evaluation index.

Keywords : Rapid Acquisition, Rapid Prototyping, Rapid Fielding, Project Selection, Systems Engineering

*Corresponding Author : Jung Yoon Lee(Ajou Univ.)

email: leejy@ajou.ac.kr

Received October 14, 2022

Accepted December 7, 2022

Revised November 2, 2022

Published December 31, 2022

1. 서론

4차 산업혁명 등 시대의 변화에 따라 기술혁신은 국방보다 민간 분야에서 빠르게 진행되고 있다. 이러한 점에 주목하여 방위사업청은 신속획득(Rapid Acquisition) 제도를 통해 성숙한 기술을 국방 분야에 신속히 적용하고 있다. 신속획득 제도는 신개념기술시범제도를 대체하여 2021년 제도화[1,2] 되었다. 신속획득은 6개월 이내 시제품 납품 및 군사적 활용성 확인을 추진하는 신속시범획득(Rapid Fielding)과 2년 이내 연구개발로 시제품을 개발하는 신속연구개발(Rapid Prototyping)로 구분된다. 신속획득 프로세스는 사업공모, 사업선정, 개발(신속 연구개발) 또는 배치(신속시범획득), 군사적 활용성 확인, 소요결정, 전력화 순이다[3,4]. 신속획득 프로세스 중 사업선정 프로세스는 신속획득 프로세스 중 최초의 의사결정 프로세스이며, 이때 사용되는 사업선정 평가지표는 선행되는 사업공모서의 작성 기준이 된다. 또한, 사업선정 결과는 이후 전체 진행 과정의 기준이 되므로 사업선정 평가지표는 신속획득 제도의 핵심 요소이다[5].

본 연구는 신속획득 사업선정 평가지표의 개선에 관한 엄진욱 외(2022)[5]의 후속연구로서 순서는 다음과 같다. 첫째, 신속획득 제도와 유사 제도인 신개념기술시범제도를 비교 분석하여 기존 연구에서 제안한 평가지표의 한계를 파악하고 개선이 필요한 부분을 식별한다. 둘째, 식별된 내용을 바탕으로 기존 연구의 평가지표를 개선한 평가지표(안)를 구성한다. 셋째, 전문가 대상 설문 조사로 수집된 평가지표(안)의 항목별 중요도 결과를 바탕으로 탐색적 요인분석을 수행하여 개선된 신속획득 사업선정 평가지표를 개발하고 이를 2단계로 계층화하여 제시한다.

2. 선행연구 고찰 및 문제 정의

2.1 신개념기술시범 제도 실패원인 고찰 및 시사점

2.1.1 신개념기술시범 및 신속획득 제도 비교

신개념기술시범(ACTD: Advanced Concept Technology Demonstration, 이하 ACTD) 제도는 “이미 성숙된 기술을 활용하여 새로운 개념의 작전운용능력을 갖는 무기체계를 개발하고 군사적 실용성 평가를 통해 3년 이내의 단기간에 입증[6]”하는 것이다. 신속획득은 “민간의 신기술을 활용한 제품을 구매하거나 개발하여 군사적 활용성을 확인 후 소요결정 및 전력화를 추진 [1]”하는 것이다.

신속획득의 두 유형을 ACTD와 요구 기술 수준, 사업추진방법, 사업추진 기간 및 후속 조치 측면에서 비교한 결과는 Table 1과 같다. 신속연구개발은 ACTD와 사업추진 기간 이외에는 실질적 차이가 없고, 신속시범획득은 요구 기술 수준이 개발을 필요로 하는 수준이 아닌 완제품 수준임을 제외하면 차이점이 없다. 종합적으로 보면 신속획득과 ACTD는 “성숙한 기술을 활용하여 군 활용성을 확인하고 전력화로 연계”한다는 점에서 제도의 성격과 적용대상이 같다. 따라서, 신속획득의 성공을 위해서는 과거 ACTD의 실패 원인과 해결방안에 대해 주목할 필요가 있다.

2.1.2 ACTD 제도 실패 원인분석 및 선행연구 고찰을 통한 신속획득 제도운영 시사점 도출

다수의 선행연구에서 ACTD 제도 실패의 핵심 원인을 과제선정 오류 및 평가 기준 미흡으로 제시하고 있다. 장원준 외(2016)는 ACTD 성과의 부진 사유를 전문가 설문문을 통해 확인한 결과, 전체의 과반수에 가까운 47%가

Table 1. Comparison of Rapid Acquisition & ACTD

Sort	Rapid Acquisition		ACTD
	Rapid Fielding	Rapid Prototyping	
Required Technology Level	End Product Level	Matuared Technology Level	Matured Technology Level
Project Proceeding Method	Purchase of A End Product	Prototype Development	Prototype Development
Project Proceeding Period	Delivery within 6 Months of Contract	Prototype development within 2 years	Prototype development within 3 years
Follow-up action	Purchase or Additional Pilot and Prototype Development Projects after Determining The Requirements		Entering the System Development or Mass Production Stage after Determining The Requirements

과제선정의 문제로 지적함을 확인하였고 이를 개선하기 위해서는 과제선정 단계에서 최종적인 국방 분야 활용에 대한 심층적인 과제선정 시스템 구축이 시급하다고 분석하였다[7]. 조수연 외(2019)는 주요 원인을 불안정한 요구사항에서 과제가 선정되는 점, 난이도가 낮은 기술을 선호하면서 창의적이고 도전적인 기술을 적용하는 것에 소극적인 점으로 제시하였다[8]. 박휘락 외(2013)는 과제 제안단계에서 소요와의 연결을 강화할 필요성을 제기하면서, 군사적으로 잠재적 필요 기술일 경우 기술 성숙도가 낮더라도 과제 제안이 가능하도록 융통성을 부여할 필요성을 주장하였다[9]. 미 회계감사원(GAO: Government Accounting Office) 보고서(2002)에서는 ACTD를 위해 제안된 기술은 성숙해야 하며, 서브 시스템 또는 구성요소 수준에서 이미 입증된 기술을 적용해야 함과 군사적 효용성을 갖는지를 판단할 수 있는 효과 및 성능 측면을 평가하여 사업을 선정 및 추진해야 함을 제시하였다[10]. 美 국방성에서 발간한 위험, 이슈 및 기회 관리 가이드(2017)에서는 무기체계 획득을 위한 적정 단계 진입을 검토하기 위한 척도로 요구사항의 안정성(Requirement Stability, 요구사항이 획득 종료 시까지 변경되는 정도[11])과 기술 성숙도를 제시하였다[12]. 정재준(2020)은 무기 개발에 있어서 가장 중요한 것은 군의 요구사항을 최대한 조기에 정하는 것이라고 하였다. 그 사유로 개발 중 또는 후에 추가 요구가 생기면 개발 기간 및 비용 증가 등의 문제가 있기 때문이라고 분석하였다[13].

위 선행연구 결과를 종합정리하면 ACTD 제도의 핵심

실패 요인은 과제선정 평가 기준 미흡이며, 이를 개선하기 위해서는 과제선정 평가 기준을 마련함에 있어서 아래 Table 2와 같이 ①평가기준 요구사항의 구체화를 통한 요구사항의 안정성(이하 요구사항의 안정성이라 한다.)과 ②기술적 성숙도, 난이도 및 창의성을 고려한 심층적인 과제선정이 필요함을 제시하고 있다. ACTD 관련 선행연구에서 분석한 결과는 신속획득 평가지표의 개선에도 적용가능하다. 따라서, 본 논문에서는 신속획득 평가지표 개선에 있어서 ①요구사항의 안정성과 ②기술 성숙도, 난이도 및 창의성을 중심으로 검토하고자 한다.

Table 2. Key Problem & Solution Analysis Results

Sort	Contents & Considerations
Key Problem	Inadequate Evaluation Criteria for Project Selection
Solution ①	Requirements Stability
Solution ②	Technical Maturity, Difficulty and Creativity

2.2 사업선정 평가지표 관련 선행연구 고찰

2.2.1 ACTD 제도 사업선정 평가지표 관련연구

ACTD 제도 사업선정 평가지표에 관한 연구를 살펴보면 아래 Table 3과 같이 미국과 국내의 차이가 있다. Matthew T.South(2003)는 미국의 ACTD 제도를 분석하여 수행 기간, 기술 성숙도, 군사적 효용성, 위험 식별 및 수용 가능성, 군사적 효용 평가 방안, 자금 지원 가능

Table 3. ACTD Project Selection Criteria or index

Matthew T.South(2003)[14]	DAPA. ACTD Project Management Guidelines(2018)[6]	Kim et al.(2015)[15]
	Necessity and Operational Concepts	Necessity and Operational Concepts
Military Effectiveness	Operational Requirements Satisfaction	Operational Requirements Satisfaction
Technology Maturity	Technology Maturity	Achieving Technological Value
Complete Time-frame	Deployment Urgency, Development Duration	Deployment Urgency
Affordability	Affordability	Cost to Effectiveness
Interoperability	Interoperability	Interoperability
Sustainability	-	-
Military Utility Demonstrations or Exercises	-	-
Sufficient Funding	-	-
Development plan	-	-
Risk Identification and Acceptability	-	-

성, 개발 계획, 경제성, 상호운용성, 지속가능성을 제시하였다[14]. 국내 ACTD 제도와 관련된 연구는 공통으로 필요성 및 운용개념, 작전 요구 충족도, 긴급성, 전력화 연계, 상호운용성, 기술 성숙도, 경제성 등을 사업선정 시 고려사항으로 제시하고 있다. 미국 ACTD 제도의 목표는 신개념에 대한 개발과 그에 대한 군사적 실용성 평가이지 무기체계를 개발하는 개념이 아님[9]에도 미국의 ACTD 사업선정을 위한 평가지표보다 무기체계 획득을 위한 국내 ACTD 제도의 평가지표의 구체성이 미흡하다는 점에서 기존 ACTD 사업선정 평가지표가 초기 요구사항을 충분히 반영하지 못하여 요구사항의 안정성이 미흡하였다는 점을 알 수 있다.

2.2.2 신속획득 사업선정 평가지표 관련 연구

관련 규정에 따른 사업선정 평가지표를 아래 Table 4와 같이 비교하면 군 운용성 및 필요성, 소요 중복성, 국내 기술 수준은 공통 항목임을 알 수 있다. 또한, 신속연구개발에서 시범 운용 가능성을, 신속시범획득에서는 국산화 및 기술 혁신성을 서로 다른 평가항목으로 제시하고 있다[2,3]. 제시된 평가지표 항목 외에도 무기체계 획득에는 상호운용성, 타 체계 영향성 등 다양한 고려요소가 존재하므로 필요로 하는 요구사항이 충분히 포함되어 있다고 하기 어렵다. 만일 부적합한 사업을 선정하면 이후 군 운용성 확인 등 원활한 진행에 어려움을 겪거나, 소요결정과 연계가 어려워지는 등의 문제가 발생할 수 있다[5].

Table 4. Evaluation index of Project Selection

Rapid Prototyping	Rapid Fielding
Military Applicability & Needs	Military Applicability & Needs
Capability Overlaps & Redundancy	Capability Overlaps & Redundancy
Domestic Technology Level	Domestic Technology Level
Possibility of pilot operation	-
-	Localization
-	Technological innovation

신속획득 제도의 역사가 짧은 탓에 관련 연구는 주로 신속획득 이후 소요 결정으로의 연계성 강화와 같은 정책적 개선 방향을 중심으로 이루어졌다.

신속획득 사업선정 평가지표 개선과 관련된 선행연구로는 최재연, 변정욱(2022)의 ‘신속시범획득 대상 사업선정기준에 관한 연구’[16]가 있다. 이 연구에서는 기존

평가지표의 ‘군 적용성’ 측면을 구체화하여 중·장기 전력소요와 중복성, 군사적 필요성, 작전운용성능, 기존 전력소요와 획득 시기 차이, 작전 효과, 시범조직 가용성 등 총 6가지를 제안하였다. 제안된 내용은 필요성이나 작전운용성능 등의 개념적 요소로써 사업선정 시 고려해야 하는 구체적인 항목을 나타내지 못하고 있어 ACTD 제도의 실패 원인분석 결과를 고려할 때 평가항목의 구체성과 충분성이 부족하다. 최근 연구로 엄진욱 외(2022)는 선행연구[5]를 통해 아래 Table 5와 같이 요구사항의 안정성이 개선된 평가지표를 제시하였다.

Table 5. Rapid Acquisition Project Selection Contents

Sort	Contents
Requirements Stability	1. Needs from Operational Context and Threat
	2. Capability Requirements and Gap/Overlaps
	3. Life Cycle Cost & Affordability
	4. Influence of Other Systems
	5. Performance for Mission Effectiveness
	6. Other System Attributes
	7. Interoperability
	8. Frequency & Electromagnetic Environmental Effects
	9. Intelligence Supportability
	10. Safety
	11. DOTmLPP-P Consideration
	12. Possibility of Pilot Operation
Technology	13. Technology Readiness
	14. National Defense Industry Policies Such As Technological Innovativeness & Localization

해당 연구에서는 Table 4의 신속획득 사업선정 평가항목과 美 합동능력통합발전체계(JCIDS: Joint Capability Integration and Development System, 이하 JCIDS)의 산출물인 초기능력서(ICD: Initial Capability Document), 능력개발서(CDD: Capability Development Document)를 분석하여 韓 신속획득 사업선정 평가지표 개선항목을 도출하였다. 이 평가지표 항목은 본 연구의 2.1절의 결론에 해당하는 Table 2의 ‘① 요구사항의 안정성’ 측면을 반영한 결과이다. 그러나, ‘② 기술 성숙도, 난이도 및 창의성’ 측면에서는 기술 성숙도 위주로만 구성되어 ACTD 등 관련 선행연구에서 개선점으로 제시한 기술적 난이도

및 창의성 등 다양한 측면을 고려한 보완이 필요하다. 또한, 사업선정시에는 한정된 예산으로 사업추진의 우선순위를 고려하여야 하므로 향후 추가 연구를 통해 계층화 분석(AHP: Analytic Hierarchy Process)이 가능하도록 사업선정 평가지표의 합리적인 구성이 필요하다.

2.3 연구방법 및 범위

선행연구 고찰을 통해 ACTD 제도와 관련한 선행연구 분석을 통해 ACTD 제도의 실패 원인을 과제선정의 평가 기준 미흡으로 분석하고, 이를 해결하기 위해 사업선정 평가 기준을 ① 요구사항의 안정성, ② 기술적 성숙도, 난이도 및 창의성으로 분석하였다. 신속획득 제도는 ACTD 제도와 유사한 특성을 가지므로 사업선정 평가지표를 개선함에 있어 ① 요구사항의 안정성, ② 기술적 성숙도, 난이도 및 창의성 측면의 고려가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 첫째, 신속획득 제도와 유사 제도인 신개념기술시범 제도를 비교 분석하여 기존 연구에서 제안한 평가지표의 한계를 파악하고 개선이 필요한 부분을 식별한다. 둘째, 식별된 내용을 바탕으로 기존 연구의 평가지표를 개선한 평가지표(안)을 구성한다. 셋째, 전문가 대상 설문 조사로 수집된 평가지표(안)의 항목별 중요도 결과를 바탕으로 탐색적 요인분석을 수행하여 개선된 신속획득 사업선정 계층화 평가지표를 제시한다.

3. 신속획득 사업선정 평가지표(안) 구성

3.1 평가지표(안) 구성 개원

본 절에서는 신속획득 사업선정 평가지표를 ① 요구사항의 안정성, ② 기술적 성숙도, 난이도 및 창의성 두 가지 관점으로 구분하여 평가항목 및 조작적 정의를 수행함으로써 평가지표(안)을 구성한다.

3.2 요구사항의 안정성 측면 평가지표(안) 구성

최근 신속획득 사업선정 평가지표에 관한 선행연구인 엄진욱 외(2022)의 연구[5]에서는 신속획득이 성숙한 기술을 바탕으로 무기체계를 획득하는 제도임에 착안하여 美 JCIDS의 산출물로 무기체계의 개념개발 단계와 체계개발 이전 단계의 고려사항을 정의하는 초기능력서와 능력개발서의 무기체계 획득 요구사항 검토 항목을 준용하여 앞장의 Table 5와 같이 평가지표 항목을 제안하였다. 이는 신속획득 사업선정 단계에서 검토해야 할 무기체계 요구사항에 관한 항목을 구체화한 의의를 지닌다. 또한, 현재까지 수행된 신속시범획득, 신속연구개발에 해당하는 41개 사업의 사업선정 및 군사적 실용성 평가결과와 연구를 통해 도출한 신속획득 사업선정 평가지표 항목을 비교분석 하여 연구결과가 요구사항의 안정성 측면을 충분히 충족할 수 있음을 검증하였다. 이러한 점을 고려하여 3.2절에서는 앞장의 Table 5 내용 중 요구사항의 안정성 측면의 평가지표를 변경 없이 활용하여 관련된 평가지표(안)을 구성하고 조작적 정의를 한다.

요구사항의 안정성 측면을 고려한 평가지표는 美 JCIDS의 산출물인 초기능력서와 능력개발서를 바탕으로

Table 6. Operational Definition of Rapid Acquisition Project Selection Contents

Sort	Major Requirements Example in MIL-STD-961E(2020)	Rapid Acquisition Project Selection Contents Related to Requirements Stability
Applicable Requirements for Operational Definition of Rapid Acquisition Project Selection Contents	1. Reliability	1. Needs from Operational Context and Threat 2. Capability Requirements and Gap/Overlaps 3. Life Cycle Cost & Affordability 4. Influence of Other Systems 5. Performance for Mission Effectiveness 6. Other System Attributes 7. Interoperability 8. Frequency & Electromagnetic Environmental Effects 9. Intelligence Supportability 10. Safety 11. DOTmLPP-P Consideration 12. Possibility of Pilot Operation
	2. Maintainability	
	3. Availability	
	4. Logistics	
	5. Human factors engineering	
	6. Environmental Conditions	
	7. Interchangeability	
	8. Product characteristics	
	9. Chemical Electrical & Mechanical Properties	
	10. Security and privacy	
	11. Interface requirements	
	12. Electromagnetic Radiation	
	13. Safety	

하고 있으므로 기본적으로는 JCIDS Manual(2018)[17]에서 제시하고 있는 초기능력서와 능력개발서에 관한 내용을 참조하는 것이 적절하다. 다만, JCIDS Manual에는 임무효과를 위한 성능(Performance for Mission Effectiveness), 기타 시스템 속성(Other System Attributes)에 해당하는 항목은 일부 예시만 제시하고 있다. 이에 대한 구체화 및 타 항목에 대한 조작적 정의를 위해 美 국방 규격서 작성 표준인 MIL-STD-961E(2020)[18]와 미 국방획득가이드북(DAG: Defense Acquisition Guidebook)(2013)[19]에 제시된 ASOE(Affordable System Operational Effectiveness) Model에서 제시하는 시스템 개발의 고려사항을 참조하였다.

MIL-STD-961E는 무기체계 개발결과를 국방 규격화하기 위한 항목 및 서식에 관한 표준이다. 국방 규격은 제품의 특성, 군수지원의 효율성, 경제적 조달, 국내의 기술 수준 및 능력 등을 고려[20]하여 작성하며, 개발과정의 최종 모습이므로 초기 요구사항을 정의하는 데 있어서 Bottom-up 접근방법으로써 좋은 수단이다. MIL-STD-961E에서는 국방 규격 제정 시 고려 가능한 총 28개 항목을 예시로써 제공하고 있다. 항목 검토 결과 개발 초기부터 고려해야 할 내용 13개 항목을 식별하였으며, 아래 Table 6과 같이 임무효과를 위한 성능, 기타 시스템 속성, 상호운용성(Interoperability), 주파수 및 전자기 적합성(Frequency & Electromagnetic Environmental Effects), 안전성(Safety) 항목에 대한 조작적 정의를 구체화하는 데 활용하였다. 나머지 15개 항목은 재료 및 공정(Materials and processes), 제작 기술(Workmanship) 등으로 무기체계 개발 이후 정의 가능하거나 검토가 필요한 항목이므로 조작적 정의 활용 대상에서 제외하였다.

ASOE 모델은 사업관리 시 고려요소의 최적 균형을 통해 투자 효과를 최대화하기 위한 것으로 주요 구성요

소는 수명주기비용(Life Cycle Cost) 및 경제성(Affordability), 기술적 성능(Technical Performance), 체계 지원성(Supportability), 프로세스 효율성(Process Efficiency)으로 구분된다[21]. 수명주기비용 및 경제성(Affordability)은 체계의 수명주기 전반에 소요되는 총 비용을 고려한 경제성을 나타내며, 기술적 성능은 임무달성을 위한 시스템 성능 속성으로 정의된다. 체계 지원성은 시스템 성능, 기능 및 우선순위에 비추어 전체 시스템이 얼마나 효과적으로 수행되는지 나타내며, 신뢰성(Reliability), 정비성(Maintainability), 지원요소(Support Features)로 정의된다. 프로세스 효율성은 물류(Logistics), 운영(Operations), 정비/유지(Maintenance), 생산(Production) 측면의 효율성에 관한 사항으로 주로 운영관리 절차 및 정책에 관한 내용을 포함한다. ASOE 모델의 세부 항목별 정의는 아래 Table 7과 같다. ASOE 모델 세부 항목별 정의는 개발결과로부터 정의될 수 있는 프로세스 효율성 항목을 제외하고 3.4절의 Table 9와 같이 조작적 정의에 반영하였다.

Table 7. Definition of ASOE Model Contents

Sort	Contents
Life Cycle Cost & Affordability	Conducting a program at a cost constrained by the maximum resources
Technical Performance	Technical Performance is realized through designed-in system functions and their corresponding capabilities. * e.g., speed, range, altitude, accuracy
Supportability	Supportability includes the design factors of the system and its product support package * Design factors: reliability, maintainability, support features
Process Efficiency	Process Efficiency reflects how well the system can be produced, operated, serviced and maintained.

Table 8. Derived Contents Related to Technology

Rapid Fielding Guidelines(2022)[3]	Related to ACTD Reasearch[8,9]	John C. Mankins (2009)[22]	Lee et al.(2018)[23]	Lee et al.(2014)[24]	Derived Contents
Domestic Technology Level	Technology Readiness	Technology Readiness	Development Level	Technology Readiness	Technology Readiness
-	Technology Difficulty	Technology Difficulty	Technology Difficulty	-	Technology Difficulty
Technological Innovativeness	Technology Innovativeness	Technology Importance	-	-	Technology Innovativeness
Localization	-	-	Project Schedule	External Dependence & Connectivity with Existing Technologies	Localization (External Dependence)

Table 9. Revised Rapid Acquisition Project Selection Contents & Operational Definition

Revised Contents	Operational Definition	Major Ref.
1. Needs from Operational Context & Threat	Need based on review of the extent to which threats are addressed in the operational environment and contributed to the achievement of operational effectiveness	JCIDS Manual(2018), ICD/CDD Writer's Guide(2009), Rapid Acquisition Guidelines(2022)
2. Capability Requirements & Gap/Overlaps	Superior and non-redundant capability requirements compared to traditional military capabilities	JCIDS Manual(2018), ICD/CDD Writer's Guide(2009), Rapid Acquisition Guidelines(2022)
3. Life-Cycle Cost & Affordability	Affordability considering total life-cycle cost to achieve and build capability requirements	JCIDS Manual(2018), ICD/CDD Writer's Guide(2009), DAG(2021)
4. Influence of Other Systems	System requirements based on interdependence or dependency with other systems	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009)
5. Performance for Mission Effectiveness	Key target performance attributes to meet capability requirements to achieve mission effectiveness * e.g. Unique Technical Performance such as load weight, detection distance, and operation duration, etc / System Supportability such as reliability and maintenance, etc	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009), MIL-STD-961E(2020), DAG(2021)
6. Other System Attributes	Other system attributes required to achieve mission effectiveness in addition to key target performance * e.g. Human System Integration, Environment Factors, Security, Open System Design, etc	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009), MIL-STD-961E(2020)
7. Interoperability	Compliance with regulatory and standard interoperability requirements * Including interface requirements for interoperability	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009) MIL-STD-961E(2020)
8. Frequency & Electromagnetic Environmental Effects	Compliance with the requirements of the government's frequency management code and electromagnetic compatibility military standards	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009) MIL-STD-961E(2020)
9. Intelligence Supportability	Possibility of the military providing non-disclosure military information necessary for the development or operation of military maps, etc. to development inst.	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009)
10. Safety	Adequacy of safety requirements considering system technical and operational characteristics or compliance with relevant standards	JCIDS Manual(2018), CDD Writer's Guide(2009) MIL-STD-961E(2020)
11. DOTmLPF-P Consideration	Impact of combat development support factors and appropriateness of development/complementation factors review results when introducing the acquisition target system group * factors : doctrine, organization, training, material, leadership/education, personnel, facilities & policy	JCIDS Manual(2018), ICD/CDD Writer's Guide(2009)
12. Possibility of Pilot Operation	Whether it is possible to test the rapid acquisition selection task, such as the military pilot organization and pilot operation environment	Rapid Prototyping Guidelines(2022), Choi et al.(2014)
13. Technology Readiness	Degree of technology maturity to reach the required performance levels within the schedule and budget	JCIDS Manual(2018), ICD/CDD Writer's Guide(2009), John C. Mankins(2009), Lee et al.(2018), Lee et al.(2014)
14. Technology Difficulty	Adequate or low technical difficulty to transform immature technology into mature technology within schedule and budget	John C. Mankins(2009), Lee et al.(2018), Cho et al.(2020)
15. Technology Innovativeness	The degree of application of key new technologies that have not been applied to the defense sector	John C. Mankins(2009), Rapid Fielding Guidelines(2022)
16. Localization (External Dependence)	Risk and management measures in terms of the supply and demand of external materials in development and production, such as supply and demand of parts from abroad, and maintenance of future operations	Rapid Fielding Guidelines(2022) Lee et al.(2018), Lee et al.(2014)

3.3 기술 측면 평가지표(안) 구성

본 절에서는 3.2절 Table 5의 기술 측면 평가지표 항목을 기술적 성숙도, 난이도 및 창의성 측면을 고려하여 검토할 수 있는 평가지표 항목으로 구체화하고 조작성 정의를 한다.

평가지표 항목 구체화를 위해 신속획득 관련 규정[3]과 앞서 2절에서 제시한 ACTD 관련 연구[8,9]에서 검토된 평가지표 항목을 먼저 제시하여 국내외 연구들과 비교분석을 다음과 같이 수행하였다.

먼저, 국외연구로 John C. Mankins(2009)[22]는 기술 성숙도, 기술 난이도, 기술 중요도를 평가항목으로 제안하였다. 항목별로 살펴보면 첫째, 기술 성숙도는 개발 성공확률을 결정하는 요인이므로 중요하다고 보았다. 둘째, 기술 난이도는 미성숙 기술을 성숙 기술로 전환하는데 있어 난이도에 따라 개발 성공확률이 좌우되기 때문에 고려하여야 한다고 했다. 끝으로, 기술 중요도는 개발 대상기술이 프로그램에 미치는 영향을 고려한 것이다.

국내 연구로는 이호진, 안남수(2018)[23]가 전력 소요 통합검증을 위해 지표를 제안한 것이 있다. 이 연구에서는 현 개발수준, 기술의 난이도, 사업 일정을 기술 평가항목으로 제시하였다. 첫째, 현 개발수준은 요구성능 대비 현 수준의 격차(gap)가 클수록 개발 위험이 크다는 점을 고려한 항목이다. 둘째, 기술의 난이도는 개발 성공확률을 고려한 개념으로 필요하다 하였다. 셋째, 사업 일정은 부품 수급 등의 외부적 요인에 의한 위험을 고려한 항목으로 정의하였다. 이윤빈, 윤지용(2014)[24]의 연구에서는 기술 위험요인을 고려한 기술적 타당성 검증을 위해 기술 성숙도, 외부 의존성, 기존 기술과 연계성을 평가항목으로 제시하였다.

본 연구에서는 위 국내외 연구결과 및 신속획득 사업 선정 평가지표 비교를 바탕으로 Table 8과 같이 기술 측면의 평가지표 항목을 도출하였다. 도출한 평가지표 항목은 다음과 같다. 첫째, 신속획득 사업이 성숙한 기술을 활용하는 것을 전제로 한다는 점에서 '기술 성숙도'를 평가항목으로 선정하였다. 둘째, '기술 난이도'는 사업 성공확률에 영향을 미치는 요인임을 고려하여 선정하였다. 셋째, '기술 혁신성'은 성숙한 기술과 낮은 난이도의 기술만으로는 신기술 적용이나 기술 중요도가 낮은 사업을 선정할 수 있으므로 평가항목으로 반영하였다. 끝으로 '국산화(외부 의존성)'는 국외로부터 부품 수급 등 측면에서 개발 일정 및 운영유지에 위험요인이 됨을 고려하여 평가지표 항목으로 반영하고 다음 장의 Table 9와 같이 조작성 정의를 하였다.

3.4 평가지표(안) 구성

3.2와 3.3절의 내용을 통해 구성된 평가지표(안)을 다음 장의 Table 9와 같이 운용환경 및 위협을 고려한 필요성(Needs from Operational Context and Threat) 등 총 16개 항목으로 구성하였다. 개별 평가지표 항목의 조작성 정의는 Table 9에서 제시된 관련 참고문헌의 정의를 무기체계 신속획득 관점에서 일부 수정하여 적용하였다.

4. 설문 조사 및 요인분석 결과

4.1 설문 조사 및 신뢰성 검증

탐색적 요인분석을 위해 방위사업청, 군, 방산 업체, 정부출연연구기관, 관련 학계에 종사하는 전문가 151명을 대상으로 설문 조사를 시행하였다. 대상자 중 무응답 16명 등 29명을 제외한 122명의 응답 내용을 본 연구의 분석에 활용하였다. 설문은 3.4절에서 제시한 평가지표(안)의 항목별로 '신속획득 사업선정 이후 소요결정에 이르기까지 전체 과정에 중요한 정도'를 5점 척도로 하여 중요도를 측정하였다. 설문 조사 결과에 대한 신뢰성 검정을 위해 측정된 Cronbach's α 값이 0.851로써 0.7 이상을 만족함을 확인하였다. 신뢰성 검증은 Jamovi Ver.2.3.16. 프로그램을 활용하였다.

4.2 탐색적 요인분석을 통한 평가지표 계층화

4.2.1 탐색적 요인분석 개요

탐색적 요인분석이란 많은 변수의 상호관련성을 이용하여 각 변수의 잠재하고 있는 공통적인 요인을 찾아내어 이를 바탕으로 전체자료의 특성, 특징을 설명하는 통계적 기법으로 평가지표와 같은 척도 개발을 위해 주로 활용되고 있다. 본 연구에서는 탐색적 요인분석을 통해 앞장의 Table 9에 제시된 각 항목(요인)의 구조를 탐색하여 개별 항목을 대표하는 상위 요인을 도출하고자 한다.

4.2.2 데이터의 적합성 평가

Bartlett의 구형성 검정 분석결과는 p값이 0.001이하로 적합하였고, 표본적합도를 평가하는 KMO 지수는 0.808로 양호 기준인 0.8을 초과하여 데이터가 표본적합도를 가지므로 요인분석에 적합함을 확인하였다.

Table 10. Results of Exploratory Factor Analysis

Contents	Factors			Uniqueness	Cronbach's α (Total : 0.851)
	1	2	3		
6. Other System Attributes	0.774			0.455	0.841
4. Influence of Other Systems	0.718			0.388	0.836
5. Performance for Mission Effectiveness	0.695			0.499	0.840
9. Intelligence Supportability	0.646			0.560	0.839
7. Interoperability	0.604			0.639	0.843
8. Frequency & Electromagnetic Environmental Effects	0.603			0.606	0.840
11. DOTmLPF-P Consideration	0.596			0.661	0.843
10. Safety	0.556			0.569	0.836
13. Technology Readiness		0.806		0.384	0.847
14. Technology Difficulty		0.731		0.429	0.841
15. Technology Innovativeness		0.712		0.478	0.844
16. Localization (External Dependence)		0.637		0.518	0.842
1. Needs from Operational Context and Threat			0.764	0.414	0.844
2. Capability Requirements and Gap/Overlaps			0.702	0.483	0.847
3. Life-Cycle Cost & Affordability			0.644	0.502	0.842
Eigenvalues	4.2823	1.5972	0.7371	-	-
% of Variance	23.5	15.2	10.8	-	-
Cumulative %	23.5	38.6	49.4	-	-

4.2.3 요인분석 결과

요인분석은 Jamovi Ver.2.3.16 프로그램을 활용하였다. 요인 추출 방식은 공통요인 분석 방법인 단일주축 분해(Principal axis factoring) 방법을 사용하였으며, 회전방식은 직각회전을 포함하는 사각회전 방법으로 널리 사용되는 Promax 방법[25]을 사용하였다. 요인분석 결과 아래 Table 10과 같이 3개의 요인으로 각 평가지표 항목이 묶이는 것을 확인하였다. 요인부하량은 0.3 이상을 충족하고 있어 우수[26]하며, 고유분산 값은 0.5 내외

로써 보통[26] 수준이다. 다만, 12번 항목인 시범운용 가능성(Possibility of Pilot Operation)은 요인부하량이 각 요인별 0.277, 0.010, 0.209로 0.3 이상을 충족하지 못하여 삭제하였다. 이 과정에서 설문에 참여한 전문가를 대상으로 인터뷰한 결과, 시범 운용 가능 여부는 제안된 과제의 성격보다는 군 시범 운용 여건 가부에 따른 것으로 타 항목과 연계성이 적으므로 평가지표로 활용하기보다는 사업선정 심의 과정에서 군 의견을 반영하는 것이 바람직하다는 의견을 고려하였다.

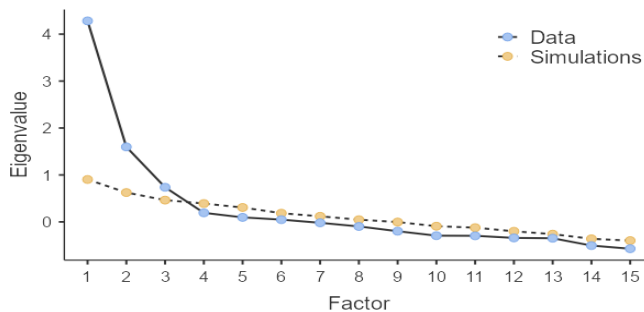


Fig. 1. Scree Plot

요인의 수는 Fig. 1과 같이 스크리 도표 방법을 활용하여 고유값(Eigenvalues)이 완만해지는 지점 바로 직전에 있는 요인의 개수를 대상[27]으로 3개로 결정함이 적절함을 확인하였다. 요인 수 결정 시 고려하는 요소인 누적 분산비(Cumulative %)도 관련연구[28]에서 제시하고 있는 40% 이상을 충족하고 있다.

4.2.4 계층화 평가지표 구성

위와 같이 탐색적 요인분석을 통해 도출된 3개의 요인별로 요인 이름을 명명하였다. 요인1은 시스템 개발을 위한 요구사항을 중심으로 구성된 점을 고려하여 시스템 요구사항(System Requirements), 요인2는 기술 성숙도, 난이도 및 창의성 등에 관한 내용으므로 기술적 타당성(Technical Feasibility), 요인3은 필요성, 능력 및 경제성을 종합 고려하고 있는 점을 고려하여 운용효과 및 경제성(Operational Effectiveness & Affordability)으로 하였다. 이를 바탕으로 Table 11과 같이 최종 평가지표 항목을 계층화하여 향후 가중치 부여 및 평가결과 계산을 위한 Level 1, Level 2의 2단계 구조로 구성하였다.

Table 11. Name of Factors

Contents	
Level 1	Level 2
Operational Effectiveness & Affordability	Contents 1 ~ 3 in Table 9
System Requirements	Contents 4 ~ 11 in Table 9
Technical Feasibility	Contents 13 ~ 16 in Table 9

5. 결론

본 연구는 엄진욱 외(2022)의 연구[5]의 후속연구로써 기존 연구에서 제안한 신속획득 사업선정 평가지표의 개선 및 계층화를 위해 다음과 같이 두 가지 단계로 수행하였다. 먼저 선행연구 고찰을 통해 기존 연구결과에서 제시한 평가지표 항목을 개선하여 기술적 측면의 평가지표 항목을 기술 성숙도 외에 기술적 난이도, 기술 혁신성, 국산화(외부 의존성) 3가지 항목을 추가하여 구체화하였고, 조작적 정의를 수행하여 총 16개 항목으로 구성된 평가지표(안)을 제시하였다. 다음으로 평가지표(안)에 대한 설문 조사를 수행하고 데이터의 탐색적 요인분석 결과 구성된 평가지표 항목에서 3개의 대표 요인을 도출하였고, 이를 각각 운용효과 및 경제성, 시스템 요구사항, 기

술적 타당성으로 정의하여 계층화 평가지표를 구성하였다. 이 과정에서 요인분석 결과 요인부하량이 유의하지 않고 전문가 인터뷰 결과 신속획득 사업선정 평가항목과 성격이 다소 차이가 있는 시범 운용 가능성 항목을 제거하였다.

본 연구는 기존 엄진욱 외(2020)[5]의 연구를 발전시켜 신속획득 사업선정 평가지표를 기술적 타당성을 강화하여 구체화 함으로써 향후 신속획득 사업선정 시 체계적인 평가지표의 적용이 가능하다는 점에서 의의가 있다. 다만, 제시된 평가지표는 항목별 적정 평가점수가 마련되어 있지 않아 사업선정 과정에서 다수 사업의 우선순위를 도출하기에 충분하지 않다. 예산의 한정성을 고려 시에도 사업선정 평가지표는 사업추진의 우선순위를 정하는데 활용할 수 있도록 개발될 필요가 있다. 이를 위해서는 향후 추가 연구를 통해 계층화 분석(AHP: Analytic Hierarchy Process)이 가능하도록 사업선정 평가지표의 합리적인 구성이 필요하다. 추가 연구가 수행된다면 우선순위 평가를 포함한 효율적인 신속획득 사업선정에 활용 가능한 평가지표가 될 것이다.

References

- [1] DAPA. 2021. Defense Project Management Regulations. DAPA.
- [2] DAPA. 2021. ACTD Project Management Guidelines. DAPA.
- [3] DAPA. 2022. Rapid Fielding Acquisition Project Management Guidelines. DAPA.
- [4] DAPA. 2022. Rapid Prototyping Acquisition Project Management Guidelines. DAPA.
- [5] J.W. Eom, J.Y. Lee, "Improvement of Evaluation index for Rapid Acquisition Project Selection through US Defense Acquisition System Analysis", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 23, No. 11, pp. 331-340, Nov. 2022. DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.11.331>
- [6] DAPA. 2018. ACTD Project Management Guidelines. DAPA.
- [7] W.J.Jang, M.J.Kim, H.K.Min, C.J.Lee, Environmental Changes and Development Challenges of the Defense R&D System, Research Report, Korea Institute for Industrial Economics & Trade, Korea, pp.239-242, 2016. <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE11119657>
- [8] H.K.Cho, S.Y.Cho, A Study on the Improvement of the Advanced Concept Technology Demonstration System

- (ACTD) Considering the Rapid Development Trend of the Private Sector, Defense & Technology, 2019, Vol 488, pp.128-143.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09218854>
- [9] H.R.Park, Y.S.Kwon, K.M.Choi, I.K.Kim, A Study on the Analysis and Efficient Operation of the Advanced Concept Technology Demonstration System, Research Report, Korean Research Institute for Military Affairs, Korea, pp.165-166, 2013.
<http://dl.nanet.go.kr/law/SearchDetailView.do?cn=NONB1201417779>
- [10] GAO, Defense Acquisitions Factors Affecting Outcomes of Advanced Concept Technology Demonstrations, GAO-03-52, 2002. 12.
- [11] D. Francis Xavier Christopher, E.Chandra, "Prediction of Software Requirements Stability Based on Complexity Point Measurement Using Multi-Criteria Fuzzy Approach", *International Journal of Software Engineering & Applications(IJSEA)*, Vol.3, No.6, Nov. 2012.
 DOI: <http://doi.org/10.5121/ijsea.2012.3608>
- [12] US DoD. 2017. DoD Risk Issue and Opportunity Management Guide. US DoD.
- [13] J.J.Jung, A Study on the Establishment of Rapid Acquisition System for National Defense, Policy Report, The National Diplomatic Academy, Korea, pp.23-24, 2010.
<https://www.training.go.kr>
- [14] Matthew T. South, *Transitioning Advanced Concept Technology Demonstrations to Acquisition Programs*, Master's thesis, Naval Postgraduate School, pp.22-23, 2003.
<http://hdl.handle.net/10945/6142>
- [15] H.B.Kim, J.S.Lee, "A Study on the ACTD Applied for Acquisition of Weapon Systems", *Journal of the Korea Association of Defense Industry Studies*, Vol. 24, No.1, pp.11-27, Mar. 2017.
<http://www.riss.kr/link?id=A103591223>
- [16] J.Y.Choi, J.W.Byun, "A Study on the Selection Criteria for Target Project of the Rapid Demonstration Acquisition", *Journal of the Korea Association of Defense Industry Studies*, Vol. 29, No. 1, pp.55-68., April 2022.
 DOI: <http://doi.org/10.52798/KADIS.2022.29.1.5>
- [17] US DoD. 2018. Manual for The Operation of The Joint Capabilities Integration and Development System. US DoD.
- [18] US DoD. 2020. Defense and Program-Unique Specifications Format and Content(MIL-STD-961E), US DoD.
- [19] US DoD. 2013, Defense Acquisition Guide Book, US DoD.
- [20] DAPA. 2022. Guidelines on the Formation and Preparation of Defense Specifications and Standards. DAPA.
- [21] US. Defense Acquisition University, Affordable System Operational Effectiveness (ASOE) Model [Internet], US. Defense Acquisition University, No date, Available From:
<https://www.dau.edu/acquipedia/pages/articledetails.aspx#1553> (accessed Sep. 22, 2022)
- [22] John C. Mankins, "Technology readiness and risk assessments: A new approach", *Acta Astronautica*, Volume 65, Issues 9-10, November-December 2009, pp.1208-1215.
 DOI: <http://doi.org/10.1016/j.actastro.2009.03.059>
- [23] H.J.Lee, N.S.Ahn, "Study on the Priority of Defense R&D Project for Verifying Weapon Systems Requirement", *Journal of the Korean Association of Defense Industry Studies*, 2018, vol.19, no.5, pp. 153-159.
 DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.5.153>
- [24] Y.B.Lee, J.W.Yoon, "Analysis of Risk Factors in Ex-Ante Evaluation of Large-Scale Government R&D Programs", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, vol.17, no.2, pp. 289-308, Jun. 2014.
<https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201426955812077.page>
- [25] W.J.Seo, S.M.Lee, M.R.H.Kim, J.J.Kim, "Exploratory Factor Analysis in Psychological Research: Current Status and Suggestions for Methodological Improvements", *Journal of Institute for Social Sciences*, vol.29, no.1, pp. 177-193, Jan. 2018.
 DOI: <http://doi.org/10.16881/jss.2018.01.29.1.177>
- [26] J.H.Cho, S.H.Kim, J.H.Roh, "A Study on Road Characteristic Classification using Exploratory Factor Analysis", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol.26, no.102, pp. 53-66, Jun. 2008.
<https://scholarworks.bwise.kr/erica/handle/2021.sw.ERICA/42889>
- [27] E.S.Cho, T.S.Heo, "Determining the Number of Factors in Exploratory Factor Analysis: Focusing on SPSS R-MENU", *Journal of Product Research*, vol.35, no.6, pp. 27-40, Dec. 2017.
 DOI: <http://doi.org/10.36345/kacst.2017.35.6.004>
- [28] J.S.Cho, H.K.Kang, J.H.Bak, J.Y.Lee, "A Study on Constructs of Grammar Inquiry through Exploratory Factor Analysis -Focusing the self-awareness of high school learners-", *The Society Of Korean Language Educations*, no.157, pp.37-67, Aug. 2017.
<http://www.riss.kr/link?id=A103183065>

엄진욱(Jin-Wook Eom)

[준회원]



- 2013년 1월 : 국방대학교 국방관리대학원 무기체계학과 (석사)
- 2013년 3월 ~ 2021년 11월 : 방위사업청 계약/사업관리 담당
- 2018년 1월 ~ 2019년 1월 : 연합사단협조단 정비/탄약장교
- 2021년 11월 ~ 현재 : 육군본부 전력화관리장교

<관심분야>

시스템엔지니어링, 시스템 사고, 국방획득, 정보통신

이중윤(Jung-Yoon Lee)

[정회원]



- 2004년 2월 : 아주대학교 공학대학원 시스템공학과 (시스템공학박사)
- 2001년 1월 ~ 현재: 한국시스템엔지니어링학회(KOSSE) 부회장
- 2012년 3월 ~ 2020년 12월 : 포항공과대학교 GEM/GIFT 교수
- 2021년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 시스템공학과 교수

<관심분야>

시스템엔지니어링, 시스템 아키텍처, 개념설계, 시스템 사고