

전력지원체계의 체계적 획득전략 수립을 위한 기술조사·분석 기법의 개발 및 적용

황영선, 이동현*
국방기술진흥연구소

Development of Technology research and analysis method for acquisition strategy of Combatant support systems

Yong-Son Hwang, Donghun Lee*

Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement

요약 국방과학기술혁신 촉진법의 시행에 따라, 전력지원체계에도 무기체계와 같이 소요기획 및 기술조사·분석 등 시스템 공학에 기반한 체계적인 획득 절차가 정립되었다. 획득이 요구되는 품목 또한 무인 및 자동화 장비, 로봇류 등 4차 산업의 발전에 따라 사물인터넷(IoT), 드론, 인공지능(AI) 등이 결합된 장비류로 변화되고 있으며, 이에 따라 기존에 수행되던 기술수준조사의 발전이 요구되고 있다. 본 연구에서는 전력지원체계 기술조사·분석법을 개발하여 기존의 기술수준조사 보다 더 고도화된 연구결과를 제공할 수 있도록 하였다. 이를 위해 MIL-STD-961을 기반으로 전력지원체계 특성에 맞게 군사요구도 항목을 표준화하여 군 요구사항을 분석하고, 대상 품목별 작업분할구조(WBS)와 핵심기능을 이용하여 핵심기술요소(CTE)를 도출하였으며, 하나의 군사요구도만을 제시한 전의 방법과는 다르게 획득시기 및 국내 산업 발전, 기술 수준을 고려한 범위형 군사요구도를 제시하였다. 또한 기술성숙도(TRL) 결과를 분석하여 획득방안을 더 구체화하고 이에 따른 비용분석을 실시하였다. 본 연구에서 제시된 전력지원체계 기술조사·분석법을 적용하여 이전의 기술수준조사 보다 더 체계적인 전력지원체계 획득전략을 수립하고, 군수품 품질 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract In combatant support systems, a systematic acquisition procedure based on system engineering was established. Items requiring acquisition are changing into equipment that combines IoT(Internet of Things) and drones. This study developed the technology research and analysis method for the combatant support systems to provide more advanced results than the previous technology-level survey. Based on MIL-STD-961, the list of required operational capability (ROC) was standardized according to the characteristics of the combatant support systems, and the critical technology element (CTE) was derived using the work breakdown structure(WBS) and range type required operational capability (ROC) was presented considering the acquisition period and domestic industrial development. The acquisition method was further specified by analyzing the results of technology readiness level (TRL), and cost analysis was conducted accordingly. This method can help establish a more systematic acquisition strategy of combatant support systems than before and contribute to improving the quality of munitions.

Keywords : Technology Research and Analysis, Combatant Support Systems, Technology Readiness Level, Range Type ROC, Critical Technology Element

*Corresponding Author : Donghun Lee(Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement)
email: leedonghun@krit.re.kr

Received February 22, 2023

Revised March 24, 2023

Accepted April 7, 2023

Published April 30, 2023

1. 서론

전력지원체계는 무기체계를 지원하기 위한 물자, 장비 등을 통칭하는 명칭으로 무기체계를 제외한 군수품을 지칭한다. 이는 식품류, 피복류와 같은 단순한 전투물자에 서부터, 탄착군 추적 장비, 지하정찰용 드론 등과 같은 첨단기술을 필요로 하는 장비류까지 매우 그 범위가 넓다. 이 중 고도의 기술을 확보할 필요가 있는 품목들은 무기체계 획득전략 수립에 필수적으로 수행되는 기술수준조사를 실시하여 이에 대한 획득전략을 무기체계와 같은 방식으로 확보하여 왔다[1,2]. 하지만 전력지원체계는 무기체계보다 획득 및 전력화되어야 하는 기간이 매우 짧고, 국내에 다양한 민간기술주체와 협력하여야 하는 환경으로 인하여 무기체계 획득에 사용되는 기술수준조사 방법을 그대로 준용하여 활용하기에는 한계가 있다[3].

무기체계는 획득기간과 시기를 고려하고, 경제적으로도 효율적인 획득을 위하여, 기술수준조사 및 선행연구 등 많은 시스템 공학적인 기법과 제도를 바탕으로 제품 및 기술의 기획과 획득방법부터 전략적인 접근을 시행한다. 그 중 국방과학기술조사서를 통한 기술수준조사는 8대 무기체계를 기반으로 하여 미래무기체계에 필요한 국방과학기술을 평가하거나, 최고기술보유국과의 기술수준 격차를 파악하고 이를 추격하기 위한 추격 전략의 결정 요소로 활용되어 왔다[4]. 전력지원체계는 2013년 최초로 기술수준조사가 수행되면서 무기체계와 같이 체계적인 획득을 위해 핵심기술요소 선정, 선진국과의 기술차이 도출 등을 통해 기초적인 자료를 확보하여 왔다. 하지만 획득 및 도입전략 수립 시, 해당 기술을 보유하고 있는 산·학·연이 군의 획득체계를 이해하지 못하거나, 군수품의 특성에 맞는 주변기술들에 대한 기획력 및 개발 경험이 부족하여 많은 문제점이 발생하였다[5]. 또한 천문학적 연구개발 비용과 비교적 긴 개발 및 획득 기간을 투자하여 첨단 무기체계를 도입하는 것과는 달리 전력지원체계는 보통 1-3년 정도의 획득 및 전력화 기간이 투자되고, 그 개발비용도 상대적으로 매우 적은 실정이다[2]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 전력지원체계 기술수준조사는 획득기간의 단축과 효과적인 민간기술의 도입을 위하여 그 방법론을 계속 발전시켜왔다. 단순한 기술수준의 평가 외에도 도입방법의 제시 등 획득을 위한 세부 자료조사 및 연구결과가 함께 제시되기 시작하였으며, 국외 최고수준의 기술수준과의 격차 비교 등은 더 이상 수행되지 않고 있다.

한편, 2021년 국방과학기술혁신 촉진법의 시행되면서

서, 전력지원체계 분야의 획득 절차에도 많은 변화가 발생하였다. 정부주도 연구개발, 업체주관 연구개발로 단순한 수요 요구 발생에 따라 연구개발 되던 전력지원체계 분야에서도 시스템 공학적인 획득방법 요구되었다. 하지만 기존의 연구개발 방식으로는 체계적인 자료 수집 및 획득목표 설정이 불가능하였으며, 기존의 전력지원체계 기술수준조사 방식으로는 획득할 수 있는 정보가 한정되어 세부적인 소요기술의 식별이나, 획득 예상금액 및 기간 등의 구체적인 목표 설정이 불가능하였다. 이에 따라 선행연구 및 소요기획이 전력지원체계 기술에 대한 발전목표 및 기본방향, 진흥정책, 자원배분 및 투자방향 설정 등에 활용하기 위한 기반업무로 새로이 제시되었으며, 기술수준조사는 조사·분석 단계로서 자료 및 비용조사, 획득 가능성 등을 평가하는 기능에 대한 강화가 요구되기 시작하였다.

기존의 소요요청·제기 단계에서는 소요기획서가 새로 만들어지며, 각 군 및 국방부에서 요구하는 연구개발에 대한 중복성 검토 및 획득시기 등을 구체화 하였다. 또한 민간 산·학·연이 제기하는 품목 및 기술에 대한 소요를 받아 군에서 소요 제기된 품목에 대한 적용 등을 검토하여 효과적으로 민간기술을 도입하고, 획득시기를 단축할 수 있도록 하였다. 이에 따라 기술수준조사 단계에서의 기능이 매우 강화되었는데, 이로 인해 군에서 제기된 성능형 군 요구사항에 대한 구체화와 획득방안의 도출, 사업계획(안)까지 도출하게 되었다.

기존의 기술수준조사 선행연구에서는 무기체계의 기술수준조사 방법을 준용하여 전력지원체계 기술수준조사 방법을 개발하였으며, 연구를 통해 선진국과 국내기술수준과의 차이점을 비교 분석하고, 작업분할구조(Work Breakdown Structure, WBS)를 제시하였다[3]. 하지만 국방과학기술혁신 촉진법의 시행 이후 아래 Table 1과 같이 무기체계의 선행연구에서 도출되던 결과가 추가적으로 요구되기 시작하였고, 기술수준조사 외에 획득하고자 하는 결과를 도출하기 위한 연구방법론을 추가로 개발하여 적용하게 되었다. 이는 전력지원체계 분야에 대한 선행연구 방법론이 현재까지 미정립되어, 기술수준조사에서 무기체계 선행연구로 진행되었던 부분까지 연구영역을 확장한 것으로, 전력지원체계 기술조사·분석은 무기체계 선행연구에서 수행하던 기술성숙도(Technology Readiness level, TRL) 평가, 군사요구도(안)(군 소요 ROC 분석), 획득방안(안), 사업계획(안)을 추가적으로 제시하게 된 것이다.

전력지원체계 기술수준조사 방법의 변화와 도출결과

에 대한 범위가 크게 증가되면서 국방과학기술혁신 촉진법 시행 이후 기술조사·분석이란 용어로 정의되었다. 전력지원체계 기술조사·분석은 기존의 기술수준조사 외에도 연구대상 품목의 운용개념과 적용기술 분석, 선진국 수준의 군사요구도와 즉시 획득 가능한 군사요구도를 고려한 범위형 군사요구도의 도출, 개조구매, 연구개발 등 획득방법에 대한 고찰, 구체적인 도입방법의 제시 등을 전략적으로 하게 된다.

Table 1. Range of technology level survey and precedent study on weapon systems and combatant support systems

Weapon systems(critical technology)	
〈Technology level survey〉	〈Precedent study〉
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weapon systems technology analysis (pre-WBS) ▪ Domestic and foreign technology level analysis ▪ Investigation of technology development trends ▪ Future technology prediction survey 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operating concept, ROC analysis ▪ (Technical) TRL assessment ▪ (Economic) Cost analysis ▪ (Policy) Ripple effect analysis ▪ Acquisition method, project promotion plan
Combatant support systems	
〈Technology level survey〉	〈Precedent study〉
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigation of technology development trends ▪ Domestic and foreign technology level analysis ▪ TRL assessment, Cost analysis ▪ ROC, Acquisition method ▪ Project plan 	Not defined

본 연구에서는 국방과학기술혁신 촉진법(2021)의 시행 및 전력지원체계 특성에 맞게 기존에 수행되던 전력지원체계 기술수준조사 방법을 고도화하여 전력지원체계 기술조사·분석 방법을 개발 및 적용하였다.

2. 기술조사·분석 방법의 개발 및 적용

전력지원체계 기술조사분석의 수행방법은 기존의 전력지원체계 기술수준조사의 수행방법을 고도화 하여 개발하였다. 과거 기술수준조사는 군 운용개념 파악, 국내·외 개발동향 분석, WBS(Work Break down Structure) 도출의 순로 진행되었다[3]. 하지만, 무기체계의 선행연구에서 연구되던 획득비용, CTE, TRL 등이 전력지원체계 분야에서도 요구됨에 따라 필요에 따라 기술조사·분석에서는 군 요구사항 분석이 필수적인 프로세스로 추가되었으며, WBS 도출 이후 핵심기술요소

(Critical Technology Element, CTE)의 선정과 기술성숙도 평가(Technology Readiness Assessment, TRA)가 함께 수행하도록 하였다. 특히 기존의 전력지원체계 기술수준조사와 가장 크게 다른 점은 최고수준의 기술의 획득을 목표로 하여 그 결과를 제시하던 기존의 방식과 달리, 계획된 운용 및 획득 목표 기간을 고려하여 현재 기술수준에서 획득할 수 있는 군사요구도 2 안을 함께 제시하는 것이다. 또한, 도출된 결과를 종합하여 획득방법(안) 및 획득비용에 대한 최종적인 결과를 함께 제시하여 획득의 최종적인 의사결정의 판단자료로서 활용될 수 있도록 하였다. 아래 Fig. 1은 전력지원체계 기술조사·분석에 대한 프로세스 모식도이다.

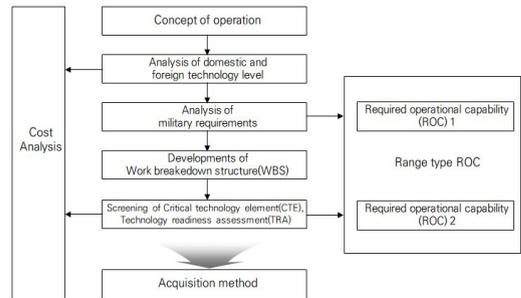


Fig. 1. Process of Development of Technology research and analysis method for Combatant support system

2.1 군 운용개념 파악 및 자료수집을 통한 현황 분석

조사분석 대상품목에 대한 군의 운용개념 및 유사품목 현황, 요구사항을 명확히 분석하여야 한다. 특히 최근 수요가 제기되는 전력지원체계 품목의 경우 기술의 발전과 군사전략의 변화로 인하여 드론류와 같이 무기체계와 함께 운용되거나, 무기체계에서 활용되는 기술이 적용되는 품목의 소요요청이 많다. 따라서 전력지원체계 품목으로 분류되더라도 무기체계에서 활용되는 기술 등을 이용하여 연구개발 및 개조개발 등이 진행되어야 하는 품목을 미리 구분하여 전략적으로 무기체계로서 획득이 유리한 것인가를 판단하여야 한다. 이를 위해 무기체계 기술수준조사 및 선행 연구자료 등을 이용하여 관련 기술과 품목이 무기체계에 탑재되거나 해당 기술이 활용되고 있는지 확인하고, 유사품목이나 체계가 존재하는지 확인한다. 유사품목 또는 체계가 존재하는 경우, 운용상태를 파악하고 기존 규격, 결함 발생원인, 개선 요구사항 등을 확인하여 문제점 및 필요성을 분석한다. 이때 요구대상 품목 외에 새로운 기술이 적용된 제품 등이 동일한 효과를

상세하게 작성한다. 부분기술, 표준, 특허 등에 대한 분석이 함께 이루어지며, 품목이나 기술의 수에 맞추어 선진국 성능 수준 항목의 열을 늘려가며 입력하게 된다.

적정 선진국 성능 수준 항목에서는 유사품목별 선진국 성능 수준에서 작성된 자료를 기반으로 적정 수준을 하나의 열로 정리하여 작성하게 된다. 단, 각 적용 기술의 특성이나 다른 기술과의 상호연계성에 따라 상반된 수치를 적용하여야 하는 경우 이를 반영하여 수치를 정하게 된다. 일례로 배터리의 용량과 무게에 대한 요구사항은 반비례적인 성격을 가지고 있으므로 이에 대하여 조사된 자료를 바탕으로 최적의 성능치를 도출한다.

앞서 작성된 군 소요성과 적정 선진국 성능 수준 항목을 종합하여 군사요구도 1안을 도출한다. 군사요구도 1안은 군에서 요구하는 성능을 기반으로 선진국 성능 수준을 고려하여 그 성능 및 수치 등을 구체화한 것이다. 예컨대 군 소요 성능이 선진국 수준보다 터무니없이 높게 설정되거나, 선진국 수준을 고려하였을 때 더 높은 성능 구현이 가능하나 지나치게 낮게 설정되었을 경우, 이를 조정하여 적절한 수준으로 나타낼 수 있다.

적정 국내 성능 수준과 유사품목별 국내 성능 수준 항목의 경우 국내에서 개발되거나 제조되는 동일·유사품목 및 기술에 대하여 조사된 수치를 제시하게 된다. 이 역시 국내 성능 수준 조사가 먼저 선행된 후에 이를 종합하여 적정 국내 성능 수준을 도출하여야 한다. 이는 앞단의 적정 및 유사품목별 선진국 성능 수준 내용과 같이 특허, 표준, 부분기술 등에 대하여 조사되나, 반드시 국내 해당품목 또는 유사품목, 유사기술 등을 제조, 연구하는 산·학·연 전문가와의 인터뷰 및 방문 조사를 반드시 함께 진행하여야 한다.

이는 현존하는 기술의 수준뿐 아니라 획득시점에서의 기술수준을 고려하기 위해서이다. 이를 통해 현재 국내 개발 가능한 수준과 보유 기술의 수준을 개략적으로 파악하고, 국내에 확보된 인적·물적 자원이 어느 정도인지를 파악하게 된다. 이 과정 중 추가로 수집된 자료와 자문 등을 통해 앞에서 작성된 항목들에 대한 수정 등이 가능하며, 이때 조정된 수치나 항목들을 바탕으로 선진국 수준의 군사요구도 1안을 재제정 한다. 이는 군이 소요제기 시 제시하는 성능형 요구사항을 객관적으로 수치화하여 국내에서 추가적으로 개발하거나 획득하여야 하는 기술을 가시화 시켜준다.

한편, 군사요구도 1안을 도출하는 과정 중 선진국보다 국내의 기술수준이 더 뛰어난 경우도 있으며, 획득하고자 하는 기술에 대한 선진국 기술수준을 추격하는 것이

아니라 추월하는 하는 목표가 설정되기도 한다. 일례로 한국의 경우 운용 요구 온도가 4계절에 의하여 그 범위가 매우 넓다. 이에 따라 조사·분석 대상품목의 선진기술을 북유럽, 사막지역 등의 국가가 소유하였을 경우, 획득하고자 하는 품목은 해당 국가에서 운용하는 것보다 더 넓은 운용온도 범위를 요구하게 된다. 따라서 온도와 관련된 성능의 경우 선진국을 추월하는 목표가 제시되거나, 이를 추월하는 기술이 요구된다.

2.4 작업분할구조(WBS) 도출

작업분할구조는 Work Breakdown Structure(WBS)로 지칭되며, 하나의 체계를 개발, 양산하는 과정에서 소요되는 업무를 구조적으로 분할하는 분석방법이다. 이러한 WBS는 일반산업에서 획득 계획 수립, 일정관리, 위험분석 등 광범위한 용도로 활용되어 왔다. 국방분야에서는 무기체계의 획득과 개발을 위해 핵심기술 연구개발과 기술성숙도 평가를 WBS에 기반하여 수행하도록 예규에 명시되어 있다[6]. 특히 MIL-STD-881E로 WBS(DoD, 2020)의 기본 형태를 기반하고 있으며, 연구개발, 양산, 운용 등 전 순기에 걸쳐 정의가 가능하고 개발 및 유지하도록 되어 있다. 전력지원체계 기술조사·분석에서는 대상에 품목에 대한 WBS를 아래 Fig. 2과 같이 작성하여, 이를 기반으로 핵심기술요소(Critical Technology Element, CTE)와 TRL(Technology Readness Level)을 도출하고, 비용분할구조(EBS) 산출을 통한 비용분석, 획득방법 결정 등에 활용되게 된다. 이때 작업분할구조는 제품의 HW/SW뿐 아니라 시설, 자료, 서비스 등으로 이루어지는 제품중심의 트리구조로 작성되며, level 3 또는 level 4까지 작성되는 것을 원칙으로 하였다[7].

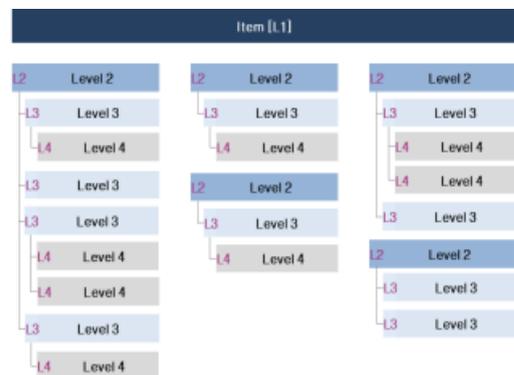


Fig. 2. Example of combatant support systems WBS

이는 MIL-STD-881에서 10대 무기체계를 기반으로 WBS 구조를 제공하고 각 사업의 특성에 맞게 테일러링 하도록 되어 있는 것을 준용한 것이다. 이러한 방법론은 현재 조사대상 전력지원체계 품목들이 체계가 아닌 단일 품목으로 지정되어 조사가 수행되지만, 드론 및 차량류와 같이 기존 무기체계와 연동되거나 유사한 품목이 존재하는 경우가 많아 이에 대한 선행연구자료를 참조하여 작성이 가능하기 때문이다. 반면, 해당 품목에 대한 연구가 미비하거나, 새로운 개념의 연구개발 품목의 경우 각 품목의 기술적 특징에 따라 WBS의 범위를 한정하여 제시할 수 있도록 하였다. 일 예로 고효율의 액상 수소운반체 물질은 수소와 결합하여 이를 안전하게 저장하고, 운송 후 탈수소화 반응으로 수소를 연료화 할 수 있는 상태로 배출하는 유기화합물질이다. 이는 현존하는 기술력으로는 단일 화합물질에 대한 탐색수준인 것을 확인할 수 있었다. 따라서 해당 WBS는 1단계만 제시하였다. 향후 기술의 발전에 따라 해당 물질의 효율적 화학 구조를 탐색하고 합성하는 수준까지 도달할 경우 추가적인 WBS 제시가 가능하다. 또한 여러 장비 및 기술이 복합적으로 필요한 Payload 200kg이상 수소용 드론과 같은 체계의 경우, 향후 군수지원 및 유지보수, 운용 등의 측면을 고려하여 체계를 표현할 수 있도록 하였으며, 세부 기술사항에 대한 것은 level 4까지 표시 할 수 있도록 하였다. 이는 향후 비용분석 시 활용이 제한될 수 있어, 복합체계의 경우 비용분석단계에서 이를 새로 단일품목별로 WBS를 다시 제시하는 방식을 사용하였다.

이는 기초적인 수준의 기술이나, 아이디어 수준의 품목에서부터 복합적인 체계장비까지 조사·분석을 수행하는 전력지원체계 기술·조사 분석의 특징이라 볼 수 있다.

2.5 핵심기술요소 도출 및 기술성속도평가

핵심기술요소(Critical Technology Element, CTE)를 도출하기 위하여 상기 과정에서 작성된 작업분할구조(WBS)와 군사요구도 1안을 활용하게 된다. 먼저 군사요구도 1안 중 핵심성능을 군 운용목표와 환경에 따라 동정하게 하고, 이를 조사·분석대상의 WBS와 매칭하여 핵심기능을 뽑아낸 후, 이 핵심기능을 구현하기 위한 CTE 후보를 도출하게 된다.

핵심기술요소(CTE) 후보군은 한 개의 핵심기능을 구현하기 위하여 여러 가지 복합기술이 적용될 수 있는데, 이때는 관련 기술 모두를 CTE 후보군으로 선정한다. 핵심기술요소(CTE)의 후보군 선정 시 기술 및 제품구현에 우선성을 부여하기 위하여 산업군의 전문가의 자문과 함

께 이를 도출하게 된다. 이렇게 도출된 CTE 후보군을 토대로 3인 이상의 산·학·연 전문가 집단과 인터뷰 방식을 통해 CTE 선정 및 기술성속도 평가(Technology Readiness Assessment, TRA)가 이루어 진다. 핵심기술요소 선정 시에는 다수의 전문가가 핵심기술요소(CTE) 체크리스트를 활용하여 토의를 통해 이를 선정하게 된다. 이때 모든 전문가가 동의할 때까지 토의가 이루어지며, 토의 시 수집된 관련 자료가 제공된다.

아래 Table 3의 CTE 체크리스트는 무기체계 기술수준조사 시 활용되는 서식을 준용하였으며, 군의 운용요구사항, 비용, 일정 등에 영향을 주는 요소를 반드시 충족해야만 CTE로 선정될 수 있도록 하였다. 이는 전력지원체계 기술조사·분석 대상 품목의 획득목표 일정과 비용 등을 고려하여 설정하였으며, 중요도 및 우선순위를 부여할 수 있도록 추가적으로 다른 항목이 충족이 되어야만 CTE로 선정될 수 있도록 하였다[7]. 이렇게 도출된 CTE는 기술성속도(TRL) 평가가 이루어지게 되는데, 이 또한 3인 이상의 전문가가 아래 Table 4와 같은 TRL 체크리스트를 기반으로 한 토의를 통해 이루어진다.

Table 3. Example of CTE checklist

Checklist	CTE	CTE 1	CTE 2	CTE 3	CTE 4	
1. Does the technology have a significant impact on operational requirements, costs, schedules, etc.?						must meet
2. Does the demonstration of the technology include risks or is the technology a major development in the target business?						meet at least one
3. Is the technology new or original?						
4. If the technology has been successfully applied in the past, are there any changes during this development?						
5. Is the technology applicable to the new operating environment?						meet at least one
6. Is the technology expected to require performance exceeding the initial required performance?						
CTE result						

Table 4. Example of TRL checklist (TRL6)

TRL 6 check list		O	X	N/A
common	(1) Mutually influencing factors with other technologies and functions were identified, and the scope was analyzed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(2) The operating environment of the target weapon system was identified.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(3) In a similar operating environments, simulations were performed on the performance of subsystems or system models through M&S and VR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(4) In a similar operating environments, tests were conducted on subsystems or system models.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(5) A similar operating environment has been established.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(6) In a similar operating environments, a subsystem or system model identical to the actual operating system was developed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(7) The engineering feasibility of the technology was demonstrated at the subsystem or system model level.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S/W	(8) A specification for the external interface has been written.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(9) The analysis of Timing Constraints has been completed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(10) An analysis of the databases(structure and interface) has been completed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(11) Hardware and software are integrated at the subsystem level.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(12) It was confirmed that the individual software modules interworked with each other.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(13) Limited software deliverables are available.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
total				

해당 체크리스트는 TRL 단계별로 존재하며, TRL 평가는 전력지원체계의 특성을 고려하여 통상 TRL 6단계부터 시작한다. 여기서 TRL 6은 체계개발 진입 가능한 수준을 말한다. 아래 Fig. 3과 같이 체크리스트에 대한 충족율 80% 초과할 시 상위 단계로, 60% 미만일 시 하위 단계로 이동하여 이를 진행하게 된다. 또한, 60-80%의 충족율이 나올 경우 전문가 합의를 통해 TRL을 확정하거나 상위 또는 하위단계로 이동하여 평가를 진행한다.

전력지원체계 기술조사·분석의 방법론 중 CTE 선정과 TRL 도출까지의 특징은 3인 이상의 산·학·연 전문가 합의로 이뤄진다는 것이다. 이는 각 분야의 시선에 따라 평가 대상품을 정의하는 방식이 다르거나, 각 기술들의 중요도를 다르게 평가하기 때문이다. 따라서 획득 기간이 짧고, 기술이 아닌 완성된 품목을 획득하는 것을 주 목적으로 하는 본 조사·분석을 위해 모든 전문가가 토

의를 통한 합의를 통해 의사결정을 하도록 하였으며, 연구자는 관련 자료의 제공 및 회의의 진행 등 제한적인 역할만 부여하여 이를 객관화 할 수 있도록 하였다.

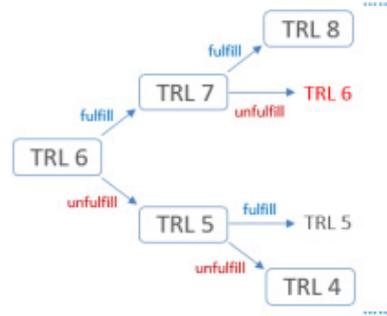


Fig. 3. Procedure for determining TRL

2.6 획득방안(안) 제시

이 단계에서는 조사·분석 대상품목의 핵심기술요소(CTE) 및 기술성숙도평가(TRA)결과를 바탕으로 구체적인 획득방안을 제시하게 한다. 이때 대상품목의 TRL은 CTE 중 가장 낮은 수준으로 평가된 TRL 레벨로 간주한다. 대상품목의 TRL 수준에 따라 획득 방안은 국외구매, 기술개발, 체계개발, 상용품 시범사용, 개조구매, 단순구매 7단계로 구분하게 되며, 이에 대한 세부 내용은 아래 Fig. 4과 같다[7]. 기술성숙도(TRL)가 4 이하일 경우는 국외구매 또는 전반적인 선 기술개발, 5단계 이하일 경우 일부 선 기술개발을 획득 방안으로 제시하게 되며, 기술성숙도(TRL)가 6단계일 경우 체계개발, 7단계 이상일 경우 상용품 시범사용 및 개조구매, 8단계 이상일 경우 단순구매를 최적의 방법으로 제시하게 된다.



Fig. 4. Table for selecting acquisition method

특히 TRL이 6단계 미만일 경우, 국내 연구개발 가능성을 분석하여 국내에서 개발이 가능한 기술수준을 도출하게 된다. 이는 TRL 수준이 낮더라도 획득시기, 비용뿐 아니라 부품 수급 등 운용유지보수 측면을 고려하였을 때, 국외구매보다 국내획득이 더 유리하다고 판단되기 때문이다. 따라서 운용 및 유지보수 측면에서 큰 차이가 없다고 판단되고, 국내 연구개발이 획득시기, 비용, 운용유지 보수 측면에서 균 획득·운용계획에 차질을 빚게 하는 제약사항이 있거나, 연구개발 자체가 제한되면 국외획득을 우선적으로 고려한다. 본 연구에서 제시하는 획득 방안(안)은 관련비용을 고려하지 않고 기술적 수준과 기술획득 가능성, 적기획득 가능성만을 고려하여 제시되며, 최종적인 획득방법 판단은 비용분석 결과 등을 함께 고려하여 획득절차 중 최종적인 판단자가 결정하게 된다.

2.7 군사요구도 2 안의 도출

기술성숙도(TRL)가 6 미만인 CTE에 대하여 국내 연구개발 가능성을 분석하는 단계를 거친다. CTE와 TRL 고려시 군사요구도 1안의 목표 성능을 목표하는 기간까지 획득하기 어려울 것으로 판단되었을 때, 국내에서 전력화 예정 기간까지 획득이 가능한 수준을 분석하여 세부 성능을 도출한다.

이에 따라 국내 연구개발 가능성 분석 결과와 앞서 조사한 국내 적정 성능 수준을 종합 분석하여 TRL 6 수준에 맞게 기술 수준이 완료된 군사요구도 2안이 도출되고, 최종적으로 군사요구도 1안과 2안을 각각 최소 및 최고 수준의 요구성능으로 하는 범위형 군사요구도가 나오게 된다.

2.8 비용분석의 실시

본 연구에서는 조사·분석 대상품목에 대한 연구개발비와 양산단가, 운영유지비를 추정하였다. 이는 단순 연구개발을 통한 획득비용뿐 아니라 총 수명주기관점에서 비용을 산출한 것으로 향후 유지보수와 운용 등을 수행하는 사용자의 관점에서 활용성 및 운용방식 등의 결정을 돕기 위한 것이다. 일반적으로 비용분석은 관련 업체들이 산출한 예상 비용과 원자재, 인건비 등 상세 비용자료를 수집하여 최적의 비용을 추정하는 공학적 추정방식과, PRICE, SEER 등의 전산모델을 이용한 모수추정방식을 함께 수행하게 된다[8]. 전력지원체계 기술조사·분석에서도 공학적 추정을 우선적으로 하여, 모수추정방식으로 이에 대한 적절성을 평가하는 방식으로 진행된다.

그러나 국내에 개발 및 관련연구가 진행된 적이 없어 공학적 추정이 불가능한 경우나 전산모델에 관련 유사 EBS 구조 등을 적용할 수 없는 경우 등의 사례가 발생할 수 있다. 이러한 경우에는 해당 품목의 특성에 맞게 공학적 추정 또는 전산모델의 적용만 실시한 후, 국외 도입비용 등 타 획득비용과의 비교분석을 통해 그 경제성을 확인하게 된다. 반면 운영유지비의 경우에는 공학적 추정을 위한 세부 자료를 수집할 수 없는 경우가 많아 모수추정방식을 기본으로 하고, 자료수집이 가능한 경우에는 공학적 추정을 함께 수행한다. 또한, 피복류와 같이 교체를 기본으로 하는 품목의 경우 기 추정된 양산단가를 수명주기에 따라 제시하는 방법을 사용할 수 있다.

한편, 공학적 추정 방식은 개발비, 시험평가비, 통합체제지원비(IPS), 시제품 제작비를 연구개발비 항목으로 분류하여 추정하며, 양산단가, 사업관리비와 같이 「방산원가대상물자의 원가계산에 관한 시행세칙」(2022)의 용역원가 기준을 차용하여 계상한다. 개발비 중 간접비용의 경우 한국방위산업진흥회가 보고한 '22년 방산원가 대상물자 제비율 적용 지침 중 신규방산업체 지정 제비율을 적용하며, 시험평가의 경우 개발시험평가 및 운용시험평가 비용을 반드시 반영하도록 한다. 운영유지비의 경우 방위사업청의「비용분석서 작성지침」(2021)과 국방부의「총수명주기관리업무훈령」(2022)을 준용하여 계상한다. 이는 조사·분석 대상 전력지원체계 품목의 획득이 통상 1-3년 이내로 정해짐에 따라 계상된 비용이 가장 실제발생 비용과 유사할 수 있도록 한 것이며, 향후 조사·분석이 진행될 때마다 가장 최근 자료를 활용하는 것을 원칙으로 한다[9]. 특히 제비를 적용의 경우, 통상적으로 적용가능 범위 중 가장 낮은 비율을 일괄 적용하는 경우가 많은데 이는 실제로 연구개발에 참여 의사가 있는 기업에게 장벽으로 작용하는 경우가 많다. 또한 산·학·연이 컨소시엄을 구축하여 연구개발에 참여 할 경우, 각자의 비용집행 방식에 따라 많은 문제점이 발생하게 된다. 따라서, 이에 대한 실질적인 필요 비용을 근접하게 추정하는 것에 중점을 두고 수행한다.

모수추정방식은 기작성된 작업분할구조(WBS)를 활용하여, 비용분할구조(EBS)를 도출하여 추정한다. 하지만 대상품목이 복합체계 구조 등인 이유로, 해당 WBS가 비용분석에 적합하지 않을 경우에는 이를 비용분석방법에 적합하도록 다시 도출하여 비용을 추정할 수 있다. 모수추정 시에는 수집된 자료를 기반으로 하여 전산모델을 통해 비용추정관계식(CER)을 도출한 후 예상비용을 산출하며, 수집된 자료에 한계가 있을 경우 유사장비 추정

법을 적용하게 된다. 본 연구의 비용분석은 획득 의사결정을 위하여 실제로 연구개발이 진행 될 수 있는 시점에서 현실적인 비용을 산출할 수 있도록 설계되었다. 실제로 비용분석은 선진국의 기술수준인 군사요구도 1안에 맞추어 진행하며, 최종 제시비용은 불변가로 도출되게 한다.

3. 결론

장기적인 계획을 통해 목표체계 및 품목을 획득하는 무기체계와는 달리, 전력지원체계는 1-3년 정도의 짧은 획득기간과 전력화 기간을 가지는 특징이 있다. 이에 따라 전력지원체계 기술조사·분석은 현존하는 국·내외 기술수준과 비용, 획득방법 등에 대한 정보를 빠르고 정확하게 제공하여 획득에 관한 빠른 의사결정을 도울 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 전력지원체계 기술·조사분석에 대하여 TRL, CTE와 같은 지표와 함께 군사요구도 항목과 국내·외 기술수준을 구체적인 수치 형태로 제공하여, 결정자의 빠른 판단을 명확히 할 수 있도록 설계하였다. 또한 현재까지 선행연구에 대한 기술적인 방법론이 구체화 되어 있지 않아, 비용분석 및 획득방법(안)의 제시까지 함께 하도록 하였다.

Table 5. Example of domestic and foreign technology level and range type ROC

List	Advanced countries technology level	Domestic technology level	ROC		
			Military requirements	ROC 1	ROC 2
Performance requirements	...				
Physical properties	...				
Chemical, electrical, and mechanical properties	...				
Environment requirements	...				
Etc.	...				

현재 전력지원체계 분야에서 주로 수요가 요청되는 품목들은 과거의 섬유, 식품, 단순 장비류와는 달리, 무기

체계와 같은 복합체계, 4차 산업의 발전에 따른 IoT, 드론, AI 등이 결합된 고도화된 장비들이 대부분이다. 이에 따라 관련 제도에서도 기술수준조사에서 기술조사·분석으로 더 세부적이고 체계화된 연구결과를 요구하게 되었으며, 본 연구에서 개발된 기술 조사·분석방법론 또한 사용자가 정책적 판단을 위해 필요로 하는 정보를 함께 제공할 수 있도록 기존의 기술수준조사 방법론을 고도화한 것이다. 본 연구에서는 최고 목표수준인 군사요구도 1안과 목표기간 동안 획득이 가능한 군사요구도 2안을 통해 획득 목표성능을 범위형으로 도출하였다. 사용자는 위 Table 5와 같이 국내·외의 기술수준과 제시된 군사요구도, 제한된 예산과 기간 등을 고려하여 합리적으로 최종적인 획득 수준을 결정할 수 있게 된다[7].

과거 전력지원체계 기술수준조사부터 현재의 기술조사·분석까지 연구의 방법론과 도출되는 정보의 형태는 많은 변화가 있었다. 이는 무기체계의 기술조사·분석의 발전과정과 유사한데, 전형적인 방법론의 구체화를 통해 그 과정을 고착화 하는 것이 아닌 제도의 변화와 사용자의 필요성에 따라 그 연구방법과 제공되는 정보의 형태 등을 끊임없이 발전시켜왔기 때문이다[10].

본 연구에서 개발된 기술조사·분석법을 통해 200kg 이상 payload 수송용 드론 등 13품목에 대하여 기술조사·분석을 실시하여, 무기체계와 같이 획득을 위한 선행연구 방법이 정립되어 있지 않은 전력지원체계 분야에도 획득비용, 기술성숙도 평가(Technology Readiness Assessment, TRA), 획득 방안 등 기존의 선행연구에서 제시되지 않았던 조사 결과를 제시할 수 있도록 하였다. 또한, 군사요구도를 최고기술수준의 1안과 현재 즉시 획득 가능한 2안으로 제시하여, 향후 전력화 및 획득 기간 등을 고려하여 획득 수준을 결정할 수 있도록 하였다. 하지만, 무기체계 분야의 선행연구에서처럼 CTE로 선정된 세부 기술의 상세한 분석이나 대체 가능 기술 등에 대한 조사가 부족하여, 일부 품목의 경우 기술조사·분석의 결과만을 가지고 선행연구 없이 즉각적인 기술개발 및 제품개발을 하기에는 한계가 있었다. 이에 따라 향후에는 전력지원체계 분야에서의 선행연구에 대한 방법을 정립하고 이에 따라 기술조사·분석 방법의 재정립이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구결과를 바탕으로 만들어지는 전력지원체계 기술조사·분석서가 국방 전력지원체계 분야의 체계적이고 효과적인 획득과 관련 제도의 지속적인 발전을 위한 밑거름이 되기를 기대한다.

References

- [1] I. Choi, et al. Research and Evaluation on the Technology level of Combatant Support Systems, Defense Agency for Technology and Quality, 2019, pp.331.
- [2] S. Kim, et al. Research and Evaluation on the Technology level of Combatant Support Systems, Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement, 2021, pp.455.
- [3] D. Lee, S. Hong, Y. Kim, "A Study on Defense Technology Level Evaluation of Force Support Systems," *Journal of institute of control, robotics and systems*, Vol.20, No.2, pp.112-119, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5302/JCROS.2014.13.9002>
- [4] D. Lee, Y. Kim, S. Hong, "Trend analysis of Technology level evaluation and assessment," *Journal of institute of control, robotics and systems*, Vol.20, No.1, pp.24-27, 2014.
- [5] D. Lee, Y. Kim, "Exploration of Quality Assurance Strategies for Force Support System:Governmental R&D," *JDPs*, Vol.31, No.3, pp.203-222, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.22883/jdps.2015.31.3.008>
- [6] M. Kim, "Effect Analysis of WBS-Based Technology Research and Analysis Methodology for Defense Technology Planning : With 'A' Missile System," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.21, No.12, pp.211-217, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.12.211>
- [7] J. Song, et al. Technology research and analysis of Combatant Support Systems, Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement, 2022, pp.330.
- [8] W. Jung, K. Jung, S. Son, "A Study on cost characteristics of Combatant Support Systems," *Defense & Technology*, No.444, pp.86-93, 2016.
- [9] J. Park, et al. Cost analysis of Combatant Support Systems, 2nd, 2021, SNS ENG Co., Ltd. 2022, pp.330.
- [10] S. Lee, Y. Lee, Measures to activate Weapon Systems R&D with TRA, *Defense & Technology*, No.485, pp.154-165, 2019.

황 영 선(Yong-Son Hwang)

[정회원]



- 2018년 2월 : 동국대학교 화학과 (이학사)
- 2018년 12월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

화학, 신소재, 에너지

이 동 헌(Donghun Lee)

[정회원]



- 2010년 2월 : 동국대학교 식품공학과 (공학사)
- 2013년 2월 : 동국대학교 식품공학화 (공학석사)
- 2019년 9월 : 동국대학교 식품생명공학화 (공학박사)
- 2012년 12월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 선임연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 선임연구원

<관심분야>

체계공학, 품질경영