

# 한국형 방위산업 자립도 지표 설정 연구

## An Index-Based Approach to Measuring Defense Industry Independence in Korea

고동현\*, 신채이\*\*, 장원준\*\*\*

Dong-Hyun Ko\*, Chae-Yi Shin\*\*, Won Joon Jang\*\*\*

### ABSTRACT

Currently, the localization rate index, which evaluates the level of self-reliance of the Korean defense industry, cannot reflect the internalization of technology of key parts, and there is a limit to overestimating the actual self-reliance due to factors that distort prices such as labor costs and expenses. These structural problems of the evaluation system focus on achieving the formal localization rate rather than improving the actual technology capabilities of defense companies, and act as a factor that hinders the achievement of strategic self-reliance goals of the national defense industry. Therefore, this study tried to present a quantitative and qualitative composite index system that can analyze the structural problems of the existing localization rate and diagnose the degree of dissipation independence more accurately. Specifically, the independence analysis method of private industries such as railways, automobiles, and energy and the use of dependent indexes of trade and digital industries are divided into three categories: parts, materials, and technology. In particular, the fact that supply chain concentration and single-state dependence are reflected as weights in consideration of foreign dependence on core components will allow more accurate evaluation of the strategic independence level of the domestic defense industry in the future. This has policy and academic significance in that it supplements the weaknesses of the existing evaluation system centered on the domestic production rate and provides analysis of the level of independence of the defense industry from a strategic point of view. It is judged that this paper can contribute to the establishment of defense industry policies and academic research development in that it presented the defense industry independence as an integrated index system that can be systematized and evaluated from a multidimensional point of view.

### 초 록

현재 우리나라 방위산업 자립도 수준을 평가하는 국산화율 지표는 핵심 부품의 기술 내재화 미반영, 노무비·경비 등 가격 왜곡 요소 존재 등으로 인해 실질적인 자립도 평가에 한계가 있다. 이러한 국산화율 평가 방식의 구조적 문제는 방산기업의 실질적 기술 역량 제고보다는 형식적인 국산화율 달성에 치중해 함으로써 국가 방위산업의 전략적 자립 목표 달성을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 이에 본 연구에서는 기존 방위산업 국산화율의 구조적 문제를 분석하고, 방산 자립도를 보다 정확히 진단할 수 있는 정량적·정성적 복합형 지표체계를 제시하고자 한다. 구체적으로, 철도·자동차·에너지 등 제조업 자립도 분석 방식과 무역 및 디지털 산업의 종속 지수 활용 사례를 참조하여, 부품·소재, 기술의 3가지 항목으로 자립도를 구분 제시하였다. 아울러, 각 항목별로 국내 생산 기반 모듈별 국산화율, 기술 종속 지수(TDI: Trade Dependency Index)를 핵심 평가지표로 삼아 방위산업에 특화된 자립도 개념과 분석 틀을 새로이 정립하였다. 특히 핵심 부품의 외산 의존도를 고려하여, 공급망 집중도와 단일 국가 의존도를 가중치로 반영한 점은 향후 국내 방위산업의 전략적 자립 수준을 보다 정확히 평가하는 지표로 활용 가능할 것으로 기대된다. 본 연구는 기존 국산화율 중심의 평가 체계가 가진 구조적 취약점을 보완하고, 방산 자립도를 전략적 관점에서 새로이 정립하였다는 점에서 정책적·학문적 의의를 가진다. 아울러, 방산 자립도를 다차원적 관점에서 체계화하여 평가할 수 있는 통합 지표체계를 제시했다는 점에서 향후 부품뿐만 아니라 소재, 기술의 내재적 자립도 분석을 통한 방산 부품 및 무기체계의 실질적인 방산 자립도 제고에 기여할 수 있을 것이다.

**Key Words** : 방위산업(Defense Industry), 국산화율(Localization Rate), 방산 자립도(Defense Industry Independence), 종속 지수(Dependency Index)

\* 고동현, 전북대(JBNU) 방위산업융합전공

\*\* 신채이, 전북대(JBNU) 방위산업융합전공

\*\*\* 장원준, 전북대(JBNU) 방위산업융합과정 부교수(교신저자 Tel: 063-270-4582, E-mail: wjjang47@jbnu.ac.kr)

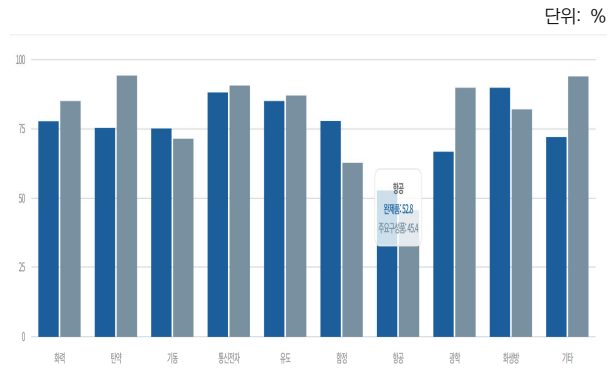
## I. 서론

2022년 이후 유럽과 중동에서의 전쟁 장기화로 국가 간 기술 및 자원에 대한 블록화가 심화되며 글로벌 공급망의 안정성이 급격히 악화되고 있다. 특히, 2025년 10월 9일 중국 상무부는 공고 제 61호를 발표하여 자국산 희토류 및 관련물품의 수출통제 범위를 확대했다.<sup>1)</sup> 이처럼 미국과 중국을 중심으로 민주주의 진영과 권위주의 진영 간 공급망 디커플링 심화와 주요 자원 보유국의 수출 통제 강화 조치로 전략물자와 핵심 소재 확보 경쟁이 가속화되는 상황이다. 이러한 글로벌 공급망의 급변 추세는 방위산업 분야에서 소재 및 부품, 기술에 대한 자립역량 확보 필요성이 확대되고 있다.

이와 같이, 글로벌 공급망 변화가 국내 방위산업에 미치는 영향도 점점 커지고 있다. 최근 K-방산 수출 주력 제품인 기동, 항공 무기체계 등에서 첨단소재, 부품 등의 해외 조달이 차질을 빚으면서 납품 일정이 일부 지연되는 상황이 발생하는 실정이다.<sup>2)</sup> 이는 방산 핵심 소재·부품에 대한 높은 해외 의존도가 단일 품목의 공급망 문제를 넘어 국가전략산업에 대한 전반적 일정과 완성도에 직접적인 위협이 될 수 있음을 보여주는 사례이다.

이에 따라, 단순 무기체계 도입 및 조달을 넘어 핵심소재·부품에 대한 기술 내재화 및 공급망 안정성 확보가 국가 안보의 핵심 과제로 대두되고 있다. 우리나라는 아래 <그림 1>와 같이 수입 집중도가 OECD 회원국 중 세 번째로 높다. 또한, 글로벌 공급망 노출 현황 및 무역 집중도 지표 고려 시 공급망 리스크가 OECD 회원국 중 다섯 번째로 높다.

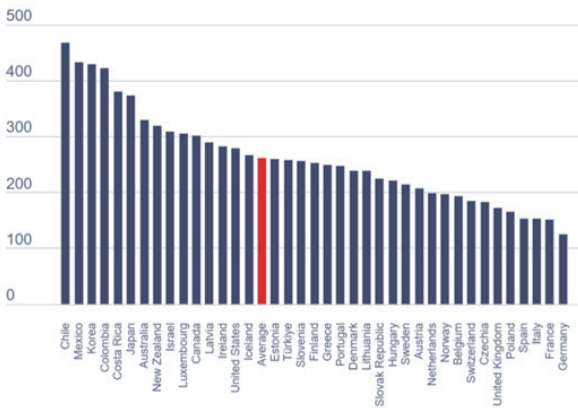
방위산업진흥회에 따르면, 2021년 기준 우리나라 방산 부품 국산화율은 완제품 77.2%, 부품 69.4%에 머물러 있다. 특히, 항공 부품 국산화율은 45.4%로 가장 저조하다.



<그림 2> 방산 완제품 및 부품 국산화율 현황

자료: 방위산업진흥회, 방산 완제품 및 부품 국산화율 현황, 2025  
주: 2021년 기준

단위: HS6 코드를 가진 수입 품목의 개수(개)



<그림 1> OECD 회원국 기준 수입 집중도

자료: OECD, 'OECD Supply Chain Resilience Review', 2025

또한, <그림 3>과 같이 우리나라 국방핵심소재 10종에 대한 해외 수입 의존도는 79%로 매우 높음을 알 수 있다.



<그림 3> 국방핵심소재의 해외 수입 의존도

자료: 한국재료연구원·산업연구원, '국내 국방핵심소재 자립화 및 공급망 강화 실태조사', 2023.

1) CSET, 2025.10.9.  
2) 전북대 국방산업연구소, 주요 방산수출 기업 관계자 공급망 실태 인터뷰 결과, 2025.6.

이러한 상황에서 현재 방위사업법 11조 「방위력개선사업 수행의 기본원칙」 중 하나로 국산화 추진을 명시하고 있다.<sup>3)</sup> 아울러, 동법 제33조 「방위산업 육성기본계획의 수립」에서도 방산물자의 국산화 추진 사항을 의무적으로 포함하도록 법제화하고 있다.<sup>4)</sup> 또한, 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」에서는 부품 국산화를 산정 방식을 포함하여 국산화 실태를 파악 및 관리하고 있다.<sup>5)</sup>

그러나 이와 같은 정부의 노력에도 불구하고, 실제 우리나라 방위산업의 실질적인 자립도 수준은 여전히 미흡한 상황이다. 특히, 현재 사용 중인 방위산업 국산화율 지표는 산정 방식상 완제품 및 부품(주요 구성품)에 한정되어 실질적인 핵심 소재, 부품 및 기술을 포괄하는 방산 자립도를 제시하지 못하고 있다는 한계가 있다. 따라서, 부품과 함께 핵심소재 및 기술 수준 등 방위산업의 실질적인 자립도 수준을 종합적으로 평가할 수 있는 ‘방위산업 자립도 지표’ 개발이 요구된다.

이에 본 논문에서는 일반 제조업에서 활용되고 있는 산업 자립도 지표 체계 및 국산화율 평가 방법들을 살펴보고, 현행 방산분야 국산화율 산정 방식의 한계점을 보완할 수 있는 ‘방위산업 자립도 지표’를 제시하고자 한다.

## II. 선행연구 검토

그동안 국내외적으로 방위산업 국산화율 산정 방식 개선 방안과 국산화 정책 및 제도 개선 방안 등 다양한 연구가 이루어져 왔다. 주요 국내 연구로 최석철 외(2008)는 기존 방위산업 부품 국산화율 산정 방식을 분석하고, 주요 제조업에서 사용되는 국산화율 산정 방식 검토 및 종합을 통해 완성장비 국산화율 산정 방식에 대한 개선 방안을 제시하였다. 안영수 외(2016)는 방산 부품 국산화 현황과 성과 분석, 기존 국산화 정책 및 제도 종합, 국내·외 주요 제조업 분야에서의 국산화 지원 정책을 분석함으로써 국내 방산부품 국산화 제도 개선 방안을 제시하였다. 또한, 장

원준 외(2023)는 국방핵심소재 수입 의존도와 소재별 안정화 정도를 분석함으로써 국방핵심소재의 자립화 및 공급망 강화를 위한 정책 및 제도 개선방안을 제시하였다.

방위산업 분야뿐 아니라 자동차, 반도체, 철도, 이동통신 등의 국내 주요 제조업 분야에서도 국산화에 대한 다양한 노력이 이어져 왔다. 이정훈 외(2019)는 주요 부품 원가 총액과 상기 주요 부품 중 상기 국산부품의 원가총액으로부터 각 모듈의 원가율을 산정하는 모듈별 원가율 산정 단계와 각 모듈의 원가율과 각 모듈에 따른 가중치를 고려하여 최종 국산화율을 산정하는 가중치 고려단계를 포함하는 환경측정기기 국산화를 평가방법을 제시하였다.

관련 해외연구들을 살펴보면, Paul V. Joshton(1992)는 무역의존도 지수를 개발하여 전체 무역, 상품 무역, 농업 무역 등에서 자립도 수준을 평가하였다. Sophie Flendurg 외(2022)는 디지털 기술의 해외 의존도 수준을 평가하기 위해 디지털 종속 지수(DDI)를 제시하였다. Christine Arriola(2024)는 글로벌 공급망 내 무역 종속성 개념을 정립하고 분석함으로써 OECD와 비OECD국간 상호 의존도를 평가하였다.

〈표 1〉 국내·외 국산화 평가 관련 선행 연구 종합

저자명 (발행년도)	제목	주요 내용
최석철 외 (2008)	연구개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정방식의 개선방안	· 기존 방위산업 분야에서의 국산화율 산정 방식 분석 · 민간 산업에서 사용되는 국산화율 산정 방식에 대한 선행연구 검토 제시 · 완성장비 국산화율 산정 방식의 개선 방안 제시
안영수 외 (2016)	부품국산화율 산정방식 등 부품 국산화 제도 개선 방안 연구	· 방위부품 국산화 현황과 성과 분석 · 국내·외 방산 및 민간산업 분야에서 국산화 지원 정책 분석 및 종합 · 방산 부품 국산화를 위한 제도 개선 방안 제시
이정훈 외 (2019)	환경측정기기 국산화율 평가 방법	· 환경측정기기의 국산화율 산정을 위한 방법 제시
장원준 외 (2024)	국방핵심소재 자립화 실태 분석 및 공급망 강화방안	· 국방핵심소재의 국산화율 실태조사 · 국방핵심소재별 공급망 안정도 분석 · 국방핵심소재 자립화 및 공급망 강화를 위한 정책 제언

3) 국방과학기술 발전을 통한 자주국방의 달성을 위한 무기체계의 연구개발 및 국산화 추진

4) 방산물자의 국산화 추진에 관한 사항

5) 이 규정은 (생략) 동법 시행령에 따라 무기체계 부품국산화 추진을 위한 절차 및 활성화 방안 등을 규정함을 목적으로 한다.

저자명 (발행년도)	제목	주요 내용
Paul V. joshston (1992)	Trade Dependency Index Tables for Total, Merchandise and Agricultural Trade, 1960-88	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총무역액/(국내 소비·투자·정부지출 + 총무역액) 형태로 산출되는 무역의존도 지수(TDI: Trade Dependency Index)를 개발하여 제시</li> <li>• 지수값은 0~100사이로, 국가를 자급자족부터 완전 무역의존까지 연속적으로 분류</li> <li>• 전체 무역, 상품 무역, 농업 무역 등 세 가지 수준에서 TDI 수치를 계산하고, 각각 수출과 수입 구성요소로 분해해 무역 의존의 주요 원인을 검토</li> <li>• 기존 단순 비율인 무역/GDP 방식 지표의 수학적 한계를 보완하여 수학적 성질을 갖춘 새로운 지수 공식 도입</li> </ul>
Government of India Ministry of Heavy Industries & Public Enterprises (2020)	Public Procurement Order (Preference to Make In India)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Make in India' 정책의 일환으로 도입된 자동차 부품 조달 기준으로 써 자재 명세서(BOM) 기반의 국내 부가치 (DVA) 산정 방식을 규정함.</li> <li>• Dom-BOM(국내 조달 재료비)과 Total-BOM(총 재료비)을 구분하여 산정하며, 이윤, 판매마케팅 비용, 보증비용 등을 제외한 순재료비만을 국산화율 기준으로 적용하는 국산화율 식을 제시함.</li> </ul>
CASSIS 외 (2022)	Digital Dependence Index: Methodology	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가의 디지털 기술 의존도를 정량적으로 평가하는 디지털 종속 지수(DDI)를 제시</li> <li>• 하드웨어, 소프트웨어, 지식재산권(IP) 세 가지 부문을 통해 디지털 종속 수준을 0~1 사이의 값으로 수치화</li> <li>• <math>DDI = \text{하드웨어}(0.33) + \text{소프트웨어}(0.33) + \text{IP}(0.33)</math> 등 다양한 가중치 모델 제공</li> </ul>
Christine Arriola (2024)	Towards Demystifying Trade Dependencies (EN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 글로벌 공급망 내 무역 종속성(Trade Dependencies)의 개념 정립 및 분석</li> <li>• 수입 집중도(HHI), 양자간 종속성, CGE 및 ICIO 모형 등을 통해 OECD와 주요 비OECD국(MNOE: 중국, 인도, 러시아 등) 간 상호 의존도 분석</li> </ul>

종합해보면, 국내·외 선행 연구들은 주로 기존의 국산화율 산정 방식 개선 및 자립도 수준 평가, 부품국산화 활성화를 위한 정책 및 제도 개선 방안을 제시하고 있다.

본 연구에서는 기존 방위산업 국산화율 분석 대상인 부품과 함께 소재 및 기술 수준, 공급망 안정성 등 다양한

요인을 반영할 수 있는 방위산업 자립도 지표와 그 평가 방식을 제시한다는 점에서 차별화된다. 이를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, 선행연구와는 달리 본 논문은 기존 방산부품 국산화율 지표의 구조적 한계를 극복하고 국산화 개발의 전략적 방향성을 제시한다는 점이다. 현행 국산화율은 품목의 총액이나 수량을 기준으로 산정되므로, 무기체계의 성능을 좌우하는 핵심 부품과 일반 범용 부품의 기술적 중요도를 구분하여 반영하지 못하는 한계가 있다.

이는 국산화 개발의 전략적 우선순위 설정을 어렵게 하여, 한정된 R&D 자원이 비효율적으로 분산되는 결과를 초래할 수 있다. 본 연구는 이러한 문제를 부품, 소재, 기술의 중요도에 따른 가중치를 부여하는 평가 방식을 통해 해결하고, 핵심 분야에 역량을 집중할 수 있는 합리적 기준을 제공하는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

둘째, 단기적 성과 중심의 '국산화' 개념을 장기적 목표인 '자립도' 달성을 위한 하위 개념으로 재정립하였다는 점이다. 기존 연구들은 주로 국산화율의 정확도를 높이기 위한 방안들을 제시하고 있다. 반면, 본 연구는 '국산화율'을 방산 자립도의 하위 개념으로 규정하고, 기술력, 공급망, 산업 생태계를 전반적으로 포괄하여 평가할 수 있는 상위의 개념으로써 '자립도'를 재정의하였다.

### III. 국내 방위산업 국산화 평가 현황과 한계점

#### 3.1 국내 방위산업 국산화 평가 현황

우리나라는 「무기체계 부품국산화개발 관리 규정」 제17조 제1항과 제2항에 명시된 국산화율 산정 방식에 의해 국산화 수준을 평가하고 있다. 이 산정 방식은 '완성장비 국산화율'과 '부품 국산화율'로 이원화되어 있다. 특히, '부품 국산화율'은 다시 '기계·전기류 부품국산화율'과 '전자류 부품국산화율'로 나누어 각 부품류에 대해 국산화율을 산정하고 있다.

'완성장비 국산화율'은 총 조달가격에서 외화 총 지출액을 차감한 금액을 총 조달가격으로 나누어 산정한다. '기

〈표 2〉 기존 국내 방위산업 부품국산화를 산정 방식

구분	산정 방식	
완성 장비 국산화율	$\frac{\text{총 조달가격} - \text{외화 총지출액}}{\text{총 조달가격}} \times 100$	
부품 국산화율	기계·전기류 부품국산화율	$\frac{\text{총 국내제조 단위부품단가}}{\text{총 국내제조 단위부품단가} + \text{총 수입 단위부품단가}} \times 100$
	전자류 부품국산화율	$\frac{\text{총 국내제조 단위부품단가} + \text{통합비용}}{\text{총 국내제조 단위부품단가} + \text{총 수입 단위부품단가} + \text{통합비용}} \times 100$

자료: 무기체계 부품국산화개발 관리 규정

주: \* 조립비용은 조립체(Assembly), 구성품(component)과 같이 여러 개의 부품으로 구성된 부품을 조립하는데 소요되는 노무비 및 경비를 의미

\*\* 주요 구성품 국산화율은 통상 부품 국산화율을 의미하므로 부품 국산화율로 통칭함.

기계·전기류 부품 국산화율'은 총 국내 제조 단위부품단가를 총 국내 제조 단위부품단가, 총 수입 단위부품단가의 합으로 나누어 산정하고, '전자류 부품 국산화율'은 총 국내 제조 단위부품단가와 통합비용의 합을 총 국내 제조 단위부품단가, 총 수입 단위부품단가, 통합비용의 합으로 나누어 산정한다. '무기체계 구성 부품 국산화율' 산정 공식에 적용하는 단위 부품의 단가는 개발비를 제외한 양산단가 기준 단위품목의 원가를 뜻한다. 이 경우 원가는 재료비, 노무비, 경비의 합이며 일반관리비와 이윤은 제외한다.

### 3.2 한계점 분석

현행 우리나라 방위산업 국산화율 산정 방식의 한계점은 다음과 같다. 먼저, 무기체계 내 핵심부품의 국산화 여부가 반영되지 않는다는 점이다. 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」 제19조 제1항 제7호에 따르면, 부품 개발의 경우 부품 국산화율 70% 이상이면 국산화를 달성한 것으로 평가된다. 이에 따라, 해당 부품 개발 시 국내 조달비용이 전체의 70% 이상일 경우 국산화가 인정됨으로써 실제 핵심부품에 대한 국산화 여부는 파악할 수 없다는 한계가 존재한다. 또한, 동법 제19조 제1항 제2호에 따르면, 6) 핵심부품국산화개발의 경우 부품 국산화율 50% 이상 달성할 시 국산화 인증을 부여할 수 있다.

둘째, 국산화율 산정 시 단위부품 단가에 재료비 외 노

무비와 경비가 포함되어 실제 국산화율 측정의 과대평가 가능성이 존재한다는 점이다. 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」 제17조 제3항에 따르면, 부품국산화율 산정 공식에 적용하는 단위부품 단가는 개발비를 제외한 양산단가 기준 단위품목 원가를 의미한다. 이 경우, 재료비 외에도 노무비와 경비가 포함될 수 있다. 이는 주요 제조업과는 달리 재료비 외 노무비, 경비를 포함하여 국산화율을 산정함으로써 과다 측정에 의한 국산화율 왜곡의 주요 요인이 되고 있다.

마지막으로, 방위산업 국산화율 산정 대상이 '부품'에만 한정되어 핵심소재에 대한 국산화율 산정이 불가하다는 점이다. 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」 제3조(국산화율 산정)에 따르면, 부품에는 그 제조에 필요한 소재와 소프트웨어를 모두 포함한다고 정의되어 있다. 이에 따라 국산화율 산정 시 부품이 아닌 소재는 부품의 일부분으로 평가되어 실질적인 핵심소재 국산화율 산정은 불가한 상황이다. 이에 따라, 현재 무기체계 및 부품 내 핵심소재에 대한 국산화 정도를 정확히 파악할 수 없다는 한계점이 존재한다.

〈표 3〉 기존 부품국산화를 산정 방식 한계점 및 요인

한계점	요인
핵심 부품(소재 포함)의 국산화 여부 반영 불가	부품 개발 시 국내 조달 비용이 70% 이상일 경우 국산화 인정. *핵심부품국산화개발의 경우, 50% 이상 시 국산화 인정
실제 국산화율 측정의 과대평가 가능성 존재	양산단가 기준 단위 품목 원가에 노무비, 경비 포함.
소재의 자립도 산정의 어려움	국산화율 산정 대상이 부품에만 한정.

6) 핵심부품은 "핵심부품국산화" 유형에 의해 개발된 부품, '국방과학기술혁신 시행계획'에 포함된 국내 미보유 기술 적용 부품, '국방기술기획서'에 포함된 연구개발 소요기술 적용 부품, 기태PT에서 관리하는 무기체계의 WBS상 수준 5 이상이거나 무기체계 완성장비 단가의 0.05%이상을 차지하는 부품 중 무기체계의 원활한 성능발휘에 필수적인 역할을 수행하는 부품으로 정의됨.

## IV. 방위산업 자립도 평가 지표 설계

### 4.1 ‘방산 자립도’의 개념

국립국어원 표준국어대사전에 의하면 ‘자립도(self-reliance)<sup>7)</sup>란 스스로의 힘으로 살아가거나 일을 꾸려 나갈 수 있는 능력이나 형편의 정도로 정의된다. 이에 따라 ‘방산 자립도’란 국가적 차원에서 해외에 의존하지 않고 독자적으로 방위산업을 유지하고, 기술적·산업적으로 발전시킬 수 있는 능력의 정도로 정의할 수 있다. 또한, 동일한 근거로 국산화(localization)<sup>8)</sup>는 ‘필요한 물품을 수입에 의존하지 않고 될 수 있는 한 자기 나라에서 생산함’으로 정의된다. 방위산업에서의 국산화는 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」 제3조 제2항에 따라 ‘무기체계·전력지원체계 획득과 관련하여 외국으로부터 도입했거나 도입하고 있는 장비·부품(소재, 소프트웨어 포함) 및 물자 등을 연구개발 또는 기술 협력, 절충교역 등의 방법으로 확보한 기술과 국내외 인력 및 설비를 사용하여 개발·생산하거나 부품의 성능·기능을 개선 또는 새로운 부품을 개발하여 추가 장착하는 것’으로 정의하고 있다. 즉, ‘외국기술과 부품, 소재, 시스템 등을 자국 내에서 개발, 생산하여 이를 대체하는 것’을 의미한다. 특히, 국내 방위산업에서는 ‘국산화’를 주로 부품국산화에 중점을 두고 정책을 추진하여 왔다.

〈표 4〉 자립도와 국산화 개념 비교

구분	국산화	자립도
개념유형	수단(means)	목표(goal)
핵심	기술, 부품, 제품의 국내 생산	국가 또는 산업의 독립적 유지 능력
대상	개별 품목 또는 기술 중심	시스템, 정책, 산업 생태계 전체
주요 지표	부품, 생산 가능성	기술력, 인력, 제도, 소재, 공급망, 생태계
성격	단기적 성과 중심	중장기적 구조 변화 반영

자료: 본 고에서 작성

7) According to Cambridge Dictionary, the ability to do things and make decisions by yourself, without needing other people to help you.

8) According to Cambridge Dictionary, the process of organizing a business or industry so that its main activities happen in local areas rather than nationally or internationally.

종합해 보면, 국산화는 ‘자립도’라는 목표를 높이기 위한 하나의 수단으로 자립도의 하위 개념이다. 이처럼 ‘자립도’는 단순히 제품의 국산화를 통한 ‘국내 개발 및 생산 가능 정도’ 뿐만 아니라 기술력, 인력, 제도, 소재, 공급망, 생태계 등을 포함하는 종합적인 독립성 지표를 의미한다.

이에 따라, 방산 자립도는 특정 무기체계 또는 개별 품목의 자립 여부를 단일 지표로 단순화하여 평가하기보다, 여러 지표를 활용하는 복합적인 평가가 필요하다. 즉, ‘방산 자립도’는 단편적인 국산화 수치인 국산화를 뿐만 아니라 공급망 구조, 소재 및 기술 내재화 정도, 산업 생태계의 자생력까지 포괄하는 전략적 지표로 접근할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 방산자립도 개념에 보다 부합하기 위해 기존 방산 부품 국산화에 추가하여 방산소재 국산화율, 핵심 부품/소재의 국산화 수준, 기술 종속 수준을 종합적으로 반영한 ‘방산 자립도 지표’를 설계하고 이에 대한 평가를 통해 보다 엄밀하게 국내 방산 자립도 수준을 분석할 수 있는 지표를 제시하고자 한다.

### 4.2 ‘방산 자립도’ 지표 설계

먼저, ‘방산 자립도’ 개념에 부합하는 평가 기준으로 부품과 함께 소재와 기술을 포함하여 설계하였다. 부품뿐만 아니라 소재와 기술을 ‘방산 자립도’의 새로운 평가 항목으로 제시한 이유는 다음과 같다.

먼저, 부품과 소재는 제조 방식, 가치 사슬(value chain)에서의 위치, 공급망 안정성 측면에서의 기여도 등 차이를 갖는다. 이러한 특성을 고려하여 보다 정확한 자립도를 산정하기 위해 소재를 부품과 구분하여 새로운 평가 항목으로 도입하고자 한다.

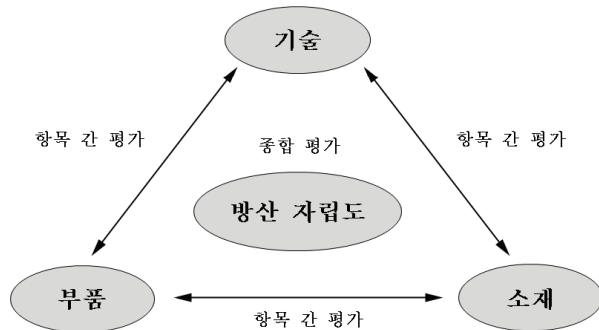
둘째, 기술 자립도에 대한 평가를 통해 기존 부품에 대한 평가에서 반영하지 못한 대체 가능성과 기술 개발 중요도 및 개발 순위 설정 측면을 반영함으로써, 향후 국산화 우선순위 설정과 핵심 기술 연구개발에 대한 정책적 판단에 기여하여 구체적 로드맵을 제시할 수 있도록 한다.

셋째, 항목별 공급망 집중도(HHI, Herfindahl-Hirshman Index)를 도출하고 이를 기반으로 한 가중치를 산정하여 도입함으로써 공급망 안정성에 대한 부분을 반영하고자 한다.

마지막으로 기술, 부품, 소재를 모두 포함하여, 보다 구

체적인 평가를 통해 기존 국산화율 산정 방식의 한계점인 국산화율의 과대평가 가능성을 줄일 수 있다.

이를 통해 아래 <그림 4>와 같이 기존 부품 위주의 국산화 평가 방식에서 벗어나 소재와 기술을 포함하여 분석함으로써 부품 외에 소재, 기술의 자립 수준까지 평가할 수 있도록 지표를 설계하였다.



<그림 4> '방산 자립도' 지표 개념도

### 4.3 '방산 자립도' 평가 항목별 지표 평가 방법

본 논문에서는 '방산 자립도' 지표 설정을 위해 먼저 민간 산업 분야에서 사용되는 국산화율 산정 방식을 일부 수정 및 보완하여 적용하였다.

먼저, 부품 자립도의 경우 가중치 고려단계가 포함된 '모듈별 국산화율 산정 방식'을 적용함으로써 핵심 부품의 자립 여부를 반영하였다. 또한, 한계점인 노무비·경비의 포함으로 인한 국산화율 왜곡과 과대평가 가능성의 요인을 제거하고자 '국내 생산의 부품 수 기준 산정 방식'을 활용하였다.

두 번째로 소재 자립도의 경우 가중치 고려단계가 포함된 '모듈별 국산화율 산정 방식'을 적용하여 핵심 소재의 국산화 여부를 반영하고, 기존의 부품 국산화율 산정 방식인 '원가 기준 국산화율 산정 방식'을 활용하여 각 모듈의 국산화율을 산정하였다.

마지막으로 기술 자립도의 경우 기술 종속 지수와 위험 가중치 산정 방법을 활용하여 자립도를 산정하였다.

<표 5> 방산자립도 지표 및 평가 방법 종합

구분	활용 지표 및 평가 방법	적용 산업	지표 및 평가 방법 선정 이유
부품 항목	부품 수 기준 모듈별 국산화율 산정 방식 (수정)	자동차, 철도, 환경측정기기 제조 산업 등	핵심 부품에 대한 가중치 적용 방식과 기존 산정 방식의 문제점 보완 가능성이 주된 요인
소재 항목	순재료비 기준 모듈별 국산화율 산정 방식	자동차, 소프트웨어 제조 산업 등	핵심 소재에 대한 가중치 적용 방식이 주된 요인
기술 항목	기술 종속 지수(TDI) 및 위험가중치 산정 방법	무역 및 디지털 분야	'위험 가중치' 적용 방식이 주된 요인

#### 4.3.1 기술 자립도 평가

기술 자립도 평가는 특정 무기체계 또는 시스템의 핵심 부품 중 수입에 의존하는 부품의 비율을 산출하여 해당 기술 분야의 해외 의존도를 정량적으로 평가하는 지수인 외산 핵심 부품 비율 중심의 기술 종속 지수(TDI: Trade Dependence Index)를 새로이 도입하여 평가를 진행하였다.

기술 종속 지수(TDI)의 이론적 기반은 본래 무역 및 디지털 산업 분야의 종속 지수 개념에서 출발하였다. 해당 종속 지수는 특정 산업이 해외에 얼마나 기술적으로 의존하고 있는지를 수치로 표현하여 자립도 수준과 외교 문제, 국제 분쟁 등의 요인으로 인해 발생하는 공급망 차단과 같은 외부 충격에 대한 구조적 취약성을 진단하는 데에 사용되었다. 특히, 국제 정세가 불안정해지는 상황 속 종속 지수는 국가 핵심 산업의 공급망 안정성을 진단하는 도구로 활용 가능한 지표이므로 본 연구에서는 이를 방위산업 분야에도 연계 활용 가능하도록 일부 수정 및 도입하였다.

「무역통계로 본 기술 단계와 제품 수준 분석 레포트」의 선행 연구에 따라, 국가별 제품 구성, 기술 등급 지표, 그리고 종속 지수 간에는 유의미한 상관관계가 존재함을 확인하였고, 이를 통해 기술 자립도가 높은 국가일수록 고부가가치 기술 제품의 비중이 높고 외부 의존도가 낮은 경향이 있다는 점을 결론으로 도출하였다. 이러한 도출된 결과는 종속 지수가 방위산업 기술 항목 평가에도 적용 가능하다는 이론적 근거이다.

TDI 산정식은 특정 무기체계의 '전체 핵심 부품 수'에 해당 무기체계 해외 수입에 의존하는 핵심 부품의 수인 '외산 핵심 부품 수'를 나눈 값에 단일국가 의존도 및 대체 가능성 등의 공급망 리스크를 반영한 계수인 '위험 가중치'를 곱한 것으로 계산한다.

$$TDI(\%) = \frac{\text{외산핵심부품수}}{\text{전체핵심부품수}} \times \text{위험가중치} \times 100$$

**〈수식 1〉** 기술 종속 지수(TDI) 산정 공식

위험 가중치를 반영한 기술 종속 지수는 '핵심 부품 중 외산 의존도'라는 기준을 통해 기술 자립도와 종속도를 직관적으로 계량화하는 것이 핵심 개념이라 할 수 있다.

OECD 무역보고서에서는 '무역 종속도'와 가중치의 역할을 하는 '공급원 집중도 지수(HHI)'를 사용함으로써 글로벌 공급망 내에 무역 의존도를 분석하였다. 이는 무역 분야에서 단일 혹은 소수 국가에 과도하게 의존하고 있는지의 여부를 계량적으로 나타낸 것이다.

이에 따라, 본 연구에서는 무역의존도 평가 방식을 기존의 기술 종속 지수 산정 방식에 일부 적용함으로써 방위산업의 기술 항목 자립도 평가에 맞는 새로운 형태로 일부 수정하여 활용하고자 한다.

또한, 기술 종속 지수(TDI) 산정 방식에서 가중치를 제외한 단순 부품 수만 고려하여 비율을 계산할 경우 실제 무기체계 성능과 안보에 미치는 영향 차이를 반영하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이는 정확한 자립 수준을 평가하는 것에 한계가 있음을 나타낸다. 따라서, 부품별 중요도를 나누어 가중치를 반영할 필요성이 존재한다.

이를 보다 체계적이고 실질적으로 평가하기 위해서는 핵심 기술이 집약된 부품을 선정하고 해당 부품의 구성 체계를 분석하는 절차가 선행될 필요가 있다. 이러한 절차를 1차 선정과 2차 선정 단계로 나눌 수 있다.

우선, 1차 선정 단계는 평가 대상인 무기체계를 구성하는 핵심 구성품을 시스템 단위로 식별하고, 각 구성품에 포함된 부품 목록을 상세하게 파악하는 단계이다. 이는 해당 부품이 실제로 무기체계를 운용 가능하게 하는지의 여부를 중심으로 분류해야 한다.

다음 단계는 선정된 핵심 부품 각각에 대한 외산 여부를 식별하고 그에 대한 단일 국가 의존 여부를 파악하는

것이 2차 선정 단계이다. 이 단계는 기술 항목 자립도 평가의 정확성과 객관성을 결정짓는 핵심 단계로, 다음의 기준과 절차에 따라 외산 부품 여부를 판단한다.

첫 번째, 기술 원천국 기준으로, 부품의 설계 권한 또는 원천 기술이 특정 국가나 기업에 귀속되어 있을 경우를 외산으로 분류한다. 단순 조립이나 국내 가공 여부와 무관하게 기술 주권이 확보되지 않은 경우는 외산으로 간주한다.

두 번째, 공급처 국적 기준으로, 실제 조달되는 부품의 공급처가 외국이며 국내 기업이 기술 내재화 없이 단순 수입 및 장착만 수행하는 경우에도 외산으로 분류한다. 특히, 외산 부품이 제3국을 통해 전달되는 경우에도 최종 기술 기원 국가를 기준으로 외산 여부를 판단한다.

세 번째 독점적 표준 보유 여부를 기준으로, 단일 국가가 특정 기술의 구현에 대한 기술 규격이나 운용 표준을 독점적으로 보유하고 있거나 라이선스 조건이 불공정하여 국내에서의 기술 내재화가 사실상 불가능하다고 판단하는 경우를 외산으로 분류한다. 이러한 판단은 ITU, ISO 등 국제 표준화 기구에서 제정한 표준필수특허(SEP)를 참고하여 진행하였다.

마지막으로, 단순한 조달처 식별을 넘어 부품별 기술 자립 가능성을 보다 현실적으로 반영하기 위한 방법으로서 외산 여부 식별 시에 부품별 기술 난이도도 함께 고려해 볼 수 있다. 고난이도 부품의 경우에 설계 독립성 확보 및 국내 기술로의 대체 가능성이 낮은 것이 다수이기 때문에, 공급처가 국내 기업이라 하더라도 실질적인 기술 자립도가 미흡하면 외산으로 분류가 가능하다. 반면, 기술 난이도도 낮고 국내 생산 기반이 존재한다면 일정 수준의 기술 내재화로 인정하여 국산으로 분류할 수 있다.

위의 여러 기준을 종합적으로 적용하되, 구성품 간의 동일 부품 중복 여부 또한 식별하고 제거하는 절차가 병행되어야 한다. 이는 하나의 부품이 여러 시스템에 중복으로 사용되어 단일 항목으로 통합하여 평가함으로써 발생하는 자립도 수치의 왜곡을 방지하기 위함이다.

중복 제거와 여러 기준별 외산 핵심 부품의 선정 절차를 진행하였다면, 핵심 부품 중 외산 부품으로 판별된 항목에 대해 단일 국가 공급원 비중을 기준으로 가중치를 차등 부여한다.

〈표 6〉 단일 국가 의존도에 따른 가중치 값 부여 기준표

가중치 값	단일 국가 공급원 비중
1.5	80% 이상
1.3	50~80%
1.1	30~50%
1.0	30% 이하 다수 국가 공급원 분산

기술 종속 지수 산정식에 들어가는 부품 수와 가중치 값을 선별하기 위한 이러한 절차를 통해 기술 항목의 자립도는 공급망 구조, 기술 주권 확보 여부, 대체 가능성 등 실질적 자립역량을 종합으로 반영한 정량적 수치로 제시된다.

〈표 7〉 기술 종속 지수 분석 기준표

수치값	비고
0~25(%)	기술 자립도 높음
25~50(%)	일부 외산 의존
50~75(%)	고위험 종속 (대체 필요)
75~100(%)	초고위험 종속 (전략적 자립 시급)

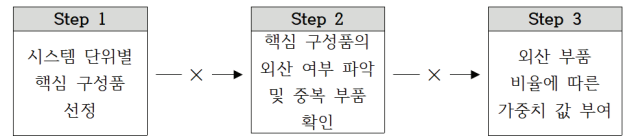
본 연구에서의 자립도 개념에 맞춰 외산 의존도를 나타내는 기술 종속 지수를 기술 자립도로 변환하고자 한다. 기술 종속 지수와 기술 자립도의 개념을 통해 두 지표를 단순한 선형 관계로 정의할 수 있다. 이에 선형 변환 방식을 활용함으로써 기술 자립도를 도출하고자 한다. 기술 자립도는 TDI'으로 표시하고 변환식은 〈수식 2〉와 같으며, 기술 자립도 분석 기준표는 〈표 8〉과 같다.

$$TDI'(\%) = 100 - TDI(\%)$$

〈수식 2〉 기술 자립도 변환식

〈표 8〉 기술 자립도 분석 기준표

수치값	비고
0~25(%)	고위험 (전략적 자립 시급)
25~50(%)	위험 (대체 필요)
50~75(%)	양호
75~100(%)	매우 양호



〈그림 5〉 기술 항목 자립도 평가 과정

### 4.3.2 부품 자립도 평가

먼저, 기존 부품 국산화율 산정 방식에는 단위부품 단가에 재료비 외 노무비와 경비가 포함되어, 실제 국산화 수준에 과대평가 가능성이 존재한다는 한계점이 있다. 또한, 핵심부품에 대한 국산화 여부를 반영할 수 없다는 한계점이 있다. 이에 본 연구에서는 노무비·경비가 원가에 포함되는 것에 대한 한계점을 보완하고자 ‘국내 생산 부품 품목 수 기준 국산화율’ 산정 방식을 활용하고자 한다. 이는 평가하고자 하는 체계 또는 부품만을 고려하고 이외의 요소들은 제거하여 단순하고 구체적인 평가를 진행할 수 있도록 해준다. 또한, 환경측정기기 제조 산업과 철도 산업에서 사용하고 있는 ‘모듈별 국산화율 산정 방식’을 활용하여 핵심부품의 국산화 여부를 반영하고자 한다.

한국방위산업학회, 「연구개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정 방식의 개선 방안」에 따르면 우리나라 산업 전반에서 ‘국내 생산의 부품 수 기준 산정 방식’을 사용하고 있으며 자동차 산업이 그 대표적인 사례임을 알 수 있다. ‘국내 생산의 부품 수 기준 국산화율’ 산정 방식은 국내 생산 국산화 부품 품목 수의 합을 제품 또는 체계를 구성하는 총 부품 품목 수의 합으로 나눈 것이다.

$$\text{국산화율}(\%) =$$

$$\frac{\text{국내 생산 국산화 부품 품목수의 합}}{\text{제품 또는 체계를 구성하는 총 부품 품목수의 합}} \times 100$$

〈수식 3〉 국내 생산 부품 수 기준 산정 방식

대한민국 특허청, 「환경측정기기 국산화율 평가 방법」과 한국방위산업학회, 「연구개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정 방식의 개선 방안」에 따르면 철도 산업과 환경측정기기 제조 산업에서는 ‘모듈별 국산화율 산정 방식’을 활용하고 있음을 확인할 수 있다. 철도 산업의 경우, 시스템에 대해 핵심기술의 국산화 여부를 반영하고자 이

방식을 적용하였다. 또한, 환경측정기기 제조 산업의 경우, 핵심 부품에 대한 국산화 여부를 반영하고자 이 방식을 적용한다.

모듈별 국산화율 산정 방식은 시스템엔지니어링(Systems Engineering)의 작업 분할 구조(Work Breakdown Structure)를 기반으로 수행된다. 이때, WBS의 최상위 단계인 레벨 1은 평가 대상인 최종시스템으로 정의된다. 해당 시스템을 구성하는 하위 단계인 레벨 2는 핵심 기술로 간주되며, 각각의 핵심기술에 대한 국산화율을 계산한 후 이를 합산하여 전체 시스템의 국산화율을 도출한다. 이는 <그림 6>과 <그림 7>과 같은 과정을 통해 수행 가능하며, <그림 6>은 '환경 측정기기 국산화율 평가 방법'에서 활용된 방식이고 <그림 7>은 '연구개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정방식의 개선방안'에서 소개된 철도 산업에서 활용되는 방식이다. 보다 정밀한 국산화율을 도출하기 위해서는 핵심 기술별 중요도를 반영하여, 각 기술의 국산화율에 해당 중요도를 곱한 값을 합산함으로써 최종 국산화율을 계산할 수 있다. 레벨 2 이하의 하위 단계에서의 국

산화율은 <수식 4>와 <수식 5> 중 하나를 선택하여 산정할 수 있다.

$$\text{국산화율}(\%) = \sum(\text{레벨2 국산화율} \times \text{비중})$$

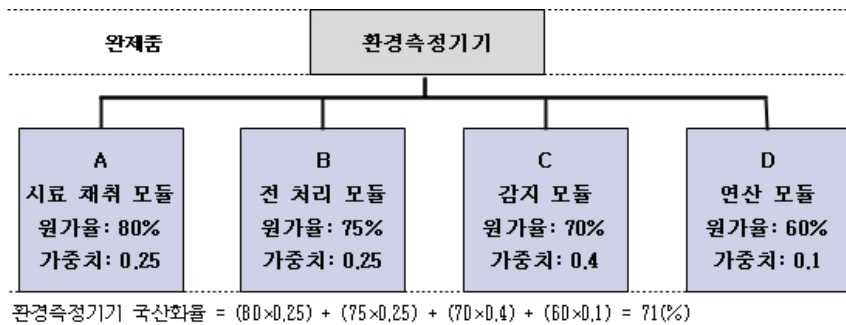
<수식 4> 레벨 2 이하의 하위 단계에서의 국산화율 산정 공식 1

$$\text{국산화율}(\%) = \frac{\sum \text{레벨2 국산화율}}{\sum \text{레벨2 구성요소 개수}}$$

<수식 5> 레벨 2 이하의 하위 단계에서의 국산화율 산정 공식 2

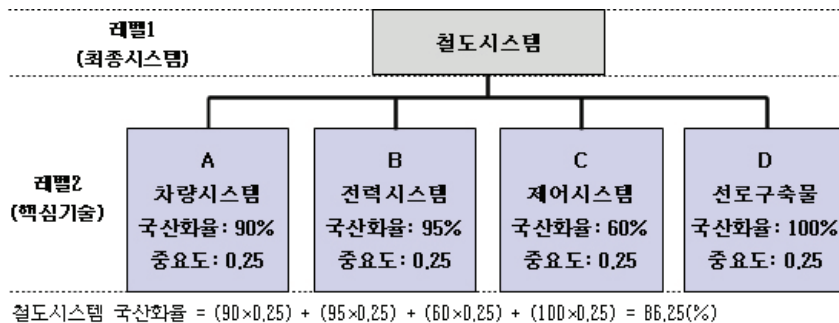
부품 항목에 대한 평가는 모듈별 국산화율 산정 방식을 기반으로 진행된다. 이는 국내 생산 부품 수 기준 국산화율 산정 방식을 활용하여 최하위 레벨의 국산화율 산정, 각 레벨에서의 부품 및 시스템별 가중치 산정, 최종시스템 국산화율 산정의 세 가지 단계로 분류할 수 있다.

첫 번째 단계는, '모듈별 국산화율 산정 방식'에서 레벨



<그림 6> 모듈별 국산화율 산정 방식 예시

자료: 대한민국 특허청, '환경측정기기 국산화율 평가 방법', 2019 (일부 수정)



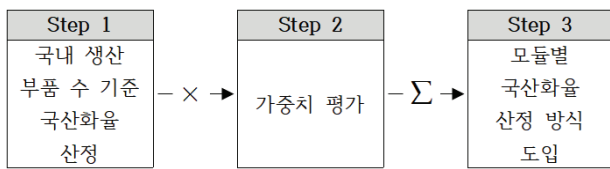
<그림 7> 모듈별 국산화율 산정 방식 예시

자료: 한국방위산업학회, '연구개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정방식의 개선방안', 2008 (일부 수정)

2 이하의 하위 시스템의 국산화율을 산정하는 단계이다. 여기서 국산화율은 ‘국내 생산 부품 수 기준 국산화율 산정 방식’을 활용하여 산정한다.

두 번째 단계는, 레벨 2 이하의 하위 단계에서 국산화율에 곱할 가중치를 산정하는 단계이다. 여기서 가중치의 산정 방법은 전문가 평가 등 정성적인 평가 방식을 따른다.

세 번째 단계는, 앞 단계에서 구한 하위 단위의 값들을 모두 합함으로써 전체 시스템의 국산화율을 산정하는 단계이다.



〈그림 8〉 부품 항목 자립도 평가 과정

### 4.3.3 소재 자립도 평가

기존 국내 방위산업의 국산화율 산정 방식은 소재의 자립도를 평가하는 데 다음과 같은 한계점을 가진다.

첫 번째, 소재가 부품의 하위 개념으로 통합하여 평가됨으로써 실질적인 핵심 소재의 자립 수준을 파악하기 어렵다. 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」 제3조(국산화율 산정)에 따르면, 소재는 부품 제조에 필요한 구성요소로 정의되어 부품 국산화율 산정 시 부품의 일부분으로 간주된다. 이로 인해 소재의 특성과 가치사슬에서의 중요도에 따른 독자적인 자립도 분석이 불가능하다.

두 번째, 소재를 부품의 일부분으로서 국산화율을 산정하는 경우라도 단위 부품 원가에 노무비와 경비 등 가공 비용이 포함되어 과대평가될 가능성이 높다는 점이다. 「군수품조달관리규정」 제169조(가격조사 방법)의 주요품목 또는 구입재료로서 원가요소별 산출내역을 기재한 견적가격 조사서에 따르면, 현 국내 방위산업은 재료비를 국내재료비, 수입품비, 9) 기타 금액을 포함한 재료비, 인건비, 경비, 일반관리비 및 이윤 네가지 요소로 나눈 것의 총액으로 산출하는 것을 알 수 있다. 즉, 부품의 원가가 재료비 외에 노무비와 경비의 합으로 선정되는 것인데, 이는 재료의 국

산화 여부와 무관하게 국내 가공 활동으로 발생한 비용을 국산화 수준으로 인정해 실질적인 핵심 소재의 자립 수준을 왜곡시킨다.

이 밖에도 「전략화지원요소 및 하도급계약 등의 원가계산에 관한 규정」 제5조(재료비구성)을 보면, 재료비를 물품의 소비에 따라 발생하는 원가로 제품 생산에 직접 소비되는 원재료비로서의 직접재료비<sup>10)</sup>와 보조적으로 소비되거나 여러 제품 제조에 공통적으로 소비되어 제품의 실체를 구성하지 아니하는 것을 간접재료비<sup>11)</sup>로 구분하고 있다. 이는 재료비 외의 보조적인 부가 비용이 국산화율에 간접적으로 반영될 가능성을 포함하는 현행 방식의 한계를 보여준다.

【별지 제28호 서식】

### 견적가격조사서

□ 내 용

기본 요구 조건	구 성 내 용	
	요 소 별	금 액
1. 품 명:	○ 재료비	
2. 구매수량:	· 국내재료비	
3. 적용규격:	· 수입품비	
4. 적용장비:	· 기 타	
5. 거래방법:	○ 인건비	
6. 참고사항:	○ 경 비	
	○ 일반관리비 및 이윤	
	○ 총 액 (세금 포함)	
※ 산출내역(간략하게)		

사실과 상이 없음을 확인합니다.

업체명	주 소	면접자 (전화: )
		부서    직위    성명 (인)

○ 조사자

○ 조사 일자:

○ 조사담당자: (인)

〈그림 9〉 견적가격조사서

자료: 「군수품조달관리규정」 별지 제28호 서식

- 10) 제품의 실체를 형성하는 주요한 구성부분이 되는 재료의 소비액인 '주요재료비', 제품에 원형대로 부착되어 제품의 일부를 형성하는 재료의 소비액 '구입부품비', 제품 포장에 소비되는 재료의 소비액인 '포장재료비'로 구성된다.
- 11) 제품의 실체를 형성하지 않고 제조에 보조적으로 소비되는 재료의 소비액인 '보조재료비', 내용연수가 1년 미만이거나 취득금액이 법인세법에 의한 상당가액 미만인 자산과 시험기기·공구 등 「법인세법 시행령」에 정하는 자산으로서 감가상각 대상에서 제외되는 비용인 '소모공구·기구·비품비'로 구성된다.

9) 국내산, 수입산의 여부를 파악하기 어려운 항목의 금액을 의미함.

소재 자립도 평가의 목표는 노무비 및 경비 등 국내에서 발생한 가공 비용을 배제하고, 제품을 구성하는 순수 재료비만을 기준으로 국산화율을 산정하여 실질적인 소재 자립 수준을 구체적으로 측정하는 것이다. 이는 선행연구에서 살펴본 인도 정부의 공공 조달 시 국내 생산 우대 정책<sup>12)</sup>에서 핵심 부가가치<sup>13)</sup>를 산정하는 기준으로 제시된 순재료비(자재 명세서, BOM) 중심의 국산화율 산정 방식과 개념적으로 일치한다. 그러나 현재 우리나라 방위산업의 경우, 순재료비만 포함된 BOM을 활용하여 국산화 여부를 판단하는 명확한 사례는 찾아보기 어렵다.

따라서, 본 연구는 소재 항목의 국산화율 산정을 부품의 국산화율 산정 방식과 구분하여 소재의 특성을 반영하게 하고, 순재료 자체의 국산화 수준만을 구체적으로 측정하고자 인도 정부가 자동차 부품 조달 정책에서 도입한 자재 명세서(Bill of Materials, BOM) 기반의 순재료 비용만을 기준으로 하는 국산화율 평가 방식을 소재 자립도 평가 체계로 개선하여 제시하였다.

소재 항목에 대한 평가는 순재료비 기준 국산화율 산정 방식을 활용하여 소재의 국산화율 산정, 각 소재별로 적용될 부품 가중치 선정, 최종 모듈별 국산화율 산정의 세 단계로 분류한다.

첫 번째 단계의 BOM 기반 국산화율 산정 방식을 도출하기 위해서는 인도 정부가 도입한 순재료비 기준의 국산화율 산정에서 사용되는 다음 두 개념의 구분이 선행되어야 한다.

우선 Dom-BOM(국내 조달 재료비, Domestic Bill of Material)는 국내에서 조달되는 재료의 가치를 계산하는 방식으로, 다음 세 가지 중 하나를 적용할 수 있도록 규정한다. 첫 번째는 관세 및 세금 포함, 환급 대상 세액을 제외한 국내 제조사로부터의 모든 구매 비용 합계이고, 두 번째는 세후이윤, 관세 및 세금 포함한 수입 재료 비용, 보증비용을 제외한 공장 인도가이며 마지막은 운송·보험, 세후이윤, 보증비용, 수입 재료 비용, 판매마케팅 비용을 뺀 시장가격이 된다. 여기서 주목할 점은 세후이윤, 판매마케팅 비용, 운송비 등 모든 부가 비용이 제외되기 때문에 추후 계산에 순재료비만 반영될 수 있다는 사실이다.

다음으로 Total-BOM(총 재료비 - Total Bill of

Material)도 제품 제조에 필요한 모든 재료의 총 비용을 계산하는 방식으로, 위와 같이 세 가지 중 하나를 적용할 수 있도록 한다. 첫 번째는, 관세 및 세금 포함, 환급 대상 세액 제외한 모든 투입 재료 비용의 합계이고 두 번째는 세후이윤, 보증비용을 뺀 공장 인도가이며 마지막은 운송·보험료, 세후이윤, 보증비용, 판매 마케팅 비용을 뺀 시장가격이다.

따라서, 국내 방위산업 소재 항목의 자립도 평가를 위해 진행되어야 할 첫 단계인 소재의 국산화율은 국내에서 조달된 순수 재료 가치가 총 투입된 순수 재료 가치에서 차지하는 비중으로 산정할 것이다. 이러한 접근법은 제조 과정에서 발생하는 노무비와 경비 같은 부가 비용을 제외하고 순수하게 재료의 원산지과 조달 경로를 기준으로 국산화율을 도출하게 한다.

$$\text{소재 국산화율(\%)} = \frac{\text{국내 조달 재료비(Dom - BOM)}}{\text{총 투입 재료비(Total - BOM)}} \times 100$$

〈수식 6〉 BOM 기반 소재 국산화율 산정 방식

자료: Government of India of Heavy Industries & Public Enterprises, 'Public Procurement Order(Preference to Make In India)', 2020 (일부 수정함)

이 공식에 사용되는 국내 조달 재료비는 노무비, 경비, 이윤을 제외한 국내에서 생산되거나 구매된 원재료 및 중간재의 비용 합계이고, 총 투입 재료비 또한 위의 부가비용을 제외한 소재 제조에 투입되는 모든 원재료 및 중간재의 비용 합계이다.

두 번째 단계는, 개별 소재의 중요도를 평가하기 위해, 해당 소재가 적용된 상위 부품의 중요도를 가중치로 설정하고 이를 통해 소재의 중요도를 반영하는 것이다. 이 가중치 산정은 전문가 평가 등 정성적 평가 방식을 따르며, 최종적으로 산정된 소재 국산화율에 이 가중치를 곱하여 중요 부품에 사용된 소재일수록 자립도 평가에 미치는 영향이 커지게 설계한다.

세 번째 단계는, 부품 항목 평가에서 활용한 모듈별 국산화율 산정 방식을 소재에 도입하는 것이다. 이는 무기체계를 구성하는 부품 및 시스템의 계층적 구조를 소재 자립도 평가에 적용하여 개별 소재의 자립도를 시스템적 관점에서 종합한다. 첫 번째 단계에서 산출된 순재료비 기준의 국산화율과 두 번째 단계에서 설정된 부품별 가중치를 곱

12) Public Procurement Order, PPO

13) Domestic Value Addition, DVA

합하여, 최종적으로 모듈별 소재 국산화율을 산출한다.

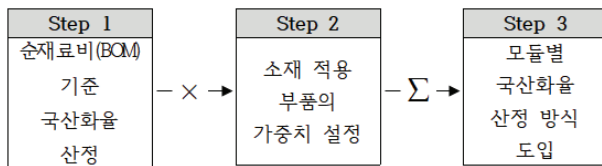
국산화율(%) =

$$\sum_{i=1}^n (\text{소재모듈 } i \text{의 국산화율} \times \text{소재모듈 } i \text{의 부품가중치})$$

〈수식 7〉 모듈별 국산화를 산정 방식 활용  
소재 국산화율 산정

주: 부품 항목에서의 〈수식 5〉와 같은 방식

위 단계를 통한 소재 자립도 평가는 BOM 계산에서 세 후이윤, 판매마케팅 비용, 보증비용 등이 모두 제거되기 때문에, 순수한 재료 자체의 국내 조달 여부만이 국산화율에 반영된다는 이점을 가진다. 이는 국내에서 단순히 수입 원재료를 가공한 경우를 국산화로 인정하지 않아 기존의 국산화율 선정의 단점을 보완할 수 있다는 의미이다.



〈그림 10〉 소재 항목 자립도 평가 과정

## 4.4 ‘방산 자립도’ 지표 종합

### 4.4.1 항목별 가중치 산정

본 연구는 각 항목별 가중치를 공급망 집중도(Herfindahl-Hirshman Index, HHI)를 일부 수정하고, 정규화(normalisation)를 통해 가중치로 변환하여 산정하고자 한다.

HHI는 원래 시장집중도 분석 지표로 정의된 지표이지만 다양한 연구에서 원자재, 부품, 소재 등 공급망 대상으로 확대하여 적용하고 있다. 이에 본 연구에서는 〈수식 8〉과 같은 가장 기본적인 HHI 산출방식을 적용하여 기술, 부품, 소재에 대한 공급망 집중도를 산출하고 이를 기준으로 각 항목의 가중치를 도출할 것이다.

HHI는 특정 품목의 공급 주체들이 차지하는 점유율( $s_i$ )을 제공하여 합산하는 방식으로 산출된다. 이는 공급 주체

들의 수와 그들의 규모 불균형 정도를 동시에 반영하여 집중도를 측정하는 표준적인 방법이다.

$$HHI = \sum_{i=1}^k (s_i)^2$$

〈수식 8〉 HHI 산출 방식

자료: MDPI, 'Determining the Level of Market Concentration in the Construction Sector-Case of Application of the HHI Index' 2022

이 식에서 각 변수의 정의와 본 연구에서의 적용은 다음과 같다.  $s_i$ 는 분석 대상 항목인 기술·부품·소재의 전체 공급망에서  $i$ 번째 공급 주체 즉, 특정 공급 국가나 기업이 차지하는 점유율을 의미한다.  $k$ 는 해당 품목에 대한 전체 공급 주체 수를 나타낸다. 여기서  $s_i$ 는 0과 1 사이의 소수로 표현되며, 백분율로 환산하여 계산할 경우 HHI 값은 0에서 10,000 사이의 값을 가진다.

산출된 HHI 값은 0에 가까울수록 공급 주체가 분산되어 경쟁적임을, 1에 가까울수록 단일 공급 국가 및 기업 등 소수 공급 주체에 집중되어 공급 집중도가 높음을 의미한다. 이는 곧 해당 품목의 공급망 취약성 또는 외부 의존도가 높다는 것을 시사하므로 본 연구는 HHI 값이 높을수록 해당 품목의 전략적 중요도 및 공급 리스크가 높다고 판단하여 자립도 지표 산출 시 더 높은 가중치를 부여함으로써 위험 요소를 반영하고자 한다. 이때, HHI는 일반적인 시장집중도 분석에서 다음과 같은 기준으로 집중도를 구분함으로써 본 연구 역시 이 기준을 준용하여 각 항목별 리스크 수준을 평가한다.

〈표 9〉 HHI 값에 따른 집중도 수준 기준표

HHI 값	집중도 수준
HHI < 0.1	비집중 시장 (Not Concentrated)
0.1 ≤ HHI ≤ 0.18	중간 집중 시장 (Moderately Concentrated)
HHI > 0.18	고도 집중 시장 (Highly Concentrated)

자료: MDPI, 'Determining the Level of Market Concentration in the Construction Sector-Case of Application of the HHI Index' 2022

본 연구에서 HHI를 정규화하여 각 항목별 HHI 기반 가중치를 도출하여 활용하고자 한다. 기술·부품·소재 항목의 HHI 도출 과정에서 동일한 기준을 적용하지 않을 시

항목별 HHI를 동일 개념의 지표로 보기 어렵다는 취약점이 발생할 수 있다. 이에 본 연구에서는 기술 항목의 HHI 비중 도출 기준은 기술별 라이선스 비용 또는 R&D 비용으로 제한할 것이고, 부품과 소재 항목 역시 HHI 비중 도출의 기준을 비용으로 설정하고자 한다.

이렇게 도출한 HHI와 OECD, JRC(Joint Research Centre)에서 인정하는 <수식 9><sup>14)</sup>와 같은 정규화 방식을 활용하여 지수(Index)를 가중치로 변환하여 사용하고자 한다. 실제로 HHI를 가중치로써 변환하여 사용한 사례는 존재하지 않으나 엔트로피 지수, CRITIC 지수, 취약성 지수 등을 가중치로 변환하여 사용한 사례는 존재한다. 이에 본 연구에서는 이와 동일한 방식으로 지수를 가중치로 변환하여 사용하고자 한다.

$$w_i = \frac{R_i}{\sum_{j=1}^k R_j}$$

<수식 9> 정규화 방식

‘방산 자립도’는 단순히 방위산업의 자립 수준을 나타내는 수치로 보기보다, 정책적 관점에서 전략적 판단을 뒷받침하는 지표로 작동하는 목적으로 하고 있다. 이에 <수식 9>의 일반적인 가중치 정규화 방식에 ‘ $\alpha$ 승 파워 변환<sup>15)</sup>’을 적용하여, 고위험 축을 상대적으로 더 크게 반영하여 강조하는 구조를 형성하고자 한다.  $\alpha$ 는 ‘ $\alpha > 1$ ,  $\alpha = 1$ ,  $\alpha < 1$ ’<sup>16)</sup>의 경우로 나누어 정의할 수 있으나, ‘방산 자립도’의 활용 목적에 따라 본 연구에서는  $\alpha > 1$ 과  $\alpha = 1$ 만을 정의하여  $\alpha$ 승 파워 변환을 적용한 가중치 정규화 방식을 완성하고자 한다.

먼저,  $\alpha > 1$ 일 경우는 공급망 집중도가 큰 값 즉, 자립이 어려운 상황을 더욱 극대화하여 강조함으로써 취약점을 조

기에 식별하거나 정책적 관점에서 전략적 판단이 필요할 경우에 사용된다.

$\alpha = 1$ 일 경우는 일반적인 정규화 방식과 동일한 형태로, 공급망 안정성, 기술·부품·소재 자립 수준만을 고려하여 정확한 ‘방산 자립도’를 도출하고자 할 경우에 사용된다.

$\alpha$ 값은 전문가 평가 혹은 정부 기관의 ‘방산 자립도’ 활용 방식에 따라 변할 수 있으나, 실제 일반화 평균(Power Mean)에서는 0.5부터 3의 범위 내에서 지정한다. 이에 본 연구는  $\alpha = 1$ 을 기술·부품·소재 항목의 균형을 중시하는 ‘균형 중시형’,  $1.5 \leq \alpha \leq 2$ 를 공급망 안정성을 집중 보강할 필요성을 중시하는 ‘위험 중시형’,  $2 < \alpha \leq 3$ 을 특정 항목에 대한 수출 통제 등의 위기에 대한 대응을 중시하는 ‘극단 위기형’으로 정의한다.

$$w_i = \frac{(HHI_i)^\alpha}{\sum_{j=1}^j (HHI_j)^\alpha}$$

<수식 10>  $\alpha$ 승 파워 변환을 적용한 가중치 정규화 방식

<표 10> 가중치 활용 방식에 따른  $\alpha$ 값 구분

구분 ( $1 \leq \alpha \leq 3$ )	활용 방식	중점 사항
$\alpha = 1$	균형 중시형	기술·부품·소재 항목 균형
$1.5 \leq \alpha \leq 2$	위험 중시형	공급망 안정성 취약 집중
$2 < \alpha \leq 3$	극단 위기형	수출 통제 등의 위기 대응

#### 4.4.2 지표 종합

기술 항목의 TDI ‘그리고 부품과 소재 항목의 국산화율은 서로 다른 지표를 통해 각 항목의 자립도를 산정하고 있지만, 복합 지표로 통합 시에 문제점으로 작용하지 않는다. OECD와 JRC의 복합지표 가이드라인에 따르면, 이론적 개념을 공유하는 서로 다른 proxy 지표들은 적절한 정규화와 방향성 조정을 거친 후 하나의 복합지표로 집계될 수 있다. TDI’과 국산화율은 모두 ‘방산 자립도’의 하위 개념의 지표로써 자립이라는 동일한 방향성을 가지며, 0부터 1사이의 범위 내에 있는 지표이다. 따라서, 기술, 부품, 소재에 대한 자립도를 평가 후 하나의 복합 지표로 통합함으로써 방위산업의 전반적이고, 종합적인 자립 수준을 평

14) OECD와 JRC의 정규화(normalization) 방식을 일부 수정한 수식으로, 독립적인 지표가 서로 다른 단위·규모·중요도를 갖더라도 통계적으로 척도 불변성을 확보함으로써, 각 지표가 전체 평가에 기여하는 비율을 명확히 할 수 있도록 해주는 방식

15) Power Mean 또는 Hölder Mean이라고도 불리는 일반화 평균(generalized mean) 개념을 기초로 두고 있는 수학적 변환

16) A Survey of Loss Functions in Deep Learning(MDPI, 2025), Are We Merely Justifying Results EX Post Facto? Quantifying Explanatory Inversion in Post-Hoc Model Explanations(ICLR) 등에서 언급

가할 수 있다. 이에 본 연구에서는 ‘가중곱 방식’을 활용하여 항목별 자립도를 단일 지표로 통합하고자 한다.

‘가중곱 방식(Geometric Aggregation)<sup>17)</sup>’이란 독립적인 각 하위 지표의 값에 가중치의 거듭제곱을 취한 값을 모두 곱해 하나의 복합 지표로 통합하는 방식이다. 이는 <수식 11>과 같은 공식을 통해 수행된다. 이때 복합 지표는 CI(Composite Indicator)로 표시되며, j는 지표의 총 개수이고 i는 하나의 하위 지표를 특정하고자 설정한 가상의 번호이다.

$$CI = \prod_{i=1}^j (I_i)^{w_i}$$

**<수식 11>** 가중치 보정 상수를 적용한 가중치 정규화 방식

자료: JRC, ‘Tools for Composite Indicators Building’, 2005 (일부 수정)

‘가중곱 방식’을 ‘가중합 방식’ 달리, 평가하고자 하는 두 개 이상의 요소 중 낮은 지표값이 전체 결과에 크게 영향을 준다. 이는 항목별 자립도의 차이가 커도 자립 수준을 평가할 시에, 통합 지표에 낮은 지표값도 포함할 수 있어, 보다 더 정확한 자립도를 얻을 수 있도록 해준다. 방위산업의 구조적 특성상 기술, 부품, 소재 중 하나라도 해외에 의존하게 된다면 무기체계 전체가 운용 불가하거나 수출 제한에 직면할 수 있다. 즉, ‘가중곱 방식’의 극단값 민감도를 반영하여 정책적 관점에서 전략적으로 취약한 분야를 조기에 식별하는 구조를 형성하고자 한다. 또한, 추후 기술, 부품, 소재 이외에 ‘방산 자립도’를 평가하기 위한 항목이 추가될 경우 항목별 자립도를 하나로 통합된 지표에 확실히 반영할 수 있도록 해준다.

반면, ‘가중곱 방식’을 활용하여 여러 지표를 하나의 복합 지표로 통합할 경우 한계점 역시 존재한다. 여러 지표 값 중 하나의 지표값이 ‘0’이 도출될 경우 복합 지표의 값이 ‘0’이 된다는 것이다.

**<표 11>** 극단값 민감도와 정책적 판단 관계

사례	문제	정책적 판단	극단값 민감도 관계
K2 전차 초기 양산분 독일 RENK 변속기 의존	BAFA 수출 승인 대상 품목으로 수출 협상 과정 지연 및 불확실	4차 양산 100% 국산 파워팩 개발을 수출 전략의 핵심 정책 목표로 설정	가중곱 활용에 따라 핵심 구성품 해외 의존이 전체 지표 급락의 요인이 되어 정책적 판단의 계기 제공 가능

이러한 한계점에 대해 OECD와 JRC가 공동 발간한 「Handbook on Constructing Composite Indicators<sup>18)</sup>」에서는 가중곱 방식 작용 시 모든 지표 값이 양수가 되어야 함을 전제로 하며, ‘0’의 값이 발생할 경우 미세한 보정 상수를 더하거나 척도를 변환하여 하한선을 설정할 것을 권고하고 있다.

본 연구에서는 이러한 하한선 설정에 지표 보정 상수인 pseudocount<sup>19)</sup>를 적용하여 복합 지표 값이 ‘0’이 되는 것을 방지하고자 한다. 다양한 연구<sup>20)</sup>에서 pseudocount를 매우 작은 양의 상수인 ε으로 정의하여 ‘0’을 대체하고 있다. ε는 임의로 설정 가능하나 주의할 점은 세 가지로 정리된다. 먼저, ε는 0처럼 작게 작용해야 한다. 예를 들어 국산화율이 0%인 상황에서 ε=0.1로 설정하여 대입하게 된다면, 복합 지표 통합 시에 국산화율 10%로 계산되며, 최종값에 왜곡이 발생할 수 있다. 이에 데이터 스케일과 항목별 국산화율을 고려하여 매우 작은 ε를 설정해야 한다. 그러나 ε를 너무 작은 값으로 설정해서도 안된다는 점이 두 번째 주의사항이다. 본 연구에서는 항목별 국산화율에 HHI 기반 가중치를 거듭제곱하고 가중곱 방식을 통해 복합 지표를 도출하는 과정을 거침에 따라 소수점에 의한 수치 오차의 발생 가능성이 생긴다. 이에 「Large-Scale benchmarking reveals false discoveries and count transformation sensitivity in 16s rRNA gene

17) OECD & JRC ‘Handbook on Constructing Composite Indicators, METHODOLOGY AND USER GUIDE’에서 ‘가중합(additive aggregation) 방식’의 한계를 보완하기 위해 사용하는 지표 통합 방식으로 소개되어 있다.

18) OECD & JRC, Handbook on Constructing Composite Indicators Methodology and User Guide (2008)

19) Estimating pseudocounts and fold changes for digital expression measurements(Oxford, 2018)에 따르면 pseudocount가 더해져 모든 관측된 빈도값이 ‘0’이 아닌 양수가 되도록 하는 역할을 활용하여 ‘0’에 의한 문제를 해결한다고 설명함

20) Statistical analysis of metagenomics data(G&I, 2019), Overview of data preprocessing for machine learning applications in human microbiome research(frontiers, 2023) 등의 연구

amplicon data analysis methods used in microbiome studies<sup>21)</sup>은 데이터 스케일에 적절한 pseudocount를 설정의 중요성을 강조하고, 그 과정을 수행하여 10<sup>-5</sup>을 pseudocount로 도출한 바 있다. 마지막으로 주의할 점은 ε에 의해 최종값의 순위가 바뀌면 안된다는 것이다. 예를 들어 A 무기체계의 기술·부품·소재 항목의 TDI' 및 국산화율이 0%, 90%, 90%이고 B 무기체계는 2%, 90%, 90%일 경우, ε=0.05 즉 '0' 대체 국산화율을 5%로 설정하여 사실상 최종값이 더 작게 도출되어야 하나 ε에 의해 더 높은 최종값이 도출되는 상황이 발생한다. 이러한 상황을 방지하기 위해 비슷한 수준의 TDI' 및 국산화율을 가진 비교 대상과의 비교분석을 통해 적절한 ε을 설정해야 한다.

이에 본 연구에서 지표 보정 상수 ε를 적용한 <수식 12>를 통해 지표값이 '0'이 되어 발생하는 문제를 해결하고자 한다.

$$\begin{cases} I'_i = I_i + \epsilon_f \\ TDI' = TDI'_{zero} + \epsilon_f \end{cases}$$

<수식 12> 지표값 보정 상수가 적용된 지표값

이러한 방법들을 '방산 자립도'에 적용하면 기술, 부품, 소재를 하위 지표값으로 설정하게 되어, 평가하고자 하는 항목의 총 개수인 j=3이며, 각 항목의 가중치인 w는 항목별로 도출된 4.4.1에서 설명한 HHI 기반 가중치가 된다. 따라서, 도출된 기술, 부품, 소재 항목의 HHI 기반 가중치를 해당 항목에 거듭제곱한 후 그 값을 곱함으로써 하나의 복합 지표로 통합할 수 있다. 기술, 부품, 소재 항목 중 하나의 국산화율이라도 '0'이 되는 경우에는 상황에 맞는 보정 상수를 활용함으로써 문제를 방지할 수 있도록 한다. 이는 <수식 13-1>, <수식 13-2>와 같고 X는 TDI'과 국산화율 I를 나타낸다.

$$CI = \prod_{i=1}^3 (X_i)^{w_i} = (TDI')^{w_t} \times (I_{parts})^{w_p} \times (I_{material})^{w_m}$$

<수식 13-1> '방산 자립도' 항목별 지표 통합 (모든 항목의 국산화율≠0%일 경우)

$$CI = \prod_{i=1}^3 (X'_i)^{w_i} = (TDI')^{w_t} \times (I_{parts} + \epsilon_f)^{w_p} \times (I_{material} + \epsilon_f)^{w_m}$$

<수식 13-2> '방산 자립도' 항목별 지표 통합 (국산화율=0%경우)

<표 12> 자립도 평가 활용 공식 종합

평가	활용 공식	비고
기술 자립도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>TDI(\%) = \frac{\text{외산핵심부품(또는소재)수}}{\text{전체핵심부품(또는소재)수}} \times \text{위험가중치} \times 100</math> :기술 종속 지수 산정식</li> <li>• <math>\text{단일 국가공급원 비중}(\%) = \frac{\text{단일 국가의존 외산핵심부품(또는소재)}}{\text{외산핵심부품(또는소재)수}} \times 100</math> :단일 국가 공급원 비중 산정식</li> <li>• <math>TDI'(\%) = 100 - TDI(\%)</math> :기술 자립도 변환식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험가중치는 단일 국가 공급원 비중과 &lt;표 6&gt;를 종합하여 산정 가능</li> <li>• TDI는 '기술 종속 지수'에 해당되므로 '기술 자립도'의 개념에 맞춰 TDI'으로 변환</li> <li>• 기술 자립도(TDI')과 &lt;표 8&gt;을 종합하여 기술 자립 수준 분석 가능</li> <li>• 기술 항목에 해당되는 HHI<sub>기술</sub> 기반 가중치 적용을 통해 자립도 추가 반영</li> </ul>
부품 자립도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{국산화율}(\%) = \frac{\text{국내 생산 국산화 부품 품목수의 합}}{\text{제품 또는 체계를 구성하는 총 부품 품목수의 합}} \times 100</math> :국내 생산 부품 수 기준 국산화율 산정식</li> <li>• <math>\text{국산화율}(\%) = \sum(\text{레벨2 국산화율} \times \text{비중})</math> :모듈별 국산화율 산정식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부품 항목에 해당되는 HHI<sub>부품</sub> 기반 가중치 적용을 통해 자립도 및 공급망 안정성 추가 반영</li> </ul>

21) BioMed Central, 2016

평가	활용 공식	비고
소재 자립도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소재 국산화율(%) = <math>\frac{\text{국내 조달 재료비}(Dom - BOM)}{\text{총 투입 재료비}(Total - BOM)} \times 100</math></li> <li>:BOM 기반 소재 국산화율 산정식</li> <li>· 국산화율(%) = <math>\sum(\text{레벨2 국산화율} \times \text{비중})</math></li> <li>:모듈별 국산화율 산정식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모듈별 국산화율 산정식에서 가중치에 해당되는 비중은 소재별 가중치 설정이 어려울 경우, 소재가 적용된 부품의 가중치를 대신 활용 가능</li> <li>· 소재 항목에 해당되는 HHI<sub>소재</sub> 기반 가중치 적용을 통해 자립도 및 공급망 안정성 추가 반영</li> </ul>
방산 자립도	$w_t = \frac{(HHI_{tech})^\alpha}{(HHI_{tech} + HHI_{parts} + HHI_{material})^\alpha}$ $w_p = \frac{(HHI_{parts})^\alpha}{(HHI_{tech} + HHI_{parts} + HHI_{material})^\alpha}$ $w_m = \frac{(HHI_{material})^\alpha}{(HHI_{tech} + HHI_{parts} + HHI_{material})^\alpha}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>:각 항목별 HHI 기반 가중치 산정식</li> <li>· <math>CI = \prod_{i=1}^2 (I_i)^{w_i} = (TDI')^{w_t} \times (I_{parts})^{w_p} \times (I_{material})^{w_m}</math></li> <li>:TDI' ≠ 0(%), 국산화율 ≠ 0% 일 경우 지표 통합식</li> <li>· <math>CI = \prod_{i=1}^2 (I_i')^{w_i} = (TDI')^{w_t} \times (I_{parts} + \epsilon_p)^{w_p} \times (I_{material} + \epsilon_m)^{w_m}</math></li> <li>:국산화율=0% 일 경우 지표 통합식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상황에 따라 두 가지 지표 통합식 중 한 가지를 선택하여 사용</li> </ul>

## V. 지상 무기체계에 대한 ‘방산 자립도’ 지표 적용 사례

‘방산 자립도’ 평가 방법에 대한 이해를 돕고자 지상 무기체계 중 임의로 선정된 X 전차에 모의 적용하고자 한다. 본 연구의 사례 분석에 사용된 X 전차의 수치값은 실제 무기체계 자료의 비공개로 인해 공개 가능한 범위의 자료를 기반으로 설정한 가상의 값이다. 따라서, 본 연구의 사례 분석은 실제 수치의 재현보다는 ‘방산 자립도’의 구조적 타당성 그리고 적용 가능성을 검증하기 위한 방법론적 목적을 가진다.

본 연구의 모의 적용을 수행하기에 앞서 완성장비를 최상위 레벨로 하여 WBS 방식으로 X 전차의 구조를 분석하면, 레벨 2는 구동, 무장, 전장, 차체로 분류가 가능하고 이를 더 세분화하여 레벨 3로 나타낼 수 있으며, 이는 <그림 11>과 같이 나타난다.

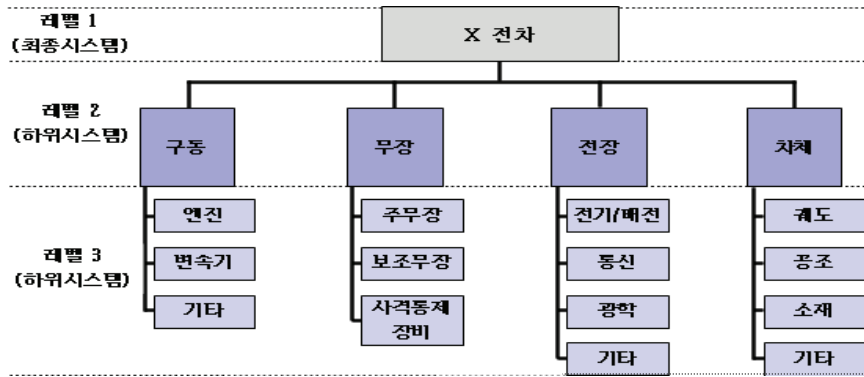
<그림 11>을 기반으로 기술 항목의 TDI', 부품과 소재 항목의 국산화율을 산정하고, 항목별 HHI 기반 가중치 도

출 및 지표 통합 과정을 수행하여 X 전차에 대한 종합적인 ‘방산 자립도’를 도출하고자 한다.

### 5.1 기술 항목에 대한 적용 예시

X 전차의 기술 항목에 대한 자립도를 구하기 위해서 <표 7>과 같이 「무기체계 부품국산화개발 관리규정」제 3조에 명시된 구성품, 결합체, 부분품의 정의를 기준으로 하여 하위 분류로 나타낼 수 있다. 본 연구의 모의적용에서는 구동시스템의 TDI를 간단하게 산정하고, 산업연구원의 ‘국내 방위산업 공급망 구조 분석과 경쟁력 진단-지상 무기체계를 중심으로22)’를 참고하여 이외 시스템에 대한 지표값을 가상으로 설정하여 자립도 평가를 진행하고자 한다.

22) K2 전차와 K9 자주포를 사례로 하여 제품별·부분별 공급망 구조 분석을 통해 공급망 안정성, 공급망 경쟁력, 국산화 수준 등을 분석하고 공급망 강화를 위해 정책 과제를 제시하였다.



〈그림 11〉 X 전차 구성 체계도 소재 포함(예시)

자료: 산업연구원, '국내 방위산업 공급망 구조 분석과 경쟁력 진단', 2023을 기초로 수정보완 작성

〈표 13〉 X 전차의 시스템별 구성품(예시)

레벨 1	레벨 2	레벨 3
X 전차	구동 시스템	엔진
		변속기
		클러치
		제어장치
		냉각장치
		동력 전달계
		궤도
		구동륜
		최종감속기
	무장 시스템	주무장
		보조무장
		사격통제장비
	전장 시스템	전기/배전
		통신
		광학
		기타
차체 시스템	공조	
	기타	

〈표 14〉 구동시스템의 1차, 2차 선정(예시)

평가 항목 (레벨 2)	핵심 구성품 (레벨 3)	외산 사용 여부	단일 국가 의존 여부
구동 시스템	엔진	x	-
	변속기	o	o
	클러치	x	-
	제어 장치	o	x
	냉각 장치	x	-
	동력 전달계	x	-
	구동륜	x	-
	최종감속기	x	-

〈표 14〉를 통해 총 핵심 부품 8가지 중 외산은 2가지 이고 단일 국가에 의존하는 외산 부품은 1가지임을 알 수 있다. 이를 통해 단일 국가 공급원 비중이 50%임을 알 수 있고 〈표 6〉와 종합하여 가중치 값을 1.3으로 설정할 수 있다.

$$\frac{1(\text{단일 국가 의존 외산핵심부품})}{2(\text{외산핵심부품})} \times 100 = 50\%$$

먼저, 구동시스템의 기술 종속 지수를 산정하기 위해서는 〈표 13〉의 레벨 3에 해당되는 구성품 중 각 레벨에서 핵심이 되는 것을 선정하는 1차 선정 단계를 거쳐야 한다. 다음으로 1차 선정에서 선정한 핵심 부품 중 외산 핵심 부품을 선정하고 이 중 단일 국가 의존 여부를 판단하는 2차 선정 단계를 거쳐야 한다. 〈표 14〉는 1차 선정된 구동시스템의 핵심 구성품 및 핵심 세부 부품 중 외산 사용 여부와 단일 국가 의존 여부를 나타낸 것이다.

구동시스템의 기술 종속 지수는 총 핵심 부품 수, 외산 핵심 부품 수, 가중치에 해당되는 값들을 〈수식 1〉에 대입하여 32.5%임을 알 수 있다. 또한, 이를 〈수식 2〉를 활용하여 기술 자립도로 변환하면 67.5%가 도출된다.

$$\begin{cases} TDI(\%) = \frac{2}{8} \times 1.3 \times 100 = 32.5(\%) \\ TDI'(\%) = 100 - 32.5 = 67.5(\%) \end{cases}$$

이를 <표 8>와 종합하여 보면 X 전차의 구동시스템은 핵심 부품에 대한 기술 자립 수준이 '양호' 수준에 있는 것을 알 수 있다.

이와 같은 방식으로 무장, 전장, 차체 시스템에 대한 TDI'를 산정할 수 있다. 본 연구에서는 구동시스템의 기술 종속 지수 32.5%를 기준으로 산업연구원의 '국내 방위산업 공급망 구조 분석과 경쟁력 진단-지상무기체계 중심으로'의 공급망 안정성과 경쟁력 등의 요인을 종합하여 임의로 기술 종속 지수를 설정하고자 한다. 이에 무장 시스템의 기술 종속 지수는 15%, 전장 시스템은 20% 그리고 차체 시스템은 50%로 설정하고, 설정된 기술 종속 지수를 기술 자립도로 변환하면 무장 시스템은 85%, 전장 시스템 80%, 차체 시스템 50%가 된다.

전문가 평가를 통해서 각 시스템별 가중치를 설정하여 핵심 기술 자립 여부를 반영해야하지만, 본 연구에서는 모든 시스템의 중요도가 같다고 가정하여 가중치를 동일하게 설정함으로써 모의 적용을 수행하고자 한다. 이에 시스템별 가중치는 0.25(=1÷4)로 설정된다.

<표 15> X 전차 레벨 2 TDI' 산정(예시)

시스템 (레벨 2)	가중치	TDI	TDI'	(TDI') × (가중치)
구동 시스템	0.25	32.5%	67.5%	67.5 × 0.25 = 16.875%
무장 시스템	0.25	15%	85%	85 × 0.25 = 21.25%
전장 시스템	0.25	20%	80%	80 × 0.25 = 20%
차체 시스템	0.25	50%	50%	50 × 0.25 = 12.5%

주: 레벨 1(완성장비) X 전차 TDI' = 18.75 + 23.75 + 21.25 + 17.5 = 70.625(%)

마지막으로 HHI<sub>tech</sub> 를 산정하기 위해 임의로 X 전차 관련 기술을 (A)부터 (G)까지 설정하고자 한다. 또한, 각 기술의 R&D 비용을 HHI<sub>tech</sub> 비중의 기준으로 함에 따라 비용, 기술을 소유하는 국가를 임의로 설정하여 모의 적용을 수행할 것이다.

X 전차의 총 R&D 비용은 17,400억 원이므로 HHI 산정식인 <수식 8>의 S<sub>i</sub>에 해당하는 기술별 비중은 (A)부터 순서대로 약 0.057, 0.086, 0.052, 0.517, 0.046, 0.172, 0.069가 된다. 이를 바탕으로 HHI<sub>tech</sub>를 산정할 수 있다.

<표 16> 기술별 공급원 및 비용(예시)

단위: 억 원

기술	공급원	R&D 비용
(A)	국내 a사	1,000
(B)	해외 b국 ①사	1,500
(C)	해외 b국 ②사	900
(D)	해외 c국	9,000
(E)	국내 b사	800
(F)	해외 d국	3,000
(G)	국내 c사	1,200

주: 해외 b국 ①과 ②사는 최종적으로 해외 b국에 해당되며, 국내 a,b,c사는 또한 국내 공급원에 해당됨

<표 17> 기술별 비용 기준 공급망 비중(예시)

기술	비중(소수)	비중(%)
(A)	0.057 (=1000÷17400)	5.7
(B)	0.086 (=1500÷17400)	8.6
(C)	0.052 (=900÷17400)	5.2
(D)	0.517 (=9000÷17400)	51.7
(E)	0.046 (=800÷17400)	4.6
(F)	0.172 (=3000÷17400)	17.2
(G)	0.069 (=1200÷17400)	6.9

$$HHI_{tech}$$

$$= (0.057 + 0.046 + 0.069)^2 + (0.086 + 0.052)^2 + (0.517)^2 + (0.172)^2 \approx 0.346$$

따라서, X 전차의 TDI'는 0.675 (=67.5%) 이고 HHI<sub>tech</sub>은 0.346이 된다.

## 5.2 부품 항목에 대한 적용 예시

부품 항목 또한 기술 항목에서와 같이 구동시스템의 부품 국산화율을 산정하고 산업연구원의 연구를 바탕으로 무장, 전장, 차체 시스템의 국산화율을 임의로 설정하여 모의 적용을 수행하고자 한다.

먼저, 부품 항목의 국산화율 산정의 첫 번째 단계는 레벨 2에 해당되는 각 시스템에 대한 '국내 생산 부품 수 기준 국산화율'을 산정하는 것이다. 이에 구동시스템을 WBS

방식을 활용하여 하위 레벨로 세분화하면 엔진, 변속기, 클러치, 제어 장치, 냉각 장치, 동력 전달계, 궤도, 구동륜, 최종 감속기 등으로 분류할 수 있다. <표 18>은 <표 13>에서 분류한 X 전차의 하위 시스템인 구동 시스템의 구성품과 해당 구성품의 국산화 여부를 나타낸 것이다. 이는 ‘국내 생산 부품 수 기준 국산화율’ 산정 방식을 적용하기 위해서 정리한 표이다.

<표 18> X 전차 구동 시스템의 구성품(예시)

레벨 2	레벨 3	국산화 여부
구동 시스템	엔진	○
	변속기	x
	클러치	○
	제어장치	x
	냉각장치	○
	동력 전달계	○
	구동륜	○
	최종감속기	○

이에 ‘국내 생산 부품 수 기준 국산화율’ 산정 방식을 적용하면 구동시스템의 국산화율은 75%이다.

$$\frac{6(\text{구동시스템의 국산 구성품 수})}{8(\text{구동시스템의 총 구성품 수})} \times 100 = 75\%$$

‘국내 생산 부품 수 기준 국산화율’의 정확성을 높이기 위해서는 <표 18>의 레벨 3를 하위 레벨로 세분화하여, 더 작은 단위의 부품에 대해 국산화 여부를 파악하는 작업이 필요하다.

산업연구원의 ‘국내 방위산업 공급망 구조 분석과 경쟁력 진단-지상무기체계를 중심으로’에 따르면, 전장 부문과 무장 부문이 가장 경쟁력이 양호한 것으로 나타났고, 구동 부문이 다음으로 경쟁력이 높으며 차체는 경쟁력이 낮은 것으로 나타나 있다. 또한, K9 자주포와 K2 전차 공급망 참여 기업 중 국내, 해외 업체 수를 종합하여 본 연구에서는 앞서 평가한 구동 시스템의 국산화율 75%를 기준으로 전장 시스템, 무장 시스템 그리고 차체 시스템의 국산화율을 가상으로 설정하고자 한다. 즉, 전장 시스템과 무장 시스템의 국산화율을 90%, 차체 시스템의 국산화율을 70%로 가정하고 모의 적용을 수행하도록 한다.

두 번째 단계는 레벨 2에 해당하는 시스템별 중요도를

평가하여 가중치를 부여하는 단계이다. 본 연구에서는 레벨 2의 시스템별 중요도가 모두 동일하다고 가정하여 가중치를 설정하고자 한다. 따라서, 구동, 무장, 전장, 차체 시스템 4가지의 중요도를 모두 5점(5점 만점)으로 하여 총 20 점(=5×4)이다. 이에 시스템별 가중치는 0.25(=5÷20)이다.

세 번째 단계는 ‘모듈별 국산화율’ 산정 방식에 따라 시스템별 국산화율과 가중치를 곱하고 모두 합함으로써 레벨 1에 해당하는 완성장비의 국산화율을 산정하는 단계이다. <표 19>는 시스템별 중요도를 반영한 국산화율 산정 과정이다. 이러한 과정을 통해 X 전차 부품 항목의 국산화율은 81.25%로 도출된다.

<표 19> X 전차 레벨 2 국산화율 산정(예시)

시스템(레벨 2)	가중치	국산화율	(국산화율) × (가중치)
구동 시스템	0.25	75%	75 × 0.25 = 18.75%
무장 시스템	0.25	95%	95 × 0.25 = 23.75%
전장 시스템	0.25	85%	85 × 0.25 = 21.25%
차체 시스템	0.25	70%	70 × 0.25 = 17.5%

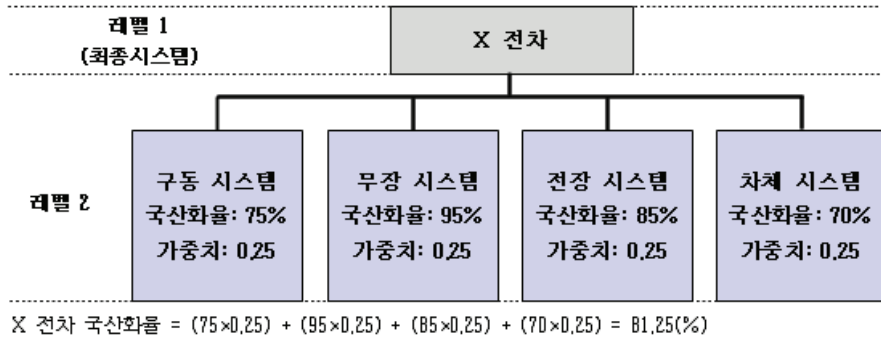
주: 레벨 1(완성장비) X 전차 국산화율 = 18.75 + 23.75 + 21.25 + 17.5 = 81.25(%)

마지막으로 부품 항목에 대한 HHI<sub>parts</sub>를 산정하기 위해 X전차 완성장비 기준 모든 부품을 나열하고 비용을 작성하는 과정을 수행해야 한다. 「무기체계 부품국산화개발 관리 규정」부품의 정의에 따라 부품을 나열하는 과정이 수행되어야 하지만, 본 연구의 간략한 모의 적용에서는 <표 13>의 레벨 3를 기준으로 공급원과 비용을 임의로 설정하여 HHI<sub>parts</sub> 산정하고자 한다.

X 전차의 총 부품 비용은 53억 원이므로 HHI 산정식인 <수식 8>의 S<sub>i</sub>에 해당하는 부품별 비용 기준 비중은 <표 21>처럼 나타난다. 이를 바탕으로 HHI<sub>parts</sub>를 산정할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 HHI_{parts} &= (0.113 \times 2 + 0.009 + 0.013 \times 2 + 0.034 \\
 &\quad + 0.047 + 0.006 + 0.019 \times 3 + 0.038 \\
 &\quad + 0.028 + 0.075)^2 + (0.132 + 0.019)^2 \\
 &\quad + (0.189)^2 + (0.113)^2 \\
 &\approx 0.369
 \end{aligned}$$

따라서, X 전차의 부품 항목의 국산화율은 0.8125 (=81.25%) 이고 HHI<sub>parts</sub>는 0.369가 된다.



〈그림 12〉 X 전차 부품 항목 기준 자립도 평가 방법 및 결과(예시)

〈표 20〉 부품별 공급원 및 비용(예시)

단위: 억 원

부품	공급원	비용
엔진	국내 a사	6
변속기	해외 b국 ㉠사	7
클러치	해외 b국 ㉡사	1
제어장치	국내 a사	0.5
냉각장치	국내 b사	0.7
동력 전달계	국내 c사	1.8
궤도	국내 d사	2.5
구동륜	국내 e사	0.3
최종감속기	국내 f사	1
주무장	국내 g사	6
보조무장	국내 h사	0.7
사격통제장비	해외 c국	10
전기/배전	국내 a사	2
통신	국내 a사	1.5
광학	해외 d국	6
기타(전장)	국내 c사	1
공조	국내 b사	1
기타(차체)	국내 d사	4

주: 해외 b국 ㉠과 ㉡사는 최종적으로 해외 b국에 해당되며, 국내 a,b,c,d, e,f,g,h사는 또한 국내 공급원에 해당

〈표 21〉 부품별 비용 기준 공급망 비중(예시)

부품	비중(소수)	비중(%)
엔진	0.113 (=6÷53)	11.3
변속기	0.132 (=7÷53)	13.2
클러치	0.019 (=1÷53)	1.9
제어장치	0.009 (=0.5÷53)	0.9
냉각장치	0.013 (=0.7÷53)	1.3
동력전달계	0.034 (=1.8÷53)	3.4
궤도	0.047 (=2.5÷53)	4.7
구동륜	0.006 (=0.3÷53)	0.6
최종감속기	0.019 (=1÷53)	1.9
주무장	0.113 (=6÷53)	11.3
보조무장	0.013 (=0.7÷53)	1.3
사격통제장비	0.189 (=10÷53)	18.9
전기/배전	0.038 (=2÷53)	3.8
통신	0.028 (=1.5÷53)	2.8
광학	0.113 (=6÷53)	11.3
기타(전장)	0.019 (=1÷53)	1.9
공조	0.019 (=1÷53)	1.9
기타(차체)	0.075 (=4÷53)	7.5

재 국가별 수입현황<sup>24)</sup>을 기반으로 외산 소재 사용 여부와 소재 공급국을 임의로 설정하고자 한다.

소재 항목에 대한 자립 수준 평가는 「군수품조달관리규정」 제169조(가격조사 방법) 제1항의 내용과 별지 제27호 물가조사서, 제28호 견적가격조사서 등과 'BOM 기반 국산화율' 산정 방식을 활용하여 진행하고자 한다. 실제 조

### 5.3 소재 항목에 대한 적용 예시

본 연구의 모의 적용에서는 산업연구원의 '국방핵심소재 자립도 실태 분석 및 공급망 강화 방안'에 나타나있는 '국방핵심소재의 해외 수입의존도 실태조사<sup>23)</sup>', '국방핵심소

23) 한국재료연구원·산업연구원에서 2022년 기준으로 진행한 실태 조사로, 철강, 구리합금, 기타 금속소재 이외에는 해외 조달 비중이 100%에 가까운 것으로 파악된다.

24) 한국재료연구원·산업연구원에서 2022년 기준으로 진행한 실태조사로, 내열합금, 타이타늄합금, 니켈, 코발트, 세라믹 그리고 기타 항목에서 단일 국가에 의존하고 있는 것으로 파악된다.

사서를 확보할 수 없음에 따라 본 연구의 모의 적용에서는 임의로 작성된 조사서를 소재 항목에 대한 자립도 평가를 진행하고자 한다.

먼저, 작성된 물가조사서와 견적가격조사서에 따라 부품별로 사용된 소재와 가격을 파악하고 자재 명세서(BOM)을 작성한다. 이때, 인건비, 경비, 일반관리비 및 이윤, 세금 그리고 국내산 및 수입산의 여부를 파악하기 어려운 기타 금액은 모두 제외한 국내 재료비, 수입품비만을 파악 및 작성할 수 있도록 한다. 자재 명세서는 <그림 13>과 같이 작성된다.

적용 장비	적용 부품	소재 명칭	국내	해외	총합
X 전차	A	a	1	-	7
		b	-	3	
		c	1	-	
		d	2	-	
	B	e	-	1	7
		f	-	2	
		g	-	2	
		h	2	-	
	C	i	1	-	7
		j	-	3	
		k	-	3	
	D	l	2	-	14
		m	3	-	
		n	3	-	
o		-	6		

<그림 13> X 전차 소재 BOM  
주: 모의 사례를 위해 작성된 가상 BOM

두 번째로, 앞서 파악한 국내 재료비와 수입품비를 'BOM 기반 국산화율' 산정 방식에 적용하여 부품별 소재의 국산화율을 산정한다. 이를 통해 각 부품의 소재 국산화율을 산정하면 A 부품 약 57.1%, B 부품 약 28.6%, C 부품 약 14.3%, D 부품 약 57.1%이다.

세 번째로, 부품별 중요도를 평가하고 가중치를 설정하여 '모듈별 국산화율' 산정 방식을 통해 X 전차에 대한 소재 국산화율을 도출한다. 본 연구의 모의 적용에서는 부품별 중요도를 모두 동일하다고 가정하고 평가를 수행하고자 한다. 이에 각 부품별 가중치와 소재 국산화율 그리고 레벨 1에 해당하는 X 전차의 소재 국산화율은 <표 22>와 같이 나타낼 수 있다.

마지막은 소재 항목의  $HHI_{material}$ 을 산정하는 단계이다.

소재의 경우, 자재 명세서(BOM)에 완성장비 기준 소재의 공급 국가를 추가함으로써  $HHI_{material}$  산정을 위한 자료를 확보할 수 있다. 이는 <표 23>과 같다.

<표 22> X 전차 소재 국산화율 산정(예시)

부품 (레벨 2)	가중치	국산화율	(국산화율) × (가중치)
A	0.25	57.1%	$57.1 \times 0.25 = 14.275\%$
B	0.25	28.6%	$28.6 \times 0.25 = 7.15\%$
C	0.25	14.3%	$14.3 \times 0.25 = 3.575\%$
D	0.25	57.1%	$57.1 \times 0.25 = 14.275\%$

주: \*레벨 1(완성장비) X 전차 소재 국산화율 =  $14.275 + 7.15 + 3.575 + 14.275 = 39.275\%$

<표 23> 소재별 공급원 및 비용(예시)

단위: 억 원

소재	공급원	비용
a	국내	1
b	해외 (a)국	3
c	국내	1
d	국내	2
e	해외 (b)국	1
f	해외 (a)국	2
g	해외 (a)국	2
h	국내	2
i	국내	1
j	해외 (c)국	3
k	해외 (a)국	3
l	국내	2
m	국내	3
n	국내	3
o	해외 (a)국	6

주: HHI 도출 시 공급원은 국내, 해외 (a)국, 해외 (b)국, 해외 (c)국으로 분류

X 전차의 총 부품 비용은 35억 원이므로 HHI 산정식인 <수식 8>의  $S_1$ 에 해당하는 부품별 비용 기준 비중은 <표 24>처럼 나타난다. 이를 바탕으로  $HHI_{material}$ 을 산정할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 &HHI_{material} \\
 &= (0.029 \times 3 + 0.057 \times 3 + 0.086 \times 2)^2 \\
 &\quad + (0.086 \times 2 + 0.057 \times 2 + 0.171)^2 \\
 &\quad + (0.086)^2 + (0.086)^2 \\
 &\approx 0.409
 \end{aligned}$$

따라서, X 전차의 소재 항목의 국산화율은 0.3928 (=39.28%) 이고  $HHI_{material}$ 는 0.409가 된다.

〈표 24〉 소재별 공급원 및 비용(예시)

소재	비중(소수)	비중(%)
a	0.029 (=1÷35)	2.9
b	0.086 (=3÷35)	8.6
c	0.029 (=1÷35)	2.9
d	0.057 (=2÷35)	5.7
e	0.029 (=1÷35)	2.9
f	0.057 (=2÷35)	5.7
g	0.057 (=2÷35)	5.7
h	0.057 (=2÷35)	5.7
i	0.029 (=1÷35)	2.9
j	0.086 (=3÷35)	8.6
k	0.086 (=3÷35)	8.6
l	0.057 (=2÷35)	5.7
m	0.086 (=3÷35)	8.6
n	0.086 (=3÷35)	8.6
o	0.171 (=6÷35)	17.1

### 5.4 ‘방산 자립도’ 도출 예시

완성장비 X 전차 ‘방산 자립도’를 도출하기 위해서는 항목별로 평가한 자립도를 하나의 지표로 통합해야 한다. 본 연구의 모의 사례에서 평가된 완성 장비 기준 X 전차 기술 항목의 TDI’은 0.675(67.5%), 부품 항목의 국산화율은 약 81.3%, 소재 항목의 국산화율은 약 39.3%이다. 또한, 항목별 HHI는 기술, 부품, 소재 순서대로 0.346, 0.369, 0.409로 도출되었다.

〈표 25〉 X 전차 항목별 국산화율 및 TDI’와 HHI

항목	국산화율	TDI’ (1-TDI)	HHI
기술	-	0.675 (67.5%)	0.346
부품	81.3%	-	0.369
소재	39.3%	-	0.409

항목별로 도출된 HHI를 활용하여 지표 통합 방식인 ‘가중급 방식’의 가중치<sup>25)</sup>들을 먼저 산정하면,  $w_{tech}$ 는 약

25) 모듈별 국산화율 산정 방식에서의 가중치와 는 다른 가중치이며, 지표 통합

〈표 26〉 HHI 기반 가중치 산정

항목	가중치 산정 방식	결과
$w_{tech}$	$\frac{(0.346)^1}{(0.346 + 0.369 + 0.409)^1}$	약 0.308
$w_{parts}$	$\frac{(0.369)^1}{(0.346 + 0.369 + 0.409)^1}$	약 0.328
$w_{material}$	$\frac{(0.409)^1}{(0.346 + 0.369 + 0.409)^1}$	약 0.364

0.308,  $w_{parts}$ 은 약 0.328이고  $w_{material}$ 는 약 0.364이다. 또한, 본 연구의 모의 적용은 기술·부품·소재의 균형 중심의 ‘방산 자립도’를 도출하고자 함에 따라  $\alpha=1$ 로 하여 정규화 과정을 수행한다.

앞서 도출된 TDI’, 국산화율,  $w_{tech}$ ,  $w_{parts}$ ,  $w_{material}$ 를 종합하여 ‘가중급 방식’에 적용하여 지표를 통합할 수 있다. 이때, 국산화율과 TDI’가 모두 0이 아니므로 〈수식 13-1〉를 활용하여 항목별 지표 통합이 가능하다.

X 전차 ‘방산 자립도’

$$= (67.5)^{0.308} \times (81.3)^{0.328} \times (39.3)^{0.364} \approx 58.9\%$$

결과적으로 X 전차의 ‘방산 자립도’는 58.9%로 도출되는 것을 확인할 수 있다.

### 5.5 결과 종합

본 연구에서 제시한 ‘방산 자립도’ 지표를 활용하여 임의로 선정한 X 전차의 부품 항목 자립도 그리고 소재 항목 자립도를 모의 평가해 보았다. 그 결과, 기술 항목은 고도로 집중된 시장(HHI 0.346)에 공급망이 분포하며 기술 자립도(TDI’) 67.5%로 양호한 자립 수준을 갖는 것으로 도출되었다. 부품 항목 역시 고도로 집중된 시장(HHI 0.369)에 공급망이 분포하며 81.3% 부품 국산화율이 도출되었다. 또한, 소재 항목은 고도로 집중된 시장(HHI 0.369)에 공급망이 분포하며 39.3% 소재 국산화율이 도출되었다.

본 연구의 모의 적용에 대한 평가의 기준을 3차 양산

을 위해서 사용되는 ‘가중급 방식’ 각 항의 지수에 해당됨.

〈표 27〉 X 전차에 대한 국산화율 및 방산 자립도 지표 적용 결과 비교

구분	기존 국산화율 분석 결과	방산 자립도 지표 분석 결과	비고
기술 자립도 (A)	-	· TDI' 67.5%(양호) · HHI <sub>tech</sub> 0.346 (고도로 집중된 공급망)	· 현재 기술 자립 수준 평가 방식 없음. · 신규 지표는 기술 내재화 및 종속 위험을 종합 평가.
부품 자립도 (B)	완성장비 국산화율 84%	· 국산화율 81.3% · HHI <sub>parts</sub> 0.369 (고도로 집중된 공급망)	· 기존 국산화율은 3차 양산 기준 K2 전차의 국산화율 활용. · 신규 지표는 부품의 공급망 안정성을 반영.
소재 자립도 (C)	-	· 국산화율 39.3% · HHI <sub>material</sub> 0.409 (고도로 집중된 공급망)	· 현재 소재 국산화율 또는 자립 수준 평가 방식 없음. · 신규 지표는 원자재의 단일 국가 의존에 의한 공급망 안정성을 반영.
방산 자립도 (종합)	-	58.9%	· 복합 지표 적용을 통해 기술 종속성 및 소재 취약성, 공급망 안정성이 방산 자립 수준을 실질적으로 저해함을 입증.

자료: 저자 작성

기준 K2 전차의 국산화 현황으로 하고자 한다. 3차 양산 기준 K2 전차 완성장비 국산화율이 84%<sup>26)</sup>인 점과 방위사업청에서 발표한 방산물자 완성장비 국산화율이 2020년도 기준 76%,<sup>27)</sup> 2022년 기준 86.1%<sup>28)</sup>임을 종합적으로 고려할 때, 약 75~85% 범위 내에서 도출되는 것이 현실적인 수준으로 판단된다. 또한, 독일 RENK 변속기를 사용함에 따라 기술 그리고 부품에 대한 공급망 안정성이 낮게 측정되는 것이 현실적인 것으로 판단된다.

본 연구의 부품 항목 자립도 산정에서 X 전차의 경우 현실적 범위 내에 포함되고 3차 양산 기준의 K2 전차의 국산화율과 비슷하게 도출되었으며, 낮은 공급망 안정성이 도출됨에 따라 자료의 제약에도 불구하고 일부 현실성이 반영된 모의 적용임을 확인할 수 있다.

결론적으로, 완성장비 기준 X 전차의 자립 수준을 나타내는 '방산 자립도'는 58.9%로 도출되었다. 이는 현재 파악된 K2 전차의 완성장비 기준 국산화율에 비하면 매우 낮은 자립 수준을 나타내고 있다. 이에 단순 부품 국산화율만을 산정하여 대한민국 무기체계의 국산화개발 관리를 진행하기보다 다양한 요인을 종합적이고 구체적으로 평가할 필요가 있음을 보여주고 있다.

26) BLOTHER, '[K방산 환리스크 점검] 현대로템, K2 국산화율 84% '환율 폭등' 수혜'(2025.1.17.); 한국일보, 'K2 전차에 '독일산 심장' 달아도 국산 명품 무기일까'(2020.12.28.) 기사 등에서 3차 양산 기준 K2 전차의 국산화율이 84%로 파악됨.

27) 2022년도 방위사업 통계연보, 방위사업청

28) 2025년도 성과관리 시행계획, 방위사업청

## VI. 결론

### 6.1 결론 종합

유럽 전쟁 장기화, 중동 전쟁 발발 등에 따른 국제 안보 환경의 급변에 의해 글로벌 공급망의 불안정성이 심화되고 있는 실상이다. 이러한 국제 정세에 발맞춰 나가기 위해 최근 우리나라 방위산업 분야의 지속적인 발전을 위한 자립화의 중요성은 더욱 증대될 것이다. 이에 따라 방위산업의 자립 수준 진단에서 보다 종합적이고 구체적인 평가 방식이 필요한 시점이며, 이에 본 연구에서는 기존 국산화율과는 차별화된 '방산 자립도' 지표를 제시하였다.

'방산 자립도'는 기술, 부품, 소재 세 가지 항목의 평가 기준을 선정하고, 부품 또는 체계별 자립 수준을 각 항목에 대하여 평가할 수 있도록 해주는 지표이다. 이는 각 항목에 대해 독립적인 평가뿐 아니라 항목 간의 자립 수준 연계를 통한 교차 검증 평가를 가능하게 하여 더욱 구체적이고 정확한 평가를 가능하도록 한다.

본 연구에서 제시한 지표와 기존의 국산화 평가 방식의 차이점은, 기존 방식이 주로 부품 단위의 가격 기반 국산화율 산정에 한정되어 기술 내재화 여부나 공급망 구조를 반영하지 못하는 반면, 방산 자립도는 기술·부품·소재를 독립된 평가 항목으로 구분하여 각 항목별로 모듈별 국산화율, 순재료비(BOM) 기반 국산화율, 기술 종속 지수(TDI), 가치치 적용 등의 방식을 결합하여 교차 검증 및 분석한다는 점이다. 특히, 핵심 부품·소재의 외산 여부를

〈표 28〉 기존 국산화 평가 방식의 한계점과 '방산 자립도'를 통한 보완점

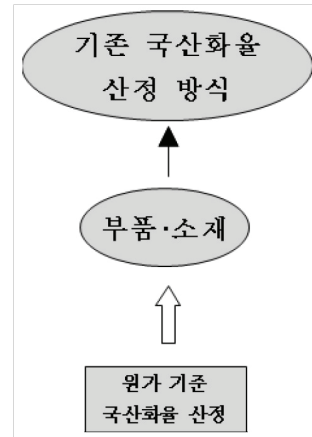
기존 국산화 평가 방식	방산 자립도
· 부품 국산화율을 단일 지표로 한 평가	· 핵심 부품, 소재, 기술에 대한 국산화 여부 반영 가능
· 노무비·경비 포함 원가에 의한 국산화율 왜곡 발생	· '기존 국산화 평가 방식'의 국산화율 왜곡 요인 제거
· 핵심 부품, 소재, 기술에 대한 국산화 여부 반영 누락	· 선정된 여러 평가 항목(기준)에 대한 방위산업 자립 수준 평가 가능
· '부품' 개념에 소재가 포함되어 소재 국산화율에 동일한 한계점 발생	
· 방위산업 전체에 대한 자립 수준 평가 불가	

단일 국가 의존도 및 공급원 대체 가능성에 따른 위험 가중치로 수치화하여 차등 부여함으로써 기존의 단순 국산화율 지표가 포함하지 않는 공급망 집중도와 취약성을 정량적으로 반영한다. 이는 〈그림 14〉와 〈그림 15〉를 종합하여 볼 수 있으며, '방산 자립도' 지표를 통해 보완할 수 있는 기존의 국산화 평가 방식의 한계점 또한 〈표 28〉과 같이 확인 가능하다.

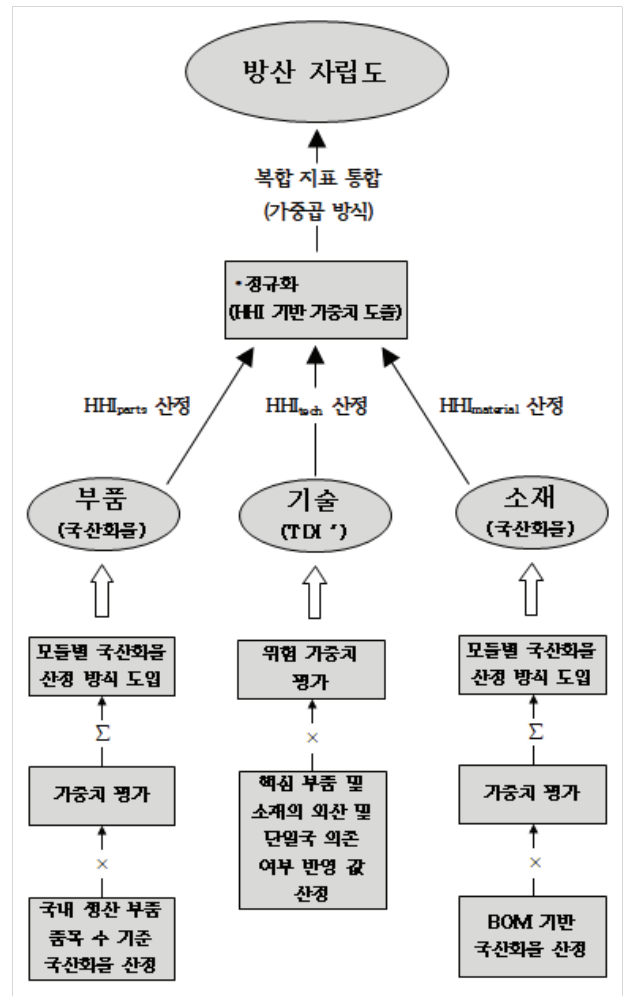
부품 항목의 경우, 완성장비 구성요소 단위에서의 생산 자립 수준을 정량적으로 측정 가능하게 하며, 소재 항목의 경우에는 부품 항목과 독립적으로 노무비, 경비와 같은 부가비용을 제외한 순재료비(BOM)를 통한 국산화율 산정으로 보다 구체적인 자립수준을 측정하게 한다. 특히, 기술 종속 지수(TDI)에 단일 국가 의존도와 대체 가능성을 반영한 위험 가중치를 도입해 기존 지표가 포함하지 않고 있던 기술 의존도와 공급망 취약성을 수치화할 수 있도록 하였다. 또한, 공급망 집중도(HHI) 기반의 가중치를 산정하여 복합 지표 종합 과정에 도입함으로써 공급망 안정성을 반영할 수 있도록 하였다. 이러한 평가 항목의 세분화는 단일 지표로는 파악하기 어려운 취약 지점을 식별하도록 한다.

다음으로는, 항목별 평가 방법을 단순히 제시하는 것에 그치지 않고, X 전차의 사례를 들어 모의 분석한 결과를 참고하였다. 그 결과, X 전차 기술과 부품, 소재의 국산화율은 각 67.5%, 81.3%, 39.3%로 항목별로 다른 범주의 국산화율 진행 결과가 나타난 것을 확인하였다.

이러한 모의 적용 단계를 통해, 위에서 언급한 단순 국산화율만으로는 전력적 자립 수준을 충분히 판단하기에는 어렵다는 점을 뒷받침하였다. 또한 이러한 분석 결과는 핵심 부품 및 소재의 기술 내재화 강화와 공급망의 다변화가



〈그림 14〉 기존 국산화율 평가 체계도



〈그림 15〉 방산 자립도 평가 체계도

시급하다는 점을 시사한다.

이러한 분석은 정책적으로 방위산업 자립도 측정방식과 국산화 인증제도의 발전을 위한 기초 자료로 활용될 수 있으며, 학문적으로 자동차, 무역 등의 분석 기법을 방산 분야에 새로이 적용해보았다는 점에서 의미가 있다.

## 6.2 연구 한계 및 후속 연구 제언

본 연구는 기존의 비용 중심적 국산화율 산정 방식이 가진 실질적인 기술 내재화 및 공급망 취약성 진단 불가능의 한계를 극복하고, 기술, 부품, 소재의 복합적 요소를 반영한 방산 자립도 지표를 개발한 데에 그 학술적, 정책적 의의가 있다.

다만, 일부 평가가 공개된 자료에 한정되어 있고 가중치 부여 과정에서 주관적 요소가 개입될 가능성이 존재한다는 한계점이 있다. 또한, 본 연구는 '방산 자립도' 지표의 개념 정립 및 평가 구조 설계에 초점을 둔 연구로서 실제 데이터를 활용한 실증분석에도 한계가 존재한다.

따라서 향후 연구에서는 이러한 한계를 극복하고 지표의 실질적인 활용도를 높이기 위해 다음과 같은 연구가 필요하다.

첫 번째로 전문가 패널 기법이나 빅데이터 기반 모델을 활용해 가중치 산정의 객관성을 높이고, 방위산업 자립 수준을 평가할 수 있는 추가적인 평가 기준의 선정이 구체화될 필요가 있다. 두 번째로는 방위사업청, 방산업체 그리고 정부기관 등의 협조를 통해 실제 양산 원가, 물가 조사서, 견적 가격 조사서, 무기체계 구성품 및 부품 데이터 등을 확보하여 본 지표의 타당성을 검증할 필요가 있다. 이와 동시에 정부기관과 방산업체의 의견을 반영하여 기술, 부품, 소재 자립도 산정식에 대한 객관성을 높여야 할 것이다.

이처럼 본 연구가 제시한 지표가 새로운 진단 도구로서 한국 방위산업의 전략적 목표 달성에 실질적으로 기여하기 위해서는, 현행 국방 획득 관련 규정 및 법령에 구체적인 방식으로 제도적으로 통합되는 후속 연구 또한 필요하다.

따라서 개발된 방산 자립도 지표의 적용 방식이 앞으로 무기체계의 개발 과정 및 정책적 의사결정 과정에서 어떠한 방향점을 포함하고 반영되어야 하는지에 관한 추가적인 제언을 하고자 한다.

추가 제언은 현행 규정 및 법령을 분석하여, 새로운 지표를 반영함으로써 실질적인 방산 자립도를 제고할 수 있는 구체적인 제도 개선 방안을 모색하였으며, 주요 적용 영역 및 반영 규정은 다음의 네 가지로 구분하여 논의한다.

첫 번째, 기존의 가격 기준 외에 핵심기술 및 부품의 공급망 집중도를 반영한 가중치를 도입하여, 복합 자립도 점수로 산정하도록 「무기체계 부품국산화개발 관리규정 제17조 국산화율 산정 기준」을 개정하고, 이를 동법 제18조 국산화인증 신청 기준에 반영해야 한다. 이는 단순 원가 중심 산정에서 발생하는 자립도 과대평가 문제를 해소하고, 핵심 기술 및 부품의 대외 의존성이 반영된 평가를 도입함으로써 국산화율 산정의 정확성을 높일 것이다.

두 번째, 전략적 핵심부품에 대한 국산화 목표가 기술 내재화 및 원천기술 확보로 이어지도록, 부품국산화개발 대상품목의 선정 기준<sup>29)</sup>을 개정하고, 최종 국산화 인증 시<sup>30)</sup> 기술 자립도 지표 점수를 필수 심사 요건으로 명시해야 한다.

세 번째, 「방위사업청훈령 제922호 방위사업관리규정 제75조 체계개발 수행」계획<sup>31)</sup> 수립 시 무기체계의 예상 자립도 목표치를 설정하도록 의무화하고 체계개발 결과 조치<sup>32)</sup> 시 해당 목표치 달성도를 사업 성공 여부를 판단하는 핵심 기준으로 추가하여, 무기체계 연구개발 과정 전반에 걸쳐 자립도 목표가 체계적으로 관리되도록 개발 단계별 기준으로 지표를 활용해야 한다.

마지막으로, 국방중기계획 수립 및 예산 배분 시 지표 기반의 무기체계 분야별 자립도 현황의 진단 결과를 국방중기계획 작성원칙<sup>33)</sup>과 예산편성 기준<sup>34)</sup>에 반영하도록 제도화해야 한다. 추후 개발된 지표를 국가 방위산업의 중장기 전략 수립 및 예산 배분의 합리적 근거로 활용한다면, 정책 결정자가 전략적 투자 분야를 순위화할 수 있도록 기

29) 「방위사업청훈령 제889호 무기체계 부품국산화개발 관리규정 제13조 (2025.1.6. 시행)」

30) 「방위사업청훈령 제889호 무기체계 부품국산화개발 관리규정 제19조 (2025.1.6. 시행)」

31) 「방위사업청훈령 제922호 방위사업관리규정 제75조 (2025.9.15. 시행)」

32) 「방위사업청훈령 제922호 방위사업관리규정 제81조 체계개발결과 조치 (2025.9.15. 시행)」

33) 「국방부훈령 제3053호 국방전력발전업무훈령 제4절 제39조 국방중기계획 작성원칙 (2025.6.26. 시행)」

34) 「국방부훈령 제3053호 국방전력발전업무훈령 제5절 제45조 예산편성 (2025.6.26. 시행)」

여할 것이다.

위에서 제시한 방산 자립도 지표의 제도적 활용 방안은, 한국 방위산업이 형식적인 국산화율 달성이라는 양적 목표를 넘어 실질적인 기술 주권 및 공급망 안정성 확보라는 질적 목표를 추구하도록 유도하는 정책적 역할을 할 것이다.

다만 이러한 지표의 범규 반영 및 제도 개선이 성공적으로 이루어지고 지속적인 추진력을 얻기 위해서는, 해당 정책에 대한 정책적 정당성 확보가 필요하다. 따라서 추후 이어질 연구에서는 개발된 지표의 제도적 활용을 통해 발생한 경제적 파급 효과와 안보 기여도를 정량적으로 분석하는 연구가 구체화되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 1) 방위사업청, 방위사업관리규정, 무기체계 부품 국산화개발 관리규정 (2025.1.6. 시행)
- 2) 방위사업청, 방위사업청훈령 제920호, 군수품조달관리규정 (2025.7.7. 시행)
- 3) 방위사업청, 방위사업청훈령제901호, 전력화지원요소 및 하도급계약 등의 원가계산에 관한 규정(2025.3.11. 시행)
- 4) 국가계약법
- 5) 한국방위산업학회, 연구 개발 방산물자의 완성장비 국산화율 산정 방식의 개선 방안 (2008.12)
- 6) 한국부품소재산업진흥원, 부품·소재발전과정 조사분석보고서 (2005.12)
- 7) 한국과학기술학회, 무기체계 국산화 대상 선정기준 연구 (2021.)
- 8) 산업연구원, 국방핵심소재 자립화 실태 분석 및 공급망 강화 방안 (2024.4)
- 9) 방위사업청, '23-27' 방위산업발전 기본계획 (2023.7)
- 10) 대한민국 특허청, 환경측정기기 국산화율 평가 방법 (2019.6)
- 11) 한중일 소재부품장비 산업의 GVC 연계성 연구 (2021.6)
- 12) 한국의 방위산업 발전전략 연구-기술보호정책을 중심으로 (2024.3)
- 13) 산업연구원, 국내 방위산업 공급망 구조 분석과 경쟁력 진단 -지상무기체계를 중심으로 (2023.10)
- 14) Center for Security and Emerging Technology, Ministry of Commerce Notice 2025 No.61: Announcement of the Decision to Implement Controls on Exports of Rare Earth Related Items to Foreign Countries, (2025)
- 15) Dependence of U. S. Defense Systems on Foreign Technologies (1990.12)
- 16) Strengthening the Defense Innovation Ecosystem (2023.3)
- 17) Trade Dependency Index Tables for Total, Merchandise, and Agricultural Trade (1960-88)
- 18) Towards demystifying trade dependencies (EN) (2024.4)
- 19) Digital Dependence Index: Methodology (2022.2)
- 20) DEVELOPING SELF-RELIANCE IN THE DEFENSE INDUSTRY (2023)
- 21) OECD Supply Chain Resilience Review (2025)
- 22) OECD·JRC, Handbook on Constructing Composite Indicators METHODOLOGY AND USER GUIDE (2008)
- 23) JRC, Tools for Composite Indicators Building (2005)
- 24) OECD, Handbook on Constructing Composite Indicators: METHODOLOGY AND USER GUIDE (2005.8.9.)
- 25) Government of India Ministry of Heavy Industries & Public Enterprise, Public Procurement(Preference to Make in India) Order 2017(Revision)-Notifying Automobile and Automotive Components in furtherance of the Order (2020.5.4.)
- 26) MDPI, A Survey of Loss Functions in Deep Learning (2025)
- 27) ICLR, Are We Merely Justifying Results EX Post? Quantifying Explanatory Inversion in Post-Hoc Model Explanations
- 28) OXFORD, Estimating pseudocounts and fold changes for digital expression measurements (2018)
- 29) G&I, Statistical analysis of metagenomic data (2019)
- 30) Frontiers, Overview of data preprocessing for machine learning applications in human microbiome research (2023)