

## 論文

## IPA 방법론을 통한 연구개발 업체선정 평가모형 개선 연구

염상원1\*, 김장엽2\*\*, 한재현3\*\*\*

An Improvement of Evaluation Model for Provider Selection of  
Weapon System R&D Projects Through IPA Method

Sang-won Yeom1\*, Jang-yeop Kim2\*\* and Jaehyun Han3\*\*\*

## ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a technical competence evaluation system to meet the purpose of evaluation (technical capability evaluation) of weapons system R&D project and ultimately to improve the evaluation system of proposals that can guarantee the reliability of evaluation.

Findings of this study to improve evaluation model are as follows.

First, "Importance-Performance Analysis(IPA)" technique was applied in this study to extract key elements to be used as evaluation items in proposal evaluation.

Second, after selecting evaluation factors, hierarchical structure was redesigned through mapping method with existing evaluation items. Also objective weight was calculated by applying Analytic Hierarchy Process(AHP).

Lastly, expert survey was found proposed model is superior to current evaluation model in terms of effectiveness.

The proposed evaluation model is looking forward to contribute selecting providers with outstanding technical capability and project performance capability in phase of proposal evaluation, securing fairness and reliability of evaluation system.

## 초 록

본 연구는 기술력이 우수한 업체를 선정하고 평가의 신뢰성을 보장할 수 있는 무기체계 연구개발 사업의 제안서평가체계를 마련하기 위해서다. 이를 위해 제안서평가에 영향을 미치는 요인들을 평가항목, 가중치, 평가방법 등으로 구분하여 현행 제안서 평가체계의 한계점을 분석하였다. 본 연구의 평가모형 개선에 관한 주요 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 현행 평가모형의 평가요소를 기술개발능력과 사업이행능력으로 구분하고, 제안서평가에서 핵심요소를 추출하기 위해 중요도-성취도분석(IPA)을 실시하였다.

둘째, 최종 채택된 평가요소는 현행 평가항목과 Mapping 방식을 통해서 계층구조를 재설계하였고, 계층분석기법(AHP)을 적용해 객관적인 가중치를 산출하였다.

끝으로, 개선된 평가모형에 대한 전문가 설문조사를 통해 현행 평가모형과 비교해 상대적으로 우수한 유효성을 확보하였다.

본 연구를 통해 개선된 제안서 평가제도는 경쟁력 있는 방위산업을 육성하는데 기여할 것으로 기대한다.

**Key Words** : research and development of weapon systems(무기체계 연구개발), provider selection(업체선정), evaluation model(평가모형), proposal evaluation, importance-performance analysis(중요도-성취도분석), Analytic Hierarchy Process(계층분석기법)

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

무기체계 획득정책은 합리적인 비용으로 군이 요구하는 최적 성능의 무기를 획득할 수 있도록 저가 위주의 낙찰제도를 개선하고, 무기체계의 소요기획, 획득방법, 시험평가 등 단계별 검증시스템을 보강하여 품질과 성능을 보장할 수 있는 사업관리 방식으로 변화 하고 있다[2]. 연구개발을 수행하는 업체의 충분한 기술력과 사업관리 능력의 보유 여부가 최적의 품질과 성능, 사업의 성공을 보장할 수 있기 때문에[19], 무기체계를 획득하는 과정 중에서 연구개발을 주관하는 업체를 선정하는 단계는 매우 중요하다고 볼 수 있다. 무기체계 연구개발사업은 제안서평가를 통해서 가장 적합하다고 판단되는 업체를 계약상대자로 결정하고 있지만 보유기술과 개발계획, 자본·설비 등 기반구축, 사업이행능력, 기타 정책적으로 요구하는 능력과 성과에 대해 사업 특성 및 성격에 맞는 우수업체를 단적으로 평가하기란 매우 어렵다. 더욱이 계약이행능력을 판단하는 제안서는 제안업체의 역량과 사업 성공의 가능성을 판단하기 위한 자료이지만, 평가시스템이 미흡한 경우 제안내용을 평가자의 시각에 맞추게 되고, 평가자로부터 높은 점수를 받기 위해 불필요한 노력과 행정적 낭비를 초래할 가능성이 농후하다[6]. 정부는 연구개발의 불확실성 및 위험성을 고려하여 기술능력이 우수한 업체의 선정을 통한 사업의 성공을 기대하지만, 입찰업체는 사업의 성공 기대보다는 경쟁 업체보다 우수한 평가를 받기위해 제안서 자체에 많은 비용과 시간을 소비하는 것이 현실이며 이는 일반적인 계획과 절차 위주로 구성된 현재의 평가항목의 개선이 시급하다고 볼 수 있다.

무기체계 연구개발사업 업체선정에 관한 선행 연구에서도 체계적인 평가지표<sup>1)</sup> 개발이 다수 연구되어 왔고 평가방법도 제시되었지만, 기술능력 평가의 변별력을 확보하며 사업 수행 능력이 우수한 업체를 동시에 고려하는 연구는 부족했다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 제안서평가 목적에 부합하도록 기술개발 능력과 사업수행 능력이 우수

한 업체를 선정하고, 평가의 신뢰성을 보장할 수 있도록 제안서평가체계를 개선하는 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 이상에서 제시된 연구 목적을 달성하기 위해 연구개발사업의 적용범위를 사업 특성이 일반적이고 연구개발 평가에서 보편적으로 적용되고 있는 일반 무기체계 연구개발사업의 평가항목 유형을 현행 평가모형으로 설정하였으며, 주관기관 선정 취지와 사업수행 방법에 따라 연구개발 주관기관의 차이가 있으므로 업체주관으로 한정하여 적용하였다. 제안서 평가단계에서 평가항목과 가중치는 연구개발사업의 사업수행내용과 목적에 맞는 특성이 구체적으로 반영될 수 있도록 개발단계를 탐색개발 사업에 한정하여 연구에 적용하였다.

본 연구는 총 4개의 장으로 구성하였다. 제1장에서는 본 논문을 연구하게 된 배경 및 목적, 연구 범위와 방법에 대해 제시하였다. 제2장에서는 문헌연구 및 관련 규정을 통해 무기체계 연구개발 주관업체선정에 관한 법규 및 이론적 배경을 살펴보고, 평가모형개발에 관한 선행연구의 특징과 한계점을 고찰하여 이를 보완할 수 있는 연구방향을 설정하였다. 제3장은 사업 특성, 평가 영향요인별로 현행 제안서 평가체계의 한계점을 진단하여 개선방안을 모색하였다. 우선, 전문가 인터뷰를 통해서 현행 대분류, 중분류 평가항목 구성의 기본 틀을 설계하였고 현행 평가항목을 구성하는 평가요소 60개를 대상으로 개발단계 특성에 부합하고 제안서평가 단계에서 중요하게 평가되어야 할 요소와 그렇지 않은 요소를 분리하기 위해 운영전략기법인 IPA<sup>2)</sup>를 적용하였다. IPA방법을 통해 분석된 평가요소를 제안서 평가수행에 적용이 가능하고 객관적인 가중치를 산정할 수 있도록 현행 평가항목과의 Mapping 방식을 이용하여 계층구조를 설계하였으며, AHP기법을 이용하여 평가항목별 가중치를 새롭게 제시하였다. 마지막으로 전문가 설문조사를 통해 제안된 평가모형의 유효성 평가 결과를 제시하였다.

제4장은 본 연구결과를 요약하고 기대효과를 제시하였으며, 연구의 한계와 향후 연구방향으로 구성하였다.

1) 평가지표란 공정한 평가를 진행하기 위해 작성하는 문서로서, 평가표 작성에 앞서 그 기준이 되는 사항을 정하고 이를 명시한 문서를 말한다. 평가지표에는 평가기준과 평가요소, 평가항목, 평가방법, 배점 등 평가 전반에 관한 사항이 구체적으로 명시되어야 하며, 이를 통해 평가의 공정성과 투명성을 확보할 수 있다.

2) IPA(Importance-Performance Analysis) 기법은 상품이나 서비스에 대한 이용자의 만족을 측정하기 위해 각 속성의 이용 전 중요도와 이용 후 만족도를 평가하여 각 속성의 상대적 중요도와 만족도를 동시에 비교 분석하는 평가기법이다.

## II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

### 2.1 평가모형개발 선행연구

평가모형은 평가영역 간의 관계설정과 평가가 지향하는 바를 한눈에 파악되도록 구성되어야 하고, 전반적인 평가의 구조를 나타내는 일종의 도식적인 표현을 의미한다. 광의적 개념으로 평가 제도운영상에 있어서 모든 핵심요소를 규정하는 의미가 있으며, 협의적 개념으로 평가의 방향을 규정하는 수단으로 정의되는데, 평가범위, 평가지표, 평가내용을 중심으로 평가 핵심요소의 인과관계를 설명한다[29].

평가모형을 설명하는 각각의 구성요소는 대개 일반적으로 사용하는 용어와 기존 선행연구 및 제안서 평가지침에서 사용하는 용어가 일관성 없이 혼용되고 있다. 그러므로 본 연구에서 사용할 평가모형 구성요소에 대한 용어를 <표 1>과 같이 정립하여 사용하였다.

국방 연구개발사업의 제안서 평가모형에 관한 선행연구는 핵심기술 연구개발과 무기체계 연구개발로 구분하여 살펴볼 수 있다.

#### 2.1.1 핵심기술 연구개발사업의 선행연구

핵심기술 연구개발사업의 제안서 평가에 관한 선행연구들은 주로 평가지표를 개발하고 가중치를 결정하는 방식으로 수행되었다. 평가지표 개발은 다양한 연구기법을 적용하여 측정항목 개발을 중심으로 한 연구가 이루어져 왔다.

임채윤 외(2006)는 국내외 선정평가 시스템 비교를 통해 핵심기술 연구개발의 기초연구를 제외한 응용연구와 시험개발연구의 성격을 분명히 하고, 연구단계별로 유형별 특성을 반영하여, 연구영역별 평가기준과 배점을 차별화하여 제시하였다. 또한, 평가영역을 계획수립의 적정성, 수행능력의 탁월성, 재무능력의 우수성으로 구분하여 실적과 인력 등 정량평가가 가능한 항목은 계량

화하고, 정성평가항목은 명확한 기준과 등급을 제시하였다[17]. 김찬수(2008)도 핵심기술 제안서 평가의 목적에 부합하는 평가지표 항목을 체계적으로 구성하였다. 평가에 필요한 지표를 완전하고 중복 없이 설계하기 위해 공리적 설계기법에 의해 평가항목을 도출하였으며, 평가항목의 상위 계층을 기술수준 및 전문성, 기관실적 및 능력, 연구계획의 타당성, 투입인력 전문성으로 구성하고 그 하위계층인 세부평가항목을 계층화하여 평가항목별로 가중치 산출 결과를 제시하였다[7].

장준성(2008)은 델파이 기법과 AHP 기법을 이용하여 연구수행능력(5개 항목), 연구계획의 타당성(9개 항목), 연구실적(2개 항목), 재무상태(2개 항목)를 도출하여 평가항목별 가중치를 제시하였다[18]. 이형준(2010)은 핵심기술 연구개발사업이 정상적으로 진행되고 있는지 여부와 연구개발의 성공적 수행을 위한 성과평가 항목을 다중회귀분석법을 적용해 계층화하였는데, 성과평가 특성에 맞는 일정 및 조직 준수, 연구개발비 운용, 향후 연구개발 계획 및 범위, 연구개발 성과, 위험관리로 구성된 평가영역을 제시하고, AHP를 통해 가중치를 결정하였다[15]. 강우준(2009)은 국방 핵심기술 기초연구개발 업체선정을 위해 연구계획의 타당성, 연구수행능력, 예산, 성과예측에 대한 평가항목을 제시하였다[1].

#### 2.1.2 무기체계 연구개발사업의 선행연구

무기체계 연구개발의 선행연구도 핵심기술 연구개발과 유사한 형태로 수행되어 왔다.

김선영(2010)은 정보시스템 연구개발사업 분야에 대해 전문가 심층면접과 요인분석, AHP가중치 설문을 통해 소프트웨어 중심의 무기체계인 국방 정보시스템 연구개발사업의 특성을 반영하여 평가지표와 가중치를 제시하였다[3]. 대분류 평가항목 3개(개발계획, 개발관리계획, 업체능력)를 개발지원, 개발기반, 개발관리 및 시험평가, 전력화 지원요소, 사업이해도 및 개발전략, 개발기술 및 조직, 개발성능으로

<표 1> 평가모형 구성요소에 관한 용어 정립

일반적 용어	평가지침의 용어	
평가부문	평가분야	기술능력평가
평가지표 (평가요소)	평가항목	비용평가
평가기준(척도)		대분류, 중분류
비 중		세부분류
가중치		평가요소
		평가기준 (정량/정성적, 상대/절대평가, 점수부여 방법 등)
		배 점(평가분야)
		가중치(평가항목)
		평가항목별 배점(평가분야 배점*가중치)

구체화하였고, 하위 증분류로 구성된 11개 평가지표를 24개로 세분화하고 평가지표로써의 의미가 추상적이고 포괄적인 평가지표를 제외하는 등 정보시스템개발 사업의 특성을 반영한 것이다. 이와 같은 연구결과는 제안서 평가항목 유형이 일반적으로 무기체계 연구개발사업, 기술협력생산, 합정 연구개발사업, 전장관리정보체계로 구분됨에 따라 전장관리정보체계 사업의 특성을 반영한 새로운 평가모형을 제시했다는 점에서 차별화된 연구결과로 판단된다.

장희선(2012)은 신용평가 등급 등 일부항목을 자격요건으로 개선하고, 기술능력평가에 중점을 둔 제안서평가를 주장하면서 협상전략수립의 중요성을 주장하였다[20]. 박승 외(2012)도 무기체계 연구개발사업의 기존 평가항목에 대해 문헌연구와 전문가 인터뷰를 통해 사업 특성과 목적에 적합한 사업관리 계획, 목표달성 계획, 체계설계 방안, 연구책임자 능력, 인프라 수준으로 5가지 요소를 선정하였고, 27개 평가지표 변수 중 회귀분석을 통해 유의미한 변수 17개를 선정하여 새롭게 제시하였는데, 최종 선정된 하위계층의 17개 항목을 무기체계 연구개발 업체선정의 중요한 평가지표로 확정하고 간소화시켰다[8]. 한편, 사업의 특성을 좀 더 구체적으로 반영한 김영인 외(2011)는 국방과학연구소(이하 “국과연”) 주관 연구개발사업에 대한 평가지표 개선 연구를 수행하였다. 국과연 주관 연구개발은 국과연이 초기설계까지 수행하므로 상세설계와 시제품으로 구현할 시제품체 선정에 관한 평가항목을 검토하였는데, 결과적으로 평가항목의 변동은 없다고 보았다[5]. 국과연에서 구상하는 기본계획을 제안요청서에 명확히 반영하고, 평가항목별 평가기준을 일부 수정·보완하거나 가중치를 조정하는 등 적용상의 융통성을 반영한다면 주관기관별로 차별화된 평가항목의 필요성이 낮다고 본 것이다.

제안서평가는 평가항목과 가중치 개발만으로 평가의 효율성을 보장할 수 없다. 이외에도 평가자, 평가방법(기준), 점수합산방법 등이 평가결과에 영향이 미치기 때문이다. 이에 따라 송방원(2016)은 가중치 결정의 타당성과 평가점수 합산방법의 공정성을 확보하기 위해 평가결과에 영향을 미치는 가중치 산정방법, 평가점수 합산 표준화 방안을 연구하여 개선방안을 제안하였으며[11]. 최담(2015)도 AHP기법과 판단지수를 활용한 창정비 수행기관 선정방안을 제안하기도 했다[23].

### 2.1.3 선행연구 고찰 결과

기존에 수행된 평가지표 개발에 관한 주요 선행연구를 종합해 보면, 평가대상 사업의 특성을

고려해 주로 평가항목과 가중치에 대한 연구결과를 제시하여 평가수행의 효율성과 공정성 확보를 기대하였다. 또한, 방위산업 환경변화를 고려해 건전한 사업수행과 품질관리 및 사후관리 등 성실한 사업관리를 유도하기 위한 과거사업수행성실도 항목을 개발하여 적용하는 등 평가항목 신설, 조정 또는 삭제과정을 거쳐 개선되어 왔고, 가중치를 조정하는 등 많은 변화가 있었다.

이와 같이 평가대상 사업의 특성을 고려하여 평가지표 등에 대한 개선방안이 연구되어 왔으나, 다음과 같은 보완점을 도출할 수 있다.

첫째, 무기체계 개발단계의 목적과 성격을 고려하여 평가지표의 차별화된 연구가 부족했다. 핵심 기술 연구개발 업체선정 평가에서는 응용연구와 시험개발 단계의 특성을 고려해 차별화를 두는 연구단계별 평가지표를 제안하였으나, 무기체계 연구개발 평가항목 유형은 개발단계의 특성 구분 없이 단일화 된 평가지표를 적용하고 있다. 개발단계의 사업수행내용과 목적은 평가항목과 가중치 산출에 있어서 그 특성이 구체적으로 반영되기 때문에 무기체계 연구개발사업도 개발단계 특성을 반영하여 평가항목과 가중치가 산출되어야 한다.

둘째, 기술력에 중점을 둔 업체선정을 위해서는 사업 특성에 따라 평가항목과 가중치 결정이 매우 중요하다는 점을 공감하고 있으나, 기술력이 우수한 업체선정을 위해 평가항목별 하위로 구성된 평가요소까지 고려한 구체적인 연구가 부족하다. 즉, 기존 선행연구들은 평가항목부터 가중치까지의 산출물을 제시하였으나, 하위 계층의 구체적인 평가요소가 적합한지에 대한 검토가 없었다. 평가요소는 제안요청서 작성 단계에서 명확한 요구와 정확한 정보가 제공되어야 함과 동시에 제안업체는 요구사항과 개발정보를 기초로 제안서를 작성하는 기준이라 할 수 있으므로 평가항목의 하위 속성을 기준으로 심도 있는 검토가 필요하다.

## III. 평가모형 개선 및 분석

### 3.1 평가모형 개선 방법

본 장에서는 제안서평가의 목적에 맞는 업체선정을 위해 현행 평가체계의 한계점을 최소화하고, 기술능력분야를 종합적으로 분석하여 개선된 평가모형을 제안하고자 한다.

우선 현행 평가모형과 차별화된 연구결과를 도출하기 위해 연구개발사업 적용 범위를 업체주관 일반무기체계 탐색개발 사업에 국한하여 적용



<그림 1> 평가모형 개선 연구 절차

하였다. 기술능력분야는 탐색개발사업의 기술능력 평가항목 개선에 주안점을 두고 접근하였다.

이와 같이 종합적인 평가모형 개선에 관한 연구 절차를 도식하면 <그림 1>과 같다.

먼저, 평가지표를 개발하는 일반적인 연구방법과 다르게 평가모형에 대한 기본 틀을 우선적으로 설계하였다. 본 연구에서는 새로운 평가지표를 개발하는 것이 아니라 기존부터 적용하고 있는 평가모형에 대해 이론적 가설을 배제하고, 현행 평가체계로부터 식별된 한계점을 개선하는데 목적이 있기 때문이다.

다음으로 핵심적인 제안서 평가요소 추출 및 평가항목을 계층화하고, 기술평가항목에 대한 가중치를 결정하여 기술능력 평가항목에 대한 개선 결과를 제시하고자 한다.

구체적인 평가모형 개선 연구 절차에 대한 세부내용은 다음과 같다.

- ① 기본 틀 설계 : 평가모형 개선을 위한 대분류, 중분류, 평가항목 구성의 기본 틀 제시 (전문가 인터뷰)
- ② 제안서평가 핵심요소 추출 : 기술능력 평가요소별 중요도와 성취도 분석을 통해 제안서평가 핵심요소 추출 및 보정(IPA 기법, 브레인스토밍)
- ③ 계층구조설계 : 추출된 기술능력 평가요소를 기존 평가항목과 연관성 검토를 통해 계층화(Mapping)
- ④ 가중치 산출 : 계층분석적 의사결정 기법을 적용하여 기술능력 평가항목 가중치 결정(AHP)
- ⑤ 개선된 평가모형 유효성 평가 : 연구결과를 기초로 개선된 평가모형을 현행 평가모형과 비교하여 상대적 우수성에 대한 유효성 평가(전문가 설문조사)

### 3.2 평가모형 개선 기본 틀 설계

평가모형의 기본 틀 설계의 목적은 기술능력평가 분야에서 평가 영향요인과 사업 특성에 맞는 핵심적인 제안서 평가항목을 재구성하기 위함이다.

기존 선행연구에서는 사업 특성에 맞는 평가항목을 도출하여 평가항목을 구성하였고 평가수행에 미치는 영향요인을 종합적으로 고려하지 않았다. 각각의 세부분류 평가항목과 계층화된

중분류 및 대분류 평가항목은 영역별로 평가자의 전문성이 요구되므로 평가수행 간 전문성 확보를 위해서는 평가영역을 재분류하여 적용할 필요가 있다. 이후에 재분류 된 평가영역 내에서 사업 특성에 맞는 평가항목을 검토하고, 가중치 결정과 평가방법의 개선방안을 적용하여 제안서 평가수행의 질을 향상시킬 수 있도록 하는 것이다.

이를 위해 제안서평가 수행 경험이 있고 평가기법을 연구한 전문가를 대상으로 심층인터뷰를 통해 현행 대분류 항목부터 중분류 평가항목에 관한 조정방안을 검토하였다.

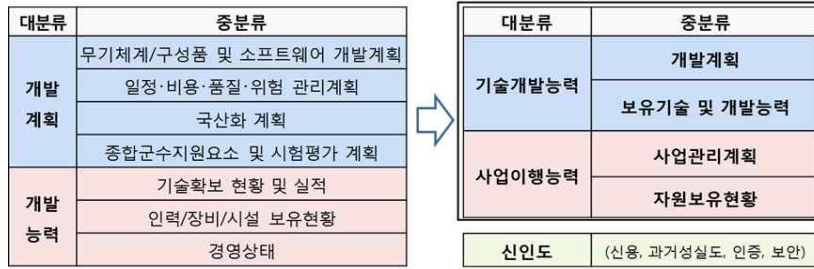
먼저, 피평가자의 전문성 확보 측면에서, 대분류 항목을 무기체계 개발 및 기술 전문성을 필요로 하는 영역을 기술개발능력으로 조정하고, 사업수행 및 사업관리 분야<sup>3)</sup>의 전문성을 필요로 하는 영역을 사업이행능력으로 구분하였다. 각 평가영역에 해당하는 하위 중분류 평가항목은 대분류 항목에 재배치하여 제안요구 항목과 업체의 제안서, 제안서평가 및 사업관리에 이르기까지 상호 유기적이고 일관성이 유지될 수 있도록 <그림 2>와 같이 조정되었다.

‘기술개발능력’의 평가영역은 ‘개발계획’ 분야와 ‘보유기술 및 개발능력’ 분야로 구분하고, ‘사업이행능력’의 평가영역은 ‘사업관리계획’ 분야와 ‘자원보유현황’ 분야로 구분하였다.

이와 같이 평가 영향요인 중 평가항목과 평가자 구성 관점에서 조정된 대분류 및 중분류 평가항목은 사업 특성에 부합하고, 평가영역 내에서 평가 영향요인과 연계된 평가요소를 추출할 수 있으므로 평가모형 개선의 중요한 기반을 제공할 것이다.

한편, 신용등급과 인증, 보안감사결과 및 보안사고 감점, 과거사업수행성실도 등의 평가항목에 대해서는 평가지표로써 별도로 관리될 필요가 있다. 예를 들어, 신용등급 평가와 같이 신인도로 조정된 평가항목은 계량화된 정량적 평가가 가능하고, 사업의 특성 또는 평가자 판단에 의해 평가하는 지표와 무관하므로 본 연구의 평가모형 개선 분야에서는 제외하였다. 이와 같은 평가항목들은 장희선(2012)이 주장하였듯이 자격요건으로 개선을 검토하

3) 사업관리는 주관 업체의 일정 및 비용관리, 형상관리 및 품질보증방안, 위험관리, 기술유출방지대책 등을 말한다.



<그림 2> 대분류 및 중분류 평가항목 재설계

고 특히, 과거사업수행성실도 평가항목의 경우에는 연구개발단계에서 성과평가 제도를 도입하거나 성실실패제도[10][14] 도입방안과 연계하여 평가지표 발전에 대한 정책적 의사결정이 필요할 것이다.

### 3.3 IPA기법을 적용한 평가요소 검토

평가영향요인 중 평가항목은 평가모형에서 가장 중요시되는 분야이다. 이는 평가항목을 기초로 평가방법, 가중치 결정, 평가자 구성에 대한 설정방안이 논의되기 때문이다.

그러므로 무기체계 연구개발 평가의 특성상 정량적인 평가기준이 적고, 주로 상대적 정성평가로 구성된 계획분야 평가항목의 필요성을 면밀히 검토해야 한다.

따라서 본 절에서는 현행 평가모형의 기술능력 평가 분야 평가모형 개선을 위해 기본 틀로 설계된 대분류 및 중분류 평가항목을 활용하여 탐색개발사업의 특성에 맞는 평가항목을 추출하고자 한다. 평가항목은 현재 방위사업청에서 적용하고 있는 일반 연구개발사업의 평가항목을 활용하여 평가항목별로 세부적인 평가요소를 식별하였으며, 연구 목적에 맞도록 탐색개발사업을 기준으로 전문가 설문용을 이용하여 중요도와 성취도 측면에서 IPA 기법을 적용해 평가요소를 추출하였다.

#### 3.3.1 조사 설계

##### 3.3.1.1 설문지 구성

설문지는 평가항목별 하위 속성을 활용하여 IPA 기법(중요도-성취도 분석)을 적용하였다. IPA 기법은 마케팅, 관광 분야에서 기업이 통제할 수

있는 변수들의 상대적인 중요도와 성취도를 파악하여 중요도 대비 성취도가 낮은 변수를 우선 개선한다는 것으로써 중요도와 성취도를 숫자로 표현하여 중요도-성취도 분석(IPA) 기법 적용결과를 IPA 매트릭스에서 시각적으로 확인할 수 있다[25].

본 연구에서의 설문항목은 평가지표의 본질을 개선하기 위해 앞서 설계된 개발계획, 보유기술 및 개발능력, 사업관리계획, 자원보유현황으로 구분하였으며, 평가항목을 새롭게 개발하는 것이 아니므로 현재 적용하고 있는 관련 규정과 탐색개발사업 제안요청서를 검토하여 평가요소 60개를 식별하였다. 평가항목별 각각의 평가요소를 식별한 목적은 탐색개발 사업의 특성과 성격, 사업수행내용을 고려해 중요도와 성취도를 파악하여 중요도 대비 성취도, 성취도 대비 중요도를 비교분석하기 위함이다.

이를 위해 제안서평가에서 평가요소의 중요도 설문과 탐색개발사업 완료단계에서 사업성공의 영향을 미치는 성취도에 관한 설문으로 구분하여 각각 설문조사를 수행하였다.

설문조사를 수행함에 있어서 IPA기법에 적용되는 중요도와 성취도의 개념을 명확히 하였다. 중요도란 사업 초기에 제안서 평가단계 평가관점에서 사업수행 내용과 목적에 맞도록 구체적으로 제안되어야 하고 우수한 업체에 있어서 중요하게 평가되어야 하는 중요정도로 개념화 하였다. 즉, 제안서평가 단계에서 얼마나 중요하게 적용되어야 하는지에 대한 평가요소의 중요도를 말한다. 반면, 성취도는 이러한 각각의 평가요소가 사업 완료 단계인 사업성공의 성취 관점에서 연구개발 성공요인에 얼마나 영향을 미쳤는가를 판단하는 성취정도라고 의미를 부여했다.

측정항목에 대한 설문형식은 평가요소별 중요도와 성취도 각각 '전혀 중요하지 않다'는 1점으로, '매우 중요하다'는 5점으로 점수화하기 위해 5점 리커트 척도로 구성하였으며, 응답자 특성을 파악하기 위한 명목척도를 포함하였다.

4) 성실실패제도는 'High-risk', 'High-return'의 급진적 기술혁신의 특성을 지닌 연구의 성실한 실패 결과에 대해 연구자의 책임을 면제해 주는 제도로서, 연구 성과의 과대포장을 미연에 방지하고 연구자들의 연구 집중력과 몰입도를 높여 연구에의 책임감과 성과의 향상을 도모하기 위한 제도를 말한다.

### 3.3.1.2 자료수집 및 분석방법

평가요소별 중요도와 성취도에 대한 자료수집은 2차에 걸쳐 설문조사를 실시하였는데, 설문응답자는 무기체계 연구개발에 관한 사업관리 전문가와 연구원 및 방산업체 직원 등을 대상으로 40명을 선정하였으며, 방위사업 분야에서 7년 이상의 연구개발 관련 업무 경력이 있는 전문가를 통해 설문조사를 실시하였다.

회수된 설문지 40개 중 분석에 부적합한 설문지 2부를 제외하고, 최종 분석에는 38부를 활용하였다. 수집된 자료는 SPSS 18.0을 사용하여 기초통계량을 분석하고자 신뢰성을 검증하였으며, 평가요소의 중요도 차원과 성취도 차원을 활용하여 평가요소들이 2차원 매트릭스에 어떠한 위치에 놓여있는지를 파악하였다. IPA 기법을 적용하여 매트릭스에 위치한 각 평가요소의 해석은 X축을 성취도, Y축을 중요도로 표시하고, 평가요소별로 위치할 각 사분면에 대한 의미를 새롭게 부여했다.

먼저, 제 I 사분면에 위치한 평가요소는 중요도와 성취도가 모두 높은 항목으로 제안서 평가단계에서 중요한 평가요소로 판단하는 구간이다.

제 II 사분면은 중요도는 높게 부여 되었으나, 사업 성공에 미치는 영향도가 낮게 평가된 항목이다. 마케팅·서비스 분야에서는 만족도를 높이기 위해 가장 집중적으로 개선하여 최소한의 투자로 최대의 효과를 거둘 수 있는 부분이므로 전략적으로 우선 시정되어야 할 분야이기도 하다 [30]. 그러나 본 연구에서는 중요도와 성취도 개념을 적용해 제안서평가 단계에서 비중 있게 평가되어야 할 평가요소를 추출하는 목적이 있으므로, 제 III 사분면 및 제 IV 사분면과 대칭을 이루는 제 II 사분면은 상대적으로 중요도가 높게 평가된 항목이므로 제안서 평가단계에서 일반적인 중요도를 가지고 평가되어야 할 요소로 간주할 수 있다. 제 III 사분면은 중요도와 성취도가 낮게 나타나는 부분으로써 제안서평가 단계에서 평가요소으로써 매력을 갖지 못하는 구간이다. 제 III 사분면에 위치한 항목은 제 I 사분면과 상대적인 관계를 가지므로 배제하거나 추가적인 검토가 필요한 비중요 요소로 판단해 볼 수 있다. 제 IV 사분면은 중요도는 낮는데 성취도가 높게 나타나므로 마케팅·서비스 분야에서는 이를 과잉투자로 보고 해당 속성을 수정하거나 보완이 필요한 부분으로 평가한다. 본 연구에서는 사업 성공에 미치는 영향도가 높게 평가된 반면에 제안서평가에서 평가요소으로써 비중이 낮게 나타나므로 시정되어야 할 부분으로 판단할 수 있다. 제 I 사분면 및 제 II 사

분면과 대칭을 이루는 제 IV 사분면은 제 III 사분면과 유사하게 제안서평가 요소로써 매력을 갖지 못하지만, 제 IV 사분면은 사업 성공에 미치는 영향을 극대화해야 할 항목이다. 따라서 제 IV 사분면에 위치한 항목은 평가방법적인 측면에서 성과관리 요소로 집중관리 되어야 할 항목으로 고려할 수 있다. 구체적으로, 제안서 평가요소보다는 협상단계 협상항목에 포함하여 계약이행에 대해 구체화하고 성과추적 및 관리, 조정통제에 활용할 수 있는 평가방법을 적용해 볼 수 있다.

### 3.3.2 평가요소 중요도-성취도 분석

#### 3.3.2.1 신뢰도 검증

설문의 신뢰도를 검증하기 위해 내적 일관성을 나타내 주는 크론바 알파(Cronbach's Alpha) 계수를 활용하였다. 신뢰도는 비교 가능한 독립된 측정방법에 의해 특정대상을 측정하는 경우 측정된 결과가 비슷하게 나타나야 하는 것으로서 각 항목의 측정결과가 일관성을 유지하는가의 여부를 확인하는 목적으로 이용된다. 크론바 알파 계수가 0.6이상이면 응답의 일관성 즉, 신뢰도가 높다고 판단하고 있다[22].

중요도와 성취도의 설문결과 분석에 앞서 평가영역별로 구분되어 있는 기술개발능력 영역 38문항, 사업이행능력 영역 22문항에 대한 신뢰도를 분석하였다. 중요도 문항 중 기술개발능력 영역이 0.943, 사업이행능력이 0.934이고, 성취도 문항 중 기술개발능력 영역은 0.667, 사업이행능력은 0.728로써 신뢰도가 높게 측정되었다. 따라서 본 설문에 대한 검증결과 신뢰성이 있는 것으로 판단되었다.

#### 3.3.2.2 평가요소별 기술통계 분석

기술개발능력 영역과 사업이행능력 영역의 평가요소별 중요도·성취도 우선순위와 대응표본 t-검정<sup>5)</sup> 결과는 다음과 같다. 전체적인 분석결과를 살펴보면, 먼저 기술개발능력에 대한 중요도와 성취도 평균값이 각각 3.90, 3.58을 보였고, 사업이행능력에 대한 중요도와 성취도 평균값은 각각 3.62, 3.25를 보였다. 두 영역 모두 중요도가 성취도보다 높게 평가되었고, 기술개발능력 영역이 사업이행능력 영역보다 더 높게 평가되었다.

우선순위를 보면 다음과 같다. 중요도는 기술개발능력 영역에서 '핵심기술의 확보현황 및 우수성', '소

5) 본 연구의 대응표본 t-검정은 사전-사후검사에 해당된다. 본 연구 목적상 제안서평가에 중점을 두고 평가요소 중요도를 측정 하였으며, 이후 시차를 두고 별개로 사업성과에 중점을 두고 성취도를 측정하였다.

요기술 식별, '소요기술별 기술수준 분석' 순으로 평가되었고, 사업이행능력 영역에서는 '개발수행 조직구성 및 전문성', '사업관리 조직 구성 및 PM 책임/권한 부여 등', '품질관리계획' 순으로 평가되었다.

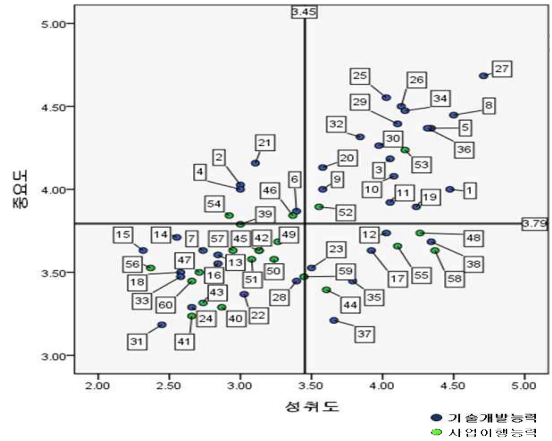
반면에 성취도는 기술개발능력 영역에서 '핵심기술의 확보현황 및 우수성', '작전운용성능(ROC) 구현', '개발목표 및 요구조건 분석' 순으로 평가되었고, 사업이행능력 영역에서는 '개발수행 조직구성 및 전문성', '사업관리 조직 구성 및 PM 책임/권한 부여 등', '품질관리계획' 순으로 평가되었다.

대응표본 t-검정 결과에서 중요도와 성취도 간 평균차이에 대한 유의확률은 대부분의 항목들이 유의수준 0.05, 0.01 수준에서 유의한 결과를 보였으며, 평가요소의 대부분이 제안서평가에서 중요하게 평가되어야 한다고 생각한 만큼 사업성공의 성취도에는 미치지 못한 것으로 나타났다.

3.3.2.3 중요도-성취도 분석 결과

중요도-성취도 분석 결과를 매트릭스를 이용하여 살펴보면 다음과 같다. 제 I ~ IV 사분면 경계 값을 중요도와 성취도의 평균을 적용하여 <그림 3>과 같이 나타났다. 기술개발능력 평가요소가 제 I, III 사분면에 고르게 분포되어 있는 반면, 사업이행능력 평가요소는 제 III 사분면에 편중된 결과를 보였다.

본 절에서는 IPA 기법을 이용하여 성취도를 고려한 제안서 평가단계의 주요 평가요소를 추출할 목적이 있으므로 다음과 같은 결과를 판단해 볼 수 있다.



<그림 3> 평가요소별 중요도-성취도 분석 결과

먼저, 제 I 사분면과 제 II 사분면에 위치한 중요 지표 및 일반지표는 총 26개 항목으로 분석되었다. 구체적으로 제 I 사분면(중요지표)은 기술개발능력 영역 17개 항목과 사업이행능력 영역 2개 항목으로 분석되어 총 19개 항목이며, 제 II 사분면(일반지표) 기술개발능력 영역 4개 항목과 사업이행능력 영역 3개 항목으로 총 7개 항목이다. 중요도 우선순위별로 나타내면 <표 2>와 같다.

제 III 사분면에 위치한 평가요소는 제안서평가 시점에서 배제하거나 추가적인 검토가 필요한 항

<표 2> 중요도-성취도 분석 결과(중요지표, 일반지표)

구분	항목	요소	평가요소 명	
중요 지표	기술 개발 능력	X10	X10.1	핵심기술의 확보현황 및 우수성
		X9	X9.1	소요기술 식별
		X9	X9.2	소요기술별 기술수준 분석
		X11	X11.3	미보유 소요기술에 대한 기술적 접근 및 개발방안/방법론
		X3	X3.1	작전운용성능(ROC) 구현
		X10	X10.3	미보유 핵심기술에 대한 기술적 접근 및 개발방안/방법론
		X2	X2.3	체계통합방안(능력)
		X12	X12.2	핵심기술(부품 연구개발 포함) 개발 실적 및 우수성
		X11	X11.1	기타 소요기술 확보현황 및 우수성
		X10	X10.4	부품(해외 도입품 포함)의 공급방안
		X2	X2.1	체계구성(WBS구성)
		X7	X7.2	시험평가 단계별 구성품/부체계/체계통합시험계획
		X4	X4.1	상호운용성(주파수운용포함)의 세부사항 분석
		X1	X1.1	개발목표 및 요구조건 분석
		X3	X3.2	기술적·부수적 성능구현
		X4	X4.2	상호운용성 확보방안
		X7	X7.1	시험평가 소요기술·장비·시설보유현황(미보유 시 대책 포함)
		일반 지표	사업이행능력	X18
X18	X18.1			사업관리 조직구성 및 PM 책임/권한 부여 등
기술개발능력	X7		X7.3	통합시험평가(개발시험평가, 운용시험평가) 계획
	X1		X1.2	개발목표 구현을 위한 추진전략(창의·혁신·타당성)
	X2		X2.2	체계/부체계 설계개념 완성도
사업이행능력	X2		X2.4	부체계(구성품) 제작 능력 및 상용품(기 규격품) 적용방안
	X15		X15.2	품질관리계획
	X18	X18.3	부족인력의 해소방안	
	X13	X13.1	개발 추진계획의 일정준수 및 단축방안	

<표 3> 중요도-성취도 분석 결과(배제지표)

구분	항목	요소	평가요소명
기술개발능력	X5	X5.2	SW품질보증활동 및 형상관리 방안
	X2	X2.5	M&S 기반의 개발 및 시험평가 계획
	X5	X5.3	SW 신뢰성 시험 방안
	X5	X5.1	SW개발방법론 및 도구를 활용한 개발방안
	X6	X6.1	ILS 조직구성 및 추진일정 등 개발계획
	X6	X6.3	ILS 시험평가 계획 군수지원분석 도구 활용방안
	X11	X11.2	기타 소요기술의 보유 기술자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성
	X10	X10.2	보유 핵심기술 자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성
	X8	X8.1	국산화 대상품목 선정
	X8	X8.3	부품 국산화를 평가
배제지표	X10	X10.5	핵심기술요소에 대한 기술성숙도 및 제조성숙도 평가계획
	X16	X16.2	위험관리를 위한 회사차원 지원계획
사업이행능력	X14	X14.2	연구개발비(양산비, 운영유지비 제한 포함) 산정
	X15	X15.1	형상관리 및 규격·목록화 계획
	X19	X19.3	미보유 장비/시설/도구/SW등 확보 방안
	X17	X17.1	정보보호체계 구축 여부
	X17	X17.2	기술, 인력, 시설 등에 대한 기술관리 및 보호계획
	X19	X19.2	SW개발 도구(수치해석, M&S 등) 보유현황 및 적용방안
	X15	X15.3	전력화 평가 후속조치 인력 및 시설 유지계획
	X20	X20.3	협력업체의 기술보호체계 관리계획
	X14	X14.3	일정별 세부 사업비용 분배 계획
	X13	X13.2	과학적 기법과 자동화 도구를 활용한 일정관리 방안
	X14	X14.1	비용관리계획(EVM적용 등)

목으로써 기술개발능력 영역 11개 항목과 사업이행능력 영역 12개 항목으로 총 23개 항목으로 분석되었다. 이를 배제지표로 보고 우선순위에 따라 보면 <표 3>과 같다.

이와 같은 항목은 제안서 평가 시 역량 있는 업체선정을 위해 평가지표에서 배제하는 것이 합리적인 것이다. 그러나 중요도와 성취도가 낮게 평가되었으므로 단순히 배제하는 지표로만 판단하기 보다는 사업 특성에 따라 제안내용을 요구하여 충족여부 평가나 협상에서 활용하는 방안으로 적용함이 바람직할 것이다.6)

끝으로, 제IV사분면에 위치한 성과지표는 기술개발능력 영역 6개 항목과 사업이행능력 영역 5개 항목으로 총 11개 항목이 분석되었다. 성과지표에 대해 중요도 우선순위에 따라 보면 <표 4>와 같으며, 이 평가요소는 제안서평가 단계에서 우수업체 선정에 직접적인 영향력이 부족한 항목으로 보고, 협상이나 성과추적을 통해서 사업 성공에 기여할 수 있도록 지속적으로 관리되어야 할

6) 과학적 기법과 자동화 도구를 활용한 일정관리 방안(X13.2)의 경우, 방사청(예규) 과학적사업관리 수행 지침 제6조에 따라 연구개발 단계별 사업기간이 3년(36개월) 이상이고 사업예산이 100억 원 이상인 개산계약 형태의 무기체계 연구개발사업을 적용대상 사업으로 명시하고 있다. 한편, 같은 지침 제10조에서는 사업성과관리에 대한 요구사항을 제안요청서에 명확하게 반영하고, 제안서 평가항목 반영 및 평가방법을 제시하도록 하고 있으므로 배제지표는 관련 지침과 연관성 있게 배제하거나 계약이행에 관한 협상과제로 선정하는 등 평가방법을 효율적으로 적용하여야 할 것이다.

항목으로 판단할 수 있다.

### 3.3.3 평가요소 중요도-성취도 보정

앞서 IPA 기법을 활용하여 평가요소별 중요도와 성취도에 따른 각 사분면에 위치한 유용한 결과를 도출할 수 있었다. 그러나 이와 같은 분류 결과를 활용함에 있어서 보정작업이 필요하다. IPA 기법의 특성상 속성을 사이의 관계는 반드시 독립적이어야 하는데 속성 간 서로 관련성이 없다고 단정할 수 없기 때문이다[16]. 본 연구에서도 평가요소 간의 연관성과 인과관계가 검토되어야 한다.

또한, 중요도와 성취도 분석결과는 상대적인 위치만 표시한 것이므로 중요도와 성취도 평가의 차이에 미치는 영향의 분석을 간과하는 한계가 있다[9]. 이러한 한계점을 보완하기 위해 각 사분면의 기능과 평가방법 등 각각의 평가요소의 특성을 고려해 제한사항을 검토하고, 평균에 근접한 평가요소의 경우에는 사분면 분류기준에 적합한지가 검토되어야 한다.

이를 위해 각 사분면에 위치한 결과를 최대한 수용하되, 제안서평가의 실무적용 관점에서 전문가 브레인스토밍을 통해 보정작업을 수행하였다. 전문가는 방위사업청 5년 이상의 사업경험, 제안서 평가위원 참여 또는 실무경험이 풍부한 77명으로 구성하였으며, 전문가 모두 평가 영향요인 4가지를 자세히 이해하고 있다.

제안서 평가에서도 각각의 평가요소를 완전하게

7) 연구결과의 신뢰성 향상을 위해 설문조사에 참여하지 않은 실무전문가를 대상으로 보정작업을 수행하였다.

<표 4> 중요도-성취도 분석 결과(성과지표)

구분	항목	요소	평가요소 명	
성과	기술 개발 능력	X4	X4.3 타 체계와의 협조방안	
		X12	X12.4 유사 무기체계 또는 핵심기술(부품 연구개발 포함) 개발사업의 수출 및 국산화실적	
		X6	X6.2 ILS 11대 요소별 개발 개념	
	지표	사업이 행능력	X8	X8.2 국산화 대상품목의 국산화 추진방안
			X12	X12.1 유사 및 타 분야 무기체계 연구개발 실적 및 우수성
			X12	X12.3 과거 연구개발사업과 본 사업과의 기술적 연관성
지표	사업이 행능력	X16	X16.1 위험요소 분석 및 관리방안	
		X19	X19.1 사업에 필요한 소요 장비/시설 현황 식별	
		X20	X20.1 협력업체 구성 및 업무분장 계획	
		X20	X20.2 협력업체 위험요소 등 관리계획	
		X14	X14.4 원가절감 방안 및 실현 가능성	

독립적으로 평가할 수 없으므로 최종 분석된 평가 요소별로 ① 평가요소 간 연관성과 인과관계, ② 평가요소의 특성을 고려한 사분면 분류결과의 적합성, ③ 평균에 근접한 사분면 분류결과의 타당성을 기준으로 검토함으로써 일부 평가요소의 적절성과 타당성을 검토하고 조정하는 형식을 취하였다.

위의 각 보정기준에 따라 브레인스토밍 결과는 다음과 같다.

첫째, 평가요소 간 연관성과 인과관계 측면에서 배제지표에 위치한 ‘평가요소 보유 핵심기술 자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성’(X10.2)은 핵심기술 확보 현황 및 계획(X10) 항목 분야에서 연관성 있게 평가되어야 할 중요지표로 보정이 필요하였다. 또한, 성과지표에 위치한 ‘유사 무기체계 또는 핵심기술(부품 연구개발 포함) 개발사업의 수출 및 국산화 실적’(X12.4)도 중요지표로 보정하여 ‘핵심기술 개발 실적 및 우수성’(X12.2)에 대한 제안내용과 연관성 있는 평가가 필요하며, 정책적으로 성과를 유인하는 평가 목적에 맞도록 중요지표로 보정하였다.

둘째, 평가요소의 특성을 고려한 사분면 분류결과의 적합성 검토에서는 ‘유사 및 타 분야 무기체계 연구개발 실적 및 우수성’(X12.1)과 ‘과거 연구개발사업과 본 사업과의 기술적 연관성’(X12.3)

과 같은 요소를 보정하였다. 과거 연구개발 수행 실적을 독립적으로 평가함에 있어서 사업수행의 노하우와 축적된 기술력을 활용하므로 사업 성공에 기여했을 것이라는 점에서 성취도는 높게 나타났으나, 제안서평가에서는 다른 기술능력평가항목과 연관성 및 중복성이 많다는 점에서 중요도가 낮게 평가된 것으로 판단된다. 이러한 이유로 제안서 평가항목으로는 적합하지 않고, 과거 실적을 성과관리지표로 활용함이 부적합하므로 제Ⅳ사분면에서 제Ⅲ사분면으로 조정함이 타당하였다.

셋째, 평균에 근접한 사분면 분류결과의 타당성 측면이다. ‘위험요소 분석 및 관리방안’(X16.1)의 경우 성취도는 높게 평가되었으나 중요도는 평균에 근접하여 평가되었다. 이 지표는 사업관리에서 위험관리에 대한 사전식별 및 대응방안이 매우 중요하게 인식되는 점과 평균에 근접한 평가요소임을 고려해 중요지표로 조정하는 것이 타당하였다.

따라서 각 사분면에 위치한 15개 항목에 대해 보정 결과는 <표 5>와 같다.

한편, X14.2와 X14.4는 비용평가와 관련성이 많은 항목으로써 연구개발비 산정결과 또는 원가절감 방안을 독립적으로 평가하는데 제한이 따른다. 특히, ‘연구개발비(양산비, 운영유지비 제안 포함) 산정’(X14.2) 평가요소는 탐색개발사업 특

<표 5> 평가요소 중요도-성취도 보정(기술능력)

항목	요소	평가요소 명	사분면		사유
			IPA기법	보정	
X4	X4.3	타 체계와의 협조방안	Ⅳ	Ⅰ	①, ③
X5	X5.1	SW개발방법론 및 도구를 활용한 개발방안	Ⅲ	Ⅱ	③
X5	X5.2	SW품질보증활동 및 형상관리 방안	Ⅲ	Ⅱ	③
X5	X5.3	SW 신뢰성 시험 방안	Ⅲ	Ⅱ	③
X8	X8.1	국산화 대상품목 선정	Ⅲ	Ⅳ	②
X10	X10.2	보유 핵심기술 자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성	Ⅲ	Ⅰ	①
X12	X12.1	유사 및 타 분야 무기체계 연구개발 실적 및 우수성(성과)	Ⅳ	Ⅲ	②
X12	X12.3	과거 연구개발사업과 본 사업과 기술적 연관성	Ⅳ	Ⅲ	②
X12	X12.4	유사 무기체계 또는 핵심기술(부품 연구개발 포함) 개발사업의 수출 및 국산화 실적	Ⅳ	Ⅰ	①
X14	X14.1	비용 관리계획(EVM 적용 등)	Ⅲ	Ⅳ	②
X15	X15.1	형상관리 및 규격·목록화 계획	Ⅲ	Ⅳ	②
X16	X16.1	위험요소 분석 및 관리방안	Ⅳ	Ⅰ	③
X17	X17.1	정보보호체계 구축 여부	Ⅲ	Ⅳ	②
X17	X17.2	기술, 인력, 시설 등에 대한 기술관리 및 보호계획	Ⅲ	Ⅳ	②
X19	X19.3	미보유 장비/시설/도구/SW 등 확보방안	Ⅲ	Ⅳ	②

<표 6> 제안서 평가요소 추출 결과(중요지표, 일반지표)

구분	항목	평가항목명	중요지표	일반지표		
제안서 평가	기술 개발 능력	X1	개발목표 및 추진전략	X1.1	X1.2	
		X2	체계통합 및 구성품 개발계획	X2.1, X2.3	X2.2, X2.4	
		X3	체계 및 구성품 요구성능 충족도	X3.1, X3.2	-	
		X4	상호운용성 확보계획	X4.1, X4.2, X4.3 <sup>*</sup>	-	
		X5	SW개발·관리 방안	-	X5.1 <sup>*</sup> , X5.2 <sup>*</sup> , X5.3 <sup>*</sup>	
		X7	시험평가 계획	X7.1, X7.2	X7.3	
		X9	소요기술 식별 및 분석	X9.1, X9.2	-	
		X10	핵심기술 확보 현황 및 계획	X10.1, X10.2 <sup>*</sup> , X10.3, X10.4	-	
		X11	기타 소요기술 확보현황 및 계획	X11.1, X11.3	-	
		X12	유사장비 연구개발 실적 및 역량	X12.2, X12.4 <sup>*</sup>	-	
		사업 이행 능력	X13	개발추진계획 및 일정	-	X13.1
			X15	품질관리	-	X15.2
X16	위험관리		X16.1 <sup>*</sup>	-		
X18	사업수행조직 및 인력		X18.1, X18.2	X18.3		

주) \*: 사분면이 보정된 평가요소

성과 제안단계 특성을 고려해 양산비, 운영유지비 제안은 제외하고 제안가격과 직접 관련이 있는 연구개발비 산정으로 조정함이 타당하였다. 더욱이 탐색개발 제안단계에서 명확한 양산비와 운영유지비 산정에 대한 신빙성이 부족하므로 협상단계에서 ‘양산시 가격 통제계획’, 총수명주기 비용 관점 운영유지비 절감 방안은 실행 가능한 이행조건으로 적용함이 타당한 것으로 판단하였다. 따라서 제Ⅲ사분면에 위치한 X14.2와 제Ⅳ사분면에 위치한 X14.4 항목은 비용평가 지표로 조정하였으며, 비용평가 분야에서 적용방안을 검토해야 할 것으로 판단하였다.

### 3.3.4 평가요소 검토 결과

탐색개발사업 위주의 제안서평가 핵심요소를 도출하기 위한 평가요소 검토 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

먼저, 배제지표로 판단하는 제Ⅲ사분면은 탐색개발사업 및 제안서평가에서 중요도가 낮고 사업 성공에 영향도가 낮은 지표로써, 주로 관리적인 평가요소가 식별되었다. 이와 같은 관리적인 요소는 가중치를 통해 조정하더라도 평가결과에 영향을 미치지므로 성공적인 연구개발에 필요한 지표만 채택할 필요성이 많다. 또한, 관리적인 요소는 제안내용이 일반적이고 추측성이 강한 모호성으로 인해 변별력 있는 평가가 제한되므로 업체선정 평가의 본질에 맞지 않는 단점을 내포하고 있으며, 이와 같은 평가요소는 업체선정 후에도 보완할 수 있는 다양한 방법이 존재한다. 업체선정 단계에서 사업의 성공을 보장할 수 있고 역량 있는 업체를 선정할 수 있도록 보정작업을 통해 조정된 지표 10개 항목을 제외하고, 나머지 14개 지표는 제안서 평가지표에서 배제<sup>8)</sup>하거나, 필요

시 사업 특성에 따라 제Ⅳ사분면 성과지표로 적용함이 합리적일 것으로 판단하였다.

특히, 제Ⅳ사분면에 위치한 성과지표는 사업 성공의 영향도가 높은 지표이지만 업체선정 단계에서 제안서평가 지표로 적용하기에 부적절한 항목으로 판단하였다. 즉, 제Ⅳ사분면에 위치한 지표는 협상단계 협상과제로 선정하는 것인데, 이를 위해 협상단계에서의 주요 협상목록을 체크리스트로 제시하여 제안요청서에 반영할 필요가 있다. 평가요소별 연관된 제안내용을 활용하여 협상단계에서는 전문적인 협상력을 구사해야 하는 지표로 볼 수 있기 때문이다. 협상을 통해 구체적인 사업수행 방안을 정립하고 그 결과를 탐색개발실행계획서에 반영하거나 계약조건에 반영함으로써 사업 종료까지 관리될 수 있도록 성과지표로 채택할 수 있을 것으로 판단된다.

결론적으로 제Ⅳ사분면에 위치한 지표는 사업추진 간 관리 및 조정·통제가 가능토록 성과를 추적 관리하는 지표로써 종합군수지원 개발계획, 비용관리계획 등과 같은 7개 평가항목에 대해 제Ⅲ사분면 배제지표에서 보정작업을 통해 조정된 6개를 포함하여 최종적으로 11개의 평가요소를 분리하였다.

본 연구에서 평가요소를 추출하는 목적으로 볼 수 있는 제Ⅰ사분면과 제Ⅱ사분면에 위치한 평가요소는 제안서 평가에서 기술개발능력 영역과 사업이행능력 영역으로 구분하여 중요지표와 일반지표로 채택이 가능하다. 즉, 제안요청서에 요구사항을 구

8) ‘일정별 세부 사업비용 분배 계획(X14.3)’ 등 14개 요소이다. 이와 같은 평가요소는 제안서평가 단계에서 제안내용이 합리적인지 또는 타당한지 여부가 제한되고, 역량 있는 업체선정의 변별력을 저하시키므로 일반적이고 관리적인 요소는 배제하는 것이 바람직한 것으로 평가되었다고 볼 수 있다.

체적으로 명시하고 관련된 정보를 제공함으로써 제안된 내용을 객관적으로 평가해야 할 지표로 볼 수 있으며, 제안서 평가에서는 중요지표를 비중 있는 평가지표로 운용하고, 일반지표는 중요지표보다 비중이 낮은 방안으로 적용방안이 필요하며, 이 비중은 가치치 산출에서 반영되도록 하였다.

제안서 평가요소인 중요지표와 일반지표로 분석된 결과를 살펴보면, 평가항목 12개 중 주로 기술개발능력 영역에서 10개가 채택되고, 사업이행능력 영역에서 8개 중 4개가 채택되었다. 평가요소별로 살펴보면 기술개발능력 영역에서 38개 중 27개, 사업이행능력 영역 22개 중 6개가 채택되어 기술개발능력 영역으로 설계된 평가항목 및 평가요소가 대다수 채택되었음을 알 수 있다. 이것은 계획위주의 지표나 관리적인 지표는 제안서 평가지표로서 부적합했음을 반증하는 것으로 판단하였다.

따라서 제안서 평가항목은 20개에서 14개, 평가요소가 60개에서 33개로 축소되었는데, 최종적으로 추출된 제안서 평가요소를 기초로 해당 평가항목에 접목시키면 <표 6>과 같이 제시할 수 있다.

### 3.4 평가항목 계층구조설계

#### 3.4.1 계층구조설계 방법

앞서 현행 평가요소에 대해 제안서 평가요소와 협상과제로 활용 가능한 평가요소로 분리하여 추출하였다. 성과지표는 분리된 성과추적 지표를 활용하여 협상력에 비중을 두고 활용하는 지표이지만, 제안서 평가요소는 평가수행을 위해 객관적인 가중치 결정이 필요하다. 따라서 의사결정 계층분석기법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 통한 평가항목별 쌍대비교를 위해[31] 평가요소를 유사한 속성끼리 그룹화하고 계층화할 필요가 있다[21].

하위계층 평가요소를 중심으로 공통 특성에 의한 상위계층구조를 형성하는 계층구조설계 방법은 요인분석(factor analysis), 기존 연구로부터 속성 간 연관성 검토(Mapping), 단계별 다중회귀분석법(Stepwise Multiple Regression) 등이 있으나, 현행 평가모형의 평가항목과 유사성이 유지되고 있으므로 기존 연구로부터 공통 속성 도출 및 사상(mapping)[28][29]에 의한 방법을 적용하였다. Mapping 계층구조설계 방법은 기존 연구의 계층구조를 모방하여 계층화 하는 것인데, 기존 연구의 속성을 모두 도출하고 새로운 계층속성과 Mapping하여 정당성을 확보하기 위함이다[15].

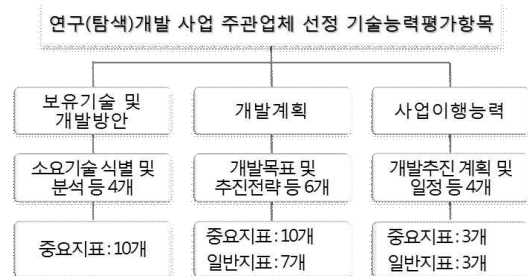
최종 추출된 평가요소에 대한 계층화는 기본 틀로 설계된 평가모형의 기술개발능력과 사업이

행능력 영역, 그리고 대분류 항목을 기준으로 현행 평가항목의 계층구조와의 일관성이 유지되도록 계층화를 검토하였다.

#### 2) 계층구조설계 결과

계층구조설계에서 대분류라는 상위계층은 평가의 목표를 달성하기 위한 구체적인 평가기준(criteria)들로 구성되고 각 대분류는 몇 단계의 하위평가기준(sub-criteria)을 포함할 수 있는데, 계층구조를 몇 단계까지 구성할 것인가의 문제는 규모와 복잡도에 따라 결정해야하는 중요한 의사결정 중의 하나이다[24]. 본 연구에서는 IPA 기법을 통해서 얻어진 배제지표와 성과지표는 제외하고, 최종적으로 채택된 제안서 평가요소를 현행 평가항목과 Mapping을 통해 계층구조를 설계하였다.

앞서 기본 틀로 설계된 중분류 계층의 사업관리계획과 자원보유현황은 사업이행능력으로 단일화 조정이 가능하였고, 평가요소를 각 평가항목에 mapping하면 현행 계층구조와의 일관성을 유지할 수 있다. 구체적으로 살펴보면 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, '소요기술 분석 및 식별' 등 4개 평가항목(하위 14개 평가요소)의 상위계층인 중분류 "보유기술 및 개발능력"은 중요지표 10개로 축소되어 계층화되고, 현행 계층구조와 동일하였다. 둘째, 현행 8개 평가항목(하위 24개 평가요소)의 상위계층인 중분류 "개발계획"은 6개 평가항목(하위 중요지표 10개, 일반지표 7개)으로 축소되어 계층화되고, 중분류 항목을 동일하게 유지하였다. 셋째, 현행 5개 평가항목(하위 13개 평가요소)의 상위계층인 중분류항목 "사업관리계획"과 현행 3개 평가항목(하위 9개 평가요소)의 상위계층인 중분류항목 "자원보유현황"은 최종적으로 4개 평가항목(하위 중요지표 3개, 일반지표 3개)으로 축소되어 중분류항목을 "사업이행능력"으로 조정하였다. 이를 종합하면, <그림 4>와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 4> 기술능력평가항목 계층도

<표 7> 제안서 평가항목 계층구조

Level 1. (대분류)	Level 2. (중분류 평가항목)	Level 3.(소분류 : 평가요소)	
		중요지표	일반지표
보유 기술 및 개발 능력	소요기술 식별 및 분석	-소요기술 식별의 타당성 -소요기술별 기술수준 분석	-
	핵심기술 확보 현황 및 계획	-핵심기술의 확보현황 및 우수성 -보유 핵심기술 자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성 -미보유 핵심기술에 대한 기술적 접근 및 개발 방안/방법론 -부품(해외 도입품 포함)의 공급방안	-
	기타 소요기술 확보현황 및 계획	-기타 소요기술 확보현황 및 우수성 -미보유 소요기술에 대한 기술적 접근 및 개발방안 / 방법론	-
	유사장비 연구개발 실적 및 역량	-핵심기술(부품 포함) 개발 실적 및 우수성(성과) -유사 무기체계 또는 핵심기술(부품 포함) 개발사업의 수출 및 국산화 실적	-
개발 계획	개발목표 및 추진전략	-개발목표 및 요구조건 분석	-개발목표 구현을 위한 추진전략
	체계통합 및 구성품 개발계획	-체계구성(WBS 구성) -체계통합 방안(능력)	-체계/부체계 설계개념 완성도 -부체계(구성품) 제작능력 및 상용품(기 규격품) 적용방안
	체계 및 구성품 요구성능 충족도	-작전운용성능 구현 -기술적·부수적 성능구현	-
	상호운용성 확보계획	-상호운용성(주파수 운용 포함)의 세부사항 분석 -상호운용성 확보방안 -타 체계와의 협조방안	-
	SW개발·관리 방안	-	-SW개발방법론 및 도구를 활용한 개발방안 -SW품질보증활동 및 형상관리 방안 -SW 신뢰성 시험방안
	시험평가 계획	-시험평가 소요기술·장비·시설 보유현황(미보유시 대책) -시험평가 단계별 구성품/부체계/체계통합 시험계획	-통합시험평가(개발시험평가, 운용시험평가) 계획
사업 이행 능력	개발추진 계획 및 일정	-	-개발 추진계획의 일정준수 및 단축방안
	품질관리	-	-품질관리계획
	위험관리	-위험요소 분석 및 관리방안	-
	사업수행조직 및 인력	-사업관리 조직구성 및 PM 책임/권한부여 등 -개발수행 조직구성 및 전문성	-부족인력의 해소방안

Mapping 계층구조설계를 통해 중분류로 도출된 개발계획, 보유기술 및 개발능력, 사업이행능력을 대분류로 조정하여 <표 7>과 같이 계층구조가 설계되었다.

### 3.5 평가항목 가중치 산출 및 분석

#### 3.5.1 AHP 기법을 적용한 가중치 결정

##### 3.5.1.1 AHP 기법 적용 개요

앞서 탐색개발 사업의 특성에 부합하고, 평가 영향요인을 검토하여 제안서 평가단계에서 평가요소로 적합한 요소만을 추출하고 계층구조를 설계하였다. 계층화된 이 평가항목을 활용하여 제안서 평가수행에 적용하기 위해서는 이해관계자의 의견이 충분히 반영된 객관적인 가중치가 결정되도록 해야 한다.

이를 위해 AHP 기법의 프로세스를 적용하여 계층화된 평가항목에 대해 전문가의 쌍대비교(Pair-wise Comparison)를 실시하였고, 쌍대비교 결과에 대한 계층별 일관성을 검증하여 최종적으로 가중치를 종합하는 절차로 수행하였다.

먼저, 전문가를 대상으로 각 계층 내에서 쌍대비교를 평가하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문문에 응답한 대상자는 IPA 설문문에 참여하지 않은 전문가를 선정하였으며, 사업관리 경험 등 평가위원 자격기준을 갖춘 자로서 탐색개발사업 제안서 평가위원 참여 경험이 있는 전문가에게 E-mail을 통해 설문을 의뢰하여 회신하는 방식으로 진행하였다. 기관별 설문 참여대상은 내부 전문가(방사청, 국과연, 기품원), 외부 민간전문가(대학교, 정부출연연구소), 외부 방산업체 전문가로 구분하였다.

평가자의 일관성 검증은 일관성 비율을 나타내는 CR(Consistency Ratio)이 0.1 범위의 오차까지는 매우 좋은 판단자료로 간주하고, 일반적으로 CR이 0.2의 범위까지 허용할 수 있는 수준으로 보고 있다. 일관성 지수를 나타내는 CI(Consistency Index)는 고윳값( $\lambda_{max}$ )<sup>9)</sup>에서 N(항목 수)을 뺀

9) 람다 max는 쌍대비교(각 요소가 어느 정도 상대적으로 우세한가를 나타내며, 대응하는 두 값의 곱은 1이다.) 결과를 통해 얻어진 각 열을 더하고, 이를 대응하는 우선순위(주 고유벡터에서 주어진 우선순위)를 곱하고,

<표 8> 기술능력평가항목 가중치 산출결과

Level 1. (대분류)	가중치	우선 순위	Level 2 (중분류 평가항목)	가중치	우선 순위
계	1.0000	.		1.0000	.
A. 보유기술 및 개발능력	0.5583	1	X9. 소요기술 식별 및 분석	0.1357	2
X10. 핵심기술 확보 현황 및 계획			0.2662	1	
X11. 기타 소요기술 확보현황 및 계획			0.0512	8	
			X12. 유사장비 연구개발 실적 및 역량	0.1052	3
B. 개발계획	0.2274	2	X1. 개발목표 및 추진전략	0.0437	10
			X2. 체계통합 및 구성품 개발계획	0.0577	7
			X3. 체계 및 구성품 요구성능 충족도	0.0688	5
			X4. 상호운용성 확보계획	0.0202	12
			X5. SW개발·관리 방안	0.0172	14
			X7. 시험평가 계획	0.0199	13
C. 사업이행 능력	0.2143	3	X13. 개발추진 계획 및 일정	0.0696	4
			X15. 품질관리	0.0455	9
			X16. 위험관리	0.0347	11
			X18. 사업수행조직 및 인력	0.0646	6

값을 (N-1)로 나눈 값이고, CR은 CI를 평균적으로 발생하는 무작위 정합성 지수 RI(Random Consistency Index)로 나눈 값이다.<sup>10)</sup> 아울러, 무작위 정합성 지수는 N=3일 때 RI=0.52, N=4일 때 RI=0.89, N=6일 때 RI=1.25를 적용하여 일관성을 판단하였다[13].

CR이 0.2 이상이면 일관성 검증에서 재검토가 요구되거나 판단자료의 논리성에 문제가 있으므로 분석에서 제외하였으며, CR이 0.2 이내를 충족하는 설문자료만 활용하였다[32].

### 3.5.1.2 가중치 산출결과

AHP기법으로 평가항목별 상대적 가중치를 산출하고 중요도에 따라 우선순위를 검토한 결과 <표 8>과 같이 나타났다. 대분류 평가항목은 보유기술 및 개발능력(0.5583), 개발계획(0.2274), 사업이행능력(0.2143) 순으로 평가되었는데, 개발계획과 사업이행능력은 거의 비슷한 가중치를 보였다. 중분류 평가항목은 핵심기술 확보 현황 및 계획(0.2662)이 매우 높게 평가되었으며, SW개발·관리 방안(0.0172)이 가장 낮게 평가되었다.

## 3.5.2 가중치 산출결과 분석

### 3.5.2.1 IPA결과 및 가중치 산출결과 비교분석

본 연구는 IPA와 AHP를 이용하여 평가요소를 분류하고 가중치를 산출하였으므로 IPA에서 중요지표와 일반지표로 구성된 평가항목의 중요도 및 우선순위를 AHP에서 산출된 가중치와 비

교분석하고 일관성을 검토할 필요가 있다.

먼저, 대분류 “보유기술 및 개발능력(0.5583)”은 중요지표를 다수 포함하고 있는 결과와 같이 가중치 산출에서도 중요도가 높게 나타났다. IPA기법 결과와 유사하게 중요도가 반영되었으며, 탐색개발사업 업체선정에서 보유기술 및 개발능력에 대한 평가항목이 중요하게 평가되어야 하는 특성을 보여준다. 반면에 중요지표와 일반지표를 다수 포함한 “개발계획(0.2274)”은 상대적으로 지표가 적은 “사업이행능력(0.2143)”과 유사한 가중치를 보이고 있다. IPA 결과와 비교해 볼 때, “개발계획”은 “사업이행능력”보다 중요도와 우선순위가 높은 평가요소를 다수 포함하고 있으므로 상대적으로 중요도를 높게 판단할 수 있으나, 기술개발 및 기술을 입증하는 탐색개발단계에서 “보유기술 및 개발능력”을 제외한 “개발계획”은 상대적으로 중요도가 크지 않다는 것을 보이는 것으로, 현행 평가 모형에서의 가중치와도 큰 차이를 보여준다.

중분류 평가항목은 “핵심기술 확보 현황 및 계획(0.2662)”이 가장 높았고, “SW개발·관리 방안(0.0172)”이 가장 낮게 평가되었는데, 대부분 IPA결과와 일치된 결과를 보였다. 그러나 “상호운용성 확보계획(0.0202)”과 “시험평가 계획(0.0199)”는 IPA기법 결과로 추출된 평가지표의 중요도와 우선순위에 비해 가중치가 상대적으로 낮게 평가되었는데, “개발추진계획 및 일정(0.0696)”은 일반지표 1개만 포함하고 있음에도 중요지표와 일반지표를 포함한 “사업수행조직 및 인력(0.0646)” 보다 높게 평가되어 사업 일정순위의 중요성이 크게 반영된 것으로 보인다.

### 3.5.2.2 소속별 중요도 응답결과 분석

무기체계 탐색개발사업을 중심으로 개선된 평

그 결과를 더함으로써 얻어지게 되는데, 계산식을 이용하여 EXCEL프로그램을 통해서도 쉽게 산출할 수 있다.

10)  $CI = (\lambda_{max} - n) / (N - 1)$ ,  $CR = CI / RI$

<표 9> Level 1. 가중치 산출결과 소속그룹별 비교

구 분	내부		외부 민간		외부 방산업체	
	가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
계	1.0000	·	1.0000	·	1.0000	·
A. 보유기술 및 개발능력	0.6444	1	0.4953	1	0.5247	1
B. 개발계획	0.1464	3	0.2197	3	0.3407	2
C. 사업이행 능력	0.2092	2	0.2850	2	0.1346	3

가항목에 각 소속별 전문가의 의견의 차이가 있는 지 분석하였다. 소속의 구분은 주로 사업에 대한 관리, 조정 및 통제를 하는 방사청, 국과연, 기품원 소속을 내부전문가로 보고, 민간 연구개발 참여와 관련이 있는 대학교수 및 정부출연연구소 연구원 등을 외부 민간 전문가 그룹으로 구분하였다. 그리고 주로 입찰업체로서 평가대상 업체 소속의 관계자를 외부 방산업체 전문가로 구분하여 평가항목별 중요도 우선순위를 분석하였다.

Level 1.(대분류)는 <표 9>와 같이 모든 그룹에서 3개 대분류 항목 중 “보유기술 및 개발능력”의 중요도가 높다고 보았는데, 내부전문가(0.6444), 외부 민간전문가(0.4953), 외부 방산업체(0.5247)가 공통적으로 가중치를 높게 부여하였다. 이 결과는 연구(탐색)개발 사업 모든 평가요소가 중요지표로 이미 선정되어 그 중요도가 평가항목 가중치 결정에서도 반영된 것으로 보이며, 무엇보다 업체선정은 개발수행 관점에서 “보유기술 및 개발능력”이 가장 주요한 요인임을 알 수 있다.

또한, “개발계획”과 “사업이행 능력”의 중요도는 유사하지만 약간의 차이를 보이고 있다. 내부 전문가와 민간 전문가는 “사업이행 능력”의 중요도를 2순위로 보는 반면에 방산업체 전문가는 “사업이행능력”보다 “개발계획”이 매우 중요하다

고 보는 견해가 높게 나타났다. 사업관리자 입장과 개발자 입장에서의 인식 차이로 인해 큰 차이를 나타낸 것으로 판단된다.

Level 2.(중분류)의 가중치 산출결과를 소속그룹별로 비교해 보면 위 <표 10>과 같다. 대분류의 보유기술 및 개발능력에서는 핵심기술 확보 현황 및 계획이 높게 평가되었고, 소요기술 식별 및 분석, 유사장비 연구개발 실적 및 역량 순으로 공통된 의견을 보였다. 그리고 대분류 개발계획에서는 우선순위 차이는 있으나, 상위 3개 평가항목과 하위 3개 항목을 기준으로 중요도를 유사하게 판단하였고, 사업이행능력은 소속그룹별로 중요도와 우선순위에서 각각 큰 차이를 보였다.

소요기술 식별 및 분석(X9), 체계통합 및 구성품 개발계획(X2), 개발추진 계획 및 일정(X13), 사업수행조직 및 인력(X18)의 경우 소속 그룹별로 중요도를 판단하는 견해차이가 크게 나타났으며, 이로 인해 종합된 가중치와 소속그룹별 가중치의 편차가 크게 나타났다. 가중치가 높게 판단된 평가항목은 탐색개발에서 기술개발과 기술 입증을 위한 사업수행내용이 명확히 반영된 것으로 판단되며, “개발계획” 평가항목에서 주로 낮게 판단된 평가항목은 무기체계 개발 범위에 따라 차이가 있으므로 타 평가항목에 비해 상대적으로

<표 10> Level 2. 가중치 산출결과 소속그룹별 비교

구분	Level 2. (중분류 평가항목)	내부		외부 민간		외부 방산업체	
		가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
	계	1.0000	·	1.0000	·	1.0000	·
A	X9. 소요기술 식별 및 분석	0.1984	2	0.1145	2	0.1045	2
	X10. 핵심기술 확보 현황 및 계획	0.2654	1	0.2436	1	0.2734	1
	X11. 기타 소요기술 확보현황 및 계획	0.0557	4	0.0477	4	0.0466	4
	X12. 유사장비 연구개발 실적 및 역량	0.1249	3	0.0896	3	0.1002	3
B	X1. 개발목표 및 추진전략	0.0247	3	0.0499	2	0.0557	3
	X2. 체계통합 및 구성품 개발계획	0.0355	2	0.0492	3	0.1055	1
	X3. 체계 및 구성품 요구성능 충족도	0.0481	1	0.0697	1	0.0841	2
	X4. 상호운용성 확보계획	0.0132	5	0.0174	5	0.0344	5
	X5. SW개발·관리 방안	0.0154	4	0.0126	6	0.0265	6
	X7. 시험평가 계획	0.0095	6	0.0209	4	0.0345	4
	X13. 개발추진 계획 및 일정	0.0927	1	0.0849	2	0.0333	3
C	X15. 품질관리	0.0296	4	0.0625	3	0.0394	1
	X16. 위험관리	0.0341	3	0.0415	4	0.0236	4
	X18. 사업수행조직 및 인력	0.0528	2	0.0961	1	0.0383	2

<표 11> 기술능력평가항목의 현행 및 개선 가중치 비교

항목	Level 1.			항목	Level 2		
	가중치		차이 (증감)		가중치		
	현행	개선			현행	개선	차이 (증감)
계	1.0000	1.0000	.	계	1.0000	1.0000	.
보유 기술/ 개발 능력	0.3556	0.5583	0.2027 (△)	소요기술 식별 및 분석	0.0741	0.1357	0.0616 △
				핵심기술 확보 현황 및 계획	0.1185	0.2662	0.1477 △
				기타 소요기술 확보현황 및 계획	0.1037	0.0512	0.0525 ▽
				유사장비 연구개발 실적 및 역량	0.0593	0.1052	0.0460 △
개발 계획	0.3630	0.2274	0.1356 (▽)	개발목표 및 추진전략	0.0667	0.0437	0.0230 ▽
				체계통합 및 구성품 개발계획	0.0815	0.0577	0.0238 ▽
				체계 및 구성품 요구성능 충족도	0.0593	0.0688	0.0095 △
				상호운용성 확보계획	0.0519	0.0202	0.0316 ▽
				SW개발·관리 방안	0.0519	0.0172	0.0347 ▽
				시험평가 계획	0.0519	0.0199	0.0320 ▽
사업 이행 능력	0.2815	0.2143	0.0672 (▽)	개발추진 계획 및 일정	0.0593	0.0696	0.0103 △
				품질관리	0.0593	0.0455	0.0137 ▽
				위험관리	0.0444	0.0347	0.0098 ▽
				사업수행조직 및 인력	0.1185	0.0646	0.0540 ▽

낮은 결과가 나온 것으로 이해할 수 있다.

### 3.5.2.3 개선 전·후 가중치 비교분석 및 시사점

개선된 평가항목은 탐색개발사업을 중심으로 제안서 평가단계에서 평가 목적에 부합하도록 일부분의 평가항목이 배제되었고, 최종 채택된 평가항목도 중요지표와 일반지표로 구분하여 제시되었는데 현행 평가항목과 차이점을 갖는다. 그러므로 개선 전·후의 가중치를 비교하기 위해서는 현행 평가모형에서 배제된 항목을 제외하고, 최종 채택된 평가항목만을 기준으로 가중치 비교가 가능하다. 현행 평가모형의 가중치는 <표 11>과 같이 기술능력평가의 배제비율을 적용하지 않고 표준 가중치를 이용하였으며, 1로 정규화 하여 개선된 평가항목과 비교가 가능하도록 나타냈다.11)

현행 대분류인 “개발계획”과 “개발능력”을 본 연구에서는 “기술개발능력” 부문과 “사업이행능력” 부문으로 구분하여 평가항목을 검토한 결과, “보유기술 및 개발능력”의 가중치가 크게 달라졌다는 점을 알 수 있다. 현행 가중치 0.3556에서 개선된 가중치 0.5583으로 증가(0.2027)되어 다른 항목보다 높게 나타났다. 반면에 현행 대분류인 개발계획에서 평가항목 및 하위계층의 평가요소가 배제되었거나 사업이행능력 등으로 전환됨으로써 중분류 평가항목 “개발계획”으로 개선된 개

발목표 및 추진전략 등 6개 항목은 가중치가 0.3630에서 0.2274로 감소(0.1356)되어 상대적으로 낮게 평가되었고, “사업이행능력”도 개발추진 계획 및 일정 등 4개 항목에 대한 가중치가 0.2815에서 0.2143으로 감소(0.0672)된 결과를 보였다.

주목할 점은 현행 평가지침에서 배제된 평가항목을 제외하고, 개선된 평가항목만을 기준으로 가중치를 비교해 본 결과라는 점이다.

탐색개발사업을 중심으로 평가항목을 개선해 본 결과 가중치가 전체적으로 큰 변화가 있음을 확인할 수 있고, 제안서 평가항목에서 배제된 평가항목(평가요소 포함)의 가중치가 “보유기술 및 개발능력” 평가항목에 반영된 점을 알 수 있다. “보유기술 및 개발능력” 하위계층의 평가항목에서 핵심기술 확보 현황 및 계획, 소요기술 식별 및 분석, 유사장비 연구개발 실적 및 역량 순으로 크게 상향되었으나, 나머지 평가항목은 약간의 증가를 보이거나 대부분 감소되었음을 알 수 있다.

따라서 현행과 개선된 평가항목 및 가중치 비중 차이를 비교한 바와 같이 평가에 영향을 미치는 평가항목과 가중치 결정은 현행 평가모형과 차별화된 연구결과를 나타냈다. 특히, “보유기술 및 개발능력” 평가항목의 중요도가 매우 높게 나타난 결과는 탐색개발사업 수행내용에 부합한 기술능력위주의 업체가 선정되어야 하는 인식이 팽배해 있고, 나아가 평가방법론의 개선도 필요하다고 것을 알 수 있다.

## 3.6 평가모형 개선결과 및 유효성 평가

### 3.6.1 평가모형 개선결과

본 연구는 평가모형 개선을 위해 평가에 영향을

11) 개선된 가중치와 비교하기 위해 현행 표준 평가항목 및 가중치 조정(배제된 평가항목 및 가중치를 제외) 하 면, 보유기술 및 개발능력이 0.2400, 개발계획이 0.2450, 사업이행능력이 0.1900으로 총 0.6750이다. 이를 1로 정규화하면 보유기술 및 개발능력이 0.3556, 개발계획이 0.3630, 사업이행능력이 0.2815이다.

<표 12> 연구(탐색)개발 제안서 평가항목(대·중분류) 및 배점

구분	대분류	중분류 평가항목	배점
기술능력 평가 (90)	보유기술 및 개발능력 (50.3)	소요기술 식별 및 분석	12.2
		핵심기술 확보 현황 및 계획	24.0
		기타 소요기술 확보현황 및 계획	4.6
		유사장비 연구개발 실적 및 역량	9.5
	개발계획 (20.4)	개발목표 및 추진전략	3.9
		체계통합 및 구성품 개발계획	5.2
		체계 및 구성품 요구성능 충족도	6.2
		상호운용성 확보계획	1.8
		SW개발·관리 방안	1.5
	사업이행 능력 (19.3)	시험평가 계획	1.8
		개발추진 계획 및 일정	6.3
		품질관리	4.1
		위험관리	3.1
비용평가 (10)	- 제안가격 - 연구개발비와 비용 절감방안의 적절성		7~9 3~1

미치는 평가항목, 가중치, 평가방법 등을 고려하여 <표 12>와 같은 제안서 평가항목 및 가중치를 도출하였다. 먼저, 기술능력평가와 비용평가 배점 가감방식을 고정 방식(90:10)<sup>12)</sup>으로 적용하여 대분류와 중분류 평가항목, 그리고 배점을 도출하였으며, 이 결과를 탐색개발사업의 업체선정을 위한 표준화된 평가항목 유형으로 제시하였다(<표 13> 참고).

다만, 실제 제안서평가 적용 측면에서 사업 특성에 따라 평가항목을 추가하거나 제외, 수정에 대해 검토할 경우 본 연구의 제안서평가 핵심요소를 추출하는 과정에서 식별된 성과지표, 배제지표를 참고하여 고려해 볼 필요가 있으며, 위의 표준화된 평가항목 유형을 토대로 해당 평가영역 내에서 융통성 있게 조정이 가능할 것이다.

평가자 구성은 위 <표 12>의 모형을 적용하여 개선된 대분류 평가항목을 기준으로 평가자의 자격조건을 이원화하도록 평가영역을 구분하였다. 평가영역은 현행 평가체계에서 공정하고 투명한 평가위원 선정노력뿐만 아니라 평가자 구성의 전문성 확보 기준을 제공할 수 있는 점에서 의의가 있다.

### 3.6.2 개선된 평가모형의 유효성 평가

국방 연구개발 평가모형에 관한 선행 문헌은 주로 평가항목을 도출하고 가중치를 결정하여 제시하였으며, 개발된 평가모형은 실제 평가에 적용해 보기 어렵고, 실험이 제한되므로 전문가 설문조사를 통해 유효성을 분석하거나 평가모형

유효성을 제안한바 있다[3][7][18].

본 연구에서도 현행 평가모형과 개선된 평가모형을 비교분석하여 연구결과와 유효성을 평가하였다.

이를 위해 앞서 설문에 참여한 전문가는 가급적 제외하고 소속 구분 없이 제안서평가 제도에 관한 전반적인 이해와 지식이 있는 총 30명의 전문가를 구성하였다. 개선된 평가모형의 전반적인 이해를 돕기 위해 개선내용에 대한 취지와 연구결과에 대해 설명을 하고, 현행 평가모형과 비교하여 상대적으로 우수함을 5점 척도로 설문조사를 실시하였다.

개선된 평가모형의 유효성 평가는 설문지(부록 #3.)와 같이 연구결과로 제시된 기술능력평가 부문의 평가항목, 가중치 결정, 평가방법, 평가자 구성으로 구성하고, 비용평가 부문의 배점 및 평가지표에 대한 질문으로 구성하여 기대효과 측면에서의 적절성에 대해 평가하였다.

개선된 평가모형의 유효성을 판단하기 위한 평가 척도별로 응답결과는 <그림 5>와 같이 나타났다. 전체적으로 평균 27%가 매우 적절하다고 보았으며 평균 50%가 적절하다고 판단한 반면에 부적절하다는 의견은 없었다.

그런데 보통이라고 판단한 평균 22%는 각 평가 척도별로 판단하기 곤란하다는 의견을 제기하였다. 첫 번째로, 탐색개발단계 특성상 개선된 평가항목과 가중치는 타당해 보이나 이와 별개로 신인도 평가항목과 같은 정책적 평가요소가 평가결과에 영향을 미칠 수 있다는 우려사항을 제기하였으며, 신인도 평가항목 적용방안에 대한 검토가 필요하다라는 의견을 제시하였다. 두 번째로, 본 연구가 탐색개발 사업으로 개발단계를 한정하여 합리적인 연구결과를 제시하였으나, 각각의 무기체계 탐색개발사업의 다양한 특성, 즉 사업규모, 기술개

12) 본 연구에서의 배점 운용방식은 탐색개발단계의 특성을 반영하고 상위 법규와 평가지침에서 제시하고 있는 현행 제도와의 일관성을 벗어나지 않는 범위에서 기술능력평가 배점을 90점, 비용평가 배점을 10점으로 고정하여 적용하였다.

<표 13> 연구(탐색)개발 제안서 평가항목(중·소분류)

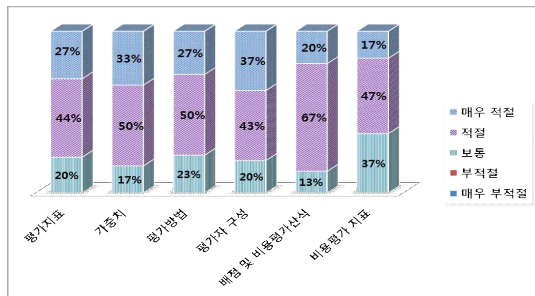
중분류	소분류 평가항목 (★ : 중요지표, ☆ : 일반지표)
소요기술 식별 및 분석	★ 소요기술 식별의 타당성 ★ 소요기술별 기술수준 분석
핵심기술 확보 현황 및 계획	★ 핵심기술의 확보현황 및 우수성 ★ 보유 핵심기술 자료(특허, 인증, 논문 등)의 관련성 ★ 미보유 핵심기술에 대한 기술적 접근 및 개발 방안/방법론 ★ 부품(해외 도입품 포함)의 공급방안
기타 소요기술 확보현황 및 계획	★ 기타 소요기술 확보현황 및 우수성 ★ 미보유 소요기술에 대한 기술적 접근 및 개발방안/방법론
유사장비 연구개발 실적 및 역량	★ 핵심기술(부품 포함) 개발 실적 및 우수성(성과) ★ 유사 무기체계 또는 핵심기술(부품 포함) 개발사업의 수출 및 국산화 실적
개발목표 및 추진전략	★ 개발목표 및 요구조건 분석 ☆ 개발목표 구현을 위한 추진전략
체계통합 및 구성품 개발계획	★ 체계구성(WBS 구성) ★ 체계통합 방안(능력) ☆ 체계/부체계 설계개념 완성도 ☆ 부체계(구성품) 제작능력 및 상용품(기 규격품) 적용방안
체계 및 구성품 요구성능 충족도	★ 작전운용성능 구현 ★ 기술적·부수적 성능구현
상호운용성 확보계획	★ 상호운용성(주과수 운용 포함)의 세부사항 분석 ★ 상호운용성 확보방안 ★ 타 체계와의 협조방안
SW개발·관리 방안	☆ SW개발방법론 및 도구를 활용한 개발방안 ☆ SW품질보증활동 및 형상관리 방안 ☆ SW 신뢰성 시험방안
시험평가 계획	★ 시험평가 소요기술·장비·시설 보유현황(미보유시 대책) ★ 시험평가 단계별 구성품 / 부체계 / 체계통합 시험계획 ☆ 통합시험평가(개발시험평가, 운용시험평가) 계획
개발추진 계획 및 일정	☆ 개발 추진계획의 일정준수 및 단축방안
품질관리	☆ 품질관리계획
위험관리	★ 위험요소 분석 및 관리방안
사업수행조직 및 인력	★ 사업관리 조직구성 및 PM책임/권한부여 등 ★ 개발수행 조직구성 및 전문성 ☆ 부족인력의 해소방안

발소요 및 난이도 등을 고려해 볼 때, 실제 평가 항목과 가중치 결정시 융통성과 의사결정이 필요하다는 의견도 제시되었다. 세 번째로, 비용평가 지표에 대한 공감도가 높았지만 정성적 평가지표 도입은 평가방법론의 급격한 변화로 인해 향후 구체적인 평가기준이 마련되어야 한다는 우려사항이 제기됨에 따라 수용도가 다소 낮게 평가되었다.

에 대한 타당성과 현행 평가모형과 비교하여 상대적인 우수성은 약 77%가 '적절하다' 이상<sup>13)</sup>으로 평가함에 따라 유효성이 있는 것으로 보인다. 다만, '보통'으로 평가한 주요 의견에 대해서는 본 연구결과를 통해 보완할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다고 판단하였다.

#### IV. 결론

최근 무기체계 연구개발사업은 사업범위가 복잡해지고 규모가 증가함에 따라 기술적 불확실성이 크게 증가하고 있으며, 무기체계의 기술수준 및 성능 분야의 사업관리 범위도 비례적으로 증가하고 있다. 이로 인해 무기체계 연구개발을 수행하는 주관업체 선정은 업체의 기술능력과 사업 이행 능력에 의해 사업의 성패가 좌우된다고 해



<그림 5> 개선된 평가모형의 유효성 평가 결과 따라서 개선된 평가모형의 유효성은 개선부분

13) 설문조사단계, 브레인스토밍단계, 유효성평가 단계 설문 및 조사대상을 각각 다르게 구성함으로써 연구결과와 신뢰성을 확보하였다.

도 과언이 아니다. 특히, 개발완료 이후에는 운용 과정에서 국익과 국가안보에 막대한 영향을 미치게 되므로 무기체계 획득 과정에서 역량 있는 업체를 선정할 수 있는 평가시스템이 매우 중요하고, 이러한 역량과 경쟁력을 갖추도록 제도적·정책적 기반도 뒷받침되어야 한다.

이에 따라 본 연구는 협상에 의한 계약으로 무기체계 연구개발 주관업체를 선정하는 과정에서 기술개발 능력과 사업이행 능력이 우수한 업체를 선정하기 위한 제안서평가체계를 개선하고자 하였다. 평가모형 개선 방법에 있어서 선행연구 검토와 모형개선에 필요한 현행 제안서평가 체계의 한계점을 분석하였고, 전문가 집단을 대상으로 인터뷰, 브레인스토밍, 설문조사 과정을 거쳤다.

지금까지 무기체계 연구개발 사업의 평가모형은 사업 특성에 맞는 평가항목을 도출하고 가중치를 제시하였으나, 본 연구는 기술능력평가 체계에서 평가결과에 영향을 미치는 주요 영향요인별로 한계점을 분석하여 현실적인 개선방향을 수립하였으며, 개선된 평가모형 적용을 통해 방산 연구개발 역량 제고에 기여할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

본 연구에서 평가에 영향을 미치는 주요 평가요소들을 IPA 기법을 적용하여 핵심요소를 추출했다는 점에서 타 연구결과와 차별성을 갖는다고 할 수 있다. 또한, 개발단계의 사업수행내용에 맞는 특성이 반영되도록 탐색개발 사업을 기준으로 평가항목과 가중치 개선에 접근하였다.

본 연구는 평가모형 개선을 위해 수행한 5단계 평가모형 개선결과에 대한 요약은 다음과 같다.

첫째, 평가자 구성 측면에서 평가부문별 평가자의 전문성이 반영되도록 기술개발능력 부문과 사업이행능력 부문으로 구분하여 평가모형의 기본 틀을 새롭게 설계하여 본 연구에 적용하였다. 평가자는 대분류 항목을 기준으로 기술적 전문성을 필요로 하는 영역과 사업관리 평가영역의 전문성을 고려해 구성되도록 하였다.

둘째, 제안서 평가에서의 핵심지표 위주로 단순화되고 체계화하였다. 즉, IPA 기법을 적용하여 평가요소를 분류하고 실제 제안서 평가요소로 채택되어야 할 중요지표와 일반지표로 구분하였으며, 최종적으로 간소화된 제안서 평가항목만을 제안서 평가단계에서 기술능력이 우수하고 변별력 있는 업체선정을 위한 제안서 평가항목만을 채택하였다. 특히, IPA기법을 적용하여 현행 평가항목에서 부적합한 평가요소를 식별하여 배제하고, 제안서평가 단계에서 중요도는 낮으나 사업 성공에 영향을 미치는 성취도가 높게 나타난 항목은 제안서평가단계에서 평가지표로는 부적합

하지만 협상단계에서 계약이행조건의 일환으로 활용하여 성과를 극대화하기 위한 성과지표로 활용함이 타당할 것으로 판단하였다. 아울러, 비용평가와 연계된 평가요소는 비용평가 방법개선에 적용하여 평가의 효율성이 향상되도록 하였다.

하지만 본 연구에서는 평가모형의 개선 범위를 탐색개발 사업에 한정하였으므로, 체계개발사업과 탐색 및 체계개발 통합사업의 평가항목 및 가중치에 대해 심층 비교분석이 필요하다. 또한 IPA를 통해 분리된 제안서 평가단계의 중요지표와 일반지표는 역량 있는 업체선정을 위한 평가모형으로 개선했다는 특징이 있으나, 본 연구의 목적상 성과지표와 배제지표로 분리된 평가요소의 협상목록 구체화, 협상방안 등 전략적 활용방안을 제시하는데 이르지 못했다. 이와 같은 성과지표와 배제지표의 전략적 활용방안에 대해서 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

끝으로, 최종 채택된 평가항목의 배점은 대분류 평가영역 “보유기술 및 개발능력”이 “개발계획”이나 “사업이행능력”보다 두 배 이상 높게 산출되었으며, 각각의 평가항목별로 중요도가 현행보다 큰 변화를 보여주었다. 이를 통해 기술능력위주의 평가항목을 채택하고, 평가항목별 가중치가 증가됨에 따라 변별력 있는 평가에도 기여할 것으로 판단된다.

본 연구결과의 평가항목 개선과 가중치 산출결과는 탐색개발에 국한하였다는 점을 감안하여 적용하고, 평가방법, 평가자 구성 등은 무기체계 연구개발 사업 범위에 관계없이 확대 적용이 가능하다. 개선된 평가모형을 제안서평가에 적용함으로써 기술능력과 사업이행능력이 우수한 역량을 갖춘 업체선정에 기여함과 동시에 평가결과의 공정성과 신뢰성을 확보하는데 기여할 것이며, 궁극적으로 경쟁력 있는 방위산업을 육성하는데 기여할 것으로 기대한다.

\* 이 논문은 염상원의 2017년도 박사 학위논문을 발췌 및 수정하였음.

\* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A5B8060156).

## 참고문헌

- 1) 강우준. “국방 핵심기술 기초연구 수행기관 선정 평가지표 개발.” 한양대학교 석사학위논문, 2009.
- 2) 국방부. 국방백서, 2014.
- 3) 김선영. “국방 정보시스템 연구개발사업 업체 선정 평가모형에 관한 연구.” 동국대학교 박사학위논문, 2010.
- 4) 김성문, 이호영. “협상 적격자 선정을 위한 비용평가 방법 개선”, 연세대학교, 2009.
- 5) 김영인 외4. “무기체계연구개발 비용평가방법 및 주관별 제안서 평가내용 개선”, 한국전략문제연구소, 2011.
- 6) 김종영. “입찰 제안서 평가제도 : ‘예쁜 제안서’가 업체 평가 기준 ‘기술연구소’는 ‘제안서 연구소’로 전락!”, 디앤디포커스, 통권 제37호, 2011.
- 7) 김찬수. “국방핵심기술 연구개발의 제안서 평가지표 개발에 관한 연구.” 부산대학교 박사학위논문, 2008.
- 8) 박승 외4. “AHP를 이용한 국방연구개발 참여업체 선정 평가지표 개발”, 한국산업경영학회 통합학술대회 발표논문, 2012.
- 9) 박혜원. “호텔·항공사 직원들이 지각한 교육훈련 내용의 중요도·실행도 불일치가 교육훈련 성과에 미치는 영향.” 세종대학교 박사학위논문, 2005.
- 10) 배운호, 최석철. “국방R&D분야에서 성실실패제도의 적용에 관한 검토”, 방위산업학회지 제17권: 제1호, 2010.
- 11) 송방원. “국방 연구개발 제안서평가의 가중치 산정과 점수 표준화 방법 연구.” 고려대학교 박사학위논문, 2016.
- 12) 염상원, 장희선, 전승록. “무기체계 연구개발업체 선정 제도의 진단 및 발전방안 : 비용평가 사례를 중심으로”, 한국방위산업학회지 제22권: 제2호, 2015.
- 13) 이재길. R프로그램에 기반한 최적화 및 계량분석, 황소걸음 아카데미, 2016.
- 14) 이정수, 길부종, 전희성. “국가연구개발사업 성실실패제도 개선방안”, 기술혁신학회지 제16권:1호, 2013.
- 15) 이형준. “SMR기반 AHP기법을 활용한 국방핵심기술 R&D사업 성과평가지표 개발.” 서울산업대학교 박사학위논문, 2010.
- 16) 임재호. “IPA기법 및 QFD기법을 이용한 염색가공업 품질경쟁력 제고방안에 관한 연구.” 한양대학교 박사학위논문, 2014.
- 17) 임채윤, 이재희, 이광호. “핵심기술 주관연구기관 및 시제업체 평가기준 선정 방안”, 과학기술정책연구원, 2006.
- 18) 장준성. “AHP를 이용한 국방 핵심기술 연구개발사업 업체선정 평가지표개발.” 충남대학교 박사학위논문, 2008.
- 19) 장희선. “무기체계 연구개발사업 협상대상업체 선정 개선방안 연구”, 한국구매조달학회지 제10권: 제1호(통권 제14호), 2011.
- 20) 장희선. “효율적인 무기체계 획득 절차 개선방안 연구.” 고려대학교 박사학위논문, 2012.
- 21) 정지안. “다기준의사결정의 가치중치도출방법 선정을 위한 평가기준과 절차의 개발.” 동국대학교 박사학위논문, 1999.
- 22) 조철호. SPSS/AMOS 활용 구조방정식모형 논문통계분석, 도서출판 청람, 2014.
- 23) 최담. “AHP기법과 판단지수를 활용한 창정비 수행기관 선정 방안 연구.” 광운대학교 박사학위논문, 2015.
- 24) 최재원. “AHP와 DEA를 활용한 창업기업의 경영성과 개선방안 연구 : 창업보육센터 입주기업을 중심으로.” 경희대학교 박사학위논문, 2011.
- 25) 하지철, 이동한. 마케팅조사 실무노트 III, 이담북스, 2010.
- 26) 황인극, 김진호. “공공기관의 저가입찰 개선방안”, 한국산학기술학회 추계 학술발표논문집, 2008.
- 27) MAP 자문단. 평가의 기술, 해바라기, 2005.
- 28) Akarte, M. M., Surendra, N. V., Ravi, B. and Rangaraj, N., “Web based casting supplier evaluation using analytic hierarchy process”, Journal of the Operational Research Society, Vol. 52, No. 5, 2001.
- 29) Chamodrakas, I., Batis, D. and Martakos, D., “Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP”, Expert Systems with Applications, Vol. 37, No. 1, 2010.
- 30) Martilla, J.A. & James, J.C., “Importance-Performance Analysis”, Journal of Marketing, 41(1), 1977.
- 31) Saaty, T. L. and Vargas, L. G., The Logic Priorities, Kluwer-Nijhoff Publishing, 1982.
- 32) Saaty, T. L., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, Vol.24(6), 1994.