

# 국방 핵심기술 연구개발 사업의 평가지표 개선을 위한 계층분석적의사결정기법 적용 연구

A Study on the Application of Analytic Hierarchy Process to Improve the Fairness  
of Evaluation Indicators for the National Defense Core Technology R&D Projects

김 찬 수\*      조 규 갑\*\*  
Kim, Chan-Soo      Cho, Kyu-Kab

## ABSTRACT

This study suggests the applicability of an AHP(Analytic Hierarchy Process) to improve the validity and fairness of evaluation index to assess the defense core-technology R&D projects. This study focused on the design of the proposal and performance evaluation index to structure them into a hierarchy using AHP which can be applicable to take the opinion of the defense R&D experts. Using the refined evaluation index, we propose a technique to enhance the reliability of the defense R&D projects evaluation system.

주요기술용어(주제어) : National Defense Core Technology R&D(국방 핵심기술 연구개발), Evaluation System(평가 시스템), AHP(Analytic Hierarchy Process, 계층분석적의사결정)

## 1. 머리말

최근 선진국의 국방관련 핵심기술에 대한 보호, 통제로 무기체계와 관련된 첨단 기술의 이전이 더욱 어려워지고 있어 국내 연구개발 기반을 확충하고 해외로부터 조달이 어려운 첨단 무기체계를 확보하기 위한 장기적인 계획수립과 핵심적인 기술개발이 매우 시급한 실정이다. 우리나라의 국방 예산은 매년 증액되고 연구개발에 투자하는 비율을 확대하는 국가정책

에 힘입어 국방 분야에서도 연구개발이 점차 대형화 및 다양화되고 있다. 하지만 국방 연구개발 과제는 목적이 포괄적이고, 전략적일뿐만 아니라 과제예산이 비교적 많고 장기간에 걸쳐 수행되기 때문에 성과 평가에 많은 어려움을 내포하고 있다. 대형 국가 연구개발사업과 마찬가지로 국방 연구개발사업의 경우에도 평가의 비용대 효과를 포함한 효율성과 성과평가의 객관성이 강조되면서 평가가 다단계에 걸쳐 외부전문가를 활용하는 방식을 사용하는 등 행정업무가 증가하고 있어 능률적이면서 동시에 공정한 평가를 위한 평가제도 개선이 꾸준히 요구되고 있다<sup>[1]</sup>. 따라서 본 논문은 기술 발전의 속도가 빠르고 전략적으로 중요한 국방 핵심기술 연구개발 사업에 한정하여 전반적인 평가가 어떻게 이루어지는지 검토하여 객관적

† 2007년 2월 13일 접수~2007년 4월 27일 게재승인

\* 부산대학교 산업공학과/국방기술품질원

\*\* 부산대학교 산업공학과

주저자 이메일 : hicskim@yahoo.co.kr

이고 공정한 평가를 할 수 있는 평가지표 개선에 목적을 두고 있다. 특히, 체계적인 평가지표 개선을 위해 전문가의 그룹의사를 반영하는데 유용한 도구인 계층분석적의사결정기법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 적용하였다. 주요 연구내용으로 AHP에 대한 특징과 적용방법을 살펴보고, 국방 핵심기술 연구개발 제안서 및 성과평가의 평가지표 항목을 도출하여 의사결정을 위해 계층화하고, AHP 분석으로 가중치 배점을 체계적으로 도출하는 실증연구를 수행하였다. 끝으로 기존의 평가지표에 의한 제안서 평가결과와 개선된 평가지표로 재평가한 결과의 사례비교를 통하여 개선된 평가지표의 효과를 분석하였다.

## 2. 국방 핵심기술 연구개발의 평가시스템

### 가. 국방 핵심기술 연구개발 개요

국방 연구개발 사업은 크게 주요 무기체계를 직접 개발하는 체계 연구개발사업과 향후 무기체계에 적용 가능성이 있는 주요기술을 연구하는 핵심기술 연구개발 사업으로 나누어 볼 수 있다. 국방관련 규정(방위력개선사업 관리규정, 제정 2006.5.1, 방위사업청 훈령 제13호)에 따르면 핵심기술이라 함은 국방목표 달성과 군사전략 수행을 위한 중장기 군사력 건설 소요, 부대기획소요 및 소요의 우선순위를 제시하는 합동군사전략목표기획서(JSOP : Joint Strategy Objective Plan, 국방획득개발계획 및 국방중기계획 수립에 필요한 근거를 제공)에 수록된 무기체계 또는 미래 무기체계의 국내개발 또는 생산에 필요한 고도·첨단기술 및 이러한 기술들이 집약되어 생산되는 중요부품으로서 국내생산을 위한 관건이 되며, 선진외국에서 개발되어도 기술이전이나 판매를 회피하는 사항 또는 새로운 기술을 말한다. 이러한 국방 핵심기술 연구개발은 기초연구, 응용연구, 시험개발의 3단계로 나눌 수 있다. 기초연구는 핵심기술 연구개발을 위하여 필요한 가설, 이론 또는 현상이나 관찰 가능한 사실에 관한 새로운 지식을 얻기 위하여 학계에서 수행하는 이론적 또는 실험적 연구 활동을 말한다. 응용연구는 기초연구 결과를 군사적인 문제의 해결책으로 전환하는 단계로서, 비운영적(실험실) 환경에서 기술

의 타당성과 실용성을 입증하는 연구단계를 말한다. 핵심기술 연구개발의 최종단계인 시험개발은 무기체계의 주요기능을 담당하는 핵심기술 또는 부품을 제작하여 기존 무기체계에 적용 가능성 및 미래 무기체계에 응용 가능성을 입증하는 단계를 말한다. 이러한 단계는 연구개발과제별 특성에 따라 적용 단계 및 시기가 달라질 수 있다.

### 나. 국방 핵심기술 연구개발 평가시스템 구성

연구개발의 일반적인 평가는 과제가 수행되는 모든 순간마다 행해지는 활동으로 이해할 수 있다. 수행과제를 선정하기 위한 사전평가, 진행상황을 점검하기 위한 중간평가, 종료이후 과제로부터 발생한 파급효과를 알아보기 위한 사후평가로 구성되는 것이 보통이다. 국방핵심기술과제의 사전평가는 제안요청서(RFP : Request For Proposal)에 기초하여 수행기관 선정을 위한 제안서 평가단계이다. 중간평가는 연구개발의 수행과정에서 실시하는 중간 및 단계평가가 있으며, 국방 핵심기술연구개발의 사후평가는 현재까지 실시하지 않고 있는 실정이다. 제안서 평가단계는 다음과 같다. 국방핵심기술 연구개발과제로서 국방중기계획 및 예산편성 승인된 과제 중 산업체·학계·일반연구소 주관 핵심기술과제에 대하여 단계별 연구를 수행할 주관기관을 공모하기 위하여 핵심기술 연구개발 제안요청서를 작성하여 공고한다. 연구개발 사업에 참여하고자 하는 산·학·연 주관기관 또는 연구시제업체는 연구개발 사업 제안서를 작성하여 제출하며, 제출된 제안서 평가를 위하여 국방 관련 기관의 전문가로 구성된 제안서 평가팀을 구성, 운영하여 수행기관을 선정하고 있다. 한편 성과평가는 사업기간 중에 실시하는 중간평가(반기, 진도평가)와 기초연구 및 응용연구 종료시 실시하는 단계(종료)평가로 구분하여 실시한다. 중간평가는 핵심기술연구개발(기초연구, 응용연구, 시험개발) 사업 기간중 반기별로 실시하는 반기 평가와 사업기간이 3년 이상인 과제를 대상으로 연구기간 중 실시하는 진도평가로 구분한다. 진도평가의 실시 시기는 해당과제의 특성을 고려하여 단계별 연구개발계획서에 명시하도록 하며, 단계평가의 경우 기초연구 및 응용연구 종료 시점에 실시하게 된다.

#### 다. 국방 핵심기술 연구개발 평가시스템 특징

국방 핵심기술 연구개발은 일반 민수 연구개발과 연구수행 방법이나 절차는 비슷하지만 과제선정이나 추진 방향은 다른 특징을 가진다. 국방 연구개발은 존재하거나 잠재 예상되는 상대 국가와의 전력우위 확보에 필요한 무기체계의 군사적 또는 정치적 요구에 따라 기획, 계획되는 것으로 기술능력 선점과 우선 확보를 위해 시간적 제약을 받으며, 과학기술의 급속한 발전에 따른 개발목표 수준의 설정이 어렵고, 높은 수준의 목표 달성과 비례하여 기술적 위험과 실패 확률이 높다. 또한 군사 과학기술의 급속한 발전은 새로운 무기체계의 출현을 가속화하고 이러한 국방 핵심기술은 무기체계 개발 및 양산 과정에서 민수 분야로의 기술적, 경제적 파급효과가 크다. 따라서 국방핵심기술 연구개발 사업의 특성상 사업 주관기관 선정에서부터 성과 평가 및 종료 평가까지 평가시스템 전반에 대한 과정과 내용이 일반에게 전체적으로 공개되지 못하는 제한된 여건이므로 평가의 공정성과 객관성에 대한 불신을 초래하는 경우가 발생하고 있어 그 불만을 해소하는 데는 아직도 많은 노력이 필요하다. 특히, 국방핵심기술 제안서 평가의 경우 주관업체 선정이 향후 무기체계 개발업체로의 성장과도 직결됨에 따라 평가과정이 투명하고 공정하며 객관적인 평가시스템으로 지속적인 개선이 요구되는 실정이다. 연구개발 활동의 성과를 측정하고 평가하는 작업은 중요하면서도 기술경영 및 관리에서 가장 어려운 부분이다<sup>[6]</sup>. 정부 연구개발에서는 동료평가나 사례연구와 같은 정성적인 평가방법도 일부 적용되고 있으나 국방 핵심기술 연구개발에서는 결정론적 평가법에서 많이 사용되는 평점법을 적용하고 있다. 평점법은 사전에 정한 평가지표의 항목과 배점을 기준으로 평가자가 채점하는 방법으로 여러 가지 수준에서 의사결정을 체계적이고 용이하게 할 수 있어 그 결과를 이해시키기에는 용이한 장점을 가지고 있으나 평가자의 주관적인 평가라는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 이러한 평점법의 장점을 살리고 평가자의 주관적인 사항을 최대한 구체적으로 객관화한 평가지표의 가중치 배점 도출에 중점을 두었다.

#### 라. 국방 핵심기술 연구개발 평가지표 구성

평가지표의 항목에는 객관적으로 측정할 수 있는 정량적 항목과 주관적으로 측정할 수밖에 없는 정성적 항목으로 구분할 수 있다. 연구개발의 특성상 평가자의 의견 종합은 간단하지 않으며, 특히 정성적인 평가항목을 많이 내포하고 있고 평가자의 주관에 크게 의지하므로 정량적인 평가의 접근이 어려운 분야이다. 따라서 평가항목을 세밀하게 나누고 평가 단계를 다단계로 하며, 현장 평가를 추가하거나 세부 평가항목별 전문가의 의견을 반영하는 등 다양한 평가방법이 활용되고 있다. 하지만 평가항목이 세분화 되면 평가자의 수고가 많아지며, 또한 평가가 다단계로 되면 전문성은 향상될 수 있으나 과도한 평가비용이 소모되는 등 경제적인 측면도 고려해야 하므로 적절한 평가지표와 평가 방법이 사업의 특성에 맞게 적용되어야 한다. 일반적으로 연구개발의 사전, 중간 평가항목으로 포함되어야 하는 요소들로서 연구의 가치, 연구 중점 목표 및 계획, 연구자 및 연구조직의 질, 연구 생산성, 성과의 활용 가능성, 연구의 공헌 등을 제시하고 있다<sup>[7-8]</sup>.

#### 마. 국방 핵심기술 연구개발 평가지표 문제점

국방 핵심기술과제의 평가지표는 응용연구 및 시험개발 등의 과제단계에 관계없이 각 항목별로 가중치를 설정하여 평가등급과의 곱으로 평가점수를 계산하는 방식으로 간단한 총괄평가 형식을 취하고 있다. 이 지표는 소요기술 식별 및 기술적 접근방법, 추진 계획 및 일정, 시험평가 및 입증방안 등을 중요한 항목으로 높은 가중치를 할당하고 있다. 하지만 기술의 변화와 함께 연구개발 환경도 달라짐에 따라 연구개발사업의 특성에 따른 평가항목의 중요성을 보완해야 한다고 판단된다. 또한 국방 핵심기술 연구개발과제는 기초연구, 응용연구, 시험개발에 따라 각각 단계에서 적합한 평가항목을 선택할 필요가 있다. 기초연구나 응용연구의 경우 경제적인 측면의 평가는 어렵고 연구 성과도 향후 수 년 후에나 판정할 수 있는 일도 종종 있다. 따라서 기초연구나 응용연구는 정성적인 항목 또는 주관적인 항목이 주로 사용될 수 있으며 응용연구에서 시험개발이나 제품개발 연구로 단계가 발전할수록 정량적이고 객관적인 평가항목이 구성되

어야 한다. 국방 핵심기술 연구개발 제안서 평가에 사용해온 평가지표는 간결하고 적용하기 쉬운 장점을 가지고 있으나 응용연구와 시험개발의 환경변화에 따른 단계적 특성을 잘 반영하지 못하며, 또한 평가지표가 정성적인 항목이 많고 배점의 객관성이 낮아 평가의 신뢰성에 문제가 있다는 지적이 많았다. 따라서 국방핵심기술 연구개발 사업의 단계와 특성을 고려하며 모호하고 중복적인 지표는 배제하고 단계가 진행될수록 최대한 정량적이고 객관적인 평가지표로의 개선이 필요하다고 하겠다. 특히, 제안서 평가결과로 직접 주관기관을 선정시에는 제안기관의 이해에 직접적으로 관련되어, 항상 평가결과에 대한 민원의 소지를 내포하고 있으므로 평가의 신뢰도와 공정성을 확보하기 위해서는 관련기관 전문가들의 전체적인 의견을 객관적으로 수렴하여 체계적이고 과학적인 분석을 통한 평가지표 개발이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 기존의 평가지표를 개선하기 위하여 국방 핵심기술 연구개발 주관기관 선정을 위한 제안서평가와 연구의 결과를 분석하는 성과평가에 사용되는 평가지표의 가중치 배점을 국방연구개발 정책 목표에 맞고 또한 국방 연구개발의 실질적인 성과를 제고하도록 구성되어 있는지를 파악하기 위하여 설문조사와 AHP 분석기법을 적용하는 실증연구를 수행하였다.

### 3. AHP 기법의 적용

#### 가. AHP 기법 개요

AHP는 문제를 구성하고 있는 여러 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 평가하는 기법으로 1970년대 초 T. L. Saaty에 의해 개발되었으며 많은 이론 및 응용연구가 진행되고 있다. 계층분석기법은 객관적인 평가요인은 물론이고 주관적인 평가요인도 수용하는 매우 유연한 의사결정기법으로 수학적인 이론보다는 직관을 바탕으로 하기 때문에 그 논리가 매우 쉽다는 장점을 가지고 있다<sup>[9~14]</sup>. 이 기법은 평가자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 순화시키고 그 가중치를 비율적으로 도출하는 방법이다. 이러한 특징을 가진 AHP는 개인적인 성향이 다양하고 복잡

한 의사결정에서 다양한 다기준의 의사결정을 수행하는 방법으로 널리 활용된다. 특히 정량적인 정보뿐만 아니라 정성적인 정보도 평가가 가능한 장점과 개념을 쉽게 이용할 수 있으므로 복잡한 의사결정문제에 쉽게 접근할 수 있어 활용도가 증가하고 있다. 본 연구에서 평가의 대상으로는 국방 핵심기술 연구개발 제안서 및 성과의 평가항목 중요도에 따라 배점을 결정하는 문제로서 지표항목간의 상대비교를 통해 가중치를 설정하는 데 적용하도록 한다<sup>[2]</sup>. AHP를 적용하기 위해서는 문제의 구조화와 더불어 계층적 분해(decomposition)가 필요하며 전반적인 AHP 수행절차는 다음과 같다<sup>[2]</sup>.

<단계 1> 의사결정 문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(Decision Hierarchy)을 설정한다.

<단계 2> 의사결정 요소들 간의 쌍대비교를 실시한다. 쌍대비교는 평가자의 선호도를 가장 적절하게 표현한다고 Saaty가 타당성을 검증한 9점 척도를 이용한다<sup>[9]</sup>.

<단계 3> 고유치 방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 추정한다.

<단계 4> 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 요소들의 상대적인 가중치를 종합화하여 우선순위를 도출하게 된다. 예를 들어  $i$ 번째 평가기준의 가중치를  $CW_i$ ,  $i$ 번째 평가기준에 대한  $j$ 번째 대안의 가중치를  $PW_{ij}$ 라 하면, 대안별 우선순위  $W_j$ 는 아래 식과 같이 계산되어진다.

$$W_j = \sum_{i=1}^n [CW_i \times PW_{ij}] \quad (1)$$

여기서, 기준 수  $i$ 와 대안 수  $j$ 는 각각  $i = 1, 2, \dots, n$  과  $j = 1, 2, \dots, m$ 이다.

#### 나. AHP 가중치 및 일관성 검증

AHP에서 사용하는 가중치 결정기법에는 세가지가 있으며, 일관성 검증기법에는 두가지가 사용된다. 이들 중 기하평균(Geometric mean)을 이용한 가중치 계산법에 대해 살펴보면 다음과 같다.

각 기준간의 평가치는  $a_{ij}$ 로 표 1의 쌍대비교 행렬

과 같이 가정한다.

[표 1] 기준 평가의 쌍대비교 행렬

구분	기준1	기준2	기준 j	기준n
기준 1	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	· · ·	a <sub>1n</sub>
기준 2	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	· · ·	a <sub>2n</sub>
기준 i	· · ·	· · ·	a <sub>ij</sub>	a <sub>in</sub>
기준 n	a <sub>n1</sub>	a <sub>n2</sub>	a <sub>nj</sub>	a <sub>nn</sub>

<단계 1> 기하평균,  $E_i$ 를 계산(n : 기준 수)

$$\text{기하평균} : E_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

<단계 2> 기하평균 가중치(상대적 중요도)  $GW_i$  계산

$$GW_i = \frac{E_i}{\sum_{i=1}^n E_i} \quad (3)$$

<단계 3> 쌍대비교행렬의 각 열의 합,  $C_j$ 를 계산

$$C_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (4)$$

<단계 4> 일관성 검증을 위한 사전계수인  $\lambda_{\max}$  계산

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n GW_i \times C_i \quad (5)$$

<단계 5> 단계 4에서 구한  $\lambda_{\max}$ 와  $RI$ (Random Index : 확률지수)를 이용하여 일관성지수( $CI$ , Consistency Index) 및 일관성 비율( $CR$ , Consistency Ratio)을 계산

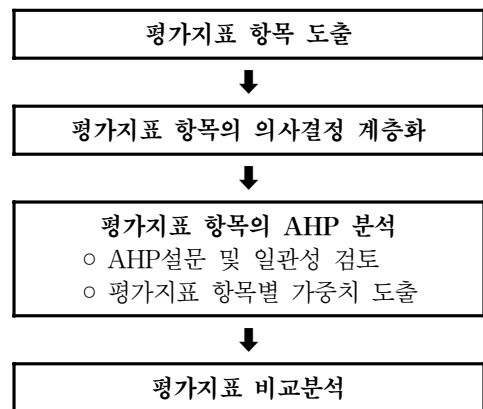
$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

<단계 6> 일관성 검증으로 일관성비율( $CR$ )이 0.1 이하면 평가자의 판단에 논리적 모순이 없어 일관성이 있다고 판단한다.

#### 4. 국방핵심기술 연구개발 평가지표 개선

가. 평가지표 개선 연구 절차

본 연구에서는 핵심기술 연구개발 제안서평가 및 성과평가에 사용할 평가지표 항목을 도출하고 요인분석을 통하여 의사결정을 계층화하며, 항목별 가중치 배점은 관련 전문가 그룹에 의한 AHP 설문조사를 통하여 도출하였다. 논문에서 수행한 평가지표 개선 연구절차를 그림 1에 간단히 나타내었다.



[그림 1] 평가지표 개선 연구절차

나. 평가지표 항목 도출

국방핵심기술 연구개발사업의 제안서 평가의 평가항목을 도출하기 위해서는 과제의 특성을 반영하여 평가할 수 있도록 평가 구성요소가 구체적으로 결정되어야 하며, 평가 대상의 특징에 따라 평가 항목의 구성요소 및 중요도가 달라질 수 있다. 일반적인 연구개발 과제의 제안서 평가에 적용되는 지표는 대부분 연구개발 제안서 평가시 필요한 대부분의 내용을 내포하고 있으므로 국방 핵심기술 연구개발 분야에만 고유하고 특수한 평가항목이 반드시 존재하는 것은 아니다. 따라서 국방 핵심기술 연구개발사업을 포함한 평가 모형의 일반적인 평가항목 구성요소를 우선적으로 구성한 뒤에 추가적으로 국방 핵심기술 연구개발의 특징적인 요소들을 반영하는 방식으로 평가항목을 도출하였다. 대부분의 세부항목들은 기존의 일반적인 항목과 차이가 없으나 제안서평가에서 국산화 계획, 시험평가 및 입증방안과 같은 항목은 국방 핵

심기술연구개발 사업의 특성을 반영하도록 추가되었다. 제안서평가지표의 경우 1차로 도출한 14개의 구성항목에서 중요도 설문조사 방법으로 비중이 낮은 '연구개발 기대성과 및 파급효과', '연구개발 관리방안' 등의 항목은 배제하고 유사하거나 중복되는 내용의 평가항목은 통합하여 평가지표에 적용할 12개의 항목을 최종 선정하였다.

다. 평가지표 항목의 의사결정 계층화

국방핵심기술 연구개발 과제의 제안서평가지표와 성과평가지표의 계층분석기법 적용을 위한 항목별 가중치 계산을 위해서는 적절하게 도출된 항목의 그룹화를 통한 의사결정 계층구조 설정이 필요하다. 이를 위해서는 요인분석(Factor Analysis)의 통계적인 기법을 활용하여 타당성을 확보하는 것이 적절하므로 방위사업청(방위청), 국방과학연구소(국과연), 국방기술품질원(기품원), 업체 및 학계(산학연)의 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문지 구성은 중요도 조사로 선정된 평가항목을 근거로 하여 제안서 평가 12개, 성과평가 6개 문항으로 설정하였다(표 2). 설문지는 각 문항 7점 척도의 리커트(Likert) 방식으로 구성되었으며 설문은 '06년도 국방 핵심기술과제 평가에 참여하였던 전문가를 대상으로 총 52부의 설문지를 회수하여 결과분석에 적용하였다. 설문지 분석은 통계분석용 소프트웨어인 SPSS 12.0을 이용하였다.

연구분석의 신뢰도 측정을 위한 크론바흐 알파(Cronbach's Alpha) 계수값이 0.7121과 0.8316로 계산되었다. 따라서 계수값이 0.6이상이면 신뢰성이 있다고 판단하므로 각 변수를 통계분석에 활용하는 신뢰성에는 문제점이 없다고 판단된다. 요인분석의 결과가 표 3과 표 4에 각각 나타나 있다.

각 변수의 공통성(Communality)은 모두 0.5이상으로 모든 변수를 포함한 요인추출에는 베리맥스(Varimax) 직각회전방법을 사용하였다. 각 변수의 고유치(Eigenvalue)값은 각 요인이 얼마나 설명력을 가지는가를 나타내며 0.4 이상이 되어야 변수가 요인들에 대한 설명에 유의한 의미를 갖는 것으로 판단한다.

요인분석 결과로 유의하게 묶여진 변수그룹(표 3과

[표 2] 평가지표의 요인분석 변수

변수분류	정의	내용
제안서 평가 변수	V1	관련핵심기술 보유수준
	V2	소요기술 식별 및 기술적 접근방법
	V3	제안요구이해도 및 개발방안
	V4	국산화 계획
	V5	추진계획 일정의 합리성 및 관리방안
	V6	소요예산 산출근거, 예산산정 적절성
	V7	시험평가 및 입증방안
	V8	연구책임자 전문성 및 업적
	V9	연구 참여 구성원의 경력 및 전문성
	V10	유사 연구개발 실적
	V11	유사 기술장비 및 관련 시설 확보
	V12	재무구조 및 경영상태, 투자계획
성과평가 변수	V13	연구개발 목표의 달성도
	V14	연구개발 결과의 우수성
	V15	연구개발의 활용성 및 기여도
	V16	연구개발 수행과정의 적절성
	V17	연구개발 수행의 효율성
	V18	연구개발 예산집행의 적절성

[표 3] 요인분석 결과(제안서 평가지표 변수)

변수	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
V10	.920	.001	.009	-.001
V11	.913	.009	.007	.007
V12	.889	.006	.002	.009
V6	-.008	.898	.197	.007
V5	.156	.890	.238	.003
V7	.156	.806	.124	.304
V1	.002	.209	.866	.106
V3	.002	.230	.826	.003
V2	.002	.317	.670	.388
V4	-.002	-.004	.547	.450
V8	-.008	.210	.008	.879
V9	.297	.120	.213	.812
Eigenvalue	4.454	2.376	1.433	1.204
Variance	37.119%	19.797%	11.940%	10.037%
Cumulative Variance	37.119%	56.917%	68.856%	78.893%

표 4에서 음영으로 표시)을 대상으로 평가지표의 의사결정 계층화를 구성하였으며, 상위계층의 그룹이름은 항목의 대표성을 가지도록 명명하였다. 제안서평

가지표의 항목은 그림 2와 같이 계층화 분류하고 성과평가지표에 대해서는 그림 3과 같이 계층화된 구조를 얻었다.

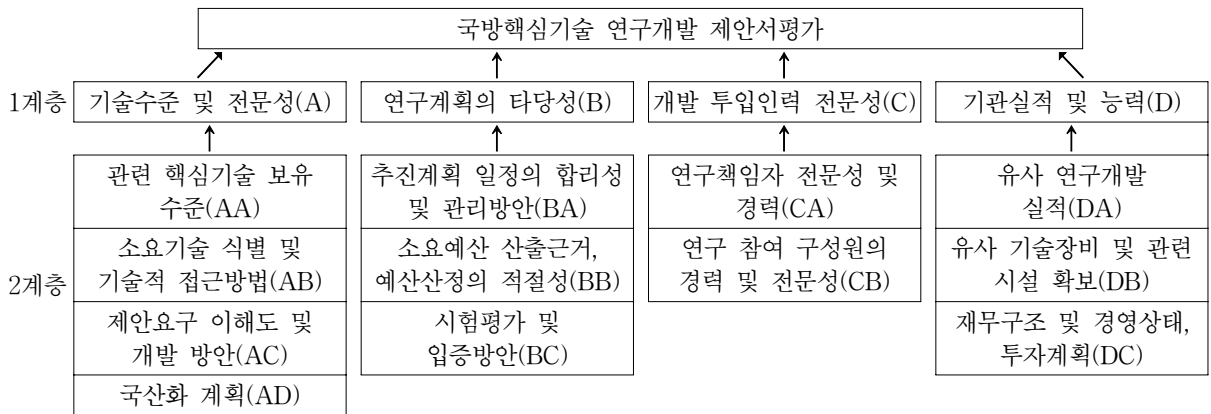
[표 4] 요인분석 결과(성과 평가지표 변수)

변수	요인 1	요인 2
V14	.848	.186
V13	.809	-1.228E-02
V15	.792	.139
V16	-.142	.813
V17	.182	.764
V18	.324	.735
Eigenvalue	2.543	1.456
Variance	42.384 %	24.262 %
Cumulative Variance	42.384 %	66.646 %

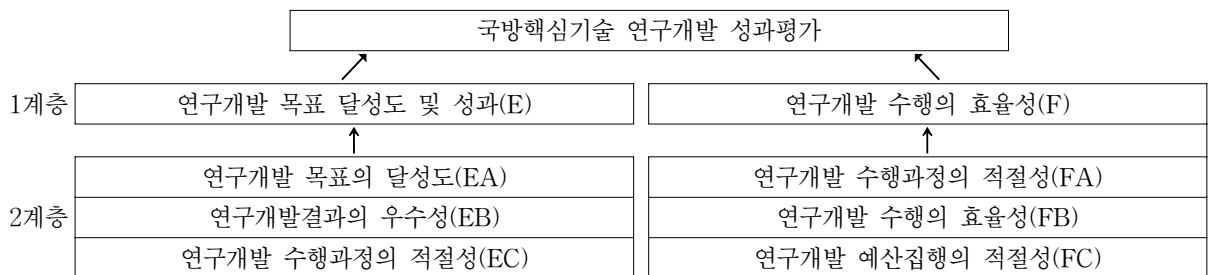
라. 평가지표 항목의 AHP 분석

1) AHP 설문 및 일관성 검토

평가지표의 타당성을 검증하고 객관적인 배점을 도출하기 위해 국방관련 연구개발경험이 최소 5년 이상인 전문가 35명으로부터 설문조사를 수행하였다. 설문에 참여한 구성원은 사업조정통제기관(방위청)이 26%, 사업수행, 관리기관(국과연)이 37%, 평가주관기관(기품원)이 20%, 산학연(방산업체)이 17% 비율이었다. 한편, 성과평가를 위한 단계평가 지표에 대해서는 직접 단계평가에 참여한 평가위원 45명에 대하여 동일한 형식으로 설문을 수행하였다. 조사대상의 성과평가과제는 산학연 관련 평가위원의 참여가 제한되어 방위청, 국과연 및 기품원이 동일한 비율로 참여



[그림 2] 제안서 평가지표 항목의 의사결정 계층화



[그림 3] 성과 평가지표 항목의 의사결정 계층화

하였다.

AHP 분석과정에서 Saaty(1980)는 평가자의 일관성을 검증할 수 있는 기준으로 일관성 지수(Consistency Ratio)가 0.1 이하일 것을 제시하고 있는데, 이 값이 0.1이내이면 쌍대비교는 합리적인(Reasonable) 일관성을 갖는 것으로 판단하고, 0.2이내일 경우는 용납할 수 있으나(Tolerable) 그 이상이면 일관성이 부족하여 재검토가 필요하다. 본 논문에서도 설문 참여 각 개인의 일관성 지수가 0.1 이상인 설문지는 배제하도록 하였다.

제안서 평가지표의 경우 14명, 단계평가지표의 경우는 13명이 일관성 지수에 위배되어 그룹의사결정의 종합에서 제외하였다.

2) 평가지표 항목의 가중치 및 배점 도출

AHP에서 그룹의 평가치를 종합하는 방법은 크게 두가지로 대별된다<sup>[9-14]</sup>. 첫째는 평가자들의 의견을 토의와 투표를 통하여 집결하고 이를 근거로 단일 쌍대비교행렬을 작성하는 그룹평가방법인데, 이는 평가계층의 규모가 크거나 비교대상이 많을 경우에는 쌍대비교를 위한 비교횟수가 많아짐에 따라 막대한 시간과 노력이 투입되어야 한다. 또한 어떤 조직에서 수십명의 평가자들이 의견수렴의 회합을 위하여 일정한 시간과 장소를 마련하기에는 많은 제약이 존재하므로 실제로 이 방법을 사용하기란 쉽지 않다. 둘째는 수치통합 방법으로서 이는 그룹멤버가 행한 각각의 쌍대 비교행렬을 수집하고 그룹전체의 평가치를 수치통합으로 구하는 방법이다. 본 논문에서는 평가자가 작성한 쌍대비교행렬의 각 원소에 대하여 전체 평가자 평가치의 기하평균을 통합하고 이를 원소로 하는 단일 쌍대비교행렬을 구성하는 방법으로 두 번째 방법을 적용하였다. 설문결과는 AHP 분석 전문 도구인 ExpertChoice(EC11)<sup>[15]</sup>를 활용한 가중치 계산결과를 표 5와 표 6에 나타내었으며, AHP 분석결과와 가중치를 이용하여 계산된 배점을 종합하면 표 7, 표 8과 같다.

마. 평가 지표 비교분석

표 7의 종합적인 제안서 평가지표의 신규배점 결과를 분석하여 보면 ‘연구 계획의 타당성’과 ‘기관실적

[표 5] 제안서 평가지표 AHP 가중치 계산결과

항목	방위청	국과연	기품원	산학연	[종합]
A	0.219	0.307	0.566	0.456	0.378
B	0.296	0.394	0.129	0.064	0.223
C	0.328	0.200	0.239	0.267	0.270
D	0.157	0.099	0.076	0.213	0.129
AA	0.361	0.292	0.533	0.292	0.376
AB	0.206	0.247	0.202	0.426	0.242
AC	0.248	0.347	0.185	0.111	0.260
AD	0.185	0.114	0.080	0.171	0.122
BA	0.505	0.321	0.237	0.462	0.365
BB	0.238	0.262	0.157	0.170	0.224
BC	0.257	0.417	0.506	0.368	0.411
CA	0.589	0.359	0.587	0.500	0.492
CB	0.411	0.641	0.413	0.500	0.508
DA	0.509	0.612	0.602	0.474	0.568
DB	0.220	0.216	0.188	0.202	0.208
DC	0.271	0.172	0.210	0.324	0.224

[표 6] 성과 평가지표 AHP 가중치 계산결과

항목	방위청	국과연	기품원	산학연	[종합]
E	0.861	0.816	0.852	-	0.844
F	0.139	0.184	0.148	-	0.156
EA	0.496	0.444	0.564	-	0.528
EB	0.313	0.319	0.197	-	0.252
EC	0.191	0.237	0.239	-	0.220
FA	0.464	0.329	0.318	-	0.374
FB	0.356	0.448	0.490	-	0.429
FC	0.180	0.223	0.192	-	0.197

및 능력’은 기존 배점과 큰 차이를 보이지 않지만, ‘기술수준 및 전문성’ 배점은 감소하였으며 ‘개발 투입인력의 전문성’이 제안서 평가의 중요한 항목으로 부각되었다. 이 결과로 부터 핵심기술에 대한 전문가의 참여가 연구개발의 제안서 평가에 중요한 요소로서 공감하고 있는 것으로 분석된다. 한편, 표 8의 성과평가에서는 ‘연구개발 목표 달성도 및 성과’의 배점은 증가하고, 반대로 ‘연구개발 수행의 효율성’ 배



[표 7] 제안서 평가지표 배점 결과비교

핵심기술 연구개발 제안서평가 항목(AHP 가중치)		기존배점		AHP에 의한 배점						증감비교	
		(X)		설문참여 기관별 분류				(Y)		(Y-X)	
		항목	그룹	방위청	국과연	기품원	산학연	항목종합	그룹종합	항목	그룹
기술수준 및 전문성 (A)	관련 핵심기술 보유수준(AA)	10	50	7.9	9.0	29.6	13.3	14.2	37.8	4.2	-12.2
	소요기술 식별 및 기술적 접근방법(AB)	10		4.5	7.6	11.2	19.4	9.2		-0.8	
	제안요구이해도 및 개발방안(AC)	20		5.4	10.7	10.4	5.1	9.8		-10.2	
	국산화 계획(AD)	10		4.1	3.5	4.4	7.8	4.6		-5.4	
연구계획의 타당성 (B)	추진계획 일정의 합리성 및 관리 방안(BA)	5	20	15.0	12.6	3.1	3.0	8.3	22.3	3.3	2.3
	소요예산 산출근거, 예산산정의 적절성(BB)	5		7.0	10.3	2.0	1.1	5.6		0.6	
	시험평가 및 입증방안(BC)	10		7.6	16.4	7.8	2.3	8.4		-1.6	
개발 투입인력 전문성(C)	연구책임자 전문성 및 업적(CA)	5	15	19.3	7.2	14.0	13.3	13.3	27.0	8.3	12.0
	연구 참여 구성원의 경력 및 전문성(CB)	10		13.5	12.8	9.9	13.4	13.7		3.7	
기관실적 및 능력(D)	유사 연구개발 실적(DA)	5	15	8.0	6.1	4.6	10.1	7.3	12.9	2.3	-2.1
	유사 기술장비 및 관련 시설확보(DB)	5		3.4	2.1	1.4	4.3	2.7		-2.3	
	재무구조 및 경영상태, 투자계획(DC)	5		4.3	1.7	1.6	6.9	2.9		-2.1	
총 점		100	100	100	100	100	100	100	100	0	0

[표 8] 성과 평가지표 배점 결과비교

핵심기술 연구개발 성과(단계)평가 항목		기존배점		AHP에 의한 배점						증감비교	
		(X)		설문참여 기관별 분류				(Y)		(Y-X)	
		항목	그룹	방위청	국과연	기품원	산학연	항목종합	그룹종합	항목	그룹
연구개발 목표 달성도 및 성과 (E)	연구개발 목표의 달성도(EA)	40	70	42.7	36.2	48.0	-	41.8	84.4	1.8	14.4
	연구개발 결과의 우수성(EB)	20		26.9	26.0	16.7	-	23.9		3.9	
	연구개발의 활용성 및 기여도(EC)	10		16.5	19.4	20.5	-	18.7		8.7	
연구개발 수행의 효율성 (F)	연구개발 수행과정의 적절성(FA)	10	30	6.5	6.1	4.7	-	5.8	15.6	-4.2	-14.4
	연구개발 수행의 효율성(FB)	10		4.9	8.2	7.3	-	6.7		-3.3	
	연구개발 예산집행의 적절성(FC)	10		2.5	4.1	2.8	-	3.1		-6.9	
총 점		100	100	100	100	100	-	100	100	0	0

점은 감소하였다. 세부항목의 배점에서는 ‘연구개발 예산집행의 적절성’항목이 크게 감소하였으며, ‘연구개발의 활용성 및 기여도’가 큰 폭으로 증가한 것으로 나타났다. 이는 핵심기술개발의 성과평가에서는 향후 무기체계개발에 적용할 기술이므로 연구 결과

의 우수성과 활용성을 더욱 중요하게 생각하는 것으로 판단된다. 설문자의 소속기관에 따라서 항목별 배점이 다르게 나타나고 있는 점은 기관의 독특한 특성을 배점에 반영하고 있다. 이러한 기관별 편차를 포함하여 설문 수행시마다 달라지는 오차범위를 최

대한 줄이도록 보정하고, 배점이 표준으로 인식될 수 있도록 설문참여자의 범위와 계층을 적절히 결정해야 할 것이다.

**바. 개선된 평가지표 효과 분석**

전문가 설문을 통하여 도출된 평가지표의 효과를 분석하기 위해 제안서평가에 대하여 사례를 비교하였다. 개선된 배점의 효율성을 파악하기 위하여 2006년도에 평가한 국방핵심기술과제 중에서 제안업체가 2곳이며, 평가결과로서 1, 2위간 점수차가 비교적 적은 4개 과제를 임의 선정하여 기존지표로 평가한 결과와 개선지표로 재평가를 실시하고 비교하였다. 평가결과와 비교표가 표 9에 나타나있다.

개선지표를 이용하여 재평가를 실시한 경우 과제별 평가점수는 변화가 있으나 우선순위가 반전되는 결과는 없었다. 하지만 1, 2위업체간 점수 차가 상대적으로 컸던 과제(A과제)는 기존의 점수차와 비교적 유사한 점수 차이(1.13배 증가)를 보이는 반면, 기존평가에서 제안업체간 비교적 근소한 점수 차이를 보이던 3개 과제(B, C, D과제)는 기존 점수차에 비해 1, 2위업체간 상대적인 점수차 비율이 늘어남(2.18~4.80배 증가) 것을 확인할 수 있었다. 이결과는 기존지표에서 변별력이 부족한 항목의 배점은 하향되고, 관련 핵심 기술 보유와 우수 전문인력 보유 등의 중요한 항목의

배점이 상향되어 나타난 결과로 판단된다. 배점이 증가된 주요 항목은 우수한 제안업체가 제안서 평가에서 유리하도록 평가지표의 목적성이 더욱 정교해진 결과로 분석된다. 따라서 본 연구결과로 개선된 평가지표는 이해관련자와 전문가의 객관적인 의견이 체계적으로 수렴된 가중치 배점을 활용하였으므로 국방핵심기술 연구개발 제안서 평가의 합목적성에 부합하고 전반적인 평가의 변별력과 신뢰성을 제고시킬 것으로 사료된다.

**사. 향후과제**

새롭게 도출된 평가지표의 가중치가 최적의 배점이 아니지만 전문가들의 의견을 수렴한 가중치를 종합하여 체계적으로 도출하였다는 의의가 있으므로 국방핵심기술 연구개발 제안서 평가와 성과평가의 목적에 부합하는 변별력을 가지며 전반적인 평가의 객관성이 더욱 향상되었다고 판단된다. 따라서 이를 국방 핵심 기술 연구개발 과제의 제안서 평가 및 성과평가에 적용하면 평가의 신뢰성과 객관성이 제고될 것이다. 이번 연구에서 도출된 지표에서는 응용연구와 시험개발 단계를 구분하지 않고 조사한 결과로서 추후 단계별로 적용할 세부적인 전문가 설문을 통해 세분화된 지표를 체계적으로 도출할 수 있을 것으로 판단된다. 개선된 평가지표의 가중치가 표준으로 인식될 때까지 지속적인 보완연구가 계속되어야 할 것이다. 특히, 항목의 중요도 산출시 각 기관별 참여 인원수와 개인차 및 AHP 일관성지수(CR) 값의 초과에 따른 표본 감소 때문에 가중치 오차가 크게 발생할 소지가 있다. 따라서 충분한 표본의 확보와 일관성지수 적용의 완화가 개선에 대한 추가적인 연구가 있어야 할 것이다. 한편 민감도(sensitivity) 분석을 추가적으로 실시하면 AHP 결과로 도출된 가중치를 기준으로 각 항목별 민감도를 구해볼 수 있어 전체 배점에 각 항목이 미치는 영향력을 쉽게 파악할 수 있을 것이다.

[표 9] 제안서 평가에서 기존 평가지표와 개선평가지표를 활용한 재평가 결과 비교(배점 : 100 점기준)

제안서 평가 과제	제안 업체	기존 평가지표 평가결과	기존 1,2위 점수차 (A)	개선 평가지표 평가결과	개선 1,2위 점수차 (B)	증감 비율 비교 (B/A)
A과제	A1	82.45	8.82	82.17	9.97	1.13
	A2	73.63		72.20		
B과제	B1	78.17	4.67	80.56	10.16	2.18
	B2	73.50		70.40		
C과제	C1	86.00	2.60	86.68	5.92	2.28
	C2	83.40		80.76		
D과제	D1	83.50	0.50	84.30	2.40	4.80
	D2	83.00		81.90		

**5. 맺음말**

본 연구에서는 국방 핵심기술 연구개발사업 평가시스템의 중요한 구성요소인 평가지표를 합리적이고 체

계적으로 개선하는 실증연구를 수행하였다. 특히 제안서평가 및 성과평가의 평가지표의 객관성과 공정성을 확보하는 개선 방안으로 전문가의 의견을 체계적으로 수렴하도록 AHP기법을 적용하였다. AHP를 적용하는 전문도구인 ExpertChoice(EC11)를 이용하여 국방관련 전문가들의 설문조사 결과에 대해 일관성을 점검하고 체계적으로 산출된 가중치를 적용하여 개선된 평가지표의 배점을 도출하였다. 전문가의 의견이 종합적으로 반영된 평가지표를 국방 핵심기술 연구개발사업의 제안서 평가 및 성과평가에 적용하면 평가의 객관성과 신뢰도를 제고하는데 크게 기여할 것으로 판단된다. 본 연구는 국방 핵심기술 연구개발의 제안서 및 성과 평가지표 배점 가중치 설정의 객관화를 위해 AHP를 체계적으로 적용한 시도에 의의가 있으며, 향후 본 연구를 계기로 국방핵심기술 연구개발의 기초연구, 특화연구센터 및 국방 체계개발에 적용할 지표의 개선으로 적용 범위를 확대하여 표준화된 지표로 인식될 때까지 실증연구를 계속하면 국방 연구개발 평가시스템 전반에 대한 신뢰와 수준을 향상시키는데 크게 기여할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] 임호순, 유석천, 김연성, “연구개발사업의 평가 및 선정을 위한 DEA/AHP 통합모형에 관한 연구” 한국경영과학회지, 제24권 제4호, 1999. 12.  
 [2] 조근대, 조용곤, 강현수, “앞서가는 리더들의 계층 분석적 의사결정”, 동현출판사, 2003.  
 [3] 백광천, 서의호, 서창교, 이영민, “R&D 투자규모 결정 및 자원배분에 관한 연구”, 경영과학, 10권 1호, 1993.  
 [4] 임채연, “집단의사결정을 위한 AHP 확장”, 포항공대 석사학위논문, 1994. 12.  
 [5] 이용복, “서열척도를 이용한 AHP 그룹의사결정 방법-무기체계 획득 과정을 중심으로”, 한양대 석사학위논문, 2006. 2.

[6] 홍순옥, “기술혁신 프로세스에 있어서 R&D 베스트 프랙티스의 평가”, 대한산업공학회 IE Interface 제16권 제2호, 2003. 6.  
 [7] Kostoff, R. N., Performance Measures for Government-Sponsored Research : Overview and Background, *Scientometrics, Special Issue on Performance Measures for Government-Sponsored Research*, Vol. 36, No. 3, July-August 1996.  
 [8] Kostoff, R. N., The Principle and Practices of Peer Review. *Science and Engineering Ethics(Special Issue on Peer Review)* 3, pp. 19~34, 1977.  
 [9] Saaty, T. L., The Analytical Hierarchy Process, New York, McGraw-Hill, 1980.  
 [10] Saaty, T. L., How to make a decision : The Analytical Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research* 48, pp. 9~26, 1980.  
 [11] Saaty, T. L., Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytical Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research* 74, pp. 426~447, 1980.  
 [12] Al-Harbi, K. A., Application of the AHP in Project Management, *International Journal of Project Management* 19, pp. 19~27, 2001.  
 [13] Vargas, L. G., An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Application, *European Journal of Operational Research*, Vol. 18, No. 1, pp. 43~61, 1990.  
 [14] Zahedi, F., The Analytic Hierarchy Process : A Survey of the method and its applications, *Interfaces*, Vol. 16, No. 4, pp. 96~108, July-August 1986.  
 [15] Expert Choice, Inc. <http://www.expertchoice.com>