

# SMR/AHP 기법을 활용한 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표 개발

## The Development of Evaluation Indicators for the Performance of Defense Core-Technology R&D Projects Using SMR/AHP

이형준\*                      김찬수\*\*                      김우재\*  
Hyung-Jun Lee              Chan-Soo Kim              Woo-Je Kim

### Abstract

Currently, the investment on Research and Development(R&D) for defense core technology is continuously increasing to maintain advanced country's R&D level. In accordance with this trend, the national defense R&D investment management system is being more strengthening, and importance of performance evaluation is being emphasized more and more. However, the existing indicators of performance evaluation for defense core technology R&D is limited in efficient management because of the qualitative evaluation items and subjective allocation of points.

In this paper, we developed a novel indicator for defense core technology R&D performance evaluation through domestic and foreign related literature and inquiry, brainstorming, and analysis techniques by Stepwise Multiple linear Regression(SMR) and Analytic Hierarchy Process(AHP). And we verified effectiveness of proposed indicators of performance evaluation by comparing with the existing evaluation indicators. Our proposed indicators for performance evaluation will create superiority performance on defense R&D fields.

Keywords : Defense Core-Technology(국방핵심기술), Performance Evaluation(성과평가), SMR(단계별다중회귀분석), AHP(계층분석기법)

### 1. 서론

선진국들은 국방과학기술력과 정보력의 우위를 확

보하기 위해 핵심전력을 확보하고, 미래 전장환경을 고려한 첨단 핵심기술 연구개발에 국방비를 집중 투자하고 있다. 따라서 우리군도 국방과학기술에 대한 발전적인 중·장기 정책을 수립하여 2010년까지는 첨단무기체계 연구개발에 필요한 핵심기술을 선진국 수준으로 확보하고, 2020년까지는 미래 첨단무기체계를 독자적으로 개발할 수 있는 능력을 갖추으로써 자위적 방위역량을 구축하기 위해 노력하고 있다<sup>1)</sup>. 이러

† 2008년 11월 6일 접수~2009년 1월 9일 게재승인  
\* 서울산업대학교 산업정보시스템전공(Seoul National University of Technology)  
\*\* 국방기술품질원(DTaQ)  
책임저자 : 이형준(hj1941@dapa.go.kr)

한 국방연구개발 정책을 효율적으로 수행하기 위해서는 선진국들의 군사과학기술 수출통제가 점차 강화되고 있는 현 시점에서 국방과학기술의 발전을 도모하기 위한 국방핵심기술 연구개발에 대한 투자를 지속적으로 증가시킬 뿐만 아니라 연구개발의 효율적 관리를 위한 성과평가를 충실히 수행해야 할 필요성은 매우 크다고 할 수 있다.

2006년 방위사업청 개청으로 국방핵심기술 관리절차가 개선되면서 성과평가는 평가의 전문성, 객관성, 공정성을 제고하고, 엄정한 평가를 통한 효율적 연구개발사업 관리체계를 구축하기 위해 노력하고 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 체계적 평가지표 개발 방법론이 확립되어 있지 않고, 성과평가 목적 달성을 위한 평가지표 개발이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 효율적이고, 실용적인 국방핵심기술 연구개발사업의 성과평가지표 개발을 위한 체계적인 시도라는 측면에서 매우 중요한 성과라 할 수 있겠다.

성과평가를 통해 연구개발사업이 정상적으로 진행되고 있는지 여부와 프로젝트 관리관점에서 분야별 문제점 및 개선사항을 도출할 수 있는 체계적인 평가지표 개발은 관련문헌 조사, 설문조사 및 브레인스토밍(Brain-Storming)을 우선 실시하여 프로젝트 관리관점에서 분야별 평가항목을 도출한다. 그리고 도출된 항목은 단계별 다중회귀분석법(SMR : Stepwise Multiple linear Regression) 으로 유의성을 분석하여 평가항목을 계층화하고, 계층분석기법(AHP)을 통하여 각 평가항목에 대한 가중치 배점을 산정하였다.

## 2. 성과평가지표 분석 및 설계

### 가. 성과평가지표 설정 원칙

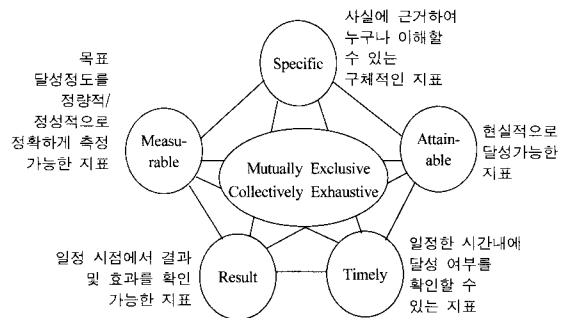
성과(Performance)는 연구개발의 과제계획, 실행, 결과 도출 등의 전 과정에서 발생한 유·무형의 모든 결과를 포함하는 것으로서 산출물(Output), 효과(Effectiveness), 영향(Impact) 등을 포함하는 개념으로 정의할 수 있다<sup>[3,4]</sup>. 이런 성과에 대한 성과평가(Performance Evaluation)는 연구개발사업의 목표와 방향에 적합한 성과달성 여부에 대한 점검과 그 점검결과를 연구개발에 피드백하여 수행한 것을 포함하여 연구개발사업의 특성 및 연구단계별 특성을 반영한 성과를 평가하여야 한다.

성과평가의 척도인 성과평가지표(Performance

Evaluation Indicators)는 성과목표의 달성여부를 판별하기 위해 정성적, 정량적 방법으로 성과목표의 달성여부를 판단하는 지표를 말하며, 성과평가지표가 연구개발사업의 궁극적 목표치와 논리적 연계성을 높이기 위해서는 해당 연구개발사업의 궁극적 목표와 특성에 맞는 평가지표를 도출하여야 한다<sup>[5,6]</sup>.

성과평가지표는 연구개발사업이 추진되고 그 영향이 시현되는 과정에 따라 투입(Inputs)지표, 산출(Outputs) 지표, 결과(Results)지표, 과정(Process)지표로 분류할 수 있다. 이러한 분류에 따른 성과평가지표가 갖추어야 할 요건은 양보다는 질(Quality over Quantity), 명확성(Public Clarity), 자료획득 가능성(Feasibility), 관련성(Relevance), 왜곡된 유인(Perverse Incentives)의 회피, 적시성(Timely), 신뢰성(Reliable), 비교가능성(Comparable), 검증가능성(Verifiable), 비중복성(Uniqueness), 조작가능성(Manipulability)의 배제 및 포괄성(Comprehensiveness) 등이 있다<sup>[3]</sup>.

그림 1은 성과평가지표 설정원칙으로서 평가지표는 각 평가지표 요소가 서로 중복되지 않으면서 각 요소의 합이 평가대상 연구개발사업의 전체를 포괄할 수 있도록 해야 함을 나타내고 있다.



[그림 1] 성과평가지표 설정 원칙

나. 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표 분석  
본 연구에서 새로운 성과평가지표를 개발하기 위해서는 기존의 성과평가지표를 분석할 필요가 있다. 따라서 현용 국방핵심기술 연구개발사업의 성과평가지표를 표 1에 제시하고 장·단점을 분석하였다.

현재 적용하고 있는 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표는 평가위원의 전문성을 바탕으로 정성적으로 평가하여 간결하고, 적용이 쉬운 장점이 있으나, 몇가지 문제점을 내포하고 있다. 첫째, 평가항목이 포괄적으로 구성되어 있어 평가분야의 구분이 명확하지

않다. 둘째, 모든 평가항목이 정성적 평가항목으로 구성되어 연구개발 성과의 검증가능성이 제한된다. 셋째, 배점이 특정항목에 지나치게 편중되어 있어 평가결과의 신뢰성이 낮다. 넷째, 배점이 3단계로 획일적으로 산정되어 있어 배점에 대한 검증이 필요하다. 다섯째, 사업관리 측면에서 분야별 평가가 곤란하여 평가결과를 피드백하여 연구개발사업 관리에 적용할 수 없으므로 평가결과의 활용도가 낮다. 따라서 기존 평가지표의 문제점을 개선하고 평가항목의 의미를 명확하게 하기위해 평가항목을 연구개발사업 관리관점에서 세분화할 필요가 있으며, 정량적 평가항목을 추가하여 실증적 평가결과와 산출이 가능토록 해야 한다. 또한, 배점은 객관성을 확보해야하므로 평가항목의 중요도에 따라 다양하게 배점하여 연구개발 진행상태 점검을 가능케 해야 하고, 평가항목의 구성을 사업관리 측면에서 구성하여 평가결과를 연구개발에 활용 가능토록 할 필요가 있다.

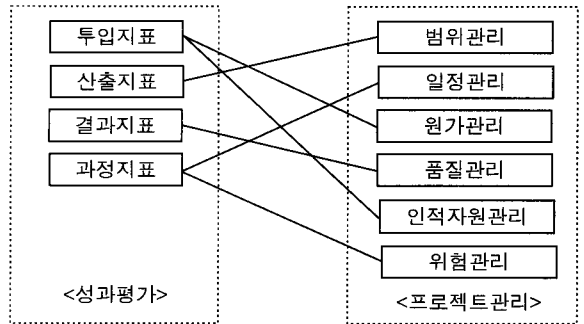
[표 1] 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표

요구사항	평가항목	배점
중간 연구개발 목표 달성도 및 성과	중간 연구개발 목표의 달성도	30
	연구개발의 성공 가능성	15
	연구개발의 수준 및 기여도	15
	중간연구개발 추진 성과	10
연구개발 수행의 효율성	연구비 집행의 합리성	10
	효율적인 연구개발 수행	10
	연구개발 관리능력	10

다. 프로젝트관리 관점의 성과평가지표 영역 설계  
 프로젝트(Project)는 제품이나 서비스를 창출하는 것으로서 연구개발사업도 여기에 포함된다. 따라서 프로젝트관리의 관점에서 연구개발사업의 관리를 위한 성과평가 항목을 도출할 수 있다<sup>7)</sup>.  
 프로젝트관리는 요구사항(Requirements)을 만족시키기 위해 프로젝트 활동에 지식(Knowledge), 기술(Skills), 도구(Tools), 기법(Techniques) 등을 적용하여 수행하는 제반 관리활동으로 프로젝트 목표달성을 위해 요구사항을 식별하고, 달성할 수 있는 목표를 명확하게 설정한다. 또한 프로젝트 범위, 일정, 원가, 품질, 위험관리가 균형을 유지토록 한다<sup>8)</sup>. 이러한 프로젝트관리의

지식영역 중 연구개발사업의 관리와 관련이 있는 영역은 범위관리, 일정관리, 원가관리, 품질관리, 인적자원관리 및 위험관리가 있다.

그림 2는 성과평가 항목과 프로젝트관리 지식영역 간 연관도로서 투입지표는 연구개발에 투입된 자원에 대한 평가를 위한 지표로 소요비용 및 투입인원이 그 대상이 될 수 있으며, 연구개발의 범위에 따라 산출물이 결정되므로 산출지표는 범위관리와 연관된다. 결과지표는 연구개발 결과의 질적인 도달 정도 및 기술수준을 평가하는 지표로 품질관리와 연관성이 있으며, 과정지표는 연구개발 수행과정을 평가하는 것으로 일정관리 및 위험관리와 연관된다.



[그림 2] 프로젝트관리의 성과평가 지식영역

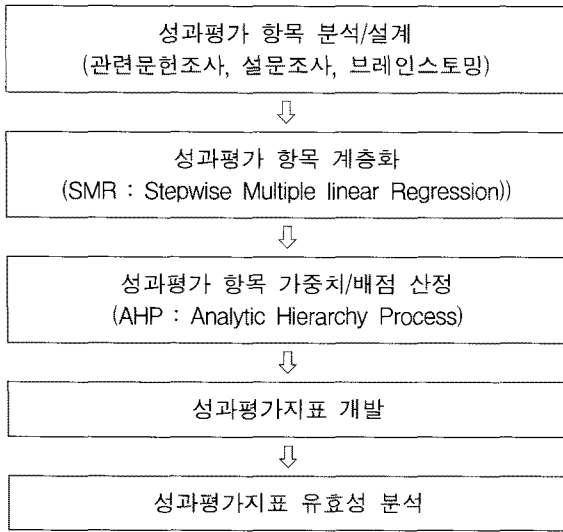
### 3. 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표 개발

#### 가. 성과평가지표 개발절차

그림 3은 본 연구에서 수행한 국방핵심기술 연구개발사업 성과평가지표 개발절차이다.

지표개발은 우선 성과평가 항목 분석/설계를 위해 관련문헌을 조사하였으며, 추가적으로 설문조사를 수행하였다. 또한, 내부 전문가그룹을 활용하여 브레인 스토밍(Brain-Storming)을 실시하여 도출된 항목을 분류하였으며, 분류된 항목에 대해 단계별 다중회귀분석(SMR)을 실시하여 평가항목을 계층화하고, AHP를 이용해 항목별 배점을 산정하여 성과평가지표를 개발하였다.

본 연구에서 수행한 성과평가지표 개발절차의 특징은 평가항목별 가중치(배점)를 산정하기 전에 SMR 기법을 적용하여 항목의 타당성 검증과 계층화를 수행함으로써 성과평가지표의 독립성을 고려하였다는 것이다.



[그림 3] 성과평가지표 개발절차

나. 성과평가 항목 분석/설계

성과평가지표 개발절차에 따라 우선 관련문헌 조사, 설문조사를 통하여 도출한 성과평가 항목은 23개 항목이며, 표 2는 브레인스토밍을 통하여 성과평가 항목을 분석/설계한 결과이다.

설문조사는 국방핵심기술 성과평가에 1회 이상 참석한 방위사업청, 국방과학연구소, 국방기술품질원 소속 요원 중 25명을 대상으로 대면, 전화, 이메일을 이용하여 실시하였으며, 도출된 평가항목 분류를 위해 기품원 핵심기술 평가담당자 8명을 대상으로 문제설정 - 문제제시 - 원칙확인 - 연습 - 진행 - 종결 - 아이디어 낭독 - 추가기록 - 정리<sup>9,10</sup> 순으로 브레인스토밍을 수행하여 5개 대분류로 분류하였다.

다. 성과평가 항목 계층화

핵심기술평가 전문가그룹에 의해 분류된 성과평가 항목에 대해 분류의 타당성 검증과 계층화를 위해 단계별 다중회귀분석을 수행하였다.

다중회귀분석은 일반적으로 두 변수 이상의 독립변수(영향변수, 원인변수)들이 종속변수(결과변수)에 어떠한 영향을 미치는가를 알기위한 분석기법이며, 다중회귀분석 중 단계별 다중회귀분석법은 중요한 변수로서 설명력이 높은 변수, 통계적으로 유의도가 높은 변수 순으로 변수가 투입되다가 통계적으로 유의성이 없는 변수 즉, 유의확률(P-Value)이 0.05 이상인 변수들만 남게 되면 분석을 중단하는 방식이다.

[표 2] 성과평가 항목 분석/설계 결과

대분류	평가항목	프로젝트 관리영역
일정 및 조직 준수 (X1)	- 연구개발 추진실적(X11) - 연구개발 향후 추진일정(X12) - 연구개발 조직 운용(X13) - 연구개발 인력 운용(X14)	일정관리, 인적자원 관리
연구 개발비 운용 (X2)	- 연구개발비 집행 실적(X21) - 연구개발비 차후 운용계획(X22) - 인건비 집행 실태(X23) - 외부 용역비 집행 실태(X24)	원가관리
향후 연구개발 계획 및 범위 (X3)	- 연구개발 향후 추진계획(X31) - 향후 연구개발 수행 접근방식(X32) - 기술발전추세 적용 방안(X33) - 향후 연구개발 수행범위(X34)	범위관리
연구 개발 성과 (X4)	- 연구개발 목표 달성도(X41) - 연구개발 기술수준 달성도(X42) - 연구개발 활용방안(X43) - 연구개발 기대효과(X44) - 연구개발사업 수행 간 개선 실적(X45) - 연구개발 실적 및 관리(X46) - 추가 달성 연구개발 성과(X47)	품질관리
위험 관리 (X5)	- 이전 평가결과 반영(X51) - 위험요소 식별 현황(X52) - 위험요소 관리 실태(X53) - 위험 관리체계(X54)	위험관리

단계별 다중회귀분석결과인 결정계수 R<sup>2</sup>은 식 (1)과 같이 전체변동 중에서 회귀선에 의하여 설명되는 비율을 의미하는 것으로 R<sup>2</sup>의 범위는 0 ≤ R<sup>2</sup> ≤ 1의 값을 지닌다.

$$R^2 = \frac{\text{회귀선에 의해 설명되는 변동}}{\text{전체 변동}} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (1)$$

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

모든 설문 결과치가 회귀식과 일치한다면 R<sup>2</sup>=1이 되어 독립변수와 종속변수 간에 100%의 상관관계가 있다고 할 수 있다. 즉, R<sup>2</sup>의 값이 1에 가까울수록 회귀선은 표본을 설명하는데 유용하다는 것이다. 또한, 결정계수는 독립변수의 수가 많을수록 자연히 증가하

는 성질이 있으므로 이러한 경향을 수정하기 위해 제안된 것이 식 (2)의 수정결정계수(Adjuster R<sup>2</sup>)이다<sup>[11],[12]</sup>.

$$\text{수정된 결정계수}(R^2) = \left[ (1 - \text{결정계수}) \cdot \frac{(n-1)}{(n-k-1)} \right] \quad (2)$$

여기서, n = 표본의 수, k = 독립변수의 수  
단계별 다중회귀분석을 위한 설문조사는 성과평가

항목 설계 시 설문조사에 참여한 25명을 대상으로 대면, 전화, 이메일을 이용하여 실시하였으며, 각 항목에 대해 7점 척도의 리커트(Likert) 방식을 적용하였다

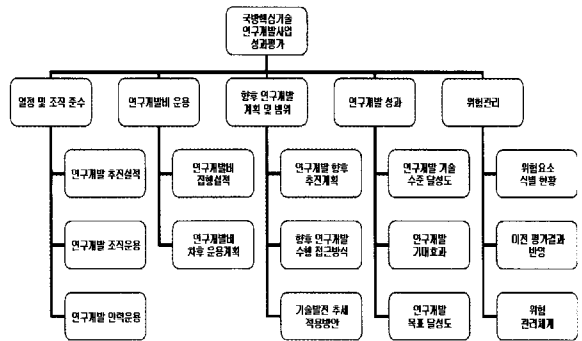
설문분석은 통계분석용 소프트웨어인 SPSS 12.0을 이용하였고, 표 3은 채택된 독립변수, 표 4는 탈락된 독립변수에 대한 결과이며, 다음은 각 종속변수별 단계별 다중회귀분석 결과에 대한 분석이다.

[표 3] 단계별 다중회귀분석 결과

종속변수 (대분류)	모형	R	R제곱 (R <sup>2</sup> )	수정된 R제곱	통계량 변화량		단계별 투입 독립변수 (평가항목)	독립변수(평가항목) 정의
					R제곱 변화량	유의 확률		
일정 및 조직 준수 (X1)	1	.942	.887	.881	.887	.000	연구개발 추진실적 (X11)	- 연구개발 일정계획 대비 진도율(%) 및 적정성 - 일정계획 변경 건수 및 변경 내용의 타당성
	2	.967	.935	.927	.048	.003	연구개발 조직운용 (X13)	- 연구개발 조직간 업무 분담율의 적정성 - 협력 업체(기관) 관리실태
	3	.975	.951	.942	.016	.034	연구개발 인력운용 (X14)	- 연구개발 인력운용 준수율(%) 및 적정성 - 연구개발 책임자 역할의 적절성
연구개발비 운용 (X2)	1	.886	.784	.772	.784	.000	연구개발비 집행실적 (X21)	- 연구개발비 집행 실적(집행율) - 변경 집행된 예산건수 및 변경 내용의 타당성
	2	.957	.916	.907	.132	.000	연구개발비 차후운용 계획 (X22)	- 분야별 잔여 예산소요 분석/식별 정확성 - 잔여 연구개발 기간 소요예산 편성의 적절성
향후 연구개발 계획 및 범위 (X3)	1	.811	.658	.639	.658	.000	연구개발 향후 추진계획 (X31)	- 무기체계 WBS상 필요한 핵심기술과 연구개발 방향의 일치성 및 차후 연구개발 계획 타당성
	2	.942	.887	.874	.229	.000	향후 연구개발 수행 접근방식 (X32)	- 향후 연구개발 목표의 정확한 이해 - 기술적 접근 방법의 타당성
	3	.968	.936	.924	.049	.003	기술발전추세 적용방안 (X33)	- 기술발전 추세 예측 현황 - 기술발전 추세에 따른 적용방안의 구체화
연구개발 성과 (X4)	1	.920	.846	.837	.846	.000	연구개발 기술수준 달성도 (X42)	- 선진국 대비 기술수준 - 기술개발단계(TRL) 수준
	2	.959	.920	.910	.074	.001	연구개발 기대효과 (X44)	- 무기체계 국산화 기여도(국산화율) - 예산 절감효과 및 전력증강 효과
	3	.969	.938	.927	.019	.043	연구개발 목표 달성도 (X41)	- 사업계획서 상 연구개발 단계별 제시해야할 연구성과 건수 대비 완료한 연구성과 비율
위험관리 (X5)	1	.849	.720	.705	.720	.000	위험요소 식별 현황 (X52)	- 식별된 위험요소 구체성 - 위험요소 대처방안의 적절성
	2	.888	.788	.763	.068	.033	이전 평가결과 반영 (X51)	- 지적사항 건수 대비 반영 건수(반영율) - 지적사항에 대한 검토 및 대처방안의 적합성
	3	.928	.862	.836	.074	.010	위험 관리체계(X54)	- 위험관리 전담 조직/인력 유무 - 위험관리를 위한 회사차원 지원책의 적절성

[표 4] 탈락 독립변수 유의확률

탈락 독립변수 (평가항목)	유의 확률	탈락 독립변수 (평가항목)	유의 확률
연구개발 향후 추진일정(X12)	.775	연구개발사업 수행 간 개선실적(X45)	.117
인건비 집행실태 (X23)	.118	연구개발 실적 및 관리(X46)	.279
외부 용역비 집행실태(X24)	.541	추가 달성 연구 개발 성과(X47)	.126
향후 연구개발 수행범위(X34)	.124	위험요소 관리실태 (X53)	.107
연구개발 활용방안(X43)	.919		



[그림 4] 성과평가 항목 계층화

라. 성과평가 항목 가중치/배점 산정

단계별 다중회귀분석법(SMR)을 통해 계층화 한 성과평가 항목은 계층분석기법(AHP)을 적용하여 가중치를 산출하였다.

계층분석기법(AHP)은 계량적 접근이 어려운 분야의 의사결정을 하는 경우 경험을 조직화, 구조화 및 체계화하여 평가요소의 가중치를 설정하는 방법으로 의사결정단계에서 수학적 모형을 적용하기위해 고안한 의사결정기법이다<sup>[13]</sup>.

계층분석법을 통해 구성요소의 우선순위를 결정하는 과정은 첫째, 의사결정문제의 정의 및 계층구조화를 통해 의사결정계층(Decision Hierarchy)을 설정한다. 둘째, 계층별 쌍대비교를 수행한다. 즉 계층구조가 형성되면 각 계층에 소속된 구성요소들을 상호 비교하는 쌍대비교행렬을 식 (3)과 같이 작성한다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

의사결정자의 쌍대비교에 의해 행렬  $A=(a_{ij})$ ,  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ ,  $a_{ii} = 1, \forall i$  이 이루어지며, 쌍대비교 시 척도는 9점 척도(이의 역수 포함)를 사용하고, 집단이 참여할 경우 기하평균을 사용하여 행렬을 작성한다.

셋째, 쌍대비교행렬로부터 고유치방법(Eigenvalues Method)을 사용하여 각 계층내의 의사결정요소의 상대적 중요도(가중치)를 추정한다. 한계층 내에서 비교 대상이 되는 n개 요인의 상대적인 중요도를  $w_i(i=1,$

- ① 일정 및 조직 준수 : 3개 변수 채택, 1개 변수 탈락, 결정계수는 88.7%에서 95.1%로 증가하였으며, 결정계수 변화량은 6.4%이다.
- ② 연구개발비 운용 : 2개 변수 채택, 2개 변수 탈락, 결정계수는 78.4%에서 91.6%로 증가하였으며, 결정계수 변화량은 13.2%이다.
- ③ 향후 연구개발 계획 및 범위 : 3개 변수 채택, 1개 변수 탈락, 결정계수는 65.8%에서 93.6%로 증가하였으며, 결정계수 변화량은 27.8%이다.
- ④ 연구개발 성과 : 3개 변수 채택, 4개 변수 탈락, 결정계수는 84.6%에서 93.8%로 증가하였으며, 결정계수 변화량은 9.3%이다.
- ⑤ 위험관리 : 3개 변수 채택, 1개 변수 탈락, 결정계수는 72.0%에서 86.2%로 증가하였으며, 결정계수 변화량은 14.2%이다.

그림 4는 단계별 다중회귀분석 결과를 바탕으로 성과평가 항목을 계층화 한 것이다. 성과평가 항목 계층화 결과 최초 도출된 성과평가 항목 23개 중 14개 항목이 채택 되었으며, 9개 항목이 탈락 되었다. 탈락된 항목은 유의확률(P-Value)이 0.05보다 큰 항목으로서 회귀계수로서의 의미가 없는 항목이다. 즉, 독립변수를 추가 투입하여도 종속변수의 설명력은 개선되는 부분이 매우 적은 항목이다.

또한, 결정계수의 평균값은 92.06%로서 채택된 독립변수들의 종속변수에 대한 설명력은 양호한 것으로 판단된다. 즉, 브레인스토밍에 의한 항목분류가 타당하다는 것을 보여준다.

2, ..., n)라 하면, 앞서 제시한 쌍대비교행렬에서의  $a_{ij}$ 는  $w_i/w_j$ 로 추정할 수 있다. 즉  $a_{ij} = w_i/w_j$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ )이며, 여기서 행렬의 모든 요소를 나타내면 식 (4)와 같고, 이식은 선형대수이론에서의 고유치 문제와 같다.

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \Rightarrow$$

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

요소  $a_{ij}$ 로 구성되는 행렬 A를 식 (5)와 같이 나타낼 때

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & w_3/w_3 & \dots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

고유치 방법에 의하여 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$A \cdot w = n \cdot w \quad (6)$$

여기서,  $w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$ : 행렬 A의 우측 고유벡터 쌍대비교행렬 A의 각 요소에 대한 가중치 w를 모른다고 했을 때, 이 행렬을 A'라 하고, 이 행렬의 가중치 주정치  $w'$ 는 식 (7)을 이용하여 근사적으로 구한다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w' \quad (7)$$

$\lambda_{\max}$ : 행렬 A'의 가장 큰 고유치

넷째, 일관성 검증은 식 (8)과 같이 일관성 지수 (Consistency Index : C.I.)를 경험적 자료로 얻어진 난수지수(Random Index)로 나눈 일관성 비율(Consistency Ratio : C.R.)로 설문응답에 대한 일관성을 검증하며,  $C.R. \leq 0.1$ 일 때에만 신뢰성이 있다고 판단한다<sup>[14]</sup>.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I} \quad C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

$\lambda_{\max}$  = 가장 큰 고유치, n=평가항목 수

계층분석기법의 수행 단계에 따라 첫째 단계인 의사결정계층은 단계별 다중회귀분석기법으로 설정하였으며, 두 번째 단계인 쌍대비교를 위해 설문조사를 실시하였다. 설문대상은 국방핵심기술 성과평가에 평가위원으로 최근 1년내 1회 이상 참여한 방위사업청, 국방과학연구소, 국방기술품질원의 전문가 25명을 대상으로 하였으며, 조사된 설문의 일관성 비율(Consistency Ratio)을 확인결과 C.R.  $\geq 0.1$ 인 4명은 제외하고, 추가적으로 4명을 설문조사하여 회귀분석 결과와 비교 가능토록 하였다.

설문결과 통합을 위해 수치통합법 중 쌍대비교행렬의 역수관계를 유지해주는 기하평균으로 통합하여 가중치를 산출하였으며, AHP 분석은 전문도구인 Expert Choice를 활용하고, 가중치 산출결과는 표 5와 같다.

[표 5] 성과평가 항목 가중치 산출 결과

대분류	평가항목	가중치
일정 및 조직 준수(9.6)	연구개발 추진실적	6.1
	연구개발 조직 운용	1.9
	연구개발 인력 운용	1.6
연구개발비 운용(7.5)	연구개발비 집행 실적	5.6
	연구개발비 차후 운용계획	1.9
향후 연구개발 계획 및 범위 (25.2)	연구개발 향후 추진계획	11.4
	향후 연구개발 수행 접근방식	7.4
	기술발전 추세 적용 방안	6.4
연구개발 성과 (49.3)	연구개발 기술수준 달성도	19.5
	연구개발 목표 달성도	17.4
	연구개발 기대효과	12.4
위험관리 (8.4)	위험요소 식별 현황	4.4
	이전 평가결과 반영	2
	위험 관리체계	2
계		100

#### 4. 성과평가지표 유효성 분석

개발된 성과평가지표 유효성 분석을 위해 단계별 다중회귀분석과 계층분석 결과를 비교하여 평가지표

중요도에 대한 일관성을 분석하였다.

단계별 다중회귀분석 시 독립변수의 추가순서는 평가항목의 중요도이므로 계층분석법에 의해 산출된 평가항목의 가중치와 비교하여 표 6에 제시하였다. 중요도가 가장 높은 평가항목의 우선순위는 모두 동일하였으며, 연구개발성과 대분류에 해당되는 연구개발 목표 달성도 및 연구개발 기대효과 항목은 우선순위가 교차되었다. 이 두 항목의 다중회귀분석 결정계수 ( $R^2$ ) 값은 0.018(1.8%) 차이로 우선순위가 교차될 가능성은 있는 것으로 판단된다.

[표 6] 단계별 다중회귀분석 및 계층분석 결과 성과 평가 항목 중요도 비교

대분류	순서	평가항목 중요도	
		단계별 다중회귀분석	계층분석법 (AHP)
일정 및 조직 준수	1	연구개발 추진실적	동일
	2	연구개발 조직 운용	동일
	3	연구개발 인력 운용	동일
연구 개발비 운용	1	연구개발비 집행 실적	동일
	2	연구개발비 차후 운용계획	동일
향후 연구개발 계획 및 범위	1	연구개발 향후 추진계획	동일
	2	향후 연구개발 수행 접근방식	동일
	3	기술발전추세 적용방안	동일
연구 개발 성과	1	연구개발 기술수준 달성도	동일
	2	연구개발 기대효과	연구개발 목표 달성도
	3	연구개발 목표 달성도	연구개발 기대효과
위험 관리	1	위험요소 식별 현황	동일
	2	이전 평가결과 반영	동일
	3	위험관리 체계	동일

또한, 표 7은 개발된 성과평가지표와 기존의 평가지표를 비교분석한 내용이며, 개발된 성과평가지표를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

[표 7] 성과평가지표(항목, 배점) 분석 결과

범례: ↑(배점증가), ↓(배점감소)

변경 사항	기존 성과평가 항목	배 점	개발 성과평가 항목	배 점	비 고
배점 증가	연구개발의 성공가능성	15	연구개발 향후 추진계획	11.4	↑ 0.8
			위험요소 식별현황	4.4	
배점 감소	중간연구개발 목표의 달성도	30	연구개발 목표달성도	17.4	↓ 12.6
	연구개발의 수준 및 기여도	15	연구개발 기대효과	12.4	↓ 2.6
	중간 연구개발 추진성과	10	연구개발 추진실적	6.1	↓ 3.9
	연구비 집행의 합리성	10	연구개발비 집행 실적	5.6	↓ 4.4
	효율적인 연구개발 수행	10	연구개발 인력 운용	1.6	↓ 1.0
			향후 연구개발 수행 접근방식	7.4	
		연구개발 관리능력	10	연구개발 조직 운용	1.9
신규 항목	-	-	연구개발비 차후 운용계획	1.9	↑ 31.8
	-	-	기술발전추세 적용방안	6.4	
	-	-	연구개발 기술수준 달성도	19.5	
	-	-	이전 평가결과 반영	2	
	-	-	위험관리 체계	2	
계		100		100	0

첫째, 배점이 증가한 항목은 연구개발의 성공가능성 항목으로 성과평가 시 연구개발 성공가능성을 충분히 파악하기 위해 기존보다 0.8점 배점을 증가시켜 연구개발의 성공가능성을 두 분야로 파악할 수 있다.

둘째, 배점이 감소한 항목 중 중간연구개발 목표의 달성도 항목은 기존 평가지표에 과중한 배점이 부여



되어 있어 연구개발사업의 세부적 평가가 곤란함으로 12.6점 감소하여 배점하였으며, 나머지 항목은 일률적으로 배점되어 지표를 통한 성과평가를 충실히 수행할 수 없으므로 이를 보완하기 위하여 각 항목별로 2.6점~8.1점을 감소 배점하여 평가지표별 중요도에 따라 배점함으로 배점에 대한 객관성을 확보하였다.

셋째, 배점이 감소한 항목 중 효율적인 연구개발 수행 항목은 연구개발 인력운용과 향후 연구개발 수행 접근방식으로 세분화하여 평가토록 함으로서 연구개발 수행과정을 인력 운용측면에서도 평가토록 하였다.

넷째, 신규로 추가된 5개 항목은 기존 평가항목의 감소된 배점 31.8점을 계층분석기법(AHP)에 의한 각 항목의 가중치에 따라 배점하였다. 각 항목에 대해 세부적으로 살펴보면 연구개발의 질적 향상을 추구하기 위해 연구개발의 기술수준 달성정도를 측정할 수 있는 평가항목이 추가되었으며, 향후 연구개발비의 효율적 집행계획을 평가하고, 이전 평가결과의 반영 여부를 확인해 봄으로서 연구개발에 보탬이 되는 실질적 평가가 가능토록 하였다. 또한, 과학기술의 급속한 발전 상황을 지속적으로 감시하여 연구개발사업에 반영 여부를 평가토록 함으로서 기술의 후퇴성을 보완가능토록 하였으며, 체계적인 위험관리 여부를 평가하여 성공적인 연구개발이 가능토록 하였다.

다섯째, 정량적 실적을 바탕으로 정성적 평가를 수행하는 지표로는 연구개발 추진실적 등 7개로 실증적 평가가 가능토록 하였다.

개발된 평가지표 분석을 종합하면 평가지표 항목을 7개에서 14개로 세분화하고, 계층분석법을 통해 가중치를 산출하여 배점함으로 기존평가지표의 문제점으로 제기되었던 단순화 및 배점의 객관성 결여를 보완하였으며, 연구개발사업의 영역별로 평가지표를 도출함으로 평가결과가 연구개발사업에 피드백될 수 있도록 하였다. 즉, 사업관리 측면에서 일정, 비용, 범위, 연구개발 품질 및 위험관리 등 분야별로 평가점수를 분석하여 낮은 점수를 받은 분야에 대해 특별한 관리를 병행하여 연구개발사업을 성공적으로 수행할 수 있도록 하였다.

## 5. 결론 및 추후 연구방향

본 연구에서는 기존 성과평가지표의 제한점을 극복하기 위해 연구개발 수행 시 고려해야 할 사항을

세부적으로 구분하여 평가지표를 구성하였다. 따라서 성과평가 결과를 충실히 연구개발사업에 피드백한다면 연구개발사업의 문제점을 조기에 식별 가능하고, 앞으로의 계획을 검토함으로서 과거보다 우수한 연구개발 성과를 거둘 수 있을 것이다. 또한 체계적인 성과평가지표 개발절차를 확립함으로서 향후 지표 개선 시 적용할 수 있을 것이다. 추가적으로 본 연구에서 제시한 평가지표의 실제적용을 위해서는 항목별 배점을 정수 값으로 보정하고, 5점 척도의 리커트(Likert) 방식을 평가에 적용하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

마지막으로 본 연구의 제한점은 연구개발자의 의견을 성과평가지표에 반영하지 못한 것이다. 연구개발사업을 주관, 관리, 평가하는 기관의 전문가만을 대상으로 연구를 수행하였으나, 추후 연구개발자를 포함한 연구를 수행하여 지표 및 배점의 변경사항 검토가 요구되며, 본 성과평가지표를 실제 평가대상과제에 적용해 보고, 평가지표 타당성 조사를 수행할 필요가 있겠다. 특히, 지속적인 평가지표 개선활동을 위해 시물레이션 등을 통한 평가지표의 검증방법 연구가 추가로 필요하겠다.

## Reference

- [1] 2006 국방백서, 국방부, pp. 167~168, 2006.
- [2] 방위사업관리규정, 방위사업청, pp. 78~93, 2007.
- [3] 오동훈, 김재영 등 10명, “연구개발 성과의 평가판 리체계 구축을 위한 표준 평가지침 및 교육프로그램 개발”, 한국과학기술기획평가원(KISTEP), 정책연구 2005-06, pp. 100~104, 2005.
- [4] 양희승, “우리나라 국가연구개발사업 연구평가지표의 개선에 관한 연구”, 대한산업공학회 춘계학술대회 pp. SA10-1~SA10-4, 2004.
- [5] 박소희, “평가지표 인식유형에 관한 연구”, 한국과학기술기획평가원, pp. 1~12, 2006
- [6] 조택, “공공기관의 경영평가지표 개편안에 관한 연구”, 한국거버넌스학회, Vol. 14(3), pp. 285~313, 2007.
- [7] Lee, H. J., Kim, W. J., “A Study on the Development of Evaluation Indicators for the Performance of Defence Core-Technology R&D Project”, KIMST Conference, pp. 41~44, 2008.

- [8] Project Management Institute, Inc, "Project Management Body of Knowledge(PMBOK)", V. 3.0, p. 9, 2004.
- [9] Park, Y. T., Kim, S. D., "A Study on Brainstorming and Its Variants", Korean J. of The Korean Institute of Industrial Engineers, Session BO4.4, pp. 435~441, 1999.
- [10] 장재윤, "전자브레인스토밍: 집단 창의성 기법으로서의 허와 실", 한국심리학회지, Vol. 14(3), pp. 79~108, 2000.
- [11] 강병서, 김계수, "사회과학 통계분석(SPSS 12K)", 한나래, pp. 251~294, 2007.
- [12] Hyot, W. T., Leierer, S. and Millington, M. J., "Analysis and Interpretation of Findings Using Multiple Regression Techniques", Rehabilitation Counseling Bulletin(RCB), Vol. 49(4), pp. 223~233, 2006.
- [13] Saaty, T. L. & Vargas, L. G., "Model, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process", Boston : Kluwer Academic Publishers, pp. 3~9, 2001.
- [14] Cho, K. T., Jo, Y. G. and Kang, H. S., "The Analytic Hierarchy Process", Donghyun pub., Seoul Korea, 2003.