

AHP를 이용한 연구실적의 정량화 연구

- A연구소 기초연구사업을 중심으로 -

A study on the quantitative evaluation of the performance in R&D with AHP

이석훈¹⁾
Lee Seok Hoon

Abstract

For the equitable and objective evaluation of the performances of R & D (Research and Development) Projects, the quantitative evaluation of research products was performed. In this research, the AHP(Analytic Hierarchy Process) technique was used to calculate the relative importance(weight) of research products such as patents, thesis, conferences and man power with make up individual questions. With calculated relative weight of research products, the model that gives the quantitative grades of research products was studied.

I. 서 론

연구개발은 인간이 추구하는 고도의 문화적, 지적 가치를 가질 뿐만 아니라 경제발전의 원동력인 기술 진보의 수단이다. 즉, 연구개발을 통한 과학의 발전은 국가가 국제사회에서 갖는 상대적인 위치를 결정해 주는 중요한 척도가 되기 때문에 선진국들은 첨단 기술 분야를 중심으로 치열한 기술개발 전쟁을 벌이고 있으며, 특히 선진국의 기술 보호주의로 인하여 더 높아져 가는 기술력을 갖추지 못하고서는 국제 경쟁력 확보가 점차 어려워지고 있다.

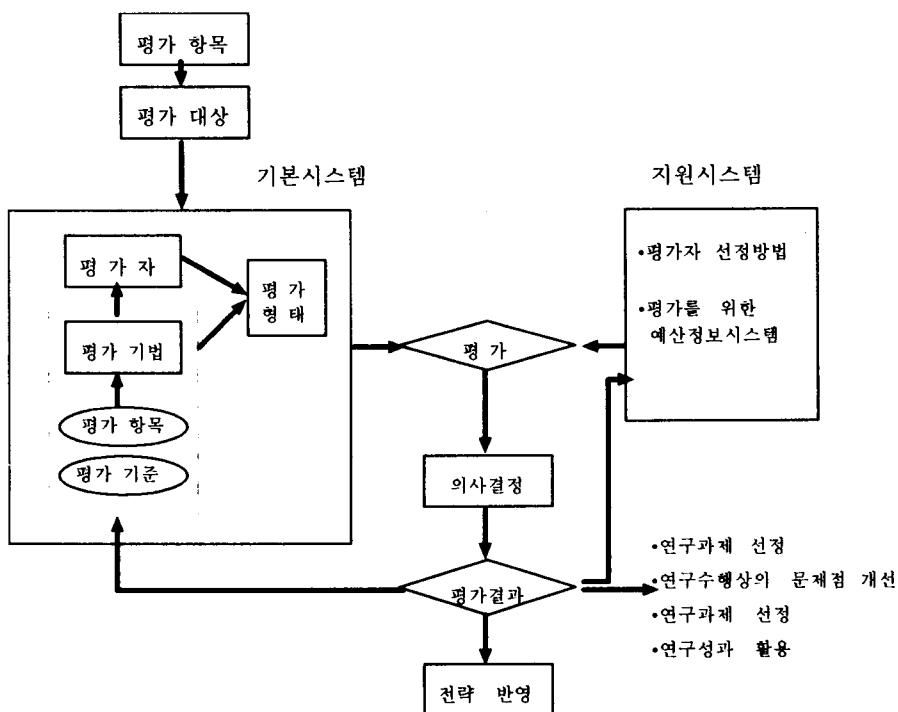
이와 같은 연구개발은 연구결과로 산출되는 연구실적에 대한 공정하고 객관적인 평가를 통하여 연구투자에 따른 사후평가가 이루어지며, 연구실적에 대한 정량화된 평가를 통하여 연구의 질적향상, 연구결과의 올바른 예측, 목표관리 등 연구의 효율성을 높일 수 있으며, 수행하고 있는 연구과제의 계속 지원 여부 등을 결정하여 사업방향을 재검토할 수 있는 계기가 될 수 있다.

본 논문은 산·학·연 및 군과의 유기적인 연구협력체제를 통한 국방기초과학 기술기반을 구축하고 있는 A연구소 기초연구사업의 연구실적을 정량화할 수 있는 평가모형이다. 각 연구실적물의 중요도는 실제 기초연구 과제를 수행하고 있는 산·학·연의 연구책임자, 연구과제의 도출에서부터 직접 관리하여 활용하는 A연구소의 과제관리자 및 연구개발 전문가에게 설문을 실시하여 연구결과 산출되는 특허, 학술논문, 학술회의, 석/박사 인력양성 등 각 연구실적물에 대한 가중치를 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 산출하였으며, 산출된 가중치를 이용하여 각 연구실적에 대한 정량화된 성과분석을 하였다.

II. 연구개발 평가시스템

1. 연구개발평가 개요

연구개발평가는 프로젝트의 선정단계에서부터 응용시스템의 활용단계에 이르기까지 다양한 환경과 관련 요인들이 고려되는 체계적인 의사결정 시스템으로서 연구개발 자원의 효과적/효율적 활용에 있으며, 연구개발 평가라는 과정을 통해 연구자의 동기부여 및 연구수행기관의 활성화를 도모하여 연구개발을 촉진하는 활동이다. 연구개발 평가시스템은 평가자, 평가방법, 평가형태 등을 포함하는 기본평가 시스템과 기본시스템이 원활하게 활용되기 위한 지원시스템으로 구성되는 종합적인 시스템으로 전체적인 구성도는 <그림 1>과 같다.



< 그림 1 > 연구개발 평가시스템 구성도

2. 연구개발 성과평가 모형의 고찰

연구개발 성과평가에 관한 연구는 연구자, 연구소, 기업, 국가별로 상이하게 연구되고 있으며, 연구실적물에 대한 효율성 및 효과성에 따른 많은 연구가 이루어져 왔다.

Hodge[9]와 Foster[7]는 연구개발 성과를 “투입과 산출의 비율인 효율성 개념”으로 파악하고 있으며, Ranftl[12]은 연구개발 성과를 “연구개발 활동에 투입된 인적, 물적자원의 투입량에 대한 연구성과 및 연구수행 능력의 향상을 포함한 연구결과로 얻어지는 산출량의 비율로서 인력, 기계, 시설, 자본, 시간 등과 같은 경제적 자원이 가치 있는 산출물을 생산하는데 있어서의 효율성 및 효과성”이라고 정의하였다. 또한 Schainblatt[13]는 연구개발 성과를 “주어진 목표를 달성하기 위해 이용되는 연구자원의 양적, 질적, 효율성 정도로서 효율성과 효과성의 개념이 합해진 것”이라고 정의하고 있다.

성과의 평가지표로서 Steers[14]와 Ranftl[12]는 “양적지표를 적용할 것인가, 질적지표를 적용할 것인가가 중요한 문제가 된다”고 지적했으며, 양적지표는 평가의 객관성을 유지할 수 있고, 비교가 용이하며, 계량화하는 과정에서 유용한 정보가 산출될 수 있는 장점은 있으나 실적을 계량화하기 힘들기 때문에 부분적이고 반복적인 업무만을 측정할 수 있을 뿐 전반적인 효과성이나 특수하게 발생할 연구실적 등은 양적지표로 측정할 수 없는 단점이 있다. 이러한 단점 때문에 평가는 양적지표와 질적지표를 병행해서 사용하는 것이 좋으며 업무의 특성이 복잡하고 추상적일수록 질적지표를 이용해야 한다고 주장하였다. 그러나 대부분의 연구문헌에서는 양적지표 또는 질적지표로 나누지 않고 절충적인 형태를 취하고 있는 경우가 많으며, Pappas 와 Remer[10]는 이것을 절충지표라고 제시하였다. 이진주[1]는 주관적, 객관적 척도를 동시에 고려한 다중척도를 평가지표를 삼았으며, 기초연구는 전문가의 주관적 판단과 논문의 질을 평가기준으로, 응용연구 및 개발연구는 연구결과가 실용화되어 얻어진 특허수 등을 평가척도로 제시하였다.

III. 가중치 결정 모형

가중치는 여러 항목에 대한 각각의 평가항목에 부여하는 상대적인 중요도로서 두 항목간의 쌍대비교로서 판단할 수 있다. 다수 항목들의 상대적 중요도를 전체적으로 보기보다는 둘씩 짹지어 비교한다면 중요도의 평가가 보다 용이하지만 쌍대비교시 평가항목의 수가 커지면 비교 횟수가 폭발적으로 증가하게 된다. 이런 단점은 AHP와 같이 평가항목을 계층화하면 해결된다.

1. AHP 의사결정방법

AHP는 팬실베니아 대학의 Saaty[15]가 창안한 의사결정 방법으로 원인-결과모형이나 계량적 접근이 어려운 분야의 의사결정을 하는 경우 경험을 조직화, 구조화 및 체계화하여 평가요소의 가중치를 설정하는 계층화 의사결정법으로서 의사결정 순서는 다음과 같다.

- ① 분석할 문제의 계층도를 그린다.
- ② 계층도의 각 Level 요소를 앞 단계 Level 요소의 각 요소에서 보아 개별비교를 하고 행렬을 만든다.
- ③ 각 개별비교의 행렬에서 요소의 각 가중치의 일관성(CI:Consistency Index)을 계산하여 CI가 클 때는 둘째의 비교판단을 다시 해 볼 필요가 있다.
- ④ 개별비교의 결과에서 가중치를 합성하여 평가기준에서 보아 대체안의 통합비중을 구한다.
- ⑤ 이 계산에서 얻은 결과중 가중치가 큰 것을 선택한다.

2. 분석과정

2.1. 쌍비교

AHP 계층도가 결정되면 각 기능들이 상위목적을 달성하는데 있어서 얼마만큼의 중요도가 있는지 설문을 통하여 조사하여, <표 1>과 같이 각 요소간 중요도를 작성한다. 이 방법은 고유벡터를 이용한 방법으로서, 각 Level의 중요도를 한번에 전체 비교하여 결정하기가 어렵기 때문에 각 요소별로 개별비교를 실시한다. 의사결정자에게 “요소 i는 요소 j와 비교하여 어느 정도 중요한가?”에 대한 상대적인 중요도 a_{ij} 로서 행렬 $A=[a_{ij}]$ 를 구성한다.

여기서 $a_{ii}=1$, $a_{ji}=1/a_{ij}$ 이며, n개의 비교항목 요소가 있다면 비교되는 횟수는 $n(n-1)/2$ 이다.

<표 1> AHP 중요도 척도 및 쌍비교 행렬

대등하게 중요하다	$\Rightarrow 1$	각 척도의 중간 $\Rightarrow 2, 4, 6, 8$
중요하다	$\Rightarrow 3$	
아주 중요하다	$\Rightarrow 5$	
매우 중요하다	$\Rightarrow 7$	
절대 중요하다	$\Rightarrow 9$	
요소 j와 비교한 요소 i는 $\Rightarrow a_{ij}$ $a_{ii} = 1, a_{ji} = 1/a_{ij}$		

	A	B	C	D	E
A	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}
B	a_{21}	1	a_{23}	a_{24}	a_{25}
C	a_{31}	a_{32}	1	a_{34}	a_{35}
D	a_{41}	a_{42}	a_{43}	1	a_{45}
E	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	1

이 행렬에 대해 n개 요소의 가중치를 $w_T = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 라하면,

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & 1 & \cdots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

$$= n (w_1, w_2, \dots, w_n)^T = nw$$

로 표시되어, $(A - nI)w = O$ 이 된다.

여기서, n은 선형대수의 고유치 λ 값과 같으며, w는 이에 대한 고유벡터이다.

또한 $\lambda = (A\text{의 대각선 요소의 합}) = n$ 이므로, $(A - nI)w$ 가 0이 아닌 유일한 λ 를 λ_{\max} 라고 하면 이 λ_{\max} 에 대한 고유벡터 w가 가중치가 된다.

2.2 판단과정의 일관성

완전한 일관성이 있을 때 $\lambda_{\max} = n$ 이 성립하며, 이것을 벗어나는 행렬 값을 n-1로 나눈 값이 일관성지수(CI:Consistency Index)가 되며, 일관성이 적을수록 ($\lambda_{\max}-n$) 값은 커진다. 따라서 이 차이가 적절한 한계 내에 있는지를 검정할 필요가 있다.

일관성 검정시 일관성지수를 경험적 자료로 얻어진 비율인 우연지수(RI:Random Index)로 나눈 일관성비율(CR:Consistency Ratio)로써 검정한다. 이 때 우연지수는 1에서 9까지의 정수들을 무작위로 추출하여 역수행렬을 작성한 후에 이 행렬로부터 작성된 일관성 지표를 뜻하며 행렬의 크기에 따른 우연지수는 <표 2>와 같다. 일반적으로 일관성비율(CR/RI)이 0.1 이하이면 서수적 순위에 무리가 없는 기준별 중요도로 인정한다.

<표 2> AHP 우연지수

행렬 크기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.0	0.0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

IV. 성과분석 모형

1. 연구실적평가 모형

연구개발은 연구과정이 창조적이며, 불확실성이 매우 크다. 연구결과는 각종 보고서와 학술지에 발표되며, 연구인력 양성, 기초과학기술의 이전 등 연구과제를 수행함으로써 많은 실적물이 나온다. 그러나 연구실적에 대한 연구는 아직 미비하며, 특히 기초연구의 경우 실적의 대부분이 무형적인 것이 많아서 연구결과를 정량화하기란 쉬운 일이 아니다.

연구개발결과 얻어지는 산출물은 특히, 학술논문, 학술회의 발표, S/W 저작권, 석/박사 인력양성, 기술이전 등이 있으며, 본 연구에서는 각 연구실적에 대한 각 실적들간의 상대적인 중요도를 AHP기법을 사용하여 계산하였다. 각 실적의 가중치 계산을 위하여 실제 기초연구 과제를 수행하고 있는 산·학·연의 연구책임자, 연구과제의 도출에서부터 직접 관리하여 활용하는 A연구소의 과제관리자 및 연구개발 업무에 종사하고 있는 전문가에게 설문조사를 실시하였다. 설문서는 65개의 중에서 37개의 설문서가 회수되어 57%의 분석율을 보였다. 연구실적에 대한 AHP기법을 적용한 결과, 각 실적물간의 쌍비교 행렬 및 가중치는 <표 3>과 같다.

<표 3> 연구실적물의 쌍비교 행렬 및 가중치

	특 허	학술지	학술회의	인력양성	저 서	발 명	S/W	기술이전	가중치
특 허	1	1.298	2.141	1.408	1.460	1.733	1.159	1.042	0.166
학술지	0.770	1	2	1.088	1.199	1.225	0.907	0.861	0.132
학술회의	0.467	0.500	1	0.712	0.633	0.629	0.514	0.477	0.073
인력양성	0.710	0.919	1.405	1	1.024	1.181	0.850	0.759	0.117
발명	0.685	0.834	1.581	0.976	1	0.972	0.731	0.690	0.109
저서	0.577	0.816	1.591	0.846	1.028	1	0.740	0.692	0.106
S / W	0.863	1.103	1.947	1.177	1.367	1.352	1	0.975	0.144
기술이전	0.960	1.162	2.096	1.398	1.448	1.445	1.026	1	0.154

2. 연구실적 분석

2.1. 특허 및 산업재산권

특허는 기술발전을 측정하는 창의적인 연구실적으로써 중요한 평가척도가 된다. 본 논문에서는 국내 및 국외로 구분하여 출원중인 특허, 획득된 특허, 실용화된 특허로 세분하여 분석하였다. 동일 발명건이 국내 및 국외로 출원되었을 경우에는 국내, 국외 각 1건으로 계산하고, 국외 여러 국가에 출원하였을 경우에는 1건으로 계산하였다. AHP기법을 적용, 분석한 결과 각 세부항목에 대한 쌍비교 행렬 및 가중치는 <표 4>와 같다.

<표 4> 특허 기준의 쌍비교 행렬 및 가중치

		국 내			국 외			가중치
		출 원	회 득	실 용	출 원	회 득	실 용	
국 내	출 원	1	0.500	0.324	0.652	0.346	0.231	0.067
	회 득	2	1	0.551	1.246	0.676	0.414	0.126
	실 용	3.083	1.814	1	2.125	1.091	0.795	0.219
국 외	출 원	1.534	0.802	0.471	1	0.495	0.339	0.100
	회 득	2.886	1.479	0.971	2.022	1	0.638	0.194
	실 용	4.338	2.416	1.258	2.949	1.568	1	0.294
Eigenvalue : 6.004				C I : 0.0007				1

특허 실적에 대한 정량화된 성과는

$$P = \text{Min} \left(W_i + W_j, \sum_i w_i \frac{p_i}{m_i} + \sum_j w_j \frac{p_j}{m_j} \right)$$

W_i, W_j ; 국내 및 국외 특허의 총 가중치의 합

w_i, w_j ; 국내 및 국외 특허의 각 항목의 가중치

p_i, p_j ; 국내 및 국외 특허 획득 건수

m_i, m_j ; 국내 및 국외 기대 특허건수

와 같이 계산된다. 여기서 기대 특허건수는 평가대상 연구과제의 학문분야, 연구과제의 세부적인 특성, 과거 수행된 유사한 연구과제의 실적(특허)등의 자료를 통하여 해당 연구과제에 대한 전문가의 평가로써 사전에 결정될 수 있다.

2.2. 전문학술지 발표

연구성과를 측정하는 기준으로 학술지 발표가 널리 이용되고 있으나 연구성과로 이용되기 위해서는 다음과 같은 많은 전제 조건들이 사전에 결정되어져야 한다.

- 평가에 포함될 논문의 범위는 ? (학술지발표, Monograph까지 포함할 것인가?)
- 어떤 자료를 이용할 것인가? (개인에게 요청할 것인가, 초록이나 인덱스에서 찾을 것인가, 문헌을 조사할 것인가)
- 대상기간 ? (연구기간중을 대상으로 할 것인가, 연구종료 후로 할 것인가)
- 학문분야에 따라 어떻게 통제할 것인가 ?
- 논문의 질, 중요성, 영향을 어떻게 구분할 것인가 ?

이와 같이 전문학술지가 연구성과의 척도로 이용되기 위해서는 많은 조건과 한계점이 있으나 JCR(Journal of Citation Reports)에 게재된 전문학술지에 대한 등급과 각 학문분야 및 과제별 특성에 따라 우수 학술지에 대한 등급구분이 가능하며, 본 논문에서는 유명학술지, 기타 학술지, letter 등으로 구분하여 연구실적을 분석하였다. 분석결과 <표 5>와 같은 쌍비교 행렬 및 가중치를 계산하였다.

<표 5> 학술지 기준의 쌍비교 행렬 및 가중치

		국내			국외			A	가중치	비고 (예시)
		유명	기타	letter	ADD	유명	기타	연구소		
국내	유명	1	1.561	2.769	0.670	0.952	1.520	1.861	0.175	*A연구소 지원에 의한
	기타	0.640	1	1.908	0.432	0.620	0.906	1.093	0.111	논문임을 명시한 경우를
	letter	0.361	0.524	1	0.243	0.337	0.541	0.599	0.061	기준으로 부여
국외	유명	1.492	2.316	4.111	1	1.435	2.154	2.621	0.256	(비명시 경우 잠정 50%
	기타	1.051	1.614	2.970	0.697	1	1.584	1.868	0.181	인정)
	letter	0.658	1.104	1.849	0.464	0.631	1	1.187	0.117	*복수저자의 경우 <표 7>
국내	A연구소	0.537	0.915	1.609	0.382	0.535	0.842	1	0.198	기준 적용
- Eigenvalue : 7.002 C I : 0.0003									1	

<표 6> 학술지의 복수저자 참여율

구분	단독	2인 공동	3인 공동	4인 공동	4인 이상
제 1저자	1	0.6	0.5	0.4	0.4
제 2저자	..	0.4	0.3	0.2	
제 3저자	0.2	0.2	0.6/(참여자수-1)
제 4저자	0.2	

학술지와 관련된 연구실적의 정량화된 성과는

$$P = \text{Min} \left(W_i + W_j, \sum_i w_i \frac{p_i}{m_i} + \sum_j w_j \frac{p_j}{m_j} \right)$$

W_i, W_j ; 국내 및 국외 학술지의 총 가중치의 합

w_i, w_j ; 국내 및 국외 학술지의 각 항목의 가중치

p_i, p_j ; 국내 및 국외 학술지 획득 건수

m_i, m_j ; 국내 및 국외 기대 학술지 건수

와 같다. 단, 기대 논문수는 각 연구과제에 따라 사전에 알고 있어야 한다.

2.3. 인력양성

연구개발 실적 중 중요한 성과중의 하나가 인력양성이다. 과학기술 인력의 80%이상에 대학에 잠재되어 있는 현실을 볼 때 A연구소에서는 기초연구에 투입된 고급 연구인력을 연구소로 흡수하여 기술이전 및 연구수행 결과를 활용하기 위해서 석/박사 등의 인력양성을 소홀히 할 수 없다. 분석된 쌍비교 행렬 및 가중치는 <표 7>와 같다.

<표 7> 인력양성 기준의 쌍비교 행렬 및 가중치

	석 사	박 사	박사후과정	가 중 치
석 사	1	0.482	0.634	0.216
박 사	2.077	1	1.251	0.439
박사후과정	1.578	0.799	1	0.345
Eigenvalue : 3.0 C I : 0.0001				1

위에서 계산한 인력양성에 대한 가중치를 이용한 정량화된 성과는 다음과 같이 계산된다.

$$P = \text{Min} \left(W_i, \sum_i w_i \frac{p_i}{m_i} \right)$$

W_i ; 인력양성 총 가중치의 합

w_i ; 인력양성 각 기준의 가중치

p_i ; 인력양성 각 기준의 배출 인원

m_i ; 인력양성 각 기준의 배출기대 인원수

3. 연구실적물 평가모형 (예시)

앞에서 분석한 실적물 외에 학술회의 발표, 저서, 기술이전 등 모든 연구실적에 대한 정량화된 성과를 계산한 후, 각 연구실적물의 성과를 합산하면 연구실적에 대한 정량화된 점수를 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$R = \sum_i^n S_i$$

R ; 연구실적물의 총 실적평가 점수

S_i ; 연구실적 기준 i 의 실적평가 점수

본 논문의 설문에서 실시한 각 연구실적물에 대한 가중치는 <표 8>과 같은 결과가 산출되었으며, 이를 바탕으로 연구실적을 정량화하면 <표 9>와 같이 정량화 되었다. 예시에서 제

시한 그 이외의 연구실적에 대한 기대수량은 없는 것으로 간주하였으며, 분석결과 69.4 %의 정량화된 결과를 얻었다.

<표 8> 연구실적물의 가중치 계산 (예시)

평가 기준		세부 평가 기준		평가 기준		세부 평가 기준	
대항목	가중치	세부 평가항목	가중치	대항목	가중치	세부 평가항목	가중치
특허 및 산업 재산권	0.166	- 국내 / 출원중	0.067	학술 회의 발표	0.073	- 국내 / 국제학술회의	0.310
		- 국내 / 획득	0.126			- 국내 / 국내학술회의	0.174
		- 국내 / 실용화	0.219			- 국내 / 국과연	0.152
		- 국외 / 출원중	0.100			- 국외 / 국제학술회의	0.365
		- 국외 / 획득	0.194	인력 양성	0.117	- 석사	0.216
		- 국외 / 실용화	0.294			- 박사	0.439
전문 학술지	0.132	- 국내 / 유명학술지	0.175			- 박사후과정	0.345
		- 국내 / 기타학술지	0.111	저서	0.109	- 외국어/번역/국내	0.109
		- 국내 / letter	0.061			- 소프트웨어	0.144
		- 국내 / 국과연	0.198	발명	0.106		0.144
		- 국외 / 유명학술지	0.256				0.106
		- 국외 / 기타학술지	0.181			- 기술 이전	0.154
		- 국외 / letter	0.117				

<표 9> 연구과제 적용 (예시)

연 구 실 적	기대수량	가중치	가중치적용	점 수	비고
○ 특허		0.047	0.011	4.4	
- 국내 / 출원중	1	1	0.011	0.011	
- 국내 / 실용화	0	1	0.036	0	
○ 전문 학술지		0.049	0.049	19.7	
- 국내 / 유명학술지	3	2	0.023	0.035	
- 국내 / 국과연	5	6	(0.026)	0.021	
○ 학술 회의 발표		0.036	0.025	10.0	
- 국외 / 국제학술회의	1	2	0.023	0.012	
- 국내 / 국과연	1	1	0.013	0.013	
○ 인력 양성		0.117	0.088	35.3	
- 석사	6	5	0.025	0.030	
- 박사	1	3	0.051	0.017	
- 박사후과정	2	2	0.041	0.041	
계		0.249	0.173	69.4 (%)	

V. 결 론

연구개발 사업의 산출물인 연구실적에 대한 공정하고 객관적인 평가를 위하여 연구실적에 대한 성량적인 성과분석을 위하여 본 논문에서는 AHP기법을 이용하여 각 연구실적에 대한 가중치를 계산하였으며, 이 가중치를 바탕으로 각 연구실적을 정량화 하였다. 각 연구실적의 정

량화된 성과의 합으로서 수행된 연구개발 과제의 연구실적을 정량화할 수 있다. 본 논문에서 분석한 연구실적 가중치(예시)는 특히, 기술이전의 순으로 중요성이 높게 나타났으며, 이는 연구종료 후에 실시하는 추적평가의 중요성이 더욱 대두될 것으로 생각된다.

그러나 본 연구에서 제시하고 있는 방법 및 구체적인 결과는 다음과 같은 제약 요인을 가지고 있다. 먼저 AHP 기법을 통해 계산된 가중치가 기존의 평점법과 같은 가중치 설정방식보다 효과적인지에 대한 검증이 필요하며, 계층구조 및 평가기준을 도출하는데 있어 제한된 사람들의 의견이 반영되어 신뢰성 있는 결과로서의 타당성 여부, 그리고 세부 평가기준간의 독립성 여부를 판단하기 위하여 연구실적물들을 서로 유사성이 있는 것끼리 묶어서 요인분석(Factor Analysis)를 실시하여 설문자료의 정보손실을 최소화하고 자료들간의 중복을 판단하여 독립성이 보장된 좀더 객관화된 기준 수립이 요구되며 이러한 문제점에 대해서는 추후 이에 대한 보완과 타당성 검토가 필요하다고 사료된다. 또한 주관적으로 판단해야 하는 각 과제별, 학문분야별 특성과 그에 따른 연구실적물의 기대수량, 유명학술지 등의 구분에 작용하는 주관적인 판단기준의 정량화를 위한 많은 Back Up 자료와 전문가의 도움이 필요하다. 많은 보완과 객관화된 자료의 구축으로 추후 연구과제에 대한 보다 현실적인 연구성과 분석모형의 확장된 연구가 요망된다.

참 고 문 헌

1. 이진주, “연구개발의 실적평가와 생산성”, 기술관리, 제3권, 제4호, 1985
2. 이종철, 이석훈, “기초연구 사업평가에 관한 연구”, 한국방위산업진흥회, 국방과 기술, 1992. 11
3. 과학기술정책연구 평가센터, “연구개발 사업평가 방법 및 연구예측 활동에 관한 연구”, 1990. 12
4. 과학기술처, “정부출연 연구소와 민간 연구소간의 연구환경, 연구관리체계 및 연구생산성 비교분석 연구”, 1993. 2
5. 과학기술처, “국가연구개발사업의 효율적인 연구기획평가시스템 구축을 위한 체제설립 및 운영방안에 관한 연구”, 1993. 3
6. 한국생산성본부, “연구개발부문의 업적평가시스템 구축에 관한 연구”, 1992. 12
7. Foster et al, “Improving the return on R&D - I”, Research Management, 1985
8. Frame,J.D, “Quantitative indicators for evaluation of basic research programs and projects”, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.30. No.3, 1983
9. Hodge, M. H, “Rate your company's productivity”, Harvard Business Review, 1963
10. Pappas, R. A & D. S, Remer, “Measuring R&D Productivity”, Research Management, Vol.28, No.3, 1985
11. Pelz, D. C & F. M. Andrews, “Scientists in organizations: Productive climates for R&D”, New York : John Wiley and sons, 1966
12. Ranftl, R. M, “R&D Productivity”, CA : Hudges Aircraft Company, 2nd edition, 1978
13. Schainblatt, A “How company measure the productivity of engineers and scientists”, Research Management, Vol.25, No.3, 1982
14. Steers, R. M, “Problems in the measurement of organizational effectiveness”, Administrative Science Quarterly, Vol.20, 1975
15. Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill, 1980