

2004 춘계학술발표회 논문집  
한국기술혁신학회

## 연구개발사업의 투입·산출요소 및 연구결과 평가의 상호관계 분석

- 원자력중장기연구개발사업을 중심으로-

### An Analysis on the Relationship to Input/Output factor and Evaluation Grade in Nuclear R&D Program

홍정진, 원병출, 양맹호  
한국원자력연구소  
대전시 유성구 덕진동 150번지

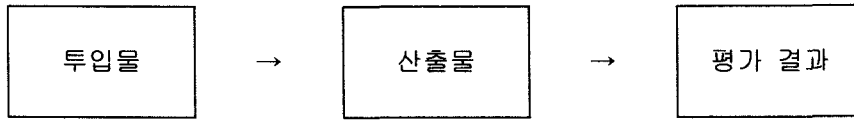
#### Abstract

To perform R&D program, it is necessary to invest input factors(I/F). And these factor are converted to output factors(O/F) at the end of R&D program. Peer reviewers evaluate output factors and produce evaluation grades(E/G). This paper try to analyze the relationship to I/F, O/F and E/G. According to the analysis results, the relation between I/F and E/G is as weak as the relation between O/F and E/G. The strength of relationship is relatively very strong in the relation between I/F and O/F.

#### ■ 문제제기 배경

##### 1. 연구개발의 투입요소, 산출요소, 평가결과의 관계

연구과제의 시작시점에서 투입된 투입물은 종료시점에서 산출물로 전환되며, 산출물에 대한 평가를 거쳐 연구과제의 결과(우수, 불량 등)가 도출된다 (그림-1).



<그림-1> 연구과제의 진행과정

각 단계의 핵심 구성요소를 살펴보면,

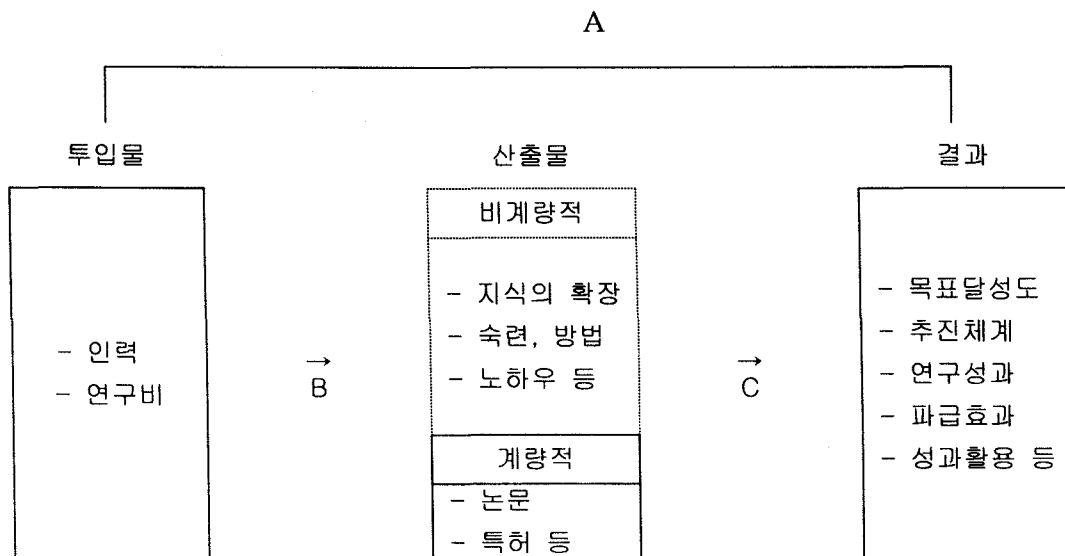
- ① 투입물: 연구인력, 연구비
- ② 산출물: 계량적 산출물(논문, 특허, 프로그램, 기술이전 건수),  
비계량적 산출물 (지식의 확장, 숙련, 노하우, 새로운 연구 방법 등)

③ 평가결과: 연구과제의 평가 결과는 일반적으로 점수나 등급으로 부여

평가항목 및 가중치의 실례: 원자력중장기사업의 종료과제

- 연구개발 목표 달성 여부 (4)
- 연구방법 및 추진체계의 효율적 수행여부 (2)
- 연구개발 수행 노력 성실도 (2)
- 공개 발표된 연구개발 성과 (3)
- 연구개발 결과의 우수성 (3)
- 연구개발 결과의 파급효과 (3)
- 연구결과의 활용성 (3)

연구 진행단계의 구성요소와 가능한 연결 관계를 <그림-1>에 추가하면 아래와 같다.



<그림-2> 연구개발 진행 단계별 구성요소 및 관계

## 2. 상호관계 및 문제제기

### ① 관계 A

이 관계는 연구의 투입물과 연구결과를 맺어주는 관계이다. 여기에서는 '연구의 투입물, 즉 연구인력과 연구비의 투입이 많으면 많을수록 연구결과는 보다 우수한가'라는 문제를 제기한다.

### ② 관계 B

투입물과 산출물의 관계이다. '연구의 투입물이 많을수록 산출물 또한 많은가'라는 문제를 제기한다. 산출물은 비계량적 부분과 계량적 부분으로 나뉘는데, 여기서 고려하는 산출물은 계량적 부분만이다.

### ③ 관계 C

산출물과 연구결과의 관계이다. 제기되는 문제는 '연구의 산출물이 많을수록 연구결과는 우수한가'이다. 관계 B에서와 마찬가지로 계량적 산출물만을 고려한다.

## ■ 분석결과의 예상 및 해석

### 1. 예상 분석결과

산술적으로 계산하면, 가능한 분석결과는 아래 <표-1>과 같은 27가지이다.

<표-1> 예상 분석결과의 총 가짓수

				A		
				+	0	-
B	+	C	+	㉠		
			0			
			-	α		x
	0	C	+			
			0		㉡	
			-			
	-	C	+	β		y
			0			
			-			㉢

이중에서, A가 정(正)의 관계라면, B와 C도 정(正)의 관계에 있어야 하며, A가 부(否) 혹은 무(無)의 관계라면, B와 C도 부(否) 또는 무(無)의 관계에 있어야 한다. 즉, 관계의 일관성이 유지되어야 한다.

## 2. 결과의 해석과 한계

논리적으로 합당한 관계는 ㉠, ㉡, ㉢의 3가지이다. 관계의 일관성에서 벗어나는 몇 가지 경우를 보면,

①  $\alpha$ 의 경우, 관계 A와 B는 각기 정(正)의 관계에 있음에도 불구하고 C는 부(否)의 관계를 나타내고 있다.

②  $\beta$ 의 경우, 관계 A와 C는 각기 정(正)의 관계에 있고 B는 부(否)의 관계를 보인다.

③ x와 y의 경우는 각기  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 경우에 비해, A가 부(否)의 관계를 보인다는 것이 다를 뿐 관계 B와 C는 동일하다.

결과의 해석에 있어서 가장 큰 걸림들은 '비계량적 산출물'을 어떻게 간주할 것인가라는 점이다. 여기에서는 '계량적 산출물이 많으면 비계량적 산출물 또한 우수하다'를 전제하여 분석결과를 해석한다.

## ■ 통계 분석자료 및 변수의 설정

### 1. 분석자료

2002년도 원자력중장기계획사업 연구과제중, 원자력연구소 주관과제 95개와 타기관 주관과제의 협동(5개) 및 공동(9개) 과제 14개를 포함한 총 109개 과제를 분석대상으로 한다.

### 2. 변수의 설정

- ① 투입물 변수: 인건비(내/외부), 직접비, 연구인력(계상/미계상)
- ② 산출물 변수: 프로그램/특허/논문 건수
- ③ 연구결과 변수: 평가점수(100점 만점)

■ 분석결과

1. 관계 A: 투입물과 평가결과

(1) 개별 투입요소와 평가점수의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
내부 인건비	(Constant)	83.866	1.048		80.046 (.000)	5.520 (.021)	.049
	내부인건비	6.879E-06	.000	.222	2.349 (.021)		
외부 인건비	(Constant)	83.397	.849		98.213 (.000)	14.721 (.000)	.122
	외부인건비	5.625E-05	.000	.349	3.837 (.000)		
직접비	(Constant)	84.421	.794		106.369 (.000)	7.062 (.000)	.062
	직접비	5.704E-06	.000	.250	2.658 (.009)		
계상 참여율	(Constant)	83.909	1.033		81.207 (.000)	5.506 (.021)	.049
	계상참여율	.396	.169	.222	2.346 (.021)		
미계상 참여율	(Constant)	87.175	.603		144.560 (.000)	15.086 (.000)	.125
	미계상참여율	-3.650	.940	-.353	-3.884 (.000)		

(2) 전체 투입요소와 평가점수의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
1	(Constant)	87.175	.603		144.560 (0.000)	15.086 (0.000)	.125
	미계상 참여율	-3.650	.940	-.353	-3.884 (0.000)		
2	(Constant)	84.535	.827		102.225 (0.000)	18.162 (0.000)	.257
	미계상 참여율	-3.804	.871	-.368	-4.369 (0.000)		
	외부 인건비	5.867E-05	.000	.364	4.326 (0.000)		

## 2. 관계 B: 투입물과 산출물

### (1) 개별 투입요소와 산출물 건수와의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
내부 인건비	(Constant)	6.925	1.997		3.467 (.001)	25.969 (.000)	.197
	내부인건비	2.844E-05	.000	.444	5.096 (.000)		
외부 인건비	(Constant)	7.207	1.568		4.569 (.000)	46.237 (.000)	.304
	외부인건비	1.841E-04	.000	.551	6.800 (.000)		
직접비	(Constant)	11.847	1.624		7.294 (.000)	10.069 (.002)	.087
	직접비	1.394E-05	.000	.295	3.173 (.002)		
계상 참여율	(Constant)	6.948	1.961		3.542 (.001)	27.056 (.000)	.203
	계상참여율	1.665	.320	.451	5.202 (.000)		
미계상 참여율	(Constant)	15.662	1.337		11.718 (.000)	.000 (.984)	.000
	미계상참여율	-4.096E-02	2.083	-.002	-.020 (.984)		

### (2) 전체 투입요소와 산출물 건수와의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
1	(Constant)	7.207	1.568		4.596 (0.000)	46.237 (0.000)	.304
	외부인건비	1.841E-04	.000	.551	6.800 (.000)		
2	(Constant)	2.658	1.879		1.414 (0.160)	33.800 (0.000)	.392
	외부인건비	1.523E-04	.000	.456	5.701 (0.000)		
	계상참여율	1.150	.295	.311	3.896 (0.000)		

### 3. 관계 C: 산출물과 평가결과

#### (1) 개별 산출요소와 평가점수와의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
프로그램	(Constant)	86.155	.594		144.955 (.000)	.661 (.418)	.006
	프로그램	-.307	.378	-.079	-.813 (.418)		
특허	(Constant)	85.534	.567		150.975 (.000)	6.210 (.014)	.055
	특허	1.766	.709	.235	2.492 (.014)		
논문	(Constant)	83.914	.831		100.931 (.000)	10.323 (.002)	.089
	논문	.176	.055	.298	3.213 (.002)		

#### (2) 전체 산출요소와 평가점수와의 관계

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
1	(Constant)	83.914	.831		100.931 (.000)	10.323 (.002)	.089
	논문	.176	.055	.298	3.213 (.002)		

## ■ 상호관계의 종합과 결과 해석

### 1. 총괄지표를 활용한 관계 A, B, C의 종합적 평가

앞에서와 같이 내/외부인건비, 논문 등의 세부지표를 이용하는 경우 상호관계를 전체적인 차원에서 비교하기 곤란하므로 다소나마 이의 해결을 위해 각 세부지표를 합친 총괄지표를 활용하여 종합적인 평가를 시도한다.

#### (1) 총괄지표의 설정

##### ① 총괄 투입물 지표

- 총연구비: 내/외부인건비, 간접비, 직접비, 위탁연구비의 총합
- 총참여인력: 계상참여율, 미계상참여율의 총합

② 총괄 산출물 지표

- 총산출물: 프로그램 건수, 특허 건수, 논문 건수의 총합

(2) 분석결과

Model		B	Std. Error	Beta	t(P)	F(P)	R <sup>2</sup>
관계 A (총괄 투입물과 평가점수)	(Constant)	83.209	1.005		82.767 (0.000)	10.459 (0.002)	.090
	총연구비	3.338E-06	.000	.300	3.234 (0.002)		
	(Constant)	88.998	1.033		81.292 (0.000)	8.499 (0.000)	
총연구비	8.003E-06	.000	.718	3.724 (0.000)			
총참여인력	-.838	.341	-.474	-2.458 (0.016)			
관계 B (총괄 투입물과 총괄산출물)	(Constant)	6.603	1.926		3.428 (.001)	30.473 (.000)	.223
	총연구비	1.092E-05	.000	.473	5.520 (.000)		
관계 C (총괄 산출물과 평가점수)	(Constant)	83.955	.885		94.866 (.000)	8.194 (.005)	.072
	총산출물	.129	.045	.268	2.863 (.005)		

2. 분석 결과의 해석

총괄지표를 활용한 관계 A, B, C의 전체적 분석은 그 한계를 감안하여 해석을 시도해 보면, “결정계수(R<sup>2</sup>)를 기준으로 할 때, 관계 A(투입물과 평가점수의 관계)와 관계 C(산출물과 평가점수의 관계)의 강도는 비슷하게 미약하며, 관계 B(투입물과 산출물의 관계)는 상대적으로 강한 관계를 형성한다”라고 해석 가능하다.

이 해석은 투입물의 비교적 계량적 산출물의 생산에 집중되어 있는데, 평가는 계량적 산출물보다는 비계량적 산출물에 초점이 맞추어져 수행되고 있는 것을 의미한다. 그러나 앞에서 설정한 ‘비계량적 산출물은 계량적 산출물에 비례한다’라는 가정이 옳다면 평가점수에 대한 회의를 제기할 수 있는 해석이 존재한다.

앞에서 수행한 회귀분석을 보다 강화하는 차원에서 아래와 같이 상관관계 분석을 수행하여, 2가지 분석결과를 <그림-3>에 나타내었다.



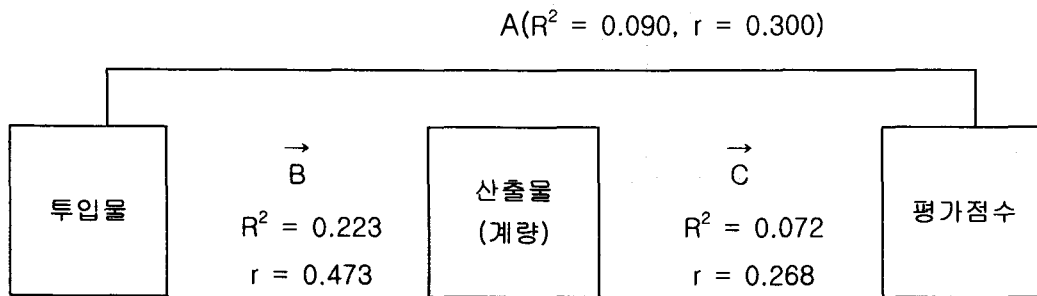
(1) 상관관계 분석 결과

	총연구비	총참여인력	총산출물	평가점수
총연구비	1.000			
총참여인력	0.883**	1.000		
총산출물	0.473**	0.447**	1.000	
평가점수	0.300**	0.160	0.268**	1.000

※ \*\*는  $p < 0.01$ 에서 통계적으로 유의미함을 표시(양측검정)

※ 상관계수의 절대값이 0.2 보다 작으면 상관관계가 없거나 무시, 0.2-0.4는 약한 상관관계, 0.6 이상은 강한 상관관계

(2) 분석 계수의 비교



<그림-3> 연구개발 단계별 결정계수( $R^2$ ) 및 상관계수( $r$ )