

# 회귀적관점의 성과목표 설정에 관한 연구 -철도연구개발의 지식재산권 및 논문 성과를 중심으로-

박 만 수\* · 권 용 장\*\* · 이 희 성\*\*\*

\*한국철도기술연구원, 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도차량시스템공학과

\*\*한국철도기술연구원 · \*\*\*서울과학기술대학교 철도전문대학원

## A Study of Performance Target Setting of Regression point of view -Focusing on the Intellectual Right and a Paper for the Railway R&D-

Man-Soo Park\* · Yong-Jang Kwon\*\* · Hi-Sung Lee\*\*\*

\*Korea Railroad Research Institute & Department of Rolling Stock Engineering,  
Seoul National University of Science and Technology

\*\*Korea Railroad Research Institute

\*\*\*Department of Rolling Stock Engineering, Seoul National University of Science and Technology

### Abstract

Government evaluate annually a performance of government's R&D(Research & Development) and decide a budget and progress. So, a performance target setting of R&D is very important at the planning, The basic performance target setting of railroad R&D is clear. However, a scientific and technological performance target setting of railroad R&D is very difficult and a reasonable level of it can not be judged. Therefore, this study will suggest a solution for a scientific and technological performance target setting of railroad R&D through regression analysis of successfully finished railroad R&D, after judging a reasonability of a scientific and technological performance through comparing railroad R&D with the other R&D.

**Keywords** : Performance target setting, Railway R&D

### 1. 서 론

철도 Research & Development(R&D)는 1970년대 민간 기업을 중심으로 시작되었으며 정부의 철도 R&D는 1989년 자기부상열차를 개발하면서 출발하였다. 그 후 1996년 한국철도기술연구원이 설립되면서 본격적인 R&D 투자가 진행되고 있다. 그 결과 전동차, 고속열차, 틸팅열차, 자기부상열차, 경량전차 등이 개발되어 실용화되었거나 실용화가 진행 중에 있으며 연도별 평가를

통해 추진되고 있다.

정부에서는 매년 정부 R&D에 대한 목표대비 실적을 평가하여 사업의 진행여부 및 지원 예산액을 결정하므로 R&D 기획 시 목표 설정의 중요성이 대두되게 된다.

R&D사업의 성과는 고유 목적에 대한 성과와 과학기술적 성과, 경제적 성과, 사회적 성과로 분류된다[1]. 경제적 성과와 사회적 성과는 사업의 기획 시 타당성 조사 등을 통하여 검증하고 고유 목적과 과학기술적 성과는 연도별 목표를 설정하여 진행하므로 매년 목표

† 교신저자: 이희성, 서울과학기술대학교 철도전문대학원

M · P: 010-3261-0420, E-mail: hslee@snut.ac.kr

2010년 7월 20일 접수; 2010년 9월 9일 수정본 접수; 2010년 9월 13일 게재확정

대비 실적을 평가한다.

여기에서 고유 목적은 R&D 과제에 따라 다르므로 각각의 목적에 따라 설정된다. 과학기술적성과는 각 과제에 공통적으로 적용할 수 있어 이에 대한 목표설정 방법이 필요하다.

목표설정 방법은 기존 종료과제의 분석을 통하여 알 수 있으며 이에 관한 기존 연구 내용은 이장재 등[2]이 정부연구개발 투자금액 1억원 당 성과를 2000~2003년의 특허, 논문, 기술료에 대해 분석하였으며 이는 분석 방법이 간단하여 현재 기획 시 적용하고 있으나 정확성에서는 한계가 있다.

홍사균 등[3]은 정부 기초연구개발사업(2001~2004년 종료과제)에 대한 투자금액, 연구기간, 책임자 경험(년)과 논문, 특허, 교육생, 네트워크지수 성과와의 상관관계를 분석하였으나 철도연구개발이 응용 개발연구이므로 기초연구와는 차이가 있으며 책임자 경험은 기획 시에는 책임자 결정이 안 된 상태이고 기획 시 목표치 산정에는 한계가 있다.

조운애 등[4]은 1995~2001년의 OECD 15개 국가의 자료를 이용하여 연구비, 연구인력, 효율성함수<sup>1)</sup>와 국제특허 출원 성과와의 관계를 분석하였으며 이는 국가 전체에 대한 국제특허에 대해서 분석하여 국내특허가 대부분인 철도 R&D에 적용에는 한계가 있다.

철도 R&D의 기획 시에 제품개발 등 사업의 고유 목표는 명확하게 설정할 수 있지만 과학기술적 성과의 목표 설정에 대한 기준이 없어 어려움을 겪고 있으며 적정성 여부도 판단하지 못하고 있다.

따라서, 성공적으로 종료된 철도 R&D 과제의 과학기술적성과를 타부문의 비교를 통하여 적정성을 검증하고 회귀분석을 통하여 목표치 산정 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 정부 R&D 성과 관리

'05년 12월 국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과 관리에 관한 법률이 제정되어 정부 R&D 평가 제도가 성과중심으로 전환(투입·관리 중심의 R&D에서 성과 중심의 R&D 기획·관리·평가) 되었다. 국가R&D 추진현황에 대한 체계적인 조사·분석을 실시하고, 사업 추진실적 및 성과에 대한 정확하고 공정한 평가를 통해 국가 R&D의 투자 효율성을 제고하는 것을 목적으로 연구수행 주체가 사전에 성과목표와 지표를 제시하

고 이를 토대로 성과 달성 여부를 중심으로 평가한다. 평가결과는 국가 과학기술위원회에 보고하고 예산실 및 각 관련 부처에 통보하여 차년도 예산조정 시 반영하고 있다.

따라서 각 부처, 연구관리기관 및 연구기관에서는 성과관리를 강화하고 있으며 공통적으로 적용하는 공통 성과지표와 사업 특성에 따른 고유성과지표로 관리하고 있다. 건설교통 R&D에서는 공통성과지표에 지식재산권, 논문게제 및 발표 등 7개 지표를 관리하고 있다.[5]

국가연구개발성과총람[6]에서는 과학기술적 성과를 논문 게제 및 인용과 특허의 출원 및 등록, 기술거래, 기술수준으로 관리하고 있어 정부연구개발사업 평가 및 과학기술적 성과 통계에서 공통적으로 논문 및 지식재산권에 대해서 관리하고 있다.

## 3. 철도 R&D 과학기술적 성과의 적정성 분석

### 3.1 R&D 투자 및 성과

건설교통연구개발성과총람[7] 자료를 이용하여 성공적으로 종료된 정부의 철도 R&D 중 11개 과제(도시철도 표준화사업 RR1, 경량전철기술개발사업 RR2, 철도 기술연구개발사업 RR3, 고속철도연구개발사업 RR4, 차세대 객차용 청정시스템 개발 RR5, 차세대 전철시스템 에너지 회생장치개발 RR6, 전과정 평가 RR7, 대형 고밀도 운행 철도역 자동운행제어시스템 개발 RR8, 첨단

[표1] 철도연구개발 투자 및 성과 현황

과제	RT (Y)	RI (억원)	LC (억원)	MP (명)	IR (등록 건)			PP (게제 건)		
					PT	기 타	계	국 내	국 외	계
RR1	11	543.0	65.6	98	46	270	316	103	24	127
RR2	7	370.0	40.5	80	36	33	69	165	17	182
RR3	6	400.0	46.9	65	43	43	86	104	11	115
RR4	5	353.0	42.0	64	44	54	98	65	16	81
RR5	5	22.0	3.0	9	4	1	5	12		12
RR6	5	24.0	4.7	9	4		4	27	8	35
RR7	3	12.0	3.2	13	1		1	35	1	36
RR8	5	30.0	3.9	8		1	1	20	2	22
RR9	3	7.5	1.9	9		1	1	5		5
RR10	5	17.0	4.3	6	6		6	19	5	24
RR11	4	21.0	2.2	8		1	1	6	1	7
RR Total		1799.5			184	404	588	561	85	646

1) 효율성 함수는 정부의 연구개발투자 비중, 연구 인력의 집중도, 자본시장의 발달정도, 산·학·연 기술협동 정도, 기술의 응용개발 정도, 특허권의 보장정도

철도 기상재해 감시 및 운행 제어장치 개발 RR9, 구간 가변장치 개발 RR10, 철도 화재 조기탐지 및 자동소화장치 개발 RR11)에 대한 투자 및 성과현황은 [표1]과 같으며 고유성과는 대표적으로 VVVF 전동차, 경량전철, 틸팅열 차, 고속전철개발 등이다. 여기서, 연구기간(RT), 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP), 지식재산권(IR), 특허(PT), 논문(PP).

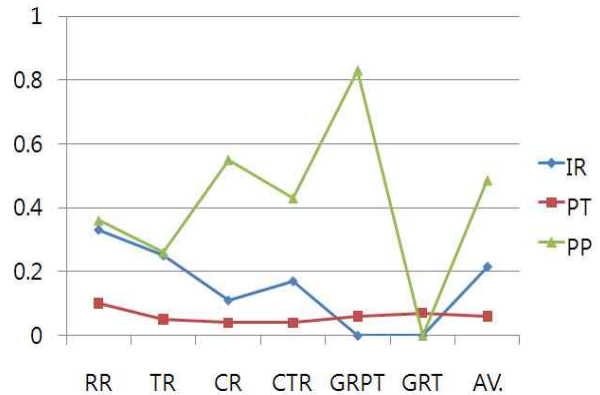
### 3.2 철도 R&D 과학기술적 성과의 적정성 분석

철도 R&D 과학기술적성과의 적정성을 분석하기 위해 투자 금액 대비 성과비율을 타 부문과 비교하여 적정성을 분석하였다[표2]. 즉, [표1]과 건설교통기술평가원에서 관리하고 있는 교통 R&D (TR)와 건설 R&D (CR)는 건설교통연구개발성과 총합 자료를 활용하여 철도 R&D(RR), 교통 R&D, 건설교통 R&D(CTR)의 성과를 이용하고 정부 R&D 중 공공기술(GRPT) 현황은 이장재 등(2004)[2]이 분석한 자료를 이용하였으며 정부 R&D 전체(GRT)의 특허 성과에 대해서는 특허청 지식재산 백서(2009)[8]를 이용하여 분석하였다.

[표2][그림1] R&D 성과비율에서 철도 R&D의 지식재산권 0.33, 특허 0.10은 타 부문에 비해 성과비율이 가장 높다. 논문 0.36은 교통 R&D에 비해 높으며 기타 부문에 비해서는 약간 낮은 수준으로 철도 R&D가 주로 제품개발의 성격이므로 기초연구 등이 포함된 정부 R&D와 차이가 있으나 철도 R&D 과학기술적성과는 적정한 수준으로 볼 수 있다.

[표2] 철도 및 타 부문 과학기술적성과

구분	RI(억원)	IR		PT		PP	
		등록(건)	성과비율	등록(건)	성과비율	개체(건)	성과비율
RR	1,799.5	588	0.33	184	0.10	646	0.36
TR	2,655	661	0.25	121	0.05	702	0.26
CR	3,730	413	0.11	161	0.04	2,061	0.55
CTR	6,385	1074	0.17	282	0.04	2,763	0.43
GRPT	17,141	-	-	-	0.06	-	0.83
GRT	534,096	-	-	37,544	0.07	-	-
Average			0.215		0.06		0.486



[그림1] R&D 성과비율

## 4. 철도 R&D 과학기술적 성과의 실증분석

### 4.1 중회귀모형

독립변수가 두 개 이상인 경우의 회귀모형을 중회귀모형이라 하고 k개의 독립변수  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 와 종속변수 y에 대하여 모형을

$$(식1) y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i$$

여기서,  $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ 이고 서로 독립,  $i = 1, 2, \dots, n$ 이며 y와  $\epsilon$ 은 n×1 벡터이다.  $\beta_i$ 들의 추정치  $b_i$ 는 단 순회귀의 경우와 동일하게 최소제곱법으로 구하게 되는데 추정된 회귀방정식은 식2와 같다.

$$(식2) \hat{y} = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + \dots + b_k x_{ki}$$

### 4.2 실증분석

철도R&D 과학기술적 성과가 타 부문과 비교하여 적정한 수준이므로 이에 대한 회귀분석을 하여 목표치 산정 회귀모형식을 구한다. 첫째 독립변수로 개발비, 종속변수로 지식재산권, 특허, 논문에 대한 회귀분석, 둘째 독립변수로 개발비 및 내부인건비, 종속변수로 지식재산권, 특허, 논문에 대한 회귀분석, 셋째 독립변수로 개발비, 내부인건비 및 연구원, 종속변수로 지식재산권, 특허, 논문에 대한 회귀분석, 넷째 독립변수(X)로 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP) 및 연구기간(RT), 종속변수(Y)로 지식재산권(IR), 특허(PT), 논문(PP)에 대한 회귀분석을 하였다. 종속변수 y에 대하여 독립변수의 수가 많으므로 변수선택을 위해 단계별로 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP) 및 연구기간(RT)의 순으로 독립변수를 추가하여 회귀분석과 유의성을 검정하였다.

회귀분석 결과[표3] 전체 F에 대한 Sig.가 0.000~0.004로 유의수준 0.05보다 작으므로 귀무가설을 기각하게 되며, 각 회귀식이 유의하다. 그리고 t에 대한

Significance(Sig.)가 유의수준 0.05보다 큰 값이 존재하므로 단계별 선택방법과 같은 변수 선택방법을 이용하는 것이 모형적합에 바람직하다는 것을 나타낸다.

[표3] 철도연구개발 과학기술적 성과 회귀분석 결과

X	Y	R Square	Adj. R Square	F	Sig.	t		Sig.	t		Sig.
RI	IR	0.756	0.729	27.918	0.001	const	0.625	0.548	RI	5.284	0.001
"	PT	0.952	0.944	118.228	0.000	const.	1.146	0.2985	PT	10.873	0.000
"	PP	0.787	0.763	33.187	0.000	const.	1.519	0.163	PP	5.761	0.000
RI, LC	IR	0.873	0.842	27.588	0.000	const.	-2.053	0.074	RI	-2.310	0.050
"	PT	0.954	0.935	51.315	0.000	const.	1.136	0.308	LC	-0.445	0.675
"	PP	0.867	0.834	26.065	0.000	RI	1.072	0.333	LC	-2.197	0.059
RI, LC, MP	IR	0.891	0.844	19.011	0.001	const.	2.662	0.029	LC	2.923	0.022
"	PT	0.970	0.948	43.453	0.002	RI	2.597	0.032	MP	1.053	0.327
"	PP	0.914	0.877	24.756	0.000	const.	1.962	0.121	LC	-1.235	0.284
RI, LC, MP, RT	IR	0.948	0.914	27.530	0.001	RI	1.915	0.128	MP	-1.497	0.209
"	PT	0.986	0.966	51.100	0.004	const.	0.595	0.571	LC	-1.437	0.194
"	PP	0.914	0.857	16.033	0.002	RI	0.864	0.416	MP	1.953	0.092
						const.	-3.828	0.009	RT	2.587	0.041
						RI	-2.448	0.050	MP	0.971	0.369
						LC	2.860	0.029	RT	2.587	0.041
						const.	3.010	0.057	MP	-1.152	0.333
						RI	1.413	0.252	RT	-1.782	0.173
						LC	-0.548	0.622			
						const.	0.180	0.863	MP	1.756	0.130
						RI	0.827	0.440	RT	0.202	0.847
						LC	-1.327	0.233			

주: 유의 수준 : 5%

[표4] 특허 회귀분석 결과

X	Y	R Square	Adj. R Square	F	Sig.	t		Sig.
RI MP	PT	0.959	0.942	58.299	0.000	const.	1.469	0.202
						RI	2.607	0.048
						MP	-0.934	0.393
RI MP RT	PT	0.984	0.972	82.469	0.000	const.	3.259	0.031
						RI	4.020	0.016
						MP	-1.137	0.319
						RT	-2.517	0.066

주 : 유의수준 : 5%

[표5] IR Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-118.003	30.824		-3.828	.009
RI	-2.539	1.037	-5.508	-2.448	.050
LC	21.289	7.444	5.332	2.860	.029
MP	1.905	1.962	.709	.971	.369
RT	18.757	7.250	.435	2.587	.041

a Dependent Variable: IR

[표6] PT Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	13.702	4.204		3.259	.031
RI	.154	.038	1.631	4.020	.016
MP	-.254	.224	-.460	-1.137	.319
RT	-2.273	.903	-.257	-2.517	.066

a Dependent Variable: PT

[표7] 논문 Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	8.374	14.076		.595	.571
RI	.642	.743	2.240	.864	.416
LC	-7.504	5.222	-3.023	-1.437	.194
MP	2.808	1.438	1.682	1.953	.092

a Dependent Variable: PP

[표3]회귀분석에서 독립변수가 증가함에 따라 R Square 값은 증가하지만 Adjusted R Square 값은 특허의 경우 독립변수로 개발비일 경우 0.944에서 독립변수로 개발비, 내부인건비일 경우 0.935로 감소하여 변수 선택이 적합하지 않아 내부인건비를 제외하고 다시 회귀분석을 하였다.

특허의 경우 [표4]와 같이 R Square 값과 Adjusted R Square 값이 동시에 증가하여 독립변수개발비(RI), 연구원(MP) 및 연구기간(RT)에 대한 모형이 적합하다.

[표3]에서 지식재산권의 경우 독립변수가 증가함에 따라 R Square 값과 Adjusted R Square 값이 동시에

증가하므로 독립변수로 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP) 및 연구기간(RT)에 대한 모형이 적합하다.

[표3]에서 논문의 경우 독립변수로 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP)일 경우 Adjusted R Square 값이 0.877에서 독립변수로 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP) 및 연구기간(RT)일 경우 Adjusted R Square 값이 0.857로 감소하므로 독립변수 개발비(RI), 내부인건비(LC), 연구원(MP)에 대한 모형이 적합하다. 따라서 이에 대한 회귀계수는 [표5],[표6],[표7]과 같다.

따라서 지식재산권 회귀모형식( $Y_{ir}$ ), 특허 회귀모형식( $Y_{pt}$ ), 논문 회귀모형식( $Y_{pp}$ )은 식3, 4, 5와 같다.

(식3)  $Y_{ir} = -118.003 - 2.539RI + 21.289LC + 1.905MP + 18.757RT$

(식4)  $Y_{pt} = 13.702 + 0.154RI - 0.254MP - 2.273RT$

(식5)  $Y_{pp} = 8.374 + 0.642RI - 7.504LC + 2.808MP$

## 5. 결 론

그동안 철도 R&D의 과제 계획 시 과학기술적 성과의 목표치는 투자금액에 비례해서 설정하여 정확도가 떨어진다. R&D 연차평가 및 종료평가 시 평가를 위해서는 정확한 목표치 산정이 중요하며 철도 R&D의 특성이 반영된 목표치 산정 방법이 필요하다. 본 연구를 통하여 제안된 지식재산권 회귀모형식  $Y_{ir} = -118.003 - 2.539RI + 21.289LC + 1.905MP + 18.757RT$ , 특히 회귀모형식  $Y_{pt} = 13.702 + 0.154RI - 0.254MP - 2.273RT$ , 논문 회귀모형식  $Y_{pp} = 8.374 + 0.642RI - 7.504LC + 2.808MP$ 을 이용하면 과제계획 시 더욱 정확한 목표치 산정이 될 것으로 사료 된다.

본 논문에서는 철도의 제품개발과제에 대한 지식재산권, 특허, 논문에 대한 분석을 하였으나 제품개발이 아닌 기준이나 체계에 대한 연구과제에 대해서는 특성이 다르므로 추후 분석이 필요하다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] 이길우, “국가연구개발사업의 조사·분석 강화를 위한 성과지표 개선 및 활용방안 연구”, 연구보고서, 2008
- [2] 이장재, 박정우, 업익천, 김진영, 최영훈, 김선우 “정부 연구개발투자 효율화 방안 연구”, 연구보고서, 2004
- [3] 홍사균, 유의선, 백훈 “정부 연구개발사업의 추진구조와 성과의 상관관계 분석(기초연구를 중심으로)”, 연구보고서, 2006
- [4] 조운애, 김원규, 남장근, 오준병 “혁신역량 강화를 위한 연구개발투자의 효율성 제고 방안”, 연구보고서, 2005
- [5] 한국건설교통기술평가원, “건설교통연구개발사업 성과관리 매뉴얼”, 2009
- [6] 교육과학기술부, “2008 과학기술연감 Chapter 02 국가연구개발성과총람”, 2008
- [7] 한국건설교통기술평가원, “건설교통연구개발성과총람”, 2005
- [8] 특허청, “지식재산 백서”, 2009

## 저 자 소 개

### 박 만 수



인하대학교 기계공학과에서 학사학위 취득, 이주대학교 기계공학과에서 석사학위 취득, 현재 한국철도기술연구원 책임연구원 및 서울과학기술대학교 철도전문대학원 박사과정, 주요 관심분야 : 철도차량 및 철도시스템, 철도안전, 철도 계획 및 정책, R&D 기획·관리·평가

주소: 경기도 의왕시 월암동 360-1 한국철도기술연구원 철도종합안전기술개발사업단

### 권 용 장



한양대학교 경영학과에서 학사, 석사, 박사학위 취득, 현재 한국철도기술연구원 철도교통·물류연구실장, 주요 관심분야 : 교통, 물류 계획 및 정책

주소: 경기도 의왕시 월암동 360-1 한국철도기술연구원 철도교통·물류연구실

### 이 희 성



한양대학교 기계공학과에서 학사학위 취득, 서울대학교 기계설계학과에서 석사학위 취득, Georgia Institute of Technology에서 박사학위 취득, 현재 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수, 주요 관심분야 : 철도차량 및 철도시스템, 철도계획 및 정책

주소: 서울시 노원구 공릉2동 172번지, 서울과학기술대학교 철도전문대학원