

# 국가 연구개발(R&D) 투자의 성과 측정 방법 연구

임선집<sup>1</sup>, 김성철<sup>2</sup>, 신민수<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 정보기술경영학과, <sup>2</sup>삼성종합기술원, <sup>3</sup>한양대학교 경영학과

## A Study on the Performance Measurement Method for National Research and Development Projects

Sunjip Yim<sup>1</sup>, Sungcheol Kim<sup>2</sup>, Minsoo Shin<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Information Technology Management, Hanyang University

<sup>2</sup>Samsung Advanced Institute of Technology

<sup>3</sup>School of Business, Hanyang University

**요약** 본 연구의 목적은 국가 연구개발(R&D) 성과측정지표의 개선안을 새로운 관점을 통해 제시하는 것이다. 정부는 R&D 패러다임을 기존의 추격형에서 선도형으로 전환하고자 하고 있다. 이에 기존 성과평가의 문제점을 살펴보고 기존 문헌 연구를 통해 국내외 연구기관·정부기관의 성과 평가안을 살펴보았다. 특히 국내외적으로 창조·혁신지표군을 참조하였고 국가혁신 및 R&D 생태계라는 개념에 주목하였다. 이론 체계로 D'Aveni의 혁신경쟁이론(Hypercompetition theory)을 차용하여 새로운 성과평가지표를 제시하였으며 국내 R&D 성과평가 전문가를 대상으로 AHP 분석을 수행하였다. 지표별 우선순위 결과 및 의미는 본문에서 상세히 밝히고 있다. 본 연구는 새로운 관점의 이론적 틀을 바탕으로 창조·혁신지표군을 참조하여 국가 R&D 성과지표군을 제안하였고 실증적 검증을 거쳐 지표별 우선순위를 제시했다는 점에서 이론적 그리고 실무적으로 공헌하고 있다.

**Abstract** The aim of this paper was to suggest a national R&D performance measurement index from a new perspective. Government is trying to transit the R&D paradigm from 'catch-up' into 'lead- forward'. The problem of the existing performance evaluation was first identified, and the performance evaluation method of domestic & overseas research center & government was then reviewed. In particular, this study first referred to the creation & innovation indices, and focused on the national innovation and R&D ecosystem. Next, D'Aveni's Hypercompetition theory was applied to suggest a new performance measurement index, and AHP analysis interviewed from the domestic R&D performance evaluation experts was performed. This study contributes to the new national R&D performance index for the creative economy.

**Key Words** : AHP, Creation & Innovation index, Hypercompetition theory, Performance Measurement, Research and Development

### 1. 서론

이 논문의 목적은 국가 연구개발(R&D) 성과측정지표의 개선안을 새로운 관점을 통해 제시하는 것이다. 우리나라의 국가 R&D 정책은 1990년대 후반까지 R&D 투자 위주의 정책으로서 체계적인 성과평가가 이루어지지 않

았다[1]. 1999년부터 국가 R&D 투자의 성과평가들을 준비하기 시작하였고 2006년부터 체계적인 성과평가를 실시하고 있다. 2010년까지는 양적 평가가 주를 이루었고 2011년 이후부터 질적 평가를 추가하고 있다[2]. 글로벌 경쟁에서 Fast follower 전략으로 성장을 구가해 왔던 우리나라는 최근 들어 시장창출 Leader로 자리 잡아야만

본 논문은 국회예산정책처의 연구비 지원(2013년)하에 수행되었음.

\*Corresponding Author : Minsoo Shin(Hanyang Univ.)

Tel: +82-2-2220-1988 email: minsooshin@hanyang.ac.kr

Received March 20, 2014

Revised (1st June 25, 2014, 2nd July 9, 2014)

Accepted July 10, 2014

경쟁력을 유지할 수 있는 전 세계적인 경쟁에 직면해 있다. 이러한 국가적 목표를 창조지표, 혁신지표, 그리고 R&D 생태계 활성화 등의 개념을 참조하여 기존의 국가 R&D 성과측정지표를 새로운 관점에서 디자인하여 제시하고자 한다. 이는 현 시기의 국가경제에 필요한 시의적절한 연구일 것으로 판단된다.

이를 위해 우선 기존 국가 R&D 투자 및 성과를 일별하고 그 후 문헌연구를 통해 R&D 성과평가와 창조지표, 혁신지표 현황을 알아보고자 한다. 이후 국가 R&D 성과 측정지표를 새롭게 구성하기 위해 국가혁신 및 R&D 생태계라는 개념에 주목하였다. 아울러 국가 R&D 성과평가 정책의 단계적 개선방향을 파악하기 위해 이에 적합한 이론 틀로서 D'Aveni의 혁신경쟁이론(Hypercompetition theory)을 차용하였다[3]. 동 이론에 의하면 국가 R&D 성과평가는 1) 창조단계, 2) 기능결합 위험의 감소 단계, 3) 피드백 단계로 나눌 수 있는데, 이를 확장하여 새로운 국가 R&D 성과지표 지표를 제시하고자 한다.

계층분석과정 또는 계층분석방법으로 잘 알려져 있는 AHP(Analytic Hierarchy Process)는 다수 대안에 대하여 다면적인 평가기준과 다수 주체에 의한 의사결정의 모형화를 위해 설계된 방법이다[4]. 본 고에서 제시한 성과평가 지표 간 우선순위를 도출하기 위해 AHP 분석 기법을 활용하였고 그 의미를 분석하였다.

## 2. 국가 R&D 성과평가 제도 및 문제점

우리나라의 국가 R&D 투자액은 2013년 기준 17.1조

원에 달한다. 2012년 R&D 투자액 금액 기준으로는 미국의 약 12%, 일본의 약 49%에 달한다[5]. 그간 우리나라 R&D 양적 성과 측면에서 상당한 발전을 이루어 왔다. 즉 SCI 논문 수는 세계 11위권을 꾸준히 달성하고 있으며 특히 출원건수 또한 지속적으로 증가하고 있다[5]. 우리나라의 과학기술경쟁력은 전반적으로 양호한 수준을 유지하고 있다. 즉 IMD 과학·기술경쟁력 등을 토대로 산출한 우리나라 국가경쟁력은 '08년 31위에서 '12년 22위로 9등급 상승하였고 '12년 기준 IMD 과학경쟁력 5위, 기술경쟁력 14위를 차지한 바 있다[5].

그러나 R&D 사업성과의 양적 증가에도 불구하고 질적 증가는 정체되어 있다. 5년간 논문 당 평균 인용건수(3.77회)는 OECD 평균(4.85)에 여전히 미달하고 있다[6]. 특히의 경우 우수특허의 비율이 낮고 기술이전 등 활용 또한 낮은 것으로 나타났다[7]. 성과관리 체계상의 문제점으로는 '단기성과에 치중한 성과관리', '성과관리·활용 시스템 미비' 등으로 문제점이 드러나고 있다[8]. 국가 R&D 성과평가 문제점을 종합한 결과는 다음과 같다.

[Table 2] Problem of national R&D performance evaluation

	R&D 1.0 era	R&D 2.0 era
Similar	- mainly quantitative evaluation(less quality) - only short-term evaluation (no long-term) - R&D execution without considering application of R&D output	
Different	- less basic/original technology development - less commercialization	- No preparation of performance management system

[Table 1] R&D era classified

Class	Before performance evaluation intro.			R&D 1.0		R&D 2.0
	1960 - 1979	1980 - 1989	1990 - 1998	1999 - 2005	2006 - 2010	2011 - 2015
Period	1960 - 1979	1980 - 1989	1990 - 1998	1999 - 2005	2006 - 2010	2011 - 2015
Era ground	Improvement of leading technology	Catch-up		Preparation of R&D performance evaluation	1 <sup>st</sup> plan for managing R&D performance	2 <sup>nd</sup> plan for managing R&D performance with creative economy paradigm
R&D purpose	R&D for catch-up				Catch-up R&D → Creation R&D	Leading, Challenging, Creative R&D
R&D Area	Application of bottle-neck technology	R&D for export business.	R&D for advanced industry	Both growth/maturity stage R&D and basic/original technology development		
Strategy	Fast follower				Fast follower → Market leader	Market-creation leader
Method	Each project-based R&D				R&D Pre-review	R&D ecosystem
Owner	Government	Government, Firm, University		Firm-leading, University, Government		

Source : [1] partially adopted.

미래창조과학부는 2013년 R&D 성과평가 체계 구축을 위한 기본 방향으로 1) 질적 성과 중심의 평가, 2) 성과목표 및 고유 임무 달성도 중심의 맞춤형 평가, 3) 전주기적 R&D를 지원하는 평가 등으로 설정하여 표준성과지표 가이드라인을 발표하였으며 2014년 현재까지 동 가이드라인이 유지되고 있다[5]. 구체적으로는 R&D 성과를 5대 분야, 즉 과학적 성과, 기술적 성과, 경제적, 사회적 성과, 인프라 성과로 구분하고, 각 분야별로 하위 성과지표를 연동하였다. 대분류는 성과, 하위분류는 성과유형 및 이에 따른 성과지표 등으로 정리되어 있으며 각 성과평가기관이 가이드라인에 근거하되 담당 R&D 영역 특성을 감안하여 자율적으로 성과평가지표를 설정하도록 하고 있다. 정부가 발표한 성과지표 계층적 체계도는 다음과 같다.

[Table 3] National R&D performance index

Main Categories	Sub Categories
Scientific Output	<Research papers> 1) SCI, 2) KCI
	<New resources & materials> 3) bio-resources, 4) chemicals
	<Social effect> 5) prize
Technological Output	<Intellectual property> 1) patent, 2) non-patent Knowledge property
	<Non-intellectual property> 3) technical innovation
	<Creating growth momentum> 4) content & SW, 5) service development 6) product development, 7) plant development 8) development of new medicine
	<Social effect> 9) prize
	<Direct output> 1) loyalty contracts
Economical Output	<Indirect output> 2) technology utilization effect 3) supporting SMEs
	<Technical commercialization> 4) Technical commercialization
	<R&D services> 5) R&D services
	<Human resources(Industry)> 6) training and cultivating human resources 7) creating jobs (launching businesses)
	<Human resources(public sectors)> 1) training and cultivating human resources 2) creating jobs (launching businesses)
Social Output	<Public welfare> 3) public services
	<popularization of science> 4) publicity (information) activities 5) science culture
	<International cooperation> 6) international cooperation
	<Research infrastructure> 1) shared facilities 2) designated facilities 3) computing systems
Infrastructure Output	<Space> 4) space development, 5) space utilization
	<Defence> 6) weapon system

Source: [5]

### 3. 문헌 연구

#### 3.1 R&D 성과평가 문헌연구

미국은 1990년대 이후 GPRA(Government Performance and Result Act)와 PART(Program Assessment Rating Tools)를 도입하였고, R&D 유형별로 질적 우수성 및 장단기 경제적 효과를 측정하기 위한 STAR Metrics (Science & Technology for America's Reinvestment: Measuring the Effects of Research on Innovation, Competitiveness and Science) 제도를 2010년대부터 본격적으로 추진 중이다[9]. 이 프로그램은 NIH(National Institutes of Health), NSF(National Science Foundation), 그리고 OSTP(Office of Science & Technology Policy) 컨소시엄에 의해 주도되고 있다. 이 프로그램을 통해 연방정부의 과학 투자의 영향력을 측정하는 지표는 다음과 같다.

- 과학적 지식(간행물 및 인용)
- 사회적 영향(건강 증진 요소, 환경 영향 요소)
- 근로인력에 미치는 영향(학생 이동성 및 고용)
- 경제 성장에 미치는 영향(특허 추적, 창업)

EU의 R&D 사업 평가제도는 프레임워크 프로그램(Framework Program, FP)이 발전하면서 체계화되었으며 평가의 기준은 적합성(relevance), 효율성(efficiency), 효과성(effectiveness)이다. 2013년까지 FP 7기를 수행했고 현재 FP 8기(Horizon 2020으로 개명)를 수행 중이다[10]. 일본 역시 국가 R&D 평가를 위한 전반적인 프레임워크에 해당하는 '대강적 지침'(2012년 개정)을 발표하였고 다수의 기관이 국가 R&D 성과평가를 수행하고 있다. 그러나 전반적으로 미국, EU, 일본 등 해외 주요국은 국가 R&D 성과평가의 원칙을 제시하되 국가 차원의 가이드라인으로 삼을 수 있는 구체적인 성과평가지표를 제시하고 있지는 않다. 따라서 구체적인 국가별 성과평가 지표간의 대응비교가 용이하지 않은 상황이다.

Lee & Park[11]은 R&D 성과평가 기법의 일환으로 투입-산출물을 기반으로 한 DEA(data envelopment analysis) 기법을 활용하여 국제간 R&D 효율성 비교 연구를 수행하였다. 이들 분류체계는 4개 범주로 나뉘는데 우리나라는 투자효율성이 가장 떨어지는 범주에 속하는 것으로 나타났다. 그 외 Cozzarin[12]도 캐나다 정부 R&D 프로젝트 평가지표를 투입-산출물 지표로 구성하였으며 Chien et al.[13]은 대만 정부 R&D 프로젝트 평가

지표를 산출, 기술 전파 및 서비스, 그리고 파생된 효익으로 설정한 바 있다. Borrmann[14]은 R&D의 사회적 영향에 필요한 활동으로 기술 상용화, 기업 활동, 그리고 기술적 조연 활동 등을 제시하였다.

프로젝트 성과측정 기법에 대한 비교연구로는 Pho et al.[15]의 연구를 들 수 있는데 여기서는 R&D 성과측정 방법으로 가중치 및 랭킹 부여 기법(scoring method, AHP, comparative method)과 Benefit-contribution 기법(비용편익분석, 경제성 분석, 의사결정나무기법)을 비교하여 AHP기법이 가장 우수하다고 판단하였다.

### 3.2 혁신지표 및 창조지표

우리나라가 기존 추격형 R&D에서 창조형 R&D로 거듭나기 위해 R&D 성과지표의 변화를 모색하기 위해 다음과 같이 국내의 혁신지표 및 창조지표를 살펴보았다. Porter & Stern[16]은 혁신이 일어나기 위한 제반환경으로 기업 측면, 수요 측면, 투입 요소 측면 등 3가지 측면을 지적하였으며 기업 측면에서 연관 산업 활성화·산업 클러스터를 강조하였다. 유럽연합(EU)의 Innovation Union Scoreboard (IUS, 기존 European Innovation Scoreboard)는 EU 회원국의 상대적인 혁신 성과에 대한 평가 결과를 제공하기 위한 도구로 활용되고 있다. 대부분 지표로는 투입, 기업활동, 성과로 나뉘어 측정하고 있다.

[Table 4] IUS index

Index	Number of Index
<b>1) Enablers</b>	
Human resources	3
Open, excellent and attractive research system	3
Finance and support	2
<b>2) Firm activities</b>	
Firm investments	2
Linkages & entrepreneurship	3
Intellectual assets	4
<b>3) Outputs</b>	
Innovators	3
Economic effects	5
All	25

동 지표 기준으로 비교적 혁신이 뒤쳐진 혁신 일반국(Moderate innovators)은 지적 자산(Intellectual asset)과 개방적이고 탁월한 연구 시스템(Open, excellent research system) 측면에서 타 부분보다 부족함을 보이고 있다. 아울러 혁신이 시급한 혁신 후발국(Modest

innovators)은 개방적이고 탁월한 연구 시스템, 산업 연계성 및 기업가 정신(Linkages & entrepreneurship), 혁신가(Innovators) 부문이 타 부분보다 부족함을 알 수 있다. 한편 코넬 대학교 등이 발표하는 Global Innovation Index(GII)는 개별 국가의 혁신촉진 환경을 5개의 혁신투입지수와 2개의 혁신산출지수로 구분하여 평가하고 있다. 이중 R&D과 관련이 깊은 분야는 인적자본 및 연구(Human capital and research), 비즈니스 성숙도(Business sophistication), 창조적 성과(Creative output) 부문을 들 수 있다.

해외창조지수로는 Hong Kong Creativity Index(HK I), Euro Creative Index(Euro CI), European Creative Index(ECI), Global Creative Index(GCI) 등을 들 수 있다[17]. 이들은 각기 Hong Kong, Florida[18], European Affairs, 캐나다 토론토 대학 등에서 발표하고 있다. 이들 지표는 대부분 인적 요인, 과학·기술적 요인, 문화적 요인, 제도적 요인, 사회적 요인, 창조적 성과를 범주로 삼고 있다.

[Table 5] Collection of Creation Index

Classifier		HCI	Euro CI	ECI	GCI
Analysis target		HK	EU US	EU	82 nations
number of index		88	9	32	7
Human factor	High education	0	0		0
	Creative class		0		0
	R&D member	0	0		0
	Labor flow	0			
Science/technology factor	Culture/art education-based			0	
	R&D investment	0	0		0
	Patent	0	0		0
Culture factor	ICT Infra	0		0	
	Culture participation	0		0	
	Culture benefit	0		0	
Constitution factor	Culture consumption	0		0	
	Legal system's independence	0			
	Perception on freedom of press	0			
	Entrepreneurship	0			
Social factor	Tax support			0	
	Social participation	0			
	Openness, diversity	0		0	
Creative outcome	Attitude, Value	0	0		0
	Creation Industry sales	0		0	
	Creation Industry Value-added	0			
	Production	0		0	

Source: [17]

## 4. 국가 R&D 성과지표 제안

### 4.1 국가 R&D 성과지표 프레임워크

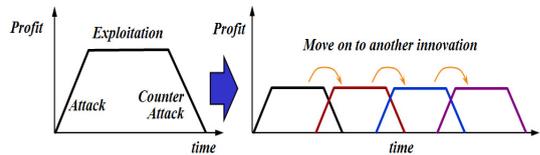
우리는 2 절에서 우리나라의 국가 R&D 성과지표 체계를 일별하였고 기존 성과측정의 문제점을 살펴보았다. 3.1섹션에서는 해외 주요국의 구체적 R&D 성과지표가 공표되지 않아 현행 우리나라의 성과지표와 직접 비교하기에는 무리가 있음을 밝힌 바 있다. 이에 3.2 섹션에서 R&D 성과지표의 변화를 모색하기 위한 참조자료로 국내의 혁신지표 및 창조지표를 살펴보았다. 이 과정에서 우리는 국가 R&D 성과 측정지표를 새롭게 구성하기 위해 국가혁신 및 R&D 생태계 관점을 다음과 같이 주목하게 되었다.

기존 R&D 성과평가 문제점 중에 단기성장에 치중하고 장기적 관점 미흡, 성과활용 미비, 원천기술 개발 미흡, 개방적이고 협업적 R&D시스템 미흡 등은 R&D 성과를 단기적이고 개별적인 성과 측정에 치중했을 때 발생하는 문제점이다. 기존 R&D 성과평가제도에서 드러난 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 개별 R&D 단위로만 볼 것이 아니라 총합으로서의 R&D 결과에 영향을 미치는 제반 상황을 종합적으로 고찰해야 하고, 이를 전반적으로 아우를 수 있는 개념이 국가혁신 및 R&D 생태계이다.

아울러, 우리나라 국가혁신시스템 지식가치체인 구조는 지식영역과 시장영역간의 지식과 정보의 흐름이 원활하지 못한 문제점을 갖고 있다[19]. 따라서 국가 R&D 투자 성과지표는 지식영역과 시장영역간 관계를 강화할 수 있어야 한다. 즉, '지식배양-기술활용-사업화-새로운 시장가치 창출' 전 과정의 순환적 구조를 정착시켜야 한다[19]. 국가 R&D 투자와 결과의 선순환적 구조 정착을 위해서도 제반 환경으로서의 국가혁신 및 R&D 생태계를 고려할 필요가 있다.

또한, 혁신지표 중에서 IUS 분석결과에 의하면 개방적이고 탁월한 연구 시스템 보유 및 산업 연계성(linkage) 확보 등이 강조되고 있는데 이 또한 국가혁신 및 R&D 생태계 강화를 필요로 한다. 해외창조지수는 대부분 인적요인, 과학·기술적 요인, 문화적 요인, 제도적 요인, 사회적 요인, 창조적 성과를 범주로 삼고 있다. 이 중에서 우리나라 R&D 성과지표는 과학적 요인 및 기술적 요인으로 집중적으로 구성돼 있으며 특히 문화적, 제도적, 사회적 요인에 대한 고려가 부족한 편이다. 이들 범주들에 대

한 추가적인 고려가 필요한 상황이며 이를 R&D 생태계 개념에 포함하여 고려하기로 한다. 국가 R&D 투자 및 성과평가는 우리나라의 혁신과정을 일부 담당하고 있다. 이렇듯 지속적 혁신에 의한 경쟁력 확보라는 관점에서 보면 국가 R&D 성과지표 프레임워크로 R. D' Aveni[3]의 혁신경쟁이론(Hypercompetition theory)을 적용할 수 있다. 이 이론에 의하면 변화속도가 빠른 시장에서 경쟁은 '누가 부단한 혁신을 지속하느냐의 경쟁'이다. 즉 한 번의 혁신 행위(Attack)는 성과(Exploitation)로 이어지나 이는 곧 경쟁자의 반격이나 모방(Counter Attack)에 의해 소멸되기 때문에, '혁신과정의 지속적인 반복'에 의해서만 지속적 경쟁우위를 지킬 수 있게 된다.



[Fig. 1] Seamless innovation cycle in Hypercompetition theory

한 국가의 전체 경제 차원, 개별 산업 차원 혹은 개별 기업의 기술 수준의 활용성과(Performance)는 혁신적 성과의 지속가능성(Sustainability of Innovative Performance)에 달려 있다[20]. 이 이슈에 대해 D'Aveni[3]는 혁신적 기술이 지속가능한 경제적 성과를 얻기 위한 조건을 혁신경쟁이론을 통해 제시하였다. 이 이론에서 경쟁우위(Competitive Superiority)는 혁신을 통해 확보된다. 그리고 경쟁우위를 통해 사회경제적(Socioeconomic) 성과를 얻기 위해서는 3가지 위험, 즉 기능결함 위험(Functional Risk, FR), 정치적 위험(Political Risk, PR), 아키텍처 위험(Architecture Risk)에 대처해야 한다.

기능결함 위험(FR)은 혁신을 일으키는 플랫폼 부재 시 발생하는 현상이다. 정치적 위험(PR)은 혁신을 성취하기에 적합한 거버넌스 구조 및 관련 정책 부재 시 발생한다. 아키텍처 위험은 산업별 생태계에 참여하는 기업(Players)들간의 조화로운 상호작용(Alignment) 부재 시 발생한다. 위 세 가지 위험 중에서 기능결함 위험과 아키텍처 위험은 R&D 측면에서는 생태계라는 플랫폼이 존재하느냐, 그리고 해당 생태계 안에서 R&D 참여자간의 조화로운 협력이 가능한지 여부와 관련되어 있다. 즉 두 가지 위험에 대처하기 위해서 국가혁신 및 R&D 생태계

가 강화되어야 한다.

기존의 성과평가를 개선하기 위해서는 본 연구에서는 우선 대분류 체계의 논리성을 갖추는 데 주력하였고 언급하였듯이 혁신경쟁이론(Hypercompetition Theory)의 틀을 따랐다. 아울러 R&D가 국가혁신시스템에서 중요한 역할을 수행한다는 것에 착안하여 연구기관의 R&D 활동결과인 지식영역과 이를 활용하는 시장영역간의 선순환 R&D 생태계 구조를 고려하였다. R&D 결과의 생성, 전파, 활용, 그리고 다시 새로운 R&D 수요 및 지원으로 돌아오는 과정을 단순화하여, 본 연구에서 제안하는 R&D 성과평가 대분류는 ‘R&D 성과 도출’, ‘R&D 성과 전파’, ‘R&D 환경 및 생태계 강화’로 설정하였다.

또한 혁신경쟁이론에 근거하여 국가 R&D 성과평가 정책의 단계별 개선 방향을 1단계 창조, 2단계 정치적 위험의 감소, 3단계 기능결함 위험의 감소, 4단계 Feedback 경로 구축으로 설정할 수 있다[Table 6]. 혁신경쟁이론에서는 끊임없는 혁신 행위가 경쟁적으로 발생함을 전제로 하고 있다. R&D에서는 이 과정을 기술개발 단계, 즉 창조 단계로 볼 수 있다. 2단계 정치적 위험의 감소는 R&D 정책을 결정하는 정부에서 전체 정책들을 결정하는 것이고 본 연구는 R&D 성과평가들을 제시하는 것이 목적이므로 2단계 개선 방향은 여기서는 고려에서 제외하기로 한다. 3단계 혁신경쟁이론의 기능결함 위험 및 아키텍처 위험 감소는 R&D 생태계 개혁과 관련돼 있으며, 4단계인 피드백 단계(3단계 성과 → 1단계로 재투입)는 R&D가 개별 단위로 단속적으로 이뤄지기 보다는 생태계로서 지속적으로 이뤄지기 위해 반드시 필요한 과정이다.

[Table 6] R&D performance evaluation framework

	Innovation mode	Innovation type	Performance measurement main category index
Step 1	Creation	Basic/original technology development	R&D output derived
Step 2	Political risk reduction	Industry market structure reform	
Step 3	Functional risk reduction (Architecture risk)	R&D env't & ecosystem reform	Transferring R&D output
Step 4	Feedback to step1 of step 3's output	Basic/original + growth/maturity technology development	Reinforcing R&D env't & ecosystem

이제 이들 각 단계별 개선방향을 성과지표와 연결시킬 수 있다. 우선 1단계 창조 부문은 제안 성과평가들의 첫 번째 대분류로서 ‘R&D 성과(Output) 도출’과 매칭시켰다. 아울러 R&D 활동을 국가혁신시스템의 주요구성인자로 보고 지식영역과 시장영역 그리고 이들 사이의 지식 전파 및 피드백 활동을 포괄하기 위해 제안 성과평가들의 두 번째 및 세 번째 대분류로서 ‘R&D 성과 전파’와 ‘R&D 환경 및 생태계 강화’를 매칭시켰다. 혁신경쟁이론에 근거하여 구축한 3단계 기능결함 위험의 감소와 4단계 Feedback 경로 구축이 성과평가들의 두 번째 및 세 번째 대분류와 중복적으로 매칭이 된다.

이렇듯 혁신경쟁이론과 R&D 생태계 구조 반영을 틀로 하여 대분류 성과지표를 구성하였고 하위 지표군을 포함한 전체적인 성과평가 지표군은 국내외 혁신·창조 지표를 반영하고 기존 국가 성과평가지표를 참조하여 구성하였고 다음 섹션에서 범주별로 우선순위를 구하였다. 구체적으로 제시된 성과 지표의 대분류와 중분류는 Table 7과 같으며 병기한 참고문헌에 근거하여 설정하였다. ‘R&D 성과 도출’의 중분류 중에서 ‘R&D 결과물 기술 내용 평가’ 부문이, ‘R&D 성과전파’의 중분류 중에서는 ‘정부·산학연 R&D 협업 활성화’ 지표가, 그리고 ‘R&D 환경 및 생태계 강화’의 중분류 중에서는 ‘R&D 국제협력 개방성 지표’가 기존 우리나라 성과지표 대비 대폭 보장되었다.

[Table 7] Suggested R&D performance index

Main Categories	Sub Categories	References
R&D Output derived	Knowledge/technology	Chen et al., 2009, Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIFP) 2013, Donga-Bain Creative Index (DBCI), 2013
	Technology assesment of R&D output	Chiesa 1996, Bremser and Barsky, 2004, Cozain, 2008, Huang et al. 2009
	Researcher upbringing	Innovation Union Scoreboard (IUS), Global Innovation Index (GII), Global Creative Index (GCI), Porter and Stern, 2001, Lee and Park, 2005, Chen et al., 2009
Transferring R&D Output	Utilization of knowledge/technology	Lee and Park, 2005, Hsu and Hsueh, 2009, Chen et al., 2009, Bornmann, 2012, MSIFP, 2013

Reinforcing R&D env't & ecosystem	Economic effect of commercialization	IUS, GI, Bowen et al., 2008, DBCI, 2013, MSIFP, 2013
	R&D cooperation activation among government and industry-academy	Porter and Stern, 2001, Cozain, 2008, National Science Board, 2012, Go, 2013, Bashir, 2013
	R&D infrastructure & competence enhancement	H.K. Creative Index (HCI), Porter and Stern, 2001, Hollanders and Cruysen, 2009, MSIFP, 2013
	Openness of R&D international collaboration	HCI, IUS, Euro Creative Index (ECI), Bowen et al., 2008, Lee, 2013
	Form R&D-friendly social culture	Bruno et al., 2008, MSIFP, 2013
	Acquire future industry competitiveness	Lee, 2013, DBCI, 2013, MSIFP, 2013
	Build sustainable social environment	Hue, 2003, Lane and Bertuzzi, 2010, Dindire, 2012, MSIFP, 2013

#### 4.2 실증분석

본 연구에서는 제안한 국가 R&D 성과평가 지표의 우선순위를 도출하기 위해 R&D 성과평가 전문가에게 설문문을 받아 AHP 분석을 실시하였다. AHP 분석은 다수 대안에 대하여 다면적인 평가기준과 다수 주체에 의한 의사결정의 모형화를 위해 설계된 방법으로서, 토마스 사티 (Thomas L. Saaty)에 의해 개발되었다[4]. 일관성 분석기준은 일관성 지수가 0.1 미만일 경우 매우 적합한 점점으로 보고 있으며, 0.1-0.2 사이의 일관성일 경우 수용할만한 점점으로 보고 있다[4]. 이에 근거하여 참여 전문가 42인 중 일관성 비율의 허용범위를 벗어나는 설문 5부를 제외한 37명의 설문을 대상으로 분석하였다. 분석 대상 설문조사 참여자의 구성은 Table 8과 같다.

[Table 8] Demographic characteristics of the respondents

	Spec.	Respondents	Percentage
Gender	Male	31	84
	Female	6	16
industry	Private	16	44
	Public	15	40
	Education	6	16
Job	R&D	13	35
	Research	10	27
	Others	14	38
Career	10 yrs more	15	41
	5 ~ 10 yrs	12	32
	5 yrs less	10	27
	All	37	

[Table 9] AHP analysis - Main Categories

Ranking	Main Categories	Weight	Consistency
1	Reinforcing R&D env't & ecosystem	0.4625	0.0143
2	R&D Output derived	0.3647	
3	Transferring R&D Output	0.1727	

부문간 일관성 분석 결과에서도 일관성의 기준인 0.1 이하로 나타나 일관성 기준을 통과하고 있다. 대분류 지표의 우선순위는 Table 9와 같이 나타났다.

대분류 지표의 가중치 분석 결과 'R&D 환경 및 생태계 강화'가 가장 높게 나타났으며, 이는 'R&D 성과 전파' 대비해서 2.7배 더 중요한 것으로 분석되었다.

하위 세분류 지표의 가중치 분석 결과는 Table 10과 같다. 'R&D 환경 및 생태계 강화'의 하위 항목에서는 '미래 산업경쟁력 확보'와 '지속가능한 사회 환경구축' 항목이, 'R&D 인프라 및 역량 증대', 'R&D 친화적 사회문화 형성', 'R&D 국제협력 개방성'보다 우선순위가 높게 나왔다.

'R&D 성과 도출'의 하위 항목별 가중치를 분석한 결과 '연구 인력 양성'이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 '지식·기술 연구물', 'R&D 결과물 기술 내용평가' 순으로 중요하다고 분석되었다. 특히 주목할만한 성과는 '지식·기술 연구물'보다 '연구 인력 양성'이 1.4배정도 더 중요한 평가 항목으로서 향후 핵심 정책과제로 도입될 필요성이 제기된다. 'R&D 성과 전파'의 하위 항목별 가중치를 분석한 결과 '사업화 경제효과'가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 '정부·산학연 R&D 협업 활성화', '지식·기술 자산 활용' 순으로 나타났다.

[Table 10] AHP analysis - Sub Categories

Main Categories	Ranking	Sub Categories	Weight	Consistency
Reinforcing R&D env't & ecosystem	1	Acquire future industry competitiveness	0.2974	0.0050
	2	Build sustainable social environment	0.2664	
	3	R&D infrastructure & competence enhancement	0.1773	
	4	Form R&D-friendly social culture	0.1311	
	5	Openness of R&D international collaboration	0.1276	
R&D Output derived	1	Researcher upbringing	0.4419	0.0004
	2	Knowledge/technology	0.3090	
	3	Technology assessment of R&D output	0.2489	
Transferring R&D Output	1	Economic effect of commercialization	0.4283	0.0000
	2	R&D cooperation activation among government and industry-academy	0.3069	
	3	Utilization of knowledge/technology	0.2647	

### 4.3 정책적 시사점

제안된 국가 R&D 성과지표의 대분류에서 'R&D 환경 및 생태계 강화'가 다른 요인보다 중요한 요인으로 꼽혔으며, 'R&D 성과 전파'가 가장 낮은 중요치를 보였다. 우리가 제안한 성과평가 프레임워크는 창조경제와 국가혁신생태계를 반영한 지표로서 원 설계 시 지식 영역과 시장 영역 그리고 이를 연계하는 영역의 기능 활성화를 고려하였다. 이러한 창조경제와 국가혁신생태계를 가장 잘 반영한 지표가 'R&D 환경 및 생태계 강화'였으며 이 지표가 가중치가 가장 높았다는 것은 의미심장하다. 다만 'R&D 성과 전파 부문'은 아직도 낮은 평가를 받고 있음을 알 수 있었다.

대분류 'R&D 환경 및 생태계 강화 디멘전'의 하위 세분류 디멘전에서는 '미래 산업경쟁력 확보'와 '지속가능한 사회환경 구축' 등 지표가 가중치가 높게 나왔는데 전자는 산업경쟁력과 직접 연관된다는 점에서 의미가 이해가 쉽나 이해가 가나, 후자는 단기 경제성장과는 관련이 없는 항목인데도 장기 지속적 성장을 위해 필요한 항목으로 R&D 평가 전문가들의 의견이 모아졌다는 점에서 의미가 있다. 따라서 향후 이 두 항목을 성과평가 시 주목할 필요가 있다.

아쉬운 점은 'R&D 친화적 사회문화 형성'과 'R&D 국제협력 개방성'이 낮은 가중치를 받은 것인데 이는 경제적 성과와 직접적인 관련이 떨어지는 요인일수록 아직은 우리 사회가 그 중요성을 적게 인식한다고 해석이 된다.

대분류인 'R&D 성과(Output) 도출'의 하위 세분류 중에서 '연구 인력 양성'이 가장 중요하게 평가되었다. 이 항목은 단기 성과보다 장기성장을 배출하는데 더 강점을 지닌 지표로서 R&D 평가업무 전담자들이 장기성장을 내는데 강점을 지닌 지표에 우선순위를 두었음을 알 수 있다. 마지막 대분류 'R&D 성과 전파'의 가중치는 다른 대분류 가중치보다 가장 적음을 염두에 두어야 한다. 대분류 'R&D 성과 전파'의 하위 세분류 중에서 '사업화 경제효과'와 '정부·산학연 R&D 협업 활성화'는 창조경제와 국가혁신시스템 생태계 상에서 강조된 개념으로 실증분석 결과도 이를 뒷받침하는 것으로 나왔다. 다만, '사업화 경제효과' 가중치가 타 항목보다 가중치가 높음에 반해, '정부·산학연 R&D 협업 활성화'는 타 항목보다 약간의 가중치 차이만 보이고 있음에 유의해야 한다.

### 5. 결론 및 제언

본 연구는 혁신경쟁이론을 바탕으로 혁신 및 R&D 생태계 개념에 주목하였고 이를 바탕으로 문헌연구 및 국내외 창조·혁신지표군을 참조하여 신규 국가 R&D 성과 지표군을 제안하였다. 또한 이를 AHP 실증 분석을 거쳐 지표별 우선순위를 제시하였다. R&D 성과지표군을 설계 시 이론적 관점을 마련하고 실증분석을 거쳤다는 점에서 동 연구의 이론적 그리고 실무적 의의가 있다 하겠다.

즉, 혁신경쟁이론에 의하면 국가 R&D 성과평가는 창조 단계, 기능결함 위험의 감소 단계, 피드백 단계로 나뉠 수 있는데 이를 확장하여 새로운 국가 R&D 성과평가 지표 구조를 확정하였다. 창조 단계는 성과평가 대분류 지표인 'R&D 성과(Output) 도출'로, 기능결함 위험의 감소 단계, 피드백 단계는 두 단계 모두 성과평가 대분류 지표인 'R&D 성과 전파' 및 'R&D 환경 및 생태계 강화'로 이어진다. 즉, 우리가 제안한 성과평가 프레임워크는 R&D 생태계 개념 활성화를 반영하였으며 분석 결과도 'R&D 환경 및 생태계 강화'가 다른 요인보다 중요한 요인으로 뽑혔다.

본 연구 결과를 활용하여 각 R&D 분야별로 세분화하여 성과측정을 실무적으로 수행할 수 있다. 아울러 R&D 1.0 시기 및 R&D 2.0 시기를 거쳐 발전하고 있는 우리나라 R&D 성과평가 체계를 개선하는데 본 연구결과가 도움이 되기를 바란다. 다만, 동 연구는 R&D 투자의 성과 측정 업무를 실무적으로 수행해 본 경험이 있는 실무 전문가의 의견을 주로 설문으로 반영하였다. 추후 학계의 의견을 추가반영하기 위해 동 연구를 확대발전시킬 여지가 있다 하겠다.

### References

- [1] National Science & Technology Council, National R&D output analysis and it's implication, 2009. 1.
- [2] National Science & Technology Council, The basic planning of the 2<sup>nd</sup> national R&D performance evaluation, 2011. 12.
- [3] R. D'Aveni, *Hypercompetition: Managing the dynamics of strategic management*, New York. 1994.
- [4] T. L. Saaty, *The Analytic Hierachy Process*, NY: Mcgraw-Hill, 1980.
- [5] Ministry of Science, ICT and Future Planning,

- Improvement of national R&D performance evaluation, 2013. 8
- [6] National Assembly Budget Office, Evaluation of national R&D project management, 2013. 7.
- [7] Korean Intellectual Property Office, Results of Government R&D patent performance in 2012, 2013.
- [8] G. W. Lee, H. B. Kim, I. H. Jang, "Diagnosis of government R&D output management & utilization system and its implication focused on researcher's perception survey", KISTEP Issue Paper, 2012
- [9] J. Lane & S. Bertuzzi, "The STAR METRICS project: current and future uses for S&E workforce data", *In Science of Science Measurement Workshop*, held Washington DC. 2010. 12.
- [10] <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>
- [11] H. Y. Lee & Y. T. Park, "An international comparison of R&D efficiency: DEA approach", *Asian Journal of Technology Innovation*, Vol. 13, No. 2, pp. 207-222. 2005.
- [12] B. P. Cozzarin, "Data and the measurement of R&D program impacts", *Evaluation and Program planning*, Vol. 31, No. 3, pp. 284-298. 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2008.03.004>
- [13] C. F. Chien, C. P. Chen & C. H. Chen, "Designing performance indices and a novel mechanism for evaluating government R&D projects", *Journal of Quality*, Vol. 16, No. 2, pp. 119. 2009.
- [14] L. Bornmann, "What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 64, No. 2, pp. 217-233. 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/asi.22803>
- [15] K. Pho, B. Ang & F. Bai, "A comparative analysis of R&D project evaluation methods", *R&M Management* Vol. 31, No. 1, pp. 63-75, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9310.00197>
- [16] M. E. Porter & S. Stern. "National innovative capacity", *The global competitiveness report*, pp. 102-118. 2002.
- [17] Y. M. Go, "Analysis of foreign creation index status and suggestion for developing domestic creation index", KISTEP Issue Paper, 2013.
- [18] R. Florida, *The Rise of the Creative Class: And How it's transforming work, leisure, community and everyday life*, New York: Perseus Book Group, 2002.
- [19] M. H. Lee, "Transition and task of the national innovation system for implementing creative economy", STEPI, 2013. 7.
- [20] R. Wiggins & T. W. Ruefli, "Schumpeter's ghost: is hypercompetition making the best of times shorter?", *Strategic Management Journal*, Vol. 26, pp. 887 - 911, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.492>

---

### 임 선 집(Sunjip Yim)

[정회원]



- 1996년 2월 : 연세대학교 대학원 경제학과 (경제학석사)
- 2004년 5월 ~ 2011년 2월 : 정보통신국제협력진흥원 팀장 한국인터넷진흥원 전문위원
- 2007년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 정보기술경영학과 박사과정

<관심분야>

R&D 및 성과지표, 소셜 웹, 정보 품질, 디지털 컨버전스

---

### 김 성 철(Sungcheol Kim)

[정회원]



- 2007년 2월 : 한양대학교 대학원 정보기술경영학과 (공학석사)
- 2012년 2월 : 한양대학교 대학원 정보기술경영학과 (공학박사)
- 2000년 2월 ~ 현재 : 삼성종합기술원

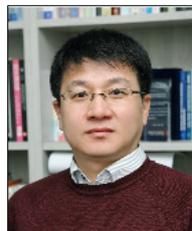
<관심분야>

혁신경영, 산업혁신정책, 기술경제, 기술사업화, 데이터마인

---

### 신 민 수(Minsoo Shin)

[정회원]



- 1988년 2월 : 한국과학기술원 경영정보시스템 (공학석사)
- 2003년 3월 : University of Cambridge 경영정보시스템 (경영학 박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한양대학 경영학과 교수

<관심분야>

디지털 컨버전스 비즈니스 모델 및 산업전략, 인터넷 산업분석