

임무중심형 종합평가에서 지질자원 분야 출연연구기관의 연구개발 우수성 평가지표 연구

안은영* · 김성용 · 이재욱

한국지질자원연구원 미래정책연구실

Research Evaluation Indicators for Government Supported Research Institutes on Geoscience and Mineral Resources in the New Korean Mission Oriented Evaluation System

Eun-Young Ahn*, Seong-Yong Kim and Jae-Wook Lee

Policy Research Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), Daejeon 34132, Korea

(Received: 13 July 2016 / Revised: 9 August 2016 / Accepted: 21 August 2016)

The Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) introduced its new Mission Oriented Evaluation System (MOES) for government affiliated research institutes and Government Supported Research Institutes (GSRI) on science and technology in 2013. The Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) is the first MOES applied Science and Technology (S&T) GSRI, that has research divisions focusing on geoscience and geological surveys, mineral resources extraction and utilization, petroleum extraction and marine mineral research, and geological applied and environment research. In applying the final evaluation of MOES on KIGAM, we found difficulty classifying the concepts of research excellence and risk (innovativeness) in guidelines of Research Evaluation Indicators (REIs) of MSIP. We have developed quantitative and qualitative indicators that can present research excellence and risk (innovativeness) through the KIGAM World Class Laboratory (WCL) strategy and related studies, innovative research and development guidelines of MSIP (2013a) and honorable R&D failure guidelines of MSIP (2013b). We have applied our developed REIs in KIGAM which handles basic research, applied and development research and public services. Therefore, our developed REIs can be effectively applied in every S&T GSRI.

Key words : Mission Oriented Evaluation, research and development, Government Supported Research Institute, Evaluation Indicator

미래창조과학부는 2013년부터 과학기술분야 출연연구기관 및 부처 직할 연구기관에 대해 임무중심형 평가를 도입하였다. 지질학의 기초과학 연구에서 자원개발 · 활용의 응용 · 개발연구, 지질 · 환경 · 자원정보 제공 및 지질박물관 운영 등의 공공서비스 제공을 수행하는 한국지질자원연구원은 2013년 과학기술분야 출연연구기관 처음으로 임무중심형 평가를 도입한 기관이다. 한국지질자원연구원의 종합평가를 위해 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)을 분석한 결과, 지침의 연구개발 성과 우수성 평가지표에서 질적 우수성과 도전성 · 혁신성을 구분하는 세부 방법론이 필요함을 알 수 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 과학기술 출연연구기관 임무중심형 종합평가에서 연구개발 성과의 우수성을 평가하기 위한 세부 지표를 제시하였다. 한국지질자원연구원의 세계수준연구실 국제성 평가지표, 미래창조과학부의 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인과 연구개발 제도전 기회제공을 위한 가이드라인을 활용하여, 연구결과의 질적우수성에서 양적 및 질적 평가지표, 목표도전성에서 연구개발 리스크 및 혁신

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided original work is properly cited.

*Corresponding author: eyahn@kigam.re.kr

성 지표를 제시하였다. 이러한 지표는 기초연구에서 응용·개발연구 및 공공서비스 제공을 하는 한국지질자원연구원에서 적용되었으므로, 이후 과학기술 출연연구기관 전반에도 적용가능할 것이다.

주요어 : 임무중심형 평가제도, 연구개발, 정부출연 연구기관, 성과지표

1. 서 론

미래창조과학부는 2013년부터 과학기술분야 출연연구기관 및 부처 직할 연구기관에 대해 임무중심형 평가를 도입하여 기관장 임기 중 달성해야 할 경영부문과 연구부문의 성과목표를 포함한 경영성과계획서를 수립하도록 하고 있다. 이미 구.산업기술연구회 소속 과학기술분야 출연연구기관의 경우 연구부문의 목표에 대해 2008-2009년의 2개년 성과목표기술서 및 2010-2012년 3개년 성과목표기술서를 작성하여 기관평가 시 달성도를 평가하고 있었다. 현재 임무형 평가제도와 다른 점은 성과목표기술서가 기관장의 경영목표와 연동되지 않았다는 점이다. 소관 출연연구기관에서는 기관장의 경영목표와 별도로 기관평가를 위한 성과목표기술서를 작성하고 있었으며, 임무형 평가제도 도입에 따라 기관평가에서 달성도 점검을 엄두하고 기관장의 취임 후 경영성과계획서를 즉시 작성해야 하는 것이 차이점이다.

지구과학 및 지질학 등의 기초과학 연구 뿐 만 아니라 지질자원정보 제공 및 시험·분석, 지질박물관 운영 등의 공공·기반분야 연구를 포함하는 출연연구기관인 한국지질자원연구원은 2013년 과학기술분야 출연연구기관 처음으로 기관평가와 연동한 경영성과계획서를 작성한 기관이다. 한국지질자원연구원에서는 이전 성과목표기술서의 작성 및 연구부문 2-3개년 기관평가, 경영성과계획서를 수립한 경험으로, 2015년도 미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)과 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침 작성을 위한 태스크 포스 팀(TFT)에 참가하여 평가지침의 적용가능성 위주로 조언하였다. 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a) 발표 이후, 국가과학기술연구회의 2016년도 국가과학기술연구회 소관연구기관 종합평가 편람 작성 시에도 기여한 바 있다. 그럼에도 불구하고 2015년 12월 과학기술분야 출연연구기관 처음으로 임무중심형 종합평가 지침을 적용하여 실적보고서를 작성하는 것에는 어려움이 있었다. 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)의 연구개발

성과의 우수성을 평가하기 위한 지표를 실제 적용하기 위해 세부 방법론이 필요함을 알 수 있었다. 본 연구에서는 한국지질자원연구원(KIGAM)의 적용 경험을 통해 과학기술분야 출연연구기관 임무중심형 평가 제도 하에서 연구개발 성과의 우수성을 평가하기 위한 지표를 제시하고자 한다.

2. 임무중심형 평가 제도

2.1. 과학기술분야 연구기관 평가 제도 및 평가지표

임무중심형 평가제도에서 과학기술 출연연구기관 평가는 경영성과계획서 작성, 중간평가, 최종평가로 이루어진다. 기관장 취임 후 경영성과계획서를 작성하여 미래창조과학부와 국가과학기술연구회의 검토를 거친 후 수성된 경영성과계획서를 연구회의 이사회에 상정하여 확정한다. 국가과학기술연구회는 성과목표와 성과지표의 적절성을 점검하며, 미래창조과학부 또한 질적 평가지표 중심 등의 과학기술정책 및 미래창조과학부의 지침의 반영 여부를 점검하여 수정의견을 보낸다. 이때 소관 부처 및 연구회의 점검 내용으로 성과목표·지표에 대해 객관적 자료를 활용한 측정 가능성과 도전성을 점검하도록 미래창조과학부의 임무중심형 기관평가 매뉴얼(MSIP, 2015b)에 제시되어 있으며, 한국지질자원연구원의 경우도 논문, 특허, 기술이전 등의 양적, 질적 특성을 반영한 정량목표에 대해서도 목표 수준을 점검받은 바 있다.

임무중심형 기관평가 제도에서 출연연구기관의 기관장 임기 중간에 경영성과계획서에 따른 경영실적만을 중간평가하며 일부 자율 경영부문과 연구부문의 경우 컨설팅을 실시한다. 그리고 기관장 임기 말에 경영성과계획서 상의 성과목표 달성정도 및 기관의 경영 및 연구성과에 대한 종합평가를 실시한다. 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)에서는 각 평가지표별 목표달성도와 함께 전문가 정성평가를 제시하고 있다. 전문가 정성평가 시에 적용하는 지표는 질적 우수성, 달성과정의 적절성, 도전성·혁신성이며 질적 우수성 판단 기준은 다음과 같다.

1) 기초·미래선도형 성과의 질적 우수성 판단 기준

- S등급 : 세계최초 또는 최고수준의 성과로, 새로운 분야를 개척하거나, 소관 분야의 문제해결 등에 기여할 수 있는 breakthrough형 지식 또는 기술
- A등급 : 국내 학문/기술적 수준을 한 단계 상승시킬 수 있는 지식 또는 기술
- B등급 : 기존 지식 또는 기술과 차별성이 있는 결과로 학문/기술발전에 어느 정도 기여할 것으로 예상되는 지식 또는 기술
- C등급 : 연구개발결과는 새롭지만 연구성과의 우수성을 증명할 수 있는 연구결과가 부족하여 학문/기술발전에 기여하기 힘든 지식 또는 기술
- D등급 : 기존 지식 또는 기술과 차별성이 없거나 답습한 수준의 지식 또는 기술

2) 목표 달성과정의 적절성 판단 기준

- S등급 : 성과목표가 계획대로 체계적으로 이루어졌으며, 목표 달성과정이 다른 기관의 모범이 될 만한 수준
- A등급 : 성과목표가 계획대로 이루어졌으며, 목표 달성과정이 효율적인 수준
- B등급 : 성과목표의 대부분이 계획에 맞추어 이루어졌으며, 목표 달성과정이 일반적인 수준
- C등급 : 성과목표의 상당 부분이 계획과 어긋나게 추진되었으며, 일부 목표 달성과정이 일반적인 수준
- D등급 : 성과목표가 계획과 달리 추진되었으며, 목표 달성과정이 미흡한 수준

3) 목표의 도전성·혁신성 판단 기준

- S등급 : 성과목표의 도전성과 혁신성이 세계적 수준 또는 새로운 분야를 개척할 수 있는 정도
- A등급 : 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구 단계를 뛰어넘는 정도
- B등급 : 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 해당 분야 연구의 발전에 어느 정도 기여할 정도
- C등급 : 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구 수준인 정도
- D등급 : 성과목표의 도전성과 혁신성이 기존 연구수준 보다 후퇴된 수준

* 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)에서 발췌

S~D 등급의 정성평가 결과는 목표달성도 점수와 합산된다. 따라서 목표달성도 평가 결과로 해당 목표를 100% 달성한 경우라도 정성평가가 배점이 낮을 수 있

며, 목표를 미달성한 경우라도 도전성이 높은 목표인 경우 정성평가로 높은 점수를 받을 수 있다.

2.2. 연구성과의 질적 우수성 평가지표 분석

미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)에서 전문가 정성평가의 '달성과정의 적절성'의 경우는 명확하기 때문에 본 연구에서 따로 분석하지 않는다. 한국지질자원연구원에서 2015년도 종합평가 실적보고서 작성 시의 경험으로는 연구성과의 질적 우수성과 목표·지표의 도전성·혁신성을 구분해서 제시하는 것이 어려웠다. 미래창조과학부 지침(MSIP, 2015a)에서 질적 우수성은 국제적 수준, 국내의 공인기관에 의한 평가·인증 결과, 정부 공식 발표자료 및 외부 지적사항 등을 고려한다고 하였다. 그리고 도전성·혁신성은 목표·지표가 세계적 수준 또는 새로운 분야를 개척할 수 있는 정도인지를 판단한다고 하였다. 따라서 지침의 정의에 따른 목표·지표의 도전성·혁신성의 제시를 위해서는 질적 우수성으로 국제적 수준 등의 지표들이 쓰이게 됨을 알 수 있다. 본 연구에서는 연구성과의 질적 우수성 지표를 중심으로 분석하며, 연구개발 목표·지표의 도전성·혁신성에 대해서는 고위험 연구개발 평가의 측면으로 따로 분석한다.

미래창조과학부 지침(MSIP, 2015a)의 기초·미래선도형 연구사업의 성과 질적 우수성 판단을 위한 전문가 정성평가 등급별 수준을 살펴보면, 먼저 연구결과와 신규성을 들 수 있다. OECD (2002)의 프라스카티 매뉴얼(Frascati Manual, KISTEP, 2014)의 연구개발 조사 표준지침은 연구개발을 '지식의 집적 향상 또는 새로운 응용 고안을 위한 집적된 지식의 사용 증가를 목적으로 체계적 토대 위에서 수행하는 창조적 작업'으로 정의하고 있다. 또한 제반 관련 활동들로부터 연구개발을 구분하는 기초적인 기준으로 상식적 수준의 지식이나 기술을 가진 사람들이 문제의 해결책을 쉽게 제시할 수 없는 경우로 '왈묵할 만큼 새로운 요소의 존재여부, 과학적 혹은 기술적 불확실성에 대한 해결책의 존재여부'를 들고 있다. OECD (2002), KISTEP (2014)는 연구개발을 다른 과학기술 활동 및 산업 활동과 구별하는 보조적 기준으로 다음과 같이 제시한 바 있다.

- 프로젝트의 목적은 무엇인가? (일반목적 자료수집은 연구개발에서 제외)
- 프로젝트에서 새롭고 혁신적인 것은 무엇인가?
- 이전에는 발견되지 않은 현상, 구조 또는 관계를

탐구하고 있는가?

- 지식 또는 기술을 새로운 방식으로 응용하고 있는가?
 - 프로젝트가 현상 및 관계, 여러 조직이 관심을 갖는 조작적 원리에 대한 새로운 (확대하거나 심화하는) 이해를 가져올 수 있는가?
 - 연구의 결과가 특허를 취득할 수 있을 것으로 예상되는가?
 - 어떤 연구진이 프로젝트에 참여하고 있는가? (박사급 연구원)
 - 어떤 방법이 가용되고 있는가?
 - 프로젝트가 어떤 프로그램의 재정적 지원을 받고 있는가?
 - 프로젝트의 결과물이나 성과가 얼마나 일반적인 수 있는가?
 - 프로젝트가 여타 과학기술 활동 또는 산업 활동으로 분류되는 것이 보다 자연스러운가?
- * KISTEP (2014)에서 OECD (2002)를 참고하여 일부 수정

OECD (2002), KISTEP (2014)에서는 1) 새롭고 혁신적인 것, 2) 이전에는 발견되지 않은 현상·구조·관계, 3) 지식 또는 기술을 새로운 방식으로 응용, 4) 조작적 원리에 대한 새로운 (확대하거나 심화하는) 이해를 연구개발 특징으로 제시하고 있다. OECD (2002), KISTEP (2014)에서는 특허 등록을 연구개발의 보조적 특징으로 제시하고 있으며 특허 등록 시 신규성은 필수 조건이다. 또한 OECD (2002)에서 연구개발의 특징으로 논문 게재를 제시하지 않았지만, 논문 게재 신청 시에도 다른 출판물에서 발표되지 않은 새로운 내용이어야 한다. 실제 임무중심형 종합평가 현장점검 시, 연구개발 수행 결과의 확인 뿐 만 아니라 해당 연구개발 수행 내용에 대한 논문 게재 및 특허 등록 실적을 확인한 바 있다.

미래창조과학부 지침(MSIP, 2015a)에서 S등급의 기준으로 세계최초 또는 최고수준을 제시하였다. 이는 단순히 연구개발의 신규성으로만 해석하기 힘든 것으로 세계수준과 비교한 연구개발 수준을 평가하는 것으로 볼 수 있다. 목표달성도 평가를 위한 성과지표에서 ‘선진국 대비 기술수준’이 표준 성과지표에 제시되어 있지만 한국지질자원연구원의 2013년도 경영성과계획서 작성 시에도 거의 활용되지 않았다. 과학기술 기획 및 정책 전문기관에서 실시하는 전문가 설문조사 등의 방법을 제외하고, 기관 차원에서 선진국 대비 기술수준에 대한 목표 설정 및 달성 증빙을 위해서는 해당 기

술의 특징(Spec.)이나 논문, 특허 등의 다른 지표를 활용해야 하기 때문이다. 하지만 정성평가 지표에서 연구개발의 세계최초 또는 최고수준에 대한 증명을 요구하여 해당 지표에 대한 연구가 필요하게 되었다. 많은 정부출연연구원이 세계수준의 연구기관(World Class Institute, WCI)을 위한 기관 비전을 제시하고 있으며, 한국지질자원연구원에서도 세계수준의 연구기관 도약을 위한 비전 및 세계수준의 연구개발 집단(World Class Laboratory, WCL) 육성전략을 수립한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 연구개발 성과의 질적 우수성 평가지표로 논문, 특허 등의 신규성을 기반으로 한 연구개발 결과물을 포함하는 세계수준의 연구성과 제시를 위한 평가지표에 대해 분석한다.

미래창조과학부 지침(MSIP, 2015a)의 질적 우수성 판단기준은 기초·미래선도형을 대상으로 제시되었지만 공공·인프라형 및 산업화형의 연구개발의 경우도 연구개발의 특성 상 논문 및 특허 등의 연구개발 성과물이 요구되고 있으므로 연구개발의 임무형에 대한 구분 없이 적용한다. 또한 연구기관, 연구원(개인), 연구사업 등 대상에 따른 평가지표 연구에 차이가 있을 수 있으나, 본 연구에서는 세계수준 연구기관 도약을 위한 연구사업의 우수성을 제시하는 평가지표 등을 포함하여 연구기관과 연구사업 평가지표를 혼재하여 사용한다.

3. 임무중심형 종합평가의 연구개발 성과 우수성 평가지표 개발

3.1. 연구개발 성과의 질적 우수성 평가지표 개발

앞서 제시한 바와 같이 출연연구기관 임무중심형 종합평가의 연구개발 성과의 질적 우수성 평가지표 개발을 위해 논문, 특허 등의 신규성을 기반으로 한 연구개발 결과물에 대한 분석과 세계수준의 연구성과 제시를 위한 평가지표에 대해 분석한다. 세계수준의 연구성과 제시를 위한 평가지표 연구를 위해 과학기술 분야 정부출연연구원의 세계수준 연구기관 전략을 분석한다.

교육과학기술부(현, 미래창조과학부) 및 한국연구재단에서 세계수준의 연구센터 사업이 실시되어, 2009년 세계수준의 연구센터 시범선정과 함께 2011년 한국과학기술연구원(KIST)의 연구센터 등을 세계수준의 연구센터로 선정한 바 있다. 세계수준 연구기관 전략의 기원은 COE(center of excellence)에서 찾을 수 있다. Moore and Birkinshaw (1998)와 같이 1990년대에 서비스기업을 대상으로 국제교류가 우수한 전문가 집단(center of excellence)의 육성 전략이 제시되기도

하였다. Sorensen *et al.* (2015)의 정리와 같이, 유럽 이사회(European Council)의 2000년 리스본 전략 중의 하나로 우수 전문가 집단(center of excellence) 육성전략이 제시된 바 있다(European Council, 2000). Tijssen (2003)에서 연구 수월성(research excellence)에 대한 스코어보드라는 종합적 요약표 시스템(systemic summary table)의 개념을 제시하기도 하였으며, Vertesy and Taratola (2012)는 41개 EU 국가를 대상으로 적용가능성을 분석하여 연구 수월성(research excellence) 지표들을 제시하였다. Vertesy and Taratola (2012)가 제시한 해당 지표는 1) 고인용 출판물(논문) 비중, 2) 상위 평가 대학 비중, 3) 특정 연구수탁 비중, 4) 국제 공저자 출판물 비중, 5) 활용 특허 숫자, 6) 산업 연계 공저자 출판물 숫자이다.

세계수준 대학(World Class University, WCU) 개념에서도 연구개발의 우수성을 고려한 것을 찾을 수 있다. Altbach (2004)는 세계수준 대학이라면 연구에서도 수월성(excellence in research)을 가져야 한다고 주장하였으며, 연구 수월성을 보일 수 있는 지표로 우수한 교수진, 기관경영, 재원 등을 제시하였다. 최근의 연구로 Filippo *et al.* (2015)에서 스페인에서 대학 연합을 통해 세계수준 대학을 육성하는 정책이 시행되고 있음을 알 수 있다. 국내에서도 대학 경쟁력 제고를 위해 세계수준의 연구중심대학 육성사업이 2008년도부터 교육과학기술부(현. 교육부)에서 추진된 바 있다. Cho *et al.* (2010)는 세계수준의 연구중심대학 육성사업 선정을 위해 상위 10% 저널 게재 논문수, 인당/편당 피인용회수, 편집위원 참여실적, 특허등록실적, 연구비 수주실적을 제시한 바 있다. Choi (2010)은 세계수준의 연구중심대학 평가에서 각 분야별 펠로우십(fellowship) 획득 여부, 유명 학술지 편집위원(editor)로 참여한 경력의 중요성을 제시하기도 하였다.

한국지질자원연구원도 2003년 기관평가에서 자율적 특성화 평가지표 제시 이후 2008년, 2010년 성과목표 기술서로 연구사업 평가를 위해 산출, 결과, 효과(output, outcome, impact) 지표를 제시하였다. 이때 총 국내외 논문 및 SCI 논문 건수, 영향력지수(Impact Factor, IF), 특허출원/등록건수 등의 연구산출물 관련 지표와 함께 기술수준향상도, 국가기술경쟁력 제고 지표를 제시하였다. 연구산출물 관련 지표는 단순히 논문 및 특허 건수 등의 정량목표를 제시하는 수준이었으며 기술수준향상도, 국가기술경쟁력 제고 지표는 정량화 목표를 제시하는 데에도 어려움이 있었다. 2013년에 새로운 임무중심형 평가 제도 도입으로 해당 지

침에 따라 미래창조과학부(2014)의 국가연구개발사업 표준 성과지표를 활용하여 질적 지표를 중심으로 평가 지표를 다시 설정한 바 있다. 이때 논문의 경우 Heo *et al.* (2008)이 제시한 표준화된 순위보정 영향력 지수(Modified Rank Normalized Impact Factor, Modified rniIF, mrnIF)를 적용하여 상위 20% 수준의 논문 목표를 설정하였다. 그리고 특허의 경우 한국발명진흥회의 특허분석평가시스템(SMART)의 등급 지표를 적용하였다. 앞서 제시한 바와 같이 기술적 성과의 선진국 대비 기술수준 지표는 이용하지 않았으며, 개발기술 성능목표 달성도로 해당 기술의 특징(Spec.)이나 기술개발단계(Technology Readiness Level, TRL)를 적용하였다.

Ahn (2012)은 2011년 구.산업기술연구회 소관 정부 출연연구원의 세계수준 연구실 육성을 위한 전략을 분석한 바 있다. 세계일류 연구개발 집단의 선정에서 논문, 특허, 기술료 등 연구성과물로 선정 기준을 제시한 연구기관이 있는 반면 연구목적의 적절성, 기술 선도 가능성, 파급효과 등의 연구성과물 외 전략적인 지표만을 제시하는 경우도 있었다. Lee (2013)과 같이 한국지질자원연구원에서는 기존의 한국지질자원연구원 세계수준 연구실 후보실에 대해 국외전문가 평가를 2013년 시행하였으며 SCI논문 및 특허 등의 연구개발 결과물에 대한 평가 외에 질적 연구수준 평가를 실시(2013년 7월) 하였다. 질적 평가를 고려한 국외전문가의 평가항목은 1) 평가 대상 실/팀 보유기술의 국가/기관 발전에 대한 공헌 및 기여 가능성, 2) 연구성과물 실적(논문, 특허, 기술료) 및 그 외 자료의 국제성, 3) 평가 대상 연구실/팀 보유 기술수준(A : 세계최고수준, B : 세계일류(Top 5 국가) 수준, C : 국제 수준(Top 10 국가), D : 국제 수준(Top 10 국가)에 미흡)이었다. 이러한 A등급에서 D등급까지의 기술수준에 대한 정의는 미래창조과학부(2015)의 기초·미래선도형 성과 질적 우수성 판단 기준과 차이가 있지만, 상위 1, 2등급의 정의는 비슷할 것으로 보여진다.

Lee (2012)은 기존 연구내용 및 한국지질자원연구원 내부 면담조사로 세계수준 연구실 선정평가 지표를 제시하고, 한국지질자원연구원 내부 대상 설문조사 통해 해당 지표의 적절성을 평가하였다. 설문조사를 통한 세계수준 연구실 지표에 대한 적절성 평가결과는 다음과 같다.

- 1) 해당 연구분야 세계 최고 권위 학술지 논문 게재 실적 (부적합 응답 3.6%)
- 2) 지배적인 SCI급 국제 논문점유율 (부적합 응답 7.1%)

- 3) 지배적인 국제 특허점유율 (부적합 응답 8.9%)
- 4) 대규모 기술수출 (부적합 응답 12.5%)
- 5) 국제 유상 기술자문 수행 (부적합 응답 12.5%)
- 6) 외국/국제 수탁연구 수행(계약액) (부적합 응답 14.3%)
- 7) 국제경쟁에서 세계적 기관과의 경쟁 성과 (부적합 응답 14.3%)
- 8) 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보 (부적합 응답 19.6%)
- 9) 세계적 연구거점으로 국제 교류 및 연구자 유동성 활발 (부적합 응답 16.1%)
- 10) 세계적 연구시설 · 장비 확보 등 기타 증빙할 수 있는 자료 (부적합 응답 26.8%)

* 출처 : Lee (2012)

2012년도 한국지질자원연구원의 세계수준 연구실 선정평가 시 해당 연구분야 세계 최고 권위 학술지 논문(높은 피인용지수 논문) 게재 실적으로 구체화하였으며, 설문조사 결과를 반영하여 세계적 연구시설 · 장비 확보 항목을 삭제하였다. 그리고 선정평가 시행 후 국제 학술지 에디터 실적 및 최고수준 연구자로 인한 교육 훈련 등은 세계적 연구거점으로 국제 교류 및 연구자 유동성 활발 지표와 중복되어 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보 항목을 삭제하였다. 이후 2015년 12월 한국지질자원연구원의 종합평가 실적보고서 작성을 위해 세계수준 연구실 선정 평가지표를 활용한 ‘성과의 질적 우수성’ 지표를 제시하였다. 1) 해당 연구분야 세계 최고 권위 학술지 논문(높은 피인용지수 논문) 게재 실적, 2) 지배적인 SCI급 국제 논문점유율, 3) 지배적인 국제 특허점유율, 7) 국제경쟁에서 세계적 기관과의 경쟁 성과 지표는 그대로 활용하였으며 4) 대규모 기술수출, 5) 국제 유상 기술자문 수행은 ‘국외 기술이전, 국외 유/무상 기술자문’으로 완화하여 제시하였다. 이는 높은 피인용지수 논문의 질적 지표와 SCI논문/특허 점유율, 국외 기술이전자문 등의 양적 지표가 섞여 있으며, 국외 기관과 직접 비교한 실적을 제시하도록 하지는 않았다.

세계수준 연구실 선정 평가지표에서 나머지 6) 외국/국제 수탁연구 수행, 9) 세계적 연구거점으로 국제 교류 및 연구자 유동성 활발 지표는 달성과정 적절성 지표로 사용 가능하다. 그리고 8) 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보, 10) 세계적 연구시설 · 장비 확보 등은 제시한 성과지표 외의 기타 성과로 제시하게 하였다.

3.2. 고위험 연구개발 평가지표 개발

앞서 제시한 OECD (2002)의 연구개발에 대한 정의와 기준과 같이 창조적 작업인 연구개발에는 새롭고 혁신적인 것을 도출해야 하므로, Raz *et al.* (2002), Wang (2010)과 같이 연구개발에 대한 리스크 관리(risk management)에 대한 연구가 있었다. 국내의 연구개발의 실태에 대해서는 관계부처협동의 국가 연구개발 사업 도전성 강화방안(IGO, 2012)에서 국가 R&D의 높은 성공률을 지적한 바 있으며, Kim (2014) 또한 미국의 정부 지원 연구개발혁신 성공률이 10% 수준인데 반해 우리나라는 R&D 성공률이 2008년 93%, 2012년 94%이며 국가 R&D의 경우 2011년 성공률이 98%임을 제시하였다. 관계부처협동의 국가 연구개발 사업 도전성 강화방안(IGO, 2012)에서는 구지식경제부 2010년 97%, 중소기업청 2008년 92.9%의 국가 R&D 성공률은 성공가능성이 높은 안전한 연구목표를 세워 연구과제를 신청하고 온정적으로 평가하는 행태 등에 기인한 것으로 보았다. 따라서 미래창조과학부의 가이드라인(MSIP, 2013b)은 추격형(Fast Follower)에서 선도형(First Mover) 연구개발로의 패러다임 전환을 위해 국가 R&D의 도전성을 강화할 필요를 제시하고 도전적 R&D의 개념 및 적용범위, 운영방식 등에 대해 제시하였다.

관계부처협동의 국가 연구개발 사업 도전성 강화방안(IGO, 2012)의 도전적 R&D는 세계 최고 또는 세계 최고 수준을 지향하여 혁신적 도약을 이끌 수 있는 연구개발로 정의하였다. 그리고 도전적 R&D의 적용범위를 국가 R&D 중 혁신도약형 R&D 사업으로 지정한 사업으로 하였다. 미래창조과학부의 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인(MSIP, 2013b)에서 혁신도약형 R&D 사업은 패러다임 전환, 새로운 시장 창출 등 과학기술 혁신으로 연결될 수 있는 도전적, 창의적 연구과제로 정의하였다.

미래창조과학부의 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인(MSIP, 2013b)에서 연구과제의 도전성 평가 지표로는 1) 해당 연구의 과학적, 기술적 난이도 및 해결 방법, 2) 연구 성공 시 해당분야 기술 수준 향상 정도, 3) 부분 성공 또는 실패할 경우 해당 분야 및 연구자에 대한 긍정적 효과, 4) 연구결과의 사회적 문제해결에 기여도, 5) 연구결과의 해당 분야 연구 범위 확장을 제시하였다. 앞서 도전적 R&D의 개념에서도 알 수 있듯이, 혁신적 도약의 개념을 연구사회에 대한 긍정적 효과, 사회적 문제해결에 기여 등의 연구개발의 시도로 인한 효과로 제시하는 경우가 있다. 임무형

종합평가에서는 기관장 임기 3년 동안의 연구성과를 평가하므로 그 이전의 연구결과로 인한 효과나 현재 연구수행 이후에 발생할 효과를 계량화하여 제시하기에 어려움이 있다. 따라서 이러한 연구개발의 효과 부분은 ‘목표의 도전성·혁신성’ 지표로 제시하기 곤란하다. 또한 ‘과학적, 기술적 난이도’의 경우 계량화하기 힘든 지표로 임무형 종합평가에서 ‘목표의 도전성·혁신성’ 평가지표로 제시하기 어려웠다.

미래창조과학부의 가이드라인(MSIP, 2013b)에서 혁신도약형 R&D 사업의 선정 시 창의성 평가 지표는 ‘기존의 연구와 비교한 혁신성 및 접근방법의 신규성’으로 보았으며, 사업평가에 대한 지표로 혁신적 연구성과의 도출여부, 사업운영의 유연성, 성실수행 및 제도전 이행도로 제시하였다. 하지만 혁신적 연구성과 평가의 주요내용으로 대표 연구성과의 질적 우수성을 제시하여 해당 평가지표로 기술가치 평가액, 수입대체액/국산화율, 논문게재 학술지의 영향력 지수로 제시하였다. 이는 현재 임무형 평가에서 연구의 혁신성과 질적 우수성을 구분한 것과 차이가 있어 적용하기 어려웠다.

기존에 제시한 도전적 R&D, 혁신도약형 R&D의 개념은 연구의 고위험성 뿐만 아니라, Lee *et al.* (2013)의 평가지표 구분 기준과 같이 과학적 진보성, 문제의 중요성 또한 담고 있다. 과학적 진보성은 앞서 질적 우수성에서 제시한 것과 같이 연구개발이 가져야 할 특징인 신규성으로 볼 수 있다. 문제의 중요성은 연구개발이 실패한 경우 중점적으로 제시할 수 있으나, 이미 성과목표로 설정 시 전반적으로 고려된 내용으로 성공한 연구개발의 경우 도전성·혁신성의 지표로 제시하기 어려움이 있다. 따라서 연구개발의 고위험성을 제시하는 것이 해당 지표에서 중요할 것으로 보여진다. Cho (2013)는 고위험 R&D의 개념을 제시하여, 도전적이고 모험적이며, 위험도는 높지만 창조적이고 급진적이며 기존의 연구방법 및 체계에 국한되지 않는 혁신적인 R&D로 제시한 바 있다. Cho (2013)의 경우, 연구개발의 고위험성을 ‘현재 국내 기술의 상대수준 및 선진국과의 기술격차 기간 등을 고려한 기술개발 역량’으로 제시하여 평가지표로 활용하기 어려웠다.

이와 달리 미래창조과학부의 연구개발 제도전 기회 제공을 위한 가이드라인(MSIP, 2013a)에서 제시한 미국연구소(NCI)의 사례를 보면 1) 연구방법 적절성 평가지표로 해당 분야 새로운 개념, 접근법, 연구방법, 도구, 기술 사용 여부, 2) 연구결과 우수성 평가지표로 기존 패러다임에 도전, 그 분야 진보를 위해 혁신적 가설이나 결정적 장애물 도출을 제시하여 성실수행 평

가를 실시한다고 하였다. 따라서 미국연구소(NCI)의 성실수행 지표를 ‘목표의 도전성·혁신성’ 평가지표로 제시하며, 미래창조과학부의 가이드라인(MSIP, 2013a)의 연구목표의 도전성과 외부요인으로 인한 목표달성 실패 지표 또한 제시할 수 있다. 미래창조과학부의 가이드라인(MSIP, 2013a)은 연구과정의 성실성 평가지표로 당초 연구목표가 리스크를 감안하고 도전적으로 설정되어 실패의 가능성이 있고, 시장의 미성숙/환경변화/결과활용의 불투명성/정부정책 변화 등 외적인 요인의 존재를 제시하고 있다. 임무형 종합평가에서 ‘목표의 도전성·혁신성’ 평가지표로 앞서 제시한 ‘당초 연구목표가 리스크를 감안하고 도전적으로 설정되어 실패의 가능성이 있었음’의 경우 적절한 지표이며 외부요인으로 인한 목표달성 실패의 경우 ‘목표를 달성하는 데 많은 연구인력 및 장비, 인프라, 관련 법·제도 등이 요구되어 환경적 어려움이 있었음’으로 수정하여 적용할 수 있다.

3.3. 연구개발 성과 우수성 평가지표 개발 및 적용

앞서 2장의 ‘연구성과의 질적 우수성 평가지표 분석’에서 연구개발 목표·지표의 도전성·혁신성에 대해서는 고위험 연구개발 평가로 구분하여 분석할 것임을 제시하였다. OECD (2002)의 연구개발 조사 표준지침으로 연구결과의 신규성, 세계적 수준과 비교한 연구개발 수준이 필요한 것을 도출하였으며, 한국지질자원 연구원의 세계수준의 연구기관 전략을 분석할 것을 제시한 바 있다. 3장에서 세계수준 연구기관/대학 및 한국지질자원연구원의 사례 분석을 실시하였다. 한국지질자원연구원의 세계수준 연구실 선정평가 지표의 일부를 임무형 종합평가의 ‘연구개발 성과의 질적 우수성’ 항목으로 적용하였다. ‘고위험 연구개발 평가지표 개발’에서 연구개발에 대한 리스크 관리와 국가 연구개발 사업 도전성 강화방안, 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인을 분석하였다. 미래창조과학부의 혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인(MSIP, 2013b)의 연구과제 도전성 평가 지표 및 연구개발 제도전 기회제공을 위한 가이드라인의 미국연구소(NCI)의 사례를 활용하여 임무형 종합평가에서 ‘목표의 도전성·혁신성’ 평가지표로 제시하였다.

앞서 제시한 바와 같이 임무중심형 종합평가 전문가 정성평가를 위한 질적 우수성과 도전성·혁신성에 대한 평가지표를 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 질적 우수성에 대한 평가지표

- 해당 연구분야 세계 최고 권위 학술지 논문(높은

- 피인용지수 논문) 게재 실적
- 지배적인 SCI급 국제 논문점유율
 - 지배적인 국제 특허점유율
 - 국외 기술이전, 국외 유/무상 기술자문
 - 국제경쟁에서 세계적 기관과의 경쟁 성과
- 2) 도전성 · 혁신성에 대한 평가지표
- 당초 연구목표가 리스크를 감안하고 도전적으로 설정되어 실패의 가능성이 있었음
 - 목표를 달성하는 데 많은 연구인력 및 장비, 인프라, 관련 법 · 제도 등이 요구되어 환경적 어려움이 있었음
 - 해당 분야 새로운 개념, 접근법, 연구방법, 도구, 기술 사용
 - 기존 패러다임에 도전, 그 분야 진보를 위해 혁신적 가설이나 결정적 장애물 도출

실제 2015년 임무형 종합평가에서 해당 지표를 적용한 결과, 목표도전성 지표나 질적 우수성의 단순 정량, 정성 실적의 경우 해당 연구책임자가 직접 작성가능하나 질적 우수성 지표의 SCI 논문 및 특허점유율의 경우 연구책임자가 직접 자료를 생산하는 것이 어려웠다. 해당 연구책임자가 논문, 특허 동향조사는 실시하고 있었으나, 해당 평가기간 내에 다른 지표에 대한 기술에 집중하여 논문, 특허의 점유율을 제시하려는 여력이 부족하였다. 따라서 높은 논문, 특허 점유율이 예상되는 과제의 경우 정책 연구자가 직접 자료를 생산하는 것도 필요할 것으로 보인다. 또한 현장평가 및 종합평가의 결과에서 NSC(Nature, Science, Cell)로 제시되는 세계 최고 권위 학술지에 게재된 경우는 평가자가 해당 과제의 우수성에 동의하는 것으로 보였다.

‘목표의 도전성 · 혁신성’ 평가지표로 당초 연구목표가 리스크를 감안하고 도전적으로 설정되어 있었으며, 그에 따라 실패의 가능성이 있었다는 항목의 경우 종합평가의 정성평가를 위한 자료로 적절하게 사용되었다. ‘목표의 도전성 · 혁신성’ 지표인 목표를 달성하는 데 많은 연구인력 및 장비, 인프라, 관련 법 · 제도 등이 요구되어 환경적 어려움이 있었다는 항목은 아직 적용하지 않은 것으로 보였다. 많은 경영성과계획서의 성과목표들은 주요사업이나 이미 확보한 수탁사업을 대상으로 작성되어, 이 항목은 이후 실용화 단계 연구사업이나 새로운 수탁사업을 위한 지표로 사용가능할 것으로 보였다. 한국지질자원연구원의 세계수준 연구실 선정 평가지표에서 ‘성과의 질적 우수성’ 지표로 사용하지 않고 ‘달성과정 적절성’ 지표로 제시했던 외국/국

제 수탁연구 수행이나 세계적 연구거점으로 국제 교류 및 연구자 유동성 활발 지표는 국제성이 활발한 일부 연구사업에서 사용되어 정성평가를 위한 특이 사항으로 실적보고서에 제시되었다. 그리고 제시한 성과지표 외의 기타 성과로 제시한 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보, 세계적 연구시설 · 장비 확보 등은 실적보고서의 분량 제한으로 활용되지 못한 것으로 보였다.

4. 결 론

임무형 평가제도에서는 기관장의 경영성과계획서 작성 시 표준 성과지표를 활용하여 질적 지표를 중심으로 평가지표를 설정하도록 되어 있어, 이미 성과목표별 평가지표가 영향력 지수를 고려한 논문, 특허 등급을 고려한 특허, 기술이전 등의 목표가 설정되어 있다. 기관장 임기 종료 이전의 종합평가에서는 이러한 성과목표별 평가지표의 목표달성도 평가와 함께 정성평가를 실시하여, 해당 목표를 달성한 경우라도 목표치를 점검하여 도전성이 부족한 경우 전체 배점을 주지 않으며, 목표를 미달성한 경우라도 도전성이 높은 목표인 경우 일정 점수를 주게 하고 있다. 미래창조과학부의 과기분야 출연연구기관 임무중심형 종합평가 지침(MSIP, 2015a)은 정성평가의 질적 우수성 지표를 연구개발 내용의 신규성 및 학문/기술발전 효과로 5등급으로 구분하고 있으며, 목표의 도전성 · 혁신성의 경우 또한 ‘기존 해당분야 연구의 발전에 어느 정도 기여’하는 정도를 기준으로 5등급으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 연구성과의 질적 우수성 지표를 중심으로 분석하며, 연구개발 목표 · 지표의 도전성 · 혁신성에 대해서는 고위험 연구개발 성과 평가의 측면으로 따로 분석하였다. 그 결과 질적 우수성에서 양적 및 질적 연구성과물을 통한 평가지표, 목표도전성에서 연구개발 리스크 및 혁신성(연구방법/결과) 지표를 제시하였다. 이는 한국지질자원연구원을 대상으로 개발한 평가지표지만, 한국지질자원연구원은 기초연구에서 응용 · 개발 연구 및 공공서비스 제공을 하는 연구기관으로 해당 지표는 임무중심형 평가를 받는 타 과학기술 출연연구기관에도 적용가능할 것이다.

미래창조과학부의 임무중심형 기관평가 매뉴얼(MSIP, 2015b)에는 경영성과계획서의 부처 · 연구회 점검 내용으로 ‘세계적 기관으로 발전하기 위한 비전 및 목표 설정’이 제시되어 있다. 연구부문의 정성평가 시 목표의 도전성 · 혁신성의 S등급이 세계적 수준이며 기초 · 미래선도형 성과 질적 우수성의 S등급 또한 세계

최초 또는 최고수준이다. 출연연구기관의 세계적 수준 연구에 대한 정책연구자의 관심이 필요하다. 또한 과학기술 연구자의 경우도 단순히 연구개발 성능목표 달성 뿐 만 아니라 외부 인정을 위한 논문 발표 등 대외노력이 필요하다. 종합평가의 현장평가 시, 평가자는 단순히 연구보고서로 발간한 연구결과보다는 우수 논문, 국내의 특허, 기술이전(활용)으로 인정받은 결과를 살펴보고길 원하고 있었다. 미래창조과학부 등 관련 정책 기관 또한 연구개발 성과의 우수성을 평가하기 위한 지속적인 연구가 실시되어야 할 것이다.

사 사

이 논문은 한국지질자원연구원 주요연구사업 ‘기술 선도를 위한 통합적 관점의 미래사회 및 기술정책 연구(GP2015-039)’에 의해 지원되었습니다.

References

- Ahn, E.Y. (2012) R&D Excellence Promoting Policies and Public R&D Evaluation Index, Proceedings of Korea Technology Innovation Society, p.179-192.
- Altbach, P.G. (2004) The Costs and Benefits of World-Class Universities, *Academe*, v.90, n.1, p.20-23.
- Cho, I.G. (2013) Promoting Policies for High Risk R&D, KEIT PD Issue report, v.13, n.3, p.97-122.
- Cho, Y.D. (2013) Qualitative outcome index for different R&D goals and its application, First public hearing document for improvement of R&D outcome evaluation method, MSIP/KISTEP, p.23-34.
- Cho, Y.H., Woo, J.P. and Song, C.H. (2010) Practical analysis of developed bibliometric indicators for evaluation of national R&D programs-case study of World Class University program-, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, v.13, n.3, p.494-512.
- Choi, J.W. (2010) Study on the Evaluation Schemes and Promoting Policies for the Progression of the World Class University Program, Korea Research Foundation, 144p.
- European Council (2000) Action for Centres of Excellence with a European Dimension, Lisbon: European Council, 5p.
- Filippo, D.D., Casani, F. and Sanz-Casado, E. (2015) University excellence initiatives in Spain, a possible strategy for optimising resources and improving local performance, *Technological Forecasting and Social Change*, In Press.
- Heo, J.E., Kim, H.D., Cho, Y.D., Cho, S.M. and Cho, S.R. (2008) Developing Bibliometric Indicators for Analysis & Evaluation of National R&D Programs, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, v.11, n.3, p.376-399.
- Inter-Governmental Organization of Related Ministry of South Korea (IGO) (2012) Challenge Promoting Policies for Governmental R&D Projects, 13p.
- Kim, S.Y. (2014) Evaluation Policies for Challenge and Creativeness of Governmental R&D, presentation for 15th KISTEP Wednesday Forum, 54p.
- Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP) (2014) Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, Korean Translation of OECD (2002), 282p.
- Lee, J.W. (2012) Strategy for Enhancing Core Competency of Geo-Technology: report of the first research year, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), 166p.
- Lee, J.W. (2013) Strategy for Enhancing Core Competency of Geo-Technology: report of the second research year, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), 136p.
- Lee, M.H., Song, G.M. and Lee, H.J. (2013) Improving Basic Research Support and Management System to Induce Creative Research Outcome, Science and Technology Research Institute (STEPI), 169p.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) (2013a) Honorable R&D failure guidelines, 13p.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) (2013b) Innovative R&D guidelines, 42p.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) (2014) Standard Evaluation Index for Governmental R&D Projects, 108p.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) (2015a) Mission Oriented Final Evaluation guidelines for Government Supported Research Institute (GSRI) on science and technology, 24p.
- Ministry of Science, ICT and Future Planning (MSIP) (2015b) Mission Oriented Institute Evaluation Manual, p.105.
- Moore, K. and Birkinshaw, J. (1998) Managing Knowledge in Global Service Firms: Centers of Excellence, *Academy of Management Executive*, v.12, n.4, p.81-92.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2002) Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, OECD, 255p.
- Raz T., Shenhar, A. J. and Dvir D. (2002) Risk Management, Project Success, and Technological Uncertainty, *R&D Management*, v.32, n.2, p.101-109.
- Sorensen, M.P., Bloch, C. and Young M. (2015) Excellence in the knowledge-based economy: from scientific to research excellence, *European Journal of Higher Education*, v.6, n.3, p.217-236.
- Tijssen, R. (2003) Scoreboards of research excellence, *Research Evaluation*, v.12, n.2, p.91-103.
- Vertesy, D. and Taratola, S. (2012) Composite indicators of research excellence, WP3 Deliverable, Project ERA_MONITORING, European Council, 60p.
- Wang, J., Lin, W. and Huang, Y.H. (2010) A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects, *Technovation*, v.30, n.11-12, p.601-611.