

공공기술 분야 연구 수월성 확보 전략 및 평가지표 연구

안은영*

I. 서론

조우현 외(2010)는 세계수준의 연구중심대학(World Class University, WCU) 육성사업을 중심으로 신규 계량지표 개발 및 동료평가(peer review)와의 상관관계에 대한 연구를 수행한 바 있다. 조우현 외(2010)는 기존의 SCI논문 관련 지표인 SCI논문수, 피인용수(Citation), 영향력 지수와 특허등록 건수를 쓰는 것에서 새롭게 우수성 지표로 상위 10% 저널 게재 논문수, 인당 피인용수, 편당 피인용수, 편집위원 참여실적, 특허등록실적, 연구비수주실적을 제시하였다. 그리고 이공계 분야의 경우 동료평가와 신규 계량지표의 평가결과가 상관성이 높음을 나타내었다. 세계수준의 연구중심대학(WCU)과 같이 정부는 우리나라의 글로벌 경쟁력 제고를 위해 세계수준 연구기관 도약을 위한 과학기술 분야 정부출연연구원의 노력을 요구하고 있다. 많은 정부출연연구원이 세계수준의 연구기관(World Class Institute, WCI)을 위한 기관 비전을 제시하고 있으며, 성과평가에서 연구개발의 수월성(excellence)을 제시하는 것이 정부출연연구원의 중요한 과제이다. KIGAM(한국지질자원연구원)도 2003년 기관평가에서 자율적 특성화 평가지표 제시 이후 2008년, 2010년 성과목표기술서로 연구사업 평가를 위해 산출, 결과, 효과(output, outcome, impact) 지표를 제시하고 있으며 2009년, 2012년 상위기관인 연구회에 의해 평가받고 있다. 본 연구는 공공기술 분야의 연구개발 수월성 확보를 위한 전략 및 공공 연구기관의 세계수준의 연구개발 집단(WCL, WCD) 육성 전략을 분석하고, 지질자원 분야 사례 분석 및 논문 분석을 통해 공공기술 분야 연구 수월성을 제시할 수 있는 평가지표에 대한 제언을 하고자 한다.

II. 본론

1. 세계수준 연구개발 집단 육성 전략

1) 공공 연구기관 연구 수월성 확보 전략 현황

글로벌 경쟁력 제고를 위해 2008년도부터 교육과학기술부에서 세계수준의 연구중심대학(WCU) 육성사업을 실시하고 있으며 같은 기조로 정부출연연구원에 대해서도 세계수준의 연구기관(WCI) 도약을 위한 전략과 노력을 요구하고 있다. 교육과학기술부/한국연구재단에서 WCI 유치·운영기관 공모를 실시하고 있으며 2011년 한국과학기술연구원의 '기능 커넥토믹스 센터', 한국생명공학연구원의 'Kinomics 기반 항암 연구센터', 국가핵융합연구소의 '핵융합 이론 센터', 한국원자력연구원의 '양자빔기반 방사선 연구 센터' 등 4개 센터를 운영하고 있다. 2009년 시범 선정된 3개 WCI에 대한 중간평가를 2011년 실시하였으며 그 결과 3개 WCI 센터는 세계적인 학술지인 Nature(자매지 포함) 및 Science 6편을 포함하여 세계 수준의 SCI저널에 총 69편의 논문을 게재하였고, 총 9건의 특허도 출원하는 등 우수한 성과를 도출한 것으로 발표하였다. 해외석학 유치로, 세계적인 연구기관인 미국 Harvard Medical School, MIT, NIH 및 독일 Max-Planck 연구소, 프랑스 Cadarache 핵융합 연구소 등 글로벌 연구협력 네트워크가 구축되고 있는 것으로 확인하였다.

한국과학기술연구원은 2005년 'KIST 21세기 발전전략'을 통해 2016년 5개의 세계적인 우수연구

* 안은영, 한국지질자원연구원 선임연구원, 042-868-3062, eyahn@kigam.re.kr

센터(Center of Excellence, COE) 설립을 목표로 제시하였다. 한국과학기술연구원 COE는 과제별로 전담연구원제를 시행하고 소수 핵심과제에 대한 역량을 집중시키는 방식으로 운영된다. COE의 후보군 8개를 선정하였고 COE 연구프로그램을 통해 연구비, 인력 및 인프라를 집중 지원하는 전략을 발표하였다. 한국표준과학연구원은 자체적으로 2010년 뇌인지측정연구단을 수월성 연구단(World Class Lab. WCL)으로 선정한 바 있으며, 2011년 광측정연구단과 나노바이오융합연구단, 2012년 시공간측정연구단과 우주광학연구단을 WCL로 추가 선정하였다. 한국원자력연구원은 외국인 연구자를 센터장으로 2011년 WCI인 양자빔기반 방사선 연구센터 개소식을 개최한 바 있다.

STEPI S&T동향정보 국외정책동향(2010.4.22., 2010.6.14., 2012.2.24.)에 따르면 일본은 과학기술 수준 향상을 위해 세계적 인재를 집결시키는 세계일류수준 연구거점 프로그램을 운영하고 있다. 1990년대 중반 실시 후 종료된 일본 중핵적 연구거점(COE) 육성사업은 연구자에 대한 지원 뿐만 아니라 연구집단이 소속된 기관 및 연구개발 인프라의 지원을 동시에 실시하는 사업이었다. 연구거점 형성을 위해 ① 우수 연구자의 물리적 집합, ② 국제 수준의 운영관리와 환경 조성(거점장의 강력한 리더십 부여, 사무/직무 시 영어 사용, 충실한 연구관리자 기능 수행으로 연구자가 연구에만 전념할 수 있는 환경 조성), ③ 정부로부터 연구비 등의 자원 별도 확보 등이 시행되고 있다고 한다. 중핵적 연구거점 선정을 위하여 ① 세계 최고 수준의 연구성과 확보, ② 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보, ③ 일본에서 해당분야 정보거점, ④ 지원체제 정비 및 탁월한 시설·설비 확보, ⑤ 국제적 개방, ⑥ 지적 교류 활발 및 연구자의 유동성 활성화 등의 선정 기준을 적용하였다고 한다. 1992년 일본은 기초연구분야 COE 후보 연구소들을 대상으로 COE지수를 조사하였으며 그 기준은 다음과 같았다. 연구과제 선정의 자유도, 공개성, 연구활력 등을 기준으로 ① 연구원 1인당 연구비, ② 연구책임자의 외부초빙, ③ 외국인 연구자의 비율(국제성), ④ 연구평가능력, ⑤ 연구조직의 수월성, ⑥ 연구원 1인의 논문발표 수 등의 항목으로 평가하였다.

2002년 이후 현재 일본의 21세기 COE 프로그램이 추진되고 있으며, 해당 프로그램은 일본의 대학 구조개혁방침(2001년)에 따라 문부과학성이 국립대학을 중심으로 연구거점 형성을 위한 연구비 보조금을 지원하는 사업이다. COE 평가기준은 ① 해당 분야에서 우수한 연구 성과 및 장래 발전성 확보, ② 고도의 연구 능력을 가진 인재육성을 위한 교육연구거점, ③ 총장 중심 매니지먼트 체제 하에서의 장래 계획 및 강력한 추진력 확보, ④ 특색 있는 학문 분야 개척, ⑤ 해당 프로그램 종료 이후에도 세계적인 연구교육거점으로서 지속적인 연구교육 활동의 추진여부 등이다. 연구 측면 및 시스템 측면의 목표 설정 후, 10-15년 정도의 기간으로 거점 형성을 추진하며 5년마다 국제성을 중점적으로 평가한다고 한다. COE 프로그램의 성과로 논문 피인용수 향상, 국외일류대학과 공동연구/교환프로그램, Nature지 게재 등을 꼽고 있다. 재료과학, 화학, 생물/생화학, 물리학 분야의 논문 피인용수가 세계 20위 이내의 일본대학이 13개 중 12거점(92%)이 Global COE(GCOE)로 활약 중이며 21~40위의 8개 중 7거점(88%)이 GCOE로 활약 중이라고 발표하였다. GCOE 채택 거점 중 약 90%의 거점이 해외의 일류 대학 등과의 공동 교류·교환 프로그램을 설치하고 있으며 2009년 10월의 Nature지에 나고야 대학의 GCOE교수를 중심으로 한 특집 기사가 게재되었다고 발표하였다.

KIGAM(한국지질자원연구원)은 2009년 세계일류 수준 연구기관(WCI) 육성 중장기 전략을 수립하여, 기관 WCI 도약을 위해 글로벌 조직 구축, 글로벌 인력 확보, 국제네트워크 구축 및 제도 수립 등의 전략을 제시한 바 있다. 글로벌 조직 구축을 위해 한국연구재단 선정 글로벌연구실(GRL) 운영 및 추가선정 추진, 국제협력네트워크 국제연구거점 운영을 실시하고 있다. 글로벌 인력 확보 전략으로 우수 신진연구자 확보를 위한 박사후연수자(Post-Doc.) 제도 활용, 해외우수인력 유입을 위한 고경력 외국인 연구자 활용, 글로벌 플레이어 선정(우수성과자 성과연봉 가산지급) 등도 실시하고 있다. 연구개발 목표 달성을 위한 기초기반적 요소로 세계적 수준의 연구개발 인력 확보를 보고 있으며, 세계 수준의 연구인력 확보를 통해 연구개발 목표 수준 향상, 연구개발 네트워크 확대 및 인력 교류 활성화, 연구개발 사업 추가 확보 등 효과를 기대하고 있다. 그리고 해당 제도 개선 및 네트워크 구축으로 국외 MOU 체결 및 협력의 내실화, 해외 한인 전문가/자문단 네트워크

킹, 해외 우수 신진인력 확보 로드쇼 추진을 하고 있다. 또한 기관 발전전략 및 기술로드맵 수립과 연계한 WCI 세부실행계획으로, 2020년까지 기관의 WCI 실현을 위한 인력, 예산, 시설/인프라 강화 세부 실행계획을 제시하였다. 2010년 연구본부별 외국 연구자 채용을 위한 수요조사, 전담부서의 외국인 채용 계획서 작성 및 채용 홍보지 작성·배포, 외국인 대상 채용 공고 및 채용을 시행하였다.

2) 세계수준 연구개발 집단 선정 및 육성

앞서 일본 및 국내, KIGAM 사례에서 제시한 바와 같이 국내외 대학 및 공공 연구기관의 연구수월성(excellence) 확보 전략은 ① 우수연구인력 유치(국외자문단 활용, 로드쇼 추진 등을 통한 우수 신진/경력 연구자 유치), ② 우수연구인력 육성(우수성과자 포상, 국외활동기회 부여 등), ③ 예산·시설/인프라 지원, ④ 국제네트워크 구축(국제거점 운영, 국외 MOU 추진, 영문규정/일상시 영어 활용 등)으로 볼 수 있다. 기존의 공공기술 분야 연구수월성 확보 전략은 외국 우수 연구인력 확보 및 국제네트워크 구축에 중점을 둔 바 있었으나, 최근에는 공공 연구기관 내부적으로 기존 확보된 연구인력을 통해 세계수준의 연구실로 육성을 위한 전략 개발을 추진하고 있다. 이는 World Class Lab.(WCL) 혹은 독자적인 이름으로 제시되고 있으며, KIGAM의 경우 World Class Department(WCD)로 제시하였다. 각 정부출연연구원의 세계수준 연구실 육성을 위한 전략을 다음 표 1과 같이 정리하였다. 해당 자료는 2011년 산업기술연구회의 WCI 자료 및 각 연구기관의 보도자료를 통해 작성하였으며, 현재 해당 전략의 시행 여부와는 차이가 있을 수 있다. 기관 차원에서 세계 1등 도전 기술을 선정하여 추진하는 등의 전략만 추진하여, 개별 연구조직 부문의 세계일류 연구개발 집단 육성 전략을 보유하고 있지 않은 경우도 존재하였다.

표 1의 세계수준 연구개발 집단 육성전략에서 해당 명칭 및 선정절차에서 명확하게 제시하지 않은 경우도 있지만, 연구개발 집단에서 보유하고 있는 세계수준 기술을 기준으로 세계수준 연구실을 선정하는 경우와 연구조직 기준 연구성과물 및 미션 등으로 선정하는 것을 구분할 수 있다. KIGAM의 경우 2014-2014년 경영목표에서 기관의 세계일류기관(WCI) 도약을 위해 2014년까지 세계일류(Top 5) 수준의 연구성과를 창출하는 연구개발 집단(WCD) 육성전략을 제시하였다. 이는 실제 연구조직인 연구실(팀) 기준으로 선정하는 것으로, 해당 WCD 책임자가 연구실장이 되어 관리 기준이 해당 연구실로 명확해지는 장점이 있다. 하지만 WCD임에도 실질적으로 세계일류 수준이 아닌 세부 기술도 보유하고 있을 수 있다. 세계최고기술(World Best Technology, WBT) 보유한 연구실의 전략과 같이, 세계최고기술을 중심으로 해당 연구개발 집단을 선정하는 경우 세계일류 수준의 명확한 대표기술을 제시 가능하다는 장점이 있다. 하지만 연구기관이 보유한 전체 기술의 숫자(KIGAM의 경우 2010년 TRM 기준 85개 기술 보유)에 비해 세계최고기술의 숫자가 미미한 경우, 기관의 대표성 측면에서 미흡할 수 있다. 기술 기준의 세계수준 WCL의 관리 기준은 연구조직 보다는 사업을 기준으로 관리가능할 것이며 이때 해당 WCL의 책임자는 사업 책임자로 볼 수 있다. 연구실의 하부 조직, 여러 실의 연합 소조직 등은 특정 기술개발을 위해 집합한 것으로 볼 수 있으므로 기술 단위로 선정한 것으로 볼 수 있을 것이다. 기술단위로 WCL을 선정하는 경우는 해당 기술개발 연구개발 집단의 관리 및 육성, 지원을 위해 연구실(팀) 단위로 재조직화도 고려할 수 있을 것이다. 세계최고기술 보유 연구실 전략을 세운 정부출연연구기관의 경우 연구조직의 최소 단위가 연구자 40~60명 정도의 대조직 구성을 가지고 있었다. 기술 중심의 WCL 전략은 현행 대조직 구성의 연구조직을 더 작은 단위인 연구그룹 단위로 나뉘어서 운영하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 개별 연구조직 단위 세계수준의 연구개발 집단 육성전략은 해당 공공 연구기관의 연구조직의 세부 연구단위의 크기에 따라 적합한 선정 및 관리, 운영 기준이 달라질 수 있다.

<표 1> 세계수준 연구개발 집단 육성전략

명칭	선정절차		선정기준		지원전략			
	내부	외부	연구성과물 기준(논문/특허/기술료)	기타 기준	연구비	인력	인프라	기타
WCL	특별전문위원회 기술성/적합성 검토	-	연구팀 역량 (최근 3년 실적)	주제부합성(30%): 기관미션/이머징 이슈 연구팀 역량(40%): 최근 3년 실적, 국제교류 실적 WCL발전전략(30%): 최종목표수준, 목표달성전략	예산 지원, 주요사업별 트랙 구성	신규인력선배정	신규연구비선배정	-
세계최고연구실	경영진회의, 전직원대상공청회	-	집중을 통한 기술료, SCI논문 등 가시적 성과 창출 가능성	미래 기술수요 부합성 및 축적 기술 역량	기관주요사업비 집중지원	정규직선발시 우선권 부여	필요인프라발생 우선배정	-
글로벌수월성연구단	단계별심층평가	해외전문가 자문	WCL 성과 : 해외기술이전	세계적 수준의 연구성과 창출가능성, 글로벌 네트워크 중심 가능성, 세계적 연구동향	WCL사업 추진	신규인력충원	장비지원	예산지원방식, 통합평가제도개선
세계최고기술(WBT) 보유 연구실(WCL)	WCL(WBT 보유) 공모 후 WCL 위원회 심의	포함	기본기준(연구역량) : 참여 연구진(WCL 참여율 80% 투입) SCI 논문편수 실용화 역량 : 기술이전 건수(국내/외), 기술료 징수액(국내/외)	기본기준(연구역량) : 참여 연구진 숫자, WBT 후보 보유, 국제 MOU기관, 국제학술대회 유치, 국제연구 수행 및 국제기구 활동 실용화 역량 : 정책반영 건수(국내/국제표준), 실무반영 건수(국내/외), 현장적용 예산 절감 실적 기타 기술육성 전략	주요사업신청시 가점부여, 시드사업 등을 통해 과제기회비 지원	인력우선권 부여(전담외부인력 별도 T/O 지원)	SOC연구성과물 품질검증업 우선배정, 연구장비 신도입선배정	기타혜택요청시 WCL위원회의 후시행
스타연구실	정성적, 정량적 기준 심사	포함	연구 역량(논문, 특허, 수상 실적 등), 연구 활용성 (기술료, 특허 등)	-	1년 간 추가연구비 지원, 신규일반사업 가점부여	신규인력채용 우선권 제공	-	-
세계수준의 실험실	R & D 전략부서 검토, 상임위원회 심의, 연구업무심의회 심의	포함	-	연구 목적의 적절성 (연구부서의 비전 및 목적 달성에 기여) 기술 선도 가능성(세계적 수준의 실험실로 도약할 수 있는 가능성) 관련 연구 파급효과 (연구결과가 미치는 관련연구의 범위와 중요성) 신규 R&D사업 창출 가능성 연구인프라 확보 및 활용 등	자체연구사업선원내 주요사업선정시 우선 고려	관련 분야 인력참여로 융합연구 지원	대형연구시설/장비 지원 확대	-

<표 1> 세계수준 연구개발 집단 육성전략 (계속)

명칭	선정절차		선정기준		지원전략			
	내부	외부	연구성과물 기준(논문/특허/기술료)	기타 기준	연구비	인력	인프라	기타
세계일류수준의 우수연구그룹 ¹⁾	내부 연구사업위원회의 심의	외부 포함	세계 일류 원천 기술 선정 및 기술이전, 최근 5년 내 기술료 계약액, 최근 5년 내 기술료징수액, 최근 5년 내 3대 저널 ²⁾ 게재	글로벌 별 스탠다드(국내외 분석평가 표준) 채택	직접비 지원	신진인력 배정	지원방안 검토 계획	개인인센티브 지원
탁월연구센터 ³⁾	-	-	-	-	COE 연구프로그램 수행	전담연구원 제 시행 ⁴⁾ , 연구원 채용자율성 보장	-	COE 현판
글로벌 우수연구집단 ⁵⁾	-	-	-	-	주요사업편성에 우선순위 부여	인력채용·교육 우선권 부여	시설·장비 구입 우선권 부여	-

1) Global Top Group

2) Nature, Science, Cell

3) Center of Excellence (COE)

4) 참여율 보장, 자율연구, 평가 2년 주기로 시행

5) Group of Excellence (GOE)

개별 연구조직 부문의 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. 여러 사례에서 연구성과물 지표나 전략적인 지표들을 같이 적용하고 있다. 제시된 연구성과물 기준은 연구실별 총량 기준으로 보이나 실제로 연구성과물 기준 적용 시 연구직 일인당 건수를 적용하는 경우도 있었다. 또한 세계수준 연구실 선정 기준으로 평가 연도별 연구성과물 정량기준을 규정화하거나 연도별 재설정하는 방안이 가능하다.

연경남 외(2005)는 국내 연구개발 사업 평가에서 동료평가 방법에 대한 대안 및 보완 수단으로 계량서지학(bibliometrics)을 이용한 계량서지학적 지표 등의 정량지표 도입에 대해 제시한 바 있다. 조우현 외(2010)는 OECD, GAO 등을 인용하여 동료평가는 객관적으로 수량화되지 않지만 연구의 질적인 측면을 평가하는 방법으로 가장 광범위하게 사용되고 있으며 신뢰할 수 있는 수단으로 인정받고 있다고 하였다. 그리고 동료평가의 한계를 지적하고 Pritchard의 연구, 영국 뇌과학위원회 연구비 지원 결정 사례 등을 인용하여 연구책임자의 연구수행 능력의 평가는 연구책임자가 발표한 논문의 양적 및 질적 수준을 통해 이루어지기 때문에 연구 평가에서 계량서지학이 중요시되었다고 하였다. 앞서 제시한 바와 같이 조우현 외(2010)는 세계수준의 연구중심대학(WCU) 육성사업 선정을 위해 우수성 지표로 상위 10% 저널 게재 논문수, 인당 피인용횟수, 편당 피인용횟수, 편집위원 참여실적, 특허등록실적, 연구비수주실적을 제시한 바 있다. 국가과학기술위원회의 2012년 국가R&D 기술분과 우수성과 평가기준으로 ① 논문(SCI급), ② 지식재산권(국내·외 특허출원/등록, 품종 등록), ③ 기술이전, ④ 기술지도, ⑤ 사업화, ⑥ 국제협력, ⑦ 포상/저역서/신제품개발/품종개발 등 기타 관련성과가 제시되고 있다.

KIGAM은 WCD 선정 방법으로 먼저 계량서지학적 지표인 SCI논문건수 및 영향력 지수, 국제특허건수 및 기술료의 연구성과를 기반으로 한 우수성 평가지표를 제시하였다. 단순히 계량서지학적 으로 기관 내에서 높은 연구성과를 내는 연구실로 제시하기보다는 국제성 측면에서 우수성을 제시하기 위해 논문, 특허, 기술이전(기술료) 실적의 국제성 및 국외 공공 연구기관과의 비교자료를 제시하게 하였다. 또한 논문, 특허, 기술료 등의 건수 및 금액에 구애받지 않고 세계 최고 권위 학술지 논문 게재, 국외연구사업 수주 및 국외 자문을 포함한 그 외 세계 일류 근거자료로 국제성 평가지표를 제시하였다.

연구성과물의 기준은 연 평균 개념을 도입하여 3년간 연구실별 총량 기준을 적용하였다. 2012-2014년 기간 동안 연구성과물의 우수성 기준의 WCD 선정 기준은 동일하게 설정하였으며, 이러한 WCD 선정 기준을 WCD 유지를 위한 연구성과물 정량기준으로 설정하였다. 이때 연구성과물 외의 국제성 지표로 WCD로 선정되는 경우 연구성과물 기준의 적용을 받지 않도록 하였다.

2003년부터 KIGAM은 공공기술 분야 특성을 고려한 특성화 지표로 국가기본지질도, 간행물, DB 등의 국가기간사업에의 활용 실적, 자원외교/자원개발활성화 등을 제시하였으나 국제비교 지표로는 한계가 있어서 기술선진화/자립도, 기술수준향상도 및 국제협력네트워크 구축 등을 국제성 평가지표로 반영하였다. 국제성 평가 기준은 ① 해당 연구분야 세계 최고 권위 학술지 논문(높은 피인용지수 논문) 게재 실적, ② 지배적인 SCI급 국제 논문점유율, ③ 지배적인 국제 특허점유율, ④ 대규모 기술수출, ⑤ 국제 유상 기술자문 수행, ⑥ 외국/국제 수탁연구 수행, ⑦ 국제경쟁에서 세계적 기관과의 경쟁 성과, ⑧ 해당 분야의 세계 최고 수준의 연구자 확보, ⑨ 세계적 연구거점으로 국제 교류 활동 등 기타 증빙할 수 있는 자료로 하였다.

표 1에서 세계수준의 연구실 선정 시 연구기관 외부 평가자를 활용하는 경우가 많았으나 국외 전문가를 활용하는 비중은 높지 않았다. 조우현 외(2010)의 세계수준의 연구중심대학(WCU) 육성사업의 평가체계를 살펴보면, 동료평가(국내)와 연구실적 계량지표에 의한 정량평가가 실시되는 전공패널심사가 1단계로 실시되고 2단계로 국외전문가 패널의 동료평가가 실시되는 것을 알 수 있다. 정부출연연구원에서도 세계일류 수준 기술 보유 연구개발 집단이라는 대외 인정을 위해서는 국외 전문가 평가도 실시할 필요성이 있다. 세계수준 연구실 지원전략으로 연구비, 인력, 인프라, 기타로 구분하여 살펴본 결과, 많은 연구기관에서 연구비, 인력, 장비·인프라 우선 배분을 명시하고 있으며 해당 연구실의 요청에 따라 별로 지원책이 심의 가능한 경우도 있었다. 기타 지원책으로 평가 유예 등 평가제도 개선을 위해서는 기존 연구실적평가 방침에 별도 세계수준 연구실 관련 방침을 신설할 필요가 있으며, 인센티브/현관 등 개발 포상을 위한 제도 및 예산이 마련되어야 할 것이다.

2. 지질자원기술 연구 수월성 평가

1) 지질자원 연구분야 평가지표

우리나라 공공기술 분야 정부출연연구원의 2003년도 기관평가는 이전과 달리 각 연구기관별 고유한 특성을 반영할 수 있는 연구사업 성과를 자율적으로 제시하되, 그 연구사업 성과의 우수성을 판단할 수 있는 합리적이고 객관적인 기준을 기관 자체에서 정하게 하였다. 이는 연구개발에 대한 단순한 목표달성도 평가를 넘어서서 연구개발 결과물로서 연구성과의 제시와 그에 대한 평가를 시행하고자 한 것이었다. 그리하여 KIGAM 특성화 성과인 국가기본지질도, 간행물, DB를 지표로 제시하여, 그 실적 및 지질기반정보의 국가기간사업에의 활용 실적 및 국가 공익 파급 실적을 제시하였다. 그리고 국가 요구사업의 신속대처 및 해결능력을 방사성폐기물처분장 부지선정 외의 공익기여도로 제시하였다. 국토환경보전 분야는 재해유형별 예측·평가기술 수준 및 주제도·DB 구축 수준, 지자체·정부·산업체 기여 실적으로 지표화하였으며, 시험분석지원 및 대외활동 분야는

과학기술문화 확산활동과 대민 시험분석 지원활동을 나타내었다. 국제기구한국대표활동 또한 지질 자원 관련 국제기구의 선도적 활동 실적과 대정부정책지원 실적으로 제시하였다.

이후 2008-2009년 기간의 성과목표기술서를 작성하여 2009년도에 2개년 연구사업 평가를 실시하였다. 2009년의 연구사업 평가는 해당 연구기관이 제시한 성과목표기술서의 산출지표 및 결과·효과지표의 달성도와 우수성을 중심으로 평가하였다. 2008년 설정한 KIGAM 연구사업 성과목표기술서의 성과지표는 상위 기관인 연구회의 추진 전략에 따라 논문, 특허, DB구축 등의 단기적 산출지표 뿐 만 아니라 사업의 결과·효과지표를 중점적으로 제시하였다. 임무형 사업과 창의연구형 사업의 경우 결과지표로 기술수준향상도 및 국제협력네트워크 구축, 논문질적수준, 분야전문성 증대를 제시하였다. 임무형 사업의 경우 결과지표로 DB시스템활용도를 추가적으로 제시하였으며 효과지표로 기술선진화/자립도 및 자원외교/자원개발활성화, 국가수요만족도, 기술거래를 제시하였다. 산업계 연계형의 경우 결과지표로 해당 분야 전문성 증대를 제시하고 효과지표로는 기술선진화/자립도 및 기술실용화를 제시하였다.

2010년 KIGAM 연구사업 성과목표기술서 제출 시 기존 2009년 평가의견에 따라 연구사업의 효과지표를 재검토하였다. 기존에 효과지표로 제시한 기술선진화/자립도는 국가위임연구개발달성도와 같이 산출지표로의 직접적인 기술완성도와 결과지표로의 국가기술경쟁력 제고로 구분해서 제시하였다. 그리고 임무형 사업의 기관별 고유임무 및 기능과의 부합성을 강화하기 위해 정부 정책 지원·제안, 법/시행령/시행규칙 제정·개선 지원, 정부·지자체·공기업 등의 공공사업 실행화, 기술진보로 인한 이용자 증대 효과 제시를 위한 공공적 파급효과 지표를 신설하였다. 그리고 실용적 성과목표 달성을 위해서 산업계연계형과 임무형 사업에도 대상 기술의 활용 가능성 및 효과성을 고려하여 기술실용화, 산업/기업 기술적 문제해소, 산업기술력 향상 효과를 제시하는 산업적 파급효과 지표를 제시하였다. 창의연구형 사업은 창의적 연구발전 확산/기술개척효과로 효과지표를 제시하였다.

2) 정량 평가지표의 목표수준 평가 필요성

KIGAM은 2010년 성과목표기술서에서 2010년~2012년 기간의 성과목표별로 목표하는 총 논문 및 SCI논문 건수, 논문 인용도 및 영향력 지수, 특허출원/등록건수를 제시하고 있었지만, 목표의 우수성을 평가할 만한 비교지표를 제시하지 못하였다. 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원에서는 매년 국가연구개발사업의 성과분석 보고서를 발행하고 있으며 이는 국내에서 국가 연구개발 사업을 실행하는 주체의 평균 실적으로 정량목표와 비교할 자료가 될 수 있다.

국내 연구개발사업의 논문 현황을 살펴보면 다음과 같다. 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원(2011)의 2000년도 국가연구개발사업 성과분석 보고서에 따르면 정부출연연구소의 SCI논문수는 2008년~2010년 기간동안 계속 증가하여 3천3백편 수준에서 4천편 정도로 증가하였다. 그러나 투입된 연구비 1억원당 SCI논문수는 대학 등을 포함한 전체 현황이 0.20편/억원에서 0.17편/억원으로 줄어들고 있으며, 정부출연연구소는 0.07편 정도 수준으로 유지하고 있었다. 정부출연연구원을 포함한 전체 연구사업 수행 주체의 SCI논문편수를 기술 분야별로 살펴보면 생명기술과 나노기술 분야에서 SCI논문수와 1억원당 건수가 제일 높았고, 정보기술 분야와 에너지환경기술 분야가 다음 순이었다. 정부출연연구원을 포함한 에너지환경기술 분야의 연간 SCI논문수는 3천편에 달하는 것을 알 수 있다.

정부출연연구원의 연도별 특허출원 건수는 2008년 4천7백여건이며 2010년 6천건 정도로 증가하였으나, 특허등록건수는 2천여건에서 1천4백건 정도로 감소하였다. 특허출원/등록의 경우는 정보기술 분야가 건수가 제일 높았으며 생명기술 분야, 에너지환경기술 분야, 나노기술 분야 순이었다. 특허출원의 1억원당 건수는 정보기술 분야가 2008년 0.32건에서 2010년 0.25건으로 감소하였으며 나노기술분야는 연간 0.25건 정도로 실적을 지속적으로 내고 있었다. 생명기술 분야와 에너지환경기술 분야가 0.15건 정도로 그 뒤를 이었다. 1억원당 특허등록건수는 정보기술 분야가 2008년 0.14

건이었지만 2010년 0.06건으로 줄었으며 나노기술 분야가 0.09건으로 지속적인 성과를 보였다. 생명기술 분야와 에너지환경기술 분야는 2010년 현재 0.04건의 실적을 보이고 있다.

이러한 자료는 국가 연구개발사업을 실행하는 주체의 1억원당 총 논문편수 및 특허출원/등록건수의 평균 실적이 되므로, 정부출연연구원 간 혹은 국내 대학, 기업 등과의 실적비교에서 국내 비교우위를 판단하는 비교 지표가 될 수 있다. 하지만 연구 수월성을 제시하기 위해서는 국가별 비교가 필수적일 것이다.

지질자원 연구분야에서 기존에 조사한 유관 국외 공공 연구기관의 논문편수 및 특허출원건수는 다음 표 2과 같다. 미국, 영국, 프랑스, 일본의 지질자원 분야 공공 연구기관을 대상으로 하였다. 해당 기관의 논문편수는 해당기관 홈페이지 또는 연차보고서(Annual report)에서 조사한 해당 국가의 국내외 논문의 총 게재건수이다. 특허출원수는 WIPS DB 사용하여 해당 공공 연구기관의 연차별 국내외 특허출원건수의 검색 결과로, 동등 조건에서 한국, 미국, 일본, 유럽의 특허출원건수의 합계이다. 기관별 총 예산은 원단위로 환산하였으며 구매력 지수 혹은 국민총생산 기준을 적용하지 않았다.

<표 2> 지질자원 분야 국외 공공 연구기관 논문편수 및 특허출원건수 조사

	총예산(억원)			인원 ¹⁾			국내외 논문편수			특허출원건수 ²⁾		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
KIGAM	899	901	1,010	289 (390)	298 (402)	297 (420)	351	394	492	47	51	48
USGS ³⁾	11,965	12,368	12,627	-	8,752	8,669	-	-	19,879	2	1	0
BGS ⁴⁾	1,140	1,050	1,049	475 (815)	470 (800)	470 (800)	-	268	235	6	7	6
BRGM ⁵⁾	1,495	1,580	1,826	636 (849)	600 (879)	815 (1,008)	50	-	153	1	2	0
AIST ⁶⁾	13,997	14,153	12,263	3,225	3,209	2,513 (3,208)	6,405	6,654	5,731	186	132	82

- 1) 전체 인원과 연구직원이 구분되는 경우 전체 인원을 괄호 안에 표시 2) 한·미·일·유럽 특허출원건수 합계
 3) 미국지질조사소(United States Geological Survey) 4) 영국지질조사소(British Geological Survey)
 5) 프랑스지질광물연구소 (Bureau de Recherches Geologiques et Minières)
 6) 일본산업기술총합연구소(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

<표 3> 지질자원 분야 국외 공공 연구기관 인력별, 예산별 논문편수 및 특허출원건수

	인당 국내외논문편수 ¹⁾			인당 특허출원건수 ²⁾			억원당 논문편수			억원당 특허출원건수		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
KIGAM	1.21 (0.90)	1.32 (0.98)	1.66 (1.17)	0.16 (0.12)	0.17 (0.13)	0.16 (0.11)	0.39	0.44	0.49	0.05	0.06	0.05
USGS ³⁾	-	-	2.29	-	0.00	0.00	-	-	1.57	0.00	0.00	0.00
BGS ⁴⁾	-	0.57 (0.34)	0.50 (0.29)	0.01	0.01	0.01	-	0.26	0.22	0.01	0.01	0.01
BRGM ⁵⁾	0.08 (0.06)	-	0.19 (0.15)	0.00	0.00	0.00	0.03	-	0.08	0.00	0.00	0.00
AIST ⁶⁾	1.99	2.07	2.28 (1.79)	0.06	0.04	0.03	0.46	0.47	0.47	0.01	0.01	0.01

- 1) 전체 인원과 연구직원이 구분되는 경우 전체 인원 당 건수를 괄호 안에 표시
 2) 한·미·일·유럽 특허출원건수 합계
 3) 미국지질조사소(United States Geological Survey) 4) 영국지질조사소(British Geological Survey)
 5) 프랑스지질광물연구소 (Bureau de Recherches Geologiques et Minières)
 6) 일본산업기술총합연구소(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

KIGAM 및 국외 유관 공공 연구기관의 총 논문편수를 보면, 2007년 KIGAM은 500편에 달하나 영국과 프랑스는 235편, 153편으로 총량적으로 KIGAM이 더 우수한 것으로 볼 수 있다. 그리고

2007년 영국과 프랑스 지질조사소 및 일본 AIST의 1억원 당 국내외 논문편수는 0.22편, 0.08편, 0.47편으로 KIGAM의 0.49편보다 낮은 것을 알 수 있다. 2007년 영국과 프랑스 지질조사소의 연구원 1인당 국내외 논문편수 또한 각각 0.5편, 0.19편인 반면 KIGAM은 1.66편이다. 일본 AIST는 생명기술, 정보기술, 환경에너지기술, 나노기술 및 재료제조 분야의 산업응용 분야와 지질조사 및 지질해양과학·기술 분야, 표준계측기술 분야의 사회기반 분야의 연구를 수행하는 복합연구소이기 때문에 지질분야 외의 분야에서 많은 논문이 나오는 것으로 추정된다. 기존의 일본지질조사소(GSJ)는 2001년 16개 연구기관과 함께 AIST로 통합되었다. 미국지질조사소(USGS)의 경우 연구원 1인당, 1억원당 논문수가 2.84편, 1.57편으로 비교 대상 기관 중 가장 높은데, 주요 연구분야로 지질자원 분야 외에 생물, 지리, 수자원(지표수 포함) 연구 등 보다 폭넓은 연구분야를 가지고 있기 때문으로 해석된다. 특허의 경우 미국, 영국, 프랑스, 독일 등의 지질자원 관련 연구기관의 특허 수는 연간 10건이 되지 않을 정도로 적은 수준임을 알 수 있다. 일본의 경우 논문 실적과 같이 지질 분야 이외의 연구 분야에서 많은 특허가 출원되는 것으로 추정된다.

KIGAM 및 국외 유관 공공 연구기관의 총 논문편수와 특허건수를 단순히 비교한다면 KIGAM이 우수하다고 할 수 있다. 하지만 실질적으로 2005년~2007년 기간의 KIGAM 기술수준이 영국 및 프랑스보다 전반적으로 높다고 보기는 힘들다. 이는 KIGAM 논문, 특허가 국내에 치우쳐 있기 때문으로 국제학계에서 발표 경향은 다를 수 있다. Watts and Porter(1997), Bengisu and Nekhili(2006)과 같이 기존 계량서지학 분석에서도 국제(미국)특허 뿐만 아니라 SCI/EI논문을 이용한 기술동향 분석 등이 실시되어 왔다. 따라서 국외 공공 연구기관과의 국제성을 비교하는 자료로도 SCI논문 및 국제(미국)특허를 이용한 방법이 유용할 수 있다. 앞서 국외 연구기관의 논문과 특허 실적을 제시한 바와 같이 지질자원 분야 국외 공공 연구기관의 특허 건수가 현저히 낮다. KIGAM의 자료 또한 국내 특허건수가 대다수를 차지하고 있으므로 국제(미국)특허를 이용하는 분석보다는 SCI논문을 이용한 분석이 합리적일 것으로 보인다. 앞서 제시한 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원 2008년~2010년 국가연구개발사업의 성과분석 보고서에서도 공공기술 연구분야 중 정보통신기술 분야를 제외하고 특허보다는 논문의 발표 숫자가 많았다. 기초/응용/개발연구의 연구개발단계에서 기초/응용연구 분야의 경우 특허보다는 SCI논문이 더 많이 발표되고 있는 실정이므로 개발연구 분야보다는 기초/응용연구 분야의 연구가 집중되는 공공기술 분야의 국제비교는 특허보다 논문 분석이 나올 수 있다. Watts and Porter(1997) 또한 기초·기반, 응용연구의 경우 SCI/EI논문편수를 이용한 기술수명주기 분석, 개발연구의 경우 특허편수를 이용한 분석을 제시한 바 있다.

3) SCI논문 분석을 통한 연구 수월성 평가

앞서 국가연구개발사업의 성과분석 보고서의 기초/응용/개발연구의 연구개발단계로 공공기술 분야 연구기관의 SCI논문 발표량을 가늠하였으나, 실제로 S자 형태의 기술성장곡선이론에서는 기술수명주기에 따라 연구성과가 다르게 나오는 것으로 보고 있다. 이는 유선희(2004), Bengisu and Nekhili(2006), Chen et. al.(2010), 박현우 외(2011) 등의 연구에서도 기술수명주기인 초기단계(Emerging technology), 발전단계(Pacing technology), 핵심단계(Key technology), 표준화단계(Base technology)에 따라 S자 형태로 기술성능, 경쟁, 논문, 특허 활동이 나타날 것으로 분석한 바 있다. 따라서 기술수명주기에 따라 연도별 논문 발표량이 달라질 수 있으나, 본 연구의 대상인 공공기술 분야 지질자원 기술에 대해서 2010년 성과목표기술서에서 제시된 2010~2012년 특정기간의 향상도를 살펴보고자 하므로 이전연도까지의 총 논문 숫자와 비교하여 향상도를 알아본다. 이는 전체년도의 논문편수 분석과 함께 2009년 이전 및 2010년~2012년 기간의 논문편수를 비교하는 것으로, 기술개발단계에 따라 종(bell) 형태의 연도별 논문 실적을 보인다고 해도 공공 연구기관 별 누적 논문수에는 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국외 유관 공공 연구기관과 비교한 총 누적 SCI논문편수 및 2009년도까지의 누적논문수와 비교한 결과를 공공기술 분야 연구

수월성 지표 및 그의 향상도를 가늠하는 지표로 살펴본다.

2010년 KIGAM 성과목표기술서에서 선진국 대비 기술수준 향상 목표를 제시한 4개 분야에 대해 SCOPUS 논문 DB를 이용한 SCI논문 분석을 실시한다. ① 토양지하수오염과 관련한 광산 지질환경재해 저감기술과 ② 광물탄산화기술, ③ 지하수 인공함양기술, ④ 가속지질량분석기 기술을 대상으로 국외 관련 공공 연구기관과 논문 비교 분석을 실시한다. KIGAM 관련 분야 선진 연구기관은 앞서 제시한 미국지질조사소(USGS), 영국지질조사소(BGS), 일본산업기술총합연구소-일본지질조사소(AIST-GSJ), 프랑스지질광물연구소(BRGM) 등이며 최근의 연구동향을 반영하여 호주연방과학산업연구원(CSIRO) 또한 분석 대상으로 하였다. 또한 기술별 분석 시 2009년 기술기획 보고서에서 해당 기술연구자가 제시한 세계 최고 기관과 비교하였다.

토양지하수오염과 관련한 광산 지질환경재해 저감 기술은 광산개발에 따른 복합 지질재해 해결을 위한 물리적·화학적 지질환경재해 저감 기술이다. 세부기술은 사면붕괴 위해도평가/조기경보, 오염토양 세척/식생복합/안정화처리, 광산배수 모니터링/처리 기술 등으로 제시하고 있다. 이러한 기술분야의 키워드를 중심으로 SCOPUS 논문 DB를 이용한 검색을 실시하였다. 2009년 기술기획 시 해당 분야 기술연구자가 제시한 세계 최고 기관은 USGS, BRGM이었으며 SCOPUS 논문 DB 검색결과도 USGS이 공공 연구기관 중 제일 높은 논문수를 보였다. BRGM 또한 제시되었으며 유관 연구기관인 CSIRO, BGS도 관련 논문이 검색되었다. KIGAM은 BGS보다는 총 누적논문 수가 많으나 USGS, CSIRO보다는 적은 것으로 나타났다. 하지만 2009년 이전 논문편수에 비해 USGS, CSIRO 대비 KIGAM의 논문 비율은 높아지고 있으며, 연구자 1인당 논문편수의 경우 USGS보다 높은 것으로 볼 수 있다. USGS는 분야별 연구자 수를 제시하고 있지 않아, SCOPUS 논문 DB에서 USGS 관련 기술 분야 저자 수를 적용하였다. 이는 USGS 소속의 해당 분야 논문을 게재한 저자수로 실제 연구자보다 적은 숫자로 볼 수 있으나, 퇴직한 연구자를 고려하는 경우 차이가 있을 수 있다. 2011년 USGS 총인원이 9,055명이므로 186명의 해당 분야 연구자 수는 가능한 숫자로 보고 사용하였다.

<표 4> 토양지하수오염과 관련한 광산 지질환경재해 저감 기술 분야 논문 분석 결과

	총 누적논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인 당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
USGS ¹⁾	65	30.8%	186	0.35	317.9%
CSIRO ²⁾	38	52.6%	21	1.81	61.4%
BGS ³⁾	14	142.9%	-	-	-
KIGAM	20	100.0%	18	1.11	100.0%
	2009년 이전 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인 당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
USGS	50	18.0%	186	0.27	186.0%
CSIRO	34	26.5%	21	1.62	30.9%
BGS	10	90.0%	-	-	-
KIGAM	9	100.0%	18	0.50	100.0%
	2010 - 2012년 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인 당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
USGS	15	66.7%	186	0.08	688.9%
KIGAM	10	100.0%	18	0.56	100.0%
BGS	5	200.0%	-	-	-
CSIRO	3	333.3%	21	0.14	388.9%

1) 미국지질조사소(United States Geological Survey)

2) 호주연방과학산업연구원(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)

3) 영국지질조사소(British Geological Survey)

광물탄산화(mineral carbonation) 기술은 광물과 이산화탄소 가스를 반응시켜 탄산염 광물(CaCO₃, MgCO₃)로 만들어 이산화탄소를 저장하는 기술이다. 이 기술은 배출원에서 포집된 이산

화탄소를 자연산 광물 혹은 산업체에서 배출되는 무기계 산업부산물과 반응시켜 새로운 광물로 합성시켜 이산화탄소를 처분한다. KIGAM(2009)에서 제시된 기술트리를 살펴보면 산업부산물 탄산화, 원료광물 전처리, 탄산화 산물 제품화 기술로 세부 기술을 구분하고 있다. 2009년 기술기획 시 해당 기술연구자가 제시한 세계 최고 기관은 일본 RITE(Research Institute of Innovative Technology for the Earth, 지구환경산업기술연구기구)이었으나 실제로 SCOPUS 논문 DB에서는 해당 기관의 관련분야 논문이 검색되지 않았다. RITE의 경우 파일럿 플랜트 실증 기술을 연구하고 있어 논문보다는 특허로 연구결과를 발표하는 것으로 추정된다. 검색된 일본 AIST의 논문은 지질분야 연구기관인 지권자원환경연구부, 해양자원환경연구부, 심부지질환경연구센터 및 환경분야 연구기관인 환경관리연구부 등 다양한 연구조직의 연구자가 발표하는 것으로 보아 AIST 내부에서 중점조직화되어 연구하지 않는 것으로 추정된다. 실제로 2010년부터의 AIST 제3기 중기 연구전략에서 광물탄산화에 대한 내용을 찾아 볼 수 없었다. 총 누적논문수 및 2009년 이전 이후 등 모두 KIGAM이 앞서 있는 것을 확인할 수 있다. AIST의 해당 분야 연구인원의 수도 조사할 수 없었지만, 참고로 2002년 조사결과 환경관리연구부문의 연구인력이 79명으로 나타난 바 있다.

<표 5> 광물탄산화 기술 분야 논문 분석 결과

	총 누적논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
KIGAM	29	100.0%	18	1.61	100.0%
AIST ¹⁾	15	193.3%	-	-	-
USGS ²⁾	12	241.7%	-	-	-
	2009년 이전 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
KIGAM	22	100.0%	18	1.22	100.0%
AIST	15	146.7%	-	-	-
USGS	11	200.0%	-	-	-
	2010-2012년 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
KIGAM	7	100.0%	18	0.39	100.0%
USGS	1	700.0%	-	-	-

1) 일본산업기술종합연구소(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

2) 미국지질조사소(United States Geological Survey)

지하수 인공함양 기술은 홍수기인 여름철에 빗물과 하천수를 지하 대수층에 저장한 후 물부족이 발생하는 시기에 저장된 지하수를 회수하여 이용하는 기술이다. 2009년 기술기획 시 제시한 기술 트리는 지하수함양특성평가, 지구물리탐사 지층 특성파악, 지하수 수질평가, 지하수 지하주입, 지하수 순환 해석, 지하수 부존량 평가기술로 제시되었다. 그리고 해당 분야 기술연구자가 제시한 세계 최고 기관은 USGS, CSIRO이었으며 SCOPUS 논문 DB 검색결과도 CSIRO와 USGS가 공공 연구기관 중 높은 논문수를 보였다. 유관 연구기관인 BGS, BRGM도 관련 논문이 검색되었다. KIGAM은 CSIRO, USGS에 비해서 총 누적논문 수가 월등히 적으나 BRGM과는 비슷한 수준으로 나타났다. 그리고 2009년 이전 논문편수에 비해 USGS, CSIRO 대비 KIGAM의 논문편수 비율은 높아지고 있으며, BRGM의 논문편수와 비교한 경우 2009년 이전의 경우 KIGAM은 BRGM 논문수의 58% 수준이었으나 현재 94% 수준으로 향상된 것을 알 수 있다. 현재까지 총 누적논문의 연구자 1인당 편수의 경우 USGS보다 높은 것으로 볼 수 있다. 지하수 인공함양 기술 분야 USGS 연구자 숫자도 직접적으로 찾을 수 없어, SCOPUS 논문 DB에서 USGS의 관련 기술 분야 저자 수로 적용한 것으로 실제와 차이가 있을 수 있다.

<표 6> 지하수 인공함양 기술 분야 논문 분석 결과

	총 누적논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
CSIRO ¹⁾	89	16.9%	43	2.07	40.3%
USGS ²⁾	66	22.7%	127	0.52	160.4%
BGS ³⁾	26	57.7%	-	-	-
BRGM ⁴⁾	16	93.8%	-	-	-
KIGAM	15	100.0%	18	0.83	100.0%
	2009년 이전 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
CSIRO	60	11.7%	43	1.40	27.9%
USGS	58	12.1%	127	0.46	85.2%
BGS	23	30.4%	-	-	-
BRGM	12	58.3%	-	-	-
KIGAM	7	100.0%	18	0.39	100.0%
	2010-2012년 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
CSIRO	29	27.6%	43	0.67	65.9%
USGS	8	100.0%	127	0.06	705.6%
KIGAM	8	100.0%	18	0.44	100.0%
BRGM	4	200.0%	-	-	-
BGS	3	266.7%	-	-	-

- 1) 호주연방과학산업연구원(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)
 2) 미국지질조사소(United States Geological Survey) 3) 영국지질조사소(British Geological Survey)
 4) 프랑스지질광물연구소 (Bureau de Recherches Geologiques et Minières)

가속기질량분석기(Accelerator Mass Spectrometry, AMS) 기술은 초극미량 동위원소 측정 기술로, 시료를 이온화시켜서 고속으로 가속시켜 질량을 분석하는 기술이다. 주로 초극미량 동위원소를 측정하는데 이용되며 방사성탄소 연대측정(radiocarbon), 베릴륨-10 측정, 핵물질 추적 연구, 환경학, 고기후학, 신재생에너지 등 첨단연구에 응용된다. 가속기질량분석기 기술의 경우 KIGAM 자체적으로 관리하고 있는 SCI논문 실적과 SCOPUS 논문 DB에서 검색되는 KIGAM 논문결과가 맞지 않아, 관련 기술 분야 학술지 중 대표적인 Radiocarbon 학술지를 선택하여 국외 유관 연구기관과의 논문실적을 분석하였다. 공공 연구기관 중에서 USGS와 KIGAM의 논문이 검색되었으며, KIGAM은 USGS에 비해서 총 누적논문 수가 적으나 2009년 이전 논문편수에 비해 USGS 대비 KIGAM의 논문편수 비율이 14% 수준에서 73% 수준으로 월등히 높아지고 있음을 알 수 있다. 가속기질량분석기 기술 분야의 경우, 기술 범위가 좁아서 SCOPUS 논문 DB를 이용한 저자 수 책정에 한계가 있었다.

<표 7> 가속기질량분석기 기술 분야 논문 분석 결과

	총 누적논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
USGS ¹⁾	11	72.7%	-	-	-
KIGAM	8	100.0%	18	0.44	100.0%
	2009년 이전 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
USGS	7	14.3%	-	-	-
KIGAM	1	100.0%	18	0.06	100.0%
	2010-2012년 논문편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율	연구자 수	인당 편수	비교기관 대비 KIGAM 실적 비율
KIGAM	7	100.0%	18	0.39	100.0%
USGS	4	175.0%	-	-	-

- 1) 미국지질조사소(United States Geological Survey)

III. 결론 및 제언

국내 많은 정부출연연구원이 세계최고수준의 연구기관이라는 기관 비전을 제시하고 있으며, 연구 수월성 확보 전략으로 ① 우수연구인력 유치, ② 우수연구인력 육성, ③ 예산·시설/인프라 지원, ④ 국제네트워크 구축 등을 시행하고 있다. 기존 공공분야 연구 수월성 확보 전략은 외국 우수 연구인력 확보 및 국제네트워크 구축에 중점을 둔 바 있었으나, 최근에는 기존 확보된 연구인력을 통해 세계수준의 연구실(WCL/WCD) 육성을 위한 전략 개발을 추진하고 있음을 알 수 있었다.

KIGAM은 세계수준의 연구실 선정을 위해 SCI논문건수 및 영향력 지수, 국제특허건수 및 기술료의 연구성과 우수성 평가지표와 그 외 세계 일류 근거자료에 기반한 국제성 평가지표를 제시하였다. 또한 2010년 KIGAM 성과목표기술서에서 연구사업 평가를 위해 총 논문 및 SCI논문건수, 영향력 지수, 특허출원/등록건수 등의 지표와 함께 기술수준향상도 및 국가기술경쟁력 제고 지표를 제시한 바 있다. 이러한 지표들은 연구 수월성을 제시할 수 있는 지표이나, 국제비교에 어려움이 있어 단순히 논문 및 특허 건수 등의 정량목표를 제시하는 수준이었다. 기술수준향상도 및 국가기술경쟁력 제고 지표의 경우 정량화 목표를 제시하는 데에도 어려움이 있었다. 기술향상도는 객관화하기 힘든 면이 있어 송승국 외 (2011)와 같이 기존의 동료평가 및 전문가의견에 의존한 결과를 제시하여 온 경향이 있었다. 또한 속도, 용량, 출력 등 기술별 성능 특성을 고려한 방법이 연구되고 있다. Nieto, Lopéz and Cruz(1998)는 기술성장 분석 시 디지털 신호처리기술에 대해 메모리용량으로 분석하였으며 Schilling. and Esmundo(2009)는 재생에너지기술의 경우 발전단가로 분석한 바 있다. 하지만 이러한 접근법은 지질자원 분야 및 공공 기술 전반에 적용하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 연구 수월성 및 그 향상도를 나타내는 지표로 SCI 논문분석을 통한 국외 공공 연구기관과의 정량화된 비교 방법을 제시하였다. 기술수명주기에 따른 연도별 논문 발표량 변화 요인에서 자유로워지기 위해 총 누적논문 편수 및 1인당 총 누적편수로 비교하였다. 국외 유관 공공 연구기관과 비교한 총 누적 SCI논문편수 및 기준년도까지의 누적편수와 비교한 결과는 해당 연구기관의 위치 및 그 향상도를 제시할 수 있다. 국외 관련 분야 공공 연구기관의 계량적 논문 수치는 세계선도적 수준에 있는 연구기관의 경우 연구 수월성을 제시할 수 있는 비교자료가 될 수 있으며, 추종적인 단계에 있는 기관의 경우 달성 목표가 될 수 있다. 따라서 국외 선진기관에 대해 추종적인 위치에 있는 연구기관의 경우, 정량지표의 달성 목표와 그 향상도를 제시하는 이원화된 평가 방법이 합리적일 수 있다.

과학기술 분야 정부출연연구원의 다년도 연구사업 평가를 위해 2008년 2008-2009년 성과목표기술서 작성 및 2009년 2개년 연구사업 평가를 시행한 바 있으며, 2010-2012년 성과목표기술서를 기반으로 한 연구사업 평가가 시행될 예정이다. 또한 2013년도에는 2013-2015년 기간의 성과목표기술서 작성을 앞두고 있다. 2009년도 시행한 다년도 연구사업 평가는 해당 연구기관이 제시한 성과목표기술서의 산출지표 및 결과·효과지표의 달성도와 우수성을 중심으로 평가하였다. 정부출연연구원 기관평가를 담당하고 있는 연구회는 매년 기관평가에서 많은 변화를 가져 오고 있으나, 공공 기술 분야 연구 수월성 평가 방법의 개발 측면에서 제고할 여지가 있다. 현재 해당 기관에서 작성한 성과목표의 달성도 및 우수성을 기준으로 평가하고 있으나, 우수성을 평가할 수 있는 기준이 불명확한 실정이다. 또한 국외 유관 공공 연구기관과 비교의 필요성 및 시행 방법에 대해서 심도 있는 논의가 되지 못하고 있는 실정이다. 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원에서는 매년 국가연구개발사업의 성과분석 보고서를 발행하고 있으며 이는 국내에서 국가 연구개발사업을 실행하는 주체의 평균 실적으로 국내 비교우위를 평가할 수 있는 기준 자료가 될 수 있다. 많은 정부출연연구원이 단순히 국내최고가 아니라 세계수준 연구기관 도약을 위한 기관 비전을 제시하고 여러 전략을 수행하고 있으므로, 연구사업 평가 및 기관평가에서 연구 수월성을 제시할 수 있는 체계적인 평가 방법의 제시가 요구된다.

참고문헌

- 과학기술정책연구원 (2012가), “일본, 연구거점 형성에 관한 시책”, STEPI S&T동향정보 국외정책동향 (2012.2.24.).
- 과학기술정책연구원 (2012나), “일본, 연구교육 거점 형성의 효과와 그 계속성에 관한 실태 조사”, STEPI S&T 동향정보 국외정책동향(2010.4.22.).
- 과학기술정책연구원 (2012다), “일본 글로벌 COE프로그램”, STEPI S&T동향정보 국외정책동향(2010.6.14.).
- 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원 (2011), 「2010년도 국가연구개발사업 성과분석 보고서」, 국가과학기술위원회/한국과학기술평가원.
- 박현우, 김상국, 김근환 (2011), “기술가치평가를 위한 경제적 유효수명 결정방법에 관한 연구”, 2011 한국기술 혁신학회 추계학술대회 발표논문집, 79-93.
- 송승국, 허은녕, 이유아 (2011), “네트워크 분석과정을 적용한 가스하이드레이트 개발 사업의 기술향상도 평가”, 「기술혁신학회지」, 14(1): 60-84.
- 연경남, 이성중, 이종현, 송충한 (2005), “연구계획서 평가시 정량지표 도입의 타당성에 관한 분석”, 「기술혁신학회지」, 8(1): 261-276.
- 유선희 (2004), “특허인용 분석을 통한 기술수명예측모델 개발에 관한 연구”, 「정보관리연구」, 35(1): 93-112.
- 조우현, 우정표, 송충한 (2010), “국가연구개발사업 계량평가 도입 효용성에 대한 실증적 분석-세계수준의 연구중심대학(WCU)육성사업을 중심으로-”, 「기술혁신학회지」, 13(3): 494-512.
- 한국지질자원연구원 (2004), 「2003년도 자체평가보고서」, 한국지질자원연구원.
- 한국지질자원연구원 (2009), 「기관고유임무형사업 기술기획보고서(2009-2011)」, 한국지질자원연구원.
- 한국지질자원연구원 (2010가), 「2010-2012년도 성과목표기술서」, 한국지질자원연구원.
- 한국지질자원연구원 (2010나), 「2018 KIGAM 발전전략(TRM)」, 한국지질자원연구원.
- Bengisu, M. and Nekhili, R. (2006), “Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases”, *Technological Forecasting and Social Change*, 73: 835-844.
- Chen, Y.H. et. al. (2010), “Technology forecasting of new clean energy: The example of hydrogen energy and fuel cell”, *African Journal of Business Management*, 4(7): 1372-1380.
- Nieto, M., Lopéz, F. and Cruz, F. (1998), “Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies”, *Technovation*, 18(6/7): 439-457.
- Schilling, M.A. and Esmundo, M. (2009), “Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government”, *Energy Policy*, 37: 1767-1781.
- Watts, R.J. and Porter, AL (1997), “Innovation forecasting”, *Technological Forecasting and Social Change*, 56: 25-47.