

혁신체제론의 보완적 접근으로서 과학적 창조성 연구 검토:
한국화학연구원 사례연구 계획
A Review of the Studies on Scientific Creativity as A
Supplement to the System of Innovation:
Research Design of KRICT-case

장영선*
Youngsun Jang

I. 서론

최근 세계경제포럼(WEF)의 '13년도 국가경쟁력 평가결과에서 우리나라는 전년대비 6단계가 하락하여 평가대상 148개국 중 25위를 차지하였고, 국가경쟁력개발원(IMD)은 '12년과 마찬가지로 우리나라를 22위로 평가하였다. 이에 대해 정부는 우리나라의 국가경쟁력이 최근 들어 정체되어 있다고 판단하고 국가경쟁력을 실질적으로 높이기 위해 정책협의회를 개최하는 등 중점관리를 시작하였다.

정부는 국가경쟁력 분석에서 20위권에 정체된 상황에 대한 대응 방안의 하나로 과학기술 분야에 있어서 '창조경제' 국정과제와의 연계성이 필요하다는 진단을 내놓았다.¹⁾ 이는 그간 과학기술계에서 주장해온 추격형 R&D에서 선도형 R&D로의 전환과 궤를 같이하는 내용이었다.

이러한 주장은 1970년대 출연연구소의 설립을 시작으로 추격형 R&D를 통해 고도성장을 이룩한 우리나라가 1990년대 이후 정체의 시기를 맞아 혁신을 강조하면서 줄곧 제기되어온 이슈였다. 이에 2001년 선진국 진입을 위한 과학기술의 근본적 전환을 위해 혁신시스템(Innovation System) 이론에 기반한 과학기술기본법과 과학기술기본계획이 수립되었다. 과학기술기본법은 제6조에 혁신체제의 구축을 명시해 놓음으로써 법과 계획의 근거가 혁신시스템 이론에 기반하고 있음을 명확히 보여주고 있다. 이는 당시 과학계와 관련 정책 입안자들의 시각을 반영하고 있다.

그러나 지난 10여 년간 진행되어온 혁신체제 정책은 여전히 선도형으로의 전환을 외치고 있고, 앞으로 나아가야 할 길이 멀다. 이에 대한 대응으로 새 정부의 '창조경제'와 같은 교설(敎說)들이 나타나게 되었다. 필자는 이러한 정체의 원인 중 하나가 그동안 국가 과학기술정책의 근거가 된 혁신시스템 이론의 한계에 있다고 본다. 우리나라 과학기술계에 수입된 혁신시스템론의 '양적(quantitative)' 관점, '거시적(macro-level)' 관점, '제도중심적(institution-centered)' 관점이 선도형·First Mover·창조경제형 R&D를 위한 적절한 논리를 제공할 수 없었던 것이 그 원인이다. 필자는 이러한 문제인식하에 아래에서 기존의 혁신체제론을 보완하기 위한 접근법으로 과학창조성(scientific creativity) 연구에 대해 소개하고, 실제 정부출연연구소인 한국화학연구원의 현장연구계획을 제안하고자 한다.

본 발표문의 2장에서는 우리나라의 기존 혁신시스템 이론의 전개 과정과 한계에 대해서 거시적·제도 중심적 관점에서 살펴보고 선도형·창조경제형 과학기술정책을 위한 근거 이론으로서 개인 및 조직단위의 연구가 필요하며, 이런 의미에서 과학창조성 연구가 필요함을 다룬다. 이어 3장에서는 그간 이루어진 국내외의 과학창조성 연구의 성과들을 국내에서는 김왕동(2008)과 국외에서는 Dunbar(1997)를 중심으로 소개하고, 이러한 창조성 연구들이 기존 혁신시스템 이론에 대해 가지는

* 장영선, 한국화학연구원 UST 박사과정 연구생, 042-860-7708, ysjang@kRICT.re.kr

1) 기획재정부 보도자료, "2013년 세계경제포럼(WEF) 국가경쟁력 평가 결과 및 분석", "제1차 국가경쟁력정책협의회 개최", (2013. 9. 4.)

합의에 대해 살펴본다. 4장에서는 기존 혁신체제론이 혁신적인 성과가 일어나는 실제현장에 대한 실증분석이라는 측면에서는 매우 빈약하다는 인식하에 창조성의 사례연구로 필자가 소속되어 있는 한국화학연구원(이하 화학연)을 선정하여 향후 연구대상 선정 및 연구방법·목표에 대해 기술할 것이다.

II. 기존 혁신체제론과 과학창조성

1. 혁신체제론

혁신시스템은 신기술을 창출하고 받아들이며, 이를 변화시키고 외부로 확산하는 활동과 상호작용을 하는 공공부문 및 민간부문의 조직들 간의 네트워크로 정의된다.²⁾ 이러한 혁신시스템에서 핵심이 되는 것은 혁신 과정에 관계되는 행위자들 간의 연계(linkage)가 얼마나 중요한 역할을 하는지를 잘 이해하는 것으로서, 인체의 건강이 원활한 혈액 순환에 달려있듯이 지식의 흐름을 막힘 없이 만들어 주는 것이 정책의 목표가 되고 이는 자연스럽게 최근의 개방형 혁신(open innovation)에 대한 논의로 이어지고 있다.

혁신을 시스템으로 보는 이러한 관점은 역사적으로 선형 혁신이론(linear model of innovation)에 대한 반동으로 등장했다. 선형이론의 전범(典範)으로 인정되는 바네바 부시(Vannevar Bush)의 1945년 보고서 *Science: The Endless Frontier* 는 기초과학에 대한 투자가 사회경제적 혜택으로 연결됨을 강조하고 있다. 기초연구의 성과가 응용연구, 개발연구를 거쳐 생산과 확산 단계를 통해 경제성장으로 이어지는 이러한 단순 선형과정은 2차 대전 이후 미국을 넘어 세계 각 선진국들의 과학기술정책을 장악하며 광범위한 영향력을 행사하였다. 지금도 실험실의 많은 과학자들은 이러한 선형과정에 따라 정부의 과학 정책이 이루어져야 한다고 믿고 있다. 그런데 1980년대 중반을 지나면서 이러한 추세에 변화가 일어나기 시작했다. 클라인·로젠버그의 체인링크 모델(chain-linked model, Klein & Rosenberg, 1986)을 시작으로 랄프 고모리의 순환혁신 모델(circle model, Ralph Gomory)과 같이 혁신과정의 비선형성을 주장하는 일단의 연구자들이 등장했다. 이들은 단계적인 혁신과정이 아닌 기초연구로부터 상품개발 단계에 이르기까지 전 과정이 서로 밀접하게 연계되어 있는 그림을 그리기 시작했고, 이러한 선형이론의 균열은 향후 급격한 경제성장을 이룬 일본에 의해 가속화 되었다.

전후 순조로웠던 미국의 경제성장은 1980년대 들어 일본이 미국을 추월하는 신호들이 등장하면서 위기에 봉착하게 됐다. 일본이 미국 국채 최대보유국이 되고, 랜드마크와 같은 록펠러 센터를 매입했을 때 황화(黃禍, Yellow peril)는 정점에 달해 일본을 분석하는 연구가 쏟아져 나오게 됐다. 당시 하버드 대학 교수 에즈라 보겔(Ezra Vogel)의 저서 *Japan as Number One* 이 그러한 총체적인 분석의 일환이었다고 한다면, 프리만(Christopher Freeman)의 국가혁신체제론(National Innovation System)은 과학기술을 통해 그러한 성공을 분석해보려는 시도였다. 서양에 비해 조직적 문화와 수직적 계층 문화가 강한 아시아적 전통의 일본은 과학기술정책에 있어서도 정부가 혁신과정 전반에 강하게 개입하는 특성을 나타냈고, 이는 프리만의 눈에 신선하게 비쳤다. 혁신은 단순히 선형적이고 자연발생적인 과정만이 아니라 정책적 의지를 가진 정부 당국에 의해 제도적으로 시스템 구축을 통해서도 일어날 수 있는 것이었다. 이제는 혁신이 일어날 수 있는 환경을 정부가 개입해서 적극적으로 구축해주는 것이 중요해진 것이다.

이는 룬드발(Lundvall, 1992), 넬슨(Nelson, 1993), 에드퀴스트(Edquist, 1997)의 연구로 발전했고, 회원국들의 전반적인 과학기술역량을 향상시키려는 OECD의 노력에 의해 급속하고도 광범위하게

2) Freeman(1987) in OECD(1997)

전 세계적으로 확산되었다.

과학기술정책의 초점이 이제는 시스템이 되었다. 시스템을 구성하는 주체들을 연결하는 제도를 만드는 것, 주체가 없다면 정부가 그것을 만들면 된다. 예를 들어 실리콘 벨리가 필요하면 관교 벨리를 만들면 되고, 건물을 짓고 사람들을 옮겨 놓으면 된다. 시스템을 구축해 놓으면 나머지는 자동적으로 될 것이다. 산학연의 협력 정도, 인력의 유동성 정도, 기술 이전, 기계 및 장비의 이동, 기술 습득 및 전환 능력은 바로 이러한 시스템적 관점에서 중요시되는 포인트가 되었다. 그러나 이후에 살펴보듯이, 이러한 제도적·유물론적 관점은 후발국가가 선도국을 추격하는 경우에는 매우 효과적이지만 참고할 모델이 없는 선도국가들에게는 적절한 방법이 되지 못했다. 혁신시스템론 전반에 흐르는 유물론적 사고는 창의적인 아이디어와 질적 사고가 요구되는 선도형 R&D에는 힘을 쓰지는 못하는 것이다.

다양한 국가혁신체제론에 대한 비판에 직면하여 혁신체제론은 여러 학파로 ‘진화’하였다. 구영우 외(2012)에 따르면 이들은 기술체제론, 지역혁신체제론, 산업혁신체제론으로서 분석 단위를 세분화하고, 제도 중심적 관점을 탈피하여 보다 동태적인 관점을 제공하고자 하고 있다.

한편 국내에서는 과학기술정책 커뮤니티를 중심으로 혁신시스템론 관점에서 2001년 과학기술 기본법을 제정하고, 이를 기초로 과학기술 기본계획을 수립해오고 있다. 국가혁신체제론의 비판에 대해서는 지역혁신을 위한 내용을 동법 8조에서 지방과학기술 진흥종합계획에 반영하고 있고, 산업혁신체제를 위해 산업부에서 산업기술혁신계획을 5년마다 수립해오고 있는 상황이다. 그러나 국내에서는 혁신시스템론을 적용하는 과정에서 기존의 여러 문제들을 여전히 노출하고 있고, 이는 점차 성장을 가로막는 핵심적인 장애가 되고 있다.

2. 혁신체제론의 한계와 과학창조성 연구의 필요성

구영우 외(2012)에 따르면 국가 혁신시스템론은 다음과 같은 이유로 비판받고 있다. 첫째, 분석 단위로서 국가는 오늘날 복잡한 혁신 활동 양상에 적합하지 않다. 둘째, 동태적 분석이 미흡하고 제도적 결정론에 빠져있다. 셋째, 앞의 제도적 결정론과 관련하여 제도가 주요 연구대상이 되면서 혁신의 핵심 주체인 기업의 구체적인 행동에 관한 분석이 미흡하다. 넷째, 이론적 엄밀성이 부족하다.

이를 필자의 관점에서 재정리해보면 첫째, 혁신시스템론은 거시적이다. 연구의 대상이 되는 분석 수준(level of analysis)이 지역·산업군·기술군·국가 등과 같이 규모 면에서 매우 크다. 이러한 ‘빅 사이언스’는 연구를 수행하는 연구자가 단독으로 하기 어렵다. 집단적인 연구가 필요하고 데이터를 수집하고 분석하는 데에도 많은 시간과 비용이 요구된다. 그러다보니 이러한 연구를 수행하는 개인 연구자나 소규모 연구조직은 거시적인 대상에 관한 2차적인 통계 데이터에 의존하게 된다. 또한 연구방법도 양적 접근법을 위주로 하게 된다. 예를 들어, A 국가와 B 국가의 ‘국가 수준의’ 바이오 분야의 혁신 원천을 비교한다면 우선 작은 연구조직 단위(10여명 이하의) 분석을 장기간 수행해 국가 단위에 대한 시사점을 찾는 것은 많은 시간적, 물적 자원이 소모되기 때문에 국가 전체의 통계와 같은 2차 자료에 의존하게 된다. 따라서 혁신을 낳게 한 실증적인 분석(인터뷰나 현장 취재를 통한 현장연구)은 회피되고 수량화 가능한 논문 수·특허 수·기술료 등과 같은 정량화 가능한 부분만 선택된다.

이러한 특성은 어떤 문제를 초래하는가. 거시적인 분석 수준의 가장 큰 문제는 국가의 혁신역량이나 과학기술 발전의 변화를 설명할 수 없다는 점이다. 즉, 수량화된 데이터들은 결과만을 보여줄 뿐이고, 심층적인 요인들은 배제된다. 그것은 원인이 아니라 그로 인해 나타난 결과이고 현상이기 때문이다. 보다 근본적인 원인은 논문 수·특허 수 등의 양적 차이를 가져온 보다 심층적인 곳에 있다. 이는 질적 접근을 통해서만 규명이 가능하고, 분석 단위를 낮추어야 가능한 것이다. 즉, 실증분석을 위한 의지가 있어야 가능한 것이다. 그러나 기존의 혁신시스템 이론에서는 이러한

부분이 많이 다루어졌다고 말하기는 어려울 것 같다. 거시적 분석 단위로 인한 미시적 설명의 부족, 이로 인해 동태성(dynamics)이 부족하고 정태적인 이론으로 남는 것에 혁신시스템론의 한계가 있다.

두 번째 특성은 제도중심적 접근에 있다. 혁신시스템론의 유물론적 철학은 분석 수준의 거시성에 이어 여기에서도 문제를 야기하고 있다. 즉, 개인 또는 집단의 사고나 아이디어, 집단의 문화와 같은 비물질적 속성은 연구대상으로 진지하게 고려되지 않는다. 산학연 협력이 논의 될 때도 협력의 미묘한 문화적 속성들은 초점이 아니고 협력을 위한 제도 설계(예산 책정, 담당 기구가 들어설 건물의 위치 등)만이 고려된다. 사람과 사람의 협력, 조직 간의 협력이라는 사회적·심리적인, 보다 넓은 협력의 하위범주로 과학기술 협력을 바라보지 않음으로 해서 생기는 문제는 자명하다. 즉, 돈이 더 많이 든다는 것이다. 협력의 문화가 되어 있지 않은 조직 간의 협력을 인위적으로 낳으려면 거대한 상위기구가 밀어붙이거나 더 많은 당근을 제시해야 할 것이다.

제도가 중심에 놓이면 발생하는 문제는 또 있다. 구영우 외(2012)는 기업이 빠진 것만 강조하고 있으나 혁신체제론에서도 이야기하듯이 R&D는 기업만 하는 것이 아니다. 시스템이론의 트로이카는 기업과, 대학 그리고 연구소로 이루어져 있기 때문에 우리가 제도에만 초점을 맞추다가는 혁신을 수행하는 실체인 ‘사람’을 놓치게 된다. 구영우 외(2012)의 기업 연구소의 연구원과 팀은 물론이고, 대학의 교수·대학원생, 출연연구소 및 국립연구소의 연구자들과 랩이 시야에서 사라지게 되는 것이다. 그러면 실질적인 연구와 혁신의 주체가 모호하게 되고, 실제 없는 그림자만 남게 되는 위험을 안게 된다. 그로 인한 문제는 의외로 심각할 수 있다. 앞서와 마찬가지로 효율의 문제인데, 같은 제도를 만들어 놓고도 개인과 팀의 중요성을 인지한 과학 커뮤니티와 그렇지 않은 곳의 성과에는 상당한 차이가 벌어질 것이 분명하다.

그러나 다행히 최근 들어 이러한 현장의 목소리가 반영이 되어 ‘성실실패’와 ‘질적 평가’와 같은 논의들이 등장하고 있다. 이는 기존 논의에서 미흡한 부분을 보완하는 측면에서 반드시 필요한 부분이고 더 확대되어야 할 필요가 있다. 혁신시스템론은 눈높이를 좀 낮추고 분석 수준을 낮추어 현장을 볼 필요가 있다.

따라서 위에서 살펴본 혁신시스템론의 약점들은 최근 불거지고 있는 창조경제, 선도형(First-Mover) R&D와 밀접한 관련을 맺고 있다. 왜냐하면 창조형·선도형 논의는 바로 양적 사고에서 질적 사고로의 거대한 전환과 맞닿아 있기 때문이다. 선진국으로의 한 단계 업그레이드를 위한 우리 사회의 보다 광범위한 변화와 관련되어 있는 이러한 전환은 기존 혁신시스템론의 미진한 부분을 보완하기를 요구하고 있다. 혁신과 창조성 그 자체의 실증적 분석을 위한 질적 접근의 필요성, 그리고 보다 미시적 단위의 연구를 통한 고도의 창의성·혁신성의 발현 기제를 파악하고 그것을 촉진시키기 위한 적절한 정책 제안의 필요성이 그것이다.

과학창조성 연구는 바로 이러한 부분과 관련이 있다. 보다 미시적인 단위에서 혁신 기제를 규명하기 위해 질적 접근법이 불가피하고, 창조성과 혁신성 바로 그 자체에 대하여 직접적으로 파고드는 것이다. 이는 창조경제와 선도형 R&D 논의가 요구하는 관점의 변화를 위한 근거를 마련해 줄 가능성이 있다. 샤페(Sharif, 2006)에 따르면 이러한 과학창조성 논의는 혁신시스템 이론을 비판하고 대신하기보다 혁신시스템 개념을 사회구성적 관점에서 보다 더 풍성하게 하고 확대시킬 수 있는 근거로 작용할 것이다.

III. 국내외 과학창조성 연구

1. 국내의 과학창조성 연구

혁신의 원천이 되는 연구자 개인 및 조직의 창조성은 어떻게 발현되는 것일까. 과학창조성은 넓게는 일반적인 창조성의 관점에서 매우 다양한 분야에서 꾸준히 연구되어 왔지만, 본 연구에서는 과학 분야에 국한하기로 한다.

미시 수준의 분석 단위에 대한 창조성 연구로는 국내에서는 김왕동의 연구(2008)가 대표적이다. 물론 아래 표에서와 같이 이 외에도 창조성 또는 혁신성에 대한 국내 연구들이 많이 있어왔으나, 현장의 연구자 개인 또는 랩 단위의 실증분석은 미흡한 상황이다.

<표 1> 국내 과학창조성 기존 연구³⁾

창조성 수준	연구자	분석 대상	주요 내용
개인	김승환(2009)	대학/공공연구소	세계 최고 과학자의 창조적 역량 분석을 통한 증진 방안
	김왕동(2008)	공공연구소	연구자의 창조성 증대를 위한 연구문화 조성 방안
프로젝트/ 프로그램	송위진·황혜란(2006)	중소기업	부품 및 조립업체 간 수평적 공동개발을 통한 아키텍처 혁신사례 분석
	최영락 외(2005)	대기업/공공연구소	DRAM, TFT LCD, CDMA의 혁신사례 분석
	김왕동·이민형(2008)	대학/공공연구소	창조성 증대를 위한 연구관리 시스템 논의
집단/조직	이민형(2009)	공공연구소	전략적 인프라 기초연구사업 추진
	송위진(2008)	대학/공공연구소	우수성과 창출한 8개 연구팀 창조성 발현 사례 분석
	김왕동·이민형(2008)	대학/공공연구소	공공 연구개발 조직의 창조적 연구환경 논의
	김왕동(2008)	공공연구소	조직설계, 문화, 연구협력, 연구펀딩 별 정책대안 논의
	송위진·황혜란(2009)	중소기업	기술 심화형, 신기술 기반형, 아키텍처 혁신형 논의
환경 (정책/국가)	이민형(2008)	공공연구소	기초원천 연구 강화를 위한 정책과제 논의
	성지은·송위진(2007)	민간/공공	핀란드와 한국 간의 총체적 혁신정책 비교·분석
	이장재·오해영(2007)	민간/공공	제3세대 혁신정책 논의(정책대상·초점 변화 필요)
	박항식(2008)	민간/공공	신정부의 과학기술정책 방향
	김승환(2009)	대학/공공연구소	창조형 연구환경 조성 방안
	최영락(2009)	민간/공공	창조형 혁신을 위한 정책방향

따라서 김왕동의 연구결과를 중심으로 국내의 논의를 살펴보면, 과학 창조성 연구는 탈추격형 기술혁신체제로의 전환이 요구되면서 그 필요성이 나타났다고 볼 수 있다. 그러나 공공연구조직의 창의성 발현에 영향을 주는 요인과 이를 촉진하기 위해 정부가 어떤 역할을 해야 하는지에 대해

3) 이찬구 (2010), p.224

서는 국내에서는 체계적인 연구가 미흡하였다.

공공연구조직에 대한 그의 연구에서 이들 조직의 창의성 발현에 영향을 미치는 변수는 내부의 조직구조와 연구문화가 있었고, 외부에서 내부로 작용하는 외생변수로서는 대학과의 협력, 그리고 정부가 지원하는 재정적 변수가 있었다.

조직구조의 측면에서는 창의성을 촉진하는 구조의 설계가 중요한데, 여기서는 연구원의 행태에 직접적으로 영향을 주는 사업구조, 예산구조, 조직의 관리 시스템이 중요하다. 또한 기관장의 전문성, 개인 연구자들이 개인적 관심에서 시도하는 소규모의 씨앗형 연구의 비중이 중요한 변수로 작용하였다. 내부 변수의 두 번째인 연구문화 측면에서는 조직의 구성원들이 공유하는 신념과 가치관이 중요하다. 특히 급속한 경제성장과 압축적인 사회 변화를 경험한 우리나라는 공유되는 조직문화가 발달되지 못한 경우가 많은 데 현재 공공연구조직의 중요한 문제로 이런 부분이 손꼽히고 있다. 이러한 측면에서 기관의 비전과 조직 문화상(文化像)의 정립 여부, 도전적인 연구를 유도하는 예산 및 평가 시스템의 유무, 소관부처·연구회 등 상위 기관의 창의적 의식 여부, 연구 지원조직의 의식 변수가 중요하게 작용하였다.

한편 외생변수로서 학연협력은 탈추격 체제에서 기초·원천 연구의 중요성이 증대되면서 주목받게 됐다. 연구조직의 입장에서는 부족한 연구 인력을 대학의 석박사급 학생으로 충원할 수 있고, 부족한 기초연구 역량을 대학으로부터 지원받을 수 있다. 대학의 입장에서는 연구 장비와 같은 인프라를 이용하여 연구역량을 확장하고, 학생들의 현장경험 및 취업으로 인력양성 및 고용창출을 기대할 수 있다. 학연협력의 이러한 긍정적 효과가 잘 발현되는 경우에 기초·원천 연구를 위한 창의성이 순조롭게 일어나는 것을 여러 사례를 통해 확인되었다. 현재 전 세계적으로 혁신시스템의 관점에서 이러한 학연협력이 활발히 이루어지고 있고, 이는 뒤에서 다룰 것처럼 과학창조성과 시스템혁신 이론이 서로 접합될 수 있는 지점이다.

한편 또 다른 외생변수로는 창의성을 촉진하는 정부의 연구펀딩이 있다. 여기서는 창의성 발현을 촉진하는 긍정적 변수(positive factor)와 이를 저해하는 부정적 변수(negative factor)가 함께 제시되고 있는데, 긍정적 변수로는 장기적이고 안정적인 펀딩 프로그램의 존재, 정부의 펀딩 전담기관의 존재, 공공 펀딩기관의 한계를 보완하여 고도로 혁신적인 분야에 발 빠르게 투자하는 민간 연구조직들의 존재였다. 반면 저해요인은 이러한 긍정 요인의 반대로서 단기적이고 경쟁적인 펀딩, 주류에서 벗어난 연구가 촉진되기 어려운 동료 평가제도(Peer review system) 등이었다.

이상에서 살펴봤듯이 과학창조성의 발현에는 다양한 변수들이 작용하고 있어서 어느 하나의 변수만을 조작해서는 그 결과가 어떻게 될지 예측하기 어렵다. 그리고 국내에서는 과학창조성 연구의 수가 적고, 실제 현장의 사례를 분석하는 심층적인 연구도 부족해서 추가적으로 보완적인 연구가 뒤따라야 할 필요가 있다.

특히 각 변수에 대한 심층적 분석, 학문 분야별로 창의성의 발현기제가 어떻게 달라지는지에 대한 분석, 실제 현장에서의 창의성 발현 메커니즘 등 실증분석이 부족한 것이 국내 창의성 연구의 문제점으로 지적되고 있다. 이런 면에서 필자의 연구는 국내의 기존 창의성 논의의 부족한 부분을 보완할 수 있는데, 이는 4장에서 다루도록 하겠다.

2. 해외의 과학창조성 연구

창의성 또는 창조성에 대한 연구는 분석 수준 및 학문 분야별로 다양한 접근이 있어왔지만, 필자가 연구대상으로 하는 개인 및 소규모 조직의 경우에는 사람의 인지과정의 변화를 추적하기 때문에 주로 심리학, 인지과학(Cognitive science)을 중심으로 발전해왔다. 이와 유사한 용어로 ‘혁신’ 개념이 기술경영과 경제학을 주로 발전되어왔다면, 창의성과 창조성은 보다 심리학, 인지과학 특정적 개념이라고 할 수 있다.

국가나 지역 또는 제도와 같은 거시 수준이 아닌 소규모 연구자 그룹 또는 개인들의 창조성에

대한 연구는 주로 1990년대 미국에서 크게 발전했는데, 이에 대표적인 학자로 아마빌(Teresa M. Amabile)을 들 수 있다. 아마빌의 연구를 포함한 이들 초기 연구들은 기업환경에서 소규모 조직의 창의성에 대한 연구를 주로 수행했는데, 아마빌은 조직 창의성을 개인과 조직 간에 피드백이 일어나는 하나의 시스템으로 그려냈다. 개인의 측면에서는 지식, 동기, 의지 및 숙련도가 중요 변수로 작용하고, 조직의 차원에서는 자원과 경영 시스템, 그리고 개인의 동기에 자극을 주는 조직 문화가 중요한 변수로 드러났다.

한편 기업 환경이 아닌 연구조직, 특히 실험실(Lab)을 통해 창조성이 발현되는 환경을 연구한 대표적인 학자로 케빈 던바(Kevin N. Dunbar)를 들 수 있다.⁴⁾ 던바는 아마빌, 스텐버그(Sternber), 시몬톤(Simonton)으로 이어지는 심리학/인지과학적 전통에 속해 있다. 그러나 던바의 연구는 이들보다 상대적으로 순수과학에 가까운, 소위 고전적인 실험실(Wet Lab)⁵⁾을 대상으로 창의성을 연구했다는 점에서 독특한 위치를 차지하고 있다.

이러한 던바의 연구가 기존 과학창의성 연구에서 어느 지점에 위치하고 있는지 보다 명확하게 이해하기 위해 해외의 기존 연구를 간략히 살펴보자. 해외의 과학창의성 연구를 종합적으로 살펴보면 크게 4가지 관점으로 분류할 수 있다.

첫째, 창의적 성과(creative outcomes)에 초점을 맞추는 학맥이다. 이들은 창의적 성과를 어떻게 정의하고 측정할 것인지에 대해 관심을 발전시켜 왔다. 둘째, 창의적인 사람들의 개인적인 특성(creative individuals)에 초점을 맞추는 학파가 있다. 이들은 개인의 성격이나 연령 등의 개인적 요소가 지능과 어떤 관계를 가지고 있는지에 관심을 두었다. 셋째, 창의적 사고과정(creative process)이 어떻게 이루어지는지에 관심을 두는 학파가 있다. 이들은 문제의 해결과정, 두뇌의 연상 작용과 같은 개인 또는 집단의 인지과정에 관심을 두고 이론을 발전시켜왔다. 넷째, 환경(creative knowledge environment)을 연구하는 그룹이다. 이들은 조직과 제도의 환경이 창의성에 가장 중요한 변수라고 생각하고 그러한 요인에 연구의 초점을 맞추고 있다.

<표 2> 창의성 연구의 관점⁶⁾

창의성 연구 관점	내 용
창의적 성과 (creative outcomes)	<ul style="list-style-type: none"> • 성과물의 창의적인 정도 또는 질에 대한 연구 • 새로움, 유용성, 매력도 측정 등에 관심
창의적 개인특성 (creative individuals)	<ul style="list-style-type: none"> • 창의적인 사람의 특성에 대한 연구 • 성격, 연령, 지능과의 관계 규명에 관심
창의적 사고과정 (creative process)	<ul style="list-style-type: none"> • 창의적인 사고가 이루어지는 과정에 대한 연구 • 문제해결과정, 연상, 확산과 수렴적 사고과정 등에 관심
창의적 지식환경 (creative knowledge environment)	<ul style="list-style-type: none"> • 개인, 집단, 조직의 창의성에 영향을 주는 환경에 대한 연구 • 조직적·제도적 환경요인 규명에 관심

던바의 연구는 이 중에서 세 번째의 인지과정을 추적하는 전통에 속해 있다. 현대 과학에서는 과

4) Heinze et al. (2009), p.610

5) Wet Lab은 주로 화학, 생물학, 유전학 분야의 전통적인 실험실을 말한다. 반면 이론연구나 컴퓨터를 이용한 분석연구 분야는 Dry Lab으로 불리는데, 여기서는 이러한 실험실을 중심으로 연구가 진행되는 기존의 학문분야들을 가리키는 용어로 활용되었다.

6) Stumpf(1995); Hemlin et al(2004), 김왕동(2008) pp.12-13 에서 재인용

학자 개인이 홀로 연구를 수행하던 과거와 달리 랩과 같이 조직 단위로 연구가 이루어진다는 관점에서, 개인의 특성보다는 조직을 연구하는 게 적합하다고 본 것이다. 또한 창의성의 원천과 발현 메커니즘을 규명하기 위해서는 성과나 환경과 같은 2차적이고 보다 간접적인 접근 보다는 그것이 일어나는 과정 속으로 직접 들어가야 한다고 본 것이다. 필자는 이러한 관점을 지지하고 있어서, 던바의 연구가 과학창조성의 메커니즘을 실증적으로 규명하려는 본 연구에 적합한 모델이라고 판단하였다.

(1) 던바의 연구의 배경과 목적

과학자 집단의 창조적이고, 혁신적인 과학적 사고가 일어나는 바로 그 순간을 포착하고, 그 과정을 규명하는 데 목적을 두었다. 이를 통해 과학적 창조성에 관한 핵심적인 의문들에 해답을 제시하고, 창조적 사고를 증진시킬 수 있는 전략들을 도출하고자 하였다. 이를 우주 탄생의 비유로 들자면, 던바의 의도는 빅뱅의 순간이 어떻게 일어났는지를 포착하고자 하는 현대 입자물리학의 노력과 유사하다고 할 수 있다. 혁신의 바로 그 순간, 무엇이 일어났는지를 잡아내고 그 과정을 재구성하는 것, 그것이 핵심이라고 할 수 있다.

(2) 연구 대상

이를 위해 분자생물학 분야의 연구자를 선택했다. 분자생물학 분야는 현대 과학에서 가장 혁신적인 분야로서 우수한 인재와 많은 자금이 몰리고 있기 때문이었다. 즉, 이 분야는 현재 커다란 과학적 발견 및 돌파의 기간을 거치고 있기 때문에 창조적 사고를 연구하는 데 이상적인 영역이라고 판단하였다.

그리고 대상은 미국의 한 명문대학에 소속되어 있는 세계적 명성의 연구자 4명과 그의 랩으로 선정되었다. 이들은 모두 해당 분야의 프론티어를 넓혀가는 혁신적 연구로 세계적 명성을 떨치고 있었다. 던바는 이들의 랩 미팅이 새로운 아이디어와 개념의 보고임을 발견하고 랩 미팅을 중심으로 이들의 연구과정을 추적했다.

(3) 연구 방법

인간의 사고 과정에 대한 연구의 특성상 질적인 접근법을 취하였다. 대표적인 방법으로 인터뷰가 있는데, 연구자를 대상으로 창조적 사고과정을 상기해 내도록 요청하는 식이다. 그러나 이러한 방식은 사후적으로 기억을 더듬어 내어야 하기 때문에 피험자가 기억을 잃어버렸을 경우에 적절하게 사고과정을 재구성하기 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 연구의 전개과정이 기록된 실험노트, 연구노트, 논문 프로포절 등 문서(documents)를 참고하는 방법이 있다. 그러나 이 방법도 아이디어가 도출된 ‘과정’ 보다는 ‘결과물’을 기록하는 데 초점이 맞춰지는 경우가 많아서 결과들 간의 고리를 찾아내는 데에는 적절하지 못한 경우가 많다.

따라서 이 모든 단점을 보완하기 위해 수행한 방법이 랩 미팅을 실시간으로(on-line) 녹화 및 녹음하는 방법이었다. 랩 미팅이 이루어지는 동안 연구자들이 서로 나눈 대화를 모두 녹화하여 새로운 아이디어와 개념의 형성 과정을 분석하는 것이다. 이 방법은 사고의 과정을 추적하는 데에는 아주 강력한 방법이다. 그러나 모든 랩 미팅을 직접 녹화하고 그 기록을 청취, 필사, 코딩, 분석하는 작업을 수행하는 데에는 아주 많은 노력이 들어가기 때문에, 상당한 동기와 의지가 있지 않으면 쉽지 않다. 그런 점에서 이 방법은 일종의 ‘장인정신’을 요구하는 작업이며 현장 연구에 대한 강한 의지를 가진 연구자가 수행하기에 적합한 방법이다. 하지만 우리의 과학기술계의 실정에 대한 정확한 이해를 위해서는 이러한 방식의 실증분석이 많이 늘어나야 할 것이다.

한편 랩 미팅 이전에 연구자들을 미리 인터뷰해 두었다가 미팅이 끝나고 난 후에 그들의 변화된

인식과 비교하여 랩 미팅의 前-中-後로 이어지는 인지과정을 추적하고자 하였다. 이렇게 인터뷰와 실시간 녹화 방식의 적절한 조합을 통해 기억의 손실 없이 비교적 정확한 사고과정을 확보하는 것이 가능하였다.

(4) 실험결과 및 그 함의

거의 1년에 걸쳐 밀착 취재한 실험실은 네 곳이었다. 이 실험실들은 발생생물학(developmental biology)이나 병원체를 연구하는 랩들이었고, 각각의 인적 구성은 정(부)교수 및 조교수, 박사 후 연구원(post doctoral), 대학원생, 기술원으로 이루어져 있었다.

네 곳의 랩에 대한 분석을 통해 나타난 창조적 인지(creative cognition)의 주요 원천은 세 가지였다.

첫째, 유추(Analogy)가 중요한 역할을 한다. 유추는 새로운 현상을 발견했을 때 그것을 설명할 수 있을 만한 유사한 다른 기제를 끌어와 이를 비유로 설명하는 것이다. 이러한 유추의 방식은 네 곳의 랩 모두에서 매우 빈번하게 사용되는 것으로 나타났다. 그런데 유추에서 한 가지 유의해야 할 부분은 흔히 과학사에서 러더포드의 태양계 비유와 케쿨레의 뱀 모형 비유를 통해 설명하듯이 새로운 현상과 크게 동떨어진 대상을 활용한 유추가 중요한 역할을 한다고 주장하는 것과 달리, 실험결과는 비교적 유사한 대상이 활용되었다는 점이다. 실제 실험실에서는 어떤 새로운 현상이 발견됐을 때 그것과 유사한 기관을 비유의 모체로 활용하여 이를 설명하려는 경우가 대부분이었다. 따라서 과학사에서 말하는 매우 상이한 대상을 끌어오는 비유나 획기적인 발견들은 작은 유추의 누적이거나, 아니면 대중에게 쉽게 전달하기 위해 고안된 수단으로 보아야 한다. 던바의 실험에서 큰 개념 변화를 이끌어낸 랩들은 계속된 연구 과정에서 다양한 유추들이 누적되어 종합된 결과로서 나타난 것이었다.

둘째, 예상치 못한 실험 결과에 대한 과학자들 특유의 대응방식이 중요한 역할을 한다. 일반적으로 심리학에서는 몇 가지 심리실험을 통해 사람들은 자신의 신념과 일치하는 정보는 수용하고, 그렇지 않은 정보는 무시하는 확증편향(confirmation bias)을 가지고 있다고 본다.⁷⁾ 그런데 실험실의 과학자들은 심리학에서 말하는 사람들인 일반적인 대중들과는 다른 특이한 전통을 가지고 있었다. 즉, “만일 예상치 않은 현상이 나타나면, 그 현상에 집중하고 그 원인을 찾아내라”와 같은 지침을 따라 연구를 진행한다는 점이다. 이러한 사고방식은 확증편향의 그것과는 사뭇 다르다. 과학자들은 자신의 기존 가설과 일치하지 않는 실험결과가 나왔을 때, 이를 무시하기보다는 오히려 그 오류에 초점을 맞추어 그 원인을 분석하는 경향이 있다는 것이다. 이러한 태도는 창조적인 발견을 이끌어내는 주요한 원동력이었다.

셋째, 분산추론 또는 집단추론(Distributed Reasoning)이다. 분산추론이란 집단을 이루는 다양한 구성원들이 실험 결과에 대해 함께 분석하고 토론하는 것을 말한다. 현대 과학의 집단성은 이러한 분산추론의 역할을 기반으로 하고 있다. 던바의 연구 결과, 연구자들의 직급이나 신분의 고저를 떠나서 서로 다른 배경지식과 사고방식을 가진 랩 구성원들은 서로의 추론을 논박·수정·확대·폐기 하면서 새로운 아이디어와 개념을 형성해 나갔다. 이는 개인이 혼자서는 대안적인 추론을 제시하거나 아이디어를 확장하는 등의 새로운 방향으로 나아가는 것이 극히 어렵다는 것과, 집단적인 분산추론이 큰 기여를 하고 있음을 시사한다.

7) 2-4-6은 유명한 심리학의 실험 사례다. 이 실험에서 피험자들은 2, 4, 6이 쓰인 카드를 차례로 보고 이 숫자들이 가지고 있는 규칙을 맞춰야 했다. 그러면 사람들은 보통 짝수나 2씩 늘어나는 수라는 자신이 세운 가설이나 규칙에 몰두하게 된다. 하지만 정답은 단순히 증가하는 세 개의 수일 뿐이었다. 이렇게 정답을 찾기 어려운 것은 사람들이 자신이 원래 가지고 있던 가설이 옳다는 것을 입증하는 데에만 집중하고 가설에 맞지 않는 사례는 무시하기 때문이다. 이를 확증편향이라고 한다. (비합리성의 심리학, 183-184, 스투어트 서덜랜드, 이세진 역, 교양인, 2008)

던바는 이러한 세 가지 원천들이 어떻게 서로 복합적으로 상호작용하여 창조적 성과를 만들어내는지, 그 동태적인 메커니즘을 자기면역질환을 연구하던 한 실험실의 사례를 통해 설명하였다. 이 사례를 통해 우연한 오류의 발견, 오류에 집중하고 이를 설명하려는 연구자들 특유의 문화, 유추를 이용하여 현상을 설명하는 이론을 만들려는 노력, 그리고 그 과정에서 이루어지는 치열한 토론 및 집단추론이 차례로 이어지면서 세계적인 성과로 이어졌다.

그런데 주목할 만한 부분은 정작 해당 연구원들은 불과 일주일 뒤, 그리고 조금 길게는 한두 달 후에 자신들의 ‘발견’ 과정을 거의 기억해내지 못했다는 점이다. 어떤 유추가 있었는지, 분산추론이 있었는지도 기억해내지 못했다. 만일 랩 미팅 기록이 없었다면 ‘발견’ 직전의 추론만 단편적으로 기억해냄으로써 창조적 성과는 누적적인 과정이라기보다는 추론의 급격한 도약이라는 기존의 신념을 강화시킬 수밖에 없을 것이다.

즉, 이 연구를 통해서 창조적 인지과정은 일종의 ‘뺨질(tinkering)’과 같은 것임을 알 수 있다. 작은 성과의 누적이 큰 성과로 이어진다는, 얼핏 보면 단순한 이 사실은 주로 거시적이고, 제도적인 대상에 관심을 두고 있는 기존의 혁신시스템론에 시사하는 바가 크다고 하겠다. 또한 이 연구결과에 따르면 리스크가 큰 연구를 하는 랩의 경우에 창조성의 세 가지 원천이 발현될 상황이 더 많이 조성된다는 사실이 드러났다. 즉, 창조적인 과학자들을 공통으로 묶어주는 요소는 위험 수용적(risk-taking) 태도였던 것이다. 도전적인 연구가 창조성이 발현될 환경을 조성한다고 볼 수 있다. 이러한 두 가지 결론은 혁신시스템론과 그에 기반한 기존 국가 과학기술 R&D 정책에 중요한 의미를 지닌다. 과학창조성의 원천을 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 소규모 랩 단위의 현장연구가 꼭 필요하다는 점이다. 필자는 분자생물학과 같이 실험실을 통해 연구가 주로 이루어지는 화학을 대상으로, 특히 화학연의 사례분석을 통해 과학창조성의 실제 메커니즘을 규명해보고 그 정책적 함의를 살펴볼 것이다.

IV. 한국화학연구원의 과학창조성 연구계획

앞선 장들에서 우리는 혁신시스템론의 한계와 이를 보완할 수 있는 과학창조성 연구의 특성을 살펴보았다. 그 결과 분석 단위를 연구자 개인이나 랩 단위의 미시 수준으로 낮추어야 하고, 현장연구가 이루어져야 함을 알게 되었다. 이 장에서 필자는 그러한 결론에 따라 필자가 소속된 화학연에 대한 사례연구를 어떻게 진행할 것인지, 그 연구 계획을 소개하고자 한다.

과학의 여러 분야 중에서 화학은 실험실에서 집단으로 연구가 이루어지는 전통적인 학문 중 하나이다. 따라서 주기적으로 랩 미팅을 통해 연구원들 간의 실험 진행 상황과 아이디어의 교환이 이루어지는데, 이러한 학문적 속성이 랩 단위 수준의 분석을 위한 적절한 이유가 된다. 그러나 생물학이나 화학과 같이 연구 최소단위가 랩 수준인 학문 분야와 연구자 개인의 특성이 비교적 더 중요한 순수과학 분야, 예를 들어 수학과 같은 분야의 차이는 고려해봐야 할 중요한 부분이다. 이러한 차이에 대한 연구는 차후 기초과학의 성과 제고와 관련을 맺으면서 연구 주제로 제기될 가능성이 있다. 과학 분야별로 유효한 분석 수준 및 단위에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

한편, 화학연은 필자가 소속되어 있는 정부출연연구기관으로서 지리적 근접성, 인적 네트워크 활용 가능성 등 연구진행의 용이함 때문에 현장연구가 실질적으로 가능한 곳이다. 연구대상을 선정함에 있어서 노벨상 수상자 등 세계적으로 유명한 연구자와 랩을 선택하는 것도 중요한 부분이지만, 현실적인 실현가능성도 그에 못지않게 중요한 고려 사항이다.

어떤 연구자와 랩을 대상으로 할 것인가 하는 물음에 있어 먼저 생각해야 할 것은 창조적인 성과를 어떻게 정의할 것인가 하는, 성과의 개념화에 관한 것이다. 이에 대해서는 성과를 구성하는 요소들에 대한 기존 연구, 양적 사고에서 질적 사고로 전환되는 관점을 바탕으로 하는 성과에 대

한 논의들, 개방형 혁신시스템 관점에서 살펴본 성과에 관한 연구들을 토대로 개념화를 진행할 예정이다.

특히, 성지은·고영주(2013)의 화학(연)의 탈추격 혁신을 위한 모범사례 및 성과지표를 반영할 계획이다. 여기서 주요 항목으로 제시된 산학연 협력 정도, 국제 공동연구 수준, 분야 간 융복합 연구 지표 등을 기초로 하여 뛰어난 성과를 내는 랩을 선정하기로 한다.

이러한 기준에서 현재 화학연에는 적절한 후보로 3곳의 랩이 있다.

<랩 A> A랩을 운영하는 연구자는 최근 3년간 50건의 특허와 40편이 넘는 논문실적을 확보하고 있다. 이 실험실에서는 미국화학회지(JACS), 랭뮤어(Langmuir), 어드밴스드 머티리얼스(Advanced Materials), 앙게반테 케미(Angewandte Chemie) 등 유명 학술지에 실린 발견들이 많이 배출됐다. A랩에는 9명의 책임연구원, 4명의 선임연구원, 2명의 연구원, 2명의 기술원이 있다. 이 실험실에서는 액체흡수와 기체흡착 성능 측면에서 세계 최고의 하이브리드 나노세공소재(MOF, Metal-organic framework)를 개발했다. 이 소재의 상용화 연구를 위해 프랑스 및 유럽의 연구기관들과 기업들이 EU Framework 프로그램에 참여해서 국제 공동연구를 펼쳐 나가고 있다.

<랩 B> B랩을 운영하는 과학자는 최근 3년간 58건의 특허를 확보했다. 그는 촉매를 이용해 기존 고압열 크래킹 기술에 비해 저온저압 하에서 나프타를 분해하는 원천기술을 독자적으로 개발하는 연구를 진행했고, 세계 최초로 기술의 상용화에 성공했다. B랩에는 4명의 책임연구원, 7명의 선임연구원, 1명의 연구원, 1명의 기술원이 구성원으로 있다. 이러한 성과를 위해 B랩은 석유화학 관련 대기업과 협력하여 상용화 플랜트를 건설했고, 대학과의 공동연구, 미국의 관련 기업과 국제 협력을 추진하였다.

<랩 C> C랩에 소속된 C 과학자는 최근 3년간 20여건의 특허와 나노 레터스(Nano Letters), 랭뮤어(Langmuir) 등 저명 학술지에 게재된 논문을 수십 편 발표하는 등 뛰어난 실적을 확보했다. C랩에는 5명의 책임연구원, 2명의 연구위원, 4명의 선임연구원, 1명의 연구원이 소속되어 있다. C랩은 세계 최고 고효율의 유기-무기 이중접합 하이브리드 태양전지 제조기술을 확보하여 유명 학술지에 게재되었다. 이를 위해 C 과학자는 관련 기술의 발명자인 스위스의 유명 연구팀과 공동연구를 수행한 바 있다.

위 세 연구자는 창조적인 연구를 통해 뛰어난 성과를 올렸는데, 특히 A와 C는 국가연구개발 우수성과 100선에 선정되기도 했다. 그 해 화학연에서 100선에 이름을 올린 연구자는 3명이었는데, 그 중 2명이 여기에 있는 것이다. 특히, A는 국가연구개발 최우수성과 10선에 랭크되어 그 우수성을 인정받았다. 흥미로운 부분은 가장 창조적인 랩들의 공통점으로 국내외 공동연구, 그중에서도 특히 국제 공동연구를 활발하게 진행했다는 점이다. 이는 과학적 창조성에 외생변수로서 공동연구가 모종의 역할을 하고 있다는 것을 방증하며, 이를 통해 혁신시스템론과 과학적 창조성 연구가 서로 연결될 수 있음을 추측할 수 있다.

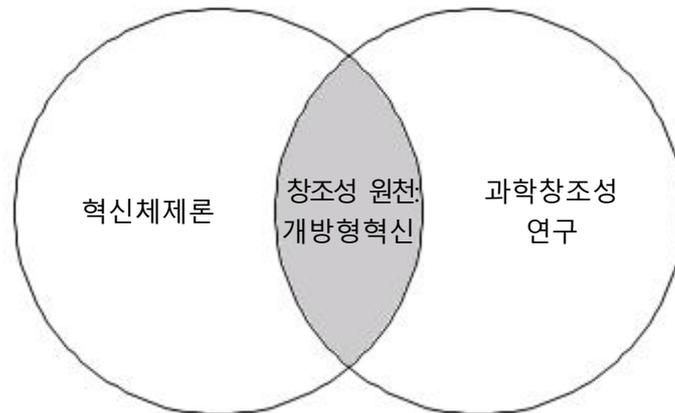
이 연구를 적절하게 수행하기 위해서는 해당 랩이 추진하는 프로젝트에 필자가 직접 동참할 필요가 있다. 현장연구의 특성상 실험 대상자인 랩 구성원들의 심리적 장벽을 낮추기 위한 작업이 필요하고 여기에 많은 시간이 소요될 것으로 보인다. 던바의 경우는 1년의 연구기간 중 랩 연구원들과 친해지는 데 첫 4개월을 보냈다고 소개하고 있다. 필자도 해당 랩의 프로젝트 기간에 맞추어 이를 추적하면서 초기에는 구성원들과 친밀감을 높이는 데 시간을 할애할 계획이다.

한편, 구체적으로 조직의 사고과정을 추적하는 데에는 크게 문서자료 검토, 연구자 인터뷰, 랩 미팅의 실시간 녹화 기법을 활용할 것이다. 문서 검토는 정부 보조금 확보를 위한 과제제안서(grant proposal), 논문의 초안들, 연구노트(lab books) 등을 자료원으로 삼고, 인터뷰의 경우에는 실험 전후 인터뷰 및 이들을 비교한 자료와 연구원들 간에 나눈 대화 자료 등을 참고하며, 미팅 녹화에는

랩 미팅, 책임연구자의 강의, 미리 정해져 있지 않았던 즉흥적 미팅이나 토론 등을 자료의 출처로 삼을 계획이다.

이러한 계획에 따라 연구를 진행할 경우 어떤 성과를 얻을 수 있을 것인가. 우선 화학(연)의 사례에서 창조성의 메커니즘에 대한 랩 단위의 과학심리학적 분석결과를 얻을 수 있을 것이다. 이 결과가 과연 기존 국내외 연구, 김왕동(2008)·던바(1997)의 연구 결과와 일치하는지, 그 메커니즘이 화학(연)의 사례에서도 확인이 되는지 알 수 있게 될 것이다. 둘째, 이를 통해 창조성의 요인을 촉진하는 환경은 어떤 것인지에 대한 시사점을 얻고, 한 두 개의 변수가 아닌 종합적인 환경이란 어떤 것인지에 관한 고찰을 시작해나갈 수 있을 것이다. 셋째, 이러한 고찰을 바탕으로 정책적 제언을 마련해 볼 수 있을 것이다. 대내적으로는 연구원 경영전략의 차원에서, 그리고 대외적으로는 정부의 정책 수준에서 참고자료가 될 수 있을 것이다.

특히, 위 세 곳의 랩에 대한 예비조사에서 확인된 것과 같이, 공통적 속성으로 나타난 국내외 연구협력은 보다 세밀한 관찰이 필요할 것 같다. 왜냐하면 왕성한 국내외 공동연구, 산학연 협력은 소위 개방형 혁신과 과학창조성 간의 강한 연관성을 보여줌으로써 향후 과학창조성 연구와 혁신 시스템론의 접합 가능성을 시사하고 있기 때문이다. 필자는 현장연구를 통해 이러한 연결고리를 규명하고 기존 혁신시스템론을 보완하여 보다 균형 잡힌 이론으로 만드는 데 기여할 계획이다.



(그림 1) 혁신시스템론과 과학창조성 연구의 잠재적 접합점

V. 결론 및 시사점

이상에서 과학창조성의 원천과 기제에 대한 국내외 연구들을 살펴보고 그것이 기존의 혁신시스템 이론에 대해 가지는 함의에 대해 살펴보았다. 중진국 함정이라는 갈림길에 서 있는 우리의 상황에서 과학기술에 요구되는 창조성과 고도의 혁신 역량은 기존 혁신이론에 기반한 과학기술정책에 구조적 전환을 요청하고 있다.

본 발표문에서는 혁신시스템론에 기반한 국내 과학기술정책의 변화 양상을 살펴보고, 이론적 근거가 되고 있는 국내 혁신시스템론의 한계를 거시적인 분석 단위, 제도 중심적 접근이라는 개념을 중심으로 살펴보았다. 기존의 혁신체제론은 거시적 분석 수준에 경도되면서 현장연구나 실증분석이 소외되고 2차 통계자료에 의존하게 되면서 자연스럽게 양적 연구에 편중되었고, 이는 현장의 실상을 놓치고 현상에 대한 동태적인 설명을 어렵게 하는 단점을 초래하였다. 또한 제도 중심적 접근으로 인해 혁신의 진정한 주체인 인간에 대한 이해가 소홀히 다루어지고, 이에 따라 혁신이론의 기초가 부실해져서 형해화(形骸化)될 위험을 안고 있다. 이는 같은 제도를 도입하더라도 인간

의 특성이라는 변수에 의해 효율이 달라지는 부분을 간과하는 문제를 내포하고 있다.

이에 대해 본 연구는 과학창조성 연구가 이러한 문제를 보완할 수 있는 접근방법이라고 주장하고 있다. 국내외 기존 과학창조성 연구들을 살펴보면, 국내에서는 몇몇 연구자들에 의해 관련 분야가 개척되고 있지만 아직은 랩을 단위로 한 심층적이고 실증적인 사례 연구가 거의 없음을 확인했고, 해외에서는 이와 관련해서 과학심리학 전통의 케빈 던바의 연구를 자세하게 살펴보았다.

그리고 이러한 과학창조성의 메커니즘들이 화학연에 대한 실증분석에서도 동일하게 나타나는지 알아보기 위한 향후 연구계획들을 제시하였다. 이는 혁신연구의 거시적·제도 중심적 한계를 극복하고 미시 수준에서 창조성의 원천을 밝히기 위한 국내 실증분석으로서의 의의를 지니고 있다.

따라서 미시적인 수준의 과학창조성 연구는 기존의 혁신체제론을 보다 균형잡힌 이론, 샤리프(Sharif, 2006)가 말하듯이 사회구성적 관점에서 설명력이 보다 풍성한 이론으로 발전하는 데 도움을 줄 것이고, 창조경제, 선도형 R&D를 위한 정책제언의 합리성을 제고하는 데에도 많은 도움을 줄 것이라 믿는다.

[참고문헌]

- 구영우 (2012), “혁신체제론의 진화 및 주요 논점”, 「기술혁신학회지」, 15(2) : 225-241.
- 기획재정부 보도자료 (2013), “2013년 세계경제포럼(WEF) 국가경쟁력 평가 결과 및 분석”, “제1차 국가경쟁력정책협의회 개최”, 2013. 9. 4.
- 김석현·정현주 (2012), 「이공계 연구중심대학의 진단과 과제: 우수 대학실험실을 중심으로」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 김왕동 (2008), 「공공연구조직의 창의성 영향요인 및 시사점」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 노풍두·조용곤·조근태 (2011), “조직의 창의성 수준 평가 모델 개발”, 「기술혁신학회지」, 14(1) : 109-138.
- 성지은·고영주 (2013), “탈추격 혁신을 위한 정부출연연구기관의 노력과 과제”, 「기술혁신연구」, 21(2) : 85-113.
- 송위진 (2008), “탈추격형 공공부문 연구활동의 특성 분석”, 「기술혁신연구」, 16(1) : 239-259.
- 스티븐 존슨 저, 서영조 역 (2012), 「탁월한 아이디어는 어디서 오는가」, 한국경제신문사.
- 이은경·박재민·박명수 외 6인 (2003), 「국내 과학기술인력의 창의적 연구역량 강화방안」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 이찬구 (2010), “창조형 국가 연구개발 사업을 위한 정책방향”, 강근복·황병상 외 7인 공저, 「한국사회의 이슈와 정책」, 한국학술정보, 210-258.
- 조성기 (2012), 「아이디어 쿠킹-생각을 요리하라」, 21세기북스.
- 키스 쇼어 저, 이호준 역 (2008), 「그룹 지니어스-1등 조직을 만드는 11가지 협력 기술」, 북섬.
- 편집부 (2013), 「월간 혁신리더」, 한국능률협회, 2월호..
- 홍성주 (2012), 「과학기술기본계획의 추이 분석과 시사점」, 서울: 과학기술정책연구원.
- Dunbar, Kevin N. (1995), “HOW SCIENTISTS REALLY REASON: SCIENTIFIC REASONING IN REAL-WORLD LABORATORIES”, in R.J. Sternberg and J. Davidson (eds.), *Mechanisms of Insight*, Cambridge MA.: MIT Press.
- Dunbar, Kevin N. (1997), “How Scientists Think: On-Line Creativity and Conceptual Change in Science”, in T.B. Ward, S.M. Smith, and J. Vaid (eds.), *Creative Thought: An Investigation of Conceptual Structures and Processes*, Washington, DC, US: American Psychological Association, 461-493.
- Friedel, Robert D. (2007), *A culture of improvement: technology and the Western millennium*, The MIT Press.
- Heinze, T., Shapira, P., Rogersb, J.D. and Senkerd, J.M. (2009), “Organizational and institutional influences on creativity in scientific research”, *Research Policy*, 38: 610-623.
- Martin, Ben R. (2009), “The evolution of science policy and innovation studies”, *Research Policy*, 41: 1219-1239.
- OECD (1997), “National Innovation Systems”, <http://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf/> (6 September 2013).
- Sharif, Naubahar. (2006), “Emergence and development of the National Innovation Systems concept”, *Research Policy*, 35: 745-766.
- Simonton, Dean K. (2004), *Creativity in Science: CHANCE, LOGIC, GENIUS AND ZEITGEIST*, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.
- Škerlavaj, Miha., Song, J.H. and Lee. Y. (2010), “Organizational learning culture, innovative culture and innovations in south korean firms”, *Expert Systems with Applications*, 37:

6390-6403.

Stumpf. H. (1995), "Scientific Creativity: A Short Overview", *Educational Psychology Review*,
7(3): 225-241