

과학기술분야 R&D 전주기 연구*

- 국내 생명 및 나노과학기술 연구자를 중심으로 -

Understanding Scientific Research Lifecycle: Based on Bio- and Nano- Scientists' Research Activities

권 나 현(Nahyun Kwon)**

이 정 연(Jungyeoun Lee)***

정 은 경(EunKyung Chung)****

목 차

1. 서 론	3.3 심층인터뷰 설계
2. 선행연구	3.4 자료 녹취 및 분석
2.1 과학기술 R&D 전주기	3.5 결과분석의 타당성 검증
2.2 과학기술연구자 정보행동연구	4. 결과 분석
3. 연구설계 및 방법	4.1 과학기술 R&D 전주기 및 특성 규명
3.1 연구설계 프레임워크	4.2 R&D 전주기의 단계별 특성
3.2 조사대상 기관 및 인터뷰 참여자 선정	5. 결 론

초 록

본 연구는 학문의 융복합이 강조되는 21세기 e-Science 환경에서 과학기술 R&D의 전주기를 도출하고 그 과정에서 특징적으로 나타나는 과학자들의 연구와 정보행동을 조사하는 목적으로 수행되었다. 질적연구방법을 적용하여 총 24명의 생명 및 나노과학기술자를 대상으로 심층인터뷰를 실시하였다. 연구 결과, 국내 과학기술 R&D 전주기 전 과정이 (1) 아이디어 생성 및 개발, (2) 연구지원비 확보, (3) 실험 및 분석, (4) 성과 창출, (5) 평가로 이어지는 총 5단계의 활동으로 규명되고 모형화되었고, 각 단계별 주요 연구활동과 특징적 정보행동이 파악되었다. 본 연구결과는 국내과학자의 연구와 정보활동에 대한 근본적 이해를 제공함으로써 정보지원기관의 시스템 개발과 서비스 수월성 제고에 활용될 수 있을 것이다.

ABSTRACT

This study aimed to identify the entire lifecycle of research projects in science and technology. Specifically, it attempted to reveal major research steps and research activities from the beginning to the end of R&D projects. It also investigated information needs, source use and problems scientists encounter in each research step. In-depth interviews with 24 Korean scientists in the fields of bio- and nano-science and technology revealed five major steps of lifecycle, namely idea formation, seeking funding, experiment and analysis, output disseminations, and evaluation. We further identified specific information behaviors and salient communication and research tools in each step.

키워드: 과학기술, R&D 전주기, 라이프사이클, 정보행동, 정보장애, 정보이용자연구, 의미형성, 활동이론
Science and Technology, R&D Lifecycle, Human Information Behavior, Scientific Data Sharing, Information Barriers, User Study, Bioscience, Nano Science, Sense-Making, Activity Theory, E-Science

* 본 논문은 한국과학기술정보연구원의 2011년도 모험창의연구과제로 수행된 "국내 연구자 R&D 라이프사이클 조사"를 토대로 작성하였음.

** 명지대학교 문헌정보학과 교수(nahyun.kwon@gmail.com)

*** Visiting Professor, Department of Library and Information Science, Faculty of Humanities, University of Indonesia(jyonlee@gmail.com)

**** 이화여자대학교 문헌정보학과 조교수(echung@ewha.ac.kr)

논문접수일자: 2012년 7월 14일 최초심사일자: 2012년 7월 16일 게재확정일자: 2012년 8월 12일
한국문헌정보학회지, 46(3): 103-131, 2012. [http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2012.46.3.103]

1. 서론

과학기술 정보서비스 제공자는 그 경쟁력 및 수월성 제고를 위해서 연구자의 연구 및 정보환경을 종합적으로 이해해야 하며 이를 근본적으로 지원하는 체제의 서비스를 디자인해야 한다. 현재 과학기술관련 정보서비스와 정보시스템은 E-Science의 등장과 같은 급변하는 연구 및 정보환경 속에 있다. 따라서 이러한 변화에 대한 총체적인 이해와 분석을 기반으로 서비스를 제공하여야 하는데 여전히 기존의 정보이용에 관한 보편적인 가정을 근간으로 제공하고 있다. 이러한 상황에서 과학기술 정보서비스와 정보시스템이 연구자의 당면 요구 및 잠재적 요구에 부합될 수 있는지에 대한 의문이 제기된다.

최근 정보행위 및 이용연구 동향을 보면 정보이용자가 처한 특정 맥락(context)을 읽어내고 그 맥락 안에서 그들의 일상적인 업무와 삶을 이해함으로써 그로부터 정보이용자들의 요구와 정보행위를 규명하려는 추세로 변화하고 있다. 이러한 연구는 정보시스템 개발자로 하여금 정보이용자들의 상황과 라이프스타일에 맞춘 정보서비스를 설계하게 함으로써 정보요구가 발생하는 환경과 상황에 맞추어 보다 근본적으로 이용자를 도울 수 있다.

이와 같은 정보행동 연구의 새로운 추세에도 불구하고, 국내 과학기술분야 연구자들의 연구개발(Research and Development, 이하에서는 R&D로 지칭함) 활동 전 과정에 대한 이해를 돕는 연구는 아직 부진한 실정이다. 그 결과, 국내 과학기술분야 연구자들의 최근 연구활동 및 정보활동에 대한 총체적이고 체계적인 이해가 부족한 상황이며, 그들의 연구 활동에 기반하여

개발된 연구지원 정보서비스는 제대로 제공되고 있지 않다고 판단된다.

변화하는 과학기술 R&D 환경에서 국내 과학자들의 연구 활동을 근본적으로 지원할 수 있는 정보서비스·시스템 구축을 위해서는 연구자가 수행하는 R&D 활동 전 과정을 심층 조사하여 그들의 정보요구와 정보서비스간의 간극을 밝혀 주는 기초 연구에 대한 필요성이 제기되고 있다. 이러한 요구에 부응한 연구가 최근 한국과학기술정보연구원의 지원으로 수행되었다. 이 연구는 차세대의 효과적인 연구자 지원형 정보서비스 구축을 위한 기반연구로 국내 과학기술연구의 R&D 전주기 전 과정을 체계적으로 규명하고, 그 전주기 각 단계별로 발생하는 과학자들의 정보요구 및 정보행동을 모형화하는 것이다. 본 논문은 그 연구의 첫 단계로, 다음 두 연구목적을 중심으로 구성되었다. 먼저 (1) 국내 과학기술연구의 R&D 전주기 전 과정을 규명하여 그 핵심적 특성을 설명하고, (2) 전주기 각 단계별 과학자들의 연구활동 및 정보행동의 주요 특징을 규명하는 것을 목적으로 하였다.

본 연구를 수행하기 위하여 국내 생명 및 나노 과학기술분야 R&D활동에 종사하는 연구자 24명을 대상으로 심층인터뷰하고 그들의 연구 환경과 활동을 관찰하여 자료를 수집하였다. 그간 국내 정보행동관련 연구는 주로 설문지법을 활용해 왔는데, 이러한 연구는 R&D활동과 연관된 정보행위가 발생하는 맥락과 환경에 대한 근본적인 이해는 제공하지 못하고 단지 피상적 현상만을 보고하는데 그치고 있다는 방법론적 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 질적조사방법으로 연구를 설계함으로써 방법론적 다양성을

시도하였다.

본 연구 결과로 규명된 R&D 전주기는 연구 활동 각 단계에서 발생하는 정보요구와 정보추구행위의 맥락을 이해하는데 도움을 줄 것이다. 이러한 이해는 국내 과학기술분야 연구지원서비스를 제공하는 기관과 개인이 R&D활동을 더 효과적으로 지원하는 서비스를 설계하는데 활용될 수 있을 것이다. 궁극적으로 본 연구 결과는 과학기술 정보서비스 및 연구지원 정보시스템 구축을 돕고 차세대 과학기술정보환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 서비스 개발의 이론적 토대를 제공해 줄 것이다.

2. 선행연구

2.1 과학기술 R&D 전주기

지금 과학기술분야에서는 R&D 전주기에 대한 이해를 토대로 연구활동을 지원하려는 시도가 활발히 진행 중이다. 그 대표적인 예로 영국 국립도서관(British Library)이 Microsoft사와 공동으로 개발한 Research Information Centre (RIC) 프로젝트를 들 수 있는데, 이러한 프로젝트가 목적하는 바는 기본적으로 과학기술 연구 활동의 전주기를 파악하여 각 단계별로 연구자가 사용할 수 있는 정보지원시스템을 개발, 구축하는 것이다(Barga, Andrews, and Parastatidis 2007). 이렇게 연구의 전주기를 이해하려는 노력은 디지털정보환경에서 일하는 과학자들의 연구와 협업을 지원할 수 있는 효과적인 방안으로 대두되고 있다.

Humphrey(2006)의 '지식전달사이클(Knowl-

edge Transfer Cycle)'은 개념화(conceptualizing), 착수(initialising), 분석(analysis), 초기 결과(initial results), 공식화(formalizing), 대중화(popularizing) 등 6단계의 순환과정으로 구성되어 있다. 실제로 R&D 전주기에 기반하여 개발된 가상연구지원시스템 가운데 가장 대표적인 프로젝트가 앞서 언급한 RIC이다(Barga, Andrews, and Parastatidis 2007). 2008년에 베타사이트로 오픈한 RIC은 디지털 연구지원 환경 플랫폼으로, (1) 아이디어 생성, (2) 연구 지원비수주, (3) 실험, (4) 결과 배포 등 4단계로 진행되는 생명분야 연구 프로젝트의 전주기의 모형화를 기반으로 개발된 것이다. 즉, 이 R&D 전주기모형이 연구자가 전주기 각 단계에 사용할 수 있는 정보원과 정보관리프로그램, 협업지원도구를 쉽게 접근할 수 있는 RIC을 설계하는데 사용되었다. 이 RIC이라는 가상공간은 연구자들이 이메일, RSS, 정보공유 프로그램, 문헌정보데이터베이스, 마이크로소프트 워드와 같은 상용소프트웨어 및 다양한 연구관련 프로그램을 통합·활용할 수 있는 플랫폼이다.

RIC과 더불어 주목할 만한 것으로 영국의 JISC(Joint Information Systems Committee 2007)가 2004년부터 개발해 온 Virtual Research Environment(VRE) 프로그램을 들 수 있다. VRE는 전 학문분야의 연구활동을 지원하는 가상연구환경 프로그램으로, 각 연구단계에 필요한 도구와 기술을 쉽게 사용하고, 동료 연구자와 소통하고, 지역 및 국가적 차원에서 접근 가능한 자원과 기술 인프라를 활용할 수 있는 플랫폼이다. 그 밖에 R&D전주기를 토대로 개발된 정보서비스 관련연구로, 반구조화된 인터뷰를 통해 20인의 남아프리카공화국의 말라리

아 연구자들을 조사하여 그들의 일상과 연구 전 과정을 파악하여 그로부터 개발해 낼 수 있는 E-Research 활동을 규명한 SARIS(South African Research Information Services) 프로젝트(Pienaar and van Deventer 2009), 그리고 에딘버러대학 과학기술혁신연구소(2009)가 인류학적 방법론과 반구조화된 인터뷰도구를 사용하여 식물학에서 뇌임상과학에 이르는 7개의 생명과학 하위 주제 분야의 과학자 총 56명의 실험실 활동을 조사하여 발표한 10단계 연구 활동에서의 정보흐름맵(Research Information Network and British Library 2009) 등을 들 수 있다. 이와 같은 일련의 연구는 E-Science¹⁾와 E-Research²⁾라는 보다 큰 담론과 접목되어 있다. E-Science 환경에서의 과학자들의 연구 전 과정을 전주기를 통해 파악하여 연구지원시스템을 개발하려는 여러 시도는 현재 연구도서관 및 전문정보기관의 관심을 받으며 활발히 전개되고 있다. 이러한 움직임은 그간 문헌정보학에서 전문직업집단의 지식활동과 정보행동을 파악하기 위해 전개해 온 다양한 정보이용자 연구 및 정보행동연구의 큰 흐름과 연결된다.

2.2 과학기술연구자 정보행동연구

정보행동연구는 정보이용을 이용자의 관점에서 파악하여 정보 이용자가 어떻게 정보에 접근, 이용, 분석하고 생산하는지 등 제 행동에 대한 연구라고 할 수 있다. 즉, 이용자 중심에서

정보이용의 맥락을 파악함으로써 이용자가 자신이 처한 문제상황에서 어떤 정보를 이용하여 어떻게 그 문제를 해결하는 지에 주목한다. 대한민국이라는 시공간적인 상황에서 우리 과학기술자들을 조사한 정보행동연구가 그간 꾸준히 발표되어 왔다. 이들 선행연구는 그들의 정보추구행동의 특징(박지민 2009; 이준영 외 2003; 최은주 1997; 한승희, 이지연 2006)과 선호하는 정보 유형을 밝히는 연구(신원식 2011; 이승채 1987; 최은주 1997)가 주종을 이룬다. 선행연구가 밝힌 국내 과학기술 연구자들의 정보이용 행태의 특징은 (1) 학술저널 이용이 전자저널로 옮겨감에 따라 도서관의 물리적 이용이 저조해 졌고, (2) 웹 검색 등으로 학술저널의 이용은 거의 문제가 없으나 시장정보, 기술정보분석 등 연구개발과 연계된 사업화 정보인 R&BD(Research Business Development) 정보 콘텐츠가 매우 부족하며, (3) 동료료를 포함한 비공식 커뮤니케이션이 매우 중요한 정보원으로, 공식적인 루트보다는 동료 등을 통해 정보원이나 정보탐색 방법을 습득하는 경향을 갖는 것 등으로 정리될 수 있다. 그러나 선행연구는 대부분 정량적인 방법으로 수행되어 왔다. 그러나 한국이라는 사회문화적 환경에서 과학기술자들이 수행하는 R&D 활동이 발생하는 맥락을 이해하고 그 속에서 일어나는 정보행동의 특징에 대한 근본적인 이해를 제공해 줄 수 있는 심층연구는 아직 부재하다.

1) E-Science는 인터넷과 고성능 컴퓨팅을 사용해 수행되는 국제간 대규모 과학협력프로젝트를 지칭한다(National E-Science Centre 2011).

2) E-Research는 E-Science를 인문학과 사회과학 등 전 학문으로 확장한 개념으로, 협력, 그리드(Grid) 컴퓨팅 기술, 데이터집중과 공유를 그 특징으로 한다(National E-Science Centre 2011).

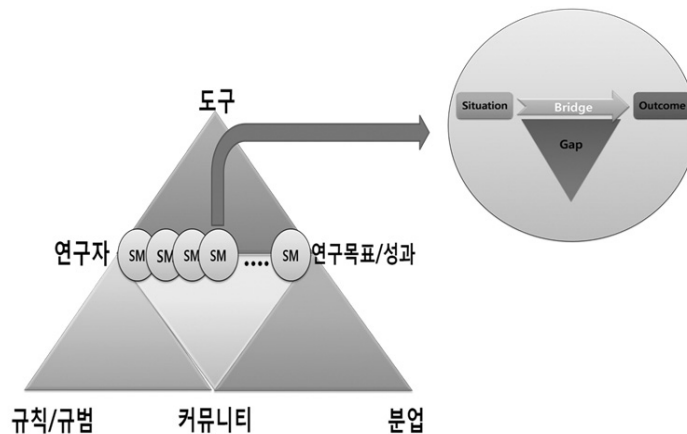
3. 연구설계 및 방법

3.1 연구설계 프레임워크

본 연구의 목적은 국내과학기술 연구자를 심층 인터뷰하여 과학기술 R&D 전주기의 내용과 특징을 구조적으로 이해하기 위한 것이었다. 반구조화된 심층인터뷰를 위한 질문지 설계와 자료분석을 위한 이론적 프레임워크로 Dervin의 의미형성이론(Sense-Making: SM), Engeström의 활동이론(Activity Theory: AT), Savolainen의 일상생활 정보추구이론(Everyday Life Information Seeking: ELIS)을 사용하였다.

Dervin(1983)이 제시한 의미형성이론은 행위주체자가 처해 있는 시간과 공간의 맥락 속에서 어떤 문제상황(Situation)이 일어나게 되면 간극(Gap)이 생겨나고 이 간극을 다양한 수단과 방법(Bridges)을 통해 해결(Outcomes)해 가는 과정을 모형화하고 있다. R&D활동이 지속적인 문제해결과정임을 볼 때 Dervin의 이론은 본 연구를 수행하는데 유용한 개념들을 제공

해 준다고 판단되었다. 한편 Engeström의 활동이론은 한 연구 프로젝트를 둘러싼 전 맥락을 이해하게 해 주는 주요 개념들로 구성되어 있다는 점에서 본 연구에 유용하다고 판단되었다. 즉, 행위의 주체(=연구자), 결과(=연구목표/성과), 그 결과를 달성하는데 사용되는 방법 및 수단(=도구, 정보원), 그 활동이 벌어지는 커뮤니티와 그 구성원들 간의 분업, 그 안에서 기대되고 공유되는 규칙과 규범 등 여섯 개의 핵심 개념을 축으로 모형화되어 있다. 마지막으로 Savolainen(1995)의 ELIS는 원래 직업상황이 아닌 개인의 일상생활에서의 정보행위를 이해하고자 개발된 이론이다. 그러나 과학자라는 한 개인이 직업상황에서 일상적으로 하는 연구활동과 그 결정 역시 그 개인이 갖고 있는 가치, 생활방식, 문제해결방식에 의해 좌우된다는 점을 감안할 때, ELIS는 과학자의 사적인 일상과 공적인 일상을 모두 이해하여 정보추구의 맥락을 이해하는데 유용한 틀이 될 수 있다고 판단되었다. <그림 1>은 이 세 이론을 토대로 모형화한 본 연구의 이론적 프레임워크이다.



<그림 1> 연구설계를 위한 이론적 프레임워크

〈표 1〉 심층인터뷰 질문지 설계와 관련 이론

(1) 1차 인터뷰			
영역	세부 영역	내용	관련 이론
참여자 배경과 연구환경	연구자 배경	학위, 전공, 소속 연구내용, 연구주제	AT-Subject ELIS
	연구자 소속 커뮤니티	연구실 소속구성원 소속전문단체 등	AT-Community AT-Rules AT-Division of Labor
	연구자의 일상	하루 일과	ELIS
연구과정	연구 전 과정	R&D 프로젝트별 전주기 단계 및 목표	AT-Object
(2) 1차 인터뷰 데이터 분석을 통한 참여자별 R&D 전주기 도출			
(3) 2차 인터뷰			
영역	세부 영역	내용	관련 이론
단계별 연구활동 및 정보행동	세부 연구단계별 상황	문제해결 목표	SM-Situation
	세부 연구단계별 갭	문제의 상황	SM-Gap
	세부 연구단계별 극복수단	문제해결 사용 도구 정보원, 전략 등	SM-Bridges
	세부 연구단계별 연구지원도구	소셜미디어, 도서관, 연구일지 등	SM-Bridges
	세부 연구단계별 결과	성공/실패 중요/난이/만족도	SM-Outcome

자료수집에 사용된 반구조화된 심층인터뷰 질문지는 〈그림 1〉에 제시된 이론적 프레임워크의 핵심개념을 활용하여 구성되었다. 구체적 내용을 보면, 먼저 활동이론을 활용하여 연구 활동의 주체인 연구자(Subject), 연구결과(Object), 그리고 연구과정 중에 사용한 다양한 도구(Tools)에 대한 기본 질문을 작성하였다. 둘째, 의미형성이론의 핵심개념인 〈상황〉-〈간극〉-〈문제해결수단과 방법〉-〈결과〉를 활용하여 각 연구 단계별 주요 연구 활동과 문제해결방법을 파악할 수 있도록 하였다. 셋째, 활동이론 중에서 커뮤니티(Community)는 연구자가 구성원이 되는 소속실험실, 소속기관, 공식 및 비공식 전문집단을 포괄하며, 연구사회에서의 규범과 관습(Rules), 분업(Division of labour) 등에 대한 질문을 구성하여 연구 환경의 맥락적 정보를 포함하여 연

구자 및 연구 환경, 연구과정에 대한 포괄적인 데이터를 수집하고자 하였다. 넷째, ELIS는 연구자 개인이 과학자로서의 일과 삶을 일상적으로 영위하며 문제를 이해하고 해결해 나가는 전반적 태도와 방식을 이해하는데 활용하였다. 〈표 1〉은 심층인터뷰 질문지의 내용과 관련 이론을 정리한 것이다.

3.2 조사대상 기관 및 인터뷰 참여자 선정

본 연구는 질적 연구조사방법을 사용한 연구로, 그 특성상 과학기술 전 주제 분야의 연구자를 모두 포괄하지 않고 그 가운데 생명과학과 나노과학 두 주제 분야로 그 범위를 한정하였다. 이 두 주제 분야는 21세기 국가 과학기술정책에서 중점적으로 지원, 육성하는 연구분야로, 기

초과학에서 응용과학까지 모두 아우르는 포괄성을 지니고 있어 여러 과학기술연구분야 가운데 상대적으로 대표성이 높은 주제 분야라 판단되었다. 또한 이 두 분야는 연구자와 연구비 규모 측면에서 핵심연구 분야로 현재 학문연구의 추세가 되고 있는 융복합연구가 아주 활발히 진행되는 주제 분야이다.

참여자 선정은 눈덩이표집(snowball sampling)을 활용하였는데, 섭외를 통해 참여 의사를 밝힌 실험실(laboratory: lab)의 연구책임자와의 면담과 협조를 통해 그 실험실 소속의 다른 연구원들을 섭외하거나, 섭외된 연구자의 개인적 인맥을 통하여 면담대상자를 확보하였다. 표집기준으로는 다양한 연구경험과 전문성 수준을 두루 아우르는 표집을 지향하는 동시에 과학기술연구 전주기에 대해 보다 포괄적인 경험을 가진 연구책임자(Principal Investigator: PI)급을 보다 더 중점적으로 섭외하는 방식을 택하였다. 그 결과 생명과학분야에서는 대표적인 정부출연연구기관인 한국생명공학연구원 소속 다양한 직급의 16명의 연구자와, 나노과학분야에서는 국내 네 지역의 총 5개 대학교에서 섭외된 8명의 연구자를 포함하여 총 24인의 과학기술분야 연구자를 심층인터뷰할 수 있었다.

본 연구에 참여한 24인의 과학자들의 특성을 요약하면, 먼저 성별 분포는 남자가 18명(75%), 여자가 6명(25%)이다. 연령은 20대가 6명(25%), 30대가 7명(29%), 40대가 8명(33%), 50대가 3명(13%)으로 분포되었고, 최종학위 분포는 박사학위 소지자가 16명(67%), 석박사 학위과정 또는 석사후 연구원이 8명(33%)이다. 연구경력을 나타내는 직급별 분포를 보면 자신의 실험실을 운영하고 있는 연구책임자급은 총 13명

(54%)으로 연구소의 책임급 연구원이 7명(29%), 대학의 교수가 6명(25%)이다. 책임급 이하 연구원은 총 11명(46%)으로 박사후 연구원 3명(13%), 석박사 학위과정생 6명(25%), 석사후 연구원 2명(8%)으로 구성되어 있다. 연구경력 및 전문성 측면에서도 국제적 선도그룹의 과학자로부터 정부출연연구소의 작은 실험실 소속의 석사후 연구원까지 다양한 수준의 연구자가 포함되어 있다. 참여자의 개인별 기본배경 정보는 <표 2>에 구체적으로 제시되어 있다.

3.3 심층인터뷰 설계

심층인터뷰는 연구 초반에는 연구참여자별로 1주일을 간격으로 2회 실시하도록 설계하였다. 제 1차 인터뷰에서는 참여자 개인의 배경, 소속 커뮤니티, 연구자의 일상, 주요 연구 분야를 파악하고, 결정적 사건 기법(critical incident technique)을 적용하여 참여자가 수행했던 연구프로젝트 중 가장 의미가 있었거나 중요하다고 생각하는 연구, 또는 가장 최근에 종료한 연구 프로젝트를 선정하여 그 시작부터 종료까지 전 과정을 소개하도록 하였다. 제 2차 인터뷰는 그 일주일 후에 실시함으로써 그 사이에 1차 인터뷰 내용을 분석하여 그 연구참여자가 수행했던 연구의 R&D 전주기를 파악하고 모형화하였다. 이렇게 모형화한 개별 연구프로젝트의 전주기를 2차 인터뷰에서 그 연구참여자에게 제시하여 확인케 함으로써 그 분석 내용을 보완, 검증하고 전주기의 각 단계별 구체적 연구활동과 정보행동을 파악하였다. 최초 9인의 연구참여자와의 면담 후에 일반적인 R&D 전주기도 출됨에 따라 그 이후부터는 1, 2차 인터뷰내

〈표 2〉 심층인터뷰 참여자 특성

No	이름	나이	성별	직위	최종학력 및 전공
1	생명1	40대	남	책임연구원	Ph.D. 생명과학
2	생명2	30대	남	박사후연구원	Ph.D. 생화학, 구조생화학
3	생명3	20대	여	박사과정	M.S. 구조생물학
4	생명4	40대	남	책임연구원	Ph.D. 생물과학
5	생명5	30대	여	박사과정	M.S. 생명과학
6	생명6	20대	여	석사후연구원	M.S. 약학
7	생명7	40대	남	책임연구원	Ph.D. 환경미생물학
8	생명8	30대	여	박사과정	M.S. 물리화학
9	생명9	20대	여	석사후연구원	M.S. 생화학, 구조생물학
10	생명10	30대	남	박사후연구원	Ph.D. 생물화학
11	생명11	40대	남	책임연구원	Ph.D. 생화학, 중앙생물학
12	생명12	30대	남	선임연구원	Ph.D. 핵산생화학
13	생명13	30대	남	박사후연구원	Ph.D. 생명과학
14	생명14	40대	남	책임연구원	Ph.D. 동물세포공학
15	생명15	40대	남	책임연구원	Ph.D. 세포생물학
16	생명16	30대	여	박사과정	M.S. 약학, 생물약학
17	나노1	50대	남	교수	Ph.D. 화학과
18	나노2	40대	남	교수	Ph.D. 물리학
19	나노3	30대	남	석사	B.S. 금속공학
20	나노4	20대	남	석사	B.S. 신소재공학
21	나노5	40대	남	부교수	Ph.D. 화학
22	나노6	40대	남	부교수	Ph.D. 재료공학
23	나노7	50대	남	교수	Ph.D. 섬유공학
24	나노8	50대	남	교수	Ph.D. 재료화학

용을 통합하여 연구를 진행하였다. 한편 본 연구진은 심층인터뷰를 수행하기 위하여 과학자들의 작업현장을 직접 방문하여 그들이 일하는 연구실과 실험실에 머물며 연구활동을 직접 관찰하고 사진과 비디오 촬영으로 기록함으로써 연구 환경과 연구 활동의 맥락에 대한 이해를 더하고자 하였다.

3.4 자료 녹취 및 분석

심층인터뷰 참여자 24인과 총 35회의 인터뷰

를 실시하여 총 인터뷰에 소요된 시간은 약 57시간 30분이었다. 음성녹음과 인터뷰 시 메모를 통하여 정보를 수집하였고, 음성녹음은 모두 전사하여 녹취록으로 작성하였고, 텍스트로 변환된 정보를 QSR Nvivo9를 활용하여 〈표 1〉을 중심으로 개방코딩을 하여 본 연구에서 밝히고자 하는 현상의 중심범주를 코딩 스킴으로 선정하고 연구진이 코딩한 내용을 서로 교차 검독하였다. 이를 통해 중심 코딩 스킴을 기본으로 한 상세한 중심 현상이 도출되었다. 마지막 단계로, 연구진 3인이 축코딩한 내용을 통합하여

핵심 노드별로 코딩 내용을 분석하였다. 또한 중심범주의 텍스트를 브라우징 하면서 코딩 범주를 연결하고 구체화하여 수집된 데이터를 분석, 기술하였다.

3.5 결과분석의 타당성 검증

연구진이 분석한 결과의 타당성 검증을 위하여 연구에 참여했던 과학자 가운데 R&D 전주기 전반에 대한 종합적인 이해를 제공할 수 있다고 판단된 3인의 PI급 연구자를 초청하여 약 2시간 30분에 걸쳐 포커스그룹인터뷰를 진행하였다. 이 면담 내용이 모두 녹취되어 분석되었다. 이 과정에서 연구진은 R&D 전주기 모형과 핵심 분석내용을 부분 수정, 보완함으로써 전주기 최종 모형을 확정하였고, 데이터 분석을 통해 파악된 단계별 연구활동, 정보이용특징, 전주기에 영향을 미치는 요인 등에 대한 주요 분석 내용의 타당성을 포괄적으로 검증할 수 있었다.

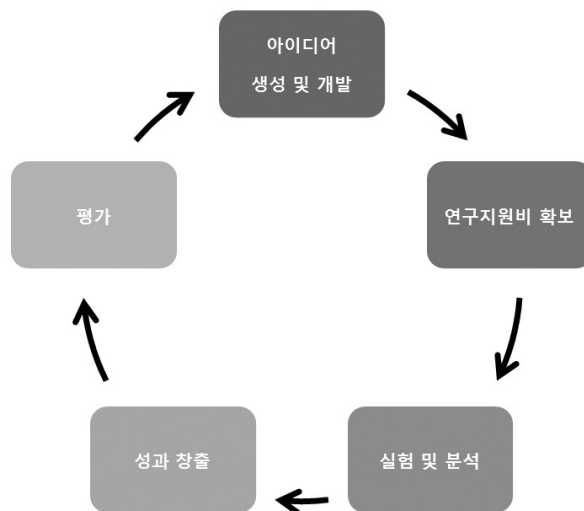
4. 결과 분석

4.1 과학기술 R&D 전주기 및 특성 규명

4.1.1 R&D 전주기의 범위

총 24인의 국내 과학기술자의 심층면담결과 도출된 한국 과학기술 R&D 전주기는 <그림 2>와 같이 (1) 아이디어 생성 및 개발, (2) 연구지원비 확보, (3) 실험 및 분석, (4) 성과 창출, (5) 평가 등을 포함하는 총 다섯 단계의 순차적 과정으로 파악되었다. 이 전주기는 앞에서 소개한 아이디어 발견-연구지원비-실험-결과배포의 4단계 R&D 전주기(Barga, Andrews, and Parastatidis 2007)와 기본적으로는 유사하나 최종단계에 “평가”단계를 추가했다는 점에서 차이가 있다.

위에서 밝힌 5단계 전주기는 개별 연구프로젝트 단위에서 파악된 협의의 전주기라 할 수 있다. 그러나 경우에 따라 개별 연구프로젝트를



<그림 2> 한국 과학기술 R&D 전주기 과정

넘어 어떤 실용적 결과물 생산과 관련된 일련의 연구프로젝트들을 총괄하여 하나의 전주기로 보는 입장도 있다. 국가적 차원에서 기초과학분야의 연구 성과관리 및 활용을 강조하는 정부의 연구지원 정책이 이러한 후자의 입장을 갖는데, 이를 광의의 전주기라 볼 수 있다(국가과학기술위원회 2011). 광의의 전주기는 연구의 실용화를 궁극적 목표로 하므로 목적 지향적인 특성을 갖는다. 그러나 이러한 상품화 또는 실용화를 R&D 전주기의 최종 단계이자 목표로 보는 경향에 대해 많은 기초과학자들은 우려를 갖고 있다. 그들의 견해에 따르면 기초과학연구는 학문의 기초를 다지는 연구에 집중하고 이를 바탕으로 다른 학문분야와 융·복합 연구를 통해 새로운 지식을 창출하는 것을 목적으로 하는데, 이러한 활동은 실용화를 목적으로 하는 응용연구는 결코 해낼 수 없는 것으로, 그 자체로 의의가 있다고 보는 입장이다.

저는 어떤 목표지향적인 R&D를 하질 않습니다. 목표지향적인 R&D에는 반드시 라이프사이클이 필요해서 한 바퀴 돌려서 제품까지 나가고 그러지만 저는 기초 연구에 관심을 갖고 자연과학적인 관점에서 즉 지금까지 30년 동안 그래온 거 같아요. 그래서 늘 새로운 분야를 도전했는데, 그 도전이 제품을 개발하겠다는 게 아니라, 유기물질에서 새로운 현상을 새로운 그 분야의 가능성 요런 부분들을 짚어 오며 기초 연구 분야로서 계속 그 기초를 다져나오다가 새로운 분야를 창출해낸 게 많이 있고 또 그런 것 때문에 저희가 창의 연구단을 하고 있는 겁니다. 전혀 개념이 새로운 걸 하다 보니까 응용하는 쪽에서도 남이 아직 하지 못했던 것을 시작할 수 있는 거죠. 요즘에 와서 (제 연구가) 저 잡지에 표지로 나오게 된 것은 우리가 꾸준히 해왔던 일 때문에 가능하며, 전 세계에서 저희가 처음 한 그러한 개념들, 물질들, 그런 것들을 사람들이 하이

라이트하고 그렇게 나오게 되는 거죠(나노7, 교수, 섬유고분자공학).

이와 같은 경우에는 R&D 활동의 전 과정을 개별 연구프로젝트를 단위로 파악하여 협의의 전주기로 이해하게 된다. 본 연구에서는 일반 연구자들 사이에서 보다 보편적으로 이해되고 있는 협의의 전주기를 중심으로 결과를 분석, 기술하였다.

4.1.2 R&D 전주기의 특성

본 연구를 통해 파악된 과학기술 R&D 전주기 전 과정의 특성은 (1) 순차성, (2) 역동성, (3) 연속성, (4) 불확실성 등으로 요약할 수 있는데, 구체적 내용은 다음과 같다.

(1) 순차성: R&D 전주기 전 과정은 연구프로젝트가 수행되는 흐름에서 볼 때 <그림 2>에서 보이는 순차성을 보이며 전개된다. 즉, 연구의 시작단계부터 종료단계까지 정리를 해보면 첫 번째는 아이디어, 그리고 그 아이디어를 구체화하는데 도움이 될 자료조사를 하여 가설을 세우고 그 가설에 따라 여러 가지 실험을 실시하고 그 실험을 통해서 결과를 도출하고, 결과로 논문과 특허를 발표하고, 그 성과가 평가로 이어지는 일련의 과정이 다시 순환되는 과정을 거친다.

내가 이 아이디어로 연구를 하겠다 돈을 주십시오라고 제안을 하고 그 실험을 통해서 직접적으로 결과가 나오고 논문을 쓰고 ... 이런 사이클로 돌아가는 경우도 있는데(나노6, 부교수, 섬유고분자공학).

(2) 역동성: 일반적으로 연구프로젝트가 다섯 단계로 순차적으로 진행되지만 이 과정은 사

실상 상당히 역동적으로 전개된다. 총 연구기간이 연구의 성격에 따라 짧게는 1년에서 길게는 수년에 걸쳐 진행되므로 이 과정에서 반복 또는 역행되는 경우가 자주 일어난다. 또한 연구진행 과정에서 생성된 새로운 아이디어가 끊임없이 새로운 연구프로젝트를 시동케 하여 역동적인 구성과 흐름으로 이루어지는 경향을 보인다. 예를 들면, 연구자가 현재 진행되고 있는 과제의 실험과정에서 착안하여 새로운 연구 아이디어가 생성되는 경우, 그 원 과제에서 파생되는 형태로 진행되므로 연구지원비 확보단계가 생략되는 사례도 볼 수 있다. 또한 실험결과가 도출된 후 논문을 쓰다가 미처 생각지 못한 사항들로 인해 실험단계로 돌아가 결과를 보정하게 되기도 한다.

이렇게 해서 연구를 하겠다고 제안을 하는데 실험을 하다 보면 우리가 과제 제안에는 하지 않았지만 좀 더 다른 그러니까 전체적인 분야는 같은데 이런 면을 좀 더 봐야 되겠다하는 그런 부분이 생기고, 그런 부분을 '좀 더 그럼 자세히 들여다 보자' 하게 됩니다. 어떻게 보면 과제하고는 약간의 별개로 진행을 하게 되는 건데 그런 데서 오히려 더 좋은 결과가 나오지요(나노6, 부교수, 섬유고분자공학).

(3) 연속성: 대개 과학기술연구는 연속성을 가지고 진행되는데, 이전 연구가 토대가 되어 다음 연구로 계속 이어져 나간다. 즉 논문 작성과 더불어 그 연구결과를 토대로 후속연구가 시작되면서 연구자가 그 주제 분야에 대한 넓이와 깊이가 심화시켜 나아가게 되는 것이다. 논문과 같은 가시적 연구성과물 창출은 현실적으로 다음 연구지원비수주를 위한 중요한 기본요건이 된다.

그 때 신진을 바탕으로 해서 처음에 논문들이 나왔고, 그것을 바탕으로 해서 또 다른 펀딩을 받았던 거구요. 그리고 그 일이 연속적으로 가니까 이제는 어느 정도 연구결과가 쌓여서 다른 아이디어들이 생겨난 거죠. 그 아이디어들을 갖고 새로운 펀딩을 또 따게 되었어요. 그것을 하다보면 또 다른 아이디어들이 생기고 ... 이러면서 계속 하는 것 같은데요 (나노5, 부교수, 고분자화학).

또한 기초과학연구자는 실험결과를 토대로 한 단계 더 응용한 결과 생각지 않던 중요한 의미를 도출해냄으로써 새로운 방향의 논문을 쓸 수 있게 됨과 동시에 후속연구 방향설정에도 새로운 전기를 갖게 되기도 한다.

(4) 불확실성: 과학기술연구에는 결과의 불확실성이 항상 내재되어 있다. 이 불확실성 또는 예측불가능성은 경우에 따라 기대하지 않던 긍정적 또는 부정적인 결과를 가져오기도 한다. 생성된 아이디어를 연구시설로 다듬어 실험한 결과, 성공하게 될 확률이 대개 10% 미만이라고 연구자들은 보편적으로 추정하고 있었다.

미국에 있을 때 한 번은 농담으로 이런 얘기를 한 적 있어요. 저희 보스가 아주 유명한 분이셨는데, 아이디어 성공률이 얼마나 되냐고 제 친구가 물어봤었어요. 그런데 그 분이 한 10% 정도다 이렇게 얘기하신 거예요. 그래서 엄청 높은 거라고 우리는 0.1%도 안 될 거라고(생명12, 선임, 핵산생화학).

이와 같이 R&D 전 과정은 순차성을 이루는 가운데 역동적인 구성과 흐름으로 전개되며, 또한 이전 연구결과를 토대로 후속연구가 시작되는 연속성을 가지고 있으며, 이러한 연구과정 속에서 연구자는 자신의 연구역량을 심화해 나

아하게 된다.

4.2 R&D 전주기의 단계별 특성

R&D 전주기 5단계는 <그림 3>에 보이는 바와 같이 더욱 세분화된 구체적 연구 활동들로 구성되어 있는 것으로 파악되었다.

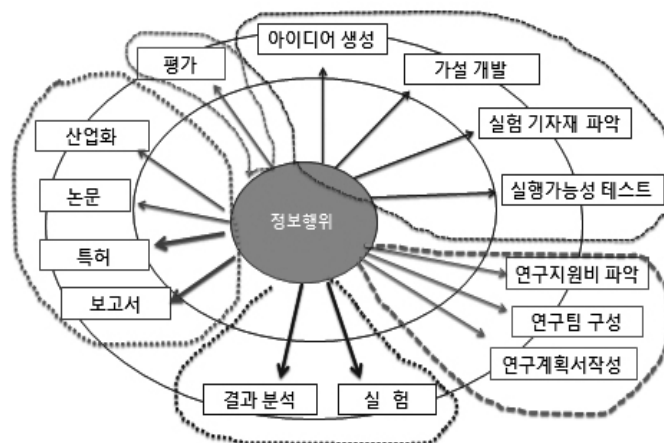
4.2.1 제 1단계: 아이디어 생성 및 개발 단계

아이디어 생성 및 개발단계는 크게 (1) 아이디어 생성 및 초기가설 개발, (2) 실험기자재 파악, (3) 실행가능성 테스트 단계 등의 연구 활동으로 구성되어 있다.

(1) 아이디어 생성 및 초기가설 개발: 새로운 연구의 시작은 대개 연구자가 자신이 수행했던 이전 연구를 바탕으로 새로 생긴 아이디어를 테스트해 보고자 하는 동기에서 시작된다. 따라서 많은 연구자들은 아이디어 개발을 연구과정에서 발생하는 자연스런 결과물로 보고 있다.

그래서 일부 과학자들은 아이디어 창출이 그리 어렵지는 않다고 했지만, 대다수 면담자들은 이 단계를 상당히 어렵고 그만큼 중요한 단계로 파악하고 있었다. 아이디어 생성 단계에서 부딪히는 어려움은 대략 세 가지로 정도로 요약되는데, 이러한 어려움은 연구자가 아이디어 창출단계에서 느끼는 다양한 불확실성과 관련이 있다. 즉, 자신이 생각한 아이디어가 이미 발표된 아이디어는 아닌지, 연구비 지원을 받을 수 있는 아이디어일지, 혹은 연구지원비를 받아 연구를 착수했을 때 어떤 실험적, 기술적 문제가 있는지 등에 대한 불확실성으로 요약할 수 있다.

연구자들은 자신의 과학적인 상상력을 자극하고 연구 아이디어를 제공하는 정보를 공식 및 비공식 커뮤니케이션을 통해 수집한다. 아이디어를 구할 수 있는 좋은 정보원으로 주로 학술 논문, 동료와의 공식 또는 비공식적 대화, 학회 참석 등을 중요하게 생각하며, 이러한 정보원들을 적극적으로 또 자기만의 방식으로 활용하여 아이디어 개발을 하고 있었다.



<그림 3> 국내 과학기술 R&D 전주기 세부 단계

숲을 보는 것은 결국은 어떤 네트워크나 교류를 통해서 하는 수밖에 없는데 그것은 결국 다른 사람의 논문과 학회를 통해 될 수 있겠죠(나노6, 부교수, 섬유고분자공학).

저 같은 경우에는 세미나 같은 것들에 가능한 많이 참여해서 들으려고 하고 있고요, 두 번째로는 학술 정보들 중에서도 보면 센스넷2005 그런 것들을 읽으면 논문파트가 있고, 뉴스파트가 있거든요. 저는 뉴스파트 같은 것들을 열심히 봐요. 그런 곳에서 받아보고, 그 중에서 흥미가 있거나 관심이 있는 것들 스크랩을 많이 하는 편이고요(생명15, 책임, 세포생물학).

생성된 모든 아이디어가 연구로 착수되는 것은 아니다. 연구자들은 대개 현재 주목을 많이 받고 있는 이슈에 자신의 연구를 접목하여 아이디어를 발전시키며, 또한 펀드제공기관이 관심을 가질 주제를 선장하기도 한다. 즉 연구비 획득 가능성, 실현가능성, 개인적 호기심 등이 연구아이디어 선정에 영향을 미치게 된다.

(2) 실험기자재 파악: 연구 아이디어가 생성된 후, 그 아이디어를 보다 구체화 하는 단계에서 연구자들은 그 아이디어를 실현하는데 필요한 연구지원도구가 준비될 수 있는지 검토하게 된다. 연구수행을 위하여 연구지원도구를 이용할 수 없으면 연구가 진행되지 않기 때문이다. 연구지원도구에는 실험장비, 실험재료 및 시약, 원하는 기술을 가진 공동연구자 등이 포함된다. 연구자들은 실험에 필요한 장비, 재료 및 시약 등에 관한 정보를 찾기 위해 회사 상품 정보를 웹사이트에서 찾거나 온라인 커뮤니티 또는 동료들에게 묻는다. 또한 실험기자재를 확보하기 위한 목적으로 주로 자신의 기존 인적 네트워크

를 통해 그 기자재를 보유한 공동연구자를 물색하게 된다. 이러한 기초조사를 통해 아이디어를 구체화해 간다.

(3) 실행가능성 테스트: 출판된 선행연구 검토 및 사전실험을 통해 창출된 아이디어가 과연 실현 가능한 것인지 알아보는 단계로, 이러한 과정을 통해 초기가설보다 더 구체화된 연구가설을 수립할 수 있게 된다. 사실 문헌조사는 연구프로젝트 전 과정을 통해 일어나며, 연구 단계별로 각기 다른 목적으로 문헌조사를 하게 된다. 이 단계에서의 문헌조사는 필수적인 것으로, 먼저 자신이 생각한 아이디어가 다른 연구자에 의해 이미 연구되었는지 확인하려는 것과 더불어 연구의 실행가능성과 실행에 필요한 지원도구의 소재파악을 함으로써 연구아이디어 개발을 보다 구체화시키는 등 여러 목적으로 수행된다.

한 달에서 두 달 정도는 굉장히 논문을 많이 봤었던 것 같아요. 관련된 논문을 많이 봤었고, 그래서 제일 먼저 이 단백질을 가지고 어떤 식으로 연결을 시켜나갈 건지 방향을 잡는 것에 시간이 좀 많이 소비가 됐었죠(생명10, 박사후연구원, 생화학 & 후생생물학).

4.2.2 제 2단계: 연구지원비 확보

R&D 전주기의 제2단계에서는 (1) 연구실행을 위한 연구지원비 파악, (2) 연구팀구성, (3) 연구지원비 확보를 위한 연구계획서 작성이 이루어지며 그 구체적 연구활동은 다음과 같다.

(1) 연구지원비 파악: 인문사회과학 연구와 비교했을 때 과학기술연구에서의 연구지원비는

절대적으로 중요하다. 과학기술연구에서는 실험에 필요한 장비와 재료비는 물론 실험을 담당하는 연구원 인건비가 확보되어야만 하므로 연구지원비가 없으면 연구를 수행하기 어렵다는 특성을 갖는다. 연구지원비수주가 항상 지속적으로 보장되는 것은 아니므로 대부분의 PI들은 연구비압박으로 인해 상당한 불안과 스트레스를 갖고 일하고 있다.

좋은 연구 인력을 데려와서 활용을 하고 싶은데 좋은 연구 인력이 오지 않거나, 있었던 사람이 관리가 안 되서 떠나거나, 아니면 보릿고개라는 게 있죠. 자기 연구비가 어느 정도 있다가도 어느 순간에 또 끝나니까 그걸 또 새로 신청했는데 그게 안 되는 순간이 있고, 그 갭이 생기면 지금 데리고 있던 연구원을 데리고 있을 수 없게 되는 상황이라든지. 연구비가 없으면 연구원들이 하나도 없는 상황이고 연구를 할 수 없잖아요(생명1, 책임, 생화학).

과학기술 R&D에는 다양한 유형의 연구과제가 있다. 연구지원비의 절대적 중요성으로 인해 대부분의 연구자들은 연구지원비출처에 대해 많은 관심과 생각을 갖고 있었다. 대학 및 연구소 소속 연구자들은 경우에 따라 기업체에서 주관하는 과제를 수행하기도 하지만 일반적으로는 정부부처에서 주관하는 연구 과제를 수행하게 된다. 이러한 연구과제는 유형에 따라 크게 자유공모과제와 지정공모과제로 나눌 수 있다. 자유공모과제는 연구자가 개인적 관심 또는 중요하다고 판단되는 주제로 연구제안서를 제출하여 연구지원비를 받는 형태이다. 연구비 지원기관이 공모하는 연구과제가 제안요청서로 공표되었을 때, 관심 있는 연구자들이 개별 또는 공동연구팀을 구성하여 해당 과제에 연구계획서를 내고 그 아이디어가 연구비를 받으면 실

제 연구가 시작되는데, 대개 10:1의 치열한 경쟁을 뚫고 선정된다. 한편 지정공모과제는 연구비를 주는 기관에서 정책적 필요성 등에 따라 구체적으로 연구주제분야를 정하고 연구제안서를 공모하는 형태로 진행된다. 보통 그 기획에 참여한 연구자들이 최종 선정되는 경우가 자주 있게 되는데, 이는 과제 공고일로부터 최종 제출 시한까지 연구팀을 구성하고 충실한 제안서를 작성하는데 시간이 많이 소요되므로 이미 과제 기획에 참여하여 해당과제의 상세한 내용을 잘 파악하고 있는 팀이 선정될 확률이 높기 때문이다. 이런 이유로 과학자들은 연구비 규모가 큰 이러한 지정공모과제는 "inner circle"에 들어 있는 소수만이 참여하는 배타성을 갖는다고 믿는 경향이 많다.

연구지원비정보는 대학 및 정부출연연구소의 연구자들의 경우 산학협력단 및 연구지원처가 기관내 인트라넷 또는 게시판을 통해 신속히 만족할 수준으로 제공받고 있다. 이러한 서비스는 비교적 최근의 경향으로, 연구자들은 더 이상 연구비정보를 직접 찾지 않고도 자신의 연구실 컴퓨터를 통해 새로 공고된 연구지원비에 대한 정보를 신속하고 종합적으로 접하고 있었다.

저희 연구 산학개발단에서도 이메일 보내주시는데 그게 상당히 도움이 됩니다. 그래서 정기적으로 언제 무슨 과제 공모가 있다 이런 식으로 쪽 하니깐. 그 전에는 알음알음 또는 제가 직접 인터넷에 들어가 본다든지 이런 식으로 해서 알았는데, 그런 거는 없고 더 이상 장애가 아닌 거 같습니다. 그래서 연구 정보를 얻는 거에 대해서는 문제가 없어요(나노6, 부교수, 섬유고분자공학).

(2) 연구팀 구성: 연구지원비과학과 함께 연

구계획서를 준비하는 과정에서 프로젝트를 수행할 연구팀이 구체화되고 공식화된다. 실험실 내에서 그 구성원의 관심, 능력, 기타 여건에 따라 연구팀이 구성되기도 하며, 소속 기관 내외부의 실험실과 공동연구팀을 구성하기도 한다. 과학기술분야에서는 공동연구팀구성은 보편적 현상으로 연구의 다양한 단계에서 팀이 조직된다. 연구자들은 공동연구팀을 구성함으로써 자신에게 없는 실험장비 및 기구 등에 접근할 수 있고 또 융·복합이 권장되는 최근 과학기술연구 환경 하에서 연구비 수주의 가능성을 높일 수 있다고 생각한다. 공동연구팀을 구성하는 보다 중요한 이유는 연구의 시너지 효과를 높이기 위해서이다. 즉, 자기와 다른 연구 분야의 연구자와 협력함으로써 연구자 자신이 갖고 있지 못한 전문지식영역에 접근하게 되고 그로 인해 보다 더 의미 있는 연구결과를 도출해 내고 연구성과의 수준과 파급효과를 더 확대하고자 한다.

연구의 관심사를 성취하기 위해서 자기의 분야와 다른 분야와 접촉시키는 거죠. 시너지, 그럴 경우에 공동연구를 하게 되죠(나노1, 교수, 고분자화학).

결과적으로는 두 분야를 융합하기 위해서 자기가 모르는 분야를 좀 더 하기 위해서. 또 실험 장비 기구 등에 대한 접근 가능성도 한 가지 이유가 될 것 같아요. 왜냐면 중요한 실험 장비인데 워낙 고가의 장비라서 활용할 수 없는 경우에 공동연구를 통해서 해결하는 경우도 있기 때문에 ... (생명1, 책임, 생화학)

최근 전 학문영역에 걸쳐 화두가 되고 있는 학제간 융합연구의 경우, 많은 선행연구가 보고한 연구자들의 비공식 연구집단(invisible college)에 동력을 받아 시작된다(Price and Beaver

1966). 이는 공식 커뮤니케이션 채널보다는 동료 연구자들과의 이메일, 전화, 방문, 학회에서 대화 등 개인적이고 사적인 채널을 통해서 필요한 학술정보를 얻게 되는 것과 같은 맥락이라 볼 수 있다.

이공계 쪽의 융합연구는 저는 학교 안에서는 나노기술연구소 소장을 맡고 있는데, '나노'라는 키워드는 사실 다 들어가거든요. 예, 뭐 나노바이오, 나노메디컬, 나노에너지, 나노 IT. 이 때 인텐스(intense)하게 모일 수 있는 연구소가 있었다는 게 굉장히 중요한 키워드거든요. 그런데 그냥 교수 혼자로서는 '뭐, 연구비 예이, 그냥 10:1 경쟁을 뚫지 뭐', 이렇게 되는데, 모여 있게 되면 기획을 하게 됩니다. 그렇게 되면 정부에서 원하는 정확한 과제의 계획서를 쓸 수 있게 되요. 정보지요, 사실은 굉장히 고급정보들이 있어요. 그러니까 그냥 뜨는 과제는 다 알고 있지만, 그거 말고 잘 안 알려지고 뜨는 과제들. 그리고 준비를 해야지만 되는 과제들. 그런 정보들을 가져 오는 교수들이 몇 명 있었던 게 ... (나노2, 정교수, 금속공학&물리학)

(3) 연구계획서 작성: 연구비 지원기관 및 연구과제의 성격에 따라 제안서 작성시 고려할 중요한 요소가 달라진다. 연구비 수주경험이 있는 연구자들은 성공적인 연구지원비수주에 대한 나름대로의 노하우를 갖고 있다. 연구자들은 신선한 아이디어만으로는 국내 연구비 수주는 불가능하다고 믿는다. 과제의 성격이 뚜렷한 경우 그 과제의 성격과 목적에 자신의 연구아이디어를 잘 부합시키고 최근 연구실적을 잘 부각시켜 자신의 연구능력을 보여 줌으로써 제안서 평가자들이 연구의 성공가능성을 높이 평가할 수 있도록 작성해야 한다고 생각한다. 따라서 그 분야 연구의 동향과 전망에 대한 이해를 토대로 연구의 필요성과 가치를 부각시킨다. 연구

지원비수주경험을 축적한 중견 연구자들의 경우, 연구계획서를 비교적 기계적으로 쉽게 작성하고 있는 것으로 보였다.

일단 그 아이디어가 생기면, 처음에 쓸 때는 되게 시간이 오래 걸렸어요. 정말 한 달 동안 고민해가지고 한 페이지 쓰고 뭐 이랬었는데. 이제 프로포절을 여러 번 쓰다 보니까 이제 아이디어 백그라운드 이런 것들은 제가 한 분야를 쓰니까 많은 부분들을 카피-페이스트할 수 있어요(나노5, 부교수, 고분자화학).

국내 연구비 수주의 경험이 없는 신진연구자들의 경우, 연구지원비출처에 대한 정보와 함께 성공적인 연구계획서 작성법 교육의 필요성을 제기하기도 했다(생명12, 선임, 핵산생화학).

4.2.3 제 3단계: 실험 및 결과 분석

R&D 전주기 제 3단계에서는 연구지원비 확보와 함께 연구프로젝트에서 제안한 연구 아이디어를 본격적으로 실험하는 연구실행단계에 들어가는데, 크게 (1) 실험과 (2) 결과 분석 순으로 진행된다.

(1) 실험: 실험과정은 일련의 노동집약적이고 반복적인 과정으로, 장기간의 시행착오의 연속이라 할 수 있다. 일반적으로 PI급 연구자가 제시하는 전체적 연구방향이라는 큰 틀 아래에서 PI급 이하 연구자들이 집중적으로 참여하게 된다. 실험과정 중 실패가 많기 때문에 애초부터 여러 실험을 세팅하기도 한다. 생명과학과 나노과학자를 통해 본 과학기술 실험의 특징은 노동집약성, 반복성, 불확실성 등으로 파악할 수 있다. 연구자는 일반적으로 실험과정에 대한 대략적

계획은 갖고 있지만, 그 과정이 고착되어 있기 보다는 실험결과를 토대로 문헌검색을 병행하면서 다음 실험을 구체화시켜 진행하게 된다.

누군가 이거를 새로 시도를 했을 때는 포기하게 되기 쉬운 물질이어서요. 그래서 그 전기적으로 접촉을 시키는 과정이 미세하게, 그 나노 선 주변에 복사열 계층이 있어서 그걸 깎아 내야 되는데요. 그걸 깎아 내고 전극을 접촉시켰을 때 전기적으로 완벽하게 통전이 일어나야 되는데. 그것을 잡는데 한 몇 개월 걸렸습니다. 계속 조건을 바꿔서 깎아 보고 확인하고를 반복하면서 ... (나노3, 석박통학 과정, 신소재)

성공적인 실험결과를 얻기 위하여 실험과정에서는 다른 어떤 단계보다도 다양한 정보원을 활용하게 된다. 이들은 그들이 수행해야 하는 특정 실험을 위한 구체적 방법을 알아내기 위해 선배 및 동료 연구원, 실험 프로토콜 웹사이트, 교과서 및 논문의 실험방법 부분, 그리고 브릭(BRIC)과 같은 특정 주제분야의 온라인커뮤니티 Q&A 사이트 등을 활용하게 된다. 실험과정에서 실험실 동료는 매우 중요한 정보원이다. 또한 연구자들은 자신의 '보스' 혹은 선배 또는 동료와의 대화를 통해 문제해결을 위한 아이디어를 얻는 경우가 빈번한데, 생각지 않은데서 생각지 않는 시간에 실마리를 찾게 되는 경우도 흔히 생긴다. 생명과학연구자들 사이에 잘 알려진 온라인커뮤니티인 BRIC에도 실험 Q&A가 있어 서로 정보가 공유되고 있듯이, 보편적으로 활용되는 실험방법에 대한 노하우 공유에 대해서 연구자들은 대체로 개방적인 태도를 갖고 있었다. 연구자들은 이 단계에서 역시 문헌조사를 하게 되는데, 이전 단계와는 달리 주로 실험 중

에 발생한 구체적 문제해결을 위한 정보탐색을 한다.

주로 레퍼런스를 많이 찾아요. 다른 사람들은 어떻게 했는지 조건들을 보고 그것을 참고로 해서 해결하는 경우가 많이 있죠. 예를 들어서 American Chemical Society 논문들이요. 뭐 JACS 라든가 Macromolecules, Chemistry of Materials, 그것들은 주기적으로 계속 보구요(나노5, 부교수, 고분자화학)

경우에 따라 실험이 풀릴 수 없는 막다른 상황에 봉착하거나 또는 그 연구결과가 다른 연구자에 의해 발표됨으로써(“밝혔다”고 표현됨), 해 오던 실험을 변형하여 진행하거나 계획된 연구를 아예 중단하게도 된다. 이렇게 중단하게 되는 것을 흔히 “접는다”고 표현한다.

내가 하고 있는 그 단백질이 하고 있다가 어느 날 체크했는데 풀려버리면 그 밑에 있는 낮은 저널로 다르게 방향을 바꿔서 조사를 해서 ... (중략) 제 선배 중에 지금 석/박 통합 과정을 졸업하는 선배들이 있는데요, 그 전에 단백질 구조는 이미 풀었는데, 저희는 밝혔다고 표현을 하는데 밝힌 거예요. 그래서 높은 저널에 많이 못 나갔던 경험이 있거든요(생명3, 박사학연과정, 구조생물학).

연구자들은 실험과정 중에도 계속해서 그 분야 연구동향을 파악하게 되는데, 세계적 선두그룹 또는 경쟁 랩의 동향파악을 하거나 진행 중 연구동향에 대해 파악하려는 노력을 기울인다. 일반적으로 연구책임자들은 자신의 실험실 구성원들과 1-2주에 한 번씩 정기 랩 미팅을 갖는다. 각 실험실은 랩 미팅을 통해 각 구성원의 연구진행 상황이 책임연구자에게 보고되는 것과 더불어

어 최신 연구동향파악을 랩 구성원 전체가 함께 공유하게 된다. 실험실에 따라 랩 미팅은 “프로그래스 미팅(progress meeting)” 또는 “페이퍼 미팅(paper meeting)”으로 불리기도 한다.

실험과정 중 생산되는 기록과 정보로 연구노트 또는 실험노트가 있다. 연구원들은 연구노트를 제도적 의무사항이라는 이유로 작성하기도 하지만 개인적으로 그 상세한 실험기록의 유용성을 확인했기 때문에 자발적으로 또 자신의 방식으로 쓰고 있는 것으로 보였다.

그러니까 한번 정신을 놓쳐서 헛갈리기 시작하면 뒤죽박죽되요. 저희는 단계별로 실험노트를 쓰거든요. 일단 실험이 너무나 테스트의 양이 많으니까 라벨링(labeling) 같은 것도 철저하게 스스로 해야지 자기가 봐도 모르면 누가 봐도 모르기 때문에 정확하게 그런 걸 안 놓치려고 해요(생명9, 석사후 연구원, 생화학).

이와 같이 연구자들은 연구노트가 지니는 가치에 대해서는 원활한 실험을 돕기 위한 개인의 기억보조장치, 연구실의 기억, 정보공유의 도구, 또는 실험실 작업의 연속성 등의 개념으로 이해한다. 또한 연구와 관련된 분쟁이 발생할 경우, 연구과정을 진위성을 입증할 수 있는 기록으로서의 가치 측면에서 유용할 것이라고 파악하고 있다. 지난 연구일지를 자주 보고 또 도움이 되느냐는 질문에 대해 연구자들은 자신이 도움을 받는 다양한 형태를 소개했다. 그러나 연구노트의 공유에 대하여 연구자간의 반응은 엇갈렸다. 실험실간 공유에 대해서는 연구노트가 실험실의 지적자산으로 보안이 필요하고, 또 상당히 개인적인 방식으로 기록되므로 다른 연구자가 보았을 때 쉽게 알아보기 힘들 수 있다고 생각

해 그 유용성이나 효율성이 크지 않을 것이라 보았다(나노5, 부교수, 고분자화학). 한편 직접 실험을 담당하는 연구자들은 실험노하우를 습득하는 정보원으로 실험실 내의 공유에 대해서는 긍정적으로 생각하고 있다(생명6, 석사후연구원, 약학).

(2) 결과 분석 및 해석: 연구자들은 실험결과가 나오면 분석을 거쳐 결과를 정리하는 작업을 본격적으로 시작하게 된다. 데이터 분석의 경우, 보편적으로 사용되는 통계 프로그램에서 고도로 전문화된 소프트웨어에 이르기까지 분야별로 매우 다양한 분석도구가 활용된다. 일반적으로 데이터 분석이 끝나면 이미지데이터를 작성하게 되는데, 분석소프트웨어를 이용한 이미지화가 매우 중요한 작업이 된다. 과학기술논문은 그 길이가 짧고 이미지 데이터가 중요하다는 특성이 있다.

피겨(figure)가 굉장히 중요합니다. 피겨 한 4개 내지 5개를 스토리로 만들고 써 나가는데(나노2, 정교수, 금속공학&물리학).

실험 결과로 얻은 데이터를 분석하고 해석하는 것은 곧 과학적인 실험 결과에 의미를 부여하는 중요한 단계로 그 주제 분야에 대한 지식 기반과 창의적 사고를 요구하는 작업이다. 연구자들은 데이터를 종합하여 의미 있는 형태로 정리하여 선행연구결과와 비교 검토하는 한편 동료 연구자들과의 계속된 논의를 통해 자신이 얻게 된 실험결과의 의미를 해석하게 된다.

실험이 됐으면 그 다음에 와이(why)가 중요한 거죠. 도대체 애가 무엇이길래? 증명해줘야 되는 거죠

과학적으로, 남들이 다 수궁할 수 있게 ... (생명13, 박사후연구원, 지방세포생리학)

실험결과에 어떻게 의미를 부여하느냐에 따라 논문의 질이 달라지게 되고 그 결과 동일한 결과에 부여되는 연구 성과의 가치가 결정되므로 이 작업은 R&D 전주기 전 과정에서 탄탄한 비중을 갖게 된다. 이를 위해 실험을 주도적으로 담당했던 연구원과 책임연구원이 관련 문헌을 찾아보며 계속적으로 다각도의 논의를 하는 의미추구과정이 진행된다. 따라서 이 과정은 단순 반복적인 노동과정 뒤에 오는 보다 지적인 작업과정이라 할 수 있다.

저는 연구비 따는 것 때문에 시간에 쫓기는 것만 아니라면 그런 걸 즐기는 편이라서. 고통스럽기도 하지만 새로운 의미를 찾는 게 재미있거든요. 다 쓰고 나서 논문을 봤을 때 잘 쓴 거면 희열을 느끼기도 하고요. 만족이 안 될 때도 있는데 그럴 때는 잘 써보려고 많이 노력을 하죠. 저는 이 의미부여하는 작업을 즐기는 편이에요(생명1, 책임, 생화학).

예측과 다른 실험 결과를 연구자 자신이 이해하고 또 과학 커뮤니티에 있는 독자들에게 그 문제를 이해시키기 위해 적극적으로 관련 문헌을 찾는다. 이러한 문헌조사과정을 의미추구(seeking meaning) 또는 의미형성(sense making) 과정이라 할 수 있다. 의미부여 과정에서 뜻하지 않게 새로운 연구주제가 발견되기도 하고 새로운 논문이 계획되기도 한다.

4.2.4 제 4단계: 성과 창출

R&D 전주기의 네 번째 단계는 성과창출 단계이다. 실험이 성공적으로 이루어진 경우, 연구결과보고서, 원천기술, 특허출원, 학술논문,

더 나아가 상품화 등이 주요 연구 성과물로 창출된다. 또한 학회 참석 및 초청강연 등과 같은 연구결과 발표 역시 과제 성과 산출시 일반적으로 고려되는 항목이다. 다양한 유형의 성과물이 있음에도 불구하고 과학자들은 연구결과가 “논문과 특허로 정리”된다고 이해하고 있다.

(1) 특허: 특허출원은 과학기술연구의 성과가 가장 먼저 가시화되는 결과물로 새로 창출한 기술에 대한 연구자의 권리를 보호하기 위한 장치가 된다. 권리특허는 연구논문출판 이전 또는 출판과 동시에 출원된다. 모든 연구 성과물이 특허형태가 될 수 있는 것은 아니며, 특허 가치가 있는 경우에 국내는 물론 해외 특허에 출원을 함으로써 기술에 대한 소유권을 명확히 하게 된다.

어디 논문이나 학회 발표되기 전에, 발표된 것은 신규성이 없기 때문에 특허가 안 되지 않습니까. 그래서 논문 전에 특허 출원을 먼저 하도록 하고 있는데 ... (생명7, 책임, 분자생물&미생물학)

일반적으로 기초연구과학 연구자들은 권위 있는 학술지에 연구논문을 출판하는 것을 가장 의미 있는 연구 성과물로 보고 논문출판에 몰두하며 특허에는 큰 관심을 갖지 않는데, 연구경력이 짧은 주니어급일수록 이러한 경향이 강하게 보인다. 그러나 그들이 속한 기관과 정부 등 연구비지원기관이 기초연구 결과의 실용화를 강조하고 있고 또 평가시스템에 특허가 점차 주요 평가항목이 되는 연구환경으로 변함에 따라 과학자들이 특허출원에 관심을 가지지 않을 수 없는 추세로 점차 변하고 있다. 과학자들의 특허출원을 촉진해 하는 또 다른 배경은 소속 기관이 전담변리사를 연계해 주어 연구자들이 큰 노

력을 들이지 않고도 특허출원을 할 수 있는 환경을 마련해 주고 있기 때문이다(나노5, 부교수, 고분자화학).

(2) 논문: 기초과학 연구자들이 연구의 성과물로 가장 중요하게 생각하고 또 연구의 절대적 동기가 되는 것은 과학자로서 좋은 논문을 발표하는 것이다.

일단 저는 사실 기초과학이었기 때문에 특허는 별로 관심을 안 가졌었어요. 제 최대 관심사는 좋은 논문을 쓰는 거였어요. 이제 대가들 이름 없이 제 이름으로 이제 좋은 논문을 이제 써보고 싶은 거죠(나노5, 부교수, 고분자화학).

학술논문출판은 대개 반복적인 투고과정에서 보정을 거치게 되는데, 이 작업은 고도의 지적 작업이 필요한 부분으로 장기간 상당한 노력과 경험 및 전략이 요구되는 과정이다. 연구자는 자신이 발견한 과학적 연구결과의 의미를 자신이 속한 과학커뮤니티와 잘 소통할 수 있는 능력을 가지고 있어야 논문을 영향력 있는 학술지에 성공적으로 출판할 수 있게 된다. 따라서 과학자들은 좋은 결과만큼이나 글쓰기에서 연구의 성패가 결정된다고 생각한다.

여기가 사실은 화룡점정이죠. 콰이팅(writing)은 거의 모든 것이라고 할 수 있어요(나노2, 정교수, 금속공학&물리학).

우리나라 대부분의 대학과 정부출연 기초과학연구소에서는 Journal Citation Report(JCR) 저널의 영향력지수(Impact Factor: IF)값을 성과평가를 위한 대표 척도로 사용하고 있다. 면담한 모든 연구자들이 연구 성과물의 성공의

척도를 영향력지수가 높은 저널에 논문을 출판하는 것으로 삼고 있는데, 영향력지수가 높은 해외저널에 투고하기 위해서는 영어 논문을 작성해야 한다. Science Citation Index(SCI)에 등재된 국내 저널의 경우도 논문이 영문으로 작성되어야 한다. 이러한 영어논문작성은 대부분 과학자들에게 쉬운 일이 아니므로 좋은 논문을 완성하는데 장애요인으로 작용하고 있었다.

영어논문 작성의 어려움을 극복하기 위한 방법으로 연구자들은 전문 에디터를 고용하거나 영어를 잘하는 공동연구자를 활용하게 된다. 그럼에도 불구하고 전문에디터를 활용해 본 연구자들의 만족도는 아주 높지는 않았고, 연구자들은 영어문제를 어쩔 수 없는 한계로 보고 흠 없는 수준의 완벽한 영어를 기대하지는 않는 듯 했다. 영어논문 작성 능력을 향상시키기 위하여 젊은 과학자들은 학회에서 개최하는 과학논문 작성법 워크샵, 사설학원 등을 활용하며 어려움을 극복하려고 노력한다. 또한 영미권 태생의 영문학 전공이나 영작전공자가 하는 과학논문 에디팅에는 전문지식이나 용어활용에 한계가 있으므로 전공분야 전문 에디터를 보다 적극적으로 활용하는 방안을 제안하기도 한다.

한편, 논문의 저자(authorship) 결정은 매우 민감한 사안이다. 과학논문에서는 연구 각 단계에 참여했던 다수의 기여자들이 저자로 수록되며, 그 기입순서는 과학논문 출판의 전통과 관행에 따르게 된다. 개별 실험실 내에서의 저자순서 결정이 책임연구자의 판단 하에 내부적으로 조정되어 큰 문제가 없지만, 복수의 연구팀이 참여하는 공동연구의 경우 많은 분쟁의 소지가 개입된다. 동의가 이루어지지 못할 경우 공동연구 관계 자체가 위협받게 되는 사례가 종종 발생하

며 때때로 분쟁을 일으키며 공동연구의 장애요인이 된다. 그래서 최근에는 공동연구에 참여했던 각 실험실의 책임연구자가 공동교신저자로 기입되는 새로운 관행이 생기고 있다.

논문투고는 대개 논문작성을 마무리하면서 이루어진다. 그러나 논문투고 시기는 여러 요인들로 인해 다소 유동적이게 된다. 예컨대 다른 연구팀과 공동연구를 할 때 연구진행 속도에 차이가 생길 경우, 논문 발표시기가 지연되기도 한다. 반면 새로운 연구 결과 발표의 시간적 선점이 절대적으로 중요하므로 경쟁관계에 있는 다른 실험실이 결과를 먼저 발표하는 상황을 피하기 위해 연구 결과를 서둘러 정리하게 되는 경우도 있다. 또한 눈앞에 닥친 연구비 신청 마감에 늦지 않게 좋은 연구결과가 나와 주어야 하는데 논문발표시기가 지연될 경우 연구자들은 크게 불안을 느끼게 되고, 이로 인해 서둘러 연구를 종료시키면서 다소 영향지수가 낮은 저널에 투고하기도 한다.

논문이라는 거는 언제든지 정리될 수 있는 거잖아요. 내가 요만큼의 일을 했는데, 끝으면 그냥 웬만한 저널에 내고, 더 가서 더 데이터 나오면 더 좋은 저널 갈 수 있는 거고, 계속 가서 굉장히 좋은 데이터가 나왔지만 계속 리젝트 먹으면, 결국 못 나가는 거고, 다 쪼개가지고 다시 여러 편으로 나누기도 하고, 결국 투고 시기는 PI의 개인적인 성향에 따라 달라질 것 같아요(생명1, 책임, 생화학).

투고지 선정은 연구결과가 갖는 과학적 가치와 학술지의 영향력지수 및 평판간의 균형을 맞추는 선에서 결정하게 된다. 통칭하여 CNS 저널이라 불리는 Cell, Nature, Science는 다양한 주제 영역을 포괄하며 넓은 독자층(broad

readership)을 확보한 과학저널의 정수로, 생명 과학, 물리학, 화학 등 다양한 주제 분야에 영향을 미칠 수 있으며 융복합적 성격이 강하기 때문에 과학기술연구 분야에서 모든 과학자들이 투고하기를 선망하는 최고의 저널이다. 한편, 실제 투고 저널선정에서 과학자들은 논문의 가치, 주제의 보편성 등 여러 요소를 조율하며 최적의 선택을 지향하게 된다.

논문 성격에 잘 맞아서 잘 받아줄 것 같은 그런 저널들 중에서 임팩트 팩터가 높은 것을 선택하게 되고(생명4, 책임, 당생물학).

국내 저널 투고는 좋은 평가를 업무에 둔 연구자들에게는 큰 고려대상이 아닌데, 이는 그 저널의 수준이 높지 않아 평가되지 않기 때문이다. 따라서 연구 결과가 다소 약하다고 판단될 경우 국내 저널에 투고하는 경향이 있다.

과학자들은 일반적으로 투고하려는 저널에 수록되어 있는 기 출판논문들을 모델로 삼아 그 투고형식에 맞게 논문을 최종 완성한다. 지정된 형식에 맞추어야 하므로 이 작업은 어렵다기 보다는 다소 “귀찮은” 작업으로 인식되고 있다. 엔드노트(EndNote)나 레프웍스(Refworks)와 같은 참고문헌관리를 위한 소프트웨어 이용과 관련하여 과학자들은 그 기본적 용도에 대해서는 알고 있었지만, 그 활용도는 그리 높거나 다양하지 않았다. 투고 저널을 변경해야 할 경우 새 저널이 요구하는 참고문헌 포맷으로 변경하기 위해 사용하는 것이 가장 일반적이었다.

논문이라는 게 제가 어느 저널에 내겠다고 해서 내면 한 번에 안 될 때도 있잖아요. 그럼 포맷을 다 바꿔야 되잖아요. 엔드노트를 쓰게 되면 그게

훨씬 쉽게 되는 거죠. 그런데 전 엔드노트가 별로 친숙하지 않아서 ... (생명12, 선임, 핵산생화학)

논문 투고와 함께 논문심사가 시작된다. 심사 결과, 논문수정이 필요할 경우 보충 실험이 요구되기도 하는데, 경우에 따라 매우 긴 시간이 걸리게 된다. 심사과정에서 받은 심사평을 연구자가 바로 수용하기 어려울 경우, 연구자는 좀 더 영향력지수가 낮은 급의 저널에 재 투고하거나 국내 저널에 투고하면서 논문 출판을 일단락 짓게 된다. 그럼에도 불구하고 연구자들은 심사평으로 받은 각종 제안이 자신의 연구를 보다 질 높은 수준으로 올리거나 후속 연구테마로 발전시키는데 상당히 유용한 정보가 된다고 믿고 있다. 논문수정과정에서 문제해결을 위해 동료는 주요한 정보원으로, 활발한 의견교류가 있게 된다. 이와 함께 문제해결을 위한 주요 정보원으로 문헌 조사가 활발히 이루어지는데, 일반적으로 연구 시작에서 종료까지 최소 2년 이상의 시간이 경과되므로 논문작성단계에서 문헌조사의 업데이트는 필수 불가결한 과정이 된다.

주로 페이퍼를 많이 찾는데요. 제일 많이 검색하는 사이트는 구글 검색을 하면 다 받을 수 있으니까 그걸 검색을 하구요. 그리고 처음에 모티브가 된 페이퍼가 있기 때문에 그 페이퍼위주로 공부를 하면서 부분마다 달려있는 레퍼런스가 있잖아요. 그것을 이용해서 찾기도 하고 아니면 전체적인 흐름을 보고자 한다면 그 그룹 홈페이지에 들어가서 흐름이라던가 그것에 관련된 논문을 찾아보는 편입니다. 그러다가 정말 안 나오는 경우에는 인터넷 상으로 올라오지 않는 경우가 많더라고요. 그런 경우에는 직접 그 잡지 출판된 거를 도서관가서 카페 오거나 아니면 텍스트를 보관해 놓는 ... (중략) 저는 선배 도움을 많이 받은 편이거든요. 한분은 실험에서 나온 결과가 이론적으로 어떻게 설명이

될 수 있는 지에 대한 도움을 많이 받았구요. 다른 분께는 논리적으로 논문 구성을 어떻게 다시 할 것인가에 대한 도움을 많이 받았어요(나노4, 석사 과정, 신소재).

(3) 산업화: 연구결과의 산업화 또는 실용화는 R&D연구 전주기 활동의 최종단계이다. 기초연구결과가 기술이전으로 이어지게 되는 산업화, 그리고 한 단계 더 나아가는 상품화에 대한 관심과 이를 활성화하기 위한 정책적 추진에 큰 관심이 몰리고 있다. 기초연구결과가 최종 실용화단계까지 이르지 못하고 사장되는 현실에 대해 계속적으로 문제가 제기되기 때문이다. 기초과학의 연구결과가 실용화되기까지는 무수히 많은 단계가 개입되어 있고 상품개발로 현실화시키기 까지는 다양한 차원에서의 장기간의 노력이 필요하다. 보통 특허출원에서 상용화 단계까지 약 15년 정도의 시간이 소요된다고 본다.

상용화까지 가는 거는 여러 가지 난관이 많이 있죠. 그래서 뭐 어떤 거는 아예 상용화 안 될 수도 있고요. 또 경우에 따라서 이 분야가 정말 빨리 바뀌니까 빠르면 5년, 10년 안에도 상용화 될 수 있고요(나노 5, 부교수, 고분자화학).

일반적으로 연구결과의 실용화는 응용과학 분야, 예컨대 일부 공학분야 연구자들의 영역이며 기초과학 연구자들은 과학적 현상규명 그 자체에 대한 흥미로 인해 동기부여가 되므로 실용화 및 상용화에 대한 관심이 적은 경향을 보인다. 기초과학 연구자들에게 있어서 영향력지수가 높은 연구 논문을 출판하는 것은 소속 학문 공동체에서 자신의 위치와 가치를 높이는 중요한 일이 된다. 그러나 과학자들은 다른 한편으

로는 현실세계에 보다 도움이 되는 연구를 발표함으로써 자신이 속한 보다 넓은 사회에 공헌하고자 하는 욕구도 갖고 있고, 이로 인해 실용적 성과물을 산출해 내는 응용연구에 관심을 갖게 되기도 한다. 이와 함께 생명과학 분야에서는 기초연구를 신약개발이라는 실용화로 이끄는 중간단계에 위치한 이행연구(translational research)에 대한 관심을 커지기 시작했다. 이러한 현상은 정부의 정책적 노력이 강화되면서 기존의 순수연구를 해 온 연구자들은 점차 자신의 연구결과가 응용연구에 가지게 될 함의에 대한 관심을 많이 보이고 있는 현상과 연결되어 있다고 볼 수 있다.

4.2.5 제 5단계: 평가

선행연구인 RIC 프로젝트에서 4단계 ‘연구결과 배포’를 R&D 전주기의 최종단계로 파악한 것과 달리, 본 연구에서는 4단계 “성과 창출” 다음 단계로 그 창출된 성과물에 대한 “평가”를 전주기의 최종 단계로 설정하였다. 본 연구에서 평가를 중요한 단계로 둔 이유는 R&D 연구 과제가 평가와 함께 공식적으로 종료된다는 점과 함께, 평가시스템을 전체 전주기 과정에 결정적 영향을 미치는 요소로 파악하였기 때문이다. 연구자들은 연구과제의 종료시점과 함께 연구제안서에 약속한 연구 성과물을 제대로 산출해냈는지 그 결과를 구두 발표와 서면으로 연구비 지원 기관에 보고하게 된다. 한편, 논문과 특허 등 창출된 성과물을 근거로 이루어지는 평가는 프로젝트 종료 후에 이루어지는 것으로, (1) 소속기관 내부 업적평가와 (2) 다음 연구비수주 여부에 영향을 주는 연구지원시스템에 의한 평가에 의해 이루어진다. 첫 번째 평가시

스탬의 경우, 대부분 기관의 업적평가는 연 단위로 이루어지며, 또한 대학에서는 승진과 정년 보장, 연구소에서는 승진 및 퇴출이라는 형태로 이루어진다. 그러나 연구자들이 실제로 가장 고심하게 되는 평가는 후자로, 주로 연구결과로 창출한 논문이라는 성과물을 통해 이루어지는 평가이다. 그런데 짧은 연구비 지원기간을 단위로 이루어지는 성과평가는 연구자가 다음 연구비확보를 위해 빨리 연구를 마무리 짓도록 압박을 가하므로, 장시간을 투자하여 심도 깊은 연구인데 장애요인으로 작용하는 심각한 문제를 초래하고 있다. 연구자가 지속적인 연구비가 확보되지 못할 경우 발생하는 가장 큰 문제는 연구인력 확보가 어렵게 된다는 점이다. 이는 결국 실험실이 원활하게 운영되지 못하는 결과를 초래하므로 이로 인해 연구자들은 상당한 불안감을 갖게 된다.

매년 평가를 받기 위해 논문을 빨리 내려면 내죠. 하지만 대신 안 좋은 저널에 가는 거죠. 평가제도에 밀려서 안 좋은 곳에 조각조각 낼 것이나 아니면 데이터를 다 모아서 진짜 좋은 저널에 시도해 볼 것이나, 매년마다 평가해야하고, 보너스가 달라지고, 정기고과가 달라지고, 선임에서 책임 승급하는 논문이 있어야 되고 다 그런 거니까. 그거는 단시간에 1~2년에 대한 성과로 평가하거든요. 과제 신청할 때도 최근 몇 년간만 슬쩍만 보니까 논문이 있어야 되고, 그러니까 일단은 작은 곳이라도 빨리 내야 서바이벌 할 수 있는 환경이 되니까 그런 부분이 힘들죠(생명1, 책임, 생화학).

JCR 저널 영향력지수를 기반으로 이루어지는 현재의 평가시스템은 과학기술연구자들의 연구경향에 큰 영향을 미치고 있다.

점수를 받잖아요. IF라는 게 있잖아요. 퀄리티가 있는 거냐, 없는 거냐. 그럼 실험 자체부터가 퀄리티 있게끔 실험을 하는데, 누가 그 실험을 하고 한국 저널에 내고 싶겠어요. 안내는 거죠. IF가 적은데. 왜냐면 평가를 잘 받아야 하니까(생명15, 책임, 세포생물학).

좋은 논문의 출판은 그 연구자의 학문적 성과로 인정되어 다음 연구비의 수주가능성을 높여준다. 한편 기업체의 평가기준은 학문적 성과보다는 기존기술에 부가가치를 올릴 수 있는 상품생산이나 실생활의 문제를 해결해 줄 수 있는 실용적 가치이다.

저널에 퍼블리시된 게 새로운 펀딩을 받는데 영향이 있다고 봅니다. 학계에서 인정을 한 편이니까요. 이 연구를 가지고 민간 기업에서 과제를 작년 하반기 올해 두 번 받았거든요. 어떻게 보면 학문적인 것보다는 실용적인 면이 있어서 기업에서 펀딩을 받았고요(생명7, 책임, 분자생물 & 미생물학).

5. 결론

연구자의 연구 및 정보환경을 종합적으로 이해하고 연구활동을 근본적으로 지원할 수 있는 체제로 과학기술 정보지원서비스가 설계될 때, 그 서비스의 수월성을 높일 수 있다. 본 연구에서는 학문의 융복합이 강조되는 21세기 E-Science 환경속에서 수행되는 국내 과학기술 연구자들의 R&D 활동과 정보행동을 보다 심층적으로 이해하려는 목적으로 생명 및 나노과학기술 분야에서 활발한 R&D 활동을 하고 있는 총 24명의 국내연구자를 대상으로 심층인터뷰를 수행하였다. 연구 결과, 국내 과학기술분야 R&D 전

과정의 전주기의 구조와 특성이 도출되었고, 그 전주기 각 단계에서의 주요 연구 활동과 정보행동의 특성이 파악되었다. 연구 결과를 구체적으로 논의하기에 앞서 본 논문은 R&D 과정에서 나타나는 정보행동을 상세히 기술하기보다는 그 정보행동이 발생하는 전반적인 맥락에 대한 이해를 돕는 것에 주안점을 두고 작성되었음을 밝힌다. 따라서 R&D 전주기 각 단계에서 나타나는 구체적인 정보요구, 핵심 정보원, 정보추구행동 및 이용, 정보장애요인 등에 대해서는 별도의 논문에서 다루도록 하였다.

먼저, 본 연구결과 파악된 과학기술 R&D 전주기는 (1) 아이디어 생성 및 개발, (2) 연구 지원비 확보, (3) 실험 및 분석, (4) 성과 창출, (5) 평가로 이어지는 총 다섯 단계의 활동과 세부 활동으로 도출되고 모형화될 수 있었다. 도출된 과학기술 R&D 전주기의 특성은 순차성, 불확실성, 역동성, 연속성 등으로 요약할 수 있다. 먼저, R&D 프로젝트가 수행되는 전반적인 흐름에서 보면 전 과정은 순차적으로 전개된다. 그러나 이 연구과정에는 결과의 불확실성이 항상 내재되어 있다. 긴 실험과정에서 반복되는 실패와 이로 인한 결과예측의 불확실성으로 인해 R&D 활동단계가 반복 또는 역행되는 경우도 빈번히 발생하고 또한 실험 중 새로운 연구 아이디어가 창출되면서 새로운 연구가 착수되기도 한다. 따라서 연구 전 과정은 순차성을 이루는 가운데 역동적인 구성과 흐름으로 전개된다. 또한 과학기술연구는 연속성을 가지고 진행되는데, 이전 연구결과를 토대로 후속연구가 시작되면서 연구자가 그 주제 분야에 대한 넓이와 깊이를 심화시켜 나아가게 된다. 나아가 논문과 특허와 같은 가시적 연구 성과물은 다음 연구

지원비를 수주하는데 중요한 요인이 됨으로써 연구의 연속성을 담보케 한다.

R&D 전주기 전 과정은 또한 크고 작은 의사결정의 연속이라 할 수 있는데, 그 과정에 영향을 미치는 요인들이 파악되었다. 특히 연구자 평가시스템과 시간 압박은 연구진행과 관련된 의사결정에 결정적 영향을 미치는 요소로서 밀접하게 연관되어 작용하고 있었다. 이 두 요인은 연구과제의 순차적 진행을 자주 비순차적으로 진행되게 하고 있었다. 먼저 JCR수록저널의 영향력지수는 현재 과학기술 연구자 평가시스템에서 절대적인 지표로 작용함으로써 전주기 전 과정에 걸쳐 영향을 미치고 있었다. 연구자들은 지속적인 연구지원비수주를 위해서 영향력지수가 높은 저널에 투고하여 연구의 가시성을 올려야 한다. 이를 위해 많은 연구자들이 공동연구를 시도하면서 연구의 시너지를 올리기 위한 방안을 강구하기도 한다.

또한 과학기술 R&D에서는 새로운 과학적 발견을 국제 학계에 우선적으로 발표하는 시간적 선점이 매우 중요하다. 연구자들은 짧은 연구비 지원기간 및 평가주기로 인해 연구 성과를 단기간에 발표해야 한다는 시간적인 압박을 크게 갖고 있다. 따라서 기대에 못 미치는 실험결과를 얻은 경우에도 시간적 압박으로 인해 더 의미 있는 실험결과를 추구하지 않은 채 실험을 마무리하고 다음 단계, 즉 논문작성 및 투고로 들어가게 되는 현상이 종종 발생한다. 결과적으로 시간압박은 실험결과에 대한 보다 깊이 있는 분석과 추가적 실험을 계속 시도하지 못하게 하고 임팩트가 더 높은 논문투고를 포기케 하는 결정을 내리게 할 수도 있다.

생명 및 나노과학자를 통해 밝혀진 이러한 연

구 결과는 국가의 과학기술발전을 위한 많은 정책적 시사점을 제공해 준다. 영향력지수 중심의 평가시스템 및 짧은 평가주기, 그리고 연구인력 수급 등의 문제와 관련해 보다 장기적인 안목에서 평가시스템을 개선하고 연구자들이 안정적으로 연구에만 집중할 수 있는 효율적 연구 환경을 제공하는 등 많은 정책적 개선이 필요하다. 그러나 이에 대한 논의는 본 연구의 범위 밖이므로, 여기에서는 본 연구결과가 정보서비스 및 시스템 설계에 갖는 함의를 중심으로 논의해 보고자 한다.

우선, 현재와 미래 과학기술 환경에 맞는 정보지원서비스시스템을 설계하는데 주목해야 할 과학자들의 정보행동의 특징으로 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다. 우선 무엇보다 가장 주목해야 할 특징은, 최근 SNS가 대세로 보이는 사회적 추세와는 상당히 대조적으로, 과학자들의 정보행동이 여전히 매우 전통적인 모습이 있다는 사실이다. 2011년 현재 활발한 연구활동을 벌이고 있는 본 연구의 참여과학자들은 여전히 실험실 단위의 독립된 공간 안에서 랩 미팅이란 현대면 커뮤니케이션 활동을 중심으로 서로 소통하며 그 구성원들이 핵심저널 분담을 통해 최신연구동향을 파악하는 경향을 보이고 있었다. 따라서 그들이 보여주는 매우 전통적이면서도 단순한 정보행동패턴이 연구시스템 설계에서 간과되지 않고 잘 수용되어야 할 것이다.

둘째, 과학기술 연구에서 보편적 현상인 공동 연구 역시 대개는 이미 형성되어 있는 상호 신뢰를 바탕으로 인적교류 및 학회참석을 통한 현대면 커뮤니케이션을 통해 이루어지는 것을 볼 수 있었다. 이 때, 과학기술연구에서 역시 보편적 인간관계의 규범에 따라 일이 진행된다는

사실이 간과되어서는 안 될 것이며, 이러한 특징을 효과적으로 반영할 수 있는 정보지원시스템 설계 방안이 모색되어야 할 것이다.

셋째, 문헌조사를 포함한 각종 정보추구활동이 R&D 전주기 전 과정에 걸쳐 지속적으로 활발하게 이루어지고 있는 것을 볼 때, R&D활동은 정보요구와 정보추구 및 이용활동을 동력으로 전개되어 나아간다고 볼 수 있다. 모든 단계에서 문헌과 동료과학자라는 공식·비공식 정보원이 모두 핵심적으로 사용되나, 요구되는 정보의 내용과 활용방식은 단계별로 다양성을 띤다. 그런데 연구자들은 짧은 연구비 지원주기와 평가시스템으로 인해 과도한 시간적 압박 속에서도 좋은 연구 성과를 내기 위하여 최대한 효율적인 정보활동을 해야 하므로, 이러한 연구자들이 자신의 실험실 워크스테이션에서 최소의 노력으로 각 단계에서 필요한 정보원에 접근하여 최대의 정보를 얻게 해 주는 단순하지만 망라적인 통합정보지원시스템을 제공해야 함을 시사하고 있다.

이와 같은 연구 결과는 향후 정보지원기관들이 첨단 IT기술과 고성능 연구망을 기반으로 원격 데이터 공유 및 장비활용과 협업을 지원할 수 있는 E-Science 기반의 과학기술 연구지원 시스템을 계획하는데 중요한 시사점을 던져 준다. 생명 및 나노과학기술 분야의 연구자들이 첨단 연구기자재를 통해 새로운 연구 성과를 낸다는 사실 때문에, 그들이 쉽게 새로운 첨단 정보통신 기술에 받아들이고 이용할 것이라고 유추하여 첨단 정보통신기술에 기반한 연구지원 정보시스템을 무조건적으로 설계하는 것은 위험할 수 있다. 본 연구결과가 밝히고 있는 연구자들의 라이프스타일을 정보서비스 시스템과 어떻게 유기적

으로 연결시킬 수 있을지 정보전문가들은 계속적으로 고민하며 나아가야 할 것이다.

그럼에도 불구하고 기술혁신의 확산과 관련해 한 가지 생각해야 할 점은, 미처 경험해 보지 못한 새로운 서비스에 대해 사람들은 보통 그 서비스가 갖는 잠재적 가치와 유용성을 제대로 알지 못한다는 점이다. 대개 정보서비스가 이용자의 요구에 부응해 창출되지만 경우에 따라 스마트폰과 같이 혁신적인 정보환경을 먼저 개발함으로써 요구를 창출해 가는 경우도 생긴다. 따라서 새로운 E-Science 서비스 기반의 베타 사이트를 통해 과학자들이 혁신적인 연구 지원 도구를 직접 경험하게 함으로써 조심스럽게 정보요구를 창출해 나아가는 방법도 병행하여야 할 것이다. 더불어 그러한 시도에 연구자들이 어떻게 반응하는지에 대한 연구 역시 지속적으로 병행될 필요가 있다.

본 연구에서는 국가과학기술위원회가 핵심적 과학기술투자 영역으로 선정하여 지원하고 있는 생명 및 나노과학 분야로 한정해 대학과 연구소에서 활동하는 과학자들의 R&D활동 전

과정을 질적연구방법을 이용하여 조사하였다. 본 연구 결과는 조사된 연구 대상들에 대한 총체적이면서도 심층적 이해를 제공해 준 반면, 광범위한 과학기술분야 R&D 전 영역으로 일반화시키기는 어렵다는 한계를 갖는다. 이러한 한계는 향후 후속연구에 의해 극복될 수 있을 것이라 기대한다. 주로 기초과학을 연구하는 정부출연연구소 소속 생명과학 연구자와 대학 소속 나노과학 연구자들을 중심으로 본 연구를 수행하였기 때문에 후속연구는 다른 과학기술 학문분야, 이론중심의 기초과학연구, 산학협력을 포함한 응용과 산업화 중심의 R&D 등으로 확대해 나아가야 할 것이다. 이러한 연구노력이 지속적으로 이루어 질 때, 과학기술 전반의 정보이용에 대한 연구결과가 집적되면서 학문 분야별 그리고 연구목표별 연구 및 정보행동이 규명되고 또한 학문간 일반화가 가능한 부분이 규명될 수 있을 것이다. 본 연구는 이러한 장기적이고 지속적으로 과학기술 R&D 지원시스템 구축을 위한 기초 연구의 첫걸음이 된다는 점에서 그 가치를 찾을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 국가과학기술위원회. 2010. 제2차 연구성과 관리·활용 기본계획. [서울]: 국가과학기술위원회. [online]. [cited 2012.7.15].
 <<http://www.mest.go.kr/web/1010/ko/board/view.do?bbsId=86&boardSeq=19266&mode=view>>.
- [2] 권나현, 정은경, 이정연. 2011. 『국내 연구자 R&D 라이프사이클 조사』. 대전: 한국과학기술정보연구원.
- [3] 박지민. 2009. 『연구와 특허 인식도 조사』. 포항: 생물학연구정보센터.

- [4] 신원식. 2011. 이공학 교수들의 학술정보 이용행태 분석: S대학을 중심으로. 『사대도협회지』, 12: 1-20.
- [5] 이승채. 1987. 물리학자들의 학술정보 이용과 전달에 관한 조사연구. 『정보관리학회지』, 4(1): 124-153.
- [6] 이준영, 배국진, 박진서, 문영호. 2003. 국가 과학기술 연구자들의 정보이용행태 분석. 『한국기술혁신학회 학술대회 발표논문집』, 11: 401-425.
- [7] 최은주. 1997. 자연과학 및 사회과학 연구자들의 정보이용특성 분석. 『정보관리학회지』, 14(1): 27-45.
- [8] 한승희, 이지연. 2006. 과학기술분야 연구자의 정보요구별 탐색행태 분석. 『한국정보관리학회 학술대회논문집』, 13: 17-22.
- [9] Barga, R. S., Andrews, S., & Parastatidis, S. 2007. "A Virtual Research Environment(VRE) for bioscience researchers." *Proceedings of the International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences*, November 4-9, 2007. Papeete, French Polynesia.
- [10] Dervin, Brenda. 1983. "An overview of sense-making research: Concepts, methods, and results to date." *International Communication Association Annual Meeting*, May 1983. Dallas, Texas, U.S.A.
- [11] Engeström, Y., Miettinen, R., & Punamäki, R. 1999. *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [12] Humphrey, C. 2006. *E-Science and the Life Cycle of Research*. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://datalib.library.ualberta.ca/~humphrey/lifecycle-science060308.doc>>.
- [13] Joint Information Systems Committee. 2007. *Integrative Biology Virtual Research Environment*. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://projects.oucs.ox.ac.uk/vre/ibvre/IBVRE-FinalReport-1a.pdf>>.
- [14] Joint Task Force on Library Support for E-Science. 2007. *Agenda for Developing E-Science in Research Libraries: Final Report and Recommendations to the Scholarly Communication Steering Committee, the Public Policies Affecting Research Libraries Steering Committee, and the Research, Teaching, and Learning Steering Committee*. [online]. [cited 2012.7.15]. <http://www.arl.org/bm~doc/ARL_EScience_final.pdf>.
- [15] National E-Science Centre. 2011. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://www.nesc.ac.uk/nesc/define.html>>.
- [16] Peffers, K., Tuunanen, T., Gengler, C., Rossi, M., Hui, W., Virtanen, V., & Bragge, J. 2006. "The design science research process: A model for producing and presenting information systems research." *Proceedings of DESRIST 2006*. Claremont, CA. USA.

- [17] Pienaar, H., & van Deventer, M. 2009. "To VRE or not to VRE?: Do South African malaria researchers need a virtual research environment?" *ARIADNE*, 59. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://www.ariadne.ac.uk/issue59/pienaar-vandeventer/>>.
- [18] Price, D. J., & Beaver, D. 1966. "Collaboration in an invisible college." *American Psychologist*, 21(11): 1011-1018.
- [19] Research Information Network and British Library. 2009. *Patterns of Information Use and Exchange: Case Studies of Researchers in the Life Sciences*. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://www.rin.ac.uk/our-work/using-and-accessing-information-resources/patterns-information-use-and-exchange-case-studies/>>.
- [20] Savolainen, R. 1995. "Everyday life information seeking: Approaching information seeking in the context of 'way of life'." *Library & Information Science Research*, 17(3): 259-294.
- [21] University of Minnesota Libraries. 2006. *A Multi-Dimensional Framework for Academic Support: Final Report*. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://conservancy.umn.edu/handle/5540>>.
- [22] Unsworth, J. 2000. "Scholarly primitives: What methods do humanities researchers have in common, and how might our tools reflect this?" *Symposium on Humanities Computing: Formal Methods, Experimental Practice*, May 13, 2000. London: King's College.

• 국문 참고자료의 영어 표기

(English translation / romanization of references originally written in Korean)

- [1] National Science & Technology Commission. 2010. *The Second Round of the Basic Plans of Research Output Management and Utilizations*. [Seoul]: National Science & Technology Commission. [online]. [cited 2012.7.15]. <<http://www.mest.go.kr/web/1010/ko/board/view.do?bbsId=86&boardSeq=19266&mode=view>>.
- [2] Kwon, Nahyun, Chung, Eunkyung, & Lee, Jungyeoun. 2011. *Korean Scientists' R&D Life Cycle Study*. Daejeon: Korea Institute of Science and Technology Information.
- [3] Park, Jimin. 2009. *Perceptions of Research and Patents*. Pohang: Biological Research Information Center.
- [4] Shin, Won-sik. 2011. "Scholarly information use behavior of professors in science and technology fields." *Journal of the Korean Private University Library Association*, 12: 1-20.
- [5] Lee, Seung-Chae. 1987. "A survey on the use and communication of scholarly information

- in Korean physicists.” *Journal of the Korean Society for Information Management*, 4(1): 124-153.
- [6] Lee, Joonyoung, Bae, Kookjin, Park, Jinseo, & Moon, Youngho. 2003. “Information use patterns of Korean science and technology researchers.” *Proceedings of the Annual Meeting of the Korea Technology Innovation Society*, 11: 401-425.
- [7] Choi, Eun-Ju. 1997. “Comparison of information use pattern between some scientists and social scientists.” *Journal of the Korean Society for Information Management*, 14(1): 27-45.
- [8] Han, Seunghee, & Lee, Jee-Yeon. 2006. “Searching behavior of scientists and technologists based on their information needs.” *Proceedings of the Korean Society for Information Management Conference*, 13: 17-22.

