

‘연구실 안전’ 관련 정부연구개발사업 동향 분석

서지영* · 김혜민¹ · 배선영¹ · 박정임²

과학기술정책연구원, ¹서울여자대학교 화학과, ²순천향대학교 환경보건학과

Status of Government Funded Projects for “Laboratory Safety”

Jiyoung Suh* · Hyemin Kim¹ · Sunyoung Bae¹ · Jeongim Park²

Division of R&D Strategy Research, Science & Technology Policy Institute

¹Division of Chemistry and bio-Environmental Science, Seoul Women's University

²Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University

ABSTRACT

Objectives: This study was conducted to analyze the trends of government R&D (R&D) projects related to laboratory safety over the past 20 years.

Methods: We collected publications from various databases(DBs) with words such as laboratory(ies), lab(s), researcher(s), laboratory worker(s), safety, environment, hazard(s), risk(s), and so on. Selected publications were analyzed by the research funds and the number of projects according to the investment subject and research characteristics.

Results: About 93% of the total R&D budget went to government policy projects, not scientific research. Second, from the perspective of ‘safety management activities’, most of the research is related to management and inspection at the organizational level. Issues that need to be discussed at the national level like policy governance are not included. Third, focusing on the ‘safety management cycle’, there were few studies related to ‘prediction’ or ‘post-response’. Fourth, when an analysis framework combining the perspectives of ‘safety management activities’ and ‘safety management cycle’ is applied, most of the budget is spent on infrastructure such as digital management systems, whereas basic knowledge for prevention and production of evidence was very few.

Conclusions: In order to prevent policy planning without policy evaluation, implementation without strategy, and evaluation without evidence, it is necessary to expand investment in empirical research on risks, research on the effectiveness of current application methods, and research on theory development. The government budget for laboratory safety-related projects should be managed separately from the R&D budget for scientific research. Although less than 5% of the budget allocated to scientific research is the total budget, an optical illusion occurs because both the project budget and the scientific research budget are counted as R&D budgets.

Key words: government, hazard assessment, lab safety, R&D, safety management

I. 서 론

1. 연구실 안전관리 현황


지난 2005년 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」이


제정된 이래로 과학기술정보통신부(이하, 과기부) 주관 하에 연구실 안전관리체계를 갖추려는 노력이 진행되고 있다. 그간 몇 차례의 법률 개정과 함께 연구실책임자 지정과 우수연구실 인증제 시행(2014년 개정), 연구실


*Corresponding author: Ji-Young Suh, Tel: 010-3430-0506, E-mail: science@stepi.re.kr


Building B, Sejong National Research Complex, 370 Sicheong-daero, Sejong, 30147, Republic of Korea

Received: October 8, 2021, Revised: November 1, 2021, Accepted: November 22, 2021

 Jiyoung Suh <https://orcid.org/0000-0001-8664-2714>

 Sunyoung Bae <http://orcid.org/0000-0001-6236-1109>

 Hyemin Kim <http://orcid.org/0000-0003-0483-7994>

 Jeongim Park <http://orcid.org/0000-0002-5851-1183>

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

설치·운영에 관한 가이드라인 준수 의무화(2020년 개정) 등 새로운 제도가 도입되었다. 또한, 국가차원의 안전관리체계상에서도 2013년 과기부 산하에 국가연구안전관리본부가 설치되고, 각 대학과 정부출연연구기관(출연연), 기업부설연구소 등에는 연구실안전환경관리자 선임이 의무화되는 등 안전관리 행정체계는 더욱 정교해지는 것으로 보인다.

지난 2008년부터 지속적으로 발표되고 있는 정부의 「연구실 안전관리 종합계획」에서 제시된 연구현장의 수요와 중점과제 등을 보면, 정책적인 개입이 필요한 문제 영역은 점점 다양해지고 있는 것으로 보인다(MSIT, 2017a). 연구실 안전관리체계가 구축된 초반에는 안전관리 행정체계상의 미비점에 대한 보완이 중요한 정책적 이슈였다면, 현재는 보상과 관련된 연구활동중사의 법적 지위, 연구자 생애주기 안전관리, 연구분야별 위험의 특성과 적합한 관리방식 등 다양한 영역에서 제기되고 있다. 안전에 대한 수요가 다양해진다는 것은 안전관리정책에 있어 획일적 규제가 그만큼 효력을 발휘하기 어렵다는 것을 의미한다. 연구활동중사자가 처한 상황과 위험요소를 고려한 맞춤형 해법을 내놓아야 할 필요성이 더욱 커졌다.

우리나라에서 ‘연구실 안전’ 규범제정과 인프라 구축은 연구주체(대학, 공공/민간 연구기관 등)차원에서 자율적으로 만들어진 것이 아니라, 정부가 주도해 왔다. 연안법 제정 이전에 연구현장에 대한 어떠한 안전관리 조치도 제도화되어 있지 않았다는 점을 생각해보면, 법과 규정을 마련하고, 관리체계를 갖추는데 필요한 자원의 투입은 정상적인 행정체계의 발전과정으로 볼 수 있다. 그러나, 이러한 정책관행에는 ‘정책수립’과 ‘현장’ 간의 괴리가 위험요소로 존재한다. 한 번 정해 놓은 위험성 판단 기준, 위험관리 매뉴얼, 교육방식 등의 적용실태에 관한 지속적인 모니터링과 효과분석, 그리고 이에 기반한 개선방안 모색 연구 없이는 자칫 ‘행정’을 위한 안전관리가 될 위험성이 있다. ‘정책수립’과 ‘현장’의 괴리를 줄이고, 정책적 개입의 ‘안전향상’ 효과를 증대시키기 위해서는 현재 수립된 안전관리 정책과 정책수단의 효과에 관한 성찰과 개선방안 탐색이 필요하다. 연구실안전관리체계를 수립하고, 법으로 규정된 ‘사업’을 당위적으로 시행하는데서 그치는 것이 아니라, 어떤 부분이 취약한지, 어떤 위해요소들이 증가하고 있는지, 어떤 연구활동중사자 그룹이 어떤 위험에 가장 많이 노출되고 있는지 등을 파악하여, 개선하려는 노력이 지속되어

야 한다. 이러한 노력이 실질적인 안전환경개선의 효과로 이어지게 하려면 무엇보다 취약성 판단 및 개선방안의 타당성을 뒷받침 할 수 있는 과학적 근거마련이 중요하다. 본 연구가 연구실안전과 관련한 정부연구개발사업 동향에 주목한 것은 바로 이러한 이유 때문이다. 연구실 안전에 대한 정부연구개발 투자가 활발하다는 것은 정부주도의 연구실안전 정책이 얼마나 과학적 근거에 의해 수립되고 있는지를 보여주는 것이며, 또한 정부가 얼마나 관행적 정책시행에서 탈피하여, 보다 효과적인 대안을 탐색하고 있는지를 말해주는 것이기도 하다.

본 연구는 연구실 안전관리와 관련한 정부연구개발사업 동향을 다양한 측면에서 분석해 보고자 하였다. 지난 2000년부터 수행된 정부의 연구실 안전 관련 연구개발과제를 유형별×목적별로 나누어 보고, 정부의 연구개발투자 패턴을 살펴보았다.

본 연구는 크게 세 부분으로 구성된다. 첫째, 연구실 안전 관련 정부연구개발사업을 분석하는 자료추출 방법과 분석 틀을 제시하는 부분이다. 여기에서는 통합적위험관리의 틀을 활용하였다. 둘째, 연구실 안전 관련 정부연구개발사업 분석결과를 제시하는 부분이다. 앞서 언급한 두 개의 분석 틀을 적용했을 때, 어떤 부분에 지식생산활동이 활발하며, 또 어떤 부분이 취약한지를 보여주하고자 하였다. 셋째, 분석결과를 토대로, 연구실 안전 관련 지식축적 현황의 문제점을 개선하기 위해 앞으로 정부가 더욱 노력을 기울여야 할 점에 대해 제안하였다.

위와 같은 작업을 통해 다음과 같은 연구질문에 대한 답을 찾아보고자 하였다.

첫째, 정부가 추진하고 있는 연구개발사업의 전반적 트렌드: 2000년~2019년 연구개발자금 투자추이, 투자대상, 투자영역

둘째, 정부가 형성하고 있는 연구실 안전분야 지식축적의 구조

셋째, 문제점 발굴 및 대안 탐색

2. 연구실 안전관리 지식축적 현황 분석 틀

1) 연구실 안전관리 목적과 주요 구성요소

연구실 안전관리에서 무엇을 ‘관리’해야 할 것인가의 문제는 오랫동안 주로 공학적 관점에서 다루어져 왔다. 연구실의 하드웨어 측면, 다시 말해 시설물과 설비를 중심에 놓고, 이의 안전한 사용 방식과 환경을 제시하는 것이다. 그러나, 연구실이 학생들이 주로 사용하는 대학의 부속 건물인가, 모든 사람들이 사용할 수 있는 개방

적 공간인가에 따라 설비 사용의 컨텍스트는 달라진다. 또한 연구실이 활용되는 목적에 따라 설비가 아니라, 연구과정에 투입되는(또는 발생하는) 물질이 갖는 건강과 환경에 대한 위해요소도 간과할 수 없다(Keckler, 2019). 따라서 연구자와 연구실 주변에 있는 사람을 중심으로 놓고, 그 사람들이 다루는 화학적, 물리적 위해요소들을 사람의 특성에 맞게 관리하는 방식에 대한 제시도 필요하다. 전기, 가스와 같은 물리적 위해요소나 환기장치와 같은 시설물에 관한 관리뿐만 아니라, 연구실에서 일하거나, 또는 연구실이 있는 건물에서 일하는 사람의 건강, 연구실의 폐기물이 미칠 수 있는 주변의 환경오염 등도 관리되어야 할 요소들이다(Suh, 2012). 이러한 배경 속에서 연구실 안전관리의 최근 트렌드는 설비, 시설, 사람, 환경을 모두 포괄하는 통합적 안전관리를 지향하고 있다(Nichols, 2011; WHO, 2011; STEPI, 2012).

‘통합적’ 안전관리의 구성요소와 방법론에 관해서는 두 가지 흐름의 논의가 있는 것으로 보인다. 첫째, 위험발생을 예방하고, 안전을 유지하기 위해 필요한 활동(activity) 중심으로 통합적 안전관리의 구성요소를 설명할 수 있다. 이에 대해 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 2011년 발간된 자료에 Figure 1과 같이 구성요소를 제시하고 있다. Figure 1에서 보면,



Figure 1. Twelve important elements of the laboratory safety management system proposed by the World Health Organization (WHO)

우선 안전관리조직, 인력, 설비, 관련 예산, 절차/매뉴얼, 정보제공, 기록 보관 등과 함께 관련 프로세스를 개선하는 등의 과업들이 필요한 것을 알 수 있다.

‘통합적’ 안전관리를 설명하는 또 하나의 맥락은 안전관리의 주기(cycle)를 중심으로 한 것이다. 안전관리에 필요한 행위/업무, 필요 자원 등을 예측, 대비, 대응, 복구/회복 단계로 나누어 배치하여 일상과 유사시 모두 빈틈없는 안전관리가 이루어질 수 있도록 한다는 것이다(Kim, 2010; Lee & Choi, 2016). 안전관리주기의 관점에서 볼 때 통합적 안전관리의 구성요소는 각 단계별로 나누어 볼 수 있다. 위험한 상황이 발생하기 이전에 해야 하는 예방적 조치들은 세부적 또 예방단계와 대비단계로 나뉘볼 수 있다. 사전에 안전교육을 시행하거나, 위해요소의 증가나 감소 트렌드를 예측하는 등의 활동은 예방단계에 속한다. 현장의 안전관리와 관련된 조금 더 구체적인 관리방법 개발이나 이를 매뉴얼화 하는 등의 활동은 대비단계로 볼 수 있다. 특정한 상황이 발생했을 경우, 이에 신속히 대응하고, 피해를 줄이기 위한 조치나 규정 등은 대응단계이다. 사고가 발생한 이후의 사후복구/회복단계에서는 신속하고도 완전한 복구와 사고원인 규명, 그리고 사고 이후에 하루 빨리 일상적 연구 환경으로 되돌아갈 수 있도록 하는 조치와 규정들은 사후관리단계 또는 복구단계라 볼 수 있다. 실제 연구실안전관리에서는 이러한 모든 단계의 활동들이 유기적으로 연계되고, 또 지속적으로 시행되어야 한다.

2) 통합적 안전관리의 관점에서 본 정부연구개발사업 분류체계

앞서 연구실 안전관리에서 관리행위적 측면과 안전관리주기적 측면이 중요하다는 점을 제시하였다. 우리 정부 또한 연구실 안전관리 정책사업을 기획하는데 있어 통합적 안전관리의 관점을 도입하고 있는데, 이러한 관점은 연구개발사업의 기획에도 반영될 것이라 생각해 볼 수 있다(STEPI, 2012; Suh et al., 2015). 정책사업 효과를 검증하거나, 문제점을 찾고 개선하기 위해 연구개발 사업을 진행하기도 하고, 선행적 연구를 통해 새로운 정책의 아이디어를 얻기도 하기 때문이다. 따라서, 정부의 연구개발사업 또한 ‘통합적 안전관리’의 관점을 적용하여 분석하는 것이 타당할 것으로 보인다.

통합적 안전관리의 관점을 분석에 적용하기 위해 본 연구에서는 ‘활동중심의 안전관리 구성요소’와 ‘안전관리주기’를 서로 결합한 분석 틀을 적용하였다.

Table 1. Main activity fields and components of safety management

Activity	Components
Legislation / legal revision	Legislation / revision of laws/rules/instructions Promotion of understanding of laws (Re)establishment of a legal system Other matters related to laws
Management systems	Governance Manuals / instruction Management organizations Monitoring Accident response
Culture / practice	Education Spread of safety culture
Methodology, techniques	Development of safety management technology/devices Development of safety management methodology/techniques
Policy development	Policy development

우선 ‘활동중심의 안전관리 구성요소’에 대한 분석들은 Table 1과 같이 구성하였다. 위에서 언급한 일반적인 ‘안전관리활동’에 맞추어 관리체계, 문화/관행, 기술과 기법개발로 나누어 볼 수 있다. ‘관리체계’는 규정/매뉴얼, 조직체계 등과 같이 안전관리조직 또는 그 운영체계에 관련한 활동들을 의미한다. ‘문화/관행’은 안전문화 정착을 위한 교육, 문화행사, 이해관계자 의견공유를 위한 간담회 등이 포함된다. ‘기술과 기법개발’은 위험을 탐지, 분석하기 위한 기술 및 기법을 개발하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 정책차원에서 시행되는 연구개발 동향분석이므로, 일반적인 안전관리활동 이외에 관리규범(매뉴얼/지침 등)의 상위에 있는 ‘법률의 제/개정’을 포함시켰다.

안전관리 주기측면에서도 본 연구가 정부지원 연구실 안전 관련 연구개발 동향인 점을 감안하여, 안전관리주기의 가장 마지막 단계로서 ‘평가와 기획’을 설정하였다. 일반적인 안전관리의 주기에는 해당하지 않지만, 이러한 틀을 통해 정책사업과 국가연구개발사업 간 피드백이 얼마나 잘 이루어지는지에 대한 검토가 가능할 것으로 판단했기 때문이다.

Table 1의 구성요소들을 ‘안전관리주기’에 따라 분포시켜 보면 Table 2와 같은 ‘행위’와 ‘주기’의 매트릭스로 나타난다. 본 연구에서는 Table 2에서 제시된 표를 연구실 안전관련 연구개발동향 분석에 적용하여, 정부의 연구실 안전에 대한 투자 행태를 파악해 보고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 분석 대상

본 연구에 활용된 분석대상은 2000년부터 2019년까지 정부연구개발사업으로 수행된 연구실 안전 관련 연구 과제들이다. 총 156개의 연구과제가 분석에 활용되었다.

연구실 안전 분야의 R&D 동향을 파악하기 위해서, 국가과학기술지식정보서비스(National Technical Information Service, NTIS)를 통해 관련 데이터를 수집하였다. NTIS는 국가 연구개발사업 과제들의 공고와 성과, 연구 시설장비 등에 대한 정보를 통합적으로 제공하며 관리하는 지식정보 포털시스템으로 17개의 정부 부처별로 관리되고 있는 국가 R&D 사업정보와 과학기술 정보를 자유롭게 활용할 수 있도록 관련 자료들을 개방하고 있다.

2000년부터 2019년까지 최근 20년 이내에 수행된 연구실 안전 관련 과제들을 수집하여 분석자료로 활용하였다. 주요 키워드는 실험실, 연구실, 연구자, 연구활동종사자 및 관련 단어로, 안전과 관련된 과제들을 보다 넓은 범위로 찾기 위해서 안전, 환경, 위해, 유해, 위험, 건강, 보건, 사고 등의 검색어들을 복합적으로 활용하였으며, 영문으로 laboratory(s), lab(s), researcher(s), laboratory worker(s)와 safety, environment, hazard(s), risk(s), health, accident(s) 등의 단어를 복합적으로 활용하였다.

Table 2. Categories of lab safety management used in analysis of government budget allocation

Tasks / period		Prediction	Prevention	Preparation	Response	Post-management	Performance analysis and future planning
Fields	Main tasks						
Legislation / Legal revision	Building a legal system	-	Regulations applicable to prevention	Regulations applicable for daily safety management	Regulations related to emergency response	- Regulations on post-management - Regulations on accident liability / compensation	- Legislation/ Legal revision - Legal system
	Promoting understanding of the law	-	Understanding regulations	-	-	-	- Evaluating acceptability - Promoting understanding
Improving the management system / process	Governance	Ex-ante assessment and planning	Risk communication with a wide range of stakeholders	Daily management	Emergency response	Post-restoration and post-management	Ex-post assessment and planning
	Manuals / Instruction	-	-	- Procedures / Manuals for diagnosis and inspection - Standards of assessment / implementation - Model of diagnosis / inspection	Procedures / Manuals for evacuation / response / emergency resource mobilization	- Procedures / Manuals of accident investigation - Procedures for processing accident information	- Assessment of adequacy of prevention / preparation / response / post-management planning - Operational evaluation of the safety management organization
	Management organization	-	Administrator education	- Specialization of management organization - Advancement of management systems - Improving management efficiency	-	-	- Establishment of safety management plans - Analysis of results of factual survey / inspection / diagnosis and deduction of management system improvements
	Monitoring	-	Performing safety diagnosis / inspection factual surveys	-	-	-	-
Improving culture	Education	-	- Development of educational content - Developing training practices	-	-	-	- Assessment of educational effectiveness - Finding ways to increase educational effectiveness - Education plans
	Culture enhancement	-	- Exchanges (information / knowledge network) - Cultural events	-	-	-	- Assessment of safety culture - Plan to spread safety culture
Assessment / evaluation / scientific methods of management	Infrastructure building / Instrument development	- (Big) data systems - Modelling - Developing equipment or devices	Development of technology / devices to discover harmful factors	- Development of systems and devices that provide information - Building technical infrastructure	Development of devices to support effective emergency response	-	- Evaluating the effectiveness of technology introduction - New technology development / application plans
	Measurement / assessment / management methodology development	- Risk analysis / Assessment - Methods for data gathering or analysis	- (Prior) hazard analysis - Exposure assessment - Correlation analysis with disease	- Development of appropriate management methodologies for each laboratory scale and research field characteristics - Appropriate safety management methodology according to researchers' behavioral characteristics	-	- Accident investigation elucidation / methodology - Solutions to reduce the psychological stress of accident victims	R&D plans related to measurement / assessment / management methodology
Policy development	Policy development	-	-	-	-	-	National level master plan / mid- to long-term policy plan

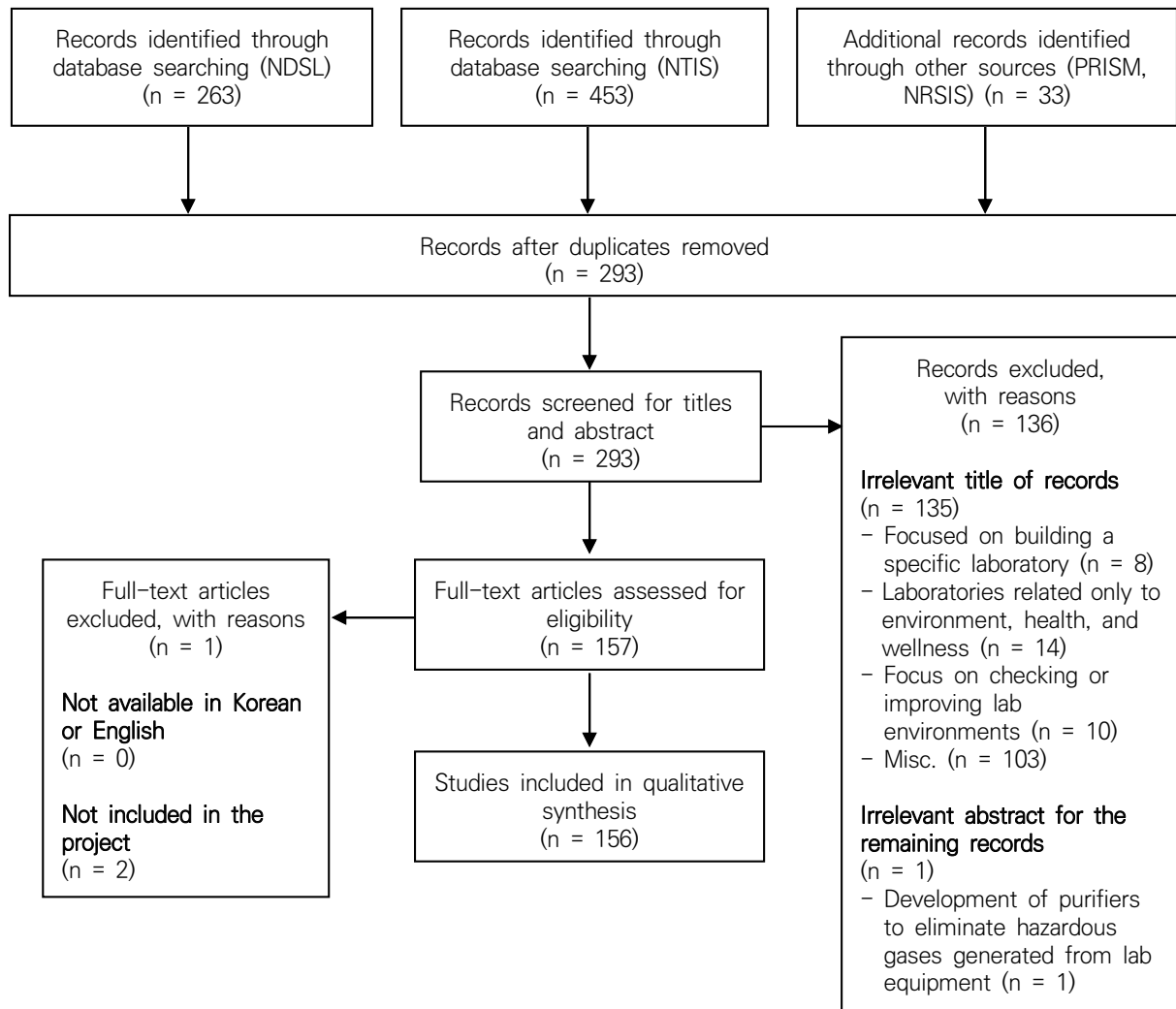


Figure 2. Prisma flow diagram

수집된 데이터를 통해 연구실 안전 관련 연구과제들의 속성(수행연구 주체, 연구내용 등)을 파악하고자 하였다. NTIS DB에서 구체적인 연구과제에 대한 정보를 얻기 어려운 경우, 해당과제를 과학기술정보통합서비스(National Digital Science Library, NDSL)의 DB와 국가연구안전정보시스템(National Research Safety Information System, NRSIS) 그리고 온나라정책연구시스템(Policy Research Information Service & Management, PRISM)을 활용하여 관련 정보를 파악하였다. 단, NRSIS로 찾아낸 13개의 연구과제들은 홈페이지 공지사항에 올라와 있는 정보를 활용하였으므로, 연구수행주체 성격을 알아보는 데에는 활용되지 않았다.

2. 데이터 추출 방법

데이터를 모두 수집한 후에는 PRISMA flow diagram에 따라 R&D 과제들을 분류하고 평가하였다(Figure 2). NTIS, NDSL의 DB와 NRSIS, PRISM을 활용하여 검색하고, 중복되는 연구과제를 걸러낸 결과, 연구실안전 분야의 총 R&D 과제 수는 293개로 도출되었다.

그 중 연구내용상 연구실안전과 관련성이 없는 데이터들을 걸러냈는데, 그 과정에서 일부 특수한 연구실의 실험환경에 관한 연구나 환경, 보건 등 특정분야의 실험 그 자체에 대한 연구 등을 제외하고, 총 156개의 연구과제들을 도출하였다.

바이오분야 연구에서 유전자변형생물체와 관련한 연구들은 ‘바이오 안전성 평가 관리’, ‘시험·연구용 유전자변형생물(Living Modified Organism, LMO)의 안

전관리 체계 구축', '시험·연구용 LMO 안전관리' 등과 같은 연구가 있다. 이 연구의 주제들은 「유전자변형 생물체의 국가간이동에 관한 법률」(일명 LMO법)에 따른 관리체계구축 및 관리방안에 관한 연구로서, 연구의 목적이 LMO를 통한 생태계 교란을 방지하는데 있다고 볼 수 있다. 이는 본 연구에서 다루고자 하는 '연구자'의 건강과 안전을 위한 연구와는 다른 목적의 연구과제로서, 분석대상에서 제외하였다. 이 밖에도, 분석 시 '대학 및 연구 실험실 안전작업 절차서', '실험실 생물안전지침. 2006', '안전관리 우수연구실 인증제도 도입 방안 연구', '연구실 안전인증을 위한 글로벌 인증시스템 구축에 관한 연구', '연구실의 환경 및 안전성 확보를 위한 정책연구', '연구실험실 보건관리 제도화 예비 타당성 연구'와 같은 6개의 연구과제들은 NTIS DB 상에 연구비 금액이 명시되어 있지 않아, 당해 연도 수행된 연구과제의 평균 연구비로 대체하여 분석하였다.

III. 연구 결과

위와 같은 방법론을 적용하여 연구실 안전 관련 국가 연구개발사업 현황 분석 결과를 제시하고자 한다. 분석은 크게 두 부분으로 나누어 진행되었다.

첫째, 연구실 안전 연구개발에 관련된 정부의 전반적 투자추이를 살펴보았다. 부처별, 연도별 투자금액 추이를 살펴보고, 유형화할 수 있을지를 검토해 보았다.

둘째, 통합적 연구실 안전관리의 관점에서 지식생산 동향을 살펴보았다. 이를 통해 어떤 영역에서 지식생산이 활발한지, 또는 취약한지를 파악하고자 하였다.

분석 시, 과제에 대한 정보가 불충분하여 평균값으로 대체하여 분석하였다. '대학 및 연구 실험실 안전작업 절차서', '실험실 생물안전지침. 2006', '안전관리 우수연구실 인증제 도입 방안 연구', '연구실 안전인증을 위한 글로벌 인증시스템 구축에 관한 연구', '연구실의 환경 및 안전성 확보를 위한 정책연구', '연구실험실 보건관리 제도화 예비 타당성 연구'와 같은 6개의 '연구성 과제'들은 금액이 명시되어 있지 않아 각각의 과제들이 해당되는 당해 연도 평균 연구비를 대신하여 도입해 본 연구에 적용하였다. 단, 2000년도 과제인 '대학 및 연구 실험실 안전작업 절차서'와 '연구실의 환경 및 안전성 확보를 위한 정책연구'과제는 연구비 금액이 명시되어 있지 않았으므로, 2000년도 2004년도의 평균 연구비를 대신 도입하였다.

1. 연구실안전 연구개발 전반적 추이: 연구비 투자 동향 및 연구수행 주체별 분포

1) 연구비 투자 동향

2000년부터 2019년까지 20년 동안 연도별로 얼마나 많은 연구과제가 수행되었는지, 그리고 이에 얼마나 예산이 투입되었는지를 알아보기 위한 분석을 시행하였다.

Figure 3을 보면, 20년 동안 전체 연구실 안전 분야 과제들의 총 연구비는 56,227 백만원이고, 대체로 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 전 기간동안 가장 큰 연구비가 투입된 년도는 2019년이며, 7,098 백만원이다.

지난 20년 간 수행된 연구과제 중 연구비를 정확하게 파악할 수 있는 연구과제들은 총 156개인데, Figure 3에 나타난 바와 같이 2006년부터 과제 수가 눈에 띄게 늘어나서, 2012년과 2017년에 15개, 2011년 16개로 가장 많았다는 것을 알 수 있다. 연구비 및 연구과제 개수가 2006년부터 증가하는 시점과 「연구실 안전환경

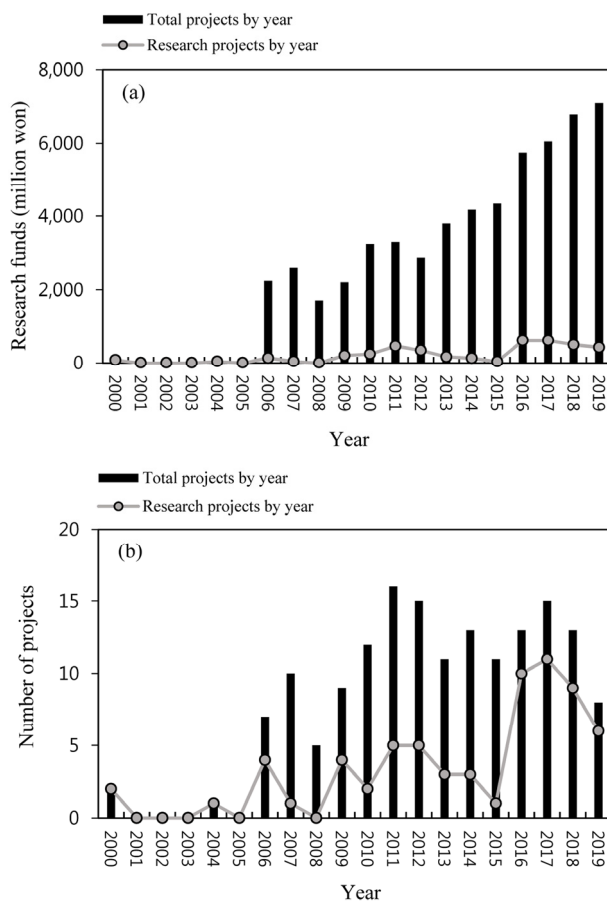


Figure 3. Trend of total research budget by year: research budget (a), and number of projects (b)

조성에 관한 법률」이 시행된 시점이 맞물리는데, 이로써 관련 법 제정이 연구실안전 연구과제가 추진되는 동력원이 되었다는 점을 미루어 짐작해 볼 수 있겠다.

2) 투자 주체별 동향

다음에서는 투자 출처를 더 자세히 알아보기로 하겠다. Figure 4는 투자주체를 기관 유형별 구분한 그림인

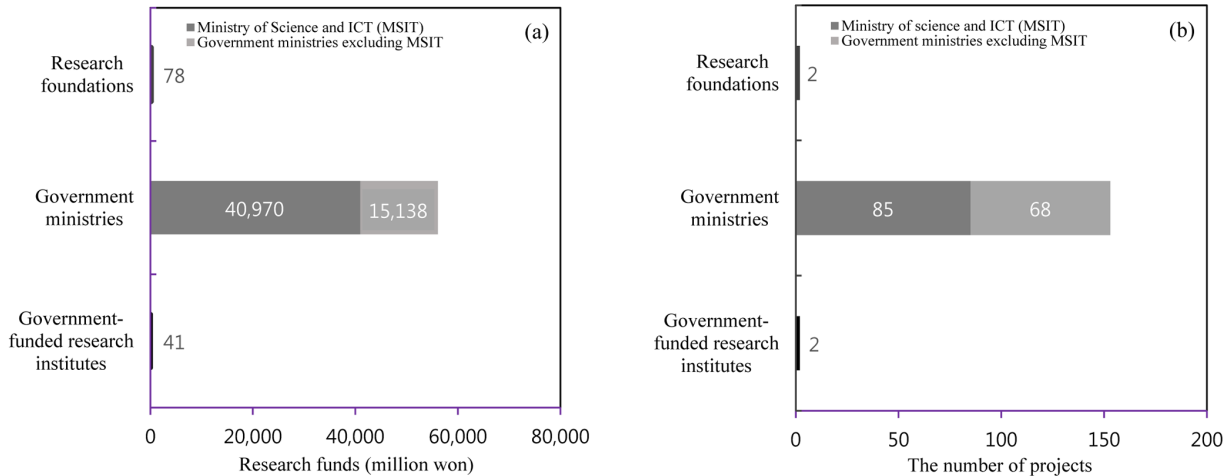


Figure 4. Investment entities for laboratory safety projects: research budget (a), and number of projects (b) for 20 years

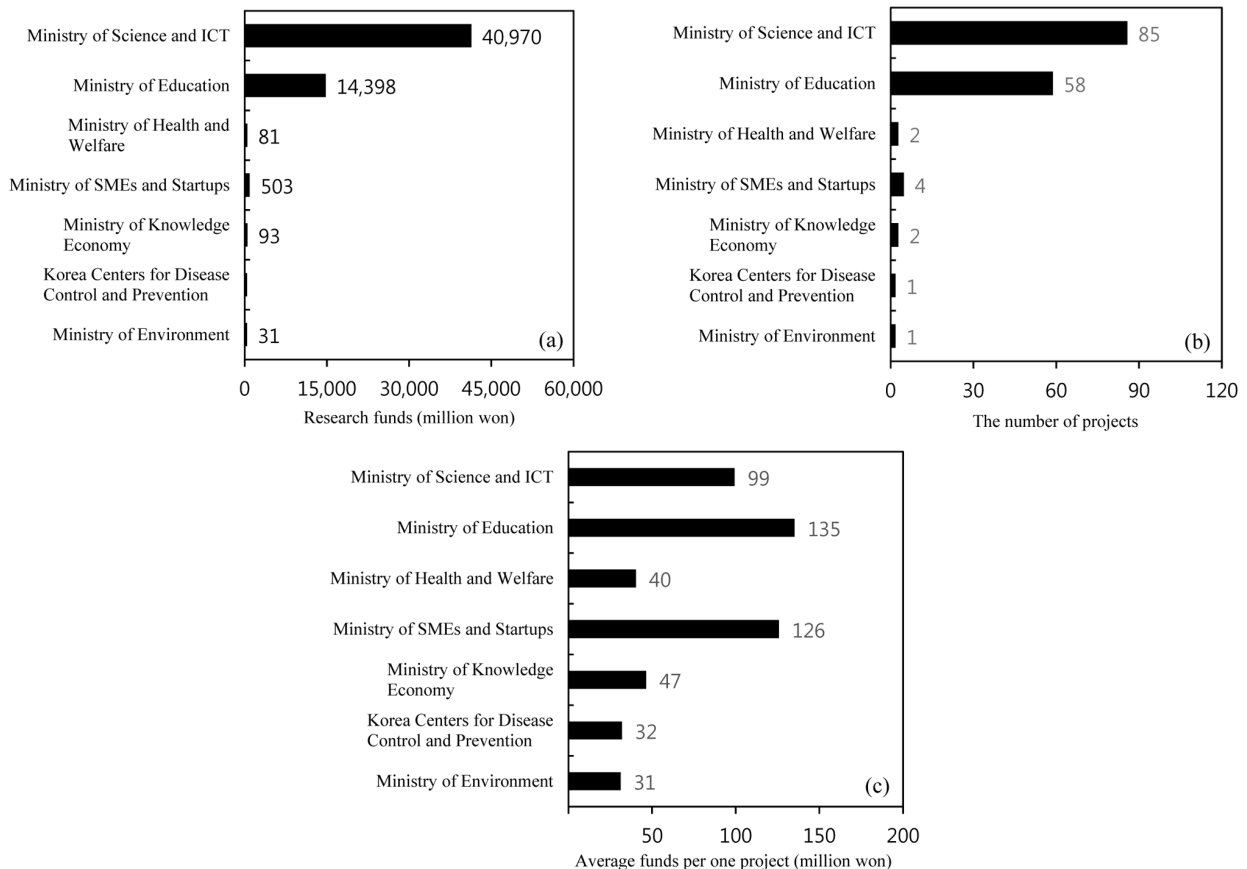


Figure 5. Budget input patterns of major institutions: research budget (a), number of projects (b), and average research budget per one project (c) by ministry in the field of laboratory safety for 20 years

데, 정부부처가 연구실 안전관리 연구를 이끌고 가는 주체라는 것을 알 수 있다.

정부부처는 연구실 안전 분야 연구과제에 총 56,108 백만원을 투자하였으며, 그 중 국가연구안전관리본부는 985 백만원을 투입한 것으로 나타났다. 국가연구안전관리본부가 과학기술정보통신부에 속한 산하기관이라는 점을 감안하면, 거의 대부분의 연구비가 과기부로부터 투입되었다고 할 수 있다. 또한 과기부가 투입한 예산은 교육부가 투입한 예산보다 약 3배 정도 더 많다는 것을 알 수 있다(Figure 5). 그러나 평균 연구비 측면에서는 사정이 좀 다르다. 예산이 10억 이상인 연구과제들이 총 14개인데, 이는 과제 1개당 평균연구비의 값을 왜곡할 가능성이 있어 제외하였다. 그 결과, 과기부는 타 부처에 비해 예산투입을 많이 하였으나, 과제 1개당 평균 투입 예산은 약 99 백만원으로, 약 135 백만원인 교육부보다 적은 것으로 나타났다.

연구과제 개수로 살펴보면 과학기술정보통신부는 85개, 교육부는 58개로 정부부처가 주관한 과제들의 93%를 이 두 부처가 주관하였다. 이는 연구실 안전이 다양한 정부부처 중 과학기술정보통신부와 교육부의 정책적 목적과 가장 관련성이 크기 때문일 것이다. 이와 대조적으로 산업부문 ‘안전보건’정책 주무부처인 고용노동부는 연구실안전과 관련한 연구개발을 전혀 시행하지 않은 것으로 나타났다.

이러한 경향을 보면, 민간주체나 지방자치단체와의 공동투자로 연구실안전과 관련한 연구과제가 진행된 경우는 거의 없는 것으로 보인다. 연구재단은 지난 20여 년 간 단 두 개의 연구과제에 연구비를 지원한 것으로 나타났다. 연구재단 예산으로 진행된 연구과제는 지난 2000년 “대학 및 연구 실험실 안전작업 절차서”, “연구실의 환경 및 안전성 확보를 위한 정책연구”이다.

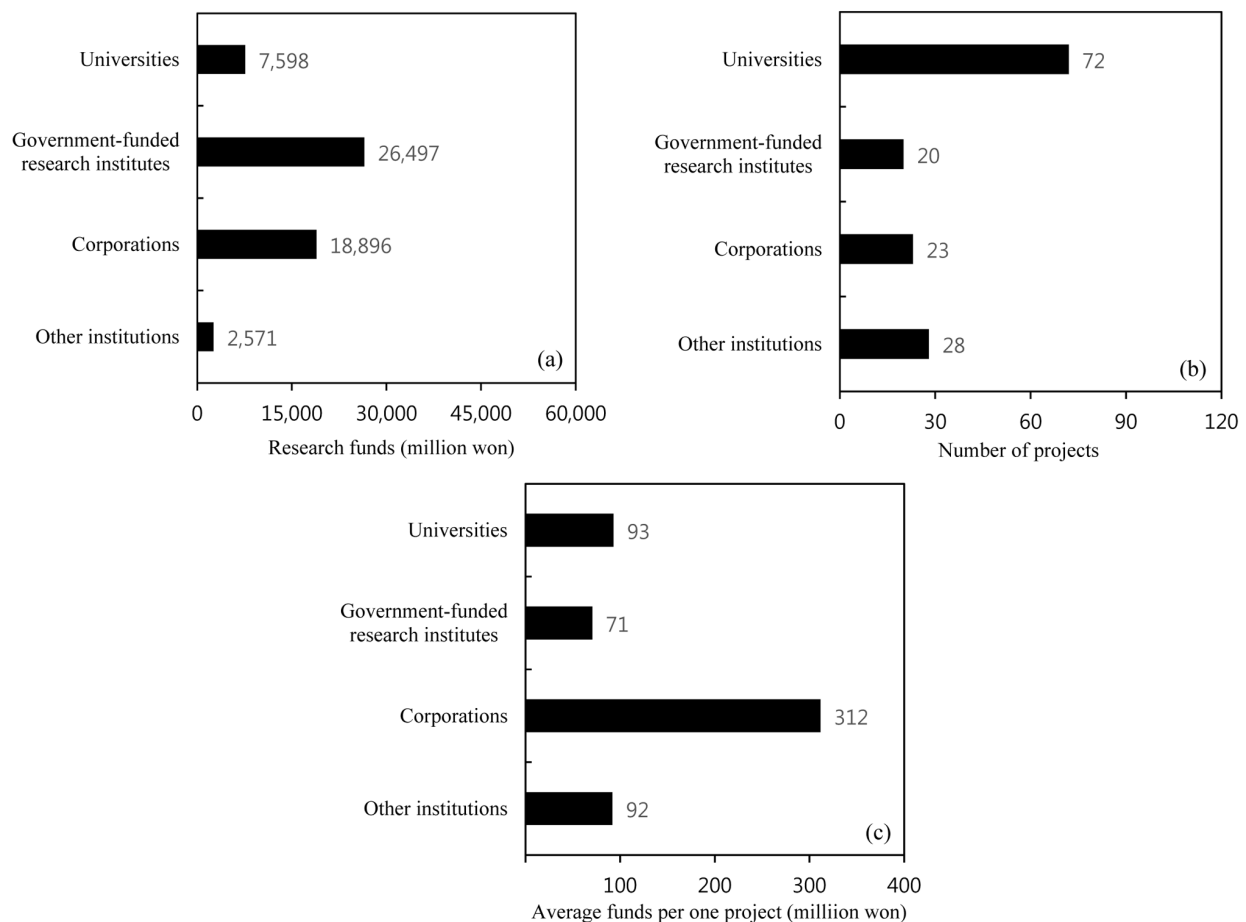


Figure 6. Major research performers over 20 years: research budget (a), number of projects (b), and average research budget per project (c) by performer in the field of laboratory safety

3) 연구수행 주체별 동향

연구실 안전에 대한 지식창출은 어떤 연구자들에 의해 이루어지고 있는지를 살펴보기 위해, 연구과제를 수행한 수행주체의 소속기관을 살펴보았다(Figure 6). 정부출연 연구기관과 사단법인기관, 대학의 연구자들이 연구실안전에 관한 주요 연구주체임을 알 수 있다.

하지만, 평균연구비의 경우 순위는 바뀐다. 일반적이지 않은 10억 이상의 과제들을 제외하고 과제 1개당 평균예산을 산출해 보면, 사단법인 기관에서 수행한 연구과제의 평균예산이 312 백만원으로 가장 크다(Figure 6c). 수행된 연구과제 개수로 보면, 대학이 가장 많은 연구를 수행한 것으로 나타났다. 하지만, 1개 과제당 평균연구비를 따져보면, 대학이 가장 낮다. 대학은 가장 연구를 많이 하지만, 대학에 투자된 연구비는 가장 적다.

2. 연구성격으로 살펴본 연구실안전 연구개발동향(‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’)

2000년부터 2019년까지의 연구개발 과제들은 크게 두 가지 유형, ‘연구’를 위한 연구과제와 ‘사업’을 위한 연구과제로 구분된다. 다시 말해, 한 부류는 연구과제의 형식을 빌어 수행되었으나, 실제로는 정부가 추진하는 정책사업의 성격을 가진 과제이고, 또 한 부류는 연구를 위한 과제라는 것이다. 예를 들면, ‘사업성 과제’에 포함된 과제들은 Table 3에 나와 있는 바와 같이 연구실 안전관리 지원센터, 연구실환경관리 개선사업, 연구실 안전문화 확산사업, 연구실 안전환경 위탁사업 등이다.

이들 과제들은 전부 정부부처가 지원한 과제들인데, 명목상 연구개발지원금으로 수행된 연구과제의 형식을 띠고 있으나, 실상 그 용도는 부처가 시행하는 사업의 사업비라 할 수 있다. 이러한 사업비가 연구실 안전에 관한 지식생산구조를 파악하는 분석에 포함될 경우, 데

이터의 왜곡이 심하게 발생할 가능성이 있다. 유해인자 도출, 위험도 측정 방법론 개발 등과 같이 ‘과학적 연구실안전관리’를 위한 지식생산활동과 정부행정을 지원하기 위한 사업수행활동은 구분되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 투자주체별 투자동향과 수행주체별 연구동향 등을 연구성격에 따라 다시 한번 분석해서, 연구실안전과 관련한 지식생산활동의 현황을 살펴보고자 하였다.

1) 정부투자에서 ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’가 차지하는 비중 비교

‘사업성 과제’연구비는 2012년부터 2019년까지 8년 동안 꾸준히 증가하는 추세이다. 이러한 ‘사업성 과제’에는 위탁사업도 포함된다. 위탁사업이란 정부의 연구실 안전 정책사업을 특정기관이 위탁받아 정부를 대리해서 시행하는 사업이다. 지난 2008년부터 ‘한국엔지니어링협회’, ‘교육시설재난공제회’ 등의 기관이 위탁기관으로 선정되어 사업을 진행했는데, 2016년부터는 ‘국가연구안전관리본부’가 사업을 위탁받아 수행 중이다. 위탁사업은 ‘연구실 안전환경기반구축사업’, ‘연구실 안전환경 위탁사업’, ‘연구실 안전문화 확산’ 등과 같은 사업들로 이루어져 있다.

‘사업성 과제’에 투자된 예산을 살펴보면, 투입예산 대부분은 위탁사업이 차지하고 있다는 것을 알 수 있다(Figure 7). Figure 7에서 보는 바와 같이, 명목상 전체 연구실 안전에 투입된 예산으로 파악된 예산 중 거의 대부분은 정책사업 수행에 집행되었다. 또 그 중 상당 부분은 위탁기관 사업비로 사용되었다. 이는 연구실안전과 관련된 전체 연구개발비의 규모를 외양상 확대하는 효과를 가져와서, 일종의 착시현상이 발생할 위험이 있다.

Table 3. Examples of projects for ‘policy projects’

Title	Year	Performer	Research funds (million won)
A project to establish a foundation for a safe laboratory environment	2006	Korea Engineering & Consulting Association	1,655
Establishment of laboratory safety culture	2007	Korea Engineering & Consulting Association	350
Establishment and operation of a laboratory safety support center for universities in the Seoul area	2010	Seoul National University	105
Improving laboratory safety environment management	2011	Korea Engineering & Consulting Association	1,650
Consignment project of lab safety environment	2019	Korea Engineering & Consulting Association	6,782

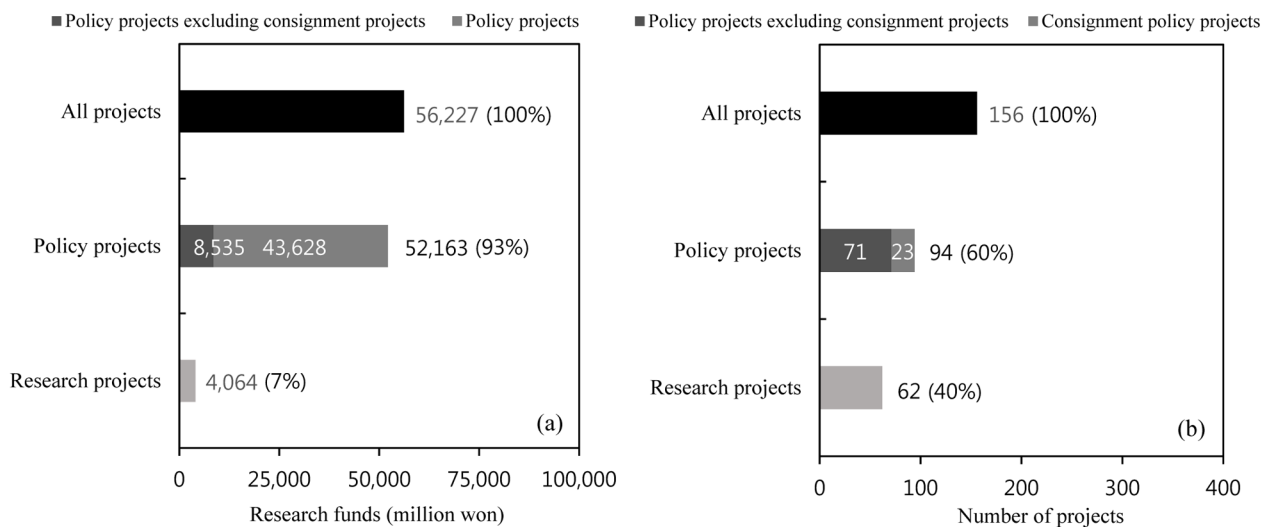


Figure 7. Trend of total research budget by project type: research budget (a), and number of projects (b)

* Project type is divided into policy projects and research projects

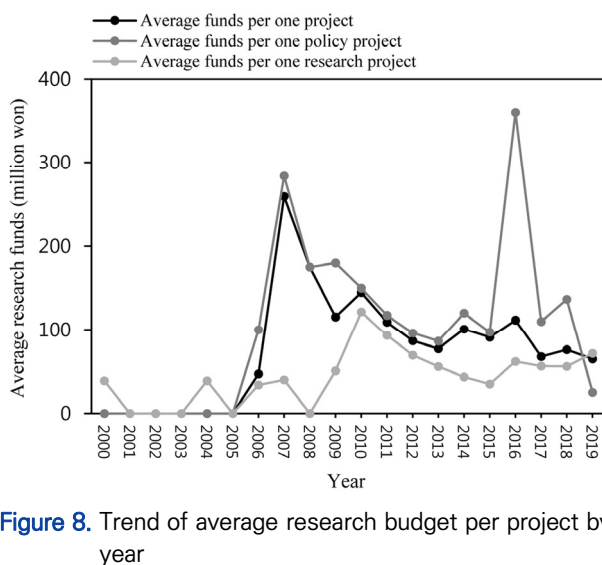


Figure 8. Trend of average research budget per project by year

흥미로운 점은 지난 20년간 보여준 ‘연구성 과제’의 연구비 및 과제 수의 등락이다. 과거 20년간의 자료를 살펴보았을 때, 연구실 안전정책의 과학적 근거 마련, 효과적 정책수단 개발을 위한 ‘연구성 과제’의 연구비도 다소 변화가 있었지만, 연구과제 개수를 살펴보면 등락 폭이 매우 크게 나타나는 것을 볼 수 있다. Figure 8을 보면, 특정 연도/기간에 대형 연구과제가 등장하면서 대부분의 연구비를 독식하는 구조를 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 대형 연구과제 1개에 세부과제로서 여러 유형의 과제들이 묶여 있는 형태이다. 이러한 대형

연구과제들은 대체로 정부가 연구실 안전관리를 위해 집행해야 하는 정책사업들로 구성되어 있다. 따라서, ‘연구과제’의 규모가 커졌다고 해서 실질적으로 ‘연구’가 많이 이루어졌다고는 볼 수 없다.

지난 2000년부터 2019년까지 ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’에 투자된 연구비의 변화패턴을 비교해서 살펴보면, ‘사업성 과제’에 거의 93% 정도가 투자된 것으로 보인다(Figure 8). Figure 8에서는 2016년부터는 ‘연구성 과제’의 수가 과거에 비해 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 2016년부터 과기부 연구실안전관리체계가 국가연구안전관리본부 중심으로 개편되면서, 과거에 비해 연구실 안전에 대한 과학적 접근을 위한 노력을 다소 강화한 결과로 보인다.

2) 연구실 안전 연구개발과제 투자주체

연구실 안전 관련 정부연구개발과제의 투자주체는 앞서 언급한 바와 같이 정부부처가 주를 이루는데, 이를 ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’로 나누어 보면, 연구비가 월등히 ‘사업성 과제’에 집중되어 있었음을 볼 수 있다(Figure 9). 또한, 정부부처별 사업구조를 보면, ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’ 두 부문에서 주도하는 부처가 서로 다름을 알 수 있다.중에서도 ‘사업성 과제’부문에서는 과기부가 주요 투자주체고, 교육부가 그 다음 순서이고, ‘연구성 과제’부문에서는 과기부를 비롯한 교육부, 보건복지부, 중소벤처기업부 등의 여러 행정부처와 연

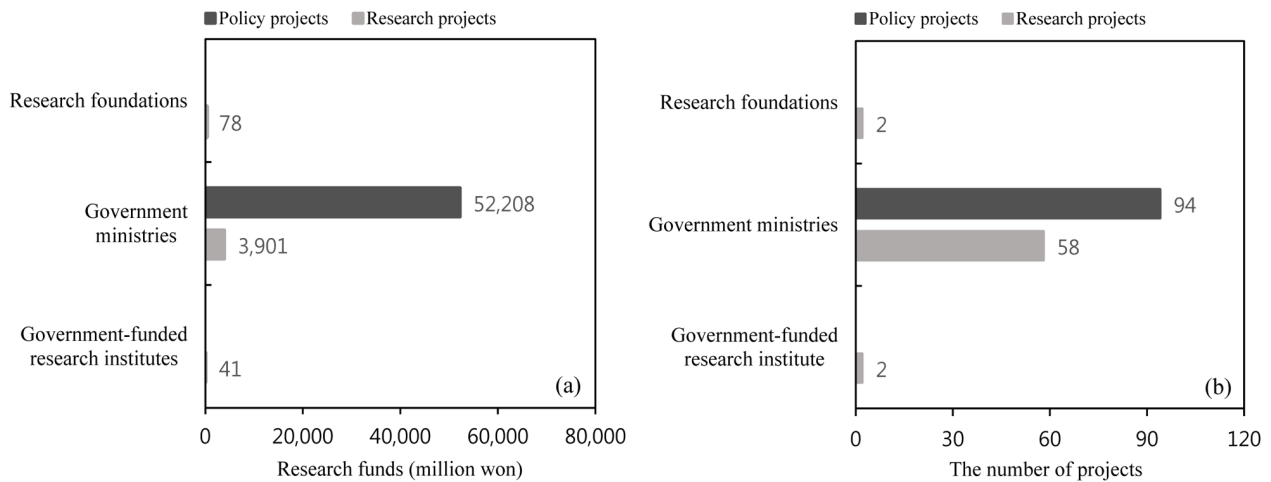


Figure 9. Major investors by the project type over 20 years: research budget (a), and number of projects (b)

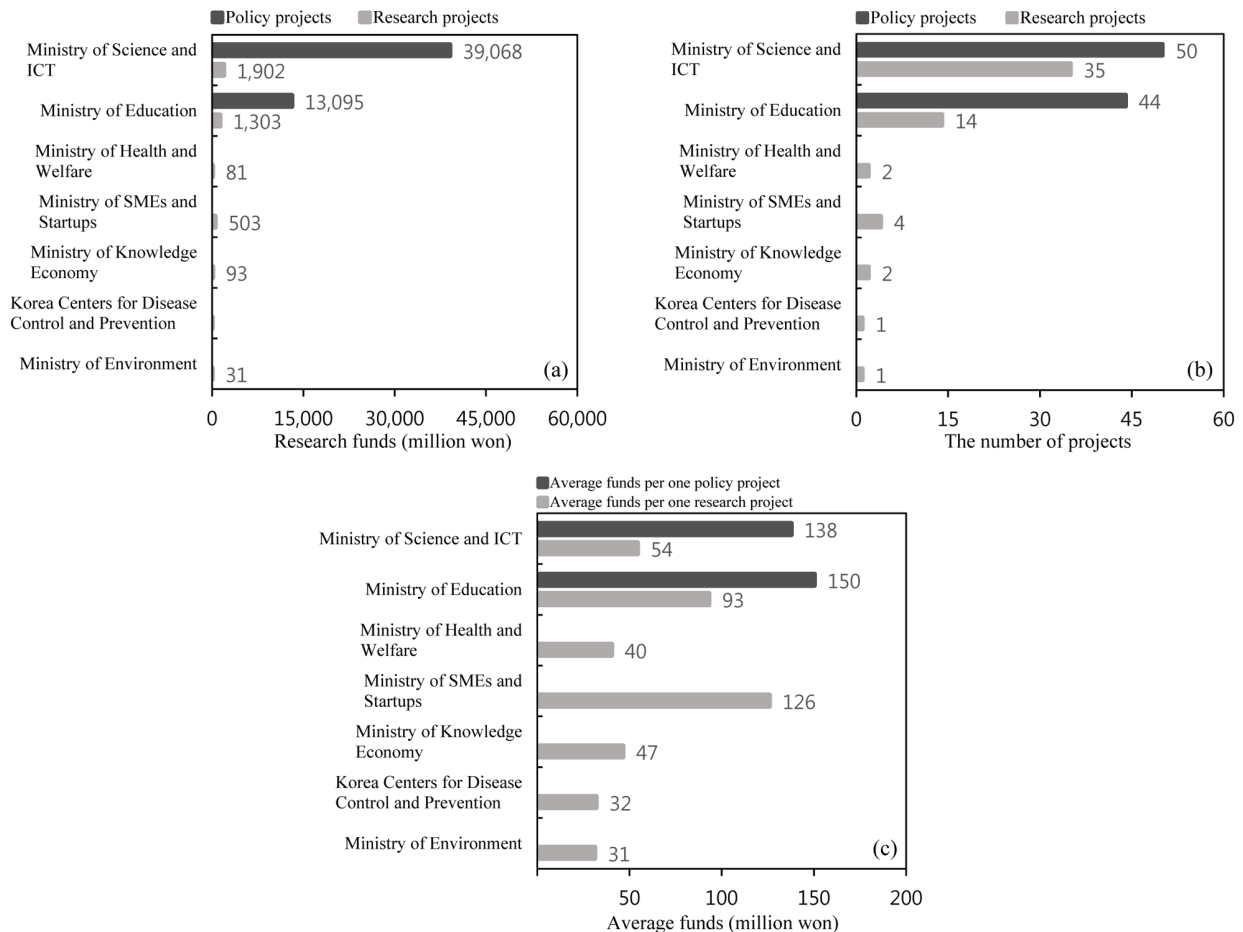


Figure 10. Budget input pattern of major institutions by project type over 20 years: research budget (a), number of projects (b), and average research budget per project (c) by each ministry in the field of laboratory safety

* Project type is divided into policy projects and research projects

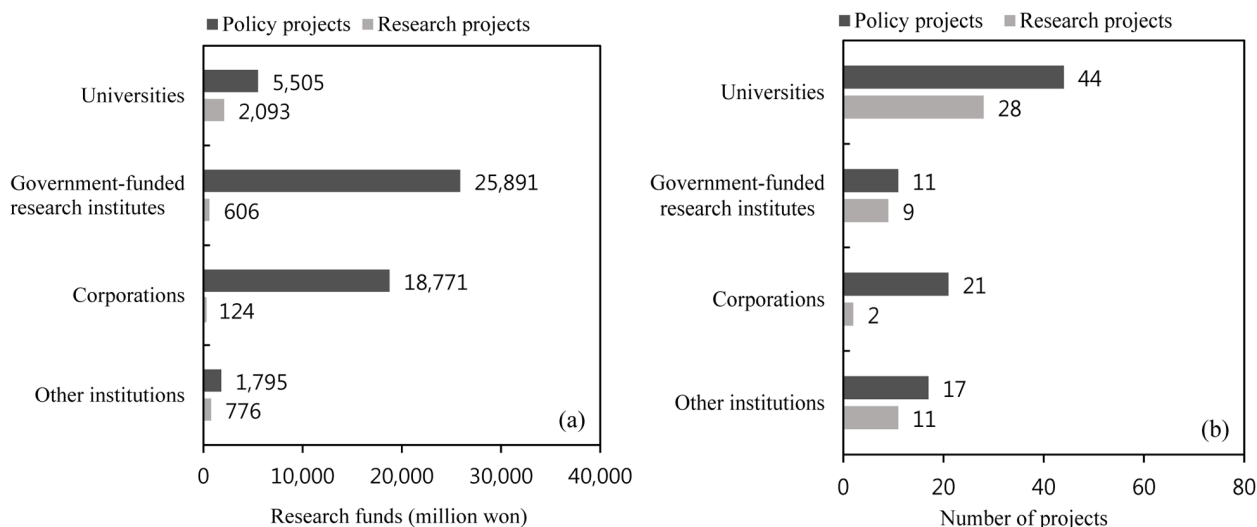


Figure 11. Research patterns by main research performers classified by project type: research budget (a), the number of projects (b), and average research budget (c)

* Project type is divided into policy projects and research projects

구재단, 정부출연연구기관 등이 투자주체로 나타나, 사업성과제에 비해 다양성이 보인다. 이는 우리 행정부는 연구실안전 관련 정책의 주무부처를 과기부로 인식하고 있으며, 과기부 중심으로 안전관리 사업이 진행되고 있다는 점을 말해주고 있다.

과제 1개당 평균연구비 측면에서는 ‘연구성 과제’ 중 10억 이상의 연구과제를 제외한 나머지 과제들의 평균 금액을 산출해 보면, 과학기술정보통신부는 138 백만원 이고 교육부는 150 백만원이다(Figure 10c).

수행주체 측면에서 살펴보면, ‘사업성 과제’는 정부출연 연구기관과 사단법인이 가장 많이 수행한 것으로 나타난다(Figure 11). 이는 ‘사업성 과제’에 연구실 안전 환경 위탁사업 및 정책사업들이 포함되어 있고, 이를 수행하는 주된 기관이 정부출연 연구기관과 사단법인이기 때문이다. ‘연구성 과제’는 대학이 가장 많이 수행한 것으로 나타난다. 따라서, 연구실안전과 관련한 주요 지식 생산주체는 대학이라 할 수 있다.

3. 연구 주제를 중심으로 살펴본 연구실안전 연구개발 동향

다음은 연구실안전 관련 연구과제들을 연구주제에 따라 분류하고, 동향을 살펴보고자 하였다. 연구 주제별 분류는 앞서 Table 2에서 제시한 통합적 안전관리의 프레임워크를 적용하고자 하였다. 연구주제에 관한 분석은 어떤 연구를 얼마나 하고 있는지를 파악하기 위한 작업

이므로, 실질적 연구가 이루어진 연구과제를 분석대상으로 삼아야 할 것이다. 따라서 ‘사업성 과제’는 제외하고, ‘연구성 과제’만 분석하였다.

1) 안전관리 활동영역을 중심으로 살펴본 연구개발 동향

우선 통합적 안전관리를 이루는 다섯개의 영역을 중심으로 연구비 현황을 살펴보면 Figure 12와 같다. Figure 12a를 통해 연구비는 ‘관리체계’, ‘문화/관행’, ‘기술/기법’, ‘정책 개발’, ‘법 제/개정’순으로 크를 확인할 수 있다. 특히, ‘관리체계’영역에 연구비가 매우 집중되어 있음을 볼 수 있다. 그러나, 평균값에 영향을 줄 수 있는 10억 이상의 과제들을 제외한 나머지 과제들의 과제당 평균 연구비를 살펴보면, Figure 12c에서 보는 바와 같이 ‘문화/관행’, ‘기술/기법’, ‘관리체계’, ‘정책 개발’, ‘법 제/개정’ 순으로 크다는 것을 알 수 있다. 또한, ‘문화/관행’영역에 투입된 예산의 전체 규모는 작지만, 과제 하나당 평균 연구비를 보면 타 영역에 비해 월등히 높다. 이는 해당영역의 과제들이 주로 안전문화확산 사업과 같은 ‘사업성 과제’들이고, 이 과제들의 예산 규모가 컸기 때문인 것으로 보인다.

‘관리체계’와 ‘문화/관행’영역에는 ‘사업성 과제’들이 거의 대부분을 차지한다. 이는 해당영역에서 요구되는 이론적 기반구축 또는 사업의 성과에 대한 평가 등을 위한 연구가 거의 이루어지지 않았다는 것을 보여준다. 과제 수를 중심으로 살펴보면, ‘관리체계’, ‘기술/기법’,

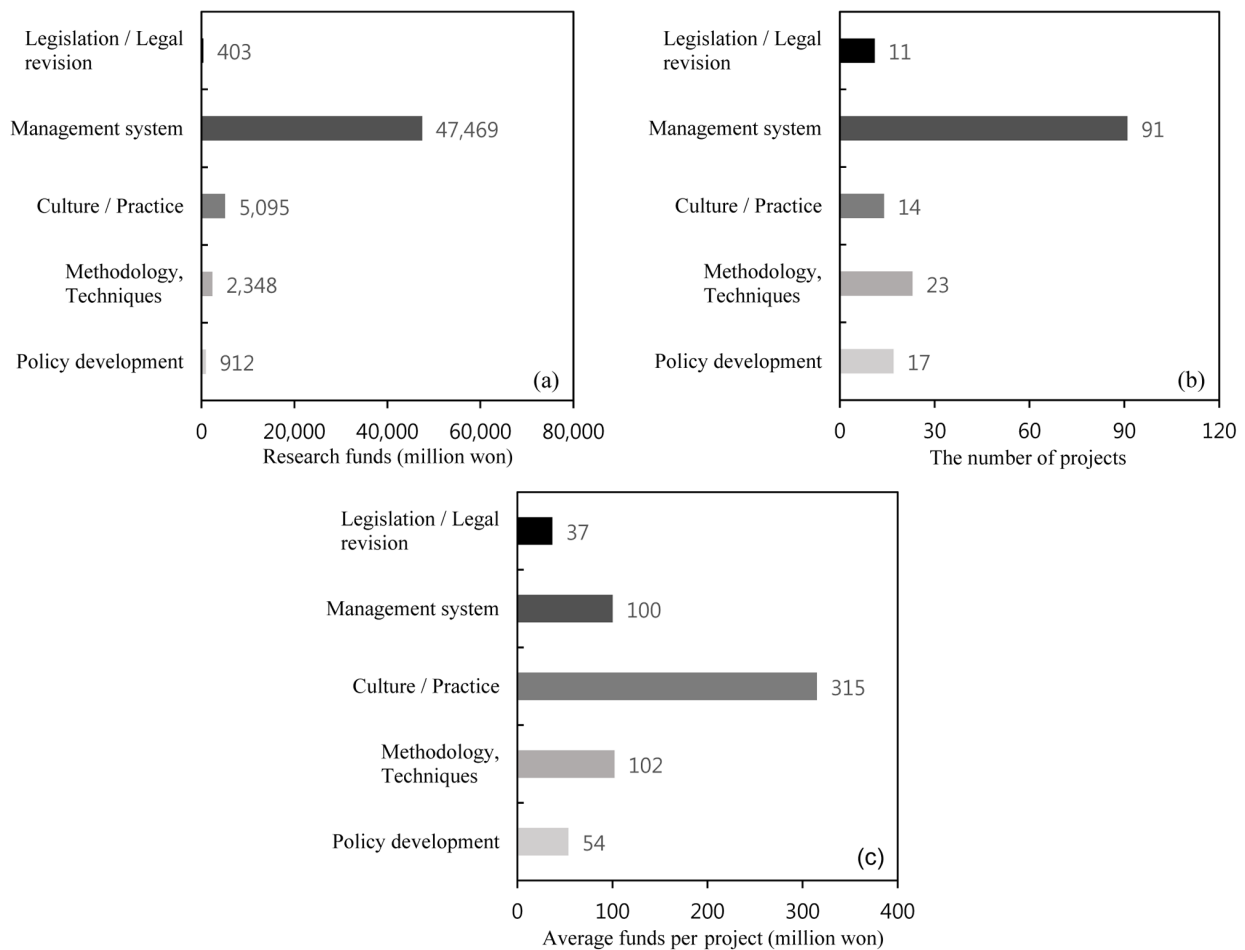


Figure 12. Budget input patterns for safety management activities by project type: research budget (a), number of projects (b), and average research budget per project (c)

* Project type is divided into policy projects and research projects

‘정책 개발’, ‘문화/관행’, ‘법 제/개정’순으로 많음을 알 수 있다. 즉, 연구비와 마찬가지로 과제 수도 특히 ‘관리 체계’에 집중되어 있음을 볼 수 있다.

안전관리활동 영역으로 분류된 연구과제들을 과제 성격(‘사업성 과제’, ‘연구성 과제’)에 따라 재분류해보았다. 수행된 연구과제 수에 있어서는 ‘관리체계’에 해당하는 연구과제가 가장 많고, 투입된 예산의 규모도 가장 크다. 그러나, 각 항목에 투입된 연구예산을 연구과제 성격에 따라 나누어 보면, ‘관리체계’ 영역에서는 ‘연구성 과제’가 1.38%에 불과하다는 것을 알 수 있다(Figure 12). 이러한 경향성은 ‘문화/관행’에서도 그대로 나타나는데, ‘연구성 과제’의 연구비 비중은 0.98%에 그친다. ‘문화/관행’ 영역에 속하는 과제들은 대체로 연구실안전 환경관리자나 연구활동종사자의 교육 시행에 관련된 과

제들이 대부분이다. ‘기술/기법’에 해당하는 과제들은 전부 ‘연구성 과제’인데, 그러나 예산규모 면에서는 위에서 언급한 ‘관리체계’나 ‘문화/관행’에 비하면 매우 작다. ‘기술/기법’에 해당하는 ‘연구성 과제’ 연구비는 전체 ‘연구성 과제’ 연구비의 약 58%를 차지한다.

다음으로는 안전관리 활동영역을 좀 더 세분화하여, 각 활동영역에서 수행되는 활동요소들을 중심으로 살펴보기로 하였다. 단, 세분화된 활동요소별 분석은 ‘연구성 과제’에 한해 진행되었는데, 이는 ‘사업성 과제’의 복합적 성격 때문이다. 예를 들어, ‘관리체계’의 영역에 속한 ‘사업성 과제’는 하위영역에 속하는 다양한 작은 사업들로 구성되어 있어, 세부활동요소 중 어느 요소와 관련이 있다고 규정짓기 어렵다. 이러한 구분은 안전관리 활동영역 단위에서만 가능하다. 따라서, 세부 활동요소

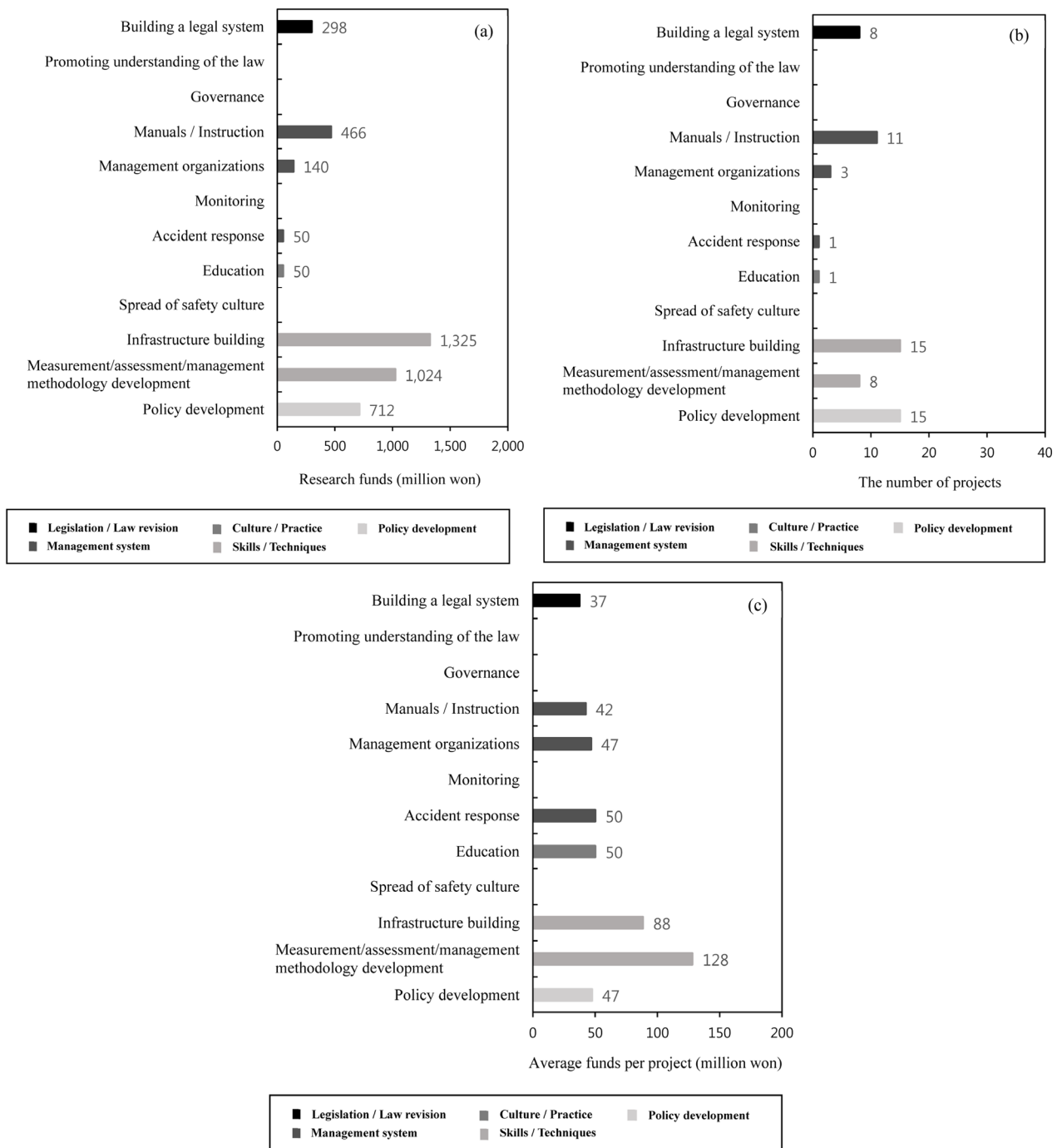


Figure 13. Budget input patterns by components of safety management activities (for the project type research projects only): research budget (a), number of projects (b), and average research budget per project (c)

별 동향을 살펴볼 때에는 ‘사업성 과제’는 제외하기로 하였다. 연구과제들을 안전관리 각 활동영역에 속하는 요소별로 살펴보면, 우선 가장 많은 연구비가 투자된 항목은 ‘기술/기법’영역의 ‘인프라 구축/기기 개발’라는 것

을 알 수 있다(Figure 13). 해당 항목에 약 1,325 백만원이 투입되었다. 평균 연구비가 가장 큰 항목은 ‘기술/기법’영역의 ‘측정/평가/관리 방법론 개발’이다. 연구과제 개수를 중점적으로 보면, ‘정책 개발’과 ‘인프라 구축

/기기 개발’에 해당하는 연구과제가 가장 많이 수행되었으며, ‘관리체계’영역의 ‘매뉴얼/지침’이 다음으로 많이 수행되었다는 것을 알 수 있다.

연구과제 하나당 평균 연구비는 전체 항목별 연구비 동향과 매우 유사한 패턴을 보인다. ‘인프라 구축/기기 개발’과 ‘측정/평가/관리 방법론 개발’의 과제 하나당 평균 연구비가 타 항목에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 ‘인프라 구축’에 소요되는 연구비가 타 연구에 비해 높은 편이기 때문인 것으로 보인다. ‘측정/평가/관리 방법론 개발’부분에 투입된 연구비가 가장 높게 나타난 데에는 2010년에서부터 2012년까지 수행된 “연구실 분야별 위험특성평가 및 저감기술” 연구가 차지하는 금액이 특별히 높았던 점이 작용한 것으로 보인다(연간 189 백만원).

2) 안전관리주기로 살펴본 연구개발 동향

위에서는 안전관리 활동영역별 연구개발 동향을 살펴 보았다면, 다음에서는 안전관리 주기별로 연구개발이 어떻게 진행되었는지 그 동향을 살펴보았다(Figure 14). ‘대비’과제 4개, ‘성과 분석 및 미래 기획’과제 2개의 연구비는 금액이 명시되어 있지 않아 당해 연도 연구과제 하나당 평균 연구비로 대체되었다. 이 때, ‘대비’와 ‘성과 분석 및 미래 기획’에 속하는 각각 하나의 과제들은 2004년도 평균 연구비로 대체되었다.

Figure 14를 보면, ‘대비’ 단계와 관련된 연구과제에 가장 큰 연구비가 투입되었다는 것을 알 수 있다(2,213 백만원, 전체 연구과제 연구비의 약 54%). ‘예방’에는 919 백만원(약 23%), ‘성과 분석 및 미래 기획’에는 822 백만원(약 20%), ‘대응’과 ‘사후관리’는 각각 50 백만원(약 1%), 60 백만원(약 1%)으로 매우 미미한 수준이다. ‘예측’과 관

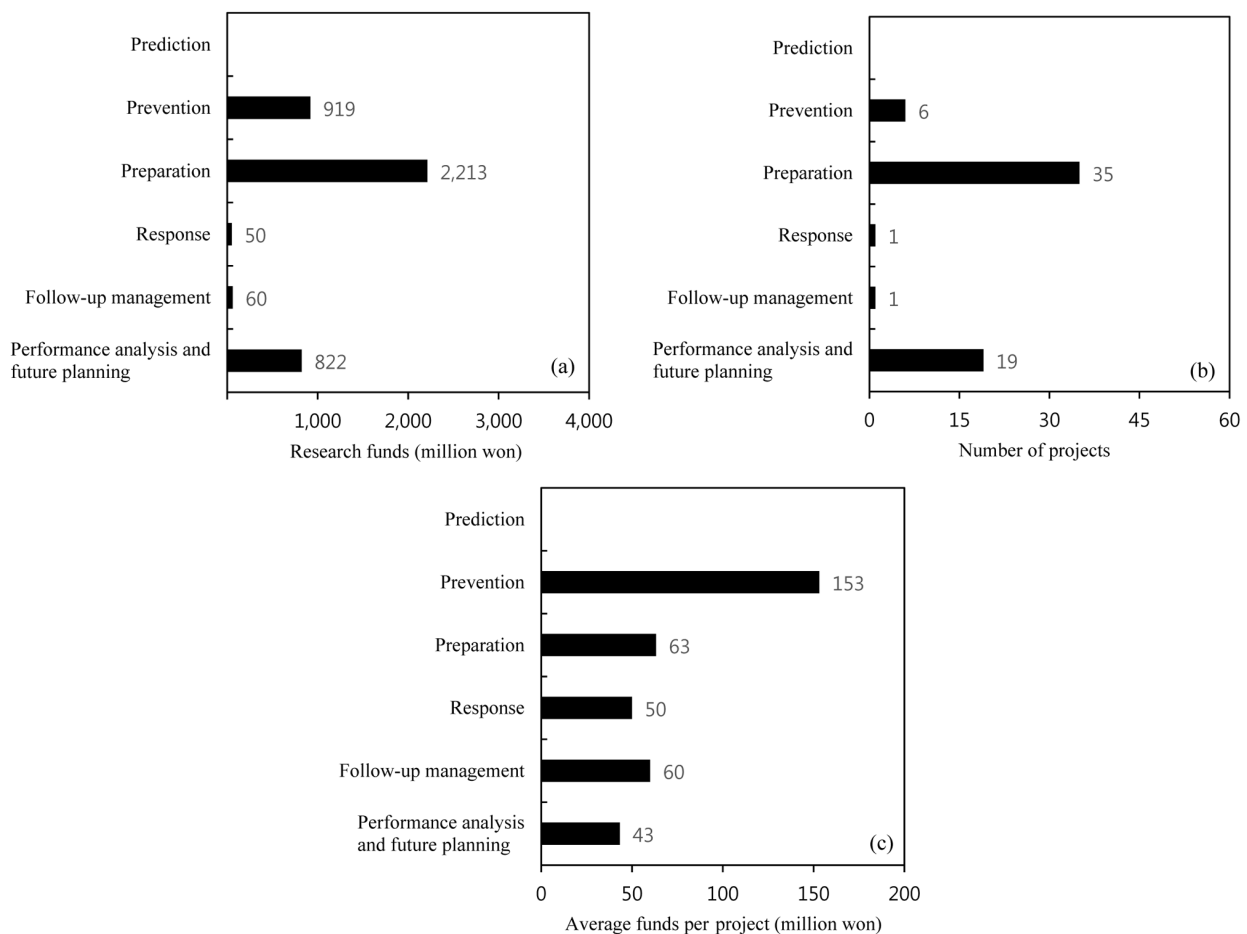


Figure 14. Budget input patterns by safety management cycle (for the project type research projects only): research budget (a), number of projects (b), and average research budget (c)

련된 연구과제는 진행되지 않았다(Figure 14).

‘예방’에 투입된 연구비가 높게 나타난 것은 유해물질 관리를 위한 DB, 기술적 인프라 구축 등과 같은 연구과제가 포함되어 있기 때문인 것으로 보인다. 이들 과제의 연구비가 상대적으로 타 과제에 비해 높은 편이다. 예를 들어, ‘첨단센서 기반 연구실 안전관리 모델 개발’ 과제의 경우 약 401 백만원이다. 이는 과제 하나당 평균 연구비에서도 잘 나타난다.

수적으로 살펴보면, ‘대비’에 해당하는 연구과제가 가장 많았으며, 다음으로는 ‘성과 분석 및 미래기획’, ‘예방’, ‘대응’과 ‘사후관리’ 순으로 많은 과제 수를 보임을 알 수 있다.

3) 안전관리활동 측면과 안전관리주기 측면을 종합적으로 고려하여 살펴본 연구실안전 연구개발 동향

앞서 정부가 연구실안전관리/강화를 위해 배분하는 예산은 크게 안전관리/예방을 위한 사업과 연구로 나뉘는 것을 볼 수 있었다. 정책사업의 효과를 극대화하고, 현장의 수요에 적합한 관리방식을 적용/보급하기 위해서 ‘사업’과 ‘연구’ 부문은 상호보완적인 관계에 있다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’를 구분하여, 그 둘 간의 예산 규모의 차이 또는 각 그룹 내 세부 과제들의 구성 등을 살펴보았다.

다음에서는 ‘연구성 과제’ 내에서 예산이 어떻게 배분되고 있는지를 살펴보고자 하였다. 예산 배분의 분석에

Table 4. Total research funds (unit: million won) and proportion (unit: %) of research projects

Task / Period		Prediction	Prevention	Preparation	Response	Post-manage ment	Assessment & planning
Task	Component						
Improvement of legal regulations & systems	Building a legal system	-	30 (0.74% [*]) 30 (0.05% [†])	158 (3.89% [*]) 158 (0.28% [†])	-	-	111 (2.72% [*]) 111 (0.20% [†])
	Promoting understanding of the law	-	-	-	-	-	-
	Governance	-	-	-	-	-	-
Management system / process improvement	Manuals / Instruction	-	-	466 (11.46% [*]) 466 (0.83% [†])	50 (1.23% [*]) 50 (0.09% [†])	-	-
	Management organization	-	-	140 (3.44% [*]) 140 (0.25% [†])	-	-	-
	Monitoring	-	-	-	-	-	-
Culture / Practice improvement	Education	-	50 (1.23% [*]) 50 (0.09% [†])	-	-	-	-
	Safety culture	-	-	-	-	-	-
Development of methodology and techniques of prediction / assessment / management	Infrastructure building / Instrument development	-	-	1,325 (32.59% [*]) 1,325 (2.36% [†])	-	-	-
	- Measurement / Assessment	-	839 (20.64% [*])	125 (3.06% [*])	-	60 (1.48% [*])	-
	- Measurement / assessment / management methodology development	-	839 (1.49% [†])	125 (0.22% [†])	-	60 (0.11% [†])	-
	-	-	-	-	-	-	-
Policy development	Policy development	-	-	-	-	-	712 (17.51% [*]) 712 (1.27% [†])

* Proportion of research expenses among total research expenses

† Proportion of research expenses among only research projects

는 앞서 제시한 Table 2의 카테고리를 적용하였다. 이 분석은 ‘연구성 과제’들만으로 한정하여 진행하였다. 전체 예산에서 차지하는 비중은 두 가지 형태로 제시하였는데, 하나는 ‘연구성 과제’들의 합에서 해당 항목의 연구비 비중을 산출한 것이다. 또 하나는 ‘사업성 과제’와 ‘연구성 과제’ 모두를 합한 전체 예산에서 해당 항목의 연구비 비중을 산출한 것이다.

Table 4를 보면, 연구비의 가장 큰 비중을 차지하는 연구영역은 ‘예방’단계의 ‘예측/평가/관리의 기법 및 기술 개발’로 전체 ‘연구성 과제’연구비의 약 50%를 차지한다. 안전관리주기적으로 ‘예방’단계에 많은 노력이 필요하므로, 연구개발 자원이 ‘예방’단계에 가장 많이 투입된 것은 매우 바람직한 모습으로 보인다. ‘예방’단계의 연구 개발 과제에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 ‘인프라 구축/기기 개발’이다. 이는 전체 ‘연구성 과제’연구개발예산의 32.59%이다. 참고로 이에 해당하는 연구과제를 살펴보면, ‘실험실용 내진 안전 시약장 및 실험대 개발’(2011년), ‘스마트’ 안전관리를 표방한 소프트웨어(2006년) 및 앱 개발(2017년~2019년), 물질안전관리정보제공시스템(2017년), 사물인터넷 기반 스마트 플랫폼(2019년) 등 총 9건이 있다.

‘예방’과 관련된 연구개발에는 ‘위험요소’ 발굴이나 ‘위험도’의 규명과 관련된 연구과제도 중요할 것으로 판단된다. 이와 관련된 연구과제로서 ‘예측/평가/관리의 방법론 개발’이 있는데, 여기에 투자된 예산은 전체 ‘연구성 과제’의 20.64% 정도이며, 인프라 구축 관련 과제에 비해 상대적으로 적다. 이에 해당하는 과제는 총 4건인데, 연구실 사전 유해인자 위험분석 및 제도화 추진 연구(2012년), 과학연구장비의 안전인증을 위한 위험인자분석 연구(2017년), 연구실 분야별 위험특성평가 및 저감기술(2010년~2013년), 연구활동종사자의 화학물질 노출과 발암위해도 평가(2010년~2012년)이 이에 해당한다.

‘정책 개발’에 해당하는 ‘연구성 과제’에는 정부정책개발, 기본계획 수립 등과 같은 연구과제들이 포함되어 있는데, 여기에 투입된 연구예산은 712 백만원이며, 전체 ‘연구성 과제’예산의 17.51%를 차지하는 것으로 나타났다. ‘통합적’관점에서 눈여겨볼 부분은 ‘정책 개발’이 ‘평가’와 연결되어 있는가 하는 점이다. 새로운 정책 개발이나 국정계획을 수립할 때 과거 사업의 평가에 기반해 향후 개선방향 도출이 이루어져야 하기 때문이다. 그러나, ‘평가와 기획’부분에 해당하는 연구과제가 거의 없

는 가운데 ‘정책 개발’관련 연구과제가 수행되고 있다는 점은 ‘정책’과 ‘평가’가 상호연계성을 활발하게 갖지 못하고 있다는 것을 미루어 짐작하게 한다.

또한, 20년간 수행되었던 연구개발과제 예산을 ‘안전 관리주기’와 ‘안전관리활동’을 결합한 틀에 따라 배분해 보면, 예산투입이 하나도 이루어지지 않은 영역도 발견되었다. 향후 필수적으로 갖추어야 할 지식임에도 불구하고, 어느 한 부분에만 예산이 편중되어 배분되는 것은 아닌지 검토가 필요하다.

IV. 고 찰

1. 분석결과 종합

정부연구개발 20조 시대에 우수한 연구개발성과 창출을 위한 노력은 오늘도 계속되고 있다. 그러나, 아직까지 연구환경의 안전성에 관한 논의는 간혹 미디어에 등장하는 뉴스거리일 뿐 과학기술정책의 중요한 부분으로 인식되고 있지는 못한 형편이다. 이러한 맥락에서 볼 때 ‘연구실 안전’과 관련된 정부연구개발사업은 큰 주목을 받는 사업은 아니지만, 지난 20년간 꾸준히 사업을 진행해오면서 연구환경의 안전성을 향상시키는데 큰 기여를 했다고 할 수 있다.

연구환경의 안전성 확보를 위한 노력이 대학이나 연구자가 아니라, 정부의 주도로 진행되었다는 점은 한편 긍정적이기도 하지만, 또 한편 부정적 효과도 있다. 국가정책이 갖는 권위와 실행력으로 인해 현장 안전관리 체계의 구축이 신속히 이루어진 것은 다행스러운 점이다. 그러나, 연구현장에 잠재된 다양한 위험요소를 다양한 채널을 통해 발굴하고, 연구를 통해 대안을 모색하는 노력은 다소 등한시될 수 있다.

정부의 연구실 안전관리 사업 예산, 행정관리인력은 최근 5년 사이 그 이전에 비해 급격히 증가했다. 사업 규모가 증가하는 만큼 정부는 연구환경의 애로사항을 발굴하고, 과학적 근거에 기반한 정책수립을 통해 정책 효과를 향상시켜야 할 책임도 증가한다.

연구작업의 복잡성이 커지는 만큼, 연구과정에서 생길 수 있는 우연성도 커지며, 기존에 제도화된 연구실 안전관리 규범과 연구현장이 가진 위험 간 괴리의 가능성도 커진다. 제도화된 안전관리체계와 연구현장의 위험 간 존재하는 괴리가 곧 안전관리의 무용성을 의미하는 것은 아니다. 제도와 현장 간의 간극은 어떤 정교한 행정관리체계에서도 존재한다. 중요한 것은 그 간극을

줄이고자 하는 노력이 끊임없이 뒤따라야 한다는 점이다. 위해요소의 발굴과 위험성에 대한 연구를 통해 지식을 만들어내고, 이에 기반해서 관련 지침과 규정을 신설 또는 개정하고, 연구실안전환경관리자, 연구자, 기관 운영자 등 관련자들이 알 수 있도록 정보공유와 교육을 제공하고, 안전관리 지침 시행 및 점검 등의 결과를 분석하고, 분석/검증을 통해 이론을 만들어내고, 정책에 연결시키는 피드백 루프를 만들어내는 것이 중요하다.

이러한 취지에서 본 연구에서 살펴본 연구실 안전분야 정부연구개발사업의 동향은 지난 20년간의 정부사업을 되돌아보는 계기가 될 수 있을 것으로 생각된다.

분석 결과는 네 부분으로 나누어 정리될 수 있겠다.

첫째, 연구개발과제의 목적(사업지원 또는 지식창출), 투자주체, 수행주체 등에 관한 전반적인 동향을 살펴본 결과이다. 정부가 지원한 연구개발과제 내에는 정부의 사업추진을 위한 '사업성 과제'와 연구실안전관리 정책의 과학적 근거마련을 위한 '연구성 과제'로 대별됨을 알 수 있었다. 그 두 가지 유형의 과제를 비교해 본 결과, '사업성 과제'의 연구비가 전체의 93%를 차지하고 있어, 외양상 연구개발비로 나타난 투자금액의 거의 대부분은 정부의 사업추진 용도로 사용되고 있음을 알 수 있다. 이러한 예산배분 구조는 현재 연구실 안전을 위한 정책수행과 연구실안전에 관한 과학적 연구활동 간의 피드백 형성이 원활하지 않을 가능성을 시사하고 있다. '사업성 과제'에서 문화/관행영역에 속하는 과제들은 대체로 연구실안전환경관리자나 연구활동 종사자의 교육 시행에 관련된 과제들이 대부분이다. 그러나, "안전문화 확산" 사업과 같이 교육과 함께 교류, 간담회, 순회설명회 등을 포괄하는 종합 프로그램도 포함되어 있다. "안전문화확산"사업은 2007년부터 2012년까지 시행되고, 그 이후에는 중단된 것으로 보인다. 따라서 '문화/관행 개선' 영역의 정부투자는 2012년 이후 '교육'에 집중되었다고 볼 수 있다. 당시는 지역별 안전관리센터가 존재하던 시기로, 지역 내 안전관리와 관련된 관계자들 간의 정보교류와 인식공유, 교육이 안전관리센터 사업 내에서 이루어졌다. 지역별 지원센터 사업이 폐지되면서 '문화/관행'부문 정부의 투자는 '교육'에 집중된 것으로 보인다.

둘째, '안전관리활동'관점에서 연구개발 동향을 살펴본 결과이다. '관리체계 구축', '관리자 역량강화', '진단/점검'등에 관련된 연구가 가장 많았다. 기술/기법 개발이나 국가차원의 안전관리체계의 적합성, 거버넌스의

효율성 등 국가차원에서 논의되어야 할 이슈들은 주요 연구개발 투자영역에서 빗겨져 있다는 것을 볼 수 있었다.

셋째, 안전관리주기를 중심으로 살펴보면, 대부분의 '연구성 과제'가 '예방'과 '대비'에 집중되어 있고, 예측이나 사후대응과 관련된 연구는 거의 나타나지 않았다. 이는 정부가 새로운 위험에 대응하기 위한 위험요소들의 선제적 발굴, 예측보다는 알려져 있는 위험 요소들에 대한 대응과 예방에 중점을 두고 있으며, 사고가 발생한 후 원인규명이나 적절한 보상과 책임, 회복에 관한 연구는 관심 영역의 바깥에 놓여있다는 것을 의미한다. 현행 안전관리체계를 유지하고, 관리/감독하는데 중점을 두고 있다는 의미로 해석된다.

넷째, '안전관리활동'과 '안전관리주기'관점을 결합한 분석 틀을 적용한 결과이다. 본 연구에서는 Table 2와 같은 매트릭스 형태의 분석 틀을 만들고, 이를 통해 지난 20년간의 연구개발동향을 살펴보았다. 외양적으로는 가장 많은 연구비가 '예방'단계의 '기술/기법'에 투입돼, 위험발굴, 측정, 평가, 관리방법론 등에 대한 지식생산이 활발할 것으로 보이나, 실제로는 사물인터넷 플랫폼 또는 테스트베드 구축과 같은 인프라 구축에 관한 연구들이 대부분을 차지하고 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 정부가 '예방'을 위한 기초지식과 데이터 생산보다는 인프라 구축에 더 큰 관심을 보이고 있다는 점을 시사한다. 또한, 새로운 제도, 정책기획을 위한 연구는 이루어졌으나, 새 정책의 근거자료로 활용될 기존 정책사업에 대한 평가연구는 거의 찾아보기 어렵다. 새 정책사업 또는 국정계획의 방향성과 전략이 충분한 근거 위에서 이루어지고 있는지 돌아켜봐야 할 대목이다.

2. 제언

향후 연구환경 안전성 향상을 위해 정부가 추진해야 할 사항에 대한 몇 가지 제안을 하고자 한다.

첫째, 정책 기획/시행/평가 등을 위한 과학적 근거를 마련해야 한다. 평가 없는 기획, 전략 없는 시행, 근거 없는 평가가 이루어지지 않도록 하기 위해서는 무엇보다 위험성에 대한 실증연구, 현행 적용방법의 효과 검증에 대한 연구, 이론개발연구 등에 대한 투자를 확대해야 한다.

둘째, 정부의 연구실 안전 관련 사업은 연구개발예산이 아닌, 사업추진을 위한 예산으로 구분되어 집행되는 것이 바람직하다. 현재와 같이 사업추진을 위한 예산과

연구개발을 위한 예산이 모두 연구개발예산으로 집계되었을 때, 연구실 안전에 대한 연구개발이 그만큼 활성화되었을 것으로 보이는 착시현상이 발생하기 때문이다.

셋째, 다양한 분야에 대한 연구개발을 지속적으로 추진해야 한다. 본 연구에서 분석한 결과를 보면, 특정 연도/기간에 대형 연구과제가 등장하면서 대부분의 연구비를 독식하는 행태가 보인다. 연간 추진되는 연구개발과제 수나 예산이 많지 않은 상황에서 이러한 예산 편중은 지속적인 지식생산활동을 저해하는 요인이 될 수 있다.

넷째, 연구개발 투자주체의 다양화가 필요하다. 본 연구를 통해 위험 예방, 안전 유지를 위해 연구가 필요한 영역이나 예산투입이 하나도 이루어지지 않은 경우도 있다는 점을 알 수 있었다. 이러한 현상은 연구개발 투자주체가 행정부로 국한되어 있다는 점과 연관성이 있을 수도 있다. 연구환경의 안전을 위한 지식은 ‘행정부’의 관심사항 뿐만 아니라, 연구자, 대학경영자, 피해보상기관 등의 관심을 반영할 때 더욱 풍성해질 수 있다. 연구개발을 위한 최적의 환경조성은 연구재단의 임무이기도 하기 때문이다. 연구재단이 스스로 제시하고 있는 설립목적은 “학술 및 연구개발 활동과 관련 인력의 양성 및 활용을 보다 효율적이고 공정하게 수행함으로써 국가의 학술 및 과학기술 진흥과 연구역량 제고에 기여”이다(Kim et al., 2015). 설립 취지를 생각할 때, 현행 연구재단의 역할은 지나치게 소극적이라고 생각된다. 또한 행정부 내에서도 과학기술부와 교육부가 주축이 되어 있으며, 노동자의 안전보건 향상에 대한 관리체계와 노하우를 탄탄히 쌓아 온 고용노동부는 전혀 개입하고 있지 않다는 점은 주목할 만 하다. 이는 ‘연구활동’이 ‘연구’와 ‘노동’ 그리고 ‘교육’의 복합적 속성을 간과한 데서 비롯된 것으로 생각된다. 2021년 『산업재해보상보험법』 개정으로 대학원생의 중대사고 보상이 산재보상보험법에 따라 시행될 예정이다. 이에따라 향후에는 고용노동부도 연구실안전에 관한 연구 및 다양한 안전관리 활동에 대한 정책적 지원에 관심을 두어야 할 것으로 보인다.

V. 결 론

최근 산학협력, 다학제연구, 국제협력연구 등 협업의 증가와 새로운 방법론 개발을 통한 선제적 연구에 대한 시도가 증가하고 있다. 안전관리의 관점에서 볼 때, 이

러한 트렌드의 이면에 있는 ‘잠재된 위험’의 증가를 간과할 수 없다. 연구의 다양성 증대와 위험의 복잡성 증대라는 트렌드에 대응하기 위해서는 위험요소의 사전적 예측과 발굴, 관리방법, 효과적 조직체계 구축 방법 등에 대한 연구와 지식공유가 필요하다. 지금까지 연구실 안전과 관련된 정부의 사업추진 현황에 관한 정보제공은 있었으나, 연구실 안전과 관련한 과학적 연구활동 현황에 대한 정보는 없었기에 본 연구가 갖는 정책점점으로서의 의의가 크다고 생각된다. 그러나 본 연구에서 수집한 데이터가 2019년까지로 한정되어, 가장 최신의 데이터를 분석대상에 포함시키지 못한 점은 한계라고 할 수 있다.

본 연구에서 지난 20년간 수행되었던 연구실 안전 관련 정부연구개발사업 동향을 분석하여, 정부의 연구개발 지원패턴을 살펴 본 결과, 거의 대부분의 지원 예산은 실제로 정책사업 수행의 일환으로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 앞으로도 연구개발 지원방식과 규모가 지금과 같이 유지되어야 할지, 변화된다면 어떤 부문에 대한 연구가 확대되어야 할지 등에 관한 논의가 활성화되어야 할 것이다. 또한, 실질적인 연구에 배분되는 예산이 크지 않은데, 이 예산마저 연구실 위험요소의 발굴과 위험수준의 평가와 같은 과학적 근거를 마련하는데 쓰이기 보다, 정보수집 인프라구축 등에 사용되고 있음을 알 수 있었다. 변화하고 있는 연구환경에 잠재된 위험을 선제적으로 예방하기 위해서는 기존의 안전관리를 속에 안주하여 주어진 관리업무를 충실히 하는 것을 넘어, 현재의 안전관리 방식의 적합성을 검증하고, 더 발전시켜 나가기 위한 노력을 기울여야 한다. 이를 위해서는 관찰과 검증, 새로운 안전관리 방식의 창안, 그리고 제도개선 등이 유기적으로 연계될 수 있는 전주기 관점에서의 연구개발전략 수립이 필요하다.

References

- Kim DH, Oh KW, Park SJ. Initial adoption and convergence of accounting system under the k-ifsrs by the quasi-government entity : a case of National Research Foundation of Korea. Journal of Digital Convergence 2015 Sep;13(9):57-75(<http://dx.doi.org/10.14400/JDC.2015.13.9.57>)
- Kim TH. Disaster Management Theory. Baeksan publishing corporation. 2010. p. 1-476
- Keckler MS, Anderson K, Mcallister S, Rasheed JK, Wang JN. Development and implementation of evidence-

- based laboratory safety management tools for a public health laboratory. *Safety Science* 2019;117: 205-216 (<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.003>)
- Lee JY, Choi SM. A study on the disaster management R&D of the US and Japan. *Journal of the KOSOS* 2016;31(3):123-129 (<http://dx.doi.org/10.14346/JKOSOS.2016.31.3.123>)
- Ministry of Science and Information and Communications Technology(MSIT). Korea research safety 2.0 promotion plan. 2017a. p. 1-22
- Ministry of Science and Information and Communications Technology(MSIT). Implementation plan for laboratory safety environment establishment sup-port project. 2017b. p. 1-21
- Nichols JH. Laboratory quality control based on risk management. *Ann Saudi Med* 2011; 31(3): 223-228 (<https://doi.org/10.4103/0256-4947.81526>)
- Park JI, Byun HJ. A review on chemical exposure and related health risks in laboratory workers. *J. Env. Hlth. Sci* 2010;36(6):441-455 (<https://doi.org/10.5668/JEHS.2010.36.6.441>)
- Science & Technology Policy Institute. Research on the 2nd plan for the establishment of a safe laboratory environment and infrastructure. 2012. p. 1-128
- Suh JY. Laboratory safety policy for people, environment and facilities. Sejong; Science and Technology Policy Institute. 2012. p. 1-30
- Suh JY, Park JI, Park HJ. Institutional improvement for laboratory safety. Sejong; Science and Technology Policy Institute. 2015. p. 1-159
- World Health Organization(WHO). Laboratory quality management system: handbook. 2011. p. 1-244

<저자정보>

서지영(연구위원), 김혜민(학사), 배선영(교수), 박정임(교수)