

국가 융합 R&D 기획을 위한 글로벌 연구개발 과제 정보의 활용연구: 코로나 바이러스 연구를 중심으로

이도연¹, 허요섭², 김근환^{3*}

¹한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 연구원, ²한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 박사후연구원,
³한국과학기술정보연구원 데이터분석본부 선임연구원

Analyzing Global National Scientific Funds for Korea National R&D planning: In Case of Coronaviruses

Doyeon Lee¹, Yoseob Heo², Keunhwan Kim^{3*}

¹Researcher, Division of Data Analysis, Korea Institute of Science and Technology Information
²Postdoctoral Researcher, Division of Data Analysis, Korea Institute of Science and Technology Information
³Senior Researcher, Division of Data Analysis, Korea Institute of Science and Technology Information

요 약 신종 코로나 바이러스(COVID-19)가 세계적으로 대유행하고 있다. 정부는 세계적인 전염병 확산에 대응할 수 있는 국가적 기술 역량 확보에 필요한 연구개발(R&D) 투자를 통해 향후 성장 동력을 확보하고 단기 경기 부양을 추진하고 있다. 따라서 코로나 바이러스에 대한 R&D 투자 및 연구현황을 종합적으로 파악하여 향후 R&D 기획의 방향성을 정립하기 위한 지식정보가 필요한 시점이다. 주요 해외 국가(미국, EU 등) R&D 과제를 기반으로 4개(세부 5개) R&D 영역을 도출하고, 국내 R&D 과제와의 비교분석을 통해 차별화된 2개 R&D 영역을 추가하였다. 제시된 6(세부 7개)개의 R&D 연구영역별 국내외 연구기관-연구과제명-과제규모-과제기간을 제시하였다. 동시에 학제 간 융합적 특징을 나타내는 R&D 과제를 제시하였다. 본 연구는 코로나 바이러스 관련 국내 경쟁 우위 영역과 차별화된 연구영역을 도출하여 현재 세계적으로 조명받고 있는 코로나 바이러스 검출 및 현장진단 역량의 우수성을 입증하고, 향후 집중 투자 영역을 제시하였다.

주제어 : 코로나바이러스, 국가 R&D 과제 정보, 국가 R&D 투자 동향, 군집 분석, 기술 융합

Abstract A coronavirus disease 2019 (COVID-19) is a new global health problem. The Korean government is pursuing to gain its future growth engines and promoting short-term economic stimulation by investing in research and development (R&D) to improve national technological capabilities that can respond to the spread of the global epidemic. It is required to need knowledge information to establish the direction of future national planning thru understanding the status quo of R&D investment in terms of research fields. Four corona-related R&D fields were drawn on the basis of analyzing major nations' R&D funding data (USA, EU etc.) and two differentiated R&D fields were added through comparative analysis with domestic R&D projects. Domestic and foreign research organization-the research title-the scale of the research funding-the project period were presented in terms of the suggested 6(7 details) R&D research fields. Meanwhile R&D projects that have featured in the convergence of interdisciplinary were provided. This study proved the excellence of coronavirus detection and on-site diagnostic capabilities that are currently globally highlighted by deriving differentiated research fields from the domestic competitive advantage fields related to corona viruses and also suggested intensive investment research fields.

Key Words : Coronavirus, National R&D scientific funding, National R&D investment, Cluster analysis, Technology convergence

*This work was supported by the research fund of KISTI, Republic of Korea.

*Corresponding Author : keunhwan kim(khkim75@kisti.re.kr)

Received March 16, 2020

Revised April 6, 2020

Accepted April 20, 2020

Published April 28, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

2019년 12월 중국 후베이 성 우한 (Wuhan)에서 집단 호흡기 질환을 일으키는 것으로 발표된 신종 코로나 바이러스(2019-nCoV, COVID-19)의 원인 병원체는 과거 인류가 겪었던 중증호흡기증후군-코로나바이러스(SARS-CoV)와 유사한 SARS-CoV-2임이 밝혀졌다[1]. 중국에서 시작된 감염된 사례는 2월 초까지 작은 규모로 미국, 태국, 일본 및 대한민국으로 확산되는 경향을 보이다가 세계적으로 확진자 수와 감염국가 수가 급격하게 증가하면서, 마침내 3월 11일 세계보건기구(WHO)는 '신종인플루엔자 대유행(Pandemic)'을 선언하게 되었다 [2].

대한민국은 1월 19일 최초로 확진자가 보고된 후, 지역사회 감염 확산으로 현재 약 10,384명(4.8.14시 기준), 세계적으로 약 1,432,069명에 이르고 있으며, 확산 속도가 더욱 증가하고 있는 추세이다[3]. 신종 코로나바이러스(COVID-19) 유입 초기부터 정부는 지역사회 전파를 차단하기 위해 범정부 차원에서 총력 대응을 하는 동시에 연구개발(R&D)을 준비하고 있다[3,4]. 신종 코로나바이러스에 대한 정부의 신속한 대응은 국내 바이러스 연구역량을 증가시킬 뿐 아니라 국내외 연구자 간 협력 연구를 증가시켜 궁극적으로 바이러스에 대한 국가 역량을 제고시킬 수 있는 중요한 계기가 될 것이다[5]. 또한 세계적인 전염병 확산에 대응할 수 있는 국가적 차원의 기술 역량 확보에 필요한 R&D 투자를 통해 향후 성장 동력을 확보하고 단기 경기 부양을 추진하고 있다[6].

현재 신종 코로나바이러스에 대한 R&D 투자의 효율성을 제고하기 위한 전략적 R&D 기획이 절실히 요구되고 있다. 따라서 R&D 투자에 대한 합리적 의사결정 및 투자의 최적화를 위해서는 합리적 의사결정의 근간이 되는 '타당한 증거(sound evidence)'를 통한 전략적 R&D 기획이 필요한 시점이다[7]. 증거기반의 연구기획을 추진하기 위해 요구되는 국내외 관련 기술개발 동향, 선도 연구자 및 선도 연구기관 탐색 등 상세한 지식정보의 수집 및 분석에 대한 연구가 요구되고 있다[7].

1.2 연구의 목적

세계적으로 신종 코로나바이러스에 대한 다양한 과학적 연구 및 정책적 제언들이 제시되고 있지만[8-12], 국내외 코로나 바이러스에 대한 R&D 투자 및 연구현황을

종합적으로 제시하고 있는 연구는 전무한 실정이다. 따라서 국가 연구과제 데이터(national research funding data)라는 객관적인 계량데이터를 활용하여 신종 코로나 바이러스 분야의 해외 R&D 투자 및 연구영역에 대한 동향을 파악하고[13], 이를 바탕으로 국내 R&D 투자 및 연구영역 동향을 비교분석하여 국가 신종 코로나바이러스 R&D 기획의 방향성을 정립하기 위한 지식정보를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 데이터 수집

코로나 바이러스 관련 국내의 연구과제를 분석하기 위하여 미국, 일본, 유럽, 중국의 각 국가별 기초연구와 관련된 과제 투자 정보 DB로부터 국가 R&D 과제 정보를 수집하였다. 각 국가별 데이터의 수집원은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. The sources of national scientific research funding data of the major nations and South Korea.

Nation	Sources
US	<ul style="list-style-type: none"> NSF (National Science Foundation) - https://www.nsf.gov/ NIH - STAR Metrics - https://www.starmetrics.nih.gov/
EU	<ul style="list-style-type: none"> CORDIS (Community Research & Development Information Service) - http://cordis.europa.eu/
JP	<ul style="list-style-type: none"> KAKEN (Database of Grants-in-Aid for Scientific Research, KAKEN) - https://kaken.nii.ac.jp/ja/
CN*	<ul style="list-style-type: none"> NSFC National Natural Science Foundation of China (NSFC) - http://npd.nsf.gov.cn/
KR	<ul style="list-style-type: none"> NTIS(National Science & Technology Information Service) - https://www.ntis.go.kr/

해외 주요 국가(미국, 유럽, 일본, 중국)의 R&D를 비교분석하기 위해 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 해당 시스템에서 제공하는 국가 R&D 과제 정보를 표준화하여 단일 데이터베이스(database)로 구축하였다 [14,15]. 국가 R&D 과제 정보는 2012년~2018년에 수행된 모든 과제를 대상으로 하였고, 수집된 총 과제정보는 1,172,174건이며, 국가별 과제 건수는 Table 2에 나타내었다.

Table 2. The number of national scientific research funding data of the major nations.

Nation	Sources	Number
US	• NIH - STAR Metrics	703,385
	• NSF (National Science Foundation)	44,688
EU	• CORDIS	42,419
JP	• KAKEN	128,869
CN*	• NSFC	252,813
Total		1,172,174

*CN (China) : 2012-2017

주요 국가(미국, 유럽, 일본, 중국)별 대규모 R&D 과제를 동일 분류체계로 분류하기 위해 334개로 구성된 SCOPUS의 All Science Journal Classification (ASJC) 코드를 활용하였다. 각 과제별로 ASJC 코드를 부여하기 위해 기계학습(machine learning)방법을 활용하였다 ([14] 참고). 전체적인 데이터 구축과정은 Fig. 1에 나타내었다.



Fig. 1. National R&D funding database establishment process.

2.1 코로나 바이러스 관련 검색식 및 데이터 분석

국내외 주요 국가의 코로나 바이러스관련 R&D 동향을 분석하기 위해 해당 기술 내용을 포함하는 검색식을 작성하였고, 검색건수를 중복 및 노이즈를 제거한 후 해외 주요 4개 국가는 총 622건, 한국은 총 170건의 유효 R&D 과제 데이터를 추출하였다(Table 3 참고).

Table 3. Search terms of coronavirus-related research and the number of selected patents in the four countries.

Search terms	Search count				
	US	EP	JP	CN	Total
(corona* and virus*) or coronavirus* or mers-cov or sars-cov or covid or "severe acute respiratory syndrome" or "middle east respiratory syndrome"	515	10	32	65	622
우한 코로나 사스 메르스 (corona* sars* mers*)	KR				170

수집된 해외 국가 R&D 과제의 연구 영역을 파악하기 위해 과제별로 부여된 ASJC 코드 간의 동시발생 매트릭스(co-occurrence matrix)를 Vantage Point® (Search Tech, Inc., U.S.) 소프트웨어를 활용하여 구현하였고, 도출된 결과를 기반으로 VOSViewer (Leiden University, the Netherlands)를 활용하여 시각화하였다. 도출된 클러스터의 과제를 검토하면서 R&D 영역을 정의하였다. 정의된 R&D 영역과 한국 R&D 과제 내용을 비교하여 관련클러스터로 매칭하였다.

3. 연구결과

3.1 주요국 코로나 바이러스관련 R&D 영역

ASJC 코드 동시발생 매트릭스에 의한 클러스터링을 시각화한 분석결과는 Fig. 2에 나타내었다. 동일 클러스터에 속한 ASJC 코드(노드, node)는 동일한 색을 갖게되며, 노드의 크기는 ASJC 코드의 빈도수를 의미한다. 코로나 바이러스 R&D 영역은 총 4개의 클러스터(클러스터 1: 붉은색, 클러스터 2: 파란색, 클러스터 3: 초록색, 클러스터 4: 노란색)로 구성되는 것으로 나타났다. 각 클러스터에 속한 R&D과제의 내용(abstract)을 종합적으로 검토하고 클러스터를 정의하였다.

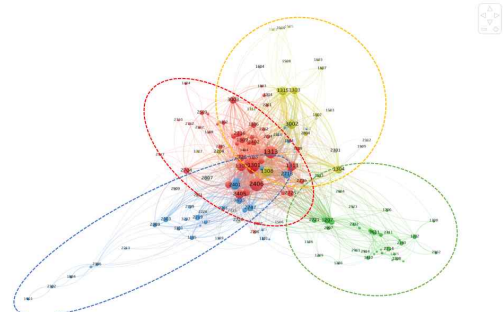


Fig. 2. Clusters of coronavirus-related research and development.

3.1.1 (클러스터 1-1) 바이러스 병원체 감염 및 복제
기전 바이러스-숙주 상호작용기전 규명 관련 기술

클러스터 1은 두 개의 영역으로 구분할 수 있었다. 클러스터 1-1은 총 7개의 과제로 구성되어 있다. University of Texas Medical Branch (Galveston)에서 수행한 Analysis of SARS coronavirus host cell interactions (총 연구기간: 2012-2017, 과제당 평균 연간 연구비: 322천 달러) 및 new paradigm for host and viral gene regulation by MERS coronavirus NSP1 (총 연구기간: 2015-2020, 과제당 평균 연간 연구비: 346천 달러), University of Maryland(Baltimore)에서 진행한 Role of the epithelial growth factor receptor in SARS coronavirus pathogenesis(총 연구기간: 2011-2016, 과제당 평균 연간 연구비: 376천 달러), University of North Carolina(Chapel Hill)의 SARS-COV pathogenic mechanisms in senescent mice (총 연구기간: 2008-2013, 과제당 평균 연간 연구비: 488천 달러) 등 과 같은 R&D들로 구성되어서, ‘바이러스 병원체 감염 및

복제기전, 바이러스-숙주 상호작용기전 규명 관련 기술’로 명명하였다. 또한 해당 클러스터는 Cell Biology(1307), Developmental Biology(1309), Parasitology(2405), Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (miscellaneous)(1301), Immunology(2403), Virology (2406) 등으로 구성된 다학제 형태를 보이고 있다 (Table 4 참고).

3.1.2 (클러스터 1-2) 감염에 대한 면역학적 반응 연구
및 백신 개발 관련 플랫폼 기술

클러스터 1-2는 역시 총 7개의 과제로 구성되어 있다. 클러스터 1-2는 Dana-Farber Cancer Institute에서 수행한 Broad spectrum neutralizing human ABS to SARS and related coronaviruses (총 연구기간: 2010-2015, 과제당 평균 연간 연구비: 1,104천 달러), Protein Sciences Corporation에서 진행된 Development of a coronavirus vaccine (총 연구기간: 2003-2012, 과제당 평균 연간 연구비: 13천 달러) 및 Development of a recombinant SARS vaccine (총 연구기간: 2003-2012, 과제당 평균 연간 연구비: 10

Table 4. Virus pathogen infection and replication mechanism, virus-host interaction mechanism investigation.

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (US\$)	Total Project Period		Major ASJC(5)
			Start Year	End Year	
University of Texas Medical Branch Galveston	Analysis of SARS coronavirus host cell interactions	322,055	2012	2017	1307; 1312; 2405; 2406; 2710
University of California San Diego	Characterization of a bacteriophage tubulin involved in viral replication	411,374	2013	2017	1309; 1311; 2406; 3003; 3109
University of Texas Medical Branch Galveston	New paradigm for host and viral gene regulation by MERS coronavirus NSP1	346,482	2015	2020	2405; 2406; 2710; 2726; 2743
University of IOWA	Role of anti-SARS-CoV T Cell Response in Pathogenesis	372,928	2011	2016	1301; 1307; 1313; 2403; 2406
University of Maryland Baltimore	Role of the epithelial growth factor receptor in SARS coronavirus pathogenesis	376,852	2011	2016	1301; 1307; 1313; 2727; 3004
University of North Carolina Chapel Hill	SARS-CoV pathogenic mechanisms in senescent mice	488,268	2008	2013	1301; 1307; 1313; 2403; 2405

Table 5. Platform for immunological response research and vaccine development for infection.

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (US\$)	Total Project Period		Major ASJC(5)
			Start Year	End Year	
Dana-Farber Cancer Institute	Broad spectrum neutralizing human Abs to SARS and related coronaviruses	1,104,962	2010	2015	1301; 1313; 2405; 2406; 3401
University of Virginia Charlottesville	Immune regulation of virus clearance and tissue injury at sites of infection	1,549,489	2009	2014	1301; 1307; 1313; 2403; 2406
University of Pennsylvania	Molecular biology of coronavirus induced demyelination	293,827	1985	2015	1311; 1313; 2406; 2723; 2726
Protein Sciences Corp.	Development of a coronavirus vaccine	13,416	2003	2012	1410; 2714; 2908; 2920; 3611
Protein Sciences Corp.	Development of a recombinant SARS vaccine	10,718	2003	2012	2714; 2908; 2919; 2920; 3611
University of Pittsburgh	Preclinical evaluation of an adenoviral based MERS-CoV vaccine	190,815	2015	2018	2405; 2706; 2723; 2725; 3401
National Institute of Infectious Diseases (JP)	The Development of a new vaccine against human coronavirus that causes severe pneumonia	48,100	2016	2019	1410; 2714; 2740; 2908; 3611

천 달러), University of Virginia (Charlottesville)의 Immune regulation of virus clearance and tissue injury at sites of infection (총 연구기간: 2009-2014, 과제당 평균 연간 연구비: 1,549천 달러), University of Pittsburgh의 Preclinical evaluation of an adenoviral based MERS-CoV vaccine (총 연구기간: 2015-2018, 과제당 평균 연간 연구비: 190천 달러) 등과 같은 R&D들로 구성되어서, ‘감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술’로 명명하였다. 해당 클러스터는 Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (miscellaneous)(1301), Genetics (1311), Industrial relations (1410), Parasitology (2405), Molecular Medicine (1313) 등으로 구성된 다학제적 연구로 구성되어 있다 (Table 5 참고).

3.1.3 (클러스터 2) 구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절 기술

클러스터 2는 총 5개의 과제로 구성되어 있다. 클러스터 2는 Blood systems research institute에서 수행한 Modeling viral entry and its inhibition using SARS-COV (총 연구기간: 2007-2013, 평균 연구비: 395천 달러), University of Washington에서 진행된 Structural studies of coronavirus fusion proteins (총 연구기간: 2016-2021, 과제당 평균 연간 연구비:

167천 달러), University of Texas(Austin)의 Structure function and antigenicity of coronavirus spike proteins (총 연구기간: 2017-2020, 과제당 평균 연간 연구비: 627천 달러) 등과 같은 R&D로 구성되어서, ‘구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절 기술’로 명명하였다. 해당 클러스터는 Pulmonary and Respiratory Medicine (2740), Advanced and Specialised Nursing (2902), Medical-Surgical(2914), Fundamentals and skills(2908), Artificial Intelligence (1702) 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 6 참고).

3.1.4 (클러스터 3) 감염병 역학 조사 및 동물, 환경 생태학적 연구

클러스터 3은 총 9개의 과제로 구성되어 있다. 클러스터 3에는 Erasmus universitair medisch centrum (Rotterdam)에서 수행한 Anticipating the global onset of novel epidemics (총 연구기간: 2011-2016, 과제당 평균 연간 연구비: 18,362천 달러), North carolina state university에서 진행된 Career big computation and the management of emerging infectious diseases (총 연구기간: 2016-2021, 과제당 평균 연간 연구비: 180천 달러) 및 Dynamics of zoonotic systems human bat pathogen interactions (총 연구기간: 2017-2021, 과제당 평균 연간 연구비: 1,650천 달러), Montana state university (Bozeman)의 Epidemiology of infectious diseases and biodefense(총 연구기간: 1998-2014, 과제당 평균 연간 연구비: 135천 달러), Harvard school of public health의 Survey of middle east respiratory syndrome coronavirus of the dromedary in ethiopia (총 연구기간: 2017-2020, 과제당 평균 연간 연구비: 137천 달러) 등과 같은 R&D로 구성되어서, ‘감염병 역학 조사 및 동물, 환경 생태학적 연구’로 명명하였다. 해당 클러스터는 Forestry (1107), Animal Science and Zoology(1103), Medicine (miscellaneous) (2701), Immunology and Microbiology (miscellaneous) (2401), Ecology, Evolution, Behavior and Systematics (1105), Epidemiology(2713), Virology (2406), Ecology (2303), Health Policy (2719), Health Informatics (2718), Ecological Modelling (2302) 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 7 참고).

Table 6. Structure-activity relationship modeling based virus prediction and activity modulation.

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (US\$)	Total Project Period		Major ASJC(5)
			Start Year	End Year	
Blood Systems Research Institute	Modeling viral entry and its inhibition using SARS-CoV	395,225	2007	2013	1208; 1213; 1410; 1702; 2714
University of Washington	Structural studies of coronavirus fusion proteins	167,402	2016	2021	1208; 1410; 2714; 2740; 2908
University of Texas Austin	Structure function and antigenicity of coronavirus spike proteins	627,157	2017	2022	1205; 1207; 1702; 2714; 2908
Yamaguchi University (JP)	Analysis of coronavirus evolution mechanism for the purpose of appearance prediction emerging coronavirus	21,700	2015	2017	1401; 1702; 2216; 2740; 2902
National Institute of Infectious Diseases (JP)	Analysis of effect of changes in cell entry pathway of coronavirus on innate immune response	46,800	2017	2020	1207; 1410; 2721; 2911; 2914

Table 7. Infectious disease epidemiology investigation and animal/environmental ecology.

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (US\$)	Total Project Period		Major ASJC(5)
			Start Year	End Year	
Erasmus Universitair Medisch Centrum Rotterdam (EU)	Anticipating the global onset of novel epidemics	18,352,925	2011	2016	1107; 2401; 2406; 2718; 3403
North Carolina State University	Career big computation and the management of emerging infectious diseases	180,310	2016	2021	1804; 2002; 2208; 2302; 2306
North Carolina State University	CNHL dynamics of zoonotic systems human bat pathogen interactions	1,650,000	2017	2021	1804; 2002; 2208; 2302; 2306
Montana State University - Bozeman	Epidemiology of infectious diseases and bio defense	135,759	1998	2014	1103; 1105; 2303; 2309; 2406
Montana State University - Bozeman	Epidemiology of zoonotic viruses in forest communities in a key biodiversity area of rural myanmar	121,699	2016	2021	1103; 1105; 2303; 2309; 2406
Harvard School of Public Health	Small data management for realtime data driven epidemic spread simulations	157,296	2013	2016	2701; 2713; 2719; 3001; 3403
Harvard School of Public Health	International congress of virology sapporo ASV travel request	11,000	2011	2012	2701; 2713; 2719; 3001; 3403
Harvard School of Public Health	Zoonotic pathogen epidemiology across the southeastern forests of the United States	N/A	2012	2017	2701; 2713; 2719; 3001; 3403
Harvard School of Public Health	Survey of middle east respiratory syndrome coronavirus of the dromedary in Ethiopia	137,800	2017	2020	2701; 2713; 2719; 3001; 3403

3.1.5 (클러스터 4) 단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 체제 설계 및 조절기전 연구

클러스터 4는 역시 총 4개의 과제로 구성되어 있다. 클러스터 4는 유럽의 University of Bristol에서 수행한 Synthesis of smart virus like hierarchical structures based on polymer peptide conjugates and the potential application in drug delivery (총 연구기간: 2012-2014, 과제당 평균 연간 연구비: 244천 달러), 일본 Kyoto pharmaceutical university에서 진행된 Design of nonpeptide inhibitors based on structure analyses of the proteaseinhibitor complex (총 연구기간: 2013-2016, 과제당 평균 연간 연구비: 52천 달러), University of Kentucky의 Fusion

protein tmtm interactions modulation of prefusion protein stability (총 연구기간: 2015-2017, 과제당 평균 연간 연구비: 34천 달러) 등과 같은 R&D들로 구성되어서, '단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 체제 설계 및 조절기전 연구'로 명명하였다. 해당 클러스터는 Biochemistry (1303), Biophysics(1304), Structural Biology(1315), Ophthalmology(2731), Colloid and Surface Chemistry(1505), Spectroscopy(1607), Organic Chemistry(1605), Neuroscience (miscellaneous) (2801), Drug Discovery (3002), Cellular and Molecular Neuroscience (2804) 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 8 참고).

Table 8. Protein structure and function based antiviral agent design and regulatory mechanisms.

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (US\$)	Total Project Period		Major ASJC(5)
			Start Year	End Year	
University of Bristol (EU)	Synthesis of smart virus like hierarchical structures based on polymer peptide conjugates and the potential application in drug delivery	244,569	2012	2014	1303; 1315; 1505; 3002; 3110
Kyoto Pharmaceutical University (JP)	Design of non-peptide inhibitors based on structure analyses of the protease inhibitor complex	52,000	2013	2016	1303; 1304; 1315; 1607; 3002
Tokyo University of Pharmacy and Life Science (JP)	Development of non-peptide type SARS virus protease Inhibitors with aryl ketone structure	16,000	2011	2012	1303; 1315; 1508; 1605; 3002
University of Kentucky	Fusion protein interactions modulation of prefusion protein stability	34,703	2015	2017	1303; 1315; 2731; 2801; 2804

3.2 대한민국 코로나바이러스관련 R&D 영역

앞서 도출한 주요 국가의 코로나 바이러스 관련 R&D 영역을 중심으로 한국의 코로나 바이러스 관련 R&D 과제를 비교분석하여 매칭 또는 새로운 R&D 영역을 도출하였다.

3.2.1 (클러스터 1-1) 한국 바이러스 병원체 감염 및 복제기전, 바이러스-숙주 상호작용기전 규명 관련 기술 동향

‘바이러스 병원체 감염 및 복제기전, 바이러스-숙주 상호작용기전 규명 관련 기술(클러스터 1-1)’에 해당하는 국내 R&D 과제는 총 37개로 구성되어 있다. 기초원천 단계의 연구가 많이 된 분야로서, 세부 연구 내용으로는 바이러스 병원체의 분리, 동정, 유전자 분석, 감염 및 복제기전, 숙주와의 상호작용기전, 변이 발생 기전 등 바이러스 염기서열, 구조, 기능을 망라하는 규명 연구과제가 주를 이루었다. 대표적인 국내 R&D 과제로 서울대학교 병원가 수행한 MERS-CoV 바이러스 배출 연구(총 연구기간: 2015-2017, 과제당 평균 연간 연구비: 180백만원), 한림대학교에서 진행하고 있는 차세대염기서열분석과 표적 역전사효소연쇄반응 기반 설치류 유래 생물위협 바이러스 메타지놈 및 분자 스크리닝 연구(총 연구기간: 2019-2021, 과제당 평균연간 연구비: 175백만원), 충남대학교의 숙주세포 단백질분해효소에 의한 코로나 바이러스 인수전 전파 및 병원성 증가 기전 규명(총 연구기간: 2020-2023, 과제당 평균 연간 연구비: 150백만원) 등에 투자된 것으로 나타났다. 국내 과학기술표준분류 기준으로 해당 클러스터에서 일부 R&D 과제는 미생물/기생생물학-감염학, 배아발생/기관형성-형질전환 생물모델, 단백질 구조와 기능-생화학 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 9 참고).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
University	propagation and pathogenicity between the acquisition of coronavirus by host cell protease				Health
Chungbuk National University	Phylogenetic study of Sarscoronavirus and new virus	38	2003	2004	Health · medical care
Kyung Hee University	Development of a transgenic mouse model for Middle Eastern respiratory syndrome coronavirus infection	90	2015	2019	Embryo development / organ formation; transgenic biomodel
Kookmin University	A study on the mechanism of action of MERS coronavirus helicase	100	2017	2020	Protein structure and function; biochemistry
Kookmin University	A study on the reaction mechanism of heliase involved in the MERS coronavirus replication process	100	2020	2023	Protein structure and function
Chungnam National University Hospital	Analysis of virus and antibody dynamics in MERS patients	90	2015	2017	Microbiology / parasitic biology; infectious disease

Table 9. Virus pathogen infection and replication mechanism, virus-host interaction mechanism investigation (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Seoul National University Hospital	MERS-CoV virus release research	180	2015	2017	Microbiology / parasitic biology; infectious disease
Gangwon National University	Acquiring resources and establishing DB for common infectious pathogens to acquire major new and variant Korean	179	2010	2015	Veterinary science
Hallym University	Next-generation base sequencing and targeted reverse transcriptase chain-based rodents (back rats) derived bio-threat virus meta-genomic and molecular screening studies	88	2019	2021	Microbiology / parasitic biology; biological resources / diversity
Chungnam National	Identification of the mechanism of	150	2020	2023	Veterinary Public

3.2.2 (클러스터 1-2) 한국 감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술 동향

‘감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술(클러스터 1-2)’에 해당하는 국내 R&D과제는 총 39개로 구성되어 있다. 가장 투자가 많이 된 세부 연구 내용으로는 항원 제작, 후보물질 발굴, 백신 효능 평가, 항체 제작, 대량 생산 공정개발 및 상용화, 감염으로 인한 병리 및 면역학적 특성 연구, 임상 관련 면역 지표 개발 및 효능 평가 등에 관한 연구가 주를 이루었다. 대표적인 연구과제로는 한국화학연구원이 수행한 신종 바이러스 감염 대응 융합 솔루션 개발(총 연구기간: 2016-2017, 과제당 평균 연간 연구비: 4,946백만원), 질병관리 본부에서 진행하고 있는 메르스 바이러스의 치료항체 개발연구 (총 연구기간: 2016-2018, 과제당 평균연간 연구비: 366백만원), (주)셀트리온의 메르스 코로나 바이러스 치료용 항체 개발 (총 연구기간: 2015-2018, 과제당 평균연간 연구비: 350백만원), 서울대학교의 중등 호흡기 증후군 코로나 바이러스 및 지카 바이러스 중화 치료용 항체 개발 (총 연구기간: 2016-2021, 과제당 평

균 연간 연구비: 283백만원)등에 투자된 것으로 나타났다. 또한 해당 클러스터에서 일부 R&D 연구는 감염학-의약품 합성/탐색, 한의임상과학-감염학, 치료용항체-세포성/체액성 면역, 백신-면역학, 진단검사의학-진단병리학, 감염학-의약품 합성/탐색 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 10 참고).

Table 10. Platform for immunological response research and vaccine development for infection (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Korea Research Institute of Chemical Technology	Development of convergence solution for new virus infection	4,946	2016	2017	Infectious diseases; drug synthesis
Korea Centers for Disease Control and Prevention	Development of therapeutic antibody for MERS virus	366	2016	2018	Therapeutic antibody
Korea Institute of Oriental Medicine	Development of convergence solution for new virus infection	333	2016	2019	Oriental Clinical Science; Infectious Diseases
Chonnam National University	Safety and efficacy verification through establishment of animal models related to virus infection and inflammation control	357	2009	2014	Veterinary science 수의과학
Celltrion Inc.	Development of antibody for the treatment of MERS coronavirus	350	2015	2018	Therapeutic antibody; cellular / humoral immunity
National Institute of Food and Drug Safety Evaluation	Antibody titer assay and reference serum establishment study for virus vaccine evaluation	320	2019	2020	Vaccine; Immunology
Catholic University of Korea	Middle East Respiratory Syndrome Corona Virus (MERS-CoV) vaccine development using RNA vaccine platform	273	2015	2019	Vaccine
Seoul National University	Middle East Respiratory Syndrome Corona Virus and Zika Virus Neutralizing Antibody Development	283	2016	2021	Therapeutic antibody

3.2.3 (클러스터 2) 한국 구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절 기술 동향
‘구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절

기술(클러스터 2)’에 해당하는 국내 R&D 과제는 총 7개로 구성되어 있다. 국내 R&D 과제를 살펴본 결과, 세부 연구 내용으로는 바이러스 예측 및 검증 관련 기술, BI(Bioinformatics), CI(Chemoinformatics), SBDD(Structure based drug design) 등을 활용한 바이러스 예측 및 활성 조절 기전 규명 등에 관한 연구가 주를 이루었다. 대표적인 국내 R&D 과제로 한국생명공학연구원 이 수행하고 있는 Bioinformatics 기반 바이러스 변종 예측 및 검증기술 개발 (총 연구기간: 2014-2022, 과제당 평균 연간 연구비: 450백만원), 질병관리본부에서 추진했던 메르스 바이러스의 변이 예측 및 약독화주 개발 (총 연구기간: 2016-2018, 과제당 평균 연간 연구비: 280백만원), 연세 대학교가 수행한 Chemoinformatics 기반 신약후보발굴기초연구(총 연구기간: 2006-2009, 과제당 평균 연간 연구비: 280백만원), 서울대학교의 바이러스의 유전적 변이마커를 이용한 시뮬레이션 기반의 인수공통감염 위험성 예측 연구 (총 연구기간: 2017-2020, 과제당 평균 연간 연구비: 46백만원) 등이 있는 것으로 나타났다. 해당 클러스터는 생물정보학-유전체학, 생물정보학-생물정보학, 생물정보학-인공지능 등의 생물정보학을 중심으로 다학제가 융합된 특징이 나타나고 있다 (Table 11 참고).

Table 11. Structure-activity relationship modeling based virus prediction and activity modulation (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	Bioinformatics-based virus variant prediction and verification technology development	450	2014	2022	Microbiology / parasitic biology; veterinary public health
Korea Centers for Disease Control and Prevention	Variation predict and viral attenuation of MERS-CoV	280	2016	2018	Vaccine; therapeutic antibody
Yonsei University	Basic research on new drug candidates based on chemoinformatics	245	2006	2009	Drug synthesis / exploration
Korea University	Development of universal control technology for 4th generation free electron laser-based virus infection	200	2016	2020	Structural biology

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Kyungdong university	Research on viral infection through genomic big data analysis based on epigenetic information	43	2016	2019	Bioinformatics; genomics
Seoul National University	Predicting the risk of common infections based on simulation using genetic mutation markers of viruses	46	2017	2020	Bioinformatics
Seoul National University	A study on genetic variation related to evolutionary regional adaptability of African cattle through deep learning-based SNP sequence big data modeling	35	2016	2018	Bioinformatics; Artificial Intelligence

3.2.4 (클러스터 3) 한국 감염병 역학 조사 및 동물, 환경 생태학적 연구 동향

‘감염병 역학 조사 및 동물, 환경 생태학적 연구(클러스터 3)’에 해당하는 국내 R&D 과제는 총 12개로 구성되어 있다. 국내 R&D 과제 내용을 살펴본 결과, 세부적으로 감염병 발병 모니터링 기술, 진과 확산 예방 및 통제 관리 기술, 조기 제어 기술, 보건 관리 방안 등에 관한 연구로 구성되었다. 대표적인 국내 R&D 과제로 서울 대학교 병원과 서울 대학교가 수행한 면역저하 메르스 확진자의 추구조사 연구 (총 연구기간: 2015-2016, 과제당 평균연간 연구비: 400백만원)와 핵심 인수공통전염병 방역 기반기술 연구(총 연구기간: 2006-2009, 과제당 평균 연간 연구비: 246백만원), 서울시립대학교에서 진행하고 있는 메르스 바이러스 확산 경로 탐지 및 방제기술 개발에 관한 연구: 대중교통 이용자를 중심으로 (총 연구기간: 2019-2024, 과제당 평균 연간 연구비: 250백만원), 국립중앙의료원의 메르스 감염 4년 이후 회복기 환자의 임상 및 면역학적 평가 (총 연구기간: 2019-2019, 과제당 평균 연간 연구비: 200백만원), 고려대학교의 전염병 예방과 확산 방지를 위해 블루투스 센서 기반의 IoT 환경을 구축하여 병원내 실시간 감염 경로 및 슈퍼전파자 분석을 위한 알고리즘 및 사물 인터넷 기술 개발 (총연구기간: 2015-2016, 과제당 평균 연간 연구비: 100백만원) 등에 투자된 것으로 나타났다. 해당 클러스터에서는 교통계획-보건통계, 감염학-면역학, 바이오센서-병원의료정보시스템/설비 등의 학제가 융합된 R&D 과제가 존재하고 있다(Table 12 참고).

Table 12. Infectious disease epidemiology investigation and animal/environmental ecology (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Seoul National University	Research on the pursuit of immunodeficiency MERS confirmed	400	2015	2016	Laboratory Medicine
Seoul National University	Research on basic technology for prevention of common diseases	246	2006	2009	Veterinary Medicine and Veterinary Science
University of Seoul	A study on the development of the virus outbreak route detection and control technology: focusing on public transportation users	250	2019	2024	Transportation Planning; Health Statistics
National Medical Center	Clinical and immunological follow-up of recovery patients after 3 years of MERS infection	250	2017	2018	Others; Unclassified Public Health
National Medical Center	Clinical and immunological evaluation of recovery patients 4 years after MERS infection	200	2019	2019	Epidemiology; Immunology
Konkuk University	Spread of infectious diseases and develop repair model for contact management	100	2018	2019	Biomath; Unclassified Health care
National Institute of Animal Science	Research on the monitoring method for potential occurrence of swine fever in Africa	100	2020	2021	Veterinary epidemic
Korea University	Establishing an IoT environment based on Bluetooth sensors to prevent epidemics and spread, develop algorithms and Internet of Things technologies for real-time infection paths and super-propagation analysis in hospitals	100	2015	2016	Biosensor; hospital medical information system / equipment
Animal and Plant Quarantine Agency	Domestic canine parvovirus and feline coronavirus infection monitoring and characterization	57	2019	2021	Veterinary Public Health

3.2.5 (클러스터 4) 한국 단백질 구조 및 기능 기반 항 바이러스 제제 설계 및 조절기전 연구 동향

‘단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 제제 설계 및 조절기전 연구(클러스터 4)’에 해당하는 국내 R&D과제는 총 25개로 구성되어 있다. 국내 R&D과제를 검토한 결과, 세부 연구 내용으로는 단백질 구조 및 활성 등 작용기전 기반 치료용 후보물질 발굴, 치료용 활성 물질 발굴 및 효능 평가 플랫폼 등에 관한 연구가 주를 이루었

다. 대표적인 국내 R&D과제로 한국생명공학연구원에서 감염 염증 예방 및 치료용 친환경 활성 생물소재 개발(총 연구기간: 2009-2020, 과제당 평균 연간 연구비: 2,933백만원), 바이러스 감염 제어용 생물소재 개발(총 연구기간: 2009-2014, 과제당 평균연간 연구비: 810백만원), 바이러스(코로나, 로타) 감염 제어용 활성소재(JSC, KW-200) 최적화 및 작용기작 연구(총 연구기간: 2009-2014, 과제당 평균 연간 연구비: 610백만원), 재단법인 한국파스퇴르연구소가 수행하고 있는 신종 감염병 대응 연구(총연구기간: 2017-2022, 과제당 평균 연간 연구비: 1,583백만원) 등에 투자된 것으로 나타났다. 그리고 특정 R&D과제에서 의약품 합성/탐색-저분자의약품, 생물공학-유기화학, 면역학-세포성/체액성 면역 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 13 참고).

Table 13. Protein structure and function based antiviral agent design and regulatory mechanisms (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	Development of eco-friendly active biomaterials for prevention and treatment of infection inflammation	2,933	2009	2020	Biotechnology; Organic Chemistry
Institute Pasteur Korea	Research on new infectious diseases	1,583	2017	2022	Drug Synthesis/Exploration ; Small Molecule Drugs
Wonkwang University	Common infectious disease treatment research and development project	1,300	2005	2010	Basic Medicine
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	Development of biomaterials for virus infection control	810	2009	2014	Drug Development
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	Optimization of active material (JSC, KW-200) for control of virus (corona, rota) infection and mechanism of action	610	2009	2014	Drug Development
Il-Yang Pharm. Co., Ltd	Identification of new candidate substances for the development of therapeutic agents for	468	2016	2021	Drug Synthesis/Exploration

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
	Middle East respiratory syndrome				
Hallym University	Discover targets and develop candidates for immunotherapy for Middle Eastern respiratory syndrome	238	2016	2021	Therapeutic Antibody
Jeonbuk National University	Research on the identification of recombinant vaccine candidates for the prevention of coronavirus in the Middle East respiratory syndrome	205	2015	2019	Immunology; Cellular/Humoral Immunity
Korea Institute of Science and Technology	Development of new concept infectious disease treatment through activation of innate immune system	196	2015	2017	Nucleic Acid Molecule Biochemistry; Small Molecule Drugs

3.2.6 (클러스터 5) 한국 다중검출 및 현장진단 플랫폼 관련 기술 동향

해외 R&D 과제기반 클러스터링 분석에서 도출되지 않았던 국내 R&D 영역으로 ‘다중검출 및 현장진단 플랫폼 관련 기술’ 영역을 도출할 수 있었다. 상기 클러스터 5는 총 45개의 과제로 구성되어 있다. 본 클러스터에 해당하는 국내 R&D 과제 내용을 검토한 결과, 세부 연구 내용으로는 진단 키트 관련 소재 기술, 타겟 발굴 기술, 분자 및 면역진단 기반 POC(Point of Care) 다중진단 시스템 개발 등에 관한 연구가 주를 이루었으며, 대표적인 국내 R&D 과제로는 전자부품연구원이 수행한 급성 바이러스 감염성 질환 진단을 위한 휴대용 바이오 진단 시스템 개발(총 연구기간: 2015-2019, 과제당 평균 연간 연구비: 977백만원), (주)제놀루션에서 담당한 감염성 질환의 현장 응급검사를 위한 동시 다중, 이동식 핵산 추출 기기 및 시약 개발 (총 연구기간: 2016-2018, 과제당 평균 연간 연구비: 916백만원), (주)바이오메트릭스테크놀로지 호흡기질환의 신속진단을 위한 진단제 개발 및 제품화(총 연구기간: 2014-2017, 과제당 평균 연간 연구비: 630백만원), 질병관리본부의 신변종 호흡기바이러스 출현대비 신속대응을 위한 진단자원개발 (총 연구기간: 2016-2018, 과제당 평균연간 연구비: 277백만원)와 신·변종 바이러스 기반연구 (총 연구기간: 2004-2005, 과제당 평균 연간 연구비: 173백만원) 등에 투자된 것으로 나타났다. 일부 R&D과제는 시약/진단제-치료용항체, 분자유전 진단기기-임상화학/생물 분석기기 등의 학제가 융합된 형태를 보이고 있다 (Table 14 참고).

Table 14. Platform for multiple detection and point-of-care testing (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Korea Electronics Technology Institute	Development of portable biosensing system for the detection of acute and infectious viral disease	977	2015	2019	Biosensor
Genolution Inc.	Developing multi-plex and portable nucleic acid extraction instrument and reagents on-site emergency test of infectious diseases	916	2016	2018	Molecular Genetic Diagnostic Device
Biometrix Technology Inc.	Development and production of diagnostics for rapid diagnosis of respiratory diseases	630	2014	2017	Biochip
Animal and Plant Quarantine Agency	Domestic isolated bovine corona, rotavirus characterization and diagnosis method development	525	2005	2006	Unclassified Genetics / Genetic Engineering / Unclassified Immunology / Physiology
Korea Institute of Science and Technology	Highly multiplexed particle-qPCR for respiratory viral infection	500	2016	2021	Health Care
Korea Centers for Disease Control and Prevention	Development of diagnostic resources for the rapid response of emerging respiratory viruses	277	2016	2018	Reagents/ Diagnostic Agents: Therapeutic Antibody
Korea Centers for Disease Control and Prevention	Development of Strategy for Control of Emerging and Re-Emerging Viruses	173	2004	2005	Veterinary Science

3.2.7 (클러스터 6) 기타 (법제, 정책 등)

코로나 바이러스 관련 국내 R&D 영역으로 분류하기 어려운 과제들을 대상으로 ‘기타’ 영역을 지정하였다. 해당 클러스터 6은 총 5개의 과제로 구성되어 있다. 본 클러스터는 법제, 정책 등의 내용이 포함되어 있다. 대표적으로 한국건설기술연구원의 감염병 확산방지를 위한 스마트 건설자재 및 터널 개발 (총 연구기간: 2016-2019, 과제당 평균 연간 연구비: 300백만원), 울산과학기술원의 기후변화를 반영한 전염병 확산의 수리 모델링과 분석(총 연구기간: 2019-2022, 평균 연구비: 44백만원) 등이 있다(Table 15 참고).

Table 15. Miscellanea (South Korea).

Organization	R&D Title	Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)	Total Project Period		KSIC
			Start Year	End Year	
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology	Development of smart construction materials and tunnels to prevent the spread of infectious diseases	300	2016	2019	Unclassified Construction / transportation
Soongsil University	Game-theoretical approach to mathematical modeling in epidemiology	51	2015	2018	Bio-Mathematics; Infectious Disease; Epidemiology
Ulsan National Institute of Science and Technology	Mathematical modeling and analysis of spread of infectious diseases associated with climate change	44	2019	2022	Bio-Mathematics
Sungkyunkwan University	A Constitutional Study on the Legislation for the control of infectious diseases	8	2014	2017	Civil Act; Unclassified Special acts

3.2 대한민국 코로나 바이러스관련 R&D 영역별 투자 현황

코로나 바이러스 관련 국내 R&D 영역별 평균 연구비와 R&D 단계(기초-개발-응용-기타)별 연구수행 주체에 대한 분석을 통해 국가 R&D 투자 및 연구의 방향성을 모색하기 위한 지식정보를 제공하고자 하였다 (Table 16). R&D 영역별로 코로나 바이러스 관련 국가 R&D 투자(과제당 평균 연간 연구비 기준)는 단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 체제 설계 및 조절기전 연구 (Cluster 4)에 가장 집중되었으며, 다음으로 감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술(Cluster 1-2), 다중검출 및 현장진단 플랫폼 관련 기술 (Cluster 5) 순으로 나타났다. 한편 구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절 기술 (cluster 2)의 개발 연구영역에서 활동하는 연구기관이 존재하지 않고 있는 것으로 나타났다.

Table 16. Average research cost and number of organizations by R&D stages (South Korea).

No	R&D Field	R&D Project Number		Aver. of Yearly Grant/Project (1 Million KRW)
		R&D Stage*	Project Number	
Cluster 1	• 1-1. Platform for virus pathogen infection and replication mechanism, virus-host interaction mechanism investigation	Basic	31	76.6
		Development	4	
		Applied	1	
		Etc.	1	
	• 1-2. Platform for immunological response research and vaccine development for infection	Basic	15	296.4
		Development	9	
		Applied	14	
		Etc.	1	
Cluster 2	• Structure-activity relationship modeling based virus prediction and activity modulation	Basic	6	185.5
		Development	-	
		Applied	1	
		Etc.	-	
Cluster 3	• Infectious disease epidemiology investigation and animal/environmental ecology	Basic	5	157.3
		Development	2	
		Applied	2	
		Etc.	3	
Cluster 4	• Protein structure and function based antiviral agent design and regulatory mechanisms	Basic	12	376.1
		Development	8	
		Applied	5	
		Etc.	-	
Cluster 5	• Platform for multiple detection and point-of-care testing	Basic	11	203.1
		Development	22	
		Applied	9	
		Etc.	3	
Cluster 6	• Miscellanea (Policy, Raw)	Basic	3	83.2
		Development	1	
		Applied	-	
		Etc.	1	

* NTIS provides R & D stage for each domestic research project

4. 결과 및 고찰

해외 주요 국가 R&D 과제를 중심으로 살펴본 코로나 바이러스 관련 R&D 투자 및 R&D 연구 영역은 4개(세부 5개)로 분류되었으며, 해외 R&D 과제와 비교분석을 통해 우리나라는 2개의 R&D 투자 및 R&D 연구 영역이 차별적으로 존재하는 것으로 파악할 수 있었다. 세부적으로 각 R&D 연구영역별 국내외 수행기관-연구비규모-총 과제수행기관이 제시되었다. 본 연구결과는 국가 신종 코로나 바이러스 R&D 기획의 방향성을 정립하기 위해 지식정보 측면에서 3가지를 기여하고 있다.

첫째, 국가 R&D 과제 정보를 기반으로 특정 과학기술 분야의 주제를 대상으로 R&D 투자 및 연구 영역을 보다 객관적으로 제시할 수 있었다. 국가 R&D 정책의 기본인 분류체계의 객관화는 해당 전문분야 집단의 지식을 보다 체계적이고 신속하게 수립하는데 기여할 수 있

다. 본 연구에서 코로나 바이러스 관련 R&D 영역을 바이러스 병원체 감염 및 복제기전, 바이러스-숙주 상호작용기전 규명 관련 기술(1-1), 감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술(1-2), 구조-활성 모델링 기반 바이러스 예측 및 활성 조절 기술(2), 감염병 역학 조사 및 동물, 환경 생태학적 연구(3), 단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 제제 설계 및 조절기전 연구(4), 다중검출 및 현장진단 플랫폼 관련 기술(5), 기타(정책 등)(6)으로 제시하였다.

둘째, R&D 영역별 벤치마킹을 할 수 있는 세부정보를 제공하고 있다. 본 연구에서 제시된 6개의 R&D 연구 영역별 국내외 연구기관 - 연구과제명 - 과제규모 - 과제기간이 제시되고 있다. 예를 들어, 감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술(클러스터 1-2) 영역에서 Dana-Farber cancer institute - Broad spectrum neutralizing human ABS to SARS and related coronaviruses - 1,104,962 (US\$/year) - 2010~2015년 대비 한국화학연구원 - 신종 바이러스 감염 대응 융합 솔루션 개발 - 4,946백만원/연간 - 2016~2022년과 같은 지식정보가 제공된다. 따라서 세부 연구 집단의 전문가들은 관련분야의 국내외 연구동향을 거시적-미시적인 측면에서 조망할 수 있게 되어, 해당 분야에서 향후 R&D의 방향성을 수립하는데 필요한 정보를 확보하는데 기여할 수 있다.

마지막으로 R&D 연구 영역-단계별로 국내 R&D 투자규모-연구과제를 제시할 수 있기 때문에, 향후 투자의 방향성과 협력 기관을 고려하는데 기여할 수 있다. 정책 입안자들은 해당 분야의 과학기술 전문가들과의 협력을 통해 향후 투자 방향성을 국민들에게 제시해야 정책의 투명성을 확보할 수 있다. 이를 위해 객관적인 데이터를 기반으로 산업-학계-연구소-정부 간 유기적인 의사소통을 통해 의사결정을 추진해야 하는데, 본 연구의 결과물이 체계적으로 제시할 수 있는 프레임워크를 제공하고 있다.

본 연구의 한계점으로는 해외 주요 국가의 코로나 바이러스 관련 모든 국가 R&D 과제 정보를 수집하지 못한 점을 들 수 있다. 미국, 유럽, 일본, 중국의 국가 R&D 과제데이터 추출 및 정제과정에서 많은 시간과 인력이 소요된다. 따라서 코로나 바이러스 검색어로 경우 주요국의 모든 R&D 과제 데이터를 대상으로 분석하는데 한계가 있었다. 또 다른 한계점으로는 해외 국가 R&D 과제의 연구 영역을 파악하기 위해 과제별로 부여된 ASJC 코드 간의 동시발생 매트릭스 분석을 수행하는 과정에서 각 과제에 부여된 5개의 ASJC 코드와 키워드 추출 등에 따

른 노이즈 발생의 가능성이 있다는 점이다. 향후 연구에서 ASJC 코드 및 키워드 추출의 최적화와 함께 다양한 노이즈 발생으로 인한 영향을 최소화하는 방안을 보완해야 할 것이다.

본 연구를 통해 국내 경쟁 우위 분야 및 차별적인 연구영역을 도출한 결과, ‘다중검출 및 현장진단 플랫폼’, ‘감염에 대한 면역학적 반응 연구 및 백신 개발 관련 플랫폼 기술’ 및 ‘단백질 구조 및 기능 기반 항바이러스 제제 설계 및 조절 기전 연구’ 영역은 R&D 투자가 기초, 개발, 응용연구단계별로 각각 지속적인 투자가 이루어진 것으로 나타났으며, 이는 최근 세계적으로 주목받고 있는 대한민국의 국가적 총력 대응의 배경에 국내 코로나 바이러스 검출 및 현장진단의 R&D의 투자배경과 우수성이 뒷받침하고 있음을 입증하는 결과이다. 한편 ‘바이러스 예측 및 활성 조절 기전’ 연구는 추가적으로 R&D 투자가 필요한 영역으로 제시되었다. 향후 항원/항체 기반 다중 검출 및 현장진단 플랫폼, 백신/항바이러스 제제 개발, 바이러스 예측 기술 개발 등을 포함한 세부 연구 영역에 R&D 투자를 집중적이고 지속적으로 추진해야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] L. E. Gralinski & V. D. Menachery. (2020). Return of the coronavirus: 2019-NCoV. *Viruses*, 12(2), 1-8. DOI : 10.3390/v12020135
- [2] WHO. (2020). *Coronavirus Disease 2019(COVID-19) Situation Report-46*. World Health Organization [Online]. www.who.int
- [3] Ministry of Health and Welfare. (2020). *Prevention of the spread of new coronavirus infections*. [Online]. www.mohw.go.kr
- [4] Korea Center for Disease Control. (2020). *Started research to secure and utilize corona19 virus vaccines and drugs to develop coronavirus*. [Online]. www.cdc.go.kr
- [5] X. Pan, D. M. Ojcius, T. Gao, Z. Li, C. Pan & C. Pan. (2020). Lessons learned from the 2019-nCoV epidemic on prevention of future infectious diseases. *Microbes and Infection*. DOI : 10.1016/j.micinf.2020.02.004
- [6] Seunhan Jo, (2020). *Expand science and technology investment to overcome the Corona 19 crisis*. DongA Science [Online]. dongascience.donga.com
- [7] S. S. Jun, S. S. Jo & M. Kim. (2015). *Science of Science and Technology policy*. Korea Institute of S&T Evaluation and Planning.
- [8] N. Khan & M. Naushad. (2020). Effects of corona virus

on the world community. *SSRN Electronic Journal*. DOI : 10.2139/ssrn.3532001

- [9] J. Y. Li, Z. You, Q. Wang, Z. J. Zhou, Y. Qiu, R. Luo & X. Y. Ge. (2020). The epidemic of 2019-novel-coronavirus (2019-nCoV) pneumonia and insights for emerging infectious diseases in the future. *Microbes and Infection*, 1-6. DOI : 10.1016/j.micinf.2020.02.002
- [10] S. C. Park & Y. C. Park. (2020). Mental health care measures in response to the 2019 novel coronavirus outbreak in Korea. *Psychiatry Investigation*, 17(2), 85-86. DOI : 10.30773/pi.2020.0058
- [11] C. Wang, P. W. Horby, F. G. Hayden & G. F. Gao. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. *The Lancet*, 395(10223), 470-473. DOI : 10.1016/S0140-6736(20)30185-9
- [12] C. J. Greene, S. L. Burleson, J. C. Crosby, M. A. Heimann & D. C. (2020) Pigott. Coronavirus disease 2019: International public health considerations. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*. DOI : 10.1002/emp2.12040
- [13] J. R. Fitchett, M. G. Head, M. K. Cooke, F. B. Wurie & R. Atun. (2014). Funding infectious disease research: a systematic analysis of UK research investments by funders 1997-2010. *PLoS One*, 9(8). DOI : 10.1371/journal.pone.0105722
- [14] Y. S. Heo, J. S. Kang & K. H. Kim. (2019). National scientific funding for interdisciplinary research: A comparison study of infectious diseases in the US and EU. *Sustainability*, 11(15), 4120. DOI : 10.3390/su11154120
- [15] Y. S. Heo, W. Shim, S. H. Seo, H. M. Kang & J. S. Kang. (2019). Research on utilizing global R&D funding database to plan convergence R&D project: Exploring convergence R&D related to the coastal inundation. *Journal of the Korean Society of Industry Convergence*, 22(5), 475-481. DOI : 10.21289/KSIC.2019.22.5.475

이 도 연(Doyeon Lee)

[정회원]



허정보원

- 2004년 8월 : 중앙대학교 의학부 해부세포생물학 신경과학(석사)
- 2010년 8월 : 중앙대학교 의학부 해부세포생물학 신경과학(박사)
- 2009년 9월 ~ 2011년 1월 : 한국생명공학연구원
- 2011년 2월 ~ 2012년 5월 : 한국특허정보원
- 2014년 11월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 데이터분석본부
- 관심분야 : 뇌신경질환, 생명과학, 데이터 분석
- E-Mail : dylee@kisti.re.kr

허 요 섭(Yoseob Heo)

[정회원]



- 2013년 ~ 2019년 : 과학기술연합 대학원대학교 과학기술경영정책(석 박사통합, 이학박사)
- 2013년 ~ 2014년 : 한국과학기술연구원 기술정책연구소
- 2014년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 부산울산경남지원

- 관심분야 : 데이터 사이언스, 인공지능, 의료정보분석
- E-Mail : joseph87@kisti.re.kr

김 근 환(Keunhwan Kim)

[정회원]



- 2003년 9월 ~ 2005년 5월 : Univeristy of Wisconsin(Milwaukee) MBA
- 2007년 9월 ~ 2009년 9월 : 한국과학기술정보연구원
- 2010년 2월 ~ 2013년 2월 : UST-KISTI(박사)

- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 (국가 R&D전략 대응형 AI기반 의사결정 알고리즘 연구 책임자)
- 관심분야 : 데이터기반 의사결정, 증거기반 혁신정책
- E-Mail : khkim75@kisti.re.kr