

유네스코 과학보고서

보다 똑똑한
발전을 위한
시간과의 경주

요약본



유네스코 과학보고서

보다 똑똑한 발전을 위한
시간과의 경주

요약본



한국어판 발간사

‘보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주’(The race against time for smarter development)라는 주제로 『유네스코 과학보고서』가 발간되었습니다. 이번 7차 보고서는 2010년 이후 과학기술혁신 정책과 거버넌스 형성에 도움이 된 사회경제·지정학·환경 차원의 관련 동향을 조망하고 있습니다.

보고서에서는 전세계적으로 과학자의 수가 늘고, 인공지능(AI) 및 로봇공학 분야의 연구가 증대되었다는 점에 주목하면서도, 과학분야 연구 투자, 오픈액세스, 성평등은 여전히 과학기술혁신 분야에서 해결해야 할 숙제로 남아있음을 지적하고 있습니다. 더불어 이 보고서는 과학이 필요로 하는 도구를 제공하는 데 있어 범세계적인 집중이 필요함을 강조합니다.

오드레 아줄레 유네스코 사무총장은 “더 나은(better-endowed) 과학은 필수 불가결한 것으로 과학은 불평등을 줄이고 보다 협력적이고 개방적이어야 한다”고 지적하면서, “기후변화, 생물다양성 손실, 해양 건강성 저하, 전염병과 같은 오늘날의 도전과제들은 모두 범세계적인 것으로, 이것이 우리가 전 세계의 과학자 및 연구자들을 동원해야 하는 이유”라고 말한 바 있습니다.

이번 보고서는 코로나 팬데믹이 과학에 미친 영향도 다루고 있습니다. 코로나 팬데믹에 대응하는 과정에서 과학의 역할이 부각되었습니다. 과학자들이 코로나바이러스 염기서열을 비롯한 정보와 데이터를 공유하면서 의약품을 개발할 수 있었고, 과학 국제협력도 더욱 활발해졌습니다. 이번 팬데믹이 오픈사이언스의 필요를 절감하는 계기가 되었습니다.

또한 보고서는 이제 세계는 디지털 전환과 더불어 녹색 전환이라는 이중 전환의 시대임을 강조합니다. 디지털 기술이 미래의 경쟁력으로 강조되면서 많은 나라들이 이에 투자하고 있습니다. 우리나라 사례로 I-Korea 전략이 언급되어 있습니다. 하지만 디지털 기술 못지않게 유엔이 지속가능발전목표(SDGs)를 채택하고 기후변화가 세계적 과제로 다가오면서 녹색 전환도 고려하지 않을 수 없게 되었습니다.

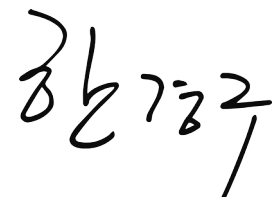
이런 세계적인 흐름 속에서 보고서는 유럽과 아프리카, 아시아와 태평양, 아메리카의 다양한 국가들의 처한 상황을 보여주고 있습니다. 우리나라의 정책들도 우리나라를 벗어나 세계적인 시각에서 다시 바라볼 수 있게 해줍니다.

과학기술혁신은 유엔 지속가능발전목표 이행의 핵심 수단으로서, 유네스코를 비롯해 세계은행, 유엔경제사회국(DESА), 유엔무역개발회의(UNCTAD) 등 국제사회는 ‘STI for SDGs Roadmap’을 설정해 개발도상국의 STI를 지원하기 위해 노력하고 있습니다.

이런 노력을 담아 유네스코는 1993년부터 『유네스코 과학보고서』(UNESCO Science Report)를 발간해 왔습니다. 1998년까지 세 차례에 걸쳐 보고서를 발간했으며, 2001년 제31차 유네스코 총회에서 11월 10일을 ‘평화와 발전을 위한 세계 과학의 날’(World Science Day for Peace and Development)로 지정한 후 2005년부터는 매 5년마다 기념일에 맞춰 보고서를 발간하고 있습니다. 코로나19로 인해 제7차 보고서의 발간 시기는 2020년 11월에서 2022년 6월로 연기되었습니다.

유네스코한국위원회는 과학기술혁신 분야의 국제동향을 제공하고 관련 정책 수립에 기여하고자 『제7차 유네스코 과학보고서』 요약본을 우리말로 번역했습니다. 『유네스코 과학보고서』는 2010년에 우리말로 발간한 적이 있지만, 『유네스코 과학보고서』 한국어판 발간은 이번이 처음입니다. 보고서 전문이 아닌 요약본의 한국어판이지만 과학기술혁신 분야 국제동향을 파악하는 데는 유익하리가 기대합니다. 이 보고서가 연구자들과 정책결정자들뿐 아니라 일반 대중 또한 과학정책의 중요성을 인식하고 참여 의지를 높이는데 도움이 되기를 바랍니다.

유네스코한국위원회 사무총장





한 눈에 보기

2020년 12월 콩고 푸앵트누아르에서 청소년들이 태양광 발전 패널을 설치하고 관리하는 방법을 배우고 있다. 모이즈 마카야 응덴데가 이끄는 스타트업 회사 '맥 서비스'는 2011년부터 콩고 전역에서 약 12,000명의 청소년을 훈련시켜 왔다. © Moïse Ndende/Mac Services

- 소득 수준에 상관없이 모든 국가들은 지난 5년 동안 디지털 및 '녹색' 경제로의 전환을 발전의 우선 순위로 두었다.
- 이런 전환을 가속화하기 위해, 각국 정부는 산업계로의 기술 이전을 용이하게 만드는 새로운 정책 도구를 설계하고 있다.
- 그러나 전 세계 국가의 8할 정도는 관련 분야 연구에 GDP의 1% 미만을 투자할 뿐이며, 이런 국가들은 대체로 해외 과학 전문지식과 기술의 수혜자로서만 남아있다.
- 유네스코가 실시한 한 연구에 따르면, 여러 국가들이 녹색 기술에 더 많은 투자를 하고 있음에도 불구하고 지속가능성을 연구하는 과학분야는 아직 국제적 수준에서 주류로 자리잡지 못했다.
- 각국 정부는 '이중 전환'을 위한 정책 및 자원을 여러 경제 부문들에 동일한 방향으로 투입해서, 지속가능한 발전이라는 동일한 전략적 목표로 다가갈 수 있도록 해야 한다.
- 코로나19 팬데믹은 지식 생산 시스템에 활력을 불어넣었다.
- 진화하는 지정학적 환경과 팬데믹으로 인해, 혁신 선도 국가 사이에서는 무역 및 기술 부문의 전략적 이익을 보호하는 방법에 대한 논쟁이 촉발되었다.

보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주

수전 슈니건즈(Susan Schneegans), 제이크 루이스(Jake Lewis), 티파니 스트라자(Tiffany Straza)

서론

디지털 전환과 녹색 전환을 짝짓는 국가들

유엔은 17개의 지속가능발전목표(SDGs, Sustainable Development Goals) 달성 기한을 2030년으로 삼았으며, 전 세계는 발전에 대한 모델을 다시 생각하기 위해 시간과 경주를 벌이는 중이다. 본 『유네스코 과학보고서』의 부제인 “보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주”는 바로 그러한 시급성을 포착하고 있다. 2015년 이후 대부분의 국가들은 ‘지속가능한 발전을 위한 어젠다 2030’에 맞추어 국가 정책을 조율해 왔으며, ‘녹색’ 경제로의 점진적 전환을 꾀해왔다. 각국 정부는 더 똑똑한 생산 및 소비 시스템에 대한 지원을 강화하고 있다. 재생 에너지의 비용 대비 편익이 상승함에 따라 ‘녹색’ 에너지 프로젝트는 크게 증가했다.

그러나 여전히 많은 국가들은 파리 협정(2015)의 이행을 경기 부양 및 고용 활성화와 어떻게 조화시킬 수 있을지 고민하고 있다. 기후 변화의 영향이 커지고 있음에도 불구하고 정부나 기업 모두 에너지 전환에 필요한 지원을 충분히 제공하지 못하고 있다. 2018년 세계 에너지 생산의 80% 이상은 여전히 석탄, 석유, 가스를 기반으로 이루어졌다.

녹색 전환과 병행해, 각국 정부는 서비스를 개선하고 비즈니스를 지원하며 부패나 탈세를 규제하기 위해서 공공 서비스와 결제 시스템을 디지털화하고 있다. 정부의 여러 정책은 스마트 제조, 스마트 금융(핀테크), 원격 의료로 대표되는 스마트 보건 서비스, 스마트 농업 등을 포괄하는 디지털 경제가 출현하도록 촉진하고 있다. 이 보고서의 부제는 인공지능(AI), 로봇 공학, 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 블록체인 기술 등 디지털 기술이 주도하는 더, 즉 ‘똑똑한 발전’ 형태를 암시하는 것이기도 하다. 이런 디지털 기술은 나노 기술, 바이오 기술, 인지 과학과 융합해 4차 산업혁명(혹은 인더스트리 4.0)의 기반을 형성하고 있다.

소득 수준과 관계없이 모든 국가들이 녹색 및 디지털 전환이라는 ‘이중 전환’에 참여하고 있다. 과학은 근대성, 경제적 경쟁력, 심지어는 명망과 동의어가 되어버렸다. 기후 변화의 영향을 가장 극적으로 겪고 있는 국가들은 과학이 폭풍우, 화재, 가뭄과 같은 파괴적인 재앙으로부터 더 큰 회복 탄력성을 제공해 줄 것이라고 기대한다. 그러나 동기 부족 혹은 역량 부족으로 인해, 기업들까지 항상 이런 어젠다를 지지하는 것은 아니다. 많은 기업들은 스스로 기술을 개발하기보다는 일괄적으로 해외 기술을 도입하기에 그친다. 기업들은 종종 공공 연구 기관과의 협력을 꺼리기는 경우도 있다. 그래서 각국 정부는 기업들이 디지털 기술에 ‘투자하기 전에 테스트’해 볼 수 있도록 실험실을 설립하는 등 기술 이전 촉진을 위한 새로운 인센티브 제도를 고안하고 있다.

이중 전환에 성공하려면 정부가 연구개발(R&D) 분야에 깊은 관심을

가지고 지원을 확대해야 한다. 전 세계의 연구비 지출 총액, 연구자 수, 과학 출판물 및 특허 건수 중 90%는 여전히 G20 국가들이 차지하고 있다(그림 1). 2014년부터 2018년 사이 대부분의 지역에서 연구비 지출이 늘어나기는 했지만(그림 2), 80%가 넘는 국가들의 GDP에서 연구개발이 차지하는 비중은 1% 미만이다. 어떤 경우에는 관련 연구비에 비해 연구자 수만 빠르게 늘어나서(그림 3), 1인당 연구비가 줄어드는 현상이 나타나기도 했다.

이중 전환을 성공적으로 달성하기 위해서는 각국 정부가 단순히 더 많은 돈을 연구개발에 투입하는 데 그치지 말고 전략적으로 투자를 할 필요가 있다. 이는 정부가 장기적인 관점을 취하면서 경제, 디지털, 환경, 산업, 농업 등 제반 정책이 서로를 보강해 주도록 조정하는 역할도 겸해야 한다. 이중 전환 정책이 일관성을 유지하려면 개혁, 정책, 자원 투입 모두가 지속가능한 발전이라는 동일한 전략적 목표 쪽으로 방향을 맞추어야 한다.

개발도상국의 경우 보통이라면 수십 년이 소요될 산업화 과정을 녹색 및 디지털 전환이라는 이중 전환이 가속화하고 있다. 모든 국가에서 이런 동시적 전환이 일어나려면 장기 계획에 대한 통합적 접근, 그리고 인프라에 대한 막대한 투자가 필요하다.

지금 진행되고 있는 급속한 사회 변화는 삶을 더 편리하게 만들기 위한 흥미로운 사회적·경제적 실험이라고 볼 수도 있다. 그러나 이런 변화는 사회적 불평등을 악화시킬 위험을 내포하며, 야심 찬 인프라 건설 프로젝트를 추진하는 국가들에서는 부채에 취약해지는 문제가 나타나기도 한다. 코로나19 팬데믹은 이런 위험 요소 모두를 더 두드러지게 만들었다.

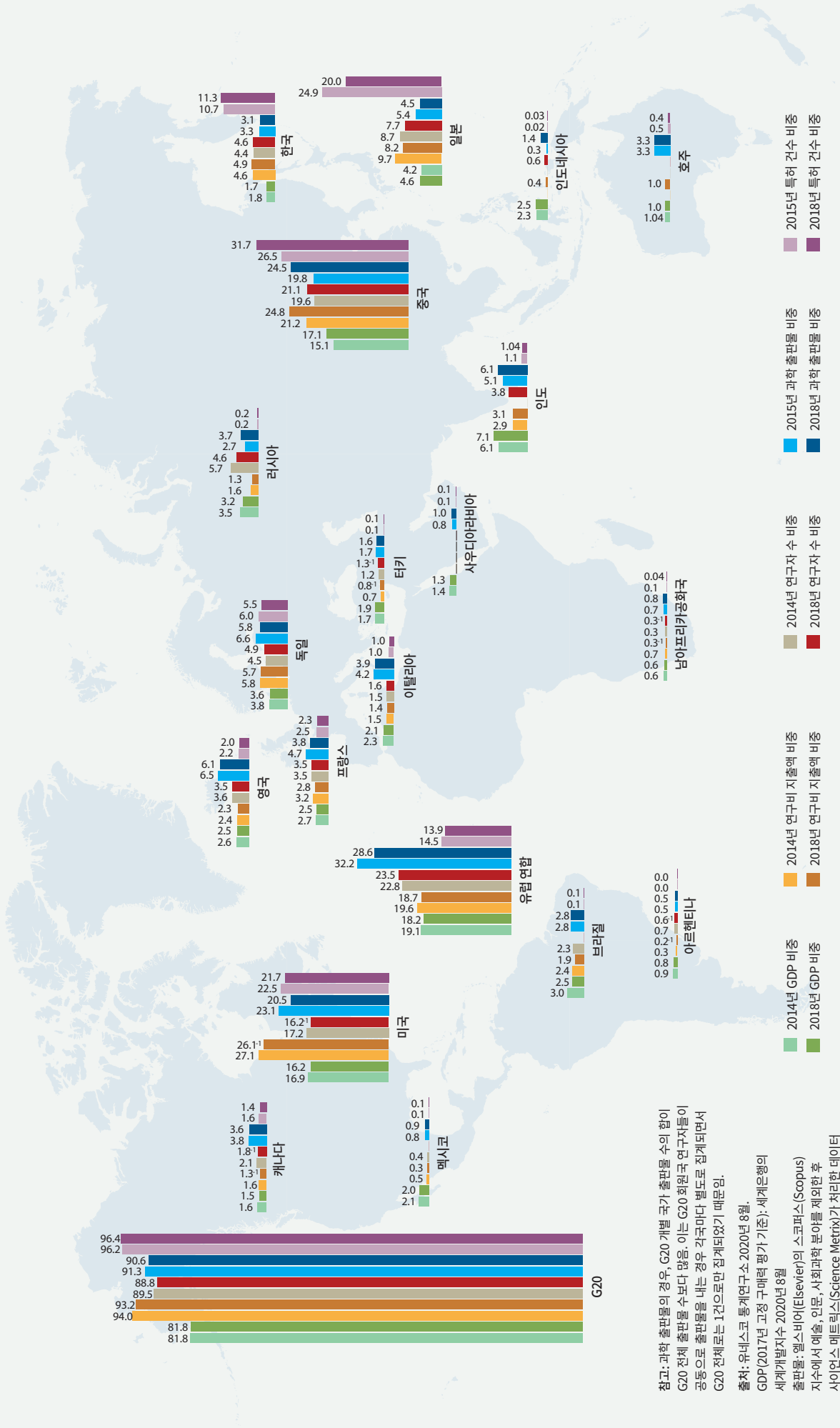
과학과 팬데믹

팬데믹에 직면한 국가들의 도움을 요청 받은 과학

2019년 말, 중국에서 발견되었던 신종 코로나바이러스가 코로나19(COVID-19)로 명명되면서 전 세계로 빠르게 확산되었다. 사태 초기부터 과학자들은 정보와 데이터를 서로 공유했으며, 이는 2020년 1월 초 코로나바이러스의 염기 서열에 관한 데이터 공유에서부터 시작했다. 팬데믹 사례는 국경 안팎으로 정보를 공유하는 문화가 얼마나 유익한 지를 잘 보여주었다(에세이 <오픈 사이언스를 위한 시간은 바로 지금이다> 참고). 2015년 이래로 세계의 많은 지역에서 국제적인 과학 협력이 급증했다(그림 4).

각국 정부는 코로나19 위기를 관리하기 위해 기존에 없던 과학위원회회를 신속하게 설립했다. 이런 과학위원회의 활동은 국가가 바이러스 확산을 감시하고 제어하기 위해 현지 전문가를 확보해 두는 것이 유익함을 입증했다.

<그림 1> 2014년과 2018년 혹은 최근 전 세계 GDP, 연구비 지출액, 연구자 수, 출판물, 특허 건수에서 G20 국가가 차지하는 비중



참고: 과학 출판물의 경우, G20 개별 국가 출판물 수의 합이 G20 전체 출판물 수보다 많은 이는 G20 회원국 연구자들이 공동으로 출판물을 내는 경우 각국마다 별도로 집계되면서 G20 전체로는 1건으로만 집계되었기 때문임.
 출처: 유네스코 통계연보 2020년 8월.
 GDP(2017년 고정 구매력 평가 기준), 세계은행의 세계개발지수 2020년 8월
 출판물: 엘스비어(Elsevier)의 스킵스(Scopus) 지수에서 예술, 인문, 사회과학 분야를 제외한 후 IP5 특허, 사이언스 메트릭스(Science Metrics)가 처리한 데이터.

사전적 의미로 볼 때 위기 관리는 작용보다는 반작용에 해당한다. 그렇지만 과학위원회가 연구적인 조직이 된다면 국가가 전략적 계획을 수립할 때 광범위한 문제에 대해 장기적으로 과학적 조언을 제공할 수 있을 것이다(에세이 <코로나19 팬데믹은 진화하는 과학적 조언의 지형에 관해 무엇을 밝혀내 주었는가> 참고).

코로나 팬데믹은 긴급 상황에서 디지털 기술의 가치도 입증해 주었다. 가상 공간을 통해 의료 상담을 제공하고 환자의 상태를 원격으로 점검하기 위해 브라질은 팬데믹 기간 동안 140개의 원격의료 및 e-헬스 센터를 활용했다. 2020년 4월 15일, 브라질 정부는 원격의료 서비스를 농촌 및 외딴 지역까지 확대하는 법을 채택하기도 했다(유네스코 과학보고서 8장 참고. 이하 같음).

사이버 대학이 있는 국가들은 팬데믹 기간 동안 교육 체계를 온라인 학습 형태에 신속히 적응시킬 수 있었다. 예로 중앙아시아 지역 최초의 사이버 대학인 사우디 전자 대학(2013년 설립) 덕분에 사우디아라비아는 첫 번째 봉쇄 후 8시간 이내에 22개의 교육 채널을 개시할 수 있었다.

많은 국가에서는 코로나19의 확산을 막기 위해 로봇과 드론을 활용하기도 했다. 예컨대 사우디아라비아의 몇몇 시장에서는 출입자 중 체온이 높은 사람을 가려내기 위해 드론을 사용했다. 르완다와 가나에서는 미국 회사인 지프라인이 제공한 드론 기술을 활용해 오지의 병원에서 채취한 혈액 샘플을 전문 기관으로 신속히 수송해 검사를 진행할 수 있었다(표지 사진 참고).

사회적·환경적 성과를 잠식하는 팬데믹

코로나19 팬데믹은 세계 경제를 황폐화시켰다. 최근 몇 년 동안 이루어졌던 사회경제적·환경적 성과가 잠식되거나 심지어 사라질 위험에 처해 있다.

야심 찬 경제 개혁 프로그램, 그리고 투자자의 신뢰를 회복할 수 있었던 2019년의 평화로운 정권 이양 덕분에 마다가스카르는 2016년부터 2019년 사이 빈곤율을 낮출 수 있었다. 이런 성과들은 코로나19 팬데믹으로 인해 위태로워졌다. 예컨대 마다가스카르는 2020년 5월까지 관광 수익에서 약 5억 달러를 상실했다. 국가의 자연 보전 노력에 기여했던 관광 수익이 줄어든 셈이다. 마다가스카르 라노마파나 국립공원의 설립자 중 한 사람에 따르면, 관광과 연구 부문으로부터 통상 4백만 달러 정도가 해당 지역으로 유입되는데, 그런 수익이 사라지면 지역사회가 “산림 벌채와 농업으로 돌아갈 수밖에 없을 것”이라고 예상했다(보고서 20장 참고).

인도네시아 정부는 코로나19 팬데믹의 타격을 상쇄하기 위해 해외 직접투자(FDI)를 유치하고 경기를 부양할 방안으로 ‘옴니버스법’(일자리 창출법)을 제정해 2020년 11월부터 발효시켰다. 이 법은 기업의 노동자 보호 의무에 관련한 규제 이행 및 면허 유지 부담을 경감시키며, 사업의 인가 절차도 기존에 허가증을 취득하는 방식에서 사업자 스스로가 준법 선언을 하는 방식으로 전환을 꾀했다. 그러나 이 새로운 법이 가져올 환경적·사회적 비용에 대해서 35개 글로벌 투자 단체 등이 우려를 표하기도 했다(보고서 26장 참고).

지식 생산 시스템에 활력을 불어넣은 팬데믹

코로나19 팬데믹은 엄청난 인적·경제적 피해를 가져왔지만 지식 생산 시스템에는 활력을 불어넣었다.

팬데믹 기간 동안, 미국에서는 생명 과학 산업이 전례 없는 규모로 동원되었다. 2020년 중반에 이르면 코로나19 퇴치를 목표로 400개 이상의 의약 개발 프로그램이 진행된 것으로 추정된다. 이 배경에는 미국 백악관의 ‘초고속 작전’(Operation Warp Speed)이 있었다. 초고속 작전은 후보 백신을 개발·제조하는 데 90억 달러를 투자하는 민간 파트너십 프로그램으로 사전 구매 계약 방식을 포함하고 있다(보고서 5장 참고).

레바논의 국립과학연구위원회는 이미 2020년 3월에 코로나19 관리를 위해 긴급 과제 공고를 냈다. 이를 통해 29개의 연구 프로젝트가 선정되었는데, 선정된 연구 주제에는 예방 접종 정책, 신속한 검사 개발, 질병의 조기 진단, 질병이 일선 노동자의 정신 건강에 미치는 영향을 측정하기 위한 인공지능의 활용 등이 포함되어 있었다(보고서 17장 참고).

많은 국가들은 연구 프로젝트 제안에 대한 승인 처리 과정을 더 신속하게 만들었다. 예컨대 2020년 4월 초에 이르면 아르헨티나, 브라질, 우루과이의 혁신 기관들이 모두 승인 절차를 신속화한 연구 과제를 공모했다. 페루에 있는 두 개의 혁신 기관은 자체 응답 기간을 2주로 단축했다(보고서 7장 참고).

세계보건기구(WHO)의 2020년 10월 보고¹에 따르면, 팬데믹에 대응하는 신기술 혹은 개량 기술 1천 건 중 약 13%가 아프리카에서 나왔으며, 이는 전 세계 인구에서 아프리카가 차지하는 비중(14%)에 근접하는 수준이었다. 아프리카에서 개발된 기술 중 58%에는 챗봇, 자가진단 도구, 접촉 추적 앱 등 디지털 솔루션이 적용되었다. 추가로 25%의 솔루션은 3D 프린팅을, 11%는 로봇 공학을 기반으로 하고 있었다(보고서 20장 참고).

2020년 4월, 남아프리카공화국 정부는 2만 개의 인공호흡기를 설계·생산·조달하는 국가 사업 관리를 남아프리카 전파천문대에 맡겼다. 전파천문대를 관리 기관으로 선택한 이유는 해당 기관이 노던케이프주에 정교한 미어캣(MeerKAT) 전파 망원경 시스템을 설계하고 구축했던 경험 때문이었다. 이를 통해 남아프리카공화국에서는 2020년 12월까지 인공호흡기 1만 8천 개가 생산되었고 7천 개가 배포되었다(보고서 20장 참고).

팬데믹에 대한 대응으로 인도는 크게 세 영역에서 수출용을 포함한 저가 솔루션 생산에 초점을 맞췄다. 첫째는 백신 연구 및 제조, 둘째는 ‘판도를 바꾸는’(game-changer) 의약품의 보급판 제조, 셋째는 저가 인공호흡기와 같이 수요가 많은 의료 기기를 공학적으로 간소하게 제작하는 것이었다(보고서 22장 참고).

코로나19 위기가 수요를 촉발하기 이전, 스리랑카의 ‘국가 수출 전략 2018-2022’에서 제약업은 우선 순위를 차지한 산업이 아니었다. 높아진 수요에 부응해, 스리랑카 정부와 민간 부문은 2020년 코갈라 수출자유지역 내 제약 공장 신규 설립을 위해 3천만 달러를 투자했다(보고서 21장 참고).

코로나19 위기로 인해 인공호흡기, 마스크, 약, 백신과 같은 물품을 생산하기 위해 공공 부문과 민간 부문 사이의 강한 연계가 바람직하다는 점이 재확인되었다. 2020년 초 콜롬비아에서는 루타 N 메델린 비즈니스 개발 센터의 지원 프로그램을 통해 안티오키아 대학의 생명 의료 공학 연구팀이 산 비센테 데 파울 병원과 협력해 저가형 인공호흡기를 설계했다. 콜롬비아의 의약 허가 관리 기관인 국립 식품의약품안전청은 2020년 중반에 이 인공호흡기를 승인했고, 곧이어 가정용 기

기와 자동차를 전문적으로 생산하던 회사들이 조립 라인을 용도 변경해 인공호흡기 제작에 착수했다. 또한 개발자가 오픈소스 기술을 사용했기 때문에 다른 제조업체에서도 동일한 디자인을 다운로드할 수 있었다(보고서 7장 참고).

팬데믹에 대처하기 위해 많은 국가들은 중소기업에게 인센티브를 제공하기도 했다. 2020년 이란에서는 스타트업 기업이 보호 장비나 인공호흡기 같은 의료 장비를 생산하는 데 용이하도록 정부가 ‘코로나 플러스’ 캠페인을 통해 재정적 인센티브를 제공했다(보고서 15장 참고).

캐나다의 산업연구지원 프로그램은 중소기업이 코로나19 관련 제품이나 서비스를 정교화해서 출시할 수 있도록 재정적으로 지원해 왔다. 캐나다 연방 정부는 코로나19 팬데믹에 신속히 대응하기 위해 전체적으로 10억 캐나다달러를 국가 의료 연구 전략에 할당했다(보고서 4장 참고).

캐나다인의 생활 방식을 근본적으로 변화시킨 2020년 코로나19 사태 이전까지, 캐나다에서 과학기술혁신(STI)의 방향성에 대해서 국가 차원의 심각한 논의를 촉발했던 위기는 없었다. 코로나19 팬데믹은 “궁극적으로 캐나다 과학의 운영 과정, 산출물, 그리고 거버넌스를 예측할 수 없는 방식으로 재정의할 가능성이 있다. 또한 팬데믹은 차세대 연구자, 그리고 과학을 재정적으로 지원하는 메커니즘에도 영향을 미칠 것”이다.

코로나19 위기는 2008년의 세계 금융위기보다 더 광범위하고 근

본적인 질문을 제기한다. 경제에서 국가가 맡는 역할, 공급망 본국 회귀 정책인 리쇼어링(reshoring), 업무 조직화 혹은 근접성의 가치와 같은 문제들이 그것이다(보고서 9장 참고).

디지털 전환 및 녹색 전환이라는 이중 전환

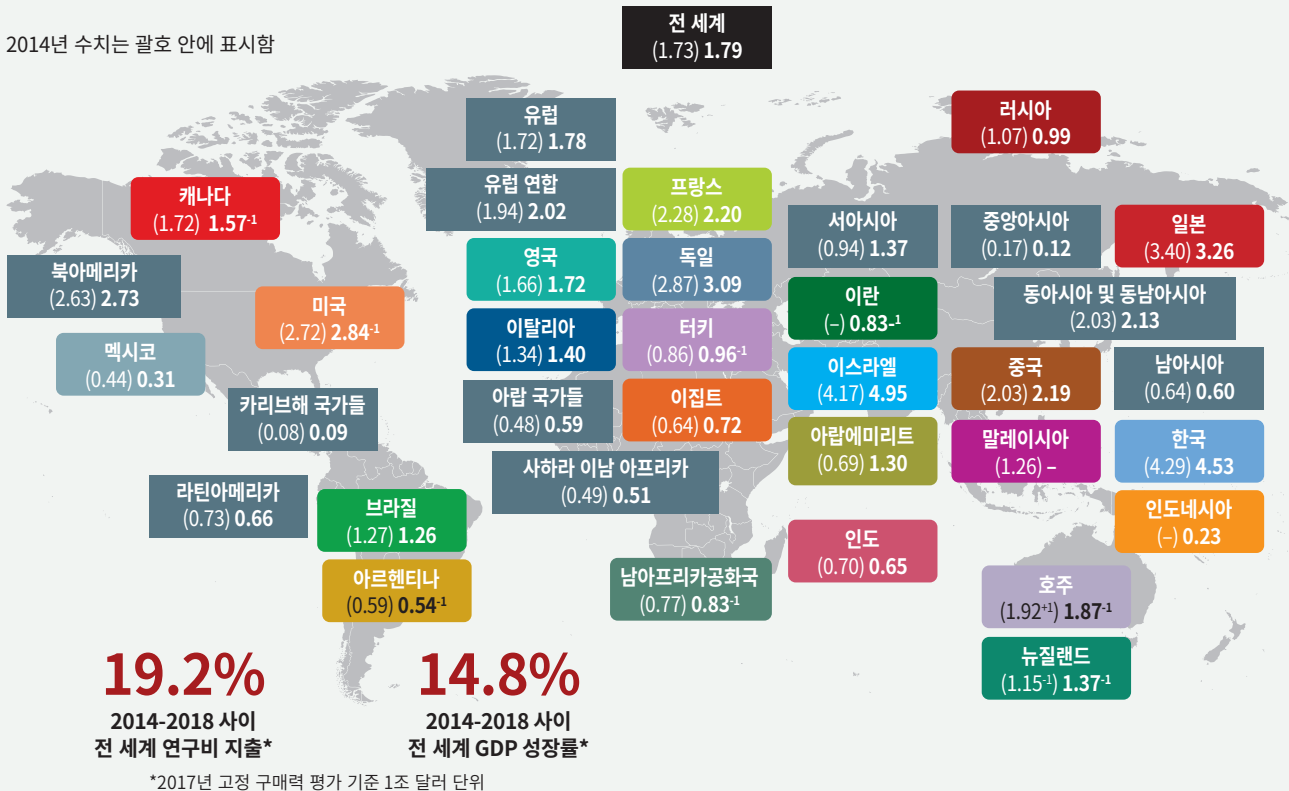
글로벌 가치사슬에 대한 각국의 의존성을 강조해 준 팬데믹

팬데믹은 각국이 전략적 자원을 확보하기 위해 글로벌 가치사슬(global value chain)에 의존한다는 점을 강조해 주었다. 오늘날 우리가 사용하는 일상적인 물품들은 복잡한 구성 요소로 이루어져 있다. 그래서 여러 제조업체는 한정된 분야만을 전문적으로 담당하는 해외 하청 업체에 크게 의존하고 있다. 그리고 그 하청 업체들은 필수 원자재를 얻기 위해 또 다른 지역의 공급자에게 의존하고 있다. 이렇게 계층화된 공급 체계 혹은 가치사슬 때문에, 해외로 진출했던 제조업체를 본국으로 회귀시키거나 특정 상품 생산 공장을 단기간에 다른 상품 생산 공장으로 전환하는 것은 매우 어렵다(보고서 5장 참고). 예컨대 미국에서 제작하는 코로나19 환자용 인공호흡기는 캐나다에서 공급하는 주요 부품을 포함하고 있다. 따라서 2020년 초 국경이 폐쇄되었을 때 미국의 인공호흡기 생산이 지연되기도 했다(보고서 4



<그림 2> 2014년과 2018년 각 지역 및 주요 국가에서 GDP 대비 연구개발(R&D) 투자비가 차지하는 비중(%)

2014년 수치는 괄호 안에 표시함

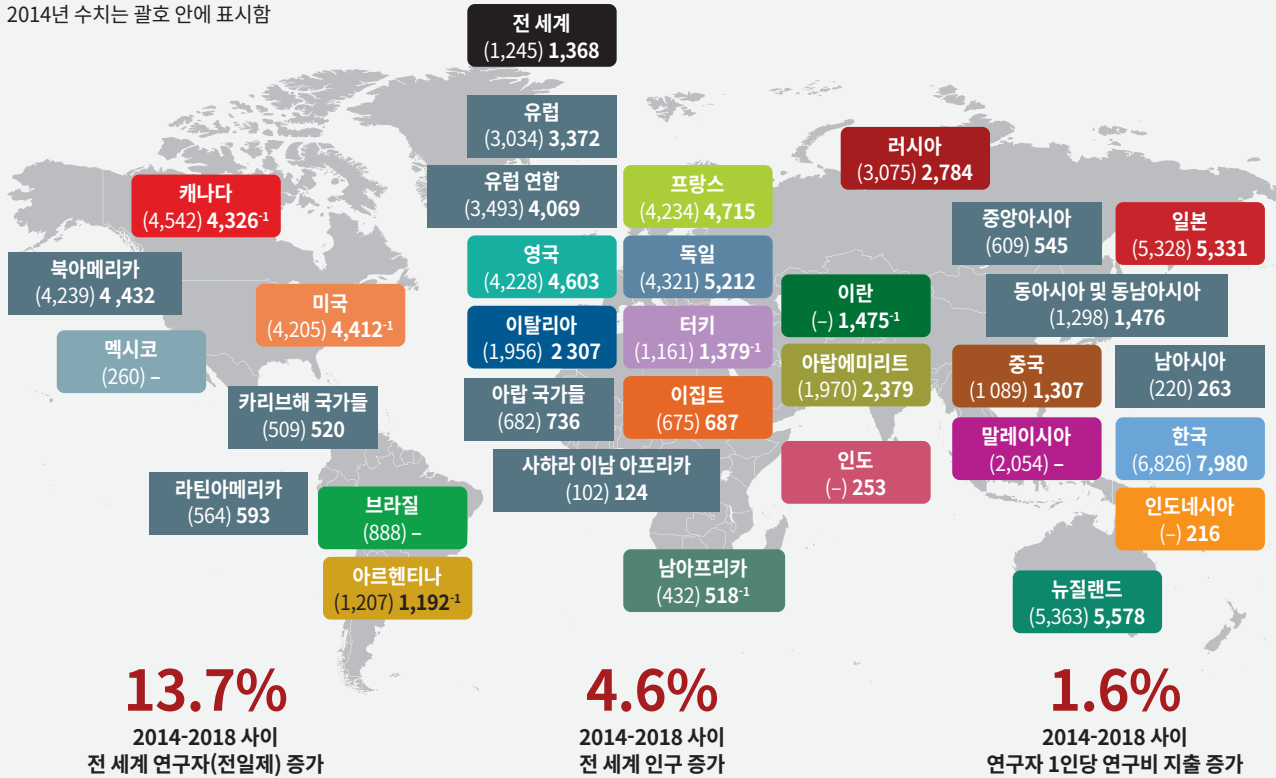


출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 유네스코 통계연구소의 2020년 8월 국가별 자료로부터 외삽 없이 추출



<그림 3> 2014년과 2018년 각 지역 및 주요 국가에서 인구 1백만 명 당 연구자(전일제) 수

2014년 수치는 괄호 안에 표시함



출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 유네스코 통계연구소의 2020년 8월 국가별 자료로부터 외삽 없이 추출

장 참고).

유럽 연합(EU)은 마이크로프로세서 같은 제품을 수입에 의존하고 있으며, 핵심 기술 분야에 필요한 희토류 등의 원자재도 수입에 의존하고 있다. 유럽 집행위원회의 첫 번째 연례보고서 『2020 전략 예측 보고서: 보다 탄력적인 유럽을 향한 경로 설정』은 이러한 의존성이 유럽의 경제 주권에 잠재적인 위험 요소가 된다는 점을 지적했다(보고서 9장 참고).

선진국들은 1980년대 이후 값싼 비숙련 노동력이 풍부했던 개발도상국으로 공장을 대거 이전했다. 그 결과 팬데믹 초기 선진국들은 개인 보호 장비와 해열 진통제 등 일반 의약품의 수입에 의존해야만 하는 처지에 놓였다.

반면 제조업 부문이 탄탄한 국가들은 팬데믹이 닥쳤을 때 조립 라인을 재빠르게 용도 변경할 수 있었다. 예컨대 위에서 소개했던 콜롬비아의 가전 및 자동차 회사들이 그러했다.

중국은 제조업 부문의 정교화를 계속 추진해 왔다. 그렇지만 반도체와 같은 몇몇 핵심 기술은 여전히 수입에 의존하고 있다. 이런 기술 취약성은 2018년 4월 미국이 중국에게 통상 제재를 취한 후 하드웨어 부품 및 안드로이드 서비스(구글) 공급이 끊어지자 몇 주 안에 대부분의 사업을 중단할 수밖에 없었던 중국 회사 ZTE의 운명을 통해서도 잘 드러난다(보고서 23장 참고).²

2015년 중국이 ‘메이드 인 차이나 2025’라는 국가 주도 10개년 산업 정책을 시작했던 동기는 부분적으로 미국의 고급 기술 공급 업체에 대한 의존도를 줄이려는 데 있었다. 이 정책은 중국 기업이 세계 시장

에서 점유율을 확대하도록 장려했는데, 특히 전기 자동차, 첨단 로봇 및 인공지능, 농업 기술, 항공우주 공학, 합성 신소재, 그리고 신형 바이오인 생물 의학, 첨단 철도 인프라, 해양 공학 분야를 강조한다(보고서 23장 참고).

글로벌 가치사슬은 과학 시스템이 성숙하지 못한 국가에게 상이한 방식으로 영향을 미친다. 글로벌 가치사슬 속에 통합된 다국적 기업의 자회사는 개발도상국에서 연구개발을 하기보다는 기존 지식을 활용하는 정책을 고수하는 경향이 있다. 라틴아메리카가 바로 그런 경우에 해당한다. 이 자회사들은 해당 지역에서 창출하는 성과를 제조 분야에만 한정시키는데, 제조업은 새로운 지식을 제한적으로만 필요로 하며, 현지 소재 과학 기관과의 연계도 별로 촉진하지 않는다(보고서 7장 참고).

산업을 부흥시키고자 하는 첨단 제조업

선진국들은 팬데믹 이전에 이미 국내의 제조업 부문을 부흥시키기 위해서 첨단 제조 기술에 투자를 하고 있었다.

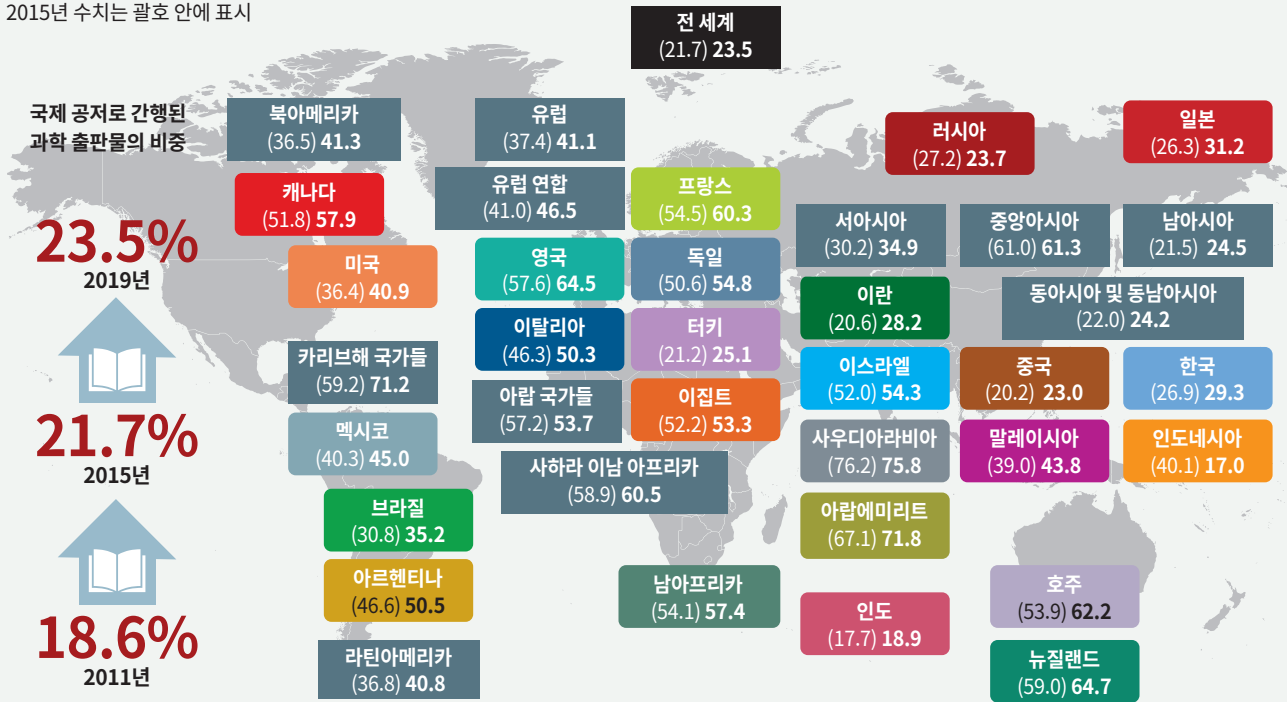
미국 정부 내에서는 점점 더 경쟁이 치열해지는 국제 환경 속에서 미국이 적응력을 높일 필요가 있다는 견해가 광범위한 설득력을 얻고 있다. 이런 맥락에서 미국 연방 정부는 2016년부터 인공지능, 양자 컴퓨팅, 첨단 이동통신 네트워크 기술, 사이버 보안 등 디지털 기술에서 핵심적인 플랫폼을 우선시하기 시작했다. 2018년 발표된 산업 전략 계획의 세 가지 목표는 새로운 제조 기술로의 전환, 제조 인력에 대한 교육, 그리고 국내 제조 공급망의 역량 강화였다. 이러한 새로운 기술



<그림 4> 2015년 및 2019년 각 지역 및 주요 국가의 과학 출판물 국제 공저

전체 출판물에서 차지하는 비중으로 표시(%)

2015년 수치는 괄호 안에 표시



출처: 스코퍼스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

에는 앞서 언급했던 기술 외에도 산업용 로봇 공학, 3D 프린팅, 반도체 및 하이브리드 전자, 광자, 첨단 섬유, 바이오 제조 및 농식품이 포함된다(보고서 5장 참고).

새로 개정된 유럽 연합의 산업 정책(2021)은 유럽의 미래 산업을 위해 전략적으로 중요한 기술 개발을 지원한다. 여기에는 로봇 공학, 마이크로 전자 공학, 고성능 컴퓨팅 및 데이터 클라우드 인프라, 블록 체인, 양자 기술, 광자 기술, 산업형 바이오 기술, 생물 의학, 나노 기술, 제약 및 첨단 소재가 포함된다.

유럽 이사회 의장 샤를 미셸은 유럽의 전략적 자율성이 “우리 세대의 최우선 목표”라고 언급했다. 2020년 유럽 집행위원회의 보고서 『유럽을 위한 신산업 전략』은 인공지능 및 그와 관련된 디지털 기술이나 인프라 분야에서 유럽의 기술 주권을 보호하고 무역에서의 전략적 이해를 보호하는 일이 중요하다고 강조했다.

미국과 중국이 기술적 우위를 두고 경쟁하면서 양국의 기술 영역 사이에 일종의 분리가 나타날 수 있으며, 이로 인해 다른 국가들이 “이동 통신, 디지털화, 인공지능, 인터넷 등과 관련해 점점 더 뚜렷하게 구분되는 두 가지 기술 영역 중 하나를 선택하도록” 강요될 수도 있다. 물론 다른 국가들이 미국과 중국의 기술 영역 모두에 대한 참여를 보장받기 위해 이중적 선택을 할 수도 있다. 그러나 이런 선택은 비용이 매우 많이 들고 비효율적일 것이다(보고서 9장 참고).

공동 어젠다로서의 인더스트리 4.0

디지털 기술은 미래 경제의 경쟁력에 매우 중요한 요인으로 간주된다. 2018년에서 2019년 사이, 소득 수준에 상관없이 모든 국가에서 범본

야 기술 중 인공지능과 로봇 공학이 과학 연구 결과물 비중을 압도했다(그림 5). 2015년 이후 저소득국가에서 나온 인공지능 연구 출판물이 증가함에 따라 상대적으로 G20 국가가 차지하는 비중은 줄어들었다(그림 6).

많은 국가들이 인더스트리 4.0 기술 도입을 촉진하기 위해서 제도 체계를 마련했다. 예컨대 남아프리카공화국은 2019년 4차 산업혁명을 위한 대통령 위원회를 설치했는데, 이 위원회는 학계, 산업계, 정부 등 다양한 배경을 가진 약 30여 명의 관계 당사자로 구성되었다. 남아프리카공화국은 인더스트리 4.0을 위한 부처간 위원회도 설치했다. 한국의 경우, 2017년부터 대통령 직속 4차산업혁명위원회를 운영해 왔다. 호주 역시 디지털 전환부를 운영하고 있으며(2015년 설립), 총리 직속 인더스트리 4.0 태스크포스(2016년 설립)를 통해 독일 및 미국의 산업체들과 협력을 촉진하고 있다.

소득 수준을 불문하고 모든 국가가 인더스트리 4.0 전략을 채택하고 있다. 한국의 ‘I-Korea 전략’(2017)은 정부의 혁신 주도 경제 정책에 따라 인공지능, 드론, 자율주행차량 등 신성장 동력에 초점을 맞추고 있다. 또 다른 예는 산업 생산성 향상에 초점을 맞추고 있는 ‘메이킹 인도네시아 4.0’이다(보고서 26장 참고). 우간다는 2020년 10월 전자 거버넌스, 도시 관리(스마트 시티), 의료, 교육, 농업, 디지털 경제에 강조점을 둔 ‘4차 산업혁명 국가 전략’을 채택했다. 현지 기업을 지원하기 위해서 우간다 정부는 2020년 모든 회계 관리자가 해외의 디지털 솔루션을 들여오기 이전에 국내 시장에서 가용한 솔루션을 먼저 이용하도록 강제하는 현지 스타트업 법안 도입도 고려하고 있다(보고서 19장 참고).

디지털 경제는 ‘디지털 카메룬 2020 전략 계획’(2017)의 초점이기도 하다. 카메룬은 로봇 공학, 디지털 제조, 컴퓨터 지원 비전에 특화된 첨단기술 센터를 설립했으며 사하라 이남 아프리카에서 유일한 3D 프린팅 센터도 설립했다. 카메룬은 2016년 수도 야운데에 국립 우편, 통신, 정보 및 커뮤니케이션 기술 대학을 새로 개편해 열었으며, 2017년부터는 컴퓨터 지원 설계(CAD) 및 그래픽 도구 활용 교육 센터도 운영하고 있다. 카메룬에는 28개의 기술 허브가 활동 중이다. 2019년 카메룬은 아프리카에서 인공지능 및 로봇 공학 관련 연구 출판물 밀도가 가장 높은 국가였다(보고서 19장, 20장 참고).

리서치 회사인 GSMA에 따르면, 아프리카의 기술 허브 중 약 25%가 일상적으로 3D 프린터, 드론 및 기타 인더스트리 4.0 기술을 사용하는 공동 작업 공간 혹은 ‘메이커 스페이스’로 분류된다. 아프리카에서 운영되는 기술 허브의 수는 2016년 314개에서 2020년 744개로 급증했다(보고서 20장 참고).

기업 디지털화를 위한 지원

호주, 지부티, 모로코를 비롯한 몇몇 국가들은 역내 디지털 허브가 되고자 한다.

그렇지만 대부분의 비즈니스는 아직까지 디지털화되지 않았다. 유럽 집행위원회는 유럽 연합 역내에 있는 회사들의 20% 정도만이 디지털화에 도달한 것으로 추정하고 있다. 모든 규모의 기업이 디지털 기술에 ‘투자하기 전에 테스트’할 수 있도록 유럽 집행위원회는 디지털 혁신 허브를 도입해 왔다.

호주의 인더스트리 4.0 전략인 ‘테크 퓨처’(2018)는 기업이 ‘스마트’ 공장으로 전환할 수 있도록 5개 대학에 ‘테스트 랩’을 설립할 것을 제안했다(보고서 26장 참고).

말레이시아는 ‘인더스트리 4.0 국가 정책’의 일환으로 2020년 7월 말레이시아 디지털 경제공사가 지급하기 시작한 ‘스마트 자동화 보조금’을 통해 기업들이 디지털화하는 과정을 돕고 있다. 이 보조금은 디지털화 프로젝트에 소요되는 총 비용의 절반 이상을 지불하는 서비스 부문 기업을 대상으로 삼아 지급된다. 한편 2021년 출범할 ‘스마트 제조 체험 센터’는 중소기업이 혁신을 시험해 볼 수 있는 ‘테스트 베드’를 제공하기 위해서 기존 플랫폼과 기술에 접근할 수 있도록 할 예정이다(보고서 26장 참고).³

한편 필리핀의 ‘SETUP 4.0(소기업 기술 향상 프로그램)’은 인더스트리 4.0 관련 분야의 혁신을 위해서 영세기업 및 중소기업에게 5백만 페소(약 10만 달러)를 제공한다. 2020년에는 장비 제공 및 직무 교육을 통해 약 800개의 기업을 지원하려는 계획이 있었다(보고서 26장 참고).

인공지능 경쟁

2016년에서 2020년 사이, 30개가 넘는 국가가 인공지능에 집중하는 전략을 채택했다. 캐나다가 인공지능의 잠재적인 사회적 영향력에 관한 국제적 논의에서 선도적인 역할을 맡으려고 노력하는 반면(보고서 4장 참고), 중국, 러시아, 미국은 인공지능 분야 자체에서 경쟁력 우위를 확보하기 위해서 분투하고 있다.

러시아의 블라디미르 푸틴 대통령은 2017년 “이 분야의 선도자가 세계의 지배자가 될 것”이라고 말하기도 했다(보고서 17장 참고).

중국인 ‘차세대 인공지능 발전계획’에 따라 2030년까지 ‘인공지능 혁신에 있어 세계 최고의 중심지’가 되는 것을 목표로 하고 있다. 중국은 이미 인공지능 특허를 가장 많이 보유한 국가이지만 해당 분야 최고 수준의 인재는 부족한 실정이다. 중국은 양자 컴퓨팅과 뇌과학을 포함하는 과학 및 공학 분야에서 2030년까지 추진할 거대 프로그램들을 이미 시작했다(보고서 23장 참고).

미국 정부가 2020년 수립한 2021년 연구 예산안에서는 양자 정보 과학과 인공지능 분야에 대한 비중이 크게 늘었다. 이 두 분야에 대한 정부 차원의 연구 투자를 2019년 대비 2022년에 2배 수준으로 늘린다는 목표 아래 이런 예산 증액이 이루어졌다(보고서 5장 참고).

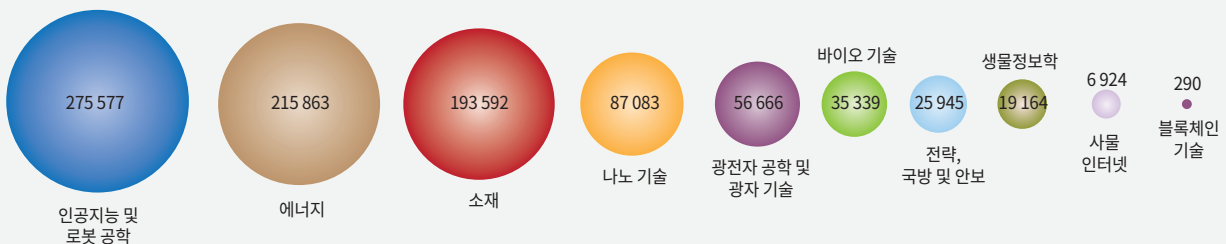
나란히 전진하는 디지털 어젠다와 녹색 어젠다

대부분의 국가는 미래의 경제 경쟁력이 디지털 사회로의 성공적인 전환 여부에 달려있다고 확신한다.

한편 2015년 지속가능발전목표의 채택은 지속 불가능한 개발 비용의 증가, 그리고 기후 변화의 충격과 더불어 여러 국가들이 녹색 전환을 최우선 과제로 삼는 계기가 되었다. 강력한 경제 성장, 기술 의존도 증가, 그리고 기온 상승이 결합해 에너지 수요를 증대시키고 있다. 예컨대 중앙아시아에서는 지난 20년간 급속한 경제 성장 때문에 전력 수요가 증가했고, 이로 인해 탄소 배출이 증가하고 기존에 수출로 올



<그림 5> 2018-2019년 범분야 전략 기술별 과학 출판물 수

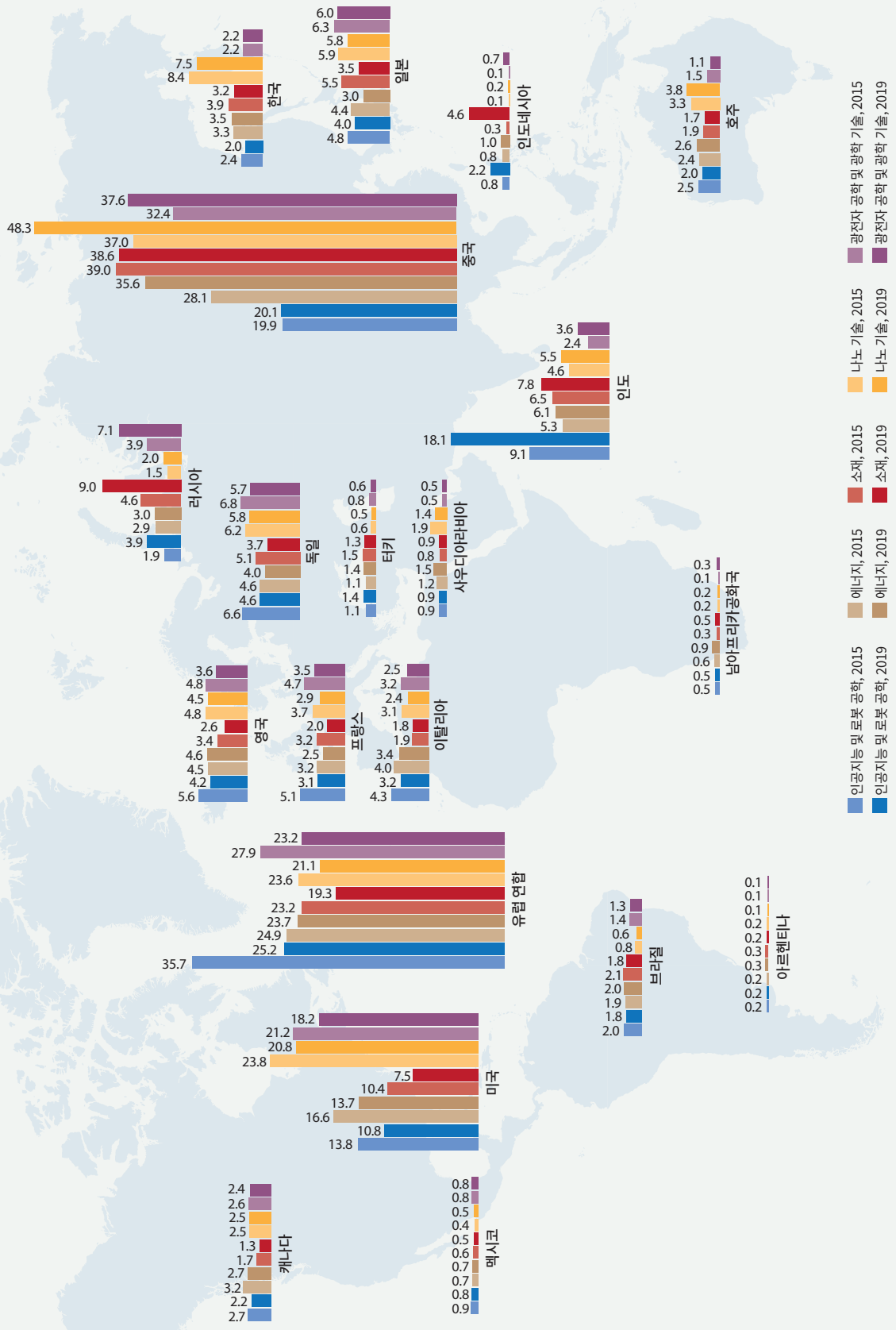


참고: 광범위한 범분야 전략 기술의 하위 분야에 대한 계량서지학적 자료는 학술지 분류에 기반함. 세부 사항은 보고서의 <부록 5> 참고. 블록체인 기술 분야에 특화된 학술지는 2018년 최초로 창간되었음.

출처: 스킵스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리



<그림 6> 2015년과 2019년, 선별된 범분야 전략 기술에 대한 과학 출판물에 G20 국가들이 차지하는 비중(%)



참고: 단일 출판물에 대한 공저자의 국적이 다른 경우 각 국가마다 집계했기 때문에 위에 표시된 비율값은 배타적이지 않음
출처: 스크로프스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외; 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

리던 이익이 잠식되었다. 우즈베키스탄 천연가스의 86%는 이제 내수용으로 공급된다(보고서 14장 참고).

여러 국가들은 미래의 경제 경쟁력이 녹색 경제 및 디지털 경제로 얼마나 빠르게 이행하느냐에 달려있다는 점을 잘 인식하고 있다. 이런 이중 어젠다는 카리콤(Caricom, 카리브공동체)이 역내 ‘에너지 정책’(2013) 및 ‘카리콤 디지털 어젠다 2025’(2019)에서 채택한 전략에도 반영되어 있다. 카리콤 회원국들은 2018년 ‘재생 에너지 및 에너지 효율을 위한 카리브해 센터’를 설립했다(보고서 6장 참고).

유럽 연합의 산업정책(2021)을 떠받치는 세 개의 기둥은 녹색 전환, 디지털 전환, 그리고 글로벌 경쟁력이다. 유럽 연합은 2021년과 2027년 사이 1조 8천억 유로에 달하는 공공 기금을 사용할 계획인데, 그중 30%는 회원국들의 녹색 전환 및 디지털 전환에 투자할 예정이다. ‘녹색’ 전환의 초점 중 하나는 순환 경제다(보고서 9장 참고).

러시아는 2018년 유라시아 경제 연합(EAEU) 의장국을 맡은 것을 기회로 삼아, 연합을 ‘재조정’할 몇 가지 분야를 제안했다. 제안 내용에는 회원국들을 위한 공동의 디지털 공간 및 에너지 시장 형성이 포함되어 있었으며, 녹색 기술, 재생 에너지 자원, 생물 공학, 나노 기술, 생체, 의학 및 우주 분야의 협력도 포함되어 있었다. 회원국들은 서로 다른 강점을 활용할 수 있는 ‘혁신 영역’ 창출을 열망하고 있다(보고서 13장 참고). 같은 해에 유라시아 경제 연합은 자체적인 ‘디지털 어젠다’를 논의하기 시작했다.(보고서 14장 참고).

다른 개발도상국과 마찬가지로, 튀니지 역시 고용을 창출하고 해외 직접 투자를 유치하기 위해서 경제를 다변화할 필요가 있다. 지식집약 산업이라는 경로를 채택하는 국가가 많아지고 있는데, 튀니지도 그중 하나다. 튀니지는 특히 자동차 및 항공 부문에서 가격 경쟁력이 뛰어나고 고도로 숙련된 노동력을 갖추고 있기 때문에 해외의 전자 회사들이 유입되었으며, 그 결과 2017년과 2018년에 사이 튀니지에 대한 해외 직접 투자는 16% 증가했다. 연간 누적 매출이 약 12억 달러에 달하는 41개의 전자 회사들은 2017년 5월 자체적으로 엘렌티카(Elentica)라는 이름의 산업 클러스터를 발족했다(보고서 17장 참고).

2018년 10월, 클러스터 소속 회사에 연구 센터를 설립하고 과학 협력을 촉진하기 위해서 엘렌티카는 튀니지 정부의 고등교육 및 과학연구부와 파트너십을 체결했다. 이 연구 센터들은 사물 인터넷, 스마트 시티, 재생 에너지, 스마트 전력망 기술, 전기 자동차, 전자 농업 등의 분야에 초점을 맞출 것이다. 기술에 기반한 다른 부문들도 가파른 상승을 경험하고 있다. 2010년에서 2018년 사이 항공 부문의 수출이 급증했으며 2012년에서 2018년 사이 제약 부문의 수출은 3배 이상 증가했다(보고서 17장 참고).

튀니지는 소득 수준을 불문하고 오늘날 모든 국가들이 직면하고 있는 도전을 전형적으로 보여준다. 디지털 및 녹색 경제로 단기간 내에 전환하면서도 한 쪽에 대한 투자를 소홀히 하거나 채무 부담을 증대하지 않아야 한다는 도전이 바로 그것이다. 지속가능발전목표 2030이 설정한 달성 시점은 이제 10년도 채 남지 않았다.

디지털 및 녹색 경제로의 이행이라는 병렬적 어젠다를 달성하려면 데이터 센터, 고성능 컴퓨터 시설, 태양광 및 풍력 발전 설비 등 인프라 개발에 대해 대규모의 동시적 투자가 필요하며, 아울러 이런 투자는 규제 개혁, 미래 인력 시장에 나올 신세대 교육, 기술 및 직업에 대한 정비와 결합되어야 한다. 여러 개발도상국들은 도로, 항만, 파이프라인, 철도 등 수송 네트워크까지 동시에 현대화해야 하므로 더 복잡한 도전에 직면하

게 된다. 예컨대 앞으로 아프리카 대륙 자유무역지대에서 상품을 수출하려면 현대적인 초국가적 운송 네트워크가 필수적일 것이다.

녹색 및 디지털 어젠다를 가장 활발하게 수용하고 있는 국가는 일본이다. 저출산 고령화 문제에 직면한 일본 정부는 지속가능하고 포용적인 사회경제적 시스템을 디지털 기술을 통해 창출하려는 성장 전략으로 ‘소사이어티(Society) 5.0’을 2017년 채택했다. 목표는 인더스트리 4.0을 넘어 일본인들의 생활 방식을 변화시키는 것이다. 에너지를 보전하면서도 주민들의 특수한 요구를 충족시키기 위해 유연하고 분산된 방식으로 주거지에 에너지를 공급할 것이며, 비행 드론은 인구가 감소하는 지역에서 우편 서비스를 제공할 것이다. 인력이 부족한 분야에서는 자율주행 차량이 밭을 갈고 로봇이 가사를 돌볼 것이다(보고서 24장 참고).

일본 정부는 소사이어티 5.0이 만성적인 경기 침체를 극복하는 수단을 제공해 줄 것으로 기대하고 있다. 내수 시장이 위축되자 일본 기업들은 해외 기업 매입을 통해 ‘시간과 노동을 구입’하는 방식으로 대응해 왔다. 그래서 투자가 일본 밖으로 유출되고 자국의 산업 기반이 공동화되는 결과가 나타났다. 디지털 산업에서 아직 주도권을 잡지는 못했지만, 첨단 가상 물리 시스템을 개발하는 과정에서 일본은 자신의 전통적 강점인 기계 및 재료 공학에 의지해 볼 수도 있다. 인공지능을 노동 현장에 적극적으로 도입함으로써 일본은 보다 덜 노동집약적인 경제에서 인구 감소 및 노령화가 약점으로 작용하지 않기를 바라고 있다(보고서 24장 참고).

사회적 불평등의 심화라는 위험

경제를 디지털화하기 위해서는 우선 사람들이 온라인 거래를 할 수 있도록 은행 계좌와 신용카드를 가지고 있어야 한다. 개발도상국에서 디지털 결제 시스템을 구축하면 전자 상거래의 출현을 촉진하고 탈세나 부패를 방지할 수 있지만, 다른 한편으로 현금 경제가 일반적인 비공식 경제 부문에서 일하는 사람들은 더 취약해질 것이다.

인도의 경제는 현금 경제다. 비공식 경제의 규모를 줄이기 위해서 인도 정부는 2016년 당시 유통되던 지폐의 86%에 해당하는 고액권 두 종류를 폐기하는 급진적 화폐개혁을 단행했다. 2014년과 2017년 사이 은행 계좌를 보유한 인도인의 비율은 53%에서 80%로 급증했으며 디지털 시장도 확대되었다. 한편 인도를 비롯한 많은 지역에서 코로나19 위기 때 물리적 거리를 유지하면서도 금전적인 거래를 하는 수단으로 온라인 결제가 매우 매력적인 선택지로 부상했다.

아프리카에서는 이동전화의 지속적 성장, 모바일 화폐 및 사물 인터넷의 결합을 활용한 첨단 기능 디지털 결제 시스템으로 인해 디지털 혁명이 뜨고 있다. 케냐는 개발도상국 중에서 디지털 신용 시장이 가장 성숙한 국가 중 하나다. 케냐에서는 2015년 디지털 대출이 전통적 방식의 대출을 추월했다. 탄자니아의 국립 데이터 센터는 2020년 디지털 결제를 지원하는 ‘N카드’를 출시했다. 2019년에 이르면 탄자니아 시골 지역에 거주하는 성인의 78%가 반경 5km 이내에서 공식 금융 서비스를 받을 수 있게 되었다.

2019년 10월, 커뮤니케이션 포트폴리오를 보유한 아프리카 국가의 장관들이 아프리카 대륙의 디지털 전환 전략을 제안하는 ‘샤름 엘 셰이크 선언’(Sharm El-Sheikh Declaration)을 채택했다. 선언식에 참여했던 장관들은 각 회원국이 ‘사이버 보안 및 개인 데이터 보호에 관한 아프리카 연합 협약’[말라보 컨벤션(Malabo Convention),

2014]을 비준하도록 권유하기도 했다. 이 협약에 따르면 비준국은 디지털 시장을 육성하고 부패에 맞서 싸우며 국내 데이터를 보호하는 규정을 개발하기 위해 현금 없는 금융 시스템을 구축해야 한다.⁵ 또한 다섯 명의 장관은 회원국들이 인공지능에 관한 아프리카의 공동 입장을 채택해야 하며, 아프리카 연합의 ‘어젠다 2063’과 ‘지속가능한 발전을 위한 어젠다 2030’에 부합하는 협력 프로젝트를 평가·추천할 수 있도록 인공지능 싱크탱크를 설립해야 한다고 촉구했다(보고서 18장 참고).

이것은 어느 지역에 내 놓아도 야심 찬 디지털 어젠다가 될 것이다. 그러나 아프리카는 아직도 대중에게 인터넷 보급을 확대하는 초기 단계에 있다. 2015년과 2019년 사이 인터넷 보급률은 0.24% 증가해 아프리카 전체 인구의 24.2%에 그쳤다(보고서 19장 참고). 통신 인프라의 확장에도 불구하고 아프리카의 많은 개인과 기업들은 여전히 인터넷에 접근할 여유가 충분치 못하며, 시장 경쟁의 부족으로 인해 인터넷 접근 비용도 여전히 비싸다(보고서 20장 참고). 하나의 예로, 2020년 10월에 마다가스카르는 동아프리카 해저 케이블 시스템에 연결되어, 가나에 이어 아프리카에서 두 번째로 빠른 고정 광대역 인터넷을 서비스를 보유하게 되었다. 그러나 인터넷 사용료를 감당할 수 있는 마다가스카르 사람은 매우 드물다.

통상 점진적으로 전개되는 과정을 몇 년으로 압축해 급속하게 경제를 현대화하고 디지털 어젠다를 진전시키는 국가가 어떤 도전에 직면하는지는 인도의 사례를 통해서 요약적으로 볼 수 있다. 인도 정부가 자국민의 은행 계좌를 확대하던 시기인 2018년, 정부의 싱크탱크인 ‘인도 변혁을 위한 국립 연구소’(NITI Aayog)는 의료, 교육, 농업 수확량 증대에 도움을 줄 ‘인공지능 국가 전략’을 발표했다. 이 전략은 스마트 시티, 스마트 모빌리티, 스마트 교통을 육성하기 위해서 시작된 것이기도 하다. 블록체인 기술 사용은 이미 인도 정부 내에서 널리 확산되어 있으며, 인도 변혁을 위한 국립 연구소는 블록체인 기술을 의약 산업, 비료 산업, 전기 및 하이브리드 차량을 생산하는 자동차 산업, 확장세에 있는 재생 에너지 산업에도 효과적으로 활용할 기회를 탐색 중이다.

2015년 인도 정부는 100여 개 도시를 인도 최초의 스마트 시티로 선정했는데, 이 도시들의 누적 인구는 약 9,960만 명에 달했다. 전 세계적으로 스마트 시티가 크게 증가하고 있기는 하지만 아직 보편적으로 받아들여지는 스마트 시티의 정의는 없다. 인도식 스마트 시티의 정의는 디지털 기술과 지속가능 기술을 결합해 물, 위생, 전기, 교육, 의료 서비스, 안전하고 저렴한 주택, 효율적인 도시 이동을 제공하는 것이다. 그렇지만 이런 스마트 시티가 사회적 불평등을 악화시킬 위험도 존재한다. 인도 정부의 주택 및 도시부(Ministry of Housing and Urban Affairs)에 따르면 스마트 도시 형성 자금의 80%가 지역 기반 개발에 투여될 예정인데, 이렇게 되면 도시 인구의 극히 일부만이 혜택을 받는 결과로 이어질 것이다(보고서 22장 참고).

디지털 전환 및 녹색 전환이라는 이중 전환이 사회적 불평등을 악화시키는 잠재력을 가지고 있다는 우려는 특히 일자리가 광범위하게 대체된다는 전망으로 인해 첨예하게 나타난다. 디지털 전환의 경우 자동화가 가장 심각한 걱정거리이며, 녹색 전환의 경우 석탄 발전소처럼 현재 대량의 노동력이 고용되어 있는 대규모 오염 산업이 단계적으로 폐지될 수도 있다는 전망이 가장 심각한 걱정거리다. 이러한 우려 때문에 어떤 국가는 신규 석탄 발전소가 비경제적으로 판명된다는 점

을 잘 알면서도 허가를 내 주기도 한다.

유럽 집행위원회는 디지털 및 녹색 경제의 전환으로 인해 특정 산업에서 사라지는 일자리가 다른 곳에서 창출될 수 있도록 보장하려고 한다. ‘공정한 전환 메커니즘’은 맞춤형 자원을 제공함으로써 가장 취약한 회원국이 경험하게 될 격동을 경감시키고자 한다. 2020년 1월 유럽 집행위원회는 누적 총액 최소 1조 유로 규모의 공공 및 민간 투자금을 동원해 ‘유럽 그린딜의 지속가능한 유럽 투자 계획’을 제시했는데, 앞서 소개한 메커니즘은 그 계획의 일부다(보고서 9장 참고).

자동화에 대한 불안감

아직까지 인더스트리 4.0이 광범위한 일자리 소멸로 이어지지는 않았다. 라틴아메리카에서는 핀테크 및 자동화의 증가로 인해 혁신에 의존하는 제품, 가공, 서비스에 대한 투자가 늘고 있지만 아직 고용 부문까지 그 영향력이 나타나지는 않고 있다. 멕시코의 경우 2018년 집계된 산업용 로봇은 5,700대로, 자동화 부문에서 세계 9위를 차지했다. 이 로봇들의 절반은 자동차 산업 부문에서 설치한 것이다. 이렇게 많은 산업용 로봇은 멕시코 현지에서 조립 공장을 보유한 자동차 제조업체가 미국, 유럽, 아시아로부터 수입한 것이다(보고서 7장 참고).

인도에서도 제조업이 수입 로봇의 가장 큰 비중을 차지하고 있다.⁶ 2000년부터 2016년까지 로봇 수가 연 평균 64%씩 증가하기는 했지만, 그 영향력의 규모는 제조업 전체 고용의 10% 이하이다. 그렇지만 관련 기술이 빠르게 발전함에 따라 가까운 미래에 많은 업무가 자동화될 가능성이 있다. 그렇게 되면 인도뿐만 아니라 다른 지역에서도 고용 환경이 근본적으로 변화될 수 있다(보고서 22장 참고).

전통적인 제조업의 쇠퇴는 미국에서도 민감한 문제가 되었다. 2000년과 비교해 2017년의 미국 제조업 생산량은 최소 5% 증가했지만, 자동화가 널리 도입됨에 따라 제조업 부문은 더 자본집약적이고 덜 노동집약적으로 변화했다. 2000년과 2017년 사이 미국에서는 약 550만 개의 제조업 일자리가 사라졌다(보고서 5장 참고).

이런 하락은 오늘날 제조업 부문이 더 정교해지면서 미국 내에서 기술 불일치가 나타났기 때문일 수도 있다. 표준화된 작업을 수행하는 고졸 이하 노동자는 대졸자에 비해 고도의 자동화가 가능한 직업에 종사할 확률이 4배 이상 높다. 히스패닉 혹은 아프리카계 고졸 이하 미국 노동자 1,200만 명이 이미 자동화로 인해 대체되었다. 앞으로 수십 년 동안 미국 일자리의 약 25%(2016년 기준 3,600만 개)가 자동화로 인해 사라질 가능성이 있는 것으로 추정된다(보고서 5장 참고).

미국에서 나타나는 비교적 새로운 현상은 급여 수준이 높은 대도시 지역 고급 기술 분야 전문 직종도 인공지능의 위협을 받고 있다는 것이다. 이런 경향을 고려하면, 진로 선택이나 직업 훈련 프로그램을 상당 부분 재구성할 필요가 있다고 판단된다(보고서 5장 참고).

이중 전환의 핵심에 위치하는 에너지 문제

재생 에너지는 코로나19 팬데믹이 절정에 달했을 때 유일하게 성장을 계속한 에너지 분야였으며, 재생 에너지에 대한 수요는 앞으로도 증가할 것으로 보인다. 특히 풍력 및 태양 에너지 기술의 발전으로 인해 재생 에너지는 다른 에너지 대안보다 비용대비 효율이 높아졌다(보고서 2장 참고).

에너지는 디지털 전환과 녹색 전환 모두에서 핵심적이다. 국제에너지 기구에 따르면 현재 사하라 이남 아프리카에서는 인구의 약 절반

(48%) 정도만이 전기를 사용할 수 있다. 보편적 전기 보급 없이는 산업 화도, 디지털 경제도 불가능하다는 사실을 정부도 잘 인식하고 있다. 전력망 확대를 용이하게 하기 위해 아프리카 연합의 ‘어젠다 2063’ 전략은 재생 에너지에 대한 투자를 높은 우선 순위로 두고 있다.

남아프리카 개발공동체(SADC)는 역내의 전기 보급 상황을 개선 하기 위해서 2015년 나미비아에 ‘에너지 및 에너지 효율 센터’를 설립 했다. 2015년과 2018년 사이 남아프리카 지역의 전력 생산량에서 재생 에너지가 차지하는 비중은 24%에서 39%로 급증했다. 대부분의 프로젝트는 풍력과 태양 에너지 발전이었으며 수력 발전도 있었다(보고서 20장 참고).

동아프리카 지역에서는 지열 발전으로 생산된 전력이 케냐 전체 구의 35%에 공급되고 있다. 2019년 11월, 케냐는 지열 에너지 생산 능력에서 아이슬란드를 제치고 세계 8위에 올라섰다. 2008년 재생 에너지를 강조하는 ‘케냐 비전 2030’이 발표된 이후, 케냐에서는 지열 에너지 부문의 발전이 가속화되어 왔다.

카리브해와 남태평양의 도서 국가들에서는 재생 에너지가 값비싼 화석 연료의 수입을 줄이고 에너지 독립성을 높이는 수단으로 인식되고 있다. 태평양의 6개 도서 국가는 10년 이내에 전력 생산을 100% 재생 자원으로부터 하는 것을 목표로 삼았다(보고서 26장 참고). 카리브해의 5개 국가는 녹색기후기금의 지원을 받아 해당 국가에 매장된 방대한 지열 자원을 활용하는 프로젝트에 착수했다(보고서 6장 참고).

많은 국가들이 예측할 수 없는 강우량(예컨대 스리랑카와 잠비아)이나 안전 문제 때문에 수력 발전 프로젝트를 폐기하고 있다. 브라질의 수자원 및 위생 관리국은 2018년 보고서에서 45개의 댐이 매우 위험한 상태에 놓여있다고 경고했으며, 그에 따라 정부는 아마존 지역의 거대 수력 발전 프로젝트를 종료한다고 발표했다(보고서 8장 참고). 한편 콩고민주공화국에서는 거대 수력 발전소가 들어설 예정이다(보고서 20장 참고).

재생 에너지 개발 프로젝트는 전 세계적으로 매우 많다. 2018년 세계 전력 생산량의 약 16%는 수력에서 나왔으며 10%는 태양, 풍력, 바이오 연료 및 바이오매스에서 나왔다. 그렇지만 여전히 많은 국가는 자체적으로 재생 에너지 기술을 개발하거나 적용하기보다는 외국의 기술 패키지를 수입하는 단계에 있다.

산업화 및 인프라 발전의 경로와 연구개발의 경로가 서로를 강화하는 것이 바람직하지만, 양자는 종종 개별적으로 진행된다(보고서 21장 참고). 그래도 대부분의 국가들은 그 두 과정을 연결시키려고 노력한다. 이란의 ‘현지 콘텐츠 필수 정책’(2016)은 국제 협약을 맺거나 주요 국가 프로젝트를 추진할 때 “현지 기술 및 훈련을 포함해야 한다”는 조항을 도입했다. 사우디아라비아의 ‘2030 비전’은 2030년까지 수입 군사장비의 50%를 현지에서 제조한다는 목표를 세웠다. 에콰도르는 2009년 일련의 운반 정전 사태를 겪은 후 정부가 에너지 인프라 및 재생 에너지 전환에 투자의 우선 순위를 두었고, 결국 과학자들이 스마트 전력망 기술 분야에서 전문화를 달성할 수 있었다(보고서 2장, 7장 참고). 루타는 2022년까지 전국에 10개의 제작 실험실(FabLab)을 설립할 계획이다. 제작 실험실의 구성품을 수입하지 않고 현지에서 생산해 대체할 수 있도록 연구하는 실험적 프로그램(‘Fab4Fab’) 역시 진행 중이다(보고서 21장 참고).

정책적인 과제 중 하나는 지속가능한 발전이라는 어젠다가 상이한 여러 경제 부문에 걸쳐 모두 실행될 수 있도록 하는 것이다. 예컨대 몽

골이 수립한 ‘국가 에너지 정책’(2015)은 풍력 및 태양 에너지 개발에 초점을 맞추고 있으며 ‘녹색 발전 정책’(2014-2030)은 2030년까지 전체 에너지 소비의 30%를 재생 에너지로 전환한다는 목표를 설정하고 있다. 그렇지만 몽골의 ‘2015-2030 국가 산업 정책’(2015)은 녹색 산업을 우선 순위로 두고 있지 않다(보고서 14장 참고).

도입되는 원자력, 폐지되는 원자력

원자력 발전소를 짓는 데는 수십 억 달러가 소요되며, 그 수명은 약 40년 정도다. 현재 원자력 발전량의 25% 정도를 생산하는 원자력 발전소가 2025년까지는 폐쇄되어야 한다(보고서 2장 참고). 이집트, 아랍에미리트(보고서 17장 참고), 몽골(보고서 14장 참고), 잠비아(보고서 20장 참고)를 포함한 많은 개발 도상국이 원자력 발전소를 세울 계획을 가지고 있다.

한편 한국은 2019년부터 2040년 사이에 실행할 ‘제3차 에너지기본계획’에 맞추어 점진적으로 원자력을 감축하고, 그에 따른 전력 손실을 보충하기 위해 수소 에너지를 개발하고 있다. 한국은 원자로 건설의 선두 주자이기 때문에 원자력의 단계적 폐지가 한국의 글로벌 경쟁력을 약화시킬 것이라는 우려가 있다. 또한 2017년 재생 에너지가 한국의 1차 에너지 공급량의 5%를 차지했다는 점을 고려할 때, 2020년까지 재생 에너지의 비율을 20%까지 올린다는 목표에 도달하려면 인프라에도 상당한 투자가 필요할 것이다. 한 가지 전략은 토질이 저하된 땅에 농민들이 태양광 패널을 설치하도록 지원하는 것이다(보고서 25장 참고).

수소 연료 전지 기술의 개발은 일본의 ‘장기 에너지 공급 및 수요 전망’(2015)의 초점이기도 하다. 동일본대지진(2011) 이후 2013년부터 2015년까지 일본의 원자력 발전소는 의무 점검 및 개선을 위해 한 동안 폐쇄되었다. 이로 인한 전력 손실을 보충하기 위해 일본은 석유, 가스, 석탄 수입에 대한 의존도를 높였다. 비싼 전기 요금 때문에 태양 에너지 발전 시설 설치의 지지부진했고, 이는 산업계에도 부담이 되었다. 이런 상황은 2018년 소비자들이 지불하는 태양 및 풍력 발전 전기료 고정 가격 인하를 촉발시켰고, 소비 시장의 자율화를 가져왔다.

일본(보고서 24장 참고)과 우크라이나(보고서 12장 참고)가 세계 최악의 원전 재난 현장인 후쿠시마(2011)와 체르노빌(1985)에서 태양광 발전소를 건설하고 있다는 사실은 꽤 상징적이다.

저항에 직면하는 에너지 전환

개발도상국들은 녹색 금융을 이용하기 위해 국제 파트너와 협력하고 있다. 예컨대 카자흐스탄은 2017년부터 유럽부흥개발은행과 녹색기후기금의 공동 기금을 통해 ‘카자흐스탄 재생 에너지 기본 체계’라는 프로젝트를 운영했으며, 그 일환으로 발전차액 지원제도(feed-in tariff) 및 태양광 프로젝트 경매 입찰 계획을 마련했다. 개발도상국의 경제 기반이 종종 광업 부문에 있다는 점을 고려할 때, 이들 국가가 직면하는 도전 중 하나는 광업 부문에 대한 혁신 요구가 재생 에너지 부문에 대한 투자 요구와 경쟁 관계에 놓인다는 점이다(보고서 14장 참고).

점점 더 많은 개발도상국이 광업이나 석유 및 가스 탐사로 얻은 수익을 ‘녹색’ 전환 자금으로 사용하고 있다. 가이아나는 해양 석유 및 가스 매장지를 발견해 수익을 얻자, 2019년 석유 판매 수익을 재생 에너지 전환에 투자하는 ‘주권 국부 기금’을 만들었다(보고서 6장 참고).

세네갈은 ‘전략 투자를 위한 주권 기금’(2012년 설립)을 통해 석유 및 가스로부터 얻은 수익을 사용해, ‘세네갈 부상 계획’(2014)이 우선시하는 태양 에너지, 농업, 보건 분야 중소기업들에게 자본금을 투자했다(보고서 18장 참고). 몽골의 ‘녹색 개발 정책’(2014-2030)은 지속 가능한 발전을 장기적으로 지원하는 방법의 하나로 광업 부문에서 얻은 수익을 활용해 주권 국부 기금을 마련하고, 이를 통해 광업 및 제련 산업 발전을 균형 있게 만들려는 계획을 가지고 있다(보고서 14장 참고).

산업화된 국가들에서 점진적으로 재생 에너지로 전환하자는 움직임은 화석 에너지를 지지하는 사람들로 부터 저항을 받기도 했다. 예컨대 파리 협정이 체결된 후 4년(2016-2019) 동안 캐나다, 중국, 유럽, 일본, 미국의 35개 은행이 총 2조 7천억 달러를 화석 연료에 투자했다(보고서 2장 참고).

그렇지만 변환의 흐름도 있었다. 2017년 아일랜드 의회가 80억 유로(약 95억 달러)에 달하는 아일랜드 전략 투자 기금을 석탄, 석유, 가스 분야에서 회수하는 법안을 통과시켰을 때, 아일랜드는 화석 연료에 대한 공공 지출을 완전히 다른 곳으로 돌리는 최초의 국가가 되었다(보고서 2장 참고).

2019년, 노르웨이 의회는 1조 달러가 넘는 세계 최대 규모의 노르웨이 국부 기금에서 8개의 석탄 회사와 150개가 넘는 석유 생산업체들에 대한 투자액인 130억 달러를 철회하라고 요구하는 법안을 통과시켰다(보고서 11장 참고).

기후 문제에 민감한 발전 개념에 더 익숙해진 정부들

각국 정부는 기후 문제에 민감한 발전 정책이 필요하다는 것을 점점 더 인식하게 되었다. 예컨대 모잠비크는 기후 복원력이 있는 인프라에 투자하고 있으며, 잠비아는 ‘스마트 기후 농업 투자 계획’을 채택했다(보고서 20장 참고).

지부티는 2021년 ‘지구적 변화에 관한 지역 관측소’를 출범할 계획이다. 기후 변화가 동아프리카의 취약한 생태계에 미치는 영향, 치쿰 구니야나 코로나19와 같은 신종 질병 등에 대해서 이 센터가 연구할 수 있도록 국제원자력기구(IAEA)는 정교한 과학 장비를 제공했다(보고서 19장 참고).

캄보디아는 2017년 ‘캄보디아 기후 변화 전략 계획 2014-2023’에 따라 기후 변화 해결을 위해 공공 지출의 1%를 투자하기로 한 목표를 달성했고 발표했다. 그러나 데이터 및 기술의 부족, 그리고 기후 스마트 투자를 원하는 기업에 투자할 자금의 부족 때문에 캄보디아에서 그런 방향으로의 진전은 순탄치 않은 상황이다(보고서 26장 참고).

카리브해 지역에서는 강력하고 파괴적인 허리케인이 연달아 발생했고, 그로 인해 보다 회복력 있는 인프라를 구축해야 한다는 데 관심이 집중되었다. 인프라 구축에는 대규모의 자본 투자가 필요한데, 경제 규모에 비해 공적 부채가 이미 세계에서 가장 높은 수준인 카리브해 국가들에게는 이런 투자가 재정 부담을 가중시킬 것이다. 카리브해 지역을 세계 최초의 기후 스마트 지역으로 만든다는 야심 찬 목표를 내건 ‘카리브해 기후 스마트 가속 프로그램’을 수립하기 위해서 2018년 ‘의지 연합’이 결성되었다. 이 의지 연합에는 동카리브 국가기구, 미주개발은행, 세계은행 등을 포함해 26개국 40개 이상의 민간 및 공공 부문 파트너가 참여했다(보고서 6장 참고).

탄소 포집 및 저장 산업은 지구 온난화를 제한하는 데 필수적이라고

간주됨에도 불구하고 아직 초기 단계에 있다. 노르웨이의 에너지 기업인 에퀴노르(Equinor)는 유럽에서 최초로 탄소 포집 및 저장을 산업 규모로 실행할 수 있도록 하는 프로젝트를 개발하고 있다(보고서 11장 참고).

연방제 거버넌스 시스템에서는 연방 정부 정책과 주 정부 정책 사이에서 불일치가 나타나는 경향이 있기 때문에, 기후 변화를 경감하고 그에 적응하기 위한 포괄적 국가 전략을 수립하는 일이 순탄치 않다. 캐나다, 미국, 호주가 바로 그런 경우에 해당한다(보고서 4장, 5장, 26장 참고).

아직 주류에 진입하지 못한 지속가능성 과학

경제 성장과 관련된 모든 지속가능발전목표 중에서 2000년부터 2013년 사이 가장 많은 공식 개발 지원을 받은 것은 산업, 혁신, 인프라(SDG9)에, 그리고 지속가능한 도시 및 공동체(SDG11)에 초점을 맞춘 것으로, 각각 1,300억 달러, 1,470억 달러의 지원금이 투입되었다(보고서 2장 참고).

책임 있는 소비와 생산(SDG12), 기후 행동(SDG13), 해양 생태계(SDG14), 육상 생태계(SDG15)와 연계된 지속가능발전목표는 2000년부터 2013년 사이 기부자들로부터 가장 주목을 받지 못했다. 해당 기간 동안 이들 분야에서 받은 기부금 총액은 250억 달러에도 못 미친다(보고서 2장 참고).

이런 자금 조달 패턴은 결과에도 반영되었다. 평균적으로 보아 환경과 관련된 핵심 목표인 기후 행동(SDG13), 해양 생태계(SDG14), 육상 생태계(SDG15) 관련 분야의 국가적 발전이 전 세계적으로 가장 저조했다(보고서 2장 참고).

유네스코에서 지속가능발전목표와 관련성이 높은 56개 연구 주제를 분석한 결과도 비슷한 결론에 도달했다(그림 7, 보고서 2장 참고). 지속가능성 과학은 아직 세계적 수준의 학술 출판에서 주류가 아니라는 점이 확인되었다. 예컨대 기후 변화에 대비한 작물 연구는 2011년에서 2019년 사이 전 세계 과학 연구 결과물에서 겨우 0.02% 정도의 비중을 차지할 뿐이었다.

산업, 혁신, 인프라(SDG9)와 관련된 주제 연구는 더 활발했다. 연구대상 193개국의 거의 3분의 1인 59개국에서 2011년에서 2019년 사이 배터리 효율 향상에 관한 연구 출판이 최소 2배로 늘었다. 스마트 전력망 기술 분야(55개국), 전기차나 하이브리드 차량과 같은 지속가능한 교통 기술 분야(50개국)에서도 비슷한 증가세를 보였다(보고서 2장 참고).

주목할만한 점은 중국이 배터리 효율 향상 분야(전 세계의 53%), 수소 에너지 분야(43%), 탄소 가격제 분야(41%)에 대한 연구 성과 출판을 20% 이상 늘렸다는 점이다(보고서 2장 참고). 탄소 포집 및 저장 분야에 대해서 중국은 세계를 선도하는 국가가 될 태세를 갖추었다. 이 분야의 선도 국가라고 할 수 있는 6개국, 즉 캐나다, 프랑스, 독일, 네덜란드, 노르웨이, 미국의 연구 성과는 감소했지만 중국의 연구 성과는 증가했다(보고서 2장 참고).

세계 에너지 전환 문제가 매우 우선시되고 있음에도 불구하고, 청정 화석 연료 기술, 풍력 및 태양광 기술을 포함한 지속가능한 에너지 관련 9개의 연구 주제에 대한 출판은 2016년에서 2019년 사이 전 세계 과학 출판의 2.4%에 그쳤다. 그래도 2012년에서 2015년 사이의 비중이었던 2.1%에서 약간 상승하기는 했다(보고서 2장 참고).

규모가 작고 발전하는 과정에 있는 과학 체계로부터 산출된 국가적

성과에서는 지속가능성 관련 주제가 훨씬 더 큰 비중을 차지한다. 2011년에서 2019년 사이 성장이 가장 두드러진 곳은 바로 그런 과학 체계를 가진 국가들이었으며 에콰도르, 인도네시아, 이라크를 예로 들 수 있다(그림 7). 또한 이들 국가는 기후 변화의 최전선에 위치하며 상품 수출에 의존하는 경향이 있다. 2011년 이후 저소득국가 출신 연구자들이 산출한 태양광 발전 분야 과학 출판물의 세계 점유율은 7.6%에서 21.6%로 급증했으며, 바이오 연료 및 바이오매스 분야의 경우 점유율은 6.2%에서 21.2%로 급증했다. 같은 시기 저소득국가 자체에서 발행한 태양광 발전 관련 출판물의 세계 점유율은 0.2%에서 1.4%로 증가했다(보고서 2장 참고).

정책 동향

웰빙(well-being)으로의 초점 전환

부탄의 1729년 법전에는 “정부의 목적은 국민에게 행복을 제공하는 것”이라고 명시되어 있다. 부탄은 국가 정책을 지속가능발전목표에 맞게 조정하는 데 어려움이 없다. 왜냐하면 부탄의 ‘국민 총 행복’ 철학은 그런 어젠다를 반영하는 4개의 기둥, 즉 1) 지속가능하고 공평한 사회경제적 발전, 2) 문화의 보존 및 진흥, 3) 환경의 보존 및 지속 가능한 이용과 관리, 4) 올바른 거버넌스의 증진에 토대를 두고 있기 때문이다. 부탄 정부의 ‘제12차 5개년 계획’(2018-2023)에서 이 4개의 기둥은 ‘어젠다 2030’과 높은 상관관계를 가진 16개의 국가 핵심 성과 영역으로 변환되었다(보고서 21장 참고).⁷

지속가능발전목표를 채택함에 따라 많은 국가들은 소득 및 GDP를 인간 중심으로 구성하는 주류 초점을 넘어서 웰빙 지표를 확장했다. 2015년 뉴질랜드 재무부가 채택한 ‘생활 표준 프레임워크’는 경제협력개발기구(OECD)에서 발행한 ‘삶의 질’ 보고서에서 영감을 받은 것으로, 웰빙을 평가하는 새로운 수단을 제공한다. 이 프레임워크 하에서 뉴질랜드는 ‘세대 간 지속가능한 웰빙’을 정책 결정 및 자연자원 관리의 핵심 목표로 격상했다(보고서 26장 참고).

에콰도르의 ‘국가 개발 계획 2017-2021: 완전한 삶’은 “국가 정책으로서 지표들을 인간화하고 취약 집단의 면면을 변화시키고자 하는” 로드맵을 제시했다. 이 계획이 제시한 8가지 목표는 모두 지속가능발전목표와 궤를 같이하고 있지만, 전체 투자액의 60% 정도는 “모든 사람에게 양질의 삶을 보장하고 동등한 기회를 보장”하는 데 집중적으로 투여된다(보고서 7장 참고).

볼리비아의 국가 평가 보고서(2015)는 지속가능발전목표를 향한 진전을 ‘참살이’ 혹은 ‘잘 살기’(Vivir Bien)로 개념화했다. 이 개념은 “자본주의에 대한 문명적이고 문화적인 대안”으로 정의되며, “자연과 조화를 이루면서 지구적 기후 위기에 대해 구조적 해결을 제시할 수 있는 포괄적 비전으로 연계”된다. 해당 보고서를 통해 볼리비아는 총 전력 생산량에서 대체 에너지원의 비율을 2010년 2%에서 2030년 9%까지 늘리겠다는 목표를 제시했다(보고서 7장 참고).

아이슬란드의 ‘정책 및 실행 계획 2017-2019’는 기술이 미래의 사용자에게 끼칠 수 있는 부정적 영향력을 고려하면서, 4차 산업혁명 기간 동안 단순히 ‘경제적 성장’이 아닌 ‘질적 성장’을 보장하기 위해서 연구개발의 역할이 중요함을 강조했다. 아이슬란드의 ‘정책 및 실행 계획’이 명시적으로 기술 평가를 언급하지는 않았지만 그 이면에

있는 철학은 분명해 보인다(보고서 11장 참고).

아이슬란드의 ‘정책 및 실행 계획 2017-2019’는 시민들이 정책 설계, 혁신, 연구에 더 밀접하게 참여할 것을 요청한다. 2019년 말에 발표된 정책 시행 현황에 관한 중간 보고서에 따르면, 공공 협의를 조직화함으로써 연구의 우선 순위를 아이슬란드 국민의 요구에 더 가깝게 만들 수 있었다고 한다. 또한 공공 협의를 통해 아이슬란드 국민들이 가장 신경 쓰는 문제가 환경 문제라는 점도 확인되었다.

지역 경제 활성화를 위한 스마트 특성화

모든 국가가 직면하는 과제 중 하나는 국가 경제의 성장 혜택이 모든 지역으로 돌아가도록 만드는 것이다. 연구와 혁신은 종종 도시 지역에 집중되곤 한다. 따라서 지방에도 더 큰 자율성을 부여하기 위해서 특정 장소에 기반해 혁신을 추구하는 방식, 즉 스마트 특성화에 대한 관심이 높아지고 있다.

2014년부터 2020년 사이 유럽 연합에서 회원국이 ‘유럽지역발전 기금’의 지원을 받을 수 있는 조건은 해당 지역에서 스마트 특성화 전략을 개발하는 것이었으며, 개발하는 기술에 대한 선택권은 지역 기업에게 주어졌다. 특성화 분야가 유사한 지역들은 산업 현대화, 에너지, 농식품을 중심 테마로 하는 플랫폼 안에서 서로 협력하고 있다. 한편 대다수의 지역은 지속가능한 에너지를 스마트 특성화 전략 분야로 선택했다.

동남유럽 국가들은 유럽 연합으로 통합되기 위한 전제 조건으로 유럽 집행위원회와 협력하면서 자체적인 스마트 특성화 전략을 개발하고 있다(보고서 10장 참고). 유럽 집행위원회는 스마트 특성화 개념을 지속가능발전목표의 이행과 통합하기 위해서 유엔과도 협력하고 있다(보고서 9장 참고).

고도로 중앙집권화된 한국에서는 지방자치를 증진하는 일이 최우선 과제 중 하나다. 2017년 ‘제4차 지방과학기술진흥종합계획(2013-2017)’에 따라 각 도는 자체적인 우선 순위를 중심으로 특성화 클러스터를 조성하도록 권장되었다. 이러한 클러스터 개발은 공기업, 정부 출연연구기관 등 공공기관을 지방으로 이전하는 방식으로 지원되었다(보고서 25장 참고).

파나마도 ‘전략 계획 2019-2024’에서 혁신을 위한 국토 개발 어젠다를 정의할 때 스마트 특성화 접근법을 채택했다. 중요하게도 이 전략 계획에는 2024년까지 연구개발비 국내 총 지출(GERD)을 기존의 두 배 수준인 GDP 대비 0.33%까지 늘린다는 목표도 포함되어 있다(보고서 7장 참고).

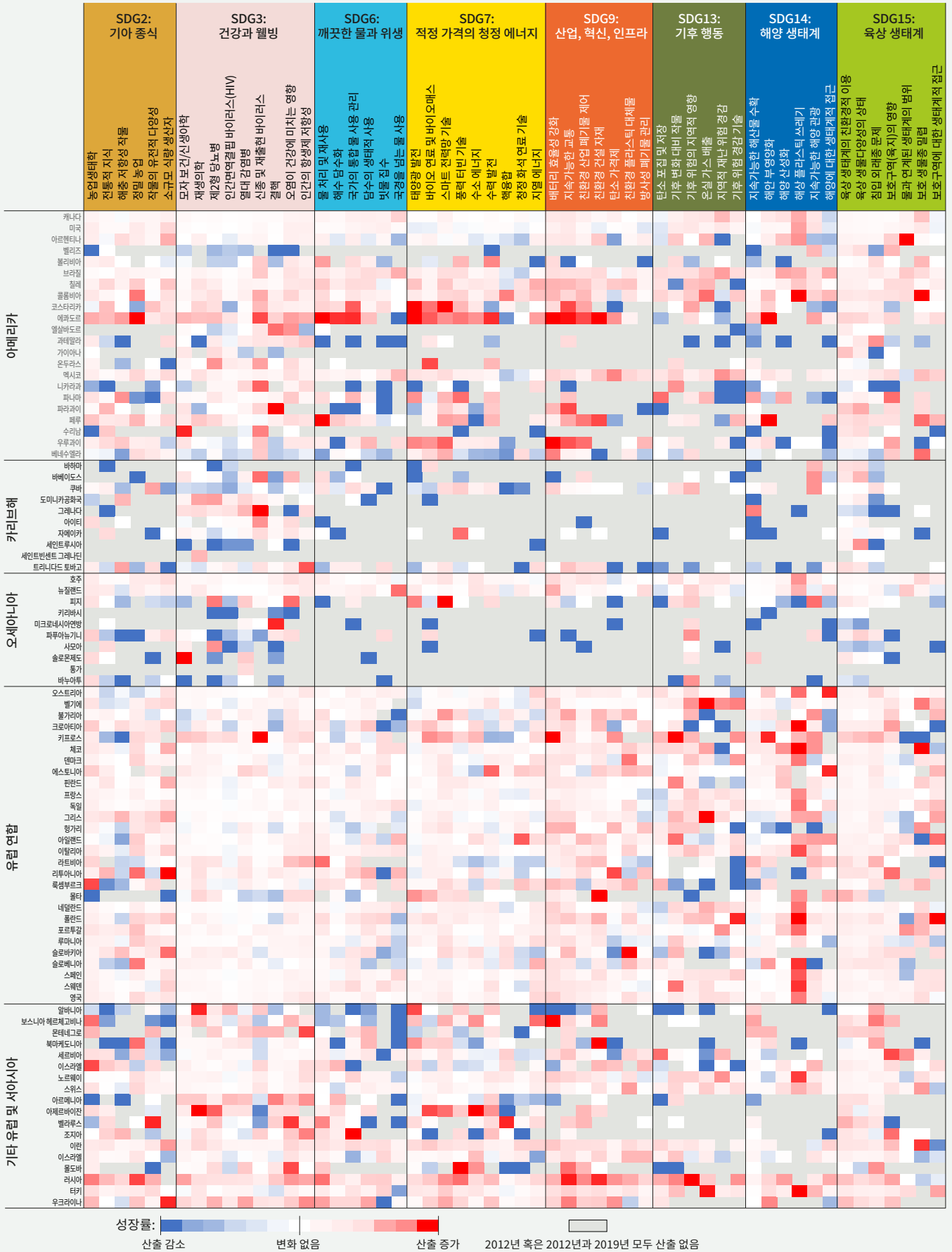
‘러시아 과학의 새로운 지리학’을 창출하기 위해 러시아는 선별된 지역으로 연구 기능을 분산시키고 있다. 목표는 세계적 수준의 연구 및 교육 센터를 선별 지역에 설립하는 것이며, 이를 통해 경쟁력 있는 새로운 기술과 제품을 개발하고 각 지역의 스마트 특성화 프로필에 맞는 전문가를 양성할 계획이다. 해당 분야에 관심을 가진 기업들과 협력 관계를 형성하고 선도적인 연구 기관 및 대학을 모음으로써, 이런 센터들은 콘소시엄으로 조직화될 것이다(보고서 13장 참고).

유럽의 새로운 초점이 된 임무 지향적 정책

라틴아메리카는 임무 지향적 정책의 선구자다. 임무 지향적 정책은 20년 전 브라질이 부문별 기금 형태로 처음 도입했고, 이후 아르헨티나, 콜롬비아, 멕시코, 우루과이를 비롯한 이 지역 다른 국가들이 모방



<그림 7> 2012년에서 2019년 사이 SDG 관련 56개 주제에 관한 과학 출판물의 변화를 보여주는 히트맵



참고: 성장률은 2016년부터 2019년 사이 간행물 수를 2012년부터 2015년 사이 간행물 수로 나누어서 계산함. 인구가 12만 이하인 국가는 표시하지 않음. 전체 데이터베이스는 '유네스코 과학 보고서' 웹 포털에서 찾아볼 수 있음.

	SDG2: 기아 종식	SDG3: 건강과 웰빙	SDG6: 깨끗한 물과 위생	SDG7: 적정 가격의 청정 에너지	SDG9: 산업, 혁신, 인프라	SDG13: 기후 행동	SDG14: 해양 생태계	SDG15: 육상 생태계
	농업대학 전통적 지식 해충 저항성 작물 정밀 농업 작물의 유전 다양성 소규모 식량 생산자	재생의학 지2형 당뇨병 인간면역결핍바이러스(HIV) 열대 감염병 신종 및 재출현 바이러스 결핵 오염이 건강에 미치는 영향 인간의 환경제 저항성	물처리 및 재사용 해수 담수화 국가의 통합 물 사용 관리 담수의 생태적 사용 빗물 집수 국경을 넘는 사용	태양광 발전 바이오 연료 및 바이오메스 스마트 전력망 기술 풍력 터빈 기술 수소 에너지 수력 발전 핵융합 청정 화석 연료 기술 지열 에너지	배터리 효율성 강화 지속가능한 교통 친환경 산업 폐기물 제어 친환경 건설 자재 탄소 가격제 친환경 플라스틱 대체물 방사성 폐기물 관리	탄소 포집 저장 기후 변화 대비 건물 기후 위험의 지역적 영향 운송 기술 배출 자연적 재난 위험 경감 기후 위험 감당 기술	지속가능한 해산을 수화 해양 부영양화 해양 산성화 해상 플라스틱 쓰레기 지속가능한 해양 관광 해양에 대한 생태계적 접근	육상 생태계의 친환경적 이용 육상 생물 다양성의 상태 침입 외래종 문제 보호구역(육지)의 영향 물과 연계된 생태계의 범위 보호 생물종 멸종 보호구역에 대한 생태계적 접근
사하라 이남 아프리카	앙골라							
	베냉							
	보츠와나							
	부룬디							
	부룬디							
	카메룬							
	키보베르데							
	콩고민주공화국							
	차드							
	코모로							
	콩고민주공화국							
	코트디부아르							
	콩고공화국							
	지부티							
	적도 기니							
	에리트레아							
	에스와티니							
	에티오피아							
	가봉							
	감비아							
가나								
가나								
가나비사우								
케냐								
레소토								
라이베리아								
마다가스카르								
말라위								
말라위								
모리셔스								
모잠비크								
나미비아								
나제르								
나이지리아								
르완다								
상투메 프린시페								
세네갈								
시에라리온								
소말리아								
남아프리카공화국								
남수단								
토고								
우간다								
탄자니아								
잠비아								
잠비아								
아랍 국가들	알제리							
	바레인							
	이집트							
	이라크							
	요르단							
	쿠웨이트							
	레바논							
	리비아							
	모리타니							
	모로코							
	오만							
	팔레스타인							
	카타르							
	사우디아라비아							
	수단							
시리아								
튀니지								
아랍에미리트								
예멘								
중앙아시아	카자흐스탄							
	키르기스스탄							
	몽골							
	타지키스탄							
	투르크메니스탄							
우즈베키스탄								
동아시아 및 동남아시아	브루나이							
	캄보디아							
	중국							
	인도네시아							
	일본							
	북한							
	한국							
	라오스							
	말레이시아							
	미얀마							
필리핀								
싱가포르								
태국								
동티모르								
베트남								
남아시아	아프가니스탄							
	방글라데시							
	부탄							
	인도							
	네팔							
파키스탄								
스리랑카								

출처: 스킵스 지표(웹사이트 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외; 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

하기 시작했다. 정부가 농업, 에너지, 환경, 소프트웨어 개발, 보건 등 전략 산업을 육성할 때 부문별 기금은 정부 지원 연구비의 핵심적 원천이 된다. 정부는 공공 에너지 회사나 카지노와 같은 특정 산업 및 서비스 부문에 세금을 부과하고, 그렇게 확보한 세수를 통해 목표 산업의 연구를 지원한다. 한편 멕시코 정부는 2020년 기업 혁신을 촉진하기 위해서, 자원 할당을 억제하는 요인으로 작용하던 부문별 기금을 없애기로 결정했다(보고서 7장 참고).

2020년 유럽 연합은 고유한 형태의 임무 지향적 정책을 채택했다. 2027년까지 7년에 걸쳐 유럽 연합의 연구 및 혁신 프로그램으로 운영될 ‘호라이즌 유럽’(Horizon Europe)은 분명한 목표와 함께 5개의 구체적인 임무를 제시했다. 그 다섯 가지 임무는 1) 사회적 변화를 포함한 기후 변화 대응, 2) 암 치료, 3) 기후 중립적인 스마트 시티 조성, 4) 대양, 바다, 연안 및 내수의 건강성 회복, 5) 토양, 보건 및 식품이다. 한 가지 목표는 2030년까지 유럽 연합 내에 100개의 기후 중립 도시를 조성하는 것이다. 이 목표를 달성하기 위해서는 교통, 디지털 관리, 전기차에 관한 새로운 해결책을 조합하는 것처럼 다양한 부문들을 넘나드는 혁신이 필요하다(보고서 9장 참고).

한편 러시아의 ‘과학기술발전전략 2035’(2016)는 새로운 국가 정책 모델로 높은 평가를 받았다. 이 전략이 제시하는 임무 지향적 우선 순위 7가지는 1) 디지털 제조업, 2) 청정 에너지, 3) 맞춤형 의료, 4) 지속 가능한 농업, 5) 국가 안보, 6) 교통 및 통신 인프라, 그리고 7) 미래를 위한 준비다(보고서 13장 참고).

연구비 지출 동향

근대성과 동의어가 된 과학

개발도상국들이 국가 경제를 다변화하고 더 지식집약적으로 만들고자 함에 따라, 지난 5년 동안 과학, 기술, 그리고 혁신은 경제적 경쟁력 및 근대성과 동의어가 되었다.

이런 경향을 가장 극적으로 보여주는 예는 아랍에미리트의 우주 개발 프로그램일 것이다. 국립 우주국을 출범시킨지 불과 6년 만인 2020년 7월, 아랍에미리트는 화성으로 가는 탐사선 ‘아말’(Amal, 아랍어로 ‘희망’이라는 뜻)을 발사했다. 아직 로켓을 발사하는 능력까지는 갖추지 못했기에, 아랍에미리트는 한국이나 일본의 기업 등 우주 기술 분야의 선도자들과 파트너십을 맺어 어젠다를 실현하고 있다. 아말 탐사선은 모하메드 빈 라시드 우주 센터와 미국의 대기 및 우주 물리 연구소 사이의 파트너십에 의해 설계·제조되었다(보고서 17장 참고).

아랍에미리트는 2014년과 2018년 사이 연구 집약도를 거의 두 배로 늘려서 GDP 대비 1.30% 수준까지 끌어올렸다(그림 2). 이제 아랍에미리트는 전 세계 연구비 지출 총액의 0.42%를 차지한다. 같은 기간 동안 아랍에미리트의 전일제 연구 인력은 20% 증가해 인구 백만 명 당 2,379명이 되었으며(그림 3), 이는 전 세계 평균(1,368명)을 크게 상회한다. 아말 프로젝트를 이끄는 수석 과학자는 33세의 사라 알야미리 박사이며, 모하메드 빈 라시드 우주 센터의 과학자 및 기술자들의 평균 연령은 27세이다. 2015년에서 2019년 사이 아랍에미리트의 물리학 및 천문학 분야 출판물 중에서 국제 공동 저자에 의한 것은 76%에서 80%로 증가했다. 이는 국제 과학 협력이 강화되던 세계

적 추세와도 부합한다(그림 4).

경제 성장 속도를 추월한 과학 투자

아랍에미리트는 2014년부터 2018년 사이 전 세계 연구비 지출의 성장에 크게 기여한 32개 국가 중 하나다. 이 기간 동안 전 세계의 연구비 지출(2005년 고정 가격 구매력 평가 기준 10억 달러 단위로 환산)은 19.2% 증가해 경제 성장(14.8% 증가)을 앞질렀다. 이는 연구 집약도가 GDP의 1.73%에서 1.79%로 증가한 것으로도 나타났다.

이런 증가세의 거의 절반(44%)은 중국이 주도했다(그림 8). 만약 중국을 빼고 계산한다면, 2014년과 2018년 사이 연구비 지출 증가율(13.6%)이 여전히 경제 성장률(12.0%)보다 높기는 하지만 그 간격은 훨씬 줄어든다.

전 세계 연구비 지출 증가에 두 번째로 기여한 국가는 미국(19.4%)이며, 그 다음은 유럽 연합(11.0%)이다. 한국(4.7%)과 인도(3.8%)도 상당한 기여를 했다. 반면 일본은 전 세계 연구개발 성장의 0.3%에 기여하는 데 그쳤다.

한국은 이스라엘에 이어 세계에서 두 번째로 높은 연구 집약도를 보이고 있다(그림 2). 2013년부터 2017년 기간 동안 한국의 연구개발 투자는 국가 GDP의 약 40%에 기여하는 것으로 추정된다(보고서 25장 참고).

몇몇 아세안(ASEAN) 국가들도 이전보다 연구개발에 많은 투자를 하고 있다. 말레이시아는 2020년까지 연구개발비 국내 총지출을 GDP의 2% 수준까지 올린다는 목표를 설정하고, 목표를 향해 순조롭게 나아가고 있다. 인도네시아는 2019년 기업의 연구비 지출에 대해 세금의 300%를 공제해 주는 제도를 도입했다(보고서 26장 참고).

싱가포르의 경우, ‘연구 혁신 및 기업 2020 계획’(2016)에 따라 신흥 부문이나 예상치 못한 수요 혹은 기회에 대비하기 위해 유연하게 사용 가능한 ‘공백 자금’을 따로 마련해 두고 있다. 싱가포르의 지난 2011-2015년 예산 주기 동안 사이버 보안 문제가 새로이 등장했는데, 공백 자금 제도는 그 사건에서 영감을 받은 것이다. 산업 연구를 위한 이런 유형의 비상 자금은 잠재적으로 팬데믹에 의해서도 활성화될 수 있다(보고서 26장 참고).

유럽 연합에서 혁신을 주도하는 국가들의 연구 집약도는 평균적으로 3%에 근접하거나 그보다 높다. 또한 이런 국가들은 녹색 전환 및 디지털 전환과 관련해서도 가장 앞선 위치에 있다. 덴마크와 독일은 최근 이 그룹에 합류했다. 반면 20개의 다른 유럽 연합 국가들은 2020년 연구 집약도 목표치를 달성하지 못했다(보고서 9장 참고).

앞으로 몇 년 동안 연구 투자에서 유럽 연합이 차지하는 비중은 줄어들 것이다. 이런 변화는 과학 정책이 아닌 지정학적 재편에 기인한다. 브렉시트(Brexit), 즉 영국의 탈퇴로 인해 유럽 연합의 연구비 지출은 12% 감소할 것이다. 한편 영국의 연구 집약도가 낮기 때문에(1.72%), 브렉시트 이후 유럽 연합의 연구 집약도 평균은 산술적으로 GDP의 2.03%에서 2.18%로 높아질 것이다(보고서 9장 참고).

코로나19 팬데믹 초기 단계 동안 GDP가 전반적으로 감소했기 때문에, 대부분의 국가가 현재의 연구비 지출 수준을 유지하는 것 이상으로 특별한 일을 하지 않는다 하더라도 GDP 대비 연구개발비 지출 비율은 인위적으로 팽창할 것이다.

대부분 지역에서의 연구비 지출

2018년 전 세계 연구비 지출의 87%는 3개 지역에 집중되었다. 첫째는 중국, 일본, 한국이 큰 비중을 차지하는 동아시아 및 동남아시아(40%), 둘째는 북아메리카(27%), 셋째는 유럽 연합(19%)이다(그림 8). 2014년의 경우, 전 세계 연구비의 85%가 이 세 지역에 집중되었다.

비록 증가세가 크지는 않지만, 2014년과 2018년 사이 중앙아시아와 라틴아메리카 두 지역을 제외한 모든 지역에서 연구비 지출이 증가했다(그림 8).

중앙아시아 국가들도 연구를 진흥하고 과학 및 기술 단지를 조성하기 위해 투자하겠다는 의지를 명시적으로 드러내기는 한다. 그러나 2018년 중앙아시아 모든 국가의 연구개발비 국내 총 지출은 GDP 대비 0.15% 미만으로 하락했다.

라틴아메리카에서는 원자재 호황이 끝나고 경제 성장 침체기에 들어섰다. 침체기의 시작은 역내에서 규모가 큰 국가인 아르헨티나와 멕시코의 연구 집약도가 하락하는 흐름과도 맞물려 있다(그림 2). ‘호황기’ 동안 라틴아메리카 지역의 투자는 기존 인프라를 보강하거나 혁신을 장려하고 위험을 감수하기보다는 단순히 경제 규모를 확장하는 쪽으로 이루어졌다.

취약할 수도 있는 진전

중저소득국가 그룹과 저소득국가 그룹 모두 2014년에서 2018년 사이 연구비를 더 많이 지출했음에도 불구하고, 전 세계 연구비 지출에서 중저소득국가 그룹이 차지하는 비중은 0.13% 늘어난 4.3%에 그쳤으며, 저소득국가 그룹이 차지하는 비중은 계속 0.10% 수준에 머물렀다.

게다가 이런 진전은 취약할 수도 있다. 2017년까지 부르키나파소는 아프리카에서 연구 집약도가 가장 높은 편이었다(GDP의 0.61%). 그렇지만 이는 오래 가지 못했다. 2019년 대규모 테러 공격이 발생한 이후, 부르키나파소 정부는 연구 분야로 가던 자금의 대부분을 국가 안보 강화로 돌릴 수밖에 없었다(보고서 18장 참고). 이란은 2017년 GDP의 0.83%를 연구개발에 투자했으며, 이란의 은행과 신용 기관은 2019년 지식 기반 기업에 대한 대출을 75% 늘렸다. 그러나 2018년 미국이 ‘포괄적 공동행동계획’, 즉 핵 합의를 탈퇴하고 곧이어 대이란 제재를 복원하자 이란에서는 기존에 양호했던 흐름이 악화되는 경제적 곤란이 발생했다(보고서 15장 참고). 2017년 미국이 이전 3년 동안 해제했던 대 쿠바 제재를 복원하자 연구원들의 급여를 인상하려던 쿠바의 계획은 차질을 빚었다(보고서 7장 참고).

아프리카의 스타트업 기업이 직면하는 재정적 지속가능성이라 도전

아프리카에 위치한 744개의 기술 허브는 현지의 엔젤 투자자나 초기 자본이 거의 없는 상황에서 생존을 위해 개발 파트너나 국제 원조 공여자가 제공하는 보조금에 크게 의존하고 있기 때문에 재정적 지속가능성 측면에서 도전을 받고 있다. 예컨대 나이지리아의 101개 기술 허브에 대한 투자 가운데 거의 80%가 해외로부터 온다. 2019년 나이지리아의 씨씨허브(CcHub)는 케냐의 아이허브(iHub)를 인수해 서아프리카 최초의 ‘메가 인큐베이터’를 만들었다. 2011년 설립 이래로 씨씨허브는 창업 초기 단계에 있는 120개 이상의 벤처 기업을 육성했다. 씨씨허브가 상업적 모델을 채택하면서 작업 공간에 요금을 부과하고 자체 성장 자본금(사회적 혁신을 목표로 하는 나이지리아 최초의 기금)을 조성한 반면, 아이허브는 원조 공여자 기금에 의존하는 모델을 채택했기 때문에 궁극적으로 지속가능하지 않은 것으로 평가된다(보

<글상자 1> 지속가능발전목표(SDGs) 달성도 점검을 방해하는 데이터 격차

국제적으로 호환되는 데이터를 공시하는 국가는 소수에 불과하기 때문에, 현재 얻을 수 있는 연구비 지출 및 연구 인력 데이터만으로는 완전한 그림을 그리기가 어렵다.

2030년까지 지속가능발전목표를 달성하자는 약속의 일환으로 2015년 여러 국가들이 2015년 연구 집약도(SDG 9.5.1) 및 연구자 밀도(SDG 9.5.2)의 진전 상황을 점검하기로 합의하기는 했지만, 이런 합의가 데이터 보고의 증가에 박차를 가하지는 못했다.

국내 연구 투자에 대한 데이터를 보고한 국가는 2015년 총 99개국에서 2018년 69개국으로 오히려 줄어들었다. 마찬가지로 (전일제) 연구자 수를 기록한 국가는 2015년 90개국에서 2018년 59개국으로 줄어들었다.*

2015년에서 2018년 사이 4년 중 최소 1년이라도 여성 연구자에 대한 데이터를 보고한 국가는 107개국에 불과했다. 게다가 방글라데시, 브라질, 중국, 인도, 나이지리아, 미국처럼 인구가 많은 국가에 대해서는 국제적으로 호환되는 데이터를 구할 수가 없다.

데이터 수집 및 분석을 개선하기 위해서 조사기구를 설치한 국가들조차 많은 경우 민간 부문의 혁신에 대해서는 조사를 하지 않는다. 그래서 해당 국가의 혁신 시스템이 가진 강점 및 미충족 요구 사항을 평가할 때 일종의 ‘사각 지대’가 발생한다.

이런 상황은 환경과 관련된 SDG 지표의 경우도 딱히 나을 것이 없다. 유엔환경계획(UNEP)이 2019년 발행한 『진전 측정: 지속가능발전목표의 환경적 차원을 달성하기 위해』에 따르면, 데이터의 부족 때문에 환경 관련 SDG 지표의 68% 가까이는 진전 상황을

측정할 수 없다.

정책을 수립하고 수정할 때 정기적으로 수집되는 신뢰성 있는 데이터가 필요하다는 점을 고려해 보면, 이런 데이터 격차는 우려할 사안이다. 측정할 수 없는 것을 점검할 수는 없는 노릇이기 때문이다.

증거에 기반해 정책을 수립할 때 제기되는 또 하나의 도전이 있다면, 많은 정책 프레임워크에서 초기 전략이 경험한 성공 혹은 실패에 대한 언급이 누락되어 있다는 점이다. 정책을 입안할 때 과거 경험으로부터 배운 교훈을 제대로 반영하지 못하는 경우가 많은 것이다.

출처: 저자들의 종합

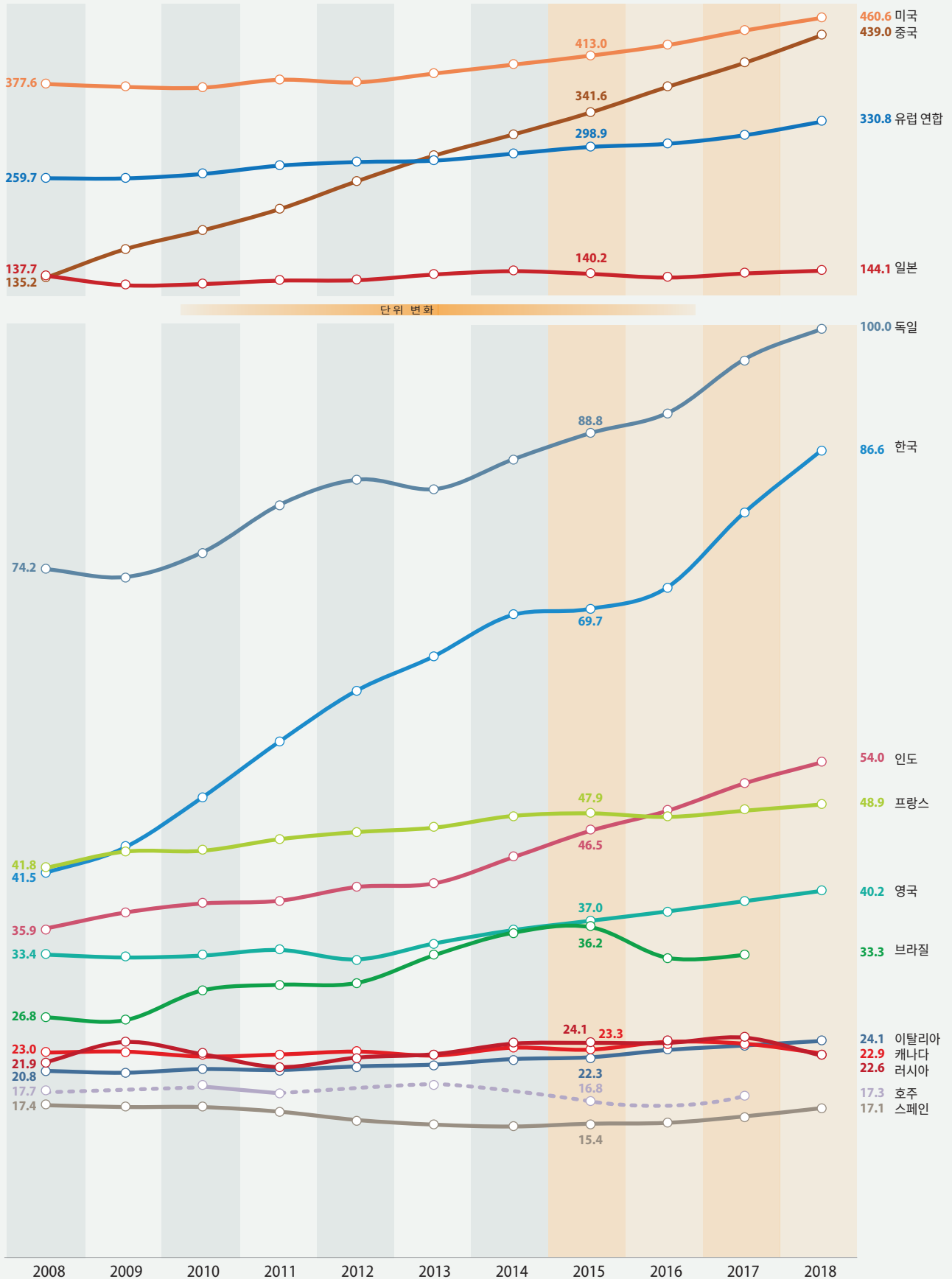
* 연구자 수를 집계한 국가는 2015년 97개국에서 2018년 50개국으로 줄어들었다.



<그림 8> 연구비 지출 경향

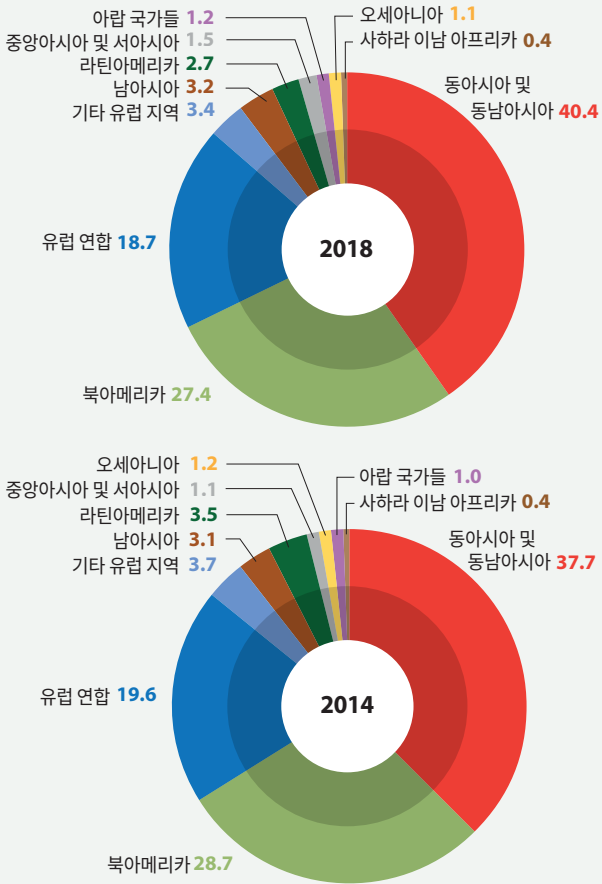
2008-2018년 국내 연구비 총 지출(GERD) 상위 15개국

단위는 2005년 고정 구매력 평가 기준 10억 달러

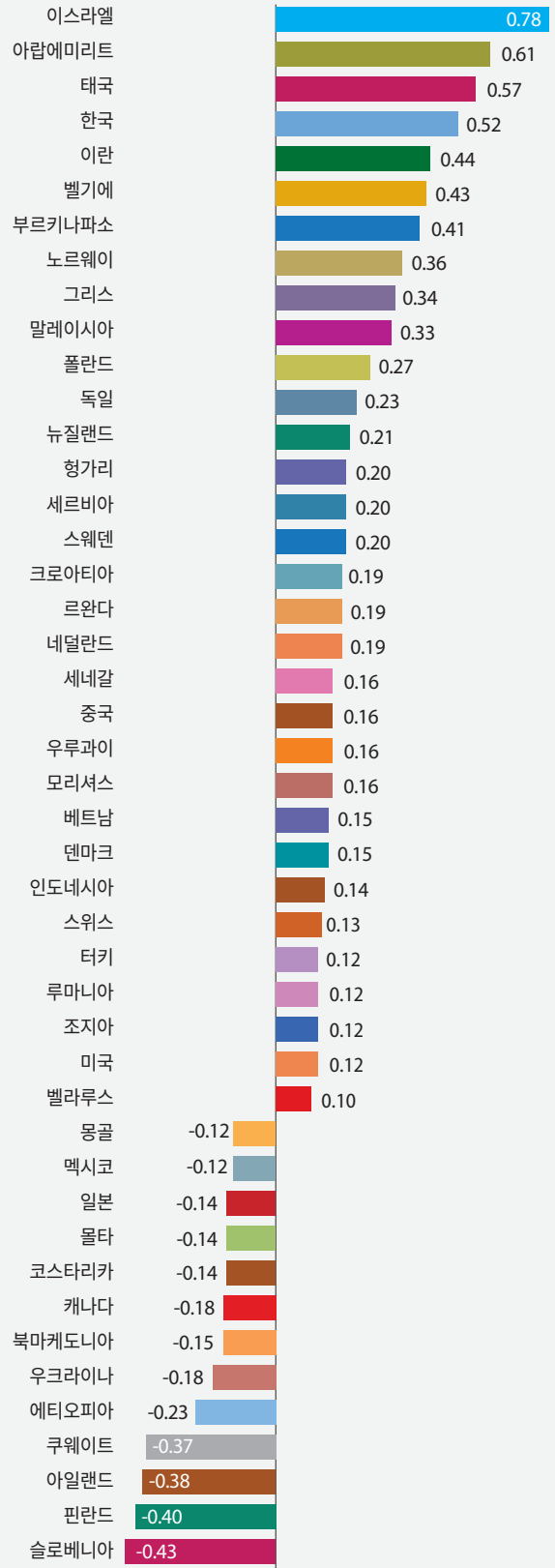


참고: 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 영국의 지출액은 유럽 연합의 지출액에도 포함되어 있음

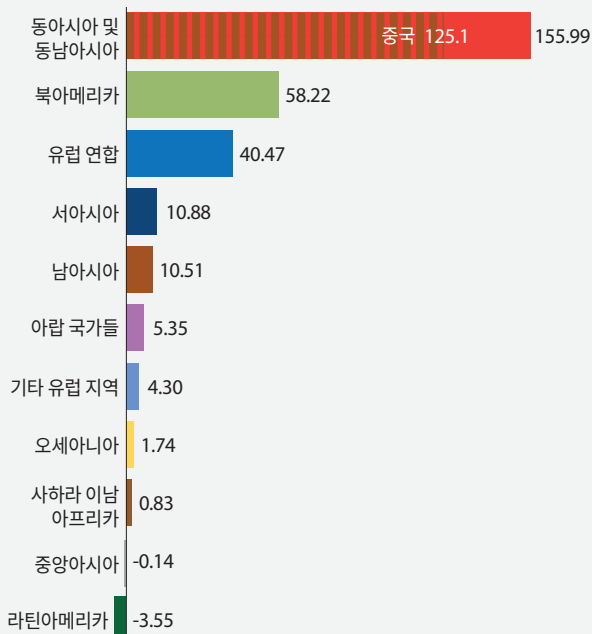
2014년과 2018년, 전 세계 연구비 총 지출에서 각 지역이 차지하는 비중(%)



2014년과 2018년, GDP에서 연구비가 차지하는 비중의 변화
GDP와 최소 ±0.1% 이상 차이가 나는 국가들의 목록



2014-2018년 지역별 연구비 지출 변화
단위는 구매력 평가 기준 10억 달러



출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 2020년 8월 유네스코 통계연구소의 개별 국가 자료로부터 외삽 없이 추출

고서 18장 참고).

튀니지의 ‘스타트업 법’(2018)은 국가가 기업가적 열정을 가진 사람에 1년짜리 유급 휴가를 주어 창업을 장려하는 세계 최초의 법 제도로 알려져 있다. 이 법이 제공하는 기회는 공공 부문이나 민간 부문에 종사하는 직원 모두에게 열려있다(보고서 17장 참고).

짐바브웨의 ‘에듀케이션 5.0’ 프로그램(2018)은 지역 문제 해결을 위해 공립 대학이 지역 공동체나 스타트업 기업과 협력하도록 권장하고 있다. 이 프로그램에 따르면 대학은 등록금으로 확보한 자금의 일부를 혁신 및 산업화 기금으로 조성해야 하며, 이 기금의 관리는 대학 외부인에게 맡겨야 한다(보고서 20장 참고).

산학 연계 진흥을 위한 노력들

기업은 대학 및 공공 연구 기관과 협력하는 것을 매력적으로 여기지 않는 경향이 있다. 2013년 유네스코 통계연구소가 다양한 소득 수준에 있는 53개국에서 적극적으로 혁신을 추구하고 있는 제조 기업들을 상대로 실시했던 조사에서도 동일한 결론이 나왔다.⁸ 이후로도 그런 경향에 별다른 변화는 없었다. 당시 조사 대상국 중 하나가 뉴질랜드였다. 뉴질랜드의 동향에 대한 2018년 연구에 따르면, 과학 출판물의 1.5%만이 산학 공동 저술로 이루어졌다(보고서 26장 참고). 같은 주제에 관한 또 다른 연구(보고서 8장 참고)는 2015년과 2017년 사이 중국에서도 뉴질랜드와 비슷한 비율이 나타났음을 보여주었다. 산학 공동 저술 비율은 유럽 연합과 브라질(2.4%), 미국(2.8%), 한국(3.9%), 독일(4.4%), 프랑스(4.5%)에서 더 높게 나타났다.

캐나다의 산업 연구 집약도는 2014년 GDP의 0.78%에서 2019년 0.63%로 하락했다. 캐나다 정부는 ‘대담하고 야심 찬’ 혁신 전략을 개발하기 위해서 국내 기업이 공공 연구 기관과 협력적 파트너십을 맺도록 장려하고 있다. 향후 5년 동안 5개의 혁신적 ‘슈퍼 클러스터’를 지원하기 위해서 정부는 9억 5천만 캐나다달러를 배분했으며, 이 계획에서 민간 부문은 정부 지원액과 동일한 수준의 자금을 투여할 것이 요구되었다. 이 슈퍼 클러스터는 차세대 제조, 해양 경제, 단백질 산업, 디지털 기술, 그리고 인공지능에 특화되어 있다. 그중 디지털 기술과 인공지능 클러스터는 코로나19 위기의 해법을 찾기 위해 지렛대가 될 수 있는 기술에 투자하고 있다(보고서 4장 참고).

2018년 아르메니아는 ‘타겟 프로젝트 프로그램’(2010년 출범)은 지원 대상을 산학 협력으로 제한하고, 기업 측에서는 프로젝트 기금의 최소 15%를 부담해야 한다고 공표함으로써 혁신을 이룩했다.

‘필리핀 경제 진흥을 위한 협력 연구개발 프로그램’(2016)에 따르면, 연구 기관 혹은 제3의 기관이 1개 이상의 기업과 협력 연구 파트너십을 체결하고 해당 기업이 프로젝트 기금의 20%를 부담한다면, 정부가 해당 기관에게 최대 5백만 페소(약 10만 달러)를 지원한다.

양자가 시너지 효과를 발휘할 수 있음에도 불구하고 남아시아에서는 현재 인프라 개발 및 산업화 추진이 연구개발과는 대체로 별개로 이루어지고 있다. 그래도 몇몇 국가에서는 공공 연구 기관이 산업계와 협력하도록 인센티브를 주는 노력을 하고 있다(보고서 21장 참고).

예컨대 파키스탄의 ‘기술 이전 지원 기금’(2019)은 산업과 연계될 수 있는 대학 연구실에 연구비를 지원하고 있다(보고서 21장 참고).

스리랑카의 ‘중소기업 발전을 위한 국가 정책 프레임워크’(2016)에서는 기술 이전이 우선 순위에 있다. 이를 위한 국가 기술 발전 기금

은 정부와 민간 부문이 공동으로 마련했다(보고서 21장 참고).

방글라데시의 ‘중소기업 정책’(2019)은 중소기업이 금융, 시장, 기술, 혁신에 더 많이 접근할 수 있도록 해야 한다는 필요성을 인식하고 있다. ‘국가 과학 기술 정책’(2011)의 추진 결과, 연구 결과를 상업화하고 수입 기술의 적용을 용이하게 만들기 위해 ‘방글라데시 공학 연구 위원회’가 2020년 9월 법령으로 설립되었는데, 바로 이 새로운 위원회가 중소기업 정책을 지원할 것이다.

민관 파트너십을 낳는 우주 산업

민관 파트너십에 대한 관심과 수요가 증가하고 있는 산업 중 하나가 바로 우주 산업이다. 2019년은 우주 경제에 대한 전 지구적 투자가 정점에 달했던 해였다. 당시 투자액의 55%는 미국에 본부를 둔 회사들로부터 나왔다. 투자 규모에서 미국의 뒤를 이은 국가는 영국(24%), 프랑스(7%), 그리고 중국(5%)이었다(보고서 5장 참고). 한편 아프리카의 우주 시장은 2014년 시점에 약 100억 달러 규모인 것으로 추정되었다(보고서 18장 참고).

우주 산업은 다양한 영역을 다루며, 여기에는 통신, 환경 감시, 우주 쓰레기 감시 등도 포함된다(보고서 24장 참고). 2020년 1월 3일 스페이스X는 우주 비행사를 국제 우주 정거장으로 수송하는 데 성공하면서 인간을 우주로 보낸 최초의 민간 기업이 되었다.⁹ 미국 항공우주국(NASA)은 기관이 보유한 자원을 심우주 탐사에 더 집중적으로 투입하기 위해서, 우주 경제 개발 업무는 점점 더 상업적 파트너에게 이관하고 있다(보고서 5장 참고).

일본은 ‘우주 사업’ 분야에 상대적으로 늦게 뛰어든 편이다. 일본의 우주 기업들은 수입의 80% 이상을 정부 계약에 의존하고 있지만, 이런 상황도 점차 변화하는 추세다. 일본 우주항공연구개발기구(JAXA)가 2016년 설치한 ‘신사업촉진부’는 민간 기업이 신상품을 개발할 때 JAXA의 전문적 지식, 지식재산, 설비를 이용할 수 있도록 돕고 있다. 역으로, 산업 파트너가 개발한 상업적 응용 프로그램들은 JAXA의 자체 특허 및 기타 지식재산에 새로운 활력을 불어넣고 있다(보고서 24장 참고).

항공우주 산업은 일부 개발도상국에서도 견인되고 있다. 2010년과 2016년 사이 멕시코의 항공우주 제품 수출은 연간 14%씩 증가했다. 같은 기간 동안 멕시코의 항공우주 회사는 241개에서 330개로 증가했다. 2019년 멕시코의 케레타로 항공우주 클러스터는 라틴아메리카에서 가장 큰 항공우주 박람회인 ‘멕시코 항공우주 박람회’(FAMEX)를 개최하기도 했다(보고서 7장 참고).¹⁰

‘아프리카 우주 전략’(2017)은 지구 관측, 항법 및 위치 확인 시스템, 위성 통신, 그리고 우주 과학 및 기술이라는 네 가지 요소로 구성되어 있다. 궁극적인 목표는 아프리카 우주국을 설립하는 것이며, 본부는 이집트에 둘 계획이다. 아프리카 연합은 2019년 ‘아프리카 외우주 프로그램’을 시작하기에 앞서 2018년 유럽 연합의 코페르니쿠스 프로그램과 협력 협정도 맺었다(보고서 19장 참고).

우주의 무기화는 국제 관계를 복잡하게 만드는 심각한 지정학적 문제이자 안보 문제가 되고 있다. 2019년 2월, 미국은 새로이 우주군을 창설해 공군 휘하로 조직할 것이라고 발표했다. 중국, 프랑스, 러시아를 비롯한 몇몇 다른 국가들도 유사한 형태의 우주 사령부 창설을 발표했다(보고서 5장 참고).

기초 연구: 새로운 분업

기초 연구 수행 및 그 연구비 조달을 공공 부문이 맡고 응용 연구나 실험적 개발을 민간 사업체가 맡는 것이 전통적인 분업 형태라고 할 때, 세계적인 혁신 선도국인 스위스(보고서 11장 참고)와 미국(보고서 5장 참고)에서는 그런 분업 형태로부터 주목할 만한 전환이 일어났다. 2017년 스위스 기업들은 연구비의 27%를 기초 연구에 투자했는데, 이는 2012년의 두 배 수준이었다. 미국에서는 기초 연구 지원에서 기업이 차지하는 비중이 2010년 23%에서 2017년 30%로 증가했다. 미국 연방 정부의 기초 연구비 지출액은 (2011년 이후) 별다른 변동이 없었으므로 총액 기준으로 볼 때 미국 기업이 지출하는 기초 연구비는 2007년 이후 두 배가 되었다.

이러한 경향이 초래된 부분적인 원인으로 기초 연구를 통해 빅데이터가 폭발적으로 생성되어 점점 응용 연구개발의 핵심적인 구성 요소로 부상한 점을 꼽을 수 있다. 빅데이터는 소셜 미디어, 자동차 산업, 항공 산업, 제약 등 다양한 분야에 걸친 기술 기반 기업들에게 핵심적인 요소다. 예컨대 소재 과학과 제약(컴퓨터를 이용한 신약 설계) 분야에서 산업적 응용을 위해 원자 및 분자 구조를 결정할 때는 인공지능을 이용한다.

빅데이터는 보건 분야에서도 핵심적인 자원이다. 스위스와 미국에서 보건 분야는 경제의 주요한 추진력으로 작동한다. 관련 기술의 고도화와 함께 유전체 해독 비용이 감소하자 개인 유전체 데이터가 대거 생산되었고 이는 약리 유전학 산업의 갑작스런 호황으로 이어졌다. 정밀의학은 환자의 고유한 유전체에 따라 맞춤형 치료를 제공한다. 맞춤형 의료연합에 따르면, 2019년 미국 식품의약청(FDA) 의약품평가연구소가 승인한 48개의 신분자물질 중 25%는 맞춤형 의약품이었다. 이렇게 급증하는 데이터를 분석하기 위해서 제약 회사는 인공지능 및 클라우드 컴퓨팅에 크게 의존하게 될 것이며, 데이터 업계의 거대 기업과 긴밀히 협력할 수밖에 없을 것이다(보고서 5장 참고).

이러한 추세는 공공 기관과 대기업이 기초 과학 분야에서 선별한 공동 연구 프로젝트를 함께 지원할 가능성을 시사한다. 아울러 그런 정책 변화는 국내 기업을 강화하고 해외 기업을 유치하는 결과로 이어질 수 있다. 한편 지식재산권 보호나 연구의 자유와 같은 문제는 더 복잡해질 가능성도 있다(보고서 11장 참고).

연구자 동향

연구자 밀도의 증가

2014년과 2018년 사이 세계 인구 증가율(4.6%)에 비해 연구 인력의 증가율(13.7%)은 3배나 높았다. 이제 895만 4천 명의 전일제 연구원이 존재한다. 연구 인력 증가에는 중국이 기여한 바가 크데, 만약 중국을 빼고 계산한다면 전 세계 인구 증가율(5.2%) 대비 연구 인력 증가율(11.5%)은 2배 정도에 그쳤을 것이다.

2018년 전 세계 연구 인력에서 중국이 차지하는 비율은 21.1%였으며, 이는 유럽 연합 전체가 차지하는 비율인 23.5%보다 약간 낮은 수준이다. 미국(2017년 수치)은 16.2%를 차지했다.

2014년 이후로 저소득국가에서 연구자 밀도가 가장 빠르게 증가했다(36% 증가). 그러나 저소득국가의 연구자 수는 여전히 세계 전체의

0.2%에 불과하다.

가장 현저하게 변화가 일어난 곳은 요르단, 모리셔스, 이란, 에티오피아 같은 개발도상국이다(그림 9).

2014년, 라틴아메리카는 노동력 1천 명 당 연구원 1명이라는 상징적인 문턱을 넘어섰다. 그로부터 3년 후, 라틴아메리카의 지역 평균치는 1.03까지 올랐다. 아르헨티나가 인구 대비 연구원 비율이 가장 높았고(2.91), 브라질, 칠레, 코스타리카, 우루과이가 그 뒤를 이었다. 일부 국가에서는 연구 집약도 성장이 정체되고 있으므로, 이와 같은 긍정적인 추세가 꺾일 수도 있다.

연구자 처우 향상을 위한 조치들

연구비가 적거나 정체되어 있는 많은 국가들에서 전문 연구원의 유출은 만성적인 문제로 남아있다. 인력 유출 및 연구원 고령화에 직면한 중앙아시아 국가들은 급여 인상, 경쟁적인 연구 보조금 지급, 해외 기관과의 상호 협력 증진 등의 조치를 통해서 연구원의 처우를 향상하려고 노력하고 있다(보고서 14장 참고).

인력 유출은 동남유럽에서도 심각한 문제다. 젊은 세대는 더 변화한 유럽 연합 국가로 빠져나가고 있다. 과학과 기술을 경제에 충분히 활용하지 못하는 현실을 인정하면서, 동남유럽 국가들은 앞으로 연구 및 혁신에 더 많은 투자를 하겠다고 다짐하고 있다. 세르비아는 자체적으로 설정한 목표인 연구 집약도 1% 달성을 목전에 두고 있다(보고서 10장 참고).

2014년과 2018년 사이 러시아의 연구비 지출은 고정 가격 기준 6% 감소했으며, (전일제 기준) 연구원 수는 9.5% 감소했다. 2018년에 이르렀을 때, 러시아 연구원의 평균 연령은 47세였으며, 4명 중 1명은 정년에 도달했다. 이런 추세를 역전시키기 위해 임금 인상 정책, 그리고 젊은 연령층을 대상으로 한 다양한 연구비 지원 프로그램이 도입되었다(보고서 13장 참고).

인더스트리 4.0 분야에서 소수자인 여성

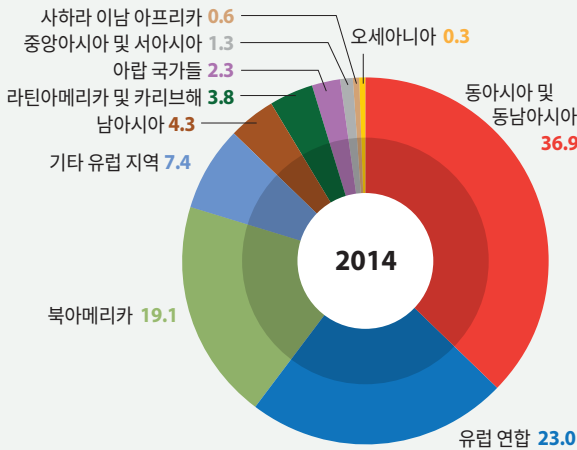
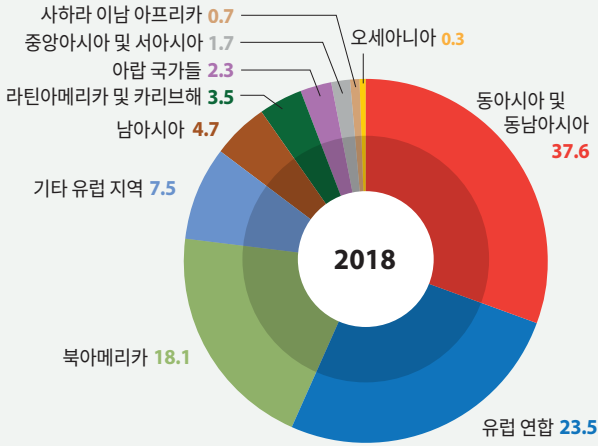
2018년, 전체 연구자 3명 중 1명(33%)은 여성이었다. 많은 국가에서 여성은 생명과학 분야에서 남성과 동등한 비율을 달성했으며(연구원 수 기준), 어떤 국가에서는 여성이 우세하기도 하다. 그렇지만 공학 박사 학위 수여자 중에서 여성이 차지하는 비율은 4분의 1(28%) 수준이다. 컴퓨터 공학 박사 중에는 여성이 40% 정도다. 인공지능 분야에서 일하는 전문가 중에서 여성은 22%에 불과하다. 이런 분야들이 4차 산업혁명을 추진하고 있는데, 한편으로 기술 인력 부족을 겪고 있다는 점은 역설적이다. 미국의 기술기업에서 기술자나 리더 역할을 하는 여성은 여전히 소수에 그친다. 미국 여성들은 기술 분야 직장을 그만두는 주된 이유로 자신이 과소평가 받는다는 느낌을 꼽는다(보고서 3장 참고).

기업계에서는 연구원 4명 중 1명 미만이 여성이다. 여성이 창업을 하면 자금 조달에 어려움을 겪는다. 2019년 벤처 자본 총량에서 여성이 창업한 스타트업으로 유입된 것은 2%에 불과하다. 따라서 여러 국가들이 여성 기업가를 지원하기 위한 조치를 도입했다. 예컨대 칠레는 2018년 '여성 기업 혁신을 위한 인적 자본' 계획을 도입했다. 이 계획에 따르면 여성이 창업한 기술 기반 스타트업에는 특정 프로젝트를 위해 남성 인력 고용비의 80%, 여성 인력 고용비의 90%를 최대 3천만 페소(약 4만 달러)까지 공동 융자해준다(보고서 3장 참고).



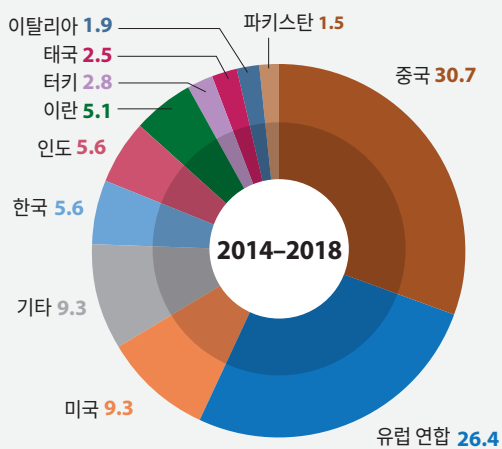
<그림 9> 전 세계 연구 인력(전일제)의 동향

2015년과 2018년 전 세계 연구자 수에서 각 지역이 차지하는 비중(%)

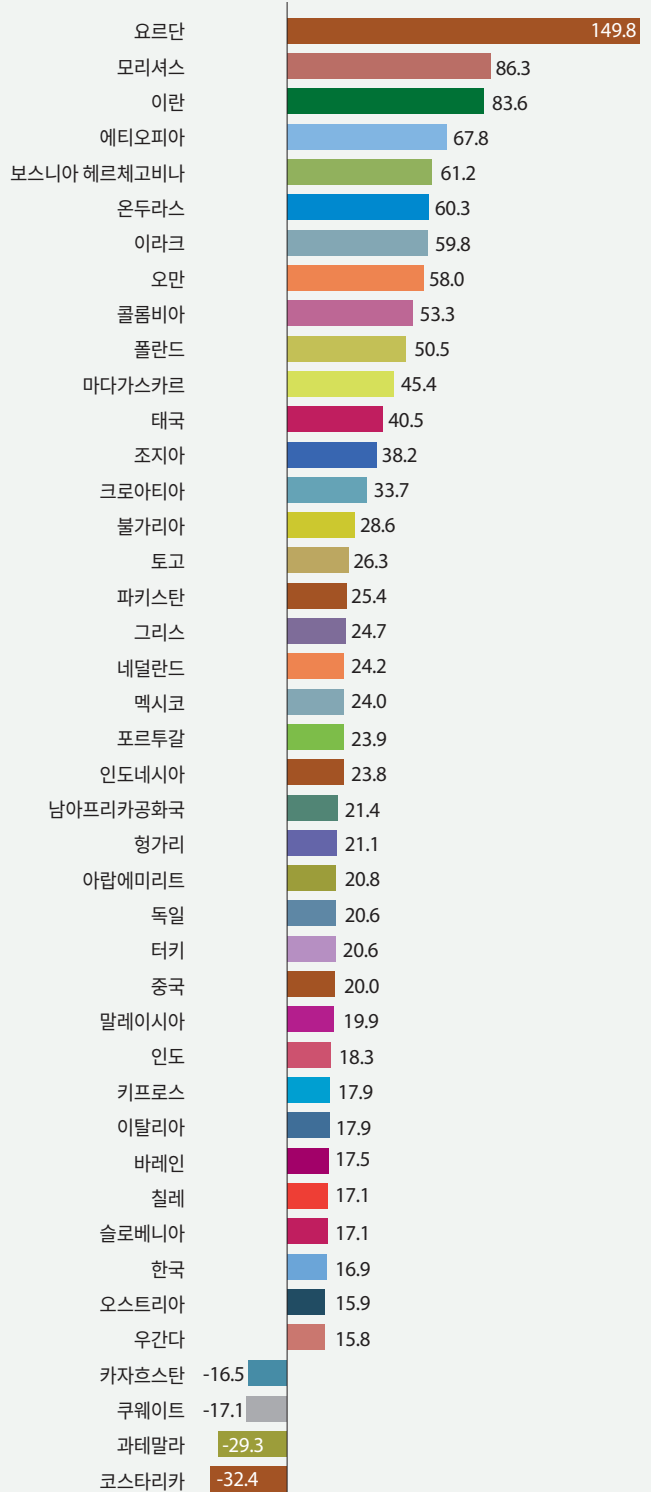


2014년에서 2018년 사이 전 세계 연구자 수의 증가에 각국이 기여한 비율(%)

상위 10개국 및 기타 국가들



2014년에서 2018년 사이 인구 1백만 명 당 연구자(전일제) 수의 변화 최소 15% 이상 변화가 있는 국가들의 목록



출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 유네스코 통계연구소의 2020년 8월 국가별 자료로부터 외삽 없이 추출, 인구 정보는 세계은행의 2020년 8월 <세계개발지표>에 근거

특허 동향

국내 시장을 개방하는 중국

2019년 중국은 상위 5개국 특허청 중에서도 가장 많은 특허를 접수해 전 세계 특허의 29%를 차지했다(그림 10). 미국(20%)과 유럽 연합(14%)은 현상 유지를 한 반면 일본의 비중은 2015년 23%에서 2019년 18%로 하락했다. 이런 추세는 일본 특허청이 발명가가 특허를 출원할 때 더 신중하도록 독려하기 위해서 수수료를 인상하기로 결정한 것과 관련될 수 있다.

한 국가의 연구 집약도와 해당 국가의 혁신 성과 사이에는 밀접한 상관관계가 존재하는 경향이 있다. 연구 집약도가 높은 대부분의 국가에서는 기업이 연구비 지출의 절반 이상을 기여한다. 2018년, 일본과 한국의 연구 집약도는 각각 3.3%와 4.5%였다. 연구비에 대한 기업 부문의 기여도는 일본이 78%, 한국이 76%다(보고서 24장, 25장 참고). 이들 국가의 특허 집약도는 세계에서 가장 높다(그림 11).

중국 정부가 제정한 획기적인 '외상(外商)투자법'은 2020년 1월 1일 효력을 발휘하기 시작했다. 이 법안의 목표는 국내 시장을 개방하고 외국 기업이 국유 기업 및 민간 기업과 공정하게 경쟁할 수 있는 터전을 마련하는 것이다.

지식재산을 보호하고 관련 법규를 집행하는 문제 때문에 한동안 중국과 미국 사이의 무역 협상은 난항을 겪었다. 그러나 이제 중국의 전략 산업은 정부가 지식재산에 대해 더 강하게 보호해 줄 것을 기대하고 있다. 이에 따라 2019년 4월에는 부정경쟁방지법, 2020년에는 특허법이 개정되었다. 2014년 말 베이징, 상하이, 광저우에 최초로 지식재산권 전문 법원이 설립된 이후, 2017년부터 2020년까지 여러 지역에 걸쳐 20개의 지식재산권 전문 재판소가 설립되었다. 2019년 1월 1일에는 최고인민법원 내에 국가급 지식재산권 법정이 신설되었다(보고서 23장 참고).

특허 등록을 용이하게 하기 위한 개혁

혁신에 대한 관심이 높아지면서, 더 많은 국가들이 자국 스타트업 및 기타 기업이 지식재산을 쉽게 보호할 수 있도록 법률을 제정하고 있다(예를 들면 라이베리아, 미얀마, 우즈베키스탄, 베트남). 예컨대 라이베리아는 2015년 일본 정부와 공동으로 출자해 라이베리아 기업을 위한 혁신 기금을 설립한 데 이어, 2016년에는 지식재산법을 제정했다. 2015년과 2019년 사이, 상위 5개국 특허청에 라이베리아 발명가들이 등록한 특허는 23개였다. 2018년, 남아프리카 개발공동체의 장관들은 각국의 지식재산 제도를 개혁하기 위해 상호 협력할 수 있도록 역내 지식재산 프레임워크를 채택했다.

전 세계적으로 특허 출원은 절차가 복잡하고 비용이 많이 든다. 유럽 기업들은 현재 유럽 연합의 27개 회원국 모두에게 특허 보호를 신청해야 한다. 유럽 통합 특허 법원을 설립하자는 협의(2013)에 대한 비준 절차가 완료되면, 기업들은 유럽 특허청에 단일 특허를 한 번만 제출하면 된다. 그렇게 되면 당연히 절차 비용이 줄어들 것이다(보고서 9장 참고).

2015년과 2018년 사이 러시아 연방지식재산권청(Rospatent)에 국내 발명가가 출원한 특허 수가 감소했다. 이런 감소에 대응해, 러시아 정부는 특허 출원에 대한 의무 조항을 줄이고 특허세를 낮추었다. 이를 통해 특허 비용, 대출, 지식재산권을 담보로 하는 융자 등에서 오

는 출원인의 부담을 경감하고자 했다. 또한 해외에 특허를 출원하는 사람을 위해서 보조금을 마련하기도 했다(보고서 13장 참고).

아프리카에서 기술 허브가 급증하기는 했지만, 지식재산권 등록에 비용이 많이 들고 공통된 시스템도 부족하기 때문에 여전히 특허 등록은 저조하다. '범아프리카 지식재산권 기구'가 제대로 운영되려면 예상보다 더 많은 시간이 필요하므로, 아마 가까운 시일 내에는 문제가 해결되기 어려울 것이다. 30쪽짜리 특허를 등록하고 최초 10년 동안 유지하기 위해서는 영어권 조직인 '아프리카 지역 지식재산권 기구'에 3만 7천 달러, 프랑스어권 조직인 '아프리카 지식재산권 기구'에 3만 달러를 지불해야 한다. 동일한 상황을 가정해 다른 국가들과 비교해 보면, 남아프리카공화국에서는 5,216달러, 말레이시아에서는 4,330달러, 영국에서는 단지 2,500달러가 소요된다(보고서 19장 참고).

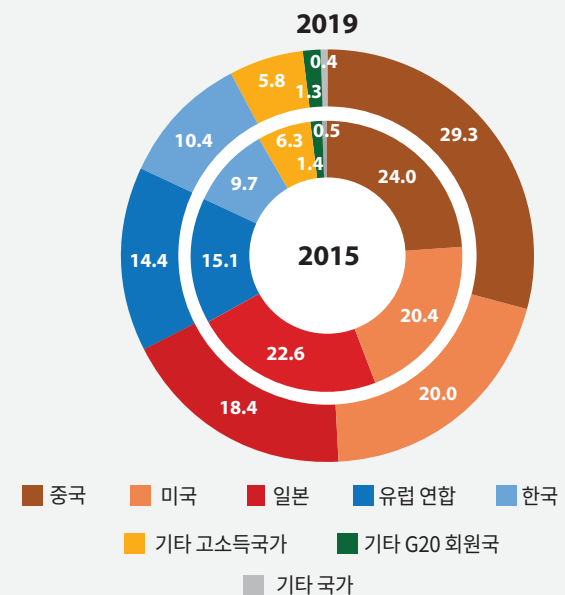
스타트업을 낚아 채고 있는 외국 다국적 기업

이스라엘 발명가가 취득한 특허 중 절반 미만이 이스라엘 회사 소유다. 이것이 의미하는 바는 이스라엘에서 지식이 생성되더라도 외국 회사로 이전된다는 것이다. 이스라엘에서 생성된 지식재산을 취득하는 방식은 점점 더 이스라엘 기업이나 스타트업을 인수하는 방식이 되고 있다. 2014년 이후 이스라엘 회사를 가장 활발하게 인수한 회사는 구글, 마이크로소프트, 그리고 인텔이다. 이런 추세가 계속 강화되면, 앞으로 생산과 일자리 모두 해외로 이전되는 결과로 이어질 것이다(보고서 16장 참고).



<그림 10> 2015년과 2019년 세계 5대 특허청(IP5) 등록 특허 비중

상위 4개국 및 선별 그룹별로 표시



참고: 특허 수는 5대 특허청인 미국 특허상표청, 유럽 연합 특허청, 일본 특허청, 한국 특허청, 중국 국가지식재산권청에 등록된 특허를 발명가 국적 및 연도별로 전수 집계한 것임. 국제 공동 발명이 있기 때문에 각국 및 지역별 특허 수를 합산하면 세계 전체의 실제 특허 수보다 많음.

출처: 세계특허통계 데이터베이스(PATSTAT), 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

캐나다에서는 내부 연구개발의 3분의 1을 외국인이 지배하는 회사가 차지한다. 산업계는 점점 더 연구를 해외로 아웃소싱하고 있다. 캐나다 통계청에 따르면, 캐나다 기업의 아웃소싱 연구 지출은 3년 연속 증가해 2017년에는 49억 캐나다 달러에 달했다. 캐나다의 거시경제 조건과 규제 환경이 창업 및 개발에 불리하지는 않지만, 캐나다의 유망한 스타트업들은 종종 다른 국가에 의해 인수되거나 개발되고 있다. 캐나다의 기업 및 기술 이해 당사자에 대한 조사 결과, 관리 능력이나 경험 부족이 캐나다 국내 기술기업의 규모 확장에 결정적인 장애물인 것으로 나타났다(보고서 4장 참고).

혁신 산업을 보유한 개발도상국들도 이러한 현상의 영향을 받는다. 인도에서 대부분의 특허는 제약 및 정보 기술에 집중되어 있다. 인도 특허청 및 미국 특허상표청을 통해 등록된 특허의 양수인 중 약 85%

정도가 외국 투자자이며, 보통은 디지털 기술에 특화된 다국적 기업들이다(보고서 22장 참고).

공익을 위한 특허권 포기

IBM과 같은 선도적인 기술기업들은 보다 개방적인 지식 공유라는 세계적인 흐름에 따라 자신들이 보유한 특허 중 일부를 오픈 소스로 기부하고 있다(보고서 20장 및 에세이 <오픈 사이언스를 위한 시간은 바로 지금이다> 참고).

2020년 5월 29일, 코스타리카와 세계보건기구는 자발적인 ‘코로나19 기술 접근 풀’을 시작했다. 이를 통해 세계 공동체가 관련 지식, 지식재산, 데이터를 온라인 저장소에 모으기를 요청하고 있다(보고서 7장 참고).



<그림 11> 2018년 경 정부 및 산업계의 연구 투자와 특허 사이의 상호 강화 효과



2018년 기준 세계 5대 특허청에 100건 이상 출원하고 GDP 대비 최소 0.5% 이상의 연구 집약도를 보이는 국가들
원의 크기는 인구 1백만 명 당 세계 5대 특허청 출원 특허 수에 비례



참고: 기업 부문이 연구 투자에 기여하는 정도를 포괄적으로 조사하지 않는 국가의 수치는 실제보다 작게 나타날 수 있음

출처: 유네스코 통계연구소의 특허 통계, 세계특허통계 데이터베이스에 대한 사이언스 매트릭스의 데이터 처리

과학 출판 동향

범분야 기술의 뚜렷한 성장

보건 관련 연구는 2019년 과학 출판물의 33.9%를 차지하면서 여전히 과학 연구 성과를 주도하고 있다. 광범위한 여러 분야 중에서, 환경 과학은 2015년 세계 과학 출판물의 3.6%를 차지해 미미한 수준을 보이다가 2015년과 2019년 사이 가장 가파른 성장세를 보였다(45.7% 증가).

이 기간 동안 전반적으로 과학 출판이 더욱 강화되는 경향이 나타났다. 2019년 전 세계 과학 출판은 2015년에 비해 21% 더 많다. 특히 범분야 기술 관련 출판물은 33%나 급증했다(그림 12).

이런 경향은 저소득국가 및 중저소득국가에도 마찬가지로 나타나서, 전체적으로나 첨단 기술 분야에서나 가장 빠른 수준의 성장률을 기록했다. 저소득국가에서 과학 출판물은 전체적으로 71% 증가했으며, 첨단 기술의 경우 170%나 급증했다(그림 12).

인공지능과 로봇 공학 분야가 견인했던 범분야 기술은 2019년 세계 과학 출판물의 18%를 차지했다(그림 13).

2015년과 2019년 사이, 개발도상국에서 인공지능 및 로봇 공학 관련 연구 결과 출판이 크게 증가함에 따라 이 분야에서 중국, 유럽 연합, 미국이 차지하는 비중은 감소했다(그림 6, 그림 13).

범분야 기술 중에서 두 번째로 인기있는 분야는 에너지 관련 기술이며, 그 다음은 재료 과학이다(그림 5, 그림 14, 그림 15). 예컨대 중국, 이집트, 한국, 사우디아라비아, 남아프리카공화국에서 가장 인기 있는 분야는 에너지다. 재료 과학은 인도네시아와 러시아에서 가장 인기 가 높았다.

네 번째로 빠르게 성장하는 분야는 나노 과학 및 나노 기술 분야다. 이런 성장세는 중국 덕분이다. 2019년 이 분야의 전체 출판물 중 절반 가까이 중국에서 출판됐다.(그림 6).

2015년에 비해 2019년 바이오 기술 분야의 출판물은 1만 8천 건 정도만 증가했다. 이는 같은 기간 동안 14만 8천 건이 증가한 인공지능 및 로봇 공학 분야와 대비된다. 인공지능 및 로봇 공학 분야의 성장세에는 소득 수준에 관계 없이 모든 국가가 기여했다.

출판 환경의 급격한 변화

2019년 유럽 연합(28.6%), 중국(24.5%), 미국(20.5%)은 전 세계 과학 출판의 4분의 3을 기여했다. 전 세계 과학 출판에서 1% 이상의 비중을 차지하는 13개국은 인도(6.1%), 일본(4.5%), 러시아(3.7%), 캐나다(3.6%), 호주(3.3%), 한국(3.1%), 브라질(2.8%), 이란(2.3%), 터키(1.6%), 스위스(1.5%), 인도네시아(1.4%), 말레이시아(1.1%), 그리고 사우디아라비아(1.0%)다.¹¹

기존 유럽 연합 내에서 영국이 가장 높은 연구 집약도를 보였다는 사실을 고려하면, 브렉시트를 통해 영국이 빠져나간 후 유럽 연합은 과학 출판 분야에서 뼈아픈 손실을 겪게 될 것이다. 기존에 영국이 재정적 기여를 했던 대가로, 2021년 이후에도 영국 과학자들은 유럽 연구 위원회(ERC)의 기초 연구비에 지원할 자격이 유지된다. 그러나 이 핵심적인 연구 프로그램의 향후 형태에 대해 영국 과학자들이 영향력을 발휘할 권리는 소멸될 것이다. 2014년과 2020년 사이 영국은 유럽 연구 위원회 연구비의 최대 수혜국이었으며, 유럽의 인재들을 자석처럼 끌어들이었다. 2020년 영국에 근거지를 두고 유럽 연구 위원회의 연구

비를 수주한 연구자 중 43%는 영국 시민이었고 37%는 유럽 연합 시민이었다(보고서 9장 참고).

라틴아메리카에서는 에콰도르가 과학 성과 산출 부문에서 가장 가파르게 성장했다(152%). 2012년부터 2015년, 2016년부터 2019년 두 시기 동안 인공지능과 로봇 과학 분야에서 에콰도르의 과학 출판물은 9배 증가해, 세계에서 가장 높은 수준의 증가세를 보였다(그림 13).

세계 과학 출판에서 인도네시아의 점유율(2011년 0.15%, 2015년 0.3%)과 사우디아라비아의 점유율(2011년 0.43%, 2015년 0.81%)도 상당히 증가했다.

2017년, 인도네시아 정부는 국제 색인 학술지에 연구 결과를 출판하는 것과 자국 과학자의 업적 평가를 연계시켰다. 인도네시아 연구자의 출판이 급증하면서, 기존에 이미 나타나기 시작했던 해외 공동연구 비중의 감소는 가속화되었다. 인도네시아 과학 출판에서 해외 공동연구의 비중은 2012년 55%로 정점에 달했다가 2019년에는 겨우 17% 수준으로 급격히 감소했다.

사우디아라비아에서 과학 출판이 크게 증가한 현상(2015년과 2019년 사이 43% 증가)은 학술적으로 빈번히 인용되는 해외 연구자를 사우디아라비아의 대학들이 유치하도록 한 정책과 관련이 있다. 2019년 사우디아라비아의 과학 출판에서 76%는 외국인 연구자와의 공동 연구다.

웹 오브 사이언스 데이터베이스에 관한 한 연구에 따르면, 2018년 세계적으로 가장 많이 인용되는 6,100명의 연구자 중 아랍권 국가의 대학에 근거지를 둔 연구자는 90명뿐이었으며, 그것도 대부분 사우디아라비아에 집중되었다. 또한 그들 가운데 아랍 지역 출신은 6명에 불과했다(보고서 17장 참고).

국제 과학 협력 동향

국제 과학 협력의 증대

2015년과 2019년 사이 세계적 수준에서 국제적 과학 협력의 비율은 22%에서 24%로 증가했다(그림 4). 그렇지만 이 평균치는 소득 그룹이나 국가별로 나타나는 광범위한 격차를 잘 드러내 주지 않는다. 성장은 고소득국가에서 가장 빨랐다(30%에서 36%로). 유럽 연합에서는 제3국 저자와 공동으로 저술한 논문 비율이 41%에서 47%로 급증했다. 미국에서는 국제적 과학 협력이 36%에서 41%로 증가해 이제 라틴아메리카 평균과 비슷해졌다. 이는 미국이 2017년 이후 미국 우선주의 정책 어젠다에 따라 다자 체제에서 후퇴했음에도 불구하고 과학 협력은 약화되지 않았음을 시사한다(보고서 5장 참고). 한편 중국과 미국은 무역과 기술을 두고 마찰하고 있기는 하지만 여전히 서로에게 가장 주요한 국제 과학 파트너다(보고서 5장, 23장 참고).

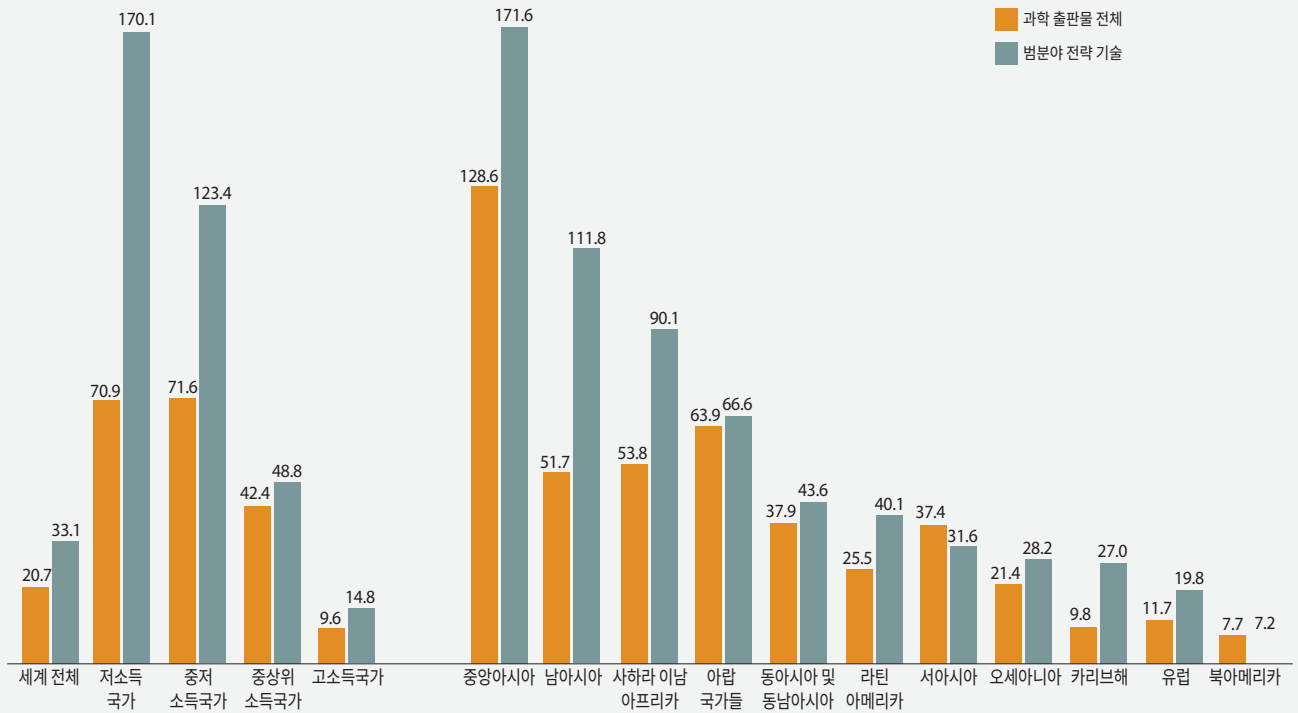
저소득국가에서 국제적 과학 협력 수준은 여전히 높다(72%에서 70%). 중국(23%)과 인도(19%)의 수치가 아주 높지 않기 때문에(그림 4), 중상위소득국가의 평균치와 중저소득국가의 평균치가 예상보다 더 낮은 현상을 설명할 수 있다. 또 하나 주목할 만한 점은 중국이 인도의 상위 5대 과학 협력 파트너 중 하나가 되었다는 점이다(보고서 22장 참고).

러시아는 2015년에서 2019년 사이 국제적 과학 협력 수준이 27%에서 24%로 떨어졌는데 이는 전 세계적 추세와는 대조적이다(그림 4).

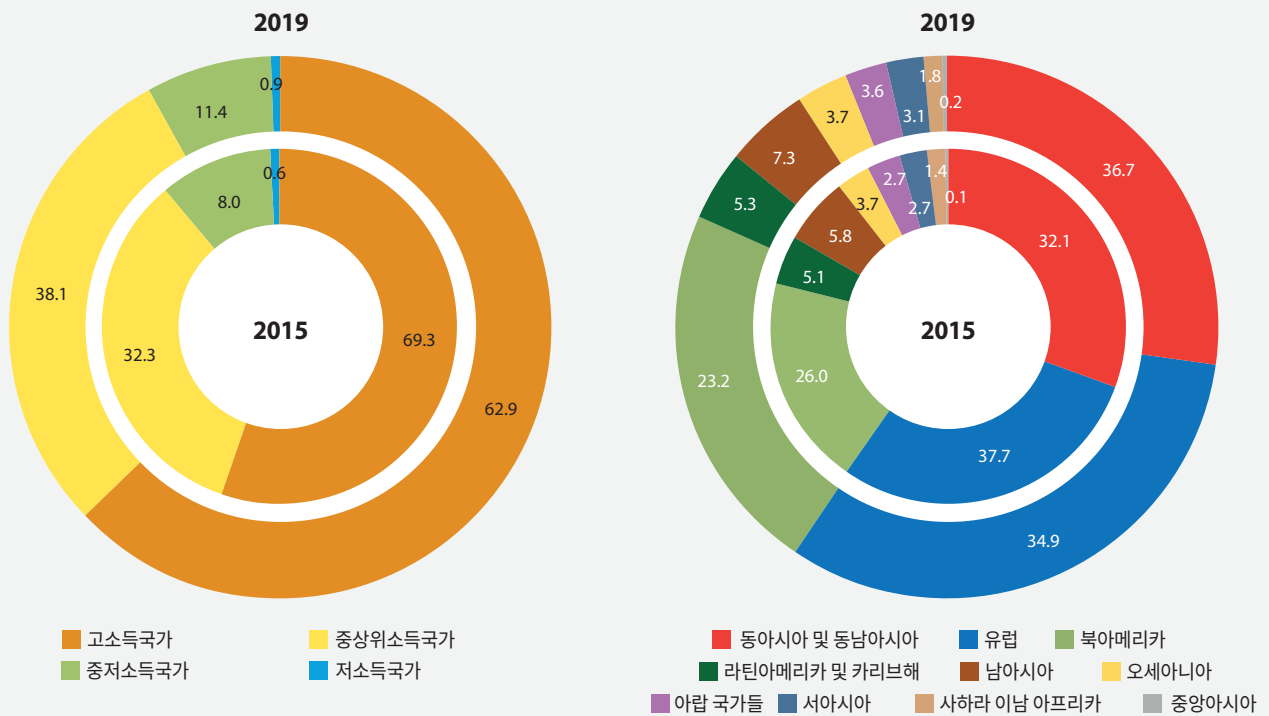


<그림 12> 전 세계 과학 출판의 동향

2015년부터 2019년 사이 소득 그룹 및 지역별 과학 출판물 산출량의 변화(%)



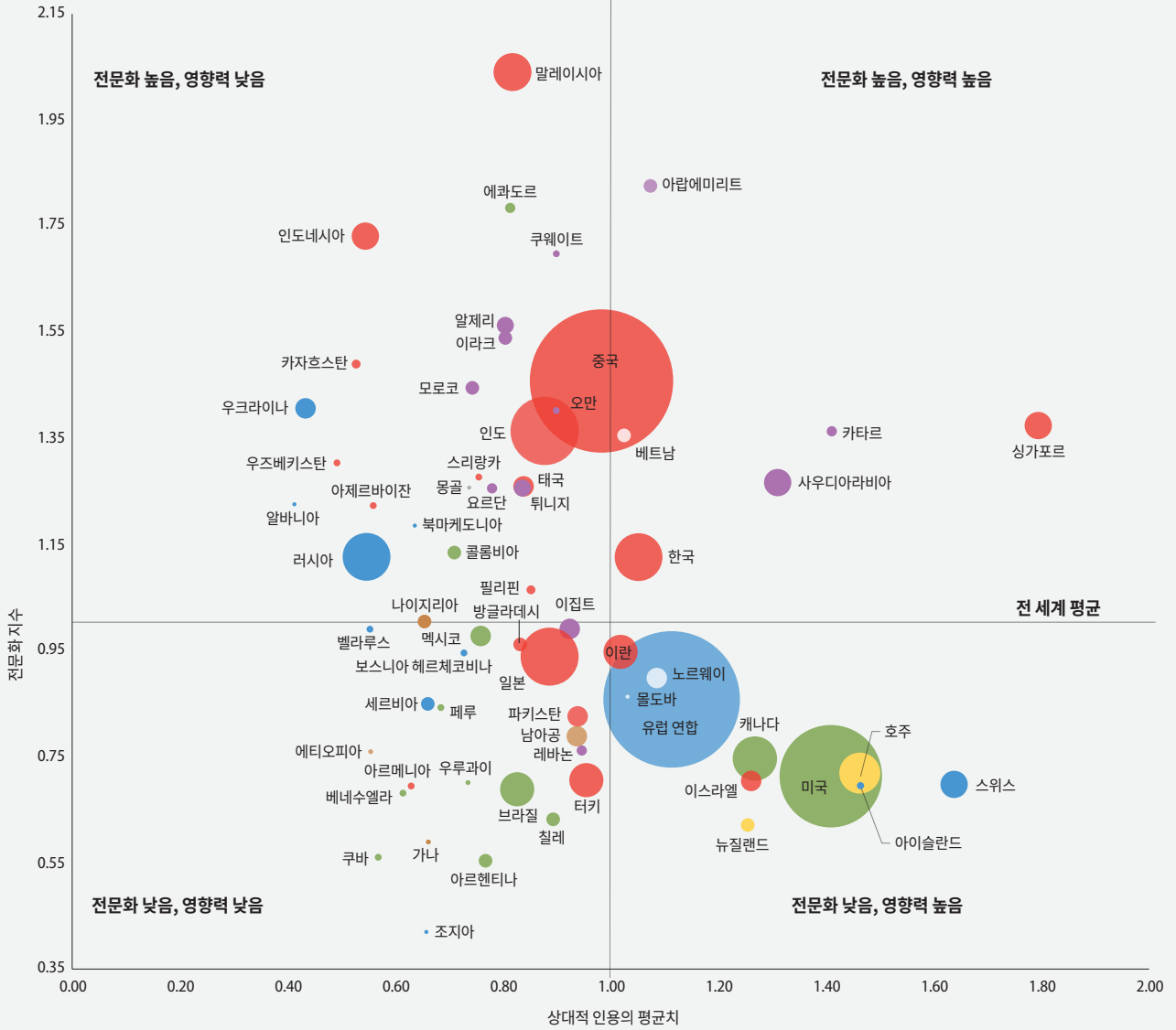
2015년과 2019년, 소득 그룹 및 지역별로 전 세계 과학 출판물에서 차지하는 비중



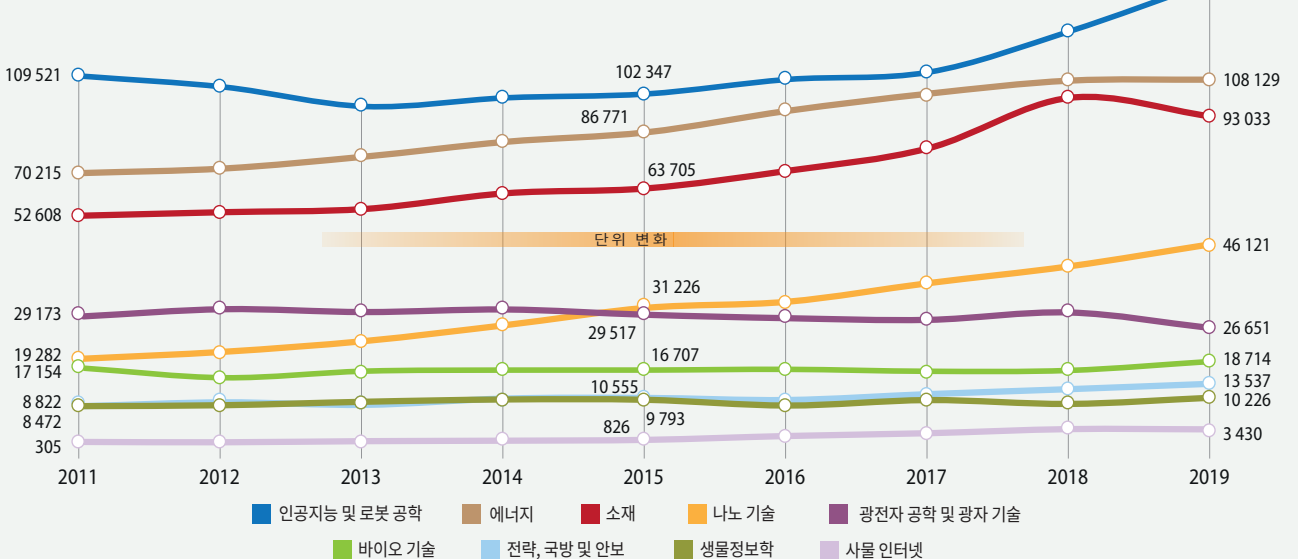
출처: 스코퍼스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

Specialization and average of relative citations for cross-cutting strategic technologies by country and region, 2011-2019

같은 기간 동안 해당 분야에서 1천 건 이상 출판한 국가들을 표시. 원의 크기는 출판물 수에 비례.



2011년에서 2019년 사이 범분야 전략 기술에 관한 전 세계 출판물의 양



참고: 출신 지역이 다른 여러 저자가 공동으로 저술한 논문도 각 저자의 소속 지역별로 집계했기 때문에 지역별 수치의 총합은 실제 총량을 초과함. 범분야 전략 기술에는 인공지능 및 로봇 공학, 생물정보학, 블록체인 기술, 에너지, 사물 인터넷, 소재, 나노 과학 및 나노 기술, 광전자 공학 및 광자 기술, 전략/국방 및 안보 연구가 포함됨. 2018년 이전, 스크퍼스 등재 학술지 중에서 블록체인 기술을 전문적으로 발행하는 학술지는 없었음.

출처: 스크퍼스 지표(웹스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 매트릭스의 데이터 처리

남아시아와 동남아시아는 국제적 과학 협력 수준이 가장 낮으며 평균치는 25% 미만이다. 한편 이란은 2015년 이후 긴밀한 국제적 과학 연계를 구축했으며, 해외 저자와 공동으로 저술한 출판물은 21%에서 28%로 급증했다(그림 4). 이런 추세는 2016년 경제제재 해제에 기인할 수도 있다.

말레이시아(2019년 44%), 파키스탄(56%), 싱가포르(71%)는 아시아에서 국제적 과학 협력이 가장 높은 비율로 이루어지는 국가들이다. 게다가 이 세 국가 모두 2015년 이후 국제적 과학 협력 비율이 최소 5% 이상 상승했다.

변화의 추진력이 되는 인재 시장 및 해외 이주 디아스포라

과학 연구 성과 출판을 질적, 양적으로 향상시키려는 개발도상국들은 피인용률이 높은 학자를 초빙하고 싶어한다. 이에 따라 선도적 과학자들의 보수를 인상시키는, 수익성 높은 인재 시장이 등장했다. 이런 추세에 맞게 해외 학자를 초빙하는 국가들은 과학 출판 및 국제 협력 통계치가 올라가고 있다.

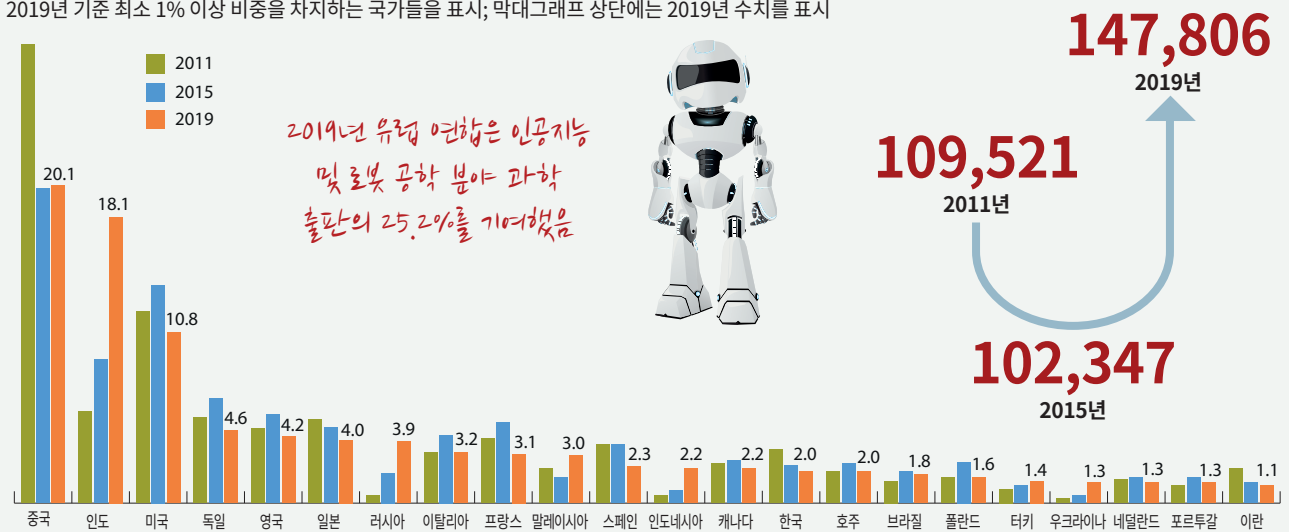
또 다른 기여 요인은 점점 더 규모가 커지는 디아스포라다. 파키스탄의 입장에서 사우디아라비아는 국제 과학 협력 규모가 두 번째로 큰 파트너다. 이 현상은 주로 해외 이주 집단, 즉 사우디아라비아 내의 파



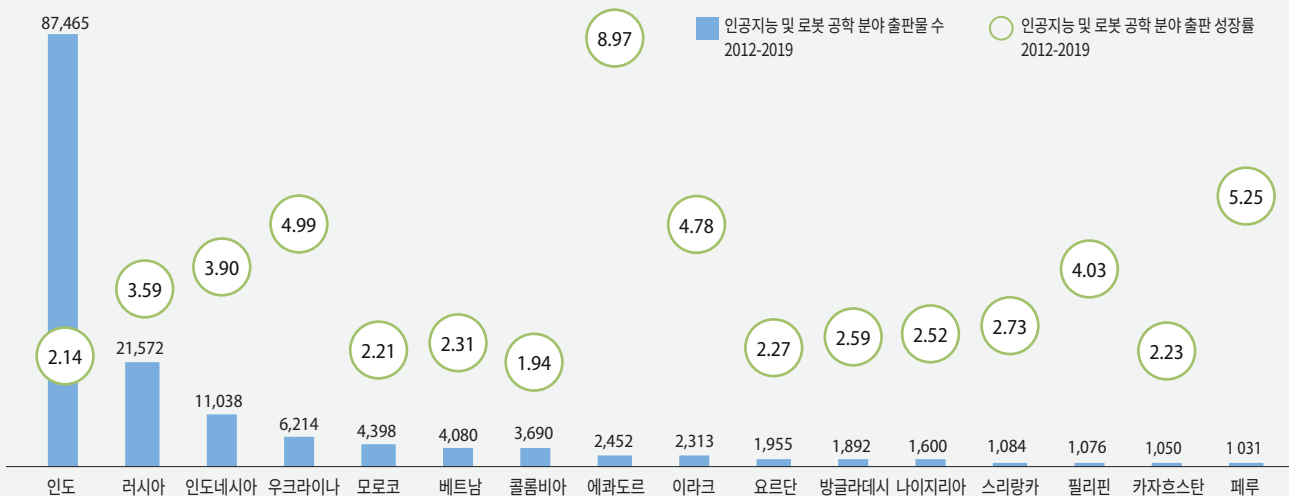
<그림 13> 인공지능 및 로봇 공학 분야 과학 출판의 동향

2011년, 2015년, 2019년 전 세계 인공지능 및 로봇 공학 분야의 과학 출판에서 각국이 차지하는 비중(%)
2019년 기준 최소 1% 이상 비중을 차지하는 국가들을 표시; 막대그래프 상단에는 2019년 수치를 표시

인공지능 및 로봇 공학 분야 전 세계 출판물 수



2012년에서 2019년 사이 인공지능 및 로봇 공학 분야의 과학 출판 성장률 상위 15개국
출판물 500건 이상인 국가를 출판물 수로 정렬



참고: 성장률은 2016년부터 2019년 사이 출판물 건수를 2012년부터 2015년 사이 출판물 건수로 나눈 값을 통해 계산

출처: 스크퍼스 지표(웹스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

키스탄 디아스포라를 통해 설명할 수 있다(보고서 21장 참고).

디아스포라에는 분쟁 지역을 탈출하는 과학자들도 포함된다. 시리아의 기관들에 소속된 과학자들의 성과는 2015년과 2019년 사이 29% 증가했다. 예멘에서는 내전으로 인해 시설물이 구조적으로 손상되면서, 대학과 연계한 43개 이상의 정부 과학 센터가 운영을 중단해야만 했다. 그럼에도 불구하고 연구 성과 출판은 2015년 281건에서 2019년 614건으로 증가했다(보고서 17장, 에세이 <난민과 쫓겨난 과학자들의 통합이 모두에게 득이 되는 상황을 만들어내다> 참고).

대조적으로, 필리핀에서는 2014년에 논문 10편 중 6편이 외국 학자와의 공동 저술이었는데, 그 이후 국제적 과학 협력 비율이 급격히 감소했다. 국제적 과학 협력의 상당 부분이 외국에 나가 있던 필리핀 디아스포라와의 연계를 통해 이루어졌다는 점을 감안하면, 2018년 ‘귀국 과학자법’이 시행된 영향으로 인해 1년만에 외국 기관과의 공동 저술 비율이 2018년 49%에서 2019년 41%로 급락했다고도 볼 수 있다.¹²

국제 협력이 활발한 환경 과학 분야

국제 협력이 가장 일반적인 분야는 지구 과학이다. 2019년 지구 과학 분야의 논문 중 공저자가 여러 국가 출신으로 구성된 비율은 3분의 1 이상이며(36%), 이는 2015년 33%에서 더 증가한 수치다. 지구 과학 다음으로 국제 협력이 활발한 분야는 환경 과학이다(그림 16). 2019년 유럽 연합에서 발행된 환경 과학 출판물 중 6할(59%)은 제3국과의 파트너십에 의해 이루어졌으며, 사하라 이남 지역 과학자 사이에서도 비슷한 비율(64%)이 나타난다.

범분야 전략 기술 및 공학 분야에서 국제 공동 저술은 2015년 이후 20%를 수준을 맴돌았다. 고소득국가들은 기타 소득 수준에 있는 국가들과 범분야 전략 기술에 관한 협력을 강화해 왔으며, 해당 분야의 국제 공동 저술 비율도 2015년 31%에서 2019년 37%로 증대했다.

공동의 목표를 위해 봉사하는 과학

북극은 러시아가 경제 투자의 10분의 1을 투자하고 있는 지역이다. 이런 북극 지역에서 유럽 연합과 러시아는 폐수 관리, 핵 폐기물 처리를 포함한 여러 문제에 대해 협력해 왔다. 2017년 5월, 북극 8개국인 캐나다, 덴마크, 핀란드, 아이슬란드, 노르웨이, 러시아, 스웨덴, 미국은 ‘북극 과학 협력 증진 협정’에 조인했다(보고서 13장 참고).

뉴질랜드는 연구의 국제적 교류를 증진하기 위해 2020-2021년 예산안에 ‘축매 기금’ 3천 5백만 뉴질랜드달러를 할당했다. 뉴질랜드는 이미 ‘농업 온실 가스에 관한 세계적 연구 연합’에 참여하고 있다. 또한 ‘지속가능한 발전을 위한 어젠다 2030’을 달성하려는 개발도상국들의 재정적 수요에 부응해, 뉴질랜드는 2018년 공적 개발 원조를 30% 증액했다. 이 지원의 60% 정도는 태평양 지역으로 간다. 2017년부터 2019년 사이, 뉴질랜드는 해당 지역 국가들인 쿡 제도, 피지, 팔라우, 통가, 사모아의 국제 과학 협력 파트너 상위 5개국 중 하나였다. 뉴질랜드의 과학자들은 연구 성과 출판의 64%를 해외 협력자와 같이 공동으로 저술하는데, 이 비율은 기존 59%에서 상승한 수치다.

중국은 2017년 5월 ‘일대일로(一帶一路) 과학기술혁신 행동계획’을 발표했다. 중국은 이 계획의 일환으로 아세안, 아랍 세계, 중앙아시아, 중유럽 및 동유럽 국가가 5개의 기술 이전 플랫폼을 설치하고자 한다. 아울러 아프리카에도 여러 개의 공동 연구 센터 설치를

추진하고 있다(보고서 23장 참고).

2014년에서 2016년, 2017년에서 2019년 두 기간 동안, 특정 아세안 국가의 국제 과학 협력 상위 5개국에 또 다른 아세안 국가가 포함되어 있는 경우는 5개에서 8개로 증가했다. 2014년에서 2019년까지 6년 동안, 중국이 국제 과학 협력 상위 5개국에 포함된 아세안 국가는 10개국 중 6개국이며, 호주가 과학 협력 상위 5개국에 포함된 아세안 국가는 10개국 중 8개국이다.

지역 내 국제 과학 협력의 증대

같은 지역 안에서는 과학 협력이 더 증대되는 경향이 있다. 예컨대 콜롬비아의 국제 과학 협력 상위 5개국에는 브라질과 페루가 있다. 2017년부터 2019년 사이, 가나는 부르키나파소, 라이베리아, 시에라리온의 국제 과학 협력 상위 5개국 안에 들었다. 우간다는 사하라 이남 8개국에서 국제 과학 협력 상위 5개국에 포함되며, 남아프리카공화국은 같은 기간 동안 23개국에서 국제 과학 협력 상위 5개국에 포함된다.

2015년 이후 남아프리카공화국은 국제 공동 저술을 통한 과학 출판물 비율을 54%에서 57%로 증대시켰다. 남아프리카 국립 연구 재단은 캐나다의 국제 개발 연구센터, 영국의 국제 개발부와 함께 2016년 ‘과학 기금 위원회 이니셔티브’가 발족할 수 있도록 후원한 3개의 기관 중 하나다. 이 이니셔티브를 통해서, 말라위 국립 과학기술 위원회는 2019년 모잠비크, 짐바브웨와 함께 농업 연구 분야 협력을 제안할 수 있는 틀을 개발했다. 또한 말라위 국립 과학기술 위원회는 2020년 8월 잠비아, 모잠비크와 함께 재생 에너지 분야에서 협력 연구를 진행할 수 있는 3자간 요청도 제시했다(보고서 20장 참고). ‘과학 기금 위원회 이니셔티브’를 통해 식품 및 농업 분야 공동 연구비를 수주하기 위해서, 부르키나파소는 자국의 ‘발전을 위한 연구 및 혁신 국가 기금’(FONRID, 2011년 설립)을 활용해 세네갈과 협력해 오고 있다(보고서 18장 참고).

서아프리카 경제 공동체(ECOWAS)는 역내 과학 협력 및 이동성을 자체적으로 장려해 왔다. 2018년부터 서아프리카 경제 공동체의 ‘연구 및 혁신 지원 프로그램’은 역내 연구팀 중에서 문제 해결을 지향하는 연구에 초점을 맞춘 팀을 경쟁을 거쳐 선발한 후 연간 연구비를 수여하고 있다(보고서 18장 참고).

국가별·지역별 상세 동향

캐나다의 공공 연구 인프라(보고서 4장 참고)는 수년간 쇠퇴하다가 이제 다시 시동을 걸고 있다. 캐나다 정부는 새로운 연구 시설에 투자하고 있으며, 연방 연구소와 학계 그리고 산업계는 새로운 방식의 협력 모델을 시도하고 있다.

캐나다의 GDP 대비 산업 연구개발비는 OECD 평균의 절반에 불과하다. 이런 상황을 바로잡기 위해서 캐나다 정부는 대책을 수립했다. ‘혁신 및 기술 계획’(2017)의 일환으로 산업계와 공동으로 대규모 프로젝트를 추진해 혁신을 촉진하고자 ‘전략 혁신 기금’도 마련되었다. 2020년 초까지 이 기금은 65개가 넘는 프로젝트에 22억 캐나다 달러를 지원했다.

2017년 캐나다 정부는 자국 기업들이 연구 기관과 협력해 ‘담대하고 야심 찬’ 혁신 전략을 개발하도록 장려했다. 이것은 해양 경제,

차세대 제조업, 디지털 기술, 단백질 산업, 인공지능에 중점을 둔 ‘혁신 슈퍼 클러스터’ 이니셔티브의 일환이었다.

캐나다의 산업계는 연방 정부 및 주 정부가 공급자 측에 기반을 둔 선형적 혁신 관점에 따라 움직인다고 주장해 왔다. 과학, 기술, 혁신에 관한 국가 차원의 전략이 부재하기에 도전적 과제를 제대로 해결하지 못한다는 점도 아울러 지적되었다. 캐나다에서는 주 정부 및 주 정부에 준하는 기관이 제각각 전략과 프로그램을 수립해 시행하고 있는 현실이다.

최근 신설된 캐나다 연구 조정 위원회는 투자 위험도가 높지만 판도를 바꿀 수 있는 연구에 연방 정부의 지원을 확대하려는 목적으로 마

련된 ‘뉴 프런티어 연구 기금’ 등을 통해 연방 수준에서의 조율을 개선 시키고자 하고 있다.

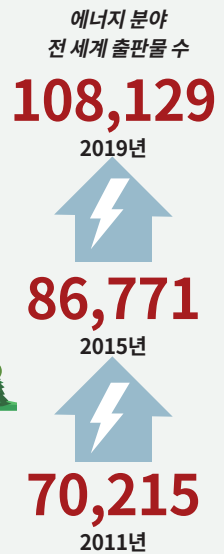
‘범 캐나다 인공지능 전략’(2017)은 우수한 인공지능 연구자 및 잘 훈련된 졸업생을 양성하기 위해 자금을 투입하는 중이다. 캐나다는 인공지능이 지닌 잠재적인 사회적 영향력에 관한 국제적 논의에서도 주도적인 역할을 하기 위해 노력하고 있다.

캐나다는 2050년까지 탄소 배출량 제로에 도달하기 위해 5년마다 달성할 단계적 목표를 법안으로 상정했다. 석탄은 2030년까지 단계적으로 폐지되지만, 원유 생산량은 2018년부터 2040년 사이에 50% 증가할 것으로 예상된다. 캐나다 정부는 탄소 오염 배출 1톤 당 50캐나다

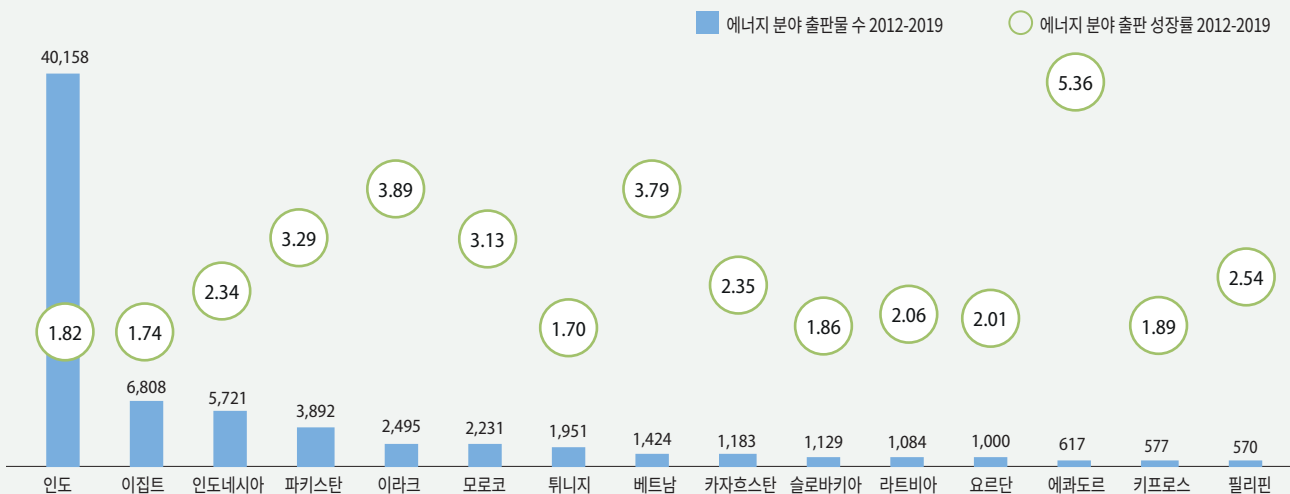


<그림 14> 에너지 분야 과학 출판의 동향

2011년, 2015년, 2019년 전 세계 에너지 분야의 과학 출판에서 각국이 차지하는 비중(%)
2019년 기준 최소 1% 이상 비중을 차지하는 국가들을 표시; 막대그래프 상단에는 2019년 수치를 표시



2012년에서 2019년 사이 에너지 분야의 과학 출판 성장률 상위 15개국
출판물 500건 이상인 국가를 출판물 수로 정렬



참고: 성장률은 2016년부터 2019년 사이 출판물 건수를 2012년부터 2015년 사이 출판물 건수로 나눈 값을 통해 계산

출처: 스크퍼스 지표(웹스비어 제곱)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

달러를 부과하는 세금을 2022년까지 신설하려는 목표를 가지고 있다.

2016년 캐나다 정부는 15억 캐나다달러 규모의 ‘해양 보호 계획’을 채택했다. 해양 및 해안 지역 가운데 보호구역으로 지정된 곳은 2015년 1%에서 2018년 거의 14%까지 증가했다.

캐나다는 ‘북극 및 북부 정책 프레임워크’(2019)도 설계했다. 연방 기관인 캐나다 북극 연구소는 원주민 공동체와 공동 연구를 진행하기 위해 설립한 ‘지역 공동체 관측소’ 등을 통해서 기후 변화 경감 및 적응을 위한 혁신 연구에 자금을 지원하고 있다.

미국은 2017년 ‘미국 우선주의’ 정책을 채택하면서 부문별로 특화된 정책 목표들을 새롭게 설정했다(보고서 5장 참고). 여기에는 관세 부과를 통해서 주요 무역 상대국과의 상품 무역 적자를 줄이는 것도 포함된다.

2018년 이후 미국과 중국의 무역 분쟁은 첨단 기술, 기술 이전, 지식재산권 보호 분야로까지 확대되었다. 이는 기술과 고급 인력의 이동 측면에서 양국이 분리되는 실제적 위기로 이어질 수 있다.

점점 더 경쟁이 치열해지는 국제 환경에 미국이 적응해야 한다는 견해가 연방 기관들, 그리고 행정부 및 입법부 각처에서 광범위한 동의를 얻고 있다.

따라서 연방 정부는 미국 경제의 경쟁력 및 사이버 안보에 핵심적이라고 여겨지는 주요 디지털 기술에 우선 순위를 부여했다. 여기에는 인공지능, 양자 정보 과학, 첨단 이동통신망 기술 등이 포함된다. ‘국가 인공지능 연구 및 개발 전략 계획’은 2016년 처음 발표되었다. 4년 후, 연방 정부는 양자 정보 과학 및 인공지능에 대한 정부의 연구 투자를 2022년까지 2019년 대비 두 배로 늘린다는 계획을 발표했다.

2017년 ‘국가 우주 정책’에 요약된 것처럼 우주도 우선 순위로 재등장했다. 미국 항공우주국은 정부의 2021년 예산안에서 증액 대상으로 선정된 4개 기관 중 하나였다. 항공우주국의 민간 협력은 민간 우주 산업 개발에 핵심적 요인으로 작용해 오고 있다.

미국 우선주의 정책으로 인해 미국은 파리 협정을 비롯한 몇몇 다자간 협정에서 탈퇴했다. 그렇지만 몇몇 주는 자체적으로 기후 변화 대응 행동을 지속해 왔으며, 새로 선출된 행정부는 2021년 2월 미국을 다시 파리 협정으로 복귀시켰다.

2017년과 2019년 사이 미국 정부는 90개가 넘는 환경 보호 정책을 철회했다. 천연 가스와 재생 에너지의 가격을 낮춘 기술적 진전과 더불어, 이러한 정책적 변화는 석유, 천연 가스, 재생 에너지 소비의 증가로 이어졌다. 에너지 소비 증가는 관대한 세금 인센티브 그리고 2015년과 2020년 사이 에너지부의 22% 연구비 증액으로도 탄력을 받았다.

미국의 2017년 GDP에서 18%를 차지하는 중요한 분야임에도 불구하고, 보건 및 의료에서의 접근성과 형평성은 여전히 문제로 남아 있다. 게다가 연방 정부, 주 정부, 그리고 지방 정부가 부담하는 보건의료는 2028년까지 48% 증가할 것으로 예상되는데, 이는 지속불가능한 궤적이다. 정밀 의학이 치료 가능성을 광범위하게 열어주는 하지만, 동시에 의료비를 상승시키는 문제도 있다. 약물유전체학이 급성장하면서, 앞으로 제약 회사는 거대 데이터 기업들과 더 많은 협력을 필요로 할 것이다.

선도적인 디지털 기술 대기업이 사회, 경제, 정치에 끼치는 영향력

이 증대하고 있다는 우려가 제기되자 2020년에는 5개 기업에 대한 반독점 심사가 각각 진행되었다.

코로나19 팬데믹으로 인해 50만 명 이상의 미국인이 사망했다. 한편 팬데믹과 스타트업이 운용할 수 있는 벤처 자본이 줄어들었음에도 불구하고, 2020년 미국의 신규 기업 등록은 급증했다.

카리브해 지역에서 자연 재해로 인한 비용 지출이 증가하자, **카리콤**은 이를 기후 회복력 및 녹색 혁신을 포함하는 분야에서 대담한 집단적 이니셔티브를 취하는 계기로 삼았다(보고서 6장 참고). 예컨대 화석 연료 수입의 재정적·환경적 부담을 경감하기 위해서 ‘녹색 기후 기금’은 도미니카, 그레나다, 세인트키츠 네비스, 세인트루시아, 세인트빈센트 그레나딘에서 지열 자원을 개발하는 8개년 프로젝트를 지원하고 있다.

가이아나는 최근 엑손모빌이 발견한 해양 석유 및 가스 매장지로부터 나오는 수익을 재생 에너지 개발에 사용할 계획이다. 이를 위해 2019년 가이아나 정부는 주로 석유 판매 수익으로 마련하는 ‘국부 기금’을 설립했다. 카리콤 기후 변화 센터의 지원을 받아서 바르티카라는 마을을 ‘녹색 마을 시범 모델’로 전환하는 프로젝트도 있다.

카리콤 국가들의 전략적 프레임워크가 ‘지속가능한 발전을 위한 어젠다 2030’과 긴밀하게 연결되어 있기는 하지만 실행력을 높이기 위해서는 세부 청사진, 지속적으로 운용할 수 있는 자금, 점검 및 평가 체계가 필요하다.

카리콤 회원국들은 ‘카리콤 디지털 어젠다 2025’를 채택하고 2017년 그 청사진을 승인했다. 이 어젠다는 정보통신 기술로 국경이 허물어지는 공간을 육성하기 위해 ‘카리콤 정보통신 기술 단일 공간’을 창출하려는 목적을 가지고 있다. 카리콤 지역에 소프트웨어 엔지니어가 부족하고 해당 분야의 과학적 연구 성과가 많지 않다는 점을 감안해 보면, 인력 양성이 성공의 핵심 요소가 될 것이다.

물론 카리콤 지역의 과학 출판물 성장세도 주목할 만하고, 이것이 연구 문화의 활력이 높아졌다는 증거가 될 수도 있지만 현재처럼 보건 분야만 과도하게 강조하면 카리브해 국가들이 미래의 디지털 및 녹색 경제를 대비하는 데에는 부족할 것이다.

카리브해 지역의 연구개발에 대한 자료가 거의 전무하다는 점도 국가 수준에서 그리고 지역 수준에서 과학을 관리하는 데 불리한 요소로 작용하고 있다. 예컨대 ‘카리콤 전략 계획 2015-2019’의 실행은 자료 부족 때문에 난항을 겪었다. 체계적인 자료 수집, 분석, 활용, 그리고 지역적 통합과 발전에 관한 진척 상태 보고에 지침으로 삼기 위해서 카리콤은 2018년 카리브해 개발 은행의 지원을 받아 ‘결과 기반 관리 시스템’을 개발했다.

체계적이고 지속적인 지원을 필요로 하는 혁신 기업들과 함께, 자메이카의 ‘혁신 촉진, 성장, 기업이 정신 생태계’라는 새로운 프로그램은 카리브해 지역의 모델이 될 수 있을 것이다.

원자재 호황기 동안 **라틴아메리카**의 투자는 기존 인프라를 보강하고 혁신을 장려하며 위험을 감수하기보다 단순히 경제적으로 확장하는데 집중되었다.

그 결과, 원자재 호황이 끝나자 라틴아메리카는 경제 성장 정체기로 진입했으며, 역내에서 규모가 큰 국가라고 볼 수 있는 아르헨티나와 멕시코에서 연구 집약도가 하락하는 현상도 함께 나타났다.

혁신 시스템이라는 개념은 이제 과학, 기술, 혁신 정책에 폭넓게 통합되어 있다. 그러나 생산 부문에서의 지식 수요는 여전히 낮다. 하나 이상의 국가에서 영업 중인 라틴아메리카 회사들(다국적 기업들)은 예전보다는 더 많은 역할을 하고 있지만 여전히 국가 혁신 시스템과 긴밀히 연계되어 있지 않다. 이 지역에 자회사를 둔 다국적 기업들은 역시 현지에서 연구를 수행하기보다는 기존 지식을 활용하는 경향이 있다.

더 많은 국가들이 해외에서 고안된 정책을 단순히 적용하기보다는 실험을 동반하는 ‘자체 제작’ 정책을 개발하고 있다. 이런 자체 제작 정책은 지속가능한 개발을 위해 사회적 혁신을 강조하며, 현지 및 토착 지식 체계를 점점 더 적극적으로 통합하고 있다.

그렇지만 라틴아메리카에서는 여전히 정책 결정이 백지화되는 ‘유턴’ 현상이 특징적으로 나타나며 이는 장기적 계획 수립을 방해한다. 아울러 이런 점은 투자자의 신뢰를 약화시키고 혁신을 방해할 수 있다. 어떤 국가에서는 광범위한 대중적 참여를 통해 결정한 사항마저 철회하는 경우가 발생했다.

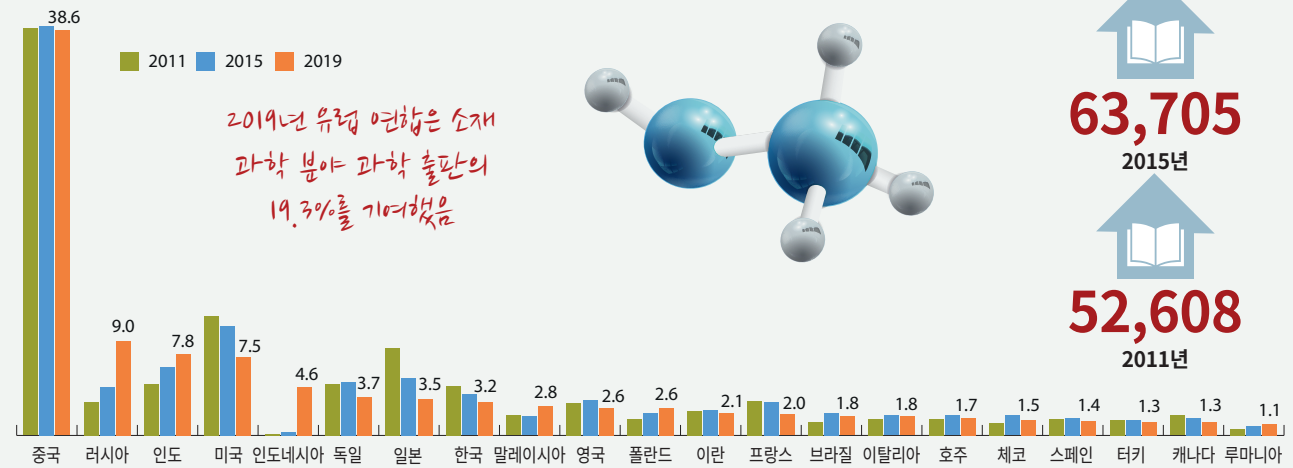
지속가능성 과학은 라틴아메리카 지역의 연구 초점으로 부상하고 있다. 한 가지 사례는 생물다양성 존중 문화를 육성하려는 콜롬비아 바이오 프로그램이다. 이 프로그램은 고부가가치 제품과 서비스 개발을 촉진하려는 목적 하에 부족한 분류학적 기록을 보완하고 생물 탐사를 지원하고 있다.

쿠바와 베네수엘라를 제외한 모든 라틴아메리카 국가에서 주류 학

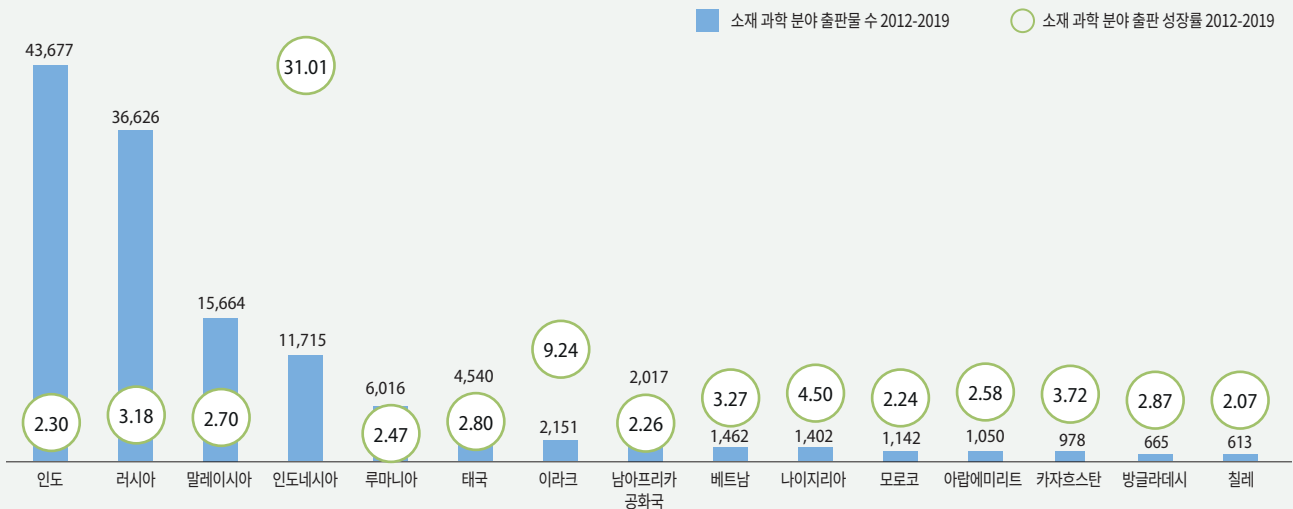


<그림 15> 소재 과학 분야 과학 출판의 동향

2011년, 2015년, 2019년 전 세계 소재 과학 분야의 과학 출판에서 각국이 차지하는 비중(%)
2019년 기준 최소 1% 이상 비중을 차지하는 국가들을 표시, 막대그래프 상단에는 2019년 수치를 표시



2012년에서 2019년 사이 소재 과학 분야의 과학 출판 성장률 상위 15개국
출판물 500건 이상인 국가를 출판물 수로 정렬



참고: 성장률은 2016년부터 2019년 사이 출판물 건수를 2012년부터 2015년 사이 출판물 건수로 나눈 값을 통해 계산

출처: 스크퍼스 지표(웹스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

솔지 게재 논문 수가 증가했다. 일부 국가의 대학원 교육 향상이 이런 추세에 일부 기여했을 것이다. 쿠바의 학술 성과 하락은 2017년 미국의 봉쇄 재개와도 관련이 있을 수 있다. 쿠바는 2012년 해외여행 제한을 해제한 이후 연구 인력 유출을 막기 위해 급여 인상을 계획하는 등 연구개발을 위한 자원을 확보하려고 노력해 왔는데, 봉쇄 재개는 이런 상황에 부정적인 영향을 끼쳤다. 베네수엘라 2019년 3백만 명 이상이 콜롬비아, 페루, 에콰도르, 브라질로 이주하면서 심각한 두뇌 유출을 겪었다.

적극적인 다자간 협력의 한 예로 기후 변화 복원력 구축 활동을 펼쳐 온 ‘중남미아메리카 통합 시스템’(SICA)을 들 수 있다. 2020년 5월, SICA는 모든 회원국의 국립 연구 기관 및 혁신 기관의 정책 결정 능력을 강화하기 위해서 캐나다의 국제 개발 연구센터와 함께 프로젝트를 추진하기로 협약을 맺었다.

라틴아메리카 지역 전체 수준에서 볼 때, 바이오 기술, 우주 과학, 개방 과학 등의 분야에서는 아래로부터 위로 올라가는 이니셔티브, 즉 오픈 사이언스 국가 주도에 의해서라기보다는 자율적으로 형성된 흐름도 상당 부분 존재했다.

브라질은 지난 5년 동안 많은 성과를 기록했다(보고서 8장 참고). 예컨대 세계에서 가장 정교한 싱크로트론 광원 중 하나인 ‘시리우스’는 거의 완성 단계에 이르렀다.

또한 보건, 금융, 농업 분야 등 정부와 기업 부문 모두에서 디지털 기술의 활용이 증가했다. 예측 모델과 신약을 개발하기 위해서 e-헬스 분야에서는 의료 빅데이터와 인공지능도 활용 중이다.

브라질 과학계는 2015-2018년 지카 바이러스 발병 기간과 2020년 이후 코로나19 팬데믹 기간 중에 재빠르게 동원되기도 했다.

대학 내의 기술 혁신 허브도 번창했다. 특히 특허 출원, 산업계와의 협력, 혁신 스타트업의 양성이라는 측면에서 활동이 활발했다.

또 다른 긍정적 발전은 풍력 및 태양 에너지, 그리고 바이오 연료 및 바이오매스가 전력 생산에서 차지하는 비중이 2015년 14.7%에서 2018년 19.5%로 증가했다는 것이다. 브라질은 에너지 매트릭스가 세계에서 가장 청정한 국가 중 하나다. 2020년 브라질 전력 생산의 85%는 재생 에너지로부터 나오며, 그중 3분의 2는 수력 발전에서 나온다.

2018년, 브라질 정부는 환경 문제를 언급하면서 아마존에서 초대형 수력 발전 프로젝트를 종료한다고 발표했다. 일련의 댐 붕괴 사건, 그리고 아마존 삼림 및 판타나우 지역의 산불 증가는 환경 감시 및 재난 예방 시스템이 충분치 않다는 점을 입증해 주었다. 최근 몇 년 사이에는 일부 환경 보호 정책이 철회되기도 했다.

몇몇 지표들은 브라질의 국가 혁신 시스템에게 마치 경고 신호를 보내는 듯하다. 기업 투자는 전반적으로 감소했으며, 기업들의 연구개발비 투자 비중도 감소했다. 기업이 등록하는 특허 수도 줄었다. 한편 연방 연구 기관의 예산도 급격히 감소했다. 2015년과 2017년 사이 브라질 국내 연구비는 16% 수축했다. GDP 및 해외 무역에서 산업 생산이 차지하는 비중, 특히 제조업이 차지하는 비중 역시 감소하는 추세다.

2020년 중반, 브라질 정부는 기존 ‘과학, 기술, 혁신을 위한 국가 전략 2016-2022’를 대체하는 ‘전략 계획 2020-2030’을 발표했다. 이 새로운 계획이 ‘지속가능한 발전을 위한 어젠다 2030’의 영향을 받기는 했다. 포괄적인 목표로서 지속가능발전을 언급하고 있기는 하지만, 브라질의 새로운 전략 계획이 다루는 지표들의 청사진이나 관련

목표 가운데 사회경제적 목표는 거의 없으며 환경적 목표는 아예 없다. 그래도 혁신 계획에 대한 통합적 접근은 브라질의 정책적 강점 중 하나라고 볼 수 있다.

2020년 1월 영국이 **유럽 연합**을 떠나기는 하지만(보고서 9장 참고) 더 긴밀한 통합을 지향하는 유럽 연합 프로젝트의 본질이 바뀌지는 않을 것이다.

유럽 연합의 새로운 성장 전략인 ‘유럽 그린딜’(2020)은 일관된 방향으로 자원을 동원하고 규제 등을 개혁함으로써 5대 사회경제 시스템(에너지, 농식품, 제조, 교통, 건설 및 주택) 모두에서 ‘녹색’ 전환을 가속하려고 한다.

목표는 2050년에 탄소 중립을 실현하면서도 특정 산업에서 사라진 일자리를 다른 산업에서 창출하는 것이다. ‘공정한 전환 메커니즘’은 취약한 국가들이 전환 과정에서 경험하게 될 어려움, 예컨대 오염 산업이 단계적으로 폐지되면서 일자리가 광범위하게 사라지는 난관을 견뎌낼 수 있도록 도울 것이다.

유럽 연합은 목표로 삼은 전환을 이룩하기 위해서 두 개의 엔진, 즉 지역별 스마트 특성화와 새로운 임무 지향적 정책을 가동할 예정이다. 이 두 가지 엔진은 연구 및 혁신을 위한 프레임워크 프로그램인 ‘호라이즌 유럽’(2021-2027)을 통해 구현될 것이다. 유럽 연합의 새로운 면모 중 또 다른 하나는 2021년부터 완전하게 운영되고 있는 유럽 혁신위원회다. 유럽 혁신위원회는 혁신적인 스타트업과 중소기업이 겪고 있는 재정 격차를 메꿔주는 역할을 맡고 있다.

유럽 그린딜과 함께 2021년 3월 산업 전략이 채택되었다. 채택된 산업 전략은 유럽 단일 시장의 영향력에 기대어 세계적인 사회적·환경적 표준을 세우는 동시에 녹색 전환과 디지털 전환이라는 이중 전환에 초점을 맞추고 있다. 새로운 정책 프레임워크는 모든 제품이 지속 가능성 원칙을 따르도록 만들 것이다. 또한 유럽 연합은 로봇 공학, 초소형 전자 공학, 블록체인, 양자 기술, 생물 의학, 나노 기술, 제약 등을 포함한 핵심 역량 기술이 발전하도록 지원할 것이다.

유럽 집행위원회에 따르면 디지털화된 유럽 회사는 5개 중 1개 정도다. 유럽 연합의 디지털 전략인 ‘디지털 시대에 부합하는 유럽’(2019)은 모든 규모의 기업들이 디지털 혁신 허브를 통해 특정 디지털 기술에 “투자하기 전에 테스트”할 수 있도록 해 준다. 이때 필요한 경쟁 기반 기금은 ‘호라이즌 2020’ 및 그 후속 프로그램인 ‘호라이즌 유럽’을 통해 나온다. 2020년 2월 시점에서 유럽 연합 내 16개국이 인공지능 국가 전략을 발표했으며, 또 다른 5개국이 거의 완성된 국가 전략 초안을 마련했다.

미래의 디지털 경제에서 활약할 노동력을 준비하기 위해 ‘디지털 교육 행동 계획 2021-2027’에서는 평생 교육이 강조될 것이다.

한편 새로운 ‘유럽 대학 이니셔티브’는 유럽 고등 교육 기관 사이의 네트워크를 수립하고자 하고 있다. 이를 통해 학생들이 유럽적 정체성을 키우면서 여러 회원국 내의 대학에서 공부한 다음 학위를 취득할 수 있도록 만들고 있다.

유럽 연합은 무역, 디지털 및 국방 정책 등을 통해서 앞으로 전략적 자율성을 높이고 소프트 파워를 강화할 계획이다.

동남유럽의 경우(보고서 10장 참고), 유럽 연합과의 통합은 여전히 매우 중요한 정책 목표로 남아있다. 몇 가지 긍정적인 징후가 있다. 동남

유럽이 설정했던 고급 인력 증대 목표치는 이미 초과 달성했으며, 무역 및 고용률의 균형 목표는 달성 상태에 근접했다.

그러나 이 지역 국가들은 과학, 기술, 혁신에 대한 정책보다 경제 개혁에 더 방점을 두었다. 그래서 연구 역량이 약화되고 유럽 연합의 과학 지향적 혁신 모델로의 전환은 어려웠다. 결과적으로 유럽 연합 국가로의 전문 연구 인력 유출이 만성적인 문제가 되었다. 동남유럽이 자체적으로 추진한 ‘서부 발칸 지역 혁신을 위한 연구개발 전략’(2013)도 협력 기회를 거의 만들지 못했다.

이런 한계에도 불구하고, 동남유럽은 2015년 이후 여타 유럽 연구 지역과 연계하려는 노력을 계속해 왔다. 동남유럽 각국은 유럽 연합의 ‘에너지 효율 및 재생 에너지 지침’을 적용하고 유럽의 배출 감시 규정(#525/2013)에 맞는 에너지 정책을 개발하고 있다. 유럽 연합 회원국이 아닌 동남유럽의 5개국 모두 ‘호라이즌 2020’ 프로그램의 연구비 수주를 위해 경쟁해 오고 있다.

동남유럽 국가들은 자체적인 스마트 특성화 전략도 개발하고 있는데, 이것은 사실상 유럽 연합 가입을 위한 전제 조건이기도 하다. 이 지역에서 스마트 특성화 전략을 처음으로 완성한 것은 2019년의 몬테네그로와 2020년의 세르비아다. 이런 전략들은 연구 부문과 경제 부문을 통합하는 데 어려움을 겪는 국가들에게 잃어버린 연결 고리를 제공할 수 있을 것이다. 동남유럽 지역에서 혁신 시스템은 구식 선형 모델을 따르는 경향이 있는데, 이는 이 지역 기업 부문의 활력이 낮은 데에도 원인이 있다. 기업 활력이 낮은 현실은 미미한 특허 수준에도 반영되어 있다.

적극적인 정책 수단이 이런 추세를 역전시키고 있다는 징조도 있다. 세르비아와 알바니아는 혁신 기금을 설립했다. 또한 세르비아는 2015년 최초의 산학협력단지를 조성한 이래 2020년에는 노비사드와 니시 두 도시에도 추가로 단지를 조성했다.

유럽 자유무역 연합(보고서 11장 참고)의 4개 회원국 가운데 리히텐슈타인을 제외한 나머지 회원국은 모두 유럽 연합의 ‘호라이즌 2020’ 연구 프로그램에 참여했다. 노르웨이와 아이슬란드는 ‘호라이즌 2020’의 다음 프로그램인 ‘호라이즌 유럽’에서도 ‘완전한 참여’ 지위를 유지할 것으로 보인다. 스위스는 포괄적 제도 프레임워크 협정을 두고 유럽 연합과 벌이고 있는 협상에 따라 앞으로의 지위가 달라질 것이다.

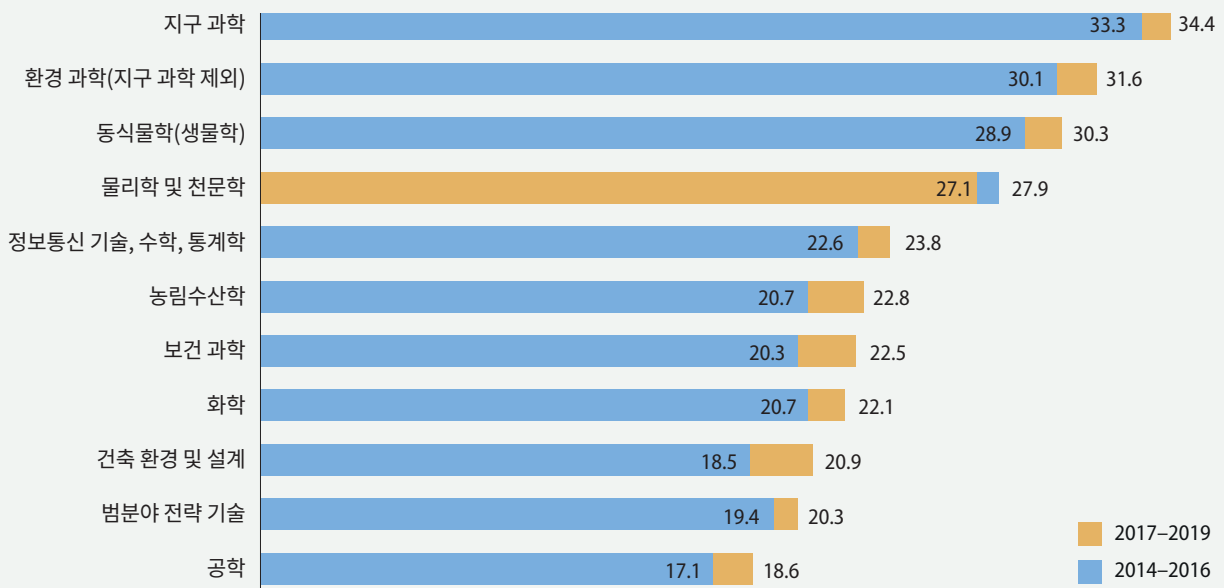
노르웨이, 아이슬란드, 스위스는 각각 2030년, 2040년, 2050년까지 탄소 중립을 달성하겠다는 담대한 야심을 내비치고 있다. 노르웨이와 아이슬란드는 높은 탄소세를 부과하면서 도로 교통에서 전기 자동차 사용을 확대하고 있다. 이 두 국가는 탄소 포집 및 저장과 관련해 획기적인 프로젝트를 시험하고 있는데, 그중 하나는 산업적인 규모로는 최초의 프로젝트이며 다른 하나는 이미 지하 현무암 안에 이산화탄소를 저장하는 데 성공했다. 노르웨이가 당면한 주요한 도전은 탄소 중립이라는 목표와 석유 탐사 강화 계획을 어떻게 조화시키느냐 하는 것이다.

아이슬란드의 혁신적인 ‘정책 및 실행 계획 2017-2019’는 인더스트리 4.0을 떠올리게 하며, 경제 성장을 개념을 ‘질적 성장’ 개념으로 확장시킨다. 이 정책은 미래 사용자에 대해 기술이 끼칠 수도 있는 부정적인 영향을 고려해 ‘질적 성장’을 보장하기 위해 연구개발이 수행해야 하는 역할을 강조한다.

스위스 기업들은 매출액의 약 7%를 연구개발에 투자하는데, 이는 세계에서 가장 높은 수준이다. 그렇지만 이 스위스 기업의 대부분은 제약 및 화학 분야에서 영업하는 기업들이다. 만약 이 다국적기업들이 근거지를 다른 곳으로 옮기면 스위스는 연구 사업의 핵심을 상실하게 될 것이다. 이런 취약성을 인지한 스위스 정부는 스타트업과 중소기업을 육성하기 위해서 여러가지 정책을 시도했다. 여기에는 연구 집약도



<그림 16> 2014-2016년, 2017-2019년 각 분야별 과학 출판에서 국제 협력이 차지하는 비중(%)



출처: 스코퍼스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외, 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

가 높은 회사를 위한 조세 개혁과 2016년 ‘스위스 혁신 산학협력단지’ 조성이 포함된다. 스위스 정부의 육성 정책 대상은 첨단 제조업, 스마트 건축, 로봇 공학 관련 기업들로까지 확장되었다.

스위스 기업들은 기초 연구를 점점 더 많이 수행하고 있으며, 스위스는 기초 연구 전통으로 유명한 유럽 연구위원회로부터 연구비를 수주하는 데도 좋은 성과를 내 왔다. 기초 연구와 임무 지향적 연구 사이의 균형을 찾는 일은 유럽 자유무역 연합의 네 국가 모두에게 여전히 도전으로 남아있다.

흑해 연안 7개국(아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 조지아, 몰도바, 터키, 우크라이나) 모두 디지털 경제를 성장 동력으로 간주하고 있다(보고서 12장 참고). 예컨대 정보 기술은 우크라이나의 서비스 수출에서 40% 이상을 차지한다. 2018년부터 2020년까지 추진된 우크라이나의 ‘디지털 경제 및 사회 발전을 위한 구상’은 ‘디지털 작업 공간’을 만들기 위해 노력해왔다.

이 지역 국가들은 혁신을 촉진하기 위한 이니셔티브를 시작했다. 예컨대 아제르바이잔은 스타트업에 포함한 혁신 기업들에게 벤처 자본을 제공하려는 목적으로 2018년 혁신 업무 전담 기관을 신설했다. 벨라루스는 2015년 이후 국가 혁신 시스템을 개혁해 오고 있다. 2018년까지 연구개발과 직간접적으로 연관된 법령이 90개 이상 제정되었다. 벨라루스 정부는 2016년 기준에 있던 25개의 혁신 기금을 단일한 ‘공화국 중앙 집중 혁신 기금’으로 통합했다. 해당 기금은 하나의 국가 기관으로 기능하고 있다.

이러한 노력에도 불구하고, 이 지역 국가들은 경제에서의 실험, 역동성, 신기술 창조를 장려하는 데 난항을 겪고 있다. 구 소련 국가들에서는 구조적인 과두제 구조 때문에 혁신에 대한 보상이 제한되는 경우가 있다.

터키에서는 구조적 불균형이 다른 곳에 존재한다. 기업 수준에서 나타난 증거에 따르면 터키의 기술집약적 기업은 그 규모에 비해 연구개발을 그다지 수행하지 않는다. 이런 상황은 혁신을 지원하는 데 방점을 두는 터키 정부와 극명하게 대조된다. 터키 통계연구소에 따르면 2015년에서 2018년 사이 기술집약적 기업에 대한 세금 감면은 현지 통화로 3배 정도 증가했다. 그렇지만 2018년 기준 터키 GDP의 64%를 차지하는 서비스 및 건설 부문 회사들은 대부분 경쟁에서 빗겨나 보호를 받고 있다. 그래서 이런 기업들은 연구개발 및 제조업 중심 혁신에 대한 정부의 지원 프로그램을 무시할 수 있다.

벨라루스를 제외한 흑해 연안 국가들은 모두 유럽의 구조 및 네트워크에 잘 연결되어 있다. 2015년과 2016년 사이 아르메니아, 조지아, 우크라이나는 공식적으로 유럽 연합의 ‘호라이즌 2020’에 참여했다. 우크라이나와 조지아의 연구자들은 각각 2015년과 2017년에 처음으로 유럽 연구위원회에 프로젝트 제안서를 제출했다.

터키의 지열 산업은 기업 투자에 우호적인 규제 환경 덕을 보았다. 또한 터키의 지열 발전 기업들이 컨소시엄을 통해 유럽 연합의 ‘호라이즌 2020’ 프로그램에 참여하면서 쌓았던 경험에서도 도움을 받았다. 2009년과 2019년 사이, 터키의 지열 발전소는 3개에서 49개로 급증했다.

러시아 경제는 여전히 석유, 가스, 금속, 화학, 농업 생산물에 크게 의존하고 있다(보고서 13장 참고). 또한 과학 기식 및 기술에 대한 수요

와 공급 사이의 불일치 현상도 여전하다.

2015년 이후 러시아 정부가 시도했던 개입은 이러한 구조적 불균형을 해결하려는 의지를 잘 보여주었다. 정부 개입의 정점은 2024년까지 추진할 13개의 대규모 국가 프로젝트다. 이 프로젝트에는 6년 동안 약 26조 루블(구매력 기준 1조 달러)이 투입될 것이며, 산학 협력에 초점이 맞추어질 예정이다.

‘디지털 경제를 위한 국가 프로젝트’는 양자 기술과 인공지능을 우선 순위에 놓았다. 한편 2020년부터 2030년까지 추진되는 ‘인공지능 개발을 위한 국가 전략’이 프로젝트를 보완하고 있다.

‘국가 과학 프로젝트’는 거대 과학 시설의 개발과 러시아 과학의 ‘새로운 지리학’ 출현을 우선 순위에 놓았다. 이 프로젝트를 통해 세계 수준의 연구 및 교육 센터가 몇몇 선별 지역에 설립될 것이다. 러시아 정부는 정부 조직 내에서 혁신의 문화를 촉진할 필요성을 인식하고, 이를 달성하기 위해 전문 교육 및 전략적 선별 절차를 마련했다.

러시아의 주요 에너지 기업들은 녹색 기술에 투자함으로써 정부의 ‘생태를 위한 국가 프로젝트’에 참여했다. 그렇지만 에너지 부문에 대한 중앙집중식 관리, 높은 소비자 물가, 그리고 추운 기후로 인해 러시아의 재생 에너지 사용은 활발하지 않다. 그럼에도 불구하고 2015년부터 2018년 사이 연료와 에너지 분야에서 석탄 및 석유 제품 소비가 차지하는 비중은 약간 줄어들었다.

연구 인력 풀이 줄어들고 있는 상황에서, 러시아 정부는 2018년까지 연구원 급여를 인상하겠다는 공약을 이행했다. 이 정책은 39세 이하의 젊은 연구원들을 연구직으로 유인하는 데 도움이 되었다.

북극은 러시아뿐만 아니라 캐나다, 중국, 유럽 연합, 미국의 전략적 중심이기도 하다. 따라서 북극은 일종의 과학 외교 허브가 되었다. 러시아를 비롯한 7개 북극 인접 국가들이 서명한 ‘국제 북극 과학 협력 협정’(2017)의 여러 목표 중에는 현지 지식 및 전통 지식을 과학 연구에 포함하도록 촉진하는 것도 있다.

중앙아시아는 만성적으로 연구개발에 대한 투자율이 적다(보고서 14장 참고). 2018년 기준으로 GDP의 0.13% 이상을 연구개발에 지출한 국가는 중앙아시아에 하나도 없었다. 이로 인해 연구와 혁신을 가로막는 여러가지 체계적 문제가 야기되었다. 이런 문제 가운데는 연구자 공동체 내부에서의 직업적 위기, 그리고 기술 유출도 포함되어 있다.

산업계와 학계의 문화가 상이한 것도 또 다른 도전이다. 산업계가 과학에 무관심하면 기술 수요 부족으로 이어지고 결국 국가 재정에 큰 부담을 주게 된다. 한편 학계가 제조업 부문과 소통하지 않으면 실물 경제의 요구로부터 동떨어지게 된다.

지적재산권 보호의 미비, 복잡한 조세 제도, 세금 환급이나 대출의 부족도 문제다. 이로 인해 혁신이 저해되고 혁신 기업들이 투자나 대출을 꺼리기 때문이다.

중앙아시아 국가의 정부들은 이런 장애물을 극복하기 위해서 여러 가지 조치를 취하고 있다. 이 지역 국가들은 기업의 투자 환경을 개선하고 혁신을 통해 산업을 현대화하려는 열망이 있다. 우즈베키스탄은 혁신 기반 발전을 정치적 어젠다의 최상위에 위치시키기도 했다.

유리한 조세 제도 혜택을 받아 기술협력단지도 늘어나고 있다. 또한 정부는 급여 인상, 경쟁적인 연구 보조금, 현대적인 연구 장비, 그리고 벨라루스, 중국, 인도, 한국 등 외국 협력 기관들과의 공동 연구 프로젝트를 통해 연구자들의 지위를 향상시키려고 노력 중이다.

중앙아시아 지역 과학자와 공학자들은 예전보다 국제적 경험을 더 많이 쌓고 있다. 예컨대 국제 창업 기획 프로그램인 ‘스타트업 카자흐스탄’은 다른 독립국가연합 및 유럽 참여자에게도 기회가 열려있다.

중앙아시아 각국은 녹색 금융에 접근하기 위해 국제 파트너들과 협력하고 있다. 물 부족과 에너지 인프라의 노후라는 문제에 직면해 있기 때문에, 이 지역 정부들은 재생 에너지 프로그램에도 투자하고 있다. 카자흐스탄과 우즈베키스탄의 ‘태양광 경매’나 타지키스탄의 로군 댐 건설이 그런 사례에 해당한다. 중앙아시아의 경제 기반을 형성하는 부문이 광업이라는 점을 고려할 때, 이 지역의 과제 중 하나는 재생 에너지 부문의 혁신 수요와 광업 부문의 혁신 수요 사이에서 균형을 맞추는 일이다.

중앙아시아 국가들은 디지털 경제와 전자정부를 수용하고 있다. 카자흐스탄의 포괄적인 ‘디지털 이니셔티브’는 에너지, 교통, 금융, 인프라, 광업, 농업, 교육 등 여러 부문에 걸쳐 추진되고 있다. 카자흐스탄의 ‘알라타우 혁신 기술 협력 단지’와 ‘테크 가든 혁신 클러스터’는 인더스트리 4.0 기술을 수용하고 있다.

키르기스스탄은 ‘타자 쿨’(스마트 국가) 프로그램을 통해서 공공 서비스의 디지털화를 목표로 삼고 있다. 키르기스스탄의 젊은이들 사이에서는 컴퓨터 프로그램에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이는 최근 기술 지향적 스타트업과 소프트웨어 회사가 성장하는 현상으로도 나타났다.

이란에서는 지식 기반 회사와 스타트업이 기하급수적으로 성장했다(보고서 15장 참고). 이는 2015년 이란이 처음으로 공공 혁신 센터를 출범한 이래 국내 수요가 증가하고 기술 양성소 및 창업 기획사가 증가한 결과였다.

2020년에 이르면 사모 펀드를 통해 49개의 창업 기획사가 설립되었으며 과학기술단지 및 주요 대학과의 협력을 통해 113개의 혁신 센터가 설립되었다. 기술 양성소는 졸업생 기업가에게 캠퍼스 내 공동 작업 공간과 멘토링을 제공해, 스타트업 창업에 도움을 주고 있다.

이란 정부는 스타트업들이 지식 기반 분야로 사업을 다각화하도록 독려하고 있다. 2015년 이후로 도입된 일련의 법령과 정책은 경쟁을 방해하던 장벽을 제거하고 혁신을 위한 재정 지원 체계를 강화했다.

2014년과 2017년 사이, 이란의 지식 기반 상품 수출은 5배로 증가했다. 그러나 흔히 이란 핵 협정이라고 알려진 ‘포괄적 공동행동계획’(2015)에서 미국이 철회 입장을 내고 제재를 가하기 시작한 2018년부터 이란의 지식 기반 상품 수출은 급감했다. 이런 움직임은 이란 경제에 상당한 압박을 주었다.

한편 제재 재개는 이란 기업들로 하여금 자국의 지식 기반 상품 및 서비스 공급자를 이용하도록 하는 계기가 되기도 했다. 그런 대상이 된 분야 중 하나는 재생 에너지다. 그러나 국내 제조업 및 고용을 촉진하려는 시도에도 불구하고 이란에서 재생 에너지는 전체 에너지 공급의 1% 미만을 차지하고 있을 뿐이다.

이란에서 시장의 인센티브는 연구개발에 대한 기업의 투자를 증대시킬 만큼 충분하지는 않다. 2014년과 2016년 사이, 이란 국내 연구비 지출에서 기업의 연구개발 투자가 차지하는 비중은 35%에서 28%로 하락했다.

한 가지 긴요한 과제는 학계의 프로그램을 취업 시장의 요구에 맞게 조정하는 일이다. 석사 및 박사 학위 취득자의 증가에도 불구하고,

이란에서 대졸 학력 이상의 실업률은 매우 높다(39%).

세계에서 1인당 스타트업 기업이 가장 많은 국가인 **이스라엘**(보고서 16장 참고)은 ‘스타트업의 나라’라고도 불린다. 이스라엘에서는 2011년과 2019년 사이 6천 개 이상의 스타트업이 설립되었다.

이스라엘은 세계에서 가장 연구 집약적인 국가다. 해외 다국적기업과 리서치 센터는 이스라엘의 2017년 국내 연구비 총 지출액 중 절반 이상을 기여했다. 이스라엘 기업계가 바로 그 뒤를 이었다.

한 가지 우려해야 할 점은 이스라엘의 지식재산, 노하우, 기술이 해외 연구 센터로 이전되는 비율이 증가하고 있다는 점이다. 이스라엘 발명가가 취득한 특허 중에 이스라엘 기업이 소유권을 가진 특허는 절반 미만이다.

인더스트리 4.0은 스타트업 부문과 정부 정책 전반 모두에서 점점 더 우선 순위로 올라오고 있다. ‘디지털 이스라엘’ 이니셔티브를 통해서 이스라엘 정부는 인공지능, (빅)데이터 과학, 스마트 모빌리티, 전자정부를 포함한 기술들에 대규모로 투자하고 있다. 이스라엘이 보유한 디지털 기술 관련 전문 지식을 활용해 성장을 가속화하고 포괄성을 개선하며 거버넌스를 강화한다는 것이 이스라엘 정부의 포부다.

이스라엘의 대학들은 첨단 분야를 다루는 교육 프로그램과 연구 센터를 설립해 왔다. 예루살렘 소재 히브리 대학의 ‘기계학습 및 인공지능 지식 센터’가 그런 사례에 해당한다.

혁신과 기술에 대한 초점은 산업 정책에도 영향을 주었다. 이스라엘 정부의 ‘첨단 제조 산업을 위한 국가 전략 계획’(2018)은 중소기업에 초점을 맞추면서 투자, 숙련도 향상, 인프라 강화, 지식 접근성 확대를 위한 프레임워크의 개요를 설정했다. 이스라엘의 자동차 기술 부문은 2010년 시작된 ‘연료 선택 및 스마트 모빌리티 이니셔티브’의 지원을 받으면서 지난 10년 사이 활력을 띠기 시작했다. 현재 이스라엘의 자동차 부문에는 25개의 연구 센터가 있다.

한편 담수의 질이 하락하고 양이 감소하는 문제에 직면해, 이스라엘은 수자원 관리에 대한 새로운 접근을 취해야 할 필요성을 절감하고 있다. 그 대안으로 염분을 제거한 바닷물 사용이 증가했지만 해수담수화는 마그네슘 영양소 결핍이나 염수의 대수층 침투 현상과 같은 문제의 원인으로 지목되기도 했다.

지속가능한 발전이 사치가 아닌 필수라는 메시지는 이스라엘의 정책입안자 사이에서도 공감을 얻고 있다. 이스라엘의 정책입안자들은 지속가능발전목표를 2019년 정부 전략 계획의 주류에 편입시켰다.

사회경제적 차이에도 불구하고, **아랍 국가들**(보고서 17장 참고)이 공통적으로 우선시하는 분야가 있다. 물 부족, 토양 침식, 환경 악화가 심각한 문제를 야기함에 따라, 더 많은 아랍 국가들이 실내 수직 농업, 담수화, 대규모 태양열 발전소와 같은 과학 기반 해결책을 수용하고 있다.

아랍 국가들은 첨단 기술, 그리고 지속가능한 도시 센터에 투자하고 있다. 예컨대 이집트는 신도시에 대한 지속가능성 원칙을 수립했다. 여기에는 인구 1인당 토지 면적의 최소 임계치, 태양광 패널 설치 등이 포함되어 있다.

아랍 국가들은 항공, 농업 바이오 기술, 우주 산업 등과 같은 첨단 기술 분야를 포함한 제조업 부문을 발전시키기 위해 노력하고 있다. 그러나 아랍 국가들은 여전히 기술 수입에 의존하고 있으며, 우주 기술

의 경우는 파트너십에 의존하고 있다.

4차 산업혁명을 활용하는 것이 아랍 국가들의 정책에서 명시적인 우선 순위가 되기도 했다. 사우디아라비아와 아랍에미리트는 국가 인공지능 전략을 채택했으며 적어도 알제리, 이집트, 튀니지 역시 동일한 계획을 가지고 있다. 모로코는 인공지능 연구 프로그램을 마련하기도 했다.

상용 5G 통신망을 세계 최초로 구축한 국가 중에는 중앙아시아/페르시아만 지역 국가들도 여럿 포함되어 있다. 사우디아라비아는 '4차 산업혁명 센터'를 설립했으며, 아랍에미리트는 정부 서비스나 거래에 블록체인 기술을 통합하고 있다.

아랍 국가들이 직면한 한 가지 과제는 각국의 교육 체계를 통해 내생적 숙련 노동력을 양성하는 일이다. 여기에는 인더스트리 4.0을 위한 핵심 기술 인력 양성 문제도 포함된다. 이웃 국가들과 비교해 아랍권 국가의 중등 학교 체계는 인재를 효율적으로 양성하지 못한다는 징후가 나타나고 있다.

지난 5년 사이 아랍 국가들에서는 고등 교육의 유의미한 확장이 일어났다. 그러나 공적 자금을 대학에 넉넉하게 지원함에도 불구하고, 대부분의 아랍 국가에서는 연구개발에 할당되는 자금의 비율이 여전히 낮다. 결과적으로 아랍 국가들은 혁신 기술을 개발하거나 수출하지 못하는 상황에 처해 있다. 이 지역에서 경제적으로 가장 번영하고 있는 국가마저 해외에서 유입된 패키지 기술 구매에 크게 의존한다. 심지어 최근에는 기술 이전이 후퇴한 것처럼 보인다. 이런 점을 고려하면, 사회적 요구에 따라 성과를 산출할 수 있는 내생적 연구 공동체 구축이 우선적으로 필요하다고 할 수 있다.

정기적으로 데이터를 수집하고 분석하지 않는 국가들은 정책 수립에 참고할 증거가 부족하기 마련이다. 또한 기존 연구개발에 대한 조사는 기업 부문을 배제하는 경향이 있어서 정책적 '사각 지대'가 생겨난다. 아랍 국가들을 위해 '혁신 점수표'를 개발하려는 시도가 있기는 했지만 아직 실현되지는 않았다.

서아프리카 지역(보고서 18장 참고)에서는 기후 패턴이 점점 변덕스러워지면서 식량 안보를 위협하고 있다. 이런 문제에 직면한 서아프리카 국가들은 국제적 지원을 받아 기후 과학에 대한 전문 지식을 개발하고 있다. 예컨대 서아프리카 경제 공동체는 독일 정부와 협력해 '기후 변화와 토지 사용 적응에 관한 서아프리카 과학 서비스 센터'를 설립했다. 이 센터는 기후 연구 프로그램, 대학원 교육 프로그램, 관측 네트워크를 포괄하고 있다.

아프리카 대륙 자유무역지대 출범을 앞두고, 각국은 경제 구조 조정을 위해 경쟁 중이다. '전략 투자를 위한 세네갈 주권 기금'(FONSI, 2012년 설립)은 석유와 가스로부터 얻은 국가 수익을 태양 에너지, 농업, 보건 등 우선 순위에서 있는 분야의 중소기업에 대상으로 하는 자본금에 투자하고 있다. 자회사 중의 하나인 소게나스(SOGENAS)는 덩고 건조한 환경에도 저항력을 갖출 수 있도록 유전적으로 개량한 젓소를 생산 및 상업화하는 일을 전문으로 하고 있다.

식물 기반 식품은 시장 잠재력이 잠재력이 강력하다. 코트디부아르의 펠릭스 우푸에부아니 대학교는 식물 기반 바이오 농약을 개발하고 있으며, 아프리카 시장을 위한 저가 식물성 의약품도 개발하고 있다.

기술 허브의 수는 부르키나파소(10개), 가나(36개), 코트디부아르(30개), 나이지리아(101개), 말리(11개), 세네갈(22개), 토고(21개)

에서 증가했다. 그러나 현지의 엔젤 투자자나 초기 자본이 거의 없다시피 한 현실은 이 지역 스타트업에게 여전히 도전으로 남아있다.

아프리카 내 교역의 상당 부분이 인터넷을 통해 이루어질 시기가 도래하리라고 예상하면서 카보베르데, 감비아, 가나, 나이지리아, 세네갈과 같은 국가들은 자체적인 디지털 어젠다를 통해 준비를 해 나가고 있다. 여기에는 지방의 자체적인 주도 하에 데이터 센터를 설립하는 일도 포함되어 있다.

이 지역 인구의 절반 이상이 20세 이하인 상황에서 각국 정부는 고등 교육 수요의 증가에 맞추어 일반 대학 및 사이버 대학에도 투자하고 있다. 부르키나파소는 자체적인 사이버 대학 설립을 위해 세네갈 모델로부터 영감을 얻고 있다.

현재 서아프리카 15개국 중 9개국이 명시적인 과학, 기술, 혁신 정책을 가지고 있다. 그렇지만 연구 동향에 대한 최근 자료를 보고한 국가는 5개국에 그쳤다.

부르키나파소의 '부문별 연구 및 혁신 정책'(2018-2027)은 정책 프로그램의 실행을 개선하기 위해서 여러 정부 부처들이 함께 추진하는 '연합 연구 프로그램'을 도입했다. 보건부와 농업부는 고등 교육, 과학 연구 및 혁신부와 협력해 프로그램을 주도하고 있다. 부르키나파소는 한때 연구비 지출을 GDP의 0.61%까지 끌어올리기도 했지만 2019년 테러 공격이 발생한 이후부터는 국방 부문에 재원을 더 할당했다.

중앙 및 동아프리카 국가들(보고서 19장 참고)은 상대적으로 더 확산된 통신 인프라를 활용해 공공 서비스를 개선하기 위해 전자정부를 도입하고 기업 활동 조건도 더 용이하게 만들고 있다. 이는 앞으로 출범할 아프리카 대륙 자유무역 지대에 대한 준비의 일환이기도 하다. 이런 프로젝트는 통신비 절감, 전기 공급 개선, 그리고 도로, 철도, 공항, 항만 개발을 위한 노력과도 중첩된다.

에티오피아는 중국과 협력해 아디스아바바에서 지부티를 잇는 철로를 건설했으며, 중국이 철수하는 2023년 이후 철로 운영을 담당할 기술자를 양성하기 위해 '아프리카 철도 아카데미'를 설립했다.

이 지역 국가들은 크고 작은 수력 발전 프로젝트, 태양 및 풍력 발전 단지, 그리고 지열 발전소를 개발하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. '그랜드 에티오피아 르네상스 댐'은 거의 완공 단계에 이르렀으며 케냐에서는 지열 발전으로 생산한 전력이 일반 가정의 35%에 보급되고 있다.

2017년 세계은행의 프로젝트로 에티오피아, 케냐, 우간다에 우수 연구센터들이 설립되었는데 이 센터들의 초점은 기후 스마트 농업, 농업 생태학, 생물다양성 보호, 의료 및 수자원 관리 등이었다. 에티오피아에 있는 한 연구센터의 초점은 혁신적 의약 개발이다. 에티오피아는 2016년 이래로 '아프리카 질병 통제 및 예방 센터'의 주관국이기도 하며 제약 산업 개발도 계획 중이다.

르완다에 있는 세계은행 우수 연구센터(2017년 설립)는 에너지, 수학, 사물 인터넷, 데이터 과학에 초점을 두고 있다. 르완다는 2018년 유네스코 압두스 살람 국제 이론 물리 센터와의 협력 프로젝트를 통해 세워진 '동아프리카 기초 조사 연구소'의 주관국이기도 하다. 이 연구소의 연구 및 교육 초점은 인공지능 관련 분야로도 확장되고 있다.

중앙 및 동아프리카 15개국 중 5개국 즉 부르키나, 에티오피아, 케냐, 르완다, 우간다가 명시적인 과학, 기술, 혁신 정책을 가지고 있다.

다른 여러 국가들은 에너지, 교육, 디지털 경제와 같이 암시된 과학, 기술, 혁신 정책을 가지고 있다. 르완다의 ‘교육 정책에서의 정보통신 기술’(2016), ‘디지털 카메룬 2020 전략 계획’(2017), 우간다의 ‘국가 4차 산업혁명 전략’(2020), 그리고 재생 에너지 잠재력을 강조하는 차드의 ‘에너지 정책’(2019) 등이 그런 사례에 해당한다.

사하라 이남 아프리카 지역에서 인구 백만 명 당 인공지능 및 로봇 과학 출판물, 그리고 에너지 관련 주제 출판물이 가장 많은 국가는 카메룬이다. 언급된 두 분야에서 나타나는 카메룬의 출판 집약도는 심지어 남아프리카공화국의 4배에 달한다.

2019년 카메룬의 기술 허브는 28개였다. 반면 다른 중앙아프리카 국가들은 기술 허브 수가 5개 이하였다. 이 지역 국가들은 여전히 석유 및 기타 원자재에 과도하게 의존하고 있기 때문에, 꼭 필요한 경제 다변화가 지연되고 있다.

전체적으로 보면 2020년 당시 중앙 및 동아프리카 12개국에 166개의 기술 허브가 운영중이었으며 그중 4할(42%)은 케냐에 위치해 있었다. 이 지역 국가들은 이 활기찬 스타트업 생태계를 더 지원할 필요가 있다. 여기에는 투자자들이 아프리카에서 지식재산권을 더 쉽고 저렴하게 등록할 수 있도록 만드는 일도 포함된다.

남아프리카(보고서 20장 참고) 지역 경제를 지배하는 것은 서비스 부문이지만 핵심 성장 동력으로 확인된 것은 바로 제조업이다.

더 긴밀한 지역 통합을 위한 조치들이 취해졌다. 2017년 ‘지역 발전 기금’이 운영을 시작했으며, ‘산업 의정서’ 초안은 남아프리카 개발 공동체 사무국에게 이 지역의 산업 프로그램을 시행할 수 있는 법적 권한을 부여할 것이다. 2008년 자유무역지대가 설치되기는 했지만 모든 회원국이 참여하고 있는 것은 아니다.

마다가스카르와 나미비아를 포함한 몇몇 국가들은 공공 서비스를 개선하고 기업 활동을 용이하게 하기 위해 전자정부 도입을 모색하고 있다. 그러나 통신 인프라의 지리적 범위가 확장되었음에도 불구하고 민간 부문의 경쟁이 부족해 대다수 시민과 기업의 입장에서 디지털 서비스가 여전히 비싸다.

남아프리카공화국은 이 지역에서 유일하게 특허 성과가 좋은 국가다. 말라위와 나미비아는 지식재산권 관련 체제를 강화하기 위한 조치를 취했다. 에스와티니는 2018년 지식재산권 재판소를 설립하기 위한 법안을 통과시켰지만 1년이 지난 후에도 시행 규정을 마련하지 못했다. 2018년 남아프리카 개발 공동체 회원국의 장관들은 지식재산권에 대한 국가적 개혁을 위해 상호 협력을 촉진하고자 ‘지식재산권에 관한 지역적 프레임워크 및 지침’을 채택했다.

2010년 이후 남아프리카 지역 국가들 중 약 절반¹³이 명시적인 과학, 기술, 혁신 정책을 발표했다. 다른 국가들은 자체적인 전략을 개발하거나 갱신할 계획을 가지고 있다. 여기에는 콩고민주공화국, 말라위, 레소토, 탄자니아, 잠비아가 포함된다.

남아프리카 지역에서 전기 보급률이 50% 이상인 국가는 모리셔스, 세이셸, 남아프리카공화국뿐이다. 남아프리카 개발 공동체가 나미비아에 ‘재생 에너지 및 에너지 효율성 센터’를 설립한 2015년 이후, 남아프리카 지역 전력 공급에서 재생 에너지가 담당하는 비율은 24%에서 39%(2018년)로 증가했다.

아프리카 개발은행, 세계은행 등과의 협력을 통해, 남아프리카 지역 국가들은 전력망을 확장하고 전력망 이외의 해결책도 모색 중이다.

콩고민주공화국의 초대형 ‘그랜드 잉가 댐’ 건설 계획은 사회적이고 환경적인 우려를 일으키고 있다.

2019년 기준, 잠비아에 설치된 발전소의 최대 전력 생산량 중 81%는 수력 발전이 담당했다. 그러나 강우량이 충분치 않아서 수력 발전은 신뢰할 수 없는 자원이 되어버렸다. 잠비아 정부는 2019년 소형 태양광 및 소형 수력 발전 프로젝트를 위해 발전차액 지원제도를 도입했다. 그리고 2020년에는 수력 발전에 대한 의존도를 낮추기 위해서 ‘국가 원자력 정책’을 채택했다.

심각한 가뭄과 홍수가 발생한 이후, 기후 스마트 농업 실행이 정책 어젠다로 부상했다. 잠비아의 ‘기후 스마트 농업 투자 계획’(2019)은 기후 변화가 주요 작물의 수확량을 25% 감소시킬 수 있지만 중요하게도 기후 스마트 농업이 작물 수확량을 23% 증대시킬 수 있다고 예측했다.

국제 협력 및 데이터 집약 연구를 촉진하기 위한 ‘아프리카 오픈 사이언스 플랫폼’을 개발하는 일에는 남아프리카공화국이 선도적 역할을 하고 있다. 남아프리카공화국은 세계에서 가장 큰 망원경인 ‘스퀘어 킬로미터 어레이’를 보유한 국가이기도 하다. 이 망원경은 과학 분야의 이동성을 신장시키고 인공지능이나 빅데이터와 같은 분야에서 아프리카 내 과학 협력 및 응용을 촉진할 수 있는 매우 큰 잠재력도 가지고 있다.

남아시아 국가들(보고서 21장 참고)은 대규모 인프라 개선을 위해 중국의 일대일로 사업으로부터 차관을 받은 경우가 많다. 대표적인 프로젝트 중 하나는 도로, 항만, 석탄 및 석유 기반 화력 발전소 등의 인프라를 개발하는 ‘중국-파키스탄 경제회랑’이다.

인프라 개발 및 산업화 추진은 연구개발과 병렬적으로 진행되고 있다. 연구개발비 지출이 만성적으로 적다는 것은 남아시아 지역이 과학적 전문 지식과 기술을 대체로 외국으로부터 받는 입장이라는 것의 의미이다.

방글라데시, 네팔, 파키스탄, 스리랑카 모두 명시적인 과학, 기술, 혁신 정책을 가지고는 있지만 적절한 도구가 부족해 실행으로 이어지지 못하고 있다. 연구를 위한 공공 예산도 많지 않고 연구자 풀도 작기 때문에, 여러 분야에서 활동하고 있는 각 연구센터마다 할당되는 연구비는 미미할 공산이 크다.

한 가지 우선 순위에서 과업은 중소기업으로 기술을 이전하는 것이다. 예컨대 스리랑카에서는 ‘중소기업 발전을 위한 국가 정책 프레임워크’(2016)에 동반해, 정부와 민간 부문이 공동으로 국가 기술 발전 기금을 출자했다.

방글라데시, 파키스탄, 스리랑카의 제약 산업은 잠재력이 있기는 하지만 여전히 원료를 수입에 의존하고 있다. 2023년에 이르면 방글라데시 문시간지의 ‘활성 제약 성분 산업 단지’가 운영을 시작할 것으로 예상된다. 이 산업 단지는 입주 기업들이 의약품의 주요 화학 성분을 자체적으로 생산할 수 있도록 해 줄 것이며, 그렇게 함으로써 국내 의약품 생산가를 낮추고 국제 경쟁력을 높일 것이다.

스리랑카에서는 2016년 이후 의약품 수출이 정체되었다. 그러나 코로나19 위기가 의약품 수요를 촉발하자 스리랑카 정부와 민간 부문은 2020년 새로운 의약품 제조 공장에 3천만 달러를 투자했다.

디지털 경제는 남아시아에서도 떠오르고 있다. 예컨대 현재 부탄에는 디지털 프로젝트 개발자를 위한 제작 실험실이 있으며, 파키스탄에

는 가치가 10억 달러 이상인 스타트업, 즉 ‘기술 유니콘’ 여러 개가 터전을 잡고 있다. 이런 호황으로 인해 몇몇 남아시아 국가 정부들은 스마트 도시나 스마트 학교와 같은 ‘스마트’ 인프라 조성 계획을 세웠다. 이런 계획에 지속가능성 원칙을 반영하도록 하는 일은 또 하나의 도전이 될 것이다.

화석 연료 수입 비용이 상승하고 강우량이 감소해서 수력 발전을 지속할 수 없게 되자, 스리랑카는 2016년 민간 협력을 통해 각 가정과 기업에 소형 옥상 태양광 발전 시설 설치를 촉진하는 공동체 기반 프로젝트[수르야 발라 상라마야(Soorya Bala Sangramaya), 번역하면 ‘태양 에너지를 위한 전투’라는 뜻]를 시작했다.

2015년 인도(보고서 22장 참고)에서는 정부가 공공 서비스의 생태계를 변화시키기 위해 ‘디지털 인도 프로그램’을 시작했다. 이제 인도 중앙 정부 내에서 블록체인은 광범위하게 통합된 상태다.

비공식 지하 경제를 축소하려는 노력의 일환으로 2016년 인도 정부는 기존에 통용되던 최고액 지폐 두 가지를 폐지함으로써, 현 시대 가장 과감한 경제 실험 중 하나를 시작했다. 그런 다음 인도 정부는 완전히 현금 없이 가동되는 경제를 만드는 작업으로 초점을 옮겼다. 은행 계좌를 보유한 인도의 비율은 2014년 53%에서 2017년 80%로 증가했다. 이런 발전의 배경에는 인터넷 보급률의 급격한 성장이 있었다. 인터넷 보급은 전자 상거래를 포함한 디지털 경제를 활성화하기도 했다.

인도 정부의 대표적인 프로그램인 ‘메이크 인 인디아’는 무엇보다 제조업 및 관련 인프라에 대한 투자를 촉진하려고 애써왔다. 이 프로그램이 기업 환경을 개선하는 데 도움이 되었을 수는 있지만, 제조업 자체에는 실질적인 영향력이 별로 없었다. 코로나19 이후 인도의 제조업은 인공호흡기를 포함한 검소(저비용) 기술을 개발해 왔다.

2016년 이후, ‘스타트업 인디아’ 이니셔티브는 스타트업의 수를 늘리기는 했지만 일반적으로 서비스 부문, 특히 소프트웨어 개발 분야에만 집중되어 왔다.

인도의 전반적인 연구 집약도는 정체 상태에 있으며, 과학자 및 공학자의 밀도는 최근 다소 증가했음에도 불구하고 여전히 브릭스(BRICS) 국가 중에서 가장 낮은 수준이다.

인도 정부는 연구개발을 수행하는 기업에 대한 세금 인센티브를 축소했다. 지난 『유네스코 과학보고서』(2015)는 인도의 세금 인센티브 정책이 “기업계 및 산업 전반에 걸쳐 혁신의 문화를 확산하는 쪽으로 이어지지 않았다”고 지적한 바 있는데, 인도 정부의 이번 결정은 그에 부합하는 조처다. 제약과 소프트웨어는 여전히 인도 특허의 대다수를 차지한다. 인도 발명가의 발명 활동이 급증하기는 했지만 여전히 외국계 다국적 기업이 대부분의 특허를 양수해 가는 상황이다.

1991년 이후 인도를 괴롭혀 온 ‘고용 없는 성장’ 현상은 더욱 악화되었다. 게다가 2017년에는 독립 이후 처음으로 인도의 노동 인력 규모가 축소되었다. 또 다른 문제는 이공계 전공을 포함한 대졸자 전반의 낮은 취업률이다. 2014년에서 2019년 사이 나아졌다는 지표가 있기는 하지만 상황은 여전히 좋지 않다. 인도 정부의 야심 찬 ‘국가 기술 발전 임무’ 프로그램은 2015년에서 2022년 사이 4억 명의 자국민을 훈련시키는 것을 목표로 삼고 있다.

2018년에는 재생 자원에 대한 투자 규모가 화석 연료에 대한 투자 규모를 넘어섰다. 인도가 하고 있는 노력들은 지구 기온 상승폭을 2도

이내로 제한하려는 움직임과는 부합하지만 파리 협정이 목표로 제시한 1.5도 이내를 달성하기에는 불충분하다.

2017년 비경제적이라는 판단 하에 석탄 화력 발전소 건설 계획을 취소했음에도 불구하고, 인도 정부는 2027년까지 석탄 화력 발전을 통해 46기가와트의 전력을 증산한다는 계획을 세우고 있다.

대기 및 수질 오염은 여전히 인도에서 생명을 위협하는 심각한 문제로 남아있다. 한편 인도 정부는 보편적 전기 보급과 전기 및 하이브리드 자동차 확산을 위해 노력 중이다.

중국(보고서 23장 참고)의 ‘메이드 인 차이나 2025’(2015) 정책은 정부 보조금, 국유 기업 동원, 지식재산권 인수 등을 통해 10개 전략 산업 분야에서 중국의 해외 핵심 기술 의존도를 줄이고자 한다. 이런 첨단 제조 분야에는 전기 자동차, 항공 우주 공학, 생물 의학, 첨단 로봇 공학 및 인공지능이 포함된다.

중국은 2030년까지 “인공지능 혁신에 있어 세계 제일의 중심부”가 되려는 목표도 세우고 있다. 중국은 이미 인공지능 관련 특허를 가장 많이 보유하고 있지만 해당 분야 최고의 인재는 부족한 상황이다. 또한 중국 정부는 양자 컴퓨터와 뇌 과학을 포함하는 거대 과학 및 공학 프로그램을 시작해 2030년까지 추진하는 중이다.

중국과 미국 사이에서 현재 일어나고 있는 무역 분쟁에서 긴장을 일으키는 원인으로서는 첨단 기술, 기술 이전, 지식재산권 보호 문제가 있다. 외상투자법(2020)은 외국인들이 중국에서 기업 활동을 하기 쉽도록 만들기 위해 제정되었다.

중국의 전략 산업계는 정부가 자신들의 지식재산권을 더 보호해 주기를 바란다. 기업의 영업 비밀과 특허권 소유자의 권리를 더 잘 보호하려는 목적으로 2019년 4월에는 부정경쟁방지법, 2020년에는 특허법을 각각 개정했다. 중국은 지식재산권을 전문으로 하는 최초의 법원도 설립했다.

대학과 공공 연구 기관이 산업 조직에 기술을 이전하는 것을 돕기 위해 중국판 바이돌 법안(Bayh-Dole Act)으로도 알려진 ‘과학 및 기술 성과 전환 촉진법’이 2015년 개정되었다. 2018년 중국의 국내 총연구비 지출에서 기초 연구의 비중은 6%에 불과했는데, 이런 법 개정은 중앙 및 지방 정부와 기업들이 기초 연구에 더 많은 투자를 하게 만드는 계기로 작용할 것이다.

중국은 2060년까지 탄소 중립에 도달한다는 목표를 세우고 있다. 2030년까지 비화석 에너지 소비 비중 20%라는 목표 달성을 위해서 중국은 원자력, 수력, 풍력, 태양 에너지를 개발하고 있다. 그런데 이런 움직임과 병행해 신규 석탄 발전소 허가 건수는 2019년 이후 증가해 왔다.

중국 정부는 중국 기업이 일대일로 사업에 참여하는 국가들과 과학 분야에서 협력하도록 장려하고 있다. 2017년에 채택된 일련의 지침들은 이 사업을 ‘더 친환경적인’ 궤도로 설정하려는 목표도 설정했다.

우한시에서 코로나19가 발생한 이후, 전국인민대표대회는 2020년 2월 채택한 조처를 통해 야생동물 거래를 제한했고, 야생동물 육류 소비를 금지했으며, 사향고향이와 같은 야생동물을 사육한 다음 시장에서 판매하는 것도 금지했다.

일본(보고서 24장 참고)은 상당히 독특한 구조적 도전에 직면해 있다. 인구가 고령화되고 선도적인 회사들이 ‘시간과 노동력을 벌기’ 위해

해외 기업들을 매입하면서 일본의 시장은 축소되고 있다. 결과적으로 투자가 일본 해안을 떠나면서 산업 기반을 공동화시키고 있다. 더구나 국내 투자 유입이 여전히 저조하기 때문에 사업 환경은 해외에서도 매력을 상실할 가능성이 있다.

이런 도전을 헤쳐나가기 위해 2017년 일본 정부는 슈퍼 스마트 사회의 청사진인 ‘소사이어티 5.0’을 채택했다. 소사이어티 5.0은 일본의 신성장 전략의 핵심 요소이며, 인공지능이나 로봇 공학을 포함한 디지털 기술에 기반해 지속가능하고 포용적인 사회경제적 체제로 전환한다는 목표를 내세우고 있다. 예컨대 우편물 배달이나 노인 돌봄과 같은 핵심 서비스를 인구밀도가 낮은 지역에도 제공하기 위해 자율주행 차량이나 드론을 활용하는 식이다. 노동력 부족을 보완하기 위한 ‘스마트 농업’도 모색 중이다. 재난 대비 및 대응을 개선하는 데 인공지능은 이미 활용되고 있다.

전력 가격의 상승은 일본 산업계에 심각한 도전이 되고 있다. 2011년 동일본 대지진 이후, 2013년부터 2015년까지 일본의 원자력 발전소는 점검 및 개선을 위해 가동을 중지했다. 이를 보완하기 위해 석유, 가스, 석탄의 수입이 증가했고 따라서 자급률은 하락했다. 이에 에너지 안보를 다시 강화하기 위해 일본 정부는 2016년부터 원자로 가동을 재개했다. 신규 석탄 발전소를 건설하려는 계획은 온실 가스 배출을 줄이려는 목표 달성에 방해가 될 수 있다. 후쿠시마현은 2040년까지 재생 에너지만으로 자체 전력을 완전히 공급할 계획이다.

빠듯한 재정 상황을 반영하듯 일본 정부의 연구비 지출은 감소했다. 2014년에서 2017년 사이 연구비 지출 상승을 기록한 것은 산업계가 유일했다. 특히 기업들이 ‘우주 사업’을 받아들이면서 항공 우주 관련 연구비 지출이 크게 증가했다.

2019년 일본 정부는 대규모 자연 재해, 사이버 테러, 지구 온난화와 같은 도전과 관계된 문제 해결에 초점을 두고 와해성 혁신 기술을 개발하는 ‘문샷’(Moonshot) 프로그램을 시작했다. 야심 찬 목표를 설정함으로써, 이 프로그램은 전 세계 각지의 연구자들을 유치하고자 한다.

일본의 대학들은 민간 부문과 긴밀한 연계를 발전시켜왔으며, 이는 2013년부터 2018년 사이 대학의 스타트업 수가 증가한 사실에도 반영되어 있다. 이런 발전은 2004년 이후 국립대학을 반 민영화시킨 대학 체계 개혁의 노력이 지속되면서 나온 결과다.

이런 개혁은 연구자의 업무를 다양하게 만들어서 학문적 생산성에는 부정적인 영향을 끼치기도 했다. 2011년 이후 과학 출판물 수가 감소한 국가가 드문데, 일본은 그런 국가 중 하나다.

이와 동시에 석사 및 박사 과정 진학률도 감소했다. 이는 일본의 젊은이들이 학계에서 진로를 찾는 것에 환멸을 느끼고 있음을 시사한다.

한국(보고서 25장 참고)은 세계 2위의 연구 집약도를 자랑한다. 2013년에서 2017년 사이 한국의 연구 투자는 GDP의 약 40%에 기여하는 것으로 추정된다.

2017년 이후 한국 정부는 혁신 주도 및 소득 주도 성장을 추구하고 있는데, 이는 기존 정부의 정책¹⁴을 부분적으로 계승한 것이다. 한국 정부는 ‘2040 과학기술 미래비전’(2010)을 수정해 삶의 질, 사회적 가치에 기반한 소비, 중소기업 지원을 강조하고 있다.

수정된 전략은 원자력 기술에 대한 언급이 포함되지 않았는데, 이는 한국이 원자로 제조의 선도 국가임에도 불구하고 원자력의 안전성에 대해서는 새로이 의구심¹⁵을 제기하고 있는 상황을 반영한다.

수소 및 연료전지 기술은 원자력 에너지 부문에서의 손실을 보완하는 수단으로 인식되기에 현 정부로부터 주목을 받고 있다.

지속가능발전목표 중에서 적정 가격의 청정 에너지(SDG7)와 기후 행동(SDG13)은 한국 정부에게는 큰 도전이다. 2040년까지 재생 에너지를 통해 전력을 생산한다는 야심 찬 목표를 달성하려면 상당한 인프라 투자가 필요할 것이다. 한국 정부가 이미 실행하고 있는 계획 중 하나는 영농 조건이 나쁜 농지에 농민이 태양광 발전 시설을 설치하도록 지원하는 일이다.

인더스트리 4.0을 위한 ‘I-Korea 4.0’(2017) 전략에 따라, 한국은 사물 인터넷 전용망 구축과 5G 통신망 상용화를 시작했다. 또한 개인 정보 보호법(2017)을 2020년 1월 개정해 개인정보의 상업적 이용 및 분석의 허용 조건을 명문화했다.

한 가지 우려되는 경향은 연구비 지출이 증가했음에도 불구하고 2010년 이후 과학 및 기술 경쟁력 하락이 나타났다는 점이다.

이에 한국 정부는 체계 조정을 향상하기 위해 2017년 과학기술혁신본부를 설치하는 등 혁신 생태계 재구조화에 힘쓰고 있다. 또 다른 조치들로는 연구를 위한 행정 온라인 시스템 통합, 기초 과학에서 연구자 스스로가 프로젝트를 설계할 수 있도록 하는 방식을 통한 연구자 자율성 제고, 연구 평가에 있어서 결과보다는 과정 중시, 경쟁력을 되찾기 위한 ‘와해성 혁신’으로의 전환 등이 있다.

지방 자치를 확대하는 것은 한국의 또 다른 정책 우선 순위였다. 한국 정부는 지방에 우선 순위를 두어 국가 혁신 클러스터를 조성했다. 이런 시도를 돕기 위해 공공 기관과 공기업을 지방으로 이전했다. 중소기업벤처부(2017년 설립)는 이러한 이니셔티브를 지원하고 있으며 더 일반적인 차원에서 중소기업이 국가 혁신에서 더 큰 역할을 맡도록 할 계획을 가지고 있다.

동남아시아와 오세아니아(보고서 26장 참고)에서는 2020년 11월 역내 포괄적 경제동반자 협정이 승인되었다. 이 협정은 동남아시아 국가 연합(아세안)의 경제를 호주, 중국, 일본, 한국, 뉴질랜드와 더 긴밀하게 결속시킬 잠재력을 가지고 있다.

최근의 출판 기록은 아세안 경제 공동체가 발효된 2015년 이후 아세안 과학 공동체 사이에서 더 강력한 양자 관계가 형성되었음을 시사해 준다. 그러나 아세안의 운영 예산이 한정되어 있고 회원국들이 자원을 공유하지 않는 경향이 있기 때문에 다자간 수준에서는 2015년 이후 격차를 줄이기 위한 효과적 이니셔티브가 거의 없었다.

연구 집약도는 호주와 싱가포르에서 하락했지만 말레이시아, 뉴질랜드, 태국, 베트남에서는 진전해서 크게 보아 수렴 현상이 나타났다.

인더스트리 4.0에 내재된 디지털 전환이 기업, 정부, 사회 전반에 큰 도전을 야기한다는 인식이 커지고 있다. 저개발국가에서는 이 ‘혁명’을 최대한 활용하기 위해서 노동 인력의 기술 및 관리 능력을 높이고 인터넷 보급을 가속화하는 것에 우선 순위를 두고 있다.

몇몇 아세안 국가들은 인더스트리 4.0 기술을 제조업에 통합하려고 시도했다. 예컨대 ‘메이킹 인도네시아 4.0’ 전략은 고급 기술, 고부가가치, 전문화 활동으로 전환해 산업계의 실적을 올리려는 목표를 세웠다. 인도네시아 정부는 2019년 기업의 연구비 지출에 대한 300% 세금 감면 정책을 도입했다.

또 다른 예는 싱가포르의 ‘스마트 산업 준비 지수를 위한 표준 매핑’이다. 이 지수는 인더스트리 4.0 관련 분야에서 신뢰성, 상호 운용성,

안전 및 사이버 보안에 대한 모범적 관행을 정의해 준다.

캄보디아, 태국, 인도네시아를 포함한 여러 국가들은 투자를 유치하고 혁신을 촉진하기 위해 경제특구에 희망을 걸고 있다. 태국의 동부 경제회랑은 국가 혁신 시스템 내에서 연계를 구축하는 것을 목표로 하며, 바이오 산업이 중점 분야 중 하나다.

한편으로 기업 활동의 편의성을 개선한다고 하더라도, 모든 정부는 환경과 노동력을 보호하는 규제의 틀을 유지하는 일에도 동시에 주의를 기울여야 할 것이다.

이 지역 국가 대부분이 지속가능발전목표를 위한 전략 계획이나 성를 점검하기 위한 틀을 개발하기는 했다. 그러나 그 진척 사항에 관해서 포괄적인 보고서를 제출할 수 있었던 국가는 거의 없었다. 이 지역의 정책입안자들도 재생 에너지 역량을 개발할 필요성을 인정하고는 있지만 화석 연료로부터의 전환은 여전히 큰 도전으로 남아있다.

태평양 도서 국가들은 태양광 및 풍력 에너지에 가장 관심을 보이는 국가들에 속한다. 이 국가들에게 그런 기술은 에너지 자립도를 높이고 값비싼 연료의 수입 의존도를 낮출 수 있으리라는 감질나는 약속이기도 하다.

수전 슈니건즈(Susan Schneegans, 1963년 뉴질랜드 생)는 『유네스코 과학보고서』시리즈의 편집장이다. 유네스코의 글로벌 과학, 기술 및 혁신 정책 사업으로 2013년과 2014년 보츠와나, 말라위, 짐바브웨의 국가 혁신 시스템에 관한 3개의 보고서를 공동 편집했다. 2003년 유네스코 저널인 『과학 세계』를 창간했고 2013년까지 해당 저널의 편집자로 일했다. 오클랜드 대학교(뉴질랜드)에서 문학 석사 학위를 받았다.

제이크 루이스(Jake Lewis, 1994년 영국 생)는 『유네스코 과학보고서』의 부편집장을 맡고 있다. 캠브리지 대학교(영국)에서 철학으로 석사 학위를 받았다. 2018년부터 2019년까지, 유럽 연합의 호라이즌 2020 프로그램의 일환이었던 과학 외교 연구 프로젝트 ‘인사이드’(InsSciDE: Inventing a Shared Science Diplomacy for Europe)의 편집자이자 커뮤니티 관리자였다.

티파니 스트라자(Tiffany Straza, 1987년 캐나다 생)는 『유네스코 과학보고서』의 부편집장이자 통계학자다. 해양 미생물 생태학 전공으로 델라웨어 대학교(미국)에서 해양학 박사 학위를 받았다. 과학 커뮤니케이션, 환경 관리를 위한 포괄적 시스템 구축에 관심을 가지고 있다. 이런 관심이 계기가 되어 2013년부터 2019년까지 태평양 제도 지역에서 바다와 섬을 건전하게 관리하도록 기술적 지원을 하기도 했다.

미주

- 1 참고: <https://tinyurl.com/covid-health-innovation-afr>
- 2 결국 ZTE는 간접손실 배상금을 지불하고 미국 정부가 회사 운영을 모니터링한다는 조건에 합의한 후 파산을 피했다.
- 3 2021년 2월, 코로나19 팬데믹에 대한 대응인 ‘국가경제 회복계획’(Penjana)의 일환으로, 관광, 부동산, 교육, 의료 등 전통적 산업 분야의 66개 중소기업 및 중견 기업이 ‘스마트 자동화 보조금’을 받았다(보고서 26장 참고).
- 4 대부분의 유럽 연합 회원국은 국가 차원의 인공지능 전략을 발표했다. 캐나다, 중국, 인도, 일본, 모리셔스, 러시아, 사우디아라비아, 아랍에미리트, 미국, 베트남도 마찬가지다. 방글라데시, 말레이시아, 튀니지를 비롯한 다른 국가들은 자체적인 인공지능 전략을 정교화하는 과정에 있다.
- 5 말라보 협약이 효력을 발휘하려면 15개의 아프리카 국가가 비준해야 한다. 2020년 5월 기준, 비준한 국가는 앙골라, 가나, 기니, 모리셔스, 모잠비크, 나미비아, 르완다, 세네갈의 8개국이다.
- 6 인도에 설치된 로봇의 대부분은 크게 4개의 산업 분야에서 활용되고 있다. 가장 많은 로봇이 설치된 분야부터 열거하면 1) 자동차, 2) 화학, 고무 및 플라스틱, 3) 금속, 4) 전기 및 전자 산업이다.
- 7 부탄은 세계에서 유일한 탄소 마이너스 배출국이다. 부탄 헌법은 “국토의 60% 이상을 항상 숲으로 유지해야 한다”고 규정한다.
- 8 참고: https://en.unesco.org/sites/default/files/usr15_tracking_trends_in_innovation_and_mobility.pdf
- 9 미국 항공우주국은 차세대 우주 발사 시스템의 개발과 함께 거의 10년 만에 처음

- 으로 미국이 보유한 유인 우주선 비행 능력을 보여주었다. 차세대 우주 발사 시스템 개발은 현재 거의 완성 단계에 있으며, 이미 폐기된 우주 왕복선 시스템보다 훨씬 더 우수하다(보고서 5장 참고).
- 10 멕시코의 케레타로 항공우주 클러스터는 에어버스, 델타, 봉바르디에를 포함한 다국적 기업이 현지 사업가, 연구 센터, 그리고 항공우주 산업에 특화된 케레타로 항공 대학과 협력해 혁신 클러스터를 형성했던 2012년부터 시작되었다(보고서 7장 참고).
- 11 과학 출판 대부분이 국제적 과학 협력을 통해 이루어지기 때문에, 각국의 비중을 더하면 100%가 넘는다.
- 12 복귀 혹은 귀환이라는 뜻을 담은 ‘발릭’(Balik) 과학자법(2018)은 발릭 과학 프로그램(1975)에 기반을 두고 있다. 해외에 체류하던 필리핀계 과학, 기술, 혁신 분야 인재가 귀환하기로 자원하면, 정부가 귀국 비용을 지원한다. 필리핀 과학기술부는 2018년부터 2022년 사이 235명의 발릭 과학자를 모집하기를 희망하고 있다(보고서 26장 참고).
- 13 앙골라, 보츠와나, 에스와티니, 나미비아, 세이셸, 남아프리카공화국, 탄자니아, 짐바브웨.
- 14 지난 『유네스코 과학보고서』(2015)에서 살펴본 바와 같이, 박근혜 정부는 기업가 정신을 지향하는 문화적 전환을 시도함으로써 창조경제를 만들어 낸다는 목표를 가지고 있었다.
- 15 이런 의구심은 2011년 일본에서 발생한 후쿠시마 제1 원자력 발전소 사고 이후 제기되어 왔다(보고서 24장 참고).

부록

<표 1> 2015년과 2018년 전 세계 인구, GDP, 인터넷 보급 동향

	인구(백만)		세계 점유율(%)		GDP (2017년 고정 구매력 평가 기준 10억 달러)		세계 점유율(%)		인구 100명 당 인터넷 사용자 수	
	2015	2018	2015	2018	2015	2018	2015	2018	2015	2019
전 세계	7 371.65	7 623.14	100.00	100.00	111 572.24	123 921.67	100.00	100.00	41.68	48.40
고소득국가	1 317.84	1 336.22	17.88	17.53	58 393.14	62 180.54	52.34	50.18	78.87	87.99
중상위소득국가	2 489.47	2 547.57	33.77	33.42	34 635.03	39 839.99	31.04	32.15	51.57	60.38
중저소득국가	2 679.21	2 792.32	36.34	36.63	16 470.51	19 425.00	14.76	15.68	23.45	29.06
저소득국가	885.12	947.04	12.01	12.42	2 073.55	2 476.14	1.86	2.00	12.83	17.53
아메리카	975.79	1 001.65	13.24	13.14	29 586.63	31 384.17	26.52	25.33	62.44	75.32
북아메리카	356.90	364.17	4.84	4.78	20 474.17	21 918.82	18.35	17.69	76.11	89.41
라틴아메리카	581.05	598.77	7.88	7.85	8 841.44	9 163.95	7.92	7.39	55.69	67.91
카리브해	37.84	38.71	0.51	0.51	271.01	301.40	0.24	0.24	37.23	57.66
유럽	822.27	829.46	11.15	10.88	28 681.87	30 779.74	25.71	24.84	72.23	82.16
유럽 연합	508.56	511.68	6.90	6.71	21 093.72	22 607.01	18.91	18.24	77.77	85.05
동남유럽	17.90	17.72	0.24	0.23	231.31	254.15	0.21	0.21	63.23	74.80
유럽 자유무역 연합	13.86	14.24	0.19	0.19	886.25	939.28	0.79	0.76	91.26	95.11
동유럽	281.95	285.82	3.82	3.75	6 470.59	6 979.30	5.80	5.63	61.89	76.81
아프리카	1 180.80	1 274.21	16.02	16.71	5 612.87	6 130.69	5.03	4.95	23.96	24.20
사하라 이남 아프리카	953.42	1 033.08	12.93	13.55	3 555.34	3 834.12	3.19	3.09	20.52	18.21
아프리카의 아랍 국가들	227.38	241.13	3.08	3.16	2 057.53	2 296.58	1.84	1.85	38.40	50.04
아시아	4 353.78	4 477.14	59.06	58.73	46 311.07	54 127.88	41.51	43.68	35.81	42.94
중앙아시아	71.48	75.22	0.97	0.99	774.47	876.02	0.69	0.71	42.81	54.04
아시아의 아랍 국가들	153.42	162.22	2.08	2.13	3 400.25	3 571.97	3.05	2.88	55.69	70.07
서아시아	103.04	107.09	1.40	1.40	1 535.48	1 799.86	1.38	1.45	51.25	72.94
남아시아	1 749.36	1 814.01	23.73	23.80	8 996.76	10 979.85	8.06	8.86	16.22	20.21
동아시아 및 동남아시아	2 276.49	2 318.60	30.88	30.42	31 604.10	36 900.18	28.33	29.78	48.74	57.31
오세아니아	39.03	40.72	0.53	0.53	1 379.94	1 499.34	1.24	1.21	65.64	69.41
다른 방식의 집단 구분										
최빈개발도상국	942.30	1 011.00	12.78	13.26	2 433.00	2 815.98	2.18	2.27	13.71	17.74
아랍 국가들 전체	380.80	403.35	5.17	5.29	5 457.78	5 868.55	4.89	4.74	45.37	58.09
OECD	1 275.10	1 296.63	17.30	17.01	55 038.06	58 890.90	49.33	47.52	76.50	85.62
G20	4 723.61	4 826.67	64.08	63.32	91 421.33	101 355.99	81.94	81.79	47.63	54.84
이슬람 협력 기구	1 734.69	1 838.15	23.53	24.11	15 927.97	17 885.89	14.28	14.43	30.36	38.14
선별된 국가들										
아르헨티나	43.08	44.36	0.58	0.58	1 032.32	1 012.07	0.93	0.82	68.04	74.29 ²
호주	23.93	24.90	0.32	0.33	1 143.65	1 238.54	1.03	1.00	84.56	86.55 ²
브라질	204.47	209.47	2.77	2.75	3 079.19	3 057.47	2.76	2.47	58.33	70.43 ¹
캐나다	36.03	37.07	0.49	0.49	1 705.54	1 813.03	1.53	1.46	90.00	91.00 ²
중국	1 406.85	1 427.65	19.08	18.73	17 403.45	21 229.73	15.60	17.13	50.30	54.30 ²
이집트	92.44	98.42	1.25	1.29	977.16	1 118.72	0.88	0.90	37.82	57.30
프랑스	64.45	64.99	0.87	0.85	2 898.40	3 051.03	2.60	2.46	78.01	83.30
독일	81.79	83.12	1.11	1.09	4 183.10	4 448.72	3.75	3.59	87.59	88.10
인도	1 310.15	1 352.64	17.77	17.74	7 146.03	8 787.69	6.40	7.09	17.00	20.10 ¹
인도네시아	258.38	267.67	3.51	3.51	2 622.49	3 043.74	2.35	2.46	21.98	47.70
이란	78.49	81.80	1.06	1.07	996.70	-	0.89	-	45.33	70.00 ¹
이스라엘	7.98	8.38	0.11	0.11	315.37	351.25	0.28	0.28	77.35	86.80
이탈리아	60.58	60.63	0.82	0.80	2 456.24	2 549.69	2.20	2.06	58.14	74.39 ¹
일본	127.99	127.20	1.74	1.67	5 044.06	5 197.07	4.52	4.19	91.06	91.28 ¹
한국	50.82	51.17	0.69	0.67	1 982.96	2 162.01	1.78	1.74	89.90	96.20
말레이시아	30.27	31.53	0.41	0.41	750.49	868.20	0.67	0.70	71.06	84.20
멕시코	121.86	126.19	1.65	1.66	2 350.43	2 522.84	2.11	2.04	57.43	70.10
러시아	144.99	145.73	1.97	1.91	3 743.06	3 915.64	3.35	3.16	70.10	82.60
사우디아라비아	31.72	33.70	0.43	0.44	1 551.67	1 604.01	1.39	1.29	69.62	95.70
남아프리카공화국	55.39	57.79	0.75	0.76	711.16	729.80	0.64	0.59	51.92	56.17 ²
터키	78.53	82.34	1.07	1.08	2 042.98	2 329.55	1.83	1.88	53.74	74.00
영국	65.86	67.14	0.89	0.88	2 924.55	3 077.77	2.62	2.48	92.00	92.50
미국	320.88	327.10	4.35	4.29	18 768.63	20 105.79	16.82	16.22	74.55	88.50 ¹

참고: 동유럽은 유럽 연합 회원이 아닌 국가들을 지칭함. 전 세계 및 각 지역별 추정치는 국가별 자료에서 다른 국가에 대한 외삽 없이 추출. OECD는 경제협력개발기구의 약어임.

출처: 세계은행의 2020년 8월 <세계개발지표>

<표 2> 2014년과 2018년 전 세계 연구비 지출 동향

	GERD (구매력 평가 기준 10억 달러)			GDP 대비 GERD 비중(%)		세계 점유율(%)		1인당 GERD (구매력 평가 기준 달러)			연구자(전일제) 1인당 GERD (구매력 평가 기준 1천 달러)		
	2014	2018	변화(%)	2014	2018	2014	2018	2014	2018	변화(%)	2014	2018	변화(%)
전 세계	1 482.68	1 767.27	19.19	100.00	100.00	1.73	1.79	236.16	269.52	14.13	164.40	166.96	1.56
고소득국가	1 011.23	1 137.40	12.48	68.20	64.36	2.31	2.40	805.72	890.75	10.55	194.28	195.71	0.74
중상위소득국가	407.70	551.59	35.29	27.50	31.21	1.39	1.57	170.74	223.81	31.08	187.48	199.15	6.22
중저소득국가	62.20	76.56	23.09	4.20	4.33	0.48	0.49	27.94	32.40	15.96	126.63	123.21	-2.70
저소득국가	1.55	1.72	10.97	0.10	0.10	0.22	0.22	3.66	3.81	4.10	145.21	138.34	-4.73
아메리카	476.69	531.35	11.47	32.15	30.07	2.05	2.12	536.66	576.51	7.43	245.02	230.33	-6.00
북아메리카	425.21	483.43	13.69	28.68	27.35	2.63	2.73	1 200.02	1 327.48	10.62	284.19	295.60	4.01
라틴아메리카	51.44	47.89	-6.90	3.47	2.71	0.73	0.66	96.60	86.72	-10.23	217.39	184.61	-15.08
카리브해	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	22.75	23.52	3.38	44.57	45.47	2.02
유럽	345.51	390.28	12.96	23.30	22.08	1.72	1.78	423.13	472.56	11.68	125.38	124.80	-0.46
유럽 연합	290.35	330.83	13.94	19.58	18.72	1.94	2.02	572.19	646.65	13.01	153.86	150.40	-2.25
동남유럽	0.82	1.05	28.05	0.06	0.06	0.57	0.65	64.57	86.45	33.89	55.69	54.72	-1.74
유럽 자유무역 연합	16.63	18.82	13.17	1.12	1.07	2.65	2.87	1 208.43	1 317.70	9.04	225.11	230.21	2.27
동유럽	37.70	39.57	4.96	2.54	2.24	0.97	0.95	134.43	138.96	3.37	70.91	73.66	3.88
아프리카	14.90	17.85	19.80	1.01	1.01	0.54	0.59	24.93	26.82	7.58	137.19	141.05	2.81
사하라 이남 아프리카	6.51	7.34	12.75	0.44	0.42	0.49	0.51	14.36	14.49	0.91	156.79	147.32	-6.04
아프리카의 아랍 국가들	8.39	10.51	25.27	0.57	0.59	0.59	0.65	57.51	67.48	17.34	78.35	92.60	18.19
아시아	627.58	808.05	28.76	42.33	45.72	1.62	1.70	159.01	196.99	23.89	159.28	167.32	5.05
중앙아시아	0.95	0.81	-14.74	0.06	0.05	0.17	0.12	14.72	11.72	-20.38	25.83	24.44	-5.38
아시아의 아랍 국가들	6.94	10.17	46.54	0.47	0.58	0.40	0.53	106.66	143.09	34.16	176.41	144.28	-18.21
서아시아	15.54	26.05	67.63	1.05	1.47	0.94	1.37	150.77	242.22	60.66	71.18	93.41	31.23
남아시아	45.61	56.49	23.85	3.08	3.20	0.64	0.60	30.18	35.59	17.93	144.92	140.30	-3.19
동아시아 및 동남아시아	558.54	714.52	27.93	37.67	40.43	2.03	2.13	253.47	315.45	24.45	174.77	193.03	10.45
오세아니아	18.01	19.75	9.66	1.21	1.12	1.74	1.81	496.95	514.61	3.55	42.05	46.90	11.53
다른 방식의 집단 구분													
최빈개발도상국	1.80	2.03	12.78	0.12	0.11	0.19	0.21	3.89	4.08	4.88	137.35	132.04	-3.87
아랍 국가들 전체	15.33	20.69	34.96	1.03	1.17	0.48	0.59	72.61	91.15	25.53	109.07	109.09	0.02
OECD	988.49	1 114.38	12.74	66.67	63.06	2.36	2.43	779.71	859.34	10.21	206.90	204.27	-1.27
G20	1 393.89	1 647.65	18.21	94.01	93.23	1.93	1.99	299.38	343.87	14.86	182.53	188.45	3.24
이슬람 협력 기구	48.73	69.04	41.68	3.29	3.91	0.45	0.60	45.96	59.20	28.81	92.17	89.86	-2.51
선별된 국가들													
아르헨티나	4.28	4.03 ⁻¹	-5.84	0.29	0.23 ⁻¹	0.59	0.54 ⁻¹	100.28	91.63 ⁻¹	-8.63	83.09	76.86 ⁻¹	-7.50
호주	-	17.30	-	-	0.98	-	1.87	-	703.57	-	-	-	-
브라질	35.56	33.30	-6.36	2.40	1.88	1.27	1.26	175.35	160.23	-8.62	197.54	-	-
캐나다	23.47	22.85 ⁻¹	-2.64	1.58	1.29 ⁻¹	1.72	1.57 ⁻¹	658.16	616.40 ⁻¹	-6.34	144.91	150.68 ⁻¹	3.98
중국	313.94	439.02	39.84	21.18	1.29	2.03	2.19	224.33	307.51	37.08	205.96	235.26	14.23
이집트	5.14	6.99	35.99	0.35	24.84	0.64	0.72	56.89	71.03	24.85	84.26	103.44	22.76
프랑스	47.55	48.88	2.80	3.21	0.40	2.28	2.20	740.75	752.06	1.53	174.97	159.49	-8.85
독일	85.96	99.99	16.32	5.80	2.77	2.87	3.09	1 055.35	1 202.88	13.98	244.26	230.80	-5.51
인도	43.55	54.04	24.09	2.94	5.66	0.70	0.65	33.62	39.95	18.83	-	158.11	-
인도네시아	-	6.26	-	-	3.06	-	0.23	-	23.40	-	-	108.36	-
이란	-	11.40 ⁻¹	-	-	0.64 ⁻¹	-	0.83 ⁻¹	-	141.28 ⁻¹	-	-	95.79 ⁻¹	-
이스라엘	10.19	13.81	35.53	0.69	0.78	4.17	4.95	1 297.90	1 647.67	26.95	-	-	-
이탈리아	22.15	24.15	9.03	1.49	1.37	1.34	1.40	366.62	398.30	8.64	187.40	172.67	-7.86
일본	143.48	144.12	0.45	9.68	8.16	3.40	3.26	1 119.47	1 133.01	1.21	210.10	212.53	1.16
한국	68.98	86.62	25.57	4.65	4.90	4.29	4.81	1 363.09	1 692.64	24.18	199.68	212.10	6.22
말레이시아	8.23	-	-	0.56	-	1.26	-	275.50	-	-	134.12	-	-
멕시코	7.04	5.59	-20.60	0.47	0.32	0.44	0.31	58.50	44.27	-24.32	224.85	-	-
러시아	24.00	22.57	-5.96	1.62	1.28	1.07	0.99	165.89	154.88	-6.64	53.94	55.62	3.11
남아프리카공화국	4.64	5.16 ⁻¹	11.21	0.31	0.29 ⁻¹	0.77	0.83 ⁻¹	85.12	90.55 ⁻¹	6.38	196.96	174.89 ⁻¹	-11.21
터키	10.83	14.22 ⁻¹	31.30	0.73	0.80 ⁻¹	0.86	0.96 ⁻¹	140.19	175.26 ⁻¹	25.02	120.76	127.05 ⁻¹	5.21
영국	36.00	40.24	11.78	2.43	2.28	1.66	1.72	550.28	599.32	8.91	130.16	130.19	0.02
미국	401.74	460.58 ⁻¹	14.65	27.10	26.06 ⁻¹	2.72	2.84 ⁻¹	1 260.66	1 408.08 ⁻¹	11.69	299.78	309.94 ⁻¹	3.39

참고: GERD는 국내 총 연구개발비 지출(Gross Domestic Expenditure on R&D)의 약어임. GERD는 구매력 평가 기준(2005년 고정 가격) 수치로 표시함. 자료가 부족한 경우, 특히 개발도상국 자료들의 경우 유네스코 통계연구소의 추정치를 사용함. 상당수의 선진국에 대한 수치는 경제 부문 전체를 다 포괄하지는 않음.

출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 유네스코 통계연구소의 2020년 8월 국가별 자료로부터 외삽 없이 추출

<표 3> 2014년과 2018년 전 세계 연구 인력 동향

	연구자(전일제) 수(1천명)			세계 점유율(%)		여성 연구자 비율(%)	인구 1백만 명 당 연구자(전일제) 수			인구 1백만 명 당 기술자(전일제) 수		
	2014	2018	변화(%)	2014	2018	2018	2014	2018	변화(%)	2014	2018	변화(%)
전 세계	7 789.79	8 854.29	13.67	100.00	100.00	33.25	1 245.3	1 368.0	9.86	301.7	311.3	3.18
고소득국가	4 885.91	5 333.83	9.17	62.72	60.24	29.59	3 994.7	4 301.1	7.67	1 021.7	1 047.1	2.49
중상위소득국가	2 256.87	2 762.41	22.40	28.97	31.20	42.65	955.0	1 141.1	19.49	358.1	425.3	18.77
중저소득국가	633.92	739.42	16.64	8.14	8.35	42.79	275.8	312.2	13.20	83.5	73.8	-11.62
저소득국가	13.09	18.64	42.37	0.17	0.21	19.54	33.1	45.1	36.13	20.1	22.7	12.94
아메리카	1 797.28	1 918.33	6.74	23.07	21.67	49.80	2 046.7	2 131.6	4.15	33.1	45.1	36.25
북아메리카	1 502.09	1 603.66	6.76	19.28	18.11	-	4 239.1	8 805.7	107.72	1 353.0	1 280.2	-5.38
라틴아메리카	294.49	313.95	6.61	3.78	3.55	49.77	563.7	592.9	5.19	531.2	556.6	4.78
카리브해	0.70	0.72	2.02	0.01	0.01	50.24	509.2	519.5	2.02	273.8	268.4	-1.97
유럽	2 446.37	2 746.56	12.27	31.40	31.02	34.85	3 034.4	3 372.0	11.12	930.4	977.0	5.01
유럽 연합	1 772.36	2 081.75	17.46	22.75	23.51	33.78	3 492.9	4 069.2	16.50	1 336.2	1 413.6	5.79
동남유럽	16.21	18.23	12.47	0.21	0.21	51.21	1 290.8	1 487.2	15.21	236.7	275.3	16.31
유럽 자유무역 연합	74.43	83.05	11.58	0.96	0.94	36.59	5 406.9	5 876.6	8.69	2 525.0	2 631.7	4.23
동유럽	583.37	563.53	-3.40	7.49	6.36	39.04	2 153.5	2 053.8	-4.63	357.1	362.8	1.60
아프리카	194.59	221.28	13.72	2.50	2.50	41.82	307.9	326.4	6.01	86.0	93.3	8.49
사하라 이남 아프리카	46.54	59.93	28.77	0.60	0.68	33.48	102.3	123.8	20.97	36.4	38.5	5.77
아프리카의 아랍 국가들	148.05	161.36	8.99	1.90	1.82	44.87	837.0	866.2	3.49	202.7	214.5	5.82
아시아	3 326.52	3 941.58	18.49	42.70	44.52	28.43	845.0	969.9	14.79	130.2	133.6	2.61
중앙아시아	29.07	27.68	-4.77	0.37	0.31	44.90	609.1	545.0	-10.52	104.0	75.4	-27.50
아시아의 아랍 국가들	29.53	40.33	36.58	0.38	0.46	34.17	354.7	458.2	29.18	148.8	149.3	0.34
서아시아	68.21	126.51	85.48	0.88	1.43	33.95	826.6	1 494.0	80.74	160.1	491.5	207.00
남아시아	336.37	415.29	23.46	4.32	4.69	39.14	219.7	262.8	19.61	86.0	67.7	-21.28
동아시아 및 동남아시아	2 863.35	3 331.77	16.36	36.76	37.63	26.31	1 297.9	1 475.6	13.70	209.8	224.1	6.82
오세아니아	25.03	26.53	6.01	0.32	0.30	33.25	1 978.9	2 005.6	1.35	382.4	464.6	21.50
다른 방식의 집단 구분												
최빈개발도상국	21.65	28.21	30.35	0.28	0.32	21.98	49.1	62	26.27	20.6	23.3	13.11
아랍 국가들 전체	177.58	201.69	13.58	2.28	2.28	42.60	681.9	736	7.93	185.4	193.7	4.48
OECD	4 478.64	4 987.73	11.37	57.49	56.33	28.96	3 622.6	3 959	9.29	926.9	976.2	5.32
G20	6 973.47	7 865.54	12.79	89.52	88.83	30.82	1 504.3	1 654	9.95	405.0	406.8	0.44
이슬람 협력 기구	533.53	681.62	27.76	6.85	7.70	40.17	499.5	609	21.93	94.1	140.9	49.73
선별된 국가들												
아르헨티나	51.46	52.4 ¹	1.79	0.66	0.59 ¹	54.07 ¹	1 206.9	1 192.23 ¹	-1.22	318.8	398.1	24.87
브라질	179.99	-	-	2.31	-	-	887.7	-	-	969.9	-	-
캐나다	161.98	158.89 ¹	-1.91	2.08	1.80 ¹	-	4 541.9	4 325.64 ¹	-4.76	1 353.0	1 268.4 ¹	-6.25
중국	1 524.28	1 866.11	22.43	19.55	21.12	-	1 089.2	1 307.12	20.01	-	-	-
이집트	61.06	67.59	10.70	0.78	0.76	45.6	675.2	686.72	1.70	351.6	369.6	5.12
프랑스	271.77	306.45	12.76	3.49	3.47	28.3 ¹	4 233.6	4 715.32	11.38	1 809.3	1 805.5 ¹	-0.21
독일	351.92	433.23	23.10	4.51	4.90	27.9 ¹	4 320.7	5 211.87	20.63	1 883.2	2 018.0	7.16
인도	-	341.82	-	-	3.87	-	-	252.70	-	95.5	73.1	-23.46
인도네시아	-	57.82	-	-	0.65	45.8	-	215.99	-	16.3 ²	34.7	112.88
이란	-	118.99 ¹	-	-	1.35 ¹	31.2 ¹	-	1 474.91 ¹	-	160.6 ¹	496.8 ¹	209.34
이탈리아	118.18	139.85	18.34	1.52	1.58	34.3 ¹	1 956.4	2 306.77	17.91	-	-	-
일본	682.94	678.13	-0.70	8.76	7.67	16.6	5 328.4	5 331.15	0.05	537.0	524.3	-2.36
한국	345.46	408.37	18.21	4.43	4.62	20.4	6 826.3	7 980.40	16.91	1 228.2	1 251.1	1.86
말레이시아	61.35	-	-	0.79	-	48.2 ²	2 054.2	-	-	212.2	233.4	9.99
멕시코	31.32	-	-	0.40	-	-	260.2	-	-	115.6	140.3 ²	21.37
러시아	444.87	405.77	-8.79	5.71	4.59	39.2	3 075.1	2 784.33	-9.46	496.6	437.8	-11.84
남아프리카공화국	23.57	29.52 ¹	25.21	0.30	0.33 ¹	44.9 ¹	432.2	517.72 ¹	19.80	141.7	129.5 ¹	-8.61
터키	89.66	111.89 ¹	24.80	1.15	1.27 ¹	37.0 ¹	1 160.9	1 379.41 ¹	18.82	208.3	353.7 ¹	69.80
영국	276.58	309.07	11.75	3.55	3.50	38.7 ²	4 227.6	4 603.31	8.89	1 255.5	1 305.4 ²	3.97
미국	1 340.10	1 434.42 ¹	7.04	17.19	16.23 ¹	-	4 205.3	4 412.44 ¹	4.93	-	-	-

참고: 연구자 수는 전일제를 기준으로 집계함. 전 세계 및 지역별 추정치는 국가별 자료에서 추출. 여성 연구자 비율은 2015년에서 2018년 사이 가용한 자료 중 가장 최근의 자료를 사용. 기타 용어 설명은 <표1> 참고.

출처: 전 세계 및 각 지역별 추정치는 유네스코 통계연구소의 2020년 8월 국가별 자료로부터 외삽 없이 추출

<표 4> 2015년과 2019년 전 세계 과학 출판의 동향

	분량(건)		변화(%)	세계 점유율(%)		인구 1백만 명 당 과학 출판 건수		국제 공동 저술에 의한 과학 출판 비율(%)		범분야 전략 기술				
	2015	2019		2015	2019	2015	2019	2015	2019	분량(건)		변화(%)	세계 점유율(%)	
	2015	2019	2015-2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019		2015-2019	2015
전 세계	2 178 625	2 629 248	20.68	100.00	100.00	295.24	340.90	21.69	23.48	351 447	467 883	33.13	100.00	100.00
고소득국가	1 509 655	1 654 704	9.61	69.29	62.93	1 139.12	1 226.93	30.40	35.46	212 582	244 026	14.79	60.49	52.16
중상위소득국가	702 587	1 000 301	42.37	32.25	38.05	282.22	389.91	24.89	27.41	140 207	208 580	48.77	39.89	44.58
중저소득국가	174 394	299 319	71.63	8.00	11.38	65.09	105.76	29.11	29.63	33 977	75 894	123.37	9.67	16.22
저소득국가	13 923	23 799	70.93	0.64	0.91	15.73	24.58	72.13	69.96	1 014	2 739	170.12	0.29	0.59
아메리카	658 936	724 263	9.91	30.25	27.55	672.69	714.78	34.99	39.44	77 773	87 323	12.28	22.13	18.66
북아메리카	565 726	609 538	7.74	25.97	23.18	1 568.56	1 648.32	36.52	41.29	66 316	71 063	7.16	18.87	15.19
라틴아메리카	107 634	135 039	25.46	4.94	5.14	185.24	223.39	36.75	40.82	12 516	17 534	40.09	3.56	3.75
카리브해	2 833	3 110	9.78	0.13	0.12	74.87	79.78	59.20	71.16	237	301	27.00	0.07	0.06
유럽	822 170	918 168	11.68	37.74	34.92	995.42	1 099.43	37.35	41.14	117 410	140 646	19.79	33.41	30.06
유럽 연합	700 849	752 472	7.37	32.17	28.62	1 368.20	1 457.36	41.01	46.54	99 892	108 910	9.03	28.42	23.28
동남유럽	8 125	8 967	10.36	0.37	0.34	453.84	507.60	43.47	52.68	1 160	1 156	-0.34	0.33	0.25
유럽 자유무역 연합	54 041	61 685	14.14	2.48	2.35	3 897.85	4 299.42	66.28	69.91	6 055	6 811	12.49	1.72	1.46
동유럽	105 579	152 895	44.82	4.85	5.82	374.47	533.12	25.33	24.54	15 432	30 547	97.95	4.39	6.53
아프리카	61 236	92 133	50.46	2.81	3.50	51.86	70.53	53.95	55.40	8 966	14 537	62.13	2.55	3.11
사하라 이남 아프리카	30 805	47 374	53.79	1.41	1.80	32.31	44.67	58.89	60.52	3 112	5 916	90.10	0.89	1.26
아프리카의 아랍 국가들	30 951	45 665	47.54	1.42	1.74	136.12	185.84	49.81	50.98	5 910	8 704	47.28	1.68	1.86
아시아	900 254	1 262 260	40.21	41.32	48.01	206.78	279.46	22.61	24.43	184 247	281 245	52.65	52.43	60.11
중앙아시아	2 528	5 780	128.64	0.12	0.22	35.37	75.62	60.96	61.28	536	1 456	171.64	0.15	0.31
아시아의 아랍 국가들	32 414	58 153	79.41	1.49	2.21	211.28	352.07	70.77	62.15	6 923	12 443	79.73	1.97	2.66
동아시아 및 동남아시아	699 375	964 627	37.93	32.10	36.69	307.22	413.75	22.03	24.17	147 103	211 303	43.64	41.86	45.16
남아시아	126 301	191 638	51.73	5.80	7.29	72.20	104.42	21.45	24.46	24 939	52 818	111.79	7.10	11.29
서아시아	59 727	82 087	37.44	2.74	3.12	579.63	757.01	30.15	34.89	8 687	11 431	31.59	2.47	2.44
오세아니아	80 984	98 304	21.39	3.72	3.74	2 074.98	2 381.70	53.55	61.61	9 298	11 924	28.24	2.65	2.55
다른 방식의 집단 구분														
최빈개발도상국	13 826	23 572	70.49	0.63	0.90	14.67	22.78	72.90	71.30	1 081	2 881	166.51	0.31	0.62
아랍 국가들 전체	58 447	95 817	63.94	2.68	3.64	153.49	233.19	57.21	53.66	11 944	19 840	66.11	3.40	4.24
OECD	1 439 908	1 549 257	7.59	66.09	58.92	1 122.70	1 182.48	30.49	35.72	195 786	215 660	10.15	55.71	46.09
G20	1 989 718	2 381 962	19.71	91.33	90.59	420.57	489.53	23.33	25.31	316 697	419 013	32.31	90.11	89.56
이슬람 협력 기구	183 243	300 234	63.84	8.41	11.42	105.63	160.31	36.35	36.80	33 640	59 098	75.68	9.57	12.63
선별된 국가들														
아르헨티나	10 982	12 280	11.82	0.50	0.47	254.95	274.23	46.60	50.47	897	1 071	19.40	0.26	0.23
호주	71 691	87 187	21.61	3.29	3.32	2 995.55	3 459.36	53.94	62.23	8 366	10 736	28.33	2.38	2.29
브라질	61 006	74 270	21.74	2.80	2.82	298.36	351.91	30.75	35.21	6 699	8 596	28.32	1.91	1.84
캐나다	82 595	94 578	14.51	3.79	3.60	2 292.61	2 528.08	51.84	57.94	9 533	10 699	12.23	2.71	2.29
중국	431 654	644 655	49.35	19.81	24.52	306.82	449.62	20.23	22.98	98 669	149 832	51.85	28.08	32.02
이집트	14 728	23 224	57.69	0.68	0.88	159.32	231.34	52.17	53.33	2 402	3 787	57.66	0.68	0.81
프랑스	101 491	101 081	-0.40	4.66	3.84	1 510.19	1 486.96	54.50	60.34	14 016	12 788	-8.76	3.99	2.73
독일	144 201	152 348	5.65	6.62	5.79	1 763.12	1 824.15	50.56	54.79	19 974	20 814	4.21	5.68	4.45
인도	110 282	161 066	46.05	5.06	6.13	84.17	117.87	17.67	18.88	22 725	47 333	108.29	6.47	10.12
인도네시아	6 080	37 513	516.99	0.28	1.43	23.53	138.62	40.10	17.03	1 811	9 195	407.73	0.52	1.97
이란	41 292	60 562	46.67	1.90	2.30	526.06	730.42	20.60	28.17	6 629	9 091	37.14	1.89	1.94
이스라엘	16 393	18 671	13.90	0.75	0.71	2 054.65	2 191.59	51.96	54.26	1 852	1 949	5.24	0.53	0.42
이탈리아	91 895	103 577	12.71	4.22	3.94	1 516.96	1 710.60	46.34	50.27	12 500	13 718	9.74	3.56	2.93
일본	117 020	119 347	1.99	5.37	4.54	914.32	940.78	26.27	31.24	17 564	18 129	3.22	5.00	3.87
한국	71 719	81 327	13.40	3.29	3.09	1 411.15	1 587.63	26.89	29.33	12 992	15 793	21.56	3.70	3.38
말레이시아	22 405	30 172	34.67	1.03	1.15	740.15	944.36	39.01	43.84	7 428	9 912	33.44	2.11	2.12
멕시코	18 321	23 508	28.31	0.84	0.89	150.35	184.27	40.28	44.95	2 662	3 414	28.25	0.76	0.73
러시아	60 156	96 394	60.24	2.76	3.67	414.91	660.81	27.17	23.73	9 558	20 666	116.22	2.72	4.42
사우디아라비아	17 681	25 205	42.55	0.81	0.96	557.45	735.51	76.22	75.84	3 672	4 994	36.00	1.04	1.07
남아프리카공화국	14 706	21 062	43.22	0.68	0.80	265.52	359.68	54.13	57.42	1 622	2 623	61.71	0.46	0.56
터키	36 308	43 245	19.11	1.67	1.64	462.35	518.34	21.16	25.12	3 876	5 927	52.92	1.10	1.27
영국	141 834	160 174	12.93	6.51	6.09	2 137.31	2 353.92	57.58	64.49	16 960	19 316	13.89	4.83	4.13
미국	502 105	538 259	7.20	23.05	20.47	1 546.66	1 619.40	36.40	40.91	58 082	61 890	6.56	16.53	13.23

참고: 단일 출판물에 대한 공저자의 출신 지역이 다른 경우 각 지역마다 집계했기 때문에 지역별 수치의 총합은 전 세계 수치를 초과함

출처: 스크퍼스 지표(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외; 사이언스 메트릭스의 데이터 처리

<표 5> 2015년과 2019년 일부 범분야 전략 기술에 관한 전 세계 과학 출판의 동향

	분량(건)											
	인공지능 및 로봇 공학		바이오 기술		에너지		소재		나노 과학 및 나노 기술		광전자 공학	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
전 세계	102 347	147 806	16 707	18 714	86 771	108 129	63 705	93 033	31 226	46 121	29 517	26 651
고소득국가	65 365	74 661	9 869	9 394	49 997	57 245	31 625	40 729	21 104	27 979	18 560	15 330
중상위소득국가	33 075	50 340	6 531	9 333	36 903	53 560	32 529	48 484	13 290	24 657	11 813	11 872
중저소득국가	13 052	37 389	2 283	2 937	7 890	12 701	6 097	15 194	2 035	3 588	1 293	1 816
저소득국가	280	1 037	79	120	249	607	89	284	33	103	31	67
아메리카	20 633	24 969	3 934	4 161	19 674	21 445	9 471	10 588	8 457	11 053	7 623	5 964
북아메리카	16 628	18 727	2 876	2 603	16 859	17 434	7 623	8 088	8 075	10 514	6 901	5 354
라틴아메리카	4 211	6 524	1 122	1 651	3 152	4 394	1 974	2 661	478	670	800	655
카리브해	92	144	36	20	53	60	26	44	6	6	4	5
유럽	40 993	47 402	4 883	4 984	26 524	31 950	19 124	28 125	8 181	11 040	9 781	8 299
유럽 연합	36 554	37 207	4 284	4 246	21 637	25 662	14 797	17 913	7 355	9 717	8 244	6 178
동남유럽	382	336	79	86	325	313	201	302	41	37	37	30
유럽 자유무역 연합	1 851	2 034	191	215	1 635	1 837	680	804	589	861	382	334
동유럽	3 624	9 658	528	666	4 004	5 586	4 423	10 466	767	1 280	1 580	2 283
아프리카	3 207	4 752	551	844	2 710	4 443	1 185	2 451	400	604	310	445
사하라 이남 아프리카	823	1 539	221	383	1 169	2 018	334	965	91	168	61	125
아프리카의 아랍 국가들	2 389	3 225	334	467	1 563	2 450	862	1 505	311	441	254	330
아시아	46 913	84 072	9 285	11 355	45 754	64 150	39 692	60 953	19 968	32 818	14 800	14 896
중앙아시아	142	569	15	11	194	317	102	304	6	80	62	149
아시아의 아랍 국가들	1 908	3 936	286	458	2 466	4 125	883	2 050	719	1 008	283	294
동남아시아	33 662	50 330	6 854	8 491	36 498	50 194	33 248	49 993	17 598	28 957	13 139	13 030
남아시아	9 956	29 049	1 896	2 179	5 045	7 976	4 599	7 961	1 566	2 875	837	1 118
서아시아	2 173	2 402	473	657	2 579	3 744	1 667	2 250	612	927	648	565
오세아니아	2 918	3 469	368	412	2 198	3 066	1 328	1 671	1 078	1 809	466	308
다른 방식의 집단 구분												
최빈개발도상국	325	1 126	82	132	289	630	95	295	32	111	33	67
아랍 국가들 전체	4 091	6 868	558	833	3 785	6 187	1 581	3 219	886	1 340	498	577
OECD	60 878	66 911	9 396	9 105	45 852	51 576	28 260	32 085	18 834	24 861	16 979	13 274
G20	91 303	128 003	15 220	16 808	76 010	96 361	58 375	84 400	28 953	43 399	27 521	25 161
이슬람 협력 기구	9 685	20 149	1 759	2 604	11 790	15 537	5 659	13 942	1 740	2 767	1 426	1 585
선별된 국가들												
아르헨티나	218	250	116	120	205	336	162	179	59	64	32	20
호주	2 520	3 003	325	342	2 077	2 840	1 202	1 541	1 045	1 743	432	286
브라질	2 037	2 640	684	1 032	1 641	2 181	1 331	1 654	256	293	405	341
캐나다	2 792	3 217	413	431	2 752	2 937	1 111	1 227	794	1 143	780	630
중국	20 414	29 766	3 891	5 608	24 352	38 521	24 863	35 942	11 554	22 270	9 559	10 010
이집트	610	837	166	302	760	1 247	404	784	236	279	132	201
프랑스	5 215	4 536	512	461	2 755	2 667	2 031	1 900	1 170	1 350	1 374	945
독일	6 712	6 726	827	776	3 950	4 305	3 262	3 441	1 949	2 684	1 995	1 507
인도	9 276	26 779	1 770	1 918	4 562	6 609	4 152	7 257	1 433	2 550	717	969
인도네시아	822	3 229	57	138	670	1 098	166	4 264	16	86	42	182
이란	1 357	1 613	406	590	2 366	3 463	1 514	1 952	369	548	312	314
이스라엘	745	638	59	56	165	196	122	216	236	361	308	215
이탈리아	4 380	4 773	496	436	3 429	3 683	1 242	1 651	953	1 128	959	664
일본	4 891	5 917	973	953	3 778	3 293	3 481	3 295	1 841	2 225	1 847	1 603
한국	2 426	3 029	1 304	1 108	2 900	3 786	2 510	3 009	2 630	3 452	645	592
말레이시아	1 685	4 404	357	446	3 550	1 821	1 137	2 598	258	307	236	138
멕시코	969	1 228	204	324	605	761	362	505	120	218	234	213
러시아	1 986	5 704	254	273	2 527	3 259	2 949	8 357	455	903	1 161	1 898
사우디아라비아	927	1 265	192	195	1 075	1 662	519	849	584	639	159	146
남아프리카공화국	511	701	85	145	529	959	214	441	72	84	40	93
터키	1 094	2 073	247	355	943	1 544	929	1 242	181	240	224	159
영국	5 700	6 192	472	578	3 903	4 947	2 166	2 458	1 488	2 072	1 410	950
미국	14 149	15 893	2 526	2 231	14 435	14 862	6 636	7 001	7 419	9 614	6 251	4 841

참고: 단일 출판물에 대한 공저자의 출신 지역이 다른 경우 각 지역마다 집계했기 때문에 지역별 수치의 총합은 전 세계 수치를 초과함. 위 표에 열거된 6개 외의 범분야 전략 기술로는 생물정보학, 사물 인터넷, 전략-국방 및 안보 연구, 블록체인 기술이 있음. 지역에 대한 설명은 표1를 참고.

	세계 점유율(%)											
	인공지능 및 로봇 공학		바이오 기술		에너지		소재		나노 과학 및 나노 기술		광전자 공학	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
전 세계	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
고소득국가	63.87	50.51	59.07	50.20	57.62	52.94	49.64	43.78	67.58	60.66	62.88	57.52
중상위소득국가	32.32	34.06	39.09	49.87	42.53	49.53	51.06	52.11	42.56	53.46	40.02	44.55
중저소득국가	12.75	25.30	13.66	15.69	9.09	11.75	9.57	16.33	6.52	7.78	4.38	6.81
저소득국가	0.27	0.70	0.47	0.64	0.29	0.56	0.14	0.31	0.11	0.22	0.11	0.25
아메리카	20.16	16.89	23.55	22.23	22.67	19.83	14.87	11.38	27.08	23.97	25.83	22.38
북아메리카	16.25	12.67	17.21	13.91	19.43	16.12	11.97	8.69	25.86	22.80	23.38	20.09
라틴아메리카	4.11	4.41	6.72	8.82	3.63	4.06	3.10	2.86	1.53	1.45	2.71	2.46
카리브해	0.09	0.10	0.22	0.11	0.06	0.06	0.04	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02
유럽	40.05	32.07	29.23	26.63	30.57	29.55	30.02	30.23	26.20	23.94	33.14	31.14
유럽 연합	35.72	25.17	25.64	22.69	24.94	23.73	23.23	19.25	23.55	21.07	27.93	23.18
동남유럽	0.37	0.23	0.47	0.46	0.37	0.29	0.32	0.32	0.13	0.08	0.13	0.11
유럽 자유무역 연합	1.81	1.38	1.14	1.15	1.88	1.70	1.07	0.86	1.89	1.87	1.29	1.25
동유럽	3.54	6.53	3.16	3.56	4.61	5.17	6.94	11.25	2.46	2.78	5.35	8.57
아프리카	3.13	3.22	3.30	4.51	3.12	4.11	1.86	2.63	1.28	1.31	1.05	1.67
사하라 이남 아프리카	0.80	1.04	1.32	2.05	1.35	1.87	0.52	1.04	0.29	0.36	0.21	0.47
아프리카의 아랍 국가들	2.33	2.18	2.00	2.50	1.80	2.27	1.35	1.62	1.00	0.96	0.86	1.24
아시아	45.84	56.88	55.58	60.68	52.73	59.33	62.31	65.52	63.95	71.16	50.14	55.89
중앙아시아	0.14	0.38	0.09	0.06	0.22	0.29	0.16	0.33	0.02	0.17	0.21	0.56
아시아의 아랍 국가들	1.86	2.66	1.71	2.45	2.84	3.81	1.39	2.20	2.30	2.19	0.96	1.10
동남아시아	32.89	34.05	41.02	45.37	42.06	46.42	52.19	53.74	56.36	62.78	44.51	48.89
남아시아	9.73	19.65	11.35	11.64	5.81	7.38	7.22	8.56	5.02	6.23	2.84	4.19
서아시아	2.12	1.63	2.83	3.51	2.97	3.46	2.62	2.42	1.96	2.01	2.20	2.12
오세아니아	2.85	2.35	2.20	2.20	2.53	2.84	2.08	1.80	3.45	3.92	1.58	1.16
다른 방식의 집단 구분												
최빈개발도상국	0.32	0.76	0.49	0.71	0.33	0.58	0.15	0.32	0.10	0.24	0.11	0.25
아랍 국가들 전체	4.00	4.65	3.34	4.45	4.36	5.72	2.48	3.46	2.84	2.91	1.69	2.17
OECD	59.48	45.27	56.24	48.65	52.84	47.70	44.36	34.49	60.32	53.90	57.52	49.81
G20	89.21	86.60	91.10	89.82	87.60	89.12	91.63	90.72	92.72	94.10	93.24	94.41
이슬람 협력 기구	9.46	13.63	10.53	13.91	13.59	14.37	8.88	14.99	5.57	6.00	4.83	5.95
선별된 국가들												
아르헨티나	0.21	0.17	0.69	0.64	0.24	0.31	0.25	0.19	0.19	0.14	0.11	0.08
호주	2.46	2.03	1.95	1.83	2.39	2.63	1.89	1.66	3.35	3.78	1.46	1.07
브라질	1.99	1.79	4.09	5.51	1.89	2.02	2.09	1.78	0.82	0.64	1.37	1.28
캐나다	2.73	2.18	2.47	2.30	3.17	2.72	1.74	1.32	2.54	2.48	2.64	2.36
중국	19.95	20.14	23.29	29.97	28.06	35.63	39.03	38.63	37.00	48.29	32.38	37.56
이집트	0.60	0.57	0.99	1.61	0.88	1.15	0.63	0.84	0.76	0.60	0.45	0.75
프랑스	5.10	3.07	3.06	2.46	3.18	2.47	3.19	2.04	3.75	2.93	4.65	3.55
독일	6.56	4.55	4.95	4.15	4.55	3.98	5.12	3.70	6.24	5.82	6.76	5.65
인도	9.06	18.12	10.59	10.25	5.26	6.11	6.52	7.80	4.59	5.53	2.43	3.64
인도네시아	0.80	2.18	0.34	0.74	0.77	1.02	0.26	4.58	0.05	0.19	0.14	0.68
이란	1.33	1.09	2.43	3.15	2.73	3.20	2.38	2.10	1.18	1.19	1.06	1.18
이스라엘	0.73	0.43	0.35	0.30	0.19	0.18	0.19	0.23	0.76	0.78	1.04	0.81
이탈리아	4.28	3.23	2.97	2.33	3.95	3.41	1.95	1.77	3.05	2.45	3.25	2.49
일본	4.78	4.00	5.82	5.09	4.35	3.05	5.46	3.54	5.90	4.82	6.26	6.01
한국	2.37	2.05	7.81	5.92	3.34	3.50	3.94	3.23	8.42	7.48	2.19	2.22
말레이시아	1.65	2.98	2.14	2.38	4.09	1.68	1.78	2.79	0.83	0.67	0.80	0.52
멕시코	0.95	0.83	1.22	1.73	0.70	0.70	0.57	0.54	0.38	0.47	0.79	0.80
러시아	1.94	3.86	1.52	1.46	2.91	3.01	4.63	8.98	1.46	1.96	3.93	7.12
사우디아라비아	0.91	0.86	1.15	1.04	1.24	1.54	0.81	0.91	1.87	1.39	0.54	0.55
남아프리카공화국	0.50	0.47	0.51	0.77	0.61	0.89	0.34	0.47	0.23	0.18	0.14	0.35
터키	1.07	1.40	1.48	1.90	1.09	1.43	1.46	1.34	0.58	0.52	0.76	0.60
영국	5.57	4.19	2.83	3.09	4.50	4.58	3.40	2.64	4.77	4.49	4.78	3.56
미국	13.82	10.75	15.12	11.92	16.64	13.74	10.42	7.53	23.76	20.85	21.18	18.16

출처: 스킵스 지포(엘스비어 제공)에서 예술, 인문학, 사회과학을 제외; 사이언스 매트릭스의 데이터 처리

한국어판

유네스코 과학보고서: 보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주 - 요약본

© 유네스코한국위원회 2021

본 한국어판은 대한민국 교육부의 지원으로 발간되었습니다.

이 책은 유네스코의 공식 발간물이 아니며, 이와 같이 간주되어서도 아니 됨을 밝힙니다.

원제: *UNESCO Science Report: the race against time for smarter development - executive summary*

본 원문은 크리에이티브 커먼즈 저작자표시-동일조건변경허락 3.0 정부간기구 라이선스(CC-BY-SA 3.0 IGO)에 따라 이용할 수 있습니다.

2021년 국제연합 교육과학문화기구 출간



이 책은 오픈 액세스 정책에 따라 다음의 프로그램으로 이용할 수 있습니다.

'Attribution-ShareAlike 3.0 IGO' (CC-BY-SA 3.0 IGO) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

이 책의 내용을 활용할 시에는 유네스코 오픈 액세스 기록관(UNESCO Open Access Repository)의

이용약관(<https://en.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>)을 준수해야 합니다.

이 책에 나오는 모든 명칭과 자료는 특정 국가나 영토, 도시나 지역의 법적 지위, 각 지역 당국의 법적 지위, 국경, 경계 구획에 관한 유네스코의 입장과 무관함을 밝힙니다.

이 책에 표현된 필자의 생각과 의견이 유네스코의 그것과 반드시 일치하는 것은 아니며,

이에 대해 유네스코는 책임지지 않습니다.

발 간 일 | 2021년 10월 29일

퍼 낸 곳 | 유네스코한국위원회

퍼 낸 이 | 한경구

번 역 | 김용진

감 수 | 박범순

윤 문 | 차영우

교 열 | 김은영 오혜재

조판편집 | 정명진

표지사진 | 유네스코

주 소 | 서울특별시 중구 명동길(유네스코길) 26

홈페이지 | www.unesco.or.kr

이 메 일 | scshs.team@unesco.or.kr

ISBN | 979-11-90615-20-4

한위간행물등록번호 | SC-2021-RP-1

유네스코 과학보고서

보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주

요약본

지난 5년 동안 개발 우선 순위가 어떻게 조정되었는지를 보면 놀랍습니다. 모든 소득 수준의 국가들이 디지털 경제와 '녹색' 경제로 전환을 동시에 우선시하고 있으며, 이러한 이중 전환은 곧 이중으로 긴요한 것임을 보여줍니다. 한편 국가들이 2030년까지 유엔 지속가능발전목표(SDGs, Sustainable Development Goals)를 달성하는 데 있어 시간이 촉박하지만, 다른 한편으로 국가들은 미래의 경제 경쟁력이 디지털 사회로 전환 속도에 달려 있다고 확신합니다. 유네스코 과학보고서의 부제인 '보다 똑똑한 발전을 위한 시간과의 경주'는 바로 이러한 두 가지 우선 순위들을 암시합니다.

금번 제7차 유네스코 과학보고서는 과학 거버넌스의 관점에서 지난 5년간 국가들의 발전 경로를 모니터링합니다. 이는 사회경제적 실험을 위한 새로운 기회를 제공하지만, 보호 장치가 마련되지 않는 한 사회적 불평등을 악화시킬 위험이 있는, 현재진행중인 급격한 사회적 변화를 기록하고 있습니다.

이 보고서는 국가가 이중 디지털 및 녹색 전환에 성공하려면, 연구 및 혁신에 대해 더 많이 투자해야 한다고 결론짓고 있습니다. 지속가능발전목표 관련 약속에 따라 30개 이상의 국가에서 2014년부터 이미 연구 관련 지출을 증대해 왔지만, 이러한 진전에도 불구하고 10개국 중 8개국은 여전히 국내총생산(GDP)의 1% 미만을 연구에 투자하고 있어 해외 기술 의존도가 지속되고 있습니다.

민간 부문에서 이러한 이중 녹색 및 디지털 전환을 주도해야 할 필요가 있을 것이기에, 각 국의 정부는 기업이 디지털 기술에 '투자 전에 시험해' 볼 수 있도록 디지털 혁신 허브와 같은 새로운 정책 도구를 통해 민간 부문의 혁신이 보다 용이할 수 있도록 노력해 왔습니다. 더불어 몇몇 정부들은 급여 인상 및 기타 수단을 통해 연구원의 지위를 향상시키고자 노력하고 있으며, 2014년 이후 전 세계 연구원 수는 급증해 왔습니다.

코로나19는 지식 생산 시스템에 활력을 불어넣었습니다. 이러한 역동성은 보다 많은 국제 과학 협력을 향한 추세에 기반하고 있으며, 이는 기후변화 및 생물다양성 손실과 같은 여타 글로벌 도전과제들을 해결하는 데 있어 좋은 징조입니다. 그러나 유네스코의 최근 연구 결과에 따르면, 국가들이 녹색 기술에 이전보다 더 많이 투자하고 있음에도 불구하고 지속가능성 과학은 여전히 학술 출판 분야에서 주류가 아닙니다.

