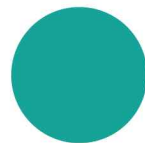
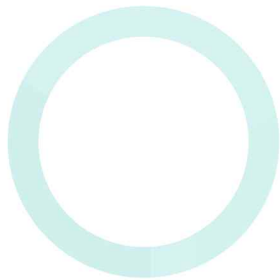


인공지능 고성능 연구의 비결, 기초와 협력

The Secret of High-performance Research in Artificial Intelligence : Basic and Collaboration

이승환, 강영호



이 보고서는 「과학기술정보통신부 정보통신진흥기금」에서 지원받아 제작한 것으로
과학기술정보통신부의 공식의견과 다를 수 있습니다.
이 보고서의 내용은 연구진의 개인 견해이며, 본 보고서와 관련한 의문 사항 또는 수정·보완할
필요가 있는 경우에는 아래 연락처로 연락해 주시기 바랍니다.

소프트웨어정책연구소 지능콘텐츠 연구팀
이승환 책임연구원 seunghwan.lee@spri.kr

CONTENT

I. 연구배경	P.1
---------	-----

II. 모형설정 및 분석	P.3
---------------	-----

1. 주요변수
2. 추정모형
3. 분석결과

III. 시사점	P.12
----------	------

참고문헌	P.16
------	------

요 약 문

미래 국가경쟁력 강화를 위해, 인공지능 연구역량 확보를 위한 국가 간 혁신 경쟁이 치열하게 전개 중이다. 연구역량은 기술혁신에 가장 중요한 무형의 활동으로서 신기술 시장에서 최상의 성과를 달성하는 데 필수적 요소이며, 주요국들은 인공지능 연구전략을 지속 발표하고, 역량강화에 총력을 기울이고 있다. 본 연구에서는 인공지능 연구역량 결정요인을 분석하고 시사점을 도출하고자 하였다. 글로벌 협력연구, 단계별 연구개발비 요인이 인공지능 연구 성과에 영향을 미쳤는지 패널 데이터를 활용하여 회귀분석으로 모형을 설정하고 분석하였다.

분석결과, 인공지능 글로벌 협력 연구 비율이 증가하면 인공지능 연구 수는 감소하고, 기초 분야 연구개발비가 증가하면 인공지능 연구 수가 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 인공지능 글로벌 협력 연구 비율, 기초분야 연구개발비가 증가하면, 인공지능 연구의 편당 인용수가 증가하는 것으로 분석되었다. 인공지능 글로벌 협력 연구 비율과 기초분야 연구개발비가 증가하면, 인공지능 연구의 Field Weighted Citation Impact도 증가하는 것으로 나타났다.

연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 요인별로 인공지능 연구의 양과 질에 영향을 미치는 정도가 상이하다는 것이다. 글로벌 연구협력 요인은 인공지능 연구의 질적 역량은 증가시키나, 양적 역량을 높이는 데에는 효과적이지 않은 것으로 분석되었다. 기초 연구개발비는 인공지능 연구의 양·질적 역량을 모두 증가시키는데 기여하는 것으로 나타났다. 둘째, 한국의 인공지능 연구역량 수준과 결정요인을 고려한 정책 설계가 필요하다. 국가 인공지능 연구지수 측면에서, 한국은 인공지능 연구 양은 우수하나, 질적 지표의 상대적 부진으로 91개국 중 14위이다. 이에, 인공지능 연구의 질적 성과 제고를 위해 글로벌 연구협력을 강화하고, 미래지향적 연구개발 자원 배분 및 조정이 필요한 시점이다. 셋째, 연구의 한계점 보완을 통해 인공지능 연구 성과 결정요인 관련 연구를 확대해 나갈 필요가 있다.

Executive Summary

In order to strengthen national competitiveness in the future, competition for innovation between countries to secure artificial intelligence research capabilities is intensifying. Research competency is the most important intangible activity for technological innovation and is an essential factor in achieving the best performance in the new technology market, and major countries continue to publish artificial intelligence research strategies and are devoting all their efforts to capacity building. In this study, we tried to analyze the determinants of artificial intelligence research capabilities and derive implications. The model was set up and analyzed by regression analysis using panel data to see if the factors of global cooperative research and staged R&D expenditure influenced the outcome of artificial intelligence research.

As a result of the analysis, it was found that the number of artificial intelligence research decreases as the proportion of artificial intelligence global cooperative research increases, and the number of artificial intelligence research increases as the R&D expenditure in basic fields increases. In addition, it was analyzed that the number of citations per part of artificial intelligence research increased as the ratio of artificial intelligence global cooperative research and R&D expenses in basic fields increased. As the proportion of artificial intelligence global cooperation research and R&D expenditure in basic fields increase, the field weighted citation impact of artificial intelligence research also increases.

The implications of the study are as follows. First, the degree to which factors influence the quantity and quality of artificial intelligence research differs. It was analyzed that the factors of global research cooperation increase the qualitative capacity of artificial intelligence research, but are not effective in enhancing the quantitative capacity. Basic R&D expenses were found to contribute to increasing both the quality and quantity of artificial intelligence research. Second, it is necessary to design policies in consideration of the level of artificial intelligence research capability and determinants of Korea. In terms of the national AI

research index, Korea has excellent AI research volume, but ranks 14th out of 91 countries due to relatively poor quality indicators. Therefore, it is time to reinforce global research cooperation and allocate and adjust future-oriented R&D resources to improve the quality of artificial intelligence research. Third, it is necessary to expand research on factors that determine AI research outcomes by supplementing the limitations of the research.

I. 연구배경

- 미래 국가경쟁력 강화를 위해, 인공지능 연구역량 확보를 위한 국가 간 혁신 경쟁이 치열하게 전개 중
 - 연구역량은 기술혁신에 가장 중요한 무형의 활동으로서 신기술 시장에서 최상의 성과를 달성하는 데 필수적 요소¹⁾
 - 인공지능은 산업과 사회 전반에 영향을 미치며, 2030년까지 전 세계 GDP에 13조 달러 기여 전망²⁾
 - 주요국들은 인공지능 연구전략을 지속 발표하고, 역량강화에 총력을 기울이는 중
 - 미국은 인공지능 연구개발 사업에 관한 국가 최상위 전략계획('19.6.)³⁾, 2020~2022년까지 AI와 양자정보과학 연구개발에 각각 20억 달러와 8.6억 달러를 투자 계획 발표(2020.2.) 등 역량강화에 주력⁴⁾
 - * 미국 연방정부는 '16년에 발표한 AI 연구개발 전략계획 발표 이후, AI 연구개발 이니셔티브를 지원하기 위해 3년 만에 개정하여 총 3개 부문으로 구조화
 - * 이외에도 미국 국방부는 신형 6세대 전투기에 AI를 탑재하는 Next Generation Air Dominance⁵⁾를 추진⁶⁾
 - 영국은 '17년에 향후 4년간 AI 연구에 9천3백만 파운드 투자 추진을 발표했고,⁷⁾ 2019년 AI 산업 발전 파트너 십 전략을 발표⁸⁾

1) Evangelista et al(1997), "Nature and Impact of Innovation in Manufacturing: Some Evidence from the Italian Innovation Survey," Research Policy, 26, 521-536.; Dutta, S., O, Narasimhan and S. Rajiv(1999), "Success in High-Technology Markets: Is Marketing Capability Critical?," Marketing Science, 18(4), 547-568.

2) Mckinsey Global Institute(2018), "NOTES FROM THE AI FRONTIER : MODELING THE IMPACT OF AI ON THE WORLD ECONOMY"

3) National Artificial Intelligence R&D Strategic Plan: 2019 Update

4) Wall Street Journal, "AI, Quantum R&D Funding to Remain a Priority Under Biden", 2020.11.9.

5) Next Generation Air Dominance는 록히드마틴, 노드롭, 보잉 등 미국 내 항공기 제조업체들과 신규 AI 탑재 형 기체 플랫폼 연구를 수행하는 미국의 차세대 전투기 개발 프로젝트

6) Defence News(2020.6.23.), "Congress has questions about the Air Force's and Navy's next-generation fighter programs"

7) www.itpro.co.uk, Government promises £93m funding for AI over next four years

- 일본은 산업 활력 제고 및 저성장·고령화 등 사회문제 해결을 위한 수단으로 인공지능 기술혁신을 가속화하기 위해 인공지능 전략 2019 발표('19.3)⁹⁾

□ 본고에서는 인공지능 연구역량의 결정요인을 분석하고 시사점을 도출

- 국가 인공지능 역량강화를 위해 어떠한 요인이 연구 성과에 영향을 미치는지 실증분석을 통해 함의를 도출
- 본 연구에서는 연구단계별 연구개발비와 글로벌 협력연구 요인이 인공지능 연구 성과에 영향을 미쳤는지 중점 분석
- OECD는 연구개발비를 연구단계별로 기초(Basic), 응용(Applied), 실험(Experimental) 측면으로 분류
 - * 이러한 분류 방법은 연구의 선형적 진행, 즉 기초연구 결과가 응용연구에 활용되고 그 후 개발에 활용된다는 점을 강조

[표] OECD의 연구 단계별 연구개발비 분류

구분	내용
Basic Research	향후 특정한 응용이나 사용을 염두에 두지 않고, 주로 현상과 관측 가능한 사실의 배경 원리에 대한 새로운 지식을 얻기 위해 수행되는 실험 혹은 이론 연구
Applied Research	새로운 지식을 얻기 위해 수행되는 독창적인 탐구활동으로서 어떤 특정 목적이나 목표를 지향하고 있는 연구
Experimental Research	응용연구는 특정한 문제 해결이나 특정한 부분의 응용을 목적으로 하므로 그 결과물을 어디에 적용할지를 연구를 진행하는 당시에 이미 어느 정도 예측할 수 있는 연구

- OECD 국가 포함 총 30개국의 2000년~2018년간 패널(Panel) 데이터를 분석

《 분석 대상, 기간, 데이터 》

- 분석 국가 및 기간 : 총 30개국(OECD 27국 + 3개국)¹⁰⁾, 2000~2018년
- 연구개발 단계별 데이터는 OECD statistics, 인공지능 연구 양(Scholarly output, Citation per publication, Field weighted citation impact)는 Elsevier DB를 활용

8) HM Government(2019), Industrial Strategy : Artificial Intelligence Sector Deal

9) 日本 内閣府(2019), “AI 戦略 2019 ~人・産業・地域・政府全てにAI~”, 統合イノベーション戦略 推進会議.

10) 아르헨티나, 오스트리아, 벨기에, 칠레, 중국, 체코, 덴마크, 에스토니아, 프랑스, 그리스, 헝가리, 아일랜드,

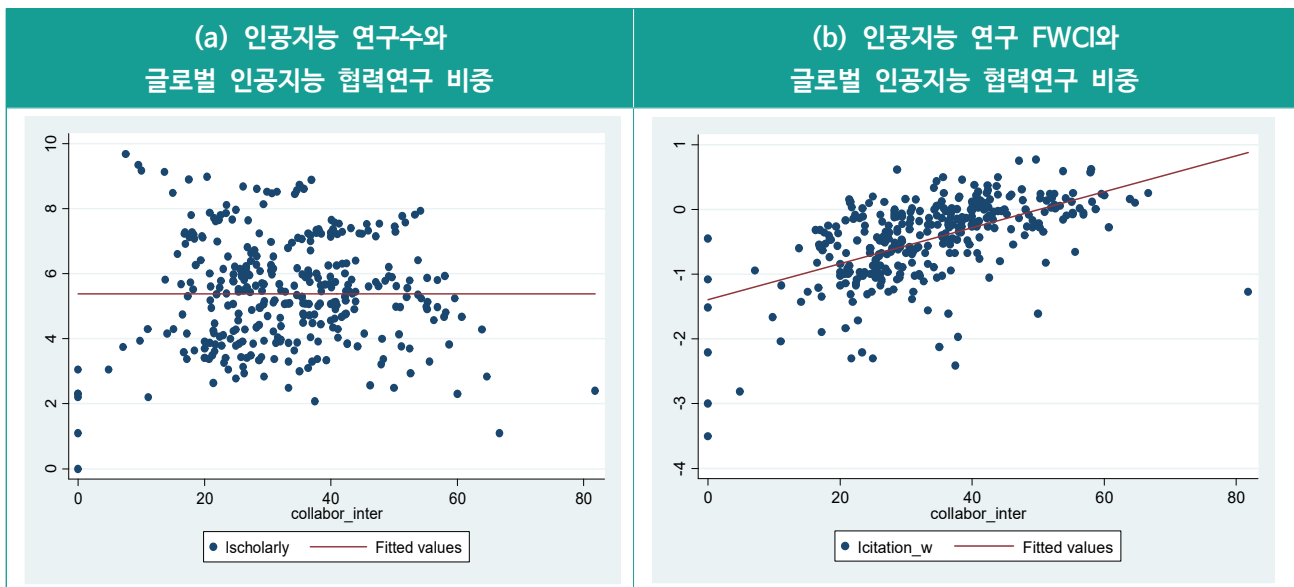
II. 모형설정 및 분석

1. 주요 변수

① 글로벌 협력연구

- 글로벌 협력연구는 인공지능 연구의 양적, 질적 역량에 영향을 미칠 수 있으며, 상관계수 측정결과, 양적 역량과는 음의 관계, 질적 지표인 Field weighted citation impact와¹¹⁾는 양의 관계로 나타남
- 글로벌 저명한 연구자와 인공지능 연구를 한다면, 연구의 질이 높아질 수 있는 반면, 연구 인력과 자본이 이와 같은 글로벌 협력 연구에 집중되게 되면, 연구의 양이 감소할 유인도 존재
- 상관계수 측정결과, 양적 역량과는 - 0.0003, FWCI와는 0.581로 측정

[그림] 인공지능 연구역량 변수들과 글로벌 협력연구 간 상관관계

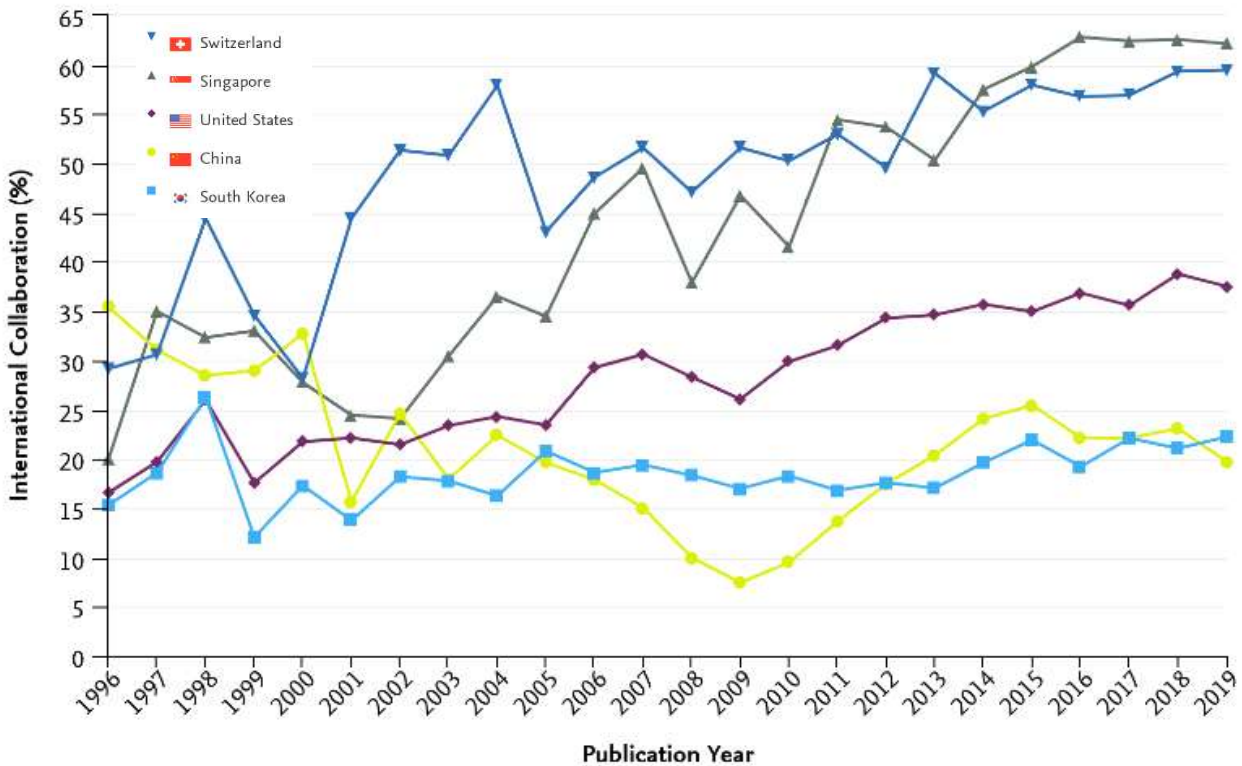


이스라엘, 이탈리아, 일본, 라트비아, 리투아니아, 멕시코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 남아프리카 공화국, 한국, 스페인, 스위스, 영국, 미국.

11) FWCI(Field Weighted Citation Impact)는 세계 평균 대비 피인용 비율로 예를 들어, FWCI가 1.23인 경우는 전 세계 평균대비 23% 논문이 더 인용되었다고 해석할 수 있음

- 국가별 글로벌 인공지능 협력연구 비중에 차이가 존재하며, 스위스, 미국의 경우 협력연구 비중이 지속 높아지는 추세이나 중국, 한국은 횡보

[그림] 인공지능 글로벌 협력연구 비중변화



② 연구개발비

- 연구개발비 세부 분류 측면에서도 국가별로 비중 차이가 존재
- 2017년 기준 연구개발비 중에 기초연구 비중이 가장 높은 국가는 스위스 41.7%인 반면, 가장 낮은 국가는 중국 5.5%
 - 중국은 기초연구 비중이 낮으나, 실험 연구는 84%로 가장 높은 수준
 - 한국의 경우, 상대적으로 기초연구 비중이 14.%로 낮고 실험 비중이 63.6%로 높은 상황

[표] 주요국들의 단계별 연구개발비 비중(2017년 기준)

	Applied Research(%)	Basic Research(%)	Experimental Research(%)
중국	10.5	5.5	84.0
이스라엘	10.3	10.7	79.0
벨기에	45.9	11.0	43.1
일본	19.5	13.7	66.8
한국	22.0	14.5	63.6
미국	19.9	16.7	63.4
영국	42.7	17.4	40.0
오스트리아	33.5	17.9	48.6
노르웨이	37.7	18.0	44.3
덴마크	31.1	18.5	50.4
스페인	41.2	21.3	37.6
포르투갈	38.5	21.9	39.6
이탈리아	42.1	22.2	35.7
프랑스	41.9	22.7	35.4
뉴질랜드	40.0	25.1	35.0
네덜란드	43.9	26.0	30.0
스위스	32.2	41.7	26.1

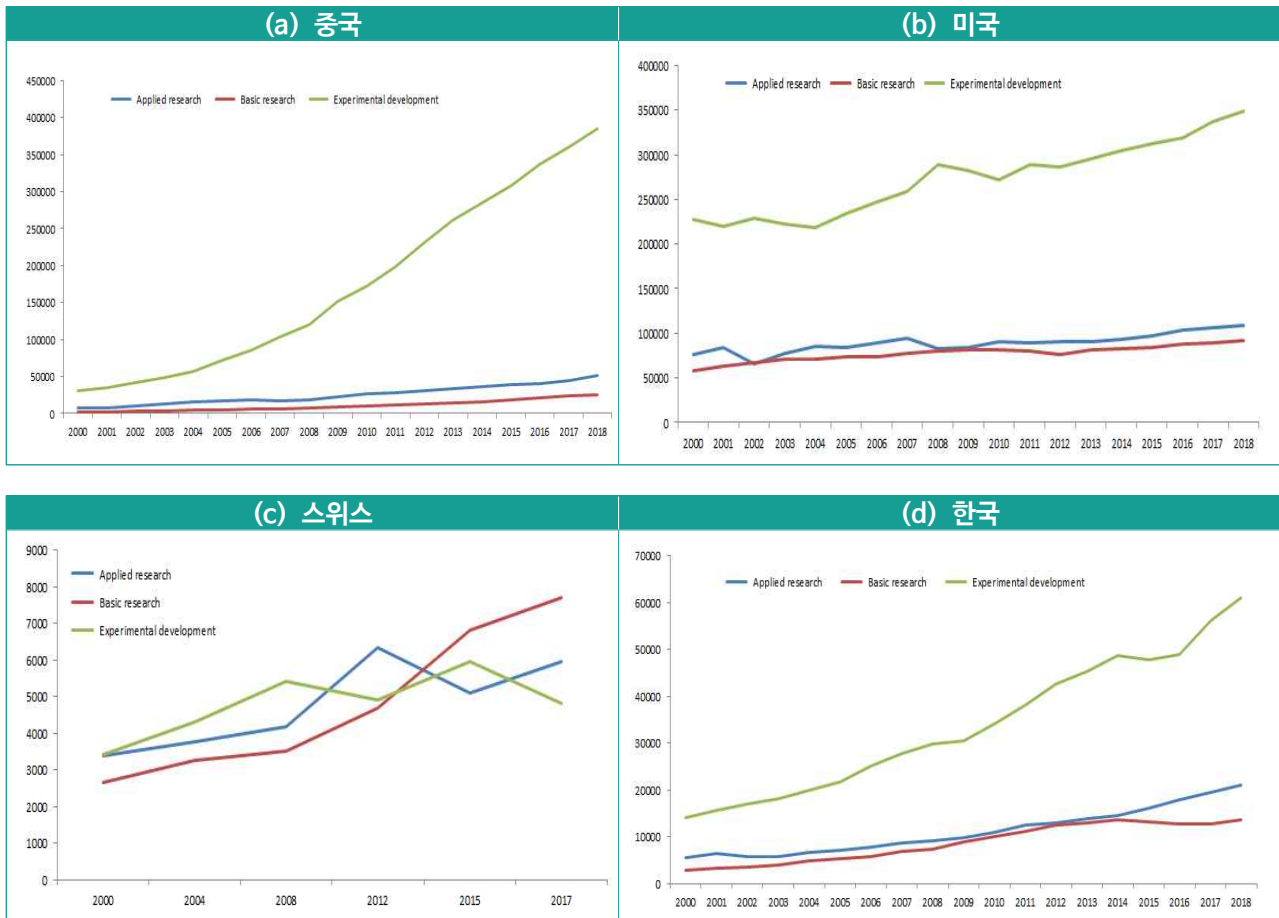
* 자료: OECD Statics 재구성

□ 단계별 연구개발비의 추이도 국가별로 차이가 존재

- 중국은, 실험단계 연구개발비가 다른 종류 연구개발비에 비해 가파르게 상승
- 미국도 실험단계 연구개발비가 다소 상승하나, 3가지 종류의 연구개발비가 다소 안정적인 비율로 유지
- 스위스는 미국과 중국과 달리 기초 연구개발비의 꾸준히 상승 중이며, 특히 2010년 중반부터는 연구개발비 중에 기초연구에 비중이 가장 높은 상황¹²⁾
- 한국의 기초 연구개발비는 2014년 이후 다소 감소하는 추세이나, 전체 비중은 유지

12) 스위스의 경우, 2000년~2018년 샘플 기간 중 연구개발단계별 연구개발비에 대한 자료가 없는 기간들이 있어, 그림 (c)는 자료가 존재하는 연도들만 대상으로 그린 스위스의 추세선

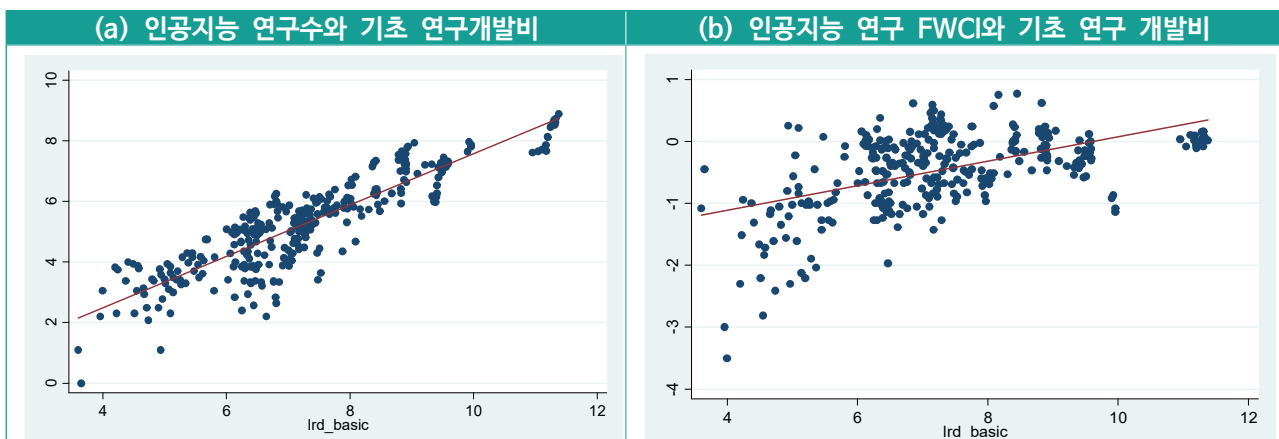
[그림] 주요국들의 단계별 연구개발비 비중 변화



* 자료: OECD Statics 재구성

- 기초 연구개발비는 인공지능 연구의 양, 질적 역량과 양의 상관관계가 존재
 - 상관계수 측정결과, 양적 역량과는 0.879, FWCI와는 0.457로 분석

[그림] 인공지능 연구역량 변수들과 기초 연구개발비 간 상관관계



2. 추정모형

□ 패널 데이터를 기반으로 회귀분석을 활용하여 추정모형을 설정

- 종속변수인 인공지능 연구역량의 경우, 양적 역량은 인공지능 연구 수(Scholarly Output), 질적 역량은 편당 인용 수, FWCI(Field Weighted Citation Impact)를 각각 활용
- 독립변수로 연구개발 투자비를 기초, 응용, 실험으로 세분화하였고, 글로벌 협력연구 비율을 포함
- 국가수준 통제변수 벡터($Z_{i,t}$)에 1인당 실질 GDP의 로그 값과 중등 교육 등록률(%)을 포함하고 연도 더미(Year-Dummy)를 사용
 - 특정 국가의 인공지능 역량이 그 국가의 요인에 의해 영향을 받았다는 것을 밝히기 위해서는 샘플국가들 전체에 공통적으로 영향을 주는 요인이 통제되어야하므로 연도 더미를 추가¹³⁾

《 국가수준 고정효과 추정량(Country specific fixed effects estimator) 》

- 인공지능 연구 역량은 관심변수 뿐만 아니라 다른 국가적 요인들에 의한 영향도 존재
- 예를 들면, 한 국가 내 국민들이 새로운 기술 수용력이 높거나 친숙한 문화를 가지고 있다면, 다른 국가들에 비해 인공지능 연구개발이 빠르게 진행
- 이런 수용력 또는 문화는 시간에 따라 변하기 어려운 요인으로 생각할 수 있고, 이러한 시간에 따른 국가 수준 불변 요인들은 이 연구에서 사용하는 국가수준 고정효과 추정량(country specific fixed effects estimator)으로 통제
- 또한, 인공지능 연구는 한 국가의 소득수준과 교육수준에 영향을 받을 수 있으며, 이런 요인들은 시간에 따라 변화가 있을 수 있으므로, 고정효과 추정량만으로 통제될 수 없음
- 이에, 본 연구에서는 이를 통제하기 위해서, 국가 수준 통제변수 벡터($Z_{i,t}$)에 1인당 실질 GDP의 로그 값과 중등 교육 등록률(%)을 포함

13) 예를 들면, 세계금융위기의 영향은 샘플국가들 모두에 영향을 주는 요인으로 이런 요인을 통제하고자 연도더미를 포함시킴.

- 추정 모형과 주요 변수의 기초 통계량은 아래와 같음

《 추정 모형 》

$$\ln AI_{i,t} = \beta_1 rFN_{i,t} + \beta_2 \ln RD_{i,t}^B + \beta_3 \ln RD_{i,t}^A + \beta_4 \ln RD_{i,t}^E + \gamma Z_{i,t} + \eta_t + \alpha_i + \epsilon_{i,t}$$

단, $\ln AI_{i,t}$ = i국의 t기 인공지능 연구역량,

$rFN_{i,t}$ = i국의 t기 인공지능 글로벌 협력연구 비율(%),

$\ln RD_{i,t}^B$ = i국의 t기 기초단계 연구개발비의 로그 값,

$\ln RD_{i,t}^A$ = i국의 t기 응용단계 연구개발비의 로그 값,

$\ln RD_{i,t}^E$ = i국의 t기 개발단계 연구개발비의 로그 값,

$Z_{i,t}$ = i국의 t기 국가 수준 통제변수 벡터,

η_t = 시간 고정효과; α_i = 국가 고정효과; $\epsilon_{i,t}$ = 오차 항.

[표] 주요 변수 기초통계량

	평균	표준편차	Min	Max
총 연구 수의 로그 값	5.27	1.60	0	8.89
편당 인용 수의 로그 값	2.28	0.89	-0.69	4.45
가중치 편당 인용 수의 로그 값	-0.43	0.65	-3.51	0.77
글로벌 협력 연구비율(%)	34.70	12.60	0	81.80
응용분야 연구개발비 로그 값	7.55	1.75	3.64	11.55
기초분야 연구개발비 로그 값	7.30	1.65	3.60	11.38
실험분야 연구개발비 로그 값	7.80	1.94	3.57	12.67
1인당 실질 GDP의 로그 값	10.04	0.68	8.70	11.42
중등교육 등록 율(%)	104.01	11.74	70.50	163.93

3. 분석결과

- 인공지능 글로벌 협력 연구 비율이 증가하면 연구 수는 감소하고, 기초 분야 연구개발비가 증가하면 인공지능 연구 수가 증가
 - (Model 1) 해외 연구자와 공동연구 비율이 1%p 증가하면, 인공지능 연구 수는 1%p 감소
 - 해외 연구자와 공동연구 비율의 계수는 -0.01로 5% 수준에서 유의
 - (Model 2) 연구개발비 유형 중에 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 양적 역량을 통계적으로 유의하게 증가시킴
 - 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, 인공지능 연구 수는 약 0.5%로 증가
 - 연구개발비 유형을 포함시켜도 글로벌 협력연구 비율이 여전히 인공지능 연구의 양적 역량을 통계적으로 유의하게 감소시키는 것으로 나타남
 - (Model 3) 글로벌 협력연구 비율, 기초단계 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타남

[표] 인공지능 연구의 양적 역량 결정요인: 연구 수

	Model 1	Model 2	Model 3
글로벌 협력 연구비율(%)	-0.010** (0.004)	-0.008*** (0.003)	-0.008** (0.003)
응용분야 연구개발비 로그 값		-0.001 (0.206)	0.024 (0.172)
기초분야 연구개발비 로그 값		0.522** (0.219)	0.358* (0.180)
실험분야 연구개발비 로그 값		0.098 (0.162)	0.047 (0.167)
1인당 실질 GDP의 로그 값			0.212 (0.378)
중등교육 등록 율(%)			0.018** (0.008)
연도 더미	Yes	Yes	Yes
R2	0.177	0.875	0.726
국가 수	30	30	30
관측치 개수	336	336	336

* 주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타내며, 괄호안의 값은 Robust Standard Error를 이고, 고정효과 추정량을 사용하여 얻은 결과임

- 인공지능 글로벌 협력 연구 비율, 기초분야 연구개발비가 증가하면, 인공지능 연구의 편당 인용수가 증가
- (Model 1) 해외 연구자와 공동연구 비율이 1%p로 증가하면, 인공지능 연구 편당 인용 수가 1.6%p증가
 - 해외저자와 공동연구 비율의 계수는 0.016으로 1% 수준에서 통계적으로 유의
 - (Model 2) 연구개발비 유형 중에 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 질적 역량을 통계적으로 유의하게 증가시킴
 - 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, 편당 인용건수가 약 0.34%로 증가
 - 글로벌 협력연구 비율의 계수와 유의성은 Model 1과 유사
 - (Model 3) 글로벌 협력연구 비율과 기초 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타남

[표] 인공지능 연구의 질적 역량 결정요인: 편당 인용 수

	Model 1	Model 2	Model 3
글로벌 협력 연구비율(%)	0.016*** (0.003)	0.016*** (0.003)	0.016*** (0.003)
응용분야 연구개발비 로그 값		-0.054 (0.101)	-0.063 (0.074)
기초분야 연구개발비 로그 값		0.344*** (0.109)	0.331** (0.141)
실험분야 연구개발비 로그 값		-0.083 (0.151)	-0.087 (0.175)
1인당 실질 GDP의 로그 값			0.089 (0.584)
중등교육 등록 율(%)			-0.001 (0.005)
연도 더미	Yes	Yes	Yes
R2	0.495	0.659	0.681
국가 수	30	30	30
관측치 개수	336	336	336

* 주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타내며, 괄호안의 값은 Robust Standard Error를 이고, 고정효과 추정량을 사용하여 얻은 결과임

- 인공지능 글로벌 협력 연구 비율과 기초분야 연구개발비가 증가하면, 인공지능 연구의 Field Weighted Citation Impact도 증가
 - (Model 1) 글로벌 협력연구 비율이 1%p로 증가하면, 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact값이 1.6p%증가
 - 글로벌 협력연구 비율의 계수가 0.016이고, 이 계수 값은 1% 수준에서 유의
 - (Model 2) 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 질적 역량을 통계적으로 유의하게 증가키며, 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, Field Weighted Citation Impact가 약 0.35%로 증가
 - (Model 3) 글로벌 협력연구 비율과 기초단계 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타남

[표] 인공지능 연구의 질적 역량 결정요인: Field Weighted Citation Impact

	Model 1	Model 2	Model 3
글로벌 협력 연구비율(%)	0.016*** (0.002)	0.015*** (0.002)	0.015*** (0.003)
응용분야 연구개발비 로그 값		-0.158 (0.136)	-0.159 (0.114)
기초분야 연구개발비 로그 값		0.350*** (0.102)	0.408** (0.166)
실험분야 연구개발비 로그 값		-0.164 (0.104)	-0.146 (0.114)
1인당 실질 GDP의 로그 값			-0.124 (0.581)
중등교육 등록 율(%)			-0.005 (0.003)
연도 더미	Yes	Yes	Yes
R2	0.350	0.246	0.223
국가 수	30	30	30
관측치 개수	336	336	336

* 주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준을 나타내며, 괄호안의 값은 Robust Standard Error를 이고, 고정효과 추정량을 사용하여 얻은 결과임

III. 시사점

- 요인별로 인공지능 연구의 양과 질에 영향을 미치는 정도가 상이
 - 글로벌 연구협력 요인은 인공지능 연구의 질적 역량은 증가시키나, 양적 역량을 높이는 데에는 효과적이지 않은 것으로 분석
 - 기초 연구개발비는 인공지능 연구의 양·질적 역량을 모두 증가시키는데 기여
 - 이는 과학, 수학, 물리 등 기초과학이 인공지능 역량과 상관관계가 있다는 것을 의미

[표] 인공지능, 빅 데이터와 기초과학의 상관관계

		인공지능	빅 데이터
물리학	입자물리	◎	◎
	핵물리	◎	◎
	응집물질물리	◎	◎
	통계물리	○	◎
	플라즈마물리	◎	○
	광학양자전자학	◎	○
	원자분자물리	◎	◎
	반도체물리	◎	◎
	천체물리	◎	◎
화학	물리화학	◎	○
	분석화학	◎	◎
	무기화학	◎	◎
	유기화학	◎	◎
	생화학	◎	○
	고분자화학	◎	○
	양자화학	◎	◎
생명과학	분자·세포생물학	◎	◎
	유전학/후성유전학	◎	◎
	발생학/분자생물학	◎	◎
	면역학/세균학	◎	◎
	분류/생태/환경생물학	○	◎
	뇌 과학/신경생물학	◎	◎
	유전체 학/단백체 학	◎	◎
	생물정보학	◎	◎
수학	대수학	◎	◎
	해석학	◎	○
	기하학	○	○
	위상수학	◎	◎
	응용통계	◎	◎
	이산/정보수학	◎	◎
	추론/계산	◎	○

* (◎ : 상관가능성 매우 큼(경쟁력의 주요 변수), ○ : 상관 가능성 존재)

* 자료: 한국시니어과학기술인협회(2018), “4차 산업혁명 시대의 기초과학의 발전전략 연구” 재구성

- 응용, 실험 연구개발 투자가 인공지능 연구 성과에 영향을 미치지 못한 것은 데이터의 한계에 기인할 가능성
 - 본 연구에서 활용된 단계별 연구개발비는 인공지능 연구개발비가 아닌 전체 연구개발비
 - 만약, 기초 연구개발비에서 인공지능 비중이 높고, 응용, 실험 연구개발비에서 인공지능 비중이 낮다면 응용, 실험 연구개발비가 연구 역량 향상에 효과적이지 않다는 실증분석 결과는 유보될 필요

□ 한국의 인공지능 연구역량 수준과 고성능 결정요인을 고려한 정책 설계가 필요

- 국가 인공지능 연구지수 측정결과, 한국은 인공지능 연구 양은 우수하나, 질적 지표의 상대적 부진으로 91개국 중 14위
 - 인공지능 연구 양 9위, 편당 인용 수 31위, FWCi 43위

[표] 국가 인공지능 연구지수 측정 결과

국가	종합순위 (점수)	부문 순위(값)		
		AI 연구 양	편당 인용 수	FWCI
미국	1 (94.01)	2 (35,775)	7 (6.1)	8 (1.60)
영국	2 (93.94)	5 (12,928)	6 (6.7)	7 (1.64)
오스트레일리아	3 (93.18)	11 (6,650)	4 (8.0)	4 (1.81)
이탈리아	4 (90.50)	8 (7,509)	9 (5.5)	9 (1.52)
캐나다	5 (88.66)	10 (6,739)	10 (5.5)	12 (1.36)
스페인	6 (87.18)	12 (6,370)	8 (5.9)	19 (1.30)
중국	7 (84.28)	1 (70,119)	12 (5.0)	37 (1.02)
싱가포르	8 (83.53)	20 (3,473)	2 (9.2)	1 (2.02)
홍콩	9 (81.52)	22 (2,831)	1 (9.6)	3 (1.94)
독일	10 (81.45)	6 (10,735)	20 (4.5)	14 (1.35)
사우디아라비아	11 (78.14)	24 (2,424)	3 (8.4)	6 (1.66)
스위스	12 (77.22)	26 (2,371)	5 (7.6)	2 (2.00)
프랑스	13 (77.12)	7 (7,888)	21 (4.4)	31 (1.14)
한국	14 (70.01)	9 (6,940)	31 (3.8)	43 (0.98)
네덜란드	15 (68.71)	21 (2,878)	15 (4.9)	20 (1.30)

* 자료: SW정책연구소(2020), “국가 인공지능 연구지수 : 혁신을 향한 경쟁” 재구성

- 인공지능 연구의 질적 성과 향상을 위해 글로벌 연구협력을 강화
 - 글로벌 우수 연구자와의 협력을 장려하고, 이를 지속하기 위한 지원을 강화
 - 인공지능 선도국가 포함, 신 남방, 신 북방 등 전 세계 우수한 연구자들을 발굴하고 협력 체계를 강화
 - 글로벌 연구협력 강화가 양적 확대 측면에서는 비효과적이라는 점에도 유의
 - 미래지향적 연구개발 자원 배분·조정을 통해 인공지능 연구의 질적 성과를 제고
 - 기초연구 비중을 일부 상향하거나, 혹은 유지하더라도 인공지능과의 융합 연구 강화를 통해 시너지를 제고
 - 미국은 탄탄한 기초과학 → 인공지능 연구 양·질 ↑ → 인공지능과 기초과학 융합 → 기초과학 및 인공지능 역량 제고의 선순환 체계 확립에 주력
- * 美 에너지부는 산하 국가연구소를 통해 “과학을 위한 AI(AI for Science)”를 발표하고 과학의 영역까지 AI의 활용을 추진¹⁴⁾

《 과학을 위한 AI(AI for Science) 》

- 과학을 위한 AI(AI for Science) 보고서는 향후 10년 동안 AI, 빅 데이터, 고성능컴퓨팅과 관련된 과학 분야의 새로운 기회와 도전을 발굴 하고 55억 달러의 R&D 예산을 AI분야에 적극 투자하기 위한 조치
 - 과학을 위한 AI 보고서는 미래 과학적 발견의 중추가 AI에 있음을 시사
- 16가지 과학 분야에 대해 최신 기술, 주요 도전과제, 로드맵 , 로드맵 달성을 위한 연구개발 방향, 기대되는 결과물로 구성
 - 특히 전통적인 6대 과학 분야에서는 AI를 활용한 신소재 설계·발견·검증, 대규모 과학 데이터에서의 새로운 이론 발견, 스스로 작동하는 실험실 등 다양하고 참신한 과학적 기회가 논의됨

분야	AI 적용 사례
화학 및 재료과학	배터리의 저장 용량을 늘리거나, 태양광 발전효율 향상을 위한 새로운 소재, 화합물의 발견
지구환경과학	산불, 홍수, 가뭄 등 다양한 환경변화에 대한 위험요소 감지 및 대응, 회복 수단 개발
생물학 및 생명과학	새물학적, 화학적 시스템의 새로운 발견을 위해 스스로 작동하는 실험실 개발
고에너지 물리학	AI기술을 활용한 우주 역사의 재구성, 제타바이트 수준의 데이터를 다루는 AI가 새로운 물리학의 기초를 발견
핵물리학	양성자와 원자핵의 단층촬영, 우주의 물질/반물질에 대한 이해 향상, 핵합성의 이해 고도화
플라즈마 물리학	플라즈마 융합 및 연소상태에 대한 예측 이해도 향상

14) SW정책연구소(2020), AI Brief 10호; Argonne National Laboratory(2020.2), “AI for Science”

- 인공지능이 알고리즘과 이론 중심의 연구에서 이제 적용·응용 분야로 확산되기 시작한 점을 고려하여 응용과 실험 단계 연구개발 비중에서 인공지능을 비중을 높이는 방안도 고려

- 연구의 한계점 보완을 통해 인공지능 연구 성과 결정요인 관련 연구를 확대
 - 연구개발비에서 인공지능 증분을 별도로 구분하여 분석을 추진하는 방안 모색
 - 컴퓨팅 파워, 인재 역량 등 다양한 변수를 추가하여 연구 성과에 미치는 영향을 입체적으로 분석

참고문헌

1. 국내문헌

- SW정책연구소(2020), “국가 인공지능 연구지수 : 미래를 향한 경쟁?”.
- SW정책연구소(2020), AI Brief 10호.
- 한국시니어과학기술인협회(2018), “4차 산업혁명 시대의 기초과학의 발전전략 연구.

2. 국외문헌

- Argonne National Laboratory(2020.2), “AI for Science”
- Dutta, S., O, Narasimhan and S. Rajiv(1999), “Success in High-Technology Markets: Is Marketing Capability Critical?,” Marketing Science, 18(4), 547-56
- Ernest O'Boyle, Herman Aguinis, “The Best And The Rest: Revisiting The Norm Of Normality Of Individual Performance”, Personnel Psychology 65(1) · March 2012
- Defence News(2020.6.23.), “Congress has questions about the Air Force’s and Navy’s next-generation fighter programs”
- Mckinsey Global Institute(2018), “NOTES FROM THE AI FRONTIER : MODELING THE IMPACT OF AI ON THE WORLD ECONOMY”
- National Artificial Intelligence R&D Strategic Plan: 2019 Update
- HM Government(2019), Industrial Strategy : Artificial Intelligence Sector Deal
- 日本 内閣府(2019), “AI 戦略 2019 ~人・産業・地域・政府全てにAI~, 統合イノベーション戦略 推進会議.
- Wall Street Journal, “AI, Quantum R&D Funding to Remain a Priority Under Biden”, 2020.11.9.
- www.itpro.co.uk, Government promises £93m funding for AI over next four years

주 의

이 보고서는 소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구보고서입니다.
이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시
소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.



인공지능 고성능 연구의 비결, 기초와 협력

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D 연구동(A)

Global R&D Center 4F 22 Daewangpangyo-ro 712beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do

www.spri.kr

ISSN 2733-6336