

인공지능 연구지수 개발 및 성과 결정 요인 분석 연구

Research on the Development of AI Research Index and Performance
Determinants Analysis

이승환

2021.07.

이 보고서는 2020년도 과학기술정보통신부 정보통신진흥기금을 지원 받아 수행한 연구결과로 보고서 내용은 연구자의 견해이며, 과학기술정보통신부의 공식입장과 다를 수 있습니다.

요 약 문

인공지능이 미래의 산업과 사회를 견인 할 혁신의 동력으로 주목받으면서, 인공지능 연구역량 강화가 중요한 이슈로 부상하고 있다. 연구 역량은 기술혁신에 가장 중요한 무형의 활동으로서 신기술 시장에서 최상의 성과를 달성하는 데 필수적 요소이다. 인공지능 연구역량의 중요성이 강조되고 있음에 불구하고 연구역량 수준을 측정하고 비교 할 수 있는 객관적인 지표는 부족한 상황이다. 인공지능 관련 지표가 일부 존재하나 정성 비중이 높고, 연구 역량에 특화된 객관적 지표는 부족한데, 연구 성과의 양과 질을 모두 고려하고, 단일 지수의 형태로 타 기관들과 비교 가능한 형태로 존재하는 지표는 없는 상황이다. 이에 본 연구에서는 인공지능 연구지수를 개발(AI Research Index)하고 이를 측정하여 시사점을 도출하였다.

본 연구에서는 인공지능 연구지수를 2016~2019년간 인공지능 연구 성과를 지수화한 값으로 정의하였다. 인공지능의 중요성이 강조된 2016년 알파고 대결 이후, 2019년까지의 연구 성과를 기준으로 지수를 측정하였다. 500개 대학을 대상으로 성과지표의 양과 질을 모두 고려하여 인공지능 연구지수를 분석하였으며, 측정결과 세계 주요 500개 대학의 인공지능 연구지수 평균은 46.01이며, 1위는 92.9점으로 측정되었다. 인공지능 연구지수 상위 100개 대학의 평균은 67.26으로 500개 대학과 차이가 존재했으며, 100개 대학 중에서 중국, 미국, 영국 대학 등의 비중이 높은 것으로 나타났다. 인공지능 연구지수 상위 100개 대학의 연구지수 평균 67.26과 500개 대학 평균 46.01에 차이가 존재하였다. 인공지능 연구지수 기준 상위 100개 대학을 선정하고, 이들 대학의 국적을 조사하였다. 분석결과 중국, 미국의 비중이 높게 나타났으며, 구체적으로 중국 39개(39.0%), 미국 19개(19.0%), 영국 6개(6.0%), 오스트레일리아 6개(6.0%), 이탈리아 4개(4.0%), 홍콩 4개(4.0%), 싱가포르 3개(3.0%) 순으로 측정되었다. 인공지능 연구지수 기준으로 상위 10개 대학을 분류해보면, 미국 비중이 매우 높은 것으로 나타났다. 인공지능 연구지수 1~3위를 모두 미국 대학이 차지하였으며, 상위 10개 대학에서 미국이 차지하는 비중은 40%였다. 인공지능 연구지수 1위 대학은 University of California at Berkeley, 2위 MIT, 3위 Stanford University순으로 분석되었다.

또한, 분석의 대상을 국가로 확대하여 인공지능 연구지수를 측정하였다. 91개국을 대상으로 인공지능 연구 데이터를 분석한 결과, 2016~2019년 간 91개 국가는 평균 3,455건의 연구를 수행하였고 편당 인용 수 평균은 3.33건으로 분석되었다. 93개 국가

의 2016~2019년 동안 평균 Field Weight Citation Impact는 1.01로 전 세계 평균 수준으로 분석되었다. 91개 국가 내에서 연구 성과의 차이가 큰 것으로 분석되었다. 4년 동안 가장 많은 연구를 한 국가는 70,199건으로 최소인 55건과 큰 차이가 있음을 알 수 있다. Field Weight Citation Impact도, 가장 높은 국가는 2.02, 가장 낮은 국가는 0.37로 격차가 매우 크게 나타났다. 인공지능 연구 성과지표의 양과 질을 모두 고려하여 인공지능 국가 연구지수를 측정하였으며, 연구지수 평균은 43.01점으로 측정되었다. 인공지능 국가 연구지수 1위는 미국, 2위는 영국으로 분석되었다. 한국은 91개 국가 중 14위를 차지하였다.

또한, 인공지능 연구역량 결정요인을 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, 기초 분야 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.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 인공지능 연구지수 측정결과, 세계 주요 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 간에 차이가 존재하며, 평균 수준과 선도 수준간의 괴리는 매우 크다는 것을 알 수 있다. 인공지능 연구역량 분포가 정규분포가 아닌 Power Law의 형태이며 이는 기존 인재역량 분포 관련 연구와 유사한 결과이다. 인재의 역량 분포를 조사한 기존 연구에서도, 역량 분포는 정규분포가 아닌, Power Law의 형태임을 알 수 있는데, 영화, 정치, 스포츠 등 다양한 분야의 인재역량 분포의 실증결과도 이와 유사하게 도출되었음을 알 수 있다. 둘째, 세계 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 강화를 위한 양·질적 노력이 예상되며 선도그룹에 포함되기 위한 경쟁이 치열해질 전망이다. 현재, 인공지능 연구 상위 대학들은 미국, 중국을 중심으로 포진 중이고, 향후 중국과 영국, 호주의 대학들이 상위 10위 진입 가능성 높을 것으로 전망된다. 셋째, 선택과 집중을 통해 부상하는 인공지능 대학, 국가들에 주목하고, 협력 방안을 모색해야 한다. CS(Computer Science)순위가 AI Research Index와 반드시 일치하지는 않으며, 선택과 집중을 통해 인공지능 분야에서 급성장하는 대학들이 존재한다. UC. Berkeley, MIT, Stanford University, ETH Zurich 등 인공지능 연구지수와 CS 순위가 모두 높은 대학이 존재하는 반면, King Abdulaziz University, Johns Hopkins University 대학 등과 같이 인공지능 연구지수와 CS 순위가 일치하지 않는

대학들도 있다. 이들 대학들은 CS분야 전체에 집중하기 보다는, 분석기간에 인공지능 연구 분야의 연구에 역량을 집중한 것으로 판단된다. 국가 측면에서도 인공지능 연구 역량에 집중하고 있는 국가들에 주목할 필요가 있다. 인공지능 역량과 디지털경쟁력 순위는 일반적으로 비례하나, 반드시 일치하지는 않는다. 이탈리아, 사우디아라비아, 스페인 등의 국가들은 디지털 역량 전반의 역량은 보통이나, 최근 인공지능 연구역량을 높여 가며 선택과 집중을 하고 있는 것으로 판단된다. 향후 인공지능의 파급효과가 디지털을 포함한 산업 전 분야에 영향을 미치게 될 것이므로 이들 국가들의 연구역량 강화 추세, 이를 활용한 산업경쟁력 강화 방안 등에 주목하고 인재교류, 연구협력 등 다양한 교류 방안을 모색할 필요가 있다.

넷째, 한국의 인공지능 연구역량 수준과 고성과 결정요인을 고려한 정책 설계가 필요하며, 미래지향적 연구개발 자원 배분·조정을 통해 인공지능 연구의 질적 성과를 제고해야 한다. 기초연구 비중을 일부 상향하거나, 혹은 유지하더라도 인공지능과의 융합 연구 강화를 통해 시너지를 제고하는 방안을 모색할 필요가 있다.

마지막으로, 인공지능 연구지수 측정 모형을 지속 발전시키고 모니터링 체계를 구축하는 방안을 모색할 필요가 있다. 인공지능 연구지수를 통해 변화하는 국가, 대학의 인공지능 연구역량을 지속 관측하는 방안을 검토해 보아야 한다. 본 연구에서는 국내 대학들의 데이터가 제외되었으나, 향후 포함하여 국내 대학들의 인공지능 역량 파악 및 방향성 점검에 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 인공지능 연구지수 기반 성장하는 대학, 국가들을 탐색하고, 협력체계 구축 방안을 모색하는 것이다. 본 연구에서 활용된 성과지표 외에 특허 등 다양한 변수를 추가 고려하여 측정모형을 지속 개선하고 세분화할 필요가 있다. 인공지능 연구지수는 분야 전체를 포괄하여, 평균적인 개념으로 측정되었으며, 향후, 인공지능 기술 분야를 세분화하여 측정 시 역량을 구분하면 보다 세밀한 분석이 가능하기 때문이다. 또한, 인공지능 연구지수의 범위를 현 대학, 국가에서, 기업 및 정부출연 기관 등으로 확대하여 분석하는 방안도 검토해 볼 수 있다.

SUMMARY

As artificial intelligence is attracting attention as an innovation engine that will drive future industries and society, reinforcement of artificial intelligence research capabilities is emerging as an important issue. Research competency is the most important intangible activity for technological innovation and is essential to achieving the best performance in the new technology market. Despite the emphasis on the importance of artificial intelligence research competency, objective indicators for measuring and comparing the level of research competency are insufficient. There are some indicators related to artificial intelligence, but qualitative weight is high, and objective indicators specialized in research capabilities are insufficient. It is a situation. Therefore, in this study, the AI Research Index was developed and measured to derive implications.

In this study, the artificial intelligence research index was defined as a value obtained by indexing the artificial intelligence research results from 2016 to 2019. The index was measured based on the research results from the 2016 to 2019. The AI research index was analyzed in consideration of both the quantity and quality of performance indicators for 500 universities. As a result of the measurement, the average of the AI research index of 500 major universities in the world was 46.01, and the number 1 was measured at 92.9 points. The average of the top 100 universities in the AI research index was 67.26, which differed from 500 universities, and among the 100 universities, Chinese, American, and British universities showed a high proportion. There was a difference between the average of 67.26 in the research index of the top 100 universities in the AI research index and the average of 46.01 in the 500 universities. The top 100 universities based on the artificial intelligence research index were selected, and the nationalities of these universities were investigated. As a result of the analysis, the proportion of China and the United States was high. Specifically, China 39 (39.0%), the United States 19 (19.0%), the UK 6 (6.0%), Australia 6 (6.0%), Italy 4 (4.0%), Hong Kong 4 (4.0%), Singapore 3 (3.0%). If we classify the top 10 universities based on the AI research index, the US

proportion is very high. U.S. universities ranked 1st to 3rd in the AI research index, and the U.S. accounted for 40% of the top 10 universities. The top universities in the AI research index were analyzed in the following order: University of California at Berkeley, 2nd MIT, and 3rd Stanford University.

In addition, the target of analysis was expanded to the country and the artificial intelligence research index was measured. As a result of analyzing AI research data on 91 countries, 91 countries conducted an average of 3,455 studies between 2016 and 2019, and the average number of citations per episode was analyzed to be 3.33. The average field weight citation impact of 93 countries from 2016 to 2019 was 1.01, which was analyzed as the global average. It was analyzed that the difference in research outcomes within 91 countries was large. The country that did the most research in 4 years was 70,199, which is a big difference from the minimum of 55. The field weight citation impact was also very large, with the highest country being 2.02 and the lowest country being 0.37. The AI national research index was measured by considering both the quantity and quality of the AI research performance indicators, and the average research index was measured as 43.01 points. The United States ranked first in the AI national research index and the UK ranked second. Korea ranked 14th out of 91 countries.

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 this study are as follows. First, as a result of measuring the AI research index, it can be seen that there is a difference between the AI

research capabilities of major universities and countries around the world, and the gap between the average level and the leading level is very large. The distribution of artificial intelligence research capabilities is in the form of Power Law rather than a normal distribution, which is similar to the existing research on the distribution of talent capabilities. In the existing studies that investigated the distribution of talents, it can be seen that the distribution of competency is not a normal distribution, but in the form of a power law. have. Second, international universities and countries are expected to make efforts to strengthen their AI research capabilities, and competition to be included in leading groups is expected to intensify. Currently, the top AI research universities are in the US and China, and universities in China, the UK, and Australia are expected to enter the top 10 in the future. Third, it is necessary to pay attention to emerging AI universities and countries through selection and concentration, and seek cooperation plans. The CS (Computer Science) ranking does not necessarily match the AI Research Index, and there are universities that are rapidly growing in the field of artificial intelligence through selection and concentration. UC. While there are universities with high AI research index and CS rankings such as Berkeley, MIT, Stanford University, and ETH Zurich, universities that do not match the AI research index and CS rankings such as King Abdulaziz University and Johns Hopkins University have. Rather than focusing on the entire CS field, these universities are believed to have focused their capabilities on research in the field of artificial intelligence research during the analysis period. In terms of countries, it is also worth paying attention to countries that are focusing on artificial intelligence research capabilities. AI competency and digital competitiveness rankings are generally proportional, but not necessarily consistent. Countries such as Italy, Saudi Arabia, and Spain have moderate overall capabilities in digital capabilities, but it is believed that they are focusing on selection and focus by increasing their artificial intelligence research capabilities. Since the ripple effect of artificial intelligence in the future will affect all fields of industry including digital, it is necessary to pay attention to the trend of strengthening research capabilities of

these countries and measures to strengthen industrial competitiveness using them, and to seek various exchange methods such as talent exchange and research cooperation. There is. Fourth, it is necessary to find a way to continuously develop an artificial intelligence research index measurement model and establish a monitoring system. It is necessary to consider ways to continuously observe the AI research capabilities of changing countries and universities through the AI research index. In this study, data from domestic universities were excluded, but it is possible to consider how to use them to identify artificial intelligence capabilities of domestic universities and check their direction, including in the future. It is to search for growing universities and countries based on artificial intelligence research index, and to find ways to establish a cooperation system. In addition to the performance indicators used in this study, it is necessary to continuously improve and refine the measurement model by additionally considering various variables such as patents. This is because the artificial intelligence research index was measured as an average concept covering the entire field, and in the future, more detailed analysis is possible by subdividing the field of artificial intelligence technology and dividing the capabilities when measuring. In addition, it is possible to examine ways to expand and analyze the scope of the AI research index to current universities, countries, corporations and government-funded institutions.

〈제 목 차 례〉

제1장 서론	1
제1절 연구배경 및 필요성	1
제2절 연구목표 및 추진체계	4
제2장 선행연구 및 인공지능 연구지수 개념	5
제1절 선행연구 조사	5
제2절 인공지능 연구지수의 개념	10
제3장 세계 주요 대학의 인공지능 연구지수 측정	11
제1절 측정 단계	11
제2절 인공지능 상위 500개 대학 분석	12
제3절 세계 주요대학의 인공지능 연구지수 측정	14
제4절 종합분석 및 소결	17
제4장 국가 인공지능 연구 지수 측정	24
제1절 측정 단계	24
제2절 국가 인공지능 연구지수 측정	25
제3절 종합분석 및 소결	36
제5장 인공지능 연구역량 결정요인 분석	46
제1절 개 요	46
제2절 주요변수	47
제3절 추정모형	51
제4절 분석결과	53
제5절 종합분석 및 소결	56
제6장 시사점	60

〈표 차례〉

〈표 1〉 핵심기술 분야 인재 수급	3
〈표 2〉 인공지능 지수 관련 주요 선행 연구	9
〈표 3〉 인공지능 연구 성과 변수의 통계량(2016~2019)	12
〈표 4〉 인공지능 연구 성과 변수의 Max, Min 값(2016~2019)	12
〈표 5〉 인공지능 연구 성과 변수의 분포	13
〈표 6〉 500개 대학 인공지능 연구지수 통계량	14
〈표 7〉 상위 100, 500 대학 인공지능 연구지수 t-test 통계량	15
〈표 8〉 인공지능 연구지수 상위 10개 대학	17
〈표 9〉 다양한 분야의 성과 분포	18
〈표 10〉 주요 기준 별 대학 국적 비중	20
〈표 11〉 주요 대학 AI Research Index 및 CS 순위 비교	20
〈표 12〉 인공지능 국가 연구 성과 변수의 통계량(2016~2019)	25
〈표 13〉 인공지능 국가 연구 성과 변수의 Max, Min 값(2016~2019)	25
〈표 14〉 인공지능 국가 연구 성과 변수의 분포(2016~2019년)	26
〈표 15〉 인공지능 연구 수 기준 상위 10위(2016~2019년)	27
〈표 16〉 인공지능 연구 편당인용 수 상위 10위(2016~2019년)	28
〈표 17〉 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 상위 10위(2016~2019년)	29
〈표 18〉 91개국 인공지능 연구지수 통계량	30
〈표 19〉 인공지능 연구지수 상위 10위(2016~2019년)	31
〈표 20〉 인공지능 연구지수 순위 및 IMD 디지털 경쟁력 지수 분류	38
〈표 21〉 이탈리아의 인공지능 핵심 연구기관	41
〈표 22〉 스페인 인공지능 핵심 연구기관	43
〈표 23〉 사우디아라비아 인공지능 핵심 연구기관	45
〈표 24〉 OECD의 연구 단계별 연구개발비 분류	46

〈표 25〉 인공지능 연구역량 변수들과 글로벌 협력연구 간 상관관계	47
〈표 26〉 주요국들의 단계별 연구개발비 비중(2017년 기준)	49
〈표 27〉 주요국들의 단계별 연구개발비 비중 변화	50
〈표 28〉 인공지능 연구역량 변수들과 기초 연구개발비 간 상관관계	50
〈표 29〉 주요 변수 기초통계량	52
〈표 30〉 인공지능 연구의 양적 역량 결정요인 : 총 연구 수	53
〈표 31〉 인공지능 연구의 질적 역량 결정요인: 편당 인용 수	54
〈표 32〉 인공지능 연구의 질적 역량 결정요인: Field Weighted Citation Impact . . .	55
〈표 33〉 인공지능, 빅 데이터와 기초과학의 상관관계	56
〈표 34〉 국가 인공지능 연구지수 측정결과	57

〈그림 차례〉

[그림 1] 인공지능 파급효과	1
[그림 2] 분야별 인공지능 활용 효과	1
[그림 3] 스웨덴과 잠비아의 인공지능 파급효과 차이	2
[그림 4] 연구 추진체계	4
[그림 5] 스탠포드 AI Index : 컴퓨팅 성능의 변화	5
[그림 6] 국가별 AI 산학 협력(수평축)과 AI 논문의 질적 지표(수직축)	6
[그림 7] 평가지표	7
[그림 8] 인공지능 국가전략 수준	7
[그림 9] 미국, 한국의 Government AI Readiness Index	8
[그림 10] 국가별 인공지능 두뇌지수 분포	9
[그림 11] 인공지능 연구지수 산식	10
[그림 12] 세계 주요대학의 인공지능 연구지수 측정 단계	11
[그림 13] 인공지능 연구 수 기준 상위 500개 대학의 국적 분포	13
[그림 14] 500개 대학의 인공지능 연구지수 분포	14
[그림 15] 100개 대학 인공지능 연구지수 분포	15
[그림 16] 100개 대학 및 500개 대학 비교	16
[그림 17] 인공지능 연구지수 기준 상위 100개 대학의 국적 분포	16
[그림 18] 500개 대학의 연구 수 및 인공지능 연구지수	19
[그림 19] King Abdulaziz University 인공지능 연구 수	21
[그림 20] King Abdulaziz University 인공지능 연구 FWCI 변화	21
[그림 21] Johns Hopkins University 인공지능 연구 수	22
[그림 22] Johns Hopkins University 인공지능 연구 FWCI 변화	22
[그림 23] Johns Hopkins University 인공지능 연구 글로벌 협력 비중	23
[그림 24] Johns Hopkins University 인공지능 연구 Word Cloud	23

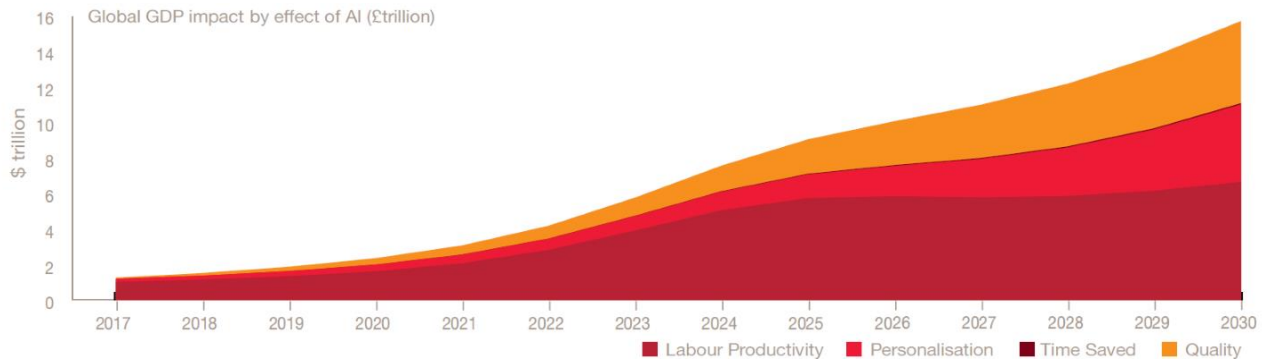
[그림 25] 인공지능 국가 연구지수 측정 단계	24
[그림 26] 국가별 인공지능 연구 수(2016~2019)	26
[그림 27] 국가별 인공지능 연구 편당 인용 수(2016~2019년)	28
[그림 28] 국가별 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact(2016~2019년)	29
[그림 29] 91개국 인공지능 연구지수 분포	30
[그림 30] 국가별 인공지능 연구지수	31
[그림 31] 인공지능 연구지수와 편당 인용 수	32
[그림 32] 인공지능 연구지수와 Field Weighted Citation Impact	33
[그림 33] 인공지능 연구 편당 인용 수 및 Field Weighted Citation Impact	34
[그림 34] 인공지능 연구 편당 인용 수 및 연구 수	35
[그림 35] 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 및 연구 수	35
[그림 36] 국가별 인공지능 두뇌지수 분포(국가별 상위 100명)	36
[그림 37] 세계 인공지능 핵심인재 500인, 100인의 인공지능 두뇌지수 분포	36
[그림 38] 91개국 인공지능 연구 수 및 국가 인공지능 연구지수	37
[그림 39] 인공지능 연구지수 순위 및 IMD 디지털 경쟁력 순위 Map	39
[그림 40] 이탈리아의 인공지능 연구 수 변화	40
[그림 41] 이탈리아 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화	40
[그림 42] 이탈리아 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화	41
[그림 43] 스페인 인공지능 연구 수 변화	42
[그림 44] 스페인 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화	42
[그림 45] 스페인 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화	43
[그림 46] 사우디아라비아 인공지능 연구 수 변화	44
[그림 47] 사우디아라비아 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화	44
[그림 48] 사우디아라비아 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화	45
[그림 49] 인공지능 글로벌 협력연구 비중 변화	48

제 1장 서론

제 1절 연구배경 및 필요성

인공지능이 미래의 산업과 사회를 견인 할 혁신의 동력으로 주목받으면서, 인공지능 연구역량 강화가 중요한 이슈로 부상하고 있다. 인공지능은 생산성 증대, 개인화 등을 통해, 2030년 \$15.7 trillion의 경제적 효과를 창출 할 것으로 전망된다.¹⁾

[그림 1] 인공지능 파급효과



출처: www.pwc.com/AI, Sizing the prize : What's the real value of AI for your business and how can you capitalize?

또한, 인공지능은 교통, 제조, 의료, 안전 등 다양한 산업에 적용되어 효율성과 생산성을 높이는데 기여할 것으로 예측되고 있다. 건강수명을 늘리고, 치매진단의 정확도를 높이며, 교통 혼잡도를 개선하고 범죄 검거율도 인공지능을 활용해 높일 것으로 분석되고 있다.

[그림 2] 분야별 인공지능 활용 효과

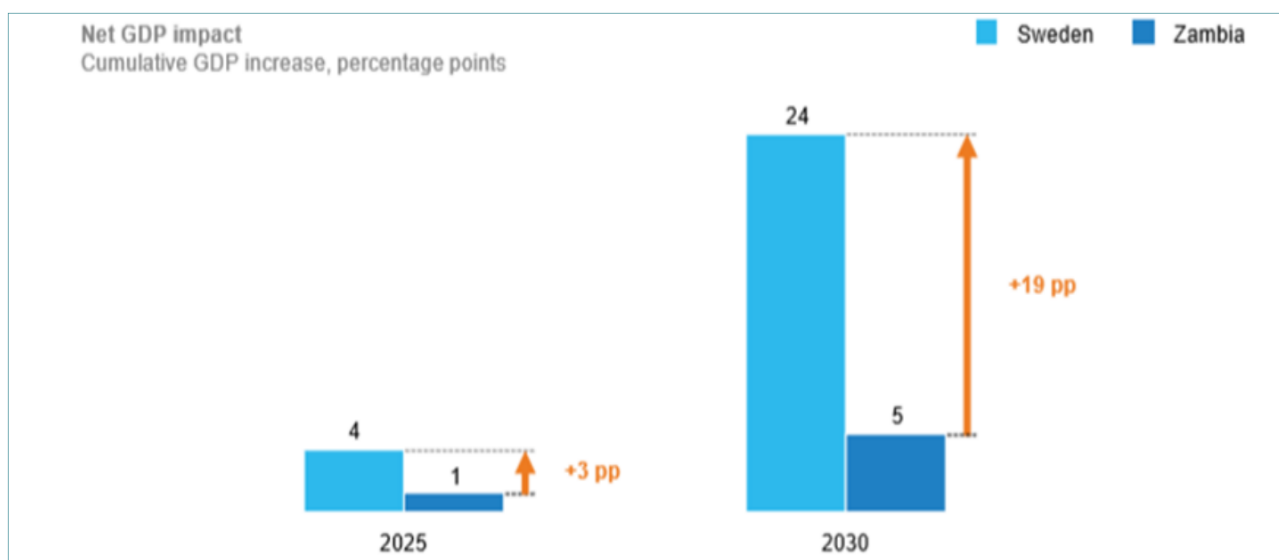


출처: 관계부처 합동(2019), “인공지능 국가전략”

1) www.pwc.com/AI, Sizing the prize : What's the real value of AI for your business and how can you capitalize?

향후 국가의 인공지능 활용 역량에 따라 경쟁력에 큰 차이가 발생할 것으로 전망되고 있으며, ‘25년 Sweden과 Zambia의 GDP차이는 3pp이지만, 2030년 19pp로 확대될 것으로 분석되고 있다.²⁾

[그림 3] 스웨덴과 잠비아의 인공지능 파급효과 차이



출처: Mckinsey Global Institute(2018), “NOTES FROM THE AI FRONTIER : MODELING THE IMPACT OF AI ON THE WORLD ECONOMY”

이에, 인공지능 연구역량 확보를 위한 국가 간 혁신 경쟁이 치열하게 전개 중이다. 주요국들은 인공지능 연구전략을 발표하고, 업데이트하며 역량 강화에 총력을 기울이는 중인데,

미국 과학기술정책실은 인공지능 연구개발 사업에 관한 국가 최상위 전략계획 보고서를 발표(‘19.6.)³⁾하였다. 미 연방정부는 ‘16년에 발표한 AI 연구개발 전략 계획 발표 이후, AI 연구개발 이니셔티브를 지원하기 위해 3년 만에 개정하여 총 3개 부문으로 구조화화 하였다. 일본은 산업 활력 제고 및 저성장·고령화 등 사회문제 해결을 위한 수단으로 인공지능 기술혁신을 가속화하기 위해 인공지능 전략 2019 발표(‘19.3)⁴⁾하였다. 연구역량 강화 및 인재양성을 인공지능 응용인재 年 25만 명, 고급인재 年 2,000명 및 최고급인재 年 100명 양성 계획 등이 포함되어 있다.

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

연구 역량은 기술혁신에 가장 중요한 무형의 활동으로서 신기술 시장에서 최상의 성과를 달성하는 데 필수적 요소이다.⁵⁾ 이에, 부족한 인공지능 인재를 확보하고 인공지능 연구 역량 강화를 위해 정부, 대학, 기업들이 노력 중이다.

인공지능 인재는 전 세계적으로 부족한데, 수요는 약 100만 명에 달하나, 공급은 20~30만 명 수준이며, 한국도 예외는 아니다. 한국도 2022년까지 약 1만 명 정도 인공지능 인재가 부족하다.

<표 1> 핵심기술 분야 인재 수급

인공지능	VR/AR	클라우드	Big Data
9.99	18.73	0.34	2.79
합계(4대 분야) : 31.83			
(2018 ~ 2022년)			

출처: SPRI(2018), “유망 SW 분야 미래 일자리 전망”

구글 전 CEO인 Eric Schmidt는 인공지능 연구역량 제고, 인재양성을 위해 「Digital Service Academy」 설립 계획을 발표하였는데⁶⁾ 인공지능 국가안보위원회(NSCAI)⁷⁾가 Academy 설립을 지지하고 있으며, 위원회는 Eric Schmidt가 제출한 보고서를 만장일치로 승인하였다. MIT는 약 1조 원을 투입해 인공지능 특화 단과대학인 「M.I.T. Stephen A. Schwarzman College of Computing」을 2019년 설립하고 운영 중이다.

이처럼, 인공지능 연구역량의 중요성이 강조되고 있음에 불구하고 연구역량 수준을 측정하고 비교 할 수 있는 객관적인 지표는 부족한 상황이다. 인공지능 관련 지표가 일부 존재하나 정성 비중이 높고, 연구 역량에 특화된 객관적 지표는 부족한데, 연구 성과의 양과 질을 모두 고려하고, 단일 지수의 형태로 타 기관들과 비교 가능한 형태로 존재하는 지표는 없는 상황이다. 이에 본 연구에서는 인공지능 연구지수를 개발(AI Research Index)하고 이를 측정하여 시사점을 도출하고자 한다.

5) 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.

6) Business Insider(Jul 21, 2020), Ex-Google CEO Eric Schmidt is working to launch a university that would rival Stanford and MIT and funnel tech workers into government work

7) National Security Commission on AI, NSCAI는 미국이 중국과 러시아의 AI 기술 추격에 대응하기 위해 2018년 의회에서 설치한 NSC 산하 위원회

제 2 절 연구목표 및 추진체계

본 연구에서는 인공지능 연구역량을 가늠할 수 있는 인공지능 연구 지수(AI Research Index)를 개발에 초점을 두었다. 이를 위해 연구전체를 연구 계획 수립단계, 선행연구조사 및 분석 체계구성 단계, 인공지능 연구지수 측정 단계, 시사점 도출로 구분하여 진행하였다.

연구계획 수립 단계에서는 연구를 위한 핵심질문을 구상하고 연구 추진 상세 일정 계획을 수립하였다. 다음 단계에서는 인공지능 지수 관련 선행연구를 조사하여 주요 개념을 정리하고, 연구와 차별성을 고려하였다. 또한, 인공지능 연구지수의 개념을 정립하고 분석 데이터 DB를 구축하였다. 3단계에서는 실제 인공지능 연구지수를 측정하였는데, 분석 대상을 크게 대학, 국가로 분류하여 접근하였다. 대학은 핵심 국가자원인 지식과 인적자원의 산실(産室)로,⁸⁾ 산업조직에 비해 상대적으로 개방적 지식을 생산하여, 접근성이 높고, 파급효과가 크다.⁹⁾ 또한, 분석단위를 국가로 구분하여 국가 전체 측면에서의 연구역량 수준을 가늠해 보고 인공지능 연구역량 결정요인 분석 후 종합하여 정책 시사점을 도출하였다. 연구 추진체계를 도식화하면 아래 그림과 같다.

[그림 4] 연구 추진체계



8) 삼성경제연구소(2006), “대학혁신과 경쟁력”

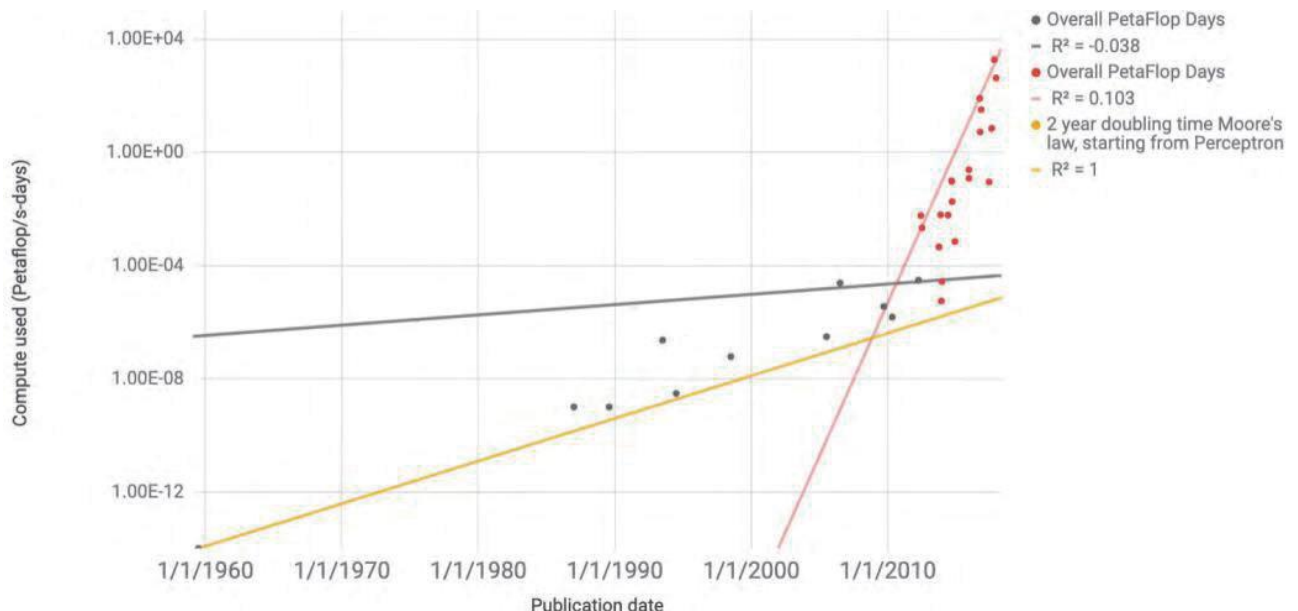
9) Krätke, S. (2010), “Regional Knowledge Networks: A Network Analysis Approach to the Interlinking of Knowledge Resources”, European Urban and Regional Studies, 17(1): 83-97.

제 2장 선행연구 및 인공지능 연구지수 개념

제 1절 선행연구 조사

인공지능에 분야에 대한 이해와 현황 파악을 위해 지표를 분석한 연구가 진행되어 왔다. 먼저, AI Index는 「AI100」 프로젝트의 일환으로 스탠포드大 HAI(Human-Centered Artificial Intelligence Institute)에서 2017년부터 연차 보고서 형태로 발간되어 왔다. AI Index는 AI 관련 연구개발 활동, 기술 성능, 경제 투자 활동, 미디어 동향을 파악할 수 있는 지표 및 주요 사건들을 정량적, 정성적으로 정리하였다. 스탠포드大 출신의 전미인공지능협회(AAIA) 회장 Eric Horvitz박사와 스탠포드大 컴퓨터 과학자들을 중심으로 인공지능의 영향력을 장기적으로 연구하기 위한 모임을 추진하여 이른 바 「AI100(One Hundred Year Study on AI)」을 구성하였다. AI Index는 여러 분야에서 발표한 다양한 정보를 제공하고 있는데, 연구개발, 컨퍼런스, 기술성능, 스타트업 수, 일자리, 수, 국가 전략 등 다양한 정성, 정량 정보를 담고 있다.

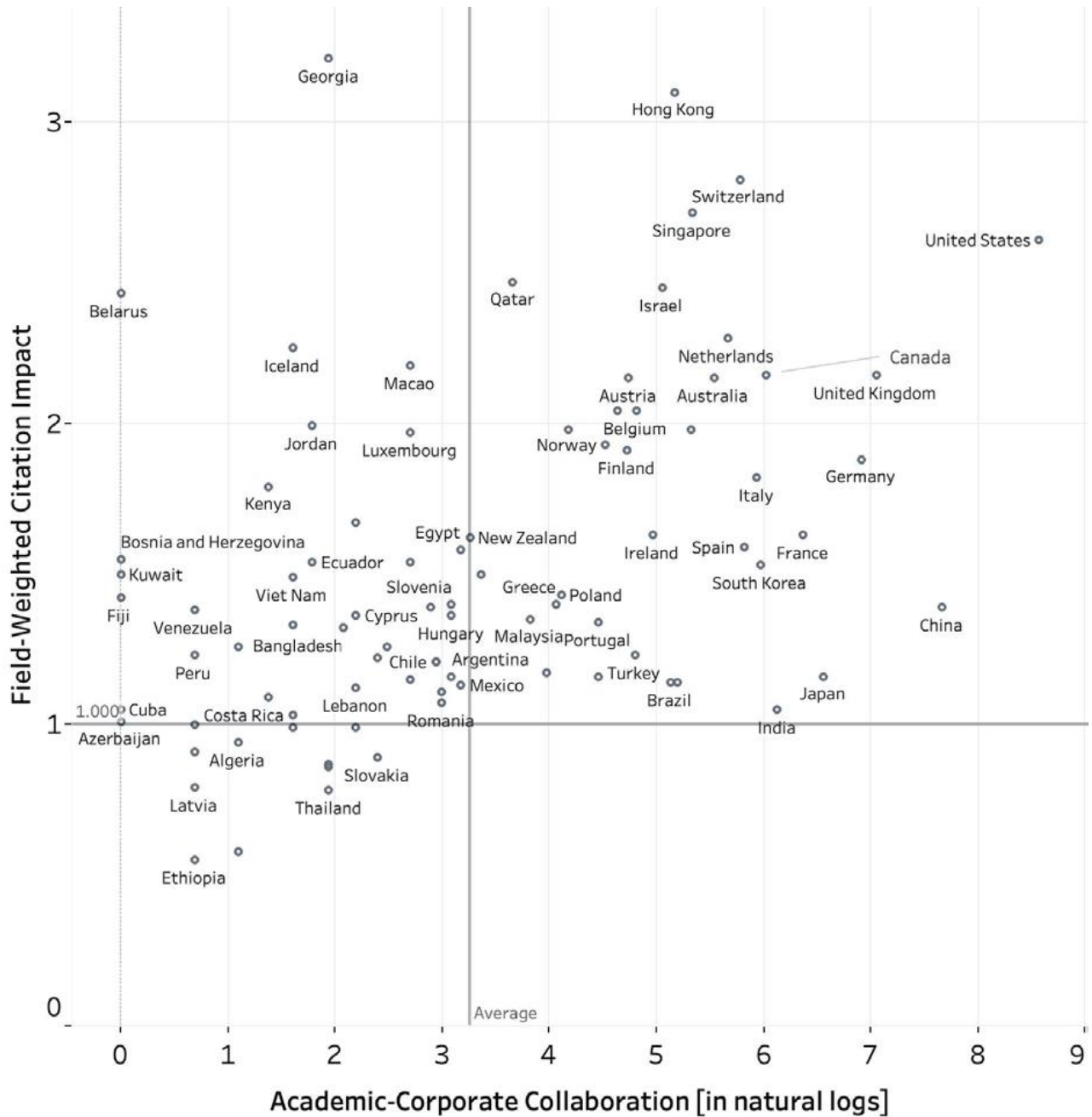
[그림 5] 스탠포드 AI Index : 컴퓨팅 성능의 변화



출처: McKinsey Global Institute (2018), Raymond Perrault 외, "The AI Index 2019 Annual Report", Human-Centered AI Institute, Stanford University, 2019.12

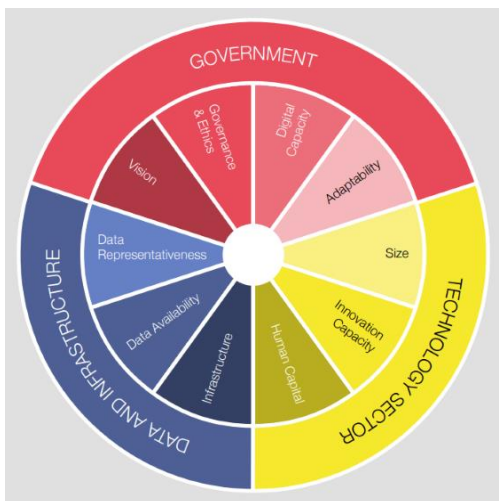
AI 연구개발 관련 지표가 일부 제시되어 있으나, 연구역량을 단일 지표로 측정 및 비교하는 데에는 한계가 있고, 분석 기간, 국가 또한 제한적이다.

[그림 6] 국가별 AI 산학 협력(수평축)과 AI 논문의 질적 지표(수직축)

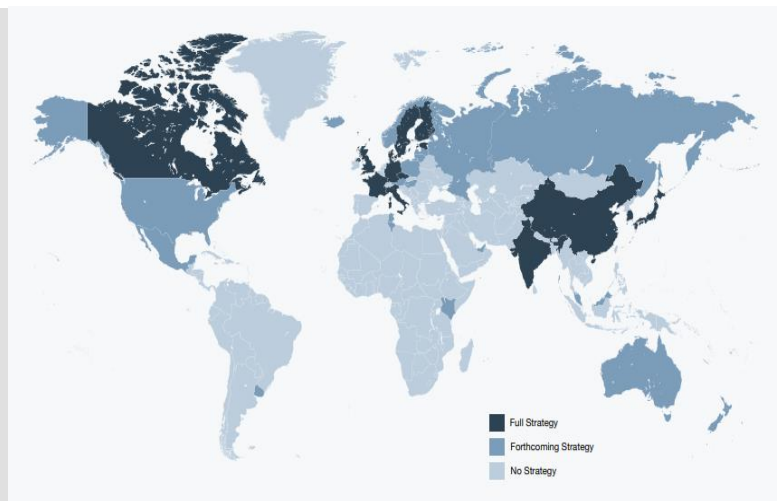


영국의 디지털 혁신 Think Tank인 Oxford Insight는 캐나다의 공공 사단법인인 국가 개발연구센터(IDRC)와 함께 세계 194개국의 2019년 국가별 AI 준비지수 순위를 발표하였다. 싱가포르, 영국, 독일, 미국, 핀란드가 1위부터 5위를 차지하였으며, 한국은 26위를 차지하였다. Oxford Insight는 2017년 세계 최초로 OECD 가입국을 대상으로 한 국가별 인공지능 준비지수 순위를 발표한 바 있으며, 두 번째인 동 보고서에는 IDRC와 협업하여 방법론을 발전시키고, 조사 대상을 확대하였다. 이후에도 2020년 보고서를 발표하여 꾸준히 정보를 제공하고 있다. 데이터 활용가능성, 국가전략, 인프라 등 다양한 지표를 반영하여 Government AI Readiness Index를 국가별로 측정하였다.

[그림 7] 평가지표



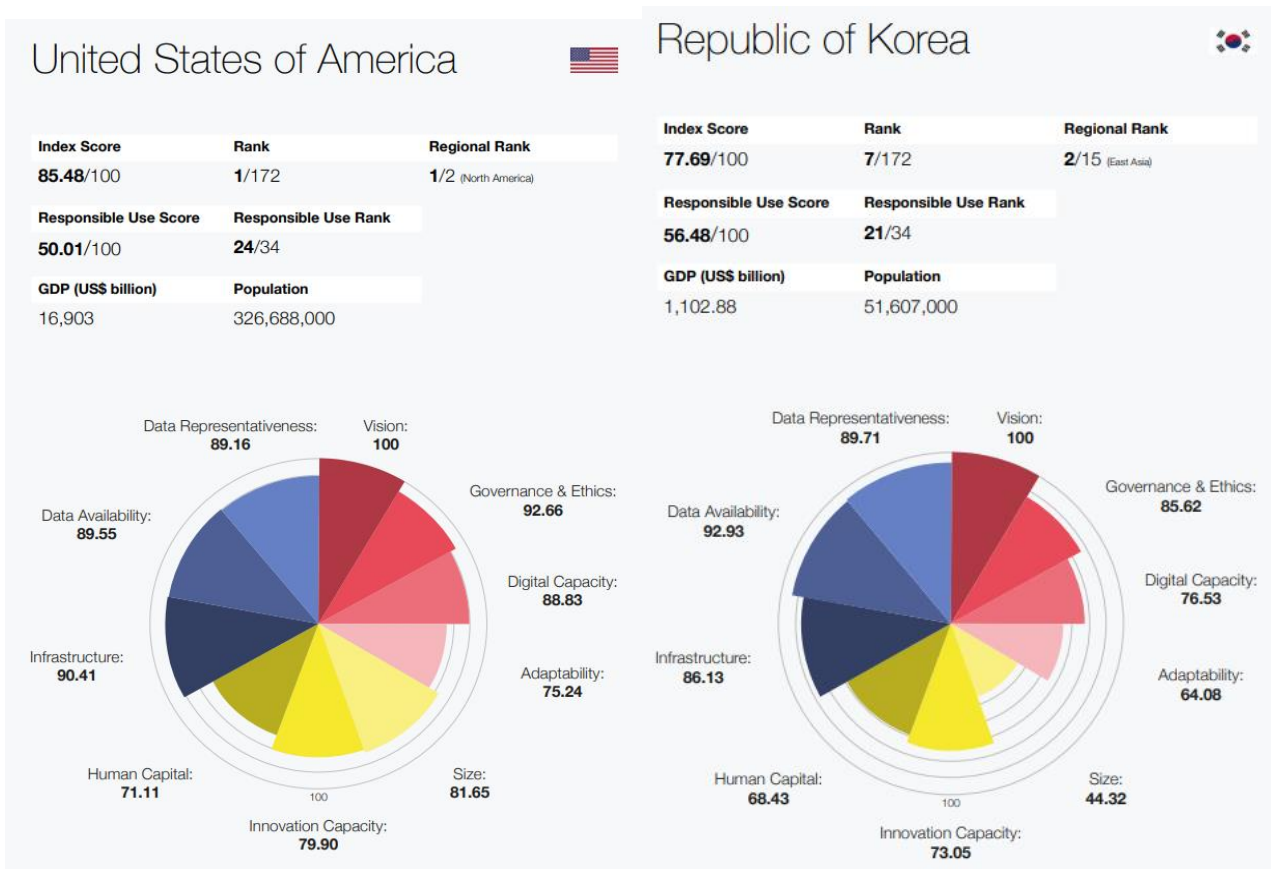
[그림 8] 인공지능 국가전략 수준



출처: Oxford Insight(2020), Government AI Readiness Index 2020

2020년 Oxford Insight의 Government AI Readiness Index 결과에 따르면, 미국은 1위를 차지했는데, 인공지능 국가 비전 100점, Data Representativeness 89.16점, Infrastructure 90.41점, Human Capital 71.11점, Governance & Ethics 92.66점 등을 부여받았다. 한국도 인공지능 국가 비전 100점, Data Representativeness 89.71점, Data Availability 92.93점을 받았으며, Infrastructure, Governance & Ethics 등의 분야에서는 미국보다 낮게 평가되었다. Government AI Readiness Index는 다양한 지표를 활용하여, 인공지능 준비수준 측정하였으나, 지표의 평가 관련 정성비중이 높다는 한계가 있다. 주요 결과는 아래 그림과 같다.

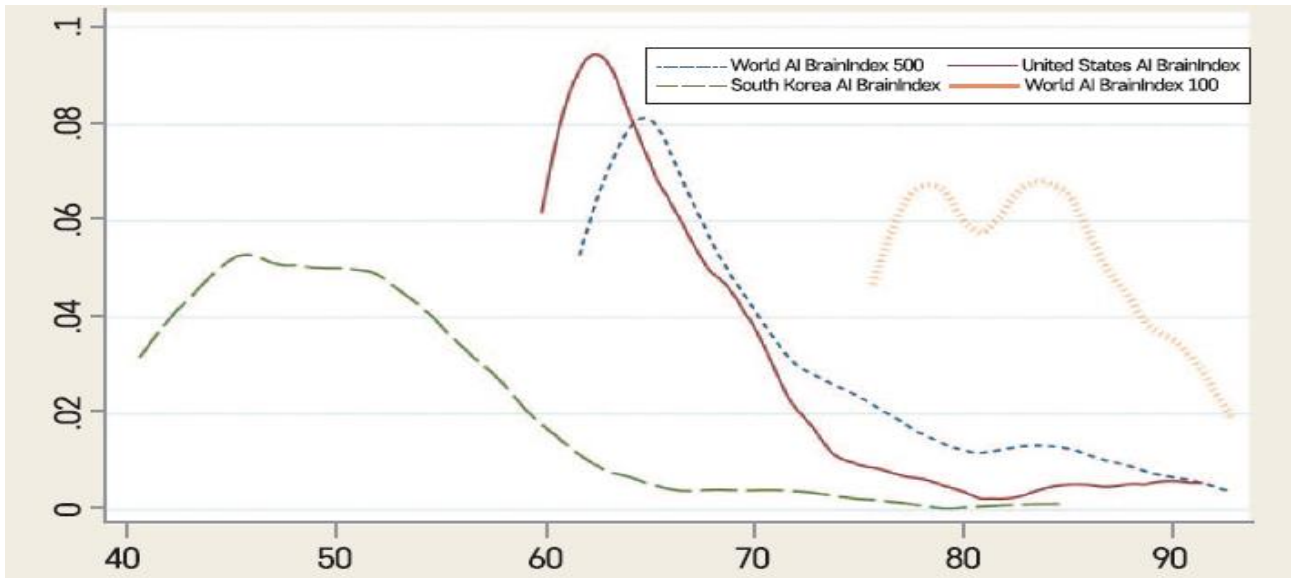
[그림 9] 미국, 한국의 Government AI Readiness Index



출처: Oxford Insight(2020), Government AI Readiness Index 2020

소프트웨어정책연구소는 2019년 인공지능 두뇌지수(AI Brain Index)를 개발하고 발표하였다. 인공지능 핵심인재의 수준을 「인공지능 두뇌지수(AI Brain Index)」로 정의하고 25개국 수준을 측정하고 비교하였다. 분석결과, 25개국 각 100명(총 2,500명)의 인공지능 두뇌지수 평균은 54.92점으로 측정되었으며, 국가별로 인공지능 두뇌지수는 미국 66.46, 스위스 65.54, 중국 65.17, 캐나다 59.08, 한국 50.59, 칠레 47.84, 인도네시아 35.34 점 등으로 측정되었다. 한국의 인공지능 두뇌지수는 1위 미국의 76% 수준이며, 25개국 중 19위를 차지하였다. 또한, 인공지능 두뇌지수 기준, 세계에서 가장 연구역량이 높은 500명과 100명(World AI Index 500, 100)명을 선정하여 해당 그룹의 지수를 측정하였는데, 세계 인공지능 두뇌지수 500 평균은 69.83, 100의 평균은 82.81점으로 분석되었다. 국가별 1위를 차지한 미국은 세계 인공지능 두뇌지수 500보다 낮으며, 세계 인공지능 두뇌지수 100과는 격차가 존재하였다. 세계 인공지능 두뇌지수 500에서 한국이 차지하는 비중은 1.4%에 불과한 것으로 나타났다.

[그림 10] 국가별 인공지능 두뇌지수 분포



출처: SW정책연구소(2019), “인공지능 두뇌지수 핵심인재: 분석과 의미”

이외에도, MS의 데이터에 기반 한 OECD.AI 통계 등이 있으나, 기존 연구는 정성평가 비중이 다소 높거나, 연구역량 관한 양과 질을 반영한 단일 지수의 비교 값을 제시하고 있지 못하고 있는 상황이다. 주요 선행연구를 정리하면 아래 표와 같다.

<표 2> 인공지능 지수 관련 주요 선행 연구

구분	내용
AI Index	- Stanford 인간중심 연구소에서 발표, 인공지능 Training cost, Accuracy 등 다양한 통계를 제시 - 연구 양 등 관련 데이터가 일부 존재하나, 비교 대상이 제한적이고 질적 지표를 반영한 최종 지수 형태의 비교는 불가능
Government AI Readiness Index	- 2019년 Oxford Insight에서 발표하였으며, 한국은 26위 - 국가 인공지능 전략, 데이터 법제 유무 등 정성지표 등이 포함
AI Research	- MS Academic Graph data를 활용하여 OECD.AI에 공개 - 기관별 인공지능 연구 수, 협력 연구 지표가 제시 중이나, 양 및 질을 모두 고려한 최종지수, 순위 형태로는 미 제시
AI Brain Index	- SPRI(2019)에서 인공지능 연구 양, 질을 모두 고려하여 25개국 국가별 가장 우수한 핵심인재 100명의 역량을 지수로 측정하고 비교

출처: Stanford HAI(2019) “AI Index”, Oxford Insight(2019) “Government AI Readiness Index”, OECD.AI, SPRI(2019), “인공지능 두뇌지수: 핵심인재 분석과 의미” 기반 SPRI Analysis

제 2 절 인공지능 연구지수의 개념

본 연구에서는 인공지능 연구지수를 2016~2019년간 인공지능 연구 성과를 지수화한 값으로 정의하였다. 인공지능의 중요성이 강조된 2016년 알파고 대결 이후, 2019년까지의 연구 성과를 기준으로 지수를 측정하였다. Google Deepmind Challenge Match(알파고 vs 이세돌)가 열렸던 2016년부터 2019년까지의 인공지능 연구 성과를 양·질을 모두 고려하여 비교하였다.

인공지능 연구지수는 측정 대상이 국가, 대학, 정부 기관, 기업 등으로 분류될 수 있으며 본 연구에서는 대학과 국가를 대상으로 분석하였다. 인공지능 연구지수는 연구 수(Scholarly Output), 편당 인용 수(Citation, FWCI(Field Weighted Citation Impact))를 활용하여 양과 질을 측정하고 변수에 가중치를 반영¹⁰⁾하여 최종 도출하였다. 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 있다.

[그림 11] 인공지능 연구지수 산식

$$AI\ Research\ Index = W_{Scholarly\ Output} * V_{Scholarly\ Output} + W_{Citation/Publication} * V_{Citation/Publication} + W_{FWCI} * V_{FWCI}$$

* W_i = 변수 i 의 가중치, V_i = 변수 i 의 측정 값

Elsevier Database의 Artificial Intelligence 분류에 근거하여 2016~2019년 동안의 데이터를 수집하였고, 224개 저널, 4,102개의 컨퍼런스, Book chapter 등 다양한 연구 형태를 모두 포함하였으며, 가중치는 인공지능 전문가 인터뷰를 통해 측정 하였다.

10) Elsevier DB의 Artificial Intelligence 분류에 근거하여 2016~2019년 동안의 데이터를 수집하였고, 224개 저널, 4,102개의 컨퍼런스, Book chapter 등 다양한 연구형태를 모두 포함하였으며, 가중치는 인공지능 전문가 인터뷰를 통해 측정

제 3장 세계 주요 대학의 인공지능 연구지수 측정

제 1절 측정 단계

세계 주요 대학의 인공지능 연구지수 측정을 위해 4단계로 구분하여 연구를 진행하였다. 먼저 2장에서 언급한대로, 인공지능 연구지수를 2016~2019년간 인공지능 연구 성과를 지수화한 값으로 정의하고, 학술연구 수, 편당 인용 수, Field Weighted Citation Impact를 활용하여 양과 질을 측정하고 변수에 가중치를 반영하였다. 인공지능 연구 수를 기준으로 세계 상위 500개 대학을 1차 선정하고, 변수의 양·질, 가중치를 고려하여 인공지능 연구지수를 측정하였으며, 국내 대학 데이터는 분석에서 제외되었다.¹¹⁾ 마지막으로, 4단계에서는 글로벌 100대 인공지능 대학을 선정하고, 국가별 비중을 분석하고 시사점을 도출하였다. 세계 주요대학의 인공지능 연구지수 측정 단계는 아래 그림과 같다.

[그림 12] 세계 주요대학의 인공지능 연구지수 측정 단계



11) 국내 대학 데이터는 별도 수집하여 차후, 추가 반영하는 방안 고려

제 2 절 인공지능 상위 500개 대학 분석

인공지능 연구 수를 기준으로 세계 500개 대학을 1차 선정하였고, 분석결과 이들 대학은 4년 동안 평균 404건의 연구를 수행하였다. 해당 기간 DB에서 측정 가능한 173개국, 6,138개 대학을 대상으로 인공지능 연구 수를 기준으로 500개 대학을 선정하였으며, 2016~2019년 간 인공지능 연구 수 기준 상위 500개 대학은 평균 404.4건의 연구를 수행하였고 편당 인용 수 평균은 4.81건으로 분석되었다. 500개 대학의 2016~2019년 동안 평균 Field Weighted Citation Impact는 1.26으로 전 세계 평균대비 23% 더 인용되고 있었다.

<표 3> 인공지능 연구 성과 변수의 통계량(2016~2019)

	Scholarly Output	Citations per Publication	Field Weight Citation Impact
관측 수	500	500	500
평균	404.40	4.812	1.26
분산	292.72	2.87	0.53

출처: SPRi Analysis

분석결과, 인공지능 연구 수 기준 상위 500개 대학 내에서도 연구 역량에 차이가 존재하였다. 500개 기관 내에서 연구 성과의 Max, Min 값의 차이가 크게 나타나고 있었는데, 4년 동안 가장 많은 연구를 한 대학은 2067건으로 최소인 181건과 큰 차이를 보이고 있었다. Field Weighted Citation Impact도 Max 3.75, Min 0.34로 격차가 매우 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

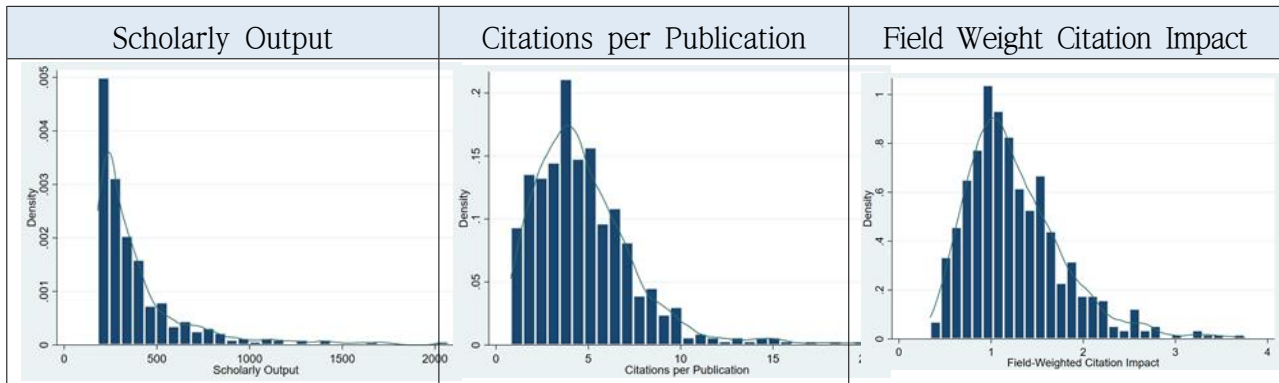
<표 4> 인공지능 연구 성과 변수의 Max, Min 값(2016~2019)

	Scholarly Output	Citations per Publication	Field Weight Citation Impact
최대(Max)	2067	20.7	3.75
최소(Min)	181	0.8	0.34

출처: SPRi Analysis

3개 연구역량 성과지표의 데이터 분포를 보면, 분포의 형태가 왼쪽에 몰려있고 오른쪽에 긴 꼬리를 가진 형태(Positive Skewness)임을 알 수 있다. 이는 평균과 고성과군과 격차가 크다는 것을 보여준다.

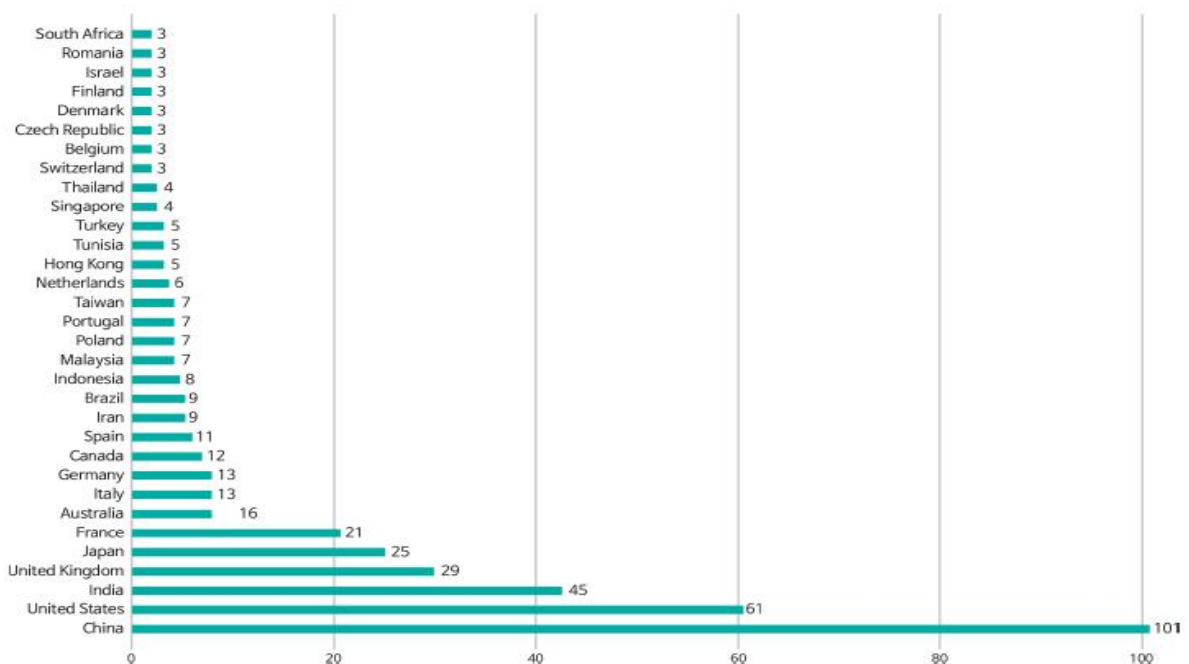
<표 5> 인공지능 연구 성과 변수의 분포



출처: SPRI Analysis

인공지능 연구 수 기준으로, 상위 500개 대학의 국적 분포를 살펴보면, 중국, 미국 등이 비중이 높은 것으로 나타났다. 500개 대학의 국적을 보면, 상위 5개국 차지하는 비중이 52.2%였으며, 중국 101개(20.2%), 미국 61개(12.2%), 인도 45개(9.0%), 영국 29개(5.8%), 일본 25개(5.0%), 프랑스 21개(4.2%)등으로 분석되었다.

[그림 13] 인공지능 연구 수 기준 상위 500개 대학의 국적 분포



출처: SPRI Analysis

제 3 절 세 계 주 요 대 학 의 인 공 지 능 연 구 지 수 측 정

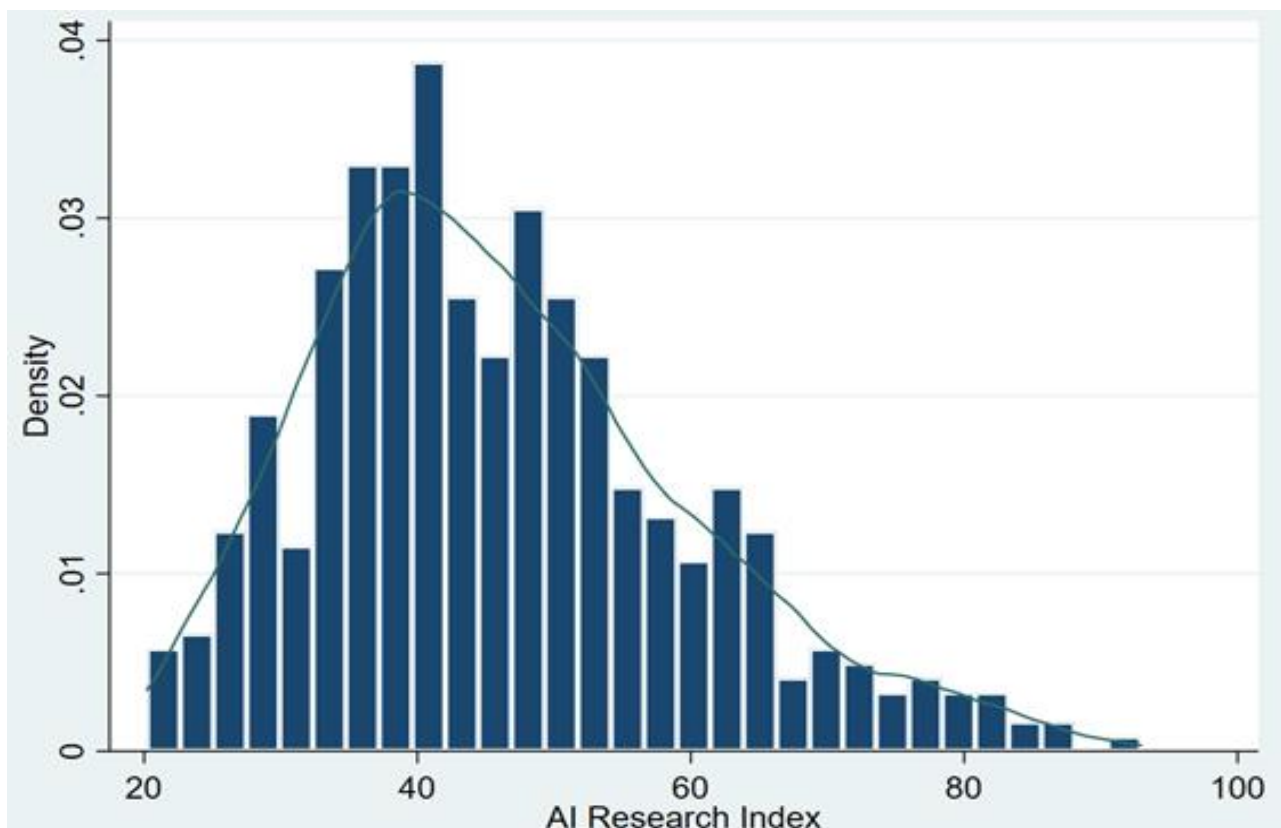
500개 대학을 대상으로 성과지표의 양과 질을 모두 고려하여 인공지능 연구지수를 측정하였으며, 측정결과 인공지능 연구지수 평균은 46.01점으로 분석되었다. 성과변수의 상위 0.5%이상에 100점, 평균에 50점을 부여하여 3개 지표 점수를 100점으로 환산하였으며, 가중치는 전문가 인터뷰를 통해 측정하였다.¹²⁾ 500개 대학의 인공지능 연구지수 평균은 46.01이며, 1위는 92.9점으로 도출되었다.

<표 6> 500개 대학 인공지능 연구지수 통계량

	평균	분산	Max	Min
AI Research Index	46.01	13.65	92.9	20.2

출처: SPRI Analysis

[그림 14] 500개 대학의 인공지능 연구지수 분포



12) 가중치는 연구 수 0.32, 편당 인용 수 0.15, FWCI 0.53

출처: SPRI Analysis

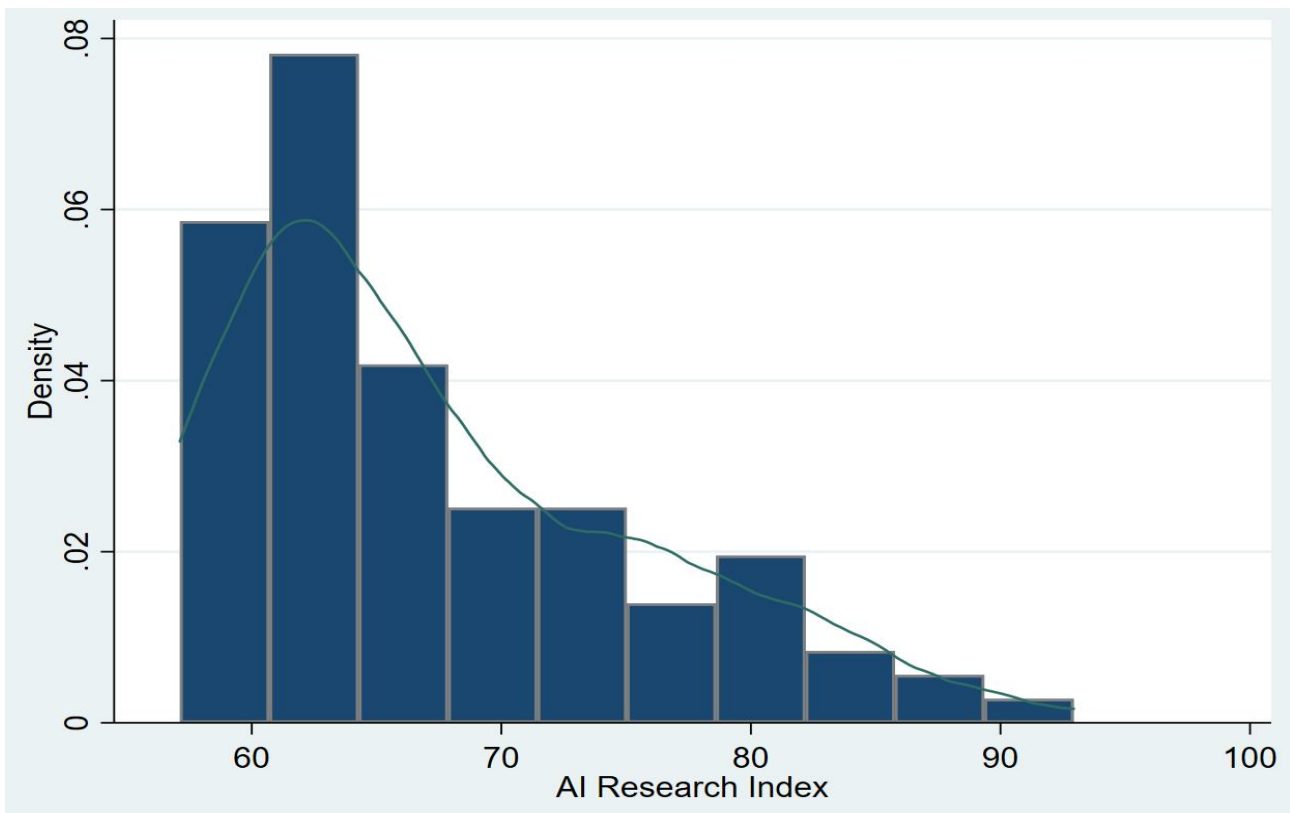
인공지능 연구지수 상위 100개 대학의 평균은 67.26으로 500개 대학과 차이가 존재했으며, 100개 대학 중에서 중국, 미국, 영국 대학 등의 비중이 높은 것으로 나타났다. 인공지능 연구지수 상위 100개 대학의 연구지수 평균 67.26과 500개 대학 평균 46.01에 차이가 존재하였다. t-test 분석결과는 아래 표와 같다.

<표 7> 상위 100, 500 대학 인공지능 연구지수 t-test 통계량

	평균	분산	95% Confidence Interval	
			lower	upper
AI Research Index 100	67.26	8.22	65.63	68.90
AI Research Index 500	46.01	13.65	44.81	47.21
Combined	49.55	15.14	48.34	50.77
t value	15.02			

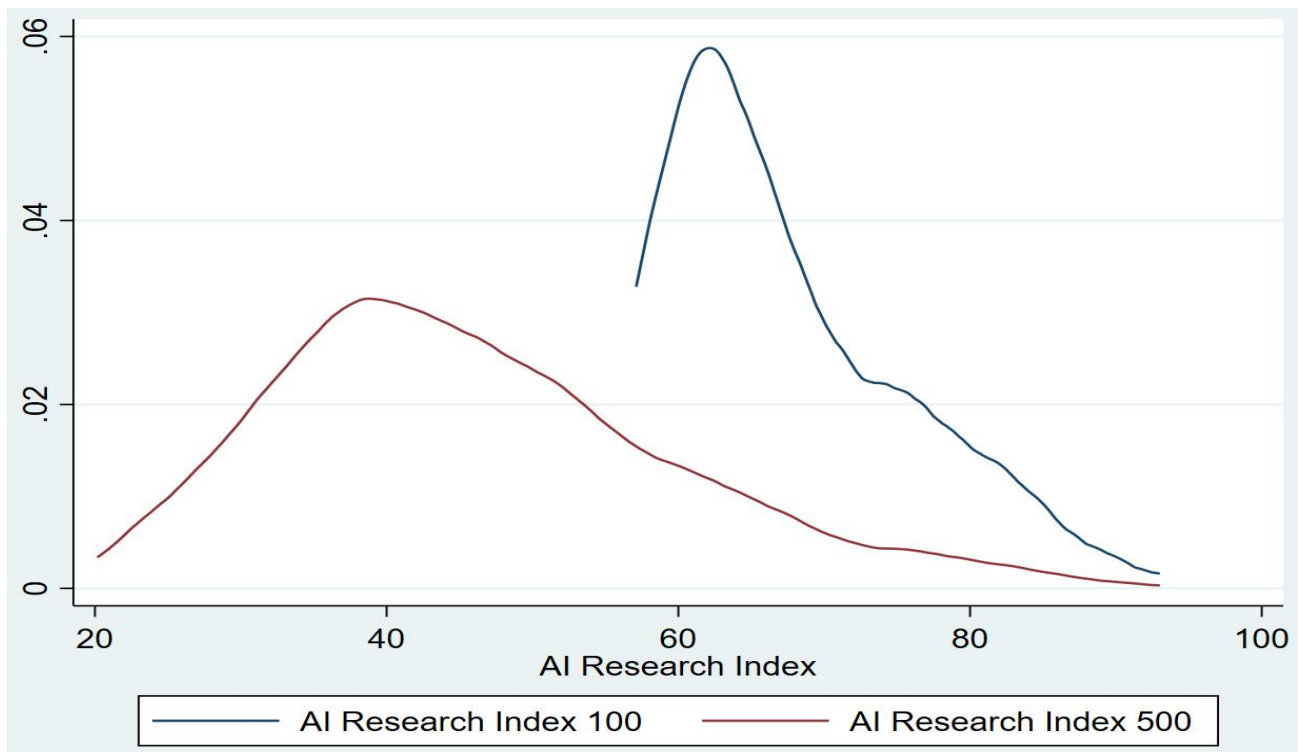
출처: SPRI Analysis

[그림 15] 100개 대학 인공지능 연구지수 분포



출처: SPRI Analysis

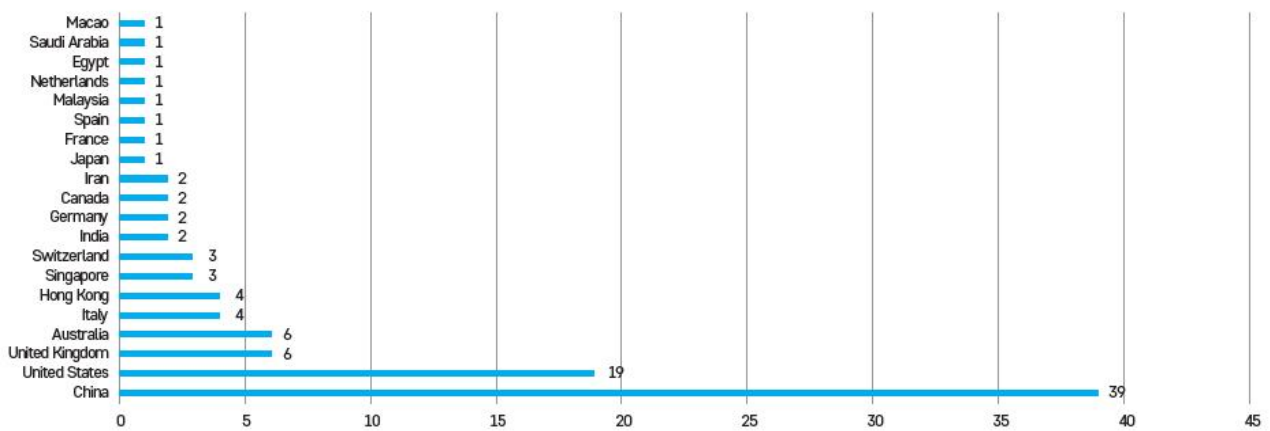
[그림 16] 100개 대학 및 500개 대학 비교



출처: SPRi Analysis

인공지능 연구지수 기준 상위 100개 대학을 선정하고, 이들 대학의 국적을 조사하였다. 분석결과 중국, 미국의 비중이 높게 나타났으며, 구체적으로 중국 39개(39.0%), 미국 19개(19.0%), 영국 6개(6.0%), 오스트레일리아 6개(6.0%), 이탈리아 4개(4.0%), 홍콩 4개(4.0%), 싱가포르 3개(3.0%) 순으로 측정되었다.

[그림 17] 인공지능 연구지수 기준 상위 100개 대학의 국적 분포



출처: SPRI Analysis

인공지능 연구지수 기준으로 상위 10개 대학을 분류해보면, 미국 비중이 매우 높은 것으로 나타났다. 인공지능 연구지수 1~3위를 모두 미국 대학이 차지하였으며, 상위 10개 대학에서 미국이 차지하는 비중은 40%였다. 인공지능 연구지수 1위 대학은 University of California at Berkeley, 2위 MIT, 3위 Stanford University 순으로 분석되었다. 상위 10개 대학 중 미국이 4개(40%)이며, 스위스, 영국, 싱가포르, 호주, 중국, 사우디아라비아가 각 1개씩 차지하였다.

<표 8> 인공지능 연구지수 상위 10개 대학

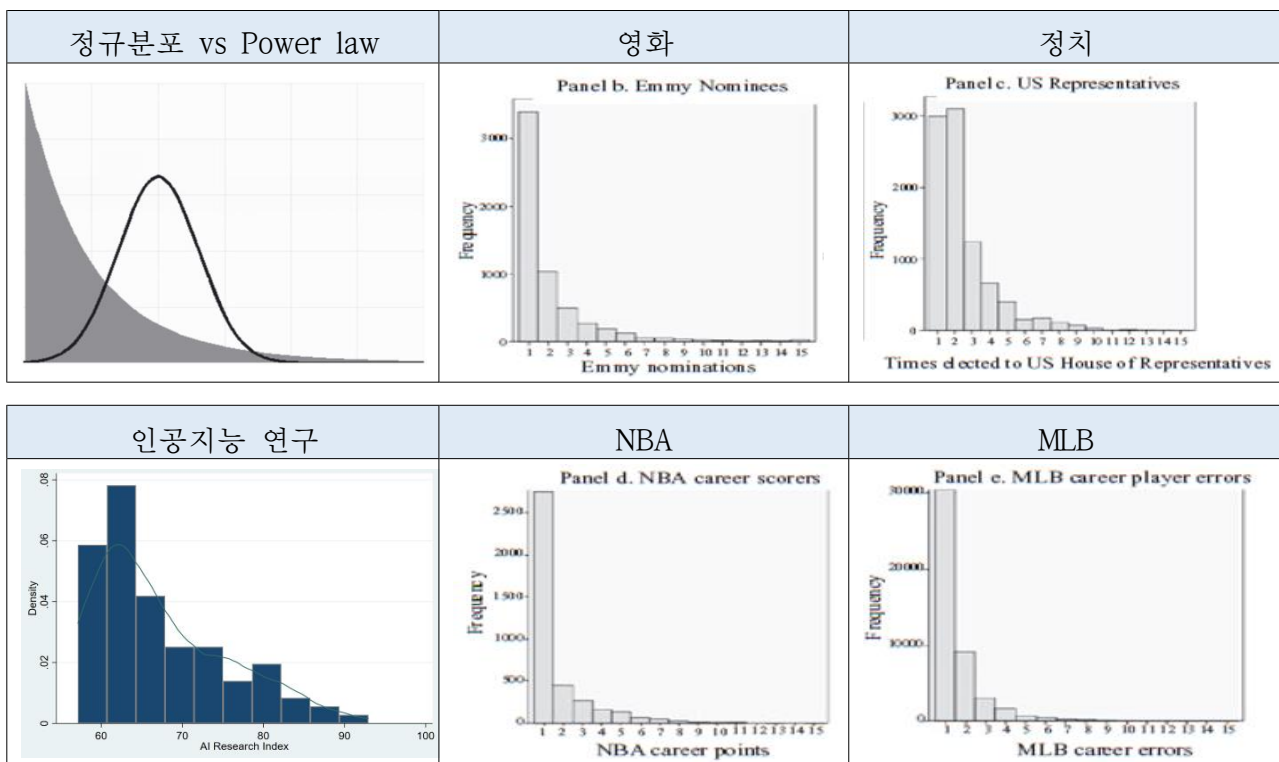
순위	대학	국가	AI Research Index
1	University of California at Berkeley	United States	92.93
2	Massachusetts Institute of Technology	United States	87.97
3	Stanford University	United States	85.85
4	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland	84.77
5	King Abdulaziz University	Saudi Arabia	84.64
6	National University of Singapore	Singapore	82.81
7	Carnegie Mellon University	United States	81.46
8	University of Cambridge	United Kingdom	81.37
9	CAS	China	81.23
10	University of Technology Sydney	Australia	80.06

출처: SPRI Analysis

제 4 절 종합분석 및 소결

인공지능 연구지수 측정결과, 세계 주요 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 간에 차이가 존재하며, 평균 수준과 선도 수준간의 괴리는 매우 크다는 것을 알 수 있다. 인공지능 연구역량 분포가 정규분포가 아닌 Power Law의 형태이며 이는 기존 인재 역량 분포 관련 연구와 유사한 결과이다. 인재의 역량 분포를 조사한 기존 연구에서도, 역량 분포는 정규분포가 아닌, Power Law의 형태임을 알 수 있는데, 영화, 정치, 스포츠 등 다양한 분야의 인재역량 분포의 실증결과도 이와 유사하게 도출되었음을 알 수 있다. 일반적으로 역량을 정규분포로 가정하나, 실제 역량은 Power law의 형태로 평균집단과 우수 집단과의 차이가 크게 발생하고 있었다. 전체 생산성의 10%는 상위 1%, 26%는 상위 5%에서 창출¹³⁾한다는 기존 연구결과 측면에서 보면 실제 역량 분포를 이해하고 해석하는 것은 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

<표 9> 다양한 분야의 성과 분포

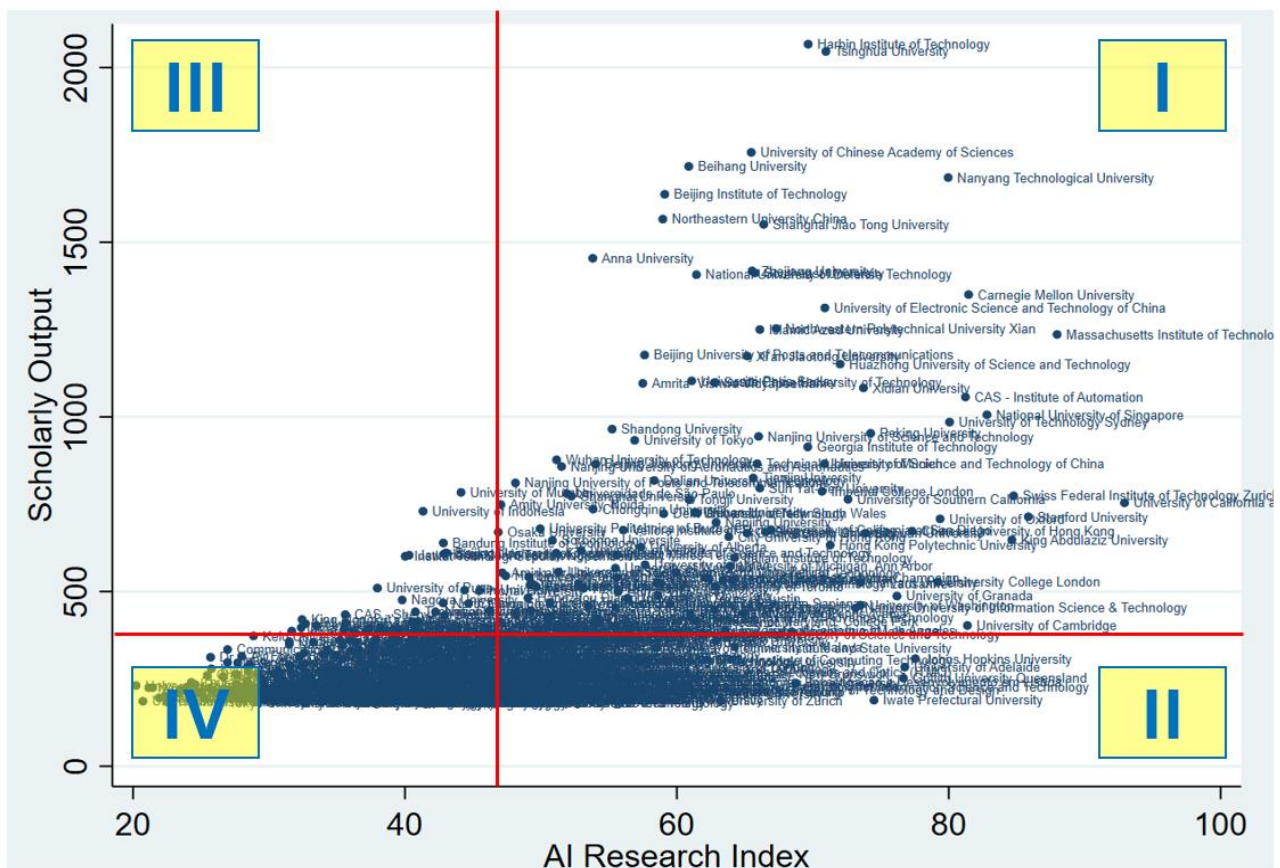


출처: Ernest O'Boyle, Herman Aguinis, "The Best And The Rest: Revisiting The Norm Of Normality Of Individual

13) Ernest O'Boyle, Herman Aguinis, "The Best And The Rest: Revisiting The Norm Of Normality Of Individual Performance", Personnel Psychology 65(1) · March 2012

또한, 세계 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 강화를 위한 양·질적 노력이 예상되며 선도그룹에 포함되기 위한 경쟁이 치열해질 전망이다. 현재, 인공지능 연구 상위 대학들은 미국, 중국을 중심으로 포진 중이고, 향후 중국과 영국, 호주의 대학들이 상위 10위 진입 가능성 높을 것으로 전망된다. 500개 대학의 인공지능 연구 수 평균, 인공지능 역량지수 평균을 기점으로 크게 4개 분면으로 구분이 가능하며, (Ⅰ), (Ⅱ)군 진입을 위한 경쟁이 가속화 될 전망이다. (Ⅰ)군은 인공지능 연구 양도 많고, 연구지수도 높은 군이며, (Ⅱ)군은 인공지능 연구 양은 다소 적으나, 연구 질이 우수한 군이다. (Ⅲ)군은 인공지능 연구 양은 다소 적으나, 연구 질이 우수한 군이고, (Ⅳ)군은 인공지능 연구 양과 연구지수 모두 낮은 군에 해당한다.

[그림 18] 500개 대학의 연구 수 및 인공지능 연구지수



출처: SPRI Analysis

중국의 상위 100위 내 대학이 39개, 영국, 호주 6개 등으로 상위 10권 진입 가능성

이 상대적으로 높을 전망이며, 구체적으로 영국 University of Oxford는 12위, 호주 Griffith University Queensland는 17위, 중국 Peking University 20위가 이에 해당한다.

스위스 대학들은 소수지만, 강한 인공지능 연구역량을 보유하고 있는 것으로 분석되었다. 스위스는 연구 수 기준 500대 대학으로 3개¹⁴⁾가 선정되었으며, 모두 상위 100대 대학에 포함되어 있고, 그 중 1개는 상위 10개 대학으로 선정되었다.

<표 10> 주요 기준 별 대학 국적 비중

대학 국적	Top 10	Top 100	연구 수 기준 Top 500
미국	40%	19%	12.2%
중국	10%	39%	20.2%
영국	10%	6%	5.8%
호주	1%	6%	3.2%
스위스	1%	3%	0.6%
인도	-	2%	9.0%
일본	-	1%	5.0%

출처: SPRi Analysis

선택과 집중을 통해 부상하는 인공지능 대학, 국가들에 주목하고, 협력 방안을 모색해야 한다. CS(Computer Science)순위가 AI Research Index와 반드시 일치하지는 않으며, 선택과 집중을 통해 인공지능 분야에서 급성장하는 대학들이 존재한다. UC, Berkeley, MIT, Stanford University, ETH Zurich 등 인공지능 연구지수와 CS 순위가 모두 높은 대학이 존재하는 반면, King Abdulaziz University, Johns Hopkins University 대학 등과 같이 인공지능 연구지수와 CS 순위가 일치 하지 않는 대학들도 있다. 이들 대학들은 CS분야 전체에 집중하기 보다는, 분석기간에 인공지능 연구 분야의 연구에 역량을 집중한 것으로 판단된다.

14) Swiss Federal Institute of Technology Zurich, University of Zurich, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne

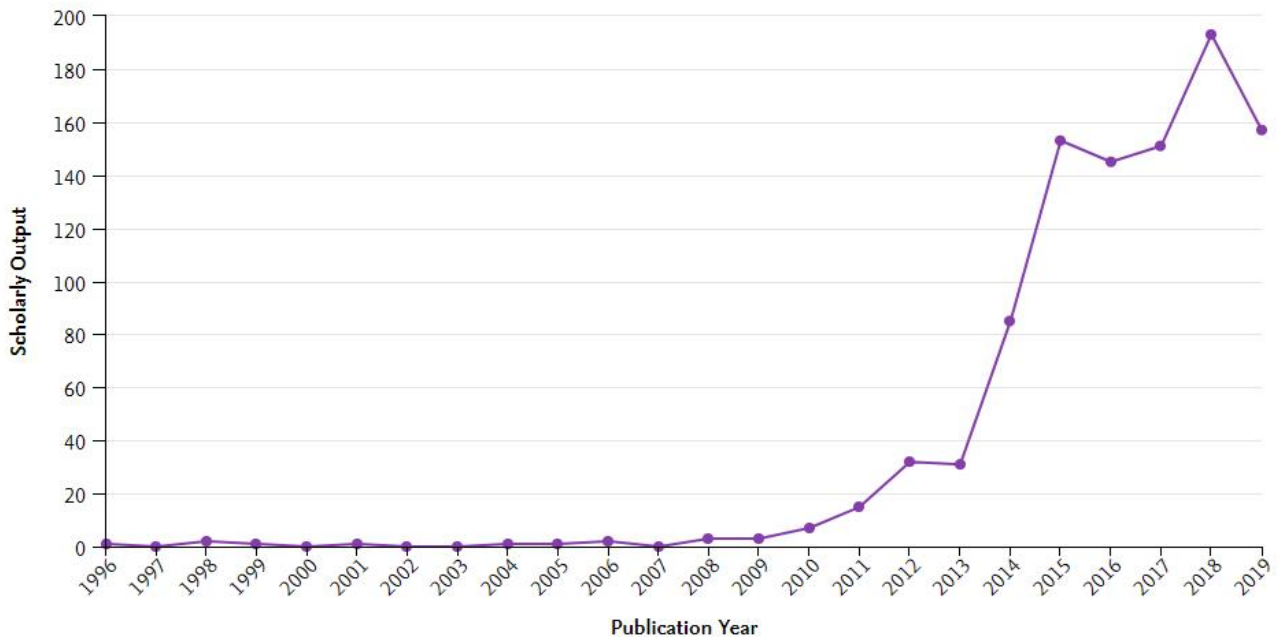
<표 11> 주요 대학 AI Research Index 및 CS 순위 비교

대학	AI Research Index	QS World University Rank 2020 (Computer Science)
UC. Berkeley	1	4
MIT	2	1
Stanford University	3	2
ETH Zurich	4	9
King Abdulaziz University	5	51~100
Carnegie Mellon University	7	3
University of Technology Sydney	10	42
Johns Hopkins University	14	51~100

출처: SPRI Analysis

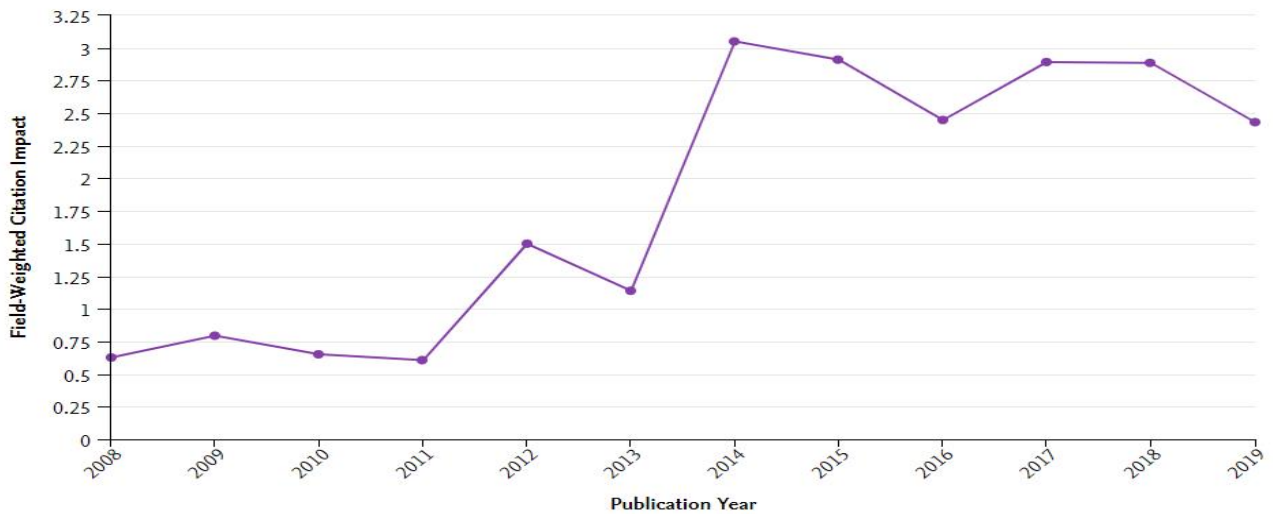
사우디아라비아의 King Abdulaziz University은 인공지능 분야에서 단기간에 급성장 중이며 글로벌 협력 연구 비중이 매우 높은데, 최근 5년간 인공지능 글로벌 협력연구 비중이 90%에 육박한다. Field Weighted Citation Impact도 지속 증가하고 있음을 알 수 있다.

[그림 19] King Abdulaziz University 인공지능 연구 수



출처: SPRI Analysis

[그림 20] King Abdulaziz University 인공지능 연구 FWCi 변화



출처: SPRI Analysis

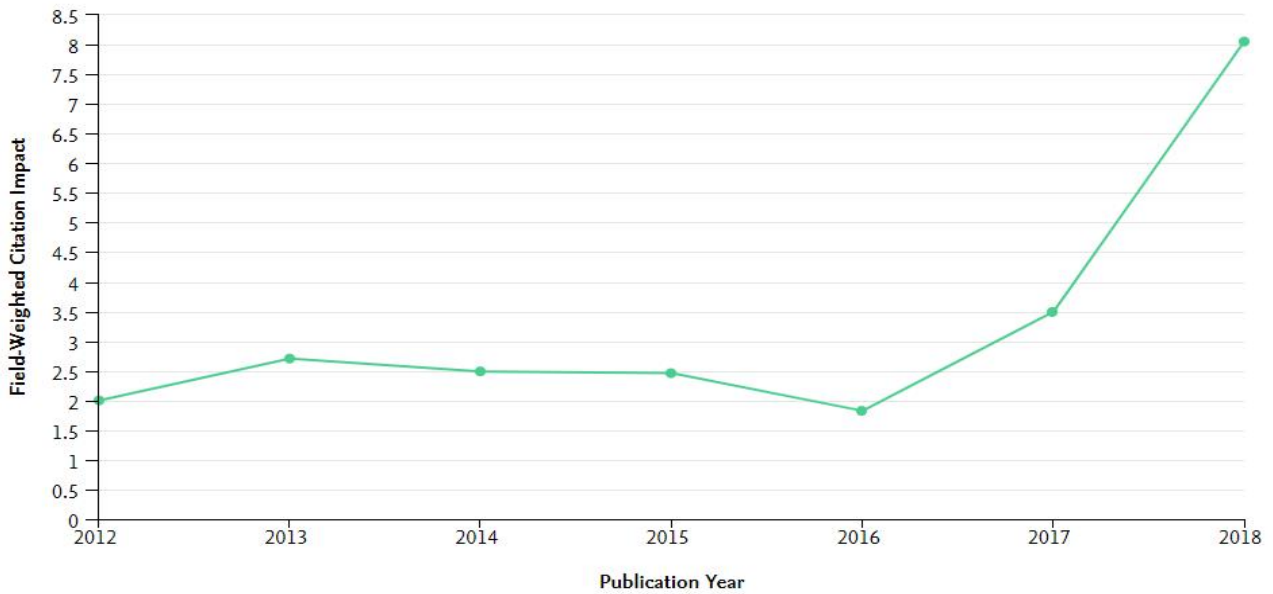
Johns Hopkins University는 의료분야의 강점을 인공지능과 접목하여 대학의 경쟁력을 차별화 중인 것으로 나타났다. Johns Hopkins University의 인공지능 연구 수는 2012년 40건에서 2019년 90건으로 늘었으며, Field Weighted Citation Impact도 증가 추세이다.

[그림 21] Johns Hopkins University 인공지능 연구 수



출처: SPRI Analysis

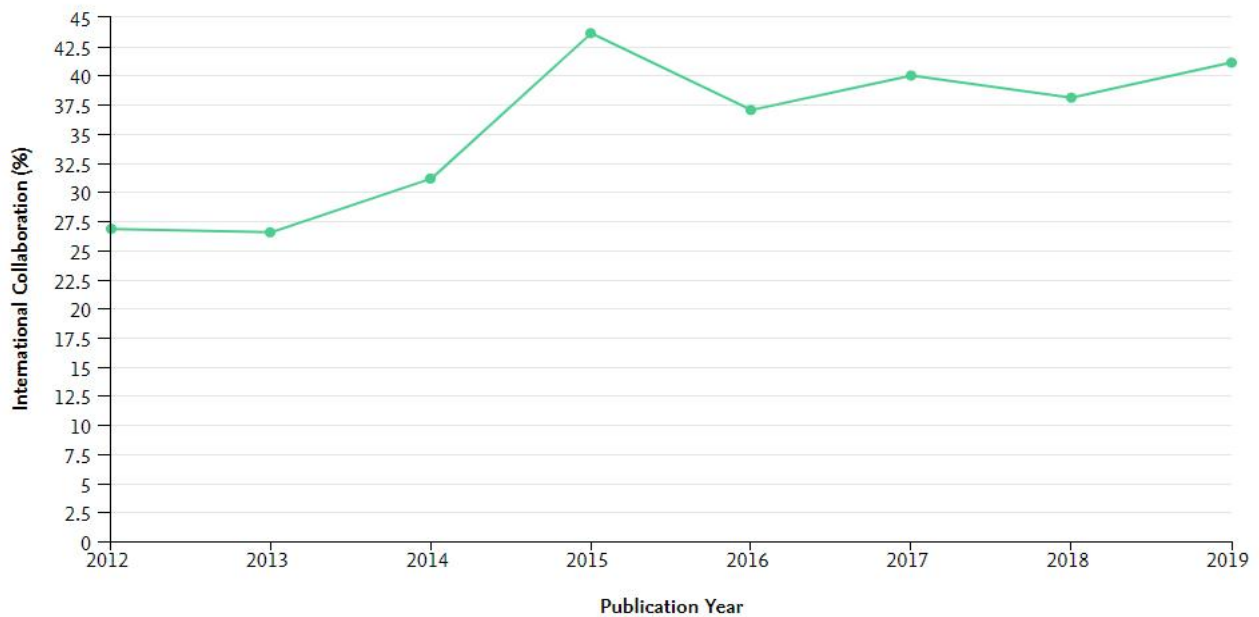
[그림 22] Johns Hopkins University 인공지능 연구 FWCI 변화



출처: SPRI Analysis

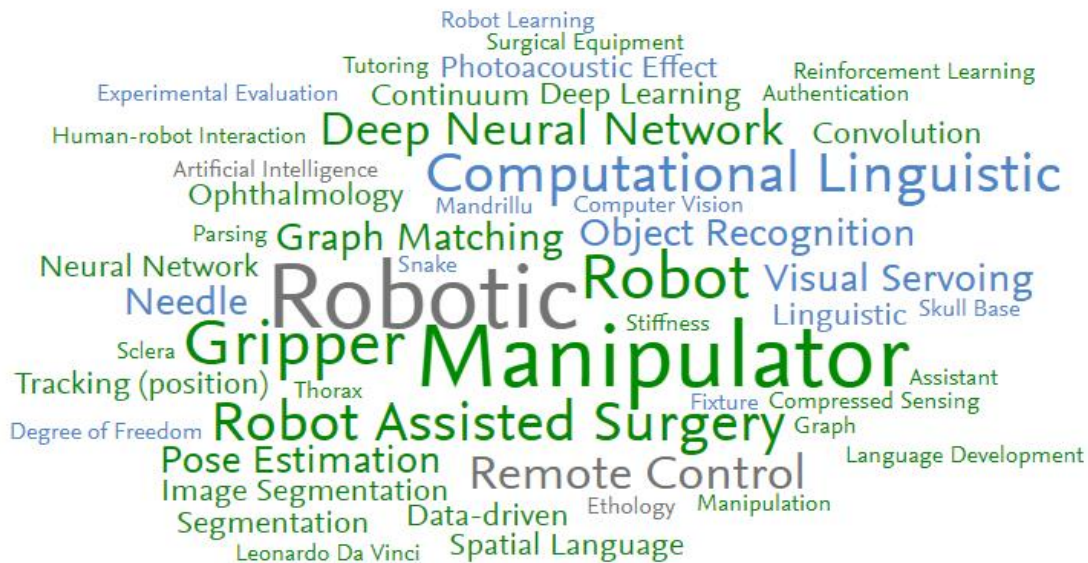
Johns Hopkins University의 글로벌 협력 연구 비중도 40%를 상회하며, 주요 연구 주제를 Word Cloud로 분석결과, Robot Assisted Surgery 등 의료분야에 인공지능을 결합한 연구가 활발히 진행 중인 것으로 나타났다.

[그림 23] Johns Hopkins University 인공지능 연구 글로벌 협력 비중



출처: SPRI Analysis

[그림 24] Johns Hopkins University 인공지능 연구 Word Cloud



출처: SPRi Analysis

제 4장 국가 인공지능 연구 지수 측정

제 1절 측정 단계

인공지능 연구지수의 측정 범위를 대학에서 국가단위로 확장하기 위해 4단계로 구분하여 연구를 진행하였다. 먼저 2장에서 언급한대로, 인공지능 연구지수를 2016~2019년간 인공지능 연구 성과를 지수화한 값으로 정의하고, 3개의 변수, 학술연구 수, 편당 인용 수, Field Weighted Citation Impact를 활용하여 양과 질을 측정하고 변수에 가중치를 반영하였다. 국가 경제규모, 데이터 활용 수집 가능성을 고려하여, 측정 대상 국가 91개를 선정하고, 변수의 양·질, 가중치를 고려하여 인공지능 연구지수를 측정하였다. 4단계에서는 인공지능 연구지수 상위 10개 국가 선정, 분류 등을 통해 시사점을 도출하였다. 인공지능 국가 연구지수 측정 단계는 아래 그림과 같다.

[그림 25] 인공지능 국가 연구지수 측정 단계



제 2 절 국가 인공지능 연구지수 측정

91개국을 대상으로 인공지능 연구 데이터를 분석한 결과, 2016~2019년 간 91개 국가는 평균 3,455건의 연구를 수행하였고 편당 인용 수 평균은 3.33건으로 분석되었다. 91개 국가의 2016~2019년 동안 평균 Field Weight Citation Impact는 1.01로 전 세계 평균 수준이었다.

<표 12> 인공지능 국가 연구 성과 변수의 통계량(2016~2019)

	Scholarly Output	Citations per Publication	Field Weight Citation Impact
관측 수	91	91	91
평균	3,455	3.33	1.01
분산	8,907	1.91	0.36

출처: SPRI Analysis

91개 국가 내에서 연구 성과의 차이가 큰 것으로 분석되었다. 4년 동안 가장 많은 연구를 한 국가는 70,199건으로 최소인 55건과 큰 차이가 있음을 알 수 있다. Field Weight Citation Impact도, 가장 높은 국가는 2.02, 가장 낮은 국가는 0.37로 격차가 매우 크게 나타났다.

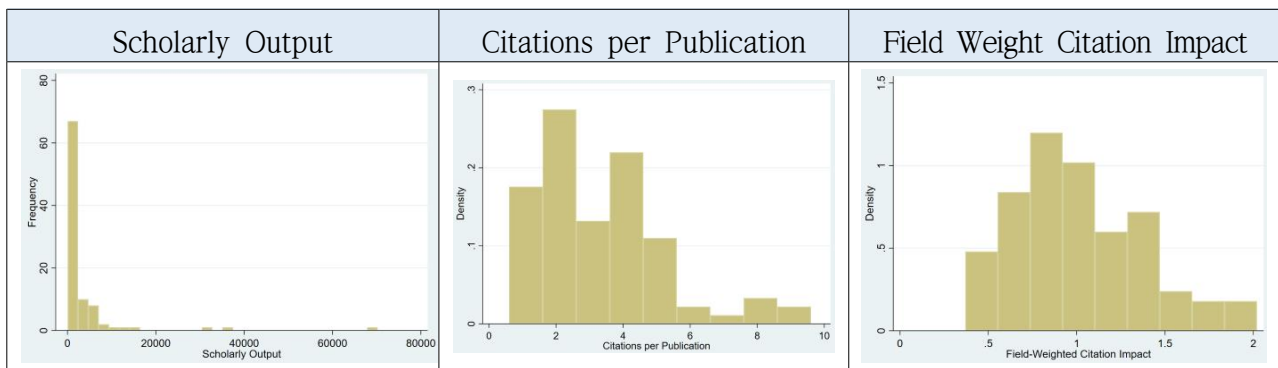
<표 13> 인공지능 국가 연구 성과 변수의 Max, Min 값(2016~2019)

	Scholarly Output	Citations per Publication	Field Weight Citation Impact
최대(Max)	70,199	9.6	2.02
최소(Min)	55	0.6	0.37

출처: SPRI Analysis

3개 연구역량 성과지표의 분포를 보면, 분포가 오른쪽에 긴 꼬리를 가진 형태(Positive Skewness)로 측정되었다. 이는 성과변수의 분포가 정규 분포가 아닌 Power Law의 형태로, 대학의 분석 패턴과 유사함을 알 수 있다.

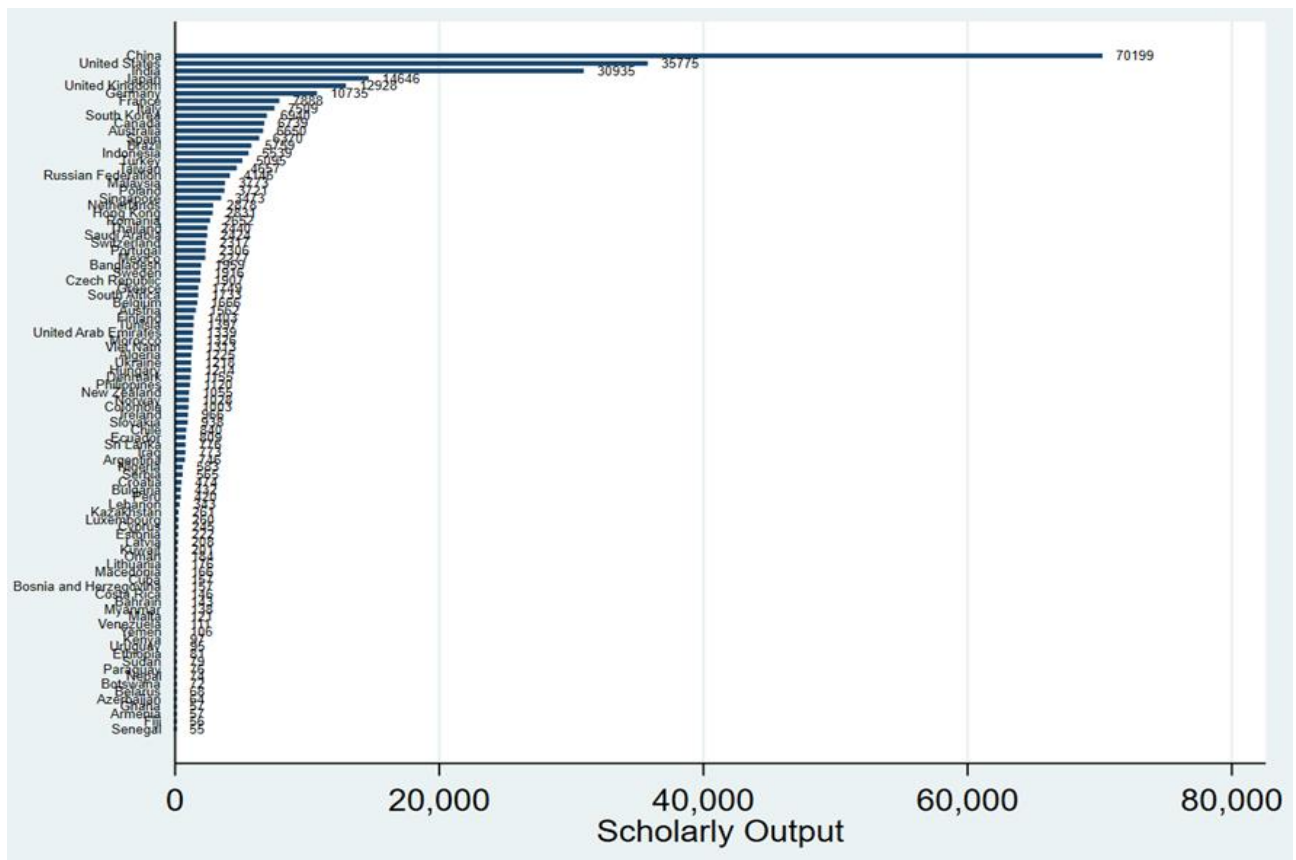
<표 14> 인공지능 국가 연구 성과 변수의 분포(2016~2019년)



출처: SPRI Analysis

인공지능 연구 수를 분석해보면, 중국, 미국, 인도의 비중이 높은 것으로 나타났다. 2016~2019년 간, 인공지능 연구 수 1위는 중국 70,199건, 2위는 미국 35,775건, 3위는 인도 30,935건으로 측정되었다. 한국은 6,940건으로 91개 국가 중 9위를 차지하였다.

[그림 26] 국가별 인공지능 연구 수(2016~2019)



출처: SPRI Analysis

인공지능 연구 수 기준으로 상위 10개 국가를 분류하면 아래 표와 같다. 10위 내에 있는 국가들 간에도 상위권 국가와의 차이는 큰 것으로 측정되었다. 1위 중국과 10위 캐나다의 인공지능 연구 수는 10배 이상 차이가 나고 있다.

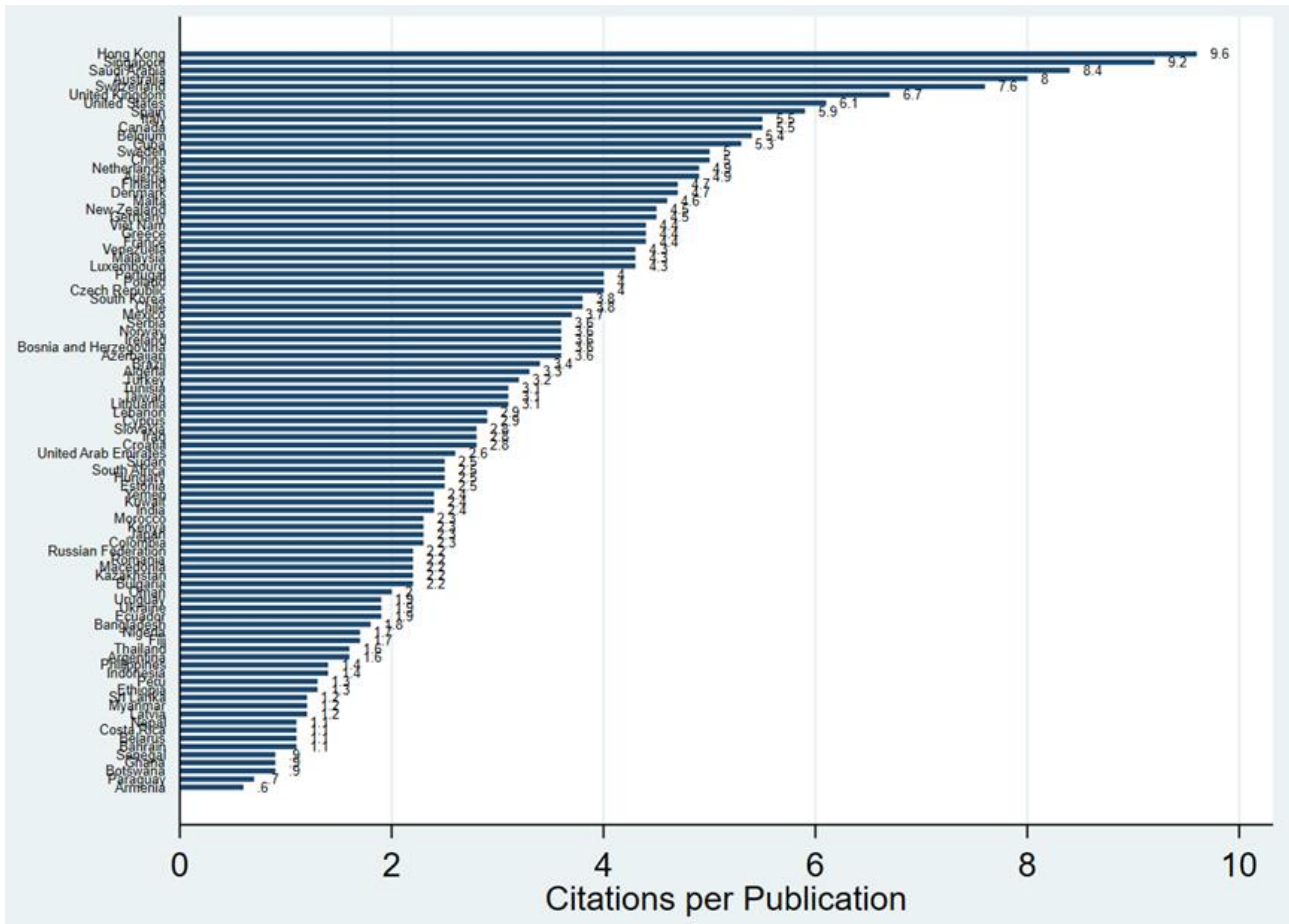
<표 15> 인공지능 연구 수 기준 상위 10위(2016~2019년)

순위	Country	Scholarly Output
1	China	70,199
2	United States	35,775
3	India	30,935
4	Japan	14,646
5	United Kingdom	12,928
6	Germany	10,735
7	France	7,888
8	Italy	7,509
9	South Korea	6,940
10	Canada	6,739

출처: SPRI Analysis

인공지능 연구 편당 인용 수는 홍콩, 싱가포르 등 강소국이 높고, 미국, 영국, 캐나다 등도 상위를 차지하였다. 인공지능 연구의 편당 인용 수 1위는 홍콩 9.6회, 2위는 싱가포르 9.2회, 3위는 사우디아라비아 8.4회로 측정되었다. 영국 6위(6.7회), 미국 7위(6.1회), 캐나다 10위(5.4회)도 상위 10위 내 위치하고 있었다. 한국은 3.8회로 91개 국가 중 33위를 차지하였다. 주요결과는 아래 그림과 표와 같다.

[그림 27] 국가별 인공지능 연구 편당 인용 수(2016~2019년)



출처: SPRI Analysis

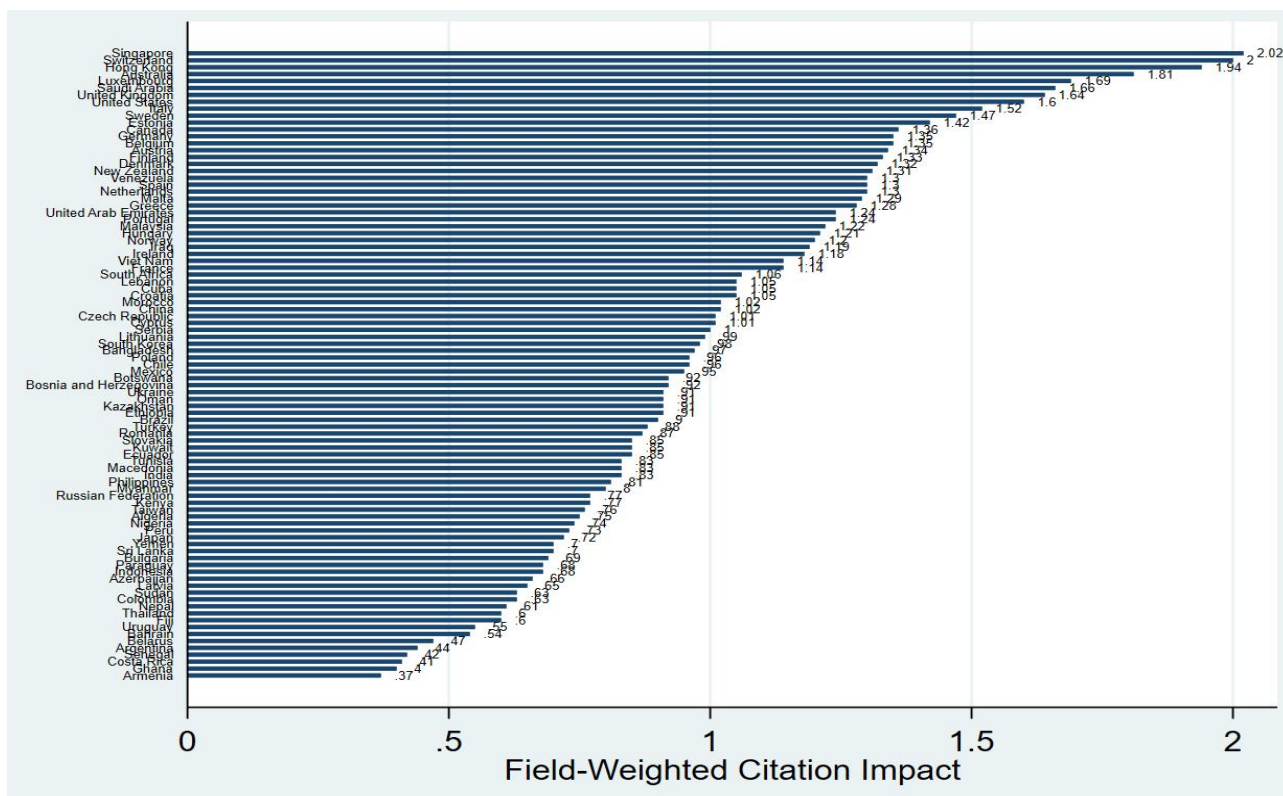
<표 16> 인공지능 연구 편당인용 수 상위 10위(2016~2019년)

순위	Country	Citation per Publication
1	Hong Kong	9.6
2	Singapore	9.2
3	Saudi Arabia	8.4
4	Australia	8
5	Switzerland	7.6
6	United Kingdom	6.7
7	United States	6.1
8	Spain	5.9
9	Italy	5.5
10	Canada	5.4

출처: SPRI Analysis

Field Weight Citation Impact는 싱가포르, 스위스, 홍콩이 상위를 차지하였다. 인공지능 연구 Field Weight Citation Impact 1위는 싱가포르 2.02, 2위는 스위스 2. 3위는 홍콩 1.94 순으로 분석되었다. 영국 7위(1.64), 미국 8위(1.6)도 상위 10위 내 위치하고 있으며, 한국은 0.98로 93개 국가 중 45위를 차지하였다.

[그림 28] 국가별 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact(2016~2019년)



출처: SPRi Analysis

<표 17> 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 상위 10위(2016~2019년)

순위	Country	Field Weighted Citation Impact
1	Singapore	2.02
2	Switzerland	2
3	Hong Kong	1.94
4	Australia	1.81
5	Luxembourg	1.69
6	Saudi Arabia	1.66
7	United Kingdom	1.64
8	United States	1.6
9	Italy	1.52
10	Sweden	1.47

출처: SPRi Analysis

성과변수의 개별 분석 후, 인공지능 연구 성과지표의 양과 질을 모두 고려하여 인공지능 국가 연구지수를 측정하였으며, 연구지수 평균은 43.01점으로 측정되었다. 성과변수의 상위 0.5%이상에 100점, 평균에 50점을 부여하여 3개 지표 점수를 100점으로 환산하였으며, 가중치는 전문가 인터뷰를 통해 측정¹⁵⁾하였다. 91개국의 인공지능 연구지수 평균은 43.01점이며, 1위는 94.01점으로 분석되었다.

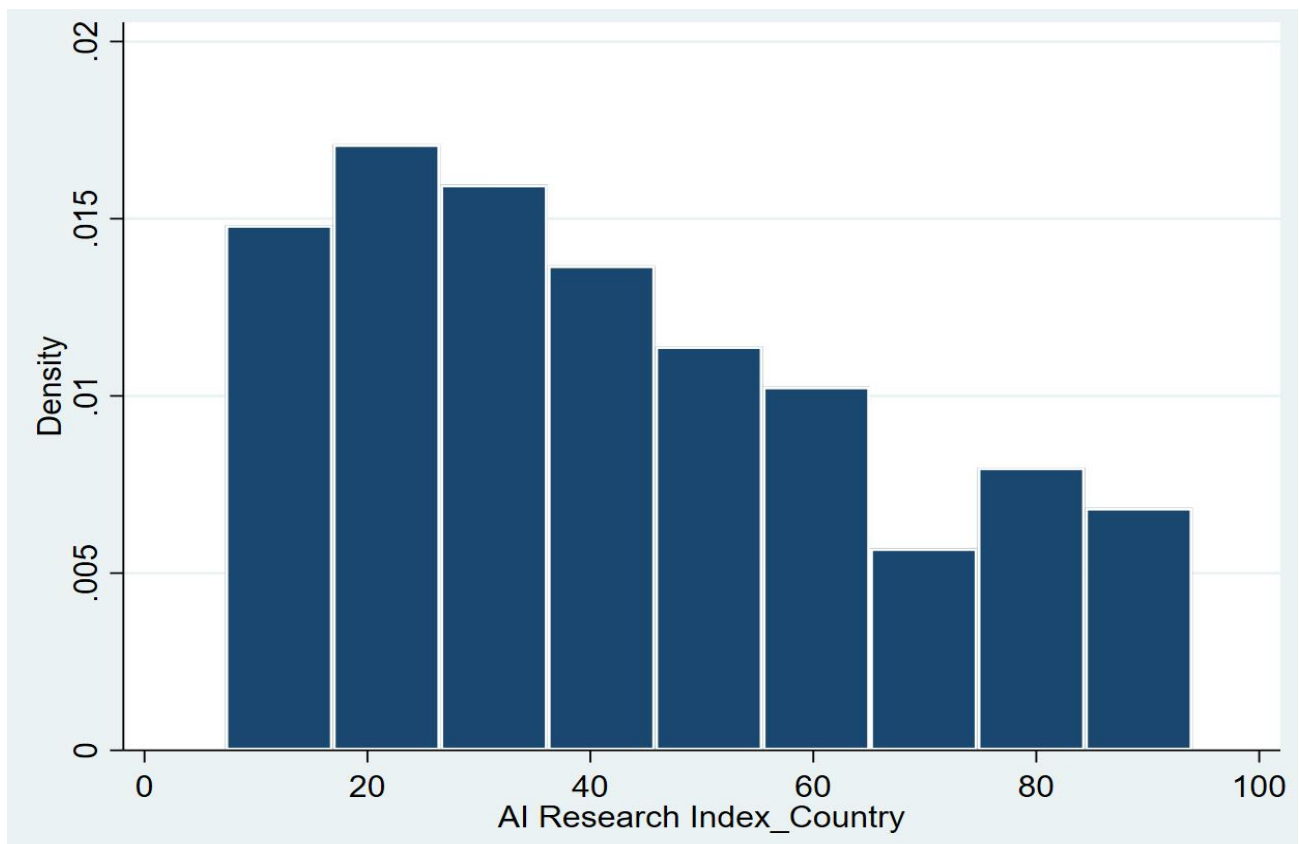
<표 18> 91개국 인공지능 연구지수 통계량

	평균	분산	Max	Min
AI Research Index	43.06	23.74	94.01	7.25

출처: SPRi Analysis

인공지능 국가 연구지수의 분포를 보면 오른쪽으로 꼬리가 늘어진 Power Low의 형태임을 알 수 있다. 이는 기존 대학 측면의 분석결과와 유사하게 해석될 수 있으며, 평균그룹과 선도 그룹 간에 차이가 크다는 것을 의미한다.

[그림 29] 91개국 인공지능 연구지수 분포

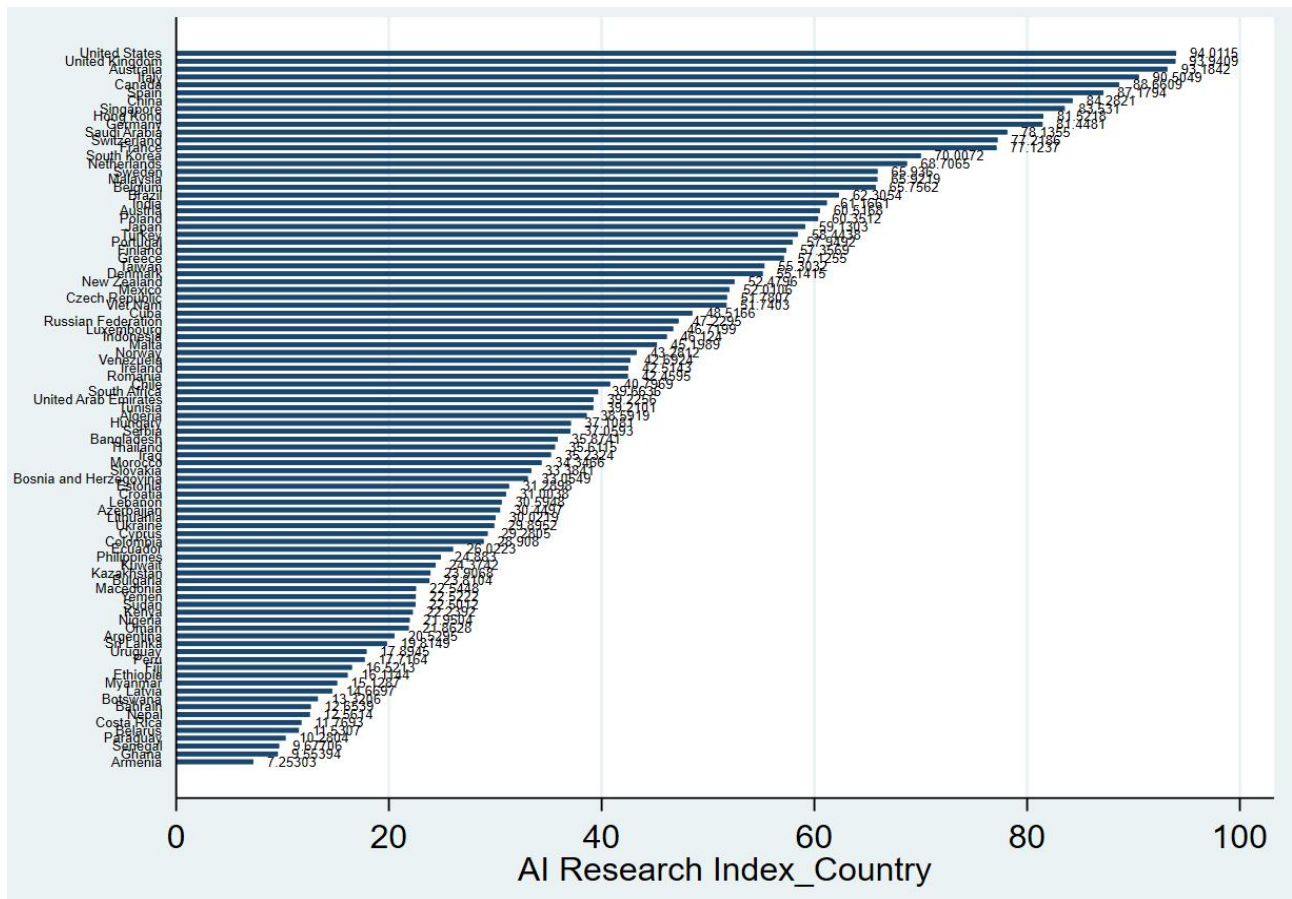


출처: SPRi Analysis

15) 가중치는 연구 수 0.32, 편당 인용 수 0.15, FWCI 0.53

인공지능 국가 연구지수 1위는 미국, 2위는 영국으로 분석되었다. 한국은 91개 국가 중 14위를 차지하였다.

[그림 30] 국가별 인공지능 연구지수



출처: SPRI Analysis

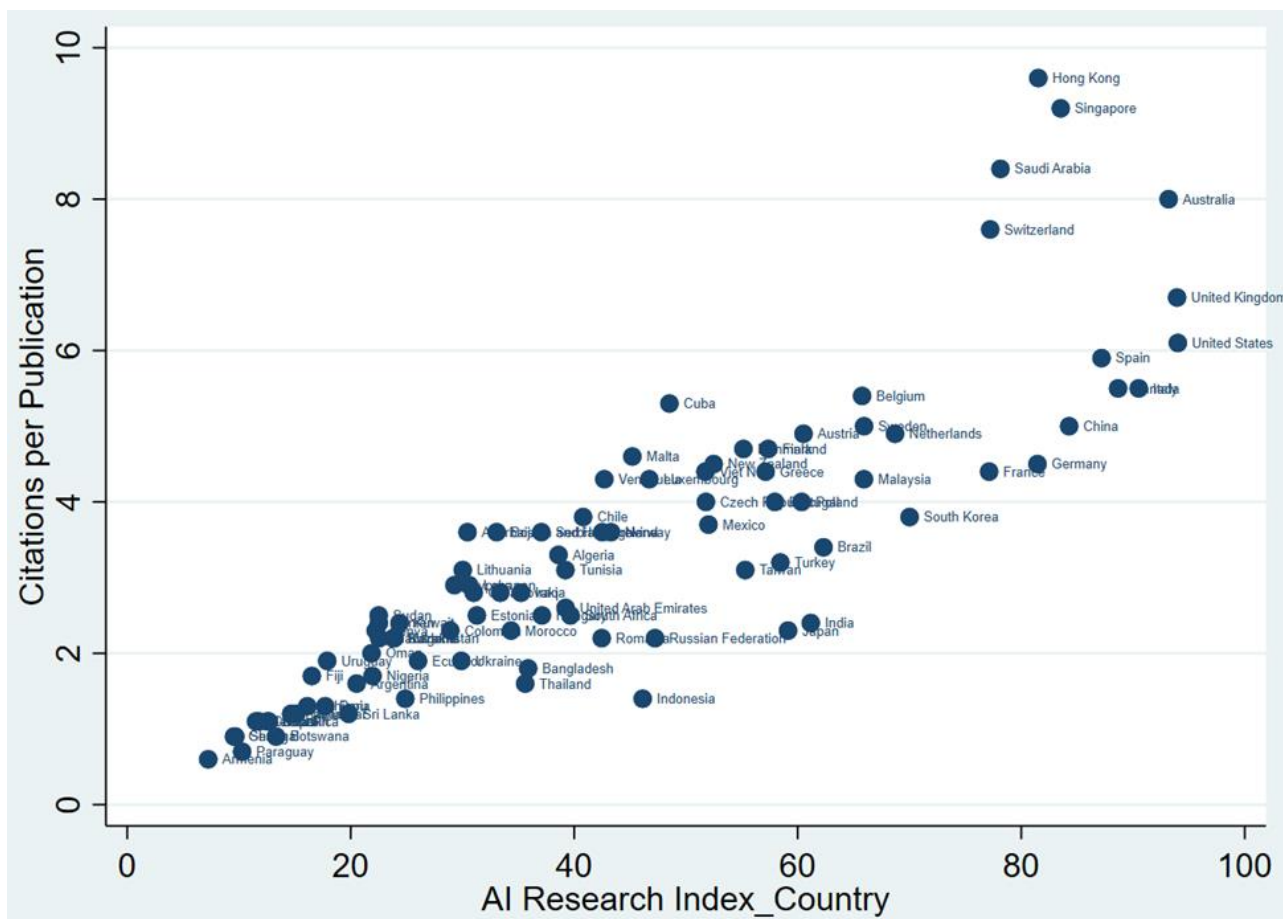
<표 19> 인공지능 연구지수 상위 10위(2016~2019년)

순위	국가	AI Research Index
1	United States	94.01
2	United Kingdom	93.94
3	Australia	93.18
4	Italy	90.50
5	Canada	88.66
6	Spain	87.18
7	China	84.28
8	Singapore	83.53
9	Hong Kong	81.52
10	Germany	81.45

출처: SPRI Analysis

인공지능 연구지수와 편당 인용 수는 양의 상관관계에 있음을 알 수 있다. 홍콩, 싱가포르, 사우디아라비아, 스위스 등의 국가들의 편당 인용 수 값이 주요국 대비 높아 인공지능 연구지수의 값이 증가하는데 기여하였다.

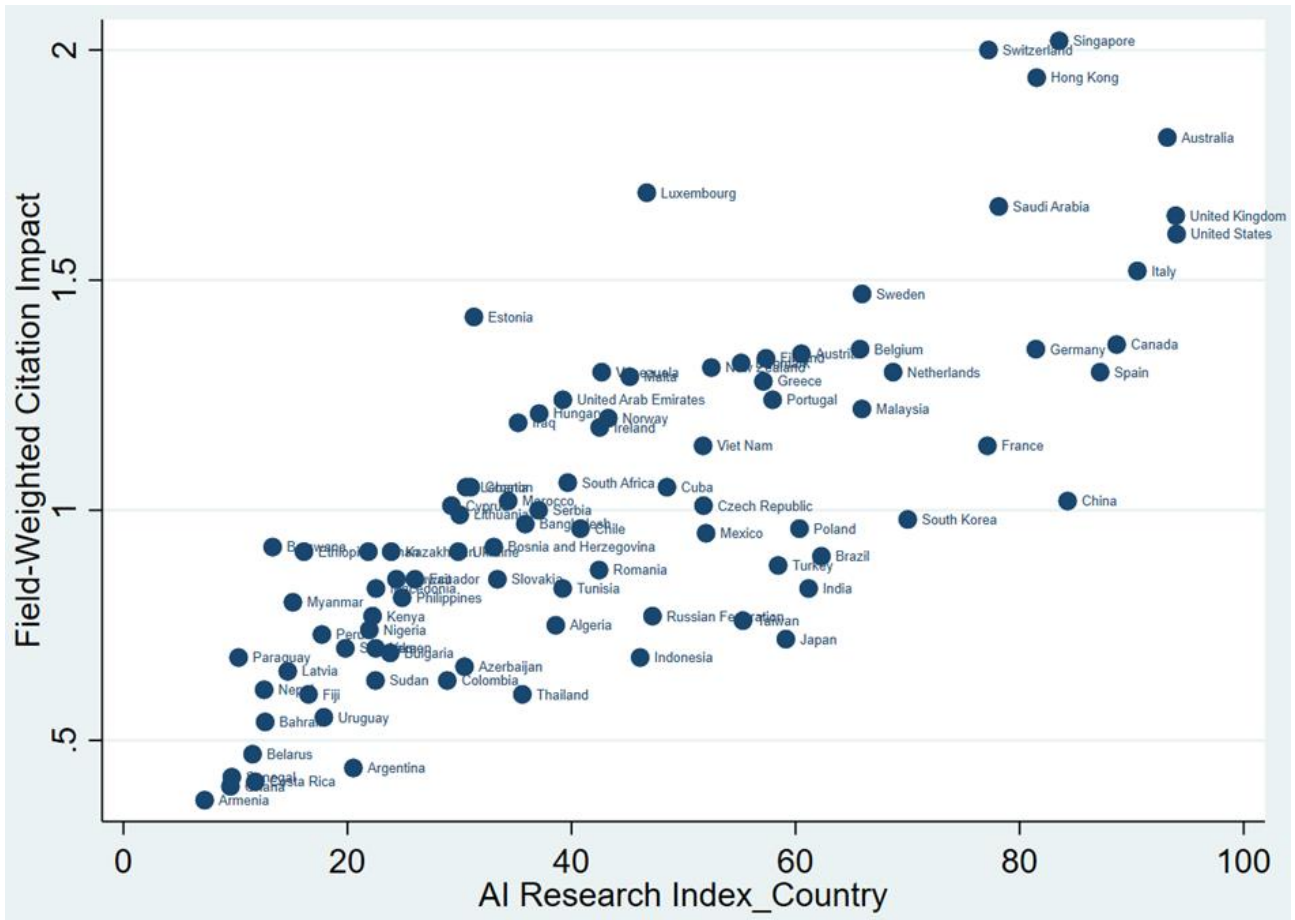
[그림 31] 인공지능 연구지수와 편당 인용 수



출처: SPRi Analysis

인공지능 연구지수와 Field Weight Citation Impact도 양의 상관관계를 가지며, 편당 인용 수 변수와 유사하게 싱가포르, 홍콩, 스위스 등의 국가들 값이 주요국 대비 높은 것으로 측정되었다. 주로 작고 강한 국가들이 인공지능 연구의 질적 변수 값이 높은 것으로 나타났으며, 이들 국가들은 경제규모를 고려하여 인공지능 연구의 양적 측면보다 질적 측면을 강조하고 있는 것으로 판단된다.

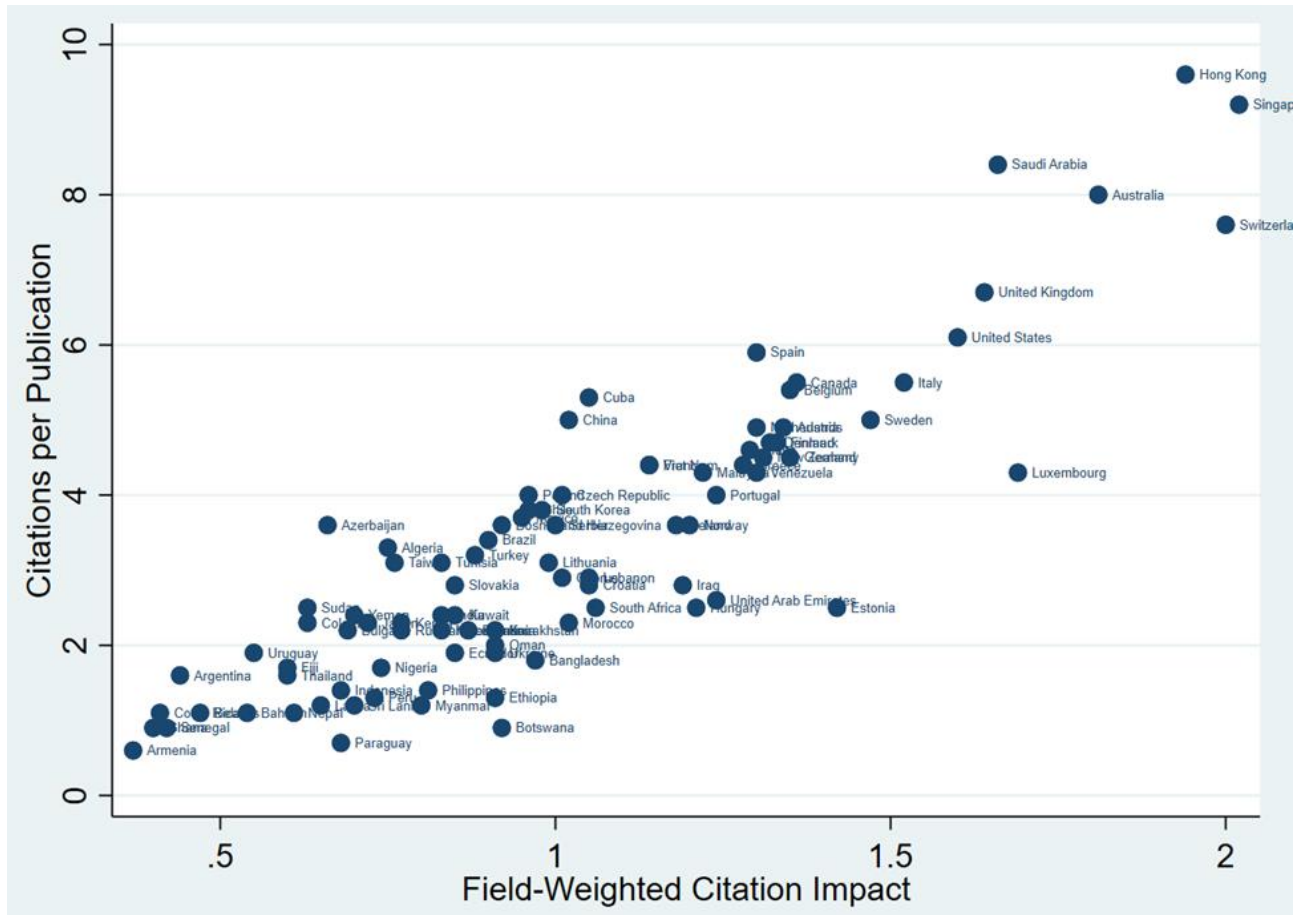
[그림 32] 인공지능 연구지수와 Field Weighted Citation Impact



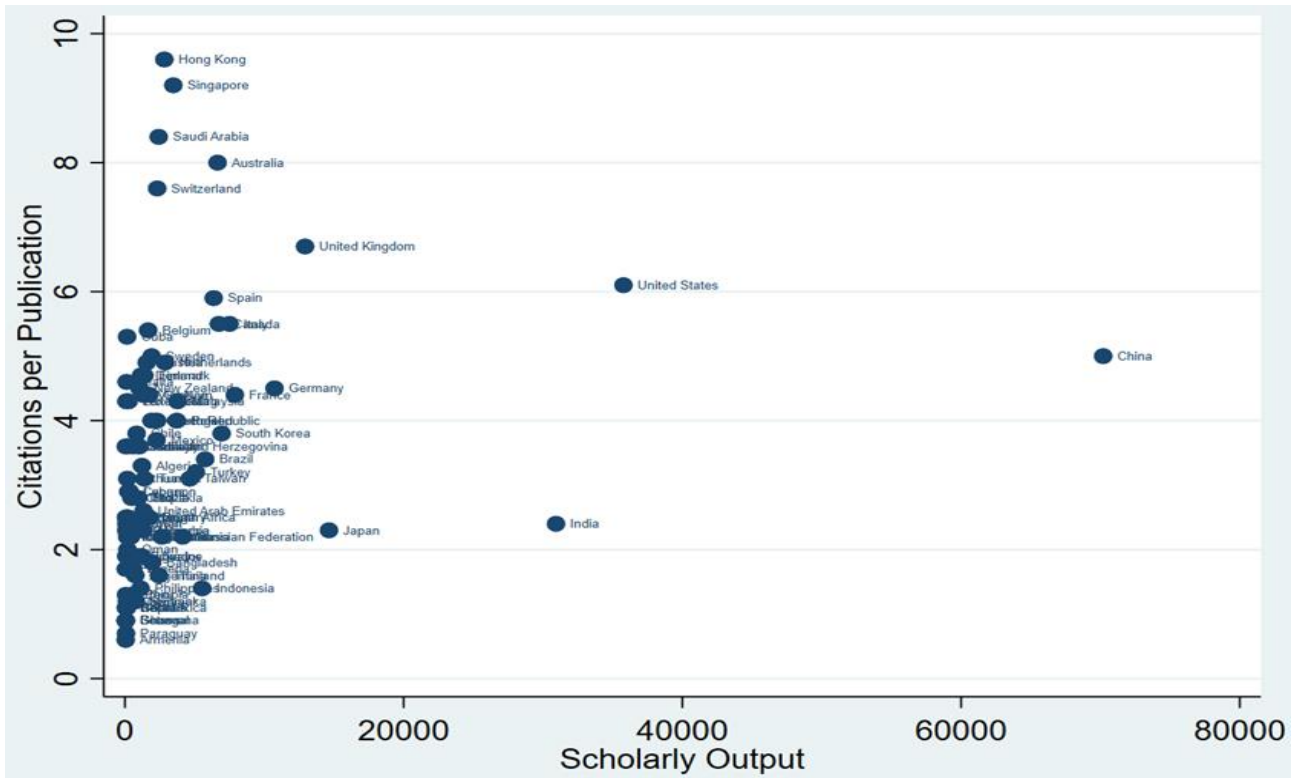
출처: SPRI Analysis

질적 지표 두 개, 편당인용수와 Field Weight Citation Impact도 상관관계가 높으며, 질적 지표 2개 모두 우수 국가들은 홍콩, 싱가포르, 사우디아라비아, 스위스 오스트리아 등의 국가들이다. 주요국 중 미국과 영국, 이탈리아도 두 질적 지표가 우수한 국가로 분류되고 있다.

[그림 33] 인공지능 연구 편당 인용 수 및 Field Weighted Citation Impact

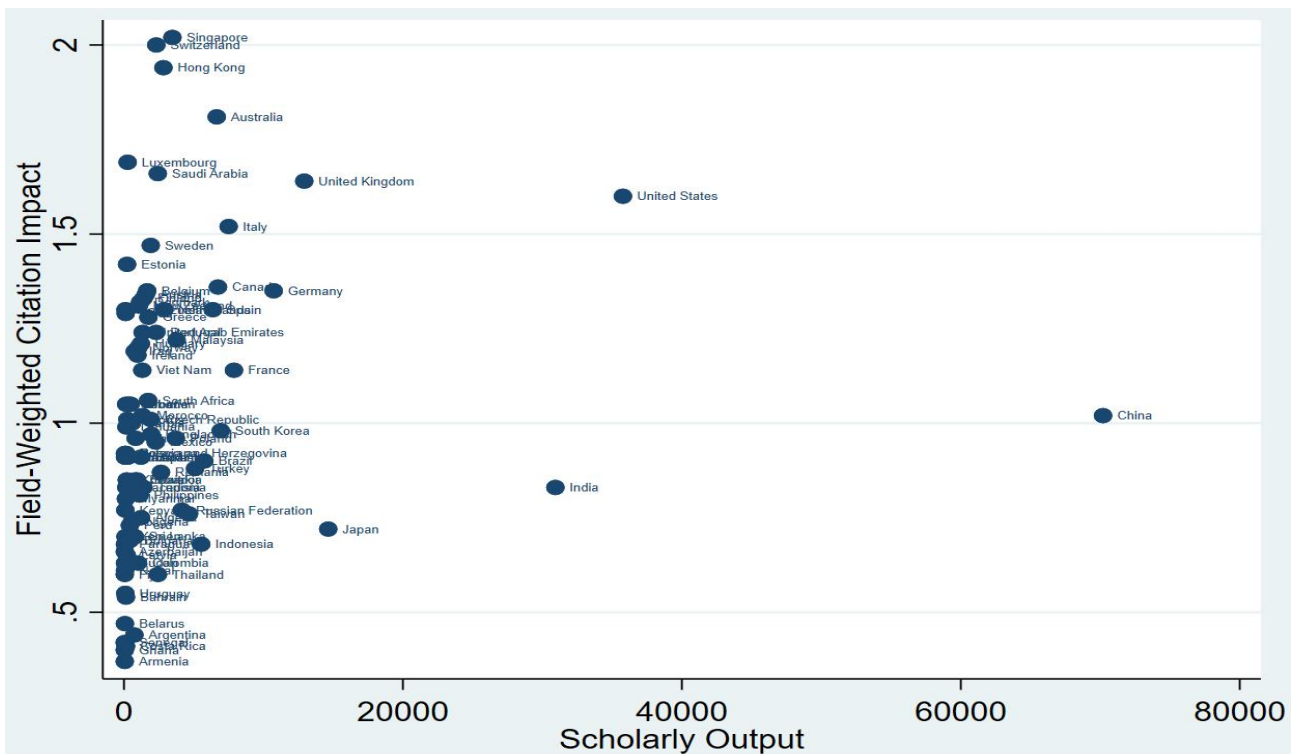


[그림 34] 인공지능 연구 편당 인용 수 및 연구 수



출처: SPRI Analysis

[그림 35] 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 및 연구 수

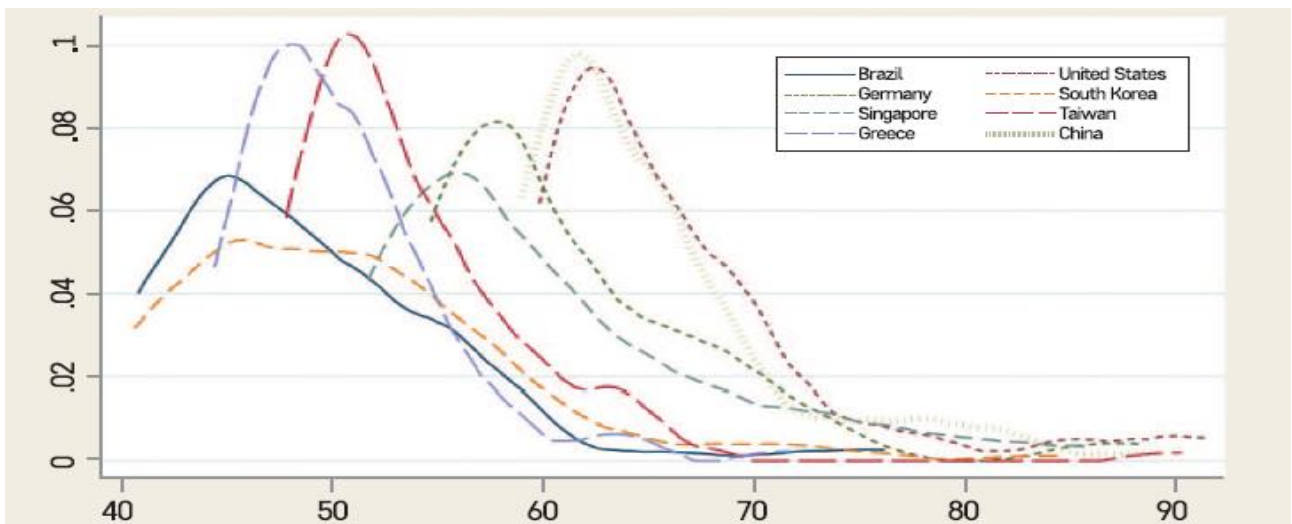


출처: SPRI Analysis

제 3절 종합분석 및 소결

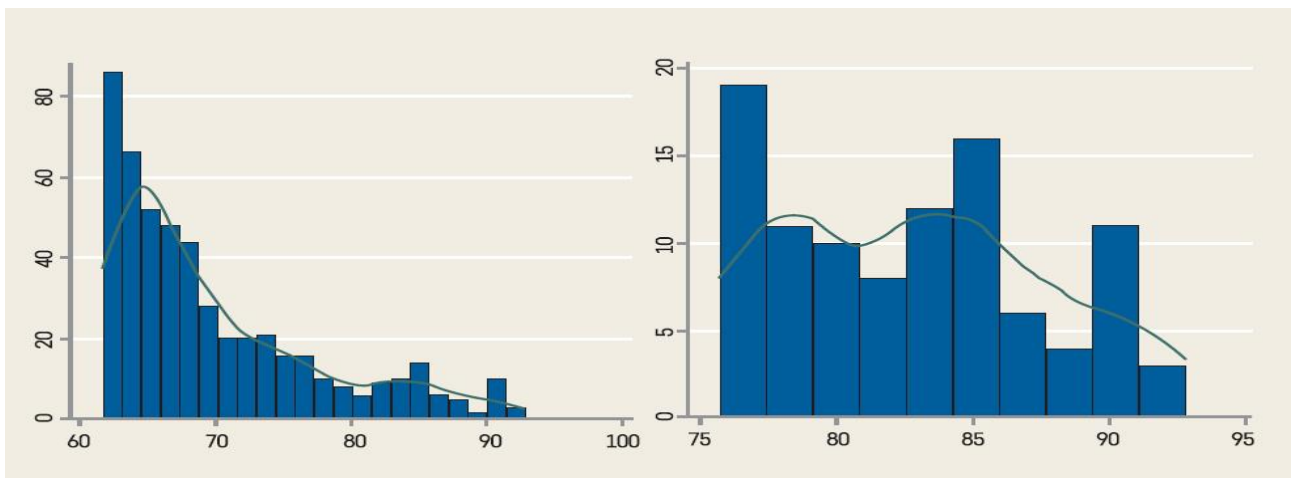
분석결과, 인공지능 연구역량 선도국과 후발국의 역량차이는 큰 것으로 분석되었다. 이는 기존의 대학 측면에 분석결과와 유사하다. 국가의 인공지능 연구역량 분포가 정규분포가 아닌 Power Law의 형태를 보이고 있다는 것이며, 이는 평균과 선도그룹간의 차이가 정규분포와 비교 시 매우 크게 나타난다는 것이다. 이러한 분석결과는 이미 언급했던 다양한 정치, 스포츠 분야 외에도 국가차원의 지수 비교 연구인 인공지능 두뇌지수에서도 나타나고 있다.

[그림 36] 국가별 인공지능 두뇌지수 분포(국가별 상위 100명)



출처: SW정책연구소(2019), “인공지능 두뇌지수 핵심인재: 분석과 의미”

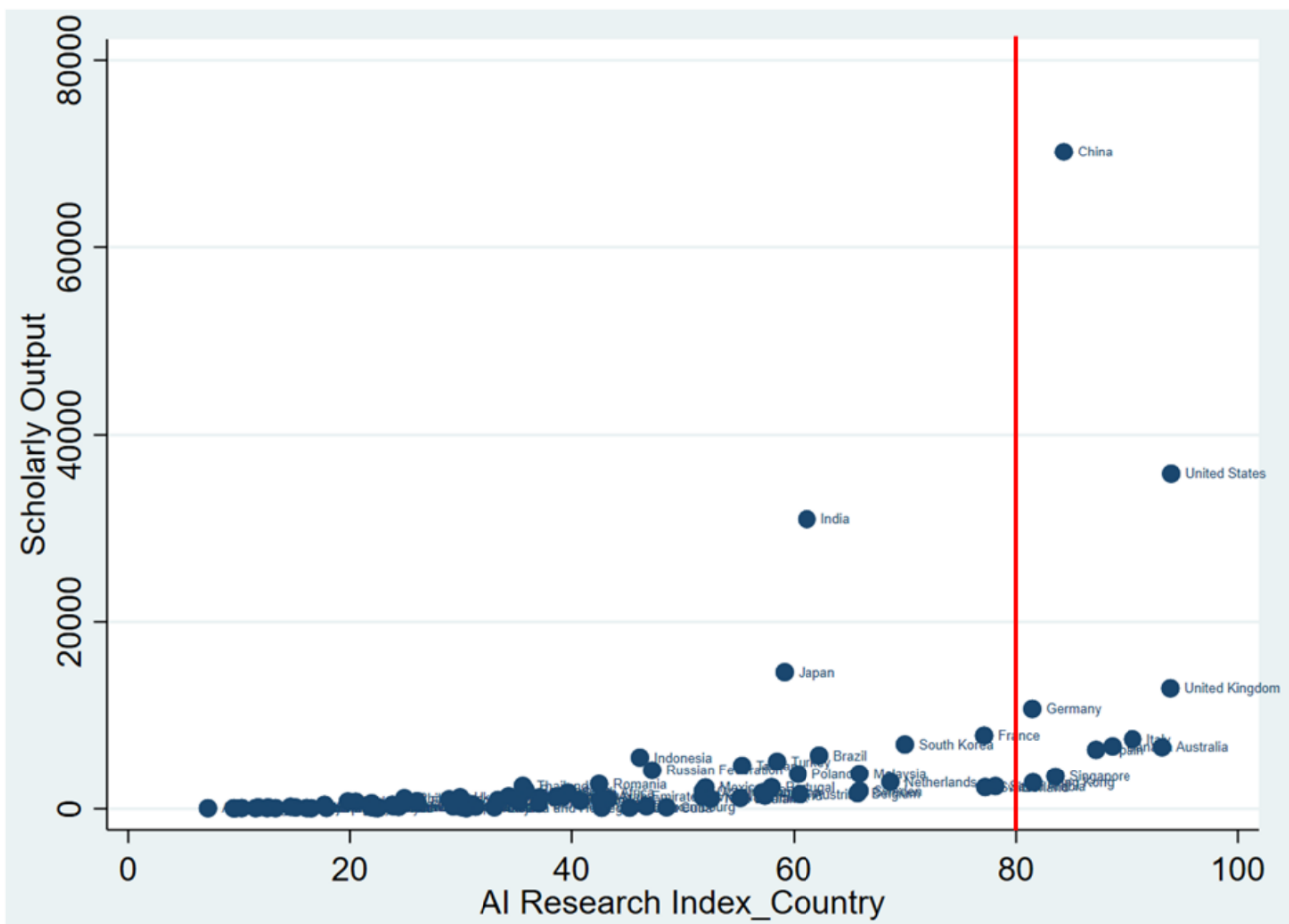
[그림 37] 세계 인공지능 핵심인재 500인, 100인의 인공지능 두뇌지수 분포



출처: SW정책연구소(2019), “인공지능 두뇌지수 핵심인재: 분석과 의미”

인공지능 역량 강화를 위한 국가 간 혁신 경쟁도 가속화될 전망이다. 한국은 질적 성과를 강화하면 상위 10위 내 진입이 가능할 것으로 전망된다. 향후, 스위스(12위), 프랑스(13위) 등 주요국들의 10위권 진입을 위한 경쟁이 가속화될 것으로 예측된다. 인도와 일본은 인공지능 연구 수가 주요국 대비 상대적으로 높아, 질적 보완을 통해 상위권으로 진입하기 위해 노력을 경주할 것으로 보이며, 14위인 한국은 인공지능 연구의 질적 측면을 보완한다면 Top 10 진입이 가능할 것으로 전망된다.

[그림 38] 91개국 인공지능 연구 수 및 국가 인공지능 연구지수



주: 국가 인공지능 연구지수 81.45점 이상부터 상위 10위

출처: SPRI Analysis

국가 측면에서도 인공지능 연구역량에 집중하고 있는 국가들에 주목할 필요가 있다. 인공지능 역량과 디지털경쟁력 순위는 일반적으로 비례하나, 반드시 일치하지는 않는다. 인공지능 연구지수와 IMD의 디지털경쟁력 순위를 크게 3개 범주로 구분하면,

두 역량이 모두 높은 (Ⅰ)군, 모두 보통인 군(Ⅱ), 모두 낮은 군(Ⅲ) 등 비례하는 국가들이 있는 반면, 인공지능 역량은 높으나, 디지털 경쟁력은 보통인 (Ⅳ)군 등 여러 형태가 존재한다. 두 지표의 순위를 비교한 결과, 특정 한 개의 역량이 매우 높고, 다른 역량이 매우 낮게 나타나는 국가는 나타나지 않았다.

(Ⅳ) 군의 국가들은 디지털 역량 전반의 역량은 보통이나, 최근 인공지능 연구역량을 높여 가며 선택과 집중을 하고 있는 것으로 판단된다. 향후 인공지능의 파급효과가 디지털을 포함한 산업 전 분야에 영향을 미치게 될 것이므로 이들 국가들의 연구역량 강화 추세, 이를 활용한 산업경쟁력 강화 방안 등에 주목하고 인재교류, 연구협력 등 다양한 교류 방안을 모색할 필요가 있다. 향후 (Ⅱ), (Ⅳ), (Ⅴ)군의 국가들이 (Ⅰ)군으로 진입하기 위해 경주 할 것으로 전망되며, 이에 대한 국가, 기업차원의 대응 전략이 중요한 시점이다.

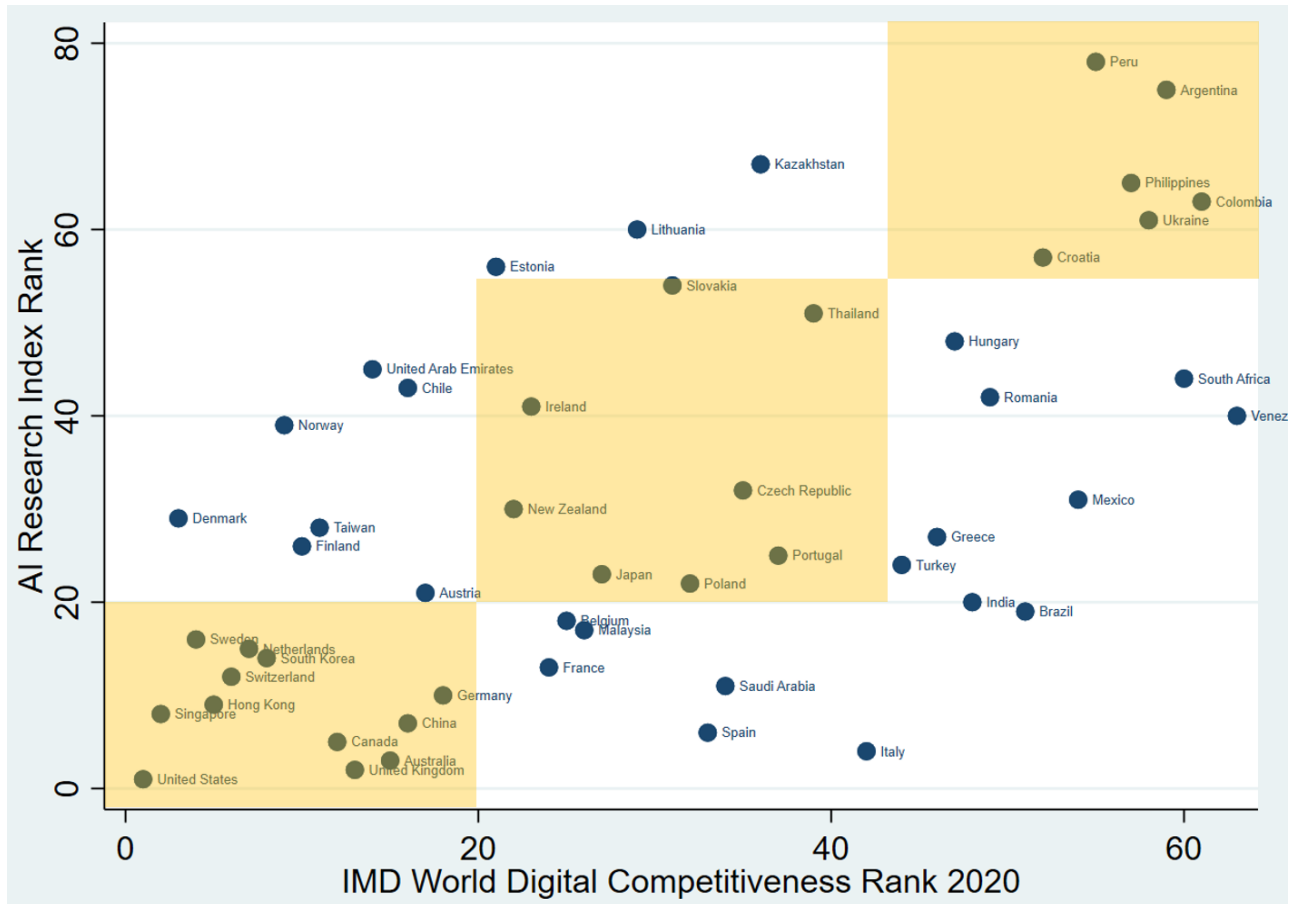
<표 20> 인공지능 연구지수 순위 및 IMD 디지털 경쟁력 지수 분류

		인공지능 연구지수		
		상	중	하
디지털 경쟁력 지수	상	(Ⅰ)United States, United Kingdom, Singapore, Canada, Hong Kong, Germany, China, Switzerland, South Korea 등	(Ⅱ)Denmark, Norway, Taiwan 등	(Ⅲ)
	중	(Ⅳ) Spain, Saudi Arabia, Italy 등	(Ⅴ) Japan, New Zealand, Ireland 등	(Ⅵ)Kazakhstan, Lithuania 등
	하	(Ⅶ)	(Ⅷ)Hungary, Romania, Greece, Turkey, Mexico 등	(Ⅸ)Peru, Ukraine, Colombia, Philippines, Croatia 등

주: 2020년 한국의 IMD 디지털경쟁력 순위는 63개국 중 8위이며 (Ⅰ)군에 해당

출처 : IMD(2020), IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020 기반 SPRi Analysis

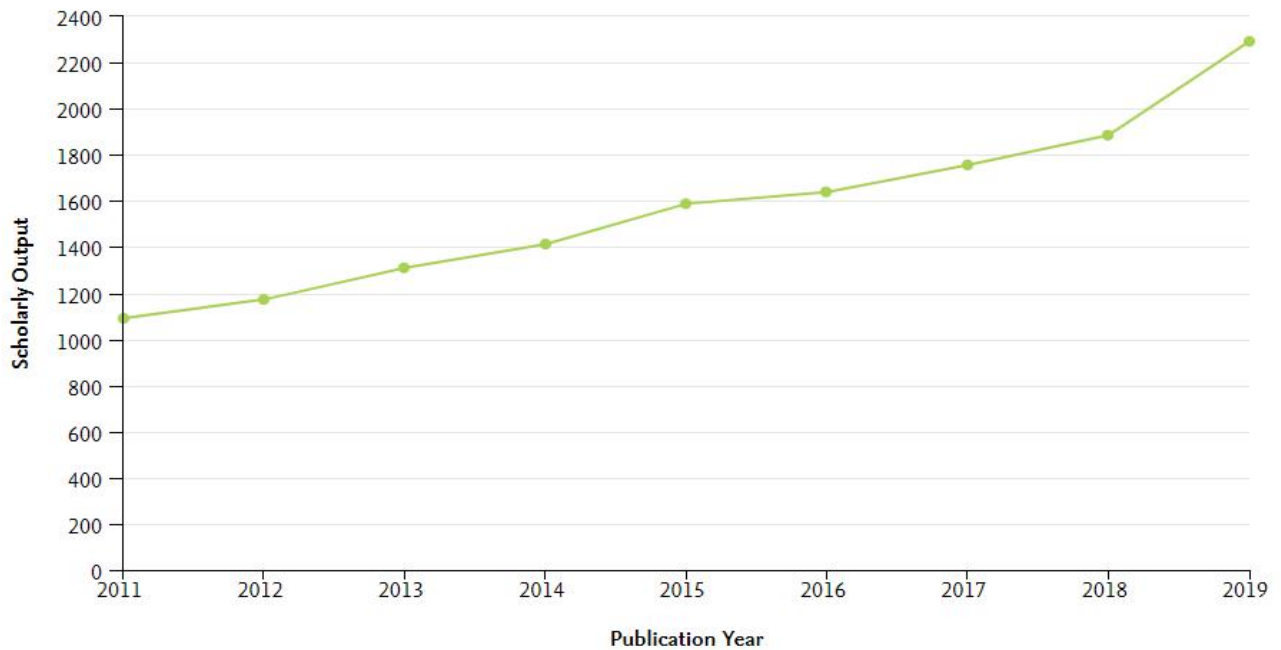
[그림 39] 인공지능 연구지수 순위 및 IMD 디지털 경쟁력 순위 Map



출처 : IMD(2020), IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020 기반 SPRI Analysis

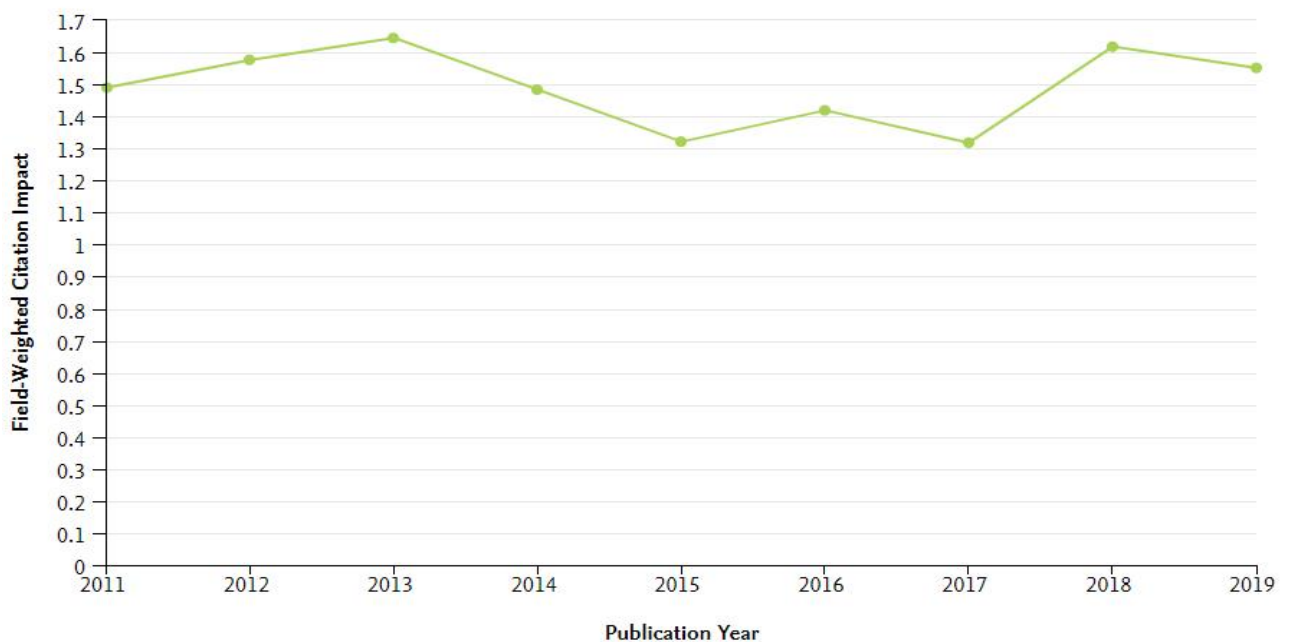
이탈리아의 경우, 인공지능 연구수가 지속적으로 상승하고 있으며 Field Weighted Citation Impact도 지속적으로 상위 수준을 유지하고 있다. 또한 글로벌 협력 연구 비중도 지속 확대되어 2019년 기준 45% 상회하고 있다.

[그림 40] 이탈리아의 인공지능 연구 수 변화



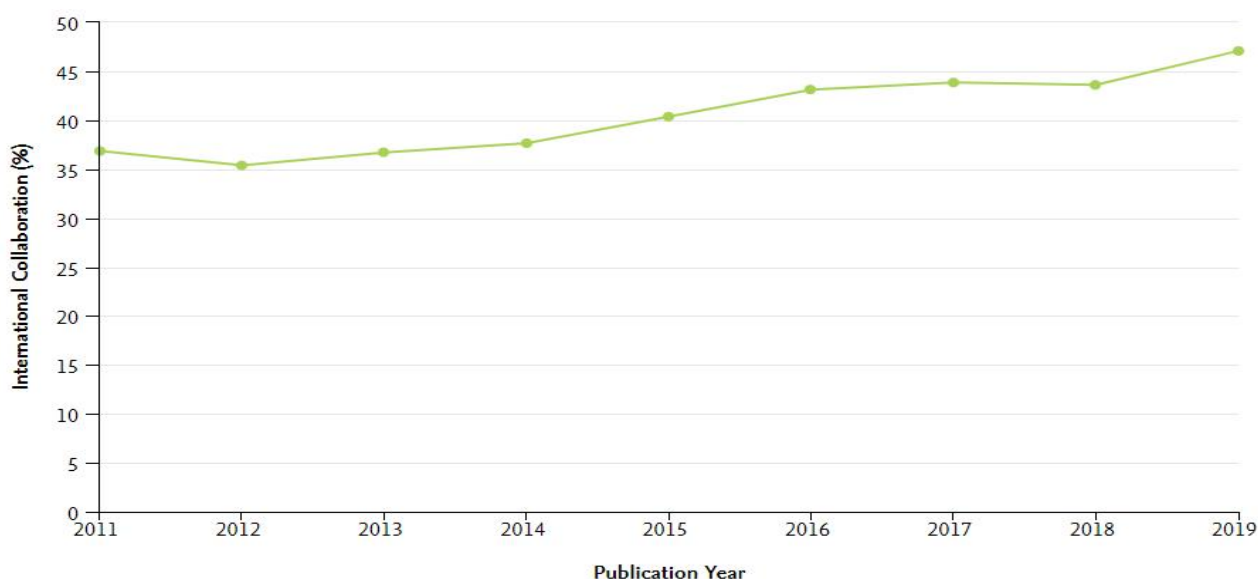
출처: SPRi Analysis

[그림 41] 이탈리아 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화



출처: SPRi Analysis

[그림 42] 이탈리아 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화



출처: SPRI Analysis

Italian Institute of Technology, Polytechnic University of Milan가 이탈리아 인공지능 연구를 이끌고 있으며, 정부출연 기관인 National Research Council of Italy의 연구역량도 높은 것으로 분석되고 있다. 인공지능 연수 수 기준 이탈리아의 상위 연구기관을 분석하면 아래 표와 같다.

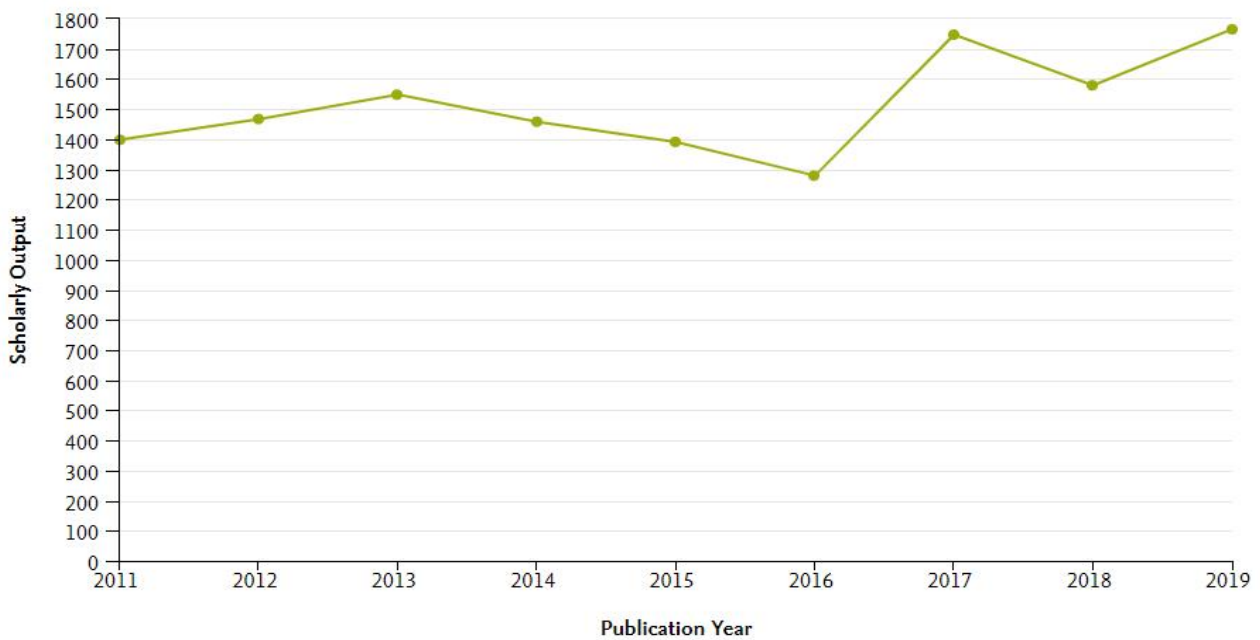
<표 21> 이탈리아의 인공지능 핵심 연구기관

	Institution	Scholarly Output	Citations per Publication	Field-Weighted Citation Impact
1	Italian Institute of Technology	577	4.8	1.53
2	Polytechnic University of Milan	560	6.2	1.72
3	National Research Council of Italy	546	4.2	1.44
4	University of Rome La Sapienza	468	5.1	1.64
5	University of Naples Federico II	435	4.1	1.71
6	University of Bologna	333	2.9	1.7
7	University of Pisa	330	5.5	1.96
8	University of Genoa	308	3.7	1.15
9	University of Padova	303	5.3	1.68
10	University of Salerno	265	6	2.09
11	University of Calabria	259	4.6	1.87

출처: SPRI Analysis

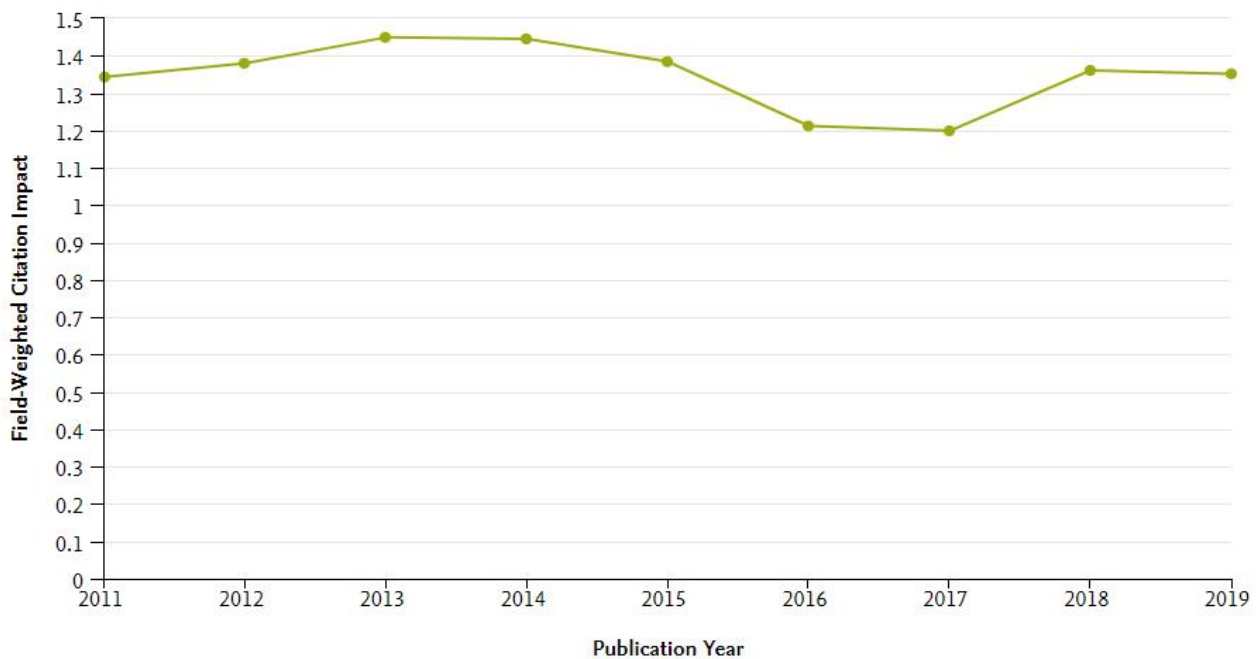
스페인도 2016년 이후, 인공지능 연구수가 지속적으로 상승하고 있으며 Field Weighted Citation Impact도 지속적으로 상위 수준을 유지하고 있다. 또한 글로벌 협력 연구 비중도 지속 확대되어 2019년 기준 55% 수준이다.

[그림 43] 스페인 인공지능 연구 수 변화



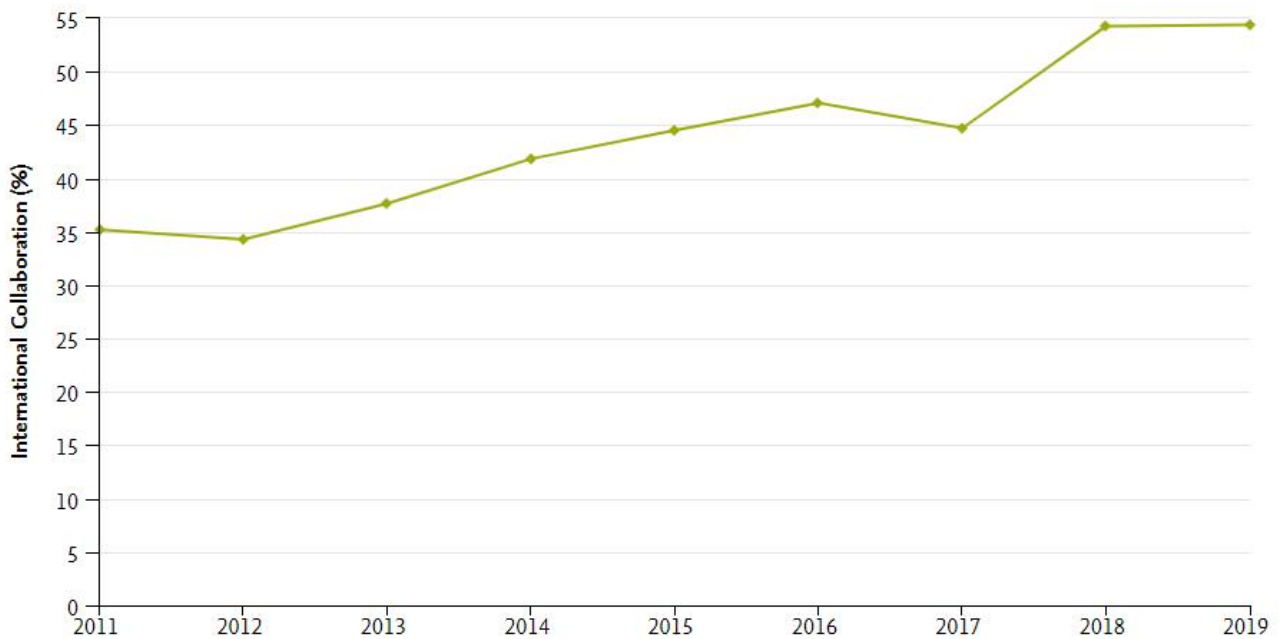
출처: SPRI Analysis

[그림 44] 스페인 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화



출처: SPRI Analysis

[그림 45] 스페인 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화



출처: SPRI Analysis

University of Granada, Polytechnic University of Catalonia, CSIC 등의 기관이 스페인 이탈리아 인공지능 연구를 이끌고 있다. 인공지능 연수 수 기준 이탈리아의 상위 연구기관을 분석하면 아래 표와 같다.

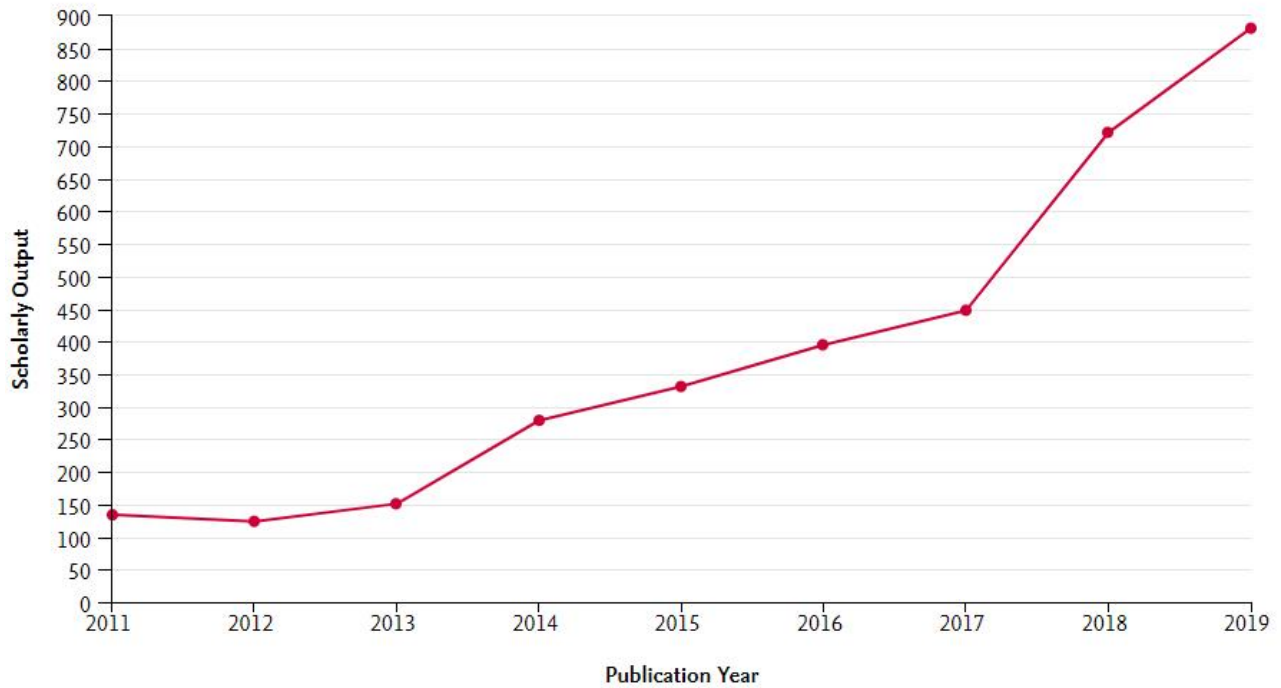
<표 22> 스페인 인공지능 핵심 연구기관

	Institution	Scholarly Output	Citations per Publication	Field-Weighted Citation Impact
1	University of Granada	498	11.2	2.35
2	Polytechnic University of Catalonia	491	4.1	1.17
3	CSIC	440	3.7	1.26
4	Technical University of Madrid	421	5.1	1.26
5	Polytechnic University of Valencia	340	3.4	1.14
6	University of the Basque Country	330	4.5	1.16
7	University of Seville	282	4.3	1.12
8	Universidad Carlos III de Madrid	274	4.1	1.16
9	University of Málaga	272	3.5	0.95
10	Complutense University	214	3.8	0.98

출처: SPRI Analysis

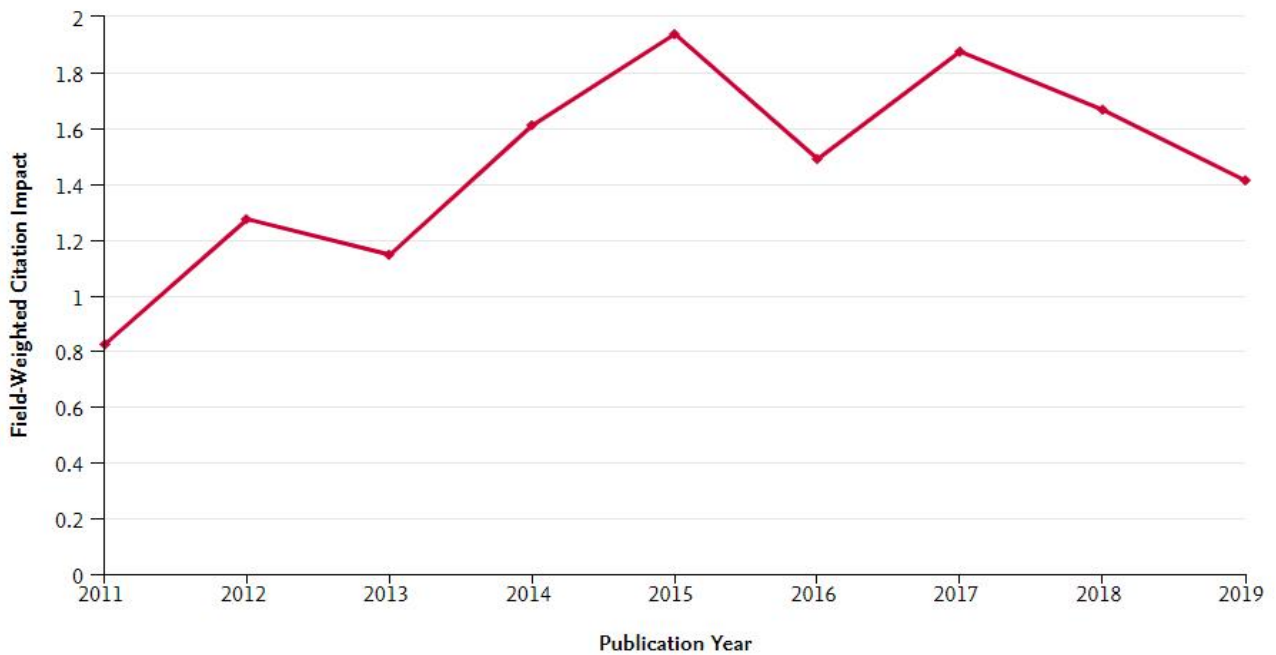
사우디아라비아의 인공지능 연구 수와 Field Weighted Citation Impact는 급증하고 있으며, 글로벌 협력 연구 비중도 매우 높아, 2019년 기준 60%를 상회하고 있다.

[그림 46] 사우디아라비아 인공지능 연구 수 변화



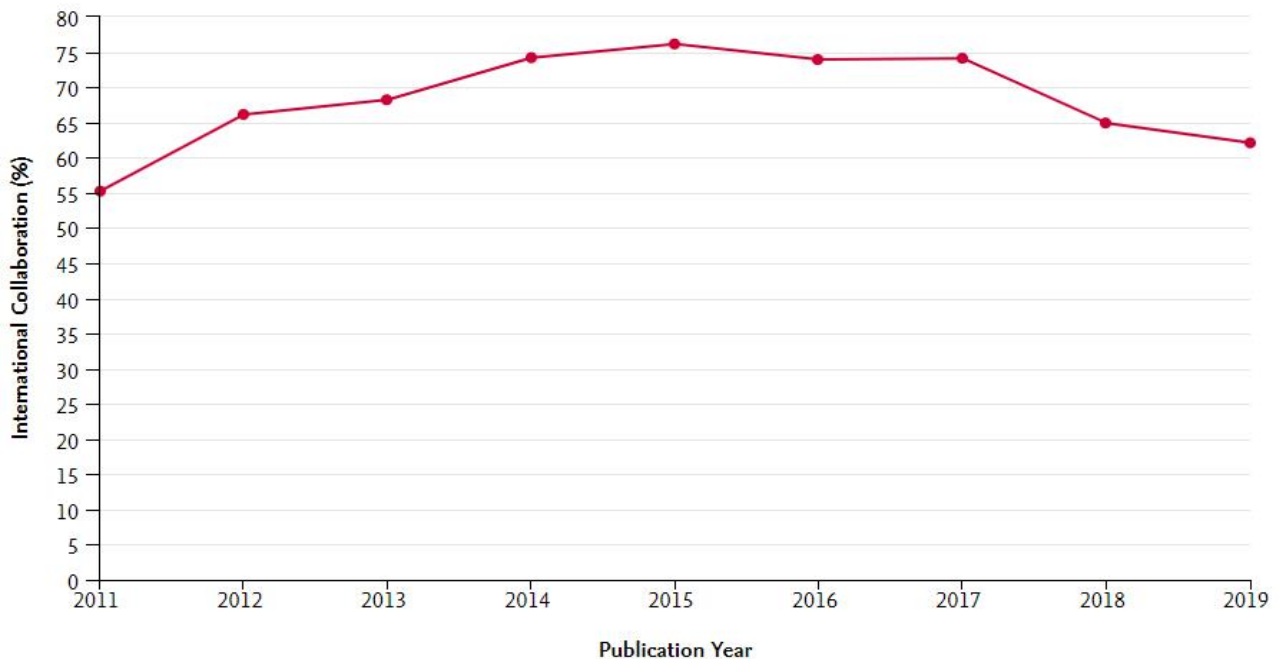
출처: SPRi Analysis

[그림 47] 사우디아라비아 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact 변화



출처: SPRi Analysis

[그림 48] 사우디아라비아 인공지능 연구 글로벌 협력 비중 변화



출처: SPRI Analysis

사우디아라비아는 King Abdulaziz University, King Saud University, King Fahd University of Petroleum and Minerals, King Abdullah University of Science and Technology 대학을 중심으로 인공지능 연구를 강화 중이다.

<표 23> 사우디아라비아 인공지능 핵심 연구기관

	Institution	Scholarly Output	Citations per Publication	Field-Weighted Citation Impact
1	King Abdulaziz University	635	15.2	2.39
2	King Saud University	382	5.4	1.72
3	King Fahd University of Petroleum and Minerals	180	3	0.98
4	King Abdullah University of Science & Technology	142	6.9	2.25
5	Imam Abdulrahman Bin Faisal University	94	2.1	0.85
6	Prince Sultan University (PSU)	94	4.4	2.23
7	King Khalid University	87	2.5	1.29
8	Umm Al-Qura University	82	2.2	1.41
9	Prince Sattam Bin Abdulaziz University	82	2	1.55
10	Taif University	73	1.5	0.52

출처: SPRI Analysis

제 5장 인공지능 연구역량 결정요인 분석

제 1절 개요

5장에서는 국가 인공지능 역량강화를 위해 어떠한 요인이 연구 성과에 영향을 미치는지 실증분석을 통해 함의를 도출하고자 한다. 연구단계별 연구개발비와 글로벌 협력연구 요인이 인공지능 연구 성과에 영향을 미쳤는지 중점 분석하였다.

OECD는 연구개발비를 연구단계별로 기초(Basic), 응용(Applied), 실험(Experimental) 측면으로 분류하고 있는데, 이러한 분류 방법은 연구의 선형적 진행, 즉 기초연구 결과가 응용연구에 활용되고 그 후 개발에 활용된다는 점을 강조하고 있다.

〈표 24〉 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 부분에서의 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 분석하였다.

《 분석 대상, 기간, 데이터 》

- 분석 국가 및 기간 : 총 30개국(OECD 27국 + 3개국)¹⁶⁾, 2000~2018년
- 연구개발 단계별 데이터는 OECD statistics, 인공지능 연구 양(Scholarly output, Citation per publication, Field weighted citation impact는 Elsevier DB를 활용

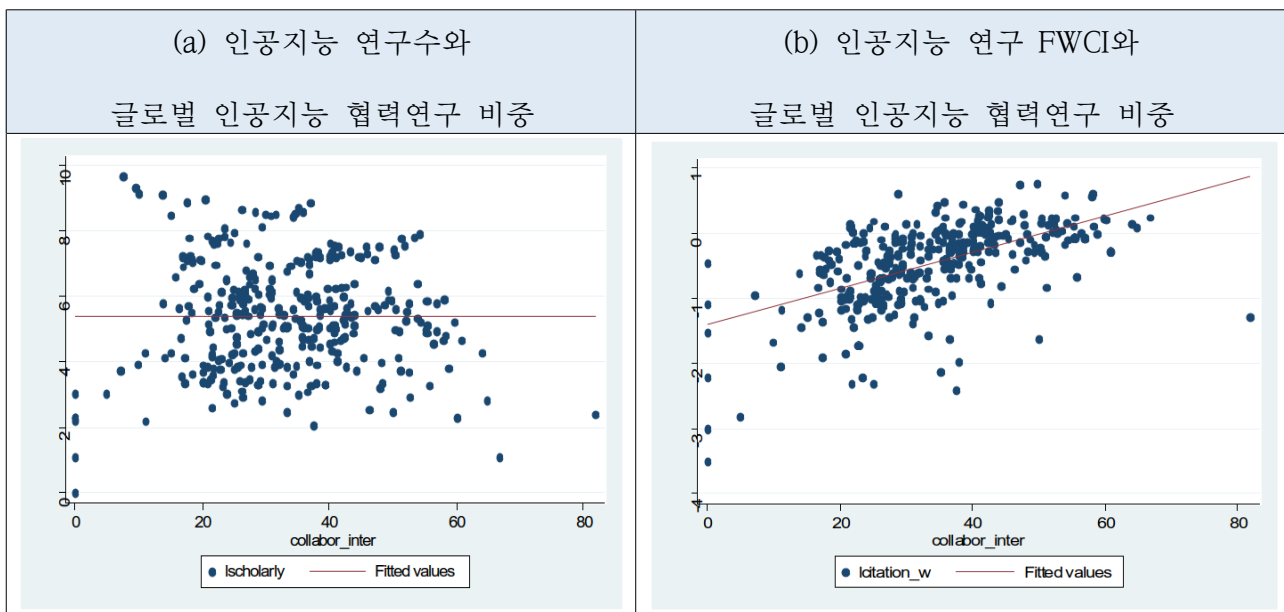
16) 아르헨티나, 오스트리아, 벨기에, 칠레, 중국, 체코, 덴마크, 에스토니아, 프랑스, 그리스, 헝가리, 아일랜드, 이스라엘, 이탈리아, 일본, 라트비아, 리투아니아, 멕시코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 남아프리카 공화국, 한국, 스페인, 스위스, 영국, 미국.

제 2 절 주 요 변 수

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 impact와¹⁷⁾는 양의 관계로 나타났다. 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 존재한다. 상관계수 측정결과, 양적 역량과는 -0.0003, FWCI와는 0.581로 측정되었다.

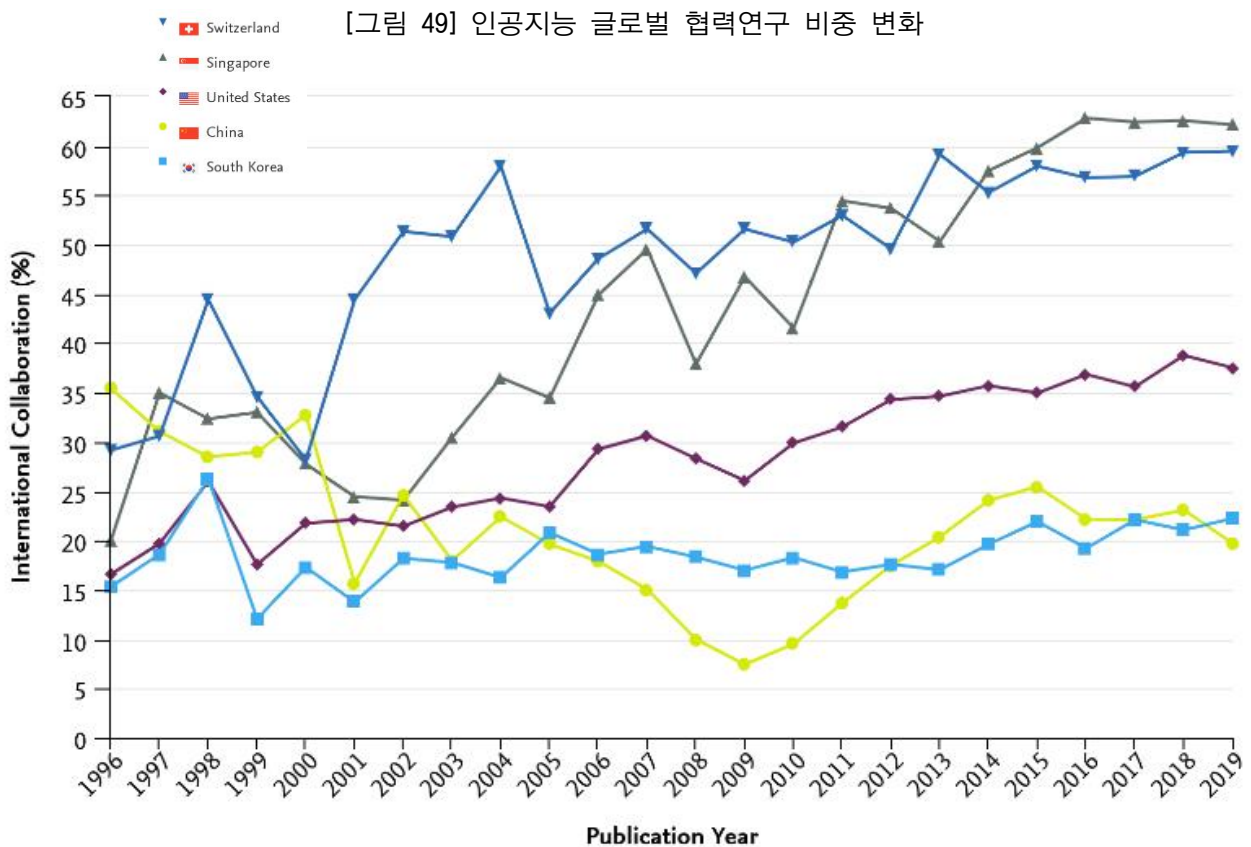
<표 25> 인공지능 연구역량 변수들과 글로벌 협력연구 간 상관관계



출처: SPRI Analysis

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

17) 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



출처: SPRi Analysis

② 연구개발비

연구개발비 세부 분류 측면에서도 국가별로 비중 차이가 존재한다. 2017년 기준 연구개발비 중에 기초연구 비중이 가장 높은 국가는 스위스 41.7%인 반면, 가장 낮은 국가는 중국 5.5%이다. 중국은 기초연구 비중이 낮으나, 개발연구는 84%로 가장 높은 수준이다. 한국의 경우, 상대적으로 기초연구 비중이 14.4%로 낮고 응용 비중이 63.6%로 높은 상황이다.

<표 26> 주요국들의 단계별 연구개발비 비중(2017년 기준)

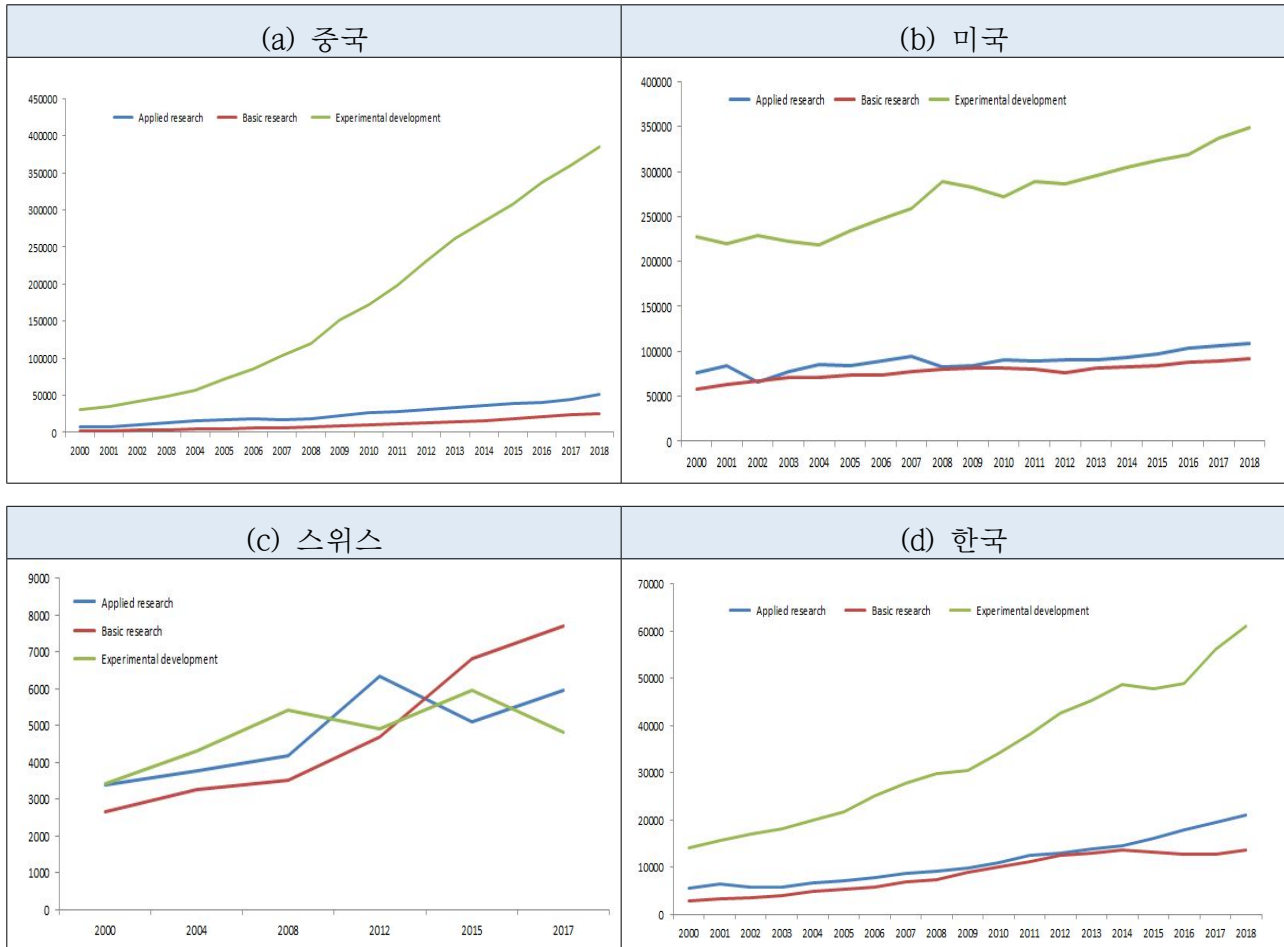
	Applied Research(%)	Basic Research(%)	Experimental Research(%)
중국	10.5	5.5	84.0
이스라엘	10.3	10.7	79.0
벨기에	45.9	11.0	43.1
일본	19.5	13.7	66.8
한국	22.0	14.5	63.6
미국	19.9	16.7	63.4
영국	42.7	17.4	40.0
오스트리아	33.5	17.9	48.6
노르웨이	37.7	18.0	44.3
덴마크	31.1	18.5	50.4
스페인	41.2	21.3	37.6
포르투갈	38.5	21.9	39.6
이탈리아	42.1	22.2	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

출처: OECD Statics 재구성

단계별 연구개발비의 추이도 국가별로 차이가 존재한다. 중국은, 실험단계 연구개발비가 다른 종류 연구개발비에 비해 가파르게 상승 중이다. 미국도 실험단계 연구개발비가 다소 상승하나, 3가지 종류의 연구개발비가 다소 안정적인 비율로 유지하고 있다. 스위스는 미국과 중국과 달리 기초 연구개발비의 꾸준히 상승 중이며, 특히 2010년 중반부터는 연구개발비 중에 기초연구에 비중이 가장 높은 상황¹⁸⁾이다. 한국의 기초 연구개발비는 2014년 이후 다소 감소하는 추세이나, 전체 비중은 유지 중이다.

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

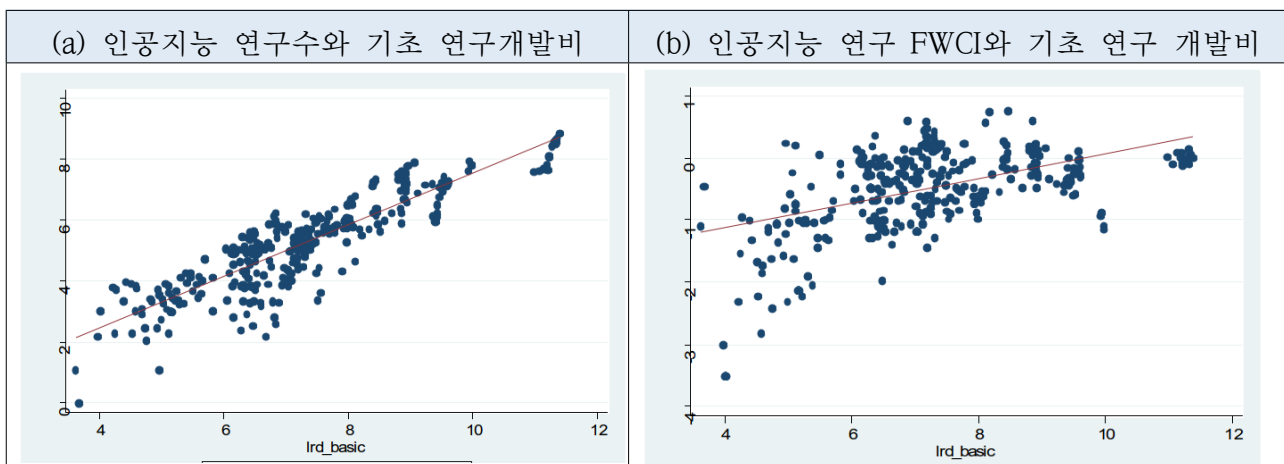
<표 27> 주요국들의 단계별 연구개발비 비중 변화



출처: OECD Statics 재구성

기초 연구개발비는 인공지능 연구의 양, 질적 역량과 양의 상관관계가 존재하는 것으로 분석되었는데, 상관계수 추정결과, 양적 역량과는 0.879, FWCI와는 0.457이다.

<표 28> 인공지능 연구역량 변수들과 기초 연구개발비 간 상관관계



제 3 절 추정 모형

패널 데이터를 기반으로 회귀분석을 활용하여 추정모형을 설정하였다. 종속변수인 인공지능 연구역량의 경우, 양적 역량은 인공지능 연구 수(Scholarly Output), 질적 역량은 편당 인용 수, FWCI(Field Weighted Citation Impact)를 각각 활용하였다. 독립변수로 연구개발 투자비를 기초, 응용, 실험으로 세분화하였고, 글로벌 협력연구 비율을 포함하였다. 국가수준 통제변수 벡터($Z_{i,t}$)에 1인당 실질 GDP의 로그 값과 중등 교육 등록률(%)을 포함하고 연도 더미(Year-Dummy)를 사용하였다. 매년 발생하는 사건이 측정 대상에 영향을 미치는 여부를 확인하기 위해서는 그 사건을 제외한 나머지 사건이 영향을 미치지 않았다는 가정이 필요하고, 이를 위해서 추가하는 통제 변수가 연도 더미 변수이다.

《 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

추정 모형과 주요 변수의 기초 통계량은 아래와 같다.

《 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 t기에 게재된 논문들의 해외 연구자와 공동작업 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 29> 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

제 4 절 분석 결과

인공지능 글로벌 협력 연구 비율이 증가하면 연구 수는 감소하고, 기초 분야 연구 개발비가 증가하면 인공지능 연구 수가 증가하는 것으로 분석되었다. Model 1에서는 해외 연구자와 공동연구 비율이 1% 증가하면, 인공지능에 대한 게재된 논문의 수는 1% 감소하는 것으로 추정되었다. 해외 연구자와 공동연구 비율의 계수는 -0.01로 5% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. Model 2에서는 연구개발비 유형 중에 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 양적 역량을 통계적으로 유의하게 증가시키는 것으로 분석되었다. 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, 인공지능 연구 수는 약 0.5%로 증가한다. 연구개발비 유형을 포함시켜도 해외저자와 공동연구 비율이 여전히 인공지능 연구의 양적 역량을 통계적으로 유의하게 감소시키는 것으로 나타났다. Model 3에서는 해외연구자와 공동연구 비율, 기초단계 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타났다.

<표 30> 인공지능 연구의 양적 역량 결정요인 : 총 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 증가하는 것으로 분석되었다. Model 1 분석결과 해외 연구자와 공동연구 비율이 1%로 증가하면, 인공지능 연구 편당 인용 수가 1.6% 증가하였다. 해외 저자와 공동연구 비율의 계수는 0.016으로 1% 수준에서 통계적으로 유의하였다. Model 2에서는 연구개발비 유형 중에 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 질적 역량을 통계적으로 유의하게 증가시키는 것으로 나타났다. 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, 편당 인용건수가 약 0.34%로 증가한다. 해외연구자와 공동연구 비율의 계수는 Model 1과 유사하며, 유의성도 비슷하다. Model 3 결과, 해외연구자와 공동연구 비율과 기초단계 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타났다.

<표 31> 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 증가하였다. Model 1 결과, 해외 연구자와 공동연구 비율이 1%로 증가하면, 인공지능 연구 Field Weighted Citation Impact값이 1.6% 증가한다. 해외저자와 공동연구 비율의 계수가 0.016이고, 이 계수 값은 1% 수준에서 유의하다. Model 2에서는 기초단계 연구개발비가 인공지능 연구의 질적 역량을 통계적으로 유의하게 증가키며, 기초단계 연구개발비가 1%로 증가하면, Field Weighted Citation Impact가 약 0.35%로 증가한다. Model 3 결과, 해외연구자와 공동연구 비율과 기초단계 연구개발비의 로그 값은 국가 수준 통제 변수들을 포함시켜도 그 유의성에 변화가 없는 것으로 나타났다.

<표 32> 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

제 5 절 종합분석 및 소결

요인별로 인공지능 연구의 양과 질에 영향을 미치는 정도가 상이하다. 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 기여한다. 이는 과학, 수학, 물리 등 기초과학이 인공지능 역량과 상관관계가 있다는 것을 의미한다.

<표 33> 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	◎	○

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

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

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

한국의 인공지능 연구역량 수준과 고성과 결정요인을 고려한 정책 설계가 필요하다. 국가 인공지능 연구지수 측정결과, 한국은 인공지능 연구 양은 우수하나, 질적 지표의 상대적 부진으로 91개국 중 14위이다.

<표 34> 국가 인공지능 연구지수 측정결과

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)
------	------------	------------	----------	-----------

이에, 인공지능 연구의 질적 성과 향상을 위해 글로벌 연구협력을 강화할 필요가 있다. 글로벌 우수 연구자와의 협력을 장려하고, 이를 지속하기 위한 지원을 확대하는 방안을 모색해야 한다. 인공지능 선도국가 포함, 신 남방, 신 북방 등 전 세계 우수한 연구자들을 발굴하고 협력 체계를 강화할 필요가 있다. 글로벌 연구협력 강화가 양적 확대 측면에서는 비효과적이라는 점에도 유의해야 한다.

미래지향적 연구개발 자원 배분·조정을 통해 인공지능 연구의 질적 성과를 제고해야 한다. 기초연구 비중을 일부 상향하거나, 혹은 유지하더라도 인공지능과의 융합 연구 강화를 통해 시너지를 제고하는 방안을 모색할 필요가 있다. 미국은 탄탄한 기초과학 → 인공지능 연구 양·질 ↑ → 인공지능과 기초과학 융합 → 기초과학 및 인공지능 역량 제고의 선순환 체계 확립에 주력하고 있다. 美 에너지부는 산하 국가 연구소를 통해 “과학을 위한 AI(AI for Science)”를 발표하고 과학의 영역까지 AI의 활용을 추진¹⁹⁾중이다.

《 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 연구 개발 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

19) 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 고려해야한다.

마지막으로 연구의 한계점 보완을 통해 인공지능 연구 성과 결정요인 관련 연구를 확대할 필요가 있다. 연구개발비에서 인공지능 증분을 별도로 구분하여 분석을 추진하는 방안 모색하고, 컴퓨팅 파워, 인재 역량 등 다양한 변수를 추가하여 연구 성과에 미치는 영향을 입체적으로 분석할 필요가 있다.

제 6 장 시사점

인공지능 연구지수를 결과를 종합하고 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 인공지능 연구지수 측정결과, 세계 주요 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 간에 차이가 존재하며, 평균 수준과 선도 수준간의 괴리는 매우 크다는 것을 알 수 있다.

둘째, 세계 대학, 국가들의 인공지능 연구역량 강화를 위한 양·질적 노력이 예상되며 선도그룹에 포함되기 위한 경쟁이 치열해질 전망이다. 선도 추격 군이 역량 강화를 통해 선도군 진입을 위해 노력 중이며, 대학의 경우 상위 100개 대학 중 비중이 높은 중국, 호주 대학들의 약진이 예상된다.

셋째, 선택과 집중을 통해 부상하는 인공지능 대학, 국가들에 주목하고, 협력 방안을 모색해야 한다. 대학 측면에서는 선도대학 포함, King Abdulaziz University, Johns Hopkins University 대학 등 선택과 집중을 통해 역량을 키워나가는 대학들의 연구 활동을 보다 면밀히 분석해 볼 필요가 있다. 국가 측면에서도 이탈리아, 스페인, 사우디아라비아 등 인공지능 역량을 집중 강화하고 있는 국가들에 주목해야 한다. 인공지능 석·박사 과정 대상 국내 기업 채용 박람회 개최, 인공지능 공동연구 자금 지원, 국내 취업 활성화를 위한 비자 제도 정비 등을 통해 인재를 유치하고 공동연구를 확대하는 방안을 모색해볼 필요가 있다. 해외 협력 거점 네트워크를 보유한 공공기관을 통해 국가별 산업인력 현황을 파악하고 국내 인력 수요 기업에 소개하는 방안도 검토해 볼 수 있다. 현지에 인공지능 연구협력센터 를 설립하는 등 인재의 국내 유치 이외의 방안도 고려 해 볼 수 있는데, 구글, 마이크로소프트 등 미국의 주요 기업은 싱가포르, 인도에 인공지능 연구센터를 설립하여 자국 내 부족한 인공지능 인력 문제를 일부 해소하고 있다.

넷째, 인공지능 연구역량에 관한 오류의 함정에서 벗어나야 한다. 인공지능 연구역량 분포가 정규분포가 아닌 Power Law의 형태이며 이는 평균 수준이라 인식하고 있는 그룹이 선도 그룹을 따라 잡기 위해서는 많은 노력이 필요하다는 것을 의미한다. 또한, 대학의 경우, Computer Science 순위와 인공지능 연구역량과 반드시 일치하지 않기 때문에 현 위치를 면밀히 분석해야 한다. 또한, 대학들은 모든 분야에서 인공지능 역량을 높이기보다, 대학의 특징과 장점을 살려 선택과 집중을 통해 경쟁력을 차별화 하는 방안을 모색해야 한다. 국가적 측면에서도 인공지능 연구역량에 집중하고

있는 국가들에 주목하고 연구역량과 디지털경쟁력이 반드시 일치하지 않음에 유의해야 한다.

다섯째, 한국의 인공지능 연구역량 수준과 고성과 결정요인을 고려한 정책 설계가 필요하며, 미래지향적 연구개발 자원 배분·조정을 통해 인공지능 연구의 질적 성과를 제고해야 한다. 기초연구 비중을 일부 상향하거나, 혹은 유지하더라도 인공지능과의 융합 연구 강화를 통해 시너지를 제고하는 방안을 모색할 필요가 있다.

마지막으로, 인공지능 연구지수 측정 모형을 지속 발전시키고 모니터링 체계를 구축하는 방안을 모색할 필요가 있다. 인공지능 연구지수를 통해 변화하는 국가, 대학의 인공지능 연구역량을 지속 관측하는 방안을 검토해 보아야 한다. 본 연구에서는 국내 대학들의 데이터가 제외되었으나, 향후 포함하여 국내 대학들의 인공지능 역량 파악 및 방향성 점검에 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 인공지능 연구지수 기반 성장하는 대학, 국가들을 탐색하고, 협력체계 구축 방안을 모색하는 것이다. 본 연구에서 활용된 성과지표 외에 특허 등 다양한 변수를 추가 고려하여 측정모형을 지속 개선하고 세분화할 필요가 있다. 인공지능 연구지수는 분야 전체를 포괄하여, 평균적인 개념으로 측정되었으며, 향후, 인공지능 기술 분야를 세분화하여 측정 시 역량을 구분하면 보다 세밀한 분석이 가능하기 때문이다. 또한, 인공지능 연구지수의 범위를 현 대학, 국가에서, 기업 및 정부출연 기관 등으로 확대하여 분석하는 방안도 검토해 볼 수 있다.

별 첨 1: 인공지능 연구지수 상위 100개 대학

순위	대학	국가
1	University of California at Berkeley	United States
2	Massachusetts Institute of Technology	United States
3	Stanford University	United States
4	Swiss Federal Institute of Technology Zurich	Switzerland
5	King Abdulaziz University	Saudi Arabia
6	National University of Singapore	Singapore
7	Carnegie Mellon University	United States
8	University of Cambridge	United Kingdom
9	CAS - Institute of Automation	China
10	University of Technology Sydney	Australia
11	Nanyang Technological University	Singapore
12	University of Oxford	United Kingdom
13	University College London	United Kingdom
14	Johns Hopkins University	United States
15	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong
16	University of Adelaide	Australia
17	Griffith University Queensland	Australia
18	University of Granada	Spain
19	Iwate Prefectural University	Japan
20	Peking University	China
21	Sichuan University	China
22	Xidian University	China
23	Harvard University	United States
24	University of Washington	United States
25	Nanjing University of Information Science & Technology	China
26	University of Southern California	United States
27	Huazhong University of Science and Technology	China
28	Hong Kong Polytechnic University	Hong Kong
29	Tsinghua University	China
30	University of Electronic Science and Technology of China	China
31	University of Science and Technology of China	China
32	Imperial College London	United Kingdom

33	Harbin Institute of Technology	China
34	Georgia Institute of Technology	United States
35	Bohai University	China
36	University of Melbourne	Australia
37	Northwestern Polytechnical University Xian	China
38	University of California at San Diego	United States
39	Shenzhen University	China
40	Shanghai Jiao Tong University	China
41	Islamic Azad University	Iran
42	Sun Yat-Sen University	China
43	Nanjing University of Science and Technology	China
44	Technical University of Munich	Germany
45	Southeast University	China
46	Tianjin University	China
47	Zhejiang University	China
48	University of Chinese Academy of Sciences	China
49	Xi'an Jiaotong University	China
50	Central South University	China
51	University of Pennsylvania	United States
52	University of Malaya	Malaysia
53	Italian Institute of Technology	Italy
54	University of Sydney	Australia
55	University of Michigan, Ann Arbor	United States
56	City University of Hong Kong	Hong Kong
57	University of California at Los Angeles	United States
58	Arizona State University	United States
59	University of Zurich	Switzerland
60	Nanjing University	China
61	Thapar University	India
62	University of Toronto	Canada
63	South China University of Technology	China
64	University of Macau	Macao
65	Singapore University of Technology and Design	Singapore
66	Polytechnic University of Milan	Italy
67	CAS - Institute of Computing Technology	China
68	University of Freiburg	Germany

69	University of Illinois at Urbana-Champaign	United States
70	Hong Kong University of Science and Technology	Hong Kong
71	University of New South Wales	Australia
72	University of Maryland, College Park	United States
73	National University of Defense Technology	China
74	Wuhan University	China
75	Université Paris-Saclay	France
76	Shenzhen Institute of Advanced Technology	China
77	University of Edinburgh	United Kingdom
78	Tongji University	China
79	Beihang University	China
80	De Montfort University	United Kingdom
81	Cornell University	United States
82	Guangdong University of Technology	China
83	Tsinghua National Laboratory for Information Science and Technology	China
84	University of Rome La Sapienza	Italy
85	Beijing Institute of Technology	China
86	Delft University of Technology	Netherlands
87	Northeastern University China	China
88	Swiss Federal Institute of Technology Lausanne	Switzerland
89	Xiamen University	China
90	New York University	United States
91	Virginia Polytechnic Institute and State University	United States
92	Southwest Jiaotong University	China
93	Dalian University of Technology	China
94	University of Tehran	Iran
95	Beijing University of Posts and Telecommunications	China
96	Cairo University	Egypt
97	Amrita Vishwa Vidyapeetham	India
98	University of Alberta	Canada
99	Southwest University	China
100	University of Pisa	Italy

별 첨 2: 연구역량 분석 포함 Journal 및 Conference 예시

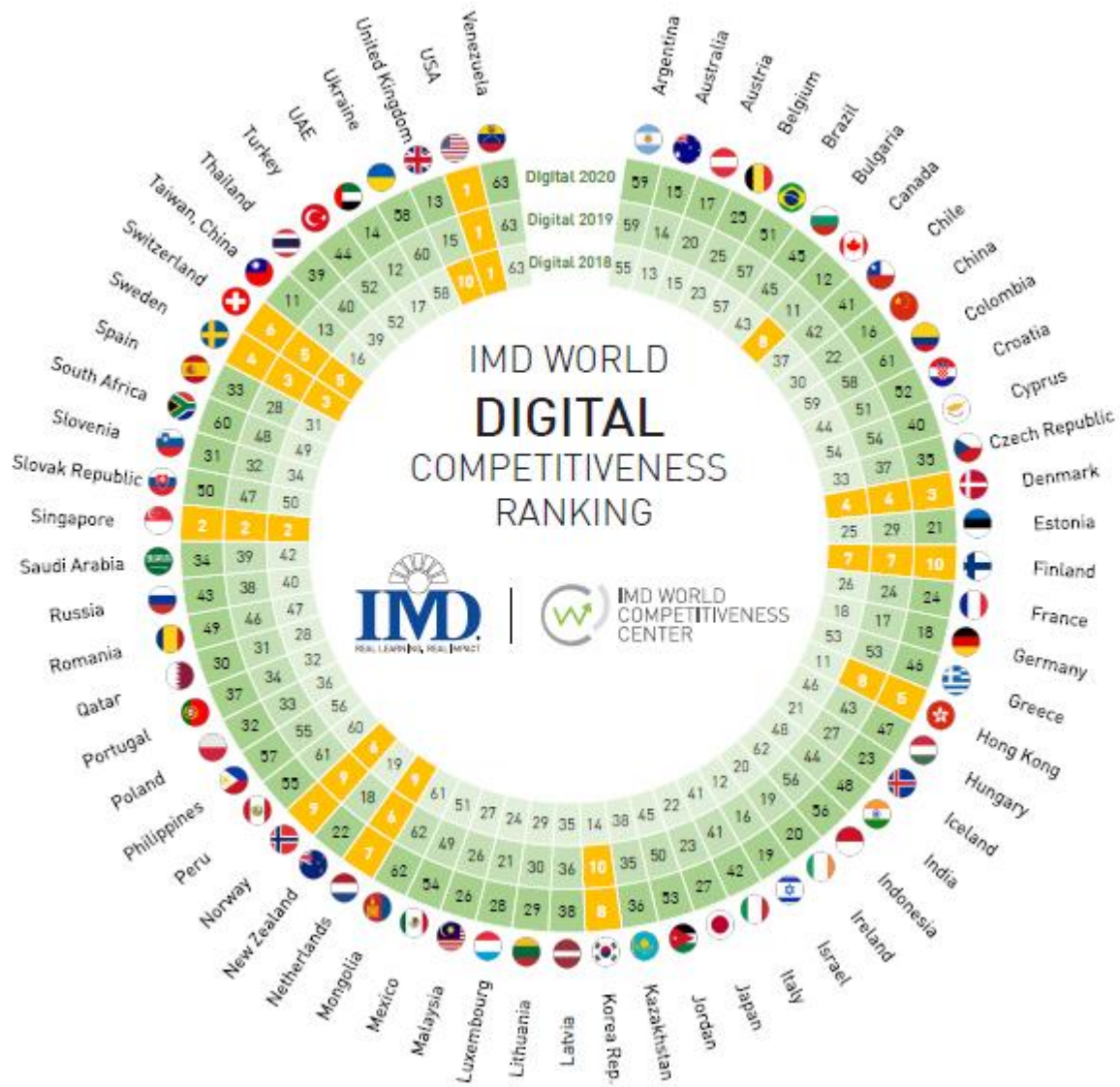
Conference

CVPR : IEEE/CVF Conference on computer vision and pattern recognition
NeurIPS: Neural Information Processing systems
ECCV: European Conference on Computer Vision
ICML: International Conference on Machine Learning
ICCV: IEEE/CVF International Conference on Computer Vision
ACL: Meeting of the Association for Computational Linguistics
SIGIR : special interest group on information retrieval
WWW : The Web Conference
ACL : Association for Computational Linguistics
KDD : Knowledge Discovery and Data Mining
AAAI :Association for the Advancement of Artificial Intelligence
IJCAI : International Joint Conferences on Artificial Intelligence Organization
ICLR : The International Conference on Learning Representations
WSDM : Web Search and Data Mining
CIKM : Conference on Information and Knowledge Management
EMNLP: Empirical Methods in Natural Language Processing 등 포함
4,102개 컨퍼런스

Journal

ACM Transactions on Information System (TOIS)
Artificial Intelligence (AIJ)
IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE)
Computational Linguistics (CL)
Journal of Machine Learning Research (JMLR)
IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI)
ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology(TIST)
Information Processing & Management (IPM)
Information Retrieval (IRJ)
Journal of the American Society for Information Science and Technology (JASIST) 등
포함 224개의 저널

별 첨 3: Digital Competitiveness Ranking



참고문헌

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), 547-568.

Defence News(2020.6.23.), “Congress has questions about the Air Force’s and Navy’s next-generation fighter programs”

Evangelista et al(1997),“Nature and Impact of Innovation in Manufacturing: Some Evidence from the Italian Innovation Survey,”Research Policy, 26, 521-536.

Ernest O’Boyle, Herman Aguinis, “The Best And The Rest: Revisiting The Norm Of Normality Of Individual Performance”, Personnel Psychology 65(1) · March 2012

Element AI (2019), Global AI Talent Report 2019.

Krätke, S. (2010), “Regional Knowledge Networks: A Network Analysis Approach to the Interlinking of Knowledge Resources”, European Urban and Regional Studies, 17(1): 83-97.

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

IMD(2020), IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020

McKinsey&Company (2109.11.), Global AI Survey : AI Proves Its Worth, but Few Scale Impact.

McKinsey&Company (2018.11.), Note from the AI Frontier : AI Adoption Advances, but Foundational Barriers Remain.

McKinsey Global Institute (2018), Raymond Perrault 외, “The AI Index 2019 Annual Report”, Human-Centered AI Institute, Stanford University, 2019.12

McKinsey Global Institute (2017.6.), Artificial Intelligence : The Next Digital Frontier?.

National Artificial Intelligence R&D Strategic Plan: 2019 Update

Oxford Insight(2020), Government AI Readiness Index 2020

Raymond Perrault et al, “The AI Index 2019 Annual Report”, Human-Centered AI Institute, Stanford University, 2019.12

Tencent Research Institute (2018), 2017 Global AI Talent White Paper.

Wall Street Journal, “AI, Quantum R&D Funding to Remain a Priority Under Biden”, 2020.11.9.

SW정책연구소(2020), “국가 인공지능 연구지수 : 미래를 향한 경쟁?”

SW정책연구소(2020), “인공지능 연구지수 : 세계 최고의 인공지능 대학은?”

SW정책연구소(2020), “인공지능 인재의 새로운 보고, 신남방 · 신북방 국가”

SW정책연구소(2020), AI Brief 10호.

SW정책연구소(2019), “인공지능 두뇌지수 핵심인재: 분석과 의미”

SW정책연구소(2018), “유망 SW 분야 미래 일자리 전망”

관계부처 합동(2019), “인공지능 국가전략”

삼성경제연구소(2006), “대학혁신과 경쟁력”

한국시니어과학기술인협회(2018), “4차 산업혁명 시대의 기초과학의 발전전략 연구.

OECD STATICS

www.pwc.com/AI, Sizing the prize : What’s the real value of AI for your business and how can you capitalize?

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

Business Insider(Jul 21, 2020), Ex-Google CEO Eric Schmidt is working to launch a university that would rival Stanford and MIT and funnel tech workers into government work

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

주 의

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

비매품/무료



ISBN 979-11-970904-2-4 (PDF)



[소프트웨어정책연구소]에 의해 작성된 [SPRI 보고서]는 공공저작물 자유이용허락 표시기준 제 4유형(출처표시-상업적이용금지-변경금지)에 따라 이용할 수 있습니다.

(출처를 밝히면 자유로운 이용이 가능하지만, 영리목적으로 이용할 수 없고, 변경 없이 그대로 이용해야 합니다.)