

# 국내 기업의 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 영향 요인



## 신기술 도입 비율

2021년 기준 전체 기업 중 4차 산업혁명 관련 신기술을 도입한 기업의 비율은 14.3%에 불과하지만, 고용인원 기준으로 산출한 경우에는 33.3%에 달한다. 즉 전체 근로자의 세 명 중 한 명이 신기술 중에서 한 가지 이상을 개발 또는 활용하는 기업에 근무하고 있는 것으로 나타났다.



## 산업별 신기술 도입률

2021년 기준 4차 산업혁명 기술을 도입한 기업은 전 산업에 걸쳐 분포하며, 도입률은 산업별로는 큰 차이를 보인다. 정보통신업(45.8%), 금융·보험업(26.4%)에서 도입률이 상대적으로 높은 모습을 보였다.



## 기업규모별 신기술 도입 비율

2021년 기준 4차 산업혁명 기술 도입률은 대기업과 중소기업 간에 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한편, 중소기업에서 가장 도입률이 높은 신기술은 클라우드 컴퓨팅 기술(5.1%)로 대기업에 비해서는 여전히 낮으나 그 격차는 AI 기술 등에 비해서는 상대적으로 작다.



## 산업별 AI 기술 도입률

2021년 기준 4차 산업혁명 기술 중 AI 기술의 도입률은 정보통신업(17.5%), 공공행정·국방·사회 보장(11.5%), 금융·보험업(10.1%)의 순으로 나타나, AI 기술과 직접적으로 연관된 산업인 정보통신업을 제외하면 공공과 금융 부문이 AI 도입에 가장 적극적인 것으로 나타났다.





이슈분석

# 국내 기업의 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 영향 요인

남충현  
한국은행 광주전남본부  
/ 경제학 박사  
namch@bok.or.kr

AI, 빅데이터 등 4차 산업혁명과 관련된 신기술이 빠르게 확산되고 있다. 이러한 기술은 다양한 분야에 적용되면서 파급효과도 광범위하여 산업 종사자 및 일반인의 관심이 높다. 이에 따라 글에서는 기업활동조사 데이터를 활용하여 국내 기업의 신기술 도입 현황을 실증적으로 분석하였다. 분석한 결과, 신기술을 빠르게 도입하였으나 도입률은 여전히 낮은 것으로 나왔다. 또한 산업별 또는 기업 규모별로 도입률의 편차가 커다.

기업이 신기술을 도입하는 요인을 분석한 결과, 기업규모가 클수록, 업력이 낮을수록, 연구개발(R&D)과 무형자산에 더 많은 투자를 할수록 도입률이 높아지는 것으로 나타났다. 이에 따라 대기업보다 신기술 도입에 부진한 중소기업에 혁신 역량 투자를 촉진해야 할 필요성이 제기된다.

## I. 들어가며

근래 4차 산업혁명으로 불리는 AI(인공지능), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등의 신기술이 세계적으로 확산되고 있으며, 이러한 추세는 사회와 경제 전반에 중대한 영향을 미칠 것으로 보인다.

이러한 신기술은 범용기술(GPT: General Purpose Technology)의 성격을 띠며, 특정 산업만이 아니라 전 산업에 걸쳐 응용되면서 광범위한 파급효과가 예상된다. 따라서 기업이 성장 잠재력을 키우려면 AI 같은 신기술을 도입하도록 장려해야 한다.

국내외적으로 신기술에 관심이 매우 높지만, 미디어로 표출되는 관심이 실제 통계 데이터와 부합하는지를 확인할 필요가 있다. 1980년대에 로버트 솔로(Robert Solow) 교수가 “어디에서나 컴퓨터 시대가 도래한 것을 알 수 있지만 통계를 보아서는 알 수 없다.”라고 한 바 있다. AI 기술 등 현재의 신기술에도 같은 현상이 나타날 수 있다. 이에 따라 국내 기업의 신기술 도입 현황 및 도입 요인을 통계자료에 기초하여 실증적으로 분석해야 할 필요성이 제기된다.

## II. 국내 기업의 AI 및 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 현황

통계청의 기업활동조사<sup>1)</sup>를 활용하여 기업의 4차 산업혁명 관련 기술 도입 여부를 알아보고, 이를 기업 특성 정보와 연계하여 분석하고자 한다. 기업활동조사는 종사자 수가 50인 이상이고 자본금이 3억 원 이상인 기업 전체를 대상으로 하며, 4차 산업혁명 관련 신기술을 개발 또는 활용하는지 여부를 설문에 포함한다. 해당 항목은 2017년부터 포함되었으며, 원자료로는 2021년이 가장 최근 자료이다. 따라서 2017년에서 2021년까지 5개년을 조사 대상 기간으로 한다.

1) 4차 산업혁명 관련 기술을 AI(인공지능), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, IoT(사물인터넷), 모바일, 로봇, 블록체인, 3D 프린터, AR&VR(증강 및 가상현실)를 포함하는 것으로 정의하고 있으며, 이 중 하나 이상의 기술의 개발 및 활용 여부를 설문에 포함하였다.



## 1 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 기업의 급속한 증가

국내에서 4차 산업혁명 관련 신기술 중 한 가지 이상을 개발 및 활용하고 있는 기업의 수는 2017년에서 2021년까지 불과 4년 만에 89.7%가 급증하였다(표 1 참조).

조사 대상 기간(2017~2021년) 동안 증가율이 가장 높은 기술은 AI로 개발 및 활용 기업 수가 209.8% 증가하였으며, 로봇(158.3%), 클라우드(156.6%), 빅데이터(107.5%)의 순으로 높았다. 반면 모바일 기술은 도입 기업 수가 오히려 감소(-15.1%) 하였다.

2017년과 2018년 사이에 전체 신기술 도입 기업 수가 무려 47.9% 증가하였다. 그러나 2020년에 도입 기업 수 증가율이 3.6%로 크게 둔화되고, 그다음 해에 다시 8.5%로 회복되는 추세이다. 이는 초반의 급성장기가 지나서일 수도 있으나, 2020년 코로나19 팬데믹의 영향일 수도 있다.

[표 1] 신기술 도입 기업 수 현황

|         | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 증가율<br>('17~'21년) |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 신기술 전체  | 1,014 | 1,500 | 1,711 | 1,773 | 1,924 | 89.7              |
| AI      | 174   | 355   | 409   | 473   | 539   | 209.8             |
| 빅데이터    | 346   | 567   | 633   | 676   | 718   | 107.5             |
| 클라우드    | 332   | 588   | 759   | 816   | 852   | 156.6             |
| IoT     | 288   | 500   | 509   | 469   | 504   | 75.0              |
| 로봇      | 96    | 71    | 222   | 230   | 248   | 158.3             |
| 모바일     | 438   | 415   | 358   | 361   | 372   | -15.1             |
| 블록체인    | 95    | 149   | 127   | 129   | 155   | 63.2              |
| 3D프린터   | 119   | 181   | 199   | 193   | 191   | 60.5              |
| AR & VR | 105   | 149   | 179   | 188   | 217   | 106.7             |

주: 4차 산업혁명 관련 전체 신기술 중 한 가지 이상을 개발 또는 활용하는 기업.

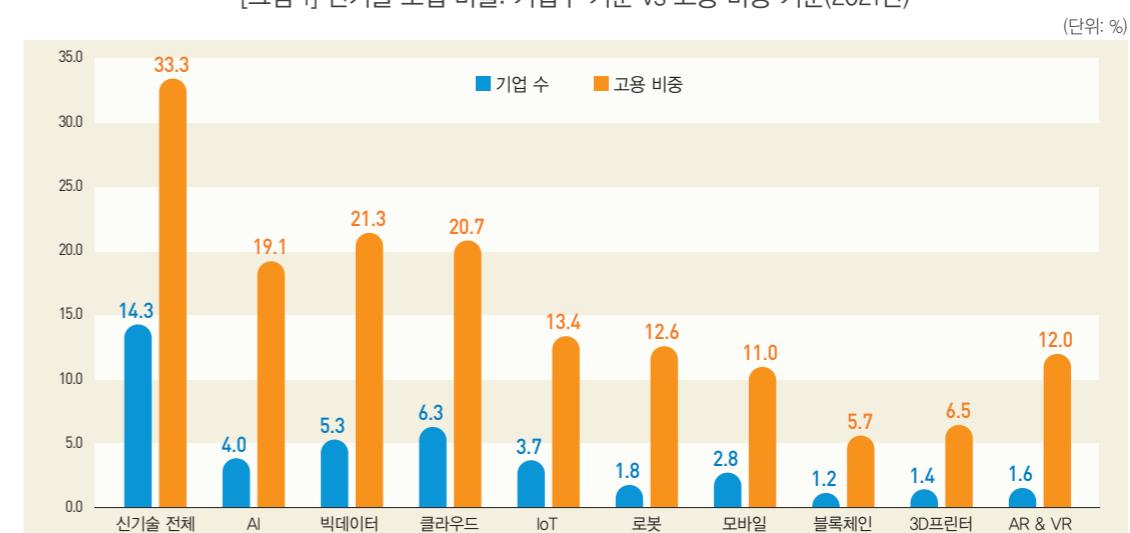
자료: 기업활동조사, 통계청.

## 2 여전히 낮은 신기술 도입률

그림 1에 신기술 유형별로 신기술 개발 또는 활용한 기업의 비율이 나와 있다. 국내에서 전체 기업 중 4차 산업혁명 관련 신기술을 도입한 기업의 비율은 2021년에 약 14.3%에 불과하였다. 또한 기술 종류별로 살펴보면 AI(4.0%), 빅데이터(5.3%), 클라우드(6.3%) 등 한 자릿수에 불과하다.

하지만 전체 근로자 중에서 4차 산업혁명 관련 신기술을 도입(개발 또는 활용)한 기업에 고용된 비율이 상당히 높은 편이다. 4차 산업혁명 관련 기술 중 한 가지 이상을 도입한 기업의 고용비중은 33.3%에 달하며, 개별 기술별로 보더라도 AI(19.1%), 빅데이터(21.3%), 클라우드(20.7%) 등으로 약 20%에 달한다. 이는 전체 근로자의 약 3분의 1은 신기술 중에서 한 가지 이상을 개발 또는 활용하는 기업에 근무한다는 뜻이다. 이는 이미 근로자 상당수가 신기술의 영향을 직간접적으로 받고 있음을 시사한다.

[그림 1] 신기술 도입 비율: 기업수 기준 vs 고용 비중 기준(2021년)



주: 가중치를 적용하지 않은 단순 기업 수 비율과 고용인원을 가중치로 적용한 비율.

자료: 통계청 기업활동조사.

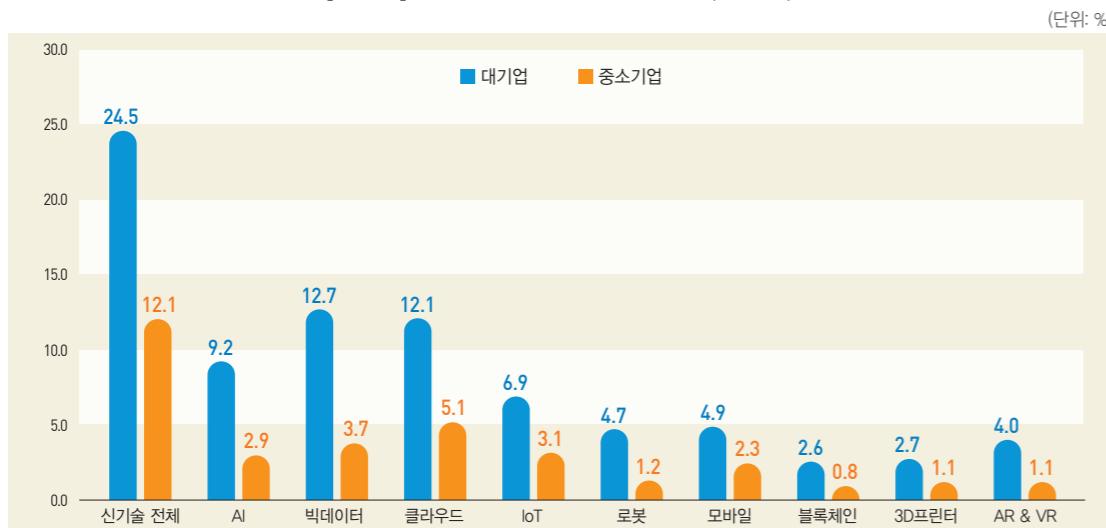
## 3 대기업과 중소기업의 신기술 도입 격차

신기술 도입률에서 대기업과 중소기업 사이에 큰 격차가 나타났다(그림 2참조). 2021년에 전체 신기술 중 한 가지 이상을 도입한 기업의 비율은 종사자 수 300인 이상의 대기업에서는 24.5%에 달하였으나, 300인 미만 중소기업에서는 12.1%에 머물렀다. AI 기술은 각각 9.2%와 2.9%로 3배 이상의 격차가 났으며, 로봇은 4.7%, 1.2%로 4배 가까운 차이가 났다. 이번 조사에서 중소기업은 종사자 수 50인 이상 300명 미만의 기업이며, 50인 미만 소기업은 조사 대상에서 빠져 있다는 점을 고려하면 전체 중소기업과 대기업의 격차는 이보다 더욱 클 것으로 보인다.



신기술 중 중소기업에서 가장 도입률이 높은 것은 클라우드 컴퓨팅 기술(5.1%)이다. 대기업(12.1%)에 비해서는 여전히 낮으나 그 격차는 약 2.4배로 AI 기술 등에 비해서 상대적으로 작다. 중소기업에서 클라우드의 도입이 활발한 이유는 구독형 서비스로 제공되기 때문에 자체적으로 IT 시스템을 구축하는 것에 비해 부담이 적기 때문일 수 있다.

[그림 2] 기업규모별 신기업 도입 비율(2021년)



주: 가중치를 적용하지 않은 단순 기업 수 비율.

자료: 통계청 기업활동조사.

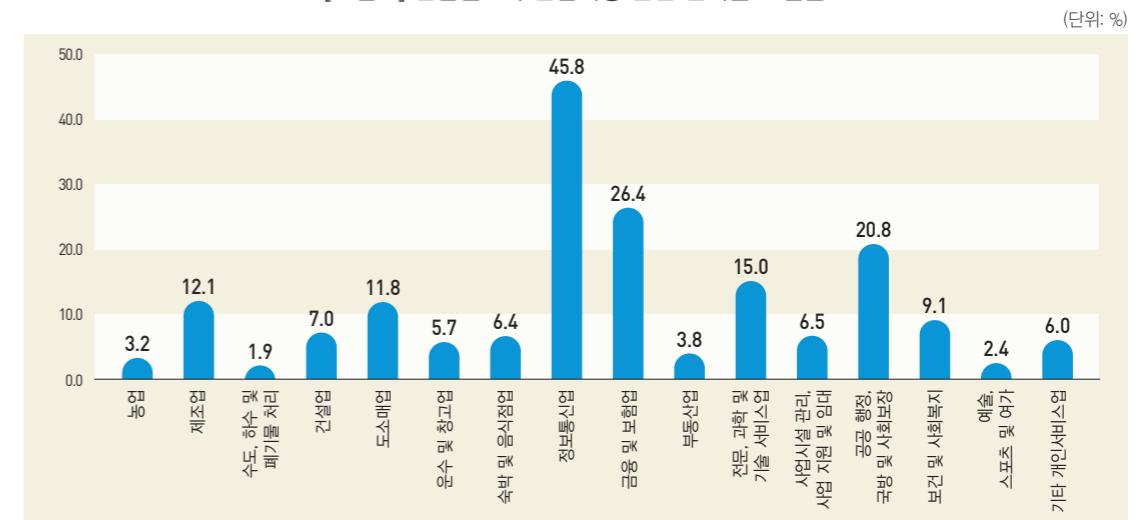
#### 4 산업별 신기술 도입률 차이

4차 산업혁명 관련 신기술을 도입한 기업은 전 산업에 걸쳐 분포한다. 예를 들어 첨단산업으로 여겨지는 정보통신업(서비스업)뿐만 아니라 농업이나 도소매업, 사회복지 등 전통적 산업에서도 AI 등의 신기술을 도입한 기업이 나타난다. 하지만 상대적인 도입률에서는 산업별로 큰 차이가 나타난다.

정보통신업(45.8%)과 금융·보험업(26.4%)에서 도입률이 가장 높았으며, 공공 행정, 국방 및 사회보장의 경우에도 도입률(20.8%)이 높았다. 이는 공공 부문 정보화를 위해 투자가 지속적으로 이루어진 결과로 보인다. 반면 부동산(3.8%), 농업(3.2%), 예술·스포츠 및 여가(2.4%) 등은 낮은 수준에 머물렀다.

AI 기술의 도입률은 정보통신업(17.5%), 공공 행정, 국방 및 사회보장(11.5%), 금융 및 보험업(10.1%)의 순으로 높게 나타났다. AI 기술과 직접적으로 연관된 산업(정보통신업)을 제외하면 공공과 금융 부문이 AI 도입에 가장 적극적이다.

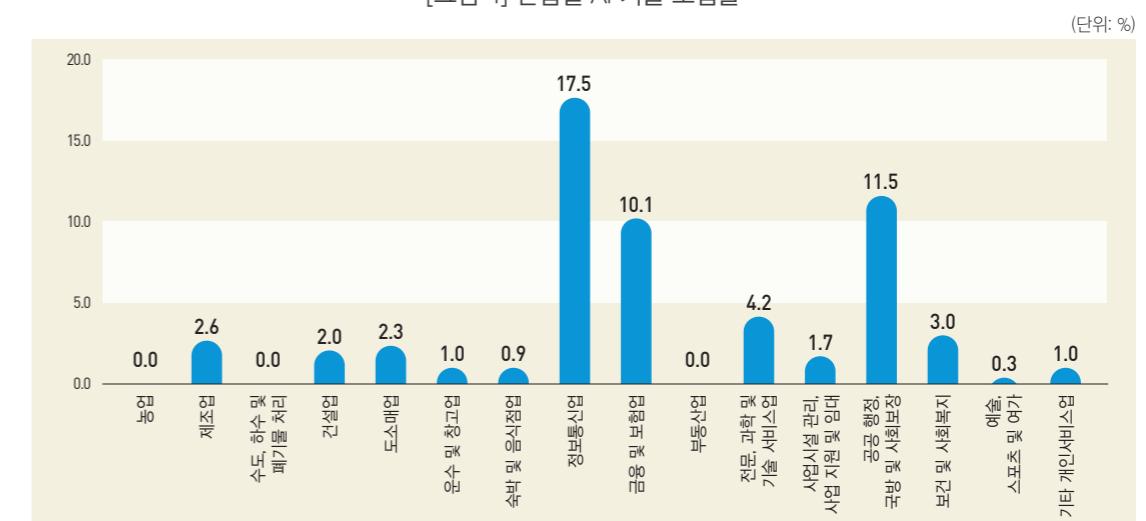
[그림 3] 산업별 4차 산업혁명 관련 신기술 도입률



주: 4차 산업혁명 관련 신기술 중 한 가지 이상을 개발 및 활용하는 기업.

자료: 기업활동조사, 통계청.

[그림 4] 산업별 AI 기술 도입률



주: 4차 산업혁명 관련 신기술 중 한 가지 이상을 개발 및 활용하는 기업.

자료: 기업활동조사, 통계청.



## 5 신기술 간 상호연관

4차 산업혁명 관련 신기술 간의 상관관계를 분석하기 위하여 각각의 상관계수(correlation)를 구하였으며, 그 결과는 표 2에 나와 있다. 해당 수치가 높게 나타나는 것은 두 기술이 하나의 기업에서 함께 도입될 가능성이 높음을 의미한다.

AI와 빅데이터, 빅데이터와 클라우드는 상관관계가 높은 것으로 보인다. AI와 빅데이터의 상관계수는 0.467이고, 빅데이터와 클라우드의 상관계수는 0.460이다.

이러한 결과는 AI 기술과 빅데이터는 상관관계가 높으며 GPT(범용기술)의 성격을 떠지만, 블록체인과 3D 프린터 등은 그렇지 않다는 연구 결과(Goldfarb et al., 2019)와도 부합한다.

[표 2] 신기술 유형 간 상관관계

|       | AI    | 빅데이터  | 클라우드  | IoT   | 로봇    | 모바일   | 블록체인  | 3D 프린터 | AR&VR |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| AI    | 1.000 | –     | –     | –     | –     | –     | –     | –      | –     |
| 빅데이터  | 0.467 | 1.000 | –     | –     | –     | –     | –     | –      | –     |
| 클라우드  | 0.345 | 0.460 | 1.000 | –     | –     | –     | –     | –      | –     |
| IoT   | 0.312 | 0.350 | 0.330 | 1.000 | –     | –     | –     | –      | –     |
| 로봇    | 0.206 | 0.190 | 0.173 | 0.174 | 1.000 | –     | –     | –      | –     |
| 모바일   | 0.246 | 0.342 | 0.309 | 0.297 | 0.144 | 1.000 | –     | –      | –     |
| 블록체인  | 0.260 | 0.271 | 0.228 | 0.189 | 0.108 | 0.181 | 1.000 | –      | –     |
| 3D프린터 | 0.138 | 0.133 | 0.120 | 0.155 | 0.211 | 0.111 | 0.088 | 1.000  | –     |
| AR&VR | 0.282 | 0.274 | 0.217 | 0.259 | 0.197 | 0.227 | 0.178 | 0.192  | 1.000 |

주: 2017~2021년 기간 전체를 대상으로 분석.

자료: 기업활동조사, 통계청.

## III. 기업의 신기술 도입 요인 분석

기업의 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 여부에 영향을 주는 기업 특성을 파악하기 위하여 다음 식과 같이 회귀분석<sup>2)</sup>을 실시하였다.



2) 여기서 종속변수인 신기술 도입 여부는 0 또는 1의 값을 가지는 변수이므로, 로짓(logit) 모델을 활용하여 회귀식을 추정하였다.

$$D_{i,t}^{NT} = \alpha + \beta_1 \cdot \ln(L)_{i,t} + \beta_2 \cdot X_{i,t} + \gamma_1 \cdot D_t + \gamma_2 \cdot D_j + \epsilon_{i,t}$$

여기에서  $D_{i,t}^{NT}$ :  $i$ 기업의  $t$ 기의 신기술 도입 여부,  $L_{i,t}$ : 종사자수,  $X_{i,t}$ : 기업 특성 변수,  $D_t$ : 연도별더미,  $D_j$ : 산업더미

기업의 규모가 커짐에 따라 신기술을 더 많이 도입한다는 가설을 검증하기 위하여 종사자 수 변수를 포함하여 분석한다. 이 밖에 기업 특성 변수( $X_{i,t}$ )로 업력, 1인당 유형자산, 무형자산, 연구개발비, 영업이익률, 수출 여부, 신사업진출 여부를 함께 포함하여 분석하였다.

### 1 4차 산업혁명 관련 신기술 전체

실증분석을 실시한 결과 고용규모가 클수록, 기업의 업력이 짧을수록, 연구개발비와 무형자산이 많을수록, 새로운 산업에 진출한 기업일수록 신기술 도입률이 증가하는 것으로 나타났다.

[그림 5] 4차 산업혁명 관련 신기술 도입 영향 요인별 회귀계수



주: 1) 종속변수는 4차 산업혁명 관련 신기술의 개발 및 활용 여부이며, 기간은 2017~2021년 5개년

2) 소속 산업을 통제 (산업별 더미변수 포함).

3) 상관계수 우측의 \*는 5% 수준에서 유의함을, \*\*는 1% 수준에서 유의함을 나타냄.

4) 전체 관측수는 58,401, R<sup>2</sup>(pseudo)는 0.2010이다.

자료: 기업활동조사, 통계청.



고용규모는 특히 중요한 요인으로 나타났는데, 대기업일수록 신기술 도입률이 높은 이유를 네 가지로 설명할 수 있다(Haller & Siedschlag, 2011). ① 매출의 규모가 클수록 신기술 도입을 통해 얻는 총이익이 크다, ② 대기업일수록 신용제약이 덜하고 리스크 분산이 용이하다, ③ 대기업 일수록 시장 선점의 이득이 더 크다, ④ 대기업일수록 다양한 기술 및 사업 영역을 보유하고 있으므로 보완적 혁신에 유리하다.

연구개발비 지출이 많은 기업은 신기술 도입률이 높았으며, 무형자산<sup>3)</sup>이 많은 기업 역시 도입률이 높은 것으로 나타났다. 이는 AI 등의 신기술을 구현하는 데 보완적 혁신에 대한 투자가 필요하기 때문일 수 있다(Greenwood and Yorukoglu, 1997; Aral et al., 2012; Tambe et al., 2012, Goldfarb et al., 2019).

또한 업력이 짧은 신생기업일수록 신기술 도입률이 더 높게 나타났는데, 이는 기존 기술에 얹매이지 않는 신생기업이 혁신에 유리하기 때문일 수 있다.

최근 1년간 신규 사업에 진출한 기업 역시 신기술 도입률이 높게 나타났다. 이는 신기술의 도입이 새로운 제품이나 서비스의 개발을 촉진했기 때문이거나, 새로운 사업이 신기술의 도입을 수반하기 때문일 수 있다.

반면에 유형자산, 영업이익률 등은 신기술 도입률과 유의한 관계가 나타나지 않았다. 유형자산이 많은 기업이 신기술 도입률 또한 높은 것은 사실이나, 이는 그러한 기업이 동시에 규모가 크고 무형자산과 연구개발비에 더 많은 투자를 하기 때문이지 유형자산 자체가 신기술 도입 촉진에 기여하지는 않는 것으로 보인다.<sup>4)</sup>

일반적으로 수출산업이 내수산업에 비하여 기술집약적으로 여겨지지만, 4차 산업혁명 관련 신기술은 제조업보다는 금융업 등 내수 서비스업에서 도입이 활발하다는 상반된 특성이 나타난다. 따라서 수출을 많이 하는 산업에 속한 기업은 상대적으로 신기술 도입률이 떨어진다. 하지만 이 분석에서 기업이 속한 산업을 통제하여 분석하였으며, 이에 따라 동일 산업 내에서 수출을

하는 기업이 그렇지 않은 기업보다 신기술 도입률이 더 높은 것으로 나타났다.

영업이익률은 신기술 도입과 유의한 상관관계가 나타나지 않았는데, 이는 수익성이 높은 기업이 신기술 투자에 유리하다는 일반적 인식과 배치된다. 그 이유가 근래 국내 자본시장의 발달 및 벤처 지원 정책으로 아직 이익이 발생하지 않는 스타트업도 상당한 투자를 했기 때문일 수 있다. 그 밖에 아직 4차 산업혁명 관련 기술에 대한 투자가 초기 단계이기 때문에, 큰 자본이 투입되지 않았기 때문일 수 있다.

## 2 AI 기술

4차 산업혁명 관련 신기술 중에서 AI 기술에 관심이 가장 많이 쏠린다. 이에 따라 AI 기술의 도입 요인에 대해서도 별도의 분석을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

[그림 6] AI 기술 도입 영향 요인별 회귀계수



주: 1) 종속변수는 AI 기술의 개발 및 활용 여부이며, 기간은 2017~2021년 5개년.

2) 소속 산업을 통제(산업별 더미변수 포함).

3) 상관계수 우측의 \*는 5% 수준에서 유의함을, \*\*는 1% 수준에서 유의함을 나타냄.

4) 전체 관측 수는 54,660, R<sup>2</sup>(pseudo)는 0.2700이다.

자료: 기업활동조사, 통계청.

3) 무형자산은 산업재산권(특허권, 실용신안권, 의장권, 상표권, 상호권 및 상품명 포함), 소프트웨어 개발 및 구입비용, 라이선스와 프랜차이즈 저작권, 임차권리금, 광업권, 어업권 등을 포함한다.

4) 기업규모, 무형자산, 연구개발비를 설명변수에서 제외하면 유형자산은 (신기술 도입률과) 1% 수준에서 유의한 양의 상관관계가 나타나지만, 위 요인들을 포함하면 유형자산은 유의한 상관관계를 보이지 않는(p-value = 0.828) 것으로 나타난다.

분석 대상을 AI 기술 한 가지로 좁힌 경우에도 신기술 전체를 대상으로 분석한 경우와 대체로 유사한 결과가 나왔다. 고용규모가 큰 기업일수록 AI 기술을 도입할 가능성성이 높았으며, 연구



개발비와 무형자산 투자가 많을수록 도입률이 높았다. 최근 1년 사이 신규사업에 진출한 기업이 도입률이 높은 것도 마찬가지였다.

반면 AI 기술의 경우 업력과 수출 여부가 기술 도입률과 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 업력이 유의한 영향이 없다는 점은 기존 대기업이 AI 기술 도입에 활발하기 때문일 수 있으며, 금융·유통 등 내수기업의 AI 도입이 활발한 점 역시 수출 여부가 유의하지 않은 요인일 수 있다. 유형자산의 경우 오히려 유의한 음의 상관관계가 나타나, 자본집약적인 기업이 오히려 AI 도입률이 소폭 낮았다.

#### IV. 결론

AI나 빅데이터 등 4차 산업혁명 관련 신기술은 빠르게 확산되고 있으나, 아직 도입 비율이 낮다. 연구개발과 무형자산 등에 많은 투자를 하고, 규모가 큰 기업일수록 신기술 도입률이 높은 것으로 나타났으며, 이는 규모가 작고 연구개발 투자 역량이 부족한 중소기업은 신기술 도입에 어려움을 겪을 수 있음을 시사한다.

이에 따라 기업이 신기술 도입과 기업 역량 제고에 소요되는 고정 비용이 낮아진다면 신기술 확산에 기여할 수 있을 것이다. 중소기업은 대부분의 신기술 도입에서 대기업보다 크게 뒤쳐져 있으나, 클라우드 기술의 격차가 상대적으로 작다는 점은 중요한 시사점을 제공한다. 클라우드가 주로 구독형 서비스로 제공되기에, 기존에 기업이 자체적인 IT 시스템을 갖출 때 필요했던 거액의 고정비용이 들어가지 않는다는 장점이 있다. 이러한 장점을 활용하여, AI나 빅데이터 분석 등의 서비스를 클라우드 플랫폼을 통해 제공한다면 중소기업이 신기술 도입 시 문턱을 넘는 데 들어가는 고정비용을 줄일 수 있을 것이다.

반면 유형자산 등은 신기술 도입에 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타나는데, 이는 기존의 기업 투자 촉진 정책의 중심을 유형자산에서 무형자산으로 옮길 필요가 있음을 시사한다.

국내 기업의 4차 산업혁명 관련

신기술 도입 영향 요인



#### 참고문헌

- Aral, Sinan, Erik Brynjolfsson, and Lynn Wu(2012), "Three-Way Complementarities: Performance Pay, Human Resource Analytics, and Information Technology." *Management Science*, 58(5), 913–931.
- Goldfarb, Avi, Bledi Taska, and Florenta Teodoridis(2019), "Could Machine Learning Be a General-Purpose Technology? Evidence from Online Job Postings."
- Greenwood, Jeremy and Mehmet Yorukoglu(1997), "1974", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 46, 49–95.
- Haller, Stefanie and Iulia Siedschlag(2011), "Determinants of ICT Adoption: Evidence from Firm-Level Data", *Applied Economics*, Taylor & Francis Journals, 43(26), 3775–3788.
- Tambe, Prasanna and Lorin Hitt(2012), "Now It's Personal: Offshoring and the Shifting Skill Composition of the U.S. Information Technology Workforce", *Management Science*, 58(4), 678–695.