



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

4차산업혁명기술 활용기업의  
혁신활동에 관한 연구 : 제조업과  
비제조업의 비교분석

제주대학교 대학원

경제학과

현 지 언

2022년 12월

# 4차산업혁명기술 활용기업의 혁신활동에 관한 연구 : 제조업과 비제조업의 비교분석

지도교수 조 장 희

현 지 언

이 논문을 경제학 석사학위 논문으로 제출함

2022년 12월

현지언의 경제학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 \_\_\_\_\_ ①

위 원 \_\_\_\_\_ ①

위 원 \_\_\_\_\_ ①

제주대학교 대학원

2022년 12월

A Study on the Innovation Activities of  
Enterprises Using 4th Industrial Revolution  
Technology: Comparative Analysis of  
Manufacturing and Non-Manufacturing

Ji-Eon Hyeon

(Supervised by professor Janghee Cho)

A thesis submitted in partial fulfillment of the  
requirement for the degree of Master of Economics

2022. 12.

This thesis has been examined and approved

-----  
-----  
-----

2022. 12.

Department of Economics  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## <목 차>

I. 서 론 .....	1
II. 4차산업 기술과 혁신 및 선행연구 .....	3
1. 기업 혁신 .....	3
1) 혁신 .....	3
2. 4차산업 기술 .....	4
1) IoT .....	5
2) Cloud .....	5
3) Mobile .....	6
4) Big data .....	7
5) AI .....	7
6) Block chain .....	8
7) 3D Printer .....	8
8) Robot .....	8
9) AR·VR .....	9
3. 선행연구 .....	9
4. 관련 정책 .....	12
III. 데이터 및 연구모형 .....	14

1. 데이터 .....	14
1) 기업활동조사 특성 .....	14
2) 변수 구성 .....	15
2. 연구모형 .....	21
1) 다항 로짓 모형(Multinomial Logit Model) .....	22
3. 요약통계량 .....	23
IV. 연구결과 .....	27
1. 기업의 혁신과 4차산업 기술에 대한 다항 로짓 모형 분석 결과 .....	27
2. 제조업과 비제조업의 다항 로짓 모형 분석 결과 .....	30
3. 지역에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과 .....	34
4. 규모에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과 .....	39
5. 자회사 보유 여부에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과 .....	44
V. 결 론 .....	49
참고문헌 .....	51
부 록 .....	54

## < 표 목 차 >

[표 1] 4차산업 관련 기술 정리 .....	4
[표 2] 기업의 혁신 및 4차 산업혁명 기술 지원정책 .....	13
[표 3] 연도에 따른 4차산업 기술활용 빈도표 .....	18
[표 4] 연도별 4차 산업혁명 관련 기술활용 개수 빈도표 .....	19
[표 5] 2019년 혁신 유형 및 4차산업 기술 교차빈도표 .....	20
[표 6] 기초통계량 .....	25
[표 7] 4차산업 기술 및 혁신 분야 상관관계분석 결과표 .....	26
[표 8] 다항 로짓 및 한계효과 .....	29
[표 9] 제조업을 대상으로 한 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	31
[표 10] 비제조업을 대상으로 한 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	33
[표 11] 지역(서울·경기)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	36
[표 12] 지역(그 외 지역)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	38
[표 13] 규모(대규모)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	40
[표 14] 규모(중소규모)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	43
[표 15] 자회사 보유 여부(자회사 보유)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	45
[표 16] 자회사 보유 여부(자회사 미보유)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과 .....	48

## <그림 목차>

[그림 1] 연도별 4차산업 관련 기술 활용기업 .....	17
[그림 2] 연도 및 규모별 4차산업 관련 기술 활용기업 .....	17
[그림 3] 연도 및 혁신 분야별 4차산업 기술 활용기업 .....	20



## 국 문 초 록

4차 산업혁명은 2016년에 개최된 세계경제포럼인 다보스 포럼에서 회장인 클라우스 슈바프(Klaus Schwab)에 의해 언급되면서 주목받기 시작했다. 그와 함께 4차 산업혁명과 관련된 기술들이 빠르게 발전하면서 사회 구조가 변하고 있다. 기업은 이러한 4차 산업혁명과 관련된 기술을 도입하여 생산성을 높인다. 이러한 기술 도입으로 인한 생산성 향상은 혁신을 의미하며 기업은 4차 산업혁명이 다양한 혁신과정에 활용한다. 이렇듯 4차 산업혁명과 혁신의 관계가 중요해짐에 따라 그 관계를 이해하는 것은 미래의 산업구조 변화를 이해하는 데 중요한 역할을 한다. 그러나 현재 4차산업 기술에 관한 연구와 4차산업 기술과 혁신의 관계에 관한 연구는 미비하다. 그러므로 본 연구는 기업의 4차산업 기술활용과 혁신 활동이 어떠한 관계가 있는지 연구한다.

본 연구에서는 2019년 기업활동조사 자료를 활용하여 연구한다. 분석 기간을 설정하는 것에 있어서 조사지 변경과 코로나 같은 외부적요인의 영향으로 인하여 2019년만을 분석 기간으로 한다. 본 연구의 연구모형은 기본적으로 다항 로짓 모형을 활용하고 논의에 따라 제조업, 지역, 규모 등 다양한 관점에서 추가적인 분석을 시행한다.

연구 결과를 요약하면 기업은 4차산업 기술을 혁신활동에 활용할 가능성이 크며 혁신 중에서도 비기술혁신보다 기술혁신에 활용할 가능성이 큰 것으로 나타났다. 또한 4차산업 기술과 혁신의 관계는 제조업 여부, 지역, 규모, 자회사 유무에 따라 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

이러한 결과는 4차산업과 혁신에 관한 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있고, 4차산업을 이해하고 관련 연구를 수행하는 데 있어서 참고자료로 활용될 수 있다.

<주제어> 혁신, 기술혁신, 비기술혁신, 4차 산업혁명, 4차산업 기술, 다항 로짓 모형

## I. 서론

기업의 혁신은 생산성과 경쟁력을 강화하는 핵심적인 요소로 기업의 재무적인 성과뿐만 아니라 산업구조와 같은 경제적인 부문에서도 영향을 미친다. 이러한 혁신은 기존과 다른 기술을 도입하여 기업의 제품개발과 생산 및 판매과정을 개선하고 조직구조를 개편하여 기업의 성과에 긍정적인 영향을 주는 것을 의미한다. 기존 기술과는 차별화된 4차 산업혁명 관련 기술들이 빠르게 발전함에 따라 산업 및 사회 구조 또한 그에 맞춰 빠르게 변화하고 있어(Sorooshian, S. et al 2020) 혁신의 의미가 더욱 중요해지고 있다. 기업이 기술을 혁신하는 것은 매출액과 같은 기업의 재무적 성과에 긍정적인 영향을 주고(박선영 외 2006) 또한 4차 산업 기술을 활용하는 것이 기업의 생산성에 긍정적인 영향을 주므로(류민지 외 2022) 빠르게 변하는 사회 구조를 따라가기 위해서는 기술변화에 능동적인 태도를 보여야 한다. 4차산업 기술들은 기업의 생산성을 높이거나 경쟁력을 강화하여 시장에서 다른 기업과는 차별화된 경쟁력을 갖게 되는 계기가 되기도 하지만 4차산업 관련 기술들은 기업이 그 기술들을 수용하는 데 있어서 큰 비용과 시간이 소요되고, 실제로 생산성이나 매출에 긍정적인 영향을 줄지 알 수 없는 위험성이 존재하므로 기술을 도입하는 데 있어서 보수적일 수밖에 없다. 더욱 슉페터 가설에 따라 기업이 기술을 혁신 또는 수용하는 데 있어서 기업의 규모가 클수록 기술혁신에 유리하고 대기업이 보유하고 있는 기술이 중소기업의 기술혁신에 진입장벽으로써 존재함에 따라 비교적 규모가 적은 중소기업의 기술혁신은 힘들 수밖에 없다. 또한, 아무리 좋은 기술이라 할지라도 목적이 분명하지 않은 기술의 도입은 큰 효과를 보지 못하기 때문에 기업은 기술 도입에 심사숙고를 거듭할 것이다. 기업활동조사를 바탕으로 4차 산업혁명 관련 기술을 사용하는 기업의 비중을 확인해보면 2017년에는 전체 기업에 약 8%, 2018년에 약 11%, 2019년에 약 13%로 기술을 도입하는 기업의 수는 점차 증가하고 있지만, 전체 기업 수와 비교하여 기업 대부분이 4차산업 기술을 활용하지 않는 것을 알 수 있다. 4차산업 기술수용이 저조한 이유가 4차산업 기술이 상대적으로 최근에 발전되었기 때문에 그 기술의 확산이 더딘 것처럼 보일 수 있으나, 앞서 언급하였듯 비용, 시간 그리고 위험성(Risk) 등 다양한 요인들 때문이라고 보는 것이 더 합당한 것으

로 판단된다.

이러한 상황에서 4차산업 기술과 혁신과의 관계를 이해하는 것은 매우 중요하다. 하지만 이와 관련된 연구는 현재 미비한 상황이다. 기존의 연구에서는 4차산업 기술과 혁신 사이의 관계를 규명하는 연구가 거의 없고 대부분이 기존의 기술수용 혹은 특정 기술을 활용하는 산업에서의 혁신을 주로 연구해왔다.

그러므로 본 연구는 기업활동조사를 활용하여 2019년의 기업들이 4차산업 기술들을 어떤 혁신과정에서 활용하는지를 실증적으로 분석한다. 본 연구의 결과는 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있으며, 4차산업 기술의 중요도가 중요해짐에 따라 4차산업 기술과 연관된 연구 및 기업의 혁신과 관련된 연구의 기초자료로써 활용될 수 있다.

본 연구에서 사용되는 기본 분석 모형은 다항 로짓(Multinomial Logit) 모형으로 해당 모형을 이용하여 종속변수와 독립변수 사이의 확률적 관계를 파악할 수 있다. 기업의 혁신을 오슬로 매뉴얼에 따라 비혁신, 기술혁신, 비기술혁신으로 나누어 기업이 4차산업 기술을 활용할 때 어떤 혁신활동을 할 확률이 높아지는가를 확인한다. 추가로 기술수용이 기업의 혁신활동에 미치는 다양한 논점에 따라 제조업 유무, 지역, 규모, 자회사 보유 여부로 추가적인 분석을 시행하여 기업의 혁신과 4차산업 기술의 관계를 더욱 자세히 파악하고자 하였다.

연구 결과를 요약하면 기업은 4차산업 기술을 혁신활동에 활용할 가능성이 크며 비기술혁신보다 기술혁신에 활용할 가능성이 큰 것으로 나타났다. 이는 기초통계를 통해 확인했던 내용과 같은 결과로 현재 기술혁신과정으로의 기술활용이 활발히 이루어진다는 것을 의미한다. 또한 4차산업 기술과 혁신의 관계는 산업, 지역, 규모, 자회사 유무에 따라 다르게 나타나는 것을 확인하였다.

본 연구는 다음과 같이 진행된다. 우선 II장에서 기업의 혁신과 4차산업 기술에 대한 정의와 선행연구를 확인하고 관련정책에 대하여 살펴본다. III장에서는 본 연구의 활용하는 기업활동조사와 연구모형에 대하여 설명한다. IV장에는 III장에서 살펴본 연구모형의 분석 결과를 살펴보고, V장에서는 연구 결과를 정리하고 연구의 한계 및 정책적 함의에 대하여 정리한다.

## II. 4차산업 기술과 혁신 및 선행연구

### 1. 기업 혁신

혁신은 기업의 생산성을 향상시킨다. 기술혁신은 경제성장의 핵심 요소로 자리를 잡고 있다(문성배 & 전현배 2008). 또한 기업은 경쟁력확보를 위해 기존과는 차별된 혁신을 하는 것이 중요하다(Conner and Prahalad, 1996; Spender and Grant, 1996). 즉 기업의 혁신은 생산성 향상과 더불어 산업에서의 경쟁력확보를 위한 것으로 이러한 혁신활동은 재무적 성과뿐만이 아니라 다양한 경제적인 부분에 크게 영향을 미치고 있다. 따라서 기업의 혁신을 이해하는 것은 산업의 생산성 및 구조를 파악하는 데 중요한 요인 중 하나이다. 2000년대 이전에 혁신에 관한 연구는 제품 및 공정에서의 혁신을 의미하는 기술혁신 중심으로 연구됐으나, 2000년대 후반부터 마케팅 기법이나 조직개편과 같은 비기술혁신을 포함하는 연구로 확대되고 있으며 이에 따라 OECD는 오슬로 매뉴얼을 통해 혁신을 기술혁신과 비기술혁신으로 구분하여 혁신활동을 정의하였다(김현식 외 2016).

#### 1) 혁신

우선 혁신이란 서비스 혹은 상품이나 프로세스, 마케팅 방법, 조직구조 등이 기존과는 확연히 다르게 개선되어 회사의 성과에 긍정적인 영향을 주는 활동이라고 정의할 수 있다. 이러한 혁신은 기술혁신과 비기술혁신으로 구분할 수 있으며 기술혁신은 제품혁신과 공정혁신을 포함하는 개념으로 제품혁신은 새로운 제품이나 비즈니스 모형을 개발하거나 기존의 방법을 크게 개선하여 제품을 생산하여 회사의 재무적 성과에 긍정적인 영향을 준 경우를 말하며, 공정혁신은 제품을 생산하는 공정에서 품질을 향상하거나 생산 및 유통구조를 개선하여 비용 절감에 영향을 준 경우를 말한다. 또 다른 혁신인 비기술혁신은 마케팅혁신과 조직혁신을 포함하는 개념으로 마케팅혁신은 소비자와의 상호작용을 극대화하여 디자인이나 상품의 가격 판매 등의 마케팅 방식에 있어서 기존과 다른 큰 변화(방법)을 도입한 경우를 말하여 조직혁신은 조직의 역량을 향상하거나 효율성을 개선

하기 위해 새로운 업무수행, 외부조직과의 관계개선 등 기업 내부에서 새로운 조직운영방식을 도입한 경우를 말한다(조가원 외 2018).

## 2. 4차산업 기술

4차산업은 2016년 세계적인 경제포럼인 다보스 포럼에서 언급되면서 새로운 산업혁명의 포문을 열었다. 지금까지의 산업혁명은 수공업에서 기계를 활용한 생산으로의 전환이 일어났던 1차 산업혁명, 전기에너지를 기반으로 대량생산을 이루어냈던 2차 산업혁명, 컴퓨터와 인터넷의 발달로 인한 3차 산업혁명으로 발전해왔다(안상희 외 2016). 4차산업은 3차 산업혁명의 기술들을 기반으로 한 다양한 분야의 융합이 되는 기술혁명을 의미한다(정민 외 2016). 또한 속도, 범위, 영향력 등에서 3차 산업혁명과는 차별화된 특징을 가지고 있다.

[표 1] 4차산업 관련 기술 정리

기술	정의
IoT	가상의 네트워크를 통해 물리적인 사물들을 상호작용하고 조작·관리하는 것
Cloud	인터넷을 통해 물리적인 제약에서 벗어나 원하는 사양의 컴퓨터를 이용 및 활용할 수 있는 것
Big Data	컴퓨터의 하드웨어 및 소프트웨어의 발전으로 기존에는 다루지 못했던 양과 질의 데이터를 다루고 그 데이터를 통해 인사이트를 도출하는 과정
Mobile	모바일이라는 기계를 넘어서 5G 등의 이동통신을 포함하는 개념
AI	인간의 뇌 구조를 기반으로 한 것으로 인간과 유사한 문제해결 능력을 갖추어 주어진 문제를 해결하는 컴퓨터과학의 한 분야
Block Chain	암호화폐를 거래하는 시스템으로 공용장부를 통해 중개 기관의 시스템에서 벗어나 신뢰적으로 거래를 할 수 있는 거래 시스템
3D Printer	파우더 혹은 플라스틱을 활용하여 3차원의 물체를 생산하는 기술
Robot	자동으로 특정한 임무를 수행하는 기계를 의미하지만, 본연구에서는 생산성을 높이는 생산설비와 같은 기계를 말함
AR·VR	컴퓨터 모델링을 기반으로 만든 물체를 실제 환경과 겹쳐 보이게 하는 증강현실, 컴퓨터 모델링을 기반으로 구축된 가상현실을 말함

4차산업의 대표되는 기술은 사물인터넷(IoT), 클라우드 서비스(Cloud), 모바일, 빅 데이터(Big Data), 인공지능(AI), 블록체인(Block Chain), 3D 프린터, 로봇, 증강·가상현실(AR·VR)을 들 수 있다. 본 연구는 기업의 4차산업 관련 기술을 어떻게 활용하는지를 파악하는 연구로써 연구를 진행하기에 앞서 4차산업 관련 기술에 대한 기본적인 지식을 알아야 한다.

#### 1) IoT

사물인터넷(Internet of Things)은 1999년 케빈 애쉬튼(Kevin Ashtonin)에 의해 처음 그 개념이 정의되었다. 사물인터넷은 인간을 포함한 물질적인 사물들 사이에 가상의 네트워크를 통해 서로 소통하고 상호작용하여 사물을 조작·관리하는 것을 의미한다(Gong, M. S et al 2016). 사물인터넷의 핵심이 되는 기술은 속도, 위치, 온도 등과 같은 물리량을 측정하는 센싱 기술, 각각의 사물은 연결하는 와이파이, 블루투스과 같은 네트워크 기술, 연결되어 수집된 데이터와 자료를 목적에 맞게 서비스하는 인터페이스 기술이 있다. 이러한 3개의 기술이 융합하여 사물인터넷을 구성한다.

이러한 사물인터넷은 다양한 분야에서 활용된다. 기본적으로 가전제품을 원격으로 제어하거나 특정 조건에 따라 자율적으로 구동하는 스마트 홈서비스를 들 수 있으며 2014년 구글이 인수한 네스트(Nest)의 학습형 온도조절기를 예로 들 수 있다. 또한 제조업과 같은 산업에서 공장 내의 기계들을 연결하여 더 효율적으로 생산공정을 관리하는 스마트팩토리로 활용되기도 하며 현재 농업에서 주목받고 있는 스마트팜(Smart Farm) 역시 이러한 사물인터넷을 활용한 것이다. 사물인터넷은 물질적인 형태로만 활용되는 것은 아니다. 사물인터넷은 센싱 기술을 통한 물리력 측정을 기반으로 두기 때문에 다양한 물리적 자료를 수집할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 데이터는 인터넷으로 연결되어 Cloud에 저장되고 저장된 정보가 쌓여 Big Data로써 활용될 수 있다. 즉 사물인터넷은 다른 4차산업의 기반이 되는 기술로의 역할을 수행한다.

#### 2) Cloud

클라우드를 인터넷을 기반으로 하는 서비스로 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)이라고도 불린다. 2006년 구글에서 처음 제안되어 현재 아마존, 마이크로소프트, IBM 등의 글로벌기업들이 클라우드 시장에 참여하고 있다(Lee, J. S et al 2

009). Cloud는 구름이라는 이름처럼 만질 수는 없지만, 눈에는 보이는 서비스이다. 특정 개인이나 집단이 자신들이 활용하는 데이터나 소프트웨어 혹은 서버를 본인의 컴퓨터가 아닌 클라우드 제공 기업의 데이터센터에 저장해두어 인터넷만 연결되면 해당 자료와 소프트웨어를 이용할 수 있다. 즉 Cloud는 컴퓨터를 활용함에 있어서 특정 위치, 기기 등 물리적 제약에서 벗어나 원하는 작업을 할 수 있는 환경을 제공해준다. 또한 Cloud 서비스는 높은 사양의 컴퓨터를 필요로 하지 않고 별도의 서버를 운용하지 않아도 되기 때문에 비용 절감의 효과도 존재하여 큰 비용을 감당할 수 없는 중소기업에서의 활용이 늘어나고 있다(Lee, J. S et al 2009).

클라우드 서비스의 대표가 되는 기업은 아마존의 AWS(Amazon Web Service)이다. 구글이나 마이크로소프트에서도 클라우드 서비스를 제공하고 있으나 아마존의 AWS가 주로 많이 활용된다(홍성범 2014). 아마존의 AWS의 경우 서버의 크기나 원하는 사양에 따라 가격이 상이하고 기본 서비스 이외의 다양한 빅데이터 분석 툴을 같이 제공한다.

국내에서는 SKTelecom이 T bizpoint를 이용하여 국내 중소기업과 스타트업의 클라우드 환경을 제공하고 있으며 KT는 저장된 정보를 더욱 쉽게 활용할 수 있도록 데이터 및 이미지 처리 등과 같은 편의성 높은 서비스를 제공하고 있다.

### 3) Mobile

과거 모바일은 음성 위주의 이동통신 서비스를 제공하였으나 3G에서 4G로 이동통신 기술이 발전함에 따라 음성에서 데이터 중심의 서비스로 변화를 만들어 냈다. 과거와 달리 모바일을 통해 정보를 습득하기도 하며, 영상 콘텐츠를 즐기는 등 모바일의 기술발전으로 인하여 서비스 이용의 패턴 변화를 만들어 냈다(김효원 외 2017). 또한 4G에서 전송속도와 최대접속자 수 등이 대폭 개선되는 5G가 대두됨에 따라 사물인터넷 등 다른 기술과 결합한 서비스들의 등장이 예고된다.

5G는 고용량의 데이터를 실시간으로 빠르게 처리하는 서비스가 가능할 것으로 예상되며, 이러한 변화는 모바일을 통해 즐기는 영상 콘텐츠의 해상도를 높일 수 있고, 장기적으로는 홀로그램이나 3D 영상으로도 서비스가 확장될 전망이다. 또한 사물인터넷과 같은 인터넷으로 연결된 기기 간 통신 서비스의 활용도 늘어날 것이다. 드론이나 자율주행차 같은 무인 이동체나, 원격 서비스를 이용한 원격



의료서비스 등을 예로 들 수 있다(Bang, S. C. et al, 2013).

#### 4) Big data

빅데이터는 컴퓨터의 하드웨어 및 소프트웨어 기술이 발전함에 따라 과거에는 다루지 못했던 큰 데이터를 다룰 수 있게 되면서 많이 활용되고 있다. 빅데이터는 특정 분야로서의 쓰임새가 있는 것이 아닌 다양한 분야에서 활용되는 만큼 범용성이 높다. 빅데이터는 크기(Volume), 속도(Velocity), 형태(Variety)라는 3가지 특징을 가지고 있다. 빅데이터는 기존에 주로 다루었던 정형데이터뿐만 아니라 소리나 영상 같은 비정형데이터에 대한 활용이 가능해지면서 활용 가능한 데이터의 양이 증가하였다. 또한, 소프트웨어의 발달로 실시간으로 계속 생성되는 데이터에 대한 활용도 가능해져 속도로의 장점도 가지고 있다.

빅데이터는 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 2008년 미국의 대선에서는 유권자 데이터를 기반으로 한 맞춤형 선거전략으로 활용되었으며, 서울시에서는 심야버스 노선을 확장하기 위해 KT의 유동인구 데이터를 기반으로 새로운 심야버스 노선을 확정하기도 하였다(김동완 2013). 이외에도 고객관계관리(Customer Relationship Management: CRM)를 활용한 고객 맞춤형 서비스나 그로스 해킹을 활용한 그로스 마케팅에도 활용된다.

#### 5) AI

인공지능(Artificial Intelligence)이라는 용어는 1956년 미국의 존 매카시 교수에 의해 사용되기 시작했다. 인공지능이란 컴퓨터가 인간과 같은 고도의 문제해결 능력을 갖추어 주어진 문제를 해결하는 컴퓨터과학의 한 분야이다. 구글의 딥마인드가 개발한 'AlphaGo'가 인공지능의 대표적인 예라고 할 수 있다. 인공지능은 앞서 언급한 클라우드와 빅데이터가 발전하면서 딥러닝, 알고리즘 등 인공지능의 기반이 되는 기술이 급격히 성장하여 주목받기 시작하였다(원동규 외 2016). 인공지능 또한 빅데이터와 같이 어떤 분야에 활용되느냐에 따라 쓰임새가 다르다. 대중적으로 잘 알려진 AlphaGo처럼 바둑을 두거나 챗봇과 같은 서비스도 인공지능이다. 또한, 아마존의 알렉사(Alexa), 애플의 시리(Siri), 삼성의 빅스비(Bixby)도 인공지능으로 현재 우리의 삶에서 쉽게 찾아볼 수 있다.



## 6) Block chain

블록체인은 분산 컴퓨팅, P2P, 암호화를 기반으로 한 기존과 다른 새로운 거래 시스템이다. 블록체인은 중앙은행과 같은 특정 중개 기관에 의존하는 거래 시스템에서 벗어나 개인 간의 직접적인 거래를 가능하게 하고 그 거래의 신뢰성을 보장하는 기술이다(Lee, D. Y. et al, 2017). 블록체인 기술을 간략히 설명하면 우선 블록체인은 암호화폐 거래 시스템으로 모든 거래에 관한 내용이 블록 형태로 저장된다. 그리고 저장된 블록은 모든 사용자가 가지고 있으며 정상적인 암호화폐 거래가 있으면 모든 블록은 최신화된다. 이렇게 모든 거래내역을 모든 사용자끼리 공유하고 있으므로 해킹이나 조작으로부터 안전하다.

블록체인 기술은 금융권을 넘어서 비금융권에서도 활용된다(김정숙 2018). 우선 금융권에서의 활용사례를 살펴보면 KB의 경우 핀테크 기업인 코인플러스와 협업하여 증빙자료 위변조 확인을 위해 활용했으며 IBK와 NH는 블록체인 기업인 코빗과 협업을 진행하였다. 미국에서는 나스닥 프라이빗마켓에 블록체인 기술을 적용 등 금융권에서 활발히 활용되고 있다. 비금융권에서도 마찬가지로이다. 버클리 음대에서는 저작권료 지급시스템을 블록체인으로 구축하였고, 딜로이트는 감사대상 기업의 회계자료를 블록체인을 통하여 감사하였다. 이렇듯 블록체인의 경우 다양한 분야에서 활용되고 있다.

## 7) 3D Printer

기존의 프린터는 잉크나 레이저를 활용한 2차원적인 결과물을 생산했다면, 3D 프린터는 파우더나 플라스틱을 활용하여 3차원의 물체를 생산한다. 3D프린터는 삼차원 도면만 있으면 빠르게 제품을 생산할 수 있어 다양한 산업에서 시제품을 만드는 용도로 주로 활용된다(박후 2014). 또한, 미국의 스타트업인 ‘메이드 인 스페이스’가 우주 환경에서의 3D 프린팅 테스트에 성공하여 3D 프린터의 범용성이 확인되었다. 특히 우주에서는 재료 수급이 어렵고 공간적인 제약이 있는 만큼 우주산업에서 3D프린터의 역할이 더욱 중요할 것이다.

## 8) Robot

로봇은 자동으로 주어진 일을 수행하는 기계를 의미한다. 로봇이라고 하면 공장에 있는 생산설비를 주로 생각하지만, 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 세탁기나 엘리베이터 또한 로봇으로 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서는 자동화 생산설비를

로봇이라고 정의한다. 그러한 이유는 본 연구에서 활용되는 기업활동조사 자료의 설문에서의 로봇의 정의가 다르기 때문이다. 로봇의 의미는 복합기 같은 일반적인 사무용품도 포함하는 것으로 거의 모든 기업에서 로봇을 활용하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 기업활동조사의 응답을 보면 로봇을 활용하는 기업은 전체 기업의 약 1% 정도를 차지하므로 공장에서 활용되는 생산설비를 로봇으로 보는 것이 옳다.

4차산업 관련 기술로서 로봇의 예시는 삼성의 반도체 공정 설비를 들 수 있다. 반도체의 경우 웨이퍼에 얼마나 세밀하게 회로를 새길 수 있는지가 성능을 결정하는 중요한 요소이다. 이러한 세밀한 공정을 하기 위해서는 정밀한 로봇이 필요한다. 이러한 로봇이 4차산업에서 말하는 로봇이라고 볼 수 있다. 따라서 로봇을 기업의 생산성을 높이거나 제품의 경쟁력을 강화하는 용도의 생산설비라고 정의한다.

### 9) AR·VR

증강현실(Augmented Reality; AR)은 컴퓨터 모델링을 기반으로 만든 특정 물체를 실제 환경과 겹쳐 보이게 하여 가상의 정보를 제공하는 기술을 의미하고 가상현실(Virtual Reality; VR)은 실제의 특정 환경이나 가상의 환경을 컴퓨터 모델링을 기반으로 구축하고 구축된 가상현실에서 이용자가 상호작용할 수 있도록 하는 기술을 말한다(임상우 외 2018).

이러한 증강·가상현실 기술은 다양한 분야에서 활용된다. 2016년 출시된 닌텐도의 ‘포켓몬고’가 증강현실을 활용한 게임으로 큰 인기를 끌었다. 또한 영국의 알츠하이머 연구소에서는 AR·VR 콘텐츠를 활용하여 간병인 교육을 진행하고 있으며 치매 환자에게 과거의 기억을 3D 영상으로 보여주어 스트레스를 경감시키는 치료를 하고 있다(이자연 2019).

## 3. 선행연구

문성배 & 전현배(2008)는 기술혁신 활동이 고용에 어떠한 영향을 주었는지를 분석하였다. 2002년의 기술혁신조사 자료를 이용하여 ICT 기업과 비ICT 기업 간의

고용효과가 어떻게 다른지 연구하였다. 두 기업 간의 고용효과 차이가 나타나지 않았지만, 제품혁신과 공정혁신에서 새로운 제품이 기존의 제품보다 더 큰 고용효과를 발생시키는 것으로 나타났다. 즉 기업의 혁신은 고용과 상당한 관계가 있음을 확인할 수 있다(강규호 2006; 문성배 2006; 김자윤 외 2014; 박재성 & 홍준교 2012; 노희성 외 2014).

또한 전현배 & 문성배(2013)는 동일한 자료를 이용하여 기존기업과 잠재적 진입기업의 기술혁신을 비교하였다. 분석 결과 기술혁신 중 제품혁신과 공정혁신 모두 잠재적 진입기업이 기존기업보다 많은 기술혁신 활동을 수행하는 것으로 나타났다. 이러한 선행연구를 통해 기업의 혁신활동이 기업의 이윤을 극대화를 위한 것이 아닌 기업의 생산성 증대로 인한 고용의 변화 산업구조의 변화 등 경제학적으로도 의미가 있다는 것을 알 수 있다. 즉 기업의 혁신에 관한 연구를 확인하는 것은 기업이 혁신함으로 발생시킬 경제적 변화를 이해하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

김현식 외(2016)는 기술혁신이 기업의 재무적 성과에 영향을 주는지 연구하였다. 또한 비기술혁신이 기술혁신과 재무적 성과 사이에서 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다. 2010년 기술혁신조사(제조업)의 자료를 이용하여 분석하였으며 분석 결과 기술혁신은 재무적 성과에 긍정적인 영향을 주고 비기술혁신 역시 재무적 성과에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 비기술혁신의 경우 기술혁신과 성과 사이에서 매개효과를 하는 것으로 나타나 기업의 혁신과 연관된 연구에서 기술혁신과 비기술혁신이 같이 고려되어야 한다는 것을 알 수 있다.

4차산업 기술 또한 기업의 생산성을 높인다. 류민지 외(2022)에 의하면 기업활동조사 자료를 활용하여 4차산업 기술의 활용이 기업의 생산성에 미치는 영향을 분석한 결과 서비스업에서 생산성제고 효과가 크게 나타났으며 제조업에서도 대기업에 한하여 생산성제고 효과가 나타나는 것을 확인하였다. 즉 4차산업 기술이 기업의 생산성을 증대시키고 이러한 효과는 산업이나 규모에 따라 다르게 나타날 수 있음을 파악할 수 있다.

신동한(2022)은 기업활동조사 데이터와 4대 보험 행정자료를 결합하여 2015년부터 2018년의 기간 동안 4차산업 기술 도입으로 인한 고용효과에 대해 분석하였다. 분석 결과 4차산업 기술을 도입한 기업은 순고용창출률이 타 기업보다 평균적으로 2.1%P 높고, 이 중 75% 정도가 신규고용으로 인한 것으로 나타났다. 이는 4차산업 기술 도입이 고용을 늘리는 데 기여했다는 것을 의미하며 기술 도입

과 고용 사이의 상관관계가 있음을 나타낸다.

송재욱(2022) 또한 기업활동조사 데이터를 활용하여 4차산업 기술 도입으로 인한 고용량의 변화에 관해 연구하였다. 이 연구에서는 앞선 신동한(2022) 연구와 다른 점은 종속변수로 기업의 종사자 수를 활용했다는 점과 기업 특성을 모형에 추가하여 분석했다는 점이 차이가 있다. 분석 결과 4차산업 기술의 도입은 총종사자 수를 평균적으로 149명 늘리는 것으로 나타났다.

앞선 두 선행연구를 통해 기업의 4차산업 기술 도입과 고용과의 상관관계가 있음을 파악할 수 있다. 그러므로 본 연구에서도 4차산업 기술활용에 있어서 개별 기업의 고용변화가 기업의 기술활용에 대한 전략적 선택에 영향을 줄 수 있으므로 개별 기업의 고용증가율을 변수로 추가하여 이를 통제하였다.

또한, 김자운 외(2014)는 통계청의 경제활동인구조사 데이터와 한국생산성본부, 한국은행의 데이터를 활용하여 기술발전이 고용에 미치는 영향에 관하여 연구하였는데, 고용된 취업자를 직종에 따라 저숙련 취업자와 고숙련 취업자로 구분하여 분석하였다. 분석 결과 기술발전은 고숙련 취업자 수를 늘리는 반면 저숙련 취업자 수를 낮추는 것으로 나타났다. 즉 숙련직종 여부에 따라 기술의 도입이 고용량을 늘어날 수도 줄어든 수도 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 비교적 저숙련 노동자가 많이 있을 거라 예상되는 임시·일용근로자에 대한 통제를 위해 개별 기업의 임시·일용근로자 비율을 변수로 추가하였다.

기술은 로봇과 같은 유형자산으로만 존재하는 것이 아닌 인공지능, 빅데이터와 같이 인적자산이나 지식재산과 같은 무형자산을 포함하는 것으로 특허와 같은 무형자산이 많은 기업은 그만큼 기술을 수용에 유리할 수밖에 없다(Haskel and Westlake 2017; Byrne and Corrado 2017). DeStefano, T. J et al (2022)은 한국의 기업활동조사 데이터를 활용하여 어떤 기업이 AI를 활용하는가에 관한 연구를 진행했다. OLS, Probit, Logit 이렇게 3개의 연구모형을 활용하여 분석한 결과 모든 모형에서 무형자산 비율과 기업의 매출액이 높을수록 AI를 수용하는 확률이 증가한다는 결과가 나타났다. 즉 무형자산 비율과 매출액이 기술수용에 영향을 미치는 것으로 판단되므로 매출액과 무형자산 비율 변수를 연구모형의 조절변수로 포함하였다.

또한, 4차산업 기술을 수용하는 데는 비용과 시간이 필요하다. 대기업의 경우 이미 축적된 기술 등의 지식 기반 자본이 갖춰져 있어 새로운 기술을 수용하는데 있어서 진입장벽이 낮고 경쟁력을 갖추기 위해 새로운 기술을 습득하려는 경

향이 있으므로 기업의 규모는 기술을 수용함에 있어서 중요한 결정요인이 될 수 있다(Gibbs and Kraemer 2004). 따라서 본 연구에서는 기업 규모를 변수로 추가하여 통제하기보다는 규모별로 분석을 시행하여 규모에 따라 4차산업 기술을 어떻게 활용하는지 확인한다.

마지막으로 Lopez Acevedo (2002), Griffith, Redding and Simpson (2002)에서 일반적으로 외국인이 소유하고 있는 기업은 더 높은 생산성을 보이며 더 많은 기술을 사용하는 것으로 나타나 본 연구에서는 외국인 자본 유무를 나타내는 외국인 자본 더미를 연구모형에 추가하였다.

#### 4. 관련 정책

혁신의 중요성이 확대됨에 따라 기업의 혁신을 보조하는 정부 정책이 많이 시행되었다. 특히 상대적으로 기술수용 및 개발이 어려운 중소기업을 대상으로 주로 시행된다. 연구시설, 장비 등이 부족한 중소기업을 대상으로 하는 ‘연구기반 활용플러스’는 대학과 연구기관이 보유하고 있는 연구시설이나 장비를 기업이 사용할 수 있도록 목적에 따라 정부 부담 80%, 최대 5천만 원 한도의 바우처 지급하는 지원 정책을 시행하고 있으며 ‘공정·품질 기술개발사업’은 중소기업을 대상으로 제품을 개선하거나 공정을 개선하기 위한 기술개발 비용을 과제당 최대 5천만원 한도에서 지원하는 정책도 시행하고 있다.

기업의 혁신을 위한 정책뿐만 아니라 기업의 4차 산업혁명 기술활용을 지원하는 정책 또한 많이 시행되고 있다. 중소기업을 대상으로 스마트공장 구축 및 운영 역량강화 컨설팅을 지원하고 있으며 청년농업인을 대상으로 농업경쟁력 강화를 위해 스마트팜 설치를 지원하는 ‘청년농업인 스마트팜 지원사업’도 시행되고 있다. 이외에도 로봇 도입을 통한 생산성 향상을 지원하는 ‘로봇활용 중소제조 공정혁신 지원’ 정책, R&D 기획역량 강화를 위한 ‘중소기업 R&D 역량제고’ 정책, 소공인이 보유한 제품이나 기술을 개발 및 개선을 위한 ‘소공인 제품·기술 가치향상’정책, 소상공인을 대상으로 시범상가 조성 및 스마트상점 기술 보급, 교육을 지원하는 ‘소상공인 스마트상점 기술보급’정책 등 다양한 정책이 시행되고 있다.

[표 2] 기업의 혁신 및 4차 산업혁명 기술 지원정책

정책명	내용	주관
연구기반 활용 플러스	중소기업을 대상으로 연구기관의 연구시설 및 장비를 활용할 수 있도록 바우처 지급	중소벤처기업부
공정·품질 기술개발사업	중소기업을 대상으로 제품이나 공정을 개선하여 품질을 향상되도록 지원금 지원	중소벤처기업부
소공인 제품·기술 가치향상	소공인이 보유한 제품과 기술을 개발 및 개선하기 위해 기술개발 기획 및 개발비용 지원	중소벤처기업부
로봇활용 중소제조 공정혁신 지원	중소 제조기업을 대상으로 생산공정의 스마트화를 위한 공장설계 및 교육 지원	중소벤처기업부
중소기업 R&D 역량제고	중소기업의 R&D 기획역량 강화를 위한 R&D 교육 지원	중소벤처기업부
스마트공장 구축 및 고도화지원	중소 및 중견기업을 대상으로 제품설계 및 생산공정을 위한 IoT등의 기술이 적용되는 스마트공장 관리 시스템 지원	중소벤처기업부
청년농업인 스마트팜 지원사업	청년농업인을 대상으로 작물에 맞는 스마트팜 구축 지원	농업기술센터
소상공인 스마트상점 기술보급	소상공인을 대상으로 스마트 시범상가 조성 및 업종별 스마트상점 기술 보급 및 지원	소상공인시장진흥공단

### Ⅲ. 데이터 및 연구모형

#### 1. 데이터

##### 1) 기업활동조사 특성

기업활동조사 데이터는 기업의 종합적인 경영전략(재무구조, R&D 연구 등), 해외 진출 여부, 기술활용 등 다양한 기업정보를 확인할 수 있어 기업을 대상으로 하는 연구에 주로 활용되며 정책 수립의 기초자료로도 많이 활용된다. 2000년대 초반 사업체 위주의 통계조사에 대한 개선의 필요성이 제기(한국개발연구원, 2002)됨에 따라 2006년(2005년 기준) 통계청 주관으로 처음 작성되었으며, 현재까지 총 15회(매년 1회) 작성되었다. 기업활동조사가 시행된 이유는 기업활동의 국제화 및 다변화로 인한 것으로, 기업의 특성을 파악하는 데 있어서 기존의 사업체를 대상으로 하는 조사를 활용하는 데 한계가 있고 기업활동을 파악하려는 기업 단위의 조사에 대한 요구(Needs)로 인한 것이다. 이러한 요구는 사업체와 기업 간의 차이가 있음을 의미하며, 기존의 사업체만을 대상으로 하는 연구로는 산업을 이해하는 데 한계가 있다는 것을 알 수 있다. 즉 기업을 대상으로 하는 연구는 산업을 이해하고, 기업의 국제화 등의 산업 변화를 파악하는 데 큰 도움이 될 수 있다.

최근 기업활동조사를 활용한 연구로는 4차 산업기술 활용이 고용에 미치는 영향(신동한, 2022; 송재욱, 2021)에 관한 연구와 4차 산업기술 도입과 생산성과의 관계에 관한 연구(이승민 외, 2022) 등 기업을 대상으로 하는 다양한 주제의 연구가 이루어졌다. 이렇듯 기업활동조사는 다양한 연구에서 활용되고 있으나 데이터가 가지고 있는 한계도 존재한다. 기업활동조사의 조사대상 기업은 국내에서 산업활동을 하는 기업 중 상용근로자가 50인 이상이면서 자본금이 3억 원 이상인 기업을 대상으로 조사된다(통계청, 2020).<sup>1)</sup> 즉 특정 산업을 제외한 다른 산업에서 소규모기업(50인 이하)에 대한 기업은 조사대상에서 제외된다는 한계가 있다. 그러므로 규모에 따른 추가적인 분석에서는 기업의 고용자 수가 300인 미만

1) 조사대상이 되는 기준을 제외하고 예외로 특정 산업(도소매업, 서비스업)에 속하면서 자본금이 10억 원 이상이면 조사대상으로 포함된다.



인 기업을 중소기업 300인 이상인 기업을 대규모 기업으로 구분하여 분석한다. 본 연구는 기업의 4차산업 기술활용에 관한 연구를 위해 기업활동조사 자료를 활용하였으며, 마이크로데이터이용센터(이하 MDIS)<sup>2)</sup>의 다운로드 서비스를 이용하였다.

## 2) 변수 구성

본 연구는 2019년도의 기업활동조사 자료를 활용<sup>3)</sup>하였으며 4차산업 기술을 사용하는 기업을 대상으로 분석을 시행한다. 종속변수는 기업이 4차산업 관련 기술을 어떤 목적으로 활용하는지에 대한 변수이다. 기업활동조사 자료에서는 그 목적을 제품개발, 마케팅전략, 생산공정, 조직관리, 판매목적, 해당없음으로 구분하였다. 본 연구에서는 이러한 4차산업 기술활용 목적을 3개의 혁신과정으로 묶어 활용한다. 제품개발이나 생산공정을 위해 기술을 활용하는 경우를 기술혁신으로, 마케팅전략이나 조직관리를 위해 기술을 활용하는 경우를 비기술혁신으로, 마지막으로 해당없음과 판매목적의 경우를 비혁신으로 구분하여 활용한다. 따라서 본 연구에서 활용될 종속변수는 혁신과정을 의미하며 총 3개(비혁신, 기술혁신과정, 비기술혁신과정)의 혁신과정으로 비혁신인 경우는 1, 기술혁신과정일 경우에는 2, 비기술혁신과정일 경우에는 3의 값을 갖는다. 이때 비혁신에 대한 해석에 유의해야 한다. 비혁신은 참고 범주(reference category)로 다항 로짓 분석의 기준이 되므로 비혁신이 의미하는 바를 명확히 해야 한다. 비혁신은 혁신으로 구분된 기술혁신이나 비기술혁신이 아닌 판매목적이나 선택지에 없는 목적(해당없음)을 위해 4차산업 기술을 활용하는 것을 의미하는 것이지 4차산업 기술을 활용하지 않는

2) MDIS는 통계청에서 운영하는 시스템으로 통계청과 통계작성기관의 마이크로데이터를 통합하여 온·오프라인으로 서비스를 제공한다. MDIS를 이용하는 방법은 다운로드 서비스, 온라인분석 서비스, 원격접근서비스(RAS), 이용센터서비스(RDC), 주문형 서비스, 통계자료 분석 서비스로 서비스별로 제공되는 데이터가 다르다.

3) 2019년만을 분석 기간으로 설정한 이유는 4차 산업혁명 관련 기술과 관련된 항목이 2017년도부터 조사되었으며 2018년도와 2019년도에 조사지가 변경됨에 따라 2017년과 2018년도를 분석 기간에서 제외하였으며 2020년에는 COVID-19로 인하여 전 세계적으로 팬데믹(Pandemic)이 선언됨에 따라 사회적 거리두기 등 산업구조의 직·간접적으로 영향을 주는 정책들이 시행되어 산업 전체의 구조변화를 초래했으므로(정민 외 2016; Battisti et al, 2021; 주원, 2022), 해당연도의 자료를 분석 기간으로 포함하는 경우 분석 결과의 편향을 발생시킬 수 있다고 판단되어 2020년도를 분석 기간에서 제외하였다. 단 전년도 대비 증가율과 같이 전년도 자료를 필요로 하는 독립변수(고용증가율)를 구성하기 위하여 2018년 자료를 활용한다.

연도	4차산업 기술활용 분야 선택지
2017년	① 제품개발 ② 마케팅전략 ③ 생산공정 ④ 조직관리
2018년	① 제품개발 ② 마케팅전략 ③ 생산공정 ④ 조직관리 ⑤ 판매목적
2019년	① 해당없음 ② 제품개발 ③ 마케팅전략 ④ 생산공정 ⑤ 조직관리 ⑥ 판매목적



것으로 오인해선 안 된다. 기술혁신과 비기술혁신 또한 그 결과를 해석하는 데 유의해야 한다. 4차산업 기술활용 목적을 두 개의 큰 혁신으로 구분하였지만, 해당 기술을 사용하는 것이 반드시 혁신으로 이어지는 것은 아니기 때문에 4차산업 기술이 혁신과정에 활용된다라고 해석해야 한다.

본 연구에 활용될 독립변수는 4차산업 관련 기술 사용 여부에 관한 더미변수로 총 9개(IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI, Block Chain, 3D Printer, Robot, AR·VR)의 4차산업 기술을 사용하면 1 아니면 0의 값을 갖는다.

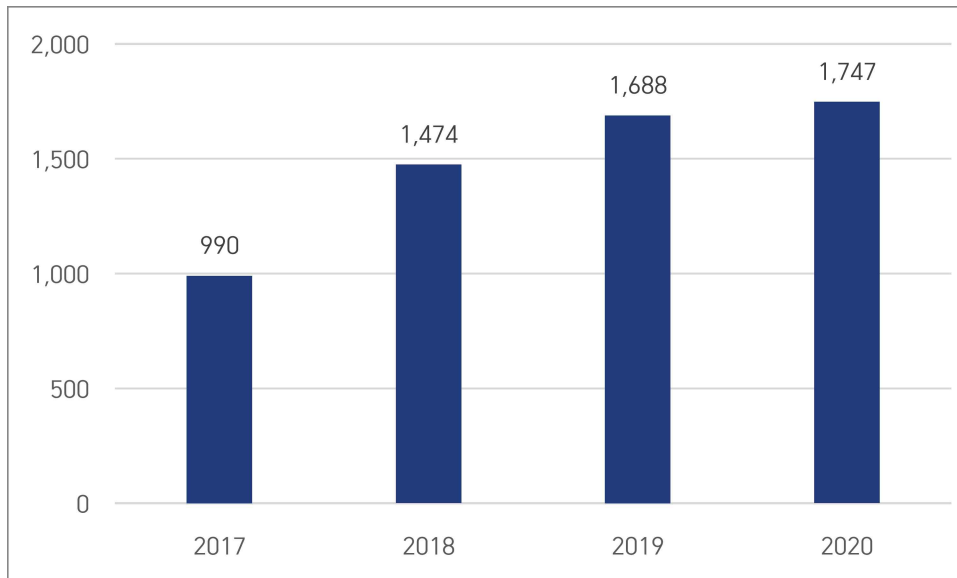
이외 기업의 기술활용에 영향을 줄 것이라 판단되는 요인들을 통제하기 위하여 로그 매출액(영업이익), 외국인 자본 더미(자본금 중 외국인 자본이 존재하면 1 존재하지 않으면 0의 값을 가짐), 임시근로자 비율(임시근로자 수를 총근로자 수로 나눈 값), 무형자산 비율(무형자산을 총자산으로 나눈 값), 로그 노동생산성(매출액을 총고용자 수로 나눈 값), 고용증가율(근로자 수를 전년도 근로자 수로 나눈 값)을 조절변수로 구성하였다.

본 연구는 4차산업 기술을 활용할 때 기업이 어떠한 혁신과정에서 그 기술을 활용하는지에 관한 연구로 종속변수인 혁신 분야와 독립변수인 4차산업 기술이 1:1로 대응된다. 기업은 반드시 1개의 기술만 사용하는 것이 아니므로 기업이  $n$  개 이상의 기술을 사용하는 경우 해당 기업 데이터가  $n$ 개 이상 포함된다. 이렇게 같은 기업 데이터가 다수 포함되어 결과의 편향이 발생하지 않도록 해당 기업의 id를 기반으로 강력하게 통제하였다.

본 연구에서 활용되는 기업활동조사 데이터를 토대로 4차산업 기술과 관련된 기본적인 흐름 및 구조에 대해 파악한다. [그림 1]은 4차산업 관련 기술을 활용하는 기업의 수를 연도별로 나타낸 것이다. 2017년에는 990개의 기업이 4차산업 관련 기술을 활용하였으나 시간이 지남에 따라 그 수가 약 1.8배 증가하여 2020년에는 1,747개의 기업이 4차산업 관련 기술을 활용하는 것으로 나타났다. 2018년도에 활용기업의 수가 1,474개로 2017년도와 비교하여 급격히 증가하였으나 점차 그 증가 폭이 감소하였다. [그림 2]는 4차산업 관련 기술 활용기업 수가 규모에 따라 어떻게 변화하였는지 파악하기 위한 그래프로 소규모와 대규모의 경우 매년 기술을 활용하는 기업이 증가하고 있지만, 중규모기업의 경우에는 2020년의 기술활용 기업 수가 줄어드는 형상이 나타났다. 이는 [그림 1]에서 2020년의 기술활용 기업의 증가 폭 감소의 원인이 중규모기업에 의한 것임을 알 수 있다. 이러한 현상은 앞서 언급했듯이 코로나로 인하여 산업 전체의 큰 경제적인 영향이

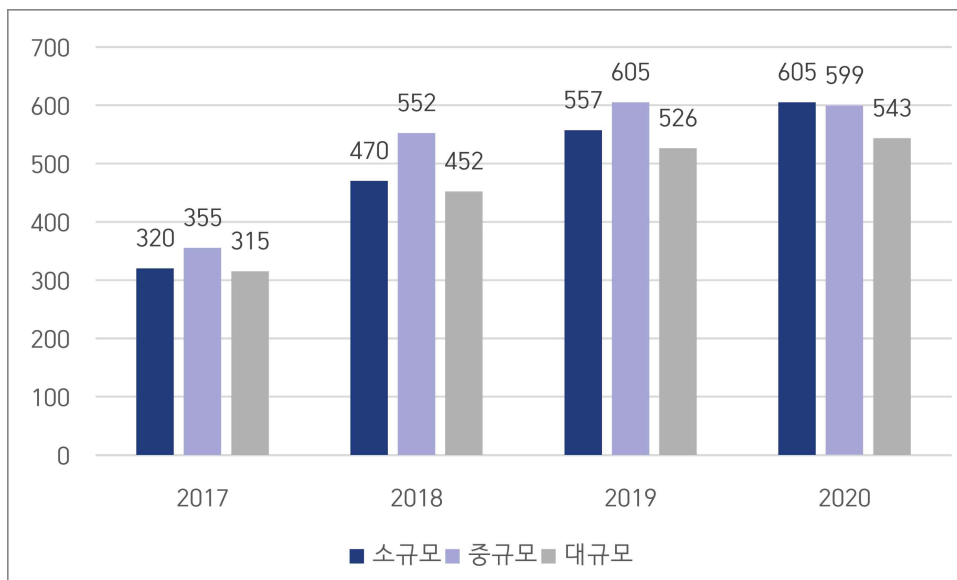
있었기 때문이라고 추측할 수 있다. 또한 상대적으로 자본 및 기술이 부족한 소규모기업에서의 활용기업 수의 증가는 단순히 소규모기업이 기술활용을 늘렸다고 판단하기보다는 중규모기업이 코로나로 인하여 경제적 손실을 줄이기 위해 고용을 줄여 소규모기업으로 편입된 것으로 판단된다.

[그림 1] 연도별 4차산업 관련 기술 활용기업



출처 : 통계청 기업활동조사 자료를 바탕으로 저자 작성

[그림 2] 연도 및 규모별 4차산업 관련 기술 활용기업



출처 : 통계청 기업활동조사 자료를 바탕으로 저자 작성

[표 3]은 4차산업 관련 기술활용과 관련하여 [그림 2]와 달리 규모가 아닌 각

기술에 초점을 두어 9개의 4차산업 관련 기술에 대한 연도별 빈도분석표이다. 2017년에는 4차산업 관련 기술로 모바일(Mobile)이 가장 많이 활용되었으나, 2020년에는 클라우드(Cloud)가 가장 많이 활용된다. 이는 4차산업에 따라 데이터의 중요도가 과거보다 상승했기 때문이다. 또한, 기업의 마케팅 등에 주로 활용되는 빅데이터(Big Data)와 인공지능(AI)과 관련된 기술의 발전과 더불어 그 기본이 되는 클라우드에 대한 수요가 증가했다고 판단된다.

[표 3] 연도에 따른 4차산업 기술활용 빈도표

연도	IoT	Cloud	Big Data	Mobile	AI	Block Chain	3D Printer	Robot	AR·VR
2017	285 (0.023)	327 (0.027)	335 (0.027)	424 (0.035)	173 (0.014)	94 (0.008)	116 (0.009)	96 (0.008)	101 (0.008)
2018	495 (0.039)	581 (0.045)	558 (0.044)	406 (0.032)	352 (0.028)	148 (0.012)	175 (0.014)	169 (0.013)	149 (0.012)
2019	505 (0.039)	748 (0.058)	623 (0.048)	355 (0.028)	407 (0.032)	124 (0.010)	197 (0.015)	220 (0.017)	178 (0.014)
2020	458 (0.035)	804 (0.061)	668 (0.051)	357 (0.027)	469 (0.036)	128 (0.010)	191 (0.015)	227 (0.017)	187 (0.014)

주 : 괄호() 안의 값은 해당 연도에 전체 기업 중 해당 기술을 사용하는 기업의 비중을 나타냄

연도별 각 기술활용 기업 수의 변화를 확인해보면 모바일에 경우 시간이 지날수록 그 기술을 활용하는 기업의 수가 점차 감소하였으며, 사물인터넷(IoT)과 3D 프린터(3D Printer)는 2019년까지 그 기술을 활용하는 기업의 수가 증가하다가 2020년에 감소하는 것으로 나타났다. 이는 해당 기술을 주로 활용하는 산업이 코로나로 인한 영향을 크게 받는 산업이거나, 해당 기술을 활용하는 데 있어서 기술활용이 기업의 재무적인 성과에 많은 영향을 미치지 못해 코로나로 인한 경제적 손실(기술활용에 대한 고정비용)을 줄이기 위해 기술활용을 포기하는 것으로 추측된다. 또한 블록체인(Block Chain)의 경우에는 관련 기술이 암호화폐와 관련된 것으로 2018년 이후 암호화폐 시장의 침체기로 인하여 그 기술을 활용하는 기업의 수가 줄어든 것으로 추측된다. 앞서 이야기한 4개를 제외한 5개의 4차산업 관련 기술을 활용하는 기업의 수는 시간이 지남에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

기업이 4차 산업혁명 관련 기술을 하나만 활용하는 것이 아니라 필요에 따라 1개 이상의 기술을 활용할 수 있다. 따라서 시간이 지남에 따라 4차산업 관련 기

기술활용 개수의 변화를 살펴본다. [표 4]은 연도별 4차산업 기술활용 개수 빈도표로 4차산업 관련 기술을 1개 활용하는 기업은 2019년까지 꾸준히 상승하였으나 2020년에는 소폭 감소하였고, 관련 기술을 2개 이상 4개 이하 활용하는 기업은 시간이 지남에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 모든 연도에서 1개의 기술을 활용하는 기업의 비율이 50%가 넘는 것을 확인할 수 있다. 기업 대부분이 4차산업 관련 기술을 1개 혹은 2개 활용하는 것으로 나타났다.

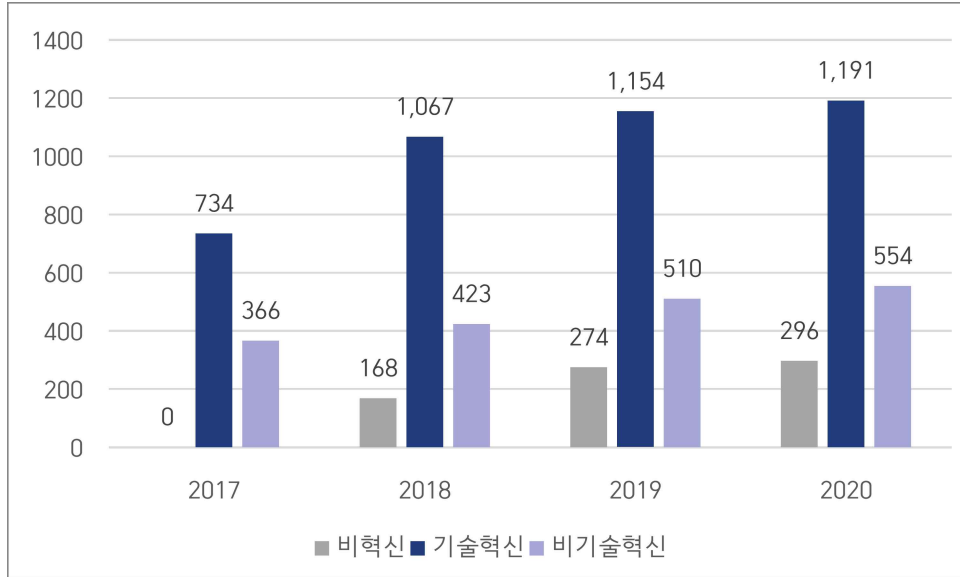
[표 4] 연도별 4차 산업혁명 관련 기술활용 개수 빈도표

	4차 산업혁명 관련 기술활용 개수								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2017	527 (0.532)	235 (0.237)	107 (0.108)	55 (0.056)	29 (0.029)	16 (0.016)	6 (0.006)	5 (0.005)	10 (0.010)
2018	742 (0.503)	343 (0.233)	179 (0.121)	99 (0.067)	56 (0.038)	25 (0.017)	10 (0.007)	8 (0.005)	12 (0.008)
2019	901 (0.533)	378 (0.224)	189 (0.112)	96 (0.057)	59 (0.035)	27 (0.016)	25 (0.015)	9 (0.005)	5 (0.003)
2020	895 (0.512)	412 (0.236)	222 (0.127)	104 (0.060)	54 (0.031)	25 (0.014)	20 (0.011)	7 (0.004)	8 (0.005)

주 : 괄호() 안의 값은 해당 연도에 전체 4차산업 관련 기술활용 기업 중 각 기술활용 개수에 따른 기업의 비중을 나타냄

[그림 3]은 연도 및 혁신 분야에 따른 4차산업 기술활용 빈도수를 나타낸다. 2017년에는 비혁신에 관한 자료가 조사되지 않아 그 값이 0이지만 2018년도에는 168개의 기업, 2019년에는 274개의 기업, 2020년에는 296개의 기업이 비혁신에 4차산업을 활용하는 것을 보아 조사되지 않는 않았지만, 해당 연도의 비혁신에 관한 자료는 기술혁신과정과 비기술혁신과정에 포함되어있는 것으로 판단된다. 4차산업 기술을 비혁신에 활용하는 경우 2019년 그 수가 급격하게 늘었다는 것을 확인할 수 있다. 또한 4차산업 기술을 비기술혁신에 활용하는 기업의 수도 2019년에 큰 폭으로 증가하였다. 이는 온전히 해당 혁신 분야로 4차산업 기술을 활용하는 기업의 수가 증가한 것이 아닌 조사지의 변경으로 인하여 기술활용 분야에 대한 선택지가 증가해 발생한 변화일 수도 있다. 즉 해당연도에 발생한 큰 변화는 조사지의 변경으로 편향이 발생할 가능성 있어 해석에 주의해야 한다. 이와 다르게 기술혁신의 경우 2018년에 4차산업을 해당 혁신 분야로 활용하는 기업의 수가 크게 증가하였다.

[그림 3] 연도 및 혁신 분야별 4차산업 기술 활용기업



출처 : 통계청 기업활동조사 자료를 바탕으로 저자 작성

[표 5] 2019년 혁신 유형 및 4차산업 기술 교차빈도표

기술	비혁신	기술혁신	비기술혁신	총 계
IoT	68 (0.138)	356 (0.724)	68 (0.138)	492
Cloud	103 (0.142)	355 (0.489)	268 (0.369)	726
Big Data	72 (0.120)	352 (0.589)	174 (0.291)	598
Mobile	47 (0.139)	199 (0.591)	91 (0.270)	337
AI	59 (0.149)	280 (0.707)	57 (0.144)	396
Block Chain	19 (0.164)	79 (0.681)	18 (0.155)	116
3D Printer	14 (0.073)	171 (0.895)	6 (0.031)	191
Robot	28 (0.131)	175 (0.818)	11 (0.051)	214
AR·VR	26 (0.149)	114 (0.655)	34 (0.195)	174
총 계	436 (0.134)	2081 (0.641)	727 (0.224)	3244

주 : 괄호() 안의 값은 특정 4차산업 기술을 활용하는 전체 기업 중 그 기술을 특정 혁신 형태에 활용하는 기업의 비중을 나타냄

[표 5]는 본 연구의 분석 기간인 2019년의 4차산업 기술과 혁신 유형의 교차빈도표이다. 이러한 교차빈도를 확인함으로써 이후의 분석 결과를 조금이나마 예측할 수 있다. 4차산업 기술을 활용하는 기업 대부분이 기술혁신과정에 해당 기술

을 활용하는 것을 알 수 있다. 모든 4차산업 기술에서 기술혁신과정을 활용하는 기업 수가 제일 많은 것으로 보아 이후의 다항 로짓 분석에서 비혁신이나 비기술혁신보다 계수 값이 크게 나올 것으로 예측할 수 있다. 비혁신과 비기술혁신으로 4차산업 기술을 활용하는 기업의 수는 크게 차이가 없으나 Cloud, Big Data, Mobile에서는 비혁신보다 비기술혁신의 계수 값이 크게 나올 것으로 예측할 수 있고 이와 반대로 3D Printer의 경우에는 비혁신이 비기술혁신보다 계수 값이 크게 나올 것으로 예측할 수 있다.

## 2. 연구모형

본 연구의 종속변수로 활용되는 혁신 분야에 관한 자료는 연속형 변수(Continuous variable)가 아닌 이산형 변수(Discrete variable)로 보통 최소제곱법 등의 선형회귀모형을 활용하기는 어렵다. 이는 종속변수의 값이 숫자로서의 의미를 갖는 것이 아니라, 가변수(Dummy variable)처럼 질적변수를 모형에 대입하기 위한 것으로 0 혹은 1의 값을 갖기 때문이다. 이때 종속변수 값에 대한 수리적 해석은 불가능하다.

본 연구처럼 종속변수가 이항 변수이거나 명목변수일 때는 선형확률모형, 프로빗(Probit) 모형, 로짓(Logit) 모형이 주로 활용된다. 다만 선형확률모형의 경우 오차항의 이분산이 발생할 수 있고, 종속변수를 예측함에 있어서 그 예측값이 0과 1 사이의 범위를 넘어서는 경우가 발생할 수 있으므로 본 연구의 연구모형으로 고려하지 않는다. 프로빗 모형과 로짓 모형은 선형확률모형의 단점을 개선한 모형으로 회귀식에 의해 추정되는 예측값이 0과 1 사이의 값을 같도록 비선형 함수식을 적용한다(박승록, 2020). 두 모형의 차이가 연계함수(Link function)의 형태 차이<sup>4)</sup>가 있을 뿐 기본가정과 전개 방식이 같아 일반적으로 연구자의 재량

4) 로짓 모형의 경우에는 시그모이드 함수 또는 로지스틱 함수라고 불리는 함수를 연계함수로 활용하고 프로빗 모형의 경우에는 누적표준정규분포함수를 연계함수로 활용한다.

- 로짓 모형(Logit Model) : 로지스틱 함수 :  $F(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$

- 프로빗 모형(Probit Model) : 누적표준정규분포함수 :  $\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \sqrt{2\pi} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$

에 의해 모형이 결정되므로(이성우 외 2005) 로짓 모형을 본 연구의 기본 연구모형으로 한다.

본 연구에서 활용되는 종속변수는 비혁신, 기술혁신, 비기술혁신으로 그 값이 0과 1을 갖는 더미변수가 아닌 순서가 없는 2개 이상의 명목형 변수이므로 기본 로짓 모형에서 확장된 모형인 다항 로짓 모형을 통해 분석을 시행한다.

1) 다항 로짓 모형(Multinomial Logit Model)

다항 로짓 모형(multinomial logit model)은 위계와 순서가 없는 명목형 종속변수를 다루는 모형이다. 다항 로짓 모형은 종속변수가 다항분포를 형태를 하고 있다고 가정한다(이성우 외 2005). 로짓 모형의 설정은 다음과 같다.

$$1) \quad p_{ij} = \frac{\exp(x_i' \beta_j)}{\sum_{l=1}^m \exp(x_i' \beta_l)}, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

이때  $x_i$ 는 설명변수를 의미한다.  $j$ 는 각 종속변수를 의미하여 본 연구에서는 비혁신은 1, 기술혁신은 2, 비기술혁신은 3의 값을 갖는다.  $p_{ij}$ 는 종속변수가  $j$ 일 확률을 의미하며 예를 들어  $p_{i1}$ 은 해당 자료가  $i$ 일 때 1(비혁신)일 확률을 의미한다. 이때  $p_{ij}$ 는  $0 < p_{ij} < 1$ 이며  $\sum_{j=1}^m p_{ij} = 1$ 으로 일어날 수 있는 모든 확률의 합은 1이라는 것을 의미한다. 이때 우리가 알고 싶은  $\beta_j$ 는 최대우도법(Maximum Likelihood Estimation, 이하 MLE)을 통해 추정한다. 이때 활용되는 우도함수는 다음과 같다.

$$2) \quad L(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_j | X) = \prod_{j=1}^m \prod_{Y=j} \frac{\exp(x_i' \beta_j)}{\sum_{l=1}^m \exp(x_i' \beta_l)}$$

위의 MLE를 통해 프로빗 모형을 추정하여 얻은 모수는 일반적인 OLS의 계수

와 그 의미가 다르다. 그러므로 종속변수의 확률변화에 대한 효과를 분석하기 위해서는 한계효과(Marginal effect)를 구해야 한다(박승록, 2020). 이때 한계효과를 구하는 식은 아래와 같다.

$$3) \quad \frac{\partial p_{ij}}{\partial X_i} = p_{ij}(\beta_i - \bar{\beta}_i) = p_{ij}(\beta_i - \sum_{i=1}^m p_{ij}\beta_i)$$

이렇게 구한 한계효과와 다항 로짓 분석을 통해 도출된 계수에 의미를 파악하여 기업의 혁신과 4차산업 기술의 관계를 확인한다. 보다 모형을 쉽게 이해를 위해 아래의 선형방정식 형태의 식을 구성한다.

$$4) \quad Y_{ij} = Tech_i B + Z_i \Gamma + \epsilon_{ij}$$

여기서  $Y_{ij}$ 는 본 연구의 종속변수로 기업의 혁신 형태를 나타내는 명목형 변수로  $j$ 는 혁신의 형태를 의미한다.  $Tech_i$ 는 4차산업 기술을 의미하며 총 9개의 기술(IoT, Cloud, Big Data, Mobile, AI, Block Chain, 3D Printer, Robot, AR·VR)을 의미한다.  $Z_i$ 는 조절변수로 로그 매출액, 외국인 자본 더미, 임시근로자 비율, 무형자산 비율, 로그 노동생산성, 고용증가율을 의미한다. 마지막으로  $\epsilon_{ij}$ 는 오차항이다.

### 3. 요약통계량

본 분석을 시행하기에 앞서 간단한 기초분석을 통해 데이터의 구조 파악한다. [표 6]는 본 연구에 활용되는 변수들의 기초통계량이다. 총 데이터 수는 3,224개이다. 종속변수로 활용되는 A 패널, 독립변수인 B 패널은 모두 더미변수로 패널 안에 속해있는 변수의 평균은 전체 데이터 중 해당 데이터가 차지하는 비중을 나타낸다. 패널 C는 조절변수로 기술수용에 영향을 줄 수 있는 변수들이다. 패널 A를 살펴보면 다항 로짓 분석을 위한 종속변수로 4차산업 기술을 활용하는 기업



이 기술혁신을 하는 경우는 전체의 약 64.15%이며 비기술혁신을 하는 경우는 전체의 약 22.41%이다. 즉 약 86.56%의 기업이 4차산업 기술을 사용하고 이를

혁신과정에 활용하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이후의 다항 로짓 분석에서도 4차산업 기술과 기술혁신 간의 밀접한 관계가 있을 수 있음을 의미한다. 패널 B를 확인해보면 4차산업 기술을 활용하는 기업 중 Cloud를 활용하는 기업의 비중이 22.38%로 가장 높고 Block Chain이 3.58%로 가장 낮다. 보다 제품 친화적인 3D Printer와 Robot의 경우 약 6%의 기업만이 해당 기술을 활용하는 것으로 나타났다.

[표 7]은 앞서 살핀 [표 6] 기초통계량에서 패널 A와 패널 B의 상관관계분석 결과이다. 패널 C의 경우에는 본 연구의 주된 변수가 아니므로 본문에서는 다루지 않고 분석 결과만 부록에 첨부하였다. 상관관계분석 결과 종속변수와 독립변수 간의 상관관계가 크지 않다는 것을 알 수 있다. 앞서 기업의 반 이상이 기업 혁신을 하는 것으로 도출되어 독립변수와 기술혁신 간의 큰 상관관계가 있을 거라 예상했으나 비혁신이나 비기술혁신과도 큰 차이가 없다. 단 기술혁신의 경우 Cloud, Big Data, Mobile이 음의 상관관계를 보이는 것으로 보아 해당 기술을 활용하는 기업은 기술혁신을 하지 않는 것처럼 나타났다. 반대로 비기술혁신의 경우 Cloud, Big Data, Mobile만이 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 따라서 4차산업 기술의 종류에 따라 기업의 혁신 또한 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 또한 Big Data의 경우에는 비혁신, 기술혁신과는 음의 상관관계를 보이고 비기술혁신에서 양의 상관관계인 것으로 보아 이후의 다항 로짓 분석에서 해당 기술이 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다는 결과가 도출될 것이라 예상된다. 3D Printer와 Robot 또한 비혁신, 비기술혁신과는 음의 상관관계를 보이고 기술혁신에서는 양의 상관관계인 것으로 보아 해당 기술들이 기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다는 것을 예상할 수 있다. 단 상관관계분석에서의 계수 값이 작아 일반화하기 어려우며 이후 수행할 다항 로짓 분석의 결과를 확인해야 한다.

[표 6] 기초통계량

변수명	개수	평균	표준편차	최소	최대
A. Dependent					
비혁신	3,244	0.1344	0.3411	0	1
기술혁신	3,244	0.6415	0.4796	0	1
비기술혁신	3,244	0.2241	0.4171	0	1
B. independent					
IoT	3,244	0.1517	0.3588	0	1
Cloud	3,244	0.2238	0.4169	0	1
Big Data	3,244	0.1843	0.3878	0	1
Mobile	3,244	0.1039	0.3052	0	1
AI	3,244	0.1221	0.3274	0	1
Block Chain	3,244	0.0358	0.1857	0	1
3D Printer	3,244	0.0589	0.2354	0	1
Robot	3,244	0.0660	0.2483	0	1
AR·VR	3,244	0.0536	0.2253	0	1
C. Control					
로그 노동생산성	3,244	5.9486	1.1495	-4.8828	10.2653
외국인 자본 더미	3,244	0.3015	0.4590	0	1
로그 매출액	3,244	11.6264	2.1643	0.6931	18.8575
고용증가율	3,244	0.0717	1.3233	-0.9124	67.8000
임시근로자 비율	3,244	0.0351	0.0915	0	0.8166
무형자산 비율	3,244	0.0429	0.0929	0	1

[표 7] 4차산업 기술 및 혁신 분야 상관관계분석 결과표

변수명	비혁신	기술혁신	비기술 혁신	IoT	Cloud	Big Data	Mobile	AI	Block Chain	3D Printer	Robot	AR· VR
비혁신	1											
기술혁신	-0.5271	1										
비기술혁신	-0.2118	-0.7189	1									
IoT	0.0047	0.0724	-0.0871	1								
Cloud	0.0118	-0.1708	0.1868	-0.227	1							
Big Data	-0.0195	-0.0524	0.0762	-0.201	-0.2553	1						
Mobile	0.0051	-0.0362	0.0375	-0.144	-0.1828	-0.1619	1					
AI	0.0159	0.051	-0.0717	-0.1577	-0.2002	-0.1773	-0.127	1				
Block Chain	0.0166	0.0159	-0.0318	-0.0814	-0.1034	-0.0915	-0.0656	-0.0718	1			
3D Printer	-0.0448	0.1324	-0.1156	-0.1058	-0.1343	-0.1189	-0.0852	-0.0933	-0.0482	1		
Robot	-0.0028	0.0977	-0.1101	-0.1124	-0.1427	-0.1263	-0.0905	-0.0991	-0.0512	-0.0665	1	
AR·VR	0.0105	0.0068	-0.0164	-0.1007	-0.1278	-0.1132	-0.0811	-0.0888	-0.0458	-0.0595	-0.0633	1

주 : Control 변수와의 상관관계는 부록에 첨부하였음

## IV. 연구결과

### 1. 기업의 혁신과 4차산업 기술에 대한 다항 로짓 모형 분석 결과

본 연구는 4차산업 기술이 어떠한 혁신과정에 활용되는지 살펴보는 연구로써 기업의 혁신과정을 비혁신, 기술혁신, 비기술혁신으로 구분하여 이를 종속변수로 설정하였고 4차산업 기술들을 독립변수로 설정하여 분석을 시행하였다. 분석 방법은 2개 이상의 명목형 변수를 종속변수로 활용할 때 수행하는 방법인 다항 로짓 모형을 이용하였다. 논의에 따라 산업, 지역, 규모, 자회사 보유 유무별로 확장된 분석을 시행한다. 우선 본 연구의 핵심 분석이자 가장 기본이 되는 다항 로짓 분석을 시행하여 4차산업 기술과 혁신 사이의 관계를 살펴본다.

다항 로짓 분석의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫 번째 4차산업 기술은 혁신과정에 활용될 가능성이 크며 비기술혁신보다 기술혁신에 활용될 가능성이 크다. 두 번째 4차산업 기술은 혁신과정이 아닌 판매목적 등 다른 분야로 활용될 가능성이 작다. 세 번째 모든 4차산업 기술은 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다. 네 번째 4차산업 기술 중 특정 기술(IoT, AI, 3D Printer, Robot)은 비기술혁신과정에 활용될 가능성이 작다.

[표 8]는 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 비기술혁신의 경우에도 마찬가지로 3D Printer나 Robot 같은 제품 친화적 기술을 제외하고 비혁신에 활용될 때 보다 비기술혁신에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4차산업 기술이 기업의 혁신과정에 활용될 가능성이 크다는 것을 의미한다. 또한, 다항 로짓 분석을 통해서 도출된 계수 비교를 통해 기술혁신과 비기술혁신 간의 4차산업 기술 활용확률을 살펴보면 9개의 모든 기술에서 비기술혁신보다 기술혁신의 계수가 큰 값을 갖는 것으로 보아 4차산업 기술이 비기술혁신보다 기술혁신으로 활용될 확률이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 4차산업 기술이 기업의 혁신과정에 활용될 확률이 높으며 비기술혁신보다 기술혁신에 활용될 확률이 크다는 것을 알 수 있다.

[표 8]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다. 계수들의 평균은 약 -0.311로 즉 4차산업 기술을 활용할 때 기업이 비혁신을 할 확률이 기술마다 약 31.1% 감소하다는 것을 의미한다. 따라서 비혁신으로의 4차산업 기술이 활용될 가능성이 작다는 것을 나타낸다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 모든 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 보아 4차산업기술을 활용할 때 기업이 기술혁신을 활용할 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다. 즉 4차산업 기술은 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다고 할 수 있다. 각각의 한계효과를 살펴보면 3D Printer가 72%로 가장 높고 그다음으로 Robot 61.2%로 높다. 이는 제품과 공정을 혁신하는 기술혁신에서 제품 친화적 기술인 해당 기술들이 활용될 가능성이 크다는 것을 의미하며 당연한 결과로 판단된다. 이외의 기술에서도 한계효과의 평균이 약 37.4%인 것으로 보아 4차산업 기술이 활용될 때 해당 기술들을 기술혁신과정에 활용될 확률을 높인다는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 통계적으로 유의한 변수는 IoT, AI, 3D Printer, Robot이고 해당 기술들의 한계효과는 음의 값을 갖는 것으로 나타났다. 즉 해당 기술을 활용할 때 기업이 비기술혁신을 할 확률이 감소한다는 것을 알 수 있다. 따라서 앞서 말한 4개의 기술의 경우에는 비기술혁신에 활용될 가능성이 작다는 것을 알 수 있다. 3D Printer, Robot의 경우에는 그 기술 자체가 제품 친화적이므로 비기술혁신과의 관계가 없다는 결과를 충분히 예상할 수 있다. 이외의 4차산업 기술 중 통계적으로 유의하지 않는 변수들은 비기술혁신 과정에 활용되는지 알 수 없다.

이외의 조절변수로서 노동생산성 등의 총 7개의 변수가 활용되었다. 해당 변수 중 로그 노동생산성만이 다항 로짓 모형의 기술혁신에서 통계적으로 유의하고 음의 계수 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 노동생산성이 낮을수록 비혁신에 비해 기술혁신을 할 증가한다는 것을 의미한다. 또한, 한계효과 추정에서도 동일하게 기술혁신에서 통계적으로 유의하고 음의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다. 이는 로그 노동생산성이 낮을수록 기술혁신을 할 확률이 증가한다는 것을 의미한다.

[표 8] 다항 로짓 및 한계효과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	3.128*** (0.650)	1.456** (0.696)	-0.306*** (0.073)	0.464*** (0.088)	-0.158** (0.066)
Cloud	2.814*** (0.657)	2.606*** (0.693)	-0.313*** (0.074)	0.263*** (0.089)	0.050 (0.065)
Big Data	3.152*** (0.673)	2.562*** (0.709)	-0.340*** (0.075)	0.337*** (0.090)	0.003 (0.065)
Mobile	2.954*** (0.672)	2.194*** (0.710)	-0.313*** (0.076)	0.340*** (0.089)	-0.028 (0.065)
AI	3.064*** (0.670)	1.652** (0.716)	-0.306*** (0.075)	0.428*** (0.091)	-0.121* (0.068)
Block Chain	3.049*** (0.697)	1.899** (0.759)	-0.312*** (0.077)	0.395*** (0.097)	-0.083 (0.075)
3D Printer	3.762*** (0.695)	0.398 (0.840)	-0.329*** (0.079)	0.720*** (0.102)	-0.391*** (0.089)
Robot	3.154*** (0.688)	0.270 (0.758)	-0.274*** (0.077)	0.612*** (0.094)	-0.337*** (0.074)
AR·VR	3.014*** (0.692)	1.903*** (0.738)	-0.309*** (0.078)	0.388*** (0.094)	-0.078 (0.071)
로그 노동생산성	-0.206* (0.123)	-0.065 (0.124)	0.019 (0.013)	-0.034** (0.017)	0.015 (0.012)
외국인자본터미	-0.053 (0.205)	0.005 (0.219)	0.004 (0.023)	-0.011 (0.027)	0.007 (0.020)
로그 매출액	0.000 (0.084)	-0.065 (0.086)	0.002 (0.009)	0.008 (0.010)	-0.010 (0.007)
고용증가율	0.064 (0.101)	0.077 (0.100)	-0.008 (0.011)	0.004 (0.009)	0.004 (0.004)
임시근로자비율	-0.309 (0.853)	0.300 (0.948)	0.017 (0.094)	-0.099 (0.119)	0.082 (0.096)
무형자산비율	-0.842 (0.764)	-1.403 (0.918)	0.112 (0.082)	-0.004 (0.127)	-0.107 (0.110)
활용 기술 수	0.068 (0.058)	0.005 (0.066)	-0.006 (0.006)	0.013* (0.008)	-0.007 (0.006)
Industry	O				
N (Technology)	3,244				
N (Enterprise)	1,624				
Log-Likelihood	-2597.02				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다. 본 분석은 상수항이 존재하지 않는 모형으로 Psuedo R<sup>2</sup>가 계산되지 않는다.

## 2. 제조업과 비제조업의 다항 로짓 모형 분석 결과

기업이 기술을 수용하여 활용하는 데 있어서 기업 특성에 따라 차이가 발생할 수 있다. 또한, 산업에 따라 필요로 하는 기술이 다르고 산업 특성이 반영될 수 있다. 한국은 제조업과 서비스업 위주의 산업구조를 가지고 있는바 기본 분석에서 논의를 확장하여 추가로 산업별 다항 로짓 모형을 분석한다. 산업은 제품생산 및 개발 중심의 제조업과 비제조업으로 구분하여 분석을 시행하였다.

산업별 다항 로짓 모형의 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫 번째 제조업을 대상으로 한 다항 로짓 분석 결과 모든 4차산업 기술이 비혁신보다 기술혁신에 활용될 가능성이 큰지 알 수 없다. 두 번째 제조업에서는 4차산업 기술이 기업의 비혁신, 기술혁신보다 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다. 세 번째 제조업에서는 특정 기술(3D Printer, Robot)을 제외한 4차산업 기술이 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다. 네 번째 비제조업을 대상으로 한 로짓 분석 결과 4차산업 기술은 해당 기술을 기업의 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다. 다섯 번째 비제조업에서 4차산업 기술은 혁신과정이 아닌 판매목적 등 다른 분야로 활용될 가능성이 작다.

[표 9]는 제조업 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 비혁신대비 기술혁신과정에서의 기술활용을 의미하는 (1) 열에서 모든 기술에 대해서 계수가 양의 값을 갖지만, 통계적으로 유의하지 않으므로 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신에 활용될 때보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은지는 알 수 없다. 이는 앞선 기본 분석의 결과와 다른 형태를 나타낸다. 비기술혁신의 경우에는 앞선 기본 분석과 마찬가지로 3D Printer나 Robot 같은 제품 친화적 기술을 제외하고 비혁신에 활용될 때보다 비기술혁신에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4차산업 기술이 기업의 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다는 것을 의미한다. 통계적으로 유의하지 않지만, 기술혁신과 비기술혁신 간의 계수 크기를 비교해보면 모든 기술에서 비기술혁신의 계수가 기술혁신의 계수가 큰 값을 갖는 것으로 보아 제조업에서는 4차산업 기술이 비기술혁신에 주로 활용된다는 것을 파악할 수 있다.

[표 9]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다.

[표 9] 제조업을 대상으로 한 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	1.743 (1.996)	3.827* (2.112)	-0.168 (0.158)	-0.089 (0.184)	0.258** (0.120)
Cloud	1.533 (1.993)	5.887*** (2.127)	-0.183 (0.156)	-0.326* (0.183)	0.509*** (0.122)
Big Data	2.036 (2.024)	5.180** (2.173)	-0.207 (0.160)	-0.174 (0.186)	0.381*** (0.124)
Mobile	1.411 (2.050)	4.724** (2.190)	-0.159 (0.162)	-0.232 (0.187)	0.391*** (0.124)
AI	1.694 (2.053)	4.156* (2.207)	-0.170 (0.162)	-0.130 (0.192)	0.300** (0.130)
Block Chain	0.612 (2.239)	4.515** (2.272)	-0.103 (0.172)	-0.342 (0.238)	0.446*** (0.160)
3D Printer	2.608 (2.089)	3.555 (2.270)	-0.222 (0.167)	0.079 (0.195)	0.143 (0.134)
Robot	1.322 (1.963)	2.111 (2.164)	-0.117 (0.156)	0.010 (0.187)	0.107 (0.133)
AR·VR	1.236 (2.100)	4.892** (2.214)	-0.150 (0.165)	-0.277 (0.193)	0.427*** (0.126)
로그 노동생산성	-0.061 (0.297)	-0.294 (0.375)	0.008 (0.024)	0.019 (0.030)	-0.027 (0.026)
외국인자본터미	0.010 (0.328)	0.408 (0.386)	-0.006 (0.026)	-0.038 (0.035)	0.045 (0.028)
로그 매출액	-0.045 (0.180)	-0.144 (0.195)	0.005 (0.014)	0.007 (0.016)	-0.012 (0.011)
고용증가율	1.029 (0.777)	0.322 (0.947)	-0.072 (0.063)	0.137 (0.084)	-0.065 (0.069)
임시근로자비율	2.729 (2.547)	3.052 (2.836)	-0.223 (0.207)	0.148 (0.239)	0.074 (0.171)
무형자산비율	3.860 (3.652)	-3.373 (5.175)	-0.208 (0.298)	0.964** (0.447)	-0.757* (0.424)
활용 기술 수	0.042 (0.087)	0.042 (0.128)	-0.003 (0.007)	0.003 (0.011)	0.001 (0.011)
Industry	O				
N (Technology)	1,147				
N (Enterprise)	662				
Log-Likelihood	-705.666				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 중분류를 기준으로 조절하였다.



우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 갖지만, 통계적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 4차산업 기술을 비혁신 과정에서 활용하는지는 알 수 없다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 3D Printer나 Robot을 제외한 모든 한계효과가 음의 값을 가지며 Cloud를 제외한 기술에 대해서는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 앞선 기본 분석과 매우 상반된 결과이며, 또한 Cloud의 한계효과가 -32.6%인 것으로 보아 제조업에서 Cloud는 기술혁신과정에 활용 가능성이 적다는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 3D Printer, Robot를 제외한 모든 4차산업 기술에 대해서 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 제조업에서 해당 기술들이 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다는 것을 의미한다. Cloud의 한계효과는 50.9%로 가장 높으며 이는 기업이 Cloud 기술을 활용하지 않을 때보다 Cloud 기술을 활용 때 비기술혁신을 할 확률을 50.9% 높인다는 것을 의미한다.

이외의 조절변수으로써 통계적으로 유의한 변수는 무형자산 비율로 (4) 열의 기술혁신으로의 4차산업 기술활용에 있어서 그 한계효과가 96.4%로 매우 높은 것을 확인할 수 있다. 또한 (5) 열에서도 무형자산 비율의 한계효과가 -75.7%로 매우 낮을 것을 확인할 수 있다.

[표 10]는 비제조업 산업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 (1) 열에서의 기술관련 계수가 모두 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 보아 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 비기술혁신의 경우에도 마찬가지로 (2) 열에서 3D Printer나 Robot 같은 제품 친화적 기술을 제외하고 다른 기술에서 양의 계수 값을 갖고 통계적으로 유의한 것으로 나타나 비혁신에 활용될 때보다 비기술혁신에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4차산업 기술이 기업의 혁신과정에 활용될 가능성이 크다는 것을 의미한다.

[표 10]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다.

[표 10] 비제조업을 대상으로 한 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	3.234*** (1.238)	2.829** (1.305)	-0.390*** (0.151)	0.343** (0.167)	0.047 (0.118)
Cloud	2.938** (1.241)	3.424*** (1.293)	-0.382** (0.151)	0.215 (0.167)	0.167 (0.116)
Big Data	3.165** (1.258)	3.614*** (1.309)	-0.409*** (0.153)	0.240 (0.169)	0.169 (0.116)
Mobile	3.110** (1.251)	3.327** (1.306)	-0.395*** (0.153)	0.261 (0.168)	0.133 (0.116)
AI	3.091** (1.246)	2.832** (1.305)	-0.377** (0.152)	0.314* (0.169)	0.063 (0.118)
Block Chain	3.299*** (1.258)	3.030** (1.332)	-0.402*** (0.153)	0.334* (0.174)	0.069 (0.125)
3D Printer	3.183** (1.245)	0.495 (1.639)	-0.309** (0.154)	0.597*** (0.206)	-0.288 (0.191)
Robot	3.596*** (1.354)	1.979 (1.453)	-0.395** (0.165)	0.514*** (0.187)	-0.118 (0.138)
AR·VR	3.134** (1.257)	2.684** (1.313)	-0.376** (0.153)	0.339** (0.171)	0.037 (0.12)
로그 노동생산성	-0.205 (0.144)	-0.055 (0.143)	0.021 (0.017)	-0.036* (0.021)	0.015 (0.014)
외국인자본터미	-0.087 (0.253)	-0.161 (0.267)	0.013 (0.03)	0.000 (0.036)	-0.014 (0.026)
로그 매출액	0.003 (0.103)	-0.118 (0.103)	0.004 (0.012)	0.014 (0.013)	-0.017** (0.009)
고용증가율	0.000 (0.059)	0.040 (0.045)	-0.001 (0.007)	-0.005 (0.009)	0.006 (0.005)
임시근로자비율	-0.582 (0.904)	-0.243 (1.107)	0.061 (0.11)	-0.092 (0.136)	0.030 (0.119)
무형자산비율	-1.080 (0.86)	-1.022 (0.931)	0.133 (0.099)	-0.106 (0.14)	-0.027 (0.109)
활용 기술 수	0.108 (0.081)	0.042 (0.083)	-0.011 (0.009)	0.018* (0.01)	-0.006 (0.007)
Industry	O				
N (Technology)	2,097				
N (Enterprise)	982				
Log-Likelihood	-1702.93				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 중분류를 기준으로 조절하였다.

계수들의 평균은 약 -0.382로 즉 4차산업 기술을 활용할 때 기업이 비혁신을 할 확률이 기술마다 약 38.2% 감소한다는 것을 의미한다. 따라서 비혁신으로의 4차산업 기술이 활용될 가능성이 작다는 것을 나타낸다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 4차산업 기술 중 IoT, AI, Block Chain, 3D Printer, Robot, AR·VR의 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 즉 해당 기술을 활용할 때 기업이 기술혁신을 활용할 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다. 따라서 특정 4차산업 기술은 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다고 할 수 있다. 각각의 한계효과를 살펴보면 3D Printer 가 59.7%로 가장 높고 그다음으로 Robot 51.4%로 높다. 이외의 기술에서도 한계 효과의 평균이 약 33.2%인 것으로 보아 4차산업 기술이 활용될 때 해당 기술들을 기술혁신과정에 활용될 확률을 높인다는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 모든 4차산업 기술 변수에 대해서 통계적으로 유의하지 않다는 결과가 도출되었다. 이러한 결과는 (2) 열의 결과를 해석하는 데 있어서 주의가 필요함을 나타낸다. (2) 열에서 4차산업 기술이 비기술혁신 과정에 활용되어 각 계수 값이 양의 값을 갖고 통계적으로 유의한 것이 아니라 4차산업 기술이 비혁신과정에 활용될 가능성이 상대적으로 작아 비혁신과 비기술혁신 사이의 차이로 인해 그 계수 값들이 통계적으로 유의한 것임을 알 수 있다. 즉 기업의 4차산업 기술활용은 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 있는지는 알 수 없다.

이외의 조절변수으로써 통계적으로 유의한 변수는 (4) 열의 로그 노동생산성이며 노동생산성이 낮아질수록 기업의 기술혁신할 확률은 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 (5) 열의 로그 매출액 역시 통계적으로 유의하며 매출액이 적을수록 비기술 혁신을 할 확률이 증가하는 것으로 나타났다.

### 3. 지역에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과

앞선 분석에서는 산업에 따라 4차산업 기술이 어떤 혁신과정에 기여하는지를 살펴보았다. 이는 산업특성에 따라 기업이 4차산업 기술을 활용이 상이하게 나타

날 것이라는 논의에 의한 것이다. 산업을 제외하고 또 기업의 4차산업 기술활용이 달라질 수 있는 요인은 지역이다. 기업의 상당수가 서울과 경기지방에 몰려있으므로 이들 간의 집적효과 등의 이유로 인해 4차산업 기술을 수용하고 활용하는 데 영향을 줄 수 있을거라 판단하였다. 따라서 기존의 데이터를 서울·경기와 그 외 지역으로 구분하여 다항 로짓 모형의 분석을 시행하여 지역에 따라 4차산업 기술의 활용과 혁신과의 관계가 어떻게 다른지 파악한다.

지역별 다항 로짓 분석의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫 번째 서울·경기 지역의 경우 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신에 활용될 때보다 기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다. 두 번째 서울·경기 지역의 경우 모든 4차산업 기술은 해당 기술을 기업의 판매목적 등 다른 분야로 활용될 가능성이 작다. 세 번째 서울·경기 지역의 경우 모든 4차산업 기술을 기술혁신 과정에 활용될 가능성이 크다. 네 번째 서울·경기 지역의 경우 대부분의 4차산업 기술이 비기술혁신 과정에 활용될 가능성이 작다. 다섯 번째 그 외 지역의 경우 특정 4차산업 기술을 제외하고 4차산업 기술이 기업의 혁신과정에 활용되는지 알 수 없다.

[표 11]는 서울·경기에 주소지를 둔 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 비혁신 대비 기술혁신과정에서의 기술활용을 의미하는 (1) 열에서 모든 기술에 대해서 계수가 양의 값을 갖고 통계적으로 유의한 것으로 나타나 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신에 활용될 때보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 비기술혁신의 경우인 (2) 열의 결과를 확인하면 Cloud, Big Data, Mobile을 제외한 다른 기술에서는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 이는 앞선 기본 분석 및 산업별 분석과 다른 결과를 나타낸다. 앞선 분석에서는 3D Printer나 Robot 같은 제품 친화적 기술을 제외하고 비혁신에 활용될 때보다 비기술혁신에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 서울·경기 지역에서는 Cloud, Big Data, Mobile만이 비혁신과 비교하여 비기술혁신 과정에 해당 기술을 활용할 확률이 높다는 것을 알 수 있다.

[표 11]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 즉 4차산업 기술을 비혁신 과정에서 활용될 확률이 낮다는 것을 알 수 있다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 모든 기술의 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 모두

[표 11] 지역(서울·경기)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	2.985*** (0.718)	1.023 (0.784)	-0.305*** (0.087)	0.510*** (0.104)	-0.204*** (0.078)
Cloud	2.750*** (0.731)	1.936** (0.783)	-0.312*** (0.088)	0.350*** (0.105)	-0.039 (0.077)
Big Data	3.064*** (0.746)	2.051*** (0.796)	-0.344*** (0.09)	0.403*** (0.106)	-0.059 (0.077)
Mobile	2.889*** (0.74)	1.605** (0.796)	-0.314*** (0.09)	0.419*** (0.105)	-0.105 (0.077)
AI	3.022*** (0.738)	1.188 (0.8)	-0.314*** (0.09)	0.498*** (0.106)	-0.184** (0.079)
Block Chain	2.886*** (0.775)	1.335 (0.852)	-0.306*** (0.093)	0.451*** (0.114)	-0.145* (0.087)
3D Printer	3.623*** (0.771)	-0.252 (0.998)	-0.325*** (0.095)	0.798*** (0.126)	-0.473*** (0.116)
Robot	2.966*** (0.793)	0.153 (0.864)	-0.277*** (0.096)	0.610*** (0.112)	-0.333*** (0.085)
AR·VR	2.986*** (0.766)	1.326 (0.832)	-0.315*** (0.093)	0.474*** (0.111)	-0.159** (0.083)
로그 노동생산성	-0.187 (0.13)	-0.060 (0.134)	0.019 (0.015)	-0.032* (0.019)	0.013 (0.014)
외국인자본터미	-0.076 (0.221)	-0.059 (0.237)	0.009 (0.026)	-0.009 (0.031)	0.000 (0.023)
로그 매출액	-0.005 (0.093)	-0.026 (0.096)	0.001 (0.011)	0.002 (0.012)	-0.003 (0.008)
고용증가율	0.016 (0.035)	0.034 (0.035)	-0.002 (0.004)	-0.001 (0.005)	0.003 (0.003)
임시근로자비율	-0.527 (0.896)	-0.036 (1.039)	0.049 (0.106)	-0.107 (0.134)	0.058 (0.11)
무형자산비율	-0.859 (0.931)	-0.925 (1.126)	0.107 (0.109)	-0.071 (0.157)	-0.036 (0.134)
활용 기술 수	0.071 (0.065)	-0.005 (0.07)	-0.006 (0.008)	0.016* (0.009)	-0.009 (0.006)
Industry	O				
N (Technology)	2,509				
N (Enterprise)	1,212				
Log-Likelihood	-2082.44				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.

유의한 것으로 나타났다.

이는 서울·경기 지역의 경우 4차산업 기술을 기술혁신 과정에 활용될 확률이 높다는 것을 의미한다. 또한, 3D Printer의 경우에는 그 한계효과가 79.8%로 매우 높은 것을 알 수 있다. 그 외에도 Robot이 61%, IoT가 51%로 해당 기술들의 사용이 기술혁신을 할 확률을 높이는 것으로 나타났다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 Cloud, Big Data, Mobile을 제외한 모든 4차산업 기술에 대해서 음의 한계효과를 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 유의하지 않는 3개의 변수도 음의 한계효과를 갖는 것으로 보아 서울·경기 지역에서는 4차산업 기술이 비기술혁신 과정에 활용될 확률이 낮은 것으로 나타났다.

이외의 조절변수로써 통계적으로 유의한 변수는 로그 노동생산성으로 (4) 열의 기술혁신으로의 4차산업 기술활용에 있어서 그 한계효과가 -3.2%로 노동생산성이 감소할 때 기업이 기술혁신을 할 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다.

[표 12]는 서울·경기 그 외 지역에 주소지를 두고 있는 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. (1) 열의 결과를 살펴보면 기존의 분석과는 많이 다른 결과가 나타났다. 서울·경기지역의 경우 모든 4차산업 기술이 비혁신에 비해 기술혁신으로 활용되는 확률이 높은 것으로 나타났으나 그 외 지역에서는 IoT, Block Chain, 3D Printer, Robot만이 통계적으로 유의하고 양의 계수 값을 갖는 것으로 나타났다. 이중 Block Chain의 값이 매우 크게 나타났다. 이러한 이유는 그 외 지역에서 Block Chain을 활용하는 기업의 수가 8개 기업으로 그 수가 적고 7개의 기업이 기술혁신과정에서 해당 기술을 사용하고 1개의 기업이 비기술혁신 과정에서 해당 기술을 사용하여 발생한 것으로 판단된다. 비기술혁신의 경우에도 Block Chain에 대한 계수 값이 크게 나온 것을 확인할 수 있다. Block Chain을 제외하고 Cloud만이 통계적으로 유의하고 양의 계수 값을 갖는 것으로 나타났다.

[표 12]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면 Cloud, Big Data, 3D Printer의 한계효과 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다. 따라서 해당 기술들은 비혁신으로의 4차산업 기술이 활용될 확률이 낮다는 것을 나타낸다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 4차산업 기술 중 IoT, 3D Printer,

[표 12] 지역(그 외 지역)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	2.869* (1.679)	1.414 (1.79)	-0.191 (0.121)	0.317** (0.153)	-0.126 (0.129)
Cloud	2.244 (1.598)	3.257* (1.688)	-0.195* (0.116)	0.017 (0.151)	0.178 (0.126)
Big Data	2.650 (1.628)	2.629 (1.752)	-0.205* (0.119)	0.151 (0.151)	0.054 (0.129)
Mobile	2.394 (1.759)	2.629 (1.845)	-0.190 (0.13)	0.109 (0.154)	0.081 (0.125)
AI	2.424 (1.695)	1.556 (1.811)	-0.169 (0.123)	0.229 (0.156)	-0.060 (0.132)
Block Chain	19.195*** (2.178)	16.922*** (2.084)	-1.437*** (0.222)	1.320*** (0.35)	0.116 (0.274)
3D Printer	3.468** (1.712)	0.928 (1.908)	-0.214* (0.124)	0.467*** (0.162)	-0.253* (0.144)
Robot	2.806* (1.653)	-0.235 (1.918)	-0.152 (0.12)	0.483*** (0.176)	-0.331** (0.162)
AR·VR	2.223 (1.712)	2.239 (1.816)	-0.172 (0.126)	0.123 (0.161)	0.049 (0.134)
로그 노동생산성	-0.110 (0.417)	0.264 (0.426)	0.001 (0.031)	-0.046 (0.035)	0.046*** (0.026)
외국인자본터미	0.065 (0.569)	0.553 (0.622)	-0.015 (0.043)	-0.049 (0.053)	0.064 (0.045)
로그 매출액	-0.016 (0.191)	-0.290 (0.215)	0.007 (0.015)	0.028 (0.02)	-0.036** (0.018)
고용증가율	2.296*** (0.845)	2.635*** (0.962)	-0.185*** (0.07)	0.092 (0.091)	0.092 (0.079)
임시근로자비율	3.770 (4.447)	3.327 (4.252)	-0.282 (0.338)	0.259 (0.36)	0.023 (0.221)
무형자산비율	-2.011 (1.57)	-4.918** (2.041)	0.217* (0.118)	0.199 (0.227)	-0.416** (0.217)
활용 기술 수	0.094 (0.143)	0.081 (0.187)	-0.007 (0.011)	0.007 (0.019)	0.000 (0.019)
Industry	O				
N (Technology)	735				
N (Enterprise)	412				
Log-Likelihood	-470.802				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.



Robot의 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 즉 해당 기술을 활용할 때 기업이 기술혁신을 활용할 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다. Block Chain을 제외한 다른 기술의 한계효과를 살펴보면 3D Printer가 46.7%, Robot이 48.3%로 해당 기술을 활용할 때 기업이 기술혁신할 확률이 크게 증가하는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 3D Printer, Robot이 통계적으로 유의하고 음의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다.

본 분석의 결과에서 Block Chain 기술에 대한 추정치가 과도하게 높아 다른 변의 결과에도 영향을 줄 수 있을 것으로 판단하여 그 외 지역을 대상으로 Block Chain을 활용하는 8개 기업의 데이터를 삭제한 후 추가적인 분석을 시행하였으나 유의미한 결과 차이가 없으므로 해당 데이터로 인한 전체 결과의 편향이 발생하지 않았다고 판단하였다. 추가로 시행한 분석의 결과는 부록에 첨부하였다.

#### 4. 규모에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과

기업은 규모가 클수록 가지고 있는 자본과 보유 기술이 상대적으로 많아 새로운 기술을 수용하는 데 있어서 규모가 상대적으로 작은 기업과 비교하여 진입장벽이 낮다. 즉 규모에 따라 4차산업 기술 수용의 형태가 달라질 수 있으며 필요로 하는 혁신이 상이할 수 있으므로 기업의 규모에 따라 근로자 수가 300명 이상인 기업을 대규모 기업으로 구분하여 규모에 따른 4차산업 기술이 혁신과정에서 어떻게 활용되는 추가적인 분석을 시행한다.

규모별 다항 로짓 모형의 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫 번째 대규모 기업의 경우에는 4차산업 기술 중 일부를 제외하고 해당 기술이 비혁신에 비해 혁신과정에 활용된다고 보기 어렵다. 두 번째 대규모 기업의 경우 4차산업 기술을 판매목적과 같은 비혁신을 위해 활용될 가능성이 작다. 세 번째 대규모 기업의 경우 특정 기술(3D Printer, Robot)은 기술혁신과정에서 활용될 가능성이 크다. 네 번째 중소규모 기업의 경우 4차산업 기술들이 비혁신과 비교하여 기술혁신과정에 보다 활용된다. 다섯 번째 중소규모 기업의 경우 4차산업 기술을 비혁신, 비기술혁신에 활용할 가능성 작다. 여섯 번째 중소규모 기업의 경우 4차산업 기



[표 13] 규모(대규모)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	1.765 (1.65)	1.351 (1.619)	-0.185 (0.179)	0.193 (0.203)	-0.008 (0.135)
Cloud	1.412 (1.632)	2.331 (1.58)	-0.187 (0.177)	0.005 (0.2)	0.182 (0.13)
Big Data	2.046 (1.638)	2.684* (1.589)	-0.250 (0.178)	0.090 (0.201)	0.159 (0.131)
Mobile	1.792 (1.635)	2.207 (1.595)	-0.214 (0.178)	0.096 (0.2)	0.118 (0.131)
AI	1.452 (1.68)	1.538 (1.631)	-0.166 (0.182)	0.108 (0.205)	0.058 (0.133)
Block Chain	1.503 (1.653)	1.938 (1.631)	-0.182 (0.179)	0.070 (0.205)	0.112 (0.139)
3D Printer	3.362* (1.93)	1.083 (1.975)	-0.307 (0.213)	0.547** (0.231)	-0.240 (0.164)
Robot	2.437 (1.719)	-0.042 (1.707)	-0.197 (0.188)	0.496** (0.206)	-0.299** (0.137)
AR·VR	1.581 (1.691)	2.154 (1.657)	-0.195 (0.184)	0.060 (0.208)	0.135 (0.138)
로그 노동생산성	-0.178 (0.283)	-0.109 (0.285)	0.018 (0.03)	-0.023 (0.034)	0.005 (0.024)
외국인자본터미	0.260 (0.325)	0.151 (0.333)	-0.026 (0.035)	0.034 (0.04)	-0.008 (0.029)
로그 매출액	0.074 (0.216)	-0.009 (0.211)	-0.006 (0.024)	0.016 (0.023)	-0.010 (0.014)
고용증가율	0.274 (0.472)	-0.225 (0.159)	-0.015 (0.041)	0.082 (0.088)	-0.067 (0.05)
임시근로자비율	0.501 (1.953)	2.614 (2.041)	-0.121 (0.213)	-0.212 (0.25)	0.334* (0.188)
무형자산비율	-2.204* (1.334)	-2.602** (1.263)	0.260 (0.132)	-0.132 (0.219)	-0.128 (0.164)
활용 기술 수	0.020 (0.081)	-0.159 (0.087)	0.003 (0.009)	0.023** (0.01)	-0.026*** (0.008)
Industry	O				
N (Technology)	1,262				
N (Enterprise)	516				
Log-Likelihood	-996.849				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.

술을 기술혁신에 활용될 가능성이 크다.

[표 13]는 대규모 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 비혁신 대비 기술혁신과정에서의 기술활용을 의미하는 (1) 열에서는 3D Printer만이 통계적으로 유의하고 다른 기술들은 통계적으로 유의하지 않는 결과가 도출되었다. 이는 3D Printer를 제외한 다른 기술들이 비혁신 대비 기술혁신 과정에 활용되는지 알 수 없다는 것을 의미한다. 비기술혁신과 관련된 (2) 열에서도 이와 비슷하게 Big Data를 제외한 다른 기술들은 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 대규모 기업의 경우에는 4차산업 기술 중 일부를 제외하고 해당 기술이 비혁신에 비해 혁신과정에 활용된다고 보기 어렵다는 것을 나타낸다. 즉 대규모 기업은 4차산업 기술을 혁신을 위해 활용한다기 보다 혁신이 목적이 아닌 다양한 분야에서 활용하는 것으로 판단된다.

[표 13]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 갖지만, 통계적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 따라서 대규모 기업의 경우 4차산업 기술을 비혁신 과정에서 활용하는지는 알 수 없다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 3D Printer와 Robot이 통계적으로 유의하고 양의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다. 이는 해당 기술이 기술혁신과정에 활용될 확률이 증가한다는 것을 의미한다. 또한, 각각의 한계효과를 살펴보면 3D Printer는 54.7%이고 Robot은 49.6%로 해당 기술을 사용할 때 기업이 기술혁신을 할 확률이 해당 기술을 활용 안 할 때보다 한계효과만큼 증가한다는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 Robot 변수만이 통계적으로 유의하고 음의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다. 이는 대규모 기업의 경우 해당 기술을 사용할 때 비기술혁신을 할 확률이 29.9% 감소한다는 것을 의미한다.

이외의 조절변수로서 통계적으로 유의한 변수는 무형자산 비율로 해당 비율이 높을수록 비혁신에 비해 기술혁신과 비기술혁신 할 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 또한, 활용 기술 수가 많을수록 기술혁신을 할 확률이 증가하며 반대로 비기술혁신을 할 확률은 줄어드는 것으로 나타났다.

[표 14]는 중소기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 (1) 열에서의 기술관련 계수가 모두 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한

것으로 보아 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 비기술혁신의 경우 이와 반대로 Cloud만이 통계적으로 유의하고 양의 값을 갖는 것으로 나타났다. 중소기업의 경우 Cloud를 활용할 때 비혁신보다 비기술혁신 과정에 활용할 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 4차산업 기술이 비혁신에 비해 기술혁신에 활용될 가능성이 높다는 것을 의미한다.

[표 14]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 4차산업 기술 중 Cloud를 제외한 모든 4차산업 기술에서 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 따라서 해당 기술을 활용할 때 기업이 기술혁신을 활용할 확률이 증가한다는 것을 알 수 있다. 즉 대부분의 4차산업 기술은 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다고 할 수 있다. 각각의 한계효과를 살펴보면 3D Printer가 62.6%로 가장 높고 그다음으로 Robot 48.3%로 높다. 이외의 기술에서도 한계효과의 평균이 약 38.1%인 것으로 보아 4차산업 기술이 활용될 때 해당 기술들을 기술혁신과정에 활용될 확률을 높인다는 것을 알 수 있다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 IoT, AI, 3D Printer, Robot만이 통계적으로 유의하고 음의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다. 이는 해당 기술을 기업이 활용할 때 비기술혁신 확률이 낮아진다는 것을 의미한다. 즉 중소기업의 경우에는 해당 기술이 비기술혁신 과정에 활용될 확률이 낮다.

이외의 조절변수로써 통계적으로 유의한 변수는 (4) 열의 로그 노동생산성이며 노동생산성이 낮아질수록 기업의 기술혁신 확률은 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 (5) 열의 로그 매출액 역시 통계적으로 유의하며 매출액이 적을수록 비기술혁신 확률이 증가하는 것으로 나타났다.

[표 14] 규모(중소규모)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	2.600*** (0.986)	0.808 (1.089)	-0.239** (0.105)	0.422*** (0.138)	-0.182* (0.106)
Cloud	2.371** (1.015)	2.119* (1.104)	-0.253** (0.108)	0.228 (0.14)	0.025 (0.105)
Big Data	2.478** (1.016)	1.739 (1.099)	-0.253** (0.108)	0.292** (0.141)	-0.040 (0.105)
Mobile	2.342** (1.017)	1.467 (1.103)	-0.234** (0.108)	0.296** (0.14)	-0.062 (0.104)
AI	2.885*** (1.035)	1.056 (1.132)	-0.270** (0.111)	0.450*** (0.141)	-0.180* (0.106)
Block Chain	2.769** (1.099)	1.089 (1.271)	-0.261** (0.116)	0.423*** (0.161)	-0.163 (0.13)
3D Printer	2.917*** (0.991)	-0.445 (1.194)	-0.235** (0.106)	0.626*** (0.15)	-0.392*** (0.126)
Robot	2.264** (1.005)	-0.316 (1.126)	-0.183* (0.106)	0.483*** (0.143)	-0.300*** (0.112)
AR·VR	2.597** (1.048)	0.968 (1.17)	-0.243** (0.112)	0.403*** (0.149)	-0.160 (0.116)
로그 노동생산성	-0.305 (0.194)	-0.013 (0.218)	0.026 (0.02)	-0.059** (0.027)	0.033 (0.021)
외국인자본터미	-0.324 (0.245)	-0.102 (0.268)	0.030 (0.026)	-0.052 (0.034)	0.023 (0.026)
로그 매출액	0.113 (0.168)	-0.050 (0.187)	-0.008 (0.018)	0.028 (0.022)	-0.020 (0.017)
고용증가율	0.363 (0.403)	0.575 (0.456)	-0.045 (0.042)	0.007 (0.059)	0.038 (0.046)
임시근로자비율	-1.144 (1.024)	-2.031* (1.14)	0.148 (0.106)	0.004 (0.146)	-0.151 (0.115)
무형자산비율	-0.297 (0.98)	-0.673 (1.257)	0.042 (0.105)	0.018 (0.152)	-0.059 (0.135)
활용 기술 수	0.094 (0.096)	0.111 (0.105)	-0.011 (0.01)	0.006 (0.012)	0.005 (0.009)
Industry	0				
N (Technology)	1,982				
N (Enterprise)	1,108				
Log-Likelihood	-1523.83				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.

## 5. 자회사 보유 여부에 따른 다항 로짓 모형 분석 결과

앞선 규모별 다항 로짓 분석을 통해 규모에 따라 4차산업 기술과 혁신과정의 관계가 다르게 나타난다는 것을 확인했다. 이는 규모에 따라 활용하는 기술이 다르고 그 기술의 활용을 다르게 한다는 것을 의미한다. 특정 기업의 자회사 보유 여부는 규모와 같은 기업의 수준을 구분하는 지표로 활용되기도 한다. 또한 관계 회사 여부가 기업의 혁신활동에 영향을 주므로(김선옥 & 박정수, 2017) 자회사 보유 여부에 따라 다항 로짓 분석을 시행하여 자회사 보유 여부에 따라 4차산업 기술이 기업의 혁신활동과 어떠한 관계가 있는지 확인한다.

자회사 보유 유무별 다항 로짓 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫 번째 자회사를 보유한 기업의 경우 4차산업 기술이 비혁신보다 기술혁신에 활용될 가능성이 더 크다. 두 번째 자회사를 보유한 기업의 경우 4차산업 기술을 비혁신으로 활용할 가능성이 작다. 세 번째 자회사를 보유하지 않은 기업의 경우 4차산업 기술이 비혁신보다 기술혁신에 활용될 가능성이 크다. 네 번째 자회사를 보유하지 않은 기업의 경우 특정 기술(3D Printer)을 제외하고 비혁신보다 비기술혁신에 활용될 가능성이 크다. 다섯 번째 자회사를 보유하지 않은 기업의 경우 4차산업 기술을 비혁신으로 활용할 가능성이 작다. 여섯 번째 자회사를 보유하지 않은 기업의 경우 4차산업 기술이 기술혁신과정에 활용될 가능성이 크다.

[표 15]는 자회사를 보유한 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 비혁신대비 기술혁신과정에서의 기술활용을 의미하는 (1) 열의 분석 결과 모든 기술에 대해서 계수가 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 4차산업 기술이 비혁신보다 기술혁신에 활용될 확률이 높다는 것을 의미한다. (2) 열인 비기술혁신의 경우에는 Cloud만이 통계적으로 유의하고 양의 계수 값을 갖는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Cloud만이 비혁신과 비교하여 비기술혁신에 활용될 확률이 높다는 것을 알 수 있다.

[표 15]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면 AI, Robot, AR·VR을 제외한 모든 4차산업 기술에 대하여 음의 한계효과 값을 갖고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 해당 기술들이 비혁신으로 활용될 확률이 낮다는 것을 의미한다.

[표 15] 자회사 보유 여부(자회사 보유)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	1.775** (0.883)	0.624 (0.969)	-0.164* (0.095)	0.291** (0.12)	-0.127 (0.094)
Cloud	1.624* (0.887)	1.804* (0.961)	-0.183* (0.096)	0.112 (0.12)	0.071 (0.092)
Big Data	1.784** (0.904)	1.537 (0.976)	-0.189* (0.098)	0.179 (0.12)	0.010 (0.092)
Mobile	1.540* (0.912)	1.422 (0.985)	-0.165* (0.099)	0.142 (0.12)	0.023 (0.091)
AI	1.672* (0.911)	0.765 (0.994)	-0.159 (0.099)	0.252** (0.123)	-0.093 (0.095)
Block Chain	1.725* (0.922)	0.826 (1.005)	-0.165* (0.099)	0.255** (0.128)	-0.090 (0.1)
3D Printer	2.539*** (0.976)	-0.006 (1.126)	-0.210** (0.106)	0.528*** (0.134)	-0.318*** (0.111)
Robot	1.575* (0.946)	-0.595 (1.046)	-0.114 (0.102)	0.401*** (0.128)	-0.287*** (0.101)
AR·VR	1.565* (0.925)	1.002 (0.997)	-0.156 (0.1)	0.200 (0.125)	-0.044 (0.096)
로그 노동생산성	0.085 (0.162)	0.116 (0.166)	-0.010 (0.017)	0.003 (0.021)	0.007 (0.015)
외국인자본터미	-0.087 (0.257)	-0.270 (0.281)	0.014 (0.028)	0.016 (0.033)	-0.030 (0.026)
로그 매출액	-0.029 (0.112)	-0.069 (0.116)	0.004 (0.012)	0.003 (0.013)	-0.007 (0.009)
고용증가율	0.036 (0.059)	0.055 (0.056)	-0.004 (0.006)	0.000 (0.006)	0.004 (0.003)
임시근로자비율	-0.252 (0.916)	0.113 (1.049)	0.018 (0.097)	-0.066 (0.134)	0.049 (0.112)
무형자산비율	-0.462 (1.083)	-1.183 (1.501)	0.070 (0.116)	0.052 (0.198)	-0.122 (0.189)
활용 기술 수	0.075 (0.075)	0.009 (0.085)	-0.006 (0.008)	0.014 (0.01)	-0.008 (0.008)
Industry	0				
N (Technology)	2,131				
N (Enterprise)	997				
Log-Likelihood	-1709.15				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.

또한 통계적으로 유의하지 않는 변수들의 한계효과가 음의 값을 갖는 것으로 보아 기업은 4차산업 기술을 비혁신 과정에서 활용될 확률이 낮다는 것을 나타낸다. 비혁신으로 4차산업 기술을 활용할 확률이 낮은 것으로 보인다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 3D Printer, Robot, IoT, AI, Robot이 통계적으로 유의하고 양의 한계효과를 갖는 것으로 나타났다. 이는 해당 기술을 활용할 때 기업이 기업혁신을 할 확률이 증가한다는 것을 의미한다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 3D Printer, Robot를 제외한 모든 4차산업 기술에 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 3D Printer, Robot은 통계적으로 유의하지만 음의 한계효과를 가지므로 두 개의 기술은 기업이 그 기술을 활용할 때 비기술혁신을 할 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 자회사를 보유한 기업의 경우 제품 친화적인 기술을 비기술혁신에 활용할 가능성이 작다.

[표 16]는 자회사를 보유하지 않은 기업을 대상으로 한 다항 로짓 모형의 분석 결과이다. 분석 결과 (1) 열에서의 모든 4차산업 기술의 계수가 모두 양의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 모든 4차산업 기술이 해당 기술을 비혁신보다 기술혁신과정에 활용될 확률이 더 높은 것을 의미한다. 비기술혁신의 경우에도 모든 4차산업 기술의 계수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 단 3D Printer의 계수가 음의 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 3D Printer를 제외한 모든 기술이 비혁신보다 비기술혁신 과정에 활용될 확률이 더 높은 것을 의미한다. 3D Printer는 비기술혁신보다 비혁신에 활용될 확률이 더 높다는 것을 의미한다.

[표 16]의 (3), (4), (5) 열은 혁신 형태에 따른 평균에서의 한계효과추정 결과이다. 우선 (3) 열인 4차산업 기술과 혁신과정이 아닌 판매목적과 같은 이유로 활용할 경우를 살펴보면, 모든 4차산업 기술에서 계수 값이 음의 값을 가지며 통계적으로 유의한 것을 알 수 있다. 계수들의 평균은 약 -0.606로 4차산업 기술을 활용할 때 기업이 비혁신을 할 확률이 기술마다 약 60.6% 감소한다는 것을 의미한다. 즉 비혁신으로의 4차산업 기술이 활용될 가능성이 작다는 것을 나타낸다. (4) 열인 4차산업 기술을 기술혁신과정에 활용되는 경우를 살펴보면 모든 기술의 한계효과가 양의 값을 가지며 통계적으로 모두 유의한 것으로 나타났다. 이는 자회사가 없는 기업의 경우 기업이 4차산업 기술을 활용할 때 기술혁신할 확률이



증가한다는 것을 의미한다. 즉 4차산업 기술이 기술혁신과정에 활용할 가능성이 크다. (5) 열인 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용하는 경우를 살펴보면 자회사를 보유한 기업을 대상으로 한 결과와 같다. 단 자회사를 보유하지 않는 기업의 경우 3D Printer를 사용하고 비기술혁신을 하는 기업의 수가 0으로 그 한계 효과가 1을 넘는 2.297이 나온 것으로 판단된다. 이는 데이터의 한계로 앞서 서울·경기 외 지역의 분석과 동일한 경우다. (5) 열의 결과는 자회사를 보유하지 않는 기업의 경우 제품 친화적인 기술을 활용할 때 비기술혁신을 할 확률이 줄어든다는 것을 의미한다.



[표 16] 자회사 보유 여부(자회사 미보유)에 따른 다항 로짓 및 한계효과 결과

	Multinomial Logit			Marginal Effect	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	기술혁신	비기술혁신	비혁신	기술혁신	비기술혁신
IoT	6.332*** (1.133)	4.042*** (1.142)	-0.646*** (0.119)	0.754*** (0.145)	-0.108 (0.105)
Cloud	5.790*** (1.147)	5.209*** (1.149)	-0.638*** (0.121)	0.535*** (0.149)	0.104 (0.105)
Big Data	6.296*** (1.179)	5.552*** (1.18)	-0.691*** (0.122)	0.593*** (0.15)	0.098 (0.105)
Mobile	6.194*** (1.166)	4.650*** (1.153)	-0.654*** (0.124)	0.666*** (0.152)	-0.012 (0.107)
AI	6.223*** (1.138)	4.247*** (1.153)	-0.644*** (0.12)	0.713*** (0.151)	-0.070 (0.11)
Block Chain	6.184*** (1.247)	5.091*** (1.366)	-0.667*** (0.129)	0.620*** (0.166)	0.047 (0.131)
3D Printer	6.771*** (1.143)	-11.972*** (1.114)	-0.180 (0.125)	2.478*** (0.181)	-2.297*** (0.18)
Robot	6.800*** (1.184)	2.771** (1.257)	-0.645*** (0.124)	0.971*** (0.155)	-0.326*** (0.123)
AR·VR	6.621*** (1.257)	4.544*** (1.334)	-0.686*** (0.134)	0.756*** (0.167)	-0.071 (0.13)
로그 노동 생산성	-0.529*** (0.194)	-0.255 (0.22)	0.051** (0.02)	-0.072** (0.03)	0.020 (0.025)
외국인자본터미	0.213 (0.385)	0.950** (0.393)	-0.047 (0.041)	-0.058 (0.046)	0.105*** (0.031)
로그 매출액	-0.148 (0.14)	-0.249 (0.168)	0.020 (0.015)	-0.002 (0.021)	-0.018 (0.018)
고용증가율	1.246* (0.699)	0.892 (0.727)	-0.130* (0.077)	0.139 (0.067)	-0.008 (0.043)
임시근로자비율	0.777 (2.262)	1.845 (2.406)	-0.122 (0.251)	-0.046 (0.269)	0.167 (0.197)
무형자산비율	-1.182 (1.078)	-1.398 (1.078)	0.141 (0.11)	-0.075 (0.167)	-0.066 (0.126)
활용 기술 수	0.080 (0.083)	0.024 (0.094)	-0.007 (0.009)	0.012 (0.012)	-0.005 (0.01)
Industry	O				
N (Technology)	1,113				
N (Enterprise)	627				
Log-Likelihood	-827.131				

주 : \*\*\*는 1% 유의수준에서, \*\*는 5% 유의수준에서, \*는 10% 유의수준에서 유의함을 의미하고 괄호()는 강건표준오차(robust standard error)를 의미한다. 산업은 대부분류를 기준으로 조절하였다.

## V. 결 론

본 연구는 기업이 4차 산업혁명과 관련된 기술을 어떠한 혁신과정에서 활용하는지를 파악하는 연구이다. 따라서 혁신과 4차산업 기술의 자료를 포함하고 있는 기업활동조사 자료를 활용하였고 2019년 자료를 기반으로 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 로짓 모형을 기본으로 하며 논의에 따라 확장된 추가적인 분석을 시행하였다. 산업별, 지역별, 규모별, 자회사 보유 유무별 다항 로짓 분석 추가로 시행하였다.

다양한 다항 로짓 모형의 결과와 한계효과를 확인하여 혁신과 4차산업 기술활용에 관한 결과를 확인하였다. 분석의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫 번째, 4차산업 기술을 다른 목적보다 기업의 혁신활동에 활용될 가능성이 크다. 대부분의 분석 결과를 통해 4차산업 기술이 다른 목적에 비해 기업의 혁신활동에 활용될 확률이 크다는 것으로 나타났다. 또한 기술혁신에 관해서는 거의 모든 분석에서 비혁신으로의 활용보다 기술혁신으로 활용될 확률이 크다는 것이 도출되었다.

두 번째, 4차산업 기술들을 어떠한 혁신과정에서 활용하는지는 산업, 지역, 규모, 자회사 보유 여부에 따라 다 다르다. 산업별 분석에서는 제조업 기업의 경우 4차산업 기술을 비기술혁신 과정에 활용될 확률이 높았으며 비제조업에서는 기술혁신과정에 활용될 확률이 높았다. 특히 제조업에서의 비기술혁신으로의 기술활용은 제조업의 서비스화라는 현재 제조업의 특징을 잘 보여주는 결과이다. 산업별 분석을 제외하고도 지역별 분석에서도 기술의 집적효과가 있을거라 예상되는 서울경기지역에서 모든 4차산업 기술이 기술혁신과정에서 활용될 확률이 증가하는 것으로 나타났으나 그 외 지역에서는 특정(3D Printer, Robot 등) 제품친화적 기술을 제외하고는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 규모별 분석에서도 대규모의 경우 특정 기술을 제외하고는 4차산업 기술이 혁신과정에 활용되는지 알 수 없다. 그러나 중소기업의 경우 Cloud를 제외한 다른 기술들은 기술혁신과정에 활용될 확률이 높은 것으로 나타나 규모에 따라 필요로 하는 기술이 다르다는 것을 알 수 있다. 마지막으로 자회사 유무에 따른 분석에서도 자회사를 보유하고 있는 기업보다 많이 보유하지 않은 기업이 더욱 다양한

기술을 기술혁신과정에 활용하는 것으로 나타났다.

본 연구는 다양한 다항 로짓 모형을 통해 기업의 혁신과 4차 산업혁명 기술활용에 대하여 알아보았다. 현재 4차산업 기술들의 발전과 더불어 그 기술활용이 활발해지는 상황에서 본 연구는 기업의 4차산업 기술에 관한 연구의 기초자료로써 활용될 수 있다. 더욱이 국내외로 4차산업 기술이 어떻게 활용되는지 어떤 목적으로 활용되는지에 관한 연구가 미비하므로 본 연구가 의미 있다. 또한 본 연구는 4차 산업기술과 혁신과의 관계를 확인하는 연구로 기업의 혁신에 관한 연구에 기초자료로 활용될 수 있다. 더욱 기존에 연구에서는 4차산업과 혁신의 관계를 확인하는 연구가 거의 없으므로 본 연구가 큰 의미를 갖는다. 또한 4차산업 기술이 기업의 규모와 목적에 따라 다르게 사용되므로 4차산업 기술을 지원하는 정책 수립에 있어서 보다 효율적인 정책 수립이 가능할 것이다.

그럼에도 불구하고 본 연구의 한계가 존재한다. 우선 2019년 한 개의 연도만을 분석 기간으로 설정했다는 점이다. 종속변수에 관한 조사지의 변경과 코로나라는 외부적요인으로 불가피한 상황이었으나 더 자세하고 세밀한 분석을 위해서는 연도효과를 고려한 분석이 필요하다. 또한 본 연구의 결과 4차산업 기술들이 서로 연관성이 높아 다양한 분석에서 같은 비슷한 결과를 나타내는 것으로 보아 기술 유사도에 따라 4차산업 기술을 구분하여 분석하는 것이 합당하나 본 연구에서는 이를 구분하지 않고 연구를 진행하였다. 시간에 따른 연도별 특성을 고려하고 기술유사도에 따라 4차산업 기술을 구분한 연구는 후속 연구과제로 남겨둔다.

## 참고문헌

1. 강규호. (2006). 기술혁신과 고용창출. 경제분석 (한국은행), 12(1), 53-74.
2. 김동완. (2013). 빅데이터의 분야별 활용사. 경영논총, 34, 39-52.
3. 김선옥, & 박정수. (2017). 관계회사 거래와 기업의 혁신: 중소기업들을 중심으로. 산업조직연구, 25(3), 1-30.
4. 김자윤, & 정순웅. (2014). 숙련편향적 기술발전과 고용에 관한 연구. 지역고용노동연구, 6(2), 25-54.
5. 김정숙. (2018). 블록체인 기반의 서비스 현황 및 문제점 분석. 융복합지식학회 논문지, 6(1), 135-140.
6. 김현식, 배성주, & 한상연. (2016). 기술 및 비기술 혁신과 성과향상 관계 분석. 산업경제연구, 29(5), 1877-1899.
7. 김효원, 강규식, 서현덕, 정민수, 최정애, 강정완, & 김선우. (2017). 5G 및 무인이동체 기술 동향 및 미래 전망. 한국통신학회지(정보와통신), 34(7), 54-60.
8. 노희성, 조무상, & 이종하. (2014). 기술혁신과 고용 간의 관계 분석-우리나라 제조업을 대상으로. 재정정책논집, 16(2), 103-135.
9. 류민지, & 이영훈. (2022). 4차산업혁명기술의 활용에 관한 실증분석: 활용실태 및 생산성제고 효과. 응용경제, 24(3), 5-36.
10. 박선영, 박현우, & 조만형. (2006). 특허분석을 통한 기술혁신과 기업성과의 관계분석. 기술혁신학회지, 9(1), 1-25.
11. 박승록. (2020). STATA를 이용한 응용계량경제학. 박영사, 381-394
12. 박재성, & 홍준교. (2020). 고용 및 기술혁신과 중소기업의 수익성. 응용경제, 22(2), 69-93.
13. 박후. (2014). 3D 프린팅 기술 현황 및 응용개요. 대한의학회지, 54 (4), 32-35.
14. 송재욱. (2021). 4차 산업혁명기술과 고용량 간 관계에 관한 실증분석. 석사학위논문, 서울시립대 대학원
15. 신동한. (2022). 디지털 전환과 한국 산업의 고용 및 구조변화. 박사학위논문,

16. 안상희, & 이민화. (2016). 제 4차 산업혁명이 일자리에 미치는 영향. 한국경영학회 통합학술발표논문집, 2344-2363.
17. 이성우, 민성희, 박지영 & 윤성도. (2005). 로짓·프라빗모형 응용, 博英事, 105
18. 이승민, 신기윤, & 이정동. (2022). 기업의 4차 산업혁명 기술 도입과 생산성 간 관계 연구: 절대적 수준과 상대적 위치. 한국혁신학회지, 17(3), 251-280.
19. 이자연. (2019). 가상증강현실 (AR· VR) 산업의 발전방향과 시사점. 월간 KIET 산업경제, 245, 38-47.
20. 임상우, & 서경원. (2018). AR/VR 기술. 한국과학기술기획평가원 KISTEP 기술동향브리프, 2018(9).
21. 원동규, & 이상필. (2016). 인공지능과 제 4차 산업혁명의 함의. ie 매거진, 23(2), 13-22.
22. 정민, 조규림, & 주원. (2016). 4 차 산업혁명의 등장과 시사점. 한국경제주평, 705, 1-16.
23. 조가원, 조용래, 강희중 & 김민재. (2018). 2018년 한국기업혁신조사: 서비스업 부문. 조사연구, 1-328.
24. 주원. (2022). 코로나 위기 만 2년의 경제· 산업구조 변화와 시사점. 이슈리포트, 2022(1), 1-19.
25. 통계청. 2020. 기업활동조사 통계정보보고서
26. 한국개발연구원. (2003). 우리나라 사업체대상 통계조사의 개선방안
27. 홍성범. (2014). 클라우드 컴퓨팅 동향 및 전망. 한국정보기술학회지, 12(2), 29-33.
28. Bang, S. C., Hong, S. E., Song, J. T., Kim, I. G., Park, A. S., Lee, M. S., & Jang, S. C. (2013). 5G 이동통신 기술 방향. Information and Communications Magazine, 30(12), 25-36.
29. Battisti, E., Alfiero, S., & Leonidou, E. (2022). Remote working and digital transformation during the COVID-19 pandemic: Economic - financial impacts and psychological drivers for employees. Journal of Business Research.
30. Byrne, D. M., & Corrado, C. A. (2017). ICT Services and their Prices:

What do they tell us about Productivity and Technology?.

31. Conner, K. R., & Prahalad, C. K. (1996). A resource-based theory of the firm: Knowledge versus opportunism. *Organization science*, 7(5), 477-501.
32. DeStefano, T. J., Teodorovicz, T., Cho, J., Kim, H., & Paik, J. (2022). What Determines AI Adoption?. In *Academy of Management Proceedings* (Vol. 2022, No. 1, p. 14791). Briarcliff Manor, NY 10510: Academy of Management.
33. Gibbs, J. L., & Kraemer, K. L. (2004). A cross country investigation of the determinants of scope of e commerce use: an institutional approach. *Electronic markets*, 14(2), 124-137.
34. Gong, M. S., Chae, H. J., & Yu, B. H. (2016). 사물인터넷 (IoT) 기술동향 과 전망. *Journal of the KSME*, 56(2), 32-36.
35. Griffith, R., Redding, S. J., & Simpson, H. (2002). Productivity convergence and foreign ownership at the establishment level. Available at SSRN 388802.
36. Haskel, J., & Westlake, S. (2017). Capitalism without capital. In *Capitalism without Capital*. Princeton University Press.
37. Lee, D. Y., Park, J. U., Lee, J. H., Lee, S. R., & Park, S. Y. (2017). 블록 체인 핵심 기술과 국내외 동향. *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 35(6), 22-28.
38. Lee, J. S., & Park, H. U. (2009). 국내외 클라우드 컴퓨팅 동향 및 전망. *Korea Information Processing Society Review*, 16(2), 17-30.
39. López-Acevedo, G. (2002). Determinants of technology adoption in Mexico. 2780. World Bank, Washington, DC.
40. Sorooshian, S., & Panigrahi, S. (2020). Impacts of the 4th Industrial Revolution on Industries. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 17(8), 903-915.
41. Spender, J. C., & Grant, R. M. (1996). Knowledge and the firm: Overview. *Strategic management journal*, 17(S2), 5-9.

## 부 록

<부록 1> 2019년 4차산업 기술 및 혁신 분야 상관관계분석 결과표

	로그 노동생산성	외국인 자본더미	로그 매출액	고용 증가율	임시근로 자비율	외국인 자본 더미	활용 기술 수
비혁신	0.0551	0.0107	0.11	-0.0012	-0.0028	0.0731	-0.0101
기술혁신	0.027	0.0617	0.0477	-0.003	-0.0027	0.0376	0.0581
비기술혁신	0.0355	0.0439	0.0581	0.0102	-0.0078	0.0129	-0.0586
IoT	0.0406	0.0528	0.1129	0.0006	-0.0033	0.066	-0.0182
Cloud	0.0515	0.0802	0.127	0.0237	-0.0151	0.0769	-0.1107
Big Data	0.0598	0.0744	0.1737	0.0002	-0.0016	0.0671	0.0066
Mobile	0.0136	0.0408	0.08	0.0095	-0.0061	0.0566	0.0138
AI	0.0322	0.0827	0.1389	-0.0011	-0.0071	0.0706	0.0584
Block Chain	0.0286	0.0329	0.0762	-0.0028	-0.0053	0.0373	0.0992
3D Printer	0.0135	0.0233	0.0596	-0.0027	-0.0168	0.0371	-0.058
Robot	0.0473	0.0242	0.1164	-0.0004	-0.0164	0.0527	-0.0082
AR·VR	0.0308	0.0687	0.1008	0.0132	0.0111	0.0448	0.1067
로그 노동생산성	1	-0.0728	0.6931	-0.0521	-0.1081	0.2157	0.2055
외국인자본 더미		1	-0.0783	-0.0078	-0.0261	-0.0091	0.175
로그 매출액			1	0.0315	0.057	0.2592	0.3595
고용증가율				1	0.1131	-0.0102	-0.0323
임시근로자 비율					1	-0.05	0.09
무형자산 비율						1	0.0057
활용 기술 수							1

# Abstract

## A Study on the Innovation Activities of Enterprises Using 4th Industrial Revolution Technology: Comparative Analysis of Manufacturing and Non-Manufacturing

Ji-eon Hyeon

Department of Economics

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

The 4th industrial revolution began to attract attention when it was mentioned by Klaus Schwab, chairman, at the Davos Forum, a World Economic Forum held in 2016. At the same time, the social structure is changing as technologies related to the 4th Industrial Revolution are rapidly developing. Companies increase productivity by introducing technologies related to the fourth industrial revolution. Productivity improvement due to the introduction of these technologies means innovation, and companies use the 4th industrial revolution in various innovation processes. As the relationship between the Fourth Industrial Revolution and innovation becomes more important, understanding the relationship plays an important role in understanding future industrial structure changes. However, studies on the 4th



industrial technology and the relationship between 4th industrial technology and innovation are insufficient. Therefore, this paper studies the relationship between the enterprises's use of 4th industrial technology and innovation activities.

In this study, research is conducted using data from the 2019 Survey of Business Activities from Statistics Korea (KOSTAT). In setting the analysis period, only 2019 is the analysis period due to the influence of external factors such as change of survey site and corona. The research model of this study basically uses a multinomial logit model, and according to the discussion, additional analysis is conducted from various perspectives such as manufacturing, region, and size.

Summarizing the results of the study, it was found that companies are more likely to utilize Fourth Industrial Revolution technologies for innovation activities, and among innovations, are more likely to utilize them for technological innovation than for non-technological innovation. In addition, it was confirmed that the relationship between fourth industrial technology and innovation appears differently depending on manufacturing status, region, size, and presence of subsidiaries.

These results can be used as basic data for establishing policies on the 4th industry and innovation, and can be used as reference materials for understanding the 4th industry and conducting related research.

<Key words> Innovation, technological innovation, non-technological innovation, 4th industrial revolution, 4th industrial technology, multinomial logit model