

한국 중소기업의 스마트기술 수용과 글로벌공급사슬혁신에 관한 실증적 연구 - 4차 산업혁명 핵심기술을 중심으로 -*

정재은
충남대학교 무역학과 강사

문희철
충남대학교 무역학과 교수

An Empirical Study on the Smart Technology Acceptance and Global Supply Chain Innovation in Korean Small and Medium Trading Companies - Focusing on the Key Technologies of 4th Industrial Revolution -

Jae-Eun Chung^a, Hee-Cheol Moon^b

^aDepartment of International Trade, Chungnam National University, South Korea

^bDepartment of International Trade, Chungnam National University, South Korea

Received 19 July 2019, Revised 18 August 2019, Accepted 20 August 2019

Abstract

This study aims to analyze the effects of the smart technologies acceptance on global supply chain innovation and export performance in Korean small and medium trading companies. As the world prepares for the advent of the 4th industrial revolution the level of smart technology acceptance by Korean small and medium trading companies has not yet reached the level that is compatible with the change of international paradigm. In this respect, this study aims to promote the acceptance of smart technologies and suggest a need of more practical policy for securing international market competitiveness through innovation of global supply chain structure of Korean trading companies. According to the empirical research results, the smart technology acceptance had a significant effect on both the internal supply chain innovation and the export performance. Also, the external supply chain innovation significantly affected export performance. These results suggested that Korean trading companies need to be more active and positive in accepting smart technology so that they can gain more competitive advantage in the 4th industrial revolution era.

Keywords: Smart Technologies, Technology Acceptance, Global Supply Chain, Korean Small and Medium Trading Companies

JEL Classifications: F14, O31

* This paper was supported by the Ministry of Education of Republic of Korea and National Research Foundation (NRF-2018S1A5B8070344).

^a First Author, E-mail: angel6984@naver.com

^b Corresponding Author, E-mail: hcmoon@cnu.ac.kr

© 2019 The Korea Trade Research Institute. All rights reserved.

I. 서론

2016년 세계경제포럼에서 일명 '4차 산업혁명'이 도래했음을 발표한 이래로 제조 산업계를 포함한 세계 시장은 서둘러 4차 산업혁명을 대비할 대책을 강구하기 시작했다. 독일과 미국을 선두주자로 한 4차 산업혁명에 대한 대응과 혁신적 기술수용이 여러 대기업들의 공급사슬 혁신 성과로 이어진 사례가 급증하면서 국제적인 흐름을 타고 급속도로 여러 국가들과 산업계의 관심을 일으킨 것이다.

4차 산업혁명의 도래는 세계경제 및 공급사슬패러다임의 변화를 가져올 것이라는 기대를 한 몸에 받고 있는 국제적인 혁신이었으나, 한국을 포함한 후발주자들에게는 4차 산업혁명에 대한 기대보다는 걱정과 우려가 앞서 이에 대한 대응책 마련의 필요성이 제기되었다. 이에 후발주자 국가들은 독일 및 미국 등 선두국가들의 정책을 모방하여 자국에게 적절하게 변형한 정책을 내세워 자국기업의 국제경쟁력을 갖추고자 서둘러 지원하기 시작했다. 일본은 로봇기술을 내세워 '일본재흥전략'을 새롭게 구축하였으며, 중국은 스마트공장 기술을 중심으로 '중국제조 2025'와 '인터넷 Plus' 정책을 제시하였다.

한국도 IT강국이라는 국제적인 위상을 유지하고 세계 구조적 혁신 트렌드에 뒤처지지 않기 위해 2014년 '제조혁신 3.0' 전략을 내세워 대응책을 마련하였다. '제조혁신 3.0' 정책은 독일의 'Industrie 4.0' 정책을 모티브로 하여 구축된 정책으로 국내 제조 기업들에 '스마트공장' 기술을 도입하여 한국 기업과 제품의 국제경쟁력을 향상시키는 것에 궁극적인 목적을 두고 있는 정책이다. 2018년 1월 한 기사에 따르면 당시까지 약 3,980여개의 기업이 정부사업의 지원으로 스마트공장 구축을 통한 생산 효율성 향상의 성과를 거둔 바 있다. 스마트공장 외에도 한국 정부는 사물인터넷(IoT, Internet of Things)을 포함한 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI, Artificial Intelligence), VR(Virtual Reality) 가상현실 등 다양한 4차 산업혁명 핵심기술 발전에 관심을 두고 적극적인 지원책을 펼치고 있다.

그러나 아직까지도 한편에서는 한국정부를 포함한 후발주자 국가들의 4차 산업혁명에 대한 대응수준이 중소기업들의 국제경쟁력을 확보하기에는 부족한 실정에 있음을 지적하고 있다. 혁신기술수용을 통한 기업 전반적인 구조적 변화를 실행 수용하기에는 중소기업 입장에서 여러 부담이 따르는 것이 사실이며, 실제로 한국 중소기업 입장에서는 아직 4차 산업혁명에 대한 대응이 미비한 현황이다. Jang Yoon-Jong (2017)은 혁신기술을 빠르게 수용하여 성과를 얻고 있는 선두그룹이 있는 한 편 현실에 겨우 적응하고 있는 지체그룹이 공존하고 있는 현황이라고 지적하였으며 선두그룹과 지체그룹의 격차가 확대될 위기라고 하였다. Kim Eun-Young and Park Moon-Su(2018)는 지역 중소기업 입장에서 제조혁신 정책을 수용하기에는 한계점이 있어 정책의 방향을 다시 검토하기를 촉구한 바 있다.

Yoon Woo-Jin(2017)에 의하면 2010년대에 들어서 세계 무역의 글로벌 가치사슬은 실제로 재편되기 시작하였다. 이는 4차 산업혁명을 주도할 새로운 정보통신 기술도입의 영향으로 인한 결과로 보고되었다. 이러한 시점에서 4차 산업혁명 핵심기술 수용을 통한 공급사슬관리의 혁신에 대한 연구는 매우 시기 적절하다고 볼 수 있으며 적극적인 연구 확대가 필요하다. 더욱이 한국 정부가 4차 산업혁명에 대한 대응정책을 꾸준히 펼쳐내고 있음에도 중소기업 입장에서 보자면 보다 구체적인 지원이 필요하다는 목소리가 지속되고 있는 현황에서 중소기업의 4차 산업혁명 대응 현황과 이에 대한 연구가 필수적이라고 판단된다.

따라서 본 연구는 4차 산업혁명의 핵심기술과 한국정부의 지원현황을 파악하고 4차 산업혁명 중점기술 수용과 글로벌 공급사슬혁신 성과 간의 실증적 영향관계를 분석하여, 중소기업들의 혁신기술수용을 통한 실질적인 국제경쟁력 제고를 위한 전략적인 시사점을 제공함과 동시에 관련 실용적 정책마련에 기여하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 스마트기술과 글로벌 공급사슬의 혁신

4차 산업혁명은 새로운 혁신기술을 수용하면서 기업의 생산라인 및 마케팅 전반의 프로세스에 일어나는 혁신적인 변화를 의미한다. 소프트웨어와 초고속 통신 인프라, 각종 데이터를 수집 및 처리하는 반도체 기술, 기계에서 송신하는 신호를 수신하고 재해석 하는 센서 등 기술의 혁신적인 발달이 그 근간을 마련하게 되었다.(Lee Seung-Woo et al., 2017)

이러한 4차 산업혁명의 핵심적인 중점 기술은 크게 스마트공장(Smart Factory), 3D프린팅으로 대표되는 물리적 기술(Physical Technologies), 빅데이터(Big data), 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 체계의 결합과 융합으로 실현되는 사물인터넷(IoT, Internet of Things)과 같은 디지털 기술(Digital Technologies), 체내 삽입형 기기, 유전자 편집기술, 인공두뇌 연구기술 등과 같은 바이오 기술(Biology Technologies)로 구분될 수 있다. 전 세계의 산업계를 포함한 일반적인 생활에까지 혁신적인 변화의 패러다임을 구현하고 있는 4차 산업혁명은 바로 이러한 새로운 기술, 다시 말해 스마트기술을 각 분야에 수용함으로써 비로소 실현되고 있는 것이다.

Yoon Woo-Jin(2017)은 2010년대에 들어서 시작된 세계무역의 글로벌 가치사슬이 재편되는 양상 또한 4차 산업혁명과 함께 소개된 새로운 혁신기술의 수용이 확대됨에 이유가 있다고 지적했다. 2014년부터 중간재 무역의 비중이 하락하고 해외생산 길이의 상승률이 둔화되고 있는 것은 기업들이 새로운 정보통신 기술을 적극적으로 도입하기 시작한 것에서 영향을 받은 공급체계의 변화로 인한 결과라는 것이다.

Kim Chang-Bong et al.(2018) 또한 4차 산업혁명의 도래와 함께 국제 공급사슬에도 개편이 일어나고 있다고 주장하였다. 4차 산업혁명 중점기술 도입을 통해 일어나고 있는 산업적인 공급체계의 변화는 국제적 공급사슬 패러다임의 변화를 초래하고 있으며, 이는 글로벌 경쟁

체계를 더욱 심화 시켜 새로운 공급사슬관리체계의 도입이 시급하다는 것이다.

Jeong Eun-Mi(2017)는 이러한 기업 및 산업계의 혁신적 기술 수용으로 인한 4차 산업혁명의 영향이 아직까지는 직접적이고 크지는 않다고 기술하였다. 그러나 향후 5년 안에 그 영향력은 점차 커질 것이며, 현재 생산 및 제조공정, 원자재 조달과 물류 부문에 집중된 기술 수용과 공급사슬의 변화의 흐름이 점차 확대될 것이라고 주장하였다. 기업 내 혁신적 기술이 수용되는 범위가 확대되고 공정 체계가 변화하는 과정에서 데이터가 축적되면 이에 대한 분석으로 기업의 가치사슬의 혁신 범위가 더 확대된다는 것이다. 실제로 많은 기업들은 빅데이터와 인공지능이 결합된 데이터 분석기술을 마케팅 분야에도 수용하기 시작하였으며 이를 통해 고객관리 방법의 혁신을 도모하고 서비스 확대 전략을 구축하고 있다.

이와 같이 전 세계적으로 모든 산업계의 기업들은 4차 산업혁명의 도래와 소개된 다양한 혁신적인 기술을 적극 수용하여 기업의 공급사슬의 변화를 꾀하기 시작하였으며, 이는 국제적인 공급사슬 패러다임에도 실질적인 변혁을 일으키기 시작하였다. 본 연구는 이러한 현황에 집중하여 4차 산업혁명의 중점기술의 수용과 국제 공급사슬 패러다임의 변화 간의 영향관계에 대해 실증적인 근거를 제시하고자 한다. 이에 4차 산업혁명 중점기술의 수용현황을 종합적으로 검토하기 위해 4차 혁명을 대비해 기업들이 도입하고 있는 각종 기술을 종합해 스마트기술이라 새롭게 정의하고 기업의 생산제조 뿐 아니라 재고관리, 공급자 및 고객관리에까지 다양하게 수용되고 있는 스마트기술의 수용 현황을 분석하여 기업의 글로벌 공급사슬 혁신 간의 영향관계를 실증적으로 분석하는 것에 본 연구의 연구목적이 있다.

2. 중소기업과 스마트기술

4차 산업혁명의 도래는 한국을 포함한 전 세계 산업계에 큰 충격과 변화의 계기를 마련하였다. 4차 산업혁명의 초래와 함께 소개된 각종

스마트기술들은 자본체계가 잘 갖춰진 대기업들을 중심으로 적극 수용되기 시작했으나, 반대로 각 국가들은 이러한 국제적 추세에 자국의 중소기업들이 국제경쟁력을 잃고 도태될 것을 우려하게 되었다.

한국 정부가 제시한 ‘제조혁신 3.0’ 정책 또한 이러한 추세를 반영하여 중소기업을 중심으로 스마트 공장으로서 대표되는 스마트 기술 수용을 장려하기 위한 정책으로 볼 수 있다. 2014년부터 중소, 중견기업을 대상으로 스마트 공장설비의 구축을 적극 확산시킬 계획을 수립하였으며 이를 위해 기술적, 자본적 지원을 정책화 하여 추진하였다. 이러한 ‘제조혁신 3.0’ 정책은 기존의 정책적 한계점을 보완하기 위해 2017년 4월 산업통상자원부를 통해 새로운 정책으로 수립되었다. 이는 ‘스마트 제조혁신 비전 2025’ 정책으로 스마트 공장 보급 확산계획을 대폭 확대하는 것에 주 목적을 두고 있으며, 스마트공장기술 이외의 다양한 기술에도 지원을 확대하는 것을 계획 하고 있다.

그러나 한국 정부의 이러한 적극적인 노력에도 한국 중소기업의 4차 산업혁명 대응현황에 대한 학계와 산업계의 전망은 다소 부정적이다. Jang Yoon-Jong(2017)은 한국 중소기업의 4차 산업혁명 대응이 국제적 트렌드에서 지체 그룹(Laggards)에 속해있다고 지적했다. 혁신적 기술의 수용으로 변혁이 이루어지는 4차 산업혁명의 트렌드에서 기업 체제 변화의 의지가 확고하지 못하고 자본의 큰 소요와 기술 습득을 위한 시간과 노력의 투여가 어려운 중소기업의 입장에서 4차 산업혁명의 도래는 단지 위기로 느껴질 뿐이며 혁신기술 수용에 적극적일 수 없는 현황이다.

Chung Sun-Yang et al.(2016)은 이러한 한국 기업들의 현황에서 전망할 때 대기업과 중소기업 간의 기술수준 및 정보화의 격차가 지속해서 벌어지게 될 것이라고 설명하였다. 또한 이를 해결하기 위해서는 중소기업들의 스마트 공장 수용 확산을 위한 표준화된 전략을 구축할 필요가 있다고 제시하였다. Park Jong-Man(2015)은 아직까지 중소기업들이 스마트공장과 관련된 핵심기술의 동향조차 파악하기 어려운 실태에 대해 지적했다. 한국 중소기업들이 스마

트 기술을 적극적으로 수용하기에는 기술개발을 위한 투자 여건이 마련되지 못하였고 스마트기술에 대한 인식이 부족하며, 스마트기술 수용을 통한 성과 창출에 대한 확신이 부족한 것이 영향요인으로 작용했다는 것이다.

2016년 10월 국가발전포럼에서 한국과학기술원(KAIST)의 정재승 교수는 한국의 기업들이 4차 산업혁명에 잘 적응하지 못할 것으로 보이며 이를 우려하고 있다는 입장을 표명한 바 있다. 실제로 Jang Yoon-Jong(2017)에 따르면 산업연구원의 4차 산업혁명에 대한 인지실태 조사 결과 중소, 중견기업이 4차 산업혁명에 대해 향상된 인지수준을 보이고 있으나 대응수준은 오히려 후퇴하고 있다고 지적했다. 4차 산업혁명의 선두 그룹인 독일과 미국조차 자국 중소기업의 스마트기술 수용 확대를 위한 정책을 펼치고자 노력하고 있는 현황에서 한국 중소기업들의 4차 산업혁명에 대한 위기감은 더욱 고조되고 있으며, 적극적인 대응방안을 마련하지 못하고 있는 실정이다.

본 연구는 이러한 선행연구자들의 견해를 참고하여 한국 기업들에게 스마트기술 수용을 통해 기업의 글로벌 공급사슬혁신 성과 창출이 가능하다는 실증적 증거를 제시하고자 한다. 따라서 본 연구는 한국 중소, 중견 수출입기업을 대상으로 실증적 연구를 이행하여 4차 산업혁명의 중점기술인 스마트기술의 적극적인 수용을 도모하고 한국 정부로 하여금 한국 기업들을 위한 실용적인 정책마련에 필요성에 대해 시사점을 제시하고자 한다.

3. 선행연구

1) 기술수용모형과 공급사슬관리모형

본 연구는 한국 중소기업을 대상으로 4차 산업혁명 중점기술인 스마트기술 수용현황을 파악하고 스마트기술 수용요인과 스마트기술 수용, 글로벌 공급사슬혁신 성과 간의 영향관계를 실증적으로 고찰하는 것에 연구목적을 두고 있다. 이를 위해 기술수용에 영향을 미치는 기술수용 결정요인, 기술수용요인, 공급사슬혁신 성과요인 및 수출성과 요인 도출을 목적으로

선행연구를 고찰하고 실증적 연구모형의 이론적인 토대를 마련하고자 한다.

기술수용결정요인은 여러 정보통신기술수용에 대한 연구와 함께 여러 요인들로 구분되어 다양하게 연구되어왔다. 그중에서 Tornatzkey et al.(1990)이 최초로 제안한 TOE프레임웍은 정보기술 채택에 있어 기업이 주로 고려하는 내부적인 조직적 요인(Organization Characteristics), 외부적인 환경적 요인(Environment Characteristics), 그리고 기술 자체적인 기술적 요인(Technology Characteristics)을 종합적으로 고려하는 요인으로 반영하여 많은 선행연구에서 참고 되었으며 그 유의성이 검증된 바 있다. Chung Sun-Yang et al.(2016)에 의하면 중소기업이 스마트공장 기술을 도입하는 데에 조직적 요인, 산업적 요인, 기술적 요인, 정책적 요인이 종합적으로 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 다시 말해, 스마트기술 또한 한국 기업이 이를 수용하는 데에 조직적 요인, 산업적 요인, 기술적 요인이 종합적으로 영향을 미칠 것이며, 이에 대한 통합적 고찰이 필요할 것으로 보인다.

기술수용과 관련된 연구모형은 Fishbein and Ajzen(1975)이 제시한 합리적 행동이론(TRA, Theory of Reasoned Action)에 근간을 두고 다양한 기술수용에 활용되면서 점차 발전되어왔다. 그 중 기업의 정보기술 수용과 관련하여 가장 넓게 활용되고 있는 연구모형은 Davis(1989)에 의해 제시된 기술수용모델(TAM, Technology Acceptance Model)로 볼 수 있다. 기술수용모델에서 사용행위, 즉 최종적으로 기술을 수용하게 되는 기술수용변수는 최종 결과 변수로 구분되어 있으며, 기술수용을 하게 되는 경위와 이에 대한 영향요인을 밝히는 것에 중점되어 왔다.

선행연구를 고찰하면 기술수용과 관련된 연구는 기술수용에 영향을 미치는 영향요인을 밝혀내는 것에 중점을 두고 있다. 본 연구는 이러한 선행연구에 대해 고찰한 결과를 반영하여 스마트기술수용 요인과 스마트기술수용요인간의 관계를 기본 연구모형으로 설정하고 본 연구의 궁극적인 연구목적 달성을 위해 기업의 스마트기술 수용이 영향을 미치는 요인으로 글로벌 공급사슬혁신 성과요인을 도출하여 연구

모형을 구축하고자 하였다.

글로벌 공급사슬혁신 성과요인은 공급사슬에 대한 선행연구들에 연구배경을 두었는데, 이를 종합하면 현대의 공급사슬은 외부의 공급자로부터 원자재를 공급받아 중간재, 최종재로 변환시키는 생산 및 제조단계의 업체와 최종 고객에까지 제품이 유통되는 비즈니스 프로세스 네트워크라고 정의될 수 있다. 이러한 기업의 공급사슬은 기업 내부의 생산과정에서 기업 외부의 공급업자와 고객을 관리하는 측면에 대한 고려부분까지 확대되고 있다. 다시 말해 기업 내부의 제조라인에서 생산효율성을 증대시킬 뿐 아니라 공급업자와 협력을 도모하고 고객관리를 위한 마케팅 프로모션 프로세스가 모두 유기적으로 연계될 때 비로소 공급사슬이 체계적으로 형성된다는 것이다. 특히, 무역이 활성화됨에 따라 해외 공급업자와의 국제적인 협력과 국제 시장으로 연결되는 판매망 관리는 기업성과 향상을 위한 필수적인 요소가 되었다.

본 연구는 이러한 공급사슬의 개념에 입각하여 공급사슬혁신성과 요인을 기업의 생산효율성에 집중한 내부 공급사슬혁신성과 요인과 국제 공급망 및 고객관리 측면에 대한 외부 공급사슬혁신성과 요인으로 구분하여 도출하였다. 각 공급사슬혁신성과 요인의 측정을 위해서는 Kaplan and Norton(1992)의 균형성과표(BSC, Balanced Score Card) 모형이 참고되었다. 균형성과표모형은 기업의 공급사슬관리 성과를 다양한 측면에서 측정하고 평가하는 지표로 활발히 이용되고 있는 모형이다.

4차 산업혁명은 스마트기술을 수용한 기업이 글로벌 공급사슬에 혁신적인 변화가 일어나 성과를 얻게 되는 프로세스적인 혁신이다. Choi Doo-Won(2016)에 의하면 프로세스 혁신은 경영활동의 전략적 혁신과 제품 생산의 공정혁신이 함께 일어나는 것을 의미한다. 이에 근간을 두고 본 연구는 기업의 경영성과 향상을 목적으로 추진한 스마트기술 수용을 통해 야기되는 글로벌 공급사슬혁신의 성과를 경영혁신과 공정혁신이 함께 일어나는 프로세스 혁신으로 설명해보고자 한다. 따라서 스마트기술 수용요인의 영향요인을 내부 공급사슬혁신성과 요인과 외부 공급사슬혁신성과 요인으로 구

성하였다.

그러나 두 요인 간의 관계는 이론적인 연구 배경으로 개념적으로만 성립된 바 있으며 관련된 실증적인 연구근거는 부족한 현황이다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 수출입 기업과 관련된 많은 선행연구에서 이미 검증된 바 있는 수출성과 요인을 결과변수로 연구모형에 배치하여 스마트기술수용 요인과의 영향관계, 글로벌 공급사슬 혁신성과 요인들과의 영향관계를 종합적으로 고찰하는 연구모형을 구축하였다.

2) 연구차별성

4차 산업혁명 핵심기술의 수용은 단순한 기업 수준이 아니라 국제적인 공급사슬 패러다임의 변혁을 가져올 것으로 예견되고 있다. 그러나 4차 산업혁명 핵심기술의 수용이 지속적으로 확대되고 있는 현황에도 혁신기술의 수용과 공급사슬혁신 간의 관계를 실증적으로 분석한 연구는 해외 유명 저널에도 부족한 실정이다. 더욱이 4차 산업혁명의 도래에 대하여 미국과 독일을 포함한 선두 국가의 중소기업들조차도 이에 대한 대비책이 충분치 못한 현황에서 한국의 중소기업관련 연구는 거의 이루어지지 않았다고 하여도 과언이 아니다. 따라서 본 연구는 다음의 연구 차별성을 가지고 연구를 이행하고자 한다.

첫째, 먼저 본 연구는 4차 산업혁명의 도래에 대해 위기의식을 보다 강하게 느끼고 있는 중소기업의 현황에 집중하여 연구를 진행하고자 한다. 4차 산업혁명 핵심기술의 수용은 기술수용에 투여할 자본이 풍부하고 국제적 혁신에 적극적으로 변화하고자 하는 대기업을 중심으로 선행되어 왔기 때문에 중소기업은 이러한 국제적 패러다임 변화에 위기의식을 보다 크게 느끼고 있다 그러나 대부분의 선행연구들은 기업규모 변수에 관심을 두지 않은 보편적인 연구가 이루어져왔다. 따라서 본 연구는 중소기업의 현황과악에 중점을 두고 진행하여 선행연구와의 차별성을 확보할 계획이다.

둘째, 많은 선행연구와 정부 유관기관의 정책보고서에서 4차 산업혁명 중점기술 즉, 스마

트기술의 수용은 기업의 공급사슬 혁신에 실질적으로 영향을 미칠 것이라 다수 보고된 바 있다. 그러나 이러한 영향관계를 실증적으로 분석한 선행연구는 충분치 못한 현황이다. 본 연구는 중소기업에서도 스마트기술 수용을 통해 글로벌 공급사슬의 혁신에 성과가 나타났는지 실증적으로 분석하여 공급사슬의 혁신적 관리 도구로써 스마트 기술의 혁신성을 검증하고자 한다. 또한 추가적으로 정부지원여부와 산업적 구분에 따른 다중집단분석방법을 적용한 조절효과를 검증하여 연구결과의 가치 및 실용성을 향상시키고자 한다. 따라서 이론적인 연구에 집중된 선행연구와 달리 SPSS와 AMOS 통계패키지를 활용한 실증분석이라는 점에서 연구방법론 차원에서도 본 연구의 차별성을 찾아볼 수 있다.

Ⅲ. 연구모형 및 연구가설

1. 연구모형 및 연구가설

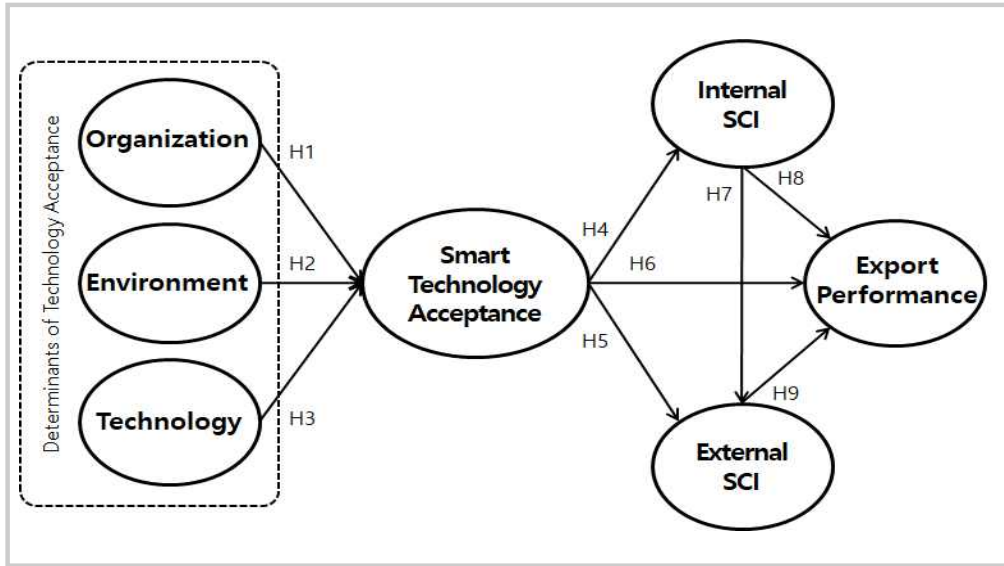
1) 연구모형

본 연구에서는 중소 수출입기업의 4차 산업혁명 중점기술인 스마트기술 수용과 그에 따른 글로벌 공급사슬 혁신성과를 실증적으로 고찰하고자 한다. 선행연구를 참고하여 구축한 연구모형은 다음의 <Fig. 1>과 같다.

스마트기술 수용을 위한 결정요인은 Tornatzky et al.(1990)에 의해 제시된 TOE프레임워크를 참고하여 도출하였다. 기업 경영진과 내부 구성원의 특성을 반영하는 조직적 요인과 기업이 속해있는 산업적인 특성과 경쟁적인 환경을 반영하고 있는 환경적 요인, 그리고 기업이 도입한 스마트기술의 특성을 의미하는 기술적 요인이 스마트기술수용 결정요인으로 독립변수로 적용되었다. 연구모형의 핵심 매개변수인 스마트기술 수용 요인 도입에는 Davis(1989)의해 제시된 기술수용모델(TAM)을 참고하여 도출하였다.

스마트기술 수용이 영향을 미치게 되는 요인으로는 공급사슬혁신 성과요인과 수출성과요

Fig. 1. Empirical Research Model



인으로 구분하여 도출하였다. 특히 공급사슬 혁신 성과요인은 내부혁신과 외부혁신으로 구분하여 변수를 도출하였다. Diana(2011)에 의하면 기업의 공급사슬은 1990년대에 이르러 내부와 외부로 구분되기 시작하였는데, 초기 공급사슬관리는 생산성 증진 및 제조, 생산비 절감 등 내부 공급사슬관리에 집중되었으나 점차 기업 외부의 공급자 및 고객과의 상호협력의 중요시 되면서 외부와 내부의 공급사슬이 연계된 종합적 공급사슬로 발전되었다. 본 연구는 이러한 선행연구를 반영하여 스마트기술 수용을 통한 기업의 프로세스혁신 중심적인 내부 공급사슬 혁신과 공급자 및 고객관리 측면으로 관리혁신이 확대되는 외부 공급사슬 혁신성과로 구분하여 변수를 도출하고 스마트기술수용 요인의 영향요인으로 연구모형에 배치하였다. 공급사슬혁신요인 도출에는 Kaplan and Norton(1992)의 균형성과평가(BSC)모형이 참고 되었다.

2) 연구가설

선행연구를 기초로 구축된 연구모형에 대해 총 11개의 가설이 구축되었다.

먼저 스마트기술수용결정요인인 TOE프레임

의 조직적 요인, 환경적 요인, 기술적 요인과 스마트기술수용요인 간의 영향관계에 대해 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

- H1** : 조직적 요인은 스마트기술수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H2** : 환경적 요인은 스마트기술수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H3** : 기술적 요인은 스마트기술수용에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

다음으로 스마트기술수용요인과 내부 공급사슬혁신성과요인, 외부 공급사슬혁신성과요인, 그리고 수출성과요인 간의 영향관계에 대해 연구가설을 설정하였다. 스마트기술수용과 공급사슬혁신성과 간의 영향관계에 대한 연구가설은 본 연구에서 중점적으로 분석하고자 하는 핵심 연구가설로 충분한 연구가 선행되지 않은 다소 탐색적인 연구적 특성을 지닌 가설이다. 따라서 이를 보완하기 위해 기술수용 및 공급사슬관리 요인들과 이미 충분히 연구가 선행된 바 있는 수출성과 요인을 결과변수로 연구모형에 배치하였다.

따라서 스마트기술수용과 공급사슬의 내부

Table 1. Operational Definition of Variables

Variable	Definition	Item	Reference
Organization	Characteristics of internal members	Degree of interest on technology Cognition of technology Willingness to learn Willingness to accept Willingness to use	Tornatzky et al.(1990), Lee Sun-Woo(2016)
Environment	Industrial and Competitive Environment	Competitive pressure Systemic change in industry Technology acceptance in industry Willingness to Accept in industry	Tornatzky et al.(1990), Lee Sun-Woo(2016)
Technology	Technology's innovation and security	Reliability of technology Stability of technology Innovation of technology Work innovation of acceptance Probability of innovation	Tornatzky et al.(1990), Park Cheol-Woo(2012), Lee Sun-Woo(2016)
Smart Technology Acceptance	Company's Smart Technology Acceptance	Using technology in business Scope of technology acceptance Satisfaction of acceptance Willingness to recommend	Davis(1986), Park Cheol-Woo(2012), Jeon Soon-Cheon(2014)
Internal Supply Chain Innovation	Internal SCM Innovation performance	Production cost in SC Managing & Maintenance Cost Enhanced SC flexibility Improve process consistency Improve organic connection	Jon and Won(2007), Chia et al.(2009), Kim Chang-Bong(2013), Gim Tae-Woo(2015), Choi Doo-Won(2016)
External Supply Chain Innovation	External SCM Innovation performance	Easy management of suppliers Easy management of distribution network Simplify the trading process Improve trading integration	Jon and Won(2007), Chia et al.(2009), Kim Chang-Bong(2013), Gim Tae-Woo(2015), Choi Doo-Won(2016)
Export Performance	Performance directly or indirectly affect exports	Increase in transactions Increase in foreign trade Improve finance flow Market share expansion Secure competitive advantage	Jon and Won(2007), Lee Tae-Hee(2012), Kim Chang-Bong(2013), Gim Tae-Woo(2015)
Moderating Variable	Manufacturing / Non-Manufacturing	Company's Industry	Chung, Jeon and Hwang(2016) Kim and Park(2018)
	Support / Own Capital	Government's support in technology acceptance	William(2014), Lee Sun-Woo(2016)

혁신 및 외부혁신 간의 영향관계를 분석하고 스마트기술수용과 수출성과 간의 관계, 글로벌 공급사슬혁신성과 요인들과 수출성과 간의 영

향관계를 연구모형으로 구축하여 다음의 연구 가설을 최종적으로 설정하였다.

- H4 : 스마트기술수용은 SCM내부혁신에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H5 : 스마트기술수용은 SCM외부혁신에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H6 : 스마트기술수용은 수출성파에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H7 : SCM내부혁신은 SCM외부혁신에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H8 : SCM내부혁신은 수출성파에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.
- H9 : SCM외부혁신은 수출성파에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

본 연구에서는 연구모형에 대한 가설검증을 중심으로 분석하고 추가적으로 기업의 산업적 구분과 정부지원 여부에 대한 조절적 효과를 분석해보고자 한다. 본 연구에서 명칭한 4차 산업혁명의 중점기술인 스마트기술은 한국 정부를 포함한 전 세계 정부, 산업계가 주목하고 있는 기술들로 기업의 제조와 생산에서부터 고객 관리까지 전 과정에 혁신과 변혁을 가져올 기술로 관심을 받고 있다. 특히, 4차 산업혁명의 영향을 가장 크게 받을 것으로 예상되는 산업군은 제조업으로 분류되고 있어 제조업에 속한 중소기업들의 현황에 대한 고찰이 가장 시급할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 다음의 연구가설 H10, H11을 설정하고 기업의 제조업, 비제조업 여부와 기업의 스마트기술 수용에 있어 정부정책의 지원을 받았는지 여부에 따라 표본 기업집단을 구분하여 다중집단분석을 활용한 조절효과를 검증해 보고자 한다.

- H10 : 스마트기술수용결정요인과 글로벌 공급사슬혁신성과 간의 경로관계에 있어 기업의 제조업 / 비제조업 여부는 조절적 영향을 미칠 것이다.
- H11 : 스마트기술수용결정요인과 글로벌 공급사슬혁신성과 간의 경로관계에 있어 스마트기술수용의 정부지원 / 자체 자본소요 여부는 조절적 영향을 미칠 것이다.

2. 변수정의 및 연구방법

1) 변수의 정의 및 측정항목

본 연구에서 선행연구를 참조하여 구축한 연구모형의 각 변수는 다음 <Table 1>에 요약된 바와 같이 본 연구 목적에 적합하도록 조작적으로 정의되었다. TOE프레임워크의 조작적요인, 환경적요인, 기술적요인은 각각 5개, 4개, 5개의 측정항목을 이용하여 측정되었으며, 스마트기술수용변수는 4개의 측정항목이, 공급사슬혁신성과 변수는 내부요인에 5개, 외부요인에 4개의 측정항목이 각각 적용되었다. 마지막으로 수출성과 변수 측정에는 5개의 측정항목이 활용되었다. 따라서 연구모형의 가설검증을 위해 활용된 설문지의 문항은 총 32문항으로 선행연구를 참고하여 적용되었으며, 각 설문 문항은 Likert 5점 척도를 사용하여, 그렇다 5점, 그렇지 않다 1점을 배점하여 응답하도록 하였다.

2) 자료수집 및 연구방법

본 연구는 중소기업 대상 4차 산업혁명에 대응하기 위한 스마트기술 수용현황을 알아보고 스마트기술수용에 영향을 미치는 결정요인과 스마트기술수용, 그리고 기업의 글로벌 공급사슬혁신 간의 영향관계를 알아보는 것에 연구 목적이 있다. 따라서 산업계에 4차 산업혁명이 이슈 되기 시작한 2011을 기점으로 스마트기술을 수용하기 시작한 중소기업을 대상으로 설문조사를 이행하여 실증분석 자료를 수집하였다.

중소기업기본법 제2조에 따라 매출액, 자산총액 5,000억원 이하의 기업 중 4차 산업혁명 중점기술인 스마트공장, 인공지능(AI), 빅데이터, 로봇, 사물인터넷(IoT) 등을 각 분야에 도입한 기업을 대상으로 설문을 진행하였다. 설문은 2018년 4월 Pilot 조사, 8월 본조사의 두 차례로 진행하였으며, 약 20.7%의 회수율로 310개의 설문지가 회수되었고 설문지 정제과정을 거쳐 최종적으로 260개의 설문지가 본 연구의 실증분석에 활용되었다.

연구모형 분석방법으로는 구조방정식(Structural

Table 2. Sample's Statistical Characteristics

Business Type	Count	Ratio	Technology	Count	Ratio
Manufacturing	163	62.7%	Smart Factory	95	36.5%
Construction	11	4.3%	Bigdata & AI	53	20.4%
Trade&Distribution	25	9.6%	Robot	10	3.8%
IT	34	13.1%	IoT	51	19.6%
Finance, Service	21	8%	3D Printing	15	5.8%
Public Admin.	4	1.5%	Auto Transport	7	2.7%
Others	2	0.8%	VR & AR	7	2.7%
			Others	22	8.5%

Equation Modeling; SEM) 분석 방법을 채택하였으며, 각 분석을 위해 SPSS 24.0 통계 패키지 와 AMOS 24.0 프로그램이 활용되었다. 요인의 타당성 검증을 위해 SPSS 통계 패키지를 활용 해 탐색적 요인분석과 신뢰성 분석을 이행하였으며, 요인의 상관관계 분석 및 모형의 적합도 검증, 연구가설 검증에는 AMOS 프로그램이 적용되었다. 추가로 이행된 산업구분과 정부지원 여부의 조절효과 검증에는 AMOS 프로그램을 활용한 다중집단분석(MSEM) 방법이 적용되었다.

IV. 가설검증결과

1. 표본자료의 통계적 특성

가설검증을 위한 실증분석에 앞서 기술통계 량 빈도분석을 활용하여 응답표본을 분석하였다. 최종 실증분석에 활용된 응답표본은 260개로 각 응답지는 각각 다른 기업에 종사하고 있는 기업을 대표하는 표본으로 분류된다. 따라서 본 연구에 활용된 표본은 260개 중소 수출입 기업에 대한 정보로 이해할 수 있으며, 표본기업의 업종 및 수용한 스마트기술의 종류는 다음의 <Table 2>와 같이 요약되었다.

2. 신뢰성 및 타당성 분석

1) 탐색적 요인분석 및 신뢰성 검증 결과

연구모형을 분석하기에 앞서 각 변수 측정에 활용된 측정도구의 타당성과 신뢰성을 검증하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하고 변수 별로 Cronbach's α 값을 분석하였다. 분석결과를 요약하면 다음의 <Table 3>과 같다.

탐색적 요인분석에는 SPSS 통계패키지를 활용하는 주성분 분석이 적용되었으며, 요인회전에는 Kaiser 정규화가 있는 Varimax방식의 적용으로 다중공선성을 방지하였다. 먼저 표본의 적절성 검증결과 KMO구형성 검증 값이 0.910($p < 0.001$)로 기준치 0.7보다 높은 것으로 나타났으며, 각 측정항목이 모두 0.5 이상의 적재량 값을 보여 변수의 타당성이 확보된 것으로 분석되었다. 또한 고유치(≥ 1) 값 모두 1이상의 기준을 충족하였으며, 누적 분산 값 66.034%을 통해 변수의 요인 수렴이 모두 충분히 이루어졌다고 분석된다.

각 변수의 신뢰성 검증에는 내적 일관성을 측정하는 Cronbach's α 계수 분석방법이 적용되었는데, 사회과학관련 후속연구에서 일반적인

Table 3. Exploratory Factor Analysis and Cronbach's α

Variable / Item		Factor Load							Cronbach's α
		1	2	3	4	5	6	7	
Export Performance	EP2	0.733	0.060	0.126	0.283	0.069	0.076	0.002	0.851
	EP3	0.720	-0.027	0.089	0.257	0.240	0.045	0.162	
	EP5	0.683	0.170	0.158	0.193	0.194	0.176	0.033	
	EP1	0.679	0.114	0.243	0.069	0.066	0.297	0.141	
	EP4	0.664	0.142	0.143	0.176	0.173	0.227	0.108	
Organization	OR4	0.140	0.792	0.153	0.089	0.050	0.035	0.181	0.857
	OR3	0.174	0.782	0.110	0.091	0.055	0.102	0.181	
	OR5	0.049	0.683	0.019	0.100	0.131	0.256	0.104	
	OR1	0.058	0.679	0.232	0.140	0.247	0.099	0.143	
	OR2	-0.008	0.672	0.202	0.033	0.224	0.141	0.288	
Technology	TEC5	0.228	0.235	0.702	0.047	0.165	0.136	-0.086	0.838
	TEC1	0.066	0.067	0.699	0.140	0.116	0.228	0.300	
	TEC4	0.114	0.073	0.693	0.157	-0.006	0.287	0.260	
	TEC4	0.115	0.281	0.683	0.039	0.158	0.156	0.061	
	TEC2	0.233	0.080	0.663	0.191	0.160	0.131	0.125	
External Supply Chain Innovation	ESCM3	0.245	0.033	0.151	0.793	0.133	0.152	0.185	0.877
	ESCM4	0.268	0.031	0.148	0.755	0.198	0.165	0.181	
	ESCM2	0.263	0.253	0.085	0.716	0.322	0.075	0.100	
	ESCM1	0.344	0.251	0.131	0.623	0.212	0.041	0.067	
	ISCM1	0.337	0.143	0.130	0.065	0.742	0.144	0.050	
Internal Supply Chain Innovation	ISCM2	0.305	0.156	-0.018	0.136	0.721	-0.008	0.226	0.855
	ISCM5	-0.012	0.147	0.218	0.283	0.704	0.203	0.113	
	ISCM4	0.070	0.181	0.309	0.368	0.584	0.195	0.077	
	ISCM3	0.234	0.221	0.232	0.320	0.576	0.209	0.060	
	STA3	0.214	0.213	0.208	0.118	0.115	0.741	0.107	
Smart Technology Acceptance	STA1	0.131	0.083	0.370	0.091	0.155	0.680	0.153	0.820
	STA2	0.218	0.120	0.364	0.036	0.157	0.626	0.139	
	STA4	0.222	0.244	0.124	0.210	0.146	0.623	0.088	
	EV2	0.034	0.263	0.111	0.221	0.036	0.097	0.735	
Environment	EV3	-0.003	0.190	0.142	0.188	0.135	0.021	0.698	0.760
	EV4	0.270	0.138	0.136	-0.085	0.163	0.068	0.677	
	EV1	0.103	0.215	0.089	0.133	0.048	0.277	0.616	
Eigen-Value		3.448	3.410	3.298	2.968	2.936	2.564	2.507	
%Variance		10.777	10.656	10.305	9.274	9.174	8.013	7.834	-
%Cumulative		10.777	21.433	31.738	41.012	50.187	58.200	66.034	

로 적용하고 있는 0.7의 기준을 적용할 때 모든 변수의 α 계수 값이 기준 값을 우회하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 각 요인의 타당성 및 신뢰성은 충분히 확보된 것으로 분석되었다.

2) 상관관계분석 및 공선성 검정결과

다음으로 요인 간 상관관계를 알아보고 다중 공선성 여부를 검정하였다. 상관관계 분석에는 AMOS 프로그램을 활용하여 도출한 Correlation 값이 적용되었으며, 공선성 진단에는 수출성과

Table 4. Factor Correlation Analysis Result

Factor	Mean	S.D	Correlation Coefficient							Collinearity	
			1	2	3	4	5	6	7	T	VIF
ORG	3.4708	.66477	1							.593	1.686
ENV	3.4942	.66596	.531	1						.636	1.572
TEC	3.4923	.62219	.469	.438	1					.511	1.955
STA	3.5827	.65678	.477	.438	.651	1				.499	2.002
ISCM	3.2869	.71150	.498	.418	.515	.531	1			.481	2.079
ESCM	3.1663	.75878	.404	.427	.449	.462	.638	1		.549	1.822
PER	3.2023	.68621	.351	.362	.487	.542	.559	.618	1	-	-

All correlations are significant at 0.01 level.

변수를 결과변수로 적용한 다중회귀분석 방법이 적용되었다. 탐색적 요인분석 방법에서 Varimax방식의 적용으로 다중공선성은 이미 제거된 바 있으나 변수 간 공차 값과 VIF값의 분석을 통해 다시 한 번 검증해 보도록 하였다.

〈Table 4〉에 의하면 모든 변수 간 상관관계는 모두 0.01의 유의수준에서 0.3 이상의 유의한 정(+)의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며, 기술적 요인과 스마트기술수용 변수 간의 상관관계 계수 값이 0.651로 가장 높은 값을 가지는 것으로 분석되었다. 이는 사회과학 연구에서 분류하는 다소 높은 상관관계의 계수 값으로 볼 수 있으나, 0.7이하의 값으로 유의해야 하는 정도보다는 낮은 것으로 설명할 수 있다.

변수 간 다중공선성 검증을 위해 이행한 다중회귀분석 결과 회귀모형의 R제곱 값은 0.486으로 나타났으며, F값은 39.860($p < 0.000$)으로 분석되었다. 요인 간 자기상관을 분석하는 Durbin-Watson 값은 1.936으로 나타났으며, 공선성 진단 결과 공차(Tolerance)한계 값은 모두 0.1 이상으로, VIF 값은 모두 10 이하로 모두 기준값을 충족하는 것으로 나타나 본 연구모형의 변수 간의 다중공선성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

3. 모형의 적합도 분석

연구모형에 적용된 변수들의 타당성과 신뢰성을 확보한 후 연구모형의 적합도를 평가하기

위해 AMOS 프로그램을 활용하여 확인적 요인 분석을 실시하였다. 분석 결과를 요약하면 다음의 〈Table 5〉와 같다.

확인적 요인분석은 측정항목 간의 타당성, 신뢰성을 분석하고 연구모형의 적합도를 사전에 평가하는 분석으로, 각 변수에 적재된 측정항목들의 비표준화 계수값이 유의한 t 값 ($> \pm 1.96$, $p < 0.05$)을 가지고 적재되었는지 판단하여야 한다. 〈Table 5〉에 의하면 각 측정항목들은 모두 유의한 t 값을 가지고 각 변수에 적재된 것으로 분석되었다. 다음으로 측정항목의 표준화계수를 확인하면 모두 정(+)의 값으로 0.5 이상의 적재량을 보이는 것으로 나타나 측정항목이 충분한 적재량을 값을 가지고 각 변수에 적재되었다고 설명될 수 있다. 측정항목의 오차항 분산 값에는 부(-)의 값이 나타나지 않은 것으로 보아 Heywood Case의 발생 없이 측정항목이 적합하게 적재된 것으로 파악되었다. 따라서 확인적 요인분석 결과에서도 각 변수의 타당성은 충분히 확보된 것으로 볼 수 있다.

측정모형의 모형 적합도 분석에는 절대적합지수로 카이제곱 값($\chi^2(\text{CMIN})/df$, < 3.0), RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation, < 0.05), RMR (Root Mean Square Residual, < 0.05), GFI (Goodness-of Fit Index, > 0.8) 지수가 적용되었고, 증분적합지수로 CFI (Comparative Fit Index, > 0.9), IFI(Incremental Fit Index, > 0.9) 지수가 적용되었다. 각 계수의 수용 기준치는 선행연구를 참고하여 사회과학 연구에서

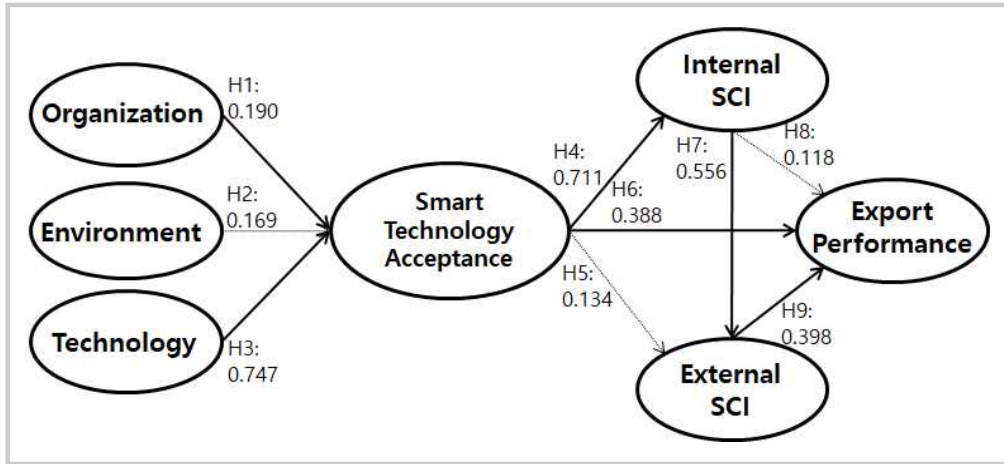
Table 5. Confirmatory Factor Analysis

Variable	Estimate	S.L	S.E	Variance	CR(t)	AVE	
Organization	OR1	1.174	0.741	0.115	0.319	10.173***	0.636
	OR2	1.250	0.754	0.121	0.335	10.310***	
	OR3	1.194	0.767	0.114	0.282	10.449***	
	OR4	1.171	0.769	0.112	0.267	10.475***	
	OR5	1.000	0.663	-	0.360	-	
Environment	EV1	0.787	0.583	0.102	0.419	7.685***	0.520
	EV2	1.007	0.680	0.117	0.412	8.646***	
	EV3	1.148	0.770	0.123	0.316	9.329***	
	EV4	1.000	0.636	-	0.514	-	
Technology	TEC1	1.230	0.767	0.125	0.271	9.814***	0.615
	TEC2	1.179	0.730	0.125	0.311	9.429***	
	TEC3	1.181	0.784	0.119	0.224	9.896***	
	TEC4	0.975	0.623	0.095	0.384	10.276***	
	TEC5	1.000	0.629	-	0.390	-	
Smart Technology Acceptance	STA1	1.000	0.751	-	0.302	-	0.637
	STA2	0.983	0.740	0.086	0.314	11.388***	
	STA3	0.954	0.764	0.081	0.254	11.766***	
	STA4	0.865	0.672	0.084	0.356	10.324***	
Internal Supply Chain Innovation	ISCM1	1.000	0.682	-	0.446	-	0.582
	ISCM2	0.868	0.611	0.078	0.490	11.115***	
	ISCM3	1.131	0.775	0.103	0.306	10.980***	
	ISCM4	1.104	0.756	0.102	0.313	10.857***	
	ISCM5	1.075	0.786	0.101	0.335	10.637***	
External Supply Chain Innovation	ESCM1	1.000	0.627	-	0.521	-	0.683
	ESCM2	1.128	0.763	0.085	0.309	13.220***	
	ESCM3	1.352	0.880	0.123	0.181	11.005***	
	ESCM4	1.311	0.884	0.119	0.163	11.029***	
Export Performance	EP1	1.013	0.725	0.090	0.358	11.268***	0.604
	EP2	1.044	0.703	0.086	0.433	10.904***	
	EP3	1.008	0.725	0.086	0.355	11.267***	
	EP4	1.003	0.749	0.086	0.305	11.649***	
	EP5	1.000	0.751	-	0.300	-	
Model Fit	$\chi^2(\text{CMIN})/\text{df}=1.868 (<3.0)$, RMSEA=0.048(<0.05), RMR=0.042(<0.05), GFI=0.840(>0.8), CFI=0.913(>0.9), IFI=0.914(>0.9)						

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.1

통념적으로 적용하는 기준치를 허용수준으로 적용하였으며, (Table 5)에서와 같이 모든 계

Fig. 2. Structural Equation Modeling Test Result



수가 수용할 수 있는 범위 하에 있는 것으로 분석되어 측정모형의 적합도가 확보되었다고 판단된다.

변수와 측정항목의 적절성을 판단하는 최종적인 단계로 확인적 요인분석의 결과를 활용해 값을 도출하여 변수의 집중타당성과 판별타당성을 검정하였다. 측정모형의 집중타당성과 판별타당성을 검정하는 도구는 여러 연구에서 다양하게 제시되고 있으나 본 연구에서는 Fornell and Lacker(1981)에서 제시한 평균분산추출값(Average Variance Extracted, AVE)을 기준으로 검정하였다. 평균분산추출값, AVE값은 확인적 요인분석을 통해 도출된 각 측정항목의 표준화 적재량 값과 분산 값 간에 수식을 적용하여 계산한 값을 의미한다. AVE 값을 도출하는 수식은 다음과 같다.

$$AVE_j = \frac{(\sum \lambda^2_{ji}) \text{ (Sum of Standardized Coefficients Square)}}{(\sum \lambda^2_{ji}) + \sum \text{Var}(\epsilon_i) \text{ (Sum of Error Variances)}} \quad (1)$$

Fornell and Lacker(1981)은 AVE값의 기준치를 0.5로 두고 AVE값이 이를 상회할 때 각 변수의 집중타당성이 확보된 것으로 판단하였으며, 이러한 AVE값을 상관계수의 제곱 값(r^2)

과 비교하여 AVE값이 그보다 더 크다면 판별타당성 또한 확보되었다고 판단한다고 기술하였다. <Tabel 5>에서 도출된 AVE값을 확인하면 각 변수의 AVE 값은 모두 0.5 이상의 값을 가지는 것으로 나타나 변수의 집중타당성이 확보된 것을 알 수 있다. 또한 앞서 기술한 상관관계 분석결과를 참고하여 도출한 상관계수의 제곱 값 중 가장 높은 값인 0.424(0.651의 제곱 값)과 비교할 때 모든 측정변수의 AVE값은 이보다 모두 높은 값을 가지고 있다. 따라서 각 변수의 판별타당성 또한 확보되었다고 판단된다. 결과적으로 본 측정모형은 실증분석에 적합하다고 판단되어 최종 분석에 적용되었다.

4. 연구가설검증결과

1) 연구모형의 가설검증 결과

본 연구는 한국 중소 수출입 기업의 4차 산업혁명 대응을 위한 스마트기술 수용현황을 알아보고 스마트기술의 수용과 글로벌 공급사슬 혁신 간의 관계를 알아보는 것에 핵심적인 연구목적을 두고 있다. 선행연구에 대한 고찰로 구축된 연구모형에 대해 앞서 검증된 변수를 적용하여 최종적인 연구가설검증을 위한 구조방정식모델링 분석을 이행하였다. 분석 결과를

Table 6. Path Analysis Result of Research Model

	Path	β	SE	CR(t)	P	Result
H1	Organization → ST Acceptance	0.164	0.094	2.018	0.044	Adopt
H2	Environment → ST Acceptance	0.128	0.111	1.531	0.126	Reject
H3	Technology → ST Acceptance	0.654	0.101	7.382	***	Adopt
H4	ST Acceptance → Internal SCI	0.703	0.086	8.234	***	Adopt
H5	ST Acceptance → External SCI	0.142	0.086	1.562	0.118	Reject
H6	ST Acceptance → Export Performance	0.383	0.092	4.233	***	Adopt
H7	Internal SCI → External SCI	0.594	0.103	5.416	***	Adopt
H8	Internal SCI → Export Performance	0.118	0.104	1.129	0.259	Reject
H9	External SCI → Export Performance	0.371	0.095	4.193	***	Adopt
Model Fit	χ^2 (CMIN)/df=1.868 (<3.0), RMSEA=0.048(<0.05), RMR=0.042(<0.05), GFI=0.840(>0.8), CFI=0.906(>0.9), IFI=0.909(>0.9)					

Table 7. Multiple-group SEM Analysis Result of Moderate Effect 1(H10).

Division	χ^2/df	RMSEA	RMR	CFI	IFI	χ^2 Variation	p-value
Unrestricted	1.612	0.049	0.060	0.886	0.889		
Restricted	1.616	0.049	0.061	0.884	0.887	18.473	0.030**
Variation(Δ)	-0.004	0.000	-0.001	0.002	0.002		

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.1

요약하면 다음의 <Fig. 2>, <Table 6>에서 간략히 볼 수 있다.

가설검증 결과에 의하면 TOE프레임워크 중 조직적 요인과 기술적 요인이 스마트기술 수용에 유의한 영향을 미치는 결정요인인 것으로 나타났으며, 스마트기술 수용은 공급사슬의 내부 혁신에, 그리고 수출성파에 유의한 영향을 미쳤으나 외부 공급사슬에는 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 내부공급사슬 혁신이 외부공급사슬 혁신에 유의하게, 외부 공급사슬혁신이 수출성파에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

2) 조절효과검증 H10 : 제조업과 비제조업 구분

본 연구에서 다른 스마트기술은 4차 산업혁명을 대비하여 다양한 업종에 종사하고 있는 기업들이 도입하기 시작한 4차 산업혁명 중점 기술을 총칭하고 있다. 그러나 이론적 연구에

서 설명한 바와 같이 4차 산업혁명은 제조업을 중심으로 가장 큰 변화를 이룩할 것이라 예측되고 있다. 따라서 본 연구에서는 추가적인 연구로 본 연구에 적용된 표본 집단을 제조업 집단과 비제조업 집단으로 구분하여 기업의 산업 구분 변수의 조절효과를 다중집단분석 방법을 활용해 추가적으로 검증해 보고자 하였다.

제조업 여부에 대한 조절효과 검증결과를 요약하면 다음의 <Table 7>, <Table 8>에서와 같이 볼 수 있는데, 먼저 <Table 7>의 결과를 통해 제조업 집단과 비제조업 집단 간의 연구모형에는 유의한 차이가 있음이 나타났다. 즉, 두 집단의 연구모형이 동일하지 않다고 가정한 비제약모형의 모형 적합도가 더 우수한 것으로 나타났으며 카이제곱 값의 유의성(p=0.030, p<0.05)에서 이를 분명히 할 수 있다.

좀 더 상세한 차이를 분석하기 위해 <Table 8>의 경로차이에 대한 분석 결과를 살펴보면 제조업 집단에서는 조직적 요인과 기술적 요인이 유의한 스마트기술 수용 결정요인으로 나타

Table 8. Parameter Comparisons Result of Moderate Effect 1(H10).

Path	Manufacturing		Non-Manufacturing	
	β	P	β	P
H1 Organization → ST Acceptance	0.425	***	-0.067	0.631
H2 Environment → ST Acceptance	0.080	0.522	0.232	0.335
H3 Technology → ST Acceptance	0.688	***	0.877	***
H4 ST Acceptance → Internal SCI	0.776	***	0.751	***
H5 ST Acceptance → External SCI	0.024	0.879	0.314	0.053*
H6 ST Acceptance → Export Performance	0.223	0.083*	0.730	***
H7 Internal SCI → External SCI	0.793	***	0.707	***
H8 Internal SCI → Export Performance	0.294	0.065*	-0.348	0.140
H9 External SCI → Export Performance	0.353	***	0.486	0.044**
Model Fit	χ^2 (CMIN)/df=1.612 (<3.0), RMSEA=0.049(<0.05), RMR=0.048(<0.05), GFI=0.840(>0.8), CFI=0.913(>0.9), IFI=0.914(>0.9)			

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.1

Table 9. Multiple-group SEM Analysis Result of Moderate Effect 2(H11).

Division	χ^2 /df	RMSEA	RMR	CFI	IFI	χ^2 Variation	p-value
Unrestricted	1.493	0.044	0.048	0.908	0.911		
Restricted	1.508	0.044	0.053	0.904	0.907	26.284	0.002**
Variation(Δ)	-0.015	0.000	-0.005	0.004	0.004		

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.1

났으나, 비제조업 집단에서는 기술적 요인만 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 스마트기술 수용이 비제조업 집단에서는 외부 공급사슬 혁신에 유의하게(p<0.1) 영향을 미쳤고, 제조업 집단에서는 내부공급사슬혁신이 수출성파에 유의한 영향(p<0.1)을 미치는 것으로 분석되어 통합 표본의 실증분석결과와는 다른 양상을 보였다.

3) 조절효과검증 H11 : 정부지원과 자체자본소요

본 연구에서는 또 다른 추가 조절효과검증 분석으로 중소 수출입 기업의 스마트기술 도입에 있어 정부정책의 지원을 받은 경우와 자체 자본만을 소요한 경우로 표본 집단을 나누어 다중집단분석을 이행하였다. 이는 <Table 9>, <Table 10>과 같이 요약된다.

본 연구에서 실증분석에 적용된 중소 수출입 기업은 총 260개 표본기업으로 스마트기술 도입에 있어 전부 혹은 일부에 대한 정부지원을 받은 집단은 109개, 기업 자체의 자본만을 소요해서 스마트기술을 도입한 집단은 151개 기업으로 구분되었다.

<Table 9>에 의하면 정부지원을 받은 기업 집단과 자체자본만을 소요한 기업집단 간에는 유의한(p=0.002, p<0.05) 차이가 있는 것으로 분석되었다. 다시 말해, 정부지원금을 받고 기술을 수용한 기업과 자체자본만을 소요하여 기술을 수용한 기업 간에는 스마트기술을 수용하는 데에 다른 결정요인이 영향을 미쳤으며, 스마트기술 수용을 통해 얻은 성과 또한 상이하게 나타났다는 것으로 설명할 수 있는 것이다.

<Table 10>의 경로차이 분석에 의하면 정부지원을 받은 기업집단은 4차 산업혁명으로 인한 외부 압박에 대한 환경적 요인과 기술적 요

Table 10. Comparative Path Analysis Result of Moderate Effect 2(H11).

Path	Government Support		Own Capital	
	β	P	β	P
H1 Organization → ST Acceptance	0.204	0.216	0.129	0.198
H2 Environment → ST Acceptance	0.510	0.015**	0.018	0.856
H3 Technology → ST Acceptance	0.256	0.026**	0.837	***
H4 ST Acceptance → Internal SCI	0.876	***	0.681	***
H5 ST Acceptance → External SCI	0.131	0.550	0.154	0.211
H6 ST Acceptance → Export Performance	-0.008	0.971	0.469	***
H7 Internal SCI → External SCI	0.809	0.001**	0.566	***
H8 Internal SCI → Export Performance	0.422	0.279	-0.103	0.472
H9 External SCI → Export Performance	0.532	0.135	0.447	***
Model Fit	$\chi^2(\text{CMIN})/\text{df}=1.493 (<3.0)$, $\text{RMSEA}=0.044(<0.05)$, $\text{RMR}=0.048(<0.05)$, $\text{GFI}=0.840(>0.8)$, $\text{CFI}=0.908(>0.9)$, $\text{IFI}=0.911(>0.9)$			

*** p<0.001, ** p<0.05, * p<0.1

인이 유의하게 영향을 미친 반면, 자체자본만 소요한 집단은 단순히 기술적 요인으로 인해 스마트기술을 도입하게 된 것으로 분석되었다. 또한 정부지원 기업집단에 비해 자체자본소요 기업집단에서 스마트기술 수용과 내부 공급사슬혁신 및 수출성과 간의 영향에 보다 유의한 결과가 도출되었음이 분석되었다.

V. 결론

본 연구는 한국 중소, 중견 수출입 기업을 대상으로 4차 산업혁명 중점기술인 스마트기술 수용현황을 고찰하고 스마트기술 수용을 통해 글로벌 공급사슬 혁신에 영향을 미치는 성과를 실증적으로 분석하여 한국 중소, 중견기업의 스마트기술 수용 확산을 위한 실증적 근거를 마련하고 시사점을 제시하는 것에 연구목적을 두고 있다.

따라서 본 연구의 실증분석 결과는 몇 가지 시사점을 제시하고 있는데, 첫째, 한국 중소, 중견기업이 스마트기술을 수용하는 데에 가장 유의한 영향을 미치는 결정요인은 조직적 요인 과 기술적 요인인 것으로 나타났다. 이는 기업이 내부적으로 새로운 기술을 수용하고자 하고

학습하고자 하는 의지가 높을수록 스마트기술을 더욱 적극적으로 수용한다는 것이며, 기술 자체적으로 신뢰도가 높고 안정적이며 기업의 프로세스에 변혁을 가져오는 혁신성이 높을수록 기술 수용에 대한 의도가 높다고 해석할 수 있다.

둘째, 중소, 중견기업의 스마트기술 수용은 기업의 내부 공급사슬 혁신에 긍정적인 성과를 가져오는 것으로 나타났다. 이는 표본의 집중도가 제조기업의 비율이 높으며 스마트공장 기술의 수용비율이 높은 것을 반영하였다고 해석할 수도 있는 한편, 실제로 스마트기술 수용을 통해 기업 내부적인 공정과정에 혁신적 성과를 얻었다고 설명할 수 있다. 또한 기업의 내부 공급사슬의 혁신은 외부 공급사슬의 혁신성으로 이어져 내부적인 효율성 달성, 비용절감, 프로세스의 통합 등 스마트기술 수용으로 인한 성과가 외부 공급업체와의 협력증대, 국제 유통망 관리, 해외 고개관리 등에 긍정적인 영향을 미친 결과라고 판단된다.

셋째, 내부 공급사슬의 혁신은 수출성과에 직접적으로 긍정적인 영향을 미치지지는 못하였으나 외부 공급사슬의 혁신은 수출성과에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 대부분의 중소, 중견기업이 스마트기술을 수용하

는 초기단계에 있으며 따라서 스마트기술을 수용하는 과정에서 소요되는 비용, 기술을 습득하는 시간소요, 프로세스의 정착화 하는 과정에서 일어나는 과도기적 현상으로 유추된다. 다시 말해, 스마트기술이 결과적으로 수출성파에 유의한 영향을 미치고 내부 공급사슬 혁신성과와 외부 공급사슬 혁신성과 간의 유의한 관계, 그리고 외부 공급사슬이 수출성파에 미친 유의한 영향의 분석결과에서 볼 때, 한국의 중소, 중견기업이 대부분 스마트기술 수용의 초기단계에 있어 다소 어려움이 있을 수 있으나, 장기적으로 얻어지는 성과는 높을 것으로 해석할 수 있다.

넷째, 추가로 진행된 조절효과 분석결과 스마트기술의 수용과 글로벌 공급사슬혁신성과 간의 관계에서 산업적 구분 및 정부지원여부는 모두 유의한 조절효과가 있는 것으로 나타났다. 제조기업 집단은 조직적 요인과 기술적 요인이 유의한 영향요인이었고 비제조업집단에는 기술적 요인이 유의한 결정요인인 것으로 나타났으며, 스마트기술의 수용과 글로벌 공

급사슬혁신성과 요인 간의 관계에서도 집단 간에 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 제조업 집단은 주로 스마트공장 기술에 관심을 가지고 있을 것으로 볼 때 집단 간 수용한 기술의 차이와도 관계가 있을 것으로 유추된다. 그러나 양 집단에서 모두 공급사슬에 혁신적 성과를 얻었다는 점에서 기업이 속한 산업군에 관계없이 스마트기술의 수용은 적극 확산되어야 함을 시사하고 있다. 한편, 정부지원을 받은 집단은 환경적 요인이 유의한 영향을 미친 반면 자체자본집단은 기술적 요인에 집중적으로 영향을 받아 스마트기술을 수용한 것으로 나타났다. 그러나 자체자본집단에서 스마트기술 수용을 통한 글로벌 공급사슬혁신성과 및 수출성과 간의 영향관계가 정부지원집단에 비해 더 높게 유의한 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과는 현재 한국 정부의 스마트기술 수용확산 정책에 개선이 시급한 시점이며, 단순히 기술 확산에 집중할 것이 아니라 인적개발, 장기적 관리 등 다양한 방면의 정책적 지원이 이루어져야 할 것임을 시사하고 있다.

References

- Ajzen, Icek(1991), "The Theory of Planned Behavior", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Biatric, Diana(2011), "Achieving a Competitive Advantage by SCM", *IBIMA Business Review*, 1-13.
- Chia, A., Goh, M., and Hum, S. H.(2009), "Performance Measurement in Supply Chain Entities: Balanced Scorecard Perspective", *Benchmarking: An International Journal*, 16(5), 605-620.
- Choi, Doo-Won(2016), "An Empirical Study on the Impact of the Utilization of SCM on the Supply Chain Responsiveness and Competitive Advantage of Export Manufacturing Corporations", Ph.D. Dissertation, Sungkyunkwan University, Seoul.
- Chung, Sun-yang, Joong-Yang Jeon and Jeong-Jae Hwang(2016), "Standardization Strategy of Smart Factory for Improving SME's Global Competitiveness", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 19(3), 545-571.
- Claes, Fornell and David, F. Larcker(1981), "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error", *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Corazao, Patricia, T.(2016), "The Relationship Between Technology- Organization-Environment Model, People Management Process, and Manager's Intention to Adopt Radio Frequency Devices in Hospitals", Ph.D Dissertation in Northcentral University, AZ.

- Davis, Fred, D.(1989), “Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology”, *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Featherman, M. S., and Pavlou, P. A.(2003), Predicting e-services adoption: a perceived risk facets perspective. *International journal of human-computer studies*, 59(4), 451-474.
- Fishbein, L.P. and Ajzen, I.(1975), *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Boston, MA, Addison-Wesley, 19-50.
- Gangwar, Hemlata, Hema Date and R. Ramaswamy(2015), “Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model”, *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1), 107-130.
- Gim Tae-Woo(2014), “Effects of Technological, Organizational and Environmental Factors on the Diffusion of SCM information systems and Performance with Moderating Effects of Corporate Characteristics”, Ph.D. Dissertation, Kyungpook National University, South Korea.
- Ishido, Hikari(2017), “Global Value Chains and Liberalization of Trade in Services, Implications for the Republic of Korea”, *Journal of Korea Trade*, 21(1), 38-55.
- Jang, Yoon-Jong(2017), “Characteristics and Implications of the Fourth Industrial Revolution in Korean Manufacturing Industry”, *KIET Industry-Economy*, 2017-12, 39-52.
- Jeon, Soon-Cheon(2014), “An Empirical Study on Perception & Application of Information Systems Audit Technologies Using Technology Acceptance Model(TAM)”, Ph.D. Dissertation, University of Seoul, Seoul.
- Jeong, Eun-Mi(2017), “Status and Evaluation of the 4th Industrial Revolution in Korean Manufacturing Industry”, *KIET Industry-Economy*, 2017-05, 7-22.
- Jon, Joon-Soo and Dong-Hwan Won(2007), “The Effect of SCM Success Factors and SCM Performance on Export Performance – Focused on Korean Export Manufacturers”, *Korea Trade Review*, 32(5), 383-403.
- Kaplan, Robert, S., and David, P. Norton(1992), “The Balanced Scorecard Measures that Drive Performance”, *Harvard Business Review*, 70(1), 70-80.
- Kim, Chang-Bong(2013), “An Effect of Process Innovation and Supply Chain Integration on Business Performance”, *Korea Trade Review*, 38(4), 255-275.
- Kim, Chang-Bong, Kyong-Chol Yo and Yun-Mi Nam(2018), *Global SCM in 4th Industrial Revolution Era*, Seoul, Ltd. Bakyongsa, 33-247.
- Kim, Eun-Young and Moon-Su Park(2018), “A Study on the Limits of Manufacturing Innovation and Policy Direction of SMEs in the 4th Industrial Revolution : Focusing on the Limitations and Examples of Pohang SME’s Smart Factory Introduction”, *Journal of Science & Technology Studies*, 18(2), 269-306.
- Klug, William, E.(2014), “The Determinants of Cloud Computing Adoption by Colleges and Universities”, Ph.D Dissertation in Northcentral University, AZ.
- Lee, Jay, Behrad Bagheri and Hung-An Hao(2015), “A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems”, *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Lee, Seung-Woo, Jang-Won Kim, Sang-Hyun Lee, Jong-Woo Kim, Han-Kyung Kim, Dong-O Lim, Woo-Cheol Shin(2017), *The Paradigm of Convergence that Overcomes the Low Growth of the 4th Industrial Revolution*, IBKS Collabo Report, 6-18.
- Lee, Sun-Woo(2016), “Research on Determinants for Big Data System Adoption in Organizations”, Ph.D.

- Dissertation, Sungkyunkwan University, Seoul.
- Lee, Tae-Hee(2012), “A Study on the Impact of Personal and Organizational Supply Chain Orientation on Supply Chain Management Activities, Performance and Export Performance”, Ph.D. Dissertation, Sogang University, Seoul.
- Oliveira, Tiago, Manoj Thomas, and Mariana Espadanal(2014), “Assessing the Determinants of Cloud Computing Adoption: An Analysis of the Manufacturing and Services Sectors”, *Information and Management*, 51, 497-510.
- Park, Cheol Woo(2012), “An Empirical Study on the Effect of Personal and Systematic Characteristics on the Acceptance of Technologically Innovative Products – with Focus on Cloud Computing”, Ph.D. Dissertation, Pusan National University, South Korea.
- Tornatzky, Louis, G., Fleischer Mitchell, and Chakrabarti Alok K.(1990), *Process of Technological Innovation*, Lexington, MA, Lexington Books, 27-50.
- Youn, Woo-Jin(2017), “Reorganization of Global Value Chain and Response of Korean Industry”, *i-KIET Issue& Analysis*, 27, 1-8.
- Park, Jong-Man(2015), “Technology and Issue on Embodiment of Smart Factory in Small-Medium Manufacturing Business”, *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 40(12), 2491-250.