

# 자동화 및 스마트 공장 구축에 대한 정부 지원사업의 효과 분석

An Analysis of the Effect of Government Support on Automation and Smart Factory

강정석(Jung-Seok Kang)\*, 조근태(Keun-Tae Cho)\*\*

## 목 차

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| I. 서론             | IV. 실증분석    |
| II. 이론적 배경 및 선행연구 | V. 결론 및 시사점 |
| III. 연구모형         |             |

## 국문 요약

본 논문의 목적은 정부에서 지원하는 자동화, 스마트 공장 구축 지원사업이 기업의 경영성과에 미치는 효과를 분석하는 것이다. 이를 위해서 t-test 및 ANOVA 등의 방법을 이용하였다 지원기업과 비지원 기업간 비교시 발생하는 실험집단과 통제집단간의 선택편의 문제를 해결하기 위해 PSM 방법을 활용하였다. 분석결과, 자동화 지원사업의 효과는 미미한 것으로 나타났으나 스마트 지원사업의 경우 일정 시차가 지난 후 매출액과 연구개발비가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 정부지원 효과가 나타나는데 어느 정도 시차가 발생하는 것으로 확인되었고 자동화 지원사업의 경우는 직접적인 영향을 주기 보다는 연구개발 비용 등과 같은 매개변수의 증대를 통해 장기적 매출 증대로 이어지는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 정부 지원사업의 신규예산 확보와 개선방안을 모색하는데 유용한 기초자료로 활용될 것이다.

핵심어 : 정부지원사업, 자동화 시스템, 스마트공장, 중소기업, 성향점수매칭

※ 논문접수일: 2018.4.30, 1차수정일: 2018.6.5, 게재확정일: 2018.6.18

\* 한국생산기술연구원 연구원, haker23@naver.com, 02-2183-1623

\*\* 성균관대학교 시스템경영공학과/기술경영전문대학원 교수, ktcho@skku.edu, 031-290-7602, 교신저자

## ABSTRACT

---

The purpose of this paper is to figure out the impact on the business performance based on the case studies about the establishment of automated smart factories supported by the government. In this study, the effectiveness of supporting business is verified by comparing supported company with non-supported ones using methods such as T-test and ANOVA. The PSM method was used to solve the selection bias issue between the experimental group and the controlled group. The research results have shown that the effect of the supporting business to the automated system was tenuous, and the amount of sales and research and development costs was increased after a certain schedule passed in case of the supporting project to the smart factory. There is some time lag to appear the effect of the government supporting businesses and the supporting business to the automated system leads to long term sales increase by increasing parameters like research and development costs rather than direct influence. Therefore, this research will be useful information for the process of establishing useful basic data and policies which helps to secure new budget Government Supporting Businesses and find ways improve the business.

Key Words : Government support, automated system, smart factory, SME's, Propensity Score Matching

---

## I. 서 론

최근 국내 제조 중소기업들은 국제시장으로 갈수록 치열해지는 경쟁에 직면해 있으며, 내부적으로는 인건비 상승과 인력부족, 경영기반 약화 등 큰 위기에 직면하고 있다. 제품에 대한 기능, 품질, 성능 향상 뿐 아니라 환경적 요구 등이 높아짐에 따라 경쟁력을 갖추기 위한 기술적, 경제적 부담이 증가되고 있다. 우리나라는 선진국 추격형으로서 생산구조를 노동집약에서 기술집약, 지식기반으로 지속적 발전이 이루어져 왔으나, 선진국 대비 상대적으로 부족하여, 국내 제조업 전반의 위기감이 심화되고 있는 상황이다.

이러한 위기 사항은 국내에만 국한되지 않는다. “인더스트리 4.0”을 추진하는 제조 강국 독일 역시 인구 고령화, 저출산으로 인해 기능공이나 숙련공 부족 등 생산 인구 비중이 계속해서 낮아질 뿐 아니라 급격한 도시화로 인해 젊은층들이 제조업 기피하는 상황이 큰 문제점으로 대두되고 있다. 하지만 독일은 위험을 감지하고 생산인구 감소를 해결하기 위한 방법으로 자동화를 통한 스마트공장 도입에 초점을 맞춰 제조업 부활정책을 추진하고 있다. 생산방식이 부분 자동화에서 기계간의 통신과 시뮬레이션을 이용한 자동생산으로 변화되고 있으며, 사물인터넷, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 로봇 등을 기반으로 한 맞춤형 생산 및 다품종 대량생산이 가능하게 되었다. 공장내부와 공장외부가 네트워크로 연결되어 공정의 최적화가 달성될 뿐만 아니라 제조업과 실생활을 실시간으로 연결하여 생산성 향상, 원가절감을 추진하고 있다(정태석, 2016).

우리나라 역시 4차 산업혁명 대응 전략 마련과 선진국 흐름에 맞춰 2013년 민·관합동 스마트추진단을 설립하여 제조업 패러다임 변화에 적극 대응하기 위해 노력하고 있다. 중소·중견기업의 스마트공장 도입을 적극 유도하고, 2020년까지 스마트공장 1만개를 추진하겠다는 수량적 목표를 제시하고 있다. 스마트우수사례 모델공장 구축, 스마트설비 구축, 자동화설비구축 등 여러 가지 형태의 정부지원 사업을 통해 제조혁신을 기대하고 있다.

하지만 국내 중소기업들의 스마트공장에 대한 기초적 이해 수준과 ICT 인프라 도입 현실을 감안할 때, 스마트공장 구축을 위한 사전준비가 미비하고 상대적으로 제시된 표준화 플랫폼이 비현실적이라는 비판에서 벗어나지 못하고 있으며 있다(김용운 외, 2016). 정부에서 무조건적인 실적위주의 지원이 아니라 투자대비 득실에 대한 정확한 진단과 분석, 투자효과의 시간차를 고려하는 효율적인 스마트 제조혁신 추진이 필요하다. 스마트공장 구축을 위한 준비사항과 우선시 되어야 하는 부분은 무엇이며, 기업 특성을 고려한 정확한 진단과 생산 관리, 공정 최적화 및 효율화를 위한 단계적인 전략 마련이 필요할 것이다. 또한 제조 중소기업들의 가치사슬 수준에 기반을 둔 정부의 기술정책 추진과 글로벌 기술 동향에 대비한 핵심기술 개발의 세부적인 실천계획 또한 요구된다.

현재 스마트공장에 대한 다수의 연구가 존재하지만 대다수 선행연구들은 독일과 선진국들의

스마트 구축 정책에 대한 비교 분석을 통한 시사점을 제시하는 것에 그치고 있다(권준화·이성봉, 2016). 따라서 본 연구에서는 국내 스마트공장 구축과 관련된 정부의 자동화·스마트공장 지원사업에 대한 설명과 정부지원사업 수행에 따른 지원기업과 비지원 기업과의 경영성과 부분을 성장성, 수익성, 안정성, 생산성, 혁신성 총 5가지 영역을 대표하는 지표를 선정하여 다각도에서 분석을 실시할 것이다. 참여정부 이후 지속적으로 스마트 공장에 대한 정부 관심이 대두되면서 설비투자, 장비구축에 정부의 예산이 과다하게 투입된다는 점에서 비판의 소지가 존재하고 있다. 하지만 매년 지속적으로 정부예산이 확대되는 만큼 정량적 목표 달성이 아닌 기업의 생산성 향상, 기술경쟁력 상승 등에 대한 정확한 구현과 성공적 성과 창출이 이루어 질 수 있도록 정확한 평가와 지원사업의 효과성을 엄밀히 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다. 효율적인 스마트 공장 구축을 위해 기업 특성에 맞는 적합한 설비, 관련 기술 및 생산혁신 시스템을 바탕으로 인프라 확산이 우선시 되어야 한다.

이를 위해 정부지원사업에 참여한 국내 제조중소기업의 누적된 자료를 토대로 성향점수 매칭(PSM)과 성과분석을 통해 정부지원제도에 대한 효과성을 분석할 것이다. 정부지원사업의 적용 대상이 무작위적으로 선택되는 것이 아니기 때문에 선택편의문제를 해결하기 위한 가장 좋은 수단으로 성향점수매칭 사용하고 지원 기업과 유사한 특성을 가진 비교집단을 구성하여 자동화-스마트 공장 지원사업이 기업의 경영성과에 어떤 영향을 미치는지에 대해 각각 비교분석하여 효율적인 정부지원 정책에 대한 개선방안을 모색하는데 유익한 정보로 활용될 것으로 기대한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 1장에서는 연구목적을 소개하고 2장에서는 자동화, 스마트에 대한 정의와 국내 중소기업들의 현황과 주요 정책 사업에 대한 소개를 하였다. 3장에서는 연구방법에 대한 소개와 분석대상이 되는 기업 표본에 대해 서술하고 성향점수매칭(PSM)을 통해 국내 제조 중소기업의 경영성과를 중심으로 정책효과 분석을 진행하였다. 마지막으로 4장에서는 정부지원사업에 대한 효과 분석을 통해 효율적 스마트 공장 구축을 위한 발전방향과 정책적 시사점을 제시할 것이다.

## II. 이론적 배경 및 선행연구

### 1. 자동화, 스마트 정의와 현황

#### 1) 자동화의 배경 및 의의

최근 국내 중소기업들은 주력산업 자동차, 조선 등의 어려움과 더불어 큰 위기에 직면하고

있다. 그러나 급속한 환경변화에 대해 민첩하고 능동적으로 대응하고 경쟁우위를 확보와 생산 전략, 원가우위 등 차별화 전략 수립을 통해 위기 극복을 위한 다방면적인 노력을 수행하고 있다. 중소기업들은 높은 품질의 제품을 낮은 원가로 생산하고자 하는 사고의 전환을 통해 설비 자동화를 추진하고 있으며, 기업의 생산성과 유연성을 동시에 높일 수 있는 혁신수단으로서 새로운 환경변화 대응에 꼭 필요한 요건이라고 할 수 있다. 하지만 국내 중소기업들은 산업 구조적인 문제점과 내부 취약 요소들로 인해 최근 급부상하고 있는 스마트공장 준비단계인 자동화를 추진하는 것조차 재정적 부담을 가지고 있는 것이 현실이다. 이런 어려움에도 불구하고 제조업 위기 극복의 중요한 원천으로서 중소기업의 역할은 어느 때보다 중요해지고 있으며, 국가 경쟁력을 좌우할 핵심주체로서 중소기업 육성과 역할이 매우 중요한 국가적 숙제로 남아 있다.

일반적으로 자동화는 컴퓨터와 같은 전자기술을 응용하여 기계화된 생산 공정을 조작하고 진행시키는 것을 말하며, 단순히 기계가 인간의 작업을 대신하는 기계화와는 구분되어 사용된다. 그리고 자동화기술이란 미리 작성된 프로그램에 따라서 사람이 간여하지 않고도 전체 혹은 일부 공정을 스스로 진행시키는 데 필요한 모든 기술을 말한다. 공장자동화는 수치제어 공작기계, 산업용 로봇자동화 기기와 FMS(Flexible Manufacturing System) 등 무인화에 가까운 공장을 지칭한다. 자동조립기, 로봇, 자동화기기와 이를 이용하여 생산을 달성할 수 있도록 하는 생산 공정의 시스템화를 말한다. 그러나 이러한 공장 자동화의 용어는 국가마다 보는 관점에 따라 각각 달리 표현되고 있으며, 용어의 의미 자체도 통일되어 있지 않다(고광환, 1992). 일본의 경우 공장자동화를 Factory Automation로 표현하는데, 기계나 기기 자체에 중점을 둔 하드웨어 측면에서 정의하고 있는 반면 미국의 경우 자동화된 공장 또는 컴퓨터 통합생산으로 하드웨어 측면보다는 기기나 기계의 운영기술의 비중을 중시하는 소프트웨어 측면에서 표현하고 있다(한국생산성본부, 1994). 본 논문에서 자동화란 제조업의 생산과정에서 발생하는 수작업, 재해유발 등의 문제점 개선을 위해 컴퓨터 제어를 통해 동작하는 로봇과 생산성 향상, 유연생산 공정, 에너지절감 등 기업의 제조환경 개선을 위한 하드웨어 기술로 정의한다. 현재, 정부에서는 중소기업의 기술혁신과 품질개선, 경제위기, 신규인력 기피 현상 등의 문제해결과 제조업 혁신을 위해 자동화첨단화 지원사업, 로봇활용 중소제조 공정혁신 지원사업 등의 형태로 지속적인 지원을 진행하고 있다.

## 2) 스마트공장의 배경 및 의의

스마트화는 제조업에 대한 업무기피, 인구 고령화 가속화에 따른 전문 노동력 감소와 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터 등의 ICT 기술이 급속도로 발전함에 따라 산업기기와 생산 프로세스

가 하나의 네트워크로 연결되고, 상호소통을 통해 공장 스스로 생산 공정 제어 및 수리, 작업장 안전 등을 관리할 수 혁신적인 제조 기술 변화라고 볼 수 있다. 스마트 공장 관련 세계 시장 규모는 2016년 462억 달러로 매년 평균 5.4% 수준으로 성장 추세에 있으며 2021년에는 약 601억 달러 이상으로 시장이 성장할 전망이다(융합연구정책센터, 2017). 따라서 주요 선진국 스마트 혁명에 대응하고 제조·ICT 융합혁신을 통한 선도형 전략, 노동인구 감소 등 국내 생산 환경 변화에 대한 전략으로 스마트 공장을 통한 국내 제조업 중소기업의 체질 개선이 시급하다.

스마트 공장은 고전적인 제조업의 자동제어 시스템에 IoT(사물인터넷), CPS(사이버 물리시스템), 스마트 센서, 3D 프린팅, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등 최근 기술이 적용되면서 한 단계 상승한 시스템으로 공장 내부 모든 설비와 기계 장치에 센서를 부착하여 공장 내 장비, 장치 부품들이 서로 연결, 상호 소통 및 유기적으로 연결되어 지능적으로 운영되는 생산 체계이다. 즉, 제품 기획·설계, 제조·공정, 유통·판매 등 전 과정을 IT로 통합하여 최소비용·시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하는 공장을 말한다. 궁극적으로 IoT, CPS를 기반으로 전 과정이 자동화·정보화되어 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동·통합되는 생산체계를 지향함으로써, 생산성 향상, 에너지 절감, 인간중심의 작업환경이 구현되고, 개인맞춤형 제조, 융합 등 새로운 제조환경에 능동적 대응이 가능하다. “스마트공장 표준화 로드맵”에 따르면 제품 기획/설계, 제조/공정, 유통/판매 등 전 과정을 ICT로 통합하여 최소 비용/시간으로 고객맞춤형 제품 생산을 하고, 가치사슬 전체가 하나의 공장처럼 실시간 연동/통합되는 생산체제로서 시장 변화 적응적 적기 생산, 생산성 향상, 에너지 절감, 인간 중심 작업환경, 개인맞춤형 제조를 가능하게 하는 공장으로 정의하고 있다. 즉, 스스로 4M1E(Material, Method, Man, Machine + Environment) 현장 데이터를 수집하고 실시간 분석 및 판단하여 경영 의사결정을 할 수 있는 똑똑한 공장이라 정의할 수 있다. 구성 기술요소는 크게 세가지로 나뉜다. 첫째, 생산과 관련된 환경정보를 감지하고, 감지된 정보에 의한 판단, 판단된 결과가 생산현장에 반영되어 생산환경의 변화에 영향을 미친다. 이는 제조·생산과 관련된 모든 정보를 감지하고 애플리케이션에 전달하여 분석과 판단 결과를 제조현장에 반영한다. 둘째, 센서 디바이스, 정밀제어기기를 이어지는 역할로 효율적인 데이터 채널을 제공하는 네트워크 플랫폼을 구성한다. 셋째, 제조 실행에 직접적으로 관여하거나 현장 디바이스로부터 수집된 데이터를 분석하고 정해진 규칙에 따른 판단할 수 있는 시스템을 구성한다(차석근, 2016).

국내 스마트 공장은 ICT기술 활용 정도와 역량 등에 따라 (그림 1)처럼 기초, 중간1, 중간2, 고도화의 4등급으로 크게 구분 가능하며, 기업의 수준에 따라 다양한 정부지원 사업이 진행되고 있으며 기초수준의 스마트 공장은 국내의 소규모 중소기업도 적은 비용으로 쉽게 구현할 수 있다. 현재, 정부에서는 글로벌 경제의 저성장 기조와 생산성 하락으로 인해 신성장 동력이

필요한 가운데 기업들은 4차 산업혁명 대응 및 산업경쟁력 강화를 위한 산업인터넷·스마트 공장에 대한 관심이 증대하고 있으며, 생산현장디지털화 사업, 스마트공장 지원사업 등의 형태로 지속적인 지원을 진행하고 있다.

구 분	현장자동화	공장운영	기업자원 관리	제품개발	공급사슬 관리
고도화	IoT/IIoT기반의 CPS화				인터넷 공간 상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT모듈화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/클라우드 기반 생산물류이전/소스분봉	
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	기준정보/기술정보 생성 및 연결 자동화	다품종 개별 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기준정보/기술정보 개별 운영	다품종 생산 협업
기초수준	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운영	CAD 사용 프로젝트 관리	단일 대기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

(그림 1) 국내 스마트공장 수준 평가표(스마트추진단)

### 3) 자동화·스마트공장 국내 현황에 대한 연구

현재 스마트공장과 관련하여 선행연구들 살펴보면 용어정의, 필요성, 수준조사, 도입 방해요인 등 일반현황에 대한 연구만 다수 진행되었다. 자동화·스마트공장 지원사업의 효과분석에 대한 선행연구는 아직 존재하지 않는다. 그 이유는 2013년 처음 정부주도의 지원체계가 구축되었고, 기업에 대한 정보수집 어려움, 기업성장에 영향을 미치는 효과를 분석하기 위해서는 지원 이후 최소한 2 ~ 3년 이상의 시간적 시차가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 본 논문을 시작으로 자동화 - 스마트공장 성과에 대한 다양한 연구가 수행될 것으로 기대된다. 기존 선행연구에서는 스마트공장 도입 필요성에 대해 44.4%가 필요성에 동의를 하였고, 38.9%는 보통으로 응답하였고, 16.7%는 도입 필요성이 없다고 응답하였다. 도입 필요성이 없다고 응답한 16.7% 기업의 직원 수는 141.3명 수준으로 전체 평균 229.7에 비해 낮았는데, 소규모 업체에서 스마트공장에 대한 필요성을 낮게 느끼는 것으로 판단된다. 스마트공장 도입에 대한 장애 요인으로는 높은 시스템 구축비용이 53.7%로 가장 높게 응답하였고, 스마트공장 인지도 및 홍보 부족이 46.3%, 스마트공장 관련 기술의 현장 도입 어려움이 42.6%로 다음으로 이었다. 가장 최우선적으로 스마트공장이 도입되어야 할 부문은 '생산(현장 자동화)'로서 40%를 차지하였고, 이어

서 물류 부문이 18.3%, 생산 계획 및 실적 관리 부문이 16.7% 순으로 나타났다(김용운 외, 2016). 국내 중소기업들의 스마트 수준은 기초수준(Basic Level)과 중간수준1(Intermediate Level 1)<sup>1)</sup>이 가장 많은 것으로 나타났으며 고도화된 스마트 공장을 추진하기 위해서는 생산현장 자동화가 필요(46.3%)하다는 답변이 우선시됨을 확인 할 수 있다(이현정 외, 2016).

특히, 제조분야의 중소기업들은 경제 및 환경적인 제약으로 스마트공장 기초수준에도 못 미치고 있으며, 스마트공장의 개념조차 인지하지 못하는 기업들이 많은 것으로 나타났다. 현재 우리나라 중소기업들에게 스마트공장이 폭넓게 확산되기 위해서는 무조건적인 지원보다는 개별 중소기업, 산업 전체의 경쟁력을 강화 할 수 있는 기업 특성과 규모에 맞는 단계별 지원 체계 구축이 필요할 것이다.

#### 4) 정부의 중소기업 지원 정책

정부의 중소기업 지원 프로그램은 다양한 기술분야, 기술역량, 성장잠재력, 산업 확장성 및 산업 생태계를 기준으로 목적, 규모, 기간, 대상 등 다양한 분야와 지원방법의 형태로 추진된다. 기업의 규모에 따라 대기업, 중견기업, 중소기업, 소상공인 등 차별화된 다양한 지원 사업을 수행하고 있다. 산업전체적 측면뿐 아니라 개별 기업의 성장가능성, 정부투자 필요성, 융복합 파급효과 등에 대한 검토를 통해 매년 R&D 기술개발지원, 기반구축, 경쟁력강화, 기술혁신역량강화 등의 명칭으로 산업통상자원부, 중소벤처기업부 등 정부 내 각 부처와 지방자치단체 및 정부출연연구소를 통해 이루어진다. 중소기업 지원정책 단계별로 정리하면, 1단계, 자체적인 기술개발 역량과 규모가 작은 기업의 경우는 연구개발 과제 기획, 환경개선, 인력지원 등의 인프라 구축 사업을 지원한다. 2단계, 어느 정도의 생산 기반을 갖춘 중소기업은 지속적인 발굴과 육성을 위해 공정개선을 통한 생산성 향상, 신규 아이디어 확장 및 시제품 제작, 글로벌 시장 진입 등 저변확대를 위한 프로그램을 지원한다. 마지막으로 이미 국내 시장에서 우수한 기술력을 갖춘 기업은 신시장 창출을 위한 수출지원 등이 있다.

본 논문에서는 4차 산업혁명을 이끌어 나갈 미래의 지속적인 성장 동력 확보와 중소기업의 경쟁력 강화와 제조업 혁신을 위해 자동화-스마트 공장 구축 지원사업에 대해 자세히 소개한다. 자동화 설비, 로봇 구축 지원사업은 국가뿌리산업진흥센터(KPIC), 한국로봇산업진흥원(KIRIA)에서 평가와 관리를 분담하고 있다. 이들 주관기관에서는 중소벤처기업부로부터 자동화 지원사업의 관리를 위탁받아 정부지원금 일부를 지원받고자 하는 중소기업의 공정 적합성, 기술수준, 재무상황, 역량 등을 평가하고, 실제로 연구개발 활동을 계획대로 진행하고 있는지 감독하는 역할을

1) 스마트 추진단에서 제공하는 수준표 내용 참고

기초수준: 실적집계 자동화, 공정물류 관리(pop), 관리기능이 가능한 개별운용, 단일 모기업 의존

중간수준1: 설비데이터 자동집계, 실시간의사결정 가능, 일부 기능간 통합운용, 다품종 생산 협업



수행한다. 자동화·첨단화 지원사업은 수작업 공정의 연속공정 자동화 구축을 통해 친환경, 유연 생산공정 개선이 가능하도록 지원하여 기업의 생산성 향상 및 작업환경 개선이 가능하도록 자동화 설비 구축을 지원한다. 대표적으로 기자재, 작업기능 개선을 위한 공정·이송과정, 로봇 등 하드웨어를 지원하고 있다. 사업비 지원은 기업당 최대 1억원까지 지원하며 민간 매칭비율 50% 형태로 진행된다. 로봇활용 중소기업공정혁신 지원사업은 로봇을 활용한 중소기업 공정혁신으로 국내 중소기업의 생산성 향상, 고부가가치화 등 제조경쟁력 강화와 국내 로봇기업 경쟁력 제고 및 로봇산업 규모 확대를 지원하는 사업으로 인력부족, 생산성, 매출 증대 등 파급효과가 클 것으로 예상되는 공정에 로봇을 보급한다. 사업비 지원은 최대 3 ~ 10억까지 지원이 가능하다.

스마트 공장 구축 지원사업은 중소기업기술정보진흥원(TIPA)\_생산현장디지털화, 스마트공장추진단(KOSF)\_스마트공장 구축(클라우드형 스마트공장 보급사업, ICT 융합 스마트공장 보급·확산 지원사업, 산업혁신운동 스마트공장 보급·확산 사업)에서 평가와 관리를 분담하고 있다. 2017년 중소벤처기업부가 창설되면서 스마트 공장 지원사업은 산업통상자원부에서 이관되어 일원화된 정부지원 체계를 구축하고 역량 있는 기업 발굴을 통해 스마트 공장 구축을 위한 지원과 관리 감독 역할을 수행한다. 생산현장디지털화 사업은 생산공정의 비효율적 요소 제거 및 생산성 향상을 위한 기업별 맞춤형 정보시스템(POP, MES 등), 생산정보시스템과 연계 가능한 시스템(생산계획, 물류-공정관리 등) 및 원산지증명시스템 구축 지원한다. 생산정보시스템 최초 도입부터 기존 시스템의 보수 및 업그레이드 등 보완과제와 연계 가능한 시스템의 추가 구축을 지원하는 확장 과제로 나뉘며, 각 단계별 사업비 지원 규모 4천만원 ~ 최대 1억원 까지 민간기업의 매칭 비율에 따라 지원금액이 상이하게 나타난다. 스마트공장 구축 사업은 세가지 형태로 나뉜다. 첫째, 클라우드형 스마트공장 보급사업은 클라우드 기반의 스마트 공장 구축을 위해 축적된 빅데이터를 활용하여 기업의 경쟁력 강화 및 새로운 비즈니스 가치 창출을 지원한다. 국내 중소·중견 제조기업 중 동종업종 최소 10개사 이상이 구성되어야 하며 IoT, 빅데이터, CPS 등이 적용 가능한 클라우드 기반의 공장운영 시스템 및 솔루션 연동 자동화 장비·제어기·센서 등 구입 지원과 빅데이터 분석 서비스 구축 및 사용료를 최대 5.5천만원 지원한다. 둘째, ICT 융합 스마트공장 보급·확산 지원사업은 기존의 스마트 초기 수준에 해당하는 기업이 중간 2(MES)<sup>2)</sup> 이상 수준의 스마트공장을 구축하기 위해 제품설계·생산공정 개선 등을 위한 IoT 등 첨단기술이 적용된 스마트공장 솔루션<sup>3)</sup> 구축 및 솔루션 연동 자동화장비·제어기·센서 등 구입을 최대 5천만원 지원한다. 마지막으로 산업혁신운동 스마트공장 보급·확산 사업은 대기

2) 중간수준2 : 자동제어 기반의 공장운영 최적화, 실시간 스케줄링/의사결정, 주 기적 분석 및 피드백을 통한 가치 창출형 공장 경영

3) 스마트공장 솔루션: 현장자동화 및 생산운영관리시스템(MES), 제품개발지원시스템(PLM), 공급사슬관리시스템(SCM), 기업자원관리시스템(ERP)

업이 출연 동반성장 기금을 조성하여 2, 3차 협력기업(상시종업원수 10인 이상, 최근 3년 매출액 평균 20억 이상) 등을 대상으로 생산성 혁신을 위한 스마트 공장 도입을 위해 최대 4천만원을 지원하여 기업 생태계 전체의 생산성 제고와 중소기업의 자생력 강화를 지원한다.

〈표 1〉 국내 정부지원사업 정리

구분	자동화·첨단화 지원사업	로봇활용 중소제조공정혁신 지원사업	생산현장 디지털화사업	스마트공장 지원
지원목적	자동화공정구축 지원을 통한 생산성 향상 및 작업환경 개선	중소제조 공정혁신 지원을 통한 생산성 향상, 고부가가치화 등 제조경쟁력 강화	생산현장 및 공정의 IT화를 통해 생산 효율성 제고	스마트공장 도입을 통해 제조현장의 경쟁력 제고
지원대상	뿌리기업, 중소기업	국내 중소·중견 제조 분야 기업	중소기업	국내중소중견 제조기업
지원내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공정설비 및 장비 (H/W위주)</li> <li>· 연속공정 자동화 구축지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇(H/W위주)</li> <li>· 생산공정에 로봇엔지니어링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생산정보시스템 (S/W위주)</li> <li>· 생산정보시스템</li> <li>· 보유설비의 시스템 업그레이드 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 스마트공장 솔루션, 제어기, 센서 등 구입 지원(S/W위주)</li> <li>· MES</li> <li>· PLM</li> <li>· SCM</li> <li>· ERP</li> </ul>
지원규모	40.5억원	30억원	100억원	418억원
지원내역	· 최대 10천만원 지원	· 최대 10 ~30 천만원 지원	· 최대 6천만원 지원 · (업그레이드) 최대 4천만원	· 최대 5천만원 지원
공고유형	지정공고(RFP)	자유공고	자유공고	자유공고
관리기관	국가뿌리산업 진흥센터	한국로봇산업진흥원	중소기업기술 정보진흥원	스마트추진단

### 5) 선행연구 검토

정부지원사업은 민간에서 발생하는 시장실패, 경기변동 등 변화에 따른 문제점을 보완하기 위한 수단으로 작동하고 있으며 정부지원이 민간영역에 어떤 영향을 미치는지에 대한 많은 연구가 진행되었다. 대부분 정부지원사업 재정지원이 민간기업의 R&D, 고용, 매출 등에 어떤 영향을 미치는지에 대한 효과 분석이 주를 이룬다.

김호·김병근(2012) 정부지원을 받은 기업은 자체 R&D투자 감소 집약도 증가, 매출액 증가, 민간 연구개발 투자 증가 등을 통해 중소기업에게 긍정적인 효과를 나타내고 있다. 윤윤규·고영우(2011) 국내 지역산업진흥사업 기술개발 수혜기업의 매출액, 고용, 특허, R&D 등에 유의

한 영향력을 가지는 결과를 도출하였다. 반면, 이의영 외(2009)는 정부지원금은 중소기업에서 연구개발 투자의 기업성과 효과가 긍정적으로 나타나고 있지만 대기업의 경우는 부정적인 영향을 보이고 있다. 노용환·송치승(2014)는 정부의 R&D 정책은 참여업체의 특허 출원 및 등록에 유의한 영향력을 주지만, 기업성과의 매출, 영업이익 등에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 송종국(2009) 정부지원이 민간기업의 내부조달 R&D 투자와의 관계에서 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 권남훈·고상원(2004) 정부의 재정 지원을 통해 민간기업의 직접적인 연구개발비 투자를 저해하는 요인으로 나타나고 있다.

Lach(2002)는 이스라엘 제조 중소기업의 1990-1995년 재무에 관한 자료 활용 정부 보조금 수혜기업을 대상으로 기업성과를 비교집단과 비교·분석 하였는데, 수혜 자체가 매출, 고용과 R&D 투자 증가로 이어지는 효과가 일부 발생함을 알 수 있다. Almus and Czarnizki(2003)는 독일 경제연구소 데이터를 활용하여 공공연구기금을 수혜받은 기업들의 성과를 조사한 결과 매출, 수출, 고용 등이 증가하는 영향을 주는 것으로 분석하였다. Lee(2011)는 정부지원금이 산업, 국가별, 시장 특성에 따라 달라지기는 하지만 민간기업의 기술적 역량 강화, 시장의 수요 창출, R&D 비용 감소에 긍정적인 효과를 나타낸다고 분석하였다. Wallsten(2000)은 1990년부터 1992년 동안 보조금을 수령한 수혜기업 367개사가 정부의 지원금을 통한 효과를 분석한 결과 규모에 따라 다르며, R&D 투자와 기업성과, 고용 증가에 미비한 영향을 주는 것으로 분석하였다. Loof and Heshmati(2005)는 정부지원이 민간 투자에 긍정적인 역할을 미치기는 하지만 기존 계획된 자체 프로젝트를 연기하거나 고용을 통한 인력 배분을 우선하고 자체적으로 계획한 투자 감소 유발한다는 결과를 도출하였다. 기업의 규모가 작을수록 정부지원에 대한 효과가 크게 나타난다고 분석하였다. Busom(2000)은 스페인 정부의 지원 자금이 기업의 혁신, 투자활동을 어느 정도 촉진하나 일부 기업에서는 대체현상이 발생하여 효과가 미비하게 나타나는 것으로 분석하였다. 이처럼, 정부지원이 기업성과에 미치는 영향을 분석한 국내외 연구들에서는 상반된 분석결과가 혼재 되어 나타난다. 본 연구는 기존선행 연구들과 다르게 자동화 - 스마트 공장 지원사업이 중소기업 경영성과 미치는 영향을 분석하는데 의의가 있다.

### III. 연구모형

#### 1. 연구방법

본 연구에서는 정부지원사업(자동화-스마트)의 성과를 분석하기 위해 성향점수매칭(Propensity

Score Matching: PSM)을 이용하였다. 정책 및 지원으로 발생하는 성과를 평가함에 있어 선택 편향<sup>4)</sup> (selection bias) 문제를 해결하는 대표적인 방법으로, 2000년 중반 이후부터 선진국을 중심으로 정책효과 평가에 활용되었다(Carboni, 2011). 성향점수매칭은 관측 가능한 변수를 통해 성향점수를 추정하여 유사한 특성을 가진 개체들을 매칭시켜 실험집단과 비교집단을 구성하는 방법이다. 정부지원을 받은 기업군과 받지 않은 기업군의 경영성과를 단순히 비교하게 되면 선택 편향의 문제가 생기므로, 이를 해결하기 위해 지원받은 기업과 유사하지만 지원되지 않은 기업을 대조군으로 설정하여 분석할 필요가 있다.

대조군 선정을 위해 이론 혹은 경험에 근거하여 처리효과에 영향을 주는 것에 대한 공변량을 선택하고 성향점수를 계산하여 매칭을 수행한다. 성향점수 추정을 위한 공변량으로는 업력, 종업원수, 특허출원 수, 특허등록 수, 산업재산권 수, 자산, 자본, 매출 변수를 이용하였다. 업력, 종업원수는 기업의 특성으로 성과에 영향을 줄 수 있는 요인이므로 추정에 이용하였고, 특허출원, 등록, 산업재산권수는 기업의 기술력을 반영할 수 있는 요인으로 그리고 자산, 자본, 매출액은 재무비율 변수로 선정하여 이용하였다. 매칭이 완료되면 매칭 후 얻은 두 표본을 성향점수 측면에서 같은 분포를 따르는지에 대한 타당성 검증과정을 수행하여 실험집단과 통제집단의 분포가 유사하게 균형을 이루는지 확인한다(김홍규, 2013). 본 연구에서는 지원사업 참여 유무에 따른 중소기업의 경영성과에 미치는 효과를 분석하기 위해 T 검정과 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. t 검정은 두 모집단의 평균의 차이유무를 판단하는 통계적 검정방법으로 귀무가설 하에 두 모집단의 표본평균 간의 차이는 표본오차에서 기인한 것으로 간주하고, 통계량을 계산하여 두 표본평균 간의 차이가 귀무가설 하에 있을 확률, 즉 표본오차로 인해 차이가 발생할 확률을 계산한다. 귀무가설을 기각하기로 설정한 유의수준( $\alpha < 0.05$ )이라면 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하게 된다. 분산분석(Analysis of variance: ANOVA)은 두 개 이상 다수의 집단을 비교하고자 할 때 집단 내의 분산, 총평균과 각 집단의 평균의 차이에 의해 생긴 집단 간 분산 비교를 통해 만들어진 F분포를 이용하여 집단간 차이가 유의한지를 검증한다.

## 2. 데이터 및 변수

본 연구에서는 자동화설비, 스마트공장 구축 관련 정부지원사업에 참여한 중소기업들을 분석대상으로 선정하여 주관기관인 스마트 추진단, 국가뿌리산업진흥센터의 정보를 DB화하여

4) 선택 편향(Selection Bias)란, 조사대상으로 선정된 표본이 대표성이 결여되어 치우침으로 인한 오류가 생길 수 있다는 것을 말한다.

데이터 결측치가 상대적으로 적은 표본을 구성하였다. 구성된 기업군의 사업자 등록번호를 토대로 한국기업데이터가 보유한 기업 재무제표 중 사업화 성과를 추정하는데 필요한 항목과 매칭하여 패널데이터 형태로 2010년 ~ 2015년까지 연도별 자료를 수집하였다. 정부 지원시기가 기업별로 상의하게 나타나며, 시점에 대한 시차더미변수 구분을 통해 지원기업과 비지원 기업 간의 경영성과 증감 추이를 분석하였다. 자동화 지원사업의 경우 2013년부터 시행되어 2017년까지 총 112개사가 정부지원을 받았고 스마트 공장 지원사업은 2013년부터 시행되어 2016년까지 총 2,234개사가 정부지원을 받았다. 대상기업 중 재무데이터에 일부 결측치가 있는 경우를 제외하면 자동화지원은 총 77개사, 스마트공장 지원은 556개사로 줄어들고 정부의 지원시점부터 2년 이후의 시차 더미 변수를 적용하여 데이터를 정리하면 자동화 지원 54개사, 스마트공장 지원 432개사, 자동화와 스마트 공장 지원을 동시에 받은 23개사, 총 506개사를 대상으로 선정하였다. 성향점수매칭을 적용한 최종 표본 도출을 위해 자동화 - 스마트화 지원을 받지 않은 7,600개사 중 각 연도별 매출액, 자산총계, 영업이익, 유동비율, 연구개발비 등 결측이 없고, 시차변수를 적용할 수 있는 3,000개사 데이터를 통계 집단으로 추출하여 실제 분석에 적용하였다.

한편 계량분석을 위한 성과변수는 정부지원사업의 효과를 무엇으로 볼 것인가에 따라 다양한 변수를 사용할 수 있다. 중소기업의 경우 국가경쟁력 확보, 사회 전반의 기술혁신, 재정 상태 안정 등을 목적으로 하는 이러한 거시적 지표들은 측정이 용이하지 않고 정부지원과 기업의 경영성과간의 인과관계를 증명하는데 어려움이 있을 것으로 판단하여 제외시켰다. 선행연구에서도 거시적 지표는 실증적인 분석이 곤란하므로 미시적이지만 측정 가능한 변수에 집중하였다. 따라서 본 연구에서는 각 기업들의 재무성과를 종합적으로 분석할 수 있는 성장성, 수익성, 안정성, 생산성, 혁신성의 5대 영역에 적합하며 대표성을 가질 수 있는 성과지표를 선정하여 분석하였다. 성장성은 당해연도 기업의 자산, 자본 등 경영규모와 기업활동의 성과가 전년에 비하여 어떻게 변동하였는가를 나타내는 지표로서 매출 증가율로 측정한다. 수익성은 기업의 영업활동에 의한 성과를 판단하기 위한 지표로서 제조 및 판매 활동과 직접 관계된 순수한 영업이익만을 매출액과 대비한 매출액 영업이익율로 측정한다. 안정성은 단기채무에 충당할 수 있는 유동자산의 규모를 평가하고 기업의 단기지급능력을 판단하는 유동비율로 측정한다. 생산성은 기업의 성과 및 효율을 측정하고 개별 생산요소의 기여도 및 성과배분의 합리성 여부를 나타내는 지표로서 매출액 부가가치율로 측정한다. 마지막으로 혁신성은 기업의 경쟁력이나 미래의 수익창출능력을 위한 투자로 연구개발 비율로 측정한다(한국은행, 2017).

〈표 2〉 성과변수

영역	지표	변수설명 / 산출식
성장성	매출 증가율	전기 매출액에 대한 당기 매출액의 증가율로서 기업의 외형 성장세를 판단하는 대표적 지표 $\text{매출액증가율} = (\text{당기매출액} / \text{전기매출액}) / \text{전기매출액} \times 100$
수익성	매출액 영업 이익률	기업의 주된 영업활동에 의한 성과를 판단하기 위한 지표로서, 제조 및 판매 활동과 직접 관계된 순수한 영업이익만을 매출액과 대비한 것으로 영업효율성 측정에 유용함 $\text{매출액영업이익률} = (\text{영업이익} / \text{매출액}) \times 100$
안정성	유동비율	단기 채무에 충당할 수 있는 유동자산의 규모를 평가하고, 이를 통해 기업의 단기 지급능력을 판단하는 대표적인 지표로서 유동비율이 높을수록 단기 지급능력이 양호하다고 볼 수 있으나, 과도한 유동자산 보유는 자산운용의 효율성을 떨어뜨려 수익성을 저해할 수 있음 $\text{유동비율} = (\text{유동자산} / \text{유동부채}) \times 100$
생산성	매출액 부가가치율	기업의 생산효율성이 높을수록 부가가치율은 높아지게 되며, 기업활동을 통해 이익을 보는 사람들이 많아지고 이익이 높아지는 것을 의미함 $\text{매출액 부가가치율} = \text{부가가치율} / \text{매출액} \times 100$ * 부가가치율 = (부가가치/산출액) x 100 * 부가가치 = 매출액 - 제조원가 *산출액= 매출액 + 당기총제조비용 - 매출원가 - 외주가공비
혁신성	연구 개발비율	신제품이나 신기술 개발 등과 같은 기업의 연구 개발 활동과 관련하여, 얼마만큼의 비용을 지출하였는가를 나타내는 비율 $\text{연구개발비율} = (\text{연구개발비} / \text{매출액}) \times 100$ *연구개발비 = 손익계산서상의 경상개발비·연구비

## IV. 실증분석

### 1. 성향점수매칭 (PSM) 추정

본 연구에서는 실험집단(지원)과 통제집단(비지원)에 대해서 자동화-스마트 공장 정부지원이 기업 경영성과에 미치는 영향을 분석하기 위해서 다양한 공변량의 영향력을 제거할 수 있는 성향점수 매칭(PSM)을 실시하였다. PSM을 이용하면 정부지원이 기업 성과에 주는 순수한 영향력을 분석할 수 있기 때문이다. 자동화 - 스마트 공장 지원 여부를 종속변수로 하고 다양한 공변량을 독립변수로 분석을 실시하였고 각 기업별로 예측된 스마트 지원 예측 확률 값을 성향 점수로 선정하여 매칭 하였다. 매칭 방법은 로지스틱 분석에 의해서 추정된 성향점수가 유사한 케이스들을 실험집단과 통제집단에서 추출하는 것을 의미한다.

또한, 실험집단과 통제집단의 성향점수가 유사한 케이스들을 추출하기 위해 성향점수 분포

를 분석하여 3000개 이상의 케이스를 확보할 수 있는 백분위수 구간을 선정하였다. 먼저 자동화-스마트 공장 지원 기업과 비지원 기업의 도출된 성향점수 백분위수를 구하고 성향 점수가 서로 많이 중복되는 성향 점수 상위 75% ~ 95% 값에 해당되는 구간을 선정하였다. 그 결과 스마트 지원 예측 확률이 0.1627781과 0.2046055에 해당되는 구간이 가장 많이 중복되는 구간이라는 것을 발견하였고 이 구간에 소속된 케이스들을 두 집단에서 추출하여 최종적인 분석 대상으로 선정하였다.

〈표 3〉 원 표본의 지원 기업과 미지원 기업의 기술적 통계

정부지원			백분위수						
			5	10	25	50	75	90	95
가중 평균	예측	0	.1157271	.1190785	.1236163	.1302395	.1437067	.1701239	.2046055
	확률	1	.1191813	.1223664	.1299338	.1396247	.1627781	.2111554	.2893889

원 표본에서 실험집단(N=506)과 통제집단(N=3,000) 간의 성향점수매칭을 통해서 두 집단간 공변량의 차이를 줄이기 위한 과정이기 때문에 새로운 실험집단과 통제집단 간에 차이가 줄어든 것을 확인하여야 한다. 각각의 공변량에 대해서 PSM 실시 전후의 평균차이를 분석하기 위해서 T 검정을 실시하였고 그 분석 결과는 아래의 표와 같다.

〈표 4〉에서 PSM 실시 이전의 결과를 살펴보면 실험집단과 통제집단 간에 종업원 수, 특허 등록수, 자산, 매출 등에서 차이를 보였으나 PSM 실시 이후 〈표 5〉에서는 종업원 수만 차이를 보이고 다른 변수들의 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서 PSM 실시 이후의 두 집단 간 공변

〈표 4〉 PSM 실시 이전의 원 표본의 평균 차이 분석

(N=3,506)

	평균의 동일성에 대한 T 검정				
	t	자유도	유의확률(양측)	평균차이	차이의 표준오차
업력	-1.017	3507	.309	-.410	.403
종업원수	-5.825	3504	.000	-23.858	4.096
특허출원수	.049	3507	.961	.054	1.094
특허등록수	-2.161	3507	.031	-1.195	.553
기타산업 재산권수	-1.042	3507	.298	-.069	.066
자산총계	-2.748	3507	.006	-6199833.26	2256273.406
자본총계	-.437	3507	.662	-606490.595	1387362.440
매출액	-2.572	3507	.010	-5696277.41	2214522.054

〈표 5〉 PSM 실시 이후의 원 표본의 평균 차이 분석

(N=2,995)

	평균의 동일성에 대한 T 검정				
	t	자유도	유의확률(양측)	평균차이	차이의 표준오차
업력	.844	3003	.399	.375	.444
종업원수	-2.047	3003	.041	-5.859	2.862
특허출원수	.364	3003	.716	.487	1.338
특허등록수	-.468	3003	.640	-.210	.449
기타산업 재산권수	.608	3003	.543	.042	.069
자산총계	.686	3003	.493	1544648.22	2251190.83
자본총계	1.140	3003	.254	1816504.76	1592930.04
매출액	.279	3003	.780	611946.245	2190588.58

량의 차이는 거의 사라진 것으로 밝혀졌다. 따라서 두 집단의 기업 성과 차이는 순수한 자동화 - 스마트 지원 효과로 판단할 수 있게 되었다.

### 3. PSM 이후의 기술적 통계

〈표 6〉을 살펴보면 PSM 이전, 이후에 대한 표본에 변화와 변수별 특징이 나타나 있다. 분석 이전 총 3,506개에서 2,995개로 표본이 줄어 들었다. PSM 이후 표본에 대한 기술적 통계량 중 업력은 15년 수준이며 종업원수는 43명, 특허출원·등록 2건, 매출액 평균 150억 정도 수준으로 나타난다. 자산총계는 149억, 자본총계는 71억 수준으로 나타난다. 매출증가율의 경우는 외부적 환경요인에 영향을 미치는 부분으로 매년 감소하는 추세를 보이고 있으며 영업이익율, 유동비율, 부가가치율은 비슷한 수준을 유지하고 있다. 중소기업의 특성상 재정적 어려움이 존재하지만 연구개발비율은 매년 소폭 상승하고 있는 것으로 볼 때 기술혁신을 위한 중소기업의 지속적인 노력이 진행되고 있음을 확인했다.

〈표 6〉 PSM 실시 이후의 표본의 기술적 통계

구분			PSM이전	PSM이후
실험집단	지원	스마트 (자동화)	506 (77)	380 (54)
		비지원	3,000	2,614
총합			3,506	2,995



(N=2,995)

구분		최소값	최대값	평균	표준편차	
독립 변수	업력	0	60	15.47	8.107	
	종업원수	1	1641	43.04	53.380	
	특허출원	0	1327	1.48	24.424	
	특허등록	0	328	2.67	8.215	
	기타산업재산권	0	34	.23	1.255	
	자산총계	29984	1023862872	14948787.38	41372757.782	
	자본총계	-5435055	920867056	7105057.39	29124806.629	
	매출액	24936	1061715908	15416570.95	40158719.837	
종속 변수 (%,천원)	매출 증가율	T	-95.23	1132.50	9.0745	49,21947
		T+1	-76.43	1348.93	7.7988	45,34003
		T+2	-91.71	319.61	2.7916	28,22905
	매출액 영업이익율	T	-168.22	53.80	6.4125	8,29613
		T+1	-906.80	42.00	5.8329	18,78203
		T+2	-625.55	43.97	5.0086	16,08543
	유동비율	T	.05	10670.52	251.9034	482,59848
		T+1	2.17	6700.55	248.6903	358,76177
		T+2	5.71	9330.08	260.4673	413,92543
	매출액 부가가치율	T	-167.84	98.84	19.3850	14,78467
		T+1	-138.62	97.83	19.7215	14,79748
		T+2	-180.49	98.80	20.5270	15,89528
	연구개발 비율	T	0.00	31.34	1.3209	2,50822
		T+1	0.00	356.57	1.4831	7,01994
		T+2	0.00	231.90	1.5632	5,10616

#### 4. 스마트 정부지원 성과분석

스마트 공장 구축을 위한 정부지원사업 지원기업과 비지원 기업간의 성과 차이를 분석하기 위해 정부의 재정지원을 받은 당해년도(T)부터 1년(T+1) ~ 2년(T+2) 시점까지 구분하여 스마트 지원 기업과 비지원 기업의 기업 성과의 평균 차이를 분석하는 t검정을 진행하였다. 다른 외부적 영향은 고려하지 않고 집단 간의 평균차이가 통계적으로 유의미 한지 살펴 볼 수 있다. 실험집단과 통제집단간의 시차에 따른 정부지원 효과를 추정할 수 있으며, 지원 유무에 따른 효과 또한 추정할 수 있다.

〈표 7〉은 당해년도(T)분석 결과이다. 매출액부가가치율과 연구개발비율은 1% 수준에서 통

계적으로 유의하게 나타난다. 지원 집단과 비지원 집단의 통계량을 비교한 결과 매출액 부가가치율은 비지원 기업이 지원 기업보다 더 높은 것으로 나타났고 연구개발 비율은 지원 기업이 비지원 기업보다 더 높은 것을 나타낸다. 이러한 결과는 스마트 공장 구축을 위한 정부지원을 통해 기업의 혁신성 강화 측면에서 적극적인 연구개발 재투자로 이어진다고 확인되었다.

〈표 7〉 스마트 당해연도(T) 비교분석 결과

스마트		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				스마트		평균	표준편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2602 377			
T	매출 증가율	-.235	.814	-.638	2.712	비지원	8,993	51.34	1.00	
						지원	9,631	30.80	1.58	
	매출액 영업 이익율	.457	.648	.209	.457	비지원	6,439	8.39	.16	
						지원	6,229	7.58	.39	
	유동 비율	.129	.897	3.433	26.599	비지원	252,337	473.08	9.27	
						지원	248,904	544.40	28.03	
	매출액 부가 가치율	3.292***	.001	2.677	.8134	비지원	19,723	14.40	.28	
						지원	17,046	16.99	.87	
	연구 개발 비율	-4.952***	.000	-.681	.1376	비지원	1,234	2.48	.04	
						지원	1,916	2.57	.13	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

재정 지원후 1년 시점(T+1)의 스마트 지원 여부의 성과 차이를 분석한 결과는 〈표 7-1〉과 같다. 분석 결과 매출액 부가가치율에서만 10% 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 검증되었다. 통계량을 분석한 결과 비지원 기업이 지원 기업보다 매출액 부가가치율이 더 높은 것으로 나타났다.

재정 지원 후 2차년도(T+2)의 스마트 지원 여부의 성과 차이를 분석한 결과는 〈표 7-2〉와 같다. 분석 결과 매출증가율, 유동비율, 매출액 부가가치율, 연구개발 비율 등에서 5 ~ 10% 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 검증되었다. 집단 간 통계량을 분석한 결과 매출증가율, 연구개발 비율은 지원 기업이 비지원 기업보다 성과가 더 높은 것으로 나타났지만 유동비율은 비지원 기업이 지원 기업보다 성과가 더 높은 것으로 나타났다. 특히 매출액 증가율의 경우 재정 지원 후 성과가 나타나는 시점이 2년 후로서 어느 정도 시차가 발생하고 있음을 알 수 있다.

〈표 7-1〉 1년후 (T+1) 비교분석 결과

스마트		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				스마트		평균	표준 편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2595 366			
T + 1	매출 증가율	-588	.557	-1.488	2.53186	비지원	7.614	47.297	.928	
						지원	9.103	27.763	1.451	
	매출액 영업 이익율	-.030	.976	-.031	1.04888	비지원	5.829	19.913	.3909	
						지원	5.860	6.5285	.3412	
	유동 비율	1,606	.108	32.158	20.02628	비지원	252.665	368.54	7.234	
						지원	220.507	278.52	14.55	
	매출액 부가 가치율	2.276*	.023	1.879	.82564	비지원	19.953	14.893	.2923	
						지원	18.074	14.006	.7321	
	연구 개발 비율	-.972	.331	-.381	.39197	비지원	1.436	7.4399	.1460	
						지원	1.817	2.4741	.1293	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

〈표 7-2〉 2년후 (T+2) 비교분석 결과

스마트		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				스마트		평균	표준 편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2592 363			
T + 2	매출 증가율	-3.164**	.002	-4.99	1.579	비지원	2.177	28.102	.5519	
						지원	7.175	28.776	1.510	
	매출액 영업 이익율	.405	.685	.365	.901	비지원	5.053	16.775	.3295	
						지원	4.688	9.8543	.5172	
	유동 비율	2,049*	.041	47.507	23.184	비지원	266.303	430.91	8.464	
						지원	218.795	258.97	13.59	
	매출액 부가 가치율	2.833**	.005	2.520	.889	비지원	20.836	15.834	.3110	
						지원	18.316	16.173	.8488	
	연구 개발 비율	-2.165*	.030	-.619	.285	비지원	1.487	5.3477	.1050	
						지원	2.106	2.7810	.1459	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

스마트 지원사업을 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다. 정부지원사업의 지원 여부가 기업의 혁신성 지표에 긍정적인 효과를 주고 있는 것을 확인 할 수 있으며 성장성 지표인 매출액 증가율의 경우는 지원사업 수행이후 일정 시차가 지난 이후에 효과가 나타나는 것을 알 수 있었다. 기업의 생산성, 안정성을 나타내는 매출액 부가가치율, 유동비율의 경우는 지원기업

대비 비지원기업이 더 높게 나타나는데 이유는 정부지원 사업을 위한 민간 투자가 영향을 미치는 것으로 보인다. 지원사업에 참여하기 위해서는 설비구축을 위한 민간매칭 비율이 존재하고 그 결과 지원 기업은 단기간에 생산성, 안전성이 떨어지는 것으로 확인할 수 있다. 또한 여러 선행조사에서도 알 수 있듯이 중소기업의 경우 기업 고유의 특성과 시장환경에 대한 정확한 분석 없이 기존 계획된 자체 투자를 연기하거나 줄이고 해당 인력을 정부과제로 배치하여 우선적으로 정부 지원사업에 참여하는 문제점을 발견할 수 있다(David and Hall, 2000, 송중국 외, 2009). 분석결과에서도 알 수 있듯이 정부지원이 기업경영성과에 긍정적 영향을 미치기까지 신규설비에 대한 노하우 축적, 제품 생산 안정화 등 일정 기간이 필요한 것으로 보인다. 시간이 흐름에 따라 스마트 공장 지원에 효과가 발생하는 것으로 볼 때 장기적인 관찰이 필요하다.

### 5. 자동화 정부지원 기업의 성과 분석

자동화 정부지원의 수혜기업과 비수혜 기업간의 성과 차이를 분석하기 위해 정부의 재정지원을 받은 당해년도(T)부터 1년(T+1) ~ 2년 (T+2) 시점까지 구분하여 분석을 진행하였다. <표 8>에서 당해 년도(T)분석 결과 매출액부가가치율은 10%, 연구개발비율은 1%수준에서 통계적으로 유의하게 나타난다. 지원 집단과 비지원 집단의 통계량을 비교한 결과 매출액 부가가치율은 비지원 기업이 지원 기업보다 더 높은 것으로 나타났고 연구개발 비율은 지원 기업이 비지

<표 8> 자동화 당해연도(T) 비교분석 결과

자동화		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				자동화		평균	표준 편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2941 38			
T	매출 증가율	.944	.345	7.584	8.036	비지원	9.171	49.505	.9128	
						지원	1.586	13.638	2.212	
	매출액 영업 이익율	1.541	.123	2.086	1.354	비지원	6.439	8.3089	.1532	
						지원	4.352	7.0255	1.139	
	유동 비율	1.266	.205	99.770	78.783	비지원	253.176	485.34	8.949	
						지원	153.405	133.64	21.68	
	매출액 부가 가치율	1.976*	.048	4.766	2.412	비지원	19.445	14.790	.2727	
						지원	14.678	13.742	2.229	
	연구 개발 비율	-3.489***	.000	-1.426	.408	비지원	1.302	2.4940	.0459	
						지원	2.728	3.1662	.5136	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

원 기업보다 더 높은 것으로 나타난다. 자동화를 위한 정부지원 역시 기업의 혁신성 강화 측면에서 적극적인 연구개발 재투자 이어진다고 할 수 있다.

재정 지원후 1년 시점(T+1)의 자동화 지원 여부의 성과 차이를 분석한 결과는 <표 8-1>과 같다. 분석 결과 매출액 부가가치율에서만 10% 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 검증된다. 통계량을 분석한 결과 비지원 기업이 지원 기업보다 매출액 부가가치율이 더 높은 것으로 나타난다.

<표 8-1> 1년후 (T+1) 비교분석 결과

자동화		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				자동화		평균	표준 편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2941 20			
T + 1	매출 증가율	1.087	.277	11.058	10.172	비지원	7.873	45.467	.838	
						지원	-3.185	15.862	3.546	
	매출액 영업 이익율	.542	.588	2.283	4.214	비지원	5.848	18.840	.347	
						지원	3.565	5.272	1.178	
	유동 비율	.506	.613	40.700	80.504	비지원	248.965	359.45	6.628	
						지원	208.265	237.25	53.05	
	매출액 부가 가치율	2.191*	.029	7.270	3.317	비지원	19.770	14.766	.272	
						지원	12.500	17.781	3.975	
	연구 개발 비율	-.644	.520	-1.013	1.575	비지원	1.476	7.035	.129	
						지원	2.490	4.090	.914	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

재정 지원 이후 2년차(T+2)에는 모든 성과 지표들의 차이가 없는 것으로 나타나 자동화에 대한 재정 지원 사업의 효과는 없는 것으로 나타난다.

자동화 지원사업을 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다. 정부 지원여부가 기업의 혁신성 지표인 연구개발비율에 긍정적인 효과를 주고는 있지만 직접적인 한다. 성장성과 수익성에는 직접적인 효과가 없음을 확인하였다. 자동화 정부지원 역시 설비투자에 대한 효과로 비지원 기업이 매출액 부가가치율이 더 높은 것으로 나타난다. 이유는 자동화 지원사업에 참여하는 중소기업은 스마트 공장에 참여하는 기업에 비해 더 영세하지만 사업의 특성상민간 매칭비율은 더 높게 나타나고 있으며, 재정적인 이유로 제품 생산을 위한 여러 공정 중 일부 공정만 자동화 설비를 구축하는 문제점이 존재한다. 따라서 자동화 지원사업 효과는 단기간에 나타나기 힘들며, 전체 공정에 대한 추가적인 정부지원과 기업의 특성이나 규모에 맞는 민간매칭비율에 대한 조정이 이루어져야만 중소기업 경영성과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이다.

〈표 8-2〉 2년후 (T+2) 비교분석 결과

자동화		독립표본 검정				집단통계량				
		평균의 동일성에 대한 T 검정				자동화		평균	표준 편차	평균 표준오차
		t	유의확률 (양측)	평균차이	차이의 표준오차	N	2941 14			
T + 2	매출 증가율	-.493	.622	-3.726	7.563	비지원	2,773	28,273	.521	
						지원	6,500	16,505	4.411	
	매출액 영업 이익율	.512	.609	2.204	4.309	비지원	5,019	16,114	.297	
						지원	2,814	7,837	2.094	
	유동 비율	1.114	.265	123,545	110.884	비지원	261,052	414.77	7.648	
						지원	137,507	95.133	25.425	
	매출액 부가 가치율	.623	.533	2,653	4.258	비지원	20,539	15,917	.293	
						지원	17,885	10,318	2.757	
	연구 개발 비율	-1.412	.158	-1.931	1.367	비지원	1,554	5,107	.094	
						지원	3,485	4,672	1.248	

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

## 6. 정부지원사업 유형에 따른 성과 차이 분석

정부지원 사업의 유형에 따른 성과 차이 분석을 위해 자동화-스마트 공장 지원사업에 대한 각 유형별 성과의 차이를 분석하였다. 〈표 9〉는 정부 지원사업의 유형에 대한 구분이다.

〈표 9〉 지원사업 유형 구분

지원사업 유형	스마트 지원	자동화 지원
1 유형	없음 : 0	없음 : 0
2 유형	있음 : 1	없음 : 0
3 유형	없음 : 0	있음 : 1
4 유형	있음 : 1	있음 : 1

정부지원사업의 지원기업과 비지원 기업간의 사업유형별 성과차이를 비교하기 위해 정부의 재정지원을 받은 당해년도(T)부터 ~ 2년 (T+2) 시점까지 구분하여 ANOVA분석을 수행하였다. 당해년도(T) 시점에서 지원사업 유형별 성과 차이를 분석한 결과 매출액부가가치율은 5%, 연구개발비율은 1%수준에서 통계적으로 유의하게 나타난다.

〈표 10〉 당해연도(T) ANOVA 분석결과

T(당해연도)	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
매출증가율	2732.244	3	910.748	.376	.771
매출액영업이익율	177.070	3	59.023	.857	.462
유동비율	374140.574	3	124713.525	.535	.658
매출액부가가치율	3292.422	3	1097.474	5.041**	.002
연구개발 비율	226.256	3	75.419	12.122***	.000

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

〈표 10-1〉 유형별 다중비교 분석 결과

T(당해연도)	종속변수		평균차이(I-J)	표준오차	유의확률
	(i)재정 지원유형	(j)재정 지원유형			
매출액부가가치율	1	2	2.70092**	.83310	.007
		3	7.20144	3.48980	.165
		4	3.19867	3.31199	.769
	2	1	-2.70092**	.83310	.007
		3	4.50052	3.56430	.587
		4	.49775	3.39040	.999
	3	1	-7.20144	3.48980	.165
		2	-4.50052	3.56430	.587
		4	-4.00278	4.79369	.838
	4	1	-3.19867	3.31199	.769
		2	-.49775	3.39040	.999
		3	4.00278	4.79369	.838
연구개발 비율	1	2	-.67368***	.14084	.000
		3	-1.97909**	.58995	.004
		4	-1.08409	.55989	.213
	2	1	.67368***	.14084	.000
		3	-1.30541	.60255	.133
		4	-.41041	.57315	.891
	3	1	1.97909**	.58995	.004
		2	1.30541	.60255	.133
		4	.89500	.81038	.687
	4	1	1.08409	.55989	.213
		2	.41041	.57315	.891
		3	-.89500	.81038	.687

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

정부지원사업 유형별 차이 발생 원인을 분석하기 위해서 다중비교 사후검정을 실시하였고 매출액 부가가치율의 경우에는 제1유형(지원없음)이 제2유형(스마트지원)보다 5% 유의확률수준에서 더 유의하게 높은 것으로 나타났다. 연구개발 비율의 경우에는 반대로 제2유형(스마트지원)이 제1유형(지원없음) 보다 1% 유의확률 수준, 제 3유형(자동화지원)이 제1유형(지원없음) 보다 5% 유의확률 수준에서 더 높은 것으로 나타났다.

2차년도(T+2) 시점에서 지원사업 유형별 성과 차이를 분석한 결과 매출증가율은 10%, 매출액부가가치율은 10%수준에서 통계적으로 유의하게 나타난다.

〈표 11〉 2년후 (T+2) ANOVA 분석결과

2년후(T+2)	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
매출증가율	8081.234	3	2693.745	3.389*	.017
매출액영업이익율	169.510	3	56.503	.218	.884
유동비율	884830.091	3	294943.364	1.723	.160
매출액부가가치율	2420.019	3	806.673	3.200*	.022
연구개발 비율	180.854	3	60.285	2.315	.074

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

매출액 증가율의 경우에는 10% 유의확률로 제2유형(스마트지원)이 제1유형(지원없음) 더 높은 것으로 나타났고 매출액 부가가치율은 10% 유의확률로 제1유형(지원없음)이 제2유형(스마트지원) 보다 더 높은 것으로 나타났다.

분석결과 매출액 증가율과 연구개발 비율은 스마트 공장 지원이 자동화 지원보다 더 효과가 높은 것으로 나타났고 매출액 부가가치율의 경우에는 정부지원이 없는 비지원 기업들이 더 높게 나타났다. 이는 성향이 생산성, 안정성을 추구하는 기업의 경우 정부지원을 오히려 받지 않은 가능성이 높은 것으로 추정된다. 매출액 증가율은 스마트 공장 지원의 경우 2년 이후에 그 성과가 나타나 정부 지원 사업의 경우 어느 정도 시차가 발생하는 것으로 밝혀졌다. 따라서 중소기업의 혁신역량 강화를 위한 자동화-스마트공장 지원사업의 경우는 단기적으로 매출과 이익에 직접적인 영향을 주기 보다는 연구개발 비율 등과 같은 매개 변수의 증대를 통해 장기적인 경영성으로 이어지는 것으로 나타났다.

하지만 정부사업 특성상 성과중심의 당해연도 사업 종료의 우선시 되는 문제점을 가지고 있다. 분석 결과에서도 확인 할 수 있듯이 자동화 정부지원 효과는 일정기간 이후에 나타나며 일부 공정보다는 전체 공정에 대한 지원이 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 기대된다. 스마트 공장 지원사업은 중소기업의 혁신성 강화를 통해 성장성에도 긍정적인 역할을 주는 효과적인



〈표 11-1〉 유형별 다중비교 분석 결과

2년후(T+2)	종속변수		평균차이(I-J)	표준오차	유의확률
	(i)재정 지원유형	(j)재정 지원유형			
매출액증가율	1	2	-4.92362*	1,59198	.011
		3	-.42373	9,98381	1,000
		4	-9.52373	11,52387	.842
	2	1	4.92362*	1,59198	.011
		3	4,49989	10,07947	.970
		4	-4,60011	11,60683	.979
	3	1	.42373	9,98381	1,000
		2	-4,49989	10,07947	.970
		4	-9,10000	15,22697	.933
	4	1	9,52373	11,52387	.842
		2	4,60011	11,60683	.979
		3	9,10000	15,22697	.933
매출액 부가가치율	1	2	2,60464*	.89650	.019
		3	6,19325	5,62225	.689
		4	-1,32758	6,48950	.997
	2	1	-2,60464*	.89650	.019
		3	3,58861	5,67611	.922
		4	-3,93223	6,53623	.932
	3	1	-6,19325	5,62225	.689
		2	-3,58861	5,67611	.922
		4	-7,52083	8,57486	.817
	4	1	1,32758	6,48950	.997
		2	3,93223	6,53623	.932
		3	7,52083	8,57486	.817

\*\*\*, \*\*, \*는 각각 1%, 5%, 10%에서 통계적으로 유의미함을 나타낸다.

사업임을 확인할 수 있다. 정부의 자동화 및 스마트 공장 지원사업은 단기적 성과 보다는 장기적 관점에서는 계획 수립과 사후관리 체계의 구축이 필요하며, 세계적 트렌드에 무조건 적으로 따라가기 보다는 현재 상황에 대한 정확한 분석을 통해 적절한 예산 분배와 개선전략 도출을 통한 사업의 재구성이 필요해 보인다.

## V. 결론 및 시사점

글로벌 선진국 기업들은 제조현장의 스마트화를 국가 및 산업 경쟁력 확보의 혁신기반 기술로 인식하고 있다. 새로운 가치 및 수익 창출의 원동력으로 삼고 이에 대한 전략을 수립하고 있다. 우리 정부도 제조현장의 자동화, 스마트화 지원 등 다양한 형태의 혁신을 수행하고 있다. 그러나 여전히 탁상공론에서 벗어나지 못하고 있다는 비판과 함께 구체적인 정책도 정부 예산지원 외에는 가시적이지 못한 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 상황에서 본 연구에서는 정부에서 지원하는 자동화 및 스마트화 지원사업의 수혜여부가 중소기업의 기업성과에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 효과분석 실시하였다. 자동화, 스마트화 지원사업을 분리하여 정부지원 시작연도, 종료 후 기간 등 몇가지 기준에 따라 자료를 세분화하여 연구모형을 설정하고 정부지원의 순효과에 대한 추정이 왜곡될 가능성을 최소화 하고자 성향점수매칭 방법을 이용하여 모집단을 구성하여 실증분석을 수행하였다.

실증분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 스마트화 지원사업을 통해 매출액 증가율과 연구개발비율이 증대 효과가 있음을 확인하였다. 지정기업의 2년 후 매출액 증가율이 통계적으로 유의하게 비지원 기업보다 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 정부지원이 중소기업의 매출액에 영향을 미치는데 어느 정도 시차가 발생하는 것으로 추정되며 정부지원사업이 실질적인 효과가 있음을 보였다. 둘째, 자동화 지원사업의 경우는 연구개발비율 증대가 있음을 확인하였다. 일반적으로 수작업 공정을 자동화설비로 대체하는 사업의 특성상 매출액 증대 효과가 크게 나타날 것이라 예상했던 것과는 다르게 분석결과 지원사업의 효과가 미흡한 것으로 나타났다. 원인에 대한 명확한 설명은 어려우나, 중소기업은 재정적인 어려움으로 제품생산을 위한 전체 공정 중 일부 공정에 대한 자동화 가 이루어진다는 한계점이 존재하며, 생산성 향상, 품질개선 등 경영성과 향상을 위해서는 전체 공정의 자동화가 필요해 보인다. 또한 정부지원금과 민간매칭 비율에 대한 조정을 통해 기업의 성장성, 수익성 확보를 위한 사업체계의 재구성이 필요 할 것이다. 이상의 결과를 종합하면 단기적으로 중소기업의 기업성과(매출액과 영업이익 등)에 직접적으로 영향을 주기보다는 연구개발 비율 등과 같은 매개변수의 증대를 통해 장기적인 매출 증대로 이어지는 것을 예상할 수 있었다. 셋째, 그러나 부가가치율의 경우에는 재정 지원이 없는 경우가 있는 경우보다 더 높게 나타나는 것으로 확인되었다. 그 이유는 정부지원사업에 참여하기 위해서는 민간의 매칭비율에 따른 장비투자비가 발생하게 된다. 일시적으로는 비지원기업이 부가가치율이 높게 나타날 수 있지만, 설비는 구축이후 10년 이상 사용이 가능하므로 장기적으로는 지원기업의 부가가치율이 높아 질 것으로 추정해 볼 수 있으므로 장기간 변화에 대한 관찰이 필요할 것이다.

본 연구는 현재 수행되고 있는 정부지원사업의 대상으로 중소기업의 경영성과에 관련된 지표의

변화를 적용함으로써 실효성에 직접적으로 접근했다는 점에서 의미를 가진다. 이론적으로 기존 선행조사들과 다르게 정부지원사업 중 R&D 지원 중심의 효과분석이 아닌 중소기업들의 혁신역량 강화를 위한 자동화-스마트공장 구축지원을 통한 지원사업에 대한 효과분석이 이루어진 것에 차이점이 존재한다. 실무적으로는 분석결과를 바탕으로 사업 관리기관 담당자들에게 신규예산 확보의 필요성, 사업 방향성, 전략 마련 등 실적위주의 무조건적인 지원이 아니라 중소기업에 필요한 부분에 대한 정확한 진단과 성과분석을 통해 효율적인 자동화-스마트화 지원사업의 개선방안을 모색하는데 유용한 기초자료 및 정책수립 과정에서도 유익한 정보로 활용될 수 있을 것이다.

국내 중소기업은 자원과 역량의 한계로 기술혁신을 위한 투자가 제한적이므로 다양한 정부 지원을 필요로 한다. 중소기업의 현실에 맞도록 무조건적인 지원이 아닌 일부공정에서 전체 공장으로서의 자동화 체계 구축을 통해 스마트 공장 인프라를 준비하고 기업들에게 효율적인 스마트 공장이 가능할 수 있도록 단계별 지원체계가 필요할 것이다. 또한 기업특성과 규모에 따른 정확한 기준을 확립하고 민간매칭 비율에 대한 조정과 지원대상 확대를 통해 전체 중소기업의 경쟁력 강화를 위한 정부와 관리기관의 지속적인 노력이 필요하다. 기업들 역시 무조건적인 지원만을 바라는 것이 아니라 위기극복과 경영성과 향상을 위해 기업특성에 맞는 사업에 참여하고 효과를 극대화하기 위한 준비와 노력이 필요할 것이다.

본 연구의 한계 및 향후 연구 방향을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 분석대상을 넓힐 필요가 있다. 자동화 지원사업의 경우 2013년에 처음 시작하여 예산상의 문제로 참여기업의 표본수가 2017년 현재 약 120개사로 표본수가 적고 기타 재무자료를 통합하는 과정에서 당초 자료에서 관측치가 많이 감소한 아쉬움이 존재한다. 종단적인 연구를 위한 데이터 수가 부족하여 분석에 어려움을 겪었던 자동화 지원사업의 경우도 향후 데이터가 축적되면 계량분석을 확대해볼 필요가 있다. 둘째, 모든 성과 지표의 시차가 2~3년간의 짧은 기간이어서 장기적인 인과관계 파악에 한계가 있다. 따라서 보다 긴 시계열자료를 사용하여 정부지원사업의 효과가 장기적으로 지속 또는 변화 되는지에 대한 추가적 분석이 필요할 것이다. 셋째, 기업들의 재무재표상에 명시되어 있는 재무 성과만을 분석하고 있기 때문에 기업들간의 파급효과의 가능성은 전혀 고려하지 못하고 있다는 단점이 있다. 파급효과를 제대로 고려하려면 거시적, 환경변화, 시장상황 등을 고려할 만한 변수를 도출하여 추가적 분석이 필요할 것이다.

## 참고문헌

- 김용운·정상진·유상근·차석근 (2016), “스마트 공장 국제 및 국내 표준화 동향”, 「정보와 통신」, 31-47.

- 김호·김병근 (2012), “정부보조금의 민간연구개발투자에 대한 효과분석”, 「기술혁신학회지」, 15(3): 649-674.
- 김홍규 (2013), “PSM과 DID의 순차적 적용을 통한 정부지원사업의 효과성 분석”, *Information Systems Review*, 15(3): 141-149.
- 고광환 (1992), “공장자동화도입과 개선방안”, 「대신대학 논문집」 사회과학편, 12: 91-124.
- 권남훈·고상원 (2004), “기업 R&D 투자에 대한 정부 직접 보조금의 효과”, 「국제경제연구」, 10(2): 157-181.
- 권준화·이성봉 (2016), “독일 인더스트리 4.0의 중소기업에 대한 도입 사례 분석과 시사점”, 「한독경상학회」, 34(3): 37-55.
- 노용환·송치승 (2014), “중소기업지원형 R&D 사업의 성과에 관한 연구”, 「한국산업경제학회」, 27(6): 2403-2429.
- 이의영·김경환·신범철 (2009), “기술개발 지원 정책이 기업성장에 미치는 효과”, 「e-비즈니스 연구」, 10(4): 367-389.
- 이현정·김용진·임정일·김용운·이수형 (2016), “스마트공장 구축을 위한 현장실태 및 요구사항 분석”, 「한국정밀공학학회지」, 34(1): 29-34.
- 윤윤규·고영우 (2010), “정부 R&D 지원이 기업의 성과에 미치는 효과 분석 : 동남권 지역산업 진흥사업을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 19(1): 31-53.
- 융합연구정책센터 (2017), “융합기술 R&D 조사·분석”, 서울 : 융합연구정책센터.
- 송종국 (2007), “R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석”, 서울 : 과학기술정책연구원.
- 정태석 (2016), “스마트 팩토리 사례를 통한 성공적 공장 융합 자동화 방안 도출”, 「한국융합학회지」, 7(1): 189-196.
- 차석근 (2016), “스마트공장 표준화 동향과 시스템 구조”, 「전자공학회지 특집」, 43(6): 465-471.
- 한국생산성본부 (1994), “국내 공장자동화 현황조사 보고서”, 서울 : 한국생산성본부.
- 한국은행 (2017), “2016 기업경영분석”, 서울 : 한국은행.
- Almus, M. and Czarnizki, D. (2003), “The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 21(2): 226-236.
- Busom, I. (2000), “An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies”, *Economics of Innovation and New Technology*, 9(2): 111-148.
- Carboni, O. A. (2011), “R&D Subsidies and Private R&D Expenditures: Evidence from Italian Manufacturing Data”, *International Review of Applied Economics*, 25(4): 419-439.

- David, P. A., Hall, B. H. and Toole, A. A. (2000), "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence", *Research Policy*, 29(4): 497-529.
- Lach, S. (2002), "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel", *Journal of Industrial Economics*, 50(4): 369-390.
- Lee, C. Y. (2011), "The Differential Effects of Public R&D Support on Firm R&D: Theory and Evidence from Multi-Country Data", *Technovation*, 31(5): 256-269.
- Loof, H. and Heshmati, A. (2005), "The Impact of Public Funding on Private R&D Investment. New Evidence from a Firm Level Innovation Study", *Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation*, 6: 2-26.
- Wallsten, S. J. (2000), "The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D: the Case of the Small Business Innovation Research program", *The RAND Journal of Economics*, 31(1): 82-100.

---

#### 강정석

현재 한국생산기술연구원 연구원으로 재직 중이며, 성균관대학교 기술경영학과 박사과정에 재학 중이다. 관심분야는 기술정책, 기술사업화 등이다.

---

#### 조근태

현재 성균관대학교 시스템경영공학과/기술경영전문대학원 교수로 재직 중이다. 관심분야는 기술경영, 연구개발관리 등이다.