

Analysis of the Effectiveness of Government Support Project of Excellent Manufacturing Innovation Companies from the Perspective of Growth Ladder

Chan-Woo Jeong* · Hae-Soo Lee* · Byoung-Gi Kim** · Myung-Jun Oh***†

*Korea Marine Equipment Research Institute

**Mersen Korea Co., Ltd

***Organic Materials and Textile Engineering, Jeonbuk National University

성장사다리 관점에서의 우수제조혁신기업의 정부지원사업 효과성 분석

정찬우* · 이해수* · 김병기** · 오명준***†

*한국조선해양기자재연구원

**메르센코리아

***전북대학교 유기소재섬유공학과

Recently, the government has provided support such as entering new markets, expanding sales channels, and supporting manpower, not just in the form of funding, to efficiently and effectively support limited national resources to improve corporate performance. In this study, we tried to find out the effect of government support for companies that have benefited from the Excellent Technology Research Center Project (ATC Project) and the World Class 300 project using propensity score matching. As a result of the analysis, the effect of government support for the ATC project became visible after the appointment period, while the effect of the World Class 300 project was insignificant. This means that when the size of the company is small, the effect of government support is more pronounced. This suggests that in order to maximize the effectiveness of government support, appropriate national policy interventions such as government innovation funding are needed when the size of the company is small. In this study, differences in the timing, performance indicators, and company size of policy support effects were found in the growth stage of a company from a mid- to long-term time series perspective, suggesting that support policies based on this need to be adjusted and redesigned.

Keywords : Propensity Score Matching, Advanced Technology Center, World Class 300, Growth Ladder, Innovative Manufacturing Company

Received 24 July 2023; Finally Revised 20 August 2023;

Accepted 24 August 2023

† Corresponding Author : mjoh@jbnu.ac.kr

1. 서론

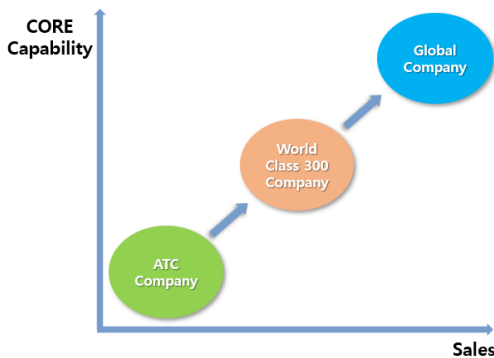
1.1 연구배경

정부는 중소기업이 기술적, 경제적으로 직면하고 있는 구조적 문제를 효과적으로 해결하기 위해 다양한 중소기업 지원정책을 시행하고 있다. 현재까지의 기업에 대한 지원정책은 대부분 자금지원 형태로 이루어져 왔다. 최근 한정적인 국가재원을 효율적이고 효과적으로 지원하여 기업의 성과를 제고하기 위하여, 단순한 자금지원뿐만 아니라 신시장 진출, 판로확대, 인력지원 등으로 확대하여 시행하고 있다.

우수기술연구센터사업(ATC 사업)과 World class 300 프로젝트는 우수한 기술력과 성장잠재력을 갖춘 중소기업을 대상으로 연구개발 및 시장진출을 지원하고, 국가 산업 및 경제에 기여할 수 있는 기업을 육성하는 대표적인 사업이다. ATC 사업은 제조혁신기업의 성장사다리의 한 축을 담당하는 사업이다. 중소기업 부설연구소의 R&D 역량의 향상을 목적으로 하며, 기업의 혁신역량 강화와 질적 성장을 목표로 산업을 주도할 수 있는 핵심 주체로 자리 잡도록 지원하는 사업이다. World Class 300 프로젝트는 정해진 심사를 거쳐 기업을 선정 후 기술개발을 중심으로 글로벌 마케팅, 금융, 인력 등을 패키지 형태로 기업의 수요에 따라 맞춤형으로 지원하는 사업이다. 이러한 World Class 300 프로젝트는 기업의 매출, 영업이익, 연구개발투자, 자기자본이익 등에 긍정적인 영향을 미친다[14].

ATC 사업과 World Class 300 프로젝트는 지원정책의 우수성을 인정받아 다음 단계인 ATC+ 사업과 World Class 300+ 사업으로 연속하여 지원되고 있다.

본 연구에서는 정부의 대표적인 혁신지원사업인 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 복수 수혜를 받은 기업들에 대한 정부 지원효과를 살펴보고자 하였다. 두 사업



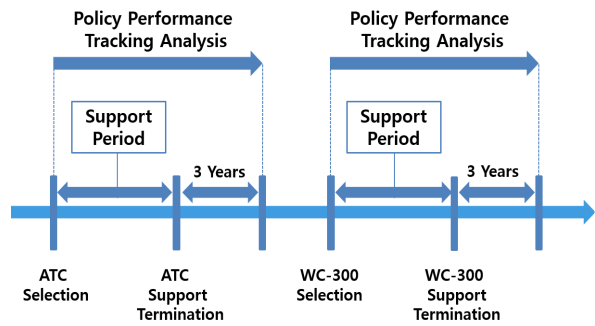
<Figure 1> Corporate Growth from a Growth Ladder Perspective

을 순차적으로 복수 수혜받은 기업들의 성장률 분석을 통해 성장사다리로서의 정부지원의 효과와 중요성에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

<Figure 1>은 성장사다리 관점에서 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 순차적 복수 수혜를 받은 기업의 성장 과정을 나타낸 모식도이다.

1.2 연구목적

ATC 사업과 World Class 300 프로젝트에 선정된 기업은 각각 518개, 288개이며, 두 지원사업을 순차적으로 복수 수혜 받은 기업(68개)을 대상으로 재무 데이터(매출액, 영업이익, 순이익, 고용, 총부채, 총자본금)에 따른 정부 지원의 효과를 비선정기업들과 비교·분석하였다. 이를 통해 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 순차적 지원에 따른 성장사다리적 관점에서 정부지원의 효과성과 기업 성장을 위한 정부 지원정책 방향에 대한 시사점을 얻고자 하였다. 또한 일회성이 아닌 복수 수혜를 받은 기업들을 중장기적인 관점에서 정부 정책사업 지원 후 성과의 발현시기와 성장행태를 분석하고자 하였다. 본 연구에서는 혁신성과 성장성이 우수한 기업의 정부지원을 통한 성장행태를 알아봄으로써 정부지원이 기업의 성장사다리로서의 지원 목적을 달성할 수 있도록 도움을 주고자 한다.



<Figure 2> Schematic Diagram of Policy Performance Analysis

2. 선행연구 고찰

2.1 정부 지원 효과에 대한 선행연구

대다수의 선행연구는 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 중 한 가지 지원사업의 수혜기업들에 대한 효과성을 분석하였다. 또한 단기적 관점에서 그 효과성을 분석하였으며, 복수 수혜기업의 중장기적 관점에서 진행한 연구는 거의 찾아볼 수 없다.

중소기업을 위한 정부의 시장개입 효과와 관련된 선행 연구들은 정부지원을 통해 기업의 경영성과 변화를 관찰하거나 고용창출과 같은 사회적 성과 중심의 분석에 집중하였으며, 대부분 자금지원을 통한 생산성 변화 또는 경영

성과에 주목하고 있다[2]. <Table 1>은 정부지원의 성과를 분석한 선행연구들의 연구주제, 표본, 연구방법 등을 정리한 표이다. 대부분의 선행연구에서 정부 지원이 기업의 재무적 성과에 유의한 영향을 미치고 있다고 보고하고 있다.

<Table 1> Precedent Study on the Performance Analysis of Government Support

	Title	Author	Research method	Research Contents
1	The Effect of Government Support according to the Form of Support for SMEs: Based on the World Class 300 Enterprises	Yoon et al. [18]	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)	Analyzing the impact of government R&D support and global marketing support on corporate financial performance and presenting policy implications
2	A Study on the Effect of Government Intervention in Market for Promoting Small and Strong SMEs: An Application of Logic Models to World Class 300 Project	Chang[3]	ANOVA, Scheffe, Regression Analysis	Analysis of the effect of government intervention in the market through the relationship between technology development, management performance, and job creation in the R&D sector directly related to the growth potential of SMEs
3	Performance Analysis of Support Policies for Small and Medium-sized Enterprises: Focusing on the World Class 300 Project	Choi et al.[4]	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)	Analysis of the actual performance of the project by analyzing how the effects of government support vary over the years and comparing the performance between the eliminated and selected companies
4	Earning Quality of Firms Selected as World Class 300 Project	Gong[8]	Difference In Difference (DID), Regression Analysis	Analysis of accounting profits of companies selected as WC-300 companies in terms of profit quality
5	The Impact of Supporting Policies in the Technological Innovation of the firm in the Service Industries	Kim[11]	Logistic Regression	Empirical analysis of the policy effects of government support on technological innovation in the service industry and the impact of corporate characteristics and industrial and market characteristics
6	The Effect of Government Innovation Support Policy in the Market Competition Environment	Kim[10]	Logistic Regression	Analysis of whether the effectiveness of the government's technological innovation support policy is influenced not only by the characteristics of the company but also by the degree of competition in the market in which the company is located
7	The Impact of Government Technology Development Assistance Policy on the Innovation of SMEs: Focusing on the Gyeongbuk Region	Kim et al. [12]	Integrated Crossing Time series analysis	Analysis of the Impact of the Government's Regional Innovation Support Policy on Technological Innovation of Local Small and Medium Businesses in the Knowledge Information Society
8	The Impact of Government R&D Support on R&D Efficiency of Enterprise : Based on the World Class300 Enterprises	Yoon et al. [19]	Data Envelopment Analysis, Malmquist Index	Analysis of the relationship between R&D support by the government and R&D efficiency of beneficiary companies
9	A Study of the Effects of Government R&D Support on Product Innovation in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs): Focusing on the Moderating Effect of Firm Characteristics	Choi[5]	Logistic Regression	Analysis of the Impact of Government R&D Support on Innovation Performance of Small and Medium Enterprises
10	Achievement Characteristic Analysis for Large Scale Government R&D Projects Focusing on 21st Century Frontier R&D Program	Gwon et al. [6]	One-way ANOVA	Analysis of Factors Influencing the Performance of Frontier R&D Projects in the 21st Century
11	Evaluating Effectiveness of a Government Supporting Program through Sequential Applications of PSM and DID	Kim[9]	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)	Analysis of the number of employees, the number of people injured, and the amount of disaster loss in the beneficiary and non-beneficiary workplaces of the Clean Workplaces Construction Support Project
12	Analysis on the effect of government R&BD support in nano convergence industry : Focus on Nano-Convergence 2020 Program	Oh et al. [15]	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)	Analysis of the effectiveness and performance factors of the support project by comparing and analyzing beneficiary and non-beneficiary companies of the Nano Convergence 2020 project

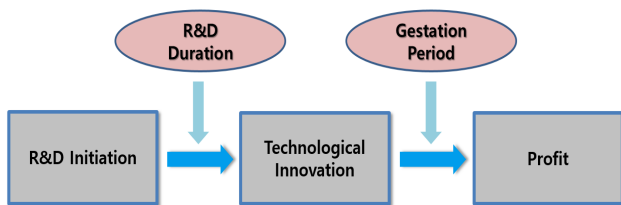
특히 Yoon et al.[18]의 연구에 따르면, 정부 R&D 지원을 받은 수혜기업은 비수혜기업에 비해 매출액 증가율이 높고, 자기자본이익률 증가도 높다고 분석하였다. 또한 Choi et al.[4]의 연구에 따르면 정부 지원 수혜기업은 비수혜기업보다 고용인원에 있어서 높은 증가율을 나타낸다고 분석하였다.

반면 정부의 R&D 지원이 기업에 유의한 영향을 미치지 못한다고 분석한 선행연구들도 있다. Kim and Hwang[13]은 정부의 기업에 대한 지원은 수혜기업의 지속적 성장과는 연관성이 약하며 오히려 수혜기업의 실적 개선 없이 장기적으로 위험회피성향을 증가시키고 이자부담의 증가를 초래해 좀비기업을 증가시킬 수 있다고 분석하였다. 또한 Whang and Lee[17]는 국가의 연구개발 지원은 유형자산·마케팅·인적자산 투자에 기여하고 있으나, 매출, 부가가치, 영업이익 증대에는 효과가 없거나 감소한다는 결과를 얻었다.

2.2 연구개발 회임기간에 대한 선행연구

Griliches[7]는 연구개발로 인한 이익은 자원의 투입과 경제적 성과 등 산출이 동시적이지 않고 일정 시차(Time Lag)가 경과되어야만 비로소 산출된다는 특징을 가진다고 언급했다. 연구개발 투입과 성과의 산출 시차는 연구개발 유형 및 기술개발의 대상 등에 따라 상이하다. 기업의 연구개발이 제품 제작, 판매를 거쳐 이익 발생까지 도달하기 위해서는 충분한 시간이 필요하다. Seo and Jeong[16]은 연구개발에 대한 투자가 이루어지고 경제적 편익 또는 효과가 발생하기까지의 시간적 지연을 회임기간으로 정의하였다. R&D 회임기간은 사업화 기간 또는 R&D 소요기간과 이익 회임기간의 합으로 표현될 수 있다[16].

<Figure 3>은 정부 지원을 받고 기술혁신이 일어나기까지의 연구개발 소요기간과 이익이 발생하기까지의 회임기간을 나타낸 그림이다.



<Figure 3> Definition of R&D Duration and Gestation Period

Branch[1]는 시차분포모형을 통해 미국의 7개 산업분야 및 157개 기업의 연구개발투자 시점과 특허등록 시점의 시차가 평균 4년이 소요됨을 보였다. 일본 기업의 경우 평

균 연구개발 투입기간은 2.5년, 회임기간은 2.9년으로 조사되었으며, 한국의 경우 기업의 평균 연구개발 투입기간은 2.1년, 회임기간은 평균 2.4년으로 조사되었다[16]. 위의 연구들에서 알 수 있듯이, 연구개발이 시작되고 그 효과가 발생하기 위해서는 소요되는 시간이 존재한다. 본 연구에서 분석 대상으로 선정된 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 순차적 복수 수혜를 받은 68개의 기업들 또한 정부 지원효과가 발생하기 전까지 회임기간이 존재할 수 있다. ATC 사업은 R&D 중점 지원사업이기 때문에 지원효과가 선정년도 이후보다 지원 종료년도 이후부터 나타날 가능성이 크다. World Class 300 프로젝트는 R&D 지원뿐만 아니라 기술확보, 시장확대, 인력확보, 자금지원, 컨설팅, 고용, 무역투자, 마케팅, 사업화지원 등을 패키지로 지원하기 때문에 ATC 사업에 비해 회임기간이 짧고 그 지원효과가 상대적으로 초기부터 나타날 것으로 추정할 수 있다.

2.3 ATC 사업¹⁾과 World Class 300 프로젝트²⁾

ATC 사업(우수기술연구센터사업)은 기술 잠재력과 시장 경쟁력을 갖추고 있음에도 불구하고 핵심 연구역량을 확보하지 못한 중소·중견기업을 지원하여 산업의 기술혁신역량을 강화하기 위해 추진된 정부지원 사업이다. ATC 사업은 세계일류 상품 개발 및 글로벌 시장 경쟁력 강화를 위해 잠재력 있는 기술을 보유한 기업부설연구소를 발굴해 우수기술연구센터로 지정하고 기술개발자금을 지원함으로써 글로벌 시장을 주도하는 경쟁력을 가진 기업부설 연구소로 육성하기 위하여 지원되었다.

ATC 사업의 지원과제(신규과제와 계속과제의 합)는 2008년을 제외하고 지속적으로 증가하였으며, 정부출연금 지급액의 경우, 사업이 시작된 2003년 이후 꾸준히 증가하여 2017년에는 약 825억 원을 지원하였다. 또한 연도별 총 사업비는 2003년 약 187억 원을 시작으로 2014년의 경우 약 1,349억 원까지 증가하였다. 사업기간동안 518개의 기업부설연구소를 선정하여 R&D 과제를 지원하였고 13,534억 원이 사업비로 투입되었으며, 연평균 약 29개의 신규과제를 선정하여 지원하였다.

중소기업이 중견기업, 더 나아가 대기업까지 성장하는 과정의 일환으로 2011년부터 글로벌 경쟁력을 갖춘 잠재력 있는 기업들을 육성하는 World Class 300 프로젝트가 추진되었다. World class 300 프로젝트는 글로벌 기업으로

1) 본 내용은 경제정보센터(eiec.kdi.re.kr)와 우수기술연구센터협회(http://atca.or.kr)의 자료를 참고해 작성하였음.
 2) 본 내용은 World Class 300 프로젝트 웹사이트(http://www.worldclass300.or.kr)의 자료를 참조해 작성하였음.

의 성장 가능성과 잠재력을 가진 중소·중견기업을 월드 클래스 기업으로 육성함으로써 취약하고 부족한 산업의 중간다리를 강화하고 성장동력을 지속적으로 확보하여 일 자리를 창출하는데 목적이 있는 사업이다[17]. 중소·중견 기업이 월드클래스 기업으로 도약하기 위하여 기업이 필요로 하는 지원(R&D, 기술확보, 시장확대, 인력확보, 자금 지원, 컨설팅, 고용, 무역투자, 마케팅, 사업화지원 등)을 패키지로 공급하고, 기술확보 지원의 경우 세계적인 수준으로의 도약을 위한 핵심 응용 기술 R&D를 지원하였다. 글로벌 리더로의 성장 가능성이 유망한 기업을 선정하여 R&D와 기술개발 결과의 사업화 연계 지원 등을 통해 일련의 성과를 창출한 사업으로 평가되고 있다.

본 연구에서는 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 순차적 복수 수혜를 받은 기업을 대상으로 기업의 성장 단계에 있어서 정부지원에 따른 성과지표별 효과성을 분석하고 이에 따른 정책 대안을 모색하고자 하였다. <Table 2>는 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트를 비교한 표로 사업기간, 사업목적, 선정대상, 선정기업 수에 따라 정리한 표이다.

<Table 2> Comparison of ATC and World Class 300

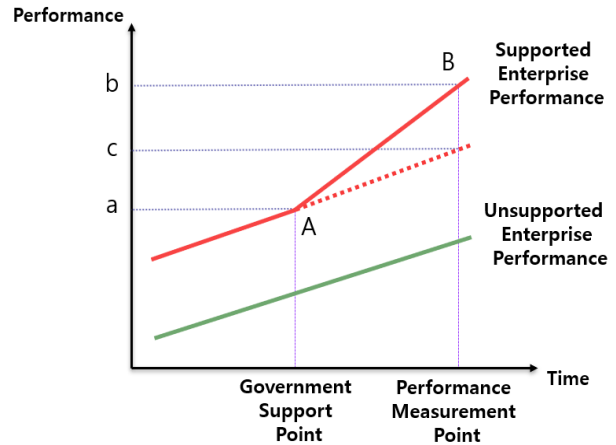
	ATC	World Class 300
Business period	2003~2019	2011~2019
Business Purpose	Advancing industrial technology by settling world-class research institutes	Build world-class companies to fuel sustainable growth and create quality jobs
Selection criteria	(Sales) 10~300 billion won (Export Ratio) more than 5~10% (R&D focus) more than 2~3% (Growth Rate) No restrictions	(Sales) 40~1,000 billion won (Export Ratio) more than 30% or (R&D focus) more than 3% or (Sales growth) more than 15%
Selected Company	518	288

3. 연구모형

3.1 PSM-DID(성향점수매칭-이중차분법)

정부지원 효과를 분석하기 위해서는 수혜기업이 정부 지원을 받지 않았을 경우를 가지고 비교해야 하는데 이러한 가상 성과는 측정이 불가능하다. 따라서 그 성과를 수혜기업과 유사한 특성을 가지는 비수혜기업에서 찾아야 한다[9]. 정부 지원 효과를 제대로 측정하기 위해서는

<Figure 4>의 bc를 측정해야 하지만 수혜기업의 전(A), 후(B) 성과를 단순히 비교하여 ab를 측정하는 경향이 있다.



<Figure 4> Performance Comparison of Government-funded Projects³⁾

이와 같은 문제를 해결하기 위하여 정부 지원효과를 파악하고자 할 때 PSM(Propensity Score Matching, 성향점수매칭) 방식을 활용하여 자신과 유사한 쌍둥이 기업을 찾아 분석을 진행할 수 있다. 정부지원의 성과분석을 위한 다양한 방법들이 존재하는데 PSM 방식은 두 집단 간 비교 연구에서 연구대상을 무작위로 할당할 수 없는 상황에서 인과관계를 추정하는 방법이다. 수혜기업군과 비수혜기업군의 차이를 비교할 때 두 집단의 정부 지원 확률이 같다고 가정하기 위해 성향점수매칭을 활용하고 있다. 이 방식을 활용하면 성향점수 추정에 사용한 변수들의 분포가 유사하게 나타났는지 검토할 수 있고 매칭 결과를 직관적으로 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한, 실험군과 대조군 간의 선택적 편의를 통제할 수 있어 정부지원의 순효과를 찾을 수 있다.

Oh et al.[15]의 연구에서, 정부 지원사업 수혜기업 선정 시 무작위 선택이 아니라 조건에 충족되는 기업들을 우선적으로 선정할 가능성이 높다고 언급했다. 이로 인해 역량이 우수하고 성장이 기대되는 기업들이 우선적으로 정부의 지원을 받고 그렇지 못한 기업들은 지원을 받지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 특성으로 인해 정부의 지원 후 나타나는 성과에 영향을 미칠 수 있게 된다. 이러한 경우 성향점수매칭 방식을 활용하여 정부의 지원을 받지 못한 기업들 중에서 정부의 지원을 받은 수혜기업과 유사한 기업을 찾아낸다. 특성이 유사한 기업 간의 정부 지원

3) <Figure 4>, 정부지원사업의 성과비교(김홍규, “PSM과 DID의 순차적 적용을 통한 정부지원사업의 효과성 분석”, 단국대학교(2013). 수정 재인용).

확률이 같다고 가정하고 이들의 성과를 비교한다. 두 기업의 성향점수가 유사한 값을 갖는다면 두 기업이 정부 지원을 받을 확률이 비슷하다는 것을 뜻하고 이는 앞서 말한 선택편의가 줄어드는 결과를 가져오게 된다.

$$\text{Propensity Score} = \text{PS}(X) = \text{PS}(F=1 | X)$$

어떤 두 기업간의 성향점수가 유사한 값을 가진다는 것은 두 기업이 비슷한 정부지원 확률을 갖는다는 것을 의미하고, 정부지원 비수혜기업 중에서 정부지원 수혜기업의 PS(X)와 같은 기업을 선택하면 선택편의를 해결할 수 있다[15]. 성향점수매칭을 통해 쌍둥이 기업을 매칭한 후에 두 집단 간의 성과의 평균적 효과(Average Treatment Effects on the Treated, ATT)를 비교할 수 있는데 이는 정부지원의 순수 효과로 볼 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta \text{ATT} &= E(Y_1 - Y_0 | F=1) = E[E(Y_1 - Y_0 | F=1), \text{PS}(X)] \\ &= E_{\text{PS}(X)}[E(Y_1 | F=1, \text{PS}(X)) - E(Y_0 | D=0, \text{PS}(X)) | F=1] \end{aligned}$$

이와 같이 성향점수매칭론을 활용하면 선택편의 문제를 해결할 수 있다.

PSM(Propensity Score Matching, 성향점수매칭)과 DID(Difference in Difference, 이중차분법)가 함께 활용되기도 하는데 이중차분법은 관측 불가한 변수로 인해 성과가 과대 혹은 과소평가 될 수 있는 경우에 사용된다. 예를 들어, 팬데믹이나 글로벌 경제 위기 등 외생변수가 성과에 영향을 미칠 수 있는데 이러한 문제점을 해결하기 위해 활용되는 방법이 이중차분법이다. 또한 성과를 타인에게서 찾을 때 자신과 유사한 특성을 갖지만 수혜여부만 차이가 나는 타인을 찾을 때 사용된다. 이중차분은 횡단면 차분과 종단면 차분으로 나뉘는데 횡단면 차분은 그룹 자체의 시간에 따른 변화를 의미하고, 종단면 차분은 그룹 간의 차이를 의미한다. 이중차분은 성과지표를 두 번 차분하여 성과 추정 시 발생할 수 있는 오류를 줄일 수 있게 해주는 방법이다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta \text{ATT} = E_{\text{PS}(X)}[E(Y_{1,t} - Y_{1,t_0} | F=1, \text{PS}(X)) - E(Y_{0,t} - Y_{0,t_0} | F=0, \text{PS}(X)) | F=1]$$

- $Y_{1,t}$ = t시점에서 수혜기업의 성과
- Y_{1,t_0} = 기준시점(t_0)에서의 수혜기업의 성과
- $Y_{0,t}$ = t시점에서 비수혜기업의 성과
- Y_{0,t_0} = 기준시점(t_0)에서의 비수혜기업의 성과

<Table 3>은 정부지원 효과성 분석을 위해 PSM-DID

방법을 활용한 선행연구들을 나열한 표이다.

<Table 3> Previous Study using PSM-DID Method

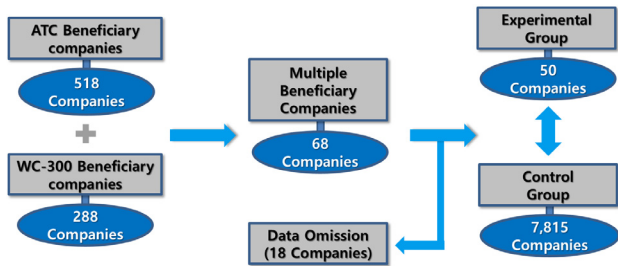
	Title	Author	specimen	research method
1	The Effect of Government Support according to the Form of Support for SMEs: Based on the World Class 300 Enterprises	Yoon et al. [18]	157 companies selected for WC-300	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)
2	Performance Analysis of Support Policies for Small and Medium-sized Enterprises: Focusing on the World Class 300 Project	Choi et al. [4]	(2011-2014) 153 WC-300 selected companies and 279 eliminated companies	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)
3	Earning Quality of Firms Selected as World Class 300 Project	Gong[8]	(2011-2016) 230 Companies Selected as WC-300 Companies	Difference In Difference (DID), Regression Analysis
4	Evaluating Effectiveness of a Government Supporting Program through Sequential Applications of PSM and DID	Kim[9]	(2007-2010) Construction of a clean business establishment Business establishment benefiting from support projects	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)
5	Analysis on the effect of government R&BD support in nano convergence industry : Focus on Nano-Convergence 2020 Program	Oh et al. [15]	89 companies benefiting from Nano Convergence 2020 business, 53,905 companies not benefiting from government R&D business	Propensity Score Matching (PSM), Difference In Difference (DID)

3.2 연구모형 및 표본선정

본 연구는 2003~2021년까지의 KISVALUE 재무데이터를 바탕으로 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 복수 수혜를 받은 68개 기업 중 KISVALUE에서 데이터 누락이 많은 18개 기업을 제외한 50개 기업을 실험군으로 선정하였다. 실험군과 동일한 산업분류코드를 가지는 비수혜기업 7,815개 기업을 대조군으로 설정한 후, 재무지표(매출액, 영업이익, 당기순이익, 고용, 총부채, 총자본금)를 비교·분석하였다.

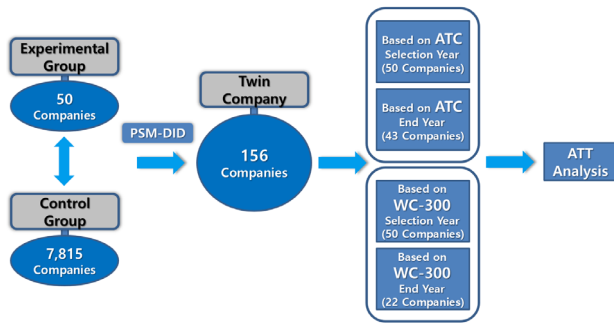
실험군 기업의 ATC 사업 선정 최초연도는 2003년, World Class 300 프로젝트 선정 최종연도는 2018년으로,

정책지원 효과를 확인하기 위해 추적 가능 연도인 2021년도 데이터까지 포함하여 기업 데이터 수집 연도를 2003~2021년으로 한정하여 분석하였다.



<Figure 5> Sample Selection for Financial Indicator Analysis

재무지표 분석에서는 PSM-DID를 활용하여 1:4 매칭을 통해 대조군 7,815개 기업 중 156개 기업을 쌍둥이 기업으로 선정하였으며, 매칭 방법으로는 PSM-DID 방식에서 일반적으로 사용되는 NN(Nearest Neighbor)매칭법을 활용하였다. 쌍둥이 기업을 매칭할 때 1대1 매칭이 타당해 보이나, 기업 수를 늘려 매칭의 정확도를 높이고자 1:4 매칭을 진행하였다. 50개 기업을 매칭시키면 200개 기업이 매칭되어야 하지만, 중복을 허락하여 매칭시켰기 때문에 중복된 기업을 제외하고 156개 기업이 매칭되었다.



<Figure 6> Research Model

ATT 분석에서 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 모두 선정년도 기준 분석과 종료년도 기준 분석의 기업 수가 다르다. 그 이유는 ATC 사업의 경우 선정년도 기준으로는 1~3년 후 기업의 성과 데이터가 모두 존재하지만, 종료년도를 기준으로 18년도 이후에 종료되어 데이터가 충분치 않은 기업과 지원사업이 아직 종료되지 않은 기업이 7개가 있었기 때문이다. 마찬가지로 World Class 300 프로젝트도 선정년도 기준으로는 1~3년 후 기업의 성과 데이터가 모두 존재하지만, 종료년도를 기준으로 18년도 이후에 종료되어 데이터가 충분치 않은 기업과 지원사업이 아직 종료되지 않은 기업이 28개가 있었기 때문에

지원 선정년도와 종료년도의 분석 기업 수가 다르다. 분석은 다음과 같은 순서로 진행하였다.

- ① ATC 사업 선정년도 기준 1~3년 후 성과
- ② ATC 사업 종료년도 기준 1~3년 후 성과
- ③ World Class 300 프로젝트 선정년도 기준 1~3년 후 성과
- ④ World Class 300 프로젝트 R&D 종료년도 기준 1~3년 후 성과

4. 실증분석

4.1 기초통계분석

<Table 4>는 실험군인 50개 기업들과 대조군인 7,815개 기업들의 변수들을 이용해 기초통계량을 분석한 것이다. 분석 항목은 매출액, 영업이익, 당기순이익, 고용인원, 총자본금, 총부채를 포함하였다.

<Table 4> Basic Statistics Analysis

variable	Multiple Beneficiary company (50)	non beneficiary company (7,815)	statistical significance
Sales (Billion won)	156.4	31.5	***
Operating profit (Billion won)	10.5	2.8	***
Net profit (Billion won)	7.6	1.9	***
Employment (Person)	33.2	22.1	***
Total capital (Billion won)	113.1	9.6	***
Total debt (Billion won)	84.5	7.5	***

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

분석 결과 정부지원 복수 수혜기업이 비수혜기업에 비해 매출액, 영업이익, 당기순이익, 고용, 총자본금, 총부채에서 높은 수치를 보이는 것으로 나타났다.

4.2 Probit 분석

<Table 5>는 성향점수 추정을 위한 Probit 분석결과를 보여주고 있다. 매출액, 고용인원, 총부채, 총자본금, 영업이익을 변수로 활용하여 매칭될 수 있도록 처리하였다.

<Table 5> Probit Analysis Results

Variable	Estimation coefficient	Standard error	Statistical significance
Sales (Thousand won, Log value)	0.52921	0.329581	*
Employment (Person, Log value)	0.137794	0.065127	
Total debt (Thousand won, Log value)	0.35512	0.178514	**
Total capital (Thousand won, Log value)	0.320745	0.287465	***
Operating profit(Thousand won, Log value)	0.050745	0.023004	*
Net profit(Thousand won, Log value)	-0.263781	0.24781	
constant value	-3.165565	0.38923	***
pseudo R-squared	0.4085		
Log Likelihood	-489.11873		
LR Chi square statistic	470.23		

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

4.3 성향점수매칭

<Table 6>은 성향점수매칭을 통해 쌍둥이 기업으로 선정된 기업들을 보여주고 있다. 수혜기업들과 비수혜기업들 중 매칭된 기업들의 특성이 유사함을 확인할 수 있다. 이는 성향점수매칭을 통해 유사한 기업들 간 성과를 비교하여 ATC 사업 및 World Class 300 프로젝트의 순효과를 분석할 수 있음을 보여주고 있다.

<Table 6> Propensity Score Matching Results

variable	Multiple Beneficiary company (50)	non beneficiary company (7,815)	statistical significance
Sales (Billion won)	156.4	148.3	
Operating profit(Billion won)	10.5	10.1	
Net profit(Billion won)	7.6	8.2	
Employment (Person)	33.2	25.6	
Total capital (Billion won)	113.1	108.6	
Total debt (Billion won)	84.5	73.6	

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

4.4 ATT 분석

<Table 7>, <Table 8>은 ATC 사업의 지원효과를 분석하기 위해 ATC 사업 선정년도 및 종료년도를 기준으로 1~3년 후의 ATT 분석 결과를 나타내고 있다. ATC 선정년도를 기준으로 매출액 증가율의 경우 1~3년 후에 5%의 유의수준 내에서 유의한 결과를 얻을 수 없었다. 고용 증가율에서는 1년 후 증가율은 1%의 유의수준에서, 2년 후 증가율은 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 영업이익, 당기순이익, 총자본금, 총부채의 1~3년 후 증가율에서 유의한 결과를 얻을 수 없었다.

<Table 7> ATT Analysis Result Table Based on ATC Selection Year

	After 1 Year	After 2 Years	After 3 Years
Sales growth rate(%)	9.1*	10.5	8.2
employment growth rate(%)	8.7***	12.9**	11.7
Operating profit growth rate(%)	8.3	10.7	7.2
Net profit growth rate(%)	7.7	6.7	8.2
Total debt growth rate(%)	20.2	12.5	13.9
Total capital growth rate(%)	9.7*	15.2	12.3

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Observations indicate the growth rate of beneficiary companies compared to twin companies.

<Table 8> ATT Analysis Result Table as of ATC End Year

	After 1 Year	After 2 Years	After 3 Years
Sales growth rate(%)	7.1***	8.5**	10.8**
employment growth rate(%)	6.5***	8.2**	10.2**
Operating profit growth rate(%)	-1.7	8.2	-5.4
Net profit growth rate(%)	4.2	-2.7	7.1
Total debt growth rate(%)	10.2	9.1	5.8
Total capital growth rate(%)	12.7*	14.2	8.3

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Observations indicate the growth rate of beneficiary companies compared to twin companies.

ATC 사업 종료년도를 기준으로 1년 후 매출액 증가율에서는 1%의 유의수준에서, 2~3년 후 매출액 증가율에서는 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 고용 증가율에서는 1년 후 증가율은 1%의 유의수준에서, 2~3년 후 증가율은 5%의 유의수준에서 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 반면 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서는 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 없었다.

ATC 사업 선정년도를 기준으로 정부지원의 효과를 분석한 결과, 고용 증가율에서만 유의한 정(+)의 효과가 나타남을 알 수 있었다. ATC 사업 종료년도를 기준으로 매출, 고용 증가율에서 유의한 정(+)의 효과가 나타남을 알 수 있었다. 이는 ATC 사업이 종료되고 임의의 회임기간이 지난 후에 지원효과가 가시화되고 있다고 추측할 수 있으며, 수혜기업의 성장에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

<Table 9>, <Table 10>은 World Class 300 프로젝트 선정년도와 R&D 종료년도를 기준으로 1~3년 후의 지원효과를 분석한 결과를 나타내고 있다. 선정년도를 기준으로 볼 때 매출액의 1~3년 후 증가율에서 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 없었다. 고용인원 증가율에서는 1년 후 증가율은 1%의 유의수준에서, 2~3년 후 증가율은 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 있었다. 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서는 1~3년 후 증가율에서 유의한 결과를 얻을 수 없었다.

<Table 9> ATT Analysis Results Table based on World Class 300 Project Selection Year

	After 1 Year	After 2 Years	After 3 Years
Sales growth rate(%)	2.7	8.2	-1.5
employment growth rate(%)	5.7***	6.9**	4.9**
Operating profit growth rate(%)	-2.9	7.5	6.7
Net profit growth rate(%)	-4.6	7.1	5.3
Total debt growth rate(%)	7.2	11.7	8.4
Total capital growth rate(%)	10.9	8.4	5.6

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Observations indicate the growth rate of beneficiary companies compared to twin companies.

World Class 300 프로젝트 R&D 종료년도를 기준으로 정부지원의 효과를 분석한 결과 매출액, 고용, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서 유의한 지원효과가 나타나지 않았다.

<Table 10> ATT Analysis Results Table as of the End of World Class 300 Project R&D

	After 1 Year	After 2 Years	After 3 Years
Sales growth rate(%)	1.3	3.7*	-1.4
employment growth rate(%)	2.4	1.8	1.2
Operating profit growth rate(%)	3.3*	-2.7	5.1
Net profit growth rate(%)	6.2	4.7	1.9
Total debt growth rate(%)	8.4	7.1	2.2
Total capital growth rate(%)	5.4	5.6	4.6

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Observations indicate the growth rate of beneficiary companies compared to twin companies.

World Class 300 프로젝트의 선정년도와 R&D 종료년도를 기준으로 정부지원의 효과를 분석한 결과, 선정년도를 기준으로 5% 이내의 유의수준에서 고용 증가율에서만 정(+)의 효과가 나타남을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 World Class 300 프로젝트의 선정이 기업의 고용에 긍정적 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 반면 World Class 300 프로젝트 R&D 종료년도를 기준으로 분석대상 재무지표 6가지 모두에서 유의한 지원효과를 찾을 수 없었다.

ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 선정년도 기준으로는 두 지원사업 모두 고용에서 유의한 정(+)의 효과를 확인할 수 있었지만, 매출, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금에서는 유의한 효과를 확인할 수 없었다. ATC 사업 종료년도와 World Class 300 프로젝트 R&D 종료년도 기준으로는 ATC 사업은 매출과 고용에서 유의한 정(+)의 효과를 확인할 수 있었지만 World Class 300 프로젝트는 유의한 효과를 확인할 수 없었다.

5. 결론

5.1 결론

본 연구는 그동안 중소기업에 대한 정부지원 효과를 알아보기 위한 선행연구들이 주로 일회성, 단기적 지원에 한정되었다는 문제점에서 출발하였다. 이에 본 연구는 기업 성장에 있어 정부지원 효과를 중·장기적으로 살펴보고자 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트에 순차적으로 선정되어 복수 수혜를 받은 68개 기업 중 분석 데

이더 확보가 가능한 50개 기업들의 정책지원 성과를 시계열에 기반하여 분석하였다. PSM과 DID의 순차적 적용을 통해 수혜기업 주변의 환경변화나 수혜기업과 비수혜기업 간의 차이로 인한 영향을 통제하여, ATC 사업과 World Class 300 프로젝트의 선정년도와 R&D 지원 종료년도를 기준으로 정부지원사업의 효과를 살펴보았다.

먼저, PSM/DID 방식을 활용하여 수혜기업의 ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 선정년도 및 R&D 지원 종료년도를 기준으로 고용, 매출액, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금의 지표에 기반한 성과 분석을 실시하였다.

ATC 사업 선정 초기인 선정 후 정책지원 1~3년 차의 경우, 고용 증가율에서 유의한 정(+)의 효과를 확인할 수 있었지만 매출액, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서는 유의한 효과를 확인하지 못하였다. ATC 사업 지원 종료 후 1~3년 차의 경우, 매출액, 고용 증가율에서 유의한 정(+)의 효과를 확인할 수 있었지만 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금, 증가율에서 유의한 효과를 확인하지 못하였다.

또한 World Class 300 프로젝트 선정 초기인 선정 후 정책지원 1~3년 차의 경우, ATC 사업 정책지원 효과의 가시화 경향과 같이 고용 증가율에서 유의한 정(+)의 효과를 확인할 수 있었지만 매출액, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서는 유의한 효과를 확인하지 못하였다. 마지막으로 World Class 300 프로젝트 R&D 지원 종료 후 1~3년 차의 경우, 매출액, 고용, 영업이익, 당기순이익, 총부채, 총자본금 증가율에서 유의한 효과를 확인하지 못하였다.

ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 모두 지원 직후 고용 증가율에서 정(+)의 효과를 확인할 수 있었으며, 이는 기업이 정부지원을 받을 시 고용은 증가하는 경향성을 보인다는 것을 알 수 있다. 기업의 연구개발 활동에 있어 연구인력은 중요한 투입자원 중 하나이다. 이를 통해 정부 지원을 받기 시작하는 연구개발 활동 초기에 고용이 증가할 확률이 높다고 유추할 수 있었다.

또한 매출액 증가의 경우 ATC 사업 정책지원 초기에는 정부 지원효과가 뚜렷이 나타나지 않았지만 ATC 사업 지원 종료 후 정부 지원효과가 가시화됨을 확인할 수 있었다. 이는 기업의 성장단계적 관점에서 매출액의 경우 정부 지원효과는 즉시 나타나지 않고 일정 기간의 회임기간을 거쳐 그 효과가 나타나는 것을 파악할 수 있었다.

ATC 사업과 World Class 300 프로젝트 선정 시의 기업의 규모면에서의 성장과 정책지원 분석결과를 종합하여 볼 때, 정부지원 효과는 기업이 성장하여 규모가 커졌을 때보다 상대적으로 작을 때 더 뚜렷이 발현된다고 할 수 있다.

정부지원의 효과를 극대화하기 위해서는 성장 초기 기

업, 즉 그 기업의 규모가 작을 때 정부의 혁신자금 지원과 같은 적절한 개입의 필요성이 있다. 또한 성장성이 높은 기업들과 그렇지 못한 기업들을 구분하고 정책 설계 과정에서 기업의 경영 및 혁신역량을 전반적으로 고려해야 하며 지원 분야, 방식, 기간 등을 세분화하여 기업의 혁신 성장 유형에 맞는 적절한 지원을 해야 한다. 본 연구에서는 중장기적 시계열 관점에서 기업의 성장단계에 있어서 정책지원 효과의 발현시기, 성과지표, 기업 규모에 따른 차이를 발견할 수 있었으며, 이를 바탕으로 한 지원정책의 조정 및 재설계가 필요하다.

5.2 연구의 한계점

본 연구의 한계점은 첫째, ATC 사업 수혜를 받은 후 World Class 300 프로젝트에 선정된 기업들을 표본으로 하여 비교적 제한된 수의 기업들을 대상으로 연구가 이루어졌다는 것이다. 또한 실험군 기업 중 다수 기업의 재무데이터 누락으로 인해 실험군의 수가 더 적어졌다는 문제점이 있다. 향후 연구에서는 실험군 및 비교군의 수를 충분히 늘려 분석을 진행할 필요성이 있으며, 좀 더 다양한 성과지표 변수를 추가하여 검토할 필요가 있다.

둘째, 수집한 데이터 중 2020년 이후의 데이터는 코로나 팬데믹으로 인한 산업적, 환경적 영향을 크게 받았을 것으로 사료된다. 급격한 금리 변화 및 양적 완화와 같은 사건들이 특정 기업군의 자금 조달력, 부채비율, 매출 등에 영향을 미쳐 정부지원 효과를 왜곡한 분석결과를 나타낼 수도 있다. 향후 연구에서는 경제적 위기, 전 세계적 팬데믹과 같은 사건들이 특정 기업군에만 미칠 수 있는 영향에 대해 고려한 분석이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

셋째, World Class 300 프로젝트의 지원은 이미 기업의 성장이 상당히 진행되었고 자체적 혁신 역량이 높고 혁신투자가 활발한 기업들이 받는 지원으로 구축 효과 등 다양한 원인으로 인한 정책지원의 효과가 뚜렷이 나타나지 않았을 가능성이 있다. 정부의 기업에 대한 지원은 수혜 받는 모든 기업의 성장에 긍정적 영향을 미치는 것을 목표로 하지만 피수혜 기업들 모두 성장하는 것은 아니며 오히려 지원효과가 나타나지 않는 기업들도 존재할 수 있다. 정부 지원을 받고 비약적 성장을 기록하는 가젤형 기업⁴⁾들과 지원효과를 나타내지 못하는 기업들이 혼재해 있어 전체 기업들의 평균적 성장성이 높게 나타날 수 있다. 일부 뛰어난 성과를 가진 기업들이 그렇지 못한 기업들까지 성장한 것처럼 보이게 하는 착시효과를 불러올 수도 있다. 이와

4) 가젤형기업은 매출액 또는 고용자 수가 3년 연속, 평균 20% 이상 지속적으로 고성장하는 기업을 말한다.

더불어 World Class 300 프로젝트는 지원종료 시점이 최근 인 경우가 많아 지원 종료 후 데이터가 충분치 않아 적은 표본으로 분석을 진행할 수밖에 없었다. 향후 연구에서는 표본을 늘려 World Class 300 프로젝트 정책 효과성의 추적 조사 등 본 연구의 부족한 부분을 채워주기를 기대한다.

Acknowledgement

This study has been supported by MOTIE funding program “Advanced Graduate Education for Management of Convergence Technology”.

References

- [1] Branch, B., Research and Development Activity and Profitability: A Distributed Lag Analysis, *Journal of Political Economy*, 1974, Vol. 82, No. 5, pp. 999-1011.
- [2] Chang, H.J., An Analysis on the Effect of Government Supports for the R&D of SMEs: Focused on Technical, Economic, and Social Outcomes, *Journal of The Seoul Association for Public Administration*, 2016, Vol. 26, No. 4, pp. 195-218.
- [3] Chang, H.J., A Study on the Effect of Government Intervention in Market for Promoting Small and Strong SMEs: An Application of Logic Models to World Class 300 Project, *Journal of The Korean Association for Local Government Studies*, 2016, Vol. 20, No. 2, pp. 325-346.
- [4] Choi, J.H., Yoo, S.H., and Cho, H.S., Performance Analysis of Support Policies for Small and Medium-sized Enterprises: Focusing on the World Class 300 Project, *Journal of The Korea Productivity Association*, 2016, Vol. 30, No. 1, pp. 103-132.
- [5] Choi, J.M., A Study of the Effects of Government R&D Support on Product Innovation in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs): Focusing on the Moderating Effect of Firm Characteristics, *Journal of The Korea Institute of Public Affairs*, 2018, Vol. 56, No. 2, pp. 213-248.
- [6] Gwon, J.C., Moon, J.B., Wang, Y.J., and Lee, C.G., Achievement Characteristic Analysis for Large Scale Government R&D Projects Focusing on 21st Century Frontier R&D Program, *Journal of The Korea Technology Innovation Society*, 2012, Vol. 15, No.4, pp. 185-202.
- [7] Griliches, Z, Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth, *Bell Journal of Economics*, 1979, Vol. 10, No. 1, pp. 92-116.
- [8] Gong, K.T., Earning Quality of Firms Selected as World Class 300 Project, *Journal of The Korea Accounting Information Association*, 2017, Vol. 35, No.4, pp. 87-110.
- [9] Kim, H.K., Evaluating Effectiveness of a Government’s Supporting Program through Sequential Applications of PSM and DID, *Journal of The Korea Society of Management Information System*, 2013, Vol. 15, No.3, pp. 141-150.
- [10] Kim, K.A., The Effect of Government Innovation Support Policy in the Market Competition Environment, *Journal of The Korean Association for Comparative Government*, 2019, Vol. 23, No. 4, pp. 283-306.
- [11] Kim, K.A., The Impact of Supporting Policies in the Technological Innovation of the firm in the Service Industries, *Journal of The Korea Association for Local Government & Administration Studies*, 2014, Vol. 28, No. 2, pp. 215-238.
- [12] Kim, S.J., Doh, S.G., and Kim, B.K., The Impact of Technology Development Assistance Policy on the Innovation of SMEs: Focusing on the Gyeongbuk Region, South Korea, *Journal of The Seoul Association for Public Administration*, 2012, Vol. 23, No. 2, pp. 329-357.
- [13] Kim, Y.H., and Hwang, S.W., Empirical Research on the Financial Performance of Firms Supported by Government R&D Programs, *Journal of The Korea Society of Innovation*, 2016, Vol. 11, No.2, pp. 131-154.
- [14] Oh, H.S. and Jung, T.H., A Study on the Economic Effects of Innovative Small and Medium Enterprises in Korea: Focusing on World Class 300 companies, *Journal of The Korea Association for Public Management*, 2017, Vol. 31, No. 3, pp. 75-91.
- [15] Oh, S.H., Park, J.B., and Hwang, W.S., Analysis on the effect of government R&BD support in nano convergence industry: Focus on Nano-Convergence 2020 Program, *Journal of The Korea Society of Innovation*, 2021, Vol. 16, No. 4, pp. 157-188.
- [16] Seo, J.I., Jeong, J.K., Current Status of R&D Meeting Period of Korean Companies Analysis of Effects of Government Support System, *Kistep Weekly Issue*, 2018, pp. 1-33.
- [17] Whang, J.B. and Lee, S.H., The Effects of Innovative Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) Innovation-related Market Strategy on Innovation Persistence,

Journal of The Korea Entrepreneurship Society, 2021, Vol. 16, No. 1, pp. 258-277.

- [18] Yoon, S.P., Chung, Y.H., Han, S.H., and Han, S.J., The Effect of Government Support according to the Form of Support for SMEs: Based on the World Class300 Enterprises, *Journal of The Korea Association of Business Education*, 2021, Vol. 36, No. 3, pp. 29-46.
- [19] Yoon, S.P., Chung, Y.H., and Ko, H.S., The Impact of Government R&D Support on R&D Efficiency of

Enterprise: Based on the WorldClass300 Enterprises, *Journal of The Management Accounting Association of Korea*, 2021, Vol.21, No.1, pp. 91-113.

ORCID

Chan-Woo Jeong | <https://orcid.org/0009-0008-4319-6863>
Hae-Soo Lee | <https://orcid.org/0009-0004-4062-2549>
Byoung-Gi Kim | <https://orcid.org/0009-0007-2828-813X>
Myung-Jun Oh | <https://orcid.org/0009-0005-1110-4395>