

성향점수 분위에 따른 이질적 정책효과 분석*: 소재·부품·장비 R&D지원사업을 중심으로

신경희** · 이희상***

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구 방법
- IV. 분석 결과
- V. 결론 및 시사점

국문초록 : 정책효과를 분석하는데 있어 가장 중요한 이슈 중 하나는 선택편의(selection bias)를 통제하는데 있다. 효율적으로 선택편의를 통제하기 위하여 성향점수 매칭을 통한 이중차분분석(PSM-DID)기법이 널리 사용되어오고 있으나, 이는 수혜집단과 비수혜집단에 포함된 표본들이 집단에 따라 동질적인 정책효과를 지닌다는 과감한 가정을 필요로 한다. 본 연구는 수혜집단 내에서 이질적으로 나타나는 정책효과를 추정해보고자 성향점수 분위에 따라 수혜집단과 비수혜집단을 매칭하여 정책수혜여부에 따른 매출성장효과를 분석하였다. 이를 위하여 2020년 수행된 소재부품장비 R&D지원사업에 참여한 239개 중소기업을 수혜집단으로 선정하였으며, 이들 기업의 성향점수를 산출한 뒤 8개 분위로 나누어 비수혜집단과 성향점수 매칭을 수행하였다. 이후 분위별 이중차분분석을 통해 정책지원으로 인한 매출성장률을 산출하였다. 그 결과 가장 낮은 분위의 집단에서 가장 큰 정책효과가 관찰되었으며, 3개년 매출 성장률과 특허출원건수가 높은 기업집단들이 탁월한 정책효과를 누린 것으로 나타났다. 연구의 결과는 성향점수 분위에 따른 이질적 정책효과 분석기법이 산업정책기획을 위한 수혜기업의 선정기준, 지원범위 등을 조정하는데 효과적으로 사용될 수 있음을 시사한다.

주제어 : 중소기업지원정책, 이질적 처치효과, 성향점수매칭, 소재·부품·장비산업

* 본 논문은 정부(2021년도 과학기술보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021R1F1A1063690).

** 중소벤처기업연구원 선임연구원, 성균관대학교 기술경영학과 박사과정 (ghshin@kosi.re.kr)

*** 성균관대학교 기술경영학과 교수, 교신저자 (leehee@skku.edu)

A study on Heterogeneous Policy Effects Based on Propensity Score Quartiles

Gyeonghee Shin · Heesang Lee

Abstract : This study aims to estimate policy effects that appear heterogeneously within the beneficiary group by matching the beneficiary and non-beneficiary groups based on propensity score quartiles and analyzing the effect of policy benefits on sales growth. To achieve this, 239 SMEs that participated in R&D support program for the manufacturing of materials, components, and equipment in 2020 were selected as the beneficiary group. The propensity scores of these companies were calculated and divided into eight quartiles for matching between the non-beneficiary and beneficiary groups. Subsequently, double difference analysis was used to calculate the sales growth rate attributable to policy support. The study found that the largest policy effect was observed in the lowest quartile group, and companies with high patent application rates and 3-year sales growth rates experienced significant policy effects. These findings suggest that propensity score quartile-based analysis can be effectively utilized to refine the criteria for selecting beneficiary companies and the scope of industrial policy support.

Key Words : SMEs, Heterogeneous Treatment Effects, Propensity scores

I. 서론

정부에서 시행하는 대부분의 기업지원정책은 수혜를 받고자 하는 기업의 자발적인 선택과 심사과정을 통한 기관의 선택을 수반한다. 예컨대, 기업은 매출 성장을 이루고자 스스로 지원정책에 참여하기로 선택할 수 있으며, 심사자들은 지원정책 수혜로 인하여 재무 또는 고용측면에서 뛰어난 성과를 얻을 것으로 예상되는 기업들을 선택할 수 있다. 이렇듯 모집단으로부터 표본을 선택하는 과정이 임의로 이루어지지 않았을 때 선택 편倚(selection bias)가 발생하며, 특히 선택편의로 인하여 독립변수와 종속변수의 상관성이 높아지는 경우 왜곡된 인과관계가 추정될 수 있다(남춘호, 1998).

이에 따라, 정책효과 추정을 위한 연구들에서 선택편倚의 통제가 중요한 이슈로 다루어져왔다(Heckman et al., 1997; 이석원 et al., 2008). 성향점수 매칭을 통한 이중차분분석(Propensity Score Matching with Difference-in-Differences, PSM-DID)은 선택편倚를 수정하기 위하여 널리 사용되는 기법으로, 수혜그룹과 비수혜그룹간의 기본적인 특성이나 편향을 최소화함으로써 두 그룹간 비교에서 발생할 수 있는 왜곡을 줄이는데 중점을 둔다(Caliendo & Kopeinig, 2008; Heinrich et al., 2010). 그러나 전통적인 성향점수 매칭 기법은 단순히 비수혜집단 대비 수혜집단이 지니는 평균적인 수혜효과를 산출하기 때문에 수혜기업들이 정책으로 인해 얻어가는 이익의 다양성을 포착하는데 한계를 지닌다(Rosenbaum & Rubin, 1983).

하지만 정책을 기획 및 조정하는 입안자들의 주요 관심사는 비수혜집단 대비 수혜집단이 지니는 평균적인 정책효과를 넘어 어떠한 특성의 기업들이 정책지원으로 인하여 더 큰 이득을 얻는지, 따라서 어떠한 기업에 지원을 집중하는 것이 보다 효율적일지에 있다. 이를 위해서는 수혜집단의 정책효과가 동질적이라는 가정을 기각하고, 수혜집단 내에서 이질적으로 발생하는 정책효과를 추정하는 접근이 필요하다.

이러한 맥락에서, 몇몇 연구들은 성향점수에 따라 상이하게 나타나는 처치효과를 추정하는 기법을 제안하였다(Brand & Xie, 2010; Spanos, 2021). 예를 들어, Zhou & Xie (2019, 2020)는 성향점수를 기준으로 처치집단과 비처치 집단을 구분하여 각 구간에 따른 처치효과를 분석함으로써 개별 개체나 집단의 성향에 따라 다르게 나타나는 이질적 처치 효과를 관찰하였다. 이 접근법은 산업정책 관점에서 또한 유용하게 활용될 것으로 보이며, 정책 수혜로 인한 이질적 효과를 추정하는 기법은 정책 시행이나 변경으로 인해 유도되는 변화를 관찰하는 데 필수적인 참고 자료가 될 수 있다. 본 연구에서는 이질적

처치효과 추정기법을 산업정책에 적용하여 단순히 정부 지원을 받은 중소기업들의 평균 정책효과를 넘어서, 수혜기업들 중에서도 어떤 특성을 가진 기업들이 정책 개입으로 인해 상대적으로 더 많은 재정적 이득을 얻었는지 살펴보고자 한다.

이를 위하여 2020년 수행된 산업통상자원부의 소재·부품·장비(소부장) R&D지원사업에 참여한 239개 중소기업을 수혜집단으로 선정하였으며, Value-Search (나이스평가정보)에 2019년부터 2022년까지 재무정보가 등록되었으며 소부장R&D지원사업을 수혜받지 않은 중소기업을 통제집단으로 설정하였다. 기업 특성 변수를 기반으로 두 집단의 성향점수가 산출되었으며, 성향점수를 기준으로 8개 분위로 나누어 수혜집단과 비수혜집단을 매칭하였다. 이후 분위별 이중차분분석을 통해 정책수혜로 인한 매출액 증가율을 관찰하였다.

II. 이론적 배경

1. 성향점수매칭을 통한 이중차분 분석

기업지원 정책효과를 분석하는 가장 단순한 방법은 동일 집단이 정책지원을 받았을 때의 성과와 받지 않았을 때의 평균처치효과(Average Treatment Effect)를 계산하는 것이다. 그러나 동일 집단이 정책지원을 받은 동시에 정책지원을 받지 않는 것이 불가능하기 때문에 이것은 소위 인과적 추론의 근본적인 문제를 야기한다(Holland, 1986).

이를 해결하기 위한 차선택은 정책지원을 받은 수혜기업과 비수혜기업의 성과를 비교하는 것이며, 이는 처치집단에 대한 평균 처치효과(Average Treatment Effect on the Treated: ATT)로 알려져 있다. 그러나 ATT의 추정은 또 다른 난제를 지니는데, 바로 수혜기업과 비수혜기업이 무작위로 선별되지 않는다는 점에서 선택편의(Selection bias)의 문제에 노출된다는 것이다(이석원 et al., 2008). 특히 많은 경우 정부의 기업지원사업은 선정과정을 거치면서 작위적으로 선택되고 있으며, 비수혜집단과 특성이 상이한 기업들만이 수혜집단에 속하는 편향이 나타나기 쉽다(표한형 & 최현호, 2018).

선택편의를 완화하는 노력의 일환으로 연구자들은 성향점수를 사용하여 각 처리 그룹과 비처리 그룹 간에 성향이 유사한 개체들을 매칭시킴으로써 편향을 감소시키고자 하였다(Angrist & Krueger, 1991; Caliendo & Kopeinig, 2008). 여기서 성향점수는 개체가

처리 그룹에 속할 확률을 나타내는 지표로, 일반적으로 0에서 1 사이의 값으로 표현되며 1에 가까운 값일수록 해당 개체가 처리 그룹에 속할 가능성이 높음을 의미한다.

그러나 성향점수 매칭 기법은 정책 개입 전과 후의 차이를 고려하지 않기 때문에 정책의 직접적인 효과를 파악하는 데 한계를 지닌다(Heinrich et al., 2010). 이에 반해 이중차분(Difference-in-Differences: DID) 분석법은 시간과 처리그룹 간의 차이를 비교하여 외생적 요인의 효과를 배제하는데 효과적이다. 이에 따라 두 기법을 혼합한 성향점수매칭을 통한 이중차분(Propensity Score Matching - Difference-in-Differences: PSM-DID) 분석 기법이 신뢰성 있는 정책수혜효과를 관찰하기 위하여 널리 활용되어왔다(Heckman et al., 1997; Stuart et al., 2014).

PSM-DID 기법을 활용하여 교육 정책의 효과를 평가한 Angrist & Krueger(1991)의 연구가 크게 주목받은 이후로 PSM-DID는 여러 연구에서 활발히 사용되어왔으며, 시간이 지남에 따라 전통적인 PSM-DID를 개선하고자 하는 노력이 계속되고 있다. 예컨대 Hirano et al(2003)은 성향점수를 그대로 사용하기보다는 비모수적 성향점수 추정치를 역수로 가중화함으로써 보다 효율적으로 평균 처치효과를 추정하는 역확률 가중치(Inverse Probability Weighting)기법을 제안하였다. 또한 성향점수를 매칭하기 위하여 최근접 이웃 매칭(nearest neighbor matching), 커널 매칭(kernel matching), 그리디 매칭(greedy matching) 등과 같은 다양한 기법이 제시되어왔다(Benedetto et al., 2018; Caliendo & Kopeinig, 2008).

2. 성향점수 구간에 따른 이질적 처치효과 추정

전통적인 PSM-DID기법으로부터 변형된 또 다른 접근은 성향점수를 구간화하여 구간에 따라 이질적으로 나타나는 처치효과를 추정하는 방법이며, 이는 처치효과가 처치를 받을 성향에 따라 체계적으로 다를 수 있음을 가정한다. 대표적으로, Xie et al (2012)의 연구는 성향점수 구간에 따른 이질적 처치효과를 추정하는 과정을 세 단계로 나누어 제시한 바 있다. 먼저, 관측가능하며 처치경향과 관련 있을 것으로 예상되는 공변량의 집합(성별, 나이, 소득, 교육수준 등)을 기반으로 처치군의 성향점수를 추출한다. 다음으로, 처치군의 성향점수를 계층화하여 이를 기반으로 대조군의 경향점수를 매칭한다. 마지막으로 처치-대조군의 효과를 비교 수행하여 처치효과를 추정한다.

성향점수의 구간화를 통한 처치효과분석은 여러 학술 분야 중에서도 특히 교육학의 관점에서 활발히 사용되어 왔다(Brand & Xie, 2010; Carneiro et al., 2010; Netz, 2021; Tsai & Xie, 2008; Zhou & Xie, 2020). 이들 연구의 주된 질문은 학생들의 특성들(수학 능력, 가정 환경, 인종, 지역)을 고려하였을 때 대학 진학 가능성이 높은 학생들의 미래 소득이 대학진학 여부에 따라 크게 달라지는지, 혹은 진학 가능성이 낮은 학생들의 미래 소득이 대학진학 여부에 따라 크게 달라지는지 확인하는 것이었다. 관련 선행연구들은 혼재된 분석결과를 제시하였다. 일부 연구는 가장 대학에 입학할 가능성이 높은 학생들이 대학과정으로부터 가장 큰 이득을 얻는 패턴을 발견하였으며, 이는 긍정적 선택(positive-selection)으로 알려져 있다(Carneiro et al., 2003; Heckman et al., 2006). 그러나 다른 연구들은 오히려 대학에 입학할 가능성이 가장 낮은 학생들이 대학과정으로부터 가장 큰 이득을 얻었음을 보고하였으며, 이를 부정적 선택(negative-selection)이라고 한다(Bernardi & Ballarino, 2016; Breen & Jonsson, 2007).

한편, 최근 수행된 Spanos (2021) 의 연구는 공동R&D프로젝트에 참여한 기업들 중 성향점수가 낮은 기업들이 그렇지 않은 기업들에 비해 제품혁신에서 더 큰 이익을 얻었음을 보고하였다. 이는 공동R&D프로젝트의 이질적인 처치효과 추정 결과가 부정적 선택을 지지함을 나타내며, 이러한 추정기법이 교육학의 범주를 넘어 정책 참여에 따른 기업의 이질적인 성장효과를 검토하는데 유용하게 활용될 수 있음을 시사한다. 이에 따라 본 연구에서는 성향점수 분위에 따른 이질적인 처치효과의 추정을 통해 기업지원정책이 어떠한 특성을 지닌 수혜집단에게 특히 더 효과적으로 작용하였는지 탐색해보고자 하였다. 본 연구에서 설정한 수혜기업이 정책지원을 수혜받을 성향과 처치효과의 관계에 대한 두 가지 가설은 다음과 같다.

가설 1: (긍정적 선택) 기업지원정책의 수혜효과는 해당 정책을 수혜받을 성향이 높은 기업들에게서 더 크게 나타날 것이다.

가설 2: (부정적 선택) 기업지원정책의 수혜효과는 해당 정책을 수혜받을 성향이 낮은 기업들에게서 더 크게 나타날 것이다.

위의 가설을 확인하기 위하여 우리는 국내에서 수행된 기업지원정책을 선정하여 해당 정책의 이질적 수혜효과를 성향점수 구간에 따라 추정하였다. 분석 대상사업으로 2020년 수행된 산업통상자원부의 소재·부품·장비(소부장)사업이 선정되었으며, 구체적인 선

정 사유는 다음과 같다. 첫째, 성향점수에 따라 처치집단을 계층화하기 위해서는 충분한 규모의 처치집단의 확보가 필요하였다. 2019년 1조 1,059억원이었던 소부장 지원사업 예산은 2020년에는 2조 725억원으로 큰 폭으로 증가하였으며, 이 중 1조 3,000억원은 소부장 R&D재원으로 편성되어 다수의 기관 또는 기업에 투입된 바 있다. 둘째, 막대한 예산이 투입되었음에도 불구하고 2020년 이후 예산투입의 성과를 정량적으로 실증한 연구는 제한적이다(권세훈 et al., 2023; 최종민 & 황희영, 2022).마지막으로, 정부정책 효과를 관찰하는데 통상적으로 1~3년의 시간지연이 존재한다는 기존의 연구들을 참조하여(Levy & Terleckyj, 1983; 안준모, 2022), 우리는 수혜 이후 2년이 경과한 2022년의 결산 재무데이터가 가용한 현 시점이 2020년도의 R&D지원정책의 수혜효과를 관찰하는데 적절한 시기로 판단하였다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 분석대상기업의 선정

국가과학기술지식정보서비스 (NTIS) 기준 2020년도에 시행된 소부장육성을 위한 R&D 지원사업은 <표 1>과 같다. 데이터의 분석을 위해 SAS9.4가 활용되었으며, 분석 데이터의 통일성을 위하여 기업 규모 및 경영 구조 등의 성격이 상이한 대기업과 중견기업, 그리고 기타 연구기관들은 분석에서 제외되었다. 이에 따라 6개 사업에 관한 609개의 중소기업 지원이력 중 중복수혜를 제거하여 484개 수혜기업을 1차 분류되었다. 이 중 4개년 재정데이터 확보가 가능한 외감기업은 277개였으며, NTIS에서 공개하는 사업자번호 8, 9자리 및 사업체명과 NICE신용정보 데이터의 사업자번호 및 사업체명을 매칭하여 불일치하는 38개 회사를 제외한 239개 기업을 수혜집단으로 확정하였다. 비수혜집단은 외감기업 중 KSIC10 기준 제조업에 종사하는 중소기업이면서 2020년에 소부장사업을 지원받지 않은 약 1만개 기업으로 구성되었다.

<표 1> 소부장 R&D지원사업 (2020년)

세부사업명	수행기관	표본수
소재부품글로벌특자연계 기술개발	한국산업기술평가관리원	10
소재부품기술개발	한국산업기술평가관리원	151
소재부품산업기술개발 기반구축	한국산업기술진흥원	44
소재부품산업미래성장동력	한국연구재단	23
소재부품산업전문가 기술개발사업	한국산업기술평가관리원	5
소재부품장비혁신lab 기술개발사업	한국산업기술평가관리원	6

2. 성향점수 매칭

소부장R&D지원사업을 수혜받을 성향을 수치화하기 위해서는 수혜이전의 시점에서 기업들이 지니는 특성변수들을 근거로 정책지원을 받을 성향점수를 추정해야 한다. 본 연구는 2020년도에 수행된 소부장R&D지원사업의 지원효과를 검증하고자 하므로, 해당 지원사업이 시행된 2020년을 T기로 가정한다면 2019년이 T-1기에 해당한다. 이에 따라 2019년 기준의 기업 특성 변수를 기반으로 성향점수를 추정하였으며, 관련 데이터를 확보하기 위하여 앞서 선정된 분석대상 기업들의 사업자번호를 기준으로 NICE평가정보의 대량 데이터를 활용하여 기업수준의 특성변수들(업력, 종업원수, 매출액, 매출성장률, 종사자성장률, 특허출원, 산업분류)을 병합하였다. 또한 수혜기업의 기술력을 나타내는 변수를 분석 모델에 포함하기 위하여 KIPRIS-plus로부터 출원인의 사업자번호를 기준으로 출원된 특허정보를 제공받아 분석데이터에 포함하였으며, 성향점수 추정에 활용된 기업특성변수들은 <표 2>와 같다.

<표 2> 기업특성변수

변수명	변수설명
업력	2019년도 기준 업력
종업원수	2019년도 기준 상시고용자수

변수명	변수설명
총매출액(log)	2019년도 총 매출액의 로그값
매출성장률	3개년 매출성장률
종사자성장률	3개년 종사자수 성장률
특허출원(5개년)	5개년 누적 특허출원 개수
산업중분류(더미변수)	KSIC10차 중분류

T-1기의 기업특성 변수들을 바탕으로 수혜집단에 속할 조건부 확률인 성향점수를 추정하기 위하여 본 연구에서는 소부장R&D지원사업 수혜여부를 종속변수로 하는 로지스틱 회귀모형을 이용하였다. 성향점수는 다음 식 (1)과 같이 정의될 수 있다.

$$ps(X) = \Pr(Y=1|X) \quad \text{식 (1)}$$

여기서 Y 는 정책지원 여부를 나타내는 더미변수, X 는 배후요인들이 결합된 벡터, ps 는 성향점수를 가리키며, $\Pr(Y=1|X)$ 는 기업특성 변수들을 바탕으로 수혜집단에 속할 조건부 확률을 나타내므로 성향점수가 유사한 값을 지닌 기업들은 정책지원을 수혜 받을 확률 또한 유사함을 의미한다.

다음으로, 각 분위별로 대략 30여개의 표본이 포함될 수 있도록 성향점수에 따라 239개 수혜기업들을 8개 분위로 나눴다. 이후, 수혜집단의 개체와 유사한 성향점수를 지닌 비수혜집단을 매칭하였다. 성향점수 매칭을 위한 다양한 기법이 존재하나, 본 연구에서는 최근접 매칭을 활용하였다. 최근접 매칭은 특정 처리군 관측값의 성향점수와 가장 가까운 관측값을 선택하는 기법으로, 비수혜집단의 다양한 특성을 반영하기 위하여 1 : 다수 매칭을 허용하였다.

3. 분위별 변수 균형 평가

일단 성향점수가 매칭되었으면, 변수 균형 평가(variable valance test)를 통해 두 집단 간의 성향점수 또는 특성 변수들의 분포가 균형을 이루고 있는지 평가해야 한다. 만일 두 집단을 구성하는 표본들의 특성이 현격한 차이를 지닌다면, 이는 결과의 신뢰성을 저해할 수 있다(Austin, 2009). 본 연구에서는 성향점수에 따라 나뉜 8개 분위별로 표준화

된 평균 차이(standardized mean differences)를 계산하여 매칭된 두 집단의 성향점수가 균형을 이루고 있는지 평가하였다. 분위별 표준화된 평균 차이를 추정하는 방법은 다음과 같다.

$$d_{(strata)} = \frac{\bar{x}_{t(strata)} - \bar{x}_{c(strata)}}{s_{(all)}} \quad \text{식(2)}$$

여기서 $d_{(strata)}$ 은 해당 분위에 대한 표준화된 차이를, $\bar{x}_{t(strata)}$ 과 $\bar{x}_{c(strata)}$ 은 각각 수혜집단과 비수혜집단의 평균을 나타내며, $s_{(all)}$ 는 두 집단의 표준편차의 평균을 의미한다.

4. 분위별 정책효과 추정

다음으로, 8개 분위별 정책효과를 추정하였다. 소부장R&D지원사업이 관련 산업체들의 경쟁력을 강화 및 육성을 목표로 수행되었음을 고려하여, 본 연구에서는 기업경영분석지표로 널리 활용되는 성장성, 수익성, 안정성 중 하나인 성장성을 중심으로 정책효과를 분석하였다. 성장성을 측정하는 지표로서 총 매출액의 증가율을 활용하였으며, 이는 정부의 기업지원정책의 효과를 검증하는데 널리 활용되는 지표이다(유화선 et al., 2021; 채광기 et al., 2011). 분석 기간은 지원을 받은 당해년도(T), 지원 이후 1년 이후(T+1) 그리고 지원 이후 2년 이후(T+2)에 해당하는 2020년부터 2022년에 해당하며, 정책 수혜 이전 대비 상대적인 매출액 변화율을 관찰하기 위하여 로그 변환된 종속변수를 분석에 활용하였다. 효과분석을 위한 모형은 다음과 같다.

$$\Delta Y_{ij(t+s)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot T_{ij} + \beta_2 \cdot D_{ij} + \beta_3 \cdot (T_{ij} \cdot D_{ij}) + \epsilon_{ij} \quad \text{식(3)}$$

여기에서 $\Delta Y_{ij(t+s)} = Y_{ij(t+s)} - Y_{ij(t-1)}$ 는 T-1기 대비 T+s기 시점의 j분위그룹에 속하는 i번째 기업의 성과를 측정하는 종속변수로, 매출 증가율에 해당한다. T_{ij} 는 정책지원 이전 이후에 관한 더미변수이며, D_{ij} 는 정책 수혜 여부에 관한 더미변수를 의미한다. $T_{ij} \cdot D_{ij}$ 는 시간변수와 수혜여부 변수의 교차항으로 β_3 가 곧 DID추정치를 의미한다.

IV. 분석 결과

1. 로지스틱 회귀분석

성향점수를 추정하기 위해 정책 수혜 여부에 대해 로지스틱 분석을 수행한 결과는 다음과 같다. 본 연구에서 수행된 로지스틱 분석은 성향점수를 추출하기 위한 목적으로 수행되었으므로, 추정된 계수에 대한 별도의 해석은 생략하였다.

<표 3> 로지스틱분석 (종속변수: 정책 수혜 여부)

기업특성	추정계수	표준오차	유의도 ^D
업력	-0.0058	0.0067	
종업원수	0.6172	0.1435	***
총매출액(log)	-0.6934	0.1889	***
매출성장률	0.0012	0.0014	
종사자성장률	0.0064	0.0019	**
특허출원(5개년)	0.0012	0.0015	

1) † p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

※ 산업중분류의 경우 분석에는 포함하였으나, 표시하지 않음

2. 분위별 성향점수 매칭 결과

매칭된 수혜집단과 비수혜집단의 분위별 성향점수는 <표 4>, <표 5>와 같다. 평균 성향점수가 가장 낮은 집단이 1분위, 가장 높은 집단이 8분위에 해당하며, 각 그룹 당 약 30개의 기업이 할당되었다.

<표 4> 수혜집단의 분위별 성향점수 통계

구분	분위	개수	평균	표준편차	최소	최대
성향점수	1	29	0	0.0001	0	0
	2	30	0.0001	0.0001	0	0.0004

구분	분위	개수	평균	표준편차	최소	최대	
	3	30	0.0008	0.0003	0.0004	0.0015	
	4	30	0.0026	0.0008	0.0015	0.0042	
	5	30	0.0092	0.0036	0.0043	0.0167	
	6	30	0.0353	0.0116	0.0170	0.0586	
	7	30	0.1114	0.0419	0.0619	0.2117	
	8	30	0.7108	0.3196	0.2173	1	
	성향점수(logit)	1	29	-16.896	5.7756	-27.069	-10.778
		2	30	-9.147	0.8134	-10.449	-7.885
3		30	-7.179	0.4081	-7.883	-6.531	
4		30	-5.984	0.3330	-6.525	-5.474	
5		30	-4.755	0.4035	-5.439	-4.072	
6		30	-3.363	0.3583	-4.055	-2.777	
7		30	-2.139	0.4039	-2.718	-1.314	
8		30	13.8492	15.7107	-1.281	37.7026	

<표 5> 비수혜집단의 분위별 성향점수 통계

구분	분위	개수	평균	표준편차	최소	최대
성향점수	1	1,155	0	0.0001	0	0
	2	2,660	0.0001	0.0001	0	0.0004
	3	1,709	0.0008	0.0003	0.0004	0.0015
	4	1,321	0.0026	0.0007	0.0015	0.0042
	5	1,304	0.0087	0.0035	0.0042	0.0168
	6	805	0.0319	0.0120	0.0169	0.0602
	7	486	0.1110	0.0425	0.0603	0.2141
	8	191	0.3936	0.1660	0.2156	0.9715
성향점수(logit)	1	1,155	-13.3029	3.5652	-46.0716	-10.6025
	2	2,660	-9.0765	0.7674	-10.5969	-7.8845
	3	1,709	-7.1911	0.3878	-7.8834	-6.5294
	4	1,321	-6.0099	0.3072	-6.5284	-5.4579
	5	1,304	-4.8133	0.4021	-5.4567	-4.0667
	6	805	-3.4806	0.3746	-4.0617	-2.7475
	7	486	-2.1493	0.4186	-2.7469	-1.3003
	8	191	-0.4355	0.8021	-1.2915	3.5276

다음으로, 분위별로 매칭된 수혜집단 및 비수혜집단들의 기업특성은 <표 6>, <표 7>과 같다. 성향점수 분위별 기업특성 통계를 살펴보면, 수혜집단과 비수혜집단 모두 대체로 낮은 분위의 집단들은 높은 분위의 집단들에 비해 적은 종업원수와 총매출액을 지닌 것으로 나타났다. 즉, 규모가 큰 기업일수록 정책수혜를 받을 가능성이 높게 나타났다. 그러나 수혜집단의 기업특성을 살펴보면 규모가 작아 정책수혜를 받을 가능성이 적지만, 매출성장률이 높으며 고용 규모에 비해 다수의 특허를 출원한 기업들이 정책수혜를 받았음을 관찰할 수 있었다.

<표 6> 성향점수 분위별 기업특성에 관한 기초통계분석 (수혜집단, 2019년도 기준)

분위	1	2	3	4	5	6	7	8
기업수	29	30	30	30	30	30	30	30
업력	13.3	18.2	18.5	22.7	24.5	21.0	22.7	21.6
종업원수	19.7	38.4	83.3	69.8	155.8	148.0	160.1	139.5
총매출액(log)	0.9	1.9	2.2	2.3	2.5	2.7	2.8	2.5
총매출액(억원)	21.8	94.0	161.5	226.7	365.3	524.5	609.5	593.5
3개년매출성장률(%)	19.5	5.5	11.2	1.0	4.7	15.9	1.6	5.7
3개년종사자성장률(%)	3.6	-0.8	5.8	0.0	3.9	3.1	1.1	22.2
5개년특허출원건수	13.6	15.4	11.9	13.8	20.0	15.8	30.5	19.4

<표 7> 성향점수 분위별 기업특성에 관한 기초통계분석 (비수혜집단, 2019년도 기준)

분위	1	2	3	4	5	6	7	8
기업수	1,155	2,660	1,709	1,321	1,304	805	486	191
업력	14.3	18.1	20.5	22.4	23.5	24.8	26.1	25.4
종업원수	17.5	36.4	53.6	67.2	81.9	108.0	127.9	134.5
총매출액(log)	1.6	2.1	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0
총매출액(억원)	52.7	129.9	200.5	269.5	358.2	518.5	704.6	946.1
3개년매출성장률(%)	12.2	4.2	3.6	2.3	3.9	2.3	1.6	12.1
3개년종사자성장률(%)	-14.0	-5.7	-2.3	-1.2	-0.6	0.2	1.9	4.5
5개년특허출원건수	5.1	5.5	7.3	8.4	9.3	12.1	13.0	28.0

3. 분위별 변수 균형 평가 결과

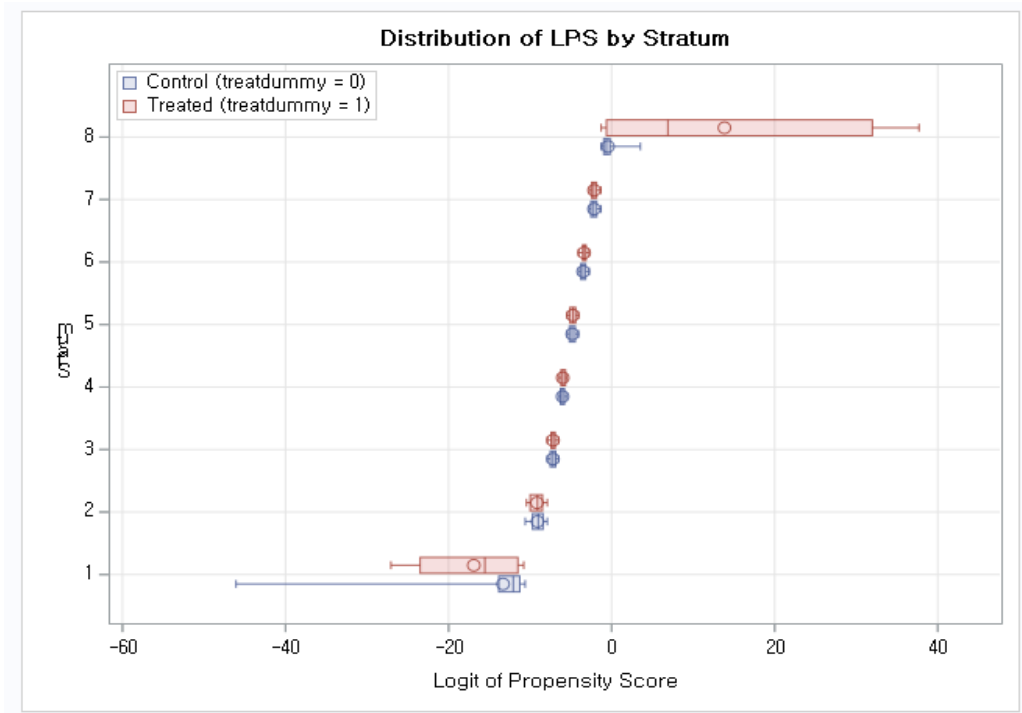
매칭된 수혜집단과 비수혜집단이 유사한 특성의 개체들로 매칭되었는지 확인해보기 위하여 표준화된 평균차이를 분석한 결과는 <표 8>과 같으며, 8분위를 제외한 매칭집단의 표준화된 평균차이는 대체로 0.01이하를 기록하여 권장되는 상한값 0.25보다 적게 나타났다(Stuart, 2010). 분위별 성향점수(logit)의 분포는 <그림 1>과 같다.

<표 8> 분위별 표준화된 평균차이

구분	분위	평균차이	표준화된 평균차이	감소율 ¹⁾	분산 ²⁾
성향점수	1	0.00000	-0.00002	100.00	0.0000
	2	-0.00001	-0.00003	99.99	1.0909
	3	0.00001	0.00007	99.99	1.1245
	4	0.00008	0.00044	99.91	1.2282
	5	0.00048	0.00257	99.47	1.0374
	6	0.00344	0.01835	96.24	0.9372
	7	0.00036	0.00192	99.61	0.9734
	8	0.31718	1.69252	0.00	3.7079
성향점수(logit)	1	-3.59308	-0.48093	0.00	2.6244
	2	-0.07063	-0.00945	97.53	1.1234
	3	0.01148	0.00154	99.60	1.1071
	4	0.02544	0.00340	99.11	1.1745
	5	0.05829	0.00780	97.96	1.0070
	6	0.11746	0.01572	95.90	0.9149
	7	0.00999	0.00134	99.65	0.9309
	8	14.28471	1.91199	0.00	383.6528

1) 감소율: 분산의 비율로 매칭 과정에서 얼마나 많은 관심 그룹과 비교 대조군 간의 차이가 줄어들었는지를 나타냄

2) 분산: 매칭 이전과 이후의 차이



<그림 1> 분위별 수혜-비수혜 기업들의 성향점수(logit) 분포

4. 분위별 정책효과 분석결과

분위별 정책효과를 살펴보기에 앞서, 전체집단을 대상으로 수행한 소부장R&D지원 정책의 효과를 분석한 결과는 다음과 같다. 정책이 집행된 당해년도인 T기를 비롯한 T+1기, T+2기에서 유의한 정책효과가 관찰되었다.

<표 9> T기, T+1기, T+2기 정책효과

효과추정시점	추정계수	유의도 ¹⁾
T기(2020)	0.063	†
T1기(2021)	0.094	**
T2기(2022)	0.105	**

1) † p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

첫번째 연구의 질문을 검증하기 위하여 성향점수 분위에 따른 정책효과를 분석한 결과는 <표 10>과 같다. 결과를 살펴보면, T기에서는 3분위와 8분위 수혜집단의 매출성장률이 비수혜집단에 비해 각각 9%p, 17%p 높게 관찰되었다. T+1기에서는 1분위와 3분위에서 유의한 매출성장효과가 관찰되었으며, 특히 1분위의 수혜집단의 매출성장률은 비수혜집단에 비해 55%p 높은 것으로 나타났다. 마찬가지로, T+2기에서도 1, 2, 3분위 수혜집단이 비수혜집단 대비 52%p, 11%p, 9%p 높은 매출성장률을 보였으며, 8분위 수혜집단의 매출성장률 또한 비수혜집단에 비해 26%p 높게 나타났다. 즉, 연구의 결과는 전반적으로 낮은 분위 수혜집단에서 정(+의) 효과와 관찰되어 부정적 선택(negative-selection)을 지지하였다. 그러나 8분위의 집단 또한 소부장R&D지원사업으로 인하여 유의한 매출성장효과를 보였으므로, 긍정적 선택(positive-selection)이 공존하는 것으로 나타났다.

다음으로, 두번째 연구의 질문을 검증하기 위하여 유의한 정책효과를 보이는 수혜집단의 기업특성을 살펴보았다. 앞서 수행된 성향점수 분위별 기업특성에 관한 기초통계분석(<표 6> 참조)을 함께 고려해 보았을 때, 정책효과가 두드러지게 나타나는 낮은 분위의 집단(1, 2, 3분위)은 높은 분위 집단에 비해 상대적으로 적은 기업규모를 지니며, 규모 대비 높은 특허출원건수와 높은 매출성장률을 지니는 특성을 지님을 알 수 있었다.

<표 10> 분위별 T기, T+1기, T+2기 시점의 매출성장효과

분위	1	2	3	4	5	6	7	8
T	0.18 (20%p)	0.03 (3%p)	0.09† (9%p)	0.04 (4%p)	0.02 (2%p)	0.02 (2%p)	0.04 (4%p)	0.16† (17%p)
T+1	0.44*** (55%p)	0.07 (7%p)	0.12* (13%p)	0.04 (4%p)	0.00 (0%p)	0.05 (5%p)	0.03 (3%p)	0.13 (14%p)
T+2	0.42*** (52%p)	0.10† (11%p)	0.09† (9%p)	0.05 (5%p)	-0.07 (-7%p)	0.09 (9%p)	0.08 (8%p)	0.23* (26%p)

주1) 매출성장효과의 추정계수 값을 제시하였으며, 괄호 안은 매출성장률 값임

주2) 본 연구에서는 로그변환된 매출액을 종속변수로, 수혜여부*수혜전후 더미변수를 설명변수로 설정하였으므로, 더미변수의 추정치의 증가분은 $(\exp(\beta)-1) \times 100$ 로 추정될 수 있음

주 3) † p<0.1, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 성향점수 분위에 따라 이질적으로 나타나는 정책효과를 추정하기 위하여 2020년도에 시행된 소부장R&D지원사업 수혜를 받은 중소기업들을 성향점수를 기준으로 8분위로 나누어 분위별 정책 수혜로 인한 매출 증가율을 분석하였다. 분석 결과를 통한 결론 및 시사점은 다음과 같이 제시될 수 있다.

먼저 연구의 가설을 검증한 결과, 대체로 낮은 분위의 수혜집단이 정책으로 인해 매출액 측면에서 유의미한 성장을 달성하여 부정적 선택 가설을 지지하는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 관한 한 가지 가능한 설명은 자원이 부족한 기업들 중 성장에 진취적이며 기업 소개에 적극적인 기업이 정부 R&D지원을 받을 가능성이 높으며, 이러한 관찰 불가능한 기업 특성이 정책 효과에 반영될 수 있다는 것이다(Zhou & Xie, 2020). 또 다른 관점에서, R&D를 수행하기 위한 자원 또는 기회가 상대적으로 풍부한 대규모 기업들과 달리 소규모 기업들에게 있어서 정부 R&D사업 참여 기회가 부족한 자원을 보완할 수 있는 귀중한 매커니즘으로 작용 수 있다는 주장이 설득력을 얻을 수 있다(Spanos, 2021).

방법론 측면에서, 본 연구는 성향점수 분위에 따른 이질적인 처치효과 분석기법을 국내의 기업지원 정책효과를 분석하는데 적용함으로써 이러한 접근이 어떠한 특성을 지닌 수혜집단에게 제한된 자원을 투입하였을 때 탁월한 수혜효과를 얻을 수 있는지 탐색하는데 활용될 수 있음을 실증하였다. 예컨대, 우리의 연구에서 낮은 성향점수 분위에 속하지만 규모 대비 높은 특허출원건수 및 매출성장률을 지닌 수혜기업들에서 정책수혜로 인한 유의미한 매출성장이 관찰되었는데, 이는 규모가 작으나 성장성이 높고, 기술역량이 뛰어난 기업군들이 보다 정책수혜를 많이 받을 수 있도록 선정기준을 개선하는 것이 정책의 효율성을 증진하는데 기여할 수 있음을 시사한다. 이와 같은 방식으로, 이질적 정책효과 분석은 기업정책의 지원 대상 범위 및 규모, 선정 기준 등을 조율하는데 참조할 수 있는 유용한 정보를 제공해줄 수 있을 것이다(Carneiro et al., 2010; Zhou & Xie, 2019).

한편, 소부장정책의 예산이 2020년을 기점으로 대폭 증가하였음에도 불구하고, 강화된 정책 집행 시점이 최근이며, 가용한 데이터가 부족함에 따라 관련 정책효과를 실증적으로 밝혀낸 연구는 제한적이다. 예를 들어, 권세훈(2023)의 연구에서는 2020년 소부장 정책의 수혜효과를 분석하였으나, 연구개발지원 정책을 제외한 기타 주요 정책의 효과에 한정되어 있으며, 소부장 전문기업들의 2013년부터 2021년 사이에 수행한 연구개발과제

의 성과를 PSM-DID기법을 통해 분석해본 고영태와 최상욱(2023)의 연구 또한 2019년 이후 확대된 소부장정책 효과를 설명하는데 시간적인 제약을 지녔음을 언급한 바 있다. 본 연구는 2020년도 시행된 소부장R&D지원사업의 정책효과를 지원 당해 연도부터 지원 2년 후 시점까지 분석함으로써, 선행연구들과 상이한 분석적 접근을 제시하였을 뿐만 아니라 최신성에서 또한 차이점을 지닌다.

그러나 성향점수 분위에 따른 이질적 수혜효과를 관찰하는 기법을 활용하는데 몇 가지 제약이 존재한다. 먼저, 수혜집단을 분위에 따라 여러 하위집단에 할당하기 위하여 충분한 수의 표본이 필요하다. 본 연구에서는 정규분포의 특성을 적용시킬 수 있는 최소 표본 개수인 30에 근사하도록 집단별 표본수를 할당하였으나(Williams, 1978; 박원우 et al., 2010), 이는 최소한의 조건을 충족시키므로, 모수추정을 위해서는 보다 많은 수의 표본이 할당되는 것이 바람직하다. 다음으로, 정책지원효과를 지원 s 년 이후 시기까지 추정하기 위해서는 $T-1$ 기부터 $T+S$ 기에 해당하는 $S+1$ 년간의 패널데이터를 필요로 한다. 즉, 성향점수 분위에 따른 이질적 수혜효과 관찰을 위해서는 상당한 규모의 표본 및 해당 표본의 기업특성에 관한 패널데이터가 확보되어야 한다. 후속 연구에서는 이 연구의 접근법이 더 많은 규모와 시간에 걸친 데이터를 통해 이질적 정책효과를 추정하는 데 활용될 것으로 기대한다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 고영태·최상욱 (2023), “정부 R&D 지원이 소부장 전문기업의 경영성과에 미치는 효과 연구: 산업 기술혁신사업을 중심으로”, 『기술혁신학회지』, 제26권 제2호, pp. 317-346.
- 권세훈·최성호·한상범 (2023), “소재·부품·장비 산업 지원정책의 평가와 시사점”, 『경제발전연구』, 제29권 제2호, pp. 35-64
- 남춘호 (1998), “사회학적 연구에서 표본선택편의”, 『한국사회학』, 제32권, pp. 99-136.
- 박원우·손승연·박해신·박혜상 (2010), “적정 표본크기 (sample size) 결정을 위한 제언”, 『Seoul Journal of Industrial Relations』, 제21권, pp. 51-85.
- 안준모 (2022), “정부의 기술혁신 재정지원 정책효과에 대한 체계적 문헌연구”, 『기술혁신연구』, 제30권 제1호, pp. 57-88.
- 유화선·김윤명·정도범 (2021), “정부 지원이 소재부품 중소기업 성장통 극복에 미치는 영향: PSM-DID 결합모형을 활용한 정책효과 분석”, 『기술혁신학회지』, 제24권 제5호, pp. 871-890.
- 이석원·김준기·이영범·장경호·이민호 (2008), “정책효과분석과 선택편의: 중소기업 정책자금 지원사업에 대한 순차적 선택모형을 중심으로”, 『한국행정학보』, 제42권 제1호, pp. 197-227.
- 채광기·윤병섭·하규수 (2011), “중소기업 정책자금 지원이 중소·벤처기업 재무성과에 미치는 영향: 중소기업진흥공단 정책자금 지원을 중심으로”, 『벤처창업연구』, 제6권 제3호, pp. 85-107.
- 최종민·황희영 (2022), “중소기업지원사업 수혜가 기업의 성과에 미치는 영향 분석: 소재·부품·장비산업 중소기업을 중심으로”, 『기업과혁신연구』, 제45권 제4호, pp. 177-191.
- 표환형·최현호 (2018), “수출지원사업이 중소 제조업의 성과에 미치는 효과 분석”, 『국제경제연구』, 제24권 제3호, pp. 29-56.

(2) 국외문헌

- Angrist, J. D., & Krueger, A. B. (1991). "Does compulsory school attendance affect schooling and earnings?" *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 4, pp. 979-1014.
- Austin, P. C. (2009). "Balance diagnostics for comparing the distribution of baseline covariates between treatment groups in propensity score matched samples." *Statistics in Medicine*, Vol. 28, No. 25, pp. 3083-3107.
- Benedetto, U., Head, S. J., Angelini, G. D., & Blackstone, E. H. (2018). "Statistical primer:

- propensity score matching and its alternatives." *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, Vol. 53, No. 6, pp. 1112-1117.
- Bernardi, F., & Ballarino, G. (2016). "Education, occupation and social origin: A comparative analysis of the transmission of socio-economic inequalities." *Edward Elgar Publishing*.
- Brand, J. E., & Xie, Y. (2010). "Who benefits most from college? Evidence for negative selection in heterogeneous economic returns to higher education." *American sociological review*, Vol. 75, No. 2, pp. 273-302.
- Breen, R., & Jonsson, J. O. (2007). "Explaining change in social fluidity: educational equalization and educational expansion in twentieth-century Sweden." *American journal of sociology*, Vol. 112, No. 6, pp. 1775-1810.
- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). "Some practical guidance for the implementation of propensity score matching." *Journal of economic surveys*, Vol. 22, No. 1, pp. 31-72.
- Carneiro, P., Hansen, K. T., & Heckman, J. J. (2003). *National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA*.
- Carneiro, P., Heckman, J. J., & Vytlacil, E. (2010). "Evaluating marginal policy changes and the average effect of treatment for individuals at the margin." *Econometrica*, Vol. 78, No. 1, pp. 377-394.
- Grimmer, J., Messing, S., & Westwood, S. J. (2017). "Estimating heterogeneous treatment effects and the effects of heterogeneous treatments with ensemble methods." *Political Analysis*, Vol. 25, No. 4, pp. 413-434.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., & Todd, P. E. (1997). "Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme." *The review of economic studies*, Vol. 64, No. 4, pp. 605-654.
- Heckman, J. J., Urzua, S., & Vytlacil, E. (2006). "Understanding instrumental variables in models with essential heterogeneity." *The review of economics and statistics*, Vol. 88, No. 3, pp. 389-432.
- Heinrich, C., Maffioli, A., & Vazquez, G. (2010). *A primer for applying propensity-score matching*.
- Hirano, K., Imbens, G. W., & Ridder, G. (2003). "Efficient estimation of average treatment effects using the estimated propensity score." *Econometrica*, Vol. 71, No. 4, pp. 1161-1189.
- Holland, P. W. (1986). "Statistics and causal inference." *Journal of the American statistical Association*, Vol. 81, No. 396, pp. 945-960.
- Hu, A. (2023). "Heterogeneous treatment effects analysis for social scientists: A review."

Social Science Research, Vol. 109, pp. 102810.

- Levy, D. M., & Terleckyj, N. E. (1983). "Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis." *The Bell Journal of Economics*, pp. 551-561.
- Netz, N. (2021). "Who benefits most from studying abroad? A conceptual and empirical overview." *Higher Education*, Vol. 82, No. 6, pp. 1049-1069.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). "Assessing sensitivity to an unobserved binary covariate in an observational study with binary outcome." *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, Vol. 45, No. 2, pp. 212-218.
- Spanos, Y. E. (2021). "Exploring heterogeneous returns to collaborative R&D: A marginal treatment effects perspective." *Research Policy*, Vol. 50, No. 5, pp. 104223.
- Stuart, E. A. (2010). "Matching methods for causal inference: A review and a look forward." *Statistical science: a review journal of the Institute of Mathematical Statistics*, Vol. 25, No. 1, pp. 1.
- Stuart, E. A., Huskamp, H. A., Duckworth, K., Simmons, J., Song, Z., Chernew, M. E., & Barry, C. L. (2014). "Using propensity scores in difference-in-differences models to estimate the effects of a policy change." *Health Services and Outcomes Research Methodology*, Vol. 14, pp. 166-182.
- Tsai, S.-L., & Xie, Y. (2008). "Returns to college education reexamined: individual treatment effects, selection bias, and sorting gain." *Population Studies Center Research Report*, 08-631.
- Varadhan, R., & Seeger, J. D. (2013). "Estimation and reporting of heterogeneity of treatment effects." In *Developing a protocol for observational comparative effectiveness research: A user's guide*: Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- Williams, B. (1978). *A sampler on sampling*. New York: Wiley.
- Xie, Y., Brand, J. E., & Jann, B. (2012). "Estimating heterogeneous treatment effects with observational data." *Sociological methodology*, Vol. 42, No. 1, pp. 314-347.
- Zhou, X., & Xie, Y. (2019). "Marginal treatment effects from a propensity score perspective." *Journal of Political Economy*, Vol. 127, No. 6, pp. 3070-3084.
- Zhou, X., & Xie, Y. (2020). "Heterogeneous treatment effects in the presence of self-selection: a propensity score perspective." *Sociological Methodology*, Vol. 50, No. 1, pp. 350-385.

□ 투고일: 2024.02.28. / 수정일: 2024.03.02. / 게재확정일: 2024.04.08.