

데이터마이닝을 이용한 표준정책 수요 중소기업의 프로파일링 연구:

R&D 동기와 사업화 지원 정책을 중심으로^{†,‡}

An Empirical Study of Profiling Model for the SMEs with High Demand
for Standards Using Data Mining

전승표(Seung-pyo Jun)*, 정재웅(JaeOong Jung)**, 최 산(San Choi)**

목 차

- | | |
|-------------------|------------------|
| I. 서 론 | V. 수요 예측 모델 |
| II. 이론적 배경 및 선행연구 | VI. 토의 및 정책적 시사점 |
| III. 연구방법과 분석사례 | VII. 결론 및 향후 연구 |
| IV. 표준 수요기업 프로파일링 | |

국 문 요 약

표준은 호환성 증진, 품질확보 및 안정성 증진, 정보제공 등의 긍정적인 기능과 함께 기술혁신을 유발하는 것으로 알려져 있다. 표준의 순기능이 어떤 특정 기업 집단의 기술혁신 활동이나 사업화에 영향을 주는지 밝히는 것은 표준관련 정책을 수요 집단에 맞춰 적절하게 기획하고 집행하는 것을 가능하게 한다. 따라서 본 연구는 표준정책 수립과 집행에서 증거기반 정책이라는 측면에서 기여하고자 중소기업 중에서 연구개발 동기가 표준 대응인 기업과 기술사업화를 위해서 표준제도 도입이 필요한 기업을 프로파일링하여, 이런 특정 기업을 판별할 수 있는 예측모형을 개발하고자 한다.

이를 위해, 본 연구는 의사결정나무 분석을 통해 표준 대응을 위해 연구개발을 하는 중소기업과 기술사업화를 위해 표준 규격이나 기술인증 정책을 필요로 하는 중소기업의 특징을 데이터마이닝을 통해 프로파일링 했다. 또한 판별분석을 활용하여 프로파일링된 두 가지 조건의 기업군을 몇 가지 변수로 판별할 수 있는 예측모형을 제시하였으며 판별식의 활용 가능성도 통계적으로 확인했다.

연구결과에 따르면 표준 및 규제 대응을 위해 연구개발을 수행하는 기업은 R&D기획 소요기간, 표준산업분류, 종업원 수, 기술의 신규성 등의 변수에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 기술사업화를 위한 표준정책지원 수요기업의 프로파일링 결과에 따르면 표준산업분류, 주거래처, 연구개발 소요기간, 시험검사 능력 등의 변수에서 차이가 있었다.

본 연구에서 프로파일링 결과와 판별분석을 통해 제시한 모형은 향후 표준관련 정책을 기획하거나 집행할 때 표준지원을 필요로 하는 기업에 대한 객관적인 정보를 제공하여 표준관련 사업 성공률을 제고하는데 기여할 것으로 기대된다.

핵심어 : 표준정책, 중소기업 기술혁신, 프로파일링, 데이터마이닝, 예측모형

※ 논문접수일: 2016. 7. 15, 1차수정일: 2016. 9. 5, 게재확정일: 2016. 9. 20

* 한국과학기술정보연구원 책임연구원, spjun@kisti.re.kr, spjun@ust.ac.kr, 02-3299-6095, 교신저자

** 과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책 박사과정, jj@kisti.re.kr, 02-3299-6269

*** 과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책 박사과정, soullives83@kisti.re.kr, 02-3299-6085

† 이 논문은 <제4회 표준정책 마일스톤 연구논문 공모전> 선정 논문으로 2016년도 한국표준협회의 지원을 받아 수행된 연구임.

‡ 이 논문은 2016년도 한국과학기술정보연구원의 지원(K16L04C02S04)을 받아 수행된 연구결과가 포함됨.

ABSTRACT

Standards boost technological innovation by promoting information sharing, compatibility, stability and quality. Identifying groups of companies that particularly benefit from these functions of standards in their technological innovation and commercialization helps to customize planning and implementation of standards-related policies for demand groups. For this purpose, this study engages in profiling of SMEs whose R&D objective is to respond to standards as well as those who need to implement standards system for technological commercialization. Then it suggests a prediction model that can distinguish such companies from others.

To this end, decision tree analysis is conducted for profiling of characteristics of subject SMEs through data mining. Subject SMEs include (1) those that engage in R&D to respond to standards (Group1) or (2) those in need of product standard or technological certification policies for commercialization purposes (Group 2). Then the study proposes a prediction model that can distinguish Groups 1 and 2 from others based on several variables by adopting discriminant analysis. The practicality of discriminant formula is statistically verified.

The study suggests that Group 1 companies are distinguished in variables such as time spent on R&D planning, KoreanStandardIndustryClassification (KSIC) category, number of employees and novelty of technologies. Profiling result of Group 2 companies suggests that they are differentiated in variables such as KSIC category, major clients of the companies, time spent on R&D and ability to test and verify their technologies.

The prediction model proposed herein is designed based on the outcomes of profiling and discriminant analysis. Its purpose is to serve in the planning or implementation processes of standards-related policies through providing objective information on companies in need of relevant support and thereby to enhance overall success rate of standards-related projects.

Key Words : Standards policy, Technological innovation of SMEs, Profiling, Data mining, Prediction model

I. 서 론

정부는 사회 문제를 해결하거나 과학기술을 발전시키기 위해서 다양한 정책을 수립하고 집행한다. 특히 시장에서 지식을 창출하고 이전, 확산, 활용하는 일련의 혁신과정이 원활하지 않은 시장실패가 관찰되거나 예상되면, 정부는 시장에 개입하게 된다. 이런 혁신 과정에서 정부의 대표적인 개입방법 중에 하나가 표준(standards)이다. 일반적으로 표준은 신제품이나 신시장이 출현한 다음 대두되는 기술적인 이슈 정도로 여겨지기도 했지만, 최근에는 시장은 점차 글로벌화되고 제품 수명이 단축되면서 표준의 중요성은 점차 높아지고 있다. 또한 이미 기술의 사업화 성공에도 큰 영향을 주고 있는 요인이 되고 있다.

성태경(2009)에 의하면 표준은 기술혁신과도 밀접히 연관되어 있다. 표준은 그 자체가 하나의 지식으로서 국가혁신시스템(National Innovation System; NIS) 내에서 중요한 역할을 수행한다. 기술혁신과정에서 표준의 역할은 다양한데, R&D 단계, 생산단계, 시장 진입단계와 혁신 확산단계에서 다양한 역할을 한다. 특히 표준이나 기술인증의 미비는 그만큼 기업의 시장진입을 더디게 한다. 또한 제품수명주기가 짧아지는 국제시장에서 경쟁하는 기업들에게는 시장진입의 적기를 놓치게 되어 매우 치명적이다. 따라서 각 기술수명주기에서 적절하게 활용할 수 있는 기술표준의 확립이 중요하다(성태경, 2009).

최근 이런 표준 및 표준화에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 특히 표준이 기술혁신 활동에 어떠한 영향을 주고받는지 살펴보기 위한 연구도 진행되기 시작하였다. 본 연구도 이런 관점에서 표준과 R&D 및 기술혁신의 관계를 살펴본다. 특히 본 연구는 개별 표준이 아닌 중소기업의 R&D 활동에서 표준이나 규제와 중소기업의 특성이 가지는 관계에 대해서 연구하게 된다.

본 연구가 연구 대상으로 하는 2013년과 2014년도의 중소기업 기술통계조사에 따르면 기술개발을 진행한 기업의 개발 동기 중에서 표준 또는 규제 대응이 차지하는 비중은 5~10% 수준인 것으로 나타났다. 또한 개발기술의 사업화를 위해서 표준 규격이나 인증지원이 필요하다고 대답한 기업은 그 보다 더 많은 11~13%에 이르렀다. 만약 우리가 이런 기업의 특징을 밝혀낼 수 있다면, 어떤 조건의 기업에 표준 대응을 위한 기술개발이 더 많이 필요로 하며, 앞으로 어떤 기업들에게 표준 규격이나 인증지원이 필요한지 밝힐 수 있을 것으로 기대한다. 따라서 본 연구는 “기술개발 동기가 국내외 표준 및 규제 대응인 기업과 그렇지 않은 기업은 무엇이 다른가?”와 “개발기술 사업화를 위한 지원이 국내외 표준 규격이나 기술 인증 지원인 기업과 다른 정책이 필요하다고 생각하는 기업은 무엇이 다른가?”를 판별해 표준 활동이 중요한 중소기업은 다른 기업과 무엇이 다른지 찾아내게 된다.

본 연구는 설문을 활용해 실증적인 접근을 한다는 측면에서는 기존의 연구와 유사할 수 있지

만, 본 연구는 이들의 특징을 규명하기 위해서 가능한 많은 요인을 후보로 분석하여 데이터마이닝을 활용하였다. 또한 연구의 목적이 밝혀져 있지 않은 설문을 활용하였으며, 대규모 자료(4,200건)를 활용했다는 측면에서 차별점이 있다. 이런 표준정책에 대한 접근은 기존의 전문가 기반의 표준정책을 증거기반 정책(evidence-based policy)으로 발전시키는데 일조할 것으로 기대한다(이건, 2012).

본 연구의 결과는 중소기업의 기술혁신을 지원하기 위한 표준정책을 수립하고 집행함에 있어 보다 객관적 근거를 제공할 수 있다. 특히 본 연구가 제공할 프로파일은 표준을 필요로 하는 기업의 특징을 알려줄 것이며, 수요기업 예측모형은 향후 어떤 기업이 기술개발을 위해 표준이 중요할지 판단하게 해줄 수 있다. 연구 결과로 제시된 기업의 프로파일링 정보는 향후 표준 관련 기술개발 지원 기업을 선정할 때 중점적으로 관리해야 할 정보가 무엇인지 알려줄 수 있기 때문에 행정 효율화 및 간소화에 기여할 수 있다. 또한 수요예측 모델(판별식)은 특정 기업이나 분야를 지원(투자) 대상으로 선정할 때 계량적 참조 정보를 제공해서 보다 객관적인 기업지원이 가능하게 할 것으로 기대된다. 이상 연구결과와 시사점을 도출하기 위해서 본 연구는 제2장에서 중소기업 기술혁신과 표준정책 관련 선행연구를 살펴보고 일반적인 중소기업 연구개발 동기와 기술사업화 정책지원수요를 살펴본다. 제3장에서는 분석방법론인 의사결정나무 분석과 판별분석에 대한 설명과 분석대상인 설문자료를 소개하며, 도출된 분석대상 변수를 설명한다. 제4장에서는 의사결정나무분석을 통해서 도출된 표준정책 수요기업의 프로파일링 결과를 제시하며, 제5장에서 판별분석을 통해서 도출된 수요예측모형을 제시하고 새로운 사례에 판별모형을 적용하여 본 연구가 제시한 모형의 활용가능성을 검증하게 된다. 제6장에서는 제시된 모형의 장점과 단점에 대해서 토의하고 표준정책의 시사점을 제공한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 기술혁신 관련 표준정책 연구

본 연구와 관련한 대표적인 선행연구들을 살펴보면 다음과 같은데, 먼저 Cohendet과 Steimmueller(2000)는 특허가 기술보유자의 지적재산권 및 기술의 전유성을 보장해주는 반면 표준은 성문화된 기술적 노하우(codified technological know-how)적인 성격을 갖고 있음을 명시하였으며, Tasse(2000)는 표준의 사유성 이라는 성격보다는 표준이 공공재적인 성격을 띠고 있음을, Schlag(1997)는 기술의 확산 및 노동과 자본의 생산성을 높이는 인프라로서의

표준의 역할을 명시하였다. Swann(2000)은 그의 연구를 통해 표준의 공공재적인 성격으로 인해 표준 정립을 시장에만 맡겨둘 경우 사회적으로 적정한 수준의 표준이 확립되지 못하는 시장 실패가 발생함을 밝혔으며 기술혁신 및 확산의 효율화를 위해 정부의 개입이 필요함을 제시하였다.

산업별 표준의 역할을 살펴본 대표적인 선행연구인 Blind과 Jungmittag(2008)는 산업별 R&D집중도 차이에 따른 특허와 표준의 영향력을 비교하면서 R&D 집중도가 낮은 산업에서 표준이 중요한 역할을 수행하는데 반해 R&D 집중도가 높은 산업에서는 특허의 영향력이 더 크다는 결과를 도출하였다. 즉 R&D의 집중도가 낮은 산업의 경우, 주로 제품의 균일화를 통한 규모의 경제효과 달성이 중요하기 때문에 표준이 더욱 중요하며 R&D 집중도가 높은 산업의 경우, 특허 등 지식재산권으로 연구결과물을 보호받는 것이 더욱 중요하다는 시사점을 도출하였다(Blind and Jungmittag, 2008).

기업의 혁신활동에 있어 표준이 오히려 부정적인 효과가 미칠 가능성을 제시하는 연구들도 있다. 대표적으로 Swann(2000)은 미성숙한 신기술이 성급하게 표준화될 경우 참여 기업의 비용을 증가시키고 시장에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 독점적 표준의 경우 오히려 기업의 경쟁을 저해함으로써 소비자의 선택권을 제한하는 역효과를 낼 수 있음을 주장하였다. 따라서 국가마다 기업운영 및 혁신 활동뿐만 아니라 사회전체에 미칠 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 고려한 표준정책의 마련이 필요하다. Swann(2000)은 <표 1>과 같이 표준의 종류에 따른 표준의 긍정적인 효과와 부정적인 효과를 제시하였다.

<표 1> 표준 종류별 효과

표준의 종류	긍정적 효과	부정적 효과	공공표준 제정 및 정부개입의 필요여부
호환성/인터페이스	네트워크의 외부효과	독점적/보안문제	공공표준이 없으면 독점적
품질표준	거래비용 감소	상대편 가격 올리기 경쟁발생	공공표준 필요
품종감소	규모의 경제효과	선택폭의 감소	필요하지 않음
정보표준	거래 활성화 거래비용 감소	지나친 정부 및 표준지정기관의 개입	공공표준 필요

자료: Swann(2000)을 토대로 재작성

이러한 다양한 표준화 활동과 혁신 간의 관계에 대한 이론적인 고찰을 바탕으로 성태경(2009)은 그의 연구에서 우리나라 제조업과 서비스업에 속한 기업들을 대상으로 각각 표준화 활동이 기술혁신에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고 비교하였다. 그의 연구에서는 표준화

활동을 기업의 전사적 표준경영, 국내표준활동, 국제표준활동, 인증획득 등으로 구분하였으며, R&D 집약도와 특허출원을 각각 기술혁신활동의 대용변수로 삼았다. 분석대상은 636개 제조기업과 102개의 서비스기업으로, 분석방법은 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 사용하였다. 연구 결과에 따르면 우리나라 기업들에 있어서 표준화 활동은 제품기획, R&D 등 기술혁신활동의 초기 단계에서는 영향이 거의 없지만 특허출원 등 성과와 관련된 중기 이후 단계에서는 긍정적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 따라서 표준화 활동을 기술혁신의 초기단계, 즉 제품 및 기술기획, R&D 등에 연계시키는 정부와 기업의 노력이 요청된다는 시사점이 도출되었다. 본 연구에서도 중소기업 R&D와 기술혁신 활동이 표준과 어떤 연관관계가 있는지 살펴본다. 또한 프로파일링이 목적이기 때문에 기술적·경제적 성과도 독립변수로 고려하게 되며, 혁신활동 기간의 특징도 고려하기 위해서 제품의 수명주기와 기업의 성장단계까지 통제변수로 분석된다.

최근 수행된 표준정책 관련 연구에서 노용휘(2015)는 세계화가 빠르게 진행되면서 표준화의 중요성은 날로 증대되고 있으며 표준화를 통한 제품의 호환성 확보는 해외시장에서의 경쟁력을 결정하는 필수적인 경쟁요소가 되고 있다고 주장했다. 이 연구는 이러한 세계적인 흐름에 부응하여 중소기업의 혁신역량과 기업 내 표준화교육 활동 및 그 성과 간의 관계를 분석하였다. 이를 위해 국내 정보통신 및 전기전자 업종의 중소기업 약 900여개를 대상으로 분석을 수행하였다. 분석 결과 표준화 교육활동은 기업의 생산 및 품질개선 정도와 R&D 활동개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 R&D 투자비율은 표준화 교육활동이 생산 및 품질개선에 미치는 영향을 조절하는 것으로 분석되었다. 이 연구는 중소기업의 표준화 교육활동, 교육성과, 혁신활동의 관계를 규명함으로써 중소기업 및 관계기관의 의사결정자가 혁신 및 표준화 활동의 성과를 극대화하는데 도움을 줄 수 있는 결과를 제시했다. 본 연구에서도 기업의 글로벌화가 주는 영향을 고려하기 위해서 주거래처를 통제변수로 선택했으며, 기업의 기술관련 각종 역량도 통제변수로 고려하게 된다.

또한 성태경(2015)은 그의 연구에서 지금까지 해외 및 국내에서 진행되어온 표준과 기술혁신의 연관성에 대한 연구동향과 주요 연구과제를 파악하고 전망했다. 먼저 표준과 기술혁신의 상호작용에 관한 쟁점을 다루고 혁신단계별 및 혁신유형별로 표준의 역할과 관련된 쟁점들을 파악한 다음, 거시적 및 제도적 차원에서 표준과 기술혁신의 관계를 다루었다. 또한 표준과 기술혁신에 대한 향후 연구과제를 전망했다. 연구에 따르면 아직도 국내에서 표준 및 표준화에 대한 경제적 측면에서의 연구가 매우 미흡한 상황으로 설명하며 새로운 연구방향을 제시하기도 했다. 이런 점을 고려해 본 연구는 기술적 성과는 물론 경제적 성과(매출액 등)를 프로파일링하기 위한 변수로 고려했다.

그 밖에 Blind와 Mangelsdorf(2016)는 최근 연구에서 R&D투자, 기술의 신규성, 관련부서 보유여부, 기업의 규모 등과 같은 기업의 특징이 표준관련 연구개발 동기와 어떤 관계가 있는지 독일의 특정산업(기계, 전자공학) 375개 기업을 대상으로 분석했다. 연구 결과에 따르면 이런 기업의 특징들은 지식추구, 시장접근, 법과 제도 대응 등의 다양한 R&D 동기와 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 오히려 R&D 동기가 표준대응인 경우나 기술사업화를 위해 표준정책을 필요로 하는 기업의 특징을 탐색하게 되며, 기업은 중소기업만을 대상으로 하고, 업종은 전업종을 대상으로 했다는 점에서 차이가 있다. 그러나 본 연구에서는 이 연구가 고려한 기업 특성에 대한 변수들(기술의 신규성 등)이 프로파일링을 위한 변수로 고려되고 있다는 측면에서 서로 연관성이 있는 연구라고도 할 수 있다.

2. 중소기업 기술혁신 지원 정책 연구

일찍이 Robson(1993)의 연구에 따르면, 정부 R&D 지원제도는 민간기업의 R&D 투자를 증가시켜 기술혁신활동을 보완하는 관계에 있다. 이 외에도 많은 연구에서 정부의 중소기업 지원은 R&D 투자를 증가시키고 사업화 노력을 촉진시키는 효과가 나타난다(Audretsch et al., 2002; 이병현 외, 2013). 반면 정부의 재정적 지원이 기술사업화나 경제적 성과에 부정적인 효과를 나타낼 수 있다는 주장도 있었다(Akcomak and Ter Weel 2007; Svensson, 2007; 송중국·김혁준, 2009).

이런 중소기업 기술혁신을 위한 지원정책은 다양한 방법으로 분류가 가능한데, 많은 연구들은 자금과 인력을 정책적 도구 유형으로 구분하여 분석하고 있다(Lin and Demner-Fushman, 2006; 신진교·최영애, 2008). 신태영 외(2006)는 조세지원제도, 금융지원제도, 기술개발(출연보조금), 구매지원제도, 법제도 인프라/간접지원(기술정보 및 기술지도·자문) 등 5가지 지원제도로 나누기도 했다. 또한 IT중소기업 정부자금지원 정책과 지원사업을 직접 자금지원 형태(출연, 투자, 융자) 및 간접지원 형태(기술지원, 인력·창업지원, 판로·수출·정보화지원)로 구분하여 성과를 분석하였는데, 이는 자금, 기술지원, 인력, 판로 등의 요인으로 설명할 수 있다(박성민·김현, 2008, 전승표 외, 2016).

그 밖에도 다양한 분류가 있었지만, 본 연구가 관심을 가지는 표준지원 정책을 비교적 중요하게 분류한 유형은 Bemelmans-Videc 외(2011)의 구분이 있다. 그들은 정책 수단의 강제력 정도에 따라 규제(sticks), 유인(carrots), 정보제공(sermons)의 세 가지 정책 유형으로 분류했다. Bemelmans-Videc 외(2011)의 유형론은 정책도구의 상호배제성과 망라성의 조건을 충족하며 단순명료하여 기술혁신의 정책을 분류하는 효과적인 기준이다. 이런 세 가지 분류 중에서

규제 정책은 법, 각종 규제, 표준, 세제 등이 해당되며, 유인 정책은 각종 개발자금 지원, 기술개발 조세감면, 공공구매, 판로지원 등이 해당되고, 정보제공 정책에는 기술제공이나 지도, 각종 인력 지원이 포함된다(류숙원·김상윤, 2010).

이들 정책의 분류 중에서 유인 정책의 효과에 대한 연구는 상대적으로 활발하다. 송중국·김혁준(2009)은 R&D 촉진을 위한 재정지원 정책의 효과를 분석했는데, 중소기업 기술혁신을 위한 정책의 효율성이라는 측면에서 국내에서 가장 보편적으로 활용되고 있는 R&D 보조금 지원 제도와 조세 지원제도가 과연 효과가 있는지를 실증 분석하기 위해서 과학기술 연구개발활동 조사결과를 활용해 분석했다. 연구결과에 따르면, 정부의 R&D 직접 보조금은 오히려 중소기업의 R&D를 줄이는(구축) 효과를 보였으며, R&D 조세지원제도는 중소기업의 R&D 투자를 유인하는 것으로 나타났다. 저자들은 연구결과에 따라 R&D 지원제도의 효율성 제고를 위해서 중소기업에 대해서 R&D 인프라 구축은 물론 기술정보지원과 같은 R&D 서비스 지원이 필요하다고 주장했다. Lichtenberg(1984)의 연구에서도 정부 R&D 지원제도가 민간 기업들의 R&D 투자액을 감소시키는 효과를 초래한다고 주장된 바 있다. 이렇게 기술혁신을 촉진시키기 위한 유인(자금지원 등)에 대한 연구는 활발히 진행되어 왔다. 그러나 규제에 대한 연구는 유인만큼 활발하진 못했다.

기술혁신에 대한 규제 도구로써 정부규제의 경우 시장의 규칙제정자로서의 역할과 기업의 활동력 억제자로서의 두 가지 상반된 형태를 나타내고 있다. 이는 규제가 규칙의 형태를 취하기 때문이다(최병선, 2009). 규제의 개념적 정의를 살펴보면, 규제가 정책에 포함된다는 견해와 정책과 규제가 동일하다는 견해 그리고 규제를 정책도구로 보는 세 가지 시각이 존재한다(류숙원·김상윤, 2010).

표준관련 중소기업 지원정책 사업 사례를 살펴보면, 먼저 정부부처의 지원을 받는 사업으로는 국가기술표준원의 “중소 SW개발 업체를 위한 국제표준 무료교육”과 “국제표준 활동지원사업”이 있다(국가기술표준원, 2016). 전자는 중소 SW개발 업체를 대상으로 SW프로세스 개선·평가에 관한 국제표준인 SPICE(ISO/IEC15502)무료교육을 진행한다. 후자는 국제표준화활동 지원사업으로 사업을 추진할 외부전문가의 국제회의 참석을 지원한다(국가기술표준원 2016).

민간을 중심으로는 한국정보통신기술협회의 “기술표준화 무료 자문 서비스”(한국정보통신기술협회, 2016), 개방형컴퓨터연구회의 “IT 중소기업 기술표준화 자문서비스”(개방형컴퓨터연구회, 2016), 한국표준협회의 “기업대상 반도체 & 자동차 표준교육”과 “표준경영 & 중소기업 표준전문가 교육”(한국표준협회, 2016), 기업금융나들목의 “표준안전 기반구축”(기업금융나들목, 2016) 등이 있었다. 대부분의 사업은 중소기업 기술혁신과 밀접한 연계보다는 개별 기업의 관점에서 표준활동을 간접적으로 지원하는 사업이거나 “표준안전 기반구축” 사업과 같이 표준

관련 기반구축을 지원하는 사업이 대다수였다.

3. 표준관련 중소기업 기술혁신 수요 현황

국내에서는 앞서 살펴본바와 같은 지속적인 표준 대응 지원사업의 운영에도 불구하고 여전히 중소기업 측면에서는 표준 대응이나 사업화를 위한 정책 필요성에 대한 인식은 높지 않다. 본 연구가 분석한 ‘중소기업 기술통계조사’에 따르면, <표 2>에 나타난 것과 같이 우리나라

<표 2> 표준관련 중소기업 설문 응답 결과

연번	설문문항	최근 연구개발 동기				설문문항	기술사업화를 위한 필요 정책			
	설문연도	2013		2014		설문연도	2013		2014	
	구분	빈도	응답률	빈도	응답률	구분	빈도	응답률	빈도	응답률
1	생산비절감 (인건비, 원재료)	289	14.5%	501	22.8%	기술평가에 기반한 사업화 자금 지원	1,180	59.0%	1,425	64.8%
2	기존제품의 성능·품질향상	1,319	66.0%	1,439	65.4%	신기술 제품의 우선구매 지원	643	32.2%	633	28.8%
3	모기업의 품질개선 요구	309	15.5%	188	8.5%	시장분석, 사업성 조사 등 컨설팅 지원	588	29.4%	649	29.5%
4	국내외 표준 및 규제 대응	193	9.7%	120	5.5%	생산·양산에 필요한 전문인력 지원	555	27.8%	596	27.1%
5	생산공정의 효율화	187	9.4%	408	18.5%	마케팅 전문인력 양성 지원	382	19.1%	385	17.5%
6	새로운 사업 분야 진출	378	18.9%	281	12.8%	상설전시 및 해외시장 개척 지원	279	14.0%	226	10.3%
7	해외시장 개척 (수출확대)	163	8.2%	154	7.0%	국내외 표준 규격, 기술인증 지원	261	13.1%	240	10.9%
8	시장점유율 확대 유지	329	16.5%	480	21.8%	기타	10	0.5%	9	0.4%
9	수입품 대체 및 국산화	99	5.0%	89	4.0%					
10	제품의 고급화/다양화로 시장수요 대응	593	29.7%	488	22.2%					
11	경쟁으로부터 도태 위협	84	4.2%	99	4.5%					
	소계	3,943		4,247		소계	3,898		4,163	
	응답자	2,000	100%	2,200	100%	응답자	2,000	100%	2,200	100%

자료: 중소기업청·중소기업중앙회 2013 & 2014

중소기업의 연구개발 동기는 기존 제품의 품질향상이나 생산비 절감이 절대적으로 많았으며, 국내외 표준 및 규제 대응을 위한 연구개발은 상대적으로 비중이 높지 않았다(5.5~9.7%).¹⁾ 기술사업화를 위한 표준 규격 및 기술인증 정책에 대한 수요 역시 사업화 자금지원과 같은 다른 정책 수요보다 낮게 나타났다(10.9~13.1%).

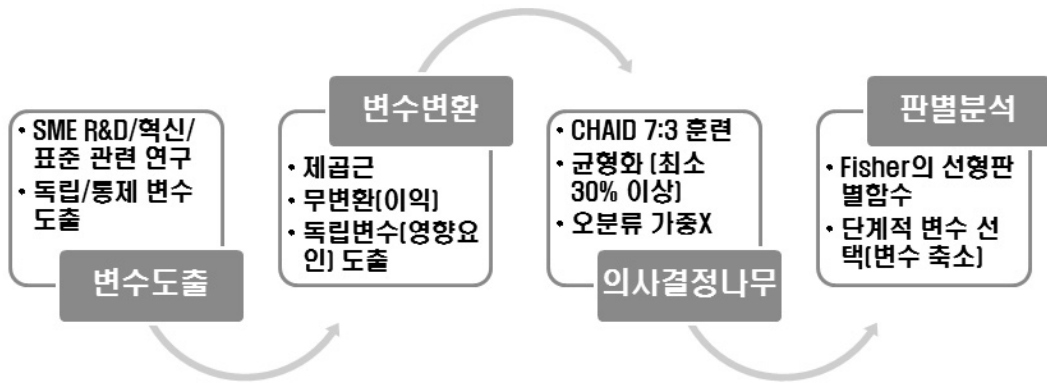
〈표 2〉에 따르면 아직은 중소기업 기술혁신활동과 관련한 표준정책 수요는 높지 않게 나타났다지만, 선행연구에서 살펴본 바와 같이 중소기업 기술혁신에서도 표준 활동은 매우 중요해지고 있는 만큼, 연구개발이나 기술사업화와 관련된 주요 수요 기업군을 파악해 향후 정책을 진행한다면 보다 효율적인 정책집행이 가능할 것으로 기대된다. 실제로 〈표 2〉의 설문 결과 중에서 연구개발 동기 설문을 교차분석한 결과에 따르면 표준 및 규제 대응을 연구개발 동기로 선택한 기업은 기대빈도와 비교해서 해외시장 개척이나 새로운 사업분야 진출을 또 다른 연구개발 동기로 선택한 기업이 두드러지게 많은 것으로 나타났다. 표준에 대응하기 위해서 연구개발을 수행하는 기업이 다른 기업과는 다른 프로파일을 가질 수 있는 가능성을 보여준 것으로 모든 중소기업을 일반화 또는 동일시하는 정책보다는 표준정책을 필요로 하는 기업을 프로파일링해서 좀 더 정교한 정책집행이 필요함을 보여준다고 할 수 있다.

III. 연구방법과 분석사례

1. 분석방법론

이 연구는 먼저 중소기업의 R&D, 혁신, 혹은 표준이 관련된 선행연구들을 살펴보고 이를 통해서 우리가 표준과 기업활동의 연관성에서 기본적으로 고려되어야 할 영향요인, 통제요인, 성과 등을 도출한다. 이렇게 도출된 요인들은 표준 때문에 기술개발을 하는 기업이나 사업화를 위해서 표준 규격을 필요로 하는 수요기업을 구분하는데 필요한 요인이 무엇인지 구분하는 모형을 만드는 데 사용된다. 이런 모형을 도출하기 위해, 본 연구는 의사결정나무분석을 통해서 이들 요인 모두를 고려한 분석을 진행하게 된다. 여기서 안정적인 분석을 위해서 먼저 모형의 가정(예: 정규성)에 맞게 변수를 변환한다. 변환된 변수를 적용 후, 의사결정나무 분석을 수행해서 유의미한 변수를 줄이게 된다. 의사결정나무 분석을 통해 주요 영향요인이 도출되면, 마지막으로 판별분석을 통해서 기술개발에 표준이 영향을 준 기업과 사업화를 위해서 표준 규격을 필요로 하는 수요기업을 구분하는 수요예측 모형을 도출하게 된다. 이 과정을 정리하면 다음 (그림 1)과 같다.

1) 〈표 2〉의 설문은 2순위까지 중복 응답이 가능하기 때문에 각 설문의 응답률 합계는 100%를 초과할 수 있다.



(그림 1) 연구 Frame 및 방법론

본 연구에서 모형을 도출하는 주요 분석 방법은 다변량 분석 방법이다. 어떤 대상의 성격을 규명하기 위하여 한 가지 측면(한 개의 종속변수)에서 그 대상을 관찰하고 분석하는 것을 단변량 분석(univariate analysis)이라고 할 수 있다. 본질적으로 인간의 행동의 패턴 및 일정한 규칙을 어떤 하나의 현상이나 자료를 가지고 설명하기는 힘든 경우가 많다. 인간의 행동을 좀 더 심층적이며 적절하게 설명하기 위해서는 여러 각도와 측면에서 수집한 자료들 간의 관계성 분석을 통해 가능한 것이다. 다변량 분석은 통계적으로는 종속변수의 관계를 고려한 상태에서 여러 개의 단변량분석을 동시에 수행하는 것을 의미하며, 여기에서 사용되는 자료는 다차원적으로 정상성(multivariate normal distribution)이 가정되어야 한다. 이와 같이 여러 개의 독립 변수에 대한 여러 개의 종속변수를 동시에 분석해 보는 통계적 방법을 다변량분석이라고 한다(이학식·임지훈, 2015).

본 연구에서 활용할 다변량 분석 방법은 판별모형과 의사결정나무 분석 방법이다. 판별모형은 경영분야에서 활발하게 활용되어 왔으며, 대표적인 사례로는 기업부실이나 파산예측 모형이 있다. 기업의 재무상태, 거래신뢰도, 일반사항, 신용등급 등 다양한 정보를 종합적으로 고려해 예측모형을 만드는데 판별분석이 활용된다(성웅현·조경선, 2009; 이선영·서상혁, 2011). 다변량분석 중 판별분석은 범주형 피예측변수에 대한 영향요인의 탐색적 연구나 예측모형 개발에 활발하게 활용되어 왔다.

의사결정나무 분석은 의학(또는 심리학)에서 탐색적 연구를 위해 자주 활용된다(박명화 외, 2013). 또한 의사결정나무 분석은 다른 분석과 같이 활용되는 경우도 많은데, 김수진·김보영(2013)은 로지스틱 회귀분석과 의사결정나무 분석을 동시에 활용하여 대도시 주민의 우울증에 영향을 주는 요인을 예측하고 비교하는 연구를 진행했다.

데이터마이닝 기법 중의 하나인 의사결정나무 분석법은 각 자료 내에 존재하는 관계와 규칙

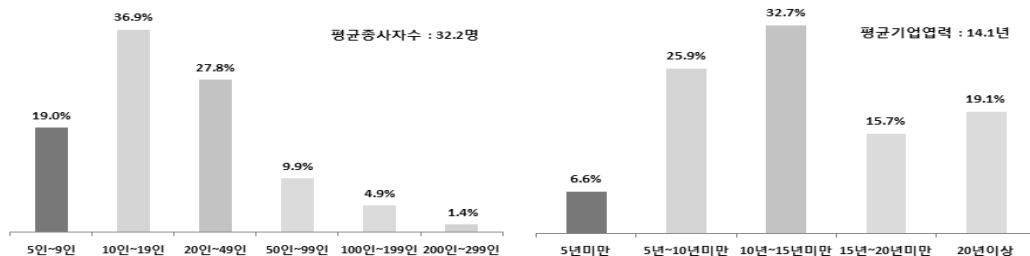
을 탐색하고 찾아내어 모형화하는 분석기법으로, 선형성, 정규성 및 등분산성 가정 등이 필요 없는 비모수적인 방법이다(Choi et al., 2002). 또한 의사결정나무 분석법은 분류와 예측을 위한 효과적인 방법으로 분석대상을 몇 개의 소집단으로 분류하는 규칙을 나무구조로 만들어 이를 새로운 대상에 적용함으로써 해당 특성을 예측하는 분석 방법으로 이해하기 쉬운 규칙을 생성시켜 주고 예측이 쉬워 보건의료관련 데이터의 분석에 유용한 도구로 사용되고 있다(Bae et al., 2004, 박명화 외, 2013).

2. 분석자료 및 범위

본 연구에서 분석에 사용된 자료는 2013년도 ‘제6차 중소기업 기술통계조사’ 결과와 2014년 7차 조사 자료다. 상기 조사들은 중소기업기술혁신촉진법 제8조(중소기업 기술통계의 작성)에 근거하여 중소기업청과 중소기업중앙회에서 공동으로 격년마다 실시하고 있다.

먼저 2013년 자료를 보면 설문 조사의 모집단은 종사자수 5인 이상 300인 미만인 제조업 및 제조업 외 기업 중에서 기술개발을 수행하고 있는 중소기업 38,288개사(제조업 30,864개사, 제조업 이외 업종 7,424개사)이다. 이 중에서 2012년 12월 31일 기준으로 기술개발을 수행하고 있는 2,000개 중소기업(제조업 1,628개사, 제조업 이외 372개사)을 표본추출하여 방문조사를 통해 기술혁신활동, 투자현황 및 기술수준, 기업성과 등을 조사한 설문 결과가 본 연구가 분석 대상으로 한 원시자료이다. 모집단에서 표본의 추출은 층화 추출법을 활용했는데, 29개 산업 중분류와 4개 종사자규모에 따라 1차 층화 추출된 후 16개 시도별로 2차 층화 추출했다. 조사 대상기간은 2011년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 2년간이며, 조사는 2013년 9월 2일부터 10월 25일까지 진행되었다(중소기업청·중소기업중앙회, 2013).

(그림 2)를 보면, 기술개발 수행 중소기업의 평균 종사자수는 32.2명이며, 평균 종사자수 10



(그림 2) 2013년 조사 결과의 연구사례의 종사자 수(좌) 및 기업 업력(우) 분포

자료: 중소기업청·중소기업중앙회, 2013

~19명 보유 중소기업이 36.9%로 가장 많고, 그 다음으로 20~49명이 27%로 많았다. 평균 기업업력은 14.1년으로 업력별 분포는 10~15년 미만 기업이 32.7%로 가장 많고, 5~10년 미만이 25.9%로 다음으로 많았다.

2014년 설문 조사의 모집단은 종사자수 5인 이상 300인 미만인 제조업 및 제조업 외 기업 중에서 기술개발을 수행하고 있는 중소기업 42,110개사(제조업 34,257개사, 제조업 이외 업종 7,853개사)이다. 이 중에서 2013년 12월 31일 기준으로 기술개발을 수행하고 있는 2,200개 중소기업(제조업 1,779개사, 제조업 이외 421개사)을 표본추출하여 방문조사를 통해 기술혁신 활동, 투자현황 및 기술수준, 기업성과 등을 조사한 설문 결과가 본 연구가 분석 대상으로 한 원시자료이다²⁾. 모집단에서 표본의 추출은 층화 추출법을 활용했는데, 29개 산업 중분류와 4개 종사자규모에 따라 층화 추출된 분류 변수에 따라 정렬 후 계통 추출했다. 조사 대상기간은 2013년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간이며, 조사는 2014년 5월 26일부터 8월 29일까지 진행되었다(중소기업청·중소기업중앙회, 2014).

3. 변수 설정과 변환

1) 변수 설정

앞선 제2장에서 살펴본 바와 같이 표준 활동(또는 정책)은 중소기업 혁신에서 중요한 역할을 하는데, 본 연구에는 이 변수를 집단변수(또는 종속변수)로 분석하게 된다. <표 3>에서와 같이 표준에 대응하기 위해서 연구개발하는 기업과 다른 연구개발 동기를 가진 기업을 구분했다. 또한 기술사업화를 위해서 표준정책을 필요로 하는 기업과 다른 정책을 원하는 기업을 구분했다. 본 연구의 변수 설정과 관련된 문헌을 정리하면 <표 3>과 같다.

중소기업 개발지원 정책이 지향하는 기술혁신성과(기술적 성과)로는 기술개발 성공률 제고나 지재권 확보, 기술경쟁력 강화 등이 있으며, 경제적 성과로는 선 획득된 기술적 성과를 바탕으로 수혜기업의 성장성(매출액), 수익성(영업이익), 생산성 지표 등이 자주 활용되고 있다(홍지승·홍석일, 2011; 유태욱·양동우, 2009; 장선미 외, 2007; 전승표, 2015; 성태경, 2015).

본 연구에서도 중소기업 기술혁신과 관련해 표준정책 수요에 영향을 줄 수 있는 요인들로 이들 성과에 주목했다. 먼저 투입 요소나 기술능력으로 연구개발비는 물론 정부 지원에 대한 경험과 필요성이라는 측면에서 개발비에서 정부지원 자금이나 자체조달 자금이 차지하는 비중도 영향요인이 될 수 있다고 판단했다(안치수·이영덕, 2011; 전승표, 2015; Blind and

2) 본 연구에서 활용한 설문결과는 통계청의 2차 자료가 아니며, 중소기업중앙회에서 본 연구를 위해 제공받은 원자료(1차 자료)의 설문 원시자료를 분석한 결과이다.

〈표 3〉 변수명과 변수의 설명

변수명		변수 설명	단위	관련 문헌	
종속변수 (집단변수)	국내외 표준 및 규제 대응	최근 기술개발의 동기(11가지 중 택 2)	해당 항목	Bemelmans-Videc et al. (2011); 류숙원 외 (2010); 이종민 외 (2013)	
	국내외 표준 규격, 기술 인증 지원	기술개발 사업화를 위해 가장 필요한 지원 정책(택 2)	해당 항목		
독립 변수	투자	연구개발비	전년도 기술개발 투자비	백만 원	장선미 외 (2009); 성태경 (2009); Blind and Mangelsdorf (2016)
		자체개발비 비율	전년도 기술개발 투자비 중 자체조달 자금 비중	%	
		정부자금 비율	전년도 기술개발 투자비 중 정부지원 자금 비중	%	
	기술 성과	지재권 출원 건수	설문대상기간 지식재산권 출원 건수	건	성태경 (2009); 류숙원 외 (2010); Audretsch et al. (2002); 이병현 외 (2013)
		R&D 시도 건수	설문대상기간 연구개발 시도 건수	건	
		R&D 진행 건수	설문대상기간 연구개발 진행 건수	건	
		R&D 성공 건수	설문대상기간 연구개발 성공 건수	건	
		제품화 진행 건수	설문대상기간 신기술 제품화 진행 건수	건	
		제품화 성공 건수	설문대상기간 신기술 제품화 성공 건수	건	
		(국내)특허보유 건수 (해외)특허보유 건수	조사 당시 국내 특허보유건수 조사 당시 해외 특허보유건수	건	
	경영 성과	전년도 매출액	전년도 총 매출액	백만 원	홍지승·홍석일 (2011); 유태욱·양동우 (2009); 장선미 외 (2009)
		전년도 기술매출액	전년도 기술에 의한 매출액	백만 원	
		전년도 영업이익	전년도 영업이익	백만 원	
통제 변수	기업 일반	업력	2015년 기준 설립 후 경과 기간	년	노용휘 (2015); 안치수·이영덕 (2011); 박문수·이호영 (2012); 김선영 외 (2014); Blind and Mangelsdorf (2016)
		표준산업분류	표준산업분류(KSIC) 대분류	해당 항목	
		신기술분야	신기술 6T 분야(기타 포함)	해당 항목	
		생산기반 분야	생산기반 기술 8개 분야(기타 포함)	해당 항목	
		상근 총계	상근 인력 총원	명	
		연구원 합계	연구원 인력 총원	명	
		이노비즈 기업 여부	이노비즈 기업 등록 여부	여부	
		벤처 기업 여부	벤처기업 등록 여부	여부	
		경영혁신기업 여부	경영혁신형 기업 등록 여부	여부	
	일반중소기업 여부	일반중소기업 여부	여부		
기술 역량 관련	성장단계	기업 성장 단계(시장 진입기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기)	4점 척도	노용휘 (2015); 김선영 외 (2014); 이종민 외 (2013)	
	주거래처	대기업, 중소기업, 일반소비자, 공공기관, 해외(수출)	해당 항목		
	기술기업군	고기술 기업, 중간기술 기업, 범용기술 기업	해당 항목		
	기획능력	세계일류 기업대비 기획 능력(100% 만점)	%		
	신제품개발 능력	세계일류 기업대비 신제품개발 능력(100% 만점)	%		
	시험검사능력	세계일류 기업대비 시험검사 능력(100% 만점)	%		
	제조가공능력	세계일류 기업대비 제조가공 능력(100% 만점)	%		
	사업화 능력	세계일류 기업대비 사업화 능력(100% 만점)	%		
	총 소요기간	기술개발 총 소요기간(개발기획, 개발진행, 사업화 합계)	개월		
	개발기획 소요기간	기술개발 소요기간 중 개발기획 단계 소요기간	개월		
	개발진행 소요기간	기술개발 소요기간 중 개발진행 단계 소요기간	개월		
사업화 기간	기술개발 소요기간 중 사업화 단계 소요기간	개월			
제품수명주기	주력제품의 수명주기 정도(1년~10년 이상)	7점 척도			
모방소요기간	경쟁업체에서 모방개발하는 데 소요되는 시간(정도)	6점 척도			
기술의 신규성	연구개발한 기술의 신규성 정도(세계 최초~국내보편)	4점 척도			

Mangelsdorf, 2016). 또한 기술적 성과 또는 역량이라는 측면에서 특허보유(국내, 해외)는 물론 최근의 특허출원 건수, R&D 시도/진행/성공 건수, 제품화 진행/성공 건수, 국내외 지재권 보유 건수 등도 영향요인이 될 수 있는 것으로 보았다. 마지막으로 경제적 성과나 역량의 측면에서는 매출액, 기술에 의한 매출액 그리고 영업이익을 잠재적 영향요인으로 주목했다.

중소기업의 성과나 역량분석관련 연구에서는 다양한 통제변수들이 고려되는데, 표준화와 관련하여 산업분류는 물론 생산이나 품질과 같은 다양한 역량도 영향을 주수 있다(성태경, 2009; 노용휘, 2015).

따라서 산업분류(표준산업분류, 신기술분야, 생산기반 분야)를 통제변수로 고려하며, 세계대비 기술기획·신기술개발·제조가공·시험검사 능력도 역시 통제변수로 고려하게 된다. 또한 중소기업의 혁신활동이나 성과 분석 변수에 공통적으로 고려되는 통제변수들로 업력(설립연도), 기업규모(종업원)가 고려되는데(안치수·이영덕, 2011; 김선영 외, 2014).

본 연구에서도 업력, 종업원 규모는 물론 연구원 규모도 고려하게 된다. 그 밖에 성장단계나 연구소 보유와 같은 인증도 통제변수가 되기도 한다(김선영 외, 2014; Blind and Mangelsdorf, 2016). 따라서 본 연구에서는 기업 성장단계, 이노비즈 여부, 벤처 여부 등도 통제 변수로 고려하게 된다. 그 밖에 선행연구에 따르면 제품 수명이나 기업의 성장단계도 표준화에 영향을 줄 수 있기 때문에 연구개발에서 기획·개발·사업화에 소요되는 기간을 고려하고, 각 기업의 제품수명주기와 기업 성장단계도 고려했다(성태경, 2009; 노용휘, 2015). 추가로 기업의 글로벌화의 영향을 고려하기 위해서 주거래처를 통제변수로 추가했다(Blind and Mangelsdorf, 2016).

2) 변수 변환

분석 대상으로 삼은 변수들 중에서 범주형 척도로 측정된 변수들은 대부분 통제변수에 해당되며, 통제변수 중에서는 일부 연속형 변수도 존재한다(종업원 수 등).

본 연구에서 활용한 분석방법 중에서 판별분석은 모수분석으로 독립변수는 연속형 변수를 활용하게 된다(일부 범주형 변수는 더미 변수로 활용). <표 3>에서 제시된 독립변수는 모두 연속형 변수이며, 일부 통제변수도 연속형 변수로 측정되었다. <표 3>에서 제시된 연속형 변수의 기술통계량 분석 결과에 따르면 연속형 척도로 측정된 대부분 변수들은 왜도와 첨도가 매우 높게 나타났다.³⁾ 따라서 변수의 분포가 정규성을 기대하기 어려웠다. 의사결정나무 분석은 앞서 설명된 바와 같이 비모수 통계 분석이기 때문에 별다른 변환 없이 원 변수 값을 그대로 활용할 수 있다.⁴⁾ 그러나 제5장에서 예측모델 도출을 위해서 활용한 판별분석에서는 독립변수

3) 지면관계상 <표 3>에 대한 기술통계량 제시는 생략했는데, 첨도와 왜도가 ± 2 를 넘는 경우가 대다수였다.

의 정규성 확보를 위해 변수를 변환하였다. 하지만 자연로그로 변환할 경우 대부분의 변수에서 변환 전 값에 0이 존재하기 때문에 변환이 불가능한 문제가 발생되어 대부분 제곱근으로 변환했다⁵⁾.

3) 데이터 균형화(data balancing)

데이터마이닝은 분석 데이터에 대한 기계학습을 통해 모델을 구축하는데, 목표변수 내에 특정 클래스에 해당하는 샘플의 수가 다른 클래스에 속하는 샘플의 수 보다 월등히 많을 경우 샘플의 수가 많은 클래스에 대한 학습이 그렇지 않은 클래스에 대한 학습보다 많이 이루어져 특정 클래스만을 잘 예측하는 편향된 예측 모델이 구축된다. 따라서 예측 모델을 구축하기 전에 목표변수 내에 존재하는 클래스들의 비율을 맞추는 작업, 즉 데이터 균형화 작업이 필요하다(최근호 외, 2015). 본 연구에서 사용된 원자료의 응답 데이터는 <표 2>에 나타나 있는데 전체 응답자 중에서 연구개발 동거나 기술사업화 정책에 표준과 관련 있는 집단의 비중이 최소 5%, 최대 13%로 나타났기 때문에 클래스들의 비율을 맞추는 균형화 작업을 진행하였다.

본 연구에서는 작은 클래스의 데이터의 양이 부족하기 때문에 오버샘플링을 선택했는데, 과잉적합의 문제를 피하기 위하여 데이터 중복은 최소화하려고 노력했다.⁶⁾ 중복 발생을 전체 자료의 30%수준까지만 허용했으며, 이렇게 오버샘플링된 데이터 셋을 데이터마이닝 기법을 적용시키기 위한 최종 데이터 셋으로 이용하였다.

VI. 표준 수요기업 프로파일링

본 절에서는 <표 2>에서 제시된 2가지 관심 변수를 분류하여 기업을 프로파일링할 수 있는 의사결정나무 분석 결과를 제시하는데, 먼저 표준 대응을 위해서 연구개발을 진행한 기업을

4) 제4장 의사결정나무 분석과 제5장 판별분석의 연속성 유지를 위해서 제4장 의사결정나무 분석에서도 연속형 변수는 변환된 변수를 활용했다.

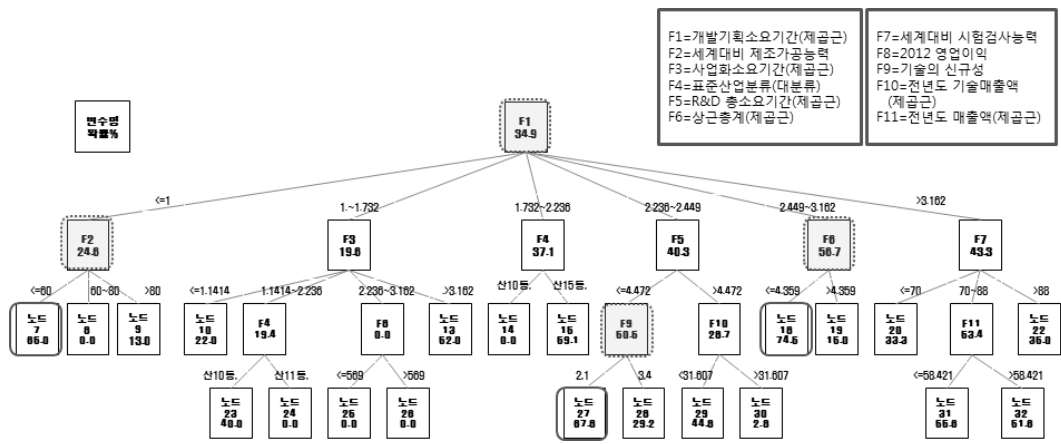
5) 영업이익은 음수 값이 존재하기 때문에 변환하지 않았으며, 왜도와 첨도가 이미 안정적인 자체연구비 비율, 정부 자금비율, 업력, 세계대비 기술(기획, 사업화 등) 능력은 변환 없이 판별분석에 활용했다.

6) 클래스들의 비율을 맞추는 샘플링 방법에는 오버샘플링(oversampling) 방법과 언더샘플링(undersampling) 방법이 있다. 오버샘플링은 비율이 큰 클래스를 기준으로 비율이 작은 클래스를 중복 발생시키는 샘플링 방법으로 전체 데이터의 양을 늘릴 수 있는 장점이 있지만 중복된 데이터들이 많이 생성되어 오버샘플링을 많이 할 경우 해당 데이터 셋에만 적합한 모델이 만들어지는 과잉적합(overfitting) 문제가 발생할 수 있다. 언더샘플링은 오버샘플링과는 반대로 비율이 작은 클래스를 기준으로 비율이 큰 클래스의 일부분을 무작위로 샘플링하는 방법으로 전체 데이터의 양이 줄어들어 유용한 정보들이 줄어드는 단점이 있으나, 과잉적합 문제가 발생하지 않고 데이터의 양이 충분할 경우에는 단점이 완화될 수 있다(최근호 외, 2015).

프로파일링하기 위해서 2013년과 2014년 설문조사를 각각 분석한 결과를 제시한다. 다음으로 향후 기술사업화를 위해서 표준정책이 필요한 수요 기업 프로파일링 결과를 역시 2013년과 2014년으로 구분하여 제시한다.

1. 표준 및 규제 대응 연구개발 수행 기업의 프로파일링 결과

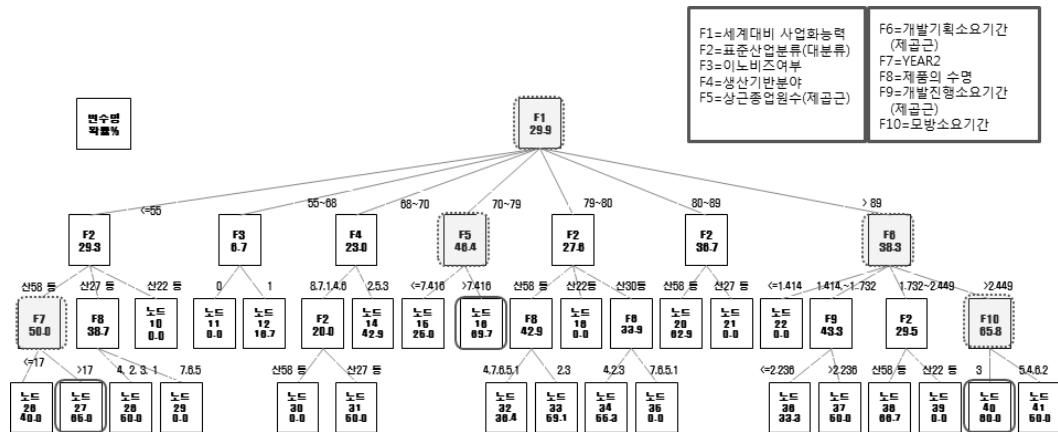
본 연구에서는 2013년도 설문 응답자 2,000명의 데이터와 2014년도 설문 응답자 2,200명을 분석했다(균형화 전). 그리고 모델 타당성 분석을 위해서 훈련용과 검증용을 7:3으로 나누어 활용했다. <표 3>에서 설명된 총 40개의 설문 문항을 독립 및 통계 변수들로 활용하였으며, 11가지 기술개발 동기 중에서 국내외 표준 및 규제 대응이 우선순위 2가지 동기로 선택한 실험군(개발동기-표준 대응)과 다른 연구개발 동기를 선택한 대조군으로 구분하였다. 2013년 설문 의 분석 결과는 (그림 3)과 같았으며, 개발기획 소요기간, 시험검사능력, 상근인력수, 개발소요 기간, 기술의 신규성, 표준산업분류 등이 40개의 변수 중에서 분류하는데 유의미한 영향 요인 으로 나타났으며, 특히 기획단계 소요기간과 상근인력이 중요해서 기획단계 소요기간이 6~10 개월 사이인 경우에서 상근인력이 19명 이하인 경우 상근인력이 20명 이상인 경우보다 특히 연구개발 동기가 표준 대응인 경우가 두드러지게 많은 것으로 나타났다. 균형화된 전체집단에 서 34.9%의 연구개발 동기가 표준 대응이었는데, 상기 조건을 만족하는 경우 74.5%까지 표준 대응을 위한 연구개발이 증가했다. 그 밖에 보다 짧은 기획 소요 기간에서 총 소요기간이 20개 월 이하면서 기술의 신규성이 높은 경우, 사업화 소요기간이 10개월 미만인 경우는 신기술개발 능력이 세계 최초에 가까운 경우도 표준 대응을 위한 연구개발이 많았고(67.8%), 오히려 개발



(그림 3) 표준 대응 연구개발 기업군에 대한 의사결정나무 분석결과(2013)

기획 소요기간이 1개월 이하인 경우도 세계대비 제조능력이 낮을수록 표준 대응을 위한 연구개발이 많았다(65.0%).

2014년 설문 분석 결과는 (그림 4)와 같았으며, 산업분류코드, 사업화 능력, 업력, 제품수명, 생산기술 분야, 상근종업원수, 개발기획 소요기간, 모방소요 기간 등이 40개의 변수 중에서 분류하는데 유의미한 영향 요인으로 나타났으며, 특히 개발기획 단계 소요기간과 모방 소요기간이 중요해서 세계대비 사업화 능력이 매우 높은 기업 중에서 기획단계 소요기간이 6개월 이상인 경우에서 모방 소요기간이 6개월~1년 사이인 기업에서 연구개발 동기가 표준 대응인 경우가 두드러지게 많은 것으로 나타났다. 균형화된 전체집단에서 29.9%의 연구개발 동기가 표준 대응이었으나, 상기 조건을 만족하는 경우 80.0%까지 표준 대응을 위한 연구개발이 급증



(그림 4) 표준 대응 연구개발 기업군에 대한 의사결정나무 분석결과(2014)

<표 4> 의사결정나무 모형의 분류 정확도(표준 대응 R&D 2013 & 2014)

		분류					
표본	감시됨	예측					
		기타 개발 동기		표준 대응 개발		정확도(%)	
		2013년	2014년	2013년	2014년	2013년	2014년
훈련	기타 개발 동기	1,096	1,294	197	160	84.8%	89.0%
	표준 대응 개발	282	262	407	431	59.1%	62.2%
	전체 퍼센트	69.5%	72.5%	30.5%	27.5%	75.8%	80.3%
검정	기타 개발 동기	435	527	79	99	84.6%	84.2%
	표준 대응 개발	128	114	148	153	53.6%	57.3%
	전체 퍼센트	71.3%	71.8%	28.7%	28.2%	73.8%	76.1%

성장방법: CHAID. 종속변수: 연구개발 동기 - 표준 대응

했다. 그 밖에 세계대비 사업화 능력이 매우 낮은 기업 중에서는 특정 표준 산업분류에 해당되는 경우 업력이 17년 이상인 기업의 경우도 표준 대응을 위한 연구개발이 많았다(65.0%).

상기 모델들의 예측 정확도는 <표 4>에 나타나 있는데, 2013년 설문기반 분석 결과의 혼련 자료에서 위험도는 24.2%, 검정자료에서는 26.2%로 나타났다. 제시된 모형은 검정자료에서 다른 연구개발 동기를 선택한 경우는 84.6%를 정확히 분류했고, 표준 대응 개발 동기 기업은 53.6%를 정확히 분류했다. 검정자료를 기준으로 전체 분류 정확도는 73.8%로 나타났으며, 혼련자료의 분류 정확도는 75.8%로 나타났는데, 검정 정확도도 70% 이상으로 나타났고, 두 정확도 차이가 크지 않아서 분류가 안정적임을 확인할 수 있었다.⁷⁾ 2014년 분류 정확도는 80.3%로 나타났고, 검정 정확도도 76.1%로 나타나서, 역시 두 정확도의 차이가 크지 않았다.

2013년 설문결과를 기반으로 한 모형분석의 결과에 따르면, 전반적으로 표준 대응을 위한 연구개발은 기획 기간이 길어질수록, 신규성이 높을수록(세계 최초 또는 국내 최초이면서 선진국 일부 시도), 상근 인력이 적을수록 표준 대응을 위한 연구 개발이 활발했다. 또한 특정 산업 분류 분류에 따라서 연구개발 동기에 차이가 있는 것으로 나타났지만, 일관된 경향이 크진 않았다. 다만, 인쇄 및 기록매체 복제업, 자동차 및 트레일러 제조업, 컴퓨터 프로그래밍 등에서 표준 대응 개발이 많은 것으로 나타났다. 2014년 설문결과를 기반으로 모형에 따르면 표준 대응을 위한 연구개발은 기획 기간이 길어질수록, 제품수명은 짧으며(2~5년), 특정 산업분류(예 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술서비스업, 소프트웨어 개발 및 공급업 등)에 속해 있는 경우 표준 대응을 위한 연구 개발이 활발했다.

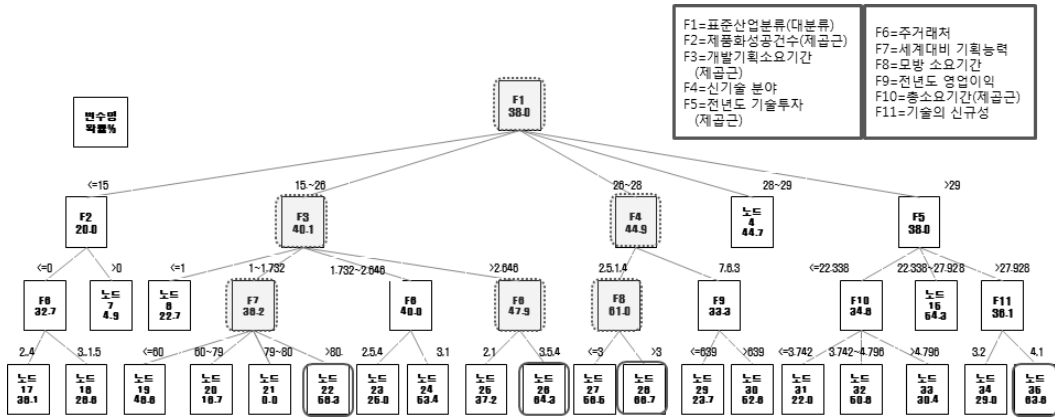
2013년과 2014년에서 모두 표준산업분류가 유의미한 영향을 주고 있었으며, 특히 기술개발을 위한 기획 기간이 많이 소요되는 세계 최초 기술을 연구하는 기업이 표준이나 규제를 대응하기 위한 연구개발이 많은 것으로 나타났다.

2. 기술사업화를 위한 표준정책지원 수요 기업의 프로파일링 결과

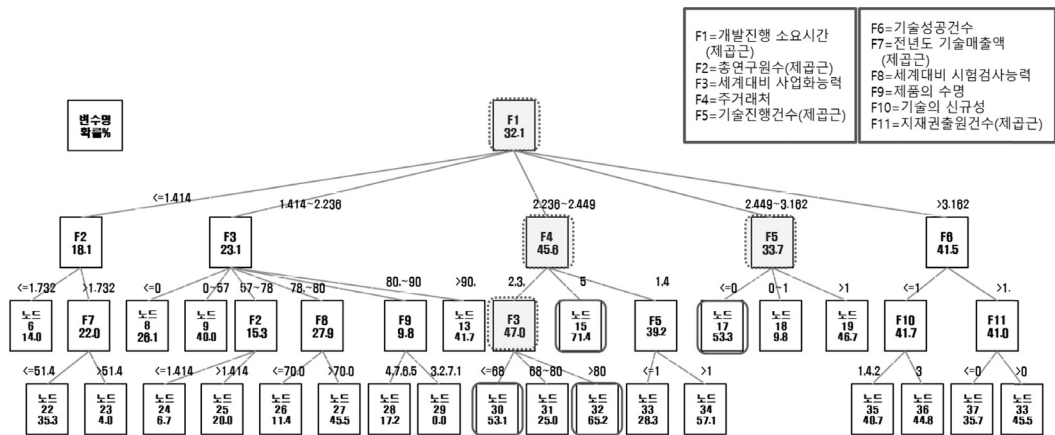
2013년 설문결과를 기반으로 프로파일링 분석은 (그림 3)에서와 같은 방법으로 분석했으며, 2014년은 (그림 4)와 같은 방법으로 분석했는데, 7가지 개발기술 사업화를 위한 지원정책 중에서 국내외 표준 규격, 기술 인증 지원 정책을 우선순위 2가지로 선택한 실험군(지원정책-표준 및 인증)과 다른 지원 정책을 선택한 대조군으로 구분하였다. 2013년 설문기반의 분석 결과는

7) 의사결정나무 분석결과는 <표 4>에 나타난 바와 같이 CHAID 방법으로 성장했으며, 최대나무 깊이는 3으로 했고, 상위 노드는 100개를 하위 노드는 50개를 최소 케이스로 설정했다. 또한 확장 기준은 유의 수준 0.05로 했고, 오분류 비용은 별도로 가중하지 않았다. 의사결정나무의 정확도를 좀 더 높이기 위해서는 깊이를 늘릴 수 있지만, 본 연구에서 의사결정나무 분석을 독립변수 도출을 위해서 활용했기 때문에 깊이는 3수준으로 제한했다.

(그림 5)와 같았으며, 표준산업분류(대분류), 개발기획 소요 기간, 주거래처, 기획능력, 모방소요 기간 등이 40개의 변수 중에서 분류하는데 유의미한 영향 요인으로 나타났으며, 특히 표준 산업분류 중 대분류, 개발기획 소요 기간 그리고 주래처가 중요한 특정 산업분류이면서, 개발기획 소요 기간이 7개월 이상이고, 주거래처가 해외, 공공기관 그리고 개인 소비자인 기업의 경우가 표준지원정책의 필요성을 두드러지게 높게 생각하는 것으로 나타났다. 균형화된 전체집단에서 38.0%의 연구개발 동기가 표준 대응이었는데, 상기 조건을 만족하는 경우 64.3%까지 표준 지원정책 수요가 증가했다. 그 밖에 특정 신기술 분야에서 모방 소요 기간이 길거나(66.7%), 개발기획 소요 기간이 짧아도 세계대비 기획 능력이 80%이상인 기업도 표준 지원 정책 수요가 58.3%까지 높아졌다.



(그림 5) 기술사업화 표준정책지원 수요 기업군에 대한 의사결정나무 분석결과(2013)



(그림 6) 기술사업화 표준정책지원 수요 기업군에 대한 의사결정나무 분석결과(2014)

2014년 설문기반 분석 결과는 (그림 6)과 같았으며, 개발소요기간, 시험검사 능력, 사업화 능력, 주거래처, 기술개발 진행 건수 등이 40개의 변수 중에서 분류하는데 유의미한 영향 요인으로 나타났으며, 특히 개발진행 소요기간과 주거래처가 중요해서 개발진행 소요기간이 5~6개월(보통 수준)이면서, 주거래처가 해외인 경우는 표준지원정책 필요성을 두드러지게 높게 생각하는 것으로 나타났다. 균형화된 전체집단에서 32.7%의 표준정책지원 수요를 보였는데, 상기 조건을 만족하는 경우 71.4.7%까지 표준 지원 정책 수요가 급증했다. 그 밖에 주거래처가 중소기업이나 일반소비자를 대상으로 하는 경우도 사업화 능력이 세계대비 80%이상인 기업 역시 표준 지원정책 수요에 대한 비중이 65.2%로 높게 나타났다.

상기 모델들의 예측 정확도는 <표 5>에 나타나 있는데, 2013년 설문 기반 모형은 훈련자료에서 위험도는 20.4%, 검정 자료에서는 34.3%로 나타났다. 제시된 모형은 검정자료에서 다른 지원 정책을 선택한 경우는 80.2%를 정확히 분류했고, 표준지원정책을 선택한 기업은 42.1%를 정확히 분류했다. 검정 자료를 기준으로 전체 분류 정확도는 65.7%로 나타났으며, 훈련자료의 분류 정확도는 70.6%로 나타났는데, 검정 정확도가 70%이하로 낮은 편이었지만, 두 정확도 차이가 크지 않아서 분류가 안정적인지를 확인할 수 있었다. 2014년 분류 정확도는 71.3%로 나타났고, 검정 정확도는 70% 가깝게 나타나서, 역시 두 정확도의 차이가 크지 않았다.

<표 5> 의사결정나무 모형의 분류 정확도(사업화 표준 수요 2013 & 2014)

		분류					
표본	감시됨	예측					
		기타 정책지원		표준정책지원		정확도(%)	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014
훈련	기타 정책지원	1041	1270	213	116	83.0%	91.6%
	표준정책지원	376	479	371	210	49.7%	30.5%
	전체 퍼센트	70.8%	84.3%	29.2%	15.7%	70.6%	71.3%
검정	기타 정책지원	389	513	96	61	80.2%	89.4%
	표준정책지원	172	201	125	70	42.1%	25.8%
	전체 퍼센트	71.7%	84.5%	28.3%	15.5%	65.7%	69.0%

성장방법: CHAID. 종속변수: 표준정책지원

2013년 설문결과를 기반으로 한 모형분석의 결과에 따르면, 전반적으로 표준관련 정책지원 수요는 산업분류에 따라 차이가 나타났으며, 개발기획 소요기간이나 모방소요 기간이 길고, 신기술분야(BT, IT 등)인 경우 표준정책지원 수요가 높았으며, 주거래처가 국내보다는 해외나 공공기관 또는 개인 소비자인 경우도 표준 규제나 기술인증 지원 정책에 대한 수요가 높았다.

2014년 설문 기반의 모형분석 결과는 전반적으로 표준관련 정책지원 수요는 기술개발 소요 기간이 길고, 주거래처가 해외인 수출 중심 중소기업에서 역시 수요가 높았다.

2013년과 2014년에서 모두 주거래처가 유의미한 영향을 주고 있었으며, 특히 기술개발이나 사업화 소요 기간이 많이 소요되는 기술을 연구하는 기업이 기술사업화를 위한 표준이나 기술 인증 정책지원을 원하는 것으로 나타났다.

V. 수요 예측 모델

1. 기술사업화 표준정책지원 수요 기업 예측 모델

3.1절에서 설명한 바와 같이 의사결정나무 분석은 비모수 통계 분석으로 변수의 변환은 불필요했으며, (그림 3~6)의 나무분석 결과를 활용하면 예측 모형 도출 또는 프로파일링도 가능하다. 그러나 모수 통계분석인 판별분석으로 보다 강건한 예측 모델을 제시할 수도 있기 때문에, 본 장에서는 3.3절에서 설명된바와 같이 정규성이 크게 의심되는 변수들을 제곱근으로 변환해 분석했다. 판별분석은 강건한 결과를 주지만, 모수 분석에 적합한 변수를 직접 선정해야 하는 노력이 필요하다. 본 연구에서는 일단 판별분석에 적용할 독립 또는 통계 변수를 선정하기 위해서 앞서 제시된 의사결정나무 분석 결과를 활용하는데, 본장의 판별분석을 고려해서 이미 변환된 변수를 의사결정나무 분석에서 적용했기 때문에 추가적인 변수 변환 없이 분석을 진행했다.

표준정책 수요기업 예측 모델은 최근 진행된 2014년 설문 결과를 바탕으로 진행했으며, 균형화된 2,920개 설문 결과를 바탕으로 도출되었다. 판별분석은 Fisher의 선형판별함수로 분석했고, 단계선택은 Wilks' Lamda를 기준으로 했다. 사전 확률은 상기 집단표본 크기로 계산했다. (그림 6)의 의사결정나무 분석에서 유의미하게 제시된 11개의 독립변수와 다른 분석에서 공통적으로 유의미하게 제시되었던 개발기획 소요 기간을 추가 변수로 사용하여 판별분석을 시작했다. 먼저 집단 평균의 동질성 검증결과인 <표 6>에 따르면 주거래처, 개발진행 소요기간, 개발기획 소요기간, 총 연구원수, 지재권출원건수 및 제품의 수명이 표준정책 수요 기업을 판별하는데 있어 통계적으로 유의미함($p < 0.05$)을 보여주고 있다. 반면, 기술매출액, 기술개발 진행건수, 기술개발 성공건수, 시험검사능력, 제조가공능력 및 사업화능력에 있어서 집단 간 차이는 비유의적으로 나타났다. 12개의 변수 중 개발진행 소요기간이 가장 작은 Wilks's Lamda값과 가장 큰 F값을 나타내어 대체로 판별력이 높음을 알 수 있다($p < 0.05$).

〈표 6〉 집단평균의 동질성에 대한 검정

	Wilks 랏다	F	자유도1	자유도2	유의확률
주거래치(해외더미)	0.984	47.369	1	2918	0.000
개발진행 소요기간	0.969	93.491	1	2918	0.000
총 연구원수	0.987	39.926	1	2918	0.000
기술매출액	1.000	0.264	1	2918	0.607
기술진행건수	1.000	0.356	1	2918	0.551
기술성공건수	1.000	0.059	1	2918	0.807
지재권출원건수	0.998	7.196	1	2918	0.007
제품의 수명	0.989	32.533	1	2918	0.000
세계대비 시험검사능력	1.000	0.336	1	2918	0.562
세계대비 제조가공능력	0.999	1.640	1	2918	0.200
세계대비 사업화 능력	1.000	0.586	1	2918	0.444
개발기획 소요기간	0.998	7.087	1	2918	0.008

판별분석도 회귀분석과 같이 변수의 진입 방법을 결정할 수 있는데, 본 연구에서는 단계적 진입으로 변수 진입을 결정했다(Wilks's Lamda 기준). 〈표 7〉을 살펴보면 〈표 6〉에서 제시된 12개 변수 중에서 지재권출원건수 등 5개 변수를 제외한 7개 변수가 선택되었다.

〈표 7〉에서 단계적으로 선택된 변수를 활용한 표준 관련 정책지원 선호 기업과 비 선호 기업의 판별식 적합도를 Wilks' Lamda를 통해 살펴보면, Wilks' Lamda의 수치가 작아 판별식이 통계적으로 유의미함(두 집단의 차이가 있음)을 확인했다($p < 0.05$). 〈표 8〉은 판별 점수와 집단 간의 관계를 나타내는 정준상관계수가 제시되어 있다. 정준상관계수가 0.244으로 이를 제곱하면 0.0595이다. 즉, 종속변수의 판별 점수 분산의 5.95%가 7개의 독립변수들에 의해 설명됨을

〈표 7〉 단계별 판별분석 결과

단계	진입된 변수	Wilks 랏다							
		통계량	자유도 1	자유도 2	자유도 3	정확한 F			
						통계량	자유도 1	자유도 2	유의확률
1	개발진행 소요기간	0.969	1	1	2918.0	93.491	1	2918.0	0.000
2	주거래치(해외)	0.955	2	1	2918.0	69.162	2	2917.0	0.000
3	총 연구원수	0.950	3	1	2918.0	51.644	3	2916.0	0.000
4	제품의 수명	0.946	4	1	2918.0	41.282	4	2915.0	0.000
5	기술매출액	0.944	5	1	2918.0	34.585	5	2914.0	0.000
6	개발기획 소요기간	0.942	6	1	2918.0	29.937	6	2913.0	0.000
7	세계대비 사업화 능력	0.940	7	1	2918.0	26.397	7	2912.0	0.000

〈표 8〉 정준 상관 계수

합수	고유값	분산의 %	누적 %	정준 상관
1	0,063	100,0	100,0	0,244

알 수 있다.

표준정책지원 선호 여부에 따른 집단을 설명하는데 상대적 중요도를 나타내는 변수에 대한 표준화 정준판별함수 계수가 〈표 9〉에 제시되어 있는데, 개발진행 소요기간의 계수 절대값이 0.697로서 선호 여부의 차이를 가장 잘 설명하는 변수이며 따라서 가장 판별력이 컸으며 다음은 주거래처(해외)와 총 연구원수였다. 판별분석의 구조행렬에서 판별적재 값의 크기는 표준정책지원 선호 여부를 구분하는데 판별력의 크기를 말해주고 있다.

〈표 9〉 표준화 정준판별함수 계수와 정준판별함수 계수

	표준화 정준 판별함수 계수	정준 판별함수 계수
주거래처(해외)	0,464	1,952
개발진행 소요기간	0,697	0,761
총 연구원수	0,398	0,290
기술매출액	-0,216	-0,005
제품의 수명	0,270	0,160
세계대비 사업화 능력	-0,170	-0,006
개발기획 소요기간	-0,232	-0,316
(상수)		-2,087

〈표 10〉의 분류함수표는 새로운 분류대상을 어느 집단에 분류할 것인가를 결정하는데 사용된다. 새로운 분류대상의 독립변수 값들을 다음의 분류함수에 각각 대입하여 결과 값이 크면 큰 값을 나타낸 집단에 분류하고 결과 값이 작으면 작은 값을 나타낸 집단에 분류한다. 이는 향후 어떤 기업이 표준관련 정부정책지원을 선호할 집단인가 아닌가를 예측하는데 도움이 될 것이다. 표준정책지원 선호 기업인 경우 상대적으로 개발진행 소요기간과 총 연구원 수의 계수가 크고, 반면 개발기획 소요기간의 계수는 적다. 또한 해외가 주거래처인 경우가 표준정책지원을 선호하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수출중심의 중소기업 중에서 개발진행 소요기간이 길고, 총 연구원수가 많은 기업군이 새로운 표준정책지원 사업의 대상이 될 수 있는 가능성이 커짐을 보여주고 있다. 또한 개발기획 소요기간은 오히려 별 영향이 없거나 부의 영향이 있을 수도 있음을 보여주고 있다.

〈표 10〉 분류 함수 계수(기술사업화 표준정책)

	정책지원 선호	
	기타 정책 우선	표준정책 우선
주거래처(해외)	-.672	.375
개발진행 소요기간	.711	1.118
총 연구원수	.745	.901
기술매출액	.010	.007
제품의 수명	1.113	1.199
세계대비 사업화 능력	.082	.079
개발기획 소요기간	2.833	2.664
(상수)	-10.455	-12.337

분류함수가 표본 기업의 분류를 얼마나 잘 예측하는가를 정오분류표로 분석했는데, 의사결정나무 분석의 데이터분할과 같은 검증비교를 위해서 순차제거복원 분류를 통해 교차유효값을 산출했다. 결과에 따르면 기타 정책 선호 기업은 93.5%를 표준정책 우선 기업은 17%를 정확히 예측해 판별함수는 모두 68.4%의 적중률(hit ratio)을 보였다.

이상에서 도출된 변수와 판별분석을 통해서 구체적인 표준정책 수요 기업 예측 모형을 다음과 같이 개발했다.

표준정책지원 선호 (정준)판별식 = $1.962 \times \text{주거래처 해외 여부}(0.1) + 0.761 \times \text{개발진행 소요기간(제곱근)} + 0.290 \times \text{총 연구원수(제곱근)} - 0.005 \times \text{기술매출액(제곱근)} + 0.160 \times \text{제품의 수명}(1\sim 7\text{단계}) - 0.006 \times \text{세계대비 사업화 능력}(\%) - 0.316 \times \text{개발기획 소요기간(제곱근)} - 2.087$
(비수요군 중심점: -0.176, 고수요군 중심점: 0.360)

2. 표준 대응 연구개발 기업 예측 모델

표준이나 규제를 대응하기 위한 연구개발 기업 예측 모델은 관련 응답이 더 많았던 2013년 설문 결과를 바탕으로 진행했으며, 균형화된 2,772개 설문 결과를 바탕으로 도출되었다. 판별 분석 방법은 앞선 표준정책지원 수요 기업 예측 모델과 동일했으며 (그림 3)의 의사결정나무 분석에서 유의미하게 제시된 11개의 독립변수를 바탕으로 단계적 변수 선택을 실행했다(변환하지 않은 변수인 영업이익은 자료의 정규성이 확보되지 않아서 제외함).

〈표 11〉 분류 함수 계수(표준 대응 연구개발)

	연구개발 동기	
	기타 동기	표준 대응
개발기획 소요기간	1,070	2,024
사업화 소요기간	1,155	1,592
총 소요기간	1,213	0,670
기술매출액(2012)	0,010	0,005
신규성(초기 여부)	-0,427	-0,104
세계대비 시험검사능력	0,043	0,053
세계대비 제조가공능력	0,094	0,075
(상수)	-10,694	-11,489

〈표 11〉는 역시 향후 어떤 기업이 표준 대응을 위해 연구 개발할 집단인가 아닌가를 예측하는데 도움이 될 것이다. 표준 대응을 위해 연구개발을 하는 기업인 경우 상대적으로 개발진행 소요기간, 사업화 소요기간 및 시험검사능력의 계수가 큰 반면에 개발기획 총 소요 기간과 제조가공능력의 계수는 작다. 또한 기술 신규성이 세계 최초 수준인 경우가 표준 대응을 위해 연구 개발을 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 세계선도 수준의 기술을 다루는 중소기업 중에서 총 소요기간에 비해서 개발기획과 사업화 소요기간이 길고, 기술매출액은 낮은 기업군이 새로운 연구개발을 할 때 표준 대응이 중요한 기업이 될 수 있는 가능성이 커짐을 보여주고 있다. 교차유효값을 활용한 적중률은 68.4%로 나타났다.

이상에서 도출된 변수와 판별분석을 통해서 구체적인 표준 대응 연구개발 기업 예측 모형을 다음과 같이 개발했다.

표준 대응 연구개발 기업 (정준)판별식 = $1.312 \times \text{개발기획 소요기간(제공군)} + 0.601 \times \text{사업화 소요기간(제공군)} - 0.747 \times \text{개발 총 소요 기간(제공군)} - 0.007 \times \text{기술매출액(제공군)} + 0.443 \times \text{기술 신규성(세계 최초) 여부}(0.1) + 0.014 \times \text{세계대비 시험검사능력}(\%) - 0.026 \times \text{세계대비 제조가공능력}(\%) - 0.120$ (비수요군 중심점: -0.253, 고수요군 중심점: 0.474)

3. 판별분석 예측모형의 검증

이상에서 판별분석을 통해 제시된 수요 예측 모형의 정확성은 교차유효값을 통해 어느 정도 검증되었지만, 제시된 모형이 증거기반 정책에서 실무적으로 활용가능한지 확인하기 위해서

동일한 설문에서 분할된 검정용 데이터가 아니라 제3의 자료를 활용해서 다시 검정한다.

최근 발표된 2015년도 ‘제8차 중소기업 기술통계조사’의 결과를 본 연구에서 제시한 수요예측 모형에 적용하여 예측모델의 적용가능성을 검정한다. 2015년의 기술통계조사에서는 크게 확대된 3,300개 중소기업을 대상으로 설문을 진행했으며, 이전 설문 대상과 독립된 집단을 대상으로 설문을 진행했고 일부 설문이 2013년과 2014년 조사에 비해 수정되었다. 그래서 판별식에 적용하기 위해서 일부 변수는 변환해 적용했다. <표 12>를 보면 2015년 조사에서는 표준 대응 연구개발 고수요군이 7.3%로 기술사업화 표준정책지원 고수요군이 13.2%로 나타나서 <표 1>에서 확인한 2013년과 2014년 조사결과와 유사한 비중임을 확인할 수 있었다(중소기업청·중소기업중앙회 2015).⁸⁾

<표 12> 판별분석 수요 모델에 대한 t-test 검정 결과

판별 모델	구분	빈도	평균±표준편차	t 값	p 값	왜도	첨도
기술사업화 표준정책지원 수요 기업 예측 모형 (2014 설문)	고수요군	437	0.29±1.10	5.339	0.000	1.148	1.603
	비수요군	2863	-0.01±1.09			1.490	3.056
표준 대응 연구개발 기업 예측 모형 (2013 설문)	고수요군	243	-0.09±0.64	1.726	0.085	-0.012	0.078
	비수요군	3057	-0.17±0.72			0.338	1.564

본 연구에서 도출된 판별분석 기반의 표준정책 수요기업 예측모형의 적절성을 검정하기 위해서 새로운 3,300개 기업의 설문결과를 판별모형에 적용하여 판별점수를 두 모형에 대해서 각각 계산했다. 그리고 고수요군과 비수요군에서 판별점수가 통계적으로 차이가 있는 검정했다.

비록 두 집단의 규모는 차이가 크지만, <표 12>에 제시된 바와 같이 각각 집단의 첨도와 왜도가 크지 않고, Q-Q 도표에서도 선형성이 어느 정도 확인된 만큼, 두 집단의 차이는 t-test를 통해 진행하였다.⁹⁾

<표 12>의 결과를 보면, 기술사업화 표준정책지원 고수요군 기업의 판별점수는 비수요군보

8) 제시된 두 가지 판별분석 모델의 변수와 관련해서 기술매출액과 주거래처에 대한 설문 문항이 변경되었는데, 새로운 2015년 설문에서는 기술매출액 대신 매출액 대비 기술매출액 비중을 조사했으며, 주거래처는 선택 대신 거래처별 매출 비중을 조사했다. 따라서 본 연구에서 제시된 판별식에는 기술매출액은 매출액에 기술매출액 비중을 곱해서 활용했으며, 주거래처는 해외 매출액 비중이 50%가 되는 경우 1점이 되도록 변환하여 적용했다.

9) Levene 등분산 검정에서 각각 유의확률 0.301과 0.141로 등분산 가정이 위배되지 않음을 확인했다. 두 집단의 케이스 차이가 크고, <표 12>의 일부 경우에서 첨도가 높으며, 일부(동기) 유의수준이 0.1에 가까웠던 점을 고려하여, 비모수 분석인 Mann-Whitney 검정을 추가로 수행했는데, 근사유의확률(양측검정)이 0.000(사업화)과 0.042(동기)로 모두 유의미하게 나타나서 두 집단간의 차이가 있는 것을 다시 확인할 수 있었다.

다 큰 것으로 나타났으며, 표준 대응 연구개발 고수요군 기업 역시 판별점수가 비수요군보다 높아서, 앞서 제시된 각 판별모형의 중심점 방향과 일치하는 것으로 나타났다. 또한 <표 12>에 제시된 t-test 검정 결과를 보면 유의수준 0.1에서 두 가지 판별모형의 판별 점수가 수요군 사이에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구가 제시한 판별모형은 기업의 표준정책 수요를 판별하는데 어느 정도 유용한 결과를 제시할 수 있음을 확인할 수 있었다.

VI. 토의 및 정책적 시사점

본 연구는 중소기업을 위한 표준정책 수립과 집행에 기여하기 위해서 표준수요 중소기업의 프로파일링을 시도했다. 본 연구가 적용한 방법은 기존의 이론 중심의 연역적 접근방법과 최근 빅데이터 분석으로 각광받는 데이터 중심의 귀납적 접근방법을 혼합하여 각각의 장점을 활용한 방법이다. 먼저 데이터 중심의 접근(데이터마이닝)으로 표준정책 수요 중소기업의 프로파일링을 진행했는데, 기존의 이론중심 연구에서 거의 주목받지 못했던 새로운 변수를 찾을 수 있었다. 대표적인 변수가 연구개발 기간이다. 즉, 기존 연구에서 R&D 기획기간, 사업화 소요기간과 같은 변수에 대해 거의 주목하지 않았고, 오히려 매출액이나 특허와 같은 변수에 보다 주목했던 것이 사실이다. 본 연구는 (기술)매출액과 같이 기존 연구(Blind and Mangelsdorf, 2016)에서 주목한 변수 외에 기획소요기간이나, 세계대비 시험검사능력과 같은 새로운 변수를 데이터마이닝을 통해 찾아 효율적 정책집행에 기여할 수 있는 역할을 했다는데도 의미가 있다. 또한 고전적이고 강건한 분석결과를 제공할 수 있는 판별분석을 활용해서 변수간의 관계를 이해할 수 있고, 수요 기업 예측에도 활용할 수 있는 모형을 제시했다.

그러나 이런 접근방법도 한계와 단점은 존재한다. 먼저 데이터마이닝을 위해 사용한 의사결정나무 분석 결과는 결과를 설명하는데 쉽다는 장점이 있지만, 결과가 도출된 원인을 설명하기는 어렵다는 단점도 존재한다. 또한 집단의 선택에 따라서 결과도 유동적으로 나타나날 수 있다는 한계가 있다. 이런 한계점을 극복하기 위해서 본 연구는 여러 차례 반복적인 분석을 통해서 비교적 안정적인 자료를 제시했지만, 분석 방법의 여러 가지 조건의 선택에 따라서 결과는 달라질 수 있다는 점은 분석방법의 한계이며 단점이 된다. 이런 결과로 선택된 변수를 활용한 판별분석도 당연히 변수선택의 한계는 내재될 수밖에 없다.

본 연구가 제시한 방법론의 한계 또는 단점에도 불구하고, 본 연구가 제시한 방법과 결과는 다양한 활용이 가능하다. 이 연구의 결과에서 제시된 의사결정나무 분석 결과나 판별분석이

제시한 예측 모형을 활용한다면, 5.3절에서 제시된 사례와 같이 어떤 기업의 연구개발에서 얼마나 표준이 중요한 역할을 할지 예측할 수 있게 된다. 예를 들어 본 연구에서 도출된 주요 변수에 대한 기업의 정보를 가진다면 그 기업이 표준에 대응하기 위해서 기술개발을 할 기업인지 예측하고 기술사업화를 위해서 표준 규격이 얼마나 필요한 기업인지 예측할 수 있게 되는 것이다. 이런 정보는 개별 기업의 기술혁신을 지원할 때 선정여부를 판단하거나 지원정보의 종류를 결정할 때 매우 결정적이고 객관적인 보조자료로 활용될 수 있고 나아가 정책사업의 성공률을 제고하는데도 도움을 줄 수 있다.

본 연구는 정부의 표준 활성화 정책의 효율화에도 활용될 것으로 기대된다. 특히, 특정 기업 및 산업에 맞춤형 서비스를 제공하거나, 정책사업의 표적 마케팅에 활용해서 정책 수행의 효율성을 높일 수도 있다. 또한 본 연구가 제시한 결과들은 행정 간소화에도 활용할 수 있다. 이미 표준 규격이나 인증지원사업의 지원 기업 선정에서는 기업의 일반적인 특징(지역, 규모, 기술분야, 대표자 성별 등)과 기술적 성과(보유기술 연구개발 실적 등)를 다수 기재하고 있다. 그러나 정작 본 연구에서는 다른 요인들이 더 중요한 요인일 수 있음을 주장한다. 따라서 본 연구의 결과를 활용한다면, 기존의 불필요한 신청서 기재 정보는 줄이고, 오히려 필요한 정보를 추가할 수 있을 것이다.

이런 연구 방법과 활용 가능성을 바탕으로 본 연구는 다양한 정책적 시사점을 제공하는데, 먼저 본 연구 결과는 중소기업을 위한 표준정책 수립에서 정책 당국의 증거기반 정책이 가능해질 수 있다는 것을 주장한다. 또한 이런 증거기반 정책이 가능하기 위해서는 본 연구가 활용한 대규모 설문조사 자료와 같은 조사가 정기적이고 계획적으로 수행되고 공개되어 연구되어야 한다는 정책적 시사점도 제공한다. 본 연구가 제시한 여러 가지 결과 중에서 국가혁신체제(NIS) 차원의 시사점을 제공하는 부분도 존재했다. 본 연구가 제시한 표준정책 수요 기업 프로파일링 결과에 따르면 연구개발 동기에는 표준산업분류가 유의미한 차이를 보였고 특히 연구개발 기획 소요기간과 기술의 신규성이 특징으로 나타났다. 따라서 산업별 특성은 물론, 더 나아가 연구기획, 지원, 수행 및 평가의 R&D 전 단계에 걸친 전반적 국가 R&D 정책수립의 의사결정에 있어 본 연구에서 제시한 표준대응 활동들을 적극적으로 반영할 필요가 있다는 시사점을 제공한다. 또한 기술사업화 표준정책 수요 기관에 대한 프로파일링 결과를 보면 주 거래처가 해외인 경우와 개발이나 오히려 사업화에 시간이 많이 소요되는 기업에서 표준정책 수요가 높게 나타났다. 따라서 수출기업을 위한 연구개발 지원사업에 맞는 표준수립 정책이 연계되어함을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 그리고 앞선 연구개발 동기와 대비되는 결과로 서로 다른 정책적 접근이 필요하다는 시사점을 찾을 수 있었다.

VII. 결론 및 향후 연구

정부는 규제, 유인, 정보라는 다양한 차원에서 기술혁신을 지원하는 정책을 수행하고 있고, 그 지원 대상에서 중소기업은 매우 중요한 자리를 차지하고 있다. 하지만 그동안 확대되어 온 중소기업 기술혁신 정책에도 불구하고 효과적인 정부 지원정책을 수립하기 위한 연구들은 부족했다. 특히 표준 활동의 기술혁신 장려 효과나 수요기업에 대한 연구는 자주 시도되지 못했다. 기술혁신을 장려하기 위한 간접적 방법들의 중요성은 일반적으로 받아들여지지만, 지원되는 규모가 다른 정책과 대비해 크지 않았던 측면도 연구가 많지 않았던 원인이 될 수 있다.

본 연구에서는 의사결정나무 분석과 판별분석을 통해서 표준 대응을 위해 연구개발하는 기업과 기술사업화를 위해서 표준정책이 필요한 기업의 특징을 성공적으로 프로파일링하고 수요 기업을 예측할 수 있는 모형을 제시했다. 또한 분석 대상 설문과 다른 3,300개 기업의 설문 결과를 활용해서 본 연구가 제시한 모형의 예측력이 우수함으로 보여주었다.

본 연구는 학문적으로는 정책적 측면과 연구방법의 양 측면에서 기여할 것으로 기대된다. 먼저, 정책적 측면에서는 표준정책이 중소기업의 연구개발이나 사업화에 다양한 영향을 주고 있으며, 기업에 따라서 차별화된 정책적 접근이 필요하다는 다양한 시사점을 제공했다. 또한 연구방법 측면에서는 기존의 이론 중심의 연구와 데이터 중심의 연구를 동시에 적용해 각각의 장점을 최대화 하는 방법을 제시했다는 데 의의가 있다. 또한 실무적으로, 앞서 설명한 바와 같이 본 연구가 제시한 결과(프로파일링과 예측모형)를 활용한다면 효율적 정책집행이 가능할 것으로 기대된다.

향후 본 연구의 모형을 보완하고 결과를 좀 더 검증한다면, 지원 대상 기업의 선정에도 활용할 수 있다. 기존의 정성적인 분석에 본 연구가 제시한 판별함수를 점수화해서 평가 시 보조자료로 제공함으로써 평가를 보다 객관적으로 진행할 수 있게 될 것이며, 지원 성공률도 제고할 수 있을 것이다. 본 연구 결과가 제시하고자 하는 궁극적인 목표는 정책 당국의 증거기반 의사결정을 지원할 수 있는 정보를 제공하는 것으로 향후 본 연구가 제시한 연구방법이 보다 일반화된다면 이런 의사결정 지원이 가능해 질 것으로 기대한다. 본 연구의 일반화를 위해서는 표준 정책을 위한 새로운 설문조사가 필요하며, 특정 기업의 사례연구를 추가해서 본 연구가 제시한 프로파일링 결과와 예측 모형을 추가적으로 검증할 필요가 있다.

참고문헌

- 국가기술표준원 (2016), <http://www.kats.go.kr> (2016.05.10.).
- 김선영·배국진·박상문·최윤정 (2014), “제품개발공정의 기술능력이 R&D 매출 성과에 미치는 영향: 성장단계별 정부지원의 조절효과를 중심으로”, 「기술혁신연구」, 22(4): 235-259.
- 김수진·김보영 (2013), “로지스틱 회귀분석과 의사결정나무 분석을 이용한 일 대도시 주민의 우울 예측요인 비교 연구”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 13(12): 829-839.
- 기업금융나들목 (2016), <http://www.smefn.or.kr/index.do> (2016.05.10.).
- 노용희 (2015), “중소기업의 혁신역량, 표준화 교육활동 및 혁신성과의관계: 정보통신 및 전기 전자 산업을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 23(2): 67-86.
- 류숙원·김상운 (2010), “정책도구의 선택이 중소기업혁신에 미치는 영향에 관한 연구”, 「한국정책과학학회보」, 14(2): 65-90.
- 박명화·최소라·신아미·구철희 (2013), “의사결정나무 분석법을 활용한 우울 노인의 특성 분석”, 「Korean Acad Nurs」, 43(1): 1-10.
- 박문수·이호형 (2012), “혁신형 중소기업을 위한 기술지원정책 연구”, 「통상정보연구」, 14(1): 197-218.
- 박성만·김현 (2008), “기업역량을 고려한 외생고정변수를 갖는 IT중소기업 정부자금지원정책 성과평가를 위한 DEA모형 및 활용절차”, 「한국통신학회논문지」, 33(5): 364-378.
- 성용현·조경선 (2009), “지식재산 투자와 관리가 기업의 무형자산가치에 미치는 영향에 대한 연구”, 「기술혁신학회지」, 12(2): 291-311.
- 성태경 (2015), “표준과 기술혁신: 연구과제 및 전망”, 「기술혁신연구」, 23(3): 1-20.
- 성태경 (2009), “표준화 활동과 기술혁신의 연관성에 관한 탐색적 연구”, 「대한경영학회지」 22(2): 761-782.
- 송종국·김혁준 (2009), “R&D 투자 촉진을 위한 재정지원정책의 효과분석”, 「기술혁신연구」, 17(1): 1-48.
- 신진교·최영애 (2008), “중소기업의 R&D 와 혁신: 정부정책지원의 조절효과”, 「국제·경영연구」, 15(1): 119-132.
- 신태영·송종국·안두현·이우성·정승일·송치용·손수정·김현호·허현희·한기인(2006), 「기술혁신지원제도의 효과분석과 개선방안」, 서울: 과학기술정책연구원.
- 안치수·이영덕 (2011), “우리나라 개방형 혁신활동의 영향요인에 관한 실증분석 연구”, 「기술혁신학회지」, 14(3): 431-465.
- 유태욱·양동우 (2009), “기술혁신 활동, 기술적 성과, 경제적 성과 간의 관계에 관한 실증연구”, 「기업가정신과 벤처연구」, 12(4): 69-93.

- 이건 (2012), “증거기반 정책과정에서 서베이방법론의 역할 탐색”, 한국행정학회 2012년 하계 학술대회 발표논문집, 1-21.
- 이병헌·이수욱·위세안 (2013), “정부의 기술개발 지원이 중소기업의 기술 혁신 성과에 미치는 영향”, 「벤처창업연구」 9(5): 157-171.
- 이선영·서상혁(2011), “정부지원 중소기업 기술협력사업의 성과관별 요인에 관한 연구”, 기술 혁신학회지, 14(3): 664-688.
- 이종민·노민선·정선양 (2013), “중소기업의 기술기획 역량이 기술사업화 성공에 미치는 영향에 관한 연구”, 「기술혁신연구」, 21(1): 253-278.
- 이학식·임지훈 (2015), 「SPSS 22 매뉴얼」, 서울: 집현재.
- 장선미·김한준·김갑수 (2007), “국내 제조업 기술혁신기업의 실태분석”, 한국기술혁신학회 2007년 추계학술대회 발표논문집, 31-48.
- 전승표 (2015), “중소기업 R&D 정보지원과 성과의 관계에 대한 연구: ICT 기업을 중심으로”, 한국기술혁신학회 2015년 추계학술대회 발표논문집, 847-866.
- 전승표·성태용·서주환 (2016), “중소기업 R&D 정보지원과 성과의 관계에 대한 연구: ICT 기업을 중심으로”, 「기술혁신학회지」, 19(1): 48-79.
- 중소기업청·중소기업중앙회 (2013), 「2013년 중소기업 기술통계조사 보고서」.
- 중소기업청·중소기업중앙회 (2014), 「2014년 중소기업 기술통계조사 보고서」.
- 중소기업청·중소기업중앙회 (2015), 「2015년 중소기업 기술통계조사 보고서」.
- 최근호, 서용무, 유동희 (2015), “산재근로자들의 고용안정과 건강한 삶을 위한 데이터 마이닝 기반의 규칙 도출 연구”, 「직업재활연구」, 25(3): 5-24.
- 최병선 (2009), “규제수단과 방식의 유형 재분류”, 「행정논총」, 47(2): 1-30.
- 한국정보통신기술협회 (2016), 「TTA journal」, no. 106.
- 한국표준협회 (2016), <http://www.ksa.or.kr> (2016.05.10.).
- 홍지승·홍석일 (2011), 「중소기업의 기술혁신성과 영향요인 분석 및 정책과제」, 세종: 산업연구원.
- Akcomak, İ. S. and Ter Weel, B. (2007), *How Do Social Capital and Government Support Affect Innovation and Growth? Evidence from the EU Regional Support Programmes*, UNU-MERIT.
- Audretsch, D. B., Link, A. N. and Scott, J. T. (2002), “Public/private Technology Partnerships: Evaluating SBIR-supported Research”, *Research policy*, 31(1): 145-158.
- Bae, W. S., Cho, D. H., Seok, K. H., Kim, B. S., Choi, K. L., Lee, J. E., et al. (2004), *Data mining using SAS enterprise miner*, Seoul: Kyowoosa.

- Bemelmans-Videc, M. L., Rist, R. C. and Vedung, E. O. (Eds.) (2011), *Carrots, Sticks, and Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation* (Vol. 1), Transaction Publishers.
- Blind, K. and Jungmittag, A. (2008), "The Impact of Patents and Standards on Macroeconomic Growth: a Panel Approach Covering Four Countries and 12 Sectors", *Journal of Productivity Analysis*, 29(1): 51-60.
- Blind, K. and Mangelsdorf, A. (2016), "Motives to Standardize: Empirical Evidence from Germany", *Technovation*, 48: 13-24.
- Choi, J. H., Kang, H. C., Kim, E. S., Lee, S. K., Han, S. T. and Kim, M. K. (2002), *Prediction and Excess of Data Mining Using Decision Tree Analysis*, Seoul: SPSS Academy.
- Cohendet, P. and Steimmueller, W. E. (2000), "The codification of knowledge: a conceptual and empirical exploration", *Ind Corp Change*, 9(2): 195-209.
- Hadjimanolis, A. (2000), "An Investigation of Innovation Antecedents in Small Firms in the Context of a Small Developing Country", *R&D Management*, 30(3): 235-246.
- Lichtenberg, F. R. (1984), "The Relationship between Federal Contract R&D and Company R&D", *The American Economic Review*, 74(2): 73-78.
- Lin, J. and Demner-Fushman, D. (2006), "The Role of Knowledge in Conceptual Retrieval: A Study in the Domain of Clinical Medicine", 9th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, 99-106.
- Robson, M. T. (1993), "Federal Funding and the Level of Private Expenditure on Basic Research", *Southern Economic Journal*, 60(1): 63-71.
- Schlag CH. (1997), "Die Kausalitätsbeziehung Zwischen der Offentlichen Infrastrukturausstattung und dem Wirtschaftswachstum in der Bundesrepublik Deutschland", *Konjunkturpolitik*, 43: 82-106.
- Svensson, R. (2007), "Commercialization of Patents and External Financing During the R&D Phase", *Research Policy*, 36(7): 1052-1069.
- Swann, G. P. (2000), *The Economics of Standardization: Final Report for Standards and Technical Regulations*, Directorate, Department of Trade and Industry, Manchester Business School.
- Tassey, G. (2000), "Standardization in Technology-based Markets", *Research Policy* 29(4): 587-602.

전승표

KAIST에서 경영학으로 석사학위를 취득하고, 고려대학교에서 과학관리학 전공으로 이학박사를 취득했다. 현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원으로 재직 중이며, 과학기술연합대학원대학교 과학기술정책학과 부교수를 겸임중이다. 관심분야는 과학기술정책, 중소기업 기술혁신 정책, 기술가치평가, 산업시장분석, 수요예측 등이다.

정재용

University of Canterbury에서 “경제학”으로 학사학위를 취득하였다. 현재 UST에서 통합과정으로 “과학기술경영정책을”을 전공 중이다. 주요 연구 분야는 기술가치평가, 과학기술정책, 지식흐름 등이다.

최 산

University of Georgia에서 학사학위를 취득하였다. 현재 한국과학기술정보연구원에서 학생연구원으로 근무 중이며 과학기술연합대학원대학교 과학기술경영정책학 석·박 통합과정 진행 중이다. 관심 분야는 과학기술정책, 과학기술국제협력, 기술가치평가, 기술금융 등이다.