

기술력 평가항목을 이용한 고안정성 중소기업 판별력 검증

Verification Test of High-Stability SMEs Using Technology Appraisal Items

이 준 원 (Jun-won Lee) 한국신용정보원 선임조사역 / 경제학 박사

요 약

본 연구는 기술력 평가항목 중 기업의 재무안정성과 관련된 항목을 신용평가모형에 반영하여 중소기업뿐만이 아닌 전체 기업을 대상으로 한 신용평가모형의 부도변별력을 높이기 위한 기술력 평가모형의 신용평가모형 내 내재화에 착안하여 시작되었다. 따라서 기술력 평가모형이 부채비율 기준의 고안정성 중소기업을 사전에 판별하는 데 적용될 수 있는지 검증하는 것을 목표로 한다. 대상 기업을 업종(제조업 vs. 非제조업)과 업력(창업기업 vs. 非창업기업)으로 구분하고, 3개년 동안 해당 군집의 평균 부채비율 1/2 이하를 달성한 기업에 대해 고안정성 중소기업으로 정의한 후, C5.0 기법을 적용하여 모형의 판별력을 검증하였다. 분석결과 소항목 수준에서는 업종과 업력에 따라 중요도 간 차이가 있지만, 중항목 수준에서는 기술개발역량이 고안정성 중소기업을 판별하는 중요변수로 도출되었으며, 기업의 업력에 따라 창업 초기에는 자금조달능력(수익창출능력을 고려한 자본구조, 자본비용 및 자금조달 방법의 다양성)이 미래 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 중요변수이지만, 업력이 증가함에 따라 지속적인 성과를 가능하게 하는 기술개발 인프라가 재무안정성에 영향을 미치는 중요 변수로 변화한다는 결론을 도출하였다. 업종과 업력에 따른 모형의 분류 정확도는 71~91% 수준이며, 기술력 평가항목을 이용하여 고안정성 중소기업을 판별할 수 있다는 가능성을 확인하였다.

키워드 : 기술금융, 기술력 평가, 기계학습, 의사결정나무모형, 고안정성 기업

I. 서 론

Schumpeter(1943)는 제품, 공정, 사업의 재편성 등을 통한 혁신이 기업의 성장과 생존을 위해 매우 중요한 요소라고 주장하였다. 이러한 주장을 검증하기 위해 다양한 연구가 시도되었으며, 기술 개발과 혁신이 기업에 직접적·간접적(수익성, 성장성, 원가절감 등을 통한 매개효과) 영향을 줌

으로 인해 기업 생존에 긍정적인 영향을 미친다는 결론이 다수 도출되었다. 이처럼 기술개발과 혁신은 그 자체만으로 기업의 성장과 생존에 긍정적 모멘텀(Momentum)으로 작용할 수도 있지만, 동전의 앞면과 뒷면처럼 기술개발이 가지는 불확실성과 사업화 과정에서의 변수로 인해 기업의 성장과 생존에 부정적 영향을 미칠 수도 있는 양면성을 지니고 있다. 이러한 부분으로 인해 일부 연구에

서는 기술개발과 혁신에 최적점이 존재하며, 최적점 이상의 혁신활동은 오히려 기업의 경영성과에 부정적인 영향을 미친다고 주장하기도 한다. 기존의 연구에서는 대부분 독립변수인 혁신활동을 연구개발투자비, R&D 집중도¹⁾, 특허 수 등으로 측정하고, 종속변수인 기업의 생존은 재무안정성(부채비율), 부도확률(Probability of default)로 측정하여 혁신활동과 기업 생존 간의 관계를 분석하였다. 하지만 연구에서 사용되는 독립변수(연구개발투자비, R&D 집중도, 특허 수)가 기업의 재무정보와 무형자산 정보 등으로 구성되어 있어 일정규모 이상의 외감기업을 위주로 연구가 진행되어 중소기업에 적용하기에는 한계가 있었다.

본 연구에서는 중소기업의 기술개발 및 혁신활동 측정에 2014년 7월 본격적으로 시작된 기술력 평가결과를 사용하고자 한다. 기술금융은 재무정보가 부족하더라도 우수한 기술력을 가진 중소기업에 원활한 자금을 공급하기 위해 시작된 정책금융의 일환이다. 기존의 기업신용등급(CB등급)과 기술력 평가결과인 기업의 기술등급(T등급)을 결합하여 기술신용등급(TCB등급)을 산출하고 이를 통해 기업에 자금을 공급하는 기술금융은 중소기업의 은행대출 문턱을 낮추고 정보의 비대칭으로 인한 시장실패를 해결하는데 목적이 있다. 기업의 기술력을 10등급(T1-T10)으로 평가하는 기술력 평가모형은 기업의 기술력을 기술성, 시장성, 사업성 관점에서 평가하기 때문에, 기존의 연구에서 독립변수로 사용되던 연구개발투자비, R&D 집중도, 특허 등 보다 기업의 경영성과와 더욱 직접적인 관련이 있다고 할 수 있다. 또한 앞서 언급한 바와 같이 중소기업의 경우 재무정보나 무형자산 정보의 수집에 많은 제약이 있기 때문에, 중소기업을 대상으로 설계된 기술력 평가모형과 평가결과를 사용하면 정보 제약을 일정부분 극복할 수 있다는 장점이 있다. 나아가 기존의 연구에서는 기술개발

및 혁신과 기업의 재무안정성 간 관계에 국한된 주제만을 연구대상으로 삼았던 반면, 본 연구는 기술력 평가항목 중 기업의 재무안정성에 영향을 미치는 중요변수를 선별하고, 기술력 평가모형을 통한 고안정성 중소기업 판별력 검증까지를 연구 대상으로 한다. 특히, 최근에는 기술력 평가모형을 통해 기업의 재무안정성과 관련된 평가항목을 선별하고 이를 기존의 신용평가모형 내에 내재화 하여 신용평가모형의 부도변별력을 높이기 위한 기술력 평가모형의 신용평가모형 내 내재화가 추진되고 있다. 이는 기존의 중소기업을 대상으로 설계된 기술력 평가모형을 확대·적용하여 기술력을 하나의 대체정보(Alternative information)로 간주하고 해당 항목을 이용해 전체기업을 대상으로 한 신용평가모형의 부도변별력을 높이는데 그 목적이 있다. 따라서 본 연구는 현재 금융권에서 추진되고 있는 기술력 평가모형의 신용평가모형 내 내재화 시 기업의 재무안정성과 관련된 기술력 변수를 선별하는 데 있어 하나의 가이드라인이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 다음과 같은 부분에서 기존의 연구와 차별화 된다. 첫 째, 기존의 연구는 기업의 재무정보와 무형자산 정보를 독립변수로 사용하여, 중소기업에 적용하기에는 어려움이 있었다. 그러나 본 연구는 중소기업만을 대상으로 하는 기술력 평가모형과 평가항목을 독립변수로 사용함으로써 결과의 해석과 적용이 중소기업에 적합하도록 설계하였다. 둘째, 기존의 연구는 기술개발 및 혁신활동과 기업의 재무안정성 간 관계를 연구대상으로 삼았던 경우가 대부분이다. 그러나 본 연구에서는 기업을 고안정성 중소기업과 일반기업으로 구분하고, 기술력과 기술력 평가항목이 고안정성 중소기업을 판별하는 데 활용될 수 있는지 까지 연구범위를 확장하였다. 셋 째, 본 연구는 업종과 업력을 감안하여 ① 제조업군 vs. 非제조업군, ② 창업기업군 vs. 非창업기업군으로 분석 대상을 세분화하였다. 이를 통해 업종과 업력에 따라 고안정성 중소기업을 판별하는데 적합한 기술력 관련 변수를 산출하여, 향후 중소기업 지원정책 수립 시 업종과 업력에

1) R&D 집중도 = $\frac{R\&D \text{ 지출액}}{\text{매출액}} \times 100$ 으로 산출되며 매출액 대비 R&D 투자 정도를 의미.

따라 차별적인 적용이 가능하도록 하였다.

II. 선행 연구

혁신과 기업의 생존에 관한 연구는 비교적 다양하게 시도되었으며, 해외에서는 Hall(1987)의 연구가 대표적이다. 미국의 제조업 기업을 대상으로 분석한 결과 R&D 집중도와 기업의 생존확률은 유의한 정(+)의 관계가 있음을 입증하였다. 의약품 제조업을 대상으로 한 Banbury and Mitchell(1995)의 연구에서도 점진적 제품혁신활동이 시장점유율 개선과 경쟁력 강화를 통해 기업의 생존확률에 정(+)의 영향을 미친다는 결론을 도출하였다. Pakes and Ericson(1995)은 혁신활동이 효율성과 이익을 증대시켜 기업 생존에 정(+)의 영향을 미치지만, 혁신활동에 따른 높은 불확실성은 오히려 기업의 생존에 부(-)의 영향을 미칠 수 있다는 결론을 도출하였다. 제품의 수명주기에 따른 혁신활동과 기업의 생존을 분석한 Agarwal(1996)은 혁신활동이 제품의 수명주기와는 무관하게 기업의 생존율을 증가시킴을 증명하였으며, 서독의 제조업을 대상으로 연구한 Czarnitzki and Kraft(2004)는 R&D 집중도와 신제품의 매출액 비율이 신용등급과 유의한 정(+)의 관계가 있다고 발표하였다. 스페인 제조업을 대상으로 연구한 Perez *et al.*(2004)의 연구결과에서도 마찬가지로 혁신활동이 기업의 생존율을 높인다고 주장하였으며, Cefis and Marsili(2005, 2006) 역시 제품혁신과 공정혁신이 기업의 생존율을 증가시킨다고 발표하였다. 반면, R&D 집중도와 신용등급 간 관계를 분석한 Molina(2005)는 R&D 집중도가 증가할수록 오히려 기업의 신용등급에 부(-)의 영향을 미친다는 결론을 도출하기도 하였다.

국내에서도 혁신활동과 기업의 생존 및 재무안정성에 관한 다양한 연구가 시도되었다. 김석진, 김진수(2009)는 R&D 집중도에 따라 초기에는 부도위험이 감소하다가 점차 부도위험이 증가하는 U자형 관계를 가졌다는 결론을 도출하여, 혁신활동에 최적점이 존재한다고 주장하였다. 유가증권

시장 및 코스닥시장 상장기업을 대상으로 분석한 김진수(2009a)의 연구에서는 기업의 소속시장, 규모, 업력, 신용평점과 상관없이 혁신활동이 부도위험을 낮추는 중요한 변수임을 증명하였으며, 혁신활동과 부도위험 간 매개효과를 연구한 김진수(2009b)의 연구에서는 혁신활동이 매출액 증대를 통해 부도위험을 낮추며, 첨단 및 고기술업종 표본의 경우 매개효과가 확실한 반면, 중·저기술업종 표본의 경우 매개효과가 불확실하다는 결론을 얻었다. 매출액과 수익성의 혁신활동과 부도위험 간 매개효과를 연구한 김진수, 윤영준(2009)의 연구에서는 혁신활동이 매출액과 수익성 증대를 통해 기업의 부도위험을 저감시킨다는 결론을 도출하였으며, 고기술업종 표본일수록 매개효과가 확실함을 입증하였다. 김태호, 한봉희(2009)의 연구에서는 기술보증기금의 평가를 받은 기업을 대상으로 분석한 결과 기술평가등급이 높아질수록 재무안정성(부채비율)이 개선된다고 주장하였으며, 제품혁신과 재무안정성 간 관계를 분석한 임동근, 정진화(2017)의 연구에서는 제품혁신이 기업의 성장성과 안정성에 유의한 정(+)의 효과를 미친다고 증명하였다. 반면, 인증제도와 기업의 재무안정성을 분석한 권세훈 등(2016)의 연구에서는 벤처 인증 및 이노비즈 인증 후 기업의 재무안정성이 일부 개선되지만 통계적으로 유의한 수준은 아니라는 결론을 도출하기도 하였다. 이처럼 국내·외 대부분의 선행연구에서는 기술개발 및 혁신활동이 기업의 재무안정성과 생존에 긍정적인 영향을 미친다는 결론을 도출하였다.

본 연구에서 사용되는 기술력 평가모형은 기술등급이 시작된 지 4년이 넘어가는 시점이라 관련된 연구가 많지 않은 편이다. 기술력 평가결과와 주식가치 간 관계를 연구한 이준원(2017), 기술력 평가모형의 타당성을 분석한 이준원, 윤점열(2017), 기술력 평가모형을 통해 기업의 성장성과 수익성 판별력을 검증한 이준원(2018a, 2018b), 기술등급(T등급)의 벤처인증제도 확대·적용 가능성을 분석한 이준원(2018c)의 연구는 기술력 평가

모형을 사용하였지만 중소기업의 재무안정성을 판별하는 본 연구와는 차이가 있다고 할 수 있다. 또한, 의사결정나무 모형을 이용하여 기술력 평가 모형과 기업의 부도위험 간 사후적 관계를 분석한 이준원, 김주철(2017)의 연구도 중소기업의 재무안정성을 사전에 판별하고자 하는 본 연구의 주제와는 다소 차이가 있으며, 기술보증기금의 자료를 대상으로 분석한 김태호, 한봉희(2009)의 연구는 기술보증기금만의 자료를 대상으로 했다는 점에서 4개 기술신용평가기관(Technology Credit Bureau: TCB)이 기술력 평가를 시행하고 있는 현재의 상황에 비추어 볼 때 분석결과와 해석과 적용에 일반성을 확보하기에 부족한 부분이 있다. 따라서 본 연구에서는 4개 기술신용평가기관(기술보증기금, 한국기업데이터, NICE 평가정보, 이크레더블)의 평가결과를 모두 사용하여 분석결과와 적용과 해석에 일반성을 확보할 수 있도록 하였다.

III. 연구 설계

3.1 데이터 및 변수 구성

본 연구는 대부분의 선행연구에서 검증된 혁신 활동이 기업의 재무안정성에 정(+)의 영향을 미친다는 것을 전제하고, 기술력 평가모형을 활용하여 고안정성 중소기업을 판별하는데 목적이 있다. 연구에 사용된 자료는 2014. 07~2015. 06월까지 수행된 기술력 평가정보로 2015~2017년의 부채비율 자료 중 최소 2개년 이상의 자료를 확인할 수 있고, 기술금융 대상인 T6등급 이상을 받은 232,746건이다. 이 때, 평가와 재무성과 간 시차(time lag)는 최소 1년에서 최대 3년으로 설정하였다. 이는 최초 기술력 평가가 시작된 2014년 7월 이후 축적된 재무정보가 최대 3년으로 인한 정보수집 제약에 그 원인이 있다. 데이터 구성과 관련하여 첫 제, 업종에 대한

〈표 1〉 공통 기술력 평가항목과 평가기준

대항목	중항목	공통 소항목	평가기준(요약)
기술 사업 역량	경영주 역량	동업중 경험	경영주의 동업중 근무경력을 정량평가
		기술경영능력	경영주의 전공분야, 자격증 등을 평가
	경영진 역량	경영진 전문성	경영주 제외 경영진의 전공, 경력을 평가
		자본참여도	경영주 제외 경영진의 자본참여정도를 평가
	기술개발 역량	기술개발조직	연구조직의 조직도, 인사편성 등을 평가
		인력전문성	기술개발인력의 질적/양적 수준을 정량평가
		개발/수상실적	최근 3년의 기술개발, 제품화, 인증, 수상을 정량평가
		지적재산권	지적재산권의 질적 수준을 가중합 하여 정량평가
	제품화 역량	연구개발투자	매출액 대비 연구개발투자비의 비율
		생산역량	생산시설
자금조달능력	수익창출능력을 고려하여 자금의 질적 구조, 자본비용 수준, 자금조달 방법의 다양성 등을 종합적으로 평가		
기술 경쟁력	기술 우위성	기술차별성	기술의 차별성과 신기술 분야 개척 가능성을 평가
		모방난이도	비용, 기간, 지식재산권을 고려한 모방난이도를 평가
		기술수명주기	관련기술, 기술동향과 전망을 고려하여 평가
		기술완성도	기술의 진척도를 평가(아이디어-제품화-상업화 등)
	시장현황	기술자립/활용성	지원기술의 필요여부/파급효과와 확장성을 평가
		시장규모/성장성	목표시장 규모, 최근 3년 동업종, 전체산업의 성장성
	시장경쟁력	시장경쟁현황	시장구조, 비용구조를 고려한 경쟁상황을 평가
		경쟁품 비교우위	경쟁품의 존재 여부와 차별화/원가우위 등을 평가

자료: 한국신용정보원(2017).

구분은 표준산업분류코드를 기준으로 C10-C33을 제조업군으로 설정하고, 그 외의 산업은 비제조업군으로 구분하여 분석에 사용하였다. 산업의 특성을 반영하기 위해서는 세부 산업별 분석이 이루어져야 하지만 현재 운영되고 있는 기술력 평가모형이 대부분 제조업과 비제조업만을 구분하는 수준이라 연구에서도 이를 반영하여 제조업과 비제조업만으로 구분을 하였다. 둘째, 업력이 증가할수록 기업의 안정성이 높아진다는 Coad *et al.*(2016)의 연구결과와 중소기업창업 지원법 및 통계청의 창업기업실태조사 상 정의를 반영하여 업력 7년을 기준으로 창업기업군과 비창업기업군으로 구분하여 분석에 사용하였다. 셋째, 기업의 안정성은 선행 연구에서 가장 많이 사용되는 부채비율을 기준으로 측정하였으나, 고안정성 중소기업에 대한 기준은 정확한 정의가 없어 통상적으로 사용되는 개념을 차용하여 3개년 동안 산업 평균 부채비율의 1/2 이하를 달성한 기업으로 정의하였다.

기술력 평가항목은 대항목 2개, 중항목 8개, 소항목 19~33개로 구성되어 있으며, 대·중항목의 경우는 기술신용평가기관이 공통으로 사용하지만 소항목의 경우 기술신용평가기관에 일정부분 자율성이 보장되어 기술신용평가기관 간 이질성이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 4개 기술신용평가기관이 사용하는 이질적인 소항목을 공통항목으로 매핑할 수 있는 19개로 정제하여 분석에 사용하였다.

3.2 연구단계 및 분석방법론

본 연구는 머신 러닝 기법 중 의사결정나무(Decision tree) 모형에 속하는 C5.0을 분석에 사용하였다. C5.0은 의사결정나무 모형 중 분류의 정확도가 가장 높으며, 머신 러닝의 특성 상 비모수적 기법으로 이상치(Outlier)와 결측치(Missing value)에 민감하지 않고, 교호효과에 대한 해석이 용이하며, 정규성, 선형성, 등분산성에 대한 가정이 필요하지 않은 장점이 있다. 의사결정나무 모형은 목표변수(고안정성 중소기업 여부)를 예측하는 데 있어

나무구조로 입력변수(기술력 평가결과)에 대한 의사결정을 표현해 직관적으로 이해하기 쉽다는 장점이 있지만, 학습 데이터에 따라 분석결과와 안정성이 저해될 위험이 있기도 하다. 이러한 분석결과와 안정성은 데이터 불균형에 원인을 두는 경우가 많으며, 실제 본 연구에서도 고안정성 중소기업과 일반기업의 자료구성비는 ① 제조업 창업기업군의 경우 1:6, ② 제조업 비창업기업군의 경우 1:6, ③ 비제조업 창업기업군의 경우 1:5, ④ 비제조업 비창업기업군의 경우 1:5로 데이터 불균형 상태에 있다. 데이터 불균형 상태가 해결되지 않은 채 C5.0 기법을 적용하게 되면 모형의 Logic이 다수 샘플(일반기업)을 기준으로 작성되어 모형의 정확성이 저해되는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 오버샘플링(Over sampling) 기법을 적용하였으며, 언더샘플링(Under sampling) 기법에 비해 데이터의 손실이 없다는 장점이 있는 반면, 소수 데이터의 중복발생으로 인해 모형이 과잉적합(Over fitting)이 될 위험이 존재한다. 그럼에도 불구하고 본 연구에 오버샘플링 기법을 적용한 것은 자료구성비가 1.5를 넘어갈 경우 오버샘플링 기법이 효과적이며, 특히 목표변수(고안정성 중소기업 여부)에 대한 예측 시 민감도에서 우수한 결과를 보이기 때문이다(정현승 등, 2008).

모형 작성에 사용된 데이터는 훈련 데이터(60%), 테스트 데이터(20%), 확인 데이터(20%)로 구분하였다. 우선적으로 훈련 데이터를 사용하여 판별모형을 작성하게 되고, 작성된 판별모형에 테스트 데이터를 적용하여 모형을 테스트 하게 된다. 이후 최종적으로 확인 데이터를 기반으로 판별모형을 재검증함으로써 모형을 확인(Validation)할 수 있도록 설계하여, 모형의 분류 정확도(Accuracy measures) 및 데이터에 따라 분석결과가 과잉적합 위험(Risk of over fitting)과 과소적합위험(Risk of under fitting)에 노출되었는지를 확인하였다. 이때, 분류 정확도는 오분류표를 통해 확인하였으며, 데이터에 따른 모형의 안정성은 누적이익곡선(Cumulative gains curve)을 통해 확인하였다. 누적

이익곡선은 분위그룹 내에서 적중값 수/전체 데이터 내 적중값 수를 나타내는 이익곡선(Gains curve)을 누적한 도표로, 최적 예측선에 가까울수록 모형의 정확도가 우수함을 의미하며, 기준선 이하로 내려가는 역전현상이 발생할 경우 모형의 판별력이 불안정적임을 의미한다.

판별력 검증과 더불어 업종별(제조업군 vs. 비제조업군)·업력별(창업기업군 vs. 비창업기업군) 시사점을 도출하기 위하여 평가항목의 상대적 중요도를 산출하였다. 평가항목의 상대적 중요도는 출력변수 y 에 영향을 미치는 정도에 대해 입력변수 x_p 에 따라 산출된다. 즉, 특정 입력변수 x_{ip} 의 대체값으로 x_{ip}^* 와 x_{ip}^{**} 를 썼을 때의 예측값 차이와 이에 따른 출력변수 y^* , y^{**} 의 차이에 따라 계산되며, 이를 n 번 반복하여 변수의 상대적 중요도를 산출한다. 마지막으로 모형의 간결성과 일반

성을 유지하기 위해 정지규칙의 레코드 수는 2로 설정하고, 전역가치치기를 적용하였으며, ‘SPSS Modeler’를 사용하여 통계분석을 실시하였다.

변수의 상대적 중요도 =

$$\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f(x_{i1}, \dots, x_{ip-1}, x_{ip}^*) - f(x_{i1}, \dots, x_{ip-1}, x_{ip}^{**})|}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y^* - y^{**}|}$$

IV. 실증 분석

4.1 기술통계

분석대상인 232,746건에 대해 업종과 업력에 따라 4개 군집으로 구분하고, 각 군집의 평균 부채비율 1/2 이하를 달성한 기업을 고안정성 중소기업으로

〈표 2〉 제조업군/비제조업군 기술력 평가항목 기술통계

	제조업(N = 173,524)				비제조업(N = 59,222)			
	창업기업		비창업기업		창업기업		비창업기업	
	고안정 (9,102)	일반 (51,087)	고안정 (16,678)	일반 (96,657)	고안정 (3,848)	일반 (18,447)	고안정 (6,008)	일반 (30,919)
평균 부채비율	74.89	356.00	62.94	302.19	57.11	318.13	43.49	237.43
동업종 경험	3.77	3.68	4.43	4.41	3.55	3.44	4.30	4.23
기술경영능력	3.41	3.45	3.56	3.69	3.38	3.38	3.61	3.67
경영진 전문성	2.28	2.54	2.40	2.93	2.43	2.68	2.77	3.13
자본참여도	2.00	2.15	2.12	2.34	2.12	2.19	2.36	2.46
기술개발조직	2.01	2.24	2.11	2.62	2.26	2.50	2.30	2.59
인력전문성	3.04	3.23	3.41	3.75	3.00	3.02	3.55	3.67
개발/수상실적	2.38	2.60	2.37	2.91	2.23	2.37	2.08	2.45
지적재산권	1.69	1.88	1.96	2.51	1.62	1.78	1.83	2.20
연구개발투자	2.00	2.33	2.12	2.63	2.13	2.48	2.18	2.56
생산역량	3.56	3.71	3.69	3.94	3.39	3.48	3.53	3.67
자금조달능력	3.25	3.15	3.41	3.32	3.31	3.22	3.46	3.36
기술차별성	2.82	2.94	2.75	2.96	2.92	3.04	2.64	2.85
모방난이도	2.86	2.94	2.75	2.96	2.95	3.02	2.63	2.81
기술수명주기	3.48	3.48	3.59	3.61	3.54	3.58	3.58	3.60
기술완성도	4.86	4.86	4.88	4.88	4.65	4.65	4.71	4.72
기술자립/활용성	3.19	3.25	3.10	3.21	3.25	3.32	3.13	3.16
시장규모/성장성	2.96	3.00	3.01	3.13	2.99	3.06	2.98	3.11
시장경쟁현황	2.95	3.01	2.84	2.98	2.93	3.05	2.62	2.85
경쟁품 비교우위	3.05	3.19	3.07	3.28	3.08	3.19	3.02	3.19

설정하였다. 각 군집별 기술통계는 다음과 같다.

4.2 고안정성 중소기업 판별에 대한 기술력 평가모형의 활용-의사결정나무

앞서 언급한 바와 같이 샘플링 이전 고안정성 중소기업과 일반기업의 자료구성비는 데이터 불균형 상태에 있었으며, 이를 해결하기 위해 오버샘플링 기법을 통해 자료구성비를 조정하였다. 조정 후 고안정성 중소기업과 일반기업의 자료구성비는 제조업 창업기업군(51,115개: 51,087개), 제조업 비창업기업군(96,724개: 96,657개), 비제조업 창업기업군(18,413개: 18,447개), 비제조업 비창업기업군(30,924개: 30,919개)으로 고안정성 중소기업과 일반기업의 구성이 1:1을 유지하도록 설계하여 학습에 있어 편향이 없도록 하였다. 의사결정나무를 이용하여 기술력 평가항목의 고안정성 중소기업 판별력을 검증한 결과 모형의 분류 정확도는 제조업 창업기업군(74.09%), 제조업 비창업기업군(82.90%), 비제조업 창업기업군(71.75%), 비제조업 비창업기업군(91.36%)으로 집계되었다. 모든 모형이 71~91%의 분류 정확도를 보이며, 창업기업군에 비해 비창업기업군의 분류 정확도가 대체적으로 높은 것이 특징이다.

분석결과 업종과 업력에 따라 소항목 간 중요도의 차이는 있지만 중항목 수준에서 기술개발역량이 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 주요변수라는 결론이 도출되었다. 특히, 비창업기업군에서는 기술개발의 상용화 척도라고 할 수 있는 개발/수상실적이 기업의 재무안정성과 관련이 있다는 점은 의미가 있다고 할 수 있다. 업종을 기준으로 결과를 해석하면, 제조업의 경우 생산역량이 중요한 반면 비제조업군의 경우 시장현황이 중요한 변수로 도출되었다. 이는 설비나 기계장비를 통해 생산을 하는 제조업군의 특징과 기술력보다는 영업력이나 비즈니스 모델의 차별성이 중요시 되는 비제조업군의 특성이 반영된 결과라 할 수 있다. 업력을 기준으로 결과를 해석하면, 창업기업군의 경우 자금조달능력이 주요변수인 반면, 비창업기업군에서는 기술개발역량과 기술우위성에 주요변수가 집중되는 현상을 보인다. 이는 창업 초기에는 수익창출능력을 고려한 자금의 질적 구조 및 조달방법의 다양성이 기업의 재무안정성과 밀접한 관계가 있는 반면, 업력이 증가함에 따라 기술우위성과 기술개발역량을 기반으로 이익실현을 통해 고안정성 중소기업 여부를 결정한다고 해석할 수 있다.

〈표 3〉 업종·업력별 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 주요변수

구 분	창업기업	비창업기업
제조업	<ul style="list-style-type: none"> - 제품화 역량(생산역량) - 제품화 역량(자금조달능력) - 기술개발역량(지적재산권) - 기술개발역량(연구개발투자) - 기술개발역량(기술개발조직) - 경영진 역량(경영진 전문성) 	<ul style="list-style-type: none"> - 제품화 역량(생산역량) - 기술개발역량(기술개발조직) - 경영주 역량(기술경영능력) - 기술우위성(기술자립/활용성) - 기술개발역량(개발/수상실적) - 기술개발역량(인력전문성)
비제조업	<ul style="list-style-type: none"> - 제품화 역량(생산역량) - 제품화 역량(자금조달능력) - 시장현황(시장경쟁현황) - 기술개발역량(인력전문성) - 기술우위성(기술자립/활용성) - 기술우위성(기술수명주기) 	<ul style="list-style-type: none"> - 시장현황(시장경쟁현황) - 기술개발역량(연구개발투자) - 경영진 역량(자본참여도) - 경영진 역량(경영진 전문성) - 기술우위성(기술차별성) - 기술개발역량(개발/수상실적)

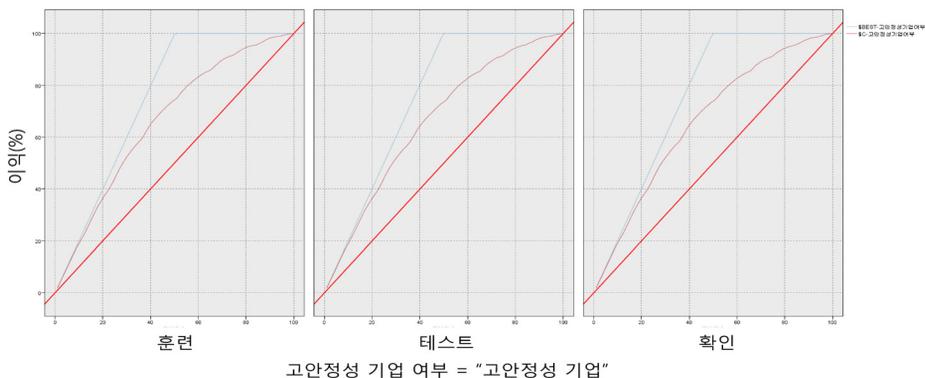
4.2.1 제조업 창업기업군에 대한 고안정성
중소기업 판별력 검증

의사결정규칙은 총 11개가 생성되었으며, 평가 항목의 상대적 중요도는 ① 생산역량(0.058), ② 자금조달능력(0.056), ③ 지적재산권(0.054), ④ 연구개발투자(0.054), ⑤ 경영진 전문성(0.053), ⑥ 기술개발조직(0.053), ⑦ 자본참여도(0.053), ⑧ 기술

차별성(0.053), ⑨ 시장경쟁현황(0.052), ⑩ 기술자립/활용성(0.052), ⑪ 기술완성도(0.052), ⑫ 기술수명주기(0.052), ⑬ 경쟁품 비교우위(0.052), ⑭ 개발/수상실적(0.052), ⑮ 모방난이도(0.052), ⑯ 인력전문성(0.051), ⑰ 동업종 경험(0.051), ⑱ 기술경영능력(0.051), ⑲ 시장규모/성장성(0.051)으로 집계되었다. 제조업 창업기업군에서는 제품화 역량(생산

〈표 4〉 제조업 창업기업군 고안정성 중소기업에 대한 의사결정 규칙

고안정성 중소기업(Y)에 대한 의사결정규칙(총 11개)	
규칙 1	생산역량<=3 and 지적재산권<=2 and 시장경쟁현황<=3 and 기술차별성>3 and 기술차별성<=4 and 기술수명주기>4 and 기술자립/활용성<=2 then Y
규칙 2	생산역량<=3 and 지적재산권<=2 and 시장경쟁현황<=3 and 기술차별성>3 and 기술차별성>4 and 동업종경험<=3 then Y
규칙 3	생산역량<=3 and 지적재산권<=2 and 시장경쟁현황<=3 and 기술차별성>3 and 기술차별성>4 and 동업종경험>3 and 기술경영능력>3 then Y
규칙 4	생산역량<=3 and 지적재산권<=2 and 시장경쟁현황>3 and 기술자립/활용성<=3 and 경쟁품 비교우위>4 and 기술완성도<=2 and 자금조달능력>3 then Y
규칙 5	생산역량<=3 and 지적재산권<=2 and 시장경쟁현황>3 and 기술자립/활용성>3 and 경영진 전문성>1 and 기술완성도<=2 and 기술경영능력>2 then Y
규칙 6	생산역량<=3 and 지적재산권>2 and 기술자립/활용성>2 and 자금조달능력>3 and 기술개발조직>2 and 시장경쟁현황<=2 and 기술완성도<=2 then Y
규칙 7	생산역량>3 and 기술차별성<=2 and 기술완성도<=2 and 기술경영능력<=2 then Y
규칙 8	생산역량>3 and 기술차별성<=2 and 기술완성도>2 and 기술개발조직>2 and 기술완성도<=3 and 기술자립/활용성>3 then Y
규칙 9	생산역량>3 and 기술차별성>2 and 기술수명주기<=2 and 개발/수상실적<=3 and 인력전문성<=1 then Y
규칙 10	생산역량>3 and 기술차별성>2 and 기술수명주기<=2 and 개발/수상실적>3 and 경영진 전문성<=2 and 시장경쟁현황<=3 then Y
규칙 11	생산역량>3 and 기술차별성>2 and 기술수명주기>2 and 자금조달능력>3 and 시장경쟁현황>4 and 동업종경험<=1 and 기술경영능력<=3 then Y



〈그림 1〉 제조업 창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 누적이익 곡선

〈표 5〉 제조업 창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 분류 정확도

관측빈도	예측값	
	고안정성 중소기업	일반기업
고안정성 중소기업	34,900(68.28%)	16,215(31.72%)
일반기업	10,269(20.10%)	40,818(79.90%)

[분류의 정확도 = 74.09%].

역량, 자금조달능력), 기술개발역량(지적재산권, 연구개발투자, 기술개발조직), 경영진 역량(경영진 전문성)이 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 주요 변수로 확인되었다.

이는 창업 초기 기업의 재무안정성을 결정하는 중요요소는 수익창출능력을 고려한 자금의 질적 구조 및 조달방법의 다양성 확보와 인적자원의 영세성으로 인해 경영진이 기술개발과 영업에서 차

지하는 비중이 큰 현실이 반영된 것이라 할 수 있다. 판별모형의 분류 정확도는 74.09% 수준이며, 훈련, 테스트, 확인 데이터에서 기준선 이하로 내려가는 역전현상이 없고, 안정적임을 확인하였다.

4.2.2 제조업 非창업기업군에 대한 고안정성 중소기업 판별력 검증

의사결정 규칙은 총 13개가 생성되었으며, 평가

〈표 6〉 제조업 非창업기업군 고안정성 중소기업에 대한 의사결정 규칙

고안정성 중소기업(Y)에 대한 의사결정규칙(총 13개)	
규칙 1	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직<=2 and 기술완성도<=3 and 기술차별성>1 and 경쟁품 비교우위<=2 and 기술차별성<=3 and 기술차별성<=2 then Y
규칙 2	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직<=2 and 기술완성도<=3 and 기술차별성>1 and 경쟁품 비교우위<=2 and 기술차별성>3 then Y
규칙 3	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직<=2 and 기술완성도<=3 and 기술차별성>1 and 경쟁품 비교우위>2 and 기술자립/활용성>4 and 경쟁품 비교우위<=4 then Y
규칙 4	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직<=2 and 기술완성도>3 and 연구개발투자<=1 and 생산역량<=3 and 기술자립/활용성<=2 and 시장경쟁현황<=1 then Y
규칙 5	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직<=2 and 기술완성도>3 and 연구개발투자<=1 and 생산역량>3 and 기술경영능력>4 and 인력전문성<=2 and 기술완성도<=4 then Y
규칙 6	개발/수상실적<=4 and 기술개발조직>2 and 경영진 전문성>3 and 시장규모/성장성>4 and 시장경쟁현황<=2 and 기술완성도>4 and 지적재산권<=1 then Y
규칙 7	개발/수상실적>4 and 생산역량<=3 and 인력전문성<=1 and 지적재산권<=3 and 연구개발투자<=1 and 자본참여도>3 then Y
규칙 8	개발/수상실적>4 and 생산역량<=3 and 인력전문성<=1 and 지적재산권>3 then Y
규칙 9	개발/수상실적>4 and 생산역량<=3 and 인력전문성>1 and 기술개발조직<=1 and 자금조달능력<=3 and 인력전문성<=2 and 지적재산권<=3 then Y
규칙 10	개발/수상실적>4 and 생산역량<=3 and 인력전문성>1 and 기술개발조직<=1 and 자금조달능력>3 and 자본참여도>3 and 기술차별성>2 then Y
규칙 11	개발/수상실적>4 and 생산역량<=3 and 인력전문성>1 and 기술개발조직>1 and 기술자립/활용성>4 and 시장규모/성장성>4 then Y
규칙 12	개발/수상실적>4 and 생산역량>3 and 경영진 전문성<=3 and 자금조달능력>3 and 기술차별성>4 and 지적재산권<=2 then Y
규칙 13	개발/수상실적>4 and 생산역량>3 and 경영진 전문성>3 and 기술차별성>4 and 기술경영능력<=3 and 인력전문성<=2 then Y

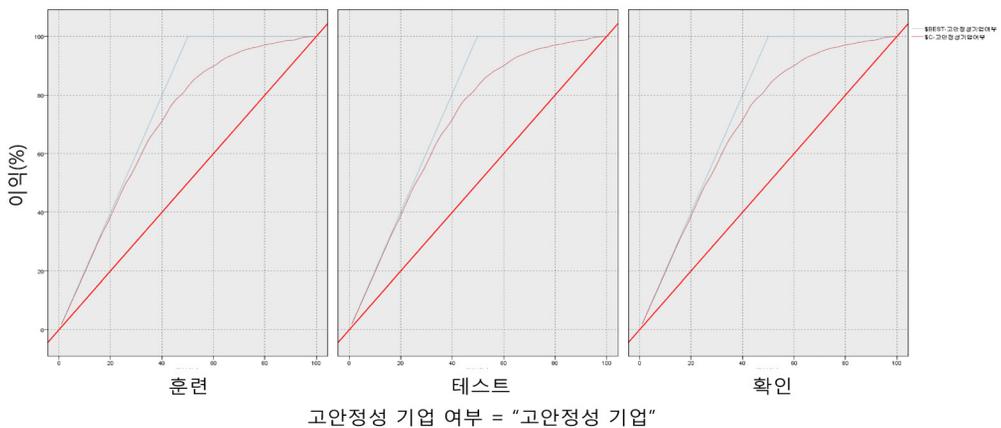
항목의 상대적 중요도는 ① 생산역량(0.058), ② 기술개발조직(0.055), ③ 기술경영능력(0.054), ④ 기술자립/활용성(0.053), ⑤ 개발/수상실적(0.053), ⑥ 인력전문성(0.053), ⑦ 동업중 경험(0.053), ⑧ 시장규모/성장성(0.053), ⑨ 경영진 전문성(0.053), ⑩ 자금조달능력(0.053), ⑪ 연구개발투자(0.052), ⑫ 경쟁품 비교우위(0.052), ⑬ 시장경쟁현황(0.052), ⑭ 기술수명주기(0.052), ⑮ 기술완성도(0.052), ⑯ 모방난이도(0.051), ⑰ 자본참여도(0.051), ⑱ 기술차별성(0.051), ⑲ 지적재산권(0.051)으로 집계되었다.

제조업 非창업기업군의 경우 창업기업군에 비해 기술개발역량(인력전문성, 기술개발조직)의 중요도가 상승하고, 제품화 역량(자금조달능력)의 중요도가 하락한 것이 특징이다. 이는 중소기업의 재무안정성을 결정하는 요소가 창업 초기에는 수익창출능력을 고려한 자금의 질적 구조 및 조달방법의 다양성이지만, 업력이 증가함에 따라 지속적인

이윤 창출을 가능하게 하는 기술개발 인프라로 변화함을 의미한다. 판별모형의 분류 정확도는 82.90% 수준이다.

4.2.3 非제조업 창업기업군에 대한 고안정성 중소기업 판별력 검증

의사결정규칙은 총 16개가 생성되었으며, 평가 항목의 상대적 중요도는 ① 생산역량(0.067), ② 자금조달능력(0.059), ③ 시장경쟁현황(0.059), ④ 인력전문성(0.058), ⑤ 기술자립/활용성(0.056), ⑥ 기술수명주기(0.055), ⑦ 기술경영능력(0.053), ⑧ 모방난이도(0.053), ⑨ 기술완성도(0.052), ⑩ 기술차별성(0.052), ⑪ 지적재산권(0.051), ⑫ 개발/수상실적(0.051), ⑬ 경영진 전문성(0.051), ⑭ 시장규모/성장성(0.051), ⑮ 자본참여도(0.049), ⑯ 경쟁품 비교우위(0.048), ⑰ 연구개발투자(0.048), ⑱ 기술개발조직(0.046), ⑲ 동업중 경험(0.043)으로 집계되었다.



〈그림 2〉 제조업 非창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 누적이익 곡선

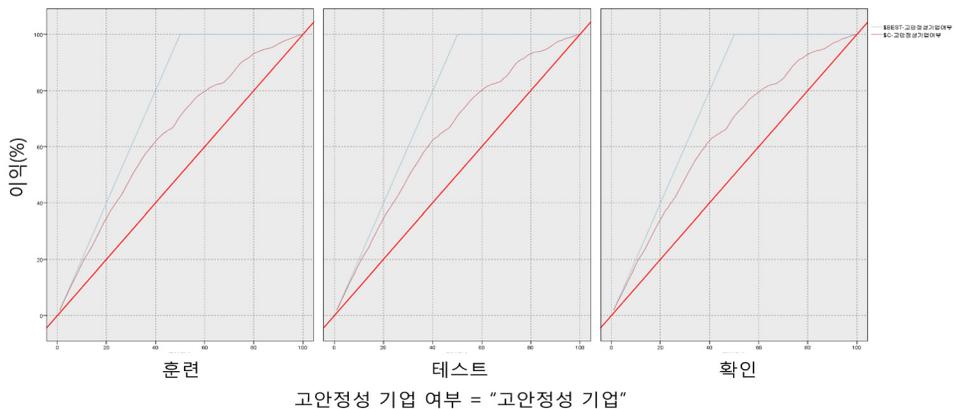
〈표 7〉 제조업 非창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 분류 정확도

관측빈도	예측값	
	고안정성 중소기업	일반기업
고안정성 중소기업	78,100(80.75%)	18,624(19.25%)
일반기업	14,448(14.95%)	82,209(85.05%)

[분류의 정확도 = 82.90%].

〈표 8〉 非제조업 창업기업군 고안정성 중소기업에 대한 의사결정 규칙

고안정성 중소기업(Y)에 대한 의사결정규칙(총 16개)	
규칙 1	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권<=1 and 기술차별성<=1 and 기술경영능력>3 and 인력전문성<=2 and 경영진 전문성>4 then Y
규칙 2	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권<=1 and 기술차별성<=1 and 기술경영능력>3 and 인력전문성>2 and 연구개발투자<=1 then Y
규칙 3	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권<=1 and 기술차별성>1 and 생산역량>4 and 개발/수상실적<=1 and 경영진 전문성<=1 then Y
규칙 4	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권<=1 and 기술차별성>1 and 생산역량>4 and 개발/수상실적<=1 and 경영진 전문성>1 and 동업종 경험<=1 then Y
규칙 5	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권<=1 and 기술차별성>1 and 생산역량>4 and 개발/수상실적>1 and 시장규모/성장성>3 and 기술자립/활용성>3 then Y
규칙 6	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권>1 and 기술수명주기<=4 and 기술개발조직<=4 and 동업종 경험<=1 and 경쟁품 비교우위>4 then Y
규칙 7	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권>1 and 기술수명주기<=4 and 기술개발조직>4 and 시장규모/성장성>2 and 생산역량>4 and 모방난이도<=2 then Y
규칙 8	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권>1 and 기술수명주기>4 and 인력전문성<=2 and 지적재산권<=2 and 기술차별성>2 and 개발/수상실적<=1 then Y
규칙 9	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권>1 and 기술수명주기>4 and 인력전문성<=2 and 지적재산권>2 then Y
규칙 10	시장경쟁현황<=2 and 지적재산권>1 and 기술수명주기>4 and 인력전문성>2 and 동업종 경험>2 and 기술자립/활용성<=3 and 경쟁품 비교우위>3 then Y
규칙 11	시장경쟁현황>2 and 생산역량<=3 and 경쟁품 비교우위<=1 and 경영진 전문성>4 then Y
규칙 12	시장경쟁현황>2 and 생산역량<=3 and 경쟁품 비교우위>1 and 기술개발조직<=3 and 기술수명주기<=2 and 기술경영능력<=2 and 기술차별성>4 then Y
규칙 13	시장경쟁현황>2 and 생산역량<=3 and 경쟁품 비교우위>1 and 기술개발조직<=3 and 기술수명주기<=2 and 기술경영능력>2 then Y
규칙 14	시장경쟁현황>2 and 생산역량<=3 and 경쟁품 비교우위>1 and 기술개발조직>3 and 동업종 경험<=1 and 연구개발투자<=4 and 개발/수상실적<=3 then Y
규칙 15	시장경쟁현황>2 and 생산역량<=3 and 경쟁품 비교우위>1 and 기술개발조직>3 and 동업종 경험>1 and 개발/수상실적>4 and 기술자립/활용성<=2 then Y
규칙 16	시장경쟁현황>2 and 생산역량>3 and 시장경쟁현황<=4 and 자금조달능력<=2 and 시장경쟁현황>3 and 인력전문성<=1 and 동업종 경험<=2 then Y



〈그림 3〉 非제조업 창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 누적이익 곡선

〈표 9〉 非제조업 창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 분류 정확도

관측빈도	예측값	
	고안정성 중소기업	일반기업
고안정성 중소기업	14,714(79.91%)	3,699(20.09%)
일반기업	6,716(36.41%)	11,731(63.59%)

[분류의 정확도 = 71.75%].

非제조업 창업기업군의 경우 기업의 재무안정성을 결정하는 중요변수는 제품화 역량(생산역량, 자금조달능력), 시장현황(시장경쟁현황), 기술개발역량(인력전문성), 기술우위성(기술자립/활용성, 기술수명주기)으로 도출되었다. 이는 설비나 기계장비를 통해 생산을 하는 제조업군과는 이질적인 非제조업군의 산업적 특성이 반영된 결과라 할 수 있다. 분류 정확도는 71.75% 수준으로 낮으며, 이는 절대적인 훈련 데이터의 수(N=22,295)가 적어 충분한

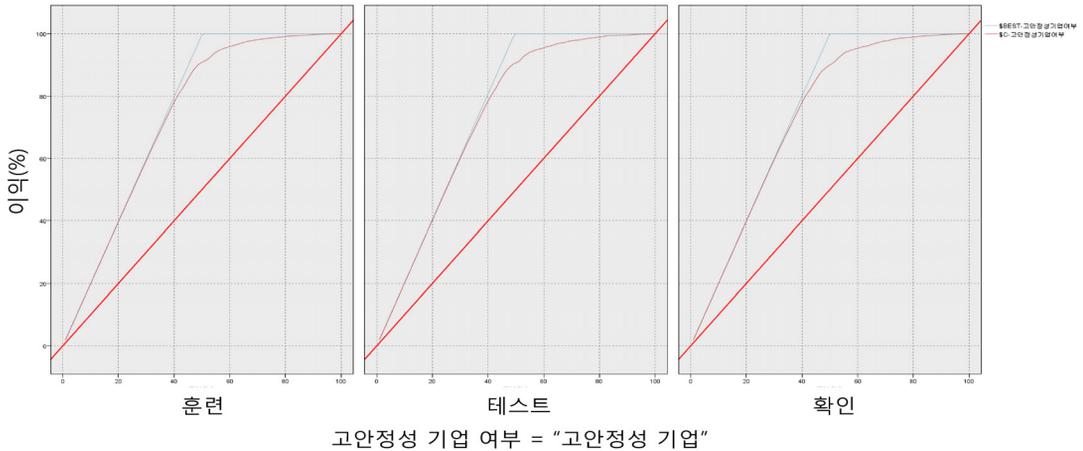
학습이 이루어지지 못한 것이 원인이라고 판단된다.

4.2.4 非제조업 非창업기업군에 대한 고안정성 중소기업 판별력 검증

의사결정규칙은 총 11개가 생성되었으며, 평가항목의 상대적 중요도는 ① 시장경쟁현황(0.057), ② 연구개발투자(0.055), ③ 자본참여도(0.054), ④ 경영진 전문성(0.054), ⑤ 기술차별성(0.054), ⑥ 개발/수상실적(0.054), ⑦ 기술경영능력(0.053), ⑧ 기술

〈표 10〉 非제조업 非창업기업군 고안정성 중소기업에 대한 의사결정 규칙

고안정성 중소기업(Y)에 대한 의사결정규칙(총 11개)	
규칙 1	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성<=3 and 기술완성도<=3 and 모방난이도<=2 and 기술개발조직<=3 and 경쟁품 비교우위<=2 and 자본참여도>3 then Y
규칙 2	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성<=3 and 기술완성도<=3 and 모방난이도<=2 and 기술개발조직<=3 and 경쟁품 비교우위>2 and 경쟁품 비교우위>3 then Y
규칙 3	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성<=3 and 기술완성도<=3 and 모방난이도<=2 and 기술개발조직>3 and 생산역량<=2 and 모방난이도<=1 then Y
규칙 4	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성<=3 and 기술완성도<=3 and 모방난이도>2 and 기술수명주기<=2 then Y
규칙 5	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성<=3 and 기술완성도>3 and 연구개발투자>1 and 기술수명주기<=2 and 기술경영능력<=2 then Y
규칙 6	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성>3 and 모방난이도<=1 and 지적재산권<=1 and 기술완성도>4 and 경쟁품 비교우위>2 and 기술개발조직>3 then Y
규칙 7	시장경쟁현황<=2 and 경영진 전문성>3 and 모방난이도>1 and 인력전문성<=1 and 시장규모/성장성<=3 and 지적재산권>4 then Y
규칙 8	시장경쟁현황>2 and 경영진 전문성>3 and 기술경영능력<=2 and 자본참여도<=4 and 기술완성도>4 and 기술자립/활용성<=3 and 기술수명주기>4 then Y
규칙 9	시장경쟁현황>2 and 경영진 전문성>3 and 기술경영능력<=2 and 자본참여도>4 and 연구개발투자<=1 and 기술차별성<=2 then Y
규칙 10	시장경쟁현황>2 and 경영진 전문성>3 and 기술경영능력<=2 and 자본참여도>4 and 연구개발투자>1 then Y
규칙 11	시장경쟁현황>2 and 경영진 전문성>3 and 기술경영능력>2 and 기술개발조직<=1 and 기술차별성<=3 and 기술수명주기<=3 and 생산역량<=2 then Y



〈그림 4〉 非제조업 非창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 누적이익 곡선

〈표 11〉 非제조업 非창업기업군의 고안정성 중소기업 판별에 대한 분류 정확도

관측빈도	예측값	
	고안정성 중소기업	일반기업
고안정성 중소기업	28,979(93.71%)	1,945(6.26%)
일반기업	3,397(10.99%)	27,522(89.01%)

[분류의 정확도 = 91.36%].

개발조직(0.052), ⑨ 기술수명주기(0.052), ⑩ 지적 재산권(0.052), ⑪ 경쟁품 비교우위(0.052), ⑫ 시장 규모/성장성(0.052), ⑬ 기술완성도(0.052), ⑭ 동업 중 경험(0.052), ⑮ 인력전문성(0.052), ⑯ 기술자립/활용성(0.051), ⑰ 모방난이도(0.051), ⑱ 생산역량(0.051), ⑲ 자금조달능력(0.051)으로 집계되었다.

非제조업 非창업기업군 중소기업의 재무안정성을 결정하는 중요변수로 시장현황(시장경쟁현황), 기술개발역량(연구개발투자, 개발/수상실적), 경영진 역량(자본참여도, 경영진 전문성), 기술우위성(기술차별성)이 도출되었다. 제조업군의 분석결과와 같이 중소기업의 재무안정성을 결정하는 요소가 창업 초기에는 수익창출능력을 고려한 자금의 질적 구조 및 조달방법의 다양성이지만, 업력이 증가함에 따라 중요변수가 지속적인 성과를 가능하게 하는 기술개발 인프라로 변화함을 시사하며, 모형의 분류 정확도는 91.36% 수준이다.

V. 결 론

본 연구는 중소기업의 기술력 평가결과를 이용하여 고안정성 중소기업을 사전에 판별할 수 있는지를 검증하고자 시작하였다. 기업의 재무안정성은 선행연구에서 많이 사용되는 부채비율을 통해 측정하였으며, 고안정성 중소기업에 대한 정의는 3개년 동안 산업의 평균 부채비율 1/2 이하를 달성한 기업으로 정의하였다. 본 연구는 중소기업을 평가하는 기술력 평가결과를 사용하였기 때문에, 기업의 규모에 대한 통제는 따로 설정하지 않았으며, 업종과 업력에 대해서는 ①제조업군과 非제조업군, ②창업기업군과 非창업기업군으로 구분하였다. 산업별 세부적인 특성에 대해 분석하려면 좀 더 세분화된 업종 구분을 사용하여야 하지만, 현행 운영되고 있는 기술력 평가모형 자체가 대부분 제조업군과 非제조업군만으로 구분하고 있어

이를 연구에 반영하였다. 따라서 표준산업분류코드 C10-C33에 해당하는 기업은 제조업군으로, 그 외는 비제조업군으로 분류하여 분석에 사용하였다. 업력에 대해서는 업력이 증가할수록 기업의 안정성이 높아진다는 Coad *et al.*(2016)의 연구결과와 중소기업창업 지원법 및 통계청의 창업기업실태 조사 상 정의에 따라 업력 7년을 기준으로 창업기업군과 비창업기업군을 구분하였다. 마지막으로 분석에 사용된 기술력 평가결과는 4개 기술신용평가기관이 사용하는 평가항목 중 공통적으로 분류 가능한 항목만을 정제하여 사용하였다.

의사결정나무 모형(C5.0)을 통해 4개 군집에 대한 판별모형을 작성하여 분석한 결과, 제조업 창업기업군에서는 제품화 역량(생산역량, 자금조달능력), 기술개발역량(지적재산권, 연구개발투자, 기술개발조직), 경영진 역량(경영진 전문성) 항목이, 제조업 비창업기업군에서는 제품화 역량(생산역량), 기술개발역량(기술개발조직, 개발/수상실적, 인력 전문성), 경영주 역량(기술경영능력), 기술우위성(기술자립/활용성) 항목이 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 중요변수로 도출되었다. 비제조업 창업기업군에서는 제품화 역량(생산역량, 자금조달능력), 시장현황(시장경쟁현황), 기술개발역량(인력전문성), 기술우위성(기술자립/활용성, 기술수명주기) 항목이, 비제조업 비창업기업군에서는 시장현황(시장경쟁현황), 기술개발역량(연구개발투자, 개발/수상실적), 경영진 역량(자본참여도, 경영진 전문성), 기술우위성(기술차별성) 항목이 중요변수로 도출되었다. 분석 결과, 업종과 업력에 따라 소항목 간 중요도에는 차이가 있으나 중항목 수준에서는 기술개발역량이 고안정성 중소기업 여부를 결정하는 중요변수이며, 이는 기업이 장기적인 관점에서 차별화된 기술개발역량을 기반으로 영업성과를 실현하고, 이익금의 적립을 통해 자기자본을 축적하여 기업의 재무안정성을 개선하는 현상이 반영된 것이라 할 수 있다. 특히, 비창업기업군에서는 기술개발의 상용화 척도라고 할 수 있는 개발/수상실적이 기업의 재무안정성과 관

련이 있다는 점은 의미가 있다고 할 수 있다. 또한, 제조업의 경우 생산역량이 중요한 반면 비제조업군의 경우 시장경쟁현황이 중요변수로 도출되었으며, 이는 업종별 이질적인 생산방식과 산업적 특성이 반영된 결과라 할 수 있다. 마지막으로, 창업기업군에서는 자금조달능력이 중요변수였지만, 비창업기업군에서는 중요변수가 기술개발역량과 기술우위성으로 변화한다는 결과가 도출되었다. 이는 중소기업의 재무안정성을 결정하는 요소가 창업 초기에는 수익창출능력을 고려한 자본의 질적 구조, 자본비용 수준, 자금조달 방법의 다양성 등이지만, 업력이 증가함에 따라 지속적인 이윤창출을 가능하게 하는 기술개발 인프라로 변화함을 의미한다. 오분류표를 통해 확인한 모형의 분류 정확도는 제조업 창업기업군(74.09%), 제조업 비창업기업군(82.90%), 비제조업 창업기업군(71.75%), 비제조업 비창업기업군(91.36%)으로 집계되었다. 비제조업 창업기업군의 분류 정확도가 비교적 낮은 것은 모형 작성에 사용된 훈련 데이터의 수($N = 22,295$)가 적어 충분한 학습이 이루어지지 않은 것이 원인이라고 생각되며, 창업기업군에 비해 비창업기업군의 분류 정확도가 대체적으로 높은 것이 특징이다. 누적이익곡선을 통해 확인한 판별력의 안정성은 훈련, 테스트, 확인 데이터 모두에서 안정적이었으며, 기준선 이하로 내려가는 역전현상이 없어 과잉적합위험과 과소적합위험에 노출되지 않았음을 확인하였다. 기술력 평가항목을 이용하여 고안정성 중소기업을 판별한 결과 71~91%의 정확도를 보이고 있어 기술력 평가항목을 고안정성 중소기업 판별에 적용할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 이러한 결과는 부도변별력을 높이기 위해 신용평가모형에 일부 기술력 평가항목이 대체정보 중 하나로 내재화 될 때, 업종별·업력별 재무안정성을 예측하는데 설명력이 높은 변수들을 제공함으로써, 전체기업에 대한 신용평가모형의 부도변별력을 견인하는데 사용될 수 있을 것이라고 생각된다. 또한 정부의 중소기업 지원정책 수립 시에도, 창업기업군은 기업의 생존확률 증대

를 위해 자금지원 방법을 다양화 하고, 일정 업력이 경과한 非창업기업군은 기술개발 인프라(인력, 조직, 연구개발투자)와 기술우위성(기술 개발)에 중점을 두는 지원을 통해 지속적으로 경쟁력을 유지할 수 있게끔 하는 등 차별화된 정책 수립이 가능하게 할 것이다.

본 연구는 실제 중소기업의 기술력 평가결과를 사용하여 고안정성 중소기업을 판별하는 데 일정 부분 의미 있는 결과를 도출하였지만 한계점도 분명하다. 첫 째, 현행 운영되고 있는 기술력 평가결과를 사용하다 보니, 업종의 구분에 있어 제조업과 비제조업만으로 구분하여 산업별 세밀한 특성이 반영되지 못한 점이 있다. 이는 향후 데이터의 축적과, 모형의 다양화가 진행되면 면밀한 연구가 필요할 것이다. 둘째, 3개년 이상의 재무 데이터를 대상으로 분석을 진행하여 3년 이하의 창업기업에는 적용하기 어려우며, 실제 非창업기업군의 분류 정확도가 창업기업군에 비해 높게 나타났다. 따라서 3년 이하의 창업기업군에 본 연구의 내용을 적용 시 기술력 평가 외에도 다양한 방법을 적용하여 고안정성 중소기업 여부를 판별하여야 할 것이다. 셋 째, 향후 의사결정나무 모형 외에 다양한 분석 방식을 적용하여 연구결과의 적용과 해석에 일반화가 가능하도록 하여야 하며, 마지막으로 정보가 축적됨에 따라 3개년 이상에 대한 재무성과 간 관계도 향후 연구가 필요할 것이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] 권세훈, 유재훈, 한상범, “혁신형 중소기업의 조직자본과 성과분석”, *산업경제연구*, 제29권, 제5호, 2016, pp. 1901-1919.
- [2] 김량형, 유동희, 김건우, “데이터마이닝 기법을 이용한 기업부실화 예측 모델 개발과 예측 성능 향상에 관한 연구”, *Information Systems Review*, 제18권, 제2호, 2009, pp. 173-198.
- [3] 김석진, 김진수, “혁신이 부도위험에 미치는 영향”, *경영학연구*, 제38권, 제3호, 2009, pp. 773-797.
- [4] 김진수, “기술혁신활동이 부도위험에 미치는 영향: 매출액성장률 매개효과를 중심으로”, *대한경영학회지*, 제22권, 제6호, 2009b, pp. 3195-3214.
- [5] 김진수, “기술혁신활동이 부도위험에 미치는 영향: 한국 유가증권시장 및 코스닥시장 상장 기업을 중심으로”, *기술혁신연구*, 제17권, 제2호, 2009a, pp. 55-80.
- [6] 김진수, 윤영준, “기술혁신활동이 부도위험에 미치는 영향에 있어서 매출액과 수익성의 매개 효과”, *기술혁신학회지*, 제12권, 제4호, 2009, pp. 715-739.
- [7] 김태호, 한봉희, “중소기업의 기술평가등급과 재무성과 간의 연관성”, *대한경영학회지*, 제22권, 제5호, 2009, pp. 2789-2808.
- [8] 안현철, “유전자 알고리즘을 이용한 다분류 SVM의 최적화: 기업신용등급 예측에의 응용”, *Information Systems Review*, 제16권, 제3호, 2014, pp. 161-177.
- [9] 이준원, “기술력 평가항목을 이용한 매출액 고성장기업 판별력 검증”, *금융정보연구*, 제7권, 제2호, 2018a, pp. 51-73.
- [10] 이준원, “기술력 평가항목을 이용한 고수익 중소기업 판별력 검증”, *한국혁신학회지*, 제13권, 제4호, 2018b, pp. 1-23.
- [11] 이준원, “기술등급(T등급)의 벤처인증제도 적용가능성에 관한 연구”, *한국경영공학학회지*, 제23권, 제4호, 2018c, pp. 105-123.
- [12] 이준원, “기술력 평가결과와 주식가치 간 관계에 대한 연구”, *한국혁신학회지*, 제12권, 제4호, 2017, pp. 1-24.
- [13] 이준원, 김주철, “기술력 평가모형과 기업부실 간 관계에 대한 연구”, *한국혁신학회지*, 제12권, 제2호, 2017, pp. 117-137.
- [14] 이준원, 윤점열, “기술력 평가모형의 기술금융 활용 적합성 연구”, *기술혁신학회지*, 제20권,

- 제2호, 2017, pp. 292-312.
- [15] 임동근, 정진화, “제품혁신이 기업의 수익 및 재무안정성에 미치는 영향”, *기술혁신연구*, 제25권, 제4호, 2017, pp. 239-261.
- [16] 정현승, 강창완, 김규근, “불균형 데이터에 대한 오버샘플링 효과 연구”, *Journal of Korea Data Analysis Society*, 제10권, 제4호, 2008, pp. 2089-2098.
- [17] Agarwal, R., “Technological activity and survival of firms”, *Economic Letters*, Vol.52, 1996, pp. 101-108.
- [18] Banbury, C. M. and W. Mitchell, “The effect of introducing important incremental innovations on market share and business survival”, *Strategic Management Journal*, Vol.16, 1995, pp. 161-182.
- [19] Cefis, E. and O. Marsili, “A matter of life and death: Innovation and firm survival”, *Industrial and Corporate Change*, Vol.14, 2005, pp. 1167-1192.
- [20] Cefis, E. and O. Marsili, “Survivor: The role of innovation in firms’ survival”, *Research Policy*, Vol.35, 2006, pp. 626-641.
- [21] Coad, A., A. Segarra, and M. Teruel, “Innovation and firm growth: Does firm age play a role?”, *Research Policy*, Vol.45, No.2, 2016, pp. 387-400.
- [22] Czarnitzki, D. and K. Kraft, “Innovation indicators and corporate credit ratings: Evidence from german firms”, *Economic Letters*, Vol.82, 2004, pp. 377-384.
- [23] Gang, R., T. Hong, and Y. K. Park, “Multi-class SVM+MTL for the prediction of corporate credit rating with structured data”, *Asia Pacific Journal of Information System*, Vol.25, No.3, 2015, pp. 579-596
- [24] Hall, B. H., “The relationship between firm size and firm growth in the US manufacturing sector”, *Journal of Industrial Economics*, Vol.35, 1987, pp. 583-606.
- [25] Han, J. S., Y. K. Kwon, and S. Y. Lee, “The impacts of technology transfer on productivity growth of firms based on malmquist productivity index”, *Asia Pacific Journal of Information System*, Vol.26, No.4, 2016, pp. 542-560.
- [26] Molina, C. A., “Are firms underleveraged? An examination of the effect of leverage on default probabilities”, *Journal of Finance*, Vol.60, 2005, pp. 1427-1459.
- [27] Pakes, A. and R. Ericson, “Empirical implications of alternative models of firm dynamics”, *Journal of Economic Theory*, Vol.79, 1995, pp. 1-45.
- [28] Perez, S. E., A. S. Llopis., and J. A. S. Llopis, “The determinants of survival of spanish manufacturing firms”, *Review of Industrial Organization*, Vol.25, 2004, pp. 251-273.
- [29] Schumpeter, J. A., *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Row, New York, 1943.

Information Systems Review

Volume 20 Number 4

December 2018

Verification Test of High-Stability SMEs Using Technology Appraisal Items

Jun-won Lee*

Abstract

This study started by focusing on the internalization of the technology appraisal model into the credit rating model to increase the discriminative power of the credit rating model not only for SMEs but also for all companies, reflecting the items related to the financial stability of the enterprises among the technology appraisal items. Therefore, it is aimed to verify whether the technology appraisal model can be applied to identify high-stability SMEs in advance. We classified companies into industries (manufacturing vs. non-manufacturing) and the age of company (initial vs. non-initial), and defined as a high-stability company that has achieved an average debt ratio less than 1/2 of the group for three years. The C5.0 was applied to verify the discriminant power of the model. As a result of the analysis, there is a difference in importance according to the type of industry and the age of company at the sub-item level, but in the mid-item level the R&D capability was a key variable for discriminating high-stability SMEs. In the early stage of establishment, the funding capacity (diversification of funding methods, capital structure and capital cost which taking into account profitability) is an important variable in financial stability. However, we concluded that technology development infrastructure, which enables continuous performance as the age of company increase, becomes an important variable affecting financial stability. The classification accuracy of the model according to the age of company and industry is 71~91%, and it is confirmed that it is possible to identify high-stability SMEs by using technology appraisal items.

Keywords: *Technology Financing, Technology Appraisal, Machine Learning, Decision Tree, High-stability Firms*

* Ph.D. in Economics, Manager, Korea Credit Information Services

○ 저자 소개 ○



이준원 (E-mail: jwlee@kcredit.or.kr)

연세대학교 경제학과에서 2007년 학사, 2009년 석사학위를 취득하고 2017년 경제학 박사학위를 취득하였다. 현재는 한국신용정보원에 재직 중이며, 연구분야는 기술력 평가모형, 신용평가모형, Machine Learning이다.

논문접수일 : 2018년 10월 12일
1차 수정일 : 2018년 11월 29일

게재확정일 : 2018년 12월 26일