

공동 기술개발을 위한 기업의 산학협력 참여요인

박윤구 (한국산업기술대학교 디지털경영전공) *
이재광 (한국산업기술대학교 e-비즈니스학과 교수)**
김정환 (KOITA/호서대학교 글로벌창업대학원 겸임교수)***

국 문 요 약

본 연구는 창업의지의 영향요인으로서 경력지향성과 창업지원프로그램 참가로서 창업지원프로그램이 창업의지에 미치는 영향을 이론적으로 검토하고, 이를 통해 연구모형을 구축하고 정립된 연구가설을 중소기업청의 지원(2006년 기준)으로 창업강좌가 개설된 대학교와 개설되지 않은 대학교를 서울과 지방 그리고 경상계열과 공학계열로 나누어 실증 분석하였다. 실증분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 경력지향성은 창업지원프로그램 참가에 유의하지 않은 것으로 나타났다. 둘째, 경력지향성 중에서 자율지향성, 기술지향성, 관리지향성, 사업지향성은 창업의지에 유의한 정(+)의 영향을 미쳤고, 안정지향성은 창업의지에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 셋째, 창업지원프로그램 참가는 창업의지에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

핵심주제어: 경력지향성, 창업지원프로그램, 창업의지

1. 서 론

21세기 들어 세계 각국 및 기업들이 정보통신의 급속한 발전을 배경으로 글로벌화가 급진전, 무한경쟁의 시대에 돌입하게 되면서 토지, 공장, 설비 등 물적 자산이나 현금, 투자 등 금융 자산과 대비되는 개념인 지식과 정보의 창출, 확산, 활용 등이 모

* 한국산업기술대학교 디지털경영전공

** 한국산업기술대학교 e-비즈니스학과 교수

*** KOITA 박사, 호서대학교 글로벌창업대학원 겸임교수, jkjh@koita.or.kr

든 경제 활동의 핵심이 되는 이른바 지식기반경제가 확산되기 시작했다[16]. 더욱이 이러한 지식기반 경제에 있어서의 핵심인 지식자산이 국가 경제는 물론 기업 생존과 성장에 직접적인 영향을 미치는 변수로 작용하고 있다. 특히 정보기술(IT), 바이오기술(BT), 나노기술(NT) 등 이른바 신 성장 동력이라고 일컬어지는 미래 국가 경쟁력의 핵심 산업들은 지식 집약적이며 고도의 기술을 필요로 하고 있다. 이들 산업들은 과학과 기술뿐만 아니라 기초연구와 응용연구 및 개발연구의 융합을 요구하며, 복잡하고 지능화되어 가는 특성을 가지고 있다. 결국, 이러한 글로벌 경쟁 환경의 변화와 산업 및 기술의 특성 변화는 대학, 연구소, 기업 등 혁신주체들의 경쟁적 협력을 요구하게 되고, 이에 부응할 수 있는 혁신네트워크로의 이행을 필요로 하게 했다[22]. 산학협력은 기업 차원에서뿐 아니라 국가 차원에서도 중요한 정책으로 인식되고 있다[38]. 기술혁신의 결과 축적된 과학기술지식이 기업, 대학, 협회, 연구소, 정부 등 다양한 주체들 간의 상호작용을 통해 확산되면서 기술혁신능력을 더욱 향상시키고 있다고 지적하고 있는데, 우리나라도 산학연 공동협력연구는 국가 과학기술력 향상, 기술혁신능력 제고를 위한 정부 정책의 중요한 근간으로 인식되고 있다[5].

최근 공동연구, 기술자문, 인적교류, 대학원생교육에서의 협력, 산업계인력 재교육, 지재권 사용, 연구원 및 교수요원의 창업, 인적 네트워크 구축 등 다양한 형태의 산학협력이 이루어지고 있으며, 산학협력과 관련한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 산학연 공동협력의 필요성에 관한 연구[6] [10] [13] [32], 산학협력의 성공 요인에 관한 연구[4] [8] [15], 산학협력연구 활성화 제도에 관한 연구[17] [23] [41] 등 정책관련 기초연구에 초점이 맞추어져 왔으며, 산학협력의 유형별, 산학협력 주체별, 업종별 특성을 고려한 연구는 부족하였다. 최근, 산학협력의 수요자이면서 중요한 주체인 기업의 관점에서 산학협력 결정요인에 관한 연구가 이루어지고 있으나[1] [7] [18], 산학협력 유형을 구분하지 않고 산학협력 전반에 대한 결정요인을 분석하였다.

기업의 산학협력 형태는 매우 다양하게 진행되고 있다. 그러나 본 연구에서는 기업의 산학협력 참여 요인 분석을 기술개발을 위한 산학협력으로 제한한다. 산학협력 참여요인을 분석하기 위하여 본 연구에서는 산학협력과 관련한 선행연구를 검토하여 기업의 산학협력 참여요인을 도출하였으며, 과학기술부의 ‘과학기술연구활동조사’ 데이터를 이용하여 공동기술개발을 위한 산학협력 사례를 대상으로 참여요인을 분석하였다. 또한, 업종별로 기업의 산학협력 참여요인의 차이가 있는지에 대해서는 분석하였다. 본 연구는 공동기술개발을 위한 산학협력 정책 수립 및 산학협력을 통한 기술혁신 방안을 수립하는데 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

II. 문헌연구

2.1 산학협력의 개념 및 범위

산학협력의 개념은 크게 기업과 대학의 상호 목표 달성의 수단으로 협력하는 상호 작용으로 이해하는 관점과 상호관계를 우호적인 구조를 형성하는 네트워크 관점이 존재한다. 먼저 상호 목표 달성의 수단으로써의 산학협력이란 대학과 기업이 연구기술 개발, 교육훈련 등 인력양성, 기술이전, 창업 등 사업화를 촉진하기 위한 상호작용으로 사회적 협동(social partnership)의 한 방법으로 이해될 수 있다[3]. 반면, 네트워크 관점에서의 산학협력은 기업, 대학, 연구소가 서로의 목표 달성을 위해 상호 간에 다양한 자원(예, 인력, 시설, 장비, 정보)을 공식적·비공식적으로 공유하며, 상호 의존적인 관계를 지속적으로 유지·발전시키는 우호적인 구조로 볼 수 있으며, 이러한 관점에서는 산학협력은 행위자 간의 관계유형인 네트워크 관점에서 접근할 수 있다 [30] [39]. 결국, 기업과 학계가 교육 및 연구 면에서 상호협력에 의해 학계의 입장에서는 기술교육과 연구 활동을 촉진하고, 산업계의 입장에서는 실무에 유능한 기술 인력을 확보할 수 있으며, 생산과 직결되는 기술수준을 향상시킴으로써 산업과 사회의 요구를 충족시키려는 시도라고 할 수 있다.

산학협력의 필요성은 경제적 측면, 조직관리적 측면, 기술적 측면에서 제시되고 있다[35]. 첫째, 경제적 측면에서 과학기술이 첨단화되고 복잡화 됨에 따라 기술혁신 성과에 요구되는 많은 시간과 비용을 관련 분야에서 전문적 지식이나 기술, 장비 등을 갖춘 대학이나 연구소, 기업 등은 상호 협력관계를 구축함으로써 기술혁신과 기술 성과의 향상에 있어서 비용과 시간을 절감하는 할 수 있다. 둘째, 조직관리 측면에서 서로 신뢰하며 공감대를 형성하여 조직들 사이의 구성원들이 다양한 정보를 보다 개방적으로 공유할 수 있게 함으로써 문제해결 역량을 강화하고 조직의 생산성을 높이는 데 기여할 수 있다. 셋째, 기술적 측면에서는 상호작용에 의한 학습으로 기술혁신이 유발되며 이는 산학협력 네트워크를 통하여 가능하다는 것이다[34].

기업, 대학, 연구소 등은 상호 간에 협력 네트워크를 구축함으로써 정보 획득, 점진적 기술혁신, 환경변화 예측, 시장 창출 등 다양한 유·무형의 편익을 수혜하고자 한다. 기관에 따라 누릴 수 있는 유·무형의 편익은 기관별로 차이가 있다[37]. 따라서 산학협력의 의의는 기관에 따라 구분하여 볼 수 있다. 기업은 기술혁신, 경쟁력 향상 등에 필요한 새로운 지식에 대한 접근 및 흡수, 보완적인 연구자원에서의 접근, 자체 연구비용 감소, 특수 연구 인프라 사용, 새로운 사업 개발, 연구인력 인력을 채용할 수

있다. 또한, 대학이 보유하고 있는 특허를 사용함으로써 연구개발 기반을 확충할 수 있으며 [24] [29], 대학이 조성한 과학연구단지에 입주할 경우 기업의 대외적인 이미지와 명성에 긍정적인 영향이 있는 것으로 나타나고 있다[46]. 연구소의 경우는 필요로 하는 연구 인력을 채용하고 보완적 연구자원에 접근할 수 있는 기회를 제공하며, 연구소는 연구결과의 현실적용 가능성을 타진해 볼 수 있고 이를 토대로 그 성과를 제고할 수 있다. 연구소의 이러한 기회를 통하여 재정기반을 확충할 것이고, 연구원의 분리·창업을 활성화시킴으로써 기업과 연구소 사이에 선순환 구조를 조성할 수 있게 된다. 한편, 대학측면에서는 재정적 및 인적 기반 확보, 연구자들의 추가 수입, 연구와 교육에 새로운 자극, 연구 인프라 개선, 취업기회 등을 들 수 있다[24].

산학협력의 유형으로는 정철영과 이무근[21]은 그 목적에 따라 교육과 연구개발로 구분하였으며, OECD[40]는 보다 구체적으로 비공식적 접촉과 인적 네트워크 구축과 같은 간접적 연계까지 포함하여 공동연구, 기술자문 활용 및 위탁연구, 기업과 대학 및 연구기관 간의 인적 교류, 대학원생 교육에서의 협력, 산업계 인력의 재교육, 지적재산권 사용, 연구원 및 교수요원의 창업, 비공식적 접촉과 인적 네트워크 등을 산학협력의 주요 유형으로 제시하였다. 또한, 윤주명[12]은 연구개발, 기술이전, 장비의 공동이용, 인력의 교류, 산업체 인력의 훈련, 학생들의 산업체 실습, 산업체의 학교배출인력의 흡수로 구분하였으며, Prestet al.[42]은 산학협력 방법으로 대학에서 교육과 연구경험을 축적한 인력의 산업체 고용, 대학에서 생산된 지식의 명시지 형태의 확산, 대학과 산업체와의 공동연구개발, 대학 또는 연구기관 구성원들의 창업을 통한 지식이전 등 네 가지 유형을 제시하고 있다. 학자와 기관에 따라 다양한 관점에서 산학협력의 유형과 범위를 제시하고 있으나, 크게 보면 주로 연구와 기술개발 등을 중심으로 한 산학협력과 교육적 목적을 강조하는 산학협력으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 기업의 기술개발을 위한 산학협력 참여요인을 분석하기 위하여 교육적 목적을 강조한 산학협력은 제외하고 산학협력의 연구와 기술개발 측면을 강조한 공동 기술개발을 위한 산학협력을 연구 범위로 규정하였다.

2.2 기술협력과 산학협력 결정요인

공동기술개발을 위한 산학협력은 다양하게 정의할 수 있다. Coursey and Bozeman[26]은 하나 이상의 정부연구소와 하나 이상의 민간기업이 공식적 또는 비공식적 협정에 의해서 공동으로 기술지식을 개발하거나 획득하는 것으로 정의하였다. Dodgenson[27]은 둘 이상의 파트너가 상호의 보완적인 자산 및 정보를 제공하여 합의된 공통의 기술개발 목표달성을 위하여 추진하는 모든 활동으로 포괄적으로 정의

하고 있다. Link and Bauer[33]는 공동협력연구를 공동으로 기술지식을 습득하기 위한 조직들의 협정으로 정의하였는데 이 또한 위의 논의와 거의 동일하다. 따라서 Coursey and Bozeman[26]이나 Dodgenson[27], Link and Bauer[33]의 정의는 Sakakibara[43]나 이광희, 김영배[14]의 정의와 마찬가지로 기술을 산출하는 연구개발 활동의 과정에 다수의 참여자들이 어떠한 형태로든 공동으로 상호 관여하는 것으로 공동협력연구로 간주하는 것이라고 할 수 있다[9]. 한편 정진우[19]는 기술협력에 대해 기업이 기술혁신을 목적으로 하여 다른 외부의 조직과 기술적 노하우 및 자원을 보완적으로 공유하는 일련의 조직간 활동으로 정의 하고 있다.

본 연구는 기업의 공동 기술개발을 위한 산학협력 참여요인을 파악하고자 하는 점에서 기술개발을 위한 산학협력을 기업들이 대학에 기업에서 필요한 기술개발을 위한 연구 자금을 공여하거나 연구원을 파견하여 대학과 공동으로 기술개발 연구를 수행하는 것으로 정의한다.

이러한 기술개발을 위한 협력의 필요성은 다양한 관점에서 제시되고 있다. 먼저 기업의 기술개발을 위한 R&D 투자에서 발생하는 시장실패에 대한 위험 공유측면에서의 의의가 있다[44]. 일반적으로 기술은 외부성이 강하여 혁신자가 그 편익을 모두 회수하기 어려운 특성이 있다. 따라서 기술개발에 대한 투자는 적정수준 이하에서 이루어지는 경우가 많다. 산학협력은 이와 같은 시장의 실패를 교정하기 위한 수단으로 적정한 수준에 이르지 못하고 있는 연구개발에의 투자를 촉진할 수 있다[25]. 두번째로, Kline and Rosenberg[31]가 제시한 연계사슬모형(chain-linked model)에 따르면, 대학과 기업이 협력함으로써 대학은 전통적인 관심영역이었던 순수 또는 기초 기술뿐만 아니라 응용기술이나 상업화 기술을 발전시킬 수 있고 이 분야의 발전은 다시 순수 또는 기초기술의 발전을 촉진시킨다. 그리고 기업은 이 과정에서 보다 개선된 상업화 기술을 획득할 수 있고 나아가 기업 경영성과의 개선도 도모할 수 있다. 세 번째는 기업이 연구소를 설치하거나 연구전담인력을 고용함으로써 연구기능을 자체적으로 보유하거나(in-house), 대신 대학이나 연구소에 필요한 기술연구를 위탁(out-sourcing)함으로써 R&D 비용을 줄일 수 있다. 특히, 중소기업의 경우 자체적으로 연구시설과 인력을 확보하기보다는 우수한 연구인력과 장비 그리고 시설이 갖추어져 있는 대학에 기업이 필요로 하는 기술개발을 위탁하는 것이 R&D 비용을 줄일 수 있기 때문에 효과적일 수 있다[36]. 그리고 자체 연구소를 보유하고 있는 대기업이라 하더라도 많은 연구개발비가 소요되는 연구사업의 경우 대학을 포함한 다수의 기업이 협력하여 공동으로 연구개발을 추진하는 것이 필요하다. 그리고 마지막으로 기술개발을 위한 산학협력의 필요성은 기업의 신뢰성 체고라는 측면에서 설명할 수 있다. 일반적으로 중소기업이 생산하는 제품은 품질이 우수함에도 불구하고 소비자들의 신뢰성이 낮아 문제가 되는 경우가 많이 있다. 특히 사회·경제적 환경이 새로운

제품을 수용하고자 하는 태도가 약한 경우 산학협력은 소비자들로부터 상품이나 서비스의 신뢰성을 획득할 수 있는 방법이 될 수 있다.

기술개발을 위한 산학협력 성과 및 성공요인에 관한 연구에 따르면, 산학협력은 연구자의 기회주의와 신뢰가 영향을 미치며, 또한 연구자의 기회주의와 신뢰에는 참여기업의 특성, 구조요인, 조직문화, 산학협동 연구자의 특성, 연구자의 힘 및 의존성 요인변수, 그리고 프로젝트의 특성이 영향을 미치는 것으로 나타났다[20]. 배중태[11]는 협력 당사자들의 능력, 제도, 전략 등이 산학협동의 성공에 영향을 미치는 요인이며, 신뢰구축과 상호이해가 중요하다고 하였다. Giesler and Ruvenstein[28]은 산학협력의 성공요인으로 조직구조와 협력과정을 도출하였다. Waddock and Bannister[45]는 신뢰성, 파트너의 대표성, 파트너 하부조직, 편익인식, 상호의존성, 공유된 논쟁, 제휴 인식, 권력, 파트너쉽 목표, 인적자원 전문성, 피드백 적절성, 비전, 리더쉽을 파트너쉽 효율성 요인으로 제시하였다. 공동 기술개발을 위한 산학협력은 협력 참여자 상호간의 필요에 의해서 이루어지고 있으므로 참여자의 특성이 중요한 요인이 되고 있다. 따라서 기업과 대학 간 산학협력은 기업의 지식수요와 수용능력에 대하여 대학이 어느 정도 지식을 공급하거나 이전할 능력이 있는가에 의해 결정되며, 지식의 공급과 수요의 일치 여부는 산학협력 관계설정을 위한 전제조건이며, 기업의 기술수용 능력과 대학의 기술이전 및 기업의 수요에 적합한 연구주체의 선정 등 노력 정도가 산학협력관계에 중요한 영향을 미친다[1]. 산학협력은 협력 주체들간의 의사결정의 결과이다. 산학협력은 협력주체들의 특성에 따라서도 영향을 받게 되며, 산학협력의 결정은 기업의 특성, 구조, 기술혁신 활동 정도, 연구기반 등에 영향을 받는다. 기업의 산학협력 결정요인은 기업규모, 연구소설립관련, 연구인력 관련 등 객관적인 지표를 바탕으로 하는 기업의 경영자원측면에서의 요인과 기술의 수요, 파트너와의 관계 등의 행태적인 측면의 요인들이 있으나 본 연구에서는 정부차원에서 조사한 과학기술개발활동설문조사 데이터를 기반으로 객관적으로 데이터 수집이 가능하고 평가가 가능한 기업의 경영자원측면의 요인들을 연구의 대상으로 고려하였다.

III. 변수 도출 및 정의

본 연구에서는 기업이 기술개발을 위한 산학협력 참여에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 기존의 산학협력 참여요인에 관한 연구 및 기술협력 결정요인에 관한 연구를 바탕으로 연구 변수를 도출하였다.

먼저 ‘산학협력 참여’를 종속변수로 설정하였으며, 산학협력 참여요인과 관련한

변수는 기업일반현황, 연구개발기반, 연구개발투자 및 용도, 그리고 연구개발 성과 등 4가지 영역으로 구분하였다. 또한 업종은 IT(Information Technology:정보기술), BT(Biology Technology:바이오기술), NT(Nano Technology:나노기술), ST(Space Technology:우주항공기술), ET(Environment Technology:환경기술), CT(Culture Technology:문화관광콘텐츠기술) 분야를 6T로 그 외 기타 분야를 Non-6T로 구분하여 조절변수로 설정하여 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향의 차이를 분석한다. 본 연구를 위하여 도출한 변수의 조작적 정의는 <표 1>과 같다.

<표 1> 변수의 조작적 정의

구분	변수	조작적 정의	관련연구
종속변수	산학협력참여	기술개발을 위한 산학협력 참여 유무(참여함/참여안함)	고석찬,조영석(2005) 김정하,김소은(2006) 이근재,최병호(2006) 전경구(2001) 정형식(1999) Landry&Amara(1998)
기업 일반현황	업종	산학협력 대상 기술의 업종 (6T/Non-6T)	고석찬,조영석(2005) 전경구(2001)
	기업규모	기업의 상시 종업원 수	이근재,최병호(2006) 전경구(2001) 정형식(1999)
	기업설립연수	기업 설립 연수	이근재,최병호(2006) 정형식(1999)
	인당 매출액	종업원 1인당 매출액	과학기술부(2006)
연구개발 기반	연구소설립연수	연구소 설립 연수	고석찬,조영석(2005)
	연구원 비율	종업원 수 대비 연구원 수	과학기술부(2006)
	석박사 연구원비율	총 연구원 수 대비 석박사 연구원 수	과학기술부(2006)
	연구기자재 보유정도	연구원 1인당 연구기자재 투자 비용	과학기술부(2006)
연구개발 투자 및 용도	연구투자 비율	매출액 대비 연구투자 비율	이근재,최병호(2006)
	공동연구개발 비율	총 연구투자비 중 공동연구투자 비율	Landry&Amara(1998)
	신제품개발 비율	총 제품개발 비용 대비 신제품 개발 비용	과학기술부(2006)
	신공정개선 비율	전체 공정개선 비용 대비 신공정 개선 비용	과학기술부(2006)
연구개발 성과	교육훈련실적	종업원 1인당 교육훈련 시간	과학기술부(2006)
	기술수출실적	매출액 대비 기술 수출액	과학기술부(2006)
	산업재산권 수	연구원 1인당 산업재산권 수	Landry&Amara(1998)

IV. 연구방법 및 산학협력 현황

4.1. 조사개요

우리나라의 R&D분야의 산학협력 실태 및 참여요인을 파악하기 위해 본 연구에서는 교육과학기술부(과거 과학기술부)에서 2006년에 실시했던 ‘과학기술연구개발활동조사’ 설문 데이터를 기반으로 분석하였다. 조사대상 분야는 자연과학, 공학 및 기술, 의학, 농학 분야에서 연구개발활동에 참여한 업체들을 대상으로 전체 13,856 업체를 대상으로 하였으며, 우편에 의한 자계식(自計式) 조사를 실시하였다.

전체 대상기업 중 80.2%에 해당하는 11,117개 업체의 결과를 회수할 수 있었으며, 이 중 자료의 신뢰도를 보증할 수 있는 1,832개 업체 자료를 기초로 기술개발 분야 산학협력 참여요인을 분석하였다.

4.2 분석 절차

본 연구에서는 R&D분야 산학협력 참여에 영향을 미치는 요소를 알아보기 위해 크게 4가지 영역으로 분류하여 자료를 정리하였다.

- i) 기업일반현황: 기업규모, 업종, 설립연수, 인당 매출액
- ii) 연구개발기반: 연구소 설립연수, 연구원 비율, 석박사 연구원비율, 기자재 보유 정도
- iii) 연구개발투자 및 용도: 연구개발투자비율, 공동연구개발비율, 신제품개발비율, 신공정개선비율
- iv) 연구개발성과: 산업재산권, 기술수출실적, 교육훈련실적

각 영역별로 세부항목을 구성하는 설문의 결과를 활용하여 다수의 독립변수 중 산학협력의 참여여부에 영향을 미치는 변수들을 상관관계분석을 통해 추출하고, 독립성 검증을 통해 산학협력의 참여에 유의미한 영향을 미치는 변수들을 추출한다.

변수 선정과정을 거쳐 산학협력의 참여에 유의미한 영향을 미치는 변수들을 활용하여 판별분석을 실시하고, 영향을 많이 미치는 요소를 선별해 내도록 한다. 마지막으로 판별분석을 통해 얻어진 모델의 분류정확도를 오분류표를 활용하여 입증함으로써 본 연구에서 제안하는 모형의 신뢰성이 높음을 입증한다.

4.3 산학협력 실태

4.3.1 업종

기업의 산학협력 참여요인에 관한 실증적 선행연구인 전경구[18]에 따르면 업종이 산학협력의 유의미한 참여요인으로 제시하고 있다. 기존에 제시되어졌던 연구에서는 산업분류표에 따른 업종별 분류를 통해 산학협력 참여요인을 분석하였다. 이 연구결과와 함께는 각 업종 군에 속한 기업의 수가 소수이며, 각 업종 군에서 참여 동기에 대한 명확한 원인을 찾는 것에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 개별적인 업종 군이 아닌 미래유망 기술 산업 분야와 기존 산업으로 분리하여 각 영역별 연구개발 현황을 살펴보고, 산업분야에 따라 참여요인에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 한다.

2005년 우리나라 연구개발비를 미래유망 기술 산업 분야와 연관시켜 그 비율을 살펴보면 <표 2>와 같다[2]. 연구개발주체별로 살펴보면 공공연구기관은 정보통신기술과 환경공학기술에 높은 비율을 보이고 있으며, 대학은 전체 연구개발비의 약 70%를 미래유망 기술 분야에 사용하고 있는 것으로 분석된다. 기업체는 정보통신기술과 나노기술 분야에 특히 많은 투자를 하고 있는 것으로 나타난다. 이 결과에서도 알 수 있듯이 대학에서는 아직 구체화 되지 않거나 연구개발에 장기간이 소요되나 파급효과가 큰 연구 분야에 집중투자하고 있는 것으로 나타난다. 즉 미래유망 기술 분야에 선도연구를 실시함으로써 기업에서 이를 활용할 수 있는 기반을 제공한다. 미래유망 기술 산업 분야는 이런 측면에서 산학협력이 타 영역에 비해 활발할 것임을 예측할 수 있고 본 연구에서는 이를 실증하기 위해 업종을 미래유망 기술 산업 분야와 기타 분야로 나누어 분석한다.

<표 2> 연구개발비의 6T연관 비율

	공공연구기관	대학	기업체	평균
IT	21.0	24.1	41.0	36.7
BT	11.2	22.8	2.7	5.8
NT	5.4	10.9	13.4	12.1
ST	7.7	2.0	0.6	1.7
ET	13.0	7.7	6.2	7.2
CT	0.2	2.7	0.3	0.5
기타	41.6	29.8	35.8	36.0

4.3.2 연구개발 지출

기업 규모별로 연구개발에 투자하는 비용과 용도별 비율을 살펴보면 <표 3>과 같다[2]. 기업의 규모(종업원 수)가 커질수록 연구개발에 투자하는 절대금액 뿐만 아니라 종업원 수 1인당 연구개발 비 또한 증가한다.

<표 3> 규모별 연구개발비 및 용도

기업규모	평균 (백만원)	용도(%)			
		신제품	기존제품	신공정	기존공정
99명 이하	368	56	27	8	9
100~299명	1,140	53	27	9	11
300~999명	3,470	47	26	12	16
1,000명 이상	62,897	41	26	19	14

즉 기업이 성장하고 점차 규모를 확대해 나가는 과정에서 연구개발에 대한 중요성이 더욱 증가하고 연구개발의 효율성을 증가시키기 위해서는 산학협력과 같은 공동연구에 많은 노력을 기울일 것으로 예측할 수 있다. 기업의 규모는 산학협력의 참여요인에 중요한 영향을 미치는 요소임을 확인할 수 있고 전경구[18]의 기존연구에서도 이를 실증하고 있다. 또한 기업의 규모가 커질수록 안정적인 제품군을 확보하고 있으며 주로 효율성을 높이는 측면의 접근이 활발함을 분석을 통해 확인할 수 있다.

연구인력 규모별로 연구개발에 투자하는 비용과 용도별 비율을 살펴보면 <표 4>와 같다[2]. 연구인력 규모가 커질수록 기업의 규모와 마찬가지로 연구개발에 투자하는 절대금액 뿐만 아니라 연구인력 1인당 연구개발비 또한 증가한다. 용도별 비율은 기업의 규모와 유사한 행태를 보이고 있으며 이는 향후 분석 시에 두 변수 중 영향력이 더 큰 변수를 대표변수로 이용하게 된다.

<표 4> 연구인력 규모별 연구개발비 및 용도

연구인력 규모	평균 (백만원)	용도(%)			
		신제품	기존제품	신공정	기존공정
9명 이하	310	50	27	11	12
10~49명	1,454	48	24	11	17
50~99명	6,703	47	27	10	16
100명 이상	112,449	43	26	19	12

V. 산학협력 참여요인 분석

5.1 독립성 검정 결과

본 논문에서는 먼저 산학협력에 있어서 기업의 참여요인을 판별분석(discriminant analysis)으로 분석하였다. 이 모델에서 종속변수는 산학협력의 참여여부로서 경험이 있는 경우에는 1, 그렇지 않은 경우 0으로 표기하였다. 기존 연구에 의하면 산학협력의 참여요인으로 분석되는 요소들이 다수가 존재하고 주로 기업의 설립연수와 업종, 기업규모, 연구원 수, 업종 등으로 분류가 되며 세부적으로 영향력을 가지는 여러 가지 변수들이 존재한다. 본 연구에서는 2006년에 실시했던 ‘과학기술 연구개발 활동조사’에서 실시되어졌던 대부분의 요소들과 기존 연구들에서 산학협력에 유의미한 영향을 주는 변수들을 분석의 대상으로 삼았다. 대상변수는 <표 1>에 정리되어져 있다. 이들을 모두 판별분석의 독립변수로 사용할 경우 정확한 판별이라는 소기의 목적을 달성하기도 어려울 뿐만 아니라 서로 연관성을 가지는 다수의 변수가 존재하게 되므로 분석을 정확성을 위해 먼저 각 변수별로 산학협력에 영향을 미치는지의 여부를 상관관계분석을 통해 확인하였다. 즉 종속변수와 독립변수 간에 상관관계가 높으면 독립변수가 유의미한 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있으므로 1차적으로 상관관계에 의거해 변수를 추출한다. 이 과정에서 유의미하다고 판단되어 지는 변수들을 대상으로 독립성 검정을 실시하여 영향력의 정도를 판단한다.

각 변수별로 독립성 검정을 통해 산학협력의 참여에 긍정적인 영향을 미치는 변수를 2차로 추출하고 이들을 바탕으로 판별분석을 실시함으로써 판별의 정확성을 제고할 수 있을 뿐만 아니라 영향력의 정도를 좀 더 면밀히 분석할 수 있다. <표 5>는 상관관계 분석을 통해 추출된 변수들을 활용하여 독립성 검정을 실시한 결과이다.

<표 5> 변수별 독립성 검정 결과

변수	검정통계량	p-value
기업규모	51.53	<.0001**
연구소설립연수	65.65	<.0001**
1인당 매출액	1.40	0.24
연구원 비율	6.80	0.01*
연구투자 비율	0.29	0.59
공동연구개발비율	913.74	<.0001**
신제품 개발 비율	6.15	0.01*
연구기자재 비율	0.99	0.32
연구원당 산업재산권 수	82.37	<.0001**

* 5% 이하 수준의 유의성, ** 1% 이하 수준의 유의성

<표 5>에서 보는 바와 같이 상관관계분석을 통해 추출된 9가지의 독립변수 중 유의수준 5%를 기준으로 의미를 가지는 독립변수는 기업규모, 연구소설립연수, 연구원 비율, 공동연구 개발비율, 신제품 개발 비율, 연구원당 산업재산권 수 등 총 6가지였다. 연구투자 비율이나 연구기자재 비율이 독립변수로 채택되지 못한 것은 다른 변수들로 그 기여 정도를 설명할 수 있기 때문이다. 즉 연구원 비율을 대표변수로 연구투자 비율이나 연구기자재 비율에 대한 기여 정도를 설명 가능할 것이다.

5.2 판별분석 결과

R&D 분야에서 기업들의 산학협력 참여여부를 결정하는 요인을 파악하기 위해 판별분석을 실시한 결과 산학협력 참여 경험이 있는 업체와 없는 업체들 간의 차이점을 살펴볼 수 있었고, 기업의 참여여부도 예측할 수 있었다. 판별분석에 사용된 종속변수는 산학협력에의 참여 경험 여부이고, 독립변수는 앞 절에서 독립성 검정을 통해 유의미한 기여를 가지는 6가지 변수이다. 판별분석 모델은 다음과 같은 식으로 표현 가능하다.

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_6x_6$$

여기서 a_i 는 각 변수별 기여정도를 표현하는 상수이고, x_i 는 앞 절에서 추출된 6가지 유의미한 변수값을 의미한다. 예를 들어 x_1 은 기업규모를, x_6 는 연구원당 산업재산권 수를 나타내는 변수이다. 이 모형의 결과값이 0보다 크면 참여기업으로 분류하고 0보다 작으면 산학협력에 참여하지 않은 기업으로 분류하게 되는 것이다.

<표 6> 판별분석 결과

변수	계수값	F값	유의성
기업규모(x_1)	0.01	13.82	0.0002
연구소설립연수(x_2)	0.08	38.71	< 0.0001
연구원비율(x_3)	0.12	1.66	0.1973
공동연구개발비율(x_4)	0.02	277.16	< 0.0001
신제품개발비율(x_5)	0.04	1.49	0.222
연구원당 산업재산권 수(x_6)	-0.01	10.62	0.0011

위의 6가지 변수를 활용하여 판별분석 모델을 도출하면 다음과 같다.

$$y = -5.06 + 0.01x_1 + 0.08x_2 + 0.12x_3 + 0.02x_4 + 0.04x_5 + 0.01x_6$$

6가지 변수들의 판별분석 결과에 대한 유의성을 검정해 보면 최종적으로 기업규모, 연구소설립연수, 공동연구 개발비율, 연구원당 산업재산권의 영향력이 크고, 연구원 비율, 신제품 개발비율은 작음을 확인할 수 있다. 도출된 판별분석 모델을 활용하여 추출된 1,832개 기업을 분류하여 오분류 표를 작성하면 다음과 같다.

<표 7> 판별분석의 오분류 요약

		Actual Category	
		참여안함	참여함
Predicted Category	참여안함	1156 (84%)	214 (16%)
	참여함	201 (44%)	261 (56%)

6가지 독립변수를 활용하여 수립된 판별분석 모델을 통해 1,832개 기업을 대상으로 분석을 실시해 본 결과 실제 참여하지 않은 기업과 참여한 기업을 정확히 분류할 확률은 70%(오분류율 30%)였다. 총 10개 기업 중 산학협력에 참여한 기업의 유무를 예측했을 때 7개 기업에 대해서는 참여유무를 정확히 예측하고 3개 기업을 반대로 예측하게 된다. 고석찬과 조영석[1]에 의해 제시되어졌던 산업단지 입주기업의 산학협력 실태의 나무구조 판별분석 결과 오분류율이 27%였으며, 본 연구의 결과 또한 이와 유사한 결론을 도출하게 된다. 즉 판별분석의 결과를 통해 산학협력에 참여하는

요인을 분류해 낸다는 것에서는 의미있는 결과라 할 수 있으나 정확성이 측면에서는 여전히 모델의 한계를 보이고 있다.

산학협력, 특히 R&D 분야에서의 공동연구는 기업의 사업영역에 따라 많은 영향을 받게 된다. 이를 고석찬과 조영석[1]은 기업의 업종으로 판별분석의 독립변수로 활용하였으나 영향력 있는 변수로 추출되지 않았다. 이는 샘플기업의 수는 233개인데 비해 업종은 매우 다양한 영역을 가지고 있으므로 실제 의미 있는 집단을 분류하는 것에는 한계가 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 업종, 특히 향후 첨단산업을 사업영역으로 다루고 있는 기업의 경우 투자의 위험성을 감소시키고 선진 기술들을 빠른 시간에 흡수하기 위해 공동연구를 적극적으로 수행할 것이란 가설 하에 업종을 기업의 산업분류표에 의한 분류가 아닌 첨단산업이나 기존 산업이나로 분류하였다. 즉 6T 관련 사업영역을 가지고 있는냐(6T 업종) 아니냐(Non-6T 업종)를 중요한 산학협력 참여요인으로 고려하였다.

먼저 6T 업종 기술개발과제와 Non-6T 관련 과제를 분류해 보면 1,832개 산학협력 과제 중 1,060개 과제가, 즉 58%가 6T 관련 과제였으며 이 분야에 대한 기술개발을 강화하고 있는 것으로 조사되었다.

6T 기업의 경우 공동연구개발비율과 연구원당 산업재산권수, 신제품개발비율이 산학협력 판별에 큰 영향을 미치는 요소로 분류되었으며, Non-6T 기업의 경우 기업규모, 공동연구 개발비율, 연구원당 산업재산권 수, 연구원비율 등이 판별에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이 결과로부터 6T 기업은 작은 수의 변수로 판별이 가능함에 비해 Non-6T 기업은 다수의 변수가 판별을 위해 필요한 것으로 추측된다. 이는 곧 판별의 정확성에 영향을 미칠 것이며, 정확성 측면에서 6T 기업의 판별이 더 우수할 것으로 예측되며 표 9에서 이를 확인할 수 있다. 1,060개의 6T 산학협력과제와 772개의 Non-6T 과제를 대상으로 판별분석 모델을 수립하면 다음과 같다.

<표 8> 6T vs Non-6T 판별분석 결과

변수	6T			Non-6T		
	계수값	F값	유의성	계수값	F값	유의성
기업규모(x_1)	6.27	8.38	0.0039	4.28	46.05	<0.0001
연구소설립연수(x_2)	13.06	1.26	0.2626	23.82	2	0.1579
연구원비율(x_3)	11.63	1.81	0.1786	10.23	5.75	0.0168
공동연구개발비율(x_4)	0.26	1010.94	<0.0001	2.02	810.28	<0.0001
신제품개발비율(x_5)	1.99	4.45	0.0351	2.34	2.01	0.1565
연구원당 산업재산권 수(x_6)	0.48	51.58	<0.0001	0.87	34.64	<0.0001

6T 업종 :

$$y = -24.03 + 6.27x_1 + 13.06x_2 + 11.63x_3 + 0.26x_4 + 1.99x_5 + 0.48x_6$$

Non-6T 업종 :

$$y = -38.41 + 4.28x_1 + 23.82x_2 + 10.23x_3 + 2.02x_4 + 2.34x_5 + 0.87x_6$$

이 결과를 바탕으로 6T 업종과 Non-6T 업종에 따른 오분류표는 <표 9>와 같다.

<표 9> 6T vs Non-6T 업종 판별분석 오분류표

		Actual Category			
		6T 업종		Non-6T 업종	
		참여안함	참여함	참여안함	참여함
Predicted Category	참여안함	613 (88%)	85 (12%)	487 (85%)	85 (15%)
	참여함	46 (14%)	286 (86%)	38 (19%)	162 (81%)

6T 업종의 산학협력 참여율은 전체 1,030개 기업 중 332개 기업으로 약 32%, Non-6T 업종은 전체 772개 기업 중 200개 기업으로 약 26%였다. 이는 6T 업종이

R&D 투자로 인한 위험성과 기술습득에 걸리는 시간을 감소시키기 위해 산학협력에 적극적임을 확인할 수 있다.

6T 업종의 오분류율은 13%(1,030개 중 오분류 개수는 131개)였으며, Non-6T 업종의 오분류율은 16%(772개 중 오분류 개수는 123개)였다. 총 1,832개 산학협력 과제를 대상으로 하여 먼저 6T 기술개발 과제와 Non-6T 기술개발 과제로 분류한 후 산학협력 참여에 대한 판별분석을 실시하면 오분류 과제 수는 254개로 오분류율은 14%이다. 이는 업종에 대한 구분 없이 판별분석을 실시했을 경우 오분류율 30%에 비해 약 16%이상 감소하게 된다. 이 결과로부터 첨단산업에 종사하는지의 여부가 산학협력을 결정짓는 중요한 요소임을 알 수 있다.

VI. 결론

본 연구에서는 공동기술개발을 위한 기업의 산학협력 참여 요인 분석을 하였다. 산학협력 참여요인에 관한 연구 및 기술협력 결정요인에 관한 연구와 과학기술부의 ‘과학기술연구활동조사’에서 사용한 변수를 바탕으로 연구 변수를 도출하고 이를 검증하였다. 실증 분석결과, 기업규모, 연구소설립연수, 연구원 비율, 공동연구개발비율, 신제품 개발 비율, 연구원당 산업재산권 수 등 6개의 요인이 기술개발을 위한 산학협력 참여요인으로 분석되어, 여러 연구에서 제시되었던 변수들을 검증하고 확인하였다. 또한, 업종에 따라 참여요인이 산학협력 참여에 미치는 영향력의 차이를 검증한 것은 의미있는 결과라 할 수 있다. 6T 기업의 경우 공동연구개발비율과 연구원당 산업재산권수, 신제품개발비율이 산학협력 참여유무 판별에 큰 영향을 미치는 요소로 분류되었으며, Non-6T 기업의 경우 기업규모, 공동연구개발비율, 연구원당 산업재산권 수, 연구원비율 등이 산학협력 참여유무 판별에 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이러한 연구결과는 공동기술개발을 위한 산학협력 정책 수립 및 산학협력을 통한 기술혁신 방안을 수립하는데 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 본 연구는 산학협력 부문으로 한정된 연구이며, 추후 산산, 산연 등 다양한 형태의 기술협력에 대한 연구를 수행할 필요가 있다. 또한, 산학협력이 성공한 기업과 실패한 기업간의 참여요인을 비교 분석하는 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 고석찬, 조영석 “산업단지 입주기업의 산학협력 실태 및 참여요인 분석,” 지역 연구, 21(2), 2005.
- [2] 교육과학기술부, 과학기술연구개발활동조사 보고서, 2006.
- [3] 교육과학기술부, 산학협력 제도 및 산학협력단 운영, 2003.
- [4] 김갑수, 유태수, 황용수 “일본공동연구개발시스템의 구조와 발전메카니즘,” 과학기술정책관리연구소, 1996.
- [5] 김갑수, 서정해, 한상영 “산학연 공동협력연구 관련시책의 현황과 과제,” 과학기술정책연구원, 2000.
- [6] 김석용 “신제도학과적 기업이론과 기업간 네트워크 이론의 고찰,” 동국대학교, 경영학연구, 1996.
- [7] 김정하, 김소은 관광학과 산학협력 결정요인 분석, 관광경영학연구, 10(1), 41-62, 2006.
- [8] 김혜성 “한국기업네트워크 구조에 관한 연구,” 연세대학교대학원 경영학과, 박사학위논문, 1997.
- [9] 김은실, 백윤정 “R&D 공동연구에서 개발기술특성, 파트너특성, 관리특성이 성과에 미치는 영향 : 관계적 특성의 조절효과를 중심으로,” 제9회 경영관련학회 하계통합학술대회, 2007.
- [10] 권영철 “국제합작체휴의 파트너십 결정요인과 성과에 관한 연구,” 경영저널, 2001.
- [11] 배종대 “1993년도 기본연구사업 보고서: 대학의 산학협동 체제구축에 관한 연구,” 한국과학기술원, 1993.
- [12] 윤주명 “산학협동을 통한 지방대학의 지역발전역할에 관한 연구,” 한국행정학회, 1995.
- [13] 안순일 “협동연구의 형성과 그 영향요인에 관한 연구,” 경의대학교, 산경논총 17, 1998.
- [14] 이광희, 김영배 “공동기술개발 프로젝트의 성패요인 : 우리나라 전자부품 중소기업 분석,” 기술혁신연구, 1998.
- [15] 이근재, 최병호, “기술협력의 결정요인에 관한 실증적 연구,” 산업조직연구, 14(4), 67-102, 2006.
- [16] 이부형, 임상수 “국가 지식자산의 축적 현황과 과제,” 지식경제, 현대경제연구

- 원, 2007.
- [17] 이장재, 장동훈 “산학연 협동연구의 지원제도 및 성공요인 분석,” 과학기술정책관리연구소, 1994.
- [18] 전경구 “산학협력형 기술혁신모형에 있어서 기업의 참여요인과 참여효과,” 국토계획, 2001.
- [19] 정진우 “우리나라 중소기업의 기술협력형태 및 성과영향요인에 관한 연구,” 박사학위논문, 한국과학기술원, 1998.
- [20] 정형식 “산학협력 기술개발에 있어 신뢰에 영향을 미치는 요인과 성과에 미치는 영향,” 2001
- [21] 정철영, 이무근 "전문대학의 산학협동에 관한 연구," 직업교육연구, 1986.
- [22] 한국산업기술진흥협회 “기업연구소 1만개 시대에 부응하는 산업계 주도의 혁신네트워크 구축방안,” 2004.
- [23] 황용수 외 “선진국 공공연구기관의 중점연구영역 및 운영체제,” 과학기술정책연구원, 2001.
- [24] 홍형득 “산학협력 활성화를 위한 산학연계전략수립에 관한 연구: 산업대학의 역할 모형을 중심으로,” 한국지역개발학회지, 2003.
- [25] Branstertter, L. and Sakakibara, M. "Japanese Research Consortia: A Microeconomic Analysis of Industrial Policy," The Journal of Industrial Economics, 46(2), 207-233, 1998.
- [26] Coursey, D. and Bozeman, B. “A Typology of Industry-Government Laboratory Cooperative Research : Implication for Government Laboratory Policies and Competitiveness”, in Link, A. & G. Tassej(eds.), Cooperative Research and Development: The Industry-University-Government Relationship, Boston : Kluwer Academic Publishers, 1989.
- [27] Dodgenson, M. “The Strategiic management of R&D Collaboration” , Technology Analysis & Strategic Management, 1992.
- [28] Giesler, E. and Ruvenstein, A. University-Industry Relations: A Review of Major Issues. eds., Boston, MA.: Kluwer Academic Publishers, 1989.
- [29] Goldstein, H. and Luger, M. "Universities as instruments of technology-based economic development policy," The 13th Annual Applied Geography Conference, Charlotte, North Carolina, 24-27, 1990.
- [30] Grabher, G. "Rediscovering the social in the economics of interfirm

- relations,' in G. Grabher(ed.). *The Embedded Firm: On the Social Economics of Industrial Networks*, London:Routledge, 1993.
- [31] Kline, S. and Rosengerg, N. "An Overview of Innovation," In R. Landau & N. Rogenberg (eds.), *The Positive Sum Strategy*, Washington DC: National Academy Press, 1986.
- [32] Landry, R. and Amara, N. "The Impact of transaction Costs on the Institutional Structuration of Collaborative Academic Research", *Research policy*, 1988.
- [33] Link, A. and Bauer, L. "An Economic Analysis of cooperative Research" , *Technovation*, 1987.
- [34] Lundvall, B.A. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Printer, 1992.
- [35] Macomber, J.D. *Industrial Perspectives on Innovation and Interactions with Universities. Goverment-University-Industry Roundtable*, National Academy Press, Washington, D.C., 1991.
- [36] Mansfield, Edwin, "Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Statistics, 77, 55-65, 1995.
- [37] National Science Foundarion(NSF) *University-Industry Research Relationships" Myths, Realities & Potentials*, 1982.
- [38] Nelson, R. and Rosenberg, N. "Technical change and national systems" , paper to the National Technical System Conference: Stanford Univ., 1990.
- [39] Nohria, N. and Eccles, R.G. *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*, Boston: Harvard Business School Press, 1992.
- [40] OECD, *Benchmarking Industry-Science Relationships*, 2002.
- [41] Waddock, S.A. "Victims, Villains, Or Heroes: How American Public Schools Can Be Catalysts for Change In An Unbounded World." *Public Adminstration Quarterly*, 1995.
- [42] Prest et al. *Assessing the Socio-Economic Impacts of the Framework Programs*, University of Manchester, 2002.
- [43] Sakakibara, K. "Heterogeneity of Firm Capabilities and Cooperative Research and Development : An Empirical Examination of Motives" , *Strategic Management Journal*, 18, Special Issue : organizational and competitive Interactions, 1997.

- [44] Spence, A.M.. "Cost Reduction, Competition, and Industry Performance," *Econometrica*, 1984.
- [45] Waddock, S.A. and Bannister, B.D. "Correlates of Effectiveness and Partner Satisfaction in Social Partnerships," *Journal of Organizational Change Management*, 1991.
- [46] Westhead, P. and Batstone, S. "Independent Technology-based firms: The perceived benefits of a science park location," *Urban Studies*, 35(12), 2197-2219, 1988.