혁신클러스터에서의 다분야 기술융합

산업혁신팀
이공래 연구위원(leekr@stepi.re.kr)

1. 다분야 기술융합은 세계적인 기술혁신 추세

세계는 정보통신기술(IT), 생명공학기술(BT), 초정밀 기술(NT)을 중심으로 급속한 기술변화가 일어나고 있다. 기술혁신이 일상적으로 일어남에 따라 이 영향으로 산업에서도 창조적 파괴(creative destruction) 현상이 일상적으로 발생하고 있다. 산업 현장에서 일하는 기술자들은 지금 평생 내내 새로운 기술을 학습하느라 바쁘다. 이제 평생교육은 사회교육원에서나 일컬어지는 용어가 아니라 산업 현장에서 절실하게 필요로 하고 있다.

현재 일어나고 있는 기술혁신 추세는 크게 네 가지로 요약된다. 첫째는 기술혁신의 결과 새롭게 생성되는 제품의 복잡도(complexity)가 크게 증가하고 있다는 점이다. 제품 복잡도의 증가는 제품의 대량 생산에 많은 초기 투자를 요하고, 과거의 생산체제로는 감당하기 어려울 정도로 폭 넓은 국내외 분업생산체제를 요한다.

둘째, 신제품의 경소화(miniaturization)가 급속한 속도로 진전되고 있다. 컴퓨터 칩과 정보 저장기술의 혁신이 거의 모든 제품의 경소화를 촉진시켰으며, 이는 제품이 갖는 정보 전달능력과 정보 저장능력을 대폭 확대하였다. 신제품이 포함하여야 하는 정보의 양이 많아짐에 따라 제품에서 차지하는 정보기술과 전자기술의 중요성이 커지고 있다.

셋째, 디지털화의 급속한 진전으로 제품의 디지털화(digitalization)가 빠르게 전개되고 있다. 현대에 쏟아져 나오는 신제품은 음성이나 데이터 그리고 각종 영상 이미지를 전달하거나 표시하는 특성을 가지며, 독립적으로 존재하는 것이 아니라 네트워크에 연결되는 속성을 지닌다. 이런 제품 특성을 갖추기 위해서는 디지털화가 필수화되고 있다.

마지막으로는 초박막이나 3차원 속성을 갖는 신소재의 출현으로 제품의 아키텍처가 변화(architecture change)되고 있다. 나노기술의 발달로 소재의 기본 특성이 변화하여 제품의 아키텍처를 근본적으로 변화시킨다는 것이다. 예컨대 원자 및 분자를 조작하여 현재 존재하지 않는 새로운 물질과 시스템을 제작하고, 기존의 제품 아키텍처 개념을 완전히 다르게 변모시키고 있다(OECD, 1993).

이상과 같은 기술혁신 추세는 종합적으로 볼 때 다분야 기술융합이라는 독특한 특성을 나타내고 있다. 기술융합은 서로 다른 기술요소들을 결합할 때 개별 기술요소들의 특성이 상실되고 새로운 특성을 갖는 기술과 제품이 탄생되는 현상으로 정의된다. 과거에도 이런 기술융합 현상이 있었지만 현대의 기술융합은 주로 정보통신기술 중심으로 여러 분야의 기술이 융합하는 것이 특징이다.

기술융합에서는 융합 후 개별 요소기술의 속성이 감소한다는 점에서 개별 요소기술의 속성이 유지되는 기술통합(technology integration)과는 차이가 있다. 달리 말하면 기술융합은 개별 요소기술의 화학적인 통합을 의미하지만 기술통합은 개별 요소기술의 물리적인 통합을 의미한다고 하겠다. 따라서 기술융합의 결과 탄생한 제품은 기술통합의 결과 탄생한 제품보다 훨씬 더 급진적인 혁신을 가져오는 경우가 많다. 예를 들어 MP3는 정보기술, 음향기술, 기계기술, 반도체기술 등이 융합된 혁신의 산물이라고 하는 것이 이들 기술이 단순하게 결합된 제품으로 보는 것보다 더 타당한 설명이다.

기술융합(technology fusion)이라는 용어를 사용한 학자는 일본의 Kodama(1991)였다. 그는 기술혁신에는 두 가지 형태가 있는데 하나는 기존 기술의 돌파(breakthrough)이고 다른 하나는 여러 기술의 돌파가 동시에 일어나면서 융합(fusion)하는 것이라고 하면서 융합형 기술혁신이 점점 더 많은 비중을 차지한다고 주장하였다. 고다마는 기계기술과 전자기술의 융합으로부터 생성된 수많은 메커트로닉스 제품으로부터 이런 인식을 갖게 되었다.

기술융합이라는 용어를 사용하지는 않았지만 유사한 현상을 발견한 학자는 미국 스탠포드 대학의 Rosenberg(1963)였다. 로젠버그는 1840-1910년 기간 동안 발생한 영국의 공작기계 기술혁신 역사를 분석한 결과 기계가공기술의 혁신 과정에서 흥미 있는 기술수렴 현상을 발견하였다. 당시 기술자들은 기계를 사용하여 금속을 정밀한 형태의 기구로 만들기 위하여 터닝(turning), 밀링(milling), 보링(boring), 평면가공(planing), 연삭(grinding), 다듬질(polishing) 등 가공기술을 응용하고 있었다. 기술자들은 이들 가공작업을 하면서 금속의 특성으로 인해 마력 부족, 연속가공 시 피드백 곤란, 마찰열 등 공통적인 문제에 직면하였다. 이런 기술 문제들은 무기를 제작하는 공장이나 섬유공장, 자전거 공장 등 금속을 다루는 거의 모든 공장에서 공통적으로 나타났다. 로젠버그는 다양한 산업의 공장들이 이들 기술 문제들을 해결해 나가는 과정에서 일어난 공동 기술혁신 현상을 기술수렴(technological convergence)이라고 불렀다.

로젠버그는 기술수렴 현상이 산업의 구조 변화에 중요한 동인이 되었다

고 주장한다(Rosenberg, 1982). 기술수렴 현상으로 인하여 19세기 중반에 전문화가 급속하게 발전할 수 있고, Stigler(1951)가 주장한 수직통합의 역전(vertical disintegration)이 일어났다고 주장하였다. 금속 가공공정이 많아짐으로써 다양한 가공 공정을 모두 다 한 공장에서 수행할 경우 기술적인 문제들을 해결하기 어렵고 채산성이 맞지 않기 때문에 중요한 공정만 자체 내에서 수행하고 나머지 가공공정은 별도로 분리해서 수행하다가 나중에 독립기업으로 발전하였다는 것이다.

어느 한 가공 공정만을 가지고 독립한 기업은 생산성이 높고 기술적인 문제를 해결하는 능력도 탁월하기 때문에 다른 산업의 유사한 가공공정을 수행해주고 그 대가를 받는 방식으로 발전되어 나가자 수직통합의 역전 현상이 심화되었다고 한다. 로젠버그는 이런 기술 전문화가 모든 공장에서 비슷한 성격의 가공기술이 필요했고, 또 공통적인 기술문제에 직면했기에 가능했으며, 기술전문화와 기술수렴 현상이 결국 산업성장의 원동력이 되었다고 주장하였다.

로젠버그는 19세기에 일어난 기술혁신의 추세를 신선한 통찰력으로 관찰하고 기술수렴이라는 용어로 표현했다는 점에서 높이 평가된다. 그러면 로젠버그가 본 기술수렴과 현재에 일어나고 있는 다분야 기술융합과는 어떤 차이가 있을까? 기술융합은 기술수렴에 비해 훨씬 더 강력한 의미를 갖는다. 기술통합과 마찬가지로 기술수렴은 개별 요소기술의 정체성이 약화되지 않으며 오히려 강화되는 특징을 가지나, 기술융합은 개별 요소기술의 속성이 사라지는 특성을 갖는다. 이 점에서 오늘날 편만하게 일어나고 있는 디지털 기술 수렴(digital convergence) 현상은 로젠버그가 관찰하고 명명한 기술수렴 현상과 매우 유사하다.

로젠버그가 발견한 기술수렴 현상은 오늘날에도 보다 더 광범위한 기술이 연관되면서 다분야 기술융합의 형태로 변형되어 일어나고 있다. 19세기에는 기계 가공기술 중심으로 기술수렴 현상이 일어났지만 현대에는 정보통신기술을 중심으로 디지털기술 수렴(Seok-Ji Park, 2004)과 다분야 기술융합이 급속하게 일어나고 있다. 다분야 기술의 결합과 통합(integration)이 요구되는 복잡시스템 제품의 기술혁신에 관해서는 시스템 통합 차원에서 많은 연구가 있었지만, 결합이나 통합을 뛰어 넘는 의미를 갖는 다분야 기술융합에 대해서는 보다 더 많은 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

2. 기술융합이 왜 혁신클러스터와 연관되는가?

다분야 기술융합을 혁신클러스터와 연관시키는 것은 융합의 특성으로 보아 혁신클러스터 내에서 기술융합이 가장 잘 일어날 것으로 예측되기 때문이다. 다분야 기술융합은 용어가 의미하듯이 학제적(inter-disciplinary) 혹은 다 학제적(multi-disciplinary) 연구개발이 필요하다. 이는 한 개 기업이나 혁신주체가 담당하기 어렵고, 여러 다양한 혁신주체가 협력적인 노력에 의하여 가능하다는 것을 의미한다. 혁신능력을 확보한 다양한 혁신주체가 다양한 기술지식을 교환하면서 상호 상승적인 공동 창조가 필요하다. 혁신클러스터는 이것을 실현할 수 있는 장을 제공한다.

다분야 기술융합이 혁신클러스터와 연관되는 또 하나의 이유는 기술융합으로 출현하는 신제품의 기술적 복잡성이 갈수록 높아지고 있다는 점이다. 혁신클러스터 내의 혁신주체들은 이에 대응할 수 있는 조건을 갖추고 있다. 혁신클러스터에서는 기업체를 비롯한 다양한 지식 및 기술혁신 관련 주체들이 수직적으로, 수평적으로 또 지리적으로 강하게 결합되어 있으며, 이 안에 있는 기업들이 대체로 역동적으로 대응능력을 가진다. 따라서 다분야 융합과 혁신에 필요한 요소들이 아무리 복잡하고 어려운 지식이나 제품, 부품, 소재, 서비스를 요구한다 할지라도 혁신주체들은 상호 협력하여 경쟁력 있게 대응할 것이다.

마지막으로 다분야 기술융합이 성공하기 위해서는 한편으로 융합의 과정에서 기술 수요를 원활하게 공급해야 함과 동시에 다른 한편으로는 창출된 최종 제품을 사용할 수 있는 시장이 존재해야 한다. 혁신클러스터는 융합에 필요한 요소기술을 적시적절하게 공급할 뿐만 아니라 융합의 결과 탄생한 신제품을 사용하는 시장 역할까지도 기능한다는 점에서 밀접하게 연관된다. 이 설명은 최근 정보통신기술을 기반으로 한 다분야 기술 융합형 신제품이 주로 혁신클러스터에 위치한 기업에 의하여 탄생하고 있다는 사실에서 혁신클러스터가 다분야 기술융합이 왕성하게 일어날 수 있는 조건을 갖추고 있음을 보여준다.

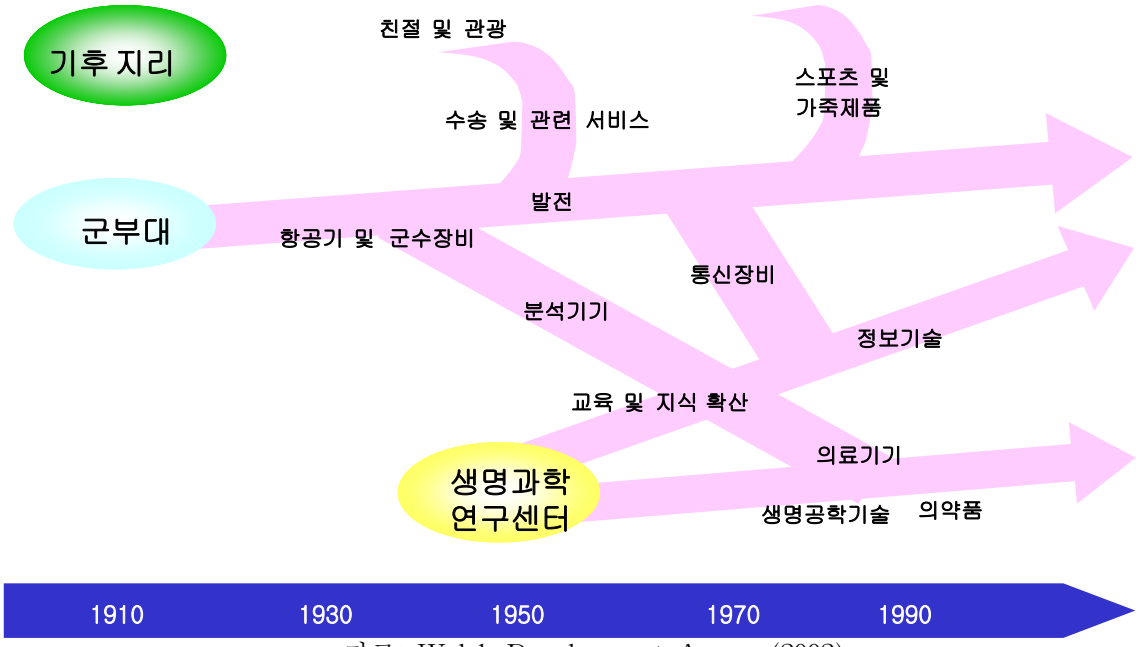
3. 혁신클러스터에서의 기술융합 성공사례

혁신클러스터가 다분야 기술융합이 일어날 수 있는 토양을 제공한다는 사실은 여러 사례를 통해서 발견할 수 있다. 여기서는 미국의 샌디에이고 지역의 혁신클러스터와 보스턴 지역의 혁신클러스터를 살펴보기로 하자. 먼저

미국 샌디에이고 지역의 혁신클러스터는 좋은 기후와 지리적 여건으로 관광산업이 발전한 것을 제외하고는 산업기술 기반은 전무했다. 그러나 지방정부의 노력으로 지역에 위치한 군부대 및 군수장비 수요에 대응하여 분석기기, 통신장비 등 제조업이 탄생하였다(Welsh Development Agency, 2002).

기업들은 샌디에이고 지역의 관광업체와 제휴하여 관광객들이 찾는 스포츠, 가죽제품 등을 생산하고 기술을 축적하고 있었다. 샌디에이고 지방정부는 관광산업에 의존하고 있는 지역경제의 도약을 위하여 생명과학연구센터를 설립하였다. 생명과학연구센터가 중심이 되어 연구개발을 추진하고 지식을 축적해 나가면서 지역에 기반을 두고 있는 기업들과 협력연구를 시작하였다. 이것이 기업의 기존 기술지식과 융합하여 정보기술, 의료기기, 생명기술, 의약품 등 각종 신제품 신기술을 연속적으로 탄생시켰고 관련 업체들이 클러스터를 형성하였다.

<그림 1> 미국 샌디에이고 혁신클러스터에서의 다분야 기술융합



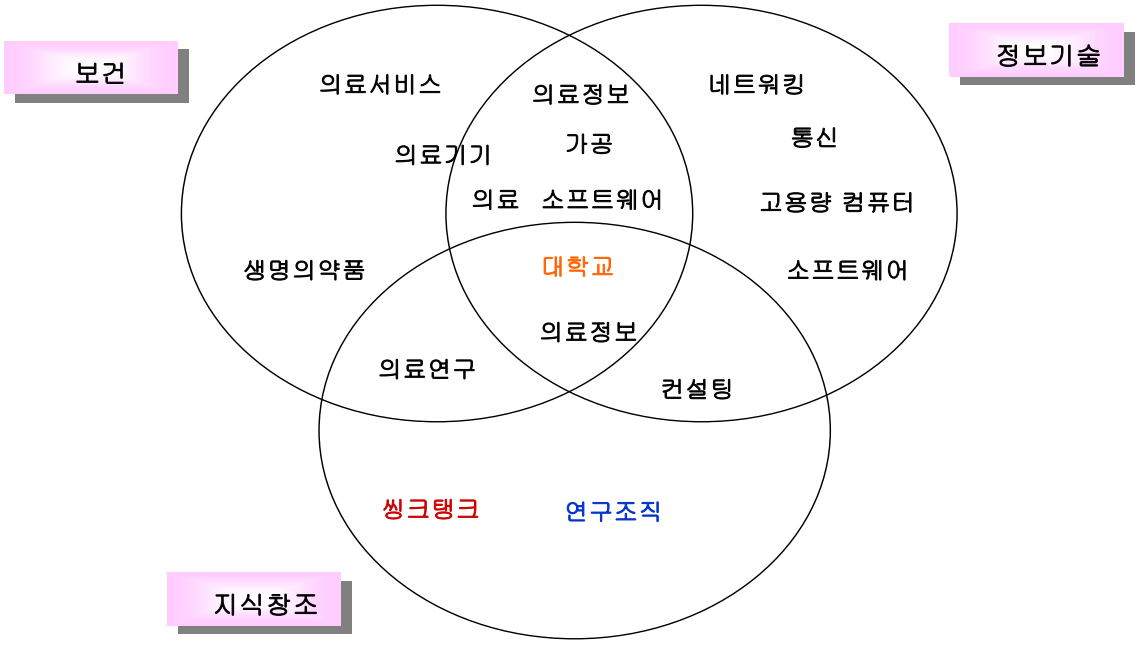
자료: Welsh Development Agency(2002).

한편, 군부대에 항공기와 군수장비를 납품하던 기업들은 의료기기업체들과 기술협력을 통하여 분석기기를 개발하였고, 생명과학연구센터가 보유한 정보기술을 활용하여 통신장비를 개발하였다. 이런 기술융합의 과정에서 끊임없이 새로운 지식이 창출되었고, 이 지식기반은 곧바로 대학원 교육에 적용되었다. 대학원 학생들은 산업 현장의 기술지식을 학습하면서 참신한 아이디어를 기업의 연구개발팀에 제공하였다. 샌디에이고에 있는 캘리포니아 주

립대학의 명성도 날로 올라가는 것은 물론이고, 이 지역에 있는 기업들도 지속적인 혁신을 통하여 경쟁력을 유지하고 있다.

종합해 볼 때 샌디에이고 혁신클러스터는 수송서비스, 관광 관련 서비스, 관광 기념품 생산기술을 기반으로 이것을 통신기술, 정밀기기기술, 정보기술, 생명공학기술, 기계기술 등 다분야 기술과 융합하여 혁신을 이룩하였다. 샌디에이고 혁신클러스터는 앞으로도 연구개발 활동을 계속하는 한 기술융합에 의한 신제품 창출과 신기술 혁신을 지속할 것이며, 지역경제는 강력한 경쟁력을 유지할 것이다.

<그림 2> 미국 보스턴 지역 혁신클러스터의 다분야 기술융합



자료: Welsh Development Agency(2002).

보스턴 지역의 혁신클러스터는 샌디에이고 지역과는 달리 의료보건 분야에서 오랜 전통을 갖고 있다. 보스턴은 하버드대학교, MIT 등 여러 대학이 위치해 있고, 저명한 병원과 컨설팅 회사 등 씽크탱크 기관들이 밀집해 있는 도시이다. 하버드대 의과대학 부설 병원 의사 및 연구원들이 MIT의 소프트웨어 및 정보기술 관련 연구원들과 협력하여 연구 프로젝트를 수행하자 서서히 결실이 맺어지기 시작하였다. 병원이 보유하고 있었던 수백만 건의 의료정보가 DB로 만들어지고 이를 활용하여 바이오인포매틱스(bio informatics) 분야가 발전했으며, 의료서비스의 질이 대폭적으로 향상되었다. 동시에 의료정보 가공, 관련 소프트웨어, 의료기기, 의약품 등이 혁신되기 시

작했다.

보건의료 분야에서 일어나기 시작한 보스턴 지역 혁신클러스터에서의 기술융합은 고용량 컴퓨터기술 및 통신기술과 융합하여 한층 더 혁신되기 시작했다. 통신기술의 혁신으로 지역 내에 있는 싱크탱크 조직 간에 활발한 정보교환이 일어날 수 있었고, 각종 신기술과 신서비스는 지역사회에 알려져 수요 창출을 자극하였다. 보스턴 지역의 기술혁신이 미국뿐만 아니라 세계적으로 알려지기 시작하자 보건의료 서비스 수요는 더 한층 확대되었다.

보스턴 지역의 혁신클러스터에서 일어난 기술융합은 의료서비스, 의료정보, 의료기기, 생명공학, 의약품, 통신 네트워크, 고용량 컴퓨터, 소프트웨어 등의 기술이 관련되어 있다. 이들 기술 유형 중 한개 내지 두세 개 기술 분야에서 핵심경쟁력을 가진 기업들은 이를 바탕으로 다른 기술을 융합하고 혁신하는데 성공하였다. 보스턴 지역 기업들이 다분야 기술융합에서 성공적인 결과를 나타낸 것에는 이 지역의 시장과 수요 특성이 중요한 영향을 미쳤다.

4. 다분야 기술융합에 대한 우리나라 기업의 인식

혁신클러스터에서의 다분야 기술융합은 미국에서 뿐만 아니라 일본에서도 활발하게 이루어지고 있다. 일본은 이미 메커트로닉스 분야에서 다분야 기술융합을 성공시키고 NC, 로봇, CNC 등 다양한 신제품을 창출함으로써 세계시장을 석권하였다(Kodama, 1991). 그러면 우리나라 혁신클러스터에서는 기업들이 어느 정도 다분야 기술융합을 중요하게 인식하고 있으며 어떻게 대응하고 있을까? 이 글에서는 2003년 6월 대구 테크노폴리스 건설 기본계획을 수립하면서 대구, 구미, 창원, 부산, 울산 등 동남권 지역의 기업체들을 대상으로 조사한 결과를 정리한다.

현재 보유하고 있는 기술과 신기술과의 융합가능성에 관한 설문조사 결과에 따르면, 동남권 지역의 섬유업체(5점 척도 질문에 대한 평균점수 3.5)는 정보통신업체(평균점수 4.1) 다음으로 정보통신기술과의 융합가능성을 높게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 섬유업체의 경우 첨단기술과의 접목을 향후 5년 이내의 중요 사업 추진과제로 생각하고 있는 경우는 적지만(<표 1> 참조), 장기적으로 IT산업과의 융합가능성에 대해서 비교적 중요하게 생각하고 있는 것으로 파악되었다.

<표 1> 현재 보유중인 기술과 신기술과의 융합가능성

(단위: 개, %)

구 분	IT		BT		NT		합계	
	업체 수	평균점수	업체 수	평균점수	업체 수	평균점수	업체 수	평균점수
섬유업체	4	3.5	5	3.2	5	3.4	14	3.4
기계업체	8	3.4	7	3.0	8	3.9	23	3.4
자동차업체	14	3.2	11	1.8	14	3.4	39	2.9
정보통신업체	20	4.1	18	2.2	18	3.8	56	3.4
생명공학업체	6	2.5	6	3.2	6	2.5	18	2.7
기 타	14	3.4	13	2.2	15	2.7	42	2.8
공공기관	11	4.6	11	4.0	11	4.5	33	4.4
합 계	77	3.6	71	2.6	77	3.5	225	3.3

주: 5점 척도 질문에 대한 응답현황을 점수로 나타낸 것임.(매우 높음 : 5점, 높음 : 4점, 보통 : 3점, 낮음 : 2점, 매우 낮음 : 1점)

자료: STEPI 실태조사(2003.6).

기술융합의 유형을 단순하게 <표 2>에서와 같이 TIT, TMT, NBT, NIT, BIT, SIT 등 7가지로 구분하고 각 산업체별로 그 중요성을 평가하게 한 결과 동남권 지역의 기업들은 기계산업과 밀접하게 연관되는 정밀기술 및 정보통신기술의 융합이 가장 중요하고, 그 다음으로 다양한 기술의 복합적 융합을 중요시하고 있다. 산업별로는 섬유업체가 섬유기술과 정보통신기술과의 융합(TIT)을 중시하고, 기계업체는 정밀기술과 정보통신기술과의 융합(NIT), 자동차업체는 다양한 기술의 복합적 융합(SIT), 정보통신업체는 정밀기술과 정보통신기술(NIT), 생명공학업체는 나노기술과 생명공학기술의 융합(NBT)을 각 각 중시하는 것으로 나타났다.

<표 2> 다분야 기술융합을 통한 기술혁신의 방향

(단위 : 개, %)

구 분	섬유업체	기계업체	자동차업체	정보통신업체	생명공학업체	합계
섬유기술+정보통신기술(TIT)	3(50.0)	-	1(5.9)	1(3.7)	-	5(7.5)
기계기술+정보통신기술(TMT)	2(33.3)	-	1(5.9)	1(3.7)	-	4(6.0)
나노기술+생명공학기술(NBT)	1(16.7)	-	-	2(7.4)	4(66.7)	7(10.4)
정밀기술+정보통신기술(NIT)	-	6(54.5)	4(23.5)	12(44.4)	1(16.7)	23(34.3)
생명공학기술+정보통신기술(BIT)	-	1(9.1)	-	2(7.4)	-	3(4.5)
다양한 기술의 복합(SIT)	-	3(27.3)	7(41.2)	4(14.8)	1(16.7)	15(22.4)
기타	-	1(9.1)	4(23.5)	5(18.5)	-	10(14.9)
합 계	6(100.0)	11(100.0)	17(100.0)	27(100.0)	6(100.0)	67(100.0)

자료: STEPI 실태조사(2003.6).

다분야 기술융합에 대한 이 같은 기업의 인식을 구체적으로 어떻게 하여 구

현해야 하는가에 대한 조사에서는 대상 업체의 29.6%가 “여러 기술 분야를 혼합하여 융합연구팀을 구성하겠다”에 응답하였고, 항구적인 팀이 아닌 임시 기술융합 프로젝트팀을 구성한다는 의견에 응답한 업체가 28.4%에 달해 응답 업체의 58%가 융합연구팀 구성을 심각하게 고려하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 “주력 분야에 한해서 연구팀을 구성하고 나머지는 아웃소싱하여 기술융합을 추진하겠다”고 응답한 기업도 21%에 달해 연구사업의 효율성을 중시하는 기업이 상당수 존재하는 것으로 여겨진다. 이 응답비율이 상당히 높다는 것은 연구개발을 효율적으로 추진하겠다는 긍정적인 측면도 있지만 기술융합의 중요성을 아직 강하게 인식하지 못하고 있다는 부정적인 측면을 내포한다.

기술융합연구팀 구성여부 질문에 대한 응답결과를 산업체별로 보면 전자통신업체가 “항구적인 기술융합연구팀 구성” 항목에 가장 높은 응답비중(36.4%)을 보임으로써 기술융합에 대한 확고한 의지를 나타냈다. 기계업체도 동 항목에 36.4%의 응답률을 보임으로써 기술융합 연구에 대한 강력한 의지를 나타냈다. 응답 업체의 61.6%가 항구적이든 임시적이든 기술융합 연구팀을 구성하고 기술융합을 추진하겠다고 응답함으로써 융합을 통한 기술혁신 의지를 나타냈다.

종합하면 동남권 지역의 혁신클러스터에 속한 기업들은 융합연구팀 구성을 통하여 기술융합을 추진하는 것이 시너지 효과를 극대화하고 기술혁신을 가속할 수 있다고 인식하고 있지만, 이에 수반하는 과다한 연구개발 비용 때문에 차선책을 고려하는 것으로 여겨졌다. 따라서 다분야 기술융합을 저 비용으로 추진할 수 있는 기술혁신 방식과 연구개발 방안에 대한 심층적인 연구와 함께 정책적인 지원이 중요한 과제로 부각된다.

<표 3> 효과적인 다분야 기술융합을 위한 연구팀 구성방식

(단위: 개, %)

구 분	섬유업체	기계업체	자동차업체	정보통신업체	생명공학 업체	합계
기술분야 혼합 항구적인 융합연구팀 구성	1(14.3)	4(36.4)	5(27.8)	9(39.1)	1(16.7)	20(30.8)
임시 기술융합 프로젝트팀 구성	3(42.9)	3(27.3)	7(38.9)	4(17.4)	3(50.0)	20(30.8)
주력분야에 한해서 연구팀 구성, 나머지는 아웃소싱	1(14.3)	1(9.1)	3(16.7)	6(26.1)	2(33.3)	13(20.0)
기존 연구팀에 기술융합 연구과제 부여	1(14.3)	3(27.3)	3(16.7)	4(17.4)	-	11(16.9)
기타	1(14.3)	-	-	-	-	1(1.5)
합 계	7(100.0)	11(100.0)	18(100.0)	23(100.0)	6(100.0)	65(100.0)

주 : 중복응답을 포함한 것임.

자료: STEPI 실태조사(2003.6).

5. 혁신클러스터 내 산·학·연 협력이 관건

혁신클러스터에서 기업이 다분야 기술융합을 왕성하게 추진하는데 어떤 조직이 가장 많은 도움을 줄까? 실태조사의 분석 결과 기업이 기술융합을 통하여 시너지 효과를 극대화하는데 가장 중요하게 영향을 미치는 조직은 해외의 협력기업과 연구기관(17.9%)이었으며, 국내 협력 기업(16.1%), 모 기업 및 기업 부설연구소(15.2%) 순으로 나타났다.

산업체별로는 섬유업체가 대학 부설 연구소를 가장 중요한 협력 파트너라고 응답하였고(18.2%), 기계업체는 모기업, 국내 협력기업, 대학 연구소 및 정부출연 연구소(15.8%) 등 다양한 조직이 도움을 준다고 응답하였다. 자동차업체는 모기업과 해외 협력기업 및 연구소(23.5%)를 가장 중요한 파트너로 여기고 있다. 정보통신업체도 기업 부설 연구소가 가장 많은 도움을 주고, 그 다음으로 해외 협력기업 및 연구소가 도움을 줄 수 있다고 응답하였다.

<표 4> 기업의 다분야 기술융합에 기여할 수 있는 조직

(단위: 개, %)

구 분	섬유업체	기계업체	자동차 업체	정보통신 업체	생명공학 업체	합계
모 기업	1(9.1)	3(15.8)	8(23.5)	4(11.1)	1(8.3)	17(15.2)
국내 협력기업	3(27.3)	3(15.8)	6(17.6)	4(11.1)	2(16.7)	18(16.1)
관련 중앙 행정부처	1(9.1)	1(5.3)	1(2.9)	2(5.6)	1(8.3)	6(5.4)
지방자치단체 및 산하기관	-	-	2(5.9)	1(2.8)	1(8.3)	4(3.6)
대학 부설 연구소	2(18.2)	3(15.8)	3(8.8)	3(8.3)	4(33.3)	15(13.4)
정부출연 연구기관	1(9.1)	3(15.8)	1(2.9)	4(11.1)	-	9(8.0)
기업 부설 연구소	1(9.1)	2(10.5)	5(14.7)	8(22.2)	1(8.3)	17(15.2)
동종 업종 기업협회	1(9.1)	2(10.5)	-	3(8.3)	-	6(5.4)
해외 협력기업 및 연구소	1(9.1)	2(10.5)	8(23.5)	7(19.4)	2(16.7)	20(17.9)
합 계	11(100.0)	19(100.0)	34(100.0)	36(100.0)	12(100.0)	112(100.0)

주 : 중복응답을 포함한 것임.
자료: STEPI 실태조사(2003.6).

일반적으로 민간기업의 기술융합을 촉진하고 연구개발의 시너지 효과를 높이기 위해서는 공공부문의 적절한 대응이 중요하게 인식되고 있으나, 설문조사 결과는 공공연구기관의 중요성이 상대적으로 낮게 평가되었다. 이는 동남권 지역에 정부출연 연구기관이 부족하기 때문에 관련 서비스를 받아 본 경험이 부족한 데 기인하는 것으로 여겨진다. 다분야 기술융합이 일어나기 위해서는 연구개발에서의 시너지 효과가 필수적이다. 연구개발의 시너지 효과는 산학연이 제각기 부여된 영역에서의 연구를 심화하고 상호 협력·보완할 때 극대화될 수 있으므로 앞

으로 산・학・연 협력의 강화가 매우 중요한 과제이다.

6. 네트워크 구축을 통한 학습역량 강화가 중요

혁신클러스터에서 다분야 기술융합을 촉진하기 위해서 산학연 협력과 함께 네트워크가 강조된다. 네트워크가 강조되는 이유는 이것이 혁신주체들의 지식 소화역량(absorptive capacity)과 밀접하게 연관되기 때문이다. 네트워크는 지역혁신 주체들의 소화역량을 동시적으로 강화하여 혁신역량을 강화시킨다. 네트워크는 사회적 자본을 창출하여 보완적 자산을 형성하며 혁신주체간 상호 의존을 가능하게 한다. 네트워크 내 혁신주체들 사이에 축적된 사회적 자본은 거래비용의 극소화뿐만 아니라 시설 장비 등 물적 자본이나 지식, 인력 등 보완적 자산과 능력에 대한 상호 의존을 가능하게 하여 다분야 지식융합에 의한 기술혁신을 촉진한다.

사회적 자본과 보완적 자산의 상호 의존은 네트워크 구성원들로 하여금 연구개발과 시장의 불확실성에 따른 위험의 분산 혹은 공유를 가능하게 한다. 네트워크를 통해 형성된 사회적 자본은 인터넷을 통해 기술적으로 보다 많은 정보에 접근하는 것과는 다른 차원의 편익을 제공하기 때문이다. 네트워크는 또한 기술지식을 해석하고 적용하는 데 필요한 상호작용 메커니즘을 제공한다.

이와 같은 네트워크의 이점들 때문에 많은 기업들이 오늘날 네트워크를 통한 기술협력을 추구하고 있다. 이처럼 네트워크의 이점들을 잘 활용하는 기업은 그만큼 연구개발과 기술능력 형성에 유리한 위치에 있다. 그러나 네트워크 자체가 연구개발과 기술능력 형성을 보장해 주는 것은 아니므로 기업이 새로운 기술지식을 습득, 소화, 해석, 적용하기 위해 부단한 노력을 기울이는 것이 전제되어야 한다.

혁신클러스터를 형성하고 클러스터 내 기술혁신 주체들이 네트워크를 형성하고 집합적 학습을 수행하기 위해서는 전문 분야에 대한 정기적 포럼 개최가 유익한 수단이다. 관련 대기업의 전문가, 대기업 혹은 전문 연구기관으로부터 창업한 벤처기업 임원, 대학교수, 공무원, 연구기관의 연구원 등이 참여하여 정기적으로 일정 주제를 가지고 토론을 하게 되면 관련 지식클러스터의 발전을 위한 참신한 아이디어가 발현될 것이다. 포럼에서 얻어진 정보와 지식을 사용하여 공무원은 다분야 기술융합을 촉진하기 위한 정책개발에, 기업가는 다분야 기술융합 결과를 활용한 신사업 발굴과 사업기획에, 교수는 연구와 교육에, 연구기관의 연구원은 다분야 기술융합 연구에 활용함으로서

모두가 이익을 향유하게 된다. 이렇게 한 분야를 놓고 동일 지역에 있는 다수의 지도자들이 공동으로 학습함으로서 지역 내에서의 사회통합을 높이고 신뢰수준을 제고하는 부수적인 효과도 얻을 수 있다.

7. 혁신클러스터 및 프로젝트 리더의 리더십이 필수

어느 유형의 기술융합이든지 혁신클러스터에서의 성공적인 융합과 기술혁신을 위해서는 기업의 CEO를 포함, 유능한 프로젝트 리더들이 필요하다. 전 세계에서 성공사례로 여겨지는 실리콘밸리에서의 기술혁신은 프레드 터만(Fred Terman)이라는 지도자가 있었고, 프랑스 소피아 앙티폴리스는 피에르 라피트(Pierre Lafitte) 박사가 있었기 때문에 가능했다고 해도 과언이 아니다. 라피트는 산업기반이 전무한 불모지 프랑스 남부 지중해 연안지역을 프랑스에서 가장 성장률이 높은 정보통신 분야 혁신클러스터를 구축하는데 성공했다.

기업의 CEO, 유능한 벤처창업자, 신뢰받는 연구책임자, 경험 많은 교수 등 다양한 분야의 리더의 존재는 혁신클러스터에서 다분야 기술융합을 성공적으로 추진하기 위해서 필요한 중요한 조건이다. 특히, 유능한 프로젝트 리더는 저절로 탄생하는 것이 아니라 장기적인 인력관리 및 양성 정책이 추진되고 그런 인력이 성장할 수 있는 토양이 마련될 때에 출현하게 된다. 기업과 연구기관에 유능한 인력이 들어가고 이들이 연구를 창의적으로 수행할 때 비로소 다분야 기술융합에 의한 기술혁신이 꽃을 피우고, 우리나라 혁신클러스터의 경쟁력이 한층 더 강화될 것이다.

【참고문헌】

Iansiti, M.(1998), *Technology Integration*, Boston: Harvard Business School Press.

Kodama, F.(1991), *Analyzing Japanese High Technologies: The Techno Paradigm Shift,* London: Pinter Publishers.

OECD(1993), *Technology Fusion: A Path to Innovation, The Case of Optoelectronics,* Paris: OECD.

Raines, P.(ed.)(2002), *Cluster Development and Policy*, Aldershot: University of Strathelyde.

Rosenberg, N.(1982), *Inside the Black Box-Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.

Rosenberg, N.(1963), "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910", *Journal of Economic History*, Vol. 23, No. 4, pp. 414-446.

Seok-Ji, Park(2004), "A Prospective on the Evolution of Mobile Communications in Korea", Paper presented to the *PICMET-STEPI International Conference on Innovation Management in the Technology-Driven World*, 31 July-2 August, Seoul.

Stigler, G.(1951), "The Division of Labor Is Limited by the Extent of the Market", *The Journal of Political Economy*, Vol. 59, No. 3, pp. 185-193.

Tae Kyung Sung and Bo Carlsson(2003), "The Evolution of a technological System: The Case of CNC Machine Tools in Korea", J*ournal of Evolutionay Economics*, Vol. 13, pp. 435-460.

Welsh Development Agency(2002), *Future Competitiveness of Wales,* Cardiff: Welsh Assembly Government

대구광역시(2004),「대구테크노폴리스 및 연구개발 집적지구 조성 기본 계획」.