연구/ISSUES

생명공학 기술혁신의 특성

安 斗 鉉[1)]

Ⅰ. 기술혁신특성의 개념적 기초

기술혁신은 특정기술의 개발이나 획득이라는 협의의 의미가 아니라 새로운 기술을 습득하여 신제품을 개발하고 이를 제조하여 시장에 판매하는 일련의 과정을 포함하는 광의의 개념으로 정의된다. 따라서 기술혁신특성은 기술의 개발과 제조 및 판매에 이르는 전 기술혁신과정에서 일어나는 기술혁신의 원인이나 현상의 특징적 측면으로 이해될 수 있다.

예를 들어, 어떤 기술 또는 산업에서의 기술혁신 원천이 과학적 기반을 중심으로 일어나는지 아니면 학습과정(learning by doing)에 의한 암묵적인(tacit) 지식의 축적을 중심으로 일어나는지의 여부, 기술혁신을 주도하는 주체가 대기업인지 아니면 중소기업인지의 여부, 목표로 하는 시장의 구조와 성격이 신규 수요의 창출에 의해 결정되는지 아니면 기존 수요의 대체에 의해 결정되는지의 여부 등을 중심으로 특정기술 및 특정산업의 기술혁신특성을 타산업과 비교할 수 있는 것이다.

기술분야 또는 산업에 따라 기술혁신 패턴 즉, 유형이 달라질 수 있다는 사실에 대한 인식은 기술경제학의 중심적 패러다임의 하나인 이른바 진화론적 경제학자들(evolutionary economists)에 의해서 이루어졌다. Nelson and Winter(1982), Rogenberg(1982) Levin et al (1985) 등에 따르면 기술혁신은 매우 선별적인 과정을 거쳐 특정한 방향으로 진행되어 장기적인 관점에서 하나의 정형적인 패러다임을 형성하며, 그 결과 특정기술 또는 특정산업에 일정한 규칙성을 갖는 패턴 즉 유형이 존재하게 된다고 한다.

이들의 논의는 기본적으로 기술체제(technological regime)[2)]
라는 개념의 인식에서 출발하고 있다. Nelson and Winter(1982)와 Winter(1984) 등은 기술체제를 기업이 영위하는 기술환경의 일반적 의미로 정의하면서, 이러한 기술환경은 기술의 원천, 사용자 수요의 속성, 기술혁신의 전유 가능성에 의해 결정된다고 하였다.[3)]
즉, 기술혁신은 다양한 형태의 기술적 지식의 조합을 통해서 이루어지는데, 기술체제가 이러한 기술적 문제들의 해결을 위해 필요한 종합적인 지식기반의 내용과 범위를 결정해주고 이 과정에서 결정된 지식기반의 성격에 따라 문제해결과정의 정형성 즉, 기술혁신유형이 존재하게 된다는 것이다.

지금까지 이러한 기술혁신의 특성과 유형에 대한 연구는 대부분 산업을 분석수준으로하여 수행되어 왔다. 예를 들어, Pavitt(1984)은 1945년부터 1975년까지 영국의 중요한 기술혁신 2,000여건의 자료를 이용하여 산업간 기술혁신의 원천, 기술혁신행태, 기업 규모, 기술혁신의 창출과 이용 등에 있어서의 차이를 분석하고, 혁신을 유발하는 이들 결정요인들의 차이에 기초하여 산업을 공급자 주도형(supplier-dominated) 산업군, 규모집약형(scale-intensive), 산업군, 전문공급자형(specialized suppliers), 과학기반형(sciened-based) 산업군으로 분류하였다.

물론 이러한 기술혁신 특성의 차이는 기업의 수준에서도 일어날 수 있다. 그러나 개별 기업에 특수하게 존재하는 변수들이 기업의 장기적 성과 자체를 설명하는데 중요할 수 있지만 기술혁신을 포함하여 그러한 성과가 나타나기까지의 조정과정(adjustment process)을 충분히 설명하는 데에는 한계가 있다. 오히려 산업의 집중도, 수요의 동향, 규모의 경제 존재여부 및 자본 집약도 등과 같은 산업수준의 변수들이나 이들 산업들의 기반을 형성하는 기

술들의 집합이 갖는 본질적 속성이 이러한 조정과정을 설명하는데 보다 유용할 수 있다 (Malerba and Orsenigo, 1996). 그래서 연구자들은 기업에 특수한 변수들보다는 산업 관련 변수들과 그 기반을 이루는 기술의 속성을 중심으로 기술혁신 특성에 대한 연구를 수행해왔으며, 최근에는 기술과 산업 특화적인 성격을 갖는 기술체제 개념의 바탕 위에서 제도들간의 네트워크를 다루는 시스템의 개념을 도입하여 산업별 기술혁신시스템(sectoral innovation systems)에 대한 연구도 활발히 진행하고 있다.

Ⅱ. 생명공학 기술혁신의 특성

생명공학 기술은 그 자체가 산업이 아니라 경험이나 기초연구의 결과로 축적되어온 기술의 집합으로 기술이 어떤 산업에 응용되건 상관없이 각 응용산업은 생명현상을 다룬다는 동질적인 기술적 속성을 공유하게 된다. 이는 생명공학기술이 응용되는 모든 산업에서의 기술혁신은 어떠한 규칙성과 일관성을 갖는 포괄적 의미에서의 기술적 내용과 범위 즉, 일정한 기술패러다임내에서 이루어지게 됨을 의미한다.

따라서 우리가 생명공학 기술혁신특성을 올바르게 이해하기 위해서는 생명공학이 갖는 기술적 속성과 이러한 속성으로부터 비롯되는 기술혁신에의 영향에 대한 정확한 이해가 필요하다.

그리고 포괄적 의미에서의 기술패러다임이 기술혁신의 기본적인 전개방향을 결정해 주지만 시장환경, 기술의 전유가능성, 규제 등과 같은 혁신환경요인들도 일정한 범위내에서 기술변화의 방향과 속도에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 이러한 기술혁신 환경요인들은 생명공학기술이 응용되는 산업에 따라 다양하게 나타나지만 여기에서는 응용산업에 상관없이 존재하는 기술적 속성에서 비롯되는 혁신환경요인을 중심으로 살펴보기로 한다.

1. 생명공학기술의 속성

생명공학은 '생명체를 인위적으로 조작하여 기존의 또는 신규의 생명체 혹은 물질을 만들어 내거나 추출해내는 기술'로 정의된다. 지금까지 인류는 수 많은 생명현상을 이용하여 물질을 생산하여 왔으며 그에 기초한 이른바 생물산업이 우리 주위에 정착되어 있다. 예를 들어, 각종 주류 제조를 비롯하여 치즈 등의 유제품, 그리고 간장과 같은 여러 식품제조에 미생물을 이용한 발효기술이 사용되고 있으며, 그 밖에 접붙이기, 꺾꽂이, 식물의 돌연변이에 의한 새로운 종의 획득, 육종을 통한 품질개량 등도 넓은 의미에서 생명공학이라고 할 수 있다. 그러나 현재의 생명공학이 주목받기 시작한 것은 기존의 생명공학과 달리 생명체의 메커니즘에 대한 과학적 이해를 통해 보다 제어된 환경 속에서 합목적적으로 물질을 생산하는데 있다.

伊藤邦雄 등(1986)은 이러한 신생명공학의 기술적 특성을 과학적 지향성, 自己 增殖性, 개별 대응성으로 구분하고 있는데, 여기에서는 이들이 식별한 생명공학의 기술적 속성을 바탕으로 타기술과의 차이를 살펴보고 이러한 기술적 속성과 생명공학 기술혁신 특성과의 관계를 살펴보기로 한다.

1) 과학적 지향성

생명공학이 최근 새롭게 주목받는 것은 기술의 근간이 과학에 기초한 이해에 있다는 점이다. 된장, 간장의 생산, 작물의 품질개량 등과 같은 전통적인 생명공학에서는 경험을 통해 기술적인 이해가 가능해진 부분만을 물질 및 생명체의 생산에 활용하여 산업화에 이용해 왔으나, 신생명공학기술에서는 지금까지의 경험적 기술과 연속성을 유지하면서 생명체의 제반 원리에 대한 과학적 이해를 기반으로 하여 산업화에 적용한다 것이다.

이와 같이 생명공학기술은 생명현상을 다루는 기술들의 집합으로 생명체에 대한 제반 원리를 과학적으로 이해한 기반 위에서만 기술혁신이 가능하다는 특성을 갖는다. 즉, 생명공학이 궁극적으로 추구하는 바는 우선적으로 생명체에 대해 과학적으로 이해하는 것에 있으며, 이것이 바탕이 되어야만 생산기술이 체계화되고 제품생산을 통한 시장화로의 연결이 가능하게 되는 것이다. 예를 들어, 유전자 치환을 통한 새로운 형질의 발현은 과학적인 접근에 의해 유전자 정보의 발현메커니즘을 이해함으로써 가능해진 기술이다.

이러한 과학적 지향성을 과학과 시장의 연관 관계 속에서 살펴보면, 생명공학이 궁극적으로 추구하는 바는 생명체에 대해 과학적으로 이해하고 그 이해에 입각하여 산업에 응용하는 것이다. 즉, 생명체가 행하고 있는 생명활동을 과학적으로 이해하고, 그것을 목적에 맞추어 이용할 수 있는 생산기술로 체계화하며, 이를 제품생산과 결부시키는 과정 속에서 기술혁신이 현실화 되는 것이다.

또 생명공학기술은 기술혁신 주기상으로 아직 초기에 있다고 볼 수 있기 때문에, 생명현상의 이해에 대한 과학적 성과를 기초로 하여 우선 실험실 수준에서 생태조절기술이 개발되고, 거듭되는 과학의 심화에 의해서 시장의 수요와 연계된 기술의 촉진화가 이루어지며, 이를 바탕으로 새로운 기술이 지속적으로 창출되는 것이 중요하다. 따라서 생명활동의 과학적 이해와 이에 기초한 시장화 기술의 확립을 위해서는 과학적 이해와 시장에 적합한 기술에 대한 정보교환이 이루어지는 과학과 기술의 상호작용 기간이 필요하며 이것이 기술혁신을 위해 중요하게 된다.

2) 自己 增殖性

세포가 분열될 때 동일한 것을 설계도대로 만들어 내는 것이 유전자이며 이를 통해 자기증식(proliferation)이 실현된다. 이 자기증식성은 다른 기술에 없는 생명공학만의 특징이다. DNA 염기의 배열방식이 유전정보를 전달하는 신호이며, 이것에 의해서 부모와 동일한 형질이 자식에게 전달되어 진다. 그리고 이것에 의해서 각각의 생명체가 지닌 생리작용 및 신진대사 활동이 제어되고 있다. 생명체의 이러한 구조를 인간이 잘 조절하면서 이용하고, 복잡한 반응을 생명체에 적용시킴으로써 목표로 하는 물질 및 생명체를 효율적으로 획득할 수 있게 된다. 바로 이 기술이 생명공학의 본질이라고 할 수 있다. 이러한 자기증식능력을 충분히 활용함으로써 목적물을 대량으로 생산할 수 있다는 점에서 산업기술로서의 커다란 잠재력을 갖게 되는 것이다.

또한 생명공학의 자기증식성을 이용하면 부드럽고 에너지 절약적인 반응에 의해서 물질의 생산이 가능해진다. 생물체는 자신의 체온, 습도 등 생태에 적합한 생육조건 속에서 일체의 생명활동에 필요한 생체반응을 하고 있다. 특별히 높은 온도나 높은 압력, 기타 강한 조건을 필요로 하지 않는다. 이것은 생명체가 특수한 촉매적 반응에 의해서 대단히 자원 절약적이고 에너지 절약적으로, 또한 대단히 목적 대응적이고 효율적으로 생명현상을 실현하고 있기 때문이다. 특히, 화학반응과 같은 영역에서 생명공학이 주목을 끌고 있는 이유가 여기에 있는 것이다.

이와 같이 생명공학은 생체내에서 내재된 유용한 미량물질을 대량으로 증식시킨다는 점에서 화학적 합성, 분리·추출이라는 기술에 비해 비용과 생산성 면에서 상당한 우위를 지니고 있는 것이다. 생명공학은 이러한 자기증식성이라는 특성으로 인해 기존 기술로는 불가능한 신규물질의 대량생산, 기존 공정의 개선, 대체에 의한 비용절감, 미이용자원의 효율적 이용 등을 통해 기술혁신을 불러 일으키는 잠재력을 제공해 주는 것이다. 그러나 이때 주의해야 할 것은 생물의 자기증식작용을 이용하여 물질을 증식시키는 것 자체가 혁신이 아니며, 그것은 단지 생명공학의 기술적 특성에 불과할 뿐이라는 것이다. 오히려 유전자조작, 세포융

합에 의해서 생명체를 합목적적으로 조작하고 생물반응기, 대량배양에 의해 제어된 환경 하에서 자기증식성을 보다 효율적으로 이용한다는 점에 생명공학의 혁신성이 있는 것이다.

3) 개별 대응성

생명공학기술의 또 다른 특이성은 생명체에 대한 이해로부터 명확해진다. 즉, 모든 생명체는 세포로 이루어져 있으며, 그 세포에는 모든 생물의 공통 '언어'로 쓰여진 '설계도'인 DNA라고 하는 유전자가 내포되어 있다. 생물공학에 의해서 창출되어 나오는 것은 '설계도(DNA)'의 염기배열 방식에 대응하는 것일 뿐이며, 조금이라도 다른 것을 얻기 위해서는 '설계도'의 변경이 필요하다. 따라서 생명공학은 미시적으로 보면, 서로 다른 개체에 따라서 달라지는 극히 개별 대응적인 기술이라는 특이성을 갖게된다.

이러한 개별 대응성은 특정 제품을 다량으로 생산할 경우에는 커다란 장점으로 작용할 수 있지만, 다른 한편으로는 생명공학이 폭넓게 산업계에 확산되는 것을 제약하게 된다. 예를 들어, 의약품에서 유전자조작에 의해 개발된 A제품의 제조기술은 설계도를 완전히 바꾸지 않는 한 B제품의 생산에 적용할 수가 없다. 따라서 개별시장이 좁은 경우에는 규모의 경제가 발생할 수 없으며, 또 개발된 제품의 숫자가 많다고 할지라도 범위의 경제를 실현하기가 어렵다. 그리고 더욱 중요한 것은 이 개별 대응성에 의해서 응용산업간의 기술이전이 원활히 이루어지지 않는다는 것이다. 이 개별 대응성에 의한 기술이전의 어려움 가운데 일부는 유전자 조작 등과 같은 생명공학의 기초기술이 미성숙 되어 있기 때문에 발생하는 것일 수 있다.

앞으로 목적에 대응하는 산출물을 생산하는 기술적 허용도가 커지면 이 기술이전의 장벽은 낮아질 수도 있다.

2. 생명공학 기술혁신 환경

생명공학에 참여하는 기업들이 영위하는 혁신 환경 즉, 기술체제는 전술한 기술적 속성 이외에 기술혁신을 촉진 또는 저해하는 환경이나 조건에 의해서도 영향을 받는다. 혁신환경을 구성하는 요인으로는 시장환경, 전유 가능성(appropriability), 규제환경 등이 있을 수 있다. 물론 이러한 환경요인들은 생명공학기술이 무슨 산업에 응용되는가에 따라 다양하게 나타날 수 있으나 여기에서는 생명공학기술에 공통적으로 존재할 수 있는 환경요인들을 중심으로 살펴보고자 한다.

우선, 시장환경과 관련하여 생명공학기술은 의약, 농업, 환경, 화학산업 등에의 응용범위가 다양하나 아직 산업화 초기 단계에 머물러 있어 대상으로 하는 시장의 규모가 대부분의 경우 협소하다. 이는 기존의 응용산업에서 생명공학기술이 경쟁력을 가지고 대응할 수 있는 시장의 규모가 아직 미미함을 의미하며, 또 제품의 생산에 적용되는 기술의 개별 대응성으로 기술혁신에 따른 상승효과를 얻기 어렵다. 따라서 생명공학기술을 상업화하려는 기업은 새로운 공정의 개선이나 신제품의 개발을 통해 경쟁적 우위를 변화시켜 진입장벽을 제거함으로써 다양한 시장에 존재하는 기존의 경쟁자에 도전해야 하는 어려운 입장에 있게 된다.

생명현상을 다루기 때문에 인류의 미래생존과 관련된 보건, 환경, 식량, 에너지 등의 문제를 해결하는데 그 주요 목적이 있으므로 타 기술에 비해 공공성이 매우 높다. 즉, 시장성이 낮거나 기술적 위험이 높은 경우에도 국가 차원에서 기술개발을 추진해야할 당위성을 갖는다. 그러나 이러한 기술개발의 당위성이 생명공학기술의 상업화에도 적용될 것 같지는 않다. 예를 들어, 미국에서 반도체 산업의 진흥에 대한 국가 방위적 요구가 매우 명확하였으며 이러한 요구는 반도체기술의 산업화를 한층 가속화시키는 결과를 가져왔다. 하지만 생명공학기술의 경우에는 기술의 상업화에 있어 정부 목표와의 연계관계가 반도체에 비해 덜 명

확하므로 기술의 상업화를 위해서는 기업의 적극적 혁신기회 인식이 중요하다.

또한, 생명공학은 기술의 연계구조에 있어 양면성을 갖는다. 우선, 핵심기술을 구성하는 유전자재조합기술, 하이브리도마기술, 생물공정기술 등은 생명공학기술이 응용될 수 있는 모든 산업에 공통적으로 이용될 수 있는 기반적(generic) 성격을 갖는다. 반면, 이러한 핵심기술이 개별제품에 적용되는 경우 창출되는 개체에 따라서 달라지는 극히 개별 대응적인 성격을 갖는다. 따라서 산업화에 참여하고 있는 기업은 핵심기술의 기초과학적인 발전에의 접근은 용이하지만 이것을 시장수요와 연계하여 개별 제품화에 이르기 위한 기술에는 접근이 용이하지 않게 된다. 즉, 기초과학적인 지식을 바탕으로 일단 기술개발에 성공한 기업은 그에 따른 성과를 전유할 가능성이 높아지게 되는 것이다.

그리고 생명현상을 다루고 인간의 생존과 관련된 보건, 환경, 식량 등의 분야와 밀접한 관련을 갖는다는 사실은 규제정책이 기술혁신에 매우 중요한 역할을 미칠 수 있음을 의미하기도 한다. 신기술의 도입과 관련하여 야기될 수 있는 위험을 감소시키기 위한 보건과 환경규제는 전체 사회적인 관점에서 효익을 가져올 수 있지만 기업에 직접적인 비용을 부가시키며 정부에게도 관리비용을 증가시키는 요인이 된다. 기업의 입장에서 임상시험에 소요되는 직접적인 비용의 부담과 더불어 이에 따른 제품도입의 지연으로 생명공학 기술이 갖는 고유의 불확실성에 추가적인 위험을 부담하게 되는 것이다.

생명공학기술의 이러한 특성으로 다각화된 대기업이 소규모 벤쳐기업보다 이러한 규제에 따른 비용을 부담하기에 더 유리한 위치에 있게 되는 것이다. 부족한 마케팅과 유통능력 이외에 규제에 따른 비용의 추가적 부담으로 많은 소규모의 벤쳐기업들이 기술개발에 성공한 후 제품화시키는 과정에서 환경평가와 임상실험을 보다 쉽게 수행할 수 있는 개발된 기술을 대기업에 라이센싱하는 현상이 나타나게 된다.

환경과 보건에 대한 이러한 규제는 각 국가의 투자양상을 변화시키기도 한다. 생명공학 기술의 개발과 이용에 대해 엄격히 규제하고 있는 독일은 상대적으로 덜 엄격한 규제환경을 가진 미국과 일본 등에 연구와 생산시설을 건설하고 있다. 예를 들어, BASF AG는 미국 매사추세스에 새로운 유전공학 연구시설을 설립하였으며, Bayer AG는 미국 코네티컷에 그리고 Henkel KGAA는 미국 캘리포니아에 새로운 생산시설을 건설하였다.

국내의 경우 미국, 일본 유럽 등과 같은 명확한 규제정책이 정립되어 있지 않은데 이에 따른 규제정책의 불확실성도 생명공학에의 투자를 제약하는 요인이 될 수 있다. 즉, 규제정책 정립의 지연에 따른 추가적 불확실성은 투자에 대한 잠재적 수익률을 산정하기 어렵게 하며, 이는 기업의 투자유인을 감소시키는 원인 중 하나가 되는 것이다. 예를 들어, 미 OTA에 따르면, 임상실험에 적용되는 절차와 규제내용을 정립하는데 따른 시간의 지연이 실질적으로 생명공학이 미국의 농업과 환경분야에 확산되는 것을 억제하는데 기여하였다고 한다. 궁극적으로 이러한 투자의 손실은 생명공학의 기술혁신을 저해하며, 그에 따른 국가의 경쟁력 약화를 가져올 가능성이 있는 것이다.

Ⅲ. 기술혁신시스템의 분석을 위한 함의

지금까지 생명공학의 기술혁신 득성을 기술의 속성과 혁신환경 측면에서 살펴보았다. 이제 이러한 기술혁신 특성이 한 국가 또는 산업에서의 기술혁신시스템[4)]
분석을 위해 어떠한 함의를 갖는가를 살펴보기로 하자.

첫째, 생명공학은 그 자체가 산업이 아니라 생명현상을 다루는 기술들의 집합으로 생명체에 대한 제반 원리를 과학적으로 이해한 기반위에서만 기술혁신이 가능하다는 속성을 갖는다. 즉, 생명공학이 궁극적으로 추구하는 바는 우선적으로 생명체에 대해 과학적으로 이해하는

것에 있으며 이것이 바탕이 되어야만 생산기술이 체계화되고 제품생산을 통한 시장화로 연결이 가능한 것이다. 생명공학기술의 이러한 과학적 지향성은 기술혁신의 전주기상에서 기초연구가 매우 중요함을 의미한다. 생명현상을 과학적으로 이해하기 위한 기초연구를 위해서는 장기간에 걸친 연구과정과 비용을 필요로 하기 때문에 생명공학의 기술혁신에 있어 대학 및 정부연구소와 같은 공공연구기관의 역할이 강조된다.

둘째, 생명공학기술은 기술혁신 주기상으로 아직 초기에 있다고 볼 수 있기 때문에, 생명현상의 이해로서 과학으로부터 성과를 기초로 하여 기초기술이 개발되고, 거듭되는 과학의 심화에 의해서 시장의 수요와 연계된 기술의 촉진화가 이루어지는 것이 중요하다. 따라서 생명활동의 과학적 이해와 이에 기초한 시장화 기술의 확립을 위해서는 과학적 이해와 시장에 적합한 기술에 대한 정보교환이 이루어지는 과학과 기술의 상호작용 기간이 필요하며 이것이 기술혁신에 중요하다. 생명공학의 기술혁신에 있어 요구되는 이러한 과학과 기술간의 상호작용의 촉진을 위해서는 대학, 정부연구소 등의 공공연구 기관과 기업간의 연계구조가 중요하다.

셋째, 생명공학은 미시적으로 보면, 서로 다른 개체에 따라서 달라지는 극히 개별 대응적이라는 특성을 갖는데, 이러한 개별 대응성은 특정 제품을 대량으로 생산하는 경우 커다란 장점으로 작용할 수 있지만 다른 한편으로는 생명공학이 폭넓게 산업계에 확산되는 것을 제약하게 된다. 이러한 기술이전의 장벽은 앞으로 기초기술의 발전을 통해 목적에 대응하는 산출물을 생산하는 기술적 허용도를 높임으로써 낮아질 수 있다. 그러나 기술개발을 촉진시키고 부문간의 기술이전을 원활히 하기 위한 당면한 해결책은 유전자 은행, 유전자에 대한 데이터 뱅크 등과 같은 정보시스템을 구축하는 것이다. 따라서 생명공학의 기술이전을 원활히 하여 기술혁신을 촉진함에 있어서는 정보시스템을 포함한 기술하부구조의 구축여부가 관건이 된다.

넷째, 생명공학기술은 아직 산업화 초기 단계에 머물러 있어 대상으로 하는 시장의 규모가 대부분의 경우 협소하다. 따라서 생명공학기술에 참여하고자 하는 기업은 새로운 공정의 개선이나 신제품의 개발을 통해 경쟁적 우위를 변화 시켜 진입장벽을 제거함으로써 다양한 시장에 존재하는 기존의 경쟁자에 도전해야 하는 어려운 입장에 있게 된다. 또한 반도체 산업의 경우와 달리 상업화와 정부의 목표와의 관계도 불분명하다. 이러한 환경하에서 기술혁신이 활성화되기 위해서는 진입장벽 제거를 통한 시장위험의 감소와 이를 기반으로한 기업들의 적극적 혁신기회 인식이 중요하다. 이때 모험자본 공급시스템의 효율성 여부, 지적 재산권제도의 정비여부, 올바른 규제정책의 수립 여부 등이 관건이 된다.

마지막으로, 생명공학 기술은 그 응용범위가 의약, 농업 및 화학과 전자산업에 이르기까지 매우 광범위하다. 전자산업이나 기계산업의 경우 단순히 부차적인 기술이나 부속품 그리고 생산설비로서 타산업에 이용되는 것이 대부분이지만, 생명공학기술은 응용산업에서 기술혁신의 성공여부를 결정하는 핵심기술로서의 위치를 갖는 경우가 대부분이다. 즉, 생명공학기술은 기술과 산업과의 연계구조 측면에서 볼 때 생명현상을 다루는 동질적인 기술의 집합이 다양한 시장환경을 갖는 다양한 산업에 핵심기술로 응용되는 대응구조를 가지고 있는 것이다. 따라서 생명공학 기술이 어떠한 산업에 응용되는 가에 따라 수요의 구조, 전우체제, 혁신전략 등이 많은 차이를 보일 수 있으므로 생명공학 기술혁신 시스템을 분석함에 있어 산업차별적인 관심을 갖는 것이 중요하다.

【주】

주석1) 혁신체제팀, 선임연구원(Tel: 02-250-3194)

주석2) 기술체제는 Utterback and Abernathy(1975)의 지배적인 디자인(dominant design) 개념과 Dosi(1982)의 기술 패러다임(technological paredigm) 개념과 유사하다.

주석3) Malerba and Orsenigo(1990, 1993)는 이들의 개념을 확장시켜 기술체제를 기술적 기회, 전유가능성, 기술지식의 누적성(cumulativeness), 관련 기술지식의 속성의 네가지 요인들의 특수한 조합으로 정의하고 있다. 이때 기술적 기회는 기술혁신의 용이성과 경제성을, 전유가능성은 모방에 대한 보호와 기술혁신으로부터의 이익에 대한 보호가능성을, 누적성은 오늘의 기술혁신 노력이 내일의 기술혁신 노력의 토대가 될 수 있는 지의 여부를, 기술지식의 속성은 관련지식이 얼마나 무형적(tacit)이고 기업 특화적인가 또는 얼마나 유형화(codified)되고 일반적인가를 의미한다.

주석4) 기술혁신시스템(innovation system)은 기존 기술의 개량 및 신기술의 창출, 도입, 수정, 확산에 있어 활동하고 상호작용하는 제도들과 그것들의 네트워크로 정의된다. 이러한 시스템적 접근방법은 기술혁신능력을 결정하는 원천으로 전통적으로 강조되어 오던 연구자금, 인력 등 직접적인 연구자원 중심의 한계적 시각에 부가하여 기술혁신에 직간접적으로 참여하고 있는 모든 주체 즉, 제도들간의 상호작용도 강조하여 그 시야을 확장시키고 있다. 지금까지의 기술혁신시스템 연구들의 대부분은 국가를 경계선(boundary)으로 설정하여 이를 하나의 전체적 시스템으로 간주하고 이 경계 내에 존재하고 작동하는 제도들과 그것들의 상호작용을 파악하려 하였다. 물론 이와 같이 국가를 하나의 시스템으로 간주하고 그 시스템 내에 존재하는 혁신주체들의 특성과 그들의 상호작용을 살펴보는 것은 국가 과학기술 정책적 의미에서 나름대로 의미를 가질 수 있다. 그러나 이로부터 도출되는 과학기술정책이 각 기술이나 산업의 특성을 적절히 반영하지 않은 것이라고 한다면 이것이 산업정책과 연계성을 유지하는 데에는 분명한 한계성을 갖게될 것이다.

【참고문헌】

1) 박용태 외, 「주요산업의 장기발전을 위한 기술혁신전략」, 과학기술정책관리연구소, 1995.
2) 송위진, 「반도체산업의 장기발전을 위한 기술혁신전략」, 과학기술정책관리연구소, 1995.
3) 伊藤邦雄 외, 「生命工學의 特質과 그 企業化에의 觀點」, 1986.
4) Fransman M., Biotechnology: generation, diffusion and policy, UNU/INTECH Working Paper. No. 1, 1991.

5) Malerba, F. and Breschi, S., Technological Regimes and Sectoral Innovation System: Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries, 1995 Conference of the "System of Innovation Research Network", 1995.
6) Malerba, F. and Orsenigo L., The Dynamics and Evolution of Industries, Industrial and Corporate Change, Vol. 5, No.1, 1996.
7) Office of Technology Assessment (OTA), Biotechnology in a Global Economy, Washington, DC, Government Printing Office, 1991.
8) Pavitt, K., Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory, Research Policy, Vol.13, No.6, 1984.
9) Walsh, V., Demand, Public Markets and Innovation in Biotechnology, Science and Public Policy, Vol.20, No.3, 1993.