

초 점 기 획

기술 혁신 패턴의 산업간 비교

朴容兌¹⁾, 宋偉賑²⁾, 李工來³⁾, 尹錫煊⁴⁾, 朴東炫⁵⁾

목차

I. 기술 속성 측면

II. 혁신 주체 측면

III. 혁신 유발 측면

IV. 요약 및 결론

앞의 세 편의 글에서는 기계산업, 정보산업 및 화학산업의 기술혁신패턴을 각 산업의 특성과 연관시켜 기술속성, 혁신주체 및 혁신유발이라는 세 가지 측면에서 살펴보았다. 이들 세 산업의 기술혁신패턴을 논의하는 과정에서 여러 가지 공통적인 특성과 차별적인 특성이 발견된다. 이 글에서는, 산업간의 비교를 통해 이러한 특성들을 종합·정리함으로써 기술혁신패턴의 상대적 차이를 도출하기로 한다.

I. 기술 속성 측면

원래 기계산업, 정보산업 및 화학산업은 서로 전혀 다른 기술속성과 기술궤적을 가지면서 발전해왔다. 따라서 이들 산업들이 생산한 산출물들은 상호 기술적인 依存性和 結合성이 낮은 편이었다. 그러나 20세기말부터 이들은 기술적으로 접근하여 융합하는 양상을 보임으로써 상호 보완성과 결합도가 심화되고 있다. 예를 들어 화학산업은 부단한 기술혁신을 통하여 신소재를 창출함으로써 기계설비부품의 제작에 투입되는 원재료의 특성을 변화시켰다. 또 기계산업에서 일어난 기술혁신은 화학산업에서 창출한 신물질과 신 공정을 실용화하는데 중요하게 활용되고 있다. 한편 정보산업은 화학산업이나 기계산업의 생산성 향상, 연구개발, 마케팅 등 기업 경영 전반에 폭넓게 응용됨으로써 기반기술산업으로서의 위치를 굳히고 있다.

이 같은 일종의 기술 수렴 추세 속에서 이들 세 산업의 기술혁신패턴을 주로 기술속성측면에서 비교하면 다음과 같다.

첫째, 세 산업에서 공통적으로 나타나는 핵심기술은 設計기술이라는 점이다. 자본재를 생산하는 기계산업이나 각종 물질과 소재를 생산하는 화학산업, 소프트웨어가 중심을 이루는 정보산업 모두에서 설계기술은 - 설계에 투입되는 과학적 지식이나 기술적 지식의 유형은 산업별로 다르나 - 가장 중요한 핵심기술인 것으로 나타난다.

기계설비의 경우 제품을 설계할 수 있는 능력의 확보 여부가 기술능력을 가름할 수 있는 척도가 된다. 또한 기계설비의 설계에는 사용자의 전용 기술이나 노하우가 중요한 기술요소로 투입되기 때문에 이들은 기술혁신과정에서도 중요한 역할을 하게 된다.

또 정보산업에서는 정보의 생산과 유통에 관련된 기술이 중심을 이루는데 이들은 소프트웨어의 형태를 띠고 있는 것이 특징이다. 컴퓨터, 주변기기, 통신 기기 등 정보 기기를 제외한다면 정보산업에서는 정보의 生成과 加工에 필요한 소프트웨어와 정보의 통신에 필요한 소프트웨어가 핵심기술의 지위를 차지한다. 이 같은 소프트웨어의 개발은 하나의 설계기술이라 할 수 있으며 이 설계기술의 혁신과 발전이 정보산업의 발전 여부를 좌우하게 된다.

한편, 화학산업에서는 대규모 생산설비를 구축할 수 있는 공정설계와 물질의 설계 및 배합 기술이 핵심기술이다. 화학산업을 석유화학과 정밀화학으로 구분할 경우 석유화학에서는 공정의 운용 경험과 설계능력이 더 중요시되며, 상대적으로 정밀화학에서는 물질을 설계하고 합성·배합하는 지식이 기술의 根幹을 이룬다.

둘째, 기술혁신의 대상은 산업의 생산활동 특성에 따라 차이가 있다. 기계산업의 혁신은 주로 새로운 기계설비의 창출을 뜻하지만 다른 한편으로는 새로운 공정이 창출되었음을 의미하기도 한다. 기계설비를 사용하는 기업의 입장에서 본다면 기계설비의 혁신은 바로 생산공정의 혁신이기 때문이다. 기계산업의 기술혁신이 중요한 의미를 갖는 것은 바로 이점에 기인한다. 즉, 기계산업에서는 기술을 혁신한 당사자가 혁신의 열매를 모두 거두지 못하고, 그 기계설비를 사용하는 기업에게서 공정혁신으로 활용됨으로써 기술혁신의 성과가 상당 부분 他人에게 이전되는 것이다.

정보산업에서는 기술혁신의 주요 대상이 소프트웨어라는 제품과 이것이 창출하는 서비스이다. 비가시적인 형태로 존재하는 소프트웨어를 혁신한다는 것은 소프트웨어가 창출하는 서비스의 질적 수준을 높이는 것을 의미한다. 즉 혁신된 소프트웨어를 사용하는 사람은 더 편리해지고 그것을 사용하여 각자의 생산활동에서 더 높은 부가가치를 창출하게 될 것이다. 또 정보 산업 기술이 혁신되어 많은 기업들이 이를 활용한다면 정보 부족으로 인해 지불해왔던 거래비용이 감소됨으로써 사회 전체의 생산성을 향상시킬 것이다.

화학산업에서는 석유화학제품의 경우 기술혁신의 대상이 주로 공정이 되지만, 정밀화학제품의 경우 신물질의 창출이 된다. 석유화학산업에서의 공정혁신은 새로운 반응, 촉매의 개발에 의해 급진적인 형태로 일어나는 특징을 갖는다. 그러나 개발도상국의 경우 공정의 혁신능력이 부족하기 때문에 조업 조건의 개선과 같은 점진적 혁신이 일반적이다. 상대적으로 신물질의 창출이 주류를 이루는 정밀화학산업의 기술혁신은 대부분 급진적이다. 최근 화학산업에서 차지하는 정밀화학제품의 비중이 높아짐에 따라 기술혁신은 신물질의 창출에 더 많은 비중이 주어지는 추세에 있다.

이상과 같이 각 산업별로 생산활동의 차이에 따라 기술혁신의 대상이 달라지며, 기술혁신 결과 발생하는 혜택을 향유하는 수혜자도 달라진다. 각 산업의 내부에서도 분야에 따라 공정혁신이나 제품혁신이 갖는 상대적인 위치가 달라진다. 또 산업의 기술발전단계에 따라 기술혁신의 대상도 다르게 나타난다. 선진국의 기술을 도입하여 소화하거나 개선 중에 있는 기술개도국에서는 기술혁신의 대상이 제품이라기보다는 공정이라 할 수 있으나, 기술선진국에서는 기술혁신의 주 대상이 제품일 것으로 인식된다.

셋째, 과학적 지식이 기술혁신의 공통적이면서 중요한 원천으로 부각된다. 앞에서 언급한 바와 같이 기계산업, 화학산업, 정보산업 모두에서 설계기술이 핵심이라는 것은 기술혁신이 과거의 경험이나 직감에 의하여 이루어지기보다는, 조직적이면서 과학적인 노력에 의하여 이루어지고 있다는 것을 의미한다.

전통적으로 생산현장의 제작경험이 가장 중요한 기술혁신의 요인이라고 인식되는 기계산업에서도 이제는 과학적 지식이 보다 더 중요해지고 있다. 이 같은 현상은 기술융합현상에 기인한 것으로, 기술융합에 의해 대부분의 핵심기술은 전자장치에 체화됨으로써 현장기술자가 기술혁신에 기여할 부분은 매우 제한적일 수밖에 없는 상황이다. 따라서 기계산업에서의 기술혁신은 고도의 과학적 지식으로 무장된 기술인력이 연구소에서 學際間 연구(interdisciplinary research)를 통해서 추진하는 추세에 있다.

과학적 지식은 정보산업에 있어서도 중요한 것으로 나타난다. 정보의 생성과 처리, 그리고 정보의 전달에 사용되는 각종 정보 기기 및 통신 기기를 포함하여 소프트웨어 기술의 혁신은 과학적 지식을 근간으로 하여 일어나고 있다. 특히 정보산업의 핵심을 이루는 컴퓨터기술은 전자기술과 반도체기술의 혁신에 힘입은 바가 큰데, 이들 기술은 고급 과학자들의 조직적인 연구개발 활동에 의하여 급진적인 혁신을 거듭하고 있다.

한편, 화학산업에서는 과학적 지식이 오래 전부터 중요시되어 왔다. 화학산업에서 생산하는 각종 물질은 기능과 구조의 상관관계에 대한 과학적 지식을 밑바탕으로 하여 발명된 것이다. 물질 특허제도에 의해 외부에서 개발된 신물질에 대해서는 접근이 원천적으로 봉쇄되어 있으므로, 기술혁신을 위해서는 과학적 지식을 바탕으로 한 독자적인 연구개발이 불가피하게 필요하다. 이 때문에 화학산업에 종사하는 대부분의 기업들은 높은 매출액 대비 연구개발 투자비율을 기록하고 있다.

넷째, 기술 융합에 의한 기술혁신이 공통적으로 일어나고 있다. 각 산업은 나름대로의 독특한 기술속성과 메카니즘에 의거하여 기술이 혁신되고 있지만 한편으로는 이종 기술간의 융합에 의한 혁신이 끊임없이 전개되고 있다. 이 같은 기술융합현상은 과거에는 주로 유사한 기술군 내에서만 나타났으나, 최근에는 기술적 특성이 전혀 다른 이종 기술간에도 일어나고 있다. 예를 들어 19세기에 일어났던 전기 기술과 기계기술의 융합은 전기기술의 생성단계부터 예상될 수 있는 것이었다. 즉 전기적인 에너지를 기계적인 에너지로 전환하는 모터기술의 혁신은 처음부터 기계작동의 자동화를 염두에 두고 추진된 것이었다. 또한 20세기말부터 일어났던 전자기술과 기계기술의 융합도 이 범주를 넘지 않는 것이었다.

그러나 최근의 기술융합 양상은 과거와는 달리 상당히 파격적으로 전개되고 있다. 우선 기술적으로 전혀 관계가 없을 듯한 생명공학기술과 기계설비 기술간의 융합이 시도되고 있으며, 광학 기술이나 정보통신 기술과의 융합은 이미 성공하여 실용화 단계에 접어들고 있다. 각종 신소재가 기계설비의 제작에 보편적으로 사용되는 추세이며 이의 영향으로 머지 않아 금속가공기술이 소멸할 것으로 예측하는 전문가까지 있을 정도이다.

화학산업에 있어서도 생명공학기술, 물리학지식, 의학지식, 재료공학기술, 농학기술, 에너지기술 등 주변 학문의 과학적 지식이 폭넓게 융합됨으로써 이제는 고유의 화학기술만으로 기술혁신을 추진하는 경우가 드물 정도이다. 특히 생명공학기술과의 융합이 빠른 속도로 전개되고 있어 앞으로 여기서 생성되는 신기술이 인류가 공통적으로 안고 있는 환경오염 문제를 해결할 수 있지 않을까 하는 기대를 갖게 된다.

기술융합에 의한 기술혁신은 비교적 新산업이라 할 수 있는 정보산업에 있어도 마찬가지 현상이다. 정보산업에 있어서의 기술융합은 한편으로는 통신 요소기술, 통신복합기술, 컴퓨터기술을 중심으로 한 전자기술과의 사이에 추진되고 있으며, 또 다른 한편으로는 문자, 음성, 영상, 화상 등의 자동입력 또는 자동합성기술, 그리고 인간에 알맞는 표시기법에 관한 기술, 인간과 기계간의 인터페이스기술 등과의 사이에 추진되고 있다. 이 같은 기술융합에 의하여 혁신된 정보산업기술은 다시 기계설비, 항공기, 선박, 화학제품 등 하드웨어 산업에 결합되어 전방 산업의 기술혁신을 가속시키고 있는 상황이다.

다섯째, 기술 수명 주기상에서 점하는 우리 나라의 위치는 기술분야에 따라 상이하다. 기계산업의 경우 대략적으로 단위기계의 제작과 상세 설계에 있어서는 성장기에 있다고 할 수 있으나, 산업설비의 기본설계나 시스템 설계 그리고 공장자동화에 필요한 소프트웨어 기술분야에 있어서는 도입기 수준을 넘지 못하고 있다. 또 이 같은 수명주기상의 위치도 업종별로 큰 차이를 보이기 때문에 일반화하기가 어려운 실정이다.

정보산업에서는 소형컴퓨터를 제외한 대부분의 정보산업기술이 타 산업의 기술수준보다 뒤떨어져 있는 것으로 인식된다. 우리 나라는 아직 소프트웨어 같은 비가시적 기술자산을 인정하지 않는 社會·文化的인 환경을 갖고 있을 뿐만 아니라 정보화 사회에 대비한 기술축적도 미약한 실정에 있다. 다행히 반도체 산업의 발전에 힘입어 정보 기기를 생산하는 소형컴퓨터 산업이 비교적 발전하였고 정보를 전달하는데 기반이 되는 정보통신기술이 어느 정도의 수준에도달해 있어 정보산업기술이 혁신될 수 있는 토양은 마련된 것으로 여겨진다.

한편, 화학산업에서는 석유화학분야가 成長期 혹은 부분적으로 成熟期의 위치에 있다고 볼 수 있으나 정밀화학분야에서는 대부분 도입기에 위치해 있는 것으로 나타난다. 제품별로 살펴보면 기초유분, 범용수지, 합성원료, 합성고무 등 석유화학제품은 제품 기술면에서 성장기 혹은 성숙기 초기에 있는 것으로 인식된다. 그러나 공정기본설계, 상세설계, 반응기 설계, 공정자동화, 공정요소기술 등 공정기술면에서는 선진국의 50~60% 수준밖에 못 미치는 것으로 나타난다.

이상에서 살펴본 기술속성 측면의 산업간 비교를 요약하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 기술 속성 측면의 산업간 기술 혁신 패턴 비교

구분	기계 산업	정보 산업	화학 산업
핵심 기술	기계 설비 및 부품의 설계 기술, 사용자의 전용 기술	컴퓨터 및 부품의 설계 기술, 소프트웨어 설계 기술	석유 화학: 새로운 공정의 기본 설계, 촉매 개발 기술, 정밀 화학: 물질의 설계·합성, 과학적 지식
기술 혁신의 주 대상	신제품의 창출, 사용자 기업의 공정 개발	소프트웨어의 개발, 정보 서비스의 질적 수준 향상	석유 화학: 공정 개발, 정밀 화학: 신물질의 창출
기술 혁신의 원천	생산 현장에서의 기계 설비 제작 경험, 과학적 지식	과학적 지식에 바탕을 둔 조직적인 연구개발 활동	물질의 기능과 구조에 대한 과학적 지식, 공정의 운영 및 설계 경험
융합 대상 기술	전자 기술, 전기 기술, 재료 기술, 광학 기술, 생명 공학, 정보 통신 기술	컴퓨터 기술, 통신 요소 기술, 통신 복합 기술, 문자, 음성, 영상, 화상 등의 자동 입력 및 합성 기술	생리학, 물리학, 의학 등의 기초 과학, 전자 기술, 생명 공학 기술, 정보 통신 기술
기술 수명 주기 (한국의 위치)	단위 기계의 설계와 제작은 성장기에 있으나 산업 설비 및 시스템의 기본 설계는 도입기	소형 컴퓨터를 제외한 대부분의 분야에서 도입기	석유 화학 제품의 관련 기술 면에서는 성장기에 있으나 정밀 화학 제품에 있어서는 대부분 도입기

II. 혁신 주체 측면

앞에서 살펴본 바와 같이 산업의 기술혁신을 주도하는 혁신주체의 역할은 산업에 투입되는 기술의 속성에 따라 상이한 양상을 보이고 있다. 즉 투입기술의 혁신에 요구되는 과학적 지식의 정도와 산업이 보유하고 있는 기술수준 및 기술혁신의 대상에 따라 산업의 기술혁신과정에서 혁신 주체가 갖는 비중은 상이한 패턴을 보이고 있다.

과학적 지식의 중요성이 상대적으로 낮은 기계산업의 경우 종합기계업체, 건설업체, 엔지니어링업체, 전문 기계업체, 부품 및 소재업체, 수요업체, 협회 및 조합, 정부, 대학 그리고 공공연구소 등이 기술혁신과정에서 비교적 균등하게 역할을 분담하고 있다. 다양한 전문 기술분야를 포괄하는 기술자원을 보유한 종합 기계업체는 산업설비와 관련된 시스템 설계기술의 혁신과정에서 높은 비중을 점하고 있으며, 건설업체는 기계설비와 관련된 토목 분야에서, 그리고 엔지니어링업체는 기계설비의 제작을 위한 설계분야에서 각각 핵심적인 역할을 수행한다. 또한 기계산업은 기계설비를 사용하는 수요업체가 기계설비의 사용과정에서 발견된 문제점과 개선사항을 기계설비 제작업체에 알려줌으로써 기술혁신과정에서 능동적인 역할을 수행하는 특성이 있으며, 기계산업의 협회와 조합은 각종 정보를 수집·전달함으로써 기술혁신체제의 효율을 증진시키는 역할을 담당한다. 최근의 기술 융합화 경향에 의하여 기계산업의 기술혁신에 대한 과학적 지식의 기여도가 높아짐에 따라 과학적 및 기술적 지식을 생산하는 혁신 주체들, 즉 대학교 기업 부설 또는 공공연구소의 역할이 증대되고 있으며 정부는 기술혁신에 관련되는 주체들을 연계시키는 連繫者 혹은 調整者로서의 역할을 수행하고 있다.

고도의 과학적 및 기술적 지식이 기술혁신의 핵심인 정보산업은 일국이 보유하고 있는 기술수준에 따라 혁신주체의 역할이 상이함을 보이고 있다. 선진국의 경우 기업 및 기업 부설연구소가 정보산업기술혁신의 주요 주체이나, 원천기술이 부족한 우리 나라의 경우는 공공연구소와 관련기업의 컨소시엄인 연구조합이 제품 및 기술개발에 주도적인 역할을 담당하고 있다. 제품의 설계기술이 제품성능의 우열을 가름하는 정보산업은 기술혁신이 제품의 생산공정보다는 제품 자체에 집중되는 경향을 가지고 있다. 따라서 정보산업의 기술혁신과정에서 제품 생산라인이나 수요자의 기여도는 미약한 편이다.

화학산업의 기술혁신주체는 산업화 공정이 重視되는 석유화학산업과 새로운 물질이나 제품의 창출이 중요한 정밀화학산업간에 懸隔한 차이를 보인다. 과학적 지식의 중요성이 상대적으로 낮고 새로운 공정의 개발 및 개발된 공정의 산업화를 위한 공정 기본설계 기술이 핵심인 석유화학산업에서는 엔지니어링회사가 기술혁신을 주도하고, 공공연구소는 신공정 개발단계에서 파일럿 플랜트의 설계와 운용에 부분적으로 기여하며, 대학의 중요성은 상대적으로 희박하다. 반면에 신물질 또는 신제품의 창출이 주요 기술혁신인 정밀화학산업은 과학적 지식의 기여도가 높고 신물질의 창출 후 산업화로 연계되는 과정에서 중대한 엔지니어링 문제가 발생하지 않는 경우가 대부분이므로 대학과 공공연구소의 역할이 중요하다. 또한 신물질의 창출 후 임상시험 및 실험 등에 의한 평가 검사과정에 고도의 기술이 요구되므로 전문 검사기관과 대학병원 등의 주변 연구기관도 정밀화학산업의 기술혁신에 기여하는 바가 크다.

한편 기술혁신의 주체가 되는 기업의 형태적 측면에서는 대량생산으로 規模의 경제 효과를 실현하여 가격 경쟁력을 확보해야 하거나, 설비 또는 제품이 고가이며 고도의 종합적인 기술이 요구되는 경우 대기업 위주인 것이 일반적이다. 즉 기계산업의 설비 플랜트 분야, 컴퓨터산업의 범용컴퓨터분야, 소프트웨어 산업의 시스템 소프트웨어분야, 정보통신산업, 화학산업의 석유화학분야는 생산 조직이 대기업 위주로 되어 있고, 다종 다양한 제품의 기술혁신이 요구되는 일반 기계분야, 소형컴퓨터 및 응용 소프트웨어분야, 정밀화학분야는 중소기업의 역할이 상대적으로 중요한 지위를 점하고 있다.

또한 기술혁신에 필요한 연구개발의 임계규모 역시 각 산업에 투입되는 기술의 고도화 정도라는 기술속성에 따라 상이한 양상을 보이고 있다. 일반적으로 고도의 기술이 요구된다고 보편적으로 인식되고 있는 정보산업의 범용 컴퓨터와 시스템 소프트웨어 및 정보통신분야는 연구개발의 임계 규모가 상대적으로 큰 편이다. 화학산업은 기술혁신의 성공 여부가 배합 노하우와 확률에 의존하는 향료/화장품 산업을 예외로 하고, 공정개발과 기본설계에 대규모 인력을 필요로 하는 석유화학산업과 신물질 창출에 많은 노력이 투입되는 정밀화학산업 공통적으로 연구개발의 임계 규모가 상대적으로 크다.

이상에서 살펴본 혁신주체측면의 산업간 비교를 요약하면 <표 2>와 같다.

III. 혁신 유발 측면

기술혁신과정에서 앞에서는 논의한 기술속성 및 혁신주체요인들이 중요한 역할을 하지만, 이 못지 않게 중요한 것이 기술혁신을 유발하는 측면이다. 이러한 혁신유발요인은 산업을 불문하고 공통적인 유발효과를 갖게 되

<표 2> 혁신 주체 측면의 산업간 기술 혁신 패턴 비교

구분	기계 산업	정보 산업	화학 산업
주요 혁신 주체	종합 기계업체, 건설업체, 엔지니어링업체, 전문기계업체, 부품 및 소재업체, 협회 및 조합, 정부, 대학, 공공 연구소의 역할 분담이 두드러짐	기술 수준에 따라 상이함. 선진국은 기업 및 기업 부설 연구소가 핵심적인 혁신 주체이나 우리나라는 기업, 연구 조합, 공공 연구소의 역할이 큼.	석유 화학은 대기업 및 연지니아링업체가 혁신을 주도하나 정밀 화학은 대학과 공공 연구소의 비중도 높음.
경쟁 구조	기계 설비의 다양성에 따라 대기업 및 중소기업이 혼재함	일반적으로 대기업위주이나 소형 컴퓨터 및 응용 소프트웨어는 중소기업의 비중이 높음.	석유 화학은 대기업이 지배적이나 정밀 화학은 중소기업의 역할도 큼.
연구개발	기계 설비의 규모에 따라 대규모로부터 소규모까지 다양함	일반적으로 대규모이나 소형 컴퓨터 및 응용 소프트웨어는 소규모로도 가능함.	석유 화학의 공정 개발과 기본 설계는 극히 대규모임. 정밀 화학의 신물질 개발은 극히 대규모이나 확률에 의존하는 분야는 소규모로도 가능함.

며, 동시에 산업에 따른 독특한 특징적인 면 또한 존재한다.

우선 비교 대상이 된 산업간에 공통적으로 발견된 혁신유발의 측면들은 다음과 같다. 첫째, 수요측면의 요인이다. 기업이 기술혁신을 위해서 투자하는 근본적인 목적은 이윤 확보인데, 모든 산업에 있어서 기술혁신의 결과를 얻을 수 있는 수익성의 고저는 공통적으로 혁신주체의 기술혁신활동에 큰 영향을 미친다. 그런데 수익성은 현재 존재하는 시장규모와 잠재적인 시장규모에 따라 달라질 것이다.

기계산업, 화학산업 및 정보산업의 공통적인 특징은 이들 산업이 매우 큰 기술혁신파급 효과와 산업 연관 효과를 가지며, 특히 타 산업의 기술혁신에 대해 직 간접적인 열쇠를 쥐고 있다는 것이다. 기계산업은 산업의 형태를 不問하고 그 산업의 생산활동을 직접적으로 수행하고 있고, 화학산업에서 생산된 소재는 거의 모든 산업에서 원재료를 구성하고 있다. 또한 정보산업은 산업의 정보화가 진전될수록 점점 더 기술혁신의 파급효과가 증대하고 있음이 확인되고 있다. 따라서, 세 가지 산업은 모두 각 산업을 後方산업으로 갖는, 혹은 각 산업의 주요 수요 산업으로서의 역할을 수행하는 관련산업의 성장세에 민감하게 반응하고 있다.

둘째, 기술자체가 갖는 외부성 때문에 새로이 혁신된 기술이 얼마나 보호될 수 있느냐 하는 기술의 私有性(appropriability)과 公共性(publicity) 문제도 중요한 요인이다. 기술의 사유성은 발명이나 혁신으로 얻어진 신기술이 사유화되는 정도를 나타내고 공공성은 반대로 신기술이 공공화 되는 정도를 나타낸다. 사유성이 높다면 기술혁신의 유인이 클 것이고 공공성이 높다면 기술혁신의 유인이 그만큼 줄어들 것이라는 논리는 어느 산업이나 공통적으로 적용된다.

기술보호의 최대의 수단인 지적소유권이다. 지적소유권의 국제적 인식이 점점 높아지고, 경제의 소프트화가 진전되면서 지적소유권의 보호 체제 또한 전통적인 산업재산권과 저작권에서 기술과 법제의 격차를 해소하는 신지적재산권과 영업비밀이 출현하게 되었고, 따라서 기술의 보호체제는 기술혁신유발요인으로서의 역할을 비교적 잘 수행해 가고 있다.

다음으로 산업간 비교를 통해 산업별로 그 특성이 달리 나타나는 혁신유발의 측면들을 정리하면 다음과 같다. 첫째 시장의 규모와 잠재적 성장성의 영향 요인면에서 각 산업은 차별적 특성이 존재한다. 기계산업의 시장규모는 수요산업의 설비투자규모와 계획에 의해 결정된다. 수요산업에서 기계설비의 제작을 주문해야 설계에 착수하게 되고, 설계 과정에서 기계설비기술이 혁신될 수 있는 아이디어가 생성된다. 전반적인 관련산업의 성장세에 비례하겠지만, 단순한 비례관계가 성립하는 것은 아니다. 앞서 설명된 바와 같이 수요산업의 투자활동이 활발할 때 기계설비의 기술혁

신도 왕성하게 뒤따라 유발되는 순환적인 상관관계가 있음이 실증 분석을 통하여 밝혀졌다.

화학산업에서도 시장성은 관련산업의 성장세에 민감하게 의존한다. 화학산업의 생산형태는 전형적인 공정형 산업이므로 가동률의 상향 조정만으로도 상당한 생산량 증가를 이룰 수 있어 시장의 변화에 보다 민감하게 반응할 수 있다. 그러나 장기적으로는 다른 산업부문에서 채택하는 소재의 종류와 대체 속도에 따른 아키텍처 설계 기술 등은 특허에 의하여 보호되어 있고 여타의 기술은 기술격차에 의하여 전유성이 높으므로 컴퓨터 및 정보통신산업의 기술진척은 매우 높은 편이다.

또 소프트웨어 기술은 전유성이 가장 확실하게 인정되고 있으면서, 동시에 가장 보호가 어려운 기술의 하나이다. 국제적으로는 UN 산하기구인 세계 지적재산권기구(WIPO)와 1993년 말에 타결된 우루과이라운드(UR) 지적재산권협정(UR/TRIPs)을 중심으로 하여 컴퓨터 소

<표 3> 혁신 유발 측면의 산업간 기술 혁신 패턴 비교

	기계 산업	화학 산업	정보 산업
시장의 성격	<ul style="list-style-type: none"> - 주로 수요 견인형 - 수요자의 역할이 매우 중요 	<ul style="list-style-type: none"> - 量産 제품인 경우 경기에 따라 수요자 주도형 - 생산자 주도형 시장이 주기적으로 변화됨 - 공급자의 혁신에 수요자의 기술 구조가 변화 - 석유 화학(수요견인형), 정밀 화학(기술주도형)으로 구별 	<ul style="list-style-type: none"> - 중급 이상의 기술을 요하는 제품은 기술 주도형 시장 - 전반적으로 기술주도형과 수요 견인형이 혼재 - 관련 산업 중 성장기 이후에 도달한 제품 시장에 민감하게 반응
시장 구조 결정 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 수요 산업에서의 니즈에 의해 제품 간 생산 비율이 결정됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 수요 산업의 니즈에 따라 수요 구조가 결정됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 표준기에 의한 구조 결정이 지배적임. - 시장 구조 변화를 생산자가 주도
시장 구조 변화의 속도	<ul style="list-style-type: none"> - 비교적 빠른 편 	<ul style="list-style-type: none"> - 소재의 대체는 기초 기술에서의 획기적 혁신이 선행되어야 하므로 상당히 느림. 	<ul style="list-style-type: none"> - 구조 변화는 동급 제품의 대체보다는 신제품의 출현에 의한 완전 대체의 성격이 강하므로 구조 변화 속도는 매우 빠름.
시장 규모의 결정 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 수요 산업의 설비 투자 규모와 계획에 의해 결정 	<ul style="list-style-type: none"> - 수요 산업의 성장세 	<ul style="list-style-type: none"> - 수요 산업의 합리화 계획과 공정 변화
시장성 변화에의 대응 반응	<ul style="list-style-type: none"> - 시장 변화에 민감하게 반응하기 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 산업의 성장세에 민감하게 반응, 장기적으로는 소재의 대체 경향과 대체 속도에 의존 	<ul style="list-style-type: none"> - 시장성 산업 내 환경 요인에 의해 제품 대체
기술 보호 체계	<ul style="list-style-type: none"> - 지적소유권 체계에 의해 효율적 보호가 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 물질 특허, 기타 지적소유권으로 완벽한 보호 체계가 구성되어 있음. - 기술 격차도 중요한 역할 	<ul style="list-style-type: none"> - 특허, 저작권, 컴퓨터 프로그램보호법 - 대형 고급 제품은 기술 격차에 의해 거의 완벽한 보호
역엔지니어링에 의한 모방 및 생산	<ul style="list-style-type: none"> - 역엔지니어링은 쉬우나 위법 생산은 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> - 물질 특허로 보호되는 제품은 역엔지니어링이 무의미 - 노하우로 보호되는 부분의 역엔지니어링은 거의 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 역엔지니어링에 의한 모방과 위법 생산이 매우 용이 - 유통 체계를 포함한 사회적, 법적 제도 준비가 관건

프트웨어는 source code 또는 object code를 불문하고 보호하도록 되어있고, 우리 나라도 제도적으로는 모든 등록

프로그램이 법정 소송 시 별도의 확인 절차 없이 창작사실이 자동적으로 인정되며, 또한 등록 프로그램의 저작권 침해자에게는 우선 과실을 인정하여 손해 배상책임을 물을 수 있을 정도로 보호되고 있다. 그러나 소프트웨어 산업이 역엔지니어링 기법에 의한 模倣 및 變更이 용이하고, 複製가 쉽게 이루어질 수 있으며, 별도의 생산설비가 필요 없이 위법 생산이 가능하다는 성격을 갖고 있다는 사실이 혁신의 저해요인으로 작용하여, 결과적으로 기술혁신의 유인이 심각하게 감소될 수 있다는 것이다. 이 점은 현재 컴퓨터 소프트웨어의 법체계가 저작권이 아닌 별도 입법으로서 보호가 강화되지 않는 한 기술 사상의 보호와 표현양식의 보호사이의 法理 해석의 일관성이 유지되지 않을 경우 더욱 심각하게 될 우려가 있다. 따라서, 국가의 지적소유권 보호에 대한 인식과 법적 보호 체제의 확립이 기술혁신유발요인의 최대 변수로 작용하는 부문이다. 위에서 설명한 산업간의 차이를 정리하면 <표 3>과 같다.

IV. 요약 및 結論

이 글에서는 기술혁신의 패턴을 크게 (1) 技術屬性 측면, (2) 革新主體 측면 그리고 (3) 革新誘發 측면으로 나누어 살펴보았다. 또한 분석대상에 포함된 산업은 (1) 기계산업, (2) 화학산업 및 (3) 정보산업이었다. 그러나 위의 산업 분야 내에서 세분화의 필요성이 존재할 경우, 예를 들어 화학산업에 있어 석유화학과 정밀화학이라든가, 정보산업에 있어 하드웨어와 소프트웨어의 경우 등과 같이 분야별로 뚜렷한 상이성이 있을 경우에는 이들을 독립적인 산업분으로 취급하였다.

먼저 기술속성의 측면에서는, 기계산업, 정보산업 및 화학산업은 서로 전혀 다른 기술속성과 기술계적을 가지면서 발전해 온 사실이 발견되었다. 구체적으로, 이들 산업들은 핵심기술의 내용, 기술혁신의 대상, 기술혁신의 원천, 기술과 산업의 수명주기나 수준 등에서 많은 차이를 나타내었다. 그러나 20세기말부터 이들 산업들은 기술적으로 접근하여 융합하는 양상을 보임으로써 상호 보완성과 결합도가 심화되고 있다는 사실도 도출되었다.

산업의 기술혁신을 주도하는 혁신주체의 역할도 산업에 투입되는 기술의 속성에 따라 상이한 양상을 보였다. 즉, 투입 기술의 혁신에 요구되는 과학적 지식의 정도와 산업이 보유하고 있는 기술수준 및 기술혁신의 대상에 따라 산업의 기술혁신과정에서 혁신 주체가 갖는 비중이 상이한 패턴을 나타낸 것이다. 구체적으로, 기술혁신주체의 구성고 각 주체들의 역할, 주체들간의 연계성, 산업 조직적 구조, 연구개발주체의 임계 규모 등의 측면에서 각 산업은 상당히 다른 양상을 보인다는 사실이 발견되었다.

기술혁신의 유발측면에서도 각 산업은 공통적인 원리와 차별적인 원리들을 보여주었다. 수익성 요인은 산업분야에 관계없이 핵심적인 유발요인으로 지적될 수 있으나 그 구체적 규모나 성장 잠재성에서는 서로 다른 점을 발견할 수 있었다. 기술주도와 수요요인의 관계 및 그 중요도의 측면에서도 산업간에 상당한 차이를 보였다. 또한 기술성과의 사유성 내지 전유체제(appropriability)와 공공성(publicity)에 있어서도 산업간에는 차별적 특성이 발견되었다.

또 하나의 특기할 사실은, 개별 산업 내에서도 分野別 특성이나 조건에 따라 기술혁신의 패턴이 달라진다는 점이다. 예를 들어 화학산업의 경우, 석유화학분야와 정밀화학분야는 그 기술적 속성이나 혁신주체 및 혁신유발의 측면에서 상당히 다른 패턴을 나타내었다. 이러한 발견은, 산업별 기술혁신의 패턴이라고 하더라도 그 범위와 기준을 산업별로 일반화시키기 어렵다는 사실을 암시하고 있다. 또한 분석결과에 의한 시사점의 도출과 정책 대안의 수립도 산업별 차별화뿐 아니라 산업 내에서도 분야별로 세분화할 필요가 있음을 의미한다.

산업별로 기술혁신패턴이 다른 특성을 보이고 있다는 것은 산업별로 기술혁신의 기회와 인센티브, 연구개발투자의 중요성, 기술혁신조직의 차이가 존재한다는 것을 의미한다. 이러한 차이가 나타나는 근본적 이유는 각 산업의 기술패러다임과 수요구조의 특성으로부터 유발되는 기술혁신의 결정요인이 산업간에 달라지고 따라서 그 산업의 특성과 조건에 맞는 특수한 기술혁신체제가 존재하고 있기 때문이다.

산업정책과 기술정책의 연계라는 명제에서 출발한 산업과 기술의 접목은, 첫째 산업의 기술혁신패턴은 그 패턴을 구성하고 있는 요소들에 의해 결정된다는 「事實的(descriptive) 인식」과 각 요소들이 整合성을 지닐 수 있도록 어떻게 유도할 것인가? 하는 「規範的(normative) 접근」으로 귀결된다. 특히 규범적인 차원에서 해석하게 되면, 산업의 기술패러다임에 적합한 기술혁신체제를 구축했을 때, 그 산업에서 기술혁신과 기술확산이 활발히 이루어져 산업경쟁력이 확보된다고 할 수 있다.

이러한 사실은 크게 分析的인 차원과 政策的인 차원에서 다양한 의미와 시사점을 지닌다. 분석적인 차원에서 볼 때 특정산업의 기술패러다임에는 그것에 대응하는 기술혁신체제가 존재한다는 점에 착안하여, 각 국가간의 상대적인 경쟁력의 차이에 대한 설명을 시도할 수 있다. 예를 들어 일본과 독일은 왜 기계나 자동차 산업에서 경쟁 우위를 누리고 있는가? 또 미국이 컴퓨터나 생명공학과 같은 과학기반산업에서 왜 우위를 보이고 있는가? 하는 질문에 대하여 일본과 독일의 국가 차원에서의 기술혁신체제가 기계나 자동차 산업에 적합한 형태로 구성되어 있는 반면 미국의 기술혁신체제는 과학기반산업에 적합한 형태로 구성되어 있다는 식의 접근을 통해 설명할 수 있다. 또한 이러한 접근은, 개별 국가의 수준에서 산업간의 경쟁 우위가 달라지는 질문에 대한 설명에서도 원용될 수 있다. 예를 들어 우리 나라의 반도체 산업은 세계시장에서 경쟁 우위를 지니고 있는 반면 컴퓨터 산업은 그렇지 못한가에 대해서 우리 나라의 기업 구조 및 기업간 관계 또는 산업 전략적 측면에서 설명할 수 있을 것이다.

또한 정책적인 차원에서 볼 때, 특정산업의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 그 산업의 특수한 기술 패러다임에 적합한 기술혁신체제를 구축해야 한다는 기본 관점과 원칙은 매우 중요한 의미를 지닌다. 일반적으로 기술정책에서 사용되는 정책수단들은 산업별 차별성보다는 기능별 차이에 입각하고 있다. 그러나 기술혁신체제의 산업별 특수성을 고려한다면 이러한 정책수단은 산업에 따라 불균등한 효과를 나타나게 할 것이다. 예를 들어 연구개발 활동에 대한 보조금은 공식적인 연구개발 조직에 의해 기술혁신이 수행되는 과학 기반산업에는 효과적이지만 설계의 점진적 개량이나 사용자와의 밀접한 교류가 기술혁신의 중요한 원천인 전문 공급자 산업의 경우에는 별로 효과적이지 않을 수 있다. 오히려 이러한 산업에서는 기술인력의 교육훈련이나 장비 제작업체와 사용업체와의 원활한 상호 작용을 뒷받침해 주는 제도적 기반, 즉 산업협회나 조합 활동의 강화가 더욱 효과적일 수 있다.

물론 기술정책이 산업에 따라 다르게 전개되어야 한다는 주장이 곧 산업 공통의 보편적인 정책수단이 필요하지 않거나 무시되어야 한다는 의미는 아니다. 오히려 거시적인 차원에서는 보편적인 정책수단의 전산업적인 파급과 적용이 더욱 강조되어야 할 것이다. 또한 산업의 기술패러다임과 그에 대응하는 기술혁신체제는 상호 작용을 통해 進化する 動態적인 성격을 지니고 있다는 점도 지적되어야 한다. 따라서 현재의 기술혁신체제가 항상 효과적인 것은 아니며 시간이 지나고 기술패러다임의 변화가 나타나면 새로운 혁신체제가 모색되어야 한다는 사실도 고려해야 하는 것이다.

【참고 문헌】

1. 科學技術政策管理研究所, 「研究開發을 위한 韓國의 技術分類體系」, 1993.
2. 大韓民國政府, 「新經濟 5個年計劃(93-97)」.

- 1993.
3. 산업연구원 「産業構造高度化와 尖端技術産業: 現在, 未來와 發展戰略」, 1989.
 4. 산업연구원, 「日本 21世紀 産業社會의 기본구상」, 1986.
 5. 삼성경제연구원, 「21세기 한국 産業의 競爭力 확보 방안」, 삼성경제연구소, 1993.
 6. 상공자원부, 「新經濟 5개년 계획에 따른 産業技術 정책 추진 방향」, 1993.
 7. 한국개발연구원, 「未來에의 挑戰: 産業構造變化와 政策對應」, 1987.
 8. 한국산업은행, 「21世紀 科學技術의 展望과 課題」, 1992.
 9. 박용완, 「산업 구조 전환기의 자동화 기술 확산 전략 및 정책」, 과학기술정책관리연구소, 1993.
 10. 白洛基의, 「韓國의 産業政策: 産業組織政策關係資料集」, 산업연구원, 1988.
 11. 申泰榮, (共著稿), 「우리 나라 科學技術水準 展望과 主力技術輸出에 관한研究」, 한국과학기술연구원 정책·기획본부, 1992.
 12. 스키우라 케이시, 「機械機械 開發을 위한 메이커-유저 사이의 情報交換」, 産業動向, 12월 호, 산업연구원, 1992.
 13. 李景台, 「國際比較를 통하여 본 韓國産業構造의 特徵」, 산업연구원, 1993.
 14. 李景台, 「産業政策의 理論과 現實」, 산업연구원, 1991.
 15. 李性勳의, 「韓國의 産業政策: 産業構造政策關係資料集」, 산업연구원, 1989.
 16. 李軫周, 崔東圭, 「산업별 기술 혁신 과정과 정책 과제」, 한국경제연구원, 1986.
 17. Dosi, G., Technical Change and Industrial Transformation, Macmillan, London, 1984.

18. Dosi, G. "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation". *Journal of Economic Literature*, Vol. 26, 1988.
19. Dosi, G. "The Nature of Innovative Process" in Dosi, G. et al. 1988.
20. Foxall, C., *Strategies of User-Initiated Product Innovation*. Bedford Cranfield School of Management, 1986.
21. Fransman, M. (ed.), *Machinery and Economic Development*. Francis Pinter, London, 1986.
22. Kahin, B., *Building Information Infrastructure*, McGraw-Hill Inc., New York, 1993.
23. OECD, *Industrial Policy in OECD Countries: Annual Review 1992*, Paris, 1992.
24. Rothwell, R. and Zegveld, W., *Reindustrialization and Technology*. Harlow: Longman, 1984.
25. 總務廳 統計局, 「國際統計要覽 1992/1993」, Tokyo, Japan, 1993.
26. 經濟企劃廳, 「世界經濟白書」, Tokyo, Japan, 1992.
27. 通商産業省 産業政策局, 「2000年の産業構造」, Tokyo, Japan, 1991.

주석 1) 산업혁신연구실 실장, 선임연구원

주석 2) 산업혁신연구실, 선임연구원

주석 3) 산업혁신연구실, 책임연구원

주석 4) 산업혁신연구실, 선임연구원

주석 5) 산업혁신연구실, 선임연구원

