기고

최근 한·불 양국간에는 원자력 발전, LNG 비축기지, 고속전철 계약 등 대형 사업을 중심으로 긴밀한 교류가 형성되고 있다. 프랑스는 현재 우주항공, 정보 통신, 에너지 환경, 기계 재료, 생물공학분야에서 세계적으로 우위를 차지하고 있다. 프랑스의 R&D정책, 규모, 대형 기술사업 등을 분석해 본다.

프랑스의 기술혁신 동향

曺 道 鉉
〈아주대 공대교수/생물공학〉

현재 우리나라는 세계 공업 10위권 진입을 목전에 두고 있다. 우리의 기술 수준이 경제발전 속도를 따라가지 못하는 실정에서 WTO압력에 의한 무역자유화, 물질특허, 지적소유권 보호 등이 시행됨에 따라 기술개발에 대한 노력이 어느 때보다도 필요한 실정이다.

이러한 현실에 비추어, 기술협력의 다변화가 이루어져야만 되겠으나 우리나라의 기술은 대부분 미·일(美·日)에 의존도가 큰 것이 현실이며 일본으로부터의 적극적인 기술개방을 기대하기가 어려운 점 등 문제점이 많이 나타나고 있다.

최근 한·불 양국간에는 원자력발전, LNG 비축기지, 고속전철(TGV) 계약 등의 대형사업을 중심으로 긴밀한 교류관계가 형성되고 있고 향후 파스퇴르연구소 한국분원 설치계획 등으로 더욱 확대될 전망이다

프랑스가 우주-항공, 정보-통신, 에너지-환경, 기계-재료 및 생물공학분야에서 전세계적으로 우위를 점유하게 되기까지는 프랑스의 과학기술 정책 및 지원 체제에 힘입었다고 할 수 있다. EU에서 중추적인 역할을 하고 우주-항공, 정보-통신, 에너지-환경, 기계-재료 및 생물공학 분야에서 전세계적으로 우위를 점유하고 있는 프랑스의 R&D정책, 규모, 대형기술사업 등을 분석함으로써 향후 과학기술정책에 도움을 주고자 한다.

산업기술 혁신에 49% 투자

〈공공분야 R&D의 규모·방향〉

1990년대 초에는 국민총생산에 대하여 R&D에 대한 자금 투자비율이 정체되었으며, 1992년에는 심지어 전년도에 비하여 감소되었다.

R&D 투자는 민간 기업에서 8백40억프랑을 투자하였고 국가가 8백70억프랑을 투자하였는데 국가투자부문중에서 2백75억프랑이 국방 R&D였다. R&D 자금 집행규모는 민간연구소에서는 1천70억프랑을 R&D로 집행하였고 CNRS와 대학에서 2백64억프랑을, 공공연구소가 민간용으로 2백38억프랑을, 군사목적으로 1백29억프랑을 집행하였다.

산업체 연구소는 민간용 공공투자부문에서 9.8%를, 군사용 공공투자부문에서 13.2%의 재정 지원을 받았으며, 산업체가 지출한 R&D 비용중 4%가 연구계약 형태로 공공연구소에 지불되었다.

R&D 지출 총액 1천7백10억프랑의 집행 규모별 순서는, 산업기술 혁신분야 49%, 국방 16.1%, 기초연구 및 고등교육분야 15%, 공공정책지원 8.5%, 그리고 대형 민간기술사업(우주·항공, 전자·통신, 원자력) 8.4%

의 순이다.

연구소 유형에 따른 R&D 자금 집행을 분류하면 민간기업연구소가 62%, 고등교육기관연구소가 15%, 공공연구소가 15%, 국방관계연구소가 7.5%를 집행하였다.

프랑스 연구기관에 종사하는 인원은 30만명에 달하며 이중에서 11만5천명이 연구원, 공대를 졸업한 기술자이며, 이들 11만5천명중 56%에 해당하는 6만5천명이 산업체 연구에 참여하고 있고, 나머지 4만5천명이 민간 공공연구소에서 종사하고 있다.

8백70억프랑에 달하는 공공 재정지원을 용도별로 보면 다음과 같다. 32%가 국방관련 연구이며, 30%가 기초연구 및 고등교육에, 16.7%가 공공정책 지원에, 그리고 16.4%가 대형 민간기술사업에 투자되었다. 우주분야에 투자한 금액은 공공 R&D지출의 16.1%를 차지하여 R&D의 17.6%를 차지하는 공공정책 지원과 거의 비슷하며 항공과 원자력분야도 각각 공공 R&D지출의 10%를 차지하였다. 그러나 주목할 것은 기초연구 및 고등교육분야가 가장 많은 30%를 차지하는 것이다.

약 1만명의 박사학위자가 1992년에 배출되었는데 이 숫자는 의학박사를 제외한 것이며, 1988년의 8천명에 비하여 25%가 증가한 것이다. 연구 석사와 전문 석사는 1987년에는 2만7천명이었으나 1992년에는 4만4천명으로 55%가 증가하였다. 공과대학 졸업자는 1만7천명으로 박사학위 소지자보다 월등히 많다. 연구 석사/전문 석사학위의 2/3는 인문사회 계열이다.

그러나 박사학위의 경우는 석사학위에서의 자연과학과 인문과학의 분포와는 반대로 62%가 자연과학분야이다. 박사 연구장려금은 1991년은 1988년에 비하여 46%가 증가되었으며 1994년에는 1988년에 비하여 63%가 증가하였다.

R&D지출 분포 대기업이 60%

〈산업체의 R&D 규모 · 방향〉 2차 산업분야는 물론 서비스분야에서 기술혁신, 비물질적 투자 그리고 기술이 기업의 성장에 핵심요소지만 R&D 또한 중요한 역할을 한다. 1982년에서 1992년 사이에 R&D를 하는 회사 수가 1천3백개에서 2천7백개로 증가하였다. R&D를 수행하는 회사들을 산업분야별로 보면 89%가 2차 산업이며 서비스업에서 6.5%, 1차 산업에서 4.8%이다. 2차 산업부문중에서 24%가 전자부문이며 17%가 우주항공부문이다.

프랑스 기업체의 R&D 지출은 OECD 내에서는 6.9%를 차지하고 EU에서는 23.1%를 차지한다. 우주항공에서는 OECD에서 11%이며 EU에서는 40%를 차지한다. 그런가하면 시설재에서는 OECD의 4% 정도에 그치고 EU에서는 15.6%에 지나지 않는다.

전기부문은 프랑스가 우주 항공 다음으로 OECD 내에서 7.2%를 차지하며, EU 내에서 24.9%를 차지한다. 1982년에서 1992년사이에 프랑스는 우주 항공분야에 특화가 심화되었다. 반면에 전자 및 화학분야에서는 상당히 감소하였다.

산업체에서의 R&D에서 공공계약은 우주 및 항공분야에서 아주 중요하여 프랑스 기업 R&D 전체의 7.7%와 5.7%를 각각 차지한다. 1천3백억프랑의 산업체 R&D 자금중에서 공공 재정지원이 15.2%를 차지하고 기업체에서의 공공재정지원이 16.1%이며, 개발촉진지원금은 1.7%로 아주 비중이 낮다. 기업체에서 사용한 R&D 지출에서 81.3%가 내부지출이며 18.7%가 외부지출(하청)이다.

R&D 지출 금액으로 보면 우주 항공과 전자부문이 기업체 R&D의 20%와 22%를 차지한다. 그 다음으로 제약, 시설재, 육상수송 그리고 화학이 각각 10%씩 차지한다. 나머지 산업분야에서는 R&D가 거의 없어서 총 9.1%에 지나지 않는다.

R&D지출 분포를 회사의 크기로 보면 대기업이 60%를 차지하고 중형기업과 소기업이 각각 20%씩 차지한다. 37억프랑의 연구 세제 지원금은 서비스분야와 노동집약분야에 각각 27.5%와 19.5%가 배정되는 등 특정 분야에 집중되어 있다.

〈산업체의 기술혁신〉 산업체에서의 혁신을 조직혁신과 기술혁신으로 나눌 수가 있다. 또한 기술혁신은 제품혁신과 공정혁신으로 나누어진다.

프랑스 산업체의 기술혁신 현황을 기술혁신 회사의 수, 매출액 비율, 회사 규모별, 규모별 산업분야의 분포, 기술혁신의 종류 및 조직개혁의 측면에서 살펴보았다.

산업체를 3개의 군으로 분류하여 기술혁신 산업체, 혁신가능 산업체, 비혁신 산업체로 나누었을 때, 1990년의 전국적인 조사결과에 따르면, 20명 이상의 고용인을 갖는 산업체의 숫자는 2만5천개로서 이중 3천5백개인 18%가 지난 5년 사이에 기술혁신을 한 것으로 조사되었다. 이 18%는 프랑스 산업체 총매출의 41%를 차지하

며, 프랑스회사의 평균보다 규모가 2.3배 더 큰 회사들이다.

전혀 기술개혁을 하지 않은 회사는 31%를 차지하고 있으나, 총매출액의 11%만을 차지하고 있어서 아주 영세한 회사라는 것을 보여 준다. 기술혁신 가능회사는 총 회사수의 51%를 차지하며, 매출액도 48%로 거의 절반 수준으로 회사 규모도 프랑스의 평균 규모와 비슷하다.

최근 5년, 업체 18%가 기술혁신

산업분야별로 보면 고도의 R&D가 행해지는 분야인, 우주 항공, 전자, 제약분야가 기술혁신 회사의 약 30%를 차지하며, R&D가 중간 정도인 산업분야인, 산업재, 육상 교통, 화학분야는 약 22%를 차지하며 천연자원 집약산업분야에는 16.1%이다. 그러나 노동집약분야에는 13.3%가 기술혁신을 하고 있는 것으로 나타났다.

기술혁신을 하지 않고 있는 회사의 비율이 전자와 우주 항공분야가 화학 및 육상 교통분야보다 높게 나타났으며, 화학, 육상 교통분야는 혁신 가능성이 있는 회사가 60%나 된다. 노동집약적인분야에서는 기술혁신면에서 부진한 것은 프랑스와 같은 선진국에서는 노동력이 비싸기 때문에 아주 좋지 못한 상황이다.

매출액으로 본 산업분야별 기술혁신 분포는 천연자원집약산업이나 노동집약산업분야에서 기술혁신이 일어나지 않는 비율은 각각 18.2%와 21.2%를 차지한다. 또한 2차 산업계에서도 기술혁신을 하지 않는 회사의 매출액이 7.2%를 차지한다. 혁신가능 회사 중에서 산업재와 화학분야에서 매출액의 58.2%와 64.6%를 각각 차지하고 있는 것은 유의할 일이다

회사의 규모로 본 기술혁신을 분류하면 대기업(종업원 2천명 이상)은 기술혁신을 하였거나 기술혁신이 가능한 회사이며, 5백~2천명의 중간 규모나 5백명 이하의 소규모 회사의 경우 모두 기술혁신 가능 회사가 약 53% 정도이다.

또한 중간 규모에서는 36% 이상이 기술혁신 회사이며, 소규모에서는 17%가 기술혁신 회사이다. 소규모 회사의 30% 이상이 기술혁신이 없는 회사인 반면에 중간규모 회사에서는 10.5%만이 기술혁신이 이루어지지 않고 있다.

3천5백여개의 기술혁신 회사에 대하여 산업분야별 분포와 비중을 보면 산업재분야가 22.1%이며 노동집약적인 분야가 25.7%이며, 천연자원 집약분야가 28%로 가장 높다.

한편, 매출액 비율로 보면 이 세 분야를 합하여도 50% 이하이다. 이는 이들 분야의 기술개혁 회사가 기술개혁 회사의 평균 규모보다도 작기 때문이다. 반면에 육상 수송, 화학, 전자부문은 총매출액의 16.9%, 15%, 11.1%를 차지하고 있다. 규모면에서는 기술혁신 회사 중에서는 87.4%가 종업원 5백명 이하의 회사가 차지하고 있다. 이들 회사의 매출액 비는 기술혁신 회사 총매출액의 21.9%를 차지한다.

반대로 2천명 이상의 대기업은 회사수에서는 2.3%를 차지하나 매출액에서는 51.3%이다. 소규모기업 전체중에 17.1%가 기술혁신을 하고 있으며, 총 소규모 회사 매출액의 21.9%를 차지한다.

기술혁신은 제품혁신과 공정혁신의 두 종류로 나누는데, 이 두 종류에 따른 회사 유형별 분포는 1990년에서 1992년 사이에 기술혁신을 한 회사중에서 제품혁신이 66%이며 공정혁신이 60%이다. 혁신가능회사의 경우에는 제품 혁신이 50%이며 공정혁신이 33%이다.

한편, 기술혁신 보호책으로서 특허가 제품혁신 보호에 효과적이라고 생각하는 프랑스 기업은 45%이며, 31%가 공정혁신 보호에 특허가 유용하다고 생각한다.

모델 등록도 제품 및 공정의 보호에 중요하다고 생각하나, 이 비율은 특허보다는 낮은 21%와 11%를 차지하고 있다. 그러나 비밀 유지로 기술혁신을 보호할 수 있다고 생각하는 회사는 공정혁신부문이 57%, 제품혁신부문은 36%로 모델 등록과는 반대되는 경향을 보였다.

마지막으로 조직혁신의 제도를 살펴보면, 1991년 조사에 따르면 대다수의 회사들이 기술혁신 특히 제품혁신을 하기 보다는 조직혁신을 통하여 혁신을 이루려 하고 있다는 것을 보여준다. 또한 기술혁신을 하는 회사의 86%가 조직혁신을 대대적으로나 혹은 상당한 규모로 한 것으로 밝혀졌다.

이와 같은 조직혁신은 기술혁신 가능회사와 기술혁신이 없는 회사의 경우에도 각각 85%와 67%로 아주 높다. 그러나 기술혁신 가능회사와 기술혁신이 없는 회사의 경우에 이와 같은 높은 조직혁신이 기술혁신을 위한 준비인지 아니면 기술혁신을 대신하는 것인지 하는 문제는 아직 남아 있다.

조직혁신의 목적을 살펴보면 회사의 기술혁신 유형에 관계없이, 첫째로 제

품의 질을 개선하고, 둘째로 주문 시기와 배달 시기의 시간 격차를 줄이고, 셋째로 재고를 줄이는 것이 우선이다.

그 다음으로 생산공정 변화 적응과 차별화 증가부분은 4위와 6위이다. 또한 종업원수 감소도 모든 유형에 35% 정도를 유지하고 있다. 또한 이와 같은 목적으로 이루어진 조직혁신의 효과를 보면 생산자동화 증가(67%), 최종 제품의 다양화(61%) 순으로 나타났으나 주문과 배달사이의 기간단축 효과도 큰 것으로 보인다.

대형기술사업은 국가서 지원

〈대형기술사업〉 대형기술사업은 복합 기술체의 공업 생산을 목적으로 하는 특성을 갖고 있다. 즉, 항공기, 발사장치, 인공위성, 핵반응기 등으로써 국가가 직접 혹은 간접적으로 고객이 된다.

또한 대형기술사업은 전략적인 차원의 특성을 갖는데, 민간 성격을 띠든 혹은 군사적인 성격을 띠든 군사적인 면, 에너지, 기술 산업적인 면에서 국가기술 자립에 그 목적을 두고 있다. 이 대형기술사업에는 민간공공 재정지원 및 군사적 공공 재정지원이 투입되며 수십년간 지속되는 장기적인 사업이다.

또한 대형기술사업은 주로 국가가 재정 지원을 하나, 수행 주체기관은 분야에 따라 아주 다양하게 공공 연구소나 산업체 연구소에서 수행되고 있다. 주관 기관별로 4개 분야에 대하여 민간 재정지원의 규모를 살펴보면 다음과 같다

• 우주분야

대형기술사업의 재정지원은 90% 이상이 국립우주연구소로 지급이 되며 이 비율은 주목표나 주목표와 부수적인 목표를 고려하여도 대동소이하다. 이에는 유럽우주국의 프랑스 담당분도 포함이 되어 있다. 대형기술사업은 민간 R&D 예산의 20% 가까이 차지하고 있다.

• 항공분야

대형기술사업은 우주분야 대형기술사업과 사정이 비슷하여, 시설, 주택, 운수, 관광부 산하의 민간항공총국이 98.9%의 재정 지원과 촉진을 총괄하며, CNRS는 0.1% 정도만 관여한다. 항공 대형기술사업이 민간 R&D 예산의 5%를 차지한다.

• 핵분야

대형기술사업은 국립원자력청이 중심 주관기관이고 CNRS도 상당한 역할을 한다. 이 두 기관은 앞의 두가지 대형기술사업과는 달리 주관기관인 국립원자력청 자체가 공공 연구기관으로써 자체 내에서 연구를 수행하고 있다. 핵분야 대형기술사업이 민간 R&D 예산의 7%를 차지한다.

• 전자-정보-통신분야

대형기술사업은 다른 대형기술사업과는 여러 가지 면에서 아주 상이하다. 우선 사업의 목적이 비행기, 발사체, 인공위성, 원자로 등과 같이 기술 집약체로 되어 있지 않고, 국가적인 차원에서 기술적, 과학적, 산업적인 역량을 고양하는 것이다. 따라서 주 목표와 부수 목표 사이에 상당한 차이가 있다.

또한 이 사업에 관여하는 기관도 상당히 다양함을 보인다. 산업부가 재정지원면에서 가장 중요한 역할을 하나, 주 목표 분야에서도 총 예산의 50%도 미치지 못하고 있다.

또한 고등교육 및 연구부와 국립연구기업화진흥공단(ANVAR)도 재정지원에서 중요한 몫을 하고 있다. 국립원자력청과 CNRS도 아주 중요한 역할을 하고 있으며, 이 사업 예산의 30%를 부담한다. 전자-정보-통신분야 대형기술사업은 민간 R&D 예산의 10%를 차지한다.

한편, 대형기술사업에서의 군사 및 민간을 포함하는 공공 R&D 재정지원은 3백57억프랑으로 민간 R&D 재정지원이 1백55억프랑으로 45%를, 군 R&D 재정지원이 2백2억프랑으로 55%를 차지한다. 대형기술사업에서의 국방 R&D 재정지원은 민간 R&D 재정지원과 그 구조가 달라 항공분야가 35.9%, 우주분야가 31.9%, 핵분야가 22.7%이며, 통신분야가 9.5%로 다른 분야보다 떨어진다.

민간 및 군사용 대형기술사업의 R&D 시행 구조를 보면 각 분야마다 상당히 다르다. 핵분야는 다른 분야와는 달리 전적으로 군 내지 특수목적 공공기관에서 수행되고 있다. 그리고 나머지 세 개의 사업분야도 각각 특징을 갖고 있다.

우주분야사업은 60%가 민간기업에서 수행되고 있지만, 국립우주연구소가 중요한 역할을 하고 있으며, 항공분야 사업은 군 연구소에서 33.6%로 많은 부분을 차지하고 나머지는 기업체 연구소에서 65.2%를 수행하고 있다. 통신분야 사업은 80% 가까이를 기업체 연구소에서 수행한다. ST