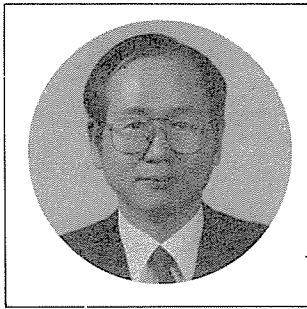


# 기술의 씨앗을 뿌리자

- 기초과학성과 조금한 기대말아야



姜 博 光

기초과학연구지원센터소장

## 1. 일본은 21세기에 기술소국이 된다는 주장

일본의 기술은 하이테크 분야를 위시해 태반의 제조업에서 세계 톱 레벨에 달했다. 칼라 TV, VTR, 자동차 등의 내구성 소비재의 생산량은 이미 세계 제일이다. 그 기초소재인 반도체도 세계 생산량의 40%를 넘었다. 최근에는 기술대국 미국의 심벌인 슈퍼 컴퓨터 까지 일본이 따라잡았다. 따라서 대부분의 사람들은 일본은 21세기에는 기술 패권국이 된다고 생각하고 있다.

그러한 생각이 주류인데 반해 일본은 21세기에 가서 기술 소국으로 전락할지도 모른다는 반론을 주장하는 사람이 있다. 그 사람은 바로 제1장에서 언급한 바 있는 고 이병철 회장을 만나 반도체 사업에 도전하지 말라고 권고한 일본 동북대학의 니시자와 교수이다. 최근에 출간된 그의 저서 “기술대국, 일본의 미래를 읽는다”에서 그의 반론을 다음과 같이 설명하고 있다.

첫번째 이유는, 일본이 지금까지 세계 제일의 자리를 굳힌 기술의 태반이 구미로 부터 도입한

기술을 응용하거나 개량한 것으로 소위 말하는 모방기술 즉 남의 흉내 밖에 내지 못한 기술이라는 점이다. 지금까지의 일본의 기술을 총괄해 보면 제품과 직결된 실용기술이나 응용기술의 개발이 주종을 이루고 있으나 새로운 산업을 창출하는 기초기술은 거의 없었다. 바로 이 사실 때문에 구미 제국으로부터 기초기술에 있어 “무임승차”를 한다는 비난을 받고 있는 것이다. 무임승차는 지금까지 허용되었다고 하기보다는 보아도 모른척해 주었다고 해야 할 것이다. 그러나 금후에는 모른척하지는 않을 것이 확실하다. 근래에 구미 제국이 주로 일본의 하이테크 산업을 겨냥하여 지적 소유권을 강하게 주장하는 등 여러가지 형태로 압력을 가하고 있는 것은 주지의 사실이다.

두번째 이유는, 일본이 지금까지 원천기술 공급원으로 의존해 오던 미국의 기반기술에, 특히 제조기술에 연관하여, 확실한 쇠퇴의 증후가 보이기 시작한 것이다. 미국의 반도체는 이미 세계 총생산량의 수 퍼센트에 지나지 않게 되어 조만간 기억용 반도체 생산을 포기할지도 모른다. 공

업제품이라는 것은 원래 생산능력이 떨어지게 되면 결국에 가서는 도태되는 운명에 처하게 된다. 과거에 미국이 로켓트를 쏘아 올렸을 때 막대한 수의 부품을 하나 하나 시험해서 그것을 불량품 하나 없이 만들고 조립하여 로켓트를 쏘아올리는 위업을 달성했다. 이러한 사업은 당당히 일본으로서도 상상도 할 수 없는 일이었다. 그런데 지금은 일본의 로켓트는 날고 있으나 미국의 서들은 문제가 발생하고 있다. 다시 말하면 미국의 기술은 쇠퇴의 길에 접어들었다. 이를 보고 일부의 사람들은 미국의 쇠퇴는 곧 일본의 부상이라 착각하는 경향이 있다. 이는 이만 저만한 착각이 아닌 잘못된 생각이다. 미국이 쇠퇴하면 앞으로는 기초기술을 가르쳐 줄 수 없게 되고 일본은 원천 기술의 공급원을 잃어버리게 되는 것이다. 기술의 선행지표가 없다면 일본은 도대체 무엇을 만들 수 있을 것인가.

세번째 이유는, 신흥 공업국들의 맹렬한 추격으로 심각한 도전을 받게 된다는 것이다. 앞서 언급한 것처럼 일본의 강점은 주로 제조기술이다. 그러나 제조기술은 생산설비에 체화되는 기술이기 때문에 시간이 가면 숙련도가 올라가 습득할 수 있기 마련이다. 일본도 과거에 기술기반이 취약했으나 도입된 설비를 운영하는 과정에서 응용 기술이나 실용기술을 터득하게 되고 구미와 비슷한 물건을 만들어 팔 수 있었다. 이와 같이 생산 기술은 기술기반이 약한 신흥공업국도 충분히 모방할 수 있는 것이다. 생산기술이라는 것은 결국은 코스트로 승부를 겨루는 것이기 때문에 생산 코스트 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 인건비가 낮은 나라에서는 선진국을 따라잡는 것이 크게 어려운 것은 아니다. 이미 신흥공업국에서는 어느정도 일본을 따라잡을 수 있는 조건을 구비한 나라가 있다. 이와같이 일본은 빠른 속도로 신흥 공업국의 추격을 받는 한편 모방해야 할 중주국인 미국측은 약해지고 있어 앞뒤로 서서히 활동 범위가 좁혀지고 있는 형편이다.

이러한 애로를 타개하기 위하여는 여유가 남아 있는 지금에 선행 투자를 하여두지 않으면 안된다. 지금이야말로 대형산업으로 성장해갈 가능성

을 기대할 수 있는 첨단분야를 모색해야 할 때이다. 이를 위하여는 그것의 근본이 되는 “기술의 씨앗”을 찾아내는 기초연구를 통해 활로를 찾아내지 않으면 안된다.

그러나 유감스럽게도 이 분야의 일본의 현황은 한때 지방과 같다고 할 수 있다. 창조 기술의 필요성은 오래전부터 말하고 있었으나 현실은 여전히 외국 기술의 흉내 내기에 바쁘고 개량 정도가 고작이다. 그뿐만 아니라 초전도로 법석을 떨고 있는 것 처럼 해외에서 경제적 가치가 있을 법한 새로운 현상이 발견되면 그때서야 인원과 돈을 쏟아 부어 구미의 과학자들의 빈축을 사는 풍조는 최근 오히려 더욱 빈발하는 실정이다. 이러한 악패를 근절하고 세계와 협조적인 분위기를 만들기 위해서도 기초과학의 충실화는 무엇보다도 급선무이다.

원래부터, 아무도 생각하지 않는 미지의 분야에 손을 뻗쳐 그것을 산업화에 까지 끌어가는 것은 쉬운 일은 아니다. 성공율도 낮고 신제품의 개발속도도 느리다. 또한 무엇보다도 시간이 걸리는 일이다. 그러나 이를 외면하면 일본은 기술소국으로 전락할지도 모를 일이다.

미국 과학자들은 일본 기술에는 제네릭(generic)한 것이 없다고 말한다. 이때 제네릭이란 말의 뜻은 두가지 의미를 갖는다. 그중 한가지는 제네럴(geral) 즉 일반적으로 광범히 사용된다는 의미인 “범용성”을 의미한다. 다른 한가지는 제네레이트(generate) 즉 새로운 것이 거기로부터 생겨난다는 의미로 “독창성”을 의미한다. 이 경우는 후자를 의미하는 것이다.

일본의 기술에 창조성이 부족하다는 것에 반론을 제기하는 사람도 있다. 그 주장의 근거는 일본의 특허출원 건수가 미국보다 월등히 많다는 것이다. 1985년이 특허출원 건수는 일본이 33만 건인데 비해 미국은 그의 3분의 1수준인 11만 건에 지나지 않았다. 특허건수만 보면 그러한 주장은 근거가 있어 보이나 실상은 그렇지 않다. 특허의 내용이 중요한 것이다.

일본의 특허중에 압도적으로 많은 것은 응용특허이고 기본특허는 거의 없다고 해도 과언이 아

니다. 예를 들면 누군가가 전기 기계의 신제품으로 기본특허를 내면 일본 사람은 그후로 그기에 색다른 스위치 하나를 부쳐 응용특허를 출원한다. 그러나 색다르고 편리한 스위치를 부친 기계는 상품가치는 더 좋아지게 마련이다. 바로 이 때문에 일본은 구미로부터 비난을 받고 있는 것이다. 특허 출원 건수가 독창성이 기준이 될 수 없는 것은 이 때문이다. 독창성이 부족하다는 단적인 증거는 미국에 비해 노벨 수상자가 비교도 되지 않을만큼 적은 것이다. 이 사실을 보더라도 일본은 기초과학에 있어 미국을 따라가기에는 갈길이 멀다는 것을 알 수 있다.

이상이 니시자와 교수가 일본은 21세기에 기술 소국이 될지도 모른다는 논거이다. 그의 논리의 핵심은 기초과학을 게을리 하면 기술 보호주의의 심화 때문에 기술발전의 한계에 봉착하고 만다는 것이다.

## 2. 과학: 그 끝없는 전선

제2차 세계대전이 진행중이던 1941년에 미국의 루즈벨트 대통령은 대통령 직속기관으로 과학 연구개발국을(Office of Scientific Research and Development, OSRD) 설치했다. OSRD의 임무는 대학과 민간기업의 기술능력을 활용하여 전쟁수행에 필요한 연구개발을 장려하고 감독하는 것이었다. 예를 들면 독일의 런던 공습 저지를 위해 MIT에 레이더연구소를 설치해 레이더 개발을 성공적으로 수행하는 등의 업무이었다. OSRD의 국장은 당시 카네기 공대학장 바네바 부쉬(Vannevar Bush) 박사가 임명되었다.

제2차 대전 말엽인 1944년 11월 루즈벨트 대통령은 부쉬 국장에게 전시중인 OSRD가 개발 촉진 고도의 군사용 기술을 전후에 민간에 개방하고 OSRD를 평화시의 과학기술 개발기관으로 전환하기 위한 보고서를 작성토록 지시했다.

이에 따라 부쉬 국장이 작성한 보고서가 “과학 : 그 끝없는 전선”(Science : The Endless Frontier)이란 보고서이다. 이 보고서에 의해 미국 국립과학재단이(National Science Foundation) 설립되어

미국의 기초과학을 세계 최고수준에 끌어 올리는데 결정적 역할을 한다. 앞서 말한 일본의 니시자와 교수가 기초과학 수준에 있어 미국이 월등한 일본의 기술은 미국을 따라잡았다고 할 수 없다고 단언한 것도 이 미국국립과학재단의 이루어 놓은 철용성이 난공불락이란 의미로 해석할 수 있다. 부쉬박사는 그의 보고서 서론에서 다음과 같이 기록하고 있다.

보고서 서론에서 다음과 같이 기록하고 있다.

“우리는 누구나 페니실린이란 새로운 약이 음울한 전쟁터에서 처참한 상처를 입은 병사에게 무엇을 의미하는가를 잘 알고 있다. 수많은 생명을 건지고 헤아릴 수 없는 상처의 고통을 막아 내었다. 과학과 이나라의 훌륭한 두뇌가 이 위업을 이루어내었다.

우리는 레이더가 적군을 무찌르는 위력적 수단임을 연합군이 나치독일을 제압하고 태평양 섬의 요새에서 일본을 물러가게 할 때 눈으로 확인했다. 이 또한 여러해에 걸친 피눈물나는 과학적 연구로 레이더는 생겨났다.

헤아릴 수 없는 월급봉투가 매월 채워질 수 있는 것은 새로운 제품과 새로운 산업이 태어나 수많은 국민의 일자리를 만들어 내기 때문이라는 것을 우리는 잊을 수도 있다. 그것 역시 과학이 가능하게 만드는 것이다.

1939년에 취직할 수백만명의 사람들은 일차 세계대전 말 당시에는 들어보지도 못한 새로운 산업에서 일자리를 구했다. 라디오, 에어컨, 레이콘, 합성섬유, 플라스틱 등의 업종이 그것이다. 그러나 이들 만으로 신산업의 출현이 끝난 것은 아니다. 우리의 과학적 역량을 힘껏 발휘하면 이들은 시작에 불과하다. 우리가 자연법칙을 탐구하고 이로 부터 얻은 새로운 지식을 실용 목적에 활용토록 노력하는 한 새로운 제조업은 연이어 생겨나고 기존 산업은 개량되어 확대해 갈 것이다.

과학의 발전이 실용화 될때 더많은 월급, 더많은 작물 수확, 더많은 휴가기간 들이 우리에게 주어지고 창세기 이래 보통 사람들에게 지워진 무거운 노동의 짐을 보다 덜 지고 살아갈 수 있는 인생을 만들어 가게한다. 과학의 발전은 보다 나

은 생활수준, 보다 나은 질병예방과 치료, 한정된 자연자원의 보존, 그리고 침략에 대한 확실한 방위 수단을 가져다 준다. 그러나 이들 목적을 달성하기 위해서는, 다시말해 높은 고용 기회를 보장하고 세계의 지도자적 위치를 유지하기 위하여는, 새로운 과학적 지식의 창출과 확산은 계속되고 확대 되어야만 한다.

미국의 발전을 지속하게 하는 것은 주로 세가지 요인이 버팀돌이 된다. 즉 민주주의 하에서 맹렬한 국민성의 자유로운 발현, 풍부한 자연자원의 부존, 그리고 과학의 발전과 적용이다.

과학 그 자체로서는 개인과 사회와 경제의 만병통치약이 될 수 없다. 과학은 국민 민복에 있어 하나의 수단이다. 그러나 과학의 발전 없이는, 타분야의 어떠한 노력도, 근대적 국가로서 필요한 건강과 번영과 안전을 보장할 수 없게 된다.

정부는 새로운 개척 전선의 확대를 추진해야 한다. 이것은 기본적인 미국정책이다. 미국 정부는 해양개척 선박에 바다를 열어주고 서부개척자를 위해 땅을 제공했다. 이러한 고전적 의미의 개척 전선은 거의 사라졌으나 과학의 개척 전선은 영원히 남는다. 개발을 목적으로하는 새로운 개척 전선에의 참여 기회를 모든 미국 시민에 보장하는 것은 미국의 전통이며 이러한 전통은 미국을 위대하게 만들었다. 건강과 복지와 안보는 정부의 중요 정책 목표이며 이들의 향상을 위한 과학의 발전은 정부의 핵심정책 목표가 되어야 함은 당연한 것이다.

미국 정부는 정부수립 초창기 부터 과학발전을 적극적으로 장려해 왔다. 19세기를 통하여 해안 지리측량소, 해군천문관측소, 지질조사소 등을 설립했다. 대학의 연구활동 지원 역사는 80년을 넘었다. 1900~1939년간 연방 정부 직속의 국립기관 형태로 설립된 연구기관은 40여개에 달한다.

이러한 국립 연구기관들은 통상적으로 말하는 기초연구도 아니고 실용화 연구도 아닌 중간적 성격의 연구를 담당하고 있다. 국립연구기관의 연구활동은 궁극적으로는 실용화를 목적으로하나 기본적으로는 국가적 관심사가 되는 장기적이고 근본적 성격의 문제해결을 모색하는 연구를

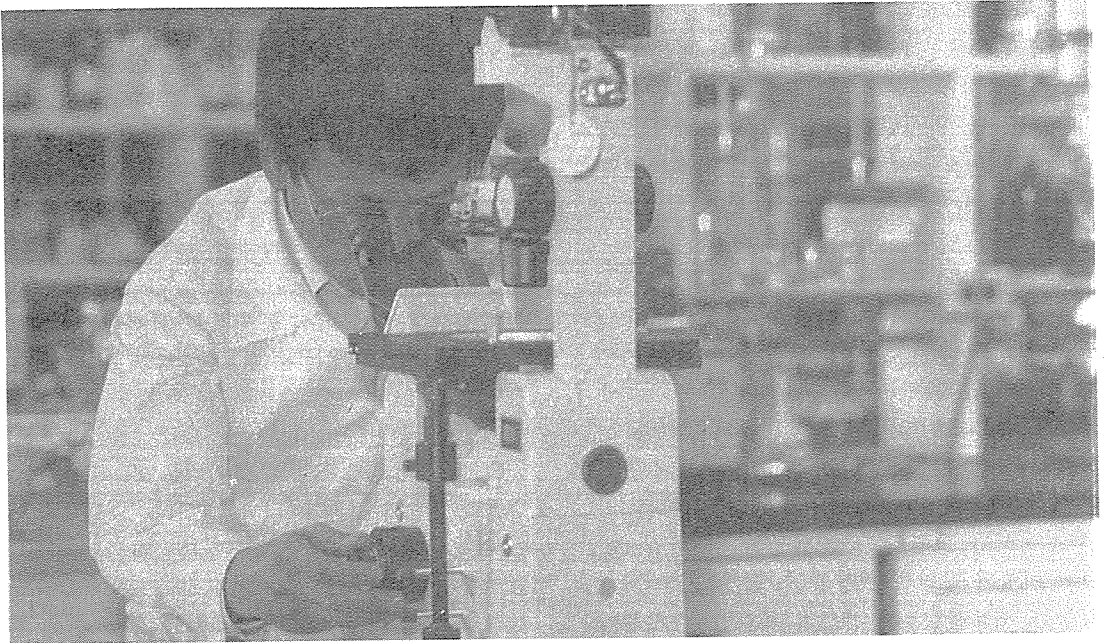
담당한다. 다시말하면 국립연구기관은 기업의 연구기관이 담당하는 단기적 실용화 목적의 연구도 아니고 대학이 담당하는 자연현상에 대한 자유로운 탐구도 아닌 중간 영역을 담당한다.

미국은 아직도 민간과 대학과 국립기관의 과학적 활동을 종합적으로 육성할 국가과학정책을 갖고 있지 않다. 또한 국가과학정책을 입안하고 펼쳐나갈 중앙행정기관을 갖고 있지 않다. 이러한 의미에서 과학은 아직도 엑스트라 역할에 머물고 있다. 과학은 이제는 무대의 중앙으로 들어와야 한다. 왜냐하면 과학 속에 우리의 많은 희망이 놓여 있기 때문이다.

대학은 기초연구의 주역이다. 그들은 지식의 샘이요 자연섭리 이해의 원천이다. 그들의 활동이 왕성하고 건장하며 그곳의 과학자들이 진리의 탐구를 자유롭게 추구하는 한 새로운 과학적 지식의 도도한 흐름은 그것을 필요로하는 모든 사람들에게—즉 새로운 지식을 실용 목적에 적용하기 원하는 정부든 민간이든—풍요롭게 공급될 것이다.

우리는 전쟁을 치르는 동안 정부 주도로 과학을 전쟁에 성공적으로 활용하는 지식과 경험을 쌓았고 이들 경험과 지식은 민생목적에 훌륭히 활용할 수 있을 것이다. 그러나 전시의 국가연구관리방식과 체제를 평시의 그것으로 전환하는데는 특별히 주의를 요하는 것이 있다. 그것은 관료적, 행정적 구속을 풀어야 하는 일이다. 연구의 자율성(freedom of inquiry) 보장은 건전하고 경쟁적인 과학적 정신과 기백을 고양하고 과학적 지식의 개척 전선을 지속적으로 확대해 가기 위해 필요 불가결한 것이다. 다양한 분야의 과학발전은 지성의 자유로운 활동(free play of free intellects), 스스로 선택한 명제의 자발적 추구, 미지의 세계 탐구에 대한 스스로의 몰입으로 성취되는 것이다.

연방정부의 각 부처에 소속된 연구기관은 다수가 있다. 그들은 과학의 새로운 분야를 개척하기 보다는 그 부처의 관심사가 되는 연구를 수행하고 있다. 이러한 의미에서 새로운 과학적 지식의 창출과 과학적 талан트를 가진 인재의 양성을 촉



진할 업무를 전담할 국가기관의 신설이 필요하다. 이를 위해 국립연구재단(National Research Foundation)의 설립을 제안한다.

정부가 지원하는 모든 과학적 연구사업은 자율성 보장이 중요하나 기초연구 촉진을 담당할 국립연구재단의 경우 다음 5개 항목에 준하는 자율성 보장이 없이는 설립 목적의 실효성을 기할 수 없을 것이다.

1) 장기적 연구가 가능토록 적어도 수년간의 안정적 자금지원이 가능해야 한다. 기초연구는 장기간을 요한다. 단기 지원으로 즉시 효과를 기대 한다면 그것은 이미 기초적 성격이 아니다. 따라서 5년 이상의 장기연구 지원이 가능한 성격의 자금 마련이 필요하다.

2) 연구자금을 관리하는 행정당국의 연구관리 요원은 연구관리만을 장기간 전담할 수 있는 전문가로 구성되어야 한다. 그들은 과학적 연구의 특성을 확실히 이해하고 폭넓은 과학적 지식과 경험을 가진 전문가 이어야 한다.

3) 연구관리 당국은 계약연구 또는 무상출연 형식으로 연구사업을 지원해야 하며 자체연구 수행은 하지 않아야 한다.

4) 대학 또는 기타 기관의 기초연구 지원에 있어서는 계획입안, 인원동원, 연구범위 및 방법의 결정 등의 연구관리를 당해 대학 또는 연구기관이 자율적으로 수행할 수 있는 권한이 보장되어야 한다. 기초연구에 있어서 이는 특히 중요하다.

5) 이러한 행정당국은 대통령 직속 기관이어야 한다.

이상이 바네바 부쉬 박사가 루즈벨트 대통령에게 작성 제출한 “과학 : 그 끝없는 개척 정신”이란 보고서의 기본 철학과 핵심사업 부분을 설명하는 대목이다. 한마디로 말해서 “기술의 씨앗”을 만든 기초과학 육성은 국가의 백년대계를 위하여 국가가 반드시 담당해야 할 업무라는 것이다.

바네바 부쉬 박사가 제안한 국립연구재단의 개념은 기초과학 육성과 과학 인재의 양성을 주 임무로 하되 민간, 대학 및 국가의 과학기술 활동을 총괄하는 국가 과학기술정책의 입안과 조정역할을 수행할 수 있는 권한이 주어진 기관 설립을 의도하고 있었다. 그러나 미국 의회와 연방정부의 심의과정에서 그러한 강력한 권한이 주어지는 부분은 삭제되고 기초과학과 과학인재 양성을 주 임무로 하는 기관으로 축소 조정되어 국립과학재

단(National Science Foundation)이 1950년에 탄생되었다. 일본의 야꾸시지 타이조 교수는 그의 저서 “테크노헤게모니”에서 다음과 같이 기록하고 있다. “만약 바네바 부쉬 박사가 제안한 바와 같은 과학기술 개발을 총괄하는 국가기관이 그당시 미국에 설립되었다면 일본과 같이 산업기술을 전략적으로 육성하여 미국 기업의 절대 기술우위를 유지할 수 있었을 지도 모른다.”

바네바 부쉬 박사의 제안 중에서 우리가 주목해야 할 몇가지 중요한 점이 있다.

첫째로 미국은 그당시 각 부처 소속 연구기관이 40여개나 되고, 자동차 왕국이라 불리울 정도의 세계 제일의 산업기술력과, 원자탄을 만들 수 있는 군사 기술력을 가진 과학기술 왕국이었다. 그런데 왜 새로운 과학적 지식의 창출을 전담할 새로운 국가기관이 별도로 필요하다고 생각했을까 하는 점이다. 이는 열매를 따먹고자 하면 반드시 씨를 심어야 한다는데 비유할 수 있다. 미국의 기술은 구라파의 과학에서 얻어진 열매이다. 2차 대전 당시만해도 미국은 기술력은 우수하나 그 씨앗이 되는 과학에서는 구라파가 단연 우세했다. 원자탄도 구라파에서 이주한 과학자들이 만든 것이다. 그러기에 대전중에 미국과 소련이 구라파 과학자의 쟁탈전을 벌린 것은 유명한 이야기이다. 바네바 부쉬 박사는 기술의 씨앗을 뿌리는 일을 하자고 한 것이다. 일본이 지금에 와서 창조성의 결여, 다시 말하면 기술의 씨앗이 되는 기초과학 능력의 부족 때문에 무임승차하는 파렴치한 민족이란 비난을 받는 것과 같은 일을 미리 미리 막아두자는 포석이다.

둘째로 국립연구재단의 주 임무를 “새로운 과학적 지식의 창출과 과학적 талан트를 가진 인재 양성”이라 표현한 부분을 주의해 볼 필요가 있다. 즉 “지식의 창출”과 “인재양성”을 함께 묶어 이를 미국 정부가 해야할 중요한 일이라 강조한 점이다. 지식의 창출 즉 기초과학과 인재양성은 분리 관계인 것이다. 쓸모 있는 인재는 해박하고 깊이 있는 지식을 가진자이다. 급속한 과학기술 발전은 지식을 많이 가진자에서 한걸음 더 나아가서 새로운 지식을 끊임없이 창출해 낼 수 있는

과학두뇌를 필요로 한다. 대학의 기초과학 연구 활동은 이 두가지를 동시에 이루어내는 것이다.

셋째로 연구의 자율성을 강조하고 이를 위해 5개의 항목을 구체적으로 제시한 부분이다. 특히 연구자금의 파이를 나누는 역할을 담당하는 연구관리 요원은 폭넓은 지식과 경험을 가진 전문가로 구성되어야 한다는 항목은 주목할 만하다. 연구를 하는 주체는 대학교수, 박사학위 소지자 등의 고급 두뇌이며 난해한 전문지식을 구사하는 전문가 들이다. 이들의 전문영역을 이해하고 그들과 대화가 가능한 전문가 들이 연구관리를 담당해야 그들의 자율성과 자존심을 존중하고 합리적인 연구비 배분이 가능하다는 말이다. 이 취지를 살려 미국 국립과학재단의 연구관리 요원은 대학, 기업체, 국립연구기관 등에서 장기간 연구 및 관리경력을 가진 최고 수준의 전문가로 구성하는 전통을 이어가고 있다.

### 3. 기초과학, 기초연구 그리고 응용과학

기술보호주의의 강도가 최근에 우리도 피부로 느낄 수 있을 정도로 고조되고 기술은 돈만 있으면 사올 수 있다는 과거 경제정책의 기본 전제가 여지없이 무너지게 됨에 따라 독창적 기술개발 능력 문제가 대두 되고 있다. 요즘 기술의 독창성 또는 독창적 기술개발 능력과 연관하여 기초과학연구 또는 기초연구란 용어가 빈번히 쓰여지고 기초과학 분야의 학자들과 응용과학 분야의 학자들 간에 감정 대립의 문제로까지 번지고 있다. 기초과학연구와 기초연구는 외형으로 보면 단지 “과학”이란 글자가 들어 있느냐 없느냐의 차이이다. 이 두가지 용어는 과학계 이외의 일반인들에게는 같은 개념으로 받아들여지고 있으나 과학계 내에서는 그 개념이 내포하는 범위로 말미암아 이해관계가 엇갈릴 수 있어 학자간에는 용어의 선택에 신경을 곤두세우는 경우가 많다.

“기초과학연구”란 말의 “기초과학”은 협의로 해석될 경우 과학중에서도 가장 기초가 되는 과학이란 의미로 공학, 약학, 농학 등의 응용과학이 제외된 순수과학이란 의미가 된다. 다시 말하면

물리, 화학, 생물, 수학, 지구과학 등 5개분야만을 의미하게 된다. 그러나 이를 “과학적 연구중에서도 기초적인 연구”라는 의미로 해석하면 기업에서 수행하는 구체적 실용화를 목적으로 하는 연구가 아닌 새로운 지식을 추구하는 기초적인 연구란 의미가 되어 응용과학을 포함하게 된다.

한편 “과학”이란 글자가 빠진 “기초연구”란 말은 기술개발의 단계에서 볼 때 맨 처음 시작하는 단계의 연구란 의미로 기초연구, 응용연구, 개발연구 등의 단계로 이어지는 연구과정의 첫단계가 된다. 따라서 이러한 의미에서는 학문의 분야개념은 내포되지 않는다. 기초연구 단계에서는 일반적으로 구체적 실용화를 목적하지는 않고 우리가 알고져 하는 자연의 현상이나 이치를 밝혀내는 연구단계이기 때문에 모든 과학분야의 학문적 연구는 기초연구를 통해서 이루어 진다고 하겠다 따라서 기초연구는 기초과학이든 응용과학이든 모든 과학분야에서 수행하는 학문적, 기초적 연구라는 의미로 해석할 수 있기 때문에 대학에서 수행하는 모든 과학분야의 연구를 포함하게 된다. 따라서 기술의 독창성 또는 독창적 기술개발력과 관련하여 사용할 때는 “기초연구”라는 용어를 사용함이 정확하다고 하겠다.

그런데 왜 학계에서 이 용어를 두고 기초과학계 교수와 응용과학계 교수들 간에 신경을 곤두세워야 하나 하는 문제이다. 이해 관계가 없으면 관심이 없고 왈가왈부할 필요도 없을 것이다. 그 사연은 인제는 길러야 하겠으나 열악한 대학의 환경 때문에 쓸모있는 인재를 양성할 수 없는 처량한 사정에서 발단한다.

교육은 책과 흑판과 분필만 있으면 가능하다는 생각은 자연과학계 대학에는 더이상 통하지 않는 세상이 된지 오래다. 세계의 수많은 대학에서 연구발표되는 천문학적 숫자의 논문들은 나날이 새로운 이론과 지식을 발굴하여 발빠른 과학발전을 이룩하고 있다. 선진국의 대학원 과정에서는 낡은 이론을 가르칠 가능성을 배제하기 위하여 아예 교과서를 사용하지 않는 강의 과목이 대부분이 될 정도이다. 20년 전만해도 물질을 구성하는 가장 기본 단위는 전자, 양자, 중성자라고 가르쳤

으나 요즘은 그보다 더 기본적인 단위인 여러 가지 소립자가 있다고 가르친다. 이러한 상황에서 우리나라의 대학에는 연구활동이 없다 시피하여 이는 시대의 뒤 떨어진 교육을 한다는 말이 되고 그러한 교육을 받은 인제는 기업에 진출하여 당연히 첨단기술 개발에 실격이 될 수 밖에 없는 것이다. 교수님들 또한 같은 전공분야의 외국교수와 만나면 더불어 함께 이야기할 수준이 못된다고 창피를 당하게 마련이다. 이와같이 연구에 굶고 지식에 갈증을 느끼는 보리 흉년과 같은 것이 우리나라 대학의 실정이다. 우리나라의 104개 대학에서 사용하는 모든 연구비를 합해도 MIT 일개 대학의 연구비의 4분의 1에 불과하다. 그러기에 우리나라의 대학 수준은 에집트보다 뒤떨어진다.

그런데 80년대 중반부터 미국의 경제사정이 나 빠지고 고용사정이 내리막길을 걷게되자 많은 재미 과학자가 국내 대학교수로 귀국하게 된다. 연구지원을 제대로 받을 수 없는 그들의 불만은 높아 가고 국가의 얼마 되지 않는 연구자금을 배분받기에는 치열한 경쟁과 많은 노력이 필요하다는 어려움에 봉착한다. 이러한 상황에서 정부가 기초과학을 중점 육성하겠다는 정책을 발표하고 대학 연구 지원비의 증액을 시작했다. 여기에서 기초과학의 범위를 어떻게 해석하는가에 따라 지원 대상에 들어갈 수 있느냐 없느냐의 문제가 발생한다. 그러기 때문에 기초과학연구의 범위를 협의로 해석하자는 주장과 응용과학을 포함하는 광의로 해석하자는 주장이 첨예하게 대립될 수밖에 없게 된다. 또 한편으로는 당장에 어려운 경제사정을 고려하면 기초과학 보다는 실용화와 직결되는 연구를 중점 지원해야 한다는 주장이 대두하여 논란의 강도는 높아만 가고 있는 것이 지금의 현실이다.

여기에서 우리가 생각해야할 중요한 관점은 어느 경우어나 극단논에 치우치면 문제가 생긴다는 것이다. 우선 첫째로 기술이던 과학이던 모두가 사람이 이루어 내는 일이기 때문에 두뇌와 인재를 기르지 않고는 두가지 모두 이루어낼 수 없는 일이다. 두뇌를 기르는 일은 기초연구를 통해서

이루어지기 마련이기 때문에 기초과학을 통째로 부인하면 현대과학의 필수성이라는 점이 다. 수학과 물리의 근본적 문제를 자초하게 된다. 두번째로는 학문간의 상호의존성이 뒷받침 없는 공학을 생각할 수 없으며 화학과 생물로 뒷받침 없는 약학, 의학, 농학을 생각할 수 없기 때문이다. 결국은 균형 있는 학문의 발전이 국가와 과학발전에 최대 이익을 가져온다고 하겠다.

이러한 기본적 전제를 깨트리는 정책이 채택되면 학계는 소용돌이를 치게 마련인 것이다.

이러한 현상은 근본적으로 대학 연구 권역에 대한 재정지원 규모의 절대 부족에서 오고 있다. 기초과학이던 응용과학이던 필요 불가결한 최소 규모의 연구활동은 있어야 하게 마련이다. 우선 최저 필요 수준에 달한 후 상대적 중요성을 따져야 논의의 의미가 살아날 수 있을 것이다. 따라서 정책당국은 파이 자체를 여하히 키워갈 것인가에 전념하고 기초연구에 관한한 그 파이를 짜르는 문제는 대학인 스스로가 논란을 거듭하여 결정하도록 함이 바람직하다고 하겠다. 그러나 뱃사공이 많으면 배가 산으로 올라간다는 말이 있듯이 연구비를 속된 말로 갈라먹기 한다는 우를 범하는 것을 방지하기 위하여 국가는 엄격한 게임 룰을 만들어 그 규범내에서 자유롭게 플레이하도록 하는 역할을 담당해야 할 것이다. 예를 들면 미국에서의 “논문을 내느냐 스스로 도태냐(publish or perish)”라는 게임 룰은 연구 두뇌들의 경기장에 엄격히 적용되는 규칙이다. 즉 창의적이고 훌륭한 논문을 많이 낼 수록 연구자금이 더 많이 돌아가고 그 반대는 자금이 고갈되어 자연히 도태된다는 규칙이다.

#### 4. 예측하지 않는 성과를 가져오는 기초과학

기초과학연구는 원래 특정한 실용화 목적을 가지지 않는 연구이다. 그러나 자연현상에 관한 원리와 법칙을 알아야 기술개발이 가능하고 기술개발에 필요한 노력과 시간과 투자를 대폭 줄일 수 있을 뿐 아니라 기술개발이 가능한 새로운 영역

이 개척되기도 한다. 아인슈타인이 원자핵 변환에 관한 기본 법칙인 질량에너지 보존법칙을 알아내었기 때문에 원자력 발전소가 가능하게 되었고, 왓슨이 생명체의 유전의 비밀이 DNA라는 특수 형태의 분자구조를 가진 화학물질에 숨겨져 있다는 것을 알아내었기 때문에 생명과학 산업이 창출되었다. 그러나 이러한 학문영역에 속하는 기초연구에는 기업은 투자하기를 꺼려하기 마련이다. 기업이 투자하지 않기 때문에 국가가 투자할 수 밖에 없는 것이다. 이는 마치 경제학에 관한 연구와 마찬가지로이다. 경제학의 연구가 없으면 유능한 경제학자를 길러낼 수 없고 경제학 분야의 인재가 없으면 기업경영과 국가경제 운영에 근본적 문제가 오는 것과 마찬가지로이다. 다만 그러한 학문발전과 인재양성에 필요한 투자규모에 있어 인문계와 자연계 간에는 엄청난 차이가 나는 것이 문제이다. 근래에 와서 자연계의 연구활동에는 점점 더 고가의 연구장비가 필요하게 되는 추세에 있다. 따라서 투입된 비용대 효과문제가 왕왕 거론된다. 이러한 논란은 선진국에서도 예외가 아니다. 이러한 문제에 대한 국민적 이해 증진을 위한 노력의 일환으로 미국의 국립과학재단은 정기적으로 기초과학연구가 예기치 않았던 실용화와 연결된 사례집을 발간하고 있다. 다음은 그러한 몇가지 사례들이다.

#### 〈사례 1〉 바이러스의 유전현상연구가 생명과학 산업으로

캘리포니아 공과대학의 독일 태생의 막스 델부르크(Max Delbruck) 박사를 중심으로 하는 몇몇의 과학자들은 유전현상의 비밀을 밝혀내는데 뜻을 같이하고 1940년대 초에 연구를 착수했다. 그들은 유전현상을 가장 쉽게 관찰할 수 있는 생명체를 찾아내는 조사부터 시작하여 박테리아에 기생하는 “페이즈”라 하는 바이러스가 적합하다는 것을 알아낸다.

페이즈 바이러스는 박테리아의 체내에 침입하면 30분 이내에 맹렬한 번식을 하여 박테리아를 파열시키고 만다. 페이즈는 몸체의 대부분이 DNA라는 특수구조의 화학물질로 구성되어 있는 특징



을 가지고 있다. 즉 고등동물처럼 단백질, 지방 등 수많은 화학물질로 구성되지 않고 아주 간단한 DNA라는 한 종류의 화학물질로 구성되어 있어 유전이 일어나는 과정중의 화학변화를 관찰하기에 가장 적합하였다. 즉 유전인자의 변화가 화학적 변화라면 이 물질에 변화가 일어날 수 밖에 없어 이 물질의 변화를 관측하면 유전현상의 비밀을 알아낼 수 있다고 생각한 것이다.

그들은 두개의 다른 종류의 페이지가 박테리아에 침입하면 돌연변이가 일어나 제3의 종류의 페이지가 많이 생겨난다는 것을 발견한다. 즉 유전인자를 서로 주고받아 다른 종류가 만들어 진다는 것이다. 이러한 연구를 거쳐 1953년까지는 그들은 이 DNA라는 화학물질 중에 유전의 비밀이 숨겨져 있음을 거의 확신하는 단계에 도달한다.

그러나 델부루크 박사는 이 화학물질의 구조가 정확히 어떠한 모양을 하고 있으며 어떤 방법으로 유전인자의 비밀이 자손에 전달되는가를 밝히지 못하고 그가 하던 일은 그의 제자 제임스 와트슨(James Watson)으로 넘어간다. 와트슨은 영국의 프란시스 크릭(Francis Crick)와 협동연구를 하여 기어코 DNA 분자의 구조를 알아내고 어떤 방법으로 유전이 일어나는가를 밝혀내어 인류 역사 이래 최대의 수수께끼를 푸는 영광을 안게 된다. 그는 이 연구로 1962년 노벨상을 받았다. 와트슨의 선생님인 델부루크 박사는 그의 제자보다 좀 늦은 1969년에 노벨상을 받았다.

와트슨의 연구는 유전이 어떻게 일어나는가 하는 자연현상의 이치를 설명할 수 있는 새로운 지식을 창출한 가장 기초적인 연구이었다. 이 새로운 지식의 창출로서 전세계의 수많은 과학자들이 가히 폭발적이라 할 수 있는 관심속에 그의 뒤를 따른 후속 연구에 참여하게 된다. 자연 현상의 기본적 이치를 알고 나면 다음 단계는 유전인자를 어떻게하면 인위적으로 조작할 수 있는가를 알아내는 일이다.

와트슨의 연구가 발표된지 근 10년후인 1970년대 초에 과학자들은 처음으로 인위적으로 유전인자를 조작하는데 성공하여 실용화에 한걸음 더 다가서게 된다. 즉 신의 영역으로만 알았던 새로

운 실용화에 한걸음 더 다가서게 된다. 즉 신의 영역으로만 알았던 새로운 생명체의 창출에 성공하게 된 것이다. 이때 유전공학이란 용어가 처음 생겨났다. 여기까지 도달하는 30여년에 걸친 연구가 기초연구의 대표적인 예라 할 수 있다.

유전의 기본 이치와 이를 인위적으로 조작할 수 있는 기초적 지식을 갖게되므로써 비로서 이를 의약이나 농약이나 식량생산에 이용할 수 있는 기술개발 즉 구체적 실용화 목적을 갖는 연구가 시작된다. 기업은 이단계에서 부터 처음으로 참여하게 되었다. 상품과 연결될 수 있는 기술개발의 성공은 80년대 초에 와서 처음으로 이루어졌다.

당뇨병 환자에 쓰이는 인슈린은 인체내에서 만들어지는 물질이며 생산방법이 까다로와 고가이었으나 유전공학적 방법으로 인슈린을 만들 수 있는 유전인자를 인체로 부터 박테리아에 옮기고 박테리아를 속성 번식시키므로써 인슈린의 대량 염가생산이 가능하게 된 것이다. 현대과학의 엄청난 능력으로도 완전히 새로 개척되는 분야의 경우인 유전공학이 최초의 실용화에 달하는데 40년이나 걸린 것이다. 유전공학은 앞으로 무궁 무진한 가능성을 가지고 있어 21세기는 바이오 서사이어티가 될 것이라고 예상한다.

델부루크 박사가 유전의 비밀을 풀어보겠다고 연구를 시작했던 1940년대 초에는 그의 연구가 인슈린의 생산에 이용되리라고는 상상도 할 수 없었을 것이다. 기초과학 연구는 이와같이 예상할 수 없는 결과를 낳게 되는 것이다.

#### 〈사례 2〉 216년 걸린 자동차엔진 개발

자동차 없는 현대사회를 생각할 수 없다. 원시형 자동차 엔진이 세상에 출현하는데만 216년에 걸친 과학기술자의 숨은 노력이 있었다는 것을 아는 사람은 많지 않을 것이다. 엔진개발의 역사는 영국의 산업혁명 시대로 거슬러 올라간다. 그리스 찬 호이헨스라는 홀란드 기술자가 1673년 세계 최초의 엔진 원형을 발명한 후 수많은 과학기술자의 노력이 이어졌다. 엔진개발의 길고 긴 경주의 최

중 주자가 독일의 기술자 G. 다이플러씨이다. 그는 1889년 세계 최초로 요지음의 자동차 엔진 개념이 담긴 휘발유 엔진을 개발해 내었다.

크리스찬 호이헨스라는 홀란드 사람이 빠리에 살았다. 그는 鐵硯을 만지다가 탄약이 폭발한 뒤 硯身안에 眞空이 생겨나 그 속의 시린다가 움직이는 것을 발견했다. 그는 1673년 탄약폭발을 이용한 엔진을 발명했으나 실용화는 불가능했다. 그러나 이것이 세계 최초의 엔진 原形이다.

15년후 그의 조수이면서 의사인 데니스 빠벤이 위험한 폭약을 사용하지 않아도 시린다 안에 증기를 넣고 이를 냉각하면 진공이 발생해 시린다가 움직이는 것을 발견한다. 그는 당당시 박해를 받던 불란서의 신교도인 유구노였다. 그는 유구노 이기에 佛蘭西에서는 희망이 없음을 알고 英國으로 건너가 그때 막 신설된 王立協會에서 일하게 된다. 그는 유명한 후크의 법칙을 발견한 로버트 후크 선생의 조수로 일하며 생계를 유지한다. 그는 그의 증기엔진 아이디어를 왕립협회에서 발표할 기회를 얻어내는데 어렵게 성공한다. 그 결과 그의 아이디어는 뜻밖에 큰 反響을 얻는다. 그러나 그의 아이디어는 토마스 뉴코멘이란 금속기술자에 넘어가 대폭 발전하여 최초로 실용화 가능한 증기기관이 발명된다.

王立協會는 英國 과학의 빛나는 인큐베이터(孵化機)로 높이 평가되고 있다. 그러나 설립 당시의 왕립협회는 후진국 英國의 유니크한 조직 이노베이션(innovation)으로 대륙의 새로운 발명을 조사해 그 효과를 확인하고 영국내에 전파하는 것이 주 임무였다.

뉴코멘은 자기의 발명품을 탄광 배수기에 응용해 기업화하려 했으나 난관에 봉착한다. 이미 빠르게 “火力을 이용한 탄광 배수시스템”을 왕립협회에 발표하고 특허를 취득한 기업가가 있었다. 뉴코멘은 할 수 없이 토마스 사베리라는 그 특허를 취득한 기업가와 합작하여 1711년 탄광 배수회를 설립하게 된다.

뉴코멘의 증기기관은 탄광 배수작업에 얼마간 큰 활약을 했다. 그러나 오래지않아 기계의 효율을 대폭 향상하지 않으면 더 이상 사용할 수 없다

는 예상할 수 없었던 사정에 부닥친다. 영국의 석탄이 국제경쟁력 잃어가고 있었다. 경제성이 있는 정도 깊이의 역청탄은 채굴이 끝나고 엄청난 깊이의 지층만 남았고 더우기 깊이 파면 팔수록 배수량은 늘어난 석탄생산가격은 外國産에 비해 경쟁 불가능할 정도로 높아진 것이다. 이를 해결할 수 있는 유일한 방법은 효율이 훨씬 좋은 엔진이 개발되는 것이었다.

제임스 왓트의 개량형 엔진은 이러한 석탄시장의 요구에 부응하기 위하여 1759년에 등장한다. 그의 개량형 엔진은 믿을 수 없을 정도로 효율이 좋았다. 小型인데다 강력하고 석탄 소비량도 뉴코멘 엔진의 4분의 1정도로 경이적인 효율을 과시했다. 프라이휠을 새로 붙이고 시린다에 직접 증기를 주입하는 방식으로 바꾼 것만으로 이 정도의 차이가 나타난 것이다. 그는 그의 발명으로 “제임스 왓트 증기엔진 제작소”를 설립해 기업화를 했다. 그후 영국은 이 왓트 엔진을 섬유산업에 투입해 一擧에 산업혁명에로 질주하게 된 것이다.

그러나 왓트의 증기기관은 규모가 너무커서 탄광이나 공장의 동력설비로는 이용 되었지만 도로위를 달릴 수 있는 수송기계로 사용하기는 거의 불가능했다. 증기기관이 수송용 기계로 이용된 유일한 예는 기차이다. 그 엄청난 무게를 견디고, 뿐만 아니라 연료로 필요한 다량의 석탄을 싣고 다닐려면 철로를 깔아 전용 궤도를 만드는 방법 밖에 없는 것이다. 이리하여 1,600년대 후반부터 시작된 엔진개발 노력은 1,700년대 후반에 와서 증기기관 형태로 중간 꽃을 피우고 1,800년대로 접어들어 그당시 신흥공업국인 독일로 바톤을 넘긴다.

증기기관과 휘발유 엔진 즉 내연기관과는 깊은 관련을 갖는다. 그것은 구조적으로 거의 같다는 이유 뿐만 아니라 증기기관을 운용할 수 없었던 후발국 獨逸의 국가적 사정이 소형이며 능률이 높은 “증기기관 유사품” 즉 내연기관을 발명할 수 밖에 없도록 만든 것이다.

증기기관은 두가지의 커다란 문제점이 있었다. 하나는 규모가 너무 크다는 것이다. 즉 증기기관은 크면 클수록 효율이 좋아지는 기계이다. 따라

서 거대 자본이 없으면 효율이 높은 증기기관을 이용하는 것은 바라보기 힘들었다. 후발국 獨逸에 그런 거대 자본은 있을리가 없었다. 따라서 증기기관이 獨逸에 보급될 소지가 없었다. 獨逸은 소규모 증기기관 도입을 몇번 시도했으나 효율이 좋지 못하여 어쩔할 수 없었다.

두번째 문제는 증기기관은 광범한 지역에 급수시설이 되어있지 않으면 사용할 수 없다는 것이다. 증기기관은 물을 사용하기 때문에 상·하수도 시설이 완비되지 않은 지역에서는 사용이 불편하기 마련이다. 獨逸은 그당시만 해도 상하수도 시설이 낙후되어 있을 정도로 후진국이었다. 즉 자본금이 적게드는 공장과 소규모시설 위주의 지역이나 급수시설이 완비되지 않은 시골지역에서는 증기기관은 적합하지 않았다. 獨逸과 같은 영세규모의 기업가 밖에 없고, 대량생산 기술이 아닌 길드 아래의 手工業 기술밖에 없는 지역에서는 小馬力이라도 좋으니까 융통성이 있는 소형기관이 절실히 필요했다.

증기기관은 우선 융통성이라는 점에서 그 거대한 보일러가 걸림돌이 되고 있었다. 뉴코멘의 증기기관 엔진을 왓슨이 개량했을 때 바로 이 보일러를 외부에 붙이므로써 효율을 비약적으로 올릴 수 있었다. 그러나 獨逸의 기술자에 대해서는 효율보다도 이 보일러의 크기가 도저히 견딜수 없는 불편이었다. 하여간 대단한 스페이스를 차지하기 때문에 현재의 공장을 헐고 새로이 큰 공장을 짓지 않으면 사용할 수 없었다.

1850년경 스웨덴의 기술자로서 美國에 이민간 존 에릭슨이란 사람이 있었다. 그가 결국은 보일러를 떼어내고 시린다의 안에 高温의 공기를 넣었다 빼내는 방식으로 피스톤을 움직이는 히트(heat) 엔진의 아이디어를 발표했다. 이는 수증기 대신 다만 공기를 시린다에 넣는다는 것만 다른 것이다. 그로부터 10년후에 佛蘭西의 기술자 에치느 레노르가 당시 사용되기 시작한 석탄에서 만든 가스등용 가스를 시린다 안에 넣어 폭발시켜 동력을 얻는 가스엔진의 특허를 획득했다. 이것이 세계 최초의 내연기관의 시발점이다. 이 레노르의 엔진은 같은 크기의 증기기관에 비해 3배의 능력을 발휘

했다. 그러나 연료인 가스의 값이 너무 비싸 불과 13대만 만들어 보고 그 이상이 발전을 보지 못했다.

이 단계에서 드디어 獨逸人이 등장한다. 니코라스 오토라는 독일인이 지금까지의 엔진을 개량해싼 연료인 알콜을 사용하는 4사이클 엔진의 특허를 얻었다. 이는 1863년의 일이었다. 이로써 오토는 1864년에 게르만인으러 세계최초의 엔진 量産 공장을 쾰른에 건설했다. 英國에서는 크로스레 형제들이 이 오토 엔진의 라이선스를 얻어 1869년에 만체스터에서 엔진의 생산에 들어갔다. 그후 오토의 공장은 주임기술자로서 G. 다이믈러씨를 영입하고 어시스턴트로서 W. 메이바하라는 기술자를 채용했다. 이 메이바하씨가 그후 머세이더스(벤쯔)라는 모델의 경기용 자동차를 개발했다. 다이믈러씨는 슈투트가르트의 고등공업학교에서 교육을 받은 학력이 높은 엔지니어였다. 다이믈러씨가 와서부터 오토社의 엔진은 크게 개량되어 특허 소규모 공장이나 수도용 펌프로써 판로가 확대되었다.

1872년에 오토社는 덴쯔 엔진제조회사로 이름을 바꾸어 경영권 자금을 제공한 유진 탄겔씨에 넘어갔다. 이때부터 기술보다 경영전략이 중요시되게 되었다. 따라서 다이믈러와 덴쯔社는 특허문제에 의견이 맞지 않게 되어 다이믈러씨는 회사를 떠나게 된다. 그의 조수 메이바하씨도 그를 따라 같이 회사를 떠난다. 이 덴쯔社는 그후 온갖 특허 소송을 일삼아 오다가 2사이클 엔진도 自社 특허를 침해했다고 소송한다. 그러나 재판소는 오토 특허는 4 사이클 엔진에 한한다는 판결을 내려 덴쯔社는 경영기반을 잃게 된다.

1882년 오토社를 떠난 다이믈러씨는 이미 42세였다. 그러나 연구개발의욕은 왕성하여 3년후에는 획기적인 신형엔진을 개발했다. 다이믈러씨는 대단한 발명을 했다. 그것이 1886년부터 1889년 사이에 연구하여 개발된, 자전거나 마차에 달아서 쓸 수 있는 휘발유 엔진으로 이것이 세계 최초의 自動車가 되었다. 이 특허를 가지고 1890년 다이믈러 자동차회사가 설립되었다. 인류가 엔진개발 시작후 장장 216년만에 원시형 휘발유 엔진이 개발된 것이다.