

産·學·研 협동과 政府의 역할

姜 博 光

(韓國標準科學研究院 基礎科學支援센터 所長)

1. 産·學·研 협동의 先決課題： 大學教育의 質 향상

기술입국을 궁극목표로 산·학·연이 서로 협동하여 실질적인 발전에 기여할 수 있는 성과를 가져오기 위하여는 상호협력함으로써 서로가 실질적 이득을 얻을 수 있다고 실감할 때에 목적을 달성할 수 있을 것이다. 이를 위하여는 산업계·학계·연구계 서로 간의 협력상대가 협조할 가치가 있다는 것을 느낄 수 있는 潛在力을 구비하는 것이 선행 조건이 될 것이다. 이러한 의미에서 협력활동 점화에 필요한 최소한의 잠재력이 구비될 수 있도록 지원·조장·유도하는 것이 정부의 기본적 역할일 것이다.

모든 일은 사람이 이루어 낸다는 것을 전제로 할 때에 人材養成은 가장 기본적인 국가과제라 할 수 있다. 특히 부존자원이 빈약하여 외국에서 자원을 들여와 그것의 부가가치를 창출하여 國富를 이루어가야 하는 우리나라에서는 필요한 부가가치를 만들어낼 능력있는 인재를 스스로 양성할 수 있는가의 문제가 모든 분야에서 발전이나 쇠퇴이냐를 판가름하는 결정적 요인이라 할 수 있다. 또한 산·학·연 협력에서도 상대방이 어느 수준의 인재를 확보하고 그들이 어느

정도의 能力을 갖고 있는가에 따라 협력 필요성 여부가 결정될 것이다.

개발도상국은 그 나라의 발전 수준별·단계별로 절실히 필요한 인력이 있다. 설비와 기술을 외국에서 도입하여 운전만 하던 되는 공업화 초기 단계에는 기능공이 절대 필요조건이 된다. 들여온 설비를 조금이라도 개선하여 플러스 알파를 창출하려면 大學教育의 質이 향상되어 대졸 인력의 수준이 제고되어야 한다. 새로운 과학기술의 개척과 신제품 발명 등 창조적 활동에 의한 획기적 부가가치를 창출하는 단계에서는 大學院教育이 제대로 이루어지고 창조적 고급인력을 효율적으로 활용할 능력이 있어야 한다. 요컨대 각 단계별로 필요한 인력이 산업계·학계·연구계에 제대로 확보되어 있어야 상호 대화가 일어나고 협력관계가 시작될 수 있을 것이다. 이러한 측면에서 볼 때 人材養成은 산·학·연 협동에 있어 政府가 담당해야 할 가장 중요한 역할이라 할 수 있다.

10여 년 전에 스위스의 첨단기술과 제품을 우리나라에서 전시한 일이 있었다. 시계를 비롯한 초정밀 기기, 특수 의약품 등 타의 추종을 불허하는 기술집약 제품들은 관람객을 사로잡아 감탄하게 하는 것들뿐이었다. '質의 힘', 즉 기술

력이 이루어질 수 있는 극치의 경지를 보여주고 있었다. 전람회 직후 스위스 대사 초청의 만찬에 참석하여 출판 회사 직원에게 물어 보았다. “그러한 높은 기술수준에 도달하게 된 가장 중요한 요인은 무엇입니까?” 그는 스스로없이 대답했다. “높은 교육수준입니다. 특히 일당백의 능력을 가진 고급인력을 길러낼 수 있는 大學教育과 平生教育입니다.”

기술은 지식과 경험이며 창조적 두뇌활동의 산물인 바, 그러한 지식과 경험을 축적하고 창조할 고급인력을 자력으로 길러낼 수 없다면 선진국으로의 도약대, 즉 가장 중요한 기초가 구비되어 있지 않다는 의미가 된다. 우리의 여건과 사회적·경제적 요구(need)에 부응할 수 있는 技術的 能力을 가진 인재가 있어야 할 곳에 있지 않고는 아무리 협동하려 해도, 연구투자를 하여도, 기술개발을 강조하여도 그것을 실현할 주역이 없다는 말이다.

요즈음 ‘구적난 속의 구인난’이란 말이 유행하는 것은 바로 기업이 필요로 하는 수준의 능력을 가진 고급인력 양성공급이 절대적으로 부족하고 기업 내에 인재의 숫자가 부족하다는 것을 단적으로 표현하고 있다. 특히 핵심 부품이나 특수소재를 공급하는 中小企業에는 고급인력이 꼭 필요하나 지식을 구비하고 제대로 훈련을 받은 고급인력을 확보하기는 심히 어려운 형편에 있다. 대학이나 연구기관의 연구결과가 기업에 넘어가 성공적으로 工業化되기 어려운 가장 큰 이유 중의 하나는 중소기업 내에 이전받은 기술을 소화·흡수·개발할 수 있는 인재가 부족한 것이다. 특히 기술을 공급하는 쪽보다 받는 쪽의 인력 수준이 낮으면 기업에 이전되기 전까지의 모든 연구·개발 노력이 허사로 돌아가는 결과를 초래하므로 심각한 문제라 하겠다. 산·학·연 협동의 기본은 人力의 質的 수준에 있는 것이다.

1960년대 초에 캐나다에서 있었던 일이다. 당시의 수상 트뤼도는 캐나다를 영국과 미국의 예속에서 벗어나게 하려고 심혈을 기울이고 있었다. 영연방이라는 이유로 캐나다는 독립 헌법을 갖고 있지 않았으며, 모든 공공건물과 학교 교실에는 영국여왕의 사진을 걸어 놓고 있었다.

국토의 절반은, 그것도 쓸 만한 토지는 미국인이 소유하고 있었으며 기업의 90%는 미국기업의 자회사였다. 그러기에 같은 뿌리를 가진 서양 민족의 나라인데도 국민 1인당 소득은 미국의 절반 수준밖에 되지 않았다.

트뤼도 수상은 이 문제를 해결하기 위하여 수상 직속의 조사연구팀을 구성하고 합리적인 해결책을 연구보고토록 했다. 연구팀은 여러 가지 요인분석과 정책 대안을 제시하였으나, 결론적으로 가장 중요한 원인은 캐나다의 유능한 젊은 이들은 모두 美國에 유학을 가고 대부분은 미국에 정착하기 때문에 국내의 인재부족, 특히 과학기술 인력의 질적 수준 미흡에서 발생된 것이라고 보고했다. 그리고 과학기술 인재의 질적 수준제고를 위해서는 단순히 지식을 전수하는 대학이 아니라 새로운 지식, 캐나다가 필요로 하는 지식을 창출할 수 있는 대학으로 바뀌어야 한다고 보고했다. 이러한 대학 教育環境 개선을 위하여는 첫째로 강의보다는 연구하는 대학, 즉 研究를 통하여 문제를 스스로 해결하는 방법을 터득하고 創造的 能力이 형성될 수 있는 대학, 과거의 지식이 아니라 나날이 발전하고 살아 있는 現在의 知識을 습득하는 대학으로 변신하여야 하며, 둘째로 이를 실질적으로 주도할 수 있는 유능한 外國教授의 과감한 任用을 건의했다.

트뤼도 수상은 이러한 건의를 받아들여 우선 국가연구위원회(National Research Council)를 설치하여 모든 대학의 大學院 연구활동을 파악 지원하는 역할을 담당하도록 함과 동시에 동 위원회에 국가 예산을 대폭 지원했다. 그리고 의국의 유능한 교수들을 임용하기 위하여 그 당시 미국의 교수 봉급을 훨씬 상회하는 대우조건으로 최상의 연구능력을 보유한 미국교수들을 과감히 유치하였다. 이러한 국가차원의 강력한 人材養成 추진정책은 산학협동에 접화되었고 이론과 실기를 겸비한 우수 인재가 產業界로 흘러가는 파이프라인 역할을 하여 기업발전을 가속화하게 하였다. 그 결과 '70년대 초에는 캐나다 사상 처음으로 미국과 비슷한 국민소득 수준에 달했다.

과학기술 인재는 아무렇게나 길러지는 것이

아니다. 기술은 質의 힘인 만큼 질적 수준이 높은 교육이라야 고급인력을 양성할 수 있는 것이다. 대학 정원의 증원만으로는 과학기술 인제가 길러지지 않는다. 현대의 과학두뇌 양성의 특징은 研究가 교육이며, 教育이 연구인 것이다. 또한 발빠른 과학기술의 발전으로 과거 열가의 교육용 기자재로 두뇌를 양성할 수 있다는 개념이 사라지고 막바로 고가의 최첨단 연구용 기기를 사용하여 연구하며 공부하는 두뇌양성 시대로 변화되었다. 바로 이때문에 科學頭腦 양성에 막대한 투자가 필요하게 되었으며, 오늘날 선·후진국간의 기술격차가 계속 심화되어 가는 근본 원인도 후진국은 이러한 두뇌를 양성할 投資能力이 결여되어 있기 때문이다.

걸프전쟁에서 첨단 무기가 승패를 가름한다는 것이 입증되었듯이 오늘날 연구개발은 研究裝備의 우열이 승패를 가름하게 되었다. 우수한 연구장비는 필연코 정밀도·정확도·신속도가 요구되며, 이때문에 연구장비의 고가화·대형화가 급속히 일어나 급기야 현 대학의 재정능력으로는 구입 불가능한 수 십만 내지 수 백만 불 수준이 보통이며, 선진국 대학의 경우 특수 연구장비로 수 억 불 단위를 투입하는 실정이 되었다. 이러한 우수 연구장비로 새로운 지식과 과학을 대학이 창출할 수 있을 때에 기업은 대학의 능력을 인정하고 산학협동의 대력을 느낄 것은 당연한 일이다.

첨단산업의 정착은 새로운 科學的 知識의 기업내 축적 및 그의 實用化 능력을 필수 요건으로 하며 그에 적합한 고급두뇌의 확보 없이는 근본적으로 불가능한 것이다. 첨단기술 분야에 진출하는 모든 기업이 '구적난 속의 구인난'을 호소하는 것은 이론만 아는 두뇌가 아니라 첨단장비를 제대로 구사하여 실제로 새로운 과학을 창출할 수 있는 實技를 겸비한 인재의 배출이 태부족하다는 단적인 증거이다. 그러한 인재를 길러낼 수 있을 때 기업은 대학에 투자하면 이득을 볼 수 있다고 생각할 것이다.

우리나라 學界도 첨단장비를 이용하여 연구하며 공부해야 한다는 측면에서는 후진성을 면치 못하고 있다. 학계의 연구논문 발표수준이 이집트나 인도 수준에도 미치지 못한다는 것이 이를

여실히 증명하고 있다. 자유주의 세계에서는 富益富 貧益貧 현상이 필연적으로 나타나게 마련이다. 대학의 연구여건이 열악할수록 기업은 산학협동에 매력을 느끼지 않게 마련이다. 이러한 부익부 빈익빈 현상의 調整者 역할이 바로 政府가 할 일이다. 정부의 한국과학재단을 통한 연구비 지원도 대학 연구기능의 활성화에 중요한 역할을 하지만 연구를 할 수 있는 수단, 즉 適正 수준의 研究器機, 다시 말하면 소프트웨어 개념에 대응하는 하드웨어 측면의 연구기기 확보 지원 없이는 대학의 연구활성화는 실질적으로 어려운 일이다. 최근 모 일간지에 게재된 S공대 기획취재 시리즈에서 MIT와 S공대의 연구장비 비교를 '미사일과 총칼'에 비유한 것은 대학 연구장비의 대폭 보강없이는 산·학·연 협동의 잠재력을 대학이 가질 수 없다는 것을 극적으로 표현한 것이라 할 수 있다. 基礎科學支援센터는 이런 문제를 해결하는 데 일익을 담당할 임무를 갖고 설립되었다. 한정된 국가예산의 효율적 이용과 두뇌양성, 투자효율의 극대화를 위하여 첨단고가 장비의 풀(pool)화로 여러 대학 공동이용이 가능하게 함으로써 우리 대학의 後進性을 조금이라도 輕減하기 위한 사업이다. 이러한 사업을 과감히 지원하는 것이 바로 정부가 할 역할이라 할 수 있다.

기술선진국이 되기 위해서는 해결해야 할 문제가 산적해 있으나, 가장 근본적이고 시급한 과제는 이러한 문제를 해결할 능력을 가진 고급두뇌 養成의 自立이라 하겠다. 미국의 기술경쟁력이 일본에 뒤떨어지는 현상이 명백히 나타나기 시작한 '80년대 중반에 레이건 대통령이 맨 먼저 발표한 정책은 미국 대학의 인재양성 지원 강화에 역점을 두겠다고 한 것이다. 이는 일본이 미국의 기술력 문제를 꼬집어 이야기하면서 일본이 연간 5만 명의 과학기술자를 양성하는 동안 미국은 연간 5만 명의 법률전문가를 양성했다는 말을 의식하고 한 것이다.

레이건의 이러한 정책은 이미 효과를 나타내고 있다. 그 대표적인 예가 미국 유타주 솔트레이크시티의 유타대학이다. 제 2의 실리콘벨리가 유타대학 주변에 이미 형성되었다. 대학의 연구활동 강화는 단순히 교육의 질을 올리는 것만이

아니라 이와 병행하여 세로운 발명을 창출한다. 유타대학은 연구활동의 대폭 강화와 더불어 연구결과의 特許權을 연구를 수행한 교수가 갖도록 하고 대학이 소유한 캠퍼스 내의 땅에 무공해 하이테크를 조건으로 공장을 건설하도록 제공하여 그 대가로 일정량의 주식을 받았다. 바로 이제 2의 실리콘밸리 덕분에 유타주는 경제가 호전되었으며, 나아가 유타대학은 재정의 70%에 상당하는 수입을 이 하이테크 단지로부터 확보하여 부유한 대학이 되었다. 대학이 發明한 능력을 가진 때에 기업은 투자를 하고, 投資가 되니까 기업화가 이루어지고, 企業化가 되니까 富를 창출할 수 있게 된다. 바로 부익부의 싸이클이 형성된 것이다. 大學의 潛在力이 형성될 때 산학협동의 실체가 형성되는 것을 입증한 좋은 예이다. 첨단기술의 기업화는 연구를 수행한 사람이 직접 기업화에 참여할 때에 가장 효과적이다. 이는 첨단기술의 이전은 단순히 지식과 경험의 전수로는 부족하며 그 기술을 터득한 사람도 함께 이전될 때에 가장 효과적이라는 뜻이다. 대학의 박사과정이나 박사후 연구과정의 高級人力은 아직 직장이 확정된 상태가 아니기 때문에 移轉이 손쉽다. 대학의 연구는 이러한 장점을 갖고 있으며 이를 최대한 활용한 예가 유타대학의 경우라 하겠다. 산학협동보다 産學협동이 이러한 점에서 강한 매력을 가질 수 있다.

2. 産·學·研 협동의 必須要件： 企業의 技術축적

산·학·연 협동의 일환으로 대학과 연구기관의 연구 결과가 기업에 넘어가 성공적인 사업으로 발전하기 어려운 요인은 여러 가지가 있으나 그중 가장 큰 것은 기업내 技術蓄積의 부족이라 할 수 있다. 일부 대기업의 경우 '80년대 말부터 본격적인 연구 투자를 시작해 기술축적이 시작되기는 했으나, 역사가 일천하여 가장 앞서가는 S전자의 경우도 선진국의 경쟁사에 비하면 현격한 차이를 보이고 있다.

중소기업의 경우도 최근 사내 연구팀을 구성하여 기술축적에 착수한 기업이 늘어가고 있으나, 5만여 개 중소기업 중 2%에 불과한 1,000

여 개에 지나지 않으며 대부분의 경우 본격적인 기술축적이 되기보다는 과거의 주먹구구식 방식에서 진일보하여 현장의 문제를 계량적으로 다루는 데 필요한 시험 측정업무가 시작된 정도에 지나지 않는다. 이러한 수준의 기업연구 내지 기술축적 활동을 가지고 질적인 변은 도외시한 量的 增加率만을 기준으로 획기적 발전이 이루어진 것처럼 인식하여 정책을 추진한다면 현실에 맞지 않을 가능성이 높다. 중소기업의 기술축적 문제가 얼마나 심각한 상태에 있는지 실례를 들어 살펴보자.

'80년대말 P연구소에서 교육용 과학기기 몇 가지를 국산화하기 위한 연구를 수행했다. 이는 교육용 과학기기의 대부분이 외국에서 수입되어 오는 바, 기계류 수입의존도 감소 정책의 일환으로 시작된 사업이다. 국산화 연구가 추진된 사업 중 화학물질의 성분분석에 사용되는 계측기기인 가스크로마토그래피 개발의 경우를 살펴보자.

가스크로마토그래피라는 한 종류의 계측기기도 성능에 따라 여러 가지 모델이 있을 수 있다. 이는 승용차에 여러 가지 크기와 성능의 모델이 있는 것에 비유될 수 있다. 연구하는 과학자들은 이왕 개발에 착수한다면 모든 技術的 要素가 들어간 고급의 최신키 기계를 개발하여 기업에 넘기는 것이 도리라 생각하게 마련이다. 이 경우도 P연구소 연구원들은 디지털방식 디스플레이와 전자식 계산기의 내장에 의한 측정결과와 자동계산 기능 등 모든 기술요소가 포함된 기기를 개발해 과학기기를 생산해 온 중소기업에 기술을 이전했다. 이전받은 기술로 시험생산해 시판을 시도한 그 기업은 P연구소를 찾아가 팔리지도 않는 물건을 개발해 주었다고 심한 불평을 털어 놓았다. 팔리지 않는 이유는 연구개발이 잘못된 것이 아니라 시장 현황을 잘못 파악한 때문이었다. 연구소에서 개발해 준 것은 고급기능 모델이기 때문에 그대로 생산하면 고가의 기기가 되기 마련이다.

제정형편이 열악한 대학이 실험실에 대당 180만 원 정도의 기계를 교육용으로 구입하기는 어려운 것이었다. 대학의 사정으로는 대당 80만 원 정도이면 겨우 구입할 가능성이 있는데 고가

의 기계를 개발해 준 것은 연구소측의 잘못이라는 것이 기업측의 주장이었다. 연구원은 기업에 조금이라도 더 많은 기술을 넘겨 주어 기업측이 상당 기간 동안 그 기술을 이용해 여러 가지 모델을 생산해도 부족하지 않을 정도의 가능한 모든 기술요소를 포함하도록 노력했는데 그것이 오히려 잘못된 것으로 나타난 것이다.

기업측이 전수받은 技術要素를 再結合해 시장이 요구하는 가격에 적합한 모델을 구성할 수 있는 최소한의 기술축적이 있었다라면 감사해야 할 일이 오히려 불평을 감수해야 할 일로 되고 만 것이다. 이러한 사실을 이해한 연구원은 처음 개발한 고급모델에서 첨단기능을 대부분 제거하여 80만 원 정도의 가격으로 생산할 수 있는 저급모델로 재구성하여 일차적 문제를 해결했다. 그런데 얼마 후 기업측에서 다시 찾아와 얼마 쓰지도 않고 고장나는 기술을 개발해 주었다고 다시 불평을 털어 놓았다. 모든 기계는 시판초기에 클레임이 더 많이 걸려오기 마련이다. 이러한 문제는 애프터 서비스로 해결해야 한다. 그런데 이 기업은 애프터 서비스를 할 수 있는 技術蓄積이 되어 있지 않았던 것이다. 승용차도 처음 시판하면 초창기에는 클레임이 걸려오게 마련이며 클레임을 해결하는 과정을 통하여 살아있는 기술축적이 이루어지는 것은 상식적인 일이다. 그러나 담당 연구원은 얼마간 자기 연구업무를 핑계치고 애프터 서비스를 하는 데 시간을 소비함과 동시에 생산현장의 품질관리 능력을 길러주는 데 열중했다. 이상은 기술축적이 부족한 기업과 연구소가 협력하기에 얼마나 어려운 문제가 있는가를 단적으로 보여주는 예라 하겠다.

3. 技術축적을 위한

企業과 政府의 역할

그러면 왜 이렇게도 지금까지 기업 내에 기술축적이 이루어지지 않고 오늘에 이르렀는가를 분석해 볼 필요가 있다. 이는 우리나라의 경제정책은 물론 역사적·문화적 배경, 국민성, 공업화 역사의 일천함, 기업가의 경영 철학 등 여러 가지 원인이 있으나, 이들의 결과로 나타난

核心的 要因은 과거 30여 년에 걸친 산업화 과정에서 정책당국과 기업경영층이 기술을 철저히 우리의 것으로 만들어야 하겠다는 심리적 여유를 갖지 못한 데 기인한다고 할 수 있다.

과거 30여 년 간의 경제발전 과정에서 단기간에 可視化될 수 있는 상업위주 정책은 어느 개발도상국보다 뛰어난 모범을 보였으나, 장기적이고 가시화되기 어려운 기술 추진정책은 후진성을 면치 못한 채 계속되어 왔다. 이와 비슷한 예를 사회간접자본과 환경문제에서 볼 수 있는 것처럼 이들은 어느 한도 이상 방치하던 이에서 파생되는 문제가 국가발전을 根源的·構造的으로 저해하는 현상을 초래하듯이 技術의 경우에도 마찬가지로 현상이 발생하기 마련이다. 더욱이 사회간접자본이나 환경문제는 정책의지에 따라 수 년 이내에 해결가능한 것이나, 기술축적은 부단한 교육과 훈련으로 조금씩 장기간에 걸쳐 인간의 두뇌와 손에 숙성되어 가기 때문에 문제해결에 소요되는 기간이 매우 길다는 점이 근본적으로 다르다.

개발도상국에서 기술을 익혀가는 기업 내의 기술축적을 4 단계로 분류한다면 ① 도입된 기계나 생산설비 운영기술의 축적, ② 기계나 생산설비 자체에 내포되어 있는 기술적 지식, 즉 설비에 體化된 기술의 소화·흡수, ③ 생산설비나 제품에 자신의 새로운 아이디어를 추가한 부분적 개선 능력의 확보, ④ 세계 최초의 새로운 제품 및 생산설비 개발 능력의 확보 등이다.

이러한 4 단계 중 제 1 단계를 후진국 상태를 막 벗어난 기술축적 수준이라 한다면 제 4 단계는 선진국 수준이라 할 수 있다. 유감스럽게도 일부 대기업과 중소기업을 제외한 대부분의 기업들은 과거의 산업화를 위한 집중한 노력에도 불구하고 商業的 측면에서는 발전했으나 技術的 측면에서는 제 1 단계 수준에 머물러 있다. 대학이나 연구소의 연구결과가 기업에 넘어가 성공하려면 최소한 기업이 자체 노력으로 제 2 단계까지는 가 있어야 대화가 통할 수 있고, 대학이나 연구소와 기업이 상호협조하여 이득을 볼 수 있는 기초가 마련되는 것이다. 이중 우리의 기술축적 단계에 해당하는 제 1 단계와 제 2 단계를 살펴보자.

기술의 바탕이 없는 나라가 産業化를 추진하려면 우선 외국에서 생산설비의 도입부터 시작하고 최초의 기술축적 활동으로 도입된 생산설비를 어떻게 운전할 것인가를 철저히 익힌다. 이것이 제 1 단계의 기술축적이며 設備의 運營技術없이 생산이 불가능하기 때문에 제 1 단계의 성공없이 산업화의 시발조차 불가능하게 된다. 이는 승용차를 구입했을 때 맨 먼저 운전기술을 열심히 익히는 것과 마찬가지이다. 제 1 단계는 첨단기술산업이 아닌 이상 기능 위주의 기술축적 단계로 비교적 간단하게 습득 가능하며 고도의 기술교육이 없어도 누구나 이 정도의 기술습득은 가능하다. 그러나 문맹률이 높은 후진국에서는 제 1 단계부터 실패하는 예를 흔히 볼 수 있다. 지금은 자동차 운전을 누구나 습득할 수 있는 기술이라 생각하지만, 1940년대만 해도 우리나라 자동차 운전기사가 고급기술자로 대우받았던 것을 생각하면 이해할 수 있는 일이다. '70년대초 아프리카의 우간다에서 저급기술 생산설비인 도자기 공장을 도입하였으나, 문맹률이 높아 운전기술 습득에 결국 실패하고 만 것은 대표적인 예라 할 수 있다. 독일이 풍부한 자원을 탐내어 인도네시아에 철강공장을 무상 기증하려 했을 때, 공장운전기술의 이전 가능성을 타진하기 위하여 모의공장을 우선 설치해 훈련해 보았으나 실패한 것도 비슷한 예이다. 과거 우리나라에서 기능인력을 정책적으로 양성하여 도입한 生産設備를 성공적으로 운영한 것은 제 1 단계를 훌륭히 성취했다는 의미가 된다.

제 1 단계라 해도 하이테크 산업에 들어가면 상황이 달라진다. '80년대 중반 D연구소가 무공해 하이테크 도금기술을 개발해 중소기업에 이전했으나, 기업측의 운전기술 터득이 어려워 완공된 공장을 돌릴 수 없었던 것이 대표적 사례이다. 할 수 없이 일본기술자를 초청해 운전기술 훈련을 받았으나, 일본기술자가 있을 때는 잘 돌아가던 공장이 그가 돌아가면 공장이 돌아가지 않아 결국은 실패하고 말았다. 하이테크 도금은 재래식 도금에서 도금물질을 녹이는 데 쓰는 공해물질인 강한 산을 쓰지 않고, 도금할 금속을 고진공 중에서 고온으로 가열·증발시켜 금속의 증기가 직접 피도금 물체에 날아가 부착

되도록 하는 기술이다. 여기에서 고진공을 사용하는 기계는 어딘가에 현미경으로 들여다 보아도 잘 보이지 않을 정도의 조그만 틈만 있어도 고진공 상태가 될 수 없으며, 진공용기의 문을 한번만 열었다가 닫아도 용기 벽에 묻어 있는 공기까지 제거해야 할 정도의 세심한 주의를 요한다. 이는 반도체 공장에서 먼지없는 생산공간을 유지하려고 갖은 노력을 하는 것과 비슷하다 하겠다. '92년 2월초 모 경제신문에 어느 기술자출신 사장이 갖은 고생 끝에 무공해 도금공장의 기업화에 성공했다는 자랑스러운 보도가 있었다. 그는 공기조화기(에어컨, 냉온풍기 등) 생산공장에 근무하다가 공해규제와 고임금 때문에 도산해 가는 많은 재래식 도금공장을 보고 안타까워하다가 기필코 무공해 도금공장을 성공시키겠다는 결심을 하고 자립의 길을 걸었다. 그의 성공에는 실제로 공기조화 분야에서 일하면서 몸소 터득한 공기 다루는 기술이 밑거름이 된 것이다. 고진공 기술은 바로 공기를 다루는 기술인 것이다.

이와 같이 공장운전 기술도 하이테크 분야일 경우는 반드시 어느 수준 이상의 先行技術 축적 경험을 요한다. 같은 도금을 목적으로 해도 하이테크 도금은 전연 이질적 기술을 요한다. 기존의 도금공장은 산을 다루는 경험은 있으나, 진공을 다루는 경험이 없기 때문에 무공해 도금으로 전환하기 어려운 반면, 공기조화기를 생산하는 기업은 공기를 다루는 기술과 경험을 축적했기 때문에 무공해 도금을 시도할 경우에 성공 가능성이 높아지는 것이다. 요즘은 부동산으로 부자가 된 사람들이 하이테크 사업을 해보겠다고 희망하는 경우가 많다. 그러나 그것은 위험천만한 것이다. 필요한 技術的 經驗을 축적해야 한다는 선행 필수요건을 구비하지 않았기 때문이다.

제 2 단계에서는 제품과 생산설비에 體化된 기술을 익힌다. 생산설비나 제품 자체는 오랜 기술의 역사를 통하여 조금씩 그리고 끊임없이 개선·발전하여 온 技術의 結晶體이다. 오늘날 자동차를 구입한다는 것은 1673년 네덜란드 기술자 크리스찬 호이헨스가 세계 최초로 엔진 개념이 담긴 원형을 내놓은 뒤 1759년에 산업혁명

의 원동력이 된 제임스 왓트의 증기기관, 1889년에는 독일의 다이믈러의 휘발유 엔진, 그후 포드와 GM 등에 의해 끊임없이 개량·발전해 온 과거 320여 년의 기술발전 결과 이루어진 많은 技術的知識과 經驗의 결정체를 구입한다는 의미가 된다. 생산설비도 이와 마찬가지로 부품 하나 하나에 오랜 기술발전의 歷史가 담겨 있는 것이다. 우리나라의 기업 중 생산설비를 이러한 귀중한 기술적 지식과 경험의 결정체라는 입장에서 이해하고 있는 기업은 아직도 드문 것 같다. 대부분의 기업경영층은 생산설비란 물건을 생산하는 수단으로서 고장없이 잘 돌아가주기만 하면 되는 것으로 인식하고 있다고 생각된다.

제 2 단계 기술축적을 상징하는 말로서 리버스 엔지니어링(reverse-engineering)이란 말이 있다. 이는 도입한 생산설비나 기계를 부품상태로 분해하여 제조립하면서 설계도와 하나 하나 제조하여 技術分析을 수행함으로써 부품 단위의 구조와 기능은 물론, 왜 그렇게 설계되었느냐 하는 技術的 背景을 터득하고 시스템 전체의 概念을 철저히 이해하여 기술을 축적하는 것을 말한다. 생산설비나 기계에 체화된 '기술의 보물 캐기'를 한다는 말이다. 이러한 제 2 단계의 기술 축적은 기능적 인력만으로는 불가능해진다. 이 공계 대학교육을 제대로 이수하고 다년간 기술 實務를 경험한 고급 기술인력이 절대 요건이다. 제 2 단계가 성공적으로 이루어지면 똑같은 기계나 설비를 다시 건설하거나 제작할 경우, 기술의 중복도입이나 외국 기술자의 도움 없이도 공장 건설이 가능하고 기술의 자체 應用力이 걸리진다. 과거 우리나라에서 같은 종류의 공장을 건설하거나 증설하면서 기술의 중복 도입을 누차 반복했다는 것은 제 2 단계의 기술축적이 이루어지지 않았다는 단적인 증거이다. 우리나라가 외국에서 생산설비나 기계를 도입할 때 리버스엔지니어링을 제대로 시도한 기업이 있었다는 소문을 아직 들어보지 못했다. 그렇기 때문에 외국에서 도입한 생산설비의 설계도면도 갖고 있지 않은 기업이 대부분이다. 설계도면을 복사 갖고 있다 하더라도 유지보수용 도면 정도이지 설비의 제작도면, 즉 여러 가지 技術情報가 기

록된 설계도면은 갖고 있지 않은 것이 보통이다. 이는 리버스엔지니어링을 해본 일이 없다는 단적인 증거이다. 리버스엔지니어링을 하기 위하여 과거의 일본이나 요즈음의 중국에서는 정부의 강력한 지원을 받아 공장의 외국 발주사 극히 중요한 핵심설비나 기계는 꼭같은 것을 두 개 사 들어와 하나는 생산장비용으로 사용하고, 또 하나는 해체하여 기술 공부, 즉 '보물찾기용' 목적으로 사용하는 예를 흔히 볼 수 있다. 리버스엔지니어링시 세 기계인데도 메로는 해체하기 위하여 기계 일부를 부셔야 할 경우도 나오고 부품 내부구조나 사용된 소재의 재질을 정확히 알기 위하여 절단해야 할 경우도 있어 단순히 분해했다가 재조립하는 과정은 아니다.

우리나라의 공장건설 역사를 보면 공기단축으로 하루라도 빨리 생산을 시작하여 빌려온 차관을 갚고 고용을 늘리지 않으면 안 된다는 經濟至上主義 현실 또는 다급한 사고방식 때문에 공장을 건설하면서 조금만 공기를 늦추더라도 황금의 기회가 왔을 때 설비에 체화된 기술을 익히자는 말은 끄집이 낼 수도 없는 형편이었다. 그러나 한 걸음 늦추어 가더라도 확실한 기회가 왔을 때 쟁길 수 있는 보물은 쟁기고 지나간 일본은 오늘날 기술이 뒷받침하는 기초가 튼튼한 경제대국이 되었고, 우리는 기술이 허하여 기초 체력이 허약한 체질이 되어 걸으로는 화려하나 속으로는 構造的 問題를 안고 있는 경제로 고민하지 않으면 안 되게 되었다. 정부의 역할은 이러한 문제가 발생하지 않도록 예견하여 정책을 펴 나가는 것이다. 일본과 중국의 정부는 물론 대만과 싱가포르 정부도 그러한 역할을 적절하게 수행하는데, 우리 정부만이 이러한 문제해결에 관심이 적은 이유가 무엇인지 깊이 생각해 보아야 할 것이다.

제 1 단계를 노하우(know how) 축적 단계라 한다면, 제 2 단계는 노화어(know why) 축적 단계라 할 수 있다. 자동차의 예를 든다면 어떻게(how) 자동차를 움직이는가를 아는(know) 것은 노하우를 익히는 단계로서 이는 운전교습소에 가서 비교적 간단히 배울 수 있다. 그러나 자동차는 [왜(why) '움직이는가를 아는(know) 것은 자동차 내부의 기계구조와 동력학적·기계

공학적인 이론과 원리를 알아야 하므로 누구나 쉽게 익힐 수 있는 일은 아니다. 그런데 이러한 노화 단계에 도달하지 않고는 보다 나은 성능의 신형 자동차는 고사하고 같은 성능 수준의 자동차로 모델 변경을 해 보는 것도 불가능한 것이다.

'70년대 말에 미국회사와 합작한 어느 자동차회사 부사장이 본인을 찾아와 푸념을 늘어놓고 돌아간 사실이 있다. 그는 미국측에서 파견한 미국인 부사장이었다. 그의 푸념은 다음과 같았다. 그는 자동차를 설계할 수 있는 능력있는 엔지니어 20명 정도를 제대로 기르는 것은 앞으로의 회사발전을 결정적으로 좌우할 중요한 일이라는 것을 이사회에서 몇 차례에 걸쳐 역설했다. 이러한 인재를 미국에 파견하여 집중 技術訓練을 통해 양성하는 데 2백만 불이 필요했던 것이다. 그러나 그의 주장은 빈번히 거절당하고 말았다. 그 이유는 한국의 자동차 구입 고객은 아직은 성능에 대해 까다롭지 않아 새로운 모델을 자체개발할 필요성을 느끼지 않으며, 거금을 투입해 기른 인재가 자기회사에서 평생 일해 준다는 보장이 없어 투자효율을 기할 수 없다는 것이었다. 철저한 經濟至上主義 발상이라는 것이었다. 만약 그 당시 설계능력을 제대로 길렀다면 미국에의 자동차 수출은 10년은 빨라졌을지도 모른다. 여기에서 기업 내에 유능한 기술자를 확보하는 데 인색한 企業風土가 왜 생겨날 수밖에 없었으며, 그러한 풍토 위에 산학협동이 원활히 이루어질 수 있는가를 반문해 보아야 할 것이다. 이러한 기업풍토를 바로잡아 주는 것이 정부의 역할인 것이다.

제 2 단계의 기술축적 방법은 외국에서 공장설비를 들여 올 때 노하우와 동시에 노화기도 도입하여 축적하는 것이 가장 값싸게 技術的 能力을 기르는 방법이다. 공장건설을 위한 1대규모 투자 결정을 위해 외국측과 교섭하고 외국 기술자가 현장에 와 있을 때는 제대로 기술을 배울 수 있는 황금의 기회이다. 그러기 때문에 과거 일본이 기술을 도입할 때 기술지식을 하나라도 더 배우기 위하여 도입계약서에 배워야 할 기술 하나 하나를 상세히 열거하려고 노력했다. 따라서 일본의 경우 기술도입계약서의 부속서는 두

툭한 책의 두께가 되었던 반면, 우리나라의 기술도입계약서는 종이 몇 장 정도로 끝난 것이 대부분이었다. 이를 의아하게 생각한 외국 기술도입선이 이것으로 족하냐고 물어보면 우리측 대답은 동방의 예지국 사람들은 신뢰와 인간관계로 모든 것이 이루어진다고 믿기 때문에 이것으로서 족하다고 대답했다. 이는 각자 서로 다른 차원의 생각을 갖고 대화한 꼴을 의미하는 것이다. 외국인은 제 2 단계 차원의 技術移轉을 요구하지 않는 것이 이상하다 생각하고 이야기 하는데, 우리측은 제 1 단계 차원의 기술도입이 전부이며 상식이라고 알고 대화한 것이다.

生産設備에 관한 기술을 축적함에 있어 이러한 기회를 이용하지 않고 추후에 자체 연구개발로 생산설비 기술을 확보하려고 시도한다면 10배 이상의 투자와 시간과 노력이 필요하게 된다. 우선 비슷한 규모의 설비를 제작·건설하고 설비투자에 비전할 수 있는 研究投資를 해야 연습 게임 이라도 해 볼 수 있다는 말이 되므로 개발도상국에서는 투자능력상 현실적으로 불가능한 일이 되고 만다. 그렇기 때문에 개발도상국에서 이 기회를 놓친다는 말은 현실적으로 제 2 단계에 도달하기 어렵게 된다는 것을 의미한다. 과거에 증화학 공장설비를 도입하면서 운전기술은 물론한 걸음 더 나아가 생산설비의 상세한 설계도와 '왜 그렇게' 설계했는가를 배운다거나, 자동차 생산설비를 도입하면서 자동차 설계기술까지를 배웠어야 하는데 그 기회를 놓치고 말았기 때문에 오늘에 와서 그 대가를 비싸게 치루지 않고는 앞으로 나아갈 수 없는 어려운 문제를 안게 되었다는 뜻이다. 공장운전기술에 추가해 생산설비에 체화된 기술까지 습득할 경우 초기 투자가 10~20% 정도 더 필요하게 되지만, 후일에 공장을 증설하거나 같은 공장을 건설하게 될 경우 중복 기술도입이 필요없어져 본전을 뽑고도 남게 된다. 또한 이보다 더 큰 효과는 품질향상이나 신제품 개발능력을 동시에 습득하게 되어 선진국을 따라잡는 데 필요한 막대한 研究開發費를 대폭 절감할 수 있다는 것이다.

일본이 진후 발빠른 기술축적을 할 수 있었던 것은 막바로 노화도 도입에 도전했기 때문이다. 신제품의 시제품 제작은 생산설비가 없어도 연

구설에서 수작업으로 만들어 볼 수 있다. 그러나 새로운 生産設備의 개발은 실제로 대규모 설비를 개발·건설·운전해 보아야 성패를 알 수 있기 때문에 막대한 투자와 인력과 시간이 필요하다. 대학이나 연구소가 신제품 개발과 함께 생산설비 기술까지 개발해 기업에 이전한다는 것이 현실적으로 거의 불가능하게 되는 것은 바로 이러한 이유 때문이다. 산학협동의 可視的 成果를 얻는 데 가장 큰 걸림돌이 여기에 있는 것이다. 대학이나 연구소가 연구실 내에서 가능성이 입증된 신제품을 토대로 실생산 규모에 비슷한 시험생산설비를 건설해 상당 기간 운전하여 보고 양산 기술단계까지 문제가 없다는 것을 확인하고 기업에 그 기술을 이전할 수 있다면 적어도 기술적 측면에서는 완벽한 기술을 기업에 이전하는 것이 된다. 또한 기업측에서는 과거에 이러한 기술만 도입한 경험뿐이기 때문에 그러한 기술만이 쓸모있는 것이라 생각하고 있다. 그러나 대학이나 연구소의 모든 연구사업에 대해 이러한 것이 가능할 정도의 대규모 연구비를 국가가 부담한다는 것은 극히 소수의 특수한 경우라면 몰라도 國家財政 능력의 한계상 불가능하게 된다.

그러기 때문에 개도국에서는 외국의 생산설비를 도입할 때 기업 스스로가 '노하이'까지 배우지 않으면 생산설비 기술을 독자적으로 개발한다는 것은 투자 능력상 불가능해진다. 공장 設備導入은 기업 스스로가 생산기술의 노하이 축적을 위해서 놓쳐서는 안 될 최적의 기회인 것이다. 그런데 우리는 과거 이러한 절호의 기회를 놓치고 말아 지금껏 제 1 단계에 머물고 있는 것이다. 여기에서 생긴 기본적인 문제는 대학이나 연구기관의 연구결과를 기업에 이전하여 기업화까지 가는 데 필수적인 생산설비 開發能力에 공백이 생긴 것이다. 1950 년대에서 '70 년대 중반에 걸쳐 일본 통상성은 기업이 이러한 황금기회를 놓치지 않도록 다각적·체계적인 지원을 했다. 그러나 우리나라에서는 아직도 생산기술은 기업 스스로가 책임을 져야 하며, 정부는 이를 적극 지원하는 입장이 되어야 한다는 인식이 잘 받아들여지지 않고 있는 것이 사실이다.

이러한 생산설비의 개발을 위해서는 소위 엔

지니어링 능력이 축적되어야 하나, 과거 성장 단계에서 외국으로부터 공장설비를 도입할 때 이 능력을 기를 수 있는 기회를 놓치고 나면 문제 해결이 지극히 어려워진다. '엔지니어링'이란 생산설비, 공장, 대형 기계류, 구조물 등을 차질없이 설계·제작·건설할 수 있는 능력으로, 일반적으로 연구개발 활동보다는 설계·건설·설비·제조 등의 현장실무나 외국으로부터의 기술전수를 통하여 길러지는 技術的 能力이다. 이 능력이 부족하면 실험실에서 아무리 훌륭한 연구가 성공해도 그것의 생산설비는 외국에서 도입하지 않으면 안 된다. 그나마도 생산설비 개발 자체가 기존의 기술을 대부분 재조립하고, 새로운 아이디어를 극히 일부에 도입하는 경우가 아닐 때는 생산설비 개발을 위한 연구에만 설비도입비 이상이 소요되므로 아예 염두를 낼 수 없는 절망적 상황에 봉착한다. 즉, 산·학·연 협동의 파이프라인이 막히고 마는 것이다.

우리나라에서 對日 기계류 의존이 심각한 것은 바로 엔지니어링 능력의 축적이 부족하기 때문에 스스로 생산설비를 만들지 못하고 수입할 수밖에 없기 때문이다. 그 단적인 예가 반도체의 경우로 생산설비를 일본에 의존하지 않고는 어찌할 방도가 없는 것이다. 생산설비의 새로운 개발은 실제 공장규모의 설비를 연구용 목적으로 지어 시험해 보아야 확실히 알 수 있기 때문에 대규모 개발투자자와 옥외공간이 필요해 이를 감당할 投資能力의 不足으로 시도가 어렵고, 실패할 경우 投資損失 충격을 흡수할 餘力이 없기 때문에 기존 설비를 조금씩 개조하는 방법을 택할 수밖에 없다. 따라서 기술도입을 통하여 축적된 생산설비 제작 및 운영 기술이 어느 정도 기업 내에 축적되어 있느냐에 따라 그 능력 범위 내에서 그것을 일부 개선함으로써 企業化를 시도할 수밖에 없다. 우리의 경우 새로운 제품개발 연구 활동은 상당히 활성화되었으나, 제 2 단계의 기술축적을 소홀히하여 기업 내에 이들의 생산설비 제조능력 축적이 매우 부족하므로 기업화에 성공하기는 어려운 상황에 처해 있다. 더욱이 대학이나 연구기관의 연구는 선진국 수준의 아주 새로운 영역을 개척하는 제품기술연구가 대부분이어서 그것의 생산설비 개발을 기

업이 감당하기는 더한층 어려워지기 마련이다.

따라서 대학이나 연구기관의 연구결과가 기업화에 성공한 경우는 기존의 생산설비를 그대로 이용할 수 있거나 손쉽게 개조해 이용할 수 있는 경우에 한정되고 있다. 이들의 대표적인 예가 전자, 기계 또는 가전제품과 같이 組立形式의 생산라인을 가져 부품단 같아주면 되거나 금속을 용해하는 경우와 같이 생산설비는 그대로 두고 가공대상 내용물만 바꾸어 주면 되는 것이다. 이들 현상을 보던 일부 기업 및 연구기관의 연구활동은 제 3 단계에 와 있으나, 생산설비 기술축적은 제 1 단계에 머물러 있어 技術發展의 不均衡 현상 내지는 연구와 생산을 연결하는 제 2 단계 기술, 즉 엔지니어링 기술의 空白으로 허리가 잘린 奇現象을 보이고 있는 것이 우리나라의 기술현황이라고 할 수 있다. 바로 이 잘린 허리 문제, 즉 구조적 문제를 어떻게 해결해야 할 것인가는 정부주도로 해결하지 않으면 안 되는 문제이다. 생산설비 기술 능력 확보가 연구개발 방법을 택하면 초거대 투자가 필요하고, 생산현장에서 조금씩 축적해 가려면 엄청난 기간을 요하는 문제이기에 대학도 연구소도 기업도 이 부분만은 속제로 남겨두고 도전을 기피하고 있는 것이 현실이다. 따라서 기업이든 연구소든 生産設備 부분의 연구는 뒤로 미루고 자금이 훨씬 적게 들어 위험부담이 적은 제품 기술연구에만 집중하고 있어 상호보완적인 기능정립이 이루어지지 않고 機能重複의 현상이 심화되고 있다. 이러한 현상은 산·학·연 협동의

장점을 찾을 수 있는 방향으로 발전한다기보다는 對立的 關係가 심화되는 방향으로 상황이 전개되고 있다고 보아야 할 것이다. 생산설비 기술, 즉 기업경영층에서 즐겨 쓰는 표현인 생산 기술은 기업 스스로가 담당할 수 있도록 지원·유도하여야 대학과 연구소의 연구결과를 이어받아 기업화로 이어질 수 있는 質的 산·학·연 협동이 이루어질 수 있기 때문에 정부는 이러한 방향으로 강력한 정책을 추진함이 시급하다고 하겠다.

그런데 이제 와서 제 2 단계의 공백을 메우기 위해서 엔지니어링 기술축적 문제를 국내의 연구개발 활동에만 의존하여 해결하려 한다면, 많은 종류의 공장을 연습목적이나 연구목적으로 건설해 보아야 한다는 의미가 되므로 천문학적 숫자의 투자규모를 요하여 아예 불가능한 것이다. 바로 이점이 우리가 構造的·根本的 기술문제를 안고 있다고 주장하는 사람들의 논리적 근거이다. 이 문제를 해결할 마지막 기회가 있다면 지금부터 정부의 강력한 정책하에 외국에 의존할 국가대형 프로젝트를 활용해 실마리를 풀어가는 것이다. 다시 말하면 고속전철, 원자력 발전소, 고성능전투기 등의 사업을 추진하면서 20~30%의 추가투자를 감수하더라도 그와 연관된 제품 및 생산설비를 우리 능력으로 설계·제작·건설할 수 있는 엔지니어링 능력 확보를 國家政策 차원에서 산·학·연 협동으로 강력히 추진하는 것이다. ■