



## 日本の 科學技術 2001년으로의 潮流

### I. 企業이 리더役

일본은 『技術立國』을 목표로 고도기술의 개발과 실용화에 분주해 왔다. 21세기를 향해서 일본의 과학기술은 새로운 단계에 들어가 있다. 기술면에서의 국제경쟁력 강화라는 목표 대신에 과학 연구를 충실히 할 시대다. 超尖端의 기술개발은 기초적인 과학연구와 표리일체를 이루고 있다. 기업에 있어 과학연구가 더 한층 심화되는 것과 함께 대학도 변화를 요구받고 있다. 지구환경문제 대처뿐만 아니라 기초과학의 연구에서도 일본은 국제적인 리더십이 요구되고 있다. 경기의 장래가 불투명한 가운데 하이테크기업은 장기적인 시야에서 거꾸로 기초연구를 강화하고 있다.

『매상은 신장되지 않고 이익은 축소되고 있지만, 연구개발비만은 결코 줄이지 않는다』(大野榮一 三菱電氣 상무). 일렉트로닉스 관련기업의 최고간부에게 물으면 반드시 이런 대답이 나온다. 거품경제붕괴에 의해 업적은 좋지 않지만, 연구개발비를 축소 삭감한다고 하는 일본의 첨단기업은 그다지 없다.

자연현상의 해명에는 도움이 되지만, 기업의 사업에 곧 연결되지 않는 기초연구라도 연구비를 삭감하려는 기업은 거의 없다고 한다. 松下그룹의 연구부문인 松下技研의 中島也사장은 『기초연구

구의 예산은 가능하다면 오히려 늘어나갈 생각이다』고 말한다.

현재 기업들의 기초연구열은 결코 좋은 모양을 갖추기 위한 이미지전략만이 아니다. 기업의 간부들은 기초연구는 그것대로 담보물이 있다고 믿고 있다. 지금까지 해 온 기초연구의 성과가 겨우 싹이 터서, 그것에 자신이 붙은 모양같다. NEC를 예로 들면 신탄소결정물질인 카본나노튜브는 동사의 기초연구레벨이 높음을 세계에 어필한 성과의 하나인 것이다. 크기  $1\mu$  ( $1\mu = 1/1000\text{mm}$ ) 이상이라고 하는 筒狀의 미세한 물질이다. 신기술사업단의 林超微粒子프로젝트의 그룹리더를 맡은 후 입사한 飯島澄男 수석연구원이 91년에 발견했다. 두께 등 구조의 차이에 따라 반도체가 되기도, 전도체가 되기도 하는 등 여러가지 특성을 갖고 있는 것이 예측되고 있으며 각국의 연구자가 물성의 해명과 응용연구를 진행하고 있다. 飯島연구원에게 여러군데의 국제학회에서 강연의뢰가 쇄도하고 있다. 『연구자에 있어서 귀중한 일은 자신의 연구성과가 어느정도 세계에 영향을 주는 것일까 하는 것이다. 따라서 연구자 명성에 맞게 최선을 다하는 것이다』고 말한다.

카본나노튜브는 대량생산이 어렵기 때문에 『미국에서는 연구자의 강한 요구에 의해 카본나노튜브를 팔기 시작한 벤처기업도 등장하고 있는

것 같다』고 조금 핏기가 있는 얼굴에 웃음을 띠운다. 『불황아래서 제품화가 진행되지 않기 때문에 시장에서는 種이 없는 것처럼 보이지만, 연구의 種은 늘어나고 있다』. NEC의 關本忠弘사장도 기초 연구를 경시할 생각은 없다고 한다.

연구자의 수, 질 모두 일렉트로닉스 분야에서 일본 제1의 日本電信電話(NTT)에서는 새로운 원리에 의한 發光素子の 시험제작 및 실험에 성공했다. 원자가 고에너지상태로부터 저에너지상태로 옮겨갈 때 사방팔방으로 여러가지 파장의 빛을 뿜는 『自然放出』현상을 제어, 특정방향으로 특정 파장광을 방출시키는데 성공했다. 방출을 훌륭히 조절함으로써 차세대의 광통신에서 불가결한 고히렌트光(과의 山·谷이 같은 이상적 光)을 나오게 하는 것이 밝혀졌다. 광소자에 응용가능한 성과인 동시에 기초물리 연구로서도 일류의 성과이다.

연구의 중심적인 NTT 기초연구소의 山本주간 연구원은 작년 가을부터 미국스탠포드 대학교수를 겸직하고 있다. 기초연구를 통해 인재도 기업에서 키우고 있는 것이다.

작년 가을에 화제를 불러 일으킨 실은핵융합도 NTT의 기초연구의 하나의 성과이다. 동사의 한 간부는 『천동설과 지동설처럼 어떤 의미에서는 상식을 벗어나고 있기 때문에 이해되지 않지만, 노벨상이상의 가치가 있다』고 장담한다. 기업에서 연구자의 잠재력은 확실히 높아져 있다.

『기업쪽이 돈, 설비가 충실하기 때문에 분야에 따라서는 기업연구자의 쪽이 노벨상이 나오기 쉽게 되어야 한다』고 하는 소리도 적지 않다. 지금까지 자연과학영역에서 노벨상을 수상한 일본인 과학자 5명 가운데 기업인이었던 사람은 江崎玲於奈 筑波大學長 한사람으로 江崎씨의 수상대상이던 연구는 東京通信工業(소니의 전신) 근무시

절의 성과이다. 『당시 이미 아주 훌륭한 성과라고 생각했으나 세계적으로 인정받는 노벨상을 받기까지는 시간이 걸렸다. 일본기업의 연구는 잠재력이 높아져 왔기 때문에 장래 수상할 가능성은 아주 높다』고 盛田昭夫 소니회장은 분석하고 있다.

## II. 加速化하는 産學 協同

『프로젝트자금이 전부 연구비에 투입되다니 획기적이다. 왜 학생들과 교수로부터 불평이 나오지 않느냐, 어떻게 된 것이냐』. 早稻田대학 시스템과학연구소의 玉木欽也 특별연구원은 동 연구소의 산학협동 연구프로젝트 WASCOR를, 유학하고 있는 퍼듀대학에서 이야기 했을 때 동료들이 놀라던 일을 작년 11월에 열린 WASCOR연구기념 심포지움의 인사말에서 말했다.

그들이 놀란 것은 무리가 아니다. 미국에서는 프로젝트 비용으로 대학에 들어오는 자금의 반 정도는 교수나 대학원생의 손에 들어오는 것이 상식이기 때문이다.

『그런 연구비가 유효하게 사용될 수 있는 프로젝트라면 필시 재미있음에 틀림없다. 나에게도 참가할 수 있도록 해 주었으면 하고 진심인 것처럼 말했다』고 玉木씨는 말한다.

玉木씨가 소속된 WASCOR은 長谷川幸南시스템연구소가 중심이 되어 진행하고 있는 건설용 로봇개발 프로젝트로 동 프로젝트는 鹿島와 清水建設, 大成建設 등 큰 건설회사와 코마츠 등 기계메이커가 합쳐 11회사가 참가하고 있다. 작년에는 발족 10주년을 맞았다. 통상 인력부족에 고민하고 있는 건설현장을 얼마나 자동화 할 수 있는가 하는 문제를 단순한 로봇 개발이 아닌 건설의 생산시스템을 바꾸려고 하는 야심적인 목

표를 갖고 있다.

長谷川 교수는 『10년 전에는 전혀 현실적인 것은 아니라고 비판받아 온 로봇 생산시스템안이 최근 이곳, 저곳의 건설회사에서 발표되고 있다』고 말한다. 동 프로젝트가 제창된 개념이 활용되고 있다고 한다. WASCOR 자체의 성과도 특허 27건, 학회발표 51건이 되고 있다. 연간 3천만엔 정도밖에 연구비를 모으지 못하고 있는 長谷川 연구실이었으나, 『학생들의 평상시의 활동』으로 성과가 올라간다고 하는 것이다. 더구나 연구비의 관리등도 長谷川 교수 자신의 손으로 하기 때문에 연구를 받치고 있는 스템들에게 지불하는 관리비도 없다. 『미국에서는 관리비가 반을 점령하고 있는 예도 흔하다』라고 長谷川교수는 설명한다.

단지 자금모금이나 연구실의 관리, 연구성과의 PR등 한 연구실에서 할 수 있는 일은 누구나 알고 있다. 早稻田大學은 WASCOR와 같은 산학협동연구를 추진하려고 금년 봄부터 『理工學總합 연구센터』를 설립한다. 현재 연구테마를 모집중인데 20, 30테마를 선정하여 출발할 계획이다. 이미 산학협동을 진행위한 가이드라인 등을 만들고 있고, 심사위원회 구성에 들어가 있다. 동 연구센터설립의 중심이 되고 있는 尾島이공학부교수는 『대기업만이 아니고 중소기업 모두 협력한 연구 개발체제를 구축하고 싶다』고 포부를 말한다.

慶應大學도 적극적인 산학협동연구를 진행하고 있다. 藤澤市에 있는 沐目南藤澤캠퍼스에 환경정보연구소 등 세계의 연구소를 설립, 산학협동을 위한 콘소시엄을 만들고 있다. 작년 11월에 멀티미디어의 발달이 사회를 어떻게 변화시키는가를 예측하는 연구프로젝트 『VOICE』를 출발시켰다. 일본전신전화(NTT)나 인텔저팬·마이크로소프트 등 8개 회사가 참가하고 있다.

相磯秀환경정보학부장은 『지금부터의 산학협동

은 기부로 안된다. 상호이익이 필요하다』고 역설하며 나아가 대학으로서의 자립성과 공개성을 확보하고 싶다고 말한다. 일방적 기부로서는 경기의 여파 등 외부요인에 자금공급이 좌우되기 쉽기 때문이다. 相磯씨는 『일본의 산학협동이 미국처럼 훌륭하게 되지 않는 것이 대학의 조직이 몽땅 연구에 몰두하지 않기 때문이다』고 단언한다. 개인주의의 미국이지만 연구테마의 제안이나 PR에 관한 전문스템이 잘 정돈되어 있다. 일본은 교수 한 사람 한사람이 하고 있기 때문에 무리가 생기고, 오래 계속되지 않는다고 지적한다. 연구결광를 제 3자의 손에서 평가하는 것도 불가결한 것으로 『평가위원회를 만들고 싶다』고 의욕을 보인다.

단지 외부로부터의 평가에 익숙해 있지 않은 일본의 대학에서는 반발도 강하다. 東京大學에서도 이학부 물리학과에서 도입했으나 有馬郎人학장은 『어디까지나 연구레벨의 체크이지, 조정은 아니다』라고 외부평가로 받아 들여지는 것을 피하고 있다. 원활하게 외부평가를 정착시키기 위한 것이나, 『실은 연구비의 배분에 차이를 두는 등 엄하게 평가하는 것이 최상책』이라고 주장하는 교수도 적지 않다. 어쨌던 방법이 어려운 것이다.

산학협동연구는 쇠퇴한 대학연구환경도 능력을 활성화시키는 현실적인 유일한 방법이라. 그것은 국립대학보다도 사학쪽이 하기 쉽다. 연구실의 껍질을 깨고 서로 오고가는 협력체제를 만드는 일이 가능하다면 미국형의 사학으로 탈피할 수 있는 기회가 생길 것이다.

### III. 民需主導를 鮮明히

군사기술의 연구개발에 막대한 비용이 투자되고, 거기서 나온 하이테크가 세계의 기술혁신을 선도한다. 그러한 종래의 구도가 완전히 과거의

것으로 되고 있는데, 80년대 이후 세계의 하이테크시장에서 성공한 것은 고도의 군사기술을 자랑하는 미국이 아니고 민생기술을 닦는 일본이었다. 지금은 냉전구조 그 자체가 무너지고, 클린턴 정부는 국방연구에서 민생기술의 고도화로 방향을 전환하려 하고 있다. 이런 흐름에서 일본은 어떻게 세계와 협조해 나갈 것인가 하는 것이 다음 세대를 점칠 수 있는 주목할 점이라 할 수 있다.

당면문제는 구소련의 군사기술자 유출방지를 목적으로 일·미·구와 러시아가 공동으로 모스크바에 설립하는 『國際科學技術센터』 사업이 초점이 되고 있다. 일본은 工技院이 일렉트로닉스, 신재료, 바이오분야에서 군민전환연구를 위탁할 예정이다. 또 그것과 별도로 러시아 산업·기업동맹은 140건에 달하는 민간주도의 공동프로젝트를 일본에 제안하고 있다. 그 가운데는 고품위텔레비전의 조립등 시장성에 의문이 있는 것도 있으나 러시아측의 의욕을 명백히 나타내는 제안이라고 할 수 있다.

오히려 알 수 없는 것은 미국의 군민전환정책이 어떤 형태로 구체화되는가 하는 것이다. 클린턴 대통령은 『平和의 配當』을 활용한 적극적인 산업기술진흥책을 취하는 공약을 내걸고 당선됐다. 공약에 의하면 앞으로 4년간은 3백억달러를 국방성의 연구개발예산에서 삭감, 그것을 산업용 로봇나 바이오, 광통신, 컴퓨터통신망의 개발등에 대신 사용한다. 『세마덕』과 같은 산학협동의 컨소시움에 의한 하이테크개발도 추진한다.

통산성은 미국과 지금까지 국립기관에서 민간기업으로의 기술이전의 조직에 관해서 日美比較를 하는 공동조사패널을 개최하는 등 산업기술정책에 관해서 상호이해를 구해왔다. 산학관협동프로젝트와 같은 일본류의 노하우를 『전수』, 미국의 군민전환연구를 지원하는 것도 검토하고 있

다. 단지 그러한 일본의 신호를 받아들일지 미지수라 할 수 있다.

미국의 군민전환책은 자국의 산업경쟁력의 복권을 목표로 하는 색채가 농후하고, 군사기술만이 아니라 민생기술까지 포함시킬려는 경향이 강해질 염려도 있다. 통산성이 표방하고 있는 테크노글로벌리즘(기술의 세계적 공유에 의한 반영)이 냉전후 구조에서 기대한 만큼 그대로 개화할 수 있을까, 지금부터가 중요하다 하겠다.

#### IV. 地球科學의 時代

연구개발이 기술에서 과학으로 그 주점이 옮겨가는 현재 첨단과학의 주역이 되는 분야는 무엇인가. 지금까지는 원자물리학, 소립자론 등 물질의 근원을 밝히는 물리학이 두드러진 역할을 해왔고, 천문학, 우주론도 발전, 또 인간의 본질에 접근하는 생명공학도 현저히 진보했다. 이것들을 대신해서 부상하고 있는 것이 지구 그 자체를 해명하려고 하는 지구과학이다. 지구라고 하는 거대한 시스템이 21세기를 향해 가장 새로운 연구대상이 될 것이다.

작년말에 일본의 우주개발정책의 총본부인 科學技術廳에서 地球觀測利用研究會라고 하는 새로운 기구의 준비회의가 열렸다. 위성에 의한 지구 관측데이터를 비즈니스나 지방행정에 활용하는 방법이나 기술을 연구하는 조직이다. 同廳의 선도로 우선 10개 정도의 기업이나 자치체가 예비로 모일 예정이었으나 직전에 그 이야기를 들은 기업이나 縣이 불어나 멤버가 30개가 되었다. 최종적으로는 더욱 늘어날 것으로 보고 있다.

일본의 우주개발정책은 현재 통신, 방송등의 실용에서만 아니고 지구관측에도 그 무게의 이동이 요구되고 있다. 이번의 연구회는 그런 흐름

이 나타난 것이며, 지구과학 대두의 징조이기도 하다. 일본은 美包括通商法 슈퍼 301조(불공정무역국·행위의 특정·제재)의 압력으로 실용인공위성이 국제공개 조달로 되고, 정부의 위성개발은 연구개발용이 중심이 되었다. 이것은 일본의 우주개발이 강력한 후원자를 잃은 것을 의미한다.

국정의 분야에 자금이나 인재가 들어가기 위해서는 사회적 수요라는 후원자를 빠뜨릴 수가 없다. 원자물리학은 군사나 에너지의 필요성, 생명과학은 의료 등의 필요성이 뒷바쳐 주고 있다고 할 수 있다.

인류의 꿈이나 로망스라고 하는 우주개발도 실제로 예산을 획득할 수 있는 이유는 다른데에 있다. 미국 및 구소련의 경우는 군사적 필요성 때문이고 일본의 경우는 통신, 방송등 실용위성에 대해 국민생활이나 기업활동의 필요성이 있었다. 과기청의 한 우주담당자의 말인즉 『大藏省의 지갑을 열게하는 재료』이다.

그 실용위성에 손을 뻗것에 타이밍 맞게 등장한 것이 지구환경문제로 환경과파나 지구온난화의 대책에는 지구를 구석구석까지 관찰하는 위성이 필요하다. 대기, 해양, 삼림, 인류의 활동등이 복잡하게 얽혀 있었던 거대 시스템인 지구에 관해서는 여전히 수수께끼가 많은데, 예를 들면 지구는 어느정도의 속도로 온난화되고 있는가 하는 기본적인 것도 아직 조잡한 추측밖에 없다.

지구시스템해명을 위해 國際學術聯合會議(ICSU)는 90년에 여러가지의 연구프로젝트에서 생기는 지구권·생물권 국제협동연구계획(IGBP)을 개시, 또는 92년 6월의 환경과 개발에 관한 UN회의(지구 Summit)에서 채택된 행동계획 Agenda 21가운데서도 『지구를 하나의 시스템으로 이해하기 위해』, 『장기적, 다각적으로 관측할 수 있는』 지구관측시스템의 중요성이 제창되었다.

그렇기 때문에 일본의 우주개발정책도 지구관측이 앞으로 주축이 된다. 더구나 『금년은 국제적으로 일본이 적극적으로 제안, 각국을 끌어들이고』고 과기청은 의기양양하다. 관측을 세계각국이 능률적으로 분담하는 계획을 검토하고 있는 각국 우주기관에서 구성하는 地球觀測衛星委員會(CEOS)에서 일본은 93년의 간사를 맡고 있기 때문이다.

일본은 앞으로 발사하는 지구관측위성이 아직 2기밖에 결정되어 있지 않다. 구미에 비해 늦어지고 있으나 과기청은 2010년까지 12기를 더 쏘아올릴 시나리오를 갖고 있다.

동시에 지구관측데이터는 화산분화구에서 올라오는 먼지에 의한 항공기 엔진고장의 예방, 지진 등 재해대책, 어업자원의 관리 등 이외에도 활용이 가능하다. 그 추진력이 되는 것이 이번의 연구회에서 지방자치단체나 항공, 해운, 건설, 측량, 목재, 전력, 어업등의 기업에 관계되어질 것으로 보여진다

이것들은 지구환경문제와 지구과학과는 직결되지 않는다. 그러나 자치단체나 기업에서의 위성데이터 이용이 진행되어 비즈니스와 결부된다면 수요를 확대하는 효과는 크다. 오히려 이러한 수요쪽이 경제효과를 낳는 부분이 되어 지구과학진흥을 좌우할 것이다.

어떤 화산학자는 『연구를 하려고 해도 사실은 제대로 센서도 없다』고 한탄한다. 그러나 지구관측의 강화에 의한 대기, 해양, 삼림에 미치는 이산화탄소 등 물질의 순환, 기후변동, 지구규모에서 생물이나 식물의 역할 등 이것들은 지진, 화산에 관계되는 지구내부 구조나 심해저의 연구와도 밀접하게 관계되어 상승효과를 낳는다. 이런 스토리가 전개되어 『大發見』이 이어지는 지구과학시대의 싹은 계속 자랄 것이다.

V. 女性이 自然스럽게 科學技術을 擔當하는 時代

젊은이의 이공계 이탈과 경기호조시의 일손부족이 이공계여성의 사회진출을 크게 촉진했다. 대학은 물론 업계의 연구소, 건축현장에 이르기까지 지금은 여성의 모습을 보는 것은 흔한 일이다. 21세기는 지금까지와 같이 특별히 우수한 극소수의 여성이 눈부신 활약을 하는 것이 아니라, 다수의 여성이 아주 자연스럽게 과학기술을 담당하는 시대가 될 것 같다. 이러한 움직임에 대응하여 기업과 대학이 여성과학자를 활용할 수 있는 새로운 조직을 만들수 있는가가 금후 과학기술발전의 열쇠를 쥐고 있는 것이다.

작년 6월 동경에서 『女性技術者 포럼』이 발족되었는데, 이는 여려분야의 이공계여성이 교류를 통하여 업무와 관련된 문제해결 및 전문분야에서의 상호개발을 목적으로 한 것이다. 약 반년이 지난 지금 160명을 넘는 회원의 면면을 보면 기업의 연구자, 시스템엔지니어, 대학의 교수, 건축설계기사, 업체의 컨설턴트 등 다채롭다. 2개월에 1회 정례회를 열어 미국의 여성활용의 현황 등을 화제로 하여 강연과 간담회를 갖고 있다. 『간담회가 끝났다고 말해도 참석자 들은 돌아가려고 하지 않는다』라고 발기인인 數野美子 東邦大學교수가 말할 정도로 교류가 활발하다. 大阪科學技術센터 등이 지난 10월에 大阪에서 개최한 『女性科學者포럼』에는 남성 60명을 포함한 400명이 모였다. 동 포럼에서 포스터전시를 통한 전문연구성과가 발표된 이외에 『자녀교육과 일의 양립』, 『어떻게 여성을 이공계로 이끌 것인가』등의 주제로 논의가 활발했었다.

또한 작년 여름에는 日中양국의 여성과학자에 의해 여성을 둘러싼 사회환경 등을 토의하는 최

초의 공동심포지움이 열렸다. 학회를 포함한 이공계 여성이 네트워크구축 움직임은 최근 급속히 확대되고 있다. 이러한 네트워크에 대한 東京都내의 한 대학에 조수로 있는 여성연구자 A씨는 『이공계 직장에는 여성이 거의 없기 때문에 문제가 일어나도 혼자서 해결할 수 밖에 없다. 이럴 경우 동료 및 선배의 경험과 의견을 듣는 것은 참고가 될 것이라고 생각합니다』라고 말한다. A씨는 자신이 대학원생 시절에 소속강좌의 교수로부터 성적회롱을 받았으나 상담할 상대가 없어 고통스러웠던 경험이 있다고 한다. 또한 2명의 자녀를 양육하면서 대학 의학부에서 연구하고 의국유학까지 한 B씨는 『현재 자녀를 키우고 있는 사람들의 현황과 어려운점 그리고 그 해결법 등에 대한 정보를 교환하는 장이 될 수 있다면』하고 기대하고 있다. 이들의 공통적인 자세는 『단지 이야기 하는 것만으로 끝나는 것이 아니라 구체적인 개선으로 연결될 수 있는 모임이 되고 싶다』고 하는 것이다.

거품경제가 무너져 산업계의 인력부족현상은 줄어들었지만 지금 기업 및 대학에는 의욕있는 여성을 남성 연구자의 부족으로 생긴 구멍메우기가 아니라 상비전력으로서 활용해 가는 의식 개혁과 노력이 요구되고 있다. 연구개발의 성과는 인맥 및 사람과의 교제로서 이루어지는 것이 아니라 자칫하면 대부분의 분야에 있어서 종래의 남성사회의 시스템을 그대로 여성에게 적용하면 된다는 경향이 많다. 이에 대해 東邦대의 數野교수는 여성연구자가 불리하지 않기 위한 대응이 필요하다고 지적한다. 『예를 들면, 연구자는 직장에서로부터 완전히 떨어지면 공백이 크기 때문에 육아휴가중에도 직장의 연구상황이 파악할 수 있게 기업이 항상 정보를 제공할 수 있도록 해야 한다』고 말한다.