

사이언스 트렌즈'는 세계과학기술계의 동향을 소개하는 코너입니다. 이번 호에는 우리나라 단일 수출품으로서 관심을 끌고 있는 반도체 칩의 미래 동향, 세계 바이오산업계에 돌풍을 예고한 싱가포르 정부의 야심찬 전략, 그리고 기초연구 강화와 초·중등학교의 과학 및 수학 교육에 집중적인 투자를 하기 위해 과학재단의 예산을 5년 내에 2배로 끌어올릴 예정인 미국의 과학 정책을 소개합니다.



세계 반도체시장 '사활' 건 불꽃 경쟁

세계 반도체 업계는 10년마다 뿌리가 흔들릴 정도로 몸살을 겪고 있다. 지난 1970년대와 1980년대에 일본 반도체 업계는 미국과 유럽의 경쟁업체를 추월하기 시작했고, 마침내 1986년에는 세계 반도체 칩의 선두 주자가 되었다. 그러나 일본이 웨이퍼(집적회로를 만드는 얇은 반도체판, 웨이퍼에서 잘라낸 작은 조각이 칩이다)의 지름을 150mm에서 200mm로 만드는 과정에서 머뭇거리던 사이, 미국과 유럽 그리고 우리나라가 여기에 뛰어 들었다. 그 결과 미국은 반도체 분야에서 선두 자리를 유지할 수 있었고, 유럽 실리콘계는 낮아졌던 시장점유율을 회복했으며, 한국 기업으로는 삼성전자가 1996년에 세계 최대의 메모리 공급업체로 급부상했다. 웨이퍼의 크기가 세계 반도체 시장의 판도를 바꾼 것이다.

오늘날 세계 반도체 업계는 지름이 300mm(12인치)인 웨이퍼를 개발하는 단계로 도약하고 있다. 이 과정에서 업계는 또다시 중대한 변환기를 맞고 있다. 지름 200mm(8인치) 웨이퍼를 300mm로 늘리는 일은 어쩌면 대단한 일이 아니라고 생각될지 모른다. 하지만 지름이 50% 늘어나면 칩을 만드

영향은, 이것으로 인해 범세계적인 칩 업계 세력의 균형이 바뀐다는 점이다. 따라서 정상급을 제외한 기업들의 가장 현명한 선택은 맹목적인 생산 경쟁을 피하여 자체 생산 공장 없이 나가는 것이다.

300mm 기술 소홀히 할 때 생존 불투명

오늘날 300mm 웨이퍼를 다룰 수 있는 칩 공장 또는 웨이퍼 펌의 건설비는 25억 달러에 이르고, 일부 공장은 35억 달러를 넘어서는 경우도 있다. 이렇게 비싼 '메가 펌'에서 수익을 얻기 위해서는 연간 매출액이 적어도 60억 달러는 되어야 하기 때문에 몇 안 되는 전통적인 칩 메이커만이 이런 과감한 투자로 인한 경제적 이득을 취할 수 있게 된다.

최근 세계 반도체 업계의 침체에도 불구하고 경제적인 현실을 무시할 수 없는 많은 기업들이 2002년 말까지는 15개의 메가 펌을 운용할 예정인데, 거기에는 인텔사가 2개, IBM 및 인피니온사가 각각 1개씩 그리고 아시아 청부생산업체들이 5~6개 포함되어 있다. 2003년에는 8개가 더 추가되고 2007년까지는 모두 40개의 메가 펌들이 매달 57만 5000개의 웨이퍼 생산용량을 갖출 것으로 추정된다. 이것은 칩 업계가 하강추세에서 회복한 뒤 예상되는 세계 수요의 2배 가까이 되는 수치이다. 이에 대해 미국시장 관측 전문회사인 VLSI 리서치사의 댄 허치슨은 "세계 반도체 업계는 프랑스혁명과 같은 피비린내 나는 하이테크 혁명으로 이어질지도 모른다"고 우려했다.

'대 유행전'이 예상되는 가운데, 대부분의 세계 반도체 업계는 300mm 웨이퍼에 대한 결정을 미루

삼성전자가 세계 반도체업계 최초로 양산에 들어간 300mm 웨이퍼를 황창규 사장이 들고 있다.



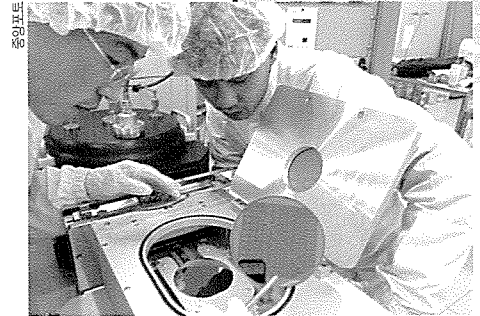
는 표면적의 넓이는 2.25배가 커지고 그에 따른 공정 비용은 20% 밖에 추가되지 않는다. 결국 앞으로 칩의 가격이 계속 낮아질 수 있는 길이 열린 셈이다. 그러나 300mm 웨이퍼가 미치는 가장 큰

고 있다. 다만 삼성전자를 비롯한 인텔, IBM 그리고 텍사스 인스트루먼트 등 선두 기업들만이 300mm 공장을 운영하고 있다. 다른 업체들은 공동으로 합작 팹을 운영하거나 앞으로 예상되는 생산량의 50%까지를 파운드리(대규모 집적회로를 전문적으로 청부, 양산하는 기업으로 대만이나 싱가포르에 많다)에 의존하고 있다. 특히 파운드리 사업을 주도하고 있는 대만은 2001년에 생산된 웨이퍼의 5분의 1을 처리했다. 2010년에는 대만의 파운드리가 세계 웨이퍼의 40%를 처리할 것으로 추정된다.

한편 중국을 비롯한 말레이시아와 싱가포르는 대만의 성공사례를 본받아 15개의 웨이퍼 팹을 건설할 예정인데, 그중 5개는 300mm 대형 웨이퍼를 생

산하는 파운드리가 차지할 것으로 보인다. 미국 실리콘밸리 소재 국제반도체장비 및 소재협회(SEM)는 2010년에는 주로 동남아에 위치한 파운드리가 전세계로 공급되는 칩의 절반을 생산하게 될 것이라고 추정하고 있다.

그러나 2005년 경에 회로의 굵기가 65nm로, 2010년이 지나기 전에 45nm으로 줄어들게 되면 200mm는 무용지물이 될 수 있다. 따라서 전문가들은 2005년 이후에 300mm 기술을 소홀히 하는 기업들은 업계에서 주요한 생산업자로 생존하기 어려울 것으로 보고 있다.



중요요

대구시 달서구 호림동 성서 첨단산업단지에 입주해 있는 반도체용 장비 제조업체 (주)울텍의 클린룸(clean room)에서 연구원들이 웨이퍼를 확인하고 있다.

싱가포르, 첨단 생의학 기지 건설에 박차

싱가포르가 5년간 20억 달러를 투자하여 세계 정상급 생의학 산업단지를 조성하는 계획을 수립하고 세계 생물공학계와의 경쟁에 뛰어 들었다.

아시아에서 일본과 홍콩에 이어 가장 높은 국민 소득을 자랑하고 있으나, 좁은 국토와 330만 명의 인구 등 연약한 경제기반을 보완하기 위해 첨단 과학기술에서 그 돌파구를 모색해 오던 싱가포르는 지난 2000년 6월 '국가 생의과학 전략사업'을 발표한 바 있다. 이 계획에 따르면, 새로운 연구기관과 대학의 연구기관 및 생물과학 교육에 20억 달러의 투자가 이루어진다. 이와 더불어 다국적 제약회사와 국내 생물공학 창업회사에 세계상의 인센티브가 제공될 전망이다.

싱가포르는 우선 임계 수준(Critical mass, 바람직한 결과를 효과적으로 얻는 데 필요하거나 충분한 양)에 도달하기 위해 해외에서 생물과학 연구자들을 충분히 끌어들이야 한다. 그러나 교육과 훈련

을 이유로 해외에 파견된 싱가포르 국민들 중 상당수가 해외에서 돌아오지 않고 있을 뿐만 아니라, 현재 생물공학 창업회사를 육성할 만한 기업가 정신마저 결여되어 있다. 하지만 이런 우려에도 불구하고 싱가포르의 '도박'은 벌써 성과를 거두고 있다. 미국 상무부 기술정책 분석관 데이비드 브랜틀리는 싱가포르가 매우 짧은 기간 내에 생물의학 산업을 성장시켰다고 평가한다. 2001년 생물의학 분야에 대한 직접적인 투자는 6% 증가한 4억 8300만 달러로 늘어났으며 정상급 과학두뇌들을 끌어들이는데도 성공한 것으로 판명됐다.

지금까지 영입한 우수 과학자에는 싱가포르 게놈연구소 마이크로어레이 연구단 책임연구원으로 임명된 전 미국립암연구소(NCI)의 분자생물학자 랜스 밀리를 비롯하여 싱가포르 게놈연구소 소장으로서 임명된 전 NCI의 임상과학부장 에디슨 류, 복제양 돌리를 만든 영국 PPL 테라퓨틱스의 분자생물학자



앨런 콜만, 케임브리지대학 물리학자 군아레트남 라자고팔, 그리고 일본의 암연구자 이토 요시아키 등이 포함되어 있다.

콜만은 싱가포르 국립대학에서 개발한 간세포의 상업화를 돕기 위해 싱가포르 정부와 함께 만든 회사인 ES 셀 인터내셔널의 수석과학관이 되었다. 정년을 맞은 위암연구 전문가인 일본의 이토는 교토대학

14명의 연구팀 중 10명을 이끌고 싱가포르 분자 및 세포생물학연구소(IMCB)에 합류하여 위암에서 RUNX3이라는 유전자의 역할에 대해 연구하고 있다.

당초 생물공학사업을 구상한 것은 싱가포르 경제개발원(EDB)이었다. EDB는 불황을 극복하고 실업률을 낮추기 위해 보다 지식 집약적인 분야를 찾기로 결정했다. 그 결과, 싱가포르는 매우 발달된 보건시스템을 보유하게 되어 말레이시아와 인도네시아의 부유층 환자들을 끌어들이고 있다. 싱가포르에는 현재 인간 간세포연구에 큰 공헌을 한 국립대학병원의 생식생물학자 아리프 풍소를 포함한 기초과학 연구자들이 많이 포진해 있다.

‘거인’ 들 싱가포르에 앞다퉈 진출

싱가포르에 연구개발 본부를 설치한 미국 일라이 릴리의 산하 릴리 시스템 바이오로지는 2003년까지 새로운 의약품 개발을 위해 컴퓨터 툴 개발에 중사할 약 50명의 과학자들을 확보할 계획이다. 그런가 하면 스위스의 거대 제약회사인 노바티스는 신설 싱가포르 열대병연구소에서 약에 저항력을 가진 결핵과 뎅기열 치료법을 개발할 60명의 연구자들로 구성된 선발진을 보유할 계획이다.

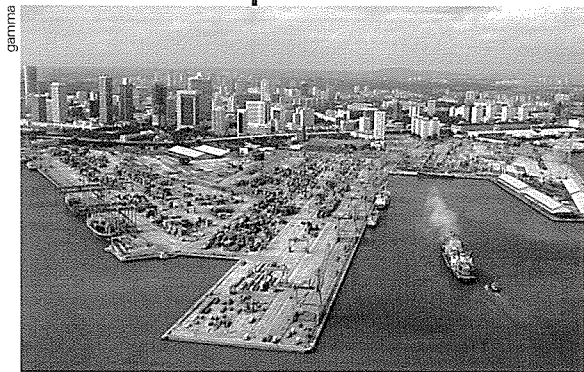
또한 일본의 추가이 제약(中外製藥)이 주도하는 일본 3대 제약회사는 2002년 초 공동으로 아시아의 주요 질병을 연구할 10명의 연구자로 구성된 파마로지컬 리서치를 설립했다.

지난날 싱가포르가 전자공업 사례에서 배운 것처럼 다국적기업은 생산비용이 덜 드는 곳으로 이동하는 데 주저하지 않는다. 공장이 다른 곳에 있다 해도 국내에서 성장한 기업은 그 기반을 유지하는 경향이 있다. 회사의 창업으로 인해 높은 수준의 다양한 일자리가 생기면 연구원은 연구직을 그만두고, 회사를 설립한 과학자는 사장, 총무부장, 물류부장 등을 고용한다. 이를 촉진시키기 위해 A*STAR 연구소의 연구자들은 최장 3년 동안 비즈니스를 창업하기 위한 휴가를 얻을 수 있다.

1980년대 중반 싱가포르 정부는 생물공학에 주력하기로 하고 세계 우수한 과학자들에게 자문을 했다. 미국 캘리포니아 주에 위치한 스크 생물학연구소의 시드니 브레너를 포함한 이들은 생물공학 분야에 착수하기 전에 이 분야에서 일하는 과학자들이 매우 많이 필요하다고 지적했다.

이후 싱가포르는 1987년 분자 및 세포생물학연구소(IMCB)를 창설하고 젊은 과학자들을 훈련시켜, 첨단연구를 수행하기 시작하면서 세계 과학계에 자리를 굳혀갔다. IMCB는 최근 싱가포르 분자 농업생물학연구소로부터 12개의 연구 그룹을 흡수했다. 싱가포르 계놈연구소와 생물정보연구소의 두 연구기관은 기초와 응용연구 간의 차이를 매우 큰 교량 역할을 한다. 응용연구의 말단에는 1990년 설치된 생물공정기술센터와 신설 생물공학연구소가 있다. 이 연구소들은 상승 효과를 내기 위해 새로 건설될 바이오폴리스 내에 위치할 예정이다. 2억 8600만 달러의 7개 빌딩으로 구성될 이곳에는 중소기업들을 위한 공간도 마련된다. 연구자들은 최신식 연구실에서 작업하면서 고급 장비와 동물 시설을 공동으로 사용하게 된다.

정부기관 간의 협력도 확대된다. 예컨대 보건부



싱가포르의 전경.

는 싱가포르의 조직 네트워크를 설치하는 한편 신설 생물의학연구원은 여러 대학에 생명과학연구를 촉진시키기 위한 연구비를 제공하고 있다.

싱가포르는 많은 연구자들을 해외에서 모집해야 하는 상황에 처해 있다. 핵심기관인 IMCB의 경우도 35명의 책임연구원 중에서 싱가포르 본토 출신은 2명에 불과하다. 해외에서 온 많은 책임연구원들은 10년 혹은 그 이상 싱가포르에 머무르고 있으며, 그 중 4명은 싱가포르 시민이 되기로 결심했다. 싱가포르 게놈연구소(GIS)와 생물정보연구소는 현재 250명의 연구자를 모집하고 있는데, 거의 대부

분 해외에서 영입할 계획이다. A*STAR는 외국 과학자에 대한 의존도를 줄이기 위해 중·장기계획으로 초등학교부터 과학기술교육을 강화하고 대학원생에 장학금을 제공하는 등 과학기술 인재양성에 전력투구하기 시작했다.

한편 생물의학은 싱가포르 정부가 추진하고 있는 정보기술, 재료과학 및 화학 분야의 연구개발이 포함된 '과학기술 2005 계획(5년간 40억 달러 투자)'의 일부에 지나지 않지만, A*STAR는 생명과학 연구에만 집중하기 위해 생물의학연구원을 설치하고 나머지는 모두 과학·공학연구원으로 넘겼다.

미국 과학재단 예산 연간 100억 달러

미국 하원이 과학재단 예산의 배증 법안을 2002년 11월 18일 마침내 승인했다. 이 법안(H.R.4664)은 최근 몇 해 동안 예산을 2배로 늘린 미 보건연구원과 균형을 유지하기 위해 추진된 것으로, 특히 미국의 기초연구지원예산을 크게 늘린 점과 중·고등학생들의 수학 및 과학교육개선에 역점을 둔 점이 주목할 만하다.

이 법안은 2003 회계연도의 미 국립과학재단(NSF)의 예산을 56억 달러로 늘렸는데, 그 중에서 42억 달러는 NSF 본래의 업무인 연구 및 관련 활동(RRA) 예산이며, 10억 달러는 교육 및 인적자원(EHR) 예산이다. 또한 NSF 수학 및 과학협력프로그램(MSP)에도 2억 달러가 배정된다. NSF의 2004년 예산은 64억 달러, 그 중에서 RRA와 EHR의 예산은 각각 48억 달러와 12억 달러이며, MSP는 3억 달러이다. NSF의 2005년 예산은 74억 달러이다. 그 중에서 RRA와 EHR는 각각 55억 달러와 13억 달러이며, MSP에는 이 중에서 3억 달러가 배정된다. NSF의 2006년 예산은 85억 달러가 잡혀 있으며, 2007년에는 98억 달러가 배정될 계획이다.

이 법안은 특히 수학 및 과학교육에 큰 비중을 두

고 초·중등학교의 수학 및 과학교육 개선, 이 과목의 교육자 모집과 확보, 그리고 이들 교육자들에게 필요한 전문성 개발 프로그램을 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 미 과학재단의 MSP는 이런 목표를 달성하기 위해 업적에 따른 보조금을 제공한다. MSP에는 또다른 교사들에게 과학 및 수학 콘텐츠와 교수법에 도움이 될 대교사(大教師, master teacher)의 훈련도 포함된다. 또한 이 법안으로 인해 과학, 수학 교육자의 모집, 확보, 나아가 훈련을 지원하기 위한 로버트 노이스(마이크로 칩을 개발한 미국의 대표적인 정보산업 기업가) 장학 프로그램이 설립된다. 고등교육기관은 경쟁 및 업적 위주의 보조금을 통해 수학, 과학, 공학 및 기술을 전공하는 대학생들이 초·중등교사로의 진출을 촉진하는 프로그램을 개발할 수 있게 된다.

이 법안에는 또한 미 하원 과학위원회의 셔우드 베러트 위원장이 제출한 기술 텔런트법안(H.R.3130)도 포함되어 있는데, 과학, 수학, 공학 및 기술 전공을 택하는 학생 수를 늘리는 것을 목표로 하고 있다. ☞

글_현원복 | 과학저널리스트

