

## MIT의 Biological Engineering

아주대학교 김용성 교수



**필**자는 콜로라도 주립대학 약학 생물 공학 센터에서 박사 과정을 마친 후, 매사추세츠 공과대학 (MIT)의 Biological engineering division에서 2004년 2월까지 약 1년 4개월간의 박사 후 연구를 수행하였다. 본 글에서는 이 짧은 기간동안에 보고 느낀 바를 기술하고자 한다.

보스톤은 미국 건국 200년의 역사를 간직해 온 미국 동부 뉴잉글랜드 지역의 학문과 문화 중심지이다. 보스톤 시내의 복잡한 일방통로 도로를 매우 복잡한 세포내 신호전달 과정에 비유하는 것이 과언이 아닐 정도로 보스톤은 고전적인 유럽풍의 오래된 건물들이 대로를 따라 펼쳐져 있고, 낡은 전철이 지하로 지상으로 천천히 다니지만, 현대적인 고층빌딩들과 새로운 상징이 되어 버린 자킴 케이블 다리가 아름다운 야경을 연출하는, 전통과 현재가 조화롭게 펼쳐진 활기찬 도시이다. 보스톤의 한복판을 가로 지르는 찰스 강변을 따라 펼쳐진 하버드와 MIT를 포함해 다수의 세계적인 명문대학들이

보스톤 시내 및 근교에 위치하고 있다. 이 학문의 중심지에 몰려든 세계적인 석학들과 우수한 학생들 때문인지 대학근처와 보스톤 시내에는 끊임없이 크고 작은 행사들이 이어져 주말에는 가족들과 시간을 보내기에 좋았다. 찰스강변에 살았던 필자에게 삶의 활력을 준 것은 비가 오나 눈이 오나 항상 강변을 따라 조깅을 하는 수많은 사람들과 빠른 속도로 강줄기를 오르내리는 조정하는 사람들이다.

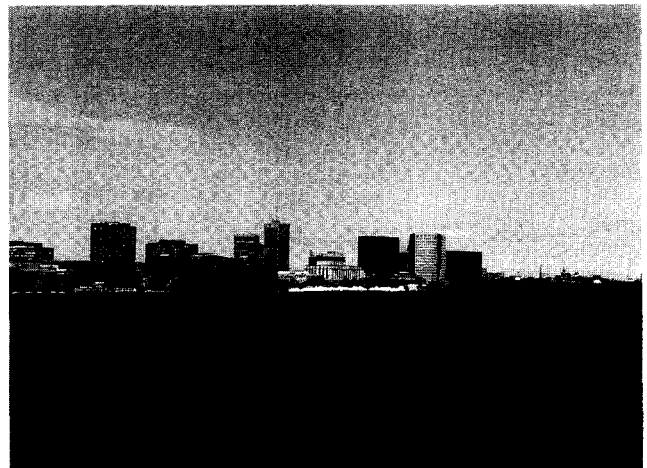
MIT 캠퍼스는 상징인 돔 건물을 제외하고는, 다소 실망스러울 정도로 개성이 없는 성냥갑 모양의 건물들로 구성되어 있다. 이런 인상 때문이었는지 현재 거의 완공된 Stata center는 MIT에서 야심차게 건물에 예술을 가미하여 짓고 있으면, 전산과 인공지능 랩이 들어설 건물이다. MIT에 방문객이 오면 자랑스럽게 보여주는 것은 건물 66동부터 7동까지 쪽 이어진 긴 복도이다. 처음에는 이상하게 생각되지만, 보스톤의 춥고 긴 겨울을 지내면 왜 이것이 꼭 필요했는지 이해가 간다.

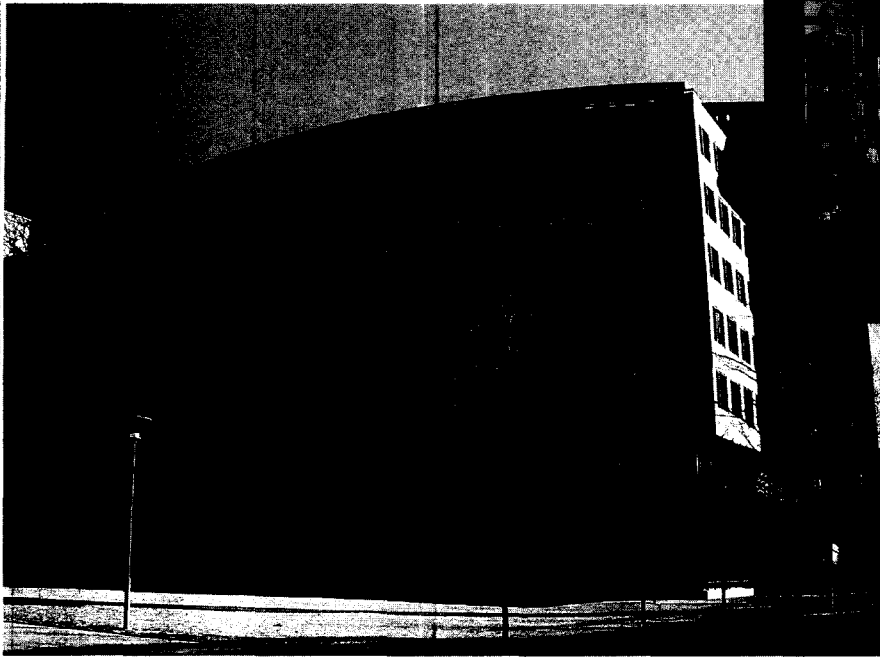
필자가 MIT에 가기 전부터 항상 궁금했던 것이, MIT가 어떻게 세계적인 교육과 연구의 중심지인 가였다. 필자가 짧은 기간동안에 느낀 개인적인 판단은 다음과 같은 두 가지다. 첫째 우수한 학부생, 대학원생 및 포스트 닥들이었다. 필자의 박사과정 지도교수는 항상 농담조로 MIT는 교수보다는 학생들이 푹푹해서 훌륭한 연구를 하고 있다고 했다. 필자는 이 말에 동의한다. 학부생들은 수업이 끝난 후에도 밤늦게까지 스터디 그룹에 참여하고, 학기 중에도 원하는 연구실에 들어가 연구 경험을 쌓을 수 있는 UROP 제도를 통해 이론적 실험적 경험을 쌓고 있다. 세계에서 가장 우수한 인재들이 모여들며, 자기가 하고 있는 프로젝트에서 돌

째가라면 서러울 정도로 강한 자부심과 연구열을 가지고 있는 대학원생과 포스트 닥들은 MIT 연구의 브레인이며 엔진인 것 같다.

둘째는 원활한 연구 수행을 위한 제반 시스템이다. 이 시스템은 MIT 자체의 연구 시스템 외에도 주위 연구소, 산업체를 총괄하는 의미이다. 교수의 교육과 연구 행정 잡일을 도맡아 해주는 전문적인 조교 및 비서들, 자신의 연구에 자문을 구할 각 분야 전문가가 옆 실험실에 있으며, 실험에 필요한 여러 가지 최첨단 장비 및 기기를 쉽게 이용할 수 있으며, 사용이 복잡한 최첨단 기기는 학교에서 고용된 전문 지식을 가진 운영요원이 실험을 도와준다는 것이 내부적인 시스템이라 할 수 있다. 더불어 끊임없이 이어지는 각 분야 대가들의 초청 세미나는 충분히 학생, 포스트 닥 및 교수들로 하여금 새로운 분야를 접하고 최첨단 학문의 흐름을 알 수가 있어 항상 좋은 자극이 된다. 더불어 소수의 그룹들이 진행하는 비공식적인 세미나와 콜로키움이 많다.

이 중에 MIT 및 White Head Institute에 있는 한국인 포스트 닥들의 돌아가면서 연사가 되어 비공식적으로 자기 전공분야를 폭넓게 소개하는 월례 세미나는, 공학배경을 가진 필자에게 다양한 기초 생물학의 연구 토픽과 흐름을 접하게 해 준 좋은 기회였다. 더 큰 모임인 New England 지역 한국 포스트 닥들의 모임 NEBS (New England Bioscience Society, 회원수 약 400여명)가 하버드 의대에서 행하는 월례 세미나는 약 100명이 참가하여 자유롭게 토론하는 장이고, 연례행사로 재미 한인과학자들을 초청 연사로 진행하는 SBR (The Society of Biomedical Research) 행사는 한국인들 간의 연구 교류와 인적 네트워크를 형성하





는 장이다.

MIT의 주위에 연구소 및 산업체도 많아서 생명과학 및 공학분야에 큰 연구 cluster를 이루고 있다. 조만간 MIT에 완전히 소속되는 White Head Institute는 약 15명의 교수가 MIT의 여러 과에 겸직 교수로 있어 강의도 수행하며, 생물과를 비롯한 여러 과와 유기적인 복합체로 돌아가고 있다. 세계 유수의 생물공학 및 제약회사들이 MIT 학교 주변으로 모여 드는 것을 보면, MIT가 생명공학분야에서 얼마나 막강한 영향력을 미치는지 알 수가 있다.

현재 Amgen, Biogen, Dyax, Millennium Pharmaceuticals, Ariad Pharmaceuticals, Genzyme, Alkermes, Biopure 등 14개의 회사들이 MIT주변에 몰려 있으며, 최근에는 MIT가 산학 협력을 위하여 야심차게 꾸며놓은 technology square에 Novartis가 입주하여 명실 공히 세계적인 생물공학의 중심지가 되어 가고 있다. 바로 인접한 많은 산업체는 대학원생들이 인턴과정 또는 협력 연구를 통해 실제 산업체에서 어떤 연구들이 진행되고, 산업체가 학교와는 어떻게 다른지를 배우는 장이 된다. 이러한 학교와 산업체간의 유기적인 시스템은 산학 고급 브레인들의 활발한 교류를 통해 연구 인력 및 장비, 연구비에 구애를 받지 않고 최첨단 연구를 수행하며, 차세대 연구를 선도하는 기반 시스템인 것 같다.

필자가 소속되었던 Biological engineering division은 따로 독립된 학과가 아니었고, 생물과, 화공과, 재료과, 화학과 등에 속해 있는 약 40여명의 교수진들이 참여하고 있는 interdisciplinary 프로그램이다. 현재 대학원생들을 받고 있으며, 2005년 가을 학기부터는 독립적으로 학부생도 모집을 할 예정이다. 필자가 떠나오기 전까지 이 division의 연구 화두는 크게 두 가지였다고 본다. 바로 Nanobiotechnology와 Computational Systems Biology였다.

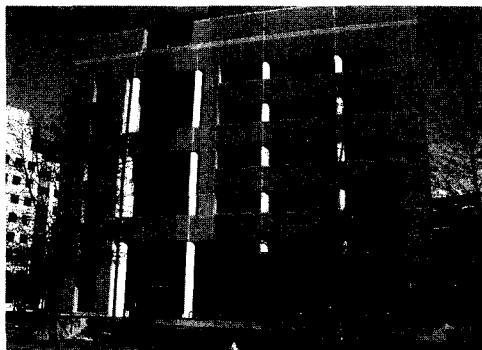
Nanobiotechnology는 나노미터 크기를 가지며 놀라운 특성이나 기능을 가진 물질을 합성하고, 이 물질을 이용하여 구조를 만들고 제어하는 장치 또는 시스템을 개발하는 nanotechnology가 생물학과 의학에 응용하고자 하는 학문 분야라 정의 될 수 있다. 미국 정부는 Nanobiotechnology의 미래 무한한 학문적, 산업적, 군사적인 잠재력을 인식해서 이미 많은 대학과 회사들에 많은 연구비를 투자하고 있다. MIT의 nanobiotechnology 연구는 미 육군에서 지원을 받는 The Institute for Collaborative Biotechnologies (ICB) 와 Institute for Soldier Nanotechnology (ISN); 그리고 DuPont 회사에서 지원을 하는 DuPont MIT Alliance (DMA) 프로그램에서 이루어지고 있다. 위 프로그램들은 확립된 교육과정이나 독립적인 과가 없이 화학, 생물, 생물공학, 재료공학, 기계공학 등 다양한 분야의 교수들

이 분단횡단적인 연구를 수행되며, 대학원생과 포스트 닥들을 공동지도 하고 있다. ICB는 MIT, the University of California at Santa Barbara (UCSB), the California Institute of Technology의 공동 연구프로그램으로, 앞으로 5년간 5000 만불을 미 육군으로부터 지원을 받는다. 연구의 중점방향은 Bioimaging 과 Drug delivery를 위한 새로운 nanoparticles 개발과 응용 그리고 medical devices 개발이다. ISN은 2002년에 시작해 약 40명의 교수가 공동 참여하는 프로그램이고, 목적은 전쟁수행 능력을 향상시키기 위한 최첨단 차세대 무기개발, 의복소재, 생화학무기를 감지하는 biosensors, 첨단 의료기기 개발 등 이다. ISN은 MIT 캠퍼스에 본부가 있으며 실제 미 고위급 육군들도 상주하고 있다. DMA는 2000부터 시작해서 MIT 화공과에 본부를 두고 있으며, Dupont 에서 약 13개의 학과에 많은 연구비 (한 개의 프로젝트 당 약 20-80 만불)가 투자되고, 연구계획서가 내부 심사를 통해 승인을 받으므로, 특정한 연구 분야에 대한 제한이 없어 많은 교수들이 원하는 도전적인 연구를 마음대로 할 수 있는 기회를 제공하고 있다.

중점을 두고 있는 사업은 biodrugs, bioelectronics, biosensors, biomimetic materials, alternative energy sources 그리고 new high-value materials 이다. 위에 열거한 세 사업은 서로 다른 팀이라기보다는 참여교수들이 대부분 같아서 유기적인 MIT Nanobiotechnology 연구체이다.

2000년 시애틀에 Institute for Systems Biology 을 세운 Leroy Hood에 의하면, Systems Biology는 한 시스템을 구성하는 모든 요소들을 파악하고 그들간의 상호작용을 폭넓게 이해하여, 시스템 수준의 수학적 모델링을 통해 외부 자극에 의해 시스템이 어떻게 반응할 지를 예측하고, 궁극적으로 전체 시스템의 구조적 기능적 특성을 이해하고자 하는 새롭게 떠오르는 학문분야이다. 즉 세포를 한 시스

템으로 본다면, DNA, RNA, 단백질 수준에서 정보를 이해하고, 이들 요소간의 상호작용을 이해할 수 있는 정보의 흐름과 네트워크를 이해하여 세포의 구조, 기능을 묘사하는 도식적, 수학적 모델링을 통하여 세포 전체를 이해하는 것이라 볼 수 있다. MIT의 Computational Systems Biology Initiative (CSBi)는 생물학, 공학, 컴퓨터 과학을 아우르는 복수학문 분단횡단적인 프로그램으로 2003년 1월



에 처음 심포지엄을 열면서 시작하였다. 현재 약 10여명의 교수가 주도하며, 독립된 프로그램으로 대학원생을 교육시키며, 다수의 포스트 닥들이 각각의 교수진에 소속되어 연구하고 있다. 주요 연구 분야는 리간드에 의한 외부 자극이 receptors 을 통해 전달되는 세포내 신호 전달 과정을 정량화하고 수식화하려는 노력과 이 과정을 직접 실시간으로 볼 수 있는 bioimaging system 개발과 응용이다. 궁극적으로 Systems Biology의 바램은, 한 두 분자에 국한된 연구를 해온 전통적인 생물학이 보지 못한,

전체 systems 수준에서 생물현상을 이해함으로써 의학 및 약학 연구의 패러다임을 바꾸는 것 같다. 매년 열리는 심포지엄은 학계뿐만 아니라, 다수의 산업체 과학자들도 활발히 참여하고 있어 Systems Biology가 앞으로 신약개발에 큰 영향을 줄 새로운 분야인 것을 짐작할 수 있다.

짧은 기간이나마 MIT에서 연구 경험을 통해 느끼고 배운 여러 가지 것들이 앞으로 필자가 연구를 수행하는데 좋은 지표가 됐으면 한다. 끝으로 포스트닥 과정 중에 느끼는 많은 중압감을 이겨내고 물가가 비싼 보스톤에서의 삶을 견디게 해준 고마운 지인들과 술 한 잔 하며 앞으로 끝없이 펼쳐진 연구의 길을 어떻게 같이 꾸려 나갈지 논의하고 싶다. <sup>69</sup>