일반논문

공간화된 기술과학적 실천과 실험실의 물질문화:
민속방법론적 참여관찰을 통해 분석한 뇌과학 첨단연구 공간의 이해

Spatialized Technoscientific Practice and Material Culture in the Laboratory

이준석*

실험실(laboratory)은 과학행위가 발생하는 공간으로서 과학사와 과학사회학 등 과학기술학(STS, Science and Technology Studies) 분야의 주요 연구대상이 되어 왔다. 그러나 국내 연구들은 연구실에 대한 문헌분석 내지는 단기간의 민속지적 연구에 한정되어 왔으며 그나마 그 선례가 많지 않다. 1년간의 장기적 참여관찰을 기반으로 하는 본 연구는, 2004년 개소한 뒤 높은 과학적 업적으로 주목을 받고 있는 뇌과학연구소[소장 조장희 박사, PET(양전자방출단층촬영장치) 최초 개발자의 한 명]의 공간분석을 통해 뛰어난 과학적 성과 뒤에는 이종적인 행위자들의 복합적 네트워크가 형성되어 있음을 밝히고, 특히 실험실 공간이 푸코가 주장하는 헤테로토피아의 속성을 지니고 있음을 보이고자 한다.

주요어: 실험실, 뇌과학, PET(양전자방출단층촬영장치)과 MRI(자기공명영상), 행위자-네트워크 아상블라주, 헤테로토피아

1. 들어가는 글

인천 길병원 맞은편에는 5층짜리 현대식 건물이 위치해 있다. 이 건물은 길병원과 가천의과학대학교를 운영하는 길재단(이사장 이길여 박사)이

* 서울대학교 과학사 및 과학철학 협동과정 박사과정 수료(skyrider@paran.com)

www.kci.go.kr

심혈을 기울여 설립한 뇌과학연구소(NRI, Neuroscience Research Institute, 소장 조장희 박사)가 위치한 곳이다. 해당 건물은 2004년에 준공식을 가졌으며 2006년 완공되면서 동시에 그 건물에 위치한 뇌과학연구소가 개소하였다. 이 건물 안에는 현재 뇌과학연구와 관련된 고가의 실험 기기들과 50여 명의 과학자, 엔지니어, 테크니션, 그리고 사무직원들이 상주하고 있다. 본고에서는 이 연구소 공간의 물질문화(material culture)를 분석하는 과정을 통해 건축물에 기술과학의 실천(praxis)적인 속성이 내재되어 있음을 보인 다음, 연구소에 정치경제적이고 과학적인 장(場)들이 어떻게 중첩되어 있는가를 실험실 공간의 분석을 통해 분석하고자 한다.[1)]

주된 연구 방법론은 2008년 12월부터 6개월간 행한 문헌조사 및 이메일 인터뷰 등의 질적 연구와, 2009년 7월부터 2010년 6월에 걸친 약 1년간의 참여관찰이다. 그동안 국내에서 행해진 연구실 참여관찰이 거의 전무하며, 있더라도 수주에서 수개월 정도의 단기간에 걸쳐 이루어졌다는 점을 고려할 때, 본 연구는 1년이라는 장기간 참여관찰을 행했다는 점에서 선행연구들과 차별성을 갖는다. 장기간의 연구기간동안 참여관찰을 행함으로써 단기간에 발견하기 힘든 과학행위에 내재된 실천을 분석하는 과학적 실천분석지(praxiography)의 속성을 본 연구는 지니게 되었다(Mol, 2002). 따라서 MRI, PET, 혹은 싸이클로트론과 같은 실험기기가 연구실이라는 공간에서 어떠한 복합적 속성을 지니는지, 그리고 실제 과학적 실천이라는 행위가 이루어지는 연구소 공간 자체가 어떻게 이종적이고 혼합적인 속성을 지니는가를 본 연구는 보이고자 한다.

참여관찰 기간 동안 필자는 뇌과학연구소에서 행해지는 여러 미팅과 강연, 실험과 인터뷰에 참여하였다. 특히 매주 행하는 랩 미팅에 정기적으로 참여하였고, 이곳에 근무하는 기술과학자·테크니션·사무직원들과

1) 본 논문이 작성될 수 있었던 데에는 연구소에 계시는 선생님들의 도움이 무엇보다 컸습니다. 특히 참여관찰을 허락해주신 조장희 소장님과 김영보 교수님, 귀찮아하지 않으시며 항상 친절하게 가르침을 주셨던 수많은 연구원 선생님들, 홍성욱 지도교수님, 그리고 본 논문을 수정하는데 도움 말씀을 주신 익명의 심사위원분들께 감사의 말씀을 드립니다.

www.kci.go.kr

심층면접을 진행하였으며, 연구팀별로 이루어지는 내부 미팅과 외부 협력기관과의 공동 연구 등에도 허락을 구하고 참관하였다. 이 과정에서 필자는 2004년 9월 설립된 뇌과학연구소가 역사가 오래지 않은 신설연구소임에도 불구하고 세계적인 업적을 계속 내고 있는 근본적인 추력이 무엇인지, 그리고 이 연구소에서 뇌영상분야의 기술과학적 발전과 혁신이 지속적으로 일어나고 있는 원동력이 무엇인지를 실험공간의 분석을 통해 발견하고자 하였다.[2] 이 글은 전체 프로젝트 결과물 중의 일부로서 연구소의 공간성을 분석하는 작업을 통해, 실험실의 물질문화(material culture) 및 이에 내재된 기술과학의 실천적 측면들을 고찰해보도록 하겠다. 따라서 본 글은 과학기술학 분야의 전통적 실험실 연구인 민속방법론(ethnomethodology)을 주된 연구방법으로 한다(Lynch, 1985, 1991, 1993).

2. 실험실 공간의 분석이 과학기술학에 갖는 함의

과학기술학(STS, Science and Technology Studies)에서 건축물은 주요한 연구 주제가 된다. 르네상스 시대부터 과학과 건축은 하나였다. 이런 점은 레오나르도 다 빈치 등으로 대변되는 기술과학자 겸 건축가들의 업적에서 관찰될 수 있다. 그러다가 과학혁명기에 들어 이러한 관계는 점차 해체되기에 이른다(홍성욱, 2008). 순수학문으로서의 과학은 과학대로, 그리고 공학으로서의 건축은 건축대로 각기 전문화의 과정을 걸었기 때문이다. 특히 건축은 이전의 플라톤주의적인 기하학적 매료에서 벗어나, 예술과 장식적 테크닉에 더 가까운 접점을 만들어가기 시작하였다. 그러나 과학 역시 인간행위의 한 분야이고 인간의 행위는 특정 시공간을 점유한

2) '세계적인 업적' 및 '창의적 연구'의 기준은 모호하다. 본고에서는 이 연구실에서 출간된 SCI논문 편수와, 세계에 몇 대 없는 실험기기의 보유 여부, 그를 활용한 선도적인 연구업적의 발표 등을 암묵적인 기준으로 삼았다(가령 조장희 박사가 출판한 SCI 논문의 편수는 2010년 현재 약 250여 개를 상회한다).

www.kci.go.kr

다는 점을 감안할 때, 과학 행위 역시 항상 특정한 공간에서 이루어진다고 볼 수 있다. 그리고 과학행위가 일어나는 이 장소에 대한 분석은 분석자로 하여금 과학 그 자체가 가지는 인식론적·존재론적 함의와 더불어 그를 에워싼 사회적 의미와 권력 관계 등을 더불어 해석할 수 있는 가능성을 지닌다. 지식사회학, 의식사(意識史, history of ideas), 그리고 인식론의 최근 경향 역시 '지식(knowledge)'이 갖는 장소와의 관련성과 그 국지성에 주목하는 추세다. 심지어 어떤 공간에서 지식이 생성되었는가의 여부가, 그 지식의 사실성에 대한 중요한 근거로 작동하는 경우마저 있는 것으로 연구되어 왔다(Galison, 1999; Gieryn, 2006; Lave, 1988; Ophir and Shapin, 1991).

이런 연유로 과학사와 과학사회학을 포괄하는 과학기술학에서는 전통적으로 과학적 실천이 이루어지는 공간 환경을 기준으로 하여, 실험실 과학(lab science)과 현장 과학(field science)을 구분하였다(Henke and Gieryn, 2008). 라투어(Latour, 1983; 1988)의 연구에서 시작하여 린치(Lynch, 1985; 1991; 1993)와 크노르-세티나(Knorr-Cetina, 1981; 1999)에 이르기까지 실험실의 중요성을 강조하는 대다수의 연구들은 기본적으로 이러한 이분법에 기초하고 있다. 그 외에도 현장에서의 일반인-전문가(lay experts)를 다루는 연구들을 포함, 실험실과 현장의 연계를 다루는 많은 연구들 역시 이 이분법을 암묵적으로 지지한다(Kohler, 2002; Wynne, 1992; 1996). 이러한 관점에 의하면 우리가 사는 세계는, 기술과학자들에 의해 통제되고 계산의 중심(center of calculation; Latour, 1987)으로 종종 작동하는 실험실이라는 물리적 공간과, 실험실에서 이루어진 기술과학적이고 인식론적인 작업들이 밖으로 흘러나와 네트워크를 따라 유통되며 인간들의 삶에 영향을 미치는 필드 공간으로 대별된다고 할 수 있다.

그러나 뒤르켐과 모스 등(Durkeim, 1976[1912]; Durkeim and Mauss, 1963[1903])은 이러한 공간의 구별 자체가 사회적인 것이라고 하였고, 이러한 고찰을 상술한 구분에 적용해 보면 실험실과 필드를 구분하는 과학기술학의 전통 역시 맥락 의존적이며 인위적인 것이라고 볼 수 있다. 이는 연구소의 공간적 아상블라주(assemblage) 속에 다양한 기술과학적 실천

www.kci.go.kr

이 중첩되어 있다는 의미이기도 하다. 본고에서는 필자가 가천의대 뇌과학연구소에서 1년간 행한 민속지적 참여관찰 결과를 분석하여, 물화(物化)된 기술과학적 실천으로서 연구소 공간이 가지는 의미를 살펴보겠다.

본 연구를 행하기에 앞서 필자가 내렸던 가설은 뇌과학연구소가 매우 이종적이고 복합적인 행위자-연결망 아상블라주를 형성하고 있다는 것인데, 실제 참여관찰 결과 연구소의 아상블라주는 대단히 역동적이면서 유동적인 경계를 지니고 있음을 볼 수 있었다. 다음 장에서는 구체적으로 연구소 공간이 어떻게 복합적 속성을 지니는지를, 그리고 해당 공간을 중심으로 인간 행위자와 비인간 행위자인 실험기구들이 어떻게 혼종적 아상블라주를 형성하는지를 민속방법론적 묘사를 통해 보이고자 한다.

3. 뇌과학연구소의 실험 공간에 대한 민속방법론적 묘사

묘사하기(description)는 중요하다. 묘사하기는 민속지학의 핵심적인 서술 작업임과 동시에 이 질적 연구방법론의 중심적인 내러티브 구성작업이다. 아울러 묘사하기는 행위자-연결망 이론에서 해당 기술과학의 행위자-연결망을 해석하는 주된 방법론이다(Latour, 1987). 본 절에서는 Traweek (1992) 등에 의해 이루어진 선행연구의 방법론을 받아들여, 필자가 약 1년간 참여관찰을 행한 뇌과학연구소 공간에 대한 묘사를 하겠다. 이를 통해 연구소 공간과 그 안에 심어져있는(embedded) 사회관계, 아울러 실험실 환경의 물질문화를 분석하기 위한 기초데이터를 제공토록 하겠다.

인천 연수동의 길병원 정문에서 보면 바로 앞에 지상 5층, 지하 2층으로 구성된 뇌과학연구소 건물이 위치해 있다(<그림 1> 참조). 연구소 근방에는 길병원 본원, 가천의과학대학교 가천의학대학원, 응급의료센터, 그리고 뇌과학연구소와 여성전문센터 등이 한곳에 집결해 있으며, 나중에 추가로 설립된 의전원 건물을 제외하면 이들은 하나의 거대한 의학

www.kci.go.kr

<그림 1> 뇌과학연구소 공간의 외부 파사드(facade)

콤플렉스를 형성하고 있다. 뇌과학연구소의 건물로 들어가는 입구는 지상 1층과 지하 1층에 위치한다. 지하 1층의 출입구는 지하주차장 및 이

www.kci.go.kr

병원-콤플렉스 전체를 연결하는 거미줄 같은 지하통로 연결망과 이어진다. 가령 한여름 장마철에 교통사고가 나서 머리를 다쳐 응급의료센터에 실려 온 환자가 있다면, 그리고 병원에 있는 의료용 1.5테슬라와 3.0테슬라 MRI가 이미 사용 중이라면, 의사들은 환자를 이송베드에 싣고 해당 콤플렉스를 관통하는 지하 연결망을 통해 비를 맞지 않고 응급의료센터에서부터 길병원 본관으로, 그리고 병원 본관에서 뇌과학연구소로 환자를 이송하여, 이곳 지하1층에 위치한 의료용·연구용 겸용 1.5테슬라 MRI를 활용하여 급하게 두개골 사진을 찍어볼 수 있다.

뇌과학연구소의 지하 1층에는 의료 및 연구용 겸용 1.5테슬라 MRI 1기와 3.0테슬라 MRI 1기, 그리고 주로 진단목적으로 활용되는 PET/CT 1기가 위치해 있다. 본 건물 지하1층에는 아울러 가천뇌건강센터(GBHC, Gachon Brain Health Center)가 위치해 있는데 2010년 봄에 뇌질환 진료센터로는 세계 최초로 국제의료기관평가위원회(Joint Commission International)의 JCI인증을 획득한 바 있다. 뇌건강센터는 뇌과학연구소와 독립 운영되는 기관이지만 같은 길재단에 소속된 기관으로서 뇌과학연구소와 자기공명영상장치(MRI) 등의 물질자원을 공동으로 활용하기 위해 같은 건물에서 공간을 활용한다. 뇌건강센터는 일류 호텔을 무색케 하는 최고급 편의시설과 안락한 환경을 지니고 있고, 아무래도 뇌 관련 질환을 미리 진단하고 예방한다는 취지이므로 필자가 보기에는 현실적으로 다수의 일반대중보다는 소수의 사회 상류층 인사들을 대상으로 특화되어 운영되고 있는 고급의료시설인 듯 했다. 이런 측면은 해당 센터에서 제공하는 진단이 당장 급박하여 삶과 죽음의 기로에 있는 환자를 대상으로 하기보다, 협력기관인 뇌과학연구소의 첨단 뇌영상 촬영기기들을 활용하여 중대한 질환을 미리 예측하고 '뇌건강'을 유지하자는 측면의 예방의학적 성격이 강하다는 점에서도 확인할 수 있다. 또 간호사를 포함하여 이곳에서 근무하는 여직원들은 병원 내 다른 장소에서 근무하는 직원들과 차별화된 고급의 유니폼을 착용하며, 친절하고 정중한 '고객' 응대태도를 별도로 교육받는다. 기능성자기공명영상(fMRI)의 발명자로 유명하며 일본 오가

www.kci.go.kr

와 연구소의 소장인 세이지 오가와 박사는, 현재 뇌과학연구소의 겸임교수로 있으면서 한 달에 한 번 정도 방한하여 공동연구를 진행한다. 인터뷰 결과 오가와 박사는 이때 1년에 한 번 정도 가천뇌건강센터 등 길병원의 기기들을 활용하여 종합검진을 받기도 한다. 이러한 겸무가 신속하게 이루어질 수 있는 것은 가천뇌건강센터가 뇌과학연구소와 동일한 건물의 지하실 공간을 공유하고 있으며 동일한 연구소 건물에 배치되어 있는 것에 기인한다. 예를 들어 뇌과학연구소 건물 지하1층에 위치한 3.0테슬라 MRI 기기는 가천뇌건강센터가 공동으로 활용하는 자원이다. 현재 뇌과학연구소에 구비된 7.0테슬라 MRI와 HRRT PET(고해상도 연구용 양전자방출단층촬영장치)의 경우 아직 임상용으로 허가가 나지 않아 연구용으로만 활용되는데 반해, 1.5테슬라 MRI와 3.0테슬라 MRI는 임상용과 실험용, 연구용으로 두루 이용된다. 따라서 이러한 공간의 물리적 배치 혹은 아상블라주(assemblage)가 보이는 것은 동일 재단 소속이라는 점을 제외하면 공통된 속성을 지니지 않는 두 의료기관이 예외적으로 실험기기와 도구라는 접점에서 서로의 교집합을 형성하는 측면이다. 이는 해당 기관들이 열린 경계(open boundary) 혹은 불분명한 경계(blurred boundary)를 가짐을 의미한다.

지하 1층을 보았으니 이제 지하 2층으로 내려가 보도록 하자. 뇌과학연구소에서는 층간의 주요 연계수단으로 계단이 사용되지 않고, 지하 2층에서 지상 5층까지 운행하는 두 대의 엘리베이터가 주로 활용된다. 이는 연구인력 및 환자들, 그리고 컴퓨터와 MRI 코일 등 실험 도구들과 실험동물용 케이지 등을 편하게 운송하기 위함이며, 특히 상술한 지하 1층의 뇌건강센터 및 MRI실과 PET/CT실에 방문하는 환자들과 피험자들을 효율적으로 이동시키는 목적을 지닌다. 뇌과학연구소에서 많이 연구되는 3대 뇌질환은 알츠하이머병(AD)과 파킨스병(PD), 그리고 뇌졸중(stroke)인데, 이중 파킨슨병 환자와 뇌졸중 환자들은 거동이 불편한 경우가 많다. 이러한 피험자 및 환자들에 대한 고려가, 본 연구소를 디자인하는 단계에서부터 층간을 연결하는 주요 운송수단을 결정지은 것이다.[3)]

www.kci.go.kr

지하 2층으로 내려가면 뇌과학연구소의 핵심을 구성하는 고가의 실험 기기와 중장비들이 위치해 있다. 이곳은 뇌과학연구소의 핵심이라 할 수 있는 곳으로 십여 명의 연구원과 테크니션들이 이 층에 상주하며 연구와 작업을 한다. 엘리베이터를 타고 내려가 지하2층으로 들어서면, 바로 정면에 위치한 곳이 뇌과학연구소의 핵심 연구팀 중 하나인 PET/MRI 퓨전 팀이 사용하는 연구실이다. 이곳은 특이하게도 연구원들의 책상을 구획하지 않은 개방형 배열(open floor plan)을 활용한다. 연구실의 벽을 따라 책상들이 가장자리로 배열되어 있고, 중앙 공간에는 몇 대의 초고성능 PC를 비롯하여 여러 작업을 행하는 테이블들이 놓여있다. 이곳은 공동 연구공간으로 사용된다. 예를 들어 연구소의 3층에 위치한 코일팀에서 제작한 RF코일을 이곳으로 갖고 와서 세팅을 한다거나, PET-MRI 퓨전 시스템에 사용하기 위한 모션 트랙커 시스템을 외주 업체에서 가져온 경우 이를 PC와 연결해서 구동해보는 테스트를 하는 등, 팀과 팀 간의 공동작업 혹은 연구소 측과 외부 부품제조업체들 간의 공동 작업공간이 필요한 경우 등에 이 공간이 많이 활용된다.[4)]

이 연구실에서는 두 개의 다른 공간으로 연결된다. 하나는 피험자들 혹은 환자가 내방한 경우 그를 위한 (양전자방출단층촬영장치를 사용하는 경우) 투약과정과 (자기공명영상을 사용하는 경우) 피험자 임상시험 동의서를 설명하고 서명을 받는 등의 과정을 거치는 작은 준비실이다. 이 옆에는 작은 음수대와 커피, 차를 비치한 테이블이 있고, 그 옆에는 뇌과학연구소의 심장부로 통하는 문이 설비되어 있다. 그 문을 통해 들어가면, HRRT PET과 7.0테슬라 MRI, 초고해상도 영상시스템(UDDS, Ultra

3) 2009년 12월 인터뷰(필드 노트 참조).

4) Google 등 IT기업을 대상으로 이루어진 업무공간에 대한 인문사회학적 연구결과들을 보면, 개방형 구조는 해당 기관의 창의력을 높이고 공동작업과 브레인스토밍을 쉽게 해주는 효과를 갖는다고 알려져 있다. 이러한 점을 절대적으로 수치화해서 비교할 수는 없으나, 인터뷰 결과에 의하면 뇌과학연구소의 연구원들 역시 자신들의 경험에 비추어 이러한 해석에 동조하는 듯하다(2010년 3월 인터뷰, 필드 노트 참조).

www.kci.go.kr

Definition Display System) 등이 위치한 공간이 나온다.

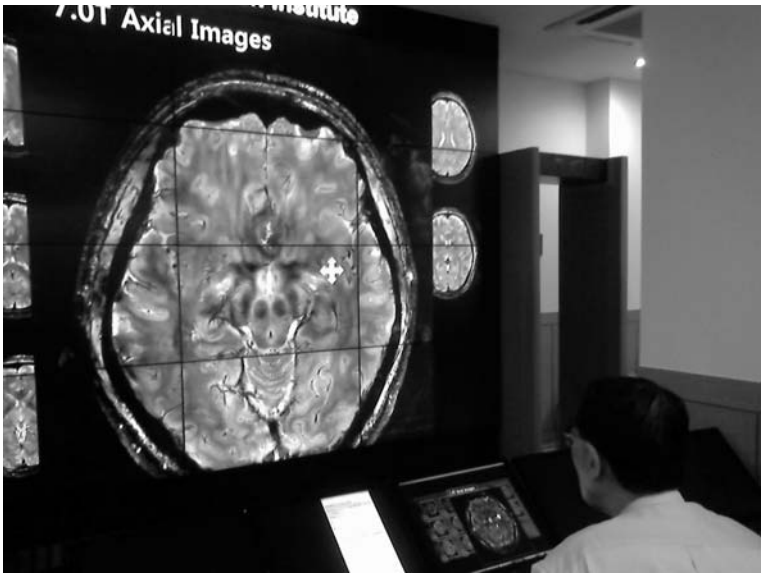
이 곳은 원래 지하2층 엘리베이터에서 내리자마자 좌측에 거대한 통유리 자동문을 통과해 들어갈 수 있게 되어있는 공간이다. 이 공간은 연구소의 핵심 실험기기가 위치해 있는 만큼 외부인의 출입을 통제하고 있으며, 자동문을 통과하는 경우 사설보안업체(CAPS)의 비접촉식 RF인증키를 사용해야만 문이 열린다. 방금 우리가 통과한 연구실의 문이 아닌 자동문을 통과하는 경우, 통유리 문이 열리면 정면에서 4.0×2.4미터의 거대한 모니터가 위용을 자랑하고 있다. 이는 삼성에서 제작한 울트라 슬림 베젤 LCD 모니터를 사용해 제작·설치한 것으로, 상술한 초고해상도 영상시스템(UDDS)이 이것이다. 과거에는 이러한 초고해상도 시스템이 필요가 없었지만, 7.0테슬라 MRI의 경우 250마이크로미터의 해상도를 갖기 때문에 정밀한 뇌 내 영상관측을 위해서는 이런 기기의 등장이 요구되었다. 특정한 기술적 인공물이 다른 인공물의 개발을 유도한 것으로 볼 수 있는데, 이러한 측면은 뇌과학연구소의 곳곳에서 발견되어진다.

UDDS는 메인 콘솔에 연결되어 있다. 외부인사들이 연구소를 방문한 경우, 이 UDDS와 메인콘솔은 실험실의 첨단 기기들을 보여주는 장소로 자주 활용된다. 복잡한 실험기기들을 블랙박스화한 상태에서 첨단영상 이미지를 보여주기에 UDDS는 블랙박스에 난, 시각적으로 보기 좋은 창의 역할을 한다. 참여관찰 도중 있었던 필자의 경험으로는, 바라보는 사람을 압도하는 크기의 디스플레이를 통해 자신의 뇌를 자신보다 더 큰 영상으로 보는 경험은 칸트적 의미의 장엄한 숭고(the sublime)까지 느끼게 만들었다[5](<그림 2> 참조).

5) 칸트 미학에서 숭고(the sublime)를 논할 때는 일반적으로 수학적 숭고와 역학적 숭고로 분류가 된다. 수학적 숭고는 망망대해 혹은 그랜드 캐년 등을 접했을 때 장엄한 크기에서 인간이 느끼게 되는 느낌을 의미하며, 역학적 숭고는 망망대해에 휘몰아치는 폭풍우 등의 장엄한 역동성에서 받게 되는 느낌을 의미한다. 두 가지 모두 인간의 감각적 이해를 넘는 규모의 자연을 대했을 때 순간적으로 위축되었던 생명력이 뒤이어 그보다 더 강한 힘으로 솟아남으로써 발생한다. 칸트는 이를 '쾌'라고 불렀다(김광명, 2004; 안성찬, 2004). 특히 역학적 숭고의 경우, 처음에는 우리가 위협을 느낄 정도의 두려움을 받지만 곧

www.kci.go.kr

<그림 2> 뇌과학연구소에 설치된 UDDS.
(뇌영상을 보고 있는 사진 속의 인물은 PET 개발자인 조장희 연구소장)



이어 자신이 안전함을 확인할 때 숭고를 느낀다. 뇌 이미지와 표상을 다루는 다른 챕터에서 다시 논의되겠으나, UDDS에 평소 표시되고 있는 실제 인간의 뇌를 찍은 거대한 크기의 MRI 사진은, 필자에게 마치 장엄한 무생물처럼 다가왔다. 이를 바라보는 경험은 따라서 그 크기에서 오는 수학적 숭고와, "나의 카데버(사진을 찍기 위해 뇌를 적출할 때 그 시신을 지칭하는 해부학 용어)에서 뇌를 적출하여 슬라이스를 촬영해도 실제로 저렇게 보이겠구나"하는 죽음에 대한 생각 및 두려움과 (머리를 자르는) 전기톱에 대한 이미지에서 오는 역학적 숭고가 함께 뒤섞인 체험이었다. 더욱이 우리 머릿속의 뇌는 살아서 활동하는 정상적인 상태에서는 절대 사진을 찍을 수 없는 대상이다. 그러나 그것이 찍혔다는 사실, 그것도 사후 카데버에서 적출하거나 마취한 상태에서 외과적 수술을 거치지 않은, 숨 쉬고 의식 있는 상태에서 활동하는 그대로 뇌의 이미지를 저렇게 선명하게 얻은 데 대한 느낌은, 삶과 죽음이 뒤섞인 느낌, 생명의 핵(核)인 뇌가 무생물화된 것에 대한 느낌, 나라는 주체성·나의 마음이라는 개념이 생길 수 있는 물리적 기반인 뇌가 객체화·대상화된 것에 대한 기묘한 (uncanny) 느낌이 한데 뒤섞인 것이었다.

www.kci.go.kr

<그림 3> HRRT-PET 룸. 베드 위에 환자나 피험자가 눕는다.

UDDS의 좌측으로는 HRRT PET이 위치한 실험실이, 그리고 우측에는 7.0테슬라 MRI가 위치한 실험실이 자리 잡고 있다(<그림 3> 참조). 그리고 HRRT PET이 위치한 PET-룸과 7.0테슬라 MRI가 위치한 MRI-룸은, UDDS뒤의 공간을 통해 서로 통하도록 만들어져 있다. 이 연결공간의 의미는 추후 다시 서술하기로 한다. 우선 좌측의 HRRT 쪽으로 걸어가 보면 HRRT-룸과 일반 활동공간을 구획하는, 어느 정도 전자파 등을 막아주는 큰 유리창이 보인다. 그 앞에는 PET의 콘솔과 모니터링 기기들, 연구소 내외에 위치한 다른 연구원들과 즉시 네트워킹이 가능한 멀티버튼 전화기가 위치해 있다.[6] 콘솔의 뒤로는 다양한 형태와 모양의 팬텀

6) 이 부분은 다른 곳에서 다시 언급될 것이다. 뇌과학연구소 내의 기술과학자·테크니션·교수·사무지원팀 등은 갖은 방법을 통해 실시간 네트워킹을 구축하고 있다. 스마트폰을 활용한 문자 메시징, 상용 프로그램인 네이트온을 활용한 전

www.kci.go.kr

(phantom)[7]이 놓여있는 선반이 있고, 좌측으로는 PET 촬영을 위해 피험자에게 FDG-18 등의 방사능 약제(tracer)를 주사하는 곳 등으로 활용되는 준비실이 있다. 콘솔 뒤쪽 벽에는, 화이트보드가 설치되어 있는데 이것은 연구소의 제한된 자원이자 가장 중요한 도구인 HRRT-PET 혹은 7T MRI를 사용하는 스케줄표가 적혀 있다. HRRT PET의 경우, 이를 전담 운용하는 테크니션이 상시 콘솔 앞에 자리를 지킨다. 그와의 인터뷰는 연구소 내의 연구팀들과, 외부 연구팀, 길병원 정신과 의사팀 등이 한정된 자원을 배분하기 위해 매우 조밀한 스케줄을 조정하는 과정을 보여주었다. 이는 HRRT PET이 물리적으로는 뇌과학연구소에 위치하고 있지만 실제 이 기기가 연구소 내·외부의 과학자들에 의해 광범위한 공용 네트워크를 구축하기 때문이다. HRRT-PET이나 초고자장 MRI는, "바이오 분야의 사이클로트론이라고 불릴 정도로"[8] 건설하는데 많은 재정적 지원이 필요하고 설치된 곳도 세계적으로 십여 곳에 불과하기 때문이다. 우리는 이 스케줄표를 통해, 실험실 내의 과학자들과 연구소 외부의 과학자들이 실험기기를 적극적으로 공유하는 특징을 발견할 수 있다. 이러한 점은 실험실에 대한 과거의 선행연구들이 거의 주목하지 않았던 부분이다(Knorr-Cetina, 1981; Latour, 1986[1979]; Lynch, 1985).

PET-룸 맞은편 공간에는 7.0T MRI-룸이 위치하고 있다. FDA에 의해

체 공지, 사무실의 와이어드 폰 및 와이어리스 핸드폰을 함께 연결할 수 있는 백 개가 넘는 단축버튼을 가진 멀티버튼 전화 등은 물리적 공간을 넘어 연구소의 과학자들을 순간순간 연결하여 하나의 연구단위로 결절화(punctualize)시키는 것을 가능케 한다. 즉 특정 순간 행해지고 있는 연구에 참여중인 기술과학자들이 위치한 장소와 참여 연구원의 자원은, 매순간 유동적이고 그 경계가 불분명하다.

7) 의료영상장치를 테스트하기 위해 플라스틱 등으로 인간의 머리를 본떠 만든 둥근 모형을 팬텀이라 부른다. 원통형이 많이 사용되며, 내부에는 물 혹은 기름을 채워 놓는 것이 일반적이다. 연구소의 MRI/코일팀에서 RF 헤드코일을 새로 제작하거나 개선할 때마다 이들은 수시로 팬텀을 사용하여 자기장의 균일성 등을 측정한다. 최근에는 컴퓨터 시뮬레이션이 사용되기도 한다.

8) 2009년 11월 3일 연구원과의 인터뷰.

www.kci.go.kr

임상적인 사용이 허가된 3.0테슬라를 초과하는 고자장을 갖춘 자기공명영상장치를 학계와 업계에서는 UHF(Ultra High Field) MRI라고 부르는데, UHF MRI는 2010년 현재 세계적으로 25곳의 연구소에 설치되어 있거나 설치중이다. 그 중 뇌과학연구소와 같은 연구용 7테슬라 장비를 갖춘 곳은 21곳, 9.4테슬라 연구용 전신촬영장비를 갖춘 곳은 독일 막스플랑크 연구소와 쥘리히 두 곳에 불과하며, 프랑스 CEA와 미국 NIH에서 연구용 11.7테슬라 시스템을 건설하고 있다.

일반적으로 자장이 강할수록 신호대잡음비(SNR)가 우수하며 따라서 그만큼 선명한 영상을 얻는 것이 가능하다. 현재 뇌과학 분야에서 이슈가 되고 있는 연구 주제의 하나는 뇌내심층자극(DBS, deep brain stimulation) 기법인데, 이는 뇌 안의 특정부위에 미세한 침을 심고 이곳에 전류를 흘러 파킨슨병을 지닌 환자를 치료하고자 하는 시도이다. 이를 위해서는 시상핵 부분에 정확하게 침을 꼽아주어야 효과가 좋은데, 현재는 1.5테슬라 혹은 3.0테슬라 MRI로 사진을 찍은 다음 경험 많은 의사가 삽입하는 방식을 취한다. 그런데 7.0테슬라 MRI를 사용하는 경우 더 나은 해상도의 이미지를 얻을 수 있기 때문에, 뇌과학연구소에서는 7T MRI를 활용하여 더 효과적인 DBS시술을 행하는 방법을 연구 중이다.

한편 이곳에 위치한 7.0T MRI룸 입구에는 공항 등에서 활용되는 금속탐지기가 문에 설치되어 있다. 이는 7테슬라라는 고자장에 의해, 기기 내부로 들어가는 환자나 피험자 뿐 아니라 기기 근처에서 세팅과 조작을 행하는 과학자들 및 테크니션들의 경우도 주의를 요하기 때문이다. 뇌과학연구소의 7테슬라 장비는 Siemens에서 제작한 것인데, 이 기기는 수동적 자기장 차폐(passive shielding)를 하고 있다. 워낙 고자장이다 보니 수직방향 17.7미터, 수평방향 22.5미터 이내의 모든 전자제품들이 영향을 받는다. 이를 위해 뇌과학연구소에서는 약 500톤의 철을 사용하여 MRI-룸 전체에 자기장 차폐를 해 놓았다. “그렇지 않는 경우 건물 전체에서 컴퓨터도 전부 쓰지 못하기” 때문이다.[9] 최근에는 능동적으로 역방향의 유도전류를 흘려 기기 외부의 자기장을 상당부분 상쇄시키는 능동적 차폐

www.kci.go.kr

(active shielding)기술이 연구되고 있으나 비상용(非商用) 기기인 뇌과학연구소에서는 수동적 차폐를 한다. 따라서 MRI-룸에 들어가기 전에 피험자뿐 아니라 연구소의 기술과학자들도 열쇠, 동전, 벨트, 시계, 핸드폰, 지갑(크레딧 카드) 등을 MRI 콘솔 데스크 위에 모두 빼어놓고 방에 들어가야 하는데, 이를 깜빡 잊을 것을 대비하여 금속탐지기를 아예 문에 설치한 것이다. 이때 금속탐지기는 MRI라는 실험기기가 위치한 공간과 일반 생활공간을 구분하는 역할을 한다. 실험 공간으로 진입하기 위한 문지방(threshold)의 역할은 해당 공간의 성격을 규정짓는다(Shapin, 1988: 383~388). 그리고 뇌과학연구소의 금속탐지기는 기술과학을 통해 자연의 비밀을 탐구하려는 자가 취해야 하는 특정한 양식의 행동규범을 요구하는 경계선이다. 이 선을 넘는 자는 크레딧카드 등 자신의 소유물이 피해를 입지 않기 위해, 그리고 MRI 본체로 금속물질이 빨려 들어가 실험도구가 상하는 것을 막기 위해 "몸에 소지한 모든 금속물질을 제거하라"라는 명령을 수행해야 한다. 이 수행성의 주체는 우리 몸에 작동하는 규율로서의 생체권력(bio-power)이다. 다만 필자가 참여관찰을 행하던 필드워크 기간 중 평소에는 금속탐지기를 작동시키지 않았다. 연구원들은 MRI룸 진입 시의 규정을 너무 잘 숙지하고 있으며, 한 명씩 피험자를 진입시킬 때에도 구두로 규제가 가능하기 때문이다(<그림 4> 참조).

리바비우스(Andreas Libavius)의 저서 *Alchemia*(1597)에 도판이 수록되어 이상적인 과학행위의 장소로 고안된 '화학의 집(house of chemistry)'의 도면을 보면 일상적인 생활 장소로서의 영역과 과학활동을 하는 장소로서의 영역이 공간적으로 구획되어 있다(Hannaway, 1986; Shapin, 1988). 이와 비슷한 이분법을 우리는 고자장이 지배하는 MRI-룸과 콘솔 영역을 포함하는 그 외부의 영역으로 나눌 수 있다. MRI-룸 안으로 진입하기 위해서는 일체의 금속물질 등 일상생활에는 필요하지만 해당 과학연구에는 불필요한 요소들을 배제해야 한다. 만일 해당 피험자나 기술과학자의 몸에

9) 조장희 박사와의 인터뷰(2009년 10월, 필드노트 참조).

www.kci.go.kr

<그림 4> 7T 고자장 MRI룸과 해당 공간으로 진입하는
문지방(threshold)으로서의 금속탐지기.

www.kci.go.kr

이상에 생겨 그의 신체에 금속 임플랜트나 심장박동기를 수술적으로 이식한 상태라면 그는 이 공간으로의 진입에서 처음부터 배제 받을 수 있다. 설령 질병으로 고통 받는 환자라 하더라도 MRI 사진촬영을 하지 못하며,[10] MRI를 사용하여 연구를 행하고자 하는 기술과학자라 하더라도 그에게는 연구의 진입장벽이 높게 존재한다. 이 경우 해당 기술과학자는 콘솔 영역에서의 연구활동만 가능할 것이며, MRI를 직접 조작하거나 (fMRI의 경우) 실험 중인 피험자와의 직접적인 상호작용에 큰 제약을 받을 수밖에 없다. 이상 보았듯이 MRI-룸은 완전한 기술과학의 실험을 위해 존재하는 공간이고 그곳으로의 접근에 특정한 행동규율을 강조하는 생체권력이 작동한다면, 룸 바로 밖의 MRI 콘솔과 모니터가 있는 공간은 생활영역과 기술과학의 실험영역이 혼재하는(overlapped) 공간이라고 볼 수 있다. 이곳에는 설령 심장박동기를 이식한 기술과학자라 하더라도 접근이 가능하며, 또 밤샘 연구를 하다가 배가 고픈 경우 실험을 모니터링하며 커피와 간식을 드는 등의 일상적인 활동도 가능하기 때문이다.[11]

콘솔 영역 우측으로는 MRI-룸의 배후면에 해당하는, 좁고 길면서 '기역자(ㄱ)' 형태로 꺾인 공간이 있다. 이곳에는 MRI기기를 운영하는데 필요한 각종 기계장치들과 전원 등을 제어하는 조작반과, 가스봄베, 봄베를 실어 나르는 운반도구 등의 실험도구들이 위치해 있다. 필자가 참관한 국가영장류센터와의 공동연구에서, 영장류센터에서 방문한 과학자들은 이 공간에서 원숭이를 가스로 마취시키고 몸을 시트로 감싼 다음

10) 월등히 낮은 자장으로 상용화된 1.5테슬라 혹은 3.0테슬라 MRI의 경우에도 마찬가지다.

11) 물론 뇌과학연구소의 기술과학자들은 실험활동을 매우 정직하고 규율 있게 행하고 있다. 고가의 첨단장비가 위치한 이곳에서 실제 간식을 먹는 모습은 필자의 필드워크 기간 중에는 관찰하지 못하였다. 굳이 콘솔 영역이 아니더라도 바로 옆에 인접한 연구실에서 먹는 것도 가능할 것이기 때문이다. 사실 밤을 새며 연구하는 도중에 배가 출출하여 야식을 먹거나 하는 경우라면 이 목적을 위한 공간이 별도로 존재한다. 연구소 건물 5층에는 연구원들과 게스트하우스에 체류 중인 방문 학자를 위한 간이 키친이 설치되어 있으며, 각 층마다 연구원들을 위해 간단한 음료와 차, 커피 등을 무제한 공급하고 있었다.

www.kci.go.kr

MRI-룸으로 들고 들어가 기기 속에 세팅을 하였다.

PET-MRI룸을 떠나기 전에 위에서 언급하였던 UDDS 뒤의 공간을 논하기로 하자. 이곳은 PET-룸과 MRI-룸을 연결하는 공간이 있고 그 사이는 전기장치로 여닫는 철제문이 존재한다. 평소에는 열어놓지 않고 MRI-룸의 자기장이 PET-룸으로 새어나가는 것을 어느 정도 차폐하는 역할도 겸한다. 어찌 보면 이 공간은 뇌과학연구소 전체를 특징짓는 핵심공간일 수 있다. 그러나 특이점은 이 공간에는 아무것도 '놓여있지 않고' 있다는 사실이다. PET-룸과 MRI-룸을 연결하는 본 공간은 '있음' 자체로 의미를 지닌다.

PET은 인체 내 투여한 FDG 등의 방사능 약제(tracer)에서 나오는 양전자가 전자와 만나 소멸하면서 180도로 방출되는 한 쌍의 감마선을 검출하여 영상을 재구성한다. 이 과정에서 MRI가 방출하는 강한 자기장은 감마선의 궤적을 왜곡시키므로, PET과 MRI는 서로 상극인 기기라고 할 수 있다.

현재 의과학계의 화두는 PET과 CT, PET과 MRI등 서로 다른 '모달리티'[12]를 갖는 영상기기들을 하나로 합치는 것이다. 이런 방식으로 영상을 획득하는 경우 두 가지 이상의 의료적 분석을 동시에 할 수 있기에 진단 및 치료에 획기적인 도움을 줄 수 있다(Blake et al., 2003; Itti, 1997; Slomkla, 2008; Pirich, 2007). 특히 PET이 인체의 기능을 중심으로 영상을 획득하는 반면 MRI나 CT는 인체의 구조를 중심으로 영상이 획득되므로, CT 혹은 MRI의 구조영상에 PET의 기능영상을 동시에 얻는 장치는 이른바 '꿈의 기계'로 생각되어진다.[13] PET/CT 융합기기는 오래전 상용화가 되었으나, MRI의 경우 자기장이 PET 검출소자의 동작을 방해하므로 PET/MR 퓨전영상 기술의 개발에는 많은 역돌출이 존재한다. 현재 의과학 분야에서 관련 산·학 종사자들이 최초 개발을 목표로 선의의 경쟁을

12) 의료영상분야에서 영상획득방식을 지칭하는 용어.

13) 조장희 박사와의 인터뷰(2009년 9월, 필드노트 참조).

www.kci.go.kr

극심하게 하는 영역이 바로 이 분야이다(Antoch et al., 2009; Brix et al., 2009; Cizek et al., 2004; Cho et al., 2007; 2008a; Delso, 2009; El-Haddad et al., 2006; Grazioso, 2006; Heiss, 2009; Hicks, 2009; Hoffman, 2009; Pichler et al., 2008; Pirotte, 2003; Raylman, 2007; Townsend, 2008; von Schulthess et al., 2009; Wehrl, 2009).

조장희 박사가 소장으로 있는 뇌과학 연구소의 PET-MRI 퓨젼영상 팀(팀장 손영돈 박사)[14]에서는 이 문제의 해결을 위해 별도의 방에 위치한 두 기기 사이를 환자베드 이송시스템으로 연결하는 방식을 취한다(대한민국특허청 등록특허공보, <PET-MRI 퓨전영상시스템>, 등록번호: 10-0791021 참조). 기기가 서로 간섭하지 않은 상태로 매우 정밀한 융합영상을 획득할 수 있기 때문이다. 필드워크 결과 현재 환자 이동시 획득한 영상은 0.05mm 미만의 오차를 지니는 것으로 연구팀 내부에서는 계산하고 있었다. 의료기기 3사 중 하나인 지멘스와 협력하여 만든 이 방식은 대한민국특허를 취득하였고 상용화를 목표로 지속적인 혁신작업 중이다.[15] 그리고 이 작업을 가능케 하는 공간, 즉 PET과 MRI라는 이질적인 두 개

14) 뇌과학연구소에는 크게 8개의 연구팀이 존재한다. 이들은 차례로 퓨젼영상팀(팀장 손영돈 박사), RF코일팀(팀장 홍석민 연구원), 혈관영상(fMRA)팀(팀장 강창기 박사), fMRI팀(팀장 전현애 박사), 마이크로영상팀(팀장 오진환 연구원), 고급MRI팀(팀장 정준영 박사), 확산텐서이미징(DTI)팀(팀장 오세홍 연구원), 싸이클로트론팀(팀장 이상윤 박사)이다. 그러나 이러한 팀 분류는 어느 정도는 명목적이다. 예를 들어 7T MRI를 사용하는 어떤 연구를 하더라도 RF코일팀의 도움이 필요하며, 모든 PET연구에는 싸이클로트론팀의 도움이 필요하다. 또 MRI를 운용하며 발생하는 여러 문제와 관련해서는 항상 고급MRI팀의 조언이 필요할 수도 있다. 최종 논문에는 이름이 실리지 않은 연구원이라 하더라도, 어떤 연구가 진행되는 도중 기기세팅과 연구 프로토콜 개발 등에 수많은 도움을 구두로 주었거나 그의 암묵지가 요구되었을 수 있다. 따라서 사실상 몇몇 연구팀들은 매우 유동적으로 그 경계가 나누어진다고 볼 수 있다. 어떤 실험도 한 팀이 독자적으로 하는 경우는 거의 없고, 항상 서로 다른 팀에 소속된 연구원들이 유연하게 연구에 참여한다.

15) 이 글을 적는 시점에 연구팀은, 피험자의 머리가 움직여서 영상에 흔들림이 생기는 것을 보정하기 위한 헤드 트랙킹 시스템을 개발하여 시스템을 개선하는 중이다.

www.kci.go.kr

의 기기를 공간의 '접힘(folding)'과 '열림'을 통해 결절(집연)/단절시킬 수 있는 공간이 바로 UDDS 후면에 위치한 금속문이라고 볼 수 있다. 이 금속문이 열리고 환자베드 이송시스템이 작동하면 PET과 MRI 두 기기의 사이공간이 사라지고 그동안 떨어져있던 두 기기는 실질적으로 하나의 기기로 네트워킹·결절되는 과정을 겪는다. 공간의 접힘(folding)이 발생하는 것이다. 그리고 이 금속문이 닫히고 환자베드이송 시스템이 작동하지 않으면, 이 두 기기는 다시 공간적으로 유리되어 결절(집연)되지 않은 상태로 돌아가게 된다. 두 기기 사이에 접혔던 공간이 다시 펼쳐(unfolding)진다(Deleuze, 1988). 그리고 이 반복의 과정을 가능케 하는 것이 이 공간의 역할이다.

이제 유리문을 통해 PET-MRI 룸을 나와 보자. 우측으로 가면 실험동물 사육실이 있다. 이곳에서는 수 십 마리의 '마우스'와 '랫'을 '케이지'에 넣어 사육하고 있었다. 인간행위자와 비인간행위자가 기술과학의 아장스망(agencement) 속에서 하나의 연결망 속에 등록되고 포섭되기를 기다리는 준비공간에 해당한다. 이 공간은 카드키로 보안이 유지되며 사육담당 연구원이 지상 3층의 사무실에서 이곳을 왕래하며 동물들을 돌본다. 청소 및 정리는 연구원이 아닌 환경미화원분들에 의해 매일 오후~저녁시간에 이루어진다.[16] 따라서 실험이 제대로 이루어지기 위해서는 연구소의 환경미화원들 역시 연구의 행위자-연결망에 의미 있는 행위자로서 등록되어야 한다. 과학사에서는 이를 잘 보여주는 사례로 다음의 에피소드가 있다. 1974년 뉴욕의 슬로언-캐터링 연구소에서 피부암을 연구하던 면역학자 윌리엄 서머린은 흰 쥐에 검은 피부를 이식하는 실험이 오랫동안 되지 않자 쥐의 피부를 검은 잉크로 칠하는 연구부정을 저질렀는데, 그의 연구부정은 서머린이 실험했던 쥐를 사육하던 담당 일용직에 의해서 발견되었다. 쥐의 털이 빠지고 새로 나는 털의 색이 이상하게 다른 것을 수상히 여겨 이를 상부에 보고하였고, 그것이 해당 사건의 조사

16) 연구원 및 환경미화원과의 현장 인터뷰(2009년 12월, 2010년 4월, 필드노트 참조).

www.kci.go.kr

가 시작된 연유였다. 서머린 사건에서 보듯 기술과학 실험의 중요한 행위자-연결망으로 여겨지지 않던 행위자가 종종 기술과학의 실천에서 중요한 역할을 담당하게 되는 경우가 있다. 이는 해당 실험의 행위자-연결망이 어디까지 연장되어야 하는지 정확하게 한정지을 수 없음을 의미한다. 같은 맥락에서 연구소에서 행해지는 실험의 행위자-연결망은 원칙적으로 무한히 연장될 수 있으며 다만 이를 어느 정도에서 결절시키는가의 문제가 남는다. 상기 사례에서 보듯 실험의 행위자-연결망에 연구소의 비핵심 연구지원직까지 누락시키지 않고 등록할 때, 그리고 정직하고 근면한 업무수행 및 연구의 문화를 실험공간 전체에 확산시킬 때 연구소 차원에서 이익이 됨을 우리는 이 공간에서 알 수 있다.

실험동물 사육실 맞은편에는 작은 방이 있다. 이곳과 건물 1층의 로비는, 연구소에서 이룬 기술과학의 성과물들을 전시하고 있는 공간이다. 주로 HRRT-PET과 7.0T MRI, 그리고 3.0T (f)MRI 기기를 사용하여 획득한 이미지들이 4면의 벽과 기둥, 전시용 패널에 붙어있다. 이곳은 뇌과학연구소에서 획득한 기입물(inscription) 혹은 '물화된' 작업들을 체계적으로 전시한 곳이다. 단순히 성과를 내었다는 사실만으로는 비록 그것이 진실이라 할지언정 다른 사회구성원의 인정을 받기 어렵다. 과학계에서 인정을 구하기 위해서는 반드시 그 성과를 텍스트나 이미지, 수치나 그래프 등으로 물화(materialize) 혹은 기입(inscribe)하는 과정을 거쳐 과학자 사회의 다른 구성원에게 이를 보여주는 과정을 거쳐야 한다(Latour and Woolgar, 1986[1979]). 다만 특수한 경우에는 물화 혹은 기입되지 않은 상태의 예측이나 기대만을 보여주고 인정을 획득하는 경우도 있다. 이러한 과학계의 기대사회학(sociology of expectation)은 현재 많은 연구가 진행되는 분야인데, 물화되기 이전의 예측과 관념만으로 미래는 종종 현재의 기술과학 네트워크에 행위력(agency)을 갖는 행위자로 등록될 수 있기 때문이다. 이처럼 실재하지 않는 기술에 대한 희망과 예측만으로 행위자-연결망에 먼저 등록된 미래가, 이후 물화의 과정을 거치면서 특정한 기술궤적에 고착되는 경로의존형 혁신을 창출하는 경우가 종종 발생한다(Brown et al., 2000;

www.kci.go.kr

Brown and Webster, 2004). 이때 해당 기술이 실재하는 것이라면 문제가 없으나, 충분한 검증이 수반되지 않는 경우 사회는 2006년 한국에서 발생한 줄기세포논문조작사건과 같은 혼돈을 경험하게 된다. 따라서 '물화된 업적으로서의 기입'은 과학에서 정당한 인정획득을 위해 중요한 의미를 지닌다.

뇌과학연구소에서는 이 전시공간이 바로 그 역할을 행한다. 그동안 재단으로부터 실험실 공간으로 투입된 방대한 양의 펀딩, 수십 명에 달하는 실험실 상주 연구원들과 수백 명을 아우르는 외부 과학자들과의 5만여 시간의 공동작업이 비로소 그 결과물로 존재를 드러내는 곳이다. 물론 대부분의 연구업적들은 SCI논문으로 출판되었고, 연구원들이 상주하는 지상 3층의 공간에는 출판되었거나 출판확정된 논문들을 벽에 걸어두는 보드가 위치해 있다. 그러나 이는 해당 저널을 구독하는, 그 중에서도 해당 주제에 관심을 갖는 소수의 과학기술자들을 위한 인정획득 방식이다. 따라서 뇌과학에 관심을 갖는 일반인이나 학자 중에 이곳으로의 입장과 견학이 허락된 방문객들, 가령 가천의대 길재단의 인사들, 취재나 방송촬영 등을 위해 연구소를 찾는 언론인들, 그리고 공동연구나 협약체결 등을 목적으로 연구소를 방문하는 국내외 과학자들은 대개 실험실을 둘러보고('lab tour'라고 불린다), 이곳에서 연구소의 연구결과에 대한 브리핑을 받는다. 그러므로 이 공간은 연구소의 업적을 극소수의 전공과학자뿐 아니라 더 넓은 범위의 과학기술자들 및 일반인에게 소개하고 그들의 인정을 획득하는 곳이라고 볼 수 있다. 재단에서 투입된 경제자본은, 실험실을 거치면서 각종 실험기기와 그것을 사용하는 연구인력으로 변환되고, 그들에 의해 기입되고 물화(物化)된 연구 결과물들은 관련된 저널에 투고되거나 이 전시공간을 거쳐 상징자본으로 변환되는 것이다. 라투어와 울가(1986[1979])가 '인정의 사이클(cycles of credit)'이라 부르는 이 변환 과정은 궁극적으로 안정된 경제자본의 투입과 우수한 인적자본의 지속적 유입으로 진행되며, 그 결과 더 나은 연구결과를 낳게 되고 더 많은 경제적·과학적·인적 자원의 투입 및 더욱 큰 인정획득으로 반복

www.kci.go.kr

되어진다.[17]

이제 전시공간을 나와서 지하 2층의 마지막 남은 공간인 싸이클로트론실로 가보도록 하겠다. 싸이클로트론실은 엘리베이터를 중심으로 PET-MRI실 맞은편에 위치해 있다. 이곳은 뇌과학연구소의 또 다른 대형 실험기기인 싸이클로트론이 위치해 있는 공간이다. 연구용으로 특수 제작한 7테슬라 MRI나 HRRT-PET과 다르게 이 기기는 Siemens에서 상용(商用)으로 제작하는 Eclipse 모델이다. 해당 기구는 11MeV의 가속빔을 사용하여 7 Ci(큐리) 이상의 불소(F-18), 산소(O-15), 질소(N-13), 그리고 탄소(C-11) 동위원소를 생산할 수 있다. PET 촬영시에는 방사능 추적자인 FDG(fluorodeoxyglucose)를 인체 내에 정맥주사 혹은 호흡기 흡입으로 투여한다. FDG는 포도당의 일종인데 FDG를 합성하기 위해서는 방사능 동위원소인 F-18이 필요하며, 따라서 방사능 동위원소를 제작하는 기기인 싸이클로트론이 필요하다. 중소 규모의 병원에 PET 시스템이 많이 도입되지 않는 이유에는, PET을 구입하고 유지하는 비용이 크다는 점 외에도 바로 고가의 중장비인 싸이클로트론을 구입 및 설치하고 유지하는 비용이 만만치 않다는 점도 있다.

현재 한국정부에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 '권역별 싸이클로트론 제도'를 시범적으로 연구 중이다. 이는 몇 개의 병원 및 연구소가 모여 있는 지역을 묶어서 하나의 광대역권으로 설정한 다음, 지리적으로 그 중심적인 위치에 하나의 싸이클로트론을 설립하여 공동 운용한다는 방안이다. 싸이클로트론은 기초과학 연구를 위해서나 의료적 활용을 위해 매우 유용한 기기임에 틀림없지만 방사능 물질을 다룬다는 특성과 고

17) 라투어 등은 이 과정을 그들의 저서 한 부분에서 잠시 언급하고 있다. 그러나 그러한 사이클이 실제 실험실 혹은 연구소 차원에서 어떻게 발생하는지를 보여주는 실증적 연구는 없었다. 게다가 라투어와 울가의 분석도 실험실 혹은 연구소 단위에서 거시적으로 행해진 것이며, 실험실이라는 결절된(punctualized) 공간을 분해한 뒤 이를 구체적인 장소나 물리적인 공간 차원에서 해석하고 있지는 않다(Latour and Woolgar, 1986[1979]: 197～208). 이런 측면에서 본 연구는 기존 연구들과 차별성을 지닌다.

www.kci.go.kr

가의 비용 때문에, 물리적으로나 경제적으로 크지 않은 연구소, 병원, 학교에는 이를 설치하는 것이 쉽지 않다. 따라서 권역별 싸이클로트론 운용 제도는 이 문제를 해소하기 위한 정부차원의 노력의 일환으로 볼 수 있다. 이 방안이 활성화된다면 하나의 물리적 공간에 위치한 싸이클로트론이 동시에 기초과학 연구 및 의료적 응용 등 여러 목적을 위해 활용되는 것을 관찰할 수 있을 것이다. 싸이클로트론이라는 하나의 실험기기 위에 과학장(場)과 정치장, 경제장 등 많은 장들이 중첩될 것이며, 각각의 장에 소속된 이종적인 행위자들이 다양한 행위자-연결망의 아상블라주(assemblage)를 형성할 것이다(경북대학교, 2006; 조선대학교, 2006; 한국원자력연구소 부설 원자력의학원, 2003; 한국원자력연구소 부설 원자력병원, 2002; 2005).

연구소 지하 2층의 싸이클로트론 실은 이런 측면을 잘 관찰한 수 있는 물리적 공간이다. 상술했듯이 뇌과학연구소는 '가천길재단'이라는 동일한 경제장(場) 혹은 사회세계에 소속된 길병원 신경정신과, 방사선종양학과, 영상의학과, 핵의학과 및 가천뇌건강센터(GBHC)와 중대형 기기들을 공유한다. 동일한 기기를 둘러싸고 아상블라쥬를 형성하는 이 행위자들에 의해 사용될 때 그 인공물들은, 기존에 확립된 의학적 패러다임 속에서 환자를 진료하고 질환의 원인을 추적하는 도구로 사용된다. 즉 이러한 쓰임새 속에서 해당 인공물들은 이미 잘 입증된 기술과학적 사실(matter-of-fact)을 재확인하고, 특정 기술과학적 언문(statements)의 사실로서의 지위(status as facts)를 강화시키는 역할을 하는 것이다. 그러나 같은 기기들이 동일 아상블라쥬에 속한 다른 행위자들, 주로 뇌과학연구소 및 협력 연구기관에 소속된 기술과학자들에 의해 사용될 때에는 완전히 다른 의미를 지니기도 한다. 환자를 진단하기 위해서가 아니라 새로운 패러다임의 창출을 위해 연구소의 과학자들이 이 인공물을 사용할 때, 가령 새로운 MRI 시퀀스를 테스트한다거나[18] 새로운 fMRI 기법을 고안한

18) PDSEM과 ODSEM의 사례.

www.kci.go.kr

다거나[19] 혹은 micro-PET 시스템에서 동물모델을 가지고 뇌에서의 포도당대사 및 도파민 D2 수용체 영상을 구하는데 이용할 때, 이 기기들은 아직 사실로서의 지위를 획득하기 이전인 인공물로서의 언문(statements as artefacts)을 다루게 된다.

주목할 만한 사항은 동일한 실험실 공간에 위치한 실험기기가 아상블라주를 형성하는 여러 장(場) 중 어떤 사회세계의 행위자와 연결망을 형성하는가에 의해 실험기기의 속성이 변한다는 점이다. 동일한 인공물이 기술과학적 언문을 사실 쪽으로 움직이는 긍정적 모달리티(positive modality)의 속성을 가질 수도 있으며, 반대로 인공물에 가깝도록 만들면서 블랙박스를 열고자 하는 부정적 모달리티(negative modality)의 속성을 가지기도 하는 것이다(Latour, 1987).

우리는 본 글의 도입 부분에서 새로운 사실을 만드는 영역으로서의 실험실 공간과, 그것의 응용공간으로서의 필드 혹은 일반 사회를 구분하는 공간의 이분법에 대해 살펴보았다. 이를 다시 말하면 실험실은 사실(fact)보다는 인공물(artefact)에 가까운 기술과학적 언문(statements)을 다루는 공간이고, 그 응용공간으로서의 필드·사회는 인공물 보다 사실에 가까운 언문을 다루는 영역이다. 가령 fMRA라는 기존에 존재하지 않던 새로운 기술과학적 패러다임을 만들고자 하는 연구적 맥락과 도구의 사용과 행위자들의 배열에서 MRI나 싸이클로트론 등은 인공물에 가까운 언문을 생산하는 배열에 속한다. 그러나 동일한 MRI 혹은 싸이클로트론 등의 도구가 진단 및 치료적인 맥락과 행위자들의 배열에서 활용될 때, 이는 사실화된 언문을 사용하여 실생활에 적용하는 응용적인 측면을 지닌다고 볼 수 있다. 뇌과학연구소의 사례분석에 의하면 두 가지 경우 모두 동일한 기구, 동일한 공간, 동일한 행위자들에 의해 이루어지며 단지 외부 행위자들과의 연결망 형성 및 그 맥락에만 차이가 생길 뿐이다. 결국 하나의 이종적 아상블라쥬 안에 양면적인 기술과학의 실천이 녹아 들어

19) BOLD fMRI 및 fMRA, 혹은 arterial fMRI와 venous fMRI의 사례.

www.kci.go.kr

가 있음을 우리는 알 수 있다.

이상 살펴본 공간은 뇌과학연구소의 핵심 실험도구가 위치한 공간이다. 7.0T MRI, HRRT-PET, 그리고 싸이클로트론 등 연구소의 가장 중요한 자원들은 모두 이 지하층에 위치하고 있다고 볼 수 있다. 연구소는 지하 2층, 지상 5층으로 이루어진 건물이며, 나머지 영역들은 이곳에 근무하는 기술과학자들의 일반 연구·생활공간이자 사무공간이다. 참고적으로 연구소의 나머지 공간을 개괄하면 다음과 같다. 1층에는 로비/전시공간과 중(中)회의실이 위치해 있다. 2층은 조장희 박사, 김영보 교수, fMRI개발로 노벨상 물망에 오르는 세이지 오가와(현재 일본 오가와 연구소 소장이자 가천의대 뇌과학연구소 겸임교수), 그리고 기타 외래 교수들의 연구실이 위치해 있다. 3층에는 도서실이 있다. 복사기 등도 비치되어 있어 이곳은 연구원들 사이에서 기입물의 원활한 확산을 꾀하는 곳이다. 도서실에는 뇌과학·뇌영상 이미지와 관련된 저널들 십수 종을 정기구독하여 비치하고 있으며, 조장희 박사가 그동안 출간한 약 250여 편의 SCI 논문들이 비치되어 있다. 앞서 잠시 언급되었지만 도서실 외부복도에는 이 연구소 공간에서 외부로 나가 출판되었거나 투고 후 리뷰를 거쳐 게재가 확정된 논문들을 비치하는 공간이 있다. 연구원들의 사기진작과 상호 조언을 위함으로 풀이된다. 그 밖에도 연구소 스태프룸과 RF-코일팀 연구실, 마이크로 PET/CT실이 위치해 있다. 4층은 역시 연구소의 기술과학자들이 사용하는 스태프룸이 위치해 있고, 수시로 이곳을 방문하는 외부 학자들을 위한 방문연구원실, 교수실, 작은 침실과 기기준비실, 내부 세미나 및 각종 미팅에 활용되는 소회의실이 위치해 있다. 5층은 간이 키친, 미팅을 위한 소파와 테이블, PACS실, 그리고 매일 오후 3시에 연구팀 내외의 소통과 아이디어 교류를 위해 가지는 커피 타임 및 매주 화요일 오후 4시부터 있는 랩미팅 등을 위한 공간인 대회의실이 위치해 있다. 해외에서 과학자가 방문한 경우 특강이나 세미나 등 역시 이곳에서 이루어진다. 그런 경우 외국인 과학자는 5층에 위치한 게스트하우스에서 체재할 수 있다. 연구소 공간 내에서 모든 생활을 해결하며 연구에만 매진

www.kci.go.kr

할 수 있게끔 최대한의 편의를 제공하는 것이다. 게스트하우스는 호텔룸 수준의 설비로 5개의 방이 구비되어 있어서, 다수의 해외과학자 개인 혹은 부부를 동시에 수용할 수 있는 규모다(물론 이 공간은 카드키로 평소 일반인의 출입이 통제된다). 이 모든 공간이 뇌과학연구소에서 행해지는 과학연구에 나름의 방식으로 기여를 하고 있지만, 우리의 관심은 본 글의 서두에서 밝혔듯 연구소 지하에 위치한 주요 연구 기기가 설치된 공간에서의 과학행위이므로 이상 상세히 서술된 공간의 의미에 대해서 논하기로 하겠다.

4. 나가며: 헤테로토피아(heterotopia)로서의 실험실 공간

앞서 살펴본 바에 의하면 뇌과학연구소의 공간들은 다양한 이종적 행위자-연결망이 상시 작동하고 있는 곳이다. 이곳에는 과학장 이외에도 경제적인 장과 문화적인 장이 동시에 중첩되어 있으며, 아울러 다양한 사회세계에 소속된 행위자들이 — 연구자와 테크니션, 환자는 물론이거니와, 동물들과 실험기기를 포함하는 비인간 행위자까지 — 현란한 아상블라쥬를 구성하고 있는 공간이다. 트래웍(Traweek, 1988)이 입자가속기연구소의 아상블라주를 분석하며 빔타임(beamtime)이라는 시간할당 개념을 설명하였듯, 고가의 뇌영상장비를 사용하는 뇌과학연구소에서도 실험기기를 둘러싼 시공간적 아상블라쥬는 위에 언급한 지하 2층 PET-룸의 기기사용 스케줄표로 잘 물화(物化)되어 있었다.

7.0T MRI 및 HRRT-PET, 싸이클로트론, 그리고 1.5T MRI와 3.0T MRI, PET/CT 등 중대형 실험기기들은, '사실(fact)로서의 기술과학적 언문'을 확인하는 인공물임과 동시에 '인공물(artefact)로서의 기술과학적 언문'을 구성하는 인공물로서도 사용되어진다. 연구소의 연구공간은 새로운 기술과학적 패러다임/인공물을 만들고자 하는 장소임과 동시에 기존의 패러다임 하에서 문제풀이(puzzle-solving)에 사용되는 장소로 중첩되어 존재

www.kci.go.kr

한다. 아울러 해당 공간은 연구소 내부의 기술과학자 뿐 아니라 공동연구의 연결망 및 동일 재단에 소속된 길병원의 의사들과 간호사들이 방문하여 이질적인 목적을 위해 활용되는 공간이기도 하다. 기술과학의 실천공간으로서의 연구소는 이처럼 이종적인 속성을 지닌 공간, 즉 헤테로토피아(heterotopia)이다(Foucault, 1967[1984]; Hetheringtonm 2006[1997]).

푸코는 특정한 공간 혹은 인공물에서 서로 상이한 이종적 속성이 혼재될 수 있음을 고찰하였다. 가령 묘지는 죽음의 속성과 삶의 속성이 혼재된 공간이고, 병원은 질환이 있는 비정상성과 치유된 이후의 정상성이 혼재된 공간이고, 학교는 미숙함과 성숙함이, 군대는 평화와 전쟁이, 교도소는 범죄라는 이탈성과 시민사회의 사회규범(norm)이라는 속성이 혼재되는 공간이다. 거울은 실재와 비실재/환상이 중첩된 공간이며, 액자는 액자 속의 그림과 액자 밖의 세상을 연결해주는 경첩과 같은 존재이다. 경첩은 문을 문틀과 연결하면서 열림의 속성과 닫힘의 속성 사이를 해당 공간/인공물이 왕복하는 것을 가능케 한다(Derrida; Latour). 이들은 헤테로토피아, 혹은 잡종공간, 이종공간, 나아가 타자공간이라고 부를 수도 있는 공간이다. 원래 푸코가 1967년 연설문에서 언급했던 헤테로토피아는 그가 생전에 출판한 내용이 아니며, 따라서 그의 공식적인 출판물 목록(corpus)에서 서술된 개념은 아니다. 그렇지만 바슐라르의 공간개념을 발전시킨 푸코의 이 연설문은 그의 사후 직후인 1984년 출간되었고, 최근 과학기술학의 행위자-연결망 이론을 비롯하여 많은 새로운 개념들을 적극 포섭하여 전유하고 있는 인문지리학 등에서 주목을 받고 있다.

뇌과학연구소의 연구공간을 분석하였을 때 가장 특징적인 것은, 과학행위가 실천되는 공간이 단일한 속성을 지니지 않고 다양한 이종적 행위자들의 아상블라쥬가 실천되는 공간이라는 점이다. 이곳에는 다양한 정치경제적인 장과 기술과학적 장이 혼재하는 공간이며, 사실과 인공물의 경계가 모호해지는 공간이라는 점이다. 만일 뇌과학연구소의 7T 고자장 MRI나 HRRT-PET등의 대형 실험기기가 기존의 패러다임 하에서 사실을 확인하고 환자를 기존의 병명으로 진단하며 이를 치료하는 데에만 활용

www.kci.go.kr

된다면, 이 공간은 과학적 사실(fact)의 재확인과 긍정적 모달리티(positive modality)의 생성에 기여하는 영역이다. 그러나 필자의 참여관찰 결과 실험실의 연구기기들은 사실(fact)의 확인과 동시에 인공물(artefact)로서의 새로운 언문을 생산해내기 위해서도 적극 활용되고 있었다. 때로 이 두 가지 작업은 시간 분할을 통해 동일 공간에서 다른 시간대에 일어나기도 하였고(시간분할에 대한 설명 참조), 혹은 다른 공간에서(가령 PET룸과 옆의 MRI룸에서) 동일 시간대에 발생하기도 하였다. 결국 연구소라는 공간은 긍정적 모달리티를 생성하는 의과학의 실천공간임과 동시에, 기존의 과학적 언문을 해체·검토하고 새로운 언문을 연구해 가는 부정적 모달리티(negative modality)의 작동 공간이기도 하다. 따라서 실험실 공간은 이 두 가지 속성의 과학적 실천이 시공간적 아상블라주를 통해 함께 발생하는 공간, 즉 헤테로토피아임을 우리는 알 수 있다.

지금까지 필자는 뇌과학연구소의 실험실 공간을 사례연구로 분석하며 그것이 헤테로토피아적 속성을 지니고 있음을 보였다. 즉 실험실은 상이한 인식론적 접근과 서로 다른 기술과학적 실행이 혼재한 공간이다. 이곳에는 각종 사회장과 과학장, 경제장이 복잡하게 뒤얽혀 있으며, 이 공간 속에서 맥락의존적인 실천을 행하는 기술과학자들은 상이한 행위자들, 상이한 소속기관, 심지어 상이한 이해를 가지고 그들의 행위자-연결망을 구성한다. 별도의 추가연구가 필요한 부분이지만, 인간과 비인간이 혼재되어 포섭되어 있는 이 시공간적 연결망을, 가급적 복합적인 아상블라주로 구성하면서 최대한의 소통과 효율을 추구할 때 우리는 그 연구공간에서 의미 있는 기술과학적 혁신과 업적이 지속적으로 발생함을 보게 될 것이다.

www.kci.go.kr

Abstract

Spatialized Technoscientific Practice and Material Culture in the Laboratory

Lee Jun-Seok

Laboratory has been the main theme of Science and Technology Studies (STS) including history of science and sociology of science, as the space where scientific practices take place. However, most of the laboratory studies that have been done in Korea are based upon contents analysis or short-term ethnographic studies only. This research is based on 1-year long-term participatory observation in Neuroscience Research Institute (NRI) which is headed by Prof. Zang-Hee Cho who is one of the early inventors of PET (Positron Emission Tomography). Since NRI opened in 2004, it has been one of the central places where brain science is being studied in Korea. This article shows that behind the success of the neuroscience laboratory lies heterogeneous actors' formation of complex actor-networks. And it also argues that the laboratory has the properties of 'heterotopia' in Foucauldian term.

Keywords: laboratory studies, brain science, PET and MRI, actor-network assemblage, heterotopia

www.kci.go.kr

참고문헌

강내희. 2002[1995].『공간, 육체, 권력: 낯선 거리의 일상』. 문화과학사.

김광명. 2004.『칸트 미학의 이해』. 철학과 현실사.

김석철, 실미안느 아가신스키, 피터 아이젠만, 버나드 츄미, 알베르토 페레즈 고메즈, 쟝 끌로드 게든, 이토 토요, 렘 쿨하스, 멜빈 챠니, 실비아 라빈, 프레드릭 제임슨, 레베카 코메이, 아라타 이소자키, 다니엘 리베스킨드 등. 1997.『Anyplace: 장소의 논리』(Anyone 시리즈 제2권). 현대건축사.

디자인문화실험실 편. 2001.『디자인문화비평 제4권: 디자인과 테크놀로지』. 안그라픽스.

박영욱. 2009.『필로아키텍처: 현대건축과 공간 그리고 철학적 담론』. 향연.

안성찬. 2004.『숭고의 미학』. 유로서적.

자크 데리다, 렘 쿨하스, 피터 아이젠만, 타다오 안도, 아라키 이소잘, 제프리 키픈스, 프랭크 게리, 아키라 아사다, 매들린 긴즈, 다니엘 리베스킨드, 라파엘 모네오, 이그나시 드 솔라 모랄레스 루비오 등. 1998.『Anywhere: 공간의 논리』(Anyone 시리즈 제4권). 현대건축사.

홍성욱. 2008.『인간의 얼굴을 한 과학: 융합시대의 과학문화』. 서울대학교출판부. 특히 제3장「과학과 건축」, 69~96쪽.

Antoch, G. et al. 2009. "Combined PET/MRI: a new dimension in whole-body oncology imaging?" *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 36(Suppl 1), S.113~120.

Berry, A. and D. Slater. 2003. "Technology, politics and the market: an interview with Michel Callon." *Economy and Society*, 31, pp.285~306.

Biagioli, M. (ed.) 1999. *The Science Studies Reader*(Routledge).

Blake, P. et al. 2003. "Positron Emission Tomography (PET) and Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT): Clinical Applications." *J Neuro-Opthalmol*, 23(1), pp.34~41.

Blume, S. 1992. *Insight and Industry: On the Dynamics of Technological Change in Medicine* (MIT Press).

Bok, D. 2003. *Universities in the Marketplace: the commercialization of higher education* (Princeton Univ Press).

Bowker, G. and S. L. Star. 1999. *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences* (MIT Press).

Brix, G. et al. 2009. "Risks and safety aspects related to PET/MR examinations." *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 36(Suppl 1), S.131~138.

Brown, J. 2000, "Privatizing the University." *Science*, 290, p.1701.

www.kci.go.kr

Brown, N. and A. Webster. 2004. *New Medical Technologies and Society: Reordering Life* (Polity Press).

Brown, N., B. Rappert, and A. Webster (eds.). 2000. *Contested Futures: A Sociology of Perspective Techno-Science* (Ashgate).

Bud, R. and D. Warner (eds.) 1998. *Instruments of Science: An Historical Encyclopedia* (New York and London: The Science Museum, London and The National Museum of American History, Smithsonian Institution).

Burri, R. and J. Dumit (eds.). 2007. *Biomedicine as Culture: Instrumental Practices, Technoscientific Knowledge, and New Modes of Life* (Routledge).

Callon, M. 2003. "The Increasing Involvement of Concerned Groups in R&D Policies: What Lessons for Public Powers?" in Aldo Geuna, J. Ammon Salter & W. Edward Steinmueller (eds.) *Science and Innovation: Rethinking the Rationales for Funding and Governance* (Edward Elgar), pp.30～68.

Cho, ZH, et al. 1976. "Circular Ring Transverse Axial Positron Camera for 3-Dimensional Reconstruction of Radionuclides Distribution." *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. NS-23, No.1, pp.613～622.

_____. 2007. "A hybrid PET-MRI: an integrated molecular-genetic imaging system with HRRT-PET and 7.0-T MRI." *Wiley Periodicals*, 17, pp.252～265.

_____. 2008a. "A fusion PET-MRI system with a high-resolution research tomograph-PET and ultra-high field 7.0 T-MRI for the molecular-genetic imaging of the brain." *Proteomics*, 8, pp.1302～1323.

_____. 2008b. "New Brain Atlas - Mapping the human brain in vivo with 7.0 T MRI and comparison with postmortem hitology: Will these images change modern medicine?." *Wiley Periodicals*, 18, pp.2～8.

Cizek, J. et al. 2004. "Fast and robust registration of PET and MR images of human brain." *NeuroImage*, 22, pp.434～442.

Clarke, A. 1991. "Social Worlds/Arenas Theory as Organization Theory." in D. Maines (ed.) *Social Organization and Social Process* (Aldine de Gruyter), pp.119～158.

_____. 2003. "Situational Analyses: Grounded Theory Mapping After the Postmodern Turn." *Symbolic Interaction*, 26(4), pp.553～576.

Collins, H. M. 1985. *Changing Orders: Replication and Induction in Scientific Practice* (Sage).

Crang, M. and N. Thrift. 2000. *Thinking Space* (Routledge).

De Vita, E. et al. 2005. "Localized 4.7 T Proton Magnetic Resonance Spectroscopy in Neonatal Encephalopathy: Implementation, safetty and preliminary interpretation of results." *Imaging Decisions*, 8(4), pp.31～41.

Deleuze, G. 1988. *Le Pli, Leibniz et le Baroque* (Seuil); 질 들뢰즈 지음. 이찬웅 옮김.

www.kci.go.kr

2004.『주름, 라이프니츠와 바로크』. 문학과지성사.

Deleuze, G. and F. Guattari. 1987[1980]. trans. by Brian Massumi. *A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia* (Univ. of Minnesota Press).

Delso, G. et al. 2009. "PET/MRI system design." *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 36 (Suppl 1), S.86～92.

Dierig, S. 2003. "Engines for Experiment: Laboratory Revolution and Industrial Labor in the 19th-Century City." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris* vol. 18. 2003), pp.116～134.

Dierig, S., J. Lachmund, and J. Mendelsohn (eds.). 2003. *Science and the City, Osiris*, Vol. 18.

_____. 2003. "Toward an Urban History of Science." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol. 18, pp.1～19.

Downey, G. L. and J. Dumit, (eds.) 1997. *Cyborgs and Citadels: Anthropoligical Interventions in Emerging Sciences and Technologies* (School of American Research Press).

Dumit, J. 2000. "When Explanations Rest: 'Good-enough' Brain Science and the New Sociomedical Disorders." in M. Lock, A. Young, and A. Cambrosio (eds.) *Living and Working with the New Biomedical Technologies: Intersections of Inquiry* (Cambridge Univ Press), pp.209～232.

_____. 2004. *Picturing Personhood: Brain Scans and Biomedical Identity* (Princeton Univ. Press).

Durkeim, E. 1972. *Selected Writings*, ed. and trans. by A. Giddens (Cambridge Univ Press).

Durkeim, E. and M. Mauss. 1963[1903]. *Primitive Classification*, trans. by R. Needham (Univ of Chicago Press).

El-Haddad, G. et al. 2006. "PET/MRI depicsts the exact location of meniscal tear associated with synovitis." *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 33, pp.507～508 (Image of the month).

Etzkowitz, H. 2003. "Innovation in Innovation: the triple helix in university-industry-government relations." *Social Science Information*, 42(3), pp.293～337.

Etzkowitz, H. et al. 1997. *Universities and the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations* (Cassell).

_____. 1998. *Capitalizing Knowledge: New Intersections of Industry and Academia* (State Univ of New York Press).

_____. 2000. "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2'to a Triple helix of University-Industry-Government Relations." *Research Policy*, 29, pp.109～123.

Fan, F. 2003. "Science in a Chinese Entrepot: British Naturaists and Their Chinese

www.kci.go.kr

Associates in Old Canton." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol.18, pp.60～78.

Forgan, S. 2005. "Building the Museum: Knowledge, Conflict, and the Power of Place." *Isis*, Vol. 96, No. 4, pp.572～585.

Foucault, M. 1967. "Of Other Spaces: Utopias and Heterotopias and Panopticum." in N. Leach (ed.). *Rethinking Architecture* (Routledge, 1997), pp.350～367.

_____. 1967[1984]. "Of Other Spaces: Heterotopias." a lecture given in Mar. 1967. later published in *Architecture/Mouvement/Continuite* in Oct. 1984.

Fujimura, J. and M. Fortun. 1996. "Constructing Knowledge Across Social Worlds: The Case of DNA Sequence Database in Molecular Biology." in L. Nader (ed.) *Naked Science: Anthropological Inquiry into Boundaries, Power, and Knowledge* (Routledge), pp.160～173.

Geertz, C. 1973. "Thick Description: Toward an Interpretive Theory of Culture." in *The Interpretation of Cultures: Selected Essays*, Basic Books, pp.3～30.

Gibbons, M. et al. 1994. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (Sage).

Gieryn, T. 2000. "A Space for Place in Sociology." *Annual Review of Sociology*, 26, pp.463～496.

_____. 2006. "City as Truth-Spot: Laboratories and Field-Sites in Urban Studies." *Social Studies of Science*, 36, pp.5～38.

Gilmore, D. 2008. "Lighting a Fire for Our Future." *J. of Nuclear Medicine Technology*, 36(1), 7A(Message from the president).

Grazioso, R. et al. 2006. "APD-based PET detector for simultaneous PET/MR imaging." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 569, pp.301～305.

Gulberlet, M. et al. 2004. "Cardiovascular magnetic resonance imaging at 3.0 Tesla." *Imaging Decisions*, 7(3), pp.23～30.

Hannaway, O. 1986. "Laboratory Design and the Aim of Science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe." *Isis*, Vol.77, No.4, pp.585～610.

Heiss, W-D. 2009. "The potential of PET/MR for brain imaging." *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 36(Suppl 1), S.105～112.

Helden, A. and T. Hankins (eds.). 1994. *Instruments*, as *Osiris*, Vol.9 (History of Science Society).

Henke, C. 2000. "Making a Place for Science: the Field Trial." *Social Studies of Science*, 30, pp.483～512.

_____. 2006. "Changing Ecologies: Science and Environmental Politics in Agriculture." in S. Frickel and K. Moore (eds.). *The New Political Sociology of Science: Institutions,*

www.kci.go.kr

Networks, and Power (Univ of Wisconsin Press), pp.215～243.

Henke, C. and T. Gieryn. 2008. "Sites of Scientific Practice: The Enduring Importance of Place." in E. Hackett et al. (eds.) *The Handbook of Science and Technology Studies* (3rd ed.), MIT Press, pp.353～376.

Hetherington, K. 2006[1997]. *The Badlands of Modernity: Heterotopia and Social Ordering* (Routledge).

Hicks, RJ. et al. 2009. "PET/MRI: a different spin from under the rim." *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 36 (Suppl 1), S.10～14.

Hoffman, M. et al. 2009. "Towards quantitative PET/MRI: a review of MR-based attenuation correction techniques." *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 36 (Suppl 1), S.93～104.

Hoffmann, RT. et al. 2003. "Imaging strategies in the diagnostics of colirectal metastases." *Imaging Decisions*, 6(3), pp.17～25.

Irwin, A. and B. Wynne (eds.) 1996. *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology* (Cambridge Univ Press).

Itti, L. et al. 1997. "Robust Multimodality Registration for Brain Mapping." *Human Brain Mapping*, 5, pp.3～17.

Joyce, K. 2005. "Appealing images: magnetic resonance imaging and the production of authoritative knowledge." *Social Studies of Science*, 35(4), pp.437～462.

_____. 2006. "From numbers to pictures: the development of MRI and the visual turn in medicine." *Science as Culture*, 15(1), pp.1～22.

_____. 2008. *Magnetic Appeal: MRI and the Myth of Transparency* (Cornell Univ. Press).

Kaiser, D. 2000. "Stick-figure Realism: Conventions, Reification, and the Persistence Imaging and the Visual Turn in Medicine." *Representations*, 70, pp.49～86.

Kevles, B. H. 1997. *Naked to the Bone: Medical Imaging in the Twentieth Century* (Rutgers Univ Press).

Knorr-Cetina & M. Mulkay (eds.) 1983. *Science Observed: Perspectives in the Social Study of Science* (Sage).

Knorr-Cetina, K. 1981. *The Manufacture of Knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science* (Pergamon Press).

_____. 1999. *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge* (Harvard Univ Press)

Kohler, R. 2002. *Landscapes and Labscapes: Exploring the Lab-Field Border in Biology* (Univ of Chicago Press).

Kopp, M. et al. 2007. "Image Fusion of Positron Emission Tomographic." *Scan with Radiotherapy Planning CT in a Patientwith Parotid Gland Cancer Imaging Decisions*, 10(2), pp.33～35.

Latour, B. 1983. "Give me a laboratory and I will raise the world" in K. Knorr-Cetina

www.kci.go.kr

and M. Mulkay (eds.) *Science Observed: Perspectives in the Social Study of Science* (Sage, 1983), pp.141～170.

_____. 1987. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society* (Harvard Univ Press).

_____. 1988. *The Pasteurization of France* (Harvard Univ Press).

Latour, B. and S. Woolgar. 1979. *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts* (Sage).

_____. 1986. *Laboratory Life: the Construction of Scientific Facts* (Princeton Univ. Press).

Leach, N. ed. 1997. *Rethinking Architecture* (Routledge).

Levitt, T. 2003. "Organizing Sight, Seeing Organization: The Diverging Optical Possibilities of City and Country." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol.18, pp.101～115.

Lynch, M. 1985. *Art and Artifacts in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory* (Routledge & Kegan Paul).

_____. 1991. "Laboratory Space and the Technological Complex: An Investigation of Topical Contextures." *Science in Context*, 4(1), pp.51～78.

_____. 1993. *Scientific Practice and Ordinary Action: Ethnomethodology and Social Studies of Science* (Cambridge Univ Press).

Lynch, M. and S. Woolgar (eds.) 1988. *Representation in Scientific Practice* (MIT Press).

Marchessault, J. and K. Sawchuk (eds.). 2000. *Wild Science: Reading feminism, medicine and the media* (Routledge).

Mendelsohn, J. 2003. "The Microscopist of Modern Life." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol.18, pp.150～170.

Mol, A. M. 2002. *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice* (Duke Univ Press).

Nye, M (ed.). 2003 *The Cambrige History of Science*, Vol.5. The Modern Physical and Mathematical Sciences (Cambridge Univ. Press).

Ong, A. and S. Collier (eds.). 2005. *Global Assemblages* (Blackwell Publishing).

Oudshoorn, N., and T. Pinch (eds.). 2003. *How Users Matter: the Co-Construction of Users and Technology* (MIT Press).

Oyen, W. et al. 2003. "Positron Emission Tomography with F-18-Fluorodeoxyglucose in patients with advanced colorectal cancer." *Imaging Decisions*, 3, pp.26～30.

Phillips, D. 2003. "Friends of Nature: Urban Sociability ad Regional Natural History in Dresden, 1800-1850." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol. 18, pp.43～59.

Pichler, BJ, et al. 2008. "PET/MRI hybrid imaging: devices and initial results." *Eur Radiol*, 18, pp.1077～1086.

www.kci.go.kr

Pirich, C. 2007. "The role of multimodality imaging in the management of head and neck tumours." *Imaging Decisions*, 11(2), Editorial.

Pirotte, B. et al. 2003. "Combined PET and MRI for the Planning of Stereotactic Brain Biopsies in Children: Experiences in 9 Cases." *Pediatric Neurosurgery*, 38, pp.146~155.

Prasad, A. 2005a. "Making Images/Making Bodies: Visibilizing and Discipling Thru MRI." *ST & HV*, 30(2), pp.291~316.

_____. 2005b, "Scientific culture in the 'Other' theater of 'modern science': An analysis of the culture of MRI research in India." *Social Studies of Science*, 35(4), pp.463~489.

Prentice, R. 2005. "The Anatomy of Surgical Simulation." *Social Studies of Science*, 35(6), pp.837~866.

Qing, F. et al. 2008. "Clinical impact of radiologist interpretation of CT in PET/CT imaging." *Imaging Decisions*, 12(4), pp.15~23.

Rapp, R. 1998. "Real-Time Fetus: The Role of the Sonogram in the Age of Monitored Reproduction." in G. Downey and J. Dumit (eds.). *Cyborg and Citadels: Anthropological Interventions in Emerging Sciences and Technologies* (School of American Research Press), pp.31~48.

Raylman, R. R. et al. 2007. "Simultaneous acquisition of MR Spectroscopydata and PET images with a prototype MR-compatible, small animal PET imager." *J. of Magnetic Resonance*, 186, pp.305~310.

Ritzer, G. 2004. *The Globalization of Nothing* (Sage).

Rodrigues, J. (ed). 2002. *The New Knowledge Economy in Europe: A Strategy for International Competitiveness* (Edward Elgar).

Rose, N. 2007. *The Politics of Life Itself: Biomedicine, Power, and Subjectivity in the 21st Century* (Princeton Univ Press).

Rudy, A. et al. 2007. *Universities in the Age of Corporate Science* (Temple Univ. Press).

Ruse, M. and P. Taylor. 1991. "Pictorial representation in biology." *Biology and Philosophy*, 6(2), pp.125~294.

Rutten, F. and S. J. Reiser (eds.). 1988. *The Economics of Medical Technology* (Springer-Verlag).

Shapin, S. 1988. "The House of Experiment in Seventeenth-Century England." *Isis*, Vol. 79, No.3 (Special Issue on Artifact and Experiment), pp.373~404.

Slaughter, S. and G. Rhoades. 2004. *Academic Capitalism and the New Economy* (Johns Hopkins Univ. Press).

Slaughter, S. and L. Leslie. 1997. *Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University* (Johns Hopkins Univ Press).

Slomkla, P. et al. 2008. "Multimodality image registration with software: state-of-the-art."

www.kci.go.kr

Eur J Nucl Med Mol Imaging, 36 (Suppl 1), S.44～55.

Sobottka, S. B. et al. 2002. "Comparison of functional brain PET images and intraoperative brain-mapping data using image-guided surgery." *Computer Aided Surgery*, 7, pp.317～325.

Soja, E. 1989. *Postmodern Geographies: The Reassertion of Space in Critical Social Theory* (Verso).

Star, S. L. and J. Griesmer. 1989. "Institutioinal Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907～1939." *Social Studies of Science*, 19, pp.387～420; reprinted in M. Biagioli (ed.) *The Science Studies Reader* (Routledge, 1999), pp.505～524.

Struken, M. & L. Cartwright. 2000, *Practices of Looking* (Oxford Univ Press).

Sunder Rajan, K. 2006. *Biocapital* (Duke Univ Press).

Sureshbabu, W. et al. 2005. "PET/CT Imaging Artifacts" *J of Nucl Med Tech*, 33(3), pp.156～165.

Teich, A. 2000. *Technology and the Future* (St. Martin's Press).

Townsend, DW. 2008. "Multimodalitye imaging of structure and function." *Phys. Med. Biol*, 53, R.1～39.

Traweek, S. 1988. *Beamtimes and Lifetimes: the World of High Energy Physicists* (Harvard Univ Press).

Urry, J. 1995. *Consuming Places* (Routledge).

van Beek, E. 2007. "Use of virtual imaging techniques - from top to bottom, from life to death." *Imaging Decisions*, 11(1) Editorial.

van Dijck, J. 2005. *The Transparent Body: A Cultural Analysis of Medical Imaging* (Univ of Washington Press).

Vligen, R. et al. 2003. "Magnetic Resonance Imaging of rectal cancer: technique and pitfalls." *Imaging Decisions*, 6(3), pp.10～16.

von Schulthess, G. et al. 2009. "A look ahead: PET/MR versus PET/CT." *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 36 (Suppl 1), S.3～9

Wehrl, HF. et al. 2009. "Pre-clinical PET/MR: technological advances and new perspectives in biomedical research." *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 36 (Suppl 1), S.56～68.

Weiner, D. and M. Sauter. 2003, "The City of Paris and the Rise of Clinical Medicine." in Sven Dierig et al. (eds.) *Science and the City, Osiris*, vol.18, pp.23～42.

Whatmore, S. 2002. *Hybid Geographies: Natures, Cultures, Spaces* (Sage).

Wolbarst, A. 1999. *Looking Within: How X-ray, CT, MRI, Ultrasound, and Other Medical Images Are Created* (Univ of California Press).

Wynne, B. 1992. "Misunderstood Misunderstanding: Social Identities and the Public Uptake of Science." *Public Understanding of Science*, 1, pp.281～304.

www.kci.go.kr

Wynne, B. 1996. “May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-lay Knowledge Divide.” in S. Lash, B. Szerszynski, and B. Wynne, (eds.) *Risk, Environment and Modernity: Towards a New Ecology* (Sage).

기타 문서

가천의과학대학교. 2006.『뇌기능 활용 및 뇌질환 치료기술 개발사업: 뇌영상 신호분석 기자재 개발 및 실용화에 관한 연구 과제 보고서』. 과학기술부 최종보고서. 과제관리번호 NA-2.

경북대학교(이재태 외). 2006.『권역별 싸이클로트론 연구소 구축(Establishment of regional cyclotron center)』. 과학기술부 최종보고서.

대한민국특허청(KR) 등록특허공보(B1). 「PET-MRI 퓨전영상시스템」. 등록번호: 10-0791021, 등록일자: 2007년 12월 26일, 공고일자: 2008년 1월 7일, 특허권자: 가천의과학대학교 산학협력단 & 동보시스템 주식회사. 발명자: 조장희·이철옥·김영보·윤자원·안형진·김동성·심홍.

조선대학교 산학협력단(민영돈 외). 2006.『권역별 싸이클로트론 연구소 구축사업(Foundation of regional cyclotron research center)』. 과학기술부 최종보고서.

한국원자력연구소 부설 원자력의학원(김유석 외). 2003.『IAEA 및 아시아 국가와의 싸이클로트론 활용기술 공동연구 및 기술 수출기반 구축 사업: 최종보고서((The)Establishment of infrastructure of research and export for the cyclotron with IAEA and asia nations)』. 과학기술부 최종보고서.

한국원자력연구소 부설 원자력병원(채종서 외). 2002.『의료용 싸이클로트론 가속기 개발: 최종보고서(Development of cyclotron for the medical applications)』. 과학기술부 최종보고서.

한국원자력연구소 부설 원자력병원(홍성운 외). 2005.『싸이클로트론 및 PET 이용기술 개발(Development of cyclotron and PET application)』. 과학기술부 최종보고서.

논문접수일: 2010. 10. 7
논문수정일: 2010. 11. 10
게재확정일: 2010. 11. 19

www.kci.go.kr