

## 과학적 실행의 회색상자(grey box): 비/가시적 협력의 헤테로토피아(heterotopia)로서의 실험실 공간<sup>†</sup>

이 준 석\*

과학적 실행에서 기술과학자들의 협력은 어떻게 발생하는가? 과학의 주변부에 위치지어진(situated) 한국의 기술과학자들은 실험실에서 맥락화된 형태로 협력연구를 하게 된다. 이러한 협력은 실험실의 블랙박스를 열기 전에는 보이지 않다가, 논쟁·토론·공동연구·하청 등의 특정한 상황 하에서는 가시성을 획득하여 화이트박스가 된다. 그리고 해당 상황이 종료되면 다시 블랙박스가 이루어져 기술과학자 본인들과 외부의 관찰자 모두에게 비가시적이 된다. 블랙박스가 열리고 닫히는 이 과정은 실험실 공간에서 순간순간 서로 겹쳐진 형태로 무수히 발생하여 매 단계 이를 구분하는 것이 어려울 정도이며, 실험실에서 과학적 실행의 결과로 정돈된 불변의 동체가 생성되는 과정을 블랙박스의 과정으로 본 크노르.세티나나 런치, 라투어-울가 등의 분석은 지나치게 단층적이고(single-layered) 실제 상황을 충분히 잘 묘사하지 못한 측면이 있다. 실험실에서의 협력은 가시성과 비가시성을 동시에 갖는 비/가시적 특성을 지니며, 이는 블랙박스와 화이트박스를 구분하는 것이 불가능한 회색상자에 가깝기 때문이다. 또 이러한 기제의 작동 공간인 실험실은 푸코가 주장한 헤테로토피아(heterotopia)로서 기능한다.

**【주제어】** 실험실 연구, 자기공명영상, 블랙박스, 비/가시적 협력, 헤테로토피아

† 뇌과학연구소(NRI: Neuroscience Research Institute)에서 1년간의 참여관찰을 허락해 주신 조장희 박사님과 김영보 박사님을 포함하여, 첨단 융합과학 연구를 근접한 거리에서 장기간 참여관찰하며 일상적 대화와 연구의 모습을 기록할 수 있도록 도와 주신 연구소의 기술과학자 선생님들께 감사드립니다.

\* 서울과학기술대학교 강사

전자우편: skyrider@daum.net

## 1. 들어가는 글: 과학지식의 생산 지형

과학적 실행에서 기술과학자들은 실제로 어떻게 협력을 하는가. 이 주제는 오랜 기간 과학기술학의 주제가 되어 왔다. 특히 정보와 지식, 인구와 자본이 유동적으로 국가와 기관의 경계(fluid institutional boundary)를 넘나드는 글로벌화된 세계에서 과학 지식이 생산되고 전이되며 소비되는 양상은 이전과 다르기 때문이다. 무릇 다국적 기업의 출현과 국경에 구애받지 않는 자원과 노동력의 자유로운 흐름은 동시대성(contemporaneity)의 특징으로 손꼽혀왔고, 이론가들은 21세기와 포스트모더니티의 이러한 특징으로 유동성(fluidity)과 이동성(mobility)을 손꼽아 왔다(Bauman, 2000; Castells, 2000; Harvey, 1990; Sheller & Urry, 2006; Urry, 2000, 2007). 그리고 이 유동성과 이동성은 세계의 지식지형과 정보지형, 자원지형과 자본지형 등을 평평하게 만드는 원인으로 지목되어 왔다(Friedman 2005). 하지만 이런 주장들에 대해서도 최근 인문지리학과 경제학 등을 중심으로 반론이 제기되고 있는데, 가령 드 블라이(de Blij, 2009)는 지표면이 그렇게 평평하지 않고 세계의 주변부에는 여전히 울퉁불퉁한 지형(rough landscape)이 존재함을 역설하였다. 이런 측면은 공중보건과 위난, 종교와 언어 등의 경우에 더욱 그러하다.

다만 이런 주장들은 세계를 구성하는 여러 지형(landscape)의 하나인 ‘과학지식 생산의 지형’에 대해서는 우리에게 별로 많은 것을 말해주지 못하고 있다. 과학지식 생산의 지형은 평평하지 않다. 과학지식은 여전히 불균등한 지식 지형(uneven intellectual landscape) 위에서 생산되고 전이되며 소비된다.<sup>1)</sup> 과학은

---

1) 한국은 경제적으로는 OECD 국가에 속하면서도 노벨과학상 수상자를 아직 한 명도 배출하지 못했다. OECD는 34개의 국가로 이루어져 있는데, 이들의 목록과 노벨상 수상자(문학·평화·경제상 포함)들의 수(괄호 안)는 다음과 같다: Australia(13명), Austria(19명), Belgium(10명), Canada(22명), Chile(2명: 문학), Czech Republic(5명: 문학1, 평화1, 화학1, 생리의학2), Denmark(14명), Estonia(수상자 없음), Finland(4명: 화학, 생리의학, 평화, 문학), France(65명), Germany(102명), Greece(2명: 문학), Hungary(12명), Iceland(1명: 문학), Ireland(7명: 물리1, 문학4, 평화2), Israel(10명), Italy(20명), Japan(20명), 대한민국(1명: 평화), Luxembourg(2명: 생리의학, 물리학),

물리적 공간성에 구애받지 않는 것으로 흔히 생각되어지는데, 가령 뉴턴이 발견한 운동 법칙은 그가 이를 발견한 영국에서나 대서양을 건넌 북미대륙에서나 동일하게 적용되기 때문이다. 그러나 정작 과학지식이 생산되는 실험실은 지역성(locality)에 중요한 영향을 받는다. 자원과 정보, 자본과 행위소의 “흐름이 고정된 위치보다 더 중요해진(circulation has become more important than fixed positions)” 것은 사실이지만(Callon & Law, 2004), 이러한 행위소들이 최종적으로 안착하여 작동하는 지점인 노드(node)로서의 실험실의 물리적 위치는 중요성이 감소되지 않았기 때문이다(Henke & Gieryn, 2008). 그리고 한국과 같은 과학의 주변부에 위치한 실험실에서는 기술과학적 실험에서 과학의 중심부와 다른 특성이 관찰될 수밖에 없다. 글로벌화된 세계에서도 지식생산의 지형은 평평하지 않기 때문이다. 그렇다면 과학의 주변부라는 맥락을 지니는 융합과학 실험실에서는 어떤 방식으로 협력연구가 이루어지는가?

이 소고에서는 세 가지를 보고자 한다. 첫 번째는 기술과학의 주변부에서 중심부로 도약하고자 하는 지식지정학적 성격을 지닌 한국의 상황에서, 연구주체의 선택을 위해 선진국의 기술과학자들과 협력연구를 하는 과정 및 선진국의 민간기업과 네트워킹을 구성하는 실례를 제한된 지면 안에서 살펴보고자 한다. 둘째, 이를 위해 실험실의 기술과학자들이 실험실 내·외부에서 연구조직의 행위자-연결망을 유동적으로 운용하는 모습을 살펴보고, 이러한 협력이 가시성(화이트박스)과 비시성(블랙박스)을 동시에 갖는 것을 본다. 논의의 편의를 위해 실험실 내부의 로컬한 협력과 실험실 외부의 글로벌 협력으로 구분하고, 또 기술과학자들간의 협력 및 일반 행위자와의 협력으로 나누어 보겠다. 마지막으로 실험실에서 관찰되는 비/가시적 협력의 네트워킹은, 헤테

---

Mexico(3명: 화학, 문학, 평화), Netherlands(19명), New Zealand(3명: 화학2, 생리학1), Norway(12명), Poland(14명), Portugal(4명: 문학1, 평화2, 생리학1), Slovakia(수상자 없음), Slovenia(1명: 화학), Spain(8명: 문학6, 생리학2), Sweden(30명), Switzerland(26명), Turkey(1명: 문학), United Kingdom(117명), United States(334명) [2012.10.10. 현재 연구자 정리(10명 미만은 수상내역표기)]. 이 통계로 보면 한국은 아직 결코 학문적, 문화적으로 세계의 중심부라 하기 어렵다.

로토피아로서 실험실공간이 갖는 특성의 한 가지라는 점을 보겠다.

이를 위해 본고에서는 연구자가 인천 길병원 콤플렉스에 위치한 가천의대 뇌과학연구소(NRI, Neuroscience Research Institute)에서 2009년부터 행한 1년여의 참여관찰을 기반으로, 특정한 맥락에 위치지어진 실험실에서 어떠한 과학적 실행이 발생하는지를 문화기술지의 방법으로 분석코자 한다. 한국에서는 아직 기술과학자들의 과학적 실행에서 관찰되는 미시사회적 발화들(microsocial utterances)을 분석하는 연구가 이루어진 바가 없기에, 경험적 근거를 갖는 이 연구가 국내의 실험실 연구 전통에 작은 기여가 되었으면 한다.

## 2. 기술과학자들간의 글로컬(glocal) 네트워킹과 비/가시적 협력

### 1) 실험실 내부에서의 글로컬 협력

과학지식이 생산되는 장소(locus)인 실험실에서 기술과학자들이 어떻게 협력연구를 행하는가를 알아보기 위해 연구자는 가천의대 부설 뇌과학연구소에서 참여관찰을 행하였다. 뇌과학연구소는 양전자방출단층촬영(PET)의 최초 개발자의 한 명인 조장희 박사<sup>2)</sup>가 초대 소장으로 영입된 곳으로 2006년 개소하였다.

뇌과학연구소에는 명목상 8개의 연구팀이 존재한다. 이들은 차례로 PET-MRI 퓨전팀, Angio팀, RF 코일팀, 기능성자기공명영상팀, 확산텐서이미징팀, 고급자기공명영상팀, 마이크로이미징팀, 사이클로트론팀이다. PET-MRI퓨전팀은 뇌과학연구소에 설치된 고해상도연구용 양전자방출단층촬영(HRRT-PET)과 7테슬라 자기공명영상(MRI)의 융합을 연구하고, Angio팀은 자기공명혈관영상

2) 당시 U.C. Irvine의 정교수이자 미국립과학원(NAS)의 정회원인 조장희 박사를 83세까지의 정년보장과 연봉 30만 달러라는 파격조건으로 영입한 길재단 이길여 여사의 일화는 언론과 대중들의 많은 관심을 받았다.

(MRA, magnetic resonance angiography)을 주로 연구하며<sup>3)</sup>, RF 코일팀은 자기공명영상의 필수 부품인 RF 코일 제작을 담당하고 있다. 기능성자기공명영상팀은 fMRI 연구를 담당하고, 확산텐서이미징(DTI, diffusion tensor imaging)팀은 확산텐서이미징이라는 새로운 영상기법으로 파킨슨병의 조기 진단 및 치료법 등을 연구하고 있다. 고급자기공명영상팀은 전 세계 자기공명영상 분야의 신기술을 습득하여 연구소에 확산시키며, 마이크로이미징팀은 마이크로 PET/CT 등을 활용하여 실험동물의 뇌이미지를 획득한다. 마지막 사이클로트론팀은 양전자방출단층촬영 연구에 꼭 필요한 FDG(fluorodeoxyglucose) 등의 방사성 물질을 제조한다. 그러나 어떤 연구팀도 독자적으로 연구를 행하는 경우는 거의 없으며, 반드시 최소 2~3개의 팀원들이 협력하며 연구를 진행하게 된다. 가령 모든 양전자방출단층촬영 연구에는 FDG와 라클로프라이드(raclopride) 등의 방사성 의약품을 사용해야 하기에 사이클로트론팀의 협력이 필요하고, பு진팀과 fMRI팀이 행하는 모든 자기공명영상 연구에는 사실상 RF코일팀의 협력이 필요하다고 볼 수 있다. 그러나 연구소 내부에서 관찰되는 이러한 로컬한 협력연구는 너무 빈번하게 발생하므로 특이성을 기술하는 것이 무의미할 정도이다. 주목할 만한 사실은 어떤 연구를 함께 있어서도 다른 팀에 속하는 연구원들이 항상 자발적인 집연(集連)<sup>4)</sup> 혹은 결절(結節, punctualization)<sup>5)</sup>을 통

---

3) 뇌과학연구소가 보유한 7테슬라 자기공명영상은 기존의 1.5테슬라나 3테슬라 자기공명영상에 비해 월등히 선명한 영상을 보여준다. 가령 뇌내 미세혈관이 막히면 뇌졸중(stroke)이 올 수 있는데 이를 미리 발견하면 약물치료를 통해 어느 정도 예방이 가능하다는 이점이 있다.

4) 집연(集連)작용은 말 그대로 행위자 혹은 행위소들이 한데 뭉치면서(集) 연결망을 형성하는(連) 기제를 의미한다. 바로 다음에 나오는 결절(結節)과 유사하지만, 결절이 하나의 땀으로 끊어지는 작용을 강조하는 반면, 집연은 행위자들이 연결망을 형성하는 과정을 강조하는 차이가 있다.

5) punctualization의 과정은 블랙박스화의 과정과 유사하다. 이는 행위자들이 구성된 연결망이 들뢰즈적 의미에서 접혀지는(folding) 단계를 지시한다. 마이클 린치가 차라리 actor-network theory를 (들뢰즈안적 의미를 부각시켜) actant-rhizome ontology (행위소-리좀 존재론)으로 부르자고 제안한 사실은 잘 알려져 있고, 라투어 본인도 이 제안이 의미가 있음을 수긍한 적이 있다(Latour & Crawford 1993). 이 경우 행위소들이 형성한 연결망 혹은 리좀이 몰적인(molar) 분석 단위(unit of analysis)로

해 해당 연구 행위자-연결망에 접속해서 도와주는 것이 일반적인 모습이라는 점이다. 어떠한 연구도 단일 연구팀 내에서만 이루어지는 것은 거의 없고, 기술과학자들은 팀의 경계를 유동적(fluid)이고 구멍뚫린(porous) 것으로 만드는 경계 운동(boundary movement)을 통해 연구팀 사이의 경계를 항상 불분명하게 만든다. 이러한 작업은 서로 다른 전문성을 지닌 행위자들이 갖은 빈도의 네트워크를 통해 연구 중 경험하게 되는 당면한 물질계의 저항(resistance, Pickering 1995)에 대한 적응(accommodation, Pickering 1995)이라는 긍정적 결과를 낳는 것을 관찰할 수 있었다.

연구소 내에서는 상시 로컬한 네트워크를 확장하여 가급적 많은 행위자들과 폭넓은 인적, 지적 교류를 하는 것을 중시하고 있다. 그것이 좋은 협력연구를 낳기 때문인데, 연구의 협력은 종종 연구소의 경계를 넘어 재단 내의 다른 기관과도 이루어지기도 한다. 가령 2009년 9월 22일 가진 랩미팅에서 조장희 박사와 연구원들의 대화를 살펴보면 이런 측면이 더욱 부각된다. 랩미팅에서 마이크로이미징팀의 주YH 연구원은 'ischemic rat'에 대한 자신의 연구를 발표하였다. ischemic rat이란 허혈성 뇌졸중을 실험하기 위한 동물 질환모델이다. 그는 아주대학교 서HY 교수와 공동연구를 진행중이었다. 주YH 연구원은 랫을 가지고 실험한 중간결과를 발표하였다.

### [ 사례 1 ]

주YH: 마취하면 6시간 가는데 약간 움직여서요. fix를 하고 찍었습니다.

조장희 박사: (설명을 듣다가) 마이크로이미지 팀, [돌아보며] ischemia 연구는 Angio팀과 연결해 보지 그래. 연결될 수 있을 것 같은데. 그리고 이 그라디언트 코일은 우리가 만들 수 없나? 코일팀?

코일팀 연구원: 네. 할 수는 있을 것 같습니다.

조장희 박사: 40가우스보다 한 50가우스는 나와야지. 쥐가 이렇게 나오는구나 하고 깜짝 놀라지. [①]

조장희 박사: 암당뇨센터에 그라디언트 코일 있을 거야. 누가 PPT 잘 만들

---

작동하는 것을 우리는 punctualization의 작용으로 볼 수 있다.

지? [②]

(연구원들 발표가 이어진다. 이정환 연구원이 7T에서의 마우스와 echo line에 대한 언급을 한다.)

조장희 박사: gradient가 커야해. 그때 100가우스도 만들고 그랬잖아. 코일 팀에서 그레디언트 한번 만들어봐. [③]

코일팀: 네.

### [ 해석 ]

- ① 기존 연구보다 확연히 성능좋은 이미지를 얻기 위해 연구를 계속 푸쉬하는 조박사의 면모를 다시 확인할 수 있다.
- ② 이 로컬한 연구의 행위자-연결망은 이 미팅을 통해 같은 병원에 소속된 전혀 다른 연구기관인 암당뇨센터로 네트워크를 확장하고자 한다. 연구가 진행되며 이미 로컬과 글로벌의 구분은 사라진다.
- ③ 이 실험실에 위치한 마이크로이미징팀의 연구는 실험실 외부의 암당뇨센터로 네트워크를 확장하였다가, 다시 실험실 내부로 들어와 RF코일의 제작 및 개발을 전담하는 다른 연구팀과 집연(集連)된다. 연구의 아상블라주가 유동적이고ダイナ믹하게 끊임없이 변화한다.

이 대화에서 우리는 하나의 연구에서 협력을 위해 네트워크를 끊임없이 확장하는 실험실의 문화를 확인할 수 있다. 연구의 행위자-연결망은 연구팀사이를 넘어 다니며 해당 연구팀간의 경계를 유동적으로 만들고(fluid boundary), 실험실 내부의 로컬 네트워크를 거미줄처럼 확장하며 가급적 많은 행위소(연구 인력과 지식 등)를 등록하고자 한다. 또 그 연결망은 실험실 외부로도 뻗어나가며, 다른 대학이나 연구소로까지 확장된다.

기술과학자들은 실험실 내의 로컬한 네트워크 이외에도 글로벌한 네트워크를 폭넓게 구축하고 있다. 이는 단순히 해외 과학자들과 공동연구를 하고 공저자로 논문에 이름을 올리는 수준의 표면적 차원에서 일어나는 것만을 뜻하지 않는다. 오히려 많은 경우 글로벌한 네트워크는 눈에 보이지 않고 논문에 공저자로 등재되지 않는 보이지 않는 협력(invisible collaboration)의 형태를 취한다. 그리고 이렇게 이루어지는 눈에 보이지 않는 협력은 일회성 작업으로 끝나지 않는다. 이러한 협력은 겉으로 드러나지 않고 비가시적인 상태로 계속

존재하며, 많은 경우 이들은 이후 연구소에서 행해지는 모든 과학적 실행에 상시 집연된 상태로 작동하며 과학지식의 생산에 지속적인 영향력을 행사한다.

비가시적 협력은 자주 연구기관이나 국가의 경계를 넘어 일어나며, 기능성 자기공명영상(fMRI) 팀의 사례에서 보이듯 분과 학문의 경계를 넘어서도 일어난다. 심지어 추후 별도로 언급될 RF 코일팀의 사례처럼 서로 경쟁관계에 있는 연구기관이나 연구팀들 사이에서도 보이지 않는 협력으로 서로에게 도움을 주기도 한다. 다음 대화의 내용은 2009년 11월 3일 뇌과학연구소 랩미팅에서의 상황이다. 이 대화에서 우리는 새 연구프로젝트의 발단에 ‘숨은 행위자(hidden actor)’가 참여하는 순간의 실증적 묘사를 볼 수 있다. 당시 기능성자기공명영상팀의 최SH 연구원은 얼굴인식에 관련된 연구 프로토콜을 디자인하고 있었다. 이때 뇌과학연구소에는 피츠버그 대학 방사선학과에서 신경이미지 연구실을 운영하는 김성기 교수가 방문 중이었다. 대화를 살펴보자.

### [ 사례 2 ]

(최SH 연구원은 얼굴인식과 관련된 연구를 디자인하며 초기 연구진행을 하고 있었다. 하나의 연구프로젝트는 완성된 형태로 주어지지 않는다. 과학자는 연구를 진행해 나아가다가 문제나 개선점을 계속해서 발견하게 된다. 그리고 그는 연구 계획에 대해 지속적인 수정과 보완을 거쳐 의미있는 연구를 완성해 나간다. 최SH 연구원의 연구는 환자연구(patient study), 종양연구(lesion study), 그리고 신경이미지연구(neuroimaging study)의 세 종류로 구성되었다. 여기서 환자연구는 얼굴인식불능증(prosopagnosia)에 걸린 환자를 대상으로 하는 것이고, 종양연구는 몽키를 사용하는 동물 실험이며, 신경이미지연구는 기능성자기공명영상 이미지를 획득하여 뇌의 temporal lobe(측두엽)과 FFA(fusiform face area) 등을 연구하는 것을 뜻한다. 그는 이 실험을 할 때 피험자에게 정상적인 얼굴 사진과 비정상적인 얼굴사진 등을 번갈아 보여주며, 뇌의 어느 부위가 활성화되는지를 보고자 하였다. 이 연구계획을 설명하고 연구소의 다른 과학자들에게 피드백을 구하는 상황이다.)

최SH: [발게이즈 다양한 사진 보여주고] 머그샷, 가발, 캐리커처... 사람은 전부 발게이즈로 인식합니다. 그에 반해서, 양이나 펭귄은 개체가 달라도 인간은 구분 못합니다. 외국인은 다 비슷해 보이는 것과 마찬가지로... prosopagnosia, 얼굴인식불능증이라는 병이 있습니다.



얼굴은 아는데 누군지 모르는 것이구요. 거울 보고도 자기가 누군지 모릅니다...

[최SH 연구원이 lesion study 관련해 얘기할 때]

조장희 박사: 어딜 본거야

최SH: [몽키의] temporal lobe를 절제해서 보았습니다.

조장희 박사: amygdala인지, hippocampus만 깨끗하게 떼낸 건지...

김성기 교수: 아 기억났는데 칼텍의 차오 박사, T-s-a-o. 차오가 연구한 것 있어요. 오가와가 얘기하던 것인데, 얼굴 돌리면 FFA 다른 곳에 신호가 들어오더라고요. [①]

조장희 박사: Tsao가 3번은 했다 이거지? [돌아보며] Angio팀! 강박사, 우리 이거 해보지?

김성기 교수: BOLD로도 보이고...

조장희 박사: BOLD로 보이는데 fMRA는 resolution이 좋으니까 해보자고.

김성기 교수: 굉장히 crowd한 필드예요. [②]

조장희 박사: [다시 본론으로 넘어가] 장소가 어디란 얘기야?

최SH: ROI가 temporal lobe라고... [③]

조장희 박사: temporal lobe는 너무 넓지. 태평양같은 얘기지. 과학자는 이렇게 하면 안되는 것 아냐? 36, 37, 38.... [④]

김성기 교수: 이전엔 의도적으로 크게 보기도 했어요. 37로 하다가 38로 나타나면 큰일 아니까.

조장희 박사: FFA는 37아냐? medial temporal lobe, anterior temporal cortex, occipito-temporal lobe 등..... 이런거도 너무 넓지 않냐?

최SH: 김 박사님 말씀대로 broad하게 하는게... [⑤]

조장희 박사: 우리가 하나 만들어야겠다. "anterior-37" 이런 식으로.... [⑥]

최SH: [발표를 마치면서] 오가와 선생님아..... [⑦]

### [ 해석 ]

- ① 얼굴의 각도를 돌리면 뇌내 fusiform face area의 다른 곳이 켜짐
- ② 많은 연구자들이 뛰어들어 연구중인 hot topic임
- ③ ROI는 region of interest의 약어로, 연구자가 보고자 하는 뇌의 특정부위를 지칭함. temporal lobe는 측두엽
- ④ 측두엽은 너무 범위가 넓으므로 이를 구체적으로 줄여 36번 영역, 37번 영역, 38번 영역... 등으로 좁혀 볼 것을 의미
- ⑤ 기능성자기공명영상에서 시그널이 들어오는 곳은 실험장치에 의해 명확하게

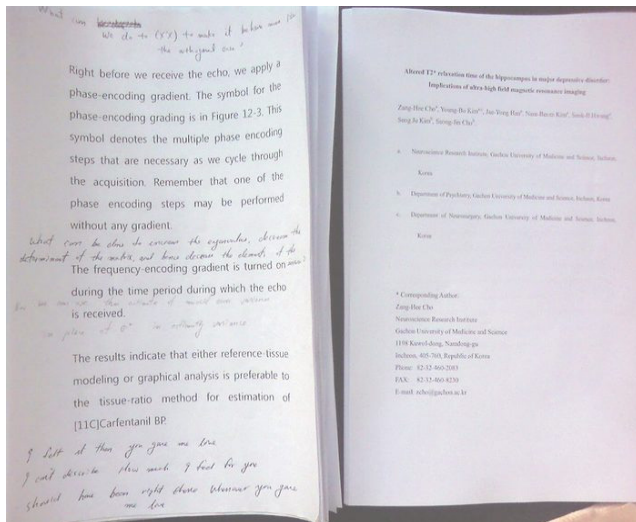
주어지는 것이 아니라, 인간이 보고 판단하는 것이다. 또 사람마다 뇌의 형태도 모두 다르므로, MRI에서 획득한 데이터를 SPM에서 돌린 뒤 Brain Voyager등에서 glass brain에 투사하는 표준화 작업이 이루어지게 된다. 설령 동일 피험자에 대한 반복실험이라 하더라도 실험을 할 때마다 위치가 미세하게 다르니 측정된 것을 여러 번 평균내야 한다. 만일 이 실험실에서 영역을 좁게 세분하여 뇌의 어떤 영역에서 시그널이 들어온다는 결과를 발표하였다가, 추후 다른 연구팀이 다른 주장을 할 수 있으므로 예전에 의도적으로 큰 영역으로 보기도 하였다는 사실을 김성기 교수가 언급하자 연구원이 이에 동의한다.

- ⑥ 첨단연구로 나아가기 위해 조장희 박사가 계속적으로 푸쉬하는 면모를 볼 수 있다. 넓게 보자는 다른 이들의 의견에 반하여 오히려 그는 가급적 좁게 볼 뿐만 아니라, 7T의 장점을 살려 이전에 하나로 보던 영역도 여러 개로 나누어 볼 것을 주장한다. 오히려 새로운 뇌내 미세영역을 세분화하여 새로운 영역을 명명하거나 발견하거나 개척할 가능성을 논한다. 이는 앞으로 14T 프로젝트로 나아가고자 하는 상황을 염두에 둔 장기적인 안목으로 볼 수도 있다.
- ⑦ 이후 일본에 가 있는 세이지 오가와 박사가 한국에 오는 스케줄을 언급한다. 뇌과학연구소의 모든 기능성자기공명영상 관련 연구는 오가와와 자문을 구한다. 연구자와의 인터뷰에 의하면 그가 기능성자기공명영상의 창안자여서라기 보다는, "가급적 한 명이라도 더 많은 사람에게 보여주고 의견을 들으면 하나라도 더 나아지면 나아졌지 나빠지지는 않는다"(김NB 연구원의 표현)는 생각에 기인하는 문화다. 가급적 연구의 행위자-연결망을 하나라도 넓혀 폭넓은 의견을 구하고자 하는 것을 볼 수 있다.

이상 살펴본 것은 기능성자기공명영상팀의 한 사례로서 첨단연구로 나아가기 위해 연구자들이 새로움을 모색하는 모습이었고, 또 그 와중에 다양한 행위자들이 아이디어공유를 위해 연구에 협력하는 과정이었다. 미국 피츠버그대에 재직하는 김성기 교수가 마침 방한한 상대라 그가 랩미팅에서 공동연구 작업을 했었다는 사실은 출판된 논문에서는 관찰할 수 없다. 즉 연구기관의 경계와 분과학문의 경계, 심지어 거주 국가의 경계를 넘어 협력연구가 발생하였으며, 그것이 단순한 차원의 아이디어 제시가 일어났다는 수준이 아니라 가장 핵심적인 연구 어젠다의 구성과 연구 프로토콜의 작성, 연구결과에 대한 해석 등 결정적인 영향을 미칠 수 있음에도 결과물에서는 이러한 협력이 비시성을 가진다는 의미이다. 이상 살펴본 내용은 첨단연구(frontier research)를

과학적 실험의 회색상자(grey box):비/가시적 협력의 헤테로토피아(heterotopia)로서의 실험실 공간

수행하며 기술과학자들이 경험하게 되는 새로운 현상에 대해 글로컬 네트워킹을 행하며 과학자들이 결론을 도출하는 과정이었다. 그리고 이들의 협력연구는 블랙박스를 열기 전에는 외부의 눈에 비가시적으로 존재한다. 다만 과학적 실험이 이루어지는 중에만 잠깐잠깐 가시성을 띠 뿐이다(<그림 1> 참조). 이러한 복잡한 논쟁과 토론의 과정은 모두 논문화되는 과정에서 사라지고 하나의 깔끔한 연구결과물로 출판된다(Knorr-Cetina, 1981, 1999; Lynch, 1985, 1993).



<그림 1> 공동작업으로 첨삭과정을 거친 논문 초고(좌)와 이러한 글로컬 네트워킹이 비가시화되어 SCI 저널로 투고된 논문(우)의 대조 사진  
출처: 2009.10.6. 연구자 촬영.

## 2) 실험실 외부와의 글로컬 협력

우리가 앞의 사례에서 살펴본 것은 첨단연구를 수행하며 뇌과학연구소의 과학자들이 글로컬한 네트워킹을 구축하여 의견을 교환하고 결론에 수렴해 가는

과정이었다. 이러한 협력연구의 글로컬 이상블라주는 실험실 측에서 외부로 손을 뻗기도 하지만, 외부 연구자들이 실험실을 찾아오며 공동연구를 제의하는 경우도 많다. 가령 마이크로이미징팀의 민HK 연구원과의 인터뷰를 보면 이런 측면이 잘 관찰된다.<sup>6)</sup> 다음은 그와의 인터뷰 내용을 요약한 것이다.

[ 사례 3 ]

민HK: PD대상으로 DBS 수술은 많이 해요. [파킨슨병 환자 대상으로 심부 뇌자극술 시술] 특히 메이요 클리닉의 Kendall Lee, 이분은 한국계 미국인이세요. subthalamic nucleus(시상하핵)를 연구하는데요. 병원에서 쓰는 기존 1.5T로는 잘 안보여요. 시체를 잘라보니 어디라는 좌표값 있고... 거기로 들어가죠. STN 볼수 있으면 직접 찔러 넣을 수 있겠죠. 마취하고 [머리를 고정하는] 틀 박고, 1.5T MRI찍고 대부분 시체에 있던 좌표를 써요. 그리고 MER, microelectrode recording이라는 probe를 [뇌에] 넣어요. 시상하핵을 만나면 신호가 많이 나와요. 시상부분 지날 때 [신호가] 나오고 안나오다가 하핵에 이르면 많이 나와요. 6시간 정도 걸려요. 미국은 수술실 사용하는게 시간당 돈이거든요. 다 환자부담이죠. 수술실 당 [의료진이] 6명 정도 들어가는데... Kendall Lee가 2007년에 가톨릭의대 학회에 초대받아 왔어요. DBS가 왜 되는지 관심갖고 연구 많이 한 사람이에요. 기존 신경외과쪽에서 많이 보고요. 조[장희] 박사님하고 그 학회에 같이 참여했어요. 그리고 조 박사님이 Kendall Lee를 불렀어요. 다음 날 [Lee 박사기] 비행기표도 미루고 NRI[뇌과학연구소] 와보고, 감동 받았죠. 한국 어릴 때 보고 후진국인줄 알았는데... 감동받아 돌아[뇌과학연구소와 Lee 박사가 있는 Mayo 클리닉이] 협력 시작한거예요.

이 대화는 민HK 연구원이 연구하는 DBS(심부뇌자극술)의 배경과, 현재 성공한 재미 한인과학자인 Kendall Lee가 조장희 박사측과 같이 연구를 하게 된 계기, 그가 속한 Mayo 클리닉과 뇌과학연구소가 같은 연구네트워크에 등록하게 된 계기, 그리고 현재 DBS의 연구진행 상황에 대해 알려준다. 민HK 연구

6) 2009년 9월 25일(금) 인터뷰(필드노트 5권 참조).

원의 말은 계속된다.

[ 사례 4 ]

민HK: 제 연구의 목적은 하나는 수술방법을 개선하는 거고, 두 번째는 DBS 기전을 이해하는 거예요. DBS는 연구가 거꾸로 시작되었어요. 보통 작은 동물 하고, 큰 동물하고, 쪽 가다 인간으로 오는데, DBS는 거꾸로 인간부터 시작했어요. 1960년대 PD환자의 STN을 전기로 지져서 줄이거나 잘라서 도려냈어요. globus pallidus를 잘라내면 10명중 6명은 나아졌어요. 4명은 포기하구요. 90년대 프랑스의 베네비드가 고주파로 약하게 지져보니까 잘라낸 효과가 나는 걸 발견했어요. 혹시 효과 없으면 뽑으면 그냥 그 사람은 [뇌의 일부를 절개하지 않았으니] 정상이죠. 지능저하나 언어 장애들을 예비할 수 있죠. Kendall Lee는 기전발견하는게 목적이예요. 왜 누구는 되고 누구는 왜 안되는지 보려고 하는 거죠. 이때 기전연구는 PET-HRRT로 하고, 수술방법은 7T MRI로 하는데 이게 둘 다 있는 곳은 NRI[뇌과학연구소]가 세계 유일이거든요. 미국 같은 경우 한국의 황우석 사건 이후로 규정 엄청 심해서, Mayo도 필요이상으로 안전규정 많다고 유명해요. 예를 들어 단순시약 사더라도 몇 개월 걸려요.... 마이크로이미징 팀은 기전연구를 동물실험으로 하는 거죠. NRI는 마우스 가지고 실험해요. 메이요는 돼지로 하고요.....(이하 생략).....

이 대화에서 우리는 글로벌 행위자가 뇌과학연구소의 연구 행위자-연결망에 등록되며 협력연구가 이루어지는 과정을 볼 수 있다. 연구의 행위자-연결망은 국가간의 경계나 기관사이의 경계를 넘나들며 네트워크를 구축한다. 이런 측면을 살펴볼 수 있는 또 하나의 대화를 들여다보기로 하자. 이 대화는 마이크로이미징팀의 민HK 연구원과 뇌과학연구소 장DP 교수와의 대화로서, 연구소 5층 대회의실 밖의 회의테이블이 놓인 공간에서 이루어졌다.<sup>7)</sup> 이곳은

7) 대화는 2009년 10월 5일(월) 연구소 5층 라운지에서 이루어졌다(필드노트 제 5권). 장DP 박사는 학부에서 전자공학을 전공하였고, 석박사는 의공학을 전공하였다. 2005년 1월부터 뇌과학연구소의 교수진으로 연구를 진행하고 있다. 필드워크 당시 그가 진행중이던 연구의 하나는 영상처리, 특히 post-processing에 관한 내용이었다.

간이 키친(kitchenette)과 연결된 공간으로 샌드위치나 커피 등을 만들어 테이블에 앉아 먹으면서 담소를 나누거나, 옆에 위치한 네 개의 소파에 편하게 앉아 대화도 나눌 수 있는 공간이다. 첨단연구는 실험기자재가 놓인 실험실과 책이 둘러싸인 좁은 연구실에서만 이루어지지 않는다. 오히려 많은 경우 연구는 이처럼 탁트인 공간, 간단한 음식과 차도 마시면서 아이디어를 공유하고 연구 프로젝트를 논의할 수 있는 공간에서 진행된다. 두 연구원들이 나눈 대화의 주요부분만 정리하면 다음과 같다. 민HK 연구원의 연구주제는 앞서 기술한 바 있고, 당시 장DP 교수는 depression 모델로 세로토닌을 보는 연구를 하고 있었다. 이 대화에서는 연구팀들 간의 협력으로 지식과 노하우가 이동하는 것을 볼 수 있다. 물론 이러한 대화의 내용과 그 과정은 최종화된 논문에서 비가시화되어진다. 연구의 핵심적인 암묵지(tacit knowledge)가 이동하고 연구의 방향성이 지정되며, 연구자의 직업적 커리어가 설정되기도 한 매우 중요한 대화이지만, 이 두 명이 같은 프로젝트를 진행중인 공동연구자가 아니기에, 이러한 연구협력은 논문에서는 비가시화 된다.

### [ 사례 5 ]

민HK 연구원: .....(생략)..... Artery에 해야만 되나요?

장DP 박사: 그렇지

민HK 연구원: tail vein은 안되요?

장DP 박사: 될 수도 있지... [이 대화에서는 실험동물에 주사기를 삽입하는 위치를 논하고 있다.]

민HK 연구원: 사람용 카테터를 쓰는 것이 신 선생님 실력이면 될 것 같아서요. [①]

장DP 박사: centrifuge 올려서 얻으려면 50람다정도 되어야 해..... 그러면 immobilization stress를 주는 거 괜찮은 것 같아.

---

데, 뇌 내 insula 영역의 차이를 보는 실험을 진행중이었다. 치매, 스키조, 알콜중독 등이 모두 insula에서 화학적 조성이 다름이 발견되었기 때문이다. 또 다른 연구주제는 stress 연구였다. immobility stress 등을 통해 우울증(depression)과 조울증(manic depression), 트라우마 등을 연구할 수 있다(이상 각주는 2009.9.8. 인터뷰 내용).

민HK 연구원: 네. micro PET으로 찍으셨다면서요.

장DP 박사: PET은 proportional scale을 SPM에서 돌려준다고... 본 적 있어?

민HK 연구원: 네.

장DP 박사: 근데 당신하는 것 좋은거 같아. 왜냐면 canula 바뀌서 소스바뀌 하는거에서 내가 샘플링해서 피뽑아보는 것도 상당히 좋아.

민HK 연구원: cortex 실험끝나시면 PET을 보려고 하시는 거죠? [②]

장DP 박사: 내가 인슐라(insula)를 activate시키거나 inactivate 시킬때, 그걸 보고자 하는 것은 전혀 다른 스테디야. 캐놀라를 박아서 니들을 넣잖아. 인슐라의 behavior를 찍으면 인슐라의, 거기 자극을 줘서 내가 cortical serum을 본다, 그러면 인슐라가 stress하고 연관되는 거니까. FDG는 약간 다른 게 되는 거지. [③]

민HK 연구원: 그러면 다시 성 박사님 실험 얘기로 돌아가면요. [민HK 연구원 개인 연구프로젝트를 논하다가 외부연구자와의 협력연구로 대화가 넘어간다.]

장DP 박사: 아직 아이디어가 안되는 거 같지.

민HK 연구원: acute stress가 depression으로 넘어가는 모델에 있어서, 인슐라의 역할이 무엇인가가 main 질문 같거든요?

장DP 박사: 음.. 조심해야 할 것이 ... (이후 한참 설명한다) ...

민HK 연구원: 조금 정리가 되는데요. 그럼 Nature 논문으로 돌아가면요.

장DP 박사: Nature 페이지가 모델이 나온걸 가지고 했을 수밖에 없지. [유관연구에 대해 토론한다.]

민HK 연구원: 모델 만들어진 것 가지고 한거 같아요..... frontal을 지졌더니 stress를 받으면 죽 올라가는데 그게 떨어지더라, 스트레스 피드백이 조절이 안되는 것 같더라, 그런 얘기였어요.

장DP 박사: [한참 논의후 다시 협력연구에 대해 이야기한다.] 이미징은 tool 이거든. 그러니까 내가 아직 뭘 보고자 하는지 모르는거야.

민HK 연구원: 그러니까 그냥 대박이 기대되는 거죠.

장DP 박사: 이런 건 가능하지. 인슐라를 지졌을 때 혹시 어떤 연결선이 있는지 보려면 의미있지만 그냥 영상보는 것은 의미가 없지. [④]

민HK 연구원: 네네. 성 박사님은 영상이 main인 것처럼 말씀하시거든요.

장DP 박사: 큰 그림 하에서 보시겠지. 그게 영상이 나오면 대박인거지. [⑤]

장DP 박사: 지금은 전체적인 순서대로 하자 이거지, 내말은.

민HK 연구원: 너무 그림이 커요.

장DP 박사: 너무 크지.

민HK 연구원: 매일 전화하세요.

장DP 박사: 중요한 것은 네가 할 건가 하는 거야. 엄청 크거든. 졸업을 위  
한거야? 아니면 네가 하고 싶은 거야?

민HK 연구원: 졸업을 위해서는, 조 박사님께서는 세로토닌 serum만 나오는  
것 보여드리면 졸업논문은 될 것 같아요. 이걸 더 깊이 자세  
히 들어가는 건데 내년엔 좀 한가해지면 하고 싶은데요.

장DP 박사: 우선 네가 일의 순서를 정해야 해. [⑥]

장DP 박사: 첫 번째 그거고. 두 번째, 스테디. 호르몬 하는 것도 할 수 있잖  
아. 그것도 spin-off 가능한 좋은 연구야. [⑦] 세 번째, 캐슬러  
박아서 위에서 보기만하면 되잖아. 판데선 어려울지 몰라도 여  
기[뇌과학연구소]에는 세팅이 되어 있어서, 가능한 스테디야. 그  
게 여기 강점인거 같아. 그 때 되면 세팅도 되니까 성 박사님  
[공동연구자, 원광대 한의학과 성GK 교수] 연구해도 되겠지.

민HK 연구원: 장 박사님[대화 상대], 그거[성 교수의 스핀오프 연구]는 돕고  
싶어요. 지금은 셋업이 목적이기 때문에 이왕이면 허무맹랑  
한 것 말고 셋업도 되고, 혹시 나중에 논문도 될 수 있으니  
까요. [⑧]

장DP 박사: 그렇지.

민HK 연구원: 매주 올라오시는데 죄송하고... 실험은 나와도 이유는 모르는  
거잖아요.

장DP 박사: behavioral test라는게..... 아까 box 사드려. 돈 있지 않나?

민HK 연구원: 그건 또 다른 문제죠. 진환 형을 설득해야죠. Box도 5백에서  
천만원엔 깨질텐데요. 얘기해야죠.

장DP 박사: 정 안되면 저기... 의료기기 임상실험 그거로 해.

민HK 연구원: 그거 있어요?

장DP 박사: 응. 의료기기 임상실험센터에서 나오는거 한 8천만 원 있어. 어  
디에 쓸지 물어보더라. [⑨]

장DP 박사: (이어서 그 다음 달에 개최되는 뇌과학연구소 주최 세계 EHF  
MRI 심포지엄에 관한 대화가 이어진다.) 게스트 오는 것만 일  
역이야. 비행기표해서 천만원씩. 이거 회장님께 사람 올려야



해. [10]

### [ 해석 ]

- ① 이 부분에서는 연구자의 몸에 체화된 지식, 기술로서의 암묵지가 연구의 디자인과 방법론에 영향을 미치는 것을 발견할 수 있다. 대화에서 언급된 연구자는 인간용 카테터도 무리없이 실험동물에 삽입할 수 있는 정도로 능숙하다. 만일 그러한 암묵지가 체화되어 있지 않다면 연구디자인을 바꿔야 했다. 실험동물용 카테터를 별도로 구매해서 사용해야만 할 터인데, 이것은 또 양전자방출단층촬영이나 자기공명영상 기기와 간섭하는 듯하다. 민HK 연구원은 따라서 인간용으로 개발된 MRI-compatible 카테터를 쓰고자 한다.
- ② 현재 진행중인 MCS(motor cortex stimulation) 실험 이후의 연구방향을 논의한다.
- ③ 현재 진행중인 동물모델 실험에서 연구 디자인이 조금 바뀌면 전혀 다른 실험이 되는 것이라고 논하고 있다.
- ④ 유래없는 선명한 뇌영상을 획득한다 하여도 그에 대한 해석과 관련 설명이 필요하다. 연구원들은 대화를 통해 점차 연구에 의미를 부여할 수 있는 상황으로 내용을 좁혀가고 있다.
- ⑤ 현 단계에서는 다소 모호해 보이는 연구 아이디어를 가지고 공동연구가 진행되고 있다. 잘 되면 크게 주목받을 연구결과가 나올 수 있지만 디테일한 디자인이 아직 부족한 단계다. 공동연구자는 기존의 실험이 보지 못한 이미지를 보고 싶어 하지만 아직 명확한 연구프로토콜이 완성되지 않았다. 다른 사람이 아직 한 적이 없는 첨단연구는 이처럼 연구 시작단계부터 모든 연구디자인이 완성되어 이루어지지 않는다. 오히려 진행해 나가면서 서로의 전문지식을 가지고 논의하며 점차 완전한 연구의 형태를 상호구성해가는 것이다. 연구의 진행 상황, 혹시 접하게 되는 다른 연구팀의 연구결과, 연구 중에 경험하게 되는 물질계의 저항과 이에 대한 적응 등이 연구가 진행되어가면서 상황적 맥락에서 함께 구성(co-construction)된다.
- ⑥ U.C. Irvine에서 박사과정을 밟고 있는 민HK 연구원은 WINCS를 가지고 세로토닌과 도파민 등 신경전달물질을 보는 실험으로 학위논문을 작성 중에 있다. 지도교수는 조장희 소장이다. 어차피 비슷한 주제로 연구가 확장되어가므로, 그는 위에 언급된 국내 다른 연구진과의 협력연구에 당장 뛰어들 것인가를 고민하고 있었다. 개인적 관심사에 의한 연구도 중요하지만 학위취득도 중요하기 때문에 연구와 시간배분에 중요도와 순서를 정하라는 조언을 선택 연구자가 해주고 있다.
- ⑦ spin-off라 함은 유관된 파생연구를 뜻한다. 보통 IT분야에서 스피노프기업이

라 하면, 본사에서 작은 주제를 가지고 새롭게 분사하는 작은 벤처를 의미한다. 과학연구에서 스피노프는, 한 연구를 행하였을 때 거기서 파생되는 연관 연구를 뜻하며, 하나의 독립된 주제가 될 수 있는 것을 의미한다.

- ⑧ 연구주제의 선택과 연구진행 방향은 이처럼 학생으로서의 개인이 처한 상황, 연구소에 소속된 직원으로서 협력연구에 참여해야 하는 상황, 논문 제출 후 전문 직업과학자로서 커리어를 걸으면서 독립된 연구주제를 잡아야 하는 상황(스피노프 관련), 연구기기가 세팅된 공간적-시간적 상황 등이 모두 얽혀 이루어진다. 상황맥락적인 연구의 이상블라주가 구성되는 것이다.
- ⑨ 여기서 새로운 실험기기 구매를 위한 대화가 이루어진다. 고가의 장비이므로 해당 연구프로젝트에 참여하지 않는 팀장인 오JH 박사에게 말하여 예산배분을 받아야 한다. 연구 네트워크에 새로운 행위자가 연결되어야 할 필요성이 생성되는 순간이다. 그래도 예산이 부족하다면 의료기기임상시험센터용으로 배분받은 예산에서 실험기기를 구입하여 겸용으로 사용할 수도 있다. 팀도 다르고 프로젝트도 무관한 다른 연구원의 작업 결과가 이 연구팀의 기기구매에 도움을 주고 있다. 이도 결국 비가시적 협력으로 볼 수 있다.
- ⑩ 고액의 예산집행이 요구되자, 길재단 이사장이자 뇌과학연구소 설립자인 이길여 회장이 연구의 네트워크에 집연되고 있다. 이처럼 과학장은 경제장과 끊임 없이 상호작용을 하며, 실험실은 이 두 개의 장이 수시로 겹쳐지는 공간이다. 또 연구 네트워크의 행위자-연결망도 기술과학자들과 실험 기기들, 피험자들만 집연되는 것이 아니라, 로컬과 글로벌의 구분을 상시로 넘나들며 무수한 비/가시적 행위자들을 등록하며 완성되어 나간다. 실험실이 처한 맥락적 상황과 연구의 이상블라주는 제도적·기술과학적으로 상호구성을 하게 된다.

조금 후 두 명의 대화가 일단락되었고, 연구자는 민HK 연구원에게 사적으로 추가 인터뷰를 하였다. 이 대화는 처음에는 연구원 개인의 프로젝트 관련된 주제로 시작되었지만 이윽고 국내 다른 교육기관에 근무하는 연구자와의 공동연구로 이야기가 전개되었고, 연구소 내·외부에서 과학장(場)과 경제장(場)이 겹쳐지는 장면을 묘사하는 대화가 이루어졌으며, 나아가 세계적 규모의 연구 네트워크로까지 이야기가 확장되었다. 실험실 내부의 로컬한 상황과 실험실 외부의 글로벌한 상황이 한데 어우러져 과학실험의 맥락을 형성하고 있었다.

### 3. 일반 행위자와의 글로컬(glocal) 네트워킹과 비/가시적 협력

#### 1) 국내 민간기업과의 글로컬 협력

연구소의 과학자들은 이처럼 활발한 글로컬(glocal) 네트워킹을 통해 연구소 내부(local)와 외부(global)를 아우르는 행위자-연결망 이상블라주를 형성한다. 그러나 때로 이 이상블라주에는 과학적 실행과 직접적인 연관이 없어 보이는 행위자가 중요하게 집연(集連)되기도 한다. 그리고 이렇게 집연된 행위자와의 협력은 종종 블랙박스화되어 최종 결과물에서 드러나지 않는 비시성을 갖는다. 물론 실험실 내부에서 이 협력은 연구에서 대단히 핵심적인 중요도를 가지고 연구의 전면에 드러나는 가시성을 갖는다. 두 가지의 사례를 살펴보자.

HRRT-퓨전팀의 김ST 연구원은 자기공명영상 헤드코일용으로 모션 코렉션 시스템을 개발하고 있었다. 자기공명영상을 촬영하는데 있어 가장 큰 장애는, 환자가 호흡 등으로 인해 미세하게 움직이거나 기침 등을 하여 이미지가 흔들리는 것이다. 더욱이 파킨슨병이나 알츠하이머병, 간질처럼 뇌질환으로 인해 고통받는 환자들의 경우 불수의적으로 움직임이 생기므로 이를 보정하는 것은 깨끗한 이미지를 얻기 위해 필수적인 작업이다. 아직까지는 최대한 움직임을 억제하고 찍어서 가지고 있는 데이터 중에 가장 깨끗한 이미지를 사용할 수밖에 없다. 현재 연구소에서 사용하는 7T는 초고해상도이므로 1.5T나 3T와 다르게 움직임을 보정할 수 있으면 좋다. 더욱이 아직 전세계에서 아무도 해보지 않은 초고해상도의 14T로 진행하면 이러한 작업이 더욱 요구될 것이다. MR에서 소프트웨어적으로 이를 어느 정도 보정은 하지만 현재 PET에는 이런 보정이 전무하다. 따라서 그는 “강체 구조물을 사용하고 x-y-z 세 개의 카메라를 설치하여 이 문제를 해결코자 시도”하는 중이었다. “movement disorder(운동장애) 환자의 경우 30분에서 1시간을 찍어야 하기에 떨림을 보정

하는 획기적 방법이 필요”<sup>8)</sup>하다. 뇌과학자들은 “30분에서 1시간동안 촬영한 데이터를 다 보아야 한다. 보통 촬영시간을 프레임별로 60초나 30초 단위로 자르는데 모든 프레임이 데이터를 지니고 있고, 중요하지 않은 데이터는 없기에”<sup>9)</sup> 최대한 떨림을 제거해야 한다.



**<그림 2> 레이시시스템의 개발자들(좌측과 중간)과 퓨전팀의 김ST 연구원(우측 줄무늬 옷)이 모션트랙커 시제품을 들고 토론중이다**

출처: 2009.9.18. 연구자 촬영.

이런 이유 때문에 김ST 연구원은 모션 코렉션 시스템의 시제품을 개발중이었다. 아직 완성단계는 아니며, 따라서 임상에 적용하거나 지멘스, GE 혹은 필립스 등에서 장착하지도 않는다. 그러나 이 제품이 완성된다면 국내의 특허 출원은 물론이거니와 장기적으로 보아 지멘스 등의 대형 의료시스템 제조 및 판매회사에서 이 장치를 자사의 시스템 내부에 작고 보이지 않게 장착할 가능성도 있다. 어떤 것도 확실치는 않지만 과학자들은 모든 가능성을 보고 장기적 안목에서 연구를 진행한다. “한 백 개 정도의 연구 아이디어를 내서 열

8) 김ST 연구원의 표현 (2009년 8월 28일(금) 인터뷰. 필드노트 제 4권 참조).

9) 위 각주와 동일.

개, 스무 개가 적용되면 성공한 걸 거예요”라고 연구원들은 사석에서 말하였다.<sup>10)</sup> 모션코렉션 시스템도 가장 잘 될 경우를 상정하면 위와 같고, 잘못되면 실패하여 버려지는 기술이 될 수 있다. “그러나 그걸 개발하는 동안 얻게된 노하우와 지식은 어디서도 얻을 수 없는 값어치 있는거죠.”라고 연구원들은 인식하고 있었다.



**<그림 3> 레이시시스템에서 가져온 모션코렉션 시스템 프로토타입을 컨트롤박스(사진 중앙에 보이는 세워놓은 모니터 왼쪽의 하얀 직육면체 상자)에 연결해서 컴퓨터로 제어해보는 실험중이다. 퓨전팀의 전산개발을 총괄하는 김HG 연구원(우측 흰 옷)이 살펴보고 있다**

출처: 2009.9.18. 연구자 촬영.

그러나 연구소의 연구원들이 모든 개발을 전부 하지는 못한다. 특히 자기 공명영상 혹은 양전자방출단층촬영과 같은 고가의 거대의료기기를 다루는 연구소의 연구원들보다는 이런 소형기기를 제작하는 데에는 그 분야의 전문성을 지닌 업체와 결절하는 것이 나을 수도 있다. 뇌과학을 하는 기술과학자들과는 또 다른 전문성을 해당 중소기업들은 소유하고 있기 때문이다. 여기에

10) 김NB 연구원과의 인터뷰(2010.2.25.) 및 김ST 연구원과의 인터뷰(2010.4.13.).

등장하는 것이 레이시스템이라는 작은 규모의 중소기업이다.<sup>11)</sup> 2004년 설립된 (주)레이(대표이사 이상철)는 덴탈 클리닉용 CT를 주로 제작하는 곳으로 성남에 위치해 있다. 뇌과학연구소에는 Micro CT를 납품하면서 인연을 맺었다. 앞서 언급된 마이크로이미징팀에서 사용하는 Micro PET/CT의 경우, Micro CT는 (주)레이에서 구입하였고 Micro PET은 지멘스 계열사에서 구하여 뇌과학연구소에서 퓨전작업을 한 것이다. 레이 시스템은 치과용 CT나 동물용 CT외에도 산업용 CT를 제작하기도 한다. 산업용 CT의 경우 비파괴 검사 등에 사용되는 기기로 그동안 10여대 판매한 실적이 있다. 이곳의 코어 테크놀로지는 영상재구성 기술이다. 하드웨어와 소프트웨어를 같이 개발하며, 특히 구동 프로그램을 자체 개발해서 공급하기도 한다. “뇌과학연구소 초기 설립기에 조장희 박사가 보고 국내/국외 구분없이 기술이 마음에 든다고 해서” 인연을 맺게 된 회사다.<sup>12)</sup>

모션코렉션 시스템에서 피험자의 움직임을 추적하는 모션트래커는 1/200mm씩 움직이게 되어 있다. 두 개의 구동축을 입력하도록 되어 있으며, (+)는 시계방향, (-)는 반시계방향으로 이를 약 2.247도씩 움직이도록 설계되어 있다. 모션트래커, 나아가 모션코렉션 시스템 시제품을 제작해줄 수 있는 곳을 연구소의 연구원들은 찾아보았고, 그 결과 이야기가 잘 되어 레이시스템에 해당 시제품을 주문 제작한 것이다. <그림 2>에서 우리는 뇌과학연구소에서 시험 개발중인 모션코렉션 시스템의 행위자-연결망에 이전에 보이지 않던 행위자가 갑자기 등록된 것을 확인할 수 있다. 사진 좌측과 가운데 두 명은 레이시스템의 직원들이다. 그들은 어느 정도 개발된 모션코렉션 시스템 프로토타입을 들고 연구소로 방문하여, 이것이 사전에 주문된 것과 맞는지, 연구소의 본체와 연결하였을 때 잘 작동할 것인지 등을 중간 점검코자 연구소를 방문하였다. 우측의 파란 줄무늬 옷을 입은 사람은 뇌과학연구소 퓨전팀의 김ST 연구원으로, 시제품이 설계도대로 잘 만들어졌는지 확인하는 중이다. <그림

11) 2009년 9월 18일. (주)레이 이상철 대표이사와의 인터뷰(필드노트 제 5권).

12) 레이 직원의 표현이다 (필드노트 5권)

3>은 연구소 퓨전팀에서 전산작업을 총괄하고 있는 김HG 연구원(사진 우측 흰 옷)이, 해당 시제품을 컨트롤박스에 결합한 다음 시리얼 포트에 컴퓨터 본체에 연결해서 제어가 잘 되는지를 확인하는 모습이다. 이 장면은 새로운 기술을 개발하는 와중에 보이지 않는 행위자-연구자가 그 네트워크에 집연되는 모습을 보여준다. 현재 레이스시스템의 작업자들은 “HRRT 측의 니즈를 충족시키고자”<sup>13)</sup> 해당 기기의 시제품이 잘 작동하는지 확인하기 위해 방문하였다. 이 시제품을 가지고 다루는 동안 이들은 모션코렉션 시스템이라는 기기와 관련된 아상블라주에 주도적인 행위자로 등록되어 작동한다. 그러나 이들은 어떤 의미에서 연구소에서 제작 주문한 설계도에 따라 해당 제품을 만들어 주기만 한 것이다. 굳이 언급하자면 그들이 아니라 다른 중소기업을 택하였을 수도 있다. 그럼에도 불구하고 그들의 존재는 이 시스템을 완성하는데 필수적이다. 프로토타입을 제작하고, 혹시 전체 시스템에 연결해 보았을 때 문제가 발생하는 경우 그것을 지속적으로 수정하고 보완해가는 단계에서 이들은 관련 행위자-연결망에 있어 어떤 의미에서는 연구소 소장 이상의 중요성을 지니는 의무통과점(OPP)으로 작동한다. 그렇지만 일단 이 제품이 완성되어 장착 완료된다면, 그리고 만일 그 유용성이 입증되어 GE나 필립스 등의 의료기기 회사에서 이 시스템을 자사의 의료기기에 넣기로 한다면 이 행위자의 존재는 다른 위상을 갖게 된다. GE 등의 의료기기회사에서 만일 이들을 자사제품에 추가하는 경우 아마도 대형 의료기기회사에서 근무하는 엔지니어들에 의해 이들은 소형화되거나 제품 안에 쪽 들어가게 만들어질 것이다. 외부에서 눈에 잘 띄이지 않게, 툭 튀어나오지 않게 매립되는 식으로 전체 제품이 재-디자인 될 것이다. 그 단계에 이르면 더 이상 레이 시스템이라는 행위자는 해당 기기의 연구 네트워크에서 보이지 않게 된다. 일단 시제품을 완성해서 이를 연구소에 넘겨주는 순간, 해당 중소기업은 연구의 행위자-연결망에서 보이지 않는 행위자(invisible actor)로 남는다. 첨단연구를 행하면서 기술과학자들은 이치

13) 레이스시스템 직원의 표현. “HRRT”는 “HRRT-7T 퓨전팀”을 줄여서 말하였거나 “NRI(뇌과학연구소)”를 잘못 말한 듯하다(필드노트 5권).

럼 수많은 비가시적 행위자들과 집연하는 것이 필수적으로 요구된다. 환언하면, 과학의 결과물에서 보이지 않는 수많은 비가시적 행위자들과 집연하기 쉬운 조건을 마련해 줄 때 그 분야의 기술과학이 더 발전하고 혁신을 이루기 쉬운 조건이 형성된다고 볼 수 있다. 만일 뇌과학연구소의 연구원들이 모션코렉션 시스템이라는 제품의 프로토타입을 주문제작해줄 중소기업을 발견하여 이들과 네트워킹하지 못하였다면, 이 시제품의 제작에는 더 오랜 기간이 걸렸을 것이고, 또 그 결과물이 만족스러웠을지도 의문이다. 기술과학의 발전에는 이처럼 전혀 예기치 못하던 비가시적 행위자가 중요한 행위자로 작용하는 지점이 있다. 심지어 연구의 결과물인 가시적 논문이나 상업화된 제품만을 놓고 볼 때는 보이지도 않는 그 비가시적 행위자가, 연구의 수행과 과학지식의 생산에 반드시 필요했던 경우에도 그들은 비가시성을 갖는다.

## 2) 해외 민간기업과의 글로벌 협력

피커링 Pickering, 1995은 과학적 실행을 분석하며 ‘맹글’이라는 용어를 사용하였다. 기술과학자들은 물질계의 저항(resistance)을 만나고 이에 대해 적응(accommodation)하는 과정을 거쳐 과학적 실행의 맹글(mangle of practice)을 구성한다. ‘맹글’이란 양복점에서 옷을 다리는 프레스 기계에 부착된 한 쌍의 압축롤러를 의미한다. 옷은 이 두 개의 맹글을 통과하면서 양쪽에서 눌러져 잘 다려지게 된다. 하나의 맹글만으로는 옷을 다리지 못하고, 반드시 두 개의 롤러가 쌍을 이루어 작동하면서 옷이 처리되는 것이다. 과학적 실행도 마찬가지다. 기술과학자의 행위에 대해 물질계는 어떤 형태의 저항을 하며, 도전에 직면한 기술과학자들은 다시 이에 대한 적응과정을 통해 문제를 극복한다. 과학적 실행은 이처럼 끊임없는 도전에 대한 장벽을 경험하고, 다시 이를 극복하는 과정의 반복으로 이루어진다.

마이크로이미징팀의 민HK 연구원은 WINCS라는 실험기기가 갖는 물질계의 저항을 경험한 적이 있다. 초고자장 자기공명영상 안에서 WINCS는 갑자



기 이상 작동을 하였고, 문제를 해결하기 위해 그는 전혀 다른 연구팀인 코일 팀의 견해를 적극 수렴하여 전자기파를 차폐하는 구리망을 그의 연구 아상블라주에 도입하여 문제를 해결하였다. 이 사례는 과학적 실험을 하면서 예기치 못한 저항에 부딪히는 기술과학자는 그 장벽을 넘기 위해 연구팀 외부의 행위자와 적극적인 네트워킹을 형성하는 것이 바람직할 수 있음을 보여준다. 비슷한 사례를 연구자는 필드워크 중에 몇 번 견식하는 행운이 있었다. 평소에 잘 작동하던 기술과학이 갑자기 잘 작동하지 않는 순간이, 바로 기술과학을 구성하는 블랙박스가 열려 그 내부가 드러나는 시점이다. 그 한 순간에 기술과학에 대한 사회적·인류학적 연구를 행하는 연구자는 기술과학이 어떻게 작동하는지의 메커니즘을 파악할 수 있게 된다. 필드워크에 들어간 참여관찰자는 그 순간을 기다리며 몇 달 동안 꾸준히 반복적인 일상속에서 관찰을 행하게 된다.

2009년 8월 28일 오전 HRRT실의 박SK 방사선사와 인터뷰를 하던 중, 당일 오전 10시반 부터 오후 5시까지 계획되었고 연구자가 참여관찰할 예정이었던 스키조(schizo) 실험이 취소되었음을 알았다. 그 이유는 갑자기 사이클로트론이 정상작동을 하지 않아서였다. 양전자방출단층촬영에는 필수적으로 FDG가 필요하다. 또 FDG는 방사선 물질이기에 반감기가 있어, 환자의 몸에 주입하고 방사능이 감쇠되어 사라지기 전에 영상획득을 마칠 수 있는 거리에서 제조되어야 한다. 몇몇 대형병원들은 양전자방출단층촬영을 위해 소규모의 사이클로트론(입자가속기)을 보유하고 있지만, 의료분야의 거대과학이라 할 수 있는 사이클로트론은 공간적인 제약과 경제적인 제약을 함께 받게 된다.



**<그림 4> PET Net Korea에서 파견된 박형철 엔지니어(좌)가 콘솔 앞에서 ISY 팀장(우)과 논의하고 있다. 우측 문은 사이클로트론이 위치한 공간으로 통하는 입구다. 방사능 위험구역이므로 평소 굳게 닫혀서 운영되지만, 이날은 활짝 열려 해리(解離, depunctualize)된 모습을 보여주었다**

출처: 2009.8.28. 허가 하에 연구자 촬영.

입자가속기가 없이는 양전자방출단층촬영 기기는 무용지물이 된다. 따라서 정부에서는 이 문제를 해결하기 위해 광역권 사이클로트론 센터를 설치하고, 그 주변에 위치한 의료·교육기관들이 이를 공동이용하며 함께 혜택을 누릴 수 있도록 하는 것을 연구 중이다.<sup>14)</sup> 즉 양전자방출단층촬영으로 뇌 이미지를 얻기 위해서는 방사성물질인 FDG(fluorodeoxyglucose)를 환자에게 주사해야 하

---

14) 다음의 과학기술부(현재 교과부) 문건들 참조: 경북대학교(이재태 외) (2006) 『권역별 사이클로트론 연구소 구축』; 조선대학교 산학협력단(민영돈 외) (2006) 『권역별 사이클로트론 연구소 구축사업』; 한국원자력연구소 부설 원자력의학원(김유석 외) (2003) 『IAEA 및 아시아 국가와의 사이클로트론 활용기술 공동연구 및 기술 수출기반 구축 사업: 최종보고서』; 한국원자력연구소 부설 원자력병원(채중서 외) (2002) 『의료용 사이클로트론 가속기 개발: 최종보고서』; 한국원자력연구소 부설 원자력병원(홍성운 외) (2005) 『사이클로트론 및 PET 이용기술 개발』.

는데, FDG는 반감기가 108분밖에 되지 않으므로 짧은 시간 이내에 환자에게 도달해서 조영제를 주사하고 촬영까지 마칠 수 있는 거리 내에 사이클로트론을 위치시켜야 한다.

뇌과학연구소는 이 문제를 해결하기 위해 아예 연구소에서 사이클로트론을 구입하였다. 사이클로트론은 연구소 지하 2층에 설치되어 있고, HRRT- PET실과 불과 십 여 미터정도 떨어진 곳에서 FDG를 제조·투여한다. 그런데 연구자가 언급하는 날의 새벽 갑자기 사이클로트론이 정상작동을 하지 않아 FDG를 획득할 수 없었고, 그 결과 그날 계획된 모든 실험계획이 취소되었다. 연구를 위한 실험은 취소되었다 해도 환자의 진단과 치료를 위한 임상적 목적에서는 어찌되었건 사이클로트론을 돌려야 한다. 또 연구를 재개하기 위해 빠르게 이를 고쳐야만 했다. 이 지점에서 평소 뇌과학연구소의 연구 이상블라주에서 보이지 않던 두 개의 행위자가 비가시성을 버리고 수면위로 드러나게 되었다.

박SK 방사선사는 인터뷰에서 “연구소는 FDG 관련하여 인천 카톨릭병원과 서로 협력을 하고 있어요. 때론 조영제를 부평쪽 거기에서 구매해와요. 그쪽에서 방사선 다루는 면허증 있는 분이 배달해주세요”라고 말하였다. “연구소 내부에서 서로 다른 팀에 속한 연구원 선생님들뿐 아니라 외부기관과도 협력을 많이 하시네요”라는 연구자의 질문에 그는 “그렇게 안하면 실험이 안되요. 하나라도 안하면...”이라고 답하였다.<sup>15)</sup> 연구소 내·외부의 글로벌 네트워크가 활발해야만 환자나 피험자에 대한 진단 혹은 측정이 가능하고, 연구가 진행될 수 있으며, 실험이 이루어질 수 있다. 그리고 기술과학이 정상작동하는(블랙박스화된) 상황에서는 이러한 협력은 드러나지 않는다.

---

15) 인터뷰는 2009년 8월 28일(금요일)에 이루어졌다(필드노트 제 4권 기록).



**〈그림 5〉 PET Net Korea의 박형철 엔지니어가 EM에 들어간 사이클로트론을 점검하고 있다. 우측의 큰 원통부분이 입자를 가속시키는 D전극이 들어있는 사이클로트론 본체다. 이SY 팀장의 허락 하에 박형철 엔지니어를 따라 이곳에 들어가 참여관찰을 행할 수 있었다. 사진에 찍힌 공간은 〈그림 4〉에서 활짝 열린 우측 문으로 통하는 공간이다. 1년여의 참여관찰 동안 연구자는 이 문이 열린 것을 단 두 번 볼 수 있었는데, 그 중 한번이 지금 서술하고 있는 EM 때였다. 이처럼 기술과학적 실행은 예기치 못하던 물질계의 저항을 접하게 되며, 그 때에는 평소에 블랙박스화되어 하나의 결절(結節, punctualization)된 단일 행위자-연결망으로 작동하던 개체들이 뚜껑을 열고 해리(解離)된 모습을 보이게 된다**

출처: 2009.8.28. 허가 하에 연구자 촬영.

사이클로트론이 이상 작동을 하자 펫 넷 코리아(PET Net Korea)라는 지멘스 자회사가 연구소 네트워크에 등장하였다. 이 회사는 지멘스에서 의료기기를 구매한 한국 내 의료·교육·연구 기관에 대하여 구매후 장비관련 서비스를 해주는 회사다. 서비스의 범위는 FDG 판매와 기기의 관리가 있다. 기기의 관리는 지멘스에서 판매한 초고가의 의료기기를 관리해주는 일로, 다시 예방적 관리(PM, preventive maintenance)와 긴급관리(EM, emergency maintenance)로 나뉜다. 예방적 관리(PM)는 분기별로 정기적으로 이루어지는 정기 점검이다. 사이클로트론은 고가의 장비인데다가 기계가 멈추면 관련된 환자진단업무와

연구실험등이 모두 중단된다. 이렇게 되면 후속처리비용이 급수적으로 증가하므로 문제가 발생하기 이전에 정기점검과 유지보수를 해 주는 것이다. PM을 하지 않으면 가동률이 떨어지는 문제가 생긴다.<sup>16)</sup> 병원에서는 보통 8시부터 환자를 진단하는데 FDG 제조에 세 시간이 걸리므로 사이클로트론은 새벽 5시부터 가동해야 한다. 따라서 PM은 평소 업무에 방해되지 않기 위해 보통 새벽 세 시경에 이루어진다. 그에 반해 긴급관리(EM)는 이날처럼 장비가 이상 작동을 한 경우 요청이 이루어지면 즉시 엔지니어가 파견되어 문제를 해결하는 것이다. 인터뷰에 의하면 사이클로트론의 이상 작동은 전날인 8월 27일(목) 발견되었고, 다음날인 8월 28일(금) EM에 들어갔다.

인터뷰에서 이SY 박사는 “(PET Net Korea의) 엔지니어가 없으면 거의 일이 안되죠. 장비가 도는게 급선무니까요. 1년에 두세 번 상반기에 3-4일짜리 PM 돌리고 EM은 연 두 번 정도 받아요. 사이클로트론팀은 자체 연구도 중요하지만 다른 팀 연구 서포팅을 주로 하죠”라고 말하였다. 이어서 그는 “우리가 장비를 꾸준히 본 상태를 말씀드리고 엔지니어는 도와주시고... 오퍼레이터는 정보주고 엔지니어는 기술적으로 고치고 하는 거죠.”라고 말한 다음 “사람이 많으면 많을수록 일이 잘 되더라고요.”라고 말을 마쳤다. 맨 마지막으로 그가 한 말은 수년간의 경험에서 우리나라의 말로서 연구에서 다양한 행위자들간의 협력이 어느 정도 중요한가를 단적으로 보여주는 문장이라고 할 수 있다.

PET Net Korea에서 파견되어 온 박형철 엔지니어도 유사한 발화를 하였다. 그에 의하면 지멘스의 사이클로트론이 한국에만 8대가 있다. 그의 팀은 강남 성모병원, 경북대 병원, 고신대 병원에 용역계약으로 PM을 행한다. 기계의 보증기간(Warranty)은 2년이며, 이 기간이 끝나면 용역으로 전환되는 것이다. 대부분 병원에는 “의용공학과”라고 자체 서비스를 제공하는 부서가 있어서 점검을 행한다. 간단한 고장이나 혈압기기 등은 가령 전원만 봐주어도 고쳐지는 경우가 많아 이곳에서 자체 수리가 가능하다. 그러나 고가장비인 CT나 MRI 등

---

16) 같은 날 이SY 박사와의 인터뷰

은 경험과 기술이 부족하므로 장비를 원래 판매한 곳(필립스, GE, 지멘스)에서 정비를 해주게 된다. 단 국립암센터는 자체 인력을 키워서 이것을 하는데, 그곳도 약 50%의 기초정비만 가능한 정도다.<sup>17)</sup> PET Net Korea는 이들과 다르게 본사로부터 기술지원을 받아 EM을 행한다.

그러나 이 경우에도 “매뉴얼로 안되는, 경험적인 요소가 있어요.”라고 말하며 펫 넷 코리아의 엔지니어는 암묵지(tacit knowledge)를 강조하였다. “예를 들면 target changer라고 주기마다 교환하는게 있어요. 자기네들 배운 데로 했는데 문제 생겨서 원상복귀 안되니까 저의 회사에 요청 들어오고 합니다. 주기적인 PM은 그분들도 경험 쌓았는데, EM은 경험이 전무하니까요.”라고 말하였다. 이 말은 연구의 행위자-연결망에서 연구자들이 종종 예기치 못하던 저항을 경험하게 되고 그것을 극복하기 위해서는 비가시적 행위소인 암묵지가 필요함을 의미하는 것이다.<sup>18)</sup>

---

17) 현장 기술자인 PET Net Korea 직원 박형철 엔지니어의 추산치.

18) 이들은 과학자라는 행위자의 내부에 위치되어 있으면서 쉽게 다른 행위자에게 전수되지 못하는 측면이 있다. 즉 부동산의 속성을 지닌다(immobile하다). 또 그 지식은 시간과 공간, 그 행위자 자신의 경험에 따라 다른 모습을 보이게 되므로 항상 변화될 수 있는 속성을 가진다. 경험에 의해서 체득되는 지식이라는 의미는 경험이 다르면 얻어지는 지식의 내용도 다르다는 뜻이다. 필자가 하나의 예를 들어 본다면, 평생 드라이버를 가지고 나사못을 박아 왔던 사람이 체득한 못 박는 것과 관련된 체화된 지식(암묵지의 일종)은, 전동 스크루드라이버로 나사를 박던 사람이 체득한 암묵지와는 다르다. 즉 나사못을 박는 것과 관련된 암묵지는 경험과 사람에 따라 다른 형태를 지닌다. 설령 같은 전동 스크루드라이버를 사용하는 사람이라 하더라도 두 명이 있으면 두 명이 다른 경험을 하므로 다른 형태의 체화된 지식을 가지게 된다. 이 두 명이 왼손잡이와 오른손잡이로 다르다면 설령 같은 도구를 사용한다 하더라도 이 둘은 다른 형태의 지식을 얻게 될 것이며, 설령 둘 다 같은 오른손잡이라 하더라도 도구를 쥐는 손의 크기와 팔의 길이 등에 따라 또 다른 형태의 지식을 각각의 행위자는 획득하게 된다. 즉 경험으로 체득되는 암묵지는 사람마다 다르며 한 사람에게서 다른 사람에게서 전수될 때도 변화가 수반될 수밖에 없다(mutable하다). 이 두 가지 경우를 합쳐서 보면 암묵지는 ‘변화하는 부동산체(mutable immobile)’의 특징을 가진다고 할 수 있다. 로(Law, 2002)는 일찍이 라투어의 ‘불변의 동체(immutable mobile)’ 개념을 확장하여 ‘불변의 부동산체(immutable immobile)’와 ‘변화하는 동체(mutable mobile)’, 그리고 ‘변화하는 부동산체(mutable immobile)’를 논한 적이 있는데, 이 사례에서 우리가 볼 수 있는 것은 암묵지가 바로 ‘변화하는 부동산체’의 속성을 지닌다는 점이다.

#### 4. 나가며: 첨단연구 수행하기의 회색상자(grey box)

그렇다면 이상의 사례들에서 우리는 어떤 함의를 얻을 수 있는가를 살펴보자. 첫째, 과학적 실행에서 관찰되는 다양한 행위자들간의 협력은 이상의 사례들에서 보이듯 가시성과 비가시성을 동시에 갖고 둘 사이를 진동한다. 실제 실험실에서 연구를 하고 있는 기술과학자들에게, 자신이 속한 연구 이상블라주 외부에 위치한 행위자와의 협력은 필수적일 수밖에 없다. 따라서 과학자들에게 이런 협력은 필연적으로 가시적이지만, 연구의 결과물인 논문이나 특허, 혹은 완성된 시제품에서는 종종 비시성을 띤 채 드러나지 않게 된다. 샤프인(Shapin, 1989)은 ‘invisible technician’이라는 명칭을 사용하며 과학혁명기에 로버트 보일의 실험실에서 실험을 하던 행위자들이 지니는 비가시성을 논하였고, 발리(Barley et al, 1994: 86-88)는 현대과학 실험실에서 기술자가 갖는 중요도를 논하며 이들이 과학연구 이상블라주의 비가시적 행위자라는 점을 강조하였으며, 엘스톤(Elston, 1997: 8)은 의과학 분야에서 활동하는 테크니션과 간호사 등이 비가시적임을 언급하였다. 또 트래윅(Traweek, 1988)은 미국과 일본의 입자 가속기 연구소에서, 과학자들과 구분되는 테크니션들의 직업적 삶을 언급하며 이들이 상대적 비가시성을 띤다는 점을 역설하였다. 이들은 모두 기술과학적 실행에서 주요한 행위자들이 블랙박스를 열어 화이트박스가 되기 전에는 비시적으로 존재하는 현상을 지시한다. 하지만 이들이 단순히 외부의 관찰자나 분석자에게 비시적으로 존재하는 블랙박스가 된다는 의미는 아니다. 연구자가 실험실에 들어가 참여관찰을 행한 기존의 연구들(Knorr-Cetina, 1981, 1999; Latour & Woolgar, 1986[1979]; Lynch, 1985, 1993 등)은, 실험실 내부에서 행해진 과학적 실행의 결과가 블랙박스화의 과정을 거쳐 깔끔하게 정리된 논

---

행위자-연결망 이론의 한 분파에서 가스통 바슐라르의 ‘불의 철학’의 논의를 끌어와서 행하는 이 분석은, 기술과학과 공간성에 대한 흥미로운 논의를 제시한다. 다만 이 논의를 심화시키려면 하나의 소고의 분량이 필요하므로 이는 별도의 장소에서 다시 하기로 한다.

문 등의 불변의 동체가 되어 유통된다는 점을 강조하였다. 과학적 실행은 논문이나 교과서에서 보이듯 정리되고 예측적인 것이 아니라 훨씬 지저분(messy)하고 즉흥적인(ad hoc) 것임을 이들 연구는 밝혀 주었다. 하지만 본 소고에서 살펴본 것은, 블랙박스화의 과정 자체도 그렇게 단순한 층위에서 발생하지 않는다는 점이다. 오히려 블랙박스를 닫는 과정과 이를 여는 화이트박스화의 과정은, 과학적 실행에서 거의 매순간마다 여러 겹으로(multi-layered) 발생하고 있었고, 매우 복잡한 연구 이상블라주에서 블랙박스화의 과정과 화이트박스화의 과정을 명시적으로 구분하는 것은 거의 불가능했다. 참여관찰을 통해 실증적으로 분석한 과학적 실행의 모습은 오히려 이 두 과정이 동시에 발적으로 발생하는 회색상자(grey box)에 가까웠다.

둘째, 협력연구는 과학지식이 생산되는 과정에서는 필수적인 것으로 실험실 내부에서는 두드러지게 가시적이었으나, 그 가시성은 제한된 시공간과 특정한 맥락적 상황에서만 작동하였다. 잠시 가시성을 획득한 이 행위자들과의 협력은, 해당 맥락하의 연구 이상블라주가 해리(解離, depunctualization)<sup>19)</sup>되거나 특정한 상황이 종료되면 다시 비가시적 행위자로 돌아가곤 하였다. 이 행위자들은 과학적 실행에서 그들이 위치지어진(situated) 우발적 상황과 연구진행의 맥락에 의해 비가시성과 가시성을 교대로 갖게 되었다. 특정 시공간에서 가시적이던 이들의 협력은 다음 순간 비가시적이 되었다가, 다시 가시적이 되곤 하였다. 더욱이 이러한 협력은, 실험실에서 밖으로 나오는 연구의 최종 결과물인 불변의 동체(immutable mobile)들에서는 흔적이 제거되어진다. 연구의 이상블라주는 비가시성의 블랙박스(black box)와 가시성의 화이트박스(white box) 사이를 진동하는 비/가시성의 그레이박스(grey box)이며, 실험실은 이러한 양가성이 작동하는 헤테로토피아(heterotopia)적 공간으로 볼 수 있다.<sup>20)</sup>

19) 해리는 집연(集連) 혹은 결절(結節, punctualization)의 반대 의미를 지닌다. 행위자-연결망을 해제하고 집속되어 있던 행위자들이 분산되는 과정을 의미함.

20) 특히 병원에 설립된 부설 연구소의 자기공명영상 실험실은 헤테로토피아의 성질을 강하게 갖는다. 자기공명영상 기계가 환자의 환부를 촬영하여 병명을 찾고 진단하기 위한 임상적 목적으로 사용될 때, 이 기기는 '사실(fact)'을 다루는 층위에



푸코(Foucault, 1967[1997])가 주창한 헤테로토피아의 개념은 서로 상반된 가치가 병존하는 공간을 의미한다. 예를 들면 삶과 죽음이 병존하는 묘지, 건강함과 병듦이 공존하는 병원, 범죄성과 교화된 모범수의 속성이 병존하는 교도소, 성(聖)과 속(俗)이 공존하는 교회, 미숙함과 원숙함이 병존하는 학교 등은 그 상반된 양가적 속성이 함께 존재하기에 사회 내부에서 특수성을 지니는 공간으로 위치지어진다. 과학적 실행 공간으로서의 뇌과학 실험실도 두 가지 측면에서 헤테로토피아로 볼 수 있다. 첫 번째 측면을 살펴보자. 뇌과학연구소에 방문한 환자의 뇌 사진을 촬영하는 작업은 기존의 잘 정립된 '사실(facts)의 언명(statements)'을 수행하는 작업이며, 새로운 과학적 사실을 발견하기 위해 기존에 존재하지 않던 개념을 만들어 내는 작업은 '인공물(artefacts)의 언명(statements)'을 수행하는 활동이다. 라투어(Latour, 1987, 1988)는 실험실에서 과학자가 수행하는 작업이 특정한 과학적 언명을 사실과 인공물의 사다리를 올라가거나 내려가게 하는 작업이라고 분석하였다. 과학자가 특정한 실험을 통해 어떤 과학적 언명을 입증하는 작업은 해당 언명을 사실에 더 가깝게 만드는 작업이며, 반대로 같은 실험의 결과 그 언명이 부정되는 결과가 나왔다면 이는 해당 언명을 인공물에 가깝게 만드는 작업이라는 것이다. 그런데 뇌과학 연구소에서는 이 두 가지 작업이 동시에 이루어지고 있었다. 즉 적어도 이 실험실은 '사실'을 구성하는 작업과, 스펙트럼의 반대쪽에 있는 '인공물'을 구성하는 작업이 동시에 진행되는 공간이므로 헤테로토피아적 성격을 지닌다고 볼 수 있다. 두 번째 측면으로는, 이 공간이 연구의 행위자-연결망을 블랙박스화하려는 힘과 반대로 이를 열어 화이트박스로 만들려는 힘이 공존하고 있고 이 두 경향성이 상시 발생하고 있는 곳이라는 점을 생각해 볼 수 있다. 이에

---

서 작동한다. 그러나 동일한 자기공명영상 기계가 새로운 시퀀스를 발견하고, 새로운 멀티채널 헤드코일을 실험해보며, 새로운 기능성자기공명혈관영상(fMRA) 등의 기술과학적 실험을 위해 사용될 때, 이 기기는 아직 '사실'로 구성되기 전인 '인공물(artefact)'을 다루는 층위에서 작동하는 것이다. 즉 이 자기공명영상 실험실은 사실 층위와 인공물 층위가 함께 존재하는 헤테로토피아의 공간이 된다. 공간분석을 통한 이에 대한 논의는 『공간과 사회』(2010, 제34권)에 게재된 「공간화된 기술과학적 실천과 실험실의 물질문화」에서 간단히 논의된 바 있다.

대해서는 본 소고에서 여러 사례를 통해 살펴보았다. 이 두 가지 측면에서 실험실 공간은 푸코의 헤테로토피아적 장소로 볼 수 있다고 생각한다.

셋째, 리와 보즈먼(Lee & Bozeman, 2005)이 언급하듯 협력연구는 이전에 불가능하던 연구를 가능케 하며 출판되는 논문 수를 늘리는 등의 긍정적 효과를 지니기도 한다. 첨단 융합과학인 뇌과학을 연구하는 실험실도, 상술한 경험적 사례들이 보이듯 실험실 내·외부의 행위자들과 끊임없이 연결망을 구축하며 협력을 행한다. 기능성자기공명영상 실험에서 우리는 다른 교육기관(프리즈버그대의 김성기 교수나 일본의 세이지 오가와 등)의 연구자들과 일상적인 네트워킹을 통해 연구의 협력이 발생하는 것을 목격하였다. 퓨전팀의 연구원들은 모션코렉션 시스템이라는 것을 제작하기 위해 중소기업(㈜레이와 협력하였고, 사이클로트론 EM을 위해서는 독일에 위치한 지멘스 본사와의 사이를 연결해주는 팻 넷 코리아라는 행위자가 갑자기 가시성을 띤 채 드러나기도 하였다. 그리고 이러한 협력은 과학지식이 구성되는 단계에서는 필수적인 과정이다. 퓨전팀과 협력하는 ㈜레이, 사이클로트론의 EM을 행한 팻 넷 코리아는 따라서 해당 실험 행위자-연결망의 의무통과점(OPP)이라고 볼 수 있다. 예를 들어 사이클로트론이 작동하지 않는다면 FDG나 라클로프라이드를 사용하는 연구는 진행이 불가능했을 것이기 때문이다.

그러나 연구의 행위자-연결망에 존재하는 의무통과점은 라투어 등이 보는 것처럼 고정된 것이 아니었다. 의무통과점은 말 그대로 모든 연구가 행해지기 위하여 지식과 자본, 정보와 서류(기입), 문서와 도구 등의 토큰(token)들이 반드시 통과해야 하는 지점이기에, 기존의 ANT 연구자들은 이를 행위자-연결망에 상존(常存)하는 것으로 파악하고 있었다. 예를 들어 파스티르는 의무통과점으로 작동하며 프랑스 과학계와 일반 사회에서 권력을 획득할 수 있었고, CERN은 LHC(large hadron collider)를 보유했기에 소립자물리학 분야에서 힉스 보존 입자의 발견에 관한 한 의무통과점으로 작동할 수 있었다. 하지만 본 논문에서 제시된 사례들에서 볼 수 있듯이 어떤 의무통과점들은 오히려 블랙박스 가 열리는 순간에만 잠깐 가시적으로 작동하다가 대부분의 시간동안 비시

성을 띤 채 기술과학자나 분석자에게 보이지 않는 (작동하지 않는) 상태에 머물게 된다. 펫 넷 코리아나 지멘스가 없다고 해서 사이클로트론이 작동하지 않는 것은 아니다. 하지만 항상 사이클로트론을 작동시키기 위해서는 지멘스가 있어야 하고, 독일의 지멘스와 한국의 실험실을 연결하기 위하여 펫 넷 코리아라는 의무통과점이 필요하다. 기기가 동작하는 동안 이들은 연구의 행위자-연결망에서 '비가시적인' 의무통과점으로 남는 것이다. 그리고 의무통과점으로 작동한다고 하여 이들 비가시적 행위자들이 반드시 큰 권력을 획득한다고는 볼 수 없었다. 기존의 ANT적 연구에서 다루는 의무통과점의 개념은 따라서 더 보완되거나 수정되어야 할 필요가 있는 듯하다. 이는 본 논문의 범위를 넘어서기에 이에 대해서는 추후 보완 연구가 필요하리라 본다.

## □ 참고 문헌 □

- 가천의과학대학교 (2006), 『뇌기능 활용 및 뇌질환 치료기술 개발사업(Brain Research Center): 뇌영상 신호분석 기자재 개발 및 실용화(Development of tools for signal analysis of brain imaging)』, 과학기술부, 과제관리번호: NA-2, 중사업명: 21세기 프론티어 연구개발사업, 세부사업명: 뇌기능 활용 및 뇌질환 치료기술 개발사업.
- 가천의과학대학교 뇌과학연구소 (2007), 『초고자장 MRI 핵심연구(Ultra High Field MRI Research - Core): 초고자장 MRI 시스템을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 연구개발(Hardware and software development for Ultra High Field MRI system)』, 과학기술부, 과제관리번호: M10530010001-06N3001-00000, 중사업명: 나노 바이오 기술 개발 사업, 세부사업명: 뇌영상용 초고자장(7.0T) MRI 연구개발 사업.
- 경북대학교(이재태 외) (2006), 『권역별 싸이클로트론 연구소 구축(Establishment of regional cyclotron center)』, 과학기술부.
- 성균관대학교 (2003), 『양전자방출전산화단층촬영장치의 성능평가 기준 개발 용역연구개발사업최종보고서』, 식품의약품안전청.
- 성균관대학교 (2005), 『방사선 의료기기 핵심기술개발과제 산하 핵의학 기기 핵심 기술 개발 세부과제 보고서』, 과학기술부.
- 조선대학교 산학협력단(민영돈 외) (2006), 『권역별 싸이클로트론 연구소 구축사업(Foundation of regional cyclotron research center)』, 과학기술부.
- 한국원자력연구소 부설 원자력의학원(김유석 외) (2003), 『IAEA 및 아시아 국가와의 싸이클로트론 활용기술 공동연구 및 기술수출기반 구축 사업: 최종보고서(The Establishment of

infrastructure of research and export for the cyclotron with IAEA and asia nations)』 , 과학기술부.

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

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

Barley, S. & Bechky, B. (1994), "In the Backrooms of Science: The Work of Technicians in Science Labs" *Work and Occupation* Vol. 21, pp. 85-126.

Bauman, Z. (2000), *Liquid Modernity*, Polity.

Callon, M. & Law, J. (2004), "Guest Editorial" *Environment and Planning D: Society and Space*, Vol. 22, pp. 3-11.

Castells, M. (2000), *The Rise of the Network Society (2nd ed)*, Blackwell.

De Blij, H. (2009), *The Power of Place: Geography, Destiny, and Globalization's Rough Landscape*, Oxford Univ. Press.

Elston, M. (1997), "Introduction: The Sociology of Medical Sciences and Technology" *Sociology of Health and Illness* Vol. 19, pp. 1-27.

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

Friedman, T. (2005), *The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-first Century*, Farrar, Straus and Giroux.

- Harvey, D. (1990), *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change*, Blackwell.
- Henke, C. & Gieryn, T. (2008), "Sites of Scientific Practice: The Enduring Importance of Place", in Hackett, E. et al. eds., *The Handbook of Science and Technology Studies* (3rd ed), pp. 353-376, MIT Press.
- 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.
- Latour, B. (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. & Crawford, T. (1993), "An Interview with Bruno Latour", *Configurations*, Vol. 1, pp. 247-268.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1979), *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*, Sage Pub.
- \_\_\_\_\_ (1986), *Laboratory Life: the Construction of Scientific Facts*, Princeton Univ. Press.
- Law, J. (2002), "Objects and Spaces", *Theory, Culture & Society*, Vol 19,; pp. 91-105.
- Lee, S. & Bozeman, B. (2005), "The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity", *Social Studies of Science*, Vol. 35, pp. 673-702.
- Lynch, M. (1985), *Art and Artifacts in Laboratory Science: A Study of Shop*

*Work and and Shop Talk in a Research Laboratory*, Routledge & Kegan Paul.

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

Pickering, A. (1995), *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*, Univ. of Chicago Press.

Shapin, S. (1989), "The Invisible Technician", *American Scientist*, Vol. 77, pp. 554-563.

Sheller, M. & Urry, J. (2006), "The New Mobilities Paradigm", *Environment and Planning A*, Vol. 38, pp. 207-226.

Shrum, W. et al. (2007), *Structures of Scientific Collaboration*, MIT Press.

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

Urry, J. (2000), *Sociology Beyond Societies: Mobilities for the Twenty-first Century*, Routledge.

\_\_\_\_\_ (2007), *Mobilities*, Polity.

논문 투고일	2012년 10월 20일
논문 수정일	2012년 12월 27일
논문 게재 확정일	2013년 1월 6일

## □ ENGLISH ABSTRACT □

### **The Grey Box of Technoscientific Practices: Laboratory as a Heterotopic Space where In/visible Collaborations Take Place**

Lee, June Seok

How would technoscientists collaborate in their technoscientific practices? Based on the ethnographic research done at NRI(Neuroscience Research Institute), this research shows how collaboration occurs in/outside the interdisciplinary laboratory. As previous studies show, collaboration makes researches possible that otherwise would have been impossible. Korean technoscientists who are situated in the scientific periphery, practice contextualized collaboration in their labs. These collaborations are invisible before opening the black box of the lab. But it acquires visibility after certain incidents such as collaborations, debates and discussions, malfunctioning of the instruments, and networking with other actors occur. These networks again become invisible after the certain incidents end. However these blackboxing and whiteboxing (opening the blackbox) processes occur simultaneously in various levels, it is almost impossible to identify them separately. In real technoscientific practices, blackboxing and whiteboxing do not occur distinctively. They almost always occur at the same time on multi-layered levels, hence forming the 'grey box' of technoscientific practices. Lastly, collaborations inside laboratory have in/visible features, because laboratories function as Foucauldian heterotopias.

#### **Key terms**

laboratory study, MRI, black box, in/visible collaboration, heterotopia