

포스트게놈 시대의 국내 유전체연구 현황: 한국적 거버넌스의 제도적 다형성 연구†

이 준 석*

인간게놈프로젝트(HGP)는 지난 세기말 미국·영국·프랑스·중국·독일·일본의 컨소시엄이 수행한 거대과학이다. 그러나 한국에서의 HGP는 부족한 자원과 정부의 지원 미비 등으로 인해 일부 전문가 및 소수 난치병 환우들의 주장에도 불구하고 수행되지 못하였다. 이처럼 '90년대-한국의-HGP'는 구성되지 못했지만 포스트게놈 시대에 들어오면서 유전체의학이 활성화될 수 있게 된 사회적 메커니즘을 본 연구는 삼중나선 모델에 기반하여 분석하고자 한다. 포스트게놈 시대의 국내 유전체의학 연구들은 대학-기업-정부의 전통적 삼중나선 분류로는 정확히 설명이 안 되는 하이브리드 조직들을 중심으로 비로소 수행될 수 있었다. 국내 대학의 선도적 유전체연구자들은 기금부족 문제를 해결하기 위해 필수적으로 기업을 설립해야 했고, 이는 상업적 이익을 위해 선택적으로 벤처기업을 설립하는 선진국의 기업가적 대학과는 매우 다른 모습이다. 두 개의 사례연구를 통해 본 논문은 이 조직들이 사실상 뚜렷이 구별되기 어려운 대학과 기업의 연구 중합체(research assemblage)임을 보인다. 비슷한 맥락에서, 기업을 창업하지 않은 대학의 다른 유전체 연구자들도 정부와의 접점에서 구성되는 다양한 조직들을 통하고서야 비로소 유전체 연구를 수행할 수 있었다. 본고에서 '90년대-한국의-HGP'가 수행되지 못한 과학임을 주장하는 것은 결코 아니지만, 수행되지 못한 과학의 개념과 맥락적 유사성을 가졌던 게놈 연구가 활성화되기

† 이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(NRF-2013S1A3A2053087). 많은 지적을 해주신 심사위원분들께 감사말씀 드리며, 미처 반영하지 못한 내용은 후속 연구에 반영토록 하겠습니다.

* 경희대학교 과학기술사회연구센터 학술연구교수
전자메일: skyrider@daum.net

위해서는 삼중나선의 변형적 수용이 필요했다는 점을 최종적으로 보이고자 한다.

【주제어】 유전체의학, 삼중나선, 연구 중합체, 기술과학의 거버넌스, 제도적 다형성(institutional polymorphism), 수행되지 않은 과학

1. 들어가는 글: 유전체학과 한국에서의 HGP

경북 안동에 거주하는 보경이는 선천성 근무력증을 지니고 태어나, 2003년 탄생 이후 2014년 초까지 제대로 걸어본 적이 없다고 한다. 그가 앓고 있는 병은 유전자 변이로 인해 발생하며, 근육과 신경 연결망이 제대로 작동하지 않아 서거나 걸을 수 없다. 지금까지 모든 이동은 휠체어 위에서 해야 했고, 보조자가 앉혀주면 앉아있는 정도였다고 한다. 화장실에 갈 때 마다 어머니가 옮겨주었다.

언론에 소개된 기사를 계속 읽어보자. “.....(상략)..... 보경이 가족은 그래도 희망을 놓지 않았다. 석 달마다 네 시간 자동차를 타고 서울대병원 소아신경과 채종희 교수를 찾았다.....(중략)..... 채 교수는 지난해 말 아이 혈액과 유전자 검사 자료를 미국 워싱턴대 의대 소아과 유전체 분석 연구소 한시훈(재미 한인 의학자) 소장에게 보내 분석을 의뢰했다. 희귀 질환과 관련된 500여개의 유전자를 한 번에 찾아보는 기법이다. 거기서 'DOK7 유전자' 변이가 발견됐다. 이런 경우 신경 전달 물질인 아세틸콜린 기능을 강화하면 효과가 있다. 이에 채 교수는 올해 1월부터 아세틸콜린 농도를 높이는 약물을 투여했다. 그러자 지난 6월부터 보경이가 조금씩 일어서기 시작했다. 지금은 화장실을 혼자서 걸어서 갈 수 있고, 계단도 난간을 붙잡고 오를 수 있게 됐다.....(하략).....”(『조선일보』, 2014.10.22.기사)

걸을 수 없었던 이 아이의 유전체를 분석하고 이른바 ‘맞춤의학’적인 치료를 하고 있는 이 과정이 유전체학이다. 유전체학은 약리유전체학(pharmacogenomics) 혹은 의학적 유전학(medical genetics)이라고도 불리며, 유전학 혹은 유전체학의 연구결과를 의학적으로 적용하여 임상치료를 이끌어내는 분야다. 예를 들어 유전병의 발현 메커니즘을 연구하여 치료제를 개발하는 연구를 생각해볼 수 있을 것이다. 이러한 연구분야는 위의 사례처럼 환자 개개인의 유전체분석을 통한 개인화된 의료(personalized medicine)의 가능성을 제시한다. 유전체학은 현재 국내·외 생명공학계에서 불치병 혹은 난치병을 치료할 수 있는 차세대 기술과학으로 꼽히며 시민사회의 공공영역과 학계 모두에서 많은 주목을 받고 있다. 가령 베스트셀러

『인체쇼핑(Body Shopping, Dickenson 2008)¹⁾』의 저자이자 의료윤리학자인 다너 디킨슨(Dickenson 2013)은 맞춤의학의 가능성을 모색하는 유전체의학의 이런 특징을 중시하여, 모든 사람을 위한 기존의 공공의료 과학기술(디킨슨은 이를 ‘we medicine’이라고 부른다)이 아닌 개인만을 대상으로 하는 새로운 맞춤형 의료과학기술(디킨슨은 이를 ‘me medicine’이라고 부른다)이 등장하며 수반되는 윤리적, 사회적 함의를 분석하였다.

이처럼 현재 유전체의학은 시민사회와 의과학계 양측에서 많은 기대와 관심을 모으고 있는데, 한국에서 유전체의학은 초기에 그다지 큰 관심을 받지 못하였다. 특히 1990년대 초반 미국의 NIH(국립보건원)와 DOE(에너지성)가 주축이 되어 구성한 인간 유전체 프로젝트(HGP, human genome project) 컨소시엄에 한국은 참여하지도 못했었다. 당시 영국, 프랑스, 중국, 독일, 일본이 이에 참가하여 유전체 연구에서 빠른 출발을 할 수 있었던 데 반해, 한국에서는 정부의 지원 미비와 관심끌기(interissement, Callon 1986)에 실패한 소수 전문가들의 상황, 그에 따른 연구 기금의 부족과 인프라 부재 등으로 인해 유전체연구가 수행되지 못하였다. 언론 기사에서 HGP에 대해 처음 언급되는 것도 1993년 12월 17일 『조선일보』와 이듬해 10월 20일 『세계일보』에 소개되는 정도로, 이에 대한 일반 대중의 이해와 관심도 매우 낮은 편이었다.²⁾

당시 HGP에 참여해야 할 당위성을 주장하던 소수의 국내 전문가들과 주치의 등의 경로를 통해 HGP의 가치를 전해 들었던 난치병 환자 가족의 일부는, 비록 사회 운동의 형태로까지 발전하지는 못했으나 HGP의 필요성을 인식하고 있었다.³⁾

1) 번역판도 있는 『인체쇼핑』은 하드커버로 나온 초판본(2008)과 페이퍼백으로 나온 2판(2009)의 부제가 다르다. 초판본의 부제는 “The Economy Fuelled by Flesh and Blood”로서 생명자본(Sunder Rajan 2006)의 이론틀을 강조한 반면, 2판의 부제는 “Converting Body Parts to Profit”으로 상업적 측면을 조금 더 적나라하게 강조한다. 그러나 라투어와 울가의 『실험실 생활』처럼 2판의 부제를 변경함으로써 드러나는 전체적 주장의 변화는 보이지 않는다.

2) 「불 인체 유전자지도 작성: 암-에이즈 등 치료 획기적 진전」 (『조선일보』 1993년 12월 17일자 기사) 및 「공유냐 사유냐: 유전자정보 소유방식 싸고 논란」 (『세계일보』 1994년 10월 20일자 기사) 참조.

1990년대 초반 한국사회에서 HGP는 수행될 필요성이 제기되고는 있었지만 결국 실행되지 못하였다. 본고에서는 '90년대 한국이라는 상황에서 HGP가 수행되지 못한 과학(undone science)이라는 것을 주장하고자 하는 것이 아니며, 다만 수행되지 않은 과학과 '유사하게' 작동하였다는 점만 언급하고자 한다. 서구중심주의와 휘기시(Whiggish)적인 관점에 기대지 않고 보면, '90년대-한국의-HGP'⁴⁾라는 특수한 시공간적 맥락하에 위치한 과학 프로젝트에서는 현재 서구사회에서 주장되는 수행되지 않은 과학과 유사한 특성이 발견된다.

수행되지 않은 과학의 개념은 구성주의(constructivism)에 대비되어 나온 재구성주의(reconstructivism)의 맥락에서 이해할 수 있다. 우드하우스(Woodhouse 2007)는 재구성주의의 성격을 언급하며 그것이 구성주의에서 필연적으로 파생되는 개념임을 강조하였다. 기존의 (사회)구성주의적 입장은 기술과학이 사회적으로 구성되거나 사회와 상호 구성을 행하는 측면을 잘 분석하고 있는데, 사회가 특정한 기술경로를 구성한다는 말은 동시에 그것에서 배제되는 기술경로가 존재한다는 말과도 같다. 따라서 재구성주의는 주류에서 구성되고 있는 기술과학이 아니라 구성될 수 있었지만 구성되지 않은 기술과학, 혹은 구성의 필요성이 시민사회의 영역과 일부 전문가 집단에 의해 제기되고 있지만 현재 구성되지 않고 있는 기술과학을 중시한다(Hess 2007). 재구성주의자들은 따라서 현재의 기술과학이 다른 형태로 '재구성'될 수 있으며 되어야 할 필요가 있다고 주장한다. 이는 풀러(Fuller 1997)가 구분한 조금 더 학술적인 고층 종파(high church)와 상대적으로 행동주의적인 저층 종파(low church)간의 연합가능성 내지는 학술적 행위로서의 과학기술학과 행동주의의 연계성을 시사하며(Woodhouse et al. 2002), 하딩(Harding 1992, 2002) 등 일련의 여성주의 과학기술학자들이 주장하는 강한 객관성(strong

3) 서정선 서울의대 유전체의학연구소장과의 인터뷰(2014.9.22.) 자료.

4) 본고에서는 정치적 격변기를 막 벗어나 거대생명과학에 대한 인식이나 지원의지가 부족하던 한국 정부의 상황을 강조하기 위해, '1990년대라는 특정한 시간성과 대한민국이라는 특정한 공간성이 직교하는 한정된 맥락 하에서의 HGP'를 논하는 곳에서는 이 조건들을 모두 담고 있는 '90년대-한국의-HGP'라는 표현을 사용하고자 한다.

objectivity)과도 상통하는 맥락을 지닌다(Campbell 2009).

이런 배경에서 주장되는 수행되지 않은 과학의 개념은 ‘지식의 체계화된 비생산(systematic nonproduction of knowledge, Frickel et al, 2010: 446)’이라고 볼 수 있으며, 이는 지식으로 생산되지 않은 비(非)지식의 사회적 구성을 주장하며 최근 논의가 활발한 비지학(非知學, agnotology, Proctor and Schiebinger 2008), 내지는 크노르-세티나가 주장해온 부정적 지식(negative knowledge, Knorr-Cetina 1999), 혹은 최근의 조직·경영이론들과 지식사회학에서 많이 언급되는 무지(nescience) 또는 ‘모른다는 것이 알려진 것’(known unknowns, Gross 2007) 등의 개념과도 연관된다.

만일 우리가 게놈프로젝트가 종료되고 10여년이 지난 현재의 시점에서 휘기시(Whiggish)적 관점을 갖고 한국에서의 HGP를 보는 것이 아니라, 90년대 초반 한국의 역사적 상황과 사회적 맥락으로 돌아가서 HGP를 바라본다면, 당시 한국에서의 HGP는 “앞으로 연구되고 지식구성이 이루어져야 할 필요성이 대두되는 분야이지만 펀딩 부족과 관심의 미비 등으로 인해 주류과학 연구프로그램에 포함되지 못하는 지식구성 프로그램”으로 평가받고 있었음을 생각해 볼 필요가 있다.⁵⁾ 당시 경제성에 대해서는 한국에서의 게놈연구를 주장하던 소수의 과학자들도 확실히 모르던 상황이었고, 또 해당 연구 프로그램은 불치병·난치병 환자들에게 도움을 줄 수 있으므로 연구될 필요가 있다는 규범성도 지니고 있었지만 펀딩확보와 정부의 지원을 얻을 수 없었다.

유기용매를 많이 활용함으로 인해 화학공정의 부산물로서 폐기물을 많이 남기는 현행의 갈색 습식화학이 아닌 녹색 건식화학의 연구를 주장한다거나, 주류 서양 의료과학에서 소외되어 온 동서양 전통의 대체-보완 의학의 연구에 대한 연구기금 지원의 확대가 필요하다는 주장을 한다면 이는 체계적으로 생산된 ‘비지식’ 내지는 수행되지 않은 과학에 대한 연구의 필요성을 주장하는 것이다. 예를 들어 의과학자인 클리어리(Cleary 2012)는 AMD(Age-related Macular Degeneration, 노화성

5) 인용문은 연관된 핵심 전문가인 서정선 서울의대 유전체의학연구소장의 표현이다 (2014.9.22. 인터뷰 자료).

시력감퇴)와 연계된 의약품인 아바스틴(Avastin)⁶⁾이 충분히 연구되지 못하는 이유가 그것이 수행되지 않은 과학이기 때문이라는 점을 주장하기도 하였다. 같은 맥락에서 휘기시적 관점을 벗어나 90년대 한국의 상황으로 돌아가 보면, 당시 HGP는 연구되어야 할 규범적 필요성이 제시되고 있었음에도 불구하고 소수의 과학자들을 제외한 주류 과학계와 정부, (극소수의 환자가족을 제외한) 시민사회와 결부된 과학장(場)에서 외면되는 연구 프로그램이었다. '90년대 초반 서구 과학계와 중국, 일본 등에서는 HGP가 강력한 주류 과학 연구프로그램으로 기대를 모으고 있었지만 국내의 상황은 그렇지 못하였고, 그 결과 한국은 HGP 컨소시엄에 참여를 하지 못한 것이다. 한국에서의 HGP를 수행되지 않은 과학이라고 부르는 것은 선부른 판단이겠지만, 1990년대 초반 한국이라는 제한된 시공간의 맥락에서 볼 때 해당 연구프로그램은 '체계적으로 비구성되는 과학지식'의 메커니즘과 유사하게 작동하였다는 점은 언급하고자 한다.

2. 포스트게놈 시대 한국의 유전체 연구 맥락: 구성되지 않았던 '비지식'의 구성

앞서 살펴보았듯이 1990년대의 유전체연구는, 미국·영국·프랑스·독일 같은 서구의 주류 과학계와 중국·일본처럼 노벨과학상 수상자를 여럿 배출한 아시아의 선도적 기초과학 연구 국가에서 막대한 정부 예산을 가지고 주류 연구 프로그램으로서 수행될 수 있었지만, 한국에서는 지식의 구성에 실패한 과학이 되었다. 그렇다면 게놈 프로젝트가 완료된 현재 시점, 즉 포스트게놈 시대에 한국 과학계는 유전체연구와 관련되어 어떤 위상을 점유하고 있는지 살펴보자.

생명공학계에서 유전체학은 흔히 “genome to biology, genome to medicine, genome to society”⁷⁾의 3단계를 걸쳐 발전하리라고 기대되어 왔다. 이를 설명하면

6) 상표명이 아바스틴이고 화합물질의 명칭은 Bevacizumab이다.

1단계에서 생명의 기본정보를 밝혀 생물학적 기여를 하고, 2단계에서 유전체 의학 혹은 맞춤의학을 통해 의학적 기여를 한 다음, 3단계에서는 질병상태에 있는 사람이 아닌 건강한 일반인을 대상으로 질병 가능성을 예측·분석하고 예방하는데 도움을 주는 사회적 기여를 하는 것이 유전체학의 목표이다. 이 중에서 HGP가 실시되던 시기가 1단계였으나 한국은 유전체 연구 컨소시엄에 참가하지 못해 뒤늦은 출발을 하였다. 현재 유전체학의 발전단계는 2단계에 이르러 유전체를 활용한 의학적 적용가능성을 모색하는 중이라고 볼 수 있다. 한국은 1단계에서는 뒤졌으나 2단계에서는 매우 독특한 형태의 거버넌스 구조를 발전시킴으로서 오히려 일본에 못지않은 연구성과를 내고 있다. 우리는 우선 삼중나선의 거버넌스 구조를 살펴보고, 그 프레임에서 한국에서의 유전체연구 현황을 살펴보겠다.

1) 삼중나선

생명공학 분야의 연구지형이 삼중나선(triple helix)을 그린다는 논의는 많이 언급되어 왔다. 에츠코비츠와 라이디스도프 등에 의하면, 현대의 생명공학기술은 대학(U)-산업계(I)-정부(G)가 서로 맞물려 상호작용을 하며 발전하는 이른바 UIG 삼중나선을 그린다(Etzkowitz and Leydesdorff 1997, Leydesdorff & Etzkowitz 1998, Leydesdorff 2000, 2012). 서로 다른 세 섹터의 행위자들은 밀접한 관계를 맺으며, 때로는 서로의 역할을 교환하면서 과학지식 생산에 참여하기도 한다. 예를 들면 기업이 대학처럼 기초과학 연구를 한다거나, 대학이 기업처럼 상업화 되어가면서 학술적 자본주의(academic capitalism)의 양상을 띠는 사례 등이 그것이다(Slaughter and Leslie 1997, Slaughter and Rhoades 2009).

이러한 삼중나선의 특징은 일반적으로 '80년대 Bayh-Dole 법안이 시행되고 생명공학이 발전하면서 'mode 2' 과학이 등장한 이후 관찰되는 최근의 현상으로 여겨지고 있다. 'mode 2' 과학은 단일학제적으로 순수한 과학지식 생산을 목표로하

7) 서정선 박사의 표현(2014.9.22. 인터뷰 자료).

기존의 과학연구 방식인 mode 1과 대비되는 것으로, 20세기 말 새롭게 등장한 과학연구 지형을 지칭하기 위한 표현이다. mode 2 과학은 일반적으로 맥락적으로 수행되고, 다학제적으로 연구가 이루어지며, 특수한 문제해결을 목표로 기술과학자들이 단기간에 행위자-연결망을 구성하여 연구기금을 수혜받으면서 이루어지기도 한다(Gibbons et al. 1994, Nowotny et al. 2003). 참고로 스티브 풀러(Fuller 1999)는 mode 2가 오늘날 삼중나선의 근원이고, 19세기 중엽 과학의 전문직업화와 함께 mode 1이 등장하고 나서 바로 뒤이어 따라온 현상이었다고 주장하였다. 풀러는 20세기 후반이 아니라 한 세기 전에 이미 mode 2 과학이 등장하였다고 보았으며, 19세기 말에 설립된 독일의 빌헬름카이저 연구소가 사실상 대학-연구소-정부의 삼중나선이 실현되는 원초적 형태를 간직한 mode 2의 현현이라고 분석하였다.

2) 한국의 주요 유전체연구 행위자들 매핑

(1) 삼중나선의 ‘대학’ 및 연계 기관들

가. 서울의대 유전체의학연구소

한국의 유전체의학 연구지형에서는 어떠한 구조가 관찰되는지 살펴보겠다. 이를 위해 국내 주요 유전체 연구자들을 우선 매핑하면 다음과 같다. 현재 한국의 대학에서 유전체의학이 연구되고 있는 주요 실험실들은 다음과 같다. 목록을 가나다 순으로 나열하면, 가천대 이길여 암·당뇨연구원(원장 김성진 박사), 가톨릭대학교 의과대학 가톨릭인간유전체다형성연구소(소장 정연준 박사)·건국대학교 의과대학 유전단백체 기능제어 연구센터, 경희대학교 식물기능유전체학 연구실(실장 전중성 박사), 고려대학교 의과대학 유전체 및 단백질 환경독성 연구센터(센터장 이은일 박사), 서울대학교 의과대학 유전체의학연구소(소장 서정선 박사), 연세대학교 의과대학 대사조절 유전체 통합연구센터(센터장 김경섭 박사), 인제대

학교 의과대학 맞춤치료를 위한 생체지표 연구센터·약물유전체 연구센터(센터장 신재국 박사), 전남대학교 의과대학 유전자 제어 의과학 연구센터(센터장 김정근 박사), AIDS치료를 목적으로 후성유전체 데이터베이스를 구축하는 포항공대-국립보건연구원 공동연구팀, KAIST 생화학/분자유전체학 연구실(센터장 강창원 박사), KAIST 신경유전체의학 연구실(Translational Neurogenetics Lab, 센터장 이정호 박사) 등이다.⁸⁾ 이는 연구자의 정부 기금 수혜 여부를 중심으로 조사한 목록이다. 유전체의학 연구는 수십 억 원을 호가하는 분석 기기의 구비부터 적지 않은 자본이 소요되므로 기금이 부족한 실험실에서는 사실상 연구가 진행되기 어렵다.⁹⁾

이 실험실들에서 실제 어떤 연구가 이루어지는지를 살펴보기 위해 필자가 인터뷰와 부분적 참여관찰을 한 서울의대 유전체의학연구소의 사례를 살펴보도록 하겠다. 본 연구를 위한 인터뷰는 3회에 걸쳐 이루어졌는데, 이중 유전체의학연구소와 관련된 인터뷰는 2014년 9월 22일에 해당 실험실로 필자가 방문하여 이루어졌다. 아울러 정보원의 견해를 곧 과학적 사실로 받아들였다는 오해를 피하기 위하여, 본고에서 사용되는 구술사(oral history)적 자료들은 연구자가 최대한 크로스체크를 한 이후 인용함을 밝히고자 한다.

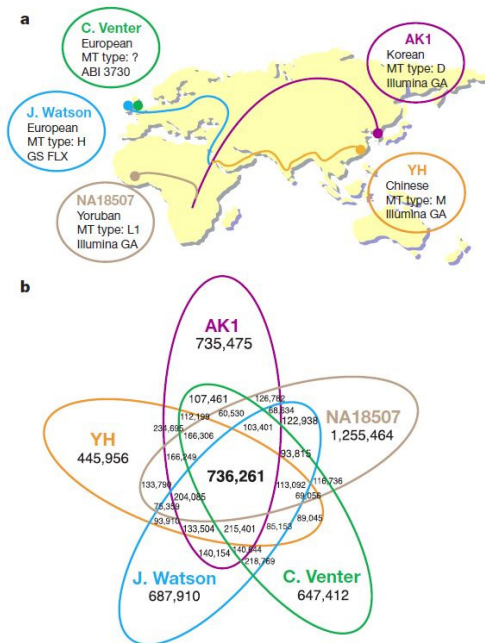
유전체의학연구소는 일천유전자이식연구소에 기원한다. 여기서 ‘일천’은 의대 교수로 재직하며 국내 유전자연구 분야의 기초를 닦은 고(故) 일천(一泉) 이기영 명예교수의 아호(雅號)다. 현재 연구소 소장을 맡고 있는 서정선은 고(故) 이기영 교수의 제자이다. 해당 연구소는 고(故) 이기영 교수가 기부한 기금과 정부기금을 합쳐서 설립되었다. 현재 이곳에서 진행중인 연구 프로젝트는 크게 세 가지로 분류되는데, 이들은 차례로 동북아민족 기능성 계놈연구, 아시아 개인유전자 분석

8) 이 외에도 삼성서울병원 삼성유전체연구소가 있는데, 필자의 견해로 이 실험실은 성균관대학교 의과대학과 삼성재단을 연결하여 대학-기업 중합체를 형성하는 특징을 갖고 있는 듯하다(삼성유전체연구소 국제심포지엄(2014.10.17.) 점심시간 프리젠테이션 영상자료 참고).

9) 지금 언급되지는 않았지만 정부 지원을 받아 프로젝트 기반으로 한시적 운영이 이루어지는 다른 실험실들의 예는, 본고의 2-2)-(3)-라 절에서 재논의된다.

프로젝트, 그리고 아시아 CNV 프로젝트이다. 동북아민족 기능성 게놈연구는 현재 성공적으로 규명된 유전자의 대부분이 북미인과 유럽대륙의 거주자를 대상으로 한다는 문제점을 인식하고 이루어지는 연구로서, 이들과 환경 및 유전정보가 상이한 동북아시아(한국, 중국, 일본, 동남아)에 거주하는 사람들을 표본으로 유전자 분석을 실시한 프로젝트이다. 동북아시아에서 발병률이 높은 질병 분석을 목적으로 하며, 현재 약 100여명의 유전자를 분석중이고, 약 100여개의 중간단계 표현형(intermediate phenotype)을 확보했다고 한다. 아울러 1,039개의 STR marker와 55만개의 SNP marker의 유전체정보 및 가계도를 작성중이다.

아시아 개인유전자 분석프로젝트는 세계에서 6번째로 AK1 (Anonymous Korean no. 1)으로 명명된 한국인 성인 남성의 유전체 전장 분석을 행한 것이다.



〈그림 2-1〉 서정선 교수팀이 연구한 한국인(AK1) 유전체 혈통의 지리적 계통도
출처: Seo et al, 2009

〈그림 2-1〉을 보면 이 프로젝트에서 AK1의 유전체 분석을 통해 한국인의 지리적 혈통이 북방아시아계라는 것을 밝혀낸 것을 볼 수 있다. 또 여성으로서는 처음으로 한국인 여성을 대상으로 유전체 전장 분석이 이루어졌는데, 당시 유전체 전장 분석은 세계적으로 10명 미만이 이루어졌었다는 점에서 연구진들은 이에 의미를 부여하고 있었다. 마지막 아시아 CNV(copy number variation) 프로젝트는 유전자가 복제되며 발생하는 변이를 연구하는 것으로 현재 진행중인 연구이다. 이상의 프로젝트들에 대해서는 네이처와 네이처 제네틱스에 논문들이 출판되어 있다(Seo et al. 2009, 2010, 2011).

이러한 면모는 1990년대 HGP를 수행하지 못했던 국내 유전체 연구자들이, 2000년대 포스트게놈 시대에 들어서면서 오히려 중국과 일본 등이 수행하지 못하는 연구 분야에서 앞서가는 측면도 있음을 보여준다. 예를 들면 전체 아시아 인구의 유전체 지도를 만드는 ‘아시아 게놈 프로젝트’가 현재 중국이나 일본이 아닌 한국에서 서정선 박사팀에 의해 진행되고 있었다.

나. 한국유전체의학연구재단

1995년 12월 9일자로 설립이 허가되었던 한국유전체의학연구재단의 설립 배경에 대해서는 공개된 역사적 사료나 언론 홍보물 등이 찾아지지 않아서, 재단 발기인이자 인터뷰에 응해준 서정선의 구술사(oral history)적 자료에 상당부분 분석을 의존할 수밖에 없다. 서정선은 서울의대 유전체의학연구소의 소장이면서 (주)마크로젠의 회장임과 동시에 한국유전체의학연구재단의 이사직을 겸직하고 있다. 한국유전체의학연구재단은 전 문화교육부 장관이자 전 서울대 총장인 권이혁 서울의대 명예교수가 이사장직을 맡고 있으며, 서정선 교수 외에도 김종일 서울의대 교수, 김형태 (주)마크로젠 이사, 박용양 성균관대 의대교수 겸 한국생화학분자생물학회 이사, 안정혁 이화여대 의학전문대학원 교수, 이순형 서울의대 명예교수, 이병건 (주)녹십자 대표이사, 이장한 중근당 대표이사 회장, 장자준 서울의대 교수, 정현택 울산대 생명과학부학부장 겸 보건의료유전체협의회 회장(이상 가나다 순)

등이 이사로 활동 중이다. 한국유전체의학연구재단은 설립시 교육과학기술부 소관으로 등록되어 있었다. 서정선은 이 재단에 대해 다음과 같이 설명한다. 조금 길지만 국내 유전체연구의 상황을 잘 설명하고 있기에 그대로 인용한다.

“.....(상략)..... 그래서 결국 이런 일을 하려면 연구소만 가지고는 안되고, 이 연구소를 지원하면서 또 사회적으로 공부할 목적을 가지고 있는 재단을 하나 설립을 했어요. 그래야 도네이션도 받고 그러니까... 그 재단 이름이 유전체의학연구재단이에요. 그 재단을 통해서 사회적인 어떤 일들을... 돈도 받고, 우리가 사회를 위해서 공공 목적으로 일을 하고 그러는데, 아직은 그렇게 활발하게 못 하고 있지만 조금 더 돈이 모이고 하면 곧 활동을, 좀 공식적인 활동을, 재단활동을 할거예요. 제일 먼저 해야 될 게 유전병, 소위 희귀·난치병 같이 질환을 가지고 있는 사람들 중에 근육병 가지고 있는 사람들, 그런 사람들을 등록을 시켜서, 그 사람들을 치료 할 수 있는 길을 모색한다던가... 또 예를 들면 아직은 시작은 안했지만 우리가 플랜중인데, autism이라고 있죠. 자폐증에 대해서도 해줄려고 해요. 그런게, 게놈 정보를 알면 그 질환이 얼마나 심각한지, 얼마큼 그게 어떻게 발전할건지 예측할 수 있는 경우가 많기 때문에... 그런 것을, 부모하고 그런 사람들을 도와주자는 재단의 목표가 있어요. 재단은 미래창조부에 저게 되어있죠. 한 20년 되었나 그래요.....(하략).....”

이상의 발언이 잘 보여주듯 재단법인 한국유전체의학연구재단은 국내 대학의 유전체의학 연구자들을 재정적으로 지원할 목적으로, 기부금을 받고 재분배하기 위해 설립되었다. 또 재단은 유전자이식 및 유전체의학 연구개발 등의 기초연구를 지원하고, 질병모델 동물과 유용물질의 생산 및 유전자이식동물의 개발 등 유전체의학 연구 활성화를 목적으로 설립되었다. 이 연구재단의 등록된 주소가 서울시 종로구 연건동 서울의대 기초연구동 418호라는 점과 이 주소가 유전체의학연구소의 주소와 일치한다는 사실로 미루어 볼 때, 한국유전체의학연구재단은 유전체의학연구소 등에서의 유전체 연구를 지원하기 위해 공익목적으로 설립된 기관임을

알 수 있다.

또한 한국유전체의학연구재단이 주요 연구지원 프로그램으로 천명하는 유전자 이식은, 서울의대 일천유전자이식연구소 시절부터 연구되던 분야이며 현재 (주)마크로젠이 경쟁력있는 보유기술로 천명하는 분야이기도 하다. 따라서 현재 미래창조부 산하에 등록되어 있는 이 조직은 사실상 대학(유전체의학연구소) 및 기업(주)마크로젠)과 분리해서 보는 것이 힘든 구조이고, 조금 과장하면 이 두 기관의 연구기금지원 부서처럼 작동한다고도 볼 수 있다. 이는 정부와 대학의 지원이 부족한 한국적 맥락에서 과학자들이 유전체의학을 연구하기 위해서는, 하나의 조직처럼 작동하는 독특한 정부-대학-기업 중합체를 구성할 필요성이 있었음을 보여주는 하나의 사례이다.

(2) 삼중나선의 ‘기업’ 및 연계 기관들

가. (주)마크로젠

주목할만한 점은 서울의대 유전체의학연구소 소장인 서정선 박사는 생명공학 기업인 (주)마크로젠의 창립자이자 회장이라는 점이다. (주)마크로젠은 1997년 6월 설립되었고, 1999년 6월 중소기업청으로부터 벤처기업 인증을 받았으며, 바이오벤처 분야에서는 처음으로 2000년 2월 코스닥에 상장된 기업이다. 본사는 서울시 금천구에 위치해 있으며, 대전 지사(2008년 2월 개소)와 함께 (주)마크로젠 미국(2005년 1월 미주 법인 Macrogen Corp. 설립), (주)마크로젠 일본(2007년 11월 일본 법인 설립), (주)마크로젠 유럽(2009년 4월 네덜란드에 유럽 지사 설립)등 지사가 설립되어 있다.

특이한 점은 신생 연구소의 기술적 한계를 극복하기 위해 2000년 4월 산업체인 Hewlett-Packard사와 생물정보학(bioinformatics) 분야의 전략적 제휴를 체결했다는 점이다. 그리고 (주)마크로젠과 서울의대 유전체의학연구소는 하나는 산업계에, 다른 하나는 학계에 위치하고 있지만 사실상 이 두 조직 간에는 경계를 넘는

인력의 이동과 자본의 이동, 파견연구를 하는 과학자를 따라가는 암묵지의 이동, 분석기기 및 자료의 공유, 논문공저를 통한 연구결과의 공유 등이 관찰된다. 이는 서정선 교수가 많은 비용이 소요되는 유전체연구를 하기위해서, 한국적 맥락에서 넉넉지 못한 펀딩으로 인한 대학 연구소의 재정난을 타개하고자 기업을 설립해야 했다고 밝힌 데서도 확인된다. 이는 서구 과학계에서 대학에서 연구하는 과학자가 스핀오프(spin-off) 기업을 ‘선택적으로’ 설립할 수 있는 것과는 대조적인 현상이다. 선진국의 대학에서 충분히 펀딩을 수여받으면서 유전체 연구를 하는 과학자가 기업을 설립하는 것은 과학자 개개인의 선택 영역에 속하는 ‘충분조건’이지만, 한국처럼 펀딩이 부족한 후발주자가 유전체 연구를 하며 지속적인 성과를 내기 위해서는 기업을 설립하는 것이 거의 ‘필요조건’이 된다. 이러한 점은 서정선 교수와의 인터뷰에서 그가 밝힌 내용에도 잘 드러난다.

“.....(상략)..... 사실 유전체가 돈이 굉장히 많이 들어가요. 그래서 보통 웬만한데서 유전체 연구를 할 수가 없어요. 기계도 많이 필요하고, 정보 분석하고 나면 정보를 가지고 서버하고 컴퓨터에다가 보관하고 이런 것도 많이 들고 그러는데, 우리 연구소는 그런 점에서, 2000년에 마크로젠이라는 회사가 스핀오프가 되었어요. 여기에 같이 있다가 벤처기업으로 해서 나갔잖아요. 1997년에 만들어졌고... 우리 연구소 만들어진 다음에, 마크로젠이 만들어졌어요. 마크로젠은 2000년에 증권시장 상장을 하면서 큰 바람을 일으켜가지고, 마크로젠 주식을 한 100억원 어치를 학교에 기증을 했어요. 그래서 그 100억 기증한 것 중에서, 그게 주식의 가격에 따라 왔다 갔다 해서... 그때 기증한 게... 마지막에 정산할 때는 39억 어치를 가지고 있어요. 다 팔고 있지 않기 때문에, 지금도 아직 3만 주쯤 썼는데도 40억 정도의 가치는 가지고 있어요. 그래서 그 주식을 가지고 여기 운영도 하고, 또 정부의 연구비를 따서, 정부 연구비 중에 아시안 게놈 프로젝트 이런 쪽으로 해서 한 30억 이상을 따했어요. 그것이 있고, 그리고 다른 사람이 도네이션을 했어요. 녹십자에서 한 30억 기증을 했고, 이민진 회장이라는 분이 30억을 기증했어요. 그래서 따지면 정부 돈 30억,

녹십자, 이민진 회장 90억, 마크로젠에서 이리저리 우리한테 가져다 준게 한 40억에서 50억, 그런 정도의 돈이 모여서 한 130~140억 정도 되는 돈이, 지금 현재까지 약 17년에 걸친 연구 성과를 만든 거예요.....(하략).....”¹⁰⁾

이는 한국적 맥락에서 유전체연구를 하기 위해서는 정부 기금만으로는 부족하고, 대학의 지원금은 사실상 기대하기 힘들며, 운이 좋으면 기부금이 있지만 그것도 아주 드문 경우인데다 소수 경우에만 국한되기에, 결국 과학자 스스로 기업을 창업해서 기금을 운용해야만 연구가 가능한 상황을 잘 보여주고 있다. 한국적 맥락에서 대학에 있는 과학자가 벤처기업을 창업하여 병행해서 운영하는 것은, 좋은 기기를 구매하고 좋은 연구자들을 영입하고 유지하면서 유전체를 연구하기 위한 선택이 아닌 필수에 가까운 것임을 알 수 있다. 연구를 위해서는 연구자본이 필요한데, 소속 대학이나 정부가 지속적인 기금마련을 해주지 못하는 상황에서는 연구자 스스로 기업을 설립하여 재원을 마련하는 방법밖에 없기 때문이다.

나. (주)테라젠이텍스

이러한 측면은 가천대 이길여 암·당뇨연구원장 김성진 박사(현 차병원 차암연구소 소장)의 사례에서도 드러난다. 암과 당뇨, 대사질환 등 한국인에게서 발병하는 빈도가 높은 질환의 치료법을 연구하기 위해 설립된 이길여 암·당뇨연구원은 가천대 뇌과학연구원(전 뇌과학연구소, 원장 조장희 박사)과 마찬가지로 이사장의 전폭적 지지를 받아 2008년 5월 인천 송도 신도시 테크노파크에 설립된 실험실이다. 암·당뇨연구원 원장 김성진 박사는 2008년 12월 한국인으로서의 처음이자 세계에서 다섯 번째로 본인의 전장 유전체 분석을 완료하고 이를 공개하였다. 그리고 이 데이터를 더 정교하게 해석한 2차 버전(KOREF_20090131)을 이듬해 1월말에 재공개하고 유전체서열을 미국 국가생명공학정보센터(NCBI)에 등록하였다. 당시 이 연구는 김성진 원장 개인 유전체에서 80 gigabase의 서열확보, 340만개의 SNP(단일염기다형성)와 34만개의 짧은 서열 삽입 및 결실을 확인하였으며, 개인

10) 서정선 교수 인터뷰(2014.9.22.)

유전체 전장 분석이 한국에서도 가능하다는 것을 보였다는 점에서 주목을 받았다.

특기할 만한 사항은 김성진 원장도 유전체연구를 진행하기 위해 (주)테라젠이텍스라는 바이오벤처기업을 창업해야 했다는 점이다. (주)테라젠이텍스는 LCD패널 관련 기계를 생산하던 업체인 테라젠이 이텍스 제약을 인수·합병하여 설립된 기업으로, 현재는 마크로젠과 함께 유전체의학 분야의 국내 양대 벤처기업으로 자리잡고 있다. 시가총액 1,100억원의 (주)테라젠이텍스는 현재 제약사업부와 바이오연구소로 양분되어 운영되고 있으며, 창업자이자 최고기술경영자(CTO)의 직위를 가지고 있는 김성진 박사가 개인 지분 약 3.8%를 보유해 2014년 현재 개인투자자로서는 최대 비율의 주식을 보유하고 있다.¹¹⁾ 흥미로운 점은 (주)테라젠이텍스의 최대주주가 ‘김성진 외 10명’으로서 이들이 전체의 10~11%의 지분을 보유하고 있으며, 약 9~10%의 지분을 (주)유한양행이 보유하고 있다는 사실이다. 국내 굴지의 제약기업인 (주)유한양행은 현재 (주)테라젠이텍스와 업무협정을 체결하여 개인에 대한 유전자분석 서비스를 상용화해서 실시하고 있다.¹²⁾

(주)유한양행 홍○호 과장대리와 행한 인터뷰는 이러한 점을 잘 보여준다. 병원에서 환자는 유전체분석 서비스에 대한 소개를 듣는다. 이 서비스를 받기로 환자가 결정하면 병원에서 그의 혈액 샘플이 채취되고, 이를 (주)유한양행에 통보한다. 그러면 (주)유한양행에서 전속 계약을 맺은 K택배회사¹³⁾ 직원을 당일 병원으로 보내고, 병원에서 수령된 혈액은 냉장된 상태로 (주)테라젠이텍스로 배송되어 그곳에서 유전체분석이 이루어진다. 결과는 나중에 병원으로 통보되어 의사가 진료방향을 결정함과 동시에 환자에게 전달된다.¹⁴⁾ (주)테라젠이텍스는 개인 유전체를 분석할

11) (주)테라젠이텍스 지분 분석 증권사이트 참조(2014.12.1. 방문)

http://www.thinkpool.com/itemanal/i/tpquota/tpquota_item.jsp?code=066700

12) (주)유한양행 홍○호 과장대리와 인터뷰(2014.10.19.)

13) 전국 규모로 이루어지는 서비스이므로, 택배회사는 지역에 따라 다르다. 산간지역, 대전을 중심으로 하여 북부와 남부에서 상이한 업체가 담당한다(홍○호 인터뷰 2014.10.19.).

14) (주)유한양행과 (주)테라젠이텍스가 협력해서 제공하는 이 서비스와 유사한 상품을, 현재 SK케미칼이 DNA Link라는 회사와 연계해서 제공하고 있기도 하다. SK케미칼과 DNA Link는 2014년 4월, 개인 유전정보 분석 서비스 판매 및 공동연구개발을 위한 업무

수 있는 능력을 갖추고 있는데 반해 시장에서 소비자에 대한 접근성을 가지지 못한 상류지형(upstream, Sunder Rajan 2006)에 속하고, 하류지형(downstream, Sunder Rajan 2006)에 속하는 (주)유한양행은 전국의 모든 병원에 대한 네트워크망을 보유하고 있지만 현 단계에서 유전체의학을 직접 연구해서 상용화하기에 많은 시간이 소요되므로, 이 두 행위자가 연결망을 구성하여 유전체검사 서비스를 상용화한 것으로 볼 수 있다.

생명공학 기업에 대한 상류-하류 지형의 구분은 흔히 다음과 같이 이루어진다. 신약으로 발전할 가능성이 있는 분자를 발견하는 등 혁신적인 연구를 행하는 중소규모 생명공학 벤처 기업은 대체로 상류지형이라고 분류되며, 이 연구결과를 바탕으로 I·II·III상 임상시험을 행하여 시장에 해당 화합물질을 출시하는 거대 제약회사들은 대체로 하류지형으로 분류한다. 그리고 상류지형에서의 기초연구 결과를 하류지형에서의 실제 응용으로 변환시키는 전환연구(translational research)는 ‘실험실 벤치에서 환자 침대까지(from bench to bedside)’라는 모토와 함께 유전체의학의 주요 연구 주제로 손꼽히고 있다. (주)테라젠이텍스와 (주)유한양행의 협력은 이러한 측면을 잘 보여주는데, 우리는 이 사례에서 김성진 박사를 주축으로 하여 대학의 기초과학 연구소와 (주)테라젠이텍스라는 기업이 연계되고, (주)테라젠이텍스는 (주)유한양행이라는 또 다른 기업과 연계되는 모습을 볼 수 있었다. 한 명의 주요 행위자인 핵심과학자를 중심으로 해서 삼중나선의 요소들이 중첩되는 모습이 관찰되는 것이다. 이는 앞 절에서 살펴본 사례인, 대학의 유전체의학연구소와 (주)마크로젠이라는 기업 및 정부산하 유전체의학연구재단이 서정선이라는 과학자를 중심으로 결합되는 현상과도 유사하다.

제휴를 체결하였다. 다만 관련 업계의 정보원은 필자와의 인터뷰에서, SK케미컬이 아직 정부의 허가를 구하지 않은 상태에서 먼저 서비스를 실시하고 추후 허가를 신청한 것이 아닌가 하는 의혹이 제기되고 있다고 언급하였다. DNA Link는 한국 대학이나 연구소와 연계하지 않고 해외의 기술력으로 유전체분석을 행하는 것으로 알려져 있다 (2014.10.19. 인터뷰).

(3) 삼중나선의 ‘정부’ 및 연계 기관들

가. 한국생명공학연구원(KRIBB)

한국생명공학연구원(KRIBB: Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology)에는 산하 기관으로 유전체연구소(소장 김용성 박사)가 존재한다. 유전체연구소는 다시 세 개의 연구센터로 나뉘어 연구를 진행하는데, 이들은 유전체구조연구센터·후성유전체연구센터·기능유전체연구센터로 구성된다. 이곳에서 진행되는 연구는 각각 다음과 같다. 유전체구조연구센터(센터장 김선영 박사)의 연구 목표는 유전체 빅데이터를 기반으로 하여 개인맞춤의학 구현을 위한 원천기술의 창출이다. 이를 위해 난치성 질환 유전체변이지도 작성, 난치성 질환 예측·진단 기술 개발, 그리고 질환의 맞춤의로 원천기술 개발을 목표로 연구가 진행되고 있다. 후성유전체연구센터(센터장 김용성 박사(유전체연구소장 겸임))의 연구 목표는 유전체 빅데이터에 기반하여 유전체 조절기전을 규명하고 유전체 교정과 관련된 원천기술을 창출하는 것이다. 이를 위해 인체세포별 후성유전체지도 작성 및 유전체 조절기전 규명, 난치성 질환과 연관되는 후성유전체변이의 발굴, 그리고 질환의 유전체 교정 원천기술 개발을 목표로 연구를 진행하고 있다. 마지막으로 기능유전체연구센터(센터장 배광희 박사)는 질환표적의 단백질 구조와 세포 신호전달 경로를 규명하고 세포기능제어에 관한 원천기술을 창출한다는 목표를 갖고 설립되었고, 이를 위해 질환 타겟 단백질의 삼차구조를 규명하고, 타겟의 신호전달 경로 및 조절 기전을 규명하며, 단백질 및 세포기능 조절과 관련된 원천기술을 개발하는 것을 목표로 운영되고 있다.

한편 앞절에서 김성진 박사의 전장 유전체를 분석한 연구진들은 가천대 이길여 암·당뇨연구원 뿐만 아니라 한국생명공학연구원 산하 국가생물자원정보관리센터¹⁵⁾(센터장 박종화 박사)와도 연계하여 연구를 진행하였다. 유전체를 분석하고

15) 현재는 ‘국가생명연구자원정보센터’로 운영됨.

그 결과를 인터넷에 공개하는 작업은 수천 테라바이트급의 서버를 필요로 한다. 예를 들어 (주)마이크로젠과 연계된 유전체의학연구소의 서버는 2천 테라바이트의 자료저장 용량을 보유하고 있는데, 모든 대학 연구소 혹은 벤처기업들이 일일이 많은 비용을 들여 인프라를 새롭게 구축하기보다는 정부에서 지원을 받는 국가연구기관(이 경우는 한국생명공학연구원)의 인프라를 활용하는 것이 서로에게 유리할 수도 있다. 대학과 기업, 정부출연 연구소 모두 상대의 자원을 공유하면서 좋은 결과물을 산출할 수 있기 때문이다. 국가생물자원정보관리센터는 2007년부터 국가참조표준센터(센터장 방건웅 박사)와 협력하여 한국인 게놈 서열 참조표준화 작업을 진행하였고, 정부(당시 지식경제부)가 이곳을 ‘유전체 생명정보 참조표준 데이터센터’로 지정하였다. 이처럼 정부출연연구소도 삼중나선의 분류에서 정부 섹터에만 속한다고 보기 힘들고, 정부기관과 대학연구소가 깊은 연결 구조를 이루고 있는 것을 관찰할 수 있다. 유전체 연구가 워낙 많은 자원이 소요되는 거대과학에 속하므로 하나의 조직만으로는 연구자료 확보와 분석 및 연구결과의 확산을 수행하는 것이 버겁기 때문이다.

나. 국립보건연구원 유전체센터

충청북도 청주시 오송읍에 위치한 오송보건의료행정타운에는 정부가 운영하는 유전체센터가 위치해 있다. 보건복지부 산하기관인 질병관리본부(CDC)에는 총무과 및 감염병관리센터·질병예방센터·장기이식관리센터가 위치해 있고, 이들과 같은 층위에 질병관리본부장 산하 직속기관인 국립보건연구원(NIH)이 위치해 있다. 국립보건연구원에는 연구기획과와 생물안전평가과의 산하 부서가 있으며, 이들과 같은 위계에 감염병센터·면역병리센터·생명의과학센터·유전체센터의 연구기관들이 위치해 있다. 우리의 관심대상인 유전체센터만을 보면 그 휘하에는 형질연구과와 유전체역학과, 그리고 생물자원은행과와 바이오과학정보과가 위치하고 있다.

이중 형질연구과는 유전체의 형질을 연구하는 조직으로, 한국인 다발 만성질환

인 고혈압과 당뇨 등에 대한 유전적 변이 원인을 발견하는 예방의학적 접근을 목표로 연구진행중이다. 유전체역학과에서는 한국인유전체역학코호트사업(KoGES, Korean Genome and Epidemiology Study)이라는 코호트(cohort) 연구를 통해 한국인 24만여 명에 대한 국가주도 유전체역학 조사를 진행 중이다. 특정 인구집단을 분석하는 코호트 연구는 인구추적을 통해 이루어지는데 현재 KoGES에서는 7개의 코호트를 추적중이다. 7개의 코호트군(群)은 다음과 같다. 지역사회기반 코호트 연구 두 개가 안산·안성 지방의 거주민 10,030명을 대상으로 진행되고 있고, 농촌기반 코호트(2004년 양평·남원·고령, 2005년 원주·평창, 2006년 강화 지역), 도시기반 코호트(2004년부터 17만3천여 명), 쌍둥이·가족 코호트(2006년부터 3,410여 명), 국제협력 코호트 I(일본 고베·중국 연변·중국 장춘)과 국내 이주자/국제협력 코호트 II(2007년 베트남, 2009년 캄보디아)가 추가적으로 수행되고 있다. 이들 코호트연구는 29개의 전국 대학 및 의료기관과 협력 하에 수행될 수 있었다.¹⁶⁾

생물자원은행과는 국가 인체자원의 종합적 관리를 목적으로 설립된 부서로 현재 한국인체자원은행사업(Korea Biobank Project)을 수행중이다. 이를 위해 산하기관으로 대규모 인체자원 확보를 위한 국립중앙인체자원은행을 운영하고 있으며, 질병기반 인체자원을 수집하기 위해 한국인체자원은행네트워크(Korea Biobank Network)를 운영중이다. 한국인체자원은행네트워크는 다시 복수개의 인체자원단위은행들로 구성되어 있다. 인체자원단위은행들은 결국 대학의 병원들에 위치하므로, 정부의 연구조직과 대학이 사실상 하나의 조직처럼 융합하여 작동한다. 예를 들어 지역거점 인체자원단위은행들은 부산대병원·계명대동산병원·경북대병원·강원대병원·경상대병원·전북대병원·충북대병원·충남대병원·인제대부산백병원·전남대화순병원·제주대병원·원광대병원에 위치해 있으며, 협력은행들도 서울대병원·아주대병원·서울아산병원·고려대구로병원·순천향대부천병원에 위치해 있다.

16) 박○영 질병관리본부 연구원 인터뷰 자료(2014.1.5.).

2005년에 설치된 바이오과학정보과는 HGP의 결과로 발전한 생물정보학(bioinformatics) 분야의 기술개발을 주로 담당하며, 국립보건연구원 유전체센터가 축적한 유전체관련 정보를 ‘e-Science’라는 명칭하에 다른 정부산하 연구기관 및 대학의 연구자들과 공유하기 위해 설립되었다. 바이오과학정보과는 이러한 목표를 갖고 정보통합시스템의 일종인 ‘의생명정보분석 플랫폼’을 현재 연구개발중이다.

다. 기초의과학연구센터 협의회

이제 기초의과학연구센터(MRC, medical research center) 협의회에 대해 살펴보겠다. MRC는 2001년 수립된 기초의과학육성종합계획에 근거하여 이듬해에 설립된 기관으로, 설립 목표는 기초의과학을 전공하는 이학박사(Ph.D)와 의학박사(M.D.)를 양성하면서 효율적인 연구지원시스템을 구축하기 위함이다. MRC는 현 미래창조과학부 기초연구진흥과와 한국연구재단이 운영 주체다. MRC 협의회 중 유전체연구와 관련된 실험실은 다음 네 곳이 있다(가나다 순). 첫째, 고려대학교 의과대학의 ‘유전체 및 단백질체 환경독성 연구센터’. 이 실험실은 2003년부터 2012년까지 지원이 이루어졌다. 2006년에는 고려대학교 우수 연구소로도 선정되었으나 현재는 정부 지원이 중단된 상태다. 둘째, 연세대학교 의과대학의 ‘대사조절 유전체 통합연구센터’. 이 실험실은 2011년부터 정부 지원이 이루어지고 있다. 셋째, 인제대학교 의과대학의 ‘맞춤치료를 위한 생체지표 연구센터’. 이 곳은 2007년에 지원대상으로 지정되어 연구를 행하고 있다. 넷째, 전남대학교 의과대학의 ‘유전자 제어 의과학 연구센터’. 이 곳은 2002년에 1차 지정되었고, 2011년에는 2차 지원대상으로 지정되어 현재 지원이 이루어지고 있다. MRC는 삼중나선에서 정부와 대학을 연계하는 전형적인 하이브리드 조직으로 볼 수 있다.

라. 국내 유전체 관련 연구 사업단들

국내에는 적지않은 유전체 관련 연구 사업단들이 존재한다. 이들은 차세대맞춤

의료유전체사업단, 인간유전체기능연구사업단, 동물유전체육종사업단, 작물유전체기능연구사업단, 차세대유전체연구사업단, 해양극한생물분자유전체연구단, GM작물실용화사업단, 농생명바이오식의약개발사업단, 미생물유전체활용기술개발사업단, 생체기능조절물질개발사업단, 시스템합성농생명공학사업단, 식물분자유종사업단, 의약바이오컨버전스연구단, 자생식물이용기술개발사업단, 차세대바이오매스연구단, 해양바이오에너지생산기술개발연구단, 국가임상시험사업단, 글로벌코스메틱연구개발사업단 등이다. 본고에서는 이들 중 첫 번째 사례인 차세대맞춤의료유전체사업단을 살펴보겠다. 차세대맞춤의료유전체사업단은 보건복지부 지원으로 2011년부터 시작해서 2018년까지 운용되고 있으며, 8년간 약 1,128억원의 기금이 지원된다. 이 사업단은 현재 16개의 연구 과제를 수행하고 있는데, 이들은 차례로 다음과 같다(사업단 발표목록 순).

1. 한양대 맞춤형료 암 유전체 통합전략센터(연구책임자 공구 박사)
2. 서울대 약물유해반응 연구센터(연구책임자 장인진 박사)
3. 인제대 약물대사유전체 연구센터(연구책임자 신재국 박사)
4. 연세대 약물수송유전체 연구센터(연구책임자 이민구 박사)
5. 연세대 악성종양 질환 단백질체 연구센터(연구책임자 백용기 박사)
6. 건국대 대사성질환 단백질체 연구센터(연구책임자 김광표 박사)
7. 한국생명공학연구원 면역성 질환 단백질체 연구센터(연구책임자 박병철 박사)
8. 한양대 차세대 유전체 연구를 통한 류마티스 관절염의 예측 및 맞춤형료 기술 개발 연구사업(연구책임자 배상철 박사)
9. 서울아산병원 유전자형 분석을 통한 한국인의 만성폐쇄성폐질환 발병과 임상표현형에 영향을 주는 유전자 발굴 연구사업(연구책임자 오연목 박사)
10. 경북대 효과적인 골다공증 치료제 적응증의 확립을 위한 유전자 마커의 발굴 및 검증 연구사업(연구책임자 김신운 박사)
11. 고려대 wild type EGFR폐선암 환자에서 특이 유전자변화 발굴 연구사업(연구책임자 김열홍 박사)

12. 서울대 난치성 악성 혈액질환 환자에서 질병 진행관련 유전체 분석을 통한 새로운 질병 진행인자 발굴 연구사업(연구책임자 윤성수 박사)
13. 전남대 급성 골수혈백형성 맞춤의료 임상중개 연구사업(연구책임자 김형준 박사)
14. 이화여대 샤르코-마리-투스 병의 대규모 전체 엑솜 데이터 구축을 통한 유전적 원인 규명과 분자진단 및 맞춤치료법 제시 연구사업(연구책임자 최병옥 박사)
15. 삼성서울병원 난치성 폐암의 새로운 치료 타겟 발굴 연구사업(연구책임자 박근칠 박사)
16. 연세대 차세대맞춤의료유전체사업 ELSI 센터(연구책임자 김소윤 박사)

이상은 차세대맞춤의료유전체사업단이 지원하는 16개의 연구 센터 내지는 연구 프로젝트들이며, 각각의 연구단들은 유전체 연구의 삼중나선에서 대학 연구소가 정부와 복합적으로 연계되는 지점을 보여준다.

마. 포스트게놈신산업육성을 위한 다부처 유전체사업

마지막으로 정부와 연계된 독특한 제도를 살펴보겠다. 2-2)-(3)절에서 지금까지 우리가 본 것은 국내 유전체 연구지형에서 정부와 대학이 융합하는 지점들이었다. 지금부터 논할 ‘포스트게놈신산업육성을 위한 다부처 유전체사업’은 한국에서의 유전체 연구를 진흥하기 위해 정부 기관들끼리 상호 연계하여 추진하는 사업의 하나다. 개별 부처별로 기금을 마련하여 유전체연구를 지원하는 것에는 한계가 있기 때문인데, 첫째, 각 부처가 지원할 수 있는 기금의 액수에 한계가 있고, 둘째, 융합학문인 유전체연구의 경우 특정한 하나의 부처가 담당하기 곤란한 경우가 있으며, 셋째, 정부부처간의 통합적이고 효율적인 관리가 쉽지 않다. 이런 맥락에서 다부처 유전체사업은 연관 부처들이 통합적인 시스템을 구축하고 개별 부처의 능력을 넘는 방대한 양의 기금을 마련한 다음 이를 효율적으로 유전체연구에

투자하기 위해 설립되었다.

이 사업은 미래창조과학부, 산업통상자원부, 해양수산부, 농림축산식품부·농촌진흥청·산림청, 보건복지부의 5개부와 2개청이 공동으로 주관한다. 이들은 2014년부터 8년에 걸쳐 2021년까지 총 5,788억원의 연구비를 투입할 계획이다. 부처별 투자액 및 지원 연구 분야는 다음과 같다. 미래창조과학부가 유전체 미래 원천기술 개발사업 등에 1,513억원 투자, 산업통상자원부가 유전체 정보 산업활용 소프트웨어 및 시스템 개발 등에 910억원 투자, 해양수산부가 해양생물 유전체 발굴·자원화 등에 672억원 투자, 농림축산식품부·농촌진흥청·산림청이 농생명 자원 산업화 등에 1,116억원 투자, 보건복지부가 맞춤형료 목표 인간유전체 이행연구 지원 등에 1,577억원을 투자하게 된다.

한편 다부처 컨소시엄은 중앙에서 관리하는 총괄 추진체계를 갖는데 이를 ‘범부처 협의체’로 칭하고 있다. 범부처 협의체는 범부처협의회 8인, 운영위원회 15인, 기술자문위 15인, 그리고 기타 분과위 등으로 구성된다. 흥미로운 점은 이 다부처 유전체사업의 주관을 관련 부처들이 돌아가며 맡는다는 점이다. 2013년 10월부터 2015년 6월까지의 보건복지부가, 2015년 7월부터 2017년 3월까지의 미래창조과학부가, 2017년 4월부터 2018년 12월까지는 산업통상자원부가, 2019년 1월부터 2020년 9월까지의 해양수산부가, 그리고 2020년 10월부터 2022년 6월 종료시점까지는 농림축산식품부와 농촌진흥청 등이 범부처 협의체를 주관하게 된다. 아울러 각각의 사업단들은 다시 대학의 연구센터들과 연계되므로, 결국 대학과 정부기관이 연계되고, 정부기관들끼리 다시 연계되어 매우 복합적인 행위자-연결망 이상블라쥬가 형성되는 연구 거버넌스의 구조를 보여주고 있다.

3. 국내 유전체의학 연구관련 거버넌스의 특징

지금까지 우리는 HGP에 참여하지 못하고 뒤늦게 출발한 후발주자로서 한국의 과학계가 포스트게놈시대에 뒤지지 않으려고 노력하는 모습들을 제도적 측면에서

살펴보았다. 20세기 후반 등장하여 과학연구의 지형을 대학-기업-정부의 세 섹터가 연계되는 것으로 설명하는 삼중나선 이론을 기반으로 하여, 한국의 상황이 삼중나선의 기본 모델과는 조금 다르게 변화하며 진화하는 모습을 개괄해 보았다. 삼중나선 모델은 대학의 역할을 중요시 한다는 측면에서 기업에 초점을 맞추는 국가혁신체제(Lundvall 2010)와는 차별되며, 삼중나선의 형태는 상업화된 대학(entrepreneurial university) 혹은 학술적 자본주의(academic capitalism)의 등장과 함께 국가별로 다양한 형태를 가진다는 점이 논의된 바 있다(Etzkowitz & Leydesdorff 2000).

삼중나선 모델이 현실에 적용되는 모습은 세 가지로 분류된다. 첫 번째 형태는 정부가 기업과 대학에 강한 지배력을 행사하는 것으로, 예를 들면 남미의 국가들이나 구소련이 이에 해당한다. 삼중나선의 두 번째 형태는 대학-기업-정부의 세 영역이 엄격히 독립된 섹터로 분리되어 서로의 독립성과 자율성을 보장하면서 연구가 진행되는 구조로, Sweden이 대표적 사례로 언급된다. 세 번째 형태는 대학-기업-정부의 세 영역이 중첩하는 경계에서 하이브리드와 매개(intermediary) 조직이 창발되며 서로의 역할을 수행하는 것이다. 한국의 경우는 이들 중에서 세 번째 형태에 가장 가깝다고 볼 수 있다. 하지만 대학과 기존 기업의 경계에서 매개조직이 생겨나기보다는 대학에서 새로운 기업이 창발되면서 이 조직이 다형성을 띄어 매개조직으로 발전한다거나, 정부 산하 재단과 연구기관들이 대학의 연구소와 연계되고, 기업은 다른 기업을 통해 대학 연구소와 연계되며, 정부기관은 대학·의료기관·다른 정부기관들과 서로 연계되기도 하는 등 기존 모델과는 다소 다른 차이점을 관찰할 수 있었다.

국내의 유전체의학 연구 지형에서 대학 연구소가 독립적으로 자생하는 것은 기금 부족으로 인해 거의 불가능하다. 대학에서 유전체와 관련된 지식생산 작업을 하기 위해 과학자들은 자금지원이 가능한 기업과 연계되어야 했고, 이를 위해 두드러진 성과를 낸 몇 명의 주요 과학자들은 스스로 벤처기업을 창업해야 했다. 앞서 살펴본 (주)마크로젠 및 서울의대 유전체의학연구소의 행위자-연결망 구성사례와, (주)테라젠이텍스 및 가천대 이길여 암·당뇨 연구원의 행위자-연결망 구성

사례에서 보듯, 상류지형에 속한 벤처기업은 형성 과정에서부터 대학과 분리하기 힘든 조직적 연결을 생애적으로 이루었다. (주)유한양행같은 제약회사는 (주)테라젠이텍스와 같은 상류지형의 다른 기업을 통해서 이길여 암·당뇨연구원의 대학연구소와 우회적인 행위자-연결망을 만들었다. 하류지형에 속하는 (주)유한양행은 이러한 방식으로 대학연구소의 실험기와 인적자원, 암묵지 등을 활용하여 유전체분석서비스의 상업화를 가능케 하였다.

정부도 유전체의학에 대한 강력한 지원의지를 보이면서 적지 않은 액수의 연구기금을 마련하였고, 이를 효율적으로 분배하기 위해 대학 연구소들과 적극적으로 연계하여 사업단들을 구성함과 동시에, 정부기관들끼리도 상호 연결된 다부처유전체사업 행위자-연결망을 구성하였다. 또 대학의 연구자들은 기부금을 지원받고 투명하고 효율적으로 연구비 집행을 하기 위해 정부 및 기업과 연결된 재단을 설립하기도 하였다. 이 재단은 현재 대학과 기업의 유력 인사들이 포진해 있으면서 대학-기업-시민사회가 연결되는 노드로 작동하고 있다. 이상의 분석적 내용이 잘 드러나는 정보원의 말을 인용한다.

“.....(상략)..... 어떤 생각을 가지고 밀고 나가는데, 바퀴가 있어야 되잖아요. 그 다음에 엔진이 있어야 하잖아요. 그렇지 않으면 그걸 누가 밀고 갑니까? 생각만으로는 안되니까. **마크로젠이 동력이 되가지고 이 일을 하고, 근데 마크로젠은 상업적인 일을 한다고 해서 돈을 받고 하는 것이고, 돈을 안 받고 해야 할 것도 있잖아요. 그 사람들에게 뭘 하는게 아니니까. 그런 것은 재단이 하고, (상업적인 것은) 마크로젠이 하고.. 연구소는.. 연구를 해야 할거 아니에요, 뭔가 새로운 걸 할려면.. 그러니까, 지금 세 개가 이렇게 서로 연결되서 가는 거죠. 마크로젠이 없으면 할 수 있는 일이 아무것도 없어요. 돈이 없으면, 세상이 무슨 아무리 아이디어가 좋고 아무리 뭐래도 할 수 있는 게 아닌데, 여기서 이제 어떤, 결국 이제 그... 사람을 지원하고, 재단을 하고, 그렇게 하니깐 우리가 할 수 있고.. **또 마크로젠이 발전하려면 뭔가 기술이 있어야 하는데 기술은 연구소에서 계속 마크로젠으로 주고, 논문을 발표하고, 재단도 마크로젠과****

는 다른 쪽의, 어떤, 사람들을 대상으로 해서 일을 진행해 나가는 거
죠.....(하락).....”(이텔릭체는 필자 강조)¹⁷⁾

이 발화는 대학 연구소와 벤처기업, 그리고 재단의 세 조직이 마치 세 발 자전거의 바퀴처럼 서로 맞물려 돌아가면서 유전체의학 연구를 추진하는 현재의 모습을 잘 스케치하고 있다. 지금까지 사례를 통해 살펴본 국내 유전체의학 연구지형의 제도(institution)적 측면을 분석해보면, 대학의 연구소가 마치 기업처럼 작동하기도 하였고, (주)마크로젠의 경우처럼 기업이 대학 연구소처럼 작동하기도 하였으며, 정부도 독립적인 섹터로 존재하는 것이 아니라 적극적으로 대학과 중합체를 형성하거나 정부내 다른 부처들과 중합체를 구성하고 여기에 또 다른 대학 연구소들을 접붙이고자 하였다. 이처럼 중층적이고 복합적인 행위자-연결망을 구성하면서 필요에 의해 다양한 형태의 다른 기관처럼 모습을 바꿔 행동하는 조직의 제도적 특성을 우리는 ‘제도적 다형성(institutional polymorphism)’이라고 부를 수 있을 것이다.

제도적 다형성의 개념은 드모튼(Demortain 2008)이 유럽식품안전성위원회(EFSA, European Food Safety Authority)의 형성을 분석하며 처음으로 제시하였다. 유럽식품안전성위원회는 유럽의료기구(EMEA, European Medicines Agency)를 모델로 디자인되었다. 유럽식품안전성위원회와 유럽의료기구는 기본적으로 제도적 동형성(institutional isomorphism)을 보유하고 있었지만, 유럽식품안전성위원회가 구성되는 과정에서 정치적 이해관계를 가진 많은 행위자들이 연결망에 포섭되었고, 궁극적으로 유럽의료기구와 다른 ‘제도적 다형성’을 보이게 되었다고 드모튼은 분석하였다. 본고에서는 드모튼의 제도적 다형성 개념을 확장하여, 대학 연구소와 기업들이 처음 디자인될 때 의도된 바대로 대학의 연구소로서

17) 출처는 서정선 교수와의 인터뷰다. 본문에서 언급된 사례들 이외에도 서정선 교수는, 한국 대학이 정부와 연계되고 World Bank를 통해 다른 국가의 과학 프로젝트에 참여하는 사례를 설명하였으며, 현재의 연구를 확장하여 아시아인 만 명의 유전체를 분석하는 아시아인 게놈 프로젝트에 대해 논의하였다. 이 사례들은 본 논문의 범위를 벗어나므로 추후 다른 논문에서 다루기로 한다.

혹은 기업으로서만 기능하는 것이 아니라, 유전체 연구를 수행하는 과정에서 연구소와 기업이 서로의 형태를 바뀌가며 때로는 대학 연구소가 기업처럼 작동하거나 때로는 기업이 연구소처럼 작동하는 한국적 현상을 지칭하고자 한다. (주)마크로젠이나 (주)테라젠이텍스의 사례처럼 기업이 대학 연구소의 형태를 띠거나 연구소가 기업처럼 행동하면서, 이들은 인적자원과 경제적 자본의 공유, 암묵지와 연구결과의 공유, 논문공저를 통한 상징자본의 공유 등을 하였고, 이를 통해 유전체 연구를 수행할 수 있었다.

그리고 그 배경에는 연구 수행을 위해 제도적 다형성을 갖는 독특한 조직들을 운용한 성공적인 과학자가 있었다. 이는 본 논문에서 제시하고자 하는 국내 유전체 의학 연구지형의 두 번째 특징으로써, 주요 과학자가 서로 다른 섹터에 걸쳐서 행위하는 의무통과점(OPP, obligatory passage point)이 된다는 점이다. 우리는 이를 서정선과 김성진, 두 명의 과학자의 사례에서 살펴보았다. 이들은 대학 연구소와 기업에서 의무통과점이 되면서, 유전체 연구를 위한 연구소와 기업이 제도적 다형성을 갖도록 유연하게 운용하였고 이를 통해 비로소 방대한 연구기금을 확보하여 연구를 진행할 수 있었다. 또 이들은 공적 재단을 만드는데 기여하기도 하고 정부와의 연결고리에서도 의미있는 활동을 하는 등, 유전체 연구를 위한 행위자-연결망들을 공고히 하는데 일조하였다.

이처럼 첫째, 기존의 삼중나선 모델로는 다소 설명이 어려운 제도적 다형성과, 둘째, 복수개의 행위자-연결망 이상블라주를 구성하고 그 교집합에 자신을 위치시켰던 성공적인 과학자-기업가(scientist-entrepreneur)들의 능동적 의무통과점화의 두 가지는, 본 논문을 통해 살펴본 포스트게놈 시대 한국에서 이루어지고 있는 유전체의학 연구 거버넌스 지형의 가장 큰 특징이라고 할 수 있을 것이다.

4. 나가는 글: 후속연구의 제안

하버드대 총장이었던 데릭 북(Bok 2003)은 카렌 루이스 등(Louis et al, 1989)의

논문을 인용하며, Bayh-Dole 법안 발효 이후에도 실제로 기업가형 과학자가 미국에서 널리 확산되었다는 증거는 없다고 언급하였다. 그러나 본고에서 살펴본 바와 같이 NSF의 충분한 기금이 주어지는 미국과는 다르게, 한국에서 유전체의학을 자유롭게 연구하기 위해서는 기업가형 과학자로 탈바꿈하는 것이 거의 필수적인 과정이었다. 비록 한국정부의 다부처 사업지원 등의 정책적 개입이 있긴 하지만 한시적인 지원에 불과하였고, 더욱이 앞서 언급된 것처럼 운용중인 연구단에 대한 기금의 재지원이 중단되는 사례도 있었다. 따라서 지속적인 성과를 내기 위해 국내의 유전체 연구자들은 벤처기업 상장을 통한 스핀오프 기업이나 정부와 연계된 재단을 만들어야 했고, 그렇게 만든 기업은 대학의 연구소와 구분이 어려울 정도로 인력(파견근무)과 경제자본, 암묵지와 상징자본(논문출판 등)을 상호 공유하였으며, 재단 역시 대학-정부-연구소의 고정된 경계를 넘어 경제적 자본을 분배하는 특성을 보였다. 그리고 이 조직들은 때로는 기업이 연구소처럼, 때로는 연구소가 기업처럼, 때로는 정부와 연계된 기관이 기업이나 대학처럼 작동하는 등의 제도적 다형성을 보였다.

이런 측면은 과학자들 스스로 대학이라는 제도에 머무르려 하지 않고 다양한 사회세계를 구성하면서 통과무점이 되려고 하는 경향과도 유관하다. 기업과의 공동연구를 통해 활동영역을 확장하려는 기술과학자들을 분석하며 ‘과학자들이 더 이상 상아탑에 머무르려 하지 않는다’고 강조한 에츠코비츠(Etzkowitz 1999)의 고찰도 이런 특성을 반영한다.

마지막으로, 본고의 주된 주장은 아니지만 후속 연구를 위한 논의의 가능성을 열기 위해 추가적으로 한 가지만 언급하고 글을 마치고자 한다. 지금까지 우리는 포스트게놈 시대 한국의 연구 거버넌스 지형에서 발견된 특성을 고찰하였는데, 그러한 특성이 갖는 추가적 함의를 고려할 수 있을 것이다.

헤스는 수행되지 않은 과학이 수행되기 위한 방식을 세 가지로 정리하며 논의를 개진하였다(Hess 2009). 수행되지 않은 과학을 실행하기 위해서는 시민 사회에서 다음 세 가지 중 하나의 방법을 수행할 수 있다. 첫째, 연구기금 수여의 방향을 바꿀 수 있는 정치적 결정권자들에게 다양한 방식의 요청을 통해 기금혜택 우선순위

를 조정하도록 요구할 수가 있고, 둘째, 기술과학자들과의 직접 접촉을 통해 그들로 하여금 수행되지 않은 과학을 연구하도록 파트너쉽과 지지를 얻고자 노력할 수도 있으며, 셋째, 시민사회 조직들이 스스로의 연구기금을 조성하여 해당 프로그램의 연구를 직접 수행하는 것이다. 헤스는 마지막을 시민사회연구(civil society research)라고 지칭한다. 이를 단순하게 말하면 정치인에게 어필하거나, 기술과학자들을 설득하거나, 시민활동을 하는 연구소가 직접 펀딩을 마련하는 방안이라고 할 수 있다.

필자는 후속연구의 가능성을 논하고자, 한국에서의 포스트게놈 사례가 수행되지 못한 과학이 수행되기 위한 네 번째 방식을 암시할 수 있음을 언급하고 글을 마치고자 한다. '90년대-한국의-HGP'의 사례를 보면 유전체에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있었음에도 불구하고 정부 및 기업의 무관심 등 한국사회의 구조적 상황 때문에 연구를 진행하지 못하고 있었다. 이는 마치 시민사회와 일부 전문가들이 필요성을 제시하지만 연구가 진행되지 못하고 있는 녹색화학 혹은 대체·보완의학의 현재 상황과 유사하다. 그러나 한국의 유전체연구자들은 제도적 다형성을 활용하면서 여러 섹터에 걸치는 통과무점이 되는 방식으로 포스트게놈 연구를 진행할 수 있었다. 마찬가지로 우리는 녹색화학이나 대체·보완의학을 연구하려는 의과학자가 이를 연구하는 벤처기업을 만든다거나, 녹색화학을 연구하려는 기업이 대학을 경유해서 우회적으로 정부의 펀딩을 받아 연구하는 등의 시나리오를 상정해 볼 수 있다. 이들은 한국의 유전체연구 거버넌스 사례에서 볼 수 있었던 제도적 다형성을 만드는 사회공학(social engineering)적 행위들이며, 진행되기 어려운 기술과학 프로젝트를 개시할 수 있는 가능성을 제시한다. 다만 이를 입증하기 위해서는 더 많은 이론적·경험적 자료의 분석이 필요할 것이므로 이 논의는 추후 보완연구의 과제로 남겨두고자 한다.

참 고 문 헌

- Bok, D. (2003) *Universities in the Marketplace* (Princeton Univ. Press) [trans. 데렉 북 저, 김홍덕 외 역, 『파우스트의 거래: 시장만능 시대의 대학가치』 (성균관대학교 출판부, 2005)].
- Callon, M. (1986), “Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fisherman in St. Brieuc Bay”, in K. Knorr-Cetina et al. (eds.) *Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro and Macro-Sociologies* (Routledge & Kegan Paul, 1986), pp. 196-223.
- Campbell, N. (2009), “Reconstructing Science and Technology Studies: Views from Feminist Standpoint Theory”, *Frontiers: A Journal of Women Studies*, 30(1): 1-29.
- Cleary, T. (2012), “Undone Science and Blind Spots in Medical Treatment Research”, *Social Medicine* 6(4): 234-239.
- Demortain, D. (2008) *Institutional Polymorphism: the Designing of the European Food Safety Authority with regard to the European Medicines Agency* (Centre for Analysis of Risk and Regulation, London School of Economics and Political Science).
- Dickenson, D. (2008), *Body Shopping: The Economy Fuelled by Flesh and Blood* (Oneworld Publications).
- (2013), *Me Medicine vs. We Medicine: Reclaiming Biotechnology for the Common Good* (Columbia Univ. Press).
- Etzkowitz, H. and L. Leydesdorff (1997), “Introduction to Special

- Issue on Science Policy Dimensions of the Triple Helix of university–industry–government Relations”, *Science and Public Policy* 24(1): 2–5.
- (1999), “Bridging the Gap: the Evolution of Industry–University Links in the United States”, in L. Branscomb et al. (eds.) *Industrializing Knowledge: University–Industry Linkages in Japan and the United States* (MIT Press, 1999), pp. 203–233.
- (2000), “The Dynamics of Innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations”, *Research Policy* 29(2): 109–123.
- Frickel, S. et al. (2010), “Undone Science: Charting Social Movement and Civil Society Challenges to Research Agenda Setting”, *ST&HV* 35(4): 444–473.
- Fuller, S. (1997), “Constructing the High Church–Low Church Distinction in STS Textbooks”, *Bulletin of Science, Technology & Society*, 17(4): 181–183.
- (1999), *The Governance of Science* (Open Univ. Press).
- Gibbons, M. et al. (1994), *The New Production of Knowledge: the Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (Sage Pub).
- Gross, M. (2007), “The Unknown in Process Dynamic Connections of Ignorance, Non–Knowledge and Related Concepts”, *Current Sociology* 55(5): 742–759.
- Harding, S. (1992), “After the Neutrality Ideal: Science, Politics, and Strong Objectivity”, *Social Research*, 59(3), Science

- and Politics: 567-587.
- (2002), "Rethinking Standpoint Epistemology: What is Strong Objectivity?" in K. Wray (ed.) *Knowledge and Inquiry: Readings in Epistemology* (Broadview Press), pp. 352-384.
- Hess, D. (2007), *Alternative Pathways in Science and Industry: Activism, Innovation, and the Environment in an Era of Globalization* (MIT Press).
- (2009), "The Potentials and Limitations of Civil Society Research: Getting Undone Science Done", *Sociological Inquiry* 79(3): 306-327.
- Knorr-Cetina, K. (1999), *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge* (Harvard Univ. Press).
- Leydesdorff, L. (2000), "The Triple Helix: An Evolutionary Model of Innovations", *Research Policy* 29(2): 243-255.
- (2012), "The triple helix, quadruple helix, ..., and an N-tuple of helices: Explanatory models for analyzing the knowledge-based economy?", *Journal of the Knowledge Economy* 3(1): 25-35.
- Leydesdorff, L. and H. Etzkowitz (1998), "The Triple Helix as a Model for Innovation Studies", *Science and Public Policy* 25(3): 195-203.
- Louis, K. et al. (1989) "Entrepreneur in Academe: An Exploration of Behaviors among Life Scientist" *Administrative Science Quarterly* 34(1): 110-113.
- Lundvall, B. (2010) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (Anthem Press).

- Nowotny, H. et al. (2003), "Introduction: `Mode 2' Revisited: The New Production of Knowledge", *Minerva* 41(3): 179-194.
- Proctor, R. and L. Schiebinger (2008), *Agnology: The Making and Unmaking of Ignorance* (Stanford Univ. Press).
- Seo, J-S. et al. (2009), "A Highly Annotated Whole-genome Sequence of a Korean Individual", *Nature* 460: 1011-1016.
- (2010), "Discovery of common Asian copy number variants using integrated high-resolution array CGH and massively parallel DNA sequencing", *Nature Genetics* 42: 400-407.
- (2011), "Extensive genomic and transcriptional diversity identified through massively parallel DNA and RNA sequencing of eighteen Korean individuals", *Nature Genetics* 43: 745-752.
- Slaughter, S. and L. Leslie (1997), *Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University* (Johns Hopkins Univ. Press).
- Slaughter, S. and G. Rhoades (2009), *Academic Capitalism and the New Economy: Markets, State, and Higher Education* (Johns Hopkins Univ. Press).
- Sunder Rajan, K. (2006) *Biocapital: The Constitution of Postgenomic Life* (Duke Univ. Press).
- Woodhouse, E. (2007), "Getting More Serious about Symmetry: What Is versus What Could Be", unpublished manuscript recited from Campbell(2009).
- Woodhouse, E. et al. (2002), "Science Studies and Activism: Possibilities and Problems for Reconstructivist Agendas", *SSS* 32(2): 297-319.

기 타 자 료

「공유냐 사유냐/유전자정보 소유방식 싸고 논란」, 『세계일보』
(1994.10.20.)

「불 인체 유전자지도 작성/암-에이즈 등 치료 획기적 진전」, 『조선일
보』 (1993.12.17.)

「서지도 못하던 아이 견제하는 '유전자 치료'... 한국은 검사부터 規制」,
『조선일보』 (2014.10.22.)

서정선 서울의대 유전체의학연구소장 · (주)마크로젠 회장 · 한국유전체
의학연구재단 이사와의 인터뷰(2014.9.22.) 자료.

박○영 질병관리본부 유전체센터 소속 연구원 인터뷰(2015.1.5.) 자료.
홍○호 (주)유한양행 유전체의학약품사업본부 과장대리 인터뷰
(2014.10.19.)자료.

삼성유전체연구소 국제심포지엄(International Symposium on
Genome Medicine 2014: Genome for Precision Oncology
- Perspectives and Prospects) 프리젠테이션 영상자료
(2014.10.17. 참관).

논문 투고일	2015년 5월 1일
논문 수정일	2015년 6월 12일
논문 게재 확정일	2015년 6월 15일

Topography of Post-Genomic Researches in Korea: Governance and Institutional Polymorphism

Lee, June-Seok

Human Genome Project was a big science done by United States, U.K., France, China, Germany and Japan. But in Korea HGP was not constructed because of lack of governmental funding and failure to attract relevant actors' attention in spite of small voices from early genome researchers and some family members of patients with incurable diseases. This article does not argue that HGP in Korea was an undone science, a concept claimed by Scott Frickel, et al. Instead, it shows the historical fact that HGP was not constructed in Korea in 1990s and analyzes how genomic researches could become possible in Korea in the post-genomic age using the framework of triple-helix. In Korea, researchers have constructed hybrid networks and organizations that intermingles laboratories of university, industry, and government to conduct genomic researches which requires a lot of financial funding. This structure is different from the entrepreneurial university seen in developed countries such as the United States. Using two examples, this article shows that founding a start-up company by university researchers was not an option as in the United States, but a necessity in order to obtain enough funding to conduct genomic researches in Korea. Otherwise, researchers in Korean universities had to form hybrid networks with government to obtain small amount of funds to conduct researches. I argue that this phenomenon shows multifaceted characteristics of institutional structures regarding genomic researches in Korea.

Key terms : Genomic medicine, Triple helix, Research assemblage,
Technoscientific governance, Institutional polymorphism,
Undone science