

2006년 과학기술학회 “과학기술정책과 STS”

한국 유전학-유전체학 연구체계의 혁신 모색

고려대학교 생명자원연구소
이정호

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

국가혁신체제(NIS, National Innovation System) 구성요소

1. 혁신주체(①기업, ②정부출연연구기관,
③대학연구)
2. 금융시스템, 3. 교육훈련시스템 및 노사관계
4. 지역혁신체제

*기업의 기술혁신 활동 중심:
다른 구성요소들과 보이는 상보성과 정합성

한국의 혁신 체제(시스템) 전이의 필요
(모방형/각개약진형 → 창조형/혁신공동체형)
- “탈추격형”으로의 변화되는 중

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

한국의 국가 전략 과학기술 범주

IT(정보기술), BT(생명과학-생명공학),
ST(우주기술), NT(나노기술),
ET(환경기술), CT(문화기술)

→ 국가과학기술로드맵
(NTRM, National Technology Road Map)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

표 1. 과학 지식의 과정모형(process model)

과정 모형	I. 수용과 체득화	II. 응용-상용화	III. 창의성-지역성 형성
중심추	과학기술교육	개발	연구
준거의 좌위	이국적 공간 (선진-후진의 이분법 에서 선진국)	경제성-응용성의 공간	주체적-지리적 공간 (선진-후진의 와해)
정체성	기생성 (100% ~ ?50% *)	실용성-경쟁성	상리공생 (?50% 기생*)
윤곽	준거 지식체의 방향에 따라가기	기술 확보 방향의 선도 따라가기	지적 몸체의 형성 과 준거지식체 참여
전지구적 보편성	지역성과의 마찰 의 존재 혹은 은폐	상품적-응용적 보편성의 강조	창의성-지역성의 보편성으로의 승화 빈도가 높음

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

국가연구체제(National Research Regime)

‘연구’ 활동 : (과학)지식의 생산과 유통

* 경제성을 향한 기술혁신과는 목적과 맥락의 차이

1. 연구주체(①공공 연구기관(출연연과 국립연), ②대학연구기관, ③기업연구기관) 2. 연구비지원체계, 3. 학회와 지식확산유통체계

1) 연구 사업과 연구담당주체

공공연구사업/ 민간연구사업과
과학기술의 기획, 수행, 평가 공동체

2) 범주의 규모 : 국가전략기술과 관련하여

*다학제성, 간학제성, 초학제성 논의와 관련

(과학과 인문학)/ 분야별 체계들의 집합과 상호작용

3) 과학의 문화적 구성성 위주

‘과학’의 새로운 창의적 지식 생산 (NIS의 ‘기술’중심주의와 차이)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

생명과학-생명공학 (BT, Biotechnology)

1. 생명과학의 산업화 (20세기 후반이후)

→생명공학(biotechnology)

1) 서구적 생물학사

자연사(natural history) →생물학(biology)→생명과학(life sciences)

생명공학(biotechnology)

2)한국의 생명과학의 사회적 가시성

박물학 → 유전공학 →생명공학

2. 생명과학

생물학+농학적 생물학+ 인간생물학(기초의학)

3. 실험실과 현장

분자세포생물학 + 유기체진화생물학

(실험실)

(현장+실험실)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

유전학-유전체학(Genetics-Genomics) I

1. 선진국의 유전체연구사업들 : 생명과학분야 초유의 거대 연구사업

- 인간유전체연구사업(Human Genome Project)과 유전체학의 성숙 연구비나 동원되는 인력과 인프라의 규모 - 생명과학에서 최대
- 유전학(genetics) : 서구적 생명과학발달사에서 큰 역할
- 유전체학(genomics) : 최근의 태동과 성숙 + 미래의 발전

-유전체학 연구가 큰 중요성을 가짐

-국가연구체계 혁신의 좋은 대상(사례)

1. 공공 연구기관(출연연과 국립연), 2.대학,
 3. 기업연구기관, 4. 연구비지원체계, 5. 학회와 지식확산유통체계
- 과학의 문화적 구성성과 관련

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

유전학-유전체학(Genetics-Genomics) II

2. 한국의 유전학-유전체학

- 과학지식의 수용, 경제성위주, 창조형으로의 변화의 3 단계
- 한국의 연구는 추격형으로 발달 :
서구적 과학기술의 수용과 후발주자

1980년대 : 유전공학(genetic engineering) ↔ 유전학(genetics)

2000년대 : 생명공학(biotechnology) ↔ 생명과학(life sciences)

[유전체학(genomics)]

- (*서구 : 1910년대 전후 1940년대까지 '우생학'이라는
담론의 과잉(?)
유전학, 인간유전학, 개체군계량학(demography),
사회통계학 발달과 관련
- 일본 : 1930년대, 일제강점기 한국에도 유입;
사회진화론, 인종주의 담론)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

유전학-유전체학(Genetics-Genomics) III

거시적으로 볼때 한국에서는

3. 통합성(integratedness, holisticity)의 문제

⇒ 개념적, 과학지식적, 제도적 통합성

- 개념적 왜곡
- '파편화된 유형'의 유전학-유전체학 지식
- 제도적 불균형

≫ '심층적 통합성'의 유도 및 창출

국가연구체계의 혁신 모색 ⇒ 문화적 전략

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

문화적 전략 = 맥락화 전략 + 구조적 전략

1) 맥락화 전략(contextualization strategy)

1. 생명과학 담론의 재편
2. 과학지식과 문화 활동의 연계성 심화
3. 과학학의 활성화와 교육의 확대
4. 국가연구체제의 정비

2) 구조적 전략(structural strategy)

1. 기초과학지향성과 과학공동체성 증진
2. 유전학-유전체학의 (대중)문화와 예술의 창조
3. 유전학-유전체학의 과학학 형성과 확산

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

맥락화 전략 I (과학의 사회적 기능 심화)

생명과학-생명공학의 국가연구체계를
한국적 환경에 적합하면서도 전 지구적 수준이 되게

1. 생명과학 담론의 재편

- 생명과학-생명공학에 대한 균형적 인식
실험실생물학과 현장생물학/유전학과 그 응용인 유전공학
- 제 2형의 응용-상용화 모형 →
제 3형의 창의성-지역성 형성 모형

2. 과학지식과 문화 활동의 연계성 심화

- 과학과 문화예술의 상호작용 증대
- 연구에서 생산된 지식의 문화적 연계성 증가

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

맥락화 전략 II (제도적 개선, 혁신)

3. 과학학의 활성화와 교육의 확대

- '생명과학의 과학학'의 구성 : 연구의 확대
- 대학과 대학원 교육 : 과학자의 인문사회학적 교육

4. 국가연구체제의 정비

- 분야별 연구체제의 현황 파악과 혁신모색
- 다른 나라들의 연구체제의 연구와 비교

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

구조적 전략 I (과학자 사회의 성찰성)

1. 기초과학지향성과 과학공동체성 증진 한국의 유전체 연구사업 (Genome Project of Korea)

*전반적 현황의 파악과 분석

-공공연구기관, 대학연구기관, 기업연구기관

-연구비기획평가체계(과학기술기획평가원, 과학재단, 학술진흥재단, 보건산업진흥원, 농림기술센터(농촌경제연구원))

-학회와 지식확산 유통체계

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

표 2. 과학기술부지원 21세기 프론티어연구개발사업의 유전체학 관련 연구사업단

사업단	인간유전체 기능 연구사업단	작물유전체 기능 연구사업단	미생물 유전체 활용기술 개발 사업단	프로테오믹스 이용기술개발 사업단
소속기관	한국생명공학 연구원(KRIBB)	서울대 농업생명 과학대학	한국생명공학 연구원(KRIBB)	한국과학기술원 (KIST)
연구주제	-위암, 간암관련 기능유전체학 연구 (유전자, 단백질 발굴) -한국인 특이 SNP 발굴 -ELSI연구	-농작물(벼와 에기장대 등) 유전체의 구조 및 기능 연구 -품질 육성 -신기능형질 전환체	-난배양성 미생 물, 메타유전체 자원 확보 -미생물유전체 기능분석 -고기능세포재 설계 및 응용 기술	-뇌질환, 대사성 질환, 심혈관계 질환, 면역질환 의 표지 및 표적단백질 발굴 -프로테오믹스 분석 기술
지원기간 (10년)	3+3+4 (2000-2010)	3+3+4 (2001-2011)	3+3+4 (2002-2012)	3+3+4 (2002-2012)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

※ 프론티어 연구개발사업의 유전체학 이외의
생명과학-생명공학 연구사업단

<자생식물이용개발사업단>(한국생명공학연구원, 2000~)
<생체기능조절물질사업단>(한국화학연구원, 2001~)
<세포응용연구사업단> (서울대 의과대학, 2002~)

표 3. 과학기술부지원 유전체학 관련 중형 연구과제

	침팬지유전체선열(chimpanzee genome sequencing)프로젝트	한국인 반수형지도(HapMap) 프로젝트
주관기관	한국생명공학연구원(KRIBB)	대학-출연연-바이오벤처의 컨소시엄
연구주제	- 침팬지의 유전체의 선열에 관련하여 국제적 컨소시엄 과 같이 데이터 생산	- 한국인을 대상으로한 반수형 지도 의 작성

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

표 4. 보건복지부지원 보건의료유전체연구사업들

	유전체실용화 사업	질환군별 유전체 연구센터	병원성 미생물 유전체 연구센터	질병유전 단백질체종합연구 지원센터	약물유전체 연구사업단
주관기관	국립보건연구원 유전체연구부*	전국 12개대학 병원(표 3 참조)	3개 대학병원 (표 4 참조)	연세대학교	서울 의대
사업대상	-일반인 유전체 (5,000명/년/site) -고혈압, 당뇨, 뇌졸중 등	-환자 및 정상인 유전체 (센터별 200-2,000명) -고혈압의 11종	병원성 미생물 (탄저균 외 8종)	-질환센터의뢰 단백질체 -한국인혈액 단백질체	-유전체맞춤 약물 -약물이상반응
지원기간	총 10년 (2001-2010)	총 10년 (3+3+4)	총 6년 (3+3)	총 6년 (3+3)	총 6년

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

표 5. 보건복지부지원 전국의 12개 질환군별 유전체연구센터 현황

센터명	주관연구기관	대상질환
심혈관계 질환 센터	연세 의대	고혈압, 심근경색증
뇌신경 질환센터	가톨릭 의대	간질, 정신분열증, 뇌종양, 치매
당뇨-내분비계 질환센터	서울 의대	당뇨병
근골격계 질환센터	경북 의대	류마티스 관절염
폐 및 호흡기 질환센터	순천향 의대	천식
피부질환 센터	성균관 의대	아토피 피부염
면역질환 센터	원광 의대	류마티스관절염, 루푸스, 포도막염, 건선, 복합다발성 경화증
종양질환 센터	고려 의대	폐암, 유방암, 난소암
불임 및 생식 질환 센터	포천 중문 의대	불임
선천성 기형 및 유전 질환 센터	울산 의대	유전질환, 선천성 기형
조혈계 질환 센터	전남 의대	백혈병
간 및 소화기 질환 센터	아주 의대	위염, 간염, 위암, 간암

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

표 6. 보건복지부지원 병원성 미생물 유전체연구센터 현황

센터명	주관연구기관	대상병원성 미생물
피부감염세균센터	서울 의대	쯔쯔가무시병 원인균, 황색포도상구균, 렙토스프리카균 등
호흡기감염세균센터	연세 의대	결핵균, 탄저균, 마이코플라즈마 등
장관계감염세균센터	전남 의대	폐혈증 비브리오팀균, 이질균, 장티프스균 등

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

표 7. 농림부 지원 농생명 유전체 연구 사업

	농림부 농촌진흥청	농림부 산림청
주관기관	농업생명공학연구원(NIAB)*	국립산림과학원(KFRI) 산림유전자원부*
연구주제	<ul style="list-style-type: none"> - 벼, 배추, 버린잎마름병균의 기능유전체학 연구 - 분자육종 신기술 개발 (유전적 표지, 형질전환 등) - 농작물 및 농업미생물 유전자원 국가관리체계 (누에 유전자원 보전은 농업과학기술원) 	<ul style="list-style-type: none"> - 소나무, 잣나무 등의 유전적 지도 작성 - 유전적 표지를 이용한 회귀목본 식물 유전자 은행의 구성과 보전유전학 - 산림유전자원 데이터베이스

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

1) 기초과학지향성

» 경제성-응용성 과정모형의 과잉 해소

장기적 안목: 자본재-중간재 형성의 중요성 인식

- 심층적 통합성

한국 유전체 연구사업 네트워크

생물정보학 발전의 다른 궤적

- 유전학-유전체학의 학제적 정착

(1980년대의 유전공학과-유전학교실 체제 미비)

→ 의과대학의 연구관련 제도와 인력의 개혁

- 한국의 유전학-유전체학의 결함 극복

이론유전학, 집단유전학의 학문세대 단절

- 유전의료시스템 (유전상담사, 유전기술사) 창출

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

<p>유전학-유전체학 관련 학회</p>	
<p>? 한국유전학회 (The Genetics Society of Korea) http://genetics.or.kr 1978년에 설립, 정기학술회의 학회지 <Korean Journal of Genetics> 발간(현재 영문학술지) <한국유전학회 뉴스레터>(부정기 간행) 발간 [생물과학협의회] (Korean Association of Biological Sciences) http://www.kaobs.or.kr/kaobs 회원학회 - 한국동물학회, 한국식물학회, 한국생태학회, 한국육수학회, 한국생물교육학회, 한국동물분류학회, 한국유전학회</p>	
<p>? 한국육종학회 (The Korean Society of Breeding) http://aginfo.snu.ac.kr/breeding 1969년 설립, 정기학술회의 학회지 <한국육종학회지> (한글/영문) 발간</p>	
<p>? 대한의학유전학회 (The Korean Society of Medical Genetics) http://www.medicalgenetics.or.kr 1981년(?) 설립, 정기학술회의 학회지 <대한의학유전학회지> (한글/영문) 부정기적 발간(?)</p>	
<p>? 한국유전체학회 (Korean Genome Organization, KOGO) http://www.kogo.or.kr 2002년 설립 (1989년 한국유전체연구회로 시작), 정기학술회의 유전체소식지 발간, 최근에 저널 시작</p>	
<p>? 한국분자세포생물학회 (Korean Society for Molecular & Cellular Biology) http://www.ksmb.or.kr 1989년 한국분자생물학회(Korean Society for Molecular Biology)로 설립, 정기학술회의, 학술지 <Molecules and Cells> (영문) 발간, <분자세포생물학 뉴스>지 발간</p>	
<p>Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006</p>	

<p>생화학 관련 학회</p>	
<p>? 한국생화학분자생물학회 (Korean Society for Biochemistry & Molecular Biology) http://www.biochem.or.kr [자연과학자 중심의 학회] 1967년 한국생화학회(Korean Society for Biochemistry)로 설립, 정기학술회의, 학술지 <JBMB(Journal of Biochemistry and Molecular Biology)> (영문) 발간, <생화학뉴스>지 발간</p>	
<p>? 대한생화학분자생물학회 (Korean Society of Medical Biochemistry & Molecular Biology) http://www.ksmbmb.or.kr [의과대학 기초교실 중심의 학회] 1948년 대한생화학회로 설립, 정기학술회의, 학술지 <Experimental and Molecular Medicine>(영문) 발간</p>	
<p>* 서구의 연구활동 발전과 학회 연계성에서 상당한 차이 - 과학지식 생산의 사회적 공간인 학회의 형성과 운영 - 과학자 학회의 학술지</p>	
<p>Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006</p>	

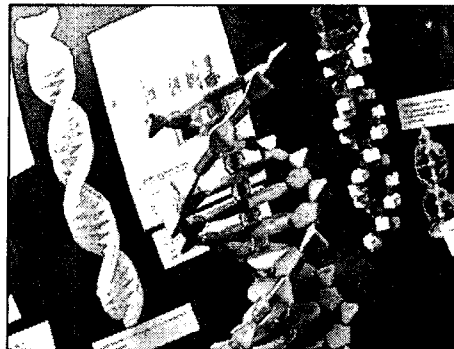
2) 과학공동체성

- 유전체학 연구사업의 기획과 평가에 있어서 기존의 유전학 전공의 과학자들의 활용도 낮음
- 이론유전학, 집단유전학 발전의 부재
 - 1) 학문세대의 단절 → 국제적 연구경쟁력 저하
 - 2) 미래의 자생적, 독자적 유전학-유전체학 발전에 필요한 연구포텐셜의 축적 없음
 - 3) 미래의 연구및 기술동향 예측의 질적 저하
- 유전학-유전체학 학회의 연구 및 연구집단 형성의 활성화 (과학자 사회와 정부 정책)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics Oct 2006

구조적 전략 II-1

2. 유전학-유전체학의 (대중)문화와 예술의 창조와 향유



- 시, SF소설, 대중과학서적, 그림, 대중문화 향유
- 과학도판(scientific illustration), 과학기술사진, 과학기술을 이용한 예술, 의학 및 과학의 삽화

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

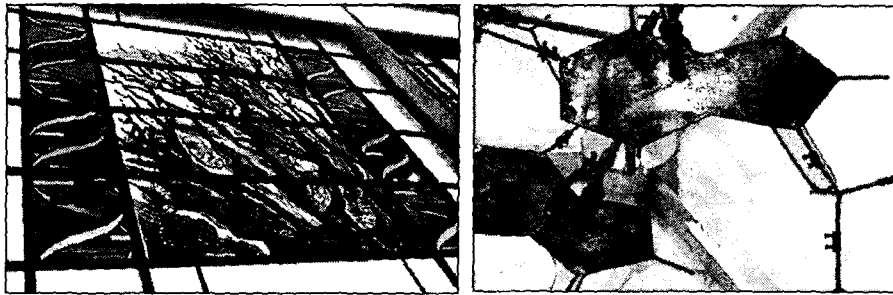
구조적 전략 II-2

‘문화적 생물종’ (cultural bio-species):

- 한국 사회문화적 맥락과 관련성 있는 생물종
- 과학, 인문사회과학, 예술을 아우를 수 있는 생물종

한국인 동북아시아인 기준

의 유전학-유전체학 및 생명과학 - 서구인 편향의 극복



Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

구조적 전략 III

3. 유전학-유전체학의 과학학 형성과 확산

- ‘문화적 생물종’ 관련 인문사회학
- 유전학-유전체학의 과학학 :
‘생명과학의 과학학’과 연계하여
(서구 사회에서 ‘유전자’, ‘디엔에이(DNA)’는
문화적 도상(cultural icon);
우생학과 서구사회)
- 대학과 대학원 교육에서 반영
- 관련 학회의 과학지식 대중화, 또는 대중
의 과학이해(유전학-유전체학의 문화적
시각)

Cheong-Ho Yi/ NRS of Genetics-Genomics, Oct 2006

