

Issue Paper

2006. 3.

과학분야의 연구윤리

목차

I. 취지

II. 과학 연구윤리 위반의 유형

III. 연구 부정행위의 실태 및 원인

IV. 과학 연구윤리 정착을 위한 제언

별첨 1. 주요 연구 부정행위 사례

별첨 2. 미국의 과학 연구윤리 감시제도

작성 : 임영모 수석연구원(3780-8222)
ymlim@seri.org
고유상 수석연구원(3780-8173)
감수 : 윤종언 연구위원(3780-8160)
joyoon@seri.org

《 Executive Summary 》

과학연구에서의 윤리문제는 많은 사회적 갈등을 초래한다. 선진국에서는 이미 1960년대부터 과학기술의 부작용에 관한 논의가 시작되었고, 1980년대에는 과학에서의 부정행위가 사회문제로 대두되었다. 실제로 미국의 경우 과거 10년(1994~2003년) 동안 건강·보건 분야에서만 연평균 13건의 부정행위가 적발될 정도로 선진국에서도 과학 분야의 부정행위가 심각한 상황이다.

과학자 사회에는 자체적으로 규정한 내부윤리규범과 더불어 생명윤리처럼 사회적 기준에 따라 제정된 사회윤리규범이 존재한다. 이러한 윤리규범은 연구 진행과정(주제선정 → 연구수행 → 결과보고 → 성과활용)에 따라 다르며 위반 시 처벌방식도 상이하다. 특히 결과보고 단계의 윤리위반행위는 '연구 부정행위(research misconduct)'라고 하며, 과학계의 사회적 신뢰를 추락시키고 근간을 해치는 행위로 간주되어 심할 경우 과학자 사회에서 퇴출된다.

한편, 과학계에는 정직성을 보장해주는 내부규범(공유주의, 보편주의, 무사무욕, 조직화된 懷疑主義)과 自家檢證시스템이 존재한다. 과학계의 自家檢證시스템은 ① 연구비 심사과정에서 동료의 평가를 받는 '동료검토(peer review)', ② 전문가들이 투고된 원고를 검토하는 '논문심사(referee system)', ③ 다른 과학자들이 실험을 재현해봄으로써 결과를 검증하는 '追試제도(replication)'의 3단계로 구성된다. 이와 같이 정직성을 보장해주는 다중의 검증장치를 가진 과학계에서 연구 부정행위가 증가하는 원인은 바로 과학연구 환경의 변화에 있다. 즉, '경쟁심화', '상업주의 확산', '계층화 심화'의 3가지 요인으로 인해 전통적인 윤리규범이 변질되고, 그 결과 윤리규범을 바탕으로 작동되던 自家檢證시스템이 점차 약화되고 있는 것이다.

이제는 국내에서도 과학 분야의 부정행위 방지뿐만 아니라 과학연구를 진행하는 과정에서 발생할 수 있는 다양한 사회윤리적 문제들을 해결할 수 있는 종합적인 제도적 장치를 마련할 시점이다. 부정행위 방지책의 실효성을 높이기 위해서는 감독기능보다 교육과 훈련을 통한 예방에 정책적 역량이 집중되어야 한다. 또한, 윤리문제를 둘러싼 사회적 갈등을 최소화하기 위해서는 국민과 과학기술계가 상호간의 이해를 높이고 합의를 도출하는 과정이 필요하다. 이러한 제도와 인식의 변화를 통해 과학기술은 국가와 사회발전에 더욱 크게 공헌하리라 기대된다.

《 요약 》

1. 과학 연구윤리 위반의 유형

□ 과학기술자들이 지켜야 할 규범은 크게 사회윤리규범과 내부윤리규범으로 구분

- 사회윤리규범은 인간복제, 대량살상무기 개발 등과 같이 사회적 기준에 따라 법률 등의 형태로 연구의 주제와 대상을 규제
- 내부윤리규범은 과학기술계 내부의 필요성과 사회적 요구에 따라 자체적으로 규정한 윤리기준

□ 과학계에서는 결과보고 단계의 윤리위반에 가장 강력한 처벌이 부과

- 연구 진행과정(주제선정 → 연구수행 → 결과보고 → 성과활용)에 따라 적용되는 윤리규범, 처벌방식 등이 相異
 - 특히 결과보고 단계의 윤리위반행위에 대해서는 '연구 부정행위 (research misconduct)'로 규정하고 가장 강력하게 대처

과학 연구윤리 위반의 유형

구분	사회윤리규범		내부윤리규범	
	주제선정	연구수행	결과보고	성과활용
주요 위반 사례	<ul style="list-style-type: none"> · 인간복제 · 대량살상무기 	<ul style="list-style-type: none"> · 생명 존엄성 훼손 · 실험실 안전 관리 소홀 	<ul style="list-style-type: none"> · 날조 · 변조 · 표절 	<ul style="list-style-type: none"> · 불공정한 성과 배분 · 성과의 과장
처벌 방법	법적 처벌	법적 처벌 사회적 비난	연구비 환수 퇴출	비난

주: 음영부분이 연구 부정행위

2. 연구 부정행위의 실태 및 원인

□ 과학계에는 진실성을 보장해주는 내부규범과 自家檢證시스템이 존재

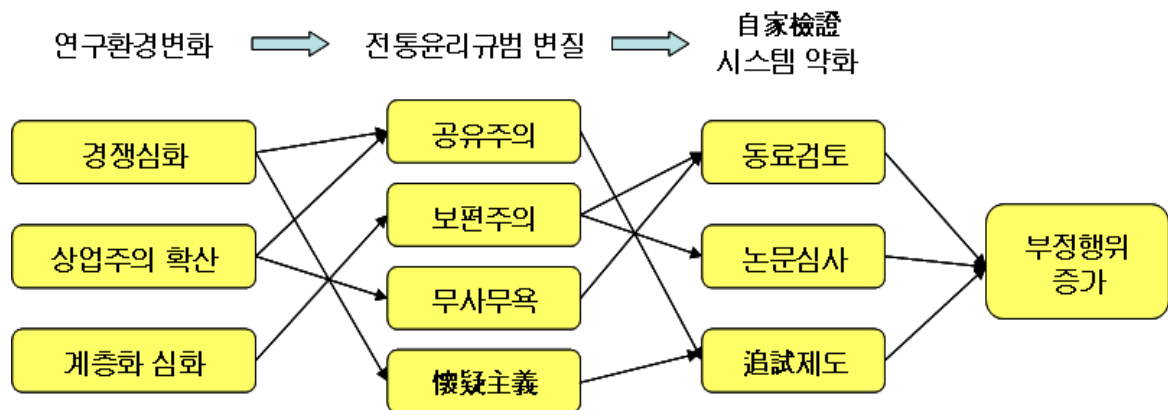
- 과학사회학을 확립한 로버트 머튼(Robert Merton)은 과학자 사회를 지탱하는 4가지 규범으로 'CUDOS 규범'을 제시
 - 공유주의(communism): 데이터와 연구결과를 서로 공개하고 공유
 - 보편주의(universalism): 누구나 자유로이 과학연구에 종사할 수 있으며, 정치·사회적 요인이 아닌 과학적 성취만으로 평가
 - 무사무욕(disinterestedness): 과학자는 오직 진리추구에만 관심을 두며, 개인적 또는 정치적 이해관계를 추구하지 않음
 - 조직화된 懷疑主義(organized skepticism): 높은 기준의 엄밀성과 증명을 추구하며, 명확한 증거 없이는 어떤 믿음도 받아들이지 않음
- 과학계의 自家檢證시스템은 3단계로 구성
 - 동료검토(peer review): 동료 과학자들로 구성된 전문가위원회에서 연구비 배분을 위해 제출된 신청서류들을 과학적으로 평가
 - 논문심사(referee system): 과학저널에 투고된 원고를 그 분야의 권위 있는 전문가들이 심사
 - 追試제도(replication): 다른 과학자들이 실험을 재현해봄으로써 실험결과를 검증

□ 선진국에서는 이미 1980년대부터 과학 분야의 부정행위가 사회문제로 대두

- 1990년대부터 미국을 비롯해 유럽 각국에서 부정행위를 조사하기 위한 기관들을 설치
- 1992년 출범한 미국 ORI(Office of Research Integrity)가 대표적 기관
- ORI는 담당 영역인 건강·보건 분야에서만 과거 10년(1994~2003년) 동안 연평균 13건의 부정행위를 적발

- 세상에 알려진 사례는 일부이며, 실제로 연구가 수행되는 과정에서 크고 작은 부정행위가 빈발
- 연구환경의 변화에 따라 과학계 고유의 자율 규제시스템이 약화되고 부정행위가 증가
 - '경쟁심화', '상업주의 확산', '계층화 심화' 등 3가지 요인으로 인해 과학계의 구조적인 변화가 초래
 - 이러한 과학자 사회의 변화로 전통적인 윤리규범이 변질되고, 그 결과 윤리규범을 바탕으로 작동되던 自家檢證시스템이 약화

연구 부정행위 증가의 원인



3. 과학 연구윤리 정착을 위한 제언

- 정직한 연구문화 조성과 함께 과학연구에서의 사회윤리적 쟁점에 대해 합의를 도출하는 절차를 수립
 - 과학 연구윤리 문제에는 다양한 가치기준이 개입되기 때문에 충분한 토론과 논의를 통해 제도를 확립

- 대책마련이 일회성 행사로 끝나지 않도록 국가차원의 상설기구에서 지속적으로 제도를 개선하고 갈등해결 경험을 축적

- 정직한 연구문화 조성을 위해 연구 부정행위에 대한 감독과 예방활동을 병행
 - 연구 부정행위에 대해 엄정한 처벌기준을 마련하되, 善意의 피해자가 발생하지 않도록 제도적 장치의 합리성과 공정성 확보

 - 연구 현장에서의 관행, 의식 등이 함께 변해야 제도적 장치가 효과를 발휘하므로 교육과 훈련을 통해 사전 예방에 주력

- 정부가 중립적인 입장에서 쟁점을 공론화하고 사회적 합의 도출을 중재하는 역할을 담당
 - 일정규모 이상의 연구개발사업은 신기술이 가져올 수 있는 사회적 영향과 문제점에 대한 연구 프로그램을 수행하도록 의무화

 - 과학기술계와 사회 구성원들이 상호간의 이해를 증진하고 대안을 찾을 수 있는 프로그램 확충

I. 취지

- 과학기술자가 지켜야 하는 규범은 크게 사회윤리규범과 내부윤리규범으로 구분
 - 사회윤리규범은 인간복제, 대량살상무기 개발 등과 같이 사회적 기준에 따라 법률 등의 형태로 연구의 주제와 대상을 규제
 - 한국에서 2005년부터 시행된 '생명윤리 및 안전에 관한 법률(생명윤리법)'이 대표적인 사례
 - 내부윤리규범은 과학기술계 내부의 필요성 또는 사회적 요구에 따라 자체적으로 규정한 윤리기준
 - 내부윤리규범의 핵심은 '연구에서의 충실성(research integrity)' 준수

연구에서의 충실성

- ▷ '충실성(integrity)'은 내용의 '정직성(honesty)'과 연구수행 절차의 '완전성(completeness)'의 두 가지 의미를 내포
- ▷ 연구의 수행과 보고 과정에서의 정직성, 기만행위(fraud)의 회피, 기술적 세심함, 연구대상·학생·동료들에 대한 윤리적 접근 등을 종합적으로 포괄

- 과학계 차원에서는 결과보고 단계의 윤리위반에 가장 강력한 처벌을 부과
 - 연구 진행과정(주제선정 → 연구수행 → 결과보고 → 성과활용)에 따라 적용되는 윤리규범, 처벌방식 등이 相異
 - 특히 결과보고 단계에서의 윤리위반 행위는 '연구 부정행위(research misconduct)'라고 하며, 가장 강력한 처벌이 내려짐

- 본 보고서에서는 과학 연구윤리 위반의 여러 가지 유형 중 연구 부정 행위를 중점적으로 검토
 - 2장에서는 전체 과학연구 진행과정에서 발생할 수 있는 다양한 형태의 윤리위반 유형을 고찰
 - 3장에서는 결과보고 단계에 집중하여 연구 부정행위의 실태와 원인을 분석
 - 4장에서는 국내 과학기술 윤리체제의 혁신을 위한 방안을 제시

II. 과학 연구윤리 위반의 유형

과학 연구윤리 위반의 유형

구분	사회윤리규범		내부윤리규범	
	주제선정	연구수행	결과보고	성과활용
주요 위반 사례	<ul style="list-style-type: none"> • 인간복제 • 대량살상무기 	<ul style="list-style-type: none"> • 생명 존엄성 훼손 • 실험실 안전 관리 소홀 	<ul style="list-style-type: none"> • 날조 • 변조 • 표절 	<ul style="list-style-type: none"> • 불공정한 성과 배분 • 성과의 과장
처벌 방법	법적 처벌	법적 처벌 사회적 비난	연구비 환수 퇴출	비난

주: 음영부분이 연구 부정행위

1. 연구주제 선정

□ 과학기술이 사회에 미치는 영향이 커지면서 사회윤리규범이 등장

- 과거에는 과학자들이 국가, 사회 등 외부의 간섭 없이 자유롭게 연구를 수행해야 한다는 자유방임형 과학관이 보편적 사회가치로 통용
- 그러나 원자폭탄, 환경오염 등 과학의 부작용이 사회문제가 되면서 과학 기술자의 사회적 책임에 대한 논의와 사회윤리규범이 형성

□ 1980년대 이후 유전공학, 복제기술 등이 등장하면서 생명윤리문제가 큰 이슈로 부상

- 배아줄기세포 연구는 인간복제로 연결될 경우 인간의 존엄성을 훼손할 수 있다며 일부 종교계 등에서 연구 자체를 반대
- 일부 시민단체는 배아복제 연구에 필수적인 난자 채취가 여성에게 고통을 주며, 난자의 상품화를 초래한다며 적절한 대책마련을 요구

- 유전자 관련 연구는 예기치 못한 부작용이나 돌연변이를 유발할 수 있다는 점에서 우려의 목소리가 큼
- 사회윤리규범은 사회적 합의에 따라 만들어지기 때문에 국가별로 기준이 相異
 - 사회윤리규범은 사회 구성원의 합의에 따라 연구대상과 주제를 법률 형태로 제한
 - 다른 법률과 마찬가지로 위반 시 사법당국에 의해 법적 처벌을 받음
 - 각국의 문화적 배경이나 사회적 가치관에 따라 윤리규범의 기준이 다양
 - 미국은 인간배아 연구를 금지하고 있는 반면, 한국과 영국 등은 제한적으로 허용

2. 연구수행

- 연구수행 단계의 윤리문제는 실제 연구가 진행되는 실험실에서 발생할 수 있는 다양한 상황과 연관
 - 스승과 제자의 관계, 대학원생에 대한 처우 등 대학에서 실제 연구를 수행하는 학생의 인권과 권익보호에 관련된 사항이 쟁점
 - 실험 과정에서 방사능 물질, 폭발성 시약 등 각종 위험물질이 사용되므로 연구책임자에게 안전관리의 책임을 부여
 - 한국은 2006년 4월에 '연구실 안전환경 조성에 관한 법률(연구실 안전법)'이 발효될 예정

- 생명과학 분야에서는 사람, 동물 등의 생명 존엄성을 훼손하지 않기 위해 타 분야보다 엄격한 윤리규범 및 제도적 규정을 적용
 - 인체를 대상으로 하는 연구는 사전에 피실험자에게 부작용에 관한 정보를 충분히 설명하고 동의(informed consent)를 구해야 함
 - 어린이, 정신장애자, 수형자 등 스스로 이성적 판단을 내리기 힘든 대상으로 임상실험을 할 경우 종종 사회문제로 비화

수형자 대상 임상연구와 윤리문제

- ▷ 2차 세계대전 이후 미국의 많은 제약회사들이 교도소 안에 연구센터를 설립
- ▷ 수형자들은 보다 편안한 수감생활, 조기석방, 금전적 보상 등을 기대하고 일반인보다 쉽게 실험대상으로 지원
- ▷ 수형자들이 이성적으로 판단하기 힘든 상황이고, 이득(치료) 없이 위험만 부담한다는 문제가 제기
- ▷ 미국은 1981년 재소자에게 필요한 경우에만 연구를 허용하는 법률을 제정

자료: 박은정, "생명공학과 연구윤리", 유네스코한국위원회 편, 『과학연구윤리』, 당대, 2001, pp. 95-98

- 배아, 태아조직, 유전자 등 인체구성물을 대상으로 하는 연구는 예방적 차원에서 연구윤리가 중요
 - 연구자는 실험동물에 대해 충분한 주의와 배려를 기울일 의무가 있으며, 동물실험은 과학자와 동물애호가 사이에 종종 대립요인으로 작용
- 연구수행 과정에서 윤리를 위반하면 사회적 비난과 더불어 규정에 따른 징계가 부과
- 과거에는 대부분 연구자의 양심에 의존했으나 시민단체의 요구와 위반행위가 증가함에 따라 선진국을 중심으로 점차 제도와 규정이 강화되는 추세

- 각 연구기관에 설치된 위원회에서 연구계획 단계부터 종료까지 자율적으로 위반행위를 감시 및 확인
- 위반 시 연구자는 사회적 비난 외에도 규정에 의한 처벌을 받음

3. 결과보고

□ 미국의 연방 규제기구들은 연구 부정행위의 범위를 낱조, 변조 및 표절로 정의^{<1>}

- 낱조(fabrication): 존재하지 않는 데이터나 연구결과를 인위적으로 만들어 논문 등에 보고하는 행위
- 변조(falsification): 실험 방법에서 데이터 분석까지 실험의 여러 측면 중 일부를 의도적으로 조작해 그 결과가 정당한 절차를 거쳤을 때 나오는 것과 달라지도록 만드는 행위
- 표절(plagiarism): 다른 사람의 말이나 아이디어 등을 자신의 것으로 속이려는 의도를 가지고 이를 이용하는 행위
- 미국 ORI(Office of Research Integrity)에 적발된 연구 부정행위의 유형 중 변조가 40%로 가장 높은 비중을 차지(1994~2003년)
 - 낱조와 변조의 혼합이 36건에 달해 변조 다음으로 많이 발생

<1> Friedman, P. J., "An Introduction to Research Ethics", *Science and Engineering Ethics*, Vol.2, No.4, 1996 pp. 443-456

미국 ORI에 적발된 연구 부정행위의 유형

(단위: 건)

	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	합계
날조	2	5	3	4	4	3	1	2	4	1	29
변조	3	9	6	5	3	8	4	4	5	6	53
표절	1	3	1	1	0	0	0	2	0	0	8
날조/변조	5	7	4	4	2	1	2	4	3	4	36
변조/표절	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	5
기타	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
합계	11	24	16	14	9	12	8	14	13	12	133

자료: ORI, *ORI Closed Investigations into Misconduct Allegations Involving Research Supported by the Public Health Service:1994-2003*, 2004. 9.

□ 날조, 변조 및 표절 외에도 과학계에서 비난을 받는 연구 부정행위가 다수 존재

- 미국 의회는 원하는 결과 도출에 장애가 되는 데이터를 고의적으로 제거하는 행위를 의미하는 '삭제(elimination)'를 연구 부정행위의 유형에 추가하는 것을 추진^{<2>}
- 일부 과학계는 부주의한 데이터 보관 행위가 경력에 치명적인 부정행위 고발의 근거가 될 수 있어 '삭제'의 추가에 반대

중요 데이터를 삭제한 밀리칸(Robert A. Millikan) 사례

- ▷ 밀리칸은 1910년 전자의 단위 전하량을 최초로 측정하여 발표했으나 비엔나 대학 에렌하프트(Felix Ehrenhaft)와 전자보다 작은 소립자 존재를 놓고 논쟁
- ▷ 1913년 밀리칸은 데이터 140개 중 58개만을 선별하여 논문에 발표함으로써 논쟁에서 승리하고 1923년 노벨물리학상을 수상

주: 자세한 내용은 <별첨 1>을 참조

- 고의가 아니라 하더라도 '자기기만(self-deception)'에 의한 부적절한 결과의 도출 역시 연구 부정행위에 해당

<2> Abbott, A., "Science Comes to Terms with the Lessons of Fraud", *Nature*, Vol. 398, 1999, pp. 13-17

- 자기기만은 연구자들이 가장 범하기 쉬운 오류로서 연구자들이 편향된 사고나 예단(豫斷)에 의해 충분한 검증 없이 실험결과를 받아들이거나 무의식적으로 데이터 수집에 주관을 개입시키는 현상을 지칭

집단적 자기기만 사례

- ▷ 1903년 프랑스의 르네 블론로(Rene Blondlot)는 X선에 비해 굴절이나 반사가 훨씬 잘되는 새로운 방사선인 N선을 발견했다고 발표
- ▷ 1904년 미국인 우드(Wood)에 의해 거짓으로 밝혀짐
- ▷ 그러나 프랑스의 저명한 과학자들은 1906년까지 N선에 관한 약 300여 편의 논문을 발표하며 블론로를 지지

주: 자세한 내용은 <별첨 1>을 참조

- 연구 부정행위는 과학계의 근간을 해치는 행위로 간주되어 심할 경우 과학자 사회에서 퇴출
 - 연구 부정행위는 과학계에 대한 사회적 신뢰를 추락시키고 논문으로 모든 것을 평가받는 과학계의 근간을 뒤흔드는 심각한 위반행위
 - 따라서 연구 부정행위를 저지른 연구자는 연구비 신청자격 박탈 수준을 넘어 과학자 사회에서 퇴출

4. 성과활용

- 신분에 상관없이 연구 기여도에 따라 공정하게 성과를 배분해주는 것이 관건
 - 논문 작성 시 실질적인 기여 정도에 따라 저자 표시를 하는 것이 원칙
 - 특히 대학원생, 박사후 연구원 등 소장 연구자의 정당한 공로를 인정하고, 명예 저자표시(honorary authorship)의 근절이 중요한 쟁점

- 명예 저자표시는 예외 차원에서 연구에 실질적으로 기여하지 않은 원로 과학자나 연구소장 등의 이름을 논문의 저자로 올리는 행위

□ 언론 등을 통해 연구결과의 중요성을 과장하는 사례가 빈발^{<3>}

- 연구자 사이에는 명예와 연구비 확보를 위해 연구의 결과를 과장하는 사례가 종종 나타남
- 외부로부터 좋은 평판을 얻으려는 소속 기관과도 이해관계가 일치
- 정부 등 연구지원기구 역시 자신의 예산집행의 정당성을 확보하기 위해 연구결과에 대한 과대포장을 묵인
- 획기적 기술진보(break-through)를 바라는 대중의 기대가 강할 경우, 일부 언론도 연구성과를 과장·왜곡되게 전달하는 경향도 발생
- 과학기술과 언론의 관계를 나타내는 '과대광고 곡선(hype cycle)'도 주목할 필요

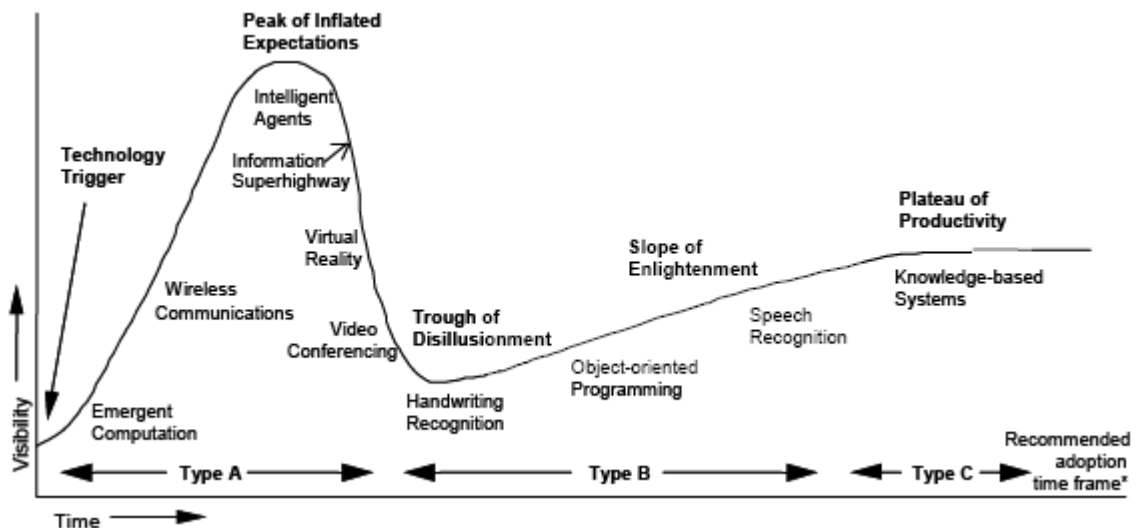
□ 불공정한 성과 배분이나 연구결과의 과장에 대한 직접적인 制裁는 없으나 과학자 사회의 비난은 피할 수 없음

- 불공정한 성과 배분은 소장연구자를 냉소주의에 빠뜨리고 윤리의식을 약화시키는 결과를 초래
- 연구결과의 과장은 자원배분의 왜곡을 가져올 뿐 아니라, 과학기술에 대한 대중의 냉소와 무관심을 야기

<3> Friedman, P. J., "An Introduction to Research Ethics", *Science and Engineering Ethics*, Vol.2, No.4, 1996 pp. 443-456

'과대광고 곡선(hype cycle)'

- ▷ 시장조사 기관인 Gartner Group은 언론과 과학기술의 관계를 이용하여 신기술의 상용화 단계를 예측
- ▷ 신기술 발전 Hype 곡선의 단계별 특징
 - 방아쇠 당기기(Technology Trigger): 개념·기초원리의 첫 도입기로 언론 및 산업계가 해당 기술을 처음으로 언급
 - 기대심리의 폭발(Peak of Inflated Expectations): 해당 기술에 대한 과도한 기대와 비현실적인 예측이 최고조로 높아지는 시기
 - 깨져버린 환상(Trough of Disillusionment): 기술의 성과나 발전속도가 일반의 기대수준을 충족시키지 못함에 따라 언론의 관심에서 멀어지는 시기
 - 깨달음의 시간(Slope of Enlightenment): 언론의 무관심에도 불구하고 해당 기술의 가치를 확신하는 연구자 및 기업·연구소 등이 증가하면서 기술의 응용가능성과 효용에 대한 이해가 확대되는 기간
 - 생산성의 고원(Plateau of Productivity): 기술이 상용화되어 본격적으로 시장이 성장하는 시기



자료: www.gartner.com

Ⅲ. 연구 부정행위의 실태 및 원인

1. 과학계 고유의 자율 규제시스템

□ 과학계 고유의 내부규범과 自家檢證시스템이 과학의 정직성을 담보

- 과학자 사회는 정직성을 보장해 주는 독특한 규범과 自家檢證시스템을 보유
- 로버트 머튼(Robert Merton) 등 과학사회학자도 과학자 개인의 품성이 아니라 제도적 장치가 과학에서의 진실성을 보장해준다고 지적^{<4>}
- 과학계에는 자동적으로 스스로의 오류를 수정해 나가는 규제활동이 존재하기 때문에 부정행위는 필연적으로 발견된다는 믿음이 존재
- 사회가 과학문제에 개입할 필요가 없다는 주장의 중요한 논거

□ 여러 학자들이 제시한 과학자 규범 중 머튼의 'CUDOS 규범'이 폭 넓게 수용^{<5>}

- 공유주의(communism): 데이터와 연구결과를 서로 공개하고 공유
- 보편주의(universalism): 누구나 자유로이 과학연구에 종사할 수 있으며, 정치·사회적 요인이 아닌 과학적 성취만으로 평가
- 무사무욕(disinterestedness): 과학자는 오직 진리추구에만 관심을 두며, 개인적 또는 정치적 이해관계를 추구하지 않음

<4> W. Broad, N. Wade, 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들(Betrayers of the Truth)』, 박익수譯, 겐지사, 1996

<5> 머튼의 4가지 규범은 과학계의 현실을 반영하지 못하고 이상적인 과학공동체를 전제로 한 것이라는 비판도 존재

- 조직화된 懷疑主義(organized skepticism): 기준의 높은 엄밀성과 증명을 추구하며, 명확한 증거 없이는 어떤 믿음도 받아들이지 않음

□ 과학계의 自家檢證시스템은 3단계로 구성^{<6>}

- 동료검토(peer review): 동료 과학자들로 구성된 전문가 위원회에서 연구비 배분을 위해 제출된 신청서류들을 과학적으로 평가
- 논문심사(referee system): 과학저널에 투고된 원고를 그 분야의 권위 있는 전문가가 심사
- 追試제도(replication): 다른 과학자가 실험을 재현해봄으로써 실험결과를 검증
 - 追試제도는 3단계 중 가장 강력하고 다른 분야와 차별화되는 검증 수단

2. 연구 부정행위의 실태

□ 선진국에서는 1980년대부터 연구 부정행위가 사회적 문제로 대두

- 미국 하원은 '생의학 연구에서의 부정(Fraud in Biomedical Research)'이라는 주제로 1981년 3월 31일부터 이틀간 청문회를 개최
 - 하원의원인 고어(Albert Gore)가 위원장을 맡았으며, 1980년의 예일大, 코넬大 등 4개 유명 기관의 부정사건과 1974~1981년 사이의 12개 사례를 조사^{<7>}
- 이후 대형 사건^{<8>}이 잇달아 터지면서 1990년대부터 미국을 비롯해 유럽 각국에서 과학 분야의 부정행위를 조사하기 위한 기관을 설치

<6> W. Broad, N. Wade, 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수譯, 겐지사, 1996, pp. 63~65

<7> <http://ori.dhhs.gov>

<8> 주요 연구부정행위 사례는 <별첨 1>을 참조

주요 국가의 연구윤리 관련 기관

국가	관련 기관 · 단체	성격
미국	- Office of Research Integrity - Department of Clinical Bioethics - Office for Human Research Protections	정부기관
영국	- Committee on Publication Ethics - Medical Research Council - Nuffield Council on Bioethics	민간단체 공공재단 민간재단
캐나다	- National Science & Engineering Research Council	공공재단
덴마크	- Danish Committees on Scientific Dishonesty	정부위원회
핀란드	- National Advisory Board on Research Ethics	민간위원회
독일	- Deutsche Forschungsgemeinschaft	공공재단
기타	- Global Forum for Bioethics in Research	국제회의

주: 미국의 연구윤리 감시제도는 <별첨 2>를 참조

□ 건강·보건 분야의 연구윤리를 담당하는 미국 ORI는 과거 10년(1994~2003년) 동안 연평균 13건의 부정행위를 적발

- ORI에 고발되는 부정행위는 연평균 178건에 달하며, 그 중 조사기준^{<9>}에 해당되는 34건에 대해서 조사에 착수
- 과거 10년간 조사 완료된 259건 중 51%인 133건이 부정행위로 판정
 - 부정행위를 저지른 것이 밝혀지면 짧게는 18개월에서 길게는 8년 동안 연방정부의 연구비 지원을 받을 수 없음

<9> ① 공중보건서비스 관련 8개 기관에서 연구비를 받는 과제, ② 날조(fabrication), 변조(falsification), 표절(plagiarism) 등 FFP기준에 해당하는 부정행위, ③ 부정행위에 대한 충분한 증거자료를 제출한 경우

과거 10년간 미국 ORI의 부정행위 적발 추이

(단위: 건)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	합계
조사 의뢰	185	144	196	166	112	130	172	199	190	183	1,777
조사 완료	26	41	38	29	21	24	15	18	23	24	259
부정 행위	11	24	16	14	9	12	8	14	13	12	133

자료: ORI, *ORI Closed Investigations into Misconduct Allegations Involving Research Supported by the Public Health Service:1994-2003*, 2004. 9.

□ 세상에 알려진 사례는 일부이며 실제로 연구가 수행되는 과정에서 크고 작은 부정행위가 빈발

- 2005년 발표된 미네소타 대학의 설문조사 자료에 의하면, 과학자 3,427명 중 3분의 1이 모순된 사실을 무시하거나 데이터를 조작하는 등 윤리적으로 문제가 되는 행위에 개입^{<10>}
- 1995년 노르웨이에서 300명의 연구자를 대상으로 조사한 결과, 22%는 연구윤리 지침에 대한 중대한 위반사례를 알고 있었고, 9%는 개인적으로 가담했으며, 60%는 자신의 학부에서 일어난 부정행위에 대해 인지
- 그러나 1994년 설립된 '노르웨이 과학 부정직성에 관한 위원회(NCSD)'에는 단 9건이 의뢰되어 그 중 2건만이 문제의 소지가 있다고 판정^{<11>}

3. 연구 부정행위 증가의 원인

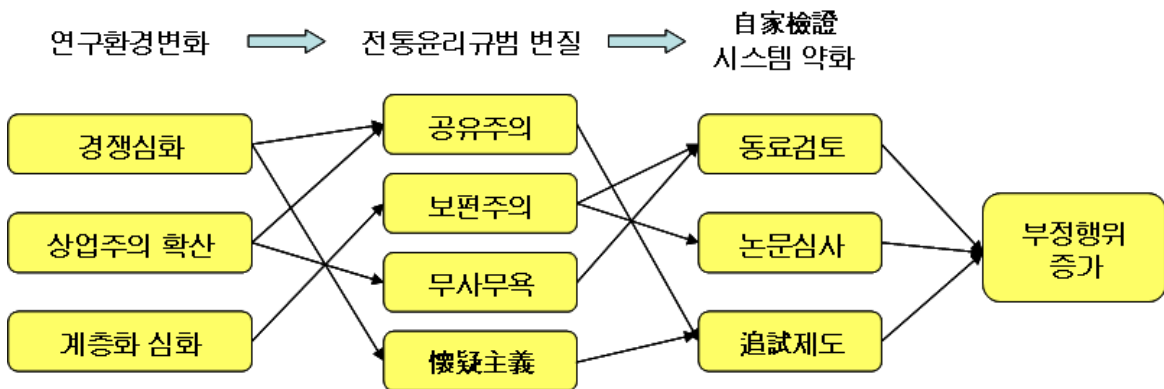
□ 과학연구 환경의 급격한 변화에 따라 과학계 고유의 自淨시스템이 약화되고, 이로 인해 부정행위가 증가

<10> "More Science, More Fraud", *New York Times*, 2005.12.20

<11> Abbott, A., "Science Comes to Terms with the Lessons of Fraud", *Nature*, Vol. 398, 1999, pp. 13-17

- 연구환경의 변화 요인은 크게 '경쟁심화', '상업주의 확산', '계층화 심화' 3가지로 요약 가능
- 이러한 변화는 전통적인 윤리규범을 변질시키고, 결과적으로 전통적인 윤리규범의 바탕 아래 작동되던 自家檢證시스템이 약화

연구 부정행위 증가의 원인



(1) 연구환경 변화에 의한 전통윤리규범의 변질

① 경쟁심화

- 과학계는 1등만이 살아남는 보상체계를 가지고 있어 경쟁에 의한 강한 압박감이 상존
 - 과학계에서의 영예와 보상은 독창성(originality), 즉 새로운 것을 최초로 발견한 사람에게만 주어짐
 - 독창성이 없는 논문은 과학저널 심사단계에서 탈락
 - 따라서 과학자 세계에서 경쟁은 필연적이며, 이로 인해 항상 조작과 자기기만의 유혹에 노출

선취권(priority) 확보를 위한 경쟁사례

- ▷ 예일대의 펠리그(Felig) 교수는 국립보건원(NIH)의 로드바아드(Rodbard)가 제출한 논문을 심사하면서 선취권을 확보하기 위해 게재 거절 의견을 내고, 같은 주제를 연구하고 있던 자신의 제자 소만(Soman)에게 원고를 전달
- ▷ 소만은 로드바아드 논문의 일부를 표절하고, 실험내용을 조작하여 발표
- ▷ 이에 로드바아드는 표절의혹을 제기했으나 의학계의 권위자였던 펠리그에 대한 조사는 1년 반 이상 지연되었으며, 오히려 로드바아드가 비웃음의 대상이 됨

주: 자세한 내용은 <별첨 1>을 참조

- 과학자의 숫자와 기술발전 속도의 증가로 인해 과학자 간 경쟁이 더욱 심화
 - 2차 대전 이후 과학기술에 대한 각국의 투자가 늘어나면서 과학자의 숫자가 급증했고 이에 따라 경쟁의 강도도 증가
 - 과학기술 진보의 속도가 빨라지면서 실적에 대한 압박감이 젊은 과학자 뿐만 아니라 모든 연구자 계층으로 확산
 - 대학에서도 종신재직권(tenure)의 기준이 점점 까다로워지는 추세
- 경쟁의 심화로 공유주의 전통이 파괴되고 연구자는 부정행위의 유혹에 노출
 - 과거보다 훨씬 가중된 실적압박에 따라 연구자들은 부정행위의 유혹에 쉽게 빠지게 되고 '조직화된 懷疑主義'를 회피하는 경향
 - 과학의 진보를 위해 결과를 공유하기보다는 경쟁자를 따돌리고자 논문에서 중요한 부분을 누락시키거나 속임수를 자행

방어적 속임수 사례

- ▷ 새로운 고온 초전도체(superconductor)에 대한 어느 논문의 초고에서는 이트륨(yttrium) 함유 화합물의 화학식이 "Y"가 아닌 "Yt"로 표기되어, 논문심사 위원들은 이를 이트륨이 아닌 이테르븀(ytterbium)이라고 생각
- ▷ 화학식의 이러한 실수는 나중에 교정과정에서 수정되어 논문의 최종본에는 맞게 표기
- ▷ 이 사례는 단순한 실수라기보다는 논문 발표 이전에 가치있는 정보가 새어 나가는 것을 막기 위해 저지른 방어적 속임수라는 것이 중론

자료: Friedman, P. J., "An Introduction to Research Ethics", *Science and Engineering Ethics*, Vol.2, No.4, 1996 pp. 443-456

② 상업주의 확산

□ 과학을 입신출세의 수단으로 활용하는 연구자가 증가

- 사회적 편견이나 국가 이데올로기에 편승하여 데이터를 조작하는 수법으로 사회적 신분상승을 도모

일본 후지무라(藤村新一)의 구석기 유물 날조사건

- ▷ 1981년 고고학자 후지무라는 일본 최초로 4만년 전 구석기 유물을 발굴한 이후 20년 동안 162개의 유물을 발굴하면서 일본의 구석기 역사를 60만년으로 끌어올림
- ▷ 2000년 毎日新聞에 유물 매장 장면이 포착되면서 모든 발굴이 날조로 판명
- ▷ 후지무라는 2004년 인터뷰에서 "주변이나 언론의 기대에 부응하고 싶어 날조를 했다"라고 고백

- 학문적 지위 상승을 위해 국가 권력을 남용
- 소련의 루이센코(T.D.Lysenko)는 자신의 이론을 정당화하기 위해 국가 권력을 다른 연구자를 탄압하는 데 사용^{<12>}

<12> 강건일, 『신과학 바로알기』, 가람기획, 1999

□ 1980년대부터는 대학 내의 연구활동에도 지나친 상업주의가 확산

- 1980년대 각국 정부가 국가경쟁력 제고를 위해 산학협력을 강조하면서 기업가적 연구자들이 확산
- 특히 1980년대 이후 유전공학 붐이 일어나면서 자신의 연구결과로 백만장자가 된 연구자들이 탄생
- 과학자의 실적이 학문적 명예는 물론 막대한 돈을 가져다 주면서 경쟁이 격화되고 연구자 사이의 공로배분에 대한 갈등이 심화

□ 富와 권력을 추구하는 과학자가 증가하면서 전통적인 과학규범이 변질

- 돈의 유혹과 압력에 맞서 학문적 가치에 대한 신념을 고수하는 것이 점점 어려워지는 상황
- 대학과 기업이 가까워지면서 기업의 속성상 더 이상 공유주의 전통이 유지되지 못하고 비밀주의가 확대

복제양 돌리와 비밀주의

- ▷ 복제양 돌리는 1996년 7월 5일 태어났으나 네이처誌를 통해 알려진 것은 1997년 2월 25일로 7개월 이상 발표가 지연
- ▷ 윌머트(Wilmot) 박사팀에 연구비를 제공한 PPL 세라퓨틱(PPL Therapeutics)社は 특허출원까지 비밀을 유지해줄 것을 요구

③ 계층화의 심화

□ 과학자 사회에도 계층화 현상이 존재

- 과학계 역시 일반 사회집단과 마찬가지로 조직 내에 권위나 위계가 존재하며 사회적 이해관계에도 얽혀 있음^{<13>}

- 특히 과학계는 1등에게만 보상이 집중되는 보상체계로 인해 소수의 엘리트 집단이 생성되고 이들이 과학계 전반에 큰 영향을 미침
- 현대 과학에서는 부익부 빈익빈 현상이 심화되고 계층화가 더욱 고착
- 최근 실험장비에 대한 의존성이 높아지면서 高價의 장비를 가진 연구자가 더 많은 실적을 쌓고 이를 바탕으로 더 많은 연구비를 획득
 - 초기 진입비용이 높아지기 때문에 유능한 젊은 연구자일수록 연구비가 풍부한 실험실로 집중
 - 명성 있는 집단에 소속될수록 연구가 사람들 눈에 띄기 쉽고 그로 인해 더욱 빈번하게 인용되면서 명성이 더욱 상승
- 계층화의 심화는 보편주의의 파괴와 내부통제 시스템의 약화를 야기
- 계층화가 심화되면서 유명한 과학자가 연구에 대한 기여 이상으로 젊은 연구자의 공로를 가져가는 현상이 발생
 - 자신의 노력에 비해 보상이 낮을 경우 상대적으로 쉽게 부정행위의 유혹에 굴복
 - 이른바 '후광효과(halo effect)'에 의해 연구비와 논문심사가 불공정하게 진행되는 현상도 발생^{<14>}

(2) 과학계 自家檢證시스템 약화

① '동료검토' 제도의 약화

- 동료검토는 객관성, 즉 보편주의가 지켜질 때 충분한 기능을 발휘

<13> 김명진, "과학기술에 대한 사회적 통념", 『공동선』, 1997년 7/8호

<14> W. Broad, N. Wade, 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수譯, 겐지사, 1996, pp. 95-114

- 동료검토는 연구 아이디어의 타당성과 수행능력을 동료연구자들로부터 검증받는 첫 번째 관문
 - 연구결과가 아닌 아이디어를 심사하기 때문에 다른 단계의 검증과정보다 심사자의 주관과 편견이 개입될 여지가 큼
- 현실적으로는 소수 집단에 의한 동료검토 과정의 독점, '동업자 정신' 등의 요소들이 객관성 확보를 방해
- 심사자는 통상적으로 권위와 명성이 높은 소수의 엘리트 집단에서 선발되며, 이들이 연구비심사 과정에 큰 영향력을 발휘
 - 이와 같은 현상은 연구비 규모에 비례하여 증대
 - A 과제의 연구비 심사위원이 B 과제에서는 연구비 신청자의 입장으로 바뀌기 마련이므로 상호 간에 '동업자 정신'을 발휘할 가능성이 상존

'동료검토'에 대한 비판

미국 애리조나 주 출신의 전 하원의원인 콘란(John B. Conlan)은 "전미과학재단(NSF)이 운영하는 '동료검토' 제도는 '동창회적 조직'이다. 프로그램 매니저는 신뢰할 수 있는 학계의 친구들에게 연구계획의 심사를 의뢰하고, 그들은 동료들을 심사위원으로 추천하고 있다."고 비판

자료: W. Broad, N. Wade, 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수譯, 겐지사, 1996, p. 108

② 논문심사 기능의 약화

- 논문심사는 데이터의 진실성을 전제로 진행되기 때문에 의도적으로 조작된 실험결과를 적발하는 것은 매우 어려움

- 저널에 접수된 논문은 2~3명의 전문가에게 심사를 받게 되며, 편집진은 심사위원(reviewer)의 검토결과를 모아 게재 여부를 결정
- 원칙적으로 심사위원은 논문에 사용된 데이터를 신뢰한 상태에서 논문의 독창성, 형식적 논리의 오류, 검증과정의 기술적 결함 등만을 검토
 - 부정행위가 의심되는 논문에 대해서 게재 거절(rejection) 의견을 제시할 뿐 진위를 조사하기 위해 원본 데이터를 요구하지 않는 것이 관행

'소칼의 날조(Sokal's Hoax)' 사건

- ▷ 1996년 뉴욕대의 물리학자인 소칼(Alan Sokal)은 포스트모더니즘 계열의 소셜 텍스트(Social Text)誌에 "양자 중력의 변형적인 해석학을 위해서"라는 논문을 기고
- ▷ 자신의 논문이 게재된 후 소칼은 링구아 프랑카(Lingua Franca)誌를 통해 소셜 텍스트誌에 실린 논문이 가짜라는 사실을 스스로 고백
- ▷ 소칼은 "편집자의 이데올로기적 선입견에 비위를 맞춰주기만 하면 엉터리 논문까지 게재해 주는 포스트모더니즘 학술지의 넌센스를 폭로하기 위한 실험이었다"고 주장

자료: Alan Sokal, Jean Bricmont, 『지적사기(fashionable nonsense)』, 이희재 譯, 민음사, 2000

□ 각종 학술지가 양적으로 급증하면서 논문심사 기능이 약화되고, 이것이 다수의 부정행위를 유발

- 현재 전 세계적으로 5만 4천종 이상의 저널이 발행
 - 특히 미국 이외의 지역에서 발행되는 논문은 15,300종(1980년)에서 29,098종(2005년)으로 급증^{<15>}
- 저널의 종류가 급증하면서 우수한 편집인 또는 심사위원의 확보가 곤란해지고 논문심사의 검증기능이 약화

<15>"More Science, More Fraud", *New York Times*, 2005. 12. 20.

- 인용되지 않거나 읽히지도 않는 수백만 건의 논문이 매년 발표되면서 '논문 인플레이션'으로 인한 선의의 피해자가 발생
- DNA 분자구조를 밝힌 왓슨이 1958년 하버드대 교수직에 지원했을 때 이력서에 기재된 논문은 18편에 불과했으나, 현재는 교수직 지원을 위해 100편에 가까운 논문을 기재하는 것이 보통

논문의 범람을 악용한 알사브티(Alsabti) 사례

- ▷ 알사브티는 타인의 논문을 다시 타이핑하여 자신의 이름으로 바꾸고, 유명하지 않은 잡지에 기고하는 방식으로 모두 60편 정도의 논문을 표절
- ▷ 표절로 만들어진 논문실적을 바탕으로 알사브티는 미국의 여러 유명 병원 및 연구소들을 옮겨 다니면서 의학자 행각을 전개

주: 자세한 내용은 <별첨 1>을 참조

③ 追試제도의 약화

□ 실험방법의 불완전한 記述이 추시제도의 유용성을 저하시키는 요소

- 과학저널들은 논문 작성 시 다른 연구자들이 실험을 재현할 수 있도록 실험경과와 방법을 정확히 기술하도록 저자에게 요구
- 이 덕택에 과학기술분야는 他분야에 비해 객관성이 높다는 평가를 받아 옴
- 그러나 지면의 제약상 중요한 부분만 서술되고 상세한 설명은 생략될 수 밖에 없으며, 이러한 불완전한 記述이 追試를 어렵게 함
- 요리책이 묘사하기 힘든 요리사의 손 맛(경험)이 음식의 맛을 결정하듯이, 과학에서도 미세한 조건들이 실험의 성패를 좌우
- 과학계도 노하우의 공개를 기피하려는 목적으로 중요한 실험조건이나 절차를 고의로 생략하는 사례가 빈발

- 追試에는 많은 노력과 비용이 소요되며 똑같은 조건을 재현하기 어려운 것이 현실
 - 실험에는 고가의 장비나 시약 등이 사용되므로, 이를 재현하는 데 상당한 시간과 비용이 소요
 - 인간 난자와 같이 쉽게 구할 수 없는 특수 재료를 사용할 경우는 더욱 곤란
 - 기계설비에 의한 양산공정과 달리, 과학실험은 연구자의 숙련된 기술이 성패를 결정하기 때문에 연구자 이외에는 재현이 불가능한 경우도 많음

追試의 어려움을 보여준 '안 헨드릭 쇤' 사례

- ▷ 쇤(Schön)은 1998~2001년 동안 나노 유기물 반도체 분야에서 획기적인 연구 결과들을 발표하면서, 사이언스와 네이처誌에 17편의 논문을 게재
- ▷ 논문의 그래프가 서로 중복된다는 의혹이 제기되면서 결국 날조사실이 발각
- ▷ 칼텍(Caltech)의 굿스타인(Goodstein) 교수는 "이 분야의 실험이 시료의 상태, 연구자의 손기술과 운 등에 영향을 많이 받기 때문에 재현실험을 통해서는 사기 여부를 증명하지 못한다."라고 지적(*Physics World*, 2002.11.)

주: 자세한 내용은 <별첨 1>을 참조

- 追試에 대한 과학계의 보상이 미약
 - 독창성을 강조하는 과학계의 속성상 타인의 연구결과를 검증하는 것에 대해서는 보상이 없기 때문에 연구자들이 追試를 기피
 - 통상적으로 과학자는 검증을 위해서라기보다는 새로운 실험의 응용 및 발전을 위해 재현실험을 수행
 - 검증이 목적이 아니기 때문에 재현이 어려울 경우 의문을 제기하기보다는 아예 새로운 방법을 모색

IV. 과학 연구윤리 정착을 위한 제언

종합적이고 합리적인 제도 수립

- 전체 연구진행과정(주제선정 → 연구수행 → 결과보고 → 성과활용)에서 발생할 수 있는 각종 윤리문제를 포괄하도록 제도적 장치를 설계
 - 아직 과학 연구윤리는 한국 정부 및 연구자들에게 생소한 주제로 모든 것을 백지상태에서 새롭게 만들어야 하는 상황
 - 현재 생명윤리 등 일부 한정된 분야에만 관련 법률 및 기구가 존재
 - 과학기술계가 예전의 신뢰를 회복하기 위해서는 정직한 연구문화 조성 과 함께, 과학연구에서의 사회윤리적 쟁점에 대해 합의를 도출하는 절차의 확립이 필요
- 사회적 갈등을 최소화하기 위해서는 신중하고 지속적인 정책수립 과정이 필요
 - 과학 연구윤리 문제에는 다양한 가치기준이 개입되기 때문에 충분한 토론과 논의를 통해 제도들을 확립해 나가는 과정이 필요^{<16>}
 - 수립 과정에서 '규제와 자율성', '과학의 진보와 부작용' 등의 논쟁이 예상되나 현재 국내에는 이러한 문제에 대한 학문적 기반 및 경험이 부족
 - 대책마련이 일회성 행사로 끝나지 않도록 국가차원의 상설기구에서 지속적으로 제도를 개선하고 갈등해결 경험을 축적
 - 업무의 중복과 혼선을 막기 위해 상설기구는 범부처 차원의 국가과학기술위원회나 대통령 직속기구로 신설

<16>2005년 시행된 생명윤리법의 경우 1997년부터 논의가 시작되었으며, 법 시행 후에도 지금까지 논란이 지속

감독과 예방활동의 병행을 통해 제도의 실효성 제고

- 연구 부정행위에 대해 엄정한 처벌기준을 마련하되, 善意의 피해자가 발생하지 않도록 제도적 장치의 합리성과 공정성 확보에 유의
 - 정부 및 연구기관 차원에서 연구 부정행위를 관리·감독하는 기구를 설치하고 역할을 분담
 - 각 부처별 연구비 관리기구^{<17>}는 연구기관의 조사결과를 바탕으로 연구비 지원 중단, 환수 등의 후속조치를 시행
 - 정직한 연구자들이 피해를 보지 않도록 부정행위 기준 및 처리절차를 명확히 하고 연구결과 기록 및 보관 등의 의무규정은 최소화
 - 또한, 제보자에 대한 보호장치 강화와 함께 피고발인에게도 충분한 시간을 가지고 소명할 수 있는 기회를 부여
- 위반행위를 단속하고 감시하는 것으로는 정직한 연구문화 조성에 한계가 있으므로 사전적 예방을 위한 노력과 조치를 병행해야 함
 - 연구 현장에서의 관행, 의식 등이 함께 변해야 제도적 장치가 효과를 발휘
 - 연구자들의 윤리의식 함양을 위해 연구 부정행위 유형, 데이터 관리방법, 합당한 공로배분 등에 대한 교육과 훈련을 의무화
 - 선진국에서는 연구윤리의 정책방향이 사후처리에서 교육과 훈련을 통한 예방적 활동으로 전환
 - 연구윤리 관련 주제에 대한 연구비 지원을 확대하여 지속적으로 교육 프로그램을 개발

<17>한국과학기술기획평가원 및 과학재단(과학기술부), 한국산업기술평가원(산업자원부), 정보통신연구진흥원(정보통신부), 한국보건산업진흥원(보건복지부) 등

미국 ORI의 부정행위 예방을 위한 프로그램

- ▷ 1992년 설립된 ORI(Office of Research Integrity)는 1999년부터 주요 역할과 임무를 부정행위 감독에서 연구윤리 증진과 부정행위 예방으로 전환
- ▷ 이후 '책임있는 연구수행(RCR, Responsible Conduct of Research)'에 대한 교육 및 훈련을 강화하고, 부정행위 발생원인과 예방책에 관한 연구를 지원
 - RCR에는 사람과 동물을 대상으로 하는 실험에서 지켜야 할 사항, 데이터 관리, 스승과 제자 관계, 저자표시 기준 등 다양한 윤리문제들이 포함
- ▷ RCR 보급 및 확산을 위한 다양한 프로그램을 진행
 - RCR Resource Development Program : 대학·병원·연구기관의 RCR에 관한 각종 교육자료 및 연구보고서 발간을 지원
 - RCR Expo : RCR 관련 자료를 전시하고, 관련 주제에 관해 토론하는 RCR 자료 박람회를 개최
 - Research on Research Integrity(RRI) 프로그램 : 연구 충실성 관련 주제에 대해 연구자금을 지원
 - RCR을 주제로 연중 다양한 컨퍼런스 및 워크숍 개최 : 2004년의 경우 7회의 컨퍼런스를 개최

상호간 이해증진으로 생산적 토론문화 조성

- 정부가 중립적인 입장에서 쟁점을 공론화하고 사회적 합의 도출을 중재하는 역할을 담당
 - 정부는 사회윤리적 쟁점에 대해 과학기술계의 대변자보다는 조정자의 역할을 수행
 - 과학기술단체총연합 등에서 과학기술계의 입장을 대변하고 국가연구개발사업을 총괄하는 국가과학기술위원회에서 조정 및 합의도출 과정을 담당
 - 일정규모 이상의 연구개발사업은 신기술이 가져올 수 있는 사회적 효과와 문제점에 대한 연구 프로그램을 수행하도록 의무화

- 미국은 인간게놈프로젝트 전체 예산(30억 달러)의 3~5%를 ELSI 프로그램^{<18>}에 사용했으며, 나노기술의 경우 ELSI와 EHS^{<19>}프로그램에 7.5% (2005년 기준)을 사용

□ 과학기술계와 사회 구성원들이 상호간의 이해를 증진하고 대안을 찾을 수 있는 프로그램 확충

- 국내 과학기술계는 연구 이외의 다른 활동을 '외도'나 '시간낭비'로 생각하는 경향이 매우 강함^{<20>}
- 또한 일반국민 역시 과학기술에 대한 이해와 관심 부족으로 과학기술 활동에 대한 참여가 낮은 상태
- 생산적인 논의가 이루어지기 위해서는 과학기술의 혜택과 부작용에 대해 토론하고 대안을 모색하는 기회의 확대가 시급
- 현재 성과 및 중요성 홍보 위주로 되어 있는 과학문화재단, 정보문화진흥원 등의 과학문화사업의 방향을 전환
- 덴마크는 '합의회의'를 통해 과학계와 일반국민 간의 접근성 및 이해도를 증진

합의회의

- ▷ 덴마크는 과학계와 시민들이 상호 간의 이해수준을 높이고 사회적 합의를 도출하기 위해 '합의회의(consensus conference)' 제도를 시행
- ▷ 합의회의에 참여하는 10~15명 정도의 일반인들은 쟁점이 되고 있는 과학기술 주제에 대해 전문가들에게 질문하고, 그에 대한 전문가의 답변을 평가
- ▷ 해당 주제에 대한 합의가 도출되면 보고서로 작성하고 정책에 최대한 반영

자료: 김명진, 이영희, "합의회의", 참여연대시민과학센터編, 『과학기술·환경·시민참여』, 한울, 2002

<18>ELSI(Ethics, Legal and Social Implications) 프로그램에서는 해당기술이 초래할 수 있는 윤리적, 법적, 사회적 의미에 대해 연구하고, 그 결과를 공개하여 기술의 사회적 의미에 대한 일반국민의 이해를 높이는 작업들을 수행

<19>EHS(Environmental, Health, and Safety)프로그램은 신기술이 환경, 건강, 안전에 미칠 수 있는 영향에 대해 연구를 수행

<20>송성수, "한국과학기술활동의 성장과 과학기술자 사회의 특징: 시론적 고찰", 『과학기술정책』, 14권 1호, 2004

《 참고문헌 》

- Abbott, A., "Science Comes to Terms with the Lessons of Fraud",
Nature, Vol. 398, 1999, pp. 13-17; 전치형譯, "과학에서의 기만행위가
주는 교훈", 『과학연구윤리』, 당대, 2001
- Friedman, P. J., "An Introduction to Research Ethics", *Science and
Engineering Ethics*, Vol.2, No.4, 1996, pp. 443-456; 김명진譯, "연구
윤리서설", 『과학연구윤리』, 당대, 2001
- Goodstein, D., "In the matter of J Hendrik Schon", *Physics World*, 2002.
11.
- "More Science, More Fraud", *New York Times*, 2005. 12. 20.
C&EN News, 2002. 7. 22.
- Office of Research Integrity, *ORI Closed Investigations into Misconduct
Allegations Involving Research Supported by the Public Health
Service:1994-2003*, 2004. 9.
_____, *ORI Annual Report 2004*, 2005. 5.
- Sokal, Alan and Bricmont, Jean, 『지적사기』, 이희재 譯, 민음사, 2000
- Broad, W. and Wade, N., 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익
수 譯, 겐지사, 1996
- 강건일, 『신과학 바로알기』, 가람기획, 1999
- 박은정, "생명공학과 연구윤리", 『과학연구윤리』, 유네스코한국위원회 편,
당대, 2001
- 김명진, "과학기술에 대한 사회적 통념", 『공동선』, 1997년 7/8호
- 김명진, 이영희, "합의회의", 참여연대시민과학센터편, 『과학기술 · 환경 · 시민
참여』, 한울, 2002

<별첨 1> 주요 연구 부정행위 사례

① 1998~2006년, 다이라 가쓰나리(多比良和誠, 도쿄대 교수)

□ 연구성과

- siRNA^{<21>} 연구의 권위자로 1998년부터 2004년까지 네이처誌 등 정상급 잡지에 12편의 관련 논문을 발표
- 차세대 항암제 개발에 응용 가능성이 높은 연구결과로 언론의 집중 조명을 받으며 노벨상 수상 가능성이 거론되는 등 대중적인 명성도 획득

□ 문제제기

- 같은 분야의 연구자들이 재현실험에 계속 실패하면서 연구성과에 대한 의혹이 과학자 사회에서 폭 넓게 제기

□ 조사 및 처리

- 2005년 4월 도쿄대는 조사위원회를 설치하고 조사에 착수하였으나, 실험기록이 보존되어 있지 않아 연말까지 재실험 후 결과를 제출하도록 가쓰나리 교수에게 요구
- 조사위원회는 제출된 재실험 결과가 불충분하기 때문에 의혹을 해소하지 못한 것으로 결론(2006.1.14)
- 연구비를 지원한 '산업기술종합연구소' 역시 9월에 예비조사위원회를 설치하여 연구 부정행위 여부에 대한 조사에 착수
- 2005년 12월 2일, 예비조사위원회는 10편의 논문 중 9편이 연구노트 부재, 관련 컴퓨터 기록 폐기 등 부정행위 가능성이 있다고 발표

<21>Small Interference RNA(소형방해리보핵산)의 약자로, 유전자의 발현기능을 담당하는 RNA와 결합하여 정상적인 기능을 방해하는 물질. 암세포에서 암유전자의 발현(작동)을 방해할 경우 항암제로 사용될 수 있는 가능성 때문에 첨단 연구분야로 각광을 받고 있음

- 네이처誌에 게재된 논문 중 1편은 저자의 요청에 의해 게재가 취소

□ 시사점

- 재현실험의 어려움을 이용한 대표적인 논문조작 사례
- 일본 기관들은 연구부정 의혹이 농후함에도 불구하고 충분한 시간을 갖고 해당연구자에게 재실험 기회를 부여하는 등 신중하게 사건을 처리

② 1998~2002년, Jan Hendrik Schon(벨 연구소 물리학자)^{<22>}

□ 연구성과

- 유기물 반도체 소자^{<23>} 분야에서 획기적인 기술을 연달아 개발하면서 노벨상 수상 가능성이 높은 신진 과학자로 찬사를 받음
 - 초전도 현상을 보이는 최초의 유기결정 합성 및 양자 홀 효과 도출 등 기존 반도체의 물리적 한계를 극복하기 위해 필수적인 기술들을 발표
- 1998~2001년 사이에 다수의 유기반도체 분야의 논문을 발표했으며, 이 중 17편을 사이언스와 네이처誌에 게재

□ 문제제기

- 분자 1개로 트랜지스터를 만들 수 있다는 획기적인 성과를 발표하면서 과학자 사회에 원의 실험에 대한 의혹이 본격적으로 제기

<22>Goodstein(Physics World, 2002.11), Bell lab, "REPORT OF THE INVESTIGATION COMMITTEE ON THE POSSIBILITY OF SCIENTIFIC MISCONDUCT IN THE WORK OF HENDRIK SCHON AND COAUTHORS", 2002.9 등 참고

<23>기존 반도체는 무기물인 실리콘이 재질인 반면 유기반도체는 탄소·산소 등 유기물질로 이루어진 소자로서, 나노 수준에서 집적도 향상을 위해서는 전기저항이 없어지는 초전도 현상 등 기술적 한계의 돌파가 필수적인 요건

- 버클리 대학의 리디아 손(Lydia Sohn) 교수는 온도가 상이한 조건에서 실시한 2가지 실험이 정확히 같은 노이즈를 갖고 있다는 사실을 발견
- 코넬 대학의 폴 맥코인(Paul McEuen) 교수가 또 다른 실험에 대한 논문에서 동일한 결과 그래프를 찾아내는 등 25편의 논문에서 수상한 점을 발견

□ 조사 및 처리

- 2002년 5월 벨 연구소는 스탠포드 대학의 말콤 비즐리(Malcolm Beasley) 교수를 단장으로 하는 조사위원회에 조사를 의뢰
 - 실험기록이 보관되지 않았으며, 관련 컴퓨터 파일도 지워진 상태
 - 실험 샘플들은 모두 복원할 수 없도록 훼손되거나 폐기됨
- 2002년 9월 25일 조사위원회는 보고서를 통해 최소한 16편의 논문에서 부정이 있었다고 결론
 - 예를 들면 한 가지 데이터가 여러 실험의 결과로 재사용되거나, 그래프 중 몇몇은 실제 데이터를 사용하지 않고 수학적함수를 사용하여 제작
- 벨 연구소는 조사결과 발표 당일 원을 해고하였으며, 독일의 콘스탄틴 대학은 2004년에 원에게 수여한 박사학위를 박탈

□ 시사점

- 민간 대기업에 속한 연구소의 경우도 연구부정 방지정책을 강화할 필요
- 정부의 연구비 지원을 받는 대학·공공연구소는 연구부정 방지정책의 수립·실행이 의무화된 반면, 대기업 연구소는 이러한 기준에서 제외
- 벨 연구소도 원 사건이 발생할 당시 연구 부정행위의 방지 및 조사에 관한 정책이나 제도를 보유하고 있지 않았음

- 실험의 재현이 어려운 분야일수록 부정 가능성이 높음
- 원의 실험은 나노 수준에서의 물리현상을 다루기 때문에, 양자효과 (Quantum Effect)가 작용하여 실험자의 조작능력, 주변환경과 실험대상의 상호작용, 일정한 정도의 운 등에 따라 결과가 달라짐
- 20여 명의 공동저자가 있었을 뿐 아니라 기업 내에도 보고체계상의 여러 관계자가 존재했음에도 불구하고 원 혼자서 모든 조작을 수행한 것으로 결론이 난 점에 대해 논란이 있음

③ 1985~1997년, Friedhelm Herrmann, Marion Brach
(독일 분자생물학자)^{<24>}

□ 연구성과

- 헤르만과 브라흐 두 사람은 1990년대 초 동베를린에 세워진 국가연구센터인 막스델브뤼크분자의학센터(MDC)에서 유전자치료 및 암연구 분야의 수석 편에 달하는 우수한 연구논문을 발표
- 헤르만은 20여 명으로 구성된 연구팀의 총 책임자였으며, 브라흐는 4개의 소그룹 중 하나의 리더
- 1996년 초 헤르만이 울름대학, 브라흐가 튀빙대학의 정교수로 각각 자리를 옮기면서 공동연구팀에서 떠남

□ 문제제기

- 1997년 MDC의 한 박사후 연구원이 헤르만-브라흐의 연구성과에 대한 조작의혹을 자신의 박사논문 지도교수와 상의하면서 문제가 표면화
- 지도교수는 이 사실을 MDC, 울름대학, 튀빙대학에 제보

<24>송성수, 김석관, "연구윤리의 쟁점과 과제", 『혁신정책 Brief』, 과학기술정책연구원, 2006.1.

□ 조사 및 처리

- MDC, 울름대학, 튀빙대학은 각각 조사위원회를 구성하였으며, 각 조사 위 대표의 공동조사위원회도 구성
 - "두 사람이 공저한 37편의 논문들에서 데이터가 조작된 것이 확실하거나 가능성이 매우 높다(most probably)"라고 결론
- 1998년 4월 독일연구재단(DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft)은 태스크포스 팀을 구성하여 1985년 이후 헤르만이 저자로 참여한 347편의 논문을 재조사
 - 2000년 6월에 94편의 논문(브라흐와 공저한 53편 포함)이 조작된 것이 확실하거나 가능성이 매우 높다는 결론을 발표
- 브라흐는 1997년 튀빙대학에서 과면되었으며, 조작의 책임을 브라흐에게 전가하던 헤르만은 1998년 울름대학에서 자퇴

□ 시사점

- 내부고발자에 대한 정교한 보호장치의 필요성
 - 헤르만-브라흐의 연구팀에 소속된 젊은 연구자들 중 다수가 조작사실을 알고 있었지만, 장래에 대한 염려 등으로 고발하는 데 주저
- 국가 차원의 엄정한 조사를 통해 연구 부정행위 근절을 위한 제도보완책을 마련
 - 독일연구재단은 MDC 등의 조사에도 불구하고 2년간의 장기 조사를 통해 헤르만과 관련된 모든 연구논문을 철저히 재조사
 - 밝혀진 문제점을 바탕으로 전국적으로 연구 부정행위 방지정책 및 처리절차가 수립되었으며, 내부고발자 보호장치도 마련

④ 1999~2002년, Victor Ninov(로렌스버클리연구소 물리학자)^{<25>}

□ 연구성과

- 미국 로렌스버클리국립연구소(LBNL, Lawrence Berkeley National Laboratory)의 입자물리학자로서, 1999년에 입자충돌기를 이용해 원소 번호 116 및 118의 초중량원소^{<26>}를 생성
- 니노프는 독일의 중이온연구소(GSI, Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH)에 재직하던 1994년에도 원소번호 110번, 1996년에는 원소번호 111 및 112번을 생성하는 데 성공

□ 문제제기

- 독일, 일본, 프랑스 등에서 니노프 연구팀의 실험을 재현하였으나 잇달아 실패하자 의혹이 제기

□ 조사 및 처리

- LBNL은 2001년 4월의 재현실험이 실패하자 조사위원회를 설치하고 8월에 니노프의 논문을 정식으로 철회
- 조사위원회 활동 결과 인공원소의 생성 여부를 보여주는 원소붕괴계측에서 원본 실험 데이터에는 없는 수치가 고의로 삽입되는 등 부정행위가 밝혀짐

<25>Elizabeth Wilson, "Superheavy Furor", *C&EN News*, Vol 80, No.29, p22, 2002.7.22

<26>원소는 화학물질의 최소단위로 질량의 크기에 따라 번호가 주어지며, 예를 들어 산소는 8번 원소임. 지구에는 90개의 천연 원소가 존재하며 92번인 우라늄이 가장 무거운 원소임. 93번 부터는 실험실에서 인공적으로 생성된 원소로서, 원소번호가 늘어날수록(무거워질수록) 순간적으로 붕괴(분해)되어버리므로 생성이 점점 더 어려워짐

- 니노프는 LBNL의 조사결과를 부정하며, 자신이 '정치적 이유의 희생양'이라고 주장하며 공식적인 이의제기를 신청
- LBNL의 조사결과 발표 이후, GSI에서도 111, 112번 실험 데이터에 대한 조사에 착수하여 니노프가 분석을 담당했던 부분에서 원소붕괴체적 자료의 조작사실을 확인
 - 자료 조작에도 불구하고 111, 112번 원소의 생성 자체는 확인됨
- 이의제기에 대한 조사 및 GSI의 조사발표 등을 종합하여 LBNL은 2002년 5월 니노프를 해고

□ 시사점

- 데이터의 일부를 조작하여 결과를 왜곡하는 '변조'의 대표적인 사례

⑤ 1980~1981년, Mark Spector(코넬대 생화학자)^{<27>}

□ 연구성과

- 스펙터는 지도교수인 락커(Efrain Racker)와 함께 암세포의 생성원인을 밝히는 이른바 '키나제폭포(kinase cascade)'^{<28>} 이론을 발표
 - 1981년 7월 사이언스誌에 표지논문으로 게재되면서 락커는 노벨상 수상 후보로 부상
- 스펙터가 락커의 실험실에 들어온 지 6개월 만에 이루어낸 업적이어서 '황금 팔을 가진 천재'라고 불리며 촉망받는 과학자로 부상

<27>Broad, W. and Wade, N., 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수 譯, 겐지사, 1996

<28>세포가 바이러스에 감염되면 프로테인키나제라는 효소가 생성되어, 세포 내의 서로 다른 4종의 키나제의 연쇄반응(cascade)을 촉발하고, 최종적으로는 세포 내·외의 이온농도를 조절하는 ATPase를 불활성화하여 암세포가 된다는 이론

□ 문제제기

- 스펙터가 실험하는 경우에만 성공하는 사례가 많고 그가 없으면 재현되지 않는다는 사실을 알았으나 스펙터의 숨씨가 뛰어난 결과로 치부
- 같은 대학의 볼커 복트(Volker Vogt) 교수와 스펙터의 동료 연구원인 페핀스키(Pepinsky)가 스펙터가 분석에 사용한 겔(gel)^{<29>}을 확보하여 조작사실을 밝혀냄
 - 그동안 스펙터는 최종 방사성 필름만 다른 사람에게 보여주었으나, 같은 실험실의 페핀스키가 겔 시료를 입수해 정밀분석을 시도

□ 조사 및 처리

- 조작사실이 밝혀지면서 스펙터는 코넬대에 입학한 지 1년 반 만에 수여될 예정이었던 박사학위 논문을 철회
- 이후 신시내티 대학에서 취득한 것으로 보고한 문학석사 및 학사학위도 위조한 것으로 밝혀짐

□ 시사점

- 해당 분야 대가의 인정과 언론의 대서특필 등으로 대중적 인기가 높아질 경우 追試를 통한 검증 시스템이 작동하기 어려움
 - 이 사건 이전부터 노벨상 수상이 거론될 정도의 대가인 락커 교수가 스펙터의 성과를 전적으로 신뢰·옹호했기에 별다른 검증 없이 인정
 - 스펙터와 락커의 언론 인터뷰 및 전국적인 각종 강연으로 연구성과가 대중적으로 큰 관심과 지지를 획득

<29>전하를 가진 단백질(효소)의 정제는 보통 단백질에 형광물질 또는 방사성물질을 부착하여 겔 상태의 적절한 물질에 시료를 얹어놓고 양쪽에 전기를 가하여 무게에 따른 단백질의 이동거리를 측정함으로써 확인. 스펙터의 경우 사전에 겔 및 시료에 조작을 가하여 단백질이 원하는 위치까지 이동하도록 한 것으로 드러남

⑥ 1978~1980년, Vijay R. Soman(예일대 생의학자)^{<30>}

□ 사건개요

- 국립보건원(NIH) 소속의 소장연구자인 로드바아드(H.W.Rodbard)는 1978년 11월 신경성 식욕부진증 환자에 대한 인슐린의 작용을 다룬 논문을 저명한 의학저널인 *New England Journal of Medicine(NEJM)*誌에 투고
- *NEJM*의 편집자는 예일대 의대의 펠리그(Philip Felig) 교수에게 원고심사를 의뢰하였으나, 펠리그는 게재 거절 의견을 내고 원고를 똑같은 주제로 연구하고 있던 자신의 제자 연구원 소만에게 전달
- 소만은 로드바아드 논문의 문장을 표절하고, 실험내용을 조작하여 1978년 12월 *American Journal of Medicine(AJM)*誌에 투고
- *AJM*의 편집자는 소만의 원고를 로드바아드의 직속상사인 NIH의 로스(Jesse Roth)에게 심사 의뢰하였는데, 이 원고를 로스가 로드바아드에게 보여주면서 표절 사실이 드러나게 됨

□ 조사과정

- 표절사실을 서로 알게 된 펠리그와 로스는 단둘이 만나 로드바아드의 논문을 잡지에 게재하고, 의혹이 해소되기 전에는 소만의 원고를 출판하지 않는 등의 해결방안에 합의
- 그러나 당사자인 로드바아드는 공개적인 조사를 주장하며, 예일대 및 NIH 등에 조사를 지속적으로 요구

^{<30>}Broad, W. and Wade, N., 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수 譯, 겐지사, 1996

- 그러나 의학계의 권위자였던 펠리그에 대한 조사는 1년 반 이상 지연되었으며, 오히려 로드바아드가 비웃음의 대상으로 전락
- 로드바아드의 끈질긴 조사요구에 따라 1980년 2월에 정식 조사가 진행되어 소만이 표절뿐만 아니라 데이터의 날조까지 자행했음이 드러남
- 소만이 발표한 14편의 논문 전체로 조사가 확대되어 이 중 10편에서 조작이 이루어진 것을 확인

□ 사후처리

- 소만은 예일의대 조교수직에서 사퇴한 이후, 모국인 인도로 돌아감
- 공동저자이자 감독이었던 펠리그는 조작에 직접 가담하지는 않았다는 이유로 종신재직권(tenure)이 박탈되는 수준의 징계를 받음

□ 시사점

- 동일한 분야의 연구자 간에 선취권을 둘러싼 극심한 경쟁양상이 연구 부정행위의 중요한 동기
- 이해관계가 상충할 경우 당사자 간의 권위의 차이로 인해 보편주의(universalism) 원칙이 실제로는 제대로 작동하지 않게 됨
- 소만 사건에서도 거장(펠리크)과 신진연구자(로드바아드) 간의 권위의 차이는 신진연구자의 주장이 신뢰받기 어려운 요인으로 작용

⑦ 1977~1980년, Elias A. K. Alsbati(이라크 출신 의학도)^{<31>}

□ 사건개요

- 알사브티는 타인의 논문을 다시 타이핑하여 저자의 이름을 자신의 이름으로 바꾸고, 잘 알려지지 않은 잡지에 기고하는 방식으로 모두 60편 정도의 논문을 표절
- 알사브티는 표절로 만들어진 논문실적을 바탕으로 미국의 여러 유명 병원 및 연구소들을 옮겨 다니면서 의학자로 행세
- 논문을 도용당한 켄사스 대학의 다니엘 웰다(Daniel Wierda)가 몇 개의 과학잡지의 뉴스 난에 표절을 폭로하는 서한을 보내면서 알려지기 시작
 - 이미 사망한 심사위원에게 보내진 웰다의 논문을 알사브티가 이름만 바꾸어 일본의 한 저널에 게재했고, 웰다가 오히려 표절의혹을 받음
- 이후에도 알사브티는 표절을 계속했으나 이 사실이 네이처誌 등 유명 잡지에 보도되면서부터 과학계에서 종적을 감춤

□ 시사점

- 과학 잡지 및 논문의 범람으로 도용에 대한 감시와 검색이 매우 어려운 환경이 도래
 - 알사브티의 경우도, 잘 알려지지 않은 B급 저널에 주로 논문을 게재하여 도용사실이 오랜 기간 알려지지 않음

<31>Broad, W. and Wade, N., 『과학사에 오점을 남긴 배신의 과학자들』, 박익수 譯, 겐지사, 1996

⑧ 1910~1913년, Robert A. Millikan(미국 물리학자, 노벨상 수상자)

□ 사건개요

- 시카고대의 무명 교수였던 밀리칸은 1910년 이른바 ‘밀리칸의 기름방울 실험’으로 널리 알려진 실험을 통해 최초로 전자의 전하량^{<32>}을 측정
- 밀리칸은 이 성과로 1923년 노벨 물리학상을 수상

- 밀리칸은 측정 데이터를 공개하면서 38회의 측정결과를 가장 낮은 수치부터 가장 높은 수치까지 차례로 분류하고 이 중 7개의 측정치를 제거했다고 밝힘

- 비슷한 시기에 비엔나 대학에서 전자의 전하량을 측정하던 에렌하프트(Felix Ehrenhaft)는 전자의 전하는 다양한 값을 가지며, 밀리칸의 실험에서 생긴 편차는 실험 오차가 아니라 전자의 특성 자체라고 주장

- 밀리칸은 전자가 단일 전하량을 갖는다는 사실을 증명하기 위해 1913년에 보다 정교한 실험결과를 논문으로 발표
- 이 논문에서 밀리칸은 이탤릭체로 “실험결과는 선택된 데이터가 아니라 60일간에 걸쳐 연속적으로 실시한 실험의 모든 기름방울에 대한 결과”라고 강조

- 밀리칸의 사후에 과학사자들이 그의 실험노트를 확인한 결과 1913년의 논문에서 발표된 58회의 측정값은 전체가 아니라 140회의 실험 중 결론을 유도해내기에 적합한 수치들을 선택한 것으로 확인

□ 시사점

<32>전하량은 물질을 구성하는 기본 입자들이 가진 고유의 전기량을 의미. 전자(電子)는 $-1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ (쿨롬)의 단일 값을 가지며 관례상 '-1'의 전하량으로 표시함. 전자 이외의 소립자들은 $-1/3$, $2/3$ 등 분수의 전하량을 가지고 있음

- 유리한 결과만을 선택적으로 사용하는 행위를 '트리밍(trimming)'이라고 하며, 과학자들의 대표적인 자료 왜곡 형태
- 결과를 의도적으로 제거한 경우가 아닌 이상, 실험오차 등의 보정을 위한 자료의 검토과정과 왜곡행위의 경계가 불분명한 경우가 많음

⑨ 1912년, Charles Dawson(영국, 필트다운인 사건)

□ 사건개요

- 1912년 영국 런던에서 열린 지질학회에서 아마추어 지질학자인 찰스 도슨은 필트다운 마을 근처에서 새로운 화석인류를 발견했다고 발표
- ‘필트다운인(Piltdown Man)’은 원숭이와 사람의 중간 형태의 화석인류로 진화 과정의 연결고리, 즉 인류의 조상이 영국인이라는 사실에 영국 국민과 학자들이 열광
- 프랑스와 미국에서는 필트다운인의 진위를 의심하는 수백 편의 논문이 쏟아지면서 논란이 증폭
- 그러나 필트다운인은 대영박물관에 40년 동안 전시되는 영광을 누림
- 1953년 대영박물관 연구원이 불소를 이용한 새로운 연대측정법으로 필트다운인 연대를 정확히 측정하면서 사기임이 증명
- 두개골은 최근에 죽은 사람의 뼈였고 턱뼈 또한 죽은 오랑우탄의 것
- 해부학적 모순을 숨기기 위해 턱뼈의 양끝부분을 의도적으로 절단하고, 마모된 어금니를 연출하기 위해 인위적으로 줄질하였음이 확인

□ 시사점

- 과학적 성과가 국가이익 또는 국민적 자부심 등과 결합할 경우, 객관적인 증거를 방해하는 요인으로 작용

⑩ 1903년, Rene Blondlot(프랑스 물리학자)

□ 사건개요

- 1903년 르네 블론로는 X선에 비해 굴절이나 반사가 훨씬 잘되는 새로운 방사선인 N선을 발견했다고 발표
- 그의 획기적인 발견이 공표되자 프랑스 과학원이 거액의 연구비를 지원하는 등 블론로는 프랑스 과학의 우상으로 부상
- 1904년 미국 로버트 우드(R.W.Wood) 교수는 블론로의 실험재현을 참관하던 중 실험에 필수적인 프리즘을 몰래 제거했음에도 블론로가 N선을 검출하는 것을 보고, 이 광선이 명백한 거짓이라고 과학잡지에 기고
- 그러나 프랑스의 저명한 과학자들은 1906년까지 다양한 실험환경에서 N선의 검출을 보고하는 약 300여 편의 논문을 발표하며 블론로를 지지

□ 시사점

- 무의식적인 자기기만에 의해서 원하는 과학적 결과가 도출될 수도 있음을 보여주는 대표적인 사례
 - 블론로의 실험을 재현한 수십 명의 프랑스 과학자들은 의도적으로 결과를 조작하지는 않았으나, 블론로의 실험이 옳다는 믿음을 바탕으로 원하는 결과를 유도한 측면이 있음
- 펠트다운인 사건에서처럼 국가적 자존심이 개입하여 블론로의 실험결과에 대한 과학적 검증을 방해한 사례

<별첨 2> 미국의 과학 연구윤리 감시제도

1. 연구 부정행위

(1) 미국의 연구부정 방지 정책

□ 미국은 연구 부정행위에 대한 방지·조사 체계가 가장 발달한 나라

- 미국은 세계 최대의 연구비 집행규모와 최다 저널·논문발표 수로 인해 연구부정의 발생빈도도 가장 높은 나라
- 동료검토, 심사제도, 追試제도 등 전통적인 자체검증 체계의 불완전성을 보완하기 위해 법·정책적으로 감시 체계를 제도화
- 연구 부정행위에 대한 사후 감시·조사제도뿐만 아니라, 방지를 위한 각종 교육 및 연구 프로그램이 발달
- 미국의 연구부정 방지정책은 세계적으로 핵심적인 벤치마킹 대상
- 연구 부정행위를 다루는 대표적 연방기관인 ORI(Office of Research Integrity)의 웹사이트는 2004년 중 9만 2,000여 명이 22만 회 방문할 정도로 유명
- 방문자의 10%는 미국 이외의 국가에서 접속

□ 미국은 2000년 12월에 연구 부정행위를 다루는 연방정책(FRMP, Federal Research Misconduct Policy)을 제정

- 대통령 직속의 과학기술정책실(OSTP, Office of Science and Technology Policy)에서 연구 부정행위에 관한 연방정책을 주관
- 연방기관 및 연방정부의 자금지원을 받는 대학·산업체의 연구과제에 적용되는 정책

- 연방기관은 2001년 12월까지 FRMP의 실행을 의무화
 - FRMP의 규제대상은 연구과정 및 연구기록의 정확성과 신뢰성을 해치는 연구 부정행위에만 한정
 - 연구 부정행위 이외^{<33>}의 규정위반, 부정직 행위 및 법규위반 등은 별도의 절차나 법률을 통해 규제
- FRMP는 미국 공공기관·대학·연구기관의 연구 부정행위에 관한 기준으로 사용되고 있음
- FRMP는 연구 부정행위의 정의 및 범위, 성립요건, 연구 부정행위 의혹의 처리절차 및 사후관리 대책 등을 상세하게 규정
 - FRMP는 과학·공학·수학 등의 이공계 분야 및 경제학, 교육학, 언어학, 의학, 심리학, 사회과학, 통계학 등의 인문사회과학 분야에도 적용
 - 연구결과, 연구제안서·실험노트 등 연구과정의 각종 기록에서부터 연구진 내부보고서, 구두(oral) 프리젠테이션에 이르기까지 광범위한 연구기록이 감시대상에 포함
- 연방기관과 자금을 지원받은 해당 연구기관이 연구 부정행위 방지·조사를 위해 역할을 분담
- 연방기관은 연방자금을 지원받은 연구의 감시에 관한 절대적·최종적 권한을 보유
 - 개별 연구기관은 연구 부정행위의 방지조치 및 감지·조사·부정행위의 성립 여부에 대한 판결 등에 관해서 1차적인 권한과 의무를 지님

<33>연구부정행위에 해당되지 않는 윤리문제 : 실험대상인 인간 또는 부속물의 비윤리적 취급, 실험동물의 부적절한 취급, 범죄행위, 하급자에 대한 학대와 같이 과학윤리가 아닌 사회윤리 성격의 문제 등

- 연방기관에 연구 부정행위 제보가 직접 접수될 경우, 해당 연구기관에 사건을 이관하여 조사를 진행하는 것이 원칙
 - 단, 해당 연구기관에 조사를 의뢰하기에 적절하지 않은 사항, 공공보건 및 안전 등 공공이익을 보호하기 위해 필요한 경우 등 특별한 경우에는 연방기관에서 직접 조사할 수 있도록 규정
- 각 연구기관은 '탐문-조사-판결'의 3단계 절차에 따라 연구 부정행위 의혹을 처리
- 탐문(inquiry) : 연구 부정행위 의혹에 충분한 개연성이 있는지를 파악하고 본격적인 조사절차가 필요한지를 판단하는 단계
 - 조사(investigation) : 연구기록의 사실 관계에 대한 자세한 검토를 통해 의혹의 기각 또는 시정조치 권고안을 마련하는 단계
 - 판결(adjudication) : 시정조치 권고안이 제시될 경우 내용을 검토하여 적절한 조치사항을 결정하는 단계
 - 연구기관은 2단계의 조사가 종료된 시점에서 관련 조사기록을 연방기관에 송부하여야 하며, 3단계의 판결이 종료된 시점에서는 판결내용과 시정조치 계획을 재송부
 - 공공보건 및 안전을 위협하거나 범죄행위에 해당하는 등 특별한 경우에는 탐문-조사 중에도 관련 기록을 연방기관에 송부해야 함
 - 연구자원의 지출을 중단시켜야 할 경우, 불완전한 상태에서라도 의혹이 공공에 알려져야 한다고 위원회가 판단한 경우 등
- 연방기관은 연구기관의 처리결과를 검토하고 사후조치를 시행
- 필요할 경우 연구기관의 처리결과에 대한 추가적인 조사를 실시

- 연구기관의 처리가 적절한 경우, 관련된 법·규정·정책에 의거하여 적절한 규제조치를 시행
- 규제조치의 수준은 고의성의 정도, 부정행위의 반복 여부, 부정행위의 과급효과 등 부정행위의 정도에 따라 결정
- 규제조치에는 연구기록의 적절한 교정, 징계요구, 각종 상훈의 정지·취소, 정부 차원의 지원금지 등이 있음
 - 범죄혐의가 인정될 경우는 즉시 법무부 등 관련 수사기관에 통보
- 관련된 연방기관이 복수일 경우는 사건에 관한 주 연방기관이 조사의 조율·진행을 관장하며, 사후 규제조치는 개개의 연방기관이 각각 조치

□ 연구 부정행위 의혹에 대한 공정·신속한 처리를 위한 장치를 마련

- 탐문·조사기관과 판결기관을 분리하여 운영하도록 규정
- 연방기관의 제재조치에 대해서는 각 기관이 규정한 절차에 따라 항소할 수 있도록 함
 - 제재조치에 대한 항소 역시 탐문·조사기관이 아닌 타 기관에서 처리
- 의혹의 제기만으로는 연구중단을 초래할 어떤 조치도 취할 수 없으며, 의혹의 당사자에게 의혹의 내용과 근거, 조사를 통해 밝혀진 부정의 증거를 제공하며 항변할 수 있는 기회를 부여
- 조사위원회는 제기된 의혹과 어떤 형태의 이해관계도 갖고 있지 않은 전문가 중에서 선임
- 의혹의 당사자 및 제보자에 대한 신원정보는 비공개를 원칙으로 하며 반드시 필요한 경우를 제외하고는 공개할 수 없음

- 탐문-조사-판결-항소 등 일련의 단계는 적절한 수준에서 기한을 정하여 신속한 처리를 유도

(2) 연구부정 방지정책의 실행

연구부정 방지정책의 실행현황

- 현재 9개 연방기관이 FRMP에 의거 연구부정 방지를 위한 실행체계를 구축
 - 보건후생부(DoHHS), 국방부, 에너지부, 노동부, 교통부, 재향군인원호부(DoVA), 환경보호청(EPA), 우주항공국(NASA), 국립과학재단(NSF), 스미소니언 연구소 등이 FRMP를 실행
 - 이 중 보건후생부(DoHHS) 소속의 ORI가 연구부정 방지정책의 핵심적인 역할을 수행
- 대부분의 대학·병원·연구소와 일부 기업 등이 연구부정 방지를 위한 정책 및 절차를 시행 중
 - 4,430개(2004년 기준)의 기관이 ORI에 연구 부정행위 관련 연례보고서를 제출
 - 거의 대부분의 미국대학과 2,375개의 소기업이 연례보고서를 작성하는 등 자체적인 연구부정 방지정책을 실시 중

ORI에 등록된 연구 부정행위 연례보고서 제출기관(2004년)

연구기관의 종류	기관 수	2003년 대비 증감
고등교육기관(전문대 이상)	953	+ 25
독립 연구소·재단·실험실 등	363	+ 18
독립 병원	294	+ 17
고등교육기관 이외의 교육기관	25	+ 2
기타 건강·인간연구·환경서비스 기관	420	+ 22
기타(소형 기업체)	2,375	+ 83
총계	4,430	+ 167

자료 : Office of Research Integrity, *ORI Annual Report 2004*, 2005. 5.

- 연방 연구자금을 지원받기 위해서는 연구부정 방지·조사를 위한 절차를 수립하고, 연간 활동현황을 보고하도록 의무화한 것이 주요

보건후생부의 ORI 사례

□ ORI는 미국의 보건·건강 및 행동과학 분야의 연구윤리문제를 총괄

- ORI는 공중보건 서비스와 관련된 연방기관의 연구 성실성 문제를 관장
 - 공중보건 서비스 관련 연방기관 : 국립보건원(NIH), 질병예방통제소(CDCP), 식품의약품안전청(FDA) 등 8개 기관이 해당
 - FDA의 규제업무와 관련된 연구활동은 관장대상에서 제외
- ORI는 연구 부정행위의 감시와 방지를 위한 정책의 개발·실행 및 교육 훈련 프로그램 운영 등에서 포괄적인 권한과 책임을 보유

□ 연구 부정행위의 감시 및 조사업무는 조사부(Division of Investigative Oversight)에서 총괄

- 연구부정 의혹사건의 진행을 관리하고, 연구기관이 보고한 조사결과를 검토하여 시정조치 등의 권고안을 마련

- 부정행위를 조사하는 해당 연구기관을 기술적으로 지원하기 위한 신속 기술지원프로그램(RRTA, Rapid Response for Technical Assistance Program)^{<34>}을 운영
 - 2004년 중 ORI에서 처리된 30건의 신규 연구부정 사건 중 10건이 RRTA 지원을 통해 수행
- 교육 및 충실성부(DEI, Division of Education and Integrity)는 연구 성실성 향상을 위한 각종 교육훈련 및 자료발간 등의 업무를 담당
- 책임있는 연구행위(RCR, Responsible Conduct of Research)를 과학기술계에 확산시키기 위한 다양한 프로그램을 운영

DEI의 주요 프로그램

- ▷ RCR Resource Development Program : 대학·병원·연구기관의 RCR에 관한 각종 교육자료 및 연구보고서 발간을 지원
- ▷ RCR Expo : RCR 관련 자료를 전시하고, 관련 주제에 관해 토론하는 RCR 자료 박람회를 개최
- ▷ Research on Research Integrity(RRI) 프로그램 : 연구 충실성 관련 연구 주제에 대해 연구자금을 지원
- ▷ RCR을 주제로 연중 다양한 컨퍼런스 및 워크숍을 개최 : 2004년의 경우 7회의 컨퍼런스를 개최

- 각급 연구기관들의 자체 감시활동에 대한 적합성 여부를 매년 평가·승인
- 연구 부정행위에 관한 연례보고서를 매년 제출하여 승인을 받아야만 연방연구자금 지원대상 자격을 유지(assurance program)
 - 2003년 기준으로 752개 기관에 대해 연례보고서 미제출 등의 사유로 연방연구자금의 지원대상 자격을 박탈

<34>RRTA의 기술지원 내용 : 실험자료·컴퓨터자료·사진자료 등의 판별, 수리통계 등 전문영역의 기술지원, 유사사례의 처리경험 전수, 전문가 소개·연결, 국가자료에의 접근 지원, 각종 절차 및 정책의 수립·검토 지원

- 연구부정 의혹을 해당 연구기관이 적절한 정책과 절차에 따라 처리하였는지를 심사하는 일치성심사제도(compliance review program)를 운영
- 제보자에 대한 기관의 보복행위 여부도 심사
- 2004년의 경우 연구부정 의혹에 대한 적절한 대처 여부 심사 2건, 제보자에 대한 보복행위 심사 6건이 행해짐

□ 연구부정 행위자에 대한 사후관리 시스템을 운영

- ORI의 내부 전산 시스템에 연구 부정행위가 인정된 개별 연구자에 대한 관련 정보를 기록하고 있으며, 외부에는 비공개(ALERT Records)
- 2004년 중 명단에 10명이 추가되고 12명이 삭제되어, 2004년 말 현재 61명이 시스템에 등록
- ALERT에 등록된 연구자에 대해서는 보건후생부의 각종 지원 프로그램 및 시상 대상이 되거나 자문위원회 등 공공활동에 위원으로 참여하는지를 지속적으로 체크
- ALERT에 등록된 연구자 중 보건후생부로부터 최종적으로 규제조치를 받을 경우 보건후생부의 '규제조치게시판(AABB, Administrative Actions Bulletin Board)'에 이름이 등재되어 일반에 공개

2. 연구 부정행위 이외의 윤리문제

□ 미국은 연구부정과 '기준불일치(regulatory noncompliance)'를 구분

- 기준불일치란 실험과정에서 인체 또는 동물의 취급 시 주의사항 위반, 안전성 조치기준 위반, 이해관계의 충돌 등에 관한 문제
- 각 기준불일치문제는 해당 위원회 또는 이러한 주제를 다루는 별도의 정책이나 절차에 의거하여 조사 및 시정조치를 취함

기준불일치 문제의 유형

- ▷ 연구에 대한 승인(필요시) 없이 진행
- ▷ 실험자에 대한 위험성 등 사전 정보제공 및 동의절차 무시
- ▷ 연구와 관련된 사람에 대한 부적절한 영향력 행사 또는 강압
- ▷ 승인받지 못한 절차의 실행
- ▷ 미승인 장소에서의 연구 수행
- ▷ 프로토콜의 변경사항에 대한 보고·기록 등의 누락
- ▷ 기타 연구와 관련된 각종 기준, 규제, 절차, 사회적 조건 등의 미준수

□ 기관심사위원회(IRB, Institutional Review Board)가 기준불일치문제를 담당하는 대표적인 기관

- 생명과학 연구주제의 경우 우선 IRB에 연구계획서를 제출하고, 심사결과 문제가 없다고 판단되었을 때에만 연구수행이 허락
- 연구자가 학술 잡지에 논문을 투고할 때에도 IRB의 인가를 얻었다는 사실을 밝혀야 함
 - 저널의 편집부는 인가증이 없는 논문의 게재를 거부할 수 있음
- IRB의 심사위원회에는 동료가 아닌 비전문가들을 일정 비율 이상 반드시 포함하도록 규정
 - 예를 들어, 분자생물학 연구기관일 때는 분자생물학자 이외에 물리학자나 철학자, 성직자나 변호사가 참여

□ 과학연구 프로젝트 예산의 일정 부분을 반드시 그로부터 초래될 수 있는 윤리적·법적·사회적 문제의 검토에 할애

- 윤리적·법적·사회적 영향(ELSI, The Ethical, Legal, and Social Implications) 프로그램^{<35>}이 대표적

^{<35>}미국 에너지부 및 국립보건원에서 주관하며, 인간 유전체 연구의 윤리적·법적·사회적 영향에 대한 연구를 지원하는 프로그램

- 인간게놈프로젝트(HGP)의 경우 전체 예산(30억 달러)의 3~5%를 ELSI 관련 주제에 사용
- 기존의 사회·윤리체계에 대한 영향을 조직적이고 전문적으로 연구하여 향후 연구정책에 반영