

THE ENGINE OF
KOREA
HANYANG
UNIVERSITY

제 1회 “내 삶을 바꾸는 과학기술” 정례 토론회

국민생활 관점의 국가과학기술 혁신과 기술사업화

한양대학교 기술경영전문대학원

정태현

2020.7.23

들어 가며...

국민생활 관점의 국가과학기술 혁신과 관련된 방대한 내용 중 세 가지 이슈만을 논의

- 2018년 우리나라 총 연구개발비는 85조 7,287억원, GDP대비 연구개발비 비중은 4.81%로 세계 1위(세계 2위, 이스라엘 4.54%)

이슈1. 과학기술의 경제사회적 책무성 -> 과학기술계의 코로나 이슈 대응력은?

- 2018년 국가연구개발비의 63.6%는 출연연과 대학이 집행
 - 출연(연)(8조 502억원, 40.7%)이 가장 많고, 대학(4조 5,365억원, 22.9%)이 그 다음

이슈 2. 국가과학기술 성과의 사업화 개선 방향은?

- 기초 연구개발비 비중은 해마다 감소하는 추세
 - '15년 : 17.2% → '16년 : 16.0% → '17년 : 14.5% → '18년 : 14.2%

이슈 3. 국가과학기술 성과의 국민체감 개선 방향은?

차례

이슈 1. 코로나 : K-방역 v. K-과학기술

이슈 2. 국가R&D성과 활용과 사업화 : 기관 v. 연구자

이슈 3. 국민체감형 과학기술 v. 과학기술의 국민체감

정리와 결론

이슈 1. 코로나 : K-방역 v. K-과학기술

한국의 과학기술은 코로나로 촉발된 사회적 위기에 어떻게 대응하고 있을까?

코로나와 K-방역

전문가의 올바른 방향 설정, 관련 기업과 조직의 신속한 대응, 빠른 혁신(사업화)로 효율적 예방시스템, 신속 대량 진단 시스템과 중증도별 체계적 치료체계 구축

진단키트·마스크·드라이브 스루... 전 세계로 수출되는 'K-방역'

진단키트
진단키트·마스크·드라이브 스루... 전 세계로 수출되는 'K-방역'
*현재 국내 73개 코로나19 진단키트, 110여개국으로 수출
*20.5.20 기준

드라이브 스루 선별진료소
외선이 주목하는 획기적인 진료 방식, 드라이브 스루 선별진료소
의료진 감염 및 교차 감염의 위험이 줄고
검사 시간 또한 10분 내외로 일반 선별진료소 대비 3배 빠름

워킹 스루 선별진료소
접근성을 더욱 높인 워킹 스루 선별진료소
차가 없거나 운전하기 어려운 환경의 환자를 위해
음압 설비를 갖춘 감염안전진료부스 활용
대폭 단축된 진료 시간이 장점

공적 마스크
누구나 구매 가능한 공적 마스크
공적 마스크 판매를 통해 마스크 수급 불안정 해소
*현재 5부제 폐지, 18세 이하 마스크 구매수량 확대 등
공적 마스크 정책 완화
*20.6.1 기준

BBC NEWS
Home Video World Asia UK Business Tech Science Stories Entertainment

Coronavirus in South Korea: How 'trace, test and treat' may be saving lives
By Laura Bicker
BBC News, Seoul
© 12 March 2020

Coronavirus pandemic

Daegu city has been worst affected by the coronavirus in South Korea

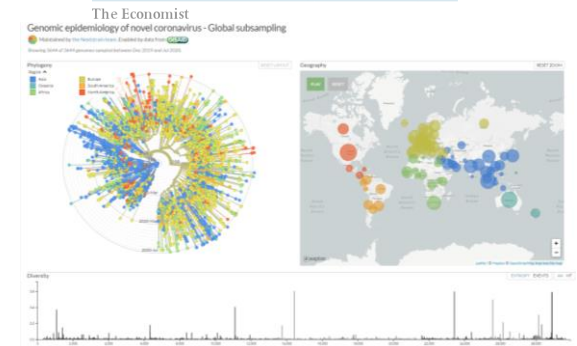
CNN Opinion Political Op-Eds Social Commentary

South Korea listened to the experts
Opinion by Dr. Terence Kealey
Updated 0228 GMT (1028 HKT) April 8, 2020

코로나로 촉발된 과학기술의 변화

코로나 사태 통해, 과학기술의 사회적 인식과 역할이 증대하는 한편, 과학기술 수행 양상 자체도 변화 중 – 신속, 공유, 공개, 협력

- 인류문제 해결사로서의 과학의 역할 증대
 - 전문가가 정치인을 압도
- 직접 사회문제 해결에 참여
 - 예: 버클리大 코로나 무료 공개진단 컨소시움(IGI SARS-CoV-2 Testing Consortium)
- 과학기술 커뮤니케이션 방식의 변화
 - 빠른 정보교류
 - 동료평가 학술지 대신 “pre-prints” (bioRxiv, medRxiv)
 - 데이터와 아이디어의 공유
 - 1월 중국 연구진의 SARS-CoV-2 유전자 지도 공개 통해 진단시약 개발
- 학제간 협력, 공개적 협력
 - Nextrain 코로나 바이러스 유전자 지도 저장소
 - Oxford Martin School 국가별 정책 데이터
 - 코로나 관련 논문 무료 공개



코로나 관련 과학기술 연구성과

코로나 관련 논문은 폭발적으로 쏟아지는 가운데 한국은 양(17위)과 질(23위) 모두 뒤처짐. 중국의 선점 효과, 이탈리아와 싱가포르의 약진.

국가	저자 수	%저자수	논문수	%논문수	피인용	%피인용
China	553	20.42	3958	21.65	250006	53.68
United States	571	20.46	3668	20.07	67493	14.49
Italy	404	14.65	2482	13.58	24056	5.16
United Kingdom	263	9.54	1821	9.96	28676	6.16
France	134	4.77	829	4.54	19212	4.12
India	106	3.43	803	4.39	3483	0.75
Germany	70	2.53	446	2.44	16097	3.46
Canada	61	2.24	384	2.1	3902	0.84
Spain	58	2.09	352	1.93	2057	0.44
Japan	44	1.6	328	1.79	7237	1.55
Singapore	41	1.53	284	1.55	9453	2.03
Australia	43	1.6	271	1.48	6017	1.29
Netherlands	34	1.27	242	1.32	7363	1.58
Switzerland	38	1.34	242	1.32	4094	0.88
Iran	37	1.19	206	1.13	669	0.14
Brazil	37	1.34	186	1.02	1207	0.26
South Korea	25	0.86	162	0.89	665	0.14
Poland	22	0.82	158	0.86	298	0.06
Greece	14	0.52	120	0.66	896	0.19
Belgium	17	0.63	112	0.61	874	0.19
Colombia	4	0.15	103	0.56	1137	0.24
Taiwan	16	0.6	102	0.56	2533	0.54
Ireland	17	0.63	80	0.44	214	0.05
Saudi Arabia	6	0.22	58	0.32	1640	0.35

■ 한국: 논문 양 17위 (저자 수, 논문 수)

— 논문 질: 23위

■ 이탈리아 현상

■ 중국의 선점효과

■ 자료

- Dimensions.ai
- Pre-print 포함 (중복 계상)
- 2020.1.1~7.15 간 COVID19관련 4편 이상 출간
- 공저자 중복 계상

코로나 직전의 K-과학기술

코로나 직전(2019년) 학술논문의 양 또는 질 기준, 한국의 순위는 대략 10~14위 수준

Country	Documents	Citable documents	↓ Citations
1 United States	678197	605796	582779
2 China	684048	669877	544310
3 United Kingdom	212519	188259	207745
4 Germany	183640	167305	167682
5 Italy	125709	113243	117534
6 Australia	110579	100527	116738
7 Canada	115384	104950	110142
8 France	118951	109099	104040
9 India	187014	173574	101838
10 Spain	100364	93133	87368
11 Japan	132308	123834	83421
12 Netherlands	64539	58783	74321
13 South Korea	89544	86242	66127

■ 전체 논문

- 논문 양(편수) 기준 13위
- 논문 질(피인용 수) 기준 13위

■ 생명과학 논문

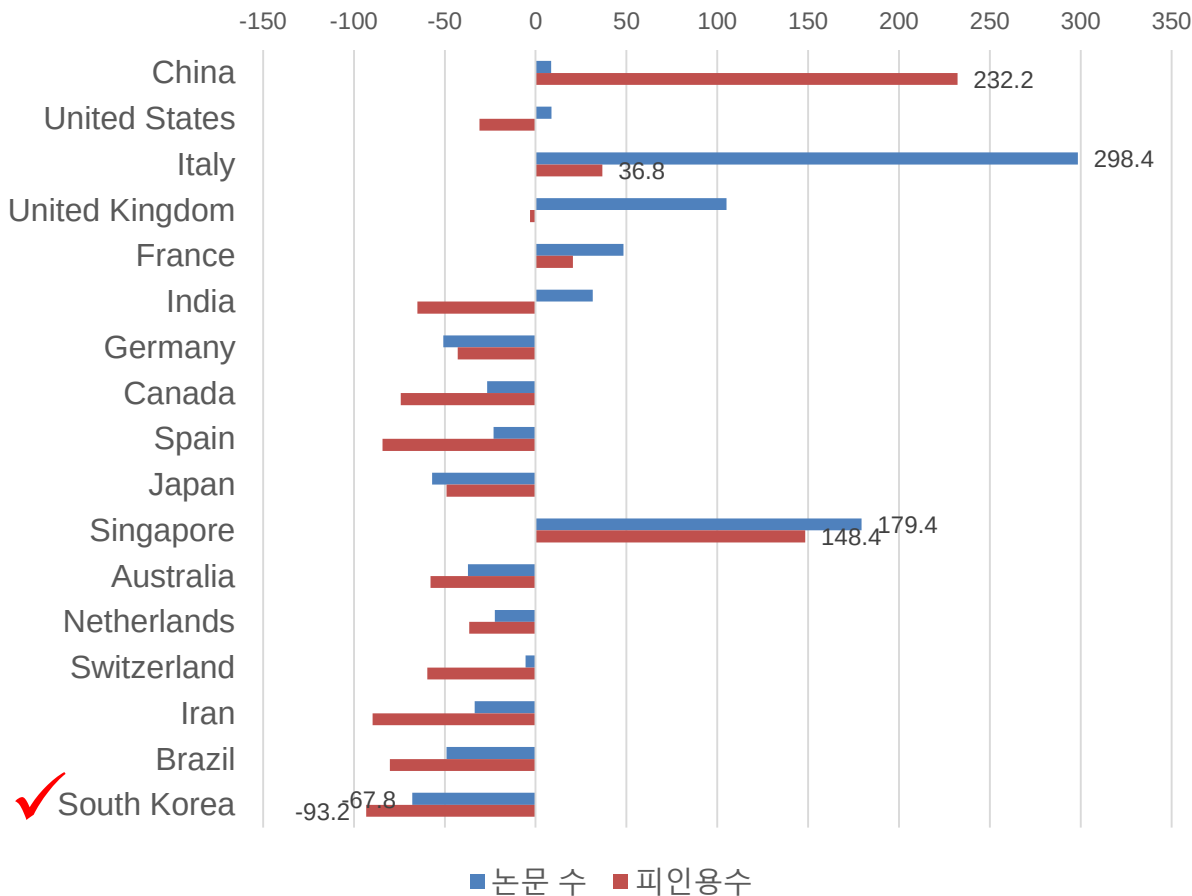
- 논문 양 기준 14위
- 논문 질 기준 10위

자료출처: SCImago

코로나 발발 직후의 K-과학기술

전년도 학술지 게재 생명과학 논문 대비, 한국의 코로나 논문은 주요국 중 양과 질 모두 감소폭 최대.

2019년 생명과학 논문 대비 코로나 논문 상대지수



■ 한국 코로나 논문은 양 68% 감소, 질(인용도) 93% 감소

■ 중국의 코로나 논문은 인용 230%이상 순증.

■ 이탈리아와 싱가폴은 논문 양 약 300%, 180% 순증.
 - 인용도 증가 수준도 각각 37%, 148%

■ 산출식

$$\frac{\text{코로나 관련 논문 국가별 점유율}}{\text{2019년 생명과학 분야 논문(국가별 점유율)}} - 100$$

- 코로나 논문: dimension.ai
- 2019년 논문: SCImago
- 논문 수, 피인용 수

K-방역과 K-과학기술

K-과학기술이 K-방역만한 성과를 내기 위해서는? 왜 한국 과학기술계의 코로나 이슈
즉응도가 부진할까?

원인 진단 (bottom-up 관점에서)

■ 동기유발(motivation)

- 학술논문은 학술적 공동작업(지식체에 대한 기여)의 과정인가, 성과인정의 수단인가?
- 평가에 종속된 연구동기와 평가수단 반영의 지체
 - 새로운 학술 발표수단(프리프린츠 서버)이 업적평가지표에 산입되지 않음
- Top-down식의 연구 아젠다 설정에 종속

■ 자원의 제약

- 현재의 연구과제에 매몰되어 여유시간과 자원이 없음
 - 참고: 3M과 Google의 20% 자유시간제
- 기설정된 과제의 연구비를 신축적으로 새로운 연구주제에 투입하기 어려움

■ 적응 지체

- 새로운 과학적 방식(신속, 공개, 폭넓은 협력)에 대한 수용이 지체되어 엄밀성을 다소 희생하더라도 신속하게 커뮤니케이션 하는 방식에 거부감

국가 R&D 대응 방향

연구자 중심

자율성(주제)
성과 다양화: 과정, 활동

운영 유연성

그랜트, 대출, VC 방식
장기 지원

평가 획일성 탈피

평가의 intelligence(전문성)
확보

관리중심
효율성



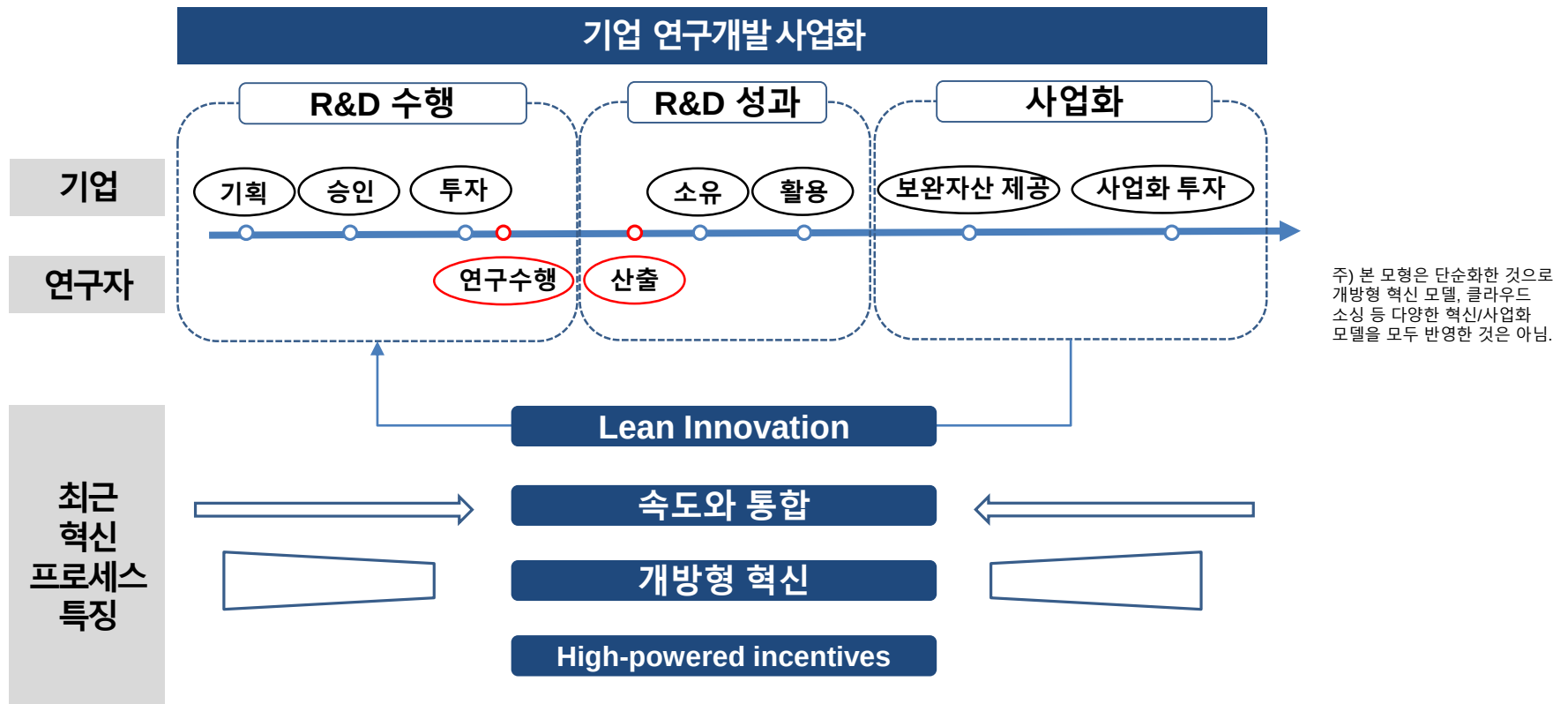
신뢰기반
창발성

이슈 2. 국가R&D성과 활용과 사업화 : 기관 v. 연구자

국가R&D 성과 소유와 활용의 주체가 기관이 아니라 연구자가 된다면?

기업 연구개발 사업화 프로세스와 거버넌스

최근 기업 연구개발 사업화 프로세스는 기술과 시장 불확실성에 보다 더 빠르고 유연하게 대응할 수 있도록 혁신프로세스의 통합과 실험, 유연한 피드백 등을 반영하도록 변화 중



대학 기술사업화 성과 결정 요인

대학 기술사업화 및 창업 성과 결정 요인은 다층위적이며 많은 이해당사자와 복합적으로 관련됨

■ 연구자 개인 요인

- 연령 및 경력, 학술 성과('star scientist'), 소속 학과/대학의 학술적 수월성
- 동기의 강도(금전, 사업화, 성장지향), 자존감

■ 인적 자원 요인

- 학술 성과('star scientist'), 특허/창업/기업 경험, 창업팀

■ 사회적 관계(social networks) 요인

- 연구자 개인의 외부 네트워크(조언, 멘토링, 기회, 자금), 기관 차원의 네트워크

■ 창업 및 사업화 환경 요인

- 문화, 입지

■ 재정 자원 요인

- 대학/정부/기업의 R&D 자금 지원, 초기벤처 투자

■ 과학기술 및 제품 요인

- 연구분야(예: 생명공학), 기술성숙도, 특허가능 기술

■ 창업/사업화 지원 조직 요인

- TTO(역량, 자원, 구조, 효과성)
- 창업보육, Seed funds, 창업교육, 실증센터(Proof-of-concept centers), 창업경진대회, ...

■ 국가/정책 요인

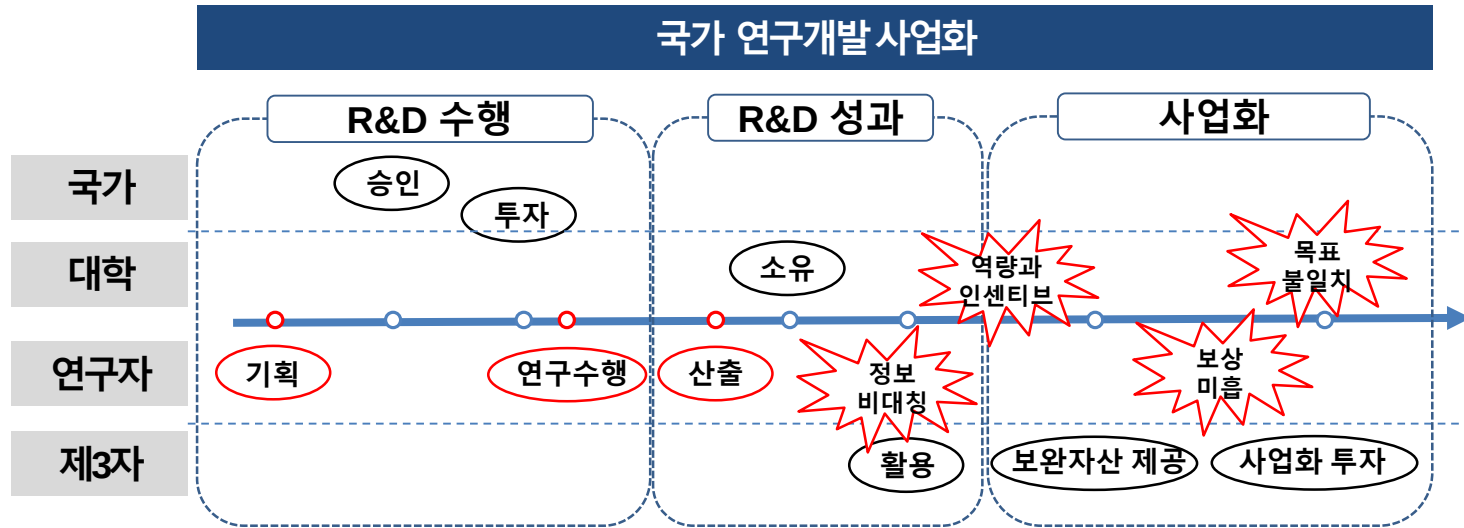
- Bayh-Dole Act, iCorp, SBIR, ...

■ 대학 운영 및 정책 요인

- IP 정책

국가 연구개발 사업화 거버넌스

국가 연구개발 사업화 거버넌스는 기업보다 분화되어 있고, 연구성과의 소유권자(대학/공공연 TLO)의 역량이 사업화의 주체로 미흡한 점이 많음



주) 본 모형은 단순화한 것으로 개방형 혁신 모델, 클라우드 소싱 등 다양한 혁신/사업화 모델을 모두 반영한 것은 아님.

■ 정보비대칭

- 대학(산단), 국가, 잠재활용자 등이 연구개발 성과에 대해 연구자만큼 잘 알지 못함

■ 보상미흡

- 사업화가 성공할 경우 연구자에 대한 보상이 미흡함

■ 역량과 인센티브의 미비

- 대학(산단)은 네트워킹, 자원조달, 지재권관리, 시장지식 등 다양한 기술(산업영역)에 대한 사업화 역량이 필요하나 현실적으로 이를 모두 확보하기 어려움

■ 목표 불일치

- 국가: 과제 종료 후 즉시 또는 추적조사 기간 내 성과 확보 요구
- 대학: IP 보호 통한 수익창출 치중

사업화 주체로서의 대학의 문제

해외의 연구결과도 대학 또는 산학협력단의 사업화 주체로서의 미비점에 대해 공통적으로 지적

■ TTO/TLO(산학협력단)의 역할

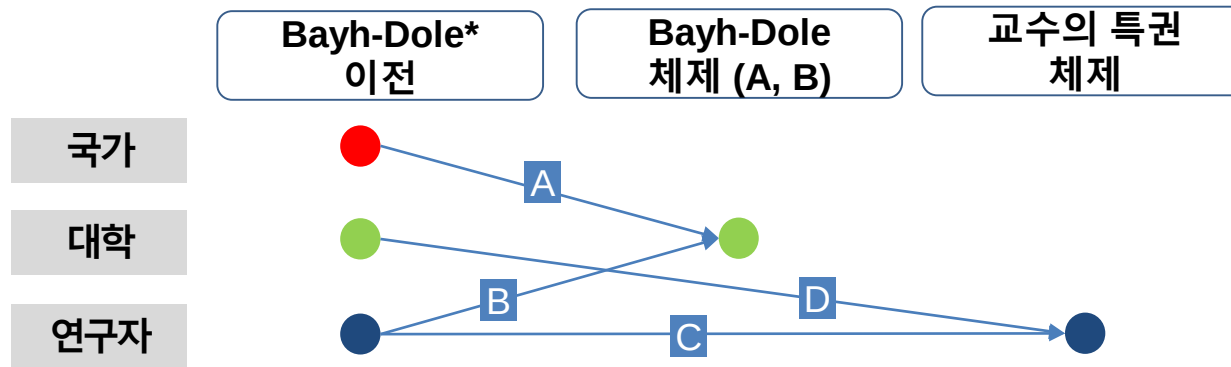
- 초기 창업 단계 이후의 역할 미미(Hayter 2016b; Mosey and Wright 2007; Rasmussen and Wright 2015)
- IP보호 통한 수익창출에만 치중
 - 창업 활동 오히려 저해(Fini et al. 2009, 2017; Markman et al. 2004; Swamidass and Vulasa 2009)
 - 산학연계 저해 (Clarysse et al. 2014; Perkmann et al. 2013)
- TTO와의 업무에 지나친 시간과 노력 투자로 과학기술 및 사업화 활동 저해 (Owen-Smith and Powell 2001)
- 결과적으로, 교원들은 TTO를 우회하고자 함 (Fini et al. 2010; Gianodis et al. 2016)

■ 대학의 IP정책 요인

- 대학은 특허권 과대평가 경향 (Karnani 2013)
- 특허권 강조로 연구협력 저해 (Feller et al. 2002), 지식기반 약화 (Mowery et al. 2001), 논문 게재 저감 (Walter et al. 2013)
- 특허권만을 강조할 경우, 창업기업의 본래 목표나 성과, 기술완성도에 저해(Colyvas et al. 2002; Fini et al. 2017 ; Markman et al. 2005;)
- 특허권 중심보다 지분 참여 방식이 더 효과적 (Bray and Lee 2000; DiGregorio and Shane 2003; Lockett et al. 2003; Markman et al. 2005b; Rasmussen et al. 2006; Rasmussen 2008)

Bayh-Dole 체제

Bayh-Dole* 체제는 금과옥조인가?



Bayh-Dole법: 1980년 미국에서 제정. 연방자금 지원받은 연구성과의 특허권을 대학이 소유할 수 있게 허용

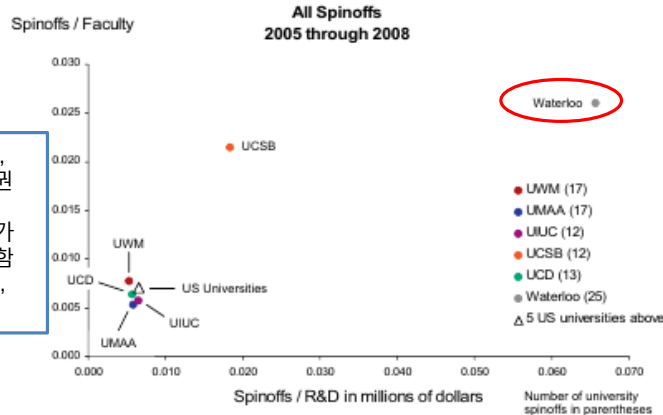
■ 국가연구개발비 지원 통한 비영리기관(대학 등)의 특허권의 소유 및 활용 권한

- A** 국가 -> 비영리기관: 미국, 한국, 일본 등
 - 한국: 2001년, 국. 공립대 교직원의 직무발명에 대한 특허권을 국가 또는 지방자치단체에서 기술이전 전담조직이 소유하도록 단서를 신설
- B** Professor's privilege(교수의 특허권 소유) 폐지 (대학 소속 연구자 특허의 대학귀속)
 - 덴마크(2000년), 독일(2002), 오스트리아(2002), 노르웨이(2003), 핀란드(2007)
- C** Professor's privilege 유지: 스웨덴
- D** Professor's privilege 도입: 이태리(2001)

Bayh-Dole 체제와 대학 기술사업화

非바이-돌 체제 대학의 창업 성과가 더 높음(미국). 특허권 소유를 교수->대학으로 바꾼 후, 유럽의 대학 창업활동 감소 (노르웨이 48%, 핀란드 29%).

미국



6개대학 비교결과, 교수에게 IP 소유권 인정하는 위털루 대학의 창업 성과가 타대학 대비 월등함 (Kenney & Patton, 2011)

Fig. 6. All spin-offs 2005 through 2008.

Source: Author's database.

노르웨이

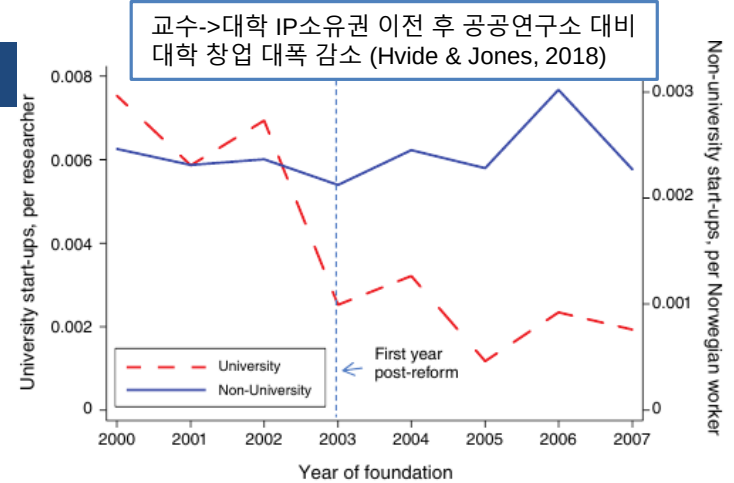


FIGURE 1B. UNIVERSITY VERSUS NON-UNIVERSITY START-UPS, PER WORKER

핀란드

교수->대학 IP소유권 이전 후 대학 특허 29%~46% 감소 (Ejermo & Toivanen, 2018)

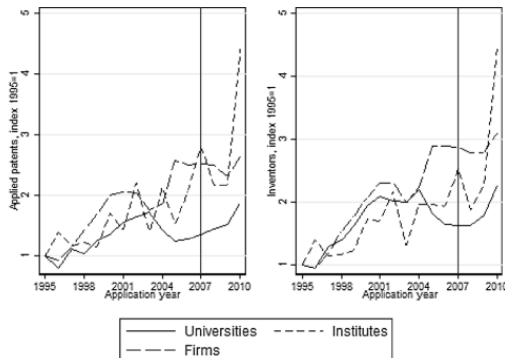
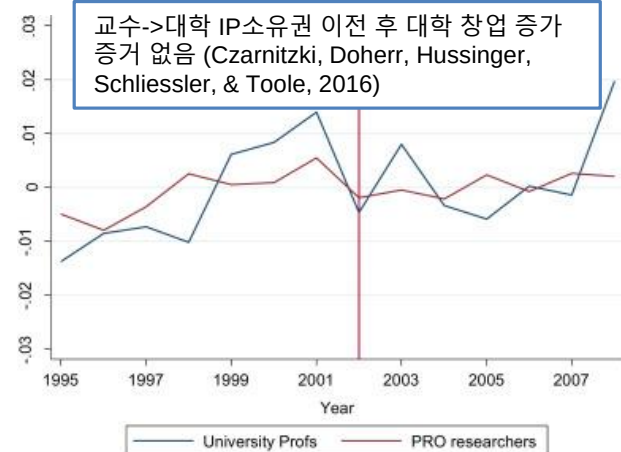


Fig. 1. Patenting (left) and inventor (right) developments among universities, institutes, and private firms in Finland, 1995–2010.

독일



법적 변화와 연구개발성과에 대한 권리

신설된 국가연구개발혁신법에서는 연구자가 연구성과의 원천적 소유권을 주장할 법적 근거 마련

■ 과학기술기본법 [현행]

- 제11조의3(국가연구개발사업성과의 소유·관리 및 활용촉진) ① 국가연구개발사업의 성과는 국가연구개발사업에 참여하는 연구형태와 비중, 연구개발성과의 유형 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 **연구기관 등의 소유로 한다.**



■ 국가연구개발혁신법 [시행 2021. 1. 1.]

- 제16조(연구개발성과의 소유·관리) ① 연구개발성과는 해당 연구개발과제를 수행한 **연구개발기관이 해당 연구자로부터 연구개발성과에 대한 권리를 승계하여 소유하는 것을 원칙으로 한다.** ② 제1항에도 불구하고 연구개발성과의 유형, 연구개발과제에의 참여 유형과 비중에 따라 연구개발성과를 연구자가 소유하거나 여러 연구개발기관이 공동으로 소유할 수 있다.

법적 변화와 연구개발성과에 대한 권리

법적 근거 마련에도 불구하고, 연구개발기관 간 계약 또는 발명진흥법 등에 따라 연구자에게 특허권이 귀속되기는 현실적으로 당분간 힘들 것으로 예상

■ 국가연구개발혁신법 시행령 (입법예고)

- 제30조(연구개발성과의 소유) ① 복수의 연구개발기관이 연구개발과제를 수행하는 경우 연구개발성과의 소유비율 · 성과실시 등에 관한 사항은 **연구개발기관 간 계약으로 정한다.**

■ 발명진흥법 10조 2항

- 국 · 공립학교 **교직원의 직무발명에 대한 권리는 전담조직(즉, 산학협력단)이 승계하고 그 특허권을 소유**

■ 사립학교는 자체 규정(산학협력법 제 35조)을 따르지만 국 · 공립학교에 준하여 관리할 것으로 예상

- 국내 XX대 지식재산권관리 규정: 연구자와 협의가 아니라 총장이 결정
 - 제7조(승계의 결정 및 통지) ① 총장은 제4조의 규정에 의한 발명의 승계여부를 결정한다.
 - 제8조(권리의 양도) 발명자는 발명에 대하여 본 대학이 특허를 받을 수 있는 권리를 승계한다는 결정을 받았을 때에는 지체 없이 그 권리를 본 대학에 양도하여야 한다.

연구자 중심의 R&D 성과 소유 및 활용 체제

연구자 중심의 자율적 R&D “관리 및 수행” 체제로의 전환은 상당 부분 진행.
다음 과제는 연구자 중심의 R&D “성과 소유 및 활용” 체제로의 전환?

20년간 원천기술 쫓은 외길 인생

씨젠: 이화여대 생물학과 교수가 2000년 사직 후 창업

“사업은 고집이 있어야 합니다. 초기 3년간 매출이 제로였습니다. 힘든 기간이었지만 그때 세계 최고 기술, 원천기술이라는 목표를 설정했습니다. 누구도 만들지 못한 것을 보여주면 세계가 눈여겨볼 것이란 믿음으로 끊임없이 연구, 개발, 개선을 반복했습니다.” - 씨젠 CEO 천종윤



‘세계적 과학자 K, 수천억대 특허 빼돌렸다

K 전 교수는 A대에 몸담고 있던
2010~2014년께 한국연구재단
연구비(29억여원)로 발명한 유전자 가위
관련 특허기술 3건을 B기업 연구성과인
것처럼 한 것으로 조사됐다.

그는 또 A대와 C출연연에서 근무하면서
발명한 유전자 가위 관련 특허기술 2건에
대해 직무발명 신고를 하지 않고 B기업
명의로 미국 특허를 출원한 혐의도 받는다.

K 전 교수는 원하는 유전자를 마음대로
잘라내고 교정할 수 있는 유전자 가위 기술
분야 석학으로 꼽힌다.

이슈 3. 국민체감형 과학기술 v. 과학기술의 국민체감

과학기술 커뮤니케이션에서 성과만이 아니라 과정과 활동에도 보다 치중

국민체감형 과학기술

성과의 사업화를 통한 과학기술 국민체감만이 아니라 과학기술 문제해결 과정별로 국민이 체감할 수 있도록 다각적 접근 필요



과학기술의 국민체감

과학기술 자체의 가치를 국민이 체감할 수 있도록 과학기술의 과정과 연구자들의 활동에 대한 커뮤니케이션을 장려할 수 있는 성과 목표 설정과 평가 방안 마련

■ 선형모형의 함정

- 과학기술은 경제사회적 목표 달성을 위한 수단만이 아니라 그 자체로 가치가 있고 그 가치를 국민이 체감할 수 있도록 노력해야 함.

■ 과정과 활동에 보다 치중한 과학기술 커뮤니케이션, 이를 반영한 성과평가

- 논문, 특허, 기술사업화 성과만을 평가·홍보·강조할 경우 과정과 활동이 간과되기 쉬움
- 과정과 활동 단계의 커뮤니케이션을 장려하기 위해 연구자 중심의 다각적 네트워킹과 홍보 활동도 성과의 일부로 인정 필요

■ 형성평가(formative evaluation)와 참여형 평가를 확대 반영

- 단일 사업 또는 과제 위주의 총괄평가(summative evaluation)는 구성원들의 학습보다는 평가 그 자체에 주안점을 둠.
- 연구자 및 폭넓은 이해당사자들간 상호 의사소통 수단으로서의 포럼(forum) 형성 장려
- 과정과 절차에 대한 자발적 회고(reflection)와 공유의 장 마련

| 정리와 결론

정리와 결론

현재 개선·반영 중인 “연구자 중심주의” 철학을 국가R&D 기획과 관리 관점만이 아니라 성과의 소유와 확산, 평가에 이르기까지 확대 적용 필요

■ R&D 기획 및 관리

- 관리중심 -> 연구자 중심
- 효율성 관점 -> 창발성 관점 (자원의 여유, 변경 등 유연성 확대)

■ R&D 성과의 소유와 사업화 주체

- 관리자 중심 -> 연구자 중심

■ R&D 성과의 공유와 확산

- 결과와 성과 중심 -> 과정과 연구자(활동) 중심

■ R&D 성과평가

- 목표달성 판단 중심 -> 절차적/과정적 학습과 지식 축적 중심
- 피동적 평가 -> 참여형/형성적 평가
- 지표중심 평가 -> 자율적 평가, 정성적(전문가적, intelligent) 평가