

2021. 5. 24.

연세대학교 교양교육연구소

제22회 교양교육연구소 공개포럼

과학과 신뢰, 팬데믹 시대에 더욱 깊어지는 고민

조선대학교 생물교육과 조은희

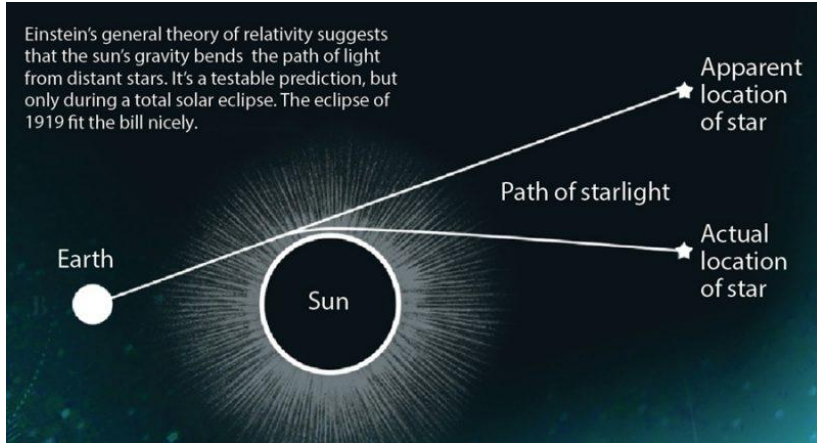
고민해 볼 내용

1. 과학과 신뢰의 미묘한 관계
2. 과학은 얼마나 믿을만한가? 믿을만한 근거는 무엇일까?
3. 과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인
4. **COVID-19** 범세계적 유행 속에서 더 복잡해진 과학과 신뢰의 관계
5. 교양과학교육에 던지는 시사점

The Paradox of Trust in Science (I)

- Hendriks, F., Kienhues, D., & Bromme, R. (2016). Trust in science and the science of trust. *In Trust and communication in a digitized world* (pp. 143-159). Springer, Cham.
- **근대 과학의 태동**
 - 권위(자)가 뒷받침하는 말을 맹목적으로 믿고 따르기 보다
 - 직접 보고 듣고 경험하고 확인한 바를 바탕으로
 - 이성을 통해 주변 세상을 합리적으로 이해하고자 하는 태도에서 시작
- **21세기 지금의 과학**
 - 직접 보고 만지고 확인할 수 있는 경험 세계를 떠나
 - 추상적인 이론을 바탕으로 복잡하고 거대한 기계장치를 통해 세상을 이해
 - 과학자라는 특별한 집단만이 그것도 전공에 따라 일부의 세계만 이해할 뿐
 - 이제 과학 지식은 과학자들의 권위에 의존하여 믿어야 하는 그 무엇 (?)

상대성 이론

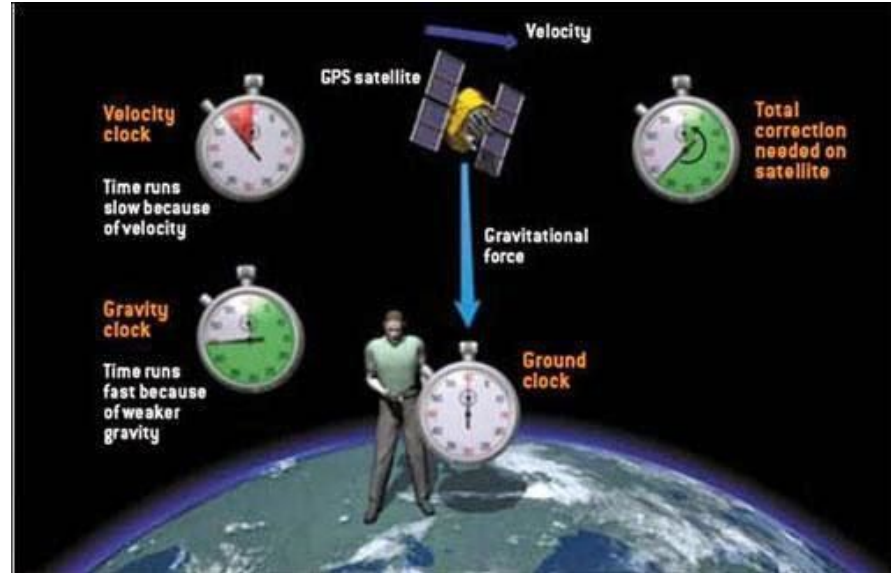


DiscoverMagazine.com.

Today in science: Einstein's triumph

Posted by Deborah Byrd in HUMAN WORLD | SPACE | May 29, 2019

May 29, 2019, is the 100th anniversary of a total solar eclipse, during which Sir Arthur Eddington observed the bending of light around the sun, thereby proving Einstein's general relativity theory and catapulting Einstein into rock star fame.



Fauquier Spatial Times 2016, vol 01(3)

The Paradox of Trust in Science (II)

- ‘건강한 회의주의’는 과학 연구의 토대
 - 과학 연구는 의문을 품고 질문하는 것에서 시작
 - 질문에 대한 답을 타당한 방식으로 찾은 것인지
 - 연구에서 산출한 자료는 정확한지
 - 같은 방법을 쓴다면 다른 사람도 이를 그대로 재현할 수 있는지
 - 연구 결과를 바탕으로 합리적인 주장을 하고 있는지
 - 끊임없이 의심의 끈을 놓치지 않고 살피고 확인하는 과정
- 과학자 개인의 의심과 점검 + 공동체의 의심과 점검
 - 연구 결과는 논문으로 발표
 - 논문에 대한 동료 전문가 평가
- 이와 같은 끊임없는 의심과 점검
 - 과학에 대한 신뢰의 토대
 - “의심과 점검이 잘 작동하고 있는가?”

과학에 대한 신뢰 1 단계 : 과학자의 엄정하고 책임 있는 연구 수행

- 해당 연구문제를 해결하는데 적절한 연구 방법을 철저하게 적용
 - 확실하고 편향되지 않은 실험 설계, 수행, 분석, 해석 및 결과 보고
- 임상연구를 예로 들면 연구 과정에서 다음과 같은 문제를 최대한 고려
 - 정확한 기준 및 대조군 (+/-)
 - 적절한 실험 집단의 크기
 - 임의화 및 눈가림
 - 통계적 방법은 실험 계획대로 적용
 - 자료의 포함 및 배제의 기준
 - 연구 참여자 유지 및 탈락
 - 결측치 처리
 - 성별 및 생물학적 변인에 대한 고려

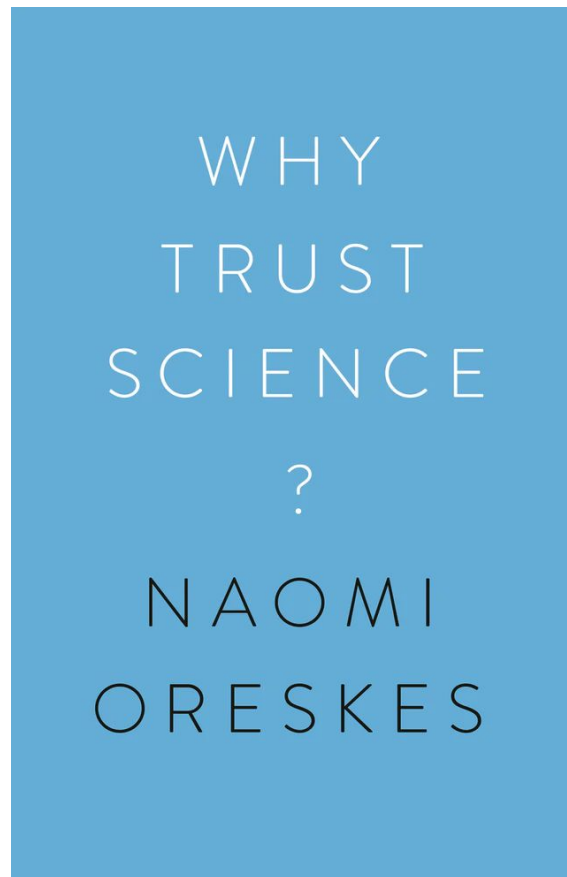
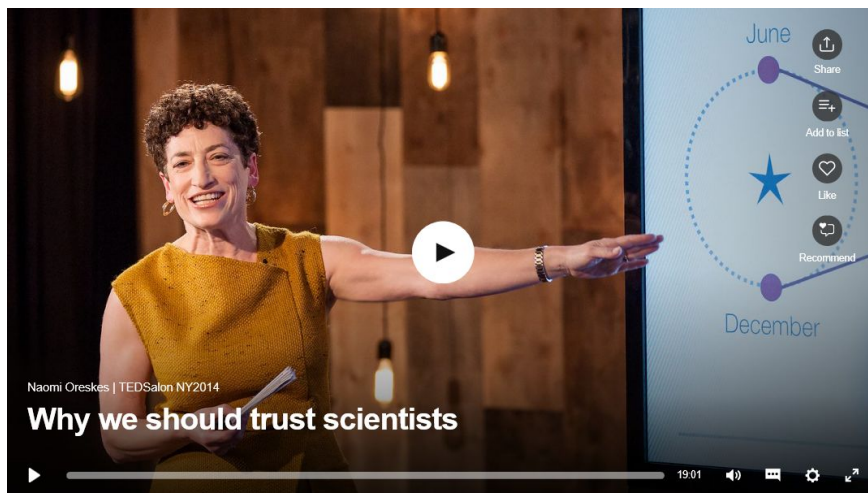
과학에 대한 신뢰 2단계 - 과학 공동체의 검토, 검증, 확인

- 논문 발표 과정의 전문가 심사 (동료평가, **peer review**)
 - 과학 연구의 결과는 해당 분야의 전문가 심사를 거쳐 전문 학술지에 게재
 - 연구의 정확성, 방법과 증거, 해석의 타당성 등을 평가
 - 전문 학술지에 게재된 연구 성과는 이 과정을 거친 만큼 믿을만해지는 것
- 논문 발표 이후 학계의 평가
 - 학술지의 Letter 또는 Commentary
 - 이후 논문에서 인용 (또는 미인용)
- 편집인에 의한 후속 조치
 - Erratum / Corrigendum (논문 정정)
 - Expression of Concern (편집인 고지)
 - Article Retraction (논문 철회)

Why Trust Science?

Naomi Oreskes, Princeton University Press, 2019

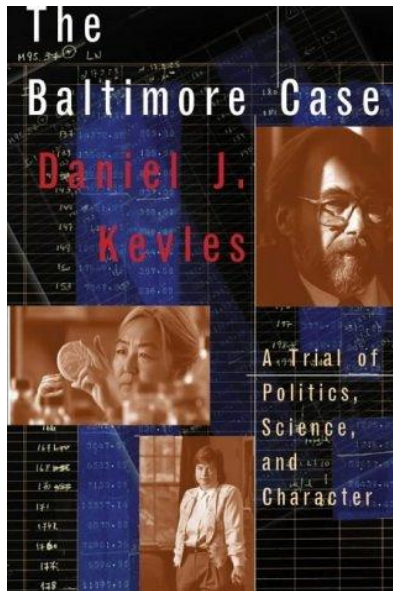
professor of history of science and affiliated professor of earth and planetary sciences at Harvard University



과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인은?

과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 1

1. 연구부정



황우석 논문조작 인정

1심 집유 선고... 횡령 유죄·사기 무죄

[illegible]

파)의 수가 있고 2004년 논문은 그
우에는 전체적으로 하위그룹이 보
여졌다"고 부처 연구원했다. 하지만
전반부는 논문 조사를 시기로 제
시 지대한 영향력있는 제제를
있고 있어 결함이 많을 경우 공
전 반해서 가능성을 시사했다.

지정부는 연구비 59억 2000만 원
형과 나중 출판비와 열악에 대해서
"사적 용도로 연구비를 사용한 학
로 자부심을 은닉한 사실이 인정
고 무죄의 과학적 연구라고 해도
적 때우려를 벗어날 한 된다"고
과 판단 의견을 밝혔다. 그러나
부는 "한 박사기 사(제)를 도
할 목적으로 출판되어 있는 정

한 연구 설계 및 협의를 통해 만들어진
정형화된 설문지를 소개했다.

이번 제2회에는 미자녀가 병행의 수
많은 출가녀를 세운다 연구결과에
어떠한 지점에 ‘출가’ 일기만 병행의
무엇을 가조인 관습을 본 미자녀는
유망한데 있어 20세에 결혼하여 3년
을 소개한다. 또 연구자를 편익한
영향으로 20세 이전부터 사귀고 결혼과
결혼 전 사귀고, 유망한 것보다
결혼 후에 각각 평균 3,000만원, 평균
3,000만원, 평균 700만원을 소개하
고, 난자를 평균 6개월 정도 가조인
본 장에서 만나보고 싶다고 생각하게
는 소개하고 밝혔다.

연락처: 010-9898-0990

피고인명	회의 내용	현황
홍남기 전 서울대 총장과 교수	최종정당권자 지시·명령 사실 인정 사기, 음모추방에 의한, 불법	사기 무죄, 다른 혐의 유죄 인정 유죄에 대한 불응징역 3년
이영훈 서울대 수석연구교수	사기	불응징역 3,000만원
장건국 전 서울대 부총장 교수	사기	무죄, 불응 1,000만원
홍순호 연세대 부총장 교수	사기	무죄, 불응 700만원
김성룡 전 재직기간 내내 연구원	업무상 횡령, 증거부족조사	오류 무죄, 경제적 피해 발생유죄에 3년 불응, 6천만원
최창식 부산대학교 정임	사기, 위조사실 인정 확인	

만능세포는 없다... '일본파황우석' 논문 철회

'날조 의혹' 일본 이화학연구소 'STAP 세포' 논문 철회 발표

14.06.06 10:02 | 북극곰 업데이트 | 14.06.06 10:02 | 유은희(yoonys21) | v

좋아요 2개

+크게

- 226 -

451

리뷰하기 ▼

☆ 스코틀랜드

f 2

원고료로 응원하기

정

기



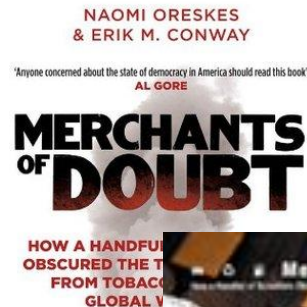
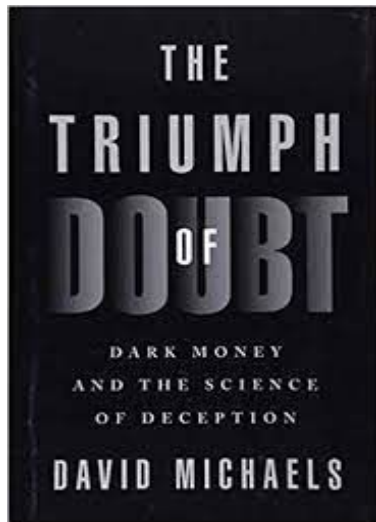
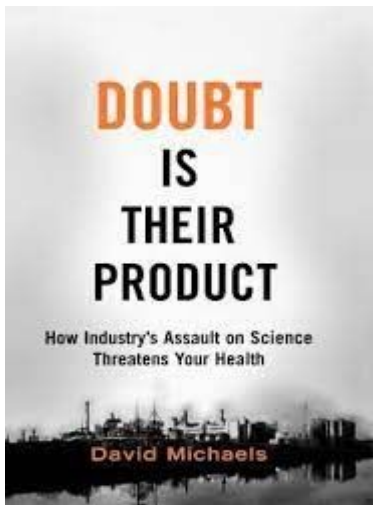
▲ 일본 이화학연구소의 'STAP 세포' 논문 철회를 보도하는 NHK뉴스 갈무리

한국일보 2009년 10월 27일 1면

오마이뉴스 2014년 6월 6일

과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 2 - 이해충돌

2.1 이해 관계에 따른 조직적인 사실 왜곡과 의혹 증폭

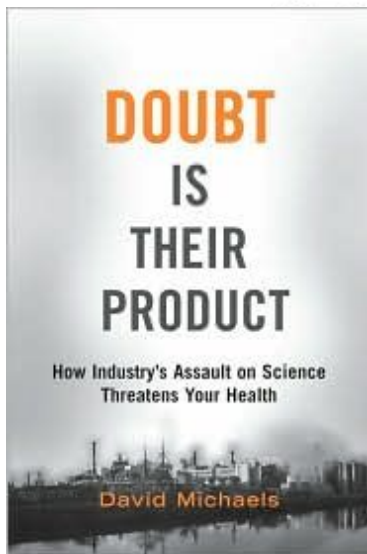


기업의 용병들, 시장의 자유를 위해 과학을 공격하다

우리는 왜 이미 규명된 과학적 사실들에 의문을 가지게 되었나?

- | | | |
|---------------------|----|-----------------------|
| 흡연이 폐암을 결정적으로 유발한다 | VS | 담배가 아니라 유전적 취약성 때문이다 |
| 지구 온난화는 인간의 활동 때문이다 | VS | 태양 활동의 주기적인 변화 때문이다 |
| 유독한 배기 가스로 산성비가 내린다 | VS | 굴뚝이 아니라 화산이 문제다 |
| 스타 워즈 계획은 비현실적 망상이다 | VS | 소련과의 핵무기 경쟁에서 꼭 필요하다 |
| 살충제 사용으로 생태계가 파괴된다 | VS | 레이첼 카슨이 수백만 명을 굶겨 죽였다 |

Smoking and health proposal, 1969 (Brown & Williamson document No. 332506)



SMOKING AND HEALTH PROPOSAL

What we want to do this morning is to take a summary look at the smoking and health question and then make a proposal to you for a B&W project to counter the anti-cigarette forces. T

Doubt is our product since it is the best means of competing with the "body of fact" that exists in the mind of the general public. It is also the means of establishing a controversy. Within the business we recognize that a controversy exists. However, with the general public the consensus is that cigarettes are in some way harmful to the health. If we are successful in establishing a controversy at the public level, then there is an opportunity to put across the real facts about smoking and health. Doubt is also the limit of our "product". Unfortunately,



630010954



The Center for
Public Integrity

SCIENCE FOR SALE

Published — February 16, 2016

FORD SPENT \$40 MILLION TO RESHAPE ASBESTOS SCIENCE

↑ The Ford world headquarters is seen in Dearborn, Mich., Monday, July 26, 2010. Carlos Osorio/AP

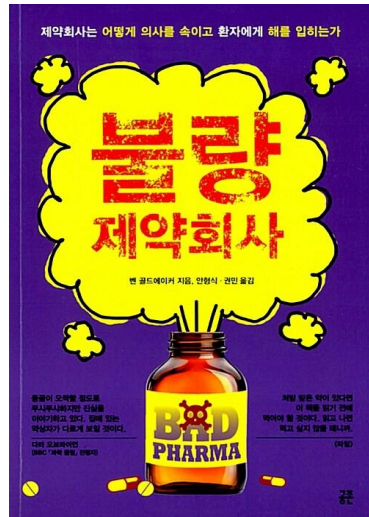
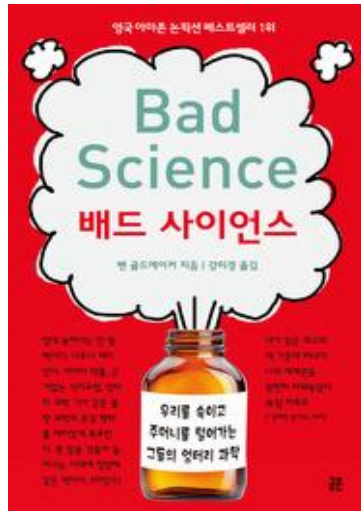
Stung by lawsuits, the automaker hired consultants to change the narrative on the risks of asbestos brakes

과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 2

2.2 Big Pharma의 이해충돌

- a. 전임상 실험 또는 임상시험 이후 기업에 유리한 결과만 발표
- b. 부작용이 나타난 결과 등은 미발표
- c. 결과 발표를 하더라도 cherry picking

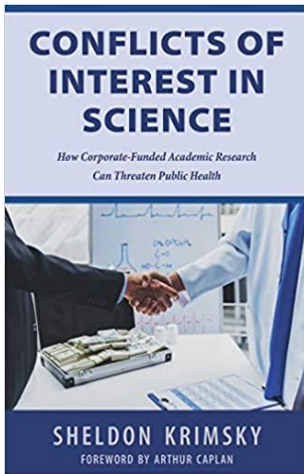
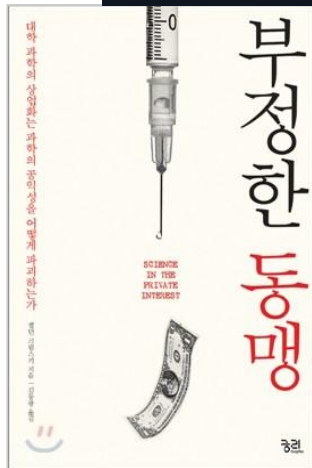
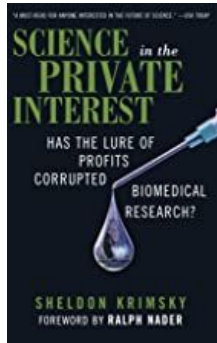
→ 심각한 출판 편향



과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 2

2.3 산학 협력 ~연계

- a. 특히 의생명과학분야에서 산학 협력에 따른 연구의 편향성에 대한 다양하고 방대한 증거 제시
- b. 학계의 연구자들이 이리 저리 산업계에 연루되면서 독립적인 전문가를 찾기 어렵고 이에 따른 사회적 비용 지불
→ 대학 교수의 공익과학에 대한 기여 (정부 기관과 비영리 기구에 전문성을 제공하는 공헌 등) 축소 ~ 왜곡



과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 3

Repeat failures

6 of 53

Cancer papers that
Amgen could
reproduce

14 of 67

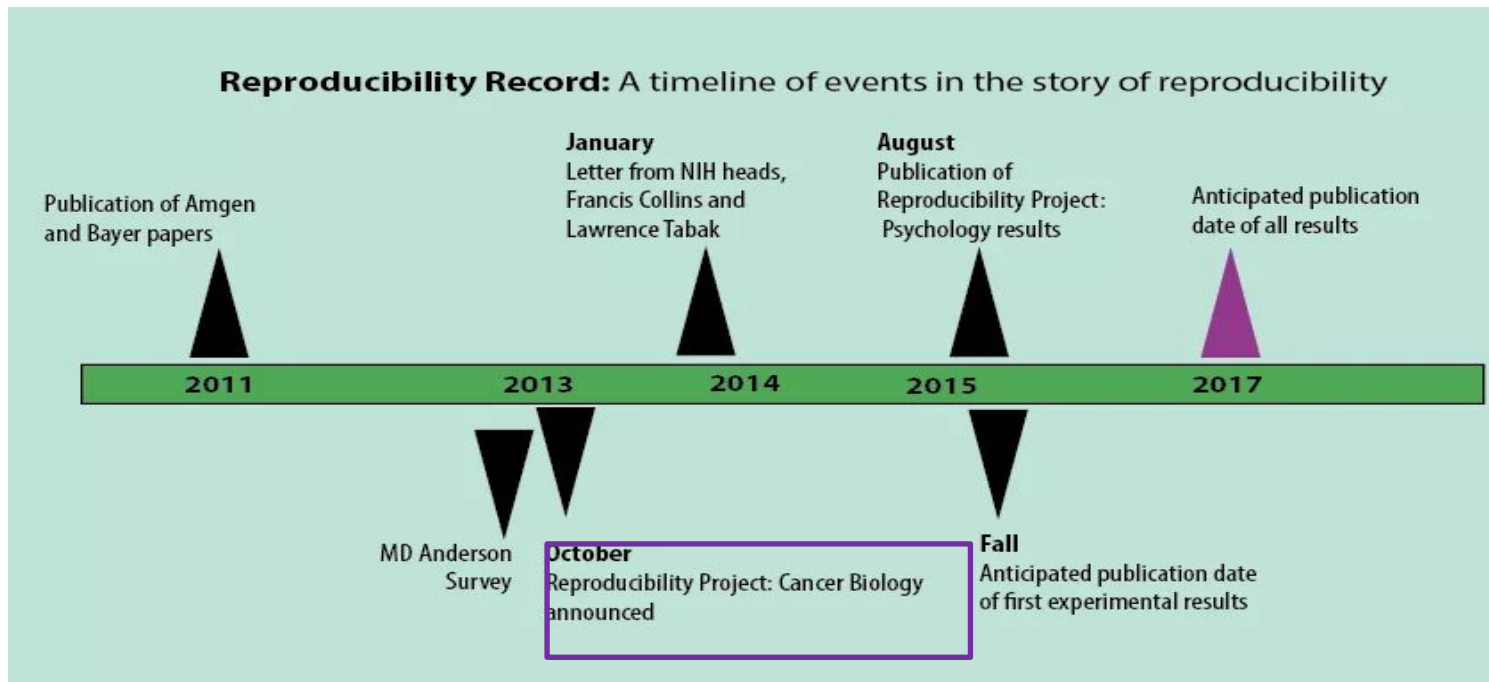
Biomedical papers
that Bayer completely
reproduced

55%

MD Anderson
researchers who
could not reproduce
a published study

DATA: C. G. BEGLEY AND L. M. ELLIS, NATURE
483, 7391 (29 MARCH 2012); F. PRINZ ET AL.,
NATURE REVIEWS DRUG DISCOVERY 10, 712
(SEPTEMBER 2011); A. MOBLEY ET AL., PLOS
ONE 8, 5 (15 MAY 2013)

3. 재현성 위기 (in Cancer Biology)



[http://science.sciencemag.org/content/348/6242/1411.
full](http://science.sciencemag.org/content/348/6242/1411.full)

<http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/reproduce-or-bust-bringing-reproducibility-back-to-center-stage/>

과학에 대한 신뢰를 위협하는 요인 4

4. 약탈적 학술지

- 학술 논문 출판의 오픈액세스 경향에 편승
- 게재료 수입으로 이윤 추구
- 전문적인 동료 평가 능력/의지 부재
- 검증되지 않은 논문 양산 우려



신뢰 위기 요인에 대한 과학계의 대응 1

1. 연구부정행위의 예방 및 사후 처리 절차 수립, 강화

- a. 연구윤리 교육 강화
- b. 연구부정행위에 대한 신고, 규제, 검증, 처벌 절차 확립
- c. 연구기관의 진실성 위원회 운영
- d. 부정행위가 포함된 학술 논문의 철회
- e. 사진 조작, 표절 여부 확인 방법 개발 및 활용

신뢰 위기 요인에 대한 과학계의 대응 2

2. 연구에서의 이해충돌에 대한 인식 강화, 예방 및 관리

- a. 이해관계에 따라 연구 설계, 결과 해석의 의도적/비의도적 왜곡 발생 가능 인지
- b. 학술논문 발표시 반드시 관련 이해관계를 천명함으로써 투명성 확보
 - i. 연구지원기관, 본인과 배우자의 관련 주식 보유 상황 또는 기관과의 연계 등
- c. 연구의 편향이나 왜곡을 최소화하는 연구 지침의 준수 강화
 - i. 임상연구 계획서의 기관윤리위원회 심의
 - ii. 임상연구는 연구 시작 단계에서 연구를 등록 → 결과 공개 의무
 - iii. 사전 등록한 임상결과만 학술지에서 게재 승인
 - iv. 대학에서는 연구의 독립성을 제한하는 연구지원 거부

신뢰 위기 요인에 대한 과학계의 대응 3

3. 재현성 위기

- a. 주요 논문에 대한 반복 확인 및 점검
- b. 재현 연구 또는 두 번째 논문에 대한 학술지 발표 기회 제공
- c. 재현성 위기의 원인 파악
- d. 연구지원기관, 학술지, 학술단체 등에서 재현성을 높이기 위한 방안 수립, 실천

4. 약탈적 학술지에 대한 대응

- e. 약탈적 학술지 목록 및 특징 공유 - 전세계 학계와 도서관의 공조
- f. 연구기관, 연구지원 기관에서의 관리 방안
- g. 약탈적 학술지에 논문 발표는 오히려 연구자 개인에게 불이익이 되는 상황

과학과 신뢰

COVID-19 범세계적 유행 속의 난제

뜨거운 관심

+ 불충분한 정보

+ 감염에 대한 불안

→ 과학 정보의 부적절한 수용 증가

COVID-19 범세계적 유행 속의 과학에 대한 신뢰

1. 충분히 검증되지 않은 과학 정보의 급속한 유통

a. COVID-19 관련 연구

→ 많은 학술지에서 신속 게재

b. Preprint Server에 오른 연구 결과의 유통

→ 특히 COVID-19 및 SARS-CoV-2에 대한 관심은 연구에 대한 적절한 평가를 내릴 수 없는 언론이나 일반 대중까지 출판전 초고에 관심을 기울여 정확하지 않은 정보가 유통되는 채널로 작용한다는 문제점이 더욱 부각됨

c. 인포데믹

→ SNS를 타고 거짓정보의 무분별한 유통

Public pre-print server (출판전 초고 공유 플랫폼)

- 과학 연구 성과의 신속한 확산과 정보 제공을 위한 플랫폼
- medRxiv, bioRxiv, SSRN 등
- 학술지에 공식적으로 발표되기 전에 초고 공유 서버에 올려서 동료 연구자들과 공유
- 학술지 심사가 이외의 광범위한 연구자들의 의견을 받을 수도 있고 다른 연구자들이 연구 결과를 조금이라도 더 빨리 알 수 있어 연구를 촉진
- 그러나 학계의 심사나 평가를 거치지 않아 연구 결과에 대한 최소한의 검증이 이루어지지 않은 상태 → 주의가 필요

SARS-CoV-2는 중국의 연구소에서 제작되었다

- 코로나 19 유행 초기부터 떠돌던 소문
- 2020년 9월 14일, Yan 등이 출판전-초고 공유 서버(Zenodo)에 관련 연구 등재
- 우리나라 언론에서는 이를 일제히 소개
 - 홍콩 번역학자 “코로나 바이러스, 우한 실험실에서 만든것이 확실” (조선일보)
<https://www.chosun.com/international/2020/09/16/FCTL5DN2AVAFRD7SFUGFXSBN3E/>
 - "코로나 6개월이면 만든다" 우한 실험실 유출 증거 발표한 中학자 (중앙일보)
<https://news.join.com/article/23873189>
- 언론에서 “그림 곁들여 자세히 설명한 26페이지짜리 논문”이라고 소개, 멋진 그림과 전문 용어로 치장된 과학 논문의 형식을 완벽하게 갖춘 그럴싸해 보이는 원고

학계의 비판

- 전문 학계

- Johns Hopkins, Center for Health Security, In Response: Yan et al Preprint Examinations of the Origin of SARS-CoV-2, 2020. 9. 21.
- 원고의 주장을 한 줄 한 줄 분석 비판

- 우리나라에서도

- 동아사이언스에서는 즉각 “가능성 낮고 근거 부족”하다는 전문가들의 비평을 계속 소개하였고 이어서 남궁석 교수의 자세한 분석 기사를 실었으나
 - [팩트체크] 홍콩연구자 "코로나19 우한연구소에서 나왔다는 증거있다"
<http://dongascience.donga.com/news.php?idx=39752>
 - [쉽게 다시 풀었습니다] 코로나바이러스 조작설? 전문가들 "근거 부족"
<http://m.dongascience.donga.com/news.php?idx=39864>

- 여전히 검색에서는 우한 실험실 유출 기사에 밀려 잘 보이지 않는다는...

Media

Published on Jun 29, 2020

SHOW DETAILS ▾

The MIT Press and UC Berkeley launch Rapid Reviews: COVID-19

CITE [#]

SOCIAL ↗

DOWNLOAD ⬇

RR:C19 is a new open access, rapid-review overlay journal to combat misinformation in COVID-19 research



last released
11 months ago

RR:C19 Review

- **Unusual Features of the SARS-CoV-2 Genome Suggesting Sophisticated Laboratory Modification Rather Than Natural Evolution and Delineation of Its Probable Synthetic Route, Yan et al., 2020. 9. 14, Zenodo(an open access site)**
- **Reviewer #3, Robert Gallo, 마지막 의견**
 - Finally, this paper should be used by teachers forever as a crystallized example of the “Gish Gallop”. Alternatively, it could be used by editors to punish their most unfriendly reviewers.
- **결론 이 논문은 “Misleading”**
 - 근거 1 : Cherry Picking
 - 근거 2 : Gish Gallop

인포데믹 (infodemic)

- ‘하루에 계란을 9개 섭취하면 코로나19를 이겨낼 수 있다.’
- ‘불꽃놀이는 대기 중의 바이러스를 없앤다.’
- ‘채식주의자는 감염되지 않는다.’
- ‘코카콜라 또는 5G 네트워크가 바이러스를 확산시킨다.’
- ‘사회적 거리두기를 강제하기 위해 러시아 정부는 거리에 사자를 풀었다.’

<루머를 앞선 팩트> 캠페인 4달, 국가별 가짜뉴스 확산과 취약성 분석 (기초과학연구원(IBS) 데이터 사이언스 그룹)

- SNS는 정보의 사실성과 정확성에 대한 자체 검증 기제가 부족하기 때문에, 가짜뉴스의 전파와 확산에 구조적으로 취약
- 국내총생산(GDP)과 같은 경제 지표가 낮은 국가의 인터넷 사용자일수록 온라인에서 코로나19에 관한 가짜뉴스에 더 많이 노출되는 경향이
- 가짜뉴스를 많이 접할 뿐 아니라 이를 사실이라고 믿는 경향도 더 높다는

COVID-19 범세계적 유행, 과학, 그리고 신뢰의 문제

2. 정보 수용자의 이해관계에 따른 편향성

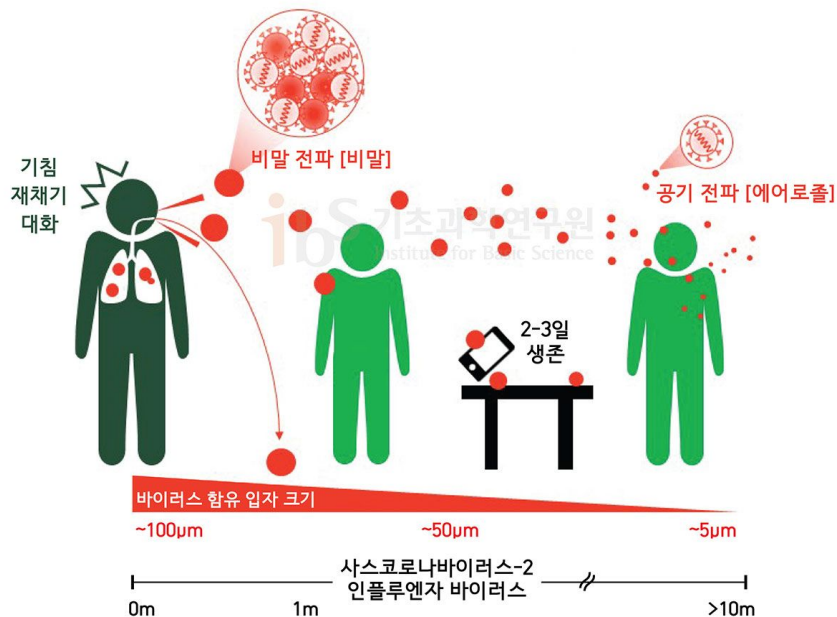
기자 - 독자의 눈길을 끄는 자극적인 정보

관리자 - 위기 관리에 쉬운 정보

일반인 - 정치적 견해에 따라 선별적 정보 수용



British Agriculture Minister John Gummer and his daughter eat hamburgers during the British BSE crisis. Image courtesy BBC website (http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/369625.stm).



▲ 바이러스를 함유하는 입자는 크기에 따라 비말 혹은 에어로졸로 분류할 수 있다. 비말은 중력에 의해 2m 이내의 거리에 대부분 떨어지지만, 에어로졸은 상대적으로 더 멀리 이동한다. [그림: 김혜원]
출처: 코로나19 과학 리포트 1, IBS, 2020. 4. 20.



Covid-19 has redefined airborne transmission

Improving indoor ventilation and air quality will help us all to stay safe

Julian W Tang,¹ Linsey C Marr,² Yuguo Li,³ Stephanie J Dancer⁴

Over a year into the covid-19 pandemic, we are still debating the role and importance of aerosol transmission for SARS-CoV-2, which receives only a cursory mention in some infection control guidelines.^{1 2}

The confusion has emanated from traditional terminology introduced during the last century. This created poorly defined divisions between “droplet,” “airborne,” and “droplet nuclei” transmission, leading to misunderstandings over the physical behaviour of these particles.³ Essentially, if you can inhale particles—regardless of their size or name—you are breathing in aerosols. Although this can happen at long range, it is more likely when close to someone, as the aerosols between two people are much more concentrated at short range, rather like being close to someone who is smoking.⁴

of the face, and most are at least partially effective against inhalation of aerosols. However, both high filtration efficiency and a good fit are needed to enhance protection against aerosols because tiny airborne particles can find their way around any gaps between mask and face.^{9 10}

If the virus is transmitted only through larger particles (droplets) that fall to the ground within a metre or so after exhalation, then mask fit would be less of a concern. As it is, healthcare workers wearing surgical masks have become infected without being involved in aerosol generating procedures.^{11–13} As airborne spread of SARS-CoV-2 is fully recognised, our understanding of activities that generate aerosols will require further definition. Aerosol scientists have shown that even talking and breathing are aerosol generating procedures.^{14–16}

¹ Respiratory Sciences, University of Leicester, Leicester, UK

² Civil and Environmental Engineering, Virginia Tech, USA

³ Department of Mechanical Engineering, University of Hong Kong, Hong Kong, China

⁴ Edinburgh Napier University and NHS Lanarkshire, Edinburgh, UK

Correspondence to: J W Tang
julian.tang@uhl-tr.nhs.uk

Cite this as: *BMJ* 2021;373:n913

<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n913>

Published: 14 April 2021

We know that the disease is caused by the SARS-CoV-2 virus, which spreads between people in several different ways.

The virus can spread from an infected person's mouth or nose in small liquid particles when they cough, sneeze, speak, sing or breathe. These particles range from larger respiratory droplets to smaller aerosols.

- Current evidence suggests that the virus spreads mainly between people who are in close contact with each other, typically within 1 metre (short-range). A person can be infected when aerosols or droplets containing the virus are inhaled or come directly into contact with the eyes, nose, or mouth.
- The virus can also spread in poorly ventilated and/or crowded indoor settings, where people tend to spend longer periods of time. This is because aerosols remain suspended in the air or travel farther than 1 metre (long-range).

People may also become infected by touching surfaces that have been contaminated by the virus when touching their eyes, nose or mouth without cleaning their hands.

How COVID-19 Spreads

Updated May 13, 2021

[Languages ▼](#)

[Print](#)

COVID-19 spreads when an infected person breathes out droplets and very small particles that contain the virus. These droplets and particles can be breathed in by other people or land on their eyes, noses, or mouth. In some circumstances, they may contaminate surfaces they touch. People who are closer than 6 feet from the infected person are most likely to get infected.

COVID-19 is spread in three main ways:

- Breathing in air when close to an infected person who is exhaling small droplets and particles that contain the virus.
- Having these small droplets and particles that contain virus land on the eyes, nose, or mouth, especially through splashes and sprays like a cough or sneeze.
- Touching eyes, nose, or mouth with hands that have the virus on them.

우리나라 질병관리청 (21년 5월 18일 확인)

* 현재까지 알려진 정보(2021년 3월 2일 기준)

코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 정보

병원체	<ul style="list-style-type: none">· Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2(SARS-CoV-2)· Coronaviridae family, Betacoronavirus genus Sarbecovirus subgenus에 속함
전파 경로	<ul style="list-style-type: none">· 주된 전파경로는 감염자의 호흡기 침방울(비말)에 의한 전파· 사람 간에 전파되며, 대부분의 감염은 감염자가 기침, 재채기, 말하기, 노래 등을 할 때 발생한 호흡기 침방울(비말)을 다른 사람이 밀접접촉(주로 2m 이내)하여 발생· 현재까지 연구결과에 의하면, 비말 이외, 표면접촉*, 공기 등을 통해서도 전파가 가능하나, 공기전파는 의료기관의 에어로졸 생성 시술**, 밀폐된 공간에서 장시간 호흡기 비말을 만드는 환경*** 등 특정 환경에서 제한적으로 전파되는 것으로 알려짐* 감염된 사람과의 직접 접촉(악수 등) 또는 매개체(오염된 물품이나 표면)를 만진 후, 손을 씻기 전 눈, 코, 입 등을 만짐으로 바이러스 전파** 에어로졸 생성 시술: 기관지 내시경 검사, 객담 유도, 기관삽관, 심폐소생술, 개방된 객담 흡입, 흡입기 등*** 환기가 부적절하게 이루어진 노래방, 커피숍, 주점, 실내 운동시설 등에서 감염자와 같이 있거나 감염자가 떠난 즉시 그 밀폐공간을 방문한 경우

<http://ncov.mohw.go.kr/baroView.do?brdId=4&brdGubun=41>

COVID-19 범세계적 유행, 과학, 그리고 신뢰의 문제

3. 과학자들의 미숙한 소통

- 현대 과학은 거의 전부가 협력작업의 결과이다.
 - 독자적인 발언은 공적을 독차지 하는 것으로 비춰질 수 있다.
 - 한 사람의 과학자는 전체에서 극히 일부에 불과한 부분만 아는 경우가 많다
- 과학자들은 폭넓은 청중과 소통하는 법은 거의 훈련 받지 못했다. (대중과 적극적으로 소통하는 과학자들은 곧잘 통속 과학자로 폄하되기도 한다.)
- 과학자들은 정치적인 문제에 관여하기를 꺼린다. 인신공격에 시달리는 경험을 했거나 목격했다.
- 결국에는 진실이 승리를 거둘 것이라 믿는다.
- □ 거짓 주장이 쓰레기라고 생각해서 그냥 무시해 버리곤 하지만 그런 쓰레기는 그냥 없어지지 않는다. 누군가 치워야 하며 그 누군가는 우리 모두이다.

출처: 오레스케스 & 콘웨이, 의혹을 팝니다. pp.485-490.
과학자들은 왜 일어서지 않았을까?

COVID-19 범세계적 유행 속에서 심화되는 과학과 신뢰의 문제

1. 충분히 검증되지 않은 과학 정보의 확산

- a. 주제의 시의성, 긴박성으로 인한 학술지에 관련 연구결과가 쉽게 게재
- b. 동료평가를 받지 않은 초고의 유통
- c. 거짓 정보의 확산

2. 정보 수용자의 이해관계에 따른 편향

- a. 대중의 패닉 상황을 줄이는 정보에 대한 편향
- b. 대중의 눈길을 끄는 정보에 대한 편향
- c. 정치적 견해 등의 외부 요인에 따른 편향

3. 과학자의 미숙한 소통 능력

과학과 신뢰의 문제가 교양과학교육에 주는 시사점

과학과 확실성 - 과학 교육에서의 시사점

- 교과서에 포함된 대부분의 과학지식이 상당한 기반을 갖게된 근거와 함께 더 이상 합리적인 의심을 받지 않는 이유를 이해하도록 교육
 - 다른 과학지식은 왜 이보다 더 의심하는 것이 타당한지
 - 현재의 과학적 설명이 우리가 지금껏 할 수 있는 최선의 설명인 까닭
 - 새로운 증거가 제시되거나 오래된 증거에 대한 새로운 해석이 나오면 앞으로 이와 관련된 과학지식이 바뀔 수 있다는 점

Osborne et al. (2003) *Journal of research in science teaching* 40(7), 692-720.

Bartholomew et al. (2004) *Science Education* 88(5), 655-682.

새로운 정보를 받아들일 때 유의할 점

- 연구 결과가 동료평가 제도를 갖춘 전문 학술지 발표되었는가?
 - 그냥 방송 인터뷰? 출판전 초고 공유 플랫폼에 등재? ...
- 연구를 지원하고 수행한 기관은 어디인가?
- 기존의 연구 성과에서 충분히 뒷받침되고 있는 결과인가?
아니면 기존 학계의 인식을 크게 뒤집는 놀라운 결과인가?
- 작성자 또는 작성자 소속 기관의 신뢰도
- 언론 보도에서...
 - 연구에 직접 참여하지 않은 전문가의 평가를 통해 연구 결과의 의미를 최대한 객관적으로 이해할 수 있도록 돕고 있는가?
 - 단순히 저자의 주장을 소개하고 있는가?

과학은 얼마나 믿을만한가

1. 과학자의 연구 + 과학 공동체의 다층적이고 지속적인 평가와 검증 과정
→ 신뢰할만한 과학지식이 축적
2. 과학 연구에 대한 신뢰성을 위협하는 요인
 - a. 개별 과학자의 연구부정행위
 - b. 다양한 이해충돌 상황
 - i. 기업에 불리한 사실에 대한 의혹 생산, 기업에 유리한 결과만 발표
 - ii. 대학 과학의 산학 연계 및 상업화
 - c. 연구 분야 또는 사회적 상황에 따라 고유한 위협 요인 발생
 - i. 재현성 위기, 약탈적 학술지 성행, COVID-19 팬데믹과 같은 사회적 위기 상황
3. 과학 공동체의 지속적인 대응과 신뢰성 확보 노력
4. 교양과학 교육
 - a. 과학 연구의 과정과 맥락 속에서 과학지식의 신뢰도가 확보
 - b. 믿을 만한 정보를 선별하고 합당한 수준으로 수용하는 지혜가 필요



경청해 주셔서 감사합니다.