

지속가능발전목표 달성에 젠더 렌즈 적용 왜 필요한가?

고려대학교 에너지환경정책기술학교육연구단
2021. 8. 10

이혜숙 한국과학기술젠더혁신센터 (GISTeR))

<http://gister.re.kr/#!/main>

<https://www.youtube.com/channel/UCXcaukaqLmxzerURM2XOiyg>

이미지 : Google

목 차

- 과학기술과 젠더
 - 젠더 밸런스, 포용성
 - 과학기술 젠더혁신: 수월성, 신뢰성, 포용성
 - 연구개발의 포용성 증진을 위한 법 제도의 개선
- UN SDGs 달성과 젠더 렌즈 적용 필요성
- 기후변화 연구와 젠더혁신 사례

과학기술과 젠더



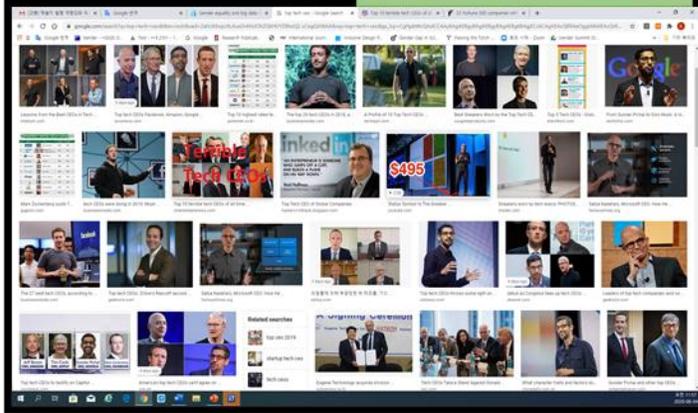
과학기술과 젠더 이슈

90% OF ALL THE SCIENTISTS THAT EVER LIVED ARE ALIVE TODAY

This simple statistic captures the power of the exponential growth in science that has been taking place over the past century. It is attributable to Derek de Solla Price, the father of *scientometrics* (i.e., the science of studying science), in his 1961 book *Science Since Babylon*. If science is growing exponentially, then the major technological advancements and upheavals of the past 200 years are only the tip of the iceberg.



Top tech CEO



Computer Programmer

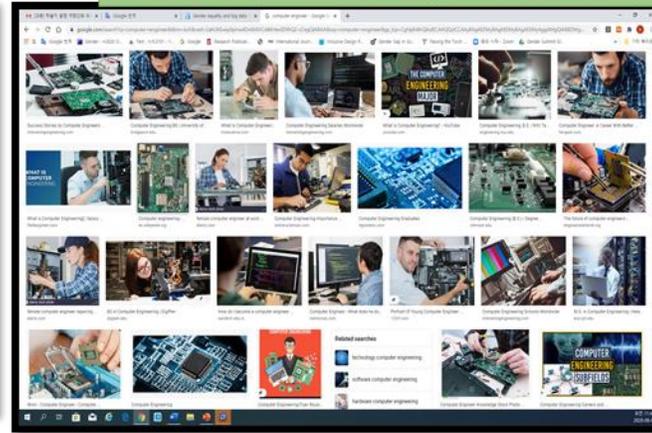


Image of Secretary



The 23 Fortune 500 companies with all-male boards(2015)



90% 이상이 남성 과학기술인(리더 급)!
남성이 만들고 남성에게 테스트한 기술

문제가 있는가?
있다면 무엇이 문제인가?

알고리즘의 젠더 격차 사례

TECHNOLOGY

The New York Times (2018.2.9)

Facial Recognition Is Accurate, if You're a White Guy

By STEVE LOHR

Many Facial-Recognition Systems Are Biased, Says U.S. Study

Algorithms falsely identified African American and Asian faces 10 to 100 times more than Caucasian faces, researchers at the National Institute of Standards and Technology found.

(2019.12.19)



- 미국 NIST는 얼굴 인식 알고리즘이 흑인 여성을 백인 남성보다 10 ~ 100 배 더 잘못 식별, 중년보다 노인을 최대 10 배 더 잘못 식별(2019)
- 기술은 중립적(neutral)이 아니라 인간적임
 - 과학기술자, 개발자, 투자자, 노동자, 사용자 반영
- 음성인식, 아마존의 채용 알고리즘의 젠더 편향성 등 AI에서 젠더 편향성 심각

얼굴 젠더 인식 알고리즘 오차율(%)

Product	MSFT	Face++	IBM
All	6.3	10.0	12.1
Woman	10.7	21.3	20.3
Man	2.6	0.7	5.6
colored	12.9	16.5	22.4
White	0.7	4.7	3.2
colored woman	20.8	34.5	34.7
colored man	6.0	0.7	12.0
W. W.	1.7	6.0	7.1
W. M.	0.0	0.8	0.3

IBM 젠더 구별 알고리즘

Color matters in Computer Vision

Facial recognition algorithms made by Microsoft, IBM and Face++ were more likely to misidentify the gender of black women than white men.



Gender was misidentified in up to 1 percent of lighter-skinned males in a set of 385 photos. **0.3% error**



Gender was misidentified in up to 7 percent of lighter-skinned females in a set of 296 photos. **7.1% error**



Gender was misidentified in up to 12 percent of darker-skinned males in a set of 319 photos. **12.0% error**



Gender was misidentified in 35 percent of darker-skinned females in a set of 271 photos. **34.7% error**

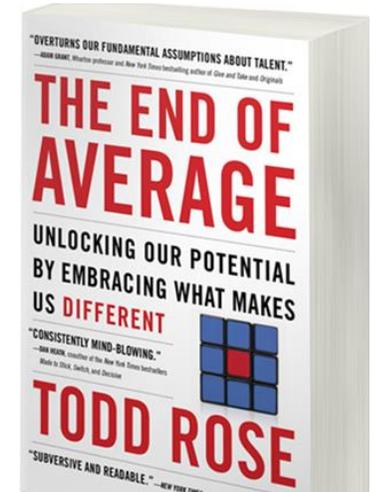
Photos were selected from among those used in our benchmark study. Source: The Benchmark, MIT, Armin Lee

많은 과학적 지식과 데이터가 젠더 편향적

- 미국 FDA 약의 부작용의 남녀 차이에 대한 보고서(2014)
 - 여성이 약의 부작용을 더 크게 경험.
 - 어떤 약은 남녀에게 다른 효과.
- 남성을 표준 => 젠더 격차 존재
 - 연구: 수컷 동물, 남녀 구분하지 않은 세포 사용
 - 여성의 신진대사율은 남성보다 낮음 (App.60%)
 - kidney enzymes의 남녀 차이
- ☞ 여성은 작은 남자가 아님
- FDA: 여성의 건강에 위협이 되는 약과 의료기구 시장에서 퇴출 (2017)
- ☞ 기준과 표준은 누가 어떻게 정하나?

☞ '평균의 종말'이 주는 교훈 :

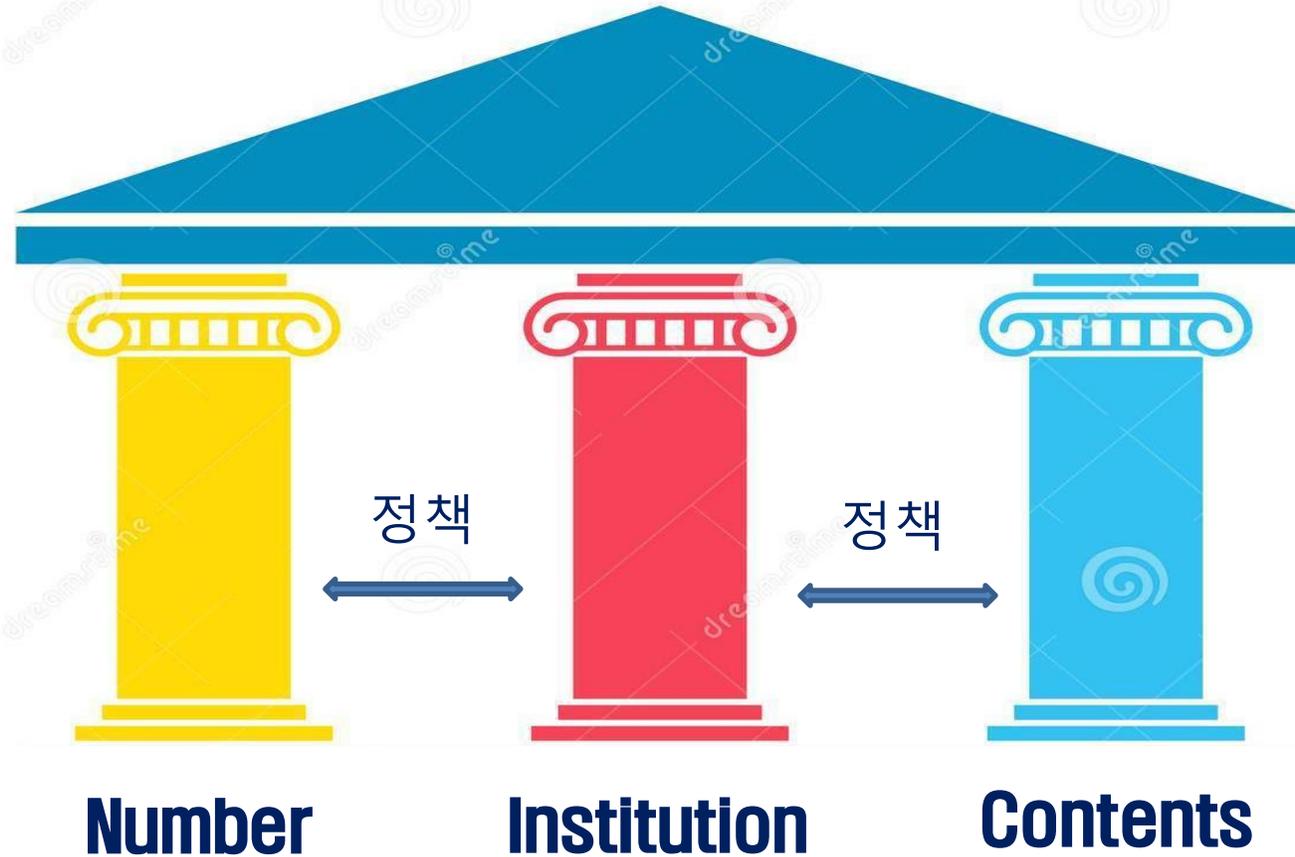
- 1940년대 후반 미국 전투기 조정사들의 문제
- 좋은 조정사의 자질은 무엇인가?
- 조정석의 크기의 크기는 누가 어떻게 정했나?
- 조정석 크기에 딱 맞는 조정사는 있었을까?



☞ Kranzberg's Six Laws of Technology

- 기술은 좋지도, 나쁘지도 않으며 중립적이지도 않다.
- 연구개발 결과에는 연구자의 연구방법, 의사결정자, 투자자, 기술자 등 많은 사람의 얼굴이 보임

Three Pillars of Gender Equality in STEMM



- FIX the Number: 과학기술연구개발자의 남녀 비율
- Fix the Institution: 법과 제도
- Fix Contents: 과학기술연구개발에 성별(성/젠더) 특성 반영

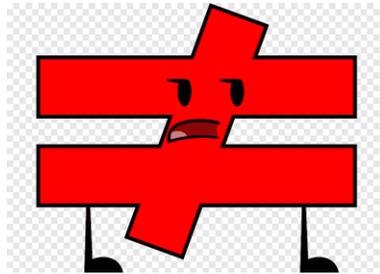
젠더 혁신



젠더 균형

▶ 젠더 혁신

- 연구의 전 과정에 성별특성 [성/젠더]을 반영하여 새로운 가치를 창출하는 과정



◀ 젠더 균형

- 참여연구원 성별 비율에 대한 젠더 균형(Gender Balance)

용어와 개념: 성, 젠더, 젠더 혁신

Gender
사회적 문화적 역할, 규범, 정체성을 통해 형성된 가치와 태도
남성성, 여성성으로 구분
젠더 역할은 시대와 문화, 환경에 따라 변화하고 영향을 받아 사회적 기준에 따라 차이가 생김
사람을 연구 대상으로 할 때 주로 사용되며 사회적 성
⇒ 연구개발에서 젠더 변수 고려

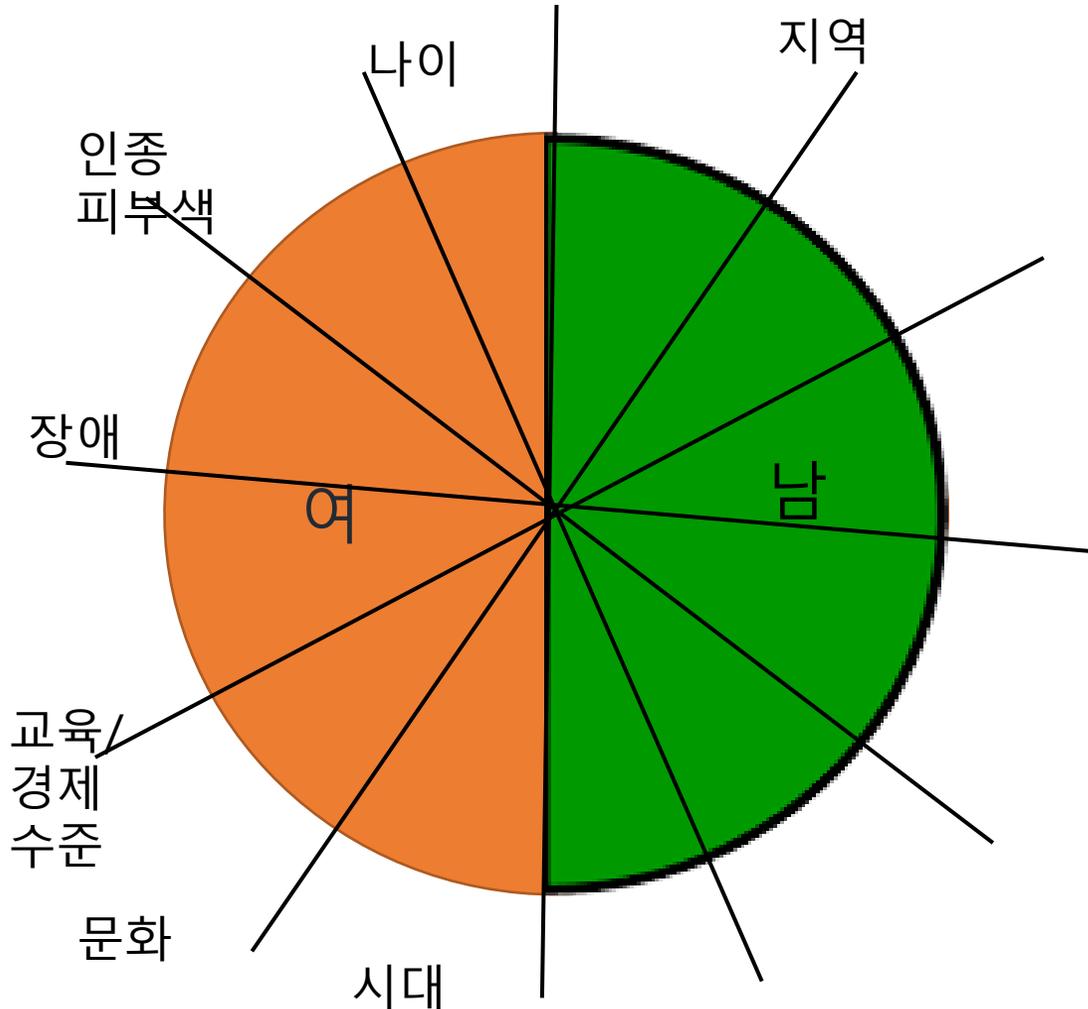
그림 출처: CIHR



Sex
살아있는 유기체의 생식 기관이나 염색체의 차이에 따라 암수로 구분되는 특성
성호르몬, 유전자 발현, 해부학적 구조 등과 연관이 있음
사람, 동물, 세포 등의 연구대상을 기술할 때 사용
DNA에 부호화 된 특성과 생리적·기능적 특성에 의해 구분되는 생물학적 특성
=> 성을 생물학적 변수로 (SABV) 고려

젠더 교차성 (intersectionality) 그리고 포용적 사회

젠더와의 교차변수

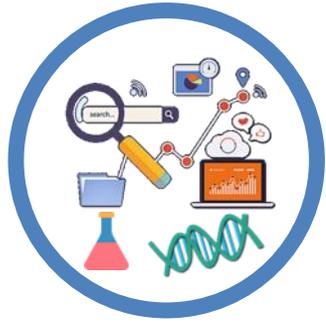


남녀 모두를 이롭게 하는 과학기술



<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=29053670&memberNo=50283445&navigationType=push>

성별특성을 반영한 과학기술기본법 개정 (2021. 04. 20.)



과학기술기본법 제7조제3항

<과학기술기본계획에 반영>
성별 등 특성을 고려하고
사회적 가치를 증진하기
위한 과학기술의 구현

과학기술기본법 제14조제3항

정부는 기술영향평가를
실시하는 경우, 대상기술의
성격을 고려하여 성별 등
특성분석이 반영될 수 있도록
하여야 한다.

과학기술기본법 제26조제3항

과학기술통계와 지표를
조사·분석하는 경우,
개별 과학기술통계와
지표의 특성을 고려하여
성별 등 특성분석이 반영될 수
있도록 하여야 한다.

성별
특성

연구에서 성별(남녀 또는 동물의 경우 암수)특성을 반영하는 것은 전체 **연구과정에서 생물학적 성 (sex)과 사회문화적 성(gender)의 특성을 분석 => 남녀 모두를 위한 과학기술 연구개발**

여성과학기술인 육성 및 지원에 관한 법률

여성과학기술인의 자질과 능력을 지원함으로써 여성의 과학기술 역량을 강화하고 국가의 과학기술 발전에 이바지하기 위해 제정한 법(2002. 12. 18, 법률 제 6791호).

- 여성과학기술인 육성 및 지원에 관한 기본계획 수립
- WISET 설립 운영
- 정책과 예산
- WISET사업에 경력복귀 프로그램 도입(2011년)

1980년 => 1996년



1997년 => 2002년



2011년 => 2021년



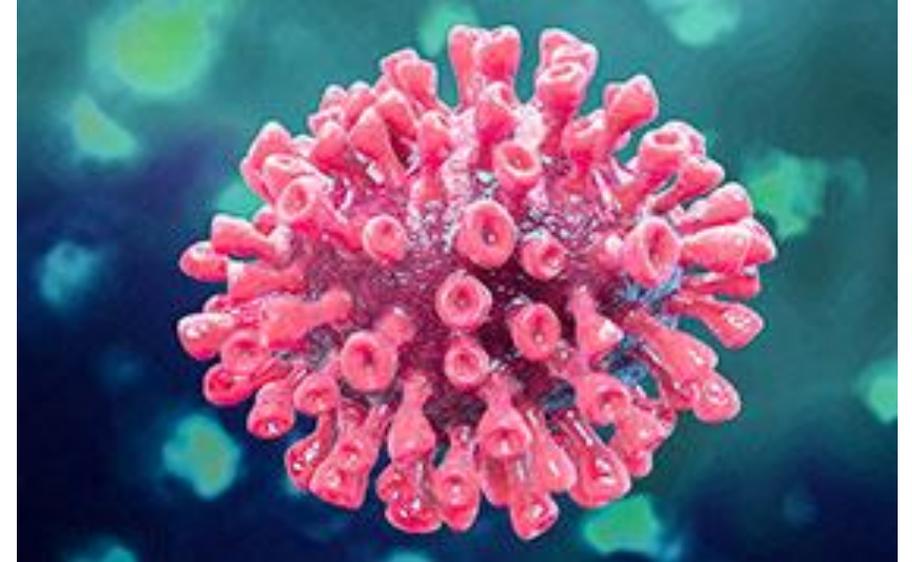
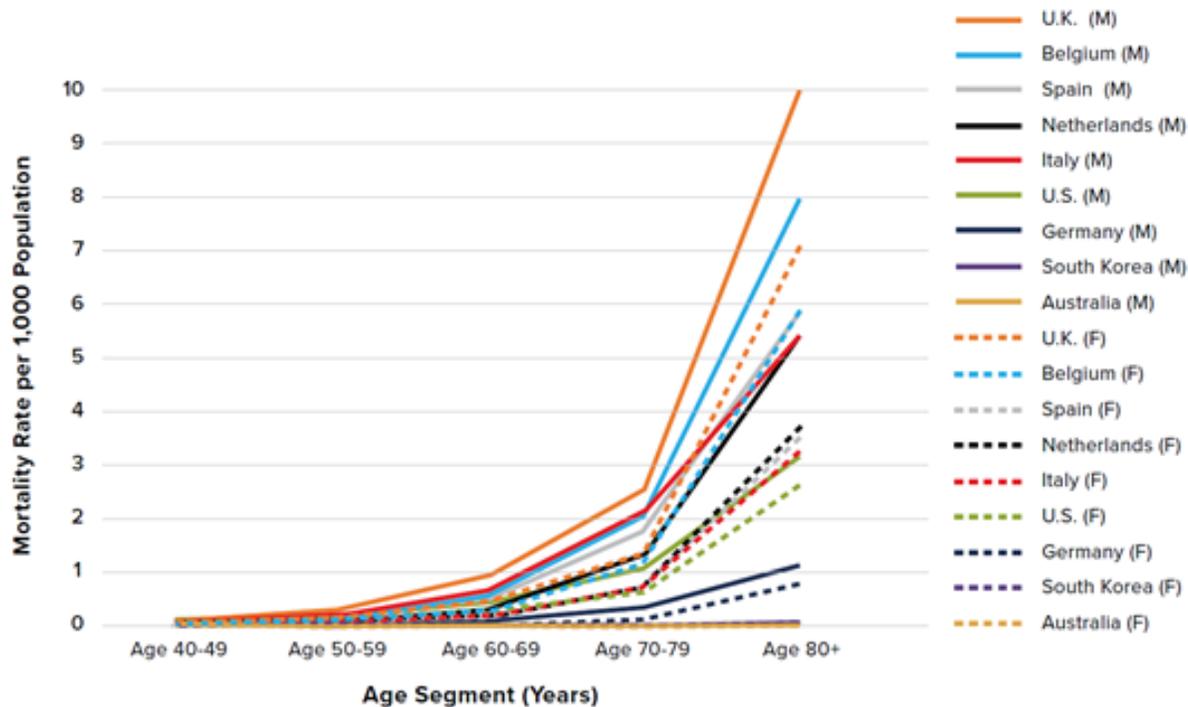
UN SDGs 달성과 젠더 렌즈 적용 필요 사례



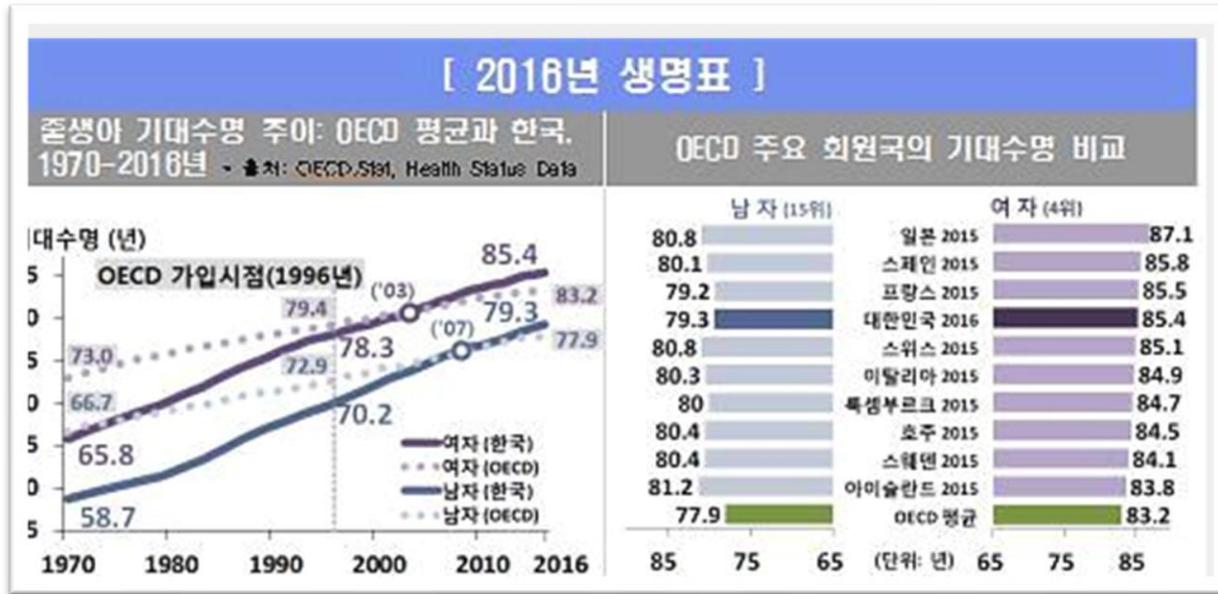
여자는 작은 남자가 아니다. COVID 19의 사망률과 연령, 젠더 차이?

COVID19 발생율은 여성이 약간 높으나(51.9%) 사망률은 남성이 더 높음(53.8%) : WHO 이유: 모름, 성 젠더 분석 필요, sex-based 면역체계의 차이?, 젠더 측면에서 흡연과 관련? 등등 (우리나라의 경우 사망률에 성별 차이가 없음), 백신에 대한 반응에서 성별 특성은?

Figure 1: COVID-19 mortality rates per 1,000 population by age and gender in adults aged 40 years and older



남녀의 기대수명 차이와 Y 염색체의 비밀 => 성 젠더 분석연구필요



Secrets of the Y Chromosome

It's not just what makes males into males. The sex chromosome also influences health in hidden ways, some experts believe, and may even explain why men have shorter life spans.

By Natalie Angier
June 11, 2018



NYT, June 11, 2018

Y 염색체의 역할: 발달중인 배아에서 남성의 신체 부위를 결정, 성인 남성에게 정자 공급

새로운 과학적 증거: Y 염색체가 암 성장을 억제하고, 동맥을 깨끗하게 유지하며, 뇌에서 아밀로이드 플라그 형성을 막는 역할

나이가 들면서 Y염색체가 점차 소멸, 혈액 및 기타 체세포가 자발적으로 Y 염색체의 복사를 중단 시작 또는 길이가 짧아짐

스웨덴의 옅살라 대학의 유전학 교수 Lars Forsberg는 "연령에 따른 Y 염색체의 소멸이 여성에 비해 남성의 사망률 증가의 원인일 수도. . .

수컷이 이종 (XY) 인 종에서 암컷은 수컷보다 약 21% 더 오래 산다.

그러나 암컷이 이종 게임 (ZW) 인 새, 나비 및 나방 종에서는 수컷이 암컷보다 7% 더 오래 산다. (성염색체와 수명에 대한 가능한 문헌 분석 결과)

<https://www.europeanscientist.com/en/research/sex-chromosomes-attributed-to-lifespan-disparity-between-men-and-women/>

젠더 편향적인 지식으로 중요한 연구의 차질 발생할 수도...

기후변화 영향에서 종들이 어떻게 생존할 것인가라는 질문이 안되고 있음

- 기후 변화는 심각한 지구적 과제
 - 환경 변화에 대한 유기체 및 생태계 복원력에 대한 이해 필요
 - => 효과적인 생태계 관리체제 확립이 중요
- 그러나, 성별에 따라 회복력이 어떻게 변화하는지 아직 이해하지 못함



Australia Northern Great Barrier Reef의 지구온난화로 어린 거북이들 99%가 암컷



Exposure to reduced seawater pH led to 16% more females in oysters

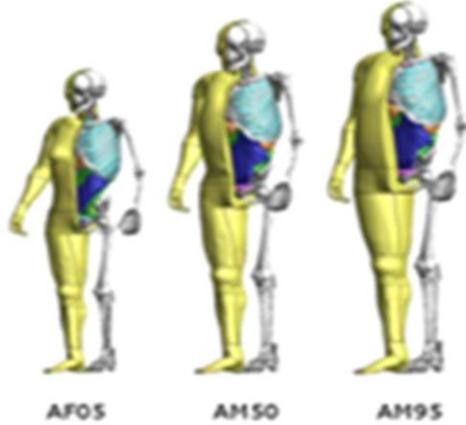


Only two percent of wild bee species pollinate 80 percent of bee-pollinated crops worldwide.

"Surprisingly few 'busy bees' make global crops grow." ScienceDaily, 16 June 2015.
<www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150616114040.htm>.

성별특성과 자동차 안전: 기준과 표준은 남성

충돌 시험 인체모형은
사이즈는 달라도 남성



Parenteau 2013. 실제 사고상황에서 여성이 상해를 입는 정도와 충돌 실험에서 발생하는 상해는 큰 차이가 있다. 생체역학 반응 모델은 여성과 남성의 신체 형태학적 차이를 처리하지 않는다.

Fact: Linder, 2016. ECE 규정에 따르면 성인인구의 절반을 차지하는 평균 사이즈 여성은 성인 차량 사용자 보호를 평가하는 항목에 포함되지 않음

Question: Is 3D Printed Car Equally safe for both men and women?

- 남성을 표준으로 한 자동차충돌시험더미 만으로 실험한 결과, 같은 속도로 달리는 차량에서 남성보다 여성이 목뼈 손상에 더 크게 노출되고 부상율도 47% 더 높게 나타남
- 남성 자동차충돌시험더미는 1949년에 개발되었지만 여성 충돌시험더미는 1960년대 후반에 출현했으며 산모 실험 더미는 1990년대까지 연구 우선순위가 되지 못함
- 현재 Volvo가 개발한 36주 태아를 포함한 최첨단 가상 임신 충돌시험더미가 연구원들로 하여금 자궁, 태반 및 태아에 대한 고속 충격의 효과를 모델링 가능

왜 모든 지속가능목표달성에 젠더렌즈를 적용해야하는가?

지속가능 목표 달성 <=> 젠더 평등 달성



The Role of Gender-based Innovations for the UN Sustainable Development Goals
Toward 2030: Better Science and Technology for All

THE GLOBAL GOALS For Sustainable Development

Edition 1

Managing Editors: Prof Heisook Lee & Dr Elizabeth Pollitzer

wiset Center for Women In Science, Engineering and Technology

PORTIA gender and science

- **2015 Gender Summit AP, Seoul, Korea**

- 과학기술데이터에도 젠더 편향성 존재.
- 젠더 이슈는 모든 17개 목표달성을 위해 교차요소가 되어야
- **보고서 <The Role of Gender-based Innovations for the UN SDGs: Better Science & Technology for all>**
- Report identified 170 examples of gender-based knowledge applicable to SDG targets across all 17 goals and 200 more examples of research are needed.

Applying gender lenses to the interlinkages and synergies between SDGs

Making sure that Agenda 2030 will not leave women behind

Center for Women In Science, Engineering and Technology

PORTIA gender and science

https://www.wiset.or.kr/ebook/sub01_view.jsp?pk_seq=1303

- 보고서 < applying gender lenses to the interlinkages between SDGs

http://gister.re.kr/gis/kr/gender/board_list.php?board_type=dataroom03

남녀에게 쾌적한 실내 온도에 대한 과학적 논의 => 기후변화까지

nature
climate change

LETTERS

PUBLISHED ONLINE: 3 AUGUST 2015 | DOI: 10.1038/NCLIMATE241

Energy consumption in buildings and female thermal demand

Boris Kingma* and Wouter van Marken Lichtenbelt

Energy consumption of residential buildings and offices adds up to about 30% of total carbon dioxide emissions; and occupant behaviour contributes to 80% of the variation in energy consumption¹. Indoor climate regulations are based on an empirical thermal comfort model that was developed in the 1960s (ref. 2). Standard values for one of its primary variables—metabolic rate—are based on an average male, and may overestimate female metabolic rate by up to 35% (ref. 3). This may cause buildings to be intrinsically non-energy-efficient in providing comfort to females. Therefore, we

is linked to thermal discomfort through the PPD (ref. 9). Two main input variables for the model are metabolic rate and clothing insulation; however, the accuracy of these variables is in general poorly defined^{10,11}. Nevertheless, standard reference values for the metabolic rate and clothing are tabulated and used worldwide^{2,12,13}. With respect to the metabolic rate, the metabolic equivalent (MET) is used to express the metabolic cost of an activity relative to the resting metabolic rate, and its value (1 MET = 4.186 kJ kg⁻¹ h⁻¹ ≈ 58 W m⁻²) is set by convention based on the resting metabolic rate of only one 70 kg, 40-year-old

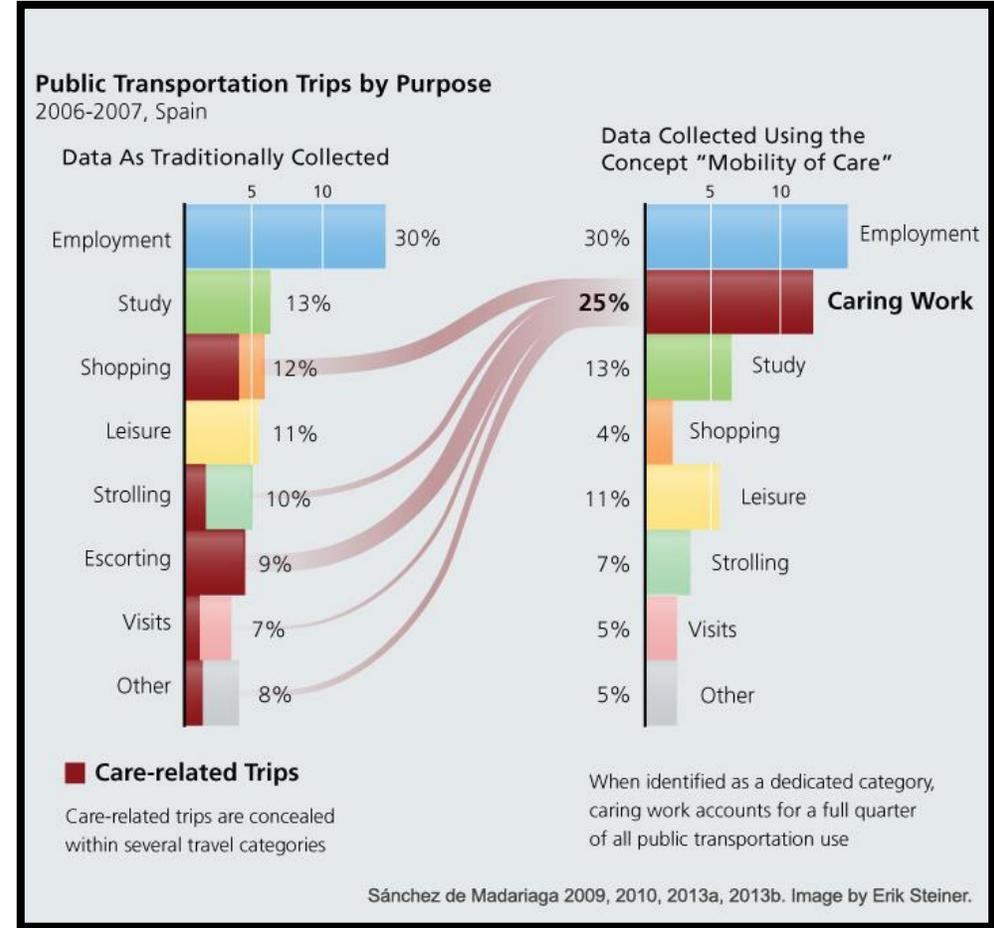


- 1960년대 부터 쾌적한 실내 온도 섭씨 20도 설정
-여성의 신진대사율은 남성 보다 35% 정도 낮음
- 성별특성을 반영한 연구 (using biophysical computer model)로 Kingma 교수팀은 여성에게 쾌적한 온도는 3-4 더 높은 23-24도임을 밝힘(2015)
- 남녀에게 쾌적한 실내 온도 설정으로 빌딩의 에너지 소비 예측과 감소 가능.
=> 여성의 작업환경 개선(SDGs3, 5, 10)
=> climate Action에 기여(SDG10)

Gendered Innovations on Female Thermal Demand Has Positive Impact on Gender Equality & Sustainable Development

이동패턴의 성별특성과 스마트 시티 기획

- 이동패턴은 남녀가 다름
 - 여성이 남성보다 택시나 대중 교통 이용이 많음
 - 여성은 돌봄과 관련된 이동이 남성보다 빈번
 - 이동과 관련된 젠더 데이터는 지역에 따라서 달라짐
- 대중교통과 스마트시티 계획에 이동에 대한 젠더 (성별분리) 데이터 필요
 - 이동에서 젠더 데이터에 대한 이해
 - => SDG 3, SDG10, SDG 11와 관련
- 그러나 이동에 관한 성별 분리 데이터 부재
- 데이터 확보로 불충분
 - => 교통 관련 의사결정과정, 경영, 운영 등에 젠더 요소에 대한 이해와 실제 반영 필요.



SDGs 발표 후 5년의 젠더혁신 성과와 과제

Gender Relevant indicators developed as Cross-cutting issue across SDGs (2015-2019)

Gender-Relevant Indicators (UN Statistics Division, updated 2018.3.14)

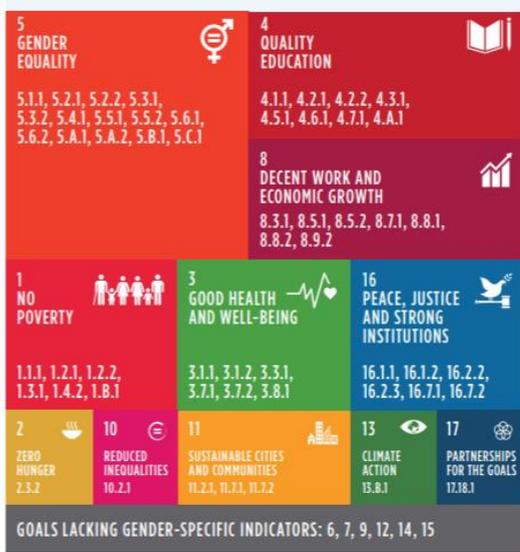
Indicators	Sustainable Developments Goal Number																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Total	12	14	26	11	14	11	6	17	12	11	15	13	7	10	14	23	25	230
Gender-related	7	4	16	9	14	1	1	9	1	2	4	0	2	0	0	11	2	80
(% Total)	58.3	28.6	61.5	81.8	100.0	9.1	16.7	52.9	8.3	18.2	26.7	0.0	28.6	0.0	0.0	47.8	8.0	34.8

- 80 gender-relevant indicators(2018) developed among 230 indicators(2016) without repeat.

Remaining Hurdles: Gender relevant Indicators

- ⇒ 정량적,
- ⇒ 콘텐츠 측면에서 성별특성 고려 안됨
- ⇒ 지식과 데이터 창출, 활용과정에서 젠더 격차 해소 방안이 결여

<https://www.youtube.com/watch?v=yUL-Kj12Xfo>



기후변화 연구와 젠더혁신 사례

Climate Change: Analyzing Gender, and Intersectional Approaches



<http://genderedinnovations.stanford.edu/case-studies/climate.html#tabs-2>

성별특성(젠더 특성)을 반영한 기후변화 완화 연구

통념	고려 요소
남성은 여성보다 기후 발자국이 크다	<ol style="list-style-type: none"> 1. 근로소득 단위당 남성이 더 많은 온실가스를 배출하는가? 2. 운전거리 대 연비: 여성이 차량 평가에서 연비를 더 고려하는가? 3. 운전거리 대 운전 조건: 교통 체중의 차이, 고속도로와 도시내 도로 등 운전 조건에서 주행거리 대 연료 소비의 변환 과정이 고려되었는가?
여성은 남성보다 환경에 관심이 많아서 온실가스 배출량이 적다	<ol style="list-style-type: none"> 1. 태도의 차이 <ul style="list-style-type: none"> - EU의 경우, 기후변화 매우 심각한 문제 <여성:남성=69%:67%> 기후변화는 지금 세계가 직면한 가장 심각한 문제 <여성:남성=50%:51%> 2. 소득은 기후문제의 예측 변수로서 성별과 교차 (Franzen et al., 2010) 3. 교육수준과 정치적 성향은 기후태도의 예측변수로 성별과 교차 가능(미국의 경우, Hamilton, 2011)
남성은 기술에 대한 지식이 여성보다 많다	<p>방법론적 고려사항</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 조사 설계: 조사 도구는 남녀의 기후변화 지식에 대한 판단에 영향을 미칠 수 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 여성은 '거짓 긍정' (특정 요인이 기후변화를 유발한다고 믿고 있음)을 보고할 가능성이 큼 - 남성은 '거짓 음성' (요인이 기후변화를 일으키지 않는다고 믿음)을 보고 가능성이 큼 2. 실제 지식 대 자가 보고: 남성이 여성보다 더 높은 수준의 지식을 가졌다고 주장할 가능성이 높음(McCright, 2010; Sundblad et al., 2007)

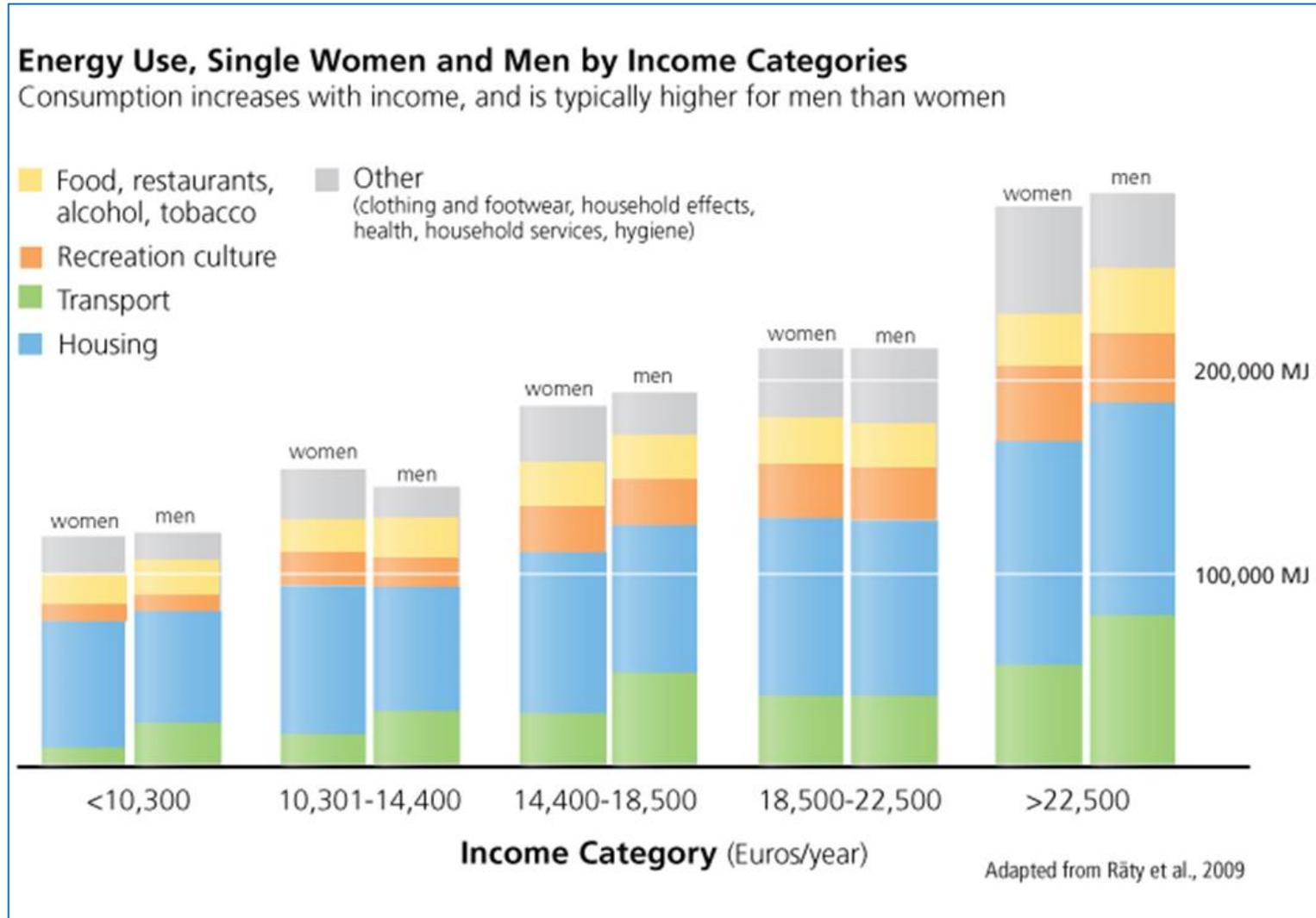
성별특성(젠더 특성)을 반영한 에너지 소비에 관한 연구 사례

- 남녀의 에너지 소비에 대한 연구
 - 多人 가구 내의 특정 개인에게 에너지 사용을 귀속시키는 방법론적 문제를 피하기 위해 독신자 선택 (Räty et al., 2009).

Fact: 독일에서 독신 남성은 독신 여성보다 에너지를 더 많이 사용한다.
(147,000MJ/년 : 108,000MJ/년)

1. 성별로 구분
2. 소득별로 구분
3. 형태에 따른 에너지 소비로 세분화.

- 남녀의 에너지 소비량 차이가 소득에 따라서 다름
 - 남성의 경우 운송에 여성보다 더 많은 에너지 소비



연구의 제한점과 의의: 에너지 소비 측면

연구의 의의: 사회적 요인과 관련하여 젠더적 행동을 고려한 연구

- 가장 낮은 소득 범주에서 독신 남성은 독신 여성보다 1% 더 많은 에너지를 소비(119,601MJ 대 118,368MJ).

- 가장 높은 소득 범주에서 독신 남성은 독신 여성보다 2% 더 많은 에너지를 소비(292,221MJ 대 285,234MJ).

고소득 여성은 저소득 여성보다 141% 더 많은 에너지를 소비; 남성의 경우 144%

=> 따라서 소득은 여성과 남성의 에너지 소비를 볼 때 분석해야 할 중요한 요소

연구의 한계

- 대표성: 에너지 사용 패턴이 1인 가구와 다인 가구에 따라 다르기 때문에 데이터가 반드시 모든 독일인이나 유럽을 대표하는 데이터가 될 수 없음 (Brounen et al., 2012).
- 독신 여성과 남성에 대한 연구로 가족 관계의 비대칭을 고려하지 않음
- 여성의 가족 돌봄 미 고려 => 돌봄의 담당도 시대와 지역에 따라서 달라지고 있음
- 이상적인 연구는 연령, 사회경제적 지위, 교육, 배우자 관계 상태, 가구 구성(자녀 및 기타 부양 가족 수), 지리적 위치(정주 밀도 포함), 이용 가능한 교통 수단 등.
- 영국의 경우: 직업, 연령, 지리적 위치 및 가구 구성은 모두 운송 관련 배출량과 상관 관계가 있는 것으로 나타남 (Brand et al., 2008).

연구의 제한점: 기후변화와의 연관성 측면

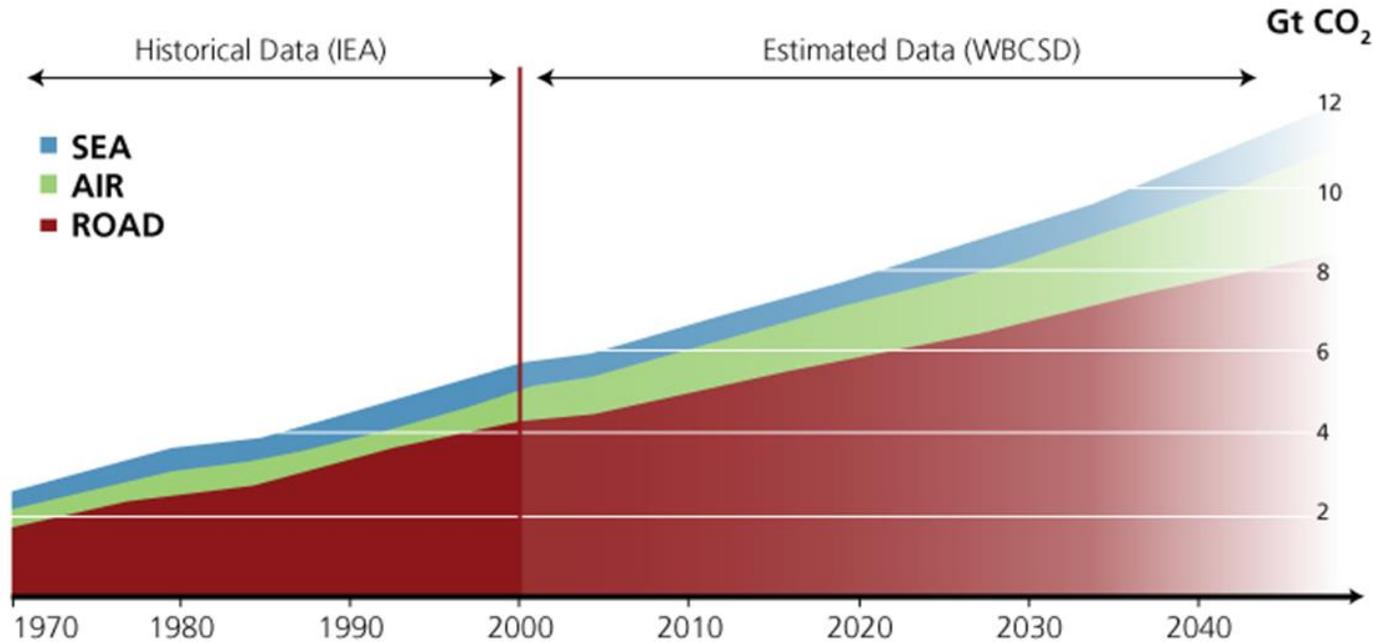
데이터 해석에서 방법론적 과제

1. 에너지 사용의 다른 형태가 전달되는 메가줄(MJ)당 기후 영향이 다르기 때문에 데이터는 기후 영향을 직접적으로 반영하지 못함 (Granovskii et al., 2007).
2. 에너지 사용(특히 운송용)이 유럽 국가마다 다르기 때문에 데이터는 유럽 전체를 대표하지 못함 (European Environment Agency, 2011).
3. 데이터가 많은 에너지원에 중요한 간접적인 기후 영향을 반영하지 못함. 예를 들어, 운송 데이터는 석유 시추, 석유 정제, 연료 운송, 파이프라인 건설 및 기타 생산 활동과 관련된 GHG의 간접 방출이 아닌 연소 엔진에서 GHG의 직접적인 방출만을 고려 (Charpentier et al., 2009).
4. 데이터가 독일 외부에서 발생하는 에너지 사용 또는 기후 영향을 반영하는 것은 아님 (Davis et al., 2010; Mahesh et al., 2010).
5. 데이터는 GHG 배출 이외의 메커니즘을 통해 발생할 수 있는 기후변화 영향을 반영하지 못함
a) 생물권에서 CO₂의 흡수율을 감소시키는 삼림 벌채(Watson et al., 2000); b) 지상 또는 대기 albedo 변화 (Pielke et al., 2002).

기후변화 연구에 성별특성 반영 적용

유럽연합에서의 Sector별 온실가스 배출 - 도로 운송이 온실가스 배출의 25%

Trends in Global Transport-Related CO₂ Emissions
Emissions estimated to grow in lockstep with production



Adapted from Ribeiro et al., 2007

결론

연구자들은 젠더 관점에서 기후 변화 완화를 연구하기 시작
- 소득, 연령, 여행 패턴, 지리적 위치 및 환경적 태도를 포함하여 성별과 교차하는 요인을 분석

- => 기후 영향과 완화 조치에 대한 대응을 더 잘 이해하는 데 기여
- => 이러한 이해는 모든 에너지 사용자의 동의를 얻어 완화 전략의 효율성을 향상
- => 가능한 가장 낮은 사회 경제적 비용으로 완화를 달성하고
- => 비용을 공평한 방식으로 공유
- => 효율성과 평등을 지원할 수 있을 것으로 기대

감사합니다.

