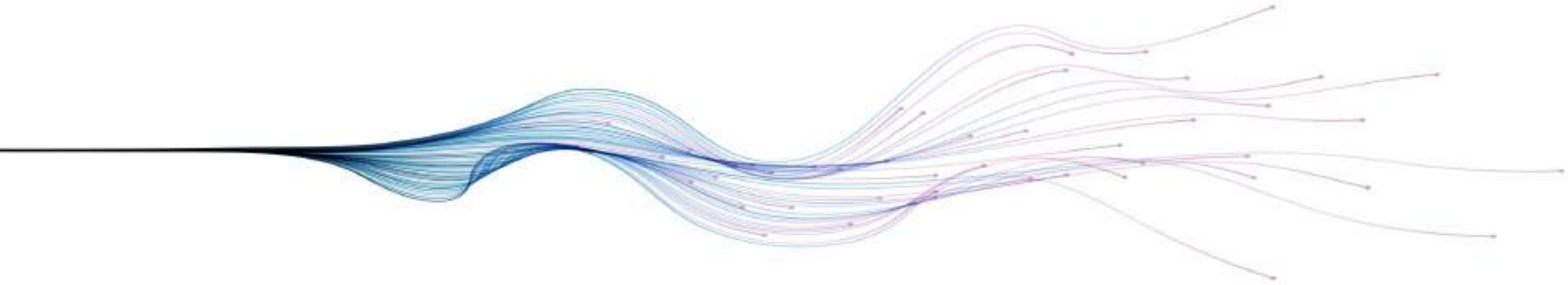


ジェンダード・イノベーション ～性差分析と交差性分析による科学技術の発展にむけて～



横浜国立大学 客員教授/学長特任補佐
(ジェンダード・イノベーション担当)
東京大学大学院理学系研究科 特任准教授

佐々木成江

科学技術の発展は、社会や人々に大きなインパクトを与える



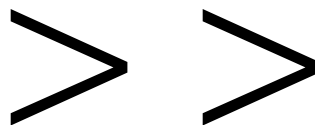
科学技術の恩恵は、全ての人々に平等に享受できているのか？



研究や開発の対象



男性



女性

動物実験



オス

> >

メス



1997年～2000年

10の薬が米国市場から生命を脅かす健康被害のために撤退

8つに関しては「**男性よりも女性の方が健康上のリスクが高い**」

United States General Accounting Office (2001) GAO-01-286R

薬の代謝、効能、副作用は男女で異なることがある。しかし、ほとんどの薬は男女で同じ処方であり、女性の健康被害リスクが2倍程度高くなっている。

Biol. Sex. Differ. 11, 32 (2020)

車の安全性

衝突実験用のダミー人形



女性のダミー人形はとても小柄
(男性：175 c m 78 kg)
(女性：145 c m 49 kg)

女性乗員が重症を負うリスク
は男性より73%高い

Traffic Injury Prevention 20, 607-12

車の正面衝突実験



ドライバー席には男性の人形を
使用することが基準

女性ドライバーが重症を負う
リスクは男性より47%高い

Am. J. Public Health 101, 2368-73

従来の3点式シートベルト



妊婦の体にあっていない

妊婦の流産率が高まる
胎児の外傷による死亡
原因の第1位

J. Am. Med. Assoc. 286, 1863-68

バーチャル・リアリティ (VR)



バーチャル・リアリティの使用時に、女性の方が2倍以上の不快感の症状

Munafo, J. et al. (2017).

開発チームに女性が少ないため、プロトタイプでテストで女性のデータが少なくなる

ジェンダード・イノベーション（2005年～）

ロンダ・シービンガー教授（スタンフォード大学）



【性差に基づく】
ジェンダード



【知的創造や技術革新】
イノベーション

ジェンダード・イノベーション（2005年～）

ロンダ・シービンガー教授（スタンフォード大学）



研究や技術開発のデザイン

+

性差分析



「知の修正」

科学や技術分野におけるイノベーションと発見

性差分析

セックス (SEX)

男女の構造や機能など
生物学的な性

ジェンダー (Gender)

性別役割分担など
社会・文化的に作られた性

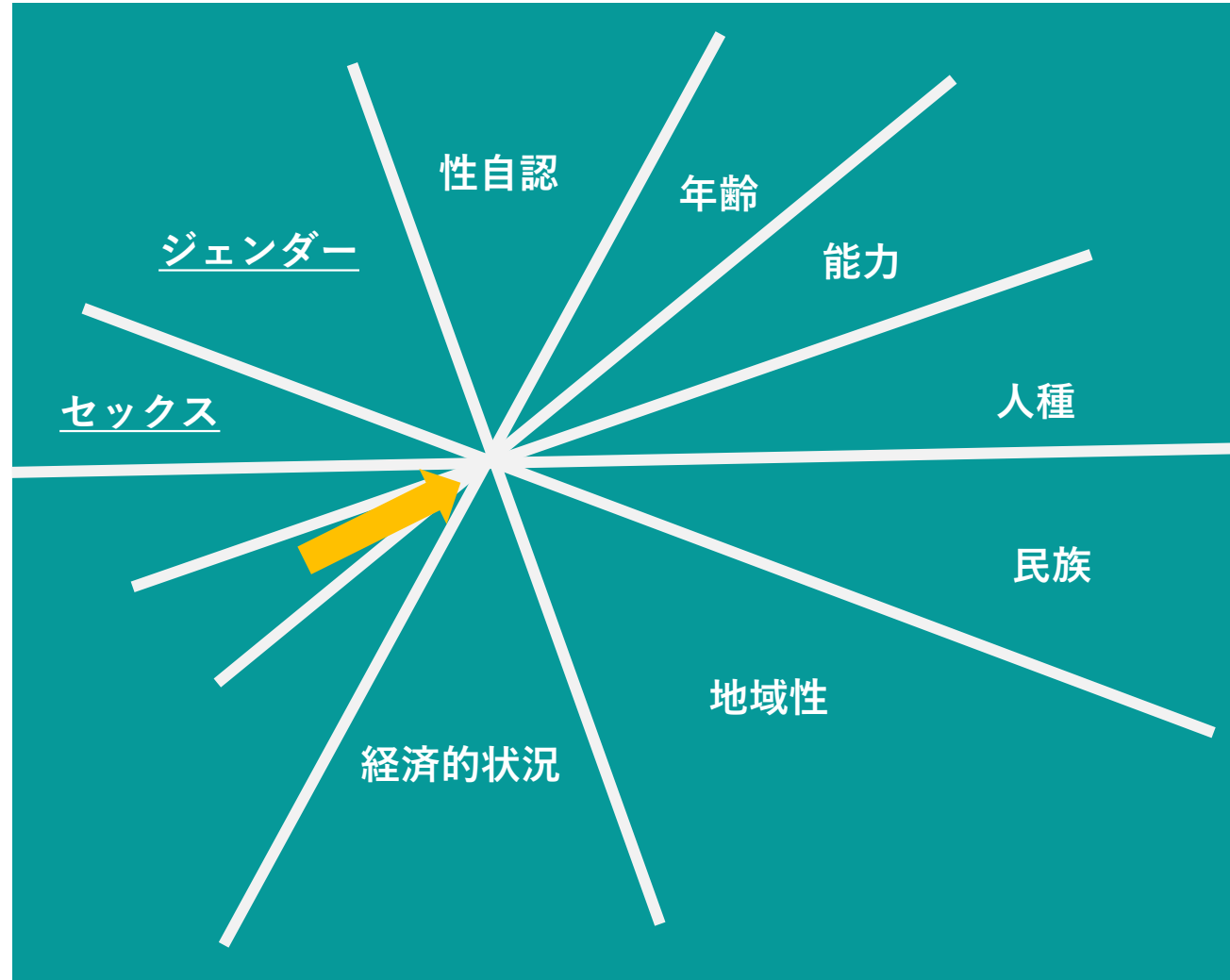
*** トランスジェンダーの存在**

個人はセックスとジェンダーの相互作用で成り立つ

→ セックスとジェンダーの両視点からの分析が重要

交差性分析

Intersectional Analysis



複数の差別要因が重なりと差別が増幅されるため、
さまざまな要因がどのように交差するかを考慮して分析する

欧米による国際プロジェクトの展開（2011年～）

プロジェクトの目標

- ① セックス分析、ジェンダー分析、交差性分析の最先端の方法を開発する
- ② セックス分析、ジェンダー分析、交差性分析が、発見およびイノベーションにどのようにつながるかを具体的に示すケーススタディを提供する



欧州委員会・スタンフォード大学・米国国立科学財団

<https://genderedinnovations.stanford.edu/>

47のケーススタディ

科学

- ・動物実験
- ・性決定の遺伝学
- ・幹細胞
- ・教科書
- ・CSカリキュラム

保健・医療

- ・慢性疼痛
- ・大腸がん
- ・COVID19
- ・膝の人工関節
- ・食生活
- ・心疾患
- ・HPVスクリーニング
- ・栄養ゲノム学
- ・骨粗しょう症
- ・処方薬
- ・システム生物学

医療技術

- ・ヘルス研究におけるジェンダー分析法
- ・ナノメディシン

工学

- ・高齢者支援
- ・VR
- ・顔認識
- ・ソーシャルロボット
- ・触覚技術
- ・HIV殺菌剤
- ・車の衝突実験
- ・人体胸部モデル
- ・機械学習
- ・機械翻訳
- ・機械との会話
- ・ビデオゲーム
- ・バーチャルアシスタント

環境

- ・農業
- ・気候変動
- ・環境科学物質
- ・住宅と街区設計
- ・海洋科学
- ・月経カップ
- ・都市空間
- ・スマートエネルギー
- ・スマートモビリティ
- ・廃棄物処理
- ・水インフラ
- ・人口と気候変動
- ・サステナブルファッション

心疾患

心臓発作の症状： 男性 vs 女性

男女ともに心臓発作の最も一般的な症状は胸の痛みですが、女性により分かりにくい警告サインを経験することがあります



Go Red for Women is a registered trademark of AHA. The Red Dress Design is a trademark of U.S. DHHS. Unauthorized use prohibited.

Source: American Heart Association's journal, Circulation
Published April 4, 2019 | © Copyright 2020 American Heart Association, Inc.
By American Heart Association News

女性の方が、急性心筋梗塞患者の院内死亡率が男性よりも2倍高い

週刊医学のあゆみ 290, 858-862 (2024)

女性のための循環器病予防・啓発プロジェクト
Go Red for Women Japan

活動紹介

イベント紹介

メンバー

日本循環器協会HP

「Go Red for Women®」を知ってください

2004年に米国心臓協会（AHA）が始めた女性のための循環器病の予防・啓発活動で、
今や世界50か国以上に広がっています。

2023年3月に、日本循環器協会（JCA）はAHAと協定を締結し、
「Go Red for Women®」活動を日本でも展開することになりました。

循環器病は男性の病気というイメージがあり、診断や検査の基準値も
男性患者さんのものが多く用いられてきました。

しかし、微小血管狭心症や肺高血圧症など、女性に多くみられる循環器病があること、
同じ心臓の病気でも女性と男性では自覚症状や検査値に違いがあること、

女性ではAED（自動体外式除細動器）による救命率が低いことなどが明らかになり、
女性を対象とした研究の推進や、女性の循環器病に対する啓発活動が重要と考えられています。

骨粗しょう症の性差



「骨粗しょう症＝女性」という固定概念

- ・ 骨密度は男性の方が10－12%高い
- ・ 女性の方が発症する年齢が男性より10年程度早い
- ・ 股関節骨折の約30%は男性に発症

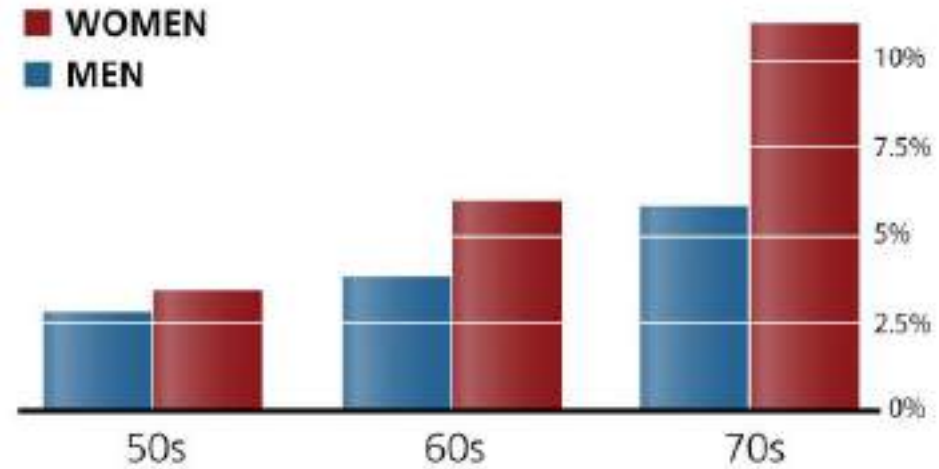
Am Fam Physician. 67, 1521-1526 (2003)

⇒ 股関節骨折関連の死亡率は男性のほうが2倍高い

Clin. Ther. 26, 15-28 (2004)

⇒ 男性における骨粗しょう症の早期診断や治療が必要

Osteoporotic Fracture Probability by Age and Sex
Risk shown for patients with $T \leq -2.5$



Data from United Kingdom
Adapted from Kanis et al., 2008b

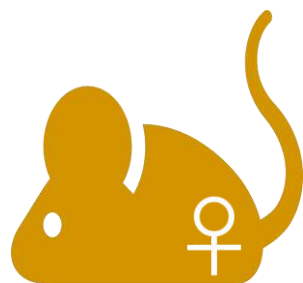
<https://genderedinnovations.stanford.edu/case-studies/osteoporosis.html#tabs-2>

メスを使ったことで新しい発見が！

オステオカルシン（骨ホルモン）の効果



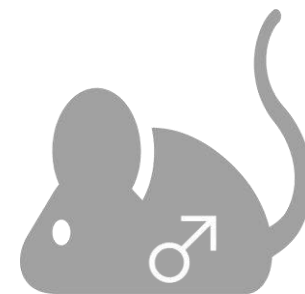
溝上 顕子氏
(九大・准教授)



痩せる

肥満モデルマウス

肥満防止薬の候補



太る

*Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*310: E662-E675 (2016)

痛みを生む経路にも性差がある

メスを使った際にそれまでの科学文献通りの結果が得られなかったことが、発見の引き金

- ・ 現在では、痛みの研究ではオスとメスを使うことが主流化
- ・ 鎮痛薬の再検討も必要

Nature 567, 448-450 (2019)



細胞を用いた実験における性差研究の重要性

多くの研究者は、細胞の性別をほとんど意識しておらず、細胞の性別を報告していない論文が多い

幹細胞

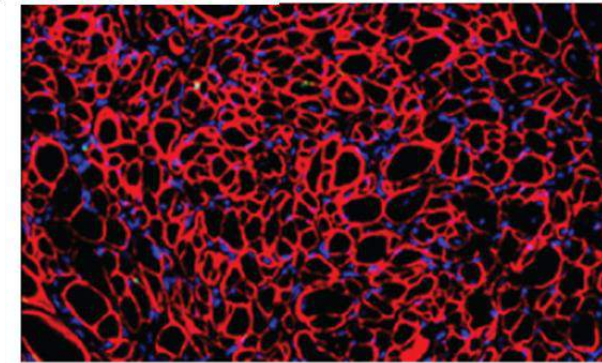
筋ジストロフィーを発症したマウスに、メス由来の筋由来幹細胞を移植した方がオス由来よりも効率的に骨格筋を再生する

J. Cell. Biol 177, 73-86 (2007)

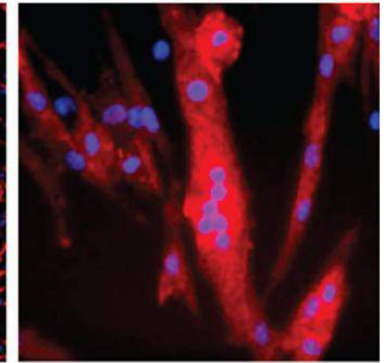
→ 細胞の性別は、多くの病気に対する感受性や経過、診断や治療に大きな影響を与える可能性がある

XXとXYの幹細胞から発生した筋繊維の拡大図
mdxマウスでの発達2週間後

XX幹細胞

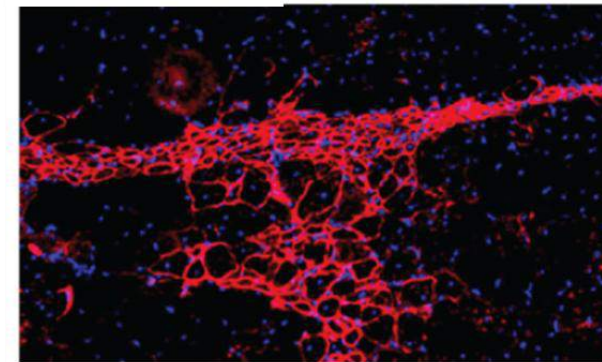


100µm 低倍率

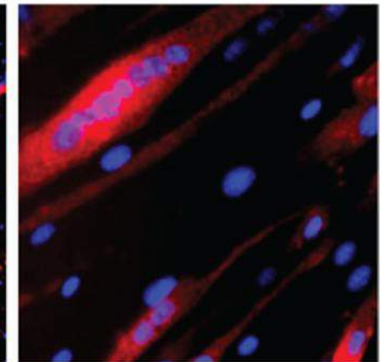


50µm 高倍率

XY幹細胞



100µm 低倍率



50µm 高倍率

* 赤く染色された筋繊維：幹細胞移植由来

医療技術のケーススタディ

医療技術（機器、診断、製品、サービスなど）は、女性や性別に多様性がある人など典型的な男性に当てはまらない患者に対して男性の2倍損害を与えている

Life 14, 234 (2024) doi: 10.3390/life14020234.



<https://www.prnewswire.com/news-releases/early-findings-of-the-50cc-syncardia-heart-indicate-that-it-fits-underserved-patients---women--adolescents-300227527.html>

人工心臓

女性のインプラントされたのはわずか 12%、小児は 5% だった

⇒ SynCardia Systems が
50 ccの小型人工心臓を開発

より小さな患者（多くの女性、小柄な男性、および通常 10 歳以上の子供）に心臓を移植できるようにな

Pediatric Cardiac Surgery Annual 20, 16–19 (2017)

胸部レントゲン像のAI診断

胸部レントゲン像のデータセットは一般的に女性のデータは40%。しかしを女を同数にしたところ、男女ともに最良の結果が得られた

PNAS 117, 12592–12594 (2020)



外科手術デバイス



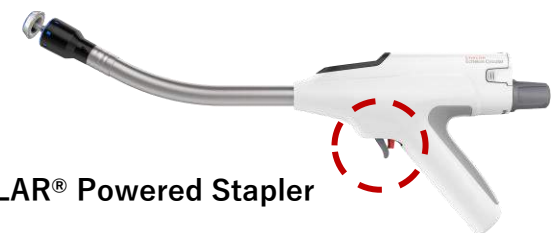
ETHICON® Circular Stapler

腸管をつなぐ自動吻合器は、海外製が多い。そのため、手が小さい日本人外科医には大きく手扱いにくく、特に女性医師は力が足らず片手操作が困難だった

Surg. Today 44, 1040-1047 (2014)

⇒ Jonson & Jonson メディカルカンパニーが
電動スイッチに改良
男女ともに使いやすい
術後もいい（吻合部分の漏れを 61% 削減）

改良後



ECHELON CIRCULAR® Powered Stapler

実験者の性別が与える影響



痛みへの反応は研究者の性別に影響される

男性の研究者に扱われると、マウスはより強いストレスを受け、痛みに対し反応しにくくなる。

Nature Meth. **11**, 629-632 (2014)

抗うつ剤の効果は研究者の性別に影響される

抗うつ剤ケタミンは、男性の研究者によってマウスに投与された場合のみ効果がある。効果には、男性の匂いが必要。

Nature <https://doi.org/10.1038/nature.2017.23022> (2017)



ジェンダーを考慮する重要性

- 「女性らしさ」のスコアが高い男性は心臓病のリスクが低い

A general population cohort study. 36, 612–620 (2007)

- 「女性的なジェンダー関連特性」の評価で高いスコアを獲得した若い成人は、生物学的性別に関係なく、急性冠症候群の再発を経験する可能性が高い

Psychosomatic Medicine 77(5), 517–526 (2015), Journal of the American College of Cardiology 67, 127-135 (2016)

- ジェンダーに関する異なる情報を与える（ジェンダープライミング）ことで、痛みの感じ方が変化する

Scientific Reports 9, 8626 (2019)

男性は進化上狩猟者としての役割を果たしているため、女性よりも痛みに敏感ではないと伝えられた男性グループ

女性は出産の痛みを伴う経験をするために痛みに敏感ではないと伝えられた女性グループ



痛みを感じにくくなる



ジェンダーの影響を分析するための定量的なツールの開発が必要
NIHも、本格的にジェンダーを変数として取り扱うことを検討中

平等 Equality



公正 Equity



ジェンダード・イノベーションへの期待

科学技術

科学技術の卓越性、質の確保、持続可能性を高めることで、研究に新しい価値をもたらす

ビジネス

新しいアイデア、特許、技術の創出により、ビジネスに新しい価値をもたらす

社会

社会や多様な人々のニーズにより応える研究にすることで、社会に新しい価値をもたらす

→ 包括的で公正な社会の実現へ

科学技術の恩恵を全ての人々に平等に享受することは科学者の責任である