

男女間の不平等と脳の性差

—男女間の不平等は脳構造の性差と関連する—

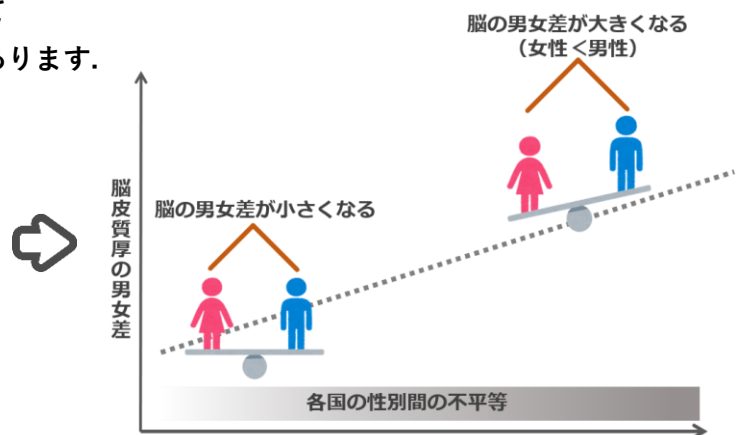
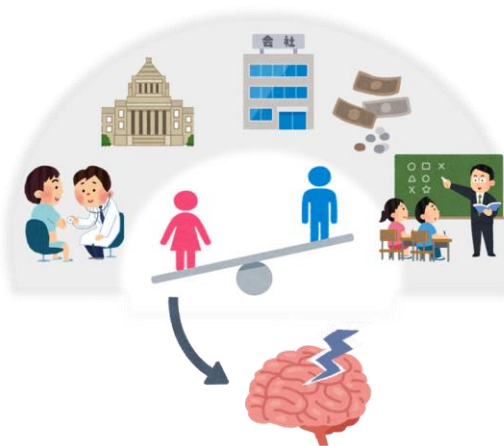
概要

世界中で性差による不平等が存在し、それが女性のメンタルヘルスの悪化や低学歴傾向に関連しています。チリカトリック大学精神医学教室の Nicolás Crossley 助教、アメリカ国立衛生研究所 André Zugman 研究員を中心とする研究グループは、29 カ国にわたる多施設共同研究により、18～40 歳までの健康な男性 3,798 人と女性 4,078 人の実験参加者について、ジェンダー・ギャップ指数およびジェンダー不平等指数から算出した性別間の不平等の指標と MRI による脳の構造画像との関連を解析しました。

18～40 歳までの健康な男性 3,798 人と女性 4,078 人の MRI の脳の構造データを用いて、脳の皮質の厚さや表面積と性別間の不平等の指標の関係を調べ、右半球の皮質厚の男女差は性別間の不平等と関連が認められました。領域ごとの解析では、特に右前部帯状回で同じ関連を認めました。これは社会的・文化的な要因が脳の発達に影響すること、ひいては性別間の不平等を改善する政策が平等で公正な社会を実現するために求められることを示唆しています。

本成果は、2023 年 5 月 8 日に国際学術誌「*The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*」にオンライン掲載されました。

日常生活の様々な場面における性別間の不平等は、女性のメンタルヘルスの問題などを介して脳の男女差を引き起こしている可能性があります。



29 カ国の健康な成人 7,876 人の脳 MRI データを調べ、右半球の平均皮質厚と右前帯状回や右内側眼窩前頭、左外側後頭部において、性別間の不平等が大きいと脳の男女差がより大きくなることが分かりました。

1. 背景

性差による不平等は世界中に存在し、とくに女性は教育や就労、公的な地位など、社会における様々な場面で不利な状況にしばしば置かれます。この不平等の指標として世界経済フォーラムによるジェンダー・ギャップ指数（※1）、国連開発計画によるジェンダー不平等指数（※2）があり、毎年報告されています。このうちジェンダー・ギャップ指数からは、男女間の不平等という問題と、女性がメンタルヘルス上の問題に苦しみ易く、また低学歴となりやすいことと関連していることが既に明らかにされています。このような性別による不平等は、脳の大きさや大脳皮質の厚みといった構造上の性差とも関連しているかもしれません。脳構造の性差にはホルモンや遺伝子の違いが影響しているかもしれませんが、そのような、いわばオスとメスとの違いだけが脳の性差の原因とは限りません。実際、脳は日々の暮らしのなかで受けた刺激によって変化することが知られています。したがって男女の格差が大きく、不利な社会状況での生活を余儀なくされる女性は、そのために脳の発達に不利な影響を受ける可能性があります。性差による不平等によって生じる生活環境の違いが脳に影響し、それが脳の性差と関係するの否かを明らかにする研究は、公共政策において男女間の不平等という問題をさらに取り上げ、その解消をはかるべきか否かという社会的な意思決定について意義ある知見をもたらすでしょう。そのように考えて私たちは本研究を行いました。

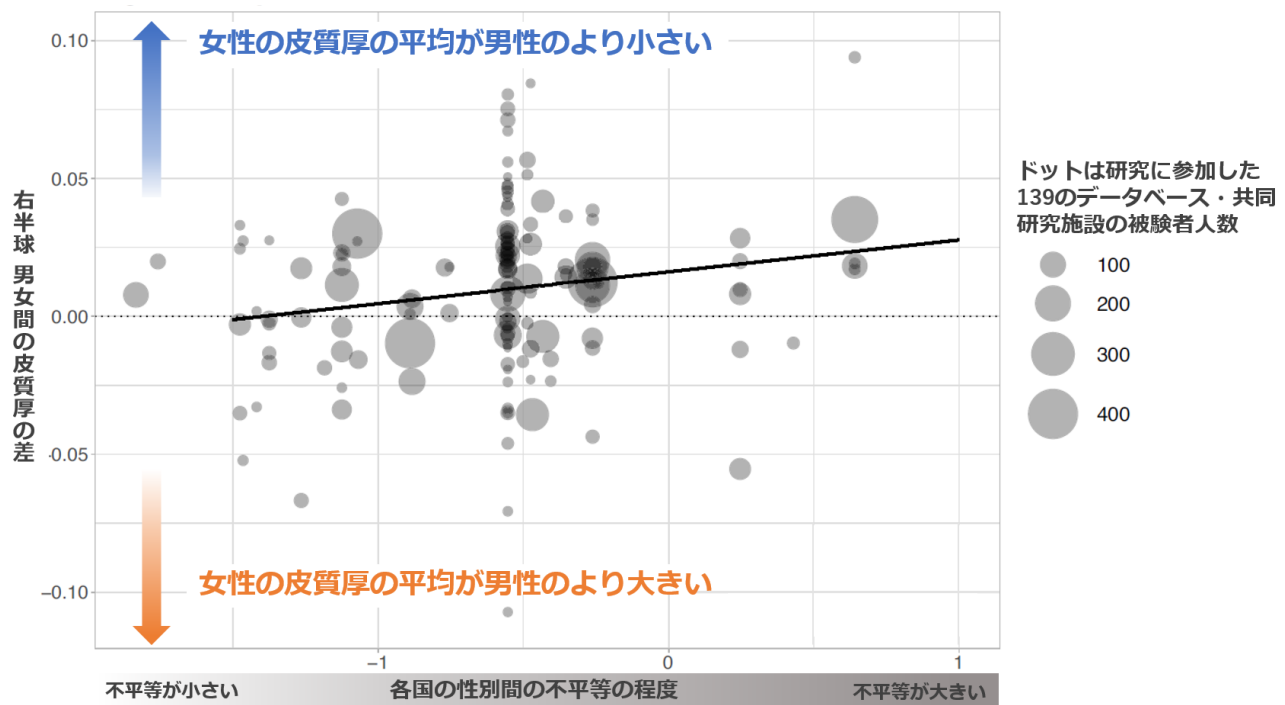
2. 研究手法・成果

私たちは今回の研究において、研究プロジェクトに参加した 29 カ国の実験参加者の脳について、大脳皮質（※3）の厚さと表面積、さらに海馬の体積を求めました。また、ジェンダー・ギャップ指数とジェンダー不平等指数を組み合わせ、性別間の不平等指数（※4）を参加国ごとに算出しました。そして脳の構造に関するデータと性別間の不平等指数との関連を調べました。

脳の構造に関するデータとして、29 カ国、139 か所のオープンアクセスの脳画像データベースから得られたデータ、ならびに本研究の共同研究施設において取得したデータをもとに、18 歳から 40 歳までの健康な成人女性 4,078 人、成人男性 3,798 人の 1.5 テスラもしくは 3.0 テスラの核磁気共鳴画像（Magnetic Resonance Imaging: MRI）の脳の構造画像データを用いました。

性別間の不平等指数を算出するために用いたジェンダー・ギャップ指数、ジェンダー不平等指数は新型コロナウイルス感染症が世界的に流行する以前の 2019 年のものです。

その結果、右大脳半球および左大脳半球の皮質厚の平均と性別間の不平等との関係については、右大脳半球の皮質厚の男女差が性別間の不平等の程度と関連することが示されました。すなわち性別間の不平等が大きいほど右大脳半球の大脳皮質は男性に比べて女性で薄くなる傾向がみられました。この傾向は、各国の経済発展の差による影響を GDP に基づいて差し引いても認められました。その一方で、男性の右大脳半球の平均皮質厚と性別間の不平等との間には特に関係は認められませんでした。



次に、大脳皮質を 68 個の領域に分けて、各領域の皮質厚と性別間の不平等との関係を調べました。その結果、右前部帯状回尾側、右眼窩前頭回、左外側後頭葉の 3 つの領域において、男女間の不平等が大きい国ほど大脳皮質厚の男女差が大きく、男性に比べて女性の大脳皮質が薄いという結果がみられました。また性別間の不平等がなければ大脳皮質厚の男女差はみられず、さらに右前部帯状回尾側の大脳皮質は女性がより厚いという傾向が認められました。この右前部帯状回尾側における性別間の皮質厚の差と性別間の不平等との関係は、経済状況の影響を GDP に基づいて差し引いた後も認められました。

なお、大脳半球全体ならびに各領域の表面積、海馬の体積、頭蓋内の容積と各国の性別間の不平等との間には関係はみとめられませんでした。

男女間での皮質厚の差がみられた領域のうち、前部帯状回と眼窩前頭回は、困難に耐え忍んでいるときや、不公平な状況において他人と自分とを比べている時に活動することが報告されています。また、うつ病の患者さんではこの領域の大脳皮質が薄いことや、心的外傷後ストレス障害（PTSD）の患者さんではこの領域の体積が低下していることが報告されています。

また、ストレスは神経細胞の変化を引き起こし、目に見えるほどの変化を脳にもたらすこと、幼少期に受けたストレスは成人後も大脳皮質の厚みに影響することが分かっています。

私たちの今回の研究の結果からは、性別間での不平等により女性が不利な環境に曝されつづけ、そのために生涯を通じて脳に対するストレスの影響を受けているということが考えられます。

3. 波及効果、今後の予定

29 カ国におよぶ参加者から得られた国際的なデータを分析した結果、それぞれの国において男女間の不平等と女性の平均的な大脳皮質の厚みとが関連することがわかりました。この結果は、脳の性差の一部は環境によって形成されること、さらに女性にとって不平等な環境が女性の脳にとっても潜在的に悪影響を及ぼしている可能性を示しています。私たちのこの研究の結果は、ジェンダー間の平等を実現する政策にとっての科学的なエビデンスになるものと期待されます。

ただし今回の研究では、女性の脳にとって問題となる男女間の不平等はどのようなものかということにまでは調べられませんでした。社会における男女の不平等に含まれる要素うち脳の性差にもっとも影響しているものは何か、社会的な環境が脳の発達に大きな影響を与える時期はいつなのかを明らかにするという追跡調査が、ジェンダー間の平等に向けて社会を変革するための具体的な対策を明らかにするために求められます。

また、今回の研究では MRI によって得られた脳のデータを用いており、そのために MRI 用の機器が経済的に利用困難な低中所得国からのデータ収集が制限されていました。経済状況と男女間の格差とが関連している可能性を考えると、この点も、今後の研究では改善が求められます。

4. 研究プロジェクトについて（当大学担当領域関連のみ）

科学研究費助成事業 助成番号 26461767、17H04248、18H05130、20H05064

日本医療研究開発機構 助成番号 JP18dm0307008、JP21uk1024002

<用語解説>

※1 ジェンダー・ギャップ指数

経済、教育、健康、政治の 4 つの分野のデータからなる指数で、例年世界経済フォーラムが報告しています。

※2 ジェンダー不平等指数

リプロダクティブ・ヘルス（性と生殖に関する健康）、エンパワーメント、労働市場への参加の 3 つの側面からなる指数で、例年国連開発計画が報告しています。

※3 皮質

脳には脳の表面に神経細胞が集まっている皮質とその内側にある神経細胞の繊維の集まりからなる白質があります。今回の解析では、皮質の厚みと各部位の表面積を用いました。

※4 性別間の不平等の指標

本研究ではジェンダー・ギャップ指数（スコアは 0 から 1 であらわされ、平等だと 1 に近づく）の報告されているデータ全体を標準化（z-score normalization）し、同じくジェンダー不平等指数（スコアは 0 から 1 であらわされ、平等だと 0 に近づく）の標準化したものの逆数の平均を性別間の不平等指数として用いました。

<研究者のコメント>

脳に関わる研究をする上で、性差は常に考慮する必要があります。しかし、現在もつづく無意識でのバイアスによる性別間の格差、不平等がある環境の中で、作り上げられた「性差」も少なからず含まれているでしょう。個人が十分に活躍できる社会に向けて、性差を適切に理解することは重要だと考えています。本研究に参加し、国際的なデータを解析することで、この「性差」の中に実社会の男女格差と関連するものがあることを報告することができました。こうした報告から、性別間の格差・関りについて社会の中でも理解が広がり無意識のバイアスに気づき、変化していくことを期待しています。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Country-level gender inequality is associated with structural differences in the brains of women and men（各国のジェンダー不平等は、脳の男女間の構造差に関連する）

著者：André Zugmana¹, Tsukasa Ueno², Jun Miyata³, Nicolas A. Crossley⁴

1. National Institute of Mental Health, National Institutes of Health, Bethesda MD 20892, United States of America (USA).
2. 京都大学医学部附属病院 総合臨床教育・研修センター
3. 京都大学医学研究科 脳病態生理学講座 精神医学教室 講師
4. Department of Psychiatry, School of Medicine, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago 8330077 Chile.

掲載誌： *The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*

DOI： <https://doi.org/10.1073/pnas.2218782120>