

クレジット:

UTokyo Online Education 学術フロンティア講義 2020 四本裕子

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。



脳科学の過去・現在・未来

2020年 Sセメスター 学術フロンティア講義

東京大学 大学院総合文化研究科 教養学部統合自然科学科
四本裕子

経歴

1994年－1996年 東京大学 文科III類
1996年－1998年 東京大学 文学部 心理学科
1998年－2001年 東京大学 人文社会系研究科 修士課程 心理学専修

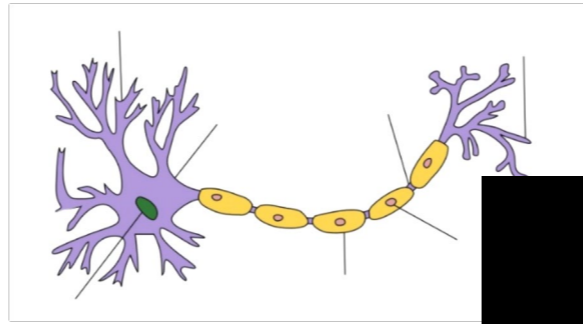
2001年－2005年 ブランダイス大学 博士課程 心理学科 ニューロサイエンスディビジョン

2005年6月－2008年5月 ボストン大学 リサーチアソシエイト
2006年1月－2010年3月 マサチューセッツジェネラルホスピタル リサーチフェロー
2007年1月－2010年3月 ハーバードメディカルスクール リサーチフェロー
2008年4月－2010年3月 日本学術振興会 海外特別研究員
2008年5月－2010年3月 ボストン大学 リサーチフェロー

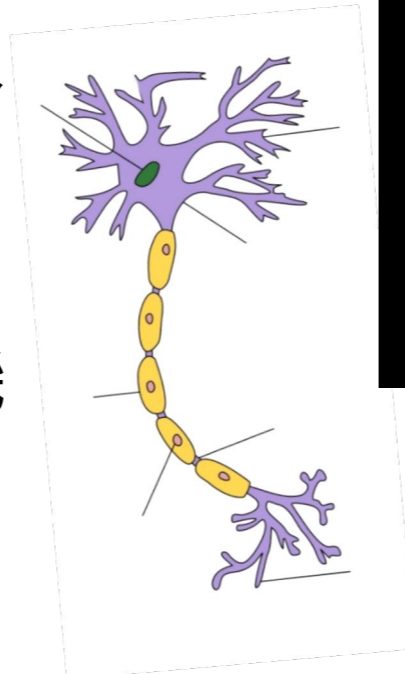
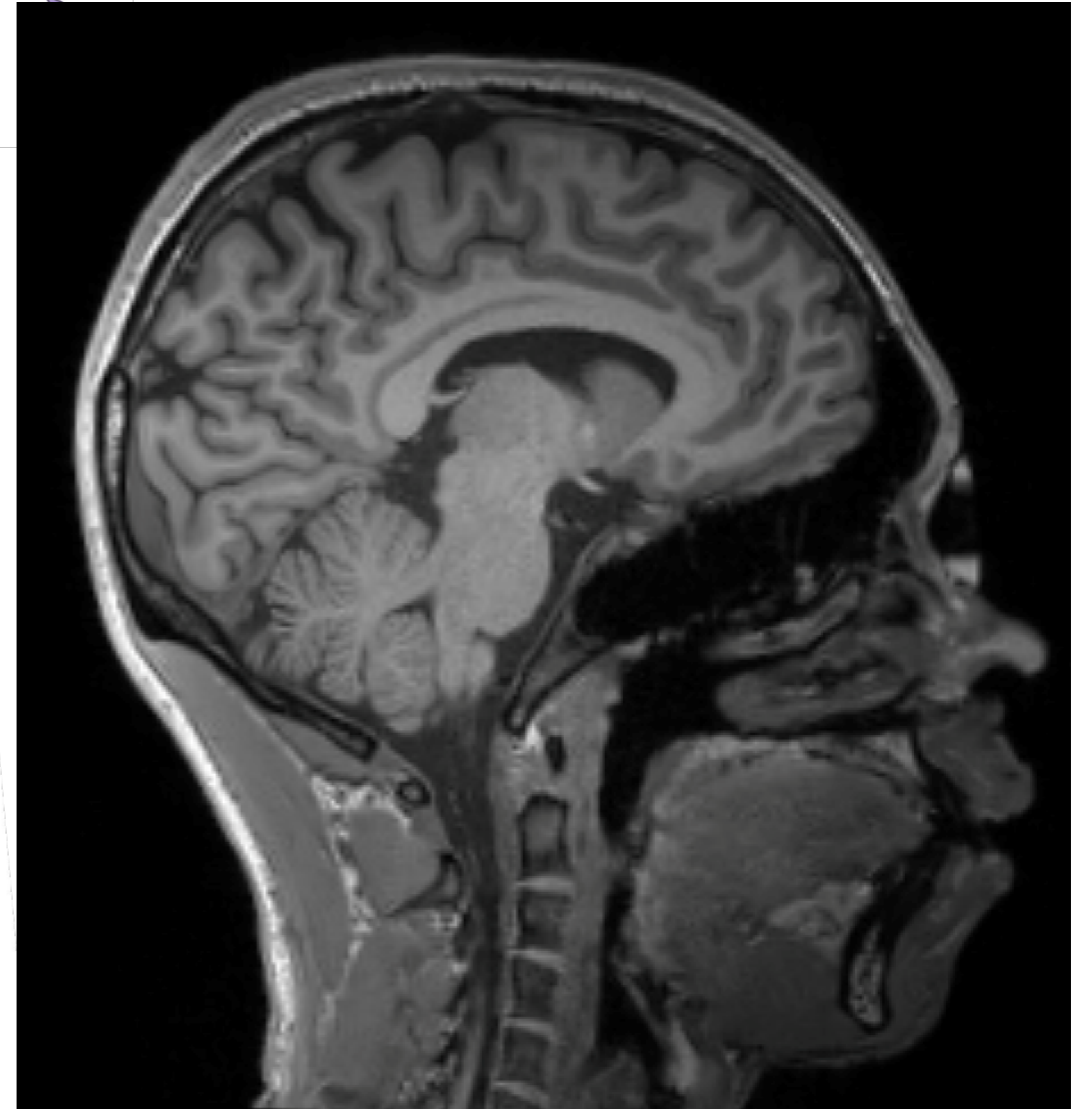
2010年4月－2012年3月 慶應義塾大学 社会学研究科 特任准教授
2011年11月－2012年5月 慶應義塾大学 人間知性センター 特任准教授

2012年6月－現在 東京大学大学院総合文化研究科 准教授

脳科学とは？



- ヒトを含む動物の脳と、それが生み出す機能について研究する学問分野である。
- 対象とする脳機能としては視覚認知、聴覚認知など感覚入力の処理に関するもの、記憶、学習、予測、思考、言語、問題解決など高次認知機能と呼ばれるもの、情動に関するものなどである。



「脳科学」 (2020年2月1日 (土) 14:24 UTCの版) 『ウィキペディア日本語版』。
<https://ja.wikipedia.org/wiki/脳科学>

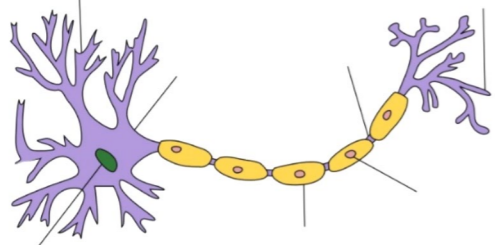
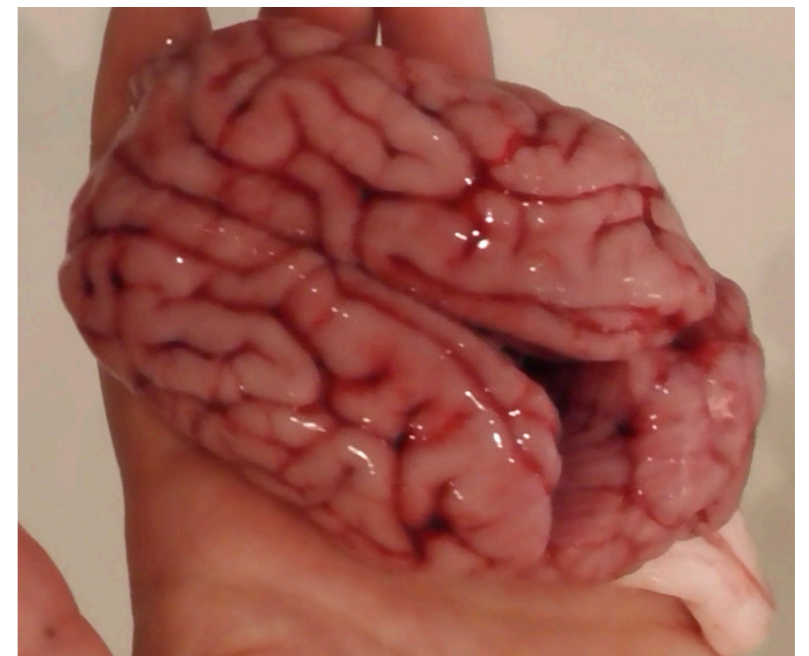


Image by Faigl.ladislav, from Wikimedia Commons
[CC BY-SA 3.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neuron.svg)



脳科学研究の歴史

- (1) 紀元前3500年～1900年
脳が認知や思考と関係があることがわかっていた
- (2) 1900年～2010年
脳のそれぞれの部位の機能局在がわかった
- (3) 2010年～
脳の多次元性の理解

古代の脳科学（紀元前3500年～）

著作権等の都合により省略しました

NATIONAL GEOGRAPHIC
ウェブ版ニュース
2016年7月5日

古代インカの穿頭術、成功率は70%を
超えていた 800の頭蓋骨が語る
古代ペルーの驚くべき手術力
<https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/16/a/070400041/>

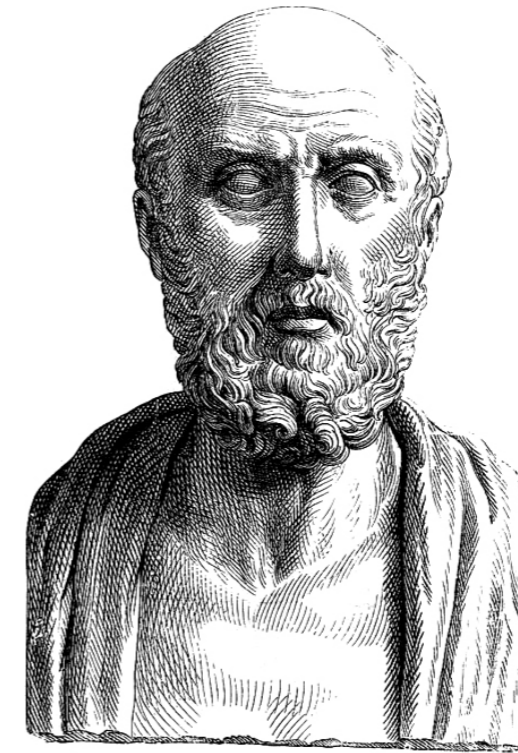


Photo from Wikimedia Commons

- 紀元前3500～3400年

損傷部の周辺が滑らかな弧状になっていることは骨組織の修復を示すもので、この人物は手術後も長く生存していたことを示す。

- 紀元前460～370年

ヒポクラテス

原始的な医学から迷信や呪術を切り離し、科学的な医学を発展させた。心の座は脳にあると考えた初めの人物だと考えられている。

近代の脳科学（1900年～2010）

細胞染色からわかった構造の特徴

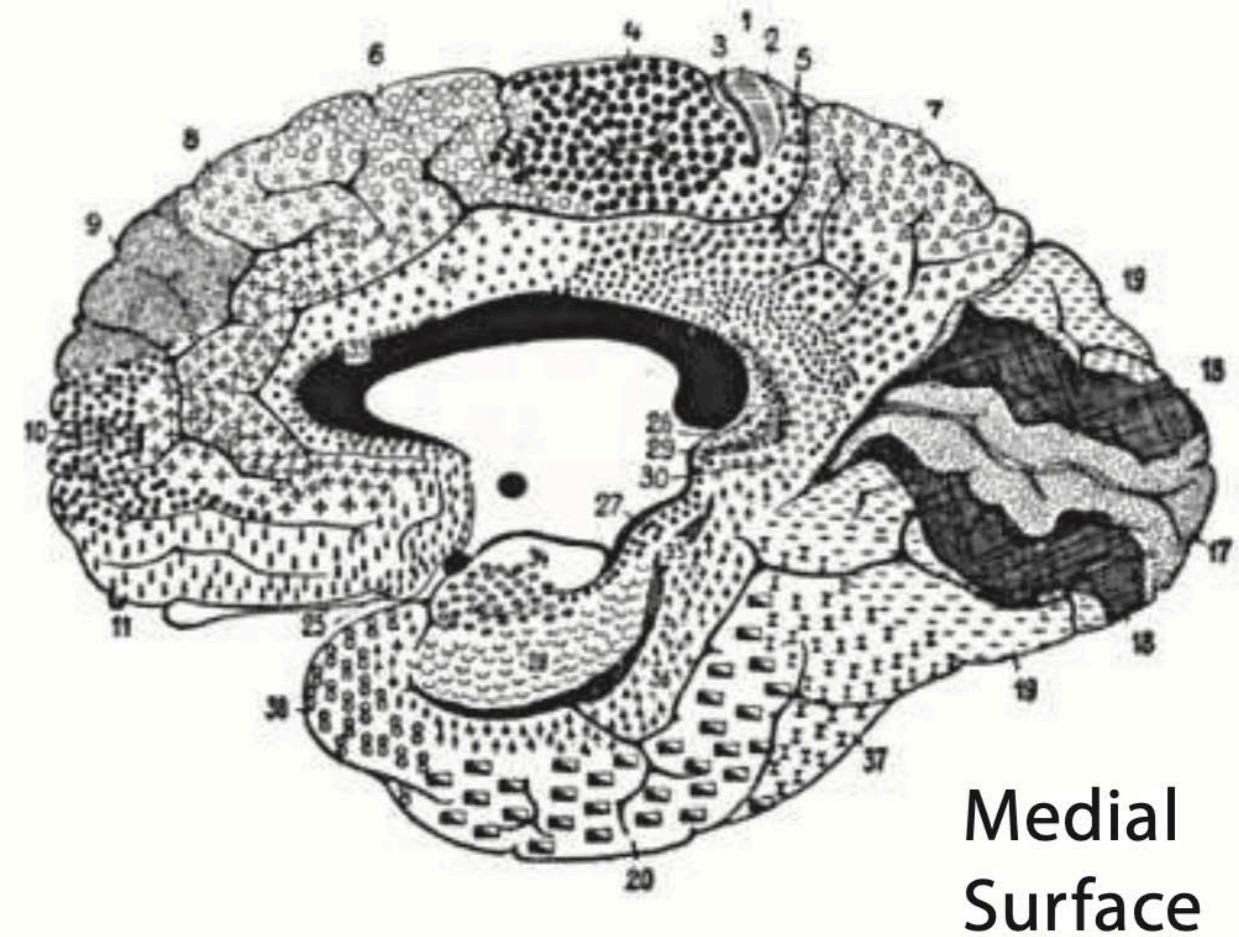
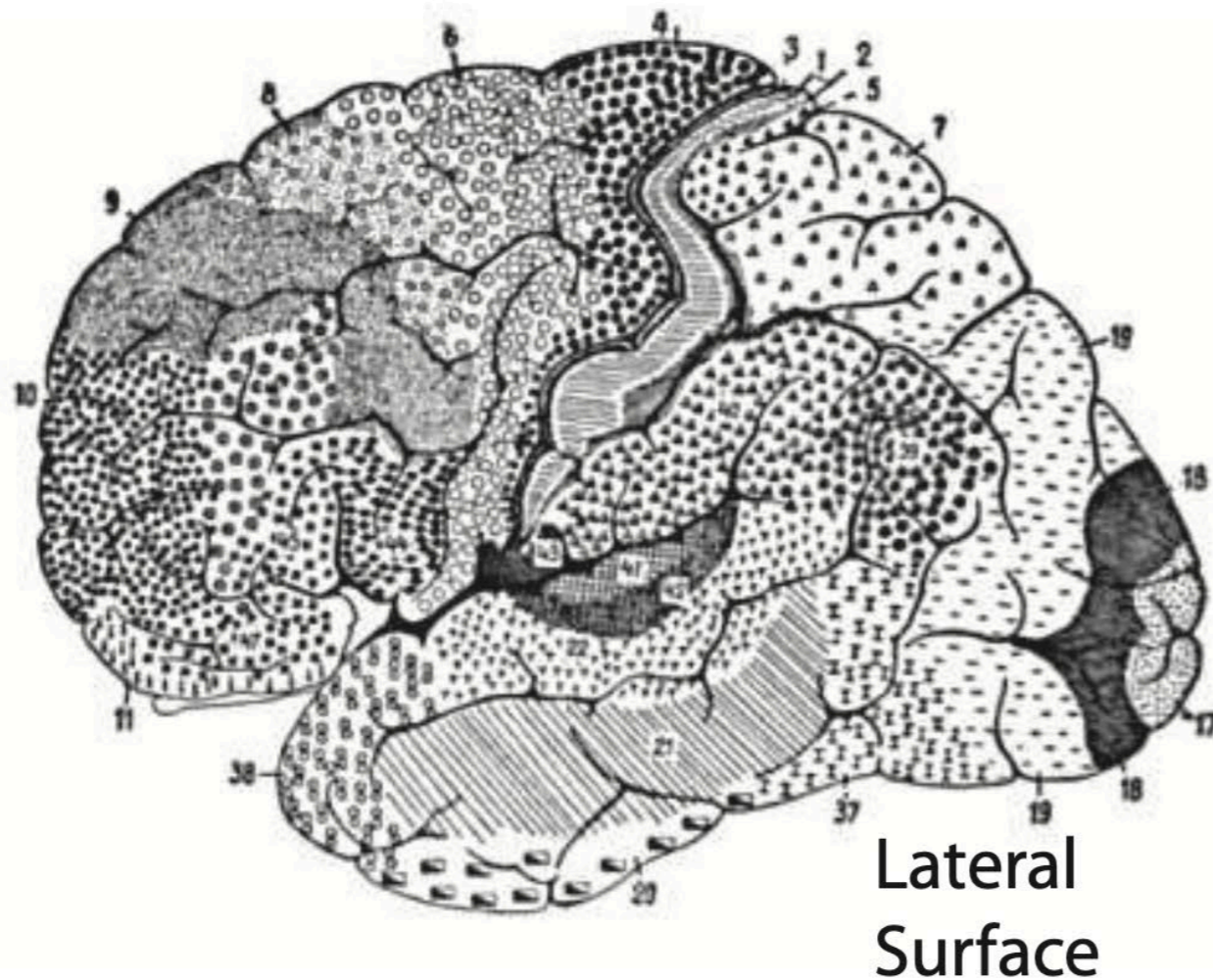


Photo from Wikimedia Commons

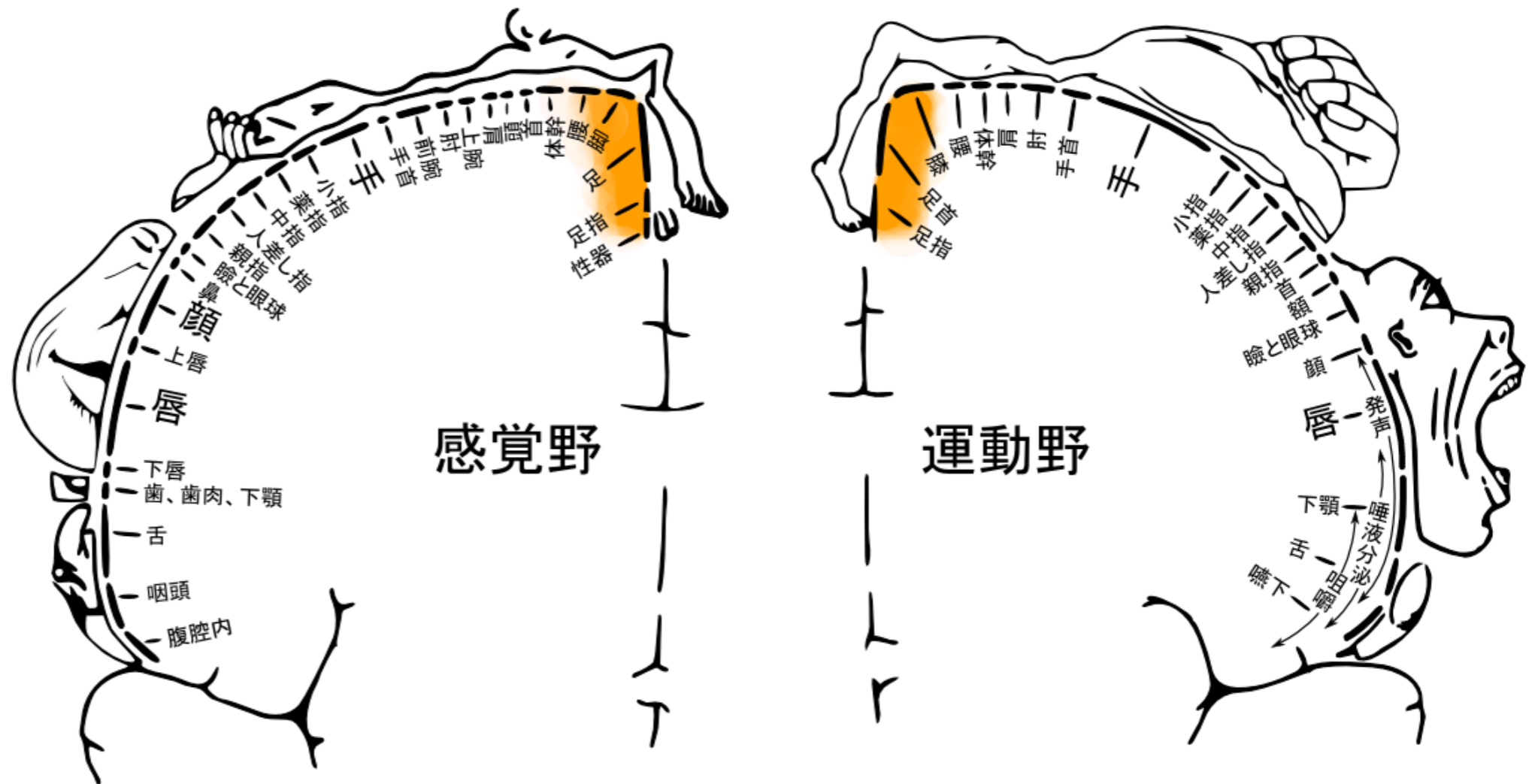
K. Brodmann. (1909) Vergleichende Lokalisationslehre der Grobhirnrinde. J.A.Barth, Leipzig.

近代の脳科学 (1900年～2010年)

脳の機能局在



Wilder Penfield 1891-1976
Photo from Wikimedia Commons



From Wikimedia Commons

W. Penfield and T. Rasmussen. (1950)
The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function. Macmillan.

脳の機能局在

著作権等の都合により省略しました

大脳皮質の4つの葉、一次感覚野と一次運動野、および連合野
(c)外側から見た図

ニール・R. カールソン / 泰羅雅登、中村克樹(監訳)
第3版 カールソン神経科学テキスト 脳と行動
丸善出版、2010、p.87、図 3.16

近代の脳科学（1900年～2010年）

脳機能測定と脳の機能局在

著作権等の都合により省略しました

計測センサーネットの画像

The Geodesic Sensor Net
Magstim EGI

<https://www.egi.com/research-division/geodesic-sensor-net>

進化認知科学研究センター

<http://ecs.c.u-tokyo.ac.jp/home/home05.html>



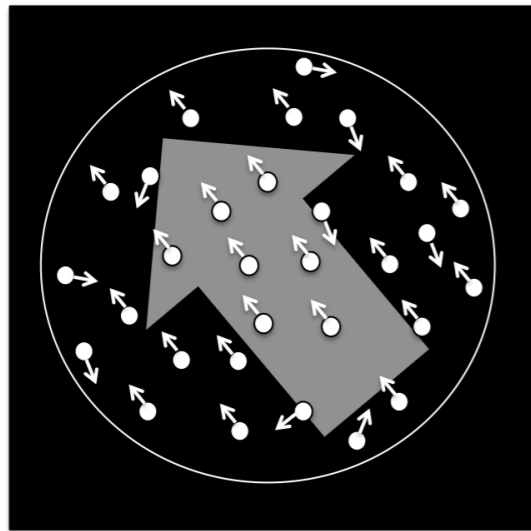
21KOMCEE(EAST)



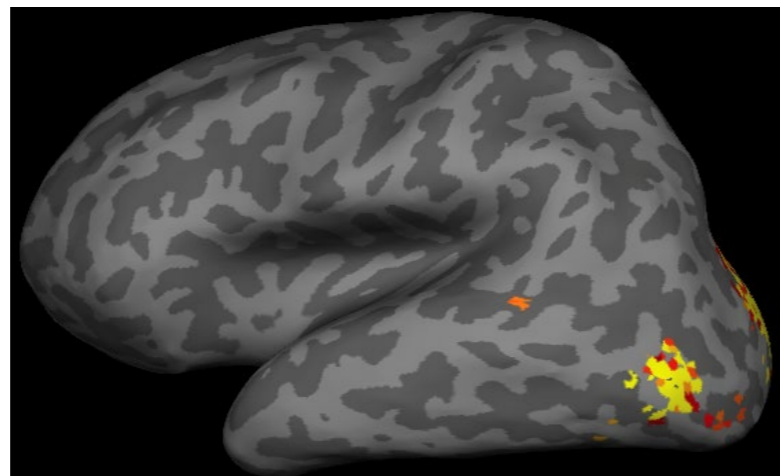
SIEMENS 社製 3T-MRI 装置

近代の脳科学（1900年～2010年）

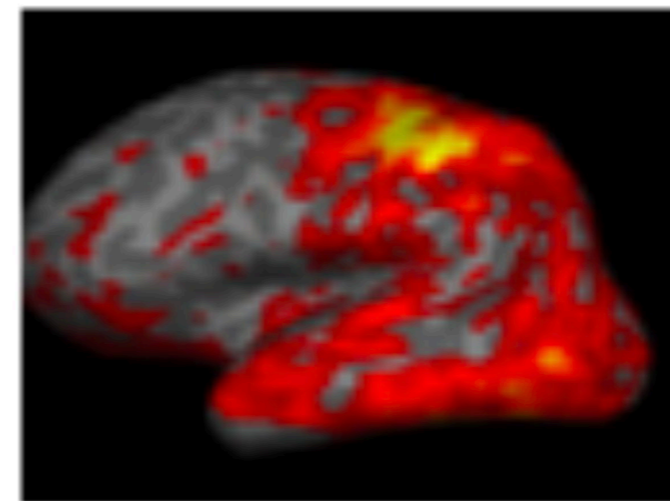
脳機能測定と脳の機能局在



©ACworks



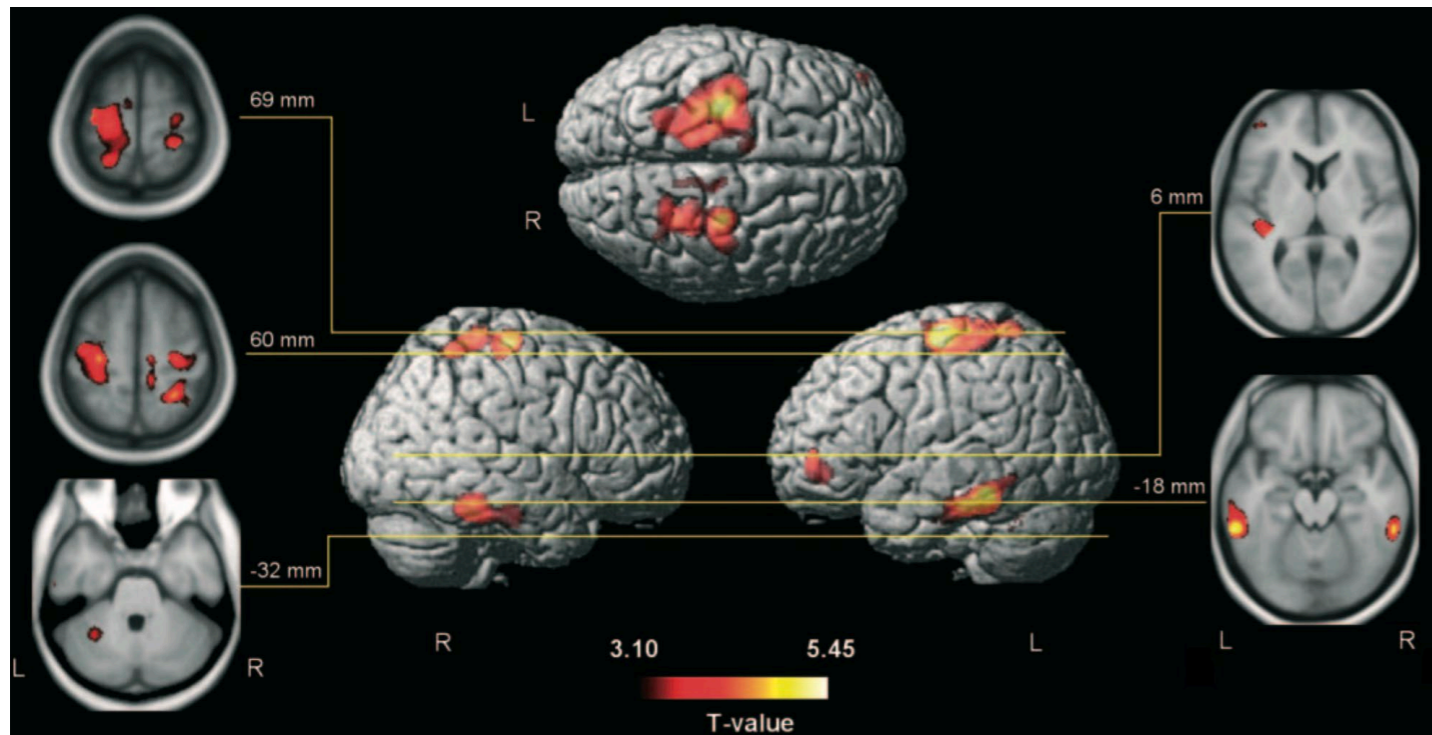
Yotsumoto, et al., Performance Dip in Motor Response Induced by Task-Irrelevant Weaker Coherent Visual Motion Signals, Cerebral Cortex, 2011
<https://academic.oup.com/cercor/article/22/8/1887/322180>



Katsui and Yotsumoto
(in prep.)

近代の脳科学（1900年～2010年）

脳機能測定と脳の機能局在



Christian Gaser, et al., Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians
Journal of Neuroscience, 2003, Fig.1
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003>

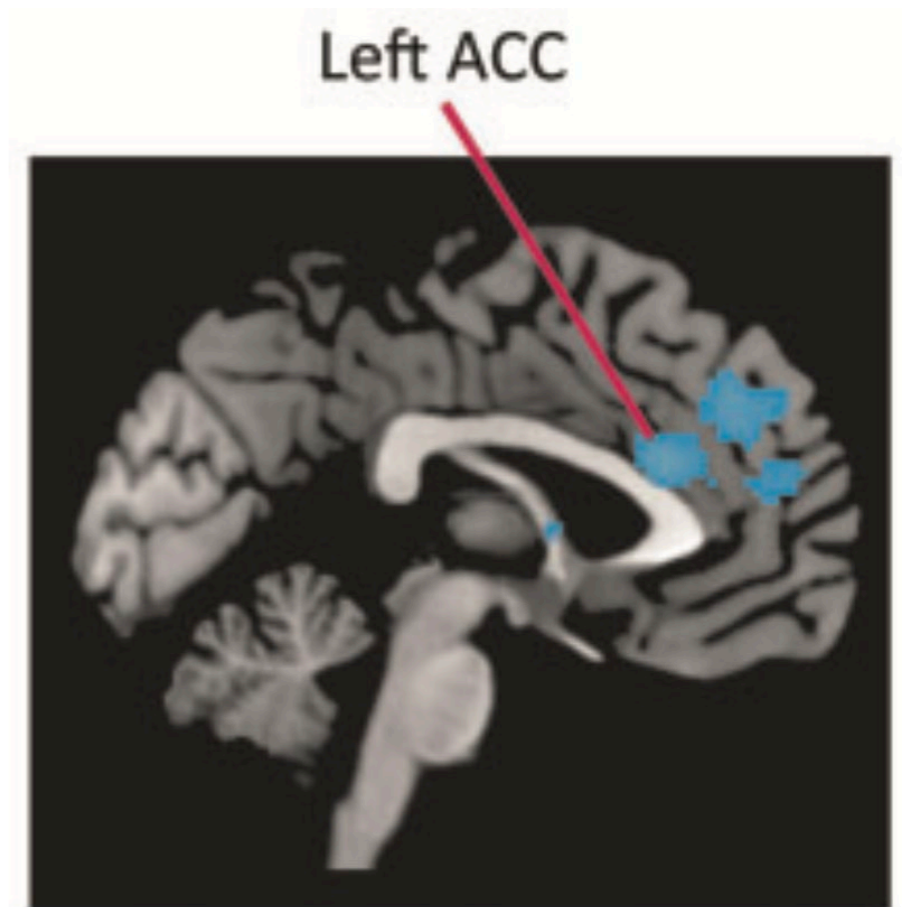
著作権等の都合により省略しました

MRIの画像

S. Herpertz, et al.

Evidence of abnormal amygdala functioning in borderline personality disorder: a functional MRI study,
Biological Psychiatry, Vol.50, 2001

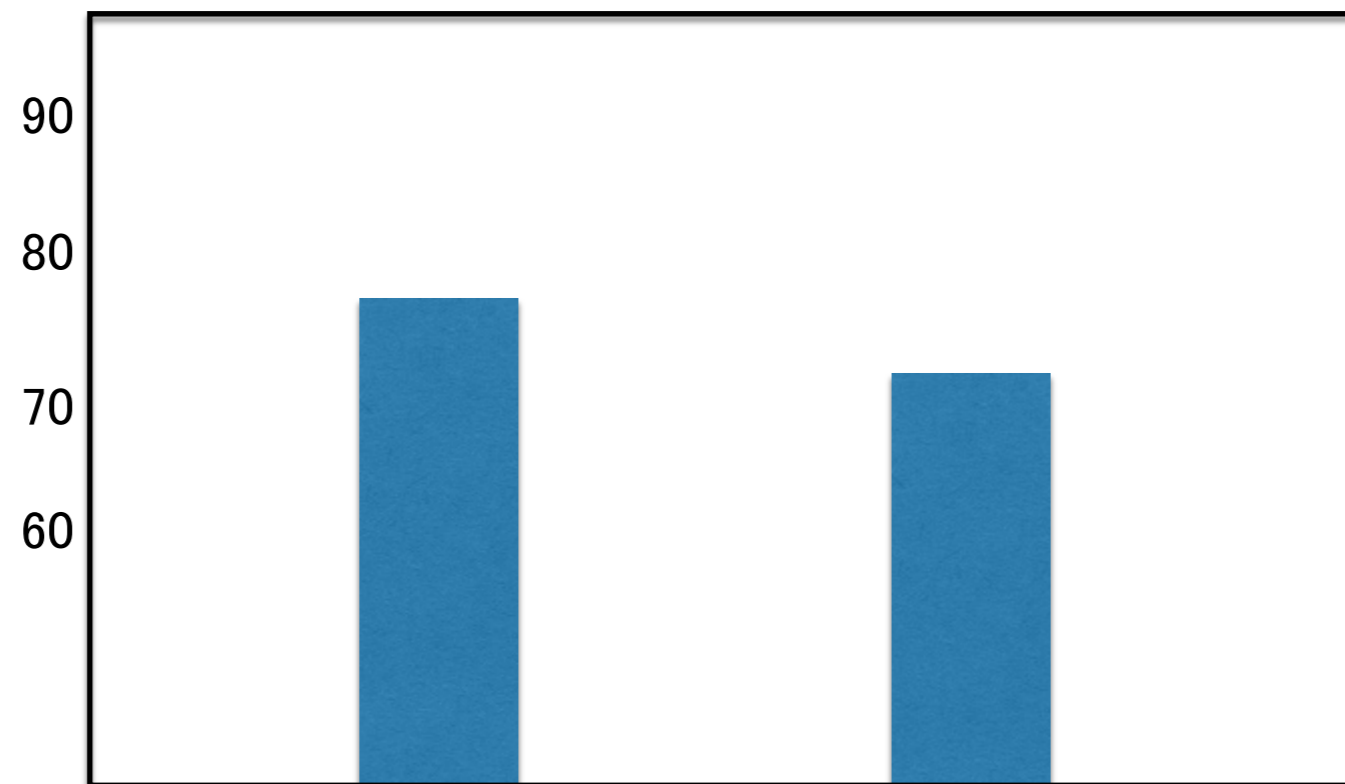
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006322301010757>



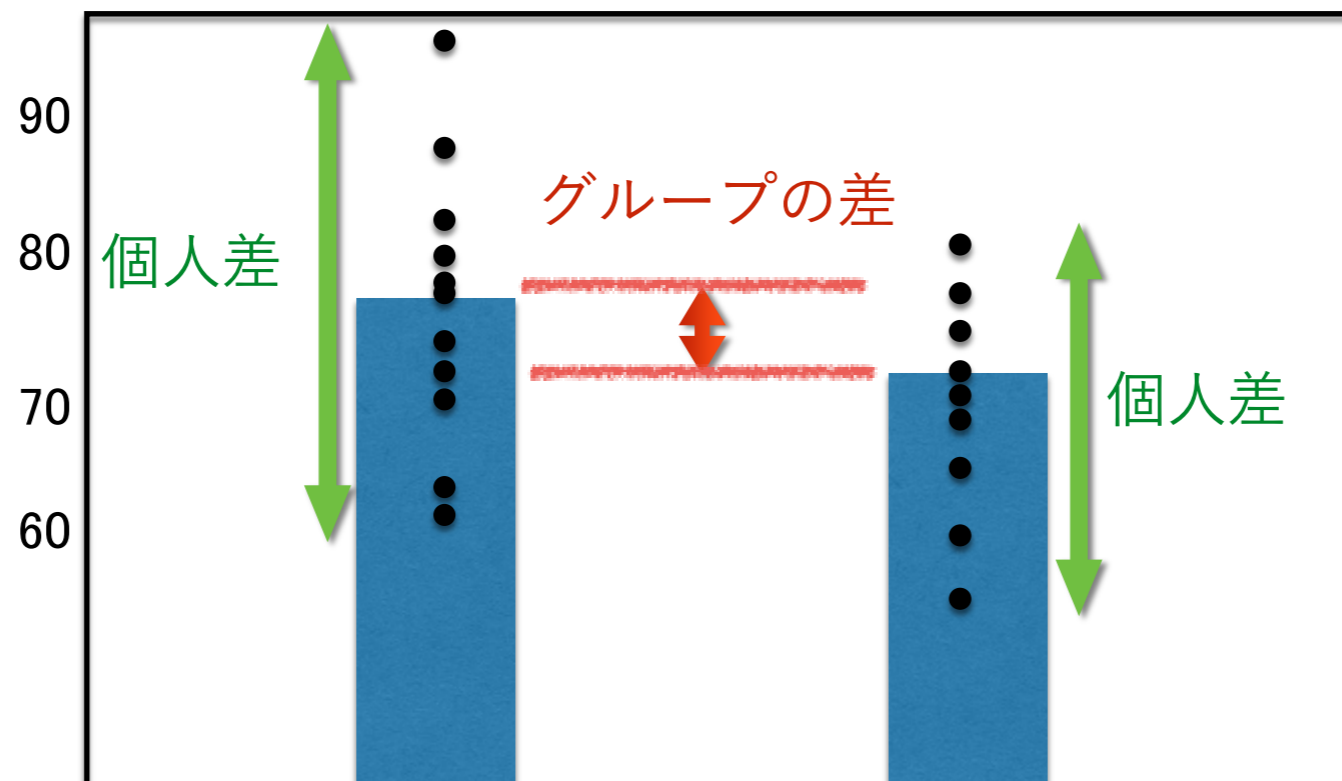
Reduced engagement of the anterior cingulate cortex in the dishonest decision-making of incarcerated psychopaths
Nobuhito Abe, Joshua D Greene, Kent A Kiehl
Social Cognitive and Affective Neuroscience, Vol. 13, 2018, Fig. 2, B
<https://doi.org/10.1093/scan/nsy050>

「平均値」を考える

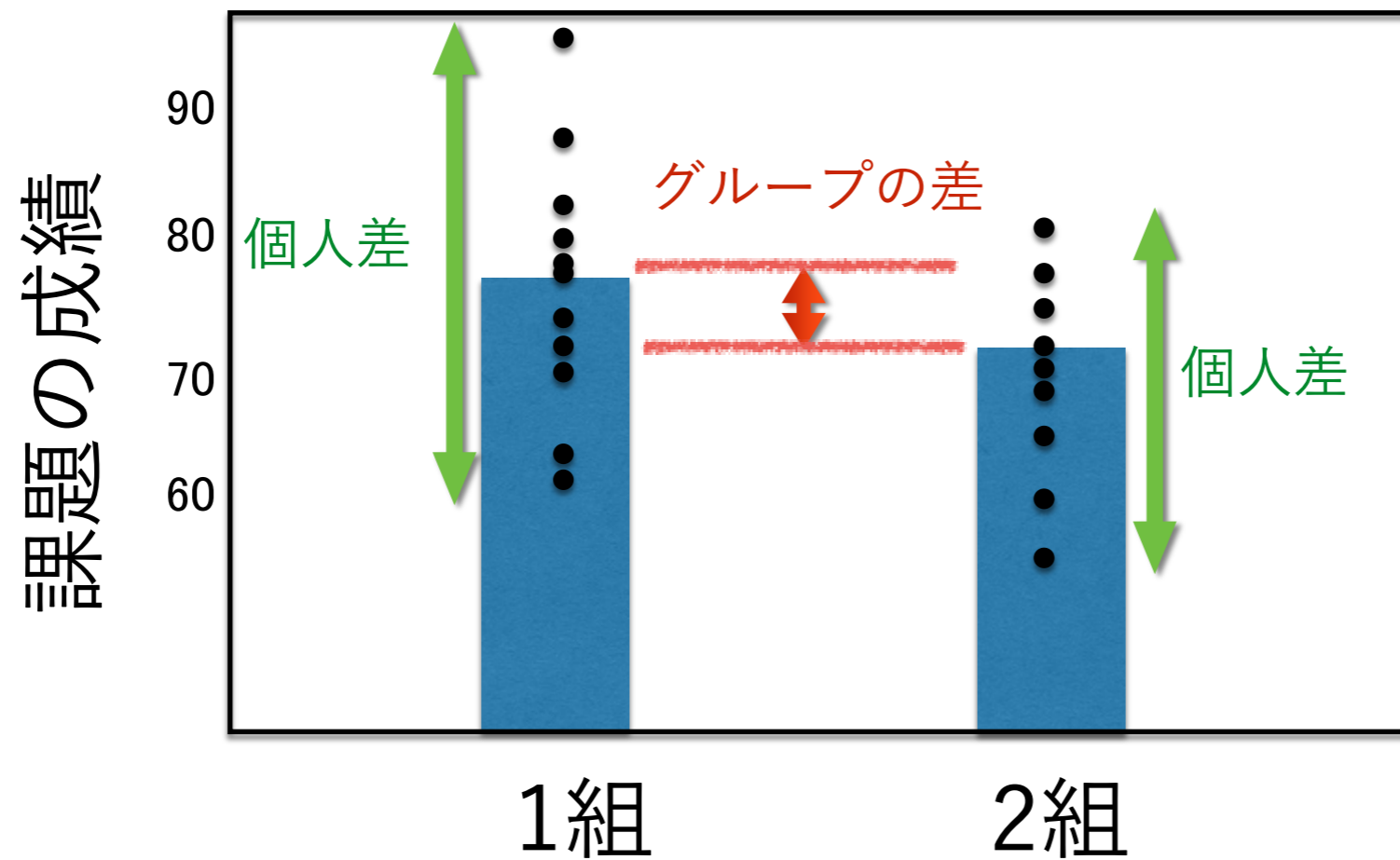
平均値の差



平均値の差

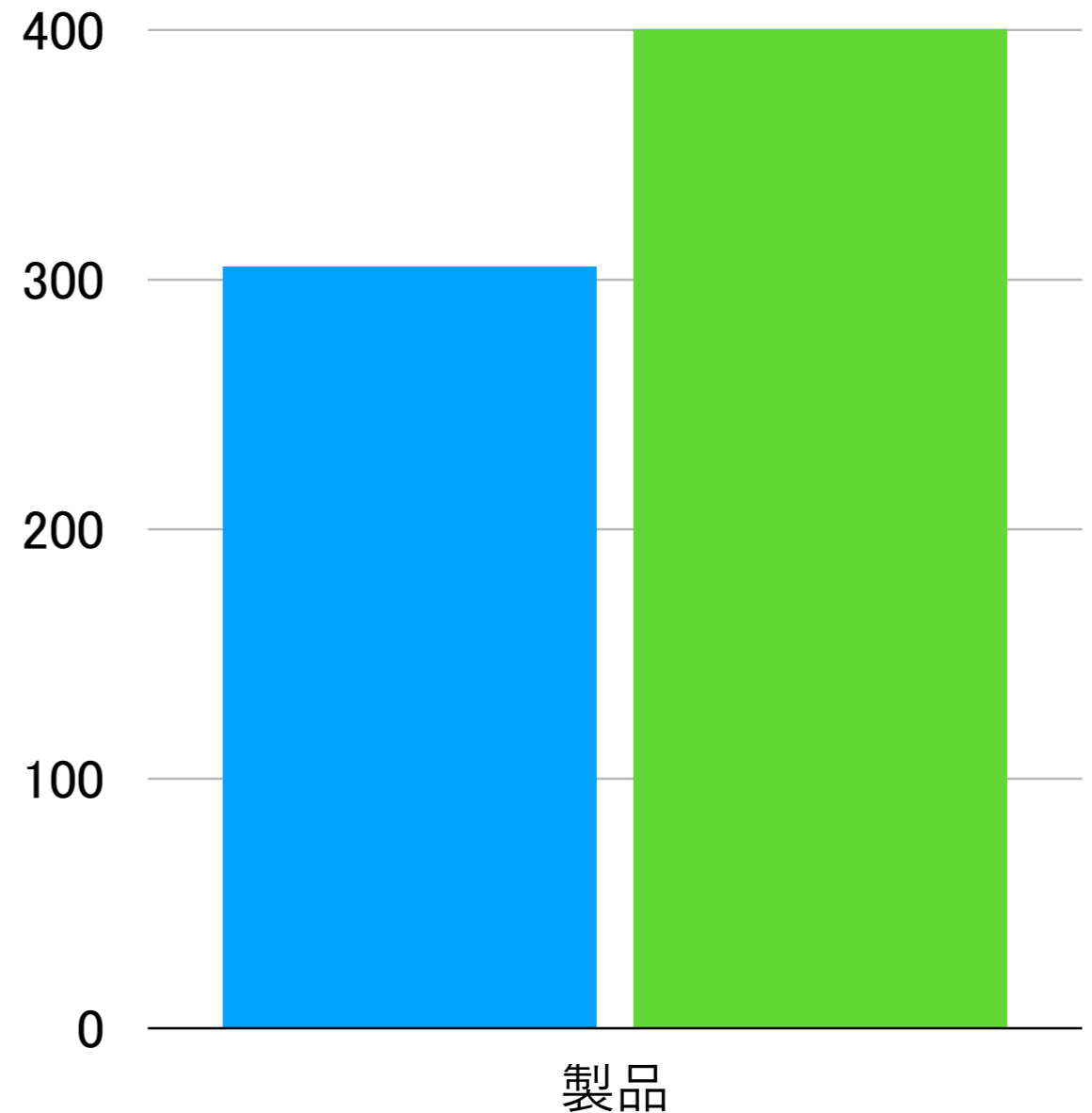
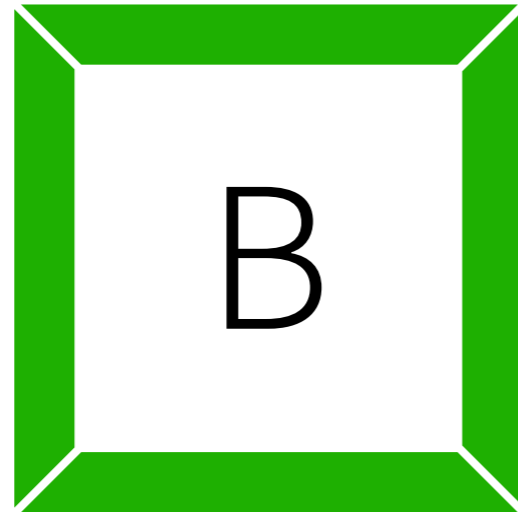
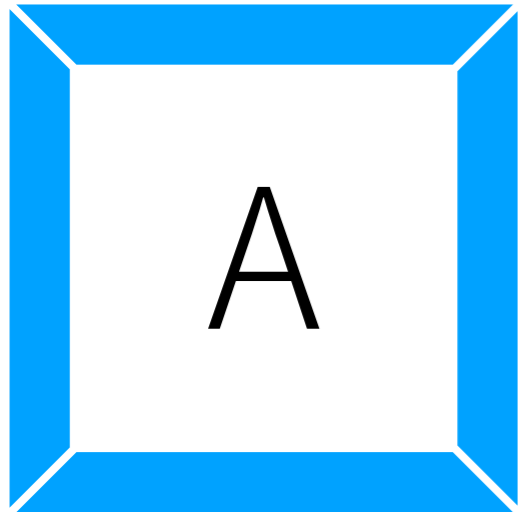


平均値の差



条件Aと条件Bを比較する

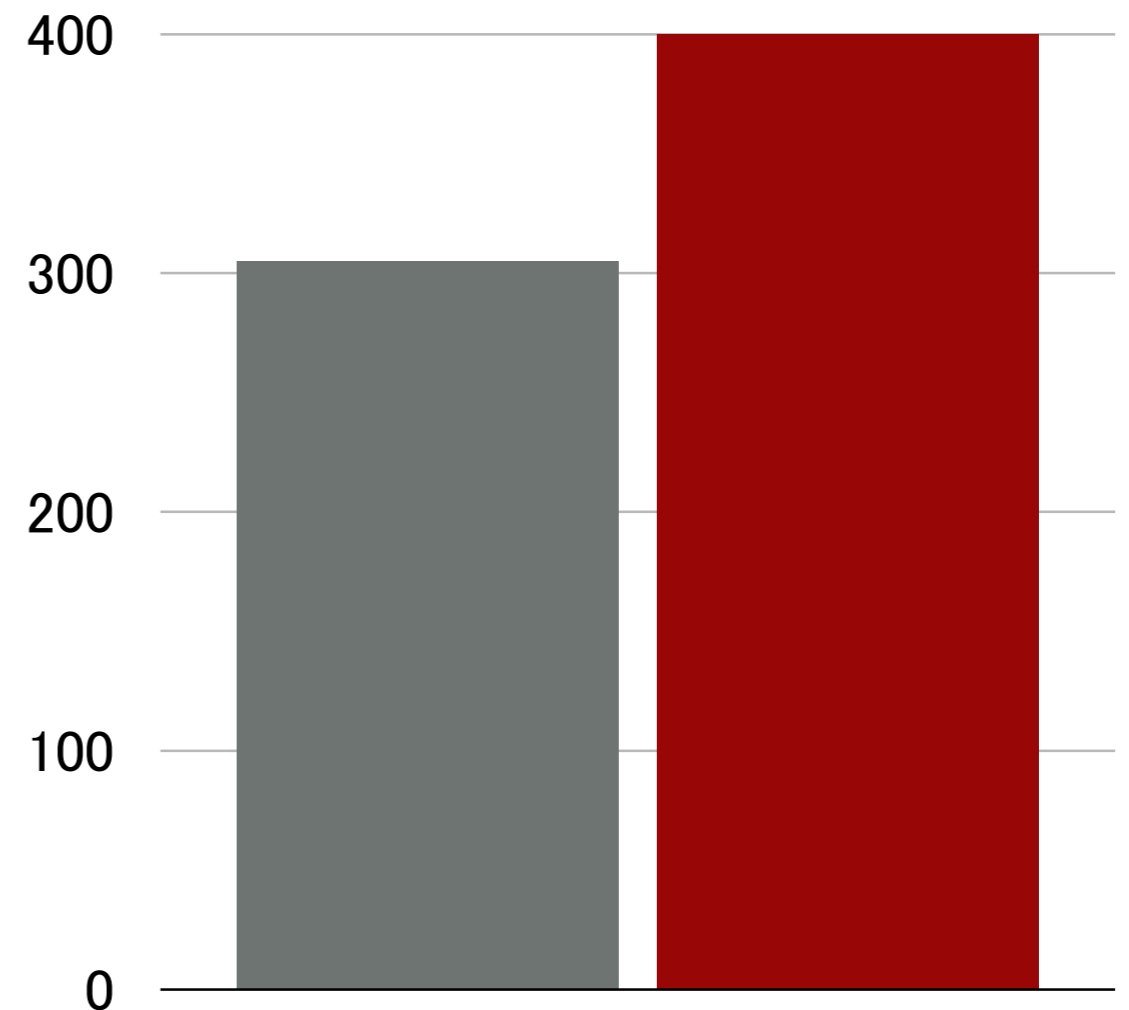
- 製品Aと製品Bのどちらが売れるか？



一般化可能か？

グループAとグループBを比較する

- グループAとグループBでどちらの成績がよいか？
- グループAとグループBでどちらが幸せか？



グループそのものが
「母集団(*)」の場合

*** 調査対象となる事物の集団**

グループと母集団の関係

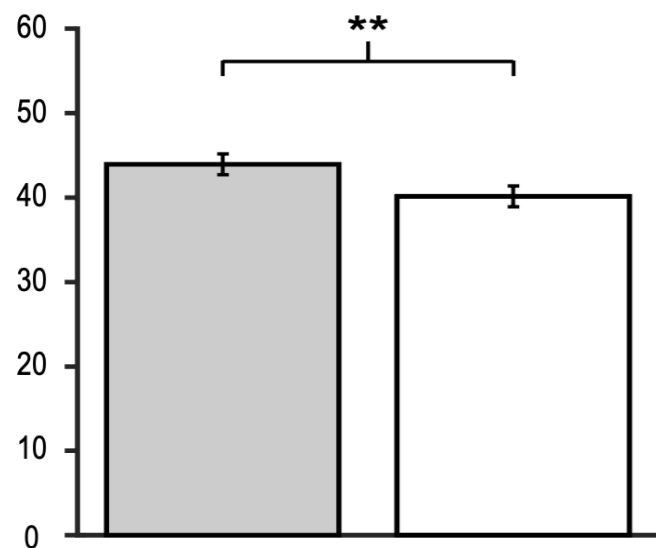
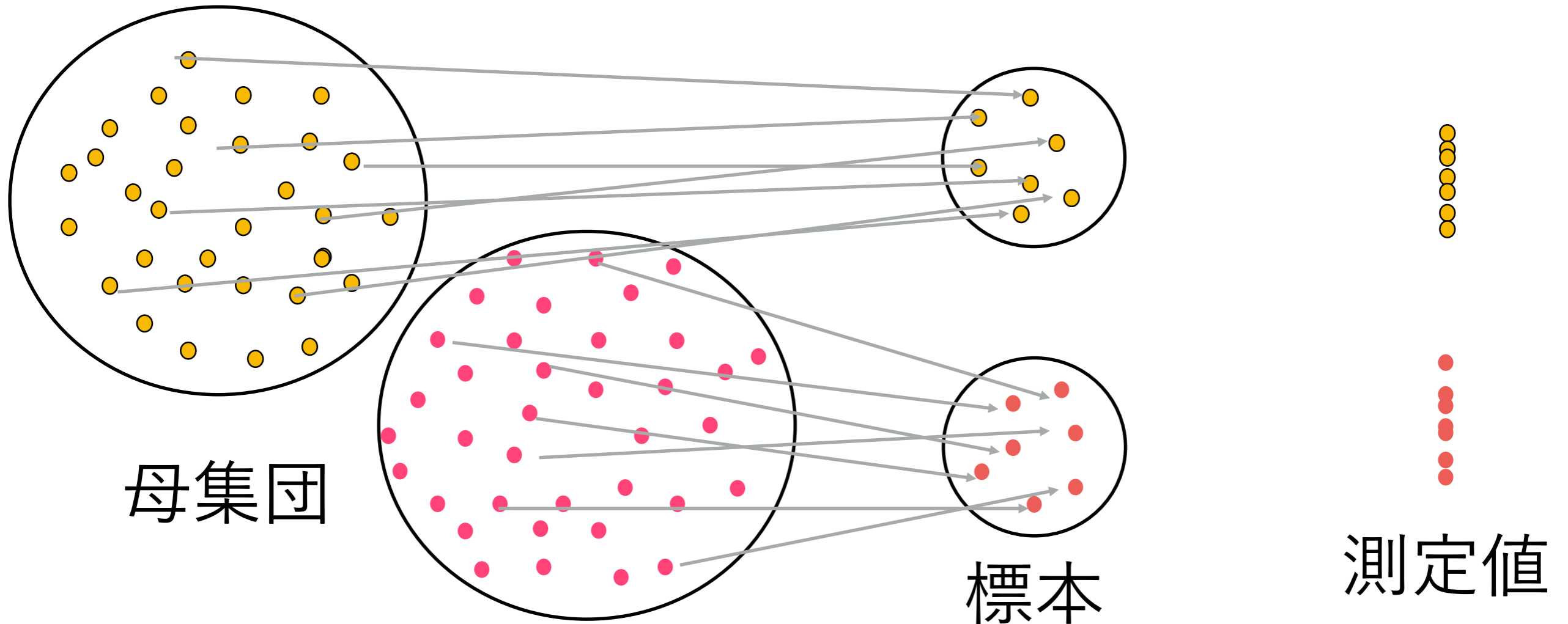
グループそのものが
「母集団」の場合

- 会社内のA部とB部
- 商品Aと商品B
- 学校のA組とB組

グループ内の全員を
測定できない場合

- A国人とB国人
- 右利きと左利き
- 人種
- 性別
- 性的指向

グループAとグループBを比較する

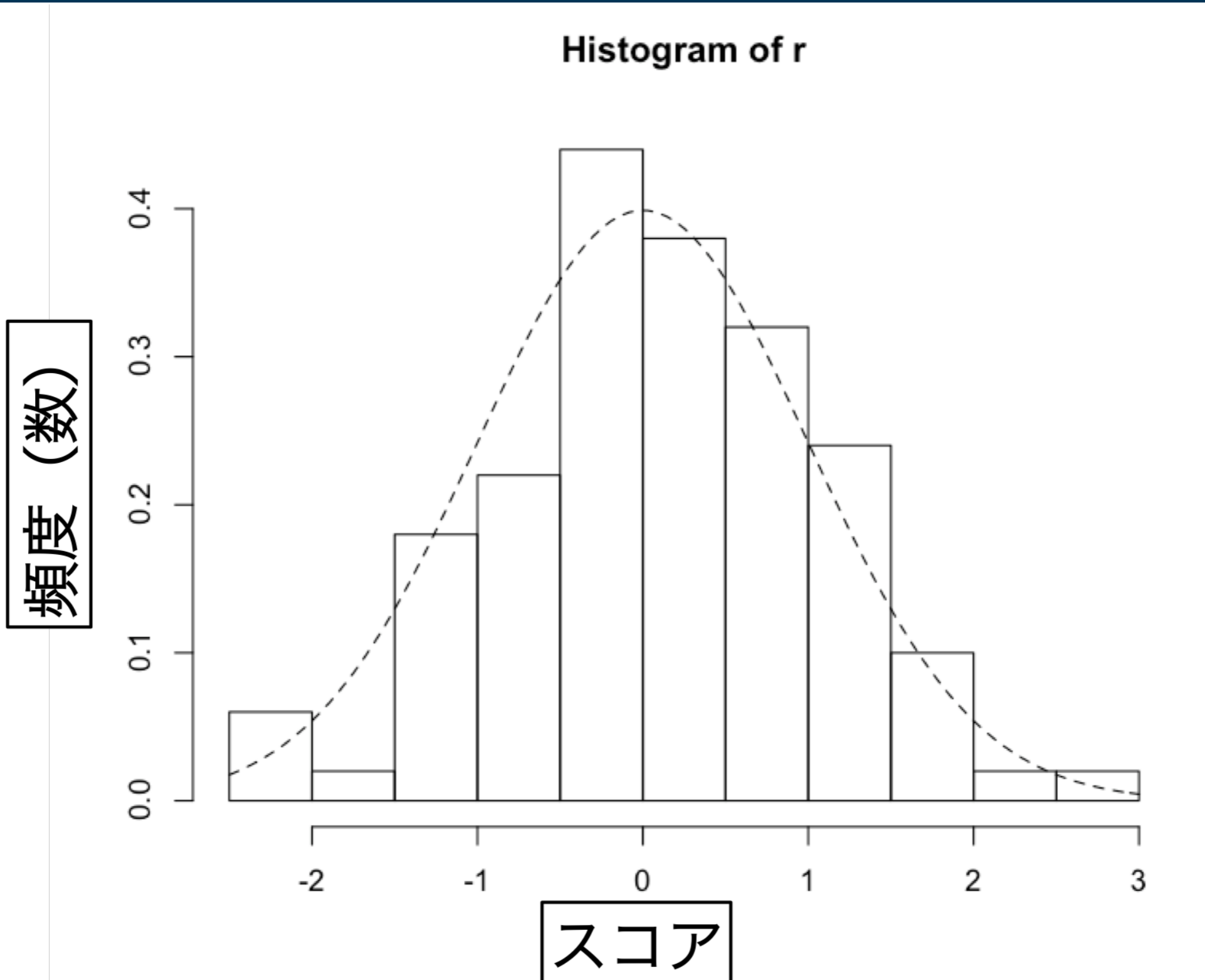


条件間に有意な差があるか否かの検証

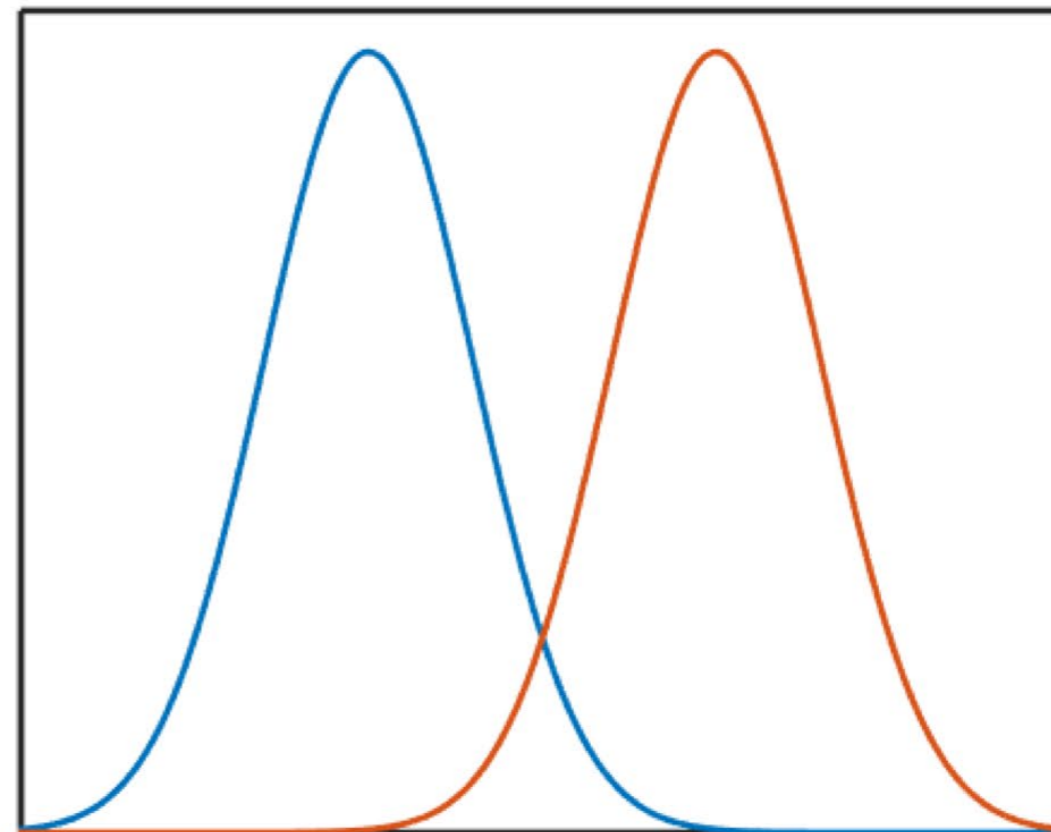
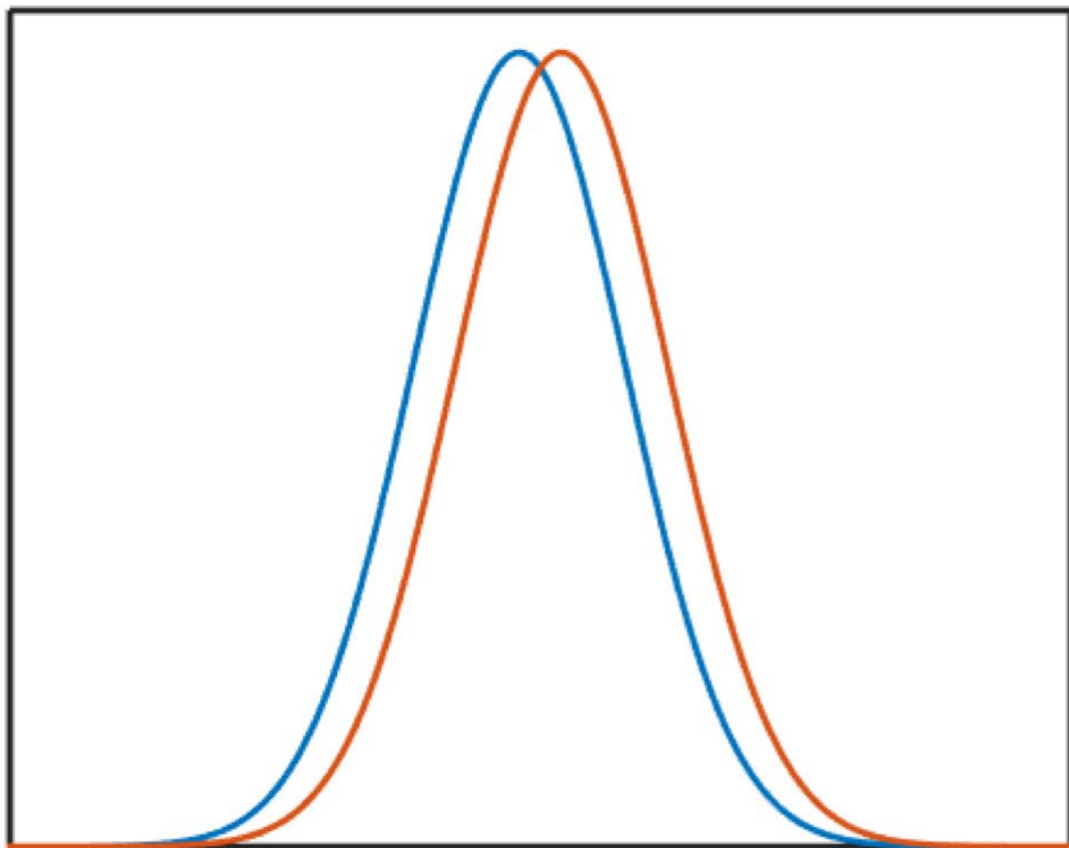
平均値を算出

測定値のばらつきを数値化

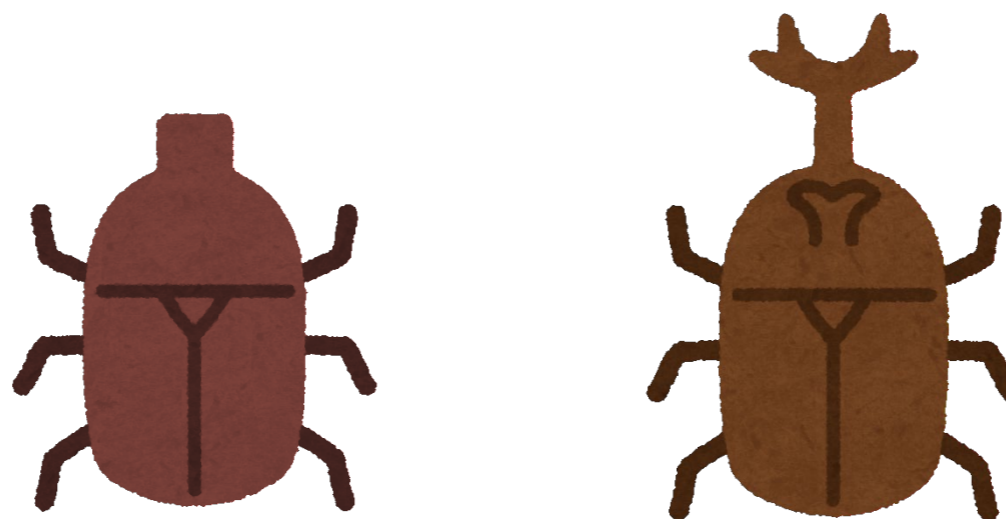
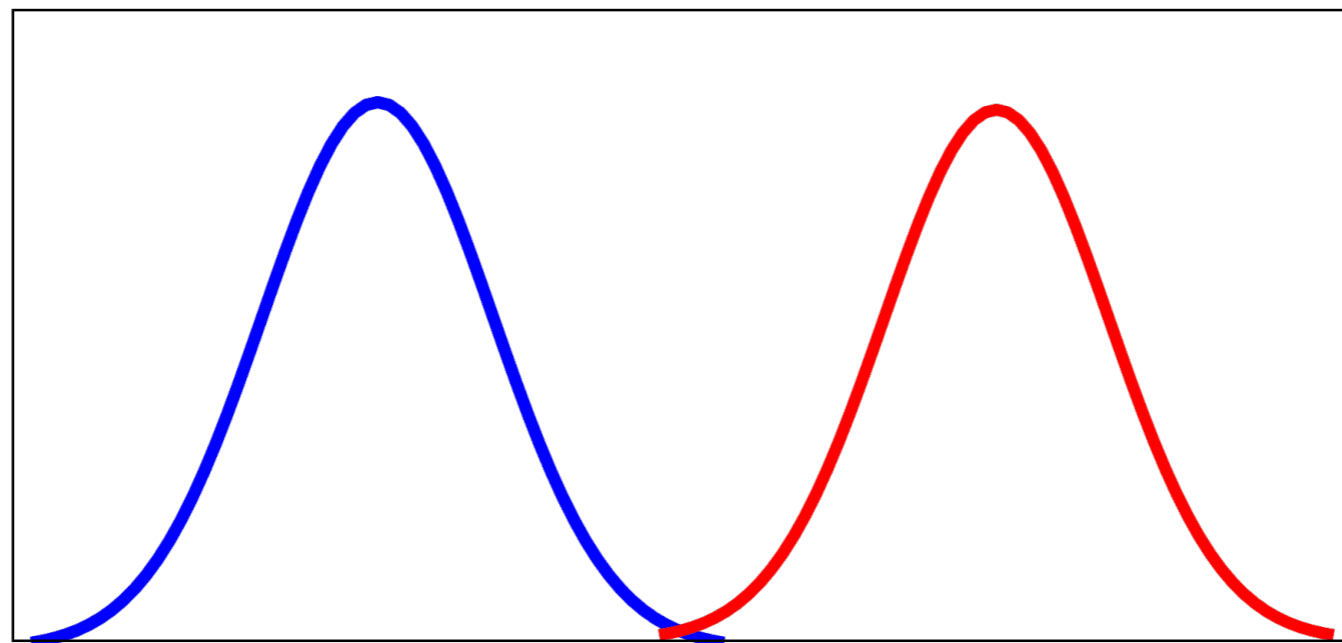
平均値の差



平均値の差



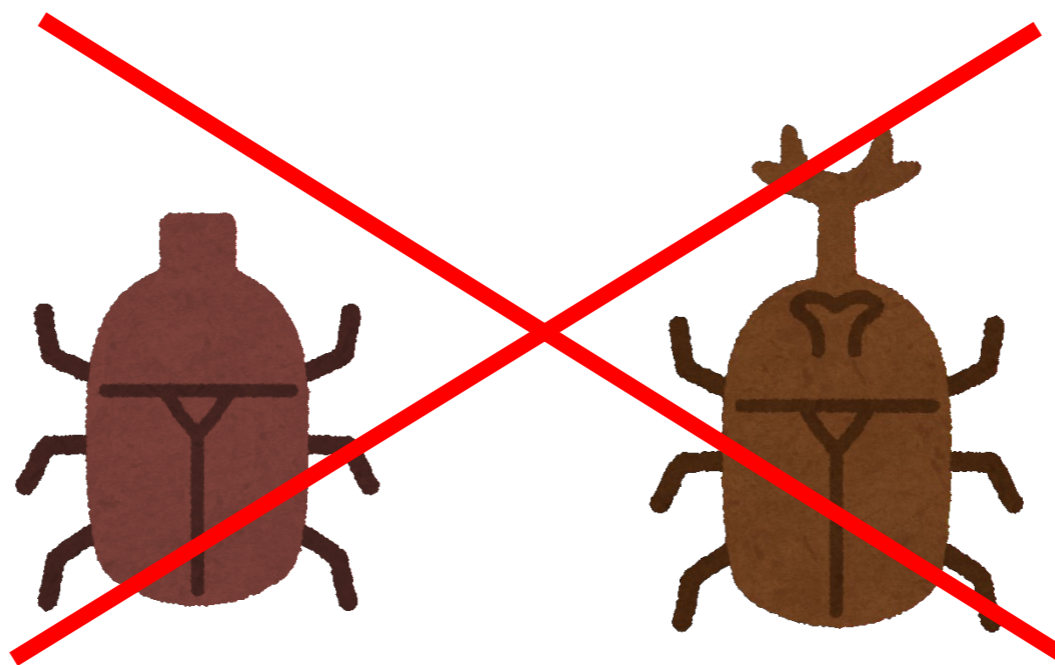
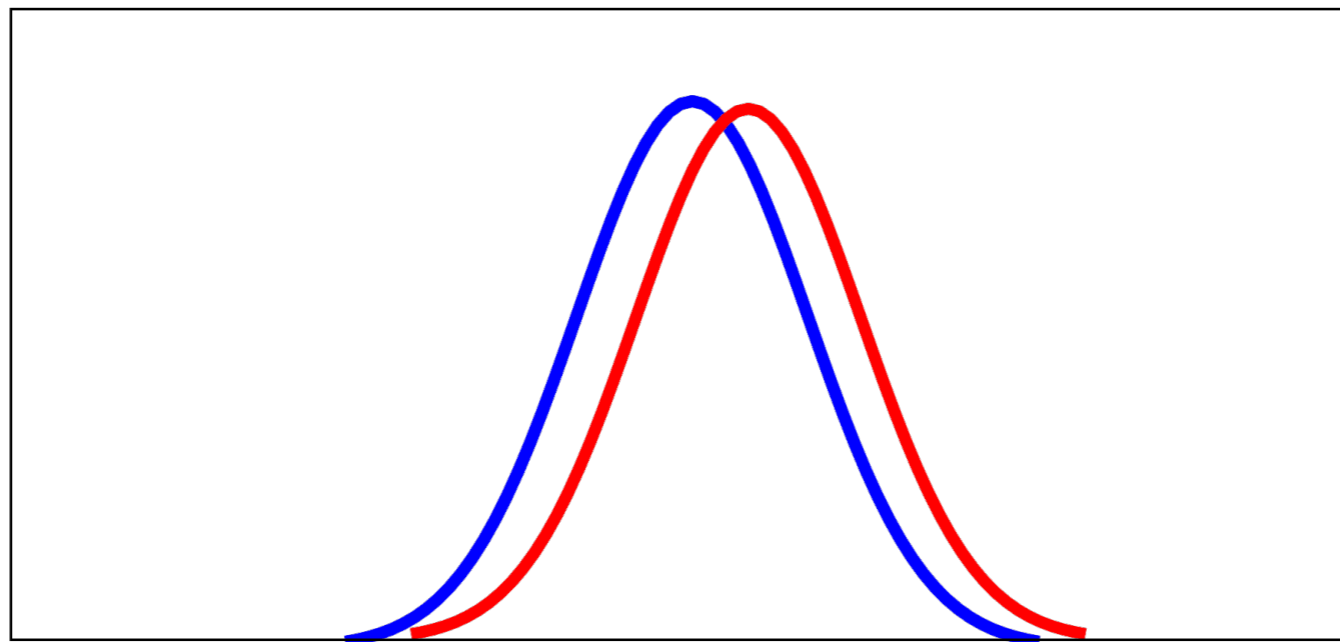
一般化可能な差



一般化可能

©いらすとや

一般化不可能な差



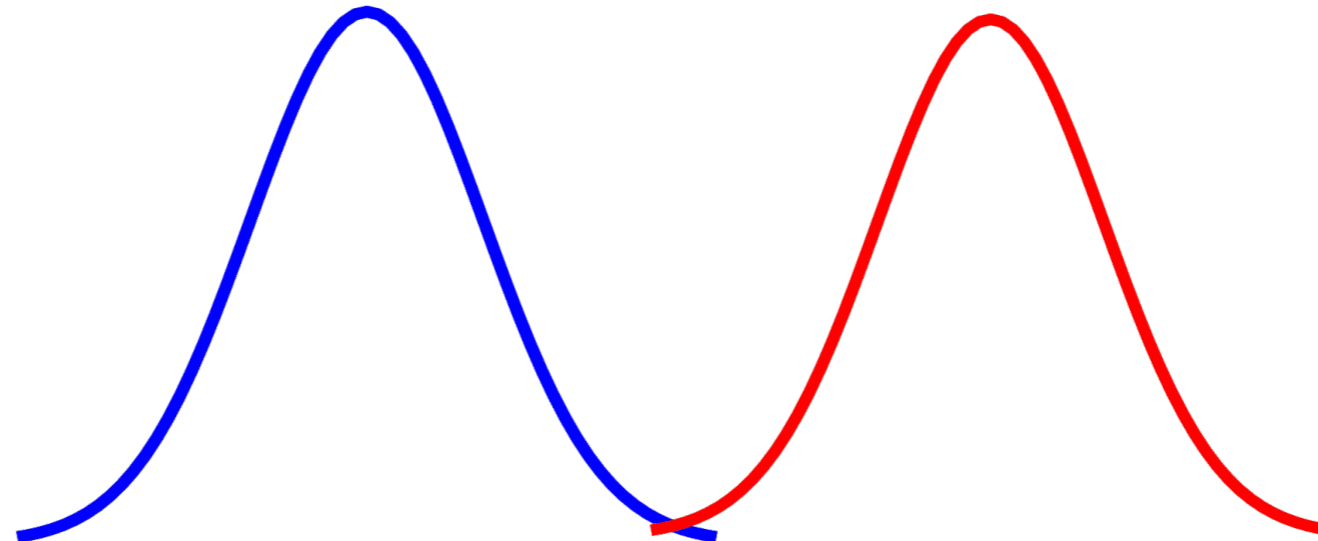
一般化不可能

©いらすとや

その差は一般化可能か？

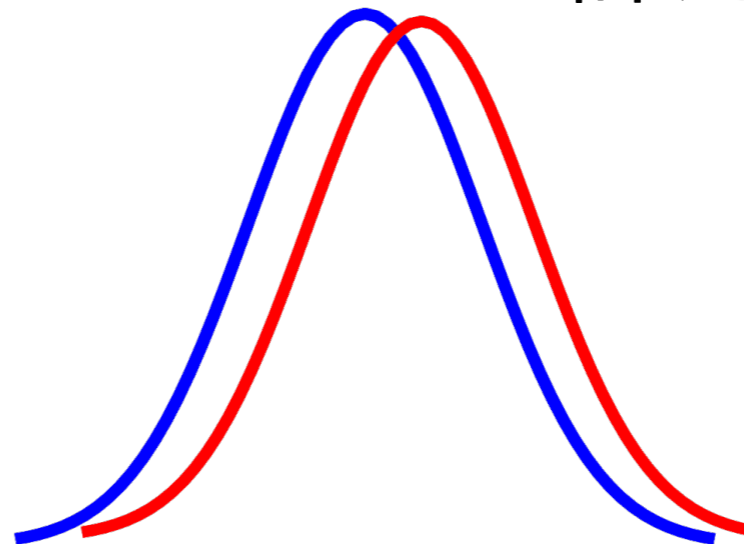
課題成績を測定したら、●●のスコアが高かった。

一般化可能

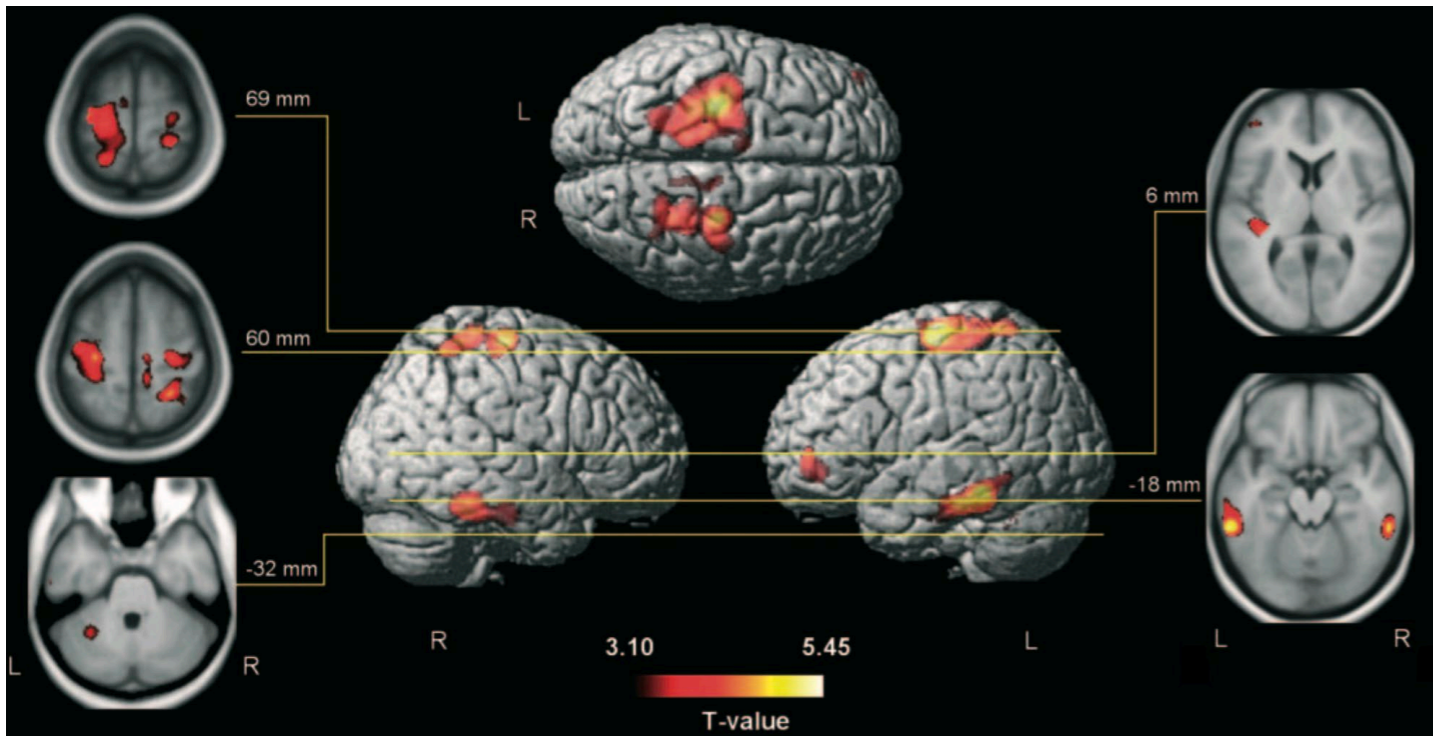


●●だからこの課題が得意

一般化不可能



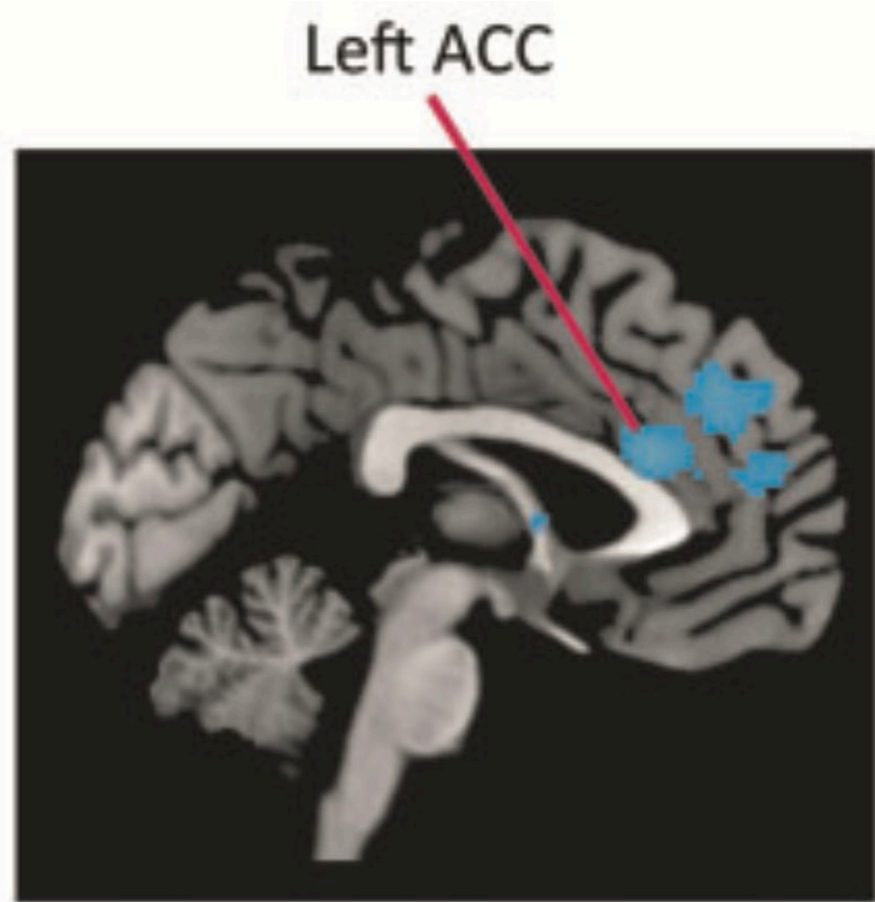
~~●●だからこの課題が得意~~



Christian Gaser, et al., Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians
 Journal of Neuroscience, 2003, Fig.1
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003>

音楽家は脳の**の領域が大きい？

サイコパス傾向の高い人は脳の**の働きが弱い？



Reduced engagement of the anterior cingulate cortex in the dishonest decision-making of incarcerated psychopaths
 Nobuhito Abe, Joshua D Greene, Kent A Kiehl
 Social Cognitive and Affective Neuroscience, Vol. 13, 2018, Fig. 2, B
<https://doi.org/10.1093/scan/nsy050>

著作権等の都合により省略しました

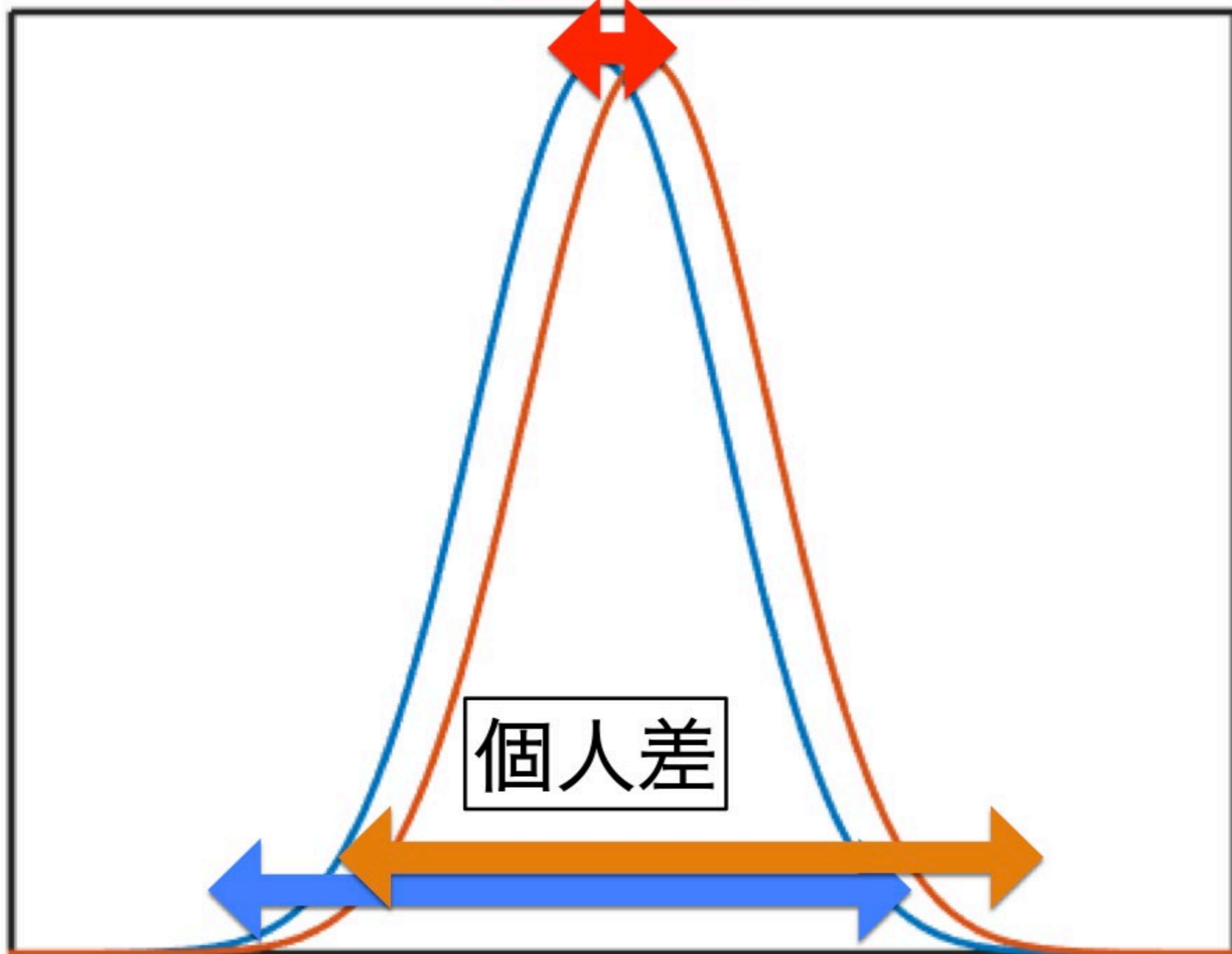
MRIの画像

S. Herpertz, et al.
 Evidence of abnormal amygdala functioning in borderline personality disorder: a functional MRI study,
 Biological Psychiatry, Vol.50, 2001
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S006322301010757>

境界性人格障害の人は脳の**がより強く活動する？

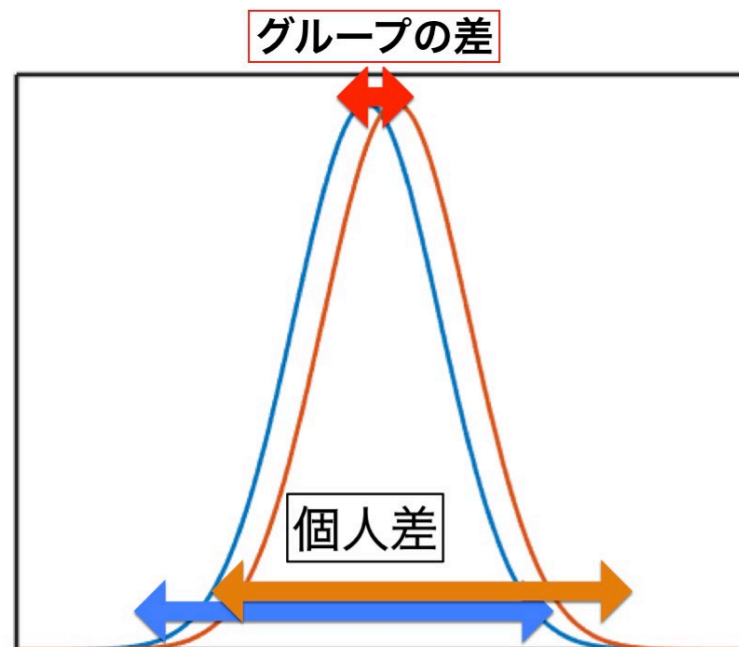
平均値の差と個人差

グループの差



平均値の問題点

〇〇の成績において、グループAの平均値は、
グループBの平均値よりも低い



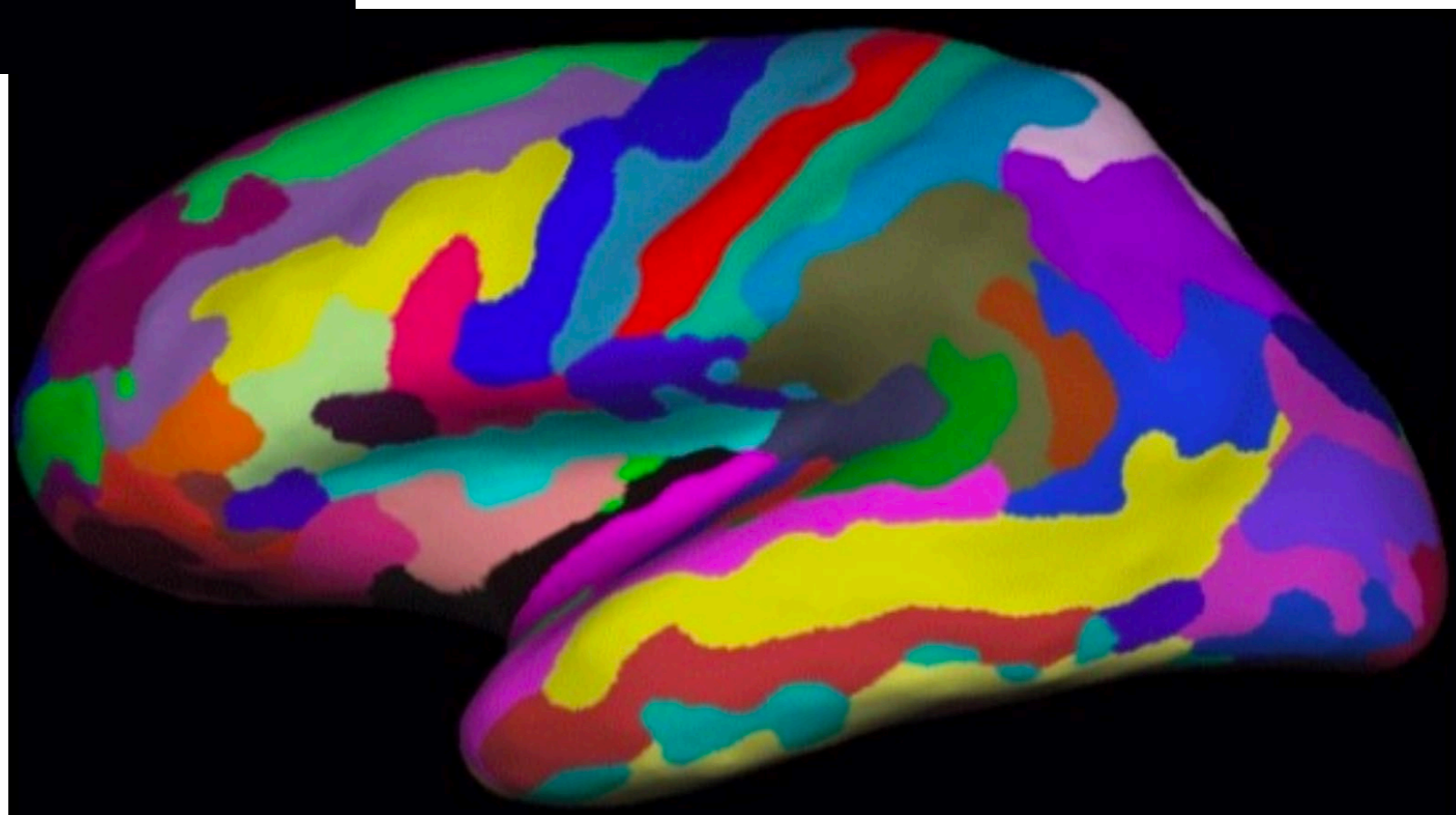
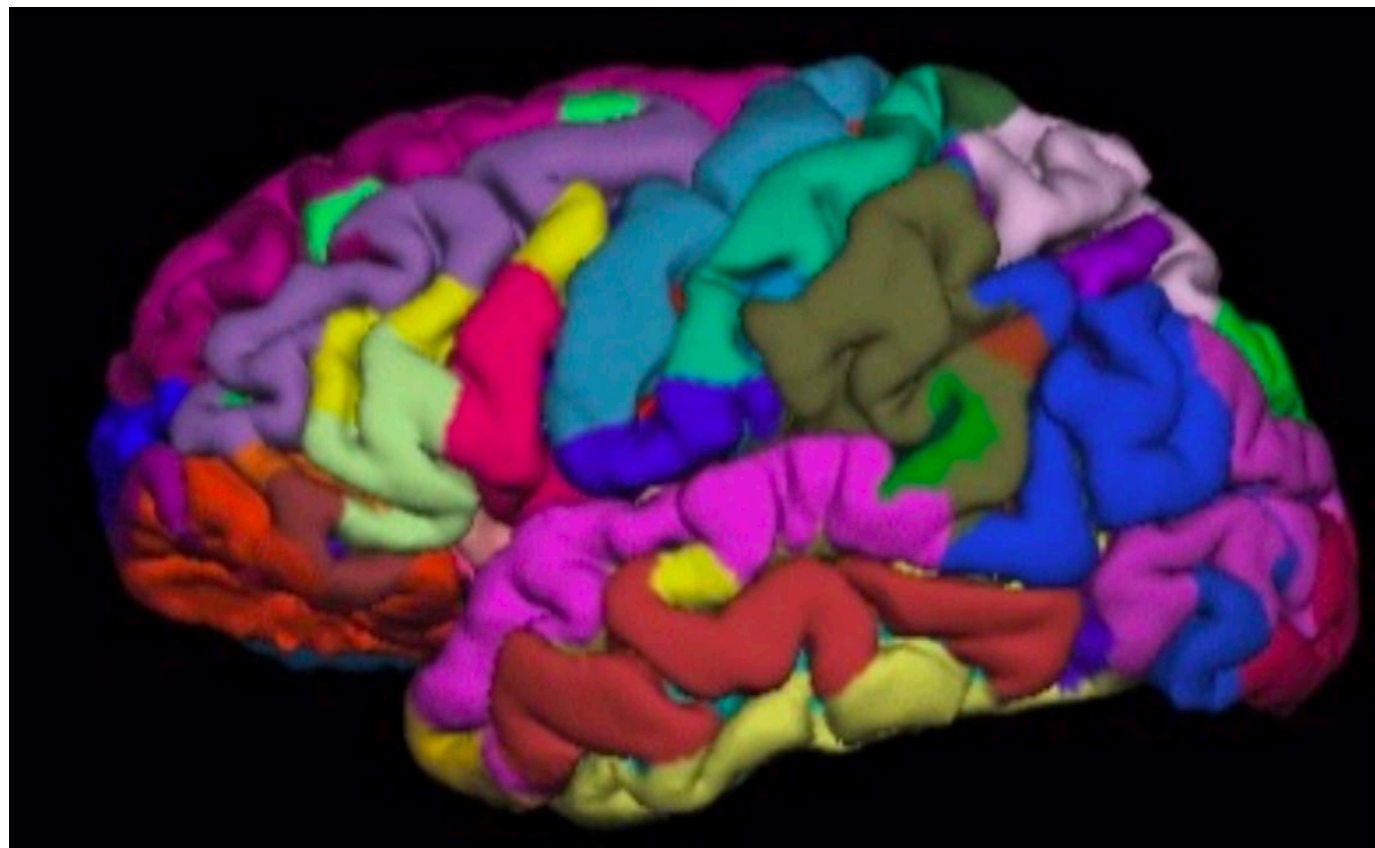
グループAに所属している人は、
グループBに所属している人よりも、
〇〇が苦手だ

一般化不可能

今とこれからの脳科学（2010年～）

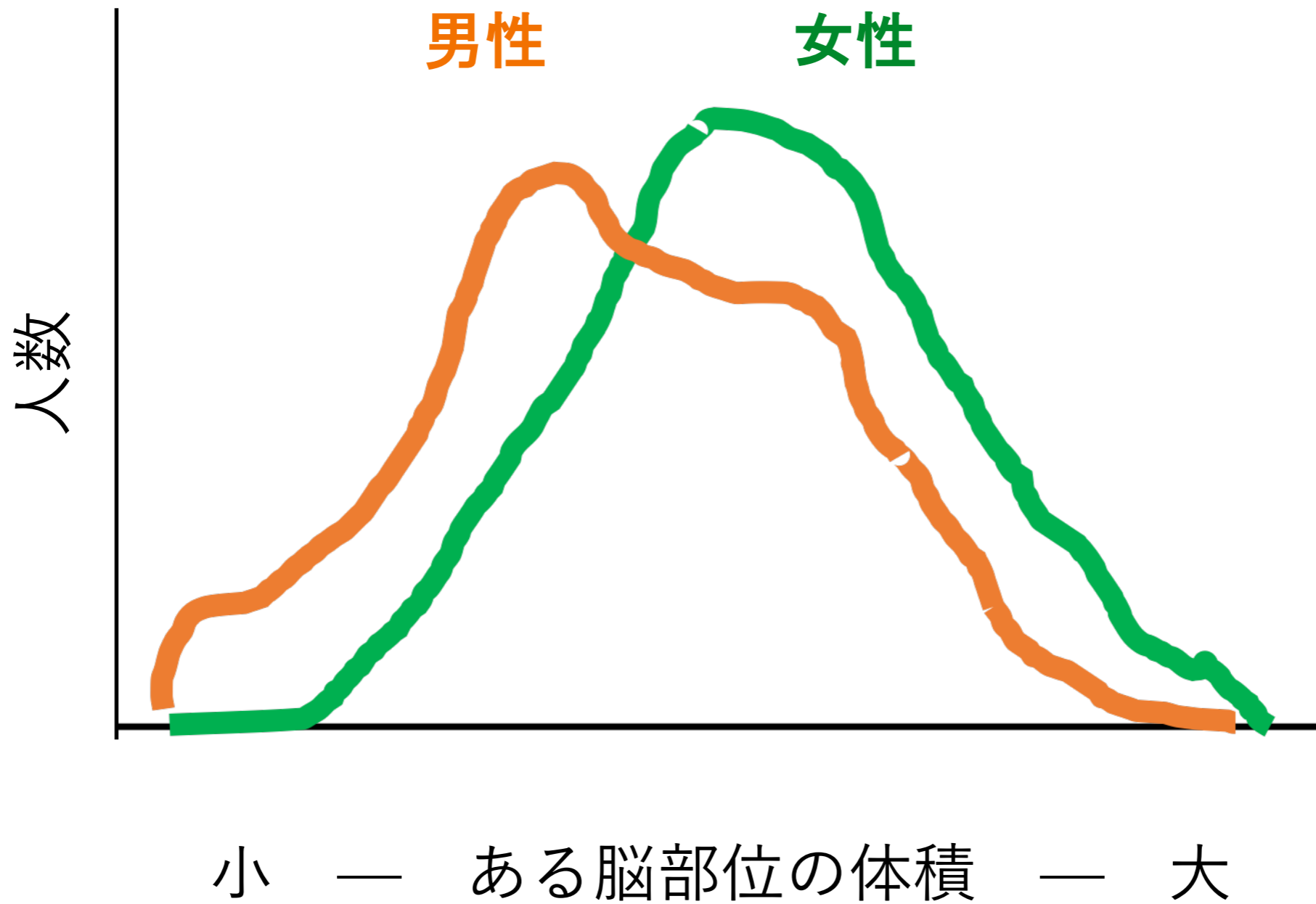
脳の多次元性

(脳の)差をどう測定するか？

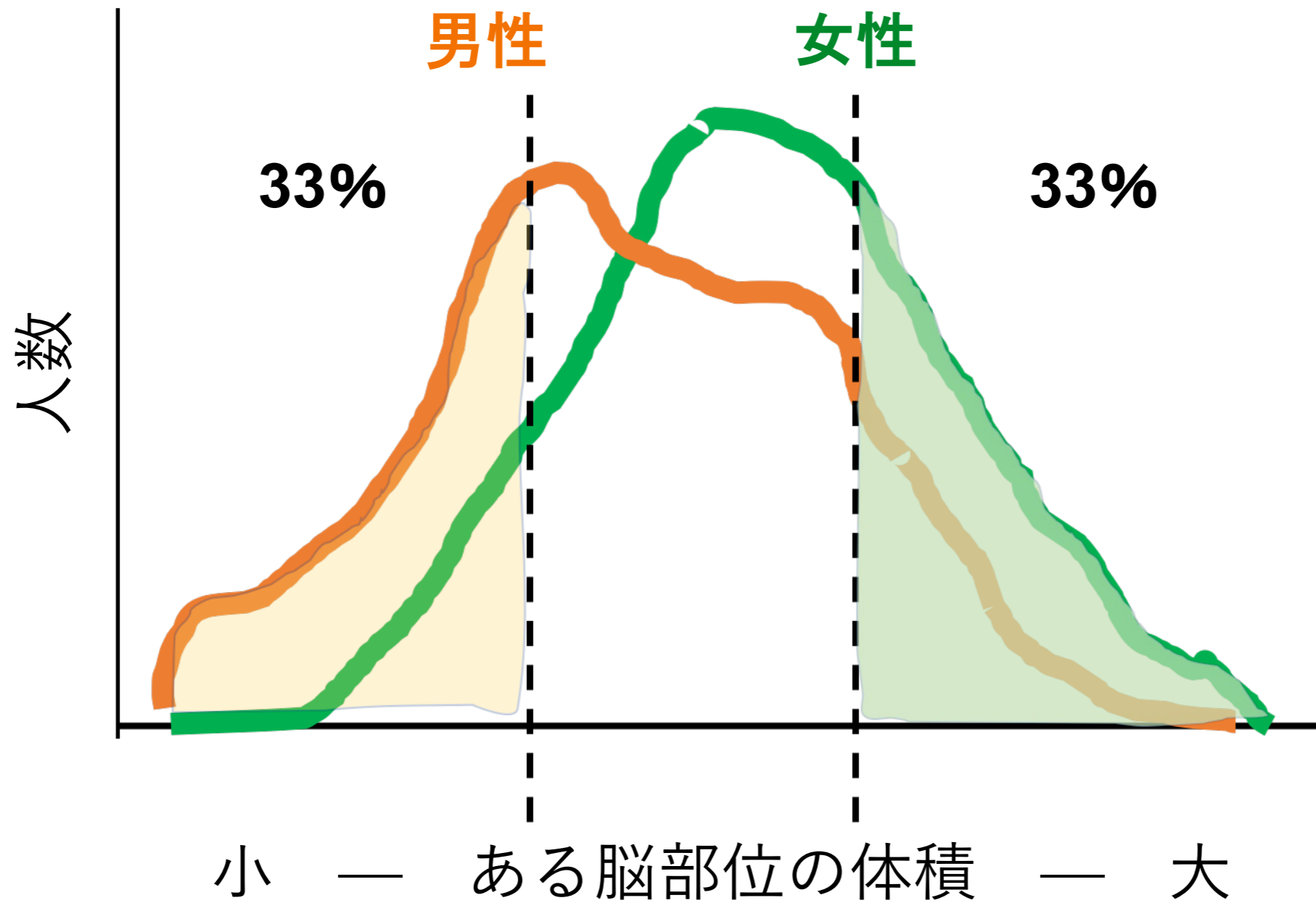


解析ソフトを使用し講師が作成した画像
<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>

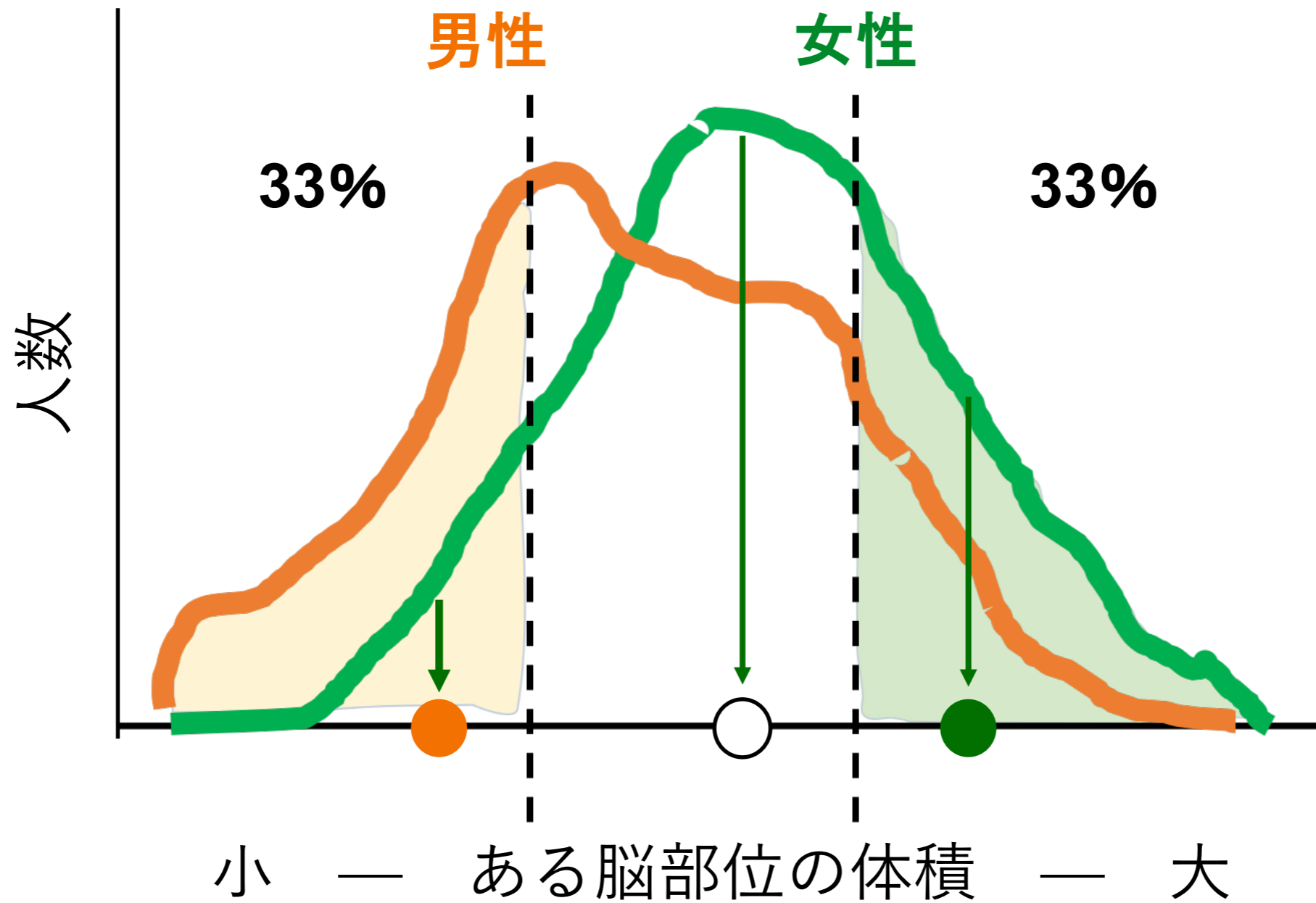
脳の男女差をどう評価するか？



脳の男女差をどう評価するか？



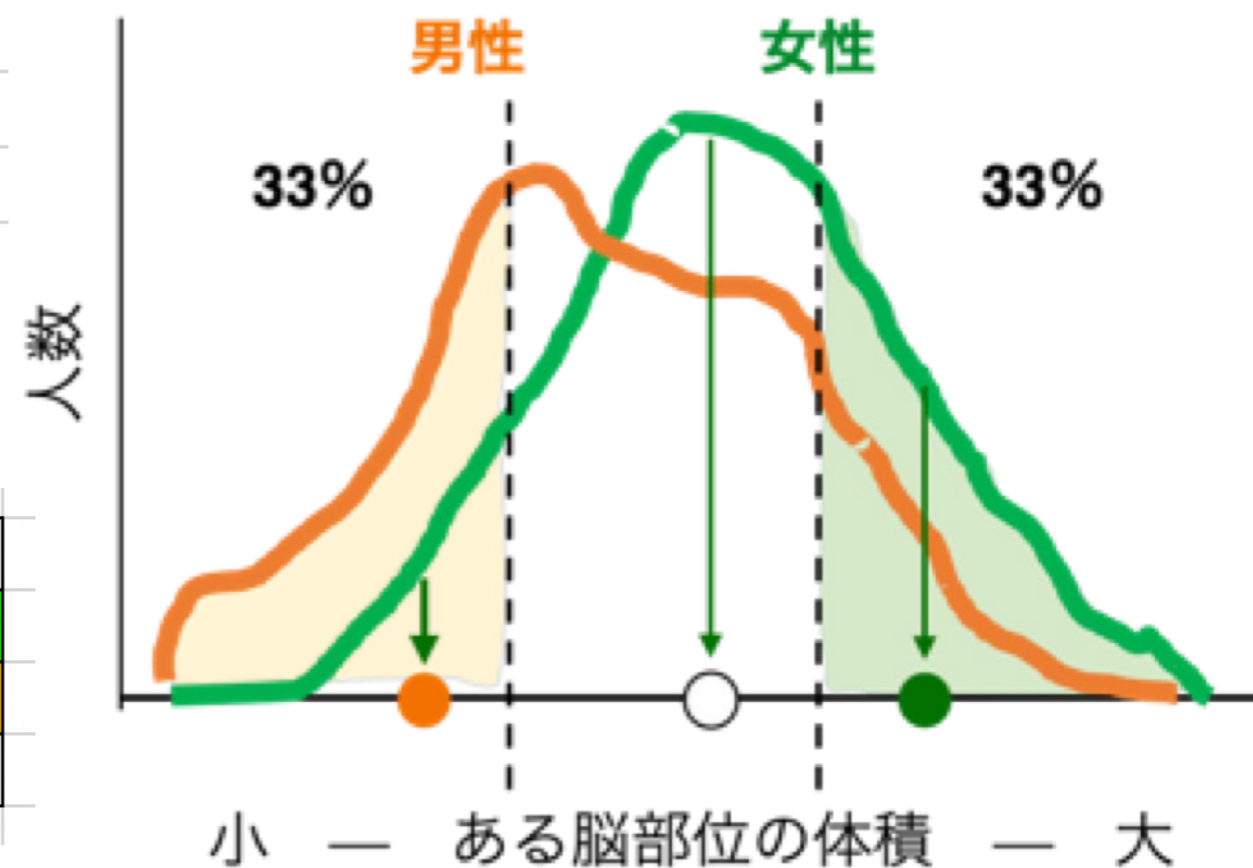
脳の男女差をどう評価するか？

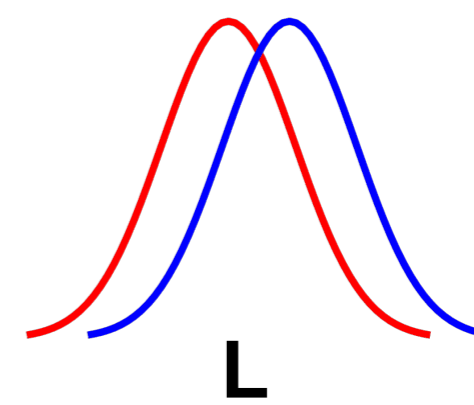
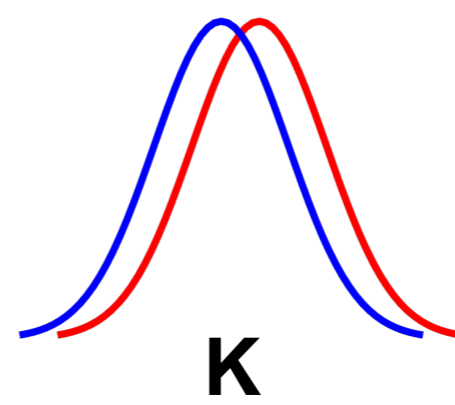
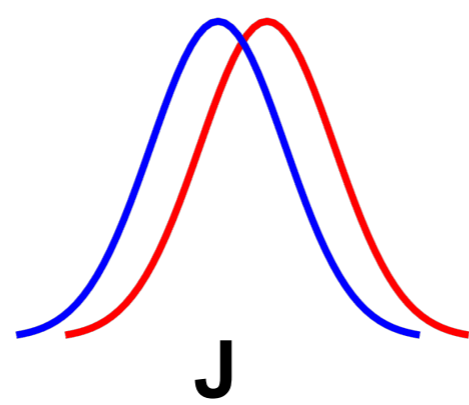
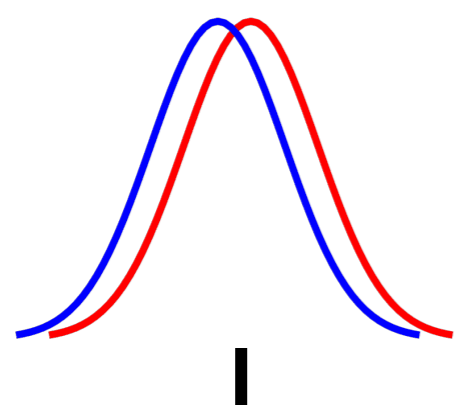
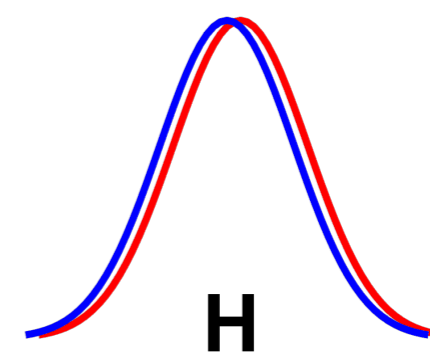
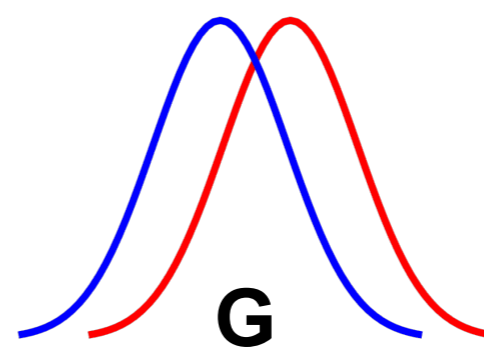
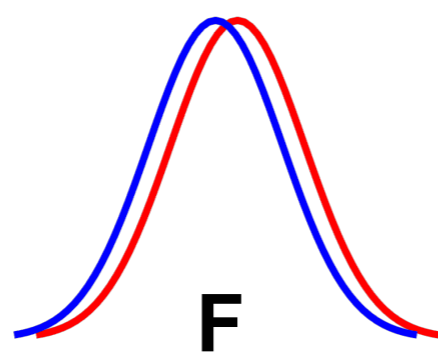
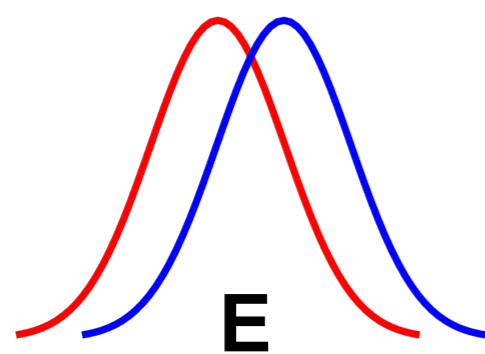
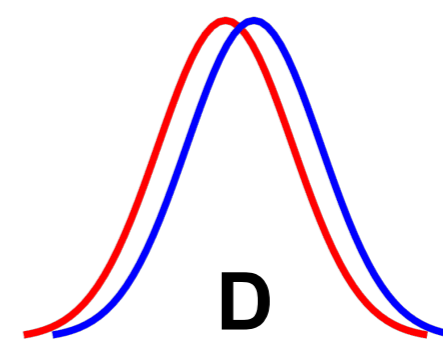
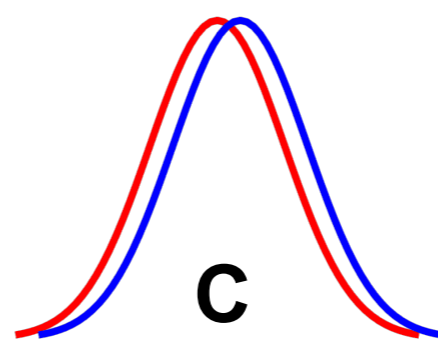
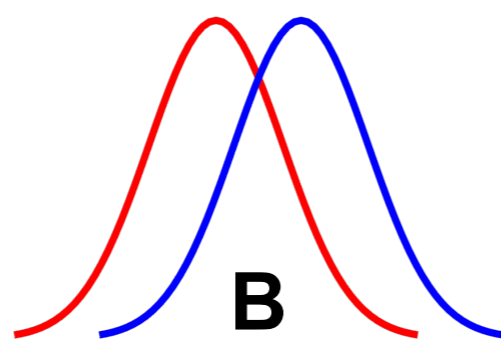
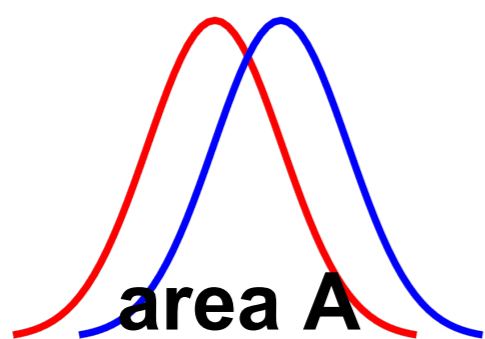


脳の男女差をどう評価するか？

	hippocampus	caudate	thalamus
Nancy	緑	緑	黄
Kate	黄		緑
Christina	緑	黄	

	hippocampus	caudate	thalamus
Tom	緑	黄	緑
Adam	黄		黄
Josh		緑	





脳部位

被験者

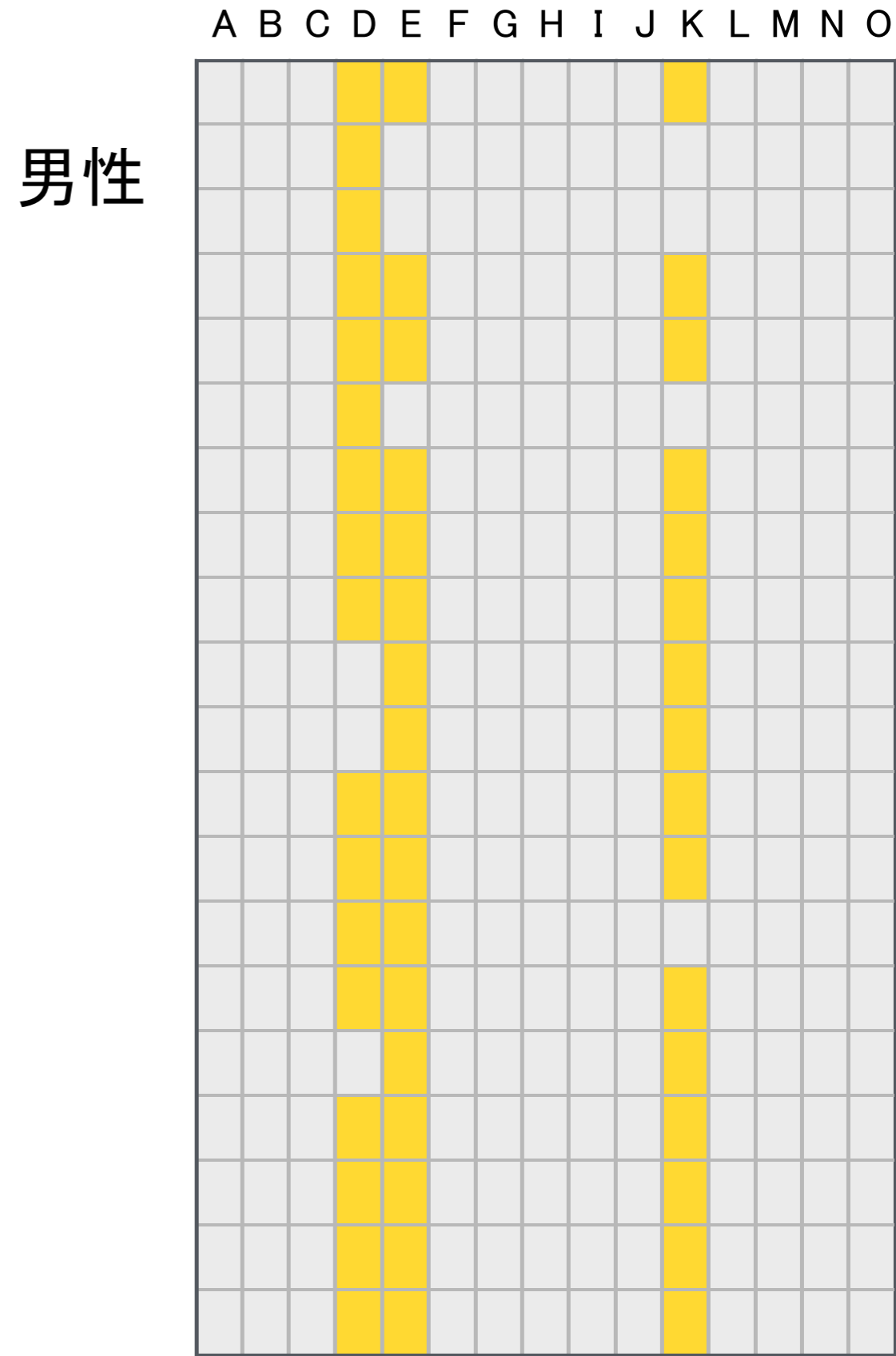
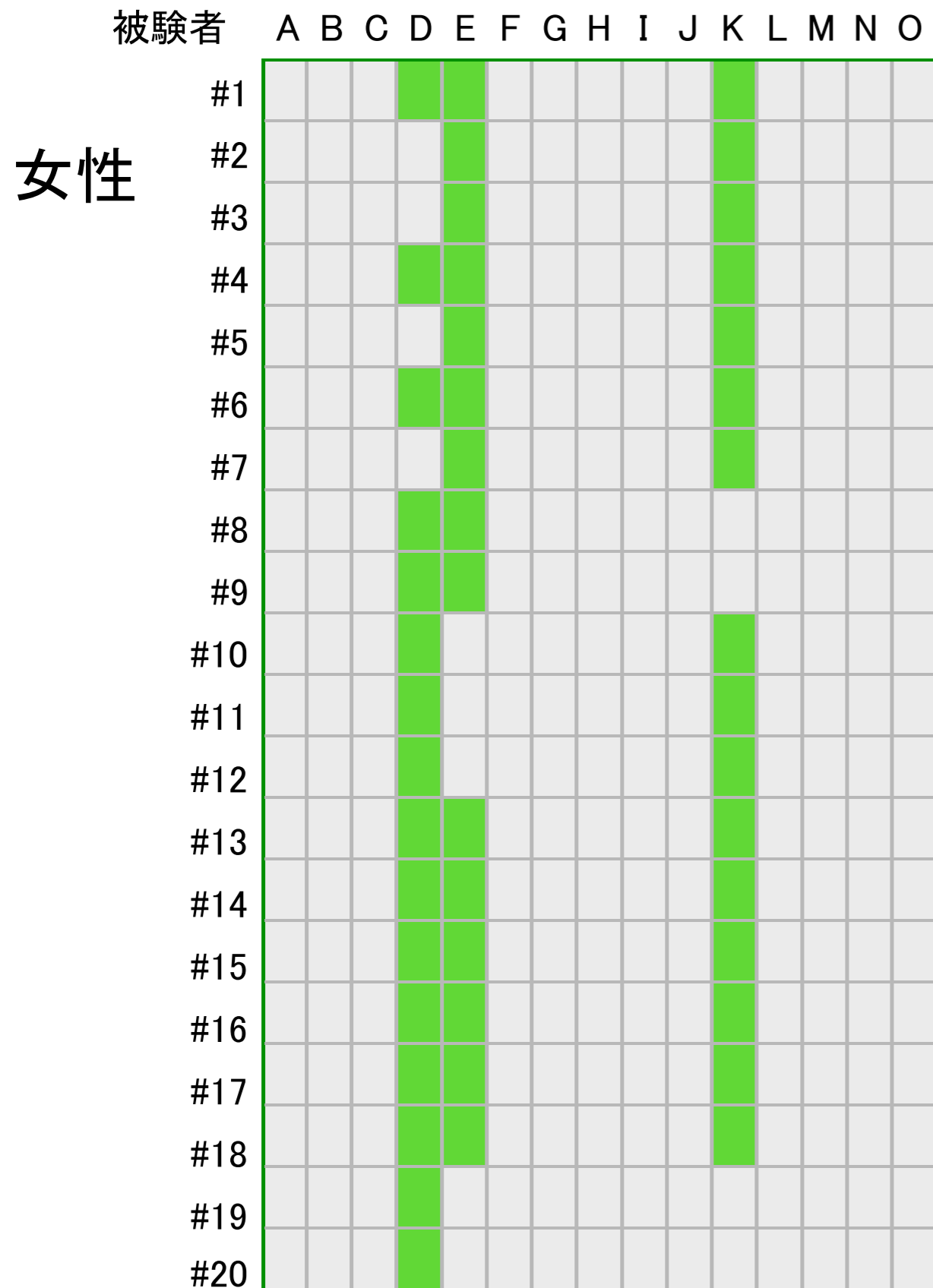
A B C D E F G H I J K L M N O

	hippocampus	caudate	thalamus
Nancy			
Kate			
Christina			

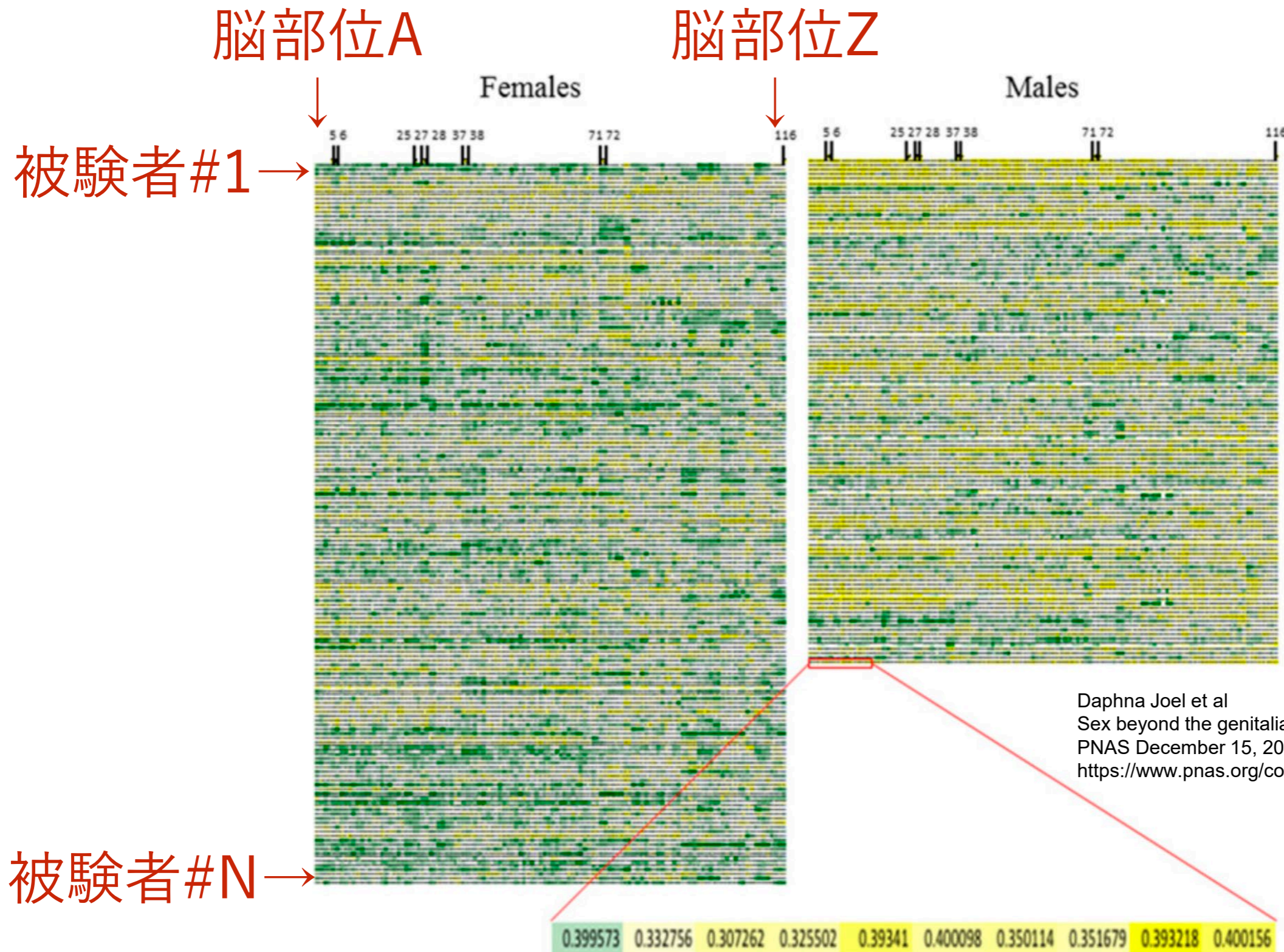
	hippocampus	caudate	thalamus
Tom			
Adam			
Josh			

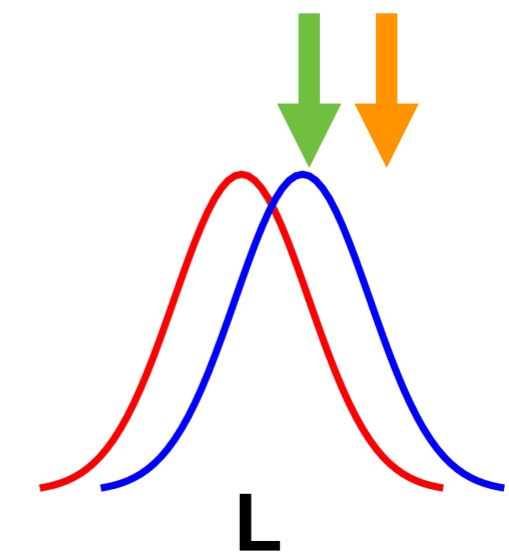
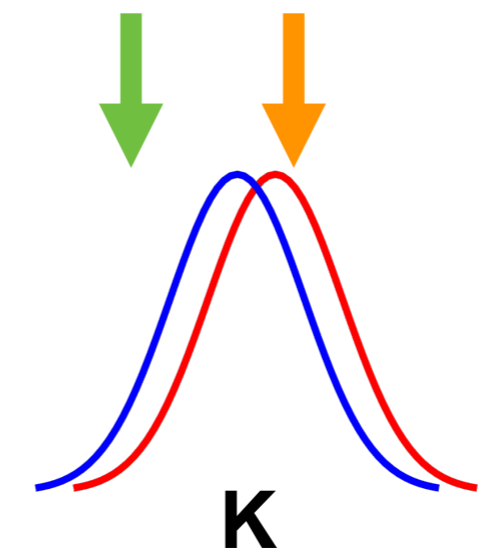
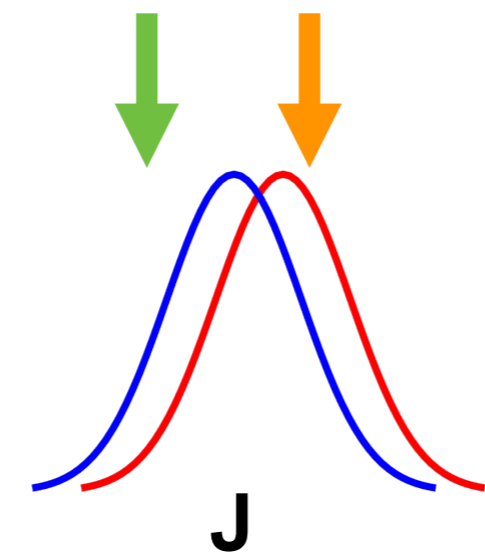
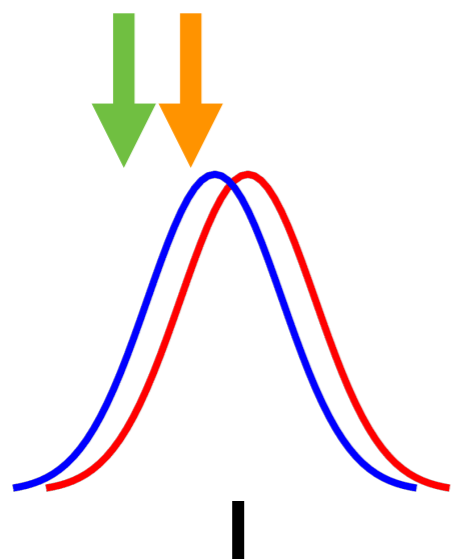
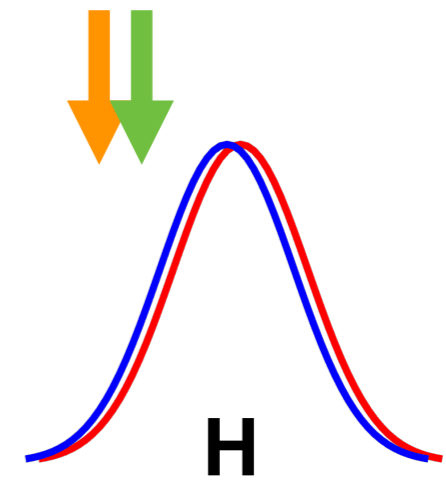
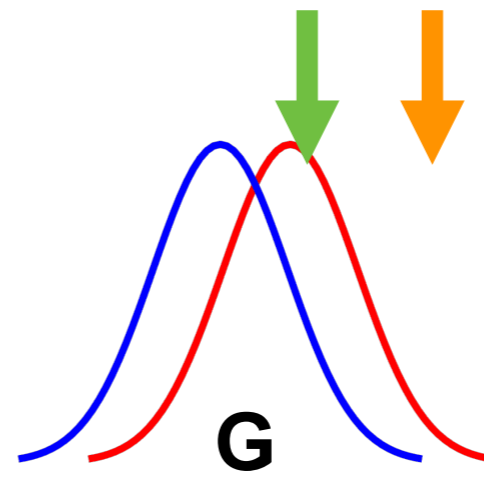
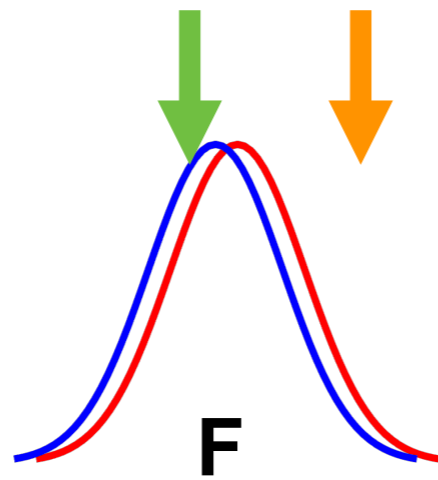
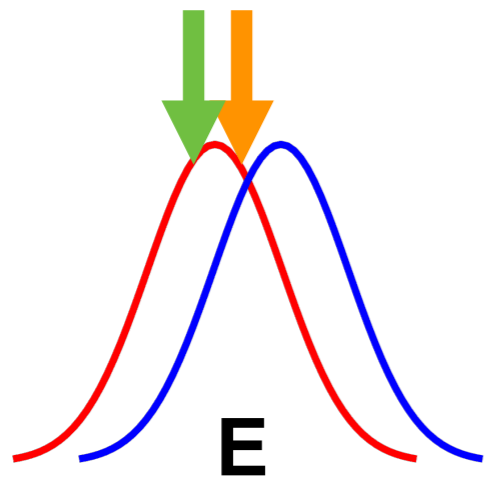
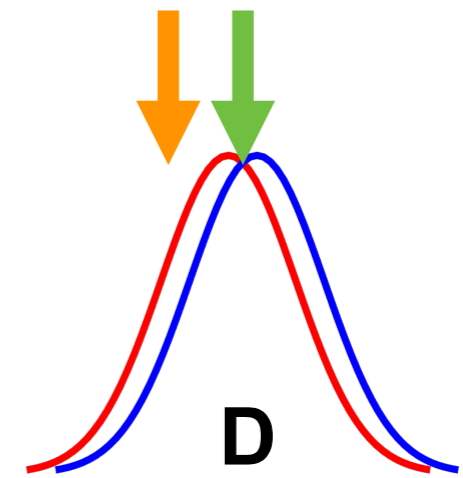
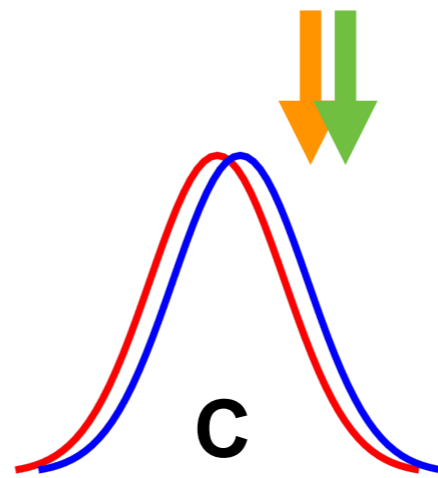
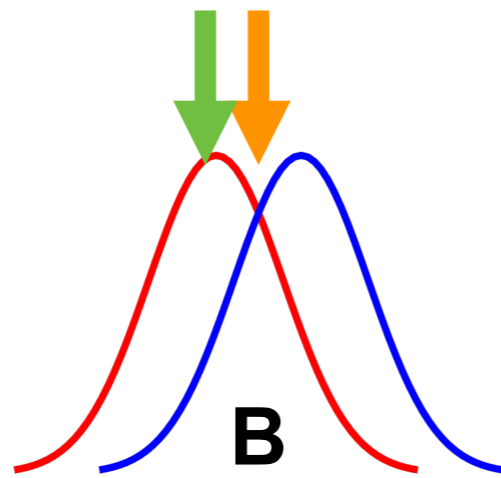
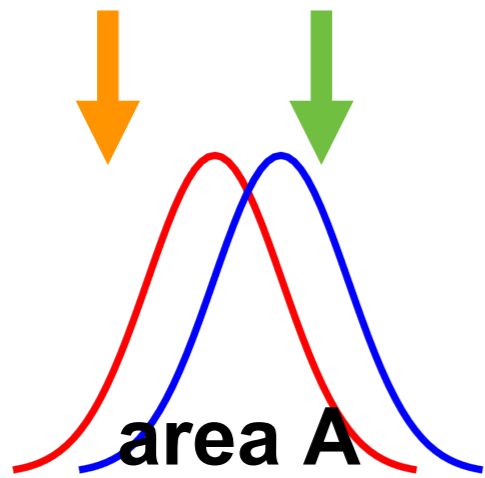
#1																			
#2																			
#3																			
#4																			
#5																			
#6																			
#7																			
#8																			
#9																			
#10																			
#11																			
#12																			
#13																			
#14																			
#15																			
#16																			
#17																			
#18																			
#19																			
#20																			

もし、ある特定の脳部位に男女差があるならば…

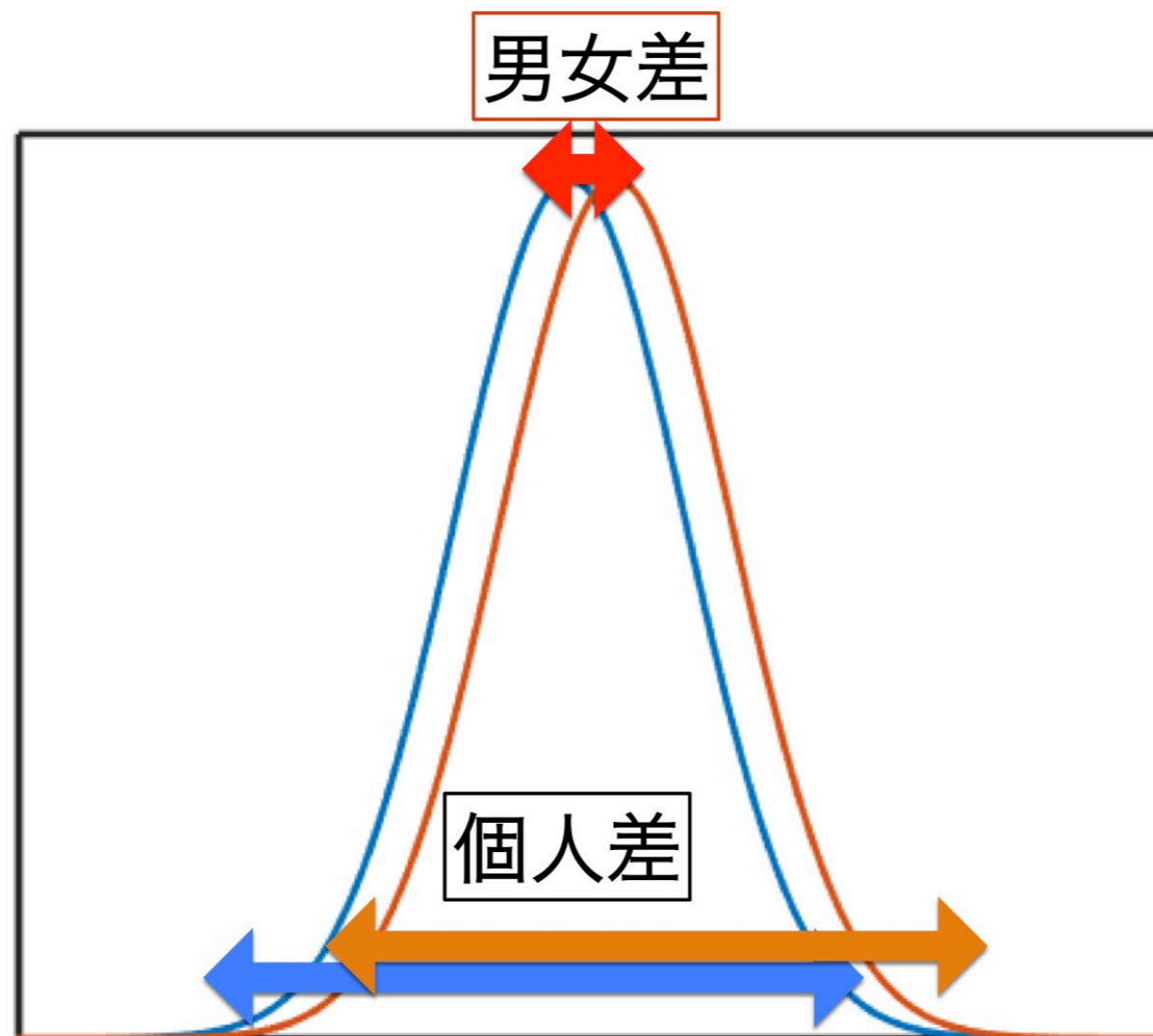


男女で異なる『ある特定の領域』はない

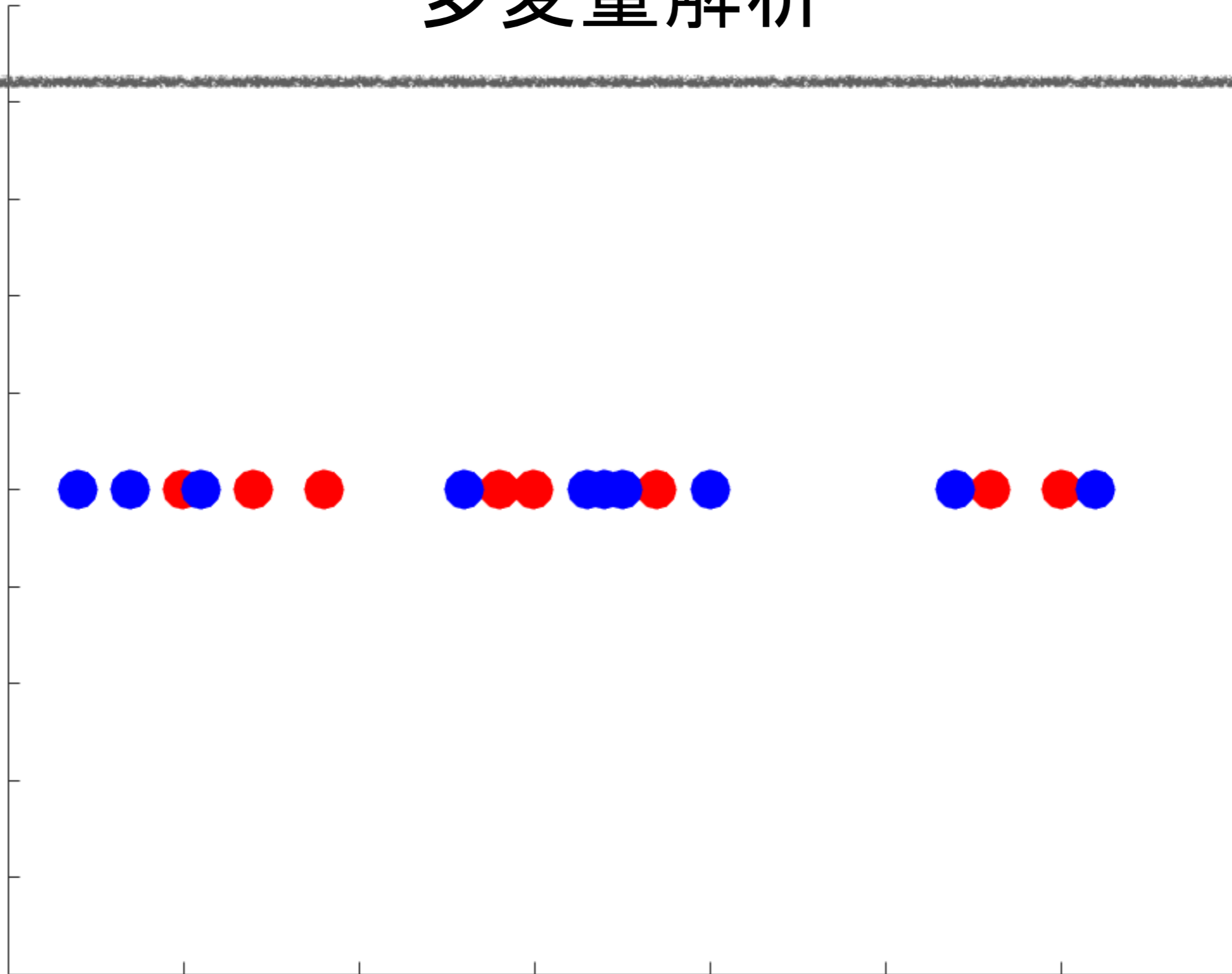




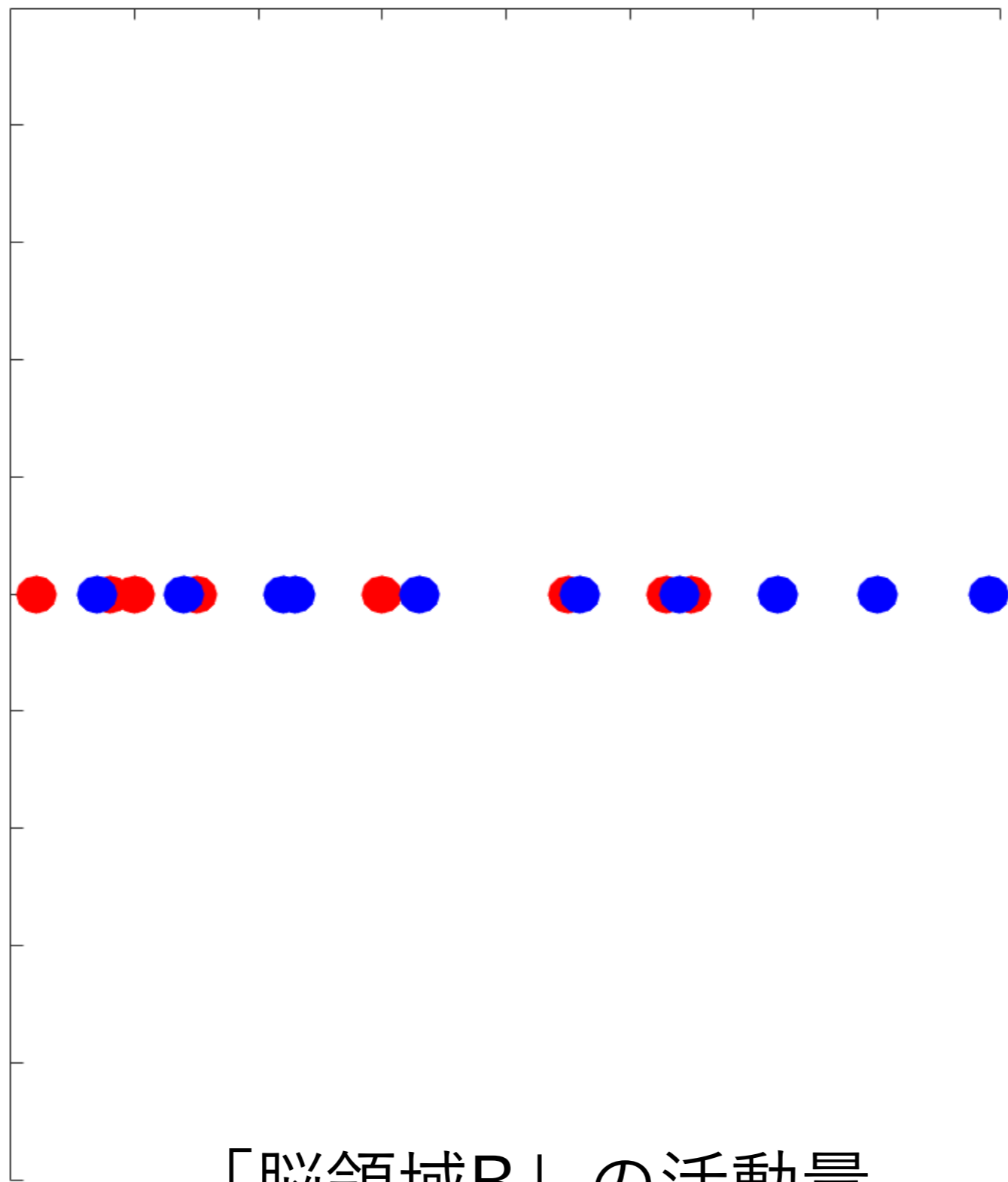
大きな個人差をどう測定するか？



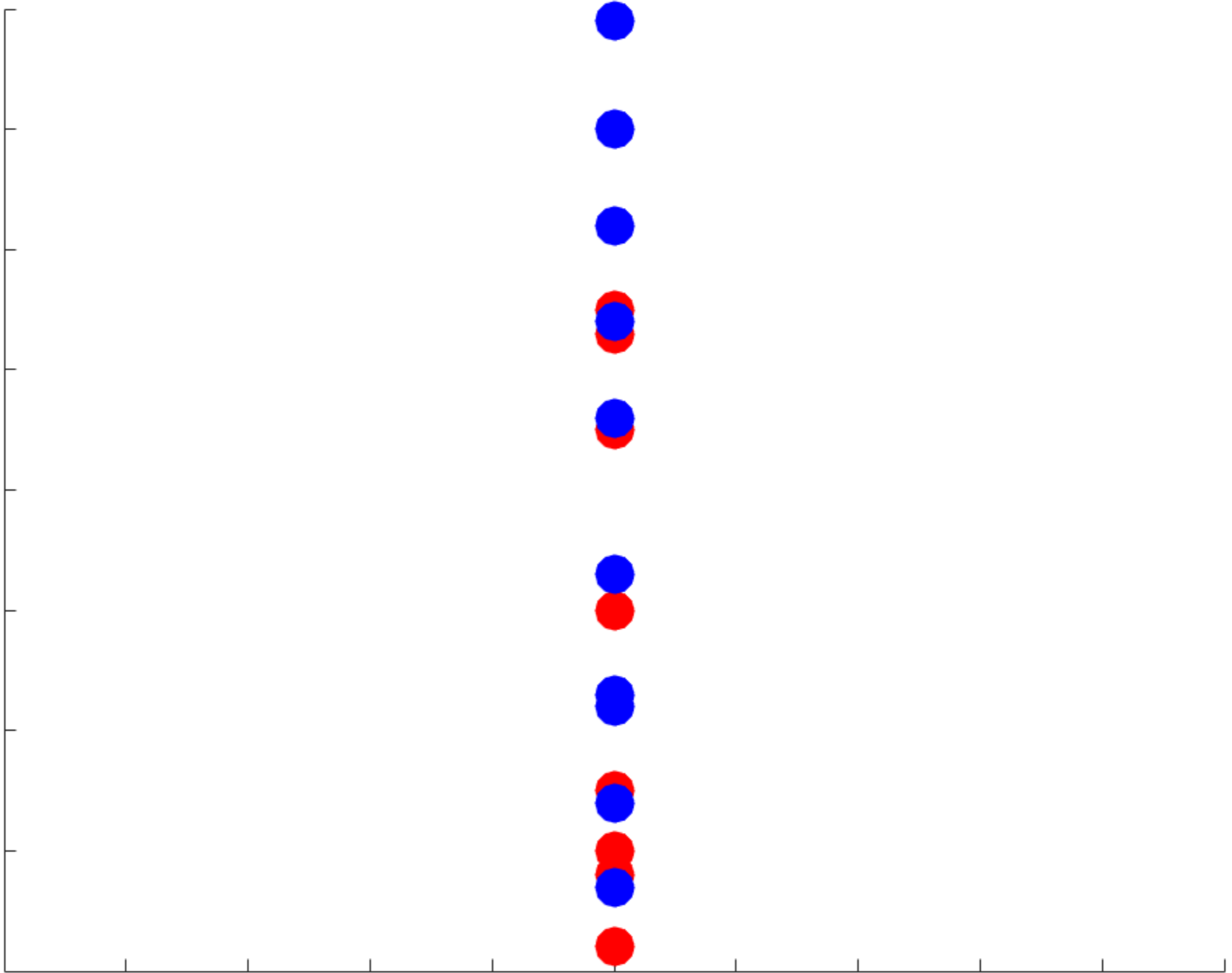
多変量解析



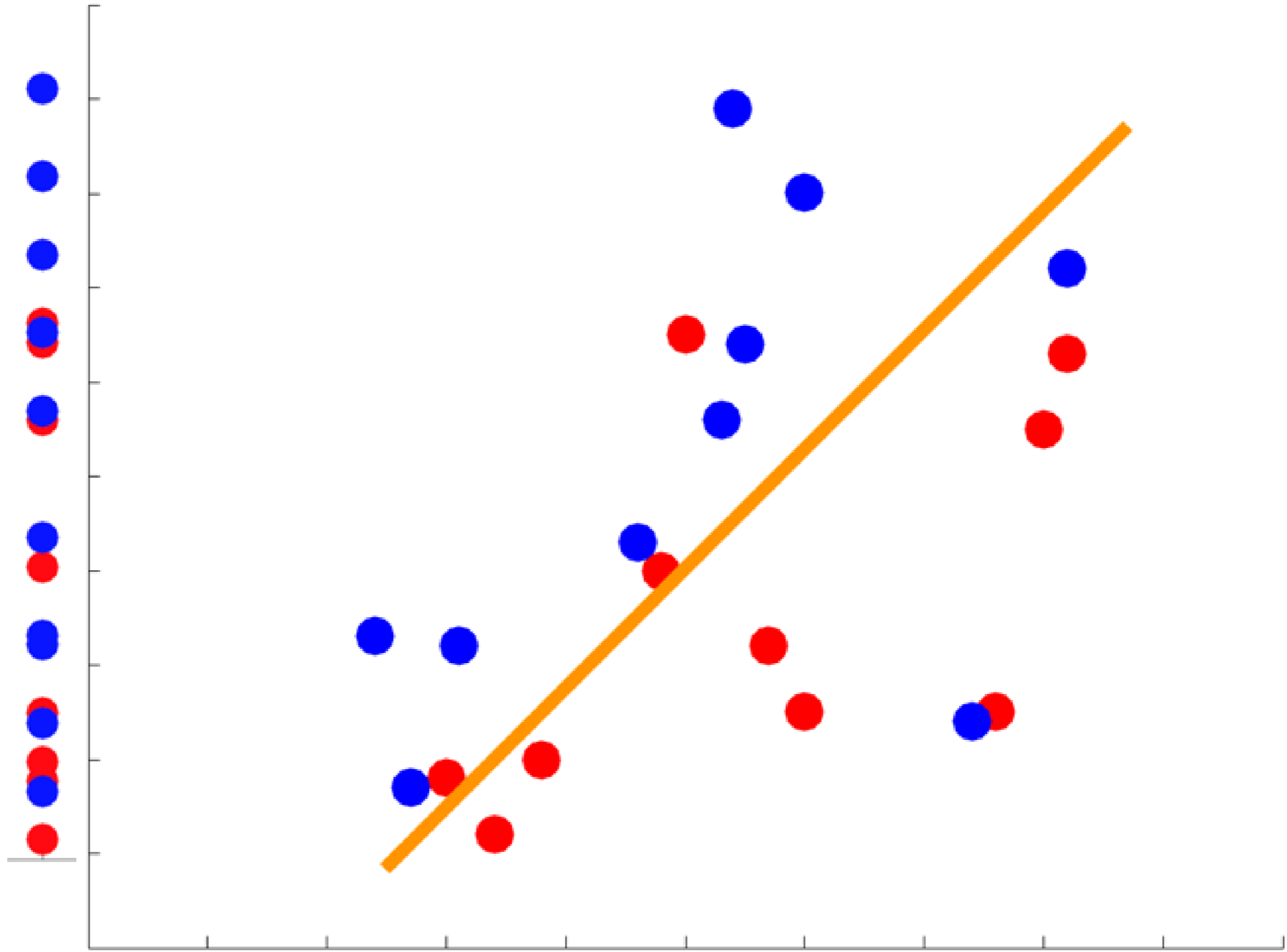
「脳領域A」の活動量



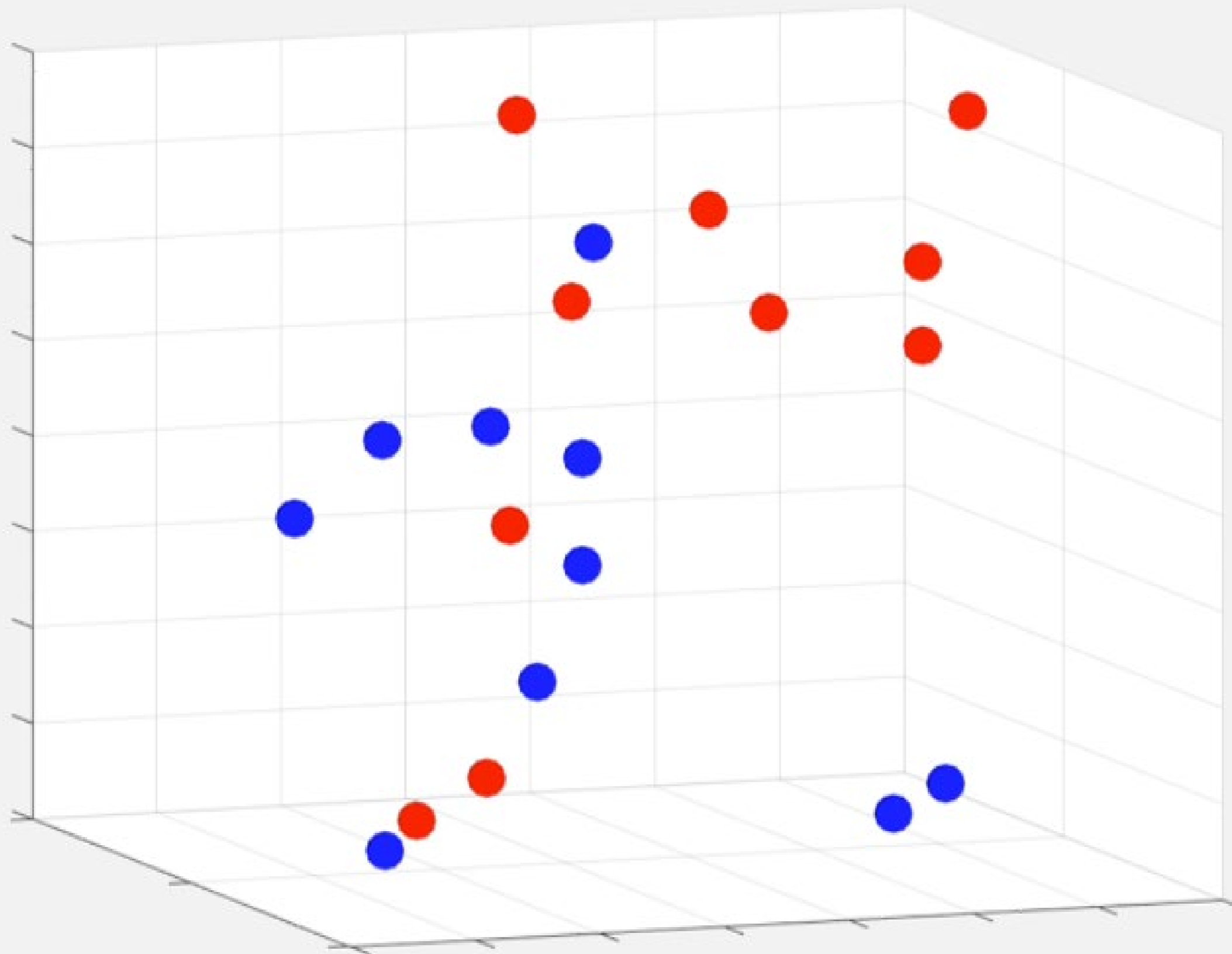
「脳領域B」の活動量



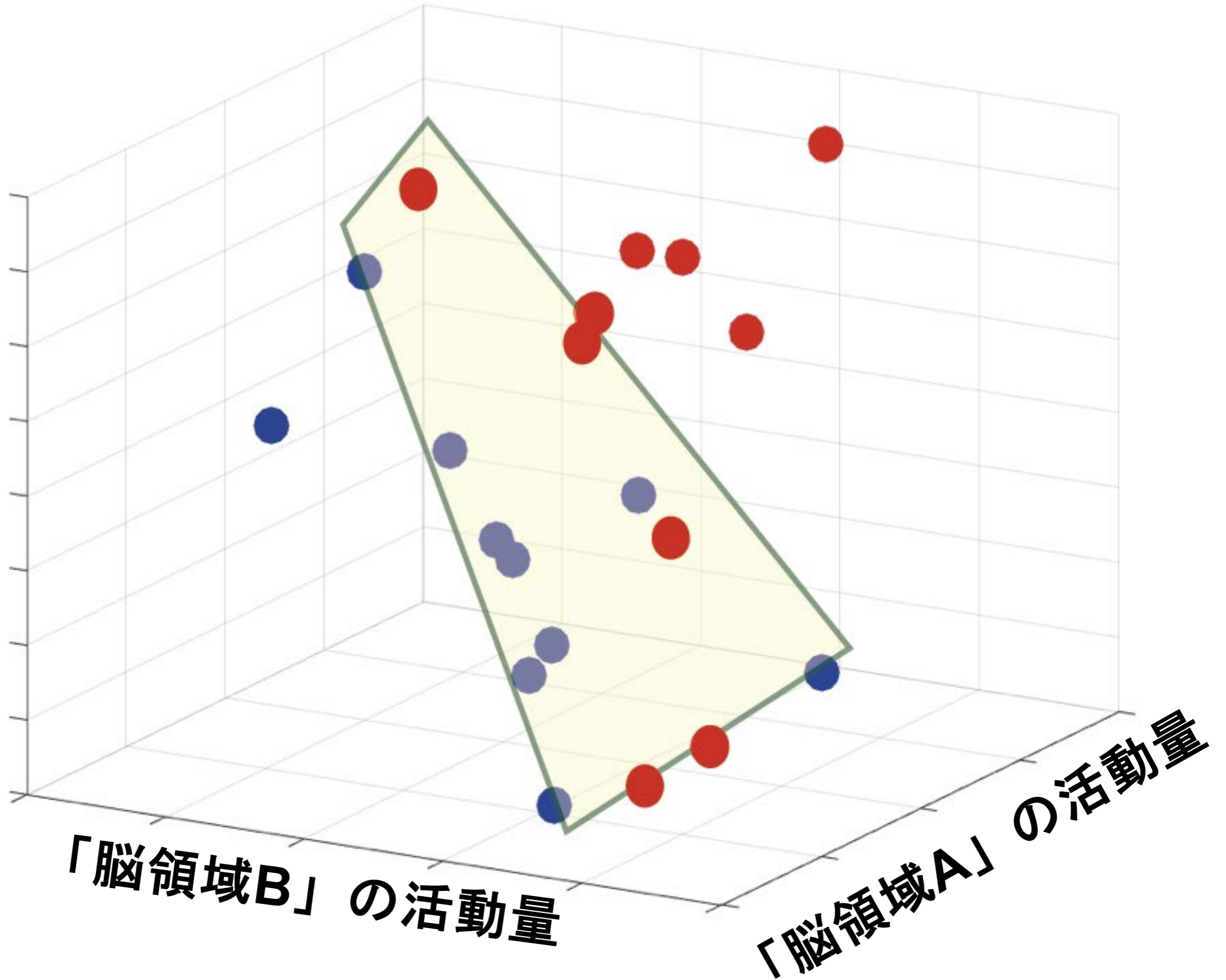
「脳領域B」の活動量



「脳領域A」の活動量



「脳領域C」の活動量



脳の「差」

- ✓ **脳の差は存在するが、その差はモザイク状である。**
- ✓ **多変量解析を用いると、モザイク状の脳の性差の検証が可能である。**

脳の「差」

- ✓ 「平均値の差」を一般化して、個人の能力や性格を語るのは、非科学的！！！！

脳や能力の多様性

Yotsumoto Web Site [Go Premium](#) Yuko Yotsumoto

[Home](#) [Family tree](#) [Discoveries](#) [DNA](#) [Health](#)

Spring DNA Sale
Only \$49 ~~\$79~~ [Order now](#)
Sale ends in 4 days

DNA results

Yuko Yotsumoto
This is you

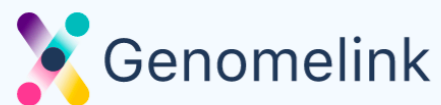
Test additional family members
The more relatives test their DNA, the more you'll discover
[Get suggestions](#)

[Overview](#) [Ethnicity Estimate](#) [DNA Matches](#) [Tools](#)

Ethnicity Estimate

You have 2 ethnicities

Japanese and Korean	Central Asian
97.8%	2.2%



[TRAITS](#) [REPORTS](#) [DNAPPS](#)



Unlimited traits are available
for you



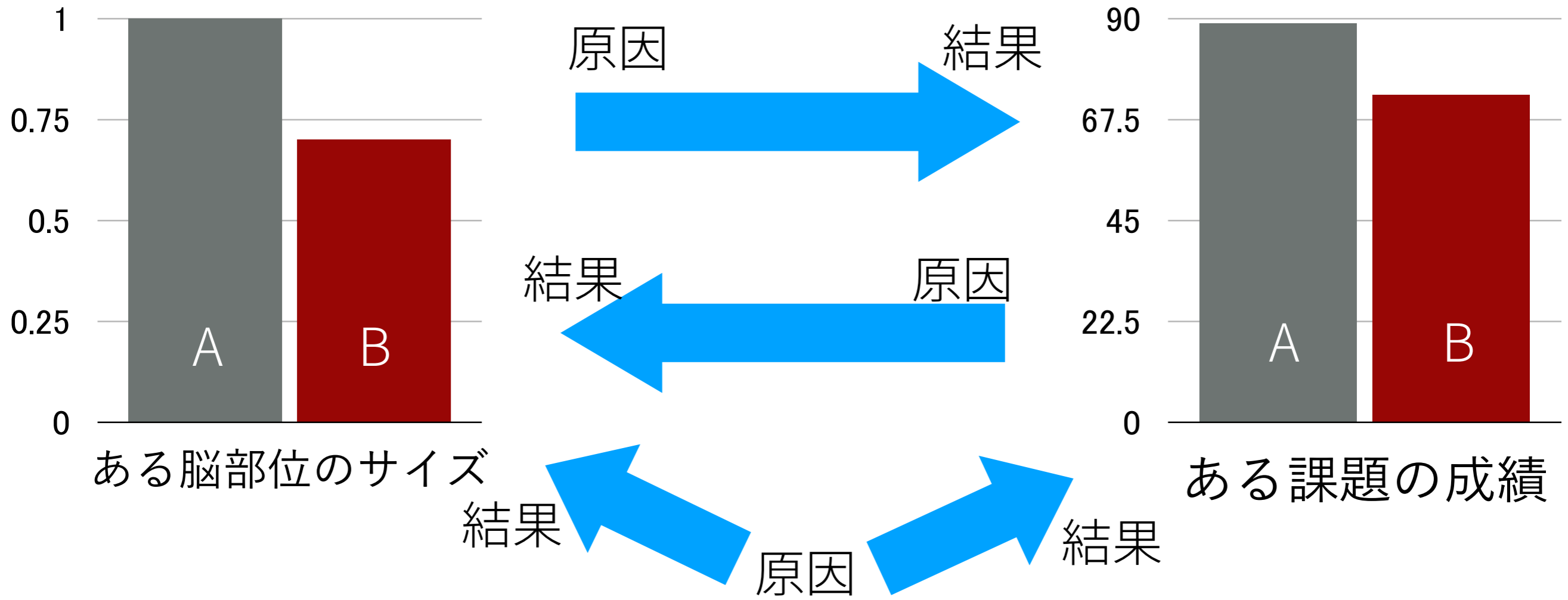
その差は一般化可能か？

- グループの差の背景に、常に大きな個人差がある
- 人間の能力や性格に、一般化可能な差はない

それは因果関係か？

- 人の行動・思考・脳は、社会や教育や経験で変わる
- 単純な因果関係はない

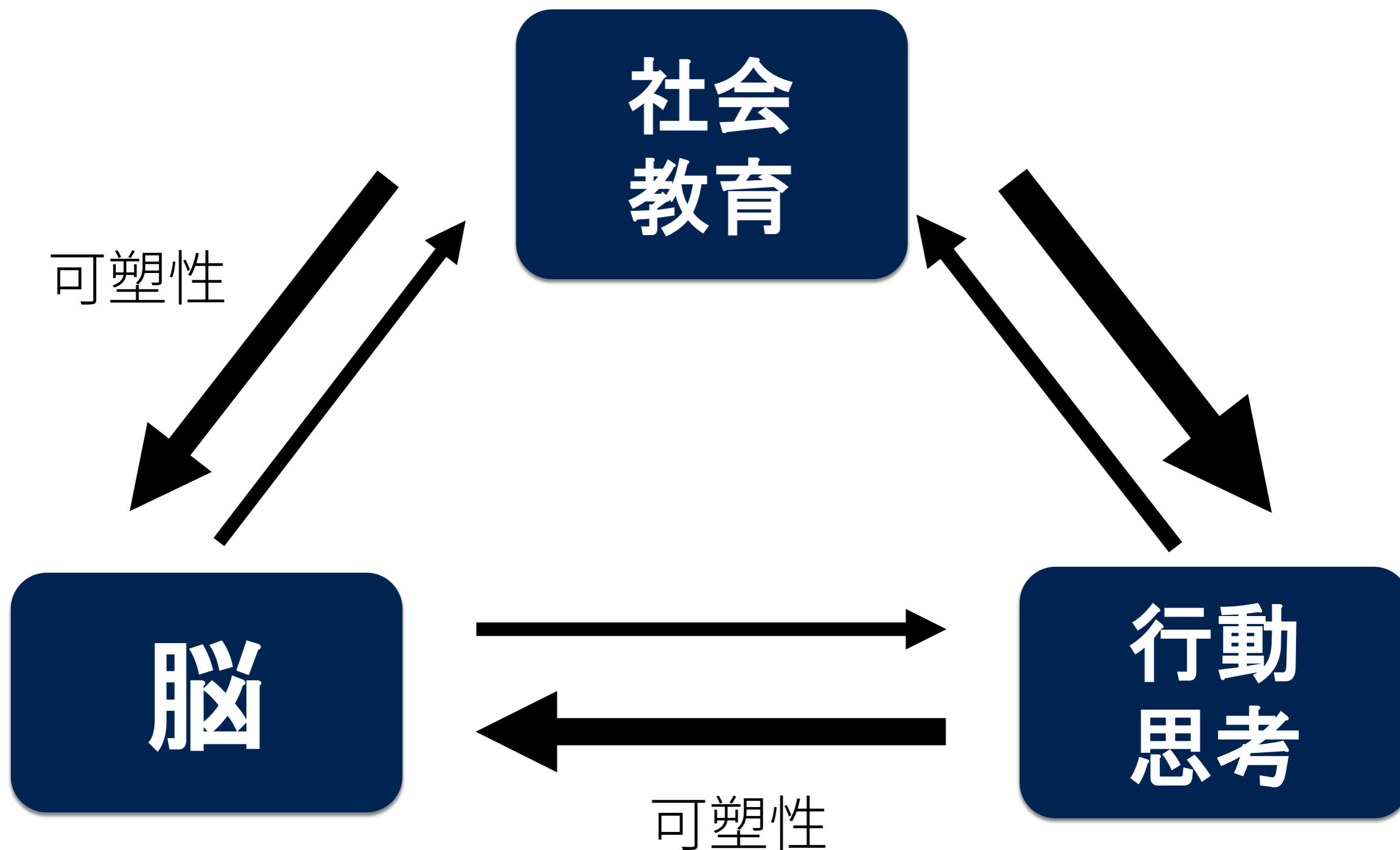
それは因果関係か？



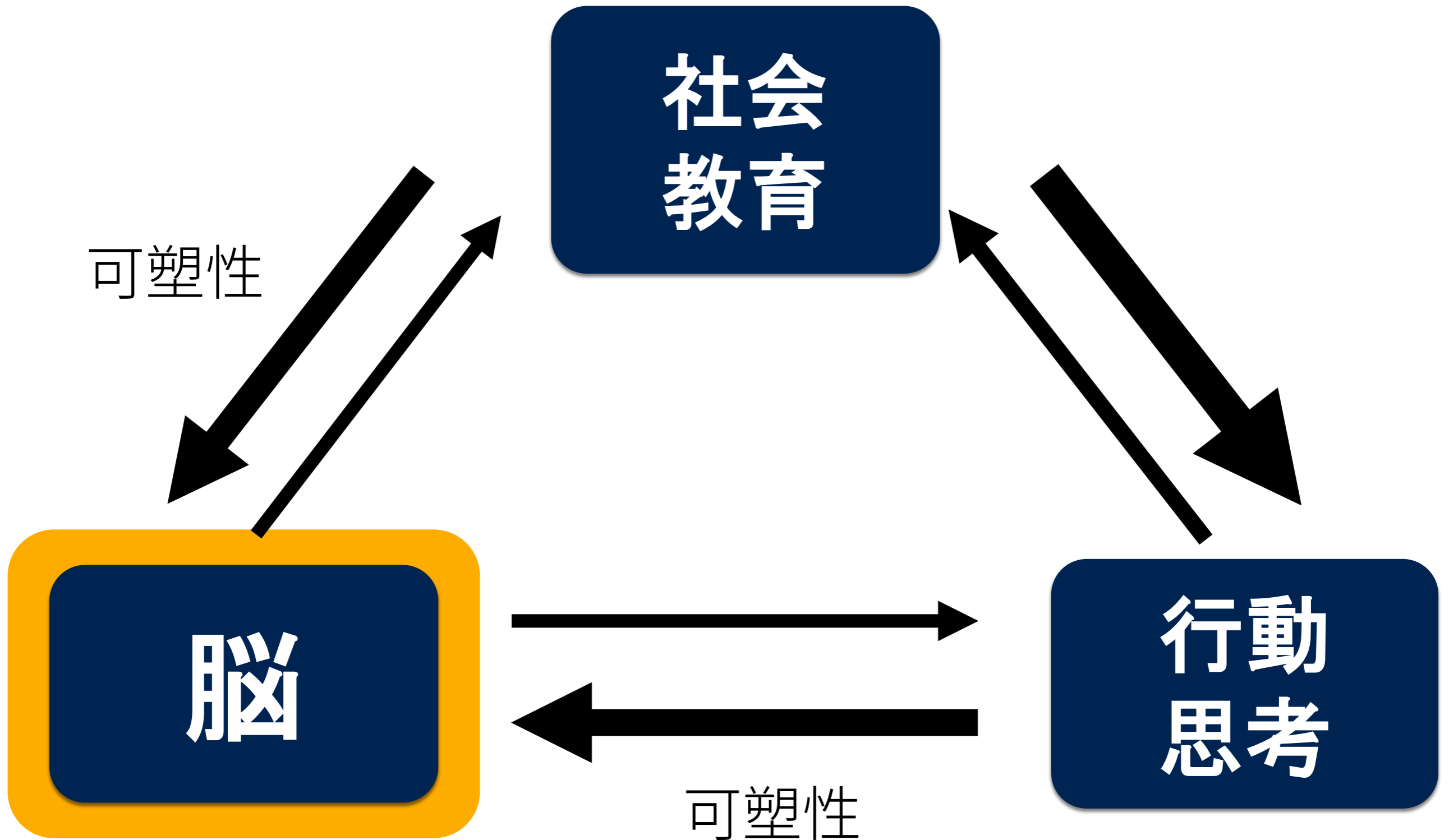
因果関係か？

偶然

差がうまれる仕組み



差がうまれる仕組み



脳科学の過去・現在・未来

- (1) 紀元前3500年～1900年
脳が認知や思考と関係があることがわかっていった
- (2) 1900年～2010年
脳のそれぞれの部位の機能局在がわかった
- (3) 2010年～
脳の多次元性の理解

→ **多様性の科学的な理解**

→ **多様性の尊重・活用**