

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：82636

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K21562

研究課題名（和文）序列関係の中で協力・競合を決める神経回路の特定

研究課題名（英文）Identification of neural circuits that determine cooperation and competition in hierarchical relationships

研究代表者

春野 雅彦（Haruno, Masahiko）

国立研究開発法人情報通信研究機構・未来ICT研究所脳情報通信融合研究センター・室長

研究者番号：40395124

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：透明なタッチパネルの間に高解像度透明ディスプレイを挟み込み、相手のアイデンティティと詳細な表情を見ながらタッチによる行動選択を可能とする社会行動実験システムを構築し、社会階層が下位のマカクザルが自己の報酬と上位の相手のエアパフの量がともに大きいオプション、あるいは、ともに小さいオプションを選択するソーシャル条件の実験を行った。その結果、頻度は異なるが2頭ともに自己の報酬を犠牲にしても相手のエアパフを減らす向社会的なオプションを選択することが明らかになった。これは実験環境下におけるマカクザルの明確な利他行動を示す結果である。本研究は大阪大学の渡邊慶准教授との共同研究により実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトは複雑な構造を持つ社会で生きており、日々他者との力関係も考慮しつつ協力・競合のバランスを取る必要に迫られる。この序列関係の下での行動選択を誤れば組織や家庭の中で平和に生きることは困難である。しかし、序列関係のある者どうしが協力・競合を選択する脳内プロセスは未知であった。本研究ではヒトと、ヒトと同様に強固な序列関係を持ち高度な社会的意思決定が可能なマカクザルを被験者として、支配関係のある複数被験者の協力・競合の脳内選択過程の一端を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：By sandwiching a high-resolution transparent display between transparent touch panels, we constructed a social behavior experimental system that allows for touch-based action selection while viewing the identity and detailed facial expressions of the other party. We conducted an experiment under social conditions where subordinate macaques could choose between options where both their own rewards and the amount of air puffs for the superior opponent were either large or small. As a result, it was found that both macaques, despite differing frequencies, chose the prosocial option to reduce the opponent's air puffs even at the cost of their own rewards. This demonstrates clear altruistic behavior by the macaques in an experimental environment. This study was conducted in collaboration with Associate Professor Kei Watanabe of Osaka University.

研究分野：計算論的社会脳科学

キーワード：支配関係 協力 競合 fMRI 霊長類

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒトは複雑な構造を持つ社会で生きており、日々他者との力関係も考慮しつつ協力・競合のバランスを取る必要に迫られる。この序列関係の下での行動選択を誤れば組織や家庭の中で平和に生きることは困難である。しかし、序列関係のある者どうしが協力・競合を選択する脳内プロセスは未知であった。本研究ではヒトと、ヒトと同様に強固な序列関係を持ち高度な社会的意思決定が可能なマカクザルを被験者として、支配関係のある複数被験者の協力・競合の脳内選択過程を明らかにする必要性を背景として開始された。

2. 研究の目的

本研究ではヒトと、ヒトと同様に強固な序列関係を持ち高度な社会的意思決定が可能なマカクザルを被験者として、支配関係のある複数被験者の協力・競合の脳内選択過程を明らかにすることを目的とする。本研究における第一の技術的な挑戦は透明なタッチパネルの間に高解像度透明ディスプレイを挟み込み、相手のアイデンティティと詳細な表情を見ながらタッチによる行動選択を可能とする世界初の社会行動実験システムの構築である。この未来型の車の操縦席のような画面に情報を提示し、他者を含む外界の情報を被験者に取り込ませながら、従来の単純な実験環境に依拠する神経科学研究と一線を画して、現実的な社会的意思決定のプロセスを調べることを目的とする。第二の技術的な挑戦はこれまでのマカクザルやヒトを対象とした実験では難しかった扁桃体や側坐核といった皮質下領域の脳活動操作を収束超音波刺激法により可能にする方法論を確立することである。これらの技術を用いることで、支配関係にあるマカクザル間の向社会行動を再現性を持って記録し、さらに集束超音波刺激により向社会行動の行動変容を起こすことが本研究の究極的な目的である。

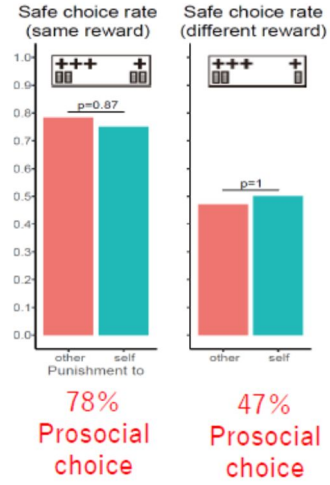
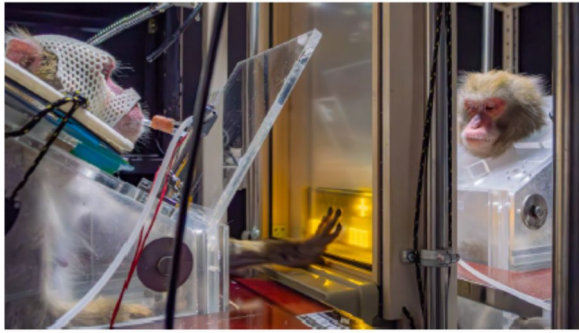
3. 研究の方法

本研究ではヒトと、ヒトと同様に強固な序列関係を持ち高度な意思決定が可能なマカクザルを被験者として、支配関係のある複数被験者の協力・競合の脳内選択過程を明らかにすることを目的とし、タッチパネルを通して相手の表情が見える状況で社会的意思決定課題を行う実験システムを開発した。具体的には、マカク実験では自己の報酬とエアパフの量がともに大きいオプション、あるいは、ともに小さいオプションを選択するセルフ条件、自己の報酬と相手のエアパフの量がともに大きいオプション、あるいは、ともに小さいオプションを選択するソーシャル条件の両方でオプション選択を3頭のマカクザルに訓練し、自己へのジュース報酬量と相手顔面への空気吹付(エアパフ)強度の組み合わせの中で適切な選択肢を選ばせる実験を行い、総体的な支配関係による行動の影響を見た。ヒト実験では、エアパフを電気刺激に置き換えた実験を行った。また、皮質下領域や前帯状回皮質の脳活動を非侵襲的に操作するために経頭蓋集束超音波刺激装置を導入し、方法論を確立するためのパイロットとして顔表情判断課題を行うヒトfMRI実験を行った。

4. 研究成果

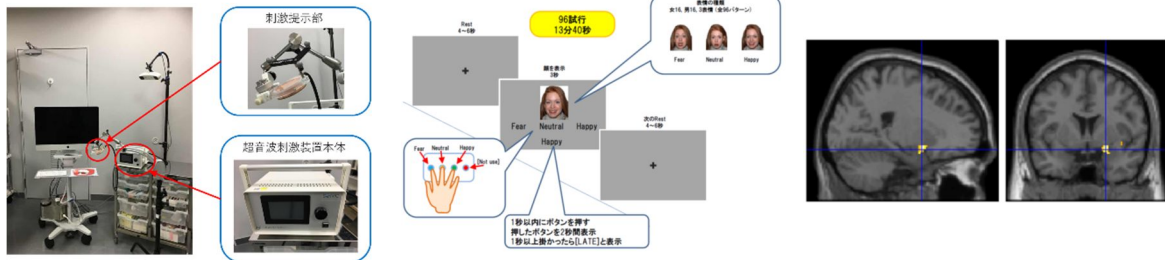
ヒトによるパイロット実験により、自己の報酬を犠牲にしても他者の電気刺激を小さくする意思決定を行う際に背側帯状回皮質と扁桃体の外側核が関与することを確認した。したがって、マカクザルの実験においても背側帯状回皮質と扁桃体外側核がまずターゲットとなる。

下図左に示すように透明なタッチパネルの間に高解像度透明ディスプレイを挟み込み、相手のアイデンティティと詳細な表情を見ながらタッチによる行動選択を可能とする社会行動実験システムを構築し、社会階層が下位のマカクザルが自己の報酬と上位の相手のエアパフの量がともに大きいオプション、あるいは、ともに小さいオプションを選択するソーシャル条件の実験を行った。その結果、頻度は異なるが2頭ともに自己の報酬を犠牲にしても相手のエアパフを減らす向社会的なオプションを選択することが明らかになった。これは実験環境下におけるマカクザルの明確な利他行動を示す結果である(下図右)。本研究は大阪大学の渡邊慶准教授と共同で実施した。



また、背側帯状回皮質と扁桃体外側核の脳活動を非侵襲的に操作するために経頭蓋集束超音波刺激装置を導入し、MRI 画像を用いて正確な刺激を行う実験システムのセットアップを行った(下図左)。このシステムを用いて、扁桃体刺激後に顔表情判断課題の fMRI 実験を行った(下図中央)。その結果、超音波刺激後に扁桃体の活動が減少し、恐怖表情の判断精度が低下することを見出した(下図右)。

集束超音波刺激システムの構成



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Mori Kazuma, Hadjur Hugo, Haruno Masahiko	4. 巻 25
2. 論文標題 Natural Language Content Mediates the Association Between Active Interactions on Social Network Services and Subjective Well-Being	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking	6. 最初と最後の頁 678 ~ 685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/cyber.2021.0340	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Toshiko, Okamoto Naohiro, Kida Ikuhiro, Haruno Masahiko	4. 巻 262
2. 論文標題 The initial decrease in 7T-BOLD signals detected by hyperalignment contains information to decode facial expressions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 119537 ~ 119537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2022.119537	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mori Kazuma, Haruno Masahiko	4. 巻 43
2. 論文標題 Resting functional connectivity of the left inferior frontal gyrus with the dorsomedial prefrontal cortex and temporoparietal junction reflects the social network size for active interactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Human Brain Mapping	6. 最初と最後の頁 2869 ~ 2879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hbm.25822	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nihonsugi Tsuyoshi, Numano Shotaro, Haruno Masahiko	4. 巻 8
2. 論文標題 Functional Connectivity Basis and Underlying Cognitive Mechanisms for Gender Differences in Guilt Aversion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 eNeuro	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/ENEURO.0226-21.2021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Toshiko, Nihonsugi Tsuyoshi, Ohtake Fumio, Haruno Masahiko	4. 巻 11
2. 論文標題 A message of the majority with scientific evidence encourages young people to show their prosocial nature in COVID-19 vaccination	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-02230-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mori Kazuma, Haruno Masahiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Resting functional connectivity of the left inferior frontal gyrus with the dorsomedial prefrontal cortex and temporoparietal junction reflects the social network size for active interactions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Human Brain Mapping	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hbm.25822	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nihonsugi Tsuyoshi, Tanaka Toshiko, Haruno Masahiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Gender differences in guilt aversion in Korea and the United Kingdom	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-1174693/v1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Zhang Qiang, Masahiko Haruno
2. 発表標題 Perception of social dominance hierarchy underlies social valuation
3. 学会等名 Neuroscience 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 春野雅彦
2. 発表標題 Functional connectivity basis and underlying cognitive mechanisms for gender differences in guilt aversion
3. 学会等名 CJL第1回国際会議（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

脳情報通信融合研究センター https://cinet.jp/japanese/people/2014279/ Computational Social Neuroscience Group https://cinet-decision-lab.nict.go.jp/
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田村 弘 (Tamura Hiroshi) (80304038)	大阪大学・生命機能研究科・准教授 (14401)	
研究分担者	渡邊 慶 (Watanabe Kei) (00772740)	大阪大学・生命機能研究科・助教 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------