

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K07800

研究課題名（和文）霊長類大脳皮質ネットワーク機能不全による自己への原因帰属の障害：化学遺伝学的研究

研究課題名（英文）Investigation of effects on social causal attribution in primates due to cortical network impairment

研究代表者

足立 雄哉（Adachi, Yusuke）

新潟大学・医歯学系・助教

研究者番号：40625646

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：我々はいよいよ出来事やわるい出来事を経験するとその原因を推測し自身や他者またはその他の存在に帰属する。社会的な原因帰属の神経機構を調べるために、マカクザルが他の同種個体と共に行動する状況のもとで自己や他個体が関わる出来事の原因を判断し、自分たちがおかれた原因構造の理解とその更新を課する実験系を構築し、行動実験を行った。サルは自身の判断を通して原因構造の理解やその更新ができるという結果と共に、他個体の判断を見ることによる原因構造理解の促進や、出来事に関わったのが自己・他個体・仮想的他者のいずれなのかによる判断傾向への影響というかたちで、サルによる原因帰属の個体間相互作用を示唆する結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

出来事の原因を自己や他者に帰属することはわれわれの日常的な自己理解・他者理解における重要な認知過程であり、また統合失調症などの精神疾患では原因帰属に偏りが生じることが知られている。非ヒト霊長類の社会的な原因帰属における他個体との相互作用に関する本研究の方法論や知見は、サルにおける社会的認知行動の理解への寄与に加え、動物にのみ適用可能な計測手法・介入手法による社会的認知機能や精神疾患の解明につながると考えている。

研究成果の概要（英文）：When we experience good or bad events, we attribute the causes to self, other persons, or other entities. To investigate the neural basis of social causal attribution, we have constructed a behavioral task in which macaque monkeys were imposed to judge the causes of events involving self or other conspecific, to understand the causal structure of the events, and to update the understanding when the causal structure was changed. The monkeys were able to understand and update the causal structure through their own judgments, and we also obtained results suggesting interactions with others in causal attribution of monkeys about the effects of experiencing other's judgments on their own understandings of the causal structure and the effects of whether self, other, or virtual agents were involved in the events on the tendencies in their judgments.

研究分野：認知神経科学

キーワード：認知神経科学 マカクザル 大脳皮質

1. 研究開始当初の背景

われわれは、自分自身や他者が関わるよい出来事やわるい出来事を経験すると、その原因を推測し、自身や他者またはその他の存在に帰属する。その際に、ネガティブな出来事を過度に自分のせいだと思ったり、ポジティブな経験を過度に自分のおかげだと思ったりすることは、健常者においてもよくみられることである。臨床心理学では、精神疾患における妄想は、健常者にも存在する原因帰属の認知バイアスの過度なあらわれであり連続スペクトラムをなすとする立場がある (Bentall et al. 1994)。また自己への原因帰属は自己認識の重要な側面のひとつであり、社会心理学 (Kelly 1967)、発達心理学 (Gweon et al. 2011)、人工知能 (Russell and Norvig, 2004) など多くの学問分野の対象となってきた。

しかし自己への原因帰属に特異的に関わる脳部位は、ヒト脳機能画像研究においていまだはっきりしていない (Kestemont et al. 2015; 自己や他者や外部の状況に原因帰属するときに通じて側頭頭頂接合部や後部帯状皮質などが賦活することが報告されている)。社会的な原因帰属を支える神経基盤を詳細に調べるためには、原因帰属に関連する行動実験と同時に電気生理学的・薬理的・遺伝学的・組織学的な計測手法・介入手法を用いる研究が不可欠であり、これらの手法は侵襲性を伴うためにヒト以外の動物を研究対象とする必要がある。近年では、自己認識が関係するとされる行動の知見はヒトに限らず、とくにマカクザルにおいても複数報告されている (Chang et al., 2015; Couchman, 2013)。一方で社会的な原因帰属に関する神経科学的研究はおもにヒトを対象とした言語を介した行動課題を用いており、言語を持たないヒト以外の動物の行動実験に直接適用することができない。

そのため、われわれはこれまでに、動物における神経科学研究を行うために必要となる、言語を用いない社会的な原因帰属の行動実験系を構築し、サルをヒトやコンピュータモニタ上の仮想的な他者とともこの課題に参加させて原因帰属行動を調べてきた。本研究ではこの行動課題を発展させ、サルが2頭同時に参加して同種他個体と行動をとるような社会的状況における原因帰属行動の検討を行う。

また、サルの原因帰属に関わる皮質神経活動の計測および介入部位の特定のために、研究代表者の所属研究室において長谷川・川寄ら (研究協力者) が確立してきたマカクザル大脳皮質における皮質脳波法 (ECoG; Matsuo et al. 2011) を用いる。

2. 研究の目的

社会的な原因帰属の神経科学研究は従来おもにヒトを対象として言語を用いた行動課題が使用されてきたため、われわれは非ヒト霊長類を被験体とするために必要な、言語を必要としない行動課題を構築してきた。これまでにマカクザルがヒトないし仮想的な他者ととも課題を遂行する際の原因帰属行動を検討してきたが、本研究では2頭のマカクザルを同時に参加させ、同種間での社会的状況における原因帰属行動を調べる。

サルが、自分自身や同種他個体が関与するよい出来事やわるい出来事を経験し、複数の異なる出来事に対してそれらの原因が自分や他個体にあるのかどうかを自身が判断・検証することを行うことを通じて、自分たちがおかれている原因構造を理解したり、原因構造が変化したときにその理解を更新したりすることができるか調べるとともに、他個体の判断をみることによる自身の判断への影響や、出来事に関わったのが自己・他個体・仮想的他者のいずれなのかによる判断傾向への影響など、原因帰属における個体間相互作用を検討する。

3. 研究の方法

非ヒト霊長類における社会的な原因帰属行動を調べるために、マカクザル (*Macaca fuscata*) を用いて、自己や他個体が関わる出来事の原因を判断して自分たちがおかれた原因構造を理解し、その理解を原因構造の変化に応じて更新することを課する行動実験を行った。実験には2頭のマカクザルを用いた。本研究における行動課題は、これまでにわれわれが構築してきた、マカクザルを対象とした非言語的な原因帰属課題を発展させ、2頭のサルを同時に参加させて同種間の社会的状況にしたものである。この行動課題では、複数の行為者 (被験体であるサル、あるいはモニタ上に表示される仮想的な主体) のうちの1頭 (一人) が、提示された複数の物体のうちひとつをタッチすると、よい結果・わるい結果 (ジュース報酬の有無) のいずれかが発生する。出来事 (タッチとその結果) のあとに、被験体であるサルは、よい結果またはわるい結果を引き起こした原因が行為者と物体のどちらにあるのかを判断する。各試行は、複数の出来事とそれぞれに対する被験体の判断の繰り返しからなるが、各出来事の間で行為者ないし物体は変わることがある。それぞれの行為者や物体が関わる出来事の結果は、そのときに設定さ

れている制限（因果構造）のもと試行間で変化する因果関係により決まっている。因果構造や各試行の因果関係は被験体に明示されず、被験体は複数の異なる出来事とそれらに対する判断を通じてその試行における因果関係を探索する。そして、異なる試行を経験することにより因果構造を理解することができれば、その理解に基づいて新しい試行の出来事の原因判断を行うことができる。

4．研究成果

本研究では、マカクザルが他の同種個体とともに行動する社会的状況下で、自己や他個体が関わるよい出来事やわるい出来事の原因が自己や他個体にあるかどうかを判断する行動実験を行った。

マカクザルが自身で原因判断と検証をくりかえして自己や他者・そのほかの実体の関わる出来事の原因構造を理解し、また原因構造が変化してもその理解を更新して適切な原因帰属行動をとることができると同時に、他者が原因判断の様子を観察することによっても、自分たちの置かれた原因構造を理解し、そのあとに自分でも出来事の原因判断をすることができることを示唆する結果が得られた。また、出来事の原因構造がサルにとってまだ不明確な状況での原因帰属行動を検証したところ、サルは自身で原因判断の試行錯誤したときだけではなく、類似した出来事を他者が原因判断するのを観察しただけのときも、少数回の出来事とその原因判断の後に、より適切な原因帰属行動を行うことができることを示唆する結果を得た。以上の結果について学会発表を行った（Adachi et al. 2021 日本神経科学大会）。

ヒトにおいては出来事の原因を自分や他者やそのほかの存在へ帰属する傾向について多くの報告があるが、本研究では2頭のマカクザルがともに社会的状況に置かれたときに、自己や他個体による原因判断を十分に経験せず原因構造を理解していない段階において、出来事に関与するのが自己・他者・画面上の仮想的他者のいずれであるかによって、これらの個体やそのほかの存在への原因帰属に異なる傾向があることを示唆する結果を得た。この結果について学会発表を行った（Sugiyama, Adachi et al. 2022 日本神経科学大会）。

これらの行動に関わるサル大脳皮質神経活動を計測するため、ヒト脳機能画像研究において一般に原因帰属に関連するとされる脳領域の相同部位を中心に対象領域とする ECoG 電極を設計開発した。

出来事の原因を自己や他者に帰属することはわれわれの日常的な自己理解・他者理解における重要な認知過程であり、また統合失調症などの精神疾患では原因帰属に偏りが生じることが知られている。非ヒト霊長類の社会的な原因帰属における他個体との相互作用に関する本研究の方法論や知見は、サルにおける社会的認知行動の理解への寄与に加え、動物においてのみ適用される詳細な計測手法・介入手法による社会的認知機能や精神疾患の解明につながると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ryutaro Kasedo, Atsuhiko Iijima, Kiyoshi Nakahara, Yusuke Adachi, Isao Hasegawa	4. 巻 10
2. 論文標題 Development of a Self-paced Sequential Letterstring Reading Task to Capture the Temporal Dynamics of Reading a Natural Language	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 26-31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14326/abe.10.26	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Sugiyama S, Adachi Y, Fujimaki S, Iijima A, Hasegawa I.
2. 発表標題 Causal attribution to agents during learning of causal relations in social circumstances in macaques
3. 学会等名 The 45th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kasedo R, Watanabe T, Iijima A, Nakahara K, Adachi Y, Homae F, Hashimoto R-i, Fukuda M, Shirozu H, Hasegawa I.
2. 発表標題 Neural basis of structuring sublexical constituents to a lexical constituent during comprehension of sequentially presented letterstrings: an fMRI study
3. 学会等名 The 45th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺卓爾, 加世堂竜太郎, 藤本蒼, 松尾健, 飯島淳彦, 足立雄哉, 長谷川功
2. 発表標題 Theta and alpha power decrease in Broca's area when lexical linguistic constituents are merged: an electrocorticographic study in epilepsy surgery
3. 学会等名 第46回日本てんかん外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Adachi, Yu Abe, Shugo Sugiyama, Shogo Fujimaki, Atsuhiko Iijima, Isao Hasegawa
2. 発表標題 Observational learning about causal relations of self's and other's events in macaques.
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuji Watanabe, Ryutaro Kasedo, Yusuke Adachi, Atsuhiko Iijima, Isao Hasegawa
2. 発表標題 Neural basis for predicting a stream of sublexical and lexical linguistic constituents during letter-by-letter sentence comprehension: an fMRI study.
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuji Watanabe, Ryutaro Kasedo, Atsuhiko Iijima, Kiyoshi Nakahara, Yusuke Adachi, Isao Hasegawa
2. 発表標題 Reading speed is explained by letter predictability based on variable-length N-grams within a lexical unit.
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryutaro Kasedo, Atsuhiko Iijima, Kiyoshi Nakahara, Yusuke Adachi, Fumitaka Homae, Ryu-ichiro Hashimoto, Masafumi Fukuda, Hiroshi Shirozu, Isao Hasegawa
2. 発表標題 Parietal lobe activations during dual-step linguistic merge of sequentially presented letterstrings: an fMRI study
3. 学会等名 The 43rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryutaro Kasedo, Atsuhiko Iijima, Kiyoshi Nakahara, Yusuke Adachi, Isao Hasegawa
2. 発表標題 Development of a Self-paced Sequential Letterstring Reading Task to Capture the Temporal Dynamics of Reading a Natural Language
3. 学会等名 生体医工学シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部湧, 足立雄哉, 田村滉樹, 齊藤孝臣, 飯島淳彦, 長谷川功
2. 発表標題 マカクザル及びヒトの質的・量的な因果構造理解に基づく自己に関わる出来事の原因帰属行動
3. 学会等名 第66回 中部日本生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kasedo R, Iijima A, Nakahara K, Adachi Y, Homae F, Hashimoto R, Yamamoto K, Fukuda M, Shirozu H, Hasegawa I
2. 発表標題 Neural activations linking dual-step merge processes during comprehension of sequentially presented letterstrings: an fMRI study.
3. 学会等名 The 42nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	長谷川 功 (Hasegawa Isao)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	川崎 圭祐 (Kawasaki Keisuke)		
研究協力者	田中 慎吾 (Tanaka Shingo)		
研究協力者	飯島 淳彦 (Iijima Atsuhiko)		
研究協力者	鈴木 隆文 (Suzuki Takafumi)		
研究協力者	南本 敬史 (Minamimoto Takafumi)		
研究協力者	阿部 湧 (Abe Yu)		

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
---------	---------