

令和 3 年 6 月 30 日現在

機関番号：32639

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06571

研究課題名（和文）前頭前野における情報の抽象化と演繹的情報創生の神経メカニズムの研究

研究課題名（英文）Neural mechanisms of data abstraction and deductive inference in the prefrontal cortex

研究代表者

坂上 雅道（SAKAGAMI, Masamichi）

玉川大学・脳科学研究所・教授

研究者番号：10225782

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 73,600,000円

研究成果の概要（和文）：報酬量推論課題を使い、サル前頭前野ニューロンの活動解析を行い、前頭前野ニューロンは刺激をカテゴリー化してコードすることにより、各刺激のカテゴリー的な意味を演繹的に敷衍していることを明らかにした。また、脳機能の新しい実験法を確立するために、DREADDを使った前頭前野→大脳基底核経路の選択的機能遮断法、大脳皮質のin vivoカルシウムイメージング法の開発を行い、ともにニホンザルへの適用に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒトが新しい情報を創造する神経メカニズムはまだ良くわかっていない。このメカニズムを明らかにすることは、AIやロボットに創造させることを可能にする。我々は、サルを使って、前頭前野ニューロンが情報の抽象化を行っており、それによって演繹的な推論が可能になっていることを突き止めた。このことは、AIやITへの応用が考えられるだけでなく、精神疾患や認知症のメカニズムの理解にも貢献すると期待できる。

研究成果の概要（英文）：We recorded neuronal activity from monkey prefrontal cortex while monkeys were performing a reward inference task. Then we found that neurons in the lateral prefrontal cortex categorically code the sensory stimulus and infer the meaning of the stimulus by means of deductive process through the categorical code. Also we have developed new methods for neuroscientific experiment using monkey. We could succeed in monitoring orientation preference and receptive field of tens of V1 neurons, simultaneously, with in vivo calcium imaging and manipulating information transmission of specific connection (here, prefrontal→striatum) by means of DREADD technique.

研究分野：神経生理学

キーワード：前頭前野 カテゴリー 抽象化 推論 演繹 カルシウムイメージング DREADD ニホンザル

1. 研究開始当初の背景

我々は、これまで、主にサルを被験体として、思考・推論の基礎となる神経メカニズムについて調べてきた。特に、新学術領域研究「予測と意思決定」(2011-2016)においては、推論課題を用いて、前頭前野ニューロンと大脳基底核線条体ニューロンの比較研究を行い、前頭前野外側部ニューロンは推移的推論ができるのに対して、線条体ニューロンは直接経験した連合学習を通してしか報酬の予測ができないことを示した (Pan et al., 2014)。さらに、この結果をもとに、前頭前野ニューロンにおける推論の計算は、信号の抽象化による情報の生成(カテゴリー化)によって可能になっているという仮説を提唱した (Tanaka et al., 2015)。本新学術領域研究では、カテゴリー推論課題遂行中のサルの前頭前野から、ニューロン記録を行い、上の仮説を証明するとともに、ニューロン集団の活動電位の多チャンネル同時記録、および、カルシウムイメージングによる複数のニューロン活動の同時記録を行うための技術開発を行い、将来の革新的神経科学研究の基盤を作る。また、神経ネットワーク機能の理解のために、DREADD法の導入も考える。

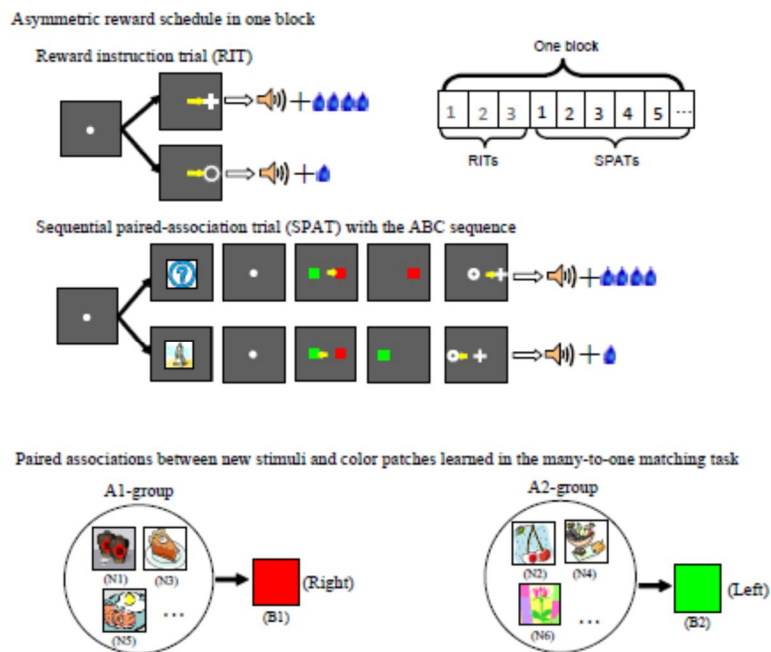
2. 研究の目的

(1) 前頭前野における推論機能のメカニズムを明らかにする。仮説としては、前頭前野で抽象化された情報が、演繹的に個々の刺激やイベントの意味に還元されるメカニズムがあると予想し、それを明らかにする実験を行う。

(2) サル用のカルシウムイメージング法の開発を行う。今回はニューロンの活動のプロパティが分かりやすいV1野を使って、その適用可能性について調べる。

3. 研究の方法

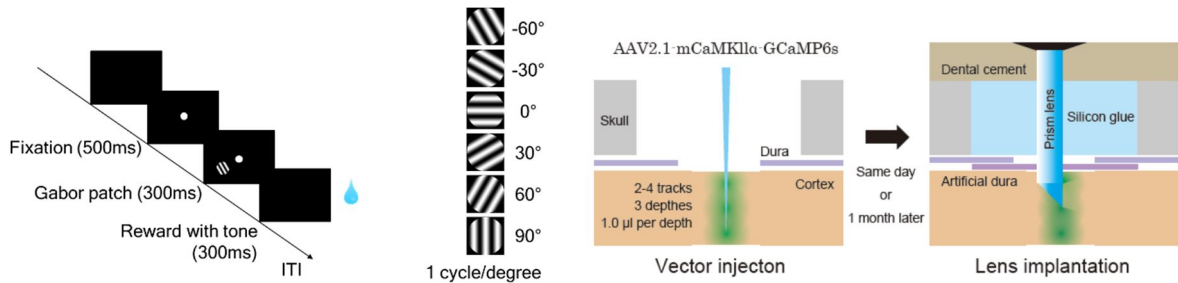
(1) 推論実験



カテゴリー推論課題(図上)をサルに学習させた。この課題では、赤または緑と連合した新奇刺激(図下)を導入しすることができ、サルは新奇刺激の報酬量を推論することができる。この課題遂行中のサル前頭前野外側部と大脳基底核線条体から、単一ニューロン用電極、あるいはマルチ電極を使って、単一ニューロン活動を記録した。

(2) カルシウムイメージング

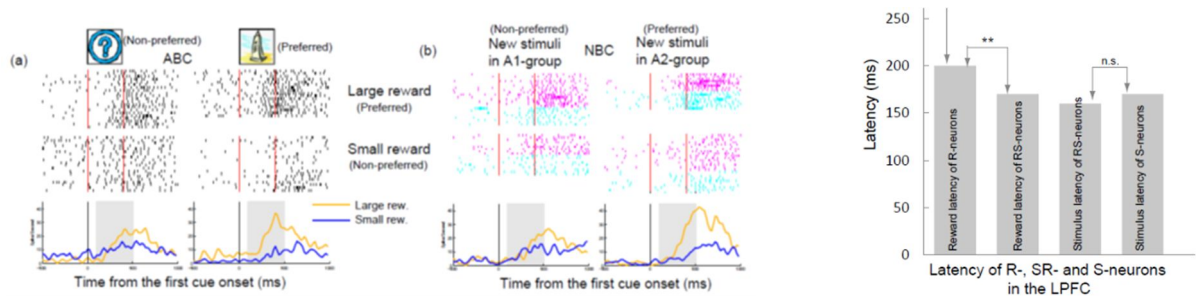
fixation 課題を学習したサルの V1 野に GCamp6s を AAV ベクターにより発現させ (vector injection) その部位に grin レンズを刺入する。その後、fixation 課題遂行中のサルに、特定の eccentricity で特定の orientation を持つ視覚刺激を提示し、そのカルシウム応答を調べる。



4. 研究成果

(1) 推論実験

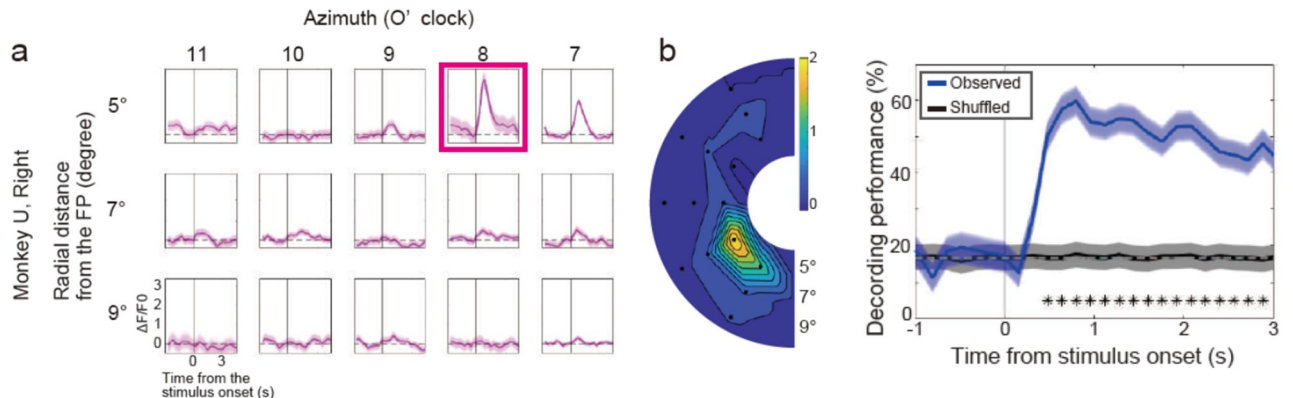
前頭前野外側部の多くのニューロンは視覚刺激の呈示に反応する (S ニューロン) が、そのほとんどは、視覚刺激の物理的特性ではなく、課題で形成されたカテゴリーに対して反応していた (A1 グループまたは A2 グループ)。前頭前野外側部には、視覚刺激と報酬情報の組み合わせに反応するニューロン (SR ニューロン) もあるが、SR ニューロンの視覚反応性もカテゴリー反応であった (下図左)。報酬情報にだけ反応するニューロンもあるが、この 3 種類のニューロンの刺激に対する反応潜時は、 $S = SR < R$ となっており (下図右)、前頭前野のニューロンはこの順に情報が伝達されていることが示唆された。



以上の結果は、前頭前野外側部では、刺激のカテゴリーをコードするニューロンが、特定の意味情報 (この場合は報酬量) と結びつくことによって、カテゴリーを介して新奇刺激も意味情報にアクセスできることを示している (現在、2 本の論文が Revision 中)。

(2) カルシウムイメージング

V1 野のニューロンは、その場所によって受容野や orientation の preference が決まっていることが、これまでの単一ニューロン活動記録で知られているが、我々のカルシウムイメージング実験でも、単一ニューロン活動の結果と同様の結果を得ることができた (下図左)。さらに、同時記録できたニューロンの活動からデコーディングを行うことにも成功した (下図右)。今後、この技術を前頭前野の記録実験にも使用する予定である。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件/うち国際共著 11件/うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Tanaka Shingo, O' Doherty John P., Sakagami Masamichi	4. 巻 10
2. 論文標題 The cost of obtaining rewards enhances the reward prediction error signal of midbrain dopamine neurons	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11334-2	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 該当する
1. 著者名 Nishina K, Takagishi H, Fermin ASR, Inoue-Murayama M, Takahashi H, Sakagami M, Yamagishi T	4. 巻 13(10)
2. 論文標題 Association of the oxytocin receptor gene with attitudinal trust: role of amygdala volume	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Social Cognitive and Affective Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1091-1097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/scan/nsy075	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 該当する
1. 著者名 Fan H, Pan X, Wang R, Sakagami M	4. 巻 12
2. 論文標題 Differences in reward processing between putative cell types in primate prefrontal cortex	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLoS ONE	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) 10.1371/journal.pone.0189771	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 該当する
1. 著者名 Toshio Yamagishi, Yang Li, Alan S. R. Fermin, Ryota Kanai, Haruto Takagishi, Yoshie Matsumoto, Toko Kiyonari & Masamichi Sakagami	4. 巻 7
2. 論文標題 Behavioural Differences and Neural Substrates of Altruistic and Spiteful Punishment	5. 発行年 2017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) 10.1038/s41598-017-15188-w	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 該当する

1. 著者名 Yamagishi T, Matsumoto Y, Kiyonari T, Takagishi H, Li Y, Kanai R, Sakagami M	4. 巻 114(24)
2. 論文標題 Response time in economic games reflects different types of decision conflict for prosocial and proself individuals	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6. 最初と最後の頁 6394-6399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1608877114	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 該当する

1. 著者名 Chen YY, Pan XC, Wang RB, Sakagami M	4. 巻 69
2. 論文標題 Reward information encoded by power of local field potentials in the primate prefrontal Cortex and striatum	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sheng Li Xue Bao	6. 最初と最後の頁 385-396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 該当する

1. 著者名 Yamada H, Inokawa H, Hori Y, Pan X, Matsuzaki R, Nakamura K, Samejima K, Shidara M, Kimura M, Sakagami M, Minamimoto T	4. 巻 105
2. 論文標題 Characteristics of fast-spiking neurons in the striatum of behaving monkeys	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Neuroscience research	6. 最初と最後の頁 2-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2015.10.003	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 該当する

1. 著者名 Zhang Y, Pan X, Wang R, Sakagami M	4. 巻 10(3)
2. 論文標題 Functional connectivity between prefrontal cortex and striatum estimated by phase locking value	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Cognitive neurodynamics	6. 最初と最後の頁 245-254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11571-016-9376-2	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 該当する

1. 著者名 Taylor JE, Ogawa A, Sakagami M	4. 巻 107
2. 論文標題 Reward value enhances post-decision error-related activity in the cingulate cortex	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Neuroscience research	6. 最初と最後の頁 38-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2015.12.009	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 該当する

1. 著者名 Kameda T, Inukai K, Higuchi S, Ogawa A, Kim H, Matsuda T, Sakagami M	4. 巻 113 (42)
2. 論文標題 Rawlsian maximin rule operates as a common cognitive anchor in distributive justice and risky decisions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6. 最初と最後の頁 11817-11822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1602641113	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 該当する

1. 著者名 Tanaka S, Oguchi M, Sakagami M.	4. 巻 68 (11)
2. 論文標題 Cognitive Functions in the Prefrontal Association Cortex; Transitive Inference and the Lateral Prefrontal Cortex	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Brain and Nerve	6. 最初と最後の頁 1263-1270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1416200590	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 -

1. 著者名 Lak A, Nomoto K, Keramati M, Sakagami M, Kepecs A	4. 巻 27 (6)
2. 論文標題 Midbrain Dopamine Neurons Signal Belief in Choice Accuracy during a Perceptual Decision	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Current biology	6. 最初と最後の頁 821-832
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2017.02.026	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 該当する

[学会発表] 計39件(うち招待講演 21件/うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Mineki Oguchi, Shingo Tanaka, Xiaochuan Pan, Takefumi Kikusui, Shigeki Kato, Kazuto Kobayashi, and Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Reveals the Inhibitory Function of the Prefronto-striatal Pathway in the Macaque Brain
3. 学会等名 The International Basal Ganglia Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami., John O'Doherty., Shingo Tanaka
2. 発表標題 Enhancement of the reward prediction error signal of midbrain dopamine neuron by the cost of obtaining the reward
3. 学会等名 ICCN 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Enhancement of the reward prediction error signal of midbrain dopamine neuron by the cost of obtaining the reward
3. 学会等名 Society for Neuro Economics Dublin (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mineki Oguchi, Shingo Tanaka, Xiaochuan Pan, Takefumi Kikusui, Keiko Moriya-Ito, Shigeki Kato, Kazuto Kobayashi, Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Reveals the Inhibitory Function of the Prefronto-striatal Pathway in the Macaque Brain
3. 学会等名 Annual meeting of the Society for Neuroscience 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Neuronal mechanisms on inductive abstraction and deductive generation of information
3. 学会等名 The 7th Research Area Meeting of Scientific Research on Innovative Areas: Artificial Intelligence and Brain Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mineki Oguchi, Shingo Tanaka, Xiaochuan Pan, Takefumi Kikusui, Keiko Moriya-Ito, Shigeaki Kato, Kazuto Kobayashi, Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Reveals the Inhibitory Function of the Prefronto-striatal Pathway in the Macaque Brain
3. 学会等名 Scientific Research on Innovative Areas: Artificial Intelligence and Brain Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Value decoding from Electro-Cortico-Graphic signals in monkey prefrontal cortices
3. 学会等名 The 6th CiNet Conference: Brain-Machine Interface-Medical Engineering based on Neuroscience (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 サル前頭前野皮質脳波信号からの価値情報のデコーディングとニューロフィードバックによる価値情報の変更
3. 学会等名 新学術領域研究「人工知能と脳科学」「適応回路シフト」合同領域会議 研究戦略ワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mineki Oguchi, Takehiko Ito, Jiasen Jiang, Kensaku Nomoto, Takefumi Kikusui, Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Microendoscopic calcium imaging from the prefrontal cortex of awake macaque monkey
3. 学会等名 The Joint Research Area Meeting Scientific Research on Innovative Areas: "Artificial Intelligence and Brain Science" and "Adaptive Circuit Shift"
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小口峰樹、坂上雅道
2. 発表標題 ウイルスベクター二重遺伝子導入法を用いた化学遺伝学的不活化によるマカク前頭前野-線条体回路の機能解明
3. 学会等名 平成30年度第1回大脳基底核機能研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishina K., Inoue-Murayama M., Takahashi H., Sakagami M., Matsuda T., Yamagishi T., Takagishi H
2. 発表標題 Oxytocin receptor gene regulates resting-state functional connectivity of attitudinal trust
3. 学会等名 HBES Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Introduction of Japan-U.S.Brain Research Cooperative Program(BRCP)
3. 学会等名 The 41th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Value Decoding from ElectroCorticoGraphic Signals in Monkey Prefrontal Cortices and its Modulation by Decoded Neurofeedback
3. 学会等名 The 41th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小口峰樹 坂上雅道
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Elucidates the Function of the Prefronto-striatal Circuit in the Macaque Brain
3. 学会等名 国際ワークショップ「遺伝子導入技術の利用による霊長類脳機能操作とイメージング」(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Decoding value-related signal represented in multiple areas of the prefrontal cortex using ECoG electrode
3. 学会等名 The 4th Conference on Cognitive Neurodynamics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仁科国之・高岸治人・井上・村山美穂・高橋英彦・坂上雅道・山岸俊男・松田哲也
2. 発表標題 オキシトシン受容体遺伝子多型と一般的信頼の関連
3. 学会等名 日本社会心理学会第59回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 意思決定に関わる2つの神経回路と向社会性
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Neuronal mechanisms on inductive abstraction and deductive generation of information
3. 学会等名 The 5th Research Area Meeting Scientific Research on Innovative Areas: Artificial Intelligence and Brain
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mineki Oguchi Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Reveals the Inhibitory Function of the Prefronto-striatal Pathway in the Macaque Brain
3. 学会等名 Workshop "Genetic technologies for systems neuroscience in non-human primates" (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Chemogenetic Inactivation Using Double Virus Vector Infection Revealed the Function of the Prefronto-striatal Pathway in the Macaque Brain
3. 学会等名 HangZhou Forum on Cognitive Neuroscience and Intelligent Application (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takagishi, H., Sakagami, M., & Yamagishi, T
2. 発表標題 Social Value Orientation is Associated with the Role of Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Prosocial Behavior
3. 学会等名 The 19th annual meeting of the Society for Personality and Social Psychology, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Multiple Neural Circuits In Value-based Decision Making
3. 学会等名 Brain Engineering Society of Korea(BESK) Brain AI Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Decoding the value related signal represented in multiple areas of the prefrontal cortex using ECoG electrodes
3. 学会等名 Joint Workshop on AI Flagship Project for Interaction & Emotion and AI & Brain Science project 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仁科国之・高岸治人・井上・村山美穂・高橋英彦・坂上雅道・山岸俊男
2. 発表標題 向社会的行動の遺伝的基盤
3. 学会等名 日本人間行動進化学会第10回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仁科国之・高岸治人・井上-村山美穂・高橋英彦・坂上雅道・山岸俊男
2. 発表標題 アルギニンバソプレシン受容体遺伝子と向社会的行動の関連
3. 学会等名 第7回社会神経科学研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tanaka S, Kawasaki K, Hasegawa I, Suzuki T, Kawato M and Sakagami M
2. 発表標題 Elucidating the role of the macaque lateral prefrontal cortex for the value-based decision making using the decoded neurofeedback
3. 学会等名 Real-time Functional Neuroimaging and Neurofeedback 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tanaka S, Kawasaki K, Hasegawa I, Suzuki T, Kawato M and Sakagami M.
2. 発表標題 Spatial and temporal distribution of value-related and the visual information in the macaque lateral ptefrontal cortex
3. 学会等名 The 47th annual meeting of the Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Dissociable functions of reward inference in the lateral prefrontal cortex and the striatum
3. 学会等名 The 44th Naito Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tanaka S, Kawasaki K, Hasegawa I, Suzuki T, Kawato M and Sakagami M
2. 発表標題 Distribution of value related information in the multiple areas of the macaque prefrontal cortex
3. 学会等名 The 40th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 Categorical coding of stimulus and inference of the value in the monkey lateral prefrontal cortex
3. 学会等名 Max Prank Institute Germany (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 ategorical Coding of Stimulus and Inference of the Value in the Monkey Lateral Prefrontal Cortex
3. 学会等名 Joint Workshop on AI and Neuroscience (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamichi Sakagami
2. 発表標題 The reward prediction error signal of midbrain dopamine neuron is modulated by the cost paid for the reward
3. 学会等名 The Forum on Cognitive Neuroscience Frontier 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中慎吾、小口峰樹、坂上雅道
2. 発表標題 Elucidating the Function of the Prefronto-striatal Circuit of the Macaque Brain Using the Double Virus Vector Infection
3. 学会等名 第39回日本神経科学大会（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 Signal Interaction between Primate Prefrontal Cortex and Striatum in Asymmetric Reward Task
3. 学会等名 The third Conference on Cognitive Neurodynamics（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 Elucidating the Function of the Prefronto-striatal Circuit of the Macaque Brain Using the Double Virus Vector Infection
3. 学会等名 Rochester Conte Center Symposium（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 脳と心の接点を探る研究の最前線
3. 学会等名 日本理論心理学会第62回大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小口峰樹 坂上雅道
2. 発表標題 Elucidating the Function of the Prefronto-striatal Circuit of the Macaque Brain Using the Double Virus Vector Infection
3. 学会等名 NHP Chemogenetics workshop (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 Decoding The Value Of Juice From Electrographic Signals In Monkey Prefrontal Cortices And Its Modulation Through The Decoded Neurofeedback
3. 学会等名 Australasian Neuroscience Society 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂上雅道
2. 発表標題 意思決定に関わる2つの神経回路とその相互作用
3. 学会等名 「精神発達障害から考察するdecision makingの分子的基盤」2016年度第1回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田中慎吾 坂上雅道	4. 発行年 2017年
2. 出版社 人工知能	5. 総ページ数 1025
3. 書名 推移的推論の脳メカニズム - 汎用人工知能の計算理論構築をめざして -	

〔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
連携研究者	小口 峰樹 (OGUCHI Mineki) (30597258)	玉川大学・脳科学研究所・特任准教授 (32639)	

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