

令和 4 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05876

研究課題名（和文）階層的な動的ネットワークの構築

研究課題名（英文）Building a hierarchical dynamic network

研究代表者

森田 賢治（Morita, Kenji）

東京大学・大学院教育学研究科（教育学部）・准教授

研究者番号：60446531

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 61,620,000円

研究成果の概要（和文）：本研究における主な成果は以下の(i)～(iv)である。(i)代表者森田グループは、忘却（減衰）を含む強化学習・大脳皮質基底核-ドーパミン系のモデルの解析により、モチベーションに関わる背景機構を提案するなどの成果を得た。(ii)分担者郡グループは、階層的な振動子ネットワークの数理モデルを構築し、その機能を解析した。(iii)分担者藤澤グループは、動物が出来事の経験や社会性行動を行うとき、その情報処理において海馬オシレーションが重要な役割を果たすことを解明した。(iv)分担者永瀬グループは、認知的負荷と時間の無意識下の意思決定を調べた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

上記主な成果(i)～(iv)の意義は以下の通りである。(i)の成果は、モチベーションの、価値学習・価値に基づく意思決定の神経機構を踏まえた理解に貢献し得ると考える。(ii)の成果は、時差ボケなどの人間の運動・活動において、振動子ネットワークの階層的構造が果たす役割について理論的に洞察を与えた。(iii)の成果は、脳における記憶形成におけるネットワーク・オシレーションの役割の解明に大きく貢献するものである。(iv)の成果により、認知的負荷に基づく意思決定と時間との関係への理解が深まった。

研究成果の概要（英文）：The main results are (i) to (iv) below. (i) Morita group obtained results such as proposing a background mechanism related to motivation by analyzing a model of reinforcement learning and cortico-basal ganglia-dopamine system assuming forgetting (decay). (ii) Kori group constructed several models of oscillator networks with hierarchical structure and analyzed their functions. (iii) Fujisawa group revealed the important roles of theta oscillation on the information process during experiences of event sequences or social observations. (iv) Nagase group studied the choice based on time and mental effort without awareness.

研究分野：計算論的神経科学

キーワード：階層性 同期現象 神経回路 数理モデル 生理学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

生体システムには多様な時間・空間スケールの発振・振動現象が見られ、ヒューマンネイチャーの様々な階層に関わることが示唆されてきた。しかし、発振・振動の構造・機構や機能との関わりについて、階層を跨いだ理解は未だ進んでいない部分が多かった。

2. 研究の目的

本研究は、発振・振動の空間・時間的多階層性の構造や異なる階層間の相互作用、およびそれらの脳・身体機能との関わりを、数理モデリング・理論構築と実験的解析・検証を組み合わせることで明らかにしていくことを目的とした。より具体的には、大脳皮質/海馬-基底核・中脳神経回路における多階層の発振・振動と学習・意思決定・行動制御機能との関わりや、概日リズム、歩行、呼吸などの生体リズムと生体恒常性機能との関わりなどに焦点を当てた。領域内他班との交流を通して、実験・理論の密な協働による効果的な研究サイクルの確立、および疾患機序の数理的理解と、それに基づく診断・治療法の探索を目指した。

3. 研究の方法

(1)大脳皮質・基底核の階層的神経回路の動作と認知・学習・情動機構の探求(担当:森田)
(2)階層内・階層間同期ダイナミクスの数理モデル(担当:郡)(3)階層性ネットワークの電気生理学的検証(担当:藤澤)(4)実際の人間の意思決定についての実験・解析による探求(担当:永瀬)という四つの研究項目を設けた。(1)については、数理モデル構築・シミュレーション・数理解析・ヒトにおける実験データのモデルフィッティング解析など、(2)については、数理モデル構築・シミュレーション・数理解析・データ解析、(3)については、ラット海馬における大規模神経活動記録・数理解析、(4)については、ヒトの行動実験パラダイムの開発・行動実験・データ解析・数理モデリングを用いて研究を遂行した。

4. 研究成果

上記研究項目(1)については、主に以下の(a)~(d)の成果が得られた。

(a)学習された価値の忘却(シナプスの結合強度の減衰)を考えた大脳皮質-基底核-ドーパミン系のモデルによって報酬を目指した自己ペースの行動の速さ(モチベーション)等に関わる実験結果の背景にあるメカニズムを探索し、強化学習モデルに非線形力学系の分岐解析を組み合わせた解析により、それらのメカニズムに関して新奇な可能性を見出した。また、このモデルを拡張してドーパミンとエフォートの関係についての実験結果がいかに説明できるかを調べ、行動の反応時間についての実験結果が、ドーパミン系の阻害・減弱による二次的影響としてドーパミン細胞への報酬を表す入力ゲインの増加が起こることを仮定することによって説明し得ることなどを示した。

(b)島根大(当時)の永瀬らとの共同研究で、変動する状況下での認知的負荷回避の機構の、行動のモデルフィッティング(強化学習型のモデルや確率的な選択を行うモデルなど)およびfMRI解析(強化学習モデルの変数に相関するシグナル変化を示す領域の探索)を用いた探求を進めた。その結果、強化学習モデルにおける、認知的負荷に対するメンタルエフォートコストの予測に対応する変数と相関する領域などが同定された。

(c)最近の実験知見を踏まえて、森田らが以前に提案した、報酬予測誤差計算の神経回路機構についての仮説を改訂したものを提案した。具体的には、報酬・価値の関わる学習・意思決定行動に際しての大脳基底核線条体におけるアデノシン産生の制御、および、線条体の間接路細胞(ドーパミンD2受容体発現細胞)において発現するアデノシンA2A受容体の作動について、文献に基づいて検討を行い、報酬予測誤差の計算および誤差に基づく学習に関する新たな可能性を提案した。さらに、このモデルに関して、アウトカムの良さ・悪さを変化させた場合に各経路のシナプス荷重がどのように変化するかについてのシミュレーションを行った。また、ドーパミンおよびアデノシンの時間変化様態についての検討や、皮質基底核神経回路中の各シナプスの短期可塑性の性状を踏まえて、アウトカムの良さおよび悪さに関する二次の学習がいかに行われ得るかについての検討を行った。

(d) 森田グループの野村が、自発的な瞬目の間隔の分布を再現しうるようなモデルとして、変化する閾値を伴う積分発火型の数理モデルを提案した。

(2) については、成果は次の2つに大別される。(a) 振動性の神経活動や、それに類似したシステムに関する様々なモデルを開発し、階層内・階層間同期ダイナミクスを解析した。(b) 実験データから正確な振動位相変化を抽出する手法を開発し、その手法に基づいた領域間結合強度推定の方法を開発した。

(a) について、まず、哺乳類概日リズムに関する研究[Kori et al., 2017]について説明する。概日リズムは神経細胞集団が構成する組織である視交叉上核によって制御されている。視交叉上核は少なくとも入力層と出力層の階層を持ち、また、出力層は複数の商旅域で構成されていると考えられていた。時差ボケ時の視交叉上核の状態に関する実験データより、出力層は機能的に少なくとも2グループに別れており、その間の同期ダイナミクスが時差ボケの理解に必要なと考えられた。そこで入力層および2つの出力層で構成される数理モデルを作成し、このモデルが様々な実験データを説明できることを示した。さらに、時差を経験するとき、その半分を1日先行して与えると、新しい時間帯に早く順応できることを数理モデルで予言し、マウスの実験によってそれを実証した。

(a) では、また、本新領域内の公募班であった本田学氏による人間の行動の同期活動に関する研究に触発され、振動子ネットワーク構造における同期ダイナミクスのゆらぎとネットワーク構造に関する研究を行った[Katoh, Kori, 2020]。様々なタイプのネットワークにおいて、ゆらぎを低減させるような構造を明らかにした。

(a) では他にも、神経細胞と類似した機構によって振動する化学反応系にみられる特殊な同期ダイナミクスを、数理モデルの構築と実験検証によって明らかにする研究を行った[Kori et al., 2018]。

(b) 本新領域では振動性の神経活動や脳波データの解析が重要課題の1つとしてあった。本研究ではそのようなデータから領域間の相互作用強度を同定する手法の開発に取り組んだ。ヒルベルト変換をベースにした新しい位相推定手法を開発し、それによって高精度で相互作用強度を同定することに成功した。この成果は投稿準備中である。

(3) については、階層的ネットワークモデルの電気生理実験による検証を目的とする研究を行った。主に、海馬系回路の階層ネットワーク数理モデルを検証するため、海馬領域にシリコンプローブ電極を脳内に埋入して、課題行動中に大規模細胞外電気生理学記録実験を行った。海馬ネットワークでは、オシレーションが記憶情報処理において重要な役割を示すことが知られている。本研究では、主に以下の二つの研究成果を得た。

出来事の順序を記憶するメカニズムの解明 (Terada et al., 2017): 私たちが日常の出来事を記憶するとき、それぞれの出来事の内容に加えて、その出来事の起きた順序を覚えることができる。このように経験した出来事の時系列情報を記憶することはエピソード記憶の重要な要素の一つであるが、どのような神経回路メカニズムで経験した出来事の内容や順序を記憶しているかは解明されていなかった。本研究では、音の情報と匂いの情報をそれぞれ順番にラットに与え、その情報の組み合わせによって右レバーか左レバーかを選ぶ「組み合わせ弁別課題」を学習させた。そのときの海馬神経ネットワークの活動を超小型高密度電極にて記録したところ、海馬の神経細胞の中に音や匂いなどそれぞれの情報に対して選択的に活動する細胞を発見し、これを「イベント細胞」と名付けた。ところで、海馬では、神経細胞の集団の同期活動により生じる強い脳波(シータ波)が観測されることが知られている。そこで、この出来事の内容を記憶しているイベント細胞が、シータ波のどのタイミングで活動しているかを調べたところ、海馬の神経細胞は、シータ波の位相によって過去・現在・将来の出来事の順序を圧縮して表現していることが明らかになった。この研究によって、海馬の個々のイベント細胞は、その活動の強さによって出来事の内容を表現し、その活動のタイミングによって出来事の順序を表現していることが明らかになった。この研究において、出来事とその時系列の情報を記憶するにあたり、海馬ネットワークのオシレーションが重要な機能を有することを解明した。

他者の空間位置を認識するメカニズムの解明 (Danjo et al., 2018): 本研究では、社会的環境におかれているラットがどのように他者の空間的位置を認識しているのかのメカニズムを、神経生理学手法を用いて研究した。この研究では、「他者観察課題」という行動課題を用いた。この行動課題では、2匹のラット(自己ラットと他者ラット)を用いるが、自己ラットは他者ラットの動きを観察することで報酬がもらえる場所を知ることができるというものである。この課題を行っているときの自己ラットの海馬における神経細胞の活動を、超小型高密度電極を用

いて記録した。この結果、海馬において、自己の位置を認識する標準的な場所細胞に加え、他者の位置を認識する神経細胞が存在することを発見した。さらに、他者場所細胞は、海馬のシータ波によってその活動が強く制御され、かつ位相前進と呼ばれる現象を示すことを明らかにした。この研究において、社会性行動の情報処理についても、海馬ネットワークのオシレーションが重要な役割を果たしていることを解明した。

(4)については、ヒトの無意識下における、認知的負荷に基づく意思決定・学習と時間の関係を調べた。新規に行動実験パラダイムを開発し、行動実験を実施した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Kenji Morita, Yasuo Kawaguchi	4. 巻 12
2. 論文標題 A Dual Role Hypothesis of the Cortico-Basal-Ganglia Pathways: Opponency and Temporal Difference Through Dopamine and Adenosine	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neural Circuits	6. 最初と最後の頁 111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncir.2018.00111	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 Ryota Nomura, Ying-Zong Liang, Kenji Morita, Kantaro Fujiwara, Tohru Ikeguchi	4. 巻 13
2. 論文標題 Threshold-varying integrate-and-fire model reproduces distributions of spontaneous blink intervals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0206528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0206528	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 H. Kori, I.Z. Kiss, S. Jain, J.L. Hudson	4. 巻 28
2. 論文標題 Partial synchronization of relaxation oscillators with repulsive coupling in autocatalytic integrate-and-fire model and electrochemical experiments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chaos	6. 最初と最後の頁 045111-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5022497	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 Asako Mitsuto Nagase, Keiichi Onoda, Jerome Clifford Foo, Tomoki Haji, Rei Akaishi, Shuhei Yamaguchi, Katsuyuki Sakai, and Kenji Morita	4. 巻 38
2. 論文標題 Neural Mechanisms for Adaptive Learned Avoidance of Mental Effort	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 2631-2651
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.1995-17.2018	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 Kenji Morita and Ayaka Kato	4. 巻 5
2. 論文標題 A Neural Circuit Mechanism for the Involvements of Dopamine in Effort-Related Choices: Decay of Learned Values, Secondary Effects of Depletion, and Calculation of Temporal Difference Error	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eNeuro	6. 最初と最後の頁 0021-18.2018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/ENEURO.0021-18.2018	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 Kaori Sugimura, Hiroshi Kori	4. 巻 7
2. 論文標題 A reduced cell-based phase model for tissue polarity alignment through global anisotropic cues	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 17466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-17611-8	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 Satoshi Terada, Yoshio Sakurai, Hiroyuki Nakahara, Shigeyoshi Fujisawa	4. 巻 94
2. 論文標題 Temporal and rate coding for discrete event sequences in the hippocampus	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neuron	6. 最初と最後の頁 1248-1262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuron.2017.05.024	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 A. Isomura, H. Kori, R. Kageyama	4. 巻 43
2. 論文標題 Segmentation Genes Enter an Excited State	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Developmental cell	6. 最初と最後の頁 121-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.devcel.2017.10.008	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 S. Koinuma, H. Kori, I.T. Tokuda, K. Yagita, Y. Shigeyoshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Transition of phase response properties and singularity in the circadian limit cycle of cultured cells	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS one	6. 最初と最後の頁 e0181223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0181223	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 Y. Murayama, H. Kori, C. Oshima, T. Kondo, H. Iwasaki, H. Ito	4. 巻 114
2. 論文標題 Low temperature nullifies the circadian clock in cyanobacteria through Hopf bifurcation	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 5641-5646
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1620378114	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 H. Kori, Y. Yamaguchi, H. Okamura	4. 巻 7
2. 論文標題 Accelerating recovery from jet lag: prediction from a multi-oscillator model and its experimental confirmation in model animals	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 46702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep46702	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 A. Isomura, F. Ogushi, H. Kori, R. Kageyama	4. 巻 31
2. 論文標題 Optogenetic perturbation and bioluminescence imaging to analyze cell-to-cell transfer of oscillatory information	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Genes & Development	6. 最初と最後の頁 524-535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/gad.294546.116.	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 Danjo T, Toyoizumi T, Fujisawa S.	4. 巻 359
2. 論文標題 Spatial representations of self and other in the hippocampus.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 213-218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aao3898	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 Morita Kenji, Jitsev Jenia, Morrison Abigail	4. 巻 311
2. 論文標題 Corticostriatal circuit mechanisms of value-based action selection: Implementation of reinforcement learning algorithms and beyond	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 110 ~ 121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2016.05.017	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 Foo Jerome C., Nagase Kohei, Naramura-Ohno Sawako, Yoshiuchi Kazuhiro, Yamamoto Yoshiharu, Morita Kenji	4. 巻 8
2. 論文標題 Rank among Peers during Game Competition Affects the Tendency to Make Risky Choices in Adolescent Males	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 8:16:00
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2017.00016	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 Kenji Morita, Yasuo Kawaguchi	4. 巻 42
2. 論文標題 Computing reward-prediction error: an integrated account of cortical timing and basal-ganglia pathways for appetitive and aversive learning	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 European Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 2003-2021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ejn.12994	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 Ayaka Kato, Kenji Morita	4. 巻 12
2. 論文標題 Forgetting in reinforcement learning links sustained dopamine signals to motivation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PLOS Computational Biology	6. 最初と最後の頁 e1005145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pcbi.1005145	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23件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Hiroshi Kori
2. 発表標題 Circadian Rhythm Stops via Hopf Bifurcation: In Vitro Experiments and Molecular-Level Theoretical Interpretation
3. 学会等名 Gordon Research Conference: Oscillations and Dynamic Instabilities in Chemical Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郡宏
2. 発表標題 体内時計と時差ボケを巡る数理と実験の協働研究
3. 学会等名 明治大学現象数理学共同研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郡宏
2. 発表標題 生物リズムを巡る実験と理論の協働
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeyoshi Fujisawa
2. 発表標題 Hippocampal encoding of spatial information of self and other
3. 学会等名 9th FAOPS Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigeyoshi Fujisawa
2. 発表標題 Representations of spatial information of self and other in the hippocampus
3. 学会等名 2nd Interdisciplinary Navigation Symposium (iNAV) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉村佳織, 郡宏
2. 発表標題 実験データに基づく平面内細胞極性の細胞形状依存性の理論研究
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤由里子, 郡宏
2. 発表標題 同期するリズムミクな動作の数理モデル
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲垣志帆, 郡宏
2. 発表標題 振動子集団の時系列解析におけるフィルタの効果
3. 学会等名 日本物理学会2018年春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松尾早紀, 郡宏
2. 発表標題 概日的行動リズムを記述する多振動子モデル
3. 学会等名 日本物理学会2018年春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村山依子, 郡宏, 岩崎秀雄, 伊藤浩史
2. 発表標題 概日周期を持つ生化学反応系の温度変化による振動停止と共鳴
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shigeyoshi Fujisawa
2. 発表標題 Theta oscillations support temporal coding for event sequences in the hippocampus
3. 学会等名 The 4th CiNet Conference: Neural oscillation and functional connectivity: from anatomy to perception (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeyoshi Fujisawa
2. 発表標題 Temporal and rate coding in hippocampus and PFC for multimodal integration
3. 学会等名 Spring Hippocampal Research Conference 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ayaka Kato & Kenji Morita
2. 発表標題 Forgetting in reinforcement learning reconciles the two roles of dopamine:reward prediction error and motivational drive
3. 学会等名 Neuroscience 2016 (Annual Meeting of the Society for Neuroscience) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森田賢治
2. 発表標題 ドーパミンと強化学習の動的平衡について
3. 学会等名 第94回日本生理学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郡宏
2. 発表標題 生物リズム集団の同期ダイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会 第72回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤澤茂義
2. 発表標題 海馬シータ波位相前進による時間順序の表現
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト 冬のシンポジウム2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ayaka Kato, Kenji Morita
2. 発表標題 Potential mechanistic account for the suggested relationship between the ramping dopamine signal and sustained motivational drive: a study of reinforcement
3. 学会等名 Bernstein Conference 2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Masashi Kondo, Mieko Morishima, Yasuo Kawaguchi, Kenji Morita
2. 発表標題 Multi-compartmental models of corticopontine and crossed-corticostriatal neurons of Rat frontal cortex
3. 学会等名 Bernstein Conference 2015 (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Ayaka Kato, Kenji Morita
2. 発表標題 Forgetting in reinforcement learning reconciles the two roles of dopamine:reward prediction error and motivational drive
3. 学会等名 Neuroscience 2016 (Annual Meeting of the Society for Neuroscience) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 酒向美帆
2. 発表標題 性質の異なる二つの興奮性媒質の接触面での特異性
3. 学会等名 日本物理学会第71回年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shigeyoshi Fujisawa
2. 発表標題 Spatial representations for self and other in the hippocampus
3. 学会等名 40th Winter Conference on Learning and Memory (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Asako Mitsuto Nagase, Shuhei Yamaguchi, Ritsuko Hanajima, Kenji Morita
2. 発表標題 Avoidance of Delayed Mental Effort Cost without Awareness
3. 学会等名 17th Society for Neuroeconomics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永瀬麻子、小野田慶一、森田賢治、川越敏和、山口修平、花鳥律子、赤石れい
2. 発表標題 不確実でダイナミックに変化する環境で認知的負荷のコストの予測値はいつ更新されるのか
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会/第1回 CJK 国際会議
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Shigeyoshi Fujisawa	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 793
3. 書名 The Physics of the Mind and Brain Disorders: Integrated Neural Circuits Supporting the Emergence of Mind, Chapter 11: Slow Oscillation in Prefrontal Cortex Underlying Local Computations and Large-Scale Interactions	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>郡研究室ホームページ http://www.is.ocha.ac.jp/~kori_lab/ 出来事の順序を記憶する仕組みの発見 http://www.riken.jp/pr/press/2017/20170609_1/ 他者の空間位置を認識する仕組みを発見 http://www.riken.jp/pr/press/2018/20180112_1/</p>

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	郡 宏 (Kori Hiroshi) (80435974)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 (12601)	
研究分担者	藤澤 茂義 (Fujisawa Shigeyoshi) (20589395)	国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・チームリーダー (82401)	
研究分担者	永瀬 麻子 (Nagase Asako) (40826658)	鳥取大学・医学部・特別研究員 (PD) (15101)	

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