

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03385

研究課題名(和文) 内的時間意識の比較認知神経科学

研究課題名(英文) Comparative Cognitive Neuroscience on Time Perception

研究代表者

兔田 幸司 (Toda, Koji)

慶應義塾大学・文学部(三田)・助教

研究者番号：60794948

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)：本研究においては、時間の知覚に対するムスカリン性およびニコチン性のアセチルコリン受容体の阻害の影響を調べた。頭部固定を用いた実験系においても、ムスカリン性アセチルコリン受容体の阻害は時間予測のばらつきを増加させた。ニコチン性アセチルコリン受容体の阻害は時間予測に影響を与えなかった。時間情報と空間情報に基づく頭部固定による逆転学習課題を新しく開発し、マウスがこの課題を短期間の訓練で学習することを明らかにした。また、時間知覚課題遂行中の瞳孔、目の大きさ、瞬きなどの生理指標の測定を行なうことにより、時間の知覚に伴う生理指標の変化についても明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「時間とは何か」という疑問は、古来より、心理学者だけではなく、芸術家、小説家、哲学者、科学者、そして一般高等市民の心を捉えてやむことのなかった、根元的で深遠な、人類史上の最重要課題の一つである。その「時間」を認識する心や意識の働きとされるような認知機能が、物質である脳の電気化学的な活動の結果として、どのように生じているのかという疑問は、現代においても依然として謎に包まれたままである。こうした「時間の認識」は、視覚や聴覚など他の知覚系とは異なり、時間だけを処理する受容体や、時間の情報のみを担っている脳の部位が存在しない。本研究では、時間の知覚を生み出す神経基盤について解明した。

研究成果の概要(英文)：In this project, we examined the effects of muscarinic and nicotinic acetylcholine receptor blockade on the perception of time in mice. Inhibition of muscarinic acetylcholine receptors increased the variability of time prediction with head-fixed mice. Inhibition of nicotinic acetylcholine receptors did not affect time prediction. We developed a new reversal learning task with head fixation based on temporal and spatial information and found that mice learned this task within a short period of training. We also measured physiological indices such as pupil, eyelid size, and eye blink during the time perception task, and found that these physiological indices changed with time perception.

研究分野：行動神経科学

キーワード：時間 学習 記憶 薬理 アセチルコリン 頭部固定 条件づけ マウス

## 1. 研究開始当初の背景

「時間とは何か」という疑問は、古来より、心理学者だけではなく、芸術家、小説家、哲学者、科学者、そして一般高等市民の心を捉えてやむことのなかった、根元的で深遠な、人類史上の最重要課題の一つである。その「時間」を認識する心や意識の働きとされるような認知機能が、物質である脳の電氣的及び化学的な活動の結果として、どのように生じているのかという疑問は、現代においても依然として謎に包まれたままである。

## 2. 研究の目的

時間の認識は、視覚や聴覚など他の知覚系とは異なり、時間を処理する受容体や、時間情報のみを担っている脳部位が存在しない。ヒトを含めた動物は、自らを取り巻く外部世界から受け取る感覚情報と、自己の感覚運動情報を統合することによって、時間の認識を生み出さなくてはならない。これまで心理学では、数秒から数分の時間認識について研究が行われ、時間に関する仮説が積み重ねられてきた (Buhusi & Meck, 2005)。しかしながら、動物の時間認識を検証するために用いられてきた従来のオペラント条件づけ手続きは、訓練に長期間を要し、動物が課題中に自由に行動できるために時間認識と行動表出の側面が混同されるといった問題点を包含していた (Machado & Keen, 1999)。この問題を解決するため、申請者は近年、動物の時間認識を効果的に調べる画期的な手法を開発した。頭部固定されたマウスを用い、リッキング(舐める行為)を反応として利用することで、身体運動の要因をできる限り排除し、試行ごとの動物の主観的な時間認識の開始と終了のタイミングを数理的手法によって切り出すことに成功した。数ヶ月以上の訓練を要した従来のオペラント課題に比べ、本課題では、1-2 週間の訓練によって、マウスの時間認識を検出することができる。申請者はこの手法を用いて、黒質網様部から上丘へ投射する GABA 作動性の抑制性神経回路だけを光遺伝学的手法を用いて活性化し、動物の現在の運動を止め、将来の時間予測を遅らせる、すなわち動物の「時間を止める」ことに成功した (Toda et al., 2017, Curr Biol)。これは、大脳基底核の出力部においては、「信念」や「欲求」といったような認知的な処理が行われた後の、「行為」へと直結した「運動」と「時間」の情報が統合された形で担われているということを示している。

本研究においては、最初期遺伝子の発現によって時間の認識に関わる脳領域を同定し、薬理学的手法やオプジェネティクスによる神経活動の操作技術を用いて、時間の認識に関わる神経回路を同定すること、そして時間の認識に伴う新たな生理指標の計測にも挑戦した。

## 3. 研究の方法

野生型マウスである C57BL/6J マウスを被験体として用いた。実験期間中は、1 ケージにつき 1 匹または 2 匹で飼育し、明暗サイクルは明期 12 時間と暗期 12 時間とした(8時から20時)。実験期間中は、餌は自由に摂取できるようにした上で、給水制限を行った。

頭部固定用プレートをインプラントするために、イソフルランによる気化麻酔によって無痛状態にした

マウスに対して、脳定位固定手術を行った。デンタルセメントとスクリューを用いて、被験体の頭部に頭部固定用のプレートを取り付けた。

時間知覚に関係して活動する脳領域を明らかにするために、神経活動に伴って発現する最初期遺伝子の1つである c-Fos 遺伝子の発現を調べた。マウスの頭部を固定し、報酬の時間的な予測が可能である Fixed-Time (FT) スケジュール、または報酬の時間的な予測が不可能である Random-Time (RT) スケジュールで訓練した。FT スケジュールでは、10 秒に 1 回、報酬として 10%スクロース水溶液を呈示した。RT スケジュールでは平均して 10 秒に 1 回 (5-15 秒)、報酬として 10%スクロース水溶液を呈示した。両スケジュールともに、1セッションを 250 試行として設定した。報酬呈示前 2 秒間を条件反応 (Conditioned Response; CR) と定義し、報酬呈示後 2 秒間を無条件反応 (Unconditioned Response; UR) として定義した。時間の予測ができていれば、CR が報酬のタイミングに向かって徐々に増加していく。訓練が終了した後、課題終了の 1 時間後に還流固定をして脳を取り出した。灌流固定では、マウスを深麻酔状態にし、0.1M リン酸緩衝液生理食塩水 (Phosphate Buffered Saline) を流した後、4%パラホルムアルデヒドリン酸緩衝液 (paraformaldehyde phosphate buffer solution; PFA) を体内に流した。摘出した脳は、4% PFA、10%スクロース水溶液、20%スクロース水溶液、30%スクロース水溶液の順に漬け、30%スクロース水溶液に沈んだ後に、クリオスタットによって薄切した。脳切片は、c-Fos と DAPI による蛍光二重染色を行い、共焦点顕微鏡によって観察を行った。

薬理学的操作実験においては、アセチルコリン受容体の拮抗薬による操作が頭部固定状態における時間知覚に与える影響について検証した。マウスの頭部を固定した状態で、FT スケジュールの下でマウスの訓練を行った。報酬のタイミングが近づくにつれてリッキングの増加を示すようになったことを訓練が完了したと定義し、ピーク条件での訓練を開始した。ピーク条件では、FT スケジュールに加えて、30-40 秒の報酬を与えないピーク試行をランダムに導入した (全体:300 試行, ピーク試行:45-47 試行)。ピーク条件での訓練が完了した後に (約 2-3 日後)、ムスカリン性アセチルコリン受容体の拮抗薬であるスコポラミンをマウスに腹腔内投与することによって、時間の認識にスコポラミン投与が与える影響について調べた。

光遺伝学的操作実験においては、海馬を中心とした入出力回路に着目し、海馬、外側中隔核、外側嗅内皮質の神経活動の抑制が時間の認識に与える影響について調べた。

時間の認識に基づく新しい生理指標の確立については、FT スケジュール及びピーク試行中の瞳孔と目の大きさの定量化に成功し、行動課題遂行中の心拍の計測に挑戦した。

#### 4. 研究成果

時間の認識に係る脳領域を検証するために、各スケジュールの訓練後にマウスの脳における c-Fos 発現を調べた。FT スケジュール遂行時の脳切片においては、前辺縁皮質 (Prelimbic Cortex)、背側脚皮質 (Dorsal Peduncular Cortex)、外側中隔核 (Lateral Septum Dorsal)、島/二次体性感覚皮質 (Insula / Secondary Somatosensory Cortex)、脳弓下器官/前視床室傍核 (Subfornical Organ; Paraventricular thalamic nucleus, Anterior)、上丘 (Superior Colliculus)、および海馬の特定の領域などで c-Fos の発現が観察された。

薬理学的操作実験においては、ムスカリン性アセチルコリン受容体の拮抗薬であるスコポラミンをマウ

スに腹腔内投与することによって時間予測の変動性が増加した。この結果は、これまで行われてきた自由行動下におけるスコパラミン投与の結果を裏付けるものであった。一方、ニコチン性アセチルコリン受容体の拮抗薬であるメカミラミンの腹腔投与は、高用量(5 mg/kg)ではリッキング数の減少をもたらすが、時間の知覚に顕著な影響を及ぼさないというデータが現在までに得られている。

光遺伝学的操作実験においては、FT スケジュールにピーク試行を加えた状態で訓練を行い、訓練後に、外側内隔核、外側嗅内皮質、海馬の CA1 および歯状回の活動を抑制した。外側内隔核の抑制では20Hzの刺激でピーク時間が早まった。外側嗅内皮質の抑制では5Hzの刺激でピークが早まった。CA1 と歯状回の抑制では特筆すべき変化が見られなかった。

また、FTスケジュール及びピーク試行中の瞳孔、目の大きさ、瞬きを測定することで、瞳孔の大きさは時間の予測に伴って増加することを示すことができた。また、報酬がもたらされるタイミングの前後には瞬きが減少するということを発見した。

さらに、時間情報と空間情報に基づく頭部固定による逆転学習課題を新しく開発し、マウスがこの課題を短期間の訓練で学習することを明らかにした。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Kim Il Hwan, Kim Namsoo, Kim Sunwhi, Toda Koji, Catavero Christina M., Courtland Jamie L., Yin Henry H., Soderling Scott H.	4. 巻 32
2. 論文標題 Dysregulation of the Synaptic Cytoskeleton in the PFC Drives Neural Circuit Pathology, Leading to Social Dysfunction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 107965-107965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2020.107965	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 Ozawa T, Yamada K, Ichitani Y.	4. 巻 87
2. 論文標題 d-Cycloserine reverses scopolamine-induced object and place memory deficits in a spontaneous recognition paradigm in rats.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pharmacology Biochemistry and Behavior	6. 最初と最後の頁 172798-172798
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pbb.2019.172798.	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 Simmler LD, Ozawa T.	4. 巻 129
2. 論文標題 Neural circuits in goal-directed and habitual behavior: Implications for circuit dysfunction in obsessive-compulsive disorder.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neurochemistry International	6. 最初と最後の頁 104464-104464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuint.2019.104464.	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 OZAWA Takaaki	4. 巻 38
2. 論文標題 An Introduction to Optogenetics: Novel Tools for Physiological Psychology Research	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology	6. 最初と最後の頁 48-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5674/jjppp.2004si	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 Ozawa Takaaki, Itokazu Tatsumi, Ichitani Yukio, Yamada Kazuo	4. 巻 41
2. 論文標題 Pharmacologically induced N methyl D aspartate receptor hypofunction impairs goal directed food seeking in rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuropsychopharmacology Reports	6. 最初と最後の頁 526-531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/npr2.12209	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 Yeh Li-Feng, Ozawa Takaaki, Johansen Joshua P.	4. 巻 14
2. 論文標題 Functional organization of the midbrain periaqueductal gray for regulating aversive memory formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Brain	6. 最初と最後の頁 136-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13041-021-00844-0	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

〔学会発表〕 計36件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Nasukawa, D., Ujihara, Y., Yamada, K., Yatagai, S. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of systemic oxytocin manipulations on social hierarchy in mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Niki, Y., Ujihara, Y., Yamada, K., Yatagai, S. & Toda, K.
2. 発表標題 Conditioned licking suppression in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toda K., Yamamoto K., Yamada, K., Niki, Y., Nasukawa, D., Yatagai, S. & Ujihara, Y.
2. 発表標題 Reversal learning in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamada, K., Ujihara, Y. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of pharmacological manipulations of dopamine receptors on learning and memory in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yatagai, S., Ujihara, Y., Niki, Y., Yamada, K., Sakurai, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of optogenetic manipulations of GABAergic neurons in the hippocampus on interval timing in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uenaka, M., Tamai, Y., Ito, Y., Toda, K., Hiryu, S. & Kobayasi, KI.
2. 発表標題 Let there be sound: auditory perception evoked by trans-tympanic laser stimulation in Mongolian gerbils.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ujihara, Y., Yatagai, S., Niki, Y., Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of pharmacological manipulations on interval timing in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第80回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Uenaka, M., Tamai, Y., Ito, Y., Toda, K., Hiryu, S. & Kobayasi, KI.
2. 発表標題 Developing new auditory prosthesis: auditory perception evoked by trans-tympanic laser stimulation in Mongolian gerbil.
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第42回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tamai, Y., Uenaka, M., Ito, Y., Toda, K., Furuyama, T., Hiryu, S. & Kobayasi, KI.
2. 発表標題 Does laser irradiation of auditory nerves create auditory perception?
3. 学会等名 日本神経科学学会第43回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Toda, K., Yatagai, S., Yamada, K., Yamamoto, K., Sakurai, K., Meck, WH. & Yin, HH.
2. 発表標題 Neural mechanism of time perception.
3. 学会等名 日本生理学会第97回大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Tamai, Y., Uenaka, M., Ito, Y., Furuyama, T., Horinouchi, K., Murashima, N., Mithimoto, I., Toda, K., Hiryu, S. & Kobayasi, K.
2. 発表標題 Laser induced auditory perception in Mongolian gerbil ( <i>Meriones unguiculatus</i> ).
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第43回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yatagai, S., Yamada, K., Yamamoto, K., Sakurai, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Neural correlates of time perception in head-fixed mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Understanding the properties of learning by extracting behavioral elements with machine learning in mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下田 翔太, 五十嵐 優香, 小澤 貴明, 山田 一夫, 一谷 幸男
2. 発表標題 学習の速さと記憶促進薬の効果には個体差がある 空間記憶の記録におけるラットの個体差とD-Cycloserineの効果
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kaseda, K., Ozawa, T., Ichitani, Y. & Yamada, K.
2. 発表標題 Caffeine facilitates fear extinction in rats
3. 学会等名 日本動物心理学会第79回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakazawa, S., Ozawa, T., Ichitani, Y. & Yamada, K.
2. 発表標題 The effects of serotonergic lesion of dorsal raphe nucleus (DRN) and median raphe nucleus (MRN) on fear extinction in rats.
3. 学会等名 Neuroscience 2019, Annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Habit formation as structural change in behavioral network.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Niki, Y., Ujihara, Y., Yatagai, S., Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Pupil dynamics reflect temporal prediction in mice.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miku Uenaka, Yuta Tamai, Yuki Ito, Koji Toda, Shizuko Hiryu, & Kohta I. Kobayasi.
2. 発表標題 Auditory perception elicited by the infrared neural stimulation of cochlear nerves in Mongolian gerbils.
3. 学会等名 Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamada, K., Matsui, H. & Toda, K.
2. 発表標題 Curiosity-driven computational model explains extinction bursts.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tamura, R., Nasukawa, D., Ujihara, Y., Tanaka, M. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of oxytocin antagonist on ultrasonic vocalization and social interaction in mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Niki, Y., Ujihara, Y., Yatagai, S., Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Modulation of the pupillary response in mice during the temporal conditioning task.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nasukawa, D., Tamura, R. Hirakata, H., Yatagai, S. & Toda, K.
2. 発表標題 Differential effects of oxytocin antagonist on social hierarchy and social interaction.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaneko, S., Niki, Y., Yamada, K. & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of the nicotinic acetylcholine receptor antagonist on the performance of temporal conditioning in mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirakata, H., Yatagai, S., Yamada, K., Tamura, R., Nasukawa, D., Niki, Y., Ujihara, Y., & Toda, K.
2. 発表標題 Effects of optogenetic manipulations of GABAergic neurons in the lateral septum on the performance in open-field, real-time conditioned place preference, and delay conditioning tasks in mice.
3. 学会等名 日本動物心理学会第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米丸ひなの, 小澤貴明, 櫻井航輝, 志茂優斗, 青峰良淳, 谷垣健二, 疋田貴俊
2. 発表標題 22q11.2欠失症候群モデルマウスにおける脳内モノアミン量の解析
3. 学会等名 第51回 日本神経精神薬理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井 航輝, 伊藤 大一, 森田 真規子, Macpherson Tom, 小澤 貴明, 宮本 洋一, 米田 悦啓, 岡 正啓, 疋田 貴俊
2. 発表標題 Importin 1/KPNA1ノックアウトマウスに見られる社会的孤立ストレスへの感受性増加
3. 学会等名 第51回 日本神経精神薬理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 萌, 小澤 貴明, 柴田 智弘, Macpherson Tom, 疋田 貴俊
2. 発表標題 聴覚性恐怖条件づけにおける線条体ドーパミン放出動態の解析
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 櫻井 航輝, 伊藤 大一, 森田 真規子, Macpherson Tom, 小澤 貴明, 宮本 洋一, 米田 悦啓, 岡 正啓, 疋田 貴俊
2. 発表標題 社会的孤立ストレスによるImportin 1/KPNA1ノックアウトマウスに見られる行動異常の増加
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下田 翔太, 小澤 貴明, 山田 一夫
2. 発表標題 空間性の文脈記憶の想起における脳梁膨大部後部皮質の役割
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田 智弘, 小澤 貴明, 中村 萌, Macpherson Tom, 疋田 貴俊
2. 発表標題 マウスの報酬予測行動における線条体ドーパミン放出動態の解析
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青峰 良淳, 櫻井 航輝, Macpherson Tom, 小澤 貴明, 宮本 洋一, 米田 悦啓, 岡 正啓, 疋田 貴俊
2. 発表標題 インボーチン 3欠損マウスのアルコール関連行動解析
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会, CJK第1回国際会議 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takaaki Ozawa
2. 発表標題 Dopaminergic circuit controls salt and umami seeking behavior
3. 学会等名 日本味と匂学会 第55回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柴田智弘, 米丸ひなの, 松本悠真, 中村萌, 岩本涼太郎, 尾山賀信, 櫻井 航輝, Macpherson Tom, 疋田貴俊, 小澤貴明
2. 発表標題 うま味成分が持つ塩味嗜好性増強効果における脳内報酬系の役割
3. 学会等名 日本味と匂学会 第55回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuma Matsumoto, Tomohiro Shibata, Moe Nakamura, Macpherson Tom, Takatoshi Hikida, Takaaki Ozawa
2. 発表標題 Analysis of prefrontal dopamine release dynamics during reward expectation in mice
3. 学会等名 日本動物心理学会 第81回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takaaki Ozawa, Tatsumi Itokazu, Yukio Ichitani, Kazuo Yamada
2. 発表標題 Pharmacologically-induced N-methyl-D-aspartate receptor hypofunction impairs goal-directed food seeking in rats.
3. 学会等名 日本動物心理学会 第81回大会
4. 発表年 2021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
研究分担者	小澤 貴明  (Takaaki Ozawa)  (90625352)	大阪大学・蛋白質研究所・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
---------	---------