#### 研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 5 年 5 月 2 5 日現在

機関番号: 14501 研究種目: 若手研究 研究期間: 2019~2022

課題番号: 19K16886

研究課題名(和文)バーチャルリアリティを用いたマウス社会性行動の感覚モダリティ解析

研究課題名(英文) Analysis of multimodal sensory information in mouse social behavior using virtual reality system

#### 研究代表者

中井 信裕 (Nakai, Nobuhiro)

神戸大学・医学研究科・特命助教

研究者番号:00808967

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文):社会的相互作用時には視覚、聴覚、触覚、嗅覚などのさまざまな感覚モダリティを誘発する感覚刺激を受け取る。しかし、脳内における情報処理プロセスを行動状態においてネットワークレベルで可視化することは技術的に困難であった。本研究では、マルチモーダル感覚刺激を与えることのできるバーチャルリアリティシステムを開発し、インタラクティブ型ソーシャル環境を構築した。バーチャル環境下で行動中のファイブステムを開発し、インタラクティブ型ソーシャル環境を構築した。バーチャル環境下で行動中の マウスから計測された大脳皮質活動をもとに、社会刺激依存的な皮質機能ネットワークを可視化することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義これまでのイメージング研究では主に単一個体からデータ記録されていたが、社会性行動は他者との相互作用に これまでのイメータング研究では主に単一個体がらケータ記録されていたが、社会性打動は他省との相互作用において生じるものであり、複数個体を用いた解析は難しかった。本研究で開発したインタラクティブ型ソーシャルバーチャルリアリティシステムによって、随意的に行動する二匹のマウスの社会性相互作用時の脳活動を計測することができ、感覚刺激条件の違いによる社会感覚モダリティを大脳皮質ネットワーク動態変化として捉えられたことは学術的意義の高いものである。

研究成果の概要(英文): During social interactions, animals receive sensory stimuli that elicit various sensory modalities such as sight, hearing, touch, and smell. However, it has been technically difficult to visualize the information processing process in the brain at the network level in the behavioral state. In this study, I developed a virtual reality system that can provide multimodal sensory stimulation, and created an interactive social environment. Based on the cortical activity measured from mice in the virtual environments, I succeeded in visualizing social stimulus-dependent cortical functional networks.

研究分野: 神経科学

キーワード: バーチャルリアリティ 機能ネットワーク 社会行動 皮質機能ネットワーク

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1.研究開始当初の背景

動物の社会行動には、視覚、聴覚、嗅覚などを含む複数の感覚モダリティが生じ、大脳皮質で統合・処理された感覚情報を基にして特定の行動が表出されると考えられている。しかしながら、行動様式を表すときの大脳皮質の情報処理過程をリアルタイムに可視化することは技術的困難により達成されていない。社会性行動に関わる感覚モダリティを脳機能情報から解析するためには、感覚刺激を機械的に制御し、感覚入力と表出行動の入出力関係を測定すると同時に脳活動を記録するための新しい実験装置を開発する必要があった。

#### 2.研究の目的

行動条件において特定の感覚情報に基づいた反応を識別することは現実世界では困難であるため、バーチャルリアリティ(VR)を用いて、感覚刺激を機械的に制御するシステムを構築する。 VRシステムを用いて社会刺激に関する感覚情報を選択的に提示し、そのときの表出行動と脳活動を同時測定することで、社会行動時の脳内メカニズムにアプローチしていく。

### 3.研究の方法

これまでに構築した視覚ベースの VR システムに、嗅覚・触覚・聴覚刺激装置を導入することで、マルチモーダル VR システムを開発する。また、二台の VR システムを同期させることで、複数個体を用いたインタラクティブ型ソーシャル VR システムを開発する。脳機能解析には、経頭蓋カルシウムイメージング法によって行動中マウスのリアルタイム皮質活動記録を行う。複数の感覚情報を組み合わせた刺激制御を行い、特定の感覚情報に反応した皮質活動から機能ネットワークパターンを解析し、社会的刺激による感覚モダリティの脳内表現を調べる。また、自閉症モデルマウスを用いて、行動中の大脳皮質の機能ネットワーク研究を行い、自閉症特有のネットワークダイナミクスを同定する。

# 4. 研究成果

(1) VR システムに嗅覚・触覚・聴覚刺激装置を導入することで、VR をマルチモーダル化した。同仕様の VR システムを二台使用し、ソフトウェア上でリンクさせることにより、二個体の被験マウスが同一のバーチャル空間を自由探索することのできるインタラクティブ型 VR システムを構築した(図1)

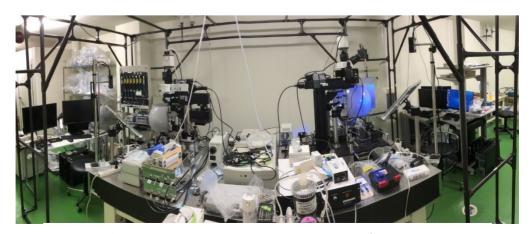


図 1 二台の VR システムを用いたインタラクティブ型 VR システム

- (2) 一個体からなる被験マウスに対し、マルチモーダル VR システムを用いて主体的な視点を VR で提示し、視覚と嗅覚刺激条件における行動様式と皮質機能ネットワークパターンを解析した。 VR 空間にマウスアバターとオブジェクトモデルを設置し、マウスアバターには他マウスの 尿の匂いを付加させて社会刺激とし、オブジェクトモデルには中立性の匂いを付加させてコントロール(非社会刺激)とした。実験マウスはアバターやオブジェクトを設置しないエリアに比べて、設置エリアへの侵入回数と滞在時間が増加した。また、社会刺激に対してのみ、視覚野、体性感覚野、頭頂葉皮質間の機能ネットワークの脱相関化が確認された。
- (3)二個体の被験マウスが同一のバーチャル空間を自由探索することのできるインタラクティブ型ソーシャル VR システムを用い、視覚、嗅覚、触覚刺激による社会刺激条件下で行動様式と大脳皮質活動を測定した。行動様式については、オブジェクトモデルを用いた非社会的条件と比較して、アバターマウスを用いた社会的条件で相互作用回数が増加し、アバター同士の平均距離が近くなることが確認された。皮質活動については、VR 空間における社会的相互作用の前後2秒間の時間帯の皮質領域間の相関係数を計算することにより、社会行動時の皮質機能ネットワークを解析した。社会的条件と非社会的条件を比較すると、実験マウスが別個体のアバターマウスと能動的に相互作用するときにおいて、皮質領野間の機能的結合が脱相関性に変化することが確認された。この変化のパターンは社会的視覚・触覚刺激条件で顕著に観察された。一方、実験マウスが静止状態にあって受動的に相互作用を受けるときは、能動的相互作用時と比べて変化する機能的結合数が減少した。これらの結果から、他者との相互作用時において、能動的条件と受動的条件では同じ感覚刺激を受け取っても社会的刺激に対する皮質の感覚情報処理機構が異なることが示唆された。本研究について2023年度の国際学会で発表予定である(Suzuki, Nakai, et al. in preparation)。今後、聴覚刺激を加えるなど感覚刺激条件の組み合わせを増やすことで、社会的感覚モダリティの脳内情報処理メカニズムの解析をさらに進めて行く。
- (4) VR システムを用いて自閉症モデルマウスの行動および大脳皮質機能ネットワークを解析し、野生型マウスとの比較から自閉症特有の大脳皮質機能ネットワークパターンを同定した。また、機械学習を用いて、行動変遷時の皮質機能ネットワークパターンから自閉症モデルマウスを高精度に判別することに成功した。本成果は学術論文として国際科学雑誌に発表した(Nakai et al., 2023、Cell Reports)。

# 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件(うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件)

Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrew, Takumi Toru 5. 発行年 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism 2.023年	【雑誌論文】 計4件(うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件)	
Music   Satu   Sasaki, Overton Eric T. N., Kunori   Nobuo, Nakai   Junichi, Kawanata Takakazu, Nakai   Noburi, Sakuni   Toru   18	1、著者名	4
Nakai Nobuhira, Takumi Toru  2、論文権題 Encoding of social exploration by neural ensembles in the insular cortex  3. 結話名 PLOS Biology  最誠論文のDOI(デジタルオプジェクト選別子) 1. 著名名 Tamada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhira, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shipos, Spitz Francois, Saitow Fuminito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru  2. 論文機器 Genetic dissection identifies Nacdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. Mikika R. A TDVP De Za Country of the Communications  1. 著名名 Nature Communications  2. 論文機器  (2. 論文機器 (2. 論文機器) (3. Mikika R.) (4. 是 Mikika Nobuhira, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, 2. alioxyki Androx, Takumi Toru  1. 著名名 Nature Ireality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism (3. Mikika Okubhira, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, 2. alioxyky Androx, Takumi Toru  1. 表名名 Nakai Nobuhira, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, 2. alioxyky Androx, Takumi Toru  2. 論文機器 (2. in A Mikika Country Cou		_
2 . 論文標題 Fincoding of social exploration by neural ensembles in the insular cortex  3 . 雑誌名 PLOS Biology  第 表書名 Finanda Rota, Fulumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Mobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shipeo, Spitz Francois, Saltor Funihito, Suzuki Hidenori, Takuni Toru  2 独文標題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal fSq duplications  3 . 桂誌名 Nature Communications  3 . 桂誌名 Nature Communications  3 . 桂誌名 Nature Communications  4 . 章 10.1038/s41467-021-24359-3  3 . 桂誌名 Nature Summary  4 . 章 2021年  4 . 章 2021年  4056  A - Jンアクセス  1 . 書書名 Nakai Mobuhiro, Sato Wassaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, 2 . 参 2 . 表表情報 Nature Wassaki, Vamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, 2		
Finding of social exploration by neural ensembles in the insular cortex  2020年  3. 結話名 PLOS Biology  西談前文の000584  オープンアクセス  1. 著名名 Tanada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shrigeo, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru  2. 論文標題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q doplications  Adultations  1. 著名名 Rajida (Papular)  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  1. 表者名 Rakai Nobuhiro, Sato Nasaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrey, Takumi Toru  2. 論文標題  4. 是  2. 通文構題  6. 是初と微俊の頁 112258  1. 表者名 Rakiai Nobuhiro, Takumi Toru  2. and Tary Pote Zelestine inaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral firms of the Paracological Japonica  1. 表者名 Rakiai Nobuhiro, Takumi Toru  2. and Tary Pote Zelestine inaging feveral state of a mouse model of autism  3. 格話名 Folia Pharmacologica Japonica  1. 表者名 Rakiaix Opoli (デジタルオブジェクト識別子) 1. 150-153  Ratiix Artical Ratio R		F 整体压
3 辨該名 PLOS Siology		
R製論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pbio.3000584 有 オープンアクセス 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) 1. 著者名 Natar Nobuhiro、Spitz Francois、Saitow Fumihito、Suzuki Hidenori、Takumi Toru 2. 論文権題 (1975年)	Encoding of social exploration by neural ensembles in the insular cortex	2020年
R製論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pbio.3000584 有 オープンアクセス 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) 1. 著者名 Natar Nobuhiro、Spitz Francois、Saitow Fumihito、Suzuki Hidenori、Takumi Toru 2. 論文権題 (1975年)		
R製論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pbio.3000584 有 オープンアクセス 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) 1. 著者名 Natar Nobuhiro、Spitz Francois、Saitow Fumihito、Suzuki Hidenori、Takumi Toru 2. 論文権題 (1975年)	3.雑誌名	6.最初と最後の頁
画語学のODI(デジタルオブジェクト語別子) 1. 著音名 Tanada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhiro, Amasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shigeo, Spitz Francois, Saitow Funihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru  2. 論文種語 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 論誌名 Nature Communications 4. 巻 1. 著音名 Tanzyアクセス  Tanzyアクセス  Tanzyアクセス  Tanzyアクセス  Tanzyアクセス  Tanzy Takumi Toru  Tanzy Takumi Toru  Anzy Typy Tanzy Typy Tanzy Typy Tanzy Typy Takumi Toru  Tanzy Typy Typy Tanzy Typy Typy Tanzy Typy Typy Typy Tanzy Typy Typy Typy Typy Typy Typy Typy Ty		
1. 1371/journal.pbio.3000584   有	1 Edd Brotogy	C3000304
1. 1371/journal.pbio.3000584   有		
1. 1371/journal.pbio.3000584   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)  1. 著名名 「Tanatia Kota、 Fukumoto Keita、 Toya Tsuyoshi、 Nakai Nobuhiro、 Awasthi Janak R.、 Tanaka Shinji、 Okabe Shigeo、Spitz Francois、 Sai tow Fumihito、 Suzuki Hidehori、 Takumi Toru  2. 論文標題 Genetic dissaction identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications  3. 練話名 Nature Communications  5. 発行年 2021年  6. 最初と最後の頁 4056  8 表記の10.1038/s41467-021-24359-3  1. 著名名 Nature Nobuhiro、 Sato Masaaki、 Yamashita Okito、 Sekine Yukiko、 Fu Xiaochen、 Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、 Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 練話名 Cell Reports  4. 巻 2023年  1. 著名名 Nakai Nobuhiro、 Sato Masaaki、 Yamashita Okito、 Sekine Yukiko、 Fu Xiaochen、 Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、 Takumi Toru  2. 論文標題 Cell Reports  6. 最初と最後の頁 112258  6. 最初と最後の頁 112258  6. 最初と最後の頁 112258  7. 美行年 2023年  1. 著名名 Nakai Nobuhiro、 Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Nakai Nobuhiro、 Takumi Toru  2. 論文作題 Nature Paramacologica Japonica  7. 美祖の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の日本の		
オープンアクセスとしている(また、その予定である) - 第名名 「manda Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyeshi, Nakai Mobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shigao, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2. 論文構題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 練話名 Nature Communications  「表著名 Nature Communications  「表著名 Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrew, Takumi Toru 2. 論文構題 「Virtual reality-based real-time inaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表述の有無 有  オープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述の方法表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述表している) 「表述表述表している(また、表述表している) 「表述表している)	10.1371/journal.pbio.3000584	有
オープンアクセスとしている(また、その予定である) - 第名名 「manda Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyeshi, Nakai Mobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shigao, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2. 論文構題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 練話名 Nature Communications  「表著名 Nature Communications  「表著名 Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrew, Takumi Toru 2. 論文構題 「Virtual reality-based real-time inaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表述の有無 有  オープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述の方法表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述表している) 「表述表述表している(また、表述表している) 「表述表している)		
オープンアクセスとしている(また、その予定である) - 第名名 「manda Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyeshi, Nakai Mobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okabe Shigao, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2. 論文構題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 練話名 Nature Communications  「表著名 Nature Communications  「表著名 Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yanashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrew, Takumi Toru 2. 論文構題 「Virtual reality-based real-time inaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 Cell Reports  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表表で表している(また、その予定である)  「表述の有無 有  オープンアクセス  「表述程題 「Aープンアクセス  「表述表」 「表表で表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法を表している(また、その予定である)  「表述表」 「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、その予定である)  「表述の方法表している(また、その予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述の方法表している(また、表の予定である)  「表述表している(また、表述表) 「表述表している) 「表述表述表している(また、表述表している) 「表述表している)	オープンアクセス	国際共著
1 ・著名名 Tamada Kota、Fukumoto Keita、Toya Tsuyoshi、Nakai Nobuhiro、Awasthi Janak R.、Tanaka Shinji、 (Rabae Shiqeo, Spitz Francois, Saitow Funihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2 ・ 論文標題 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3 ・検証名 3 ・検証名 Nature Communications    日本語名		
Tamada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okake Shipes, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2. 為文理器 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 雑誌名 Nature Communications  ### ### ### ### ### ### ### ### ### #	7 7777 676 0 610 (\$76, 60)	-
Tamada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji, Okake Shipes, Spitz Francois, Saitow Fumihito, Suzuki Hidenori, Takumi Toru 2. 為文理器 Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 雑誌名 Nature Communications  ### ### ### ### ### ### ### ### ### #		T
Okabe Shigeo、Spitz Francois、Saitow Fumihito、Suzuki Hidenori、Takumi Toru     5 発行年 Senetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications     5 発行年 2021年 2022年 2023年 2	1.著者名	4.巻
Okabe Shigeo、Spitz Francois、Saitow Fumihito、Suzuki Hidenori、Takumi Toru     5 発行年 Senetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications     5 発行年 2021年 2022年 2023年 2	Tamada Kota, Fukumoto Keita, Toya Tsuyoshi, Nakai Nobuhiro, Awasthi Janak R., Tanaka Shinji,	12
2 . 論文標題		
Genetic dissection identifies Necdin as a driver gene in a mouse model of paternal 15q duplications 3. 解誌名 Nature Communications 6. 最初と最後の頁 4056		5
August		
3. 雑誌名   Nature Communications   6. 最初と最後の頁   4056		2021年
Nature Communications 4056   調報論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Nature Communications 4056   調報論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	3.雑誌名	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) 1. 1383 (341467-021-24359-3)		
### 10.1038/s41467-021-24359-3  ### 20.1038/s41467-021-24359-3  ### 3.	1.6.1.0.00	1000
### 10.1038/s41467-021-24359-3  ### 20.1038/s41467-021-24359-3  ### 3.		
### 10.1038/s41467-021-24359-3  ### 20.1038/s41467-021-24359-3  ### 3.	日本公子のDOI / プンカリナゴン ち   幼ロフン	本芸の大畑
オープンアクセス コ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 Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 2a lesky Andrew、Takumi Toru 5. 発行年 2023年 transitions in a mouse model of autism 5. 発行年 2023年 transitions in a mouse model of autism 6. 最初と最後の頁 112258		
オープンアクセスとしている(また、その予定である)   該当する   4 . 巻   42   2   2   2   2   2   2   2   2	10.1038/s41467-021-24359-3	有 有
オープンアクセスとしている(また、その予定である)   該当する   4 . 巻   42   2   2   2   2   2   2   2   2		
オープンアクセスとしている(また、その予定である)   該当する   4 . 巻   42   2   2   2   2   2   2   2   2	オープンアクセス	国際共著
1.著者名 Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、Takumi Toru 2.論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism 3.雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cel rep.2023.112258  1.著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 2.論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  1. 報誌名 Folia Pharmacologica Japonica  本 ブンアクセス  国際共著  章読の有無 1.0.1254/fpj.22136  第書の有無 第二 オープンアクセス  国際共著		
Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2	カーフファアに入こしている(また、この)がたこのも)	
Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2		
Zalesky Andrew、Takumi Toru 2 . 論文標題		
Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題	1 . 著者名	4 . 巻
2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  福載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  有  オープンアクセス  I 画際共著  オープンアクセス  I 著者名 Nakai Nobuhiro、 Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  「表記の有無」 10.1254/fpj.22136  「直読の有無」 10.1254/fpj.22136  「直読の有無」 10.1254/fpj.22136  「直読の有無」 「表記の有無」 「表記の表記を表している。 「表記の表記を表している。「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。「表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記を表している。」 「表記を表している。」 「表記の表記を表している。」 「表記を表している。」 「表		
Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、 Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  お . 差 表 の	Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi,	
transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports 信載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10 . 1016/j . cel rep . 2023 . 112258 有 オープンアクセス オーブンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro, Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica 「おるでは、この存在である」 「おんだします」とは、この方式である。 「おんだします」とは、この方式では、この方式	Nakai Nobuhiro, Sato Masaaki, Yamashita Okito, Sekine Yukiko, Fu Xiaochen, Nakai Junichi, Zalesky Andrew, Takumi Toru	42
3 . 雑誌名 Cell Reports 6 . 最初と最後の頁 112258 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258 有 オープンアクセス  I 画際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro, Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  第 . 最初と最後の頁 150~153	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、Takumi Toru 2.論文標題	5 . 発行年
Table   Ta	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、Takumi Toru 2.論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral	5 . 発行年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、Takumi Toru 2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism	42 5.発行年 2023年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、 Zalesky Andrew、Takumi Toru 2.論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral	42 5.発行年 2023年
10.1016/j.celrep.2023.112258 有 国際共著 オープンアクセス 国際共著 該当する コ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 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 158 158 158 158 158 158 158 158 158 158	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
10.1016/j.celrep.2023.112258 有 国際共著 オープンアクセス 国際共著 該当する コ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 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 158 158 158 158 158 158 158 158 158 158	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
10.1016/j.celrep.2023.112258 有 国際共著 オープンアクセス 国際共著 該当する コ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 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 158 158 158 158 158 158 158 158 158 158	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス 国際共著 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 Nakai Nobuhiro、 Takumi Toru 5 . 発行年 158 2 . 論文標題 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 150~153 B載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  無 無 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題     Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名     Cell Reports	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する  1.著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する  1.著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する  1.著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無
1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  5 . 発行年 2023年  6 . 最初と最後の頁 150~153  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  無  国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無 有
Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 158  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism 2023年  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica 6. 最初と最後の頁 150~153  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無 有
Nakai Nobuhiro、Takumi Toru 158  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism 2023年  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica 6. 最初と最後の頁 150~153  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無 有
2.論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3.雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  本プンアクセス  5.発行年 2023年  6.最初と最後の頁 150~153	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258  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)	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無 有 国際共著 該当する
2.論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3.雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  本プンアクセス  5.発行年 2023年  6.最初と最後の頁 150~153	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258  オープンアクセス	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する
Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  2023年  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  本プンアクセス  国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258  オープンアクセス	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する
Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  2023年  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  本プンアクセス  国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題   Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名   Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)   10.1016/j.celrep.2023.112258  オープンアクセス	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する
3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  6 . 最初と最後の頁 150~153  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  エープンアクセス  国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著  該当する  4.巻 158
Folia Pharmacologica Japonica 150~153 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 10.1254/fpj.22136 無	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年
Folia Pharmacologica Japonica 150~153 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 査読の有無 10.1254/fpj.22136 無	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.1254/fpj.22136 無	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有  国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年 2023年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.1254/fpj.22136 無	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有  国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年 2023年
10.1254/fpj.22136 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁
10.1254/fpj.22136 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁
10.1254/fpj.22136 無 オープンアクセス 国際共著	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158  5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁
オープンアクセス	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1. 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica	42 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 112258 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 158 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 150~153
	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1. 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 150~153
	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1. 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 150~153
	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1. 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 150~153
	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2. 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3. 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1. 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2. 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3. 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 150~153  査読の有無 無
A CONTRACT AND CONTRACT	Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Yamashita Okito、Sekine Yukiko、Fu Xiaochen、Nakai Junichi、Zalesky Andrew、Takumi Toru  2 . 論文標題 Virtual reality-based real-time imaging reveals abnormal cortical dynamics during behavioral transitions in a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Cell Reports  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2023.112258  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)  1 . 著者名 Nakai Nobuhiro、Takumi Toru  2 . 論文標題 Analysis of cortical network dynamics in the behavioral state of a mouse model of autism  3 . 雑誌名 Folia Pharmacologica Japonica  掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1254/fpj.22136  オープンアクセス	42 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 112258  査読の有無 有 国際共著 該当する  4.巻 158 5.発行年 2023年 6.最初と最後の頁 150~153  査読の有無 無

1.発表者名 Nakai N, Sekine Y, Sato M, Takumi T
2.発表標題
Development of a virtual reality system for analysis of behavior state-dependent cortical network dynamics in mice
3 . 学会等名
The 42nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society(国際学会)
4 . 発表年 2019年
1.発表者名
Nakai N, Sekine Y, Sato M, Takumi T
2 . 発表標題
Cortical network dynamics reflect transitions between locomotor states in head-fixed mice in a virtual reality system
3 . 学会等名 Neuroscience 2019 (国際学会)
4.発表年
2019年
1.発表者名 中并 信裕、佐藤 正晃、内匠 透
2.発表標題
2 . 光衣信題 VR環境における社会性探索行動の皮質機能ネットワークダイナミクス
3.学会等名
第44回日本神経科学大会(国際学会)
4 . 発表年 2021年
1. 発表者名
味岡 雄大、中井 信裕、内匠 透
2.発表標題
深層学習によるマウスの行動予測
3.学会等名 第44回日本神経科学大会(国際学会)
4 . 発表年
7 · 元代十 2021年

〔学会発表〕 計6件(うち招待講演 1件/うち国際学会 5件)

1.発表者名 中井 信裕	
2 . 発表標題 VRシステムを用いた行動時皮質機能ネットワーク動態の解析	
3 . 学会等名 生理研研究会2021「行動の多様性を支える神経基盤とその動作様式の解明」(招待講演)	
4 . 発表年 2022年	
1 . 発表者名 Nakai Nobuhiro、Sato Masaaki、Toru Takumi	
2 . 発表標題 Abnormal dynamics of cortical functional networks during behavioral transitions in	a mouse model of autism
3 . 学会等名 Neuro2022 ( 国際学会 )	
4.発表年 2022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)	備考
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			
オーストラリア	メルボルン大学			