

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K09945

研究課題名(和文) バイオインフォマティクスに基づくオプトジェネティクス遺伝子の開発

研究課題名(英文) Design of new optogenetic genes by a bioinformatic approach

研究代表者

菅野 江里子 (Sugano, Eriko)

岩手大学・理工学部・准教授

研究者番号：70375210

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)：光感受性Cl-チャンネル、eNpHRを視細胞変性前に作らせることで、視細胞変性を抑制することが報告された。現在、光感受性Cl-チャンネルはNpHRとJawsが報告されているが、いずれも5mW/mm²ものレーザー光刺激が必要である。これに対し我々は、1μW/mm²のLED光刺激で300pAを超える応答が得られるCl-チャンネルを開発したが、本研究では、より反応性の高いチャンネルロドプシンの開発を目的とした。様々な変異体を作製し、パッチクランプ法により応答性を調べた。その結果、Guillardia theta由来アニオンチャンネルロドプシンでは、膜発現性と光反応性には負の相関があることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光感受性陰イオンチャンネルは、神経細胞に過分極を誘導する方法として研究されてきたが、その応答性はカチオンチャンネルと比較し、極めて低いものである。我々の開発した光感受性Cl-チャンネルは、既報告と比較し、高い応答性を示した。開発したツールは、神経活動のマニピュレーションに有用であると共に、Roskaらが示したように (Roska, Science.2010)、視細胞変性を抑制するツールとして有用である。また、本研究において、アニオンチャンネルロドプシンが膜発現性と光反応性に負の相関があることを示したが、本相関はこれまでに報告がなく、アニオンチャンネルロドプシンの開発において、重要な知見である。

研究成果の概要(英文)：Roska et al. reported that photoreceptor degeneration is delayed by the transgene of light-gated Cl- channel, NpHR, to photoreceptor cells before the degeneration. Recently, NpHR and Jaws are used as the light-gated Cl- channel. However, it is needed to excessive light illumination (5mW/mm²: laser) to activate the channel. In contrast, we developed a new light-gated Cl- channel, which is activated by the low light stimulation (1mW/mm²: LED), and 300pA of photocurrent was recorded by the LED stimulation. In this study, mutations were designed and analyzed to improve the photocurrent. Designed DNA was transfected to cells and photocurrent was recorded by a patch-clamp method. These results showed that there was a negative correlation between membrane-limited expression and photocurrent in the anion channel rhodopsin derived from Guillardia theta.

研究分野：眼科学

キーワード：オプトジェネティクス 神経細胞 網膜色素変性症

1. 研究開始当初の背景

我々はオプトジェネティクスを応用した視覚再建研究を行ってきた。網膜色素変性症(RP) など視細胞変性により失明に至った場合に対し、残存する神経細胞である網膜神経節細胞(RGCs) に光を受け取る能力を与える方法である。これにより、RGCs 自らが光情報を得て脱分極を起こし、その興奮を視覚野に伝えることで視覚を得る。この脱分極を誘導する遺伝子として、カチオンチャンネルロドプシンを用いる。我々は独自に可視光全域に反応し、光応答性の高い mVChR1 と更に改善を行った comV1 を創出した。この治療法は視細胞が完全に変性し、失明に至ったケースに対して新しい治療法と成り得る可能性が高い。

しかし、ヒトの優れた視覚システムを完全に再現できるものではなく、変性阻止する方法が最も望ましい治療法である事には変わりはない。そこで我々は、オプトジェネティクスを用いて視細胞変性を遅延し、顕著な視機能の障害を阻止するための研究を始めた。

Roska らは、光感受性 Cl-チャンネル eNpHR を視細胞変性前に作らせることで、視細胞変性を抑制することを示した (Roska, Science.2010)。しかし、eNpHR はチャンネルを開くために必要なエネルギー量が大きいことが問題である。Chuong らは eNpHR のホモロジーを 60%まで下げた改変遺伝子 Jaws を作製し、光応答性を向上させた(JCI nsight.2018)。Dalkara らはこの 632nm をピークとした Jaws を用いて視細胞を阻止可能であることを示した(JCI nsight.2018)。しかしながら、この光作動性チャンネルを開くために 5mW/mm² ものレーザー光刺激が必要であり、実用性の面から問題がある。

これに対し、我々は新たに光感受性 Cl-チャンネルを作製した。このチャンネルは、550nm に光感受性を持ち、先行する NpHR, Jaws と比較し、低いエネルギー量でチャンネルを開くことができる。本チャンネルは視細胞変性に対し、有効な機能を持つと推察された。そこで、バイオインフォマティクスを用い、更なる光応答性の向上を試みることにした。

2. 研究の目的

バイオインフォマティクスによる予測に基づき、光感受性 Cl-チャンネルの遺伝子の改変を行い、チャンネルタンパク質の膜発現効率の改善を目指した。チャンネルロドプシンの光応答性については、これまでカチオンチャンネルロドプシンの研究から、細胞膜での局在発現が機能と比例関係である、と考えられてきた。膜局在について光感受性 Cl-チャンネルタンパク質の発現観察を行うと、これまで報告のある光感受性 Cl-チャンネル eNpHR、そして、チャンネル機能が更に改善されたと報告のあった Jaws、のいずれにおいても、カチオンチャンネルロドプシンと比較し膜局在化が低いことが観察された。光感受性 Cl-チャンネルタンパク質が、カチオンチャンネルロドプシンより反応性に乏しい理由は、膜局在化にあるのではないかと考え、膜局在性を改善するためのアミノ酸配列の検討を行うことにした。アミノ酸の変更は、チャンネル機能を低下させる可能性もあるため、改変した遺伝子について、膜局在化と共に、チャンネル機能について調べることにした。

3. 研究の方法

SOSUI や CAVER 等を用いたバイオインフォマティクスにより、細胞膜への局在化をもたらすタンパク質、及び、イオン通過量を増大させるタンパク質をコードする遺伝子のデザインを行った。デザインした遺伝子を部位特異的遺伝子変異により作製し、発現ベクターに組み込みを行い、得られたベクター-DNA をリン酸 Ca 法により HEK293 細胞へ遺伝子導入した。遺伝子発現については、融合発現させた蛍光タンパク質の発現により確認した。この venus 発現 HEK 細胞に対し、パッチクランプ法を用いて voltage-clamp 記録により光応答性を調べた。

膜局在化については、より詳細な検討を行うため、局在化を数値化し、局在化と光応答についての関係性を調べた。

4. 研究成果

アミノ酸の構造・イオン透過経路予測から光感受性 Cl-チャンネルロドプシンの変異体を作製し、パッチクランプ法を用いて機能評価を行った。その結果、1 アミノ酸の変異によりチャンネル活性が消失するクローンが生じた。このことは、クロライドイオン透過に重要な役割であるアミノ酸である、ということを示している。そこで、得られた結果を基に Cl-の透過を亢進させるタンパク質をバイオインフォマティクスにより予測し、キネティクスに重要な役割を持つアミノ酸配列、およびイオン電流に影響を与えるアミノ酸配列を持つ変異タンパク質を細胞で作らせ、アニオンチャンネルとしての機能をパッチクランプ法により解析した。その結果、2 つの特徴を持つアニオンチャンネルが得られた。1 つは、光誘発電流が増大するもの、もう一つは、OFF 応答の早いものである。これらの反応が得られたアミノ酸構造を再び、電流増大と OFF 応答に着目してバイオインフォマティクスで戻し解析を行ったところ、電流増大が見られたチャンネルにおいては、タンパク質の安定化エネルギーが低下している傾向が見られた。細胞膜局在化に関しては、我々の開発した光感受性 Cl-チャンネルにおいても、eNpHR および Jaws と同様、カチオンチャンネルの

ような膜局在化が得られなかった。また、このような光感受性 Cl-チャンネルの膜局在化については、近年報告された光反応性の高い GtACR2 でも同様であった。

膜局在化に着目し、作製したクローンの解析を行ったところ、顕著に変化があった変異が 2 つ得られた。1 つは、1 アミノ酸置換で、細胞膜発現性の有意な向上が見られたが、光反応性の低下が示された。もう一つは、改変前と比較して高い応答性を示し、膜局在の改善が観察されたものの、有意差は得られなかった。

実験において、膜局在化できたにも関わらず、光電流の減少が見られたクローンが存在した為、アニオンチャンネルロドプシンの細胞における膜発現とイオン電流との関係を調べた。その結果、予想外にも膜局在とイオン電流は負の相関があることが判明した。同様の解析をカチオンチャンネルロドプシンで行ったところ、カチオンチャンネルロドプシンでは、正の相関があることが分かった。

これらの実験から、*Guillardia theta* 由来アニオンチャンネルロドプシンについては、カチオンチャンネルロドプシンとは異なり、膜発現性と光反応性には負の相関があることが示された。

我々の開発した光感受性 Cl-チャンネルには、以下の 2 点のメリットがある。1 つは、GtACR2 と比較しても、チャンネルの閉口速度が有意に早い点である。チャンネルの閉口速度は、次の応答に対しての待機時間として重要であり、反応特性(Hz)と関連している。もう一点は、 $1 \mu\text{W}/\text{mm}^2$ の弱い LED 刺激によっても 300pA を超える応答が得られる点である。この 2 点から、現段階においても、我々の開発した光感受性 Cl-チャンネルは有用性の高いものであると推察された。

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 0件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Tomita H, Sugano E	4. 巻 1293
2. 論文標題 Review : Optogenetics-Mediated Gene Therapy for Retinal Diseases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Adv Exp Med Biol.	6. 最初と最後の頁 535-43.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-8763-4_37.	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 Furuya K, Wu T, Orimoto A, Sugano E, Tomita H, Kiyono T, Kurose T, Takai Y, Fukuda T.	4. 巻 8(1)
2. 論文標題 The transcriptome of wild-type and immortalized corneal epithelial cells.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sci Data.	6. 最初と最後の頁 126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41597-021-00908-9.	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 Tabata K, Sugano E, Hatakeyama A, Watanabe Y, Suzuki T, Ozaki T, Fukuda T, Tomita H.	4. 巻 22(13)
2. 論文標題 Phototoxicities Caused by Continuous Light Exposure Were Not Induced in Retinal Ganglion Cells Transduced by an Optogenetic Gene.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int J Mol Sci.	6. 最初と最後の頁 6732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms22136732.	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 Watanabe Y, Sugano E, Tabata K, Hatakeyama A, Sakajiri T, Fukuda T, Ozaki T, Suzuki T, Sayama T, Tomita H.	4. 巻 6(1)
2. 論文標題 Development of an optogenetic gene sensitive to daylight and its implications in vision restoration.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 NPJ Regen Med.	6. 最初と最後の頁 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41536-021-00177-5.	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 Sakajiri T, Nakatsuji M, Teraoka Y, Furuta K, Ikuta K, Shibusa K, Sugano E, Tomita H, Inui T, Yamamura T.	4. 巻 13(12)
2. 論文標題 Zinc mediates the interaction between ceruloplasmin and apo-transferrin for the efficient transfer of Fe(III) ions.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Metallomics.	6. 最初と最後の頁 mfab065.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mtomcs/mfab065.	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 Takada H, Miura T, Fujibayashi S, Sasaki N, Takahashi K, Sugano E, Tomita H, Ozaki T, Kiyono T, Yoshida MA, Fukuda T.	4. 巻 57(10)
2. 論文標題 Detailed chromosome analysis of wild-type, immortalized fibroblasts with SV40T, E6E7, combinational introduction of cyclin dependent kinase 4, cyclin D1, telomerase reverse transcriptase.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 In Vitro Cell Dev Biol Anim.	6. 最初と最後の頁 998-1005.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11626-021-00631-0.	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 Furuya K, Fujibayashi S, Wu T, Takahashi K, Takase S, Orimoto A, Sugano E, Tomita H, Kashiwagi S, Kiyono T, Ishii T, Fukuda T.	4. 巻 23(1)
2. 論文標題 Transcriptome analysis to identify the downstream genes of androgen receptor in dermal papilla cells.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Genom Data.	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) 10.1186/s12863-021-01018-6.	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 Munirah I, Ozaki T, Sekine A, Morimoto M, Sugawara M, Takada H, Sugano E, Tomita H, Kiyono T, Fukuda T.	4. 巻 74(1)
2. 論文標題 Immortalization of cells derived from domestic dogs through expressing mutant cyclin-dependent kinase 4, cyclin D1, and telomerase reverse transcriptase.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cytotechnology.	6. 最初と最後の頁 181-192.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10616-021-00504-0.	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 Utsumi S, Sakamoto K, Yamashita T, Tomita H, Sugano E, Ishida K, Ishiyama E, Ozaki T	4. 巻 524
2. 論文標題 Presence of ES1 homolog in the mitochondrial intermembrane space of porcine retinal cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 542-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.01.127	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 Sugano E, Endo T, Sugai A, Kikuchi Y, Tabata K, Ozaki T, Kurose T, Takai Y, Mitsuguchi Y, Honma Y, Tomita H	4. 巻 883
2. 論文標題 Geranylgeranyl acetone prevents glutamate-induced cell death in HT-22 cells by increasing mitochondrial membrane potential	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Pharmacology	6. 最初と最後の頁 173193.1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejphar.2020.173193	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 Ozaki T, Utsumi S, Iwamoto T, Tanaka M, Tomita H, Sugano E, Ishiyama E, Ishida K	4. 巻 24
2. 論文標題 Data on mitochondrial ultrastructure of photoreceptors in pig, rabbit, and mouse retinas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Data in Brief	6. 最初と最後の頁 105544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dib.2020.105544	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 Fukuda T, Furuya K, Takahashi K, Orimoto A, Sugano E, Tomita H, Kashiwagi S, Kiyono T, Ishii T	4. 巻 24
2. 論文標題 Combinatorial expression of cell cycle regulators is more suitable for immortalization than oncogenic methods in dermal papilla cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 101929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2020.101929	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 Tomita H, Sugano E	4. 巻 1293
2. 論文標題 Optogenetics-Mediated Gene Therapy for Retinal Diseases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Adv Exp Med Biol.	6. 最初と最後の頁 535-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-8763-4_37	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 Sugano E, Tabata K, Takezawa T, Shiraiwa R, Muraoka H, Metoki T, Kudo A, Iwama Y, Nakazawa M, Tomita H.	4. 巻 23;2019
2. 論文標題 N-Methyl-N-Nitrosourea-Induced Photoreceptor Degeneration Is Inhibited by Nicotinamide via the Blockade of Upstream Events before the Phosphorylation of Signalling Proteins.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomed Res Int.	6. 最初と最後の頁 3238719
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/3238719.	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 Fukuda T, Gouko R, Eitsuka T, Suzuki R, Takahashi K, Nakagawa K, Sugano E, Tomita H, Kiyono T.	4. 巻 16;10
2. 論文標題 Human-Derived Corneal Epithelial Cells Expressing Cell Cycle Regulators as a New Resource for in vitro Ocular Toxicity Testing.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Front Genet.	6. 最初と最後の頁 587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fgene.2019.00587.	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 Kurose T, Sugano E, Sugai A, Shiraiwa R, Kato M, Mitsuguchi Y, Takai Y, Tabata K, Honma Y, Tomita H.	4. 巻 18;12(8):
2. 論文標題 Neuroprotective effect of a dietary supplement against glutamate-induced excitotoxicity in retina.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Int J Ophthalmol.	6. 最初と最後の頁 1231-37.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18240/ijo.2019.08.01.	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 Utsumi S, Sakamoto K, Yamashita T, Tomita H, Sugano E, Ishida K, Ishiyama E, Ozaki T.	4. 巻 524(3)
2. 論文標題 Presence of ES1 homolog in the mitochondrial intermembrane space of porcine retinal cells.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochem Biophys Res Commun.	6. 最初と最後の頁 542-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.01.127.	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19件(うち招待講演 4件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 佐山達紀, 菅野江里子, 畠山暁斗, 鈴木智也, 笹森健瑠, 富田浩史
2. 発表標題 光受容クロライドチャンネルタンパク質の機能向上部位の同定
3. 学会等名 第7回 デザイン生命工学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 畠山暁斗, 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 日光光レベルの光に応答する高感度チャンネルロドプシンの開発
3. 学会等名 新学術領域研究 第4回 若手ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新林史悠, 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 オプトジェネティクスによるパーキンソン病モデルラットの行動評価
3. 学会等名 新学術領域研究 第4回 若手ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐渡愛, 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 オプトジェネティクスによる視覚再生後の視覚野の可塑性
3. 学会等名 新学術領域研究 第4回 若手ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菊地由樹, 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 オプトジェネティクスを用いた網膜神経細胞保護
3. 学会等名 新学術領域研究 第4回 若手ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐渡愛, 菅野江里子, 田端希多子, 新林史悠, 小野口玲奈, 富田 浩史
2. 発表標題 遺伝子治療による視覚再生後の脳の可塑性
3. 学会等名 眼薬理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菊地由樹, 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 新規ステップ関数型オプシンによる網膜神経細胞保護
3. 学会等名 眼薬理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 畠山暁斗, 渡邊義人, 菅野江里子, 田端希多子, 佐山達樹, 富田浩史
2. 発表標題 マイクロワットオーダーの光に応答する高感度型チャンネルロドプシンの開発
3. 学会等名 日本光医学・光生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野口潤, 磯田李紗, 渡辺恵, 中垣慶子, 菅野江里子, 富田浩史, 渡我部昭哉, 山森哲雄, 水上 浩明, 一戸紀孝
2. 発表標題 マームセット自閉症モデル前頭前皮質 樹状突起スパインと軸索ブトンのin vivo 2光子顕微鏡観察による解析
3. 学会等名 神経科学学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅野江里子, 富田浩史, 田端希多子
2. 発表標題 視覚再生後の 網膜、視覚野の機能変化
3. 学会等名 細胞社会ダイバーシティの統合的解明と制御 領域会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eriko Sugano, Kitako Tabata, Yoshito Watanabe, Makoto Tamai, Hiroshi Tomita
2. 発表標題 Gene therapy using our developed mVChR1 gene for Retinitis Pigmentos
3. 学会等名 第123回日本眼科学会総会（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田浩史, 菅野江里子
2. 発表標題 視覚再生のための遺伝子治療
3. 学会等名 第123回日本眼科学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田浩史, 菅野江里子
2. 発表標題 視覚再建のための遺伝子治療 - 臨床試験に向けて
3. 学会等名 群馬県網膜色素変性症協会・医療講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅野江里子, 田端希多子, 富田浩史
2. 発表標題 神経経路の再建により誘導される神経栄養因子の網羅的解析
3. 学会等名 細胞社会ダイバーシティの統合的解明と制御 第4回公開シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊義人, アリアルアシーらるび, 菅野江里子, 富田浩史
2. 発表標題 新規ステップ機能型チャンネルロドプシンの特性解析
3. 学会等名 日本動物学会 東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊谷俊哉, 田端希多子, 菅野江里子, 富田浩史
2. 発表標題 認知症モデルラットに対する保護薬の効果検討
3. 学会等名 日本動物学会 東北支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野口潤, 渡辺恵, 三嶋晶, 中垣慶子, 磯田李紗, 境和久, 菅野江里子, 富田浩史, 渡我部昭哉, 山森哲雄, 水上 浩明, 一戸紀孝
2. 発表標題 マームセット自閉症モデル大脳皮質樹状突起スパインのin vivo 2光子顕微鏡観察
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田浩史, 田端希多子, 菅野江里子
2. 発表標題 遺伝子治療による視機能再建
3. 学会等名 眼薬理学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅野江里子, 田端希多子, 熊谷俊哉, 富田浩史
2. 発表標題 神経細胞の再活性化によるRNA発現パターンの網羅的解析
3. 学会等名 細胞ダイバース 第5回公開シンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 改変チャンネルロドプシン	発明者 富田浩史, 菅野江里子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/012282	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 改変光受容クロライドチャンネル	発明者 富田浩史, 菅野江里子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/012283	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 改変チャンネルロドプシン	発明者 富田浩史, 菅野江里子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-053473	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 改変光受容クロライドチャンネルロドプシン	発明者 富田浩史, 菅野江里子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-053474	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

視覚神経科学研究室 http://web.cc.iwate-u.ac.jp/~htomita/vis-neurosci/ 失明者の視覚再建 https://www.crieto.hosp.tohoku.ac.jp/seedlist/seed23.html NEW VISION https://www.jig-saw.com/news/20161226/ 視覚神経科学研究室 http://web.cc.iwate-u.ac.jp/~htomita/vis-neurosci/
--

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	富田 浩史 (Tomita Hiroshi) (40302088)	岩手大学・理工学部・教授 (11201)	

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 分 担 者	田端 希多子 (Tabata Kitako) (80714576)	岩手大学・理工学部・特任准教授 (11201)	

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