

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2016～2019

課題番号：16KT0074

研究課題名(和文) 入力系の再構成によるオーファン受容体の出力の解析

研究課題名(英文) Constitutive approach for investigating orphan receptors using photoreceptor proteins and light as an input

研究代表者

小柳 光正 (KOYANAGI, Mitsumasa)

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：30379276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円

研究成果の概要(和文)：

Gタンパク質共役型受容体(GPCR)は、様々な生命活動に関わる重要な受容体分子である。私たちは、機能未知GPCR(オーファンGPCR)の機能解明に向けて、光操作ツールを用いた新しい解析手法の開発を行った。光操作ツール候補として様々な動物由来の光受容タンパク質に着目し、分子特性の解明とツール開発、さらにその性能評価を行った結果、光入力によって不活性化ツール、色によって活性化と不活性化を制御できるツール、透過性の高い長波長光で作動できるツールの開発と培養細胞での機能性の実証に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、動物の光受容タンパク質をベースにした有望な光操作ツールが多数開発され、それらを用いることで、機能不明なオーファンGPCRを解析する道が開けた。GPCRは、ヒトに800種類存在し、多様な生命機能の解明という学術的興味だけでなく、創薬のターゲットとして医学薬学的にも注目されていることから、本研究で示した新しい解析手法はGPCRの研究を加速することで、社会に大きく貢献すると期待される。

研究成果の概要(英文)：

G-protein coupled receptors (GPCRs) are involved in various physiologies, and therefore have been studied not only for understanding the mechanisms underlying biological activities but also drug discovery. However, a significant number of GPCRs are still orphan receptors, whose input and output remain unknown. In this study, we developed a new method for understanding outputs of orphan GPCRs by using photoreceptor proteins and light as an input. We investigated molecular basis of varied animal photoreception including vision to discover photoreceptor proteins having interesting characteristics such as "dark-active and light-inactivated opsin", "UV-active and green-inactive opsin" and "the longest wavelength sensitive bistable opsin". These opsins could be promising optogenetic tools for analyzing orphan GPCRs.

研究分野：光生物学、分子進化学、生化学

キーワード：GPCR ロドプシン 光遺伝学 光受容

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

Gタンパク質共役型受容体 (G-protein coupled receptor, GPCR) は、ヒトゲノム中に約 800 種存在する受容体ファミリーで、神経系、内分泌系、生殖系、免疫系などほとんどすべての生命機能において細胞間情報伝達を担う重要な分子である。そのため GPCR 研究は、生命機能の解明という基礎研究分野のみならず、創薬のターゲットとしても非常に注目され続けてきた。GPCR は、刺激としてそれぞれ特定のリガンドを受容し、細胞内シグナル伝達を介して、刺激に対する細胞応答を引き起こす。したがって、リガンドを明らかにすることは、その GPCR がどのような生理機能に関わっているのかを知る手がかりを与えるため、GPCR の研究はリガンドの同定を中心に行われてきた。しかしながら、これまで国内・外、大学・企業を問わず、多くの研究グループの努力にもかかわらず、現在でも多数の GPCR (ヒトで 1/3 程度、他の動物においては大部分) は未だリガンドが不明のオーファン受容体であり、GPCR が支える多様な生理機能の全容解明には程遠い状況にあった。

### 2. 研究の目的

リガンドがわからなければ実験的に受容体を活性化することができない。そのため、リガンドが同定されなければ、GPCR の機能解析は進まないというのが常識であった。しかしながら、GPCR のリガンドを決めることは GPCR が関与する生理機能解析の有効なストラテジーではあるが、必ずしも必要不可欠ではない。例えば、リガンドがわからなくても、標的とする GPCR 発現細胞内の G タンパク質を、別の方法で活性化できれば、その GPCR が引き起こす細胞応答やその先の生理機能を先に知ることは可能である。そこで本研究では、GPCR の中で唯一光を刺激とする受容体である視物質ロドプシンおよびその類似光受容タンパク質 (ロドプシン類) を代替受容体 (光操作ツール) として用いる (入力系を再構成する) GPCR 研究の新ストラテジーの開発を目指した。

### 3. 研究の方法

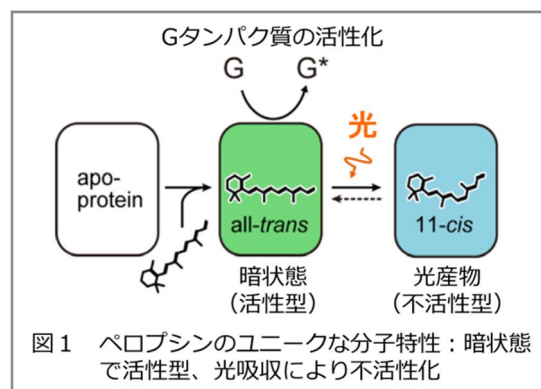
ロドプシン類を光操作ツールとして用いることで、他の GPCR の下流、すなわちシグナル伝達カスケードを光で駆動するというアイデアは古くからあったが、従来のロドプシン類の性質が生体内の様々な組織で利用には不向きであったために実現は困難とされていた。私たちは、これまで行ってきた動物の多様なロドプシン研究の成果として、光操作ツールとしての高いポテンシャルを秘めたロドプシン類 (双安定性ロドプシン) を多数見出した (Koyanagi and Terakita, 2014, *Biochim Biophys Acta* 1837, 710-716)。そこで本研究では、光操作ツールとして有用な双安定性ロドプシンの同定、機能解析、改変を行い、さらに培養細胞系において光操作ツールの機能性の実証を行った。

### 4. 研究成果

以下の双安定性ロドプシンの機能解析および有望な光操作ツールの開発と機能性の実証に成功した。

#### (1) 暗状態で活性化、光吸収によって不活性化するペロプシン

視物質ロドプシンに代表される一般的な光受容タンパク質は、暗状態で 11 シス型レチナールを発色団として結合しており、光吸収によって 11 シス型が全トランス型に異性化し、それが引き金となり、G タンパク質を活性化する活性型へと変化することが知られている。ペロプシンもロドプシンに類似した光受容タンパク質の一種であるが、これまでに私たちは、ペロプシンは暗状態で全トランス型レチナールを結合し、光吸収によって 11 シス型へと異性化するという、逆向きの異性化プロファイルを示すことを明らかにした (Koyanagi et al., 2002 *FEBS Lett* 531, 525-528; Nagata et al., 2010 *J Comp Physiol A* 196, 51-59)。このことは、ペロプシンが、光によって G タンパク質を活性化する光感受性の G タンパク質共役型受容体 (GPCR) ではなく、光によって 11 シス型レチナールを合成する光異性化酵素であることを想像させるものである。実際、ペロプシンが G タンパク質を光依存的に活性化するという報告がないこともこの考えを支持していた。今回私たちは、無脊椎動物のペロプシンの G タンパク質活性化部位を、活性化する G タンパク質がわかっている他の光受容タンパク質の同部位と置き換えたキメラ変異体 (ペロプシンキメラ) を作製し、培養細胞を用いて G タンパク質の活性化能を調べた。その結果、ペロプシンキメラは、暗状態で G タンパク質を活性化し、光吸収によってその活性化が終息 (不活性化) することが明らかとなった (Nagata et al., 2018 *Sci Rep* 8:3535)。このことは、ペロプシンが GPCR として機能し得ることを示すものであると同時に、一般的な光受容タンパク質が「暗で不活性、光で活性化」であるのに対して、ペロプシンは「暗で活性、光で不活性化」という逆の活性化様



式を示す、いわば“暗受容体”として振る舞うことを示す興味深い結果である (Nagata et al., 2018 *Sci Rep* 8:3535、図 1)。

このペロプシンの持つユニークな活性化様式は、オフファン GPCR が駆動するシグナル伝達系を恒常的に (刺激なしで) オンにし、光刺激によってオフにできるこれまでにない新規光操作ツールとして応用できる (特許出願中: 特開 2019-92457 永田崇, 小柳光正, 寺北明久)。また、ペロプシンは、ハエトリグモのみならず、ヒトを含む脊椎動物にも広く存在する光受容タンパク質であるが、生理的役割はほとんど明らかになっていない。私たちが発見したペロプシンの“暗受容体”として振る舞う活性化様式は、ペロプシンの生理的役割の解明の重要な手がかりになると期待される。

## (2) UV 光と可視光でシグナル伝達系を拮抗的に制御するパラピノプシン

円口類、魚類、両生類および爬虫類の脳の一部 (松果体関連器官) には、UV 光により応答が抑制され、可視光により興奮するという拮抗的な応答を示す神経節細胞が存在し、それによってこれらの動物は松果体で光の波長、すなわち色を識別するということが古くから知られていた。私たちはこれまでの研究で、パラピノプシンという UV 感受性光受容タンパク質が、この松果体波長識別の UV 受容を担っていることを明らかにしてきた (Koyanagi et al., 2004 *PNAS* 101, 6687-6691; Wada et al., 2012 *PLoS One* 7:e39003; Koyanagi et al., 2015 *BMC Biol* 13:73; Koyanagi et al., 2017 *Front Eco Evo* 5:23)。興味深いことに、従来の脊椎動物のロドプシン類が光を受けると壊れる (退色する) のに対し、パラピノプシンは光を受けても壊れず、可視光感受性の安定な光産物となり、光産物は可視光吸収によって元の UV 感受性の不活性化状態へと戻るといふ、双安定性 (bistable) の性質をもっていた (Koyanagi et al., 2004 *PNAS* 101, 6687-6691; Koyanagi et al., 2017 *Front Eco Evo* 5:23)。今回私たちは、この双安定性の生物学的意義を調べる目的で、種々の遺伝子改変ゼブラフィッシュを用いた解析を行った。まず、カルシウムセンサー (GCaMP) を神経細胞で発現するゼブラフィッシュを用いて、松果体の光応答をカルシウムイメージングによって解析した結果、UV 光と可視光に対する拮抗的な応答が“単一の光受容細胞”で起きていることを明らかにした (Wada et al., 2018 *PNAS* 115, 11310-11315)。一般に、色覚に代表される色の識別には、波長感受性の異なる複数の光受容細胞が必要であることから、松果体で見つかった単一細胞での色識別システムは、新規の色識別メカニズムである。次に、パラピノプシン遺伝子を破壊したゼブラフィッシュ (PP-KO) の松果体の光応答を調べたところ、野生型で見られていた UV に対する過分極性の神経応答が消失しただけでなく、驚くべきことに、可視光に対する脱分極性の応答までも消失した (Wada et al., 2018 *PNAS* 115, 11310-11315、図 2)。このことは、パラピノプシンが UV 光に対する応答のみならず、可視光に対する応答も担っていることを示している。さらに、この PP-KO ゼブラフィッシュに、退色型の UV 感受性オプシン (SWS1) を遺伝子導入して機能回復を試みたところ、UV 光応答は回復したものの、可視光応答は回復しなかった (Wada et al., 2018 *PNAS* 115, 11310-11315、図 2)。

この結果は、パラピノプシンの双安定性という性質が、松果体の UV 光と可視光に対する拮抗的な応答を生み出していることを示すものであり、光操作ツールとしても、パラピノプシンは、オフファン受容体が駆動するシグナル伝達系を UV 光でオン、可視光でオフできる“色操作”を可能とするツールとなり得る。

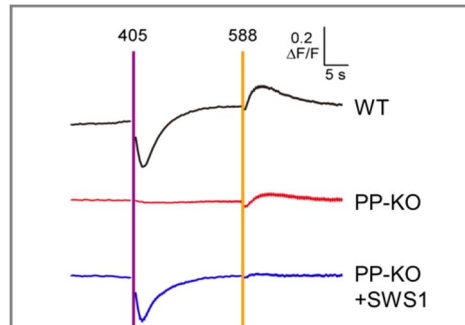


図 2 パラピノプシンの双安定性により生み出される UV 光と可視光に対する拮抗的な神経応答

## (3) 長波長感受性の双安定性ロドプシン・アゲハチョウ PxRh3 の波長識別メカニズム

脊椎動物と無脊椎動物は独立に色覚を進化させたことが知られている。脊椎動物の視覚を支える 4 種類の錐体視物質 (LWS, SWS1, SWS2, MWS) の波長制御メカニズムの研究は古くから盛んに行われてきた。中でも、ヒトを含む霊長類の赤感受性を支える LWS については、他の哺乳類とは大きく吸収波長が異なることから特に注目され、これまでにその長波長シフトメカニズムの詳細が明らかになっている。しかしながら、昆虫をはじめとする無脊椎動物の色覚を支える光受容タンパク質の波長制御メカニズムについては、組み換えタンパク質の精製が困難であることからほとんどわかっていない。今回私たちは、アゲハチョウの赤感受性を支える長波長感受性光受容タンパク質 (PxRh3) の機能解析を試み、PxRh3 の吸収スペクトルを初めて決定した (Saito et al., 2019 *Zool Lett* 5:35、図 3)。さらに、アゲハチョウの緑感受性を支える PxRh1 との amino acid

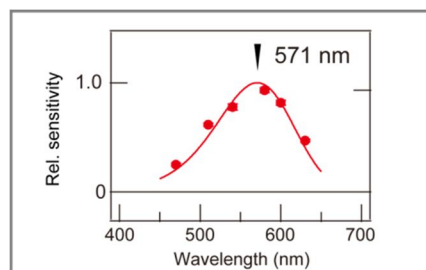


図 3 アゲハチョウの長波長感受性双安定性ロドプシン・PxRh3

配列の比較と、最近私たちが開発した異種的作用スペクトル測定法 (Sugihara et al., 2016 *PLoS One* 11:e0161215) を用いた変異体解析によって、アゲハチョウの P<sub>x</sub>Rh3 の長波長シフトには、主に第 3 ヘリックスが関わっていること、特に、N 末端から 116 番目と 120 番目のアミノ酸残基の貢献が大きいことを明らかにした (Saito et al., 2019 *Zool Lett* 5:35)。これらの位置のアミノ酸残基による長波長シフトはこれまで知られておらず、また、吸収波長制御に直接関わる発色団近傍に位置していないことから、今回の結果は、脊椎動物の錐体視物質とは独立に進化した新しい波長制御メカニズムの存在を示唆している。

P<sub>x</sub>Rh3 は、現時点で動物界最長波長感受性の双安定性ロドプシンであり、近赤外光など長波長の光は組織の透過性が高いことから、P<sub>x</sub>Rh3 およびその長波長シフトメカニズムは、生体深部で機能するオーファン GPCR の解析のための長波長光操作ツール開発の基礎として期待できる。また、P<sub>x</sub>Rh3 は野生型では G<sub>q</sub> 型 G タンパク質を活性化するが、本解析の過程で、G<sub>s</sub> 型 G タンパク質を活性化する P<sub>x</sub>Rh3 への改変にも成功しており、G<sub>q</sub> 共役型のみならず G<sub>s</sub> 共役型のオーファン GPCR の機能解析への応用も可能である (Saito et al., 2019 *Zool Lett* 5:35)。

#### (4) G<sub>q</sub> 共役型双安定性ロドプシン・ハエトリグモロドプシンの分子特性の解析

私たちは、ハエトリグモから単離した G<sub>q</sub> 共役型の双安定性ロドプシン (ハエトリグモロドプシン、Koyanagi et al., 2008 *J Mol Evol* 66, 130-137; Nagata et al., 2012 *Science* 335, 469-471) について、詳細な分子特性の解析を行った。その結果、双安定性ロドプシンの一般的な可視光受容の分子メカニズムを明らかにし、さらに、活性化に伴う受容体内部の構造変化に関する新しい知見を得た (Nagata et al., 2019 *Commun Biol* 2:180)。また、双安定性の性質にもとづく、活性状態と不活性状態の可逆的な光反応の詳細を明らかにした (Ehrenberg et al., 2019 *Biophys J* 116:1248-1258)。

これらの知見は、オーファン GPCR 研究における光操作ツールの改良 (吸収波長の改変、高感度化) に寄与すると考えられる。

## 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 5件／うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi, Seiji Wada, Tomoka Saito, Tomohiro Sugihara, Satoshi Tamotsu, Akihisa Terakita	4. 巻 -
2. 論文標題 The non-visual opsins expressed in deep brain neurons projecting to the retina in lampreys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 in press
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 -
1. 著者名 Saito Tomoka, Koyanagi Mitsumasa, Sugihara Tomohiro, Nagata Takashi, Arikawa Kentaro, Terakita Akihisa	4. 巻 5
2. 論文標題 Spectral tuning mediated by helix III in butterfly long wavelength-sensitive visual opsins revealed by heterologous action spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Zoological Letters	6. 最初と最後の頁 35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40851-019-0150-2	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 -
1. 著者名 Matsuo Ryota, Koyanagi Mitsumasa, Nagata Akane, Matsuo Yuko	4. 巻 527
2. 論文標題 Co expression of opsins in the eye photoreceptor cells of the terrestrial slug Limax valentianus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Neurology	6. 最初と最後の頁 3073 ~ 3086
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/cne.24732	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 Nagata Takashi, Koyanagi Mitsumasa, Tsukamoto Hisao, Mutt Eshita, Schertler Gebhard F. X., Deupi Xavier, Terakita Akihisa	4. 巻 2
2. 論文標題 The counterion-retinylidene Schiff base interaction of an invertebrate rhodopsin rearranges upon light activation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 180
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s42003-019-0409-3	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 Ehrenberg David, Varma Niranjan, Deupi Xavier, Koyanagi Mitsumasa, Terakita Akihisa, Schertler Gebhard F.X., Heberle Joachim, Lesca Elena	4. 巻 116
2. 論文標題 The Two-Photon Reversible Reaction of the Bistable Jumping Spider Rhodopsin-1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biophysical Journal	6. 最初と最後の頁 1248 ~ 1258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bpj.2019.02.025	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 Gerrard Elliot, Mutt Eshita, Nagata Takashi, Koyanagi Mitsumasa, Flock Tilman, Lesca Elena, Schertler Gebhard F. X., Terakita Akihisa, Deupi Xavier, Lucas Robert J.	4. 巻 115
2. 論文標題 Convergent evolution of tertiary structure in rhodopsin visual proteins from vertebrates and box jellyfish	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 6201 ~ 6206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1073/pnas.1721333115	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 Hara Yuichiro, Yamaguchi Kazuaki, Onimaru Koh, Kadota Mitsutaka, Koyanagi Mitsumasa, Keeley Sean D., Tatsumi Kaori, Tanaka Kaori, Motone Fumio, Kageyama Yuka, Nozu Ryo, Adachi Noritaka, Nishimura Osamu, Nakagawa Reiko, Tanegashima Chiharu, Kiyatake Itsuki, Matsumoto Rui, Murakumo Kiyomi, Nishida Kiyonori et al.	4. 巻 2
2. 論文標題 Shark genomes provide insights into elasmobranch evolution and the origin of vertebrates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Ecology & Evolution	6. 最初と最後の頁 1761 ~ 1771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/s41559-018-0673-5	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 Wada Seiji, Shen Baoguo, Kawano-Yamashita Emi, Nagata Takashi, Hibi Masahiko, Tamotsu Satoshi, Koyanagi Mitsumasa, Terakita Akihisa	4. 巻 115
2. 論文標題 Color opponency with a single kind of bistable opsin in the zebrafish pineal organ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 11310 ~ 11315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1073/pnas.1802592115	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 Matsuo Ryota, Takatori Yuka, Hamada Shun, Koyanagi Mitsumasa, Matsuo Yuko	4. 巻 220
2. 論文標題 Expression and light-dependent translocation of -arrestin in the visual system of the terrestrial slug <i>Limax valentianus</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 3301 ~ 3314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.162701	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 Nagata Takashi, Koyanagi Mitsumasa, Lucas Robert, Terakita Akihisa	4. 巻 8
2. 論文標題 An all-trans-retinal-binding opsin peropsin as a potential dark-active and light-inactivated G protein-coupled receptor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-21946-1	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 T. Sugihara, T. Nagata, B. Mason, M. Koyanagi, A. Terakita	4. 巻 11
2. 論文標題 Absorption Characteristics of Vertebrate Non-Visual Opsin, Opn3	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0161215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0161215	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 Mitsumasa Koyanagi, Emi Kawano-Yamashita, Seiji Wada, Akihisa Terakita	4. 巻 5
2. 論文標題 Vertebrate Bistable Pigment Parapinopsin: Implications for Emergence of Visual Signaling and Neofunctionalization of Non-visual Pigment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2017.00023	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103件（うち招待講演 16件/うち国際学会 38件）

1. 発表者名 Seiji Wada, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Chromatic response with a single kind of opsin in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 FASEB SRC The Biology & Chemistry of Vision (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Takashi Nagata, Kentaro Arikawa, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Spectral tuning in butterfly long wavelength-sensitive visual opsins
3. 学会等名 FASEB SRC The Biology & Chemistry of Vision (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正, 高橋 直樹, 寺北 明久
2. 発表標題 オプシンファミリーに近縁なGPCRに着目したオプシンの起源の探索
3. 学会等名 日本進化学会第21回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Seiji Wada, Baoguo Shen, Takashi Nagata, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Color dependent light regulation of cell responses by a non-visual bistable opsin parapinopsin
3. 学会等名 2019 ESP-IUPB World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 永田 崇, 小柳 光正, 塚本 寿夫, Eshita Mutt, Gebhard F. X. Schertler, Xavier Deupi, 寺北 明久
2. 発表標題 無脊椎動物視覚ロドプシンにおける対イオン - プロトン化シッフ塩基間相互作用の変異体解析
3. 学会等名 ISSPワークショップ「レチナールタンパク質の光機能発現の物理と化学」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正, 永田 崇, 斉藤 智香, 寺北 明久
2. 発表標題 ハエトリグモの視物質の吸収スペクトルと興行き知覚メカニズムの進化との関係
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山下(川野) 絵美, 由良 南々帆, 小柳 光正, 和田 清二, 寺北 明久, 保 智己
2. 発表標題 無顎類ヤツメウナギの脳深部に存在する新規光受容器官の非視覚オプシンに着目した組織学的解析
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 和晃, 小柳 光正, 原 雄一郎, 野津 了, 佐藤 圭一, 寺北 明久, 工樂 樹洋
2. 発表標題 サメのゲノム配列から明らかとなった生息水深への視覚の適応
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沈 宝国, 和田 清二, 永田 崇, 山下(川野) 絵美, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体における波長検出に関わる光受容タンパク質パラピノプシンの不活性化機構の解析
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中田 玄樹, 和田 清二, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュにおいて松果体光受容タンパク質が関わる光点灯時の遊泳活性の制御
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝国, 山下(川野) 絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体における非感色性光応答を担う光受容タンパク質の解析
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝国, 山下(川野) 絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体における色情報検出を担う光受容体
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正
2. 発表標題 動物の双安定型ロドプシンを用いた細胞内シグナル伝達の光操作
3. 学会等名 日本動物学会第90回大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題 Light regulation of cell responses by animal rhodopsins
3. 学会等名 9th Asia and Oceania Conference on Photobiology（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正
2. 発表標題 動物の光受容タンパク質の解析から生態・進化を探る
3. 学会等名 第四回軟骨魚類研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝國, 山下(川野) 絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 松果体におけるオプシンの分子特性と波長識別
3. 学会等名 基礎生物学研究所セミナー「異分野融合による次世代光生物学研究会」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正, 高橋 直樹, 寺北 明久
2. 発表標題 動物のオブシンの起源の探索
3. 学会等名 基礎生物学研究所セミナー「異分野融合による次世代光生物学研究会」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工樂 樹洋, 原 雄一郎, 山口 和晃, 野津 了, 小柳 光正, 寺北 明久, 喜屋 武樹, 西田 清徳, 兵藤 晋, 佐藤 圭一
2. 発表標題 板鰐類のゲノム解析: 「サメらしさ」に分子から迫る
3. 学会等名 基礎生物学研究所セミナー「異分野融合による次世代光生物学研究会」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 サメを知らずに脊椎動物を語れるかーゲノムから視覚を探る
2. 発表標題 工樂 樹洋, 山口 和晃, 小柳 光正, 寺北 明久
3. 学会等名 基礎生物学研究所セミナー「異分野融合による次世代光生物学研究会」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 A signaling pathway of "color information" generated in parainopsin-expressing pineal photoreceptor cells to brain neurons in zebrafish
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第41回東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Seiji Wada, Baoguo Shen, Takashi Nagata, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Optical regulation of intracellular signaling using bistable animal opsins
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第41回東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Seiji Wada, Baoguo Shen, Genki Nakata, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Evaluating contribution of pineal opsin, parapinopsin-based color opponency to preference for dark and light in zebrafish larvae
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第41回東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小柳 光正
2. 発表標題 動物の双安定型ロドプシンを用いたGPCRシグナル伝達の光操作
3. 学会等名 Promega Dynamic Connection 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akihisa Terakita, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Takashi Nagata
2. 発表標題 Jumping spider Rh-1 as a possible model of bistable rhodopsins for structural, functional and optogenetic studies
3. 学会等名 CREST「光の特性を活用した生命機能の時空間制御技術の開発と応用」第4回領域会議
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永田 崇, 小柳 光正, 塚本 寿夫, Eshita Mutt, Gebhard F. X. Schertler, Xavier Deupi, 寺北明久
2. 発表標題 動物の視覚光センサータンパク質・ロドプシンにおける発色団のプロトン化に関する変異体解析
3. 学会等名 物性研短期研究会「理論タンパク質物性科学の最前線：理論と実験との密な協働」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小柳 光正
2. 発表標題 動物の光受容タンパク質の多様性とその活用術
3. 学会等名 大阪大学生命機能研究科研究交流会（FBSコロキウム）189（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永田 崇, 小柳 光正, Robert Lucas, 寺北 明久
2. 発表標題 全トランスレチナル結合オプシン・ペロプシンの光不活性化型GPCRとしての性質
3. 学会等名 第20回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝國, 山下（川野）絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体における1種類のオプシンに基づく波長検出応答
3. 学会等名 第20回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 和晃, 小柳 光正, 原 雄一郎, 寺北 明久, 工樂 樹洋
2. 発表標題 サメのオプシン遺伝子レパトリーと生息環境との関係を探る
3. 学会等名 日本進化学会第20回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小柳 光正, 永田 崇, 斉藤 智香, 寺北 明久
2. 発表標題 クモのロドプシンの分子進化と奥行き知覚メカニズムの関係
3. 学会等名 日本進化学会第20回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Masahiko Hibi, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Analyses of pineal photoresponses using opsin-deficient and -replaced zebrafish mutants
3. 学会等名 第24回小型魚類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小柳 光正, 永田 崇, 斉藤 智香, 前川 優, 諏訪 元, 寺北 明久
2. 発表標題 クモの視物質の吸収スペクトルと奥行き知覚メカニズムの進化との関係
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝國, 山下(川野)絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 松果体におけるパラピノプシンの寄与する光応答と自然光との関わり
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝國, 山下(川野)絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体における波長識別を担う光受容体
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沈 宝國, 和田 清二, 山下(川野)絵美, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 遺伝子導入ゼブラフィッシュを用いたオプシンの分子特性が寄与する松果体の光応答の解析
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下(川野)絵美, 保 智己, 小柳 光正, 和田 清二, 寺北 明久
2. 発表標題 幼生期及び成体期のヤツメウナギにおける非視覚オプシンが発現する脳深部光受容器官の組織学的解析
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 松尾 亮太, 小柳 光正, 杉原 智博, 寺北 明久, 西山 春佳, 松尾 優子
2. 発表標題 ナメクジの視覚機能に関わるオプシンの解析
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 塚本 寿夫, 内山 博允, 秋山 時穂, 小柳 光正, 古谷 祐詞, 寺北 明久, 蟻川 謙太郎
2. 発表標題 チョウの生殖行動を制御する光受容体
3. 学会等名 日本動物学会第89回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Robert Lucas and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Dark-active and light-inactivated G protein-coupled receptors based on an animal opsin, peropsin
3. 学会等名 日本生物物理学会第56回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題 Functionality of bistable animal opsins for optogenetic regulation of cellular signal transductions
3. 学会等名 18th International Conference on Retinal Proteins (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Robert Lucas, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Peropsin as a potential light-inactivated G protein-coupled receptor
3. 学会等名 18th International Conference on Retinal Proteins (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Masahiko Hibi, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Color opponency with a bistable pigment parapinopsin in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 18th International Conference on Retinal Proteins (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Takashi Nagata, Tomoka Saito, Yu Maekawa, Gen Suwa, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Relationship between absorption spectra of spider rhodopsins and evolution of depth perception mechanism
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Masahiko Hibi, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Relationship between pineal wavelength discrimination involving parapinopsin and natural light conditions in the zebrafish
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Baoguo Shen, Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Comparative investigation of light responses of pineal photoreceptor cells containing different types of opsins with transgenic zebrafish
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Haruka Nishioka, Takashi Nagata, Seiji Wada, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Histochemical investigation of phototransduction-related gene expression in zebrafish pineal photoreceptor cells
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Genki Nakata, Seiji Wada, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of a pineal opsin to light-suppressed melatonin secretion and light-regulated locomotor activity in zebrafish pineal organ
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Emi Kawano-Yamashita, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Seiji Wada, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Histochemical investigation of non-visual opsin-expressing photoreceptor cells in the larval and adult lamprey brains
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名	Ryota Matsuo, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Akihisa Terakita, Haruka Hishiyama, Yuko Matsuo
2. 発表標題	Opsins involved in the visual function of the terrestrial slug Limax
3. 学会等名	日本比較生理生化学会第40回大会
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	山口 和晃, 小柳 光正, 原 雄一郎, 寺北 明久, 工樂 樹洋
2. 発表標題	板鰓類の視覚を司る遺伝子と生息環境の関係を探る
3. 学会等名	板鰓類シンポジウム2018
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	和田 清二, 沈 宝國, 山下(川野) 絵美, 永田 崇, 日比 正彦, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題	ゼブラフィッシュ松果体の単一オプシンによる色情報検出
3. 学会等名	13回バイオイメージングフォーラム&基礎生物学研究所重点共同利用 合同シンポジウム
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題	Optical regulation of GPCR signalings using bistable animal opsins
3. 学会等名	1st International Symposium on Interdisciplinary Approaches to Integrative Understanding of Biological Signaling Networks (招待講演)(国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 Akihisa Terakita, Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題 Animal opsins: non-visual functions and optogenetic applications
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Robert Lucas, Akihisa Terakita
2. 発表標題 A novel type of opsin with optogenetic potential: animal opsin-based photopigment as a potential dark-active and light-inactivated G protein-coupled receptor
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Masahiro Hibi, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Detection of "color changes" with a single kind of opsin in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Baoguo Shen, Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of parainopsin molecular property to cellular light responses in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Seiji wada, Baoguo Shen, Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Evaluation of the pineal wavelength discrimination based on a pineal-specific opsin parapinopsin in the zebrafish behaviours
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Genki Nakata, Seiji Wada, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Behavioral investigation of non-visual photoreception with pineal-specific opsin- knockout zebrafish
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 雄一郎, 山口 和晃, 野津 了, 小柳 光正, 喜屋武 樹, 寺北 明久, 西田 清徳, 兵藤 晋, 佐藤 圭一, 工樂 樹洋
2. 発表標題 板鰐類3種のゲノム解析: 「サメらしさ」に分子から迫る
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題 Functional properties of diverse animal rhodopsins and their potentials for optical regulation of cell signaling
3. 学会等名 International Symposium on Biophysics of Rhodopsins (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名	Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Hisao Tsukamoto, Eshita Mutt, Xavier Deupi, Gebhard Schertler, Akihisa Terakita
2. 発表標題	Mutational analysis of the Schiff base counterion in Jumping spider rhodopsin, an invertebrate Gq-coupled rhodopsin
3. 学会等名	International Symposium on Biophysics of Rhodopsins (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Tomoka Saito, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Kentaro Arikawa, Akihisa Terakita
2. 発表標題	Amino acid residues involved in Spectral tuning that accounts for difference in absorption maxima between two kinds of butterfly long-wavelength-sensitive opsins
3. 学会等名	International Symposium on Biophysics of Rhodopsins (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題	Investigation of wavelength discrimination involving bistable parapsinopsin in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名	International Symposium on Biophysics of Rhodopsins (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	松尾 亮太, 鷹取 由佳, 濱田 俊, 小柳 光正, 松尾 優子
2. 発表標題	ナメクジの網膜における アレスチンの発現と光依存的な細胞内局在変化
3. 学会等名	日本動物学会九州支部・九州沖縄植物学会・日本生態学会九州地区 2017三学会合同大分大会
4. 発表年	2017年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Baoguo Shen, Takashi Nagata, Lanfang Sun, Seiji Wada, Satomi Kamimura, Eriko Kage-Nakadai, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Optical regulation of cell signaling using bistable animal opsins
3. 学会等名 2017 FASEB SUMMER RESEARCH CONFERENCES (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Baoguo Shen, Takashi Nagata, Seiji Wada, Satomi Kamimura, Eriko Kage-Nakadai, Robert Lucas, Gebhard Schertler, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Molecular properties of animal non-visual opsins and their optogenetic potentials
3. 学会等名 17th HFSP Awardees Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小柳 光正, 富田 和志, 清成 寛, 寺北 明久
2. 発表標題 有袋類に着目した哺乳類の進化過程で失われた非視覚系光受容タンパク質の機能解析
3. 学会等名 日本進化学会第19回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of a molecular property of a pineal opsin parapinopsin to cellular responses
3. 学会等名 第55回生物物理学会年会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 小柳 光正, 沈 宝國, 永田 崇, 孫 蘭芳, 和田 清二, 上村 了美, 中台(鹿毛) 枝里子, 寺北 明久
2. 発表標題 パラピノブシンの双安定性に着目した細胞応答の波長依存的な光制御
3. 学会等名 日本動物学会第88回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 永田 崇, 小柳 光正, 山下(川野) 絵美, 和田 清二, 小澤 岳昌, 寺北 明久
2. 発表標題 松果体波長識別応答に関わる光受容タンパク質パラピノブシンのアレスチン結合に関する解析
3. 学会等名 日本動物学会第88回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和田 清二, 沈 宝國, 山下(川野) 絵美, 永田 崇, 保 智己, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体の波長識別応答における光受容タンパク質パラピノブシンの分子特性の重要性
3. 学会等名 日本動物学会第88回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺北 明久, 和田 清二, 藤井 耀, 小柳 光正
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体におけるメラトニン分泌の光制御に関わるオプシンの解析
3. 学会等名 日本動物学会第88回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沈 宝國, 和田 清二, 山下(川野)絵美, 小柳 光正, 寺北 明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ松果体の光応答におけるパラピノブシンの分子特性“双安定性”の寄与についての解析
3. 学会等名 日本動物学会第88回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Baoguo Shen, Takashi Nagata, Lanfang Sun, Seiji Wada, Satomi Kamimura, Eriko Kage-Nakadai, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Diversity of animal rhodopsins and their potentials for optical regulation of cell signaling
3. 学会等名 第9回光操作研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Kentaro Arikawa, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Detergent-free approach to spectral tuning mechanisms of long-wavelength-sensitive opsins in butterfly
3. 学会等名 The 8th Asia & Oceania Conference on Photobiology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi
2. 発表標題 Diversity of non-visual animal opsins and their optogenetic applications
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第39回大会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Characterization of an opsin, peropsin, distributing to the spider brain and eyes
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第39回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Investigation of the pineal photoresponse involving parapinopsin in the zebrafish under bright light conditions
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第39回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Kentaro Arikawa, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Investigation of amino acid residues involved in spectral tuning of butterfly long-wavelength-sensitive opsins
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第39回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Emi Kawano-Yamashita, Seiji Wada, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Characterization of arrestin binding to parapinopsin, a photopigment involved in pineal wavelength discrimination
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Wada, Baoguo Shen, Emi Kawano-Yamashita, Takashi Nagata, Masahiro Hibi, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Color opponency with a single kinds of bistable opsin in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomohiro Sugihara, Takashi Nagata, Benjamin Mason, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Estimating spectral sensitivities of various opsins based on biochemical responses of cultured cells expressing opsins
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Baoguo Shen, Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of parapinopsin "bistability" to light-responses in the zebrafish pineal organs
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoka Saito, Mitsumasa Koyanagi, Tomohiro Sugihara, Kentaro Arikawa, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Investigation of amino acid residues involved in spectral tuning of butterfly long-wavelength-sensitive opsins
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田清二、山下(川野)絵美、保智己、小柳光正、寺北明久
2. 発表標題 硬骨魚類松果体の波長依存的な拮抗反応に関わる光受容細胞の解析
3. 学会等名 第19回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉原智博、永田崇、Benjamin Mason、小柳光正、寺北明久
2. 発表標題 脊椎動物が持つ非視覚オプシンOpn3の培養細胞での発現と分子特性の解析
3. 学会等名 第19回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小柳光正、斉藤智香、杉原智博、蟻川謙太郎、寺北明久
2. 発表標題 ナミアゲハ赤感受性オプシンの吸収波長制御機構の解析
3. 学会等名 第19回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 沈宝國、小柳光正、孫蘭芳、和田清二、永田崇、上村了美、中田(鹿毛)枝里子、寺北明久
2. 発表標題 非視覚オプシンであるハマダラカOpn3の光遺伝学的利用の可能性の検討
3. 学会等名 第19回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 乾寛、西村充、和田清二、小柳光正、寺北明久
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ網膜におけるメラノプシン発現水平細胞の電気生理学的、組織学的解析
3. 学会等名 第19回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Koyanagi
2. 発表標題 Optical control of cell signaling using bistable animal opsin-based pigments
3. 学会等名 17th International Conference on Retinal Proteins (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Sugihara, T. Nagata, B. Mason, M. Koyanagi, A. Terakita
2. 発表標題 Molecular characteristics of vertebrate non-visual opsin, Opn3
3. 学会等名 17th International Conference on Retinal Proteins (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 S. Wada, E. Kawano-Yamashita, S. Tamotsu, M. Koyanagi, A. Terakita
2. 発表標題 The molecular and cellular basis of the wavelength discrimination in the zebrafish pineal organ
3. 学会等名 17th International Conference on Retinal Proteins (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 H. Tsukamoto, Y. Kubo, D.L. Farrens, M. Koyanagi, A. Terakita, Y. Furutani
2 . 発表標題 Spectral and biochemical characterization of mammalian melanopsins (Opn4s) and invertebrate Opn3 homologs
3 . 学会等名 17th International Conference on Retinal Proteins ( 国際学会 )
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 M. Koyanagi
2 . 発表標題 Potential of bistable pigments for optical control of cell signaling
3 . 学会等名 22nd International Congress of Zoology & 87th meeting of Zoological Society of Japan ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 M. Koyanagi, T. Saito, T. Sugihara, K. Arikawa, A. Terakita
2 . 発表標題 Spectral sensitivities and spectral tuning of butterfly long-wavelength-sensitive opsins
3 . 学会等名 22nd International Congress of Zoology & 87th meeting of Zoological Society of Japan ( 国際学会 )
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 S. Wada, E. Kawano-Yamashita, S. Tamotsu, M. Koyanagi, A. Terakita
2 . 発表標題 Comparative investigation of molecular basis of pineal wavelength discrimination in lower vertebrates
3 . 学会等名 22nd International Congress of Zoology & 87th meeting of Zoological Society of Japan ( 国際学会 )
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Kakiya, S. Wada, E. Kawano-Yamashita, M. Koyanagi, A. Terakita
2. 発表標題 Analysis of neural connection between pineal organ and some brain regions in zebrafish
3. 学会等名 22nd International Congress of Zoology & 87th meeting of Zoological Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小柳光正
2. 発表標題 Optogenetic potentials of bistable animal opsin-based pigments for regulating GPCR signaling
3. 学会等名 第54回生物物理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 永田崇、小柳光正、山下(川野)絵美、Robert Lucas、寺北明久
2. 発表標題 Light-dependent association and dissociation of arrestin with bistable opsins
3. 学会等名 第54回生物物理学会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Nagata, M. Koyanagi, E. Kawano-Yamashita, R. Lucas, A. Terakita
2. 発表標題 Light-dependent interaction of bistable opsin-based pigments with arrestin
3. 学会等名 8th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 S. Wada, E. Kawano-Yamashita, S. Tamotsu, M. Koyanagi, A. Terakita
2. 発表標題 Molecular and cellular mechanisms of the extraocular "color" discrimination in the lower vertebrates
3. 学会等名 8th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Sugihara, T. Nagata, B. Mason, M. Koyanagi, A. Terakita
2. 発表標題 Molecular properties of vertebrate non-visual opsin, Opn3
3. 学会等名 8th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 B. Shen, M. Koyanagi, L. Sun, S. Wada, T. Nagata, S. Kamimura, E. Kage-Nakadai, A. Terakita
2. 発表標題 Investigation of optogenetic potentials of a non-visual opsin, Mosquito Opn3
3. 学会等名 8th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Mitsumasa Koyanagi, Tomoka Saito, Seiji Wada, Takashi Nagata, Emi Kawano-Yamashita, Akihisa Terakita	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 in press
3. 書名 OPTOGENETICS	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 特許権	発明者 永田崇, 小柳光正, 寺北明久	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特開2019-92457	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

大阪市立大学研究者総覧 <a href="https://research-soran17.osaka-cu.ac.jp/html/10000532_ja.html">https://research-soran17.osaka-cu.ac.jp/html/10000532_ja.html</a> 大阪市立大学大学院理学研究科生物地球系専攻 生体高分子機能学II研究室 <a href="http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/mphys/index.html">http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/biol/mphys/index.html</a>
--

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
研究協力者	寺北 明久 (TERAKITA Akihisa) (30212062)	大阪市立大学・大学院理学研究科・教授  (24402)	
研究協力者	永田 崇 (NAGATA Takashi) (90589962)	大阪市立大学・大学院理学研究科・特任講師  (24402)	
研究協力者	和田 清二 (WADA Seiji) (90747320)	大阪市立大学・大学院理学研究科・特任助教  (24402)	
研究協力者	谷本 佳津 (TANIMOTO Kazu)	大阪市立大学・大学院理学研究科・研究員  (24402)	
研究協力者	工樂 樹洋 (KURAKU Shigehiro) (40391940)	国立研究開発法人理化学研究所・生命機能科学研究センター・チームリーダー  (82401)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	松尾 亮太 (MATSUO Ryota) (40334338)	福岡女子大学・国際文理学部・教授  (27103)	
研究協力者	Lucas Robert (LUCAS Robert)	マンチェスター大学・教授	
研究協力者	S h e r t l e r G e b h a r d (SHERTLER Gebhard)	ポール・シェラー研究所 ( P S I ) ・教授	