

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05777

研究課題名(和文)非視覚の光受容におけるオプシンの分子特性と機能の関係

研究課題名(英文)Contribution of opsin properties to non-visual functions

研究代表者

寺北 明久 (TERAKITA, Akihisa)

大阪市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：30212062

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 134,400,000円

研究成果の概要(和文)：下等脊椎動物の松果体における紫外光と可視光の波長識別について、メカニズムをゼブラフィッシュ変異個体(稚魚)を用いたカルシウムイメージングより解析した。その結果、色検出応答は、パラピノプシンという光受容タンパク質の持つ分子特性により、1つの光受容細胞でパラピノプシン一種類のみで生成することを見出した。パラピノプシンのように、視覚以外の機能に関わるオプシンの解析にも成功し、ゼブラフィッシュOpn3やハエトリグモペロプシンそれぞれに持つ生化学的な性質や分光学的な特徴を初めて明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

色検出応答が、パラピノプシン1種類により、1つの光受容細胞で生成するという発見は、「色検出応答には複数オプシンが必須」というこれまでの常識を覆すものであり、新聞等でも報道され、注目された。この単純な色検出機構は、視覚以外の光受容に関わる生理機能に、環境光の色が関与する可能性を示唆し、生活の質(QOL)の観点からも重要な知見と考えられる。また、パラピノプシンを光遺伝学に利用することで、細胞応答を色で制御でき、神経科学や細胞生物学の発展にも貢献すると期待される。

研究成果の概要(英文)：We investigated mechanisms of the wavelength discrimination between UV and visible light in the pineal organs of lower vertebrates by calcium imaging analysis with mutant zebrafish. We found that the color opponency was generated in a single photoreceptor cell with a single kind of opsin, parapinopsin and a molecular property of parapinopsin contributed to generating color opponency. We also investigated two non-visual opsins, zebrafish Opn3 and jumping spider peropsin and revealed their biochemical and spectroscopic properties.

研究分野：動物生理学、光生物学、生物物理学

キーワード：光受容 非視覚 松果体 波長識別 オプシン

1. 研究開始当初の背景

動物は外界の光を受容し、その光情報を視覚や体内時計の光リセットなどの視覚以外の機能(非視覚機能)に利用している。非視覚の光受容は未知なる機能と関係するとして、QOL(生活の質)の観点からも注目されている。非視覚のオプシン(光受容タンパク質)は、視覚のオプシンとは異なる分子特性を持ち、その分子特性が非視覚の光受容能と密接に関係していると考えられた。しかし、その分子特性がどの生理機能に、どのように関わっているのかは、ほとんど明らかでなかった。非視覚の代表的な光受容器官である眼外光受容器の中で最も発達している松果体関連器官は、光の有無の検出だけでなく、紫外光(UV)と可視光の比率を検出する波長識別応答を行うことが古くより知られていた。我々は、多様な下等脊椎動物において、松果体波長識別のUV受容を担う共通の分子基盤として、パラピノプシンを同定していた。パラピノプシンは、光受容後に崩壊する視覚のオプシン(視物質)と異なり、光産物は安定で、再度光を受容すると同との状態にもどる二状態安定性を持つことを見出していた(図1)。そこで、非視覚の光受容でありながら、「波長識別能」という特徴を有し、また視覚オプシンとは異なる性質のオプシンを利用していることから、松果体波長識別に注目して、非視覚機能とオプシンの分子特性と機能との関係を明らかにすることは興味深いと考えられた。

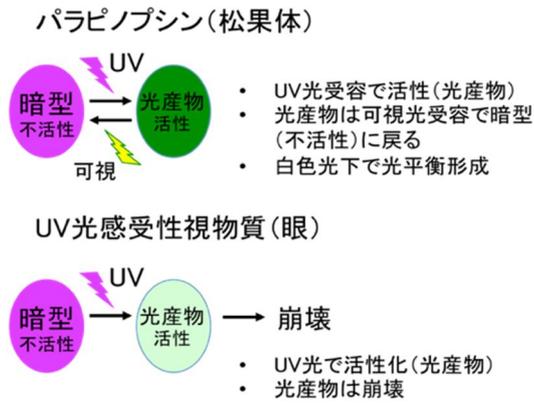


図1: 松果体と眼(色覚)の波長識別に関わるオプシンの分子特性の比較。パラピノプシンは白色光下で UV 感受性の暗型と可視光感受性の光産物が光平衡を形成する。

2. 研究の目的

本研究では、松果体関連器官に特異的に発現する UV 感受性オプシンであるパラピノプシンを起点として、松果体関連器官という非視覚での UV 光と可視光の波長識別において、その分子機能が波長識別応答や生理機能にどのように関わるのかを解明することを目指した。また、パラピノプシンと分子特性が類似するオプシンの解析や松果体をはじめとする眼外光受容器官や視覚以外の光受容に関与するオプシンの性質・特性を解明することも目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、松果体細胞における波長識別機構を、主に、組織化学的手法(*in situ hybridization* および特異抗体を用いた免疫染色法)、GCaMP6s を光受容細胞に発現した変異体を用いた多光子顕微鏡(本研究経費で購入)を駆使したカルシウムイメージングにより解析した。カルシウムイメージングには、Tol2 システムを用いて標的遺伝子を強制発現させた個体、CRISPR/Cas9 を用いた遺伝子破壊による標的遺伝子の KO 個体などを用いた。

4. 研究成果

(1) パラピノプシンによる色対比応答 (Wada et al., PNAS, 2018)

我々の以前の研究から、UV と可視光の間の波長識別応答において、パラピノプシンは共通の UV 受容の分子基盤であることが示唆されていた。本研究により、ゼブラフィッシュ松果体において、パラピノプシンは、可視光感受性のパリエトプシンと、同じ細胞に共同在することが証明された(図2)。パリエトプシンの光産物は崩壊する性質を持つ視覚オプシンに似た性質を持つことも報告されている。そこで、パラピノプシンの二状態安定性(図1参照)が、どのように波長識別応答に寄与するのかを、カルシウムイメージング法を用いて解析した。

パラピノプシン細胞の色対比応答

ゼブラフィッシュ稚魚の松果体光受容細胞について、カルシウムイメージングにより解析した結果、パラピノプシンとパリエトプシンの両方を含む光受容細胞は、1細胞で色対比応答(color opponency)を作り出すことを見出した(図3、野生型)。さらに、興味深いことに、パリエトプ

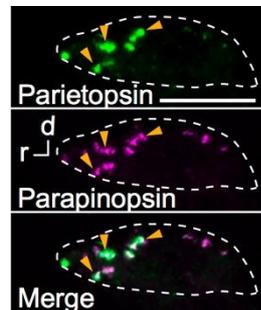


図2 パリエトプシン(上, Parietopsin)とパラピノプシン(中, Parapinopsin)の同一光受容細胞における共同在(下, Merge) 破線は松果体の位置を示す。

シンの遺伝子を破壊しても、その色対比応答には、ほとんど影響がなかった(パリエトプシン欠損)

一方、UV感受性であるパラピノプシンの遺伝子を破壊すると、UVに対する過分極応答も可視光に対する脱分極応答も消失した(パラピノプシン欠損)。さらに、二状態安定性であるパラピノプシンの代わりに、崩壊型であるUV感受性の視物質(SWS1、図1参照)を発現させた変異個体を用いて解析すると、UV応答は残るが可視光応答は消失した(UV視物質発現/パラピノプシン欠損)。これらのことから、パラピノプシンの光産物が暗状態へと光変換(逆反応)することにより、脱分極応答が生じることが証明された。言い換えれば、暗状態がUVセンサーとして、光産物が可視光センサーとして機能していると言える。1種類のオプシンにより生み出される color opponency は初めての発見、概念であり、新聞等でも報道され、注目された。

自然環境下でのUVと可視光の比率の変化

上述のパラピノプシンのみによる色対比応答を生み出すためには、暗状態と光産物の光平衡が形成される「ある程度強い白色光(自然光)」が必要である。解析した結果、この色対比応答には直射日光の1%程度の光強度が必要であることが示唆された。そこで、同程度の光強度のさまざまな環境光のスペクトル分布を測定し、実際に精製したパラピノプシン資料を用いて光平衡の変化も実測した。その結果、夕方の日向と陰とでは、UVと可視光の比率が異なることを見出した(図4)。この夕方の波長分布・光強度に似た光条件をキセノンランプとLEDを組み合わせることで、カルシウムイメージングで色対比応答を示すかを検討した。その結果、夕方の陰条件(UV光比率高)でカルシウム濃度が低下(過分極)し、日向条件(可視光比率高)で、カルシウムレベルが上昇(脱分極)し、明確な色対比応答を示した(図5)。すなわち、自然な光条件の変化で、1細胞において、パラピノプシン単独で波長検出応答が起こると言える。

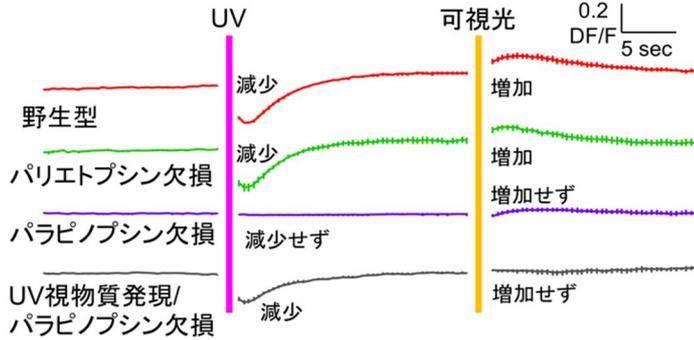


図3 パラピノプシン・パリエトプシン細胞の波長対比応答
パラピノプシンのみが波長対比応答に関与

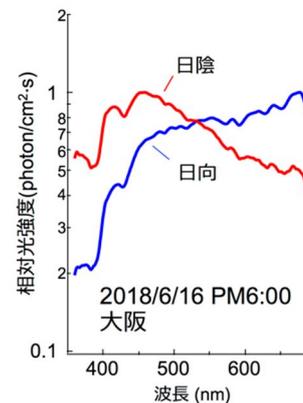


図4 太陽光スペクトル分布

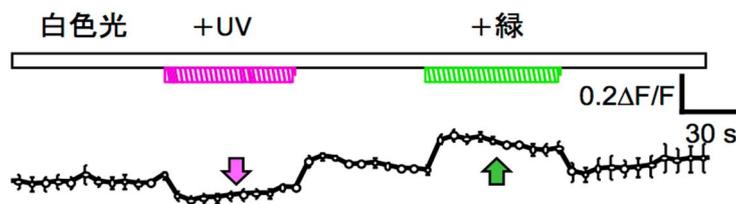


図5 UV比率が高い光(日陰に類似)と可視光比率が高い光(日向に類似)に対するカルシウム変化(色検出応答)
UV比率高(紫)で過分極、可視光比率高(緑)で脱分極応答がみられた。

(2) 多様な非視覚オプシンに関する研究成果

機能や分子特性が未知であった非視覚オプシンの分子特性の解明

パラピノプシンおよびパリエトプシン以外の非視覚機能に関わるオプシンの中で、Opn3およびペロプシンと呼ばれるオプシンの分子特性の解明に成功した。これらのオプシンはヒトにも存在する遺伝子であり、分子特性は不明であったため注目された。ゼブラフィッシュやニワトリOpn3は青色感受性のオプシン(図6)であることを示し、変異体解析によりGタンパク質を活性化する能力を持つことを示唆した(Sugihara et al., PLOS ONE, 2016)。本結果により、Opn3が分布する脳や眼外組織が未知の光受容能を持つ可能性を提唱した。

また、ペロプシンは、暗状態が活性状態 (ON 状態) で細胞内情報伝達を駆動し、「光で OFF」状態に変化することを、ペロプシンホモログ (ハエトリグモ由来) を用いて発見した (図 7、Nagata et al., Sci. Rep., 2018)。この「一般的なオプシンとは真逆の性質を持つオプシン」の発見は、全く予想しなかった性質であるため非常に注目された。論文発表後、光遺伝学ツールとしての有用性についての神経科学分野の研究者からの問い合わせも多くあり、応用面でも注目された (特許出願中)。

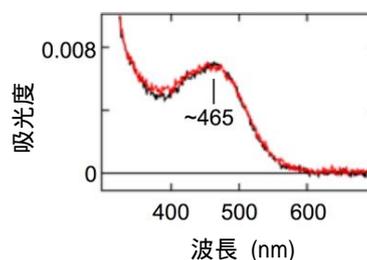


図 6 ゼブラフィッシュ Opn3 の吸収スペクトル

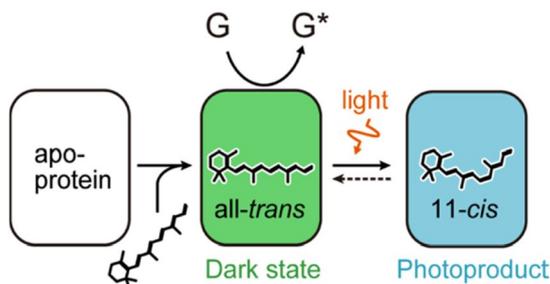


図 7 ペロプシンの分子特性を示す模式図 ペロプシンは暗状態 (Dark state) では全トランス型レチナル (all-trans) を結合し、G タンパク質 (G) を活性化する。そして、光を受容すると発色団が 11 シス型 (11-cis) へと異性化し、G タンパク質を活性化しない光産物 (photoproduct) へと変化する。

二状態安定型オプシンの分子特性と分子進化の鍵となるアミノ酸の解析

本研究の中心的オプシンであるパラピノプシンは、典型的な二状態安定型オプシンである (図 1 参照)。その鍵となるアミノ酸は「対イオン」と呼ばれる酸性アミノ酸 (グルタミン酸) で、その位置が二状態安定型オプシンの進化と機能発現を理解する上で重要なことを、アンドンクラゲのオプシンと無脊椎動物 (ハエトリグモ) の視覚オプシンの変異体解析により明らかにした (Gerrard et al., PNAS, 2018; Nagata et al., Commun. Biol., 2019)。これらの知見は、その無脊椎動物の視覚オプシンの結晶構造の解明 (スイスのグループとの共同研究、Varma et al., PNAS, 2019) と合わせて、二状態安定オプシンについての理解を深め、二状態安定型である多くの非視覚オプシンの理解に役立つ「オプシンモデル」として注目された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 N. Varma, E. Mutt, Muhle, V. Panneels, A. Terakita, X. Deupi, P. Nogly, G. F. X. Schertler and E. Lesca	4. 巻 116
2. 論文標題 Crystal structure of jumping spider rhodopsin-1 as a light sensitive GPCR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6. 最初と最後の頁 14547-14556
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1073/pnas.1902192116	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. Nagata, M. Koyanagi, H. Tsukamoto, E. Mutt, G. F. X. Schertler, X. Deupi and A. Terakita	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 D. Ehrenberg, N. Varma, X. Deupi, M. Koyanagi, A. Terakita, G.F.X. Schertler, J. Heberle and, E. Lesca	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 T. Saito, M. Koyanagi, T. Sugihara, T. Nagata, K. Arikawa and A. Terakita	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 Y. Hara, K. Yamaguchi, K. Onimaru, M. Kadota, M. Koyanagi, S. D. Keeley, K. Tatsumi, K. Tanaka, F. Motone, Y. Kageyama, R. Nozu, N. Adachi, O. Nishimura, R. Nakagawa, C. Tanegashima, I. Kiyatake, R. Matsumoto, K. Murakumo, K. Nishida, A. Terakita, S. Kuratani, K. Sato, S. Hyodo and S. Kuraku	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) 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 S. Wada, B. Shen, E. Kawano-Yamashita, T. Nagata, M. Hibi, S. Tamotsu, M. Koyanagi and A. Terakita	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 of the United States of America	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) 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 E. Gerrard, E. Mutt, T. Nagata, M. Koyanagi, T. Flock, E. Lesca, G. F.X. Schertler, A. Terakita*, X. Deupi* and R. J Lucas	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 of the United States of America	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) 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 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 -

1. 著者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Robert Lucas, Akihisa Terakita	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 and 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 -

1. 著者名 E. Kawano-Yamashita, M. Koyanagi, S. Wada, H. Tsukamoto, T. Nagata and A. Terakita	4. 巻 10
2. 論文標題 Activation of Transducin by Bistable Pigment Parapinopsin in the Pineal Organ of Lower Vertebrates.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 PLOS One	6. 最初と最後の頁 e0141280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0141280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 H. Tsukamoto, Y. Kubo, D. L. Farrens, M. Koyanagi, A. Terakita and Y. Furutani	4. 巻 290
2. 論文標題 Retinal Attachment Instability Is Diversified among Mammalian Melanopsins.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 27176-27187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.M115.666305	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 M. Koyanagi, S. Wada, E. Kawano-Yamashita, Y. Hara, S. Kuraku, S. Kosaka, K. Kawakami, S. Tamotsu, H. Tsukamoto, Y. Shichida and A. Terakita	4. 巻 13
2. 論文標題 Diversification of non-visual photopigment parapinopsin in spectral sensitivity for diverse pineal functions.	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 BMC Biology	6. 最初と最後の頁 73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12915-015-0174-9	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 -

[学会発表] 計95件(うち招待講演 15件/うち国際学会 42件)

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 板鰓類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 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 第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(招待講演)
4. 発表年 2019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 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 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 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 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 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 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 小柳 光正, 永田 崇, 齊藤 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 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 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 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 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(招待講演)
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ビ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 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 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(招待講演)
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, 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 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ー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 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 Baoguo Shen, Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi, Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of parapinopsin 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 Akihisa Terakita
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 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 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 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 Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of opsin bistability to color opponency in the zebrafish pineal organs
3. 学会等名 18th International Conference on Retinal Proteins, Ontario, Canada (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, Ontario, Canada (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, Ontario, Canada (国際学会)
4. 発表年 2018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 寺北 明久
2. 発表標題 分子の特徴から見る光生理学と光遺伝学
3. 学会等名 第3回大阪市立大学杉本・阿倍野ライフサイエンス談話会(招待講演)
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 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 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 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 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 寺北 明久
2. 発表標題 視覚や非視覚の光受容機構に関する比較生理学的研究
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 寺北 明久
2. 発表標題 オブシンの分子特性と光受容細胞の応答
3. 学会等名 大阪大学蛋白研セミナー「網膜感覚研究のフロンティア」(招待講演)
4. 発表年 2018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 parainopsin 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 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 Akihisa Terakita
2. 発表標題 Contribution of opsin properties to non-visual photoreception.
3. 学会等名 2017 FASEB SUMMER RESEARCH CONFERENCES (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 E. Lesca, E. Mutt, N. Varma, A. Terakita, R.J. Lucas, X. Deupi, G.F.X Schertler
2. 発表標題 Jumping spider rhodopsin: a new tool for optogenetics in GPCR signaling.
3. 学会等名 17th HFSP Awardees Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名	B. Shen, T. Nagata, S. Wada, S. Kamimura, E. Kage-Nakadai, R.J. Lucas, G.F.X Schertler, M. Koyanagi, A. 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	Akihisa Terakita
2. 発表標題	Light-responses of photoreceptor cells expressing UV-sensitive opsin, parapinopsin in the zebrafish pineal wavelength discrimination.
3. 学会等名	The 8th Asia & Oceania Conference on Photobiology (招待講演) (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	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	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 Akihisa Terakita
2. 発表標題 Molecular physiology of diverse light-senor proteins and their optogenetic application.
3. 学会等名 9th OCARINA International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018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
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、中台 (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
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小柳光正、 齊藤智香、 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
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
4. 発表年 2016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
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 寺北明久
2. 発表標題 Pineal photoreception involving bistable pigment parapinopsin in lower vertebrates.
3. 学会等名 XX Biennial Meeting of the International Society for Eye Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 E. Lesca, N. Varma, R. Kammerer, A. Terakita, R. Lucas, X. Deupi and G. Schertler
2. 発表標題 Lighting up signalling: chimeric GPCR for optogenetics.
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 N. Varma, E. Mutt, R. Kammerer, A. Terakita, R. Lucas, X. Deupi, G. Schertler and E. Lesca
2 . 発表標題 Prance, prowl and prey: A tale of bistability in jumping spider rhodopsin.
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 and 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 T. Sugihara, T. Nagata, B. Mason, M. Koyanagi and 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 Akihisa Terakita
2 . 発表標題 Parapinopsin-involving light reception in the pineal organs of lower vertebrates.
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 Makomo Kakiya, Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Analysis of neural connection between pineal organ and some brain regions in zebrafish.
3. 学会等名 第87回日本動物学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Comparative investigation of molecular basis of pineal wavelenftth discrimination in lower vertebrates.
3. 学会等名 第87回日本動物学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mitsumasa Koyanagi, Tomoka Saito, Tomohiro Sugihara, Kentaro Arikawa and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Spectral sensitivities and special tuning of butterfly long-wavelength-sensitive opsins.
3. 学会等名 第87回日本動物学会大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Emi Kawano-Yamashita, Robert Lucas and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Light-dependent association and dissociation of arrestin with bistable opsins.
3. 学会等名 第54回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tomohiro Sugihara, Takashi Nagata, Benjamin Mason, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Molecular properties of vertebrate non-visual opsin, Opn3.
3. 学会等名 第8回OCARINA 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomohiro Sugihara, Takashi Nagata, Benjamin Mason, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Molecular properties of vertebrate non-visual opsin, Opn3.
3. 学会等名 第8回OCARINA 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Baoguo Shen, Mitsumasa Koyanagi, Lanfang Sun, Seiji Wada, Takashi Nagata, Satomi Kamimura, Eriko Kage Nakadai and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Investigation of optogenetic potentials of a non-visual opsin, Mosquito Opn3.
3. 学会等名 第8回OCARINA 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nagata, Mitsumasa Koyanagi, Emi Kawano-Yamashita, Robert Lucas and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Light-dependent interaction of bistable opsin-based pigments with arrestin.
3. 学会等名 第8回OCARINA 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Seiji Wada, Emi Kawano-Yamashita, Satoshi Tamotsu, Mitsumasa Koyanagi and Akihisa Terakita
2. 発表標題 Molecular and cellular mechanisms of the extraocular "color" discrimination in the lower vertebrates.
3. 学会等名 第8回OCARINA 国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉原智博・永田崇・小柳光正・寺北明久
2. 発表標題 Estimating spectral sensitivities of non-visual opsins based on biochemical responses of opsin-expressing cultured cells.
3. 学会等名 第53回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小柳光正、杉原智博、永田崇、寺北明久
2. 発表標題 非視覚型光受容タンパク質Opn3グループの多様性の解析
3. 学会等名 日本動物学会第86回大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 西村充、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メラノプシン発現水平細胞の解析
3. 学会等名 日本動物学会第86回大会
4. 発表年 2015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 ゼブラフィッシュ副松果体におけるパラピノブシン発現細胞の組織学的解析
3. 学会等名 日本動物学会第86回大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 窪川かある、小柳光正、小笠原道生、石黒宗、程久美子、寺北明久
2. 発表標題 ナメクジウオの内柱における糖タンパク質ホルモンの存在
3. 学会等名 日本動物学会第86回大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小柳光正、杉原智博、永田崇、蟻川謙太郎、寺北明久
2. 発表標題 Characterization of opsin-based pigments by bioluminescence monitoring of second-messengers in cultured cells
3. 学会等名 第40回日本比較内分泌学会大会・日本比較生理生化学会第37回大会 合同大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 乾 寛、小柳光正、寺北明久
2. 発表標題 Electrophysiological investigation of melanopsin-expressing retinal cells in the zebrafish retina
3. 学会等名 第40回日本比較内分泌学会大会・日本比較生理生化学会第37回大会 合同大会
4. 発表年 2015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 Molecular basis of wavelength discrimination in the lamprey pineal organ.
3. 学会等名 第40回日本比較内分泌学会大会・日本比較生理生化学会第37回大会 合同大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 E. Lesca, V. Panneels, X. Deipi, R.A. Kammeres, A. Terakita, R.J. Lucas and G. F. Schertler
2. 発表標題 Structural studies of retinal proteins as prime tools for optogenetics and analysis of complex signaling networks.
3. 学会等名 FASEB Science Research Conference "The Biology and Chemistry of Vision" (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 M. Koyanagi, E. Kawano-Yamashita, S. Wada, T. Nagata and A. Terakita
2. 発表標題 Activation of transducin by bistable pigment parapinopsin in the pineal organ of lower vertebrates.
3. 学会等名 FASEB Science Research Conference "The Biology and Chemistry of Vision" (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 A. Terakita
2. 発表標題 Wavelength discrimination in the pineal photoreception of lower vertebrates.
3. 学会等名 The 9th International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 A. Terakita
2. 発表標題 Parapinopsins as pineal photopigments in teleosts.
3. 学会等名 The 7th Asia and Oceania Conference on Photobiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 S. Wada, E. Kawano-Yamashita, S. Tamotsu, M. Koyanagi and A. Terakita
2. 発表標題 Identification of a visible light-sensitive pigment underlying the wavelength discrimination in the lamprey pineal organ.
3. 学会等名 The 7th Asia and Oceania Conference on Photobiology (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 A. Terakita
2. 発表標題 Diverse animal bistable pigments and their optogenetic potential.
3. 学会等名 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 A. Terakita
2. 発表標題 Diverse animal rhodopsins and their optogenetic application.
3. 学会等名 7th OCARINA International symposium in conjunction with Symposium in honor of Distinguished Professor Michael Nobel. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 新規な光受容タンパク質	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、2017-226272	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究協力者	小柳 光正 (KOYANAGI Mitsumasa)		
研究協力者	和田 清二 (WADA Seiji)		
研究協力者	永田 崇 (NAGATA Takashi)		
研究協力者	ルーカス ロバート (LUCAS Robert)		
研究協力者	シャートルー ゲブハルト (SCHERTLER Gebhard F. X.)		