

令和 2 年 5 月 14 日現在

機関番号：14101

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19721

研究課題名(和文) 視細胞変性疾患における網膜電図(ERG)の新しい概念確立に関する研究

研究課題名(英文) New concept of electroretinography in photoreceptor degenerative diseases

研究代表者

近藤 峰生(Kondo, Mineo)

三重大学・医学系研究科・教授

研究者番号：80303642

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：網膜電図(ERG)の最初の陰性波であるa波の起源は主に視細胞であると信じられてきた。しかしながら、視細胞が重度に変性した状態でもこの起源が正しいかどうかは知られていない。我々は、ウサギの網膜変性動物モデルを用いて、視細胞が変性した状態におけるERGのa波の起源を研究した。高齢のTgウサギを使用し、3次ニューロンを抑制する薬物を注射した前後でERGのa波を記録した。その結果、進行した視細胞変性を有するTgウサギから記録される小さなa波は、TTXとNMDAでほぼ完全に消失することがわかった。以上の結果により、進行した視細胞変性網膜ではa波の起源に3次ニューロンが多く含まれることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回の我々の成果によって、網膜変性をERGで評価する際の原理に新しい解釈が加わる可能性がある。「進行した網膜色素変性から記録されるERGのa波には視細胞の成分はほとんど含まれておらず、その多くは3次ニューロン由来である」という今回の結果は、視覚科学の分野で長年信じられてきたERGの常識を大きく変える可能性がある。また、今回の我々の成果は、視細胞が変性していく過程で網膜内に起こっている二次的な回路の変化(視細胞変性後の網膜内ニューロンのリモデリング：Jones, Kondo, et al. Jpn J Ophthalmol. 2012)にも新しい知見を加えると考えている。

研究成果の概要(英文)：It is widely believed that the origin of the a-wave of electroretinogram (ERG) is mainly the photoreceptors. However, it was unknown this hypothesis is really true in the retina with severe photoreceptor degeneration. In this study, we studied the origin of the a-wave in the retina with severe photoreceptor degeneration using transgenic (Tg) rabbit model of photoreceptor degeneration. Aged Tg rabbit model of 2-3 years were used. The a-waves were recorded before and after intravitreal injection of tetrodotoxin (TTX) and N-methyl-D-aspartic acid (NMDA) in aged Tg rabbits. We found that the small a-wave, which was seen in aged Tg rabbits, was nearly completely suppressed after intravitreal injection of TTX and NMDA. These results suggested that the small a-waves which are seen in patients with severe photoreceptor degeneration, like retinitis pigmentosa, can originate from retinal third-order neurons.

研究分野：眼科学

キーワード：網膜電図 動物モデル ウサギ a波 ERG 視細胞変性 網膜色素変性

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

網膜電図 (ERG) は、様々な網膜疾患の診断や網膜機能の解析および評価に重要な眼科検査法である。ERG で一般臨床に最も使用される反応は、暗順応後に強いフラッシュ刺激を用いて記録する反応 (combined rod-cone maximal ERG) である。この反応において、最初の陰性波 (a 波) の起源は光を感受する視細胞、それに続く陽性波 (b 波) の起源は 2 次ニューロンの双極細胞であると考えられており、この説は長く臨床に使用されて疾患の評価に用いられてきた。ERG が最もよく使用される疾患は遺伝性網膜疾患であり、その代表は網膜色素変性である。

網膜色素変性は約 3000 人に 1 人の割合で発症し、遺伝子変異により視細胞が徐々に変性し、進行性に視機能が低下することにより最終的には失明に至りうる疾患である。この網膜色素変性の患者から ERG を記録すると、多くの場合、非常に強く減弱した a 波 (正常の 1/10~1/20 程度) が記録されることが多い。そして、この a 波の振幅はその網膜色素変性患者における残存視細胞機能 (網膜色素変性では杆体視細胞は早期に変性するために、残っている錐体視細胞機能) を表していると長く信じられてきた。

我々は、2009 年に世界で初めてウサギの網膜色素変性モデル動物 (ロドプシン P347L トランスジェニックウサギ: Tg ウサギ) を作成することに成功した。そして、この Tg ウサギを用いて比較的早期の視細胞変性期における ERG の a 波の起源を薬理的に研究した。その結果、変性が進むにつれて a 波の振幅全体における錐体視細胞の割合は正常より明らかに小さくなり、逆に OFF 型錐体視細胞以降の関与が徐々に大きくなっていることを見出した (Hirota, Kondo, et al. IOVS 2012)。しかし、この時点では、視細胞が変性するにつれて OFF 型双極細胞以降成分の関与が大きくなると結論したのみであり、さらに進行した、変性末期の網膜における a 波の関与については全く調べていなかった。最近我々は、視細胞変性マウスの遊離網膜を用いた実験で、進行した視細胞変性の状態では a 波のかなりの部分が 3 次ニューロン起源であるという感觸を得ている (Fujii et al. Sci Rep 2016)。

## 2. 研究の目的

そこで、今回の研究の目的は、ウサギの錐体 ERG の細胞起源がヒトと極めて類似していることを利用して、Tg ウサギの変性末期 (生後 2-3 年) の ERG の細胞起源をニューロン遮断薬やシナプス遮断薬を使って薬理的に解明し、それによって、網膜色素変性の末期患者の ERG の a 波の起源が視細胞ではなく、大部分が 3 次ニューロンであるという我々の仮説を証明することである。

## 3. 研究の方法

今回の実験では、生後 2 年以上経過している正常ウサギおよび Tg ウサギを 5 匹ずつ使用した。刺激には網膜全体を均等に光刺激することができる Ganzfeld 刺激装置を用いた。まず正常および Tg ウサギから、30-50 cd-s/m<sup>2</sup> 程度の強力なフラッシュ光刺激を用いて、ERG の a 波を記録した。刺激の強さによって ERG の細胞起源が異なる可能性も考慮し、念のために neutral density filter を用いて 0.5 log 間隔で刺激強度を変化できるようにした。ノイズの少ない a 波の曲線が得られるまで、10-20 回の加算平均を行った。続いて、Tg ウサギにおいて杆体の活動を十分抑制できると考えられている 30 cd/m<sup>2</sup> 程度の背景光を点灯させ、同じ光刺激で ERG の a 波を記録して、背景光 (+) と (-) でほとんど a 波の波形と振幅が変化しないことを確認した。これは、生後 2 年を過ぎた Tg ウサギにおいては、その ERG が全て錐体系細胞由来であることを示しておくために重要である。

次に、同様の ERG を tetrodotoxin (TTX) と N-methyl-D-aspartic acid (NMDA) を作用させた後に記録した。TTX と NMDA を同時に硝子体内に注射すると網膜の 3 次ニューロン (アマクリン細胞および網膜神経節細胞) はほぼ完全に遮断されることが知られている。TTX+NMDA を作用させたあとに、進行した変性 Tg ウサギの ERG の a 波がどの程度低下するかを a-wave fitting で計算した。もしこの段階で加算平均を行っても a 波が検出できない程度に減弱していれば、

進行した視細胞変性の網膜から記録した ERG の a 波はほぼ全て 3 次ニューロンであることになる。TTX+NMDA を注射後に記録した ERG に a 波がわずかでも残存していた場合には、続いて AMPA/KA 型受容体の antagonist である 6-cyano-7-nitroquinoxaline-2,3-dione disodium salt hydrate (CNQX) を作用させる予定とした。CNQX は錐体視細胞から錐体 OFF 型双極細胞への神経伝達活動を遮断することから、注射前後の波形の変化を観察することによって a 波に占める錐体 OFF 型双極細胞の関与の割合を知ることができる。もしもこの段階で初めて a 波が消失していれば、進行した視細胞変性の網膜から記録した ERG の a 波は 2 次ニューロンと 3 次ニューロン由来であることになると仮定した。

#### 4. 研究成果

(1) Tg ウサギにおいて杆体の活動を十分抑制できると考えられている 30 cd/m<sup>2</sup> 程度の背景光を点灯させ、30-50 cd-s/m<sup>2</sup> 程度の強力なフラッシュ光刺激で ERG の a 波を記録した結果、背景光 (+) と (-) でほとんど a 波の波形と振幅が変化しないことが確認された。この結果により、生後 2 年を過ぎた高齢の Tg ウサギにおいては、その ERG が全て錐体系細胞由来であることがまず確認された。

(2) 次に、同様の ERG を tetrodotoxin (TTX) と N-methyl-D-aspartic acid (NMDA) を作用させた後に記録した結果、TTX と NMDA を同時に硝子体内に注射して網膜の 3 次ニューロン (アマクリン細胞および網膜神経節細胞) はほぼ完全に遮断すると、a 波の振幅は加算平均を行っても a 波が検出できない程度に減弱することがわかった。以上の結果から、進行した視細胞変性の網膜から記される ERG の a 波はほぼ全て 3 次ニューロンであると推定された。続いて、AMPA/KA 型受容体の antagonist である 6-cyano-7-nitroquinoxaline-2,3-dione disodium salt hydrate (CNQX) を作用させた後の a 波も記録したが、CNQX を作用した後も高齢の Tg ウサギの小さな a 波の振幅はほぼ完全に抑制されることがわかった。この理由については、CNQX は 3 次ニューロンの活動も強く抑制する効果があるためであると考えられた。さらに生後 3 歳を超えた高齢のウサギからも同様の実験を行ったが、やはり TTX と NMDA のみで小さな a 波振幅はほぼ消失することがわかった。

(3) 最後に、この動物実験で得られた結果をもとに、実際の眼科臨床の場で 30 分暗順応後に網膜色素変性症患者から得られたわずかな a 波振幅の起源をウサギ a 波モデルに当てはめて推定してみた。その結果、網膜色素変性症患者からわずかに得られることのある小さな a 波の起源は TTX+NMDA 由来、つまり網膜の 3 次ニューロン由来である可能性が強く示唆された。

(4) 以上の結果は、ERG の a 波の起源が網膜色素変性のような進行性の視細胞変性疾患の状態においては、正常の概念と大きく異なるという我々の仮説を証明するものとなった。これまで、遺伝子変異によって視細胞が変性すると、ERG の起源に変化が生じる (正常と細胞起源が変わりうる) のではないかという説はあったが、ヒトに近い網膜変性疾患モデルがなかったために、実証することができなかった。自然発症の網膜色素変性モデルのイヌあるいはロドプシントランスジェニックブタは海外に存在するが、貴重なうえに十分な頭数が確保できないために ERG の起源に関する実験は十分に検証されてこなかった。近年我々が作成した Tg ウサギは、ヒトの網膜色素変性に極めて近い網膜変性を示すとともに、錐体 ERG の特徴もヒトに類似しており、しかも眼球の大きさが十分に大きいため繰り返して薬物を眼球内に投与して特定の神経を次々に遮断していくという実験を安定して遂行することができた。

(5) 今回の我々の成果により、網膜変性を ERG で評価する際の原理に新しい解釈が加わる可能性がある。「進行した網膜色素変性から記録される ERG の a 波には視細胞の成分はほとんど含まれておらず、その多くは 3 次ニューロン由来である」、という今回の結果は、視覚科学の分野で長年信じられてきた ERG の常識を大きく変える可能性がある。今回の我々の成果は、視細胞が変性していく過程で網膜内に起こっている二次的な回路の変化 (視細胞変性後の網膜内ニューロンのリモデリング: Jones, Kondo, et al. Jpn J Ophthalmol. 2012) にも新しい知見を加えると考えている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件/うち国際共著 13件/うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Katagiri S, Iwasa M, Hayashi T, Hosono K, Yamashita T, Kuniyoshi K, Ueno S, Kondo M, Ueyama H, Ogita H, Shichida Y, Inagaki H, Kurahashi H, Kondo H, Ohji M, Hotta Y, Nakano T	4. 巻 8
2. 論文標題 Genotype determination of the OPN1LW/OPN1MW genes: novel disease-causing mechanisms in Japanese patients with blue cone monochromacy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 11507
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-018-29891-9	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 該当する
1. 著者名 Sugimoto M, Tsukitome H, Okamoto F, Oshika T, Ueda T, Niki M, Mitamura Y, Ishikawa H, Gomi F, Kitano S, Noma H, Shimura M, Sonoda S, Sawada O, Ohji M, Harimoto K, Takeuchi M, Takamura Y, Kondo M, Sakamoto T	4. 巻 3
2. 論文標題 Clinical preferences and trends of anti-vascular endothelial growth factor treatments for diabetic macular edema in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Diabetes Investig	6. 最初と最後の頁 475-483
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jdi.12929	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 Ueno S, Inooka D, Nakanishi A, Okado S, Yasuda S, Kominami T, Sayo A, Morimoto T, Kondo M, Katagiri S, Hayashi T, Terasaki H	4. 巻 39
2. 論文標題 CLINICAL COURSE OF PARANEOPLASTIC RETINOPATHY WITH ANTI-TRPM1 AUTOANTIBODY IN JAPANESE COHORT	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Retina	6. 最初と最後の頁 2410-2418
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/IAE.0000000000002329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Matsubara H, Uchiyama E, Suzuki K, Matsuda Y, Kondo M	4. 巻 9
2. 論文標題 A Case of Focal Choroidal Excavation Development Associated with Multiple Evanescent White Dot Syndrome	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Case Rep Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 388-394
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000492747	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 Matsui Y, Kondo M, Uchiyama E, Mityata R, Matsubara H	4. 巻 257
2. 論文標題 New clinical ultrahigh-resolution SD-OCT using A-scan matching algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 255-263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00417-018-4183-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyata R, Kondo M, Kato K, Sugimoto M, Matsubara H, Ikesugi K, Ueno S, Yasuda S, Terasaki H	4. 巻 59
2. 論文標題 Supernormal Flicker ERGs in Eyes With Central Retinal Vein Occlusion: Clinical Characteristics, Prognosis, and Effects of Anti-VEGF Agent	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Invest Ophthalmol Vis Sci	6. 最初と最後の頁 5854-5861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/iovs.18-25087	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 Shu I, Ishikawa H, Nishikawa H, Morikawa S, Okamoto F, Sakamoto T, Sugimoto M, Kondo M, Iwasaki M, Kinoshita T, Toibana T, Mitamura Y, Takamura Y, Motohashi R, Shimura M, Sakurai Y, Takeuchi M, Gomi F	4. 巻 97
2. 論文標題 Scleral buckling versus vitrectomy for young japanese patients with rhegmatogenous retinal detachment in the era of microincision surgery: real-world evidence from a multicentre study in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 736-741
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/aos.14050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kondo H, Oku K, Katagiri S, Hayashi T, Nakano T, Iwata A, Kuniyoshi K, Kusaka S, Hiyoshi A, Uchio E, Kondo M, Oishi N, Kameya S, Mizota A, Naoi N, Ueno S, Terasaki H, Morimoto T, Iwaki M, Yoshitake K, Iejima D, Fujinami K, Tsunoda K, Shinoda K, Iwata T	4. 巻 97
2. 論文標題 Novel mutations in the RS1 gene in Japanese patients with X-linked congenital retinoschisis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hum Genome Var	6. 最初と最後の頁 736-741
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1038/s41439-018-0034-6	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 該当する

1. 著者名 Ayaki M, Kuze M, Kondo M, Tsubota K, Negishi K	4. 巻 2019
2. 論文標題 Association between Retinal Nerve Fiber Layer Thickness and Eye Fatigue	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomed Res Int	6. 最初と最後の頁 3014567
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/3014567	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 Araki T, Ishikawa H, Iwahashi C, Niki M, Mitamura Y, Sugimoto M, Kondo M, Kinoshita T, Nishi T, Ueda T, Kato A, Yasukawa T, Takamura Y, Gomi F	4. 巻 14
2. 論文標題 Central serous chorioretinopathy with and without steroids: A multicenter survey	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0213110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0213110	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 McCulloch DL, Kondo M, Hamilton R, Lachapelle P, Messias AMV, Robson AG, Ueno S	4. 巻 138
2. 論文標題 ISCEV extended protocol for the stimulus-response series for light-adapted full-field ERG	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Doc Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 205-215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10633-019-09685-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Khan NW, Falsini B, Kondo M, Robson AG	4. 巻 2017
2. 論文標題 Inherited Retinal Degeneration: Genetics, Disease Characterization, and Outcome Measures	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 2109014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2017/2109014.	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 Okado S, Ueno S, Kominami T, Nakanishi A, Inooka D, Sayo A, Kondo M, Terasaki H	4. 巻 58
2. 論文標題 Temporal Properties of Flicker ERGs in Rabbit Model of Retinitis Pigmentosa	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Invest Ophthalmol Vis Sci	6. 最初と最後の頁 5518-5525
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/iovs.17-22332.	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 Kato K, Kondo M, Nagashima R, Sugawara A, Sugimoto M, Matsubara H, McCulloch DL, Ikesugi K	4. 巻 58
2. 論文標題 Factors Affecting Mydriasis-Free Flicker ERGs Recorded With Real-Time Correction for Retinal Illuminance: Study of 150 Young Healthy Subjects	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Invest Ophthalmol Vis Sci	6. 最初と最後の頁 5280-5286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/iovs.17-22587.	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 Roels D, Ueno S, Talianu CD, Draganova D, Kondo M, Leroy BP	4. 巻 135
2. 論文標題 Unilateral cancer-associated retinopathy: diagnosis, serology and treatment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Doc Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 233-240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10633-017-9605-y.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsubara H, Matsui Y, Miyata R, Nishimura Y, Yamamoto T, Tanaka T, Kondo M	4. 巻 135
2. 論文標題 New photic stimulating system with white light-emitting diodes to elicit electroretinograms from zebrafish larvae	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Doc Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 147-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10633-017-9602-1.	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 Kato K, Miyake K, Kondo N, Asano S, Takeda J, Takahashi A, Takashima Y, Kondo M	4. 巻 181
2. 論文標題 Conjunctival Goblet Cell Density Following Cataract Surgery With Diclofenac Versus Diclofenac and Rebamipide: A Randomized Trial	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Am J Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 26-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ajo.2017.06.016	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 Sugimoto M, Nunome T, Sakamoto R, Kobayashi M, Kondo M	4. 巻 255
2. 論文標題 Effect of intravitreal ranibizumab on the ocular circulation of the untreated fellow eye	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 1543-1550
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00417-017-3692-z	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 Ikesugi K, Ichio T, Tsukitome H, Kondo M	4. 巻 61
2. 論文標題 Annual incidences of visual impairment during 10-year period in Mie prefecture, Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Jpn J Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 293-298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10384-017-0517-x.	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 Nishimura Y, Hara H, Kondo M, Hong S, Matsugi T	4. 巻 2017
2. 論文標題 Oxidative Stress in Retinal Diseases	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Oxid Med Cell Longev	6. 最初と最後の頁 4076518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2017/4076518	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 Sugimoto M, Ichio A, Nunome T, Kondo M	4. 巻 96
2. 論文標題 Two year result of intravitreal bevacizumab for diabetic macular edema using treat and extend protocol	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Medicine (Baltimore)	6. 最初と最後の頁 e6406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MD.00000000000006406.	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9件(うち招待講演 0件/うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 Clinical application of multifocal ERG
3. 学会等名 The 50th Annual Symposium of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 2.Screening for diabetic retinopathy using mydriasis-free full-field flicker ERG device
3. 学会等名 Macula Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 3.Supernormal flicker ERGs in eyes with central retinal vein occlusion: Clinical characteristics, prognosis, and effects of anti-VEGF agent
3. 学会等名 The 11th Joint Meeting of Japan-Korea-China Ophthalmologists (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 Clinical application of mfERG
3. 学会等名 The 55th Annual Symposium of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 Diagnostic approach to retinal disease
3. 学会等名 Annual Symposium of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kondo M, Fukuo M, Ikesugi K, Sugimoto M, Kato K, Kitano S
2. 発表標題 Screening for diabetic retinopathy using new mydriasis-free, full-field flicker ERG recording device
3. 学会等名 ISCEV at ARVO (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kondo M, Kato K, Nagashima R, Sugawara A, Matsubara H, Sugimoto M, McCulloch DL, Ikesugi K
2. 発表標題 Factors Affecting Mydriasis-Free Flicker ERGs Recorded With Real-Time Correction for Retinal Illuminance: Study for 150 Young Normal Subjects
3. 学会等名 The 55th Annual Symposium of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kondo M
2. 発表標題 Short-wavelength sensitive cone ERG
3. 学会等名 The 55th Annual Symposium of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kondo M, Fukuo M, Kato K, Sugimoto M, Kitano S
2. 発表標題 Screening for diabetic retinopathy using new mydriasis-free, full-field flicker ERG recording device
3. 学会等名 The 10th Joint Meeting of Korea-China-Japan Ophthalmologists in conjunction with the 118th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	杉本 昌彦  (Sugimoto Masahiko)  (00422874)	三重大学・医学部附属病院・講師   (14101)	
研究分担者	生杉 謙吾  (Ikesugi Kengo)  (10335135)	三重大学・医学系研究科・准教授   (14101)	
研究分担者	松原 央  (Matsubara Hisashi)  (20378409)	三重大学・医学部附属病院・講師   (14101)	