

令和 2 年 5 月 20 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05487

研究課題名(和文) 網膜色素変性症に対する電気刺激によるハイブリッド視覚再生の研究

研究課題名(英文) Hybrid restoration of vision using electrical stimulation on retinitis pigmentosa

研究代表者

不二門 尚 (Fujikado, Takashi)

大阪大学・生命機能研究科・特任教授

研究者番号：50243233

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：網膜色素変性症(RP)に対して、病期に応じた電気刺激による治療法の確立を目標とした。電気刺激による神経保護の評価法として、ラマン分光画像を用いると、神経細胞死の初期変化をcytochrome cのピーク波長の画像で捉えられた。補償光学眼底カメラで計測した視細胞密度はRPにおける視野障害の経時評価に有用であった。複数枚電極板によるSTS型人工網膜を開発し、動物実験で長期の安全性を示した。皮質刺激型人工視覚の基礎実験として、ネコ網膜に設置した多極電極を電気刺激し、視覚皮質に設置した多極電極から誘発電位を記録し、AIを用いて解析すると、視覚皮質に網膜刺激に対応する空間情報が入力されていることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

網膜色素変性症(RP)の進行度の評価として、補償光学眼底カメラを用いると、視野変化を視細胞数で定量的に評価できることが示され、電気刺激による神経保護治療の効果の判定に有効と考えられた。細胞死に至る前段階の神経細胞の状態は、ラマン分光画像で評価できることが示され、早期治療のバイオマーカーとなる可能性が示された。視野を拡大して歩行を可能にする2枚の電極板による人工網膜は、プロトタイプの装置の安全性、安定性が動物実験で示され、臨床試験に向けて一歩前進した。ネコ視覚皮質の局所誘発電位は、網膜刺激部位と一定の対応があることが示され、末期RPに対する、皮質刺激型人工視覚の刺激パターンを考える一助となった。

研究成果の概要(英文)：For retinitis pigmentosa (RP), we aimed to establish a treatment method by electrical stimulation according to the stage of the disease. By using Raman spectroscopy as an evaluation method for neuroprotection by electrical stimulation, the initial changes in neuronal cell death could be captured by the peak wavelength image of cytochrome c. Using the adaptive optics fundus camera, visual field defects in RP could be evaluated precisely over time by photoreceptor density. We have developed an STS type artificial retina with multiple electrode plates and demonstrated long-term safety in animal experiments. As a basic experiment of cortical stimulation type artificial vision, when a multipolar electrode placed in the cat retina was electrically stimulated, evoked potentials were recorded from the multipolar electrode placed in the visual cortex. By AI analysis, it was suggested that the spatial information corresponding to the retinal loci might be represented at visual cortex.

研究分野：眼科学 応用医工学 眼光学

キーワード：視覚再生 網膜色素変性症 人工網膜 ラマン分光 補償光学眼底カメラ 視細胞 電気刺激

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

進行した網膜色素変性症(RP)に対して、我々のグループは、独自に開発した脈絡膜上一経網膜刺激(STS)型人工網膜を用い、慢性の臨床研究で視覚回復が得られることを報告した(Fujikado T, IOVS 2016)。STS人工網膜は、視力手動弁以下のRPを対象としており、適応となる患者数が1万人程度と少ない。当該研究では、より広い病期(初期、中期、末期)のRPに対して、電気刺激による視覚回復を目標とした。具体的には、初期のRPに対しては、コンタクトレンズ型電極を介した網膜電気刺激による視覚回復を、中期のRPに対しては、複数枚電極による人工網膜による視野の拡大を、末期のRPに対しては、皮質刺激型電極を用いた人工視覚による視覚回復を目標とし、その基礎となる評価法を中心に研究を進めた。

2. 研究の目的

(1) 初期のRPに対しては、我々が世界で初めて示した経角膜電気刺激(TES)による視覚回復法について(Morimoto, Fujikado IOVS 2007)、電気刺激による神経保護の評価のために(i)基礎実験として、培養神経細胞を用いたラマン分光画像で、神経細胞死の初期過程を検討し、(ii)臨床的には、当該研究室で開発した広画角補償光学眼底カメラを用いて、RPの進行を錐体細胞レベルで検討する。(2)中期のRPに対しては、網膜周辺部に複数枚の電極板を置く方式のSTS型人工網膜を開発し、その安全性、安定性を動物実験で検証する。(3)末期のRPに対しては、皮質刺激型人工視覚の可能性について、ネコの1次視覚野に小型皮質電極を設置して電気生理学的に検討する。

3. 研究の方法

(1) (i)ラマン分光画像による初期神経細胞死の検出

不死化神経細胞(RGC5)に対して frequency-doubled Nd:YVO laser (532 nm)を用いたラマン分光を行い、 750 cm^{-1} cyt c のピークの信号を画像化した。RGC5細胞は、glutamateで処理し、神経細胞死に到る過程をラマン画像で経時的に評価した。

(ii)補償光学(AO)眼底カメラによるRPの視細胞密度の経時的変化

当該研究室で開発した広画角AO眼底カメラで撮影された画像から、錐体密度の自動計測プログラムを作成した(Miyagawa, Fujikado, Clin Ophthalmol 2017)。このシステムを用いてRPの患者の視細胞密度を経時的に測定し、Goldmann視野計で測定した視野の変化との関係をみた。

(2)複数枚電極板による人工網膜の安全性

NIDEK社製のプロトタイプ2枚電極板を犬に慢性的に埋植し、術式の安全性、3か月間経過観察中の電極の安定性、機能性について検討した。

(3)視覚皮質に設置した多極電極からの電氣的誘発電位の解析

ネコ眼球の強膜内に刺激電極アレイを埋植し、8個の電極を網膜への電気刺激に用いた。皮質電位の記録電極として、各8極を有する記録電極アレイ2枚を、右大脳半球の上面と内側面それぞれの硬膜下に設置し、17野の前方および18野をカバーした。網膜の単独の刺激電極からの1Hz双極性電気刺激によって誘発される皮質電位を、16ヶ所の電極から同時記録した。

4. 研究成果

(1) (i)ラマン分光画像による初期神経細胞死の検出

750 cm^{-1} cyt c のピークの信号は glutamate で処理後 30 分で有意に低下した (Morimoto, Fujikado, Analyst 2019)。(図 1)この時点で、細胞の形態は、組織学的に変化はなかった。このことからラマン画像は、神経細胞死の初期過程を染色することなく捉えられことを示している。将来的に、RP の視細胞死にいたる初期変化を捉えることができれば、電気刺激治療の効果を判定する一助となる可能性がある

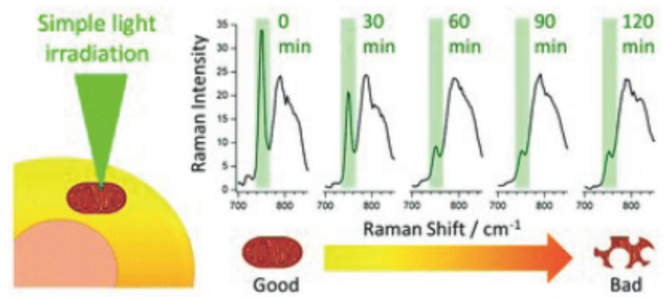


図 1. 神経細胞死の過程をラマン分光画像で捉える

(1) (ii) 補償光学(AO)眼底カメラによる RP の視細胞密度の経時的変化

中心 10 度以内の残存視野と耳側 5 度における錐体細胞密度の関係を経時的に検討すると、耳側 5 度の錐体細胞密度の低下に伴い、中心 10 度以内の残存視野が有意に減少する結果が示された。今後、RP に対する治療効果の判定に、視細胞密度が有効である可能性が示唆された。

(2) 複数枚電極板による人工網膜の安全性

6 匹の犬に複数枚電極板による人工網膜の体内装置 (図 2) を移植した結果、手術による合併症はなく、体内システムの機能は 1 例で犬の過動に起因するケーブルの断線以外に問題なかった。今後臨床試験を行う重要な一歩となった。

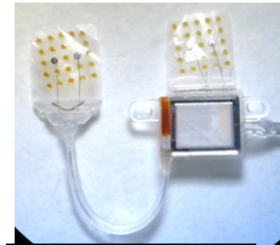


図 2, 2 枚電極板

(3) 視覚皮質に設置した多極電極からの電氣的誘発電位の解析

1 匹の動物から記録した皮質電位データを時間ドメインと周波数ドメインの成分に分け、機械学習フレームワークである LightGBM (Light Gradient Boosted Machine) を使い、特徴量の評価を行った。その結果、刺激後 20-120 ミリ秒かつ 100Hz 以下の波形成分と、120-220 ミリ秒かつ 100-200Hz の波形成分の 2 つの成分に特徴量が多いことがわかった。そこで、この 2 つの成分を、再帰型ニューラルネットの一種である LSTM (Long Short-Term Memory) のモデルに学習させた。そして一部のデータを用い 8 極のどの電極から刺激されたかを推定したところ、0.125 のチャンスレベルに対し、学習済みモデルによる正答率は 0.518 であった。以上のことから、まだ予備的な実験の結果ではあるが、皮質電位を用いた刺激電極位置の推定がある程度可能であることが明らかとなった。このことから、網膜への電気刺激によって、視覚皮質に刺激電極の場所を特定できるだけの空間情報が入力されていることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Endo T, Fujikado T, Hirota M, Kanda H, Morimoto T, Nishida K	4. 巻 256
2. 論文標題 Light localization with low-contrast targets in a patient implanted with a suprachoroidal-transretinal stimulation retinal prosthesis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Graefe's Arch Clin Experim Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 1723-1729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00417-018-3982-0	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 Sainohira M, Yamashita T, Terasaki H, Sonoda S, Miyata K, Murakami Y, Ikeda Y, Morimoto T, Endo T, Fujikado T, Kamo J, Sakamoto T	4. 巻 13
2. 論文標題 Quantitative analyses of factors related to anxiety and depression in patients with retinitis pigmentosa	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0195983
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0195983	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 Sato S, Morimoto T, Hotta K, Fujikado T, Nishida K.	4. 巻 6
2. 論文標題 A novel compound heterozygous mutation in TTC8 identified in a Japanese patient	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hum Genome Var	6. 最初と最後の頁 6-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41439-019-0045-y	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 Morimoto T, Chiu LD, Kanda H, Kawagoe H, Ozawa T, Nakamura M, Nishida K, Fujita K, Fujikado T.	4. 巻 144
2. 論文標題 Using redox-sensitive mitochondrial cytochrome Raman bands for label-free detection of mitochondrial dysfunction.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analyst	6. 最初と最後の頁 2531-2540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8an02213e	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 Nakano Yukari, Terasawa Y, Kanda H, Ohta J, Sawai H, Fujikado T	4. 巻 30(2)
2. 論文標題 Effects of Asymmetric Electrical Pulse on Retinal Excitement for Retinal Prostheses.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SENSORS AND MATERIALS	6. 最初と最後の頁 315-326
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 神田 寛行、不二門 尚	4. 巻 83(11)
2. 論文標題 入力型BMI:人工網膜	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 988-991
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 無
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 中野 由香梨、寺澤 靖雄、神田 寛行、大澤 孝治、三好 智満、澤井 元、不二門 尚	4. 巻 38(3)
2. 論文標題 脈絡膜上-経網膜刺激方式人工視覚における三角波と鋸波電流パルスの有効性(Effectiveness of triangular and saw-tooth pulses in a retinal prosthesis with suprachoroidal-transretinal stimulation(STS))(英語)(原著論文)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 視覚の科学	6. 最初と最後の頁 53-59
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 Kanda H, Nakano Y, Terasawa Y, Morimoto T, Fujikado T	4. 巻 14(5)
2. 論文標題 The relationship between retinal damage and current intensity in a pre-clinical suprachoroidal-transretinal stimulation model using a laser-formed microporous electrode.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Neural Eng	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) doi: 10.1088/1741-2552/aa7d5c	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 Miyagawa S, Fukuyama H, Hirota M, Yamaguchi T, Kitamura K, Endo T, Kanda H, Morimoto T, Fujikado T	4. 巻 11()
2. 論文標題 Automated measurements of human cone photoreceptor density in healthy and degenerative retina by region-based segmentation.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Clin Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 781-790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2147/OPHTH.S133070	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 Hirota Masakazu, Yada Kozue, Morimoto Takeshi, Endo Takao, Miyoshi Tomomitsu, Miyagawa Suguru, Hirohara Yoko, Yamaguchi Tatsuo, Saika Makoto, Fujikado Takashi	4. 巻 15
2. 論文標題 Objective evaluation of visual fatigue in patients with intermittent exotropia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0230788	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 Hirota Masakazu, Morimoto Takeshi, Miyoshi Tomomitsu, Fujikado Takashi	4. 巻 70
2. 論文標題 Binocular Coordination during Smartphone Reading in Esophoric Patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Binocular Vision and Ocular Motility	6. 最初と最後の頁 15~20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/2576117X.2019.1690349	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 Nishida K, Sakaguchi H, Kamei M, Saito T, Fujikado T, Nishida K	4. 巻 22
2. 論文標題 Electrophysiological evaluation of a chronically implanted electrode for suprachoroidal transretinal stimulation in rabbit eyes.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Artif Organs.	6. 最初と最後の頁 237~245
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 Sato Shigeru, Morimoto Takeshi, Hotta Kikuko, Fujikado Takashi, Nishida Kohji	4. 巻 40
2. 論文標題 Eleven-year follow-up of a Japanese retinitis pigmentosa patient with an HK1 gene mutation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ophthalmic Genetics	6. 最初と最後の頁 466 ~ 469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13816810.2019.1678179	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 Ayton Lauren N., Barnes Nick, Dagnelie Gislin, Fujikado Takashi, Goetz Georges, Hornig Ralf, Jones Bryan W., Muqit Mahiul M.K., Rathbun Daniel L., Stingl Katarina, Weiland James D., Petoe Matthew A.	4. 巻 131
2. 論文標題 An update on retinal prostheses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 1383 ~ 1398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinph.2019.11.029	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 Endo T, Hozumi K, Hirota M, Kanda H, Morimoto T, Nishida K, Fujikado T.	4. 巻 257
2. 論文標題 The influence of visual field position induced by a retinal prosthesis simulator on mobility	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.	6. 最初と最後の頁 1795 ~ 1770
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計69件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Takashi Fujikado, Kenta Hozumi, et al
2. 発表標題 Survey of candidates of STS retinal prosthesis in RP patients with hand-motion or less vision
3. 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenta Hozumi, Takashi Fujikado, et al
2. 発表標題 Improvement of shape recognition associated with tactile sensation by visual learning using a retinal prosthesis simulator
3. 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Fujikado
2. 発表標題 Visual performance of current retinal prosthesis.
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Systemus Intelligence Division (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Kanda
2. 発表標題 Novel eye-tracking method for retinal prostheses.
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Systemus Intelligence Division (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenta Hozumi
2. 発表標題 Evaluation of reaching movement and mobility with a prosthetic vision simulator.
3. 学会等名 The 1st International Symposium on Systemus Intelligence Division (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Takeshi Morimoto、 H Kanda、 K Hozumi、 K Nishida、 T Fujikado
2 . 発表標題 Development and evaluation of a wide-field dual-array suprachoroidal-transretinal stimulation(STS) prothesisu system.
3 . 学会等名 Artificial Vision 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Hiroyuki Kanda、 T Miyoshi 、 T Morimoto、 T Fujikado
2 . 発表標題 Temporal pttrens of single-unit responses from on- and off-cells in the lateral geniculate nucleus elicited by suprachoroidal-transretinal stimulation.
3 . 学会等名 Artificial Vision 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Takashi Fujikado、 T Endo、 K Hozumi、 H Kanda、 T Morimoto、 M Hirota、 M Ozawa
2 . 発表標題 Outcome measure of clinical traial of retinal prosthesis by suprachoroidal-transretinal stimulation(STS) for patients with hand-motion vision.
3 . 学会等名 Artificial Vision 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kenta Hozumi、 T Endo、 M Hirota、 H Kanda、 T Morimoto、 K Nishida、 T Fujikado
2 . 発表標題 Evaluation of reaching movement and mobility with a prosthetic vision simulator.
3 . 学会等名 Artificial Vision 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜による視覚回復
3. 学会等名 第14回広島県眼科医会「第14回ロビ`ジョンの集い」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜による視力回復
3. 学会等名 第12回水道橋眼科フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斉之平 真弓、加茂 純子、村上 祐介、遠藤 高生、山下 高明、池田 康博、宮田 和典、不二門 尚、坂本 泰二
2. 発表標題 網膜色素変性症患者における不安およびうつに関連する要因検討
3. 学会等名 第71回日本臨床眼科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kanda H, Kamei M, Sakaguchi H, Endo T, Hirota M, Morimoto T, Nishida K, Kishima H, Miyoshi T, Terasawa Y, Osawa K, Ozawa M, Fujikado T
2. 発表標題 Development of a Second-Generation Device for Suprachoroidal-Transretinal Stimulation
3. 学会等名 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜の現状と今後
3. 学会等名 岐阜県網膜色素変性症協会創立10周年記念式典（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜の現状と今後
3. 学会等名 JRPS第5回総会・医療講演会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜の現状と今後の展望
3. 学会等名 JRPS京都定期総会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 不二門 尚
2. 発表標題 ロービジョンケアの未来：人工網膜埋植後の視覚リハビリテーション
3. 学会等名 第18回日本ロービジョン学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Morimoto T、Kanda H、Endo T、Nishida K、Fujikado T
2. 発表標題 Chronic Implantation of a wide-field dual-array suprachoroidaltransretinal stimulation (STS) prosthesis in dogs.
3. 学会等名 ARVO2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kanda H、Satonaka S、Morimoto T、Miyoshi T、Fujikado T
2. 発表標題 Novel eye-tracking method for retinal prostheses.
3. 学会等名 ARVO2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hozumi K、Endo T、Hirota、Kanda H、Morimoto T、Fujikado T、Nishida K
2. 発表標題 Optimized position of dualarray STS retinal prosthesis for mobility examined by retinal prosthesis simulator.
3. 学会等名 ARVO2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 広田 雅和
2. 発表標題 脳腫瘍に起因した microcystic macular edema の一例
3. 学会等名 第2回関西眼科画像研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 遠藤 高生、穂積 健太、広田 雅和、神田 寛行、森本 壮、不二門 尚、西田 幸二
2. 発表標題 人工網膜シミュレータを用いた歩行試験
3. 学会等名 第121回日本眼科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 神田 寛行、広田 雅和、遠藤 高生、森本 壮、不二門 尚
2. 発表標題 人工網膜の視機能評価を目的とした歩行テストの開発
3. 学会等名 第121回日本眼科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森本 壮、神田 寛行、遠藤 高生、西田 幸二、不二門 尚
2. 発表標題 2枚電極板 - 脈絡膜上 - 経網膜電気刺激型人工網膜装置のイヌへの埋植術と生体適合性
3. 学会等名 第121回日本眼科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Fujikado, Hiroyuki Kanda, Takeshi Morimoto, Masakazu Hirota
2. 発表標題 Difference of accommodative response between binocular and monocular viewing condition measured by binocular wavefront sensor.
3. 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Masakazu Hirota, Takeshi Morimoto, Suguru Miyagawa, Tomomitsu Miyoshi, Takashi Fujikado
2 . 発表標題 Automatic discrimination of occult macular dystrophy by deep learning using fundus images of Adaptive Optics Scanning Laser Ophthalmoscopy.
3 . 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 SHIGERU SATO, Noriyasu Hashida, Takeshi Morimoto, Kikuko Hotta, Takeshi Fujikado, Kohji Nishida
2 . 発表標題 Novel OPA1 gene mutations in Japanese patients with optic atrophy
3 . 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takeshi Morimoto, Tomomitsu Miyoshi, Toru Saito, Kunihiko Ito, Motoki Ozawa, Kohji Nishida, Takashi Fujikado
2 . 発表標題 Surgical feasibility of newly developed suprachoroidal-transretinal stimulation (STS) prosthesis in healthy dogs
3 . 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Mayumi Sainohira, Takehiro Yamashita, Hiroto Terasaki, Shozo Sonoda, Kazunori Miyata, Junko Kamo, Takeshi Morimoto, Takao Endo, Takashi Fujikado, Yusuke Murakami, Yasuhiro Ikeda, Taiji Sakamoto
2 . 発表標題 Starting point of visual rehabilitation for patients with retinitis pigmentosa based on visual function and vision-related quality of life
3 . 学会等名 ARVO meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

〔図書〕 計1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	森本 壮 (MORIMOTO TAKESHI) (00530198)	大阪大学・医学系研究科・准教授 (14401)	
研究分担者	松下 賢治 (MATSUSHITA KENJI) (40437405)	大阪大学・医学系研究科・講師 (14401)	
研究分担者	神田 寛行 (KANDA HIROYUKI) (50570248)	大阪大学・医学系研究科・助教 (14401)	
研究分担者	三好 智満 (MIYOSHI TOMOMITSU) (70314309)	大阪大学・医学系研究科・助教 (14401)	