

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：34401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09465

研究課題名(和文) Muller cell cone の免疫組織学的検討

研究課題名(英文) Immunohistological study of Muller cell cone

研究代表者

池田 恒彦 (Ikeda, Tsunehiko)

大阪医科大学・医学部・教授

研究者番号：70222891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：中心窩は光のストレスを受け続けているにもかかわらず、細胞が枯渇することなく終生その形態と機能を維持している。また中心窩に生ずる黄斑円孔は他の部位の網膜と異なり、胎生期に生じた傷と同様、癒痕を形成することなく元の形態を回復する。中心窩に網膜幹細胞様の未分化な細胞が存在し、組織の homeostasis や再生現象に関与しているという仮説のもとに、成体サル眼網膜を用いて免疫組織学的に検討した。その結果、中心小窩の赤・緑錐体を初めとするいくつかの未分化な細胞群が周囲の感覚網膜に neuron を供給し、中心窩の形態維持および再生に寄与している可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中心窩を含む黄斑部は種々の疾患で網膜の中で最も多様な remodeling(組織改築)が起こる部位であり、黄斑円孔、黄斑上膜、黄斑浮腫など様々な病気を引き起こしてくる。しかし、この部位の免疫組織学的な研究はその技術的困難さから視細胞を除き、ほとんど行われていない。今回のように中心窩に特化して神経幹細胞のマーカーによる免疫染色を行った報告は我々が知る限りはないので、黄斑部の特殊性ひいては種々の黄斑疾患の病態を解明するうえでの貴重な情報源となりえるデータではないかと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Despite continuous light stress, the retinal fovea maintains the morphology and function without cell depletion throughout life. Moreover, unlike other parts of the retina, the fovea regenerates the original tissue without scarring in the case of macular hole. This phenomenon is similar to scarless fetal skin wound healing during early gestation. Based on our hypothesis that undifferentiated stem cell-like cells contributing to neurogenesis might exist in the fovea, we performed immunohistological study of the adult monkey retina. Our results indicated the possibility that several kinds of undifferentiated cells, including the red/green cones and immature Muller cells supplying newly generated neurons to the retina in the vicinity of the foveola, could be involved in homeostatic and epimorphic regeneration of the fovea.

研究分野：眼科学

キーワード：中心窩 ミュラー細胞 神経幹細胞 Muller cell cone radial glia GFAP Nestin Ki67

1. 研究開始当初の背景

近年、中枢神経系にも幹細胞が存在し、成体でも持続的にニューロンが新生されることが報告され再生医療の面からも注目されている。成体脳の中でニューロンの新生が起こるのは、海馬の顆粒細胞下帯と脳室下帯である。中枢神経の一つである感覚網膜においても網膜と毛様体の境界部いわゆる ciliary marginal zone(CMZ) には神経細胞、グリア細胞、視細胞への分化能を有する網膜幹細胞が存在し、成体となっても再生していることが報告されている。また角膜も結膜との境界部である角膜輪部に幹細胞が存在し、オキューラーサーフェスの構造および機能維持に関与していることが報告されている。幹細胞はこのような CMZ や角膜輪部などの組織の境界部以外に、小腸の陰窩 (crypt)、毛胞、皮膚の真皮などのように陥凹した部位にも存在し、また骨髄幹細胞の endosteal niche のように低酸素部位に存在することが多いことが知られている。我々は、陥凹して低酸素状態にあるという幹細胞ニッチとしての解剖学的な特徴を併せ持つ中心窩およびその近傍にも網膜幹細胞様の未分化な細胞が存在するのではないかと考え、研究を行ってきた。

2. 研究の目的

我々は以前にサル眼の組織切片を用いた研究で、神経幹細胞のマーカーである Nestin の染色が中心窩外層に多くみられること、real-timePCR で中心窩が他の網膜部位よりも Nestin の発現が多いことを報告し、特発性黄斑円孔の閉鎖との関連を考察した。今回、サル眼黄斑部網膜における、分化ニューロンおよびグリア細胞のマーカーを用いた免疫染色を行い、網膜の中心窩およびその近傍における神経分化機構について検討した。

3. 研究の方法

(1)サル眼網膜の組織切片作成

カニクイザル(雄:2匹, 雌:2匹, 計4匹, 年齢2~6歳)を安楽死させた後、眼球を摘出し、4%パラホルムアルデヒドリン酸緩衝液中で24時間固定した。固定した眼球は、角膜および水晶体を切除し、アイカップを作成し、ピンセットで網膜に付着した硝子体を除去した。その後、VECTASHIELD (Vector Laboratories Inc) で包埋し、中心窩、視神経乳頭、網膜最周辺部を含む垂直方向および水平方向の薄切切片を作成した。

(2)組織切片の免疫染色

上記の黄斑部薄切切片を用いて、GFPA, Nestin, TUJ-1, Ki67, CRALBP, NDRG2, Arrestin 4 の免疫染色を施行した。また、DAPI 染色も同時に行った。また、GFAP と Nestin, GFAP と TUJ-1, GFAP と CRALBP, CRALBP と NDRG2, Nestin と Arrestin 4 の二重染色を同時に行った。各々の切片を蛍光顕微鏡で観察するとともに、中心窩を含む切片の写真撮影を行った。また、GFPA と Nestin, GFPA と TUJ-1, Nestin と TUJ-1 の二重染色については共焦点顕微鏡で観察し、Metamorph(Universal Imaging Corp) を介した高感度 CCD カメラ (DP30BW, OLYMPUS) を使って撮影した。視神経乳頭および網膜最周辺部の薄切切片では、GFPA, Nestin, TUJ-1, Ki67, の免疫染色を行った。また、DAPI 染色も同時に行った。

4. 研究成果

(1)結果

GFPA と Nestin

中心窩の垂直方向切片では GFAP (赤) は中心窩部分に発現を認めたが、Muller cell cone 全体に染色が認められるのではなく、視細胞層を除いた Muller cell cone の内層に強い染色像を認めた。また内顆粒層と外網状層の境界部の網膜深層毛細血管網が存在すると考えられる部位にも、これと連続して GFAP 陽性部位が連続していた。Nestin の染色 (緑) は Muller cell cone の外層にあたる中心窩の視細胞層、およびその周囲のヘンレ層を中心に認められたが、Muller cell cone の内層では染色が弱かった。DAPI 染色と対比させると、Nestin 陽性部位は Henle 層にも連続していた。GFPA と Nestin の二重染色は、蛍光顕微鏡ではほとんど重なっていないように見えた。中心窩の水平方向の切片では GFPA と Nestin の陽性部位は一部 merge しており、血管に細長く突起をのぼし血管にまわりつく GFAP 陽性所見が得られた。また、共焦点顕微鏡では GFAP 陽性細胞は中心窩では垂直方向に近い走行を呈し、染色性は弱いもののこれが一部視細胞層まで達していた。傍中心窩では GFAP 陽性細胞は斜めから水平方向の走行を呈していた。また、中心窩錐体 (foveal cone) の核周囲には Nestin の染色性が豊富に認められたが、中心窩外の錐体の核周囲には Nestin の染色性がやや弱かった。同じ切片の中心窩内層では GFAP 陽性細胞の垂直方向の細胞は中心窩浅層まで連続している所見が観察された。GFAP 陽性部位は中拡大で Muller cell cone の内層以外は染色性が弱かったが、弱拡大では周辺部の網膜内層に一部染色

が認められた。Nestin 陽性部位は中拡大、弱拡大ともに中心窩の外層に強く認められ、周辺部視細胞層～外網状層の染色性は弱かった。また視神経乳頭の astrocyte と考えられる部位および視神経乳頭周囲も網膜内層および深層毛細血管網で GFAP が、外層で Nestin の染色が優位であり、中心窩網膜と同様の染色性を示した。網膜最周辺部の ciliary marginal zone においても同様であった。

GFAP と TUJ-1

GFAP (赤)は、上記と同様に中心窩の Muller cell cone の内層に強い染色像を認めた。TUJ-1 (緑)は網膜内層のうち特に網膜神経節細胞層で強い染色を認めたが、中心窩陥凹の最内層部分にも明確な染色所見が見られた。DAPI 染色を併用した二重染色でも中心窩陥凹部位 (foveal pit ~ foveal slope) にかけて、その最表層部に TUJ-1 陽性の細胞層があり、その周囲の多列の神経節細胞に移行していた。また、中心窩陥凹部位に黄色調に TUJ-1 と GFAP が merge していると考えられる所見が認められた。共焦点顕微鏡で中心窩および傍中心窩の部位を拡大して観察すると、中心窩最表層部では一部に GFAP と TUJ-1 が merge している部位が観察された。傍中心窩で merge している所見ははっきりしなかった。

Nestin と Arrestin 4

同様に Nestin (緑)は中心窩の視細胞層と Henle 層中心に染色が見られたが、錐体細胞のマーカーである Arrestin 4 (赤)は中心窩および中心窩外の視細胞層に染色が見られ、この 2 者は錐体のみからなる中心窩視細胞層で明確に merge していた。

Ki67 染色

Ki67 の免疫染色 (赤)では傍中心窩の foveal slope 表層の神経節細胞層に散在性の陽性所見を認めた。また、外顆粒層と考えられる部位にも一部陽性所見を認めた。

GFAP と CRALBP

GFAP (赤)の発現は、同様に中心窩の Muller cell cone の内層に強い染色像を認めた。CRALBP (緑)は Muller cell cone の最内層にも一部染色が見られたが、GFAP 陽性部位では染色されない部分が多かった。また中心窩周囲の網膜の外網状層を中心に染色が見られた。二重染色で中心窩陥凹の最表層に沿って一部に GFAP と CRALBP の merge が若干見られた。

(2) 考按

中心窩を含む黄斑部は形態覚や色覚など視細胞の重要な機能を担うと共に黄斑円孔、黄斑上膜、黄斑浮腫など様々な疾病を起こしてくる場所である。近年、光干渉断層計 (optical coherence tomography: OCT) の進化によって、これら黄斑部疾患に関して形態学的な理解は急速に深まり、OCT 所見から各種黄斑部疾患の原因を究明する試みが行われている。そしてその理論的根拠となっているのは Gass が 1999 年に発表した中心窩に存在する Muller cell cone が種々の黄斑部疾患の病態に関与しているという仮説である。

Gass の説は、1969 年に Yamada が 45 歳女性の中心窩を顕微鏡及び電顕で観察した結果、中心窩には内境界膜側では傍中心にまで広がり、中心窩部分では外境界膜にまで達する逆錐体型をした muller cell の集合体があるという観察に基づいている。しかし Yamada が論文を発表する以前には、中心窩には muller cell はないとされており、また、実際 fovea には muller cell のタイトジャンクションが形成するはずの外境界膜はほとんど存在しない。今回、われわれの免疫組織学的研究でも Gass や Yamada のような内境界膜側を基底とし中心窩で外境界膜にまで達するような細胞の集合体は単一の細胞マーカーによる染色では認められなかった。一方、muller cell cone の内層 1/2 に相当する部分に GFAP の強い染色性を認めたが、外層にあたる外顆粒層 (視細胞層) には GFAP の染色はほとんど認められなかった。Power らもヒトの中心窩の GFAP による染色で同様の結果を報告している。

Astrocyte は GFAP の染色性が認められるが、muller cell は胎生期の未分化なもの及び組織が傷害したときに発現する reactive muller cell 以外は GFAP の染色性を示さない。一方、視神経乳頭や神経線維層の血管周囲の astrocyte は GFAP に強い染色性を示すことが知られている。今回のわれわれの観察では fovea の内層 (Muller cell cone の内層) は乳頭およびその周囲の astrocyte とよく似た GFAP の染色パターンを示し、また、細長い細胞の形状も類似していた。GFAP 陽性の細胞の集合体は muller cell cone の内層から fovea の範囲をこえて網膜表層を para foveal area まで水平方向に伸展していたが、さらに内顆粒層及び外網状層の境界に存在する網膜深層毛細血管網 (deep capillary) にそって黄斑の周辺部まで細長く延びており、この水平方向への伸展も乳頭周囲の astrocyte の特徴とよく似ていた。これは muller cell が radial に胞体を伸ばし、網膜の全層をカバーするのは異なっている。また黄斑部網膜の水平断で血管に細長く突起をのばし血管にまわりつく GFAP 陽性の所見が得られたが、これも astrocyte の形態の特徴を示すものと考えられる。GFAP 以外の細胞のマーカーによる染色では CRALBP が中心窩最内層で弱く認められたが、その他の GFAP 陽性部位における CRALBP の染色性は乏しかった。CRALBP は分化した muller cell のマーカーで GFAP とは同時に発現しないとされている。よって、この Muller cell cone の内層の GFAP 陽性部位は、ミュラー細胞ではなく astrocyte ではないかと我々は考えている。

GFAP 陽性の細胞の集合体が astrocyte であるというもう一つの傍証として、macular pigment と astrocyte の関連を考えた。macular pigment である xanthophyll は中心窩陥凹部位すなわち Muller cell cone の部位に一致して分布する。また Lutein や zeaxanthin などの xanthophyll

は、HDL と結合した形で scavenger receptor class -BI(SR-BI)などの scavenger receptor によって細胞内に uptake される。アストロサイトは、SR-BI を発現しているが、Muller cell が HDL を取り込む SR-B 発現しているという報告はない。また xanthophyll 結合蛋白質として GSTP1, StARD, tubulin の 3 つがあげられているが、GSTP と StARD は、外網状層に主として分布するとされている一方で、tubulin は細胞骨格蛋白であり、アストロサイトの細胞内に広く分布する。これは Muller cell cone 部に macular pigment が均一に認められること、tubulin の一種である TUJ-1(- tubulin)が GFAP 陽性部位の最内層に見られたこととも一致する。

Fovea 及び prefovea は出生時に一過性に astrosyte によって occupy されていることが知られている。この astrocyte は新生児期以降に徐々に消失し、成体では fovea には astrocyte がいないとされているが、Provila は 4 歳のアカゲザルの fovea には少数ながら astrocyte があり、Bohm は成体のアカゲザルの fovea に astrocyte があると報告している。胎生期に outer neuroblastic layer と inner neuroblastic layer の間に一過性に出現する核のない均質な層を clievitz layer と呼ぶが、Hendrickson は clievitz layer が出生時期に fovea に出現するとしている。clievitz layer は astrocyte の樹状突起であり、細かく枝分かれして広い範囲に広がり、その突起は中心窩周囲の細動脈と接触している。一般に astrocyte は巨大な突起を形成することが知られている。fovea が完成するのがヒトでは 4 歳以降とされているが、その間に、astrocyte の増殖や突起の伸長が生じて成体になると fovea 内層が astrocyte で occupy される可能性があるのではないかと考えられる。Gass は Fovea の muller cell の突起は astrocyte に似ているという報告をしているが、これは fovea の glia はまさに astrocyte であることを意味しているのではないと思われる。Clievitz が clievitz layer を発見したのは fovea の発生を観察している時なので Clievitz もこの時期に fovea に出現する astrocyte の大きく広がった突起を観察したのではないと思われる。

一方で、共焦点顕微鏡での観察では、染色性はやや弱いものの、上記の Muller cell cone の内層からさらに視細胞層にまで伸びる radial 方向の GFAP 陽性細胞も認められた。脳におけるアストロサイトには、解剖学的に灰白質に存在し大型である原形質型(protoplasmic)アストロサイト、白質に存在し突起の形状が細長く周囲の神経の間に細かく入り込む線維型(fibrous)アストロサイト、発生段階で存在しニューロンの遊走を導く役割がある放射状(radial)グリア細胞がある。前 2 者が灰白質や白質に深く埋もれているのに対し、放射状グリア細胞は脳室面(眼でいうと網膜色素上皮側)と脳表層側(眼でいうと硝子体側)に突起を伸ばすといった特徴があり、上下方向に移動する、いわゆるロコモーションを呈する。今回の共焦点顕微鏡で観察された、中心窩の縦方向に走行する GFAP 陽性が放射状グリア細胞であるかは今後さらに検討の余地があるが、中心窩に神経再生が生じているとすると、中心窩には astrocyte と radial glia が混在している可能性が考えられる。脳神経では、神経新生の生じている部位に astrocyte があり、同部位の神経新生を助けていることが報告されている。よって Fovea 内側の GFAP(+)の asrocyte は脳の神経新生部位と同じくその周囲の神経新生を助けているのではないかと考えられる。

一方で、fovea の表層から perifovea にかけて一層の TUJ-1 陽性の細胞が認められ、GFAP と共染色するとともに、それが多層の ganglion cell layer に連続している所見を得た。TUJ-1 は ganglion cell などニューロンのマーカーであるが解剖学的に fovea 内に ganglion cell はないとされている。しかし fovea の表層部には核が存在することは知られており、異所性の ganglion cell ではないかとされている。Bohm はヒトやアカゲザルの fovea に TUJ-1 に染色性を示す細胞があることを報告している。Fovea には ganglion cell の axon である optic nerve fiber はないので、この部位の TUJ-1(+)の細胞は未分化な ganglion cell ではないかと思われる。Foveal slope の TUJ-1(+)の細胞が散在する部位に細胞分裂のマーカーである ki67 の染色性が認められたことから、fovea 部の TUJ-1(+)である ganglion cell の precusor が分裂して神経新生が起こり黄斑部の homeostatic regeneration を担っているのではないかと考えられる。あるいは胎生期の astrocyte が TUJ-1 と GFAP を共発現するという報告もあり、fovea 中央部の astrocyte は未分化な状態となっている可能性が考えられる。

TUJ-1 は分化した neuron もしくは neuroblast のマーカーなので、この細胞には自己再生するような幹細胞の性質はないと考えられる。したがって TUJ-1(+)の細胞はより未分化な cell から分化してくると考えられる。我々はその候補として nestin(+)の foveal cone を考えた。我々は以前に、カニクイザルの眼球を用いて黄斑部近傍、中間周辺部、赤道部、最周辺部の切片に神経幹細胞のマーカーであり細胞骨格の中間系フィラメントである Nestin による免疫染色を施行した。Nestin 陽性細胞の密度を各部位ごとに比較すると、黄斑部で明らかに高く、その他の部位の間には有意差はなかった。また、リアルタイム PCR を用いて、サル眼網膜における各部位(黄斑部、中間周辺部、最周辺部)で、神経幹細胞関連遺伝子の発現の差をみてみた結果、Nestin の発現が黄斑部で高いことを確認できた。

今回の結果では、Muller cell cone の外層では Nestin と錐体のマーカーである Arrestin 4 が共染色されたが中心窩外は染色性が弱かった。中心窩錐体の軸索であるヘンレ層も Nestin 陽性であった。一般に中心窩の cone は外節が長く、これは OCT 所見でもエリプソイドゾーンの盛り上がりとして観察されるが、この部分の cone のみ、周囲の cone とは違って、より未分化な性格を持っているため、ネスチンの染色性が強くなったのではないかと考えられる。また共焦点顕微鏡で中心窩 cone の核周囲に nestin が認められたがこれは mitotically active (分裂期)にある cell の細胞と特徴されている。Nestin は neural stem/progenitor cell のマーカーであ

り、脳において subventricular zone と海馬の subgranular zone という神経新生の起きている部分に発現が認められるので、foveal cone は neural stem cell としての性格をもっている可能性が考えられる。光障害を強く受ける黄斑部において、rod が加齢と共にその数を減らしていくのに反して、cone が終生その数を保っているのは、fovea 部の nest in 陽性細胞が非常にゆっくりと分裂して homeostatic regeneration を行っていることが推測される。

小腸のクリプトには2種類の stem cell, すなわち細胞分裂が旺盛な active stem cell である CBC 細胞と slow cycling な quiescent stem cell である label-retaining cell (LRC) があるが、後者のマーカーである Bmi-1 が cone で発現しているという報告がある。Foveal cone の中央部分は L/M cone (long-wave length & middle-wave length cone) のみからなるが、網膜芽細胞腫の発生源となる細胞は遺伝子分析の結果から L/M cone の precursor cell とされている。癌は組織幹細胞や progenitor cell が遺伝子変異を起こして発生するとされているので特に foveal cone のうち L/M cone が組織幹細胞としての性格を担っている可能性が考えられる。L/M cone の分化には thyroid hormone receptor 2 (THR2) が関与するが、thyroid hormone は分化した網膜を reprogramming (初期化) する傾向があり、L/M cone が終末分化の過程で脱分化 (= 初期化) し stem cell の性格を有する可能性が考えられる。

前述したように小腸の crypt には fast cell cycle と slow cell cycle の2種類の stem cell があるが、他に毛包 (hair follicle) や骨髄においてもこのような2種類の stem cell (niche) があり、組織のホメオスタシスを保っていることが知られている。骨髄においては sinusoid 近傍の酸素分圧の高い vascular niche と骨膜の表層の酸素濃度の低い endosteal niche がある。網膜血管から最も離れた中心窩の L/M cone は Bmi-1 を発現して quiescent stem cell としての性格を有し、組織の再生に関与しているのではないかと考えられる。中心窩における fast cell cycle の stem cell は現時点では不明であるが、一つの候補として、中心窩周囲のミュラー細胞が考えられる。ミュラー細胞は retinal stem cell としての性格を有しておりヒトにおいても rod 及び cone の再生に関与するとされている。ヒトにおいて中心窩無血管野の直径は 0.5 mm で fovea の直径は 0.35 mm であるが、この ring 状の部分にある muller cell は他の部位より低酸素 (foveal cone より高酸素) の状態にあると考えられる。Hypoxic (低酸素) は HIF-1 を発現させ組織を幹細胞化すると言われているため stemness を高め、ゆっくりと cell division をして self renewal (自己再生) を行うとされている。この部分のミュラー細胞 (いわゆる hypoxic muller) も幹細胞として中心窩の homeostatic regeneration に関与している可能性があるのではないかと考えられる。

中心窩を含む黄斑部は種々の疾患で網膜の中で最も多様な remodeling (組織改築) が起こる部位であり、黄斑円孔、黄斑上膜、黄斑浮腫など様々な病気を引き起こしてくる。しかし、この部位の免疫組織学的な研究はその技術的困難さから視細胞を除き、ほとんど行われていない。今回のように中心窩に特化して神経幹細胞のマーカーによる免疫染色を行った報告は我々が知る限りはないので、黄斑部の特殊性ひいては種々の黄斑疾患の病態を解明するうえでの貴重な情報源となりえるデータではないかと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Ikeda Tsunehiko, Nakamura Kimitoshi, Oku Hidehiro, Horie Taeko, Kida Teruyo, Takai Shinji	4. 巻 9
2. 論文標題 Immunohistological Study of Monkey Foveal Retina	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-41793-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 Mizuno Hiroshi, Fukumoto Masanori, Sato Takaki, Horie Taeko, Kida Teruyo, Oku Hidehiro, Nakamura Kimitoshi, Jin Denan, Takai Shinji, Ikeda Tsunehiko	4. 巻 21
2. 論文標題 Involvement of the Retinal Pigment Epithelium in the Development of Retinal Lattice Degeneration	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 7347 ~ 7347
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijms21197347	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 Ikeda Tsunehiko, Nakamura Kimitoshi, Sato Takaki, Kida Teruyo, Oku Hidehiro	4. 巻 22
2. 論文標題 Involvement of Anoikis in Dissociated Optic Nerve Fiber Layer Appearance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 1724 ~ 1724
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijms22041724	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2件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 池田恒彦
2. 発表標題 黄斑疾患と神経新生
3. 学会等名 第58回日本網膜硝子体学会総会, 第22回盛賞受賞講演（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田恒彦, 堀江妙子, 佐藤孝樹, 福本雅格, 喜田照代, 奥 英弘, 中村公俊
2. 発表標題 Bursa premacularis におけるリンパ管内皮細胞の局在
3. 学会等名 第123回日本眼科学会総会
4. 発表年 2019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	奥 英弘 (Oku Hidehiro) (90177163)	大阪医科大学・医学部・教授 (34401)	
研究分担者	喜田 照代 (Teruyo Kida) (90610105)	大阪医科大学・医学部・准教授 (34401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------