

令和 2 年 6 月 20 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K11482

研究課題名(和文) 眼球の剛性の見地から緑内障の形態と機能の変化をつなぐ

研究課題名(英文) Structure and function from the ocular biomechanics

研究代表者

木内 良明 (Kiuchi, Yoshiaki)

広島大学・医系科学研究科(医)・教授

研究者番号：40214738

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)：緑内障は現在日本において失明原因第1位の疾患である。現在、緑内障の進行を予防するための治療法は眼圧を下降しかない。眼圧下降以外の治療方法の開発が求められている。緑内障の発症および進行の最大の危険因子は眼圧であるが、それ以外の危険因子として、循環障害、酸化ストレスが挙げられている。我々は非侵襲的に眼球の硬さを測定する方法を開発し、眼球の硬さも緑内障の危険因子であることを証明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一定の力を角膜中央に空気噴流として加えると、角膜の変形が生じる。角膜の変形する様子を観察して眼球剛性を求める方法が二つある。二つの方法で得られる角膜変形パラメータを用いて、その動きを統計学的に解析した。白内障手術後に眼圧が下降すると言われているが、眼球剛性が減少するために見せかけの眼圧下降である可能性があることを示した。角膜の変形開始が早く、角膜の陥凹が深く、広い範囲に及ぶ症例は緑内障による視野障害の進行速度が速いこと。一方近視では角膜の陥凹が浅く、狭いことがわかり、近視は緑内障進行の危険因子になりえないことが分かった。

研究成果の概要(英文)：Glaucoma is a leading cause of blindness in Japan. The only approved treatment modality for glaucoma is reducing the intraocular pressure (IOP). Glaucoma subjects are waiting for the new treatment methods other than IOP reduction. The major risk factor for glaucoma onset and progression is high IOP. It is well known that the abnormality of ocular circulation and oxidative stress can be a risk for the glaucoma. We developed the new noninvasive system to evaluate the ocular rigidity. Using the noninvasive method, we found the ocular rigidity can also be a risk for glaucoma progression.

研究分野：眼科

キーワード：緑内障 バイオメカニクス

1. 研究開始当初の背景

緑内障発症と進行の危険因子

緑内障は多因子性の疾患と言われている。高眼圧が緑内障性視神経障害の最大の危険因子であることは間違いない。大規模な他施設前向き共同研究の結果、眼圧以外の緑内障性神経障害進行の危険因子として高齢、人種差、薄い角膜、糖尿病などが挙げられている。

緑内障の疫学研究でも緑内障発症の危険因子を求めることができる。東アジアにおける研究では日本の多治見スタディ、韓国の Namil Study、北京で行われた Beijing eye study がある。多治見スタディと Beijing eye study では眼圧、近視、高齢が緑内障発症の危険因子として示された。高齢や近視、薄い角膜が緑内障発症、進行の危険因子になる理由はわかっていない。角膜や強膜は年齢に伴いコラーゲンの結合が増えて伸展しにくくなることがわかっている。眼球の最も外側にあるコラーゲンで構成される眼球外膜（角膜、強膜、篩状板）の構成成分が年齢や眼軸長の伸長に伴い変化することが緑内障の発症、進行に関与すると予測される。

緑内障のバイオメカニクス

角膜に力を加えたときの挙動のパラメータを角膜疾患や緑内障の診断に使おうという研究が進んでおり、角膜のバイオメカニクス研究と呼ばれている。非侵襲的に眼球のバイオメカニクスのパラメータを得る方法として非接触型の眼圧計を用いて眼圧測定中の眼球各部位の変位量を測定する方法がある。市販器では Ocular response analyzer と Corvis ST の 2 機種がある。Ocular Response Analyzer では角膜に吹き付ける空気噴流圧から角膜の剛性の指標として corneal hysteresis (CH)、corneal resistance factor という二つのパラメータを得る。緑内障患者は CH が小さいという報告がある。Corvis ST は非接触型の空気式の眼圧計に高速 Scheimpflug カメラ(4330 frames/sec)を搭載し空気噴流で生じる角膜の変形の様子を観察する。眼圧、角膜厚のほか 12 個の眼球剛性パラメータが得られる。POAG の健常者では剛性パラメータに差があると報告されている。

眼底の形状変化と緑内障性視神経障害

緑内障性視神経障害は視神経乳頭の篩状板部で生じると考えられている。近年の光干渉断層計 (OCT) を用いた研究から緑内障患者は健常者と比べて篩状板が薄いこと、逆に高眼圧症患者では篩状板が厚いことが報告されている。Nicollelら (Ophthalmology 110 : 2178 - 2184 , 2003) は緑内障患者の乳頭形状を Focal ischemic型、Myopic (MY) 型、Senile sclerotic型、Generalized enlargement (GE) 型の4つに分類した。MY型では視力が低下する症例が多く、GE型では進行スピードが速い症例が多いと報告している。Yamashitaら (IOVS.2013;54:5481-5488) は乳頭周囲の網膜神経線維層 (cpRNFL) の厚みのピークは網膜動脈の位置とよく相関すること、眼軸長が長くなるほど cpRNFL の分厚い部分が黄斑部に近づくこと、正常眼圧緑内障では視神経乳頭を挟んで網膜動脈のなす角度が狭いほどNFLDは黄斑部に近づくことを報告した。

2. 研究の目的

前眼部で評価する眼球剛性のパラメータが緑内障性の眼底変化と関連するのか明らか

でない。非接触型眼圧計で得られる眼球剛性のパラメータと視野障害の進行速度、緑内障に伴う眼底の変化の関係を明らかにすることが本研究の目的である。緑内障発症、進行の危険因子として眼圧以外に加齢、近視（眼軸長の延長）、角膜や篩状板が薄いことなど、眼球の剛性にかかわる因子が挙げられている。非接触型眼圧計で得られる眼球剛性のパラメータを使って緑内障性視野障害の進行速度、眼軸長、視神経乳頭形状、篩状板の性状を数学的に説明し、角膜の剛性パラメータ、眼底の形態変化と視機能障害に関連性があることを示す。緑内障性神経障害のメカニズム解明に寄与するとともに、視野障害の進行速度の予測研究につなげる。

3．研究の方法

眼球の剛性パラメータと緑内障性視野障害の進行速度、眼軸長、篩状板厚みを含めた視神経乳頭の形態変化の関係を明らかにすることが目的である。動的シャインブルーク像解析装置(12項目)や Ocular response analyzer (CH) を用いて剛性のパラメータを得る。ハンフリー視野計で緑内障視野障害の悪化速度 (MD-slope, Visual field index slope) を求める。HRT2 用いて乳頭の形状パラメータを獲得する。SD-OCT で網膜神経線維層厚み、眼底写真から網膜血管走行の計測、視神経乳頭の形状分類を行う。すべてのデータは非接触的に測定される。Akaike Information Criteria を用いてモデル選択したのちに mixed linear regression analysis を行い、得られた結果を剛性パラメータで説明する。

4．研究成果

研究期間中に明らかにしようとしたことは4項目ある。

1) 視野障害の進行速度と剛性パラメータの関係を明らかにする。: MD slope, VFI slope から得られる視野障害の進行速度と ORA, Corvis ST のそれぞれのパラメータの関係を明らかにする。結果として、緑内障の重症度が高い症例ほど角膜は深く、広く陥凹することが分かった。緑内障性視野障害が早く進行する症例ほど角膜の変形開始と戻りが早く、変化する範囲も広く深いことが分かった。

2) 視神経乳頭形状と剛性パラメータの関係を明らかにする。: Nicoletti らが提唱する視神経乳頭形状と ORA, Corvis ST のそれぞれのパラメータの関係を明らかにする。70人118眼を対象に Heidelberg retina tomograph と Corvis ST から得られたパラメータをレトロスペクティブに linear mixed model を用いて検討した。結果として耳上側と耳下側のリム体積の非対称性は角膜が最大陥凹するまでの時間が長くなるほど、最大陥凹が深くなるほど大きくなった。視神経乳頭のサイズは Corvis ST のパラメータと関係がなかった。

3) 眼球剛性と眼軸長、視神経乳頭を挟んだ網膜血管や cpRNFL のピーク角度 (PRAA) に及ぼす影響を検討する。: 網膜血管走行が眼軸長の進展に伴い変化することは知られている。角膜変位量、眼軸長、網膜血管走行の関係を調べる。PRAA には眼軸長や角膜曲率半径よりも Corvis ST や ORA のパラメータのほうが相関することが分かった。近視と眼球剛性と緑内障の関係が明らかになる。検討の結果、PRAA が小さくなるほど (近視性的変化が強いほど) 角膜の最大変位量は少なく、また変位する範囲が狭くなった。緑内障性神経障害の進行速度が速い症例と近視の症例の特徴が異なることが分かった。

4) 視神経乳頭部篩状板の厚さと眼球剛性パラメータの関係を調査し、篩状板の厚みと形態変化、眼球剛性パラメータの関係を明らかにすることも予定していたが、この研究まで行うことはできなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Asano S, Asaoka R, Yamashita T, Aoki S, Matsuura M, Fujino Y, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y.	4. 巻 10
2. 論文標題 Visualizing the dynamic change of Ocular Response Analyzer waveform using Variational Autoencoder in association with the peripapillary retinal arteries angle.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	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/s41598-020-63601-8.	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 Fujishiro T, Matsuura M, Fujino Y, Murata H, Tokumo K, Nakakura S, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 -
2. 論文標題 The Relationship Between Corvis ST Tonometry Parameters and Ocular Response Analyzer Corneal Hysteresis.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Glaucoma	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） 10.1097/IJG.0000000000001486.	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 Aoki S, Kiuchi Y, Tokumo K, Fujino Y, Matsuura M, Murata H, Nakakura S, Asaoka R.	4. 巻 258
2. 論文標題 Association between optic nerve head morphology in open-angle glaucoma and corneal biomechanical parameters measured with Corvis ST.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.	6. 最初と最後の頁 629-637
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00417-019-04572-z.	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 Asano S, Asaoka R, Yamashita T, Aoki S, Matsuura M, Fujino Y, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y.	4. 巻 8
2. 論文標題 Correlation Between the Myopic Retinal Deformation and Corneal Biomechanical Characteristics Measured With the Corvis ST Tonometry.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transl Vis Sci Technol.	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） 10.1167/tvst.8.4.26.	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 Matsuura M, Murata H, Fujino Y, Yanagisawa M, Nakao Y, Tokumo K, Nakakura S, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 104
2. 論文標題 Relationship between novel intraocular pressure measurement from Corvis ST and central corneal thickness and corneal hysteresis.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Br J Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 563-568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bjophthalmol-2019-314370.	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 Asano S, Asaoka R, Yamashita T, Aoki S, Matsuura M, Fujino Y, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y.	4. 巻 8
2. 論文標題 Relationship Between the Shift of the Retinal Artery Associated With Myopia and Ocular Response Analyzer Waveform Parameters.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transl Vis Sci Technol	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/tvst.8.2.15. eCollection 2019 Apr.	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 Sakamoto E, Ishida W, Sumi T, Kishimoto T, Tada K, Fukuda K, Yoneda T, Kuroiwa H, Terao E, Fujisawa Y, Nakakura S, Jian K, Okumichi H, Kiuchi Y, Fukushima A.	4. 巻 9
2. 論文標題 Evaluation of offset of conjunctival hyperemia induced by a Rho-kinase inhibitor; 0.4% Ripasudil ophthalmic solution clinical trial.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-40255-9.	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 -

1. 著者名 Nakakura S, Mori E, Fujio Y, Fujisawa Y, Matsuya K, Kobayashi Y, Tabuchi H, Asaoka R, Kiuchi Y.	4. 巻 28
2. 論文標題 Comparison of the Intraocular Pressure Measured Using the New Rebound Tonometer Icare ic100 and Icare TA01i or Goldmann Applanation Tonometer.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Glaucoma.	6. 最初と最後の頁 172-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/IJG.0000000000001138.	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 Aoki S, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Matsuura M, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 13
2. 論文標題 Correlation between elastic energy stored in an eye and visual field progression in glaucoma.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS One.	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0204451.	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 Hirasawa K, Nakakura S, Nakao Y, Fujino Y, Matsuura M, Murata H, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 195
2. 論文標題 Changes in Corneal Biomechanics and Intraocular Pressure Following Cataract Surgery.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Am J Ophthalmol	6. 最初と最後の頁 26-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ajo.2018.07.025	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 Nakakura S, Kobayashi Y, Matsuya K, Terao E, Kiuchi Y.	4. 巻 27
2. 論文標題 Iris Thickness and Severity of Neovascular Glaucoma Determined Using Swept-Source Anterior-segment Optical Coherence Tomography.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Glaucoma.	6. 最初と最後の頁 415-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/IJG.0000000000000921.	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 Aoki S, Murata H, Matsuura M, Fujino Y, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 8
2. 論文標題 The effect of air pulse-driven whole eye motion on the association between corneal hysteresis and glaucomatous visual field progression.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-21424-8.	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 Nakakura S, Noguchi A, Noguchi S, Hirose Y, Niimi K, Tabuchi H, Kiuchi Y.	4. 巻 27
2. 論文標題 Glaucoma Implant Tube Lumen Obstruction Visualized Using Anterior Segment Optical Coherence Tomography.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Glaucoma	6. 最初と最後の頁 e64-e67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/IJG.0000000000000872.	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 Aoki S, Murata H, Matsuura M, Fujino Y, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 8
2. 論文標題 The effect of air pulse-driven whole eye motion on the association between corneal hysteresis and glaucomatous visual field progression.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 電子ジャーナル
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-21424-8.	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 Faisal AA, Kamaruddin MI, Toda R, Kiuchi Y.	4. 巻 電子ジャーナル
2. 論文標題 Successful recovery from misdirection syndrome in nanophthalmic eyes by performing an anterior vitrectomy through the anterior chamber.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Int Ophthalmol.	6. 最初と最後の頁 電子ジャーナル
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10792-017-0818-6.	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 Hirasawa K, Matsuura M, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Kiuchi Y, Asaoka R.	4. 巻 6
2. 論文標題 Association between Corneal Biomechanical Properties with Ocular Response Analyzer and Also CorvisST Tonometry, and Glaucomatous Visual Field Severity.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transl Vis Sci Technol.	6. 最初と最後の頁 電子ジャーナル
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1167/tvst.6.3.18. eCollection 2017 Jun.	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 Nakakura S, Kobayashi Y, Matsuya K, Terao E, Kiuchi Y.	4. 巻 27
2. 論文標題 Iris Thickness and Severity of Neovascular Glaucoma Determined Using Swept-Source Anterior-segment Optical Coherence Tomography.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Glaucoma	6. 最初と最後の頁 415-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/IJG.0000000000000921	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 Shiga Y, Akiyama M, Nishiguchi KM・・kiuchi y et al	4. 巻 27
2. 論文標題 Genome-wide association study identifies seven novel susceptibility loci for primary open-angle glaucoma.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hum Mol Genet.	6. 最初と最後の頁 1486-1496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/hmg/ddy053.	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

[学会発表] 計15件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 kiuchi y
2. 発表標題 HOW TO READ A PAPER: Judging the study design: strengths and weaknesses.
3. 学会等名 10th International Congress on Glaucoma Surgery (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiuchi y
2. 発表標題 What we learned from Fundus Photographs about Glaucoma in Hiroshima
3. 学会等名 THE 35TH ANNUAL ACADEMIC MEETING AND AUGUST MONTHLY MEETING (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 kiuchi y
2. 発表標題 Ocular surface changes induced by ocular hypotensive eye drops.
3. 学会等名 Mumbai Expert board meeting (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 kiuchi y
2. 発表標題 Ocular surface changes induced by ocular hypotensive eye drops.
3. 学会等名 Saf lutan launch meeting (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kiuchi y
2. 発表標題 Learning from ocular images.
3. 学会等名 15TH NATIONAL CONGRESS & 44TH ANNUAL SCIENTIFIC MEETING OF INDONESIA OPHTHALMOLOGIST ASSOCIATION (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2. 発表標題 Learning from the Atomic Bomb Survivors
3. 学会等名 2018International Sumposium on Advanced Patients Care (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2 . 発表標題 Big Problems in Small Eyes . Nanophthalmos
3 . 学会等名 9th International Congress on Glaucoma Surgery (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kiuchi,Y、Shimizu,Y、Nakakura, S、Noguchi,A、Tabuchi.H
2 . 発表標題 Biometric factors associated with acute primary angle closure: A comparison of the affected and eyes with a similar short axial length.
3 . 学会等名 ARVO-2018 Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Mizuno,Y、Kiuchi,Y
2 . 発表標題 Effects of trabeculectomy on optical characteristics.
3 . 学会等名 ARVO-2018 Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Fukuto,A、Yuasa,Y、Itakura,K、Kiuchi,Y
2 . 発表標題 Optical Coherence Tomography Angiography Imaging of Nanophthalmos
3 . 学会等名 2018 ARVO Imaging in the Eye Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2. 発表標題 Childhood glaucoma
3. 学会等名 International Symposium of Hasanuddin Scientific Fair (HSF) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2. 発表標題 Evidence based medicine in glaucoma surgery
3. 学会等名 International Symposium of Hasanuddin Scientific Fair (HSF) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2. 発表標題 Pathogeneses of glaucoma from Hiroshima Japan
3. 学会等名 Thailand Glaucoma Camp 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi
2. 発表標題 Ocular surface changes induced by ocular hypotensive eye drops.
3. 学会等名 Thailand Glaucoma Camp 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiaki Kiuchi, Yukiko Shimizu, Shunnsuke Nakakura, Asuka Noguchi, Hitoshi Tabuchi
2. 発表標題 Biometric factors associated with acute primary angle closure: comparison of the affected and eyes with similar short axial length.
3. 学会等名 ARVO 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 木内良明	4. 発行年 2019年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 269
3. 書名 緑内障道場 診断・治療の一手御指南	

1. 著者名 木内良明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 2077
3. 書名 今日の診断指針	

1. 著者名 木内良明	4. 発行年 2018年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 246
3. 書名 緑内障診療ガイドライン解説 緑内障診療テキスト	

1. 著者名 沖本聡志, 木内良明	4. 発行年 2018年
2. 出版社 へるす出版	5. 総ページ数 844
3. 書名 救急診療指針 第5版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

広島大学研究者総覧 http://seeds.office.hiroshima-u.ac.jp/search/index.html
--

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	竹中 丈二 (Takenaka Joji) (70526194)	広島大学・病院(医)・講師 (15401)	