

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：32645

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K10905

研究課題名(和文)黄斑疾患に対する多角的画像解析方法の確立

研究課題名(英文)Multi-functional imaging for macular disease

研究代表者

三浦 雅博(Miura, Masahiro)

東京医科大学・医学部・教授

研究者番号：60199958

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、偏光計測と血流計測が同時に取得可能な多機能光干渉断層計を用いて、生体人眼における網脈絡膜のメラニン3次元分布解析を行った。まず脈絡膜メラニン密度の定量化により、Vogt-Koyanagi-Haradaにおける夕焼状眼底の客観的診断手法を確立した。さらに加齢黄斑変性における網膜色素上皮の網膜内遊走を定量化し、自家蛍光画の解釈に応用した。これらの研究を通じて、多機能OCTが網膜疾患の臨床解析装置として運用可能なことが実証された。

研究成果の概要(英文)：In this project, we used multifunctional optical coherence tomography (OCT), that is a combination of polarization sensitive OCT and OCT angiography, to evaluate the three dimensional distribution of chorioretinal melanin in vivo human eyes. 1) We conducted objective measurement of choroidal melanin contents and established the objective diagnostic methods of sunset glow fundus appearance in Vogt-Koyanagi-Harada disease. 2) We evaluated intraretinal migration of retinal pigment epithelial cells in age related macular degeneration and confirmed origin of the clinical retinal autofluorescence image. From these study, we confirmed the clinical usefulness of multifunctional OCT for retinal disease.

研究分野：眼科

キーワード：光干渉断層計 黄斑疾患 メラニン 網膜色素上皮 脈絡膜

1. 研究開始当初の背景

黄斑疾患には、加齢黄斑変性や近視性黄斑症が含まれ、日本における中途失明原因の上位を占めている。黄斑疾患の発症機序においては、脈絡膜と網膜色素上皮の相互作用が重要と考えられている。生体人眼の脈絡膜と網膜色素上皮は多層性の立体構築を形成しているため、病態解明のためには3次元多角的解析が必要となる。現在、生体人眼における脈絡膜血管の観察には蛍光造影眼底検査が使われており、網膜色素上皮障害の観察には480 nm 波長域の自家蛍光計測が使われている。しかし、いずれの計測方法でも縦分解能が数100ミクロンしかないため、平面画像情報しか得ることができない。そこで黄斑疾患の3次元構造を観察する手法として光干渉断層計(OCT)が用いられている。しかし通常のOCTでは血流計測や自家蛍光計測ができないため、脈絡膜異常や網膜色素上皮障害の3次元構造を観察する事は不可能である。偏光感受型OCTは通常のOCT画像に、眼球組織の偏光特性を付加情報として加える装置である。偏光情報を用いることによって分子レベルの情報を得る事が可能となり、通常のOCTでは得る事ができない組織特性に関する情報を得ることが可能となる。偏光情報のうち偏光解消性は、メラニン色素で生じると考えられており、偏光感受型OCTによって網脈絡膜内のメラニン3次元分布の解析が可能となる。OCT angiographyは血流3次元分布を解析する装置であり、網脈絡膜血管の3次元構造解析が可能となる。偏光感受型OCTとOCT angiographyを複合させた多機能OCTを用いれば、網膜色素上皮メラニンと脈絡膜メラニンおよび網脈絡膜血管を包括的に観察可能となる。

2. 研究の目的

本研究は多機能OCTを用いた、黄斑疾患に対する多角的画像診断技術の実用化を最終目標とする。そのため以下の課題に対し、その実現を試みた。(1) OCT angiographyと偏光感受型OCTを複合させた多機能OCTの安定性および信頼性を向上させ、臨床現場における使用に適した機器を開発する。さらに多機能OCTを臨床現場で運用し、臨床データを蓄積する。(2) 脈絡膜メラニン密度の定量化により、Vogt-Koyanagi-Haradaにおける夕焼状眼底の客観的診断手法を確立する。(3) 自家蛍光画像と多機能OCT画像を比較検討することにより、加齢黄斑変性における網膜色素上皮異常を3次元解析する。(4) 多機能OCTから得られるマルチコントラスト情報(強度、血流、偏光解消性)を使用して、網脈絡膜メラニン含有組織の自動判別技術を確立する。この判別技術を用いて、網膜自家蛍光画像の3次元解析を実施する。

3. 研究の方法

被検者は、東京医科大学茨城医療センター眼

科外来を受診した患者に依頼した。対象となる疾患は、加齢黄斑変性、Vogt-Koyanagi-Harada病を含む網脈絡膜疾患である。3次元多角的画像解析を目的として1 μ m Jones-matrix Swept-source OCTを開発した。Jones-matrix OCTは1回の撮影結果から、強度OCT、血流分布、偏光解消性、複屈折性の3次元分布が算出可能な多機能OCTである。多機能OCT画像と比較する、インドシアニン蛍光眼底写真、フルオレセイン蛍光眼底写真、自家蛍光眼底画像、カラー眼底写真は、疾患の診断治療目的で取得したものを使用した。研究期間中に延べ400眼に対し多機能OCTによる測定を実施した。多機能OCTから得られた測定結果を基に、脈絡膜メラニン密度、網膜色素上皮細胞3次元分布を算出し、自家蛍光眼底写真、自家蛍光眼底画像、カラー眼底写真と比較検討した。

4. 研究成果

1) 多機能OCTの安定性の向上

多機能OCTを臨床運用するためには、ノイズの少ない安定した画像を取得することが重要となる。Jones-matrix OCTでは血流計測にcomplex-correlationを用いている。しかしcomplex-correlationはS/N比が低下した場合、誤って高血流信号を算出するという弱点がある。また対象組織の不随意運動によって、3次元画像のコントラストが低下しやすいという欠点もある。これらの問題を補正する方法として、noise-immune complex correlationの手法を開発し、血流画像のコントラスト向上に成功した。(Makita S, Kurokawa K, Hong YJ, Miura M, Yasuno Y. Biomed. Opt. Express 2016,7,1525)

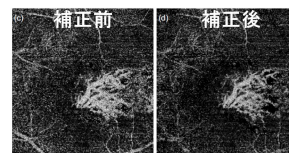


図1. noise-immune complex correlationによる血流画像の補正

また偏光計測のS/N比を向上させるために、maximum a-posteriori estimationを適用させた。これにより、偏光計測のみならず強度画像のコントラストを向上させることに成功した。(Chan AC, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y. Biomed. Opt. Express 2017,8,2069)

(2) 加齢黄斑変性における網膜色素上皮細胞(RPE)の網膜内遊走の解析。

加齢黄斑変性155眼を対象にしたtranslational researchである。RPE網膜内遊走は加齢黄斑変性におけるRPE変化として重要視されている。従来の臨床研究では、市販OCTで観察されるHyper reflective fociがRPE網膜内遊走を示す所見として有力視さ

れてきた。しかし、あくまでも推察に過ぎなかった。本研究では、多機能 Jones matrix OCT で得られたメラニン 3 次元分布と臨床用自家蛍光画像を比較検討する事により、Hyper reflective foci の中から RPE 網膜内遊走を判別した。この結果、RPE 網膜内遊走が網膜色素上皮剥離では高頻度に観察される事が判った。また網膜色素上皮剥離の体積と RPE 網膜内遊走の体積が正の相関関係を示した事から、網膜色素上皮剥離に伴う細胞ストレスによって RPE 網膜内遊走が誘発されることが示唆された。本研究では多機能 Jones matrix OCT から算出された偏光均一性の分布が自家蛍光画像に近似していることも確認した。これは、多機能 Jones matrix OCT を用いれば自家蛍光画像を 3 次元解析することが可能な事を意味しており、自家蛍光画像解析に革新的な変化をもたらす可能性が示された。(Miura M, et al. Sci Rep. 2017,9,3150)

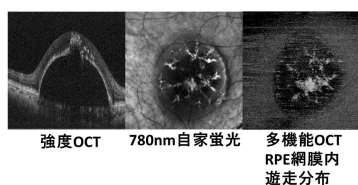


図 2. 多機能 OCT による RPE 網膜内遊走分布

(3) Vogt-Koyanagi-Harada disease (VKH 病) の夕焼状眼底の定量解析。
原田病 28 眼を対象にした translational research である。夕焼状眼底は VKH 病の代表的所見であるが、現状では医師の主観的判断によって診断され、客観的定性・定量は不可能であった。本研究では、多機能 Jones matrix OCT で得られた脈絡膜メラニン 3 次元分布から、夕焼け状眼底の定量解析を実施した。この結果、夕焼け状眼底の進行を定量解析できる事が実証され、VKH 病の診断治療に革新的な進歩をもたらした。(Miura M, et al, Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017,58,4467)

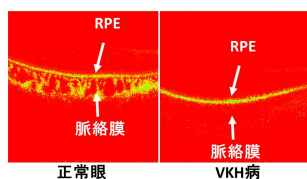


図 3. 多機能 OCT による脈絡膜メラニン異常の可視化

(4) 網膜内メラニン分布 3 次元マッピング。
研究初期段階では、網脈絡膜のすべての層を含む 3 次元データを基に偏光均一性の projection map を作成していた。しかし得られた 2 次元画像は、脈絡膜メラニンの影響が大きく RPE の解析には限界があった。これを解決するために、前述の RPE 網膜内遊走に関する研究では、手動で RPE と脈絡膜を segmentation した。しかし手動操作は時間がかかり臨床現場での実施は困難である。そこ

で多機能 Jones matrix OCT で得られた網脈絡膜メラニン 3 次元分布から RPE 関連要素を自動抽出する手法を開発した。本手法は Jones matrix OCT で得られるマルチコントラスト情報 (強度信号減衰相関、血流信号、偏光均一性) をもとに、脈絡膜メラニンを自動判別除去するものである。本手法により、自家蛍光画像に近似した画像を 3 次元で作成することに成功した。これは、自家蛍光画像の 3 次元解析を可能にするものであり、網膜画像診断に革新的な進歩をもたらすことが期待される。(Azuma S, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y. Biomed. Opt. Express, submitted)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 12 件)

1. 三浦雅博、偏光 OCT および偏光 SLO による黄斑疾患の観察、視覚の科学 査読無 2017,38,107-113
2. Miura M, Makita S, Yasuno Y, Tsukahara R, Usui Y, Rao NA, Ikuno Y, Uematsu S, Agawa T, Iwasaki T, Goto H, Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomographic Documentation of Choroidal Melanin Loss in Chronic Vogt-Koyanagi-Harada Disease. Invest Ophthalmol Vis Sci 査読有 2017.58.4467-76 doi: 10.1167/iovs.17-22117.
3. Miura M, Makita S, Sugiyama S, Hong YJ, Yasuno Y, Elsner AE, Tamiya S, Tsukahara R, Iwasaki T, Goto H. Evaluation of intraretinal migration of retinal pigment epithelial cells in age-related macular degeneration using polarimetric imaging. Sci Rep 査読有 2017,7,3150. doi: 10.1038/s41598-017-03529-8.
4. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y. Noise-bias and polarization-artifact corrected optical coherence tomography by maximum a-posteriori intensity estimation. Biomed Opt Express. 査読有 2017,8, 2069-2087 doi: 10.1364/BOE.8.002069
5. Alhamami MA, Elsner AE, Malinovsky VE, Clark CA, Haggerty BP, Ozawa GY, Cuadros JA, Baskaran K, Gast TJ, Litvin TV, Muller MS, Brahm SG, Young SB, Miura M. Comparison of Cysts in Red and Green Images for Diabetic Macular Edema. Optom Vis Sci. 査読有 2017,94,137-49 doi: 10.1097/OPX.0000000000001010.
6. 三浦雅博、最新機器レポート「OCT アンギオ」、神経眼科 査読無 2016,33,302-309
7. Makita S, Kurokawa K, Hong YJ, Miura M, Yasuno Y. Noise-immune complex correlation for optical coherence

angiography based on standard and Jones matrix optical coherence tomography
Biomed. Opt. Express 査読有
2016,7,1525-1548 doi:
10.1364/BOE.7.00152

8. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y. Maximum posterior estimator for high-contrast image composition of optical coherence tomography. Optic Letter 査読有 2016,41,321-324 doi:
10.1364/OL.41.000321.

9. Sugiyama S, Hong YJ, Kasaragod D, Makita S, Uematsu S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Birefringence imaging of posterior eye by multi-functional Jones matrix optical coherence tomography. Biomedical Optics Express 査読有 2015,6,4951-4974 doi:
10.1364/BOE.6.004951

10. 三浦雅博, OCT はいかに眼科を変化させるか. 視覚の科学 査読無 2015,35,45-50

11. 三浦雅博, OCT angiography. 眼科 査読無 2015,57,1557-1568

12. 三浦雅博, Doppler OCT. Monthly Book OCULISTA 査読無 2015,32,1-9

〔学会発表〕(計 53 件)

1. Kasaragod D, Makita S, Miura M, Yasuno Y. Automatic segmentation of lamina beam using multi-functional Jones matrix optical coherence tomography. Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Honolulu, 2018/4/29

2. Miura M, Makita S, Yasuno Y, Mihara R, Mino T, Yamaguchi T, Sugiyama S, Iwasaki T, Goto H. Evaluation of focal damage of retinal pigment epithelium layer in retinal pigment epithelium detachment by polarization sensitive optical coherence tomography. Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Honolulu, 2018/4/29

3. Azuma S, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y. Macular analysis by multi-contrast segmentation of retinal pigment epithelium and choroid by Jones-matrix OCT. Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Honolulu, 2018/4/29

4. Makita S, Mino T, Yamaguchi T, Miura M, Azuma S, Yasuno Y. Multi-functional posterior eye imaging by polarization-diversity optical coherence tomography. ARVO Imaging in the Eye Conference, Honolulu 2018/4/28

5. 三原理恵子, 三浦雅博, 卷田修一, 安野嘉晃, 岩崎琢也, 後藤浩. 偏光感受型光干渉断層計による自家蛍光画像所見の解析, 第 122 回日本眼科学会総会, 大阪 2018/4/19

6. 三浦雅博. 加齢黄斑変性における網膜色素上皮異常. 第 95 回東京医大眼科臨床懇話会, 東京, 2018/3/10

7. 三浦雅博. OCT 開発の話題, 第 14 回茨城眼科セミナー, つくば, 2018/2/23

8. 三浦雅博, 卷田修一, 安野嘉晃, 塚原林太郎, 臼井嘉彦, Narsing A Rao, 生野恭司, 植松聡, 阿川哲也, 岩崎琢也, 後藤浩, 偏光感受型 OCT による Vogt 小柳 原田病における脈絡膜メラニン障害の定量分析, 第 49 回筑波大学眼科集談会, つくば, 2018/2/4

9. Miura M, Makita S, Yasuno Y, Ikuno Y, Uematsu S, Iwasaki T, Goto H, Objective evaluation of choroidal melanin contents with polarization-sensitive optical coherence tomography, Photonic West BiOS, San Francisco, 2018/1/27

10. Azuma S, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Macular analysis by multi-contrast segmentation of retinal pigment epithelium and choroid by Jones-matrix OCT, Photonic West BiOS, San Francisco, 2018/1/27

11. Kasaragod D, Makita S, Miura M, Yasuno Y, Jones matrix optical coherence tomography based multi-contrast tissue classification of the posterior eye, Photonic West BiOS, San Francisco, 2018/1/27

12. 三浦雅博, OCT angiography 基礎から応用まで, 第 7 回症例に学ぶ OCT 研究会, 池袋, 2017/12/6

13. 三浦雅博, OCTA 臨床応用の可能性, OCT アンガラー読影講習会, 町田, 2017/12/5

14. 三浦雅博, 卷田修一, 安野嘉晃, 塚原林太郎, 臼井嘉彦, Rao NA, 生野恭司, 植松聡, 阿川哲也, 岩崎琢也, 後藤浩, 偏光感受型 OCT による Vogt 小柳 原田病における脈絡膜メラニン障害の定量分析, 第 56 回日本網膜硝子体学会総会, 東京, 2017/12/1

15. 三浦雅博, 卷田修一, 安野嘉晃, 岩崎琢也, 加齢黄斑変性の自家蛍光画像所見, 茨城県眼科集談会, つくば, 2017/11/19

16. Azuma S, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Macular analysis by multi-contrast segmentation of retinal pigment epithelium and choroid by Jones-matrix OCT, Optics & Photonics Japan, 東京, 2017/10/30

17. Kasaragod D, Makita S, Miura M, Yasuno Y, Jones matrix optical coherence tomography based multi-contrast tissue classification of the posterior eye, Optics & Photonics Japan, 東京, 2017/10/30

18. 三浦雅博, Jones Matrix OCT, 第 71 回日本臨床眼科学会, 東京, 2017/10/12

19. 三浦雅博, Jones Matrix OCT, 第 53 回日本眼光学学会総会, 東京, 2017/9/2

シンポジウム 眼科画像診断の最前線

20. Miura M, Makita S, Yasuno Y, Tsukahara R, Usui Y, Rao NA, Ikuno Y, Uematsu S, Agawa T, Iwasaki T, Goto H, Polarization sensitive optical coherence tomographic documentation of choroidal melanin loss in chronic Vogt-Koyanagi-Harada disease, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Baltimore, 2017/5/7
- 21 Yasuno Y, Hong YJ, Makita S, Kasaragod D, Chan A, Miura M, Correlation among optical properties, demography and biometric parameters in optic nerve head by Jones matrix OCT, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Baltimore, 2017/5/7
22. Chan A, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y, High-contrast and polarization-artifact-free optical coherence tomography by maximum a-posteriori intensity estimation, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Baltimore, 2017/5/7
23. 三浦雅博, 網脈絡膜疾患の病態解明: 網脈絡膜循環障害評価, 加齢黄斑変性 (PCV) (ドップラーOCTなど), 第121回日本眼科学会総会, 東京, 2017/4/6
24. Miura M, Makita S, Sugiyama S, Hong YJ, Yasuno Y, Elsner AE, Iwasaki T, Goto H, Evaluation of intraretinal migration of retinal pigment epithelial cells with Jones matrix optical coherence tomography, Photonic West BIOS, San Francisco, 2017/1/28
25. Hong YJ, Chan AC, Kasaragod D, Makita S, Miura M, Yasuno Y, ONH study based on the multiple optical and biometric parameters, Photonic West BIOS, San Francisco, 2017/1/28
26. Miyazawa A, Hong YJ, Makita S, Kasaragod D, Miura M, Yasuno Y, Optimization method of superpixel analysis for retinal image of multifunctional JM-OCT, Photonic West BIOS, San Francisco, 2017/1/28
27. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y, High contrast and polarization artifact free optical coherence tomography by maximum a posteriori estimation, Photonic West BIOS, San Francisco, 2017/1/28
28. 三浦雅博, 巻田修一, 杉山聡, Hong YJ, 安野嘉晃, Elsner AE, 田宮重雄, 岩崎琢也, 後藤浩, 偏光画像解析による加齢黄斑変性における網膜色素上皮細胞の網膜内遊走の観察, 第55回日本網膜硝子体学会総会, 渋谷, 2016/12/2
29. 三浦雅博, 巻田修一, 杉山聡, Hong YJ, 安野嘉晃, Elsner AE, 田宮重雄, 岩崎琢也, 後藤浩, 偏光画像解析による加齢黄斑変性における網膜色素上皮細胞の網膜内遊走の観察, 茨城県眼科集談会, 水戸, 2016/11/13
30. Miyazawa A, Hong YJ, Makita S, Kasaragod D, Miura M, Yasuno Y, Optimization method of superpixel analysis for retinal image of multifunctional JM-OCT, Optics & Photonics Japan, 東京, 2016/10/30
31. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Miura M, Yasuno Y, High contrast and polarization artifact free optical coherence tomography by maximum a posteriori estimation, Optics & Photonics Japan, 東京, 2016/10/30
32. Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Jones-matrix OCT for non-invasive multi-contrast imaging, International Society for Eye Research, Tokyo, 2016/9/25
33. 三浦雅博, 偏光感受型 OCT による黄斑疾患の観察, 第52回日本眼科学会, 東京, 2016/9/3
34. 三浦雅博, Doppler OCT angiography, 第33回日本眼循環学会, 福岡, 2016/7/22
35. 三浦雅博, 次世代 OCT の臨床応用, 北海道眼科医会北海道ブロック講習会, 札幌, 2016/5/28
36. Miura M, Sugiyama S, Elsner AE, Makita S, Hong YJ, Yasuno Y, Iwasaki T, Goto H, Evaluation of intraretinal migration of retinal pigment epithelium in age-related macular degeneration by polarization sensitive SLO and OCT, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Seattle, 2016/5/1
37. Hong YJ, Chan AC, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Quantitative Multifunctional OCT imaging of nonpathologic optic nerve head, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Seattle, 2016/5/1
38. Chan AC, Hong YJ, Sugiyama S, Kasaragod D, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Quantitative evaluation of optical properties of optic nerve head tissues by multi-contrast optical coherence tomography, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Seattle, 2016/5/1
39. Yasuno Y, Hong YJ, Makita S, Kasaragod D, Miura M, Local birefringence and polarization uniformity imaging of exudative macular degeneration, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Seattle, 2016/5/1
40. Makita S, Hong YJ, Miura M, Yasuno Y, Simultaneous RPE and vascular imaging of macular degenerations by Jones matrix

optical coherence tomography, Annual meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology, Seattle, 2016/5/1

41. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Sugiyama S, Kasaragod D, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Multifunctional and quantitative JM-OCT for simultaneous attenuation coefficient, angiographic, depolarization and birefringence imaging, ARVO Imaging in the Eye Conference, Seattle, 2016/4/29

42. 安野嘉晃, 杉山聡, 巻田修一, Hong YJ, 三浦雅博, 生野恭司, Jones matrix OCT によるマルチコントラスト眼底イメージング, 第 120 回日本眼科学会総会, 仙台, 2016/4/7

43. 巻田修一, Hong YJ, 三浦雅博, 安野嘉晃, マルチコントラスト OCT を用いた黄斑変性の新生血管イメージング, 第 120 回日本眼科学会総会, 仙台, 2016/4/7

44. 三浦雅博, 杉山聡, Elsner AE, Hong YJ, 巻田修一, 安野嘉晃, 谷島悦子, 岸田英之, 岩崎琢也, 後藤浩, 偏光画像解析による加齢黄斑変性における網膜色素上皮変化の観察, 第 120 回日本眼科学会総会, 仙台, 2016/4/7

45. Sugiyama S, Hong YJ, Kasaragod DK, Makita S, Miura M, Ikuno Y, Yasuno Y, Quantitative polarization and flow evaluation of choroid and sclera by multifunctional Jones matrix optical coherence tomography, Photonic West BiOS, San Francisco, 2016/2/13

46. Hong YJ, Chan AC, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Eye motion corrected OCT imaging with Lissajous scan pattern Eye motion corrected OCT imaging with Lissajous scan pattern, Photonic West BiOS, San Francisco, 2016/2/13

47. Makita S, Kurokawa K, Hong YJ, Li E, Miura M, Yasuno Y, Noise-immune complex correlation for vasculature imaging based on standard and Jones-matrix optical coherence tomography, Photonic West BiOS, San Francisco, 2016/2/13

48. Kasaragod D, Sugiyama S, Ikuno Y, Alonso-Caneiro D, Yamanari M, Fukuda S, Oshika T, Hong YJ, Li E, Makita S, Miura M, Yasuno Y, Accurate and quantitative polarization-sensitive OCT by unbiased birefringence estimator with noise-stochastic correction, Photonic West BiOS, San Francisco, 2016/2/13

49. Chan AC, Hong YJ, Makita S, Sugiyama S, Kasaragod D, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Quantitative optical coherence tomography by maximum a-posteriori estimation of signal intensity, Photonic West BiOS, San Francisco, 2016/2/13

50. Miura M, Hong YJ, Elsner AE, Makita S, Yasuno Y, Iwasaki T, Goto H, Imaging

polarimetry of retinal pigment epithelial lesions in age related macular degeneration, 第 54 回日本網膜硝子体学会総会, 東京, 2015/12/5

51. Hong YJ, Chan AC, Makita S, Ikuno Y, Miura M, Yasuno Y, Lissajous scan applied eye motion correction for OCT volume imaging, Optics & Photonics Japan, 東京, 2015/10/28

52. Makita S, Kurokawa K, Hong YJ, Li E, Miura M, Yasuno Y, Noise-immune complex correlation for optical coherence angiography, Optics & Photonics Japan, 東京, 2015/10/28

53. Kasaragod D, Sugiyama S, Ikuno Y, Alonso-Caneiro D, Yamanari M, Fukuda S, Oshika T, Hong YJ, Li E, Makita S, Miura M, Yasuno Y, Maximum-a-posteriori birefringence estimator for polarization-sensitive optical coherence tomography, Optics & Photonics Japan, 東京, 2015/10/28

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

http://www.tokyo-med.ac.jp/iba-eye/miura_title.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三浦 雅博 (Miura, Masahiro)

東京医科大学・医学部・教授

研究者番号 : 6199958

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

安野 嘉晃 (Yasuno, Yoshiaki)

筑波大学・医学医療系・教授

研究者番号 : 10344871

(4) 研究協力者