

平成21年5月15日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19300159  
 研究課題名（和文）光コヒーレンストモグラフィによる皮膚交感神経活動の  
 ダイナミック機能解析と診断応用  
 研究課題名（英文）Dynamic function analysis of skin sympathetic nerve using optical  
 coherence tomography and its application to clinical diagnoses  
 研究代表者  
 春名 正光（HARUNA MASAMITSU）  
 大阪大学・大学院医学系研究科・教授  
 研究者番号：20029333

研究成果の概要：交感神経の支配下で機能する汗腺や末梢血管は重要な微小器官であり、そのダイナミックな生理機能を解明することが重要である。本研究では、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）を用いて、ヒト指汗腺や小動脈の生理機能を可視化した。汗腺においては、外部刺激に反応する精神性発汗の動的解析を行い、新たに内部発汗を見出した。小動脈においては、脈動を観測し、弾性型動脈と筋型動脈として同時に機能することを明らかにした。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	9,200,000	2,760,000	11,960,000
2008年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学 ・ 医用生体工学・生体材用学

キーワード：生体情報・計測

1. 研究開始当初の背景  
**OCTによる臨床診断**：光コヒーレンストモグラフィ（OCT）は生体表皮下1～2mmに渡る断層イメージをおよそ10～20μmの空間分解能で取得できる光イメージング技術である。1991年、MITのグループによってOCTが提案され、わずか5年後の1996年、眼科の実用OCTが開発された。それ以来、OCTは眼科では必須の診断ツールとして普及し、フーリエドメイン方式や周波数ドメイン方式の高速OCTを含めて、眼科OCTの性能改善をターゲットにして、OCTの技術開発が活発に進められている。また、ごく最近では、環動脈のプラークの診断に利用され始めている。  
**OCTの皮下生理学への応用**：上記のOCTによ

る臨床診断に対して、2005年、我々はOCTを用いて、ヒト指先端のエクリン汗腺のらせん状ダクトを鮮明にイメージングできることを報告した。とくに、新たにダイナミックOCTを提案して、外部からの物理的および精神的刺激に反応する『精神性発汗』の動態追跡を行った。具体的には、3.5秒のフレーム間隔でOCTイメージを連続的に取得し、外部刺激に応じて汗腺のらせん状ダクトが膨張する様子を捉えることができた。また、末梢血管系においては、ヒト指関節部で小静脈のOCTイメージを取得し、安静時において1～2秒の周期で緩やかに収縮・拡張を繰り返すことをin vivo観察した。このように、2005年に提案したOCTの皮下生理学への応用に

においては、タイムドメイン方式OCT (TD-OCT) を用いていたために、イメージデータの取得に1~2秒を要し、かつ表皮下2mmを越える深部のイメージングは実現できなかった。このために、とくに、汗腺の3Dイメージの構築および小動脈の観察とその実時間イメージングは不可能であった。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究課題の目的：過去2年間の基盤研究で、我々はダイナミックTD-OCTを開発し、ヒト指汗腺の発汗現象や細動脈（実際には細静脈）の収縮・拡張を鮮明に観察できることを実証してきた。これらの生理現象は共に体温調節に関わる重要な皮膚交感神経活動の一環として捉えることができる。本研究課題では、これまでのTD-OCTより2桁以上高速の光周波数掃引方式OCT (SS-OCT) を開発して、皮膚交感神経活動に関わる生理現象を追跡し、血流計や発汗液測定による従来のマクロな測定結果と対比しながら、個々の汗腺や微小血管の機能を定量評価する。本研究を通して、皮膚生理機能に関わる数多くの新たな知見を蓄積し、多汗症の診断・治療や血管の老化予測等において新たな提案を行う。

### (2) 具体的な研究内容：

① OCTによる皮膚交感神経活動に関わる生理現象の画像追跡および個々の汗腺や微小血管（小動脈・小静脈）の機能解明と定量評価：感覚（音）刺激をトリガーとして、ダイナミックSS-OCTでヒト指のエクリン汗腺および小動脈のミクロな動態観察を行い、特定の汗腺や小動脈の動態をOCTによって追跡し、適切な画像処理を用いてこれらの機能を定量評価する。

② 立体イメージによる皮膚生理機能の追跡：OCTを高速に取得して立体イメージを構築することにより、さらに詳細かつ正確な生理機能情報を引き出す。汗腺の場合には、立体イメージで約20本の汗腺の動態を追跡して、能動汗腺および不能動汗腺の機能の定量評価を行い、発汗量のばらつきを究明する。

③ 交感神経に支配される皮膚生理機能の新たな知見の蓄積と新たな診断法の提案：上記のOCTをベースとするミクロな動態観察を通して得られる新たな知見を蓄積する。これをもとに、多汗症の診断や治療効果の評価、交感神経の異常、末梢血流不全、細動脈の収縮・拡張をもとにした血管の老化予測など、多くの診断法の提案が期待できる。

## 3. 研究の方法

(1) 高速全光ファイバタイムドメインOCT (TD-OCT) を用いたダイナミックOCTによる精神性発汗の動態追跡：実験には全光ファイバTD-OCTを用いた。光源は中心光波長1.3 $\mu\text{m}$ 、コヒーレンス長17 $\mu\text{m}$ のスーパールミネッセントダイオード (SLD) で、干渉計の参照光アームと信号光アームに二つのPZT光ファイバ位相変調器を挿入し、これら二つのPZT変調器をプッシュプル動作して光遅延

走査を行う。変調器への印加電圧の繰返し周波数1kHzのとき、イメージデータ取得速度は5~10フレーム/秒である。精神性発汗の動態追跡では、1秒のフレーム間隔でOCTイメージを連続的に取得した。右手で棒を強く握り（握力負荷）、左手指先における精神性発汗のダイナミックOCTの一例を図1に示す。時刻 $t=50$ 秒で握力負荷を開始すると、角層内におけるらせん状ダクトが膨張する。OCTイメージ上ではダクトの反射光強度が急激に増加して、発汗が促進されたことが分かる。このダイナミックOCTの結果を解析して、発汗量を定量評価できる。

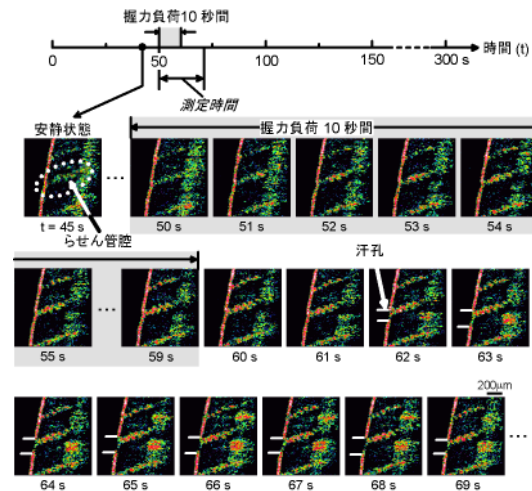


図1 精神性発汗のダイナミックOCT

(2) 光周波数掃引OCT (SS-OCT) を用いた最大強度投影OCT (MIP-OCT) および汗腺の3Dイメージ構築：実験には、ソーラボ社製の光周波数掃引型OCT (SS-OCT) 装置 (Thorlabs OCM 1300SS) を用いた。レーザ光源の中心光波長1.325 $\mu\text{m}$ 、波長掃引幅は100nmで光軸方向イメージ分解能は12 $\mu\text{m}$ 、イメージデータ取得速度<50フレーム/秒

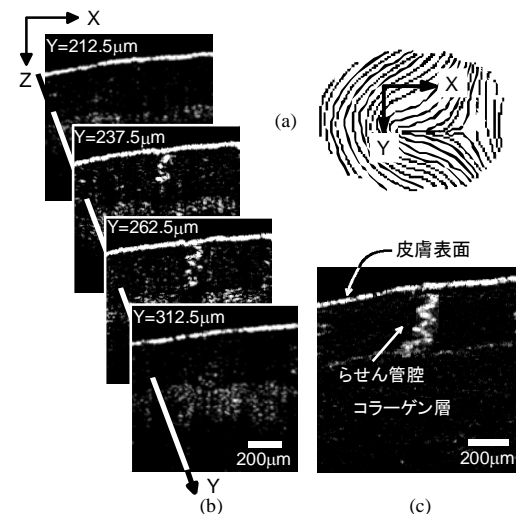


図2 MIP-OCTの構築

である。この SS-OCT を用いて新たに擬似 3D イメージ（最大強度投影イメージ（MIP-OCT））を構築し、複数汗腺における精神性発汗ダイナミクスの動態追跡を行った。MIP-OCT の構築方法を図 2 に示す。これによって角層内における鮮明ならせん状ダクトをイメージングできる。この MIP-OCT をフレーム間隔 1.4 秒で時系列に配置して精神性発汗ダイナミクスを in vivo 観察する。MIP-OCT では、x 方向のイメージ分解能を犠牲にすれば、10 本以上の汗腺の発汗ダイナミクスを同時追跡できる。

(3) SS-OCTによる小動脈の実時間イメージング：ヒト指関節部において、表皮下 2~3mmの深さに小動脈が分布する。したがって、SS-OCTの光照射部の対物レンズの背後に厚さ 2mmのガラス板を置き、表皮下におけるレンズの焦点位置を 1mm程度シフトして、小動脈を観察する。実験では、ピクセルサイズ  $5.9 \times 5.9 \mu\text{m}^2$ 、イメージデータ取得時間は 40ms (25 フレーム/秒) であり、実時間 OCT イメージングが可能となる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 精神性発汗ダイナミクスの解析結果

①発汗量の定量評価：上述のように、発汗が促進されると、OCTイメージでらせん状汗腺ダクトが膨張し、その反射光強度が急激に増加する。したがって、発汗量の定量評価に際しては、対象とする汗腺ダクトの反射光強度を測定すればよい。発汗量の定量評価の手順を図 3 に示す。汗腺を特定し、皮膚表面の輝線を除去し、関心領域 (ROI) を定めて、その中に含まれるピクセルの強度を積算する。このように、被験者の安静状態を見定めてから物理的または精神的ストレスを与えれば、比較的容易に発汗量を定量評価できる。

②外部発汗：図 1 に示した握力負荷を与えたときに取得した時系列の OCT イメージをもとに発汗量および皮膚表面における汗孔径の時間変化を得る。結果を図 4 に示す。これらの OCT による精神性発汗のマイクロな測定

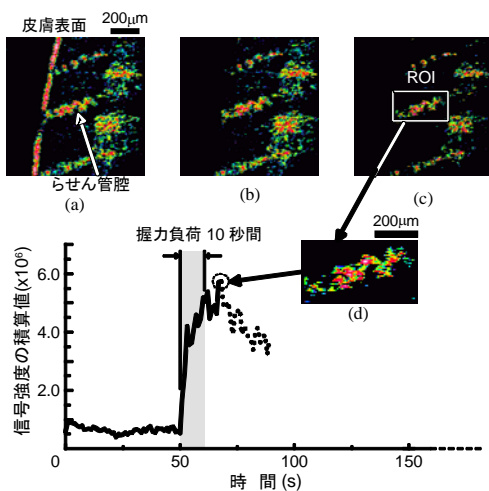


図3 発汗量の定量評価

結果と対比して、図 4 (c)には市販の発汗計で測定したマクロな発汗測定量の時間変化を合わせて示してある。発汗計の検出部は 1cm 四方の円形開口であり、この中には少なくとも 400~500 本のエクリン汗腺が含まれる。

③内部発汗：図 1 および図 4 に示した握力負荷に誘発される精神性発汗では、多くの場合、皮膚表面の汗孔が開き、らせん状ダクトから汗滴が外部に放出される、このように、汗孔が開いて汗滴が放出される発汗形態を外部発汗と呼ぶことにする。通常、我々が体験する発汗はこの外部発汗である。これに対して、握力負荷やボールキャッチのような物理的ストレスではなく、被験者に音刺激のような精神的ストレスを与えた場合には、皮膚表面への汗滴の放出が見られない発汗形態を観測する機会が多い。我々はこのような発汗形態を『内部発汗』と名付けた。このような内部発汗の場合には、図 3 に示した方法で、音刺激に反応する過剰の発汗量の時間変化を正確に把握できる。この内部発汗における過剰の汗は、交感神経の興奮度を反映している。図 5 に内部発汗における過剰の汗の時間変化および発汗計による測定結果を示す。発汗計の検出量はごく微量で、皮膚表面への汗滴の放出が伴わないことを示している。

##### ④発汗量の測定による交感神経の興奮度の評価

音刺激の実験では、被験者に 90dB の不快音 (ガラスの割れる音) を 0.5 秒間与える。同じ強さの音刺激であっても、交感神経の興奮度によって発汗量が異なる。交感神経の興奮度は様々な原因で変化するが、我々の経験では、最も個体差の少ないのは、摂食に

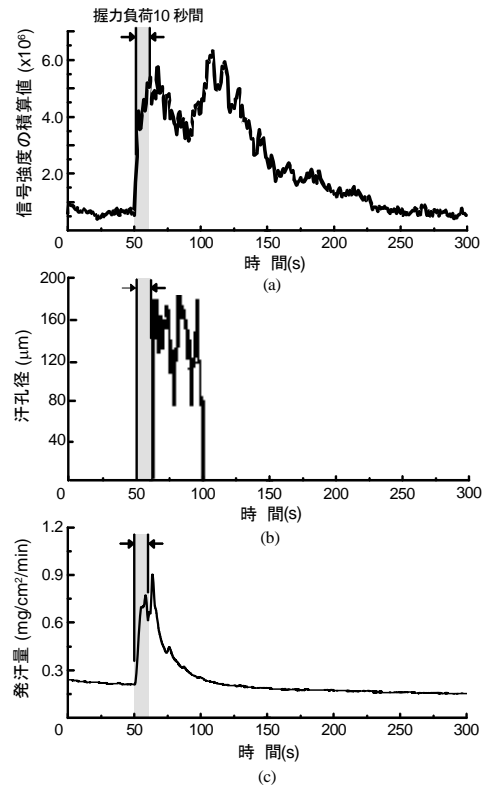


図4 外部発汗における発汗量と汗孔径の変化



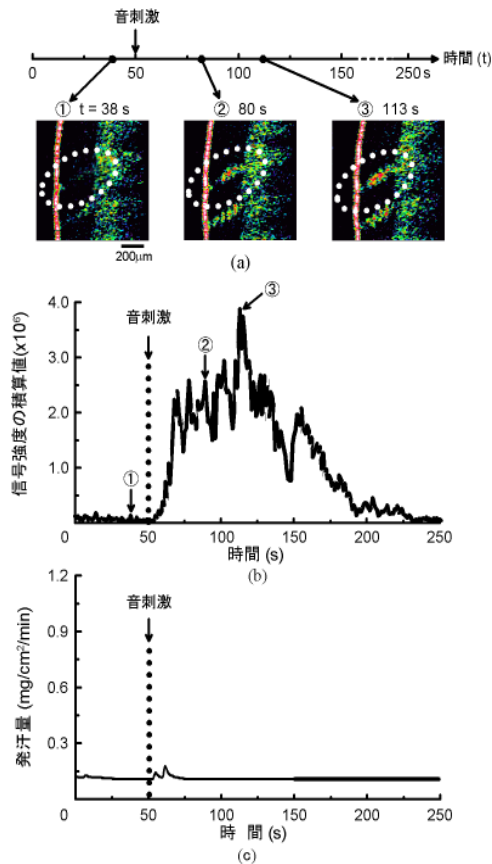


図5 内部発汗の OCT と発汗量の評価(21 才男性)

よる交感神経活動の時間変化である。事実、性差および年齢差に関わらず、多くの被験者において、昼食の前後の交感神経の興奮度は大きく変化し、音刺激によって誘発される過剰の汗の量が顕著に変化する。実験では、昼食1時間前、昼食後1時間、2時間、3時間および4時間で音刺激による過剰の発汗量を測定した。過剰の発汗量（発汗量の時間変化の積分値）は昼食後1～2時間で最小となり、昼食後4時間では、元の状態（昼食前1時間）に復帰する。この過剰の発汗量の時間変化をもとに、摂食による交感神経の興奮度を評価できる。

⑥MIP-OCTによる複数汗腺の同時動態追跡：これまでは高速TD-OCTを用いて、対象とする一本の汗腺の発汗動態を追跡する実験結果について述べてきた。しかし、ヒト指先に密集するエクリン汗腺の各々の発汗量は異なる。我々はMIP-OCTを利用して、指紋の山に沿って分布する5本の汗腺の発汗動態を同時追跡した。結果を図6に示す。音刺激に対して5本の汗腺は全て反応するが、発汗量は各々異なる。このような汗腺の発汗量のばらつきは本質的であり、10本を越える汗腺の同時追跡においても同じような発汗量のばらつきが見られる。

(2) OCT 実時間イメージングによる小動脈・小静脈の動態機能解析

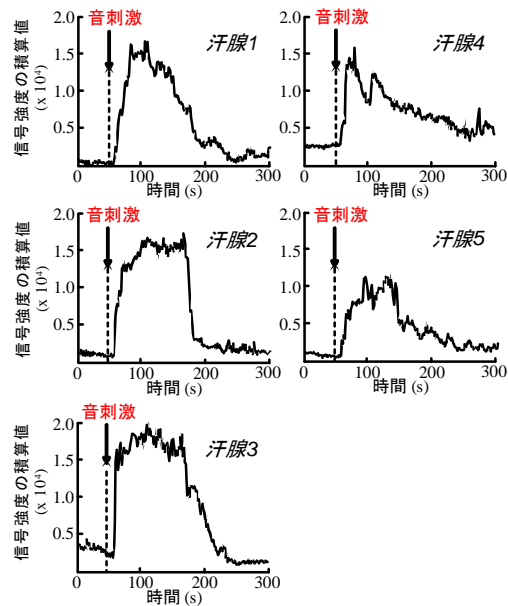


図6 MIP-OCTによる複数汗腺の同時動態追跡

①小動脈と小静脈の識別:TD-OCTに比べて、SS-OCTの干渉信号検出におけるSN比は20～30dB大きく、これによって光到達深度は1mmほど改善される場合がある。我々の実験においても、SS-OCTを用いると、ヒト指関節部において、小動脈・小静脈を鮮明にイメージングできる。これら末梢血管の血管壁は内膜・中膜・外膜で構成される。小静脈に比べて、5～6層の平滑筋から成る小動脈の中膜は厚く、OCTイメージ上では、血管内腔が黒い帯で明確に縁取られたように見える。なお、実際に取得したOCTイメージでは、小動脈・小静脈の全体が観察できるように、外部からヒト指関節部におよそ50mmHgの圧力をかけ、血管を扁平にしてイメージングしている。

②安静時における小動脈の脈動の観察：被験者の安静状態を維持した状態で、40msのフレーム間隔で小動脈の動態を実時間イメージングした。図7に、収縮状態からスタートしたダイナミックOCTを示す。120ms後に小動脈は最大に拡張し、さらに240ms後に血管内腔が再び拡張しサブピークを示す。この小動脈の血管内壁の間隔（内径）および外壁の間隔（外径）の時間変化を測定した結果を図8に示す。いずれにおいても心拍に同期した小動脈の脈動を明確に捉えることができる。

③上腕圧迫による小静脈の拡張反応：カフを用いて、被験者の上腕を圧迫し、阻血すると、小動脈は完全に収縮し、一方、小静脈はうっ血して拡張する。上腕の圧迫によって小静脈の内腔の断面積は2倍以上に拡大する。次に、上腕の圧力を開放すると、小静脈は収縮して元の状態に復帰する。これら一連の小静脈の動態を実時間イメージングで観察することができる。

④音刺激による小動脈の反応観察：末梢血管

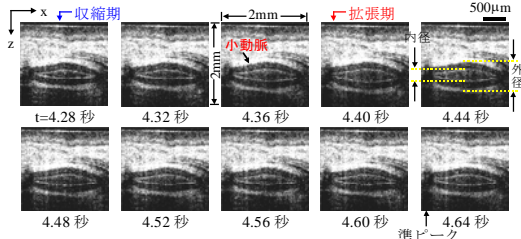


図7 小動脈の実時間OCTイメージング

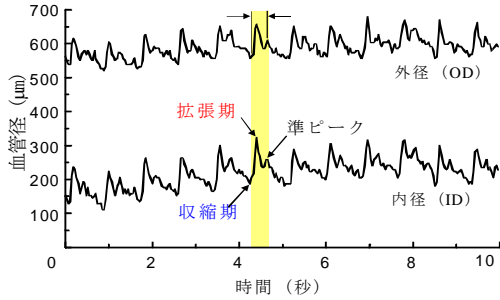


図8 小動脈の内径および外径の時間変化

系の中でも、小動脈は心拍に同期して周期的に収縮・拡張を繰り返す『弾性動脈』としての機能と、外部の音刺激に反応して緩やかに収縮する『筋型動脈』としての機能を併せもつ。大動脈および中動脈は弾性動脈であり、一方、末梢の細動脈・細静脈は『筋型動脈』である。すなわち、小動脈の動態観察を行えば、血管系全体の生理機能を把握できるばかりでなく、血管系の疾患や機能不良の手がかりを得ることができる。実験では、精神性発汗と同様に、被験者に 90dB の音刺激を 0.5 秒間負荷し、ヒト指関節部で小動脈の実時間イメージングを行った。安静時の場合と同じく、小動脈は脈動を繰り返す。音刺激を与えると、小動脈は緩やかに収縮し、音刺激に対する反応が沈静化すると、再び小動脈は拡張して安静状態に戻る。ここで、音刺激に対する小動脈内腔の収縮は中膜厚の変化を伴う『筋型動脈』としての機能であり、一方、音刺激に関わらず、内腔が脈動するのは『弾性動脈』としての機能である。このように、音刺激を負荷することによって、小動脈の弾性動脈としての機能と筋型動脈としての機能を、同時に見事に可視化することができる。

### (3) 研究の総括

エクリン汗腺および末梢の小動脈の動態解析を行う上で、OCTは極めて有効なツールであることを実証した。とくに、音刺激に反応する精神性発汗では、皮膚表面への汗滴の放出を伴わない新たな発汗形態を見出し、これを『内部発汗』と名付けた。この内部発汗を用いて、発汗機能を支配する交感神経の興奮度を評価できることを示唆した。このように、TD-OCTを用いた単一汗腺のミクロな発汗ダイナミクス解析においては、当初の目的を越える多くの有用な成果が得られた。また、OCTによる末梢血管の動態観察においては、SS-OCTを用いて、小動脈の実時間イメージングに成功し、これをもとに安静時における小動脈の脈動を *in vivo* 観察した。さらに、音刺激を与えて、この小動脈が弾性動脈と筋型動脈の二つの機能を併せもつことを実証

した。これらの研究成果をもとに多汗症の治療や血管の老化予測などについて具体的な提案を行っていくことが当面の課題である。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 9 件)

1. M. Ohmi, M. Tanigawa, A. Yamada, Y. Ueda, and M. Haruna, "Dynamic analysis of internal and external mental sweating by optical coherence tomography," *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, pp.014026-1to-7(2009). (査読有)
2. M. Ohnishi, D. Takada, M. Ohmi, and M. Haruna, "Dynamic analysis of laser ablation of biological tissue using a real-time OCT," *Biomedical Optics Symposium (BiOS2009)*, Proc. SPIE, vol. 7175, pp. 7175-39-1 to -5 (2009). (査読無)
3. H. Saigusa, Y. Ueda, M. Ohmi, M. Ohnishi, M. Kuwabara, and M. Haruna, "Maximum-intensity-projection imaging for dynamic analysis of mental sweating by optical coherence tomography," *Biomedical Optics Symposium (BiOS2009)*, Proc. SPIE, vol. 7168, pp. 7168-84-1 to -5 (2009). (査読無)
4. H. Saigusa, Y. Ueda, A. Yamada, M. Ohmi, M. Ohnishi, M. Kuwabara, and M. Haruna, "Maximum-intensity- projection imaging for dynamic analysis of mental sweating by optical coherence tomography," *Appl. Phys. Express (APEX)*, vol. 1, 098001, pp. 098001-1 to -3 (2008). (査読有)
5. M. Kuwabara, T. Fuji, M. Ohmi, and M. Haruna, "Dynamic optical coherence tomography of small arteries and veins of human fingers," *Appl. Phys. Express (APEX)*, vol. 1, 058001, pp. 058001-1 to -3 (2008). (査読有)
6. H. Saigusa, Y. Ueda, A. Yamada, M. Ohmi, and M. Haruna, "Maximum-intensity-projection images for dynamic analysis of mental sweating by optical coherence tomography," *19-th Int'l Conf. Optical Fiber Sensors (OFS-19)*, Proc. SPIE, vol. 7004, pp. 70040V-1-1 to 70040V-1-5 (2008). (査読有)
7. M. Haruna, M. Ohmi, Y. Ueda, A. Yamada and H. Saigusa, "Dynamic analysis of eccrin sweat glands on human fingertips by optical coherence tomography," *Biomedical Optics Symposium (BiOS2008)*, Proc. SPIE, vol. 6847, pp. 684770-1 to -5 (2008). (査読無)
8. M. Haruna, M. Ohmi, Y. Ueda, T. Fuji, A. Yamada, H. Saigusa, and M. Kuwabara, "Dynamic OCT for physiological functions of micro organs in human fingers," *Photonics Asia, Conf. in Health Care and Biomedical Optics*, Proc. SPIE, vol. 6826, pp. 682603-1 to -6 (2007). (査読無)
9. 上田悦弘, 近江雅人, 春名正光, 「光コヒーレンストモグラフィを用いたヒト指汗腺の動態観察」、*発汗学*, vol. 14, no. 1, pp. 2-6 (2007). (査読有)

[学会発表] (計 31 件)

1. H. Saigusa, et al "Maximum-intensity-projection imaging for dynamic analysis of mental sweating by optical coherence tomography," *SPIE Biomedical Optics Symposium (BiOS2009)*, San Jose, CA, USA, Jan. 2009.
2. 谷川基務, 「OCT による精神性内部発汗のダイナミック解析」、*レーザー学会第 29 回年*

- 次大会、2009年1月11日、徳島大学。
3. 春名正光,「光コヒーレンストモグラフィ(OCT)ー原理と応用ー」、第42回光波センシング技術研究会、2009年12月9日、埼玉大学。
  4. M. Haruna, et al, “Dynamic optical coherence tomography of eccrin sweat glands and peripheral vessels,” Int’l Conf. Laser Appl. in Life Sciences (LALS 2008), Taipei Int’l Convention Center, Taiwan, Dec. 4 to 6, 2008.
  5. M. Haruna, “Dynamic optical coherence tomography for skin physiology,” Japan Taiwan Bilateral Science & Technology Symposium – Frontiers in Functional Optics–, Center for Optical Research & Education, Utsunomiya University, Nov. 10 to 12, 2008.
  6. 谷川基務,「OCTによる新たな精神性内部発汗とダイナミック解析」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2008、2008年11月5日、つくば国際会議場。
  7. 桑原光巨,「実時間 OCT イメージングを用いた外部刺激に対する小動脈の反応追跡」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2008、2008年11月5日、つくば国際会議場。
  8. 谷川基務,「光コヒーレンストモグラフィによる精神性発汗ダイナミクスの解析」、生体医工学シンポジウム 2008、2008年9月19日、大阪大学。
  9. 桑原光巨,「ヒト指小動脈・小静脈の実時間 OCT イメージングと機能解析」、生体医工学シンポジウム 2008、2008年9月19日、大阪大学。
  10. 春名正光,「光コヒーレンストモグラフィを用いた発汗測定方法」、第16回日本発汗学会総会、2008年9月6日、東京医科歯科大学。
  11. 桑原光巨,「OCTによるヒト指小動脈・小静脈の実時間イメージング」、第47回生体医工学会、2008年5月8日、神戸国際会議場。
  12. M. Haruna, “Recent development of optical coherence tomography,” 3<sup>rd</sup> Int’l Conf. Laser, Light-wave, Microwave Conf. (ILLMC2008), Paper 23-IT-4, Pacifico Yokohama, April 2008.
  13. H. Saigusa, et al “Maximum-intensity-projection images for dynamic analysis of mental sweating by optical coherence tomography,” 19-th Int’l Conf. Optical Fiber Sensors (OFS-19), Perth, Australia, April 2008.
  14. M. Kuwabara, et al “Dynamic imaging of small arteries and veins of human fingers by optical coherence tomography,” OSA Biomedical Optics Topical Meeting (BIOMED), St. Petersburg, USA, Mar. 2008.
  15. 桑原光巨,「高速 OCT によるヒト指小動脈のインビボ動態観察」、レーザー学会第28回年次大会、2008年1月31日、名古屋国際会議場。
  16. M. Haruna, et al “Dynamic analysis of eccrin sweat glands on human fingertips by optical coherence tomography,” SPIE Biomedical Optics Symposium (BiOS2008), San Jose, CA, USA, Jan. 2008.
  17. 三枝裕之,「MIP-OCTによる精神性発汗の定量解析」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2007、2007年11月26日、大阪大学。
  18. 山田晃寛,「OCTによる精神性発汗ダイナミクス解析を利用した交感神経の活動評価」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2007、2007年11月26日、大阪大学。
  19. 桑原光巨,「安静時におけるヒト指小動脈・小静脈の OCT 動態観察」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2007、2007年11月26日、大阪大学。
  20. 春名正光,「OCTによるヒト表皮下生理機能の動態解析」、日本光学会年次学術講演会 OPJ2007、2007年11月26日、大阪大学。
  21. M. Haruna, et al “Dynamic OCT for physiological functions of micro organs in human fingers,” Photonics Asia, Conf. in Health Care and Biomedical Optics, Jiuha Grand Convention Center, Beijing, China, Nov. 2007.
  22. A. Yamada, et al “Microscopic analysis of sweating dynamics of a human fingertip by optical coherence tomography,” The 13-th Microoptics Conf. (MOC’07), Takamatsu, Japan, Oct. 2007.
  23. 三枝裕之,「OCTによる精神性発汗の定量解析 II—SS-OCTの利用とMIPイメージの構築—」、第68回応用物理学会、2007年9月6日、北海道工業大学。
  24. 山田晃寛,「OCTによる精神性発汗の定量解析 I—発汗量の評価と能動汗腺の反応測定—」、第68回応用物理学会、2007年9月6日、北海道工業大学。
  25. Y. Ueda, et al “Maximum-intensity-projection images of human sweat glands using optical coherence tomography,” The 7-th Pacific Rim Conf. on Lasers & Electro-Optics (CLEO/PR2007), COEX, Seoul, Korea, Aug. 2007.
  26. T. Fuji, et al “Dynamic OCT for physiological function of venules of human fingers,” 7-th Pacific Rim Conf. on Lasers & Electro-Optics (CLEO/PR2007), COEX, Seoul, Korea, Aug. 2007.
  27. 山田晃寛,「OCTを用いた精神性発汗における能動汗腺の反応測定」、第15回日本発汗学会総会、2007年8月24日、埼玉医科大学。
  28. M. Ohmi, et al “Quantitative analysis of mental-stress- induced sweating on a human fingertip by dynamic OCT,” 3-rd Asian and Pacific-Rim Symposium on BioPhotonics (APBP2007), Cairns, Australia, 9 to 11, July, 2007.
  29. M. Ohmi, et al “An approach to high-resolution OCT analyzer for laser ablation of biological tissue,” 3-rd Asian and Pacific-Rim Symposium on BioPhotonics (APBP2007), Cairns, Australia, 9 to 11, July, 2007.
  30. 近江雅人,「OCTによる発汗ダイナミクスの解明」、第39回光波センシング技術研究会、2007年6月12日、アクティシティ浜松。
  31. 近江雅人,「OCTによるヒト指汗腺の動態機能解析へのアプローチ」、第46回日本生体医工学会、2007年4月26日、仙台国際センター。
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
春名 正光 (HARUNA MASAMITSU)  
大阪大学・大学院医学系研究科・教授  
研究者番号：20029333
  - (2) 研究分担者  
大和谷 厚 (YAMATODANI ATSUSHI)  
大阪大学・大学院医学系研究科・教授  
研究者番号：30116123  
近江 雅人 (OHMI MASATO)  
大阪大学・大学院医学系研究科・助教  
研究者番号：60273645
  - (3) 連携研究者  
玉田 康彦 (TAMADA YASUHIKO)  
愛知医科大学・医学部・教授  
研究者番号：30115597