

長寿医療研究開発費 2021 年度 総括研究報告（総合報告）
歯科用 OCT を用いた歯垢と歯周病の新たな評価方法の開発（20-15）

主任研究者 角 保徳

国立長寿医療研究センター 歯科口腔先進医療開発センター

研究要旨

生体に無害な近赤外光を用いた光干渉断層画像診断法（Optical Coherence Tomography：以下 OCT）は、非侵襲下に組織の精密断層像を得ることができる最先端の医療撮像技術として、世界的に開発競争が行われている。OCT は、CT や MRI の数十倍の解像度を有する上に、臨床の現場で直ちに画像が確認でき、診療技術の向上や患者へのインフォームド・コンセントにも利用できる。しかし、歯科用 OCT 画像診断機器（以下歯科用 OCT）の開発やその臨床研究は世界的に少なく、口腔分野への応用の道が開ければパノラマエックス線装置以来の口腔領域の新たな画像診断機器として期待される。主任研究者は過去 15 年間に亘り、Santec(株)、パナソニックヘルスケア(株)、(株)吉田製作所等の企業と最先端の歯科用 OCT の開発研究を継続してきた。本研究で国際特許 4 件、国内特許 15 件を出願し、国際特許成立 1 件、国内特許成立 6 件である。The 15th Congress of the World Federation for Laser Dentistry、The 67th Annual Session of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology および IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition にて主任研究者が招待講演を行い、海外でも歯科用 OCT への関心が高く新規技術として期待されている。このような背景の下、平成 30 年度、令和元年度および令和 2 年度の厚生労働省歯科保健課より歯科用 OCT を用いた歯周病の客観的評価の開発を相談され、研究資金を交付されて、主任研究者は研究開発を継続中である。主任研究者は歯科用 OCT の研究開発を継続しつつ、各企業と共同で医薬品医療機器総合機構（以下 PMDA）に医療機器開発前相談および対面助言を行ってきた。その結果、令和 2 年 5 月 8 日（金）に当センターと共同研究を行ってきた(株)吉田製作所が薬事承認を得た。（一般的名称：OCT 画像診断装置、販売名：オクティナ）近い将来、(株)吉田製作所が日本発、世界初の製品化を行う見込みである。

一方、発光 LED の新結晶素子開発は我が国が世界的に優位な最先端技術であり、天野浩教授（平成 26 年ノーベル賞受賞）らにより開発された紫外線 LED の医療分野での応用に主任研究者は 8 年前より着目し、産学官共同研究にて、紫外線 LED 口腔治療装置の開発に着手し試作機を完成させた。紫外線 LED 口腔治療装置は、口腔のみならず医療全般に応用範囲が広い世界最先端技術であり、基礎研究および機器開発を遂行中であり、研究として論文を書くには極めて有効なテーマであるが、主任研究者の定年（2022 年 3 月）までの製品化は難しいと考え、本年度は製品化の可能性のある歯牙の漂白（ホワイトニング）に絞って研究を継続する予定である。

主任研究者

角 保徳 国立長寿医療研究センター 歯科口腔先進医療開発センター長

分担研究者

田上順次 東京医科歯科大学 教授

大槻昌幸 東京医科歯科大学 准教授

研究期間 2020 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

E. 結論

本研究班は、歯科用 OCT の開発を進め、う蝕、歯周病、ヒト口腔癌、口腔良性腫瘍、小唾液腺、義歯、レジン充填などの診断に OCT の有効性を報告してきた。現在、1974 年のパノラマレントゲン装置の国産化以来の新たな歯科用画像診断機器として、日本発、世界初の新たな歯科用 OCT の製品化を目指している。

歯科用 OCT および紫外線 LED 口腔治療装置を口腔疾患診断や治療に導入することで期待できることとして、以下を挙げることができる。

- 1) 診断面においては、非侵襲下にて、歯周疾患診断、口腔硬組織・軟組織診断などが画像化・数値化でき客観性のある適切な診断が可能となり、医療水準向上への貢献が期待できる。
- 2) 診療面において、X 線のように為害作用がなく、チェアサイドで即時的にかつ頻繁に撮影することが可能であり、治療精度の向上が期待できる。
- 3) 健診面において、口腔内診査を行う歯科医師の主観に頼る歯科健診ではなく、客観性のある歯科健診システムを構築することができるようになる。
- 4) 歯科における患者の電離放射線被曝を伴う検査を減少させ、日本人の発癌の 3.2%を占めると言われる医原性発癌の減少が期待できる。
- 5) 患者へ画像情報を的確に提供でき、インフォームド・コンセントにも有効に利用することが可能となる。
- 6) 各種口腔疾患の早期客観的診断により早期治療が可能となり医療費の適正化にも寄与することが期待できる。
- 7) 紫外線 LED は、口腔のみならず医療全般に応用範囲が広い世界最先端技術であり、先ずは口腔分野で機器開発を進める予定である。

このように歯科用 OCT および紫外線 LED 治療装置の開発は歯科医療において各種口腔疾患の診断・診療・健診に大きく貢献するものと期待され、製品化され普及すると歯科医療が大きく変わる可能性がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

2020 年度

- 1) Kaykhine P, Tichy A, Abdou A, Hosaka K, Sumi Y, Tagami J, Nakajima M. Influence of Silane Pretreatment and Warm Air-Drying on Long-Term Composite Adaptation to Lithium Disilicate Ceramic. *Crystals*. 11 (2): 86. 2021.01.
- 2) Kashiwa M, Shimada Y, Sadr A, Yoshiyama M, Sumi Y, Tagami J. Diagnosis of Occlusal Tooth Wear Using 3D Imaging of Optical Coherence Tomography Ex Vivo. *Sensors*. 20(21):6016, 2020 (歯科用 OCT 画像診断機器での 45 番目の学位論文)
- 3) Tanno Y, Otsuki M, Nishimura M, Luong MN, Takagaki T, Nakajima M, Sumi Y, Tagami J. Effect of ultraviolet ray on tooth bleaching using titanium dioxide photocatalyst. *Asian Pac J Dent*. 20(2): 35-40, 2020 (紫外線 LED 口腔殺菌装置での最初の学位論文)
- 4) Shimada Y, Yoshiyama M, Tagami J, Sumi Y. Evaluation of dental caries, tooth crack, and age-related changes in tooth structure using optical coherence tomography. *Japanese Dental Science Review*. 56(1):109-118, 2020 (歯科用 OCT 画像診断機器での 77 本目の英文論文)
- 5) Kaykhine P, Tichy A, Abdou A, Hosaka K, Foxton RM, Sumi Y, Nakajima M, Tagami J. Long-term evaluation of warm-air treatment effect on adaptation of silane-containing universal adhesives to lithium disilicate ceramic. *Dental materials journal*. doi: 10.4012/dmj.2020-057. Online ahead of print. 2020 Oct 24.
- 6) Alshahni R Z, Sato K, Hosaka K, Hatayama T, Chiba A, Foxton R M, Tagami J, Sumi Y, Shimada Y, Nakajima M. Effect of smear layer deproteinization with enzyme solutions on bonding efficacy of one-step self-etch adhesives. *International Journal of Adhesion and Adhesive* Vol. 102. 102672, 2020 Oct.
- 7) Shimada Y, Burrow MF, Araki K, Zhou Y, Hosaka K, Sadr A, Yoshiyama M, Miyazaki T, Sumi Y, Tagami J. 3D imaging of proximal caries in posterior teeth using optical coherence tomography. *Scientific Reports*. 10(1):15754, 2020 Sep 25.
- 8) 田上順次、島田康史、SADR Alireza、吉山昌宏、角 保徳. 「OCT による研究がもたらした歯の内部構造に関する新知見」. *日本歯科保存学雑誌* 63 : 267-271, 2020

2021 年度

- 1) Matsuzaki K, Shimada Y, Shinno Y, Ono S, Yamaji K, Ohara N, Sadr A, Sumi Y, Tagami J, Yoshiyama M. Assessment of Demineralization Inhibition Effects of Dentin Desensitizers Using Swept-Source Optical Coherence Tomography. *Materials (Basel)*. 2021 Apr 9;14(8):1876.

- 2) Than Naing S, Abdou A, Sayed M, Sumi Y, Tagami J, Hiraishi N. Dentin anti-demineralization potential of surface reaction-type pre-reacted glass-ionomer filler containing self-adhesive resin cement. Clin Oral Investig. 2021 Aug 12. doi: 10.1007/s00784-021-04107-z. Online ahead of print.
- 3) 佐藤 隆明, 田端 倫子, 畑山 貴志, 赤羽根 広大, 佐藤 綾花, 馬場 雄大, 高橋 礼奈, 井上 剛, 平石 典子, 角 保徳, 島田 康史, 田上 順次. エナメル象牙境におけるエッチングの影響 日本歯科保存学雑誌 2021 年 8 月出版
- 4) Tichy A, Hosaka Ki, Yang Y, Motoyama Y, Sumi Y, Nakajima M, Tagami J. Can a New HEMA-free Two-step Self-etch Adhesive Improve Dentin Bonding Durability and Marginal Adaptation? J Adhes Dent. 2021Dec 3;23 (6):505-512
- 5) Antonin Tichy, Keiichi Hosaka, Yi Yang, Yutaro Motoyama, Yasunori Sumi, Masatoshi Nakajima, Junji Tagami. Can a New HEMA-free Two-step Self-etch Adhesive Improve Dentin Bonding Durability and Marginal Adaptation? J Adhes Dent. 2021Dec 3;23 (6):505-512
- 6) 角 保徳 島田康史 田上 順次 新しい画像診断法 光干渉断層画像診断装置「オクティナ」その特徴と臨床応用について 歯科評論 952:95-102 2021

2. 学会発表

2020 年度

- 1) Junji Tagami. New findings on tooth decay provided by OCT studies. Minimally Invasive Dentistry (MID) webinar series by Queen Mary University London. 2020.09.22 .
- 2) 柏美砂、島田康史、Sadr Alireza、吉山昌宏、角 保徳、田上順次. SS-OCT を用いた咬耗の 3D 画像診断. 日本歯科保存学会 2020 年度秋季学術大会 (第 153 回) 2020 年 11 月 16-30 日 WEB 開催
- 3) 松崎久美子、佐藤奈月、神農泰生、山路公造、大原直子、島田康史、Sadr Alireza、角 保徳、田上順次、吉山昌宏. 塩化ストロンチウム配合象牙質知覚過敏抑制材の脱会抑制効果. 日本歯科保存学会 2020 年度春季学術大会 (第 152 回) 神戸市 2020 年 6 月 11-12 日 誌上開催

2021 年度

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし
3. その他
なし