

平成 30 年 5 月 8 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05021

研究課題名(和文)小動物のマイクロエンドモデルの確立と新規根管治療法や根管治療薬の開発に関する研究

研究課題名(英文) Establishment of micro-endodontic model in small animal and development of root canal treatment technique and root canal treatment drugs

研究代表者

野杣 由一郎 (NOIRI, Yuichiro)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：50218286

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：10週齢のラット下顎第一臼歯に対して、ラバーダム防湿を施し、MS観察下で感染根管治療を行うモデルを確立した。治療により根尖病変体積の有意な減少を認め、特に近心根の感染根管治療の成功率が高いことを示し、4根管のうち近心根のみでの評価が最適であることを発見した。感染根管治療により約75%除菌することで根尖病変が治癒傾向を示すことを世界に先駆け報告した。また、高周波根尖療法は、根尖病変の治癒を促進させたが、根管に残存細菌に対しては無効でin vitroでもグラム陽性菌に対しては無効であった。他方で、根尖病変内において、TGF- β 1とFGF2を誘導し治癒を促進していることを解明した。

研究成果の概要(英文)：A 10-week old rat mandibular first molar teeth were isolated with rubber-dam, and animal model to treat infected root canal under microscopic observation was established. The treatment showed a significant decrease in the apical lesion volume, especially showing that the success rate of the root canal treatment of the mesial root is significantly high, and we discovered that the assessment with only the mesial root of the four root canals is optimal. We reported to the world that, by performing root canal treatment, the level of bacteria in the mesial root of the treated teeth was reduced by nearly 75% compared with the control. Electro-magnetic apical treatment promoted the healing of the apical lesion, but it was ineffective against residual bacteria in the root canal and against gram positive bacteria in vitro. On the other hand, we clarified that induction of TGF- β 1 and FGF2 promotes healing within the apical lesion.

研究分野：保存治療系歯学

キーワード：マイクロエンドモデル バイオフィルム ラット 免疫組織化学 電磁波 高周波根尖療法 創傷の治癒 マイクロCT

1. 研究開始当初の背景

申請者らが根尖性歯周炎の難治化・慢性化の一因は根尖孔外バイオフィームであることを報告して以来、昨今歯内療法の臨床において歯髄再生等の新規治療法の開発の動きが散見される。根尖性歯周炎の病因論が確立したにも関わらず、根管治療法や治療薬の開発が進まない最大の理由は、小動物による実験病理学的根管治療モデルが存在しないことである。代表者らは、ラットを用いて根尖孔外バイオフィームに起因する難治性根尖性歯周炎モデルを開発した。此の度は、そのモデルを進化・改良し、根管治療モデルを確立し、そのモデル上で新規の治療法・治療薬を開発しようという着想に至った。

2. 研究の目的

申請者らが確立したラットの難治性および慢性根尖性歯周炎モデルと、ビーグル犬の歯性病巣感染モデル、並びに最新鋭の機器（マイクロCT、マイクロスコープ、など）を組み合わせ、ラットを用いて実験病理学的にマイクロエンド治療モデルを開発する。開発したモデル上で、電磁波やEr:YAGレーザーを併用して新規治療法の開発を図るとともに各種抗菌剤を作用させ、供試する薬剤の*in vivo*における抗バイオフィーム効果を明らかにすることを目的に行われた。

3. 研究の方法

(1) ラット感染根管治療モデルの開発

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科および工学研究科動物実験委員会の承認を得て実施した（承認番号：26-016-0, 26-1-0）。

ラット歯根完成時期の評価

根管治療に適した根尖閉鎖・根管狭窄状態である週齢を確認するために、4週齢雄性Wistar系ラットを用いて、14週齢まで1週ごとに下顎両側第一臼歯のマイクロCT撮影を行った。三次元画像解析ソフトを用いて、近心根の歯根長を計測することにより歯根の完成度を評価し、髄床底から1mm根尖側における根管幅径を計測することにより根管狭窄度を確認した。

ラットの感染根管治療モデルの作製

上記 項の実験結果に基づき、10週齢雄性Wistar系ラットを用いて下記実験を行った。下顎両側第一臼歯の4根管全てに根尖性歯周炎を誘発させたモデルと4根管のうち1根管のみに根尖性歯周炎を誘発させたモデルを作製した。

4根管感染根管治療モデルでは、咬合面にラウンドバーで露髄に至る窩洞を形成し、そのまま4週間口腔内細菌に曝露することにより根尖性歯周炎を誘発させた。

1根管感染根管治療モデルでは、根管口での断髄後、近心根以外の根管口をMTAセメントにて覆髄し、近心根根管口を被覆しないようにフロアブルコンポジットレジンで歯冠修復を行い、4週間口腔内細菌に曝露するこ

とにより、近心根のみに根尖性歯周炎を誘発させた。

露髄4週後、両モデルとも右側は感染根管治療を行う治療群とし、左側は未処置の対照群とした。感染根管治療はマイクロスコープ観察下でラバーダム防湿を施して行った(図1A)。ラウンドバーにて髄腔開拡後、根尖性歯周炎を生じている歯根の根管口を明示した(図1B)。髄床底および根管上部の感染歯質の除去にはマイクロエクスカベータを使用した。近・遠心根は各20号まで、頬・舌側根は各15号まで電氣的根管長測定器を使用し手用K-ファイルにて根管拡大し、2.5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液にて10秒間根管洗浄後、各拡大号数のガッタパーチャポイントを用いて単一ポイント法にて根管充填を行い、フロアブルコンポジットレジンにて歯冠修復を行った。4根管感染根管治療モデルの評価は 1-3) 項で行い、1根管感染根管治療モデルの評価は 2) 項にて行った。

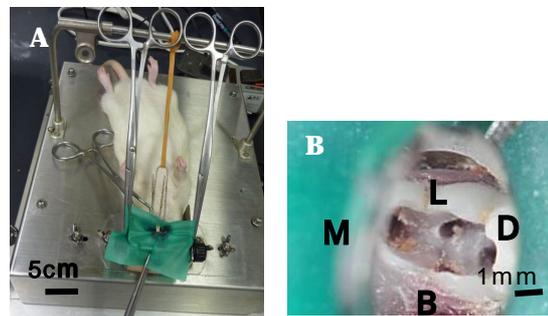


図1. 実験風景の全貌(A)と根管口の明示(B)

- 1) 根尖病変体積の計測

露髄後4, 5, 6, 7, 8, 10, 12週にマイクロCT撮影を行った。各時点において得られたデータにおいて三次元画像解析ソフトを用いて根尖病変体積を計測し、根尖病変全体および近心根のみ、遠心根のみの根尖病変体積をそれぞれ算出した。治療群と対照群における根尖病変体積の統計学的有意差の検定はWelch's *t*-testを用いて、危険率5%で評価した。

- 2) 細菌量の定量

感染根管治療直後の下顎第一臼歯を抜歯し、根分岐部で近心根を切断した。近心根のみを液体窒素にて凍結後粉碎後、DNA抽出を行った。その後16S rRNAを対象とするユニバーサルプライマーを用いてリアルタイムPCRを行い、濃度既知の*Enterococcus faecalis*菌液により作製した検量線を用いて近心根由来の細菌の定量解析を行った。各群間の統計学的有意差の検定はSteel-Dwass testを用いて、危険率5%で評価した。

- 3) 病理組織学的観察

露髄12週後にラットを屠殺し、摘出した顎骨を10%パラホルムアルデヒド溶液にて固定後、10%ギ酸・クエン酸による脱灰、パラフィンへの包埋を行った。その後、厚さ7μmの薄切片を作製し、Hematoxylin-Eosin染色およびBrown-Brenn染色を施して近心根根管内外の細菌と根尖周囲組織の状態を光学顕微

鏡にて観察した。

(2) 開発したモデル上での高周波根尖療法の評価

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科および工学研究科動物実験委員会の承認を得て実施した(承認番号: 22-003-2, 23-2-1)。高周波照射は Electro-Surgical Unit system (J. MORITA MFG Corp.) を用い、能動電極としてステンレススチール製 K ファイル #10 を、対極としてステンレススチール製のフック又はプローベ形状の電極を使用した。

高周波照射が根尖病変に及ぼす影響の検索

上記(1)項と同一の方法でラットに根尖病変を惹起させた。その後、高周波照射群と通常根管治療群に分類した。高周波照射群には、根管充填直前に根尖孔外および根管内に各 3 回高周波照射を行ったのち、根管充填を行った。通常根管治療群は通法通り根管充填を行った。左側第一臼歯は未処置の対照群とし、治療群と対照群の両群において近心根の根尖病変を解析した(各 n=5)。

-1)根尖病変体積の経時的変化

根管治療後 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8 (露髄後 4, 5, 6, 8, 10, 12)週にマイクロ CT の撮影を行い、各時点において得られたデータは、三次元画像解析ソフトを用いて根尖病変体積を計測した。近心根の根尖病変体積をそれぞれ算出し、さらに、根管充填後 1 週ごとの根尖病変体積の縮小率を算出した(各 n=5)。

-2)根管内容細菌数と生細菌数の定量解析

根管充填直前の下顎第一臼歯の近心根のみを凍結粉碎後、蒸留水を添加し 2 等分した。一方は遺伝子を抽出した後、16S rRNA を対象とするユニバーサルプライマーを用いて real-time PCR を行い根管内容細菌数を測定し、他方は ATP 量により根管内容細菌数を測定した(各 n=5)。

-3)根尖病変部の免疫組織化学的検索

根管治療後 2, 3 週に PLP 固定液にて灌流固定を行い、下顎骨を採取し、脱灰後、パラフィン包埋し、薄切切片を作製した。切片には IL-1 β , FGF2, TGF- β 1 に対する特異抗体を用いた酵素抗体法染色を施し、免疫組織化学的検索に供した。

4. 研究成果

(1) ラット感染根管治療モデルの開発

ラット歯根完成時期の評価

4 週齢の時点で 1.7mm であった近心根の歯根長は 8 週齢まで一定の割合で増加し 2.6mm となり、その後も微増し 14 週齢で 2.8mm に達した。また、髓床底から 1mm 根尖側の位置での根管幅径は 4 週齢で 0.66mm であったが 12 週齢まで減少し 0.37mm に達した。この結果より Wistar 系ラット下顎第一臼歯の歯根完成時期は 8 週齢以降であることが確認されたが、根尖閉鎖および根管狭窄程度を考慮し、以下の実験においては 10 週齢のラットを用いることとした。

感染根管治療モデルの評価

-1) 根尖病変体積の計測

4 根管感染根管治療モデルにおいて、露髄 12 週後における治療群の近心根の根尖病変体積は、露髄 4 週後の体積の 23%にまで縮小した。対照群においても 48%まで縮小した。治療群の近心根根尖病変体積は対照群と比較して、露髄 6 週後以降有意に低い値となった ($p<0.05$)(図 2)。一方、治療群の遠心根の根尖病変体積は対照群と比較して、どの時点においても有意な差は認められなかった。1 根管感染根管治療モデルにおいても治療群と対照群の根尖病変の体積に有意な差は認められなかった。

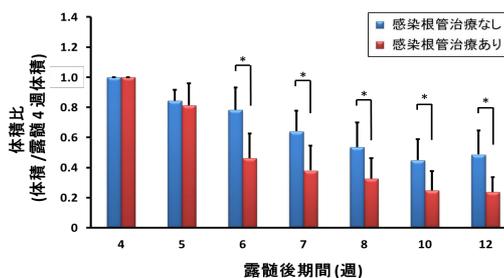


図 2. 根尖病変の体積の経時的変化

-2) 細菌量の定量

治療群の近心根の細菌量 (0.8×10^7 cells) は対照群 (3.2×10^7 cells) と比較して有意に減少した ($p<0.05$)。また、治療群と健全歯 (0.2×10^7 cells) との間には有意な差は認めなかった(図 3)。

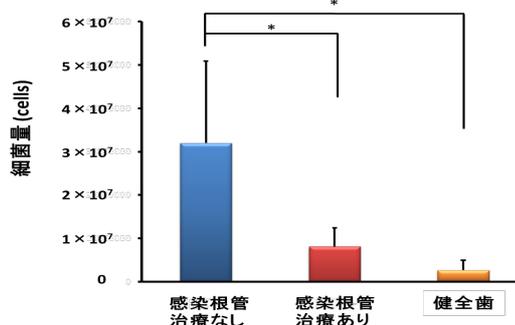


図 3. 感染根管治療による根管内容細菌数の変化

-3) 病理組織学的観察

治療群の近心根の根尖病変内は露髄 12 週後においてリンパ球浸潤の程度は低く、線維化およびセメント質添加が亢進しており、根尖部歯周組織の治癒像が確認された。また、Brown-Brenn 染色像において、根尖付近の根管内容細菌の残存が認められたが、根尖孔外には細菌は観察されなかった。

(2) 開発したモデル上での高周波根尖療法の評価

高周波照射が根尖病変に及ぼす影響

-1)根尖病変体積の経時的変化

近心根の根尖病変の体積は、対照群と比較し、高周波照射群と通常根管治療群は有意に病変が縮小した。さらに、高周波照射群は通常根管治療群と比較し、根管治療後 6 週以降は病変体積が有意に縮小した。また、根管治療後 1 週ごとの根尖病変体積の縮小率を算出した結果では、根管治療後 2 週から 3 週

の根尖病変の縮小率は、通常根管治療群（非照射群）と比較し、高周波の照射群で有意に増加した（Tamhane test, $p < 0.05$ ）(表 1)。

	0-1w	1-2w	2-3w	3-4w	4-6w	6-8w
照射群	0.14	0.39	0.18	0.06	0.10	0.02
非照射群	0.15	0.31	0.09	0.07	0.10	0.05

表 1. 照射後の根尖病変体積の経時的縮小率

-2) 根管内総細菌数と生細菌数の定量解析
根管内総細菌数および生細菌数は、未処置群と比較して治療群では有意に減少したものの、高周波照射群と通常根管治療群の間に統計学的有意差は認めなかった（Student's t -test, $p < 0.05$ ）(図 4)。

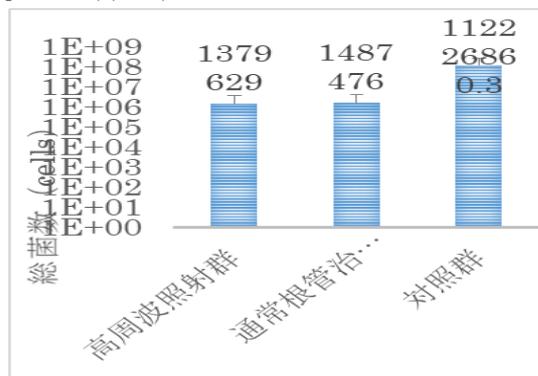


図 4. 高周波照射による根管内細菌への影響

-3) 根尖病変部の免疫組織化学的検索

根管治療後 2 週において、炎症性マーカーである IL-1 β 抗体陽性細胞が高周波照射群および通常根管治療群で根尖病変内に広く発現しているのに対し(図 5a, 5b), 根管治療後 3 週になると両群で発現が減少した。また, TGF- β 1 および FGF2 は、根管治療後 2-3 週の高周波照射群では通常根管治療群と比較して根尖病変内に陽性細胞の発現増強を認めた(図 6c, 6d, 7a, 7b)。

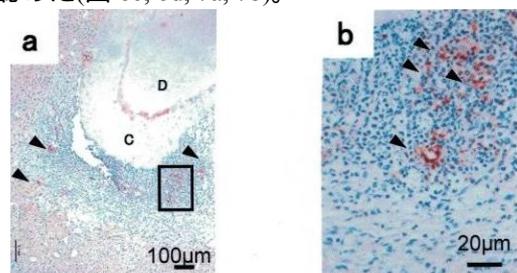


図 5. IL-1 抗体による治療終了 2 週間後の根尖部の免疫染色像 a: 弱拡大像 b: 強拡大像

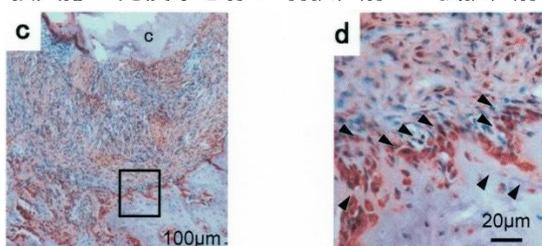


図 6. TGF 1 抗体による治療終了 3 週間後の根尖部の免疫染色像 c: 弱拡大像 d: 強拡大像

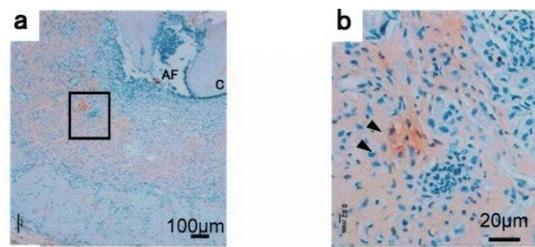


図 7. FGF2 抗体による治療終了 2 週間後の根尖部の免疫染色像 a: 弱拡大像 b: 強拡大像

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 10 件)

Sato K, Takahashi N, Kato T, Matsuda Y, Yokoji M, Yamada M, Nakajima T, Kondo N, Endo N, Yamamoto R, Noiri Y, Ohno H, Yamazaki K : Aggravation of collagen-induced arthritis by orally administered *Porphyromonas gingivalis* through modulation of the gut microbiota and gut immune system. *Scientific Reports*. 31; 7: 6955, 2017. 査読有, 10.1038/s41598-017-07196-7.

Ohkura N, Edanami N, Takeuchi R, Tohma A, Ohkura M, Yoshiba N, Yoshiba K, Ida-Yonemochi H, Ohshima H, Okiji T, Noiri Y: Effects of pulpotomy using mineral trioxide aggregate on prostaglandin transporter and receptors in rat molars. *Scientific reports* 31;7 : 6870, 2017. 査読有, 10.1038/s41598-017-07167-y.

Yoneda N, Noiri Y, Matsui S, Kuremoto K, Maezono H, Ishimoto T, Nakano T, Ebisu S Hayashi M: Development of a root canal treatment model in the rat. *Scientific reports* 31;7 : 3315, 2017. 査読有. 10.1038/s41598-017-03628-6.

Takenaka S, Noiri Y: Limitations and adverse influences of antimicrobial strategy for the control of oral biofilm. *J Dent Oral Biol* 2(3): 1-5, 2017. 査読有, <http://remedypublications.com/dentistry-and-oral-biology/full-text/jdob-v2-id1034.php>
Yamamoto S, Han L, Noiri Y, Okiji T : Evaluation of the Ca ion release, pH and surface apatite formation of a prototype tricalcium silicate cement. *Int Endod J*. 50 Suppl 2: e73-e82, 2017. 査読有 10.1111/iej.12737.

Niwano K, Okiji T and Noiri Y: Novel Analysis of Endodontic File Manipulation Using a Newly Developed Apparatus for Recording Force and Torque Values with Real-time Lissajous Curve Display. *J Dent & Oral Disord*: 3: 1-5, 2017. 査読有. 10.26420/jdentoraldisord2017.

Mansur JF, Takahara S, Yamamoto M, Shimatani M, Minnatul Karim M, Noiri Y,

Ebisu S, Azakami H: Purification and characterization of hemolysin from periodontopathogenic bacterium *Eikenella corrodens* strain 1073. *Biosci Biotechnol Biochem*, 81: 1246-1253, 2017. 査読有. 10.1080/09168451.2017.1295807.

Takenaka S, Oda Masataka, Domon H, Osumi T, Suzuki Y, Ohshima H, Yamamoto H, Tarao Y, Noiri Y: Vizantin inhibits bacterial adhesion without affecting bacterial growth and causes *Streptococcus mutans* biofilm to detach by altering its internal architecture. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 480: 173-179, 2016. 査読. 10.1038/s41598-017-07196-7.

Wake N, Asahi Y, Noiri Y, Hayashi M, Motooka D, Nakamura S, Gotoh K, Miura J, Michi H, Iida T, Ebisu S: Temporal dynamics of bacterial microbiota in human oral cavity determined using an in situ model of dental biofilms. *NPJ Biofilms & Microbiomes* 2: 1-9, 2016. 査読有. 10.1038/nnpjbiofilms2016.18.

Yang Y, Shen Y, Wang Z, Huang X, Maezono H, Ma J, Cao Y, Haapasalo M: Evaluation of the Susceptibility of Multispecies Biofilms in Dentinal Tubules to Disinfecting Solutions. *J Endod*. 42: 1246-1250, 2016. 査読有, 10.1016/j.joen.2016.05.011.

[学会発表](計 21 件)

国際学会

・招待講演・シンポジウム

Noiri Y: Refractory periapical periodontitis and biofilms. Anovel strategy for treatment of refractory endodontic pathogens. The 14th JEA-KAE Joint Scientific Meeting, 2016, Korea.

・一般講演

Maezono H, Noiri Y, Shen, S, Ebisu, M, Hayashi, M. Haapasalo: Effect of concentration/application time of sodium hypochlorite by ex vivo polymicrobial biofilm. 65th JADR, Japan, 2017.

Hasegawa T, Takenaka S, Oda M, Suzuki Y, Sakaue Y, Osumi T, Noiri Y: Sulfated vizantin inhibits bacterial adhesion without affecting bacterial growth and causes ex vivo oral biofilm to detach by hydrophilic surface property. Niigata-Taiwan University Dental Research Symposium, 2017, Taiwan.

Takenaka S, Hasegawa T, Noiri Y: Effect of hypochlorite on polymicrobial biofilm. The 14th JEA-KAE Joint Scientific Meeting, 2016, Korea.

Maezono H, Noiri Y, Shen Y, Ebisu S, Hayashi M, Haapasalo M: Effect of sodium hypochlorite on polymicrobial biofilm. The 14th JEA-KAE Joint Scientific Meeting,

2016, Korea.

国内発表

・招待講演・シンポジウム

野杣由一郎: 保存治療認定医/専門医に問う! Evidence based な保存治療とは? 日本歯科保存学会 2017 年度秋季学術大会, 2017.

野杣由一郎: 口腔感染症と全身疾患~そのメカニズムと対応策に迫る~ 第 71 回日本口腔科学会学術集会, 2017.

野杣由一郎: 実験病理学的根管治療モデルの開発と新規根管治療法や根管治療薬の開発. 東北大学大学院歯学研究科インターフェイス口腔健康科学第 103 回学術フォーラム東北大学, 2017.

野杣由一郎: バイオフィームと対峙して 4 半世紀. 平成 28 年度新潟歯学会第 2 回例会, 2016.

野杣由一郎: 感染根管治療へのレーザーの応用-in vitro から in situ へ. 第 27 回日本レーザー歯学会学術大会 2016.

・一般講演

鈴木裕希, 大墨竜也, 長谷川泰輔, 竹中彰治, 野杣由一郎: Sub-MIC のグルコン酸クロルヘキシジンが in vitro 複合バイオフィーム形成に与える影響.

永田量子, 大墨竜也, 鈴木裕希, 長谷川泰輔, 竹中彰治, 野杣由一郎: In vitro バイオフィームモデルを用いた *Helicobacter pylori* の形態学的検索. 第 147 回日本歯科保存学会秋季学術大会 2017. 長谷川泰輔, 竹中彰治, 小田真隆, 鈴木裕希, 坂上雄樹, 大墨竜也, 野杣由一郎: 結核菌表層糖脂質誘導体の口腔バイオフィーム形成に与える影響. 第 146 回日本歯科保存学会春季学術大会, 2017.

山本信一, 韓臨麟, 野杣由一郎, 興地隆史: In vitro における試作ケイ酸カルシウムセメントの生体機能性評価. 平成 29 年度新潟大学歯学会第 2 回例会, 2017.

松井沙織, 吳本勝隆, 米田直道, 恵比須繁之, 湯本浩通, 的場一成, 石本卓也, 中野貴由, 野杣由一郎, 林美加子: 新規開発したラット根管治療モデルを用いた電磁波根尖療法の評価. 日本歯科保存学会 2016 年度秋季学術大会, 2016.

竹中彰治, 小田真隆, 黒澤美絵, 土門久哲, 大墨竜也, 寺尾豊, 野杣由一郎: 結核菌表層糖脂質誘導体の *Streptococcus mutans* バイオフィーム形成に与える影響. 日本歯科保存学会 2016 年度秋季学術大会, 2016.

山本信一, 韓臨麟, 野杣由一郎, 興地隆史: In vitro における試作ケイ酸カルシウム系セメントの生体機能評価. 第 37 回日本歯内療法学会学術大会, 2016.

大倉直人, 山本信一, 吉羽永子, 吉羽邦彦, 野杣由一郎: 再治療の歯根尖切除術~マイクロスコープを使用して~. 第 37 回日本歯内療法学会学術大会, 2016.

坂上雄樹, 土門久哲, 小田真隆, 竹中彰治, 大墨竜也, 寺尾豊, **野杙由一郎**: *Streptococcus mutans* バイオフィルムに対する厚朴由来抽出物の殺菌効果. 第 30 回日本バイオフィルム研究学会学術集会, 2016.

米田直道, **野杙由一郎**, 呉本勝隆, 松井沙織, 恵比須繁之, 石本卓也, 中野貴由, 林美加子: 感染根管治療後のラット根尖病変の三次元的および病理組織学的検索. 日本歯科保存学会 2016 年度春季学術大会, 2016.

- ②1 松井沙織, **野杙由一郎**, 呉本勝隆, 米田直道, 恵比須繁之, 林美加子: 実験病理学的根尖孔外バイオフィルムモデルの開発. 日本顕微鏡歯科学会第 12 回学術大会, 2015.

〔図書〕(計 5 件)

野杙由一郎, 大墨竜也, 竹中彰治, 他多数; 歯内療法のレベルアップ&ヒント(北村和夫編), デンタルダイヤモンド社, 東京, 20-21, 178-179, 2017.

竹中彰治, **野杙由一郎**: 保存修復学専門用語集 第 2 版歯歯薬出版(株), 東京, 28, 30, 2017.

Takenaka S, Oda M, Domon H, Wakamatsu R, Ohsumi T, Terao Y, **Noiri Y**: Adverse influences of antimicrobial strategy against mature oral biofilm. *Microbial Biofilms-Importance and applications* (Chapter 18), InTech, 2016.

野杙由一郎, 他多数: 基礎編 4. 根尖孔外バイオフィルムと根尖性歯周炎の難治化; 根尖病変(木ノ本喜史編)第 2 版ヒョーロン, 東京, 41-52, 2016.

興地隆史, **野杙由一郎**, 村松 敬: 第 5 章根尖性歯周組織疾患; エンドドンティックス(興地隆史, 須田英明, 中村 洋編集主幹, 阿南壽, 五十嵐 勝, 石井信之, 勝海一郎, 林 美加子, 松島 潔), 第 4 版永末書店, 東京, 48-61, 2015.

〔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 該当事項なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野杙 由一郎 (NOIRI Yuichiro)
新潟大学・大学院医歯学総合研究科・教授
研究者番号: 50218286

(2) 研究分担者

・ 恵比須 繁之 (EBISU Shigeyuki)
大阪大学・大学院歯学研究科・特任教授

研究者番号: 50116000

- ・ 米田 直道 (YANEDA Naomichi)
大阪大学・歯学部附属病院・医員
研究者番号: 80781640
- ・ 前園 葉月 (MAEZONO Hazuki)
平成 28 年 8 月 31 日 ~ 平成 30 年 3 月 31 日
大阪大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号: 0613390
- ・ 山口 幹代 (YAMAGUCHI Mikiyo)
平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日
大阪大学・学院歯学研究科・助教
研究者番号: 30523089
- ・ 呉本 勝隆 (KUREMOTO Katsutaka)
平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日
大阪大学・歯学部附属病院・特任研究員
研究者番号: 40734306
- ・ 山本 れいこ (YAMAMOTO Reiko)
平成 27 年 4 月 1 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日
大阪大学・歯学部附属病院・特任研究員
研究者番号: 70636133
- ・ 湯本 浩通 (YUMOTO Hiromichi)
徳島大学・大学院医歯学総合研究科・教授
研究者番号: 60284303
- ・ 竹中 彰治 (TAKENAKA Shouji)
新潟大学・大学院医歯学総合研究科・助教
研究者番号: 50313549
- ・ 大墨 竜也 (OHSUMI Tatsuya)
新潟大学・大学院医歯学総合研究科・助教
研究者番号: 30759725

(3) 連携研究者

- ・ 中野貴由 (NAKANO Takayoshi)
大阪大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号: 30243182

(4) 研究協力者

- ・ 松井 沙織 (MATSUI Saori)
大阪大学・大学院歯学研究科・大学院生