

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成23年5月30日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2011

課題番号：21249091

研究課題名（和文） MI コンセプトに基づいたレーザー歯科治療の新たな展開

研究課題名（英文） New Development of Laser Dental Treatment Based on MI Concept

研究代表者

千田 彰 (SENDA AKIRA)

愛知学院大学・歯学部・教授

研究者番号：80097584

研究成果の概要（和文）：レーザーを応用した治療法は従来の治療法に比し、患者に与える苦痛が少ないことや多くの付加的価値がある。しかし、その部分には未だ不明な点も多く、これらの解明を目指して本研究を総合的に行った。すなわち、歯質（エナメル質、象牙質、セメント質）の改質とう蝕予防、低侵襲の象牙質切削法の開発とレジン接着性の向上のための基礎的研究、炭酸ガスレーザーの光力学的効果が骨再生に及ぼす影響、および組織深達型レーザー麻酔と浸潤麻酔併用による効果的麻酔法の確立の研究である。その結果、MI コンセプトに基づいたレーザー歯科治療を確立するための基礎的な知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：Laser treatments can offer less hurtful effects and/or lots of additional value for the patients than ordinary ones, which still remain to be fully elucidated. This particular research was carried comprehensively on the following studies: preventive cure for the modification of tooth structures (enamel, dentin, cementum), development of minimally operative intervention for dental caries and subsequent adhesive restorative treatment, photodynamic effects of CO2 laser on bone regeneration, combination anesthesia with laser and injection. These research results were useful for the development of laser treatments based on the MI concept.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	15,100,000	4,530,000	19,630,000
2010年度	13,600,000	4,080,000	17,680,000
2011年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
年度			
年度			
総計	35,500,000	10,650,000	46,150,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：保存修復学

1. 研究開始当初の背景

歯科用レーザーを用いたこれまでの研究は、歯の切削、根管治療や歯周病などの治療応用に関する研究が多く、多方面にわたり大きく発展している。実際、平成20年4月よりレーザーによるう蝕除去が保険収載された。すなわち、歯の切削や歯冠修復においては臨床応用がなされ、これらの分野では一定

の成果を収めている。

しかし、保健福祉の増進に寄与し、健康日本21の推進を図ることが求められる我々は、「治療医療（キュア）」から「疾患・患者管理型医療（ケア）」への転換が責務である。このような状況下で、レーザーをこれまでの歯科臨床、研究とは異なった分野で活用すべく研究を推進してゆく事は緊要な課題で

ある。とくに高齢化社会において生活習慣病でもあり、治療法の確立されていない根面う蝕や酸蝕症、あるいは知覚過敏症の予防に活用することは極めて重要である。さらには、患者のQOL向上を指向して、歯の低侵襲性切削法の開発や歯槽骨の再生、あるいは麻酔としての活用などにおいて発展的に応用することも極めて有要と考えられる。

ところが、近年の急激な生活環境の変化に深く関連する根面う蝕、知覚過敏症や歯周病などへの応用、あるいは高齢化社会に対応した導入については、根面歯質への耐酸性付与のためのレーザー照射に関する欧米の研究や、エナメル質う蝕予防のための照射に関する本邦の研究が散見されるが、国内外を通じて一部の研究機関が単独で遂行しているのみである。すなわち、レーザー照射による耐酸性に優れたエナメル質、象牙質層の形成によるう蝕や酸蝕症の予防、象牙細管封鎖による知覚過敏防止、根面のう蝕予防、あるいはレーザーによる骨組織の再生、レーザーを用いた体に負担の少ない麻酔法などについて、各研究機関が相互連携を図り、MIコンセプトに立脚した「疾患・患者管理型医療(ケア)」における新たなレーザー治療の実践に寄与する効果的戦略は十分に整っていないのが現状である。キュアからケアに転換し、新たな社会的要望に対応しなければならない歯科臨床において、患者のQOL向上を指向し最小限の侵襲(MI)によるレーザー歯科治療の新たな展開を図ることは有意義であり、かつ急務と考える。

2. 研究の目的

(1) 歯質(エナメル質、象牙質、セメント質)の強化・改質とう蝕予防

① ナノアパタイトとレーザーの併用や硬組織吸収特性の高いレーザーを応用し、象牙質の構造や硬さの変化あるいは耐酸性を向上させる

② フッ化物濃度、炭酸ガスレーザーの照射強度、ならびにフッ化物塗布と炭酸ガスレーザー照射の併用が、歯根面の耐酸性に及ぼす影響について検討する

③ シリカ前駆体であるPHPSを歯面上に塗布し、CO₂レーザーを応用した生体為害性の少ないセラミック転化方法(成膜条件)を確立するとともに、形成された薄膜の強度、密着性を評価する

④ シーラント材を充填する前に必要な小窩裂溝の清掃に、一般に皮膚外傷消毒剤として用いられ、生体に安全な過酸化水素水が発生する活性酸素を小窩裂溝内に注入し、レーザーにより活性酸素発生促進と活性化することにより、残留細菌の殺菌・蒸散を目指す

⑤ 象牙細管を開口させた象牙質プレートに、Er:YAGレーザーを低出力照射した場合、また

はレーザー照射に知覚過敏抑制剤(シユウ酸製剤)を併用した場合の表層部の超微構造の変化と3次元的形態変化を走査型電子顕微鏡およびレーザー顕微鏡を用いて観察することでEr:YAGレーザーによる象牙細管封鎖効果と象牙質に対する形態学的影響を観察する

(2) 低侵襲の象牙質切削方法開発とレジン接着性向上のための基礎研究

① 熱の発生が少ない光化学アブレーション機構で歯質を切削するArFエキシマレーザー照射が、コンポジットレジンの象牙質の引張接着強さに与える影響を検討する

② Er:YAGレーザー照射が象牙質内因性コラーゲン分解酵素活性に及ぼす影響を明らかにするために、Er:YAGレーザー照射後にボンディングレジンでコーティングした象牙質について、レーザー照射直後から水中浸漬12ヶ月までの観察期間について検討する

(3) CO₂レーザーの光力学的効果が骨再生に及ぼす影響

CO₂レーザーが有する低エネルギー作用(LLLT作用)に着目し、細胞活性化作用を歯および骨組織を用いてin vivo, in vitroの両面から解析し、象牙質形成、骨形成促進作用を誘導する照射条件確立とメカニズムの解析する

(4) 組織深達型レーザー麻酔と浸潤麻酔併用による効果的麻酔法の確立

CO₂レーザーの歯髄細胞への影響、半導体レーザーのHysへの疼痛緩和効果、組織透過型レーザーの血流量および疼痛閾値への影響、Nd:YAGレーザーの顎関節部照射の安全性を明らかにする

3. 研究の方法

(1) ①ナノHAPの形態を走査ならびに透過電子顕微鏡にて観察し、また、X線回折装置および赤外分光分析装置にて結晶構造の分析を行った。次にヒト抜去小白歯の頰側歯根面にナノHAP塗布し、CO₂レーザー照射

(3, 2, 1W)し、FTIRにて結晶構造の分析を行った。さらに、これらの試料を30分間超音波洗浄し、照射面の走査電子顕微鏡にて形態観察を行った。

硬組織吸収特性の高いレーザーで照射された表面性状変化の検討に関しては、ヒト抜去大白歯の歯冠部象牙質試料面にλ:9.3μmのCO₂レーザーを用いて19.0、45.2、69.0 J/cm²のエネルギー密度でそれぞれ1パルス照射した。これらのレーザー照射面を実体顕微鏡と走査電子顕微鏡にて形態観察し、照射中央部を赤外分光分析装置、X線回折装置を用いて結晶学的に分析検討した。またλ:10.6μm CO₂レーザーも同様に行い、両者を比較検討した。

② フッ化物応用群では、各種濃度(2.0、0.2、

0.05%) に調整したフッ化ナトリウム液を根面の開窓部に応用した。レーザー応用群では、炭酸ガスレーザー装置を用いて各照射条件

(17、25、41mJ/cm²) にて開窓部にレーザー照射 (ビーム径: 1.0mm、デフォーカス) を行った。なお、両者を応用しない群をコントロールとした。また、フッ化物とレーザー照射の併用効果を検討した。

pH サイクリングは、pH4.7 に調整した脱灰溶液と pH7.0 に調整した再石灰化溶液を用いて行った。pH サイクリング終了後、自動精密切断機にて薄切切片を作製し、さらに砥石法で約 100 μm の厚さに調整した。偏光顕微鏡を用いて脱灰深さ (μm) を測定し、実験群間の統計学的有意差を検定した。

③ 歯面上で安定したシリカ膜を形成するために、PHPS 膜上にある一定量の過酸化水素水の層を形成し、CO₂ レーザーにて蒸散させる方法 (特許取得) を考案した。過酸化水素の濃度や温度、照射エネルギーや照射回数等のレーザー照射条件を変化させ、加熱による生体為害性を押さえた転化方法を検討した。CO₂ レーザーには OPELASER O3S II (ヨシダ) を使い、PHPS コーティング薄膜の評価にはフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR、SHIMADZU μIR-8000) を、歯質-コーティング膜界面の分析には EPMA (EPMA-8705) を用いた。

④ 活性酸素の分子種としては、ジカル種: スーパーオキシド ($\cdot\text{O}_2^-$)、ヒドロキシルラジカル ($\text{HO}\cdot$)、ヒドロペルオキシラジカル ($\text{HOO}\cdot$)、シラジカル種: 過酸化水素 (H_2O_2)、一重項酸素 ($^1\text{O}_2$)、次亜塩素酸 (HOCl)

が知られている。一方、過酸化水素は、酸化力は弱い、安定していて寿命が長く、細胞膜を容易に通過する。好中球内での殺菌作用としては、細胞中の鉄イオン (Fe^{2+}) や銅イオン (Cu^{1+}) などの触媒作用 (金属イオンは電子を供給する) により、ヒドロキシルラジカル ($\text{HO}\cdot$) に変化し、殺菌している。最近、安定と考えられていた 6 価の炭素が触媒作用を有し、 H_2O_2 に対して触媒作用を有し、ヒドロキシルラジカルを発生させることが分かってきた。そこで、今回は、この炭素を触媒として選び、研究を進めた。

⑤ 抜歯したウシ前歯から作製した象牙質プレートを使用した。象牙細管を開口させるために、15%EDTA に 2 分間浸漬して表面処理を行った。Er:YAG レーザー (Erwin AdvErl:モリタ) にチップを装着しない状態で、ハンドピース先端と被照射体との距離を 3 cm に固定して、照射出力 30 mJ、繰返し速度 10 pps、注水・エア無しでデフォーカス照射を行った。照射時間の違いと知覚過敏抑制剤 (スーパーシール: フェニックスデンタル、以下 SS) の使用の有無により、①30 秒照射、②60 秒照射、③SS

塗布、④SS 塗布 + 30 秒照射、⑤SS 塗布 + 60 秒照射の 5 つの条件に分けた。試料の乾燥後に金パラジウム蒸着を施して、走査型電子顕微鏡 (SEM) による超微構造の観察およびレーザー顕微鏡による 3 次元的表面形態の観察を行った。

(2) ① ヒト抜去歯象牙質平面に、レーザー照射 + プライマー処理 + ボンディング処理 (Group1)、プライマー処理 + ボンディング処理 (Group2)、レーザー照射 + ボンディング処理 (Group3)、レーザー照射のみ (Group4)、無処置 (Group5、コントロール) の 5 条件で表面処理後コンポジットレジンを接着し、引張接着強さを求めた。加えて、上記 5 条件の象牙質処理面について TEM 観察を行った。

② 直径 150~180 μm に粉碎した象牙質粉末に対して、Er:YAG レーザーを 4.15 cm² に 100 または 250 mJ のエネルギー密度で 0、10、20、40 秒間照射した。得られた試料をボンディングレジンでコーティングした後に、水中浸漬を行った。0、1、6、12 ヶ月後に Enzchek Assay Kit (Molecular Probes) を用いてゼラチン分解酵素活性を測定した。なお、ボンディングレジンでコーティングしない象牙質試料についても同観察期間において測定した。

(3) SD ラットを用いて脛骨に 0.5~5J/cm² の出力で、CO₂ レーザーを照射し、1、2、3 週間後に資料として摘出。脱灰後パラフィン切片を作成し、形態的観察と sclerostin の発現を免疫組織化学的染色にて確認した。

(in vitro 実験) SD ラットの頭蓋骨から酵素消化法にて分離した骨細胞と骨芽細胞を培養し、そこに 0.5~2J/cm² の出力で CO₂ レーザーを照射し、24 時間後に real time PCR にて sclerostin、DMP-1 の遺伝子発現を定量し、それぞれの細胞培養系で比較検討した。また、ラット下顎切歯から歯髓組織を酵素消化法にて分離培養し、同様に CO₂ レーザーを照射し、ectodin (SOSTDC-1) 遺伝子発現に対する作用を調べた。

(4) CO₂ レーザーの歯髓線維芽細胞に対する影響を生化学的に分析した。Hys に半導体レーザーを照射し、McGill の疼痛質問票により術後評価した。組織透過型レーザーをオトガイ部、根尖部に照射し照射反対側犬歯の血流量、痛覚閾値を測定した。また、上顎右側犬歯に浸潤麻酔後、左側迎香に照射を行い犬歯の血流量を測定した。Nd:YAG レーザーを顎関節部へ照射し、電気味覚計を用いて味覚閾値を測定した。

4. 研究成果

(1) ① ナノハイドロキシアパタイトと CO₂ レーザーを用いて象牙質面にアパタイトを熔着させるためには、2 W (エネルギー密度 24.2 J/cm²) の条件が最も良好であった。(図 1) しかし、この照射条件では、熔着させた

象牙質面に熱的な影響を僅かながら認め、さらに超音波洗浄によって熔着したナノハイドロキシアパタイトの一部脱落が認められたことから、至適照射条件の策定にはさらなる検討が必要と考えられた。

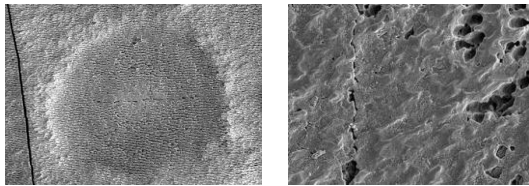


図1

硬組織吸収特性の高いレーザーで照射された表面性状変化の検討では、波長 10.6 および 9.3 μm の実験群、いずれの試料も炭化層が観察され、その面積は同程度であった。しかし 10.6 群では照射野外にまで及ぶ小さな亀裂が若干ではあるが認められた。また、9.3 群では照射野内に、限局していたが、10.6 群に比べ大小の亀裂が多く認められた。照射野中央部を観察すると、9.3 群ではすべての群に硝子様構造物を認め、その範囲はE密度の増加に伴い増大していた。照射野中央部の結晶構造をFT-IRおよびXRDにより観察すると、9.3 群のいずれの硝子様構造物もE密度の増加に伴い結晶性が向上していた。一方、10.6 群では、E密度の 69.0 J/cm^2 のみ結晶性の向上を認めた(図2)。以上の結果、9.3 群は10.6 群に比し、低いエネルギーで象牙質の結晶性が向上する可能性が示唆された。

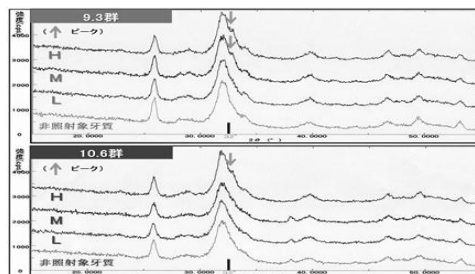


図2

- ② 歯根面の脱灰抑制は、フッ化物応用と高いエネルギー密度のレーザー照射 ($41\text{mJ}/\text{cm}^2$) で各々有意に認められたが、他のエネルギー密度のレーザー照射 ($17, 25\text{mJ}/\text{cm}^2$) では認められなかった。また、脱灰抑制の程度はフッ素濃度に依存していた。また、レーザー照射後にフッ化物を応用した場合、エネルギー密度が低い方が脱灰深さは有意に小さかった。
- ③ ウシエナメル質面にPHPSをコーティングし、3%過酸化水素水を塗布後、 CO_2 レーザーを照射距離 10mm で塗布面に 30 秒間照射、切断後のSEM像(図3)である。エナメル質表面に約 0.8 μm のシリカ薄膜が成膜され、エナメル質に強固に結合していることが示された。

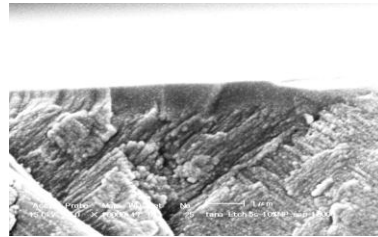


図3

- ④ 6 価の炭素 (日本薬局方薬用炭: (株) 日医工ファーマ) を用いることにしたが、炭素の粒径により作用効率が異なると考えられたので、金属メッシュ (ステンレスフルイ: 75 X 20mm, (株) アズワン) を使って以下のように分けた。212 μm 以上、212~150 μm 、150~100 μm 、100~53 μm 、53~25 μm 、25 μm の 6 種類行った。その結果、53~25 μm のものが最も触媒作用が強かった。

活性酸素検出装置の開発では

<試作一号機>

活性酸素の出現が瞬間的なモノと考え、試薬 (EZN 社製活性酸素検出キット) 表面での蛍光検出を考えて作製した(図4)。しかしながら、試薬液面調整が難しいことと、レーザー照射後にしか測定できない欠点が明らかになった。

<試作二号機>

一号機で明らかになった欠点を改善するため、蛍光測定を測定石英セル中央で行うとともに、上部からレーザーを照射しても蛍光検出装置に影響を与えない構造とし、レーザー照射しながら測定も可能な装置にした。更には、測定データを PC に取込み、エクセルデータとして記録出来るようにした(図5)。



図4

図5

- ⑤ レーザー照射群において象牙細管内に不定形の物質が観察された。また、照射時間が長いほど象牙細管径は縮小し、閉塞された象牙細管の割合が多く認められ、象牙質表面は溶融 (melting) している像を呈した。SS 塗布群では象牙細管内に結晶様構造物を認め、レーザー照射と併用した条件では溶融層も観察された。

(2) ① 引張接着強さは、Group1: 16.7 ± 7.3 、Group2: 13.0 ± 3.3 、Group3: 11.6 ± 4.4 、Group4: 5.0 ± 2.4 、Group5: 1.2 ± 1.0 (MPa) となった。統計解析の結果、レーザー照射した条件ではコントロールと比べて大きな引張接着強さを示した ($P < 0.05$)。ボンディング処理を行った Group1~3 では、レーザー照射した条件と従来の表面処理法を用いた条件とで引張接着強さに差は認めず、ArF エキシ

マレーザー照射は、接着修復に不利にならないことが示唆された。TEM 観察では Group3 にハイブリッド層を認めなかったことから、同レーザー照射象牙質の接着機構はハイブリッド層に依存しない事が明らかとなった。

② Er:YAG レーザー照射後にレジンでコーティングした象牙質のゼラチン分解酵素活性は 89~100% 抑制されることが明らかとなった。これらの試料を水中浸漬した場合の酵素活性については、0~6 ヶ月の期間では増加し、6~12 ヶ月では低下した。レジンでコーティングしない試料については、1 ヶ月後には活性が低下し増加しなかった。

(3) ラット脛骨の骨髄側にはレーザー照射した部位に限局して新たな骨形成が確認された。また、 $2\text{J}/\text{cm}^2$ の出力が最も多く骨が形成された。培養骨細胞では、すべてのレーザー出力において sclerostin の遺伝子発現がレーザー照射によって抑制され、DMP-1 の発現が逆に促進された。歯髄培養細胞においてはレーザー照射によって ectodin の発現が抑制された。これらの結果より低出力炭酸ガスレーザー照射によって、骨細胞と象牙芽細胞での wnt シグナル inhibitor の発現が抑制され、骨や象牙質の形成が促進されることが明らかとなった。

(4) CO_2 レーザー試料のタンパク量は増加し、Ca, P 量は上昇しなかった。また、細胞数は有意に増加した。HSP70 はレーザー試料でのみ発現し、OC はレーザー、コントロール群共に発現したが、OP、DMP、 $\text{TGF-}\beta$ は発現しなかった。半導体レーザーにより Hys の疼痛緩和効果が認められた。オトガイ部、根尖部への組織透過型レーザー照射により、照射反対側犬歯の血流量、痛覚閾値は上昇した。浸潤麻酔後の上顎右側犬歯血流量は、左側迎香を照射するとより上昇した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 13 件)

- ① T. Naka, S. Yokose : Application of Laser-Induced Bone Therapy by Carbon Dioxide Laser Irradiation in Implant Therapy, Int. J. Dent, 409496, 2012, 査読有.
- ② Kazunobu Sano, Kouji Araki 他 2 名, Effects of ArF Excimer Laser Irradiation of Dentin on the Tensile Bonding Strength to Composite Resin, hotomedicine and Laser Surgery 2012, 30(2)71-76, 2012, 査読有.
- ③ Matsumoto H, Yoshimine Y 他 1 名, Visualization of Irrigant Flow and Cavitation Induced by Er:YAG Laser within a Root Canal Model. J Endod 37, 839-843, 2011, 査読有.
- ④ Takahiro Tanaka, Koji Hanaoka 他 2 名 Silica film coating method for veneering

resin composite, Dental Materials Journal, 30(2), 170-175, 2011, 査読有.

⑤ 新海航一: 研究成果と臨床応用, フッ化物の応用による根面齲蝕の予防, 歯学 (春季特集号), 98: 196-199, 2011 査読有.

⑥ Nishitani Y 他 8 名: The requirement of zinc and calcium ions for functional MMP activity in demineralized dentin Matrices, Dent. Mater, 26(11), 1059-67, 2010, 査読有.

⑦ 山田三良, 千田 彰 他 2 名 MI の理念に基づいた歯の硬組織に対するレーザー治療の発展的展開 QOL の向上を目指したう蝕の診査・診断から予防まで, 日本レーザー歯学会誌, (20), 165-173, 2009, 査読有.

〔学会発表〕(計 36 件)

- ① Shinkai K 他 1 名 Effect of CO_2 -laser-irradiation and Fluoride-application on Root Surface Demineralization, J Dent Res, Special Issue, 519, 2012, Australia.
- ② Hiromi SATO, Yoshito YOSHIMINE 他 4 名 The Combined Effects of an Er:YAG Laser and Oxalate-based Desensitizer on the Occlusion of Exposed Dentinal Tubules in Vitro, The 10th JEA-KAE Joint Scientific Meeting, 2012. 3. 24-25, Seoul, Korea.
- ③ 山口博康 他 8 名 顎関節部における Nd:YAG レーザー照射による味覚への影響, 第 23 回日本レーザー歯学会, 2011/12/3-4, 大阪.
- ④ 福田秀光, 山田三良, 千田 彰 他 4 名 CO_2 レーザー ($\lambda: 9.3\mu\text{m}$) 照射された象牙質表面の微細構造学および結晶学的検討, 第 23 回日本レーザー歯学会, 2011/12/3-4, 大阪.
- ⑤ 横瀬敏志 他 2 名 レーザー照射後にみられる Osteocyte での遺伝子発現, 第 23 回日本レーザー歯学会 2011/12/3-4, 大阪.
- ⑥ 佐野和信, 荒木孝二 他 1 名 ArF エキシマレーザー照射後の象牙質接着処理面の SEM 観察, 第 23 回日本レーザー歯学会, 2011/12/4 大阪.
- ⑦ 武村幸彦, 花岡孝治 他 4 名 各種フロアブルレジンの重合収縮と窩壁適合性 (第 4 報) - μCT を用いた重合収縮挙動の評価 -. 日本歯科保存学会 2011 年度秋季学会 (第 135 回), 2011/10/21, 大阪.
- ⑧ 西谷佳浩, 山田三良, 千田 彰 他 3 名 Er: YAG レーザー照射が象牙質ゼラチナーゼ活性に及ぼす影響, 日本歯科保存学 2011 年度秋季学会 (第 135 回), 2011/10/20, 大阪.
- ⑨ 中貴弘, 横瀬敏志

ラット脛骨における各レーザー（炭酸ガスレーザー、半導体レーザー、Er-YAGレーザー）骨形成能の比較。日本歯科保存学会2011年度春季学術学会(第134回), 2011/6/9-10, 千葉.

⑩武村幸彦, 花岡孝治 他5名
各種フロアブルレジンの重合収縮と窩壁適合性(第3報) - μ CTを用いた重合収縮挙動の評価 -, 日本歯科保存学会2011年度春季学術学会(第134回), 2011/6/9-10, 千葉.

⑪佐藤浩美, 吉嶺嘉人 他2名
窩洞形成時のレーザーチップの損耗に関する研究, 第22回日本レーザー歯学会総会・学術大会, 2010/11/14, 名古屋.

⑫佐野和信, 荒木孝二 他1名
ArFエキシマレーザー照射が象牙質接着界面に及ぼす影響, 第22回日本レーザー歯学会, 2010/11/13-14, 名古屋.

⑬山口博康 他10名
浸潤麻酔奏功後のNd:YAGレーザー照射による歯髓血流量への影響, 第22回日本レーザー歯学会, 2010/11/13-14, 名古屋.

⑭成橋昌剛, 山田三良, 千田 彰 他3名
ナノHAPとCO₂レーザーを応用した歯根象牙質のアパタイトコーティングに関する基礎的研究 第2報 ナノHAPが塗布された象牙質面を高出力および低出力照射した時の表面性状の比較検討, 第22回日本レーザー歯学会, 2010/11/13-14, 名古屋.

⑮新海航一 他4名
レーザー条件が歯根面の耐酸性に及ぼす影響, 日本歯科保存学会2010年度秋季学術大会(第133回), 2010, 10/28-29, 岐阜.

⑯Y. Nishitani 他5名
Tensile strengths of Human Normal and Carious dentin, 88th International Association for Dental Research, 2010/7/15, Barcelona, Spain.

[図書] (計2件)

①赤峰昭文, 吉嶺嘉人(分担), 医歯薬出版, 歯内治療学 第4版, 2012, 59-79.

②石川 烈 編(分担: 千田 彰, 吉嶺嘉人), 第一歯科出版, Er:YAGレーザーの基礎と臨床, 2011, 67-71(千田), 86-91(吉嶺).

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計1件)

名称: セラミックス膜の製造方法

発明者: 寺中敏夫, 花岡孝治, 田中隆博, 山口益司, 進藤豊彦

権利者: 寺中敏夫, 花岡孝治, 田中隆博, 山口益司, 有限会社コンタミネーション・コントロール・サービス

種類: 特許

番号: 特願2006-272959

取得年月日: 平成23年7月8日

国内外の別: 国内

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千田 彰 (SENDA AKIRA)

愛知学院大学・歯学部・教授

研究者番号: 80097584

(2) 研究分担者

荒木 孝二 (ARAKI KOUJI)

東京医科歯科大学・

医学教育システム研究センター・教授

研究者番号: 70167998

横瀬 敏志 (YOKOSE SATOSHI)

奥羽大学・歯学部・教授

研究者番号: 90245803

新海 航一 (SHINKAI KOUICHI)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号: 90147843

吉嶺 嘉人 (YOSHIMINE YOSHITO)

九州大学・歯学研究科・准教授

研究者番号: 80183705

西谷 佳浩 (NISHITANI YOSHIHIRO)

岡山大学・医歯(薬)学総合研究科・准教授

研究者番号: 60325123

山口 博康 (YAMAGUCHI YASUHIRO)

鶴見大学・歯学部・講師

研究者番号: 70239911

花岡 孝治 (HANAOKA KOUJI)

神奈川歯科大学・歯学部・講師

研究者番号: 40198776

庄司 茂 (SHOJI SHIGERU)

東北大学・大学病院・講師

研究者番号: 10142986

山田 三良 (YAMADA MITSUYOSHI)

愛知学院大学・歯学部・講師

研究者番号: 20350936

(3) 連携研究者

なし