

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 13 日現在

機関番号：11301
研究種目：基盤研究(C)
研究期間：2012～2014
課題番号：24592901
研究課題名(和文) 可視光励起型低濃度過酸化水素ラジカル殺菌技術を搭載した義歯洗浄器開発と臨床評価

研究課題名(英文) Research and development of a novel denture cleaning device utilizing a disinfection technique based on photolysis of hydrogen peroxide

研究代表者
菅野 太郎 (Kanno, Taro)
東北大学・歯学研究科(研究院)・助教

研究者番号：30302160
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高出力LEDを搭載し、過酸化水素光分解殺菌法を利用した義歯洗浄を行う試作装置を開発し、殺菌効果及び義歯床用レジンに対する影響を評価した。超音波洗浄機能を具備させた洗浄槽を上部から高出力LEDで照射可能な装置を製作した。殺菌試験では、本装置を用いた過酸化水素光分解殺菌法により3分以内にStreptococcus mutansを5-log以上減少させる殺菌効果が認められた。また、義歯床用レジンに対する影響を調べたところ、LEDの放射照度が高いほど義歯の強度および色調に影響が認められた。実験結果より反復使用を想定しても、放射照度が10 mW/cm²程度であれば許容できることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：In the present study, the bactericidal effect and influence on the denture base-resin of denture cleaning technique using a newly developed device based on photolysis of hydrogen peroxide were evaluated. The device consisted of ultrasound cleaning bath and high power LED. Bactericidal test showed that the photolysis of hydrogen peroxide killed Streptococcus mutans with a >5-log reduction of viable counts within 3 min. Regarding the influence of the cleaning technique on the resin material, it was found that the strength and color were affected as the irradiance of LED increased. However, the results suggest that the influence may be acceptable when the LED was used at an irradiance of 10 mW/cm² even on the assumption of repeated denture cleanings.

研究分野：歯科補綴

キーワード：ヒドロキシルラジカル 義歯洗浄 過酸化水素 可視光照射

1. 研究開始当初の背景

われわれはこれまで、東北大学未来科学技術共同開発センター未来量子生命反応工学創製と東北大学大学院歯学研究科による医工連携プロジェクトのもと、図1に示すように、日常臨床で用いられるオキシドール(1M; 3%)よりも低い濃度の過酸化水素に、可視光領域の波長(405nm)のLEDやレーザーダイオード(LD)を照射することで、効率的にヒドロキシルラジカルを発生させる方法を世界で初めて見つけ出した。(Kanno T, et al. Prosthodont Res Pract 7: 138-140, 2008) また、特に歯科疾患関連細菌のバイオフィルムに対しても非常に有効な殺菌効果を示すことを報告し(Ikai H, et al. Antimicrob Agents Chemother, 54, 5086-5091, 2010)、新しいラジカル殺菌技術として特許を申請してきた(東北大学2007-1348313)。

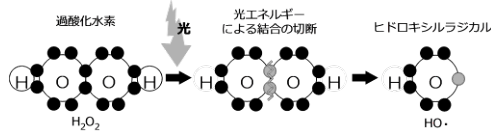


図1 過酸化水素光分解の原理

この技術の口腔内感染治療への応用は、経済産業省の戦略的技術支援事業のうち平成21年度地域イノベーション創出研究開発事業(一般型)、続いて平成22年度課題解決型医療機器の開発・改良に向けた病院・企業間の連携支援事業に採択され、製品開発へ向けた産官学連携の研究を行ってきた。そのような背景のもと、われわれは、その原理を応用した義歯洗浄システムにも着目し、試作器を製作して検討を行ってきた。その結果、試作義歯洗浄装置の殺菌効果は十分臨床応用可能であることを示した(図2: 第118回日本補綴歯科学会課題口演コンペティション優秀賞を受賞(2009))。

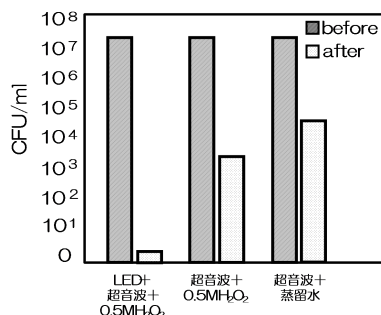


図2 試作義歯洗浄装置の殺菌効果(20分)

2. 研究の目的

開発当初の試作義歯洗浄装置での洗浄時間は、20分間(図2)であり、実際の臨床の現場ではさらなる効率化が必要である。過酸化水素光分解殺菌技術の効率化には、光を強くする、過酸化水素濃度を高くする、

照射時間を延長する、温度を高くする、といった方法が確認されてきたが、今回は照射時間をさらに短時間にできるよう、について殺菌の効率化を図れるような条件を検討することを目的とした。そのため、LEDの出力をさらに高くし、温度の調節も可能にした新規の試作義歯洗浄器の製作を行い、その殺菌効果、院内感染対策、安全性、臨床評価を行うことで製品化への基礎を築くことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 新規試作義歯洗浄器を用いた検証

新規試作義歯洗浄器の製作

特注の冷却装置を付けたLEDを搭載し、温度を設定できる装置を付与した新規試作義歯洗浄器を、有限会社パックスと作製する。照射はタイマーでon/offできる仕様とする。

床用レジンに対する安全性評価

市販マイクロ波重合型床用アクリルレジンで作成した板状試料で行った。試料を、1) 1M過酸化水素に浸漬し、放射照度 16 mW/cm² でLED照射を行ったもの、2) 1M過酸化水素に浸漬し、放射照度 10 mW/cm² でLED照射を行ったもの、3) 純水に浸漬し、放射照度 16 mW/cm² でLED照射を行ったもの、4) 1M過酸化水素に浸漬し遮光したもの、5) 純水に浸漬し遮光したもの、に分け、光源には実験用LED照射装置(波長: 400 nm)を用い、7日間の浸漬試験を行い、レジンの物性および色調変化を評価した。

洗浄方法の検討

義歯洗浄器は、歯科医院や高齢者施設などで不特定多数の義歯を洗浄することが想定される。そのため院内感染への対策が必須である。そこで義歯を個別に入れられる、密閉プラスチックバックを用いて洗浄する方法を検討した。プラスチックバックを用いての洗浄が可能かどうか、また、プラスチックバックの大きさ、洗浄液の投入量の検討を行った。

殺菌試験

殺菌試験には、*Streptococcus mutans* JCM 5705を供試した。*S. mutans*の細菌懸濁液をプラスチックバックに入れ、テスト群は市販のオキシドールを、コントロール群は滅菌生理食塩水を入れプラスチックバックごと義歯洗浄器に投入した。洗浄液の温度は常温(21~24℃)で、超音波機能も併用せず、LED照射のみで効果の評価をおこなった。

(2) 過酸化水素の光分解および水の超音波分解を併用したヒドロキシルラジカル生成系の殺菌効果

本検証では、試作義歯洗浄器ではなく詳細な条件設定が可能な図3に示す装置を実験に用いた。光源には波長 405 nm のレーザーを用い、出力は 0、350、700 mW とし、放射照度は 0、46、91 mW/cm² となった。超音波装置は出力 30 W、周波数 1650 kHz のものを使用した。過酸化水素濃度は 0、0.25、0.5、1 M

に設定した。

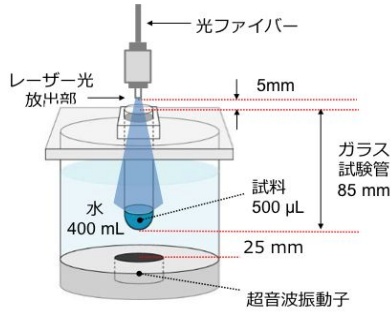


図3 装置模式図

ヒドロキシルラジカルの定量分析

これまでに、過酸化水素光分解殺菌技術により生成されるヒドロキシルラジカル量の分析を行ってきた。今回はこれまでと同様の電子スピン共鳴（ESR）法により、超音波を併用した各条件で生成されるヒドロキシルラジカル量を測定した。

殺菌試験

超音波を併用した条件での過酸化水素光分解殺菌技術の殺菌効果を検証する。試験には *Staphylococcus aureus* JCM2413 を供試した。図4に殺菌試験のプロトコルを示す。このプロトコルに従い、レーザー出力および過酸化水素濃度を変えて試験を行った。なお、図中の略語は以下の通りである。H：過酸化水素、L：レーザー、U：超音波。



図4 殺菌試験プロトコル

4. 研究成果

(1) 新規試作義歯洗浄器を用いた検証

新規試作義歯洗浄器の製作

有限会社パックスと共同で試作器を作製した(図5)。

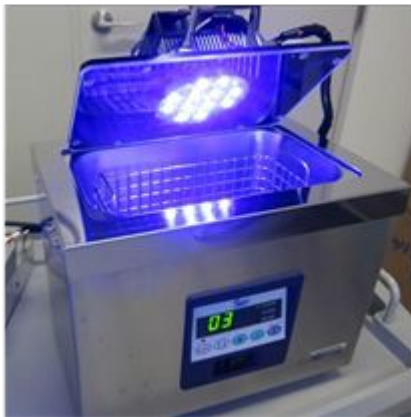


図5 新規試作義歯洗浄器

洗浄器上面にハイパワーのLEDを装着し、フタ外面に冷却装置を取り付けた。洗浄槽は

LEDの真下にくるように設置し、洗浄槽内にプラスチックバックに入れた義歯を同時に約5~6個入れられる仕様にした。超音波振動は、本器にタイマーを内蔵し、LED照射は、外付けのタイマーで制御可能とした。

床用レジンに対する安全性評価

3.(1)- に示した5つの条件で実験を行ったところ、1)と2)では5)に比べて有意に低い曲げ強度を示した。色差についても1)と2)で5)に比べて有意に大きな値を示した。今回の連続処理は、約500日の繰り返し洗浄に相当するが、今回の結果から、1Mの過酸化水素を用いる場合は、曲げ強度および色調への影響を避けるために、放射照度 10 mW/cm^2 未満の光照射で用いるのが望ましいことが示唆された。

洗浄方法の検討

市販の滅菌プラスチックバックのうち、義歯が1つ入る最小限の大きさ(11.8 cm x 8.4 cm)のものを選択した。そのプラスチックバックに調製した浮遊菌液を投入し、プラスチックバックごと義歯洗浄器に入れてLED照射、超音波洗浄、温度変化を行い、液漏れ等の問題が起こらないことを確認した。プラスチックバックに投入する液量も、さまざま試行を行い、義歯洗浄器内の水量でも浮きすぎず、義歯全体を浸水させられる量として、10 mLを採用した。

殺菌試験

テスト群は市販のオキシドール(ニッコー; 日興製薬株式会社)を希釈せずに用いた。コントロール群は滅菌生理食塩水を入れ、そこに最終濃度が $1\text{E}+7 \text{ CFU/mL}$ となるように調製した *S. mutans* の浮遊菌液を投入した。洗浄液の温度は常温(21~24)とし、超音波機能も併用せず、オキシドールとLED照射のみの効果で殺菌効果の評価を行った。その結果、われわれが持つ過去の基礎データと同様に、オキシドール(+).LED(+)の群では、3分以内に $1\text{E}+5 \text{ CFU/mL}$ 以上の殺菌効果が認められた。プラスチックバックを用いて義歯洗浄器を使用しても、十分な殺菌効果があることが確認された(図6)。ただし、オキシドール原液で用いた場合には、オキシドール単独でも6分で同程度の殺菌効果が得られた。オキシドール単独では3分以内の殺菌効果は弱いことから、LEDを照射することにより、3分という短時間の洗浄で非常に高い殺菌効果が得られることがわかった。今後は温度を

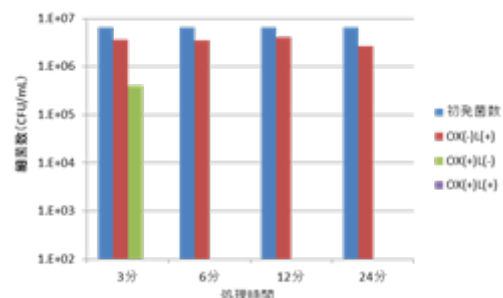


図6 殺菌試験結果

上げた条件およびオキシドール濃度を下げた条件で、より安全で効率的な条件を確定する。

(2) 過酸化水素の光分解および水の超音波分解を併用したヒドロキシルラジカル生成系の殺菌効果

ヒドロキシルラジカルの定量分析

過酸化水素の光分解および水の超音波分解、両者の併用におけるヒドロキシルラジカル生成量を測定した。(図7) 光照射ではレーザー出力および過酸化水素濃度に依存的にヒドロキシルラジカルが生成された。一方、超音波照射では過酸化水素濃度に関係なく一定量のヒドロキシルラジカルが生成された。また、両者の併用により生成量は相加的に増加した。この相加的な増加は、水の超音波分解により生成されるヒドロキシルラジカル量と考えられる。

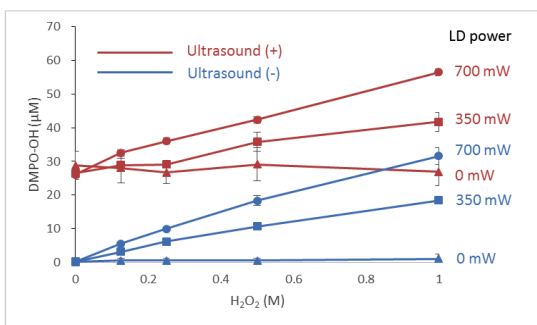


図7 ヒドロキシルラジカル生成量

殺菌試験

過酸化水素の光分解および水の超音波分解、また両者の併用における殺菌効果を検証した。レーザー出力 350 mW の結果を図8に示す。試験の結果、超音波照射のみでの殺菌効果は認められなかった。過酸化水素の光分解は、これまでの研究の結果同様にレーザー出力および過酸化水素濃度に依存した殺菌効果が認められた。過酸化水素の光分解と水の超音波分解を併用することにより、殺菌効果は増強することが分かった。

ただ、今回の殺菌試験に関しては新規試作義歯洗浄器よりもレーザー出力ならびに放射照度が高いものを用いており、今後は条件を揃えての検証が必要になると考えられる。

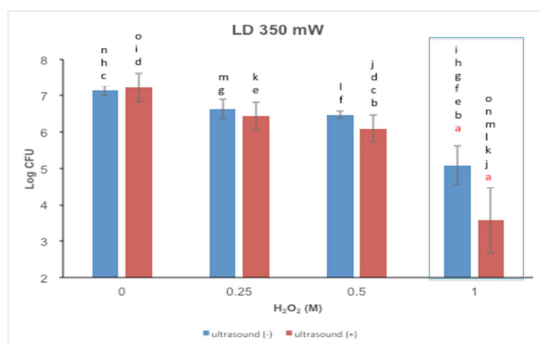


図8 殺菌試験の結果(レーザー出力 350 mW)

本研究では、新規試作義歯洗浄器における試験にてより臨床に近い研究を行うことが

でき対象になる義歯へ与える影響や洗浄方法の検討など、詳細な条件設定に必要な結果を得る事ができた。また、現在義歯洗浄器の主流が超音波洗浄であることも踏まえ、過酸化水素光分解殺菌技術と超音波の併用についても検証したところ、併用することにより殺菌効果の増強が認められ、過酸化水素の低濃度化および洗浄時間の短縮化が可能になることが示唆された。ただ、超音波と過酸化水素光分解殺菌技術の併用で殺菌効果が相乗的に増強するメカニズムに関してはまだ分かっておらず、解明が必要である。今後、試作義歯洗浄器も更に改良を重ね、詳細な条件設定が可能になるよう研究を進めることでこれまでにない画期的な技術になる可能性が示唆された。

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 21 件)

- (1) Nakamura K, Harada A, Kanno T, Inagaki R, Niwano Y, Milleding P, Örtengren U. The influence of low-temperature degradation and cyclic loading on the fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015 Mar;18(47): 49-56. (査読有)doi:10.1016/j.jmbbm.2015.03.007.
- (2) Harada A, Nakamura K, Kanno T, Inagaki R, Örtengren U, Niwano Y, Sasaki K, Egusa H. Fracture resistance of computer-aided design/computer-aided manufacturing-generated composite resin-based molar crowns. *Eur J Oral Sci.* 2015 Apr; 123(2):122-129. (査読有) doi: 10.1111/eos.12173.
- (3) Toki, T., Nakamura, K., Kurauchi, M., Kanno T, Katsuda, Y., Ikai, H., Hayashi, E., Egusa, H., Sasaki, K., Niwano, Y.: Synergistic interaction between wavelength of light and concentration of H₂O₂ in bactericidal activity of photolysis of H₂O₂. *J Biosci Bioeng.* 2015Mar;119(3):358-362. (査読有) doi: 10.1016/j.jbiosc.2014.08.015.
- (4) Mokudai T, Kanno T, Niwano Y. Postantifungal-like effect of sublethal treatment of *Candida albicans* with acid-electrolyzed water. *Arch Oral Biol.* 2015 Mar;60(3):479-487. (査読有) doi: 10.1016/j.archoralbio.2014.12.008.
- (5) Mokudai T, Kanno T, Niwano Y. Involvement of reactive oxygen species in the cytotoxic effect of acid-electrolyzed water. *J Toxicol Sci.* 2015 Feb; 40(1):13-19. (査読有) doi.org/10.2131/jts.40.13
- (6) Nakamura K, Ishiyama K, Sheng H, Ikai H, Kanno T, Niwano Y. Bactericidal Activity and Mechanism of Photoirradiated Polyphenols against Gram-Positive and -Negative

- Bacteria. *J Agric Food Chem*. 2015 Feb 16. [Epub ahead of print] (査読有)
doi: 10.1021/jf5058588
- (7) Nakamura K, Harada A, Inagaki R, Kanno T, Niwano Y, Milleding P, Örtengren U. Fracture resistance of monolithic zirconia molar crowns with reduced thickness. *Acta Odontol Scand*. 2015 Jan 30:1-7. [Epub ahead of print] (査読有)
doi:10.3109/00016357.2015.1007479
- (8) Kurauchi M, Niwano Y, Shirato M, Kanno T, Nakamura K, Egusa H, Sasaki K. Cytoprotective effect of short-term pretreatment with proanthocyanidin on human gingival fibroblasts exposed to harsh environmental conditions. *PLoS One* 2014; 9(11):e113403. (査読有)
doi: 10.1371/journal.pon.0113403.
- (9) Tsuruya M, Niwano Y, Nakamura K, Kanno T, Nakashima T, Egusa H, Sasaki K. Acceleration of proliferative response of mouse fibroblasts by short-time pretreatment with polyphenols. *Appl Biochem Biotechnol*. 2014 Nov; 174(6):2223-2235. (査読有) doi: 10.1007/s12010-014-1124-7
- (10) Niwano Y, Kanno T, Iwasawa A, Ayaki M, Tsubota K. Blue light injures corneal epithelial cells in the mitotic phase in vitro. *Br J Ophthalmol* 2014 Jul; 98(7):990-2. (査読有)
doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305205.
- (11) Ikai, H., Odashima, Y., Kanno T, Nakamura, K., Shirato, M., Sasaki, K., Niwano, Y.: In vitro evaluation of the risk of inducing bacterial resistance to disinfection treatment with photolysis of hydrogen peroxide. *PLoS ONE*, 8(11):e81316, 2013. (査読有)
doi: 10.1371/journal.pone.0081316
- (12) Odashima, Y., Nakamura, K., Ikai, H., Kanno T, Meirelles, L., Sasaki, K., Niwano, Y.: Postantibiotic effect of disinfection treatment by photolysis of hydrogen peroxide. *Journal of Chemotherapy* 26(2):92-100, 2014. (査読有)
doi.org/10.1021/jf303177pl
- (13) Ikai, H., Nakamura, K., Kanno T, Shirato, M., Meirelles, L., Sasaki, K., Niwano, Y.: Synergistic effect of proanthocyanidin on the bactericidal action of the photolysis of H₂O₂. *Biocontrol Science*, 18(2):137-141, 2013. (査読有) doi: 10.4265/bio.18.137
- (14) Nakahara T, Harada A, Yamada Y, Odashima Y, Nakamura K, Inagaki R, Kanno T, Sasaki K, Niwano Y. Influence of a new denture cleaning technique based on photolysis of H₂O₂ the mechanical properties and color change of acrylic denture base resin. *Dent Mater J* 2013; 32(4):529-536. (査読有)
doi.org/10.1021/jf303177pl
- (15) Oyamada, A., Ikai, H., Nakamura, K., Hayashi, E., Kanno T, Sasaki, K., Niwano, Y.: In vitro bactericidal activity of photo-irradiated oxydol products via hydroxyl radical generation. *Biocontrol Science*, 18(2):83-88, 2013. (査読有)
http://doi.org/10.4265/bio.18.83
- (16) Nakamura, K., Shirato, M., Ikai, H., Kanno T, Sasaki, K., Kohno, M., Niwano, Y.: Photo-irradiation of proanthocyanidin as a new disinfection technique via reactive oxygen species formation, *PLoS ONE*, 8(3):e60053, 2013. (査読有)
doi:10.1371/journal.pone.0060053
- (17) 菅野太郎, 中村圭祐. ラジカル殺菌技術の歯科応用 歯界展望 2013: 121(3): 514-521 (査読無)
- (18) Mokudai T, Nakamura K, Kanno T, Niwano Y. Presence of hydrogen peroxide, a source of hydroxyl radicals, in Acid electrolyzed water. *PLoS One* 2012; 7(9):e46392. (査読有)
DOI: 10.1371/journal.pone.0046392
- (19) Nakamura, K., Yamada, Y., Ikai, H., Kanno T, Sasaki, K., Niwano, Y.: Bactericidal action of photo-irradiated gallic acid via reactive oxygen species formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(40):10048-10054, 2012. (査読有)
doi.org/10.1021/jf303177pl
- (20) Kanno T, Nakamura K, Ikai H, Hayashi E, Shirato M, Mokudai T, et al. Novel denture-cleaning system based on hydroxyl radical disinfection. *Int J Prosthodont* 2012 Jul-Aug; 25(4):376-380. (査読有)
- (21) Hayashi E, Mokudai T, Yamada Y, Nakamura K, Kanno T, Sasaki K, et al. In vitro and in vivo anti-Staphylococcus aureus activities of a new disinfection system utilizing photolysis of hydrogen peroxide. *J Biosci Bioeng* 2012 Aug; 114(2):193-197. (査読有) doi: http://doi.org/10.4265/bio.18.137
- [学会発表](計25件)
- (1) 猪飼紘代, 目代貴之, 中村圭祐, 菅野太郎, 庭野吉己. 過酸化水素光分解殺菌技術を応用した新規歯周病治療器の安全性と有効性の検証 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (2) 生宏, 中村圭祐, 菅野太郎, 佐々木啓一, 庭野吉己. 過酸化水素の光分解および水の超音波分解を併用したヒドロキシルラジカル生成系の殺菌効果 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (3) 中村圭祐, 菅野太郎, 猪飼紘代, 庭野吉己. 活性酸素 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (4) 倉内美智子, 唐木英俊, 中村圭祐, 菅野太郎, 勝田悠介, 猪飼紘代, 林栄成, 佐々

- 木啓一, 庭野吉己. 過酸化水素光分解殺菌技術における光の波長と過酸化水素濃度の相乗作用 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (5) 目代貴之, 菅野太郎, 庭野吉己. *Candida albicans* に対する希釈酸性電解水の post-antifungal like effect と活性酸素の関与 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (6) 庭野吉己, 目代貴之, 追泉里実, 菅野太郎. 酸性電解水の細胞毒性における活性酸素の関与 日本防菌防黴学会第41回年次大会 平成26年9月25日(東京)
- (7) Nakamura K., Ishiyama K., Ikai H., Kanno T., Niwano Y. Comparison of bactericidal activity of photo-irradiated polyphenols. *The XXVIIth International Conference on Polyphenols & The 8th Tannin Conference*, 平成26年9月2~6日(名古屋)
- (8) Kurauchi M, Nakamura K, Kanno T, Shirato M, Sasaki K, Niwano Y. Cytoprotective effect of short-time treatment with proanthocyanidin on human gingival fibroblasts exposed to harsh environmental conditions. *The XXVIIth International Conference on Polyphenols & The 8th Tannin Conference*, 平成26年9月2~6日(名古屋)
- (9) Sheng H, Nakamura K, Kanno T, Sasaki K, Niwano Y. Bactericidal effect of H₂O₂ in combination with sonolysis of water via hydroxyl radical generation. 5th International Symposium for Interface Oral Health Science 平成26年1月20日~21日(仙台)
- (10) Kurauchi M, Nakamura K, Kanno T, Shirato M, Sasaki K, Niwano Y. Acceleration of proliferative response of 3T3-L1 mouse fibroblasts and human gingival fibroblasts by short-term exposure to proanthocyanidin. 5th International Symposium for Interface Oral Health Science 平成26年1月20日~21日(仙台)
- (11) 猪飼紘代, 中村圭祐, 小田島優, 白土翠, 菅野太郎, 庭野吉己. 過酸化水素光分解殺菌法の耐性誘導試験 日本防菌防黴学会第40回年次大会 平成25年9月10日~11日(大阪 豊中)
- (12) 目代貴之, 中村圭祐, 菅野太郎, 庭野吉己. 電気分解で生成された酸性電解水中に存在する水酸化ラジカルは殺菌活性に寄与するか? 日本防菌防黴学会第40回年次大会 平成25年9月10日~11日(大阪 豊中)
- (13) 小田島優, 中村圭祐, 猪飼紘代, 菅野太郎, 佐々木啓一, 庭野吉己. 過酸化水素光分解殺菌法の短時間処理が残存細菌に及ぼす増殖抑制効果 日本防菌防黴学会第40回年次大会 平成25年9月10日~11日(大阪 豊中)
- (14) 中村圭祐, 石山希里香, 猪飼紘代, 菅野太郎, 庭野吉己. 各種ポリフェノールに対する青色可視光照射で得られる殺菌効果の比較検討 日本防菌防黴学会第40回年次大会 平成25年9月10日~11日(大阪 豊中)
- (15) Ikai H, Odashima Y, Nakamura K, Shirato M, Kanno T, Sasaki K, Niwano Y. Advantages of new disinfection treatment utilizing photolysis of hydrogen peroxide –Postantibiotic effect and low risk of inducing bacterial resistance- The innovative research for Biosis-Abiosis intelligent Interface Summer Seminar in Sendai. 平成25年8月29日~30日(宮城 蔵王)
- (16) Ishiyama K, Nakamura K, Ikai H, Kanno T, Sasaki K, Niwano Y. Bactericidal action of photogenerated singlet oxygen from photosensitizers used in plaque disclosing agents. The innovative research for Biosis -Abiosis intelligent Interface Summer Seminar in Sendai. 平成25年8月29日~30日(宮城 蔵王)
- (17) 菅野太郎, 中村圭祐, 猪飼紘代, 庭野吉己, 佐々木啓一. 過酸化水素光分解殺菌技術を応用した新規歯周病治療器の開発 日本歯周病学会2013年春季学術大会(第56回) 平成25年5月31日~6月1日(東京)
- (18) 白土翠, 猪飼紘代, 中村圭祐, 菅野太郎, 佐々木啓一, 庭野吉己. 過酸化水素光分解殺菌法に対する熱エネルギーの相乗効果 第22回日本歯科医学会総会 平成24年11月9日~11日(大阪)
- (19) 小山田晃, 猪飼紘代, 中村圭祐, 菅野太郎, 佐々木啓一, 庭野吉己. 市販オキシドールの光分解殺菌効果 日本防菌防黴学会第39回年次大会 平成24年9月11日~12日(東京)
- (20) Kanno T, Nakamura K, Ikai H, Shirato M, Mokudai T, Niwano Y, Sasaki K. New Denture-Cleaning Device Utilizing Hydroxyl Radical Disinfection. International Workshop on Biosis-Abiosis intelligent Interface Science. 平成24年8月2日~3日(宮城 蔵王)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅野 太郎 (KANNO, Taro)

東北大学・大学院歯学研究科・助教

研究者番号: 30302160