20p-C7-4

レーザブレイクダウン分光法を用いた歯牙初期う蝕検出

Early caries detection by laser-induced breakdown spectroscopy

東北大医工 [1]，医科歯科大 [2]，東北大工 [3]，

○笹澤　周平 [1]，柿野 聡子 [2]，片桐　崇史 [3]，松浦　祐司 [1,3]

Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku Univ.[1],　Tokyo Medical and Dental Univ.[2]，

Graduate School of Engineering, Tohoku Univ.[3],

○Shuhei Sasazawa[1], Satoko Kakino[2],　Takashi Katagiri[3], Yuji Matsuura[1,3]

E-mail: sasazawa@ecei.tohoku.ac.jp

1. はじめに

歯牙エナメル質の表面近くに生じる初期う蝕は視診による診断が容易ではなく，診断精度にばらつきが表れることが多い．そこで，定量的なう蝕検出方法として，短時間で元素の濃度測定が可能なレーザブレイクダウン分光法(LIBS)が注目されている．LIBS は元素の含有量を基準とした歯牙組織の状態診断を可能とするため，う蝕の見逃しや健常歯の過切削を防ぎ，患者にとって負担の少ない治療の実現が期待される．これまでの報告では，主に可視域における分光分析が行われてきたが，初期う蝕の断定には検出感度が不十分であった[1]．そこで，新たに紫外域を測定可能な LIBS システムを構築し，初期う蝕の定量的検出を試みた．

2. 実験系

測定系の概略図をFig. 1に示す．光源にはQスイッチNd:YAGレーザ(波長1064 nm，繰り返し周波数10 Hz，パルス幅7~8 ns)を用い，中空光ファイバによってレーザ光をサンプル表面まで導いている．サンプルから発生したプラズマ光は，コア径400 μmの石英ガラスファイバで検出し，波長範囲 200~340 nmのファイバ入射型分光器によりスペクトル測定を行った．また，プラズマの発生効率向上のために，中空光ファイバを介してサンプル表面にArガスを噴射しながら測定を行った．

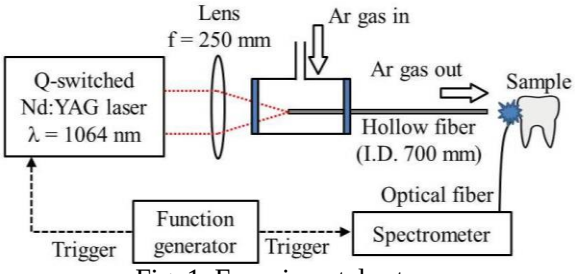

Fig. 1. Experimental setup.

3. 実験結果

ファイバ出射端における光パルスエネルギーを健常歯21~22 mJ，う蝕歯16~17 mJとし，積分時間100 msで測定した健常歯および象牙質う蝕歯($C_{2,3}$)のスペクトルをFig.2に示す．可視域には明瞭なピークが存在しないため，これまではう蝕検出の指針として用いられずにいた紫外域に現れるZnのピークが，う蝕の進行に起因して大きく増大することが分かった．歯牙のう蝕により組織中に含まれる種々の無機元素が析出するが，無機元素の中でもZnはエナメル質表層に高い濃度で存在することが知られており[2]，表層に生じる初期う蝕の検出にはZnが適していると思われる．

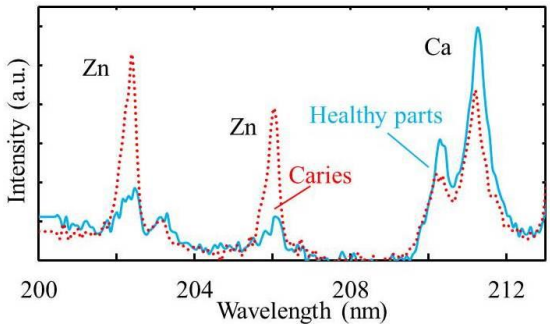

Fig. 2. LIBS spectra of the healthy part and caries-affected part.

歯牙の状態比較を行うため，測定値からZn (λ=202.5 nm)とCa (λ=317.9 nm)のスペクトルピークの強度比を計算し，Fig. 3の散布図にまとめた．強度比の平均値は，健常歯と初期う蝕歯($C_{0,1}$)では0.0044と0.013と大きな差があり，0.008付近に境界線を引くことで，健常歯と初期う蝕を含むう蝕歯をほとんど区別できることが確認された．また，強度比0.0085を診断の境界値とすると，初期う蝕歯の診断確度は平均で80%以上であり，本評価方法が初期う蝕の検出に十分に有効であることが示された．

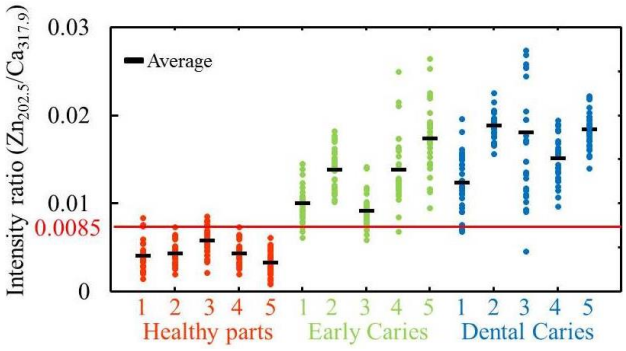

Fig. 3. Scattering diagram of $Zn_{202.5}/Ca_{317.9}$.

参考文献

[1] O.Samek et al., Speztrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy **56**, 865-875 (2001)

[2] 早川太郎，須田立雄，木崎治俊，“口腔生化学 第5版”，医歯薬出版株式会社（2011）

© 2014 年　応用物理学会