



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Preparation and Properties of Fluorescent Orthodontic Adhesives Containing $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ Particles [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	半場, 悠介
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11250号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55829
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yusuke_Hamba_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 半 場 悠 介
飯田 順一郎 教授
審査担当者 佐野 英彦 教授
赤坂 司 准教授

学 位 論 文 題 名

Preparation and Properties of Fluorescent Orthodontic Adhesives Containing
 $Y_2O_3:Eu^{3+}$ Particles
($Y_2O_3:Eu^{3+}$ 微粒子含有矯正歯科用蛍光ボンディング剤の製造と特性)

審査は審査員全員出席の下で行った。まず申請者に提出論文要旨の説明を求めるとともに、適宜提出論文の内容と関連分野に関する説明を求め、その後、口頭試問の形式で内容および関連分野について試問した。まず申請者から以下の説明がなされた。

【緒言】マルチブラケット装置を撤去する際には残留接着剤の除去が必要である。矯正用ボンディング剤は透明あるいは歯と近似した色調であるため、切削器具によりエナメル質表面を損傷する恐れがある。そこで残留接着剤の視認性を高めるため、歯科矯正用蛍光ボンディング材の開発を試みた。ユウロピウムイオン (Eu^{3+}) は近紫外光で励起すると赤色発光を示し、蛍光ボンディング材の開発には有用であると考えられる。そこで本研究においてはユウロピウム含有イットリア ($Y_2O_3:Eu^{3+}$) 微粒子に着目した。本研究の目的は、 $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 微粒子の形態および蛍光特性を検討し、さらに $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 微粒子含有 PMMA の蛍光特性および機械的特性を検討することである。

【材料と方法】硝酸イットリウム、硝酸ユウロピウム、尿素を用いた均一沈殿法で得た沈殿物を 1,105℃で焼成し微粒子を合成した。微粒子の微細構造を SEM および TEM で観察するとともに、XRD 分析、EDS 分析を行った。また、作製微粒子を 0、2、4 %添加した PMMA を重合した試料を作製した。次に、作製微粒子と作製微粒子含有 PMMA に近紫外光を照射し、肉眼的観察により蛍光特性を評価した。さらに、作製微粒子含有 PMMA の励起・蛍光スペクトルを測定した。圧縮試験では作製微粒子を 0、2、4%添加した試料を用いて、降伏応力を計測した。

【結果と考察】EDS および XRD の結果から合成した微粒子は $Y_2O_3:Eu^{3+}$ であることが判断できた。また SEM および TEM 観察から一次結晶が約 100 nm の多結晶であることもわかった。これらより、発光効率の向上には結晶の微細化が必要であり、作製工程の改良が必要と考えられる。

作製微粒子は近紫外光照射下で明瞭な赤色発光を示した。作製微粒子含有 PMMA は近紫外光照射下で淡い赤色発光を示した。肉眼的に観察する限りでは作製微粒子の添加率を高めるとわずかに蛍光強度が上がったが、作製微粒子単独の蛍光強度よりいずれも低かった。この結果には PMMA 深部での微粒子の凝集が関与し、励起光の効率的な受け取りが起こらなかったためと考えられる。

また、降伏応力は微粒子添加率によらず PMMA 固有の値と同等であった。これは PMMA 自体の特性が反映されたと考えられる。

【結論】近紫外光照射下で可視化する矯正用ボンディング剤を開発するために Y_2O_3 に Eu^{3+} をドーピングすることを試みた。本研究で作製した微粒子は約 100 nm であり、それらの粒径のばらつきは小さかった。XRD と EDS の結果から、 $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 微粒子が均一沈殿法で適切に作製されたと考えられる。本研究で得られた結果から、歯科矯正用ボンディング剤に $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 微粒子を加えることは有効であると考えられる。

以上の論述に引き続き、以下の項目を中心に口頭試問を行った。

1. 粒子の表面処理について
2. 必要な接着強さについて
3. 発光効率を増加させる方法について
4. 製品化の可能性について
5. 今後の研究の展望について

マルチブラケット装置による動的矯正治療の終了時点で、歯面に接着されているブラケットを歯面から撤去する際に接着剤を歯面に残留させると、う蝕発生の誘因となる。そこで通常は目立たないが、装置撤去時にははっきりと視認できる接着剤の開発が求められている。本研究では、近紫外光で赤色の蛍光を発するユウロピウムイオンに着目し、ユウロピウム含有イットリア ($Y_2O_3:Eu^{3+}$) 微粒子を作製する方法を開発するとともに、それを用いた歯科矯正用蛍光ボンディング材の開発を試み、実用することに十分な可能性がある事を明らかにしている。今後の歯科矯正学の発展のために重要な情報を与えたものと高く評価できる。加えて、試問に対する回答は適切なものであり、申請者は本研究に直接関係する事項のみならず、関連分野における基礎的な広い学識を有していることが認められた。また、本研究を基にして今後関連分野の研究を一層発展させて行く可能性があるものと評価された。よって審査担当者全員は、申請者は博士（歯学）の学位を授与される資格を有するものと認めた。