



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A new technique for analyzing trace element uptake by human enamel [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	船戸, 良基
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11723号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59174
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yoshiki_Funato_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 船 戸 良 基

審 査 担 当 者	主査	教授	佐 野 英 彦
	副査	教授	吉 田 靖 弘
	副査	教授	川 浪 雅 光

学 位 論 文 題 名

A new technique for analyzing trace element uptake by human enamel
(マイクロ PIGE/PIXE を用いたヒトエナメル質における
微量元素取り込みの測定)

審査は、審査担当者全員の出席の下、はじめに申請者より提出論文の概要の説明が行われ、審査担当者が提出論文の内容および関連した学問分野について口頭により試問する形式で行われた。

申請者により、研究内容について以下の通り説明が行われた。

本論文はマイクロPIGE/PIXEという新規の技術に関するものであり、当該技術は、これまで困難であった歯質中の微量元素分布検出を、高い解像度で実現できると考えられた。

ストロンチウム（Sr）はヒドロキシアパタイト結晶中のカルシウム（Ca）と置換すると考えられており、また多くの疫学的研究からSrの抗う蝕作用が示唆されてきた。フッ素（F）およびSrを含有した充填材料（Fluoride and Strontium Containing Materials: FSCM）に含まれるFおよびSrの移行を測定する為にはそれらのエナメル質中での分布を測定する必要がある。しかし、従来の歯質中微量元素検出法では歯質中の元素分布を検出することは困難であった。Particle Induced Gamma-ray/X-ray Emission (PIGE/PIXE) は加速させた陽子を試料に衝突させ、得られる特性X線および γ 線のエネルギーを計測する事で試料表面の元素を定性的定量的に分析する手法である。特に陽子ビーム直径を μm レベルまで収束させたPIGE/PIXE装置はマイクロPIGE/PIXEと呼ばれ、従来の測定法では困難であった歯質中の微量元素分布を検出することが可能と考えられた。そこで、本研究ではヒトエナメル質中のFおよびSrの分布と充填材料からの取り込みを、マイクロPIGE/PIXEを用いて測定する事を目的とした。

実験はヒト大臼歯歯冠を用い、頬側または舌側面に2種の歯科材料を充填し薄切・研磨により厚さ約 $150\mu\text{m}$ に調整したシングルセクション試料を作製して

行われた。充填されなかった歯面は分離し、コントロール側と設定した。充填材料はFおよびSr源としてFuji IX GP Extra (EX) およびPRGバリアコート (PRG) を使用した。試料は充填側・コントロール側ともに5週間のpHサイクルによる負荷を与えたのち、ミネラル喪失量 (Δ IML) と脱灰抑制率 (RDI) を算出し、さらにマイクロPIGE/PIXEによるFとSrのエナメル質における分布と累積濃度および充填材料中の濃度測定を行った。

実験の結果、 Δ IMLはEX・PRG両群において充填側がコントロール側より有意に低い値を示した。また、RDIはEXが有意に高い値を示した。マイクロPIGE/PIXE測定では、エナメル質中でFおよびSrの分布はエナメル質表層および窩壁エナメル質で界面に近いほど高い傾向にあった。両群においてFは表層の方が窩壁よりも高い濃度を示す傾向があったのに対し、Srは逆の傾向を示した。累積F濃度はEX表層とEX窩壁においてPRG窩壁より有意に高く、累積Sr濃度はEX表層とEX窩壁においてPRG表層より有意に高かった。EXエナメル質はF・Sr両分布でPRGエナメル質よりも高い濃度を示す傾向にあった。充填材料中のF・Sr含有量はEXがPRGより有意に高かった。

これらの結果から、充填材料中のF・Srがエナメル質へと取り込まれ、脱灰を抑制した可能性が考えられ、またEXが充填材料とエナメル質両方でF・Srが高濃度であった事が高い脱灰抑制率を示した理由であると示唆された。また、FとSrのエナメル質への取り込みにはその深度と移行経路に差がみられ、荷電やイオン半径の違いによる可能性が考えられた。

以上の論述に引き続き、審査者と申請者の間で論文内容および関連項目について質疑応答が行われた。主な質問事項は以下の通りであった。

- ① マイクロPIGE/PIXEにおける陽子加速器について
- ② マイクロPIGE/PIXEの構造と性能について
- ③ 試料切断面の処理法と、それに対するマイクロPIGE/PIXEの検出深さの影響
- ④ SrおよびFが脱灰および再石灰化に与える影響について
- ⑤ マイクロPIGE/PIXEと従来の元素検出法との比較について

これらの質問に対し申請者から適格かつ明快な回答が得られ、本研究の内容に関する専門分野はもとより、関連分野についても十分な理解と学識を有していることが確認された。学位申請者は本研究において、マイクロPIGE/PIXEが歯質に含有される微量元素を高い空間分解能で検出でき、今後さらに多種の元素へと応用可能であることを示した。この研究成果は、マイクロPIGE/PIXEが今後う蝕の発生や予防に関する研究においてきわめて有効な方法であることを示すものであり、その内容は高く評価された。よって審査担当者全員は、学位申請者が博士（歯学）の学位を授与されるに値するものと認めた。