



Title	光学特性を考慮した天然歯用新規白色度式の導出
Author(s)	田中, 美裕
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/101545">https://hdl.handle.net/11094/101545</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 田 中 美 裕 )

論文題名 光学特性を考慮した天然歯用新規白色度式の導出

## 論文内容の要旨

## 【諸言】

審美意識の向上とともに、白く綺麗な歯に憧れる人は多い。一般臨床において、歯を白くする方法として、ブリーチング処置や補綴歯科治療が用いられ、その際の白さの評価は、シェードガイドや隣接歯と比較される。“白さ”に関し、観察者が歯を見た時に心理的に感じる程度を“知覚的白さ”という。“知覚的白さ”を定量化するため、シェードガイドを用いて、2009年にWIO、2016年にWIDといった歯科用白色度式に関する研究がなされ、これらの式は歯の白さの程度を数値で共有するための有用な指標となる。しかし、知覚的白さには、反射率、透過率、散乱係数、吸収係数の可視光領域のスペクトル、蛍光特性といった光学特性、および、これらの観察条件下での色彩値が関与する。歯頸部から切縁部にかけて段階的に色が変わり、半透明性や光拡散性など複雑な光学特性を有する天然歯と、レジン単体のシェードガイドでは光学特性や色彩値は異なるため、これまでの白色度式は天然歯には適さない可能性があると考えられた。

そのため、本研究では、歯科用白色度式の導出に用いられたシェードガイドが天然歯とどのように異なるのかを分析した後、歯の知覚的白さを定量的に評価するため、天然歯の光学特性を考慮した新規白色度式を導出することを目的とした。

## 【材料と方法】

実験1. 天然歯とシェードガイドの色彩値・光学特性の比較

試料には、う蝕、着色を認めないヒト上顎中切歯の抜去歯10本と、シェードガイド12本(VITAおよびクラレノリタケデンタル)を用いた。視感測色において、抜去歯の歯冠形態や歯根の色により、観察者の色感覚や色知覚に影響がないようにするため、歯冠表面に楕円形の開口部を有した台座を作製した。加えて、試料と台座の背面に間隙がなく、各試料の歯冠の豊隆の程度や大きさに合わせて観察方向を規定するため、各試料につき3個の台座をCADおよび三次元積層造形装置で作製し、2個は分光透過率を求めるため白色および黒色に、1個は実験2の視感判定実験の環境色と同一とするため灰色に着色した。そして、分光イメージング装置(オフィスカラーサイエンス)を用い、積分球を用いた拡散照明下において、台座に固定したブリーチング前後の抜去歯とシェードガイドの $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の平均値を計測した。さらに、白色および黒色背景から、分光反射率、分光透過率、散乱係数および吸収係数を測定した。蛍光特性は、分光蛍光光度計(F-7100, 日立ハイテック)で計測した。fluorescent componentをFC, no fluorescent componentをNFCとし、励起光に対する蛍光の割合RTPについて、 $RTP = \{FC / (NFC + FC)\} \times 100$ の式を用いて算出した。そして、各計測項目について、抜去歯とシェードガイドの差を分析した。 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、散乱係数、吸収係数に関しては、Tukey-Kramer testを用いて、天然歯、VITA classicalシェードガイド、およびノリタケシェードガイドの3群間の差を統計解析した。

実験2. 天然歯用白色度式の導出実験2-1：視感判定実験

WIDの導出では、試料の並びかえに一对比較法が用いられていたが、本実験ではマグニチュード推定法を用いた。そのため、シェードガイドを用い、視感判定実験におけるマグニチュード推定法の妥当性を検証した。次いで、評価者30名に対し、標準光源ブース (Judge QC, x-rite)内で、マグニチュード推定法を用いた白色度の評価測定を行った。試料は、実験1で用いた灰色の開口部を付与した台座に固定した抜去歯10本を用いた。測定前に暗室内で1分間、ブース内の照明に目を慣れさせた後、色評価システム (Farnsworth munsell 100 hue test, x-rite)を用いて、色覚能力の検査及び色の配列の練習を行った。そして、基準試料として設置した抜去歯およびシェードガイドを参考に、評価者が白いと感じる順で、-3～13の目盛りが振られた設置台上で抜去歯およびシェードガイドの並びかえ

を行い、目盛りの数字を視感評価値White gage(以下、WG)として記録した。

#### 実験2-2：天然歯用白色度式の導出

実験1で得られた $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , 透過率( $T$ ), 散乱係数( $S$ ), 吸収係数( $K$ )および、実験2-1で得られたWGから、新規白色度式 WITの導出を行った。光学係数の白色度式への付加は、スティブンスのべき法則に則り、それぞれ $T^n$ ,  $S^n$ ,  $K^n$ を用いた( $n$ はべき指数)。算出する係数を $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$ ,  $n$ とし、光学特性を含まない式を $WIT(L^*, a^*, b^*) = AL^* + Ba^* + Cb^*$ , 光学特性を含む白色度式を $WIT(L^*, a^*, b^*, T \text{ or } S \text{ or } K) = \alpha L^* + \beta a^* + \gamma b^* + \sigma \cdot (T^n \text{ or } S^n \text{ or } K^n)$ とした。得られた式に関し、統計ソフトを用い、目的変数に各試料のWG, 説明変数に $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $T$ ,  $S$ ,  $K$ を代入し、多変量解析により、最適となる係数を算出した。得られた $WIT(L^*, a^*, b^*)$ および $WIT(L^*, a^*, b^*, T \text{ or } S \text{ or } K)$ に、試料ごとに計測した $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $T$ ,  $S$ ,  $K$ を代入し、WGとの決定係数の比較を行った。

### 【結果および考察】

#### 実験1. 天然歯とシェードガイドの色彩値・光学特性の比較

抜去歯とシェードガイドの $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ の最小値および最大値は、抜去歯は $L^*$ : 69.0~77.9,  $a^*$ : 1.1~4.0,  $b^*$ : 9.5~17.0, シェードガイドは $L^*$ : 57.5~72.7,  $a^*$ : 0.2~3.9,  $b^*$ : 6.3~18.2で、抜去歯よりもシェードガイドの方が分布が広がった。統計解析の結果、 $L^*$ では、天然歯とVITA classicalシェードガイド、ノリタケシェードガイド間で有意差が認められ、両者とも $p < 0.001$ であった。 $a^*$ と $b^*$ においては、天然歯とシェードガイド、シェードガイド間ともに有意差は認められなかった。散乱係数では、天然歯とVITA classicalシェードガイド、ノリタケシェードガイド間で有意差が認められ、両者とも $p < 0.001$ であった。吸収係数では、天然歯とノリタケシェードガイド間で有意差が認められ、 $p = 0.023$ であった。蛍光特性に関して、抜去歯8本のうち、ブリーチング処理後にRTPが減少した試料は5本、増加した試料は3本であった。VITA classicalシェードガイドは励起波長350 nm付近に対し、400 nm付近で蛍光強度のピークを認め、ノリタケシェードガイドと比較し、天然歯に近似しているものと考えられた。RTPは、VITA classicalシェードガイド、ノリタケシェードガイドともに、A1よりA4の方が高かった。以上の結果より、天然歯とシェードガイドの色彩値および光学特性は異なっており、天然歯には天然歯用の白色度式の導出が必要であるものと考えられた。

#### 実験2. 天然歯用白色度式の導出

##### 実験2-1：視感判定実験

計測したシェードガイドの $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ を、 $WID = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.1b^*$ に代入し、本実験で得られたWGとの相関を評価した。その結果、決定係数がVITA classicalシェードガイドで0.98, ノリタケシェードガイドで0.99と強い相関を認め、マグニチュード推定法は本研究の知覚白色度の測定に使用可能であるものと考えられた。

##### 実験2-2：天然歯用白色度式の導出

解析の結果、 $WIT(L^*, a^*, b^*) = L^* - 5.05a^* - 2.67b^*$ で、WGとの決定係数は0.92であった。 $WIT(L^*, a^*, b^*, T) = L^* - 21.85a^* - 7.54b^* + 294.92T^{0.2}$ で、決定係数は0.95であった。 $WIT(L^*, a^*, b^*, S) = L^* - 6.54a^* - 1.88b^* - 3.42S^{1.8}$ で、決定係数は0.95であった。 $WIT(L^*, a^*, b^*, K) = L^* - 3.81a^* - 2.62b^* - 13.29K^{1.2}$ で、決定係数は0.92であった。 $WIT(L^*, a^*, b^*)$ と比較し、透過率( $T$ )と散乱係数( $S$ )をそれぞれと含めた $WIT(L^*, a^*, b^*, T)$ と $WIT(L^*, a^*, b^*, S)$ でWGとの相関が高かった。 $WIT$ の範囲を0~100とし、他の白色度式と比較することを目的に、 $L^*$ の係数を1に換算したところ、 $WIT(L^*, a^*, b^*, S)$ ,  $WIT(L^*, a^*, b^*, K)$ は0~100の範囲内であったが、 $WIT(L^*, a^*, b^*, T)$ は最大値が144となったこれは、透過率の値とWGの相関性は決定係数0.24と低かったことから、多変量解析において、因子同士の相互干渉による競合が生じたものと考えられた。以上より、歯科用白色度式に色彩値だけでなく、散乱係数もしくは吸収係数を含めることで、式の精度がより高くなるものと考えられた。

### 【結論】

本研究により、天然歯の知覚的白さを定量的に評価するための、光学特性を考慮した天然歯用新規白色度式

$$WIT(L^*, a^*, b^*, S) = L^* - 6.54a^* - 1.88b^* - 3.42S^{1.8}$$

$$WIT(L^*, a^*, b^*, K) = L^* - 3.81a^* - 2.62b^* - 13.29K^{1.2}$$

を導出することができた。本白色度式は、補綴歯科治療や審美歯科治療において、歯科医師と患者や歯科技工士との間で歯の知覚的白さを数値で共有するための指標や、歯科材料の白さの基準として、審美歯科治療における新たな白さの評価基準として重要であるものと考えられた。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 田 中 美 裕 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	西村 正宏
	副 査	教 授	長島 正
	副 査	教 授	村上 秀明
	副 査	准教授	山口 哲

**論文審査の結果の要旨**

本研究は、これまでの歯科用白色度式の導出に用いられたシェードガイドが、天然歯とどのように異なるのかを分析した後、天然歯の光学特性を考慮した新規白色度式を導出することを目的としたものである。

その結果、天然歯の知覚的白さを定量的に評価するための、光学特性を考慮した天然歯用新規白色度式を導出することができた。

以上の研究成果により得られた本光学特性を考慮した天然歯用新規白色度式は、補綴歯科治療や審美歯科治療における新たな白さの評価基準として重要な指標になるものであり、博士（歯学）の学位論文として価値のあるものと認める。