

氏名	岡田 亜由美
授与した学位	博士
専攻分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第5497号
学位授与の日付	平成29年3月24日
学位授与の要件	医歯薬学総合研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	相同モデル理論を応用した歯列石膏模型による個人識別法の開発
論文審査委員	浅海 淳一 教授      杉本 朋貞 教授      飯田 征二 教授

## 学位論文内容の要旨

### 【緒言】

多数の犠牲者が出る大規模災害では多くの犠牲者からの身元確認が大きな課題となる。大規模災害時の身元確認において、歯科情報の活用が有効な手段であることはこれまでに多数報告されている。歯列・口腔内形態は個人特有のものであり、歯列石膏模型にはそれら情報が含まれているため、歯科的個人識別における役割は大きいと考えられる。しかし、歯列・口腔内形態の個人識別への活用報告は少ない。近年はCAD/CAMの発達に伴って口腔内スキャナによる光学印象の普及が進んでおり、近い将来、石膏模型に代わり歯列情報は3Dデータとして保存する時代が訪れ、歯科的個人識別に3Dデータ化された歯列・口腔内形態情報が活用されることが予想される。しかし、歯科情報の特徴として歯牙・歯列形態の経年的変化が大きいことから、この変化に対応し、かつ、多数の口腔内情報より効率的に個人を識別できる方法が望まれる。

そこで本研究では、経年的な歯牙形態の変化に対応し得る口腔内3Dデータの新たな効率的な歯科的個人識別法の開発を目的として、近年人体の3D形状分析に利用されている相同モデル理論を歯列石膏模型に応用し以下の検討を行った。

### 【対象・方法】

#### 1. 研究対象

岡山大学病院口腔外科（再建系）および矯正歯科において保存されている上顎歯列石膏模型のうち、欠損歯および智歯の萌出がない上顎永久歯列石膏模型204個と、これら204個の中から無作為に抽出し作製した複模型11個の計215個の模型を研究に供した。なお、後者の11個は、経年的な歯牙形態の変化として咬耗を模して人為的に咬合面形態を変化させた（咬耗モデル）。

#### 2. 相同モデル作成

歯列石膏模型をCT（Aquilion ONE, TOSHIBA, 東京）にて撮影し（管電圧：120kV、管電流：300mA）、得られたDICOMデータに対して画像処理ソフトウェアOsiriX（Pixmeo SARL, Switzerland）を用いて画像処理を行うことで、歯列石膏模型を3Dデータ化した。3Dデータからの相同モデル作成には、相同モデル作成ソフトウェアMHBM（産業総合技術研究所, 東京）と相同モデル支援ソフトウェアHBM-Rugle（株式会社メディックエンジニアリング, 京都）を用いた。

まず、模型上の任意の基準点 4 点を指定して座標系を設定して模型の姿勢を調整した。基準点は第 1 点を右側第二小臼歯の口蓋側歯肉、第 2 点を左側第二小臼歯の口蓋側歯肉、第 3,4 点を左右中切歯間の口蓋側の歯肉と設定し、このとき基準点の第 1 点と第 2 点の midpoint が原点となり、模型の咬合面観において横方向に X 軸、縦方向に Y 軸、奥行き方向に Z 軸となるよう座標系を設定した。模型の姿勢は設定した座標系に従って視覚的に調整し、続いて模型の台付け部等の余剰部を全個体に共通した基準で削除した。なお、個別の相同モデルは CT 撮影から得られた 3D 模型にテンプレートを重ね合わせることで自動的に作成される。研究では、重ね合わせの指標となるランドマークを模型上およびテンプレート上において解剖学的指標に従って 30 点設定し、両者の重ね合わせを行い変形させて各模型の相同モデルを作成した。

### 3. 主成分分析

作成された 215 個の相同モデルの座標値に対して分析ソフトウェア HBS（産業相同技術研究所，東京）を用いて主成分分析を行った。多数の模型群において咬耗モデルから咬耗前の元模型を絞り込むことが可能か否かについて検討するため、得られた各主成分得点を用いて咬耗モデルと形態が近似した模型のスクリーニングを行った。さらに得られた主成分うち寄与率の高い主成分が示す解剖学的な意味について検討することで、上顎歯列模型を特徴づける形態的な因子について検討を行った。

## 【結果】

### 1. 歯列石膏模型の 3D データ化

模型を CT にて撮影し、得られた DICOM データに対して OsiriX を用いて画像処理を行うことで、容易に歯列石膏模型を 3D データ化することが可能であった。また、そのデータを用いて相同モデル化することでデータ容量を約 1/50 に圧縮することができた。

### 2. 形態が近似した模型のスクリーニング精度

全相同モデルデータの座標値を主成分分析することで 16 個の主成分が自動的に抽出された。得られた各主成分得点を用いて検索することで、咬耗モデルと形態が近似した模型を検索した。その結果、咬耗モデル 11 個全てにおいて咬耗モデルと最も主成分得点が近似する模型として各々の元模型が抽出された。

### 3. 主成分の意味

寄与率の高い第 1 主成分と第 2 主成分での累積寄与率は 32.75% であり、この 2 つの因子で模型の特徴を強く表現していた。第 1 主成分と第 2 主成分の主成分得点において平均値で変化させ相同モデルの形態の変化を観察したところ、第 1 主成分では歯列弓の大きさ、第 2 主成分では口蓋の深さが大きく変化していたことが確認された。このことから、第 1 主成分は歯列弓の大きさ、第 2 主成分は口蓋の深さを最もよく表現する因子と解釈された。

## 【考察】

本研究では、歯列石膏模型を相同モデル化することにより自動的に咬耗モデルから元模型を抽出することができた。このことから従来行われてきた模型計測等を行うことなく歯列石膏模型を活用した個人識別が可能であることが示された。さらに本手法が経時的な歯牙・歯列形態の変化に対応し得る可能性が示唆された。

本研究で検討を行った咬耗は、経時的な歯牙・歯列形態の変化のうち、変化の程度が小さいものであり、研究の次の段階としては、本手法が歯牙の喪失や補綴治療等でもたらされた歯牙・歯列形態の変化にも

対応し得るか否かについて検討する必要がある。本結果で歯列弓の大きさと口蓋の概形態が上顎歯列模型を表現する重要な因子であり、個人の特徴を示すことが明らかとなった。また、相同モデル化したことにより、一個体の全相同モデルデータの中から一部分のデータのみを全個体において同じ範囲で切り出すことが可能である。これらのことを踏まえると、歯牙形態や歯列形態の変化に影響を受けづらい口蓋のみを切り出して検討を行うことが有効ではないかと推察された。

## 論文審査結果の要旨

大規模災害時の身元確認において、歯科情報の活用が有効な手段であることはこれまでに多数報告されている。歯列・口腔内形態は個人特有のものであり、歯列石膏模型にはそれら情報が含まれているため、歯科的個人識別における役割は大きいと考えられる。しかし、歯牙・歯列形態は経年的変化が大きいことから、この変化に対応し、かつ、多数の口腔内情報より効率的に個人を識別できる方法が望まれる。そこで本研究では、近年人体の3D形状分析に利用されている相同モデル理論を歯列石膏模型分析に応用し、経年的な歯牙形態の変化に対応し得る口腔内3Dデータの新たな効率的な歯科的個人識別法の開発を目的として検討を行った。

本研究では以下の結果が得られた。

- 1) 模型をCTにて撮影し、得られたDICOMデータに対してOsiriXを用いて画像処理を行うことで、容易に歯列石膏模型を3Dデータ化することが可能であった。また、そのデータを用いて相同モデル化することでデータ容量を約1/50に圧縮することができた。
- 2) 全相同モデルデータの座標値を主成分分析することで16個の主成分が自動的に抽出された。得られた各主成分得点を用いて検索することで、咬耗モデルと形態が近似したモデルを検索した。その結果、咬耗モデル11個全てにおいて咬耗モデルと最も主成分得点が近似するモデルとして各々の元模型が抽出された。
- 3) 寄与率の高い第1主成分と第2主成分での累積寄与率は32.75%であり、この2つの因子で模型の特徴を強く表現していた。第1主成分と第2主成分の主成分得点において平均値で変化させ相同モデルの形態の変化を観察したところ、第1主成分では歯列弓の大きさ、第2主成分では口蓋の深さが大きく変化していたことが確認された。

これら結果より、相同モデル理論を応用することで歯列石膏模型を活用した個人識別が可能であることが示された。さらに本手法が咬耗による経年的な歯牙形態の変化に対応し得る可能性が示唆された。また、主成分分析により歯列弓の大きさと口蓋の概形態が個人を特徴づける重要な因子であることが示された。

本研究は、従来の歯科的情報を用いた個人識別法とは全く異なる概念での歯科的個人識別法を提案したものである。今後の大規模災害等での個人識別における3次元口腔内情報の重要性を示したものであり、大変意義のあるものと評価できる。よって、審査委員会は本論文に博士(歯学)の学位論文としての価値を認める。