

学位論文

表題：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

所属：岡山大学大学院医歯薬学総合研究科

顎口腔再建外科学分野

投稿者：岡田 亜由美

原稿総紙枚数： 23 枚（本文、文献）

図： 8 枚（図 1～8）

表： 3 枚（表 1～3）

電子媒体： CD-R 1 枚

別刷数： 50 部

連絡先：岡田 亜由美（PHS：8386，内線：6697）

メールアドレス：de18009@s.okayama-u.ac.jp

（勤務先）〒700-8558

岡山市北区鹿田町 2-5-1

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科

顎口腔再建外科学分野（内線：6697）

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

岡田 亜由美

A new method for human identification using homologous modeling of dental casts

Ayumi OKADA

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。身元確認にはさまざまな方法があるが、3大手段として、指紋・歯科所見・DNAが挙げられる。歯や顎骨は硬組織であるため、過酷な状況下でも残存することが可能であり¹⁾、大規模災害時において、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²⁻⁵⁾。歯科的個人識別において最も頻繁に行われている方法は、生前との歯科情報の比較であり^{4,5)}、比較される歯科情報には診療録や歯科X線画像、歯列石膏模型などがある。これら歯科情報の一致により個人を同定することが可能となる。しかしながら、2011年の東日本大震災では、岩手県において推定ではあるが犠牲者の77%の歯科診療録が津波と火災で流失し、生前の資料の収集が困難を極めたとの報告があり⁶⁾、生前の歯科情報をいかにして保存するかということが課題となっている。

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。しかしながら、実際の個人識別の際に歯列石膏模型が活用される頻度は診療録や歯科X線画像と比較して多くない。その理由として、従来から指摘されている歯列石膏模型の保管スペースの確保という問題に加え、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み、歯列石膏模型を作製することなく歯科補綴物の作製が可能となってきたことが挙げられる。現在は精密な光学印象は歯牙単位での実施が限界であるが、将来、技術的発展により短時間での口腔内全体の精密なスキャニングが可能となり普及する可能性が考えられる。歯列・口腔内形態の個人識別への活用報告は少ないものの、近い将来、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、歯の喪失や歯科治療、矯正治療などによって歯牙・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ている。

近年、人体の 3 次元形状分析に相同モデル理論を応用した手法が用いられるようになってきている⁷⁻¹⁰⁾。相同モデルの概念は「解剖学的に対応付けられた同一点数を使って同一位相幾何構造の多面体で物体形状を表現すること」であり、これにより統計処理を行うことが可能となる。3D スキャナで得られる人体データは単なるデータ点の集合であり、人体としての情報を持っておらず、人体の 3 次元形状を統計的に処理可能とするためには、どの個体のデータも同数の同一位相幾何構造のデータ点からなるように再構成する必要がある。これをモデリングと呼び、特に各データ点が解剖学的に同じ意味をもつように定義するとき、相同モデリングと呼ぶ⁸⁾。相同モデルの特徴は、大きさに関係なくすべての個体が同一点数、同一面数から構成されていることであり、すなわち、データ点に解剖学的な意味をもたせることができ、同じデータ点は個体間に対応関係を持ち同じものを意味することとなる。相同モデル化することにより、平均形状を作成することができる他、散布図を作成することで、ある個体が全体の集団のどこに分布しているかを知ることができる。この特徴を利用して相同モデルは、個人に適合した衣服や靴の開発などの分野で活用されている。

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を開発すべく、相同モデル理論を歯列石膏模型分析に応用した。咬耗を経年的な歯牙形態の変化の一例と考え、咬耗により咬合面形態が変化しても多数の模型群の中から咬耗前の模型を検索することが可能か否かについて検討した。また、歯列石膏模型から得られる形態的な情報を主成分分析により統計的に検討を行うことで、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。

対象ならびに方法

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）。咬耗モデルと元模型の対応表を表 1 に示す。

なお、本研究は岡山大学医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を受けて行った。（申請番号：研 1602-507）

2. 歯列石膏模型の 3D データ化

歯列石膏模型を CT（Aquilion ONE, TOSHIBA, 東京）にて撮影し、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った。なお、CT の撮影条件は管電圧：120kV、管電流：300mA とし、3D データの保存は STL 形式で行った。作成された 3D データでは石膏模型内部に含まれる気泡も再現されているため、画像処理ソフトウェア Artec Studio 9（Artec 3D, Luxembourg）を用いて内部の気泡データの除去を行った。

3. 相同モデル作成

相同モデルの作成には、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。

模型の姿勢調整

模型上に図 1 で示す任意の基準点 4 点を指定し、この 4 点を通る平面を作成してこれを基準面とし、模型の姿勢調整を行った。このとき第 1 点と第 2 点の中点が原点となり、図 2 に示すように座標系が設定された。続いて座標軸を表示し、X, Y, Z の 3 方向から模型の姿勢を視覚的に確認し、微調整を行った。調整基準は ①口蓋正中縫線が Y 軸と一致、②水平的な傾きがない、③前后的な傾きがない と設定した。

余剰部削除

図 3 に示す平面①と平面②の 2 つの平面を設定し、余剰部を平面①より下方および平面②より後方と設定して削除した (図 3)。

ランドマークの設定

重ね合わせの指標となるランドマークは解剖学的指標に従って図 4 に示す 30 点を設定した。

テンプレートの作成

すでに相同モデル化されている上顎歯列石膏模型 30 個から平均形状を作成し、テンプレートとして用いた。模型上で設定したランドマーク 30 点と対応する点をテンプレート上でも設定した。なお、作成したテンプレートはポリゴン数：17127、頂点数：8702 で構成されている。

重ね合わせ

図 5 に示すように、対応するランドマークの位置情報を手掛かりにテンプレートとなるポリゴンモデルを 3D データ化された模型に重ね合わせ、変形させて各模型の相同モデルを作成した。

4. 主成分分析

作成した 215 個の相同モデルの座標値を用いて主成分分析を行った。主成分分析には分析ソフトウェア HBS（産業総合技術研究所，東京）を用いた。多数の模型群にておいて咬耗モデルから咬耗前の元模型を検索することが可能か否かについて検討するため、主成分分析により得られた各主成分得点を用いて 215 個の模型群における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の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。1 症例あたりのデータ容量は模型の台付け部の大きさ等で変化するが、3D データで約 10MB、相同モデルデータで約 0.5MB となり、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

主成分分析により 215 個の 3D データ化された模型から個々の特徴を説明するために必要な 16 個の主成分が自動的に抽出された（表 2）。16 主成分の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。咬耗モデルを基準とした他 214 個の模型のユークリッド距離を表 3 に示す。一例を挙げると、模型 No.23 と最も近似している模型は模型 No.14 となり、これは模型 No.23 の元模型であった。図 6 は第 1 主成分と第 2 主成分について作成した散布図を示す。模型 No.23 と模型 No.14 は散布図上で近接して分

布し、最も相違している模型 No.158 は離れた位置に分布していた。また、歯列形態も模型 No.23 と模型 No.158 では大きく異なっていた（図 7）。咬耗モデル 11 個全てについて同様の結果となり、咬耗モデルと最もユークリッド距離が近似する模型として各々の元模型が自動的に抽出された。

3. 主成分の意味

寄与率の高い第 1 主成分と第 2 主成分の累積寄与率は 32.75%（表 2）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。図 8 は第 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た相同モデル形態の変化をそれぞれ示す。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

身元確認、とりわけ多数の犠牲者が出る大規模災害における身元確認において、歯科的個人識別が大いに有用性を発揮してきたことは周知の事実である¹¹⁻¹³⁾。2004 年のスマトラ沖地震において、James は、タイ国内での津波による犠牲者 1474 人のうち、79%が歯科的個人識別により身元が判明したと報告している¹⁴⁾。また、Petju らは、タイにおける犠牲者のうち、46.2%が歯科的個人識別により身元が判明し、歯科所見の記録がある人の方が歯科所見の記録がない人より身元が判明した確率が有意に高かったと報告している¹¹⁾。一方で、タイでは歯科受診率が低く歯科所見の記録を持たない人が多数いたことや、記録があっても詳細に記録されていなかったために、歯科的個人識別において、タイの診療録が活用できたのはわずか 7.4%であったとも報告しており、詳細な歯科所

見の記録を保存するシステムを確立する重要性が窺える。診療録が活用できない場合、歯科的個人識別では犠牲者の口腔内の形態的な情報から性別や年齢を推測することとなる。診療録がほとんど活用できなかったにもかかわらず、犠牲者の約半数の身元が歯科的個人識別により判明していることから、歯科的個人識別において形態的情報は重要な要素であり、形態的情報を有する歯列石膏模型の有用性が推察された。

歯科所見が個人識別において有用である根拠として、歯は人体の中で最も硬い組織であること（高安定性）、同じ歯科所見をもつ人はいないこと（高固有性）、歯科記録が保存されていること（記録の保存性）が挙げられる。人体の4大硬組織は骨、爪、毛髪、歯であるが、歯はその中で最も硬く、物理的にも化学的にも安定性が高い。したがって死後最も遅くまで原型を留めて残存する可能性が高い。また、歯牙形態、歯列形態は固有であり、加えて歯科治療痕も多種多様であることから、歯科所見は個人に固有のものとなる。さらに2016年の日本歯科医師会の調査によると1年以内に歯科検（健）診を受けている人の割合は49.0%、かかりつけ歯科医がいる人の割合は67.0%となっており¹⁵⁾、歯科医院や学校等に歯科所見の記録が保存されている可能性が高い。

しかしながら、大震災に代表される大規模自然災害の場合、歯科医院の倒壊などにより、保存されていた歯科所見の記録が逸失し、歯科的個人識別が十分に有用性を発揮できないことがある。近年、電子カルテの導入やX線撮影のデジタル化が進んでおり、歯科情報がデジタルデータとして保存されるようになってきた。今後は歯列・口腔内情報もデジタルデータや3Dデータとして保存されるようになると予想される。これにより身元確認における歯科的個人識別の有用性が今まで以上に高まると考えられるが、3Dデータ化された歯列・口腔内情報を活用した有効な歯科的個人識別法は未だ開発されていない。

本研究で作成した歯列石膏模型の3Dデータのデータ容量は、1症例あたり約10MBであり、相同モデルデータでは約0.5MBであった。これらはデータベース化が実現可能で現実的なデータ容量であると考えられ、データ化することにより歯科情報の逸失への対策にもなる。今回、歯列・口腔内情報を3Dデータ化するために、歯列石膏模型をCT撮影しOsiriXを用いて画像処理を行ったが、将来的には口腔内スキャナで光学印象をすることにより歯列情報を3Dデータとして保存可能となる。現在保存されている歯列石膏模型を3Dデータ化する他の方法としては、歯列石膏模型を3Dスキャナにてスキャンする方法があり、これらの方法ではスキャンされたデータはSTLデータとして出力されるため、画像処理を行う必要がなく、また、特定の施設のみしか保有していないCTを使用しないため、より汎用性が高いと考えられた。

本結果では、咬耗モデル11個すべてにおいて咬耗モデルと最も形態が近似している模型は元模型であることが主成分分析により統計的に示され、つまり咬耗により咬合面形態が変化しても咬耗モデルから元模型を自動的に検索することが可能であった。この結果より、相同モデル理論を応用することで3Dデータ化された口腔内形態は個人識別に利用することができ、さらに経年的な歯牙・歯列形態の変化に対応し得る可能性が示唆された。

本研究では、主成分分析に相同モデルデータの座標値を用いている。この場合、各個体の位置情報の差異を除外する必要がある、すべての個体が同じ座標系にて表現され、さらに各個体の姿勢が揃うよう調整してなくてはならない^{8,16)}。すなわち、同一の模型であれば、同じ座標系にて表現され、かつ両者の模型の姿勢が一致している場合、各頂点の座標値も一致し、両者のユークリッド距離は0となる。一方、別々の座標系で表現されている、あるいは両者の姿勢が異なっている場合は、各頂点の座標値が異なることとなり、両者のユークリ

ツド距離は0とならない。これは、主成分分析で位置情報の差異が評価されており、形態の差異が正しく評価されないためである。人体体幹部の3D形態の統計的分析を行う場合には人体座標系が定義されており^{8,16-18)}、微調整は必要となるものの各個体の姿勢調整の指標となり得る。しかしながら、相同モデル理論を応用した歯列形態の統計的分析は我々の渉猟し得た限りでは未だ行われておらず、座標系や模型の姿勢調整の方法は確立されていない。そのため本研究では、相同モデルを作成するにあたり、まず座標系の設定と模型の姿勢調整から行う必要があった。前述したように主成分分析には相同モデルデータの各頂点の座標値を用いているため、各模型の姿勢にばらつきがある場合、原点からの距離が遠い点ほど主成分分析においてその位置情報の差異を大きく評価してしまう。そのため、各歯牙と原点との距離に大きな差異が生じないように原点は模型の中央部に設定したほうがよいと考え、本研究では、左右上顎第二小臼歯の口蓋側歯頸部歯肉上に基準点を設定し、その中点が原点となるよう設定した。模型の姿勢調整は、調整基準を①口蓋正中縫線がY軸と一致、②水平的な傾きがない、③前後的な傾きがないと設定して調整を行ったが、この調整は設定された座標系X, Y, Zの3方向からの視覚的な確認により行った。本結果では咬耗モデル11個すべてで元模型と距離が最も近くなっているものの、咬耗モデルと元模型の相同モデルデータを比較すると両者の姿勢にずれが生じていることが確認され、実用化に向けては姿勢の調整方法の規格化が求められ、今後の課題としていきたい。

主成分の意味の検討において、歯列弓の大きさと口蓋の深さという2つの因子が上顎歯列模型を表現する重要な因子であることが明らかとなった。本研究で研究対象に下顎ではなく上顎を採用したのは、横口蓋ヒダを使用した個人識別についての検討が複数報告され、その有用性が示されており¹⁹⁻²³⁾、口蓋が個

人識別において重要な意味をもつと想定されたためである。本結果でも第2主成分のもつ意味が口蓋の深さと解釈できたことから、当初の想定は間違っていないなかったと思われる。

本研究で検討を行った咬耗は、経年的な形態の変化のうち、変化の程度が小さいものであり、より大きな変化として、う蝕治療、補綴治療による歯牙形態の変化や歯牙の脱落、矯正治療による歯列形態の変化などが挙げられる。研究の次の段階としては、本手法がより大きな歯牙・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。しかしながら、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こと、横口蓋ヒダは経年的な変化が少なかったとの報告がある²⁴⁾ように口蓋は形態的な変化が少ない部位であると考えられること、さらに、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で検討を行うことが有効ではないかと推察された。口蓋のみで検討を行っても本結果と同様の結果が得られると仮定すれば、歯牙形態や歯列形態の変化について検討する必要はなくなる。無歯顎における口蓋の範囲をどのように定義するかなど新たな課題も生じるが、本研究により、今後は3Dデータ化された口蓋形態に相同モデル理論を応用した個人識別の可否について検討する必要があると考えられた。

結語

本研究により、相同モデル理論を3Dデータ化された口腔内形態に応用することで、経年的な形態の変化に対応し得る新たな効率的な個人識別法の可能性が

示された。一方で、模型の姿勢の調整方法の規格化など、本手法の課題も明らかとなった。また、歯列弓の大きさと口蓋の概形態という 2 つの因子が上顎歯列模型を表現する重要な因子であることが明らかとなり、その結果として歯牙を除外した口蓋のみでも個人識別が可能ではないかという仮説が立てられた。本結果より個人識別における相同モデル化された歯列・口腔内形態の有効性が示され、さらに今後の研究の方向性が示されたと考えられた。

謝辞

稿を終えるにあたり、本研究を行う貴重な機会を与えて頂き、終始懇切なる御指導と御校閲を賜りました岡山大学大学院医歯薬学総合研究科顎口腔再建外科学分野 飯田征二教授に深甚なる謝意を表します。また、本研究の遂行にあたり、御指導を頂きました岡山大学大学院医歯薬学総合研究科顎口腔再建外科学分野 森谷徳文助教に深く感謝の意を表します。さらに、様々な面にわたり御協力、御助言を賜りました岡山大学病院歯科放射線・口腔診断科 柳文修講師、岡山大学大学院医歯薬学総合研究科歯科矯正学分野 上岡寛教授、岡山大学病院矯正歯科 村上隆講師ならびに CT の撮影にご協力いただいた岡山大学病院放射線部の赤木憲明技師に心からの謝意を表します。最後に、貴重な御援助、御協力、御助言を頂きました岡山大学大学院医歯薬学総合研究科顎口腔再建外科学分野ならびに岡山大学病院口腔外科（再建系）の諸先生方に謹んで御礼申し上げます。

文献

- 1) Ubelaker, D.H.: Taphonomic applications in forensic anthropology, in: Haglund W.D., and Sorg M.H., Forensic Taphonomy—The Postmortem Fate of Human Remains, CRC Press, 1996.

- 2) Whittaker, D.K. and Macdonald, D.G.: A colour atlas of forensic dentistry. Wolfe Medical Publications, London, 1989.
- 3) 山本勝一: 法医歯科学 第6版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 1993, 83-84 頁.
- 4) Pretty, I.A., and Sweet, D.: A look at forensic dentistry — Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *Br Dent J.*, **190(7)**, 359-366, 2001.
- 5) Kolude, B., Adeyemi, B.F., Taiwo, J.O., Sigbeku, O.F., and Eze, U.O.: The role of forensic dentist following mass disaster. *Ann Ib Postgrad Med.*, **8 (2)**, 111-117, 2010.
- 6) Kikuzuki, K., Kanou, A., Ono, H., Shiraishi, H., Kurosawa, M., Kumagai, T., and Saito, M.: Personal dental identification after the Great East Japan earthquake and tsunami in 2011. *Dent. J. Iwate Med. Univ.*, **37**, 74-84, 2012.
- 7) Mochimaru, M., Kouchi, M., and Dohi, M.: Analysis of 3-D human foot forms using the free form deformation method and its application in grading shoe lasts. *Ergonomics.*, **43(9)**, 1301-1313, 2000.
- 8) Mochimaru, M., and Kouchi, M.: Statistics for 3D human body forms. *SAE Technical Paper.*, **2000-01-2149**, 2000.
- 9) Kouchi, M., and Mochimaru, M.: Inter-individual variations in intra-individual shape change patterns. *SAE Technical Paper.*, **2006-01-2353**, 2006.
- 10) Imaizumi, K., Taniguchi, K., Ogawa, Y., Matsuzaki, K., Nagata, T., Mochimaru, M., and Kouchi, M.: Three-dimensional analysis of aging induced alterations in facial shape: a follow-up study of 171 Japanese males. *Int. J Legal Med.*, **129**, 385-393, 2015.
- 11) Petju, M., Suteerayongprasert, A., Thongpud ,R., and Hassiri, K.: Importance of dental records for victim identification following the Indian Ocean tsunami disaster in Thailand. *Public Health.*, **121(4)**, 251-257, 2007.
- 12) Nambiar, P., Jalil, N., and Singh, B.: The dental identification of victims of an aircraft accident in Malaysia. *Int dent J.*, **47**, 9-15, 1997.
- 13) Dumancic, J., Kaic, Z., Njemirovskij, V., Brkic, H., and Zecevic, D.: Dental identification after two mass disasters in Croatia. *Croat Med J.*, **42(6)**, 657-662, 2001.
- 14) James, H.: Thai tsunami victim identification overview to date. *J Forensic Odontostomatol.*, **23(1)**, 1-18, 2005.
- 15) 日本歯科医師会: 歯科医療に関する一般生活者意識調査. 2016.
- 16) Saito, S., Kouchi, M., Mochimaru, M., and Aoki, Y.: Model-based human torso 3D shape estimation, *IPSI SIG Technical Report.*, **111(193)**, 87-94, 2011.
- 17) 伊藤由美子, 持丸正明, 河内まき子: 衣服用人台設計のための3次元形態

計測から実用化まで, 人間工学, **36**(特別号), 294-295, 2000.

- 18) Kouchi, M., and Mochimaru, M.: Inter-individual variations in intra-individual shape change patterns. *SAE Technical Paper.*, **2006-01-2353**, 2006.
- 19) Hermosilla, V. V., San Pedro, V. J., Cantin, L. M., and Suzao, G. I. C.: Palatal rugae: systematic analysis of its shape and dimensions for use in human identification. *Int. J. Morphol.*, **27**(3), 819-825, 2009.
- 20) Patil, M. S., Patil, S. B., and Acharya, A. B.: Palatine rugae and their significance in clinical dentistry: A review of the literature. *J Am Dent Assoc.*, **139**(11), 1471-1478, 2008.
- 21) Shetty, S.K., Kalia, S., Patil, K., and Mahima, V. G.: Palatal rugae pattern in Mysorean and Tibetan populations. *Indian J Dent Res.*, **16**(2), 51-55, 2005.
- 22) Vishlesh, A., Anjana, B., Vaishali, K., and Arvind, S.: Comparison of palatal rugae pattern in two populations of India. *Int J Med Toxicol Leg Med.*, **10**(2), 55-58, 2008.
- 23) Bansode, S. C., and Kulkarni, M. M.: Importance of palatal rugae in individual identification. *J Forensic Dent Sci.*, **1**(2), 77-81, 2009.
- 24) Hemanth, M., Vidya, M., Shetty, N., and Karkera, B. V.: Identification of individuals using palatal rugae: computerized method. *J Forensic Dent Sci.*, **2**(2), 86-90, 2010.

脚注

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科

機能再生・再建科学専攻

口腔・顎・顔面機能再生制御学講座

顎口腔再建外科学分野

(主任：飯田征二教授)

図表の説明

図 1. 姿勢調整の基準点・基準面

左右第二小臼歯および左右中切歯間の口蓋側の歯肉上に任意の基準点 4 点 (第 3

点と第 4 点は同じ点) を指定した。右図に示すよう設定した 4 点を通る平面を作成し、それを基準面として模型の姿勢調整を行った。このとき、第 1 点と第 2 点の midpoint が原点と設定される。

図 2. 座標軸の設定

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 軸を設定した。

図 3. 余剰部の削除

平面①は $z=-6$ を通る平面、平面②は左右第二大臼歯の最遠心点を通り Y 軸に垂直な平面をあらわす。余剰部は平面①より下方および平面②より後方と設定した。

図 4. ランドマークの設定

左右第二大臼歯の遠心歯肉 (1, 15)、各歯牙の口蓋側歯間部歯肉 (2~14) および頬側歯間部歯肉 (16~28)、Y 軸上の最後方点 (29)、Y 軸上で第一小臼歯と第二小臼歯間の点 (30) の計 30 点を設定した。

図 5. 相同モデル作成

対応するランドマークが重なり合うようテンプレートデータを変形させることで相同モデルが自動的に作成される。3D データ化された模型と作成された相同モデルを比較すると、歯列形態や歯牙形態、口蓋の形態などが再現されていることが確認できる。

図 6. 散布図（第 1 主成分と第 2 主成分）

最も近似していた No.23 と No.14 は近接して分布し、最も相違していた No.158 は離れて分布することが視覚的にも確認できる。

図 7. 歯列形態の比較

主成分分析において最も形態が相違していると示された No.23 と No.158 の歯列形態を示す。両者の形態は視覚的に大きく異なっており、主成分分析の結果と一致していた。

図 8. 主成分の意味

-3SD から+3SD にかけて、第 1 主成分では歯列弓の大きさが、第 2 主成分では口蓋の深さが大きく変化していることが視覚的に確認され、それぞれの主成分がもつ意味と解釈できた。

表および図

表 1. 咬耗モデル対応表

咬耗モデル(模型 No.)	元模型(模型 No.)
23	14
109	4
110	9
111	10
112	12
113	15
114	16
115	19
116	27
117	28
118	30

表 2. 抽出された主成分とその寄与率

主成分	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	20.62	20.62
2	12.13	32.75
3	10.14	42.90
4	8.41	51.31
5	7.55	58.86
6	6.38	65.24
7	3.97	69.22
8	3.00	72.22
9	2.67	74.90
10	2.32	77.23
11	1.85	79.08
12	1.76	80.85
13	1.58	82.43
14	1.26	83.70
15	1.19	84.89
16	1.13	86.02

表 3. 咬耗モデルとのユークリッド距離

模型 No.	距離	模型 No.	距離
23	0	109	0
14	81.87	4	43.43
178	109.85	148	85.14
87	113.35	3	86.65
16	116.26	42	105.41
.		.	
.		.	
.		.	
.		.	
.		.	
.		.	
207	328.43	6	269.45
164	352.92	138	274.76
141	365.90	79	277.26
155	367.04	164	278.74
158	607.23	158	557.49

模型 No.	距離
110	0
9	80.64
97	84.25
160	84.62
112	95.72
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
208	323.87
25	341.94
177	356.27
7	358.92
158	630.38

模型 No.	距離
111	0
10	70.48
200	118.14
113	118.48
57	120.46
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
202	285.03
164	285.47
171	289.89
150	305.09
158	599.98

图 1.

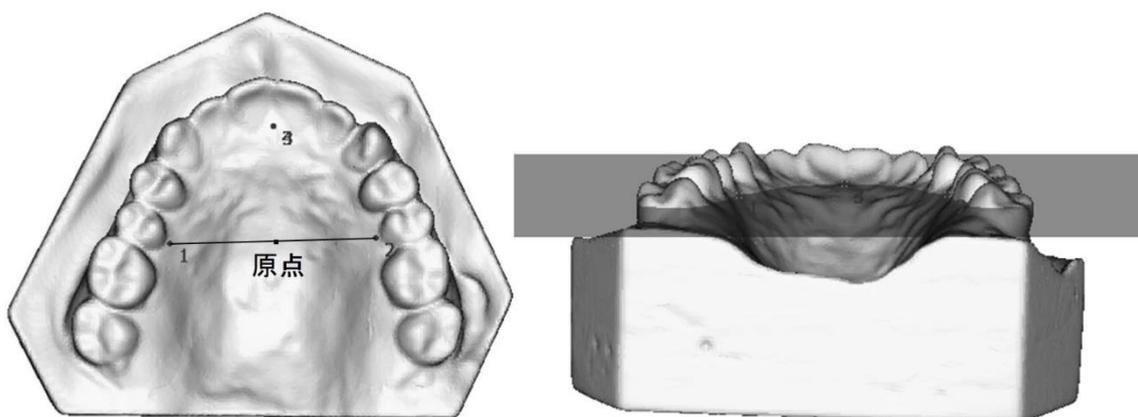


図 2.

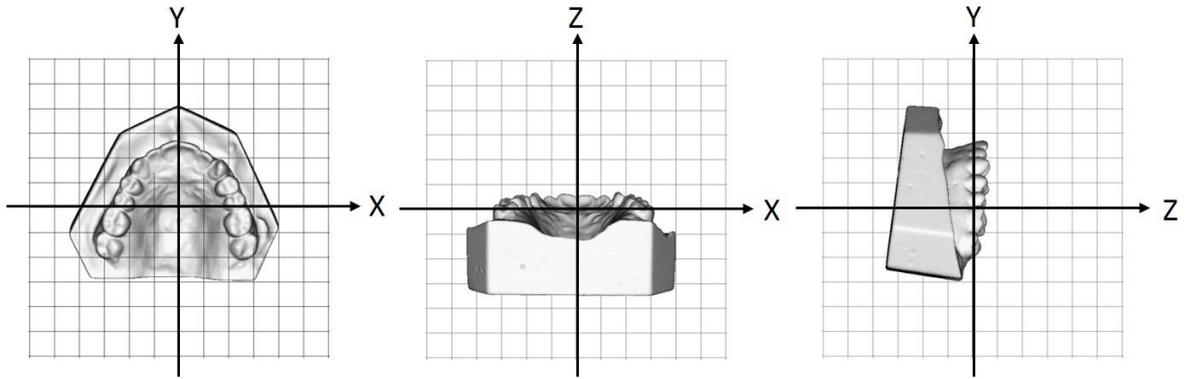


図 3.

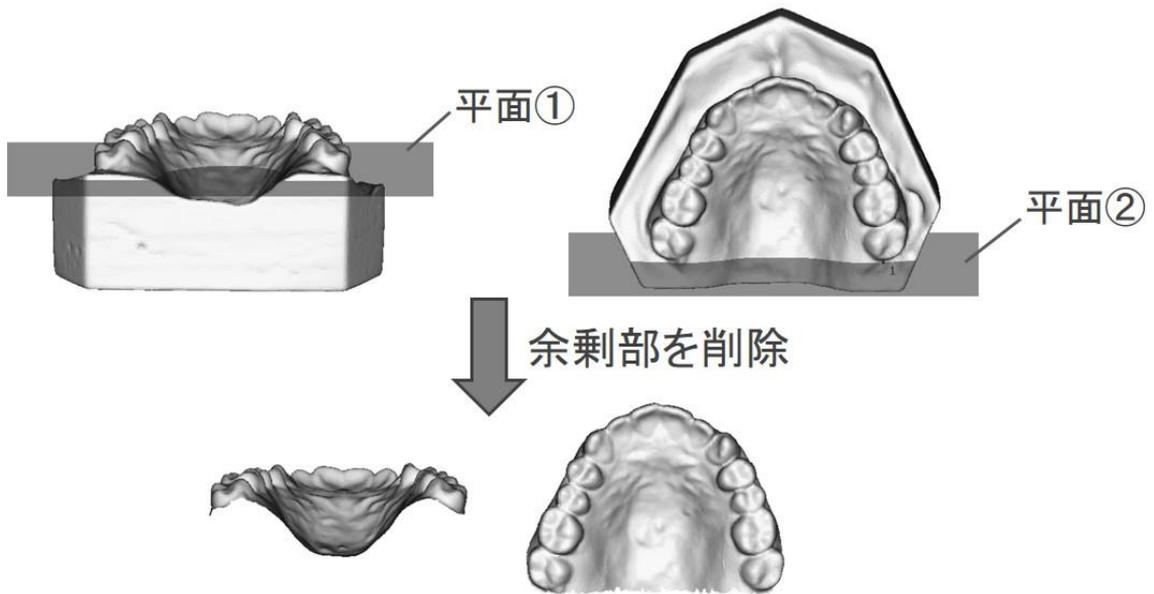


図 4.

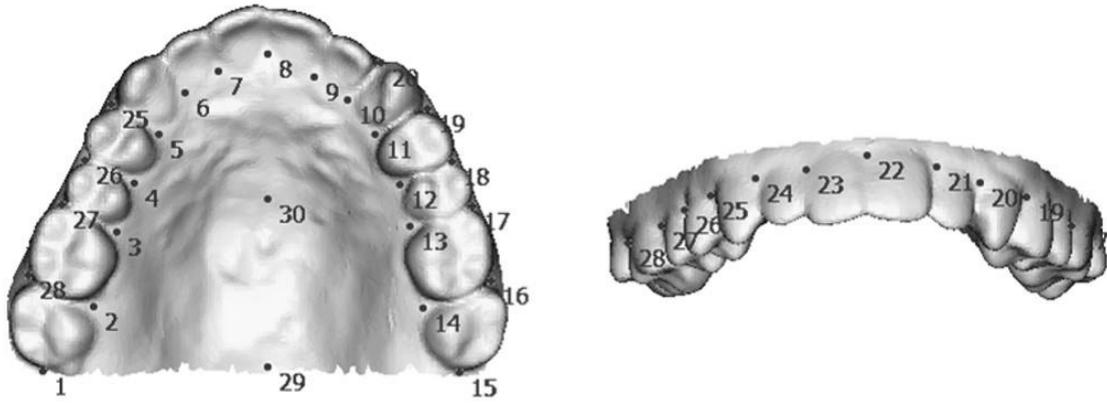


図 5.

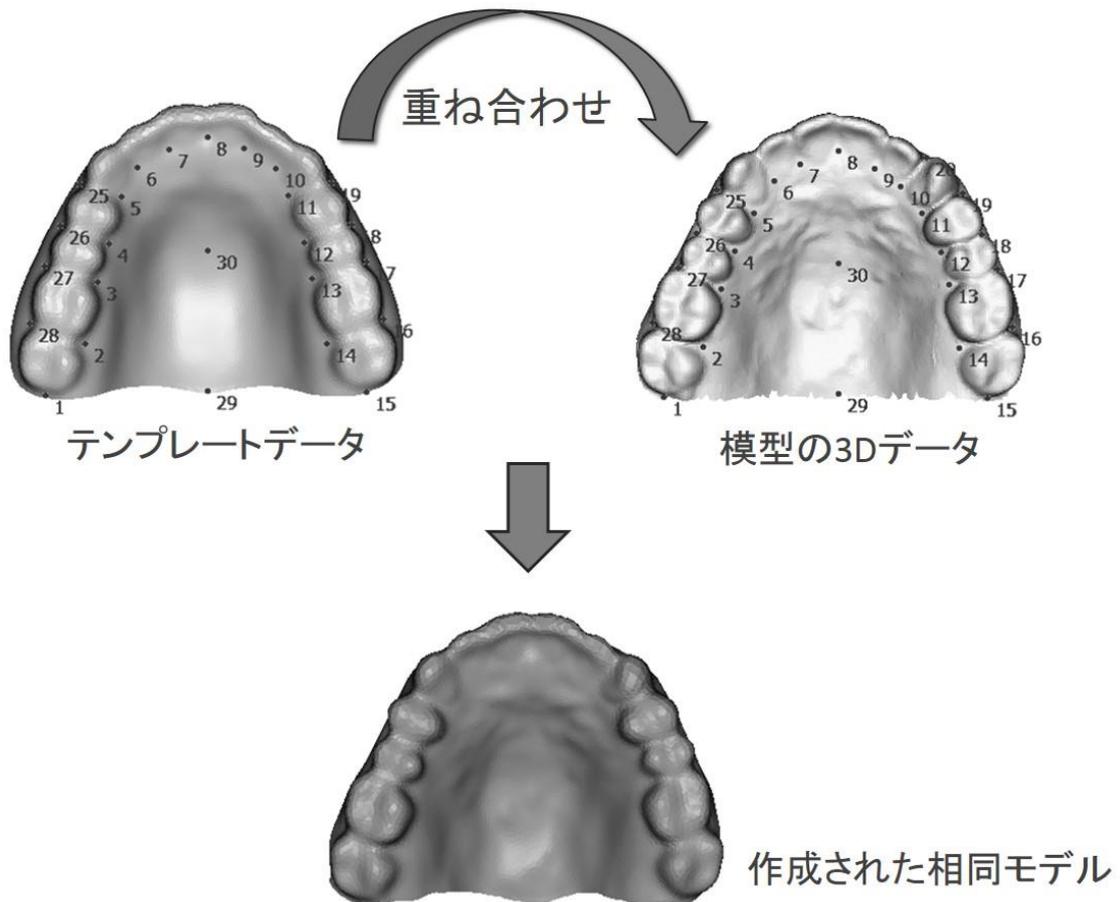


图 6.

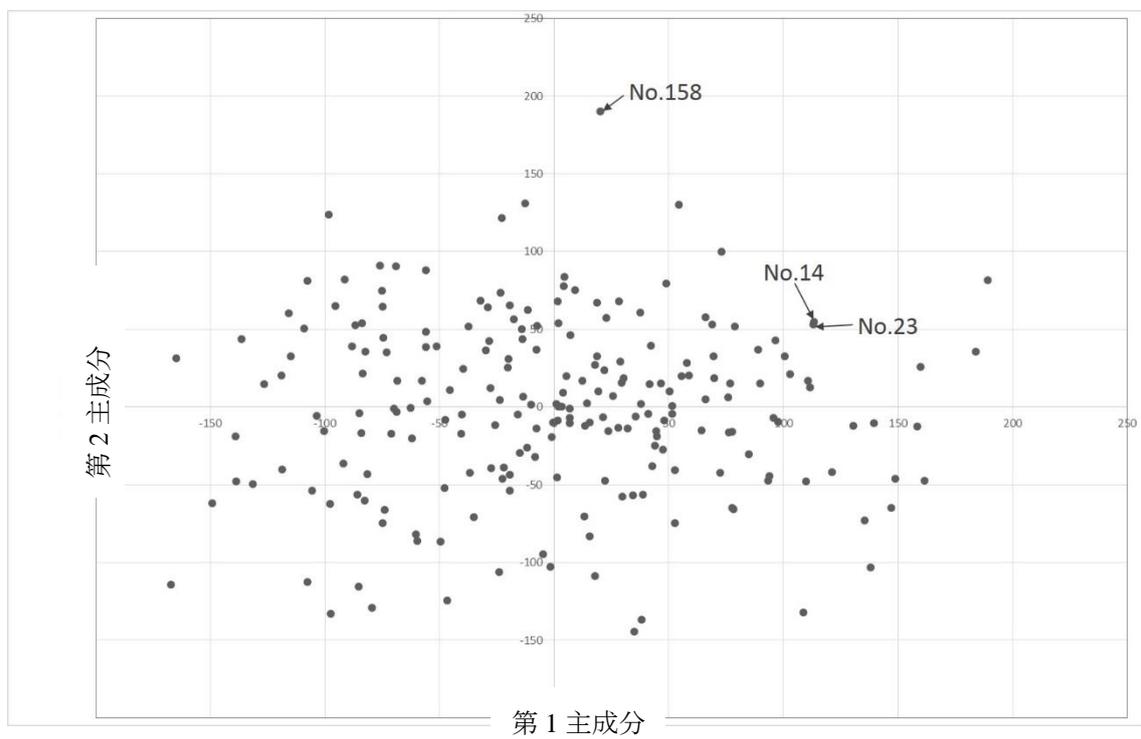


图 7.

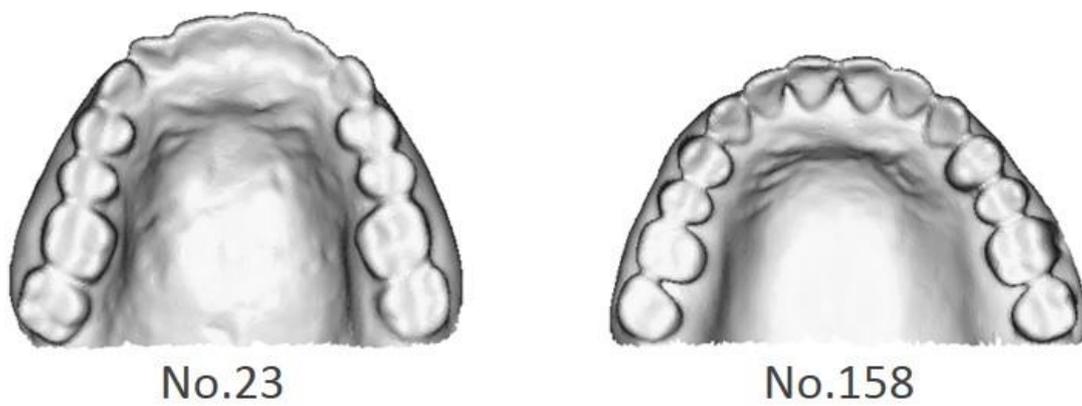
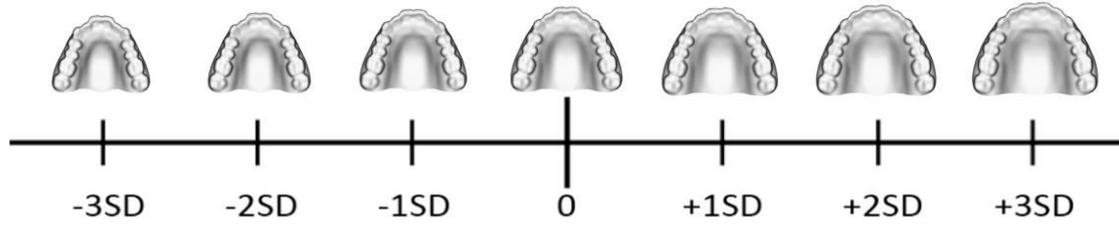


图 8.

第1主成分



第2主成分

