

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：42697

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592877

研究課題名(和文) 歯科技工実習課題の概略的評価と客観的評価についての研究

研究課題名(英文) Study on schematic assessment and objective assessment of dental laboratory techniques training

研究代表者

尾崎 順男(Ozaki, Yoshio)

日本歯科大学東京短期大学・その他部局等・准教授

研究者番号：10413139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：歯科技工士養成における実習課題に対する評価を客観的に行うことを目的として、模擬実技試験での概略評価および非接触式三次元測定器による計測データを用い、線形及びニューラルネットワークを用いた評価モデルを構築し、客観的評価の可能性を検討した。

約100名の学生を対象に模擬実技試験を実施し、7名の評価者による概略評価を行った。概略評価点数及び計測データを学習用データと検証用データに分け、学習データによりモデル化を行い、検証用データにより得点の推定を行った。線形モデルはニューラルネットワークモデルより学習データに対する相関は劣るが、推定得点に対する誤差が0.64と小さく、客観的評価が可能なが示唆された。

研究成果の概要(英文)：In the present study, with the aim of objectively assessing training topics in the training of dental hygienists, we used schematic assessment and a non-contact 3-D shape measurement device to construct an assessment model using a linear model and a neural network to determine whether or not objective assessment is possible.

The subjects consisted of approximately 100 students who underwent a sham practical examination. A schematic assessment was performed by 7 evaluators. Next, the schematic assessment scores and measured data were divided into learned data and verification/inspection data. A model was produced using the learned data and scores were estimated using the verification/inspection data. Although the linear model had an inferior correlation with learned data compared to the neural network model, its error in the estimated scores was small (0.64), suggesting objective assessment is possible.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯科技工 歯科技工士養成 実習課題 概略的評価 主観的評価 客観的評価

## 1. 研究開始当初の背景

歯科技工士の養成は全国の歯科技工士学校養成所において行われており、養成内容は歯科技工士学校養成所指定規則により教科目が指定され、修業年限2年以上で2200時間以上の教育が行われている。授業(教科目)のなかで、実習を行うことが必要とされる科目は多く、また歯科技工士の資格試験(国家試験)においても実技試験が課せられている。この実習や実技試験における評価法はこれまで、教員や採点者による概略(主観的)評価によって行われてきた。

現在、数校の歯科大学の実習において、教科システムとして非接触式の三次元計測装置を用いて窩洞形成評価や支台歯形成評価を行っているが、全部鑄造冠の蝟型や人工歯排列・歯肉形成などの歯科技工の製作物に対して非接触式三次元計測装置による評価は全く行われていない。

末瀬らは平成16年度厚生労働科学研究「シミュレーションシステムを用いた歯科技工士資格試験の客観的評価法」で上顎大臼歯全部鑄造冠蝟型形成と上下前歯部人工歯排列・歯肉形成の模擬的実地試験を実施し、三次元計測データと評価者における採点評価について、非線形解析であるニューラルネットワークでの解析結果の一致度が高いことから、非線形解析のニューラルネットワークで評価することの有用性が示唆されたと報告している。また、末瀬らは平成17年度厚生労働科学研究「歯科技工士資格試験の全国統一化に向けた実践的研究」において、352名の学生を対象とした模擬的実地試験を実施し、評価者による概略的評価の結果、不合格者について三次元評価計測を行い検討している。さらに、末瀬らは平成18年度厚生労働科学研究「歯科技工士の資質向上のための実技教育のあり方に関する研究」において同様の模擬的実地試験を実施し、三次元計測値と評価者による概略的評価結果の比較から、ニューラルネットワークを用いた非線形解析では一致度が極めて高くなったと報告している。

以上のように、3年間にわたる末瀬らの研究により、客観的評価を目的として三次元計測データと評価者における採点評価について、非線形解析であるニューラルネットワークでの解析結果の一致度が高いことから、非線形解析のニューラルネットワークで評価することの有用性が示唆されているが、これらの研究は、実施した模擬的実地試験を受験する学生が各校の最終学年であり、すでに試験課題に類似するトレーニングを行っている学生である。そのため、実技教育を受け始めて日の浅い学生の作品についての検討はなされていない。また、同一学生に対しての技術力の向上の判定に使用できるかについても明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

以下の内容を目的として研究を行った。

(1) 模擬実技試験(全部鑄造冠の蝟型形成)の評価については三次元計測の方法において測定する歯型を単独に取り出すだけでなく、隣在歯との位置関係についても三次元計測を行い、客観的評価の精度を向上させる。

(2) 模擬実技試験の実施については、同一学生を対象として、最終学年1年前と最終学年で実施し、技術力の向上の判定を行う。

(3) 教育現場で行われている概略(主観的)評価をより客観的評価に近づける方略を詳細に検討し、歯科技工士学校養成所における実習指導の質の向上を図る。さらに歯科技工士学校養成所での教員研修の一助とし、教育の更なる向上をはかる。

## 3. 研究の方法

### (1) 模擬実技試験の準備

模擬実技試験実施準備は、下顎左側第一大臼歯全部鑄造冠の蝟型形成が可能なマスターモデルを作成し、模擬実技試験に用いる石膏模型を製作した。また、歯科技工士養成所教員によって石膏模型上で全部鑄造冠蝟型形成のコントロールモデルの製作を行った。

### (2) 模擬実技試験の実施

最終学年1年前の学生に対する模擬実技試験

2012年に模擬実技試験を歯科技工士学校養成所の最終学年の1年前の学生(2年制の短期大学と2年制の専門学校学生は1年生、3年制の専門学校学生は2年生、4年生大学の学生は3年生)105名を対象として実施した。

最終学年の学生に対する模擬実技試験

2013年には、2012年に模擬実技試験を受験した最終学年の学生のうち受験可能な102名を対象として2012年に実施した模擬実技試験と同一の模擬実技試験を実施した。

### (3) 模擬実技試験の評価

最終学年前年度の学生を対象とした模擬実技試験(2012年実施)、最終学年の学生を対象とした模擬実技試験(2013年実施)とも概略的評価と客観的評価を行った。

概略的評価

模擬実技試験実施後に提出された作品に対して研究者7名(歯科技工士学校養成所教員)を評価者として5段階の概略的評価を行った。また、評価者間の相関のついての検討を行った。

客観的評価

概略的評価終了後に非接触三次元形状計測装置「VMS-250-H」精度35 $\mu$ m(ユニスン社)(図1)を用いて全部鑄造冠蝟型形成と隣在歯を含めた石膏模型の三次元計測を行った。



図1 非接触3次元形状計測装置

解析評価は、全部鑄造冠の蝸型形成された歯の特徴的に評価される部位（近心頬側咬頭頂、遠心頬側咬頭頂、遠心咬頭頂、近心舌側咬頭頂、遠心舌側咬頭頂、近心窩、近心小窩、中央窩、遠心窩、遠心小窩、近心辺縁隆線、遠心辺縁隆線、近心頬側溝、遠心頬側溝、舌側溝、頬側最大豊隆部、舌側最大豊隆部、近心隣接面接触点（近心コンタクト）、遠心隣接面接触点（遠心コンタクト）の19か所）（図2）を抽出し、三次元計測されたコントロールモデルと学生の作品の三次元座標を用いて比較を行った。

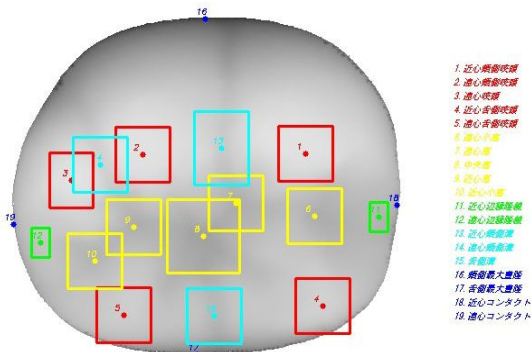


図2 歯の特徴的に評価される部位

各評価項目のコントロールモデルと学生の作品のデータを入力変数（説明変数）、評価者による評価点数を出力変数（目的変数）として、線形モデルおよびニューラルネットワークを用いた非線形モデルによる多変量解析を行った。

#### 概略的評価と客観的評価の相関

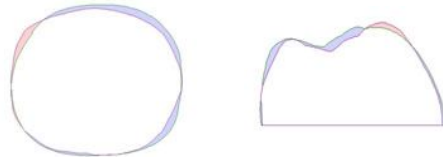
概略的評価と非接触三次元形状計測装置を用いて三次元形状計測を行った。概略的評価と三次元形状計測された指定位置の座標データから計算される評価結果の相関に対する検討を行った。

#### 客観的評価の解析方法の追加検討

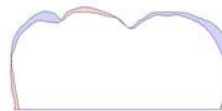
評価に際してコントロールモデルと模擬実技試験の提出物の特定部位のみを比較していた方法に以下の項目を追加して検討し

た。

・計測データ（点列）より、上方（咬合面観：C T）・正面（頬側面観：C F）・側方隣接面観：C S）より見た輪郭でコントロールモデルとの差分の面積（図3）



上方（咬合面観：C T）正面（頬側面観：C F）



側方（隣接面観：C S）

青線：マスターモデルの輪郭  
赤線：学生作成の輪郭  
青色領域：学生輪郭線が内側  
赤色領域：学生輪郭線が外側

図3 輪郭

・距離画像による高低差の平均値（3D点列画像より、上から見た距離画像を生成する。上面輪郭がコントロールモデルと重複する部分の高低差の和を求め輪郭面積で割ったもの。）（図4）

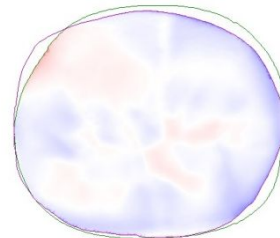


図4 コントロールモデルの上方（咬合面観：C T）から見た高低差

赤：学生の方が高い  
青：学生の方が低い

・モデル化のための学習用データを作成した（2年分のデータを基に、得点区間ごとのデータ数が等しくなるようにランダムに抽出）。また、残りのデータを検証用とした。

・説明変数の加工と絞り込みを行った。特定の部位、輪郭差分や高低差を全て説明変数とするのではなく、複数の特定部位の和なども含めて説明変数候補とし、概略的評価点数との相関を求め、相関の絶対値が0.4以上の候補を説明変数（新説明変数）として採用した。

概略的評価点数及び上記学習用データを基に線形モデル及びニューラルネットワークを用いた非線形モデルを構築し、それぞれのモデルに検証用データ代入し、点数の推定を行い、概略的評価点数と比較した。

#### 4. 研究成果

(1) 評価者間の相関

概略的評価における評価者間の相関は、最終学年前年度の学生の場合(2012年実施)、0.52~0.74を示し、最終学年の学生の場合(2013年実施)、0.56~0.824といずれも高い値を示した(表1)。このことは、評価者が日頃、学生の実習を担当している歯科技工士学校養成所の教員であったことによるものであると考えられる。

表1 評価者間の相関

	A	B	C	D	E	F	G
A	1						
B	0.54	1					
C	0.71	0.56	1				
D	0.67	0.52	0.74	1			
E	0.60	0.55	0.60	0.58	1		
F	0.55	0.62	0.64	0.66	0.56	1	
G	0.66	0.52	0.70	0.65	0.54	0.62	1

2012年度実施の評価者間の相関

	A	B	C	D	E	F	G
A	1						
B	0.57	1					
C	0.79	0.58	1				
D	0.71	0.60	0.77	1			
E	0.78	0.59	0.76	0.70	1		
F	0.66	0.64	0.76	0.70	0.71	1	
G	0.71	0.56	0.82	0.75	0.73	0.73	1

2013年度実施の評価者間の相関

(2) 客観的評価結果

解析の結果、最終学年前年度の学生の提出物は、線形モデルの予測平均誤差 0.56 に対してニューラルネットワークを用いた非線形モデルの予測値は平均誤差 0.03~0.30 となり、線形モデル解析では誤差が大きく、非線形解析であるニューラルネットワークでの解析結果の一致度が極めて高いことから、卒業1年前の学生の実技試験に、非線形のニューラルネットワークで評価することの有用性が示唆された(表2)。

表2 解析結果(2012年実施模擬試験による)

	線形モデル	ニューラルネットワークによる非線形モデル				
		N=17	N=16	N=15	N=14	N=13
平均誤差	0.56	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
R <sup>2</sup>	0.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	ニューラルネットワークによる非線形モデル					
	N=12	N=11	N=10	N=9	N=8	N=7
平均誤差	0.09	0.22	0.13	0.28	0.30	0.28
R <sup>2</sup>	0.98	0.89	0.96	0.82	0.79	0.82

解析の結果、最終学年の学生の提出物は、線形モデルの予測平均誤差 0.57 に対してニューラルネットワークを用いた非線形モデルの予測値は平均誤差 0.00~0.15 となり、線形モデル解析では誤差が大きく、非線形解析であるニューラルネットワークでの解析結果の一致度が極めて高いことから、非線形のニューラルネットワークで評価することの有用性が示唆された(表3)。

表3 解析結果(2013年実施模擬試験による)

	線形モデル	ニューラルネットワークによる非線形モデル				
		N=17	N=16	N=15	N=14	N=13
平均誤差	0.57	0.05	0.00	0.00	0.01	0.15
R <sup>2</sup>	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96

	ニューラルネットワークによる非線形モデル					
	N=12	N=11	N=10	N=9	N=8	N=7
平均誤差	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03
R <sup>2</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(3) 最終学年前年度と最終学年の技術力の向上

最終学年前年度と最終学年の技術力には、概略的評価における統計的有意な差が認められ、1年間で技術力が向上することが明らかとなった。

(4) 客観的評価の解析法の追加検討結果

ニューラルネットワークの中間ニューロンのユニット数が増えるにしたがって、モデルの相関(R<sup>2</sup>)が1に近づき、フィットしてくが、検証用サンプルを用いた得点の推定値の誤差は大きくなっていくことより、得点にフィットさせようと過学習に陥っていることが予想される。

最小二乗法で求めたパラメータを使用した、検証用サンプルの得点誤差は 0.62 であり、ある程度得点が推定できていることが明らかとなった(表4)。

表4 新説明変数(検証用データ)による解析結果

	線形モデル	ニューラルネットワークによる非線形モデル				
		N=1	N=2	N=3	N=4	N=5
平均誤差	0.62	0.93	0.90	0.86	0.78	1.19

このことは、単年度ごとに解析に用いた学習用データの概略的評価点数が3~4点の間に集中していたのに対して、今回の学習データは、得点区間毎のデータ数を同じにしたこと、説明変数を絞り込んだこと、高い相関をもつ説明変数を選択したことなどが寄与したと考察できる。今後は、サンプル数を増やし(特に低得点や高得点のサンプル)、評価項目の最適な重み付けをするなど、概略的評価と客観的評価の得点誤差をさらに小さくし、実技試験の客観的評価の精度を向上させることが可能となると考えられる。このことによって、教育現場での実習指導の質が向上するとともに教員の評価力の向上に寄与できると考えられる。また、客観的評価装置の導入により、自習も可能になり、学生自らの意欲や質の向上につながると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計2件)

尾崎順男、末瀬一彦、玉本光弘、杉田順

弘、  
市川 基、小泉順一  
歯科技工実習の概略的評価と客観的評価  
についての研究

2・3・4年制歯科技工学校養成所卒業  
1年前の学生についての評価

日本歯科技工学会第34回学術大会

平成24年9月15、16日

岡山県 ママカリフォーラム

Ozaki Yoshio, Suese Kazuhiko, Tamamoto  
Mitsuhiro, Sugita Masahiro, Morikawa  
Ryoichi, Ichikawa Motoi, Koizumi  
Junichi

Study on schematic assessment and  
objective assessment of dental  
laboratory techniques training

Examination of technique  
improvement in dental technician  
school students over a one year period

The 5<sup>th</sup> International Congress of  
Dental Technology

July 5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup>, 2013

Daejeon Convention Center

Daejeon, Korea

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

尾崎 順男 (OZAKI, Yoshio)

日本歯科大学東京短期大学・歯科技工学  
科・准教授

研究者番号：10413139

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

玉本 光弘 (TAMAMOTO, Mitsuhiro)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院 統  
合健康科学部門 医療システム・生体材料  
工学研究室・准教授

研究者番号：00136110

市川 基 (ICHIKAWA, Motoi)

日本歯科大学東京短期大学・歯科技工学  
科・講師

研究者番号：80413144

小泉 順一 (KOIZUMI, Junichi)

日本歯科大学東京短期大学・歯科技工学  
科・講師

研究者番号：70469451

### (4) 研究協力者

末瀬一彦 (SUESE, Kazuhiko)

大阪歯科大学歯科技工士専門学校・校長

森川良一 (MORIKAWA, Ryoichi)

大阪歯科大学歯科技工士専門学校・専任教  
員

杉田順弘 (SUGITA, Masahiro)

東洋医療専門学校・学科長