

200501359A

厚生労働科学研究 研究費補助金

医療技術評価総合研究事業

# 歯科技工士資格試験の全国統一化に向けた実践的研究

平成 17 年度 総括研究報告書

主任研究者 末瀬一彦

大阪歯科大学歯科技工士専門学校

平成 18(2006)年 3 月

# 目次

## I. 総括研究報告

歯科技工士資格試験の全国統一化に向けた実践的研究

末瀬一彦

1 - 128

歯科技工士資格試験の全国統一化に向けた実践的研究

主任研究者 末瀬一彦 大阪歯科大学歯科技工士専門学校校長

【 研究要旨 】

I. 研究目的

資格試験は歯科技工士としての基礎的知識と技能を推し量るもので、国家試験として相応しい実施方法と出題内容によって行われるべきであるが、現状は実施時期、試験時間、試験料、出題内容、出題形式あるいは実地試験における使用器材などが異なり、国家試験としては公平性に欠ける。日本国内のいかなる場所、いかなる時においても良質な歯科医療サービスを国民に安定的、効率的に提供するためには資格試験を統一化し、精度の高い客観的評価が必要である。

そこで、これまでに行ってきた研究から学説試験および実地試験を具現化し、全国レベルでの実施の可能性および採点評価の方法について検討するために本研究を行う。

II. 研究方法

平成14年度厚生労働科学研究で具現化した学説試験および実地試験の出題科目および課題について、研究分担者ならびに研究協力者によって問題作成を行った。全国の歯科技工士養成機関から10校抽出し、367名の受験者を対象に模擬的資格試験を厳正に実施した。なお、実施場所は当該各養成機関とした。ほぼ同一時期に試験を実施し、終了後直ちに回収し、学説試験は成績管理システムによって成績分析を行った。実地試験については平成15年度厚生労働科学研究で評価能力の高い評価者群の6名の評価者によって概略的評価を行い、不合格作品についてはさらに、平成16年度厚生労働科学研究で用いた三次元シミュレーションシステムにおいて計測し、概略的評価と比較するニューラルネットワーク分析を行った。

III. 結果と考察

成績管理システムによって得られた学説試験成績について分析を行った結果、不適切な問題はほとんど見られず、総合点の平均点は65.4点、各学科目の平均点は60点前後であった。50%以上の成績を取得した受験者は87.7%であった。受験者の平素の学内成績とほぼ相関していた。実地試験において、各評価者の概略的評価は正規性を示したが、評価者間の相関性は低かった。実地試験の全部鑄造冠蟬形成と人工歯排列・歯肉形成の2課題の成績は、ほぼ相関性が認められた。評価者による概略的評価において不合格判定された作品を三次元計測した結果、平成16年度に作成したニューラルネットワークモデルで得られた予測値との間には大きな平均誤差が生じたが、特に人工歯排列・歯肉形成において、計測データによる位置関係以外の評価者尺度（歯肉形成の形状、仕上げなど）によって評価者判定の方が低い結果となった。しかし、三次元計測において不合格の作品については正しく推定されていた。平素の学内成績と実地試験の成績は、ほぼ相関していたが、人工歯排列・歯肉形成においては逆転現象も見られた。学説試験と実地試験の成績における構造的特徴から、学説試験と実地試験は別々に評価する必要性が示された。さらに、三年制養成機関は二年制養成機関に比べ有意に高い成績を示した。

IV. 結論

歯科技工士資格試験の模擬的試行から、学説試験問題作成、配布方法、試験管理、運営、採点システム、成績分析においては問題なく実施可能であった。また、実地試験においては評価者による概略的評価およびその評価結果と三次元計測システムによる計測データとを比較するニューラルネットワークを用いた非線形解析を併用することによってより精度の高い、客観的な技術評価が可能であった。さらに、学説試験と実地試験は別々に評価する必要性が示唆された。

## 分担研究者

田上順次 東京医科歯科大学大学院

尾崎順男 日本歯科大学東京短期大学

福岡正泰 大阪歯科学院専門学校

杉上圭三 大阪歯科大学歯科技工士  
専門学校

### A. 研究目的

歯科技工士資格試験は、昭和57年に歯科技工士の免許権者が都道府県知事から厚生大臣（厚生労働大臣）に変更されたものの、「歯科技工士養成施設の所在地の都道府県知事が毎年少なくとも1回これを行う」という暫定措置によって長年実施されてきた。資格試験は歯科技工士としての基礎的知識と技能を推し量るもので、国家試験としてふさわしい実施方法と出題内容によって行われるべきであるが、現状は実施時期、試験時間、受験料、出題内容、出題形式あるいは実地試験に用いる使用材料などが地域によって異なり、国家資格を取得するための資格試験としては公平性に欠ける。日本国内のいかなる場所、いかなる状況においても良質な歯科医療サービスを国民に安定的、効率的に提供するためには、歯科技工士の資質を向上していく一環として資格試験の全国統一化を図り、精度の高い客観的評価を行うことが必要である。これまで厚生労働科学研究補助金によって平成13年度および平成14年度には「今後の歯科技工士に対する養成方策等に関する総合的研究」（渡辺嘉一研究

主任）のなかで現在実施されている歯科技工士資格試験の問題点を指摘し、学説試験および実地試験の試験方法や出題内容についてモデル案を策定し、その実施の方向性を見出し、さらに平成15年度の「歯科技工士資格試験における技術評価等に関する研究」

（末瀬一彦研究主任）では、所属の異なる評価者による採点評価の結果をもとに、概略的評価と細分化評価には大差はなく、特定の評価者群においては評価のばらつきが少なく均等に評価されていた。また、平成16年度の「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方法に関する研究」（末瀬一彦研究主任）では、実地試験における評価方法や評価基準について検討し、評価者によって点数評価された尺度と三次元計測によって得られた計測データの尺度を用いたニューラルネットワークによる多変量解析から、ある一定の条件下では両者の評価方法はきわめて一致度が高い客観的手法であることを報告してきた。

そこで本研究においては、歯科技工士資格試験の全国統一化の早期実現に向けて、これまで検討してきた研究内容を基盤にして、学説試験および実地試験の方法および内容を具現化し、全国レベルでの実施の可能性および採点評価法について模擬的資格試験を行い、実践的に検討した。

## B. 研究方法

### 1. 模擬的資格試験の実施について

全国歯科技工士教育協議会（全技協）加盟校から地域性や設立母体、修業年限などを考慮し、10校を選択し、歯科技工士学科2年生367名を対象に学説試験および実地試験を模擬的に実施した。実施期日は平成17年12月中旬から平成18年1月中旬とし、可及的に、学説試験は1日で行い、実地試験と近接した日程で行うことを要望した。なお、模擬的資格試験の実施にあたっては、その実施目的の説明を十分に行い、理解と同意を得、決して強要することなく参加しなくても学業成績に不利益がないこととした。さらに受験した学生の成績分析は本研究のみに使用し、決して就学中の成績に反映させるものではないことを確認した。あらかじめ受験生の平素の学内成績についてA、B、Cの3段階評価での成績表の提出を求めた。なお、学内成績は受験者が所属する歯科技工士養成機関における知識および技能の総合評価されたものである。

### 2. 学説試験について

平成14年度厚生労働科学研究「今後の歯科技工士に対する養成方策等に関する総合的研究」（渡辺嘉一研究主任）において検討した全国统一資格試験の実施モデル案をもとに、専門基礎分野4科目（歯の解剖学20題、歯科理工学30題、顎口腔機能学10題、関係法規10題）合計70題を2時間

で実施し、専門分野5科目（有床義歯技工学30題、歯冠修復技工学30題、矯正歯科技工学10題、小児歯科技工学10題、歯科技工実習10題）合計90題を2時間30分で実施した。出題はすべて四肢択一のマークシート方式で行った（試験問題は後掲）。

問題作成から採点評価までのプロセスは以下の通り実施した。

- ① 学説試験各学科目の問題作成は、本研究分担者および研究協力者によって作成し、別の研究協力者で組織するブラッシュアップ委員会において問題の妥当性および正当性について十分検討した。
- ② 試験問題の編纂および印刷にあたっては、現在実施されている東京地区および大阪地区の出題方式を参考にした。
- ③ 試験問題はあらかじめ報告を受けた試験実施日前日に受験校に届くように郵送し、本来の資格試験と同様に守秘義務を厳守した。
- ④ 試験実施にあたっては、受験協力校の教務主任にあらかじめ諸注意を連絡し、一任した。
- ⑤ 試験終了後直ちに学説試験問題および解答用紙、アンケート調査用紙をすべて回収した。
- ⑥ 解答用紙はカードリーダーおよび成績分析システムによって解析した。

1問5点配分 160問 800点満点（100点満点換算）

—検討項目—

- ① 総合計点数の分布
- ② 科目別平均点、標準偏差、最高点、最低点
- ③ 各問題正答率と識別係数
- ④ 合格率
- ⑤ 学内成績と学説試験成績との関係

### 3. 実地試験について

実地試験の問題は、上顎左側第一大臼歯部の全部鑄造冠蟻形成と上下顎前歯部人工歯排列・歯肉形成の2課題を2時間で製作することを歯科技工指示書によって出題した。

なお、上下顎の模型は石膏顎関節部を介してジョイントしたモデルを考案し（図1）、作業模型支給の経済性を考慮した。実地試験に使用するワックス咬合堤、人工歯およびインレーワックス類は支給した。また、受験者番号は学説試験と実地試験においては同一受験者同一番号とした。

実地試験に使用する作業模型も、学説試験問題同様、試験実施前日に届くよう郵送した。

実地試験は受験校の実習室で行い、試験監督は教務主任に一任した。試験終了後、試験作品は破損しないよう梱包し、直ちに回収した。

実地試験の作品評価については、平成15年度厚生労働科学研究から「評価能力の高い」評価者6名による概略的評価を行い、さらに合格ラインに近接する試験作品については平成16年

度厚生労働科学研究で行ったシミュレーションシステムを用いて三次元計測による採点評価を行った。

・全部鑄造冠蟻形成および人工歯排列・歯肉形成の各課題について歯科技工士学校教務主任クラス6名の評価者によって0、1、2、3の4段階評価を行った。ただし、未完成作品については採点から除外した。

・6名の評価者の平均値が0.5（20点）以下は不合格とする（全部鑄造冠蟻形成あるいは人工歯排列・歯肉形成のどちらか一方が0.5以下の場合には実地試験不合格とする）。

評価者6名の平均値が0.667（25点）～1.333（45点）の場合には合格ラインに近接するものとし、三次元計測にて計測を行い再評価した。評価者6名の平均値が1.5（50点）以上は合格とした。

評価者による採点評価点数の平均値を100点満点に換算した（表1）。

—検討項目—

- ① 評価者6名の素点分布（正規性評価）
- ② 評価者6名の評価の差の検定
- ③ 全部鑄造冠蟻形成と人工歯排列・歯肉形成との成績相関性
- ④ 評価者による概略的評価と三次元計測による評価の比較
- ⑤ 学内成績と実地試験成績との相関性
- ⑥ 学説試験成績および実地試験成績の構造的特徴
- ⑦ 二年制養成機関（歯科技工士

学校)と三年制養成機関との  
相関性

#### 4. 実地試験作品の三次元計測

##### 1) 解析項目の設定

##### ①全部鑄造冠蟻形成の解析評価位置 と項目

三次元計測された全部鑄造冠蟻形成の形状は、約 20,000 点の三次元点列座標データを得ることができるが、各点に対する部位をコンピュータが自動認識することはできない。

形状全体の比較であれば、計測された点とコントロールデータとの絶対値の差で比較する方法も可能であるが、平成 15 年度に実施された概略的評価結果とマッチングさせるために、上顎第一大臼歯を特徴づける任意の部位を設定して、コントロールとの差で比較を行った。

解析評価は、全部鑄造冠蟻形成された歯の特徴的に評価される代表的な部位を抽出し、三次元計測されたコントロールモデルと学生が製作したモデルの三次元座標 (X,Y,Z) または計算される距離を用いて比較を行った。

##### i) 解析評価位置 (図 2)

各解析評価位置は、計測データから特徴点の部位を指示し、その三次元座標を解析基本データとした。

( ) 内は評価位置の部位ラベルを示す。

##### 【咬頭の位置】

頬側近心咬頭 (1) 頬側遠心咬頭  
(2) 舌側近心咬頭 (3) 舌側遠  
心咬頭 (4) 【窩の位置】

近心小窩 (5) 中央窩 (6)  
遠心窩 (7) 遠心小窩 (8)

##### 【辺縁隆線の位置】

近心辺縁隆線 (9) 遠心辺縁隆線  
(10) 【裂溝の位置】

頬側溝 (11) 舌側溝 (12)

##### 【最大豊隆の位置】

頬側最大豊隆 (13) 舌側最大豊隆  
(14)

##### 【コンタクトの位置】

近心コンタクト (15) 遠心コンタク  
ト (16)

##### 【咬合の位置】

左側第一大臼歯上顎頬側近心咬頭  
(17)

下顎頬側溝 (18:一定)

※ 計測データは、上下顎の咬合を確認  
するため、人工歯排列模型で計測し  
た上記の位置座標を用いた。

##### ii) 解析評価項目

蟻形成された歯の評価項目は、以  
下のとおり設定を行った。

##### 【位置評価】

コントロールモデルにおける評価  
位置との三次元距離の絶対値で比較

- ・ 頬側近心咬頭 (X,Y,Z)
- ・ 頬側遠心咬頭 (X,Y,Z)
- ・ 舌側近心咬頭 (X,Y,Z)
- ・ 舌側遠心咬頭 (X,Y,Z)
- ・ 近心小窩 (X,Y,Z)
- ・ 中央窩 (X,Y,Z)
- ・ 遠心窩 (X,Y,Z)
- ・ 遠心小窩 (X,Y,Z)
- ・ 近心辺縁隆線 (X,Y,Z)
- ・ 遠心辺縁隆線 (X,Y,Z)

- ・ 頬側溝 (X,Y,Z)
- ・ 舌側溝 (X,Y,Z)

【距離評価】

- ・ 頬舌側最大豊隆位置の距離 (Y)
- ・ 近遠心コンタクト点の距離 (X)
- ・ 上顎頬側近心咬頭と下顎頬側溝の距離 (X,Y,Z)

② 人工歯排列の解析評価位置と項目

人工歯排列の評価は、全部鑄造冠蟻形成の場合のように自由に形状を形成するのとは異なり、与えられる規格の人工歯を石膏模型の咬合堤に排列することであり、排列形状全体の三次元点列データで比較するよりも、各歯の特定点の位置を評価することで、十分に評価することが可能である。

平成 15 年度研究において実施された概略的評価結果とマッチングさせるために、特定される部位を設定してコントロールモデルとの差で比較を行った。

解析評価は、排列された上下顎 6 前歯の特徴的に評価される代表的な部位を抽出し、三次元計測されたコントロールモデルと学生が製作した課題の三次元座標 (X,Y,Z) または計算される二次式との相関、曲率、角度、距離を用いて比較を行った。

i) 解析評価位置 (図 3)

各解析評価位置は、計測データから特定点の部位を指示し、その三次元座標を解析基本データとした。

( ) 内は評価位置の部位ラベルを示す  
【切端の位置】

- 上顎左側中切歯切端 (4)
- 側切歯切端 (3)
- 犬歯切端 (2)
- 右側中切歯切端 (7)
- 側切歯切端 (8)
- 犬歯切端 (9)
- 下顎左側中切歯切端 (4)
- 側切歯切端 (3)
- 犬歯切端 (2)
- 右側中切歯切端 (7)
- 側切歯切端 (8)
- 犬歯切端 (9)

【遠心のコンタクト位置】

- 上顎左側犬歯遠心コンタクト (1)
- 右側犬歯遠心コンタクト (10)
- 下顎左側犬歯遠心コンタクト (1)
- 右側犬歯遠心コンタクト (10)

【歯頸部下点の位置】

- 上顎左側中切歯唇側歯頸部下点 (5)
- 舌側歯頸部下点 (6)
- 下顎左側中切歯唇側歯頸部下点 (5)
- 舌側歯頸部下点 (6)

ii) 解析評価項目 (表 2)

排列された評価項目は、以下のとおり設定を行った。

【アーチフォーム評価】

上顎、下顎と個別に評価

- ・ 6 前歯の切端部 (2, 3, 4, 7, 8, 9) の 6 点を通る二次曲線の曲率
- ・ 二次曲線に対する相関

【アーチの位置】

上顎、下顎と個別に評価

- ・ 上記アーチフォームの二次曲線で得られた先端位置座標を用い



て先端位置を比較した。

- ・ 左側中切歯切端（４）のZ座標

【左側中切歯の傾き】

上顎、下顎と個別に評価

- ・ 左側中切歯の切端位置（４）と点唇側歯頸部下（５）を結ぶ直線のXZ投影面の角度

【オーバーバイト】

- ・ 上下顎左側中切歯切端位置（４）のY座標距離

【オーバージェット】

- ・ 上下顎左側中切歯切端位置（４）のZ座標距離

【歯軸（内角）】

・ 上下顎左側中切歯の切端位置（４）と唇側歯頸部下点（５）を結ぶ直線のYZ投影面の交差角度

※ 舌側にワックスの盛り過ぎが多いため、正確な歯軸を求めることが困難であったので、上下顎の唇側切端位置と歯頸部下点の2直線の内角を簡易的に歯軸とし、コントロールモデルと比較した。

## 2) 解析手法の選択

### ①ニューラルネットワークモデル

（非線形モデル）による多変量解析さまざまな情報とそれに対応する回答とを繰り返し与えることによって、入力と出力との間にネットワークを構築し、結果の予測に用いられているニューラルネットワークを解析手法として用いる。すなわち、パターン認識を幾何学的観点から解釈することで、学生モデルの採点評価において、

評価項目を入力層として与え、繰り返し行うことによって学習させ（重み付を求め）、評価者の平均点を出力層として求めるもので、学習型の非線形解析である。

今回、評価採点基準コントロールモデルと学生モデルの計測から評価項目基準における差分データと、平成15年度に行った研究から分析した評価者による採点評価値を応用して、指定された評価者採点値に一致するか、ニューラルネットワークによる多変量解析を試みた。

全部鑄造冠蟻形成評価において製作したニューラルネットワーク構成

- ・ 入力層 入力（ユニット）数：15  
（説明変数の数：評価項目数）
- ・ 中間層 層数：1  
ユニット数：15
- ・ 出力層 出力（ユニット）数：1  
（指定された評価者の平均点）
- ・ シグモイド関数として、ロジスティック関数を使用
- ・ 逐次学習法を使用

人工歯排列評価において製作したニューラルネットワーク構成

- ・ 入力層 入力（ユニット）数：13  
（説明変数の数：評価項目数）
- ・ 中間層 層数：1  
ユニット数：13
- ・ 出力層 出力（ユニット）数：1  
（指定された評価者の平均点）
- ・ シグモイド関数として、ロジスティック関数を使用
- ・ 逐次学習法を使用

## 5. 評価者および受験者に対するアンケート調査

学説試験について専門基礎分野および専門分野の各学科目の試験時間、試験問題内容、実地試験について試験時間、試験問題内容、模型の扱い、実地試験の必要性、さらに全国统一試験実施の是非について受験者へのアンケート調査により分析した。また、模擬的資格試験実施協力校の試験担当者および実地試験の評価者に対してもアンケート調査を実施した。

(倫理面への配慮)

本研究において、評価者および受験者に対しては研究の主旨および目的の説明を行い、個人情報保護には十分配慮した。また、模擬的資格試験の実施および評価について、その目的を十分理解させ、決して強要せず、参加しなくても不利益がないことを十分説明した。

### C. 研究結果

受験者総数 367 名のうち試験当日欠席者があり、学説試験受験者は 359 名、実地試験受験者は 352 名であった。受験校 10 校においては、教務主任または学科長の適切な指示により、学説試験は専門基礎分野 2 時間、専門分野 2 時間 30 分を 1 日で実施し、別の日に実地試験は 2 時間で当該施設の実習室を使用して実施した。学説試験の試験問題および実地試験に用い

るモデルは、試験当日の前日に受験校に着信されるよう郵送し、受験生にはあらかじめ問題の漏洩がないよう努め、問題および解答マークシートは試験終了後直ちに回収を求めた。各施設受験に際しての責任者である教務主任または学科長とは十分なコンセンサスを得たのち実施したため大きな混乱は生じなかった。

### 1. 学説試験について

平成 13、14 年度の厚生労働科学研究「今後の歯科技工士の養成方策等に関する総合的研究」(渡辺嘉一研究主任)において歯科技工士資格試験の現状を把握し、試験実施時間、出題数、出題形式、出題内容など地域によって大きく異なっていることを鑑み、「妥当性」、「信頼性」、「公平性」、「効率性」を十分考慮した全国统一試験の実施案を策定した。今回の研究における模擬的試験ではこれらのことをベースに試験問題作成から実施まで行った。

#### 1) 試験問題の作成

各学科目について全技協加盟校の教員から複数の試験問題作成委員を指名し、出題問題数の 2 割り増しの問題作成を依頼した。設問方式は、四肢択一法によるマルチプルチョイス方式を採用し、専用の解答マークシートを作成した。作成された問題は、大学教授、歯科技工士学校教務主任などの研究協力者 6 名で組織するブラッシュアップ委員会においてより適切な問題になるよう修正および訂正した。

作成された問題は、専門基礎分野4科目、専門分野5科目に分け、それぞれ別の冊子として印刷し、各分野の試験問題の表紙には、マークシートに関する注意点などを記した（後掲）。

## 2) 学説試験成績について

### ① 総合計点数の分布

受験者 359 名の総合計点数の度数分布、平均点、最高点、最低点、標準偏差および変動係数を図4、表3に示す。平均点は 522.9 点（標準偏差 106.8）で 500 点～549 点の相対度数は 0.214 でも最も大きかった。最高点は 760 点、最低点は 225 点であった。

### ② 科目別平均点、標準偏差、最高点、最低点、

各学科目における素点について受験者 359 名の平均点、標準偏差、最高点および最低点を表4、図5に示す。全問 160 問、各5点配分で満点は 800 点である。総合得点の平均は 522.9 点（65.4 点）、最高点は 760 点（95.0 点）、最低点は 225 点（26.1 点）であった。各学科目別の平均値は 100 点満点換算値で、歯の解剖学 58.6 点、歯科理工学 68.3 点、顎口腔機能学 58.1 点、関係法規 70.9 点、有床義歯技工学 68.7 点、歯冠修復技工学 66.3 点、矯正歯科技工学 65.8 点、小児歯科技工学 60.4 点、歯科技工実習 63.3 点で、ほぼ 60 点前後の値であった。

### ③ 各問題の正答率と識別係数

歯の解剖学 20 問において、正答率は 2.5%～96.1%で 50%以下の正答率は 3 問あった。問題番号 2 の正答率 2.5%（識別係数 -0.062）、問題番号 4 の正答率 35.1%（識別係数 0.151）、問題番号 8 の正答率 32.3%（識別係数 0.264）であった。識別係数が 0.15 以下の問題は 1 問（問題番号 2）で、他はすべて 0.216（問題番号 18）～0.663（問題番号 9）であった。

歯科理工学 30 問において、正答率は 42.6%～96.1%で、50%以下の正答率は 2 問あった。問題番号 26 の正答率は 42.6%（識別係数 0.540）、問題番号 45 の正答率 49.3%（識別係数 0.434）であった。識別係数が 0.15 以下の問題はなく、0.271（問題番号 22）～0.648（問題番号 25）であった。

顎口腔機能学 10 問において、正答率は 34.8%～79.9%で、50%以下の正答率は 3 問あった。問題番号 53 の正答率は 34.8%（識別係数 0.057）、問題番号 54 の正答率 37.6%（識別係数 0.295）、問題番号 59 の正答率は 43.2%（識別係数 0.501）であった。他の問題の識別係数は 0.157（問題番号 57）～0.650（問題番号 55）であった。

関係法規 10 問において、正答率は 45.4%～94.2%で、50%以下の正答率は問題番号 66 の 41.8%（識別係数 0.369）と問題番号 62 の 45.4%（識別係数 0.270）の 2 問であった。識別係数が 0.15 以下の問題は問題番

号65の0.127で、他はすべて0.207（問題番号64）～0.392（問題番号67）であった。

有床義歯技工学30問において、正答率は24.2%～94.4%で、50%以下の正答率は6問あり、問題番号17の24.2%（識別係数0.352）、問題番号7の30.6%（識別係数0.298）、問題番号8の40.9%（識別係数0.300）、問題番号28の47.1%（識別係数0.412）、問題番号13の49.0%（識別係数0.211）、問題番号19の49.3%（識別係数0.389）であった。識別係数が0.15以下の問題はなく、すべて0.176（問題番号22）～0.659（問題番号26）であった。

歯冠修復技工学30問において、正答率は39.0%～92.8%で、50%以下の正答率は4問で、問題番号53の39.0%（識別係数0.620）、問題番号55と58の46.2%（問題番号55の識別係数0.411、問題番号58の識別係数0.456）、問題番号33の46.8%（識別係数0.411）であった。識別係数が0.15以下の問題は1問、問題番号31の0.116であった。他はすべて0.190（問題番号39）～0.661（問題番号56）であった。

矯正歯科技工学10問において、正答率は50.4%～85.8%で50%以下の正答率の問題はなかった。識別係数が0.15以下の問題もなく、すべて0.343（問題番号63）～0.600（問題番号67）であった。

小児歯科技工学10問において、正

答率は17.8%～91.4%で、50%以下の正答率は3問で、問題番号78の17.8%（識別係数-0.083）、問題番号79の23.7%（識別係数0.287）および問題番号80の38.2%（識別係数0.271）であった。識別係数が0.15以下の問題は1問、問題番号78の-0.083であった。他はすべて0.271（問題番号80）～0.526（問題番号72）であった。

歯科技工実習10問において、正答率は39.8%～90.5%で、50%以下の正答率は3問で、問題番号89の39.8%（識別係数0.232）、問題番号81の40.7%（識別係数0.192）および問題番号83の45.7%（識別係数0.300）であった。識別係数が0.15以下の問題は1問、問題番号82の0.147であった。他はすべて0.192（問題番号81）～0.558（問題番号85）であった。

#### ④ 合格率

総合成績において60%未満の得点率は31.2%（112名）、50%未満では12.3%であり、すなわち総得点において60%以上を合格率とした場合68.8%、50%以上を合格率とした場合87.7%となる。また、総得点において30%未満は1名であった。さらに、総得点で60%以上を取得した受験生において、科目別に30%以下の科目があるのは、2.8%（7名）で、「歯の解剖学」1名、「顎口腔機能学」2名、「矯正歯科技工学」1名、「小児歯科技工学」3名、「歯科技工実習」2

名であった。なかでも1名は、総得点では60%であったが3科目が30%以下の得点であった。

#### ⑤ 学内成績と学説試験成績との関係

図6は、学内成績（平素の成績A：上位者、B：中位者、C：下位者）と学説試験との関係を示したものであるが、学内成績と今回実施した学説試験成績とはほぼ相関している。

## 2. 実地試験成績について

### ① 評価者6名の素点分布（正規性評価）

評価者6名の採点評価における全部鑄造冠蟻形成および人工歯排列・歯肉形成の素点分布を図7に示す。いずれも離散分布のため典型的な正規分布を示していないが、ほぼ正規性を示し、以下の統計分析に耐えうると考えられる。

### ② 評価者6名の評価の差の検定

各受験者における評価者6名の評価平均値から差のシートを作成し（全員一致した評価なら0となる）、評価者Ⅰ～Ⅵ、それぞれの平均値および標準偏差を算出した（表5）。全部鑄造冠蟻形成では平均値が0.33（Ⅱ）～-0.56（Ⅴ）で、標準偏差は最大で0.52（Ⅴ）であった。理想的には平均値が0であること（全員一致）が望ましいが、多少評価値に差はあるものの評価値の差は半段階程度（0.5）であり、標準偏差もほぼ同程度（0.53）であるため妥当な採点評価であると考

えられる。人工歯排列・歯肉形成では平均値が0.43（Ⅳ）～-0.45（Ⅴ）、標準偏差が最大0.52（Ⅰ）であり、評価者全体の標準偏差は0.56となり、半段階程度（0.5）の採点評価であった。

6名の評価者における従属2群の差の検定結果を表6に示すが、大標本のため、きわめて鋭敏な検出力を示し、多くの組み合わせにおいて有意の差が認められた。しかし、P値が5%を超えたもの、すなわち評価者間の差が検出されなかった組み合わせは、全部鑄造冠蟻形成では評価者ⅡとⅣの間、人工歯排列では評価者ⅠとⅤの間およびⅡとⅣの間で、これらの評価者間においては受験者個々の評価にほとんど差が生じなかった。このように全受験者を個別に比較すると、全評価者間の一致は得にくかった。

### ③ 全部鑄造冠蟻形成と人工歯排列・歯肉形成との成績の相関性

実地試験受験者は352名で、このうち採点評価の対象とならなかった未完成作品は、全部鑄造冠蟻形成で10名、人工歯排列・歯肉形成で8名であった。

実地試験における2課題、すなわち全部鑄造冠蟻形成と人工歯排列・歯肉形成との相関性について検討したところ、図8の散布グラフに示すように両課題間には相関性が認められた（ $r=0.544$ ）。

### ④ 評価者による概略的評価と

### 三次元計測による評価の比較 (ニューラルネットワークによる 分析)

6名の評価者の概略的評価による採点評価結果から各課題において平均点が50点以上の成績を取得した受験者は、全部鑄造冠蟻形成で225名(63.9%)、人工歯排列・歯肉形成で228名(64.8%)であった。2課題のうちどちらか一方が20点以下の不合格点または未完了の受験者は54名(15.3%)であった。各課題について評価者の採点評価の平均値が0点～20点の受験者および未完了の作品については明らかに不合格と考えられるため、これらを除外して評価者による採点評価の平均点が25点以上50点未満の作品について三次元計測装置を用いてデータによる分析を行った。三次元計測を行った作品は全部鑄造冠蟻形成64個、人工歯排列・歯肉形成69個であった。

三次元計測については平成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に関する研究(主任研究者：末瀬一彦)」で行ったシステムを用いて、計測およびニューラルネットワークモデルによる分析を行った。

今年度は、評価者による主観的採点評価において50点以下の受験者モデルの三次元計測を行い、平成16年度に作成したニューラルネットワーク非線形モデルを用いて、予測値と評価者の評価が一致するかどうかの解析を

行った。

全部鑄造冠蟻形成において、三次元計測データを表7に、多変量解析データを表8に示す。平成16年度ニューラルネットワークモデルで得られた予測値と今年度の評価者による主観的採点評価では平均誤差：37.7と非常に大きな誤差となった(表9)。誤差が大きくなった要因としては次のことが考えられる。

- ① 比較する配点(点数配分)にバラツキが大きい。
- ② 評価者の概略的評価の評価段階が6段階から4段階と粗くなっており、採点が集中しやすい。
- ③ 評価者が昨年度の評価者第2群に比較して6人の評価バラツキが非常に大きい。

特に、評価者6人の配点の平均を使用した。評価者間では、0(配点換算0点)と、2(配点換算：65点)のように評価を行っていることでもわかるようにバラツキが大きい。その平均点が正しい評価配点を示しているとは言い難い。表10からも評価者の相関を見ても、相関が非常に低いと言える。

ニューラルネットワークで得られた予測値で判断すると、概略的評価で不合格となった人数：64人に対してニューラルネットワークで不合格となった人数：8人(12.5%)であり、その誤差の平均は12.0と小さい値を示している。ニューラルネットワークで得られた予測値の50点台で合格と

なった人数：11人（17.2%）では平均誤差：20.2、概略的評価の最低点から合格となった人数：2人（3.1%）では平均誤差：63.7となっている。また、ニューラルネットワークで得られた予測値の平均が、70.4点に対して、評価者による採点評価の平均が38.4点になっている。

ニューラルネットワークで得られた予測値を4段階評価に換算して、評価者と一致しないものは、25人（37.9%）となっており、評価者による採点評価では、ニューラルネットワークで評価する三次元計測量（位置関係）以外の評価基準が含まれて、全体的に低い点数を採点していると考えられる。

ニューラルネットワークモデルでの予測値はコントロールからの絶対距離の位置ズレを元に計算しているので、今回得られた予測値とコントロールとのズレの整合性があるかを検証した。

コントロールモデルとの位置的な差：

$X_{i,j}$ ：説明変数

$i=0$ ：コントロールモデル

$i=1\sim N$ （サンプル数）

$X_j^{\max}$ ：説明変数  $j$  の最大値、

$X_j^{\min}$ ：説明変数  $j$  の最小値

$$\text{ズレ} : D_i = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{j=1}^M \frac{(X_{i,j} - X_{0,j})^2}{(X_j^{\max} - X_j^{\min})^2}}$$

$Y_i$ ：点数

表 11、図 9 には平成 16 年度の二

ューラルネットワークモデルのズレと点数の分散図を示すが、ズレと点数の相関が比較的高く、ズレが小さくなるにつれて点数が高くなるのがわかる。また、表 11、図 10 には本年度のデータでニューラルネットワークモデルのズレと予測値点数の分散図を示す。ニューラルネットワークで計算した予測値においてもズレと点数の相関が比較的高く、ズレが小さくなるにつれて点数が高くなるのがわかる。

推定データの中には、ニューラルネットワークモデルを構築する際に学習したデータのモデルの最大、最小データ範囲を超えた例外データ（データ範囲を超えているもの）も含まれている。今年度のデータで平成 16 年度のモデルの最大、最小データ範囲を超えた例外データを除外したニューラルネットワークモデルのズレと予測値点数の分散図を図 11 示す。学習データからはずれた例外データを除外するとニューラルネットワークモデルに近づくことがわかる。

モデルのデータと重ね合わせを行うと（図 12）、ニューラルネットワークで計算した予測値と学習値が混在したようになり、ニューラルネットワークは学習した範囲で整合性のある値を出していると思われる。さらに、今年度の概略的評価と平成 16 年度の概略的評価を重ねた散布図（図 13）で、ズレ範囲の観点からみると、平成 16 年度の採点より厳しく点数付けが

されていると思われる。

図 14 は、コントロールモデルと学生形状の点数別重ねあわせ表示の代表例を示す。

人工歯排列・歯肉形成において、三次元計測データを表 12 に、解析中間データを表 13 に、また多変量解析データを表 14 に示す。平成 16 年度ニューラルネットワークモデルで得られた予測値と今年度の評価者による概略的採点評価では平均誤差：37.6 と非常に大きな誤差となった(表 15)。誤差が大きくなった要因としては、全部鑄造冠蟻形成で述べた以外に次のことが考えられる。

平成 16 年度のデータによるニューラルネットモデルは、50 点以下が 118 サンプル中 2 例(33.3 点、39.9 点)しかないため、低得点データに対する学習が殆どなされていない。従って、低得点が期待できるデータを与えても学習効果が期待できなかった。

ニューラルネットワークで得られた予測値で判断すると、概略的評価で不合格となった人数：69 人に対してニューラルネットワークで不合格となった人数：22 人(31.9%)であり、その誤差の平均は 12.9 と小さい値を示している。ニューラルネットワークで得られた予測値の 50 点台で合格となった人数：8 人(11.6%)では平均誤差：23.0、概略的評価の最低点から合格となった人数：3 人(4.3%)では平均誤差：51.8 となっている。また、ニューラルネットワークで得られ

た予測値の平均が、65.4 点に対して、評価者による採点評価の平均が 38.3 点になっている。

ニューラルネットワークで得られた予測値を 4 段階評価に換算して、評価者と一致しないものは、29 人(40.8%)となっており、評価者による採点評価では、ニューラルネットワークで評価する三次元計測量(位置関係)以外の評価基準が含まれて、全体的に低い点数を出していることがわかる。

ニューラルネットワークモデルでの予測値はコントロールからの絶対距離の位置ズレを元に計算しているので、今回得られた予測値とコントロールとのズレの整合性があるかを検証した。

表 16、図 15 に平成 16 年度のニューラルネットワークモデルのズレと点数の分散図を示す。全体としては、ズレが小さくなるにつれて点数が高くなるように見えるが、相関は低く、ズレに対する点数の幅が 40 点程度と広く、点数評価の際に位置関係以外の評価尺度が入ったか、あるいは偏ったズレの学習データモデルであることがわかる。また、表 16、図 16 に今年のデータでニューラルネットワークモデルのズレと予測値点数の分散図を示す。ニューラルネット計算した予測値においても全体としては、ズレが小さくなるにつれて点数が高くなるように見えるが、相関は低い。

今年度のデータで平成 16 度のモデ



ルの最大、最小データ範囲を超えた例外データを除外したニューラルネットワークモデルのズレと予測値点数の分散図を示す(図 17)。学習データからはずれた例外データを除外するとニューラルネットワークモデルに近づくことがわかる。

モデルのデータと重ね合わせを行うと(図 18)、ニューラルネットワークで計算した予測値と学習値が混在したようになり、ニューラルネットワークは学習した範囲で整合性のある値を出していると思われる。ズレの観点からみるとニューラルネットワークモデルは、全部鑄造冠蟻形成に比較すると整合性が低いと思われる。

今年度の概略的評価と平成 16 年度の概略的評価を重ねた散布図(図 19)では、ズレ方向の分散範囲が大きく、位置的なズレ以外で概略評価がされていることが推測される。また、大きなズレが多く、学習で使用したデータから外れている例外データが多いことで平成 16 年度のニューラルネットワークモデルから予測することが困難なことも分かる。

図 20、21 は、コントロールモデルと学生形状の点数別重ねあわせ表示の代表例を示す。

### ⑤ 学内成績と実地試験成績の比較

図 22 は、学内成績(平素の成績 A : 上位者、B : 中位者、C : 下位者)と実地試験(全部鑄造冠蟻形成、人工歯排列・歯肉形成)との関係を示したも

のであるが、学内成績と実地試験成績とはほぼ相関しているが、人工歯排列・歯肉形成においては学内成績が A ランクであっても、実地試験は低得点、逆に学内成績が B, C ランクであっても実地試験は高得点の受験生もみられた。

### 3. 学説試験成績および実地試験成績の構造的特徴

学説試験と実地試験の結果の構造的特徴について検討するために、学説試験の 9 学科目および実地試験の 2 課題について主成分分析を行なった。表 17 には変数間の相関行列を示す。この行列に関して主成分分析を行ったところ関係法規のように満点の小さい学科目の影響が強くなるため(表 18、図 23)、以下の解析は素点の分散、共分散行列に関して行なった。表 19・図 24 は固有値のスクリーンプロットであり、寄与率は第 1 主成分が 55.36% と大きく、第 2 主成分が 17.11% を示し、第 2 主成分までの累積寄与率は 72.47% に達した。第 3 主成分以下は 1 桁の寄与率であるため、2 因子を抽出し、2 因子平面に投影された 11 変数の分散の約 72.5% に関して検討を加えた。

図 25 は、各変数(学科目・課題)間の位置関係を 2 因子平面に投影したもので、全部鑄造冠蟻形成および人工歯排列・歯肉形成の実地試験課題と学説試験の 9 学科目とは明らかに異なる軸上に分布し、学説試験と実地試

験とは別々に評価する必要性が示唆された。

さらに各因子の構造を明確にするためにバリマックス回転したものが表 20、図 26 で、因子 1 は学説試験、因子 2 は実地試験に依存しており、この 2 因子は独立している。また、因子負荷量もほぼ同じ値を示している。因子スコア係数においても実地試験 2 課題と学説試験 9 学科目はそれぞれほぼ同値であり、これらのことから学説試験および実地試験は別々に評価し、それぞれの素点の単純合計でよいことが示唆された。すなわち各受験者の得点構造に基づいて修正した得点は下記の数式によって表わされる(表 21)。

因子 1 の得点(学説試験得点) = (全部鑄造冠蟻形成 × 0.018 + 人工歯排列 × 0.026 + 歯の解剖学 × 0.123 + 歯科理工学 × 0.123 + 顎口腔機能学 × 0.116 + 関係法規 × 0.110 + 有床義歯技工学 × 0.123 + 歯冠修復技工学 × 0.127 + 矯正歯科技工学 × 0.123 + 小児歯科技工学 × 0.121 + 歯科技工実習 × 0.107) × √7.814

因子 2 の得点(実地試験得点) = (全部鑄造冠蟻形成 × 0.501 + 人工歯排列 × 0.500 + 歯の解剖学 × 0.038 + 歯科理工学 × 0.036 + 顎口腔機能学 × -0.046 + 関係法規 × -0.086 + 有床義歯技工学 × 0.018 + 歯冠修復技工学 × 0.050 + 矯正歯科技工学 × 0.031 + 小児歯科技工学 × 0.093 + 歯科技工実習 × -0.124) × √1.87

#### 4. 二年制養成機関(歯科技工士学校)と三年制養成機関の差の検定 二年制養成機関と三年制養成機関の

受験者の学説試験および実地試験の成績を比較するために独立 2 標本の t 検定を行なったところ(表 22)、学説試験は危険率 2.5% で、実地試験は危険率 0.0018% でいずれも三年制養成機関の受験者の方が高得点を示した。

#### 5. アンケート調査結果について

受験者の学説試験および実地試験に対するアンケート調査結果を図 27、28 に示す。学説試験において、試験時間は専門基礎分野(70問:2時間)で適切が 53.3%、長いが 44.7%、専門分野(90問:2時間30分)で適切が 50.9%、長いが 46.6% でいずれも二分された。試験問題について専門基礎分野では適切が 57.3%、難しいが 41.0%、専門分野では適切が 68.1%、難しいが 29.8% でいずれも適切であると答えた受験者が半数以上を占めた。学説試験の全国統一化については賛成が 81.9% を占めた(図 29)。実地試験において試験時間(2時間)が適切は 38.0%、短いが 60.9% を示し(図 30)、明らかな未了者が全部鑄造冠蟻形成 11 名、人工歯排列・歯肉形成 9 名であった。試験課題について全部鑄造冠蟻形成は適切であるが 79.4%、人工歯排列・歯肉形成は適切であるが 52.6%、難しいが 44.7% を占めた(図 31)。これ以外で必要と思われる実地試験課題としてクラップの蟻形成および屈曲、ワックスによる歯型彫刻などが挙

げられた（表 23）。また、今回使用した咬合器一体型石膏模型については、扱いにくいと 85.8%を占めた（図 32）。さらに資格試験における実地試験の必要性については 88.8%が今後必要であると答えた（図 33）。

実施協力校の試験担当者に対するアンケート調査結果を図 34、35 に示す。試験時間について学説試験専門基礎分野はすべてが適切であるとし、専門分野は 90%が適切であると答えた。試験問題の内容について学説試験専門基礎分野では 70%が適切であるとしたが、難しい学科目としては顎口腔機能学、歯科理工学、歯の解剖学が挙げられた。専門分野では 80%が適切であるとし、易しい学科目として有床義歯工学が挙げられた（図 36）。実地試験の時間については適切であるが 70%、短いと 30%であった。実地試験の課題については適切であるが 70%を占め、2名は易しい、1名は人工歯排列・歯肉形成が難しいと答えた（図 37）。さらに学説試験の問題点として、出題基準に該当しない問題があったこと、歯科技工実習科目は不要であること、最終学年における 12 月期の学力しか発揮できないことなどが挙げられた。実地試験において咬合器一体型石膏模型などの使用感については 70%が扱いにくいと答え（図 38）、その理由としては蝶番部や咬頭嵌合位が不安定であること、咬合床が不安定であること、人工歯のサイズが不適切、咬合器の構造上作業がしにく

いなどが挙げられたが、一方では練習によって慣れることも可能であるという意見も見られた。今回の実地試験課題以外に必要と考えられる課題はクラスプの蟻形成・屈曲、臼歯部の人工歯排列、石膏彫刻などが挙げられた。資格試験に実地試験の必要性については 80%が必要であると答え、1名は不要、1名は三年制以上の養成期間では不要と答えた（図 39）。

実地試験評価者に対するアンケート結果について、採点評価の所要時間については平均 163 分（120 分～190 分）で、「時間がかからなかった」と答えたのは 6 人中 4 名であった。試験課題の内容についてはすべての評価者が適切であると答えた。試験に使用した模型については、咬合床の不安定については指摘されたが評価者全員、経済的なことを考慮した場合適切であると答えた。今回実施した実地試験は、現在行われている資格試験の実地試験より易しく、課題数も少ないなどの指摘もあった。

## D. 考察

### 1. 本研究実施の背景

歯科技工士法第 3 章第 11 条および第 12 条によれば、「歯科技工士資格試験は歯科技工士として必要な知識と技能について行うこととし、資格試験は厚生労働大臣が毎年少なくとも 1 回行い、試験に関する事務処理は政令の定めるところにより、都道府県知事がこれを行うことができる。」現在、

各都道府県で実施されている試験は歯科技工士法第2章第8条に基づき学説試験と実地試験で、学説試験は「歯の解剖学、歯科理工学、顎口腔機能学、関係法規、有床義歯技工学、歯冠修復技工学、矯正歯科技工学、小児歯科技工学」の8学科目、実地試験は「歯型彫刻、全部床義歯人工歯排列・歯肉形成および任意問題」の3課題である。現行の歯科技工士資格試験の実態について平成13年度の厚生労働科学研究「今後の歯科技工士に対する養成方策等に関する総合的研究（主任研究者：渡辺嘉一）」において調査した結果、試験の実施時期、学説試験と実地試験の施行順序、受験会場の条件、受験費用、試験時間、出題形式および出題数など多くの点で地域差があり、国家資格の試験としては公平性を欠いている。国民に良質な歯科医療を安定的に供給するためには、質の高い歯科補綴装置や矯正装置を提供することはきわめて重要で、特にその製作、加工をつかさどる歯科技工士の資質を向上させるためには資格試験が全国的に統一された基準のもとに実施されることは必然である。さらに、国家資格を有する歯科衛生士をはじめ他の医療関係職種においてはほとんどが全国統一された資格試験を実施していることを鑑みても歯科技工士資格試験の全国統一試験の実施は当然と考えられる。

平成13年9月に公表された「歯科技工士の養成の在り方等に関する検

討会意見書」では、「厚生労働大臣免許にふさわしい統一試験の早期実現を図るべき課題とし、とりわけ実地試験の実施にあたっては客観的な評価法が担保された試験を行うことの必要性について述べ、適切な評価を行うための指標開発と具体的な実施方法や客観的な採点基準、出題内容などについて調査研究を行い、実施手法を確立する必要性を説いている。」これを受けて、平成15年度厚生労働科学研究においては「歯科技工士資格試験における技術評価等に関する研究（主任研究者：末瀬一彦）」を行い、120名の受験者を対象に模擬的実地試験を行い、所属の異なる評価者による採点評価の結果をもとに統計解析を行った。その結果、概略的評価と細分化評価には大差はなく、特定の評価者群においては試験課題の評価項目のすべてにおいて評価のばらつきが少なく、均等に評価されていた。歯科技工士資格試験の実技評価にあたっては、評価精度ならびに時間的制約から複数の評価者による段階的評価法を用いた概略的評価が望ましく、評価者には十分な評価トレーニングと評価項目に対する理解、評価レベルの確認を行うことが重要で、合格基準の設定にあたっては十分な配慮が必要で、不合格者に対しては複数の評価者による再評価の必要性が明らかとなった。

さらに平成16年度厚生労働科学研究では「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