

200732015B

厚生労働科学研究費補助金

医療技術評価総合研究事業

歯科医師国家試験における実技試験の客観的評価に向けた
シミュレーション・システムの開発

平成17年度～19年度 総合研究報告書

主任研究者 川添 堯彬

平成20（2008）年4月

目 次

1. 総合研究報告	
A. 研究目的	1
B. 研究方法	
I. 客観性を担保した実技試験の確立	
< 1 > 補綴系実技試験の評価基準における信頼性・妥当性の検討	2
主任研究者 川添堯彬、分担研究者 鶴本明久	
< 2 > CAD/CAM技術を応用した歯列評価法の検討	2
分担研究者 宮崎 隆	
II. 試験媒体としてシミュレーション・システムの開発	
< 1 > 「シミュレーション研究」に関する文献調査およびその評価	3
分担研究者 斎藤 毅	
< 2 > 実技試験の課題の検討	3
< 3 > 実技試験システムの検討 (資料 1)	
分担研究者 天笠光雄、道脇幸博	
< 4 > 患者ロボットの開発	4
分担研究者 槇 宏太郎	
C. 結果と考察	
I. 客観性を担保した実技試験の確立	
< 1 > 補綴系実技試験の評価基準における信頼性・妥当性の検討 (資料 2 ～ 13)	5
< 2 > CAD/CAM技術を応用した歯列評価法の検討 (資料 14、15)	8
II. 試験媒体としてシミュレーション・システムの開発	
< 1 > 「シミュレーション研究」に関する文献調査およびその評価	13
< 2 > 実技試験の課題の検討	29
< 3 > 実技試験システムの検討 (資料 16)	
< 4 > 患者ロボットの開発 (資料 17、18)	32
D. 結論	33
E. 研究発表	33
2. 研究成果の刊行に関する一覧表	36

厚生労働科学研究費補助金（医療技術評価総合 研究事業）
（総合）研究報告書

歯科医師国家試験における実技試験の客観的評価に向けたシミュレーション・システムの開発

主任研究者 川添 堯彬（大阪歯科大学 教授）

研究要旨

最近の社会環境の変化や患者の意識の変化によって卒前歯学部教育における基礎技能教育および臨床実習が困難になり、それに伴って歯科医師国家試験合格者の臨床技能の低下が指摘されている。現行の歯科医師国家試験は多肢選択筆答式であるため、技能評価は困難である。そこで歯科医師国家試験制度改善委員会を中心に、実技試験を導入すべきとの提言がなされてきた。

そこで本研究では、歯科医師国家試験に実技試験を導入するために、適切で実現可能な試験方法ならびに評価方法を確立すること、および将来の試験媒体として新たなシミュレーション・システムを開発する。

分担研究者

斎藤 毅・日本大学 名誉教授
宮崎 隆・昭和大学歯学部 教授
天笠 光雄・東京医科歯科大学大学院 教授
道脇 幸博・武蔵野赤十字病院 歯科部長
槇 宏太郎・昭和大学歯学部 教授
鶴本 明久・鶴見大学歯学部 教授

A. 研究目的

現在の歯科医師国家試験は多肢選択式であるため、技能評価は困難である。一方、社会環境の変化や患者の意識の変化によって歯学部教育における臨床実習が困難になり、それに伴って歯科医師国家試験合格者の臨床技能の低下が指摘されている。そこで、実技試験を導入すべきとの提言がなされてきた。

歯科医師国家試験に実技試験を導入するために必要な要件や問題点を抽出し、適切で実現可能な試験方法ならびに評価方法を確立すること、および将来の試験媒体として新たなシミュレーション・システムの可能性を検討することの2点が本研究の目的である。

B. 研究方法

I. 客観性を担保した実技試験の確立

< 1 > 補綴系実技試験の評価基準における信頼性・妥当性の検討

分担研究者

鶴本 明久（鶴見大学歯学部・教授）

主任研究者

川添堯彬（大阪歯科大学・教授）

研究協力者

田中昌博（大阪歯科大学・准教授）

1. 判定の一致性に関する検討（平成17年度）

9名の補綴指導医によるアルジネート印象採得の評価データについて、総合得点と禁忌項目による可否の判定および評価者間の可否判定の一致性について κ 係数によって検討した。 κ 係数は、 $Po-Pe/1-Pe$ (Po ; みかけの一致の確率、 Pe ; 偶然の一致の確率) によって算出された。また、9名の総合得点の相関分析およびCronbachの α 信頼係数によって評価の安定性について検討した。

2. 評価項目の信頼性についての検討（平成18年度）

アルジネート印象採得課題評価に含まれる5項目（①トレーの選択、②細部の印象、③軟組織の指標、④表面精度、⑤模型の仕上げ）の9名の評価得点をそれぞれ平均した値を5項目の説明変数とした。アルジネート印象採得課題に含まれる5項目の尺度への集約性すなわち信頼性については、因子分析による抽出因子の因子負荷量を用いて検討した。

3. 標準化データによる評価の検討（平成18年度）

補綴系実技試験に含まれる3つの課題による判定を一定化するための試みとして、標準化データ（平均値50、標準偏差10点）として変換し、元データの60点と標準化データの40点で合否を決定した場合のシミュレーションを行った。

4. CADシステムによる支台歯形態の3次元計測と機械的自動判定（平成17年度）

大阪歯科大学第4学年の学生に全部鑄造冠の支台歯形成を実施して、128名分の作品を確保した。それらの作品をCADシステム（CLINSIM、（株）モリタ）にて3次元計測を試み、さらに、機械的自動判定を行った。

5. サンプルの連続計測への改良と情報の管理への検討（平成18年度）

CLINSIMでは、模型から人工歯を一本一本取り出し所定の治具にセットする必要があるため、操作が煩雑でセット時の再現精度が問題となった。そこで、計測システムの改良とともに、あわせて作品評価結果と受験者情報の管理方法について検討した。

6. CLINSIMと教員の評価の検討（平成19年度）

大阪歯科大学の学生を対象に、タービンによる支台歯形成が未経験の第3学年19名（C）

と、これまで基礎実習で支台歯形成の経験が数回ある第4学年32名（D）を被検者として、ファントムヘッドの取り付けした歯列模型上の下顎右側第一大臼歯への全部鑄造冠の支台歯形成についての講義の直後に実習を行った。

それぞれの作品を、インストラクター9名で① テーパー（軸面削除量）、② 咬合面削除量、③ 咬合面形態、④ マージンの滑らかさの点について、5：全く修正を必要としない、4：ほとんど修正を必要としない、3：修正を必要とする、2：かなり修正を必要とする、1：とても修正は不可能である、の5段階評価した。

あわせて、51名それぞれの支台歯を、3次元的に形態を評価する「統合型臨床シミュレーション・システム（CLINSIM、モリタ社製）」によって評価した。CLINSIMによって計測された評価項目の平均値と基準支台歯データ（手本）の比較を行い、9名の指導意の評価点と関連するCLIBNSIM評価項目の相関分析を行った。

< 2 > CAD/CAM技術を応用した歯列評価法の検討

分担研究者

宮崎 隆（昭和大学歯学部・教授）

平成17年度では、国家試験での実技試験導入に向けたCAD/CAM技術の応用について、特に、支台歯形成や窩洞形成などの評価を行うための計測機器についての検討を行った。本年度は、既に市場に出て教育の現場で活用されている3種類のシステムについてのリサーチと共に、当教室で開発を行ってきたシステムを用いた場合の可能性について検討した。

平成18年度では、これまで、現在市場に出ている計測システムの製造元や販売元に赴き、実際の操作を行いながら、その特徴を検討を行い、現在の歯科医師国家試験での実技試験導入に向けた評価システムの必要要素を明確にしてきた。

平成19年度は、素早く多人数の評価を行う即時性や操作の利便性・簡便性などを考慮したシステムに焦点を当てた検討を行った。そのうえで、顎模型そのものを計測して、その中から対象となる形成歯のみのデータを抽出して評価できる歯列模型3次元計測器DECSY SCANの開発を目指した。



Ⅱ. 試験媒体としてシミュレーション・システムの開発

< 1 > 「シミュレーション研究」に関する文献調査およびその評価

分担研究者

斎藤 毅（日本大学名誉・教授）

研究協力者

加藤喜郎（日歯大新潟生命歯学部・教授）

鈴木雅也（日歯大学新潟生命歯学部・講師）

小木曾文内（日本大学歯学部・教授）

新井 高（鶴見大学歯学部・教授）

五味一博（鶴見大学歯学部・准教授）

平成17年度では、保存系の3研究グループではこれまでの研究成果を踏まえて新しい研究テーマを進展させるための研究方針を検討した結果、まず保存学の実技教育およびその評価に関して、これまで国内外で実施され、報告された「シミュレーション研究」の情報を収集することとした。

平成18年度は模型等を用いて行われた実技教育あるいは実技試験等の学会報告、学会機関掲載論文、商業誌あるいは企業で開発したシミュレーション・システム等について、保存系の3分野の研究協力者によってそれぞれ別途に調査研究を行った。

平成19年度には、シミュレーション・システム研究に関する文献を引き続き渉猟するとともに、それぞれの立場で前年度から得られたシミュレーション研究（論文、報告）の中から比較的完成度が高く、また歯科医師国家試験における実技評価に有用性の高い報告を選択して、その内容に検討を加えた。

< 2 > 実技試験の課題の検討

< 3 > 実技試験システムの検討

- 臨床に則した実技試験の流れの検討
- 実技試験用の試験媒体（シミュレーション模型群）の開発
- 診療記録システムの確立

分担研究者

天笠光雄（東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科・教授）

道脇幸博（武蔵野赤十字病院特殊歯科・口腔外科・部長）

平成17年度は実技試験課題を検討するための基礎研究として、基本的なテクニカルスキ

ルに関する検討、シミュレーション模型に再現すべき病態に関する検討、並びに試験媒体のうち軟組織部分に関する検討を行った。18年度には実技試験課題案の提示と試験の流れの検討、全科で共通して使用可能な試験媒体に関する検討に加えて診療記録に関する検討を行った。19年度にはこれまでの成果を踏まえて臨床の現場をよくシミュレーションした試験媒体と試験方法、国家試験に応用可能な歯科用POMRを提案した（資料1）。

基本的な臨床技能には、テクニカルスキルとコミュニケーションスキルが含まれている。このうち、テクニカルスキルについては、歯科医学教育では「臨床の基本」の一部としてファントム実習に含まれ、歯科臨床では社会保険上の集計に反映されていると思われる。そこで、歯学部ファントム実習課題と社会保険診療統計の両者を使って「基本的なテクニカルスキル」の内容を検討した。

歯学部ファントム実習課題の研究資料は、全国29歯科大学（または大学歯学部）の平成12年度ファントム実習に関する調査報告である。社会保険診療統計は、我が国全体の保険医療を集計した「社会医療診療行為別調査（平成13年6月4日分、厚生労働省）」である。なお、小児歯科や歯科矯正の分野では、私費料金の割合が高く、保険診療の分析では実態を反映していない危険性が高いため今回の分析には含めなかった。歯科医師国家試験実技試験で問われるべき基本的なテクニカルスキルを発揮するに適切な病態を模型上に再現する模型を考案した。シミュレーション模型に使用するために、ヒトの頬粘膜や舌および皮膚に近似した素材を開発した。さらに、解剖学的な構造を同一にするために製作方法を検討した。

「歯科医師国家試験の技術能力評価等に関する検討会報告書」（以下、検討会報告書）によって実技試験課題の概要が提示されている。また、本研究班（平成17年度）の調査研究から、学部教育カリキュラムと実際の保険診療上の頻度を比較検討したところ両者はよく一致していた。そこで、検討会報告書と本研究班の成果から歯科医師国家試験実技試験で課題となるべき「基本的な臨床技能」の素案を検討した。

そして、実技試験課題を実施するための全体の流れを検討した。前提条件は、①試験会場として、歯科大学または大学歯学部の既存の実習施設を使うこと、②全科共通に一つの模型を使うこと、③一次評価には機器を使い、二次評価（最終判定）は試験官の合議によって決定すること、④実際の臨床を想定した流れとすること、である。

実際の臨床は次のように進行している。初診時に、医療面接、診察、検査、診断、治療計画の策定、治療、診療録の作成を行い、再診時には、症状の確認と治療方針の検討（続行、修正、変更など）と治療の実施、診療録の記載を行っている。以降は、この繰り返しである。可能な限りこの流れを再現することを検討した。

試験媒体の第一の要件は、各大学歯学部または歯科大学の既存の実習施設に容易に導入できることである。そこで、全国の施設で使用しているマネキンを調査した結果に基づいて、汎用性の高いシミュレーション模型の開発を検討した。

診療録の記載は临床上の義務（歯科医師法第23条、歯科医師法施行規則第22条、保険医療機関及び保険医療養担当規則第8, 9, 22条）であるばかりか、基本的な臨床能力をよく表

すものである。歯科医師国家試験出題基準においても、前述の検討会報告書においても、診療録の記載は試験課題として挙げられている。しかし、歯科医学の観点から診療録の記載を検討した研究は希であり、歯科医師国家試験出題基準（平成18年版）においても記載法に関する具体的な指針は示されていない。

一方、医科領域では問題志向型診療録（以下、POMR）に基づく記載法が教授され、今般の学部教育モデル・コア・カリキュラムや医師国家試験出題基準においても課題として挙げられている。そこで、歯科医療において可能なPOMRを検討した。

< 4 > 患者ロボットの開発

分担研究者

槇 宏太郎（昭和大学歯学部・教授）

平成17年度に、，歯科診療時における術者と患者の顎顔面，全身の動作を記録し，患者ロボットで再現すべき項目を検討した。また，歯科領域での医療事故，トラブルの実態調査を行い，歯科診療における安全性に対する学習を考慮した患者ロボットの設計を行った。

患者ロボットの作成に向けて，ハード面において，各部位における動作環境最適状態の算出，設定，軟組織類似素材の検討，圧縮空気利用メカニズムの作製を行った。それに伴い，動作制御プログラムおよび音声認識，発話機能による会話プログラムを開発した。さらに，評価者のためのコンピュータインターフェイスの設計，作製を行った。

患者との近似性，学習効果の検証を数名の歯科医師及び歯学部学生に対し，これまで検討を続けてきた患者ロボットの試用を行った。

平成18年度には，平成17年度に開発，試用を行ってきた患者シミュレーションロボットを用いて，実際に実習を行いこのロボットの評価を行った。

これらの結果より，平成19年度には，舌運動の高次化，動作の安定性の向上を図った。さらに，患者シミュレーションロボットのさらなる改良として唾液分泌，皮膚の損傷による出血機能を追加し，また，医療面接におけるコミュニケーション能力の向上を目的とした，問診用会話プログラムの開発を行った。

（倫理面への配慮）

モデル研究では被験者を依頼するが，依頼にあたって同意を得るとともに，結果については個人の特定ができないように，集計や発表方法に工夫する。

C. 結果と考察

1. 客観性を担保した実技試験の確立

< 1 > 補綴系実技試験の評価基準における信頼性・妥当性の検討

1. 判定の一致性に関する検討

① 合否基準の種類による一致（資料2）

9名の評価者における「禁忌」と「総合点（60点以上）」の合否判定のκ係数（一致性）は，9名の評価者間に大きな差があり，最高が0.742（高い一致性）で最低が0.178（ほとんど一致しない）であった。両方の判定基準の安定性に問題があることを示している。

② 評価者間の一致性（資料3）

9名の評価者間の「禁忌」および「総合点」による評価結果のκ係数においても「禁忌」で0.1レベルから0.7、「総合点」で0から0.5までと大きな差があった。特に、「総合点」による合否判定の一致性が低いようである。

しかし、「総合点」における評価者間の相関分析では高い有意な相関係数をすべてにおいて示していた。

③評価項目の集約性（資料4）

印象採得評価に含まれる5項目を変数とした主成分分析をおこない第1主成分すなわちCronbachの α 信頼係数を求めた結果、9名の評価者に0.3から0.7の比較的大きな差違がみられた。

2. 評価項目の信頼性についての検討（資料5）

アルジネート印象採得課題に含まれる5つの評価項目間相互の相関係数は、すべて統計学的に有意であった。しかし、「模型の仕上げ」は他の評価項目との間に比較的小さな相関係数を示した。

バリマックス回転による因子分析の結果も、「トレーの選択」、「細部の印象」、「表面精度」において第1因子の負荷量が0.5以上と高く、「軟組織の指標」と「模型の仕上げ」において第2因子の負荷量が高かった。これら5つの測定項目が異なる2つの要素を評価している可能性が示された。

3. 標準化データによる評価（資料6）

「印象採得」、「支台歯形成」、そして「テンポラリークラウン製作」の3つの課題についての元の評価点の平均値および標準偏差に大きな差がみられ、同じ課題の上下顎の評価点の間に差がみられるものもある。60点以上の基準で合否判定すると最低0%から82%と不合格者の割合に課題間に大きな差が認められた。また、同じ課題についての評価でも評価者間に不合格者の割合に差がみられた。

平均値50、標準偏差10の標準化データ（偏差値）に変換して、40以下を不合格とすると課題、評価者の間でおおむね10から15%に不

合格者割合があった。

以上、9名の評価者における評価結果の信頼性について分析した結果、項目間相互には強い相関が認められ、因子分析の結果もほぼ5項目が第1因子に集約していた。しかし、「模型の仕上げ」と「軟組織の指標」は第2因子の因子負荷量が高く、他の項目と異なる評価基準である可能性があった。

同じ課題内の評価項目は、ある程度相関していることが要求されるが、いくつかの尺度で構成されていることも重要である。尺度内の評価項目は集約し、尺度相互は比較的独立していることが望ましい。今回の結果から、アルジネート印象採得の課題については、ある程度の条件が満足されていると考えられた。また、①トレーの選択、②細部の印象および④表面精度が一つの要因そして③軟組織の指標、④模型仕上げが第2の要因を示している可能性がある。したがって、今回の結果から各項目を一つの尺度としてその評価をさらに5～6の細目の評価で構成されることと抽出された2つの要因を別に評価することなどが検討されることが必要であると考えられた。

項目間に強い相関があることが示された。さらにバリマックス回転による因子分析を行った結果からは、5項目の中で2つの要因に分類できることも示された。これらの知見は、各項目内に数量化された細目を設定し、尺度構成された項目についても領域として分類し、評価基準を別定めるなどの検討が必要であると思われる。

4人の評価者間で、同じ課題でも評価者によって平均点がかかなり異なることと、課題によっても平均点やバラツキが異なっていた。そこで、標準化データ（偏差値）により40点以下の者の率で評価すると評価者間および課

題間に比較的安定した結果が得られた。

また、元データで合否を判定すると評価者間や課題間に大きな差違がみられ、評価結果の公平性に問題が生じることになる。そこで、標準化データ（偏差値）による合否の判定を試みたところ、比較的安定した評価結果が得られた。しかし、標準化データによる判定では相対評価となり、例えば40点を合否の判定基準とすると理論的に15%が否となる。ある技能の到達度を評価するための試験として、この評価基準だけを用いることは妥当とは言えない。むしろ標準化データは第1スクリーニングのための指標として有効であると思われる。標準化データ（平均値50点、1SD10点）による評価は比較的評価者間や課題間のバラツキを修正する方法としての有用性が示され、評価の一つの方法として応用できることが示唆された。

4. CLINSIMによる支台歯形態の3次元計測と機械的自動判定

CLINSIMにて、一歯あたり100秒間で、1°きざみで3次元計測できることを確認した。さらに、機械的自動判定が一歯あたり30秒間で可能であることを確認した。従来からの評価シートを用いた評価者による目視判定と、3次元計測による機械的自動判定との比較を行う必要があると考えた。

そこで、まず分担研究者の所属機関で試行して、そのうえで、他施設に依頼して試行して検討すべきであろう。そして設備や機器の統一、規格化、社会的な費用の算出などを検討して、成果をまとめていく。

5. サンプルの連続計測への改良と情報の管理への検討（資料7）

形成済みの人工歯を計測システムに自動的に搬送して設置するために、自動フィーダお

よび自動取り付け治具を開発した。その結果、受験生3000名の場合、2台の計測システムを使って13時間で測定でき、電子タグに記録できると予測できた。

受験者ならびに形成歯の情報管理の観点から①試験用人工歯、②形成済みの人工歯の受領と確認、③評価結果の記録について検討しなければならない。したがって、レーザー計測に適し、結果にばらつきのない不透明な人工歯を作成して、受験者情報ならびに試験実施情報を入力できるように電子タグを人工歯に埋入する。試験会場では、受験票との照合を電子タグで行う。そして、計測結果ならびに評価結果を電子タグに入力する。これによって受験者ならびに形成歯の情報管理を検討した。

6. 教員とCLINSIMの評価の検討

タービンによる支台歯形成が未経験の第3学年19名（C）と、これまで基礎実習で支台歯形成の経験が数回ある第4学年32名（D）が、下顎右側第一大臼歯への全部鑄造冠の支台歯形成を行った作品を、インストラクター9名で① テーパー（軸面削除量）、② 咬合面削除量、③ 咬合面形態、④ マージンの滑らかさの点について、5：全く修正を必要としない、4：ほとんど修正を必要としない、3：修正を必要とする、2：かなり修正を必要とする、1：とても修正は不可能である、の5段階評価した（資料8）。

CLINSIMによって形態計測（資料9）ならびに定量評価ソフト（資料10）による評価結果を裏面に、全データを添付した。

資料11～13に示すように、51名の学生サンプルの軸面と咬合面削除量の平均値は基準支台歯データ（手本）の測定値に近似していた。つまり、基準支台歯データの測定値に近似す

る平均値を示す正規分布のデータといえるが、バラツキ（標準偏差）も大きかった。

補綴指導医によって評価された3つの項目（軸面削除量、咬合面削除量、マージンの滑らか）とCLINSIM測定値の関連項目を変数とする相関分析の結果、補綴指導医によって評価された3変数間には統計的に有意な強い相関がみられた。補綴指導医の評価とCLINSIM評価の変数との相関係数は、軸面削除量に関しては-0.614、マージンの形状で-0.427と有意な比較的強い相関が認められたが、咬合面の削除量に関しては有意な相関係数は得られなかった。特に、補綴指導医による咬合面削除量評価とCLINSIM測定値の頬舌側方向の咬合面削除量測定値と基準支台歯データとの差は正の相関を示し、補綴指導医の評価が高いほど基準支台歯との差が大きかった。

補綴指導医による軸面削除量とCLINSIMによる各部位の軸面形状と削除量評価の相関では、だいたいマイナスの相関係数であったが舌側軸面の形状だけがプラスであった。軸面削除量は強い相関を示す係数が多かった。しかし、咬合面削除量に関しては、統計的に有意な相関係数はなく、評価する方向の評価ではプラスの相関係数を示していた。

< 2 > CAD/CAM技術を応用した歯列評価法の検討

市販される3つの実習トレーニングシステムと1つの試作システムを用いた比較検討を行う場合、共通した評価項目として支台歯（窩洞）形成の評価に関しては可能と思われるが、いずれも目標とされる使われ方が違うため、測定精度など同じ土俵に乗せた評価はできないことが判明した。そのため、今回の研究における目標である、非常に多くの人間の評価

を行う場合の、評価精度や操作の利便性・簡便性などにおける総合的な評価をするには、各システムに合った評価方法を設定する必要がある、全てを同列で並べるには無理があった。そこで第一のステップとして、歯型彫刻における評価について、その評価ポイントのリストアップを行ない、それぞれについて数値化した基準を設定する。この基準をもとに各計測システムにおける再現性について検討し、さらに、この基準に基づいた評価を、教員が行なった場合と各システムで行なった場合との相関性について検討する必要がある。

また、同様にして窩洞形成や支台歯形成なども、実習で行っている基準形態をもとに、評価ポイントの設定を行い、再現性や相関性などについて検討する。次のステップとして、各評価基準をもとにした評価の信頼性について検討した上で、これら評価を行なった場合の時間的要因についても検討する。毎年3000人以上の歯科医師国家試験受験者がいる中で、客観的な評価を求める為にこうした技術を採用したとしても、評価の完了までに莫大な時間や労力が必要となってしまえば、即時性を求める現在の試験システムの中で活用することが出来ない。そこで、評価を行う各システムのスピードアップについて検討すると共に、評価項目自体も有意に差が出る部分に絞った基準を設定し、その信頼性について検討する必要がある。

しかし、現在市販されている評価システムはあくまでも、歯科学生が実習などでトレーニングを行う場合の評価用途に特化されているため、現在試作している歯列模型3次元計測器の改良と、各種評価を自動的に行うためのソフトウェア開発を行ってきた。その結果、歯列模型の状態でインレーなどの形成歯を精

密に計測することが可能となったが、実際の評価を行うためには、基本となるデータとの重ね合わせ方法や、実際の評価基準などの策定が必要となる。この、データの重ね合わせについては、これまでに開発したソフトウェア上で既に実現されていたが、今回の研究で新たなロジックを開発したことで、自動的に精度良く計測データの重ね合わせができるシステムを開発し、様々な評価を行うことができるようになった。今後は、このシステムを用いて実際の学生実習の場で評価データを蓄積し、実際の評価を行う場合の評価ポイントのリストアップを行ない、それぞれについて数値化した基準を設定する。また、同様にして窩洞形成や支台歯形成なども、実習で行っている基準形態をもとに、評価ポイントの設定を行い、再現性や相関性などについて検討し、最終的には即時性を求める現在の試験システムの中で活用するためにも、評価項目自体も有意に差が出る部分に絞った基準を設定し、その信頼性について検討していく必要がある。

平成17年度には、各システム製造元、或いは、販売元に赴き実際の操作を行いながらその特長について検討を行ってきた。その結果以下のような特徴ならびに問題点が分かった。

DENTSIM（株）ヨシダ

歯科用ユニットでの支台歯・窩洞形成シュミレーションシステム

マネキンに取り付けられたKAVO社製歯列模型に対してタービンハンドピースを用いた形成動作を行い、その形成軌跡をコンピュータ画面上に再現する。これによりコンピュータ画面上に描かれた歯列模型に、ハンドピースで形成した模型と同じ形状の窩洞（支台）が

再現される。

○動作原理・特徴

動作原理としては、ハンドピースに埋め込まれた複数のLEDの動きをユニットに取り付けられたCCDカメラで取込み、ハンドピースに取り付けられたダイヤモンドバーの座標をリアルタイムに認識している。これにより、ベースになる歯牙の形状データから、切削中のダイヤモンドバーの形状（バーセット時にコンピュータ側に指示が必要）が動いた軌跡を除去して、立体的な窩洞（支台）形状を再現している。

特徴としては、窩洞（支台歯）形成された形成歯牙を様々な断面で観察することができ、事前に登録された基本形状の窩洞や支台歯との比較ができる。単に、歯牙だけでなく顎模型全体の形状が登録されているため、模型を取り出して別途計測をする必要がなく、トレーニング用途として操作性に優れる。同様に、術者の動作を離れた所からでもリアルタイムに観察することができる。

○問題点

軌跡を取り込むCCDカメラの位置が遠いため、CAD/CAMシステムなどで用いられている計測器に比べ、精度が劣る。（ $\pm 100\mu$ 以上）

現状では、登録されている窩洞形態が少ない。ベースとなるシステム（イスラエルのDENTX社）はもう既に10年近く前のもので、その後ハード・ソフトともにあまり改良されていない点が気になる。新たなソフトウェアの開発を行うのは難しいが、登録窩洞形態のデータ作製は今でも行っている。

CLINSIM（株）モリタ

モリタ自社製の学生実習システムのマネキンに対して行う、窩洞（支台歯）形成技能、根管長測定、自動軌跡追尾、切削圧の評価シ

システム。

○動作原理・特徴

支台歯（窩洞）形成に関する評価方法は、二つのパートに分かれており、一つは圧力センサーを用いた切削圧の評価、もう一つは、形成された歯列模型（歯牙）をマネキンから取り出し、ユニスン社製三次元測定器を用いて取り込まれた形状の評価ができる。

根管治療では同社製根管長測定器のRootZXを用いて、マネキンに取り付けられた歯列模型の歯牙に対する根管治療を行い、このときに得られる根管長測定データから評価を行う。

また、自動軌跡追尾ではユニット上部に取り付けたCCDカメラの画像から、術者の手やハンドピース、或いは、頭の動きなどをトレースすることが出来る。

上記の様々な評価データは術者（学生）の個人データとして、コンピュータ上で統合・管理される。

○問題点

様々な項目の測定が出来るが、測定されたデータの評価が十分に作りこまれていない。また、形成歯の評価に関しては、一旦マネキンから模型を取り出し専用の計測器にセットしなければいけないため、操作方法を熟知したオペレータの存在が不可欠となる。

PREPassistant（KAVO、（株）城楠）

基本部分は集中制御システムで統括された実習システム（EDUnet）である。その中のオプションとして、単独で移動（底面にキャスターがついている）ができ、コンセントとコンプレッサーの口があれば何処にでも設置が出来るマネキンシステム（DSEplus）がある。実際の評価システムとしては、このマネキン上で形成された歯牙模型を、KAVO社製CAD/CAMシステム（Everest system）の計測器を用い

て三次元形状に変換したデータが用いられる。

個々の精度に定評があるKAVOの人工歯を容易にセットできる治具を用いて、ほとんどの形成歯に対して非常に精度の高い計測データ（20μm）が得られる。

○問題点

人工歯を一旦マネキンから取り外す作業と、計測器を用いた測定作業（計測2分程度（1歯）、データ変換8分程度）が必要となる。計測器の特性上、ブリッジなど多数歯の評価は出来ない。

試作支台歯形成比較評価システム（（株）DIPRO）

既に発売されている歯科用CAD/CAMシステム「DECSY」で用いている3次元測定器を用い、2つの計測データをグラフィックス上で重ね合わせて比較評価が出来る。このシステムは現在まだ試作段階ではあるが、既に市販され、高い精度を実現している「DECSY」システムのハードウェア（DECSY SCAN）を用いて、ソフトウェアの変更だけで実現することが出来る。

○問題点

現状のハードウェアではインレーなどの内側形状が十分に計測できないことと、本来、石膏模型を対象とした計測システムであるため、人工歯そのままでは精密な計測が出来ていない。

このうちKAVO社製のシステムについては、まだ日本に入ってきていないこともあり実機に触れる機会はなかったが、そのベースとなるものが歯科補綴物製作用CAD/CAMシステムであることから、その精度の高さに問題はない。

実際の評価システムとしてDENTSIM（（株）ヨシダ）では評価の即時性という点において

アドバンテージがあるが、受験者一人一人が直接装置を扱う必要があるため、高価な装置を大量に用意する必要があるため、その点が大きな障害となる。一方、CLINSIM（（株）モリタ）、PREPassistant（KAVO、（株）城楠）では、単独の歯牙を対象としたCAD/CAMシステムをスタートラインとしているため、模型から歯牙を一本一本取り出し所定の治具にセットする必要があるため、操作が煩雑でセット時の再現精度が問題となる。こうした実際の操作を通して、前述したような問題点が明確となっており、また、各システムがターゲットとしている実技形式も異なる為、一概に精度だけの問題でその良否を評価するわけにはいかない。特に、国家試験のように多人数を短時間で評価するには、出来るだけ簡易な方法で操作できることが望まれる。そこで、現在、評価をする上でポイントとなる形状の策定を行い、平成18年度には、現在当教室で試作している歯列模型3次元計測器の改良を行い、歯列模型を短時間で計測でき、特定部位を高精度で抽出できるソフトウェアの開発を行ってきた。その結果、現在試作中の歯列模型3次元計測器を改良し、形成に使う顎模型そのものを計測でき、さらに、その中から対象となる形成歯のみを精度良く抽出して評価で

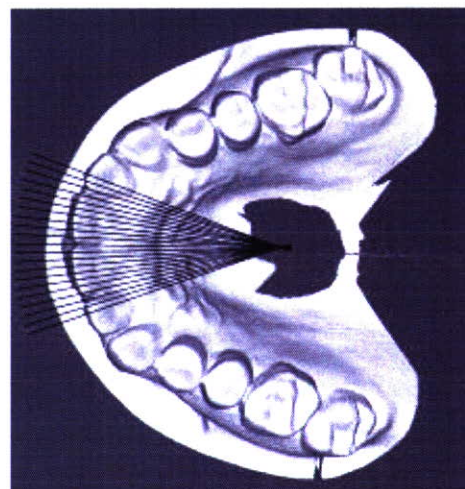
きるシステムが完成した。この歯列模型3次元計測器は、既に発売されている歯科用CAD/CAMシステム「DECSY」で採用している計測器

「DECSY SCAN」の技術をベースにしており、これに様々な改良を行うことで実現された。

補綴物製作に特化されたDECSY SCANでは、データを読み取るCCDカメラに対して、模型表面に照射するラインレーザが一方からだけであったが、これは、CAD/CAMシステムで計測の対象としている模型が、アンダーカットのない単冠で、さらに両隣在歯の計測においては最大豊隆部より上の部分の形状が、精密に採取できれば十分に補綴物の設計ができるためであった。しかし、歯列模型では、歯槽堤下部のアンダーカットや歯間鼓形空隙など、これまでのラインレーザの照射方向では、光の届かない部分が存在してしまうため、できる限りこうした部分に欠落データが発生しない状態で計測を行うには、ラインレーザの照射を低い位置から行う必要があった。そこで、咬合面方向と側面方向を精密計測するために、二方向からラインレーザを照射する機構を組み込んだ。また、DECSY SCANでは可動部がラインレーザの照射方向にあわせて、模型固定用ステージがX軸方向の移動と回転をするだ

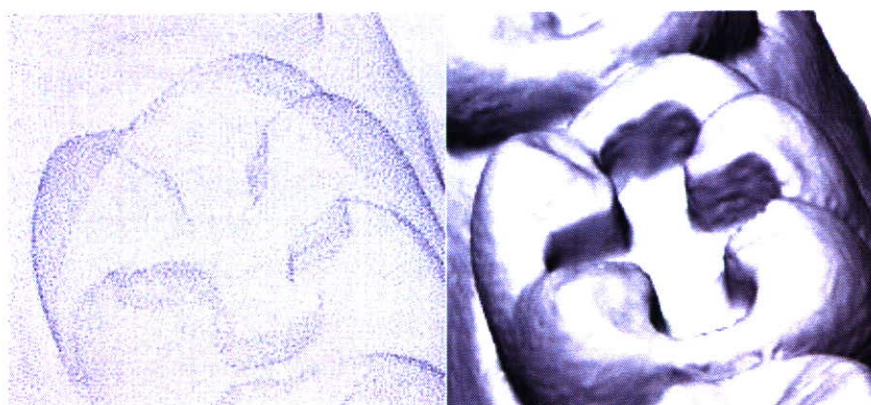
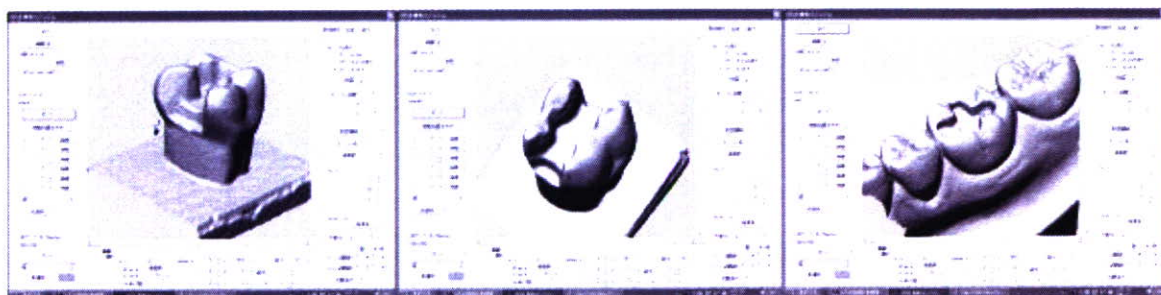


計測器内部：右に側方計測用レーザ発振機，ステージにはZ軸の駆動系がついた。



けであったが、今回の試作機では側面方向のラインレーザの照射に合わせステージの上下動となるZ軸方向の移動も加えたことで、デー

ッチとなってしまう、さらに精度を上げるためには分割面数を増やす必要がある。しかし、分割面数を上げて中心から近い部分では、



タ欠落のほとんどない状態での模型計測ができるようになった。

また、計測座標点群の形状データへの変換時に、DECSY SCANでは支台歯や隣在歯など個々の歯毎に極座標の形状データとなっていた。この極座標による形状データは、中心から放射状の極座標データとして保存されるため、歯牙のような丸い形態を表すには都合が良かった。

しかし、歯列模型のようなサイズの大きなものでは、回転中心からの距離が遠くなるにつれ、各断面間のデータピッチが広がってしまうため、本来精密に表現したい歯牙のデータが粗くなってしまうことが分かる。現在試作しているシステムでは、模型全体を放射状に1440分割しているが、それでも中心から遠い前歯切端部では約150 μ mの計測データピ

冗長なデータが増えてしまい、全体の処理を遅くする原因になる。そこで、今年度はデータの汎用性向上と、こうした部分の精度向上のために、計測データの保存方式を、単純なXYZのメッシュ状配列にするソフトウェアの開発を行った。さらに、前述したように単に模型全体が精密に計測できるだけでなく、指定部位におけるインレーなどの内側窩洞の形状を計測できるソフトウェアの開発も行い、得られたデータの精度の検証も行った。

また、2種類の形成状態の違うデータを自動的に重ね合わせ、その形態の違いを視覚的に表示するソフトウェアを開発した。これにより、膨大な被験者数の評価を短時間で行うために必要となるデータの取り込みシステムが実現され、視覚的に形成状態の違いを比較することができるようになった。

これらの研究成果は、平成19年日本歯科理工学会春季学術講演会(資料15)ならびに、2007 International Dental Materials Congress (Bangkok, Thailand) (資料16)にて発表した。

II. 試験媒体としてシミュレーション・システムの開発

<1>「シミュレーション研究」に関する文献調査およびその評価

1. 歯科保存学領域における研究

研究協力者

加藤喜郎(日歯大学新潟生命歯学部・教授)

現在、多くの臨床系基礎実習では実習課題の点数を担当指導教員による主観的評価に頼っているため、常時同じ基準で評価するのが困難であり、また学生は受動的になりがちで自己判断に基づいた学習ができていない。また、指導教員の不足や実習時間に限界があり、必要とされる技能を卒業までに修得できないのが現状である。

保存修復分野では、主に歯の切削、すなわち窩洞形成の技能を客観的に評価するためのシステム構築に関する文献が多く存在し、それぞれに成果が報告されている。これには、コンピューター計測装置による形成窩洞の評価報告(文献3、4、5、8、9、11~13、15、17)、SATVを基本とした水平位診療と治療器具のコントロールの評価(文献1、6、7)、マルチメディア教材の効果(文献9、10)、バーチャルリアリティシステムの応用(文献2)等が報告されている。

窩洞形成歯の評価については、見本窩洞と同様な形態を作製することを目標に、切削技能を定量的に評価するためのシステムであり、

形成された模型はレーザーやCCDカメラなどを装備した計測装置や画像処理装置により三次元でグラフィック化され、見本窩洞にトレースすることで窩洞の切削量・形態を数値や視覚で客観的に確認することができる(文献3、4)。同時に切削時の姿勢や器具のコントロールはSATVにより評価される(文献1、6)。これは理想的窩洞形態を修得させるのが目的ではなく、見本窩洞を模倣することで切削技能の向上を図るための訓練装置として有用であり、見本形態歯やプログラムを変化させれば様々な応用が可能となっている(文献3、4)。

この実習で得られた評価データ、切削時の映像、マルチメディア教材等は、指導教員が不在の実習外時間においても、学生はインターネット等でいつでも繰り返し閲覧することが許されており、それぞれ個人のレベル・進行程度に応じたフィードバックが自己啓発的にできるようになっている(文献9、10、16)。これは自立的に学習に取り組む意欲を促進すると同時に、教員の人的資源の不足を補うのに有効といった利点がある。

問題点としては、学生の自立的な学習に頼るため個人差がやすいこと(文献10)、画像処理・測定が不安定あるいは誤差を生じる場合があること(文献3、5、8)、設備の設置に限界があること等が問題点として挙げられる。また、国家試験の実技試験導入にあたっては、評価の標準化のために全大学で共通したソフトウェア開発や上記の客観的評価に必要な設備、教育システムの構築が重要となってくる。

窩洞形成の形態評価では1・2級のメタルインレー窩洞が主な課題として設定されているが、現在の修復治療では接着性コンポジット

トレジンによる修復が日常臨床において圧倒的に頻度の高い処置となっている(文献14)。接着技術の進歩によるブラックの窩洞形態からの脱却、ミニマムインターベーションおよびカリオロジーに基づく修復概念を、診療手技の修得効果を高めながらも学生の歯科臨床実習・教育にどのように組み込んでいくかが、今後の大きな課題になると考えられる(文献11)。

文献の検討として、歯の切削コンピュータ・シミュレーション・システム(DentSim)の応用とその考察；川崎ほか；日歯教誌16(1) 52-59(2000)に注目すると、臨床系基礎実習では、指導教員や実習時間の不足、指導教員の主観的評価による評価の偏り、実習が受動的になりがちで自己判断に基づいた学習ができない、卒業までに必要とされる技能を修得できていないという現状がある。これらの改善を図るため、歯科教育用コンピュータシミュレーションシステムであるDentSim(株式会社ヨシダ)やClinsim(モリタ製作所)に代表されるバーチャルリアリティシステムを応用した教育の導入が盛んに行われ始めている。

保存修復分野では、それらのシミュレーションシステムを用いて主に歯の切削、すなわち窩洞形成の技能を評価するのが一般的である。DentSimでは、切削過程が3Dでリアルタイムに表示され、術者は歯のどこをどのように切削しているか随時確認しながら実習を進めることができる。Clinsimでは『自動軌跡追尾』ソフトにより、実習動作をCCDカメラにより取り込み、コンピュータで記録・分析が可能となっている。これらは治療器具のコントロールおよび水平位診療の評価に有用であると考えられる。

両システムとも窩洞形成歯は、計測装置や画像処理装置によりコンピュータグラフィックで表示される。それらのデータと模範の切削窩洞歯のデータや、予めコンピュータに設定しておいた採点基準などと比較することにより、窩洞の切削量・形態を数値や視覚で客観的に評価できるようになっている。実習で得られた評価や切削時の映像などのデータはハードディスクに記録され、学生はそれらをマルチメディア教材として利用できる。

指導教員が不在の実習外時間においてもインターネット等でいつでも繰り返し閲覧でき、それぞれ個人のレベル・進行程度に応じたフィードバックが自己啓発的にできるようになっている。また、インストラクターも記録データを用いた実習の評価が可能である。

著者らは歯の切削を課題(1級アマルガム窩洞)とした場合のDentSimの分析と使用感に関する被験者のアンケート結果を報告している。被験者は教員、研修医、5回生、1回生のそれぞれ5名ずつで行っている。

DentSimシステムの特徴として、切削作業中の不適切な行為への警告音による警告、切削作業中の窩洞における切削技術評価、リアルタイム表示による対話式学習、従来型の実習では困難な箇所のフィードバックが可能などの他に前記した利点を挙げている。シミュレーション実習の問題点として、トレーニングシステムの精度、フィードバック効果の検証、情報量が多くエラーの重要度・優先度が解らない、切削過程の解析方法などを挙げている。また、DentSimのコンピュータの操作であるが、それほど複雑な操作を必要とせず、日常的にコンピュータを使用していない被験者でもあまり問題なかったとしている。

シミュレーション・システムの最大の特徴

は、窩洞の評価項目が全て数値化されることにより客観的に評価できることである。そのため、評価の基本となる模範窩洞と採点基準項目の重みをどのように設定するかが、今後の課題であると考えられる。

平成19年度の研究①シミュレーション システムの臨床前歯科医学教育への展望として、歯科教育に要求される知識量が増大しているにもかかわらず、その内容が多様化・細分化され、各専門分野の講義や実習の時間数は削減傾向にある。また、従来の記述式の定期試験による教育評価方法だけでは、学生は終始受動的で自己判断に基づいた学習ができておらず、身に付けた知識を有機的に関連させることが難しいのが現状である。さらに、医療人としての人間性、コミュニケーション能力、判断力、手技といった基本的な臨床技能の習得や、それを評価する方法も求められている。

このような社会的・時代的变化への対応と、幅広い専門知識を身に付けた人間性と社会性の豊かな人材育成をおこなうことを目的として、従来の知識詰め込み型の教育から、問題解決型学習（PBL：Problem Based Learning）、客観的臨床能力試験（OSCE：Objective Structured Clinical Examination）といった新しい手法を取り入れた教育が盛んに試みられている。これらは一定の成果を挙げながらも、一方ではこれまで行われてきた臨床系基礎実習の実習時間の不足を招き、歯科臨床において基本となる治療技術が卒業までに修得できないという問題も起きている。加えて、指導教員は多様化する教育方法に対応すべく、それらに多くの時間を費やすことになり、大きな負担となっている側面もある。

このような歯科医療の教育改革は今後も推進されることが考えられ、その環境変化に対応し

ながら教育効果の向上と能率化を図るにあたり、コンピュータ支援によるシミュレーション システムやマルチメディア教材による教育は、より一層普及していくツールになっていくと考えられる。

保存修復分野における現行実習の多くは人工歯付き顎模型を使用したもので、歯の切削手技・窩洞形成、成形修復材による修復、鑄造修復（印象採得～修復物製作～装着）などが主に行われている。従来からある単一樹脂製（メラミン系）の人工歯の場合、切削感は天然歯には程遠く、学生にとっては生体の組織を扱っている（生活歯を切削する）という緊張感に乏しいため、手技を学ぶというよりは窩洞形態を把握することが限界であった。

最近では、エナメル質・象牙質の物性（硬さ）や構造を模したものの、色調を調整したもの、多様な部位に齶蝕を設定したもの、歯髓腔を再現したものなど様々な改良がほどこされたものを用いることができるようになった。また、山本ら（文献1）は改良型のダイヤモンドポイントを使用して切削感覚をより天然歯に近づけることが可能であることを報告している。今後は、齶蝕の除去方法から前準備、窩洞形成、修復方法までを一連の流れで習得可能となるような人工歯が求められる。

②歯科実技教育 シミュレーションシステムの検討として、コンピュータ支援による歯科教育用シミュレーション システム、いわゆるDentSim（株式会社ヨシダ）やClinsim（モリタ製作所）などに代表されるバーチャルリアリティーシステムを応用した実習は、コンピュータ計測装置による窩洞形成の評価が多く報告されている（文献1～4）。これは、窩洞の切削量・形態などが数値や視覚で得られることから、実技試験導入を視野にいたった場

合、客観的な評価が行い易いためである。実際には、両システムとも理想的な窩洞形態の採点基準を予めコンピュータに設定しておき、学生の形成歯データを見本窩洞にトレースすることで客観的に評価される。形成歯の計測にはレーザーやCCDカメラなどが用いられる。得られたデータは画像処理することにより三次元でグラフィック化され、切削量・形態を数値や視覚で確認できる。見本窩洞やプログラムを変化させれば様々な応用は可能である。

また、上記のシステムは窩洞形態の評価（結果）だけではなく、形成方法（過程）も評価できることが重要である。少人数の指導教員の下、多人数の学生が同時に進めていた従来型の実習では、個々の学生に対して実習過程に関するフィードバックを行うことはほぼ不可能であった。DentSimでは切削過程が3Dでリアルタイムに表示され、術者は歯のどこをどのように切削しているか随時確認しながら実習を進めることができる。切削作業中の不適切な行為への警告音による警告、切削作業中の窩洞における切削技術評価、リアルタイム表示による対話式学習が利点である。Clinsimでは「自動軌跡追尾」ソフトにより、実習動作をCCDカメラにより取り込み、コンピュータで記録・分析が可能となっている。

③歯科医師国家試験への実技試験導入と シミュレーションシステムとして、歯科医師国家試験への実技試験導入を視野に入れた場合、全歯学部でコンセンサスが得られた手技、客観的評価方法を確立しなければならない。窩洞形成では、評価の基本となる模範窩洞と採点基準項目の重み（重要度・優先度）をどのように設定するか、切削過程の解析方法を点数化するのは難しい。また、その試験実地方法、評価基準に対応する設備やソフトウェア

開発、実習カリキュラムも各教育機関で整備する必要がある。ハードウェアに関しても、現状ではトレーシングシステムの精度、画像処理・測定で誤差を生じる場合があり不安定であること、切削で使用する器具・器材（歯科用ユニット）の標準化やコンピュータも含む操作系統の簡略化も求められる。

マルチメディア教材に関しては、学生は大学内のサーバーにアクセスすれば常用のインターネットブラウザで、いつでも繰り返し閲覧することが可能であるため、外時間の教育支援ツールとして非常に有用である（文献5）。講義で使用されるスライド・動画に加えて、上記システムで得られた実習の個人データ（評価、切削時の映像など）はハードディスクに記録されており、それぞれ個人のレベル・進行程度に応じたフィードバックを指導教員が不在の場合でもできるようになっている。これは学生の自立的学習意欲を促進すると同時に、教員の人的資源の不足を補うのに有効といった利点がある。また、評価者（インストラクター）も記録データを用いた実習の評価ができる。問題点としては、学生の自立的な学習に依存するため個人差が大きいことや、個人情報の保護に関する対策は十分検討されなければならない。

従来の実習では、課題はそれぞれ1回ずつ行うのが限界であった。これは、講義内容をビジュアル化することで知識の理解を深めることはできるが、歯学部を卒業した時点において臨床に通用できるレベルの手技は得ているとはいえない。本来、技術・手技といったものは1つの課題を何度も繰り返し取り組まなければ習得できるものではないことは周知の事実である（文献6）。臨床前歯科医学教育にシミュレーションシステムを利用するこ

とで、個々の学生のどこに問題点があるのか、すなわち知識の不足なのか、技術の不足なのか、両方なのかといったことを見出すことで、的確な指導が効率良く行うことが可能になると思われる。

参考文献

- 1) 歯科臨床教育における効果的シミュレーション・システムの導入、一第1報—コンピューターの応用—；子田晃一，岩久正明、日歯教誌10 (1) 61-65、1994.
- 2) コンピュータシミュレーション技術の歯学教育への応用、一人工現実感システムによる保存修復基礎実習教育シミュレータの開発—；石川達也，牛木猛雄，杉山利子，高瀬保晶，高橋一祐：歯科学報96 (8) 851-859、1996.
- 3) 非接触高速三次元計測システムの歯科保存領域への応用、第2報：窩洞形成評価システムの開発；平田健一，中嶋正人，井村清一，山本宏治，関根一郎，森脇 豊，吉田定宏：日歯保存誌41 (1) 320-336、1998.
- 4) 非接触高速三次元計測システムの歯科保存領域への応用、第3報 形成窩洞の点数評価；平田健一，中嶋正人，井村清一，山本宏治，関根一郎，森脇 豊：日歯保存誌41 (1) 337-342、1998.
- 5) 歯の切削 コンピュータ・シミュレーション・システム (DentSim) の応用とその考察；川崎弘二，上村参生，神原正樹，岡本吉宏，井上 宏：日歯教誌16 (1) 52-59、2000.
- 6) 臨床シミュレーションシステムへのコンピュータの導入、一臨床予備実習への応用とその評価—；富田文仁，牧野久史，子田晃一，岩久正明：新潟歯学会誌 31 (2) 141-145、2001.
- 7) 臨床シミュレーションシステムへのコンピュータの導入、一自動ポイント追尾装置の

開発とその評価—；富田文仁，子田晃一，岩久正明：新潟歯学会誌32 (1) 27-35、2002.

8) 窩洞形成の客観的評価法について—2級窩洞について—；倉地祐治：鶴見歯学28 (1) 95-107、2002.

9) シミュレーションシステムの導入による歯学臨床教育の合理化・能率化、一コンピューター支援自立学習システムの保存修復学実習への応用—；荊木裕司，原口克博，塚越慎，尾立達治，永井康彦，斎藤隆史，川上智史，小林文人，松田浩一：日歯保存誌45 (1) 52-61、2002.

10) コンピューター支援マルチメディア教材の保存修復学実習への応用；荊木裕司，尾立達治，斎藤隆史，塚越 慎，永井康彦，松田哲朗，松田浩一：日歯教誌18 (2) 439-448、2003.

11) 「新しい臨床基礎実習の試み」今後の基礎実習への展望；山本宏治：日歯教誌19 (1) 26-35、2003.

12) 各大学における2級基本窩洞の客観的評価 (会議録)；山本宏治，平田健一，松田哲朗，斎藤隆史，高瀬保晶，杉山利子，平井義人，川本雅行，井上正義：日歯保存誌47, P69、2004.

13) 窩洞形成技能評価システムについて—臨床基礎実習への応用— (会議録)；高瀬保晶，新谷敏弘，春山親弘，杉山利子，平井義人：歯科学報104 (5) 529、2004.

14) 接着の診療行為に関するタイムスタディ結果報告；医療・教育検討委員会、接着歯学23 (3) 224-230、2005.

15) DentSim - a future teaching option for dentists；Welk A, Splieth C, Rosin M, Kordass B, Meyer G: Int J Comput Dent. 7 (2) 123-130、2004.

16) An evaluation of two dental simulation

systems: virtual reality versus

contemporary non-computer-assisted ;

Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A: J Dent Educ. 68(11)1151-1162, 2004.

17) Effect of augmented visual feedback from a virtual reality simulation system on manual dexterity training; Wierinck E, Puttemans V, Swinnen S, van Steenberghe D: Eur J Dent Educ. 9 (1) 10-16, 2005.

18) 「新しい臨床基礎実習の試み」今後の基礎実習への展望; 山本宏治: 日歯教誌19 (1) 26-35, 2003

19) 非接触高速三次元計測システムの歯科保存領域への応用、第2報: 窩洞形成評価システムの開発; 平田健一, 中嶋正人, 井村清一, 山本宏治, 関根一郎, 森脇 豊, 吉田定宏: 日歯保存誌41 (1) 320-336, 1998.

20) 非接触高速三次元計測システムの歯科保存領域への応用、第3報 形成窩洞の点数評価; 平田健一, 中嶋正人, 井村清一, 山本宏治, 関根一郎, 森脇 豊, 日歯保存誌41 (1) 337-342, 1998.

21) 歯の切削コンピュータ・シミュレーション・システム (DentSim) の応用とその考察; 川崎弘二ら, 日歯教誌16 (1) 52-59, 2000.

22) コンピューター支援マルチメディア教材の保存修復学実習への応用; 荊木裕司, 尾立達治, 斎藤隆史, 塚越 慎, 永井康彦, 松田哲朗, 松田浩一: 日歯教誌18 (2) 439-448, 2003.

23) 臨床シミュレーションシステムへのコンピュータの導入、一臨床予備実習への応用とその評価; 富田文仁, 牧野久史, 子田晃一, 岩久正明: 新潟歯学会誌31 (2) 141-145, 2001.

2. 歯内療法学領域における調査研究

平成17年度には、歯科医師国家試験実技試験の歯内療法学領域における出題形式および評価方法、各歯科大学で実施している基礎実習形態を考慮した場合、現行では人工歯および顎模型（ファントムを含む）の応用にその範囲を留めざるを得ない。

将来、シミュレーション・システムが全国各歯科大学に普及し、臨床基礎実習用かつ統一化されれば実技試験への導入も可能となるが、現状としては見送らざるを得ないものと思われる。

①卒前基礎実習教育用模型・人工歯の開発とシミュレーション・システムの導入として、臨床実習前の臨床系教科基礎実習における模型ならびに人工歯、あるいはシミュレーション・システムの導入が盛んに行われている。各歯科大学でのカリキュラム編成が異なるため、使用する模型・人工歯、基礎実習を行う学年や期間に差は認められるものの、多くの歯科大学が模型・人工歯を応用した臨床系教科の基礎実習を実践していることは確かである。近年では、コンピュータを駆使したシミュレーション・システムも導入され、さらに実習形体が組織化されて客観的な評価判定を実施する傾向が現れてきている。

歯科保存学領域においては、模型・人工歯を使用することで学生に対して均一化した実技指導と実技能力の向上をはかることが可能である。保存修復学領域における窩洞形成・印象採得・修復物作製・練成充填などの実技課題の習得には合理的かつ効果的であることはすでに周知の事実である。歯内療法学領域においては、日本歯科保存学会を中心に基礎実習用「髓腔・根管付人工歯」の開発・改良が推進された。天然抜去歯は現在の歯科事情を背景として収集が困難となっており、また、