

聴覚障害生徒への対話的な指導記録と認知モデルによる問題解決過程分析

～歯科技工専門用語の理解と定着に向けた取り組み(第一報)～

福島 恵美子

基礎歯学の一分野である歯科理工学は、顎口腔領域で用いられる種々の材料・器械・器具の特性と使用法を理解する学問であり、歯科技工物を製作する際の加工成形において必要な理論・知識を学ぶ科目であるが、歯科医療従事者を志す者にとって苦手とされることが多く、その指導には工夫が求められる。本研究では、歯科理工学の歯科技工士国家試験問題を例とし、例題に関するPCを用いた対話的指導の記録における生徒の躓き分析と、問題解決過程の思考の認知モデルを用いた問題解決に必要な要素について分析した結果、今後の指導における専門用語の定着に効果的な指導技術について知見を得たので報告する。

キー・ワード：聴覚障害 歯科技工 歯科理工学 専門用語 対話的指導 問題解決過程 認知モデル

1 はじめに

歯科技工とは歯科技工士法第2条第1項において、「特定人に対する歯科医療の用に供する補綴物(はてつぶつ)、充てん物又は矯正装置を作成し、修理し、又は加工することをいう。ただし、歯科医師(歯科医業を行うことができる医師を含む。以下同じ。)がその診療中の患者のために自ら行う行為を除く。」と規定されている。補綴とは歯科治療において、歯が欠損した場合にクラウンや入れ歯などの人工物で補うことをいう。それら人工物を患者の口腔内に機能・審美的に適合するように作るのが歯科技工士の役目である。古くは紀元前2,000年～1,000年のエトルリア人の墓地から発掘された入れ歯があるが、日本では奈良時代から入れ歯があったという記録がある。現在、歯科医師・歯科技工士が人工物を製作する際には歯科材料(樹脂、セラミックス、金属、複合材料等)を用いる。それらを口腔内に適合する形状・寸法に成形加工する為には歯科材料の組成・理論と基礎知識が必要不可欠であり、それらについて学ぶのが歯科理工学である。

歯科技工士とは歯科技工士法に基づく歯科技工士国家試験(以下、国家試験)に合格した者に対する厚生労働大臣免許の国家資格であり、業務独占資格であるため、歯科医師もしくは当職以外が

歯科技工業務を行うことは法律で禁止されている。つまり歯科技工士は歯科技工分野において歯科医師と並ぶ専門家であり、歯科医師・歯科技工士間では歯科技工の知識と専門用語を用いた業務上のコミュニケーションを行う。そのため歯科技工士として業務を行う上では、歯科材料に関する歯科理工学の知識や概念の理解は非常に重要である。

2 歯科理工学教育の現状

平成28年度日本歯科理工学会シンポジウム「歯科理工学教育を考える-現状と今後の展望-」では、大学歯学部歯科理工学担当教員より、指導における現状が報告された。その内容とは、歯科理工学の学習開始時期には、学生の臨床科目に関する知識が乏しく、必要な処置がどの歯科材料で実施されているか知る者が少ないため、こちらから様々な臨床例を提示しながら理解しやすいように努めるが、学生は臨床実習後か卒業時期になって初めて理解でき、その時期に学習したいという学生が多く見受けられること、定期試験を行うと他の臨床科目と比較して歯科理工学は点数が伸び悩むことである。また、歯科理工学の教科書は学生にとって難しいため、講義では独自にプリントを作成して使用している学校や、教授内容が多すぎるため、記憶ありきの勉強となりがちであること

も報告された。歯科技工士を養成するための歯科技工士養成学校の歯科理工学教育については、入学する学生が理系の学生よりむしろ文系の学生が多く、化学、物理に対して苦手意識を示す学生が多数在籍しており、彼らに入学直後にいきなり応力一ひずみ曲線を見せれば、歯科理工学は嫌いな科目となること。歯学部と異なり、入学直後から臨床科目の講義や実習が開始されるため、模型材（単元名）から指導を開始する等、歯科技工士教本（講義で用いる教科書、以下、教本）に記載された順番とは異なる順序で指導していることが報告された。

このように歯科理工学教育においては、実習に入る前から学び始める都合上、その導入部については時間をかけた指導の工夫を各養成機関で行っているが、学生・生徒の理解や試験点数の伸び悩みは解消されておらず、歯学部でも歯科技工士養成学校でも共通の課題であることが伺える。しかしながら歯科技工士養成学校の場合は、高等学校まで学んできた理科学科の基礎知識の不足も歯科理工学の理解を妨げる一因となっているようである。

3 本校歯科技工科の歯科理工学教育

本校歯科技工科（以下、歯科技工科）は日本で唯一の特別支援学校（聴覚障害）の歯科技工士養成学校である。歯科技工科では、歯科技工士として必要な専門教育および社会人として必要な教育を行い、社会に貢献できる人間の育成を目指すことを教育目標に、日々の指導を行っている。

歯科技工科の歯科理工学のカリキュラムとしては、一年次に講義（前期 7 時間／週、後期 4 時間／週）、二年次に実習（前期・後期 3 時間／週）を行う。そして三年次後期には、過去に国家試験で出題された問題等を用いた国家試験対策の授業（以下、課題授業）を行う。

入学式を終えてまもなく、一年次前期の歯科理工学の講義を開始する。同時期に実施する歯科技工概論（実習）（3 時間／週）では歯科理工学講義

で理論を学んだ歯科材料について取り扱うことで、講義内容のより良い定着を目指した授業の連携を行っている。このような取り組みは理解度の向上に大きく寄与するだけでなく、繰り返し歯科材料の専門用語に触れる機会ともなる。それゆえ、導入時期における教科間の連携は非常に効果的である。

歯科技工科へ入学対象となる生徒は、聾学校高等部出身者、通常的高等学校出身者、そして社会人経験者であり、この点でも生徒一人ひとりが持つ理科の基礎知識に差が生じる。そのため、前述した歯科理工学教育の現状における課題は歯科技工科の生徒にも当てはまり、それゆえ本科目を理解することは容易ではなく、苦手な科目となりやすい。

4 聴覚障害教育の専門性と歯科理工学教育

歯科技工の専門教育の中で歯科技工専門用語を正しく理解させ、定着を促すことは、歯科理工学に限らず重要であり、それらを学ぶためには言葉の力は欠かせない。

長南・澤(2007)は、聴覚障害児童・生徒の読字力は学年が上がるにつれて成績が向上するが、語彙力、文法力ともに小学部高学年以降で成績が伸びず、それに伴って読解力の成績も小学校段階のレベルで停滞すると指摘している。また、聾学校の教科指導においては、教師が教科指導と聴覚障害教育の専門性を持つことが重要である（四日市(2014)）。特別支援教育総合研究所研究報告(2016)では、授業研究会の協議から、聴覚障害教育に求められる専門性として、言語活動を通して、Table 1 に示す事項が重要であることが示唆された。

Table 1 聴覚障害教育に求められる専門性

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 子どもの発達を見通す 2. 教材性を発見する 3. 独自の指導技術をもつ 4. 子どもの行動から思考過程を推察する 5. 「話し合い」を通して、「考える子ども」を育てる |
|---|

筆者はこの中から教科指導において、生徒の発達を見通すこと、教材性の発見と独自の指導技術をもつことに着目した。筆者の担当する歯科理工学の講義（一年次前期）では、国家試験出題範囲でもある教本をベースとした板書と専門用語の解説を行っているが、現状としては一方的な知識の伝達とならないよう、生徒の理解度や説明に用いる言葉の選択に留意しながら対話的な指導を取り入れることを心がけている。しかしながら改善の余地は多分にあり、喫緊の課題としては、多様な生徒の実態把握と、専門用語の定着に効果的な指導技術の蓄積が必要であると考えている。

5 国家試験について

国家試験は、歯科理工学を含む専門8科目による学説試験と実地試験で構成されている。学説試験問題はマークシート方式の四肢択一問題で、配点は1問題1点、合計80点であり、48点以上を合格とする。実地試験は1課題を30点、合計90点であり、54点以上を合格とし、学説試験、実地試験それぞれの合否基準を満たしたものが国家試験合格となる。歯科技工科では国家試験を控えた生徒に対して、模擬試験を複数回実施し、その結果が合格基準に満たない生徒や、課題授業での理解や知識が不十分な生徒に対しては、適宜、科目別の個別指導を実施している。

6 研究目的

歯科理工学の国家試験問題は、出題方針「歯科技工に用いる材料とその特性及び使用法に関する知識について試問する」と明示されている（平成24年版歯科技工士国家試験出題基準）。歯科材料の組成や分類、成形工程に関する写真から正しい選択肢を選ぶ問題等が出題されている。

本研究では、歯科理工学を指導する上で専門用語の定着に効果的な指導技術の蓄積のため、平成22年東京都で実際に出題された国家試験問題（以下、例題）を使い、その問題に関する指導記録の振り返りと問題の分析を行う。

ここで取り上げる例題は、原型材料に関する問題であり、文章を読んで正しい記述文を選択させる問題（Table 2）である。

Table 2 例題

- 問 スプルーについて正しいのはどれか。
- a 植立部位は咬合関係を考慮しなくてよい。
 - b 単独で小型の原型の場合はワックスを用いる。
 - c スプルー線の太さは鑄造欠陥に影響を与えない。
 - d 植立部位は原型の最も厚い部分がよい。

解答：d（平成22年東京都 出題）

これを国家試験の個別指導における生徒との対話的な指導の記録から、生徒が躓きやすい点について考察する。さらに問題解決過程の学習モデルを用い、歯科理工学の国家試験問題の正答を導くために必要な要素について考えたい。

7 PCを用いた対話的指導

(1) 方法

筆者は国家試験の個別指導の場面で、PCを用いた文字表示を行いながら対話的な指導を行っている。これはPCを用いた情報補償をヒントに考案したものである。教師と生徒が並列に並んで行う場合はPCを中央に設置し、対面で行う場合はPCをモニターに接続し、生徒から見える位置に設置する（Fig. 1）。



Fig. 1 教師・生徒・PCの位置関係

対面式の場合別途モニターが必要となるが、生徒が教師の口元を確認しやすく、モニターの文字も大きいため、より見やすい。

PCを用いた指導の利点を次に挙げる。

- ① 教師の発言・生徒の発言（手話を含む）を文字で確認できる。
- ② 生徒の発話内容の中の矛盾や専門用語の意味の把握違い等を文字の中で互いに確認できる。
- ③ 表示された文字を遡ることで対話の初めに返ることができる（生徒とのやり取りを繰り返していくうちに、初めの発問内容から逸れてしまうことがあるため）。
- ④ 対話が記録として残すことで、次回の指導につなげられる。

欠点としては、複数名の指導には向かないこと、教師による文字入力スピードの影響を受けるため、通常の対話よりも時間を要することである。

(2) 実践記録と振り返り

Table 2 の例題について、その解説場面で筆者(T)と生徒A(S)の個別指導におけるPCを用いた対話記録をTable 3に示す。生徒Aは本問題についてcを選択した。なお、括弧内に示す文章は、指導後に追記したものである。

Table 3 対話記録

T: スプルー線の太さは細くても太くても、鑄造欠陥に影響ないの？
S: あります。
T: 選択肢の文章を a からもう一度見てみましょう。植立部位は咬合関係を考慮しなくてよい、と書いてありますが。
S: これは違う。
T: では b の単独で小型の原型ってどんなもの？
S: 単独は「1 つだけ」小型は、「小さい」の手話をする)、原型の意味は・・・分からない。
T: では、教科書から原型の意味を探してみてもいい。
S: (教本の目次を探してから) 原型材料、ありま

した。

T: では、原型材料とは何ですか？

S: 原型材料とは、インレー、クラウン、義歯です。

T: 本当にそうなの？

S: そうです。教科書に書いてあります。

T: どれどれ？ (一緒に教科書を読む。しかし、生徒は文章の途中までしか読んでいない。)

T: きちんと文章は最後まで読まない。

S: (読み直すが、最後まで読むと文章の意味が理解できない様子) わからない。

T: 『原型材料とは、インレー、クラウン、義歯などの成形過程で原型 (パターン) を製作するために用いる材料を言う。』と書いてありますね。原型の横にパターンと書いてありますが。

S: (教科書の索引で「パターン」という言葉を調べる。すると「既製パターン」の項目を見つける) 原型は既製パターンです。

T: 既製パターンって何に使うの？

S: 鑄造に使う。鑄造リング、エーカースクラスプにつかう。

T: そうですね。既製パターンはもう形が出来上がったパターンでしたよね。では実習で、インレーはどうやって作りましたか？初めにどうしましたか？

S: インレー作るとき、ろうでつくる。ろうを盛ってから彫刻する。

T: ろうを盛ることを何といいますか？

S: ワックスアップ。ワックスアップで形を作る。

T: そうですね。そのワックスアップで作った形が原型です。(「ワックスパターン=原型」とパソコンに表示する)

S: あ、わかった。なるほど。

T: (パソコンに表示された文字を対話の初めまで戻し、こちらの最初の発問を見せる) では、最初に私が「単独で小型の原型」はどんなものかと質問しましたが、想像できますか？

S: はい。小さなワックスアップで、インレーのような小さいものです。

生徒 A は、原型材料の言葉の意味を調べるために、まず教本の目次を用いて該当ページを探したが、「原型材料とは・・・」という説明文を途中で読み、意味を判断していた。文章は最後まで読むように促したが、説明文を最後まで読んだ後も、意味を掴めていない状態であった。そこで教本の説明文の中から「パターン」の意味を調べるように伝え、索引で「既製パターン」という言葉を見つけ、原型（パターン）はつまり既製パターンであると回答した。しかし既製パターンとは既に作られたパターンのことを指す。そこで教本に掲載してある既製パターンの写真に注目させ、実習の中で使用した経験を尋ねたところ、「铸造」「クラスプ」と答えたことから、実習工程の言葉は多少記憶の中に残っている可能性があるかと判断した。そこでインレーの実習工程において、どのようにして原型を製作したのか、対話の中から当時の様子を想起させていくと、目的とする形態（原型）製作にワックスを用いていたこと、さらにワックスで形を作る作業＝ワックスアップという言葉が出てきた。（※広義の原型とは、鋳物や彫刻作品などのもとになる型を差し、土や石膏などを材料とするが、歯科での原型は鋳造などで製作しようとする陽型を指し、原型材料はワックス以外にも一部アクリルレジンを用いる。）Fig. 1 の例題の場合、原型材料はワックスであることを想定している。このように PC を使った対話的な記録から、生徒が理解している部分と理解していない部分を、おおよそ判断することができる。

8 国家試験問題解決に必要な要素

(1) 問題解決過程における思考の認知モデル

全体を捉え、各要素の関連付けについて考えるためにはモデル化して捉えることが有効である。

アメリカ合衆国の人工知能学者で、認知心理学者の Roger C. Schank は記憶の基本的構造を「目的記憶、場面記憶、一般事例記憶、事例記憶」の 4 階層 (Schank, 1980) とした (Fig. 2)。長瀬ら (1987) はこの 4 階層の記憶を生徒の教材理解状

態を表現するための記憶として次のように解説している。

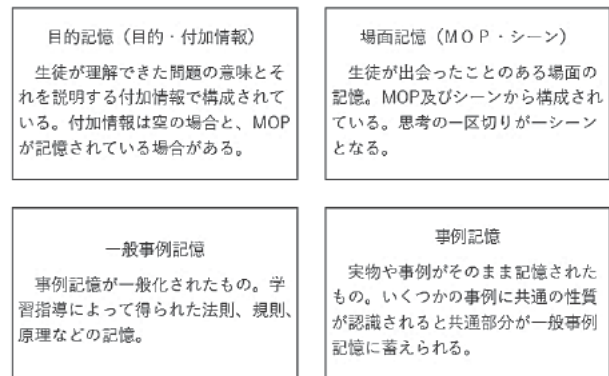


Fig. 2 4 階層の記憶

目的記憶は目的とその付加情報で構成され、生徒が理解できた問題の意味が蓄えられる。ここには複数のシーン (Schank, 1982) から構成される MOP (Memory Organization Packet) が記憶される場合もある。場面記憶は、生徒が出会ったことがある場面の記憶であり、これは MOP およびシーンから構成される。一般事例記憶とは、学習により得た法則や原理を指し、事例記憶とは実物や事例がそのまま記憶されたもので、いくつかの事例に共通の性質が認識されるとその共通部分が一般事例記憶となる。生徒が問題を解くためには教科内容の知識を用いる方法と、実際の問題解決場面で問題文や図の意味を把握し、適切な知識構造を獲得することが必要だとしている。問題解決のためには繰り返しシーンを探り、その結果「活性化された MOP」から問題解決の方策を構成し、方略を実行する。長瀬ら (1987) が提案した問題解決過程は問題理解から検証過程までの 4 つの過程をとる

(Fig. 3) そして Fig. 4 のように問題理解過程の思考の認知モデルを示した (長瀬ら (1987))。

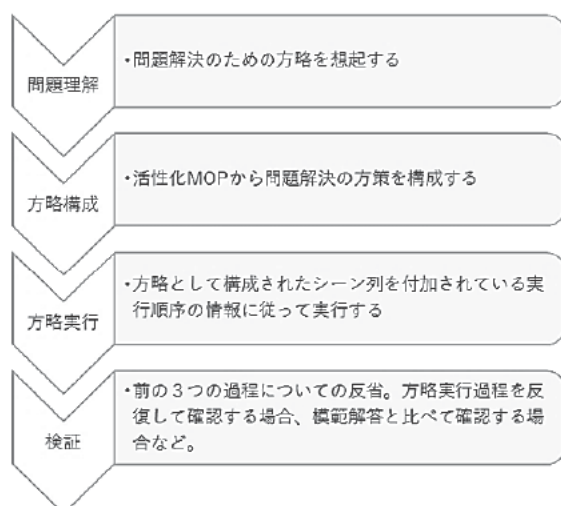
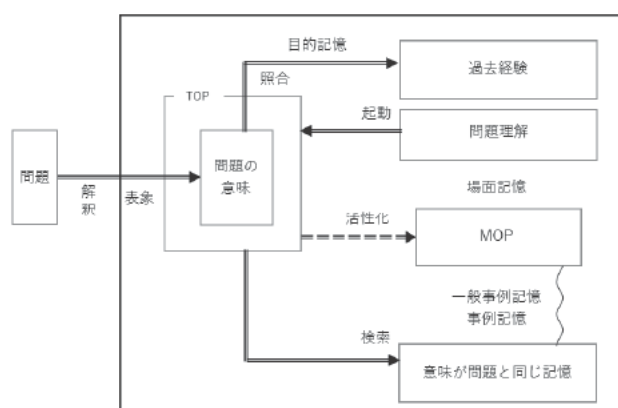


Fig. 3 問題理解から検証までの過程

Fig. 4 問題理解過程の思考の認知モデル
長瀬ら（1987）図 5, 6 を参考に改変

問題理解の過程ではまず問題の意味を表象し、過去に同様の問題を説いた経験について照合し、事例・一般事例記憶から問題の意味と同じものを検索する。それらが見出されると、その記憶に関連した MOP を活性化（MOP を活性化する機能をここでは TOP と呼ぶ）。次に活性化 MOP から方略構成がされるが、一般にシーンには前提条件があり、これを満たした上でシーンの実行順序が決まる。前提条件を満たすシーンが活性化されていない場合、別の MOP を活性化する。教材内容が理解できている生徒はこのように解答に至る方略を構成することができる。方略実行の過程では、シーンを情報に従って実行し、当面している問題のデータを用い、目的を満たすと次のシーンの実行に

移る。ここで方略が部分的にしか構成されていない場合は解答を得ることができない。

(2) 分析結果

Table 2 の例題について認知モデルを用いた問題解決過程を分析する。正答を得る問題解決過程として考えられるのは、まず一般事例記憶としてスプルー植立に関する原則シーン、鋳造欠陥へのスプルーの影響シーン、スプルー線として用いられる材料についてのシーンを持ち合わせていることである。事例記憶としては、歯科技工実習でスプルーを繰り返し使用することによるスプルーの意味と関連する知識を持つことである（繰り返しの事例記憶は一般事例記憶となる）。それらのシーンから MOP が活性化され、方略構成、すなわち選択肢の文章についてシーンを実行させながら判断を進めることで誤文と正文の判断が可能である。また、国家試験問題は一般的な試験で多い記述式の文章問題とは異なり、選択肢があり、その中に必ず正答が含まれている。よって問題解決に関わるシーンが部分的に補完されていれば、問題の種類によっては消去法で答えを導くことも可能である。しかしながら次の場合には正答が得られない。

- ① 問題文の意味が正しく把握できない。
- ② 場面記憶のみであり、そこに専門用語の意味が関連付けされておらず、理解が不十分である。
- ③ 一般事例記憶（例えば歯科材料の組成や分類に関する知識）が不十分である。

問題解決に関わるシーンが不足している場合も、消去法により選択肢を絞ることは可能であっても、真に必要なシーンがなければ正答に到達することは出来ない。

9 考察

PC を用いた対話的指導の記録から、生徒がどこで躓いているのかを探索することが出来た。生徒 A は、場面記憶を構成するシーンを持っていたが、場面での作業で用いた材料の名称や、関連する専

門用語のインプットがされておらず、一部の概念のみ把握している状態であった。また、文章を読み理解する読解力が足りない状態であった。

思考の問題理解過程の認知モデルを用いて、歯科理工学の国家試験の例題についての問題理解過程を分析した結果、正答を導くためには、講義の場面で専門用語を正しく理解し覚えること、実習における場面記憶を多く持つこと、実習中の作業行為、使用材料、使用機器の名称と専門用語がきちんと結びついていることが必要であることが示唆された。

10 まとめと今後の課題

西林(1997)は「人が物事をわからないと感じるのは、部分間に「矛盾」が生じているので「わからない」のである」と述べている。

部分間の矛盾、つまり一つの専門用語を違う意味で把握することは、そこを起点としてその後の学びの内容に、連鎖的に矛盾を生じさせる。矛盾が生じた時点で、授業の中でその矛盾に自分自身で気づき、対話や自己学習によって修正されていくことが理想であるが、実際には自己で生じた矛盾やねじれた意味理解を客観的に認識することは非常に困難である。

PCを用いた対話的な指導法は、生徒の理解が乏しい場合の指導法として、生徒が捉えている概念や専門用語の意味理解の食い違いと、それにより理解できない原因が特定しやすくてできる方法として、今後も継続していきたいと考えている。

問題解決過程の思考の認知モデルから明らかとなったように、歯科理工学の国家試験問題を説くためには専門用語の理解と定着は必須である。歯科理工学は、歯科材料の分類や組成、用途、理論的な内容を系統立てて理解することで、内容や材料同士の関連性の理解が深まる。初期段階で専門用語を正しく理解できなければ、その後の関連付けや興味関心も非常に困難となることは予想できる。苦手な科目となりやすいからこそ、その背景や指導法について分析し、今後も指導技術を構築していきたい。

[文責]

福島恵美子

[参考文献]

- 1) 和田康志 (2016). 歯科技工に関する国の施策等について. 日補会誌, Ann Jpn Prothodont Soc8, 231-236
- 2) (一社) 日本歯科理工学会平成 28 年度シンポジウム 歯科理工学教育を考える - 現状と今後の展望- (2016). 日本歯科理工学会
- 3) 長南浩人・澤隆史 (2007) 読書力診断検査に見られる聾学校生徒の読書力の発達. ろう教育科学 2007, 49(1), 1-10
- 4) 四日市章 (2014) 聴覚障害教育における教師の専門性の形成. 聴覚障害者問題研究, 41 (4), 8-23
- 5) 原田公人他 (2016) 聴覚障害教育における教科指導及び自立活動の充実に関する実践的研究 - 教材活用の視点からインクルーシブ教育システム構築における専門性の継承と共有を目指して -. 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所研究成果報告書, 第 5 章, 127
- 6) 平成 24 年版歯科技工士国家試験出題基準. 全国歯科技工士教育協議会. 医歯薬出版株式会社
- 7) 中村正明他 (2015) 新歯科技工士教本歯科理工学. 医歯薬出版株式会社
- 8) 大島浩他 (2016) 最新歯科技工士教本歯科理工学. 医歯薬出版株式会社
- 9) Roger C. Schank (1980) Language and Memory. Cognitive Science, 4, 243-284
- 10) 長瀬久明, 正司和彦, 岩脇三良 (1987) 問題解決過程における思考の認知モデルとその教育利用. 兵庫教育大学研究紀要, 229-239
- 11) 平成 26 年度歯科技工士国家試験問題 (東京都)
- 12) 西林克彦 (1998) 『わかる』のしくみ. 新曜社