

## 学生の「臨床技工的気づき」に着目した部分床義歯製作実習の一考察

伊藤圭一, 野村章子, 木下美香, 丸山 満

明倫短期大学 歯科技工士学科

### A Study of Partial Denture Making Practice Focused on Students' Awareness of Clinical Dental Technique

Keiichi Ito, Akiko Nomura, Mika Kinoshita, Mitsuru Maruyama

Department of Dental Technology, Meirin College

現在, 部分床義歯製作実習の鑄造工程では, 低価格でありながら適度な鑄造性と研磨性を有するKメタル(石福金属)を教材として使用している. しかしながら, Kメタルは剛性が低い欠点があり, 支台装置や大連結子の研磨操作時に変形を生じさせることがある. そこで, 金合金の代用合金として臨床で一般的に用いられている金銀パラジウム合金を部分床義歯の支台装置の教材として使用する実習計画を立案した.

金銀パラジウム合金を教材として支台装置を製作した学生に対し, 「臨床技工的気づき」に着目したアンケートを実施し, クラスプ用合金変更の適否と実習指導方法検討のために考察を進めたので報告する.

キーワード: 金銀パラジウム合金, 支台装置, 部分床義歯技工実習, 気づき

Keywords: Gold-Silver Palladium Alloy, Retainers, Partial Denture Making Practice, Awareness

#### I. はじめに

現在, 本学の部分床義歯実習における鑄造工程では, 低価格でありながら適度な鑄造性と研磨性を有し, 歯科技工実習用として販売されているKメタルNo2<sup>®</sup>(石福金属, 以下, Kメタル)を教材として用いている. しかしながら, Kメタルは歯科技工初心者の学生が扱うと支台装置や大連結子の研磨操作時に変形を生じさせることがあり, 剛性不足が問題であった. そこで, 金合金の代用合金として<sup>1,2)</sup>臨床で一般的に使用される金銀パラジウム合金(以下, Au-Pd合金)を一部の支台装置の教材として導入することを実習担当者間で検討してきた.

その一方法として, 単年度の試みではあるが, 平成28年度の部分床義歯実習の支台装置製作において, Au-Pd合金を一部分の教材に使用する実習課題を提案した. 実習終了後には, Au-Pd合金を使用した学生の「臨床技工的気づき」に着目したアンケートを行うことにより, クラスプ用合金変更の適否と実習指導方法検討のための考察を行ったので報告する.

#### II. 方法

対象は, 1年次の有床義歯技工実習において, 学生負担のKメタルを教材としてワンピースキャストフレーム製作を経験している平成28年度歯科技工士学科2年生28人(男子16人, 女子12人)とした.

今回提案した課題は図1に示すように, Au-Pd合金(キャストウェルM.C.<sup>®</sup>(金12%), ジーシー)を使用したエーカースクラスプおよびKメタルを使用したRPIクラスプおよびリングルバーのワンピースキャストフレーム, Co-Cr合金線による屈曲鉤, ならびに硬質レジン歯(エンデュラ, 松風)を使用した人工歯配列, 歯肉形成までとした. 実習課題を立案した当初は, Au-Pd合金ですべての支台装置と大連結子を含むワンピースキャストフレームの製作を予定していたが, 用意できたAu-Pd合金量の制約があり変更することとした. すなわち, 同一の課題でKメタルとAu-Pd合金の鑄造および研磨工程に至る一連の操作が比較できる実習課題とした.

鑄造作業は, ブローパイプで合金を溶融し, 横型

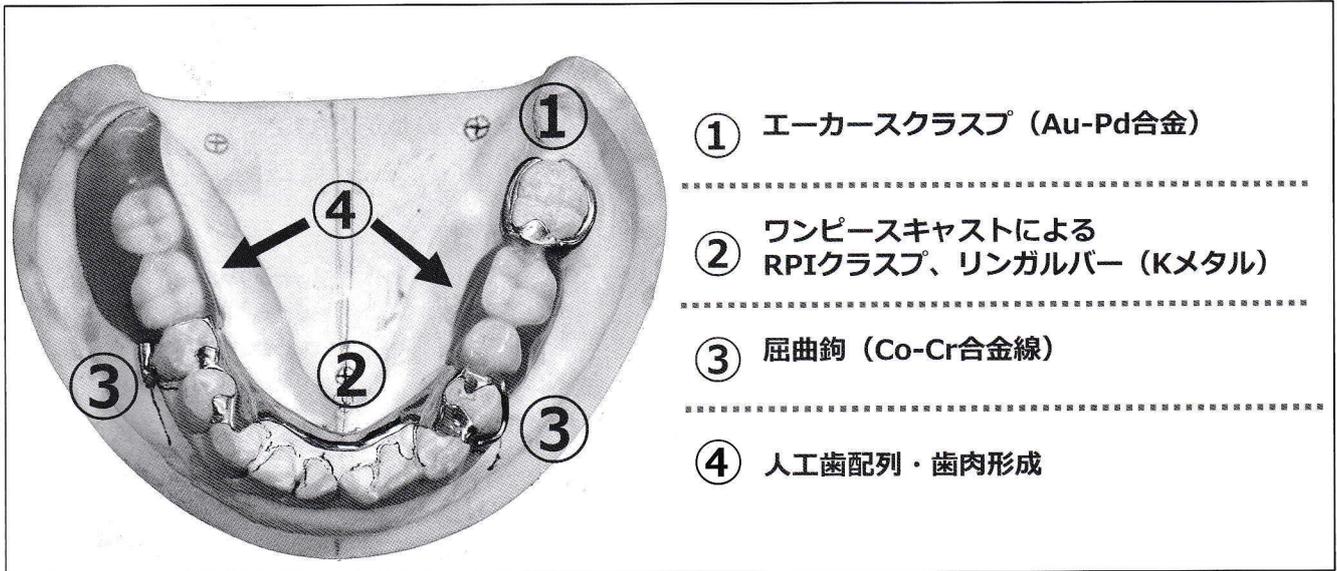


図1 今回提案した実習課題について

- ① エーカークラスプ (Au-Pd合金)  
 .....  
 ② ワンピースキャストによる RPIクラスプ、リングバー (Kメタル)  
 .....  
 ③ 屈曲鉤 (Co-Cr合金線)  
 .....  
 ④ 人工歯配列・歯肉形成

遠心鑄造機 (エンゼルキャスター, 大栄) を使用した。また, 研磨作業は, 技工用マイクロモーター (Volvere GX NE22, ナカニシ) を用い, ポリソフト (レンフェルト), シリコンポイント各種 (松風), ソフトシャモアホイール (ブッシュ) 等の研磨用具により行った。

熱処理はメーカー指示に従い, 電気炉を使用し 700℃で5分間加熱後, 水中急冷し, 400℃で15~20分間加熱後, 室温にて放冷した。

実習終了後に学内イントラネットを利用したwebアンケートにて, Kメタルと比較したAu-Pd合金の操作性 (項目①~⑤) および課題製作時の「臨床技工的気づき」 (項目⑥~⑨) に関して調査した。①金属溶融時の操作性, ②鑄造タイミングのわかりやすさ, ③研磨のしやすさ, ④研磨時に感じた表面硬さ, ⑤研磨時の変形, ⑥初めて経験した熱処理, ⑦臨床的クラスプ製作に対する意識, ⑧Au-Pd合金を使用する実習を希望するかについて, ⑨感想等の自由回答, の9項目とした。本稿で述べる「臨床技工的気づき」とは, 教員から具体的な説明を受けることなく, 鑄造から研磨工程に至る一連の作業工程において, Au-Pd合金とKメタルに関する特性の違いを感じられたか否かについてである。

### Ⅲ. 結果

アンケートの実施結果を図2に示す。回答率は100%であった。

1. Kメタルと比較したAu-Pd合金の操作性について  
 各項目の回答結果はともにKメタルと比較した

Au-Pd合金の操作性に関してである。

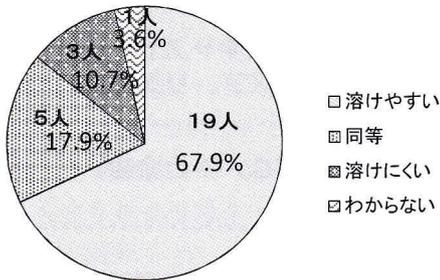
項目①溶融時の操作性に関しては, 「溶けやすい」67.9% (19人), 「同等」17.9% (5人), 「溶けにくい」10.7% (3人), 「わからない」3.6% (1人) であった。項目②鑄造タイミングについては, 「わかりやすい」28.6% (8人), 「同等」39.3% (11人), 「わかりにくい」28.6% (8人), 「わからない」3.6% (1人) であった。項目③研磨性については, 「滑沢にしやすい」72.4% (21人), 「同等」17.2% (5人), 「滑沢にしにくい」6.9% (2人), 「わからない」3.4% (1人) であった。項目④研磨時に感じた表面硬さについては, 「硬い」64.3% (18人), 「同等」21.4% (6人), 「柔らかい」7.1% (2人), 「わからない」7.1% (2人) であった。項目⑤研磨時の変形については, 「変形しやすい」10.3% (3人), 「同等」13.8% (4人), 「変形しにくい」65.5% (19人), 「わからない」10.3% (3人) であった。

#### 2. 課題製作時の臨床技工

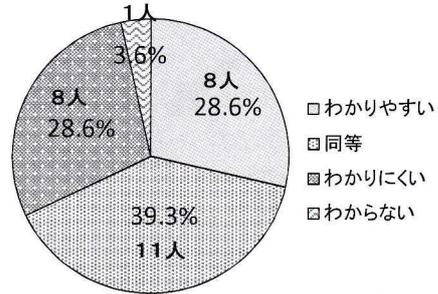
項目⑥歯科用合金の熱処理についての理解度については, 「深まった」66.7% (20人), 「同等」16.7% (5人), 「深まらなかった」6.7% (2人), 「わからない」10.0% (3人) であった。項目⑦金銀パラジウム合金を使用したことにより, 臨床的な歯科技工を意識することができましたかについては, 「意識して実習を行った」67.9% (19人), 「普段の実習と変わらない」21.4% (6人), 「意識せず実習を行った」7.1% (2人), 「わからない」3.6% (1人) であった。項目⑧金銀パラジウム合金を使用する実習を希望するかについては, 「希望する」69.0% (20人), 「どち

**Kメタルと比較したAu-Pd合金の操作性**

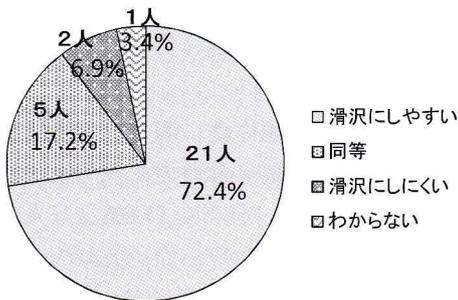
**1. 金属溶解時の操作性**



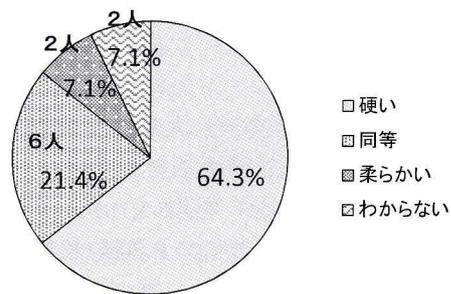
**2. 鑄造タイミングのわかりやすさ**



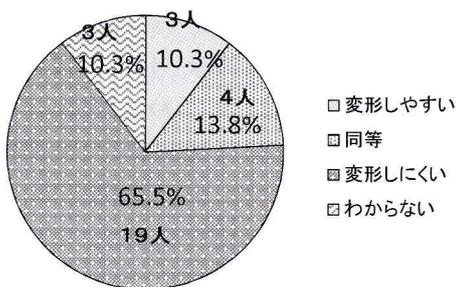
**3. 研磨のしやすさ**



**4. 研磨時に感じた表面硬さ**

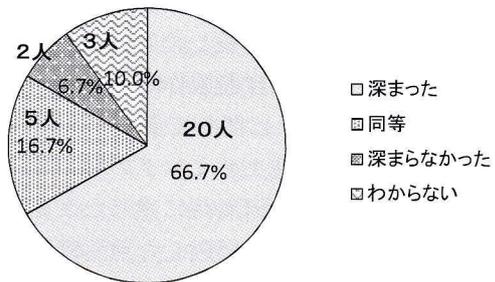


**5. 研磨時の変形について**

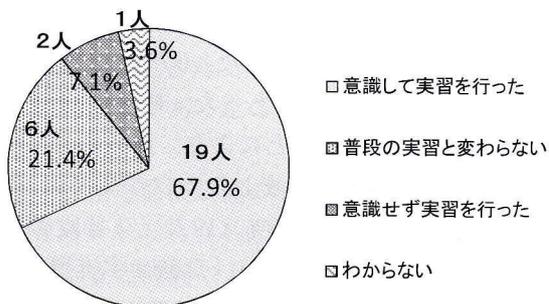


**課題製作時の臨床技工**

**6. 初めて経験した熱処理**



**7. 金銀パラジウム合金を使用したことにより、臨床的なクラスプ製作を意識することができましたか？**



**8. Au-Pd合金を使用する実習を希望しますか？**

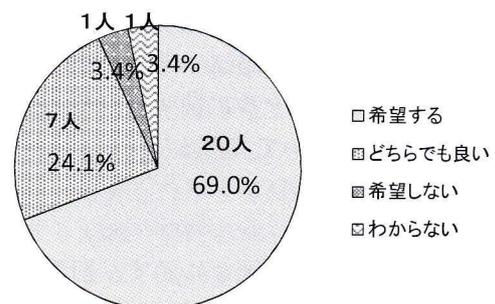


図2 アンケート結果について

らでも良い」24.1%（7人）、「希望しない」3.4%（1人）、「わからない」3.4%（1人）であった。項目⑨の自由回答では、「Kメタルより非常に高価な材料を扱っているという緊張感がありました」との感想があった。

#### IV. 考 察

##### 1. Kメタルと比較したAu-Pd合金の操作性

Au-Pd合金（キャストウェルM.C.<sup>®</sup>（金12%））とKメタルの物理的性質を表1に示す。二つの合金の硬さ、引張強さならびに伸びの性質を比較するとKメタルは基本的に変形しやすい特性の合金であると考えられる。液相点はKメタルよりもAu-Pd合金が20℃高くなっているが、共に1,000℃以下で溶融は容易である。

Kメタルのインゴットは、キャストウェルM.C.<sup>®</sup>（金12%）様の板状ではなく、厚さ2～3mmの楕円体のため、体積を厳密に規定して鑄造タイミングまでの溶融時間を比較することは難しいが、同程度の質量とブローパイプの火力で溶融した場合では、キャストウェルM.C.<sup>®</sup>（金12%）がKメタルと比べて短時間で鑄造タイミングに達することを予備的な試験から確認している。これは、キャストウェルM.C.<sup>®</sup>（金12%）のインゴットが板状のためKメタルよりも効率よく加熱されるためと考えられる。これらの特性を基準として、学生の回答を分析した。

項目①溶融時の操作性について、「溶けやすい」と回答した67.9%の学生は、入学から本課題製作開始までの約1年半の期間で、歯冠修復技工学実習<sup>3)</sup>、

表1 Au-Pd合金（キャストウェルM.C.12%）とKメタルの物理的性質

	キャストウェルM.C. (金12%)	Kメタル
成分 (%)	Au 12	Ag 12
	Pd 20	Cu 67
	Ag 46	Zn 20
	Cu 20	
	その他 2	その他 1
硬度 (HV)	280 (硬化後)	117
引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	804 (硬化後)	27.6
伸び (%)	3 (硬化後)	20
液相点 (°C)	930	910

情報提供：キャストウェルM.C.について(株)ジーシー  
Kメタルについて石福金属興業(株)

有床義歯技工学実習<sup>4)</sup>および歯科理工学実習<sup>5)</sup>における15回程度の鑄造経験からKメタルの溶融に必要な時間やブローパイプの火力を把握できていたと考えられる。「同等」17.9%や「溶けにくい」10.7%と回答した者もいたが、Kメタルも溶融が難しい合金ではないため、今回使用したAu-Pd合金の溶融が容易であると判断するまでには至らなかったと考えられる。ただし、今回の「溶けやすさ」とは、使用したAu-Pd合金であるキャストウェルM.C.<sup>®</sup>（金12%）のインゴットの形状を含めた溶融に関わる操作性に依存すると考えられ、他社製品のAu-Pd合金を使用し、Kメタルとの「溶けやすさ」を比較した場合には、成分や液相点の違いにより、今回と異なる結果が示されることも予測される。

項目②鑄造タイミングについては、「わかりやすい」28.6%、「同等」39.3%、「わかりにくい」28.6%と、回答が分散した。Au-Pd合金ならびにKメタルは、溶融時にはっきりとした球状となるため、どちらも鑄造タイミングが判断しやすい。実際の溶融作業時に、鑄造タイミングになったことを教員が学生に伝えると戸惑う様子が見受けられた。これはAu-Pd合金の溶融速度がKメタルよりも速いため、学生の予測よりも速く鑄造タイミングに到達したためと思われる。1年生後期になると一人で鑄造を行えるようになることから、本課題製作時においては、Kメタルの鑄造タイミングの理解は十分になされている時期と思われる。なお本稿で述べる鑄造タイミングとは、合金が鑄込み可能な温度となり、横型遠心鑄造機を回転させるタイミングのことである。

項目③研磨性については、「滑沢にしやすい」との回答が72.4%、項目④研磨時に感じた表面硬さについては、「硬い」との回答が64.3%であったが、Au-Pd合金は研磨時にKメタルほど伸びが感じられないことから、傷を小さくすることが容易で研磨しやすかったと推測できる。樹脂と同様に柔らかく容易に伸びる性質の合金やCo-Cr合金に認められる硬さの高い合金を滑沢に研磨するためにはさらなる技術の習熟が必要となる。

項目⑤研磨時の変形について、「変形しにくい」と65.5%の学生が回答したが、KメタルとAu-Pd合金を同じ作業工程において研磨することが出来たため、Au-Pd合金が硬いという特徴は理解しやすかったと考えられる。Kメタルを使用したこれまでの実習課題ではクラスプ肩部から鉤腕部にかけての変形が高頻度で認められた。デモンストレーションで研

磨方法や注意点は示せるが、研磨用具から被研磨体に伝達される荷重までは説明できないため、Kメタルのように変形しやすい合金を研磨する技術を修得するためには、繰り返し反復練習を行う必要がある。

## 2. 課題製作時の臨床技工

項目⑥歯科用合金の熱処理についての理解度について、66.7%が「深まった」と回答した。実習開始直前に白金加金合金を例に挙げて<sup>6)</sup> 歯科用合金の硬化処理とそれとともに軟化処理を含めた熱処理の手順と効果について説明を行ったことや、自らAu-Pd合金のクラスプを熱処理した行為の効果を判別するには至らなかったが、作業手順の理解においては役立ったと考えられる。

項目⑦Au-Pd合金を使用したことにより、臨床的なクラスプ製作を意識できたかについて、67.9%の学生が意識出来たことがわかった。課題製作への取り組み意識は、課題の内容とは別に使用する材料にも影響されることが推測された。

項目⑧の回答からAu-Pd合金を使用する実習を、69.0%が希望することがわかった。この割合はAu-Pd合金とKメタルの操作性の違いに気づいた群および、課題製作時の「臨床技工的気づき」の項目で、肯定的回答を行った群と同程度であった。「気づかなかった」群3割程度の内、2割の学生はこれまでの15回程度の鑄造経験から得た知識と技術をもとに、異なる材料の特性を比較することが困難であり、残り1割の学生に関しては、本課題に対して関心の低い学生であったと思われる。

## 3. 実習におけるクラスプ用合金変更の適否

本学の歯科技工実習でKメタルを教材に用いる以前は、非貴金属系合金を主成分とした実習用合金を使用していた。その際、該当の合金は溶融時間が非常に長く、鑄造体表面の酸化膜が強固なため、学生が取り扱いに苦勞していた。そこで鑄造性と研磨性に配慮しKメタルを選定したところ、使用感に問題はなく性能が価格相応であったことから教材として採用した経緯がある。

しかしながら、歯冠修復装置の製作ではあまり問題にならないKメタルの欠点として、剛性不足に起因する研磨工程で支台装置や大連結子に変形しやすいことが挙げられる。根本的に解決するためには、Kメタルに替わる鑄造用合金の選定が必要であるが、本学の実習設備環境に適することが条件になる。

そのため、メタルフレームに一般的に用いられるCo-Cr合金も選択肢ではあるが、鑄造やサンドブラスト処理は専用の機器が必要であり、研磨工程においては高トルクタイプの技工用ハンドピースの使用が望ましい。過去にCo-Cr合金を教材としてメタルフレーム製作を実習課題としていたが、実習設備環境の変化により、本学の部分床義歯製作実習においてCo-Cr合金は最適とは言えない状況である。

今回実施したアンケートにおいて、約7割の学生がAu-Pd合金の鑄造から研磨作業の範囲に関わる特性に気づき、実習でAu-Pd合金の使用を希望したことから、Au-Pd合金を教材とすることは臨床技工の環境に近づくことから望ましいと思われる。しかし、現在よりも教材費が高くなるため学生側の負担は増加することから、使用する課題を限定する、あるいは歯科技工士学科で用意し、必要に応じて貸し出すことも一案ではある。また、種類に限りはあるが他の実習用合金を試用する必要もある。現在のところYPメタル<sup>®</sup>（山本貴金属）を使用し、支台装置や大連結子を試作中である。

## 4. 支台装置製作実習における指導方法の検討

約3割の学生が、Au-Pd合金とKメタルの操作性の違いに気づかない結果となった。これは、初めて使用する材料に対して、「勘」が働かなかったためと考えられる。勘（直感）は学習や経験の産物であり、かなり正確なものであると考えられている。ただ、勘における思考の過程が自覚できないだけのことであり、勘が働いているときも確かに思考は行われているという。また、知識は脳だけに記憶されるのではなく、体も「覚える（手続き記憶）」ことができる<sup>7,8)</sup>。このことから、Au-Pd合金を反復して使用することができれば、その経験からいずれは「勘」が働き操作性の違いを認識できるものと考えられる。ただし、そのためには反復可能な実習時間と材料が必要になってくる。

きめ細かい国家試験対策など、様々な取り組みを行っている現状を考慮すると反復実習の時間を十分に確保することは難しい。限られた実習時間ではあるが、学修した内容を長期的に記憶するには、印象に残り記憶の想起に役立つような実習内容を組み立てることと、Au-Pd合金を教材に取り入れた場合には、取り扱い経験を繰り返すことが重要になると考える。

## V. まとめ

今回のアンケートから、60%以上の学生がAu-Pd合金とKメタルの鋳造および研磨作業に関わる操作性の違いに気づき、熱処理の経験を肯定的に受け止めて部分床義歯の製作を行ったことがわかった。また、Au-Pd合金を扱うことで約70%の学生が臨床を意識してクラスプを製作したことがわかった。この反応は、使用する教材により、課題製作の取組み意識が強まる可能性を示唆すると考えられる。また、部分床義歯実習において熱処理を伴う作業工程を標準的に取り入れることにより、歯科用合金の熱処理に対する手順の理解は深まると考えることから、使用する課題を限定するなど学生負担となる教材費の上げ幅に配慮しつつもAu-Pd合金を部分床義歯製作実習の教材として用いる意義は大きいと考える。また、実習内容と材料の特性に関する理解を深め、長期的な記憶とするためには、反復実習の実施が望ましいことから、学年毎の単年計画ではなく入学から卒業までの2年間で学修すべき内容を吟味し学修成果をより向上させる部分床義歯実習を実施していきたい。

## 謝 辞

本研究は、平成28年度明倫短期大学学長裁量経費の助成により実施された。

稿を終えるにあたり、歯科理工学の立場から貴重なご意見を賜りました新潟大学大学院 医歯学総合

研究科 生体組織再生工学分野の金谷 貢博士（歯学）に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 小田 豊:代用合金開発の可能性. 補綴誌46(5): 639-643, 2002
- 2) 藤井弘之: 補綴臨床の立場からみた金属の選択基準. 補綴誌41(4): 525-533, 1997
- 3) 五十嵐雅子, 相馬泰栄, 河野正司: 平成27年度歯冠修復技工学実習. 明倫短期大学, 新潟, 2015
- 4) 丸山 満, 伊藤圭一, 野村章子ほか: 平成27年度有床義歯技工学実習. 明倫短期大学, 新潟, 2015
- 5) 佐野正枝, 丸山 満, 伊藤圭一ほか: 平成27年度歯科理工学実習. 明倫短期大学, 新潟, 2015
- 6) 全国歯科技工士教育協議会編: 最新歯科技工士教本「歯科理工学」. 155-156, 医歯薬出版, 東京, 2016
- 7) 松本浩司: ひとの学びの性質をふまえた授業づくりの原理とプロセス—自身の授業実践を振り返って—. 名古屋学院大学論集社会科学篇51(2): 189-219, 2014
- 8) 湯舟英一: 長期記憶と英語教育(1)—海馬と記憶の生成, 記憶システムの分類, 手続記憶と第二言語習得理論—. 東洋大学人間科学総合研究所紀要7: 147-162, 2007