

寄生虫学講義における教授法の検証 —アクティブラーニング法と e-learning 法の ランダム化クロスオーバー試験—

小林 浩 二^{*1,2}

[要 旨] 寄生虫症患者の減少に伴い検査診断力の低下が懸念されており、より効果的な卒前教育の実践が今後肝要となる。本研究では寄生虫学の理解度向上を目指して、アンサーパッドを活用したアクティブラーニング法と Moodle を活用した e-learning 法のインストラクショナルデザインを新たに構築し、その有用性を検証した。その結果、AL 法は EL 法と比較して試験得点を有意に高めた。AL 法では、知識の「内化と外化」をリアルタイムに実行できた点がある理由である。AL 法は受講意欲や講義への参加意識を高め、EL 法は自宅学習と講義を連携させる効果を認めた。これらをブレンドした教授法により、相乗効果が得られる可能性も示唆された。

[キーワード] 寄生虫学、アンサーパッド、Moodle、エビデンス

はじめに

寄生虫検査の依頼件数は減少し¹⁾、知識や技術の伝承が危惧されている²⁾。その反面、人や物流のボーダレス化に伴うインバウンド感染が今後増加すると予想されている³⁾。その一方、日本寄生虫学会教育委員会によれば、医学部教育における寄生虫症に対する診断力の低下が懸念されている⁴⁾。先進国における教育の現状は日本と同様であり、Alex (2003) はアメリカにおける医学教育上、寄生虫学を過小評価せずに独立した学問として確立させる必要性を述べ⁵⁾、Fabrizio (2009) は、ヨーロッパにおける医学教育のコアカリキュラムには、依然として寄生虫症を組み込むべきであると提言した⁶⁾。教授法に関して Shomaker ら (2002) は、デ

ジタル教材による学習時間の短縮効果を示した⁷⁾。Alan ら (2003) は、ウェブサイトの活用によって学習を強化できたが、パソコンの過度な利用を避けるべきだとし⁸⁾、Abdul ら (2016) は、MOOCs や LMS を利用した反転学習は有用であるが、対面式の教授法も必要であるとした⁹⁾。筆者は、実物の寄生虫を用いて講義を実践してきた¹⁰⁾。講義の満足度は 87% だが再試験受験者は 26% と多く、教授法に限界を感じていた。従来の問題点は、一方向型の講義である点及び学習状況の確認ができていない点であると省察した。これらを改善するために、アンサーパッドを使用したアクティブラーニング型の教授法 (以後 AL 法) と Moodle を利用した e-learning 型の教授法 (以後 EL 法) を実践した。寄生虫学教育において、アンサーパッド

*1 北里大学保健衛生専門学院 k-koba@kitasato-u.ac.jp

*2 新潟大学大学院医歯学総合研究科

を取り入れたアクティブラーニングや解説動画を教材とした e-learning に関するエビデンスはまだ得られていない。よって本研究の目的は、AL 法と EL 法の教授法の効果を比較検証し、その有用性と問題点を明確にすることである。

I. 方 法

A. 研究デザイン

対象者は平成 28 年度寄生虫学を受講した 1 年生 67 名、対象講義時間は 8 時限 (I 期、II 期各 4 時限) である。調整因子を臨床基礎検査学の成績、性別と年齢とした最小化法によって割り付けたラ

ンダム化クロスオーバー試験で実施した (図 1)。

B. 研究命題

アンサーパッドによる講義の活性化がより効果的であると推考した。よって、AL 法で受講した場合は、EL 法よりも有意に高い成績が得られると仮説を設定した。

C. 効果指標

GIO (一般目標) は、「臨床検査に必要な寄生虫に関連する知識を習得する。」であり、SBOs (個別行動目標) は、「虫卵、形態、感染源、宿主、病害、治療 (予防含む)、検体、検査法及び症例の 9 分野についてそれぞれ理解できる。」とした。9 分野

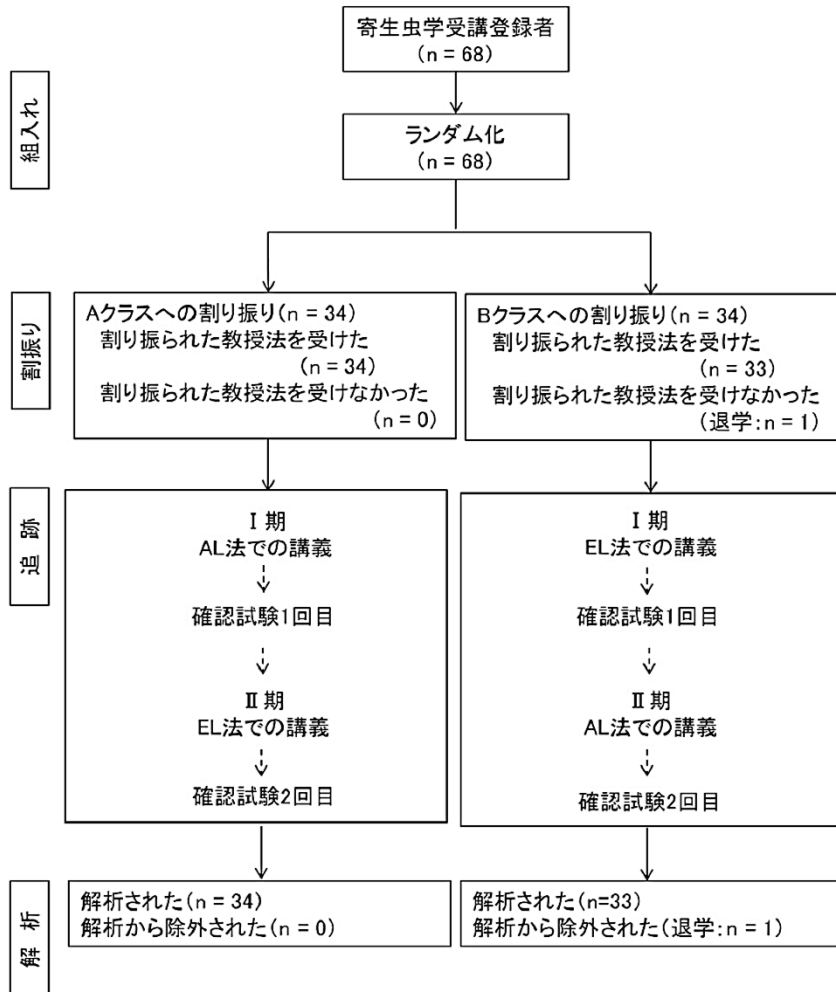


図 1 ランダム化クロスオーバー試験のフローチャート

から各5問出題した計45問の五肢択一問題による確認試験を実施し、その得点(%点)を主要評価項目とした。また、各SBOの正解率が全て60%以上であればGIOを達成したと定義し、GIO達成者数を副次評価項目とした。他、授業評価アンケートを実施した。

D. サンプルサイズと検出力

最低1問以上正答数に差を認めた場合、成績上の意義があると考えた。45問出題の場合、得点換算すると1問2.2点である。Caldwell(2007)は、アンサーパッド使用の有無において、成績に7.6点差がつくことを報告している¹¹⁾。よって、2×2クロスオーバーデザインに用いる平均値の比較検定において、AL法とEL法の得点差をその中間点である5点として見積もった。また、実施済みであった2回の臨床基礎検査学の確認試験成績から得点差の標準偏差を15.6点と見積もった。有意水準(α)を両側0.05、検出力(1- β)を0.8として算出した結果、サンプルサイズは1群40名となった。

E. 倫理

北里大学保健衛生専門学院倫理審査委員会に申請し、所属長の許可を得た。また、学生には本研究のガイダンスを実施し同意書を得た。

F. 教授法

1. AL法(線虫分野)

以下の順で講義を実践した(図2a)。

- ①アンサーパッド(KEEPAD JAPAN 株式会社)を講義前に配布した。
- ②質問をスクリーンに提示した(1講義4回以内¹¹⁾)。
- ③学生は30秒以内に質問に回答した。
- ④教員は回答結果にコメントし、リアルタイムに記憶の修正を促した。講義終盤にはアンサーパッドを用いて模擬患者を作り上げ、リフレクションを行った。以下に模擬患者設定に使用した設問の一部と総括を示す。

○設問○

アニサキス感染患者を設定します。最も適切だと思う回答を一つ選択してください。

1. 感染者はどれにしますか。

2. 主訴は何にしますか。

- 1) 頭痛 → 10%
- 2) 腹痛 → 80% : 回答が最も高い腹痛とする。
- 3) 下痢 → 5%
- 4) 発熱 → 5%
- 5) 掻痒 → 0%

3. 喫食物は何にしますか。

- 1) マグロ → 20%
- 2) イカ → 70% : 回答が最も高いイカとする。
- 3) アユ → 5%
- 4) カニ → 5%
- 5) ウシ → 0%

他、喫食時間、検査法、検出物、治療法等、合計7問

○総括○

回答集計から、アニサキスの模擬患者は次のように表わされる。35歳男性、5時間前にイカを喫食した後、腹痛を訴えて受診した。内視鏡検査において2cmの白色虫体が確認された。鉗子により摘出し、腹痛は緩和された。

2. EL法(条虫・吸虫分野)

以下の順で、Moodleコンテンツに取り組むように指導した(図2b)。

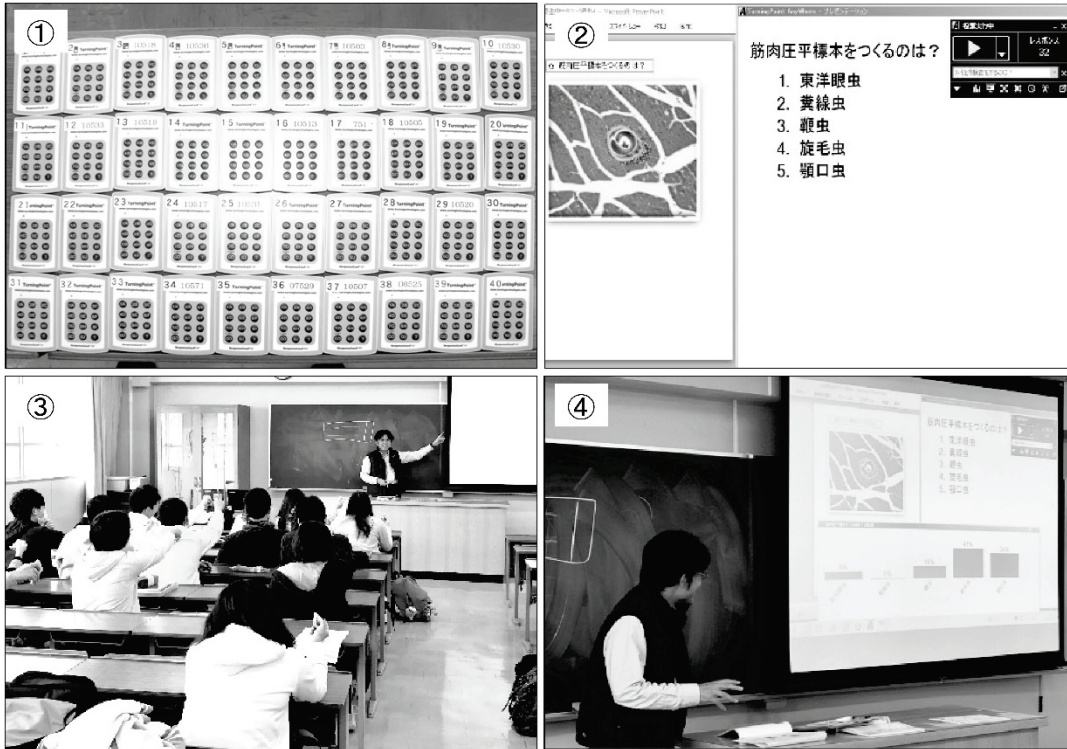
- ①講義前に予習動画(約5分)を視聴した(配信動画は10分以内¹²⁾)。
- ②○×クイズ(10問)に答えた。
- ③講義後は復習動画(約4分)を視聴した。
- ④穴埋問題(20問)に回答した。

G. 統計解析



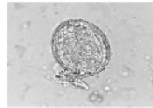

目的変数を確認試験成績、説明変数(固定効果)を教授法、持ち越し(クラス)及び時期、変量効果を受講者とした線形混合モデルにより解析を行った¹³⁾。クラス*i*(*i*=1:Aクラス、2:Bクラス)に、無作為に割り付けられた学生*k*(*k*=1,2,...,*n_i*)の時期*j*(*j*=1:I期、2:II期)における確認試験成績を y_{ijk} としてモデル式を立てた。

$$\text{モデル式} : y_{ijk} = \mu + \pi_j + \tau_{d(i,j)} + \lambda_i + s_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

- y_{ijk} : 確認試験成績
- μ : 確認試験成績の総平均
- π_j : 時期効果
- $\tau_{d(i,j)}$: 教授法による効果



a. AL法での講義実践

<p><生活史> 虫卵 ↓ 第一中間宿主 セルカリア</p> 	<p>①</p> <p>問題1 淡水の貝は、吸虫の第一中間宿主である。 1つ選択してください。</p> <p>● ○ ● ×</p> <p>問題2 吸虫の第二中間宿主は全てカニである。 1つ選択してください。</p> <p>● ○ ● ×</p>
<p>③</p> <p>みんな小さい。</p> 	<p>④</p> <p>問題1 この虫卵を産む寄生虫は [] 住血吸虫である。</p>  <p>問題2 この虫卵を産む寄生虫は [] 住血吸虫である。</p> 

b. EL法での学習コンテンツ

図2 各教授法の実践とコンテンツ

$d(i, j) : i = j$ のとき Answerpad 法
 $i \neq j$ のとき e-learning 法

- λ_i : 持ち越し効果
- $s_{ik} \sim N(0, \sigma_s^2)$: 受講者効果
- $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_e^2)$: 誤差

また、GIO 達成者数の比較検定には Prescott's testを用いた¹⁴⁾。アンケート自由記載文は、共起ネットワークにより語の関連を示した。使用した解析ソフトは SAS9.4 (SAS Institute) 及び KHcoder3 (<http://khcoder.net/>) である。

II. 結 果

A. 確認試験成績

解析結果を表 1 に示す。AL 法は EL 法に比べ 3.7 点有意に高い。持ち越し効果は認めないが、時期効果を認めた。

B. GIO 達成数の反応表

表 2a より、各時期共に AL 法での達成者割合が高いが、表 2b から、A クラスでは 58.8% (20/34)、B クラスでは 48.5% (16/33) の学生がいずれの教授法でも GIO を達成できていない。教授法に持

ち越し効果はなく ($p > 0.05$)、かつ表 2c より I 期と II 期共に半数以上の学生が同じ反応を示しているため、教授法の比較検定には Prescott's test を用いた。その結果、AL 法は EL 法よりも GIO 達成者数が 13 名 ($(5-4) - (1-13) = 13$) 有意に多いことが示された ($p < 0.05$)。

C. アンケート集計結果

- ① 学生の 97.0% が、AL 法は EL 法よりも講義への参加意識が高まったと回答した。
- ② 学生の 50.0% が、AL 法では講義に意欲的に取り組んだと回答した (EL 法は 9.1%、同程度は 40.9%)。
- ③ 学生の 56.0% が、EL 法では予習に意欲的に取り組んだと回答した (AL 法は 15.2%、同程度に取り組んだ 16.7%、どちらも取り組んでいない 12.1%)。
- ④ 学生の 36.4% が、EL 法では復習に意欲的に取り組んだと回答した (AL 法は 15.2%、同程度に取り組んだ 30.3%、どちらも取り組んでいない 18.2%)。

表 1 ランダム化クロスオーバー試験の結果

クラス	時期		教授法の差 (AL法 - EL法)
	I	II	
A (I 期AL法、II 期EL法)			
Mean (SD)	67.7 (13.3)	70.6 (14.3)	-2.9 (10.4)
n	34	34	34
B (I 期EL法、II 期AL法)			
Mean (SD)	62.1 (12.9)	72.3 (12.9)	10.2 (11.8)
n	33	33	33
効 果			
教授法 (τ)			
Mean(95%CI)	3.7 (1.0 to 6.4)		
n	67		
p-value	0.0085		
持ち越し (λ)			
Mean(95%CI)	1.9 (-4.0 to 7.9)		
n	67		
p-value	0.52		
時期 (π)			
Mean(95%CI)	6.6 (3.8 to 9.3)		
n	67		
p-value	<0.001		

- 教授法の効果は、教授法の差の平均値として得られる。
- 変量効果(分散)の大きさは、受講者(s) : 117.4、誤差(ε) : 61.6 である。

表2 GIO 達成者の反応集計表

a. GIO 達成者の集計

時期	クラス	教授法	受講者数	GIO達成者数	GIO達成者の割合(%)
I	A	AL法	34	10	29.4
	B	EL法	33	4	12.1
II	A	EL法	34	9	26.5
	B	AL法	33	16	48.5

b. 2値反応データのクロス表

Aクラス

		II期の反応		
		+	-	合計
I期の反応	+	5	5	10
	-	4	20	24
合計		9	25	34

Bクラス

		II期の反応		
		+	-	合計
I期の反応	+	3	1	4
	-	13	16	29
合計		16	17	33

GIO を達成できた場合を+、達成できなかった場合を-とした。クロス表のセル内の数値は人数である。

c. 反応集計表

Class	I期でのみGIO達成	I期/II期とも同じ反応	II期でのみGIO達成	計
A	5	25	4	34
B	1	19	13	33
計	6	44	17	67

I期及びII期のどちらも+もしくは-であった場合、同じ反応とした。

⑤学生の98.5%が、模擬患者の設定によって理解が深まったと回答した。

⑥学生の60.6%が、両教授法とも同程度有用であると回答した(AL法は18.2%、EL法は21.2%)。

D. アンケート自由記載文のテキストマイニング

各教授法の「良い点」に関する共起ネットワークから、AL法(図3a)は、講義・理解・意欲・楽しい、EL法(図3b)は、予習・復習・動画・講義・理解といった語の結びつきが強いことが確認された。

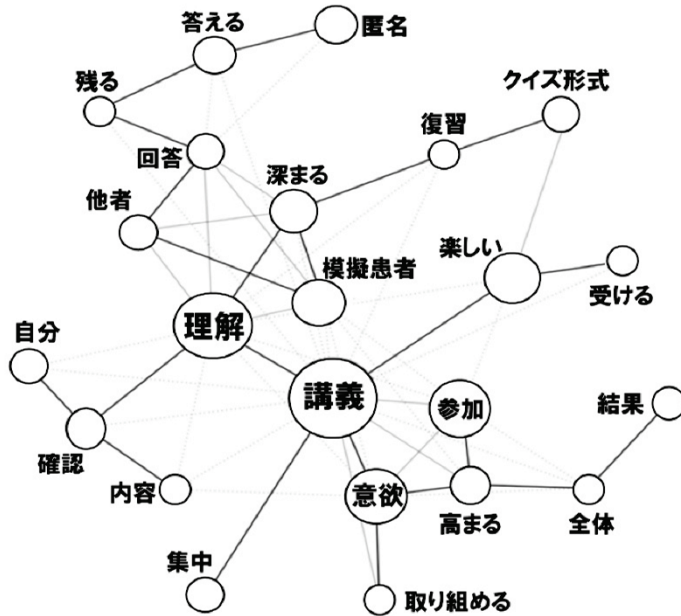
E. 成績の経時推移

クラス別の成績推移を図4に示した。アンケート結果から60%の学生が両教授法に有用性を認めため、本研究講義の後に実施した原虫分野の講義をAL法とEL法のブレンド型教授法で実践した。平均点は両クラス共に80点であり、II期よりも有意に成績が上昇した($p < 0.01$)。科目認定試験の平均点は78点(不合格者6.1%)であり、同一形式で試験を行った過年度の平均点70点(不合格者25.6%)と比較しても、平均点は向上

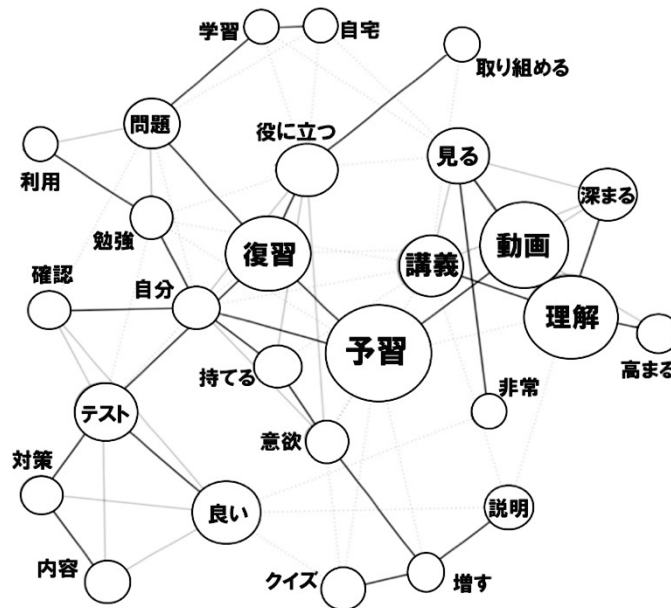
し($p < 0.01$)、不合格者は低下した($p < 0.01$)。

III. 考察

AL法はEL法と比較して、確認試験の得点を有意に高める効果を認めた。問題数に換算すると1.7問であるが、95%信頼区間の上限値が6.4点であることから、45問の試験において約3問程度ならば正解数を高める可能性がある。また、AL法はGIO達成者数が有意に多いため、EL法よりもSBOsの各分野において最低限の知識を習得できる教授法であることが示された。しかし、教授法によらず本研究で定義したGIOを半数以上の学生が達成できていない。SBOsの中でも、AL法では検査法、EL法では形態分野と症例分野で60%以上正解した学生の割合が低かったことが主な原因である。この問題点を改善するためには、虫体検出の動画利用や臨床症状のより詳しい解説を行う対策が必要である。以下、各教授法の有用性に関して述べる。



a. AL 法の良い点



b. EL 法の良い点

図3 「良い点」の自由記載アンケート文から得られた共起ネットワーク
出現パターンが似通った語(共起)を結び、視覚的に語の関連性を示している。強い共起関係
であるほど線が太く、語の出現回数が多いほど円は大きい。

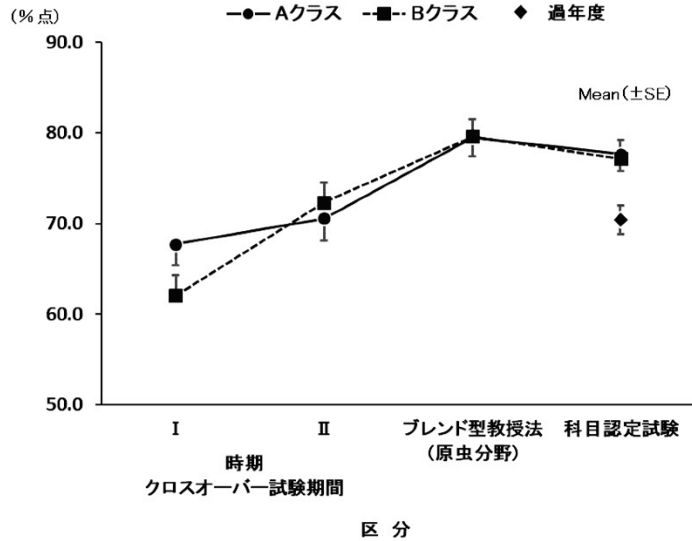


図4 クラス別成績推移

本研究デザインで評価した成績は、時期I及びIIの部分である。その後実施したブレンド型教授法(原虫分野)での確認試験及び科目認定試験までの成績推移を併記した。尚、試験形式は全試験同一である。

A. AL法

アンサーパッドには、リアルタイム性、回答の共有や匿名性により講義への積極的参加を促す効果がある¹⁵⁾。アンケート結果及び「他者と学びの一体感が得られた」といった意見が得られたことから、アンサーパッドの持つプラスの側面が発揮されたと考える。一方、本研究の新機軸は講義のリフレクションとして模擬患者をリアルタイムに創りあげることである。ほぼ全員が模擬患者を設定することで理解が深まったと回答しており、アンサーパッドによる講義を実践したChenら(2013)の報告¹⁶⁾と比較しても、参加意識や講義理解を深めた学生は、本研究の方が約40%ポイント高かった。Hejiら(2010)は、従来講義の欠点は、学生の不活発さや一方的なコミュニケーションであると述べている¹⁷⁾。AL法の講義を視聴した教員からは、この欠点を改善していたと客観的な評価を得た。以上より、AL法の成績が高い理由は、双方向型講義を通して知識の「内化と外化」をリアルタイムに実行できた点であると考えられる。

B. EL法

e-learningの成果は、コンテンツの利用率にその有用性が左右される欠点がある。若林(2014)は、

反転学習にe-learningを用いた際、20%の学生が全くコンテンツにアクセスしなかったと報告している¹⁸⁾。本研究では、最低1回以上学習コンテンツにアクセスした割合は98.5%(動画:Aクラス76.5%・Bクラス69.7%、問題:Aクラス97.1%・Bクラス96.7%)であった。友人と一緒に動画コンテンツを見ていた学生がいるため、アクセス率は正確ではない。それでも高いアクセス率を得た理由は、解説動画による知識の内化だけでなく、クイズや問題を同時配信し、外化を促したことが要因である。Twomey(2004)は、e-learningには独自の限界があり、対面教室でのコミュニケーションに置き換えることはできないとしている¹⁹⁾。EL法は講義と自宅学習を連携させる効果を認められたが、AL法ほど意欲的な講義への参加に繋がらなかった点がEL法の弱点であったと考える。

一方で、本研究にはいくつかの限界がある。試験形式によっては異なる結果が出た可能性を否定できない。しかし、国家試験のような多肢選択問題に対する評価としては一般化可能である。また、EL法ではMoodle利用を強制していないため、全員が全コンテンツを利用した際の効果は不明である。しかし、現実的な利用状況の結果として評

価するならば妥当性は十分あると考える。他にはデザイン上の限界がある。現実的に受講予定者数が68名であったため、1群34名の検出率は0.74となり検出力不足で研究を開始した。その状態にあってもAL法は成績を向上させた点から、e-learning教材の充実以上に実際の講義を活性化させることの重要性を点数で示すことができたと考える。また、クロスオーバーデザインのデメリットは持ち越し効果を認める点である。本研究ではカリキュラムが決められているため、ウォッシュアウト期間を取ることは不可能であった。統計的な有意差を認めないものの、I期の教授法による影響が、II期の講義に少なからず影響を及ぼしていると考えられる。また、ブラインドは全く行っていない点からも、教授者自身にバイアスが存在していたことを完全に否定できない。このため、臨床研究と同等の妥当性を保証できないが、教育実践とその評価を行う上でこれらは最大限考慮した。追加して実施したブレンド型教授法の実践結果は、持ち越し効果を含んでいると考えられるが、教授法の相乗効果をもたらす可能性がある。また、過年度との成績比較から、本研究における一連の取り組みは、従来の問題点であった不合格者の割合を低減させる底上げ効果を認めた。

Pollard (2008) はエビデンスに基づく教育の重要性を示している²⁰⁾。臨床検査学教育においても教育研究の実践効果を蓄積する必要がある。

IV. 結 論

AL法はEL法と比較して成績の向上及びGIO達成者数を有意に高める効果を認めた。意欲的な講義への参加だけでなく、模擬患者設定の取り組みを主とした知識の「内化と外化」をリアルタイムに実行できた点が、AL法の成績が高い理由である。AL法は講義への参加意識を高め、EL法は講義と自宅学習をつなげる効果がある。これら教授法をブレンドすることによって、教育の相乗効果が得られる可能性も示唆された。

文 献

- 1) 安土みゆき, 伊藤康生, 平田基裕, 畔柳里美, 浅井千春, 岩崎卓識, 他. 愛知県における寄生虫検査の現状. 医学検査 (第64回日本医学検査学会抄録集) 2015; 64: 623.
- 2) 新潟県精度管理調査委員会. 平成30年度臨床検査精度管理調査結果報告書. 109-19.
- 3) 西山宏幸, 山本幸代. 一教育プログラムによる迅速・確実な指導法 特殊微生物, 病原体の検査法. 臨床と微生物 2018; 45: 627-33.
- 4) 日本寄生虫学会教育委員会. 日本における寄生虫学・医動物学教育の現況調査報告, 2015.
- 5) Acholonu AD. Trends in teaching parasitology: the American situation. Trends Parasitol 2003; 19(1): 6-9.
- 6) Bruschi F. How parasitology is taught in medical faculties in Europe? Parasitology, lost? Parasitol Res 2009; 105: 1759-62.
- 7) Shomaker TS, Ricks DJ, Hale DC. A prospective, randomized controlled study of computer-assisted learning in parasitology. Acad Med 2002; 77(5): 446-50.
- 8) Gunn A, Pitt SJ. The effectiveness of computer-based teaching packages in supporting student learning of parasitology. Bioscience Education 2003; 1(1): 1-14.
- 9) Jabbar A, Gasser RB, Lodge J. Can new digital technologies support parasitology teaching and learning? Trends Parasitol 2016; 32(7): 522-30.
- 10) 小林浩二, 鈴木英明, 小菅優子, 小丸圭一, 金子博司, 木村 明, 他. 寄生虫学への関心と理解度向上に対する取り組み. 日本臨床検査学教育学会学術大会 (第7回抄録集) 2012: 72.
- 11) Caldwell JE. Clickers in the large classroom: current research and best-practice tips. CBE Life Sci Educ 2007; 6: 9-20.
- 12) Prober CG, Heath C. Lecture halls without lectures—a proposal for medical education. N Engl J Med 2012; 366(18): 1657-9.
- 13) Verbeke G, Molenberghs G. 医学統計のための線形混合モデル. サイエンス出版社; 2001.
- 14) Stephen Senn. Cross-over Trials In Clinical Research, Second Edition. Hoboken: Wiley Press; 2002. p.130-1.
- 15) Stowell JR, Oldham T, Bennett D. Using student response systems (“clickers”) to combat conformity and shyness. Teaching of Psychology 2010; 37(2): 135-40.

- 16) Chen TL, Lan YL. Using a personal response system as an in-class assessment tool in the teaching of basic college chemistry. *Australasian Journal of Educational Technology* 2013; 29(1): 32-40.
- 17) Heji mohammad Norozi, Seyed mostafa Mohsenizadeh, Hossein Jafary suny. The Effect of Teaching Using a Blend of Collaborative and Mastery of Learning Models, on Learning of Vital Signs: An Experiment on Nursing and Operation Room Students of Mashhad University of Medical Sciences. *Iranian Journal of Medical Education* 2011; 11(5): 544-53.
- 18) 若林則幸. アクティブラーニングの一手法としての反転授業. *口腔病学会雑誌* 2015; 81(3): 1-7.
- 19) Twomey A. Web-based teaching in nursing: lessons from the literature. *Nurse Educ Today* 2004; 24(6): 452-8.
- 20) Andrew Pollard, Julie Anderson, Mandy Maddock, Sue Swaffield, Jo Warin, Paul Warwick. *Reflective teaching: evidence-informed professional practice*—3rd ed. Continuum 2008.