

## 医用工学実習拡充のための Web-Learning の活用

正員 本間 達<sup>\*a)</sup> 非会員 若松 秀俊<sup>\*</sup> 非会員 酒井 伸枝<sup>\*\*</sup>  
非会員 荒川 恭子<sup>\*\*</sup> 非会員 関 貴行<sup>\*\*\*</sup> 非会員 芝 紀代子<sup>\*\*\*</sup>

### Web-Learning for Improvement of Medical Engineering Exercise

Satoru Honma<sup>\*a)</sup>, Member, Hidetoshi Wakamatsu<sup>\*</sup>, Non-member, Nobue Sakai<sup>\*\*</sup>, Non-member,  
Kyouko Arakawa<sup>\*\*</sup>, Non-member, Takayuki Seki<sup>\*\*\*</sup>, Non-member,  
Kiyoko Shiba<sup>\*\*\*</sup>, Non-member

(2011年12月21日受付, 2012年6月6日再受付)

A study of concerning medical qualification is prepared by relevant institutions for the examination of medical technologist so that the students might obtain the license on time of their school schedule. However, the instructors do not have enough time to give them extra lessons. Thus, we have ever developed the Web-learning system of medical engineering, so that the students might study it by themselves at their convenient time. We discussed its learning effect on the basis of experimental results presented at the lecture and practice. The students evaluated by themselves that it was a practical method for understanding important points of the concerning subjects. The system readily ensures them to study and get better showing of it. Hereby, some students successfully used the system, but were rather reluctant to it, because they could obtain little record by its use. Thus, we tried to know the learning process of the students in order to find its effective use by the questionnaires about their attitude to the self-learning on their compensatory use of the present system.

キーワード: ウェブラーニング, 臨床検査技師, 医用工学, インターネット, ウェブプログラム

Keywords: Web-learning, medical technologist, medical engineering, internet, Web-programming

### 1. はじめに

医療の現場で, 患者の健康状態を客観的にとらえる臨床検査では, 患者本人を検査する生理検査や血液・尿などの検体を検査する検体検査などの各領域で検査機器の利用なしに業務は成立しない。患者への安全確保や測定精度向上などのために, 基礎的な安全対策と検査機器の動作原理を理解することは臨床検査技師にとって重要である。このため厚生労働省の管轄する臨床検査技師の国家資格試験(以下, 国家試験)には, 受験10科目の一つとして, 医用電気・

電子工学, 情報科学, 検査機器学を統合的に学習する医用工学概論があり, 全ての臨床検査技師が習得すべき知識の範囲として出題範囲の規程が定められている<sup>(1)~(5)</sup>。

国家試験での医用工学分野の出題率は, 200問中12問で, 全体の6%であるが, 一般的な電気工学と異なり病院内における安全対策や医用機器・非常電源の種別など患者の生命維持にかかわる知識の習得に重点がおかれている。これは大学のみならず, 専門学校や短期大学における所定のカリキュラムを経て国家資格を取得した臨床検査技師も最低限, 理解していることが必要な知識である。すなわち, この知識を活かして, 臨床で使用する検査機器や実験装置を使用前に自分自身で点検・調整し, また, 使用中に生じる機器の不調に, 適切な対応できる能力を習得することが, 医用工学教育の第一段階の目標点である。

また, より高度な知識に基づく柔軟な思考が可能な臨床検査技師を育成するために, 多くの大学で大学院教育が開始されており, この前段階としての大学では, 国家資格の取得にとどまらず, 学生の応用力を育成する幅の広い教育が求められている<sup>(6)</sup>。すなわち, 新しい検査技術や研究手法

a) Correspondence to: Satoru Honma. E-mail: hommtec@tmd.ac.jp

\* 東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科  
〒113-8519 東京都文京区湯島 1-5-45  
Graduate School of Health Care Sciences, Tokyo Medical and Dental University

1-5-45, Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8519, Japan  
\*\* 埼玉県立大学保健医療福祉学部  
〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820  
School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University  
820 San-Nomiya, Koshigaya, Saitama 343-8540, Japan

\*\*\* 文京学院大学保健医療技術学部  
〒113-8668 東京都文京区向丘 1-19-1  
Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University  
1-19-1, Mukogaoka, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8668, Japan

に必要な器具・装置を考案し、試作するなどの知識や技術を習得することが大学における第二段階の目標点である。

しかしながら、講義・実習の限られた時間内で教育範囲の拡充は困難であり、問題集の存在を前提とする単純な演習などは学生の自主学習によって補う必要がある。大学の医学部では国家試験の試験範囲を包括するように各科目のカリキュラムを編成しているので、国家試験で出題された過去数十年分の問題（以下、過去問）を科目別に整理し、講義もしくは実習における演習課題として取り入れることは、教育の第一段階における知識の定着のために有意義である。しかし、市販されている国家試験対策用の問題集<sup>(2)~(4)</sup>は全受験科目を網羅しており、かつ高価なので科目別の演習に利用するのは現実的ではない。このため、ここから抜粋した教材を作成して配布する必要がある、これに費やす時間と経費は教員にとって負担が大きい。

本研究では、国家試験対策の他、専門的な単語やポイントの学習を支援するために、学生の空き時間を有効に利用できる医用工学 Web-Learning システム（以下、本システム）を独自開発し<sup>(7)(8)</sup>、その利用による学習効果を確認してきた<sup>(9)(10)</sup>。本システムの利用により医用工学分野における専任教員の不足を補い、また学生が教科書や問題集に比べて手軽に学習できるので学習時間の増加につながり、成績向上効果も確認されている。

本研究では、e-learning 教材の活用方法に関する研究の一環として、医用工学を例にとって、システムを有効活用する手法について検討する。このためにまず、2008 年度から本システムに登録し利用を推奨してきた、東京医科歯科大学医学部保健衛生学科検査技術学専攻（以下、TMDU）、埼玉県立大学健康開発学科（以下、SPU）および文京学院大学保健医療技術学部臨床検査学科（以下、BGU）の 2, 3, 4 年生を対象として本システムの利用状況と学生の利用意識を確認する。この中からさらに、利用のなかった学生を対象としてアンケート調査を行い、その原因を分析する。次にこの分析にもとづいて、医用工学教育における第一段階の目標に到達するために、TMDU の学生が Web-Learning を用いた自主学習に、より本気で取り組むように誘導方法を工夫して教員が実習中に行う演習を不要とし、第二段階の目標点に到達するように、空いた時間を実習の時間として再配分する。これによって教育内容の充実を図り、その効果について論ずる。

## 2. Web-Learning システムの概要

講義で学習すべき基礎的知識を短時間で修得し、実習での学習効果を得るために、本システムを実習および国家試験対策の一環として積極的に導入した<sup>(7)~(10)</sup>。これは臨床検査技師を目指す学生が、過去問を自主的に学習するために開発したシステムである<sup>(7)(8)</sup>。本システムはサーバ上にある CGI によって利用可能とする Web プログラム形式とした。すなわち、学生はインターネットエクスプローラなどの Web ブラウザから特定の URL に接続して本システムを利用する。

一問一答形式でランダムに出題される過去問に回答すると、Perl で記述した CGI が自動採点し、表示される解説により学生は基礎知識の習得を目指す。また、サーバでデータを一元管理するので、問題や解説データの修正や各年度ごとに行われた過去問の追加が容易に行える。2009 年度はこのシステムに、医用工学概論の過去 20 年分以上の問題数に相当する 290 問を登録した。さらに、2010 年度は 2009 年度に行われた国家試験問題を追加して登録数を 302 問とし、2011 年度は同様にして 314 問とした。

学生は本システムを用いてクイズに回答する感覚で自主学習が可能である。また学生・教員の双方に、以下のような利点がある。

(1) 問題演習に問題集が不要になる ID を登録したすべての学生について、工学系の問題集と比較して相対的に高価な医学系の国家資格試験対策問題集を使わずに問題演習が可能なので、学生の経済状況を考慮する必要が減少する。また演習用プリントの作成・印刷・配布などに要する時間と費用が削減可能である。

(2) 学生の意欲に応じた学習が可能である 本システムは 1 問ずつ問題を提示するので、学習の最低所要時間が短く、少ない時間を有効に活用できる。またサーバが 24 時間稼働しているため、任意の時間に学習時間を設定することが可能である。

(3) 学生の利用状況をネットワーク経由で把握可能である 学生ごとの利用状況をサーバに記録し、個々の正答率を示して学生の意欲向上を促す。教員はネットワークを経由していつでもこれを確認することができる。これは、学生の進捗状況に応じて講義・実習の中で与える学生へのアドバイスに反映し、学生の意識を向上するのに有用である。

## 3. 本システムを利用しない学生の意識調査

本システムのアクセスログから、TMDU, SPU, BGU のいずれにおいても本システムの利用が確認できたが、同時に全くシステムを利用していないか、利用しても登録されている全問題に正答（以下、完遂とする）しない学生もいることも確認できた。そこで、それぞれの学校で本システムに登録しているが利用・完遂しなかった学生（2, 3, 4 年生）を対象として、アンケートによる意識調査を行った。アンケートは 2009 年 12 月 20 日に配布し、同 29 日までに用紙あるいは専用 Web ページによって回答を得た。Table 1 に示すのは、(a)システムに登録した学生数、(b)完遂した学生数、(c)システムを利用しなかった学生数、(d)システムを利用したが完遂しなかった学生数、(e)アンケートの対象とした学生数 (= (c)+(d))、(f)アンケート回答数、(g)アンケート回収率である。TMDU 4 年次学生は国家試験対策の補講の一部として本システムを利用したので、完遂率が 7 割を越えている。一方、BGU, SPU の学生は、2009 年度においては小テストなどを行うことなく、講義や国家試験対策自主学習のための補助教材として紹介するのみにとどめたので、両校

Table 1. Number of students and questionnaire responses.

(a) Registered students (b) Completed students  
 (c) Students without using (d) Not completed students  
 (e) Surveyed students (f) Questionnaire responses  
 (g) Rate of questionnaire responses

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
TMDU 4th	30	22	0	8	8	3	37.5
BGU 4th	80	0	78	2	80	74	92.5
SPU 4th	39	0	11	22	33	33	100
BGU 3rd	81	0	81	0	81	67	82.7
BGU 2nd	81	0	71	10	81	33	40.7
SPU 2nd	40	0	34	6	40	6	15.0

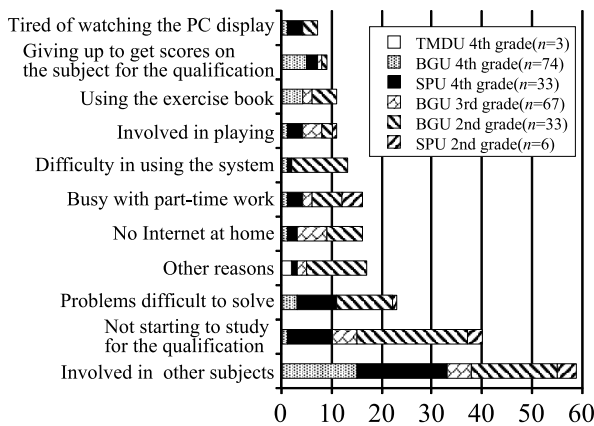


Fig. 1. Reason for the self-study without Web-learning system.

ともにいずれの学年も完遂率は0であった。特にBGUの3年次学生は医用工学の履修学年ではなく、また国家試験の受験学年でもないのでシステムの利用者自身が0であったが、アンケートに対する回答は得られた。

完遂しなかった理由として最も多かったのは「システムがあることを知らなかった(忘れていた)」というものである。一方、システムがあることを認識しながら、利用もしくは完遂しなかった理由としては、Fig.1に集計したように「他の分野の勉強が忙しい」「問題が難しい」「国家資格試験で医用工学での得点はあきらめている」など医用工学の学習自体に意欲を感じられない意見が多かった。しかし、「問題集で勉強している」という意見は全学年を合わせても11件であり、ほとんどの回答者は基本的に自主学習自体を行っていないことが確認できた。その理由として「PCの画面を見続けると疲れる」などPCでの学習に否定的な意見もあったが、「アルバイトが忙しい」「遊ぶ時間が多い」「国家試験勉強をまだ始めている」「就職活動中で勉強が手につかない」などが挙げられた。この傾向は、Fig.1に示したように、実際に国家試験を受験する4年生と2,3年生の間にほとんど差異は認められなかった。

一方、国家試験の合格に対する可能性として50%以上、つまり「どちらかと言えば合格する」と考えた学生は2,3年生で6割未満であるのに対して、4年生は、7割5分であっ

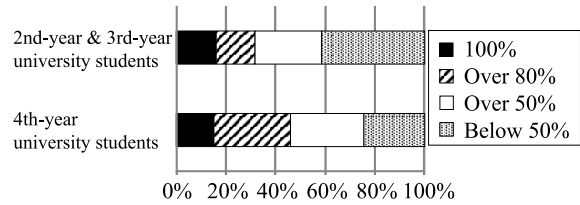


Fig. 2. Student's expectation for probability of acceptance in the medical technologist qualification exam.

た。この結果をFig.2に示した。上述のアンケート結果と合わせると、「医用工学の勉強はしていないが自分は国家試験に合格する」と考えていることが明確に示された。

#### 4. TMDUでの本システムの運用データ・効果

##### 〈4-1〉 実習における本システム利用の推奨 TMDU

の2年次(以下、MT2)が受講する医用システム情報学(I)実習は、例年、各実習ごとの出席点・およびレポート点と、実習のまとめとしての小テストの結果により総合的に成績評価を行っている。この実習は基本的に15回30コマで、医用電気・電子工学に該当する内容を学習する同名の講義に対応する。15回の実習のうち、実際に実習を行うのは12回で、残りの3回を教員の裁量により、問題演習2回とまとめの小テスト1回に割り当ててきた。

本システムを開発する以前の、2004年度から2007年度は問題集の一部を抜粋した教材を用い、教員の裁量で実習期間内に問題演習、最終日に小テストを行った。2008年度以降は実習期間内の任意の時期に、学生の判断で本システムを利用し、同様に最終日に小テストを行った。すなわち、実習の一部に取り入れていた演習を、Web-Learningと完全に入れ替えた。これにともなって演習に割り当てていた2回をハンダ付け・オシロスコープの基礎・レポート作成技術の解説に充当した。これは、基礎的な技術を確実に習得することにより、他の12回の実習をより確実に理解できるようになることを意図したものである。

小テストの内訳については実習初回のガイダンス時に説明を行い、本システムを利用した学習<sup>(7)(8)</sup>も併用するように呼びかけた。ただし、学生のインターネット環境の有無やPCの保有状況などを考慮して、本システム利用を義務とせず、あくまでも学生の自由意思に任せた。このとき、本システムを利用しないことに対する一切の減点・罰則等の不利な点がないことを明言すると同時に、本システム利用により、特別な教材を購入する必要なく学習が行えることや小テスト出題範囲が限定されることなども明示した。

##### 〈4-2〉 システムへのアクセス状況

本システムの利用状況を調べるため、利用開始時にアクセスログを記録している。これはシステムにログインした回数について記録したものであり、実際にシステムを用いて演習した問題数を示すものではない。しかし、これによって学生の利用状況を図る目安としては有効であることが示されている<sup>(7)-(10)</sup>。このアクセスログにより、本システム利用開始時を基準と

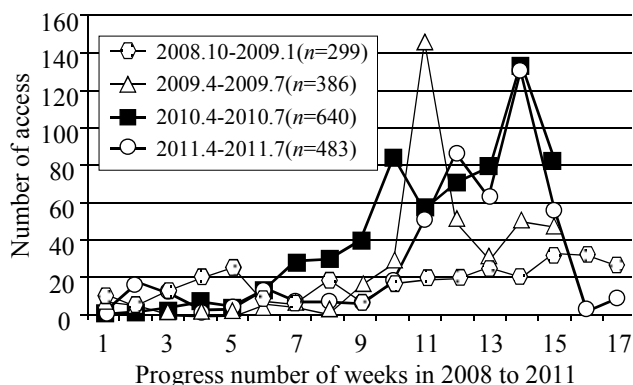


Fig. 3. Number of access by MT2 students.

する MT2 の 1 週間ごとのアクセス件数を示したのが Fig.3 である。2008 年度は若干のばらつきがあるが、開始直後より利用が始まっている。利用が一時期に集中することなく、多くても 1 週間あたり 32 件のアクセスとなっているが、2009 年度は開始から 2 ヶ月以上アクセスがなく、9 週目からアクセスが始まって 11 週目に最も集中している。このように、初期にアクセスがなかった点について、講義を受けていないので問題を理解できるはずがないと考えていたことや、一度悪い点数が記録されたら実習評価が下がる可能性を考慮したことなどの理由が学生から挙げられた。そこで、2010 年度から、本システムが解説で自己学習することを目的としているので講義の受講に影響されないことや、一度間違えた問題も正答するまで何度でも挑戦可能であることなどについて、システム利用前に説明を行った。さらに 3 章の意識調査の結果をふまえて、学生に配布している本システムの利用手引の内容を、よりわかりやすくなるように修正し、また本システムの利用により、小試験や国家試験の成績向上が期待される実績が示されていることの説明を追加した。さらに、アクセス状況を随時チェックして適宜学生の感想を聞くなど、間接的にシステムの使用を促した。

この結果 2010 年度は、開始後 3 週目にはアクセスがあり、週ごとにアクセス数が増加した。総アクセス数は 2008 年度が 299 件、2009 年度が 386 件であるのに対して、640 件であった。また、2011 年度のアクセス件数は 483 件であり、利用パターンは 2010 年度と類似した。全ての年度において、周囲の学生の利用状況などをうかがいながら、小テストの 1 ヶ月ほど前より、少しずつ本システムの利用頻度が向上することが確認できた。また 2010 年度から 2011 年度にかけてのアクセスログのうち、大学の講義と重なる平日の 8 時から 18 時について接続元の IP アドレスを分析すると、約 37%のアクセスが大学内の回線を利用しており、その内訳は自習室、図書館、情報検索室 (PC ルーム) に設置されている学生が自由な利用可能な PC と、共用講義室の学生が利用可能な無線 LAN 経由のアクセスであった。さらに、ほぼ同数のアクセスがスマートフォンに分類される携帯電話からあり、約 25%が携帯型の移动通信システムからであった。さ

Table 2. Result of the short tests from 2008 to 2010.

	highest score	lowest score	average score	number of students
2008 before learning	9	0	4.4	32
2008 after learning	15	2	8.7	
2009 before learning	9	0	4.3	33
2009 after learning	16	1	10.1	
2010 before learning	12	1	5.5	34
2010 after learning	19	9	13.5	

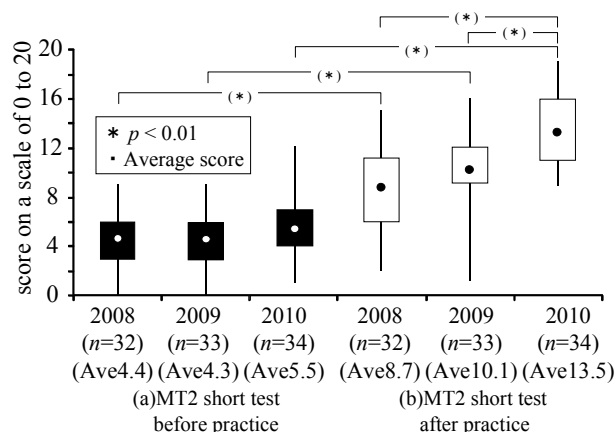


Fig. 4. Evaluation of small tests for MT2 students (2008, 2009, 2010).

らに講義の開始前と講義の間に設定されている休憩時間および講義終了後にアクセスが増加することが確認できた。

〈4・3〉 小テストによる学習効果の評価 本システムの利用による学習効果を確認するために、実習のまとめとして行った小テストの結果を用いる。小テストは選択肢による回答方式で、本システムに登録した国家試験問題よりランダムに抽出した基礎問題 10 問、および診療放射線技師国家資格試験問題の医用工学分野よりランダムに選択した応用問題 5 問の計 15 問で構成した。なお、基礎問題の配点が 1 問 1 点、応用問題の配点が 1 問 2 点で合計点が 20 点となる。レベルが同程度になるように配慮した小テストをそれぞれ、最初の実習の実施前すなわち本システム使用前と、最後の実習のまとめ、すなわち本システム使用後に行い、統計的に処理を行って学習効果の判定を行った。各年度ごとの最高点と最低点および平均点、および学生数を Table 2 に示す。またこのグラフを Fig.4 に箱ヒゲ図で示す。

2008, 2009 年度はともに F 検定により使用前後の分散が等しいことが確認されたので、一対の標本による平均の検定を行い、それぞれシステムの利用による有意な平均点の向上を認めた。また、2010 年度は F 検定により使用前後の分散が等しくないことが確認されたので、分散が等しいと仮定した 2 標本による検定を行い、システムの利用による有意な平均点の向上を認めた。

また、2008 年度から 2010 年度までの講義・実習を受講する前の小テストの結果について、F 検定により使用前後の分

散が等しいことを確認後、等分散を仮定した 2 標本による検定を行ったところ、 $p < 0.05$  で有意な差が認められなかった。すなわち、2008 年度から 2010 年度までは、講義・実習を受講する前の学生は、平均点が若干異なるものの、その学力について差はなかった。また使用後の結果についても同様に検定を行ったところ、2010 年度については  $F$  検定により使用前後の分散が等しくないことが確認されたので分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定を行い  $p < 0.05$  で有意な差が認められた。したがって、2009 年度は 2008 年度の結果と比較して平均点の向上はあるものの成績の有意な向上は認められなかったが、2010 年度は 2008、2009 年度それぞれの結果と比較して、成績の有意な向上があったことが確認できた。

〈4・4〉 問題集を使用した学習と Web-Learning との比較

本システムを開発する以前の 2003 年から 2007 年までは、問題集から演習プリントを用いて、実習期間中の 2 コマを費やして問題演習（以下、プリント演習）を行っていた。特に、2004 年度以降は実習期間の最終日に、2008 年度から 2011 年度と同型式の小テストを行ってきた。このとき、実習期間前的小テストは行っていない。このプリント演習期間中の結果を 2010 年度および 2011 年度の Web-Learning 後の結果と比較するために、各年度ごとの最高点と最低点および平均点、および学生数を Table 3 に示す。また、それぞれの年度ごとの結果を Fig.5 に箱ヒゲ図で示す。

Table 3. Result of the short tests after learning from 2004 to 2007 and 2010 to 2011.

year	learning materials	highest score	lowest score	average score	number of students
2004	Exercise book	20	6	13.9	29
2005		20	8	14.7	28
2006		18	8	12.8	29
2007		20	6	14.1	33
2010	Web-Learning	19	9	13.5	34
2011		18	4	12.9	35

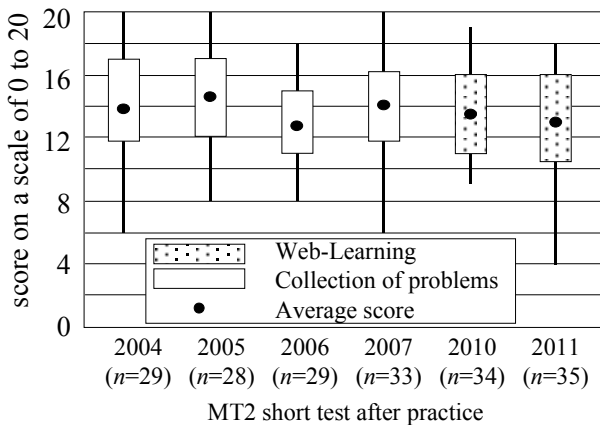


Fig. 5. Evaluation of small tests for MT2 students (2004 to 2007 and 2010 to 2011).

最高点、最低点、平均点のいずれも年度ごとに若干のバラツキがみられたものの、2010 年度および 2011 年度の結果は 2004 年度から 2007 年度までの結果と比較して有意差は認められなかった。このことから、意識調査に基づいて事前のシステムに関する事前の説明を工夫した 2010 年度および 2011 年度において Web-Learning はプリント演習と比較して同程度の学習効果があることが分かる。

5. 考 察

〈5・1〉 本システムの利用による学習の効果 2010 年度および 2011 年度はアンケートで 2009 年度に得られた見識を考慮して上述の指導を行ったことに加えて、講義を受けていない学生も本システムを手軽に利用可能であることを強調したことが、早い時期からのアクセスに効果的であった。また 2010 年度は、Fig.3 に示したように、実際に早い時期にアクセスして「手軽に」学習できることを示した学生がいたので、他の学生も興味を引き起こし、全体の利用率の向上に効果的であったと考えられる。

ところで、2010 年度と 2011 年度は上述のようにアクセスが増加しており、特に 11 週以降に 1 週間あたり 60 回以上のアクセスとなり、14 週目に 130 回程度のアクセスがあることなどから、小テストの直前であることを意識し、復習のために頻繁にシステムを利用したと考えられ、アクセスログの解析結果と一致する。この結果はすなわち、短時間で少量の問題を学習することを繰り返して、空き時間の有効活用につながった可能性を示唆している。

なお 2008 年度および 2009 年度と比較して有意な成績向上が認められた 2010 年度は本システムのアクセス回数が 1.5 倍から 2 倍程度に増加している。利用期間はいずれの年度においてもほぼ同一であるので、2010 年度は学生が空き時間を有効利用して頻繁にアクセスし、Web-Learning を行ったと考えられる。一方、2011 年度は 2010 年度と比較してアクセスが減少している。ここで、システムの完遂率は 2010 年度および 2011 年度でいずれも小テスト受験者については 100%の達成率であった。さらに、小テストによる評価では、2010 年度と 2011 年度で同等の学習効果が得られていることが示されている。一概にアクセス回数の増加のみで学習状況を完全に把握することは困難であり、アクセス状況を念頭において、実習の合間に行う学生との会話から、彼らの学習意欲を把握することは、適切な教育を行うために有用である。

ところで、Fig.1, Fig.2 の結果を受けて、2010 年度に各大学で同一の小テストの施行を試みており<sup>(11)</sup>、学習前の成績は概ね良好とは言いがたい。この結果については大学ごとに異なる成績評価の方法に起因する、小テストへの学生の取り組み方などの影響もあり、統一した評価を出すに至っていない。図に示した学生の意識と小テストの結果の関係については、その評価方法も含めて今後の検討課題である。

〈5・2〉 システム利用率および効果向上のための工夫

上述のように、2008 年度の後期では、2009 年度以降と比

較して早い時期から本システムを利用した学生がいた。2008年度は本システムの利用時点で、講義および前期試験が終了しており、国家試験問題に取り組みやすい学習環境であった。一方、2009年度以降はシステムの利用時点で、学習内容が未習であり、講義・実習と本システムの利用が並列的に行われた。Fig.4に示したように、講義および前期試験の経験によらず、2008年度から2010年度までの本システム利用前の小テストの結果には有意差がないので、講義および前期試験は本小テストに影響するような学力差を生じていないと判断できる。したがって、2008年度において、学生が本システムを早期から継続的に取り組んだのは、実質的な内容の理解ではなく、講義を終了しているという意識の有無と考えられる。そこで2010年度以降は、本システムが講義を受けていなくても、解答とともに表示される解説により、ワンポイントレッスンで学習するシステムであることを強調した。また、過去問に出題されていない範囲でも、国家試験範囲に設定されていれば講義を行う必要があるが、自主学習では特に資格試験に出題される傾向の高いところを重点的に学習できるので、試験対策として効率が良いことを学生に説明した。

これらを通して、大学が資格を取れるように導くまで待機するのではなく、大学で学習したことを基礎として自分自身で資格を取るという意識を持つことが学習において重要であり、本システムはこれを補助する方法の一つに過ぎないことを学生に強調したことが結果的に、学生のシステム利用に対する意識を高めたと考えている。

さらに、本システムの利用により、ネットワーク上で学生の学習状況を概ね把握できるので、自主学習の進行にあわせて学生を指導したことは学生の意欲向上に有用であったと考えられる。

すなわち、本システムの利用による学習効果を促進するために、その学習の位置づけと、本システムの果たす役割を学生が理解するように誘導したことが、従来のプリント学習と同等の効果をj得るにつながったと考えられる。

**(5・3) 演習プリントを用いた学習と Web-Learning の効果に関する比較** 意識調査をふまえて本システム利用前の説明を工夫した2010年度および2011年度において本システムを利用した時の小テストの結果は、2004年度から2007年度に行ったプリント演習と比較して、同程度の学習効果が得られた。自主的に学習計画を立てて進められる学生にとって、教材を配布する媒体は紙でも Web ベースでも影響は少ない。しかし、計画を立てられない学生からは、教員に監督されていることを意識している方が学習が進むという意見があった。さらに、2002年度に改訂された新学習指導要領をほとんど経験していない2004年度の学生と、中学校から高等学校まで完全に新学習指導要領に沿った教育を受けた2010年度および2011年度の学生が同等の成果を得たことは、本システムが近年の学生の学習スタイルとに適合し、学習効果を期待できることを示していると考えられる。

**(5・4) 医用工学教育への影響に関する考察** Fig.1, Fig.2に示したように、アンケートの結果から、国家試験の準備に対する意識が不足している学生が多くいることが示された。上述のように、一部の学生は学習のスケジュールおよび進捗状況について教員が逐次確認し、管理されることを希望する学生もおり、国家資格取得の指導を念頭に置けば、状況に応じてこれを行うことが有意義な場合もある。しかしながら、実習の中での演習として、教員の指導のもとでこれを行うと、教員不在の状況で自主学習する意欲が低下するばかりでなく、本来実習で学生が経験すべきカリキュラム内容を削減しなければならない。また、学生自身が自ら考えて学習する能力が低下し、第二段階の医用工学教育を念頭に置くと、過度に丁寧な指導は不要であると考えている。

本研究により、Fig.1, Fig.2に示した学生の学習意識を考慮して、適切な誘導により Web-learning システムを用いた自主学習を推奨すれば、演習のために割いてきた実習の時間を、実習本来の内容の充実にあてても、最終的には同等の学習効果があることが示された。これによって、医用工学の実習において必要になるはんだ付けやオシロスコープの操作など、基本的な技術を確実に指導する時間を確保し、さらに実習の結果について考察し、レポートとして成果をまとめるための技術などの指導が充実できた。これらの成果は、2年次に行う本実習のみならず、他の実習を経験することで卒業までに習得可能である<sup>(12)(13)</sup>ので、これを確認できる客観的なデータをj得るに至っていない。しかしながら、内容を確実に理解しながら実習を行い、将来的に習得した技術を応用して思考を拡大する基礎を形成するのに有効であったと考えている。すなわち Web-learning システムを有効に活用し、将来の卒業研究や大学院進学を考慮して学生の思考力や応用力の育成するという第二段階の医用工学教育を実現しうる指導を行うことが可能であることを示したと考えている。

## 6. おわりに

e-learning 教材の活用方法に関する研究の一環として、医用工学教育のために開発した Web-Learning システムを有効活用してより高い到達目標に対する学習効果をj得るための手法について検討した。アンケート調査結果の検討から、使いやすいマニュアルの整備やシステム利用による学習効果の提示は特に、従来の経験にない新しい学習システムに対する学生の意欲を引き出すのに有用であった。またシステム利用中のアクセス状況を確認し、これを念頭に実習中に行う学生との対話は、学習意欲を確認すると同時にシステム利用の意欲を一層向上するのに有用であった。これらの総合的な誘導により、学生の本システムを用いた自主学習を推奨して、本システムの利用率とこれに伴う学習効果が向上することを確認した。これによって実習中に行っていた演習の時間を再配分し、より高度な医用工学教育につながる実習を実現できることを示した。

なお、Web-Learning による自主学習で、問題プリントを用いた演習と同等以上の効果が得られることを根拠に、この作成に費やす時間と経費も削減できる。これらも実習時間および内容の、より一層の充実を可能にする間接的な要素となりうる。

## 文 献

- (1) 若松秀俊・本間 達：「医用工学－医療従事者のための電気・電子工学－」，共立出版，東京 (2003)
- (2) 日本臨床検査学教育協議会編：臨床検査技師国家試験問題集 2011 年版，医歯薬出版，東京 (2010)
- (3) 「検査と技術」編集委員会編：臨床検査技師国家試験問題集 解答と解説 2011 年版，医学書院，東京 (2010)
- (4) 臨床検査技師国家試験問題注解編集委員会編：臨床検査技師国家試験問題注解〈付・例題〉2011 年版，金原出版，東京 (2010)
- (5) 川澄岩雄：「医用工学分野における国家試験問題の設問，用語に関する問題点」，臨床検査学教育，Vol.2, pp.92-96 (2010)
- (6) K. Mimura : "Education of Medical Technology and Graduate School in Japan", *J. Jpn. Soc. Laboratory Medicine*, Vol.59, No.6, pp.611-615 (2011) (in Japanese)  
三村邦裕：「わが国の臨床検査技師教育と大学院教育」，臨床病理，Vol.59, No.6, pp.611-615 (2011)
- (7) S. Honma and H. Wakamatsu : "Effect of Web-Learning system on medical engineering education", *IEEJ Trans. FM*, Vol.130, No.5, pp.481-486 (2010-5) (in Japanese)  
本間 達・若松秀俊：「医用工学教育における Web-Learning システムの利用効果」，電学論 A，Vol.130, No.5, pp.481-486 (2010-5)
- (8) S. Honma and H. Wakamatsu : "Web-Learning system for medical Engineering Education", *Jpn. J. Medical Technol. Education*, Vol.1, No.2, pp.138-143 (2009) (in Japanese)  
本間 達・若松秀俊：「医用工学教育のための Web-Learning システムの開発」，臨床検査学教育，Vol.1, No.2, pp.138-143 (2009)
- (9) S. Honma and H. Wakamatsu : "Effective operation of Web-Learning system for Medical Engineering", *The Papers of Technical Meeting on Frontiers in Education, IEE Japan, FIE-09-26*, pp.47-50 (2009) (in Japanese)  
本間 達・若松秀俊：「医用工学 Web-Learning システムの効果的運用」，電気学会教育フロンティア研資，FIE-09-26, pp.47-50 (2009)
- (10) S. Honma, H. Wakamatsu, N. Sakai, K. Arakawa, T. Seki, and K. Shiba : "Preparation for the certification of medical technology using Web-learning system for medical engineering", *The Papers of Technical Meeting on Frontiers in Education, IEE Japan, FIE-10-12*, pp.59-62 (2010) (in Japanese)  
本間 達・若松秀俊・酒井伸枝・荒川恭子・関 貴行・芝紀代子：「医用工学の Web-Learning システムによる資格試験対策の検討」，電気学会教育フロンティア研資，FIE-10-12, pp.59-62 (2010)
- (11) S. Honma and H. Wakamatsu : "Supplementary Education of Medical Engineering on Self-learning by Web-Learning System", *The Papers of Technical Meeting on Frontiers in Education, IEE Japan, FIE-10-23*, pp.1-4 (2010) (in Japanese)  
本間 達・若松秀俊：「Web-Learning による自主学習を前提とした医用工学教育」，電気学会教育フロンティア研資，FIE-10-23, pp.1-4 (2010)
- (12) 加藤千恵次：「検査技術専攻学生に対する医用工学実習用ホームページを利用した実習の試み」，臨床病理，Vol.57 (supple.), p.251 (2009)
- (13) T. Kubota, Y. Cho, M. Kajiwara, K. Baba, K. Kikuchi, and A. Kinoshita : "The Use of a Computer-Assisted Simulation System in Undergraduate Education of Laboratory Technologists", *J. Jpn. Soc. Laboratory Medicine*, Vol.55, No.6, pp.517-521 (2007) (in Japanese)  
窪田哲朗・長雄一郎・梶原道子・馬場佳子・菊池久美・木下淳浩：「シミュレーション教育システムを使った臨床検査技師卒前教育」，臨床病理，Vol.55, No.6, pp.517-521 (2007)

本 間 達



(正員) 1969年3月26日生。1993年日本大学理工学部卒業。1997年東京医科歯科大学医学部卒業。2002年同大学院保健衛生学研究科博士後期課程修了。2003年東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科助手，2004年同助教，現在に至る。博士(保健学)。

若 松 秀 俊



(非会員) 1946年11月15日生。1972年横浜国大修士課程修了。同年東京医科歯科大学助手。足利工業大学助教授，福井大学工学部教授，東京医科歯科大学大学院保健衛生学研究科教授を経て，現在，東京医科歯科大学名誉教授。1973～1975年ドイツ連邦共和国学術交流会(DAAD)給費により留学。Erlangen-Nürnberg 大学医学部客員研究員。オレゴン州立大学，南京航空航天大学など客員教授。工学博士。

酒 井 伸 枝



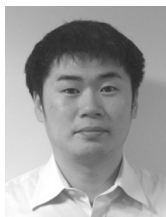
(非会員) 1980年埼玉県立衛生短期大学助手。1999年埼玉県立大学短期大学部助教授，2005年同大学保健福祉学部健康開発学科学准教授。同年東京医科歯科大学で博士(保健学)取得，現在に至る。

荒 川 恭 子



(非会員) 1952年9月24日生。1975年北里大学衛生学部卒業。1975年埼玉県立衛生短期大学助手，1991年同講師。1999年埼玉県立大学短期大学部講師。2005年埼玉県立大学講師。2010年公立大学法人埼玉県立大学保健医療福祉学部講師，現在に至る。

関 貴 行



(非会員) 1979年7月27日生。2003年東京医科歯科大学医学部卒業。2009年同大学院保健衛生学研究科博士後期課程修了。2008年東京文化短期大学(現，新渡戸文化短期大学)助教。2009年文京学院大学保健医療技術学部助教，現在に至る。博士(保健学)。

芝 紀 代 子



(非会員) 日本大学理工学部薬学科卒業。東京医科歯科大学医学部附属病院検査部教官助手，同講師を経て，1990年より同大学医学部保健衛生学科学助教授，2000年同教授，2001年同大学院保健衛生学研究科教授を経て，2006年文京学院大学保健医療技術学部臨床検査学科学科長，2010年より同大学院保健医療科学研究科委員長。医学博士。