情報処理教科の定期試験における CBT の適用とその評価

Evaluation of Computer Based Testing in lieu of Regular Examinations in Computer Literacy

村 山 浩 一^{*1}

Koichi MURAYAMA

Because computer based testing (CBT) has many advantages compared with the conventional paper and pencil testing (PPT) examination method, CBT has begun to be used in various situations in Japan, such as in qualifying examinations and in the TOEFL. This paper describes the usefulness and the problems of CBT applied to a regular college examination. The regular computer literacy examinations for first year students were held using CBT, and the results were analyzed. Responses to a questionnaire indicated many students accepted CBT with no unpleasantness and considered CBT a positive factor, improving their motivation to study. CBT also decreased the work of faculty in terms of marking tests and reducing data.

Keywords : Engineering Education, College of Technology, Teaching Material, Examination and Evaluation Methods, Computer Based Testing

キーワード：工学教育，高等工業専門学校，教材，試験・評価法，コンピュータテスト

1. まえがき

高等専門学校では通常，前後期それぞれに中間と期末の2回，一年間で計4回の定期試験が実施されている。

教員側から見た定期試験を実施する主たる目的は，単位認定という意味合いを含め授業内容に対する学生の理解度や習熟度を確認し，成績を判定するためであるが，学生側においても，自分自身の学習に対する理解度の客観的な評価や，学習に対するモチベーションの維持，向上という点において非常に重要であることは言うまでもない。

しかし教員側における実務的な面から見ると，定期試験を実施する際には，試験問題の作成と印刷，試験の実施と採点，答案の返却と解説，成績の判定とデータ入力等多岐に渡って相当量の労力と時間が必要となる。また学生側において，定期試験を学習に対する動機付けの貴重な機会として捉え，より効果的なものとするには，試験結果やそこから派生する各種の有益なデータをできるだけ速やかに伝えることが有効であると考えられるが，従来の試験方法では多大な労力や時間が必要となるため，実現は難しい。

そこで筆者は，それらの点を改善するための手法としてコンピュータを利用した試験である Computer Based Testing (CBT) に着目した。この CBT は，従来の紙と鉛筆による試験 (Pencil and Paper Test-

ing : PPT) と比較して採点の時間や労力，人為的ミスを低減できるだけでなく，データの分析や活用においても有利であるため，IT 関連の民間資格試験や TOEFL などの語学力判定試験において急速に普及してきている。近年では教育機関においても e-learning が浸透し，WebCT 等の e-learning システムが有している CBT の機能を利用して，授業の際にドリルや確認テストとして実施しているという事例は増えているが^{1), 2)}，定期試験に適用したという事例の報告は非常に少ないのが現状である。

そうした状況をふまえて，本論文では本学科1年生に開講している情報処理教科の定期試験に CBT を適用し，その有用性や問題点について検証をおこなったので報告する。

2. CBT について

コンピュータを利用したテストは1980年代から徐々に普及し始めたが，学力テストとしての本格的な CBT は，TOEIC や TOEFL といった語学力判定テストを実施している米国の非営利団体 Educational Testing Service (EDS) により1993年に実施された Graduate Record Examination (GRE, 大学院進学希望者に対する適性テスト) が最初である³⁾。CBT の先進国である米国においてはすでに様々な分野に浸透しており，医師国家試験や公認会計士試験，自動車運転免許の筆記試験などが CBT で実施されている。日本においても先に挙げた IT 関連の民間資格試験や TOEFL だけに留まらず，日本の医学生が臨床実習に

平成18年1月30日受付

^{*1} 八代工業高等専門学校機械電気工学科

入る前に受験を義務付けられる共用試験がすでに CBT 化されており、国家資格である情報処理技術者試験においても CBT の導入が発表されている⁴⁾ など今後急速に利用が進んでいくものと思われる。

CBT の主な利点としては以下に挙げられる通りである。

- (1) 解答を含めた各種データが電子化されているため、その二次的利用が容易である
- (2) 採点に必要な時間、労力、人為的ミスを低減できる
- (3) 動画や音声などのマルチメディアを利用することができる
- (4) 項目反応理論を適用した弁別力の高いテストをおこなうことが可能である⁵⁾

しかし下記のような欠点も同時に存在する

- (1) CBT システムを構築、維持するための労力やコストが発生する
- (2) コンピュータを利用するという点から、設備的な面で実施する場所が限られる
- (3) 論述形式の解答を要するような問題については、その扱いが困難である
- (4) システムの不具合等により、試験が実施不能になったり、データが消失したりする恐れがある

CBT システムの構成としては、近年のコンピュータネットワーク技術の発展およびインフラの整備に伴い、スタンドアローン型からサーバ-クライアント型へと移行しており、現在ではインターネットやイントラネットを介して Web ブラウザによりテストを実施するものが主流となりつつある。そうした CBT システムは特に WBT (Web Based Testing) と呼ばれる。

3. 情報処理教科の定期試験への CBT の適用

3. 1 「情報基礎」について

前述したように CBT には少なからず欠点も存在するが、適用する場所や状況によってはその欠点を補って余りある利点がある。特に今回は、CBT を適用することによる学生の学習に対する動機付けと教員の定期試験に関する実務的な労力の効率化を目指し、本学科 1 年生に開講している情報処理科目「情報基礎」の定期試験に CBT を導入した。この「情報基礎」は、高専学生として今後研究や実験を遂行する上で必要となるコンピュータリテラシーとモラルの習得、プログラミングを通しての論理的な考察力の向上を目的としており、具体的には Windows OS や Word, Excel の基本操作およびインターネットと電子メールの利用法、ポケットコンピュータによる BASIC プログラミングを主な内容とした通年 2 単位の科目である。こうした科目の目的、内容に加えて、授業は情報処理センター演習室で実施されており、学生は普段利用しているパソコン環境で CBT を受けることができるため、他の

科目と比較して CBT への適応性に優れており、実施に適した科目であると考えられる。

3. 2 CBT システム

CBT を実施するためにはそのシステムが必要となるが、今回構築したシステムは、各クライアントからサーバへ Web ブラウザによりアクセスし、画面に表示された試験問題に対しての解答をプルダウンメニューやラジオボタンから選択、又はテキストフォームに入力していき、最後にそれらの解答データをサーバへ送信するサーバ-クライアント型のものとなっている。こうしたシステムを実現するには通常 Web サーバとデータベースアプリケーションを連携させる必要があり、その際には専門的な知識が要求されることも少なくない。そこで今回は、データベースアプリケーション自体が Web サーバ機能を内包しており、単体で上述したシステムを実現可能な FileMaker 社の FileMaker Pro 5.5 unlimited を使用し、Dell Powerege500sc (CPU : celeron 1GHz, RAM : 384MB, OS : WindowsXP) をサーバとして CBT システムを構築した。

3. 3 定期試験への CBT の適用

CBT による定期試験は大まかに以下のような手順で実施している。その際のサーバ-クライアント間のデータの流れを表した模式図を図 1 に、クライアント側における実際の CBT の画面を図 2 に示す。

- (1) 試験開始時に、CBT サーバの URL、ログイン名、パスワードを記載した電子メールを学生へ送信する。
- (2) 学生がその電子メールに記載されている CBT サーバに Web ブラウザでアクセスすると、認証画面が表示されるので、ログイン名とパスワードを入力して認証をおこなう。

図1 サーバ-クライアント間のデータの流れ

図3 クライアントでの成績確認画面

URLをダブルクリックすると、自動的にWebブラウザが起動し認証画面が表示されるので、同じく本文中に記載されているログイン名とパスワードを入力して認証をおこなう(2)。この際、他の学生になりすまして解答することを防ぐため学生ごとに異なるパスワードを設定しており、ログイン名とパスワードが一致しないと試験問題が表示されないようにしている(3)。

学生は画面に表示された試験問題に対しての解答をプルダウンメニューやラジオボタンからマウスで選択、もしくはテキストフォーム形式の欄にキーボードから入力して答案を作成していく(4)。マルチメディアが利用できるというCBTの利点を活かして、問題の説明に動画を利用することも可能である。各問題に対する解答データの入力が完了し、CBTサーバにそのデータを送信する際には、最下部にある送信ボタンを押す(5)。この際注意すべき点として、学生が解答データをCBTサーバに送ったつもりでも、何らかの原因でサーバにそのデータが保存されていないということが考えられるが、画面によるデータ受付の確認表示と、提出した解答データを本文中に記載した電子メールの送信という二重のチェック機能を設けることでこれを防いでいる(6)。

試験終了後、教員側はCBTサーバに保存されている

解答データを元に採点と確認を行う(7)。CBTの利点として、選択式はもとより、空欄に入る言葉を入力するような穴埋め形式の問題でも、一意的に解答が決まるものについては、あらかじめ入力している正解データと配点データから自動的に正誤の確認をおこない得点を算出することが可能である。そのため、すべての問題をそうした解答になるような形式で出題すれば、学生が解答データを送信した後、瞬時に採点してその結果を知らせることも可能である。しかし、採点の自動化のために解答の形式を限定してしまうと、定期試験の主旨を十分に反映できない問題構成になってしまう場合もあるので、必要に応じて記述的な解答を入力させる問題も出題している。そうしたシステム側で自動的に採点することができない箇所については、教員が各学生の解答を個別にチェックして採点している。最終的にすべての採点が終了したら、その結果を電子メールで学生に通知する。以前はこの電子メールのみで得点や平均点、順位等のデータを通知していたが、テキストベースでの表示では見づらいという指摘があったため、現在では図3に示すように、学生が自身の結果を表示するWebページにアクセスし、試験結果はもちろんのこと、得点分布やこれまでの定期試験の得点や平均点の推移などをグラフで確認

することが出来るよう改善をおこなっている (8)。

4. CBTの評価と問題点

4. 1 学生側の評価と問題点

CBTの評価をおこなうために、実際に CBTでの定期試験を受けた平成17年度の学生に対してアンケートを実施した。項目は「PPTと比較してCBTの印象はどうであったか」、「CBTの良い点はどこか」、「CBTの悪い点はどこか」、「試験に関する各種データを学習に活用しているか」の4点で、その結果を図4に示す。PPTと比較したCBTの印象については、「やり易い」「少しやり易い」と言う肯定的な回答が64%を占め、変わらないという回答の22%を併せると86%の学生が、PPTと同等以上の評価をしていることが分かった。これは同様のアンケートをおこなった平成15年度の結果である89%とほぼ同じで⁶⁾、本科目の定期試験をCBTで実施していることについて、学生側に大きな問題はないことが確認された。

次にCBTの良い点について尋ねたところ、一番多かったのが「試験に関する各種データを確認できる」という回答であった。やはり学生は単に得点だけではなく、正解率や平均点、自身の得点推移といったデータに高い関心を持っていることが伺え、今後の学習に対する動機付けという点において効果が期待できる。次に多かったのが「試験結果が分かるのが早い」というものであり、CBTにより採点や各種のデータ解析に必要な時間を大幅に短縮できたことがこの結果に繋がっている。試験終了後できるだけ早く学生に結果を伝え、記憶が新しい内に復習させることができれば、

試験内容に関する知識の定着度において優位性があると思われるが、そうした点においてもCBTの効果が期待できる。三番目に多かった回答は「紙や鉛筆を使用しない」というものであったが、これは初めて経験したCBTに対しての新鮮さが好意的に受け入れられた結果であろう。一方、CBTの特徴である「動画や音声を使用されている」という点においては、残念ながらあまり支持を得られなかった。これは問題を作成した教員側において、CBTにおける動画の使い方が適切でなかったことが原因の一つとして考えられるので、今後改善をしていきたい。

逆にCBTの悪い点を挙げてもらった所、「キーボードでの入力が難しい」ということを挙げる学生が一番多かった。これはCBTを適用している学年が1年生で、キーボード入りに慣れていない学生が少なからず存在することを示唆している。二番目に多かったのは「鉛筆や紙を使用しない」というもので、今まで慣れ親しんだPPTとは異なるCBTへの違和感を払拭できない学生もいることが分かった。これらに続く回答として「選択式や穴埋め形式の問題が多い」、「動画や音声を使用されている」ということが悪い点として挙げられており、こうした点については今後の改善が急務であるという認識を強くした。

最後に、CBTの良い点としてもっとも支持が高かった「試験結果に関する各種データを確認できる」ことに関して、そうしたデータを学習に活用しているかどうかを尋ねた所、「活用している」、「少し活用している」という肯定的な回答が33%と、「あまり活用していない」、「活用していない」という否定的な回答で

図4 アンケート結果

ある27%を上回っていた。平成15年度のアンケート結果では否定的な回答が60%以上であったことを考えると⁶⁾、試験の各種データをWebページにより見やすく確認できるよう改善した効果があったものと思われるが、残念ながらまだ十分とはいえない。

これらのアンケート結果を総合的に見ると、CBTの有用性についてある程度の評価はできるものの、学生の学習に対する動機付けという点においてはまだ改善の余地が残されていると言える。年間に4回しかない定期試験のCBTだけでそうした効果を大幅に改善することは困難だと思われるので、今後は部分的にe-learningを導入し、その相乗効果により改善を図っていきいたいと考えている^{7), 8)}。

4. 2 教員側の評価と問題点

教員側の評価としては、採点、各種データの解析、試験結果と各種データの学生への周知に関する労力、時間を大幅に低減することができ、実務面での効率化という点において定期試験のCBT化は一定の成果を得られた。例えばプログラムを作成させる問題の場合、採点の際には解答されたプログラムが問題の要件を満たしつつ正常に動作するのを確認するために、実際に機器に入力して実行することが必要となる場合があるが、CBTではそうした手作業による入力を省くことが可能である。今後はCBTシステムとプログラム実行環境を連携させて、そうした問題における採点作業を完全に自動化することも検討している。

一方、PPTとの比較における欠点としては、試験の作成に関して問題をHTML化する作業が必要になることが挙げられる。しかし一度CBTによる試験問題を作成してしまえば、以後はそれをテンプレートとして再利用し、必要箇所を適宜変更する作業で多くの場合対応できるため、それほど大きな負担ではなく、それよりも採点やデータ解析等に必要なる労力や時間の効率化という恩恵の方が大きい。また実施上の問題として、サーバやクライアント側端末のフリーズ、停電といった不測の事態が発生した際のデータの消失が挙げられるが、これまで実施してきたCBTは、比較的単純なHTMLのWebページで構成されているため機器への負荷は軽く、これまでにCBTによる定期試験を受けた学生延べ338名中、実際にデータが消失したのは1件(約0.3%)であった。ただしこの事例は、クライアント側で同時に起動していた他のアプリケーションソフトを使用している際に端末がフリーズしたものであり、現在までCBTシステム自身に起因するような不具合によるデータの消失という事例は発生していない。しかし、いずれにせよこうした問題が発生してしまうと解答データが消失してしまい、リカバーも不可能であるため、あらかじめ試験時間割を考慮して、不測の事態が発生した際には試験時間を延長できるような時間帯でCBTをおこなうのが望ましい。

5. まとめ

情報処理教科の定期試験にCBTを適用し、その有用性や問題点について検証した。今後も学生の勉強離れや教員の校務負担の増大という流れはますます加速していくものと予想され、学生への学習の動機付けや、教員の労力の効率化というものがより重要になってくると思われる。今回紹介した定期試験へのCBTの適用については導入的な意味合いが強く、検討すべき箇所や改善の余地を多分に残すものの、これまでの実践を通して、PPTに取って代わるものとしてその可能性を確認することができた。今回の結果を踏まえ、今後も定期試験へのCBTの適用について検討を進めていきたい。

参 考 文 献

- 1) 菊沢正裕, 田中武之, 山川 修: e-ラーニングにおけるオンライン試験法, 第2回WebCTユーザカンファレンス予稿集(2004), 63-67
- 2) 菊沢正裕, 田中武之, 山川 修: オンラインテストの成績向上効果, 第2回WebCT研究会予稿集(2004), 43-46
- 3) 村木英治: コンピュータ版テスト(CBT)の実施と理論研究, 計測と制御, 40-8(2001), 549-554
- 4) 経済産業省ホームページ 報道発表 情報処理技術者試験制度に関する継続的見直しについて(公表日: 2001/4/13)
(<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0001479/0/010413jyoushoushori.html>)
- 5) 赤堀侃司: 教育工学への招待, ジャストシステム(2002.7), 108-114
- 6) 村山浩一, 開 豊, 下田 誠, 宮嶋久幸: 定期試験におけるCBTの適用とその効果, 論文集「高専教育」, 28(2005), 435-440
- 7) 大原順一, 川上 誠: Web Based Trainingを採用したコンピュータネットワーク教育, 論文集「高専教育」26(2003), 375-380
- 8) 山川 修, 田中武之, 菊沢正裕: CMSを使った新しい教育の可能性, 第2回WebCT研究会予稿集(2004), 75-78

著 者 紹 介

村山 浩一

1996年熊本大学大学院工学研究科修士課程卒業, 同年八代工業高等専門学校機械電気工学科助手となり現在に至る。2002年熊本大学大学院自然科学研究科博士課程卒業。博士(工学)。専門はパルスパワー工学。日本工学教育協会, 日本物理学会, 電気学会, 日本高専学会の会員