

学習履歴と実行環境を考慮した情報処理技術者試験学習支援システム
Information Technology Engineers Examination Learning Support System
Considering the Learning History and Execution Environment

宮本 行庸† Yukinobu MIYAMOTO 児玉 真悟‡ Shingo KODAMA 宋 佳蓉† Kayou SUNG 今田 理恵† Rie IMADA 須藤 克彦† Katsuhiko SUDOH

1. はじめに

近年の IT の進歩に伴い、情報教育の必要性がますます高まり、市場においても情報技術者が不足しているという現実がある。教育機関においては、スキルレベルが公的に裏付けられた情報技術者の育成が急務となっている。このような資格の一つに、情報処理技術者試験の基本情報技術者試験 (Fundamental Information Technology Engineer Examination: FE 試験) [1]があげられる。

FE 試験対策のための Web サイトやスマートフォンアプリケーション (以下、アプリ) は多数存在するが、各々一長一短であり、望ましいすべての機能を満たしているわけではない。この機能とは、一つはユーザの学習履歴を残すこと、もう一つは複数の実行環境を選べることである。本稿では、両機能を搭載した新たな FE 試験学習支援システムを開発し、その効用について述べる。

2. 研究背景および既存研究調査

2.1 研究背景

個人の IT スキル向上にあたっては、資格取得が一つの指標となる。FE 試験をはじめとする情報処理技術者試験は、その代表的な位置づけにある。FE 試験の受験にあたっては、当該分野の学校に入学して受験指導を受ける方法と、参考書や過去問などの関連資料を基に独学を進める方法があげられる。

しかしながら、体系的にカリキュラムが組まれた学校教育に対し、独学での受験対策はその方法や時間配分、あるいはレベルチェックなど、単独での学習計画が策定しづらい状況にある。学習の動機を損なわないように IT による学習支援ができれば、少なからずその成果に結びつくものと考えられる。また、本システムを学校教育に組み込めば、正課教育外での自主学習に活用することも可能となる。

2.2 学習者の意識調査

本研究を開始するにあたり、学習者にその学習方法や内容に関する意識調査を行った。筆者のうちの一人が、学習を進めるにあたって意識した点を中心に、以下のような調査項目を選定した。

- ・ FE 試験に合格するために過去問の練習が必要か
- ・ 過去問を練習するために必要な機能は何か
- ・ 使用経験のある学習システムやアプリのメリットとデメリット

† 神戸情報大学院大学, Graduate School of Computing, Kobe Institute of Computing

‡ 神戸電子専門学校, College of Computing, Kobe Institute of Computing

・ 時間を有効に使うためにはどのような機能が必要か
・ 時間を有効に使えるソフトがあれば使いたい
また、本調査の対象者は以下の通りとした。

- ・ FE 試験に合格した者
- ・ FE 試験への合格を目指す者
- ・ FE 試験を受験する予定がない者

本調査の結果を、対象者ごとに区分して以下に示す。

【FE 試験に合格した者】

本区分の回答者は 8 名で、調査結果は以下の通りである。
(全員が回答)

- ・ 過去問の練習は必要
- ・ 時間が有効に使えるソフトを使いたい

(過半数が回答)

- ・ 問題のカテゴリ分けがあればよい
- ・ 間違った問題の繰り返し出題機能

(その他の希望)

- ・ 出題年・期の表示機能
- ・ 解説機能
- ・ 正答率のグラフ化機能

【FE 試験への合格を目指す者】

本区分の回答者は 6 名で、調査結果は以下の通りである。
(全員が回答)

- ・ 過去問の練習は必要
- ・ 時間が有効に使えるソフトを使いたい

(過半数が回答)

- ・ 問題のカテゴリ分けがあればよい
- ・ 間違った問題の繰り返し出題機能

【FE 試験を受験する予定がない者】

本区分の回答者は 5 名で、調査結果は以下の通りである。
(受験するつもりがない理由)

- ・ 勉強する時間が少ない
- ・ 学習方法がわからない
- ・ FE 試験が何かが分からない
- ・ 受験対策に時間を投入するのがもったいない

本調査をまとめると、FE 試験を受験する／した層では、受験対策として過去問は必要、カテゴリ分けや苦手問題の繰り返しなどで学習効率を高めたい、さらに追加機能があればなおよい、との意見がある。また、FE 試験を受験する予定のない層では、受験の意義や学習方法を提示し、時間効率を高められるような方法があれば、受験を検討する可能性が出てくることが想定される。よって、本研究の課題としては、「学習履歴」「十分な問題数」「実行環境」の 3 点に焦点を絞る。

表 1 各システムの特徴比較

システム		Web		スマートフォンアプリ			
		基本情報技術者試験ドットコム	Maiji Saito	メタルベリー	Tokyo Interactive		
利用料金		無料	無料	無料	無料	600 円	
学習内容	過去問数	2240	720	160	約 30	約 380	
	解説	○	○	○	○	○	
系統分類	カテゴリ	○	○	○	○	○	
	期ごと	○	○	○	×	×	
学習履歴	解答時間	×	×	×	×	×	
	正解率	問題ごと	×	○	×	×	×
		カテゴリ	×	×	○	×	×
		グラフ	×	×	×	×	×
		全体	×	×	×	○	○
画面	PC	○	×	×	×	×	
	スマートフォン	×	○	○	○	○	

2.3 既存研究の調査

2.3.1 調査対象のシステム

本節では、既存研究として稼働している各 Web サイトやアプリなどを調査し、その特徴および問題点について述べる。本調査では、Web サイトとして基本情報技術者試験ドットコム[2]を、スマートフォンアプリとして Maiji Saito[3]、メタルベリー[4]、Tokyo Interactive[5]を対象とする。表 1 に各システムの特徴をまとめ、以下に解説する。

2.3.2 Web サイト

基本情報技術者試験ドットコムのコンテンツについては過去問の問題数が最も多く、また各問題に解説が付いている。問題は、平成 13 年春期から平成 26 年秋期まで 2240 問がある。系統分類については、過去問を毎年の期ごとに分けるほか、カテゴリによる分類をしている。しかしながら、学習者の学習履歴を保存する機能は搭載されていない。さらに、PC での利用を前提としているため、スマートフォンでは画面の文字が小さく、操作性が良いとは言えない。

したがって、教材の内容は調査対象の学習システムの中で一番豊富だと言えるが、使い勝手の面で改善の余地がある。つまり、学習履歴がないため次はどこから勉強すれば良いか分からず、また、PC での操作が前提のため、隙間時間を利用して学習したい場合には不便である。

2.3.3 スマートフォンアプリ

Maiji Saito のアプリのコンテンツは基本情報技術者試験ドットコムと比べると少ないが、他のアプリよりは問題数が多く、平成 22 年秋期から平成 26 年秋期までの 720 問が利用できる。解説は各過去問の選択肢ごとについている。系統分類については、過去問を毎年の期ごとに分け、また、カテゴリ別の分類も行っている。学習履歴としては、問題ごとの正解率がついているだけで、個人別の学習履歴があるわけではない。画面についてはアプリなので、スマートフォンやタブレットに対応しているが、PC には対

応していない。これらのことより、Maiji Saito のアプリは、今回調査したスマートフォンアプリの中では表 1 に記載した項目で最も○の数が多いが、PC に対応していないことはユーザにとって不便であると考ええる。また、問題ごとの正解率がついているが、個人に依存する情報ではないため、自分の弱みや強みを知るために役立つものとは言えない。

メタルベリーの無料版アプリのコンテンツは 160 問しかなく、さらに過去問の問題数を増やしたい場合は有料版を購入する必要がある。系統分類については、過去問を毎年の期ごとに分け、カテゴリ分類している。学習履歴の機能については各カテゴリの正解率と全体の正解率が参照できる。画面についてはスマートフォンやタブレットに対応しているが、PC には対応していない。したがって、メタルベリーのアプリを利用したい学習者は、無料版の過去問数は Web サイトの学習システムと比べると少ないため、有料版を使わざるを得ない。学習履歴については、各カテゴリと全体の正解率が参照できることは利点ではあるが、毎回学習した成果が比べられれば、自分の進捗状況をより把握しやすいのではないかと考える。

Tokyo Interactive の無料版アプリのコンテンツは 30 問しかなく、有料版は 380 問の過去問を含む。系統分類については、カテゴリごとの分類はあるが、期ごとでは分類していない。学習履歴の機能は、問題ごとに前回の解答の正誤はついていないが、その他の学習履歴の機能はない。画面についてはスマートフォンやタブレットに対応しているが、PC には対応していない。このように、Tokyo Interactive のアプリはメタルベリーのものと同じように、無料版の過去問問題数は少ないため、このアプリを利用して学習したい場合は有料版を購入することとなる。また、学習履歴としては、問題ごとに前回の解答のみを記録しているので、その記録を見ただけでは自分の学習状況を把握しにくい。さらに、学習画面が PC に対応していない点も不便である。

3. 提案システム

3.1 仮説

本節では、どのような学習システムにすれば、現行の FE 試験学習システムやスマートフォンアプリの欠点を解決できるかを考える。2.2 節で述べた解決すべき課題は以下のとおりである。

- Web サイトでの学習システムには学習履歴機能がない
- スマートフォンアプリでは問題数が少なく、追加利用が有償であることが多い
- PC とスマートフォンの双方で学習できる環境がない

これら 3 つの課題を解決するための方向性として、以下のような仮説を立案した。

3.1.1 仮説 1: 学習履歴により、自分の弱みや強みを知ることができる

2.2 節で示したアンケートの結果から見ると、試験に合格するためには全員が過去問の練習が必要と考えている。このことは、FE 試験の問題は過去問の類似問題の出題率が高いためであり、教材として過去問が有効であることを示している。

また、学習者が過去問を学習するときに、問題ごとに学習者の解答を記録する必要があると考えている。解いた問題ごとに記録した情報を集計し、各学習者の学習履歴・結果のグラフ化ができれば、自分の強みと弱みを把握し易い。それにより、自分に合った教材の選択ができるので、より効果的に学習できる。天木[6]によると、学習課題構造の表示と進捗状況の可視化によって、学習項目の選択を効果的に支援できていることが示唆された。したがって、各学習者の学習履歴によって可視化ができれば、学習項目の選択を効果的に支援できる。

現在、多くの FE 試験の Web サイトや e ラーニングシステムがあるが、学習者が勉強したい時、どこから勉強すれば良いかが分からない場合が多くある。この課題に対しては、学習者の学習履歴から自分の強み・弱みを知ることができれば、問題の選択がし易くなる。これまでの学習成果の集計結果をグラフ表示できれば、一目で自分の弱みと強みが分かり、自分の弱点分野を選択して繰り返し学習して克服が可能となる。本研究はユーザの学習方法まで規定するものではないが、どのような学習方法を採用にしても、学習履歴は有効であると考えている。

3.1.2 仮説 2: 問題数が多ければ、類似問題を繰り返し学習でき、学習効果が期待できる

FE 試験の問題は過去の類似問題の出題率が高いことは既に述べたが、対策として多くの過去問が必要であり、また有効となる。現在、スマートフォンアプリの多くは、一定以上の問題数を使うためには有料となっている。本システムでは、過去問の問題数を可能な限り多く導入することを目指す。

3.1.3 仮説 3: PC とスマートフォンの双方で利用できれば、いつでもどこでも学習できるので、時間を有効活用できる

FE 試験に合格できなかった理由の一つは、学習時間の不足にあるとアンケートより読み取れる。一方、一日の中には多くの隙間時間があり、この隙間時間を活用すれば、学習時間の確保が可能と考える。

現在のスマートフォンアプリは、隙間時間で学習するにはとても便利である。松島[7]によると、スマートフォンは隙間学習に適したものであり、わかり易いシステムを提供できれば、学習の幅を広げることが可能となる。本研究では、スマートフォンでも使えるシステムを開発する必要があると考えた。2.3 節で調査した Web サイトは PC での学習を想定しており、スマートフォン画面での学習には適さない画面構成となっている。

スマートフォンで使えるシステムを作るために、2 つの方法がある。一つはスマートフォンアプリを作ることであり、もう一つはスマートフォンでの利用を想定した Web サイトを作ることである。スマートフォンアプリを使った結果を PC と連動させれば両端末で相互利用できるが、一般にはスマートフォンアプリのみでは PC 利用は困難である。本研究の趣旨より、スマートフォンでも使える Web サイトを作成する。このように、PC・スマートフォン双方で使える Web サイトを作れば、どこでも学習できる環境が提供でき、学習時間の確保という課題を解決できる。

3.2 ターゲットユーザ

本システムは FE 試験に合格することを目的とした学習システムであるため、試験勉強について学習意欲を持っている学習者がターゲットユーザである。また、FE 試験の過去問の学習状況を把握し、自分の弱みを克服することを目標としている学習者も想定しているユーザのひとりである。

3.3 解決策を実現するために期待される項目

前述の解決策を実現するためには、過去問を取り込むことと併せて、取り込みたい要件を整理する。

3.3.1 問題数

2.2 節のアンケートの結果、全員が過去問の練習が必要と答えている。したがって、本学習システムは FE 試験の過去問をコンテンツとした。それらのコンテンツは、Web サイトとして過去問を最も豊富に格納している基本情報技術者試験ドットコムから権利者の許諾を得て取得した。これらの問題取得には、スクレイピング処理[8][9]を用いる。

FE 試験は平成 13 年 4 月から実施された制度で、平成 26 年まで年 2 回の試験を行っている。午前問題は 80 問で、平成 13 年から平成 26 年まで全部で 2240 問となる。試験問題を見ると過去問の類似問題の出題率が高いため、練習する過去問の問題数が多いほど学習者に対して有効と考え、本システムには全 2240 問を格納する。

3.3.2 カテゴリ分け

FE試験の午前問題は、IPA[1]により3つの分野、9個の大分類、23個の中分類、100個の小分類まで分類されている。3つの分野とは、テクノロジー系、マネジメント系、ストラテジ系である。中分類は、基礎理論、アルゴリズムとプログラミング、コンピュータ構成要素、システム構成要素、ソフトウェア、ハードウェア、ヒューマンインタフェース、マルチメディア、データベース、ネットワーク、セキュリティ、システム開発技術、ソフトウェア開発管理技術、プロジェクトマネジメント、サービスマネジメント、システム監査、システム戦略、システム企画、経営戦略マネジメント、技術戦略マネジメント、ビジネスインダストリ、企業活動、法務である。また、小分類は、各中分類の中でさらに細分類されている。各問題は、分野・中分類・小分類の3段階に分類され、各学習者が自分で練習したいカテゴリを選択できることが必要となる。また、選択したカテゴリの過去問を、平成13年春期から平成26年秋期まですべて一覧で表示すれば、学習者が学習の目的に応じて問題を選択でき、弱点を克服するための学習ができると考える。

3.3.3 年度、期ごと分け

カテゴリ分けだけの系統分類だけでなく、平成13年春期から平成26年秋期まで期ごとで分けることにした。一期ごとに80問あるが、自分の弱み・強みを知るためには、ひとつの期の過去問を通して学習する必要がある。ある期の80問を学習した後に、自分の学習履歴の記録を見れば、カテゴリ毎の正解率や正解数を知ることができる。それらの結果を受けて、自分が学習したいカテゴリを選択して学習することができる。本学習システムの最終の目標はFE試験に合格することであるため、本番と同様の出題形式での学習をする必要もあると考えたためである。そのために1番から80番までを続けて解答し、その後全体の正解率を見れば、自分の現時点での実力を把握することができ、合格のためにあとどれだけの努力が必要なのか判断できる。

3.3.4 学習履歴の記録

学習履歴の機能は、各学習者が自分の学習状況を把握するためであり、この履歴には学習者が解答した問題番号、解答時間、正解/不正解等の情報を記録する。この学習履歴より、自分の理解状況を知り、今後の学習方針を策定できる。問題を解いた記録を見れば、最後に学習した日時がいつかわかるので、長い間勉強してなかったと感じれば、再度過去問に挑戦しなければいけないと考える。逆に、多くの過去問を練習したのであれば、学習記録も多く残るので達成感が得られ、さらに学習意欲が湧く。また、学習履歴を見れば未解答の問題と不正解の問題を知ることができ、既解答の問題や正解問題ばかりの繰り返しによる学習時間のロスを防げる。これらのことから、本研究の学習システムの中に学習履歴の機能を入れることとした。

3.3.5 各カテゴリの正解数のグラフ化

各カテゴリの正解数を把握し、また見やすさのため、各カテゴリの正解数のグラフ化の機能を搭載した。FE試験の出題内容は多くのカテゴリから構成されているので、各カテゴリの正解数や正解率がわかれば、自分の強みや弱みを把握できる。自分の弱いカテゴリの過去問を集中して学習すれば、克服が可能となる。一方、FE試験の合格基準は6割なので、自分の強いカテゴリだけを学習して、基準達成のためにさらに強みを伸ばしたいと考える学習者もいる。弱点の克服にせよ、強みの向上にせよ、それらの点を知ることができれば、学習効果が期待できる。

3.3.6 どこでも学習できる環境

3.1.3節で述べたように、隙間時間にどこでも学習できる環境があれば、学習時間不足の課題を解決できる。そこで、本システムではPCとスマートフォン双方で使えるWebサイトを作ることとした。

4. 運用実験と評価

4.1 システムの構成

4.1.1 全体構成図

図1に、本研究で開発するFE試験過去問学習システムの全体構成図を示す。

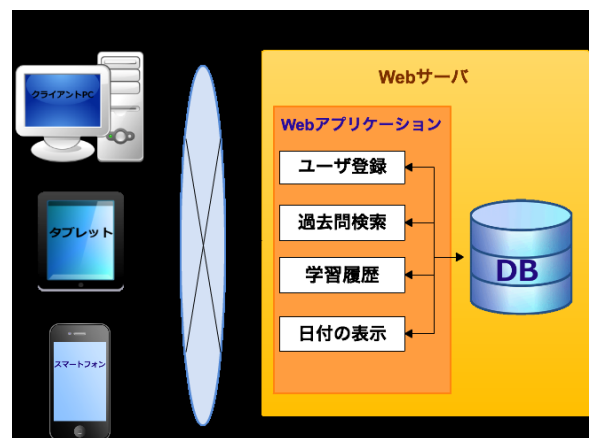


図1: システム全体構成図

本システムを利用する際の流れを以下に示す。

1. PC, タブレット, スマートフォンをネットワークに接続する
2. ユーザ登録を行う
3. 過去問を任意に選択して解答する
4. 解答後に解説を参照する
5. 過去の解答履歴を表形式またはグラフ化して表示する

4.1.2 ソフトウェア構成

本システムで利用するソフトウェアの構成は、図2に示すとおりである。

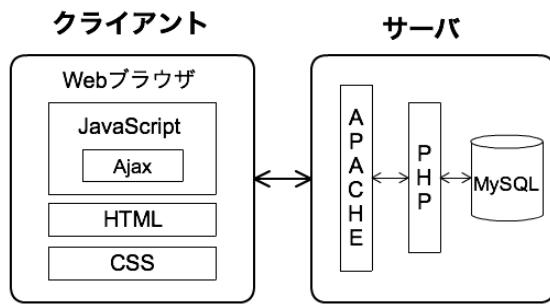


図 2: ソフトウェア構成図

図 2 に示すソフトウェア構成図は、大きくクライアント側とサーバ側 2 つの部分に分かれています。クライアント側は本システムを表示するための Web ブラウザで、JavaScript、Ajax、HTML と CSS を使って開発する。また、Web サーバは Apache であり、アプリケーションコンテナとして PHP を使う。

4.2 設計

4.2.1 機能

本システムには 4 つの機能があり、それぞれ過去問検索機能、ユーザ登録機能、学習履歴機能、日付表示機能である。これらの機能に含まれる概要は以下の通りである。

- ・過去問検索機能
 - －年、期、問題ごとの検索
 - －カテゴリごとの検索
- ・ユーザ登録機能
 - －新規登録機能
 - －登録済みユーザのログイン
- ・学習履歴機能
 - －解答履歴
 - －正解数のグラフ表示
- ・日付表示機能
 - －今日の日付
 - －試験日
 - －試験日までの残り日数

これらの機能の詳細について以下に述べる。

【過去問検索機能】

過去問検索機能については、年度、期、問題番号ごとの検索機能とカテゴリごとの検索機能の、大きく 2 つの部分に分かれています。

本システムで扱うコンテンツは平成 13 年から平成 26 年までの午前問題である。年度は、平成 13 年から平成 26 年を、期は春期と秋期を、問題番号は 1 から 80 までを選択できる。ユーザは、トップページで学習したい過去問の年度、期、問題番号を選択すれば、問題内容、選択肢、解説が表示される。

カテゴリごとの検索機能は 3 段階のカテゴリが選択できる。3.3.2 項で述べたように、第 1 段階は 3 つの分野を、第 2 段階は 23 個の中分類を、第 3 段階は 100 個の小分類を選択できる。ユーザが学習したいカ

テゴリを選択した後、そのカテゴリ内のすべての過去問一覧が表示される。それらの中からユーザが学習したい問題を選択し、解答画面に進める。

【ユーザ登録機能】

各ユーザの学習履歴を記録するために、ユーザ登録機能を持つ。登録しないユーザは過去問の検索機能を使えるが、学習履歴は残らない。本システムを初めて使う際に、新規登録画面でユーザの名前、パスワード、ユーザ ID、メールアドレス等を入力する。登録が完了すれば、ユーザ ID とパスワードを入力して本システムの利用を開始できる。

【学習履歴機能】

学習履歴機能は 2 つの部分に分かれ、それぞれ学習履歴の記録機能と学習履歴のグラフ表示機能である。まず学習履歴の記録機能では、ユーザの解答記録として個々の問題の解答時間、問題番号、正解／不正解、ユーザ登録してから解答した問題数、全体の正解数と不正解数、全体の正解率を記録している。

グラフ化機能では、ユーザが解答した全体の正解数と 3 つの分野毎に各カテゴリの正解数をグラフで表示する。各分野の中で、中分類のカテゴリの正解数とそれぞれのカテゴリ正解数の構成比率が表示される。テクノロジー系の中には 13 個、マネジメント系の中には 3 つ、ストラテジ系の中には 7 つの中分類がある。

【日付表示機能】

本システムの最終の目的は各ユーザが FE 試験に合格することであり、ユーザの学習意欲向上のため、今日の日付、次の試験日と今日から次の試験日までの残り日数をトップページに表示している。このことにより、ユーザは毎回トップページで試験までの日数を確認できる。

4.2.2 機能の流れ

本システムの主要な画面遷移を図 3 に示す。本システムの初期画面から始まり、初めて利用するユーザが新規登録画面で登録情報を入力すれば、ログインできる。

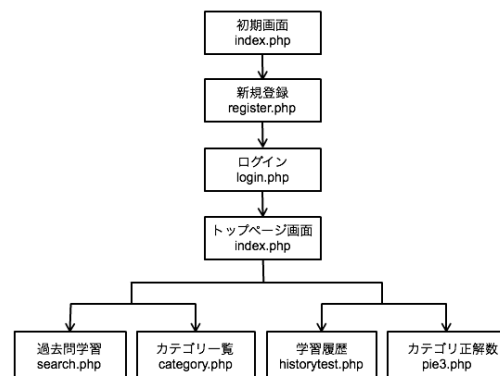


図 3: 画面遷移図

ユーザが過去問を学習した後は、トップページから学習履歴画面やカテゴリ正解数画面で学習履歴情報を参照できる。ユーザが学習履歴の情報を見ることで、自分が強化したい問題やカテゴリを選んで学習できる。学習した後に再び学習履歴に戻れば、ユーザの進捗状況を把握することもできる。

5. 考察

本システムの有効性を測るため、被験者に対してアンケートを行い、本システムの有効性を確認した。

5.1 検証方法

本項では、検証方法について説明する。FE 試験に対して学習意欲がある人を検証の対象とし、検証の目的とシステムの利用手順を配布して、システム利用後にアンケートを実施する。利用手順は以下のとおりである。

1. 本システムのサイトに PC またはスマートフォンからアクセスする
2. 利用者情報を新規登録する
3. 過去問を検索し、解答する
4. 学習後、学習履歴画面と正解数画面で自身の学習履歴を確認する
5. 3. ~4. を繰り返す
6. 何問か学習した後、アンケートに回答する

5.2 検証結果と分析

被験者は 13 名であり、それぞれの IT 学習経験年数は 3 年以上が 2 名、3 年未満が 4 名、2 年未満が 2 名、1 年未満が 5 名となっている。また、FE 試験の受験経験については 6 名が受験経験ありと回答し、うち 3 名が合格している。

本システム利用後に、A~E の 5 段階で機能の評価を行った。図 4 に機能評価の平均点を換算したグラフを示す。それぞれ評価 A を 100 点、B を 75 点、C を 50 点、D を 25 点、E を 0 点としている。図 4 より、各項目ともおおむね B 評価以上となっていることが確認できる。

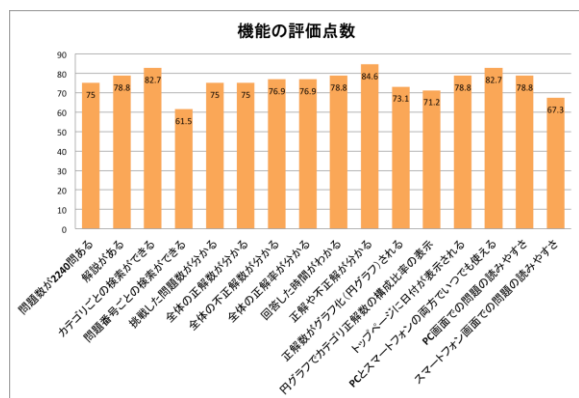


図 4: 機能評価の平均点

自由記述欄での高評価意見は、問題数が充実している、操作感が良い、スマートフォンと PC の双方で利用できる、隙間時間を活用できる、などがあつた。

また、他のシステムやアプリと比較して良かったところは、問題数、操作感、隙間時間の有効活用、解答時間の表示があげられる。

「システムが全体的に役に立つか」という問いには、13 人中 4 人が「とても役に立つ」、8 人が「役に立つ」と答えた。本システムは被験者に対しておおむね高評価であることが分かった。全体的に今回の学習システムの開発は有効であると言える。

6. おわりに

本稿では、FE 試験対策のための新たな学習支援システムについて述べた。提案システムでは、学習履歴と実行環境を考慮することで、本研究の目的である既存の FE 試験学習システムの欠点を改善すること、および FE 試験に対して学習意欲がある者に有用な学習支援システムを開発することの双方を達成することができた。

今後の検討課題として、学習者のレベルに合わせた出題ができることを考えている。学習履歴に応じて、自身の弱点となる問題を精選し、個別問題集のようなものが策定できれば、より有効な一助となる。また、スマートフォンアプリの開発についても、検討すべき課題である。

参考文献

- [1] 独立行政法人情報処理推進機構, <http://www.ipa.go.jp>.
- [2] 基本情報技術者試験ドットコム, <http://www.fe-siken.com/>.
- [3] 【H26 年秋対応】基本情報技術者試験午前問題集 By Maiji Saito, <https://itunes.apple.com/app/id716625312>.
- [4] 株式会社メタルベリー, <http://www.metalberry.com>.
- [5] Tokyo Interactive, <http://tokyointeractive.net>.
- [6] 天木暁子, 学習課題分析に基づく自己主導的な学習を支援する e ラーニングシステムモジュールの開発研究, 博士論文, 熊本大学大学院社会文化科学研究科, 2012.
- [7] 松島広樹, 永岡慶三, すきま学習におけるスマートフォン利用可能性および書籍・レジメ利用との比較, 電子情報通信学会技術研究報告, 教育工学, Vol. 111, No. 473, pp. 131-136, 2012.
- [8] 西村紅美, 塚本享治, スクリーン・スクレイピングを利用したアプリケーションの連携とデバッグ, 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, 5L-5, 2009.
- [9] 西村紅美, 塚本享治, アプリケーション連携システムのスクリーン・スクレイピングを用いたデバッグシステム, 情報処理学会研究報告, No. 2009-SE-163, pp. 73-80, 2009.