

「情報科」大学入学者選抜における CBT システムの研究開発

西田 知博^{1,a)} 植原 啓介² 角谷 良彦³ 鈴木 貢⁴ 中山 泰一⁵ 香西 省治⁶ 高橋 尚子⁷
中西 通雄⁸ 松浦 敏雄⁹ 増澤 利光¹⁰ 萩谷 昌己³ 萩原 兼一¹⁰

概要：我々は、文部科学省委託事業「情報学的アプローチによる「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発」の中で、これまで情報入試研究会として実施してきた大学情報入試全国模擬試験を出発点とし、「思考力・判断力・表現力」を評価するという視点も加えて「情報科」大学入学者選抜を CBT システム化するためにはどのような機能が必要かを検討している。ここではその検討経過と、今年度実施する試行試験用システムおよび、新しい出題フレームワークなど現在検討している出題方式を紹介する。

Research and Development of CBT System for “Informatics” Entrance Examination

TOMOHIRO NISHIDA^{1,a)} KEISUKE UEHARA² YOSHIHIKO KAKUTANI³ MITSUGU SUZUKI⁴
YASUICHI NAKAYAMA⁵ SHOJI KOSAI⁶ NAOKO TAKAHASHI⁷ MICHIO NAKANISHI⁸ TOSHIO MATSUURA⁹
TOSHIMITSU MASUZAWA¹⁰ MASAMI HAGIYA³ KENICHI HAGIHARA¹⁰

1. はじめに

次期学習指導要領の改訂に応じて、大学の入試改革が計画されている。これを見据えて、文部科学省は 2016 年度に大学入学者選抜改革推進委託事業を開始した。この事業は、各大学における大学入学者選抜改革を進める上での具体的な課題や問題点を整理するとともに、特に「思考力・判断力・表現力」や「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」に関する多面的・総合的な評価を行うための実践的で具体的な評価手法を構築し、その成果を全国の大学に普及することにより、各大学の入学者選抜改革を推進するためのものである。事業の募集分野は人文社会分野、理数分野、情報分野、および、主体性を持って多様な人々

と協働して学ぶ態度を評価する分野（主体性分野）であり、このうちの情報分野に対して、大阪大学を代表校とし、東京大学と情報処理学会（活動母体は情報入試委員会）が連携大学等として応募し、採択された。事業名は「情報学的アプローチによる情報科大学入学者選抜における評価手法の研究開発」[1]であり、

- (1) 「情報科」入試実施における評価手法の検討
- (2) 「情報科」CBT (Computer Based Testing) システム化に関する研究
- (3) 情報技術による入試の評価に関する研究
- (4) 広報活動と動向調査研究

の 4 つの項目について研究開発に取り組む。

この事業では従来の入試で評価されてきた「知識・技能」に加え、「思考力 (Thinking)・判断力 (Judgement)・表現力 (Expression)」(TJE) の評価が求められる [2]。本稿では、この TJE を評価する「情報科」CBT システムに関する研究開発について、行ってきた既存 CBT のサーベイ、今年度実施する試行試験用システムを紹介する。また、今後の導入を考えている新しいフレームワークなど、TJE 評価のために検討している CBT システムについて論じる。

¹ 大阪学院大学 / Osaka Gakuin University

² 慶應義塾大学 / Keio University

³ 東京大学 / The University of Tokyo

⁴ 島根大学 / Shimane University

⁵ 電気通信大学 / The University of Electro-Communications

⁶ データアクセス / Data Access Inc.

⁷ 國學院大学 / Kokugakuin University

⁸ 大阪工業大学 / Osaka Institute of Technology

⁹ 大阪市立大学 / Osaka City University

¹⁰ 大阪大学 / Osaka University

a) nishida@ogu.ac.jp

2. 既存 CBT のサーベイ

研究開発を始めるにあたり、既存の CBT を調査した (表 1)。対象は、医学系 CBT, IT パスポート, J-CAT 日本語テスト, 薬学系 CBT, CASEC で、調査項目は、試験の性質 (合否判定か, 能力測定か), IRT (項目応答理論) の利用の有無, 問題の提示方式 (直線型 (リニア) / 無作為型 (ランダム) / 適応型 (アダプティブ) / シミュレーション型) [3], 試験実施規模・回数, 試験時間, 問題作成体制, 問題プールの数, 出題回数, 出題形式 (大問, 中間, 小問), 回答形式の特徴 (戻れない, 問題ごとの時間制限など), 採点方式, 試験実施環境などである。

調査した CBT はいずれも IRT を利用し, 小問形式で出題する形式となっている。医学系 CBT では「順次解答連問形式」と呼ばれる同一の症例について, 関連する 4 つの設問が連続して問われ設問形式がある。この形式は, 医療面接から始まり, 診察, 診断に至る思考過程とその背景にある病態の理解を問うような作問が行われている [4]。

また, MOS (Microsoft Office Specialist) 試験, 統計検定, IC3 などの CBT を実施しているオデッセイコミュニケーションズ, 日商 PC 検定などの CBT を実施している日本商工会議所からのレクチャを受けた。

MOS 試験は実際にアプリケーションを操作し課題のファイルを作成するという形式で行われる。課題に指定されたファイルを作っていく「ファイル完成型」から, 現在は, 5 個~7 個の「小さなプロジェクト」を, それぞれに設定された 4 個~7 個の「タスク」と呼ばれる問題を解いていく「マルチプロジェクト型」に移行している [6]。これらの評価は結果だけではなく操作の過程も用いて行っている。

IC3 は, コンピュータやインターネットに関する基礎知識とスキルを総合的に証明するための国際資格である [7]。この試験では, 選択問題だけでなく操作問題も出題され, それに用いられるアプリケーションはシミュレーションで動作させている。また, 短冊形・順番並び替えの設問や, 画像のどこをクリックしたかで採点するクリック問題なども用意されている。

日商 PC 検定 [8] は, 各地の商工会議所が認可したパソコン教室などの試験会場で受験する。実行ファイル (exe ファイル) をデスクトップにダウンロードするだけで試験実施可能で, アプリケーションがインストールできない会場でも実施可能としている。また, 試験プログラムとデータのダウンロード, 受験者情報の登録が終われば, オフラインでも受験が可能となっている。試験は, 多肢選択式の知識科目と, アプリケーションの操作を行う実技科目で構成される。実技科目では受験者が自分でアプリケーションプログラムを起動し, 「上司とのやり取り」などの用意されたシナリオに則った課題に解答する。MOS とは異

なり, 専用環境ではなく, 試験会場にあるアプリケーションプログラムをそのまま利用し, そのバージョンに依存しないような問題にしている。また, 試験中は他のアプリケーションは起動できないようにしている。

3. 2017 年度実施 CBT システム

本事業では, 2017 年夏に「思考力・判断力・表現力」を評価するため試行試験を大学 1 年次の学生を対象として行う。そのために, 2017 年度に使用する CBT システムは情報入試研究会が作成してきた過去の「情報入試全国模試」[9], [10] が実施可能であることを条件として, CBT ならではのインタフェースを加えたものを開発することとした。2017 年度試験の実施形態から, 同時実施の人数は多くても大学の学部の 1 学年単位と考え, パソコンを用いてキーボードとマウスで解答し, タブレットの利用等は考慮していない。

3.1 システムの概要

図 1 が開発した 2017 年度用 CBT システムである。Web アプリケーションとして動作し, 受験者はパソコン上でブラウザを動作させて受験する。「情報入試全国模試」と同様の出題を行えるようにするため, 問題に大問, 中間, 小問の区別を付けることができるようになっている。解答には, 以下の形式を用いることができるようにした。

- 選択型
 - ×の 2 択と多肢選択を用意した。多肢選択は個数制限や重複選択の制御を可能にした。
- 穴埋め型
 - 自由記述またはプルダウンメニューの選択が可能である。また, 図 1 の右下の問題に示すように解答欄への番号付与が可能である。同一番号の空欄は, 1 つの欄に入力があれば, それに連動して他の欄も同じ内容が表示される (図 2)。
- 短冊型
 - 図 1 の右上の問題に示すように短冊の内容を選択して解答欄にドラッグアンドドロップで並べる。短冊は途中挿入や並び替え, 削除は自由に可能である。「情報入試全国模試」の短冊形プログラムの問題もこの形式で解答できる。
- 記述型
 - 単語や短文で解答を入力する。
 - なお, 今年度のシステムでは図表はすべてイメージファイルを埋め込む形とした。

CBT ならではのインタフェースとしては, 短冊型解答形式の用意や穴埋め問題での空欄の連動に加え, 解答済みや見直しのチェックを入れた問題が分かるナビゲーションフレームを提供している (図 3)。

表 1 既存 CBT のサーベイ

試験の名称	医学系 CBT	IT パスポート	J-CAT 日本語テスト	薬学系 CBT	CASEC
試験の性質 (合否判定/ 能力計測)	基準を各大学が決めて合否判定	合否判定 (評価点も提供)	能力計測	基準を各大学が決めて合否判定	能力計測
IRTの有無	有	有	有	有	有
問題提示方式	ランダム	ランダム	アダプティブ	ランダム	アダプティブ
規模 (1回あたりの受験者数)	歯学系と合わせて12000人/年程度	会場により異なり, 10~50人程度		計1万人前後 (12・1月の間に大学ごと実施)	17万人 (2015年度実績)
実施回数 (1年あたり)	1回 (+ 追再試1回)	随時 (H27年度実績: のべ約7500回, 全国103会場)	随時	1回 (+ 追再試験1回 + 体験受験)	随時
試験時間	1時間 × 6ブロック	120分	受験者によって変わる (45~90分程度)	2時間 × 3ゾーン	平均40-50分, 最大79分
問題作成体制	大学で作題し, 全国的に集約	非公開	非公開	大学で作題し, 全国的に集約	
問題プールの数	20000以上? (実施開始時に10000問以上をトライアルで準備 [5])	非公開	非公開	非公開	
1回あたりの出題数	320 (うち80は採点対象外)	100問	受験者によって変わる	310	受験者によって変わるが最大60問
出題形式	小問 (連続設問有り)	小問	小問	小問	小問
回答形式の特徴	前の問題に戻れないセクションあり, 順次解答連問形式も設ける.	任意に中止可能, 任意の間に移動可能, 問題の拡大縮小, 文字色, 背景色の変更可能, 試験残り時間のカウントダウン, 試験結果 (評価点) の即時表示.	前の問題に戻れない, 受験中止不可, 各問題の解答時間が定められている, 受験者の解答状況からレベルを判断して能力別に異なった問題が出題.	未回答問題の一覧表示, しおりの利用, 将来的には動画などを取り入れたいが accessibility の問題がある.	前の問題に戻れない, 受験中止不可, 各問題の解答時間が定められている, 受験者の解答状況からレベルを判断して能力別に異なった問題が出題, 音声問題.
採点方式	IRT スコアと正答率	IRT を用いた評価点	尺度得点		
機材		会場サーバ (専用) / 受験者端末用パソコン / 管理者端末用パソコン	パソコン	クライアント PC は各大学で用意	パソコン
ネットワーク接続		問題受信, 解答等送信に管理者端末がインターネットを使用, 試験中はサーバ, 受験者端末間で LAN 接続.	試験中は学内ネットワークのみ	インターネット	
監督方法		監督員の巡視, カメラによる監視 (一部会場)	機関受験においては机間巡視		

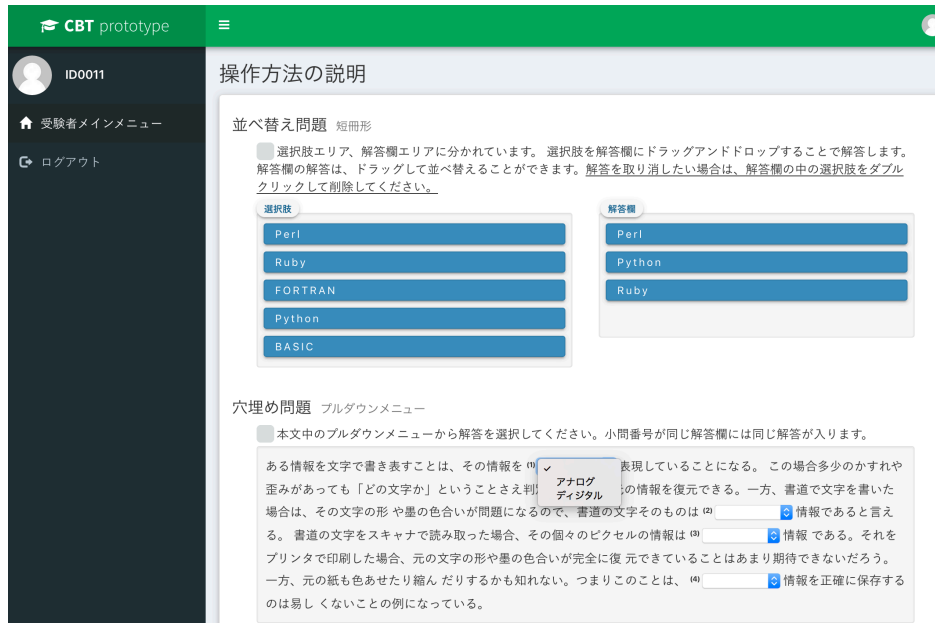


図 1 2017 年度 CBT システム

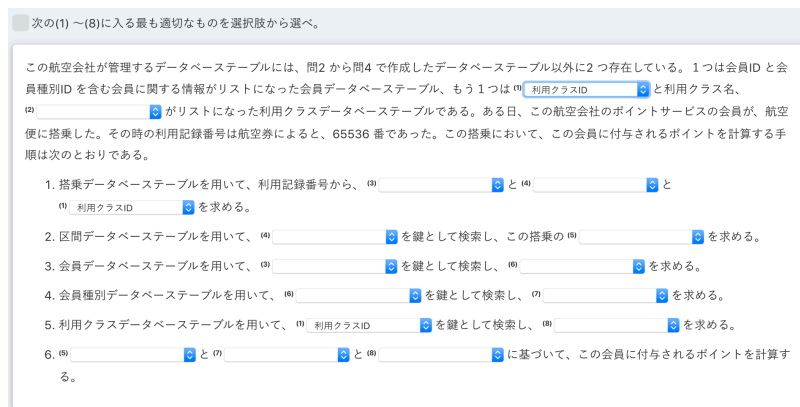


図 2 穴埋め問題：空欄の運動



図 3 解答ナビゲーション

3.2 システムの構成

本年度システムは以下の3つの機能部で構成される

(1) 作問機能部

大問単位で試験問題を XML ファイルとして記述した大問定義書と、複数の大問定義書を統合して全体の試

験問題を XML ファイルとして記述した試験問題定義書の記述内容を確認するための機能を提供する。

(2) 試験機能部

試験会場で試験実施に関連する以下の機能を提供する。

- 試験問題定義書投入
- 受験者登録
- 試験会場管理（受験者管理，試験開始・終了管理）
- 受験

(3) 採点・集計機能部

試験機能部で受験者が解答した結果を採点者が受験者毎に採点し、全体を集計する機能を提供する。

本システムでは、表 2 に示すアクターを想定し、システムを構築している。大問定義書は図 4 に示すような XML で記述する。

採点に関しては、選択や短冊の並び替えで解答する問題は順不同や組み合わせへの対応を行い自動採点する。また、単純な記述解答はパターンマッチで採点できる。その

他の記述の解答に関しては手動採点とする。

表 2 アクター一覧

アクター名	説明
作問者	大問を XML ファイルで大問定義書として記述・作成する者。本システムの作問機能部にその記述内容を登録、蓄積し、動作を確認する。
試験コーディネータ	試験問題として使用する大問を決定し、その大問定義書を統合して XML ファイルで試験問題定義書を記述・作成する者。本システムの作問機能部でその記述内容を登録、蓄積し、動作を確認する。
査読者	試験問題定義書に記述された試験問題を査読する者。本システムの作問機能部でその記述内容や動作を確認する。
会場管理者	試験スケジュール（試験実施日時、試験会場）を作成する者。
試験問題登録者	試験スケジュールに基づき、実施する試験の試験問題定義書を本システムに登録する者。本システムの試験機能部に試験問題定義書を投入して登録する。
受験者登録者	試験を受験する者を本システムに登録する者。本システムの試験機能部に受験者登録ファイルを投入して登録する。
試験監督者	本システムで実施する試験を監督する者。本システムの試験機能部にて該当する受験者の試験開始、試験状態を監督する。
受験者	本システムの試験機能部に PC 上のブラウザでアクセスして受験する者。
採点者	本システムで実施した試験結果を試験機能部で採点し、集計する者。

4. 次期システムの検討

前節で紹介したシステムは、2017年夏に行う試行試験に向けてのものであるが、現在は TJE を評価する独自の CBT システムの開発を目指している。

4.1 出題方式の検討

サーベイに示した通り、多くの CBT は IRT を使い、小問によって評価を行うものが多い。しかし、それらは知識や判断を問うものが多く、思考力や表現力を十分に評価できるかは不明である。本事業では、そのような形式の試験でも TJE を評価することが可能かを検証していきたいと考えている。そのためには、パラメータチックな問題を自動的に作成できる枠組みの作成が必要である。

また、思考力や表現力を問うために、現在行っている短冊形のプログラミングに加え、ビジュアルプログラミング

```
<?XML VERSION="1.0" ENCODING="UTF-8"?>
<ROOT>
<TITLE>共通</TITLE>
<SUBJECT>情報</SUBJECT>
<OTHER_INFO_1>第 4 回 A-1</OTHER_INFO_1>
<OTHER_INFO_2></OTHER_INFO_2>
<TEXT>下の問い（問 1～問 5）に答えよ</TEXT>
<M_QUESTIONS>
<BLOCK>
<TEXT>図 1 のようにライトが 6 つ並んでいるとする。ライトの点灯状態で数を表示することを考える。
</TEXT>
<IMG>
<FILE_NAME>TEST.PNG</FILE_NAME>
<CAPTION>図 1:点灯状態で数を表示 6 つのライト</CAPTION>
</IMG>
<TEXT>6 個のライトそれぞれについて、ライトが点灯していれば 1 と書き、点灯していなければ 0 と書いて、ライトの番号の順に左から右へと並べると 6 桁の数字の列が得られる。この列をライトの点灯状態と呼ぶ。点灯状態の左 2 桁を二進法での数表現とみたときに得られる値が m、右 4 桁を二進法での数表現とみたときに得られる値が n であるとき、点灯状態は、2m × n を表すとす。ただし、20 は 1 である。たとえば、点灯状態 000000（6 個のライトがすべて点灯していないとき）は、20 × 0 すなわち 0 を表す。図 1 に対応する点灯状態 010100（ライト 2 とライト 4 が点灯し、他のライトがすべて点灯していないとき）は 21 × 4 すなわち 8 を表す。</TEXT>
</BLOCK>
<BLOCK-PANEL>
<TEXT>以下の 1～4 の問いについて、答えを下の解答群の選択肢から選べ。</TEXT>
<S_QUESTIONS>
<TEXT>点灯状態が 100001 で表される数に答えよ。</TEXT>
<TYPE-RADIO-HORIZONTAL</TYPE>
<CHOICES><VALUE>1</VALUE><CAPTION>2</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>2</VALUE><CAPTION>4</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>3</VALUE><CAPTION>12</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>4</VALUE><CAPTION>32</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>5</VALUE><CAPTION>120</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>6</VALUE><CAPTION>120</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>7</VALUE><CAPTION>128</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>8</VALUE><CAPTION>256</CAPTION></CHOICES>
<CHOICES><VALUE>9</VALUE><CAPTION>256</CAPTION></CHOICES>
<CORRECT_ANSWER>5</CORRECT_ANSWER>
<POINTS>10</POINTS>
</S_QUESTIONS>
.....

```

図 4 大問定義書の記述例

の導入やデバッグ、グラフの構造や状態遷移図を使った問題などが考えられる。また、CBT の特性を使い、大量のデータを渡して処理させる問題も考えられる。さらに、臨床を意識した医学系 CBT の「順次解答連問形式」のように、トラブルシューティングなどを RPG あるいはゲームブック形式で対話的な問いかけをし、そのプロセスを評価する方式も考えられる。

次に、二次元テーブルを用いた出題フレームワークである、Table World を紹介する。

4.2 Table World

Table World は二次元テーブルのデータの変化から思考力を問う出題フレームワークである。このフレームワークでは、プログラム実行前後のデータ例がいくつか与えられる（図 5）。また、入力例を受験者が与えて、対応する出力を確認することができる。

このテーブルを元にした設問としては、入力から出力を答えるものや、入力と出力の関係からプログラムがどのようなものであったかを考えさせ、図 6 のようなプログラムを作成させるものなどが考えられる。このような問題では、作成したプログラムを動作させることにより、出力結果を模範解答の出力と比較することによってプログラムを修正可能とし、その過程を評価することも可能である。

4.3 問題記述

今年度システムにおいて問題定義は図 4 に示すような XML で記述しているが、出題者にとっては記述の負荷が大きい。現在、問題文は Markdown で記述できるようになっているが、全体の定義が Markdown のような簡易な形

入力		出力	
1	2	1	2
11		13	

入力			出力		
1	2	3	1	2	3
11			13		
298			2100		

入力		出力	
1	2	1	2
12		14	
23		25	

図 5 Table World のデータ例

プログラム(DNCL)

← を増やす を減らす を表示する 「」 "" | + - × ÷

= ≠ > < ≤ ≥ かつ または でない と

もし ならば を実行する を実行し、そうでなくもし ならば を実行し、そうでなければ

の間を繰り返す を から まで ずつ増やしなが、を繰り返す 行数(Cell) 列数(Cell)

Cell[]

```

1 | i を 1 から 行数 (Cell) まで 1 ずつ増やしなが、
2 | j を 1 から 列数 (Cell) まで 1 ずつ増やしなが、
3 | | もし Cell[i,j] ≠ "" ならば
4 | | | Cell[i,j] ← Cell[i,j]+1
5 | | | を実行する
6 | | | を繰り返す
7 | | | を繰り返す

```

図 6 Table World でのプログラム作成

式で記述できるようにすることが必要である。

4.4 採点

大規模な試験実施を考慮した場合、自動採点や採点補助の提供が必須となる。問題となるのは、記述問題の採点である。数値や語句レベルはパターンマッチで採点できるが、自由記述の場合は自動採点は難しい。キーワードを抽出してアンダーラインを引いたり、出現数をカウント、模範解答との類似度の算出など採点補助機能の提供を検討している。また、プログラムを答えさせる問題ではテストケースをどのように提供するかを検討する必要がある。

5. まとめ

本稿では、文部科学省委託事業「情報学的アプローチによる「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発」の中で、「思考力・判断力・表現力」を評価する CBT システムの研究開発について、その検討経過と、今年度実施する試行試験用システム、および、現在検討している新しい出題フレームワークなどの紹介を行った。

今後は、現在検討していることに加えて、タブレット・ペンなどのインタフェース面についても検討を進めていきたい。

謝辞 本稿は文科省大学入学者選抜改革推進委託事業(情報分野)の支援による研究成果の一部である。

参考文献

- [1] 情報学的アプローチによる「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発 Web ページ: <<http://www.uarp.ist.osaka-u.ac.jp/>> (参照 2017-07-06) .
- [2] 久野靖: 思考力・判断力・表現力を測るには?, 情報処理, Vol.58, No.8 (2017).
- [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, 第 40 巻, 第 8 号, pp.549-554 (2001).
- [4] 吉岡俊正: 医学系共用試験 CBT の医学部における取り組み, 日本テスト学会 第 1 回研究会, <http://www.jartest.jp/pdf/jirei1_1.pdf>(2004) (参照 2017-07-06) .
- [5] 社団法人医療系大学間共用試験実施評価機構: 医学系 CBT トライアルの進捗状況, <http://www.cato.umin.jp/02/0401igaku_shintyoku.html> (参照 2017-07-06) .
- [6] オデッセイコミュニケーションズ: MOS2016 試験概要, <<http://mos.odyssey-com.co.jp/outline/mos2016.html>> (参照 2017-07-06) .
- [7] オデッセイコミュニケーションズ: IC3, <<http://ic3.odyssey-com.co.jp/>> (参照 2017-07-06) .
- [8] 日本商工会議所: 日商 PC 検定, <<https://www.kentei.ne.jp/pc>> (参照 2017-07-06) .
- [9] 中野 由章 他: 「大学情報入試全国模擬試験」の実施と評価, SSS2014 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, Vol.2014, No.2, pp. 11-17 (2014).
- [10] 谷 聖一 他: 「第 3 回・第 4 回大学情報入試全国模擬試験」の実施と評価, SSS2016 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, IPSJ Symposium Series, Vol.2016, pp. 7-14 (2016).