

標準Excelテストのための汎用自動採点システム A Generalized Scoring System for Standard Excel Tests

関根 純[†] 大曾根匡[†]
Jun SEKINE[†] Tadashi OSONE[†]

[†] 専修大学 経営学部

[†] School of Business Administration, Senshu University.

要旨

本論文では、専修大学経営学部の必修科目「情報処理入門」の履修者に過去4年適用してきた標準 Excel テスト用の自動採点システムを汎用化し、自由な問題の作成と変更を可能にしたので報告する。本システムでは、セルの値、式、書式などの理解を問う基本問題だけでなく、グラフ、ヒストグラム、回帰直線、ピボットテーブル、オートフィルタなどの理解を問う応用問題に対応するのに加え、一つの問題を複数の観点から採点し、完全ではない回答に対しても、どう部分点を与えるかを指定することを可能にした。教員が作成する正解と、15種類の基本的な採点方法の組み合わせで様々な問題に対応できることを、過去の回答ファイルに適用して確認した。

1. はじめに

専修大学経営学部では、必修科目である「情報処理入門」の授業効果を把握するため、学生にとって敷居の高い Excel について、1年次約600名に毎年共通の Excel 標準テストを課している。その採点は教員にとって負担が大きいことから、テストを開始した2013年度当初より、自動採点システムを活用している[1]。このシステムの活用により、教員の負担を最小限とし、全体の傾向や間違いやすい部分の把握が容易になっている。その一方、問題の構成や正解は、採点する Excel VBA プログラムにハードコーディングされているため、大幅な問題の変更は難しいという課題があった。そこで、既存の自動採点システムが持つ、①セルの値、式、書式だけでなく、グラフ、ヒストグラム、回帰直線、ピボットテーブル、オートフィルタなどの理解を問う様々な問題をカバーする、②完全な正解ではなくても、部分的に合っていれば得点を与えるなどきめ細かな配点ができる、という長所を保ちつつ、様々な問題に対応できる汎用性が高い自動採点システムが必要となっていた。本論文では、これを実現する汎用自動採点システムを開発したので、その基本的なコンセプトと、配点案作成にあたって直面した課題について述べる。

Excel の自動採点システムについては、既に多くの文献 ([2]~[10]) に述べられている。文献[2]~[6]では、出題の範囲を表の集計やグラフに特化して自動化し、文献[4]では、情報処理検定への対応も考え、グラフのタイトルや凡例の配置などきめ細かい採点に配慮している。文献[5]、[6]では、様々なパターンが想定され採点が難しい式について、学生の自由度を残すため、厳密な採点はしないという判断をしている。文献[7]~文献[9]は、本論文が想定する一括の採点というよりは、個々の学生が自習する際の自動採点を想定しており、学生に対するきめ細かなアドバイスや利用シーンに即した機能が優れている。

2. システムのコンセプト

2.1. 採点の手順

本システムでは、Excel 標準テストを実施した結果の回答ファイルを個々の学生から回収し、それを一括で自動採点して、その採点結果を集約する手順の支援を狙いとし、次の利用シーンを想定した(図1)。

(1) 初期採点

対象となる全学生のファイルを開き、一括して自動採点する。採点結果は、問題毎に割り当てられた回答シートに間違いの原因と共に記入すると共に、学生毎に採点シートに集約する(図1の①②)。

(2) 教員によるチェックと手修正(図1の③)

教員が自動採点結果をチェックし、問題があれば手で修正する。これを行う理由は、自動採点は、必ずしも全ての回答を正当に評価することを保証できないため、またシステムの範囲を超えた高度な問題

にも対応できるようにするためである。

(3) 成績集約 (図1の④)

全学生の採点結果を、採点シートから教員が保有する成績一覧シートに集約する。教員が保有するファイルには、成績一覧シート以外に、教員が作成した正解シート、正解シートを用いて学生の回答を採点する採点方法 (後述)、および本システムのプログラムが含まれる。

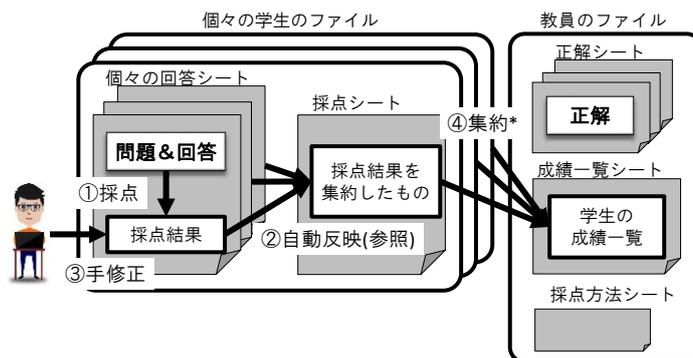


図1 採点の手順とファイルの構成

2.2. 問題の構成

次に本システムで想定する問題の構成について述べる (図2)。

まず1つのテストには、複数の問題が含まれ、1つの問題には、1つ以上のサブ問題が含まれるものとした。問題およびサブ問題は、教員が意識する論理的な括りである。個々のサブ問題は、複数の観点から採点される。これらの観点を評価項目と呼ぶ。この評価項目の単位で、学生に得点を表示し、間違っていればその原因を示すことにした。例えば、図2の問題1⑧では、IF関数を用いて計算した判定結果の値が正解と等しいかの観点と、計算に使ったIF関数が正しいかの観点で採点を行い、それぞれの得点を表示する。

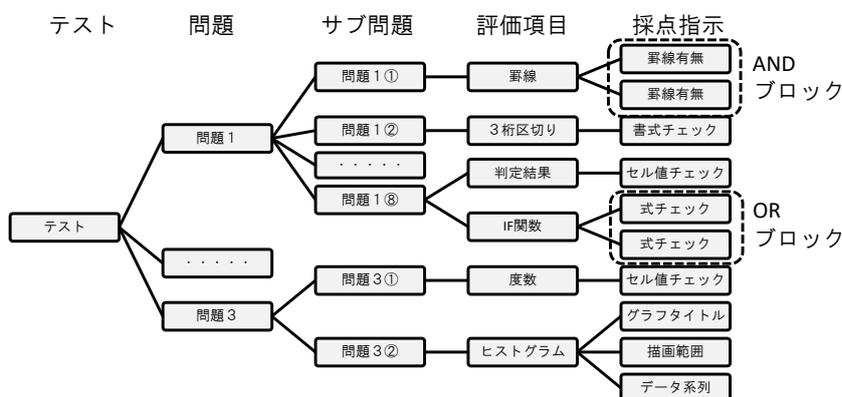


図2 問題の構成

さらに個々の評価項目は、本システムが用意する基本的な採点方法 (採点指示と呼ぶ) の組み合わせで採点することにした。例えば、問題1①の罫線という評価項目では、2箇所のセル範囲に罫線を引くことを指示しており、それぞれのセル範囲に罫線が引かれていることをチェックする採点指示を2つ組み合わせている。個々の採点指示の採点結果は、0点か満点のみで、部分点は存在しない。

通常採点では、採点指示毎に採点を行い、その得点の積み上げで、評価項目の得点が決まる。例えば、問題3②のヒストグラムでは、3つの採点指示があり、それぞれについて部分点が与えられる。しかし、この仕組みだけでは、複数の採点指示がすべて正解な場合のみ得点を与えたいというニーズに応えることができない。例えば、問題1①の罫線において、両方が正しい時だけ得点を与えるという配点をするにはできない。そこで、2つの採点指示をANDブロックに含めると指定することにより、このような場合への対応を可能にした。一方、複数の採点指示のどれかが正しければ、得点を与えたいというニーズもある。例えば、問題1⑧のIF関数では、式の書き方が学生によって異なるため、式のチェックに関するいずれかの採点指示が正しければ得点を与えたい。そこで、2つの採点指示をORブロックに含めると指定することにより、このような場合への対応を可能にした。

通常採点では、採点指示毎に採点を行い、その得点の積み上げで、評価項目の得点が決まる。例えば、問題3②のヒストグラムでは、3つの採点指示があり、それぞれについて部分点が与えられる。しかし、この仕組みだけでは、複数の採点指示がすべて正解な場合のみ得点を与えたいというニーズに応えることができない。例えば、問題1①の罫線において、両方が正しい時だけ得点を与えるという配点をするにはできない。そこで、2つの採点指示をANDブロックに含めると指定することにより、このような場合への対応を可能にした。一方、複数の採点指示のどれかが正しければ、得点を与えたいというニーズもある。例えば、問題1⑧のIF関数では、式の書き方が学生によって異なるため、式のチェックに関するいずれかの採点指示が正しければ得点を与えたい。そこで、2つの採点指示をORブロックに含めると指定することにより、このような場合への対応を可能にした。

2.3. 採点指示

以上を可能とする採点指示の具体的な記述方法を、図3、図4の例により示す。

図3は、問題1①の2つの採点指示を表しており、1行目では、回答ワークシートの「問題1」にあるセル範囲「B6:I17」について、罫線の罫線有無が、正解シートの同じセル範囲と等しいことをチェックし、等しければ得点「2点」を、問題があればエラーメッセージを示し、得点は、回答シートのセル

「T5」に記入するという設定をしている。また、1行目、2行目を合わせて AND ブロックを構成することを「選択判定」に「A」と記すことで指定している。

一方、図4は、問題1⑧の3つの採点指示を表しており、1行目は、IF 関数を使って得られた判定結果の値が正解シートと等しいかをチェックし、等しければ部分点として「1点」を与えており、2行目、3行目は、IF 関数が「正解値」に示した正規表現パターンにマッチしているかをチェックし、いずれかが正しければ得点「3点」を与えている。2つの式のいずれかにマッチすれば、点数を与えるために、OR ブロックを構成し、「選択範囲」に「O」と記している。これらの部分点が足しあわされて回答ファイルのセル「T13」に記入される。

ここで、正解値に示す式のパターンは、Excel の A1 形式ではなく、式の突合がしやすい R1C1 形式で記述することにした。実際には、2種類では済まず、4種類のパターンのどれにマッチするかをチェックしている。このように、式のチェックにおいては、想定しうる様々なパターンを可能な限り OR ブロックに含めている。

文献[5]、[6]で論じているように、式にはバリエーションが多い。実際に出現した最も複雑な例を図5に示す。図5は、セル Gn (n は、2 から 13 までの数字) に含まれる式が、式 $SC4*SC\$1+\$D4*\$D\$1+\$E4*\$E\$1$ にマッチするかどうかをチェックするパターンを表している。ここで、式の中の $SC4$ 、 $SD4$ 、 $SE4$ は、それぞれ $C4$ 、 $D4$ 、 $E4$ でもよく、 $SC\$1$ 、 $SD\$1$ 、 $SE\$1$ は、 $CS1$ 、 $DS1$ 、 $ES1$ でもよく、さらにそれぞれの掛け算の順番は、前後してもよいものとする。これにより、図のパターンは、512 種類のパターンを網羅し、さらに足し算の順番を考慮した類似の採点指示を6行にわたって記述することで、3,072 種類のパターンをカバーする。それでも、余分な括弧がある場合などを考慮すると全ては網羅できない。そこでそのための対処方法を、3.2 節に示している。なお、実装にあたっては、Microsoft が提供する正規表現チェック用の RegExp クラスオブジェクトを活用している。

2.4. 採点結果の例

以上に示した採点指示に基づき採点し、採点シートに記入した結果の例を図6に示す。

また、それをさらに集約

コマンド	問題名	サブ問題名	評価項目	回答ワークシート名	回答対象オブジェクト種別	回答オブジェクト ID	属性名	正解対象オブジェクト種別	正解オブジェクト ID
採点	問題1	問題1①	罫線	問題1	セル	B6:I17	罫線有無	セル	
採点	問題1	問題1①	罫線	問題1	セル	B18:E19	罫線有無	セル	

正解値・オプション	マッチング方法種別	点数	エラーメッセージ	書込先アドレス	選択判定
	等しい	2	B6:I17に罫線がありません	T5	A
	等しい	2	B18:E19に罫線がありません	T5	A

図3 採点指示の例(1)

コマンド	問題名	サブ問題名	評価項目	回答ワークシート名	回答対象オブジェクト種別	回答オブジェクトID	属性名	正解対象オブジェクト種別	正解オブジェクトID
採点	問題1	問題1⑧	判定結果	問題1	セル	I6:I17	値	セル	
採点	問題1	問題1⑧	IF関数	問題1	セル	I6:I17	RC式	値	
採点	問題1	問題1⑧	IF関数	問題1	セル	I6:I17	RC式	値	

正解値	マッチング方法種別	点数	エラーメッセージ	書込先アドレス	選択判定
	等しい	1	判定結果が正しくありません	T13	
if(RC[-3]>=RC[-1],"O","X")	マッチ	3	IF関数が正しくありません	T13	O
if(RC[-1]<=RC[-3],"O","X")	マッチ	3	IF関数が正しくありません	T13	O

図4 採点指示の例(2)

```
{R4C3R4C[-4]}*{R1C3R1C[-4]}|
{R1C3R1C[-4]}*{R4C3R4C[-4]}
+{{R4C4R4C[-3]}*{R1C4R1C[-3]}|
{R1C4R1C[-3]}*{R4C4R4C[-3]}
}+{{R4C5R4C[-2]}*{R1C5R1C[-2]}|
{R1C5R1C[-2]}*{R4C5R4C[-2]}
```

図5 複雑な式の正規表現

問題名	サブ問題名	評価項目	得点	補正後得点	最終得点	満点	エラー内容
問題1	問題1①	罫線	4		4	4	
問題1	問題1②	3桁区切り	4		4	4	
問題1	問題1③	計算	4		4	4	
問題1	問題1④	SUM	4		4	4	
問題1	問題1⑤	AVG	2		2	2	
問題1	問題1⑥	小数	0		0	0	*小数点以下の桁数が正しくありません(-6):\$CS\$19、正数、##0(回答)、1(正解) *小数点以下の桁数が正しくありません(-6):\$CS\$19、負数、[赤]-##0(回答)、1(正解) *小数点以下の桁数が正しくありません(-6):\$DS\$19、正数、##0(回答)、1(正解) **エラー数が多いので打ち切ります(-3) **桁数が正しくありません

図6 回答ファイルの採点シート

した教員用ファイルの成績一覧シートの例を図7に示す。問題を変える際には、この成績表の形式も変えることができる。

番号	氏名	問題1															問題2		
		問題1① 算数	問題1② 桁	問題1③ 計算	問題1④ SUM	問題1⑤ AVG	問題1⑥ 小数	問題1⑦ 参照	問題1⑧ IF	問題1⑨ 種類	問題1⑩ 範囲	問題1⑪ タイトル	問題1⑫ 横ラベ	問題1⑬ 縦ラベ	問題1⑭ 凡例	問題2① クロス	問題2② 1横演	問題2③ 2カゴ	
		4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	2	2	2	2	4	2	2	
		4	4	4	4	2	0	4	0	1	4	2	2	2	2	0	0	0	
		4	0	4	4	2	0	4	4	2	4	2	2	2	2	4	2	2	
		4	4	4	0	2	2	0	0	2	4	2	2	2	2	2	2	0	

図7 教師が集約した成績表

3. 採点指示

3.1. 採点指示のパターン

既に実施している標準 Excel テストや、日々の授業で教員が用いている練習問題を用いて検証した結果、そこに含まれる全ての問題は、表1に示す15種類の採点指示の組み合わせにより、採点できることがわかった。表1からわかるように、採点指示の中には、正解シートと比較するもの、採点指示に含まれる正解値と比較するものの両者が存在する。またセル、およびグラフに関する採点指示が多く、オートフィルタやピボットテーブルについては、1種類で済むことがわかった。

採点指示の種類に依っては、何をチェックするかについて、選択肢が存在する場合がある。例えば、オートフィルタでは、オートフィルタが回答シートに存在することをチェックする選択肢、オートフィルタを設定したセル範囲が正解シートと等しいことを

表1 採点指示の種類

回答対象オブジェクト種別	属性名	可能なオプション	比較対象	採点内容
オートフィルタ	セル値	存在, 設定範囲, フィルタ, ソートなど	正解シート	オートフィルタの設定範囲やフィルタ・ソート条件が、正解シートと等しいかをチェック
グラフ	回帰直線	回帰直線, R2値, 回帰式など	正解シート	回答シートにグラフが存在し、正解シートと等しいかをチェック
グラフ	描画範囲	—	正解値	グラフの描画範囲が、正解値で指定したセル範囲に納まっているかをチェック
グラフ	タイトル・ラベル	種類, タイトル, ラベルなど	正解シート	グラフの種類, タイトル, 軸のラベルが、正解シートと等しいかをチェック。正解のタイトル, 軸のラベルには正規表現を許す。
グラフ	横軸, 縦軸	最大最小, 目盛など	正解シート	グラフの横軸縦軸の最大最小値や目盛が、正解シートと等しいかをチェック
グラフ	データ系列	—	正解シート	グラフに含まれるデータが、正解シートと等しいかをチェック
グラフ	凡例	上, 下, 左, 右	正解値	グラフの凡例の位置が、グラフの描画領域に対して正解値で指定した位置にあるかをチェック
セル	RC式	—	正解値	セル範囲に含まれる式が、正解値で指定した正規表現にマッチするかをチェック
セル	値	—	正解シート	指定したセル範囲の値が、正解シートにある同じセル範囲の値や正規表現と等しいかをチェック
セル	罫線有無	—	正解シート	指定したセル範囲に引かれた罫線が、正解シートにある同じセル範囲の罫線と等しいかをチェック
セル	桁数	(小数点以下桁数)	正解値	セル範囲に含まれる数値について、小数点以下の桁数が、正解値で指定した桁数と等しいかをチェック
セル	書式	(「3桁区切り」, 数値書式の正規表現)	正解値	セル範囲に含まれる数値の書式が、正解値で指定した書式の正規表現に等しいかをチェック
セル	フォント	太字, イタリック, アンダーライン, サイズ	正解シート	セル範囲に含まれるフォントの種類, サイズが正解シートと等しいかをチェック
ピボット	値	存在, 設定	正解値	ピボットテーブルの設定範囲や行列に指定したフィールドが正解シートと等しいかをチェック
手動採点	—	—	なし	本システムでサポートしていない問題に対して、教師が、手動で採点する。

いことのチェックなどの選択肢を設けている。

3.2. 採点指示の構成例

本節では、上記15種類の採点指示を組み合わせると、多様な問題をカバーできることを例により示す。

(1)式

式には多様なパターンが存在するため、第2.3節の例で示したORブロックを活用して、なるべく多くのパターンを網羅すると共に、パターンに合わなくてもセルの値が合っていれば式は正しいと考えて部分点を与える採点指示を加えている。

(2)ヒストグラム

ヒストグラムは、度数分布表と、そこから作成されたグラフから構成される。前者については、度数分布表に含まれるセルの値が正しいかのチェックを行う採点指示により、後者については、グラフをチェックする採点指示により採点を行っている。

(3)ピボットテーブル

作成したピボットテーブルのセルの値が正しいことをチェックする採点指示と、ピボットテーブルに指定したフィールドの設定が正解シートと等しいことをチェックする採点指示を組み合わせている。前者が必要な理由は、学生が集計の元となる表を書き換えたため集計結果の値が正しくない場合や、集計対象となるセル範囲を間違えて設定する場合があるからである。

(4)オートフィルタ

フィルタがかかったセル範囲のセルの値が正しいことのチェックを行う採点指示と、オートフィルタの設定が正解シートと等しいことをチェックする採点指示を組み合わせている。前者が必要な理由は、学生が表を書き換えたため値が正しくない場合があるからである。

4. 配点案作成上の課題

本システムを作成し、具体的に採点指示の組み合わせを検討する過程で、教員が採点する場合には必ずしも明確にはしてこなかった、何を採点し、どのように配点するのかを、より正確に意識すべきこと、および紛れのない問題の作成のための工夫が必要であることがわかってきた。以下に例を示す。

(1)グラフのタイトルや軸のラベルなど文字列を入れさせる問題では、送り仮名や、半角・全角の種別が正解と異なっていた場合に点数を与えるかどうかの問題となった。点数を与える場合には、正規表現を用いて多様なバリエーションを網羅する必要がある。一方、問題作成上は、なるべくバリエーションが少ない問題を作成すべきである。例えば、売り上げ(百万円)、売上(100万円)のような表記は、多くのバリエーションがあるので避けるべきことがわかった。

(2)同様の理由で、答えに全角の記号を含めると問題が生じやすいことがわかった。例えば、判定結果を求めるIF関数で使いたくなる○や×には、環境依存文字として多くのバリエーションがあり、学生がこれらの環境依存文字を入力すると正しく採点できない。

(3)検索条件が正しく設定されているかどうかを問うオートフィルタの問題では、指示にはない昇降順を学生が指定すると、答えとしては合っているものの、行の並び順が異なる様々な正解のバリエーションが発生し採点が困難になるため、問題文を工夫して、バリエーションが一つになるようにする必要があることがわかった。

(4)ピボットテーブルでは、問題として与えられた表の全体を設定範囲として集計することを想定しているが、学生によっては、回答に影響を与えない範囲に必要な部分だけに設定する場合がある。この場合、これを正解とすべきかを検討する必要がある。現状では、表全体を設定範囲とした場合のみ、点数を与えている。

売上台数 合計(台) 4,257	売上台数 合計(台) 4257	売上台数 合計(台) 1,234
売上台数 合計(台) 1911/8/27	売上台数 合計(台) 不明	

図8 様々な回答の例

(5)図8に示すのは、SUM関数を用いて正解値である4257を求め、かつ3桁区切りにすることを指示する問題の答えである。上段の左の例が想定する正解であり、中央の例は値は正しいが3桁区切りができていないので部分点を与え、右の例は値は正しくないが3桁区切りはできているので部分点を与える。ここで問題となるのは下段である。左の例は不正解に見えるが、4257という値の書式を日付にすると1911/8/27となり、書式が違っていても値は合っているので部分点を与え、右の例は不正解に見えるが、調べると3桁区切りの設定はされているので部分点を与えている。このように人間の感覚からすると必ずしも得点を与えたくない例にどう部分点を与えるのかの検討が必要になってくる。本例においては、あまり細かいことに拘ると汎用化ができなくなるので、考慮しないことにした。

5. 評価とまとめ

既存の自動採点システムの活用と並行して、本自動採点システムを用いての採点を約600名の履修者に対して行い、問題がないことを確認した。また、個々の教員が約130名の履修者に個別に課している練習問題の採点にも適用し、問題の変更に柔軟に対応できることを確認した。

本論文では、正規表現やORブロックを用いて、様々な回答のバリエーションに対応できる手法を提案した。また、問題に含まれるセルの値やグラフの種類・タイトル・最大最小値、さらにはオートフィルタの検索条件や昇降順の変更であれば正解シートの変更だけで、またクロス集計のフィールドの変更などより大きな変更であっても、正解シートに加えて採点指示の変更だけで採点できることを示した。

今後は、式の正規表現など記述が難しい採点指示の作成の簡易化をはかると共に、個々の学生の自習にも適用できないかを検討していきたい。

尚、本研究は、専修大学情報科学研究所の平成28年度の共同研究助成により支援を受けている。

謝辞

本システムのテストや評価にあたってご協力をいただいた本学経営学部の新保好美先生、および清水陽平さんに感謝いたします。

参考文献

- [1] 丹保歩子, 関根純, 大曾根匡, “Excel用標準テストのための自動採点プログラムの開発と標準テストの実施結果の報告”, 情報システム学会, 第10回全国大会, 2014.
- [2] 五月女仁子, “Excel実技試験の採点プログラムの実施について”, 東洋経済新報社, 1996.
- [3] 中村邦彦, “Microsoft Office 課題の自動採点プログラム”, 香川大学経済学部研究年報, Vol.51, 2011, pp.1-43.
- [4] 田村繁人, 安留誠吾, “Excelファイルを対象とした自動採点システム”, 情報処理学会, 第73回全国大会, 2011, pp.4-475 - 4-476.
- [5] 岩田員典, 功刀由紀子, 齋藤毅, 谷口正明, 長谷部勝也, 松井吉光, 古川邦之, “Excel, Word自動採点システムHITsの構築と運用”, 愛知大学情報メディアセンター, Vol.20, No.1, 2010, pp.11-23.
- [6] 渡邊光太郎, “Microsoft Excelによる試験採点システムの製作”, 城西情報科学研究, 21巻, 1号, 2011, pp.37-46.
- [7] 藤井美知子, 中島信恵, 二木映子, 佐野繭美, 松永公廣, “表計算授業支援システムを使用した授業実践”, 長崎大学, 大学教育機能開発センター紀要, Vol.1, 2010, pp.81-86.
- [8] 石川千温, 中村永友, 渡邊慎哉, 小池英勝, “学習者の自学自習を支援するエクセル用自己採点ツールの開発”, PCカンファレンス, 2006, pp.321-322.
- [9] 石川千温, 渡邊慎哉, 中村永友, 皆川雅章, 小池英勝, 梅田充, “大学における新しいコンピュータリテラシー教育プログラムの展開”, 札幌学院大学総合研究所, 情報科学, Vol.33, 2013, pp.47-58.
- [10] 田中敬一, “自動採点を備えた表計算学習支援システムの開発”, 教育システム情報学会, 第37回全国大会予稿集, 2012, pp.432-433.