

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

The Development of a Standardized Test for Excel and the Summary of the Results of the Test

丹保歩子[†] 関根純[†] 大曽根匡[†]
Ami TAMBO[†] Jun SEKINE[†] Tadashi OSONE[†]

[†] 専修大学 経営学部

[†] School of Business Administration, Senshu University.

要旨

受講生の習熟度を把握するために、Excel に対する標準テストを開発した。そして、専修大学経営学部の必修科目である「情報処理入門」の約 600 名の履修者に対し、2013 年度と 2014 年度の 2 年間、開発した標準テストを実施した。その際、標準テストの答案を自動的に採点するプログラムを開発し、担当教員の負担を軽減することにした。本論文では、標準テストの内容と自動採点プログラムについて説明する。さらに、標準テストの実施結果を具体的に示し、来年度に向けた改善策について検討する。

1. はじめに

専修大学経営学部では、その成り立ちの経緯から、コンピュータや情報関係の科目が充実している。特に、「情報システム入門」、「情報処理入門」、「情報リテラシ基礎演習」の 3 科目を、1 年次約 600 名に対し、必修科目、あるいは、必修履修科目として展開し、1 年次生にしっかりと情報の基礎を学ばせるように設計されている。本論文で対象とする「情報処理入門」はすべての講義が端末室で行われるが、これまで欠如していた問題のひとつが、学生の習熟度を具体的に把握していない点であった。そこで、Excel を対象とし、学生の習熟度を計測するための道具となる標準テストを開発し、2013 年度から毎年標準テストを実施して、学生の習熟度を計測することにした。その際、目視による採点の負担が大きいことや各教員間で採点にバラツキが生じることなどの理由により、標準テストを自動採点するプログラムを開発し、それをを用いて標準テストの採点を行ない、採点結果のデータを得た。

Excel 等の自動採点プログラムに関連する研究はこれまでにいくつか報告されている[1],[2]。また、自動採点プログラムを学習者の自習システムに適用したシステムもいくつか存在する[3],[4]。しかし、自動採点プログラムを 600 名規模の学生に対し実際に使用し、その実施結果に基づいて学習項目の習熟度について議論している論文は見当たらない。したがって、本論文の中で示す各学習項目の正答率のデータは、Excel を教授する立場の人にとって参考になるデータになるのではないかと考える。

2. 標準テストのテスト項目

テスト項目は表計算ソフト Excel の学習項目に限定し、シラバスの内容に準拠させ、講義の教科書[5]の第 5 章と第 6 章の内容を範囲とした。具体的には、基本操作として、セルの書式、計算式、関数、グラフ作成を、応用操作として、クロス集計、ヒストグラム、回帰分析、データベースをテスト項目とした。問題数は 5 問とし、各問題に対しいくつかの小問を設けた。

(1) 問題 1 のテスト項目

問題 1 は、Excel の基本操作の習熟度をみる設問とした。セルの書式については、罫線描画、数値データの 3 桁区切りや小数点以下 1 桁の表示形式を設定できるかどうかを、計算式のテスト項目は、相対参照だけの計算式と、\$マークを含んだ複合参照の計算式を記述できるかどうかを問う設問とした。関数に関しては、SUM 関数と AVERAGE 関数、IF 関数を出題した。

グラフ作成に関しては、グラフの種類を積み上げ 2D 横棒グラフとし、グラフ領域にグライフタイトルや項目軸ラベル、数値軸ラベルを表示させ、凡例を下に設定させる設問とした。

(2) 問題2のテスト項目

問題2は、ワークシート上にあるデータベースに対し、行ラベルや列ラベル、値ラベルを設定してピボットテーブルを作成できるかどうか、また、作成したクロス集計の読み取りができるかどうかを確認する設問を設けた。特に、表の中の空白が0を意味していることを理解しているかどうかの設問とした。

(3) 問題3のテスト項目

問題3は、「データ分析」ツールを用いて、度数分布表とヒストグラムを作成できるかどうかを確認する設問とした。データ区間のリストはあらかじめシートの中に用意しておくようにした。

(4) 問題4のテスト項目

問題4は回帰分析の設問とした。具体的には、コンビニエンスストアの年度毎の売上高と店舗数のデータにおいて、店舗数をX軸、売上高をY軸として散布図を描画させ、その上に回帰直線を付加させる設問とした。散布図の軸に対しては、最小値、最大値、目盛間隔を設定させ、回帰直線に対しては、その数式とR2乗値を表示させる設問を用意した。さらに、その回帰直線の数式を用いて、店舗数が5万店舗のときの売上高を予測させる問題とした。

(5) 問題5のテスト項目

問題5はExcelのデータベース機能の操作能力を試す設問とし、文字列の置換、テキストフィルタ、数値フィルタ、データの並べ替えの4つの設問とした。数値フィルタでは、2つの条件のAND検索の設問とした。また、並べ替えは、2つのキーによる並べ替えの設問にした。

2013年度版の標準テストに対し、2014年度版の変更点は以下の通りである。

(1) バックアップの対応

データを消去してしまった場合、バックアップシートからバックアップできるように改善した。

(2) 正答が一意でない設問の排除

2013年度は、並べ替えの問題において、学生が誤って別のフィールドで並べ替えをした後、設問の並べ替えをする学生がおり、不正解と判断されてしまった答案があった。そこで、2014年度は、問題文の中で、IDフィールドを並べ替えのキーとして指定して、正答が一意になる設問とした。

3. 自動採点プログラムの仕様と構成

自動採点プログラムは、Excelのマクロプログラムを使用して開発した。図1のように、採点プログラムと転記プログラムとから構成する。採点プログラムは、開いてある複数のExcelの答案ファイルを自動的に全て採点する。その際、各答案ファイル上に、設問ごとの得点のほかに、答案のプロパティ情報（例えば、グラフの問題のときには、そのグラフ領域範囲のTop, Height, Left, Widthなどの情報）や、誤ったセルの場所、誤りの状況などの詳細情報を具体的に表記するよう工夫した。転記部は、各答案の得点を得点一覧シートに転記するプログラムで学生ごとに各設問の得点を一覧で出力するようにした。

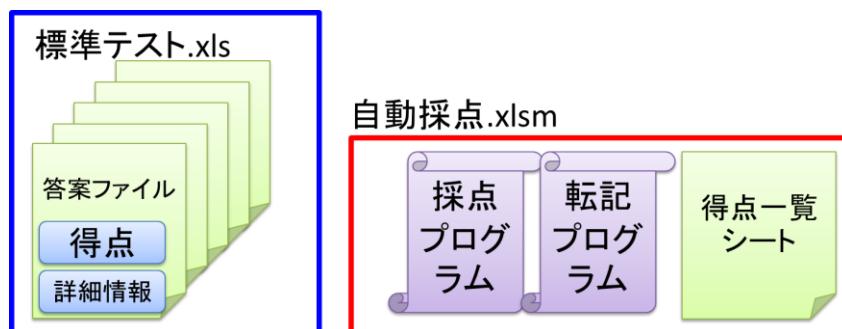


図1 自動採点プログラムの概要図

4. 採点方法

本章では、自動採点プログラムの採点方法について、やや詳細に説明する。

(1) 問題 1 の採点方法

① 罫線描画

指定範囲の各セルに対し、答案のセルの上下左右の罫線の **LineStyle** プロパティと正答のそれと比較してチェックした。罫線の太さや種類、色などについては気にせず、指定範囲のすべてのセルに対し一致していれば正解とした。設問では罫線を描画させる領域が 2 か所あるので、どちらかの領域に対し一致していれば部分点を与えるようにした。

② 3 桁区切りの書式

答案のセルの **NumberFormatLocal** プロパティを調べ、3 桁区切りの書式に含まれる "#,##0" か "#,###" の文字列を含んでいるかどうかでチェックした。

③ 相対参照の計算式

この設問は様々な計算式で求められるため正答が複数ある。そこで答案のセルの **HasFormula** プロパティを調べ、計算式を持っていて、かつ、そのセルの値も正答値と同一である場合に正解とした。

④ SUM 関数

答案セルの **FormulaR1C1** プロパティの文字列を調べ、それが正答の文字列と等しく、セルの値も正答値と同一である場合に正解とした。これ以外の計算式は不正解とした。ただし、値だけが正答と一致している場合は部分点を与えた。

⑤ AVERAGE 関数

SUM 関数のチェックと同様に、当該セルの **FormulaR1C1** プロパティの文字列を調べ、それが正答の文字列と等しく、セルの値も正答値と同一である場合に正解とした。これ以外の計算式は不正解とした。ただし、値だけが正答と一致している場合は部分点を与えた。

⑥ 小数点 1 桁の書式

当該セルの書式を調べて判断した。答案の書式の文字列の中に、小数点 1 桁を表す書式 ".0" が存在し、かつ、小数点 2 桁を表す書式 ".00" が存在しないときに正解とした。

⑦ 複合参照の計算式

③の相対参照のときと同様に様々な正解が考えられる。そこで、当該セルが計算式をもっていて、さらに、その計算式の中に絶対参照をするセル名をすべて含み、かつ、そのセルの値も正解の値と同じである場合に正解とした。値だけが正答と一致している場合は部分点を与えた。

⑧ IF 関数

当該セルの **Formula** プロパティを調べ、IF 関数のパラメタを抜き出し、正解パターンに合致するかどうかで正誤を判断した。IF 関数を用いてはいるが比較子における等号 (=) 漏れの式や、IF 関数を用いず目視により"○"や"×"を直接入力した答案には部分点を与えるようにした。

⑨ グラフ

まず、系列ごとに答案のグラフのソースデータ範囲を取得し、それが正当と一致するかどうか判定した。そして、グラフ要素の採点に関しては、下記のプロパティを参照して、正誤を判定した。

系列数 : **SeriesCollection.Count**

グラフ種類 : **ChartType**

グラフタイトル : **ChartTitle.Text**

数値軸ラベル : **Axes(xlValue).AxisTitle.Text**

項目軸ラベル : **Axes(xlCategory).AxisTitle.Text**

凡例位置 : **Legend.Position**

さらに、グラフ描画領域の採点は、**Width**, **Height**, **Top**, **Left** プロパティを参照して行った。その際、若干の許容幅を持たせて採点するように工夫した。

(2) 問題 2 の採点方法

ピボットテーブルに関しては、答案のピボットテーブルの **SourceData** プロパティ, **RowFields(1).Name** プロパティ, **ColumnFields(1).Name** プロパティ, **DataFields(1).Name** プロパティを参照し、それらが正答

のプロパティの値と一致しているかどうかで正誤を判定した。ピボットテーブルの読み取りについては、正答と合っているかどうかで判断した。

(3) 問題3の採点方法

度数分布表は、答案の度数分布表の各セルの値と正答の値とを比較して採点した。ヒストグラムの採点に関しては、問題1のグラフと同様に、ソースデータ範囲やグラフ種類を調べて採点した。

(4) 問題4の採点方法

① 散布図

答案のグラフのChartTypeプロパティが散布図を表すxlXYScatterであるかどうかをチェックした。次に、答案のソースデータ範囲を調べ、X軸範囲とY軸範囲のセル領域と正答のそれと一致するかどうかで正誤の判断を行った。各軸のMinimumScale, MaximumScale, MajorUnitの各プロパティを調べて、最小、最大、目盛間隔について採点した。

② 回帰直線

まず、グラフのTrendlines.Countを調べ、回帰直線を複数本同じところに重ねて描画してしまった答案を救済するようにした。次に、最後に描画した回帰直線に対するDisplayEquationとDisplayRSquaredプロパティが存在するかどうかをチェックし、存在するときは、その回帰直線に対するDataLabel.Textを取得し、正答と比較して正誤を判定した。

③ 予測値の導出

回答を記入するセルのFormulaR1C1プロパティを取得して、正答の数式と同じであるかどうかをチェックした。単に値だけが記入してあった場合は、正答値と一致したものに部分点を与えた。

(5) 問題5の採点方法

答案のセルと正答のセルを比較して、すべて一致するかどうかで判断した。したがって、例えばフィルタリング機能を使用していなくても、答案が正答に一致していれば正解とした。

5. 標準テストの結果分析

2013年度と2014年度の前期に、Excelの講義内容が終了した直後の全12クラス（実施対象者は1年次全員の600名強）で標準テストを実施した。テスト時間は50分とし、教科書を参照してもよいことにした。問題ファイルの配布と回収は、授業支援システムを用いて行った。2013年度は4名の答案の回収に失敗したが、この経験を踏まえて慎重に回収し、2014年度は全員のファイルを回収できた。

標準テストの受験状況と成績結果を表1と表2に示す。2013年度と2014年度で比較すると、平均点はやや向上し、標準偏差も22.4から21.5とやや小さくなった。図2の得点分布のグラフを見ると、50点以下の区間の度数が減り、51点以上の区間の度数が増えている傾向がみてとれる。

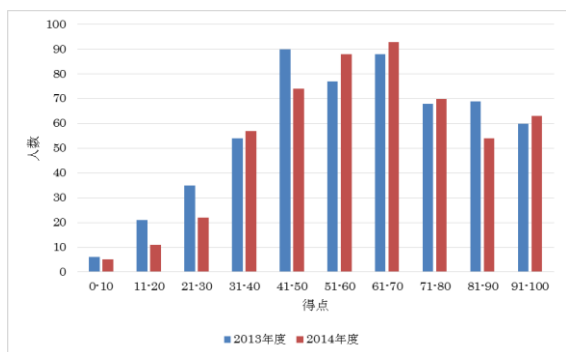


図2 得点分布

表1 標準テストの受験状況

年度	2013	2014
対象者数	619	611
欠席者数	47	73
受験者数	572	538
受験率	0.92	0.88
回収者数	568	538

表2 標準テストの成績結果

年度	2013	2014
平均点	60.9	62.5
標準偏差	22.4	21.5
中央値	62	62.5
上位25%点	79	80
下位25%点	45	47

以下、設問ごとに正答率について分析する。設問別の正答率を表3に示す。

(1) 問題1：基本操作

① セルの書式

罫線描画に関しては、正答率は2013年度と2014年度とであまり変化せず、60%弱と比較的低い。これは罫線を引く領域が2つ指定されているのに、1つの領域しか引かない学生が3割くらい存在することによる。学生のスキルというよりも注意力の問題である。3桁区切りと小数点以下桁数に関しては、正答率が上昇し、学生のスキルが改善したことがわかる。

② 計算式

セルの和を求めるもっとも基本的な計算式の問題は、両年度とも正答率が約95%と極めて高く、多くの学生が相対参照を身につけていることを確認できた。一方、複合参照に関しては約半数の学生が理解できていないことがわかった。しかし、正答率は4ポイントほど上昇しており、教授法は改善しているのではないかと推察する。

③ 関数

SUM関数の正答率は両年度とも80%以上の高い数値を得られた。一方、AVERAGE関数は、SUM関数より約5ポイント低い結果であった。これは範囲指定を再設定せねばならない設問だったためである。IF関数の正答率は両年度とも50%を下回っており、学生にとって苦手な関数であることがわかった。

④ グラフ作成

専修大学のコンピュータシステムの更新に伴い、Excel 2007 から Excel 2013 へとバージョンアップした。このため、グラフの作成については正答率が向上するであろうと予想していたが、ソースデータ範囲やグラフタイトル、軸ラベルなどで、正答率が下がった。この原因は、使用している教科書が Excel 2007 対応であったので、教科書に頼った学生がグラフ要素の操作ができなかったのではないかと推測する。

表3 設問別の正答率

問題	学習項目	テスト項目	配点	2013年	2014年
問題1	セルの書式	罫線描画	4	58.3 %	59.7 %
		3桁区切り	4	65.8 %	69.7 %
		小数点以下桁数	2	64.6 %	70.8 %
	計算式	相対参照	4	95.1 %	94.6 %
		複合参照	4	45.2 %	49.8 %
	関数	SUM関数	4	80.8 %	86.2 %
		AVERAGE関数	2	74.6 %	80.5 %
		IF関数	4	43.0 %	45.0 %
	グラフ作成	グラフ種類	2	82.0 %	82.3 %
		ソースデータ範囲	4	62.5 %	51.5 %
		グラフタイトル	2	75.5 %	71.2 %
		数値軸ラベル	2	77.1 %	70.1 %
項目軸ラベル		2	81.7 %	76.4 %	
凡例位置		2	63.9 %	80.3 %	
問題2	クロス集計	ピボットテーブル	4	57.6 %	45.9 %
		読取り(最大)	2	63.0 %	63.6 %
		読取り(最小)	2	48.6 %	45.9 %
問題3	ヒストグラム	度数分布表	4	50.2 %	31.2 %
		グラフ	4	47.5 %	26.4 %
問題4	回帰分析	散布図	4	75.4 %	69.5 %
		グラフタイトル	2	67.4 %	71.7 %
		X軸ラベル	2	71.5 %	68.2 %
		Y軸ラベル	2	55.6 %	69.5 %
		凡例なし	2	59.3 %	74.2 %
		X軸最小最大間隔	2	62.9 %	63.9 %
		Y軸最小最大間隔	2	64.1 %	62.5 %
		回帰直線描画	4	56.7 %	56.1 %
		数式	1	49.1 %	43.9 %
		R2乗値	1	49.5 %	44.2 %
問題5	データベース	予測値	4	11.3 %	21.6 %
		文字列の置換	4	55.5 %	62.1 %
		テキストフィルタ	4	44.4 %	47.6 %
		数値フィルタ	4	37.2 %	40.0 %
合計			100	1.4 %	1.5 %

(2) 問題2：クロス集計

クロス集計の意味の読み取りに関して、両年度とも、最大値よりも最小値の読み取りの正答率のほうが高い。これは、空白が0を意味することを理解していない学生が多いことに起因する。

(3) 問題3：ヒストグラム

度数分布表もヒストグラムの作成も共に正答率が2014年度に約20ポイントも大きく下落した。これは学内のシステム更新後、「データ分析」のツールを毎回アドインせねばならないようなシステムになったため、2014年度は、ツールのアドインができない学生は問題を解くことができなかったためある。

(4) 問題4：回帰分析

予測値を計算させる設問の正答率は両年度とも極めて低いが、2014年度の正答率が倍増したことは注目したい。回帰直線の数式を表示させることのできた学生の約50%が予測値を導いているので、まず回帰直線の数式を確実に表示させられるよう教授法を改善することが求められる。

(5) 問題5：データベース

データベースに関しては総じて正答率が低い。原因のひとつは時間切れによるものと考えられる。中でも、並べ替えの設問の正答率が30%程度と極めて低い。第2キーによる並べ替えができない学生が13%ほどいるので、2つのキーによる並べ替えに関しては、やや丁寧に教授する必要があるだろう。

表4 正答率ワースト5

順	2013年度			2014年度		
	テスト項目	問題	正答率	テスト項目	問題	正答率
1	予測値	問題4	11.3%	予測値	問題4	21.6%
2	並べ替え	問題5	28.7%	ヒストグラム	問題3	26.4%
3	数値フィルタ	問題5	37.2%	度数分布表	問題3	31.2%
4	IF関数	問題1	43.0%	並べ替え	問題5	36.8%
5	テキストフィルタ	問題5	44.4%	数値フィルタ	問題5	40.0%

表4に正答率の低い5つのテスト項目を年度別に示す。もっとも正答率の低いテスト項目は、両年度とも、回帰直線の数式から予測値を求める設問である。しかし、2014年度は約10ポイント改善したので教授法は向上したことがわかる。並べ替えとフィルタリングの問題5の設問が両年度ともワースト5に入っている。これは時間切れに起因するものかもしれないが、これらの項目も重点的に教えるようにしたい。2014年度の度数分布表とヒストグラムは前述した「データ分析」ツールのアドインの影響があるので、来年度の結果をみてからコメントすべきと考える。

6. まとめ

今回、標準テストを2年間実施したことにより、初めて、学生の学習項目の習熟度あるいは達成度を具体的な数値として把握でき、学生の得意な学習項目と苦手とする学習項目を捉えることができた。そして、これらのデータが今後の教授法の改善につながり、その効果測定の道具にもなると考えている。

参考文献

- [1] 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”, 大学教育機能開発センター紀要, 長崎大学, Vol.1, 2010, pp.81-86.
- [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”, 商経論叢, 神奈川大学経済学会, Vol.46, No.3, 2011, pp.13-24.
- [3] 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.
- [4] 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”, 情報科学, 札幌学院大学総合研究所, Vol.33, 2013, pp.47-58.
- [5] 大曾根匡編著, 渥美幸雄, 植竹朋文, 魚田勝臣, “コンピュータリテラシー—情報処理入門— 第2版”, 共立出版, 2011.