

# Office Open XML 形式の Excel<sup>®</sup> ファイル自動採点システム

岩田 員典（愛知大学経営学部）

## 要旨

情報技術の発展に伴い、今日においては表計算ソフトを取り扱う技術は必要不可欠になっている。このような状況においてPCの操作に不慣れな文系の学生に、これらの技術を身につけさせるためには繰り返し問題を解きながら理解を深めてもらうのが有効である。しかし、これを実施するには多数の設問を用意し、それを採点し、採点結果を学生に提示することが望まれる。この方法を受講者数が多い科目において完遂する場合、設問の準備・採点・結果の提示のために教員の負担が大きくなり十分な効果を上げるのが難しい。そこで本論文ではこのような教員の負担を軽減するとともに、高い学習効果を目指したOffice Open XML形式のExcel<sup>®</sup>ファイルの自動採点システムについて述べる。本システムを利用した結果、2017年度には約1500名の学生に101問の設問を提供することができた。さらに、これらの設問を通じて受講生の習熟度の点からも十分な成果が得られたことも示す。

キーワード：e-Learning, Microsoft<sup>®</sup> Excel<sup>®</sup>, 自動採点, 情報リテラシー教育, 情報教育

## 1. はじめに

近年の情報技術の発展にともない、大学や企業においてはワープロソフトウェア・表計算ソフトウェアなどの利用技術は必須といえる時代になってきている。したがって、これらのソフトウェアを利用できる最低限の技術を身につけることが肝要である。特に、表計算ソフトウェア関数を利用したデータの分析やグラフによるデータの可視化の技術が重要視される。そして、PCに不慣れな学生がこれらの技術を身につけるためには、繰り返し類似の設問を解きそのパターンになれることが必要である。そこで問題となる

のが、どのように設問を用意し、その設問をどのように採点するかである。特に情報リテラシー科目を設定し、受講生が大多数の場合は設問の採点だけでも教員の大きな負担となる。

そこで本論文ではこのような問題を解決するために構築したOffice Open XML形式<sup>1)</sup>のExcel<sup>®</sup>（以下Excel<sup>®</sup>）ファイルを自動で採点するシステムについて述べる。本システムはExcel<sup>®</sup>ファイルがExtensible Markup Language (XML)により記述されていることを利用して採点行う<sup>1)</sup>。そして、セルに含まれているデータだけでなく、グラフも含

めて自動採点することができる。

本システムの利用者である受講生は設問ファイルをダウンロードし、そのファイルを編集して設問を解く。そして解答を入力したファイルをアップロードすることで、即座に採点結果を得ることができる。

設問の作成に関しても、解答例が記入されたExcel<sup>®</sup>ファイルから自動で作成する機能も実装している。これにより多数の設問を用意する負担を軽減している。

これらの実装した機能により、多数の設問が用意でき、利用者は多数のExcel<sup>®</sup>の設問に触れられることで表計算ソフトウェアの技術を取得する助けとなる。

本システムは半期1500名程度の学生が問題なく利用できている。また、これらの学生のExcel<sup>®</sup>の習熟度が向上していることからシステムの目的が果たされているといえる。

本論文は次のように構成される。次章では本学における情報リテラシー教育と本システムの背景について説明する。次に、3章では関連システムについて述べる。そして、4章でExcel<sup>®</sup>の自動採点システムの原理について説明する。5章では採点に利用する採点基準ファイルとユーザに出題する設問ファイルの生成方法について示す。続いて、6章ではシステムの動作環境を示し、実行例と動作実績からその評価について述べる。最後に

7章でまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 背景

本学名古屋校舎では2006年度から1年生の情報リテラシーレベルを向上させることを目的として情報リテラシー科目を設定している。これは、本学は文系の学部のみで構成されており大多数の学生がPCの操作に不慣れであるためである。また、近年はスマートフォンやタブレットの普及によりPCを所持していない学生も増えており、10年前よりもPCに慣れていない学生が増えていることから重要な科目となっている。そのため、本科目は新生のほぼ全員が受講することで、約1500名の受講生がいるという超大人数科目となっている。

このような状況に対応するために2006年度の前期においては、本科目は完全な自学自習形態とし、市販教材を用いた課題提出による単位取得という方式を採用した。しかしながら、従来のe-Learningに関する市販教材は、画面の内容を読解する講義型であり、課題試験も知識を択一形式で出題するのみである。そのため、受講者としては興味が湧かず、その場で正答すればよいという一過性の学習になりがちであった。

そこで、市販教材では情報リテラシーレベルの向上は困難であると判断し、2006年度の後期に対面型演習形式

で自学自習のできる e-Learning 教材の独自開発に取り組んだ。その結果として、Microsoft Office<sup>®</sup>を利用して学生が作成した課題を自動採点し、その結果を保存する統合システムとして HITs (Highly Interactive Training system) を開発・運用してきた<sup>2)</sup>。

しかし、HITs を実装した当初は、Excel<sup>®</sup>ファイルはバイナリファイル<sup>3)</sup>として保存されていた。そして、文献<sup>2)</sup>ではそのバイナリファイルの採点方法について述べている。その後、Office Open XML 形式の Excel<sup>®</sup>ファイルを採点できるように HITs の採点エンジンを更新した。本論文ではその更新した採点エンジンの構築について述べている。

尚、Word<sup>®</sup>ファイルの採点エンジンについては文献<sup>4)</sup>に述べられている。

### 3. 関連システム

本論文で構築した Excel<sup>®</sup>ファイルの自動採点システムについて述べる前に、関連が深いと考えられる Microsoft Office<sup>®</sup>のファイル自動採点ソフトウェアについて述べる。このようなソフトは以下の3種類に分類できる。

I. Flash などを用いて擬似的な Office 環境を作り出し、定められた操作を守っているかどうかを採点するもの。

II. Microsoft 社とライセンス契約を行い、与えられた仕様を基にして

ファイル内部の解析を行うもの。

III. VBA などを用いてプログラムによって採点をするもの。

I は擬似的な Office 環境ということもあり、操作方法などを逐次的に採点しているに過ぎない。また、その環境で定められた手順に従って操作しなければ、正解とならないことが多い。例えば、マウスを使った操作は正解になるけれども、ショートカットキーを用いた操作は不正解となることがある。

II は Microsoft<sup>®</sup>あるいは Microsoft<sup>®</sup>と有料でライセンス契約を行った者が、Office ファイルの中身を解析・採点できる自動採点エンジンにより採点を行うものである。これらは商用のソフトとして販売されており、採点エンジンを編集したりそれに機能を追加したりすることは禁じられている。また、これらのソフトでは教員が新規の設問を作成し、それを利用することはできないなど拡張性に乏しい。

III は本論文におけるシステムと同様に独自に採点をするプログラムを作成することで、I・II における問題を解決している<sup>5-7)</sup>。ただし、設問毎にプログラムを作成するか、プログラムに修正を施す必要があるため、多数の設問を用意するにはかなりの労力とプログラミング能力が必要である。

これらのことから、I・II・III のいずれの方式でも設問の数が少ないという問

題点は残る。そのため、これらのシステムは受講者が学習を終えた際の実力テストや検定テストとして用いられていた。したがって、受講生の習熟度を上げるための演習問題のために利用することは難しい。

#### 4. Excel<sup>®</sup>自動採点システム

本章ではまず関連システムとの相違について述べる。次に自動採点システムの開発環境について説明する。

##### 4.1. 関連システムとの相違

本論文で構築した自動採点システムはExcel<sup>®</sup>で作成されたファイルを採点することができ、前章の関連システムⅠ・Ⅱとの違いは次のようにまとめられる。

- 定められた手順ではなく完成した解答を採点
- 教員による設問追加・編集が可能

関連システムⅢとは上記の2つの問題を解決している点では類似している。その一方で、次のような相違点がある。

- 設問の追加が容易  
解答例をアップロードするだけで設問を作成できる。
- 採点にはインターネットに接続できる環境が必要

本システムでは、ユーザが設問ファイルをダウンロードし、そのファイルに解答を入力する。そして、解答ファイルをアップロード

することで採点が行われる。採点結果は即座にユーザにブラウザを通じて提示される。これらの処理のためにインターネットに接続された環境が必要である。

ただし、インターネットに接続する必要があるのは採点や成績の管理を前述のHITS<sup>2)</sup>によって行っているためである。採点プログラムや必要なファイル一式を導入したPCならばスタンドアロンで採点をすることもできる。

##### 4.2. システムの開発環境

本システムの最新版の開発にあたっては以下の環境を使用している。

- macOS High Sierra  
バージョン10.13.6
- PHP 7.1.6
- PhpSpreadsheet 1.4.0<sup>8)</sup>

ただし、後述の運用環境においてはPhpSpreadsheetの以前のライブラリであるPHPExcel 1.8.2<sup>9)</sup>を使用している。これは、運用環境のPHPがPhpSpreadsheetの要件を満たしていなかったからである。

##### 4.3. 自動採点に利用する情報

Excel<sup>®</sup>ファイルからPhpSpreadsheetによって入手できる情報の内、以下の情報を自動採点に利用している。

- 書式適用前の値

- 書式適用後の値
  - 表示桁数
  - パーセント表示
  - 金額表示
- セルに入っている値の型
  - 文字列
  - 数字
  - 関数（計算式）
    - ☆ 使用している関数の種類
- グラフの種類
- グラフのタイトル
- グラフの項目軸ラベル
- グラフの凡例
- グラフで使用しているデータの範囲
- グラフのスタイル

#### 4.4. 採点の方法

採点は大きくセル入力された値とグラフに分けている。まずセルに入力された値の採点方法について説明する。

##### 4.4.1. セルの値の採点方法

4.3節で示したセルに入力された値に関する情報を利用し、解答例から採点基準ファイルを作成する。基本的な採点基準ファイルは解答例から自動で作成することが可能である。採点基準ファイルの作成については第5章で説明する。

採点基準ファイルは図1のような情報を持つ。この採点基準ファイルの各行は以下の意味を持つ。図1の記述に従った実際の例は後述する。

- 「;」で始まる行はコメントとして無視される。本システムでは可読性のためセル情報などの区切りとして「----…」を使用している。
  - 「[F8]」のように[ ]で囲まれた部分がセルの位置を示す。次のセルの指定が現れるまで有効である。
  - 「\_\_TYPE\_\_」はセルが持つ値の型を示す。「s」ならば文字列、「n」ならば数字、「f」ならば関数（計算式）である。
  - 「\_\_MODE\_\_」はそのセルを採点するかどうかと、採点する場合はどの情報について採点するかを示す。0の場合はそのセルは採点対象とはならない。一方、採点する場合は1以上15以下の整数を持つ。この値は10進数で表現しているが、解釈の際は2進数として取り扱う。そして各ビットは次の意味を持つ。
    - 1ビット目 (0001) : 書式適用前の値が合っているか採点する。
    - 2ビット目 (0010) : 計算式を使っているか採点する。
    - 3ビット目 (0100) : 指定した関数を使っているか採点する。
    - 4ビット目 (1000) : 書式適用後の値が合っているか採点する。
- 採点基準ファイルの自動生成の時点では11 (=1011) を取るようになっている。これは計算式を使っているかどうか、書式設定前の値と書式設

定後の値が合っているかという3つの点について採点することを示している。

- 「\_\_VALUE\_\_」はそのセルが持つ書式適用前の値である。関数などを使っているセルの場合は計算後の値となる。
- 「\_\_OTHERS\_\_」は別解を設定する場合に使用する。「~」で情報が区切られており、最初の項目は書式適用前の値、2つめの項目は書式適用後の値、3つめはこの別解の得点率を表す。
- 「\_\_FORMATTED\_VALUE\_\_」は「\_\_VALUE\_\_」で示された値に書式を適用した値となる。つまりExcel<sup>®</sup>で表示使われる値である。
- 「\_\_FUNCTIONS\_\_」はそのセルがもつ計算式、つまり入力された式そのものである。
- 「\_\_BOUNDED\_FUNC\_\_」はそのセルの計算に使用しなければならない関数を示す。採点基準ファイルを自動生成した場合に、条件を変更しなければこの情報は使用されない。
- 「\_\_ERRORS\_\_」は誤答として扱う解答を示す。

```
-----  
[E16]  
__TYPE__=f  
__MODE__=11  
__WEIGHT__=1  
__VALUE__="336.7486772486773"  
__OTHERS__=""  
__FORMATTED_VALUE__="336.75"  
__FUNCTIONS__="=MAX(E8:E15)"  
__BOUNDED_FUNC__="MAX"  
__ERRORS__=""  
-----  
[D17]  
__TYPE__=s  
__MODE__=0  
__WEIGHT__=1  
__VALUE__="最小"  
__OTHERS__=""  
__FORMATTED_VALUE__="最小"  
__FUNCTIONS__=""  
__BOUNDED_FUNC__=""  
__ERRORS__=""  
-----  
[E17]  
__TYPE__=f  
__MODE__=11  
__WEIGHT__=1  
__VALUE__="3.110520509477485"  
__OTHERS__=""  
__FORMATTED_VALUE__="3.11"  
__FUNCTIONS__="=MIN(E8:E15)"  
__BOUNDED_FUNC__="MIN"  
__ERRORS__="=MIN(E8:E16)"  
-----  
[E18]  
__TYPE__=f  
__MODE__=11  
__WEIGHT__=1  
__VALUE__="143.5294637314"  
__OTHERS__="143.5294637314~143.5~0.3"  
__FORMATTED_VALUE__="14353"  
__FUNCTIONS__="=AVERAGE(B8:E8)"  
__BOUNDED_FUNC__="AVERAGE"  
__ERRORS__=""
```

図1：採点基準ファイルの例

図1の採点基準ファイルに従うと、E16、D17、E17、E18のセルについて情報が記載されている。このうち、D17は\_\_MODE\_\_が0のため採点されないセルとなる。

E16のセルは計算式を使用し、計算結果の値が「336.7486772486773」となり、表示するときに「336.75」と解答すれば正解である。

同様に、E17のセルも計算式を使用し、計算後の値と表示方法が合っていれば正解となる。ただし、「\_\_ERRORS\_\_」で指定されているように、「=MIN(E8:E16)」と解答した場合には、無条件で不正解となる。これは「E16」のセルには最大値が入っており、最小値を計算する際にはこのセルを含めても計算結果は正しくなるからである。しかしながら、この解答は不要なセルまでも計算対象としているため、解答としては正しくない。したがって、不正解としている。

E18のセルは計算式を使用し、計算後の値が「143.5294637314」となり、さらに表示するときに「143.53」と小数第2位まで解答したときに正解となる。

別解で、「143.5294637314」～「143.5」～「0.3」と設定してあるので、表示桁数を変更しても小数第1位までの表示にした場合は得点が0.3倍（減点）される。

しかし、これらのセルの計算に際して関数の指定はしておらず計算式を使っていればよいという設定になっている。これ

は同値となる計算式が無数に存在するため、解答者の選択肢を狭めないための対応である。例えばE18セルの場合、次のような計算で答えを求めることができる。

- =AVERAGE(E8:E15) (解答例)
- =SUM(E8:E15)/COUNT(E8:E15)
- =SUM(E8:E15)/8
- =(E8+E9+E10+E11+E12+E13+E14+E15)/8
- =143.5294637314

ただし、このような採点方式を採用していると、最後の例のように「=143.5294637314」と入力し、表示を「143.53」とされても正解となる。しかし、このような解答は手間がかかる上に、初学者がこのような解答をわざわざ選択することはないと推測される。

また、AVERAGE関数を使った解答のみを正解としたい場合は、\_\_MODE\_\_を15に設定すればよい。尚、\_\_MODE\_\_が11のままでも「143.5294637314」とのみ(=を付けずに)入力されている場合は、計算式を使っていないと言うことで不正解となる。

#### 4.4.2. グラフの採点方法

グラフの採点もセルの採点と同様に採点基準ファイルを用いる。採点基準ファイルは図2のような情報を持つ。この各行はそれぞれ次の意味を持つ。

- 「[CHART]」に続く「\_\_NUM\_\_」が採点すべきグラフの数を示す。こ

の値が0の場合はグラフの採点を行わない。

●「[CHART\_1]」のように[CHART\_?]から始まる行が各グラフの採点に関する情報となる。「?」の部分にはグラフの番号が入り1, 2, …と付けられる。

●「\_\_CHART\_MODE\_\_」はグラフの採点モードを示す。セルの採点と同様に10進数で表現されているが、2進数として解釈し各ビットは以下の意味を持つ。

■ 1ビット目 (00001) : グラフの種類が解答例と同じか採点する。

■ 2ビット目 (00010) : グラフのタイトルが解答例と同じか採点する。

■ 3ビット目 (00100) : x軸ラベルの設定が解答例と同じか採点する。

■ 4ビット目 (01000) : データの範囲を解答例と同じか採点する。

■ 5ビット目 (10000) : グラフのスタイルが解答例と同じか採点する。

自動生成の時点では9 (=01001) に設定され、グラフの種類とデータの範囲が合っていれば正解としている。

●「\_\_KIND\_\_」はグラフの種類を示す。グラフには以下のような種類がある。

■ 折れ線

(c:lineChart, c:line3DChart)

■ 棒 (c:barChart, c:bar3DChart)

■ 円グラフ

(c:pieChart, c:pie3DChart)

●「\_\_STYLE\_\_」はグラフのスタイルをしめす。ここで、スタイルとは「折れ線グラフに点を付ける」などの修飾情報を意味している。

●「\_\_TITLE\_\_」はグラフのタイトルを表している。

●「\_\_CAT\_\_」はx軸ラベルを示す。

●「\_\_LEGEND\_\_」は凡例で示されている項目を表している。

●「\_\_NUM\_\_RANGE\_\_」はデータの範囲指定が何種類あるかを示している。

●「\_\_RANGE\_?\_\_」はグラフに使用しているデータの範囲を示す。「?」の部分は「\_\_NUM\_\_RANGE\_\_」の数に応じて「\_\_RANGE\_0\_\_」, 「\_\_RANGE\_1\_\_」と増えていく。

```
-----  
[CHART]  
__NUM__=1  
-----  
[CHART_1]  
__CHART_MODE__=17  
__KIND__="c:pieChart, "  
__STYLE__=""  
__TITLE__=""  
__CAT__="東海道,山陽,東北,上越"  
__LEGEND__=""  
__NUM_RANGE__=1  
__RANGE_0__=""E-0-17-0!$F$7:$F$10"
```

図2：グラフの採点基準ファイルの例

## 5. 採点基準ファイルと設問ファイルの作成

前章で説明した採点基準ファイルを手動で作成するのは、設問の作成において大きな負担となる。そこで、本システムでは採点基準ファイルを容易に生成する仕組みも実装している。

また、設問のデータの部分をユーザに編集されてしまうと採点ができなくなる。そこで、ユーザによるデータの編集を防ぐため、採点対象以外のセルは編集できないようにし、採点対象のセルは空欄にすることで設問ファイルの作成も行っている。

採点基準ファイルと設問ファイルは以下の手順で作成できる。

- I. 模範解答となるExcel<sup>®</sup>ファイルを作成する。
- II. 採点基準ファイルと設問ファイルをシステムにアップロードする。
- III. 採点対象のセルを選択し、各セルの採点に対して詳細設定を行う(図3)。初期状態では関数(計算式)を使っているセルのみが採点対象のセルとなる。

<input type="checkbox"/>	最大	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00:336.75
<input type="checkbox"/>	最小	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00:3.11
<input type="checkbox"/>	平均	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00:143.53

図3：採点対象のセルの選択

- 採点対象のセルにはチェックボックスにチェックが入っている。
- チェックボックスのチェックを外すと、そのセルは採点されなくなる。
- チェックボックスにチェックを入れると、セルの値がクリックできるようになる。その値の部分をクリックすると採点の詳細設定ができる(図4)。

- IV. 詳細設定においては以下の項目を採点対象として設定することができる。

- 書式適用前の値が合っているか。
- 書式適用後の値が合っているか。
- 点数を何点にするか。
- 別解を認めるか。
- 関数(計算式)を使っているか。
- 必須の関数を指定するか。
- 誤答となる答えを指定するか。

- V. 採点基準ファイル作成ボタンを押す。これにより、図1や図2で示したようなファイルが生成される。

- VI. 問題作成ボタンを押すと、採点対象のファイルは空欄となりデータの部分は編集できないファイルが生成される。

## 6. システムの運用環境と運用実績による評価

本章ではシステムを3つの観点から評価する。まず第4章で述べた採点システ

## セルE18の採点の設定

採点モード: 11

値:  143.5294637314

書式適用後の値:  143.53

点数(重み):

別解:

	値	表示値	割合	
<input type="button" value="欄の追加"/>	<input type="text" value="143.5294637"/>	<input type="text" value="143.5"/>	<input type="text" value="0.3"/>	<input type="button" value="欄の削除"/>

計算式:  =AVERAGE(E8:E15)

必須の関数:  AVERAGE

誤答:

図4：採点の詳細設定

ムを運用している環境について示し、システムの処理速度について説明する。そして、システムを利用した採点の例と講義での運用実績についても説明する。これらのことから、本システムの開発目的である「自動採点が確実に行われていること」と「学習成果があがっていること」が満たされていることを示す。

### 6.1. 本システムの運用環境

本システムは以下の構成により運用している。

CPU：

Intel<sup>®</sup> Xeon<sup>®</sup> E3-1270v6@3.80GHz

メモリ：8GB

OS：CentOS 7

各種ソフトウェア：

PHP 5.4.16

PHPExcel 1.8.2

Apache 2.4.6

PostgreSQL 9.6.4

ただし、Apacheはインターフェースの提供に、PostgreSQLは成績の保存に利用しているだけのため、自動採点システムには影響を与えない。

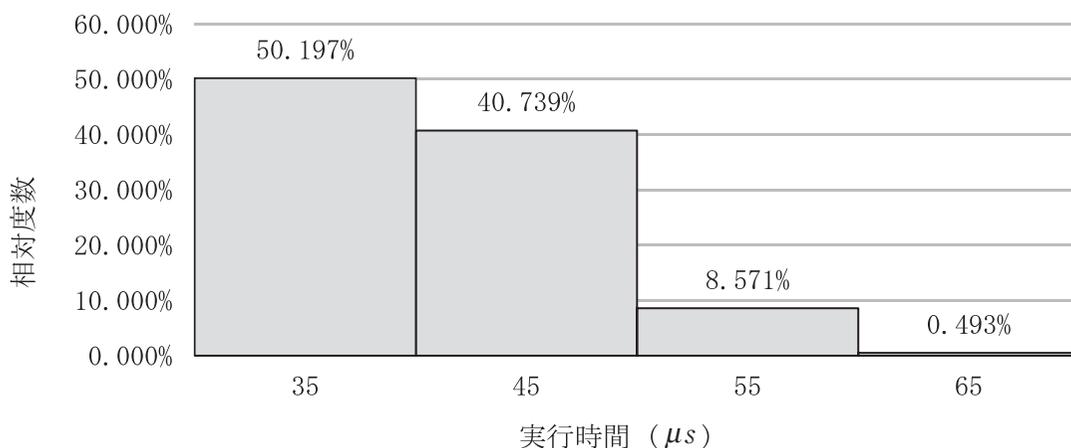


図5：採点時間の分布

## 6.2. 採点時間

予備設問を含む211題をそれぞれ10回採点した時間を計測した。時間の計測には「date+%N」<sup>注1)</sup>を使用し、 $ns$  ( $10^{-9}$ 秒)単位で計測した。つまり時間は採点実行前の時刻と実行後の時刻の差から求めている。システムの運用環境が高速なこともあり、採点時間は表1のようになる<sup>注2)</sup>。尚、結果は見やすさのため $\mu s$  ( $10^{-6}$ 秒)で表示する。また、採点時間の分布を図5に示す。

注1) 尚、開発環境はMacのためgdateで計測した。

注2) 開発環境であるラップトップ (MacBook Pro, Intel Core i5 3.1GHz, メモリ16GB) で実行した場合においても、平均 $129.73\mu s$ 、標準偏差 $16.53\mu s$ 、中央値 $128.24\mu s$ と充分高速に採点できた。

これらのことから、本採点システムを用いて十分に高速に採点できることが分かる。

表1：採点時間

項目	時間 ( $\mu s$ )
平均値	41.26
標準偏差	5.808
中央値	39.95

## 6.3. 採点例

解答例とその採点例を図6と図7に示す。この解答例では故意に間違いを含むようにしている。セルE8は空欄にし、セルE9は計算式ではなく値をそのまま入力している。セルE17は誤答として扱われる答えを、E18は減点となる答えを入力している。

	A	B	C	D	E	F
1	練習問題 06					
2	以下のデータは、G8(主要8ヶ国)の人口、面積、人口密度(人/1km <sup>2</sup> 当たり)である。					
3	表の空欄を計算しなさい。					
4	※ 人口密度は単位面積あたりの人口。ここでは、1km <sup>2</sup> に何人いるかを求めればよい。					
5						
6						
7	国名	首都	人口(千人)	面積(千Km <sup>2</sup> )	人口密度	
8	アメリカ合衆国	ワシントン	285926	9364		
9	イギリス	ロンドン	58542	243	240.91	
10	イタリア共和国	ローマ	57503	301	191.04	
11	カナダ	オタワ	31015	9971	3.11	
12	フランス共和国	パリ	59453	552	107.70	
13	ドイツ連邦共和国	ベルリン	82007	357	229.71	
14	日本国	東京	127291	378	336.75	
15	ロシア連邦	モスクワ	144664	17075	8.47	
16				最大	336.75	
17				最小	=MIN(E7:E15)	
18				平均	143.50	
19						

図6：解答例

練習問題2018

以下のデータは、G8(主要8ヶ国)の人口、面積、人口密度(人/1km<sup>2</sup>当たり)である。

表の空欄を計算しなさい。

※ 人口密度は単位面積あたりの人口。ここでは、1km<sup>2</sup> に何人いるかを求めればよい。

解答欄

	A	B	C	D	E
7	国名	首都	人口(千人)	面積(千Km <sup>2</sup> )	人口密度
8	アメリカ合衆国	ワシントン	285926	9364	
9	イギリス	ロンドン	58542	243	240.91
10	イタリア共和国	ローマ	57503	301	191.04
11	カナダ	オタワ	31015	9971	3.11
12	フランス共和国	パリ	59453	552	107.70
13	ドイツ連邦共和国	ベルリン	82007	357	229.71
14	日本国	東京	127291	378	336.75
15	ロシア連邦	モスクワ	144664	17075	8.47
16				最大	336.75
17				最小	3.11
18				平均	143.5

赤色になっている 2.7 箇所以下のような間違いがあります。もう一度解き直して下さい。

- セル E8 が空白です。
- セル E9 の計算に式(関数)を使っていません。
- セル E18 の値の表示が間違っています。
- セル E18 は部分点は入りますが完全な正答ではありません。

図7：採点例

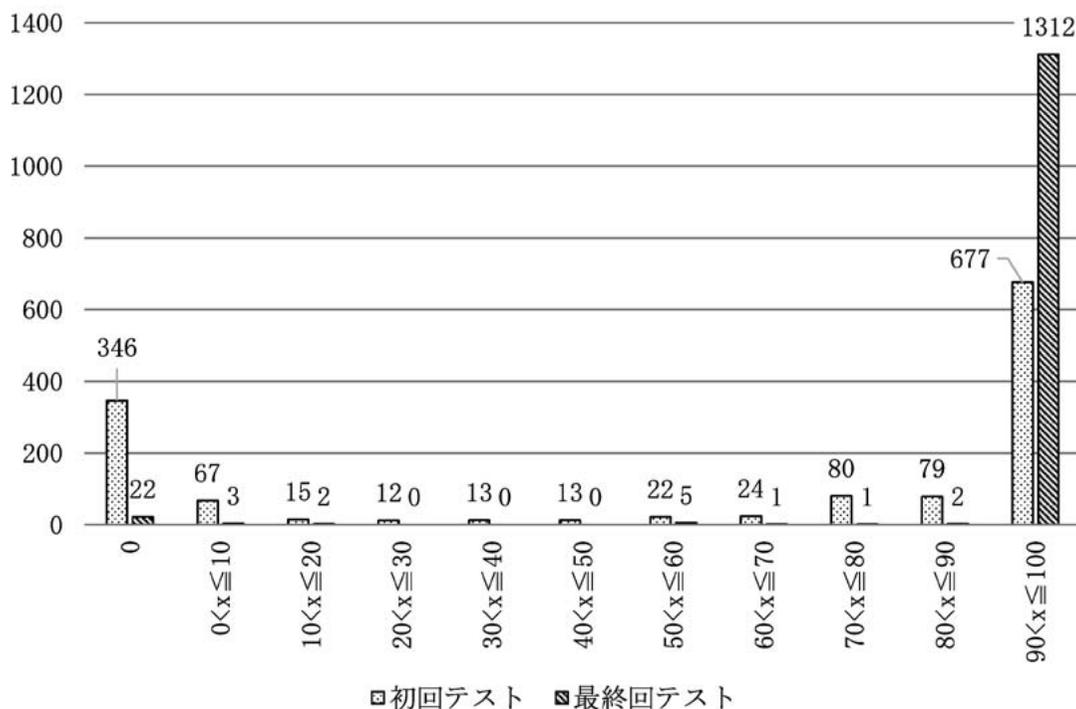


図8：初回と最終回における正答率分布

#### 6.4. システムの運用実績

本システムは本学の情報リテラシー入門・応用で利用しており、その実績は以下のようなになる。

利用者数：2017年度後期 1462名

2018年度前期 1545名

設問数：77題（2017年度後期）

24題（2018年度前期）

尚、設問数が昨年度の方が多いの、後期に開講される情報リテラシー応用のExcel<sup>®</sup>の学習内容が多いからである。

本システムを利用したことで受講生の習熟度がどれほど上昇したかを測定した。測定は、2018年度前期 情報リテラ

シー入門における単位取得者1348名の初回講義と最終講義の設問の正答率を比較することにより実施している<sup>注3)</sup>。尚、設問の難易度は初回と最終回で同じになるようにしている。設問の内容は、複数の関数の利用、グラフの作成となっている。

初回講義で満点を達成できた学生は321名（23.8%）であったが、最終講義では1212名（89.9%）となった。詳細な得点分布については図8に示す。このよ

注3) 単位未取得者は、いずれかの講義もしくは両方の講義に欠席しているため対象外とした。

うに本システムを利用した講義を受講することで学生のExcel<sup>®</sup>への熟練度が大幅に高昇したといえる。尚、Excel<sup>®</sup>の利用方法について講義を行っているため、この成果がすべて本システムによる成果とはいえない。しかし、本システムがなければ1,500名の受講生に対して多数の設問を提供することは難しく、習熟度がここまで高まらなかった可能性がある。その面から見ても本システムは評価できる。

## 7. まとめと今後の課題

本論文ではOffice Open XML形式のExcel<sup>®</sup>ファイルを自動で採点するシステムについて述べた。また、本システムの特徴を述べる上で、関連システムとの違いについて説明をした。

さらに、本システムにおける採点方法を詳述し、その際に用いる採点基準ファイルについても説明した。そして、その採点基準ファイルの作成方法についても例示した。また、採点例を示すことで、システムが正確に動作していることも示した。

最後に、運用実績から本システムの主要な目的である多数の設問を大人数に提供できていることを確認した。そして、受講生の習熟度向上に貢献していることを示し、その有効性について考察した。

今後の課題は以下の通りである。

### ●設問の充実

システムの運用開始時から比較すると、かなりの設問を用意できたが、さらなる充実が必要である。

### ●グラフの柔軟な採点

データ領域の選択方法によっては、正しいグラフができていても不正解となることがある。そのためより柔軟な採点ができるようにする必要がある。

### ●開発環境と運用環境の統一と配布の仕組みの確立

PHPのバージョンの問題から、開発環境と運用環境で利用しているライブラリが異なってしまっている。また、本学だけでの利用から学外機関にも利用してもらうためには配布方法の確立も重要である。これらの問題を解決するためにDocker上で動作するようにHITsを含めたシステム全体を変更していく予定である。

## 参考文献

- 1) Ecma International: "Standard ECMA-376", 2016年12月更新.  
<http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-376.htm> [アクセス日: 2018年7月20日].
- 2) 岩田員典, 功力由紀子, 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紀要COM, Vol. 20, No. 1, pp. 11-23, (2010)

- 3) Microsoft: “[MS-XLS]: Excel Binary File Format (.xls) Structure”, 2018年8月28日更新。  
[https://msdn.microsoft.com/en-us/library/office/cc313154\(v=office.12\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/office/cc313154(v=office.12).aspx)  
[アクセス日：2018年8月31日].
- 4) 松井吉光, 谷口正明, “HITsにおけるWord文書の採点プログラム2018年度版の開発”, 一般教育論集 [愛知大学一般教育論集], Vol. 54, No. 3, pp. 43-49, (2018).
- 5) 渡邊光太郎, “Microsoft Excelによる試験採点システムの試作”, 城西情報科学研究 [城西大学情報科学研究センター] Vol. 1, No. 3, pp. 15-24, (2008).
- 6) 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 [香川大学経済学部], Vol. 3, pp. 1-43, (2012).
- 7) 大曾根匡, 関根純, 丹保歩子, “Excel用標準テストのための自動採点プログラムの開発とその実施結果の報告”, 情報科学研究 [専修大学情報科学研究所], Vol. 35, pp. 19-41, (2014).
- 8) “PhpSpreadsheet”, 2018年8月更新。  
<https://github.com/PHPOffice/PhpSpreadsheet> [アクセス日：2018年8月31日].
- 9) Maarten Balliauw, Mark Baker, Franck Lefevre, Erik Tilt: “PHPExcel - OpenXML - Read, Create and Write Spreadsheet documents in PHP - Spreadsheet engine”, 2015年更新. <https://github.com/PHPOffice/>
- PHPExcel [アクセス日：2018年7月20日].

