

基礎生物科目の遠隔授業において開発した自動採点方式

Automatic scoring system developed in distance learning for Fundamental Biology

高 香滋

TAKA Koji

基礎生物科目の遠隔授業を実施するにあたり、非対面方式での小テストを行うことが避けられない事態となった。基礎生物科目の小テストを遠隔授業で行うための方式を検討する段階で、e シラバスでのテスト機能では実現できない部分があり、独自で小テストのための方式を開発し進めた。基礎生物科目の問題用紙と解答用紙を提示して、解答用紙を回収して、採点を行うことになった。同時に学生側と教員側の負担を軽減することが望まれた。そこで、Excel の機能を使って、解答入力と採点のしやすさ、さらに、自動的な採点を実現させることを目指しその方式の開発を進めた。その方法としては、VBA, PowerQuery, Python のそれぞれを利用することについて検討を行った。実施した小テスト1と2で自動採点の結果より問題点などを考察して、この方式での特徴の比較や利便性などを示した。

キーワード：基礎生物科目、遠隔授業、自動採点

This paper examines the short examinations using automatic scoring assessment system in the distance learning for Fundamental Biology courses.

In conducting distance learning, it became inevitable to develop non-face-to-face short examinations. In the short examinations, students were provided the question sheet and answer sheet, and asked to submit answer sheet via e-Syllabus. In this system, it was desired to reduce the burden for both student's side and the teacher's side. By using the function of Excel, it enables to simplify the process of answering and scoring. The development of the system was also aimed for the practical use of the automatic scoring method.

As a method, VBA, PowerQuery and Python were examined, and the results of the automated scoring for each methods are shown. This paper discusses comparison of the features and convenience in the automatic system by examining the results from short examinations.

Keywords: Fundamental Biology, Distance Learning, Automatic Scoring

1. はじめに

新型コロナによる感染の事態により緊急事態宣言があり、対面行事の中止、そして対面授業が行えない事態となりその対応として、急遽、遠隔授業への移行がおこなわれた。基礎生物科目を担当する先生の遠隔授業の構築とその運用について短期間に準備し実施できる様にするため、その補助をする目的で運用支援の依頼を数理工教育研究センターから受けてその業務を進めた。遠隔授業の形式は、数理基礎

科目においてはオンデマンド方式で進めることになった。そのために、授業の運営として、金沢工業大学のポータルサイトの e シラバス（以後では、e シラバスとする）の学修内容の登録と、Box 社のオンラインストレージ「Box」（以後では、Box とする）環境では、遠隔授業教材（動画、資料）の配信データのダウンロード先の構築を行った。また授業内容の動画撮影の支援、提出物のアップロード先、授業の毎回のアンケートと課題の提示などの構築も行った。学習支援計画書には小テストを 2 回と、期末試験を行うことになっていた。しかし、小テストの時期になっても、対面授業が可能にならず、遠隔での試験を実施することになった。

遠隔授業での小テストの実施について、科目担当の先生と相談した結果、小テストの内容については前年度と同様な内容とした。小テストの実施方法としては、学生側と教員側の負担を同時に軽減することになった。この対策のために、小テストの自動採点方法を開発して実施することになった。

この内容は、基礎生物科目の授業運用で独自に開発した自動採点方式について、基礎生物科目の小テスト 1 と 2 で実施した結果と、その実施過程で得られた問題点や検討内容などについて、各方式での特徴の比較や有効性等も含めてまとめたものである。

2. 基礎生物科目における遠隔授業の運用と小テストの実施について

基礎生物科目における遠隔授業の運用と、その運用の中で学修評価に必要な小テストを実施した内容について以下に示す。

2. 1 遠隔授業の運用

基礎生物科目は、複数の教員で共通な学習支援計画書（e シラバス）としての運用を行った。この運用ではオンデマンド方式を選定し、e シラバス（出席のチェック用として提出物のアップロード先とアンケート先の用途）と、Box（動画の保存と配信の用途）を使うことが数理基礎教育課程で決まった。基礎生物科目の遠隔授業での小テストを実施する方法について検討した結果、基礎生物科目の問題を提示する形態から、e シラバス内のクイズ・小テスト機能では実現できない部分があり、さらに学生側がクイズ・小テスト機能の使い方に慣れていないことを考慮し、別の方法を選択することがより望ましいという判断となった。

まず、小テストの運用に考慮した点を以下に示した。

- (1)問題は PDF 形式（Word で作り PDF 保存）として学生に提示する。基礎生物科目では図や写真なども問題に含めることがある。
- (2)解答用紙と問題用紙は別として、回収は解答用紙のみとする。
- (3)遠隔授業が対面授業になった時にも両方に対応する書式とする。
（対面の時は手動採点を選択する）
- (4)遠隔授業の時には自動的な採点方式を導入することを検討する。

上記の内容に応えるための仕組みの開発を進めた。図 1 では、小テストにおける e シラバスと Box の関連と処理の流れを示した。図 1 における e シラバスからのリンクとは、基礎生物科目の e シラバスの画面から Box へのハイパーリンクを示している。

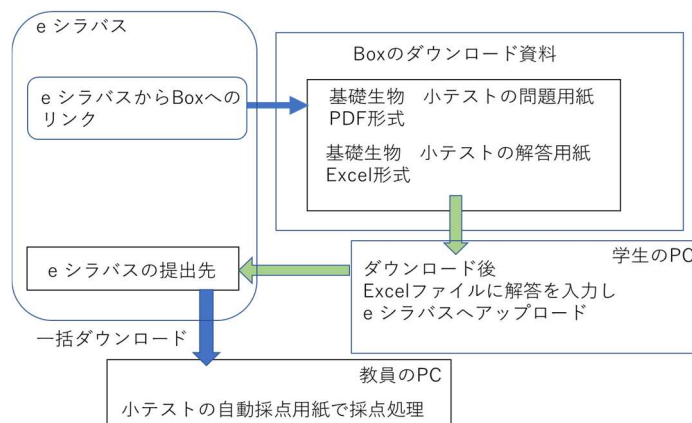


図 1 小テストに関する e シラバスと Box 関係と処理の流れ

基礎生物科目の遠隔授業での小テストを実施する方法について検討した結果、基礎生物科目の問題を提示する形態から、e シラバス内のクイズ・小テスト機能では実現できない部分があり、さらに学生側がクイズ・小テスト機能の使い方に慣れていないことを考慮し、別の方法を選択することがより望ましいという判断となった。

小テスト1の実施に向けて、以下の内容で処理の準備を進めた。

- (1)科目代表者が小テスト1を共通問題として作成する。Wordで作成し、最終版をPDFで保存する。
- (2)問題に合わせて、Excelファイルで解答用紙（シート1枚目）を作る。
- (3)解答用紙のシート2では、シート1での入力を1行にする処理を自動で行うように設定をしておく。解答の入力はシート1のみとする。
- (4)複数の学生が提出したExcelシートから、1行に1人分のデータ構成として、全員のデータを1つのシートに収集するためにいくつかの方法を選べるようにする。
- (5)提出済の各学生用Excelシート（学生専用）から一覧化したデータより、自動採点用Excelのシート（教員専用）を使って、自動的に採点が行われ配点から合計を計算して評価を行う。

図2では一括DLしたファイルからデータを1枚にまとめるための関係を示した。

2. 2 小テストの問題用紙と解答用紙と採点方式について

小テストの問題は従来の基礎生物科目（対面授業）に出題された内容に準じて、A4用紙形式のPDF保存で作成した。小テストの実施のために、問題用紙とは別に解答用紙（Excelファイル）を準備した。図2に示したように提出されたファイルを一括ダウンロードした後、採点の集計作業を行うには、複数の解答用紙では作業がしにくいため、各解答用紙の解答値のデータを、解答者ごとに1レコードとなる様なデータ形式に変換して集計用シート上で処理する方法とした。図3ではその解答用紙のシート1を示した。小テスト1では、入力欄がシートの2列（B列とF列）に分かれているが、小テスト2では、入力欄がシートの1列（F列）に並ぶように改良した。図4に示すように小テスト2では、各入力欄に入力制限の情報とエラー処理（再入力）を表示させるように改良した。解答用紙のシート2については図5で示した。図5に示すように、シート2では2行目にシート1の入力値が並ぶように

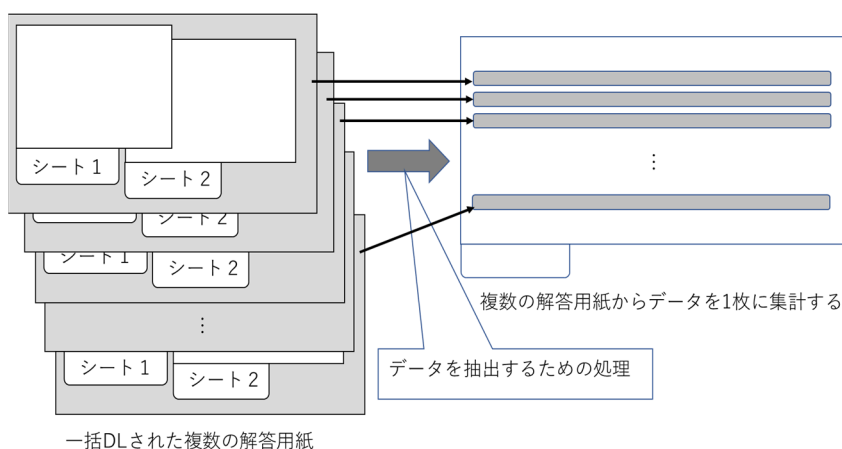


図2 一括DLからのデータを1枚に集計

問題番号	解答欄
1	1. (1)
2	2. (2)
3	3. (3)
4	4. (4)
5	5. (5)
6	6. (6)
7	7. (7)
8	8. (8)
9	9. (9)
10	10. (10)
11	11. (11)
12	12. (12)
13	13. (13)
14	14. (14)
15	15. (15)
16	16. (16)
17	17. (17)
18	18. (18)
19	19. (19)
20	20. (20)
21	21. (21)
22	22. (22)
23	23. (23)
24	24. (24)
25	25. (25)
26	26. (26)
27	27. (27)
28	28. (28)
29	29. (29)
30	30. (30)
31	31. (31)
32	32. (32)
33	33. (33)
34	34. (34)
35	35. (35)
36	36. (36)
37	37. (37)
38	38. (38)
39	39. (39)
40	40. (40)
41	41. (41)
42	42. (42)
43	43. (43)
44	44. (44)
45	45. (45)
46	46. (46)
47	47. (47)
48	48. (48)
49	49. (49)
50	50. (50)

問題番号	入力欄
1	1. (1)
2	2. (2)
3	3. (3)
4	4. (4)
5	5. (5)
6	6. (6)
7	7. (7)
8	8. (8)
9	9. (9)
10	10. (10)
11	11. (11)
12	12. (12)
13	13. (13)
14	14. (14)
15	15. (15)
16	16. (16)
17	17. (17)
18	18. (18)
19	19. (19)
20	20. (20)
21	21. (21)
22	22. (22)
23	23. (23)
24	24. (24)
25	25. (25)
26	26. (26)
27	27. (27)
28	28. (28)
29	29. (29)
30	30. (30)
31	31. (31)
32	32. (32)
33	33. (33)
34	34. (34)
35	35. (35)
36	36. (36)
37	37. (37)
38	38. (38)
39	39. (39)
40	40. (40)
41	41. (41)
42	42. (42)
43	43. (43)
44	44. (44)
45	45. (45)
46	46. (46)
47	47. (47)
48	48. (48)
49	49. (49)
50	50. (50)

図3 小テスト用解答用紙（シート1）

構成した。本論文ではシート2の情報を表示させたが、実際には文字を白くしてシートの保護を行い、何も表示されない状態としている。

2. 3 複数の解答用紙から一覧の採点シートへ集計する方法について

今回の小テスト1，2では，e シラバスに提出された解答用紙から，自動採点用紙にデータを抽出する処理が必要になる。そこで，提出された複数の解答用紙の形式 (Excel シート) の解答データから全学生のデータを一覧として採点するシートを作成する方法が必要となった。以下に検討した3つの処理方式について示した。また図6では，解答用紙の構造と3つの自動採点方式の関係を示した。この3つの方式を以下で説明する。

(1)Excel のメニューPowerQuery¹⁾の機能 (PowerQuery の機能とは，Excel の機能の1つで外部データの収集，データの整形などの作業が行える機能である) を使って簡単に一覧を作成する方式 (以下：PowerQuery 方式)

(2)Excel の VBA(Visual Basic for Applications) でプログラムを作成し一覧を作る方式 (以下：VBA 方式)

(3)Python²⁾ プログラムで，Excel のファイルを読み込んで，一覧のExcel ファイルを作成する方式 (Python 方式)

上記の方式の中でどれを選択するのかは，解答用紙の回収後に選べるよ

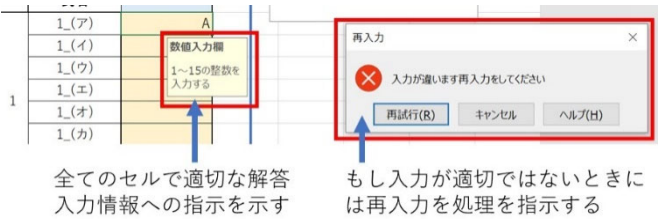


図4 小テスト2での解答入力における制限と再入力処理



図5 解答用紙シート2での処理例として (小テスト2の時)

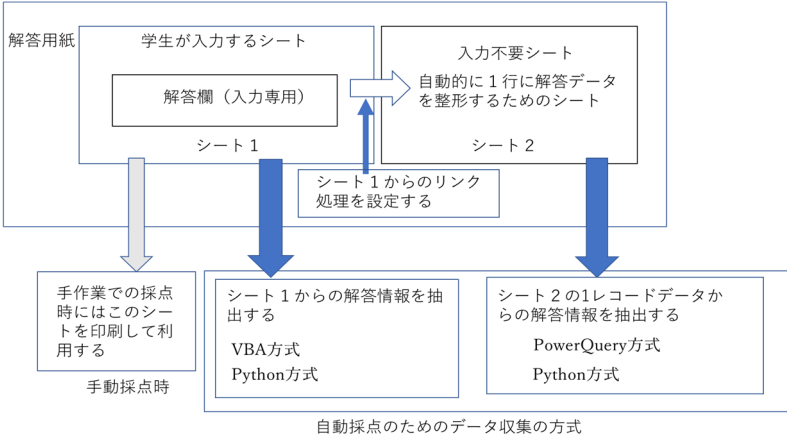


図6 解答用紙の構造と自動採点方式の関係

表1 それぞれの方式の比較について

比較項目	VBA方式	PowerQuery方式	Python方式
実行速度	よい	よい	ややおそい
プログラミング	必要 (VBA)	不要 (単純機能のみを使用する)	必要 (Python)
解答用紙の変更への対応	解答セル位置をプログラムで書き換え	不要 (解答用紙側で対応する)	不要 (解答用紙側で対応する)
読み込むデータ先	解答入力欄 (シート1) から直接	解答シート2のレコードから読み込む	解答シート2のレコードから読み込む 解答入力欄(シート1)のセルから読み込むことも可能
Excelのマクロ機能	マクロ機能を使う	不要	不要
Excelのバージョン	VBAの互換性問題に配慮	2016以上からは標準搭載、2010,2013はダウンロードが必要	特になし
収集の一覧を実行した結果表示先	自動採点用のシートの上で実行し表示のされる	一覧用のシートを収集用とは別に使う	一覧用の保存ファイルを別に使う
操作の利便性	ボタンを1クリックするだけで簡単	操作手順が少し必要	別のプログラミング環境とその処理手順の知識が必要

うになっている．そのために，解答用紙にはシート1とシート2を含むブックとなっている．これらの方式の比較を表1に示し，以下でそれぞれの特徴を示す．

(1-1)PowerQuery 方式では，Excel の機能を使うだけで，一覧のシートが作成できることが便利である．ただし，PowerQuery が使えるのは Excel2016(標準搭載)からであるため，それ以外のユーザーでは利用できない問題がある．(2010，2013 ユーザーでは別途ダウンロードなどが必要となる)

(2-1)VBA 方式では，解答用紙の入力欄のセル位置データを読み込む処理を VBA のプログラミング言語により作成することが必要であり，集計用紙には解答用紙に対応した VBA を組み込むなど，VBA に関する知識が必要である．

(3-1)Python 方式では，複数の Excel シートからデータを収集して 1 つのシートに書きだす処理部分を Python 側で実行する．Python はフリーのソフト環境である．Python 側での処理を作るため，Python の内容に不慣れであると利用や編集することが難しい．そして Python を使える環境構築が別に必要になる．以下，本論文では Python で解答シート2を使う場合で比較をしたが，VBA 方式と同様にシート1のセル位置データを利用する方法も可能である．

2. 4 自動採点用紙の構造について

自動採点用紙については，その基本的な構造は小テスト1，2共に共通部分が多いので，ここでは，小テスト2の形式を例にして以下に説明を示す．

構造について，図7(a)ではシート1のシートの構成を示した．図7(b)ではシート2，図7(c)ではシート3を示した．

このシート1では複数の解答用紙から，解答一覧を表示する範囲，正解を入力する範囲，採点の配点を入力する範囲で構成されている．件数は約595件までのデータを処理することができるように関数をシートに埋め込んで処理を実現している．シート1には，複数の解答用紙を読み込むためのボタン「Excel 読込」，そし

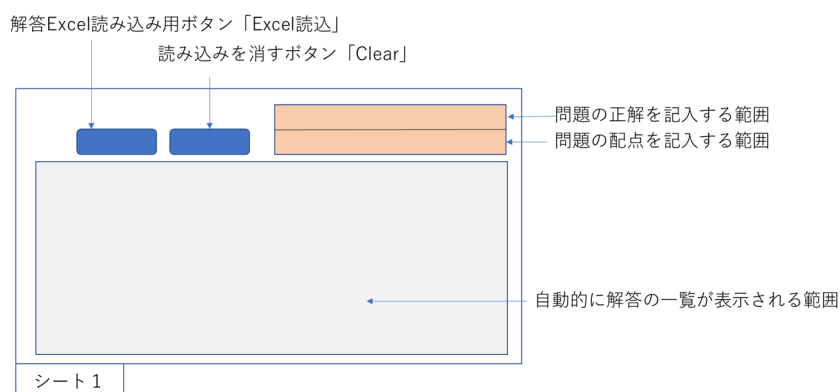


図7(a) 自動採点用紙の構造（解答一覧入力表示用シート1）

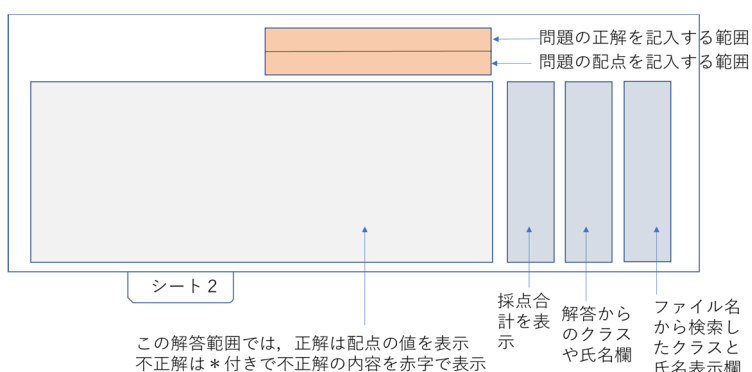


図7(b) 自動採点用紙の構造（採点結果一覧表示用シート2）

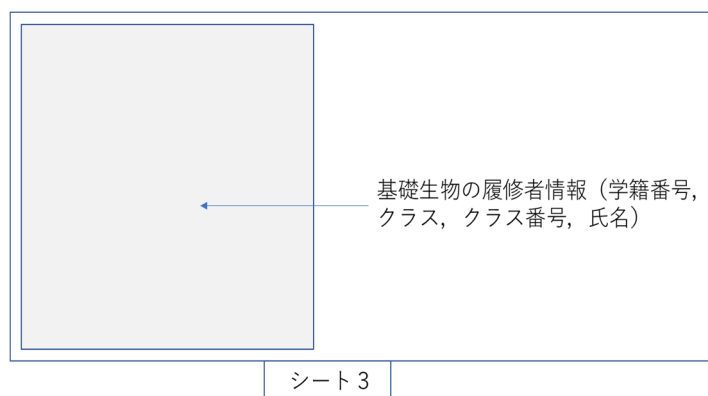


図7(c) 自動採点用紙の構造（履修者名簿シート3）

て再度処理するために、表示を消去するためのボタン「Clear」がついている。

この2つのボタンの動作はVBAで記述してある。それぞれのボタンのVBAの内容は、図8(a) Excel 読込用VBA リスト、図8(b) Clear 用VBA リストにて示した。シート2では、シート1で読み込んだ解答一覧が自動的に採点されるようにExcelの関数にて開発し、採点結果表示させた。また、名前が不明な場合には、自動的にシート3の履修者リストから名前などを抽出して表示させる機能も関数で構築した。図7(c)で示す様にシート3は履修者の情報を張り付けてあり、このデータをシート2では利用した。シート2で用いた関数のいくつかを表2に示した。表2では自動採点用紙のシート2で利用した関数③の動作とその命令の詳細を示した。これらの関数により、採点合計の処理、採点用の学生氏名の表示処理、正誤処理などの動作処理を行った。

2. 5 自動採点までの手順について

自動採点の手順について、e シラバスの小テストの提出先から、自動採点の結果が得られるまでの流れをパワーポイントで作成し、担当の先生に配布した。担当の先生はその資料の手順に従って操作することで自動的に採点された結果を得ることができるようにした。以下にその手順の流れを示す。

- (1)e シラバスから小テストのクラスデータを一括ダウンロードする。ファイルはファイル名1でダウンロードする。
- (2)圧縮されたファイルは、好きな場所で解凍する。
- (3)この解凍された中に学生の提出したExcelファイルがある。
- (4)この解凍したExcelファイルの場所に、自動採点用紙のExcelファイルを入れる。

```
Sub 読み込み()  
Dim Data As String  
Dim S1 As Worksheet  
Dim S2 As Worksheet  
Dim c As Long  
Set S1 = ActiveSheet  
Data = Dir(ThisWorkbook.Path & "\*" & "*.xlsx")  
Application.ScreenUpdating = False  
  
'ここから--TK 20200603  
Dim fso As Object  
Set fso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")  
Dim FileName As String  
'ここまで  
  
Do Until Data = ""  
k = k + 1  
  
'ここから--TK 20200603  
FileName = fso.GetFileName(Data)  
'ここまで  
  
Set S2 = Workbooks.Open(ThisWorkbook.Path & "\*" & Data).Sheets(1)  
  
'S2.Range("F5:F10").Copy  
Range(S2.Cells(3, 6), S2.Cells(60, 6)).Copy  
S1.Cells(k + 4, 2).PasteSpecial xlPasteValues, Transpose:=True  
  
'コメントアウト  
'S2.Range("F12:F61").Copy  
'Range(S2.Cells(12, 6), S2.Cells(61, 6)).Copy  
'S1.Cells(k + 4, 8).PasteSpecial xlPasteValues, Transpose:=True  
  
'ここから--TK 20200603  
S1.Cells(k + 4, 1) = FileName  
'ここまで  
  
Application.DisplayAlerts = False  
S2.Parent.Close  
Application.DisplayAlerts = True  
Data = Dir()  
Range("A1").Select  
Loop  
Application.ScreenUpdating = True  
End Sub
```

図8(a) Excel 読込用VBA リスト

```
Sub clear()  
ActiveSheet.Select  
Range(Cells(5, 1), Cells(600, 100)).clear  
'Range(Cells(5, 1), Cells(500, 100)).ClearContents  
  
Range("A1").Select  
End Sub
```

図8(b) Clear 用VBA リスト

- (5) 自動採点用紙の Excel ファイルをダブルクリックして、Excel を起動させる。
- (6) コンテンツの有効化ボタンを押す (マクロを有効にする)。
- (7) 次に「Excel 読込」のボタンを押す。
- (8) 自動的に Excel ファイルを読込んでいくので、シートの点減が始まるがそのまま待つ。点減が終了したら採点の処理は終了する。
- (9) Sheet3_採点結果をクリックして、採点の一覧を見る。

表 2 自動採点用紙の関数 (採点結果一覧シート 2)

関数の動作説明	関数の命令内容
ファイルから名前情報などを表示	=Sheet1_解答一覧入力先!A5
正誤判定と配点表示	=IF(Sheet1_解答一覧入力先!J5=J\$2,J\$3,IF(Sheet1_解答一覧入力先!J5=0,"","*"&TEXT(Sheet1_解答一覧入力先!J5,"@")))
採点合計の計算関数	=IF(BQ5<>0,SUM(J5:BG5),"")
ファイル名からの氏名の抽出関数	=IFERROR(INDEX(基礎生物の履修者リスト!\$A\$1:\$J\$500,MATCH(BQ5,基礎生物の履修者リスト!C:C,0),4),"")

上記がデータの入手から、VBA 方式での採点結果を得るまでの一連の流れである。今回は、操作が最も簡単な GUI のボタンを押すことで集計と採点処理を実現することが可能な VBA 方式の使い方を基礎生物科目の先生には説明を行った。この説明に従い採点作業は各先生が実際に行うことが出来た。

3. 自動採点方式の開発過程について

今回の小テスト 1, 2 の実施については学生と教員の負担を軽減するため、採点を自動化する方式の開発を目指したので、その開発過程について以下に示す。

3. 1 小テスト 1 での実施について

自動採点用紙 (Excel ファイル) を使い小テスト 1 の自動採点を実施する。自動採点用紙のシート 1 には、解答の一覧を入れる範囲と正解とその配点を入力する部分も含まれている。小テスト 1 用のシート 3 には自動的に正解がコピーされ、採点結果はシート 2 を表示している。シート 4 には履修者リストを追加した。これは、名前を記入しない学生が数件あり、その個人を自動で特定し、名前等がない時も評価を出せるように履修者リストから名前を表示させる機能を追加するためである。また、PDF で提出した学生のファイルは手作業で採点することになる。その場合にもこの履修者リストを利用するためでもある。入力された数値、もしくは○×の記号を正解とチェックして、正解の場合には配点を示し、不正解の場合には空欄とした。最後に各レコードの総和を計算して評価点を示した。

小テストは 50 点満点であり、複数の答えの組み合わせで評価と配点を決めることが必要な設問があり、その部分については、Excel のセルに AND 関数などを使って処理を設定して評価をさせている。このように Excel では設問の仕方に合わせた処理を実現でき、自由度が高い問題の作成を可能としている。これは e シラバスの機能のみでは実現できそうにない部分である。これは小テストを e シラバス上での利用ではなく、Excel 上で実施することを選択することになった大きな理由の 1 つである。

3. 2 小テスト 1 を実施しての問題点について

小テスト 1 では、まずは PowerQuery 方式を使い、収集する方法を予定して進めた。しかし、提出してきた解答用紙を実際に一覧に収集する作業を行うと、いくつかの問題点が生じていることが明らかになった。提出状況については、表 3 の中で、小テスト 1, 2 をまとめて示した。提出状況における問題点として、提出された解答用紙のセル情報が故意に変更されているため、PowerQuery 方式では正しく収集できない解答用紙が 2 件あった。解答欄の情報を直接に回収する方法の VBA 方式では正しく収集

できるため、PowerQuery 方式から VBA 方式に変更し一覧データの収集を行った。

3. 3 小テスト2での実施について

小テスト2でも、遠隔授業での小テスト1と同じく、問題用紙をPDFで配布し、解答用紙をExcelで提出する方法を選択した。小テスト2を実施するに当たり、表3の小テスト1の問題点を考察し、表4を含め以下の対策を行った。

(1)問題用紙において、名前やクラスの入力セル位置と解答欄のセル位置を分かり易く縦一列にまとめた。

(名前の未記入をできるだけ防ぐため)

(2)問題用紙の入力欄には、全てのセルに入力する時に制限のメッセージ表示と入力のエラー表示が表示するように工夫した。(入力形式の間違いを防ぐため)

(3)問題用紙のシート2は小テスト1と同様に追加したが、内容が見えないように文字を白字に変更した。(PowerQuery方式やPython方式での利用の選択を後で可能とするため)

(4)PDF形式での提出の場合を想定して、自動採点ではあるが、PDF形式は手作業のため、小テスト1と同様に、解答用紙のシート1が印刷時にA4縦1枚に収まるように書式設定を行った。

(5)自動採点用紙では、正解用の一覧シートを省略し、ExcelのBookの構造を簡素化した。

(6)自動採点用紙では、正解だけではなく、間違いの場合にどのような間違いだったかを採点シートの上でも判断できるように、不正解のデータの頭に「*」記号を付け「赤字」で表示させる工夫を行った。これにより、解答入力情報の不正解も一目で判断できた。

表3 小テスト1, 2における解答用紙の提出状態

提出情報	小テスト1用解答用紙の提出状態	小テスト2用解答用紙の提出状態
集計用の問題用紙数	410件	399件
Excel形式での提出もの	406件	395件
PDF形式での提出もの	4件	4件
解答用紙にセル情報の編集があったもの(セルの編集)	2件	1件
名前がない提出もの	2件	3件
その他	数値に数式をいれたもの1件 数値に日本語をいれたもの3件 記号「O」の選択をせず無理やり数値[0]を入れたもの1件	全てに解答していないもの1件 小テスト1のファイルを小テスト2として提出したもの1件

表4 実施時の問題点と各小テストにおける対策

実施時の問題点	小テスト1における採点時での対応策	小テスト2における採点時での対応策
解答用紙がPDF形式で提出	個々にPDFを手動で印刷し、個々に手動採点する	個々にPDFを手動で印刷し、個々に手動採点する (小テスト1と同様)
解答用紙の名前が不明な提出	解答用紙のファイル名と履修者リストのシートから名前の情報を抽出し表示した	解答用紙のファイル名と履修者リストのシートから名前の情報を抽出し表示した (小テスト1と同様)
解答用紙の不正解や入力ミスを確認する方法	自動採点用紙の解答一覧で手動で確認する	自動採点用紙の採点一覧では、不正解は自動的に「*」文字付の赤字で表示されるため確認がしやすい
解答用紙のセルの不正な編集	解答欄からのデータを直接使うVBA方式で対応した	解答欄からのデータを直接使うVBA方式で対応した
最終的に用いた自動採点として利用した方式	VBA方式 (ただし動作チェックとしてはPowerQuery方式も当初活用)	VBA方式
手動採点時用の印刷形式	A4縦で1枚に収める書式	A4縦で1枚に収める書式 (小テスト1と同様)

3. 4 小テスト2を実施しての問題点について

小テスト2では解答用紙の399件中自動採点した一覧結果から、明らかな入力形式のミス入力はない。しかし表3の中のその他に示したような問題点や、PDF形式での提出は手動での採点となった。また、セルを編集したものがあるため、小テスト2もVBA方式を採用して実施した。

4. 自動採点を利用した結果について

自動採点処理(VBA方式)の時間の比較と手作業時の作業時間の比較を表5に示した。自動採点用紙では小テスト1では1枚を平均約1.1秒で処理し、小テスト2では平均約4.3秒で処理している。小テス

ト2では、解答用紙の制限を強めたために処理時間が必要になったと考えられる。自動採点では作業負荷を軽減する観点から手作業時と比べて、その有効性がとても大きいことが分かる。自動採点の手法として、入力欄に保存してあるデータ（シート1）を直接に、集計シートに活用する方式（今回はVBA方式が該当する）がより正しく集計することができた。2次的なデータ（シート2）を使う方法では、シート1、2にセルを編集して提出されている場合には、正しく集計に反映するか確かめる必要も生じた。これは、Excelのシートの保護が完全には設定できない状況の問題を含んでいることが原因であり、Excelの本体の問題であり、改善は難しいということが言える。

今回はデータを集計し一覧を作る機能は、VBA方式で処理することを採用する結果となった。

自動採点用紙の機能の中では、採点処理は表2のようなExcelの関数を使用した。個々の関数の内容の詳細な説明はここでは省略するが、関数の機能としてはシート1から解答データ、シート1の正解、配点データを活用して、シート2へ反映させて評価を行い、シート2では採点結果と不正解情報の表示の処理を行った。またシート3の履修者リストを使い、名前のない解答用紙でも個人が特定できるように、ファイル名の中に含まれる学籍番号と履修者リストの学籍番号を検索して、個人の名前を抽出して表示している。

表5 自動採点用紙(VBA方式)による処理と手作業時間の比較

処理比較	小テスト1の自動採点用紙を利用	小テスト2の自動採点用紙を利用	手作業での採点を想定したとき
作業形態	自動処理	自動処理	手作業での作業
解答用紙の処理件数	406件	395件	約400件としたとき
全処理終了までの待機時間	7分30秒	28分30秒	約800分（2分/件より）
平均読込処理時間	1.1秒	4.3秒	約2分と想定した
手作業との比較	109倍の処理	28倍の処理	1倍
作業形態	自動処理	自動処理	手作業での作業
処理条件（ハード）	CPU 4GHz, 4コア, 8スレッド RAM 32G	小テスト1と同じ	なし
処理条件（ソフト）	OS 64bit	小テスト1と同じ	なし

ExcelのPowerQueryの機能は多機能で、今回の報告では、単純な手順でしか利用しておらず、その価値を比較するまでは至っていない。そのため、PowerQuery方式も今後さらに利用できる可能性が残っている。

Python方式では、一覧データのExcelファイルを作ることでも可能ではあったが、セル編集の問題により採用しないことになった。また、Python方式でも直接にセルからの情報を読み込む方法を検討することも可能であるが、すでにVBAで実現したため急務性がないと判断した。今後さらにデータをPython側で処理すること、例えばグラフの表示を自動化する、統計処理の自動化等を行うことを想定しているときには、再度Python方式を検討することも考えられる。VBA方式の小テスト2では、解答欄の入力制限を付けたために、処理時間は増えたが、採点結果の間違いも表示できているため、採点結果の付加価値が増して利便性が高く有効な結果となったと言える。

5. まとめ

基礎生物科目の遠隔授業における小テスト1、2を実施するため、自動採点の方式での検討を行い、その方式の開発を行った。さらに実際に実施した結果について報告した。今回の2回の小テストで実際に検討した方式は、解答入力欄からのデータを吸い上げる方法と一度レコード化してから吸い上げる方法であった。機能的には、どちらでも同様な処理が行えることが言えた。しかしながら、実際に運用した結果、解答用紙のExcelシートの保護が不十分であるため、セルの編集の問題が生じていた。そのためセルの保護の点や利便性に注意しながら小テスト1、2を実施した。

実施した結果より、解答欄の入力データを正確に利用する点からは、解答入力欄からのデータを吸い上げる方法を利用すること、科目担当の先生の操作性も同時に考えて、ボタンを1回だけ押すことにより採点作業が進み、短時間で終了することを考えると、結果として今回の場合には VBA 方式がよりよいことが得られた。PowerQuery 方式では、簡単に使える機能のみに限定したが、多機能な PowerQuery 機能の工夫しだいでは便利に使える可能性も残っている。Python 方式についても、直接セル位置からデータを抽出する様にプログラミングを修正すれば、VBA 方式と同等な処理が行える可能性もある。Python 環境を有する利用者に限定されることを考えると VBA 方式の方が利便性は優れている。ただし、VBA 方式では、解答用紙の変更に合わせた自動採点用紙のプログラムの編集も必要となる。

謝辞

数理工教育研究センターの教職員には、遠隔授業の運用を遂行するという大変な状況において、ご協力をいただきましたことに関して、ここに謝意を表します。特にこの研究を進めるにあたり基礎生物科目をご担当された、小木美恵子先生、早川弘志先生には、遠隔授業の運営面における打ち合わせ、小テストの問題作成や解答用紙の確認などのご協力をいただいたこと、そして実際に自動採点方式を実施していただいたことに関して、ここに謝意を表します。採点方式の開発を進めるにあたり、谷口哲也先生と工藤知草先生からは VBA 等に関するご助言をいただきましたこと、西誠先生からは Box の設定に関して、西岡圭太先生からは e シラバスの運用で、ご助言をいただきましたことに関して、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) <https://hamachan.info/excel2019-powerquery-folder/> (閲覧日：2020/08/18)
- 2) 池内孝啓, 片柳薫子, 岩尾エマはるか, @driller, Python ユーザーのための Jupyter[実践入門], 技術評論社, 2017
- 3) 不二 桜, Excel 関数逆引き大全 600 の極意, 秀和システム, 2005

[受付日 令和 2 年 (2020 年) 11 月 20 日, 採択日 令和 2 年 (2020 年) 12 月 17 日]



高 香滋
准教授
基礎教育部
数理基礎教育課程
数理工教育研究センター