

手書きレポートを対象とした学習分析支援システム

大倉孝昭^{†1}

概要: 学習成果物（授業中のワークシート＋時間外課題レポート）のスキャン画像を毎時間収集し、半年間の学習履歴の中から学習のスタイル・特徴を見つけて、適切な学習支援を実践するためシステムを開発し、1 回生向けの「教科理科」において、3 年間実践した。1 回生前期の GAP と 3 回生前期のそれに強い相関が見られたので、1 回生のときに描いた作図を現在の GAP 値と関連付けて調べた。すると、3 回生で GPA 値の低い学習者の作図は、小さくなる傾向のあることが判った。

キーワード: 手書きレポート, スキャナー, GPA, 学習分析支援

Learning Analytics Support System for Hand-written Reports

TAKAAKI OKURA^{†1}

1. はじめに

「入学前教育」「初年次教育」といった入学前後の教育において、大学における学びの基礎を習得させることが重要だと言われている[1]。授業に出席しても、書き取る文章を明示しないとノートをとらない学生や、時間外課題を課しても、提出が必須でなければ無視してしまう者も多い。また、提出すべき課題の存在を忘れてしまったり、期限を守らない学生は、なかなか減少しない。

一方、PC やタブレットを用いて、学習過程のデータを時間に紐づけて詳細に記録・分析し、学習の特性をつかんで学習支援に役立てようという研究が進んでいる[2]。ただ、大人数教室で講義形式の授業をする場合や、図を描いたりするタスクでは紙が便利であり、手書きレポートに対する利用ニーズは依然と高く、これを分析対象としようとする研究も行われている[3]。

また、教員が手書き用紙を一旦集めて、バーコードシールや塗りつぶされたマークの学籍番号を読み取り、moodle のコースに転送する仕組みも提案されている[4]。ただ、この方式では、シール忘れへの対応、なりすまし（代理出席）や誤記入を排除できない、回収物の返却時に欠席する学生への対応、原本受け渡し確認で疑義が生じる、受け取られない（持ち帰らない）返却物が大量に溜まるといった問題が予想された。

そこで、あらかじめ個人情報を QR コードとして印刷した個別用紙を用意し、授業開始時に配布して授業終了時に 1 度スキャンすることで、授業中のノートを確定・確認しつつ、同じ用紙の裏面で時間外課題に回答し、次回に 2 度目のスキャンをする方式を考案した。この方式であれば、

学生が ICT 機器を所持していない場合にも対応可能、用紙は常に学生が管理、個人へのフィードバックが可能（QR コードに埋め込む）、毎回の時間外学習の成果確認が可能であり、授業終了時点で継続的に学習経過が点検できると考えた。

1 回生向け後期の専門科目（教科理科）を対象として、(1)授業中に書いたワークシート（表面）と(2)時間外課題の成果（裏面）を授業終了時にスキャンして画像化し、学生に moodle 経由で返却する取り組みを始めた。授業中のメモの取り方や要点のまとめ方などを学んでいく過程と、時間外学習の成果を学生と教師が共有・点検すること、また、その画像を一覧にして（個人情報情報を削除した）相互評価対象とすることで、他の学習者との比較による振り返り効果も期待した。さらに、学習意欲の持続状態の変化をつかむことが可能ではないかと考えた。

2. システムの開発

学生には、授業出席の証拠と時間外学習の成果として、ワークシートの提出(毎回 2 枚をスキャン)を求めること、それらが平常点の評価対象である旨がシラバスで伝達された。そのため、ノート PC とポータブル型ドキュメント・スキャナーを持ち運び、大人数教室の最前部の机上に接続して設置し、授業終了直前の約 7 分間で全員（最大約 100 名）の提出物を画像化することを目標に開発を進めた。

(1) ノート PC

Windows7 以降の PC にスキャナーを USB ケーブルで接続し、事前に用意したフォルダに A4 用紙の表裏をそれぞれ 1 画像ファイルとして保存し、同時に用紙にあらかじめ印刷された QR コードを読み取ってデコードし、excel のワ

^{†1} 大阪大谷大学
Osaka Ohtani University

ークシートに学籍番号、回数、読み取り時刻などの記録を残すこととした。さらに、読み取った画像と学籍番号、氏名を画面上のフォームで大きく表示した。これは、その場での提出確認のためでもある。

(2) スキャナー

持ち運びが容易で、A4 用紙の高速両面読み取りが可能な TWAIN2.0 対応の機種を選定した。また QR コードのデコード実験を繰り返し、読み取り精度とファイルサイズのバランスから、300dpi、png 形式とした（27～28 年度はファイルサイズを小さくする目的で tiff 形式にしていたが、学生がスマホで閲覧する際にビューアが対応していないというケースが多数発生したため変更した）。

EPSON DS-860（重量約 4Kg、モノクロ両面 65 枚／分）

(3) 手書きワークシート

用紙の 4 隅に QR コードを印刷した個別ワークシートを事前に印刷・配布し、スキャナーで画像ファイル化した直後にデコードして excel に記録するターンアラウンド方式とした。また、記入領域は別途 Word で作成したものを、excel の印刷フォームに“オブジェクト”として貼り付けた。

図 1 QR コード入り個別ワークシート（表）

(4) エクセルシートの構成

- 科目コード、回数、表裏、学籍番号、学生氏名情報を QR コード化した個別ワークシートを印刷するシート
- ワークシート読み取り・記録シート
- 転送シート分別・個人情報削除シート

(5) 画像を個人別に管理するサーバー側スクリプト群

- Moodle のユーザ情報と画像情報をリンクさせる php スクリプト

- 提出情報管理用データベース (MySQL) 制御 php スクリプト

(6) システムの性能（実運用記録より）

- 振り返り問題に解答し、ワークシートを書き終えた学生が 2 枚／人の用紙を持って教室最前部に三々五々集合し、スキャン画像と自分の名前を確認して用紙を持ち帰った。
- スキャン・デコード時間（第 3 回：平成 29 年 10 月 2 日 12:09:13～12:22:22 13 分 9 秒間 に 322 本のファイルに対して作業を実施）平均 2.45 秒／ファイルであった。
- QR コードのデコード率は 100%、この日は重送などによるやり直しもなかった（初年度は数件／回の読み取れない画像が出現したので調整を繰り返した）。

3. 授業内容

(1) 90 分（1 コマ）の授業計画

1 回生を対象とするので、高校での授業方法に近くなるように配慮した。座席指定、席替え、ノートをとる箇所の示唆を 3 段階で調整した。

表 1 授業計画（90 分）

時間	内容(本システム運用に関連する事項)
授業前	座席:3 ブロックに分けて指定(席替え 3 度) 配布物:ワークシート、資料(A4)
授業中 スライド 提示・ノ ートテイ ク	授業進行に沿って書き取りをする欄を設けた(図1). 1 段階(1～5 回):提示資料中に該当内容有 2 段階(6～10 回):提示資料には項目名のみ 3 段階(1～15 回):ビデオから要点を文章で抽出
振り返り 問題	教採過去問から要点を取り上げた問題で演習から作図問題を出題
ワークシ ート回収	前回の裏(復習用課題の成果)と今回の表(授業中のノートテイク)を 2 枚重ねてスキャン・回収
授業後	復習用課題(教採受験予定の有無を個別に記録し、内容を個別に変更)

(2) ノートテイクのレベル設定

全 15 回の授業を第 1 段階、第 2 段階、第 3 段階と 3 段階に区分し、下記のような方針で授業・ワークシートの内容を設計した。各段階では、同時に席替えを実施し、気分の一新を行った。

- 1 段階：今回の授業で設定されている目標の確認、同じフォームで作成されたスライドの該当箇所を探して内容を書き留めることを中心にした。
- 2 段階：資料では空欄になっているが、授業中に要点として提示・発話によって伝達された内容を書き留める。資料やビデオで解説し、評価観点を提示した内容を作図するこ

とを取り入れた（事例：ちょうやバッタの図、モーターの整流子の説明図）

3 段階：ワークシートに印刷された設問を概観した上でビデオを視聴し、ビデオの内容を読み取って文章化し回答することを取り入れた。

（事例：小学校理科実験の授業ビデオから、授業者の発問の意図を読み取って文章化）

4. 矩形領域の抽出・分析支援

(1) 矩形領域の抽出機能

本システムでは、採用した QR コードデコードモジュール（市販）から、画像内での各コードの 4 角の位置座標を取得できるので、その値を用いることでワークシート上の任意の矩形領域を切り出すことが可能である。この機能は、取得された画像を公開する際に、個人情報保護に配慮して用紙の QR コード、学籍番号、氏名などの削除作業を連続的に実行するために作成した。対象の画像ファイル名、切り出したい矩形領域の左上の座標と幅、高さ、保存先フォルダ名を引数として、部分画像を抽出する excel の関数を作成した。ワークシート印刷時に罫線を入れておけば、全員の提出ファイルから任意の回答文、手書きの表・図を切り出して比較することが容易になった。

	RIK-A004.tif	RIK-A008.tif	RIK-A012.tif	RIK-A016.tif	RIK-A020.tif
					
評価	S	A	B	S	B
コメント			A	B	B
評価	a	a	b	a	c

図2 ちょうの図をループクリック表（図）に基づいて評価した相互評価表

(2) “ちょう”の作図と GPA の関連

GPA 値がどんな学習成果を反映しているのかを簡単に説明するのは困難だが、1 回生のときに教科理科でどのような図を描いていたかを 3 回生前期末の累積 GPA 値の高いグループ（3.0 以上）と低いグループ（2.0 未満）で比較した（図 3）。その結果、GPA の高い（1~10 位）例の平均ファイルサイズは 9262 バイト、一方、GPA の低い（88~96 位）（退学者を除いた 8 例）例のそれが 7891 バイト（85.2%）であった。さらに、全体の領域が狭く描かれるという特徴が見られた。授業中に昆虫のからだのつくりの特徴として「頭部、腹部、胸部の 3 つの部分からできている」「頭には目や触覚がある」「胸部には肢が 3 対 6 本ある」「翅が胸部に 2 対 4 枚ある」ということを確認しており、その内容が図に反映されていない事例が多かった。

(3) GPA 値と課題提出率の関連

GPA が成績評価に採用された平成 27 年度入学生（現 3

年生）の 3 回生前期末の累積 GPA 値と、2 年前の 1 回生前期末における GPA 値の相関係数は 0.84 であり、入学後半期間の成績が、その後も継続していると推定される。

上位 5 例（高位）				下位 5 例（低位順）			
3回生 GPA	1回生 GPA	ファイルサイズ	図	3回生 GPA	1回生 GPA	ファイルサイズ	図
3.59	3.6	9,326		1.27	2.19	7,486	
3.57	3.4	8,900		1.33	2.22	5,936	
3.52	3.35	11,648		1.39	1.47	10,852	
3.45	3.46	10,190		1.63	2.13	7,816	
3.42	3.04	9,388		1.81	2.56	12,652	

図3 3 回生の GPA 順に並べた“ちょう”の図

一方、3 回生前期末の累積 GPA 値が 2.0 未満の 12 名と退学者 4 名の時間外課題の提出率（提出回数／14 回）は 0.72 であり、3.0 以上（20 名）のそれは 0.99 であった。この差は、“持続力”、“学習の動機付け”を反映していると考えられる。

5. まとめ

QR コード入り個別用紙を用いて、授業終了時に授業中のノートテイク、時間外学習の成果を取得し、学習の振り返りに活用することが可能になった。また、用紙の授受をなくしたことで、提出された用紙の管理作業も軽減された。さらに、学習成果を公開し振り返りに使う目的で開発された“矩形領域抽出機能”は、図の評価にも役立つことが判った。

(1) 運用上の問題点

ICT 機器を用いたシステムは想定していた性能が出ており、学生からも概ね好評である。一方、学生対応の観点でいろいろな問題が出現している。

- 1) 欠席した場合に当該授業の用紙が未受領
- 2) 欠席した場合に時間外課題が提出できない
- 3) 1 回欠席した後に出席した時、前々回の時間外課題を提出したい
- 4) 前回分の用紙を忘れてくる
- 5) 友人が欠席者の用紙を持ち帰って渡す
- 6) 友人が欠席者の用紙を事前に預かってスキャンする
- 7) 上記のようなケースで「欠席したために未提出」なのか「持参し忘れて未提出」なのかが判らなくなる
- 8) 前回分を忘れた学生がルーズリーフに手書きしてス

キャナーに通ず（スキャナーは読み取るが、システム的にはエラー）

- 9) 他人の用紙をコピーして前回分の課題を提出しようとする（片面しかないのシステム的にはエラーとなるが、他人のデータを上書きする恐れがある）
- 10) 他人のものを書き写す
- 11) 授業中に前回の時間外課題に取り組む

上記の多くは、「授業終了時に授業中及び時間外課題が確実に画像化されその時点での証拠となる」ことが意識されるために起きている問題だと考えられる。上記の運用上の問題を裏面の提出状況と GPA の関連から見ると、明らかに GPA の下位学生で生じていることが判っている。

最低限の単位数で卒業することが目標になっている学生、教科の単位取得が目標になっているもの、教員採用試験に合格することが目標になっているもの、さらには得意分野を認識し「こんな教師になりたい」といった具体的な教師イメージが明確になっている学生とでは、その学習意欲の方向に大きな違いがある。こうした姿勢の違いを、1つの授業の中でそれぞれが満足のいくように設計することは難しい。学習過程を分析し、各自に効果的な学修支援ができるように課題を工夫したり、評価の指標を学生の状態に合わせることも必要ではないだろうか。

(2) 今後の課題

(1)-1)には、「未受領者向け用紙（汎用コード記入）」を moodle コースに公開し、学籍番号・氏名を手書きすることで、事後処理を手作業で処理しているが、これをシステムとして組み入れる、(1)-2), 3)に対応するため、学習コメントなどに学生が自分で課題を提出できる「セルフ提出システム」を設置することを準備中である。その他の学生対応での問題は、一定の例外処理は時間的猶予の後に締め切る、対応の厳格化のバランスをとりながら、徐々に習慣化していくことが大切だろうと考えている。

一方、(1)-10), 11)への対策も兼ねて作図課題を導入したが、図を短時間で書き写すことは難しく、抽出された部分画像（4-(1)）を一定の指標で評価可能であることが判ったので、これを用いて早期に学修支援・アドバイスを実現したい。また、あらかじめ提示したルーブリック表に基づいて他者の作図を相互評価させた結果、多くの学生は妥当な評価をすることも判った。教員養成学部という点でも、こうした評価活動は重要であるので、「学んだ内容を分かり易く作図できる」能力の向上に役立てたい。

謝辞 本研究は、大阪大谷大学「平成 28 年度学長裁量経費による教育改革推進プロジェクト」の支援を得て行われた。謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] 浜崎 央、片庭美咲、松本美奈、柴田幸一、住吉廣行、山本由紀. 初年次の退学率減少につながる入学前教育. 松本大学地域総合研究 14 (Part1), 2013, p.57-66
- [2] 緒方広明, 殷成久, 大井京, 大久保文哉, 島田敬士, 小島健太郎, 山田政寛. デジタル教材の閲覧ログを利用したアクティブ・ラーナーの学習行動の分析, Bulletin of kikan education 2, 2016, p.48-60
- [3] 網岡敬之, 森 裕生, 江木啓訓, 尾澤重知. 定量化した手書きワークシートと学習成果の関連性の検討. 日本教育工学会論文誌 40(Suppl.), 2016, p.81-84
- [4] “飛ぶノート”. <http://tobu-note.ver2.co.jp/>, (参照 2018-02-25)