

Moodle コースログとピボットテーブルのデータ統合による教材閲覧履歴の可視化

土橋 喜†

概要 : Moodle 上にアップロードしたデジタル教材を活用し, 多数の履修者が参加するブレンド型授業を実施して教材閲覧履歴を蓄積した. 蓄積した教材閲覧履歴に対して, 開発したエクセルのマクロシステムによる時系列クロスセクション表の自動生成の実験を行った. その結果教材全体や個別の教材の閲覧状況, 履修者全体や個別の履修者の閲覧行動などについて, 全体的視点だけでなく部分的視点からも, 時系列に一覧表示して可視化することができる. 授業中の教材閲覧の分析では, 開発したシステムで生成したピボットテーブルと時系列クロスセクション表により, 教材を開かない履修者や, 教師の指示に対して遅れて教材を開く履修者などを明確に識別することができる. 本稿の分析結果は, 教師が自ら実施した授業において履修者の反応が反映されていると考えられ, 教師が自らの授業の進め方をふり返り, 授業分析のために活用することが可能であり, 自ら授業改善を行うための示唆が得られる.

キーワード : 時系列データ, クロスセクション, 教材閲覧, 可視化, 教育データマイニング, 学習分析

Data integration of Moodle course log and pivot table for visualization of course material page views

Konomu DOBASHI†¹

1. はじめに

近年は学習管理システム (LMS) や電子ブックシステムなどの活用が盛んである. これらにおいては, 学習者がシステムを利用した記録の蓄積が可能であり, 蓄積できるデータにはシステムの操作履歴や教材の閲覧履歴, 学習者の氏名, IP アドレス, アクセス時刻など様々である[1]. このような LMS や電子ブックシステムを活用した学習履歴の蓄積は, 履歴の蓄積が行われていることを学習者が意識することはほとんどない. しかも学習者の活動データを収集する上で, 学習者と教師の双方にとって極めて負担の少ない方法である.

例えば Moodle では学習者がウェブブラウザを使ってシステムにログインし, 教材を閲覧したり小テストに回答したりするだけで, 学習者に特別な負担を強いることなく, 学習履歴のデータが蓄積できるのである[2]. そのため現在では教材の閲覧回数や閲覧時間あるいは小テストにおける行動や結果の分析などに盛んに活用されており, 以前から行われていた授業分析の研究分野に, 教育データマイニング(EDM: educational data mining)や学習分析(LA: learning analytics)という新たな分野を加えることになった. さらに学習履歴の分析を授業改善に活用することを目的に, ラー

ニングダッシュボードと呼ばれるシステムを開発する研究が盛んに行われている[3]

授業分析は授業の記録にもとづき, 実施した授業について, 教師の教え方の効果や学習者の反応などを調べるものである. LMS や電子ブックシステムあるいはラーニングダッシュボードのようなシステムは, 教育の質と効果の向上を支援するために開発されたものである. 加えてこれらのシステムを利用する教師の教授能力を向上させる支援機能も併せ持つ必要があると考える. 例えば LMS などを活用することによって従来は難しかった学習者一人一人のより詳しい学習状態の把握や, 授業で使う教材の改善につながるデータの収集機能や, 授業の進め方や時間配分などを改善するために有効なデータの提示機能などを考えることができる.

筆者は Moodle 上にアップロードしたデジタル教材を使って行う対面式ブレンド型授業において, 履修者の教材閲覧履歴を収集して自動的に分析する方法の提案を行った[4]. これまでに開発したエクセルのマクロシステム Time Series Cross Section (TSCS) Monitor は, Moodle の授業中における教材閲覧履歴を分析して, ピボットテーブルと時系列クロスセクション表を生成する. そしてピボットテーブルの操作を通して様々な視点から分析を行い, 授業中の教材閲覧履歴を表とグラフで可視化することができることを報告した.

†1 愛知大学
Aichi University

本稿では、Moodle の教材閲覧履歴に記録された時刻データに対して文字列処理を加え、時間を表すカテゴリを離散データとして新たに生成することにより、時系列クロスセクション表で分析可能な時間帯を拡大した。追加した時間帯の種類は、年、月、日、曜日、時刻、時、分、秒などのカテゴリであり、ピボットテーブルで分析可能な項目をさらに増加させることになり、様々な時間帯ごとに授業をより詳細に分析することができる。さらに分析の時間帯を秒単位や分単位のように細分化することにより、異常な閲覧行動を行う履修者を容易に見出すことができると考えられる。

2. 関連研究

授業中に履修者の行動を把握することは教師にとって極めて重要なことであり、全体的に状況を把握することに加えて、個々の履修者の状況も把握する必要がある。現在では LMS や電子ブックシステムに搭載された様々な学習管理機能を授業分析や学習分析に活用することができる。これらのシステムに特徴的なことは、コンピュータを活用して、教材閲覧履歴の分析や、小テスト結果の分析など、自動的な授業分析や学習分析を行うための機能を搭載していることにある。

最近では授業中の履修者の行動を自動的に把握しようとする研究が盛んに行われている。例えば Chen はビデオ会議システムで教室内の発言者などを調べる研究を行っている[5]。Raca はビデオで授業中の学生の顔の動きを撮影して画像分析を行い、授業の集中度を調べる研究を行った[6]。授業中に教師が学生に対して質問を投げかけ、その場でクリッカーを使って回答させ、学生の注意を引き付けることも行われている。Robbins はクリッカーを使うことで回答から学生の行動を分析する試みを行った[7]。Moodle にはクリッカーと統合するプラグインが用意されており、アンケートを用意して授業中に履修者の回答を集めることが可能になっており、これも履修者の授業中の行動を調べることにも活用できる。

また蓄積した学習履歴を分析し、学習者の行動をグラフで可視化しようとする研究もある。例えばデジタル教科書配信システムの BookLooper は、利用者の閲覧回数、閲覧時間などを記録できる機能を備えた電子ブックシステムであり、学習分析に必要なデータを収集することができる[8]。Kiyota らは BookLooper のログデータを解析する研究を行っており、授業前、授業中、授業後まで継続して学生の行動を分析する試みを行い、授業前の予習回数と期末試験との間に相関分析があることを報告している[9]。

Moodle に蓄積されるイベントログは、テキスト形式の時系列データとして表示されるだけであり、履修者の状態を把握するには不十分である。そのため、Dierenfeld はエク

セルのピボットテーブルを活用した分析方法を提案している[10]。また Konstantinidis は Moodle のイベントログの閲覧履歴を分析するエクセルマクロを提案している[11]。さらに GISMO は Moodle のイベントログの不十分な点を補うためのプラグインシステムとして開発され、多くの Moodle ユーザに活用されている[12, 13]。Moodle に組み込むと Moodle のコース管理者は誰でも使うことができる。学生による教材別のアクセス数や、リソース別のアクセス数、フォーラムのアクセス数、小テストの結果など分析することができる。分析の結果は日付による時系列クロスセクション表とグラフで可視化されるので、履修者の状態を全体的な視点や個人別の視点、教材別の視点などから把握できる。Google アナリティクスはウェブサイトのアクセス履歴の分析サービスを提供しており、様々な視点からサイトのリアルタイム分析が可能である。分析結果をグラフで可視化し、Moodle のアクセス履歴の分析に活用することもできる[14]。

Romero[15]や Baker[16]が報告しているように EDM の研究についての幅広い調査研究がいくつも行われており、Moodle のイベントログについての調査報告もある。また Govaerts らは様々なラーニングダッシュボードと呼ばれるシステムを調査し、授業改善の支援や履修者の状態を把握する試みに活用されていることを報告している[17]。

3. データ統合

3.1 Moodle コースログ

Moodle のコースログは次の 9 項目に分かれている。(1) "Time" は利用者が行った行動の日時を示す。(2) "User full name" は行動を行った利用者の名前を示す。(3) "Affected user" は行動に影響を与えたものがあるときその名前を示す。(4) "Event context" はアクセスしたコンテンツを示す。(5) "Component" は使われた Moodle のモジュールの名前を示す。(6) "Event name" は利用者が行った行動の内容を示す。(7) "Description" はコンテンツへのアクセス手段の説明を示す。(8) "Origin" はどこを經由してアクセスしたかを示す。(9) "IP address" は利用者のアクセスしてきた IP アドレスを示す。表 1 に Moodle のオリジナルのイベントログを示す。これら 9 項目に対して、以下で述べるピボットテーブルを活用すれば、いろいろな試行錯誤を繰り返しながら分析することができる。また本稿においては教室で実施するブレンド型授業が対象であり、履修者が、いつ、どの教材を閲覧したかを時系列に分析するため、主に Time, User full name, Event context などのデータを活用した。

3.2 クロスセクション分析と時系列分析の統合

クロスセクション分析は、ある一定の時点における複数項目について集めたデータに対して、度数クロス表を作成

して分析する手法であり、経済や社会の様々な現象を分析するために以前から活用されてきた。クロスセクションアナリシスの典型的な例では、時系列的な要素は年、月、日、曜日あるいは一定の年代など、大まかな時間間隔で使われることが多い。また時系列分析は為替や株式などのグラフに代表されるように、極めて短時間に発生する大量のデータを効率よく分析し、グラフを作成して可視化するために広く活用されている。

多数の履修者が出席する対面式ブレンド型授業において、Moodle 上の教材を閲覧させたりクイズを実施したりすると、履修者の数だけ時系列データが生成される。このように発生する時系列データを効率よく処理し、全体的視点や部分的視点を切り替えながら、多様な観点から分析できるようにするために、また分析目的に応じて手軽にデータを整理するために、時系列クロスセクション表を活用できる。以前からクロスセクション分析で使われていた表を基に、分単位や秒単位の時系列データをクロス表で扱えるようにし、リアルタイム処理に近づけたのが時系列クロスセクション表であり、本稿においてはエクセルマクロを開発することにより自動生成を可能にした。

3.3 時系列処理とピボットテーブル

Excel にはピボットテーブル機能が備わっており、主に複数の離散データの出現頻度を集計し、度数分布クロス表を作成するために使われる。クロス表からはエクセルのグラフ作成機能によって、目的に応じた様々なグラフを作成することができる。さらにエクセルに備わっているマクロ機能を使えば、手作業で行ったクロス表やグラフの作成など、一連の処理を自動化したシステムの構築が可能である。本稿では時系列クロスセクション表を様々な視点から操作するためにピボットテーブルを活用している。

またピボットテーブルは離散データの集計には適しているが、時刻データのような連続データの集計には不都合である。Moodle のコースログログでは、Time データは時系列データとして記録されており、これ以外はすべて離散データである(表 1)。そのため以下で述べるように時刻データを適切な間隔で離散化を行うことにより、ピボットテーブルで Time データを離散データとして扱い、時系列クロスセクション表を生成し、様々な分析を行うことが可能になる。

4. 時刻データの離散化

Moodle のイベントログの形式を見ると、Time データは「19/06/17, 13:23:54」のように、教材を閲覧した年月日と時刻が一体になった形式のデータとして蓄積されている。Moodle のバージョン 2.6.8 以降では、これらの Time データは連続形式であるが、エクセル形式でダウンロードすると文字列である。このままの形式でピボットテーブルを使っ

て分析しようとする、ピボットテーブルでは連続データを扱いにくく、本稿の目的である時系列クロスセクション表を生成するためには、極めて不都合なものになる。

そのため教材閲覧履歴の分析結果を見やすく可視化するためには、オリジナルの Moodle の時刻データを加工し、一定の時間間隔で離散化する工夫をした。本稿ではオリジナルの Moodle の時刻データに対して、日付や時刻を扱う関数や文字列処理関数を活用することにより、年、月、日、曜日、時間、分、秒、時刻などのように、時間を表すカテゴリを生成することにより、ピボットテーブルによるクロス集計を可能にした。クロス集計は扱うデータの種別が多くなるとより複雑でかつ詳細な集計が可能になる傾向があり、Moodle の学習履歴を多面的に分析できる可能性が高まる。

例えば履修者全体や個別の履修者、あるいは教材全体や個別の教材などに対して、年月日や時刻などのカテゴリを使い、それぞれ組み合わせてクロス集計することが可能になる。さらには特定の日の特定の時間帯の集計などのように、様々な絞り込みの集計も可能になる。また Moodle の画面の表示言語が英語、日本語、中国語、フランス語、ドイツ語など複数あるため、それぞれの言語に対応した文字列処理が必要になる。ここでは英語を基本として述べているが、日本語でも考え方は同じである。

(1) 年・月・日を単位にした集計

Moodle のイベントログを数年にわたり蓄積した場合には、西暦を利用して年別に集計することができる。「19/06/17, 13:23:54」は英語表示のデータであり、このデータから「2017」または下二桁の「17」のように西暦を意味する部分を抽出する。

月別にデータを集計するときには、月を表すデータを抽出する。「19/06/17, 13:23:54」から月を意味する部分の「06/17」や「06/2017」または「06」を抽出する。ワークシートのソートの状況によっては「2017/06」の形式のほうが適していることもある。

授業を実施した日のように、日付を特定して分析したいときに、日を表すデータを抽出する。「19/06/17, 13:23:54」から日付を意味する部分の「19/06」を抽出する。日本語では「06/19」とするか、先頭に西暦を加えて「2017/06/19」と加工する。

(2) 時・分・秒・時刻を単位にした集計

授業中などの特定の時間を指定したいときに使用する。時間を抽出するときは、「19/06/17, 13:23:54」から時間を意味する部分「13」を抽出し、「hh:00」の形式に編集する。分を抽出するときは1分間隔を基本とし、授業内の小テストの時間など、さらに分単位で詳しくクロス集計ときに使用する。

「19/06/17, 13:23:54」から分を意味する部分「13:23」を抽出する。この場合は秒の部分の切り捨てて生成する。

1分毎のほかに、必要に応じて30秒毎、2分毎、3分毎、15分毎、30分毎などのインターバルで抽出する。時刻の抽出は、分単位の表示よりさらに詳しく見たいときに使用するもので、「19/06/17, 13:23:54」から時刻を意味する部分「13:23:54」を抽出する。教師の指示からどの程度遅れているかを表示するなど活用することができる。

表1はもともとのMoodleのコースログをエクセル形式でダウンロードしたものであり、表2に上述した処理を行った後のMoodleのコースログを示す。

表2は主に授業時間を含めた全体的な観点から観察するために活用している。B列には”Year”，C列には”Date”，D列には”Month”，E列には”Time”，F列には”Hour”，G列には”Minute”というように、開発したマクロを使ってそれぞれの時間カテゴリを生成した。また列先頭のラベルはピボットテーブルでは見出しになるもので必ず適切な名前前で作成する必要がある。元々のMoodleコースログではK列の後ろに、O列:Event name, P列:Description, Q列:Origin, R列:IP addressと続いているが、紙幅の都合で省略した。表2のほかに授業時間内の教材閲覧履歴だけを抽出するための処理も行っているが別稿で述べたのでここでは省略する。

5. 実験

ここでは実際の授業で収集したMoodleのコースログの分析例を示す。Moodleからエクセル形式のファイルをダウンロードし、上述したマクロによりデータ統合処理を行い、TSCSクロスセクション表を自動生成した後で、ピボットテーブルを操作し、教材閲覧履歴の分析を行う試みを行った。

表3は「社会データ分析入門」という対面式の授業において、2017年6月28日の授業で収集したコースログを、授業終了後に分析したものである。授業の内容はエクセルを使いながら学ぶ統計学の基礎である。授業は毎週水曜日の13:00から14:30まで、90分の授業を15回行う計画である。当日の出席者は54人であった。A列には日付のデータに加えて、教師と学生が当日中に閲覧した教材ファイルのすべてを表示している。B列以降は15分毎および30分毎

の教材毎の閲覧回数を示している。表3には10:00から18:30までのデータを表示しており、これ以外の時間帯に教材閲覧は全く行われなかったことが示されている。

*1の部分は当日に行った小テストの範囲に該当する教材であり、前回の授業および当日の授業で学習済みの部分である。*5の部分には小テストの見出しと閲覧回数(978)が示されている。*1の部分では10:30と12:45の時間帯などにも閲覧回数が表示されているが、これは授業や小テストのための準備と思われる。*2の部分は当日に使った教材のファイル名と閲覧回数を示し、主に13:00から13:45の授業の時間帯に閲覧回数の値が大きくなっている。13:45分ごろから「File:11.5 共分散と相関係数」や「File:11.6 共分散の求め方」を実施したので、*2の部分の13:45のところに閲覧回数(41, 44)が表れている。これらの教材を開いたあと、ワークシートに練習用のデータを入力し、共分散の求め方のしくみを学習した。

図1は当日の授業時間内で使った教材と小テストの閲覧回数について、分単位で表示したものである。当日の授業の前半に小テストの範囲に該当する解説が完了したため、14:20から5分間の小テストを実施した。図1の折れ線グラフ(左目盛)は教材の閲覧回数を示しており、棒グラフは小テストの閲覧回数を示している。小テストは5肢択一式で5問実施した。14:20には閲覧回数が多くなっており、小テストに取り組んでいることが分かる。

表5は「ソフトウェア演習」という授業においてJune 19, 2017に収集したコースログを分析したものの一部である。授業の内容は主にHTMLとCSSによるウェブページ制作の基礎である。表5は個別の履修者の教材閲覧の例を示したもので、”au172002”は筆者の閲覧履歴であり、教卓のパソコンで解説を行いながら履修者に教材を開くように指示をしたため、授業で開いた教材の傾向がみられる。履修者の”Students06”は、13:45に最初のデータが表示されているが、原因は遅刻であった。”Students07”は小テストにも回答しており、小テスト以外の教材の閲覧状況は”Students06”とは大きく異なり、どちらかといえば筆者に近い状態と言えよう。

表1 オリジナルのMoodleコースログ

Table 1 Original Moodle course log before preprocessing

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Time	User full name	Affected user	Event context	Component	Event name	Description	Origin	IP address	
2	28/06/17, 18:55:45		-	Course: 社会デ	System	Course viewe	The user with	web	183.74.204.240	
3	28/06/17, 18:10:46		-	Course: 社会デ	Logs	Log report vie	The user with	web	192.168.130.253	
4	28/06/17, 18:10:39		-	Course: 社会デ	Logs	Log report vie	The user with	web	192.168.130.253	
5	28/06/17, 18:09:53		-	Course: 社会デ	Logs	Log report vie	The user with	web	192.168.130.253	
6	28/06/17, 18:09:41		-	Course: 社会デ	Logs	Log report vie	The user with	web	192.168.130.253	
7	28/06/17, 18:09:22		-	Course: 社会デ	Logs	Log report vie	The user with	web	192.168.130.253	

表 2 データ統合後の Moodle コースログの例

Table 2 Moodle course log after preprocessing (Columns O to R was omitted)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Date/Time	Year	Date	Month	Time	Hour	Minute	30Seconds	30Minutes	15Minutes	User full name	Affected user	Event context	Component
2	28/06/17, 18:55:45	2017	17/06/28	2017/06	18:55:45	18:00	18:55	18:55:30	18:30	18:45		-	Course: 社会データ	System
3	28/06/17, 14:29:51	2017	17/06/28	2017/06	14:29:51	14:00	14:29	14:29:30	14:00	14:15		-	Course: 社会データ	Quiz
4	28/06/17, 14:29:46	2017	17/06/28	2017/06	14:29:46	14:00	14:29	14:29:30	14:00	14:15		-	Course: 社会データ	System
5	28/06/17, 14:28:30	2017	17/06/28	2017/06	14:28:30	14:00	14:28	14:28:30	14:00	14:15		-	Course: 社会データ	System
6	28/06/17, 14:28:03	2017	17/06/28	2017/06	14:28:03	14:00	14:28	14:28:00	14:00	14:15		-	File: 11.1 相関	File
7	28/06/17, 14:27:58	2017	17/06/28	2017/06	14:27:58	14:00	14:27	14:27:30	14:00	14:15		-	Quiz: 【小テスト	Quiz

表 3 15分毎と30分毎の教材閲覧の状況 (社会データ分析入門, 2017年6月28日)

Table 3 Example of course material page views every 15 minutes and 30 minutes (Introduction to Software, June 28, 2017)

	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	N	O	Q	R	T	V
1	社会データ分析入門(2017/06/28)															
2	データの個数 / User full name															
3		列ラベル														
4	行ラベル	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	18:30	総計
5	Course: 社会データ分析入門NA	1	3	1				9	67	35	11	1	9	291	1	429
6	File: 10.1 統計的独立と関連			4				1	3	11	1	4		3	14	41
7	File: 10.2 ファイ係数 (2x2表)	エントリページ		3		2		3	11	4	4				18	45
8	File: 10.3 kxm表における連関係数			3	*1			3	7	2					11	26
9	File: 10.4 期待度数を求める			2		2		1	1	7	3	1	1	1	11	30
10	File: 10.5 カイ二乗値を求める			1		1		3	67	1	2	2	1	10	88	
11	File: 10.6 クラメールの連関係数			1		1		2	18	34	3	1		7	67	
12	File: 11.1 相関係数							1	2		51			1	55	
13	File: 11.2 因果関係	*2						1	3		43				47	
14	File: 11.3 散布図							1	2		52	1			56	
15	File: 11.4 散布図の作成方法							1	2		17	23			43	
16	File: 11.5 共分散と相関係数							1	1		5	41	1		49	
17	File: 11.6 共分散の求め方							1	1		5	44	5	1	57	
18	File: 11.7 相関係数の特徴と解釈							1	1		5	1	3		11	
19	File: 11.8 相関係数の求め方							1	1		4	1	3	1	11	
20	File: 11.9 いろいろな相関係数							1	1		4	1	1		8	
21	File: 3.6 統計と変数									1					1	
22	File: 6.5 相対度数・累積度数・累積相対度数				1										1	
23	File: 7.1 データの散らばりと平均の意味								1						1	
24	File: 7.2 偏差・分散・標準偏差の定義								1	2		5	5		13	
25	File: 7.3 手作業による求め方									1		4	1		6	
26	File: 7.4 関数を使った求め方									1		3	6		10	
27	File: 7.5 結果の視覚化	*3								1			1		2	
28	File: 8.1 正規分布								8						8	
29	File: 8.2 正規分布のグラフ作成								19						19	
30	File: 8.4 偏差値を求める										1				1	
31	File: 9.1 クロス集計とクロス表の名称							1	3	1	1				6	
32	File: 9.2 集計データの準備と単純集計							1		1					2	
33	File: 9.3 ピボットテーブルの作成							2	1	1					4	
34	File: 9.4 百分率クロス表						1		2	4	2				9	
35	File: 9.5 論文・報告書への記載									1					1	
36	File: Excel 関数名の変更							1							1	
37	File: 演習 03 人口と平均寿命								1						1	
38	File: 演習課題 05				2				1					2	5	
39	File: 演習課題 06				2										2	
40	File: 演習課題 07									2					2	
41	File: 演習課題 08	*4						1							1	
42	File: 演習課題 09							2	1						3	
43	File: 演習課題 10				1		1	3	11	3	30			2	51	
44	File: 演習課題 11							1	1		1		2		5	
45	File: 演習課題 4													1	1	
46	File: 表10.7 アンケート調査結果				1				1	3					5	
47	Quiz: 【小テスト】第01章 Excel入門								1					3	4	
48	Quiz: 【小テスト】第02章 表計算の方法								1					6	7	
49	Quiz: 【小テスト】第03章 社会調査と統計学								2					3	5	
50	Quiz: 【小テスト】第04章 確率と確率分布													2	2	
51	Quiz: 【小テスト】第05章 乱数とさいころのシミュレーション													5	5	
52	Quiz: 【小テスト】第06章 度数分布表とヒストグラム													5	5	
53	Quiz: 【小テスト】第07章 偏差・分散・標準偏差							3						3	6	
54	Quiz: 【小テスト】第08章 正規分布・条件判断							1						3	4	
55	Quiz: 【小テスト】第09章 離散変数とクロス表						2	11	3					9	25	
56	Quiz: 【小テスト】第10章 関連の強さと属性相関													978	978	
57	URL: 卸売業および小売業の事業所数: 「日本統計年鑑」													1	1	
58	URL: 都道府県別人口: 「日本の統計」													2	2	
59	総計	1	17	6	6	2	18	120	223	77	236	129	45	1387	1 2268	

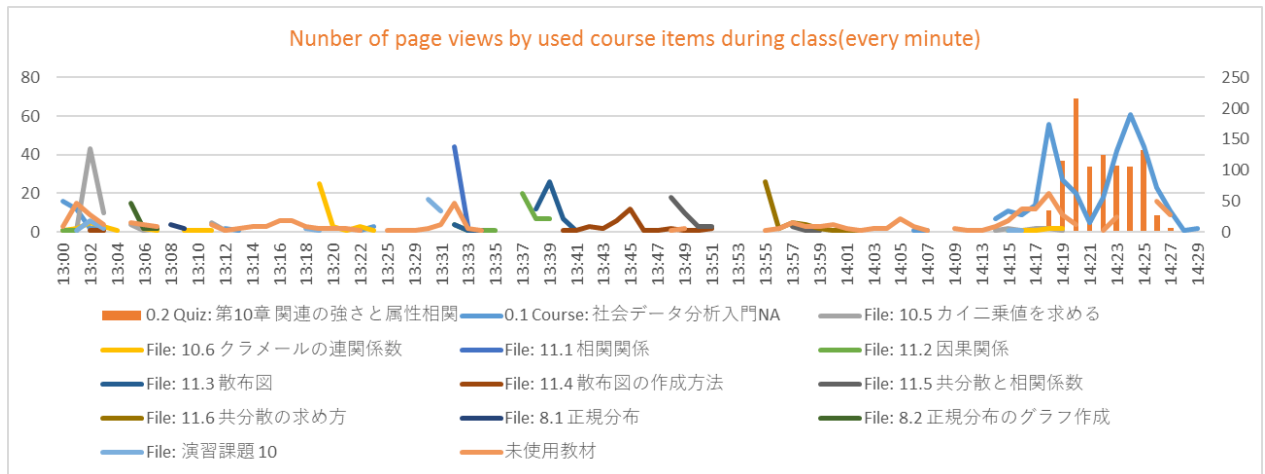


図 1 当日の授業で使用した教材の閲覧回数を示す。折れ線グラフ（左目盛）は教材の閲覧回数を示し、棒グラフ（右目盛）は小テストの閲覧回数を示す。

Figure 1 Number of page views by opened course item during class (minute-by-minute)

6. 考察

6.1 履修者の反応の可視化

教師が Moodle 上の教材を使うように履修者に指示をすれば、履修者の反応を TSCS Monitor で分析することができる。そのため本稿では筆者は学生 ID を使って Moodle にログインし、教材提示モニターに教材を表示して内容の解説を行い、履修者に対しては教材を開くように指示を行った。

従って筆者がデモを行った履歴も記録されており、教師の教材閲覧のパターンと履修者のパターンを比較することもできる。両者の比較から教師の指示から遅れて教材を開く履修者や、開かない履修者、早めに開く履修者などを目でみながら確認することができる。本稿で提案した方法では、教材の閲覧について、履修者が教師の指示に対してどのように反応しているかを時系列データで一覧することができる。

6.2 授業中の異常な閲覧行動の発見

TSCS テーブルには、Moodle 上の履修者の教材の閲覧行動がすべて記録されている。そのため授業中に全く教材を開かない場合や、教材を開く回数が極めて少ない場合などを容易に発見できる。また同じ教材を短時間に高頻度で開く場合も同様に発見することができる。さらに表 5 では教師の指示から遅れて教材を開く履修者を容易に見出すこともできる。筆者は授業のなかでこのような異常な閲覧行動を行わないように履修者に注意を促している。

6.3 同僚教師の意見

同じ職場の同僚教師 2 名に TSCS クロスセクション表について意見を求めたところ、次のような意見が得られた。閲覧回数に加えて閲覧時間の分析も必要と思われるが、教材を見ている時間の測定が難しい。学生は優秀な学生がどうしているかを見たがるので、TSCS クロスセクション表

を学生に公開すると効果があると思われる。公開することにより、授業に参加することに対して緊張感を持たせることができる。閲覧回数の少ない部分や逆に閲覧回数が多い部分など、教材の重要な部分や分かり切っている部分などを見出して、より充実した教材へ改善することができる。授業中に教材を提示するときに、履修者の反応を確認しながら、適切な時間をおいて教材を開くようになる。閲覧回数が極端に少ない履修者を特定できるので、必要な対応ができる可能性がある。

7. おわりに

本稿では pivot table と時系列クロスセクション表を自動生成するエクセルマクロを開発することにより、履修者の教材閲覧行動を時系列に分析することを可能にした。実験結果では、提案した方法が全体的視点や部分的視点を切り替えて分析することが可能であり、多様な視点からの分析が可能になったことを示した。加えて履修者全体と個別の履修者、教材全体と個別の教材などの閲覧結果を分析し、閲覧状況を一覧することができる。開発したエクセルマクロは、教師が自らの授業の進め方をふり返り、授業分析のために活用することが可能であり、自ら授業改善を行う示唆を得るために活用することができる。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 15k00498 の助成を受けたものです。

Table 4 教材毎の閲覧回数を表示 (社会データ分析, 2017/06/29)

Table 4 Display of page views per course items (minute-by-minute)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1	社会データ分析(2017/06/28)																											
2		列ラベル																										
3	行ラベル	13:00	13:01	13:02	13:03	13:04	13:05	13:06	13:07	13:08	13:09	13:10	13:11	13:12		13:19	13:20	13:21	13:22	13:24	13:25	13:26	13:29	13:30	13:31	13:32	13:33	
4	0.1 Course: 社会データ分析入門NA	16	12	2	2		3												1	3		8			1			
5	0.2 Quiz: 第10章 関連の強さと属性相関																											
6	File: 10.5 カイニ乗値を求める	1	1	43	10		4	1	2					5	1													
7	File: 10.6 クラメールの連関係数	1	2	5	3	1		2	1		1	1	1					25	3	1	3	1		2				
8	File: 11.1 相関関係	1			1																			1		44	3	
9	File: 11.2 因果関係	1	1		1																					4	1	
10	File: 11.3 散布図		1		1																					4	1	
11	File: 11.4 散布図の作成方法			1	1																					4		
12	File: 11.5 共分散と相関係数				1																					4		
13	File: 11.6 共分散の求め方				1																					4		
14	File: 8.1 正規分布						2			4	2															4		
15	File: 8.2 正規分布のグラフ作成						15	2	2																	4		
16	File: 演習課題 10		1	6	2							1														17	11	
17	未使用教材	3	15	9	4		5	4	3		1		4	1				2	2	2	1		1	1	2	4	15	2
18	総計	23	33	66	27	1	29	9	8	4	4	2	10	5		28	6	3	5	4	1	10	1	22	16	79	7	

Table 5 履修者別の授業中の教材閲覧の表示 (教師と履修者, ソフトウェア演習, 2017/06/19)

Table 5 Example of opening course items by individuals in class (Teacher and Students, Introduction to software, June 19, 2017)

	A	B	C	D	E	G	H	I	J	L	M	N	O	Q
1														
2	ソフトウェア演習(2017/06/19)													
3	データの個数 / Event context	列ラベル												
4		12:00	13:00	14:00	総計									
5	行ラベル	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	
6	au172002	2	10	1	2	1	1							17
7	Course: Introduction to software	1	3											4
8	File: 8.1 画像表示サイズの調整		2											2
9	File: 8.2 画像表示位置 (1) タグ属性		2											2
10	File: 8.3 画像表示位置 (2) ウェブページ内							1						1
11	File: 8.4 画像表示位置 (3) divとtext-align							1						1
12	File: ウェブページと期末レポート提出について						1							1
13	File: サンプル文章 (知床世界自然遺産)							1						1
14	File: 演習課題 8									1				1
15	Quiz: 【小テスト】第6章 リンク		1								1			1
16	URL: 履修者のウェブページ						2					1		3
17	Student01	18	2									5		25
18	Student02	9	4	1	1	2								17
19	Student03	14	4	1	2	1	1							23
20	Student04	1	47	7	2	2	1					1		61
21	Student05	17	7	2	1	2	2							31
22	Student06						3	3						6
23	Course: Introduction to software								1					1
24	File: 5.4 画像とキャプション										1			1
25	File: 8.2 画像表示位置 (1) タグ属性							1						1
26	File: 8.3 画像表示位置 (2) ウェブページ内							1						1
27	File: 8.4 画像表示位置 (3) divとtext-align										2			2
28	Student07	1	15	6	3	3	3	1	1					30
29	Course: Introduction to software	1	3	2										6
30	File: 8.1 画像表示サイズの調整		1											1
31	File: 8.2 画像表示位置 (1) タグ属性		1											1
32	File: 8.3 画像表示位置 (2) ウェブページ内							1	1					2
33	File: 8.4 画像表示位置 (3) divとtext-align							1	1	1				3
34	File: ウェブページと期末レポート提出について						1							1
35	File: サンプル文章 (知床世界自然遺産)							1						1
36	File: 演習課題 8									1				2
37	Quiz: 【小テスト】第6章 リンク		12									1		12
38	URL: 履修者のウェブページ						1							1
39	Student08	2	20	4	1	1	1							29
40	Student09	11	8	2	1	1								23

参考文献

[1] Romero, C. Ventura, S. Data mining in education. WIREs Data Mining Knowl Dis-cov 2013, vol. 3, p.12-27. doi: 10.1002/widm.1075.
 [2] Moodle, 2017. <https://moodle.org/>
 [3] Verbert, K. Govaerts, S. and Duval, E. et al. Learning dashboards: an overview and future research opportunities. Personal and Ubiquitous Computing 2013, vol. 18, no.6, p.1499-1514.
 [4] Dobashi, K. Development and Trial of Excel Macros for Time Series Cross Section Monitoring of Student Engagement: Analyzing Students' Page Views of Course Materials. Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Proceedings of the

20th International Conference KES-2016, York, UK, 5-7 September 2016. Procedia Computer Science. 96, Elsevier 2016; p. 1086-1095.
 [5] Chen, M. Visualizing the pulse of a classroom. Proceedings of the Eleventh ACM International Conference on Multimedia. Berkeley, CA, USA, November 2-8, 2003; 555-561.
 [6] Raca, M., Kidzinski, L., Dillenbourg, P. Translating head motion into attention-towards processing of student's body-language. Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining. 2015.
 [7] Robbins, S. Beyond clickers: Using ClassQue for multidimensional electronic classroom interaction. In Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education 2011; 661-666.

- [8] BookLooper, <http://www.kccs.co.jp/ict/cloud-booklooper/>
- [9] Kiyota, M., Mouri, K., Uosaki, N., Ogata, H. AETEL. Supporting Seamless Learning and Learning Log Recording with e-Book System. In: Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education. India: Asia-Pacific Society for Computers in Education 2016, p. 380-385.
- [10] Dierenfeld, H. and Merceron, A. Learning Analytics with Excel Pivot Tables. In Proceedings of the 1st Moodle Research Conference (MRC2012). 2012, p. 115-121.
- [11] Konstantinidis, A. Grafton, C. Using Excel Macros to Analyse Moodle Logs. In: 2nd Moodle Research Conference (MRC2013). 4th and 5th October, Sousse, Tunisia 2013, p. 33-39.
- [12] Mazza, R., Milani, C. Gismo. a graphical interactive student monitoring tool for course management systems. International Conference on Technology Enhanced Learning. Milan, Jan. 2004, p. 1-8.
- [13] Mazza, R., Botturi, L. Monitoring an online course with the GISMO tool: A case study. Journal of Interactive Learning Research 2007, vol. 18, no. 2, p. 251-265.
- [14] GOOGLE ANALYTICS, 2017. <http://www.google.com/analytics/>
- [15] Romero, C. Ventura, S. Educational Data Mining: A Review of the State-of-the-Art. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews).2010, vol. 40, no. 6, p. 601-618.
- [16] BAKER, R., YACEF, K. The State of Educational Data mining in 2009: A Review Future Visions. Journal of Educational Data Mining. Fall.2009, vol. 11, no. 1, p. 3-16.
- [17] Govaerts, S., Verbert, K., Duval, E. and Pardo, A. The student activity meter for awareness and self-reflection. CHI EA '12 CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Austin, Texas, USA May 05 - 10, 2012; p. 869-884. <http://dx.doi.org/10.1145/2212776.2212860>