

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：33901

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11588

研究課題名（和文）LMSを活用した学習分析と授業実践を支援するためのプロセスマイニングの研究

研究課題名（英文）Learning analytics using LMS and research on process mining to support class practice

研究代表者

土橋 喜（Dobashi, Konomu）

愛知大学・現代中国学部・教授

研究者番号：00301622

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では教育と学習のデータ分析を行うために、学習管理システムのMoodleを活用して学習ログを収集蓄積した。開発したシステムは時系列クロスセクションの概念に基づき、エクセルのピボットテーブルとグラフを活用しており、教材クリック回数について時系列の数値でリアルタイムに学習者ごとに再現する。

またクラスタヒートマップでは、教材クリック数と小テスト得点がともに低い学習パターンを繰り返す学習者が、学習につまずいている傾向があることが明らかになった。加えて教材クリックの同期率の分析では、教師の指示から遅れて教材を開く学習者を区別することが可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教師の授業改善のための課題発見の支援と、学習者の授業集中度を高めるための学習分析を統合するシステム開発を目標とすることに、本研究の学術的独自性と創造性があると考えます。また分析方法の開発においては、教師が自ら行った授業の時間的な流れに沿っており、教師が自らの授業の進め方を振り返りながら授業分析に活用することが可能である。また分析結果を学習者と共有して指導に役立てるなど、自ら授業改善を行うための示唆が得られることに重要な意義があると考えます。

研究成果の概要（英文）：In this study, learning logs collected using Moodle learning management system were used to conduct education and learning analytics. Based on the concept of time-series cross-section, the developed system utilizes Excel pivot tables and graphs and reproduces the number of clicks for each learner in real-time with time-series numerical values for clicks on teaching materials.

The clustering heat map revealed that learners who repeated learning patterns with low numbers of material clicks and quiz scores tended to be unsuccessful in learning. Furthermore, an analysis of the sync ratio of clicks on the teaching materials made it possible to distinguish learners who opened the teaching materials later than the teacher instructed.

研究分野：教育工学

キーワード：学習分析 学習ログ 時系列クロスセクション クラスタヒートマップ 学習管理システム 同期率  
リアルタイム プロセスマイニング

## 1. 研究開始当初の背景

筆者が取り組んできた教育データマイニングや学習分析に関する研究は、人工知能分野におけるデータマイニングの研究が基礎になっており、教師と学習者にとって教育の質の向上に役立つ何らかの知見を発見することが目的である。Moodleなどの学習管理システム(LMS)では、教材などの利用状況を記録しており、教師や学習者だけでなく教育行政に関わる人々やシステム開発者などにとっても、価値ある情報を見出す可能性が高い。

現在多くの大学等で活用されているLMSは、様々なデバイスで様々な場所から容易にアクセスできる。そのため履修者の学習状態を記録した学習ログは、新型コロナウイルス感染症の流行による遠隔授業の実施の影響もあり、益々大規模に増加した。これらの学習ログには授業内容と学習者の学習行動について、相互作用を行った結果が大量に記録されている。このようなデータから授業の質の向上と改善に役立つ知見を見出し、授業における様々な課題解決を支援するための教育と学習の分析が重要になっている。

教師は授業を行う場合に教育の質を高めるために、学習者の個別の取り組み状況をリアルタイムに把握しながら進めなければならない。しかしながら数十人を集めて行う授業では、学習者の個別の状態を正確に把握することは、経験豊富な教師にとっても困難が伴う。このようなことから次世代LMSの機能として、リアルタイムによる学習ログの分析を行い、学習者の状態をタイムリーに報告する教育と学習ための分析機能が期待されるようになった。

教室の授業だけでなく在宅の遠隔授業においても、教師がリアルタイムで学習者の取り組み状況を把握できれば、指示をより徹底し、説明方法を工夫するなどの対応を行い、学習者の授業への積極的参加を促すことができると考える。また授業終了後の分析では、教師と学習者の双方が学習ログを自由に振り返ることができる機能が次世代LMSに必要である。

## 2. 研究の目的

近年のLMSや電子ブックシステムなどにおいて記録できる学習ログには、システムの操作履歴、教材の閲覧履歴、学習者の氏名、IPアドレス、アクセス時刻、小テスト得点など様々な形式がある。このような学習ログの記録は、学習者の行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り、授業中の学習ログの収集に適している。また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、学習ログの収集と蓄積ができる。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いる。

さらに教師が何らかの指示を学習者に与えていれば、指示に対する学習者の反応を記録し分析できる。これらは教師自らが自分の指示や教え方の欠点を見出す問題解決の示唆を得ることを可能にし、今後の重要な研究課題であると考えられた。

加えて今後のLMSでは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。そのため、(1)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、(2)授業で使う教材の改善につながるデータの分析機能、(3)授業の進め方や時間配分などを改善するために活用できるデータの提示機能などの開発が研究目的であった。

このように教師の授業改善のための課題発見の支援と、学習者の授業集中度を高めるための学習分析を統合するシステム開発を目標とすることに、本研究の学術的独自性と創造性があると考えられる。また分析方法の開発においては、教師が自ら行った授業の時間的な流れに沿っており、教師が自らの授業の進め方を振り返りながら授業分析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ことが必要である。

すでにいくつかの研究ではLMSを使った教材の閲覧回数や閲覧時間について、小テストの得点と正の相関関係があることが示されていた。筆者は授業評価と直接関係する授業中の教材閲覧のプロセスマイニングの研究を行っており、授業中の教材閲覧プロセスをモニタリングして適切に教材を閲覧させることにより、教材の通読率を引き上げ、授業の理解度と授業集中度を高めるシステム開発を目標にして研究を行った。

## 3. 研究の方法

### 3.1 デジタル教材の活用と Moodle による学習ログの収集

学習者の学習行動を分析するために、筆者が所属する大学において50~60人程度の学習者をパソコン教室に集めて行う正規の授業を対象にして研究を行った。授業内容を解説するMoodle上のコース教材を使いながら、パソコン実習室で対面型の授業を行い、学習ログを分析する実験を行った。

教室や自宅から閲覧できるオンライン教材を使って学習ログを収集するため、Moodle のトピックモードを使い教材を準備した。授業で使う教材の章・節・小項目に該当する見出しをトピックモードで入力し、紙の冊子体教科書の目次に当たる部分のリンクを作成し、pdf ファイルのデジタル教材をアップロードした。2020 年には新型コロナウイルス感染症の流行があり、筆者もオンライン遠隔授業へ対応するため教材の手直しが必要になった。

授業中は Moodle 上の教材を学習者にできるだけ閲覧させるようにしながら授業を行えば、Moodle の機能により学習ログの収集と蓄積が自動的に行われた。あるいは課題提出などのように、何らかの形で教師が学習者に Moodle 上の教材を閲覧するように指示を与え、それをパソコンなどから学習者が閲覧すれば、同じように学習ログの収集が自動的に行われた。

### 3.2 学習ログの分析手法の改善

時系列クロスセクションを柔軟に表示するために、学習ログのタイムスタンプを複数の時間単位で分割を行い、フレキシブルな複数タイムラインの表示を可能にした。例えば日、時、30 分、15 分、5 分、3 分、1 分のような時間を表すデータを学習ログのタイムスタンプから抽出した。これらの時間データをピボットテーブル上で複数組み合わせることにより、様々なクロス集計と絞り込み表示により、学習者の学習行動について時間に基づく観察を可能にする手法を開発した。新型コロナの影響によるオンライン授業のとき、Moodle 上のデジタル教材については手直しが必要であったが、開発した学習ログの分析機能は問題なく活用することが可能であった。

### 3.3 リアルタイム処理の開発

授業中に学習者の学習ログを分析するために、ウェブスクレイピングの技術を活用して、Moodle の学習ログのダウンロードを自動化するリアルタイム処理を開発した。これにより教師は授業中にシステムを起動するだけで、時系列クロスセクションとグラフによる分析結果を観察することが可能になった。リアルタイム処理の開発は、授業中の教材閲覧の同期率を表示するシステムに発展させた。

### 3.4 学習パターンによるクラスタヒートマップ

授業中の学習者の授業への集中度を可視化するための手法として、クラスタヒートマップの生成を行った。クラスタヒートマップを生成するために、教材クリック数と小テスト得点を収集し、学習パターンの分類を行った。これらのデータから平均点や偏差を求め、週ごとに 4 つのグループに分類することにより、学習行動の分類を行い、授業につまずいている学習者を早期に見出す手法の開発を目指した。

## 4. 研究成果

### 4.1 複数タイムライン

学習ログを収集する場合の授業形態は様々であるが、特に授業時間内では多数の学習者が複数の教材を選択して閲覧することから、多数の時系列データが同時に発生する。これらの時系列データを効率よく集計して表示するためには、二次元の度数クロス表を作成し、時刻の表示に年、月、日、時、分、秒など、時間を表現するカテゴリデータを適切に使えば、多数の学習者の教材閲覧行動を効率よく時系列の表形式にして可視化することができることが明らかになった（図 1）。

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Q	R	S	T								
1	Date	17/04/11																							
2																									
3	Sum of User full name / User full na	Column label																							
4		13:00												14:00		15:00		23:00		Total					
5		13:00	13:15	13:30	13:45																				
6	Row label	13:14																							
7	Course: China data analysis	148	34	2	13:45	13:46	13:49	13:50	13:52	13:53	13:54	13:55	13:57	1	1	3	2	193							
8	File: 1.01 Starting and closing Excel		67	2														1	71						
9	File: 1.02 Loading and saving files		1	42	2														1	52					
10	File: 1.03 Screen and function		1	2		1	36	1	1	1	1												2	1	47
11	File: 1.04 Data input		1	1												23	9	1	7	1	43				
12	File: 1.05 Worksheet		1																	39	1	41			
13	File: 1.06 Correcting and erasing data		1																	33	1	35			
14	File: 1.07 Copy and Paste																		31	1	33				
15	File: 1.08 Discontinuous data																		1	2	4				
16	File: 1.09 Auto fill and continuous data																		2	3					
17	File: 1.10 Create graph																				1	1			
18	File: Exercise 1																		1	1	2				
19	File: Exercise13																				1	1			
20	URL: China Statistical Yearbook																				1	1			
21	Total	148	108	52	2	1	39	1	3	2	24	9	5	115	15	3	527								

図 1 複数のタイムラインを表示した教材の時系列クロスセクションの例

生成した時系列クロスセクション表では、複数のインターバルにおいて学習者の教材閲覧のプロセスが数値で再現できるようになった。システムは VBA (Visual Basic Application) を活用して開発を行い、生成された時系列クロスセクション表は、複数のタイムラインを備えており、

複数のデータをクロス集計して観察することが可能である。時間の経過とともに学習者の教材閲覧プロセスが数値とグラフで把握できるようになり、授業中に教師の指示に従って教材を開く学習者の反応が可視化できるようになった。

本研究のように集計する項目が多数あるときは、複数の項目を選択してクロス集計する場合に、ピボットテーブルを有効に活用できる。ピボットテーブルには生成後のテーブルを操作するために、分析する項目の列と行を入れ替えた分析や、特定のデータの絞り込みを行うフィルタなど様々な機能が備わっている。これらの機能はテーブル生成後の分析に活用することができるため、情報処理やデータ分析の基礎的な知識を持つユーザであれば、全体的な視点や個別の視点からの分析が簡単に行えるようになる。

#### 4.2 ウェブスクレイピングとリアルタイム処理

Moodle の学習ログは時系列データであるので、上記の時間表示を取り入れた前処理を行い、ウェブスクレイピングによるリアルタイムシステムを作成して実際の授業で試用した。筆者が担当する 50 人前後の学習者の授業では、処理時間が 40 秒程度必要であったが、授業時間内に複数回実行することができた。また自動生成した時系列クロスセクション表では、教師の指示による学習者の教材閲覧行動がリアルタイムで可視化できるようになり、教材を開かない場合や、遅れて教材を開いた場合などを識別することができる。これらのことから教材を開いていない学習者がいる場合の対応など、授業の進め方と学習者への対応を工夫し、今後の授業改善に役立つ知見を得ることができる。また教材ごとに関連状況にばらつきがあることも把握できることから、教材開発や授業運営に活用できるものと期待される。また授業中の学習者の教材閲覧や小テストなどの学習行動の分析は、授業評価に直接影響を与えるため極めて重要である。

#### 4.3 授業への取り組みとクラスターヒートマップ

インタラクティブなデータマイニングにより授業への取り組み状況を可視化するためのクラスターヒートマップを生成する試みを行った。教材のクリックストリームと小テストの得点データから偏差を求めて、学習者を以下の 4 つのグループに区分する散布図とヒートマップを作成した (図 2)。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Student	Chap1	Chap2	Chap3	Chap4	Chap5	Chap6	Chap7	Chap8	Chap9	Chap10	Chap11	Chap12	Total	Final	G1	G2	G3	G4	Abse	Abso	Click	Total	Final	
Student29	G1	G1Ab	G1	G1Ab	G1Ab	G1Ab	G1Ab	G1	G1Ab	G1Ab	G1Ab	G1	G1Ab	G1Ab	14	0	0	0	0	10	1019	116	30	
Student56	G1	G3	G4	G1	G1	G4	G1	G1	G4	G1	G1	G1	G1	G1Ab	G1Ab	10	0	1	3	0	2	930	82	23
Student12	G1	G3	G1	G1	G4	G1	G1Ab	G1	G2	G2	G3	G1	G1	G1	9	2	2	1	0	1	693	98	27	
Student54	G1	G1	G2	G2	G1	G1	G1	G4	G2	G2	G4	G1	G1	G1	8	4	0	2	0	0	612	98	26	
Student52	G4	G1	G4Ab	G1Ab	G1	G1	G1	G4	G4	G4Ab	G1	G1	G1	G1Ab	8	0	0	5	1	4	974	68	19	
Student40	G1	G4	G4	G1	G1	G4	G1	G3	G1	G1	G1	G4	G4	G1	G1	8	0	1	5	0	0	810	80	22
Student48	G1	G4	G4	G1	G1	G1Ab	G1Ab	G1	G1	G1	G1	G4	G4	G1	G4	7	0	0	6	1	2	709	74	15
Student26	G4	G2	G3	G4	G1	G1	G3	G1	G1	G1	G3	G2	G1	G1	7	2	3	2	0	0	632	80	22	
Student20	G2	G3	G1	G1	G2	G1	G2	G4	G1	G2	G4	G2	G1	G1	6	5	1	2	0	0	567	84	23	
Student10	G3	G1	G4	G1	G4	G1	G1	G3	G3	G2	G3	G3	G1	G1	6	1	5	2	0	0	515	76	21	
Student54	G1	G4	G1	G1	G4	G1	G1	G4	G4	G1	G4	G3	G1	G4	5	0	1	6	2	0	628	66	17	
Student25	G2	G1	G2	G3	G1	G1	G4	G4	G1	G3	G2	G4	G1	G4	5	3	2	4	0	0	575	84	16	
Student58	G1	G4	G2	G2	G4	G1	G3	G1	G3	G2	G4	G4	G1	G1	5	3	2	4	0	0	594	78	22	
Student28	G2	G4	G1	G4	G1	G1	G3	G3	G1	G2	G3Ab	G4	G1	G1	5	2	3	3	1	1	544	80	-	
Student24	G3	G1	G3	G3	G1	G1	G1	G1	G3	G3	G2	G3	G2	G3	5	2	7	0	0	0	477	80	18	
Student51	G4	G4Ab	G1	G4	G4	G4	G3	G4	G3	G1	G1	G4	G1	G4	4	0	2	8	0	1	585	70	16	
Student19	G3	G1	G2	G2	G1	G2	G3	G3	G1	G1	G1	G2	G2	G2	4	5	3	0	2	0	493	66	20	
Student49	G1	G1	G2	G4	G1	G2	G1	G3	G3	G2	G3	G2	G2	G2	4	5	3	1	1	0	424	80	23	
Student06	G1	G4	G3	G2	G2	G4Ab	G3	G1	G2	G4	G3	G1	G1	G1	4	3	3	3	1	1	577	70	23	
Student22	G3Ab	G1	G2	G1	G1	G3	G4	G3	G1	G1	G3	G1	G3	G3	4	1	6	1	2	1	411	58	13	
Student45	G4	G1	G1	G1	G1	G1	G4	G2	G2	G4	G1	G4	G4	G4	3	2	0	7	2	0	508	64	16	
Student30	G1	G4	G4	G3	G3	G3	G4	G4	G4	G1	G1	G4	G4	G4	3	0	2	7	2	0	569	56	15	
Student55	G2	G1	G2	G1	G1	G4	G3	G2	G2	G3	G3	G1	G2	G3Ab	3	5	4	1	1	1	477	76	8	
Student37	G3	G1	G2	G3	G3	G4	G2	G1	G3	G4	G4	G2	G2	G2	2	5	4	3	0	0	498	74	21	
Student53	G3	G4	G4	G1	G4Ab	G3	G2	G1	G3	G2	G4	G2	G2	G3	2	4	4	4	0	1	481	72	17	
Student53	G2	G4	G4	G3	G1	G1	G3	G1	G2	G4	G4	G3	G3	G3	2	2	4	5	1	0	487	64	11	
Student09	G2	G3	G4	G1	G3	G1	G3	G2	G2	G3	G3	G2	G2	G2	2	6	5	1	0	0	434	76	19	
Student13	G3	G2	G1	G4	G2	G1	G3	G3	G3	G1	G3	G2	G2	G2	2	4	6	1	1	0	408	66	21	
Student15	G3	G4	G3	G4	G1	G2	G3	G3	G2	G1	G3	G3	G2	G2	2	2	6	2	2	0	481	58	12	
Student23	G3	G1	G2	G2	G3	G3	G3	G1	G2	G3	G2	G3	G2	G3	2	5	7	0	0	0	464	70	11	
Student02	G2	G4Ab	G4Ab	G4	G4	G4	G1Ab	G4	G4	G1Ab	G4	G4Ab	G4Ab	1	1	0	7	5	5	828	40	13		
Student50	G4	G4	G3	G2	G1	G2Ab	G1	G2	G2	G3	G2	G2	G2	G2	1	7	2	2	2	1	444	70	25	
Student04	G4Ab	G3	G4Ab	G3	G1	G4	G4Ab	G4	G4	G4	G4Ab	G4Ab	G4	G4	1	0	2	10	1	5	659	36	16	
Student05	G2	G1	G3	G2	G2	G2	G2	G1	G3	G2	G3	G2	G3	G2	1	7	3	3	0	0	444	64	21	
Student21	G2	G3	G1	G2	G2	G3	G2	G4	G2	G4	G3	G4	G2	G2	1	7	3	3	0	0	463	78	20	
Student09	G1	G3	G2	G2	G2	G2	G3	G4	G3	G4	G4	G4	G4	G4	1	3	3	6	1	0	508	58	18	
Student32	G1	G4	G2	G1	G2	G2	G3	G2	G3	G2	G3	G2	G3	G2	1	5	4	1	3	0	444	62	20	
Student31	G3	G4	G1	G3	G1	G3	G3	G3	G2	G3	G2	G3	G3	G3	1	1	5	1	6	0	236	32	-	
Student35	G2	G4	G3	G1	G3	G3	G2	G1	G2	G3	G2	G3	G2	G3	1	5	5	1	2	0	376	56	20	
Student43	G3	G3	G2	G1	G1	G4	G4	G2	G3	G2	G3	G3	G3	G2	1	4	5	2	2	0	474	58	21	
Student17	G3	G4	G2	G1	G3	G4	G1	G3	G3	G3	G3	G3	G3	G3	1	1	6	2	4	0	308	40	16	
Student46	G2	G1	G3	G3	G3	G3	G4	G2	G3	G3	G3	G3	G2	G3	1	3	7	1	2	0	379	58	23	
Student18	G3	G4	G3	G3	G2	G4	G1	G3	G2	G3	G3	G3	G3	G3	1	3	7	2	1	0	394	58	19	
Student47	G3	G3	G2	G3	G3	G1	G4	G3	G3	G3	G3	G4	G4	G4	1	1	8	4	0	0	544	54	14	
Student01	G3	G4	G3	G4	G4	G4	G4	G4	0	0	2	11	1	0	649	44	15							
Student44	G3	G3	G3	G3	G3	0	1	4	0	9	0	200	18	18										
Student14	G2	G2	G4	G3	G3	G2	G1	G2	G2	G3	G3	G2	G2	G2	0	7	4	1	2	0	333	70	19	
Student42	G2	G2	G3	G2	G2	G2	G4	G3	G2	G3	G3	G2	G2	G2	0	9	4	1	0	0	445	78	22	
Student27	G4Ab	G3	G4	G3	G3	G3	G3	G3	0	0	4	2	8	2	274	22	-							
Student16	G3	G4	G1	G2	G2	G3	G3	G3	G2	G3	G2	G3	G2	G3	0	4	5	1	4	0	326	50	20	
Student11	G3	G4	G3	G2	G2	G3	G3	G3	G2	G2	G2	G2	G2	G3	0	6	6	1	1	0	319	68	18	
Student08	G3	G3	G3	G2	G3	G3	G3	G3	G4	G3	G3	G3	G3	G3	0	1	8	1	4	0	276	48	-	
Student41	G4	G4	G3	G2	G3	G3	G3	G3	0	1	9	2	2	0	369	44	17							
Student03	G3	G3	G3	G3	G4	G3	G4	G3	G4	G3	G2	G3	G3	G3	0	1	9	3	1	0	412	50	18	
Student07	G3Ab	G3	G3	G4	G2	G3	G3	G3	G3	G3	G2	G3	G3	G3	0	2	11	1	0	1	385	52	18	

図 2 教材クリック数と小テストによるクラスターヒートマップ例 (右側のデータはパターンの出現頻度、教材クリック数、小テスト合計、期末テスト得点のデータを示す。空白は欠席、2022 年秋学期、中国データ分析、出席者 55 人)

その結果、(1)クリックストリームの値が高く得点も高いグループ(Q1)、(2)クリックストリームの値は低いが得点が高いグループ(Q2)、(3)クリックストリームの値が低く得点も低いグル

ープ(Q3)、(4)クリックストリームの値は高いが得点が低いグループ(Q4)に分けることができる。平均点と偏差を用いて散布図の基礎になるデータ作成しているため、授業回数の増加に伴い多くの学習者はクリックストリームと小テスト得点によって4つのグループを移動するが、一部の学習者は一定のグループに留まる傾向も見られた(図3)。

これらのグループのうちグループ3の下位部分への該当回数が多い履修者には、学習につまずいている履修者が含まれていると思われた。本研究では小テストを13回実施した結果を集計してヒートマップを作成し、学習につまずいている学習者を発見できる可能性があることを示した。またこれらの分析結果は学習者への指導に役立てることが可能である。

また開発したシステムを授業中に試用して学習者に分析結果を公開し、授業評価アンケートによって学習者に与える効果を調べた。その結果、教材閲覧のクリックストリームの分析結果を公開するのが良いと思う学習者は、それによってより授業に集中するようになると感じる傾向があることが明らかになった。

#### 4.4 教材閲覧の同期率と閲覧行動の分析

本研究では多数の学習者を対象にして、Moodle 学習管理システム(LMS)とオンライン教材を使った授業において、教材閲覧における同期率を分析する方法を提案し、教育工学や人間工学的側面から分析結果を考察し、教師と学習者のインタラクションの改善について論じた。学習者の反応は、教師の指示だけでなく、コンテンツの品質、教材の提示方法、モニター画面の性能など様々な影響も同時に受けている。

そのため提案する手法ではLMSに蓄積された教材クリックストリームに限定して分析を行い、時系列クロスセクション分析を適用することにより同期率を求めた。時系列クロスセクションに基づき、授業中の教材閲覧の同期率をグラフと表で表示した(図3)。また同期率は学習者別の時系列クロスセクションに基づいていることから、同期した学習者や、遅れて教材を開く学習者について観察することができる。



図3 教材クリックの時系列クロスセクションと同期率を示すグラフの例(1分間隔、2021/11/2、中国データ分析、出席者49人)

2020年には新型コロナウイルス感染症の流行があり、筆者もオンライン遠隔授業への対応が必要になった。Moodle上のデジタル教材については手直しが必要であったが、開発した学習ログの分析機能は問題なく活用することが可能であった。デジタル教材の開発には膨大な時間が必要であり、現在も追加的に教材の手直しを行っている。本研究では教材作成については触れていないが、pdf形式のファイルで作成した教材であれば問題はない。またパソコン教室以外では、タブレット端末やスマホなどで閲覧できる教材を用意すれば、本研究で開発した手法を活用することができる。

本研究では教育と学習のデータ分析を行うために、学習管理システムのMoodleを活用して学習ログを収集蓄積した。開発したシステムは時系列クロスセクションの概念に基づき、エクセルのピボットテーブルとグラフを活用しており、教材クリック回数について時系列の数値でリアルタイムに学習者ごとに再現する。またクラスヒートマップでは、教材クリック数と小テスト得点がともに低い学習パターンを繰り返す学習者が、学習につまずいている傾向があることが明らかになった。加えて教材クリックの同期率の分析では、教師の指示から遅れて教材を開く学習者を区別することが可能になった。今後はシステムの自動化率を高め、リアルタイム処理を高速化することが課題である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Konomu Dobashi	4. 巻 2021
2. 論文標題 Real-Time Web Scraping for Analyzing Moodle Course Material Clickstream	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 19th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ITHET50392.2021.9759582	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 土橋 喜	4. 巻 2022(31)
2. 論文標題 教材クリックストリームにおける同期率と閲覧行動の分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Konomu Dobashi	4. 巻 2020
2. 論文標題 Development of Real-Time Learning Analytics Using Scraping and Pivot Tables	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Human Factors and Systems Interaction	6. 最初と最後の頁 311 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-51369-6_42	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 土橋 喜	4. 巻 2020
2. 論文標題 エンゲージメントヒートマップ-Moodleログのデータマイニングによる学習傾向の可視化-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報教育シンポジウム SSS2020	6. 最初と最後の頁 23-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 DOBASHI Konomu, HO Curtis P., FULFORD Catherine P, Lin Meng-Fen Grace	4. 巻 2019
2. 論文標題 A Heat Map Generation to Visualize Engagement in Classes Using Moodle Learning Logs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 4th International Conference on Information Technology (InCIT)	6. 最初と最後の頁 138-143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/INCIT.2019.8912068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 土橋 喜	4. 巻 2020-HCI-186(12)
2. 論文標題 授業への取り組みを可視化するためのインタラクティブマイニングとヒートマップ生成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Konomu Dobashi	4. 巻 787
2. 論文標題 Interactive Mining for Learning Analytics by Automated Generation of Pivot Table	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 In Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 66-77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-94229-2_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Konomu Dobashi	4. 巻 59
2. 論文標題 Development of a Method to Visualize the Approximate Synchronization Ratio of a Teaching Material Clickstream in Class	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Training, Education, and Learning Sciences. AHFE (2022) International Conference	6. 最初と最後の頁 109-115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.54941/ahfe1002390	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 土橋 喜
2. 発表標題 教材閲覧と小テストから履修者の授業への取り組みを可視化するヒートマップの作成
3. 学会等名 教育システム情報学会 第44回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Konomu Dobashi
2. 発表標題 Semi-automatic generation of pivot tables to visualize Moodle course material page views during blended learning lessons
3. 学会等名 MoodleMoot Philippines 2018, April 26 - 27, 2018, Manila, Philippines. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Konomu Dobashi
2. 発表標題 Analysis and Visualization of Moodle Learning Log by Automatic Generation of a Time-series Cross-section Table
3. 学会等名 The 4th International Conference on Fuzzy Systems and Data Mining (FSDM 2018), Nov.16-19, Bangkok, Thailand, FSDM 2018 Abstract Proceedings. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Konomu Dobashi
2. 発表標題 An Interactive Mining for Early Detection of Students with Learning Difficulties Using Moodle's Clickstream
3. 学会等名 The IAFOR International Conference on Education - Hawaii(IICEHawaii2019) 3rd to 5th January 2019 Honolulu, USA. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Konomu Dobashi
2. 発表標題 A Real-Time System for Analyzing Course Material Clickstreams during Class for Moodle Users
3. 学会等名 23rd International Conference, AIED 2022, Durham, UK (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	森野 誠之  (Morino Seiji)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
米国	University of Hawaii at Manoa, LTEC		