

Web 教材コンテンツ有効利用に向けた 学習履歴情報を用いたコンテンツの評価

池田瑞穂^{†1}

Web 教材コンテンツをより有効に利用できるようにするため、授業を進めていく中でリアルタイムに学習履歴情報などのデータ収集し、分析、および、可視化を行うシステムを構築してきた。本研究では、このシステムをコンピュータ演習に関する授業「コンピュータ実践 (Web コンピューティング)」にて活用した事例を紹介する。

Web Contents Rating using Learning Log Information for effective using of Web based Teaching Materials

MIZUHO IKEDA^{†1}

In order to be able to use web based teaching materials more effectively in the class, the information system which analyzes and visualizes the learning log information in the real time has been built. An example which used this system effectively in the computer exercise class “Web computing” is introduced.

1. はじめに

近年、教育現場において LMS が急速に普及してきている。特に e-learning システムのサイトデザインやコンテンツにおいては、大学と企業との共同開発や教育現場で独自のシステム開発されたものなど、理系や文系学部に関わらず多くの学部、学科に対して提供されてきている。本学においても 2010 年度秋学期より全学的に LMS が導入され運用されている。

2004 年度より本学の共通教育センターにおいてさまざまな授業において専用の Web 教材サイトを構築し、授業のレジュメを公開し利用してきた。特に Web 技術やコンピュータ言語に関する演習科目においては Web 技術を用いて授業用テキストを作成し授業で利用してきた。そして、インストラクショナルデザイン[1] に基づき教材コンテンツや授業の構成の改良を行ってきた。しかし、依然として履修生の学習理解度の差は大きく、理解度の向上は教員や学生補佐 (以後 SA と略す) の指導のスキルに依存する割合が高い状況である。また、Web 教材コンテンツにおいても課題を丁寧に分かり易く説明したものを提示し製作物を作成することができても、応用問題を解くことが難しい履修生も少なくない状況である。

e-learning における教育効果や活用方法について多くの研究が行われている[2,3]。また、学習履歴情報については収集機能の開発や再利用に関する研究も多く行われている[4,5,6]。授業において利用するブレンド型 e-learning システム

ムとして高いパフォーマンスを得ることのできる Web 教材コンテンツを実現するため、コンテンツ評価モデルが必要と考えられる。そこで、学習履歴情報を自動で収集する機能を Web 教材システムに実装し、実際の授業に適用し Web 教材コンテンツの評価を行った。この Web 教材システムでは、学生の受講状況、および、学生の理解度を把握可能な機能を備えている。教材コンテンツの Web ページから新しいページを開く必要のないワンクリックで様々なデータの表示や授業進捗が入力可能なユーザインタフェースを実現している。また、履修生がより効果的に知識を習得するために、現在の教材の学習履歴情報である Web 教材コンテンツのアクセスログを分析し、講義資料として利用するだけでなく、講義後の復習や自習も可能な、自分の学習進度に合わせて Web 教材コンテンツを参照できる機能を実現した。さらに、他の履修者の学習進度や質問を共有できる仕組みを提供した[7]。

本稿では、コンピュータ言語を用いてデータベースにアクセスを行う演習を授業内容とする科目『コンピュータ実践 (Web コンピューティング)』における Web 教材コンテンツ評価について述べる。

2. システム環境と Web 教材コンテンツの設計

2.1 システム環境

『コンピュータ実践 (Web コンピューティング)』は、インターネットを利用したビジネスモデルを実現する Web コンピューティングに関する基礎技術やアプリケーションの動作の仕組みを学習する科目である。まず講義を行い、

^{†1} 関西学院大学
Kwansei Gakuin University

次に具体的な例題を用いたコンピュータ実習を実施する授業方法であり、製作した課題プログラムを評価対象とする。PHP (pear ライブラリ利用) とデータベース MySQL を用いた簡単な EC サイトなどの設計・開発を行うことによりクラウド・コンピューティングの本質を学習させる。定員は 30 名であり、講師 1 名と SA1 名体制で授業を行っている。理工学部を除く全学対象、すなわち文科系の学生を対象とした科目であり、履修学年の制限がない選択科目である。履修生の殆どがデータベースや、クライアント・サーバ等ネットワークの基礎知識を持たず、コンピュータ言語の学習経験も数名程度しかいない。

本システムは、大学が運用している学内からのみアクセス可能な『教育用ホームページサーバ』を利用し実装した。学外からはリモート PC にアクセスし利用できる。表 1 は『教育用ホームページサーバ』の環境である。コンピュータ言語 PHP (Pear ライブラリ利用) を用いてリレーショナルデータベース管理システム (RDBMS) である MySQL のデータベースにアクセスする。また、図 1 に本教材システムの利用形態を示す。実習はエディタ (Adobe® Dreamweaver® CS5) を用いてプログラムを作成し、Web ブラウザ (Windows® Internet Explorer8) で結果を確認する形態をとっている。

表 1 『教育用ホームページサーバ』の環境
 (2012 年 9 月現在)

Table 1 Environment of Home Page Server for education.
 (September, 2012)

Web サーバ	Apache/2.2.15 (Win32)
コンピュータ言語	PHP Version5.2.13
データベース	MySQL5.0.51a
データベース管理ソフトウェア	phpMyAdmin - 3.3.2

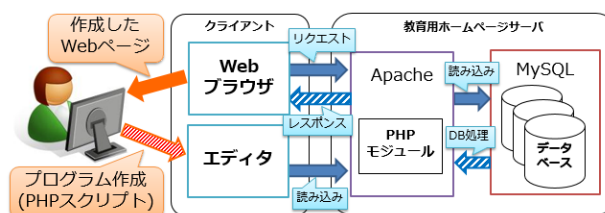


図 1 システム利用形態

Figure 1 Learning Environment

2.2 Web 教材コンテンツの設計

2.2.1 授業計画の立案と Web サイトの構成

授業計画を立案する上で、システム開発を行う際に用いられるゴール指向の手法[8]を用いて、全体および、授業毎の到達目標 (以下、ゴールと略す) の設定を行い、各ページのデザインやWeb教材コンテンツの設計を行った。授業を進めていくなかで履修生の理解力等により初期に立てた授業計画を変更する必要がでてくる。授業計画の見直しによるページの再構成に耐え得るようゴールの構造化を行った。図 2 にゴールの構造を示す。

次に、サイトデザインについて述べる。e-learning システムにおけるサイト構成は、例 1 (図 3) や例 2 (図 4) に示すように各課題が細切りに画面構成されている場合が多いため、サイト間の移動に操作負荷がかかったり、サイト内の知識は習得できても全体の理解や応用ができなかったりする状態にある。例 1 は課題単位にページが分割されページを繰る回数が多くなるタイプである。このタイプはモニタの大きさを考慮しスクロール量を抑えたコンテンツの内容量である。そのためページ数が比較的多い。図 3 は A という課題がサイト A1 から Am まで m ページ存在し、B という課題がサイト B1 から Bn まで n ページ存在する例である。さらにページが増え、メニュー数が多く、メニュー部分のスクロール操作が多く発生する。履修者が位置を見失わないような機能が別途必要となる。

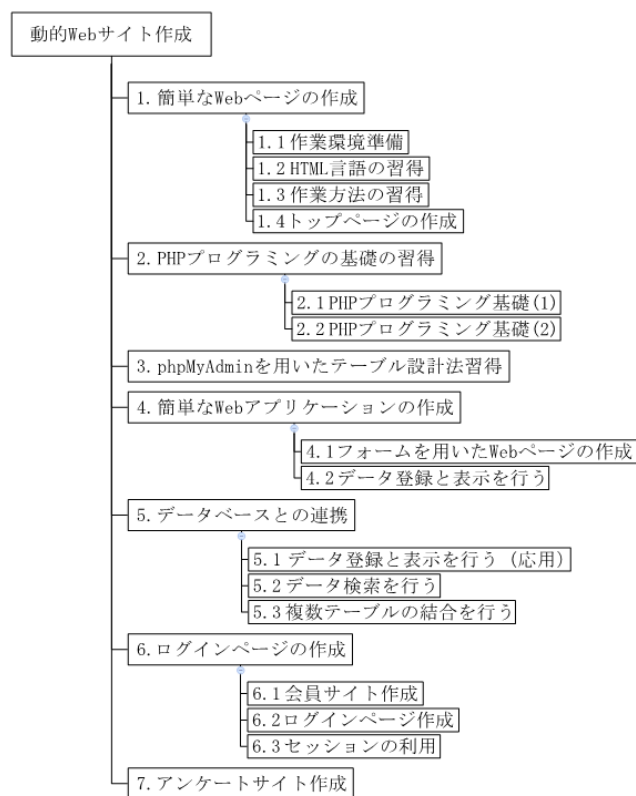


図 2 ゴールの構造

Figure 2 Structure of the Goal

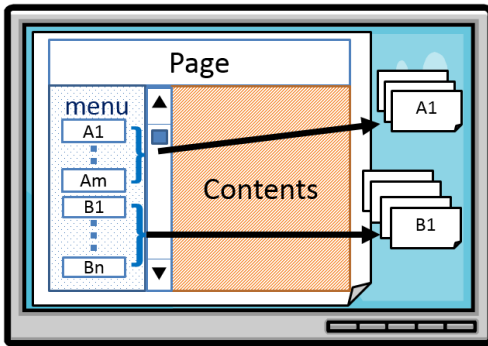


図 3 Web サイト画面構成例 1

Figure 3 Website Composition Ex.1

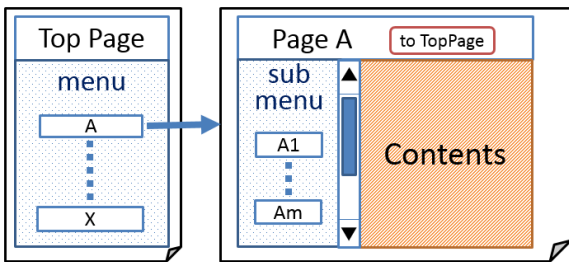


図 4 Web サイト画面構成例 2

Figure 4 Website Composition Ex.3

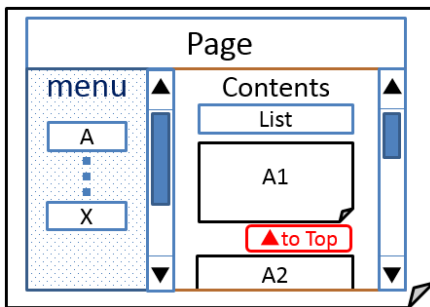


図 5 Web サイト画面構成例 3

Figure 5 Website Composition Ex.3

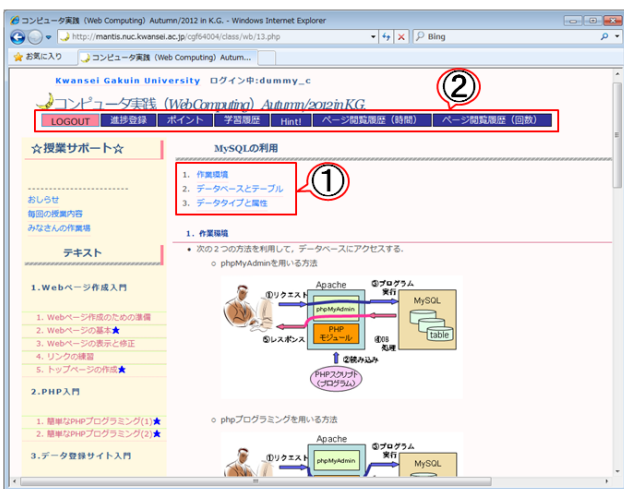


図 6 Web 教材コンテンツ

Figure 6 Web Teaching-materials Contents

図 4 に示す例 2 では例 1 で示したデザインに対して目次のページを追加したタイプである。このタイプはひとまとまりの単元が終わるたびに目次のページに戻り別の単元のページに移動する必要がある。

そこで、サイト間の移動を極力削減したサイトデザインを行い、学習目的が見失われないようにゴール構造(

図 2)よりゴール毎のサイト構成を基にコンテンツ設計・実装を行った。図 5 に示すように、図 4 の Sub menu を Contents 部分に結合する。図 6 に Web 教材コンテンツを示す。Contents の上部にはコンテンツリストを配置し、各コンテンツの最後にコンテンツトップに戻るリンクを配置している(図 6 ①)。

LMS にとってアクセスデータを収集しその分析結果が参照できる機能は必須となっている。しかし、コンテンツページ表示とは別の機能として存在しているため、Web ページ切り替えが必要であり不便である。そこで、作成した Web 教材コンテンツでは自動的にリアルタイムに各種状況を可視化し、各履修生の状況を把握できる機能を実現した。各 Web 教材コンテンツの上方部分に表示されるメニュー(図 6 ②)をクリックすると図 7 に示すようなナビゲーションウィンドウが表示される。このウィンドウは元の画面の表示範囲内でのみ表示され、その範囲内で自由に移動したり拡大縮小したりすることが可能である。また複数のナビゲーションウィンドウを同時に表示できるため相互に比較することができる。そして、教材コンテンツ画面が他の画面に遷移すると自動的に消える機能である。ナビゲーションウィンドウとして次の内容のウィンドウを用意している。

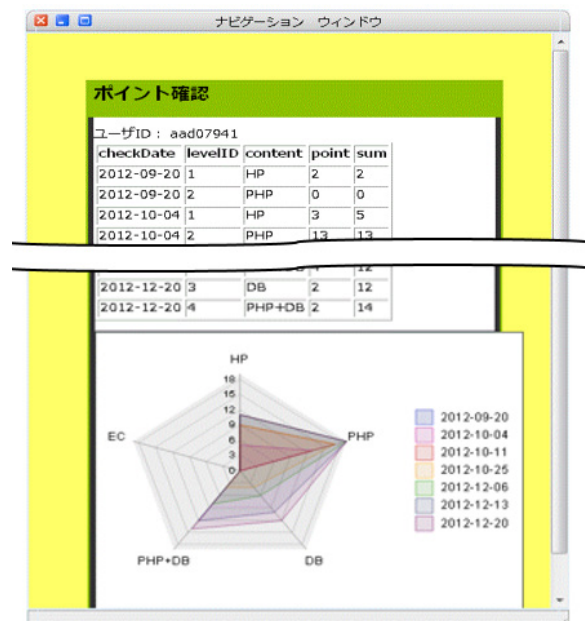


図 7 ナビゲーションウィンドウ

Figure 7 Navigation Window

- ページ閲覧履歴 (回数)
- ページ閲覧履歴 (時間)
- 進捗登録
- ポイント (図 7)
- 学習履歴
- Hint!

3. Web 教材コンテンツの学習履歴情報分析

学習履歴情報としてのアクセスデータは各 Web ページにアクセスする際に得られる。アクセスデータの中でよく利用される情報の可視化はアクセス数の時系列推移である。しかし、ページ遷移の時間データと各コンテンツの作業量の度合いを関連づけることは難しい。そのページのアクセス履歴の存在がその内容の作業を行っていることを示しているとは特定できない。本 Web 教材コンテンツはプログラム作成の科目に対応したものである。プログラム作成時には必ずプログラムの作成の誤りや欠陥などのバグが発生し、そのバグ解消にかかる時間は理解度とは別の問題である。また、教材以外の資料等を参照しながら作成している場合もあり、どのデータが異常値であるかを特定することが難しいと考えられる。そこで、Web 教材コンテンツを評価していく上で、各ページを閲覧した時間に着目し各ゴールとの関連について分析を行った。

3.1 学習履歴情報の自動収集

学習履歴情報は、授業を行いながら自動的にリアルタイムに情報収集できる。学習履歴情報から得た「アクセスした日付」、「IP アドレス」、「直前の URL」、「アクセスした URL」のデータに対して、分析対象の「ユーザ ID」と「日付」をキーにデータを抽出することが可能である。また、授業に参加した全履修生の学習履歴情報を集計することも可能である。表 2 に履修者毎に抽出された学習履歴情報を示す。各授業でのゴールとそのゴールに関係するページ番号を示している。

4. 抽出したデータ分析とコンテンツ評価

図 2 のゴール構造に基づき実施した授業回と用いたページの番号と関連ページ番号、また、ゴール毎に算出された全履修生のページ閲覧時間 (分) の履修生一人あたりのページ閲覧時間の平均時間を表 2 に示す。また、全ゴールにおいて、ゴール毎に参加した履修生の閲覧した時間の集計から平均値を出した (表 3)。表 3 より、全履修生の集計結果をグラフ化した (図 8 - 図 11)。コンテンツ評価を行う際、ゴール設定の見直しを行い、各サイトの並び替え、サイトの分割、サイト結合のいずれが必要か検証する必要がある。そのためには、サイトの閲覧時間のバラツキに着

目した。ゴールに関連しない別のページの閲覧時間が多い場合、以下のパターンが考えられる。

- ① 既に授業で行ったページの閲覧
- ② 次回以降に使用するページの閲覧
- ③ 関連ページの閲覧

図 8 は、上記①の例である。グラフ内の矩形で囲っている部分が授業ゴールに関連するページである。しかし、既に授業で行ったページ番号 22 に閲覧時間にかたよりがある。よって、ゴールを見直しページ結合の検証が必要となる。

図 9 は上記②の例である。授業ではページ番号 42 を演習する回であるが、その次の授業予定のページ番号 522 の閲覧時間も多い。ゴール設定の見直しを行い、ゴールの並び替えに伴うページの並び替えを検証する必要がある。

図 10 と図 11 は上記③の例である。ゴール 4,5,6 には関連ページが存在する (表 3)。ゴールでの作業において関連ページが占める割合を図 10、図 11 に示す。ゴール 4 においては関連ページ 43R の占める割合が極めて低いゴール 5 では授業回が 10 回の時、半数に近い割合で関連ページを閲覧している。関連ページを結合する検証が必要である。

これらの分析は授業進行中にリアルタイムに可能であり、状況に応じてサイト構成を見直すことができる。

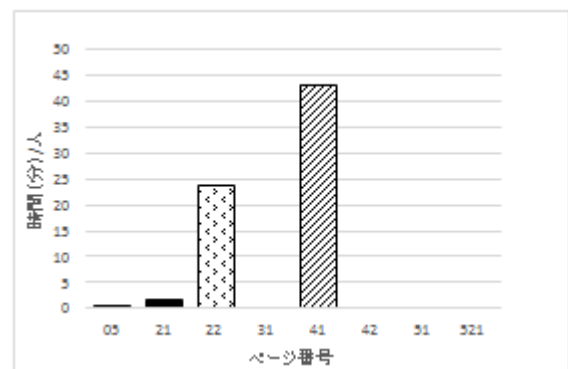


図 8 3 回目の授業でのページ閲覧時間 (全履修生合計)
 Figure 8 Page Browsing Time in Lesson No.3 (All the Students)

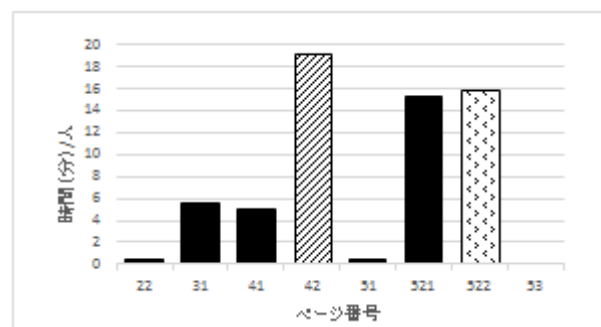


図 9 6 回目の授業でのページ閲覧時間 (全履修生合計)
 Figure 9 Page Browsing Time in Lesson No.3 (All the Students)

表 2 学習履歴情報

Table 2 Learning Log

授業回	1					2		4	3	4	5	5	6,7	8,9	5					6			
Goal	1					2		3	4			5					6						
Sub Goal	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	2.1	2.2	4.1	4.2	43R	5.1	5.1	5.2	5.3	5R	61R	62R	63R	64R	6.1	6.2	6.3	
page	01	02	03	04	05	21	22	31	41	42	51	521	522	53	5R	61R	62R	63R	64R	54	55	56	
1	1.7	12.0	0.2	0.9	29.2	17.0	59.0	14.9	65.3	87.4	10.7	0.7	47.3	122.8	35.3	0.0	29.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
2	0.0	2.6	9.1	0.0	0.0	31.7	61.2	10.0	38.9	57.0	42.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.4	11.9	0.0	0.0	4.9	25.7	46.5	2.9	68.1	11.9	2.5	0.3	6.7	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
4	0.0	10.9	0.0	0.0	28.4	1.8	75.9	29.1	107.4	82.4	1.7	2.8	20.4	25.0	18.3	0.0	64.5	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.3	0.0	0.0	12.1	12.4	16.0	26.5	59.0	58.3	0.0	0.2	40.1	71.4	82.0	0.5	0.0	0.0	0.6	0.0	15.6	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	19.6	20.3	11.9	74.2	65.5	0.3	0.6	56.5	51.1	0.0	0.0	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.2	2.5	0.0	0.0	2.5	36.6	44.9	32.6	72.2	97.9	0.2	2.2	19.6	2.4	0.0	0.0	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	4.0	11.7	0.1	0.0	0.0	14.3	55.9	9.6	114.4	4.8	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.9	26.5	2.4	2.5	22.2	8.3	1.5	19.1	55.4	80.9	66.7	1.7	32.5	56.6	0.0	0.0	11.9	12.8	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0
10	0.6	12.7	0.0	0.1	29.5	82.1	68.8	19.5	248.2	15.7	17.7	2.6	33.8	10.4	0.2	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	5.8	9.5	0.3	0.0	19.9	52.0	34.3	25.7	97.2	69.8	2.6	0.3	41.9	75.9	22.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	8.5	27.3	4.3	0.6	1.0	5.7	26.5	45.5	73.2	1.8	0.0	3.4	65.4	32.9	5.9	0.1	6.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	21.1	55.7	11.9	56.2	151.2	41.4	0.0	45.4	77.8	43.4	12.9	33.6	30.5	0.0	0.0	25.9	0.0	0.0
16	0.6	0.3	0.1	0.0	17.0	19.7	45.2	20.1	55.1	141.0	6.2	0.7	1.3	100.9	26.3	0.3	65.4	4.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
17	0.0	0.3	0.1	0.1	27.1	53.0	69.0	15.3	61.7	71.3	2.1	0.2	1.0	62.4	60.3	0.1	4.8	27.1	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0
18	0.0	6.5	0.0	1.8	30.2	30.3	7.1	22.7	120.7	86.7	0.1	8.9	71.6	20.5	0.4	0.3	9.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
19	0.4	23.7	0.3	0.1	31.7	94.4	44.5	38.3	84.7	163.0	8.2	0.1	40.0	42.4	35.1	0.0	59.6	15.0	0.4	0.0	0.8	0.0	0.0
20	2.9	12.5	0.5	0.3	24.2	58.8	71.9	13.6	164.0	129.4	0.4	0.1	75.2	23.8	109.3	0.3	9.1	70.2	21.5	0.8	20.6	0.0	0.0
21	3.8	17.6	0.0	0.8	28.3	37.3	71.8	24.0	99.0	106.5	3.3	0.5	34.3	26.6	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
22	0.8	57.5	0.2	0.0	12.5	28.2	4.2	33.6	70.4	63.2	1.2	4.2	60.6	12.3	43.5	0.3	29.7	48.6	13.4	0.1	30.3	0.0	0.0
23	0.4	4.4	0.0	0.1	17.5	40.3	113.3	11.7	22.9	49.1	21.1	3.9	16.7	32.2	42.2	0.0	81.9	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0
24	0.6	16.9	2.5	6.3	40.3	103.1	16.0	56.4	79.2	15.4	8.4	11.2	39.4	77.9	105.3	0.0	0.0	57.4	45.3	0.0	0.5	0.0	0.0
25	4.0	16.6	0.1	0.1	10.2	59.5	66.1	36.3	98.6	83.4	9.9	1.1	34.9	42.4	118.5	0.0	21.3	18.0	1.3	1.4	12.4	0.0	0.0
26	0.3	15.0	0.4	0.1	25.8	77.1	78.2	15.5	170.1	190.4	4.4	2.4	42.1	49.1	21.2	0.6	35.0	0.1	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0
27	0.0	14.9	0.0	0.0	29.7	16.9	23.3	14.7	50.8	60.7	5.8	1.2	35.6	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	4.3	2.4	0.0	0.0	19.3	55.6	64.3	19.0	78.9	133.4	0.3	0.5	47.0	46.2	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
29	0.1	0.0	0.1	0.0	22.4	34.5	38.5	11.1	42.1	42.7	13.4	0.2	22.9	25.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.1	0.1	0.2	0.6	22.7	19.5	336.3	11.5	141.6	412.9	0.4	318.1	84.6	333.2	37.7	0.0	424.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.1	0.2	0.2	0.0	0.4	1.0	41.3	11.0	116.6	73.6	2.1	0.4	64.4	54.1	21.3	0.2	15.9	93.0	0.1	0.0	33.1	0.0	0.0

表 3 授業科目：コンピュータ実践 (Web コンピューティング) のゴールとページ閲覧時間

Table 3 The Goal list of the Class :Computer Jissem(Web computing) and Page Browsing Time

授業回	ゴール	サブゴール	ページ番号	関連ページ番号	ページ閲覧時間 (分)	
						関連ページ
1	1.簡単なWebページ作成					
1		1.1作業環境準備	1		1.5	
1		1.2 HTML言語の習得	2		11.4	
1		1.3 作業方法の習得	03,04		1.3	
1		1.4トップページの作成	5		20.1	
2	2.PHPプログラミングの基礎の習得					
2		2.1 PHPプログラミング基礎(1)	21		40.6	
2		2.2 PHPプログラミング基礎(2)	22		65.9	
4	3. phpMyAdminを用いたテーブル設計法習得		31		27.6	
3,4	4. 簡単なWebアプリケーションの作成					
3		4.1 フォームを用いたWebページの作成	41	43R	105	12.3
4		4.2 データ登録と表示を行う	42	43R	124.3	
5-9	5. データベースとの連携					
5		5.1データ登録と表示を行う (応用)	51,521		74.1	74.1
6,7		5.2 データ検索を行う	522	61R	75	75
8,9		5.3 複数テーブルの結合を行う	53	62R	45	45.7
10-12	6.. ログインページの作成					
10		6.1 会員サイト作成	54	63R,64R	45	8.5
11		6.2 ログインページ作成	55			0
12		6.3 セッションの利用	56			0
13, 14	アンケートサイト作成			全ページ		

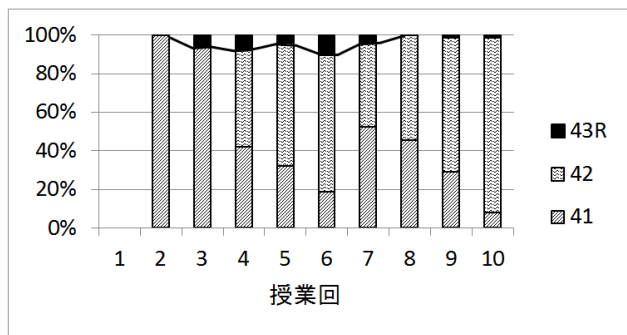


図 10 関連ページとの関係(ゴール 4)

Figure 10 Page Browsing Time per Student (Goal 4)

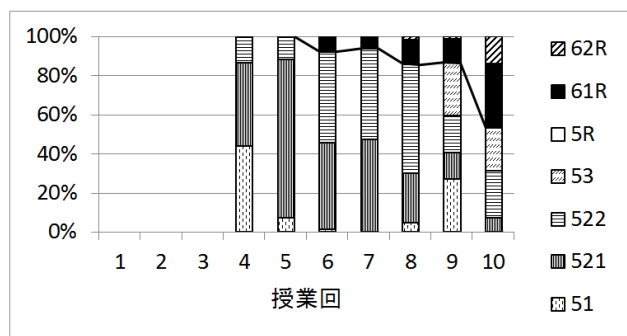


図 11 関連ページとの関係(ゴール 5)

Figure 11 The Ratio of related pages (Goal 5)

5. 今後の予定

授業におけるゴールの構造化を行い、ページ構成および、コンテンツ設計、実装を行った。また、学習履歴情報を自動的にリアルタイム収集できるように実装した。この Web 教材システムを授業にて利用し、学習履歴情報を自動収集しリアルタイムに分析することにより可能である各ゴールの再構成、コンテンツ評価の手法を実際のデータを用いて示した。

今回行ったデータ収集・分析手法を用いて、改善された Web ページの評価、分析を実施し次学期にページ改良を行いその効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) ウォルターディッ, ジェームス・O. ケアリー, ルー ケアリー, 角 行之: はじめてのインストラクショナルデザイン, ピアソンエデュケーション, 東京 (2004).
- 2) 長谷川忍, 柏原昭博, 豊田順: WWW における学習リソースのローカルインデクシング支援, IEICE, Vol. J84-D-I, No.12, pp.1648-1658(2001)
- 3) 新開純子, 宮地功: ブレンド型授業によるプログラミング教育の効果, 教育システム情報学会, Vol.28, No2, pp.151-162(2011).
- 4) 植野真臣: e ラーニングにおける所要時間データの異常値オンライン検出, IEICE, Vol. J90-D, No.1, pp.40-51(2007).
- 5) 渡邊博之, 加藤勝洋: CAI コースウェアにおける学習時間分布

の分析, IEICE, Vol.J83-D1, No.7, pp.789-796(2000).

6) 大川正人, 室田真男, 中山実, 清水康敬: Web ベース学習における学習履歴画面の時系列再現システムの開発, IEICE, Vol.J83-D1, No.6, pp.651-657(1999).

7) 池田瑞徳: Web 教材システムに基づいた教材コンテンツ評価モデルの作成と実装, 日本教育工学会研究報告集, JSET12-4, pp.49-54 (2012).

8) Darimont, R. and Lamsweerde, V. A.: Formal Refinement Patterns for Goal-Driven Requirements Elaboration ACM Symposium on the Foundations of Software Engineering (FSE4), San Francisco, pp.179-190(1996).