

学習時間に基づく思考過程を可視化する 学習システムの開発

金澤知典*, 瀬戸裕一*, 齋藤希望**, 鳥居順子*, 入野了士*

Development of A Learning System with Visualization of Thinking Process based on Learning Time

Tomonori KANAZAWA*, Yuichi SETO*, Nozomu SAITO**,
Junko TORII*, Satoshi IRINO*

Keywords: 思考過程の可視化, 学習システム, eラーニング, Moodle

序 文

インターネットに常時接続することができる情報端末は個人が容易に所有できるようになり, eラーニングによる学習が世界中で盛んに行われるようになった。eラーニングは, 学習者が時間や場所に依らず学習することができるため, 学習者個々の進捗で課題に取り組むことができるようになった¹⁻²⁾。看護教育においても, 講義と教材を組合せて, プログラム全体での学習効果をねらうブレンディッドラーニング等への活用も進んできている³⁻⁵⁾。しかし, eラーニングによる学習では, 指導者は学習者の学習状況や課題に取り組む過程を把握することができず, 適切な指導を行っていくとの報告もある⁶⁻⁷⁾。また, 本学においては, 学習者は課題解決にかかる過程の振り返りを行ったり, 指導者から課題を解決に導く考え方を指導されたりすることが困難と感じていた⁸⁾。

そこで本稿では, 学習課題に取り組む時間を思考時間として学習ログに記録し, 学習者の思考過程を可視化する学習システムの開発について述べる。

目 的

本研究は, 学習者の思考過程を可視化する学習システムを開発することが目的である。

用語の定義

思考過程の可視化: 学習者がeラーニング型の学習教材で学習する過程を, 課題の取り組み方を制御して課題解決に掛かる時間を取得・表示することで, 思考過程情報として可視化することとする。

学習ログ: 学習者が課題に取り組む際, 開始時間, 終了時間, 解答を記録したものとする。

本学習システム開発の概要

学習者の思考過程を知る方法は, 学習課題に取り組む時間に着目して可視化した(図1)。また, 学習者が学習教材により課題に取り組む過程を一方向に限定すれば, 課題解決に至る思考過程を身に付けることができると考えられた。つまり, 学習者の思考過程を可視化することにより, 学習者は自身の学習履歴を振り返ることができ, 指導者は学習者への指導や学習教材のブラッシュアップに活用できることが期待された。本学習システムでは, 学習者が課題解決に掛ける時間は学習状況を把握する重要な要素と位置付け, 学習時間を学習ログとして記録した。また, 学習者が課題解決に至る過程を身につけられるように, 設問を戻ることなく一方向に進む学習教材を作成できるようにした。

*愛媛県立医療技術大学保健科学部看護学科 **聖カタリナ大学看護学部看護学科

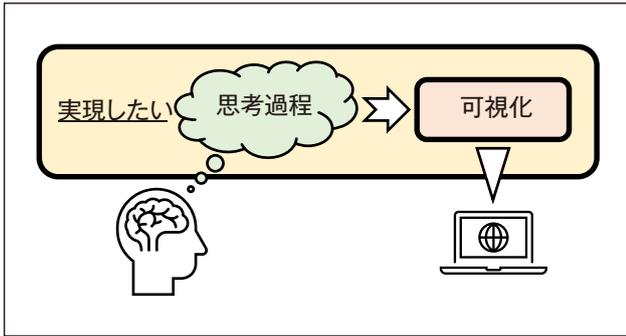


図1 学習者の思考過程の可視化

方法

1. 学習者の思考過程の可視化

学習者の思考過程の可視化は、課題ごとの解答時間と解答を記録し、学習結果として学習者と指導者の双方が参照できることとした。学習課題の学習時間と解答は、学習教材の学習ログとして思考過程の可視化を行った。学習ログによる「思考過程の可視化」の全体図を図2に示す。本学習システムでは、学習課題の開始時と終了時に日時を記録し、開始時間と終了時間の差を経過時間とした。問題形式の学習課題は、学習者の解答を日時とともに記録した。学習結果は、学習者が学習を終えた場合に表示され、指導者も同様に学習者が学習を終えた場合に表示させることができるようにした。

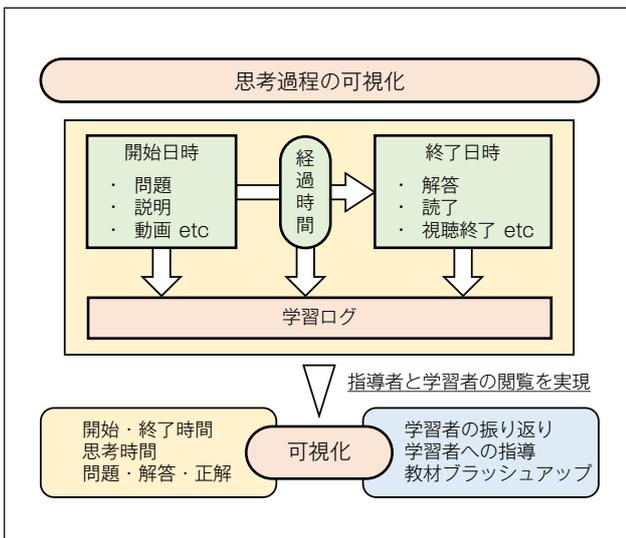


図2 学習ログによる「思考過程の可視化」の全体図

2. 学習システムの開発

1) 開発環境の構築

本学習システムの開発環境は、VPS (Virtual Private Server: 仮想専用サーバ) 上に構築した。VPSとはクラウド上に構築された仮想サーバ環境であり、物理的なハードウェアで構成されていないことからハードウェアによる制約がなく、柔軟な開発・運用環境が構築可能である。ソフトウェア構成は、OSにLinuxを利用した基本システムを構築し、学習システムはLMS (Learning Management System: 学習管理システム) を基に開発を行った。LMSは、世界中で高いシェアを持ち、オープンソースで開発が進められているMoodle⁹⁾を利用した。本学習システムの開発環境の構成を表1に示す。VPSの仕様は、本研究で利用したさくらインターネット株式会社のVPS契約時の仕様であり、ソフトウェアは開発環境を構築した際の仕様である。

表1 学習システムの開発環境における仮想ハードウェアおよびソフトウェアの構成

仮想ハードウェア構成 (VPS)	CPU メモリ ストレージ	仮想2Core 1GB SSD 100GB
ソフトウェア構成	OS ウェブサーバ データベース LMS	Ubuntu 18.04.6 LTS Apache 2.4.29 (PHP 7.2.24) MySQL 5.7.40 Moodle 3.9.4

2) 学習システムに必要な機能

本研究では、LMSとしてデファクトスタンダードのMoodleを使用した。Moodleは、学習教材の管理だけでなく教材作成や成績管理等も行うことができるため、指導者と学習者はMoodle上で学習教材の作成や学習を行うことができる。また、MoodleはGNU GPLライセンス¹⁰⁾のオープンソースソフトウェアであり、ソースコードを自由に改変することができる。Moodleのディレクトリには多くのサブディレクトリがあり、それぞれにさらにサブディレクトリとPHP (サーバサイドで動作するプログラミング言語) 等のファイルが含まれる。主なディレクトリ構成¹¹⁾を表2に示す。

表2 Moodleを構成する主なディレクトリ名とディレクトリの説明

ディレクトリ名	説明
admin	サーバー全体を管理するためのコード
auth	ユーザー認証のためのプラグインモジュール
blocks	多くのページの小さなサイドブロック用のプラグインモジュール
calendar	カレンダーを管理および表示するためのすべてのコード
course	コースを表示および管理するためのコード
files	アップロードされたファイルを表示および管理するためのコード
lang	異なる言語のテキスト, 言語ごとに1つのディレクトリ
lib	コア Moodle コードのライブラリ
login	ログインとアカウント作成を処理するコード
mod	すべての主要なMoodleコースモジュール
pix	一般的なサイトグラフィック
repository	ファイル処理システムを処理するコード
theme	サイトの外観を変更するテーマパック/スキン
user	ユーザーを表示および管理するためのコード

本学習システムは、以下の機能を有する必要がある、実装を試みた。

- a. 出題と解答ができる機能
- b. 情報を提示ができる機能
- c. 動画を視聴ができる機能
- d. 静止画像を表示できる機能
- e. 課題を一方向に進める機能

a~eの機能を満たすため、Moodleの「小テスト(以下、Quiz(Moodle標準のモジュール名))」を基に開発した。学習ログを保存するためのデータベースはMoodleで使用するMySQLを利用し、学習ログのテーブルを定義した。

結 果

1. 本学習システムについて

1) 性能評価

開発環境の性能は、ウェブサーバプログラム(Apache)によるベンチマークのスコアで評価した。ベンチマークはコンピュータの性能を測定するための指標である。ウェブサーバ上のMoodleログインページに対し、100台のクライアント端末から1000個のリクエストを同時に発出することを想定した負荷試験を行った。ベンチマークのコマンドを図3に示す。

```
$ ab -c 100 -n 1000 [MoodleログインページへのURL]
```

図3 Apacheのベンチマーク実行コマンド (MoodleログインページへのURLは省略)

ベンチマークプログラムは失敗することなく終了した。ベンチマーク結果のうち主な数値は、1秒あたりの平均処理回数は301.76回、1リクエストあたりの処理時間は3.31 msecであった。また、サーバと端末との接続に必要な時間は683msecが最大値であった。

2) データベースのテーブル定義

課題に関する情報は、データベース(MySQL)にquiz_thinkinglogsテーブルを作成して学習ログを保存した。quiz_thinkinglogsテーブルの定義を表3に示す。「問題の開始時間」と「問題の終了時間」は、学習システムで作成した学習教材の課題開始時間と終了時間を記録する項目である。また、テーブルに定義した各IDはMoodleで使用される他のテーブルを参照しており、Quizの内部処理で使用する情報である。

表3 quiz_thinkinglogsテーブルの定義 (課題の開始と終了日時を保存する)

カラム名	データ型	Null	デフォルト	備考
id	bigint		なし	データID (連番)
quiz	bigint		0	問題群のID
userid	bigint		0	ユーザID
attempt	mediumint		0	問題群の受験回数
uniqueid	bigint		0	受験ID
page	bigint		0	問題のページ番号
timestart	bigint		0	問題の開始時間
timefinish	bigint		0	問題の終了時間
timemodified	bigint		0	データの編集時間

3) 学習時の処理

Quiz開始時の処理はquiz_thinking_save_started関数として実装し、課題に関するIDや現在の時間を取得してquiz_thinkinglogsテーブルに記録した。quiz_thinking_save_started関数を図4に示す。

Quiz終了時の処理は、quiz_thinking_save_next関数として実装し、課題に関するIDや現在の時間を取得してquiz_thinkinglogsテーブルに記録した。quiz_thinking_save_next関数を図5に示す。

```

function quiz_thinking_save_started($attempt, $page) {
    global $DB;

    //現在の時間を取得
    $now = time();

    //テーブルに挿入するオブジェクトの構築
    $thinkinglog = new stdClass();
    $thinkinglog->quiz = $attempt->quiz;
    $thinkinglog->userid = $attempt->userid;
    $thinkinglog->attempt = $attempt->attempt;
    $thinkinglog->uniqueid = $attempt->uniqueid;
    $thinkinglog->page = $page;
    $thinkinglog->timestart = $now;
    $thinkinglog->timefinish = 0;
    $thinkinglog->timemodified = $now;

    //テーブル (DB) に記録
    $DB->insert_record('quiz_thinkinglogs', $thinkinglog);
}

```

図4 Quiz開始時の処理 (moodle/mod/quiz/locallib.phpから当該関数を抜粋)

```

function quiz_thinking_save_next($attempt) {
    global $DB;

    //現在の時間を取得
    $now = time();

    $conditions = [
        'quiz' => $attempt->quiz,
        'userid' => $attempt->userid,
        'attempt' => $attempt->attempt,
        'uniqueid' => $attempt->uniqueid,
        'page' => $attempt->currentpage
    ];

    //テーブルから情報を取得
    $result = $DB->get_records('quiz_thinkinglogs', $conditions);
    if (count($result) !== 1) {
        return false;
    }
    $data = current($result);

    //テーブルに挿入するオブジェクトの構築
    $thinkinglog = new stdClass();
    $thinkinglog->id = $data->id;
    $thinkinglog->quiz = $data->quiz;
    $thinkinglog->userid = $data->userid;
    $thinkinglog->attempt = $data->attempt;
    $thinkinglog->uniqueid = $data->uniqueid;
    $thinkinglog->page = $data->page;
    $thinkinglog->timestart = $data->timestart;
    $thinkinglog->timefinish = $now;
    $thinkinglog->timemodified = $now;

    //テーブルに記録
    $DB->update_record('quiz_thinkinglogs', $thinkinglog);

    return true;
}

```

図5 Quiz終了時の処理 (moodle/mod/quiz/locallib.phpから当該関数を抜粋)

思考時間は、課題の解答結果表示を行う画面で表示することとした。思考時間の結果表示は、quiz_thinking_time関数として実装し、思考時間の計算はquiz_thinkinglogsテーブルから課題の開始時間と終了時間を取得して算出した。quiz_thinking_time関数を図6に示す。

```

function quiz_thinking_time($attempt, $page) {
    global $DB;

    $conditions = [
        'quiz' => $attempt->quiz,
        'userid' => $attempt->userid,
        'attempt' => $attempt->attempt,
        'uniqueid' => $attempt->uniqueid,
        'page' => $page
    ];

    //テーブルから情報を取得
    $result = $DB->get_records('quiz_thinkinglogs', $conditions);
    if (count($result) !== 1) {
        return false;
    }

    //思考時間の算出
    $data = current($result);
    $diff = $data->timefinish-$data->timestart;

    //画面表示用の時間を計算
    $hours = floor($diff / 3600);
    $minutes = floor(( $diff / 60 ) % 60);
    $seconds = $diff % 60;

    //画面表示用の文字列を構成 (思考時間)
    $str_time = "";
    if ($hours > 0) {
        $str_time .= $hours . "時間";
    }
    if ($minutes > 0) {
        $str_time .= $minutes . "分";
    }
    if ($seconds > 0) {
        $str_time .= $seconds . "秒";
    }

    //画面表示用の文字列を構成 (開始・終了・思考時間)
    $output = "";

    //思考開始
    $output .= html_writer::start_tag('div');
    $output .= date("開始 : H時i分s秒", $data->timestart);
    $output .= html_writer::end_tag('div');

    //思考終了
    $output .= html_writer::start_tag('div');
    $output .= date("終了 : H時i分s秒", $data->timefinish);
    $output .= html_writer::end_tag('div');

    //思考時間
    $output .= html_writer::start_tag('div');
    $output .= "思考時間 : " . $str_time;
    $output .= html_writer::end_tag('div');

    return $output;
}

```

図6 思考時間表示時の処理 (moodle/mod/quiz/locallib.phpから当該関数を抜粋)

Quizの戻るボタンは当該処理を無効化し、前の設問に戻ることなく一方向に学習を進める学習教材として構成した。戻るボタンの無効化処理を図7に示す。

```
//ナビゲーションブロックの戻るボタンを非表示  
// $PAGE->blocks->add_fake_block($navbc, reset($regions));
```

図7 戻るボタンの非表示(moodle/mod/quiz/attempt.phpから当該箇所を抜粋)

2. 学習結果の表示

本学習システムによる学習教材で選択式の問題の例を図8に示す。図8では設問表示時に次のページへ進むボタンのみ表示されており、前の問題に戻るボタンが表示されおらず、学習課題を一方向に進むことができた。

学習ログの表示例を図9に示す。図9は選択式の問題による学習ログの可視化例である。問題の開始時間、終了時間、開始から終了までの経過時間および解答を指導者と学習者の双方から閲覧可能であった。

ま と め

本研究では、学習者がeラーニング学習教材で学習した時間と解答を学習ログとして記録し、学習時間に基づき学習者の思考過程を可視化する学習システムの開発を行った。学習者と指導者は、学習教材の課題終了後に学習結果として学習に掛かった時間と解答の学習ログを閲覧できるようになった。また、前の設問に戻ることなく一方向に学習課題を進めることで、課題を解決するための思考の過程を学ぶことができる学習教材の作成が可能となった。以上により、本学習システムを利用することで、学習者による学習の振り返りや、指導者による学習者への指導や学習教材のブラッシュアップに活用できることが期待される。

今後の課題

本学習システムによる学習教材を用いた評価では、各設問の解答に要した時間の中央値は、選択式では24～46秒、記述式では2分12秒～5分48秒であり、学習時間による評価が可能な課題と評価が適切ではない課題があることが示唆された¹⁹⁾。学習時間のみによる評価には限界があるため、適切に評価できる課題に焦点を絞ることや、学習時間以外の要素を取り入れることを検討する必要がある。

引用文献

- 1) 小川勤(2008):大学教育とeラーニング:「日本型eラーニング」とその行方. 大学教育, 5, 59-76.
- 2) 滝田辰夫(2002):eラーニング遠隔教育メディアの変遷と今後の課題. メディア・コミュニケーション:慶応義塾大学メディア・コミュニケーション研究所紀要, 52, 109-128.
- 3) 高橋由起子, 松田好美, 梅村俊彰(2011):試行的ブレンディッドラーニングシステムによる学習満足調査--アンケート結果からの分析. 岐阜看護研究会誌, 3, 9-16.
- 4) 吉川千鶴子, 中嶋恵美子, 須崎しのぶ他(2012):看護技術教育のブレンディッドラーニングにおけるeラーニングシステム活用に関する研究. 日本看護研究学会雑誌, 35(5), 105-115.
- 5) 瀧本茂子, 藤原光志, 塚本仁美他(2019):e-Learningと対面式授業を併用した学習効果:老年看護技術における能動的な学習を促進するための取り組み. 看護・保健科学研究誌, 19(1), 30-39.
- 6) 松田岳士, 山田政寛(2009):学習計画習慣の有無による:eラーニングにおける学習行動の相違について. 日本教育工学会論文誌, 33, 113-116.
- 7) 浅田義和(2023):医療教育分野における昨今のeラーニング動向. 安全工学, 62(2), 87-93.
- 8) 金澤知典, 入野了士, 長尾奈美他(2022):住民の生活習慣特性を活かす保健指導を育む教材の思考過程可視化技術の開発. 四国公衆衛生学会雑誌, 67, 27.
- 9) Moodle.org(06/10/18):Welcome to the Moodle community. <https://moodle.org/>
- 10) Moodle.org(06/10/18):GNU General Public License. https://docs.moodle.org/19/en/GNU_General_Public_License
- 11) Moodle.org(06/10/18):Moodle site moodle directory. https://docs.moodle.org/405/en/Moodle_site_moodle_directory
- 12) 金澤知典, 瀬戸裕一, 鳥居順子, 入野了士(2024):授業連動型Web教材導入による地区管理関連知識の学習状況可視化とその評価. 日本公衆衛生学会総会抄録集第83回, 560.

謝 辞

本研究は、科研費基盤研究(C)(研究課題番号19K11223, 22K11266)の助成を受けたものである。

保健師は、地区のイメージをつかむために、地区をとりあえず踏査してみることにしました。地区踏査による情報収集の特長はどれか。

- 地区の健康指標の情報を得ることができる。
- 1回の地区踏査で十分な情報を得ることができる。
- 地区の医療費を分析することができる。
- 地区の環境を把握することができる。

[次のページ](#)

← I. 地区踏査や既存資料・量的データの収集と分析

図8 選択式問題の例

解答履歴

ステップ	時間	動作	状態
1	21年 11月 4日 17:31	開始	
2	21年 11月 4日 17:31		
3	21年 11月 4日 17:32		

開始：17時31分33秒
 終了：17時32分07秒
 思考時間：34秒

保健師は、地区のイメージをつかむために、地区をとりあえず踏査してみることにしました。地区踏査による情報収集の特長はどれか。

- 地区の環境を把握することができる。 ✓
- 地区の医療費を分析することができる。
- 地区の健康指標の情報を得ることができる。
- 1回の地区踏査で十分な情報を得ることができる。

図9 学習ログ可視化例(選択式課題の解答結果から抜粋)

要 旨

本研究では、学習者がeラーニングで学習する時間に着目し、学習時間に基づき思考過程の可視化を行うための学習システムを開発した。本学習システムは、仮想サーバ上にオープンソースのLMSであるMoodle開発環境を構築し、Moodleを元に学習システムの開発を行った。本学習システムでは、学習者はeラーニング学習教材として課題に取り組み各設問に解答することで、設問の解答に掛かった時間と解答を学習ログとして記録し、指導者と学習者の双方に表示するシステムとした。また、学習教材は設問が一方向に進むこととし、学習者に与えられた課題に対する設問を解くことで、課題解決に至る思考過程を身に付けられるようにした。本学習システムにより、指導者は教材のブラッシュアップや学習者の指導に役立てることが可能になり、学習者は学習結果や学習時間を振り返ることができ、学習過程を客観的に見直すことが可能になるものと期待される。

利 益 相 反

該当なし。