

ショートペーパー

教師の過去のPC操作を授業中に参照できる 画面遷移参照ツールの提案と開発

坂東 宏和¹ 山下 真幸¹ 上西 秀和¹ 蓼沼 隆¹
梅村 博子¹ 富士山 千晶¹ 大橋 和也¹ 坂田 信裕¹

受付日 2016年4月11日, 再受付日 2016年8月30日/2016年11月14日/2017年1月5日,
採録日 2017年3月4日

概要: 本論文では, 教師の PC 画面を受講者へ提示し PC の操作方法を説明する場面において, 受講者全員が必要な PC 操作を把握できる環境の実現を目的とした, 画面遷移参照ツールの提案と開発について述べる. 本ツールでは, 教師用 PC のスクリーンショットに PC 操作の内容を示す簡単な注釈を追記した画像を蓄積し, 受講者が授業中の必要なタイミングでそれらを参照できる機能を提供する. これにより, 教師の PC 操作についてこられない受講者が, 教師用 PC の過去のスクリーンショットを参照しながら, 各自のペースで PC 操作を行えることが期待できる. また本ツールは, すべて自動的に実行されるため, 教師に余計な負担をかけることなく活用できる. 情報に関する授業の中で行った簡単な試用評価と, 具体的にどのような PC 操作の把握が難しいのかを検討するために行った試用評価の結果, 現在の表示内容では, CTRL キー・SHIFT キーなどの修飾キーの状態が分からない, 表示と実際の入力が異なる場合に必要入力操作を把握しにくいなど, 必要な PC 操作の把握が難しい場合があるものの, PC 操作を学ぶ授業の理解に役立つ可能性が示唆された.

キーワード: 情報教育, 操作教育, 教育支援システム, タブレット

Proposal and Development of Educational Tool to Refer Screen Transition of the Teacher's PC to Observe Past Operation History

HIROKAZU BANDO¹ MASAKI YAMASHITA¹ HIDEKAZU KAMINISHI¹ TAKASHI TATENUMA¹
HIROKO UMEMURA¹ CHIAKI FUJIYAMA¹ KAZUYA OHASHI¹ NOBUHIRO SAKATA¹

Received: April 11, 2016, Revised: August 30, 2016/November 14, 2016/January 5, 2017,
Accepted: March 4, 2017

Abstract: This paper proposes an educational tool to refer screen transition of the teacher's PC to observe past operation history. This tool is designed for lessons to explain PC operations by showing practical operations on the teacher's PC screens and it creates favorable environment for all students to grasp correct operations. The main function of this tool is storing up screenshots of teacher's PC with short notes to explain operations to record past operations and screen transition. Students can refer them whenever necessary. Even if a student could not keep up with advance of teacher's operations, past screenshots history could be help to comprehend later. All of this function is carried out automatically without imposing an excessive burden of the teacher. As results of a trial use in an information study lesson and an investigation to grasp which PC operations were difficult to understand for students, we found that it worked effectively but in some specific occasions, for example, not shown clearly touching a modifier key such as Ctrl or Shift.

Keywords: information study, operation teaching, educational supporting system, tablet

1. はじめに

社会の情報化が急速に進展し, 様々な場面においてコン

¹ 獨協医科大学
Dokkyo Medical University, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0293, Japan

ピュータが活用されているなかで, これからの社会を生きる人々は, 情報活用能力を身に付けることが必須となっている. このような状況に対応するために, 生涯学習を目的としたパーソナルコンピュータ (以下, PC と記す) の教室や, 各種研修において, ワープロ・表計算・プレゼンター

ションなどのソフトウェアや、インターネットの活用方法などが教示されている。また、各種学校においても、様々な授業の中で、ソフトウェアやインターネットなどを積極的に活用している。

ソフトウェアの操作方法やインターネットの活用方法などを説明するとき、教師用 PC の画面を大画面スクリーンや中間モニタなどに表示し、教師が実際に PC の操作をしながら説明を行う場合がある。この説明方法は、スライドや資料の作成などの事前準備をしていなくても説明できることから、受講者からの質問に対応する場合や、事前に想定していない追加の PC 操作の説明が必要になった場合などにも柔軟に対応できるという利点がある。しかし、既存の一般的な授業環境では、1つの画面しか受講者に提示できないため、教師の PC 操作についてこれられない受講者が置いてきぼりになり、必要な PC 操作を理解できない場合がある。

そこで、本論文では、この問題を改善し、教師の PC 画面を受講者へ提示し PC 操作を説明する場面において、教師に余計な操作負担をかけずに、受講者全員が必要な PC 操作を把握できる環境の実現を目的とした、画面遷移参照ツールの提案と開発を行う。具体的に本ツールでは、教師用 PC のスクリーンショットに PC 操作の内容を示す簡単な注釈を追記した画像を自動的に蓄積し、受講者が必要なタイミングでそれらを参照できる機能を提供する。これにより、教師の PC 操作についてこれられない受講者が、過去のスクリーンショットを参照しながら、各自のペースで PC 操作を行える環境を実現する。

2. PC 操作の説明方法

2.1 説明方法に関する検討

PC 教室など、1人1台の PC が設置された環境において、一斉授業形態で PC 操作を説明する場合、説明時に使用するスライド、操作マニュアルやオンラインマニュアルなどをあらかじめ準備しておき、それらを利用して説明を行う方法が一般的である。これらの準備を支援するソフトウェアとしては、テンダ株式会社のマニュアル&シミュレーションコンテンツ作成ツール「Dojo」[1]や、ロゴスウェア株式会社のプレゼン型コンテンツ作成ソフト「STORM Maker」[2]がある。「Dojo」を利用することにより、対象のソフトウェアを実際に操作するだけで操作内容や画面が自動的にキャプチャでき、操作マニュアル・操作教育コンテンツ、商品デモなどを簡便に作成できる。また、「STORM Maker」には、PC 上の画面操作をレコーディングする機能があり、スライドでの説明と画面操作ビデオを自在に組み合わせたコンテンツを容易に作成できる。

マニュアル作成支援に関する既存研究としては、三浦らが行った Java アプレットの操作を説明するアニメーションヘルプを作成・編集・再生するシステムの研究[3]や、岸田

らが行った、対象となるアプリケーションを操作しながら容易に利用手順書を作成できるシステムの開発がある[4]。

基本的には、スライドやマニュアルなどの資料を利用して説明するが、受講者の理解度に応じて補足説明を行った、質問に回答したりするなどの理由により、元々想定していない追加の PC 操作の説明が必要になる場合がある。このような場合には、教師用 PC の画面を大画面スクリーンや中間モニタなどを利用して受講者へ提示し、その画面を利用して説明する方法がよく行われている。このような場を支援する研究としては、著者らが行った、大画面スクリーンを2枚利用し、操作前後の両方の画面を同時に学生へ提示できるツール[5]がある。

この説明方法は、事前の準備がなくても説明できることから、授業中に追加が必要となった PC 操作の説明を即座に行えるという利点がある。しかし、教師の説明や PC 操作の記録が残らないため、説明を聞き逃した受講者が、PC 操作が書かれたスライドのサムネイルやマニュアルを配布した場合のように、後から必要な PC 操作を参照し、自力で追いつくことができない。そのため、必要な PC 操作を理解できずに、置いてきぼりになる危険がある。この問題の改善方法としては、受講者が必要な PC 操作を把握できたことを丁寧に確認しながら説明を進める、受講者同士で助け合いながら操作することを促す、TA を配置するなど、教示方法を工夫したり、サポート環境を整えたりすることが考えられる。しかし、少ない人数の教師で多くの人数の受講者に教示しなければならない場合には、受講者の理解状況を適切に把握しながら、丁寧に授業を進めることが困難な場合がある。また、授業時間には限りがあるため、状況によっては、受講者全員が必要な PC 操作を把握できるまで待つことが難しい場合も考えられる。さらに、TA の配置などのサポート体制を整えることが難しい場合や、せっかく整えたとしても、受講者によっては、TA や他の受講者に自発的・積極的に質問ができず、結局置いてきぼりになってしまう場合もある。

以上の議論をふまえて、本論文では、受講者自身に必要な PC 操作を把握し、授業に追いつける環境を実現することで、これらの問題の改善を目指す。具体的には、教師の PC 操作の記録を蓄積し、授業中の任意のタイミングでそれらを参照できることで、受講者が自力に必要な PC 操作を把握できる環境を実現する。

2.2 PC 操作の参照方法に関する検討

任意のタイミングで教師の過去の PC 操作を参照できる環境の実現方法としては、授業の様子または大画面スクリーンの表示などを動画として撮影し、その動画をリアルタイムに参照できるようにする方法が考えられる。この方法は、教師の説明音声を含めて容易に記録できるという利点がある。しかし、動画の中から必要な場面を探し出すに

は時間がかかり、さらに、必要な PC 操作を把握するためには、ある程度の時間動画を見なければならぬため、時間を要する。また、状況によっては、授業中に音声を聞くことが難しく、音声のない動画からでは、必要な PC 操作を把握できない場合もある。

そこで本研究では、教師の PC 操作を監視し、マウスをクリックしたタイミングなど必要と思われる画面だけを静止画で記録し、さらに、PC 操作の内容を示す簡単な注釈を追記することにより、受講者が必要な PC 操作を素早く参照できるようにする。

関連する研究としては、入部らが行った、学習者の操作プロセスに適応した対話型ソフト学習システムの研究 [6] がある。このシステムでは、操作者の操作方法を監視し、その操作に同期しながら次の操作手順を誘導表示したり、操作を間違えたときに正しい操作方法を提示・誘導したりできる。また、このために必要な教材データは、教師が一連の操作をするだけで自動生成でき、教師がアップロードボタンを押すだけでサーバに登録できることから、授業中に教材の作成および追加を簡便に行え、受講者が即座に利用できる。しかしこのシステムは、正しい操作方法を提示するものであるため、説明用のスライドを表示するための PC 操作など、受講者にとっては不要な PC 操作を含む、授業中の一連の教師の PC 操作をそのまま利用することはできない。本研究では、受講者にとっては不要な PC 操作を含め、教師はふだんの授業と同じ PC 操作を行えばよく、さらに、授業中に表示した説明用のスライドや画像などの表示を含む教師用 PC のスクリーンショットを参照できる環境の実現を目指す点が異なる。

3. 画面遷移参照ツール

本章では、2 章で述べた検討に基づき設計した、画面遷移参照ツールについて述べる。

3.1 機能の概要

本ツールでは、教師の PC 操作に応じて、次の機能を提供する。

- 教師用 PC のスクリーンショットに PC の操作内容を補足する注釈を書き加え、蓄積する機能 (スクリーンショット蓄積機能)
- 受講者が任意の端末から、注釈が書き加えられた教師用 PC の過去のスクリーンショットを参照できる機能 (スクリーンショット参照機能)

本ツールは、教師用 PC へのマウスおよびキーボードからのすべての入力を監視し、その入力に応じて自動的にスクリーンショットの蓄積と注釈の描画を行う。これにより、教師の手を煩わせることなく上記の機能を提供する。

3.2 想定環境

本ツールは、教師用 PC の画面を大画面スクリーンなどに表示し、教師が実際に PC を操作しながら、必要な PC 操作を説明する場面での利用を想定する。

受講者は、PC 操作を行う各自の PC 画面上で教師用 PC の過去のスクリーンショットを参照してもよい。しかし、PC 操作の内容によっては、スクリーンショットの参照と PC の操作を同一の PC で行うことが困難な場合も考えられる。そこで、受講者全員が iPad または Android タブレットを持ち、タブレット上でスクリーンショットを参照することを想定する。

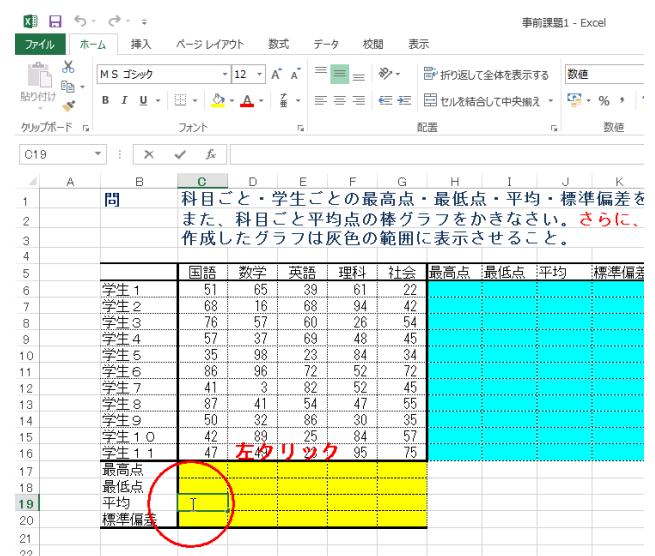
3.3 各機能詳細

本節では、各機能の詳細について述べる。

3.3.1 スクリーンショット蓄積機能

受講者が必要な PC 操作を把握できるようにするために、教師によるマウスのボタン操作またはキーボードのキー入力操作が行われたときに、その時点でのスクリーンショットを保存し、蓄積する機能を提供する。あわせて、教師の PC 操作を正しく把握できるように、スクリーンショット上に教師の PC 操作に応じた簡単な注釈を表示する。具体的な表示例を図 1、図 2 に、表示される注釈の一覧を表 1 に示す。

注釈は、マウスボタンの操作とキーボードによるテキスト入力だけで大部分の PC 操作に対応できると考え、マウスボタンのクリック、ダウン、アップ、および、キーボードのキー入力に対応した。メニューが選択されたら、たとえば「ファイル→新規作成を選択」と表示、ボタンが押されたら、たとえば「OK ボタンを押す」と表示など、操作



マウスカールソを ○ で囲んで強調表示し、さらに「左クリック」と表示する。

図 1 スクリーンショットの表示例 (左クリックの場合)

Fig. 1 An example of screenshots (left-click).

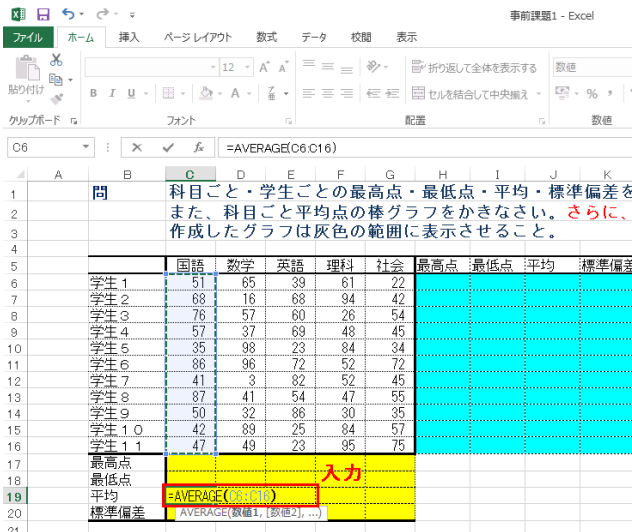


図 2 スクリーンショットの表示例 (キー入力の場合)
 Fig. 2 Another example of screenshots (key input).

表 1 注釈一覧
 Table 1 The list of explanatory notes.

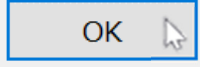
PC 操作	注釈の内容 [左右]は、左または右を示す
マウスの [左右] ボタン クリック	マウスカーソルを赤丸で囲み、「[左右] クリック」と表示
マウスの [左右] ボタン ダウン	([左右] ボタン クリック に該当しない ボタン ダウン 操作 の場合のみ表示) マウスカーソルを赤丸で囲み、「[左右] ボタン ダウン」と表示
マウスの [左右] ボタン アップ	([左右] ボタン クリック に該当しない ボタン アップ 操作 の場合のみ表示) マウスカーソルを赤丸で囲み、「[左右] ボタン アップ」と表示
キーボードの キー入力	入力フォーカスを持っているウインドウを赤い長方形で囲み、「入力」と表示

対象に応じて、より詳細な注釈を表示することも検討した。しかし、本ツールが対応していない操作対象が操作された場合や、操作対象が通常とは異なる特別な使われ方をしている場合などに、技術的な問題から誤った注釈が表示されてしまう危険があり、かえって必要な PC 操作を把握しにくくなる恐れがあることから、今回は操作対象に応じた注釈を表示しないことにした。また、マウスのダブルクリック、ドラッグ操作についても、図 3 に示すように、操作対象に応じて個別に対応する必要があるため、先に述べたような危険があることから、今回は対応しないことにした。

3.3.2 スクリーンショット参照機能

受講者が PC または iPad, Android タブレット上で、

(例) ボタンの上でダブルクリック



ボタンのようにダブルクリックに対応していない操作対象の場合、クリック 2 回と判断しなければならない

(例) Microsoft Excel のシート上、→の手前でマウスの左ボタンダウン、先端で左ボタンアップを行った場合



左側はクリック (1 つのセルの選択), 右側はドラッグ (複数セルの選択) になる ⇒ 同じ操作でも、操作対象により意味が異なる

図 3 ダブルクリックとドラッグ操作の問題点

Fig. 3 Examples of common problems in double click and drag operations.

更新ボタン スクリーンショット変更ボタン 最初からボタン

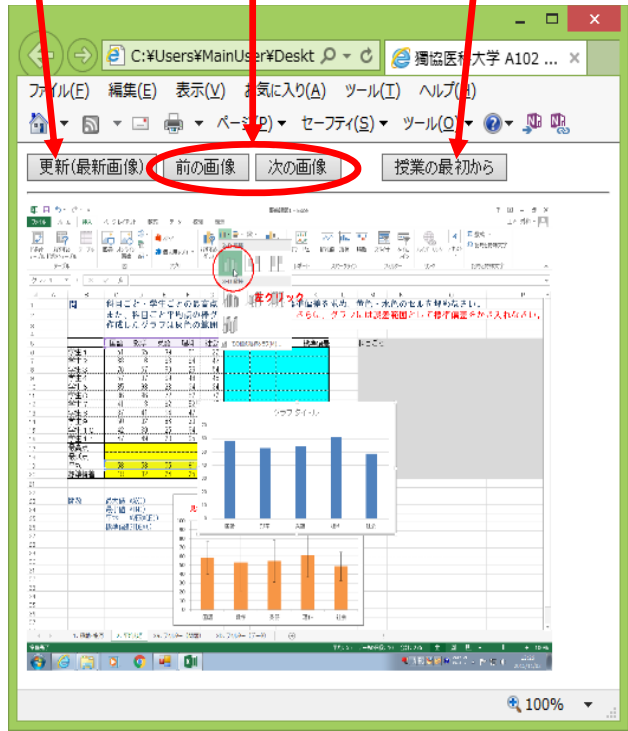


図 4 スクリーンショット参照用 Web ページの表示例

Fig. 4 An example of web page for reference of screenshots.

3.3.1 項で述べたスクリーンショット蓄積機能により蓄積した、教師用 PC の過去のスクリーンショットを参照できる機能を提供する。

具体的には、教師用 PC を Web サーバとして機能させ、受講者端末の Web ブラウザから、教師用 PC に蓄積されたスクリーンショットを表示するための Web ページ (以下、スクリーンショット参照用 Web ページと記す) を参照できるようにする。スクリーンショット参照用 Web ページの表示例を図 4 に示す。受講者が教師の PC 操作についてこれなくなった場合には、最初に「更新ボタン」を押し、現在の教師用 PC のスクリーンショットを表示する。スク

リーンショットの上で左方向にドラッグ操作を行うと、教師用 PC のスクリーンショットが過去に遡って連続的に切り替わる。同様に、スクリーンショットの上で右方向にドラッグ操作を行うと、教師用 PC のスクリーンショットが現在に向かって連続的に切り替わる。なお、ドラッグ操作の代わりに、「スクリーンショット変更ボタン」を押して1枚ずつスクリーンショットを切り替えることもできる。また、「最初からボタン」を押すと、授業開始時点（正確には、本ツールの実行を開始した時点）のスクリーンショットを表示できる。

4. 実現方式

本ツールの全体構成を図 5 に、開発環境を表 2 に示す。本ツールでは、蓄積されたスクリーンショットの閲覧を Web サーバの機能を利用して実現する。そこで、表 2 の項目「開発用 PC」に示すように、開発用 PC に、あらかじめ Microsoft Internet Information Services（以下、IIS と記す）をインストールする。さらに、「Default Web Site」のドキュメントルートフォルダ（以下、Web ページとして公開されるフォルダと記す）に格納された Web ページを外部から閲覧できるように、必要な設定を行う。なお、IIS のインストールと設定は、本ツールを利用する際の教師用 PC にも行う必要がある。

Windows 環境では、ユーザが何らかの PC 操作を行うと、Windows システムからその PC 操作に対応した処理を行うべきソフトウェアへ、PC 操作の内容を通知するためのメッセージが届けられる。そこで本ツールは、メッセージ監視用 DLL を用いて、Windows 上で生成されるすべてのマウスおよびキー入力に関するメッセージを監視し、それらのメッセージが各ソフトウェアへ届けられる直前にスクリーンショットを保存する処理を行う（図 5 左側、Windows システム→メッセージ監視用 DLL→各ソフトウェア）。さらに、保存したスクリーンショットに、メッセージ（PC 操作）に応じて表 1 に示す注釈の描画を行う。

その後、メインウインドウへ、メッセージ監視用 DLL でスクリーンショットが保存されたことを示すプライベートメッセージをポストする（図 5 点線内）。プライベートメッセージを受け取ったメインウインドウは、PNG 形式に変換したスクリーンショットと、それらを参照するための JavaScript を含んだ HTML ファイルを、Web ページとして公開されるフォルダに出力する（図 5 右側、メインウインドウ→Web ページとして公開されるフォルダ）。これにより、外部からスクリーンショットが閲覧できる状態になる。なお、JavaScript では、Web ページ上（図 4）の各ボタンが押されたとき、または、スクリーンショットの上でドラッグ操作が行われたときに、表示するスクリーンショットを変更する機能を実現している。

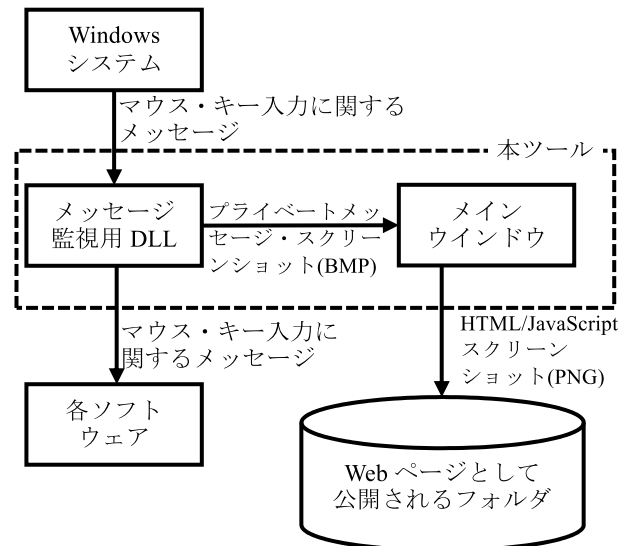


図 5 全体構成

Fig. 5 Overall structures.

表 2 開発環境

Table 2 Developing environment.

開発用 PC	Panasonic Let's note CF-LX3KH3BP CPU : Intel(R) Core(TM) i7-4600U 2.10GHz メインメモリ : 16.0GB OS : Windows 8.1 Pro 64bit IIS : Version 8.5
動作確認用 タブレット	iPad Air2(Wi-Fi) iOS : Version 9.1 Web ブラウザ : Safari
開発言語	メッセージ監視用 DLL : Microsoft Visual C++ 2013 メインウインドウ : Microsoft Visual C# 2013 スクリーンショット参照用 Web ページ : HTML/JavaScript

5. 評価

5.1 授業での試用

本ツールの有用性などについて検討するため、獨協医科大学看護学部で開講されている、情報を適切に取り扱い活用していくための基本的な技能および考え方を修得することを目的とした授業「情報リテラシー演習」において、試用評価を行った。

本試用評価は、主に次の点を明らかにすることを目的とする。

- 授業中に教師の PC 操作についてこれなくなった学生が、本ツールを活用することにより、自力で授業に追いつけるか。



図 6 授業の様子

Fig. 6 A photo from trial lessons.

表 3 授業の詳細

Table 3 Details of trial lessons.

日時	2015年11月2日(月) 13:00~14:30
場所	獨協医科大学 PC 教室 (学生用のノート PC が 68 台設置されている)
対象	獨協医科大学 看護学部 1 年生 51 人
教師	1 人+TA 的な役割のスタッフなど 4 人 (著者らが担当)
講義名	情報リテラシー演習
教師用 PC	HP Compaq Elite 8300 CPU : Intel(R) Core(TM) i5-3470S 2.90GHz メインメモリ : 8.0GB OS : Windows7 Professional SP1 64bit IIS : Version 7.5 教室には、教師用 PC の画面などを、4 枚の大画面スクリーンと学生の近くに設置された中間モニタに表示する設備が備わっている
学生がスクリーンショットの参照に利用した主なタブレット	iPad Air2(Wi-Fi) iOS : Version 9.1 Web ブラウザ : Safari (入学時に一括購入の案内をしているが、学生自身で購入・管理しているため、異なる端末を利用している学生もいる)

- 本ツールの表示により、必要な PC 操作を把握できるか。

これらの点について検討するために授業の中で本ツールを試用してもらい、授業後に、簡単なアンケートに回答してもらった。

5.1.1 授業の様子

授業の様子を図 6 に、授業の詳細を表 3 に示す。

まず、本ツールの概要とスクリーンショット参照用 Web ページの URL、簡単な使い方を 5 分程度で説明した。その



図 7 学生が授業中に作成した Excel シートの一例

Fig. 7 An example of an Excel sheet made by a student.

際、すべての学生に、スクリーンショット参照用 Web ページを閲覧するよう促した。その後は、学生が必要と感じた時点で自由に参照してもらった。本学看護学部では、入学時に全員 iPad を購入し、授業の際に持参することになっている。スクリーンショット参照用 Web ページは、各自の iPad を利用して参照した。ただし、iPad を忘れた数人の学生は、PC 教室に設置されているノート PC を利用して参照した。なお、教師の側からは、本ツールの使い方を説明している時間以外の時間に、スクリーンショット参照用 Web ページを参照するよう促すことはしなかった。

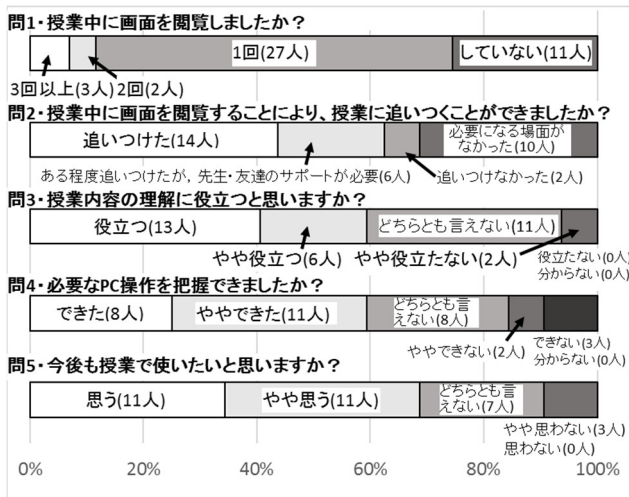
授業では、PC 教室に設置されているノート PC を利用し、Microsoft Excel を用いたデータ分析の基礎について学修した。具体的には、3 人~5 人のグループに分かれ、グループ全員の各自が測定してきた 1 日あたりの歩数 (6 日分) を 1 枚のシートに入力する操作、入力したデータを基に棒グラフを作成する操作などを行った。学生が授業中に作成した Excel シートの一例を図 7 に示す。

5.1.2 アンケートの設問と結果

授業終了後に LMS を使い、本ツールに関する匿名形式の簡単なアンケートに回答してもらった。アンケートの設問と結果を図 8 に示す。なお、回答人数は 43 人であった。

アンケートの依頼文および口頭で、アンケートの回答が、個人が特定される形で公表されないことなどを説明し、本ツールについて回答するよう促した。

アンケートの問 1 は、最初に行った本ツールの使い方を説明している時間での閲覧を除いて回答してもらった。問 1 の結果より、11 人の学生が、授業中に本ツールの画面を閲覧していないことが示された。これらの学生は、本ツールをほとんど利用していないと考えられることから、これらの学生の回答を含めて分析することは、適切ではない。そこで、図 8 の問 2~問 5 の結果は、この 11 人を除いて示している。



問2～問5の結果は、問1で「本ツールの画面を閲覧していない」と回答した11人を除いて示している。

図8 アンケート結果

Fig. 8 The result of questionnaire.

問2は、本試用評価の目的である、本ツールにより授業に追いつけるかを検討するための設問である。また、問4は、本ツールにより必要なPC操作を把握できるかを検討するための設問である。

5.2 生成されたスクリーンショットの評価

5.1節で述べた授業での試用では、本ツールに関するアンケート(図8)を実施した。詳細な考察は5.3節で述べるが、問4の結果などから、本ツールの表示だけでは、必要なPC操作を把握できない場合があることが明らかになった。この点について、授業での試用評価では、個々の学生のPC操作を記録・観察してはいなかったため、個々のPC操作に基づく詳細な検討を行うことができない。そこで、具体的にどのようなPC操作の把握が難しいのかを明らかにすることを目的とした、追加の評価を実施することにした。

本評価では、被験者が受講したことのない授業の中で生成されたスクリーンショットの表示だけを見て、被験者に、その授業の受講者が授業中に行ったPC操作を再現してもらった。その様子を記録し、分析することで、把握することが難しいPC操作を検討した。

5.2.1 評価の詳細

評価の様子を図9に、詳細を表4に示す。

被験者は、5.1節で述べた試用評価を行った授業を受講した学生の中から無作為に5人程度を選んで依頼をし、その中で、本ツールに興味を持って評価に協力することを承諾してくれた2人である。授業の中で本ツールを利用していたため基本的な使い方は最初から理解しており、使い方などの説明は行わなかった。また、情報に関する授業におけるふだんの様子などから、2人とも、本評価実施時点に



図9 評価の様子

Fig. 9 A photo from experiment.

表4 評価の詳細

Table 4 Details of experiment.

日時	2015年12月3日(木) 16:20~17:00
場所	獨協医科大学 PC教室(学生用のノートPCが68台設置されている)
被験者	獨協医科大学 看護学部 1年生 2人
観察者	1人(著者)
スクリーンショットの授業	情報科学 (獨協医科大学附属看護専門学校1年生を対象とした授業であり、被験者は受講していない)
スクリーンショット表示用サーバ	HP Compaq Elite 8300 CPU: Intel(R) Core(TM) i5-3470S 2.90GHz メインメモリ: 8.0GB OS: Windows7 Professional SP1 64bit IIS: Version 7.5
被験者がスクリーンショットの参照に利用したタブレット	iPad Air2(Wi-Fi) iOS: Version 9.1 Webブラウザ: Safari 被験者が普段使っている私物のiPadを利用

において、基本的なPC操作、Excelの操作を習得していたと思われる。

スクリーンショットの生成を行った授業では、Microsoft Excelを用い、絶対参照、円グラフ、棒グラフ、散布図について、90分間で学修した。被験者は、この授業を受講してはいるが、別の授業で同様の学修を行っている。ただし、別の授業を担当した教師、その際に使用したサンプルや課題は、今回の評価で使用したものと異なる。被験者が今回の評価で使用したサンプルなどを見るのは初めてであった。

間) 下記の表の水色のセルに計算式を入力し、表を完成させなさい。(絶対参照も用いる)

	商品A	商品B	商品C	商品D	商品E	社員ごとの合計(S1)	S1/総合計
社員1	93,000	76,000	85,000	8,000	87,000	349,000	15%
社員2	69,000	35,000	4,000	64,000	83,000	255,000	11%
社員3	38,000	3,000	32,000	33,000	4,000	167,000	7%
社員4	23,000	28,000	84,000	49,000	40,000	224,000	10%
社員5	60,000	35,000	84,000	31,000	98,000	288,000	12%
社員6	18,000	58,000	2,000	37,000	78,000	193,000	8%
社員7	46,000	89,000	3,000	68,000	13,000	219,000	9%
社員8	42,000	72,000	62,000	88,000	14,000	278,000	12%
社員9	83,000	12,000	19,000	3,000	64,000	181,000	8%
社員10	1,000	48,000	62,000	44,000	30,000	175,000	8%
商品ごとの合計(S2)	470,000	456,000	467,000	425,000	511,000	3,329,000	
S2/総合計	20%	20%	20%	18%	22%		

総合計はH14セル(黄色のセル)に式を書く。

図 10 被験者が作成した Excel シートの一例その 1

Fig. 10 An example of an Excel sheet made by a subject.

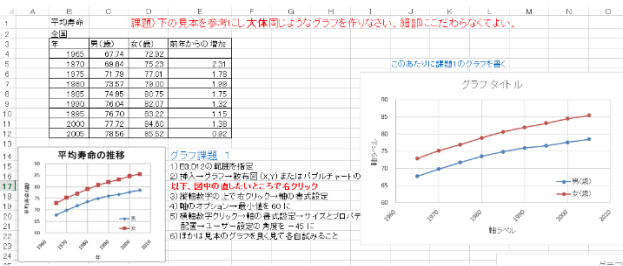


図 11 被験者が作成した Excel シートの一例その 2

Fig. 11 Another example of an Excel sheet made by another subject.

被験者は、2人並んで座り、各自の iPad 上でスクリーンショットの表示だけを見ながら、PC 教室に設置されているノート PC を用いて、スクリーンショットと同じ PC 操作を行った。なお、ノート PC では本ツールが実行されており、被験者の PC 操作を記録し後で分析できるようにした。また、観察者は、被験者の PC 操作を後ろから観察し、誤操作または不要な PC 操作、正しい操作を行うまでに時間がかかった PC 操作などを筆記で記録した。

PC 操作は、各自のペースで行ってもらった。また、2人はお互い相談せずに操作を行った。原則として観察者は、アドバイスや指示などを行わなかったが、必要な PC 操作を見落としていると思われる場合、必要な PC 操作を把握できなかった場合(具体的には、CTRL キーを押したままセルを選択する操作)には、その PC 操作を行うよう指示した。

被験者が評価中に作成した Excel シートの一例を図 10、図 11 に示す。

5.2.2 観察結果

被験者は、90 分の授業を記録したスクリーンショットと同じ PC 操作を、約 30 分で行った。PC 操作終了後は、本ツールによって自動生成された 2 人の被験者の PC 操作を記録したスクリーンショットすべてを確認し、誤操作、不要な PC 操作、直前の正しい PC 操作を行った時間から次の正しい PC 操作を行った時間までの間が 30 秒以上経過している部分などを抜き出した。その後、それぞれの原因について検討し、次の事例を抽出した。なお、次の事例は、原則として記録したスクリーンショットのみに基づいて抽

出・検討しているが、原因を検討する際に観察者の筆記記録も参照した場合には、【】内に参照した筆記記録の内容を示す。

- ドラッグ操作、ダブルクリック操作が分かりにくく、把握に時間がかかる場合がある。
- Enter キーを押して入力を確定させるなど、スクリーンショットにキーの名称が表示されないキーが押された場合に、どのキーが押されたのかがすぐに把握できない。
- CTRL キー、SHIFT キーなどの修飾キーが押されているのかが把握できない。そのため、CTRL キーを押したままセルを選択することで、離れた位置のセルをまとめて選択する操作ができなかった【CTRL キーのキー状態が分からない。2分以上経過しても必要な PC 操作ができなかったため、被験者に口頭で必要な PC 操作を指示した】。
- 表示と実際の入力が異なる場合に、不要な文字を入力しようとしてしまう【「45°」と入力すると表示が自動的に「45°」に変わる場合に「°」も入力しようとしていた】。
- 教師が説明のために行った PC 操作(無駄な PC 操作)もそのまま行ってしまふ。ただし、一度経験すると、次からは少し先のスクリーンショットまで見て、その PC 操作が本当に必要かを判断してから操作するようになる【説明のための操作も行っていた。次からは少し先まで見て、要・不要を判断するようになる】。

また、PC 操作終了後、被験者に PC 操作を確認する方法として動画と静止画のどちらがよいかを尋ねたところ、静止画の方が 1 ステップずつ PC 操作を確認できるので、静止画の方がよいとの意見が得られた。

5.3 考察

図 8 に示したアンケートの間 2 の結果より、本ツールが必要になる場面がなかった 10 人を除く 22 人の中で、本ツールの利用により授業に追いつくことができた学生は、63.6%にあたる 14 人とどまることが示された。まったく追いつけなかった学生が 2 人(9.1%)いること、間 4 の結果より必要な PC 操作を把握できた、または、やや把握できた学生が 19 人(59.4%)にとどまっていることから、現在の表示内容では、必要な PC 操作の把握が難しい場合があり、改善が必要であることが、このような結果となった 1 つの原因であると考えられる。

具体的には、5.2.2 項で示した観察結果より、マウスのドラッグ操作、ダブルクリック操作が分かり難いという問題があげられる。現在は、3.3.1 項で述べた理由により、マウスのドラッグ操作、ダブルクリック操作に対応していないため、ドラッグ操作は「[左右] ボタンダウン」と「[左右] ボタンアップ」の 2 つのスクリーンショットで、ダブルク

リック操作は「[左右] クリック」のスクリーンショットが2つ連続することで表される。操作対象によって注釈を変えなければならないという技術的な難しさはあるが、今後は、ドラッグ操作については、開始位置から終了位置までの矢印を描画し、さらに「[左右] ドラッグ」と表示する、ダブルクリック操作については、「[左右] ダブルクリック」と表示することにより、1つのスクリーンショットでPC操作を把握できるよう工夫したい。ただし、ドラッグ操作については、1つのスクリーンショットにまとめると、開始位置が分かり難くなる。特にExcelの場合には、開始時のマウカーソルの形状や微妙な位置の違いにより、同じドラッグ操作でも、まったく別の意味になる場合がある。この点については、ドラッグ操作の開始位置と終了位置の両方に適切な形状のマウカーソルを表示する、マウカーソルとその付近を拡大表示し位置を把握しやすくするなどの方法で対処したい。

また、Enterキーなどスクリーンショットにキーの名称が表示されないキーの操作を把握しにくい、CTRLキー・SHIFTキーなどの修飾キーの状態が分からない、表示と実際に必要な入力が異なる場合に必要の入力操作を把握しにくいという問題もあげられる。今後は、単にスクリーンショットの表示を示すだけでなく、キーの入力状態を解析し、入力が必要なキーだけを注釈として表示できるようにしたい。

図8に示したアンケートの問3では、全体の59.4%にあたる19人が、本ツールが授業内容の理解に役立つ、または、やや役立つと回答した。また、問5では、全体の68.8%にあたる22人が、今後も授業で使いたいと思う、または、やや思うと回答した。先に述べたように、本ツールによって必要なPC操作を把握できた、または、やや把握できた学生が全体の59.4%にあたる19人(問4)にとどまっておらず、現在の表示内容では、必要なPC操作の把握が難しい場合があることから、好意的な意見が60%前後にとどまったと思われる。一方で、本節の前半でも述べたように、問2では、本ツールが必要になる場面があった学生22人のうち、63.6%にあたる14人が本ツールの利用により授業に追いつくことができ、27.3%にあたる6人がある程度追いつくことができたことと回答している。つまり、自力で授業に追いつけた学生は、授業に追いつけなくなった学生の63.6%にとどまるが、ある程度追いつくことができた学生を合わせて考えると、90%程度の学生に、完全ではないものの、本ツールがある程度役立ったと考えられる。これらの結果より、多くの改善が必要であるものの、本ツールが、PC操作を学ぶ授業の理解に役立つ可能性が示唆されたと考えられる。

本ツールは、教師のPC操作をそのまま記録するため、説明のために行った無駄なPC操作や、誤ったPC操作もそのまま記録されてしまう。この点について、5.2.2項で述べたように、一度無駄なPC操作を経験すると、少し先

のスクリーンショットまで参照し、本当に必要なPC操作であるのかを判断してから操作するようになるため、今回の評価では特に問題にならなかった。しかし、自分でそのPC操作の要・不要を判断することが難しい受講者を対象としている場合には、これらが必要なPC操作を把握する際の妨げになると予想される。今後は、教師のPC操作を解析し、不要と判断されるスクリーンショットを自動的に削除することも検討したい。しかし、完全な自動削除は難しいと思われるので、たとえば、音声認識によって教師の音声をテキスト化し注釈として表示することで、そのPC操作が必要であるのかを把握しやすくするなど、他の方法もあわせて検討したい。

6. おわりに

本論文では、教師のPC画面を受講者へ提示しPC操作の方法を説明する場面において、受講者全員が必要なPC操作を把握できる環境の実現を目的とした、画面遷移参照ツールの提案と開発を行った。具体的に本ツールでは、教師用PCのスクリーンショットにPC操作の内容を示す簡単な注釈を追記した画像を蓄積し、受講者が必要なタイミングで教師用PCの過去のスクリーンショットを参照できる機能を提供した。これにより、教師のPC操作についてこられない受講者が、教師用PCの過去のスクリーンショットを参照しながら、各自のペースでPC操作を行えることが期待できる。また本ツールは、教師による本ツールの操作を必要とせず、すべて自動的に実行されるため、教師に余計な操作負担をかけることなく活用できる。

看護学部1年生を対象とした情報に関する授業の中で行った簡単な試用評価と、具体的にどのようなPC操作の把握が難しいのかを検討するために行った試用評価の結果、本ツールが、PC操作を学ぶ授業の理解に役立つ可能性が示唆された。その一方で、現在の表示内容では、CTRLキー・SHIFTキーなどの修飾キーの状態が分からない、表示と実際の入力が異なる場合に、必要の入力操作を把握しにくいなど、必要なPC操作の把握が難しい場合があることも明らかになった。今後は、スクリーンショットに追記される注釈を改善し、より分かりやすい表示を実現するとともに、詳細な試用評価を行うことを課題とする。

謝辞 授業での試用にご協力いただいた学生の皆様、評価にご協力いただいた田中里沙さん、谷内千陽さんに心より感謝する。本論文の執筆にあたり、多大なご助言をいただいた高橋まりさんに深く感謝する。本研究の一部は、ポトス株式会社との共同研究による。

参考文献

- [1] テンダ株式会社: Dojo, 入手先 (<http://www.tepss.com/index.html>) (参照 2015-11-12).
- [2] ログスウェア株式会社: プレゼン型コンテンツ作成ソフト

STORM Maker, 入手先 (<http://suite.logosware.com/storm-maker/>) (参照 2015-11-12).

- [3] 三浦元喜, 田中二郎: Java アプレットののためのアニメーションヘルプシステム, 情報処理学会論文誌プログラミング (PRO), Vol.41, No.SIG4(PRO7), pp.56-64 (2000).
- [4] 岸田崇志, 前田香織, 河野英太郎: オンライン手順書の作成を支援するシステムの開発, 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術 (IOT), 2005-DSM-39(8), pp.43-48 (2005).
- [5] 坂東宏和, 大即洋子, 澤田伸一: 教師用 PC の画面を利用したソフトウェア操作方法の説明を支援するツール, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.4, pp.1101-1110 (2005).
- [6] 入部百合絵, 藤原 真, 安田孝美, 横井茂樹: 学習者の操作プロセスに適応した対話型ソフト学習システム, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J91-D, No.2, pp.269-279 (2008).

推薦文

PC の操作方法を説明する場面において, 教師の PC 操作を記録し, それを学生がその場で見直すことができるシステムを作成し, その有用性を授業での利用を通して示している. 動画として記録したのでは, 記憶量も多くなるし, 見る方が必要な場所を探すのに時間がかかるので, ポイントとなる画面を静止画として記録し, その静止画を前後に送って見るができるようにして, 効率化を図った点が優れている. また, ポイントとなる画面はマウス操作やキーボード操作時点とし, その操作が何かを表す注釈を画面上に自動追記している. 教師は自分で注釈を入力する必要がないので, 自然に PC を操作をすればよく, 余計な負担がない. 学生側は教師の操作している画面を学生個人ごとのタブレットで見るが, 巻き戻して必要なところを何度でも素早く参照することができる. 授業で試用した後のアンケート結果では, 授業に追いつけるようになり, 授業の理解に役立つ可能性が示唆されている. 注釈を自動でつける点には, コントロールキーなどの修飾キーとの複合操作やダブルクリックなどがうまく把握できてないという改善の余地が指摘されている. 今後の発展を期待したい. 実際の教育現場での活用が期待される有意義な研究である.

(論文誌「教育とコンピュータ」アドバイザー
角田 博保)



坂東 宏和 (正会員)

1975 年生. 2002 年東京農工大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士後期課程修了. 2003 年福岡工業大学工学部講師. その後, 桜美林大学, アイラボ株式会社, 東京学芸大学等を経て, 2014 年より獨協医科大学基本医学

情報教育部門講師, 現在に至る. 教育の情報化に関する研究に従事. 博士 (工学). 本会シニア会員.



山下 真幸

1989 年京都大学理学部卒業. 1992 年京都大学大学院理学研究科博士課程中退. 同年獨協医科大学第一解剖学教室助手. 現在獨協医科大学基本医学情報教育部門講師. 専攻は自然人類学, バイオメカニクス, 情報教育. 博士 (理学).



上西 秀和

2012 年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士課程単位取得退学. 同年より獨協医科大学基本医学情報教育部門助教. 博士 (工学). 情報教育や情報技術を用いた教育に関する研究に従事.



藤沼 隆

1953 年生. 1972 年富士通株式会社入社. 主に電子カルテ・介護支援関連の医療情報システム開発に従事. 2010 年同社を退職後, 同年獨協医科大学, 情報基盤センターに入職. 現在, 同学, 国際交流支援室に在席.



梅村 博子

2009 年より獨協医科大学情報基盤センターに所属. 技術員として主に学術ネットワーク・メールシステムの保守管理業務, 利用者支援業務に従事.



富士山 千晶

2005 年獨協医科大学入職. 現在, 同大学情報基盤センターに技術員として所属. 主にコンピュータ教室の運営・管理・保守業務に従事.



大橋 和也

2012年獨協医科大学入職。現在、同学情報基盤センターに技術員として所属。学術系ネットワークの運用・管理業務，利用者への技術的支援業務に従事。



坂田 信裕

1982年北里大学衛生学部卒業。1995年東邦大学博士（医学）取得。防衛医科大学校，コロンビア大学，ミズーリ大学，ワシントン大学，信州大学を経て，2010年から獨協医科大学。現在，同情報教育部門教授，情報基盤センター長。医学・看護学教育のICT活用や，医療・看護・介護におけるコミュニケーションロボット活用の研究等に従事。