

## 授業研究のための授業実施・評価支援システムの開発

大塚 舞<sup>†1</sup> 水越一貴<sup>†2</sup> 渡辺喜道<sup>†3</sup> 八代一浩<sup>†4</sup>

これからの教員に求められる資質能力に「学び続ける教師像」という考え方が文部科学省から提示されている。学び続ける教師像を実現するための方法として、学校現場では授業研究という研究手法が実施されている。授業研究は学校単位で実施され、教員は相互に学び合いを行っている。一般的な授業研究は、指導案の検討、実際の授業の実施、授業検討会で構成されている。これらは PDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルに基づき、継続的に改善する形で実施されている。授業研究のそれぞれの過程を支援するシステムはいくつか開発されているが、PDCA サイクルを統一的な考え方で支援するシステムはない。そこで、PDCA サイクルを支援するためのシステムモデルを提案するとともに、授業実施・評価支援を行うシステムを開発した。本稿では、提案モデルに基づき開発したシステムを紹介し、実際の小学校で利用した結果を示し、本システムの有効性を議論する。

### Development of teaching and assessment support system for lesson study

MAI OTSUKA<sup>†1</sup> KAZUTAKA MIZUKOSHI<sup>†2</sup>  
YOSHIMICHI WATANABE<sup>†3</sup> KAZUHIRO YATSUSHIRO<sup>†4</sup>

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology shows a model "teachers keep learning" as the qualifications and abilities required for future teachers. To realize this model, lesson study is introduced as a method. Most of Japanese schools conduct the lesson study to develop professional skills for teacher's community. In general, lesson study consists of planning, teaching, observing, and evaluating the lessons. It is based on PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle, and teachers can sequentially improve the professional skills through the cycle. There are some systems to support the every process of this PDCA cycle. However, there is no system to support the PDCA cycle as a whole. In order to solve this issue, we proposed a system model, and implement a system based on the model for a teaching and assessment support system. In this paper, we explain the system, and show the result that is used at an elementary school, and discuss the effectiveness of our system.

#### 1. はじめに

文部科学省は、教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について検討しており、これからの教員に求められる資質能力として、(1)教職に対する責任感、探究力、教職生活全体を通じて自主的に学び続ける力、(2)専門職としての高度な知識・技能、(3)総合的な人間力を掲げており、今後このような資質能力を有する、新たな学びを支える教員を養成するとともに、「学び続ける教員像」の確立が必要であると報告している[1]。学び続ける教員像を実現するための具体的な方法のひとつには、授業研究の実践があり、学校単位で教員相互が学び合う研究会が開催されている。

一般的な授業研究は、指導案の作成・検討(Plan)、授業の実施(Do)、授業検討会(Check)から構成されている。さらに、授業検討会の結果から指導案を見直す(Act)活動を実践している。これらは PDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクル

に基づき、常に改善を行う形で実施されている。今までに授業研究のそれぞれの過程を支援するシステムはいくつか開発されているが、PDCA サイクルを統一的な考え方で支援するシステムはない。そこで、PDCA サイクルを支援するためのシステムモデルを提案するとともに、授業実施・評価支援を行うシステムを開発した。本研究では PDCA サイクルに基づく授業研究の実施を1つのシステムの上で実現することにより、指導案の作成から授業の実施および評価活動までを円滑に行い、それぞれの過程の移行を速やかに行うことができるシステムを開発することを目的とする。

#### 2. 授業研究とは

授業研究とは、明治初期から行われてきた伝統的な教師文化である。学校で行われる授業研究の方法は、校内で研究課題を掲げ、仮説を設定し、それを教師が授業において具体化して研究を進めるといったものである[2]。

授業研究の一連の流れは、PDCA サイクルに当てはめることができる[3]。教材研究と指導案の作成は授業の計画を立てることから、Plan に当てはめられる。授業の実施は Do に当てはめられる。参観者による授業の参観と、授業検討会の実施は、Check に当てはめられる。授業の検討による授業改善は、Act に当てはめられる。

授業研究の PDCA サイクルの一部の過程を支援する目

<sup>†1</sup> 山梨大学大学院医学工学総合教育部  
Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering,  
University of Yamanashi

<sup>†2</sup> 株式会社 デジタルアライアンス  
Digital Alliance Co., Ltd.

<sup>†3</sup> 山梨大学大学院総合研究部  
Graduate Faculty of Interdisciplinary Research, University of  
Yamanashi

<sup>†4</sup> 山梨県立大学国際政策学部  
Faculty of International Studies, Yamanashi Prefectural University

的でいくつかのシステムが開発されている。

## 2.1 TeaPoT

TeaPoT[4]は岩井らによって構築された指導案作成及び授業実施支援システムである。ユーザは所定の枠組みに沿って入力することで指導案を作成することができる。TeaPoT はプロンプタとしての機能も持ち、作成した指導案を基に授業を行う際の補助としても利用することができる。TeaPoT は、Web アプリケーションの形で構築されている。作成した指導案は PDF の形式で出力することが可能である。TeaPoT は、指導案作成という点から Plan、プロンプタ機能による授業の実施という点から Do の支援を行うことができる。

## 2.2 LessonNote

LessonNote[5]は Project IMPULS によって開発された授業記録を作成する iPad アプリケーションである。ユーザは授業を行う教室の座席表を登録し、授業内でどの生徒が誰にどのような発言をしたかという記録を行うことが可能である。教室内での様子を評価者が授業を観察しながら客観的に記録できるツールで、授業研究に役立てられている。LessonNote は、授業の実施の中で利用できるという点から Do、授業記録作成という点から Check の支援を行うことができる。

## 2.3 先行研究の課題

これらのシステムを目的によって使い分けることで、教師は指導案の検討、授業の記録を行うことが容易になる。また、組み合わせることで、指導案の作成から授業の実施までという PDCA サイクルを回すことができる。

しかしながら、これらのシステムを組み合わせた授業研究の方法には問題がある。

第 1 に、それぞれのシステムは自己完結したシステムである。そのため、PDCA サイクル全体で使うためには、それぞれのプロセスでそれぞれのシステムに合わせて毎回利用者がデータを手入力する必要がある。そのため、リアルタイム性が失われ、PDCA 全体の見通しが立ちづらいという問題がある。

第 2 に、既存のシステムでは授業者の視点と評価者の視点とが分かれているという点である。PDCA サイクルを回すためには、授業者の視点で作成された指導案と、実施された授業の記録、それに対する評価者の評価が必要となる。しかし、既存の評価支援システムでは、評価者個人の利用に特化しており、この問題に対応できていない。授業者の視点や複数の評価者の意見を共有し、授業研究の PDCA を回すためには、同じデータ形式を持ち、授業者と複数の評価者が同時に使えるシステムが必要となる。

## 3. システム構築上の技術課題

実際にシステムを構築する際の技術課題について検討する。授業およびその後の授業研究会は普通教室を用いて行

われることが多い。普通教室で授業者が教室内で授業を進行しながら利用できる機器を用い、授業を行い、指導の記録ができ、授業後の検討会で利用できるものでなくてはならない。そのためには、システムが普通教室で利用できる必要がある。また、授業の中で教師の指導の妨げにならない小型な機器である必要がある。

複数の評価者が同時にそれぞれの観点を共有しながら授業評価に参加できることが必要である。そのためにはクライアント・サーバ方式のシステムを構築することが効果的である。

授業研究では、PDCA サイクルを支援するシステムを使用する時間、場所がそれぞれ違っている。例えば授業の指導案は授業を行う前に作成し、それを他の教員に見てもらい相互評価を行った後に授業の実施に入る。そのため、PDCA サイクルにおける P と D を支援するシステムは別々に構築され、自立して動く必要がある。また、授業後に授業の振り返りを行う場合には、振り返りが独立してできる必要があることから、D と C も別々に構築される必要がある。その際には、システム間でデータ連携する必要がある。つまり、PDCA サイクルを統一された考え方のもとに構築する必要がある。さらに通常は授業直後に授業研究が行われるため、D と C の間にある程度のリアルタイム性が求められる。

以上のことから、PDCA サイクルを統一したデータ形式で連携させ複数の評価観点から授業分析を行うためのシステムを構築するには下記の 3 つの技術的課題がある。

- (1) 普通教室内で授業を進行しながら操作できる機器を用いること、また普通教室でシステムが利用できること。
- (2) 複数の評価者が多様な観点から同時に授業評価に参加するために、クライアント・サーバ方式でシステムを構築できること。
- (3) システムは独立して構成されつつも、システム間のデータの連携ができ、リアルタイム性を持つこと。

## 4. 提案

PDCA サイクルを実現し、前章で示した技術課題を解決するためのシステムモデルを提案する。

前章の技術課題(1)を解決するために、タブレット端末あるいはスマートフォンのブラウザから利用可能なシステムを構築する。技術課題(2)を解決するために、タブレットやスマートフォンのアプリケーションではなく、クライアント・サーバ方式でシステムを構築する。技術課題(3)を解決するために、システム間のデータの送信形式を統一させ、データはネットワークを経由してやりとりできるようにする。

これらを実現するために、本研究では次のようなモデルを提案する。

まず、技術課題(1)と(2)を解決するために、授業者である

教師と評価者はタブレット端末を利用する。また、教室内に小型の可搬式サーバを配置し、サーバへのアクセスのための無線 LAN 環境を構築する。サーバには、ネットワーク接続に必要な DHCP, DNS サーバ機能も持たせ、教室内だけで独立したネットワーク環境が構築できるようにする。サーバは外部のデータセンタ等に設置させる方法もあるが、学校のネットワークや通信会社の提供するサービスが教育委員会のセキュリティーポリシーによって制限されている場合も多いため、このような接続モデルを提案する。システムはクライアント・サーバ方式とし、教師・評価者が持つタブレット端末のブラウザから、可搬式のサーバにアクセスできるようにする。提案する利用環境を図 1 利用環境に示す。

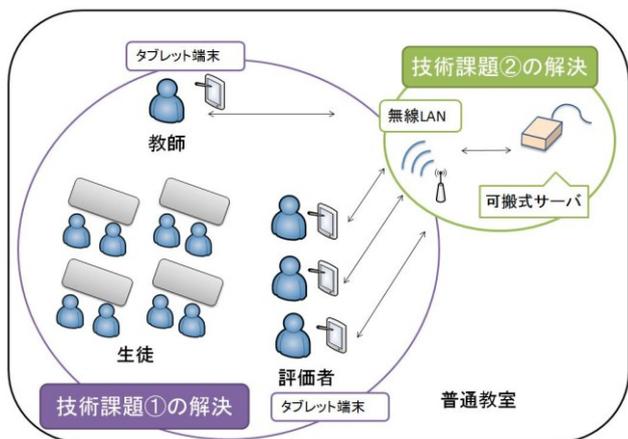


図 1 利用環境

Figure 1 User Environment

技術課題(3)を解決するために、各システム間でデータ連携させる必要がある。提案するシステムのデータフローを図 2 に示す。指導案の作成、実施、評価をリアルタイムで実現するためにはそれぞれのシステムが Web サーバ上で実現され、HTTP 通信によって相互にデータのやりとりが行える仕組みが必要である。

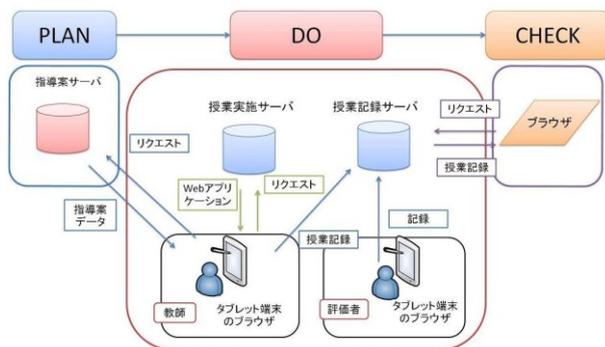


図 2 データフロー

Figure 2 Data Flow

## 5. 実装

前章で提案したモデルに基づき実装を行った。システムは、PDCA サイクルのプロセスをそれぞれ支援する 3 つのサブシステム (指導案作成システム, 授業実施システム, 授業記録システム) によって構築されている。

### 5.1 指導案作成システム (TPMS : Teaching Plan Management System)

指導案作成のために、山梨県立大学で開発された指導案作成システム (TPMS) を用いた。TPMS は教職の免許取得を目指す学生の指導案作成支援、指導案の相互評価支援という目的で開発されたシステムである。TPMS は Contents Management System として構築されており、ユーザはログイン後、テンプレートに入力することで指導案を作成することができる。作成された指導案は TPMS サーバに登録され、ウェブページで公開される。登録された指導案は PDF, WORD, JSON 形式で出力可能となる。システム概要を図 3 に示す。

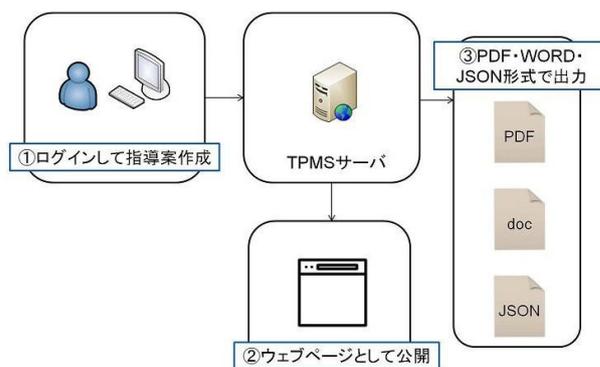


図 3 TPMS の概要

Figure 3 Description of TPMS

今回の実装では、作成した指導案を JSON 形式に変換する機能を授業実施システムで利用した。TPMS は HTML ファイルを JSON 形式に変換する API を持っており、利用したい指導案の URL を指定することで JSON 形式のデータを受け取ることができる。

### 5.2 授業実施システム

教師が普通教室内で授業を進行しながら自分の発言・行動を記録するために、持ち運び可能な端末の上で動作するシステムを開発した。

授業実施システムは、TPMS によって出力された JSON 形式の指導案データをタブレット端末上に表示するために Web アプリケーション (JavaScript) の形で実装した。表示された指導案は授業のプロンプタとして使用できる。また教師による指導案への記録を授業記録システムのサーバへ非同期通信 (Ajax) を利用して送信する。ここでシステムの概要を図 4 に示す。また、利用者画面を図 5 に示す。

授業実施システムの動作は以下の通りである。まず、①指導案作成システムで作成された JSON 形式の指導案データを TPMS サーバから取得し、②タブレット端末上に表示する。次に、③タブレット端末上の指導案を見ながら必要に応じて授業の記録を行う。指導案に対するアノテーションの記録は、JSON 形式で授業記録サーバへ送信される。現在の実装では、教師が指導案のページを移動させる際には自動で、また送信ボタンを押すと任意のタイミングで、指導案上の記録を授業記録サーバへ送ることができる。

また、取得した指導案の教材画像はタブレット端末の画面を電子黒板などにミラーリングすることで、授業の中で使用することもできる。

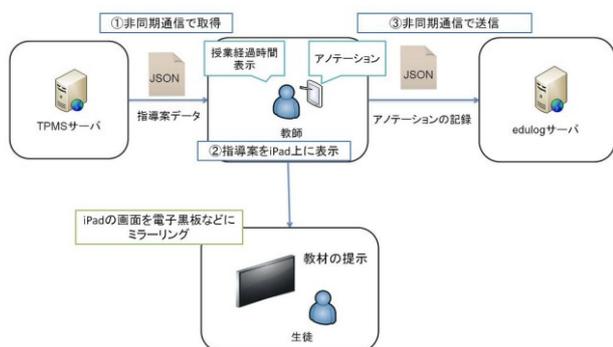


図 4 授業実施システムの概要

Figure 4 Description of a Lesson Support System

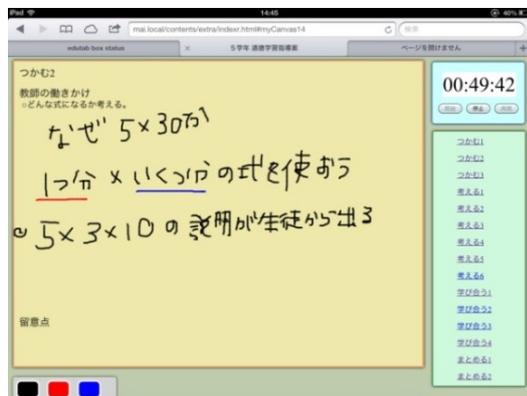


図 5 授業実施システムの利用者画面

Figure 5 Screen Capture of a Lesson Support System

授業実施システムの機能として以下の機能を実装した。

- (1) 指導案表示機能
- (2) アノテーション機能
- (3) ストップウォッチ機能
- (4) 授業記録機能

### 5.3 授業記録システム (edulog)

授業記録システムとして、edulog を用いた。edulog は山梨県立大学およびデジタルアライアンス社が開発した授業記録システムである。

edulog は、クライアント・サーバ方式で構築されており、教師及び複数の評価者が同時に記録を残すことができる。また edulog は教師と評価者の記録を分けてタイムライン形式で表示することができる。システム概要を図 6 に示す。

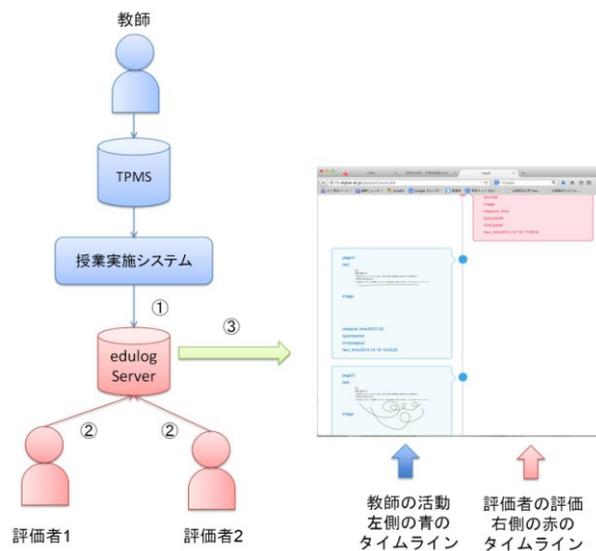


図 6 授業記録システム (edulog) の概要

Figure 6 Description of edulog

授業記録システム (edulog) の動作は以下の通りである。まず、①教師は授業実施システムから授業の記録を edulog サーバに送信する。次に、②評価者は記録用インタフェースから edulog サーバに授業の評価を送信する。すると、③送信されたデータはそれぞれ 1 つのタイムラインの形で表示される。タイムラインは左側に教師の活動の記録を表示し、右側に評価者の評価を表示する。

今回の実装では、授業実施システムから送信された教師の活動と、edulog の機能による評価者の評価を 1 つのタイムラインに表示させることで、教師と複数の評価者による授業の評価を収集した。

## 6. 評価

TPMS・授業実施システム・edulog を組み合わせたシステムを実際に山梨県甲斐市立 A 小学校での公開授業研究会で用いた。この実験結果をもとにシステムのパフォーマンスについて評価する。

### 6.1 実験の方法

平成 27 年 1 月 23 日に山梨県甲斐市立 A 小学校で公開授業研究会が開催された。公開授業研究会では、学校の先生が取り組んだ研究成果をもとに公開授業が開催される。そして、授業後には授業の提案者とその授業の観察者が合同で研究会を実施した。実験では、まず事前準備として、授業実施システム、edulog を載せたサーバを隣の教室に設置した。実験は、実際に行っている授業に影響を与えないように、教師役 1 と評価者役 2 が記録した。教師役が 1 台

のタブレット端末、評価役2名が1人1台のタブレット端末を利用し、ブラウザから edulog サーバへ接続した。教師役は教師の発言と行動を授業実施システムを利用して送信した。評価者役は、授業の参観者の視点から授業を観察し、二つの観点から edulog を利用してコメントと写真を送信した。

今回の公開授業では、討議の柱として(1)考えを深めるために ICT 機器の活用が有効であったか、(2)自分の考えを发表或しり友達の考えを聞いたりして学び合うことができたか、があげられていた。そのため、評価者1は討議(1)の観点で、評価者2は討議(2)の観点で授業を記録した。実際に記録した内容の一部を図7に示す。

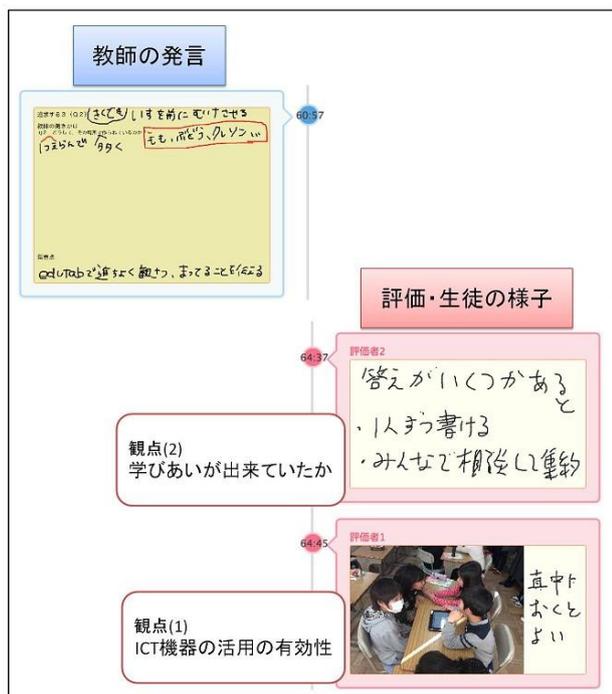


図7 実験での授業の記録  
 Figure 7 Record of the Lesson

## 6.2 実験結果

実験で用いた機器の仕様を表1に示す。

実験は13時24分29秒から14時15分50秒まで行った。実験方法で示した通り、教師役のiPad1台、評価者のiPad2台をサーバに接続した。

測定では、Linuxのtopコマンドを用いて10秒毎にCPU利用率とメモリ利用率の値を収集した。また、/proc/net/devのファイルを10秒毎に収集し、ネットワークトラフィックを測定した。CPU利用率を図8に、ネットワークトラフィックを図9に、メモリ利用率のグラフを図10に示す。

表1 機器の仕様

Table 1 Hardware Specification

サーバ	Raspberry Pi Model B rev2
OS	Raspbian 2014-09-09 wheezy
メモリ	512MB
CPU	700 MHz ARM1176JZF-S
言語	サーバーサイド JavaScript node.js0.10.28
教師端末	iPad (第4世代) iOS ver6.1.3
ブラウザ	Safari ver6.0
評価者端末1	iPad mini iOS ver7.1.2
ブラウザ	Safari ver7.0
評価者端末2	iPad mini Retina ディスプレイ iOS ver8.1.2
ブラウザ	Safari ver8.0

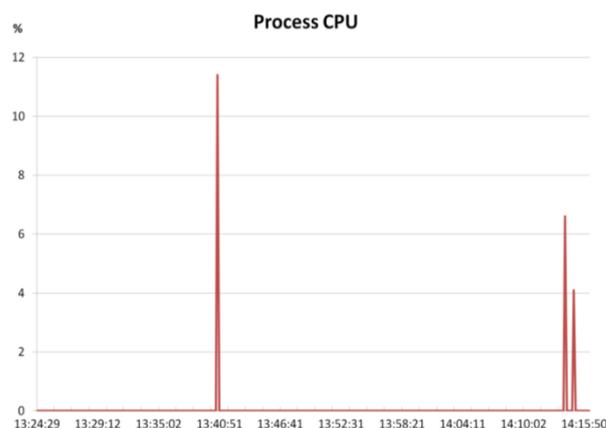


図8 CPU利用率  
 Figure 8 CPU Utilization

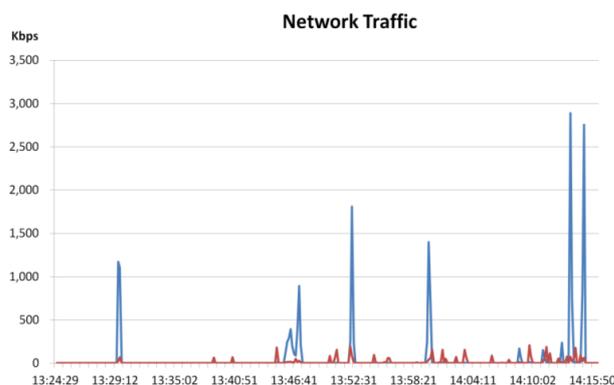


図9 ネットワークトラフィック  
 Figure 9 Network Traffic

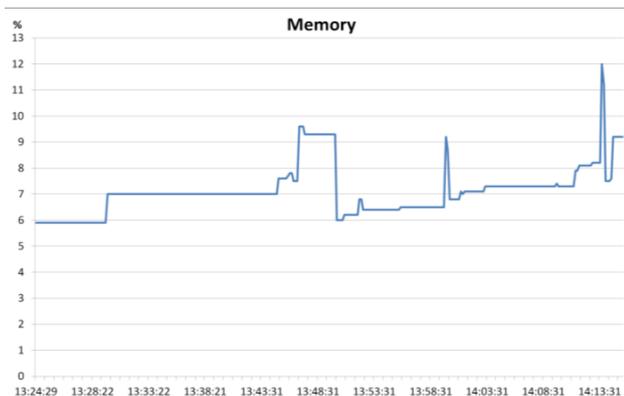


図 10 メモリ利用率

Figure 10 Memory Utilization

### 6.3 評価実験の考察

CPU 利用率については、14 時 13 分以降に 2 回 CPU 利用率が上昇している。この時間はネットワークトラフィックの送信及びメモリ利用率も上昇している。これは、タブレット端末（クライアント）からサーバに対して授業記録のタイムライン閲覧のリクエストがあり、サーバが USB メモリ内に保存されている授業記録データから HTML ファイルを構成しクライアントに送り出しているためと考えられる。13 時 41 分 41 秒にも CPU 利用率が上昇している。この時にはメモリ利用率の上昇はない。ネットワークトラフィックの上昇は 70Kbps 程度上昇していた。残念ながら、収集したデータからはこの原因を追及することはできなかったが、その前後における CPU 利用率がほぼ 0% であることと、70Kbps 受信のトラフィックが上昇していることから、一時的に何らかの受信処理を行っていたと考えられる。CPU 利用率については一時的に最大で 11% に上昇することはあったが、全体のパフォーマンスには全く影響はなかった。そのため、利用者には問題のない速度で応答が行っていたと考えられる。

ネットワークトラフィックについては、通常は送受信とも 1Kbps 程度となっている。主な転送は教師端末からサーバへの送信と、評価者端末からサーバへの送信が考えられる。この送信データは一回あたり約 78Kbyte である。そのため 100Kbps 前後の通信が断続的に発生している。授業終了間際には、最大値となる 2,887Kbps データ送信を記録した。これは、利用者が記録データの表示リクエストを行ったために、サーバが記録されている授業データから HTML ファイルを構成しデータを送信していたためである。授業データは時間経過とともに記録が蓄積されるため、記録が多いと転送するトラフィックは増加する。

メモリ利用率については、通常は 6% から 8% の間で推移している。ネットワークトラフィックが上昇した際に 12% 程度まで上昇している。しかし、この上昇も一時的で、全体のパフォーマンスには全く影響はなかった。

これらのことから、可搬式の小型サーバ (Raspberry Pi)

を用いたとしても 3 台の端末からの接続には充分に対応できることが分かった。システムが対応できる台数やタイムラインを構成するデータの量については、より詳細な評価が必要となる。

## 7. 結論

授業研究の PDCA サイクルを 1 つのシステム上で回すためのモデルを提案した。また、そのモデルに基づく実装を行った。システムは、TPMS、授業実施システム、edulog の 3 つのシステムを組み合わせて構築した。

TPMS を利用し、JSON 形式で指導案を出力した。授業実施システムを実装し、TPMS で作成された指導案を普通教室内で操作可能なタブレット端末の上で表示させた。また、授業実施システムから授業の記録を JSON 形式で出力した。edulog を利用し、授業実施システムから送信された教師の指導の記録をタイムラインに表示した。また、評価者のコメント・写真をタイムラインに掲載することで、教師の指導の記録と複数の評価者による評価の実施と共有を行った。

提案したモデルに基づいて実装したシステムの評価を行った。実験授業を行った結果からは、CPU 利用率、メモリ利用率、ネットワークトラフィックに大きな問題はなく、3 台の端末からの接続において、可搬式の小型サーバ (Raspberry Pi) を用いたとしても充分に対応できることが示された。

今後の課題として、授業実施システムの機能の充実化が必要である。また、提案システムへの接続台数を増加させた場合の実験を実施し、システムの接続可能台数の調査とその対策が必要である。

## 謝辞

本研究の一部は平成 25 年度・平成 26 年度文部科学省 地 (知) の拠点整備事業 (大学 COC 事業) の支援のもと行われている。関係する皆様に深く感謝する。

## 参考文献

- 1) 文部科学省 現状と課題, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1325922.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1325922.htm)(2015 年 2 月 10 日アクセス)
- 2) 岩手県総合教育研究センター 授業改善を図るための校内授業研究の進め方に関する研究, [http://www1.iwate-ed.jp/db/db1/ken\\_data/center/h18\\_ken/h18\\_8901.pdf](http://www1.iwate-ed.jp/db/db1/ken_data/center/h18_ken/h18_8901.pdf)(2015 年 2 月 10 日アクセス)
- 3) 札幌市教育センター 校内研究・校内研修の手引き, [http://www.sec.sapporo-c.ed.jp/download/tebiki/H23\\_sakkyou\\_ukuen2-2.pdf](http://www.sec.sapporo-c.ed.jp/download/tebiki/H23_sakkyou_ukuen2-2.pdf)(2015 年 2 月 10 日アクセス)
- 4) 岩井憲一: “指導案オーサリングシステム TeaPoT について”, 2003 年度人工知能学会全国大会(第 17 回)論文集, 1E4-04, 2003.
- 5) LessonNote, <http://lessonnote.com/jp/>(2015 年 2 月 10 日アクセス)