クリッカーの実時間データに基づく講義スライド改善支援ツールの開発

大平 茂輝,後藤 明史,戸田 智基

名古屋大学 情報基盤センター

ohira@nagoya-u.jp

Development of an Improvement Support Tool for Lecture Slides based on Real-time Clicker Data

Shigeki Ohira, Akifumi Goto, Tomoki Toda

Information Technology Center, Nagoya University

概要

アクティブ・ラーニングを実践するツールとして、クリッカーシステムを導入する事例が増えている。授業中に簡単な問題を出し、学生から得た回答をその場で集計して結果をグラフなどにより提示するのが一般的な使い方であるが、授業中の理解度をリアルタイムに集計して授業改善につなげるという使い方はそれほど多くない。また、ハードウェアタイプのクリッカーシステムを用いる場合、PowerPoint アドインなどの専用ソフトウェアにより、取得可能な情報が制限されるといった問題がある。そこで本研究では、ハードウェアタイプのクリッカーシステムにおいて、既存ソフトウェアと併用する形でリアルタイムな受信データを取得・分析することにより、PowerPoint 形式の講義スライド単位で修正箇所を把握するツールを開発した。

1 はじめに

授業の双方向性を高め、アクティブ・ラーニングを 実践するツールとして、クリッカーシステムを導入す る事例が増えている。クリッカーの正式名称は、オー ディエンス・レスポンス・システム (ARS) であり、レ スポンス・アナライザ (RA) と呼ばれることもある。

2005 年頃に携帯電話とインターネットを用いたレスポンス・アナライザ [1, 2] が検討・実現されたのち、専用デバイスと無線による現在のようなクリッカーシステムを日本の高等教育機関では北海道大学が 2007年度より先駆けて導入している [3]. スマートフォンやタブレットの普及に伴い、近年では専用端末を用いないソフトウェアタイプのクリッカーシステムを開発・導入する研究も数多く行われている [4, 5, 6, 7, 8, 9].

授業中に簡単な問題を出し、学生から得た回答をその場で集計して結果をグラフなどにより提示するのがクリッカーシステムの一般的な使い方である[2]が、授業中の学生の理解度をリアルタイムに集計して授業改善につなげるという使い方はそれほど多くない。家島[10]は、大学教育におけるクリッカー活用のメリットとデメリットについて、FD/教員/学生の3つの視点で整理しており、教員にとってのメリットとして「学生を無視した独善的授業を改善する機会になる」こ

とを、デメリットとして「自分の授業の改善点を突きつけられる精神的辛さ」を挙げている。数少ない授業改善の事例としては、クリッカーによるリアルタイムフィードバックを授業映像のタイムコードと関連付けることによって大学院生が実践する授業改善を支援する研究[11]がある。

その中で中島は、ハードウェアタイプのクリッカーを選択する理由として「柔軟性」「学習を阻害しないこと」「安定性」を挙げている。筆者らも同様の意見であると同時に、スマートフォンの私的利用を区別できないといった不満や、スマートフォンの所持/不所持が教育機会の不平等さにつながりかねないといった懸念が学内に少なからずあることから、ハードウェアタイプのクリッカーシステムを導入した。しかし、ハードウェアタイプのクリッカーシステムを用いる場合、Microsoft PowerPoint アドインなどの専用ソフトウェアにより、取得可能な情報が制限されるといった問題がある。

そこで本研究では、ハードウェアタイプのクリッカーシステムにおいて、既存ソフトウェアと併用する形でリアルタイムな受信データを取得・分析することにより、PowerPoint 形式の講義スライド単位で修正箇所を把握するツールを開発した.

2 講義スライド改善支援ツール

2.1 クリッカーシステム

ハードウェアタイプのクリッカーシステムにおける一般的な利用状況を図1に示す. 学生にクリッカー端末をひとり一台ずつ配布し, 教員はクリッカー端末からのデータを受信する無線レシーバをノートPCにUSB接続する. 授業中に教員が専用ソフトウェアやPowerPointアドインを用いて問題を出し,学生がクリッカー端末から回答を入力すると,結果を自動集計してグラフなどをスクリーンに表示するという仕組みである.

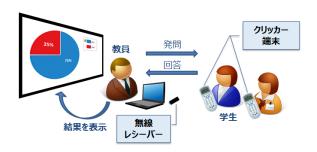


図1 クリッカーシステムの利用状況

本研究では、クリッカーシステムとして、CHIeru 社の「FLOW」と KEEPAD JAPAN 社の「TurningPoint Audience Response System」を導入した *1 . CHIeru 社のクリッカー端末 CPS Pulse (図 2 左) は、 0 く9 までの数字と 2 なの数字を入力することができる。正誤・多肢選択・記述 (40 字)・数値問題に対応しており、入力文字列や送信結果を確認可能な液晶画面を備えている。KEEPAD JAPAN 社のクリッカー端末 ResponseCard LT (図 2 右) は、 2 までの数字と 2 字のみの送信であるためボタンを押すと回答は自動的に送信され、送信が成功すると緑色に光る LED を備えている。 *2 導入した端末台数は、前者が *2 もである。

2.2 クリッカーデータのモニタリング機能

本研究で導入したクリッカーシステムの無線レシーバは、どちらも PC の USB ポートに接続するため、まず USB デバイスに対して発行される URB (USB Request Blcok) パケットを監視する Windows アプリケーション ClickerMonitor を開発した. URB パ



図 2 導入したクリッカー端末とレシーバ (左: CHIeru 社製 CPS Pulse, 右: KEEPAD JAPAN 社製 ResponseCard LT)

ケットのペイロードデータから、各クリッカー端末のデバイス ID *3と入力された文字 (列) を取得する. 各レシーバの受信データを監視している様子を図 3 に示す. 左から、受信時刻、クリッカー端末 ID、入力文字 (列)、転送データ列である.

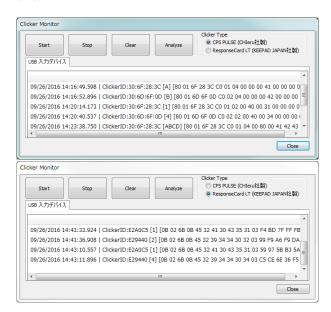


図 3 クリッカーデータのモニタリングツール動作 例 (上: CHIeru 版,下: KEEPAD JAPAN 版)

また、使用するプレゼンテーションツールには PowerPoint を想定しているため、授業中のスライド操作を取得する Windows アプリケーションを開発した.本アプリケーションは、ClickerMonitor を起動し、PowerPoint が開くファイル名やスライドの切替操作とその時刻を取得する. さらに、開いた PowerPoint

^{*1} どちらも基盤技術は米 Turning Technologies 社が保有している.

^{*2} ボタン数が増え液晶画面が搭載された上位機種も存在する.

^{*3} CPS Pulse のデバイス ID は 8 桁中の 6 桁 (先頭 2 桁は固定値のため省略), ResponseCard LT のデバイス ID は 6 桁である.

ファイルのスライドサムネイルを生成する.

図 4 PowerPoint スライド操作取得ツールの動作例

クリッカーの受信ログと PowerPoint の操作ログは、それぞれ図 5, 6 のような XML 形式で出力される.

```
<?xml version="1.0"?>
<session>
<response pptLog="pptlog_20160926_141235.xml">
<response datetime="2016-09-26 14:16:49.598" serial="30:6F:28:3C" data="A"/>
<response datetime="2016-09-26 14:16:52.886" serial="30:6F:28:3C" data="B"/>
<response datetime="2016-09-26 14:20:14.173" serial="30:6F:28:3C" data="1"/>
<response datetime="2016-09-26 14:20:40.537" serial="30:6F:08':00" data="4"/>
</response datetime="2016-09-26 14:23:38.750" serial="30:6F:28:3C" data="ABCD"/>
</responses>
</session>
```

図5 クリッカーの受信ログ XML

図 6 PowerPoint の操作ログ XML

2.3 スライド単位の理解度出力機能

前述した ClickerMonitor で Analyze ボタンを押すと、クリッカーの受信ログと PowerPoint の操作ログから、スライドごとの理解度を集計する. 本研究では、スライド提示中に内容をよく理解できたと思ったらクリッカー端末で "A" ボタンを、あまり理解できなかったら "B" ボタンを押してもらい、その頻度をカウントすることで該当スライドの理解度とした. 集計結果は、図7に示すような HTML ファイルとして出力される.

図 7 では、理解できた/できなかった頻度として 2 つの数値が表示されているが、左の数値が人数を、右の数値が回数を表す. クリッカーの通常の使い方であるクイズやアンケートでは、締切時間までに入力され

た最後の回答のみが採用・記録されるが、各スライドの説明中に理解できた/できなかった箇所が複数存在する場合や、非常に良く理解できた/まったく理解できないといった理解の程度によって入力のモチベーションが変わる状況が考えられるため、すべての入力を記録・集計している.



図 7 スライド単位の理解度を HTML ファイル出力した例

3 利用事例

3.1 授業内容と利用方法

大学1年生対象の全学教育科目(理系教養選択科目)において、クリッカーシステムと本ツールを導入した講義を実践した.本講義は、情報科学の最前線の話題の中から、データベース、サーチエンジン、ネットワーク、セキュリティ、デジタルコンテンツ、人工知能について具体例を交えて解説する講義(全15回)であり、著者の一人がそのうちの1回を担当した.

授業は PC の設置されていない通常の講義室で行われ、使用したクリッカーシステムは CHIeru 社の FLOW、用意した PowerPoint 講義スライドは 51 枚である. FLOW が提供している PowerPoint アドインを利用して、事前に 3 枚のスライドに対してアンケート 2 つとクイズ 1 間を埋め込んだ.* 44 . 当該スライドを表示すると、自動的に出題が開始され、制限時間後に回答の集計と結果の表示が行われる.

授業中のツールの利用フローを図8に示す. レシーバの USB 接続やクリッカーソフトウェア (本事例の場合は FLOW ソフトウェア) の起動手順などに変更はなく, クリッカー端末-レシーバ間のデータ転送も通

^{**4 2016} 年 9 月 28 日現在, FLOW は Microsoft Office 2007/2010/2013 に対応し, TurningPoint (version 2008) は, XP/2003/2007/2010 に対応している. 次期 Turning-Point 7 は, 2013/2016 に対応予定である.

常通り行われる.匿名性を確保するため,クリッカー端末と学生との紐付けは行っていない.なお,スライド単位の理解度集計・出力処理は,必ずしもこの流れで行う必要はなく,授業後に再度 ClickerMonitor を起動して実行しても構わない.クリッカーシステムとツールを実行したノート PC の仕様は表 1 の通りである.参考のために,動作検証を行った PC に関する仕様も併せて示す.

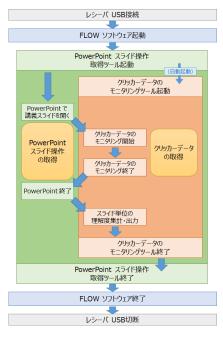


図8 授業中のツール利用フロー

表 1 クリッカーシステムとツールを実行したノート PC の仕様 (上: 講義利用,下: 動作検証)

講義利用 PC		
製品名	Lenovo 社製 IdeaPad Yoga 13	
OS	Windows 8 64bit	
CPU	1.9GHz Core i7 2 コア	
Memory	8GB	
Storage	128GB SSD	
動作検証 PC		
製品名	Apple 社製 MacBook Air (Mid 2012)	
OS	OS X Yosemite	Windows 7 64 bit
	10.10.3	(VMware Fusion 6 上)
CPU	2GHz Core i7 1 コア	2GHz Core i7 1 コア
Memory	4GB	4GB
Storage	350GB SSD	150GB

3.2 分析方法

2015 年度と 2016 年度の当該講義において実践した 結果を比較する. 具体的には, 2015 年度の講義実施後 に、スライド単位の理解度を集計した HTML を出力し、2016 年度の講義前 (3 日前と前日) にスライドの修正を行った。修正対象のスライドは、クリッカー端末の"B" ボタンが 1 回以上押された場合、すなわち学生が内容をあまり理解できなかったスライドである。なお、比較を容易にするため、修正の際にスライドの分割・統合は行わなかった。

また、授業後のレポート課題において、クリッカー の利便性などに関するアンケート調査を実施した.

4 結果と考察

4.1 受講者情報

受講者数は、2015年度が 100名、2016年度が 94名 である。なお、2015年度に導入していたのは CHIeru 社の FLOW システムのみであり、受講者数に対して クリッカー端末台数 (70 台) が不足していたため最前 列から順に配布した。

クリッカー端末の操作に慣れることも兼ねて、PowerPoint アドインによるアンケート機能によって、クリッカーの利用の有無と所持している携帯電話についての設問を実施した結果を図 9、10 に示す。各設問の回答時間は1分である。携帯電話の所持に関する設問は、本研究とは直接関係しないが、ソフトウェアタイプのクリッカーシステムの導入やハードウェアタイプとの併用を検討する材料とするために実施した。



図 9 設問「クリッカーを利用したことがありますか」の回答 (左: 2015 年度, 右: 2016 年度)



図 10 設問「携帯電話を持っていますか」の回答

これより、クリッカーの利用経験が増していること、 また、大多数がスマートフォンを所有しているものの、 ケータイや PHS の利用者や不所持の学生が若干名い ることがわかる. 本学でも,公平な教育機会という観点から授業でのスマートフォン利用に否定的な意見や,授業目的外の利用を避けられないという意見もあることから,慎重に検討したいと考えている.

4.2 スライドの修正による理解度の変化

2015年度と2016年度における修正前後の講義スライドについて、学生の理解度を比較した.

まず,クリッカー端末の利用者から不正入力者を除外した.不正入力者とは,求められた形式と異なる回答を入力する者である.たとえば,"A"か"B"いずれかの入力を求めた場合に,"C"や"ABCDEFGHIJ","HAGE"などの不適切な入力を2回以上行った学生は,回答の信頼性が低く正しい入力との区別が困難であるため除外した.不正入力者数は,2015年度が15名,2016年度が7名であった.

次に修正対象となった各スライドごとに理解度を求めた。理解度は、 C_A を "A" ボタンが押された回数、 C_B を "B" ボタンが押された回数とした場合、 $\frac{C_A}{C_A+C_B}$ とした。

2015 年度の講義において、"B" ボタンが 1 回以上押されたスライドは 51 枚中 12 枚、"B" ボタンが "A" ボタンの半数以上押されたスライドは 51 枚中 7 枚であり、それぞれの理解度の平均をスライド修正前後で比較した結果を図 11 に示す。百分率換算で B ボタンが 1 回以上押されたスライドは約 31%,B ボタンが A ボタンの半数以上押されたスライドについては約 46% の理解度の改善が見られ,t 検定により検証した結果,いずれも有意差が得られた (p < 0.05). しかし,現在のスライド単位での理解度では,学生の理解を阻害しているスライドの分かりにくさを正確に把握することは難しく,教員が学生の立場に立ってより丁寧な説明を心掛けるしかない。そのため,スライド中の部分要素単位で理解度を把握する仕組みが必要であると考えられる.

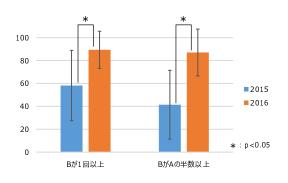


図 11 スライド修正前後の理解度の変化

4.3 アンケート調査

授業後のレポート課題の一部として、クリッカー端末の利用者に対してアンケート調査を実施した. 設問は以下の4つであり、設問(1)~(3)については、「強くそう思う」「そう思う」「どちらでもない」「そう思わない」「全くそう思わない」の5段階の選択回答形式をとり、設問(4)については、下記A)~F)の複数回答形式および自由回答形式をとった.

- (1) クリッカー端末は簡単に使えると思いますか
- (2) クリッカーは理解を深めるのに役立つと思いますか
- (3) クリッカーをもっと授業で使ってみたいと思いますか
- (4) クリッカーを使うのに適しているのはどのような 場合だと思いますか
 - A) 前回の復習クイズ
 - B) 授業時間の最初に行うクイズ
 - C) 授業中に随時行うクイズ
 - D) 授業時間の終わりに行うクイズ
 - E) リアルタイムな理解状況の調査
 - F) 感想の調査

クリッカーの利便性などに関する設問 (1)~(3) の結果を図 12 に示す. 設問 (1) と (3) については 9 割前後の肯定的な結果が得られ,設問 (2) についても約 7割の学生が肯定的であった. 設問 (2) が他の設問に比べて「どちらでもない」という意見が多かった理由としては,今回の分析がスライド修正前後の理解度の変化に重点を置いていたため,内容理解を問うクイズを1枚のスライドでしか行わなかったことにあると考えられる. 実際,自由記述コメント欄には「授業の理解を深めるのに使えそうなのでもっと使ってほしい」「授業途中のアンケートやクイズを増やせば生徒がさらに主体性をもって授業に臨むことができ,講義内容に関心をもったり内容を理解しようと努力することを促すことができるのでは」という意見が見られた.



図 12 クリッカーの利便性などに関するアンケート 調査結果

クリッカーの利用用途に関する設問 (4) の結果を図 13 に示す. これより、「前回の復習問題」「授業中に随時行う設問」「リアルタイムな理解状況の調査」への利用を望む意見が多いことがわかった. また、その他の利用用途として「出席確認」という意見が自由回答欄に2件ほど見られた. 現状では100名規模の授業においてクリッカー端末と学籍番号との紐付けを事前に行うことは難しいが、CHIeru版のように複数文字列を入力可能な端末であれば、授業の最初に学籍番号を入力させるという方法が考えられる.

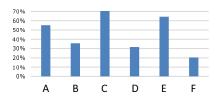


図 13 設問「クリッカーを使うのに適しているのはどのような場合だと思いますか」の結果

4.4 学生の感想

従来研究の報告と同様に、クリッカーを使用した学生からは以下のような感想が得られた。全体的に肯定的な意見が多いが、もともと積極的な学生にとっては逆効果となる可能性や、匿名性保持と前述した出席確認のように相反する利用用途においてどう使い分けるかといった点に注意が必要であると考えられる。

- とても新鮮で面白い
- 匿名性を保持したアンケート形式が良い
- 講義に対する集中度や積極性の向上に役立って いた
- ●他の人の意見をその場で知ることができるのが良い(自分が多数派なのか少数派なのかわかる)
- 紙を配るよりも効率が良く、授業の進行の妨げに ならない
- 聞くだけの授業よりも講義に参加していると感じられた
- 聞いているだけの講義よりも理解が深まった
- ●他の典型的な授業と違って素晴らしい雰囲気(パッション!)
- 前回の復習や理解度の確認にもっと活用されるべきもの
- 行動を起こすことによって頭が働く
- わからないことの意思表示がしやすい
- 教育への IT の活用に興味を持った
- どうしても必要かと言われるとそうでもない
- 内向的でない人やそもそもやる気のない人にとっては退屈になる

5 むすび

本報告では、ハードウェアタイプのクリッカーシステムにおいてリアルタイムな受信データを取得・分析し、PowerPoint 形式の講義スライド単位で学生の理解度を集計するツールを開発した。同一講義において、前年度に学生の理解度が低かったスライドを修正したところ、次年度の理解度が高くなる結果を得た。今後の課題としては、授業中のリアルタイムなフィードバックや、演習等の異なる授業形態での活用、講義映像やLMSとの連携が挙げられる。

参考文献

- [1] 松居辰則, 菅谷史昭, "集合学習環境における携帯電話の 有効利用に関する実証的考察", 教育システム情報学会研 究報告, Vol. 19, No. 1, pp. 89–94, 2004.
- [2] 永岡慶三, "携帯電話利用によるレスポンス・アナライザ・システム", 人間科学研究, Vol. 18, No. 1, pp. 119–125, 2005.
- [3] 鈴木久男, 武貞正樹, 引原俊哉, 山田邦雅, 細川敏幸, 小野寺彰, "授業応答システム"クリッカー"による能動的学習授業:北大物理教育での1年間の実践報告", 高等教育ジャーナル, No. 16, pp. 1-17, 2008.
- [4] 小林建太郎, 林宏昭, 山本敏幸, "スマートデバイスを利用した参加型授業の実践", 教育システム情報学会研究報告, Vol. 28, No. 5, pp. 49–56, 2014.
- [5] 大見嘉弘, 水谷正大, 永井保夫, "オープンソースによる クリッカーシステムの提案と試作", 情報教育シンポジウム 2014 論文集, Vol. 2014, No. 2, pp. 201–206, 2014.
- [6] 田島貴裕, "クラウド型クリッカーの活用事例とその運用 課題: -スマートデバイスに対する大学生の意識の観点 から-", コンピュータ&エデュケーション, Vol. 38, pp. 62-67, 2015.
- [7] 古賀掲維, 野崎剛一, "Web クリッカーシステムへのテキストマイニング機能実装の試み", 大学情報システム環境研究, Vol. 18, pp. 35–42, 2015.
- [8] 澤口隆, 巽靖昭, "バックグラウンド稼働クリッカー (bgClicker) の開発, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 38, pp. 92-97, 2015.
- [9] 川島陽一郎,室田真男,"授業導入が容易な PowerPoint アドイン型オーディエンスレスポンスシステムの改良と評価",日本教育工学会研究報告集, Vol. 16, No. 1, pp. 333–338, 2016.
- [10] 家島明彦, "大学教育における「クリッカー」活用の現状と可能性/限界", 第 16 回大学教育研究フォーラム, 2010.
- [11] 中島平, "レスポンスアナライザによるリアルタイム フィードバックと授業映像の統合による授業改善の支 援", 日本教育工学会論文誌, Vol. 32, No. 2, pp. 169– 179, 2008.