Vol.2015-CE-131 No.1
2015/10/10

時間に着目したLTIクリッカー “tap4D” の開発

浅野 真之[1]　隅谷 孝洋[1]

概要：LMS と外部ツールをつなぐ共通規格である LTI を用いて，さまざまな LMS で利用可能なクリッカーを開発した．また現行のクリッカーニーズにこたえるために学習者の応答を時系列に従い可視化する機能を追加した．

キーワード：LTI，クリッカー

Development of “tap4D”, time-conscious ARS using LTI

Abstract: We have developed an ARS that we can use with the various LMS through LTI that is standard to connect LMS with external tools. The ARS can visualize the learner’s response data chronologically, in order to meet the needs of field of education.

Keywords: LTI, Clicker

1. はじめに

1.1 クリッカーの変遷

2000 年代初頭, 米国の講義で大人数授業の学生–生徒の応答性を向上するために聴衆応答システム (ARS, Audience Response System) が導入された．聴衆応答システムは、教師からの問いかけに対する学習者の応答を集計し、結果を即時に確認できるようにするためのものである。システムの形態としてはいくつか存在する。代表的なものとしては、テレビリモン状の小さな専用デバイスを用いて学生からの応答を送信し、教師側でそれを受信、集計するものがある。この際に用いるデバイスはクリッカーと呼ばれている。そのため、現在では聴衆応答システムのことをクリッカーと呼ぶことが多い。集計結果をその場でスクリーンに提示するなど、学生の反応を取り込んだ授業展開が可能になるため、 日本国内でも学習者のアクティブラーニングを推進する目的で活用事例が多数報告されている [2],[4].

また, 若年層のスマートフォンやタブレットの普及, 高等教育機関での PC 必携化等に伴い, 高等教育現場で BYOD(Bring Your Own Devices) の実現が容易になったことから, 旧来の専用のデバイスを用いたクリッカーから web クリッカーが台頭するようになった [3]. web クリッカーはデバイス型クリッカーのボタンをアプリケーションとして実装し, 回答情報の送信にはインターネットを利用する.

しかし, web クリッカーも旧来のデバイス型クリッカーも, 小テストなどで活用したいが, 学習者を特定できない, LMS(Learning Management System) との連携が難しい, web クリッカーはスマートフォンにアプリケーションをダウンロードしなければならない, ログインなどの手間がかかる等の問題がある [4].

本研究では, これらの問題に対応するために, 異なる LMS から外部ツールを利用するための規格である LTI(Learning Tool Interoperability) を用いた web クリッカ “’tap4D” を開発する．また, tap4D は学習者のクリッカー上での回答履歴を時系列に沿って可視化する機能を実装する.

1.2 LMS の普及状況

大学などの高等教育機関での大人数授業を支えるツールとして LMS(Learning Management System) がある．授業中の成果物やレポートを LMS を通じて提出したり, 学生間でシェア, ピア・レビューを行わせることは, 履修者数にかかわり無く実践できるものである．文部科学省によると 2010 年の時点で, 高等教育機関での LMS の授業中の利

[1] 広島大学
Hiroshima University

© 2015 Information Processing Society of Japan

用率は，短期大学 339 校のうち 20.4%，大学の学部や研究科 2699 校のうち 25.3%となっている [7]．このうちの多くが導入している科目が 1〜3 科目程度にとどまるものの，およそ 4 人に 1 人は LMS を導入している高等教育機関に入学していることがわかる．前述のように，スマートフォンなどの携帯情報端末の普及により，高等教育機関での LMS 導入は広がるものだと考えられる．従って，LMS を用いた授業支援は今後ますます重要になると考えられる，

1.3 tap4D のコンセプト

tap4D のコンセプトは「LMS との連携」と「教員の学生理解を支援」の二軸である．

前述の LMS 導入の背景を鑑みると クリッカーのような授業時に活用されるツールは LMS のコース上に，他のアクティビティと同じように配置できることが望ましい．また，ツール上に発生した教育資源を，LMS と共有できるとより望ましい．故に，これからの大学に求められるクリッカーは既存の LMS との連携が可能なクリッカーであるといえる．また，LMS の種類に捉われずに利用できるプラグインであることが望ましい．これらの機能を tap4D では後述する LTI が担う．

また，クリッカーは 1 節で述べたように，大人数の授業におけるインタラクティブ性を向上させるために導入されたツールである．

クリッカー導入の背景には「大人数の授業でいかに教員が学生の学習状況を理解し，適切なインストラクションを設計するか」という高等教育における永遠の課題の一つがある．tap4D はその背景を重視しており，これまでのクリッカーには見えづらかった学生の授業の理解の進み具合を，簡潔な統計資料とともに，教員に提供するのが主目的である．特に，授業一回あたりでどのように理解が進んだかを把握する材料として，時間の進みと学生の回答状況を可視化する機能を導入した．

2. LTI

2.1 LTI とは

昨今，高等教育機関では多種多様な LMS が活用されている．その一方で，各 LMS の拡張ツールは横断的に利用できないために教育資源の共有が困難になっている側面がある．この問題を解決する方法として，IMS Global Learning Consortium から提供されている LTI がある．LTI は異なる LMS に対して共通に利用できるプラグインを作るための規格である（図 1）．学習に関する新しい機能を独立した Web ページとして提供し，LMS からその Web ページへ透過的に遷移することにより、利用者にとってあたかも LMS の機能が拡張されたかのように見せることができる．LTI は、そのための情報の相互のやりとりの方法を規定するものである。

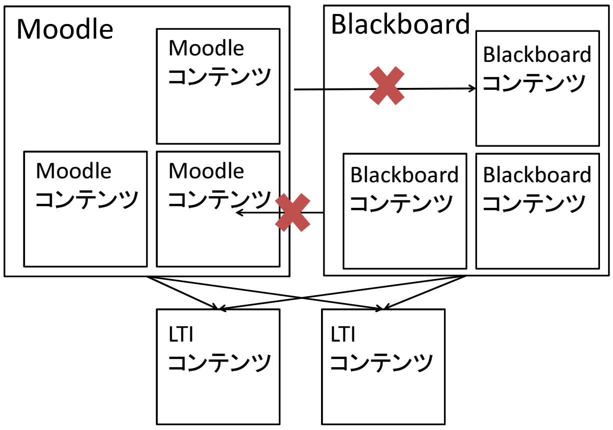

図 1 LTI コンテンツ

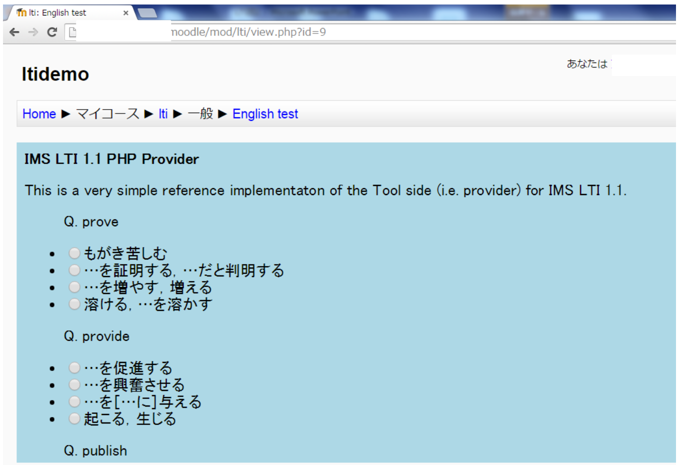

図 2 LTI を用いた英単語ツール

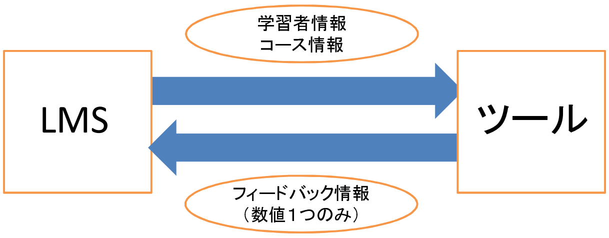

図 3 LTI の役割

この規格は各 LMS が保持している学習者情報の一部をツールに提供する．提供される情報は，コース設定や各 LMS によって差があるものの概ね氏名などのユーザ情報とコース ID やアクティビティ ID 等の LMS の制御情報の二種類に分けられる．しかし，ユーザ情報にログイン ID は含まれない等の制約が存在する．詳しくは後述する．

2.2 動作例とフィードバック

図 2 は，Moodle から LTI を用いた簡易的な英単語テストツールを呼び出した画面である．図 2 のように，LTI を用いた外部ツールはフレーム内に表示される．このようにツール上で学習者の評価を行った場合，その評価結果を LMS にフィードバックできる．ただしフィードバックできる情報

は実数 1 つのみと制約が厳しい．自由記述などを管理する場合には, 外部ツール側で行う必要がある．従って, それぞれの情報の流れは図 3 のようになる．

また, これらのツールを作るための雛形が IMS から提供されている [5]．英単語テストツールも, 今回開発する web クリッカーもこの雛形より作成している．

2.3　LTI の問題点

教育資源の利活用という点では LTI は非常に強力な規格であるものの, 問題点も多くある．

第一に, 各 LMS から送られてくるデータは, 連想記憶配列になっているが, 同一の意味を持つ値を送るのに使われる key の候補が複数あり, LMS によって異なってしまう．例えば, ある LMS ではユーザ名を NAME という key を用いて送るのに対し, 他の LMS では USERNAME というキーを用いてユーザ名を送る．このような事態に対応するために, LMS の違いをすり合わせる設計が要求される．

第二に, 日本での LTI を用いたツール開発の実例の少ない．学術論文として報告されているものは, [1] と [6] でのみ開発が確認されている．日本での普及率の低さの原因として, 解説が英語ドキュメントのみであることや, 後述するドキュメントのボリュームに原因があると考えられる．

第三に, LTI の解説ドキュメントのボリュームが非常に大きく開発者の負担が非常に大きい．加えて対応言語は英語のみであり, Web 構成要素に関する専門知識が多く必要であることから, ドキュメントを理解することができる開発者が限定される．

最後に, システム開発上の LTI の制約が厳しいという点がある．具体的には以下のような制約がある．

- 学生がログインに用いるログイン ID を取得できない
- ツールにアクセスした個人をユニークに識別することはできるが, 現実世界の誰であるかは特定できない
- 評価として LMS に渡すことができる値は数値一種類のみ

上述のように, LTI は現実世界の個人を特定する機能を持たない．従って, 1 章で述べたような小テスト利用などを考える場合は, ツール側での個人特定を行う必要がある．加えて LMS に返すことができる評価値は数値一種類と決まっているので, 点数をいくつも LMS に返すことはできない．従って点数管理もツール側で行う必要がある．なお, ユーザの名前を得ることは可能なので, 名前と評価値のリストを生成することは可能である．しかしログイン ID を得ることができないため, 可用性に欠ける．

また, 新たにユーザに ID を発行すると, LMS にログインするだけで利用できるという LTI の長所が損なわれてしまうため, ツールの規模と特性を考慮した特定システムの設計が. 重要である．

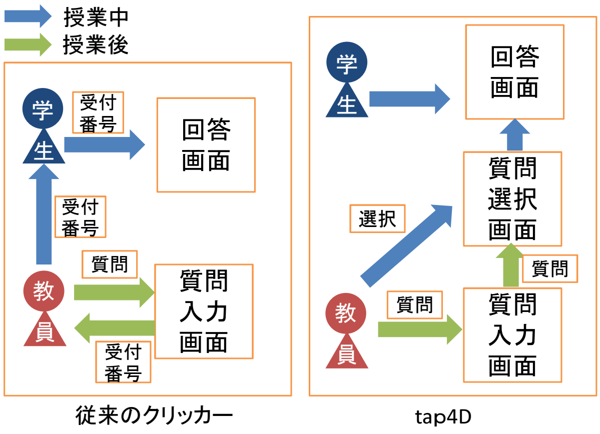

図 4　従来のクリッカーとの比較

3.　tap4D の開発

3.1　用語の定義

以下, tab4D の概要の説明中に出現する造語についてまとめておく．

- アクティビティ ID: LMS 上のコース中に含まれる活動に割り振られるユニークな値
- 内部ユーザ ID: LMS 内部の学習者に割り振られるユニークな値 (ログイン ID ではない)
- 質問セット: 授業一回分のクリッカー用質問集

3.2　tap4D における LTI

このクリッカーに LTI を取り入れた最大のメリットは, 従来の授業中のクリッカー使用の手間が大きく削減できる点である．従来のクリッカーは教員があらかじめ質問をクリッカーに登録した際に発行される ID を質問開始直前に学生に伝え, 学生は ID をクリッカーに入力し, 問題を開始するという手間が必要だった,

それに対し tap4D は 内部ユーザ ID とアクティビティ ID の取得により．学習者と質問の対応付けを一意に行うことができるため, 教員がクリッカー画面にアクセスすれば学生は自動的に質問画面に遷移することができる．図 4 に従来のクリッカーとの比較を示す．

3.2.1　LTI の制約への対処

前述のように, LTI には LMS のユーザ情報と, 現実のユーザをつなぐための情報をツール側に提供していない．

しかし, 各 LMS のユニークな識別, 及び一つの LMS 内でのユーザ情報のユニークな識別が可能である．そこで, 表 1 のように, 前述の二つのデータを元にツール内部で新たにユーザを一意に識別するための ID を振ることで, ツール内での内部ユーザ ID の衝突を避けることができる（図 5)．なお Moodle の場合は表 1 のサーバ ID として IP アドレス, もしくはホスト名が LMS から提供される．

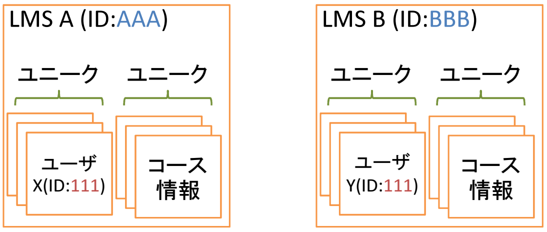

図 5　ツール内でのユーザの識別方法

表 1　ツール内部のユーザ識別

ツールユーザ ID	サーバ ID	内部ユーザ ID
1	123.156.78.1	12df3f2ac5
2	sksdfjsfaasdkfa	sdjshdwehc

3.3　システム概要

データの流れを図 6 に，画面遷移を図 7, 8 に示す．図の番号は以下に対応している．tap4D は LTI を用いるため，LMS 上のフレーム内で動作する．なお，システム開発に用いたツール等を以下に示す．

- 使用言語: PHP, javascript
- 使用ライブラリ: D3.js, IMS から提供されているユーティリティライブラリ
- web サーバ: node.js, Apache
- データベース: mySQL

後述するクリッカー画面では，応答性を向上するために node.js を，その他の静的なページについては Apache を利用した．各画面の役割について以下で述べる．

3.3.1　質問セット選択画面

質問セット選択画面は教員専用の画面である．ここでは質問セットの選択，または追加を行う．質問セットを追加する場合は質問セット追加画面に遷移し，質問セットと質問セットファイルを設定する．質問セットファイルがアップロードされなかった場合は，空の問題セットが生成される．空の問題セットを選択した場合，質問選択画面では，質問一覧は表示されず，質問追加画面で質問を作成する．また，利用する質問セットを選択した場合は，質問選択画面に遷移する．

3.3.2　質問選択画面

質問選択画面は，教員専用画面である．ここは，これからどの質問を受け付けるのかを選択する，あるいはあたらしく質問を追加する画面である．質問を追加する場合には，質問追加画面に遷移する．質問追加画面では質問文，どんな回

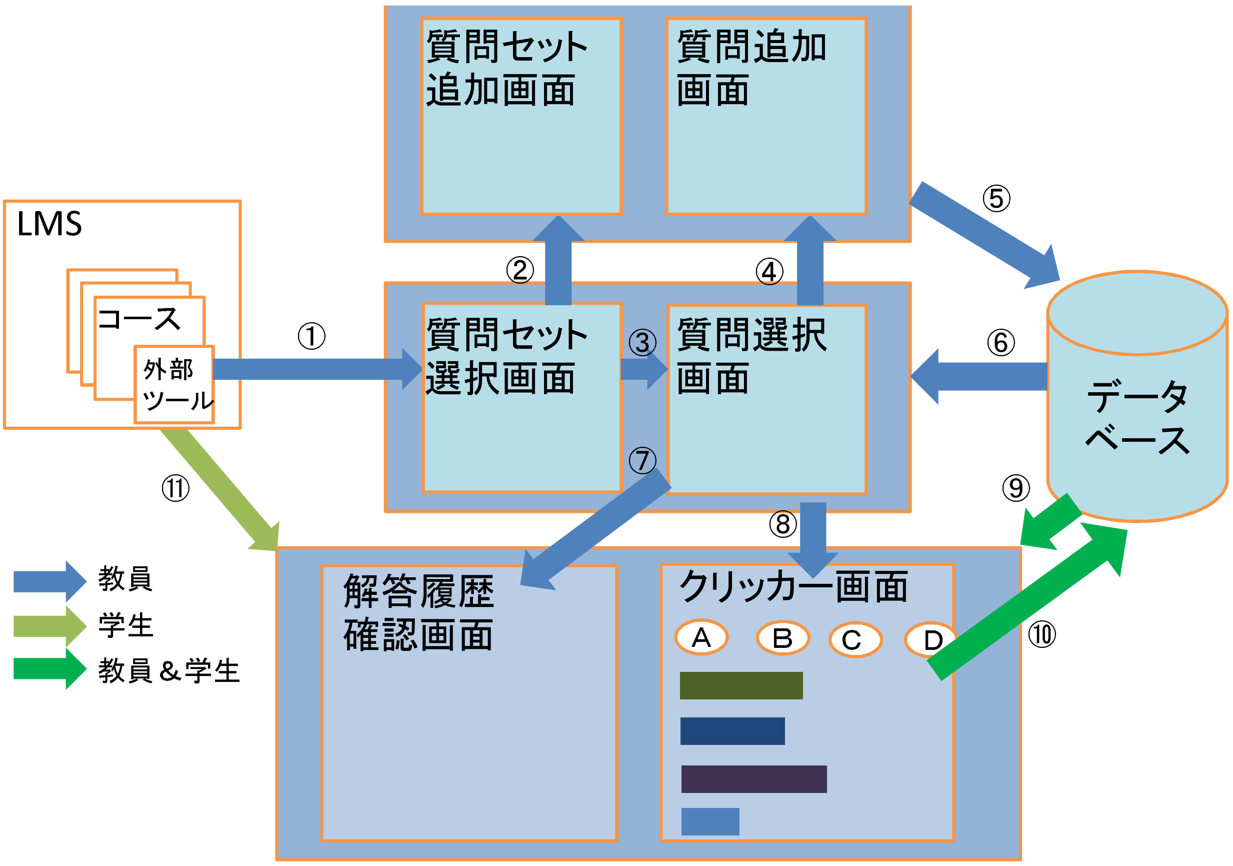

図 6　ツール内のデータの流れ
① 内部ユーザ ID とアクティビティ ID ②アクティビティ ID と教員の内部ユーザ ID ③質問セット ID と教員の内部ユーザ ID ④質問セット ID ⑤質問と教員の内部ユーザ ID ⑥質問と教員の内部ユーザ ID ⑦質問 ID ⑧質問 ID と教員の内部ユーザ ID ⑨質問とログ ⑩ログ ⑪内部ユーザ ID とアクティビティ ID

答方式を用いるか, 択一式の場合には回答候補を設定する.

また, 質問受付を開始する場合には新規と継続の二通りがある. つまり, 同じ質問を複数回行う場合, 2 回目以降は前回の回答に継続して回答を受け付けるか, 回答数をリセットして新規に受け付けるかを選択できる.

前回の回答に継続する場合, それまで未回答の学生は追加されるが, 回答済みの学生の回答は上書きされる. たとえば択一式の場合, 1 回目で 1 番を選択したが, 2 回目で 3 番に変更した場合は, 1 番の回答数がマイナス 1 され, 3 番の回答数がプラス 1 されたようにグラフに反映される (図 9). なお, データベース上ではすべての回答はログとして保管されており, 上書きされることは無い.

回答の変化を見たい場合には後述する回答履歴確認画面を参照することで把握できる. また図のように, 質問毎のこれまでの回答状況が棒グラフで表示されており, 学生の回答の傾向を大まかに読み取ることができる. また, 棒グラフ右下のボタンを押すことでより詳細な統計データを表示する回答履歴確認画面に遷移する.

3.3.3 クリッカー画面

クリッカー画面は, 教員と学生の両方が利用する画面であり, デザインは同じであるが, 機能が異なる. 学生と教員の共通の機能として, 現在の回答状況が棒グラフでリアルタイムに表示される. これにより, プレゼンテーション環境が無い教室でも, 利用が可能である. 学生は従来のクリッカーと同じく, ボタンをクリックすることで自分の回答を送信できる. 教員側にもボタンが表示されているが, これは正解表示機能である. 教員がボタンをクリックすると正解のバーが赤く表示される. これにより, 一問一答式の小テストに利用できる. また教員側には次の質問へ遷移させるボタンがある.

3.3.4 回答履歴確認画面

回答履歴確認画面は学生と教員で動作が異なる. 学生の画面では, クリッカーが設置されたコースで, 質問が受付されていない場合に, クリッカー画面にアクセスすると, 「受け付けていません」のメッセージが表示される. このメッセージの下にあるボタンを押すことでこの画面にアクセスできる. この画面ではその授業における学生本人の今までの回答を図 10 のような表形式で閲覧することができる.

教員側は質問選択画面より遷移することで閲覧できる. 教員はそれぞれの質問が時間ごとにどのように変化したかを確認できる. 詳細は次節にて説明する.

3.4 時間に着目した可視化

学生の授業の理解度を大まかに把握するために, その授業のトピッククエスションを授業冒頭に学生に提示し, 授業の終わりにもう一度同じ問題を提示することはよく使われる手法である (以下 B A クエスションと呼ぶ).

しかし, 実際にこの回答の変化を大まかに俯瞰する可視化が, クリッカーに備わっていなかった. 回答履歴順に棒グラフを表示するツールは, この問題に対して応えるものである.

教員の回答履歴確認画面では, 図??のような画面が表示

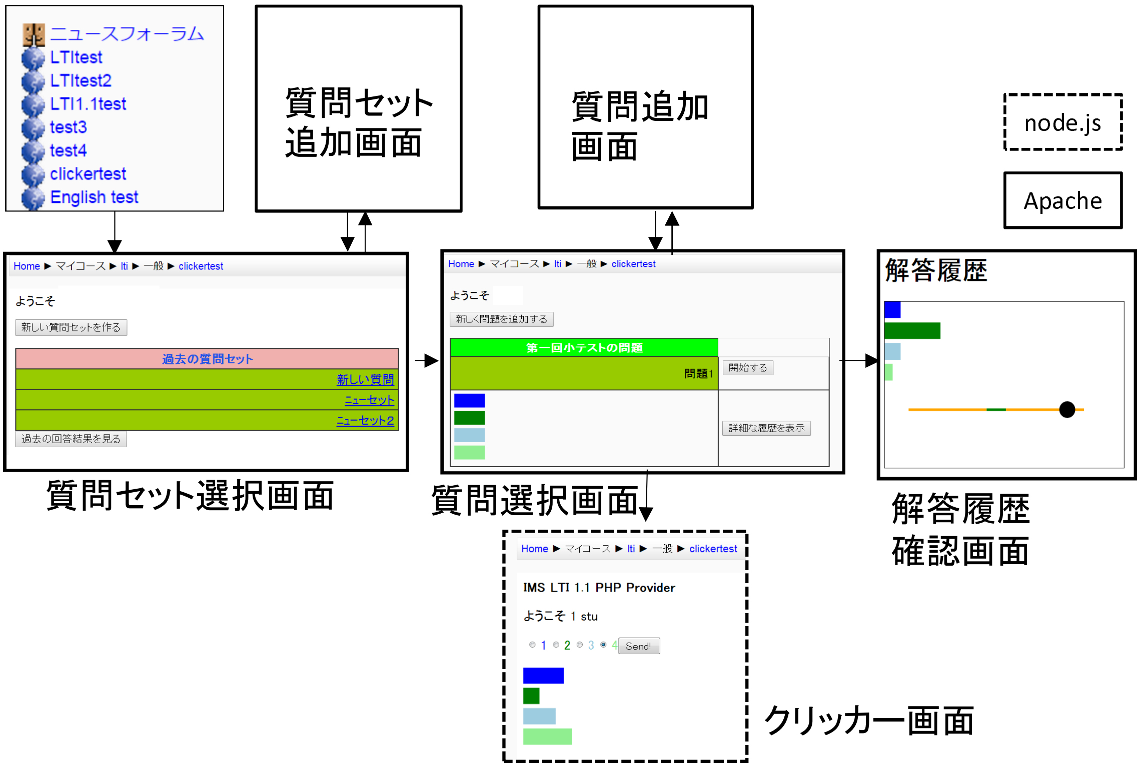

図 7 教員の画面遷移

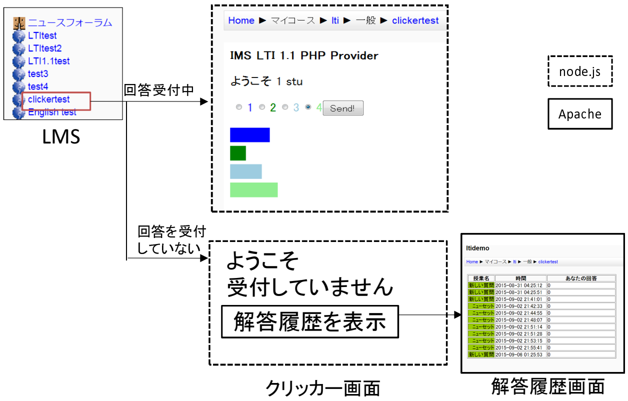

図 8　学生の画面遷移

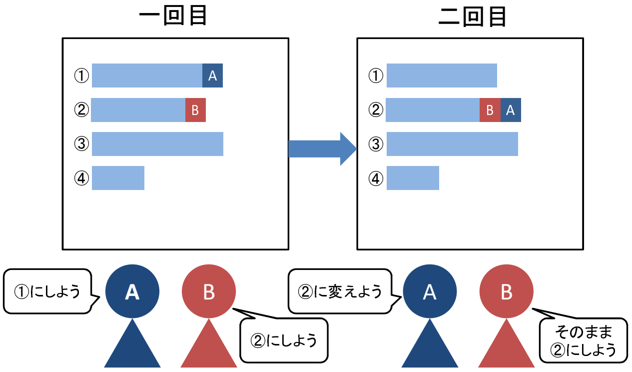

図 9　回答の上書きのイメージ

ltidemo

Home ▶ マイコース ▶ lti ▶ 一般 ▶ clickertest

授業名	時間	あなたの回答
新しい質問	2015-08-31 04:25:12	0
新しい質問	2015-08-31 04:25:51	0
新しい質問	2015-09-02 21:41:01	0
ニューセット	2015-09-02 21:42:33	0
ニューセット	2015-09-02 21:44:55	0
ニューセット	2015-09-02 21:48:07	0
ニューセット	2015-09-02 21:51:14	0
ニューセット	2015-09-02 21:51:28	0
ニューセット	2015-09-02 21:53:15	0
ニューセット	2015-09-02 21:55:41	0
新しい質問	2015-09-06 01:25:53	0

図 10　学生の回答履歴

される．棒グラフ下のバーは時間軸を表しており，バー上の丸いカーソルを左右にドラッグすることで，時間の経過毎に回答がどのように遷移したかを確認することができる．バーの途中で色が変化しているのは，質問を一度締め切り，再開したことを示す．時系列を可視化することで次のような変化を可視化することが期待できる．

- 出題中にヒントを与えることで学生の回答の変化
- 講義の冒頭と終わりに同じ質問を行ったときの変化

この可視化は，講義におけるクリッカーの使用形態によって意義が変化する．そのため教員側でこの可視化の意味づ

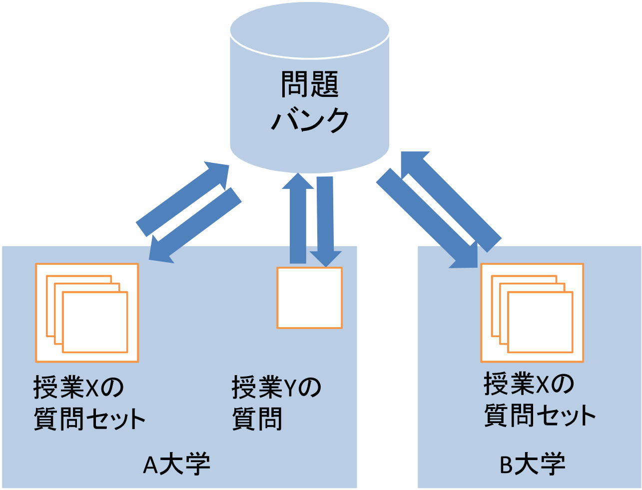

図 11　問題共有システムのイメージ

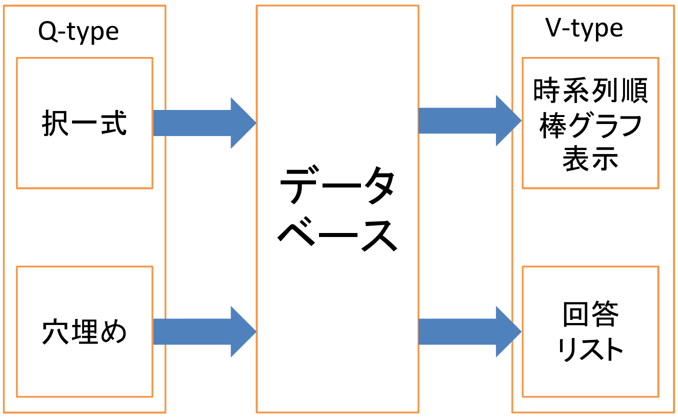

図 12　問題形式と可視化の関係

けを行う必要がある．また，この機能があることにより，以前よりも BA クエスションが手軽に行えるようになり，実践のハードルを下げる効能も期待できる．

3.5　その他の機能

前述の機能以外にも，回答履歴を CSV 形式のファイルとしてダウンロードする機能，一度登録した問題を記憶し，教員が意図的に削除しない限り，再登録の必要なく利用する機能等を実装する．

4.　おわりに

4.1　今後の tap4D

今後の実装として，tap4D に質問を蓄積する機能を追加する．これにより，同じ問題を毎回登録する必要なく利用することができる．また蓄積された質問を整理し，他の教員間で共有する機能を追加する (図 11)．これにより，教員は作問する代わりに問題データバンクから必要な問題を検索し，必要に応じて編集することで作問の手間を大きく減らすことが可能になる．また，クリッカーのようなリアルタイム性がないアンケート型の利用への対応を考えている．

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan

しかし, このシステムにはセキュリティ上の問題が発生する. つまり, 学生の成績情報を学外のサーバに保存する可能性が発生する. 学生の成績情報を学外に持ち出すことは, 多くの高等教育機関のセキュリティポリシに抵触する事項なので対応が必要となる.

4.2 拡張性

3.4 の時系列可視化ツールをはじめ, tap4D にさまざまなクリッカー利用状況の可視化ツールを今後導入する予定である.

この際、可視化手法の追加, また質問形式の追加を簡単にできるよう, tap4D にプラグイン機構を導入したい. プラグインを利用者が編集して再利用することが容易にできるように, 雛形となるクラスを用意し, クラス内部のメソッドを実装することで, 新たなプラグインを自由に作ることができるように設計する.

雛形となるクラスはすべて統一されているので, 拡張することで既存のツールの編集も比較的用意に可能である. ここで雛形となるクラスの概念図を図 12 に示す. 雛形は Q-type クラスと V-type クラスの二種類である. Q-type クラスは前述のクリッカー画面を実装するクラスであり, 自由記述, 穴埋めなどの出題形式を決定する. V-type クラスは前述の回答履歴確認画面を実装するクラスであり, 棒グラフ, 表などの可視化形式を決定する. 図 12 の包含関係は, オブジェクト指向設計における継承を意味している.

4.3 まとめ

LTI を用いた時間に着目したクリッカーである tap4D を開発している. LTI を用いることで多くの LMS から利用することが可能な web クリッカーとして動作し, ユーザ登録などの手間を削減できる. また, 学習者の授業中のクリッカー活用動向を時系列に可視化するツールを導入する. これにより, 既存のクリッカーでは見えづらかった学習者の理解の時間的遷移を把握する一助となる. 今後は実際の授業での試行と評価, 問題セットの共有インフラや, 多様な問題形式に対応するためのプラグイン開発を行う予定である.

参考文献

[1] 村上幸男 喜多敏博 中野祐司 江川良裕 : Basic LTI に準拠した学習支援ツールの開発とその評価. 熊本大学 (2012).
[2] 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. 高等教育ジャーナル 16 (2008).
[3] 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–. Computer & Education vol38 (2015)
[4] 山内一晃 : クリッカーテストに対する学生の意識調査. 安田女子大学紀要 43 (2015)
[5] IMS より提供されているクリッカー開発に使用したユーティリティライブラリとツール例 http://developers.imsglobal.org/imsphpexample.zip
[6] 浅野真之 隅谷孝洋 : LTI を用いた web クリッカーの開発. 日本教育工学会第 31 回全国大会論文集 (2015)
[7] 「ICT 活用教育の推進に関する調査研究」, 放送大学学園 (2013)

ⓒ 2015 Information Processing Society of Japan