

LMSとしてのGoogle Apps利用の試み

田中 克明^{1,a)} 鈴木 令子^{1,b)} 山崎 秀記^{2,c)}

概要：Google Apps で提供される機能により LMS の授業コースとして利用する試みを、本学および放送大学でのいくつかの授業で実施した。授業ごとに Google サイト機能による Web サイトを設けて教材を配布する他、Google フォーム、Google Apps Script などを用いて小テストやアンケートの実施、レポートの回収を実現した。本稿では、これらの授業に関連し、Google のサービスを利用して実現した LMS に準じた機能の概要と、メリットやパッケージとして提供される LMS との比較検討を行う。

1. はじめに

本学では 1988 年から、情報教育の授業支援などを目的として、電子メール、電子掲示板、電子的なレポート提出システムなどを構築し、運営を行ってきた [1], [2], [3]。2003 年 4 月からは Learning Management System (LMS) として WebClass^{*1}を導入した [4]。その後利用教員が徐々に増え、2013 年 4 月の時点では、情報教育に限らず 200 名ほどの教員が約 600 の授業ごとのコースを作成、5000 人近い学生が利用している。LMS 内の多くのコースが資料の配付や授業への補足連絡を主たる目的としている他、オンラインでの小テスト・アンケート実施やレポートの回収を行っているコースが 72、学生が参加する会議室を用いているコースが 49 ある。

LMS は、Watson らが述べているように [5]、資料やテスト、レポートなど授業における学習履歴を統合して管理できるものが典型的である。しかし製品としての LMS 機能は、その発展とともに多岐にわたり、用意されているものの利用しない機能も多い。Watters は Google Apps for Education が LMS に置き換わるのは時間の問題だと述べており [6]、Google フォームに関しては、すでに Valentín らが LMS に利用し有用性を確認している [7]。その他、個人ごとにさまざまなガジェットを組み合わせてポータル

ページを構築できる iGoogle^{*2}を用いて学習に必要な情報を提供する試み [8]、オンラインで提供されるさまざまなサービスを組み合わせて学習支援環境を構築する検討 [9] などがなされている。

本学に導入済み LMS の利用状況は安定しているが、定期的な更新を行うシステムに付随した機能であるため一定期間ごとの見直しが必要であり、また、e ポートフォリオ機能の全学的な導入にともない、LMS の位置づけそのものが見直される可能性もある。

一方、本学ではメールサービスの利用を主目的として 2008 年より Google Apps for Education を導入し、学生と教員が利用している。そこで、LMS に必要と考えられる基本的な機能として、資料配布、連絡、会議室、小テスト・アンケート、レポート回収に着目し、これらを Google が提供する各種サービスを用いて実現することを試みた。

Google Apps のサービス・機能はメール以外にも多岐にわたる。LMS の機能を実現するにあたり、Google Apps のサイト機能により、授業コースごとにお知らせや授業資料、会議室など授業に必要な各種情報を統合する Web サイトを作成した。この他、小テストやアンケートには Google フォームを利用し、レポートの提出は、共有フォルダへファイルを提出する方法、受講者が Google ドライブにファイルをおいて共有用の URL をフォームを通して提出する方法により受け付けた。Google Apps 各機能の基本的なサービスでは LMS として不足する部分は、Google Apps Script^{*3}により機能を追加作成した。

2. Google Apps

今日、Web ブラウザとネットワーク接続さえ用意すれば

¹ 一橋大学情報基盤センター
Center for Information and Communication Technology, Hitotsubashi University

² 一橋大学大学院商学研究科
Graduate School of Commerce and Management, Hitotsubashi University

a) sss2013@katsuaki-tanaka.net

b) suzuki@cio.hit-u.ac.jp

c) yamasaki.hideki@r.hit-u.ac.jp

*1 <http://www.webclass.jp/>

*2 2013 年 11 月にサービス終了予定

*3 <https://developers.google.com/apps-script/>

ソフトウェアによるサービスを利用できる Software as a Service (SaaS) として、さまざまなサービスが提供されている。その先駆けともなったサービスがメール (Gmail) に代表される Google Apps である。Google Apps では Gmail 以外にも、一般的なオフィススイートに準じた、スプレッドシート、ワードプロセッサ、プレゼンテーションツールなどがサービスとして提供されている。これらは、Google ドライブの各ファイルを編集する機能としてアクセスできる。本稿では、この Google Apps に含まれるいくつかのサービスなどを組み合わせ、LMS の基本的な機能を実現した。以下に、Google Apps に含まれるサービスのうち、本稿で用いた主要な機能について説明する。

2.1 サイト

サイトは Google が提供するサーバを用いて Web サイトを構築、公開できるサービスであり、Web ページ管理機能、オンラインでの簡易な Web ページエディタなど、一般的な CMS の機能を備える。なお、Google Apps for Education では、2.4 にて述べるように Web サイトの共有範囲として同一の Google Apps ドメインのアカウントを持つユーザーを選択できることから、学生の間にのみ公開範囲を限定した Web サイトの作成が容易である。

またサイトには、次に述べるフォームの入力画面などを埋め込むことが可能である。

2.2 スプレッドシート・フォーム

複数のシートをもつスプレッドシートである。データは Google のサーバ上に保存され、複数のユーザーが同時にシートの編集を行うことができる。編集、閲覧を行えるユーザーは、後述する共有機能により制御が可能である。

また、スプレッドシートをデータの記録先として用いる Web 上のフォームを作成・編集、公開する機能が提供されている。フォームの編集画面を図 1 に示す。フォームから入力されたデータはスプレッドシートに記録され、1 回の入力がシートの行、フォームの各項目がシートの列に対応付けられる。スプレッドシート上でフォームから収集したデータを表示した例を図 2 に示す。

2.3 Google Apps Script

Google Apps Script は Google Apps の一部として提供される、プログラミングおよびプログラム実行の環境である。Microsoft Office における VBA などに相当する。図 3 に Google Apps Script エディタの画面を示す。

Google Apps Script では、記述したスクリプトは Google のサーバにて実行され、手元の Web ブラウザを動作させている端末側に負荷は発生しない。ただし、1つのスクリプトで利用可能な計算時間の総量に、特に明示されていないがある程度の制限がなされているため、計算時間が長時



図 1 フォームの編集

Fig. 1 Form editor.

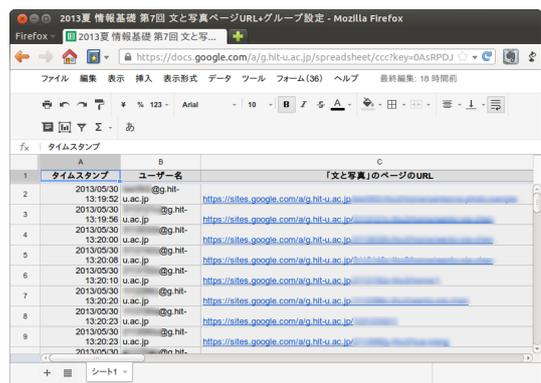


図 2 フォームから収集したデータ例

Fig. 2 Survey data.

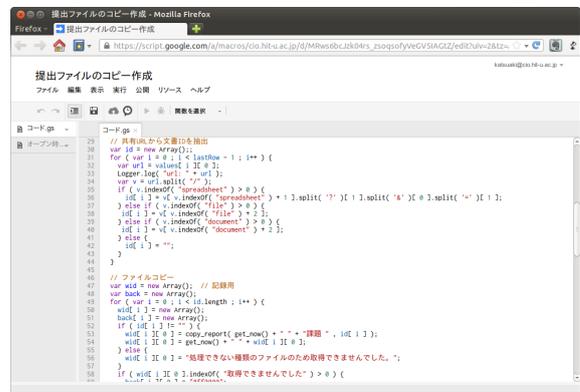


図 3 Google Apps Script エディタ画面

Fig. 3 Google Apps Script editor.

間に渡るような処理を行うには適さない。

Google Apps Script の文法や基本的なメソッドは JavaScript に準じる他、Google Apps 環境で提供される各種サービス进行操作する機能が与えられている。例えば、スプレッドシートに対してセルや複数のセルに渡る範囲の値の読み込みや書き込み、シートの追加、削除といった操作を行える。サイトに対しても、各ページの記述内容の書き換え、ページの追加、削除などの操作が行える。その他、Google の翻訳機能呼び出しテキスト翻訳を行うといったことも可能である。



図 4 Google ドライブにおける共有設定
Fig. 4 Sharing settings in Google Drive.

Google Apps Script を用いて記述したプログラムは、エディタ画面から実行できる他、時刻を指定して実行する、スプレッドシートのメニューへ組み込みメニュー呼び出しにより実行する、サイトへガジェットとして組み込みサイト上のコンテンツとして実行することなどが可能である。

2.4 共有範囲の設定

以上に述べた各機能で作成した Web サイトやデータは、一般公開できる*4ほか、他の Google アカウント保持者を個別に選んで閲覧用者、あるいは共同編集者として指定することができる。また、検索エンジンによるインデックス化を防ぎ、URL を知っているユーザのみがサイトやデータを閲覧あるいは共同編集を行えるように指定することもできる。Google Apps for Education など法人向けの Google Apps 環境では、共有範囲として同一の Google Apps ドメインのアカウントを持つユーザを指定することも可能である。Google ドライブにおける共有設定ダイアログを図 4 に示す。

3. Google サイトによる授業ページ

授業単位に作成した Google サイトを利用して、教材配布や課題などの設定を行い、本学、放送大学の授業で利用した。サイト作成には Google サイトに登録されているテーマのテンプレートを活用しつつ、機能の取捨選択を行った。

サイトの公開範囲は、2.4 にて述べたように、いくつかの設定から選択可能である。本学では Google Apps ドメインを指定しての公開、放送大学では一般公開を選んだ。

サイトのトップページ (Home) には「お知らせ」を表示し、「資料」、「課題」、「会議室」、参考となる「リンク」、「参考文献」、「授業日程」などはサイドバーから選択可能と

した。サイトを授業コースのハブとしつつ、会議室、小テスト・アンケート、レポート回収などの機能を Google のサービスを活用して実現できるかを試みることにした。

3.1 Home

トップページでは、更新されたお知らせと資料、課題を一覧できるようにした (図 5)。アンケートも授業開始時および終了時にトップページに掲載した。

3.2 資料

今回資料には順次 PDF ファイルを載せ、受講生がダウンロードできるようにした。資料を Google ドライブの「プレゼンテーション」などにより作成すると、Web ブラウザから直接参照を行わせることもできる。しかしながら、作成過程での編集作業の容易さ、印刷時のフォント関連の処理などを鑑み、資料は PDF で配布する形態をとった。

3.3 課題

課題のうち小テストはフォームへ回答する形式で実施し、レポートは共同編集可能とした Google ドライブのフォルダにファイルをコピーする、あるいは各自で Google ドライブに保存したファイルの共有 URL をフォームへ回答することで提出を受け付けた。詳しくは 4, 5 にて述べる。

3.4 会議室

Google のサービスである Blogger を利用してコメントを記入させ会議室の代わりとした (図 6)。議論の広がりによって別スレッドを立てていくことが簡単にできる。

3.5 リンク

参考となるリンクを例示する。リスト表示はわかりやすく、資料の中で表示するよりも操作性に優れている。必要に応じて、授業中にもリンクを追加し、受講生は十分に活用していた。

3.6 参考文献

参考図書リストを一覧とする。本の購入先へのリンクなども可能でわかりやすい。

3.7 授業日程

Google カレンダーに日程を設定し表示させ、レポートの期限も記入した。

4. アンケート・小テスト

図 5 の中程にリンクを示したアンケート (図 7) は Google フォームを用いて作成した。集計はフォームの概要 (図 8) にまとめられるので簡単でわかりやすい。詳細な結果は 2.2 にて述べたようにスプレッドシートに出力され、確認

*4 本学では、学生用の Google Apps 環境において「一般公開」を選ばないよう設定を行っている。



図 5 授業サイト

Fig. 5 Classroom Site.



図 6 会議室

Fig. 6 Bulletin board.

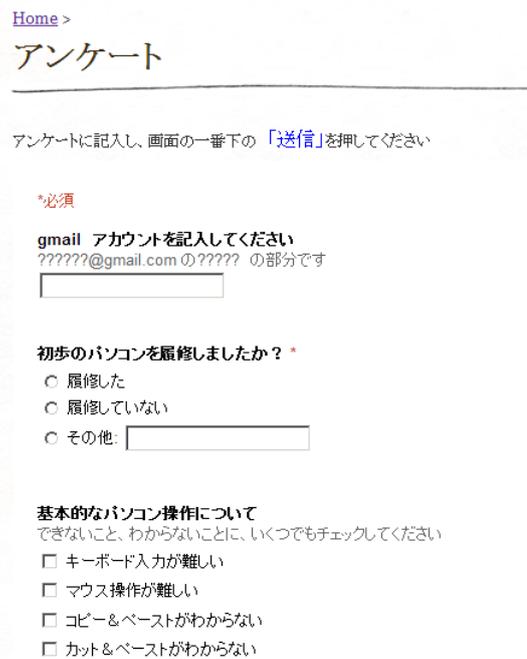


図 7 アンケート

Fig. 7 Survey form.

や集計を行うことができる。

アンケート同様にフォームを用いて、オンラインで小テストを行うことができる。小テストはアンケートに対し、開始、終了時刻の設定、採点が必要となる。採点には、Google ドライブスプレッドシートにて自動的に採点を行う手法 [10] を用いた。

小テストの開始、終了は、Google フォームの回答受け付けの有効・無効を切り替えることにより実現する。回答受

付の有効・無効はフォーム作成画面のメニューから手動で切り替えることもできるが、予め設定した日時に従い、自動的に開始・終了できることが望ましい。そこで、Google Apps Script の Form Services と時間主導トリガーを組み合わせ、時刻指定に基づく自動的な回答受付の開始、終了を実現した。なお、Google Apps Script で設定できる時間主導トリガーは、実際にトリガーに設定した動作時刻に対

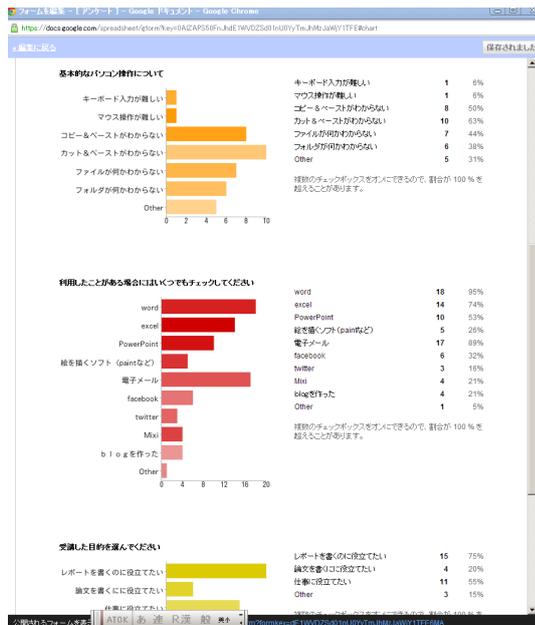


図 8 アンケート集計の概要

Fig. 8 Survey summary.

し ± 15 分の時間差が発生する仕様^{*5}とされている。このため、回答締め切り時刻の設定には、締切日翌日の午前 1 時付近を指定するなど、運用上の工夫が必要である。

Google Apps for Education のフォーム機能では、回答と同時に回答者のメールアドレスを収集することが可能である。しかし、for Education, for Business 以外の契約を伴わない Google Apps では、回答者のメールアドレスを収集することができない。自己申告以上に回答者の識別を行いたい場合には、名前など何らかの識別子と対になる秘密情報の記入を求めるなど、何らかの工夫が必要であろう。

5. レポートの回収

レポートの回収には、Google ドライブのフォルダを共有する方法、Google ドライブに各自が作成したファイルの共有 URL をフォームを通して収集する方法の 2 つを試みた。

5.1 フォルダ共有によるレポート回収

教員が Google ドライブ上にフォルダを作成し、受講者をフォルダの共同編集者に設定することにより、受講者が相互に共有しファイルのコピーなどの編集が可能なフォルダを作成できる。ここに受講者が自らのレポートファイルをコピーすることにより、レポートの回収を行った。

この方法では、フォルダ内のファイルを受講者全員が参照できることを活かし、レポートを相互に評価したり、お互いのレポートの良い点を取り入れて自身のレポートを改善するなどの形で授業を進めることができた。

しかしながら、共同編集可能なフォルダに存在するファイルは、誰でも削除ができてしまう。このため、相互評価・レポート改善の過程において、自身のレポートを再提出しようとした受講者が、誤って他の受講者のレポートファイルを削除する事象が発生した。印刷したレポートの回収も同時に行なっており、また受講者各自が保持しているレポートファイルを再度共有フォルダに提出するよう依頼することにより、評価が行えないなど深刻な問題とはならなかったが、運用上の注意が必要である。この方式でのレポート回収を行うためには、フォルダへの書き込みのみが可能な権限の新設が望まれる。

5.2 共有 URL によるレポート回収

別の方法として、レポートファイルを受講者が自身の Google ドライブに作成し、2.4 に述べた共有設定変更により教員が内容を確認できるようにし、Google フォームを通してファイルを示す共有 URL を提出することによりレポートの回収を行った。

しかし、Google ドライブ上に作成・アップロードしたファイルは、共有 URL に変更を加えることなく、いつでも編集を行ったり新しい版へ差し替えたりすることが可能である。そのため、レポートファイルの URL を提出するフォームに小テスト・アンケート同様に締切日を設けても、締切日以後に、受講者がレポートの内容を変更することができてしまう。

そこで、URL として回収したレポートの締切日以降の変更を認めない場合、締切と同時に、提出されたレポートファイルのコピーを教員の Google ドライブの特定フォルダに作成し、締切時点におけるレポートの内容を確定させることにした。指定時刻に基づく回答受付の開始・終了機能と同様に、Google Apps Script を用いて、回答受付終了時に提出された URL が示すファイルを教員の Google ドライブ内にコピーする機能を作成し、提出期限にそって実行させた。この際、URL や共有設定に誤りがありコピーを作成できないファイルがある場合には、フォームの回答が記録されたスプレッドシートの当該箇所警告メッセージを表示し、共有設定を誤ってレポートを提出した受講者に対し、教員がファイル共有設定の見直しなどを要請することを可能とした。フォームに記入された内容を元に、レポートのコピー作成動作をさせた画面例を図 9 に示す。

これにより、締切日を設けたレポートの提出を、各自の Google ドライブ上にファイルを置き、共有 URL を Google フォームに記述することにより実現できた。Google サイトでのサイト作成と共有設定変更などを事前に学習し、Google ドライブ中のファイルの共有設定について説明を行った上で、この方式によるレポート提出を受け付けたところ、ほぼ問題なくレポートの回収を行った。

^{*5} <https://developers.google.com/apps-script/reference/script/clock-trigger-builder?hl=en#at%28Date%29>

タイムスタンプ	ユーザー名	Googleドライブにあるレポートファイルの共有URLを以下に記述。
2013/06/13 14:18:11	@g.hit-u.ac.jp	https://docs.google.com/a/g.hit-u.ac.jp/file/d/edif7usp=sharing
2013/06/13 14:30:25	@g.hit-u.ac.jp	https://drive.google.com/a/g.hit-u.ac.jp/?tab=maifolders
2013/06/13 21:07:32	@g.hit-u.ac.jp	https://docs.google.com/a/g.hit-u.ac.jp/file/d/edif7usp=sharing

図 9 提出されたレポートの回収例
Fig. 9 Collecting submitted files.

6. パッケージ型 LMS との比較

続いて、本学で用いているパッケージ型の LMS、WebClass を念頭に置きつつ、Google Apps で実現した LMS 機能の考察を行う。

6.1 操作性

WebClass の利用に当たり、講習会などの形での学生への導入説明は特に行っていない。入学時の配布冊子に 4 ページの説明を掲載するほか、Web 上に簡単な図入りの手引きを公開している程度である。その他、コンピュータ教室に常駐する大学院生スタッフなどにより適宜質問を受け付けているが、学生からの利用方法についての質問は少ない。

一方、授業コースコンテンツを作成する教員へは、年に 1 回程度の講習会を実施している。こちらも対応が必要な質問はそれほど多くはないが、利用に慣れるまで、初期に繰り返し質問に訪れる教員が存在する。

Google Apps を利用したオンラインのコースでは、利用方法を初回授業において簡単に説明したのみであったが、Google サイトで構築した Web サイトのインターフェースは LMS 内の授業コース構成よりむしろ一般的なものであり、とまどう受講生はいなかった。授業後のアンケートでも、ほとんどの学生が良かった、簡単だったという評価を記していた。

教員側から見たコースコンテンツの作成と運営では、Google サイトだけの利用であれば、操作が「サイト」サービスの中で完結させられることもあり、難易度は高くない。しかし、小テストやアンケートなど実施のためにフォームを作成するには、サイトとフォーム機能を行き来しなければならない一方、これらをつなげるインターフェースが Google Apps 内で提供されないため、コースとアンケートの対応を強く意識しながら作業を行う必要があった。

6.2 機能の実現・提供方式

テストの採点、締切の自動設定、レポート回収などにお

いて、Google Apps を用いて WebClass と同等の機能を実現するために、Google Apps Script によるスクリプト記述を用いた。これにはプログラムコード操作にともなう多少なりとも複雑な作業が必要となる。記述済みのスクリプトの配布方法、利用方法を工夫することにより必要な作業を減少させられるが、今回は作業を減少させる工夫までは実現出来なかった。また、マニュアル等文書の整備も行なっておらず、本学内での利用を広めるという視点だけから見ても、一般化できる形での整備が必要である。

この点、パッケージとして提供される LMS では、各機能はパッケージ内にあらかじめ実装されており、操作マニュアルも用意されているなど、利点が多い。

6.3 可用性

本学では、学内に WebClass を動作させるサーバ機器を持ち運用管理を行なっている。機器のトラブルなどによる授業期間中の停止はほとんどないが、ソフトウェア保守作業などのために、半年毎に 2 時間程度の計画的な停止を行なっている。

一方、契約を伴う Google Apps では、99.9%以上の時間可用性を提供すると service level agreement にて述べており*6、また、機能向上のための保守作業などによりサービスが停止することもない。もっとも、授業実施箇所から外部へのインターネット回線のトラブルが発生すると一切のサービスを利用できなくなるが、学内でサーバ機器を運用しトラブルが発生する可能性と秤にかけると、一概に不都合とはいえないであろう。

なお、Web ブラウザによっては、Google サイトのページ記述画面など教員が利用する画面において、意図通りに動作しない事例がみられた。これらの機能的な不具合はサービス停止を伴わず日々改善されており、動作は安定する方向に向かっている。しかし、機能改善の一方、ほとんど猶予期間なくユーザインタフェースなどが変更されることがあり、多数の教員が利用する場合には対応が必要と予想される。

また、先行事例が用いている iGoogle がサービス終了予定など、Google の事業計画に伴い、授業運用に用いるサービスが提供終了となる可能性もある。これまで、サービスの終了や重要な機能変更などは半年ほど前にアナウンスがされ猶予期間がとられているが、LMS として Google Apps を用いるならば、提供の終了や機能変更されるサービスの代替機能を実現する仕組みを構築し続ける必要があることを、視野に入れておくべきであろう。

6.4 履修情報などの連携

本学の WebClass では、授業コースへの受講者の登録は

*6 <http://www.google.com/apps/intl/ja/terms/sla.html>

基本的に自由に行えるようにしてある。ただし、本学の履修管理システムと連携して、正式に履修登録を行った受講者の一覧を確認、コース登録者との比較を行う機能を設けている。

すでに述べたように Google Apps for Education では、フォームへの回答時に回答者の Google アカウントを収集することが可能である。さらに、本学では Google アカウントの作成を統合認証システムと連携して自動的に行い、ID には学籍番号を用いている。この結果、回答者の判別は容易に行える。また、履修管理システムから CSV 形式にて履修登録者の一覧を取得できることから、今回は実施しなかったが、回答者と正式な履修者の比較を行うことも可能である。

一方、for Education ではない一般の Google サービス下では、フォーム回答時に Google アカウントを収集することができず、回答者が誰かは自己申告によらざるを得ない。紙を用いて行う試験でも、回答者の特定は自己申告に基づくが、オンラインでの回答は偽装が容易であるため、4にも述べたようになんらかの工夫が必要であろう。

6.5 実現した機能

本稿では、半期、あるいは通年の授業を通して実施した複数回の課題やテストに渡って、個人ごとの成績を自動的に収集・管理する機能を実現していない。フォームにて集めた回答がスプレッドシートに記入されることから、スプレッドシートを利用して成績を管理する教員にとっては、LMS 内部の成績管理方式に慣れるより使いやすい可能性もあるが、機能の提供という意味では、既存 LMS に劣る。

また、近年着目されている eポートフォリオや学習カルテなど、1つのコースにとどまらず受講者個人の継続的な学習を支援する仕組みは、今回、実現の対象としなかった。それぞれコースを横断したデータの蓄積や、機能に応じた複雑なユーザインタフェースが必要とされるため、時間をかけて機能を発展させてきた LMS と相互補完しながら Google Apps を利用することが望ましいだろう。

7. おわりに

Google Apps を用い、LMS コースとして必要な機能を実現し授業コースを運用する試みを行った。

教材配布や課題の設定、レポートの回収や、フォームを利用した小テストなどを Google Apps Script によるスクリプト記述による機能追加を行いつつ、授業単位に作成した Google サイトをコースコンテンツをまとめる場として用いてオンラインの授業コースを実現することができた。Google Apps の各機能自体が Web の標準的な動作に沿ったものが多いこともあり、受講者に負担を強いることなく授業をすすめることができた。また、筆者らは、Google Apps Script をプログラミングの教育に用いる試みも行っ

ている [11]。

Google サイトや Google フォームなどのサービスを用いることにより、LMS 環境としてのごく基本的な機能は比較的容易に実現できる。しかし、レポートの回収、小テスト実施など、工夫が必要な機能もあり、多くの教員が利用するには多少の手間が必要である。また、Google のサービスは、自組織でサーバの運用から行うサービスに比べ、継続性のコントロールにおいて手が及ばない部分があり、コンテンツの維持や提出されたレポートの保管などの点も考慮が必要である。すなわち、授業の運用管理面では、既存のパッケージ型 LMS と比較してまだ多くの配慮を要求される。それでもなお、ハードウェア、ソフトウェアともに Google の提供する機能を用いて、基本的な LMS の機能を実現することができ、その意義は大きいと言えよう。

参考文献

- [1] 鈴木令子, 山崎秀記: 一橋大学におけるリテラシー教育とその環境, 平成 12 年度情報処理教育研究集会論文集, p. 648 (2000).
- [2] 山崎秀記, 町田 元, 鈴木令子: 一橋大学におけるリテラシー教育の現状と課題, 平成 13 年度情報処理教育研究集会論文集, p. 438 (2001).
- [3] 鈴木令子, 山崎秀記: 一橋大学におけるリテラシー教育と環境について, 平成 14 年度情報処理教育研究集会論文集 (2002).
- [4] 鈴木令子, 田中克明, 山崎秀記: 一橋大学の LMS 活用—過去・現在・未来—, 大学 ICT 推進協議会 2011 年度年次大会 (2011).
- [5] Watson, W. R. and Watson, S. L.: What are Learning Management Systems, What are They Not, and What Should They Become?, *TechTrends*, Vol. 51, No. 2, pp. 28–34 (2007).
- [6] Watters, A.: Google Apps for Education: When Will It Replace the LMS?, e-Literate (online), available from (<http://mfeldstein.com/google-apps-for-education-when-will-it-replace-the-lms/>) (accessed 2013-5-31).
- [7] de la Fuente Valentín, L., Pardo, A. and Kloos, C. D.: Using Third Party Services to Adapt Learning Material: A Case Study with Google Forms Learning in the Synergy of Multiple Disciplines, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 5794, pp. 744–750 (2009).
- [8] Marín, V. and de Benito, B.: A design of a postgraduate course on Google Apps based on an Institutional Personal Learning Environment (iPLE), *The Internet and Higher Education*, Vol. 15, No. 1, pp. 3–8 (2012).
- [9] Mott, J.: Envisioning the Post-LMS Era: The Open Learning Network, *EDUCAUSE Quarterly*, Vol. 33, No. 1, pp. 1–9 (2010).
- [10] 村上吉文: オンライン採点システム, むらログ(オンライン), 入手先 (<http://mongolia.seesaa.net/article/119713285.html>) (参照 2013-5-31).
- [11] 田中克明, 鈴木令子, 山崎秀記: SaaS 環境によるプログラミング初心者教育の試み, 学術情報処理研究, Vol. 16, pp. 71–79 (2012).