

# PDF フォームを用いた CEAS の レポートフィードバック機能の開発と評価

矢野 敏也\* 大西 達矢\*\* 曾我部 友昭\*\* 黄 宇\*\* 植木 泰博\*\*\* 冬木 正彦\*\*\*\*  
関西大学大学院工学研究科\* 関西大学工学部\*\* 関西大学先端科学技術推進機構\*\*\*  
関西大学環境都市工学部\*\*\*\*

インターネットを利用してレポート課題の提示や回収、採点と管理を支援する機能は、Webベースの授業支援システムでよく使われる機能である。採点だけでなく提出されたレポートに注釈などを書き加え学生に返却する機能も求められているが、多数のレポートを取り扱う必要がある場合には、採点・注釈付加の作業を効率よく行えることが必要であり、汎用的な支援システムにレポート受付、採点・注釈付加、返却、管理の機能（レポートの「フィードバック機能」と呼ぶ）を実装することは容易ではない。本論文では、レポートに使用するファイルの形式を Adobe Systems 社の PDF に限定することにより、操作性にすぐれたレポートフィードバック機能を実現する方法を提案し、授業支援型 e-Learning システム CEAS の拡張機能としてシステム開発および評価を行う。

## Development and Evaluation of Report Feedback Functions for CEAS using PDF Forms

Toshiya YANO\*, Tatsuya ONISHI\*\*, Tomoaki SOGABE\*\*, HUANG YU\*\*,  
Yasuhiro UEKI\*\*\*, Masahiko FUYUKI\*\*\*\*

\* Graduate School of Engineering, Kansai University, \*\* Faculty of Engineering, Kansai University,  
\*\*\* ORDIST, Kansai University,  
\*\*\*\* Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

Although one of the important features of a web-based course management system is collecting and grading student assignments, it often lacks the feasible function of correcting or adding comments on a large number of written assignments, or reports. This paper proposes a new method to offer a practical report feedback function by restricting the available report file format to Portable Document Format (PDF). The proposed method is developed as an add-on feature to a web-based Coordinated Education Activation System, CEAS, and the design and the implementation of the proposed method are described. Finally, the evaluation of the developed system is given.

### 1. はじめに

インターネットを利用してレポート課題の提示や回収、採点と管理を支援する機能（以後「レポート機能」と呼ぶ）は、Webベースの授業支援システムでよく使われる機能である。多人数のクラスを対象としたレポート機能が実際の教育の場で活用されるためには、担任者にとって採点と管理を支援する機能の操作性が良いことが重要である。さらに、採点だけでなく提出されたレポートに注釈などを書き加え学生に返

却する機能も求められている。レポートの返却は、提出されたレポートをクライアントPCにダウンロードし、Wordなどのアプリケーションを用いて注釈などを加え、個別に電子メールの添付ファイルで学生に返却する方法や、再度Webベースの授業支援システムにアップロードし、学生にダウンロードさせる方法などがとられている。多人数クラスの場合、レポート返却に必要な操作の簡便化は極めて重要である。さらにレポート返却を実現するには、提出から返却までの個々のレポートとその状態を課題ごとに提出

されるすべてのレポートについて管理することも必要である。以下では、レポートの返却にかかわるレポート受付、採点・注釈付加、レポートの管理を合わせてレポートの「フィードバック機能」と呼ぶ。

授業支援型e-LearningシステムCEAS[1]には、レポート課題の提示・提出レポートの回収・採点と管理を支援する「レポート機能」があり、提出や採点の進行状況を一覧で表示することや、提出されたファイルを逐次別ウィンドウに表示しながら採点する機能、提出されたレポートファイルを一括してダウンロードする機能など、多人数のクラスでの利用を想定した操作性の配慮がなされている。

しかしながら、この機能を利用している教員から、レポート返却の実現や手書きのレポートを扱えるようにして欲しいなどの要望が寄せられている。現行のCEASではレポート提出に使用するファイル形式を限定していないので、ファイル形式に応じたアプリケーションをクライアント側で起動し、提出されたレポートを閲覧・編集する方式をとっている。それゆえ、汎用的な方式で上記の要望に応えかつ操作性を向上させることは難しい。さらに、注釈付加などのためにクライアントPCに提出されたレポートを一括してダウンロードしオフラインで採点・編集する方式をとると、レポート管理の機能が煩雑となり、使い勝手の悪くなることも予想される。

本論文では、提出時に使用するファイルの形式を限定することにより、操作性にすぐれたレポートフィードバック機能を実現する方法を提案し、CEASの拡張機能としてシステム開発および評価を行う。限定するファイルの形式としてはPDFを用いる。これは、Adobe Systems社[2]のPDF(Portable Document Format)が電子文書の形式としてデファクトスタンダードであること、PDF専用のブラウザAdobe Readerが無償で入手・利用でき、さらにAdobe Acrobat Professionalを利用すればPDF文書の加工編集およびWebサーバとの通信が可能であることによる。

以下の章では、まず機能追加を行う対象となるCEASとPDFファイルを取り扱う方式および実装に利用するライブラリについて述べる。ついで、レポート機能に関係するアクティビティを示し、レポート課題登録、レポート提出、レポート採点、レポート返却のそれぞれについて拡張機能と実装方法を説明する。そこでは操作性向上のために工夫した点も述べる。最後に開発した機能の評価と今後の課題を述べる。

## 2. 機能要件と実装対象、ライブラリ

### 2.1 レポート機能拡張の要件

レポートに使用するファイル形式を限定したフィードバック機能を CEAS に拡張機能として組み込むには、レポートの採点・注釈付加支援機能を中心に、レポート提出を受け付ける「前処理」と返却指定されたレポートを学生が入手する「後処理」、レポートファイルと状態の管理の機能を統合的に実現する必要がある。これらの機能は次の要件を満たすように開発する。

#### (a) 前処理

- ・ 1つのレポート課題について複数の PDF ファイルを受け付け可能とする。これは、複数枚の紙に書かれた手書きのレポートをスキャナーを利用して複数の PDF ファイルにする場合を想定している。(複数ページが1つの PDF ファイルにまとまっているのも可とする。)
- ・ 受け付けた PDF ファイルに、PDF のテンプレートを組み合わせる。これは、つぎのフィードバック機能を提出された PDF ファイルに対して適用できるようにする準備である。

#### (b) 採点・注釈付加支援機能

レポートを評価する担任者が使用するツールとして無償の Adobe Reader または有償の Adobe Acrobat Professional を想定する。

- ・ 評価と注釈付加。テンプレートで準備された入力フォームの箇所にはいずれのツールを用いても、採点や注釈(評点, 総合評価)を記入できるが、注釈(文章, 記号, 図)をレポートの任意の箇所に付加できるのは Adobe Acrobat Professional を利用する場合に限る。
- ・ 操作。レポートごとにツールを起動することなく、連続して評価・注釈付加ができ、かつ中断やスキップなどが容易である。

#### (c) 後処理

- ・ レポートを返却する機能。返却可能状態となった PDF ファイルを学生がダウンロードできるようにする。
- ・ 学生が受け取るレポートから、不要なテンプレート部分や担任者の指定により採点結果を取り除くこと。

#### (d) レポート管理機能

- ・ 提出レポートファイルや採点、注釈などのデータを保持できること。
- ・ 個々のレポートの状態を把握し更新できること。
- ・ 担任者にとって、個々のレポートの処理状態が一覧で把握できること。
- ・ レポートの返却方式(個々のレポート採点が

終了する都度返却、または採点済みのレポートを一斉に返却する) が選べること。

さらに、従来の CEAS のレポート機能が有する次のことも可能とする。

- レポート提出期限前に担任者が提出済みのレポートを採点できること。
- 採点したレポートについては再提出の指示ができること。
- 再提出されたレポートも他のレポートと同じように扱えること。

## 2.2 実装対象と PDF フォーム, ライブラリ

レポートフィードバック機能の実装対象となる CEAS は、バージョン 2 系とバージョン 3 系 [3]がある。2 系の CEAS は、関西大学などで大規模運用されているバージョンで、システムは PHP 言語により記述されている。一方 3 系の CEAS は、フレームワークを用いて Java 言語により記述され、試行的に運用されている。機能拡張の実装の容易さを考慮して 3 系の CEAS バージョン 3.0 を対象として、レポートフィードバック機能の実装を行う。

PDF ファイルに対し、レポートフィードバック機能実現に必要な機能を埋め込むには、Adobe PDF フォームの機能を利用する。PDF フォームの機能を利用すれば、PDF ファイル上に入力フィールドを設定し、そこに入力された値の取得や付加された注釈を含む PDF ファイルの取得を CEAS から行える。

CEAS に PDF ファイルを操作できる機能を実装するために、今回の開発ではオープンソースのライブラリ iText[4]を用いる。

## 3. レポートフィードバック機能の設計

### 3.1 レポート機能に関するアクティビティ

担任者および学生が CEAS のレポート機能をどのように利用するかという視点で、レポート機能に関するアクティビティ全体を 4 つに分ける。その区分に従い、レポート機能をレポート課題登録支援機能、レポート提出支援機能、レポート採点支援機能、レポート返却支援機能の 4 つの機能に分ける。図 1 は、CEAS レポート機能を利用する担任者と学生のアクティビティのフローと、機能区分の対応を示す。以下では、機能区分ごとに機能拡張について説明する。

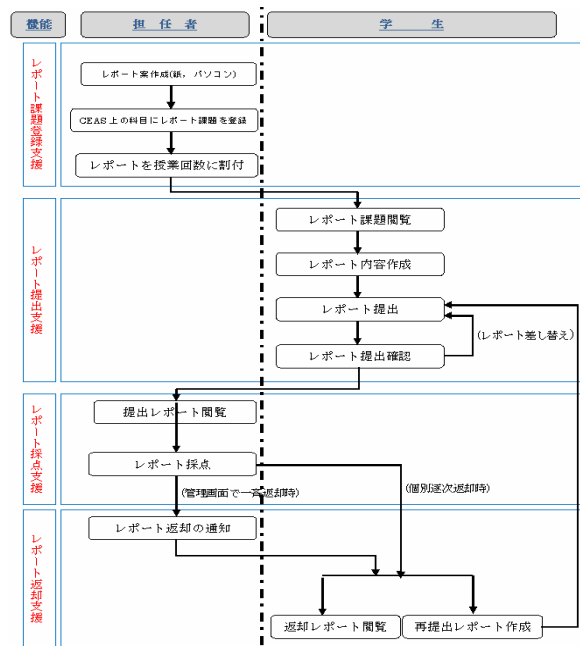


図 1 開発する機能に含まれるアクティビティのフローと機能区分の対応

### 3.2 レポート課題登録支援機能

レポート課題登録支援機能は、担任者が CEAS 上の科目にレポート課題を登録し、学生から提出されるレポートを受付可能にする機能である。担任者はレポート課題を登録する際に、そのレポートに関する課題や添付ファイルとともに提出や採点に関する諸条件(提出受付期間、レポート受付終了時間前に採点を行うか否か等)を指定する。既存の CEAS3.0 に対し、以下の項目を指定できるよう機能拡張する。

- レポートフィードバック機能を使用するか否か
- 返却方式の選択(個別採点時に逐次返却、または管理画面で採点済みレポートを一斉に返却可能状態にする)
- 学生に評点を通知するか否か

### 3.3 レポート提出支援機能

この機能は学生から提出されるレポートを回収し、担任者が採点作業を行えるように回収したレポートの加工を行い、採点用レポートを生成するレポートフィードバック機能の前処理機能である。

複数枚の手書きレポートからスキャナーによっては複数の PDF ファイルが作成されることを考慮して、複数の PDF ファイルを学生が提出することを可能にする。図 2 は、複数の PDF ファイルを同時に提出できるように拡張を行ったレポート提出画面(部分)を示す。

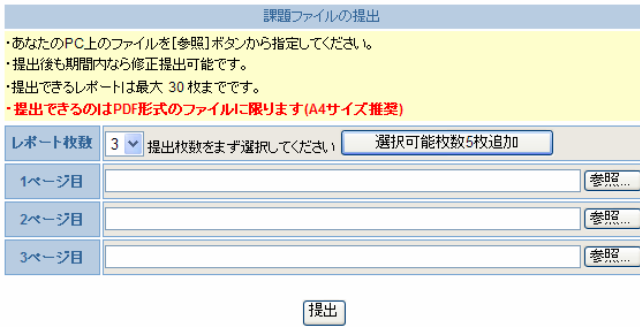


図2 レポート提出画面

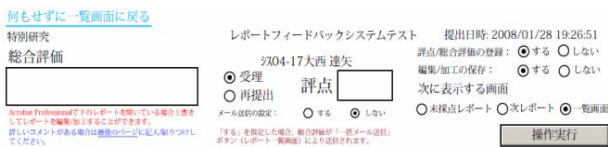


図3 テンプレートの一部（ヘッダー部）

採点と注釈の付加を提出されたレポートに対して行えるよう、あらかじめ用意した PDF フォームのテンプレートと提出レポートをこの段階で結合する。図3は、提出レポートの上部に結合するテンプレートの一部を示す。この部分には評点や総合評価などのテキストフィールドや様々な条件を選択できるラジオボタンが配置されている。これらのフォームにはそれぞれ識別子を割り当て、iText を用いることでそのフィールドの値の取得・記入を CEAS のプログラム（採点・注釈付加支援機能部分）から行える。

学生がレポートを提出すると、提出されたレポートのサイズを調整し、テンプレートの上に重ね合わせる。最後にそのレポートの科目名、レポートタイトル、提出者の名前、提出日時を、結合後のレポートのヘッダー部に記入する。図4に iText を用いて学生レポートとテンプレートの結合を行うプログラムの一部を示す。このプログラムの①～③での処理内容は以下の通りである。

- ① 結合したテンプレートの  $i+1$  ページ目を取得。
- ② 結合した学生レポートの  $i+1$  ページ目を取得。
- ③ 結合したテンプレートの  $i+1$  ページ目に結合した学生のレポートの  $i+1$  ページ目を貼り付ける。

```

PdfContentByte under =
    stamper.getOverContent(i+1);①
PdfImportedPage impPage =
    stamper.getImportedPage(reader1, i+1);②
under.addTemplate(
    impPage,widthRate,0,0,heightRate,0,0);③

```

図4 学生レポートとテンプレートの結合を行うプログラムの一部

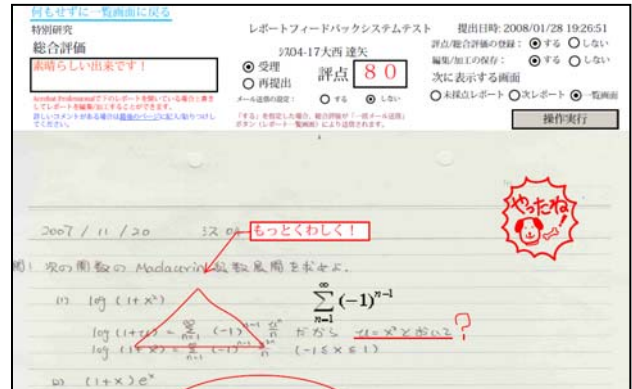


図5 採点済みのレポート

### 3.4 レポート採点支援機能

この機能は担任者が行うレポートの採点・注釈付加作業を支援する。図5に示す例は、Acrobat Professional もしくは Acrobat Standard の機能を使用して、PDF ファイルのレポートへ必要に応じて記号や図形、下線や注釈等を書き込み、さらにヘッダー部に評点と総合評価を記述した例である。Acrobat Reader を使用した場合は、採点・注釈付加の作業は、ヘッダー部での記入やオプションの（再）指定に限定される。

各項目を確認または変更し「操作実行」ボタンを押下することによって CEAS に採点済レポートを登録するとともに、「操作実行」ボタンの上で行って指定した次の画面に遷移できる。

デフォルトの、「未採点レポート」が指定されていると、採点していない次のレポートが同じウィンドウ上に表示される。この設計により、アプリケーションをレポートごとに起動することなく効率的に採点・評価を行える。「一覧画面」が指定されていると、後出の図7のレポート管理画面に遷移する。

「操作実行」ボタンを押下した際に実行される、PDF ファイルから CEAS へのデータ送出処理をおこなうプログラムの一部を図6に示す。このプログラムの①～④での処理は次の通りである。

```

PdfReader reader = new PdfReader(data);①
AcroFields acroForm =
    reader.getAcroFields();②
String score = acroForm.getField("score");③
request.getSession().setAttribute(
    "score",score);④

```

図6 データを取得するプログラムの一部



図7 担任者のレポート管理画面

- ① 送信されるデータを元にオブジェクトを作成。
- ② 作成されたオブジェクトからフィールドの情報をすべて取得。
- ③ 必要なフィールドの名前を指定しそのフィールドの情報を取得（ここでは代表的のものだけ記述している）。score は採点の値の情報である。
- ④ 取得したフィールド情報を全てセッションに登録（ここでは代表的のものだけ記述している）。
- ⑤ レポート課題作成時に「個別に逐次返却」を選択している場合、この時点で当該レポートの状態が返却可能に更新される。

### 3.5 レポート返却支援機能

この機能は、担任者が採点済レポートを学生へ返却可能に指定する機能と、学生が返却可能状態のレポートを受け取れる機能である。レポート課題作成時に「管理画面で一斉返却指定」の方式を選択している場合、担任者は図7に示すレポート管理画面で個々の採点済レポートに対して返却可能にすることを「返却」のチェックボックスで選択し、上部の「チェックされたレポートを一斉返却」のボタンを押下することによって返却可能状態への更新が行われる。（「全選択」ボタンを押下することによって表示されている全ての「返却」チェックボックスにチェックを入れることも可能である。）学生は、返却可能状態になっているレポートを採点済レポートとして受け取ることができる。

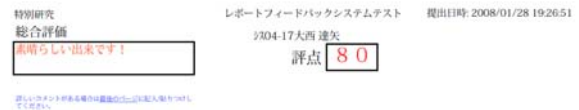


図8 返却時のレポート

```

PdfReader reader = new PdfReader
    (filePath);①
PdfStamper stamper = new PdfStamper
    (reader.response.getOutputStream());②
stamper.getAcroField().removeField
    ("radio1");③

```

図9 データを取得するプログラムの一部

学生が CEAS からダウンロードして受け取れるレポートは、図8にサンプルを示すように、採点・注釈付加作業の便宜のために付けられていたオプション指定のボタン等を削除したものとす。そのために図9で示すようなプログラムで削除処理を行う。このプログラムの①～③の処理内容は以下の通りである。

- ① ファイルのパスを指定し PDF を読み込み、オブジェクトを生成。
- ② 読み込んだファイルを編集できるように設定。
- ③ フィールドの名前を指定し、そのフィールドを削除（ここでは代表的のものだけ記述している）。radio1 はレポートが受理なのか、再提出なのかを選択するラジオボタンの識別子である。

## 4. 開発機能の評価

実現したレポートフィードバック機能を、関西大学システム理工学部幾何学2の2007年度秋学期の授業で試しに使用した。学生に対するアンケートによると、多くの学生は CEAS のレポート機能が使いやすいと答えた。スキャナーとインターネットに繋いだパソコンがあれば、レポートの提出・再提出が24時間可能だという評価もあった。しかし、スキャナーを自宅で所有している学生が少なく、PDF ファイルを作成する場所が大学に限られているという問題はある。

担任者からは、以前より採点・返却にかかる手間が減り、採点の管理も出来るので良いという評価を得られた。具体的には、ページめくりがスムーズになり、次の未採点レポートに速やかに進める、同一の注釈をするレポートが複数ある場合には最初に作った注釈を貼り付けるだけで済む、など肯定的な意見があった。

以上より，開発した機能は一定の評価を得たと言える。

## 5. まとめと今後の課題

本研究では，Adobe のフォーム付き PDF ファイルを取り扱えるように CEAS のレポート機能を拡張することにより，学生から提出されるレポートに対するフィードバック機能を実現することができた。この機能は，担任者の操作性向上を考慮して実装し，試行結果からは，利用者から良い評価を得た。

今後の課題として，学生の意見で多かったスキャナーによりレポート提出の自由度が制約される問題に対して，レポート提出方法の多様化，例えば，携帯電話で撮影した画像を受け付ける機能の開発などがあげられる。また，担任者の採点・注釈付加作業をさらに効率的にするための工夫，例えば，リッチクライアント技術である Air などを利用してオフラインで採点可能なシステムを開発することなども検討課題である。

## 参考文献

- [1] 冬木正彦，辻昌之，植木泰博，荒川雅裕，北村裕：Web 型自発学習促進クラス授業支援システム CEAS の開発，教育システム情報学会論文誌，Vol.21，No.4，pp. 343-354 (2004)
- [2] Adobe Systems Inc. <http://www.adobe.com/>
- [3] 矢野敏也，植木泰博，冬木正彦：授業支援型 e-Learning システム CEAS の再構築－実現機能と今後の展開－，情報処理学会研究報告，Vol.2007，No.101，pp.43-47 (2007)
- [4] iText, a Free Java-PDF Library: Home Page, <http://www.lowagie.com/iText/>