

# 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 —

Reconstruction of Web-Based Coordinated Education Activation System CEAS  
- Implemented Functions and Future Perspectives -

矢野敏也<sup>†</sup>, 植木泰博<sup>‡</sup>, 冬木正彦<sup>§</sup>

Toshiya YANO<sup>†</sup>, Yasuhiro UEKI<sup>‡</sup>, Masahiko FUYUKI<sup>§</sup>

関西大学大学院工学研究科<sup>†</sup> 関西大学先端科学技術推進機構<sup>‡</sup> 関西大学環境都市工学部<sup>§</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Engineering, KANSAI UNIVERSITY <sup>‡</sup>ORDIST, KANSAI UNIVERSITY

<sup>§</sup>Faculty of Environmental and Urban Engineering, KANSAI UNIVERSITY

授業支援型 e-Learning システム CEAS の保守性・拡張性向上を目的とし、Java フレームワークを用いてシステムの再構築を行った。再構築した CEAS Core1 のアーキテクチャは前回報告したので、本論文では、従来の CEAS に追加した機能をまず説明し、次に、全機能を実装したシステムに関する機能テスト結果を示し、システムの完成度と保守性について評価する。さらに、今後の展開について紹介する。

The Web-Based Coordinated Education Activation System CEAS is reconstructed by using Java frameworks in order to improve system maintainability and expandability. Since the architecture of the new system named CEAS Core1 was already described in a previous report, this paper starts with the description of the newly added functions to the currently distributed version. The results of the functional tests are then provided, along with the discussion of the completeness and maintainability of the product. Finally, directions for future development are given.

## 1. はじめに

筆者らは多人数の対面型集合教育を対象として授業と学習を統合的に支援する授業支援型 e-Learning システム CEAS (Web-Based Coordinated Education Activation System)を開発し<sup>1)</sup>運用を支援している。CEAS は、「授業と学習(予習・復習)のサイクル形成」に必要な支援機能を備えた Web アプリケーションシステムであり、担任者と学生の授業や予習・復習に関する諸活動を、毎回の授業実施を単位として扱える特徴を有している。

CEAS が使い出されてから 4 年の間に、CEAS を導入・利用しているユーザからは、CEAS について、

- ・ 授業と学習のサイクルに合致している
- ・ 授業支援を中心とした機能が充実している
- ・ ユーザインタフェースが分かりやすく、使い易い、

などの意見が寄せられ、特徴が評価されている。

CEAS が有する機能の改善については、利用者から寄せられた要望に応え、バージョンアップを行ってきた。しかしながら、

- ・ インストール作業が煩雑である

- ・ 学生が提出したレポートを添削し、返却したい
- ・ 学習コースウェアの学習進捗の管理機能が欲しい
- ・ テスト問題の作成を柔軟に行えるようにして欲しい

といった要望は、システム全体の構成の見直しや、改善に必要な作業量の多さなどから、対応することが難しかった。

CEAS の特徴を保持し、かつこのような要望に応え、同時に保守性・拡張性・オープン性を高めることを目的として、フレームワークを利用した新しいアーキテクチャを採用し、新規にシステムを開発してきた。<sup>2)-5)</sup>

新規に開発する支援システムの機能は CEAS2.1 に対し上位互換性を保たせるので、システム名称は CEAS を継承し、3.0 から始まるバージョン番号を用いる。

最初に再構築したシステム(以下では開発コード名で CEAS Core0 と呼ぶ)は、全機能の実装を終了した段階で機能テスト実施したが、テストで判明した誤りが予想以上に多く、また開発されたプログラムは様々な問題により保守性・拡張性が

高いとは言い難いものとなっており、バグの修正をするだけでは再構築の目的を達成することはできないことが判明した。<sup>3)</sup>

そこで、CEAS Core0の問題点を検討し、再度開発に着手した<sup>4)</sup>（以下では開発コード名でCEAS Core1と呼ぶ）。CEAS Core1のアーキテクチャと開発の途中経過については、第5回の研究会で報告した。<sup>5)</sup>

本報告では、実装を終了したCEAS Core1に関して、実装した機能や開発コードの構成、国際化機能の実現とWindowsOS対応版についてまず述べる。ついで、機能テストの結果を報告し、システムの完成度と保守性に関して論じる。最後に今後の展開について触れる。

## 2. CEAS Coreの実装

CEAS3.0は3層アーキテクチャに従って設計し、JSF、Spring、Hibernateのフレームワークを組合せて実装を行った（図1）。

機能の実装は、CEAS2.2で実現している機能の再現を目的とした。表1に実装が完了したCEAS Core1機能の一覧を示す。

CEAS2.2に含まれていた機能のうち、自学自習用のコースウェア管理の機能とBBS機能は含まれていない。コースウェア管理の機能は、今後の展開として、個人の学習進捗管理を行うためにSCORM対応のLMSの機能を取り込むことを予定しているので実装しなかった。一方BBS機能は、外部のオープンソースのBBSをプラグイン的に取り入れることの検討が終わっていないので、実装を遅らせた。テスト作成や実施の機能に関して、CEAS Core1では、選択式設問と記述式設問の混在を許す複合式テストを設け、従来の選択式テストおよび記述式テストを統合した。

CEAS Core1開発の成果物の種類とサイズを表2に示す。この表で、interface、classの欄はそれぞれJavaのインターフェイスとクラスの数を示し、JSP、XML、CSS/JSと表記された欄はそれぞれJSPファイル、XMLで記述される設定ファイルおよびスタイルシートとJavaScriptファイル数を示す。

文献3)の表1に記載されているCEAS Core0の実装結果と比較すると、ビジネスロジック層、インテグレーション層でインターフェイスにおけるクラスの数が増加している。これは、複数のクラスが共通のインターフェイスを継承しているためである。一方、全体のクラス数合計は約30減少している。これは、クラスを整理し、共通化が出来たためである。これによりソースコードの可読性が向上し、保守が容易になると期待される。行数に関しては、Javaクラスの行数が増

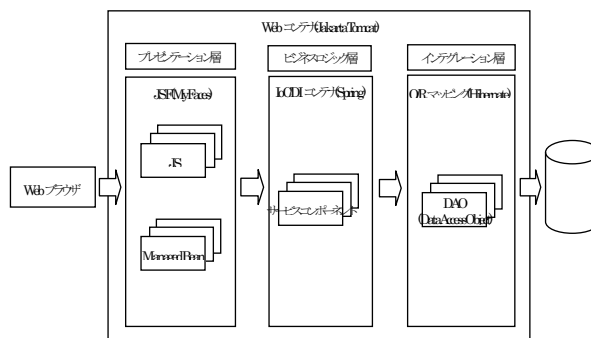


図1. 3層アーキテクチャ

表1. 実装機能一覧

共通	ログイン・ログアウト、公開FAQ、お知らせ、公開科目一覧、個人情報変更、レポート確認
履修環境管理者	ユーザ管理、科目管理、ユーザーリスト読込、科目リスト読込、科目担任リスト読込、履修情報リスト読込、システム利用状況、告知機能、アクセスログ
担任	授業資料、教材割付、科目独自のページ、複合式テスト作成、記号入力式テスト作成、レポート課題作成、アンケート作成、複合式テスト管理、記号入力式テスト管理、レポート管理、アンケート管理、出席管理、システム情報、科目環境設定、連結評価一覧表、お知らせ/メール、FAQ回答登録、教材一括更新
学生	複合式テスト実施、記号入力式テスト実施、レポート提出、アンケート実施、テスト結果表示、お知らせ、FAQ、チャット、出席確認、出席情報収集、出席表、グループフォルダ

加したのに対し、JSPの行数が減少している。これは、表示データを作る際の複雑な処理をBeanにまかせ、JSPでそれを表示するという、各層での役割を明確にできていることを示唆している。XML、CSS、JavaScriptやプロパティファイルなどの外部ファイルの数が増加しているため、プログラムの変更などが生じても、保守が容易になると期待される。

## 3. CEAS Coreで新たに実現した機能

CEAS Core1は、国際化機能を有し、Windows環境での動作も可能とした。

### 3.1 国際化対応

国際化対応機能の実装は、JSF<sup>6)</sup>のリソースバンドルの仕組みを利用した。メッセージを外部のプロパティファイルに抜き出し、ブラウザのロケールを切り替えると、自動的にそのロケールに対

表 2. システム規模

	interface	class	JSP	XML	CSS/ JS	プロパティ ファイル	Java 実行数	Java 総行数	JSP 実行数	JSP 総行数	実行数 合計	総行数 合計
プレゼンテーション層		143	202	20	59	38	19,974	39,172	25,154	32,678	45,128	71,850
Bean		103					18,848	36,729				
utility/converter		40					1,126	2,443				
ビジネスロジック層	29	67				24	20,984	39,995			20,984	39,995
utility		11					1,922	3,465				
service	29	34					15,003	30,219				
DTO		22					4,059	6,311				
インテグレーション層	34	68					9,026	15,048			9,026	15,048
utility		1					100	226				
DAO	34	32					2,648	5,247				
DTO		35					6,278	9,575				
合計	63	278	202	20	59	62	49,984	94,215	25,154	32,678	75,138	126,893

応したプロパティファイルを読み込む。メッセージをリソースファイルとして外部化することで管理が容易に行える。

対応言語を増やす際は、その言語のリソースファイルを作成するだけで、ソースコードを変更することなく対応でき、保守性の向上も期待できる。現在のところ、日本語、英語、中国語の3ヶ国語に対応している。英語、中国語への翻訳作業には、関西大学の他学部や他大学の方々にボランティアとして協力を得ている。

CEAS Core1 では、メニュー部分の文字、エラーメッセージ、画像に含まれる文字などを、外部のリソースファイルにすべて抜き出した。メッセージ数は1853個となり、約半分がメニュー部分の文字である。翻訳作業や保守を容易にするため、さらに共通化をすすめることで約1600個程度まで減少する見通しが立っている。

表 3. メッセージの分類

メニュー	説明文	エラー メッセージ	その他	合計
1063	389	321	80	1853

### 3.2 WindowsOS 版

CEAS CoreはJavaで書かれているため、Javaの環境が整っていれば、OSに関係なく動作するので、CEAS Core1からはWindowXPなどのWindowsOS上でも稼働可能なバージョン(WindowsOS版と呼ぶ)も用意することとした。WindowsOS版では、データベースとしてMySQL、PostgreSQLの両方を利用可能とする。このWindowsOS版の開発は、今回のCEAS再構築でJavaフレームワークを採用し、インテグレーション層にO/RマッピングのフレームワークHibernate<sup>7)</sup>を用いているので、実装は比較

的容易であった。すなわち、DBの変更はJavaソースコードを変更せず、設定ファイルを書き換えるだけで接続するDBを切り替えることができた。

ただし、システム内部でのパスの記述については工夫が必要であった。LinuxとWindowsでは、パスの区切り子が異なるため、システム内で使用するパスをすべて相対パスで扱い、必要に応じて動的に、絶対パスもしくは表示用のパスに変換することで、Linux、Windows間のパス表現の違いを吸収した。

### 4. 機能テスト

完成したシステムについて、各機能の動作を確認するため機能テストを実施した。対象とした機能は、表1に示すCEAS Core1に実装した全機能である。その結果とCEAS Core0の結果を比較したものを表4に示す。CEAS Core0に比べ誤り割合は1/8程度まで減少している。

表 4. CEAS Core0 と CEAS Core1 の  
テスト結果の比較

	項目数	誤り割合(%)
CEAS Core0	1506	33
CEAS Core1	1412	4

前回報告したCEAS Core1の開発の中間段階における機能テストと今回の機能テストを比較したものを表5に示す。第2回機能テストは他に比べて高くなっているが、これは一部の機能が途中までしかテストが実施できなかったためである。それら項目については、部分的再テストを実施した。これを除くと誤り割合は5%以下という比較的低い数値で収まっている。

今回の機能テストの誤りは、機能テスト実施後1週

間ですべて修正が完了しており、高い保守性を維持できていることが分かる。今回の機能テストでは、テスト項目になかった部分からも誤りが見つかったが、それらについても1週間で修正が完了した。現在、CEAS Core1 の誤り割合は 0%となっている。関西大学などで大規模運用の実績がある CEAS2.2 の誤り割合は 2%である。このことから、CEAS Core1 の完成度は高いといえる。

表 5. 開発中間段階での機能テストとの比較

	項目数	誤り割合(%)
第 1 回	367	5
第 2 回	1104	15
部分的再テスト	176	5
今回	1412	4

## 5. システムの完成度と保守性の評価

保守性の向上に寄与すると思われる要因として、まず設計上の工夫が考えられる。CEAS Core1 はフレームワークに JSF, Spring<sup>8)</sup>, Hibernate を採用し、図 1 に示した 3 層アーキテクチャに基づいて実装した。各層の役割を明確にし、依存性を低下させたことで、保守性の向上につながった。メニュー部分のメッセージやシステムの設定、CSS, JavaScript などを外部ファイルに抜き出すことで、ソースコードへの依存性を低下させ、保守を容易にしている。

次に、機能テスト後の誤りの修正が考えられる。開発の中間段階での機能テストで見つかった誤りの修正で、高い保守性を備え、完成度の高い CEAS Core1 が実現できるという見通しが立った。今回の機能テストで見つかった誤りの修正も、それまでと同様に 1 週間という短期間で完了しており、その保守性を維持できている。そのため、完成度の高い CEAS Core1 を実現できたといえる。

CEAS Core1 は Java コードで記述されていることと、Hibernate を採用していることから、JSP のコンパイルや JavaVM の実行速度、DB アクセス処理などにより、PHP 言語で記述し SQL 文を直接記述している CEAS2.2 に比べてレスポンスが低下することが予想された。

ところが、教員や学生が個別に利用する場合には、CEAS2.2 とそれほど大差がないことが分かった。さらに Linux 版、WindowsOS 版での比較においてもレスポンスに大きな差はなかった。

CEAS2.2 ではインストールの煩雑さという問題があったが、CEAS Core1 ではそれが改善されている。Apache サーバや PostgreSQLなどを標準パッケージでオプションを指定してインストールし、

CEAS Core1 の war ファイルを Tomcat に配置し、設定ファイルを書き換えるだけで CEAS が利用可能となる。教員個人が CEAS をサーバとして利用するユーザの増加が予想される。CEAS Core1 に、インストール手順など導入支援の資料等を組み合わせ、CEAS3.0 として 9 月中のリリースを予定している。

## 6. 今後の展開

CEAS Core1 の実装は、完成度の高いソフトウェアを成果物として得ることができた。CEAS2.2 と同程度の大規模運用を可能にするためには、まず未実装の BBS の機能を実装し、多人数の利用者が一斉にアクセスする場合の負荷テストを行い性能を検証し、必要があればチューニングないしリファクタリングを行う必要がある。これらは、実運用の中で試行を予定している。また、中国語、英語のリソースファイルの完成度を高めることも必要である。

既存の CEAS ユーザからは多様な要望が寄せられており、授業と学習の統合的支援の観点からさらなる機能拡張や改善を行う必要があると考えている。

今後の展開としては次のような点が挙げられる。

- SCORM コンテンツを扱えるオープンソース LMS との連携
- 学生から提出されたレポートを添削し返却することを、学生が多人数の場合に効率よく行える、「フィードバック機能」の実装
- ユーザの操作性向上のため「リッチクライアント」化を行うこと

これらを、CEAS Core1 を Java フレームワークを利用して構築していることの特徴を活かして実現する予定である。

## 謝辞

CEAS Core1 開発に参加した濱渦奨, 村下幸利, 山中純, 樋口生明, 辨崎圭太, 竹本浩隆諸氏の協力に感謝します。なお、本研究の一部は、文部科学省平成 16 年度現代的な教育ニーズ取組支援プログラム「進化する e-Learning の展開」の平成 18 年度補助金によって行ったものである。

## 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) 児山享弘, 小山和倫, 植木泰博, 荒川雅裕, 冬木正彦, “日本の教育環境への適合を目指す授業支援型 e ラーニングシステム CEAS~

Java フレームワークに基づく再開発～”，情報処理学会研究報告，教育学習支援情報システム研究グループ第 1 回 CMS 研究会，pp. 51-58(2005)

- 3) 瀧渦 奨, 村下 幸利, 山中 純, 植木 泰博, 荒川 雅裕, 冬木 正彦, “Java フレームワークで再構築した授業支援型 e-Learning システム CEAS の機能テスト”, 情報処理学会研究報告, 教育学習支援情報システム研究グループ第 2 回 CMS 研究会, pp. 71-75(2006)
- 4) 村下 幸利, 瀧渦 奨, 山中 純, 植木 泰博, 檀 寛成, 安達 直世, 冬木 正彦, “授業支援型 e-Learning システム CEAS の再構築—保守性および拡張性の向上—”, 情報処理学会研究報告, [教育学習支援情報システム研究グループ]第 4 回 CMS 研究会, pp. 7-12(2006)
- 5) 矢野敏也, 樋口生明, 辨崎圭太, 竹本浩隆, 植木 泰博, 檀 寛成, 安達 直世, 冬木 正彦, “授業支援型 e-Learning システム CEAS の再構築—機能テストの結果と評価—”, 情報処理学会研究報告, [教育学習支援情報システム研究グループ]第 5 回 CMS 研究会, pp. 3-8(2007)
- 6) JavaServer Faces Technology,  
<http://java.sun.com/javaee/javaserverfaces/>
- 7) HIBERNATE,  
<http://www.hibernate.org/>
- 8) Spring Framework,  
<http://www.springframework.org/>