

オープンソースを活用した高校情報科教育ポータルサイトの開発

神村 伸一 富塚 学 土佐 雅人 早坂 昌樹 上杉 茂樹 井口 巖
東北文化学園大学 科学技術学部 宮城県高等学校情報科教育研究会

概要

平成15年度、宮城県高等学校情報科教育研究会と東北文化学園大学の一研究室が共同で、高校の新教科「情報」を指導する教員や学ぶ生徒を支援するためのポータルサイトを開発した。ポータルサイトはJavaベースでサーバーサイドのWebアプリケーション方式を採用、サーバーシステムやビジネス・ロジック部分などへ積極的にオープンソース製品を活用して構築した。本報告はポータルサイトの開発経緯や機能の紹介と、実際にオープンソース製品を採用しての利点や問題点をまとめ報告する。

Development of the portal site for IT education used the open source products

Shinichi KAMIMURA¹ Manabu TOMIZUKA¹ Masato TOSA¹
Masaki HAYASAKA² Shigeki UESUGI² Iwao IGUCHI²

*1 Faculty of Science and Technology, Tohoku Bunka Gakuen University

*2 Department of Miyagi high school IT Educational study group

Abstract

We had developed the portal site that support for IT education. This report is summarizes and reports development circumstances, its function, and the advantage and problem of a portal site that actually adopted an open source product.

1. はじめに

全国の普通高校では平成 11 年の学習指導要領の改訂を受け、平成 15 年 4 月より新教科「情報」の授業が始まっている。これに先立ち文部科学省は平成 12 年から 3 年間に渡り、数学、技術・家庭等の基礎免許を持つ現職教員を対象とした情報科免許講習会を実施して教員数を確保した。しかし当初から急造された情報科教員のスキルはバラツキが予想され、その支援措置も明確ではなかった。このような状況下、各都道府県では情報科の研究会組織を発足させ、情報科担当教員の支援体制を整備する動きが活発になっている。宮城県も

平成 14 年度に高等学校情報科教育研究会(以下、情報科教育研究会)を組織し、情報科を担当する教員の「授業力の向上」や「授業方法の確立」をサポートするための活動が行われてきた。平成 15 年度、情報科教育研究会は情報科の教員を支援するため「授業の支援」と「人的ネットワークの構築」を視野に入れた情報科教育ポータルサイトを構築する研究プロジェクトに着手した。今回、東北文化学園大学の神村研究室は、情報科教育ポータルサイトのビジネスロジック部分の開発を担当するにあたり、オープンソース製品を積極的に活用して設計・開発・実装を行った。本報告は主に

プログラム開発に関わる経緯と実装した機能を紹介すると共に、実際にオープンソース製品を採用しての利点や問題点をまとめ報告する。なお、本研究の多くは文部科学省の平成15年度教育情報共有化促進モデル事業の助成を受け実施した。

2. ポータルサイトの開発経緯

2.1 開発体制について

情報科教育ポータルサイトの開発は、情報科教育研究会が主体となり「人的ネットワークの構築」を図るため、できるだけ多様な分野の人々（高校教員、大学教員、学生等）が適材適所で関わることを念頭に開発組織を立ち上げた（図1参照）。本プロジェクトの事務局は宮城県宮城野高等学校に置き、プロジェクト全体のスケジュールや各グループ間の意見等の連絡調整をするために、各開発グループのリーダーがメンバーとなるコアグループを組織した。ポータルサイトの開発期間は平成15年6月～平成16年3月の10ヶ月である。

(1) コンテンツ開発グループ

ポータルサイトが提供する実践事例、学習確認の問題、ヘルプ集等のコンテンツ開発は、実際に情報科の授業を指導している、あるいは予定の教員が担当した。宮城県全体を5つの地区(北部、東部、中部北、中部南、南部)に分け、各地区に地域リーダーをおき、地域単位で開発作業やミーティングを実施した。

(2) デザイン開発グループ

ポータルサイトの「顔」となるWebサイトのデザインは、人にやさしく、わかりやすいデザイン的に洗練されたユーザインタフェースを実現するため、情報デザインを専門に学んでいる武蔵野美術大学の学生が担当した。

(3) プログラム開発グループ

Webでポータルサイトを実現するためのシステムプログラムの開発は東北文化学園大学神村研究室が担当した。

2.2 ポータルサイトの目標仕様

ポータルサイトの目標仕様は、情報科教育研究

会メンバーが中心となり、教科「情報」を学ぶ生徒や指導する教員同士が相互に情報交換や創造、提供が可能となるポータルサイトコミュニティの形成を狙い4つのコンセプトを設定した。

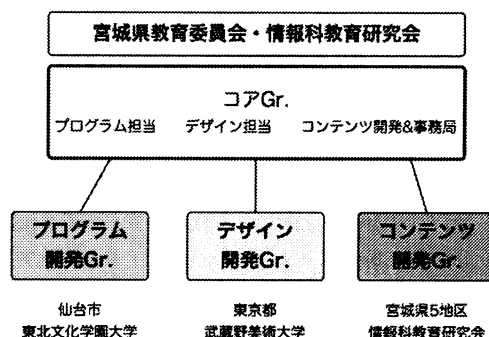


図1. 情報科教育ポータルサイトの開発体制

(a) 生きた授業の材料の交換の場

- ・情報科の授業の題材となる可能性のあるアイデアを公開、共有、蓄積し、意見を交換しながら授業としてまとめ上げる場を提供することで、日常生活のより身近な話題から授業を組み立てたり、より深い内容の授業が可能となるシステム。

- ・単に授業で使用した学習指導案の公開だけに留まらず、実際に行われた授業で使用した各種資料を含め、二次利用が可能な形式で提供することで、授業経験の浅い教員に対して具体的な指導案を助言できるシステム。

(b) 生徒の学習点検の場

- ・生徒が学習指導要領の単元に従いオンラインで出題された問題を解き、自動的に採点された結果を確認することで、自己点検が可能となる。また同時に生徒の学習履歴を教員が集計可能な形式で容易に入手できるシステム。

(c) 授業に役立つ情報収集の場

- ・学習指導要領の単元に従って参考になるサイトを分類して提供することで、生徒及び教員が発展的に深い学習への足がかりになることが期待できるシステム。

(d) 教員が授業に悩んだときの解決の場

- ・情報科を担当する教員が直面することの多い問題を集約して共有し、問題に対して解決のヒント

を提供するシステム。

2.3 ポータルサイトの要求分析

前述した目標仕様となる4つのコンセプトを「情報科を指導する教員」と「情報科を学習する生徒」という2つの利用者の視点から、具体的にどのような機能を実装すべきか検討した。その結果、次の5つのベース(機能)を実現することに決定した。この要求分析の過程において、UMLの一つであるユースケース図を積極的に活用し、要求仕様を図式化して明確にすることでコアグループと開発グループのメンバー全員が仕様の共有を図り、効果的に分析作業を進めることができた。

(1) 授業アイデアベース

情報科を担当する教員間で授業のアイデアを参照、データベースへ蓄積して共有、発展的な授業のためのアイデアの創造や生きた情報科の授業を作り出すアイデアの交換、形にならない未完の授業アイデアを完成へ育てる機能。

(2) 授業事例ベース

情報科を担当する教員間で実際に行われた授業事例を参照、データベースへ蓄積して共有、授業事例を学習指導要領の単元毎に分類して効率よく提供、実際に行われた具体的な授業内容を参照、あるいはそれに付随する資料やプレゼンテーションファイルを提供する機能。

(3) 学習確認ベース

生徒に対し学習指導要領の単元毎に情報科の問題を整理してオンライン出題、自動採点后に解答や解説を提示、学習履歴を一時的に記録する機能や生徒の学習履歴を表計算ソフトで整理するためのCSV形式ファイルのダウンロード機能。

(4) リンクベース

リファレンス的な情報提供サイトを厳選、学習指導要領の単元毎に整理したリンク集を提供、授業で使える資料へのリンクを提供、授業の参考になりそうなリンクをデータベースに蓄積して共有する機能。

(5) ヘルプベース

情報科の授業に関わる Q&A をデータベースに

蓄積し、授業展開で困ったときの解決のヒントや情報機器の利用で困ったときのヒントを提供する。

また以上のような5つの機能を実装するには将来構想も視野に入れ、次のような事項も盛り込むことにした。

(a) ポータルサイトはコンテンツの内容が頻繁に参照・更新されることを考慮して、堅牢なシステム構造とする。

(b) 学習確認ベースは生徒毎に、出題・解答・自動採点・採点結果という一連の操作で、生徒個人の学習履歴を保持するので、アクセス権をつけるためのユーザ認証機構と厳密なセッション管理を組み合わせる。

(c) 短期間の開発なので、効率良く分散開発ができる設計手法を選択し、開発コスト抑制を図る。

(d) 次年度以降の高校教員主導によるシステム全体の保守、管理、運用が容易にできる。

(e) システムは、今回の対象となる教科情報に特化せず、できるだけ簡単に他科目へ流用できる仕組みにする。

(f) 将来のスケーラビリティ拡張に対応する。

2.4 システム設計

ポータルサイトのシステム設計は、プログラム開発グループが中心となり、技術的な側面と限られた人的資源や開発期間を鑑み、要求された機能はどの技術で実現可能かを検討し、最終的には次のように設計した。

(1) Web アプリケーション方式

ポータルサイトは、一般的な Windows 系 OS (多くの教育機関で採用されている) や MacOS X 等の環境で標準的なウェブブラウザ (IE や Netscape 等) をクライアントに利用することを想定し、ポータルサイトの全機能をウェブブラウザ経由で利用できるように Web アプリケーションサーバー方式 (サーバーサイド) を採用した。高校や教育機関はセキュリティ確保のためファイアウォールを設置していることが多く、一般的に特殊な通信プロトコルやポート番号へのパケット通過は難しい。しかし HTTP なら通過を許可し

ていることが多いと考えられるので、サーバーサイドの Web アプリケーションは最適な選択であると考えた。Web アプリケーションサーバーは、予算の都合や開発期間が短いことを考慮し、さらには利用者が多いので情報量が豊富で、かつ問題点のフィードバックも速い等の利点が見込めるオープンソース製品（Apache Software Foundation の Apache HTTP サーバーと Jakarta Tomcat アプリケーションサーバーの組み合わせ）を採用した。今回、開発するポータルサイトは次年度以降に宮城県教育研修センター所有の商用 OS サーバー(サンマイクロシステムズ社 Solaris)へ載せ替える予定もあり、移植が容易になるよう Java ベース (JSP/Servlet) でプログラムを開発した。また Apache と Tomcat の組み合わせは商用サイトでの採用実績もあるので、堅牢なシステムを期待した。

(2) コンテンツを蓄積するデータベース

要求された 5 つの機能は基本的に「クライアント側の要求によりサーバー側が蓄積しているコンテンツを適宜選択して配信する」という振る舞いをするので、コンテンツを蓄積・管理するデータベースサーバー(DBMS)が必要になる。DBMS にはオープンソース製品である MySQL Server を採用した。またデータベースのアクセス部分は開発工数の低減と信頼性を確保するため ASF の Jakarta Torque フレームワークを採用した。これはデータベースのスキーマ定義を XML で記述してビルドするだけで、データベースへのアクセス処理を行うプログラムを自動的に生成してくれるので、従来のように SQL 文をプログラムに記述する必要がない。さらにフレームワーク側でデータベースの違いを吸収してくれるのでデータベースの変更が容易に行える利点もある。

(3) セッション管理とユーザ認証

Web アプリケーション方式は、複数クライアントから接続要求があった場合、サーバー側がクライアントを特定する必要があり、ウェブ画面の遷移に伴うセッション管理の実現が重要な課題となる。セッション管理の実装は、開発期間やプロ

グラム開発に携わる人的資源を考慮し、オープンソース製品の既存フレームワークを利用することにした。今回、採用したのは ASF の Jakarta Struts で、フレームワークに従ってプログラムコードを記述するだけで信頼性の高いセッション管理が期待できる。さらに Jakarta Struts は MVC 設計パターンの厳密な実行シーケンスを提供しているので、Web アプリケーションの中核となる複雑なセッション管理を含めたビジネスロジックの開発工数の短縮を期待した。

一方、ポータルサイトの適正な利用を維持するためユーザ毎にアクセス権限を与えるユーザ認証を組み込むことにした。ユーザを一般利用者(ゲスト)、生徒、教員、管理者と 4 つの権限に分け、それぞれの利用できる機能を制限することで悪戯や不正利用等の防止を図った。特に学習確認ベースは生徒の自己点検を支援するために生徒個別の学習履歴の適正な処理・管理が要求されるので、ユーザ認証とセッション管理は必要不可欠と考えたからである。

(4) 学習確認ベースの設計

要求仕様の 5 つの中でも学習確認ベースは、主に生徒自身の学習の点検を支援するために簡易的な e-Learning として使えるようにした。学習確認ベースの実装方法は、既存の e-Learning の標準規格である CMI(Computer Managed Instruction: WBT 標準規格)や LOM(Learning Object Metadata: 学習オブジェクトメタデータ)等があるが、非常に限られた開発期間だったことと、知的 CAI のような考えはとらず授業の補助的な位置づけで利用する、出題する問題はセンター試験のような選択式を基本にできるだけシンプルな形式にして欲しいとの要求があったので独自方式を開発した。独自方式は XML を記述して問題を定義、○×形式、三択形式、文章穴埋め形式の問題を作ることができる。問題を作成する教員は、XML で記述されたテンプレートファイルをメモ帳等のテキストエディタで開き、問題文章や選択肢の項目と正答を記述するだけで問題ファイルを作成できる。また作成した問題の内容を実際

の画面に表示して確認する Windows 用プログラム(Qcheck.exe)を準備して、問題作成の効率向上を図った。一方、問題の自動配信機能を実装する際は、XML 記述の問題ファイルそのものはデータベースに蓄積せず、ファイル単位で蓄積することにした。これはデータベースのスキーマ定義が問題の選択肢等の増減により変化するのは好ましくないと考えたからである。

以上のような自動採点を含めた問題配信機能で利用者毎にデータベースへ蓄積された学習履歴は、生徒や指導教員がウェブブラウザ画面を通して参照できるようにした。また生徒個人の学習履歴のような個人情報をポータルサイトが長時間に渡って保持することは好ましくない。そこで利用者単位の学習履歴を CSV 形式ファイルでダウンロードできる機能と、ある決まった時間（深夜が適当か）にデータベース上の学習履歴の有無を自動的にチェックし、遺っていれば CSV 形式ファイルでメールへ添付して指導教員宛へ強制的に送り届ける機能を検討した。

3. ポータルサイトの機能

今回のポータルサイトの開発で実装した外部仕様の機能を各ベース毎にまとめた。

(1) 授業アイデアベース

画像を含めた授業アイデアをブラウザ経由で登録、変更、閲覧、検索する機能とメール経由で登録する機能及び掲示板機能を実現した。

(2) 授業事例ベース

学習指導要領の単元毎の授業事例(カテゴリ、事例タイトル、概要、指導案 PDF ファイル、資料ファイルへのリンク情報)をブラウザ経由で登録、変更、閲覧、検索する機能を実現した。

(3) 学習確認ベース

学習指導要領の単元毎に問題をランダム自動配信、自動採点、正誤の提示、問題解説の閲覧と学習履歴の閲覧および CSV 形式によるダウンロード機能を実現した。また問題に関する開発途中における仕様追加要求の分(問題の難易度の指定、解説文の表示、画像の使用)も吸収し実現した。

(4) リンクベース

学習指導要領の単元毎に整理・厳選されたリンクを閲覧する機能を実現した。

(5) ヘルプベース

Q&A形式ヘルプ集を閲覧する機能を実現した。

4. 開発工程の考察

(1) 分散開発について

今回の開発は、地理的(宮城県内各地域と東京)にも人的にも分散型、分業型の開発体制となったが、各グループ毎に作業用 Web サイトを立ち上げ、作業の進捗状況等をリアルタイムに公開、また複数のメーリングリストを運用して連絡体制を整えたので、参加メンバー全員がプロジェクトに関わる様々な情報を共有しながらスムーズにかつ効率的に分散開発を進めることができた。

(2) フレームワーク Struts の適用効果

オープンソース製品フレームワークの Struts を採用したメリットは、ビジネス・ロジック部分をモデル、ビュー、コントローラの三つに明確に分けて開発できる MVC 設計パターンを適用したことである。コンテンツ開発者、ユーザインタフェース・デザイナー、プログラム開発者の三者がそれぞれの担当する機能の責務と役割を明確にして、各々独立に同時並行での開発作業が可能だった。わずか半年足らずの短期間で、この規模(プログラムサイズは約 18Kstep)のポータルサイトを開発できたのは MVC 設計パターンを活用した分散開発の効果が大きかったと考えている。

(3) フレームワーク Torque の適用効果

オープンソース製品の Torque を採用して、DB アクセス部分のプログラム開発工数の低減を狙った。DB のスキーマを XML で定義してビルドするだけで、DB アクセスのクラスを自動的に生成するので、コーディングの大幅な工数低減を狙っていた。しかし当時は Torque が使われ始めた矢先で、Struts と比べると未だインターネット上の技術情報も少なく、フレームワークとしての機能や実装方法を把握するのに手間が効かった。

(4) オープンソース製品のサポート体制

総じてオープンソース製品はインターネットに公開されている技術情報が豊富であり、確かに技術情報関連の掲示板等のオープンソースコミュニティ上で得られた技術情報は開発作業の助けとなった。しかしフレームワーク Torque のように未だ利用者が少ない製品の場合は、本当に技術情報が少なく苦勞した。またオープンソース製品はバージョンアップの頻度が高く、開発期間中に利用している製品のバージョンアップも考えられる。実際に今回の開発期間中にも Apache HTTP サーバー、Tomcat、Torque のバージョンアップがあった。サーバー等のバージョンアップはそれほど大きな影響を受けないが、開発プログラムで利用しているフレームワークのバージョンアップの影響は大きいことが予想される。オープンソース製品を導入するには十分に注意する必要があると考える。

(5) オープンソース製品のライセンスについて

今回の開発では多くのオープンソース製品を採用しており、二種類のライセンス方式が混在している。一つは HTTP サーバーや Web アプリケーションサーバーの Apache や Jakarta Tomcat、フレームワークの Jakarta Struts、Torque 等で、いずれも ASF の Apache ライセンス方式である。一方、DBMS の MySQL はコマーシャルライセンスと GPL(GNU General Public License)のデュアルライセンス方式である。当初、二種類のライセンス方式の条件を満たすために、制限が厳しい GPL に併せ、フリーソフトウェアとしてソースコード形式とバイナリ形式のパッケージでプログラムの再配布を検討した。しかし、Apache ライセンスと GPL は本来異なるライセンスなので、一つのパッケージに複数のライセンスを混在させることはできないとの指摘を頂いた。そこで現在、ポータルサイトのシステムを Apache ライセンスの部分と GPL を別にパッケージ化することで、フリーソフトウェアとして配布することを検討中である。いずれにしてもソースコードおよびバイナリコードは、設計関連ドキュメントの整備が完了次第、公開する予定である。ソースコードの公

開方法は、GNU GLOBAL source code tag system の利用を検討中である。

6. おわりに

オープンソース製品を積極的に活用して、高校教員がまとめた4つのコンセプト、1)生きた授業の材料の交換の場、2)生徒の学習確認の場、3)授業に役立つ情報収集の場、4)教員が授業に悩んだときの解決の場、を具現化した「情報科教育ポータルサイト」を開発した。これにより Java ベースのオープンソース製品で実用的なポータルサイトが開発可能であることを実証した。また開発にあたっては、オープンソース製品の既存フレームワーク Struts や Torque を活用することで、ビジネスロジックのプログラムの構造が単純になり、短期間での開発が可能であることがわかった。またプログラム構造が単純になるとソースコードの可読性も良くなり、保守や改変の効率向上が期待できることもわかった。現在、初版リリースをしてインターネットに公開中で、ポータルサイト未登録者はコンテンツの登録ができない、掲示板への書き込みができない等、多少の機能制限はあるも誰でも利用できる。

このように当初の目的の一つである高校情報科の授業を支援する仕掛けを提供することができた。今後の課題は、現実に即した状況下でシステム全体(特にボトルネックとなる学習確認)の機能評価と性能評価を実施する予定である。

参考文献

- 1) 宮城県高等学校情報科教育研究会：文部科学省 平成 15 年度教育情報共有化促進モデル事業「情報科教育ポータルサイトの構築」事業報告書
- 2) 神村、富塚、土佐、早坂、上杉、井口「高校情報科を支援する情報科教育ポータルサイトの構築」情報教育シンポジウム論文集 Vol.2004, No.9, pp.75-81
- 3) 情報科教育ポータルサイト-P.SITE-
<http://eisp.tbgu.ac.jp/eis-project/>