

e-Learning 素材管理・再利用システムの開発

高田 良宏, 笠原 禎也, 佐藤 正英, 鈴木 恒雄, 松本 豊司, 森 祥寛

抄録

大学の授業の特徴は多様性と専門性であり, 進め方は教員に大きく依存している。そのため汎用性がある e-Learning 教材を作成することは難しく, 教材の作成は個々の教員に負うところが大きい。しかし, 教員によって授業の進め方は個性的であっても, 多くの基礎的科目では教える内容は類似している。我々は教員の教材作成の負担を軽減することを目的に, 教材を素材単位まで分解してデータベースで管理し, 素材を自由に組み合わせて, 新たに教材を作成する素材管理・再利用システムを構築した。本稿では, 開発したシステムの紹介を行い, その評価について述べる。

◎Key Words e-Learning, 教材, 素材, データベース, セキュリティ

Development of Management and Reusing System for e-Learning Materials

Yoshihiro Takata, Yoshiya Kasahara, Masahide Sato, Tsuneo Suzuki, Toyoji Matsumoto, Yoshihiro Mori

Abstract

In universities, usually there are many various classes and the style of the classes depends on teachers. Due to the variety, it is difficult to make general purpose e-Learning teaching materials. The teachers originally make the teaching materials by themselves, which prevents e-Learning from extending in the education in the universities. To help the teachers make their original e-Learning materials, we developed a database system, where the e-Learning materials are separated to small elements. When the teachers want to make new e-Learning materials, they access the database. They select some elements and easily reproduce new teaching materials by combining the elements. In this paper we report the database system and the evaluation of its performance.

Keywords: e-Learning, Teaching materials, Material, Database, Security

連絡先 : 金沢大学総合メディア基盤センター

Contact to : yoshihiro@kenroku.kanazawa-u.ac.jp

1 はじめに

e-Learning は様々なところで導入され, 利用されてきている。大学も例外ではなく, 学生の教育に用いるとともに, 大学外に向けても授業を発信することは, 大学が教育拠点として発展する上でも重要な課題である。

内閣府の高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT 戦略本部) [1] の e-Japan 戦略 II, e-Japan 重点計画-2003, e-Japan 重点計画-2004 でも大学での e-Learning の積極的な推進を求めている。また, 文部科学省では現代的教育ニーズ取組支援プログラム (以下, 現代 GP) [2] の中で「IT を活用した実践的遠隔教育 (e-Learning)」を取り上げ e-Learning を推進している。

金沢大学では 2004 年度に現代 GP で「IT 教育用素材集の開発と IT 教育の推進」プロジェクトが採択され, 現在, 総合メディア基盤センターが中心となり, IT 教育

推進プログラムに取り組んでいる[3]。この取り組みの特徴は, 教員の e-Learning への参加を容易にするための支援体制の確立と教材作成の負担軽減のための教材再利用システムの構築である。

中学校, 高等学校では, 授業が学習指導要領に従い, 教科書主体で進められている。使用する教科書の数も限られているため, 作成される教材は一般性が高く, 同じ教材を利用可能なユーザ (生徒) 数が多くなり, e-Learning が比較的实现しやすい環境にある。これに対して, 大学の授業の特徴は多様性と専門性である。1 つの大学で科目数が数千にも及ぶことは珍しくなく, 専門性が高いため汎用性のある教材の作成は難しい。同じ教科であっても, 授業の進め方は教員に大きく依存するために, 誰でも使える教材を作成するのは難しい。

また, 著作権などをまじめに考えると, 教員が独自の教材を自分自身で作らざるを得ないのが現状である。し

たがって、教材作成に定常の研究・教育以外の多くの時間と労力を割くことになり、e-Learning への参画を躊躇している教員も少なくない。大学で e-Learning をさらに進めるには、教材作成を容易にする必要がある。

大学での授業は多様であり、使われる教材も多様である。しかし、教材を文章や使用されている図などの素材まで分解すると、同じようなものが数多く使用されている。素材を管理して教材の素となる素材集を作成し、使い回しを可能にすれば、教材作成が容易になり e-Learning が広まると考えられる。そのためには、個々の素材の著作権問題を解決し、利用権限のある者だけが自由に素材にアクセスできる環境を整えること、さらには、必要な素材を容易に検索できることが必要である。

以上のような状況を念頭におき、教材を素材に分解して管理する e-Learning 素材管理・再利用システムを構築した。これにより、素材の再利用が容易になり、教員の負担が少なく教材作成ができる。以下では e-Learning 素材管理・再利用システムについて報告する。

2 システム開発の方針

本 e-Learning 素材管理・再利用システムは、教材作成に係わる教員の負担を軽減することと、大学の知的財産としての教材・素材の管理を目的としている。教材作成者からは、素材情報の検索が容易に行えること、容易にダウンロードが行えること、自分が作った教材を登録することが容易であることなどが、本システムに要求される。また管理する側からは、素材の検索や著作権情報の管理が容易であることに加え、データベースを利用するユーザの管理が容易であること、システムの改良が容易にできること、さらに開発費、維持費が少なく済むことが求められる。システムの開発にあたり以上の点を考慮に入れた。

本システムを考える上で、教材は素材の組み合わせで成り立っているという点に着目した。本システムでは、教材もそれを構成する素材もすべて素材として一元的に管理することとする。e-Learning 用の教材はそれを構成する素材の集積物である(例:小単元テキストファイル、図、表、式、動画、Java アプレット、静止画、グラフ、音声など)。これらの管理上最小単位の素材を原子素材と例えれば、複数の原子素材が結合された素材は分子素材であり、分子素材が結合し、さらに大きな素材を構成している。最終的には、素材の集積物である教材も素材とする。素材と教材の関係を Fig.1 に示す。

作成者が作成する素材は小単元のテキストファイルに

加え、図、表、式、動画、Java アプレット、静止画、グラフ、音声など様々な形式を持つ。作成に利用したアプリケーションの違いや、同じアプリケーションを使用した場合でも保存形式の違いから、素材の形式はさらに細分化されるが、作成者が現状のスタイルで作成を進めることが可能なように、多種多様な素材を制限することなく管理することとした。

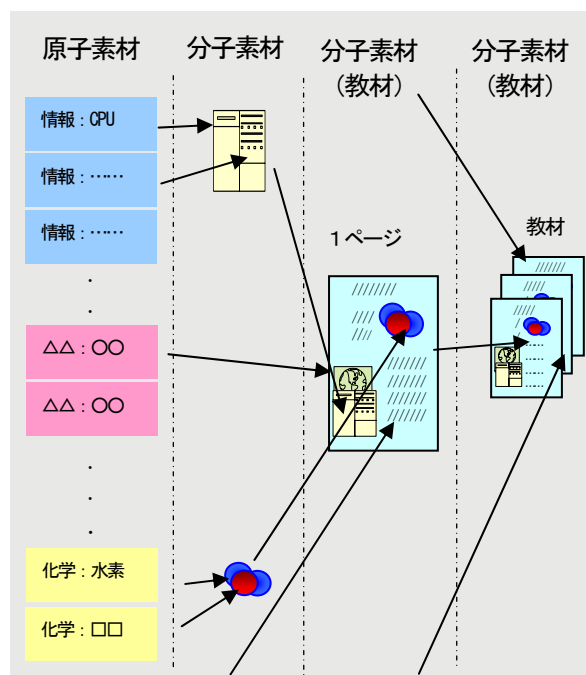


Fig.1 素材と教材の関係

作成された教材や素材が特定の教員や同じ学問分野内での利用に留まらず、個人や講座さらには学問分野を超えて相互利用が可能なように、多様な情報を管理する。利用者が素材を検索するには分類コード、タイトル、キーワード、アブストラクト、作成者氏名、作成日付、作成アプリケーション、ファイル形式、参考資料・文献など様々な切り口からの検索を可能とする。

また、教材や素材を自由に利用可能とするには、著作権の管理が重要である。各教材・素材の著作権とその譲渡に関する情報や教材のメタデータを管理することにより、各教材を利用可能なユーザの範囲を制限可能とした。

3 システム設計

以上の方針に従いシステムの設計を行った。急激に変化する IT 環境、日々発生する新しい要求に迅速に対応することや、きめ細かなカスタマイズが必要であることから、既製のシステム使用や外注作成とせず、すべて自

己開発とした。公開サーバは当初は小規模なシステムで運用を開始し、素材の蓄積量、ユーザ数の増加やサービスの充実に応じて、自由に拡張できるよう、管理が容易な PC ワークステーションを用い、サーバ増強毎に煩わしい契約等の必要が無く、無償であることの利点が多いオープンソースと組み合わせた。なお、素材情報の登録数は 20,000 件程度を想定した。

サーバ環境は、アプリケーションが実行されるフロントエンドの web サーバ、さらに DB サーバなどバックエンドサーバを分離した。Fig.2 にサーバ環境の概要を示す。この方法はクライアントや各サーバの役割を単純化し明確にできることから、故障や不具合発生時の対処が迅速に行えることや、将来的なシステムの変更、拡張が容易であるという利点がある。また、データを管理するサーバをバックエンドに配置するためセキュリティ確保の面で有利である。

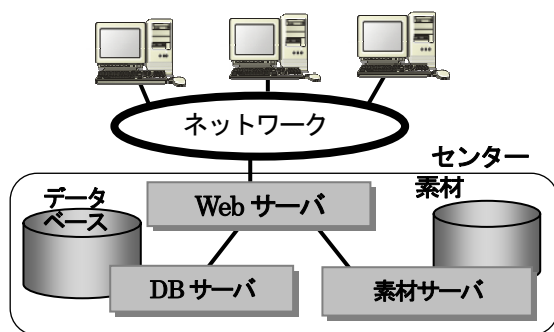


Fig. 2 サーバ環境

サーバ用のソフトウェアはオープンソースを用いた。OS は Linux とし、web サーバには Apache、DB サーバの DBMS には PostgreSQL を用いた。さらに、ユーザ・インターフェイス及び DB との連携を行う業務プログラムは PHP を採用した。

e-Learning 素材管理・再利用システムは、素材管理、参照機能、ユーザ管理の 3 つの機能とその他保守機能で構成される。素材管理、参照機能、ユーザ管理の 3 機能は web ブラウザ上で操作を行う対話形式で、保守機能はバッチ処理として実行することとした。

作成するテーブルとそれらの関係を Fig.3 に示す。素材管理用テーブルは、素材の詳細情報に関する素材テーブル、素材を分類するための分類コードテーブル、素材の著作権と著作権譲渡に関する情報を記録する著作権譲渡テーブル、素材（教材）を作成するために参照した素材を管理する参照素材テーブルの 4 種類である。

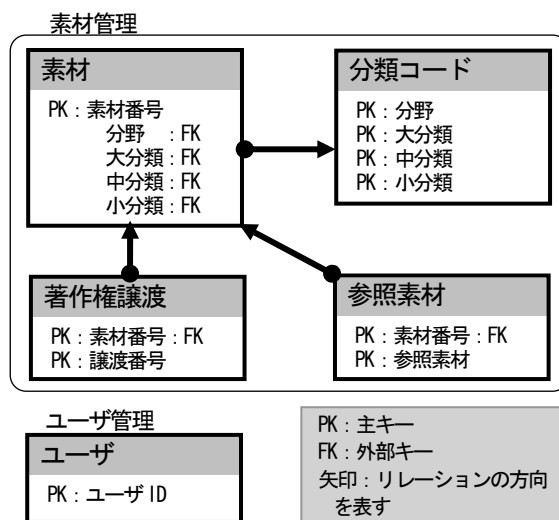


Fig. 3 テーブルの関係図

4 システム概要

前章での設計を基に実装したシステムの概要を Fig.4 に示す。DB 部はシステムの構成変更、拡張時の移行性を考慮し素材管理 DB とユーザ管理 DB を切り離れた構造とした。ユーザ・インターフェイスは素材管理者用の素材管理機能、素材利用者用の素材参照機能、そしてユーザ管理機能に分割して実装した。さらに DB 及び素材を保護するためにセキュリティ対策を施している。

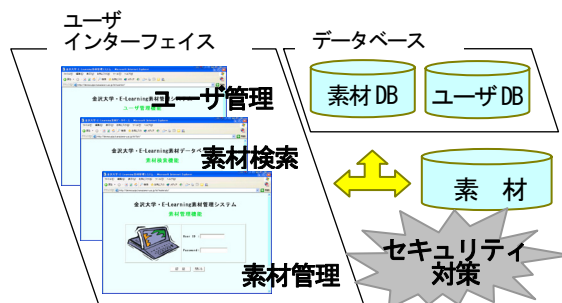


Fig. 4 システムの概要

素材管理画面（機能）では、新規登録機能、素材情報の検索機能（含む表示、修正、削除）の他、著作権譲渡、参照素材、情報抽出、一括修正、ログ管理の各機能を実装した。これらのすべての機能は、初心者でも入力容易であるように対話型入力とした。Fig.5 は素材情報の対話型入力による登録の流れを示す。まず、分類コード決定画面で素材がどの分類に属するかを決定する。次に素材番号決定画面で分類内での素材番号を決定し、その後、素材情報入力画面で素材の詳細情報を入力する。入力終了後、入力情報確認画面で入力内容を確認し登録す

る。登録時の操作を補助するため、分類コード決定画面での分類の仕方を補助する分類コード参照画面や、素材情報入力画面での各項目の入力上の注意表示がある。また、類似した素材情報の内容を流用することで入力の手間が省ける素材情報複写機能などもある。

本システムでは、教材も、教材の中で使用されている素材も、全て素材として登録する。教材をどの程度まで素材に分割して登録するかは登録者が決め、あらかじめ分割した素材を自分で用意して登録する。素材の分割は登録者の自由であるが、Fig.6 に示す参照素材機能（画面）で登録した素材が他の素材とどのような関連性があるかを管理できる。

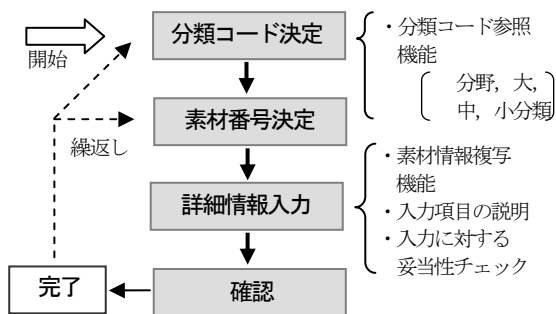


Fig. 5 素材情報の対話型入力による登録の流れ

参照素材番号	処理	参照素材番号	処理	参照素材番号	処理
061501010002	表 削	061501010003	表 削	061501010004	表 削
061501010005	表 削	061501010006	表 削	061501010007	表 削
061501010008	表 削	061501010009	表 削		

Fig. 6 参照素材機能（画面）

Fig.7 に素材参照画面（機能）の概要を示す。教材を作成するユーザ（教員）が素材を検索し、必要な素材をダウンロードするための機能である。

ユーザ認証後、必要な素材の検索を行う。素材の検索には、キーワードによる検索方法と分類コードによる検索方法がある。キーワードによる方法は、素材が持つ多様な情報より、様々な切り口からの検索を可能とする。

分類による検索では細分化された分類コード（分野、大分類、中分類、小分類）により素材を絞り込む。必要な素材を見つけた場合は、その素材のダウンロード予約を行う。Fig.8 に検索結果・予約状況表示画面を示す。ユーザは検索と予約を繰り返す、必要な素材の予約がす

べて終了した後、最後に Web サーバからダウンロードを行う。ダウンロード予約は、セキュリティ上ファイアウォールにより切り離された別サーバ上にある素材を Web サーバに転送することである（5 セキュリティ参照）。ダウンロードは、Web サーバ上に転送され、ブラウザ上に表示された予約済み素材の名前をクリックすることで行われ、素材がユーザの PC 上に保存される。

ユーザ管理画面（機能）では、ユーザ情報の表示、新規作成、修正、削除機能を実装した。ユーザは管理者、素材登録可能ユーザ、一般ユーザ、ゲストの4種類とした。管理者は、ユーザ管理、素材情報の管理、素材検索、ダウンロードの全てができるが、素材登録可能ユーザは、ユーザ管理と素材情報の管理に制限が付く。一般ユーザは素材検索およびダウンロードが可能で、ゲストは検索だけ可能とした。なお、今回、ユーザの種類は4種類としたが、必要に応じて細分化することも可能である。

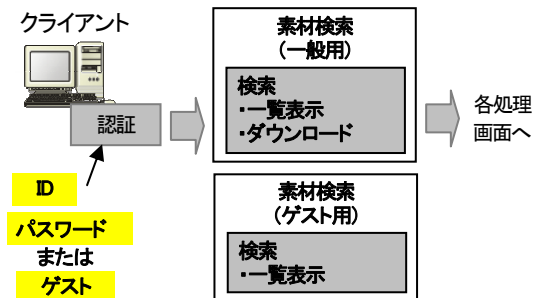


Fig. 7 素材参照画面（機能）の概要

ファイル名	タイトル	作者	登録日付	処理
061501010002.jpg	力の分解	鈴木 恒雄	2005/02/02	予約 情報
061501010005.jpg	速度の分解	鈴木 恒雄	2005/02/02	予約 情報
061501010009.jpg	位置ベクトルの極座標表示	鈴木 恒雄	2005/02/02	予約 情報

Fig. 8 検索結果・予約状況表示画面

5 セキュリティ

教材・素材は、各教員や IT 支援室で貴重な時間を費やして作成したもので、これらの教材や素材は大学の貴重な知的財産でもある。サーバへの不正アクセスを防止し、データの改竄や悪意に基づくデータ消去は絶対に防がなくてはならない。

このため、DB、素材サーバはファイアウォール内部

に設置し、ファイアウォールは内から外への接続要求は通すが、外から内への接続要求は拒否する一方通行の設定とした。外部からの接続要求による DB サーバとの通信は行えず、DB サーバが接続要求した相手だけと通信可能状態になる。DB サーバに対するセキュリティ対策に関しては、高田ら[4]にて実装したシステムを応用した。また、ユーザからのダウンロード要求に応じて素材を web サーバへ転送する必要がある。素材サーバについても、外部から素材サーバへの接続要求を拒否する設定とした。転送操作はすべて素材サーバから行い、web サーバから素材サーバへのアクセスは行わない。Fig.9 に素材転送の概要を示す。具体的には次のような手順で行う。

- ①web サーバでユーザの予約情報をリスト化する
- ②予約リスト (filelist) を素材サーバが取り込む
- ③素材を web サーバに転送する

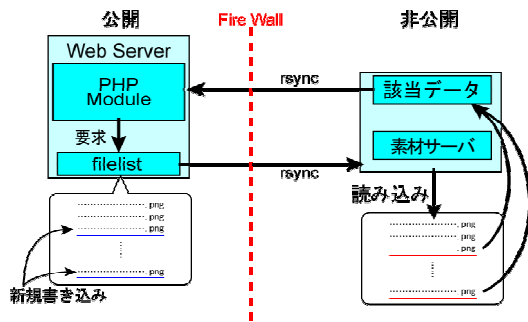


Fig.9 セキュリティを考慮した素材転送

6 運用

本システムは、本学が 2004 年度から行っている現代 GP のプロジェクトで作成された教材の再利用を主として想定している。これらの素材は最終的には本学全体に公開する予定だが、現在は現代 GP プロジェクトに参加している教員に対して公開している。これまでに 1,000 件以上の素材の登録がなされている。操作を対話型にしたことでコンピュータに不慣れな人でも、Web 画面上の指示に従い簡単に登録することができた。

検索については、素材再利用システムに不慣れな人には、分類コード検索があることで、どのような分野にどのような素材があるかが容易に知ることができた。また、ある程度コンピュータ操作に慣れている人は、キーワード検索により素早く目的の素材が見つげられた。ダウンロードもブラウザ標準の手順なので、初めての人でも簡単にダウンロードできた。このように、初心者に対しては非常に操作しやすいシステムとなった。

しかし、システムに慣れた利用者からは、素材の登録

やダウンロード関係の要求が挙がっている。まとめると、

- (1)ボタン等の配置(画面の見やすさ)
- (2)検索結果の表示法
- (3)初心者には操作が簡単だが、慣れた人には、操作が冗長である

などである。本システムでは、素材の管理、操作の容易さ、システムのセキュリティに焦点を絞ってシステムを開発してきたため、見た目の良さへの考慮に欠けていた。

(1) (2)の意見を取り入れて、逐次改良している。(3)についても、初心者に容易な操作を念頭において開発したためである。その点は有効であったが、さらに操作に慣れた人には、手順が多く煩わしい対話型入力ではなく、事前に作成したファイルを利用する一括登録の仕組みを実装し、利用者のレベルによる登録法の選択肢を増やした。これにより、慣れた利用者からの要求も解決した。

素材の予約およびダウンロードについても、同様に、初心者に優しい容易な操作だけでなく、一括でダウンロードの選択肢も必要という意見が出てきた。これについては、いまだ対応ができておらず、現在検討中である。

システムの処理能力に関しては、ダウンロード要求に応じて、その都度、素材が素材サーバから web サーバに転送されるためネットワークに対する負荷が懸念されたが、現在、サーバ間は 1Gbps の通信速度が確保されているため大きなインパクトはないと考えられる。

7 著作権処理

システムのハードについて触れてきたが、これと同様に大切なのが著作権の処理である。本システムで登録する教材は、現代 GP プロジェクトで作成した教材を想定している。これらの教材は国の補助金によって作られているので、著者が大学教員である期間は、その教材を自由に使えることを保障した上で、著者からは財産権としての著作権を大学へと譲渡してもらうことにした。

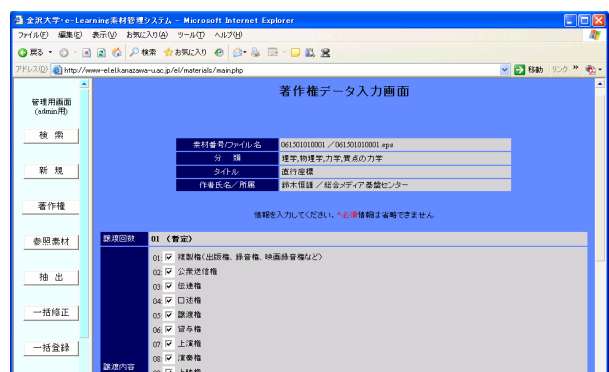


Fig.10 著作権管理画面

しかし、今後は上記以外の素材の登録なども生じる可能性が考えられる。部分的な権利の譲渡のみの場合もありうる。そこで Fig.10 のように、著作権の内容を細かく分けて、どの権利を誰に譲渡したかの情報を細かく管理できるようにした。

8 今後の展開とまとめ

現在は、まだ開発したシステムに素材を蓄えるのが主となっている段階である。しかし、今後は素材を再利用した、教材のイーजीオーダー化が進むと考えている。このシステムを用いて、各教員がオリジナル教材を作成するまでの流れを、Fig.11 に示した。

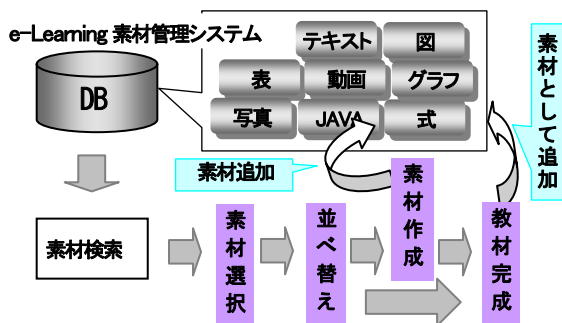


Fig. 11 教材のイーजीオーダー化

まず、DB より教員が希望する素材を選択する。これらを組合せて並べ替えることで、教材を完成させる。また、完成した教材も素材としてDBに登録する。初期段階では登録されている素材の数が少ないため、素材を追加的に作成する場面も多いが、素材が充実してくるにつれて、容易に教材を完成させることができる。

本研究では、大学内で作成された教材・素材を管理・再利用するシステムを開発した。その際、教材を作成する教員の負担軽減と大学の知的財産としての教材・素材の管理を行うことを念頭においてシステムの検討を行った。階層的な管理を取り入れることにより、教材もそれ

を構成する素材もすべて素材として取り扱うことができ、同一のシステムで効率的に管理を行うことができるようになった。多様な素材管理、情報管理を取り入れることにより、素材のファイル形式や学問分野にとらわれず、教員が自由に素材を作成することや、その利用を行うことが可能となった。一方で、原子素材から教材の単位まで様々な教材が登録されており、現在はどこまで分割するかはある程度登録者の自由となっている。したがって将来的には、分子素材レベルの教材をより細かく分割して登録して欲しいという要望が出る可能性がある。この点についてどう対応するかは現在検討中である。

現段階はシステムの評価段階であるが、今後は教材作成支援として、本システムを利用した教材のイーजीオーダー化を進める予定である。今後、今挙げている要求を取り入れてより改良を進める必要があるが、現段階でも今回開発したシステムは、十分実用的に機能するものである。また、教員の教材作成に対する負担を軽減するという当初の目標に達しているシステムと考えている。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（萌芽研究 課題番号 16650193、基盤研究 C 課題番号 17500630）および現代的教育ニーズ取組支援プログラムのもとに行われた。

参考文献

- [1] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部,
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/>
- [2] 文部科学省 現代的教育ニーズ取組支援プログラム,
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/gp.htm
- [3] 金沢大学 IT 教育推進プログラム,
<http://www.el.kanazawa-u.ac.jp/>
- [4] 高田 良宏, 笠原 禎也, 大林 誠, 田中 祥平, 大規模な科学データベースの構築と効率的なデータ検索配信システムの開発, 学術情報処理研究, pp.33-43, No.8, 2004.

著者略歴

高田 良宏 (たかた よしひろ)

◎現在の所属：金沢大学総合メディア基盤センター助手

笠原 禎也 (かさはら よしや)

◎現在の所属：金沢大学総合メディア基盤センター助教授

佐藤 正英 (さとう まさひで)

◎現在の所属：金沢大学総合メディア基盤センター助教授

鈴木 恒雄 (すずき つねお)

◎現在の所属：金沢大学総合メディア基盤センター教授

松本 豊司 (まつもと とよじ)

◎現在の所属：金沢大学総合メディア基盤センター助教授

森 祥寛 (もり よしひろ)

◎現在の所属：金沢大学 IT 教材作成支援室室長