

アノテーションを活用した学習教材の リッチコンテンツ化に関する検討

阿部 裕行[†] 伊藤 一成[†] Martin J.Dürst[†]

[†] 青山学院大学 理工学部

〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1

E-mail: hiroyuki@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp

あらまし 教育分野において CMS は学習者の管理という点で大きな役割を果たしている。しかしながら e-Learning における授業教材の作成は、Web の諸技術のある程度習得する必要があり、またコスト的な問題も挙げられる。それゆえ、現場において必ずしも教育者、学習者双方が満足できる Web 教材が作成/利用されているとは言い難い。本稿では、コンテンツ処理の一手法であるアノテーションの概念を適用して、教材コンテンツを豊饒化する仕組みについて提案する。教育者、学習者が教材に対して付与するアノテーションだけではなく、様々な Web サービスが提供する情報もエージェントが付与するアノテーションのみならず、同様に教材へ融合するのが特徴である。さらに、JavaScript コードを教材の XHTML コードに適切に埋め込むことで、インタフェースの貧弱性が指摘される Web 型教材のユーザビリティも向上させた。

キーワード 学習教材作成, アノテーション, Web サービス, ユーザ参加

A Study of Attractive Learning Material Using Annotation

Hiroyuki ABE[†], Kazunari ITO[†], and Martin J. DÜRST[†]

[†] College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University
Fuchinobe 5-10-1, Sagamihara, Kanagawa, 229-8558 Japan

E-mail: hiroyuki@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp

Abstract In the field of education, CMSes are mainly used to manage the learner. Creating learning materials with e-Learning tools is still difficult and costly because it requires understanding of various Web technologies. Therefore, from the viewpoint of both teachers and learners, there are far from enough satisfying Web teaching materials created and used. This paper proposes a method to improve and enrich learning materials based on annotations, a concept in the field of content processing. We not only consider annotations added to the teaching materials by teachers or learners, but also integrate information collected via various Web service agents. In addition, we improve the generally weak navigation interface of Web-based learning materials by using JavaScript.

Key words learning material creation, annotation, web service, users participation

1. はじめに

現在、ネットワークを介した多人数での共同作業に CMS (Content Management System) が普及してきた。汎用的な CMS では XOOPS などが有名だが、教育に特

化したものとしては Moodle [1] が多くの人に利用されている。教育分野における CMS の利用目的も、学習プロセスや進捗状況など学習者の管理の役割が大きくなっているが、今後は教材の作成機能の更なる充実も求められるであろう。例えば、テストやフォーラムなど、定型の

フォーマットに基づいたコンテンツを作成支援する機能はすでに存在している。しかし、それは本来紙や黒板など利用して提供されていたものをデジタル化したにすぎず、形式を変換した以上の恩恵が十分得られているとは言い難い。また、WikiやBlogに代表されるユーザ参加型のコンテンツに慣れ親しんでいる学習者の考え方は変化してきている [2]。学習者にとって、付加価値のないコンテンツや、一方的に割り当てられた内容のみが対象となっている既存の e-Learning の教材では、学習者の意欲は高めにくいのが現状である。

この問題を解決する一つの方法として、次世代 Web の形である Web 2.0 [3] の概念に基づいた次世代 e-Learning を意味する e-Learning 2.0 [4] に注目が集まってきている。明確な定義については議論の最中だが、e-Learning 2.0 には Web 2.0 と同様に利用可能な様々なツールを連携や、学習者志向の考え方が特徴である。この特徴に基づいたツールの連携による幅広い情報の提供や、学習者が能動的に行動可能な仕組みが含まれた教材コンテンツ作成は、学習者にとって魅力的であると考えられる。その実現のためには、Googleをはじめ、Flickr、YouTubeなどの Web サービスを利用して獲得できる情報や、ユーザ参加型コンテンツにおけるコンテンツの作成・修正行為などの組み込みが必要となるだろう。しかし、教師は必ずしも様々なコンテンツを扱うための専門知識を持ってはいないので、コンテンツ同士を連携した教材コンテンツの作成は多くの時間的コストを要する。

ところで、コンテンツ処理の研究としてアノテーションの研究が盛んに行われている [5]。これはメタデータに類似したコンテンツ処理手法である。一般的にアノテーションとはコンテンツに対してユーザが明示的に付与した情報を指すが、すべての URI で参照できる情報をなんらかのアノテーションと見なすことで、統一的に処理する概念が提唱されている [6]。この概念を教材コンテンツに適用すると、教育者、学習者が教材コンテンツに対して付与する情報だけでなく、Web サービスから提供された情報もエージェントが付与するアノテーションとみなせる。本稿では、これらのアノテーションを教材コンテンツに融合する。さらに、JavaScript を利用し、インタフェース面も充実させることで、教育者と学習者双方にとって魅力的な教材コンテンツを作成する。

2. 教材コンテンツの構造化

計算機による自動的な教材コンテンツの改変のためには、元となる教材データが正しく構造化されている必要がある。本章では、その必要性について説明する。

2.1 構造化エディタの必要性

HTML は誕生当初から、情報構造を記述するものであるとし、コンテンツとプレゼンテーションの分離は、W3C が提唱する Web の原理の一つになっている。しかし、そ

れが一般に浸透しているとは言い難い。well-formed ではない HTML が蔓延し、ブラウザがそれでも無理矢理適当に表示してしまう現状もこれを助長している。実際に、ブラウザ上で編集できる WYSIWYG の HTML エディタも Zoho Writer^(注1)、Think Free^(注2) などのように、体裁 (レイアウト) の編集を主とするワープロ感覚のものがほとんどを占め、本格的な情報構造の編集を行えるエディタはない。教材のリッチコンテンツ化を考える上で、この問題は非常にゆゆしき問題である。

現在では、独自タグの使用可能などの機能を備えた情報記述言語 XHTML が勧告されている状況にある。XHTML は HTML に比べルールが厳密であるため、処理にかかる負荷が軽減される。また、XML ベースなので、情報の意味構造を計算機が分析可能であり、必要な情報だけをアプリケーションを通して抽出できる。また、データ抽出や部分利用したり、XSLT による文書変換が可能である。これは、データの再利用性を高め、情報の共有化を促進する。

そこで、我々の研究室で開発している Web ベースの WYSIWYG 型構造化エディタ [7] を活用する。このエディタは、図 1 のように、テキストカーソル位置の要素のアウトラインによる強調、body 要素から現在アクセスしている要素までのノードパスの表示、要素の属性情報のサブウィンドウ表示などの機能が備わっている。高度な情報構造の記述を直感的に行えるインターフェースを実現しており、計算機可読の XHTML を常に well-formed に出力できる。また、独自要素・属性の使用も設定により追加できるので、より文書の意味に近い高度な情報を valid に付加可能である。このエディタの利用によって、教育者はタグなどの知識がなくとも、文章を入力するだけで、構造化された XHTML を作成できる。

エディタで作成した教材コンテンツ内にアノテーションを付与する場合、その範囲を特定するための素片識別子が必要である。これには、XPointer などが広く用いられているが、コンテンツの改変を前提としないという問題点があり、本件では適用できない。そこで、ブロックレベル要素毎に id 属性を自動的に付与する。これにより、ブロックレベル要素毎に URI で識別でき、それぞれにアノテーションが付与できる。また、ブロックレベル要素もアノテーションとみなせる。

2.2 アノテーションの構造化

教材コンテンツに付与されるアノテーションの定義、構造化について説明する。

2.2.1 アノテーションの定義

アノテーションは人間にとって記述及び理解しやすくなるべきだと考え、自然言語表現であり、URI で参照で

(注1) : <http://writer.zoho.com/>

(注2) : <http://www.thinkfree.com/>

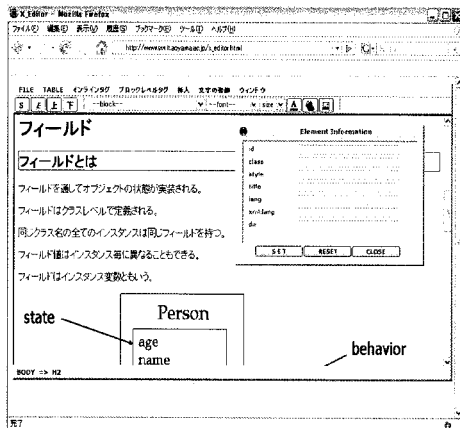


図 1 構造化エディタ

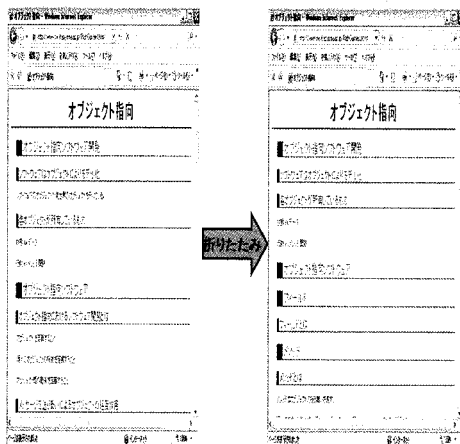


図 2 折たたき機能例

きる情報をアノテーションと定義する。アノテーション対象自体もアノテーションであり、アノテーションに対してもアノテーションを付与できる。

教材コンテンツにおいては、教育者、学習者により教材コンテンツに付与された情報を明示的なアノテーションとする。また、Web サービスを通して得られる情報も見方を変えると教材コンテンツへの情報の付与である。これは、本来の意図は別に存在するが、結果的にアノテーションとみなせる。

2.2.2 アノテーションデータの管理

アノテーションデータは、学習者やエージェントも生成に関わるので、情報の信頼性や量を監視する必要がある。これには、我々が以前開発したアノテーションライブラリを利用する [8]。このライブラリはアノテーションデータのスキーマを管理するだけでなく、自然言語処理と構造マイニングの複合処理機能を備えている。これにより教育者のアノテーション情報の管理や選別作業をサポートできるのではないかと考えている。

3. 教材コンテンツのリッチコンテンツ化

教材コンテンツのリッチコンテンツ化について説明する。

3.1 ユーザインタフェースの改良

教材コンテンツの構造やスタイルの変更によって、学習者が教材コンテンツを自由に構成でき、画面上でわかりやすく提示できるのが望ましい。また、操作性は学習において非常に重要な要素である。そこで、JavaScript を利用した、ユーザインタフェースの改良方式について例示する。

第一に折たたき機能である。Web 教材コンテンツは多くの見出し、文の組み合わせが単一のページに構成される場合がある。図 2 の左のように、文が全てが表示さ

れていると、学習者は教材コンテンツ内で自分が参照したい部分を探すのが困難である。図 2 右のように、文の折たたき機能の利用で自分が必要としている部分だけを表示させられる。また、教育者が説明をする際に、あらかじめ全てを折たたんでおき、見出しのみ表示させておく。説明していく流れで文を順に表示させていくことで段階的に刺激を与えられる。

第二にドラッグ&ドロップ機能である。OSの上では当たり前機能であるが、近年まで、Web ブラウザ上では実現するのが難しかった。画面表示・効果関係に特化した JavaScript ライブラリ script.aculo.us^(注3) を利用して、教材コンテンツの構成を変更できる。図 3 のように、見出しのドラッグ&ドロップによって、学習者がわかりやすい形式で教材コンテンツを再構成できる。教育者にとって、変更されたデータは、教材を構成する際の参考資料として利用できる。

第三にウインドウ機能である。ブラウザのウインドウ内にサブウインドウを生成する JavaScript ライブラリ [Prototype Window Class](http://prototype-window.xilinus.com/)^(注4) を利用する。生成されたウインドウはドラッグ&ドロップで自由に移動させられる。また、ブラウザと同じように閉じる、最小化、最大化する機能が備わっており、デザイン自体も変更可能である。

これの利用により、教材コンテンツの任意の部分がウインドウで表示できる。教材コンテンツのある部分をウインドウにして比較したり、全てをウインドウにし、学習者の好みで教材コンテンツを配置できる (図 4)。

ウインドウ機能は、アノテーションの表示や、Web サービスからの情報の表示など、様々なところで利用でき、表示に関して大きな役割を果たしている。

(注3) : <http://script.aculo.us/>

(注4) : <http://prototype-window.xilinus.com/>

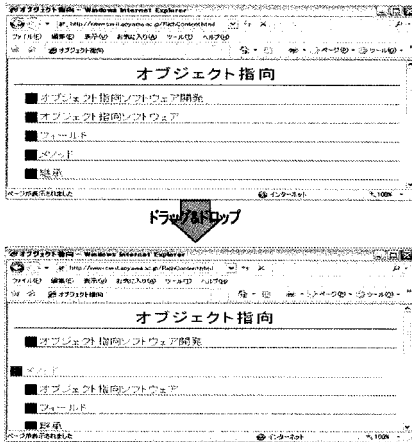


図3 ドラッグ&ドロップ機能例

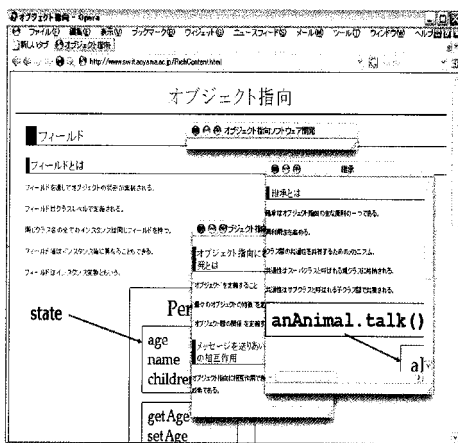


図4 ウィンドウ機能例

3.2 Web サービスによる擬似的アノテーション

利用する Web サービスについて説明する。教材コンテンツの内容をもとに Web サービスから情報を獲得する。獲得した情報はエージェントによって暗黙的に作成された教材コンテンツへのアノテーションと考えられる。

3.2.1 単語の解説情報

学習において単語の意味の理解は重要である。特に新しい分野を学習する場合に、まず未知の単語の意味理解が、その内容を理解するのに必要となる。

単語の意味情報をはてなダイアリーキーワード自動リンク API を利用し獲得する。これは任意のテキストから、はてなダイアリーのキーワードを抽出し、キーワード部分を自動的にリンクして返す API である。このキーワードははてなダイアリーのユーザーが作成し、共有されている情報である。17 万語を超えるキーワードが登録され

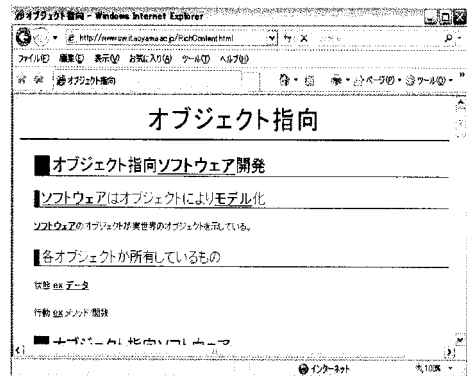


図5 はてな Web サービス利用例

ていて、その説明や、分類などの情報を獲得できる。

ブロック要素ごとに API を利用し、単語情報を得る。獲得した情報はブロック要素に対して暗黙的に作成されたアノテーションとなる。これを組み込むと、図5のように教材コンテンツに単語情報へのリンクがはられる。また、このリンク先の説明内にもキーワードがリンクされているので、単語の意味だけでなく、単語に関する情報を入手でき、内容理解の援助や知識の拡大に繋げられる。

3.2.2 関連情報の提示

学習者は提示されている教材コンテンツのみを学習すればいいという受動的な認識を持ってしまいがちである。教育者が時に余談を授業の中で組み込むように、何らかのつながりを持った関連する情報は、新たな発見による知識の向上や発想の拡大、情報の入手プロセスの暗黙的な学習効果など一種のスパイスの役割を果たす。そこで我々の提案している関連文生成手法 [9] を用いて関連情報を教材コンテンツに組み込む。関連情報は教材コンテンツに対して暗黙的に作成されたアノテーションとみなす。図6に、例を示す。

関連文は Google SOAP Search API を利用した Web 検索結果から、あらかじめ用意されたフレームに基づいて生成される。よって、書き言葉ではなく、話し言葉風に変換できる。先生風のフレームを用いて関連文を硬い表現にしたり、友達風のフレームを用いてくだけた表現にするなど、フレームの変更により、授業、ニュース、世間話など、同じ内容でも異なる印象を与えられる。

3.3 人手によるアノテーション付加

学習者は学習を通して学んだことや、思ったことを教材コンテンツに明示的なアノテーションとして付与できる。これにより学習者の学習体験が教材コンテンツに還元される。

また、協調学習にも Web アノテーションは利用できる。学習者通しのアノテーションの共有による、他の学習者との比較は、知識を身につけるだけでなく、知識の

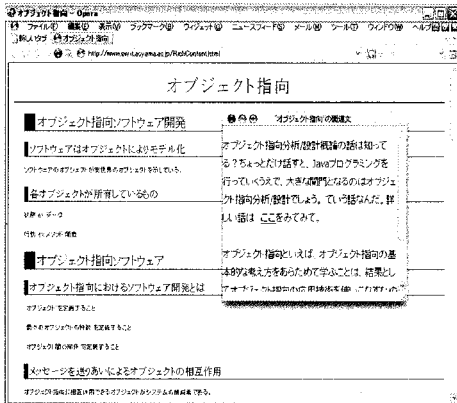


図 6 関連情報の表示例

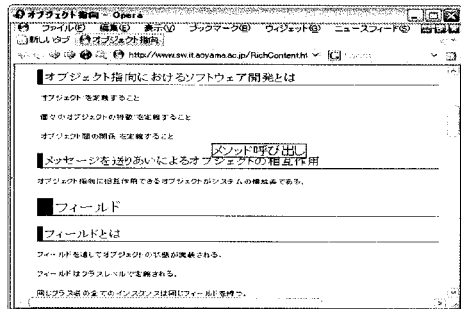


図 8 ポップアップによるアノテーション出力例

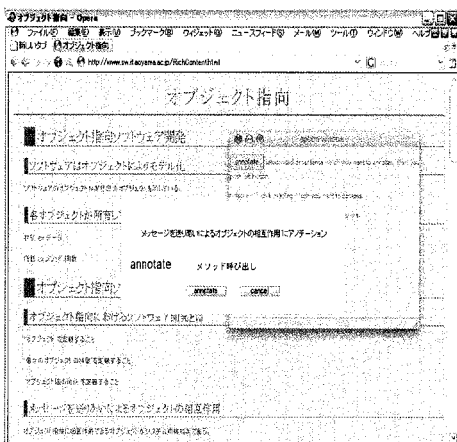


図 7 アノテーション入力例

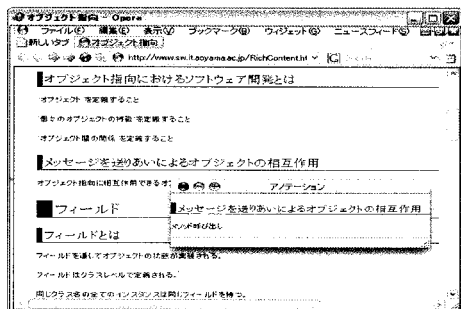


図 9 ウィンドウ機能によるアノテーション出力例

洗練，発展につながる。

つまり，アノテーション付与機能により，一方通行型の教育で問題となっていた学習者の集中力の維持の問題が解決でき，学習効率を高めるられる。

3.3.1 入力方式

XHTML におけるブロック要素単位で，任意の場所にアノテーションが付与できる。アノテーションを付与したい場所を選択し，アノテーションボタンを押すと，図 7 のようなプロンプトが出現する。そこにアノテーションを入力する。アノテーション対象自身もアノテーションであるので，このアノテーションはアノテーションに対する明示的なアノテーションとなる。入力されたアノテーションは RDF に書き込まれるので，XHTML 自体は書き換えられない。

3.3.2 出力方式

入力されたアノテーションの表示方法は学習者が選択できるよう複数用意するのが望ましい。図 8 のような，

アノテーションの該当箇所へのマウスオーバーによるポップアップ表示や，ウィンドウ機能を利用して図 9 のような表示が可能である。今後は，全てのアノテーションを表示するアノテーションウィンドウや，該当箇所への置き換え，埋め込みによる表示方法も用意していく。

3.3.3 リアルタイム性の確保

教育者，学習者やエージェントが付与する情報の大半は授業時間中に，リアルタイムに反映されるべきである。従来は，定期的にブラウザをリロードする方式がとられているが，リアルタイムとは言い難く，HTTP リクエストを繰り返し要求するので通信負荷の問題が大きい。アノテーションの入出力に関して，Comet [10] という通信方法を実装中である。これはブラウザと JavaScript を利用して push 型の Web アプリケーションを構築する技術の一種である。

これにより，新しいアノテーションがコンテンツに付与されると，ほぼ同時にそのアノテーションが学習者全体へ反映される。また，アノテーションの入出力だけでなく，教育者側から学習者側に対して，情報を送信したり，画面を制御するのにも利用できる。

4. 関連研究

関連研究について説明する。

4.1 教材外コンテンツの連携

松田らは学習者自身に教材を再構成させることによって、学習過程の振り返りを支援する環境の開発を行っている [11]。用意された教材だけでなく、教材外の情報を用意された教材に結びつけられる。また、他の学習者が作成した教材を利用して、学習者に情報の示唆を与える能動的な支援が実現できる。学習者に自身の学習行動が、全体の学習の中でどのような意味を持つかを考えさせることで、学習効率を向上させている。

これは教材コンテンツに外部の情報を連携できるが、HTML のリンク構造をグラフとして組み込みみただけである。そのグラフの内容情報を還元することで、更なる学習効率の向上が期待できると考えられる。

4.2 教材コンテンツへの書き込み

伊藤らは、学習者による Web 上の教材コンテンツへのメモ書き・蛍光ペン・図などの書き込みを他の学習者と共有するシステムを開発している [12]。これは、Web 上の学習コンテンツの欠点であった、教材に書き込みができないため文章の理解が困難である点に着目している。書き込んだ内容は保存可能で、学習者本人が次回参照できるほか、他の学習者と共有できる。

また、益川はプロジェクトをベースとした授業でのグループ学習による理解支援を行うシステムである ReCoNote (Reflective Collaboration Note) を開発している [13]。ReCoNote は Web ブラウザ上で動作し、グループでの議論や、個人的に調べた内容を記録できる。その内容は公開されており、学習者同士が自由に閲覧可能である。また、関連のある内容を相互リンクできる。ReCoNote で調べた内容の関連性を考えていく過程で、学習内容の再吟味が行える。

これらの研究では、学習教材への能動的な書き込み、他者の書き込みの参照が、学習に活かされている。さらに、その情報の分析により、学習者の学習体験をより活かすことができると考えられる。

4.3 教材の自動作成

白田は XML, XSLT の技術を用いて教材を自動作成するシステムを開発している [14]。このシステムでは教材作成のコストを削減するために、教育者が最低限の文章題に関するメタデータを入力すると、XML が生成され、XSLT を通してブラウザ上に教材が表示される。さらに、このシステムでは仮想キャラクタの会話機能によって、学習者に対して、有効なガイダンスや教材提示を個人個人の反応に合わせて動的に行える。

このシステムでは動的な会話機能を含んだ教材が作成されているが、結局は入力された情報がそのままブラウザ上に出力されたものであり、形式変換以上の機能は含まれていないと考えられる。

5. まとめと今後の展望

本稿では、アノテーションを活用した教材コンテンツのリッチコンテンツ化について検討した。現在、本稿で解説したシステムを誠意開発中である。一通り完成次第、稿を改めて紹介したいと考えている。

謝 辞

本研究の一部は科学研究費補助金（課題番号：18700095）の支援によるものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Martin Dougiamas and Taylor, P.C. (2003) Moodle. Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. *Proceedings of the EDMEDIA 2003 Conference*, 2003
- [2] Bryan Alexander. Web 2.0: A New Wave of Innovation for Teaching and Learning? *Educause Review*, 2006
- [3] Tim O'Reilly. O'Reilly Network: What Is Web 2.0, 30 September 2005
<http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228>
- [4] Stephen Downes. E-learning 2.0. *eLearn*, Vol. 2005, No. 10, p. 1, October 2005
- [5] 長尾確, 白井良成, 橋田浩一. アノテーションに基づく知的マルチメディア処理. 情報処理学会研究報告, 2000
- [6] 伊藤一成, 斎藤博昭. 汎用アノテーション記述言語 MAML の提案とその生成処理プロセス. 情報処理学会論文誌 TOD, 2004
- [7] 岡田尚希, 伊藤一成, Martin J. Dürst. Web における構造化エディタを用いたコラボレーション環境の実現. 第 141 回データベースシステム・第 62 回グループウェアとネットワークサービス・第 16 回放送コンピューティング研究グループ合同研究発表会, 1 月 2007
- [8] 阿部裕行, 伊藤一成, Martin J. Dürst. アノテーション処理のための基盤ライブラリの構築. 電子情報通信学会第 17 回データ工学ワークショップ/第 4 回日本データベース学会年次大会 (DEWS2006), 沖縄, 3 月 2006
- [9] 望月英樹, 阿部裕行, 伊藤一成, Martin J. Dürst. Google API 用いた関連文生成の一手法. 情報処理学会第 68 回全国大会, 東京, 3 月 2006
- [10] Alex Russel. Comet: Low latency data for the browser
<http://alex.dojotoolkit.org/?p=545>
- [11] 國近秀信, 松田瑞生, 平嶋宗, 竹内章. Web 教材の再構成を可能とした探求学習支援環境. 知能と情報 (日本知能情報フジ学会誌), 2006
- [12] 伊藤清美, 柳沢昌義, 赤堀侃司. Web 教材へ書き込みを可能とする WebMemo システムの開発と評価. 日本教育工学会論文誌, 2005
- [13] 益川弘如. ノート共有吟味システム ReCoNote を利用した大学生のための知識構成型協調学習活動支援. 教育心理学研究, 2004
- [14] 白田由香利. XSLT 技術を用いた教材自動作成システムとその仕様拡張に関する考察. 電子情報通信学会第 15 回データ工学ワークショップ/第 2 回日本データベース学会年次大会 (DEWS2004), 2004