

# サラウンディングコンピューティングにおける 対面教育を支援するための e-Learning システムの構築 (平成 20 年度研究報告)

妻鳥貴彦<sup>1</sup>, Paul Daniels<sup>2</sup>, 篠森敬三<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> 高知工科大学 工学部 情報システム工学教室  
〒 782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

<sup>2</sup> 高知工科大学 共通教育教室  
〒 782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

E-mail: <sup>1</sup>mendori.takahiko@kochi-tech.ac.jp, <sup>2</sup>daniels.paul@kochi-tech.ac.jp,  
<sup>3</sup>shinomori.keizo@kochi-tech.ac.jp

**要約:**本研究では、従来の e-Learning による学習をより身近でフレキシブルなものにするために、サラウンディングコンピューティングに着目する。これまでに検討・構築してきたシステムをベースとして、学習者は身の回りの場面や場所に応じた学習を可能とし、さらにいつでもどこでも自分の学習環境を呼び出すことができるような、また教師は場面や場所に応じ、かつ場面や場所を問わずに教材作成支援や学習者への支援を可能とするような、新たな e-Learning システムの枠組みの検討を行い、システム開発を行う。

## 1. はじめに

通常の講義を補う形式の e-Learning 活動は、学習を豊かにする可能性がある。しかし、現状の e-Learning は、限定された環境での利用が前提であり、学習をより身近なものとして実現するための枠組みはまだ提案されていない。これまでに、我々は対面教育を支援するための e-Learning システムの検討・構築を行ってきたが、やはり限定された環境での利用が前提であった。

そこで、従来の e-Learning による学習をより身近でフレキシブルなものにするために、サラウンディングコンピューティング(Surrounding Computing、以下 SC と記す)に着目する。これまでに検討・構築してきたシステムをベースとして、学習者は身の回りの場面や場所に応じた学習を可能とし、さらにいつでもどこでも自分の学習環境を呼び出すことができるような、また教師は場面や場所に応じ、かつ場面や場所を問わずに教材作成支援や学習者への支援を可能とするような、新たな e-Learning システムの枠組みの検討を行い、システム開発を行う。

本プロジェクトは、平成 19 年度から 3 年計画で実施を予定しており、次の 6 つのサブプロジェクトテーマから構成されている。それぞれ定めた最終的な目標は以下の通りある。

- (1) 既存 e-Learning システムの調査、採用と開発：  
既存の e-Learning システムを SC 環境に適応させるための検討を行い、システムの拡張を行う。
- (2) SC 環境におけるコンテンツ開発支援：Flash、JavaScript と HTML を使っているコンテンツを作成する教師を支援するためのデスクトップ GUI アプリケーションの SC 環境への適応について検討し、開発を行う。
- (3) SC 環境における学習支援：SC 環境下での場面や場所に応じた学習に加え、いつでもどこでも自分の学習環境にアクセスできるようなシステムの検討を行い、PC やモバイル機器に応じて選択的かつ透過的に利用でき、効果的な学習支援の手法を検討し、システムを構築する。

- (4) SC 環境でのインタフェース評価：心理実験等でインタフェースを評価する。特に、色覚異常・高齢者に対する SC 環境向けの UI の改良を実施する。
- (5) SC 環境での e-Learning 基盤システムの開発：SC 環境下で環境に応じて利用可能な学習資源を選択的・透過的に協調利用でき、分散リソースを自動処理する手法の検討を行い、基盤システムの開発および評価を行う。
- (6) SC 環境における e-Learning システムにおける心理的要因：従来の e-Learning と SC 環境下での e-Learning による学習効果を心理学的見地から比較・検討する。

平成 20 年度は本プロジェクト研究期間の 2 年目であり、下に述べる研究成果を得たので報告する。

## 2. Linking media servers & course management systems

This sub theme has been investigated by Associate Professor Paul Daniels. This part was previously published in the JALT CALL Journal on December 2008: Volume 4 (3).

### 2.1 Introduction

While VHS tapes and CDs are still an indispensable medium for many instructors, the transition to online digital media is gaining momentum. The advantage of digital multimedia residing on a networked server over media stored on VHS, CD or DVD media is the ability for users to simultaneously control the learning material. In addition to simultaneous access, learners can also download digital media from outside of class via the Internet to a personal computer or a portable device, such as an iPod or mobile phone. By linking digital media with a course management system (CMS), multimedia activities can be tied with external data from learners and courses. Digital media can be added to, for example, comprehension question activities, forums, blogs or progress reports.

### 2.2 Integrating media with CMS

Video streaming and collaborative multimedia environments become much more dynamic when integrated with a CMS. The data management features of a CMS combined with the multimedia capabilities of Adobe Flash make collaborative media driven Internet

applications possible. Let's say for example a student logs into the CMS to access a voice message board or forum. When the student records a voice posting, the recorded audio is saved to the media server along with a unique ID that is used to identify the user, the forum thread, the time and date, as well as other information such as the length of the recorded post. Because the media is associated with a user or course ID, it can be embedded into existing CMS applications that control how and when that data is displayed.



Figure 1. Embedded Flash voice recorder and player.

### 2.3 Practical applications of Flash Media Server and CMS

The following open source projects, currently being developed at Kochi University of Technology, are based on multimedia templates that use Flash technology. The templates can be embedded into a variety of modules or activities within a CMS. The templates have been designed specifically for an open source CMS called Moodle, but can be adopted for other CMSs as well.

The voice record template shown in figure 1 is a minimal Flash recorder and player that can be embedded into activities such as a blog, discussion forum, assignment upload, or glossary. Instructors and students can use the CMS tools to post text or attached images, audio or video. With the embedded Flash recorder, the user can add a text post in addition to a voice recording by clicking on a record button from within the browser and then submitting the post without having to open another application to record, save and attach a file. The process of recording audio becomes much more transparent for the user when the recording application is embedded directly into the webpage of the CMS.



Figure 2. Listen & respond activity module with embedded Flash player and recorder.

Another use of the embedded voice recorder is for assignment uploads. Currently the Moodle assignment module allows students to upload different types of files to a course, but with the voice recording template, users can easily record a voice response and upload it without leaving the Moodle webpage. This is particularly useful when prompting learners to verbally reply to a series of listening exercises. As shown in figure 2, a user is able to click on the player on the left hand side of the window to listen to a question, and then click on the record button to the right to record a voice response, all within a single browser window.

## 2.4 Slideshow application

Recently teachers are exploiting the potential of slideshows or captioned images for language learning. Instructors can use web-based slideshows to introduce learning material. Digital storytelling can also be used to promote communication across cultures (Mazzarelli, n.d.). By employing Flash Media Server students or instructors can create simple slideshows with images and audio captions without using an application outside of the web browser. The Flash-based slideshow application (see Figure 3) allows users to upload images and record captions from within the browser. On the server side, the transition of the slides is determined by the length of the recorded sound file. The first image is displayed while the first audio file is being streamed. When the audio file is finished playing, the slideshow automatically advances to the second image and the second audio file begins streaming.

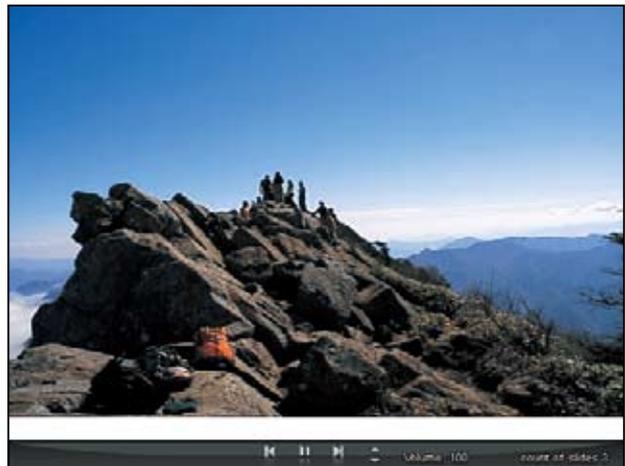
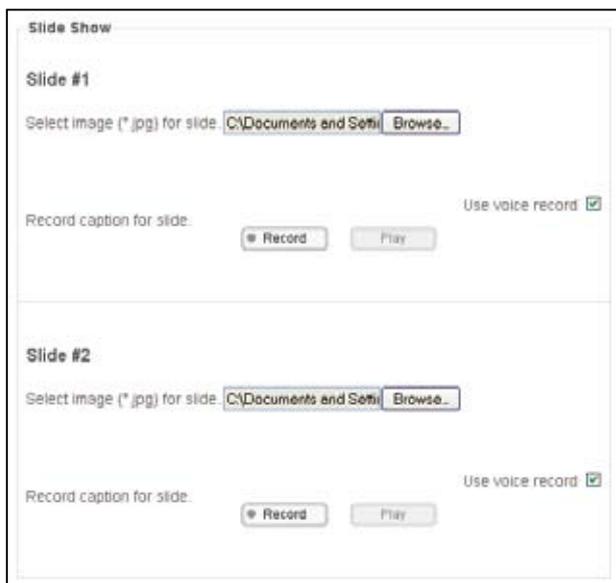


Figure 3. Slideshow editor and player that incorporate Flash Media Server and Flash Player.

## 2.5 Collaborative whiteboard

Flash Media Server is not only used to record and playback audio streams, but it can also be utilized when developing interactive applications such as a shared whiteboard as shown in Figure 4. Because this collaborative whiteboard is integrated with a CMS, the data generated by the whiteboard can be coupled to a particular course, group or individual and later be retrieved for editing, viewing, or assessment.

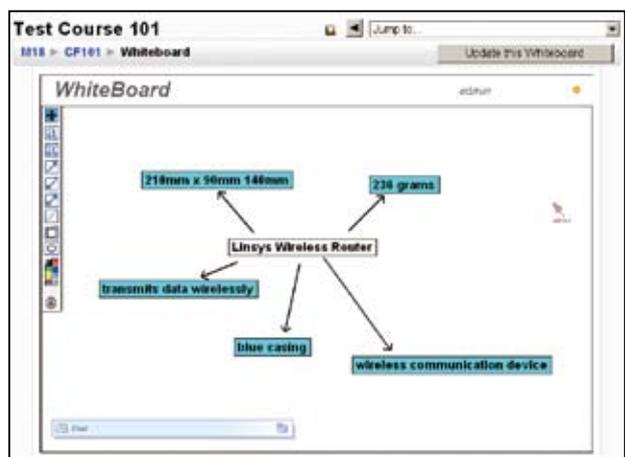


Figure 4. A collaborative whiteboard module for Moodle that employs Flash Media Server technology.

## 2.6 Application development

There are many useful Web 2.0 sites for teachers and learners, such as Slideshare, Voicethread and Yackpack, that can be integrated into an existing CMS. Using online services, educators are able to implement classroom projects quickly and easily, but there are also several drawbacks. The most significant concern with using third party services is content ownership. By designing

and implementing learning environments that are administered within an institution, student or teacher produced content can be archived and used in ways the institution sees fit, and content is owned by the institution or learning community rather than a third party. In house software development also ensures a uniform look and feel across applications and allows greater control over data access permissions and classroom activities. Transparency and simplicity across applications is also essential. Asking students to sign up for various online services often involves additional username and password management. Furthermore, diverse user interfaces from third party applications can lead to increased processing loads on learners. Finally, outside services may infringe on student privacy, especially if students are required to enter private email addresses or other personal information. With mounting interest in both course management applications and in streaming multimedia, the integration of these two technologies will continue to evolve. At this time, online multimedia services, such as YouTube and Slideshare, offer improved multimedia capabilities over traditional course management applications, but by utilizing the strengths of a media server together with a CMS, educators are able to deploy much more sophisticated and effective learning environments.

### 3. SC 環境におけるユーザ状況の取得手法

本章では、妻鳥貴彦が担当した SC 環境におけるユーザ状況の取得手法について述べる。

#### 3.1 サラウンディングキャンパス

サラウンディングコンピューティング環境では身の回りに多くの情報が存在し、必要な時に必要な

情報を取得することができる。

大学は教室や研究室、教員室、コモンスペースなどの場所から構成されていることから、ユーザがそれぞれの場所を移動することによって、その場所でユーザが必要としている情報を取得できる。その場合、その場所に加えて、誰が、いつ、という要因に着目することによってよりユーザの必要としている情報を提供することが可能となる。つまりユーザは同じ場所でもその場所を訪れた時間や状況に応じて取得できる情報が異なる。

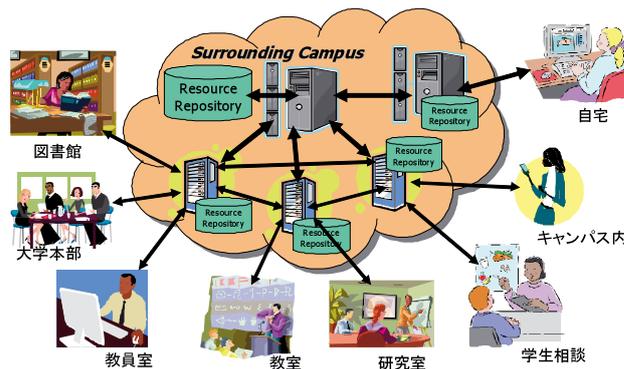


Figure 5. サラウンディングキャンパスの概念図

これらの点をふまえた上で、本研究では大学をサラウンディングコンピューティング環境に適応させたサラウンディングキャンパスを構築する。これまでに、RFID (Radio Frequency IDentification) タグを用いてサラウンディングキャンパスを構築する手法を示したが、状況を取得するために RFID タグを RFID リーダにかざす動作が必要であった。今年度は、小型無線センサデバイスを用いることで、状況を取得するための動作を伴わない、より自然に状況を取得できる手法について述べる。

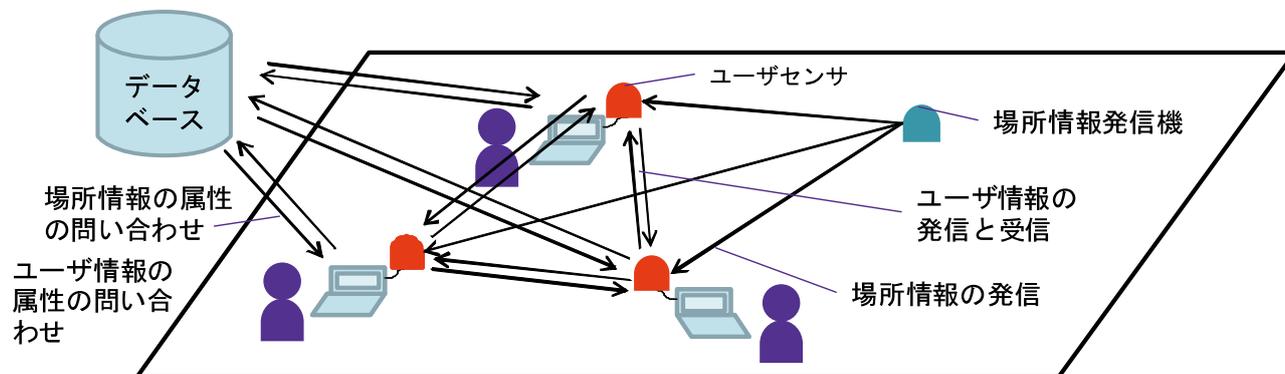


Figure 6. システムの概要

### 3.2 状況の取得と組み合わせ

サラウンディングキャンパスにおいて、ユーザがどのような情報サービスを必要としているかは、そのユーザの状況に依存している。サラウンディングキャンパスでは、ユーザの状況は、教員や学生の所属や学年といったユーザの属性情報に加えて、そのユーザのTPO(Time、Place、Occasion)の組み合わせで表現する。大学内では、ある時間にある場所で何が行われているかは、その時間と場所によってある程度の推測が可能である。例えば、講義室の場合、日時と場所、時間割の情報があれば、そこで何が行われているかの推測が可能である。しかしながら、研究室や図書館のような場所では、時間や場所による制約は緩いため、講義室と同様の推測は困難になる。そこで、場所の持つ役割によって、情報サービスを決定するための推論の仕方を変えるようにすることで、この問題を解決する。例えば、研究室の場合は、ユーザの周りにいる他のユーザとの属性情報(例えば、研究グループ、学年、研究室のメンバーか否か、等)を比較し、その共通点を見つけ出すことで、必要だと思われる情報サービスを決定する。

### 3.3 小型無線センサデバイスを用いたサラウンディングキャンパス環境の試作

本研究で試作したサラウンディングキャンパスの構成を Figure 5 に示す。ユーザの携帯する PC 等にユーザセンサを接続し、またキャンパス内の各場所に場所情報を発信する場所情報発信器を設置する。ユーザセンサは、通信強度を変化させることで、ユーザ情報を周囲に存在する他のユーザへ送信すると同時に、場所情報発信器から発信される場所情報を受信する。ユーザセンサが取得した情報は、ネットワーク越しにユーザ情報や場所情報が格納されたデータベースに問い合わせ、どのようなユーザ、場所であるのかを特定する。その上で、予め登録されている状況と照合することで、ユーザの状況を特定する。

本研究では、ユーザセンサと場所情報発信器に、小型無線センサデバイスである SunMicrosystems 社の SunSpot を使用した。サラウンディングキャンパスは、SunSpot に加えて、ユーザの属性情報や場所情報、様々な状況が登録されたデータベース、各種の情報サービスを提供するためのサーバ(Webサーバ)から構成される。ユーザセンサと場所情報発信器の実装には J2ME(Java 2 Micro Edition)を、システムのユーザインタフェース部は J2SE(Java 2 Standard Edition)、データベースには MySQL で実装した。



Figure 7. 小型無線センサデバイス  
(SunMicrosystems SunSpot)

### 3.4 試作システムの評価

本システムにより、様々な状況が取得できたかを評価するために、学生 15 名を対象に評価実験を行った。評価の手順として、研究の紹介とデモンストレーションを行い、ユーザ主観のアンケートによる評価を行った。その結果、本システムによりコンテンツが取得でき、本研究で使用した小型無線センサデバイスを用いた手法の有効性が確認できた。

## 4. SC 環境における学習支援環境

本章では、妻鳥貴彦が担当した SC 環境における学習支援環境について述べる。

### 4.1 e-Learning の手法

e-Learning とは、情報通信技術を利用して学習を行う手法である。そのなかでも、Web を用いて学習を行う WBT(Web Based Training)が多く取り入れられている。WBT では、一般に学習者の成績や進捗などの管理を行う LMS(Learning Management System)と学習コンテンツから構成されており、学習者は Web ブラウザなどを利用して学習コンテンツにアクセスすることによって、時間や場所にとらわれない学習が可能である。WBT の標準規格として ADL(Advanced Distributed Learning)は SCORM(Sharable Content Object Reference Model)を提唱している。SCORM は WBT の相互運用性、再利用性、アクセス可能性、耐久性を高めることを目的としている。

e-Learning の手法は様々だが、学習の目的や学習者の構成に応じて手法を適切に選択することが重要である。SCORM を用いた学習においても、学習

の目的などに応じて学習の手法が選択できることが必要である。しかし、SCORMにおける学習は個別学習が想定されている。そこで、本研究では協調学習をSCORMを用いて実現することを目的とし、協調・同期型学習を実現するSCORM対応LMSを構築する。

## 4.2 協調学習可能なSCORM対応LMS

協調学習とは、学習者がグループ活動の中で互いの学習を助け合い、一人一人の学習に対する責任を果たすことで、グループとしての目標を達成していく相互依存学習である。協調学習は「学習や発達は社会的な関係の中で生まれ、育まれるものである」とする構成主義的学習観より成り立っている。協調学習では、学習者数人によるグループで学習が行われ、学習者個人が持っている知識を教えあったり、他の学習者を助けることによる相互作用によって課題解決が行われる。この課題解決のプロセスの中で知識の共有化や外化、新たな知識の創生が起り、グループ全体の知識が深まる効果がある。他の学習者との相互作用によって、学習に対するモチベーションが向上する。また、他の学習者の行動をモニタリングすることで他者との差異を認識し自己にフィードバックすることによって、知識や行動を洗練化する他者モニタリング能力を獲得できる。

ADLで策定中のSCORMの次期バージョンであるSCORM2.0では、SCORMに協調学習の考え方を取り入れることが議論されている。BerkingはTBL (Team Based Learning)と呼ばれるチーム単位の学習手法をSCORMに導入し、異なる学習コンテンツで学習している学習者間のデータのやり取りの方法を提案している。Deliblerらは、同一の学習コンテンツで学習するグループでの学習者同士のデータのやり取りの仕方や学習者の役割をLMSに登録する方法を提案している。しかし、これらの研究は協調学習を行う際のデータのやり取りに関して述べられており、協調学習を行う上でのコミュニケーションの方法は議論されていない。

本研究では、SCORMを用いた学習において個別学習以外の手法として協調学習を実現することを目的とし、実際に協調学習を行う上で必要な学習者間のコミュニケーション機能を有する協調学習が可能なSCORM対応LMSを構築する。これにより、SCORMを用いた学習においても学習の目的などに応じて、個別学習以外の手法が選択できるようになる。

## 4.3 協調学習に必要な機能

### ●コミュニケーション機能

協調学習では、教材のほかに学習者同士が知識のやり取りを行うために、学習者同士がコミュニケーションをとる必要がある。協調学習におけるコミュニケーションの方法は様々であるが、本研究ではチャットを用い、リアルタイムな議論が可能とする手段を提供する。

### ●他者モニタリング機能

協調学習では他者の存在を意識することが重要となる。これは、他者との知識をやり取りする上で、議論の中での自分や他者の役割を把握することによって、WBTでは得られない他者へのモニタリング能力の獲得ができる。そこで、本研究では他の学習者を意識するために他の学習者の理解状態を表示する。これによって、他の学習者が理解している状態かそうでないかを把握でき、学習者間で自発的な質問・議論による教えあいを促す。

### ●復習のための機能

チャットによる議論のログは、学習者が知識を獲得する過程を示したものであると考えられる。そのため、学習者が個人でコンテンツの復習を行う際に、協調学習時に行った議論のログを表示することで、知識の獲得の過程を振り返り知識の強化を行える。本研究では、復習時に議論ログを表示し知識の強化を補助する。

## 4.4 システムの実装

本研究では、SCORM対応LMSの一つであるOpenSourceLMSに協調学習のための機能を追加する形で実装を行った。実装にはJavaScriptのライブラリであるDWR(Direct Web Remoting)とJava ServletコンテナであるTomcatを用いて実装した。

学習時の動作画面は、Figure.8のように学習コンテンツウィンドウとチャットによる協調学習ウィンドウを表示し、学習とともに議論が行えるように実装した。このとき、協調学習を行いたい学習者だけがグループを形成して、コミュニケーションが行えるようにチャットルームを作成する機能を実装している。協調学習ウィンドウには他の学習者を意識するために、理解状態(「理解した」または「わからない」)を表示している。

また、協調学習時の議論をログとして残し、コンテンツと同時に閲覧できる復習機能を実装した。この機能ではチャットのログと学習コンテンツを同時に表示することで、議論の振り返りが可能である。



Figure.8: システムの概観

#### 4.5 試用評価

構築したシステムを用いて、被験者3名に協調学習を行ってもらい、試用評価を行った。評価方法としては、短いサンプルコンテンツを実際に学習し、実装した機能を用いて学習者間で議論によるコミュニケーションを行い、他の学習者を意識して協調学習が行えているかを確認した。

評価の結果、チャットによってリアルタイムな議論を行うことができ、学習者間のコミュニケーションができることがわかった。また、学習中に理解状態の表示に基づいて、学習者間で自発的に問いかけが起こった。つまり、他の学習者への意識を持たせ、自発的な議論を促すことができたと考えられる。これにより、SCORMを用いた学習において協調学習を実現できたことを確認できた。

### 5. まとめ

今年度の成果と来年度以降の予定についてまとめる。

まず、第2節において既存のe-Learningシステムに対して、動画やFlashアプリケーションとの連携が取れるように拡張を行った。これは、サブプロジェクトテーマの(1)、(3)、(5)にあたる。第3節では、SC環境におけるe-Learningプラットフォームとなるサラウンディングキャンパスの実装および評価を行った。これはサブプロジェクトテーマの(1)、(3)、(4)にあたる。第4節では、e-Learningの世界共通規格であるSCORMにおいて、これまでに実現されていなかった協調学習を実現し、その評価を行った。これは、サブプロジェクトテーマの(1)、(3)、(4)、(5)にあたる。

今後は、各サブプロジェクトテーマの内容を充実させるのと並行して、SC環境下におけるe-Learningシステムにおける心理的要因について検討していき、システム全体としての評価を行う。

### 謝辞

この研究は、日本私立学校振興・共済事業団のご支援による「私立大学大学院高度化推進特別経費平成20年度大学院整備重点化経費－研究科特別経費」の研究費補助金を受けて実施されました。感謝いたします。

### 文献

- 1) Duncan, G. (2006, December 18). Windows Media Still Rules Video Streaming. Retrieved November 12, 2008 from: <http://news.digitaltrends.com/news-article/11942/windows-media-still-rules-video-streaming>.
- 2) Mazzarelli, S. (n.d.). Video slideshow exchange project. Retrieved November 20, 2008 from: <http://www.deepmoat.com/moodle/>
- 3) 福田将行、山崎雄大、“サラウンディングキャンパスの構築”、平成19年度高知工科大学卒業論文、2008.3。
- 4) Advanced Distributed Learning, <http://www.adlnet.gov/>
- 5) Advanced Distributed Learning, “SCORM 2004 3rd EDITION”, 2006.10.
- 6) 日本教育工学会、“教育工学辞典”、実教出版、2000。
- 7) 佐伯胖監修／CIEC編、“学びとコンピュータハンドブック”、東京電機大学出版局、2008.8。
- 8) SCORM2.0-LETSI, <http://www.letsj.org/display/nextscorm/Home>.
- 9) Peter Berking, Tom Archibald, “Proposal for Team Based Learning (TBL) SCORM Integration”, SCORM2.0 White Paper, 2008.8.
- 10) Nina Pasini Deibler, Ellen Epstein, “CLAM: A Collaborative Learning Activity Data Model”, SCORM2.0 White Paper, 2008.8.
- 11) DWR-Easy Ajax for JAVA, <http://directwebremoting.org/>

# Development of an e-Learning System based on Surrounding Computing Technologies to Support Face-to-Face Learning

**Takahiko Mendori<sup>1</sup>, Paul Daniels<sup>2</sup> and Keizo Shinomori<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Faculty of Engineering, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami city, Kochi 782-8502 JAPAN

<sup>2</sup> Faculty of Engineering, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami city, Kochi 782-8502 JAPAN

E-mail: <sup>1</sup>mendori.takahiko@kochi-tech.ac.jp, <sup>2</sup>daniels.paul@kochi-tech.ac.jp  
<sup>3</sup>shinomori.keizo@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** The aim of this research project was to merge surrounding computing technology with e-Learning technologies in order to create a more flexible teaching and learning environment. The following research questions were investigated: (1) How can learning environments be adapted to better match students' surroundings? (2) How can learners be given access to a personalized learning environment anytime and anywhere? (3) How can teachers enable learning support and materials development that complement learners' surrounding environment? This paper describes our research activity and our novel approach to developing a flexible e-Learning system.