

スマートケータイ出席確認小テストシステム S-maqs の開発

植木 泰博, 冬木 正彦

関西大学 先端科学技術推進機構

関西大学 環境都市工学部

yueki@newtype.co.jp

概要: 多人数対面授業において、アンケート・小テスト・学習記録提出保存・出席確認を、携帯電話およびノート PC からインターネット接続で利用できる Web アプリケーションシステム S-maqs (Smart mobile attendance and quiz-taking system) を提案する。S-maqs は、コース管理システム/学習管理システムとデータ連携して利用できるシステムとし、ユーザビリティの高いシステムとして実現する。本論文では、システム開発の背景、開発方針および設計について述べる。

1 はじめに

日本の高等教育においては、学生の学力低下が顕在化する中で教育の質を保証するための教育改革が重要課題となっている。教育課程や教育学習環境の中で情報通信技術 (ICT) を活用することによりこの課題解決に資する可能性がある。

対面授業の授業実施の局面における ICT 機器を活用する教育方法では、受講者の応答を把握する手段としての IC カード型の小型端末 (クリッカ) の利用が近年関心を集めている。クリッカを対面授業の教室で利用するには、専用のソフトウェア (ローカルアプリケーション) を担任者が利用するノート型パソコン (以後、ノート PC と呼ぶ) に設定し、無線により受講者が操作するクリッカからの情報を収集し、ノート PC に表示される応答結果をプロジェクタに投影する方式をとる。

受講者からの応答を収集する手段として、携帯電話を利用する方式も、レスポンス・アナライザ・システムの一形態として提案され試行されてきた[1]。さらに出席確認を携帯電話を用いて行うシステムも提供されている[2]。

これらのクリッカや携帯電話を利用して授業実施を支援するシステムは、各大学に広く普及し、日常的に利用される状態にはなっていない。関西大学でも、クリッカや携帯電話を利用するシステムが利用可能となっているが、利用は一部の教員に限られている。

関西大学では、クリッカを使うシステムは、専用のソフトウェアを設定し無線通信を行えるノート PC が 3 台とクリッカ 300 個が昨年より利用可能となっている。今年度春学期にこのシステムを利用した教員は 6 名であった。6 名全員に対しインタビューを行った。その結果から主たる問題点をまとめると、つぎのとおりである。

- 学生の応答収集所要時間は、設問内容に依存し、時間制御が難しい。
- 適切な選択式の設問を授業内容に即して準備するのは時間がかかる。
- 短文入力ができないので設問内容が制約される。
- 大教室の授業では、クリッカ配布/回収に時間がかかり、支援スタッフが必要である。クリッカの回収漏れも発生する。
- 配布するクリッカと学生の対応付けを行う時間的余裕がない。

これらの問題点の中でクリッカの配布回収の工数 (所要時間と支援スタッフ) の大きさ、回答形式の制約、学生の特定、の問題は授業内容に直接関係しないので系統的に (ソフトウェア、ハードウェア) で解決すべき課題である。

さらに、今後この種のシステムの利用を希望する教員からつぎの要望が出されている。

- 比較的長い文を学生側に表示し、解答を求めたい。

・回答者を特定し、ミニッツペーパーとして学習記録を提出させ、本人も参照できるようにしたい。

一方、携帯電話を利用するシステムは、授業支援型 e ラーニングシステム CEAS[3]と連携する「携帯 CEAS」が 2007 年より提供されている。このシステムは、携帯電話を利用して出席確認を行えるシステム[4]を拡張しアンケート回収機能を追加した Web アプリケーションである。このシステムでは出席確認やアンケート回収が出席者全員に対しては行えなかった。10%程度の学生が出席登録やアンケート提出が携帯電話でできなかった。(出席登録できなかった出席者は、授業終了時点で紙のカードを提出した。) 正しく登録できない原因は、個人操作に起因するものは、ID やパスワード入力の誤り、電池切れ、携帯電話所持であり、通信システムに起因するものは、処理能力を超えるアクセスの集中や電波状態の不安定が原因であった[4]。

さらに、携帯電話を学生が利用する端末として利用することについては、通信料金を学生に負担させることが問題視されたこともあり、学内への利用普及を図ることが困難であった。

携帯電話を利用する環境は近年激変し、就職活動などのニーズから所持率は学生についてはほぼ 100%であり通信費用の負担も定額料金制を利用している学生が多数を占めている。さらに携帯電話も第 3 世代の機種に替わり、「スマートフォン」も学生の中では急激に広がりインターネット接続も容易になっている。これらのことから、携帯電話を利用するシステムについては、操作の複雑さに起因する問題を解決できるならば、クリッカを利用する場合の問題も解決できる可能性がある。

本論文では、大学における多人数対面授業において、アンケート・小テスト・学習記録提出保存・出席確認を、携帯電話およびノート PC からインターネット接続で利用できる Web アプリケーションシステムを開発を提案する。開発するシステムは、コース管理システム (CMS) /学習管理

システム (LMS) が利用できる教育学習環境にて、CMS/LMS と連携して利用できるシステムとし、CMS/LMS との連携により「ユーザビリティ」の高いシステムとして実現することを目指す。システムは、「スマートケータイ出席確認小テストシステム S-maqs (Smart mobile attendance and quiz-taking system)」と称する。

ここで、「ユーザビリティ」の用語は、棚橋が文献[5]で ISO9241-11 をベースに「利用価値」と「満足度」を別のデザイン品質に区分した定義している「ユーザビリティ」の意味で用いる。ここではユーザビリティの品質を評価する尺度として、

- ・道具の効用の明示(効用のわかりやすさ)
- ・利用時の状態の明示 (利用方法のわかりやすさ)
- ・利用効率 (利用時の効率)

が定義されている。

ユーザビリティの高いシステムを設計できる要因としては、CMS/LMS との連携を前提とすることにより、① S-maqs で提供する機能を限定できること、② S-maqs を授業時間中に利用する際に利用者 (担任者、学生) の履修環境 (授業中の科目) を推測できるので入力操作を簡略化できること、が考えられる。これらに加え、③ 担任者と学生のシステム操作の手順を分かりやすくガイドできる外部設計を行えば、ユーザビリティを高くすることが可能である。

操作手順の設計においては、多人数教室で操作を一斉に実施する際に、教員から学生への指示や学生の対応の確認を授業展開の中での担任者がシステム操作を間違いなく行えるように設計することが重要である。

このような外部設計を行うため、上述のインタビューと機能要望を反映した 3 種類の利用のシナリオを想定し、そのシナリオに沿った分析を行い外部仕様を策定する。なお、関西大学では、CEAS/Sakai 連携システム[6]が全学運用されているので、CMS/LMS としては CEAS/Sakai を具体的には想定するが、可搬性が高くなるアーキテクチャをとる。

2 システム要件と開発方法

この章では Web アプリケーション S-maqs のシステム要件を定義し、ユーザビリティの高いシステムにするための開発方法について提案する。

2.1 システム利用環境の想定

S-maqs はインターネットに接続して利用する Web アプリケーションとし、対面授業を行う教室において担任者はノート PC または携帯電話から、学生は携帯電話から S-maqs にアクセスする。担任者がノート PC を使う際には、表示される画面をプロジェクトを用いてスクリーンに投影しながら、対話的に学生側の操作について指示を与えるものとする。

一つの教室内で S-maqs を利用する学生数は 40 名から 300 名程度とし、複数の科目で同じ時間帯に利用されることを想定し、数千名が同時利用することを想定する。

2.2 CMS/LMS との連携と役割分担

担任者が授業中に S-maqs を利用するには、問題作成などの事前準備や、提出物の評価などの事後作業が必要となる。これらの事前準備と事後作業は CMS/LMS で行うものとする。このような作業分担を可能にするため、CMS/LMS と S-maqs は必要なデータを共有利用する「データ連携」を行うものとする。共通に利用するデータとしては、ユーザ（担任者と学生）、科目、科目の担任者、履修登録、授業の時間割などの履修環境に関する基本データをまずは想定する。これらの情報は機関として CMS/LMS を導入している場合には、CMS/LMS を運用する担当者（部署）により通常設定されている。

このような CMS/LMS が利用できる環境の中で、担任者は、S-maqs を利用して授業実施時にノート PC に表示するページ（以後、「実施ページ」と呼ぶ）を確認/調整することができ、「実施ページ」を表示しながら、学生に対し操作を指示し、結果を学生に示すことができる。担任者は、授業の準備や提出物の管理・評価は CMS/LMS を利用して行う。授業実施に用いる設問の作成は

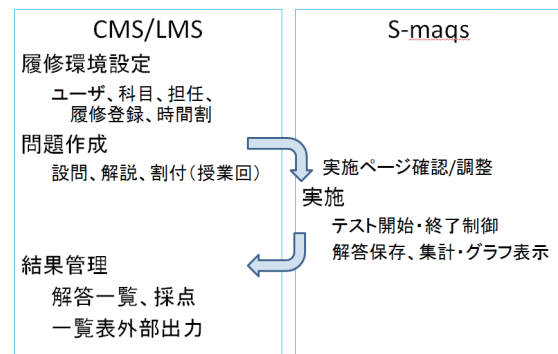


図1 CMS/LMS と S-maqs の役割分担。

CMS/LMS を利用して行い、提示資料などとともに授業を実施する回に割付け、実施の準備を行う。さらに、授業実施時の学生からの収集したデータの管理や成績評価も CMS/LMS を用いる。図1は、CMS/LMS と S-maqs の役割分担を示す。

一方、学生は S-maqs を利用する授業実施時には、携帯電話から S-maqs にアクセスし、設問の表示や回答の入力、結果の表示を行うことができる。授業の前後では、学生も CMS/LMS にアクセスし、回答や成績を参照できるものとする。

2.3 利用するデータとプログラムの汎用性

S-maqs は担任者が CMS/LMS と連携して利用することを想定するので、S-maqs の操作対象となるデータは、CMS/LMS と共有するデータと単独利用するデータに区分できる。

共有するデータは、上述の履修環境に関する基本データとアンケート、小テストの設問データ、学生の回答/解答データをとする。単独利用するデータは、授業実施時に表示する設問の制御に関する設定データである。

S-maqs が連携する相手としての CMS/LMS は、今回の開発においては CEAS/Sakai システムを想定するが、CMS/LMS を他のシステムに取り換える場合にも、実装された S-maqs に対するソフトウェアの変更が少なくなるようにデータモデルやソフトウェア構造において配慮する方針をとる。具体的には、CMS/LMS と同一のデータベースを利用するが、単独利用するデータは S-maqs 用にテーブルを追加する。内部設計段階では、特定の CMS/LMS に依存する部分とそうでない部分の分離に配慮する設計を行うこととする。

2.4 外部設計の進め方

CMS/LMS と S-maqs の間で上述の役割分担やデータの共有利用を想定すると、S-maqs の外部設計においてはつぎのことを前提にできる。

- ・授業の状況の想定：S-maqs を授業中に利用する際には、その時間帯で担任者が担当し学生が出席する科目や授業回の情報が取得できる。
- ・授業実施時に用いる教材（授業資料やアンケートなど）に科目や授業回の情報が関連付けられている。

これらを前提とすると、S-maqs を利用する際の選択操作の効率化や実施ページの確認/調整作業の簡単化を図ることが可能となる。

効率化に加え、「利用時の状態の明示」に関するユーザビリティは、利用画面へ表示されるメッセージなどの提示情報を適切に設計することにより達成できると考える。S-maqs は担任者と学生が、基本的には担任者の指示に従って操作しながら利用するので、例えば担任者が学生に対して操作の指示を出す際には、学生の画面の状態を想定しながら進める必要があり、「利用時の状態の明示」の要件をどのように実現するかは外部設計において重要である。これを可能にする設計の進め方として、シナリオベースの分析/設計を次章で提案する。

3 シナリオベースの分析/設計

ユーザビリティを高くする外部設計を行うため、代表的な利用手順（以下ではシナリオと呼ぶ）を想定し、そのシナリオに沿って開発するシステムの画面に表示する情報や画面の遷移の検討を複数の開発担当で検討する。外部設計段階の最終成果物として、ノート PC および携帯電話に表示するプロトタイプ画面とシナリオを詳細化したアクティビティ図を作成する。ここでプロトタイプ画面とは、表示するメッセージとボタンなどの機能要素およびそれらのレイアウトを示す画面の概略図のことである。

3.1 シナリオの設定

前述のクリックを利用した授業や、システム利

用に関する要望を踏まえ、つぎの 3 つのシナリオを設定した。

(a) シナリオ 1：授業展開トリガー型（クリックを利用した授業展開と同様）

- ・授業内容の理解の程度または学生の意見の分布を、選択式設問と学生の回答で担任者がリアルタイムに把握し、選択結果の分布を担任者が S-maqs にインターネット接続したノート PC で確認し、プロジェクタで大きく投影して学生に見せる。
- ・設問は、あらかじめ用意したものを授業の展開に合わせて順次回答開始を指示し、回答結果を収集する。

(b) シナリオ 2：小テスト・解説繰返し型

- ・授業までに学生は指定された範囲を教科書などで予習しておく。
- ・授業では、複数の問題（10 問程度）を、1 問ずつ携帯電話で解答を求め、その正答/誤答の割合を担任者が S-maqs にインターネット接続したノート PC で確認し（プロジェクタで大きく投影し）、解説文を学生の携帯電話およびノート PC に表示しながら解説する。
- ・授業中の各学生の解答結果は、学期末に集約し（15 週分）、科目の成績評価に用いる。

(c) シナリオ 3：学習メモ記録型

- ・授業終了時に、担任者の指示に基づき、学生は携帯電話に 200 文字程度の入力を行う。（学生が入力した情報を「振り返りメモ」と呼ぶ。）
- ・次の授業開始時に担任者は、登録された「振り返りメモ」を紹介し、授業を進める。
- ・メモは、担任者だけでなく、CMS/LMS 環境で学生ごとのファイルの保存場所が用意されている場合にはその保存場所にも保存する。

3.2 S-maqs の画面とその構成

S-maqs システムで用いる画面としては、担任者が利用するノート PC 画面とノート PC を利用しない場合に用いる担任者用携帯電話画面、学生が利用する学生用携帯電話画面の 3 種類の画面を想定する。

ノートPC画面はプロジェクタで投影して学生に見せながら説明や操作の指示を行うので、プロトタイプ画面は、「メイン表示領域」、「メッセージ表示領域」、「制御領域」の3つの領域要素から構成する。図2はシナリオ詳細化の過程で利用した最初の段階でのプロトタイプ画面の一例を示す。(後に内部設計段階で修正が加わった。)

メイン表示領域と制御領域には、S-maqs を利用する授業で実施するアンケートや小テストへの参照（リンクやボタン）が表示される。この参照情報は、CMS/LMS と共有するデータを参照して動的に生成されるものとする。メイン表示領域には、各設問の実施に伴い、設問文や集計結果が追加される仕様にする。

制御領域には、アンケートや小テストの実施開始などの操作指示を伴うボタン、担任者の操作ガイドのメッセージ、簡略化した集計結果を配置する(図2、図3)。簡略化した集計結果を制御領域に表示するのは、担任者がノートPCを利用できない環境にある場合には携帯電話を利用するものとし、その場合の担任者用携帯電話には、この制御領域の表示を用いることにするのが理由である。メッセージ表示領域には、学生に対する指示を表示し、口頭での指示を補強する。

学生用携帯電話画面のプロトタイプ画面の例を図4に示す。横に画面をスクロールできない従来の機種への対応も考慮し、画面は縦方向にのみスクロールして利用することを想定する。学生用携帯電話画面には、学生に対する指示メッセージ、開始、確認、送信などの操作に関するボタン、設問や解説の表示部分、回答入力のためのフォームなどを配置する。

3.3 シナリオの詳細化とプロトタイプ画面の作成

設定した3つのシナリオのそれぞれについて、担任者と学生の操作とそれに必要な画面の検討を行い、シナリオを操作に合わせて具体化しプロトタイプ画面を作成した。この作業は、担当者が分

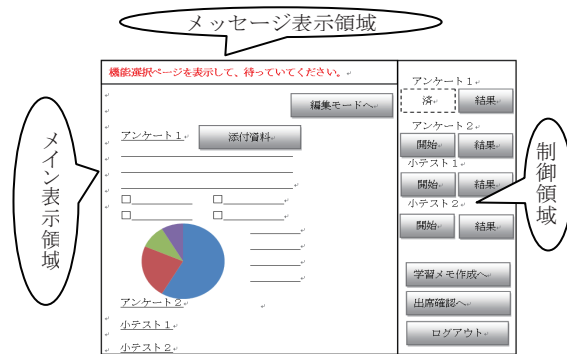


図2 ノートPC画面の領域配置を示すプロトタイプ画面の例。中央部が「メイン表示領域」、右側が「制御領域」、上部が「メッセージ領域」

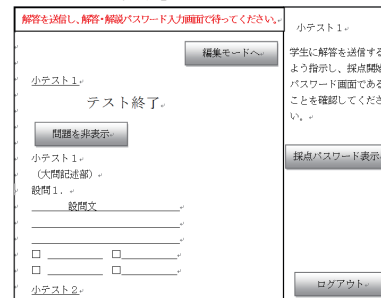


図3 担任者が行うことの説明と学生への指示が「制御領域」と「メッセージ領域」にそれぞれ表示されている例。

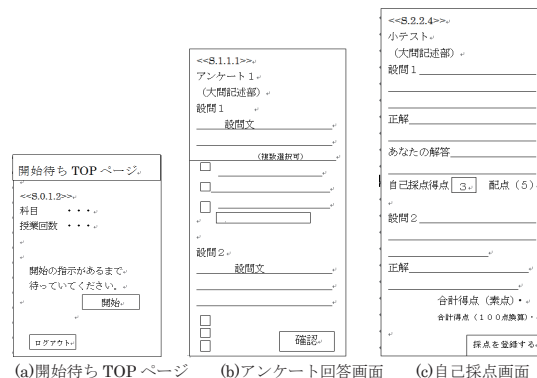


図4 学生用携帯電話画面例

担してプロトタイプ画面案を準備し、それをもとに全員でレビューすることを繰り返し行った。

レビューの際には、白板に全体の状況を記載し、シナリオの各ステップで、担任者、学生の両者の画面状態や、開始ボタンを先に押すといった‘フライング’の場合の画面などを、参加者がプロトタイプ画面集の印刷物を見比べながら検討し、プロトタイプ画面のレビューを行った。

検討する際、特に担任者と学生が次に何をすべきであるかが分かるメッセージを表示することに注意した。担任者に対しては、例えば図3の制御領域に、学生に対して指示する内容について表示している。学生に対しては、例えば図4(a)に操作のタイミングに関する指示を表示している。学生

に対するメッセージは、担当者用 PC 画面のメッセージ表示領域にも表示している。

このように操作に関する情報を画面上に記載することにより、「利用時の状態の明示（利用方法のわかりやすさ）」に関するユーザビリティの品質を向上させることができると期待する。

シナリオ詳細化とプロトタイプ画面の作成の作業の結果、作成されたプロトタイプ画面の合計数と内訳（シナリオ共通、シナリオ 1、シナリオ 2、シナリオ 3）は、

ノート PC 画面	21 (3、5、11、2)
担当者用携帯電話画面	22 (3、4、13、2)
学生用携帯画面	34 (11、6、14、3)

の総計 77 画面となった。

3.4 イベントフロー図の作成

外部設計の成果物として、UML(Unified Modeling Language)のアクティビティ図の記法をもちいて、シナリオごとにイベントフロー図を作成した。図 5 は、シナリオ 1 のイベントフロー図の初めの部分を示している。長方形のアクティビティ要素にはプロトタイプ画面番号を記載し、画面との対応関係を明示した。

イベントフロー図を作成しておくことにより、開発の次の段階である内部設計での仕様の検討を具体的にすすめることができる。もちろん内部設計段階の検討で問題が生じた場合には、イベントフロー図を見直すことも想定する。さらに、テスト工程でのテスト仕様書もイベントフロー図に基づいて作成する。

4 内部設計

ソフトウェアの実現方法を定める内部設計の段階では、実装に関する方針、データモデルの詳細、実装方法の詳細を決める。

開発する S-maqs のユーザビリティを高くする要件を満たせるかどうかは、操作性も含んだユーザインターフェイスの実装方式に依存する。Web デザイン実装には、画面遷移を前提とする Web1.0 方式と、画面遷移を前提としない Web2.0 方式が

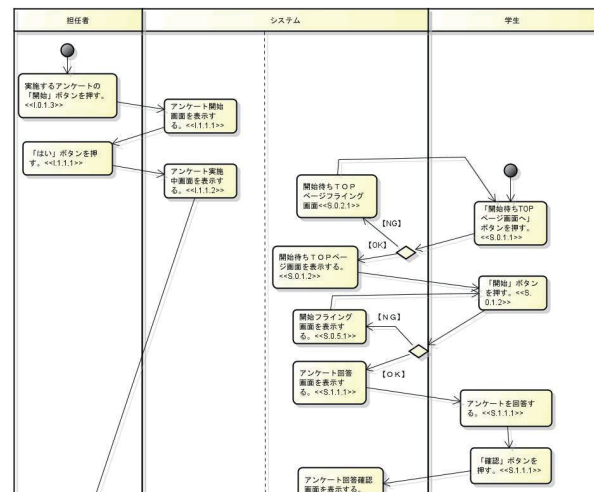


図 5 イベントフロー図の例。シナリオ 1 の初めの部分を示す。

ある。S-maqs の開発においては、両方式による実装を行い、利用者による評価を踏まえ、両者を比較し、ユーザビリティの高いシステムとして完成させる。

ここでは、まず Web1.0 方式でのシステム実現を進める。

開発言語としては、PHP 言語を選び、デザインとロジックを分離するためにテンプレートエンジンとして Smarty を利用する。ユーザインターフェイスにかかわるプレゼンテーション層では、JavaScript のライブラリ jQuery を主として利用する。

CMS/LMS との連携については、前述のように CEAS/Sakai システムと連携する S-maqs のバージョンの実装を行う。

CEAS/Sakai システムとのデータ連携を行うために、CEAS のデータベースにおいてつぎのテーブルを、S-maqs からアクセスする。

- usr : ユーザ情報 (ユーザ名、権限など)
- course : 科目情報 (科目 ID、曜日、時限など)
- generic_page : ページ情報 (授業資料、小テスト、アンケートなどの種類と ID)
- generic_page_class_session_asso : ページ授業関連情報 (科目授業回に割付けられている授業資料、小テスト、アンケートの関係)
- question : 設問情報 (設問間の関連と設問の種類)

- ・ sel : 選択肢情報 (設問内の選択肢)
- ・ attendance : 出席管理情報 (科目と授業回の関連)
- ・ attendance_info : 出席確認個別情報 (出席種類)

さらに、S-maqs を授業中に利用する際のデータを保持するため、S-maqs 専用のつぎのテーブルを設ける。

- ・ jigen_table : 時限情報 (時限と時刻)
- ・ class_weekly_table : 科目情報 (科目で現在選択している設問の登録)
- ・ sub_question_table : 設問開始・終了情報 (科目のページと開始・終了フラグ)
- ・ sort_table : 設問表示情報 (担任者が設定したプロジェクト表示用設問順序)

以上の内部設計に基づき、プログラミングと各種のテストを行い S-maqs の開発を行う。

5 まとめと今後の展開

大学における多人数対面授業において、アンケート・小テスト・学習記録提出保存・出席確認を、携帯電話およびノート PC からインターネット接続で利用できる Web アプリケーションシステム S-maqs を提案し、システム開発の背景、システム開発方針およびシナリオに基づく外部設計を行い、内部設計を示した。外部設計では、本システムが CMS/LMS とデータ連携することを前提として「ユーザビリティ」を高くすることを考慮した。

今後の開発は、

- (a) Web1.0 方式のユーザインターフェイスを有する PHP 言語でのシステムを実装し、大人数授業での試行を行い、「ユーザビリティ」に関する評価を行う。
- (b) 「ユーザビリティ」の評価を反映させ、外部設計の見直しも含め Web2.0 方式のユーザインターフェイスを有する Java のフレームワークベースの実装を行う。

を並行して進める。

謝辞

卒業研究の一環として S-maqs の開発に参加した伊部奏美、井阪孝信、木本茉結および徳尾有紀の諸氏の協力に感謝します。

参考文献

- [1] 永岡慶三、「携帯電話利用によるレスポンス・アナライザ・システム」、早稲田大学人間科学研究、Vol. 18、No. 1、pp. 119-125、2005
- [2] 青森大学: 教育改革への取組、携帯電話を活用した教育支援システム
<http://www.aomori-u.ac.jp/er/MobilePhone/keitai.htm>
- [3] 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
- [4] 植木泰博、米坂元宏、冬木正彦、荒川雅裕、「携帯電話を用いた出席確認システムの開発と評価」、教育システム情報学会誌、Vol. 22、No. 3、pp. 210-215、2005
- [5] 棚橋弘季:、「ペルソナ作って、それからどうするの? ユーザ中心デザインで作る Web サイト」、ソフトバンククリエイティブ社、2008
- [6] 冬木正彦、矢野敏也、植木泰博、花田良子、「CEAS/Sakai 連携システムと実装例」、平成 20 年度情報教育研究集会講演論文集、pp. 575-576、2008