社団法人 情報処理学会 研究報告
IPSJ SIG Technical Report

2008－DBS－144 (18)
2008－GN－ 66 (18)
2008／1／25

言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO の適用と結果

中濱誠司† 吉野 孝†
† 和歌山大学 システム工学部

大学における出席確認の作業は比較的時間のかかる作業である．また，従来より，「代返」という行為が日常の講義で行われており，その対策が課題となっている．代返防止は教育効果の向上にもつながるが，代返防止のための確実な出席確認作業は，講義時間を圧迫するというジレンマもある．そこで，これらの問題を解決するために，短時間の出席確認が可能で，代返のしにくい出席確認システムの構築を目指し，「言語化しにくい画像」に着目した出席確認システム AGENGO を開発し，実際の授業に適用した．その結果，次のことが分かった．(1)「言語化しにくい画像」を用いたにもかかわらず，出席登録する際に取得しているログ（携帯電話の機種）から代返の可能性がある学生がいた．(2) AGENGO で使用する出席画像に特に言語化しにくい画像を使用すると，正解画像を識別できないという問題点が生じた．

Application and Result of Attendance Confirmation System AGENGO using Hard-to-verbalize

Seiji Nakahama† Takashi Yoshino†
† Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

The work of the attendance confirmation at the university is comparatively time-consuming work, and the lecture time has been pressed. Moreover, the act "saying here for another"(DAIHEN) has been done by the lecture in daily life. DAIHEN prevention leads to the improvement of the education effect. The work of certain attendance confirmation has the dilemma of pressing the lecture time. The purpose of this research is to develop a short-time and a difficult DAIHEN attendance confirmation system. We have developed an attendance confirmation system AGENGO using hard-to-verbalize images. Moreover, we used AGENGO to actual lectures several times. We found the followings from the application of the lectures. (1) Even we used the hard-to-verbalize images, we found the student who had possibility of DAIHEN from the log of AGENGO. (2) When we used very hard-to-verbalize images, many students were not able to distinguish between a right image and false images.

1 はじめに

現在，携帯電話が普及しており，1 億 482 万 2800 件の携帯電話（ＰＨＳを含む）が契約されている．日本の総人口は 1 億 2775 万人であり，携帯電話の所持率が非常に高くなってきている．携帯電話を活用した e ラーニングおよび授業支援の可能性に着目して大学生（大学 1 年生 175 名（男 119 名，女 56 名））に行った「大学授業における携帯電話の活用に関する学習者の意識特性」[1] では，全ての学生が携帯電話を所有しているという結果がでている．また，携帯電話は大学の教室授業における IT 化を進めるための道具として支持されているという結果がでている．

近年，出席確認システムを使用する大学が増えてきている．青森大学，大阪電気通信大学と弘前大学では，青森大学の福永栄一氏と青森共同計算センターが開発した「携帯電話を利用した出席管理システム」を使用している [2]．関西大学や龍谷大学でも携帯電話を用いた出欠確認システムを運用している [3]．また，札幌大学や武庫川女子大学では，ドコモ・システムズの「IC 出欠確認システム」を導入している [4]．

大学における出席確認の作業は，比較的時間のかかる作業であり，講義時間を圧迫している．従来より，「代返」という行為が日常の講義で行われており，その対策が課題となっている．代返防止は教育効果の向上にもつながるが，代返防止のための確実な出席確認作業は，講義時間を圧迫するというジレンマもある．そこで，これらの問題を解決するために，短時間の出席確認が可能で，さらに代返のしにくい出席確認システムの開発を行った [5]．大学の講義で試用した結果，AGENGO は短時間（4〜5 分）で出席確認を行うことが可能だった．また，「言語化しにくい画像」については，画像の種類が説明のしづらさに影響することが分かった．今回，AGENGO を複数の講義で使用することを可能にし，学生が出席登録する際に表示される 5 つの画像をアクセスする毎にランダムに表示されるようにした．また，転送不可情報という技術を使用し，表示されている画像を自分の携帯電話には保存可能だがメール転送不可能にした．これらの機能を組み込んだ出席確認システム AGENGO を実際の講義に適用した．本報告では AGENGO の適用結果を述べる．

2 関連研究

本研究の関連研究としては，携帯電話を用いた出席管理システムがある [6]．琴浦らのシステムでは，教室に PC を設置して，そのディスプレイに QR コードを表示させている．表示されている QR コードを，携帯電話のカメラ機能で読み取ると，出席確認用のソフトウェアが起動する．ソフトウェアの画面には授業名，講師名，教室名が表示され，確認を行い，秘密鍵を用いて授業コードに対し署名を生成する．署名を行ったデータを出席情報としてサーバへ送信する．情報を受け取ったサーバは公開鍵を用いて署名の検証を行い，情報が正しいものであれば出席確認されるというシステムである．このシステムの問題点は，講義に出席している全ての学生が，1 つしかない PC のディスプレイから QR コードを携帯電話のカメラ機能で読み取らなければならないことである．つまり，出席登録時にディスプレイの前では混雑が予想され，出席時間に講義室に来ているにもかかわらず遅刻扱いになる可能性がある．さらに，混雑することで授業時間にも影響を与える可能性もある．

青森大学で使用されている「携帯電話による出欠確認システム」[2] は，授業開始後に学生が各自の携帯電話を使い，パスワードを入力して専用サイトにアクセスする．教員が発表した任意の一桁の番号を一分以内に打ち込んで送信すると，出欠登録される仕組みである．受信の時間差で，代返を把握可能であるとしている．代返防止のため，無作為に選んだ数人に，起立して名前を告げるよう求めるメールが届く．サイトには履修登録や休講などを知らせる掲示板の機能もあり，出欠確認以外にも役立っている．青森大学と同様に，出席確認をするときに，指定した数字，キーワード，パスワードを決められた時間内に入力させることで，不正な出席登録を防ぐ方法を取っている研究やシステムもある [7][8]．これらの認証方式は，手軽に代返防止する手段として使用されている．しかし，携帯電話のマルチタスク機能とメール機能を併用すれば，すぐにキーワードないしパスワードを講義室に来ていない学生に伝えることが可能である [7]．

札幌大学が導入しているドコモ・システムズ「IC 出欠確認システム」は，無線 LAN と IC タグを使用したシステムである [4]．各教室や体育館の入り口に非接触型カードリーダ/ライタ「WB-1 R/W」を設置しておき，IC タグが付いている学生証を入室する際に読み取ることで出席を確認するシステムである．このシステムの問題点は学生証を友人間で貸し借りすることで代返が障害なく行われることである [4]．

3 言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO

言語化しにくい画像を用いた出席確認システム AGENGO の利用イメージを図 1 に示す．教員は，PC あるいは携帯電話の Web ブラウザを用いて AGENGO の Web サーバに接続する．学生は，各自の携帯電話の Web ブラウザを用いて AGENGO の Web サーバに接続する．システム運用者は PC の Web ブラウザを用いて Web サーバに接続する．

3.1 出席確認の手順と代返防止の仕組み

出席確認の手順は次の通りである．

(1) 教員が，その日の出席画像を提示する．
(2) 学生は，各自の携帯電話を用いて，出席確認システム用の Web サーバにログインする．
(3) 表示される画像候補から，その日の出席画像を選択することで，出席確認を行う．

本システムで想定される代返の方法は，携帯電話を用いることにより生じる．具体的には，教室にいない学生に対して，出席している学生から携帯電話のメールを用いて，出席画像の情報が送信されることで実施されることが想定される．そこで，講義に出席している学生が見れば，すぐに正解画像を識別可能であるが，メール等で伝達しようとする場合には言葉で表現しくいという性質をもつ「言語化しにくい画像」を使用することとした．なお，本システムでは転送不可情報の技術を使用し，画像のメール添付は行えない．

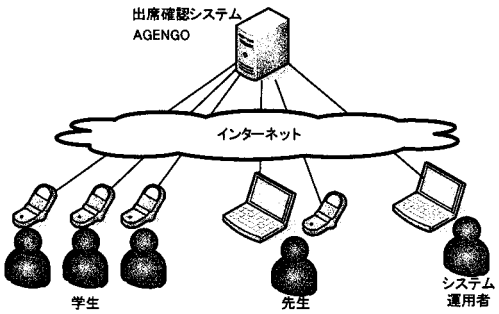


図 1 システムのイメージ図

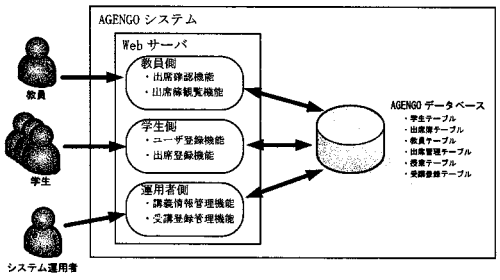


図 2 AGENGO システム構成図

3.2 出席確認システムの構成

出席確認システムは，サーバ・クライアント型のシステムである．図2に，出席確認システムの構成を示す．学生は，Webブラウザ機能付きの携帯電話を用いて出席確認システムのWebサーバに接続し，出席確認を行う．教員は，PCあるいはWebブラウザ機能付きの携帯電話を用いて，出席状況の確認等が行える．サーバ上には，出席管理に関するデータベースがある．

3.3 出席画像の不正利用防止策

3.3.1 出席画像のランダム表示

学生側には，5種類の画像が選択候補として表示される．この5種類の画像を本論文では選択画像と呼ぶことにする．出席登録する際に見えている選択画像が誰からアクセスしても常に同じ順番で表示されている場合，正解画像の伝達が容易に行われる可能性が大きくなる．そこで選択画像をアクセスする毎にランダムに表示するように設計した．図3に画像がランダム表示されている様子を示す．

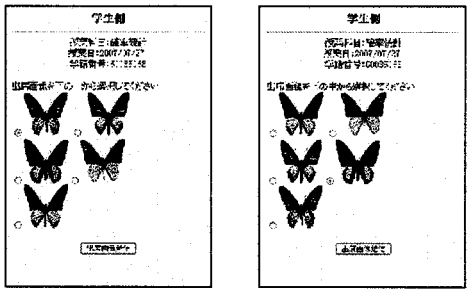


図3 画像のランダム表示

3.3.2 出席画像のメール添付対策

AGENGOはシステムの特性上，画像を選択する画面で正解画像を保存し，友達に画像を添付して送ることで，正解画像が伝達可能という問題点が存在する．そこで保存した画像を添付出来ないように設定する対策をとった．auとDoCoMoの携帯電話は転送不可情報という情報を画像単位で実現できる．この転送不可情報というのは，携帯端末に画像を保存することは出来るが保存された画像データをメール添付などで端末外に再配布（転送）することを防ぐ技術である．またSoftBankの携帯電話では画像を保存出来ないように設定することが可能である．

4 AGENGO適用実験

AGENGOを大学の講義に適用する実験を行った．適用対象は和歌山大学システム工学部で開講されている「確率統計」「ネットワーク技術」であり，この2つの授業は著者の一人が担当している授業である．この2つの科目は大学2年生を対象とした科目である．確率統計では5回（2007年6月15日，6月22日，6月29日，7月20日，7月27日），「ネットワーク技術」では3回（2007年6月15日，6月22日，6月29日）の合計8回の実験を行った．実験の目的は，AGENGOを実際の講義で使用可能かを検証することである．また，実際の講義での使用により，代返の有無および適切なAGENGOの出席画像の調査・検討を行う．

4.1 実験方法

実験の準備として，出席登録の仕方を図と文章で説明するA4の用紙を用意した．その紙に出席登録する際に必要なURLを記入した．また，そのURLをQRコードで読み込めるようにした．システム運営者が実験日までに学生一人一人に個々のアカウントとパスワードを作成した．アカウントは学籍番号，パスワードはランダムな4桁の数字を使用し，アカウント情報を記入した用紙を準備した．実験の流れとしては，一番初めにシステムを導入する「初回の実験」とそれ以降の「二回目以降の実験」に分けて以下に記述する．

・初回の実験

(1) 教員が出席登録の仕方を説明するA4の紙一枚を学生全員に配る．
(2) 教員が学籍番号ごとにパスワードが記入された用紙を一人ずつに配る．
(3) 教員が出席受付を開始する．教員がプロジェクタを使用して正解画像を提示する．
(4) 教員が学生に出席登録を促す．システムを使用不可能な学生には，出席確認用紙に記入してもらう．
(5) 教員が出席受付を終了する．

・2回目以降の実験

(1) 教員が出席受付を開始する．教員がプロジェクタを使用して正解画像を提示する．
(2) 教員が学生に出席登録を促す．システムを使用不可能な学生には，出席確認用紙に記入してもらう．
(3) 教員が出席受付を終了する．



「ハングル」 「福笑い」 「蝶」 「チェック」

図4 実験で使用した出席画像

出席に使用する画像は適時変更した．図4に今回の実験で使用した画像の種類を示す．何らかの理由で出席確認システムを使用出来ない人向けに出席確認用紙を用意した．出席確認用紙には，出席確認システムを使用できなかった理由を書く項目がある．

4.1.1 システム適用実験結果

図5にシステム適用実験風景を示す．図はプロジェクタで学生が選択する正解画像を投影しているところである．

表1に実験結果を示す．表1の項目「出席確認時間」は教員が出席登録の受付を開始してから終了するまでの時間

表 1　実験結果

講義名	確率統計	ネット*1	確率統計	ネット*1	確率統計	ネット*1	確率統計	確率統計
実験日	6 月 15 日	6 月 15 日	6 月 22 日	6 月 22 日	6 月 29 日	6 月 29 日	7 月 20 日	7 月 27 日
出席画像	ハングル	ハングル	ハングル	ハングル	福笑い	福笑い	チェック	アゲハ蝶
制限時間内に正答を登録した学生	73	4	67	56	66	69	14	64
制限時間内に誤答で登録した学生	1	0	0	0	3	0	19	0
制限時間外に登録した学生	0	68	1	3	0	2	1	1
授業時間内に登録した学生	74	72	68	59	69	71	34	65
出席確認用紙を使用した学生	8	9	10	6	9	7	40	8
出席確認開始時刻	10:58:37	16:40:01	10:55:41	17:10:11	10:53:22	16:33:36	10:51:35	10:52:27
出席確認終了時刻	15:05:35	16:43:12	12:27:17	17:14:25	10:57:22	16:37:09	10:59:48	10:56:16
出席確認時間	計測ミス	3:01	計測ミス	4:14	4:00	3:33	8:13	3:49

(*1: 「ネットワーク技術」の略)

表 2　授業毎の出席確認用紙を使用した理由

講義名	確率統計	ネットワーク	確率統計	ネットワーク	確率統計	ネットワーク	確率統計	確率統計
実験日	6 月 15 日	6 月 15 日	6 月 22 日	6 月 22 日	6 月 29 日	6 月 29 日	7 月 20 日	7 月 27 日
出席画像	ハングル	ハングル	ハングル	ハングル	福笑い	福笑い	チェック	アゲハ蝶
遅刻	2	2	0	0	0	0	0	0
携帯を忘れた	2	3	3	4	6	2	4	2
エラー	1	3	2	1	0	1	3	1
携帯トラブル	0	3	3	0	2	3	4	3
正解画像の識別不可能	0	0	0	0	0	0	26	0
パスワードを忘れた	0	0	1	0	1	0	2	2
その他	3	0	1	1	0	1	1	0
合計人数	8	11	10	6	9	7	40	8

表 3　アンケート結果

	評価 5	評価 4	評価 3	評価 2	評価 1	平均	分散	標準偏差
(1) このシステムの操作は簡単でしたか?	20	22	7	8	3	3.80	1.42	1.19
(2) このシステムは使いやすかったですか?	7	11	12	23	7	2.80	1.48	1.22
(3) 代返を出来ると思いますか?	15	15	15	12	2	3.90	0.82	0.90
(4) 出席を取るのにかかる時間は短かったですか?	15	18	17	7	3	3.58	1.30	1.14

5 段階評価の評価値は以下の通り.

・項目 (1)(3)(4) について, 5:思う, 4:まあ思う, 3:どちらでもない, 2:あまり思わない, 1:思わない

・項目 (2) について, 5:使いやすい, 4:まあ使いやすい, 3:どちらでもない, 2:少し使いづらい, 1:使いづらい

表 4　携帯電話に関するアンケート結果

	ある	ない	無記入
携帯電話を友達に貸すことに抵抗はありますか?	40	19	1

表 5　代返と考えられるログ

授業番号	学籍番号	授業日	選択画像	登録時間	携帯の機種
50005	6011xxxx	2007/6/15	hangle3	2007/6/15 11:04	DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12)
50005	6011xxxx	2007/6/22	hangle2	2007/6/22 10:58	DoCoMo/2.0 N901iS(c100;TB;W30H15)
50005	6011xxxx	2007/6/29	huku2	2007/6/29 10:56	DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12)
50005	6011xxxx	2007/7/20	check-color1	2007/7/20 11:12	DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12)
50005	6011xxxx	2007/7/27	ageha2	2007/7/27 10:53	DoCoMo/2.0 P902i(c100;TB;W24H12)

である．6月15日と6月22日の確率統計で出席確認時間の計測ミスがあった．6月15日に行われた実験では，教員の出席登録受付開始ボタンを押さずに出席登録を促したために多くの学生が制限時間外に出席登録を行うことになり，制限時間外に登録した学生数が68人であった．7月20日に行われた実験では制限時間内に間違った画像を登録した人数が19人と他の実験と比べると明らかに多かった．出席確認時間も8分13秒と他の実験と比べると多かった．また出席確認用紙を使用した学生数も40人で，他の実験と比べると明らかに長かった．出席確認用紙に書かれてあった理由の多くが「正解画像が判断出来ない」であった．

4.1.2 出席確認用紙の使用理由

表2は出席確認システムが使用不可能な状態の時に使用する出席確認用紙に記入された理由についてまとめた表である．表2に示されている毎回の講義に生じた問題を以下に示す．

- システム運営者のユーザ受講登録ミス
- 実験時に教員のシステム操作ミスによる二重登録
- 画像選択画面を画面メモで登録したことによる登録エラー（ログインせずに出席登録を行おうとしたために起きたエラー）
- システム運営者のユーザのアカウント作成ミス
- 「電池切れ」「圏外」による携帯電話のトラブル
- 出席画像“チェック”を用いたことによる正解画像を識別出来ない問題（7月20日の実験）

4.1.3 アンケート結果

表3は出席確認システムAGENGOの最終実験後に行ったアンケートの結果である．60人の学生がアンケートに回答した．アンケートは五段階評価である．表3の(1)「このシステムの操作は簡単でしたか？」という設問に対して評価の平均が3.80と高い評価であった．その理由として，大きく分けると2つあり，1つ目は携帯電話に慣れていること，2つ目はシステムの操作がシンプルだったことが記述式の回答から明らかになった．これらの結果より，システムのインタフェースに大きな問題は無かったと考えられる．表3の(2)では，過半数の学生が使いづらいと感じた事が分かった．理由を尋ねる記述式のアンケート結果から，使いづらい理由としては，システムの操作性やインタフェースよりも，画像に関しての意見が多かった．表3の(3)の結果については，意見が分かれていた．これは実際に代返を試みてみないと分からないという事と，AGENGOシステムに対する理解が低いと思われる．表3の(4)では多くの学生が肯定的な回答をしており出席確認時間は短く感じていたことが分かる．

表4に携帯電話に関するアンケート結果を示す．表4の結果より，「携帯電話を友達に貸すことに抵抗はありますか？」の問いに対して，40人の学生が「ある」と回答し19人の学生が「ない」と回答した．したがって，約70％の学生が携帯電話を友達に貸すことに抵抗があることが分かり，代返のために携帯電話を貸す可能性のある学生が約30％いることが分かった．

表6より多くの学生が「チェック模様」はこのシステムの出席画像に相応しくないと感じていることが分かった．記述式のアンケートでは「チェック模様はどれが正解か分からない」や「チェック模様はとても見づらい，もっと分かりやすい画像を」などの正解画像の識別が困難だったことが分かった．「ハングル」と「蝶」の評価が高く，「ハングル」「蝶」の評価が高かった回答者の記述式のアンケートを見ると「分かりやすい順」や「見分けやすい順番」など正解画像の識別が容易な画像の評価が高くなっている．このようにシステム使用者は識別の容易さを基準としてアンケートに回答していることが分かる．また「携帯のサイズでも違いが分かる程度が良い」という意見もあった．微妙な色の違いなどはスクリーンに表示してあるものと，携帯電話の画面で表示させるもので同一ではないという問題がある．これにより色の違いで識別する画像は出席画像にはふさわしくないと考えられる．

4.1.4 代返の可能性

AGENGOでは携帯電話の機種を代返防止の手段の1つとして利用出来る可能性がある事が分かっている．そこで今回の実験では，出席確認の際に携帯電話のキャリアもログとして取得した．確率統計の講義を受けている学生のみを対象として，同機種の携帯電話を所持している数を調査した結果を表7に示す．クラス内に同機種が2人いる確率が38％で16組，3人いる確率が7％で6人，4人いる確率が8％で8人いた．これより，出席確認を行う際に携帯電話のキャリア情報を取る事によって同機種の友達にしか代返を頼めなくなると考えられる．また同機種がクラス内にいる確率は，4人の同機種がいる場合でも，同じクラス内にいる確率は5％とかなり低いので代返しにくいと考えられる．

今回の実験では，学生が出席登録する際に携帯電話の機種情報をログとして取った．これは友達に代返を依頼したときに，携帯電話の機種を取っている事で本人が出席登録をしているかどうかが判断する事ができる可能性があるからである．表5は今回の実験で出席登録した際のログの一部である．これは学籍番号6011xxxxの学生が授業コード“50005”の「確率統計」の講義で出席登録した際のログである．学籍番号6011xxxxの学生は出席登録の時にはDoCoMoのP902iを使用しているが，2007年6月22日だけDoCoMoのN901iSという機種を使用している．次週以降はP902iに戻っており，6月22日だけ機種変更をしたとは考えにくい．また6月22日にはDoCoMoのN901iSでの出席登録を行った件数が3件あった．ただし「確率統計」の講義を受講している学生でDoCoMoのN901iSを所持している学生は二人しかいない事が出席登録情報から分かっている．以上の事をふまえて，少なくともいつもと異

表 6　出席確認システムで使用した画像を良かったと思う順番に並べた結果

	1番	2番	3番	4番
ハングル文字	25	11	16	3
福笑い	8	26	17	2
チェック模様	1	3	2	47
蝶	22	12	18	1
無記入	4	8	7	7

表 7　携帯電話の機種について

クラス内の同機種の数	1	2	3	4
出現数（組）	38	16	2	2
出現頻度（%）	66	28	3	3
人数（人）	38	32	6	8
学生の割合（%）	45	38	7	10
同機種が同じクラス内にいる確率（%）	0	1	2	5

なる携帯電話を用いたことが分かる．携帯電話故障のため代替の携帯電話を利用したという理由が考えられるが，代返が発生した可能性が高い．

4.2　考察

実験結果の表 1 をみると，7 月 20 日に行われた実験では制限時間内に正解画像を登録した学生数が 14 人と受講している人数に比べると極端に少ない．また制限時間内に間違った画像を登録した学生数は 19 人と他の実験に比べて比較的に多い．また出席確認用紙を使用した学生数も 40 人と他の実験に比べるとかなり多く，出席確認時間も 8 分 13 秒とかなり多い．これは出席画像にチェック模様を使用したことが原因だと思われる．チェック模様は，色が微妙に変化している画像で，「言語化しにくい画像を用いた出席確認システムの構築」[5] の中で示している画像伝達実験では，伝達時間が長く，伝達ミスが多かった画像である．以上の結果より，表示される 5 つの画像に，微妙にしか変化していない画像を用いた場合は学生にとっては非常に微妙な変化が分かりづらかったと考えられる．よって，説明しづらいが違いが分かりにくすぎる画像は出席確認システム AGENGO には向いていないことが分かった．

他の出席確認システムでは制限時間内に数字やキーワードを入力させるのに対して，AGENGO は制限時間内に 5 つの類似する画像（言語化しにくい画像）の中から正解画像を選択させるシステムである．数字やキーワードは，携帯電話のマルチタスク機能を使えばすぐに代返を試みようとする学生に伝えることが可能と考えられる．しかし，AGENGO ではマルチタスク機能を使用しても画像の特徴を伝えるのに時間がかかるため代返をしにくいと考えられる．

5　おわりに

大学の講義における出席確認する際の出席確認時間の短縮と代返防止を考慮し開発した，「言語化しにくい画像を使用した出席確認システム AGENGO」を実際の講義で使用し，実験行った．実験により，言語化しにくい複雑な画像を使用すれば正解画像が識別できないという問題点が出た．今後の課題としては，出席確認画像を言語化しにくいが識別はしやすい画像の研究を行わなければならない．また，代返防止の観点では，携帯電話の機種情報が代返防止策の大きな柱の一つとなる可能性を確認出来た．携帯電話の固体識別番号を使用することが可能であれば，AGENGO では代返をほぼ防止することが出来ると考えられる．

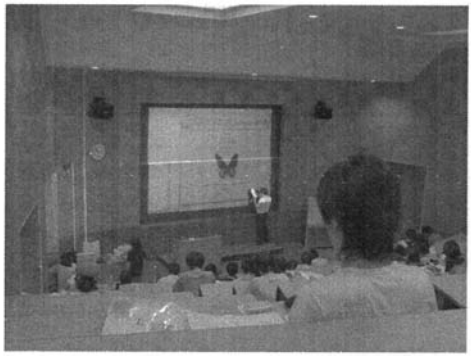


図 5　システム使用風景

参考文献

[1] 菅原良，村木栄治：東北大学大学院教育情報学教育部，大学授業における携帯電話の活用に関する学習者の意識特性，コンピュータ＆エデュケーション Vol. 21, pp. 95-100, (2006).

[2] 青森大学：教育改革への取り組み，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] 龍谷大学：携帯電話による出欠確認システム，http://www.a.math.ryukoku.ac.jp/ hig/cell/

[4] ドコモ・システムズ：非接触型カードリーダ／ライタ WB-1 ソリューション，http://www.docomo-sys.co.jp/cstudy/cstudy10.html

[5] 吉野孝，中濱誠司：言語化しにくい画像を用いた出席確認システムの構築，情報処理学会，マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO 2007) シンポジウム，pp.749-754 (2007).

[6] 琴浦崇，宇田隆哉，星徹，松下温：携帯電話を用いた出席率を向上させる出席管理システム，情報処理学会，マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO 2006) シンポジウム，pp.881-884 (2006).

[7] 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 (2005).

[8] 山本雅之，赤堀侃司：携帯電話を用いた大学授業支援システムの開発と評価，教育システム情報学会第 30 回全国大会講演論文集，pp.343-344 (2005).