

能動学習授業を柔らかく支援するマルチメディア・システムの設計と評価 Design and Evaluation of Multimedia System to softly support Active Learning Class

市村 洋†, 鈴木 雅人†, 吉田 幸二†, 酒井 三四郎*, 水野 忠則*

† 東京工業高等専門学校・情報工学科
193-8610 東京都八王子市桐田町 1220-2

‡ 静岡大学大学院理工学研究科
432-8561 静岡県浜松市城北 3-5-1

* 静岡大学情報学部情報科学科
432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1

Hiroshi ICHIMURA†, Masato SUZUKI†, Kouji YOSHIDA‡, Sanshiro SAKAI*, Tadanori MIZUNO*

† Department of Computer Science Tokyo National College of Technology
ichimura@cs.tokyo-ct.ac.jp, suz@pr.tokyo-ct.ac.jp

‡ Graduate School of Science and Engineering Shizuoka University
yoshida@hit.isl.melco.co.jp

* Department of Computer Science Shizuoka University
mizuno@cs.inf.shizuoka.ac.jp, sakai@cs.inf.shizuoka.ac.jp

あらまし 現在日本では、創造性教育への切り替えを産官学挙げて強く推進している。我々高専では、最も柔軟な思考のできると言われる15~20才の年齢層の学生を教育しており、また比較的少人数制(必修科目で一教室40名定員)を採っており、創造性教育に恵まれた環境である。しかし日本の長い受動的教育の経緯を一挙に転換することは難しく、学生・教官双方とも相当の負担である。そこで、新しい時代には新しい道具すなわちマルチメディアの柔軟な支援(補助機能に徹する)を受けて、20~30名単位の授業を能動的にする仕組み作りを提案する。そしてその有効性を検証する。このマルチメディア支援授業は、半期15週2時限授業をPLAN段階、DO段階、CHECK段階の3段階に分け、各段階にマルチメディアを柔軟に適應することを旨として設計した。このマルチメディア活用により試験合格型から予習中心型の学習へ転換でき、従来型の授業より2-3倍の学習時間を費やしていることも検証できた。また発表後の学友の評価、自由意見の激励に感動している報告も多かった。ここでは、以上のマルチメディア活用の設計思想・実装法と試用結果を明らかにする。

キーワード: 能動学習授業, マルチメディア, 表現ツール, 匿名質問機能, 第三者評価の即時還元

Abstract Japan today has seen a remarkable promotion in learners' creativity both in national and private educational institutions. The same is true of such national colleges of technology as Tokyo National College of Technology, where we teach students from the age of 15 to 20, who are supposed to be most flexible in thinking. That is one of the reasons that the college can be said to be suitable for Creativity Education. However, it takes a lot of time and energy for both members of the teaching staff and students to change the traditional and conventional Japanese educational style of Passive Learning to Active Learning completely and drastically. We use softly multimedia to the procedures of active learning class that has consisted of PLAN Stage, DO Stage and CHECK Stage. Through our researches, it has been proved that Multimedia plays a very important and active role in making the classroom activities of 20 to 30 students very active. The multimedia use above has enabled the students to have the Preparation-Centered Learning instead of Examination-Centered Learning. It has proved that students have come to spend twice or three times as much time on learning as before. Also, it has been reported that students are impressed or inspired by colleague students' evaluations or encouragement.

Keyword: Active Learning Class, Multimedia, Presentation Tool, Anonymous Question Function, Real-time Feedback Evaluation

1 はじめに

「21世紀を展望しゆとりの中で生きる力を育む」,「如何に社会が変化しようとも自分で課題を見つけ,自ら学び,自ら考え,主体的に判断し,行動し,よりよく問題を解決する資質や能力」等を基調とした中央審議会答申やそれに基づく高校新学習指導要領が発表され [1], 2002年度から実践の場に移される。これは, 疑問・意見を自己責任で公表しない学生 (“いじめ” から来る保身を習性化してしまった世代—“いじめ” 後遺症学生)[8] に対しての人間力 (自主性と創造性) の回復を目指す側面も有している。

高専は, この新指導が対象とする年代と同じ年齢層の学生を扱っていることは言わずもがなであり, 我々は既に「総合的学習の時間」に当たる内容の授業を模索してきており, 新しい時代には新しい時代に相応しい道具すなわちマルチメディアを活用して, 学生の自主性・創造性を尊重した学育++論の授業形態を試みている [3],[4]。

ここでは, マルチメディアの柔軟な支援を受ける能動学習授業システムの設計思想・実装法そしてその利用・運用結果を報告する。

2 能動学習授業システム

2.1 経緯とシステム構築の基本的な考え方

以後の議論のために予めここで次の定義をしておく。

能動学習授業:= 知識修得効率は悪いが自主性・創造性を重視し, 学生自ら課題を設定し, 資料調査等をし, その成果を発表・討論し, 相互評価をし合う授業 (自己且つ相互啓発の授業)。教官は素材と場の提供に徹する。

高専においてこの定義に相当する授業は, 工学実験成果の発表, 4年次の夏期企業実習報告・発表, 5年次の卒業研究と意外に少ない。そこで, かつて我々は夏期企業実習体験を正規の授業に還元する方法 (体験を掘り下げ考察した結果を“電算機周辺技術”として学生に発表の機会を提供) を試みてきた。また卒業研究成果の (後輩学生への) 工学実験還元 [5] やコンテスト入賞作品の卒業研究での完成 [3],[6] 等を試みている。

以上の学生の個別体験や卒業研究だけではなく, 正規の授業においても能動学習の授業形態を取り得ないかを模索してきた。我々教官と同じ板書・OHPなる従来型の道具と環境で学生に試みさせても満足する結果はとて得られないことが分ってきた。無理があり止めにしなうかと思つた時期に, 島田の学育論 [2] に出会い, 工学教育における能動学習授業の正当性が保証され再始動した。従来型の板書・OHP形態では同じ失敗となる。そこで能動学習授業の方針として“新しい時代に相応しい道具すなわちマルチメディアの柔軟な支援を受けて楽しみながら学ぶ素材と場の提供”を旨とする学育++論を提案 [4] し, それを実践する授業環境 (システ

ム) を構築した。その構築に当たっての基本的考え方は次の通りである。

- マルチメディア活用の対象は集団学習 (授業)… 個人学習 (CAI) では無く, 学生同士が切磋琢磨する授業に活用する。
- 廉価なシステム構成… VOD (Video on Demand) 等を使うのではなく極く標準の情報処理演習機器を使用する。

本提案学育++論は, 教育論からは認知心理学的であり構成主義的教授・学習理論 [9] に位置付けできる。

2.2 対象授業科目

高専の現カリキュラム制のまま (卒業時 167 単位修得) で, 従来の授業形態で修得した複数の基礎専門科目の理解・知識を基にし自ら調査・研究できるアドバンス教材を選ぶ。具体的にはコンピュータアーキテクチャ (高専 5 年次選択科目) を選んだ (図 1)。

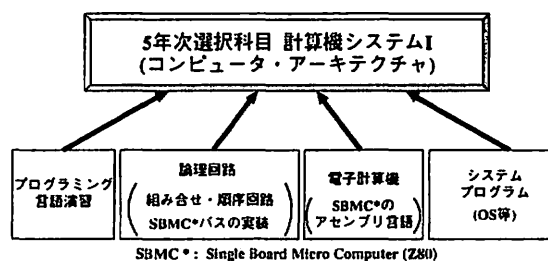


図 1: 対象授業と修得済み基礎専門科目との関係

2.3 授業の流れとマルチメディア活用のポイント

授業指針を次のように設定した。

- 自主性の尊重 (課題選択時)
- 計画立案と進捗自己管理 (Plan)
- 発表課題のシナリオ作りと工学の核心を捕らえる図表作成技法習得 (Do)
- 表現ツールによるプレゼンテーション (Do)
- 活発な討論—電子メモと匿名質問 (Do)
- 第三者評価のためのアンケート記述 (Do)
- 評価の即時還元 (Check)
- 自己点検と他者評価の差異考察 (Check)

学生自らが興味ある課題を決め計画書を作成する PLAN 段階、調査・研究し発表資料を作成し進捗報告をする期間とその成果を発表・討論する DO 段階、その統計処理結果の即時還元と自己点検の CHECK 段階の 3 段階を設ける。これら各段階にマルチメディアを有効活用し、自己把握と相互啓発の活発化を狙う。各段階の授業の流れにおいて使用する各マルチメディアを図 2 に示す。

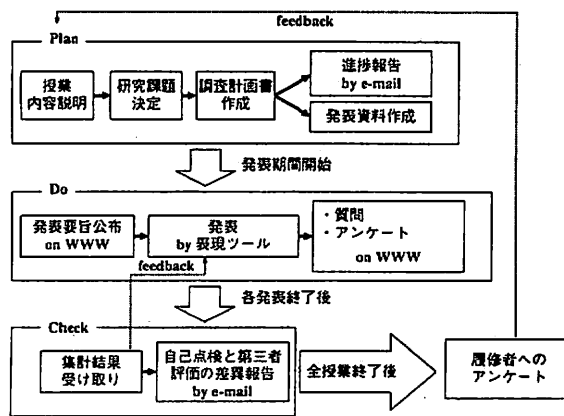


図 2: 授業の流れと活用マルチメディアについて

この流れにおいてマルチメディアを活用するポイントは次の通りである。

1. E-mail による進捗報告
2. 表現ツールの活用 … 発表慣れしていない学生でも、紙芝居的に思うように説明できる。また、ゲーム世代の学生にはコンテンツづくりに何も抵抗感が無いと判断。
3. WWW による電子忘備メモと匿名質問機能 … 気になったならばキーワードを即メモし、発表終了後その忘備メモから疑問・質問を自己責任の基に、簡潔で論理的な質問文章の作成を支援し、発表者に転送する機能を設ける。また“いじめ後遺症”学生や日本の風土から来る特有の控えめ、引っ込み思案の学生でも匿名によって気楽に討論に参加できる。そのための仕掛けでもある。
4. 第三者評価のデータ処理と即時還元 … 同僚受講者達の評価を WWW を介して入力し、それらのデータを自動統計処理し即時に発表者に還元する。その結果と自己点検の差異が次の発表の糧となる。
5. E-mail による教官への自己点検と第三者評価の差異報告 … 自己点検に第三者評価を加味して次の機会のための反省とする。

このうち、3 は特にマルチメディアの柔軟い支援による効果が大きいと期待できる。その設計思想を以下述べる。

2.4 柔軟かく支援する DO 段階の機能

DO 段階でのマルチメディアの柔軟い支援は、最重要な課題である。特に“柔軟い支援”と銘打ったのは、主役は人間（学生）でありマルチメディアはそれを支える裏方である。このことに徹する設計法をとることを意味している。発表学生、受講全学生、教官三者間の関係は図 3 の通りである。

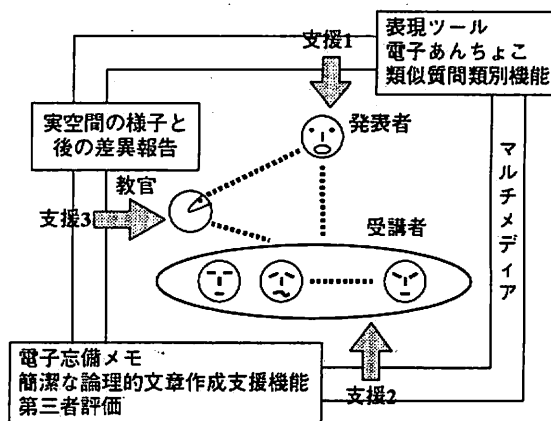


図 3: DO 段階におけるマルチメディアの支援機能

1. 発表学生 (支援 1): 表現ツールは必須とする。学生の個人差にも依存するが、発表者の心中は緊張の極みである。本番ではどうしても台詞を読み上げなければ不安でたまらない学生も容認したい(受講者には読み上げていない雰囲気醸し出すようにする)。ビデオプロジェクタで投影されることはない“電子あんちょこ”機能を設ける。また質疑応答時に回答をし易くするために関連質問を類別する機能を用意する。
2. 受講学生 (支援 2): 受講者の中には自己の責任で疑問・意見を公表しない学生がいる [7],[8] ことを前提とする。そのような学生こそ授業に参加し、自己把握力を磨く有効な仕組みを用意する。電子忘備メモと匿名質問機能である。前者は発表聴講時に気になるキーワードをメモする機能であり、後者は発表終了後このメモを基に簡潔で論理的な質問文章の作成を支援し、発表者に転送する機能である。この機能は、何を質問したいのか自問自答を支援する機能(例えば“用語か、図か、修得済み機能か等”を prompt しそれに答えながら質問事項を具体的に明確にする)である。挙手しこの作成文章を基に口頭で述べても、この機能を使わず全て口頭で述べても良い。このことにより全ての受講学生は授業に参加できる形態を作りだせる筈である。第三者評価として、理解度、発表態度、難易度、コンテンツの良否を 5 段階判定するアンケートを WWW を介して入力する。自由意見も添付できる。

3. 教官(支援3): 全員参加の場合すなわち発表学生・受講学生の反応をつぶさに観察し基本的には無言を通す。マルチメディアの支援は発表時迄の進捗報告と発表後の自己点検・第三者評価の差異(CHEK段階)である。これらとDO段階の雰囲気とを総合判断し、差異報告の返信時に彼らが自信を持ち次の糧になるように指導することである。

2.5 授業支援マルチメディア・システム

以上述べたマルチメディア活用の正規授業環境は、PLAN・CHECK段階においてはE-mail、DO段階においては情報処理演習室のパソコンと管理室のサーバ・ワークステーションそしてそれらを繋ぐLANとWWWにより構成し、支援機能を実現した(図4参照。図中□は開発部分を示す)。

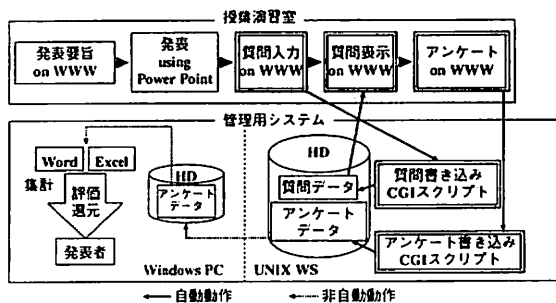


図4: 能動的学習授業支援マルチメディア活用システム

システム管理は現在PCとサーバWSの双方で行っているが、これはPCの廉価な市販表計算・表示ソフトウェアの活用にある(サーバパソコン(WindowsNT¹)の統合がより経済的ではある)。

3 システム運用状況と結果

3.1 PLAN段階

提示した標準課題と自由課題を1~2週の時間をかけて自主的に選択し、発表日時等も問題なく学生間で調整できている。その結果をWWWに掲示し、進行状況も一目で分かるように更新している(図5)。

計画書は課題選択後A4用紙一枚にまとめて「ちゃん」と提出して。進捗報告もE-mailで殆どの学生は毎週報告しており、質問・相談事項は調査・勉強中の問題点や発表シナリオ作り等が多い。これらへの指導や参考書・文献の紹介等はE-mail返信で行っている。この方法によって、学生のリテラシ教育のみならず、我々教官にとっても多忙時でも木目の細かい教育指導ができる非常に有効な手段であることが実感できた。また、発表ま

¹Microsoft社製

図5: 選択課題と発表予定状況(WWW)

での調査・勉強時間として平均2週間(熱心な学生は4週間)かけていることも分かった。

3.2 DO段階

●発表—Using表現ツール—(支援1) 調査・研究した結果の発表は、2年前から表現ツールを使って行っている。我々教官と同様に板書やOHPで発表させていた時期に比して、比較にならない程発表が良くできるようになっている。表現ツールは主としてPowerPoint²を使用しているが、動画像主体の表現にはVisual Shock³を使用している。授業開始時は受講者全員、表現ツールの使用経験は皆無であった。それにも関わらず、1~2日程度の練習で発表用コンテンツ作りを開始している(情報工学科5年生であれば当然?)。20~30分前後の発表のコンテンツ作成に1~2週間(熱心な学生は50時間)もかけていることが分かった。殆どの学生は、表現ツールを見事に使いこなし、情報化の基盤に立脚している世代であることを実感させられた(若年層がゲームで育ちコンピュータ利用に何の抵抗もなくなりつつあることを物語っている)。このように、能動学習授業は、まさにこの表現ツールが在ってこそ成り立つと言っても過言ではない。しかし卒業研究発表練習で研究成果をOHPで発表させてみると全然駄目である。そこで再度同じ内容を表現ツールを使ってさせてみると、淀みなく発表が出来る。これは発表資料作成時の脚本(シナリオ)をきちんと創れば、発表(DO)時は発表者はそのマルチメディア・コンテンツの忠実な従者で済むと言う気楽さがそうさせているのであろう。表現ツールを使って発表の成功感を体得させた後に従来のメディアを使って再度発表練習する必要があることも分かった。

●活発な討論—Using WWW—(支援2) この機能を運用してみて、質問の多さに驚かされた(25件/授業)。

²Microsoft社製

³三菱電機製

能動学習授業形態を試行して7年目になるが(マルチメディア活用は2年前),この機能の強力さを改めて知らされ,匿名質問機能の有効性が検証できた。そしてこの機能を使ってその理由を聞くと“レベルの低い質問でも恥ずかしさを感じず遠慮なくできる”,“目立ちたくないので安心して質問できる”がおおよその意見であり,文献([7]特に16頁,[8])で指摘されていることとほぼ同じ理由である。疑問・意見を自己責任で公表しない世代は“いじめ”後遺症との指摘もある。マルチメディアの支援により本音がそのまま質問として提示された訳けであるが,マルチメディアの光と影の“影”の部分として今後共注意し検討して行く必要はある。しかし,簡潔な論理的質問文章作成能力が養成されて行くならば自己把握力もつき,明るい展望が見い出せると考えている。

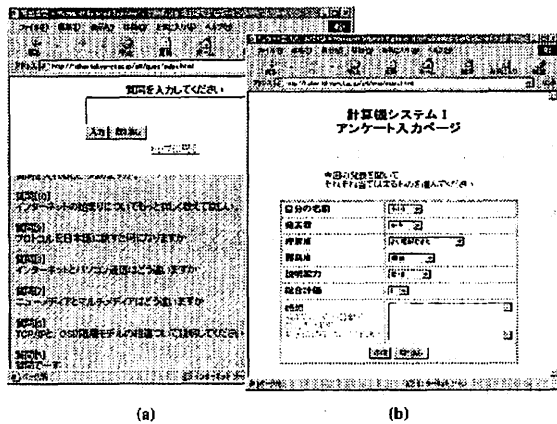


図6: 電子忘備メモ・匿名質問(WWW)と第三者評価入力(WWW)

また,“1-5年次まで代表的な科目の学習時間はいかほどか?”の問いに対しては,試験近くなれば身を入れて勉強するが予習・復習には殆ど時間を割いていないとの答えである(表1)。本形態の能動学習授業では,学習効率は別として従来型の授業より2~4倍の時間をかけていることが分かる。匿名質問例を図6-aに示す。

●受講者による第三者評価入力—Using WWW—(支援2) 受講者による第三者評価は,WWWにより発表後即時アンケート入力(図6-b)として行っている。項目は,発表者の説明・内容の難易度・発表態度,受講者にとっての理解度,そして自由意見である。受講者は全員発表するわけであり,無責任な評価はしていない。

3.3 CHECK 段階

●第三者評価の即時還元

- Using 簡易表計算とワープロ—
- 自己点検と第三者評価の差異の考察報告(支援3)
- Using E-mail—

表1: 従来方式と能動方式での学生の学習時間比

	予習	復習	試験前	総時間
1年次(E科目)	7.5	15.0	61.5	83.5
2年次(M科目)	11.0	31.0	97.5	139.5
3年次(L科目)	3.5	8.0	51.0	62.5
4年次(P科目)	4.0	12.0	×	16.0
5年次(本科目)	311.0*	8.0**	×	319.0

前期末中間試験までの約2ヶ月間の学習時間の匿名回答。11名の合計時間である。

- * 調査・進捗報告,発表資料作成の各段階。
- ** 質問の後日回答,自己評価・他者評価の報告。
- × 試験無の場合。

注. 表1は,この匿名質問機能を使って収集したデータを基にしており,前述してきた結果もそうである。思うことを素直に回答した信頼度の高いデータと言える。

第三者評価の統計処理をExcelとWord⁴を使ってA4用紙2枚に速やかにまとめ(図7),発表後の感情がまだ新鮮な内に学生に手渡すようにしている。コンピュータ情報処理の独壇場である。発表学生にとっては初めての同僚からの評価であり凄く新鮮さを感じており,真摯に問題点を分析し今後の課題を考察している。このことは,自己点検と第三者評価の差異報告から分かる(図8)。

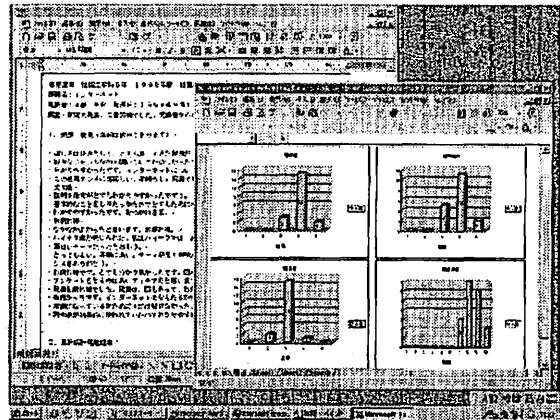


図7: 即時還元される第三者評価例

3.4 授業履修者以外の評価

前述した各段階の運用結果は授業履修者(高専情報工学科5年生選択履修者20~30名)からであった。履修者以外の意見もアンケート調査したのでその結果を表2に示す。回答者は同学科学生69名(4年生31名・3年生38名)である。表現ツール活用,評価のためのWWW活用

⁴Microsoft 社製

1. KK思っていたよりもかなりよい反応が得られたので良かったです。…図などが多いことが反映したのか多くの人に大容量記憶装置の原理について理解して貰えたようでした。…時間があればさらにDVDのRAM,RW等の違いについても調べたいです。今回の発表はプレゼンの練習としても非常に勉強になりました。
 2. YOアンケート結果を受け取りました。…授業形態についてですが、聞くだけの講義に比べると興味を持って取り組むことが出来ました。…僕が思ったのはもう少し討論を行えないかということでした。
 3. YF…また、僕は人前で話すのは苦手ではないので、大きな声で発表できたと思いました。自由意見欄のところで発表が上手だったという意見を多く見ることができました。本当に嬉しい限りです。
 4. MS…あと過去に感覚的に覚えていたことの理論的な意味を理解してくれた人も結構いて、それは私も今回理解出来たことなので、皆も同じように理解してくれて嬉しかった。勉強した甲斐があった。
 5. AMアンケートの内容はだいたい僕が予想していた通りでした。プレゼン作成中に懲り過ぎてしまったので、あのような早足のプレゼンになってしまっただけ反省しています。
 6. SI…“具体的な例を挙げて説明して”といったような感じで御指摘を受けてしまいました。自分の考えが甘かったと反省しています。…平日だけでは、とても無理だったので土曜・日曜も学校に来てPowerPointを使って作成しました。私は1度やりだすと、とことん凝ったとやってしまうので今回のPowerPointにも少々凝ってしまいました。
 7. KA…やはり他者評価で「内容が難しく時間も長かった」と言われてしまいました。…今度発表する時には気を付けたいと思います。でも、難易度平均値が3.61、説明能力平均値が4、理解度平均値が3.39、総合評価平均値が8.17だったので皆それぞれなりに理解してくれたようで嬉しかった。あとは、先生のおっしゃられた通りもうすこしCash Memoryの有無によってどうなるかの説明が出来ればよかったと思います。…感想は、授業でプレゼンができて面白かったです。人に説明する難しさなども知りました。でも本当に調べるのが大変でした。
- 文中の…は省略を意味する—

図 8: 自己点検と第三者評価の差異報告例

は高い評価を得ていることが分かる。評価の即時還元は意見が分かれているが、理由を聞くと第三者評価が悪い評価だと辛いので冷静になった頃ゆっくりとみたと言うことである。履修者の結果(図8)からも分かるように第三者評価は自己点検よりも良い評価を得ているので即時還元は発表後の達成感・充実感をより強くさせる方法であると言える。

4 まとめ

マルチメディアの柔軟な支援による能動学習授業を提案しシステム設計・実装を行った。試用・運用の結果からその有効性が十分に検証できた。今後は次のような木目の細かい支援機能の実装を更に試みる予定である。(1)電子忘備メモから匿名質問文として簡潔で論理的な文章作成支援機能。(2)第三者評価項目にコンテンツの

表 2: 履修者以外の評価

	良	どちらとも	悪
表現ツールの活用	76%	21%	3%
評価の WWW 活用	79%	18%	3%
評価即時還元	50%	—	50%
評価の公開	75%	—	25%

良否を新設—コンテンツの良否と受講者理解度の相関を明示し、発表者還元情報を更に良くする。(3)類似質問の自動類別機能。更に、この成果を標準 LAN 構成・分散一般教室下でも適用可能とする方式を検討して行きたい。尚、本研究は文部省科研費「10680244」の補助を受けている。

参考文献

- [1] <http://www.monbu.go.jp/singi/katei/>
- [2] 島田 彌: 企業・学校に求められる“教育”から“学習”への移行, 日本工業教育協会誌, Vol.42, No.6, pp.21-25('94-11)
- [3] H.Ichimura, K.Yuda, W.Shimada, M.Suzuki, M.Murai, S.Horiuchi, S.Obata: A Study of Multimedia-assisted Education for Learners' Creativity, Proceedings of The 8th International PEG'97 Conference, Sozopol, Bulgaria, pp.218-224('97-05)
- [4] 堤 俊介, 鈴木雅人, 市村 洋: マルチメディア活用による能動学習の実践とその評価, 情報学会第 56 回全国大会, 2B - 02, pp.4.250-251('98-03)
- [5] 市村 洋: 誤り検出・訂正の目視検証システムの試作, 電子情報通信学会・教育工学研究会, 信学技報 ET94-52, pp.52-62('94-07)
- [6] 若林祐介, 市村 洋: コンピュータ支援による音楽指揮練習システムの開発, 東京工業高専研究報告書, 第 28 号, pp.57-63('96-12)
- [7] 河上亮一: 学校崩壊, 草思社 ('99-01)
- [8] 島田 彌: 自主性・創造性喚起の考え方, 方策および効果 (3) —相互研鑽法—和而不同討論—の概念と実施計画, 日本工学教育協会, 平成 11 年度工学・工業教育研究講演論文集, pp.155-158('99-07)
- [9] 水越敏行監修, 菅井勝雄編: 「メディア」による新しい学習, 明治図書 ('95-04)