

能動学習遠隔授業の発表者支援ソフトウェア構築と Bluetooth 携帯電話・情報端末適応の考察

市村 洋* 青野 正宏* 鈴木 雅人* 黒田 正博**
吉田 幸二† 谷沢 智史‡ 水野 忠則‡ 酒井 三四郎‡

筆者らは表現力・討論力を育む目的でマルチメディア支援による能動学習遠隔授業を実践してきている。表現ツールと音声伝送は市販ソフトを使い、初心発表者を支援するために BP3S ソフトウェアを開発した。試用の結果良い結果が得られている。本論文では BP3S の構築法とその試用による評価結果を述べ、更なる改善のための方策として Bluetooth を介しての携帯電話や情報端末(PDA)の活用法を考察する。

キーワード： 能動学習授業，表現ツール，携帯電話，携帯情報端末，Bluetooth

Construction of Softly Supporting Software for Beginners' Presentation and a Study of Applied Bluetooth's Mobile Phone & PDA on Active Distance-Learning System

Hiroshi Ichimura*, Masahiro Aono*, Masato Suzuki*, Masahiro Kuroda**,
Kouji Yoshida †, Satoshi Yazawa ‡, Tadanori Mizuno ‡ and Sanshiro Sakai ‡

We have realized some active distance-learning classes with the aim of enhance the students' ability of presentation and discussion. We have developed BP3S Software, which supports beginners in presentation along with the presentation tools and acoustic translation available on the market. The result of trials show that it has been successful. In this thesis, we deal with the construction of BP3S, and the evaluation results of its experiments, discussing the active use of both mobile phones and PDA through Bluetooth for further improvement.

Keywords: Active Learning Classes, Presentation Tool, Mobile Phone, Personal Digital Assistance (PDA), Bluetooth

1. はじめに

筆者らは、工学教育における創造性教育と日本技術者教育認定機構(JABEE)の一指摘事項であるコミュニケーション能力の育成教育に鑑み、マルチメディア活用能動学習¹⁾授業を提案し実践してきた^{1),2)}。この成果を普及させるために一般教室を活用しそして学内に分散するそれらの複数教室を LAN で繋ぎ、一種の遠隔教育を試み

ている^{3),4)}。システムは可能な限り標準ハードウェアとソフトウェアから構成し、授業の講師の情報発信は MS 社製 PowerPoint のプレゼンテーション会議機能と音声に主役を負わせている。講師は発表不慣れな学生であっても聴講受講生に迷惑をかけずにまた発表者が発表後の自信につながるようなソフトウェアの仕組みを提案し、設計した。

本報告ではこのソフトウェア BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)の機能概要と試用結果を報告する。また、受講中の BP3S 理解度把握機能の即応入力を現在 notePC を用いているが、発表者に向かって集中するには物理的サイズが大きく且つ価格面からも相応しくないと考えられ、Bluetooth 携帯電話や PDA 端末の利用を現在検討中である。このことも併せて報告する。

2. 能動学習授業・遠隔授業における BP3S の役割

2.1 マルチメディア活用能動学習授業の概要と成果
従来授業形態と能動学習授業形態の相違を図 1 に示

* 東京工業高等専門学校・情報工学科(〒193-0997 東京都八王子市桐田町 1220-2) Department of Computer Science, Tokyo National College of Technology

** 三菱電機情報技術総合研究所(〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船 5-1-1) Institute of Information Technology, Mitsubishi Electric Corp.

† 倉敷芸術科学大学産業科学技術学部(〒712-8508 倉敷市連島町西之浦 2640) College of Science and Industrial Technology, Faculty of Kurashiki University of Science and the Arts

‡ 静岡大学情報学部(〒432-8011 静岡県浜松市城北 3-5-1) Faculty of Information, Shizuoka University

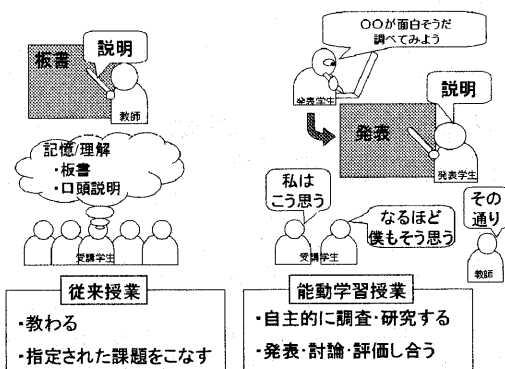


図1 従来授業と能動学習授業との相違

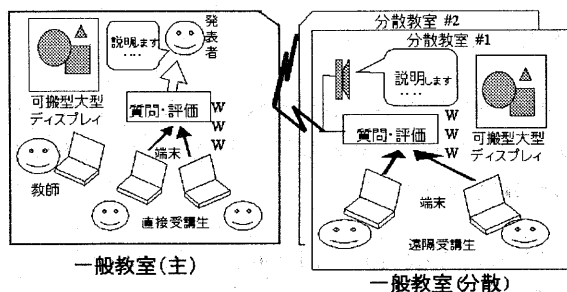


図3 能動学習遠隔授業環境

す。そして後者の授業形態を PLAN・DO・CHECK の3段階に分けどの様にマルチメディア活用するかを図2に示す。この授業形態から次のような成果を得てきた²⁾。

- ・従来形態の試験合格型から予習中心型の学習に転換
- ・学習時間も2～3倍
- ・質問が多くなった(約2.5倍)
- ・発表後の感動体験の経験報告の多さである。

これらはマルチメディアが活用できる情報処理演習室等の専用教室で実践してきた。この成果をさらに普及させるために筆者らは次の環境を設定した(図3)³⁾。

- ・学内分散複数一般教室による遠隔授業化
- ・使用する情報機器・通信機器は標準機器
- ・表現ツールは市販・流通ソフトウェアを活用

このマルチメディア活用能動学習遠隔授業(Active Distance Learning using Multimedia以下 ADL++と略称する-)において、発表者は表市販表現ツール MS_PowerPoint を使う。遠隔受講生には PowerPoint のプレゼンテーション会議機能により発表内容が提示され、音声は市販音声伝送ソフト(例インターコムいとか)により提示される。このような市販ソフトの基で

- ・発表者は初心者で遠隔受講生のことまで気が回らない
- ・発表を通して自信を付けさせる(恥をかかせない)

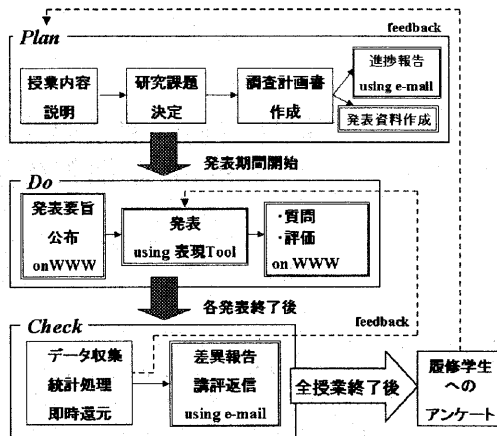


図2 能動学習授業の各段階のマルチメディア活用

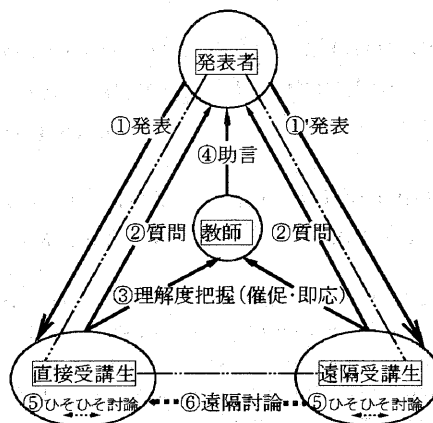


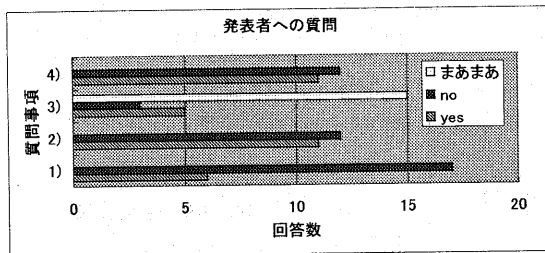
図4 授業構成員の関係

・遠隔授業として十分成立
なる要件を満たすために初心発表者を柔らかに支援するソフトウェア BP3S(Softly Supporting Software for Beginners' Presentation)を提案し、実装・試用してきている⁴⁾⁵⁾。

2.2 初心発表者と受講生の心理

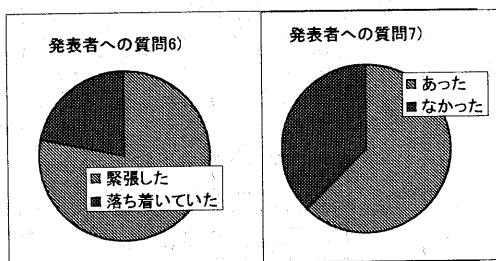
ADL++の構成員を発表者・受講生(直接・遠隔)・教師とし、その相互関係は図4の如くとなる。この関係の基で試作 BP3S を通しての半年間の授業について、期末に全履修生(被験者: 高専5年生20名)にアンケート調査を行った。その結果を図5に示す。図から次のことが言える。

- ・初心発表者ということで予想通り発表中は余裕が無い。受講生のことは気になるが、発表するのが精一杯で直接受講生の表情を見る余裕も無い。
- ・教師の露わな助言介入は、「発表者にとって助かる」。



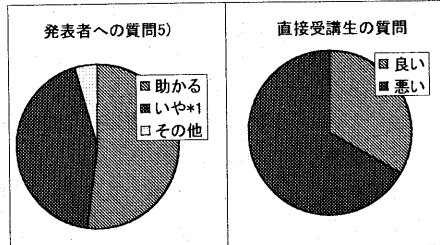
- 質問 1) 直接受講生①の表情をみる余裕があったか
 質問 2) 遠隔受講生①の表情を見たいと思ったか
 質問 3) 受講生のことを意識しながら発表できたか
 質問 4) 理解度を催促③する余裕があったか

(a)発表時の意識



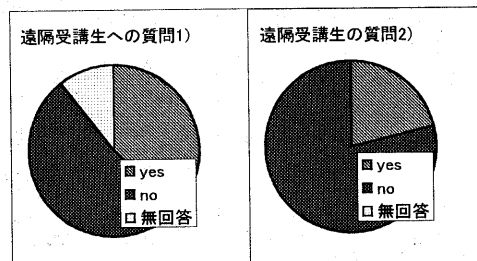
- 質問 6) 発表直前の心中 質問 7) 発表後の心中達成感
 はあったか

(c)発表直前・直後の心中



- 質問 5) 助言④のため教官がちよくちよく発表者の所に来ることを仮定

(b)教師の助言介入



- 質問 1) 遠隔受講中音声明瞭でも発表者が contents の説明位置を明示しない場合 発表が理解できたか
 質問 2) 発表中声も聞こえず盲目状態に陥ったとき message 表示で十分か

(d)遠隔受講生の心中

図5 授業構成員の心理状況

「みっもないから嫌」がほぼ拮抗。直接受講生にとっては「有りようが目に見ええるから悪い」が良いを凌ぐ。

- ・発表直前・直後の心中は、発表直前は殆ど緊張しており発表直後は緊張が和らぎ殆どの発表者は達成感が得られている。
- ・遠隔受講生にとってコンテンツは映し出されているが説明箇所が明示されないままの説明(音声は明瞭)の場合、理解度は良くない。また盲目状態解消は遠隔メッセージ表示だけでは不十分である。

2.3 BP3S ソフトウェアの機能概要

上記アンケート結果を基に次の4機能を基本にして試作BP3Sを再設計した。

- (1) 理解度把握機能(Udr)
- (2) 発表者の言葉途切れ補足機能(Mr)
- (3) 説明箇所遠隔明示代行機能(Dr)
- (4) 初心発表者助言支援機能(As)

これら機能の概要を図6に示す。

2.4 BP3S ソフトウェア構造

ネットワークを介して授業構成員の各PC's間に各種メッセージが転送される。そのネットワークモデル⁵⁾を図7に示す。

上記 Udr 機能(1)は、理解度催促メッセージを発表者PCまたは教師PCから直接・遠隔主表示PCに転送(このPCを介して液晶プロジェクタまたはプラズマ大型ディスプレイにテロップ表示)する。直接または遠隔受講生PC'sから即応メッセージが管理サーバPC転送され、集計された結果が発表者または教師PCに転送される。

Mr(2)機能は、教師PCからのメッセージを遠隔主表示PCに転送する。直接受講生は発表者の状態を肉眼で認識しているので直接主表示PCには転送しない。

PowerPoint プレゼンテーション機能により教師PCに表示さコンテンツが表示される。Dr(3)機能は、この上に透明ウィンドウ(遠隔パッド)を設け、発表者の説明箇所を教師PC上で教師代行のカーソルクリック情報を管理サーバに転送し、遠隔カーソル機能と連動して遠隔主表示PCに合成表示する。

AS(4)機能は、教師 PC からのメッセージを発表者 PC へ表現ツールのコンテンツに上乗せ表示する。

図7において、楕円で示されているのはPC、そして矩形で示されているのはクライアントアプリケーションである。クライアントから送られるバケットとサーバから送られるバケットは確実に相手に到着しなくてはならないので、クライアントとサーバ間の接続はTCP/IP 接続である。

これらのアプリケーションをどのように情報をやり取りさせながら機能を実現していくのか、機能に着目して述べる。

(a)管理情報…サーバとクライアントとの間やり取りされる情報のうち、機能の実現に直接関与していない情報である。

(b)Login バケット…クライアントがサーバとのTCP/IPセッションを開いたときに送信するバケットである。自分が一体どんな種類のクライアントなのかという情報をサーバに送信することで、サーバはクライアント情報を得る。

(c)終了バケット…サーバが終了するとき、あるいは、サーバがクライアントとの接続を終了したいときにサーバがクライアントに対して送信するバケットである。

(d)Logout バケット…クライアントが終了するとき、あるいはクライアントがサーバとの接続を終了したいときクライアントがサーバに対して送信するバケットである。このバケットを受け取ったサーバは、クライアントの除外手続きをして送信元クライアントに(c)終了バ

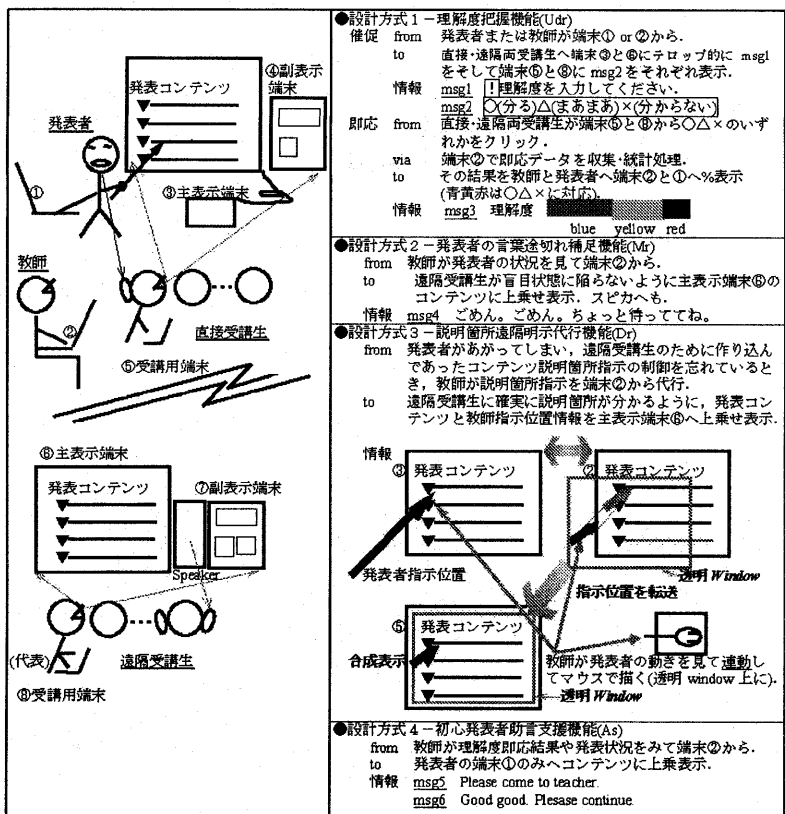


図6 BP3S 外部仕様

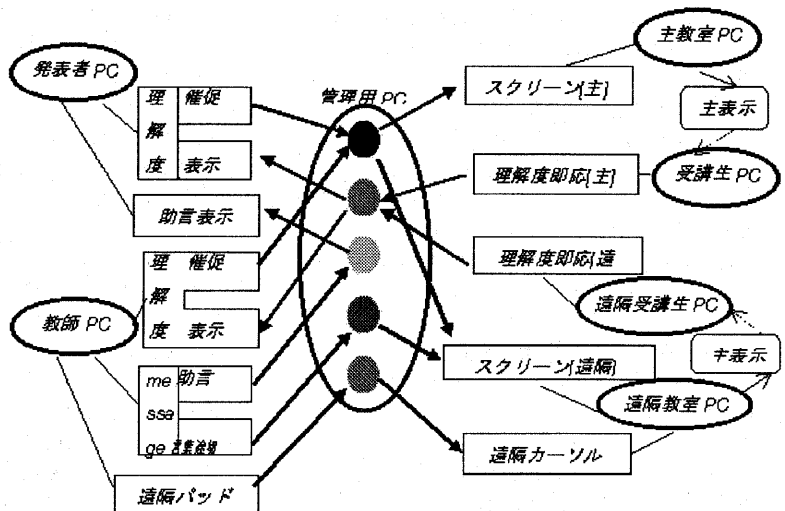


図7 BP3S 外部仕様(ネットワークモデル)

トの除外手続きをして送信元クライアントに(c)終了バケットを返送する。

実験1 助言支援機能の有効性確認実験

能動学習授業は発表学生の主体性を基本的に尊重する。この実験①②③のように遠隔受講生の理解度×が75%と続くような場合はその限りではない。理解度○が直接受講生の場合81%(①②③の平均)であるものが遠隔受講生が0%と全然理解されていないのは、発表者の声が小さく聞き取れないことによっていた(教師が遠隔運用連絡機能を介して遠隔受講生代表より状況を確認)。この情報を基にして、Please come to teacherを発表者端末のみに発表コンテンツに上乗せ表示(気づくように)し、教師のところに来て貰い理解度と理由を説明し助言を与えて再説明することにより、その後の遠隔受講生の理解度○は100%に向上していることが確認できた。このことは発表助言機能の有効性を示している。直接受講生にとっては発表者が自発的に教師に出向き相談しているように見え、発表者の直接受講生に対しての自尊心を傷つけることはない。このことは、同一被験者へのアンケート"教師がちよくちよく発表者のところにきて助言をした場合どう思うか"の問いに、発表者の立場では"助かる、みっともないから嫌だ"の回答がほぼ半々に分かれ、また直接受講生の立場からは"良くない"の回答が67%であった(理由は折角調べてきたのであるから発表者の自主性に任せるべき等)。このことからこの助言機能は、遠隔受講生を最重要視し且つ発表者の直接受講生への自尊心も保つ三者三文の得となる良い機能であることが実証できた。

実験1 助言支援機能の有効性確認実験

被験者—東京高専情報工学科5年生20名(9/5.2000PM)

発表者：SN君、課題名：コンピュータの高速化(ハイバスカーラ技術)

—直接受講生—			—遠隔受講生—		
理解度○	理解度△	理解度×	理解度○	理解度△	理解度×
① 100%		0	0 25%	75%	
② 57%	43%	0	0 25%	75%	
③ 85%		25%	0 25%	75%	
④ 85%		25%	100%		0

実験①、②と発表を続けさせながら教師により理解度を確認。しかし遠隔受講生の理解度×が75%が改善されない。遠隔運用連絡機能により発表者の声が聞き取り難いことが判明(遠隔受講生代表)。
 ③の後、発表助言支援機能(図8)を使い発表者へPlease come to teacher. メッセージを発表者端末のコンテンツに上乗せ表示。発表者に遠隔受講生の理解度状況とマイクを近づけゆっくり再度説明することを助言。
 ④助言の効用により遠隔受講生の理解度○が100%になる。

実験2 説明箇所遠隔明示代行機能の有効性確認実験

被験者—東京高専情報工学科卒研10名(9/13.2000PM)

発表者：HI(教師)、課題名：方程式の根の公式と群の関係

—遠隔受講生のみ—			実験 順序 説明	①説明箇所明示せず、コンテンツを言葉のみで説明。 ②説明箇所遠隔明示代行機能説明(図8)により再度説明。 ③以後説明箇所明示しながら抽象化概念が高度になるに従い、当然理解度は低くなる。
理解度○	理解度△	理解度×		
① 69%		31%		
② 100%		0		
③ 92%		8%		

注。図中の縦軸矢印(→)は発表の流れを示す。

図8 BP3S 効用実験

実験2. 説明箇所遠隔明示代行機能の有効性確認実験

コンテンツの場合や発表者があがってしまっている場合、遠隔受講生のことを考慮する必要がある。このような場合、発表者にはそのまま発表を継続させ、教師が発表箇所を見聞しながらこの代行機能を使って遠隔受講生に説明箇所を明示してゆく。この実験では遠隔受講生のみを対象として行い、代行しない場合の理解度(①:○69%,△31%,×0%)は、代行しながら再説明を行うことにより100%の理解度○(②)に向上した(この段階①は発表内容は概要レベルのものであるから当然の結果である)。内容が高度になるに従い、音声明瞭且つ発表箇

所が明示されていても理解度は当然落ちることになり(③)、支援機能の役割の範囲を離れる。

以上 BP3S の各機能を補完しながら、不慣れな発表者に対しては教師が、理解度把握、説明箇所遠隔明示の代行そして発表助言支援を操作すれば発表者の自尊心を傷つけることなく、遠隔受講生の理解度は直接受講生とほぼ同程度に得られることを示している。また余裕のある発表者は、教師の代行なしで自力で BP3S を操作することで達成できることを示している。このことは、BP3S により遠隔受講環境は直接受講環境に凄く接近できたことを意味している。

4. ADL++の今後の検討事項と考察

現在マルチメディア活用能動学習授業は、直接受講環境においてはほぼ問題なく運用できている。より一層の運用を図るための次の事項を検討している。

1) コンテンツと音声の同期処理

ADL++(遠隔授業)においては回線の混み具合によってコンテンツの買めくりと音声にずれが生じる問題がある。これは BP3S の発表箇所明示教師代行機能の教師マウスクリック事象と音声を同期を取って総受信する方式により解決できる。

2) 発表者情景の録画による発表チェック

録画された我が身の発表態度を見ることは次の発表に最も良い教師となろう。DVD_RAM も廉価になってきているので、今後 Web カメラとの連動で対処したい。

3) 理解度催促応答の多目的応用

4) 簡潔明瞭質問文と関連質問抽出機能

5) 理解度即応・匿名・遠隔質問・第三者評価入力をノート PC から Bluetooth 携帯電話・PDA へ

今回はこの指摘項目 5) についての考察を述べる。

4. 1 受講生が授業に集中するためには

ADL++において、授業中に受講生はなるべく発表コンテンツと発表者に集中させるようにさせたい。そのためには desktopPC も notePC も不必要にしたい。しかし発表中の理解度即応端末、質疑応答中の遠隔質問や気の弱い学生の匿名質問としての入力用端末そして第三者評価の入力端末は必要である。このジレンマを解消する方法として、携帯電話や携帯情報端末(PDA)の活用が考えられる。そしてネットワーク接続は ADL++のサーバ PC と直接接続であれば、受講生に通話料の負担を強いることはない。このための解は Bluetooth による PicoNet(無線領域 10m 以内)接続が望ましい。

4. 2 受講生端末・Bluetooth Pico Net・serverPC 構成

現在の Bluetooth Pico Net⁶⁾⁷⁾の制約から受講生端末環境を図化すると図 9 のようになる。Bluetooth Pico Net (10m 以内の伝搬距離)では 1AccessPoint(master)当たり最大 7 台の slave 端末接続しか許されない。このような仕様の基で受講生を 28 名と仮定すれば、28slave 端末(携帯電話・PDA)に同時アクセスを許すためには、Pico Net Domain は 4 つ必要になる。各 domain には Access Point 1 台を置き slave 端末 7 台分のパケットを中継し serverPC に転送する。この ADL++においては、携帯電話や PDA ではあるが端末の移動はなく位置固定の利用形態であり、Ad_hoc 通信管理は不要である。

携帯電話や PDA の活用はこのような制約を課しての利用形態となる。

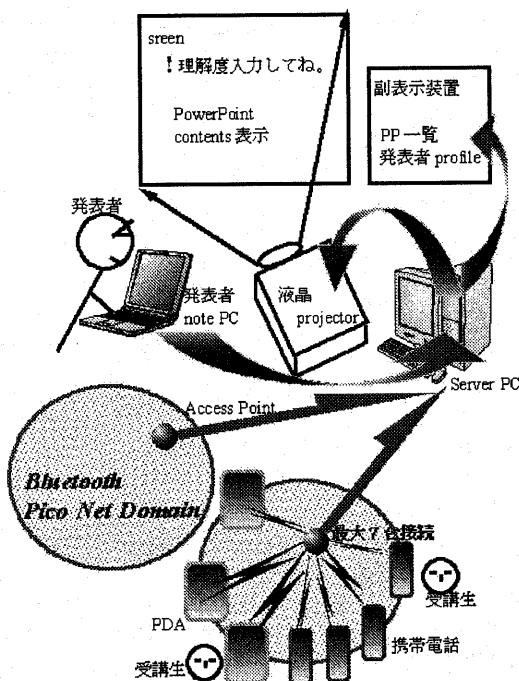


図 9 携帯電話・PDA 利用形態

4. 3 Bluetooth と BP3S ソフトウェアの整合性

ADL++において使用するソフトウェアは、次の通りである。

- | | |
|------------|-----------------------------------|
| 1) 市販表現ツール | MS 社製 PowerPoint
プレゼンテーション会議機能 |
| 2) 市販音声伝送 | (株)インターコムまいとーく |
| 3) 匿名・遠隔質問 | 開発ソフト(server) |
| 4) 第三者評価 | 開発ソフト(server) |
| 5) 初心発表者支援 | 開発ソフト BP3S(server・client) |

これらソフトウェアのうち表現ツール 1)と音声伝送 2)(図 4 授業構成員の関係①と①')は、serverPC のみで動作し受講生端末には伝送されない。匿名・遠隔質問機能 3)(図 4 ②)と第三者評価 4)は、serverPC 上の WWW データベースを client 端末の標準閲覧ソフトが処理する方式であり、client 端末が携帯電話または PDA であっても基本的に問題ない。しかし、初心者発表支援ソフトウェア BP3S(図 4 ③と④)はそのようなわけには行かない。

以下受講生 client 端末を携帯電話や PDA(Bluetooth slave 端末)に移行する場合や携帯性に注目した新しい利用法(図 4 ⑤)ひそひそ討論)に着目した場合の問題点を抽出し、解決策を提案する。

4. 4 BP3S 理解度即応機能と Bluetooth

受講生は、理解度催促!(図 9 の screen にテロップ表

示)を見て、それに即応する。その即応端末が携帯電話と PDA であり、図 10 の如く Bluetooth Pico Net の AccessPoint に無線で伝送され①、有線 LAN を介して serverPC に伝送される②。serverPC で統計処理され、その結果が有線 LAN を介して発表者 PC と教師 PC に報告される。有線 LAN を介するのは Bluetooth2.4GHz と無線 LAN2.4GHz の干渉を防ぐためである。

開発済 BP3S の理解度即応機能(図 11)の改修対象部分は、理解度即応プログラム(○△×オブジェクトのクリックと送信)が実装される携帯電話・PDA 端末側の Bluetooth ホスト部分のみである。

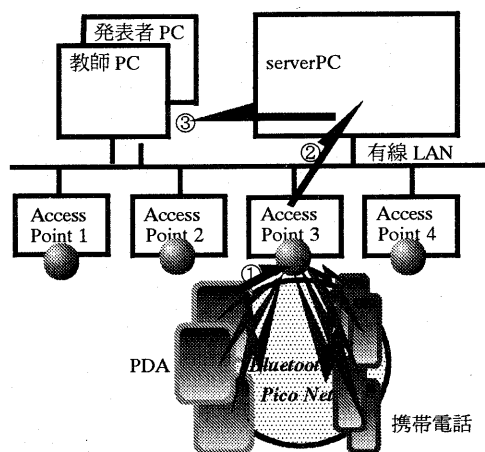


図 10 BP3S 理解度即応機能とパケット伝達経路

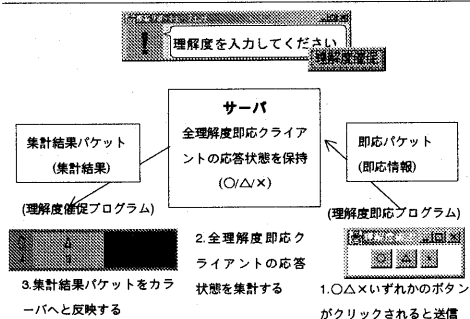


図 11 開発済 BP3S 理解度即応プログラム構造

4. 5 BP3S 新規"ひそひそ討論機能"と Bluetooth

現在学生気質として受講生は、問題意識は持っているが自らの意志の提示に躊躇しがちである⁸⁾。受講時に妥当な質問かどうかを同僚受講生に相談し、理解できないのは自分のみではないことを確認できれば質疑応答時間時に恥を忍んで質問することから開放される。受講中に発表者や他の受講生に迷惑をかけずにひそひそ討論を

携帯電話や PDA の活用により実現した癒し環境を構築する。

- ・迷惑をかけずにひそひそ討論する方式

音声伝送ではなく文字伝送

- ・受講の集中と交信作業

発表者に受講者が集中出来るために交信作業が容易である必要がある。そのためには交信文章を作成し送信する方式ではなく、交信者と簡易メッセージの事前登録方式とすることにより交信作業を容易とする。

- ・授業以外の交信の防止

授業に関係しないメッセージの交信を禁止しても他の受講生に迷惑をかけないから良いではないか。との理屈も出よう。また面従腹背も行なわれよう。このことは、前項の事前登録メッセージ方式と Bluetooth master 経由の slave 端末間通信方式により確実に防止できる。登録以外のメッセージは登録となる BluetoothPC(serverPC)でチェックし、登録以外のメッセージを発行している受講者を記憶すればよい。記憶結果をどのように扱うかは教師の教育方針で決めればよい。

5. まとめ

マルチメディア活用能動学習授業とその拡張である遠隔授業システムの概要と特徴を紹介した。この授業形態で初心発表者を支援するソフトウェアの必要性和構築法を示しその効用を効用実験例を基に示すことができた。

しかし受講生端末は受講に集中するにはノートパソコンではサイズが大き過ぎる。受講中の理解度催促への即応は簡易メッセージで十分である。また発表者や他の受講生に迷惑のかからないひそひそ討論は質疑応答を活性化すると考えられる。このような問題提起に対しての解を Bluetooth 携帯電話や PDA 端末の活用に向け、その考察を行った。

今後この考察に基づいて、詳細設計をおこなく予定である。

尚、本研究は科研費「13480051」、三菱電機(株)情報技術総合研究所奨学寄付金の補助を受けている。

参考文献

- 1)市村 洋,鈴木雅人,吉田幸二,酒井三四郎,水野忠則:能動学習授業を柔軟に支援するマルチメディア・システムの設計と評価,情報処理学会,マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集,IPJS Symposium Series Vol.99, No.18, pp.7-12(1999-12).
- 2)市村 洋,鈴木雅人,小畑二郎,酒井三四郎,水野忠則:学習意欲の喚起を目指したマルチメディア授業支援システム,日本工学教育協会,「工学教育」第 48 巻第 2 号

pp.2-8(2000-03).

- 3) Hiroshi ICHIMURA, Masato SUZUKI, Michio MURAI: The Consideration to Active Learning Activities in Classrooms and Distance Education Based on the Effectiveness of the Multimedia Use, 1999 IEEE SMC, 0-7803-5731-0/99/, pp. II 208-213 (1999-10).
- 4) 市村 洋, 鈴木雅人, 谷沢智史, 吉田幸二, 水野忠則, 酒井三四郎: 初心発表者を柔軟に支援する能動学習遠隔授業システムの設計と評価, 日本ディスタンスラーニング学会 JDLA 会誌(Web 掲載), Vol.3, 16 頁(2000-12 条件付き採録, 2001-03 採録決定).
- 5) 谷沢智史, 市村 洋, 鈴木雅人, 青野正宏, 水野忠則, 酒井三四郎: マルチメディア活用能動学習遠隔授業における初心発表者支援ソフトウェアの設計, 東京高専研究報告書 No.33(2), 8 頁投稿中(2001-12 印刷予定).
- 6) 高槻 芳: 製品化・速度で選考する無線 LAN 手軽さ武器に SOHO 狙う Bluetooth, 日経コミュニケーション 2001.5.7, pp.102-109(2001-05).
- 7) 杉浦彰彦: 近距離通信技術 Bluetooth のすべて, インターフェース Aug2001 号, pp.59-149(2001-07).
- 8) 石井 望, 丸山武男: 学生からのフィードバックに基づく学生参加型授業の試み, 日本工学教育協会平成 13 年度工学・工業教研究講演会, pp.111-114(2001-07)