

## 黒板講義型遠隔講義におけるWebを用いた教室間の情報共有

菅沼, 明  
九州大学システム情報科学研究院知能システム学部門

<https://hdl.handle.net/2324/5573>

---

出版情報：情処研報デジタル・ドキュメント(2003-DD-040), pp. 17-24, 2003-07-01  
バージョン：  
権利関係：

## 黒板講義型遠隔講義における Web を用いた教室間の情報共有

菅沼 明

九州大学 大学院システム情報科学研究院

e-mail : suga@limu.is.kyushu-u.ac.jp

近年、インターネットの急速な発展に伴い、これらを利用した遠隔講義を取り入れる大学または各種学校が増えている。遠隔教室は物理的、空間的に分散するので、従来の教室の授業形態に比べて教師と学生のコミュニケーションが特に難しくなる。講義内容に対する学生の理解や反応を講義中に教師が正確に把握することは、適切な教授活動を行う上で不可欠のものである。本研究では、講義中に遠隔教室の学生がとる行動をリアルタイムに分析し、教師に学生の状況を伝える手法を提案する。さらに、この方法に基づいて遠隔講義を支援するシステムを開発し、それを利用して本研究室の修士課程 1 年生の演習を利用して、遠隔演習実験を行った。

### Transmitting Complexion of the Classrooms with Web for a Distant Lecture with Videoing a Normal Classroom

Akira SUGANUMA

Faculty of Information Science and Electrical Engineering  
Kyushu University

Distance Education Course (DEC) has been becoming more and more popular in many university with the fast development of Internet technology. The communication between the teacher and the students in DEC environment, however, is a more difficult problem in comparison with conventional courses. This paper proposes a real-time evaluation method to enhance the communications between the teacher and students. This method analyzes the distribution of the reference behavior of students with the lectured page, and informs the teacher the learning state immediately. Experimental results have illustrated the feasibility of this method.

#### 1. はじめに

近年、インターネットの急速な発展に伴い、これらを利用した遠隔授業を取り入れる大学または各種学校が増えている<sup>[1, 2]</sup>。遠隔教室は物理的、空間的に分散するもので、従来の教室の授業形態に比べて、教師と学生との間のコミュニケーションが特に難しい。教授学習過程は、主に教師側の講義活動、学生側の反応、それらの反応に対して教師の働きかけという 3 つのコミュニケーションで構成されている。普通の教室で行われる授業過程は教師と学生との間の双

方向コミュニケーションの過程とみなすことができる<sup>[3]</sup>。より効果的な教授活動を実現するために、授業中に講義内容に対し学生側の理解や反応を正確に把握することは、教師が適切な教授活動を行う上で不可欠のものである。と同時に、学生は、自分の理解や反応が正しいかどうかを知らされたり、励ましや注意を与えられれば、より効果的な学習活動を行うことができる。

この学生の反応を教師に伝える従来の支援方法として、学生の学習履歴や学習行動などを分析する方法がある<sup>[4, 5]</sup>。しかし、これらの方法

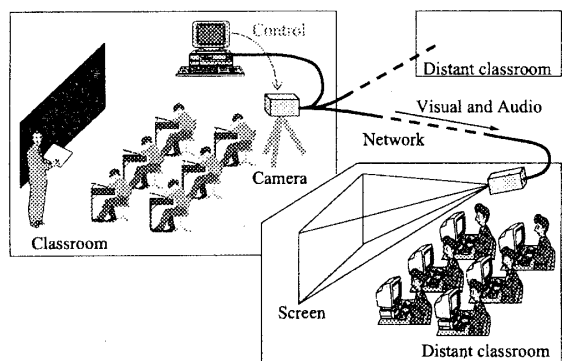


図 1: 想定する遠隔講義の風景

のいずれも学生が教材に従って自習することを想定したもので、講義時間中の進み具合に沿った学習状態を取り扱っていない。本研究では講義中に遠隔教室の学生がとる行動をリアルタイムで分析し、教師に学生の状況を伝える手法を提案する。さらに、この方法に基づいて遠隔講義を支援するシステムを開発し、これを利用して本研究室の修士課程1年生の演習を利用し、遠隔演習実験を行った。本論文では、構築したシステムの概要とそれをを用いた実験の結果に関して述べている。

## 2. 遠隔講義

### 2.1 想定する遠隔講義の形態

本研究では図1に示すような遠隔講義形態を想定している。普通の教室で行う講義をカメラで撮影し、その映像を音声とともに遠隔地の教室(遠隔教室と呼ぶ)に転送する。遠隔教室では、教室の前方に用意したスクリーンに転送されてきた映像を投影し、学生はその映像を見ながら講義を受ける。遠隔教室にいる学生には、ネットワークに接続されたコンピュータを1台ずつ使用できる環境を提供する。学生はWebブラウザを使用して、本システムで動的に生成する黒板の静止画像を自由に参照できる。一方、教師側にもネットワークに接続されたコンピュータを1台設置し、教師はそれを介して遠隔教室の学生の学習状況を得ながら講義を進める。

### 2.2 講義の自動撮影

普通の教室で行う講義を自動的に撮影するシステムとして、我々は講義自動撮影システム

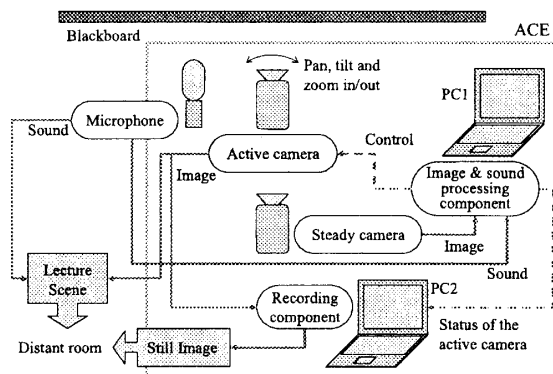


図 2: ACE の構成図

ACE(Automatic Camera control system for Education)を構築している<sup>6)</sup>。ACEは黒板だけを使用する講義を対象にして、画像処理と音処理によって撮影対象を判定し、それを中心に撮影する。ACEの構成を図2に示す。ACEは2台のビデオカメラと2台のPCで構成される。1台のビデオカメラは画像処理用の映像を撮影するもので、常に同じ位置を撮影している。このカメラからの映像は画像・音処理用のPCに送られ、それを基に教師の位置、板書の位置などを画像処理で判断する。さらに、マイクからの音と映像によって、教師の板書動作の開始と終了の判定を行う。これらの情報を用いてカメラワークを決定する。画像・音処理用PCは、撮影が決定した対象を撮影するために、アクティブカメラ(可動式雲台とDVカメラ)を制御する。アクティブカメラで撮影した映像とマイクで集音した音とを遠隔教室に送り、講義風景としてスクリーンに投影する。

ACEで採用しているカメラワークは次のとおりである。通常の状態では、ACEはカメラを若干引いて教師と教師の周りの板書が写るように撮影する。教師が板書を行い、板書動作が終了すると、最後に書いた板書(最新の板書)をズームして撮影する。最新の板書を撮影して一定時間が過ぎると、カメラを少し引いて、最新の板書とその周りが写るように撮影する。その後しばらく最新の板書を検出できなければ、通常の状態に戻る。

上で示したカメラワークは、学生が見たいものを撮影するという方針ではなく、教師が説明

しているであろうものを撮影するという方針で作成した。しかし、学生が見たいと思う箇所の映像を見ることができれば、それはよりよいものになる。そこで ACE では、アクティブカメラで撮影した映像のうち妥当なものを静止画として保存し、Web ブラウザで表示できるインターフェースを提供している。黑板上の内容で変化がある部分は最新の板書として ACE に撮影される。そのため、教師が黑板上に書いた内容は 1 回はアクティブカメラによって撮影される。つまり、図 2 中の PC2 に映像として伝わってくる。教師が以前に書いた部分は、教師が書き加えない限り変化がないので、遠隔地に送る情報としては静止画で十分である。保存しておく静止画は最新の板書をズームしている画像よりも、少し引いて周辺の内容も写っている画像とする。アクティブカメラから送られてくる映像をキャプチャし、教師が黑板を隠していない画像を選択して保存している。この機能により、遠隔教室の学生は、講義の最初から現在までに生成された静止画を自由に見直すことができる。

### 2.3 学生のブラウザ操作の取得

本研究に先だって、我々は教師と学生とのブラウザで同期表示を行うためのシステム CACCE(Computer Aided Cooperative Classroom Environment) を構築してきた<sup>4)</sup>。このシステムは教師用ブラウザと学生用ブラウザからなる。これらのブラウザはソケット通信で結ばれており、情報のやり取りが可能である。

CACCE は、教師用ブラウザが現在表示しているページの URL を学生用ブラウザに伝え、学生用ブラウザはそのページを自動的に表示することで、ブラウザ間の同期表示を実現している。これにより、学生が学生用ブラウザを使用している限り、いつでも、どこを参照していても、教師用ブラウザのページが変わるたびに同期表示可能である。逆に、以前の内容を確認するなどのために、学生は自由に他のページを参照することができる。学生用ブラウザは教師用ブラウザから送られてきた URL と異なるページを表示するとき、その URL を教師用ブラウザに通知する。これにより、学生が教師と同じ

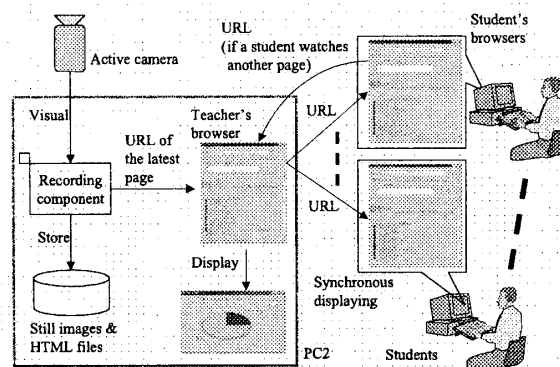


図 3: ACE の板書保存機能と CACCE との連携

ページを見ているか否かを教師が把握しながら講義を進めることができる。

本研究では、これまでに紹介した ACE と CACCE とを連携させた。このシステムの構成を図 3 に示す。ACE の板書保存機能で画像をキャプチャするとともに、URL を CACCE の教師用ブラウザに通知する。静止画が生成されたときは ACE がそのシーンを撮影していることになるので、教師用ブラウザはその URL を学生用ブラウザに伝える。あとは CACCE の機能を使用して、教師用のブラウザは、学生用ブラウザからの通知を待っている。これにより、学生の参照行動をトレースできる。これを学習履歴と呼ぶ。この学習履歴を解析することで学生の状況を推定し、それを教師に提供する。

## 3. 学習履歴モデル

### 3.1 参照の分類

学生が過去の静止画を参照する際の理由は、主に下の 5 つが考えられる。これを参照タイプと呼ぶことにする。

#### (1) 教師の指示による参照

講義中に教師が「前の... ページを見なさい」などと言って学生に参照させる場合に相当する。学生に問題を解かせた後などに、以前のページを見させて解説する場合もこの状態になる。この場合、学生が教師の指示に従って以前のページを一斉に見るため、同時に参照する可能性が大きい。同時参照というのは教師がある静止画を教えているときに各々の学生が別の同一静止画を参照

したときに参照の開始時刻、参照の時間長が似ていることに加え、参照した学生の人数が多いことを意味する。

## (2) 黒板の大きさによる参照

普通の教室では、黒板のサイズが大きいため、板書の内容の全てをはっきり見える解像度で1枚の静止画に収めることは難しい。大学などの講義室では上下稼働式の複数の小黒板で構成されることが多い。このためACEでは、講義の通常時の映像は小黒板単位で撮影し、静止画も小黒板単位の画像を提供する。このため、教師が参照可能な黒板の範囲と静止画に映っている黒板の範囲には差が生じる。教師が最新の板書の以外の部分に戻った場合、教師の説明場所に合わせて過去の板書を参照する学生もいるであろう。教師が明確な指示をしていない場合、学生の参照の同時性は「教師の指示による参照」より小さくなる。

## (3) 難しさによる参照

講義の内容が難し過ぎて理解できないために、学生が過去の静止画を自分なりに参照する場合がある。この場合、それぞれの学生の理解度が異なるので、難しいと感じる学生もいれば、そうは思わない学生もいる。そのため、学生の参照にばらつきが生じる。また、難しいと感じてすぐに参照する学生もいるし、後になって参照する学生もいるので同時参照性は考えにくい。

## (4) 講義の進行が速いため参照

講義の進行が速すぎてついていけないため、学生が1つ前の静止画を参照している場合である。

## (5) 内容を確認するための参照

学生が過去の内容を忘れたときや関連のある内容を調べるときに参照する行動を指す。このような参照は、一般に参照している時間が短いのが特徴である。

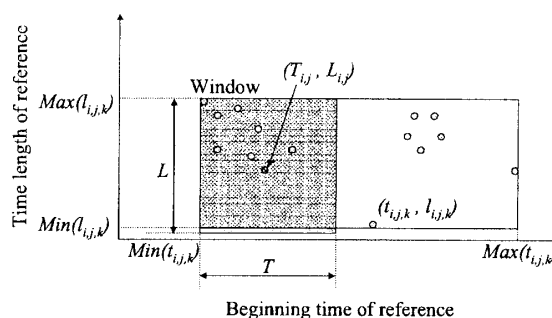


図 4: 同時参照の判定法

## 3.2 分析方法

教師にとって重要なのは学生の学習状況である。つまり、学生が講義内容を理解しているかどうかという情報である。また、学生が理解できなかったところはあるのか。それがあれば、それはどこなのか。講義の進行は適切な速さであるかどうか。このような情報は教師にとって非常に重要なものだと考える。従って、前節で述べた参照タイプの中で(3)と(4)を抽出したい。しかし、この2種類の参照は他の参照と区別できる特徴がないために直接抽出するのは困難である。本研究では、他の参照タイプを排除する方法を使用して目的の参照行動を抽出する。

最初に、教材以外のページを参照している場合と最新の静止画を参照している場合を排除する。次に、参照時間が短い特徴を利用して、上記(5)の参照を排除する。更に、参照の同時性を利用して、(1)と(2)の参照を排除する。最後に残った参照行動を(3)か(4)に分類する。

### 3.2.1 同時参照の判断

多くの学生が同時に同じ静止画を参照する場合を同時参照と呼ぶ。上記の分類では(1)と(2)の参照が該当する。同時参照は、参照行動が発生したときの最新の静止画(最新ページと呼ぶ)と、学生がそのときに参照した静止画(参照ページと呼ぶ)との両方に関係がある。そのため、最新ページ*i*のときに参照ページ*j*の参照行動を抽出する必要がある。*i*と*j*が同じ参照行動に対して、その参照の開始時刻と参照時間長が似ている参照行動をした学生を求める。この学生の参照行動記録において、参照開始時刻と参照時間長のずれが閾値を超えていないときに、そ

表 1: 参照時間長によるクラス分け

Lank ( $k$ )	Time length ( $t$ )
1	$t \leq 30$
2	$30 < t \leq 60$
3	$60 < t \leq 120$
4	$120 < t \leq 180$
5	$180 < t$

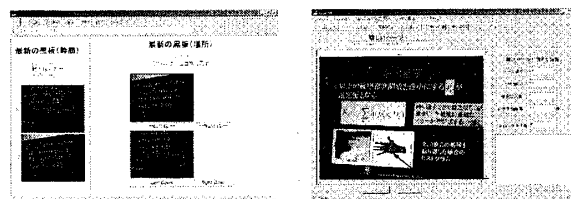
れらが似ているとして抽出する。この判断方法を図 4 に示す。図では、横軸を参照開始時刻、縦軸を参照時間長として、各学生の参照データ  $(t_{i,j}, l_{i,j})$  をプロットしている。この図において、最も多くの学生が集まっている箇所を検索し、その矩形に入る学生の数をも同時参照人数  $(c_{i,j})$  とする。また、この矩形の中心を同時参照開始時刻  $T'_{i,j}$  と同時参照時間長  $L'_{i,j}$  と定義する。ここで定義した同時参照人数が遠隔教室の学生数の一定割合より多くなった場合に、その参照ページ  $j$  の参照を同時参照と判断する。

### 3.2.2 難しさによる参照の判断

学生が難しいと感じて以前の静止画を参照する場合、学生によって参照時期にばらつきがあると考えられるので、難しさによる参照では同時性を持つことは考えにくい。一方、内容が難しそうな場合、学生が静止画を参照する時間が長くなるであろうし、多くの学生が参照する場合には、その内容は難しいと考えることができる。そのため、本研究では、参照時間長と参照人数を基にしてページの難しさを判断する手法を採用している。各学生の各ページの参照を参照時間長で表 1 のように 5 つに分類し、各カテゴリごとの学生数  $\theta_k$  を求め、ページ  $i$  の難しさの指標  $(d_i)$  を下の式で計算する。

$$d_i = \sum_{k=1}^5 k\theta_k \div N \times \alpha$$

ここで、 $N$  は遠隔教室の学生数、 $\alpha$  は規格化定数である。本研究では、参照時間の長い (180 秒以上の) 学生が遠隔教室の学生の半数を超えたとき、難しさを 1 とすると仮定した。この仮定により、 $\alpha = 2/5$  となる。



(a) 学生側

(b) 教師側

図 5: システムのインターフェース

### 3.2.3 進行が速いための参照の判断

講義の進行が速すぎるとき、学生が教師の説明に付いていけない場合がある。このようなとき、学生は教師が説明している静止画の 1 つ前を参照していることが多いと考えられる。また、このような行動をする学生が多い場合は、進行がより速いと考えられることができる。このため、教師がページ  $i$  を説明している時にページ  $(i-1)$  を参照した学生数  $(\theta)$  を用いて、 $2(\theta/N - 0.2)$  を進み方の指標として採用している。この式によると、1 ページ前の参照人数が 2 割以下であると講義の速度が適当であると、1 ページ前の参照人数が 7 割以上になると講義の進み方は速すぎであると判断する。

## 4. 提供する情報

前章までに述べた分析方法によって遠隔講義支援システムのプロトタイプを実現した。学生は、講義が開始される前にまず接続要求を教師側のシステムに送る。これにより、学生側のシステムと教師側のシステムとの間に通信路を確保し、それ以降、この通信路を介して情報のやりとりを行う。この接続要求は講義が始まった後でも受け付けられる。教師側のシステムはこの接続要求を利用して、教師に出席リストを提供する。

講義が始まると、学生側のシステムは図 5 にあるように、生成された静止画のサムネイルを時間順に表示する。また、画面右側には、数枚のサムネイルで教室の大黒板を構成する形で提示される。これらのサムネイルはリンクになっていて、クリックすると静止画が大きく表示される。学生は、見たい内容をこれらのリストから探し、自由に参照することができる。その際、

学生側のシステムは自動的にブラウザの操作を教師側のシステムに知らせる。また、掲示板を利用して質問を発することもできる。

教師側のシステムは学生側のシステムからの情報を蓄え、2分おきに分析を行う。分析した結果は、即座に教師側のシステムの表示に反映される。普段の教師側のシステムは図5にあるような表示を行っている。これには、今までに生成された静止画のうち最も難しいと判断されたものが表示され、その右側にその静止画を参照した学生の数や参照回数などこの静止画を難しいと判断した情報が表示されている。教師は講義を行っているので、説明に集中してもらうために、特別に注意を引くような動作は行わない。

分析の結果、特に教師に伝えるべきことが発生したときは、音を鳴らし、別のウィンドウを表示するなどして、教師の注意を引ようとしている。この範疇にはいるのは、学生が質問を送って来たときや、ある静止画の難しさが極端に増大したときなどである。教師によってはこれらが起こってもきりの良いところまで説明してから対処しようとすることもあるであろう。そのようなときにも対処できるように、表示ウィンドウには要点だけを表示し、確認に時間を取られないようにしている。さらに、教師が望めば、講義終了後に提供するものと同様な情報を、これまでの情報で分析・集計し提供できるようにしている。

本システムは講義中の支援だけではなく、講義後の支援も考えた。講義後の支援は学生全体の学習状況により教材の設計や調整、各々の学生の学習状況により特定の学生の指導に役立つと考えられる。本システムでは、下の4つの情報を提供する。

#### (1) 分析情報

この情報はシステムによる分析結果を同時参照と講義の進行、講義の難しさの3つのグラフで表示する。同時参照の情報は、教師があるページ*i*を教えているときに以前のページの内容を説明を行った際の情報である。何人の学生が教師の説明にあわせて参照したかを知りたい場合に使用する。教師が教えていたページ番号を入力すると、

そのときの同時参照状況をグラフで表示する。講義の進行に関する情報は、講義全体または各ページについてそれらの進み方が適切な速度であったかどうかを確かめるための情報である。講義の難しさの情報では、各々のページの難しさの変化や分布を表示する。

#### (2) 全体的な情報

この情報では、学生が過去のページを参照したときの各ページの参照情報を分かりやすいようにグラフで表示している。講義中の参照人数の変化、参照時間長の変化が表示される。

#### (3) 教師がページ*i*を教えていたときの情報

教師がある特定のページを教えていたときに、学生がどこを見ていたかなどの情報を知りたい場合がある。また、あるページの参照状況が他のページとは著しく相違するときに、その参照行動が起こった原因を調べたい場合もある。この情報はそのような際に役に立つ。

#### (4) 学生ごとの参照状況

ある特定の学生に対して、参照時間長と参照回数を提示することで、学生の参照行動を知ることができる。また、その学生の参照状況と学生全体の参照状況とを比較して、似ているのかどうかを調べることができる。

### 5. 実験と評価

本手法を評価するにあたって、本研究室の修士課程1年生の演習を利用して実験講義を行った。実験は45分の演習を4回と離散数学の20分の講義を利用した。講義室と廊下を挟んだ教室を遠隔教室として使用し、映像と音声はLANを通さず専用のケーブルを使用して転送した。また、静止画は専用のWebサーバ上に保存し、学内LANを通して転送した。教師が講義をしている教室では3人～5人の学生が講義を受け、遠隔講義室では5人～10人の学生が講義を受けた。学生の演習を実験に使用したため、黒板

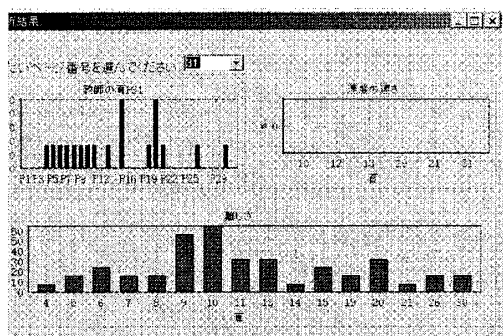


図 6: 分析結果の表示例

を使用した講義ではなく、パワーポイントのスライドを使用した講義を行った。1枚のスライドを小黒板にみだして、スライド毎に静止画を生成した。離散数学の講義では、黒板のみを使用した講義を行った。講義の直後に、講義に関するアンケート調査を行った。

講義中の静止画の参照の理由に関するアンケートの結果を表2に示す。表にあるように参照の理由は3.1節で分類したものとほぼ同じものになった。これにより、参照行動のモデルが適切であることがわかる。

今回の5回の実験講義では、教師が明示的に以前の内容を参照して説明したものもあれば、以前の内容には振り返らずに説明を進めた講義もあった。第2回目の演習には教師が以前の内容を参照する場面がふくまれていたので、この演習のデータを使用して話を進める。第2回目の演習のシステムによる分析結果を図6に示す。この演習内容の発表時において、教師が過去のページに戻って説明したのは3箇所があり、質疑応答の時間に2箇所あった。説明中に過去のページに戻ったときには、説明時間が非常に短かったために、学生はそのページを参照することができなかった。そのため、演習の説明時には同時参照は検出されていない。一方、質疑応答の時間の場合、学生からの質問に答えるために15ページ目と20ページ目の静止画に戻って説明した。この説明は長い時間継続したので、ほとんどの学生がそのページを参照することができた。そのため、システムも15ページと20ページの同時参照を検出している。

アンケート結果によると、第2回目の演習は

少し難しかったと言う学生が多かった。さらに講義中に流れた静止画の中では、10ページ前後の内容が難しかったとの意見があった。図6の下のグラフをみると、10ページ付近が難しいという判定になっている。これは、学生の感想と合致している。

講義の進行速度に関しては、第2回目の演習は少し速いと感じた学生が多かった。しかし、システムでは適切な速さであると判定されている。これは、この講義の31ページの静止画のうち、学生が1ページ前を参照したページは4箇所であった。しかし、この参照は毎回1人しか行わなかったため、システムは速すぎるとは判断しなかった。

最後に、5回の実験を総合的にみると、以下のようなことが言える。同時参照の抽出に関しては、教師が指示をして適当な時間説明を行っている場合、学生がそのページを参照することができ、それを正確に抽出している。また、それ以外の参照を誤って同時参照として抽出したことはなかった。これにより、同時参照の判断手法は有効であると考えられる。次に、学生がアンケートで難しいと述べたページは全て難しいページとして抽出できている。このため、難しさによる参照の分析方法の有効性も確認できた。表3に示しているアンケートで講義が速いと言った学生の人数と1ページ前を参照した学生の人数と比較した結果より、講義の進行が速いときには1ページ前の内容を参照する学生が多くなることがわかる。これは「講義の進行が速いための参照」の判断方法と一致している。

## 6. おわりに

黒板を使用した講義を撮影して行う遠隔講義において、遠隔教室の学生にPCを1人に1台利用可能な状況において、学生の行動を覗き見することが可能なシステムを提案した。この手法は、学生が教材以外のページを見ている場合でも有効であり、学生が見ているページのURLが教師側に伝わる。さらに、伝えられる情報を基にして、教師側のサブシステムで学習履歴分析を行い、講義を進める上で有用な情報を教師に提示する。さらに、実際の講義と演習発表にこのシステムを適用して遠隔講義実験を行った



表 2: 学生の参照理由

参照理由	演習 1	演習 2	演習 3	演習 4	講義
内容が理解しにくかった	60%	80%	80%	60%	40%
内容と直接関連があった	80%	100%	80%	80%	30%
講義の進行が速すぎた	60%	0	0	20%	0%
前の内容を忘れた	0	20%	0	20%	60%
ツールが面白い	0	20%	0	20%	0
他の理由	0	0	0	0	10%

表 3: 講義の進行についての比較

比較項目	演習 1	演習 2	演習 3	演習 4	講義
講義が進行が速いと言った学生	80%	60%	20%	40%	20%
1 ページ前を参照した学生	100%	60%	40%	40%	30%
1 ページ前を参照されたページ数 / 総ページ数	7 / 38	4 / 31	2 / 27	5 / 41	5 / 38

結果、提案した学習履歴分析方法の有効性が確認できた。

今回の実験では、遠隔教室の学生が少ないため、1人、2人の学生の参照行動も実験結果に大きい影響を与えてしまっている。このため、今後の課題として遠隔地に多くの学生が受ける講義でも実験を行い、分析方法の有効性のさらなる確認が必要である。

#### 参考文献

- [1] 高田伸彦, 竹本宜弘, 本橋昭二: “分散型教育における講師環境の操作改善への考察,” 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J79-D-II, No.4, pp.639-644, 1996.
- [2] 吉野孝, 井上穰, 由井蘭隆也, 宗森純, 伊藤士郎, 長澤備二: “インターネットを介したパーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムの開発と適用,” 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2788-2801, 1998.
- [3] 松田稔樹: “教授活動モデルに基づく教授改善”, 教育システムの設計と改善, pp.89-109, 1993.
- [4] C.Liu, G.Chen, K.Ou, C.Lee, C.Lu: “An instrument for on-line learning performance analysis by using decision tree technology on web

based portfolios,” *Advanced Research in Computers and Communications in Education*, pp.452-459, 1999.

- [5] 佐藤宏之, 江天鳳, 渡辺成良: “ハイパークラスルーム: 同期的学習環境における学習履歴と学習評価の関連について,” 日本教育工学会, 研究報告, JET98-1, pp.67-74, 1998.
- [6] A.Suganuma, S.Nishigori: “Automatic Camera Control System for a Distant Lecture with Videoing a Normal Classroom,” *Proc. World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, pp.1892-1897, 2002.
- [7] A.Suganuma, R.Fujimoto, Y.Tsutsumi: “An WWW-based Supporting System Realizing Cooperative Environment for Classroom Teaching,” *World Conference on the WWW and Internet*, pp.830-831, 2000.