

# 学習者のノート記述情報から再生状態を動的に調整する 動画講義プレイヤー

谷内 正裕

講義や講演を収録した動画講義を、ネットワークで配信する試みは広く普及している。本研究ではこれまで一方的に配信されていた動画講義に対し、閲覧用のインタフェースを提供することで、各学習者のペースで学習できる環境を疑似的に実現した。対面で行われる講義の場合、講義のペースは講師と学習者間のインタラクションによって調整されている。それに対し本研究が提案するインタフェースでは、学習者と教材コンテンツのインタラクションに着目し、学習者が動画講義を能動的に視聴させる仕組みを用いて調整している。具体的には①ノートを記述するペースに合わせて動画講義の再生ステータスの自動調整を行う機能と、②学習者のノート記述に応じて場面を分割し、該当する場面に対するノートの記述や見直しができる機能を実装した。同機能を大学生を対象に評価したところ、再生ステータスの調整機能によって学習者のノート記述量やノートに記述された講義中のトピック数が増え、場面分割機能は講義全体のアウトラインを描く際の支援として有効である可能性が示された。

キーワード

動画講義, インタフェース, ノート記述, 自動速度調整, 復習教材

## 1. はじめに

### 1.1 動画講義配信の普及

講義や講演を収録した動画講義をデジタルデータに変換し、ネットワークを介して配信する試みは、その効率性と低価格性から幅広く普及している(吉田, 2007)。高等教育の分野においては、学内での授業をサポートする資料共有の手段とする例や、広く社会に公開し、学ぶ意欲を持つ個人に対して配信する例が見られてきた(たとえば、大川・伊集院・村井, 1999; 西森・中原・望月・松河・八重樫・久松・山内・鈴木・永田, 2004)。また企業内の研修や資格試験の講座ではその効率性と低価格性から、必要な人に多様な目的の学習コンテンツを提供でき、その活用範囲は広がっている(Rosenberg, 2001)。

動画講義の制作方法には、あらかじめシナリオを作った上で収録・編集する制作手法だけではなく、講演会や講義を直接収録する手法も見られる。たとえば、講義スライドと同期して平行表示する手法(James & Hunter, 2000)、PCの画面を直接動画コンテンツとして収録する手法(板宮・林・千代倉, 2003)、板書情報をカメラで抽出して講義を収録する手法(米川・立花・相田・若原・岩月, 2005)などがあり、多様な授業形態にあわせたコンテンツ制作が手軽に行えるようになった。このことから今後もコンテンツの増大が期待される。

### 1.2 動画講義の活用

動画講義はそのまま配信するだけでなく、より学習効果を高めるために、ノートの共有機能を拡張した掲示板を用意して、他の学習者や教員からの書き込みによって学習をサポートする方法(Barger, Gupta, Grudin & Sanocki, 1999)や、学習者のグループに対して学習の補助を行うメンターを配置し、動画講義自体のインタラクションの欠如を補う手法(松田, 本名, 加藤, 2006)がとられることがある。

このような人間が介在してインタラクションを加える代わりに、技術的に動画講義そのものを閲覧しやすい形や学習に適した形に加工して提供する手法も広く研究された。閲覧を補助する手法としては、スライドの切り替わりの検出や、場面の切り替わりの検出によって自動的にインデックス化する試みがある(Liu & Kender, 2004)。これらは一度視聴した講義を見直すためだけでなく、コンテンツの一部に関心がある場合の検索用にも活用されている。また動画の自動要約を活用することで、もとの動画講義よりも短縮化した動画コンテンツとして閲覧する手法(横井・桐井・藤吉, 2006)や、携帯端末でも容易に閲覧できるように、例えばPodcastingを用いた手法(Meng, 2005)も提案され、これまで場所や時間が限定されていた動画講義を活用できる場面も増えてきた。

また、教室の中での臨場感を失う代わりに教材にイン

タラクションを付与し、学習に適した教材を提供する手法も議論されてきた。Webブラウザや専用のプレーヤー(たとえば, Li, Gupta, Sanocki, He & Rui, 2000)を利用してインターネットを介した動画を受信し再生した場合、ビデオテープやDVDを用いた場合と比較して、教材自体に操作性・双方向性を付与させて、インタラクションを付けることができる。ここで議論される動画による遠隔講義でのインタラクションについて、Moore (1989)は学習者間のインタラクション、学習者と講師、学習者とコンテンツの3つのインタラクションがあると分類している。

これらのインタラクションを付与することによる学習意欲や集中度、学習効果の面での比較もいくつか行われている。たとえばオンライン上の学習者間のインタラクションに着目した研究には、同一のコンテンツをWeb上で閲覧する際、動画の場面ごとにコメントし合えるインタフェースの実装がある(Chong & Sosakul, 2003)。しかし、同一の講義内容を講師とのインタラクション、学習者間のインタラクションがあるほうが学習に優位性があると仮定して実験を行ったものの、実際にはそこまでの差異は見られないと報告した事例もある(Ruocco & Jansen, 1998)。一方、教材と学習者間のインタラクションに着目した研究として、インタラクティブ性の無い動画コンテンツを用いた場合は、映像を用いない音声だけの場合と比較しても学習の効果に差が見られないが、同一の講義内容に対して学習者と教材間にインタラクティブ性を付与した教材の場合には学習効果と学習の動機付けの両方で効果が認められた事例もある(Zhang, Zhou, Briggs & Nunamaker, 2006)。同研究では講義配信の場合、映像を付加しただけでは教材として効果は上がりにくいものの、スライドのページを移動する程度のインタラクションをつけると学習者自身がペースを作ることができ、学習効果が現れる可能性があると言及している。

### 1.3 学習者による学ぶ姿勢の違い

社会人や専門的な内容を含む動画講義は、視聴者が内容に対して高い興味関心を持ち、かつ必要性があることによって、動画講義の内容を読み取ろうとする動機が働いている。そのため、学習者による能動的な視聴が見られる。それは意欲のある高等学校の生徒を対象にした、発展的なテーマを扱った教育コンテンツの配信でも同様で、教室での授業と講義の配信の比較をしても学習意欲や効果の差異は生じない事例(Ryan, 1996)もある。

一方で大学のリメディアル教育や初等中等教育においては、動画講義を含むデジタルコンテンツは学習者個人の進度に合わせた教材を提供する手法として期待されてきた(渡辺, 2007)。これらの教材は、前述した専門教育、社会人教育とは学習形態が異なる。そのため従来までに用いられている動画講義コンテンツの作り方をそのまま

応用しても、一方的な配信となって学習者が受動的になり、初等中等教育をはじめとした学習には適さないといわれている(Setzer, 2001)。また多様な学習者のペースに合わせた配信を行うことができないため、学習の継続がむずかしく(湯澤・古川・榎本・網代, 2003)より教室での対面型授業に近い、授業を受けさせるためのインタラクションが求められている。

### 1.4 本研究の目的

本研究ではこれまで一方的に配信されていた動画講義に対し、閲覧用のインタフェースを提供することで、各学習者のペースで学習できる環境を疑似的に実現した。対面で講義が行われる場合、講義のペースは講師と学習者間のインタラクションによって調整されている。本研究が提案するインタフェースでは、学習者と教材コンテンツのインタラクションに着目し、学習者が動画講義に能動的に働きかける仕組みを通じて視聴することで講義のペースを調整している。具体的には従来一方的に配信されていた動画講義に対して、図1のように動画を閲覧しながら場面ごとにノートを記述できる機能をWebインタフェースで実装し、各学習者のノート記述ペースに合わせた動画講義の再生ステータスの自動調整を行うシステムを実装した。

本システムはあらかじめ動画講義にインタラクティブ性を付与した教材を制作する必要がなく、既存の動画講義を、本システムを通して閲覧することで、インタラクティブ性を付与できる点が特徴である。

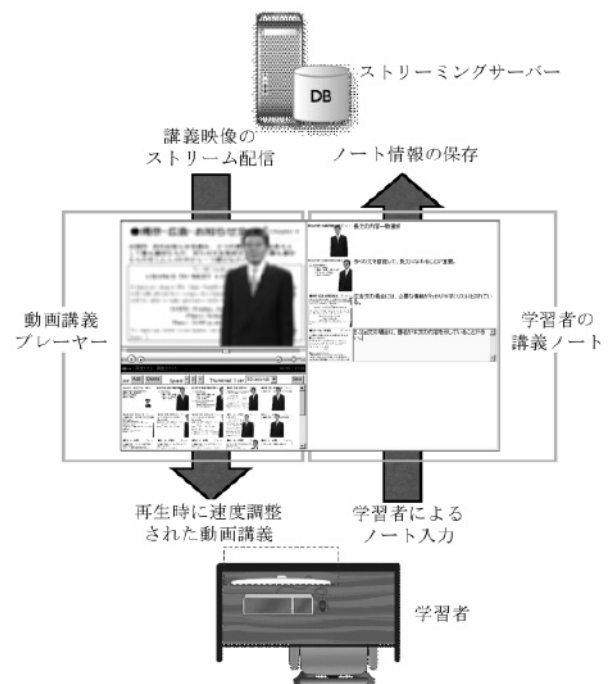


図1 本研究で提案するシステムの概要

本稿では、まず2章で動画講義に対するインタラクションに関する研究を分析し、3章でノート取りと動画講義再生を連携させるための設計について述べる。4章でシステムの実装方法を記述し、5章で本システムを評価、6章で本稿のまとめと今後の課題を記す。

## 2. 動画講義に対するインタラクション

本研究では学習者が自習学習で利用することを想定し、前章で述べたMoore (1989) の3つのインタラクションのうち、教材と学習者間のインタラクションに着目した。インタラクティブ性を持つ動画講義の多くは、講義コンテンツの制作者によって付与されてきた。本研究ではあらかじめインタラクティブな機能を埋め込んだ動画講義では無く、学習者が通常教室の講義で執筆するノートをもとに、再生ツール側でインタラクションを付与する方法を検討する。

### 2.1 ノート取りが学習に与える影響

学習者が講義のノートを取る過程が学習に影響を与えることは、初等中等教育の学校現場では重視されている(Kobayashi, 2006; Titsworth, 2004)。しかし映像教材の場合には情報量が多く、学習者の想像力や創造力が失われ受動的になるため、特別に情報を読み取る意識が無い限りノートを取らなくなる傾向があるといわれている(Setzer, 2001)。

一方で能動的にノートを取る事例として、会議の記録を残すために録音機能とノートやペンのインタフェースを用意し、メモ情報と音声の録音とのリンクをするツールの実装と検証を行った研究がある(Wilcox, Schilit & Sawhney, 1997)。同研究では、人は音声収録される場合は音声に頼って手書きのメモが少なくなり、後に音声を聞きながら見直す際にノートを書き加える人が多いことが報告されている。また、ノートを取る過程は学習者が講義内容を整理する働きを持つことに着目して、コンピュータ上で文字と手書きのノートを取るシステムを開発するなど(Ward & Tatsukawa, 2003)、文字以外のデジタル情報で記録する手法が登場した現在でもノート取りの重要性は指摘されている。

さらにKiewra (1984) は他者が用意したレジュメやノートではなく、学習者自身で取ったノートを読み直すことが、また伊藤・柳沢・赤堀 (2005) は本人による教材へのメモを元に見直すことが、学習効果につながると指摘している。

ここから、レビューを行う際に自分で記述したノートによって残されたポイント情報が重要であることがわかり、このノート執筆を動画講義視聴時にも実現させることが必要だといえるだろう。

### 2.2 ノートによるインタラクションの付与

ノートの執筆は、講師が学習者の受講ペースを把握するためにも役立っている。従来の対面型の授業では、講師が授業の進行速度を調整する方法として、次のような流れが考えられる。

- ① 講師が板書をしながら授業を行い、学習者がノートを取る時間を確保する。
- ② 板書と解説が終わった後は、学習者のノート取りの進行状況を観察する。
- ③ 講義を先に進めるにあたり学習者に、これまで内容の理解を確認するために質問を促す。
- ④ 学習者の様子から講義の進行速度を調整して、先に進める。

この流れに着目し、2.1で述べた本人によるノートを書きやすくするための動画講義配信の手法として次の2つの仮説を立てた。

仮説1. ④のような学習者に合わせた授業進行を実現するために、場面ごとの学習者のノート取りの状況をもとに講義の進行速度を調整すること、また①、②を実現するために学習者がノートを取っている途中に一時停止する仕組みを実装することで、学習者のペースに合わせたノート取りや学習ができる。

仮説2. ③の講師がこれまでの講義内容の確認を行う代わりに機能として、学習者自身が講義を見ている最中に前の内容を聞きなおすために、該当個所にジャンプして何度も再生しなおせる機能を実装することで、内容理解の補助ができる。

本研究では上記2つの仮説を実現するために、学習者自身によるノート執筆状況をリアルタイムに確認することで、ストリーミング動画講義を学習者のペースにあわせて配信されているように感じさせるインタフェースを提供するシステムを設計した。

## 3. 動画視聴環境の設計

### 3.1 再生ステータスの自動調整

まず仮説1に対応して、動画講義を見ながら適切な速度に調節できる機能を検討した。これまでも音声の速度が講義の聴きやすさに影響を与えるといわれている(重田, 2004)。またLi *et al.* (2000) は動画コンテンツをブラウジングするためのインタフェースと、45分から60分の授業や講演を収録した動画を含む6種類の動画を用意し、早送り、無音飛ばし、テキストによる目次、場面分割検出による動画目次、メモ機能を有するプレーヤーを用いて短時間で内容を閲覧する実験を試みている。このツールを用いた実験では、動画講義を視聴する際には早送り、無音飛ばしが頻繁に使われ、平均して150%の速度で再生されていたことがわかっている。こ

の実験では多機能なビデオプレーヤーを用い、再生速度を被験者自身がコントロールしている。さらに、自動的に速度を調整するプレーヤーとして、視聴者の眼球運動を元に、その時の視聴者の集中度を把握し、再生をコントロールするもの(中村・井上・市村・岡田・松下, 2006)がある。

一方、本研究では学習者がノート執筆に集中できるように、違和感がない範囲で速度を自動的に調整するよう設計した。本研究が導入した動画の再生ステータスを調整する機能は、次の2つである。

- 音が途切れた個所で動画を一時停止する機能。
- 声の高さを変えずに再生速度を調整する機能。

これらの機能によって動画の再生速度を学習者のペースに合わせた視聴の実現をめざした。

### 3.2 違和感がない再生速度の自動調整の範囲

自動的に速度が変化することに対し、学習者が違和感を覚えないよう、まず被験者大学生19人に1分半の動画を4種類視聴しながら、内容に関するノートを記述させ、どの程度の速度が変化した場合に気がつくかを確認する実験を行った。

用意した動画はテレビのニュース番組の構成で、前半がアナウンサーを表示させた内容の説明、後半がアナウンサーの解説音声の上にスライドショーを表示させたものである。なお速度の変更はアナウンサーがある段落を読み終え、無音となった10箇所で行っており、速度が変わっても声の高さは変わらないように調整されている。

被験者には動画を見ながら、動画の中で話されている内容を聞き取るためにキーワードを書き出す作業を課した。各動画視聴後に、内容を聞き取るにあたって気になった点を自由記述で書かせた。また、動画は次の4種類を用意し、ランダムに再生した。

1. オリジナルの速度で最後まで再生したもの。
2. オリジナルの速度に対して90%から110%の範囲で、再生速度を10%刻みで調整したもの。
3. オリジナルの速度に対して80%から120%の範囲で、再生速度を10%刻みで調整したもの。
4. オリジナルの速度に対して70%から130%の範囲で、再生速度を20%刻みで調整したもの。

自由記述のアンケートから語を抽出したところ、図2の通り90%から110%の範囲で速度を変化させた場合は、再生速度の変化に気付いた学生はいなかった。80%から120%の範囲で速度を変化させた場合は、5人の学生は速度が速くなったことには気づいたものの、遅くなったことに気がついた学生は1人のみであった。一方20%刻みで速度の変化させた場合、速くなったり遅くなったりしたと指摘した学生が4人、速くなったと指摘した学生と遅くなったと指摘した学生が1人ずついた。

10%刻みで速度が遅くなった場合は特に違和感無く内容を読み取ろうとするが、速くした場合は10%刻みでの変更であったとしても気がついている。これは速くなった場合はノート記述が間に合わなくなり、ペースが崩れやすいからと推測される。遅くする場合は、70%まで遅くした時は速度が遅くなったという指摘は挙げられた。なおその他の指摘を行った学生は、一瞬音が途切れて聞こえた、動画の内容に矛盾を感じたといった指摘である。それ以外の学生は特に違和感を覚えた個所はないと記述したか、または無回答であった。

中村他(2006)が実施した速度変化に対する反応の調査でも、10秒間で1.2倍の速度まで上げた場合は、速度がいつ変化したか分からない、またわかりにくいと20人の被験者全員から回答を得ている。

本研究では80%から120%までの速度変化であれば問題ないと判断し、変化を10%の半分5%刻みにすることで、速度変化に気がつきにくいように設計した。

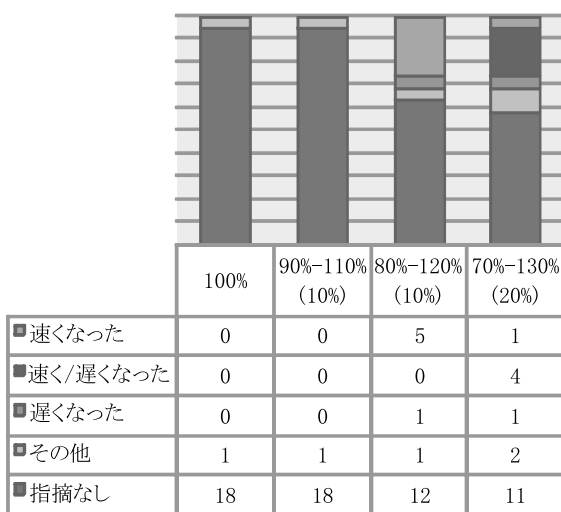


図2 速度変化への違和感調査

### 3.3 ノート用の入力ウィンドウ

仮説2に対応して、学習者に動画を分割させながらノートを記述する機能を検討した。動画講義を閲覧するためのシステムにはSpoerri(2002)が提案した手書きのノートと動画講義をリンクさせるものがある。しかし本研究では現状で普及したコンピュータ環境でも実現できるような入力をキーボードに限定し、文章を書くのと同様の操作感を維持しながら、動画講義自体にインタラクティブ性を付与させていく手法を採用した。

またアノテーションを入力する際に、たとえばBarger et al.(1999)やLi et al.(2000)が採用したインタフェースのように、場面にメモを残したい箇所でマウス操作を行い、入力画面を出してメモを入力させるものがある。一方、本研究ではテキストを入力する場面を指定するためにボタンを用意するのではなく、キーボー

ドによるノートを書く作業に集中できるよう、テキスト入力中に改行などのキーボード操作をもとに、場面に対応するテキストボックスを表示させる仕様とした。

### 3.4 聞き逃した部分を聞き直す機能

Li *et al.* (2000) は、動画をブラウジングするインタフェースを実装して被験者に使わせたところ、授業を収録した動画の場合は収録時のスライド操作で作られるインデックスがあるために、その機能を使って動画を飛ばす被験者が多く、講演の動画では早送りと無音飛ばしがよく利用されると述べている。なお目次がない動画では、場面に対応したメモを記述して見直す被験者が多いとも述べている。また動画の内容の要約文を執筆する際に、閲覧者が動画から静止画像を抽出して要約文の構成を作るインタフェースを用意することが有効であるという報告もある(谷内・飯沼, 2005)。

本研究では該当する場面のスナップショット画像を、学習者が入力したノートに並べて表示させている。筒井(2006)によれば、講師が黒板に板書した内容をそのままノートに写すのではなく、学習者自身の言葉で板書を補足することが重要であるという。そのため、板書された情報はそのまま画像として残すことで、ノートにはそれ以外の補足情報を記述するよう促している。

またBargeron *et al.* (1999) が、動画に対して協調的にコメントを共有するMRASを開発した際に、学習者によるコメントが実際の場面よりも10秒から15秒遅れて記述されている点を指摘している。実際に学習者がノートを取りながら、気がついたら講義内容が先に進んでしまったり、書き留めておくべき内容を逃してしまったりすることがある。本研究ではスナップショット画像とともに作られたインデックスをクリックすることで、その

場面の直前の検出された無音の位置まで戻って再生されるように設計し、後から見直しやすくなるよう工夫をした。

## 4. システムの実装

### 4.1 システムの動作環境

本システムはWebアプリケーションで提供され、学習者は図1のようにWebブラウザを用いてアプリケーションサーバーにアクセスして利用する。

動画はネットワーク上でストリーム配信ができるよう、ヒント情報がつけられて圧縮されたファイルを用いる。動画ファイルをストリーミングサーバー上に置くことで利用できる。ただし動画ファイルをランダムアクセスするため、HTTPを用いた擬似ストリーミングでは利用することができない。なお、ローカルコンピュータにストリーミングサーバーとWebサーバーを立ち上げることで、ネットワークを介さないスタンドアロン環境でも動画をランダムアクセスできるため利用可能である。

インタフェースを提供するWebアプリケーションはストリーミング動画を活用した教材作成を行えるPartage (Yachi & Murai, 2007) をベースに開発し、Linuxサーバー上で動作させた。Webアプリケーションにログインするための認証や、学習者によるノート情報の保存にはMySQL (<http://www.mysql.com/>) を用い、これらのサーバー側の機能連携はPHPを用いた。

### 4.2 動画の再生速度調整

動画の再生速度にはクライアント側のWindows Media PlayerやQuickTime Playerが持つ機能を用いており、声の高さは変わらないように自動調整される。同再生速度はJavaScriptを用いて指定している。

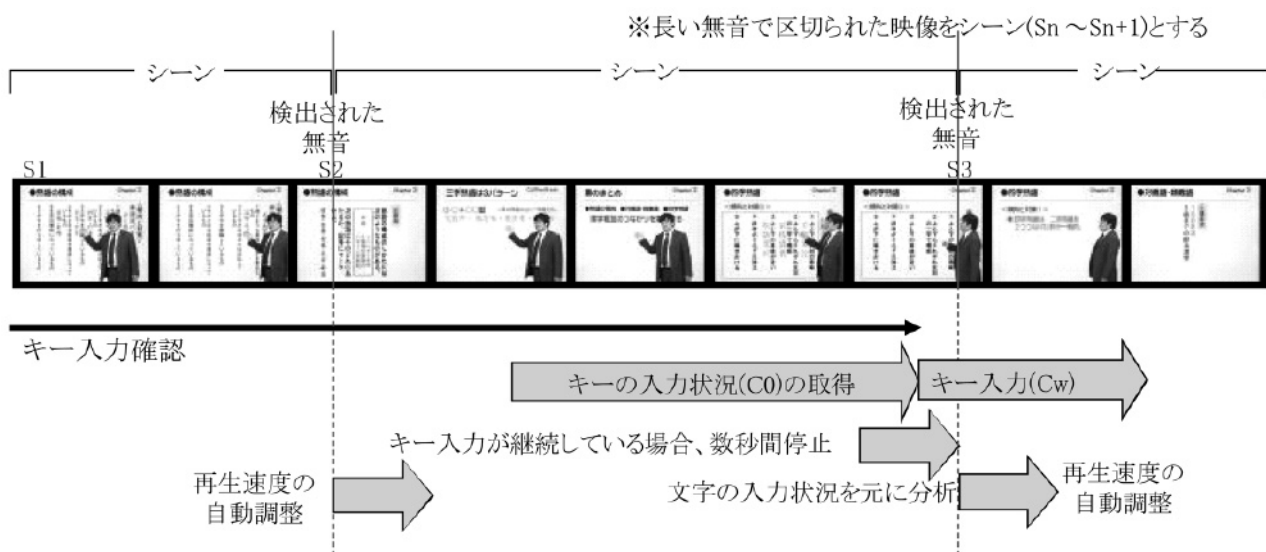


図3 ノート入力のステータス確認と再生速度自動調整

再生速度を変化させる量は、学習者のノートの記述量から判断している。本システムではまず、図3に示すように、動画講義中で講師が途中で間を空けている部分を無音部分として抽出し、無音部分と無音部分に囲まれた部分(図の例ではS1~S2やS2~S3など)に分割する。これをシーンと呼び、各シーンの長さに極端な差異がないように、あらかじめ設定した長さの20%前後の長さで分割される。例えば設定された長さが15秒であれば、12~18秒のシーンに分割される。本システムでは、この1シーン中で入力された文字数と、前シーン(S1~S2)で入力された文字数を比較することによって再生速度を調整する。この比較は、現シーン(S2~S3)で入力された文字数と、前シーンで入力された文字数をそれぞれのシーンの長さで割った毎秒の平均文字入力量で比較を行う。このノート記述量が前シーンよりも20%多くなっていた場合は、より時間をかけて講義を行っているように感じさせるために次シーン(S3~)では速度を5%遅くし、逆に20%少なくなっていた場合は、テンポよく先に進めるために次シーンでは速度を5%速くする。なお図2で見られたように、学習者は速度が速くなることには敏感に反応するため、速度を速める機能は逆にノート執筆を促す効果もあると期待できる。

また、次のシーンに移る際にキー入力が続いている場合は、入力が終わるまで自動的に動画が一時停止する。これは2.2で挙げた講師が学習者のノート取りを待つ状態を疑似的に実現している。

シーンの分割に必要な無音部分は、サーバー上にアップロードした動画ファイルからFFMPEG (<http://ffmpeg.mplayerhq.hu/>)で音声をMP3形式で抽出し、mp3splt (<http://mp3splt.sourceforge.net/>)の無音検出機能を用いて抽出している。

#### 4.3 インタフェースの実装

本システムで実装したインタフェースを図4に示す。画面の左上に動画講義が配置され、その下には10秒に1枚の割合で抽出したサムネイル画像を一覧し、ランダムアクセスを可能にした。

また画面の右側にはノートを執筆するウィンドウを配置した。学習者が閲覧する際の補助として、動画の内容の要点をつかみやすくするため、動画のスクリーンショットと対応させてノートを残せるインタフェースとして設計した。

学習者は動画講義を見ながら対応するノートとして文字を入力し、あらかじめ割り当てられた動画を分割するトリガーとなるキー(例えば改行キーやタブキー)を押すことで分割し、次の静止画像とテキストボックスを表示させることができる。また動画の再生が速すぎて追いつかない場合には、ノート一覧の左側にある画像をクリックすることで前の場面に戻り、該当するシーンを



図4 インタフェース

直すことができる。

以上のステップを繰り返すことで、場面ごとに分割された学習者のノートを、普段の文章を打つペースで作ることができる。

### 5. システムの評価

本システムで設計した、①学習者のノート記述状況に応じて講義再生速度を自動調整する機能と、②場面ごとにノートを書くことで後から該当箇所にジャンプして何度も聞き直すことができる機能それぞれに対し、大学生を対象に評価実験を行った。

#### 5.1 講義再生速度を自動調整する機能の評価

##### 5.1.1 実験の目的とデザイン

本実験の目的は、動画講義を見ながら入力されたノートをもとに動画の再生状態が変化する機能が、ノートの記述量や記述内容に影響を与えるかを確認することである。

コンピュータの基礎的な使い方は理解し、頻繁にコンピュータでメールのやり取りをする15人の大学生被験者に対して、312秒の動画講義を2種類(AとB)用意し、自動再生状態の調整機能を持つインタフェース(I)と、同機能を持たないインタフェース(II)で、ノートを取りながら講義を視聴させた。実験実施時のアンケート調査によれば、15人の学生はノートを普段から取っている人が9人、あまりノートを取らない人が6人である。また普段からコンピュータでノートをとる学生は1人、たまにコンピュータでノートを取る学生は6人、残りの8人は紙にノートを取る学生である。15人の学生は表1のとおり4つのグループに分けている。

インタフェース(I)が持つ自動再生状態の調整機能は、講義をあらかじめ検出した20ヶ所の無音部分で分割し、次の機能によって実現している。

表1 5.1の実験の組み合わせ

人数	1回目		2回目	
	講義	インタフェース	講義	インタフェース
4人	A	(I)	B	(II)
4人	A	(II)	B	(I)
4人	B	(I)	A	(II)
3人	B	(II)	A	(I)

- 分割地点でノートの入力を検出すると再生が一時停止する。
- 一時停止中の動画は、入力が1.5秒途絶えるとその続きから再生される。
- 再生速度は学習者のノートの入力量に応じて80%~120%の範囲の中で、5%刻みで自動調整される。

インタフェース(I), (II)はともにノートの記述をキーボードで行うものとし、それぞれの画面デザインは同一のものを用いている。

本実験では動画講義の一時停止と再生速度調整が内容把握に影響を与えるかどうかを測るため、再生中に前の場面にジャンプする機能や巻き戻しの機能は省いている。

実験では、次の流れでの作業を指示した。

1. 1つ目のインタフェースで講義を視聴
2. ノートを見ながら確認テストの実施
3. アンケートの実施
4. 2つ目のインタフェースで講義を視聴
5. ノートを見ながら確認テストの実施
6. アンケートの実施

### 5.1.2 実験結果

インタフェース(I)では講義は平均して0.94倍(SD=0.09)の速さで再生されており、図5に示されるように再生速度が元の速度より遅くなる場合が多いことがわかる。講義全体の平均視聴時間は420.97秒(SD=28.51)となった。単純に講義を0.94倍の速度で再生すると329.74秒となるが、インタフェース(I)ではシーンの区切りでキー入力があった場合に入力が終わるまで講義を一時停止するため、その影響で大幅に再生時間が延びている。

表2にみられるように、2つの確認テストを比較したところ、インタフェース(II)の平均の方が高くなったが、点数に有意な差は見られなかった( $t(14) = -1.61, p > .10$ )。これは講義を視聴した直後でのテストであったこと、また5分間の講義内容で短かったために、単純な記憶テストになってしまったことが原因として挙げられる。

一方ノートの記述内容を見ると、20の無音で分割された21のシーンで話された内容のうち書き取れた数(意

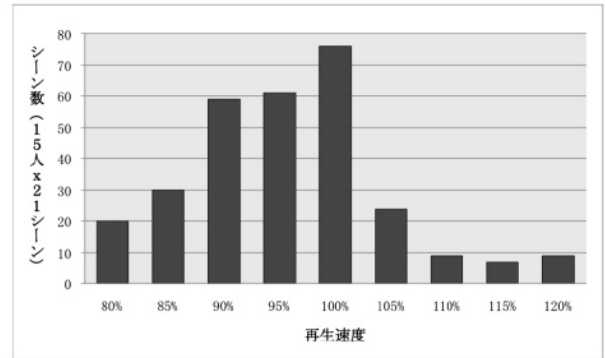


図5 再生速度の分布

味が通じるもののみを抽出した。例えば「Aでは無い」という講義内容の場合、「A」のみを記述した場合は該当しない。)の比較をt検定(両側検定)で検討したところ、インタフェース(I)で該当数が有意に多かった( $t(14) = 2.89, p < .05$ )。さらに講義全体で扱われている本題に沿った12の主要なトピックを抽出し、それぞれのインタフェースで書き取られたトピック数(ノート内に複数回同一のトピックが記述された場合は1つと数える。)の比較をt検定(両側検定)で検討したところ、インタフェース(I)を用いた場合にノートに書き取られたトピック数が有意に高いことがわかった( $t(14) = 3.24, p < .01$ )。また、実際に各インタフェースで書き取られた文字数で比較すると、インタフェース(I)の方で入力量が有意に多いことがわかる( $t(14) = 2.97, p < .05$ )。これは後の復習教材として利用する場合に有効になるといえる。

なお、同じ学生のノートをそれぞれのインタフェースで比較すると、箇条書きにする、キーワードを抜き出す、文章で書くといった特徴は、15人中2人を除いて変わらないものの、インタフェース(II)では先に講義が進んでいくため、文が最後まで終わらず書きかけになっているものが多く見られた。

各インタフェースを使った後の自由記述のアンケートでは、インタフェース(I)を使った8人が入力中に動画が一時停止することでノートが取りやすいとコメントした。一方で、5人は講義がとぎれとぎれになってしまい

表2 5.1の実験結果

	インタフェース(I) (N=15)		インタフェース(II) (N=15)		t-検定(両側)	
	X	SD	X	SD	t	P(T<=t)
点数	3.07	2.19	4.00	2.54	-1.61	0.13
シーン	10.93	4.62	8.40	4.29	2.89	0.01*
トピック	6.87	0.88	5.00	0.68	3.24	0.006**
字数	213.93	88.09	168.40	85.26	2.97	0.01*

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

聞きづらくなってしまったことを、また3人がノートを書いている途中でないにもかかわらず講義が停止することに対する問題点を指摘した。これは、インタフェース(I)が1.5秒ごとにノートの記述量が変化しているかを確認する仕様となっていたためであり、例えば確認した直後に入力を終えた場合、最大で講義が3秒弱停止してしまうことがあったのが原因と考えられる。そのほかに、2名が話す速度の変化について指摘している。またインタフェース(II)を使った後に3人は講義がとぎれとぎれにならない点がインタフェース(I)に比べて良いと指摘していた。

今回の実験で用いた動画は5分間という短い長さであったにも関わらず21のシーンに分割してしまったため、それぞれ1シーンの長さが講義Aで14.3秒、講義Bで14.5秒となり短かった。その影響でノート入力中を検出して再生が一時停止してしまうことが頻繁に発生したことが、アンケートに現れていたといえる。

## 5.2 場面ごとにメモを記述する機能の評価

### 5.2.1 実験の目的とデザイン

本実験の目的は、一方的に配信される動画に対して、学習者自身が場面を分割する機能が、学習者の動画内容の理解を補助するかを確認することである。

コンピュータの基礎的な使い方は理解し、頻繁にコンピュータでメールのやり取りをする大学生被験者22名に対して動画の概要を記述する課題を課した。実証実験では同システムを使った場合と使わなかった場合で2回に分けて実施した。実験は同一の被験者に対して行い、2回目の実験は、1回目を実施した5週間後に行った。1回目22名、2回目19名、双方ともに参加した被験者は17名であった。

実験には8分程度の英語による解説動画を2種類(aとb)用意した。動画の内容を集中して聞き取ってもらうため、音声は英語によるものを用意した。2つの動画のテーマと英語のレベルは近いものを用意している。

1回目の実験では、Windows Media Playerによる動画とMicrosoft Wordを用いて動画の概要をまとめる課題を課し、2回目の実験では、図4で示したのと同様の場面の分割機能とメモ機能を持ったシステムを用意した。なお本実験で用いたシステムには、再生状態の自動調整の機能は省いている。また、動画を視聴した後に、他の学生とノート共有することで、どれだけ動画の内容を理解できたかや達成度を自己確認させ、その結果をもとに個人の作業についてのアンケートを実施している。

実験では、次の流れでの作業を指示した。

■1回目：本システムを利用しないで動画を視聴

1. 30分間で動画(a)を見ながらノートをとる
2. 10分間でノートを他の学生と共有
3. アンケートの実施

■2回目：本システムを利用して動画を視聴

1. 30分間で動画(b)を見ながらノートをとる
2. 10分間でノートを他の学生と共有
3. アンケートの実施

### 5.2.2 実験結果

2回目の実験では場面の分割は平均して9.6行われており、同機能は積極的に用いられていた。その使い方は、まず全体を通してみながら重要な箇所、聞き取れない箇所に簡単なメモを残し、後で見直ししながらノートをまとめていく方法がほとんどであった。なおこの分割数からも、前実験で5分の動画を21シーンに分割していたのは、学習者に違和感を与える原因になっていたことが明らかといえるだろう。

2回目の実験で明らかに見られた点として、1回目は10分間のディスカッションを促しても、まだ話せる内容がなく自身の作業を続けていたのに対し、2回目には、場面分割機能によって動画全体のアウトラインを自分なりに作ることができたため、ディスカッションが活発に行われたことが挙げられる。

また、2回目の実験に参加した19名に対して行った実験後のアンケート調査において、要約執筆がやりやすくなった点を自由記述で記述させたところ、自身による場面の分割によって、詳しくメモを書きたい部分にジャンプして戻れる点が良いと指摘した学生が10人、その結果ノートがとりやすくなったと指摘した学生が11人、またノートを書いた後にレビューがしやすいと指摘した学生が6人いた。

一方で、直前の無音部分に戻って画像が抽出される機能については、7人が違和感を覚えたと言っていた。同機能は利用するかしないかを学習者が指定できるようにしても良いだろう。

## 6. まとめと今後の展望

本研究では、従来教室内の講師と学習者のインタラクションによって行われてきた、学習者に合わせた授業進行や、講義内容の理解確認を、学習者が動画講義を能動的に視聴するためのインタフェースを提供することで実現した。

本稿ではそれぞれの機能について独立して実証実験を行い、①学習者のペースに応じた動画の再生状態の自動調整が、ノートの執筆量や記述された講義内のトピック数において有意な差が認められたことと、②学習者自身によって場面を分割する機能が、講義全体のアウトラインを描く際の支援として有効であり、後に聞き直す際に有効である可能性を報告した。これまでの実験を踏まえて、2つの機能を組み合わせた実験は、講義の長さやシーンの分割数などを考慮した上で今後実施する必要があるだろう。



システム面では5.1.2で指摘があったように、現在の実装ではノートの執筆状況を取得する手法では、講義再生を停止する時間が長くなりすぎる場合があり、修正が必要である。そのほかに考えられる機能追加として、ペン入力を含めキーボード以外の入力方法を提供することや、復習時のノート表示を字幕として講義動画とともに表示する機能などが検討できる。

また、本稿では学習者に対する機能を中心に記述したが、例えば学習者によって動画講義の再生速度が調整されるため、過度に動画として収録されることを意識することなく、自分のペースで講義を行えることや、学習者にとって分かりやすい平均的な再生速度をフィードバックする機能として、講師側にとっても利点がある。さらに、他の学習者が入力したノート情報を時系列上に一覧することで、理解度が高い学習者と低い学習者の講義内容に対する着目点の違いを分析し、講義内容が正確に学習者に伝わっているかを分析する機能を実装できれば、より良い講義を実施する参考となる。

今後は学習履歴の取得と活用も連携させ、対面授業では実現が難しかった講師や学習者へのフィードバック機能の実装も含めて、システムの改善を進めたい。

## 引用文献

Barger, D., Gupta, A., Grudin J., and Sanocki, E. (1999). Annotations for streaming video on the web: System Design and Usage Studies, In Proc. of *Conference on Human Factors in Computing Systems* 1999, 278-279.

Chong, N., and Sosakul, T. (2003). A Framework for Video-centered Discussions on the Web, In Proc. of *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* 2003, 620-626.

坂宮朋基, 林 佑樹, 千代倉弘明 (2003). ワンマン録画可能な講義ビデオ作成システム, 情報処理学会 コンピュータと教育 研究報告, **70**, 17-20.

伊藤清美, 柳沢昌義, 赤堀侃司 (2005). Web教材へ書き込みを可能とするWebMemoシステムの開発と評価, 日本教育工学雑誌, **29**, 491-500.

James, D. and Hunter, J. (2000). A streamlined system for building online presentation archives using SMIL, *ACM International Conference Proceeding Series*, **8**, 145-152.

Kiewra, K.A. (1984). The relationship between notetaking over an extended period and actual course-related achievement, *College Student Journal*, **17**, 381-385.

Kobayashi, K. (2006). Conditional effects of interventions in note-taking procedures on learning: A meta-analysis, *Japanese Psychological Research*, **48**, 109-114.

Li, F.C., Gupta, A., Sanocki, E., He, L., and Rui, Y. (2000). Browsing Digital Video, In Proc. of *the CHI 2000 Conference on Human factors in computing systems*, 169-176.

Liu, T. and Kender, J.R. (2004). Lecture videos for e-learning: current research and challenges, In Proc. of *IEEE Sixth*

*International Symposium on Multimedia Software Engineering*, 574-578.

松田岳士, 本名信行, 加藤 浩 (2006). eメンタリングガイドラインの形成とその評価, 日本教育工学会論文誌, **29**, 239-250.

Meng, P. (2005). Podcasting and Vodcasting: A White Paper, 2005年4月13日  
 〈[http://edmarketing.apple.com/adcinstitute/wp-content/Missouri\\_Podcasting\\_White\\_Paper.pdf](http://edmarketing.apple.com/adcinstitute/wp-content/Missouri_Podcasting_White_Paper.pdf)〉(2008年8月25日)

Moore, M.G. (1989). Editorial: three types of interaction, *The American Journal of Distance Education*, **3**, 1-6.

中村亮太, 井上亮文, 市村 哲, 岡田謙一, 松下 温 (2006). Ghost-Tutor: 個人の学習ペースを考慮した学習支援システム, 情報処理学会論文誌, **47**, 2099-2106.

西森年寿, 中原 淳, 望月俊男, 松河秀哉, 八重樫文, 久松慎一, 山内祐平, 鈴木真理子, 永田智子 (2004). 高等教育の教室の授業と連携したe-Learning環境構築支援システムの開発と実践: 多様な参加形態と公開に着目して, 日本教育工学会論文誌, **27**, 9-12.

大川恵子, 伊集院百合, 村井 純 (1999). School of Internet - インターネット上のインターネット学科の構築, 情報処理学会学会誌, **40**, 3801-3810.

Rosenberg, M.J. (2001). *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, McGraw-Hill, Ohio, USA.

Ruocco, A. and Jansen, B.J. (1998). Digital Video in Education, In Proc. of *the 13th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 122-126.

Ryan, W.F. (1996). The Effectiveness of Traditional vs. Audio-graphics Delivery in Senior High Advanced Mathematics Course, *Journal of Distance Education*, **11**, 45-55.

Setzer, V. (2001). Electronic Media and Education: Television, video game and computer, 2001年10月23日  
 〈<http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/electr-media.html>〉(2008年8月25日).

重田和弘 (2004). 適切な音声提示速度とアニメーション速度の検討, 日本教育工学会第20回大会講演論文集, 905-907.

Spoerri, A. (2002). How to make audio/video as easy to use and share as text, In Proc. of *the American Society for Information Science and Technology*, **39**, 270-278.

Titsworth, S.B. (2004). Students' notetaking: the effects of teacher immediacy and clarity, *Communication Education*, **53**, 305-320.

筒井美紀 (2006). ノートを取る学生は授業を理解しているのか? -〈大事なところは色を変えて板書してほしい=83%〉を前にして-, 京都女子大学現代社会研究, **9**, 5-21.

渡辺恵子 (2007). 初等中等教育におけるeラーニングの役割と機能~アメリカ州運営バーチャルスクールを例として~, 国立教育政策研究所紀要, **136**, 137-145.

Ward, N. and Tatsukawa, H. (2003). Software for Taking Notes in Class, In Proc. of *Frontiers in Education Conference*, **3** 2-8.

Wilcox, L.D., Schilit, B. N. and Sawhney N. (1997). Dymomite: a dynamically organized ink and audio notebook, In Proc. of

*the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* 1997, 186-193.

谷内正裕, 飯沼瑞穂 (2005). 映像資料から画像を抽出する英語 e-Learning 教材の実装, 日本教育工学会 第21回大会講演論文集, 609-610.

Yachi, M. and Murai, J. (2007). An active viewing system to utilize streaming video for education, In Proc. of *the 2007 International Symposium on Applications and the Internet*, 2007, 38-41.

湯澤太郎, 古川功一, 榎本竜二, 網代 剛 (2003). 情報教育実践のための学校向け e-Learning 支援, 平成15年度 E スクエア・アドバンス IT 活用教育推進プロジェクト成果報告書 第9章, 財団法人コンピュータ教育開発センター.

横井隆雄, 桐井孝嘉, 藤吉弘亘 (2006). 講義イベント検出に基づく短縮講義ビデオの自動生成, 第12回画像センシングシンポジウム予稿集, 535-540.

米川 輝, 立花綱治, 相田達也, 若原裕範, 岩月正見 (2005).

通常教室における講義のデジタルコンテンツ自動作成システムの試作, メディア教育研究, **1**, 83-90.

吉田 文 (2007). 海外の高等教育における e-Learning の展開と課題, 情報管理, **50**, 410-417.

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R.O., and Nunamaker Jr., J.F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness, *Information & Management*, **43**, 15-27.



やち まさひろ  
谷内 正裕

2004年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。同大学院後期博士過程に進学。同大学COE研究員(RA)を経て、現在ベネッセ教育研究開発センター研究員、教育テスト研究センター研究員、慶應義塾大学外国語教育研究センターRA、千葉商科大学政策情報学部非常勤講師。研究分野はメディアやネットワークを活用した教育。日本教育工学会、Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)、コンピュータ利用教育協議会 (CIEC) 各会員。

## A Lecture Video Player with Automatic Playback Status Adjustment Based on Learners' Note Taking

Masahiro Yachi

This research proposes a streaming lecture video player with note taking interface. Although online lecture video contents that archive lectures and classes and deliver through the network are commonly available these days, the lack of interaction between lecturer and learners has been often discussed. This interface focuses on the interaction between learners and contents as its substitution. The interface provides the following functions; (1) automatically adjusts the playback status of the video by analyzing learners' note taking, and (2) enables learners to divide the lecture while listening to the lecture, for review. Throughout the experiments, we found that playback status adjustment enables learners to write more notes and covers more topics of the lecture, and lecture dividing function supports learners to draw an overview of the lecture to review and rearrange their notes.

### Keywords

Lecture Video, Interface, Note Taking, Video Playback Status, Review Material