

# ハイビジョン講義アーカイブを中心とした E-learning 環境の構築

亀田 能成<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学 システム情報系 〒305-0044 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: <sup>†</sup> kameda@iit.tsukuba.ac.jp

**あらまし** 板書とスライド利用を中心とするスクール形式の大学講義を、ハイビジョン画質の講義アーカイブとして蓄積し再利用する E-learning 環境構築の取り組みを我々は行ってきている。2009年度から本格化させた実証実験は2年半を越え現在も継続中である。本稿では、100回の講義回数を越え、200時間超に及ぶ講義アーカイブに対する視聴記録からわかってきた本提案システムの効用と実利用での傾向について報告する。

**キーワード** フルハイビジョン、HDTV、ストリーミング、対面型講義、ユーザスタディ

## An E-Learning Environment Establishment Based on HD Video Lecture Archive

Yoshinari KAMEDA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> University of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki, 3050044, Japan

E-mail: <sup>†</sup> kameda@iit.tsukuba.ac.jp

**Abstract** We have been engaging a new E-learning environment by which lectures given with blackboard and/or slides are recorded in HDTV quality and they are served as digital streaming content. Our preliminary system has been working for more than 2 and half years since 2009 and still in operation now. In this paper, the validity of the proposed e-learning system is examined through the access log analysis of more than 200 hours of 100 lectures and over.

**Keyword** Full HD video, HDTV, Streaming, Lecture style, User study

### 1. はじめに

板書やスクリーンを用いた対面型の講義は、大学における最も一般的な形態の1つである。この対面型講義の内容をデジタルコンテンツ化して E-learning に利用可能な形にしていくことができれば、教育機会が拡大し教育の質の向上に貢献できる。この傾向は全世界なトレンドであり、例えば高等教育機関による積極的に講義公開[1]でも、サポートされている講義の大半はこの対面型講義である。対面型講義に関しては、アーカイブの品質を向上させるために、学術的にこれまでも様々な取り組みがなされてきている[2][3][4][5][6]が、運用の側面まで踏み込んだ議論はまだ少ないのが現状である。

我々は、対面型講義について、講義者、受講者、運用者の三者にとってそれぞれ利点の多いハイビジョン講義アーカイブシステムを提案[7]し、2009年度以降、試験的に運用を行ってきた。本稿では、2年半に渡る運用を通して明らかになってきたハイビジョン講義アーカイブの効果を検証し、教育に対する効用と今後の改善方法について議論する。

### 2. ハイビジョン講義アーカイブの概要

本稿で用いるハイビジョン講義システム[7]は、講義者・受講者・運用者のいずれにも運用上の負担を最小限にする配慮がなされているのが特徴である。

まず、講義者は、講義前や講義中に準備や注意を払う必要がないので、アーカイブに対する負担の増加は最小限である。講義者に求められるのは、黒板やスクリーンなどの講義版[7]の前で授業を行うことと、マイクを装着することだけである。教室にいる受講者にとっては、受講席エリアに設置されたカメラに気づく他は、通常と同じように対面型講義を受けられるので、こちらもアーカイブ化にあたっての負担は小さい。アーカイブを利用する場合も、Windows Vista以降に標準装備されている Windows Media Player を利用するだけであり、やはり負担は少ない。運用者の仕事は、カメラを受講者エリアに設置することと、収録後に映像ファイルの加工をすること、PC 1台で賄われる通常の www サーバに加工した映像ファイルを upload することだけである。ソフトウェアはオープンソースで全て対応でき、ハードウェアも通常の PC 程度の能力で済むため、必要な労力・コストは共に多く

の教育機関で十分に負担可能であると考えられる。

これに対して、アーカイブ利用者が受けられる利点は大きい。ハイビジョン解像度で視聴することで、利用者は、教室であれば講義版から5m程度の距離に着席したときとほぼ同じ状況を楽しむことができる。これは本学の多くの教室では前から数列目までの受講席に相当し、板書を鮮明に読み取ってノートを取ることができる状況に相当する[7]。視聴に当たって必要なネットワーク帯域も通常で2Mbps、動きを簡略化した版の視聴ならば500Kbps以下でよい。表1に本システムが提供する2種類の映像品質を示す。

表1：映像品質

モード	MG	SG
横[pixel]	1920	1920
縦[pixel]	1080	1080
FPS	29.97	1.00
video bit-rate	2.0Mbps	400Kbps
audio bit-rate	128Kbps	128Kbps

### 3. 講義アーカイブの対象

本方式による本講義アーカイブは、PC1台をサーバとして、2009年度から筑波大学学生に対する供用を開始し、現時点で2年半分の講義を蓄積している。収録はいずれも通常の大学の授業中にアーカイブ撮影用カメラを持ち込んで行い、収録後1～6日程度でファイル加工して公開する。なお、2009年度は公開に当たって無条件利用可能な範囲を筑波大学学内ネットワークに限定し、外部からのアクセスに際してはパスワードを用いる形式を用いていたが、2010年度からは制限を撤廃して運用している。

表2（末尾）に対象とした講義の一覧を示す。年度に複数年度表記がある場合は、同じ講義が複数年開催され収録されたことを示す。評価欄はアーカイブ対象の講義分についての評価方法を示す。実際には機材の都合や他の制約によって必ず記載の週すべてにおいてアーカイブが行われたわけではないため、実際の収録回数と総時間を表3に示す。

表3：アーカイブ講義実数と総時間

年度	収録回数	総時間[h]
2009	37	65.2
2010	38	75.6
2011	35	60.7

### 4. 講義アーカイブの利用状況

本節では、2009年4月1日～2011年10月20日までのアクセス記録をもとに解析を行った結果を報告する。

#### 4.1. アクセス数の推移

当該期間中のMGとSG品質のビデオに対する有効アクセスは66576回あった。図1から図3に、200

9年度、2010年度、2011年度のアクセス状況（図中の「開始数」）を示す。これは、アクセス状況を一日単位で集計して折れ線グラフにしたものである。横軸が1年に相当する。

本学は3学期制のため、1学期の期末試験が6月末から7月初頭に行われる。表2の通り、情報処理は試験により評価がされるため、試験日が近づくにつれて、講義アーカイブによる復習が急激に増えている。また、1学期後半になるにつれて、データ構造とアルゴリズムの講義アーカイブの視聴が増加傾向となる。これは、課題提出に合わせて、板書による講義内容を学生が確認しているためと考えることができる。

なお、2009年10月19日に大きなアクセスを記録しているが、これはこの日の計算機序論2の講義をアーカイブに事前に準備し、本学計算機室から各学生に講義アーカイブ視聴させることで講義を実施したためである。このような小規模の講義アーカイブではこの状況がほぼシステム負荷の上限であると考えられるが、大きなトラブルなく運用できることが示された。

本システムでは、映像ファイルを通常のファイルとして送信するため、1つの映像ファイルについて映像を最初から最後まで視聴したことを直接確認することはできない。そのため、wwwサーバのログのステータスコードによって推測する。図1～図3中で、開始数は新規の映像ファイルへの新規要求(status code 200 / “OK”)、総数とはその新規要求に同一ファイルへの継続要求(status code 206 / “Partial Content”)も加えたアクセス数の合計である。開始数に対して総数が離れるほど、利用者が何らかの理由で継続要求を改めてサーバにリクエストしていると推測することができる。この原因の一つとして、サーバ過負荷による接続切断が考えられるが、アクセスログを解析すると、サーバの負荷（同時アクセス数）と継続要求との間に強い相関は見られなかった。このため、継続要求の原因はユーザ側にあることが多いと考えられる。

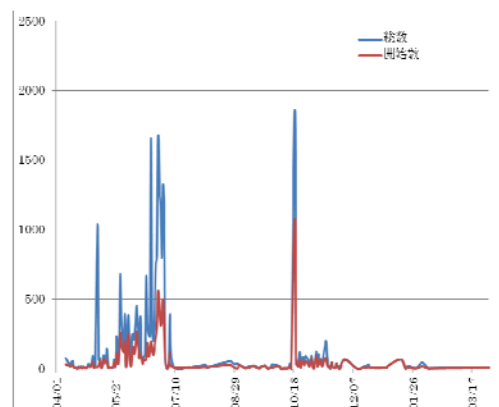


図1：2009年度のアクセスログ

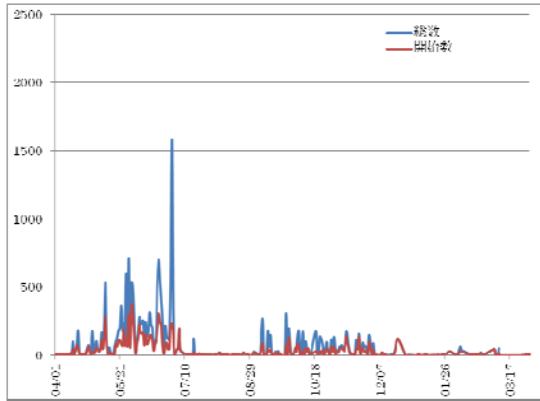


図 2 : 2010 年度のアクセスログ

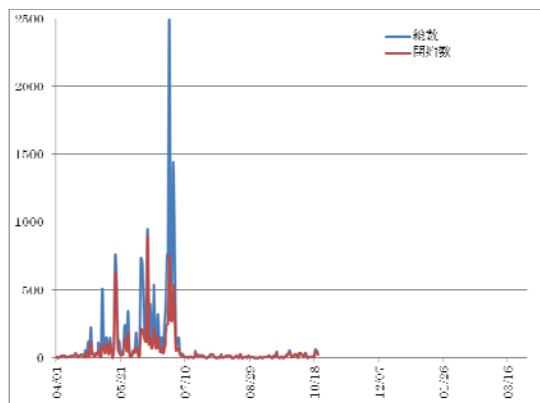


図 3 : 2011 年度のアクセスログ

なお、講義アーカイブの映像は、最大 10 分で区切って準備される。このため、1 回の講義が 150 分だとすると、その全てを見るためには、15 回のアクセスが必要になる。1 アクセスが 1 講義分に相当するわけではないことには注意されたい。

#### 4.2. 映像品質の選択

本講義アーカイブシステムでは、同じ講義に対して、MG 品質と SG 品質の 2 種類を用意している。表 4 に、利用者がどちらの映像品質を選択したかを調べた結果を示す。MG が過半数を占めるが、1FPS に過ぎない SG も全体の 1/3 を占め、講義アーカイブ視聴においては、SG も受け入れられていることがわかる。

なお、それぞれの品質に対する継続要求数を調べ、新規要求数で割った値を継続要求発生比率としてその値を求めた。新規要求で視聴を開始して、問題なく中断することなく最後まで視聴を続ければ継続要求発生比率は 0 となる。MG のほうが SG に比べて高い値を示しているが、どちらも 1 前後の値を示しており、これは比較的高い数字と言える。現在は全ての映像は 1 本あたり最大で 10 分としている。この 10 分に対して、ネットワーク品質として問題が発生して中断しているのか、ユーザが 10 分連続での視聴をやめて中断してい

るのか、原因を今後調べていくことによって、視聴の状況改善につなげていくことができよう。

表 4 : 映像品質の選択

品質	MG	SG
新規要求 [数]	19811	10642
新規要求 [%]	65.1%	34.9%
継続要求 [数]	27286	8837
継続要求発生比率	1.38	0.83

#### 4.3. アクセス元

本講義アーカイブシステムでは、視聴に当たって認証を行っていないので、直接各個人を特定した形での解析はできない。アクセス元の IP アドレス単位で集計を行うと、当該期間全体でユニーク IP 数は丁度 1000 であった。アクセス数でユニーク IP をソートして上位から 100 個を並べた結果を図 4 に示す。このうち、最上位 5 つは全て学内の計算機室等のゲートウェイの外部アドレスであり、この 5 つだけで総アクセス数の 40.63% を占めた。さらに、他の筑波大学内の IP アドレスを全て加えると、学内からのアクセス数が 66.33% を占めた。このことから、多くの学生は大学内で講義アーカイブを視聴していることが伺える。

なお、通常のウェブページアクセスでは大きな比率を占めるクローラーは、講義アーカイブビデオに対してはアクセスが少なく、今回のログ中で最大手の Google のクローラーでも総アクセス数の 2.34% に過ぎなかった。

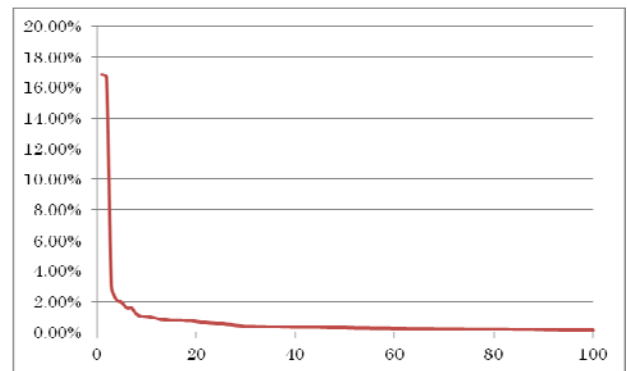


図 4 : アクセス頻度の高いアクセス元が総アクセス数に占める比率

#### 4.4. 利用時間帯

次に、新規アクセス数（開始数）の時間帯別分布状況を図 5 に示す。これは 1 日を 1 時間ごとに分け、1 時間毎に記録された開始数を全開始数で割って比率で示したものであり、横軸が時間となる。図を見て分かる通り、朝 6 時を下限のピークとして、昼へ向けて開

始数が増加し、午後3時にピークを迎え、あとは緩やかに減少しながらも深夜まで利用が続く。これは、4.2節での考察から学生の多くが講義アーカイブを学内で視聴していると考えられるため、講義が終わった後の時間を利用していることを暗示している（本学の計算機室の多くは24時間開室である）。

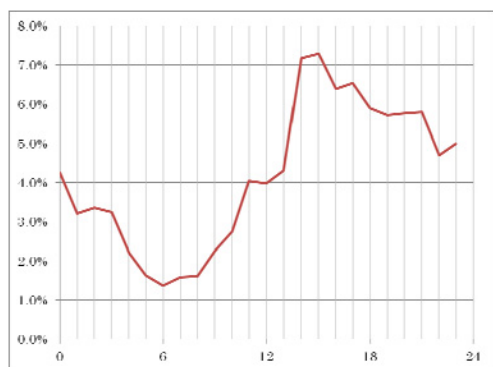


図4：時間帯別のアクセス状況

## 5. おわりに

本稿では、我々が提案してきたハイビジョン講義アーカイブシステムについて、2年半の運用記録を解析し報告した。本システムは、導入費用はハードウェアベースで安価[7]で、有償ではないソフトウェアのみを利用しているが、その効果はアクセス数からすれば十分なほど得られていることがわかる。

明白な課題は、教育効果に対する貢献の有無である。本講義アーカイブシステムの導入が、各受講生の学力向上に寄与したかどうかを調査することが最終目標であるが、その性質上、対照実験を行うことが難しいため、これについては今後方法論について検討する。

もう一つの効用評価の指標として、利用者に対する主観評価を含んだアンケートを実施することが考えられる。これについては幾つかの科目で実施したが、公

正な評価をするに足るサンプル数を集められなかったため、本稿では取り上げなかった。こちらについては、今後アンケート方式を改めて、報告できるように努力して行く予定である。

## 文 献

- [1] “Academy Earth: Online Courses | Academic Video Lectures – Online Courses from the world’s top scholars”, <http://academicearth.org/>, 2008-.
- [2] 先山, 大野, 椋木, 池田, "遠隔講義における講義状況に応じた送信映像選択", 信学論 Vol.J84-D2, No.2, pp.248-257, 2001.
- [3] 大西, 村上, 福永, "状況理解と映像評価に基づく講義の知的自動撮影", 信学会論 Vol.J85-D2, No.4, pp.594-603, 2002.
- [4] 西口, 亀田, 角所, 美濃, "大学における実運用のための講義自動アーカイブシステムの開発", 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J88-D2, No.3, pp.530-540, 2005.
- [5] 丸谷, 杉本, 角所, 美濃, "講師行動の統計的性質に基づいた講義撮影のための講義状況の認識", 信学会論 Vol.J90-D, No.10, pp.2775-2786, 2007.
- [6] 八重樫, 谷川, 守屋, 玉田, 神澤, 三好, 相場, "講義コンテンツ自動生成システムの開発", 信学会論 Vol.J91-D, No.12, pp.2819-2832, 2008.
- [7] 亀田 能成, “ハイビジョン時代の講義アーカイブに向けた取り組み – 教室での講義コンテンツ化 –”, 第5回デジタルコンテンツシンポジウム (DCS2009), 6 pages, 2009.

表1：アーカイブ対象講義

科目名	学期	学年	週数	受講者概数	年度(20xx)	講義板	評定
情報処理(講義)	1	1	10	70	09,10,11	スライド	試験
知的なシステムを作る※	1	1	2	90	09,10,11	スライド	レポート
専門英語 I	1	2	10	35	11	口頭	試験
計算機序論 2	2	2	5	80	09,10,11	PC画面	課題提出
データ構造とアルゴリズム	1	3	10	70	09,10,11	黒板	課題提出
パターン認識特論	2	M	5	40	09,10,11	主に黒板	課題提出
映像メディア工学	2	M	5	55	10	スライド	課題提出

※「知的なシステムを作る」のみ75分授業。他は全て75分連続2コマが1回（1週）の授業単位。