

ストリーミング方式によるオンデマンド教育に関する研究

木村 昭穂*・尾崎 康弘**・和田 敬世***

A Study on the On-Demand Education by the Streaming Method

Akio KIMURA*, Yasuhiro OZAKI** and Takayo WADA***

Abstract

This paper presents a basic system construction and educational contents' preparation for the on-demand education by the streaming method. It is explained that an on-demand delivery by the streaming method is suitable for the education through Internet. Some points to be wanted are described in making note type contents and moving image contents. It is described that the teaching effectiveness can be expected in adopting the note type contents and the moving image contents by an on-demand delivery.

Keywords: Streaming method, On-demand education, Note type contents, Moving image contents

1. はじめに

インターネットの高速化によりコンピュータによるコミュニケーションや、携帯電話・PHSのモバイルコミュニケーションの急激な発展は、情報通信の状況を大きく変えつつある。学生の就職活動においては就職の応募方法が、webによるエントリーが一般的となっている。多くの人々に情報技術（IT）が求められつつある。そして、インターネットの上に「知」を求めて探す人々が増えている。コンピュータがありネットワークに接続されているだけで、インターネットの上の「知」から色々なことを、何時でも、どこでも学ぶことが可能になっている。インターネットによるコミュニケーションは、情報社会の生活文化を変えつつある。そのような社会状況において教育の現場では、ゆとり教育世代の学生が加わり学生の多様性がますます

拡大し大きな問題となっている。特に学習意欲の少ない学生の増加が問題となっている。このような学生への対策が教育課題となり取り上げられ、学力向上を目指して取り組まれている。多様化が著しい学力下位の学生に過度の支援を実施することには、大きな労力と時間が必要である。学生にやる気を出させる事が大切なことである。また、やる気のある学生の学力上位学生を適切に教育することも大切である。多様性に富んだ学生を対象とする教育方法として、インターネットを用いた教育方法を取り入れることも一方法である。

インターネットを用いた教育方法として、ストリーミング方式によるオンデマンド教育^{(1)~(3)}の試みがなされている。オンデマンド配信ではデータをダウンロードしながら再生するので、受講者のコンピュータに負担が掛らないという利点がある。オンデマンド配信の場合、Webサーバにデータがあると受講者は、自分の好きな時間に利用できる。そこで、ストリーミング方式によるオンデマンド教育のための基本的なシステム構築と、特定の科目の教育用コン

平成 20 年 12 月 15 日受理

* 感性デザイン学科・准教授

** 東北女子大学・教授

*** 感性デザイン学科・准教授

テンツを作成しました，教育用コンテンツの作成にあたって，考慮すべき点を述べたものである。

2. オンデマンド配信による教育

インターネットの利用環境は光ネットワークの普及により高速通信が可能になり，インターネットでの映像や動画，サウンドデータを視聴できるようになった。こうした映像や動画，サウンドデータを視聴するためのテクノロジーをストリーミング方式と呼んでいる。ストリーミング方式にはオンデマンド配信とライブ配信がある。オンデマンド配信は視聴者の要求に応じてデータを配信するシステムである。また，ライブ配信はリアルタイム的な配信である。

本研究のインターネットを利用した教育方法では，視聴者の要求に応じてデータを配信目的としているので，オンデマンド配信を用いた。以下，オンデマンド教育の利点，オンデマンド配信と通信，オンデマンド配信のデータ作成の流れ，オンデマンド配信のシステム構成，オンデマンド配信の目的について述べる。

2.1 オンデマンド教育の利点

学生が大学生活を営んでいる中で，やむおえない事情による講義の欠席や，大事な部分を書き忘れたのもう一度学習したい，また演習や実技・実習形式の講義では，解析や作業手順の復習や予習をしたいという場合等がある。このような場合，インターネットを用いたノート形式コンテンツや動画配信による学習教材があると，学習したい学生にとっては大きな手助けとなり学習意欲の喚起と学力向上につながると思われる。動画配信の場合直接ファイルをダウンロード形式にすると，ファイルのサイズが大きいため，パソコンにダウンロードするまでに時間が掛るなど問題点がある。ばあいによっては数十分と時間がかかり，ダウンロードするだけで時間を要し，時間に間に合わない等，時間を有効に活用することができない。また，コン

ピュータのディスク容量不足により，ダウンロードができない場合がある。さらに，受講者がファイルダウンロード終了後にファイルを再生しなければならないことや，受講者のパソコンのディスク容量を占めるなど負担をかける。

ストリーミング方式を利用した学習では，映像や動画データを受信を開始すると，データがダウンロードとほぼ同時に再生されるので，受講者の負担を軽減できる。ストリーミング方式によるオンデマンド配信は，ダウンロードから再生まで時間が掛らないので時間の効率的な活用ができる。

オンデマンド配信の利点を，以下に示す。

- ・ダウンロードが終了するまで待たずに再生可能。
- ・通信速度を気にしないで再生できる。
- ・リアルタイムで配信できる。
- ・多くのユーザが同時に視聴可能である。
- ・映像のコピーがされにくい。

2.2 オンデマンド配信と通信

オンデマンド配信はデータをダウンロードしながら同時に再生するのが大きな特徴である。再生するデータがある一定量ためて再生する「バッファリング」方式を利用しているので動画配信に適している。光通信などの整備による100 Mbps のブロードバンド環境下であると，オンデマンド配信のメリットを十分に活かすことができる。オンデマンド配信は，映像データや音声データをストリーミング方式に対応したWebサーバにデータを保存して置き，ユーザの要求に応じて配信するというシステムである。

2.3 オンデマンド配信のデータ作成の流れ

図1にオンデマンド配信のためのデータ作成・編集，配信までの流れを示したものである。コンテンツ作成 PC で Word や Power Point，ビデオカメラで撮った映像のコンテンツを作成する。次に Power Point やビデオカメラで撮った映像を，ストリーミング配信用のデータに変換

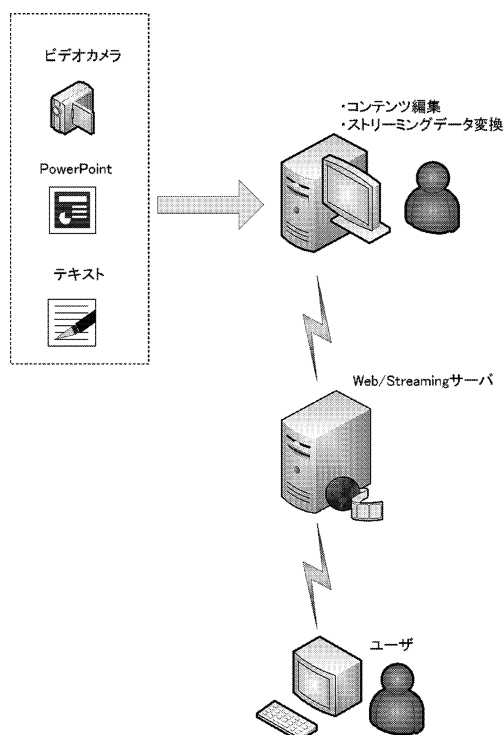


図1 オンデマンド配信の流れ

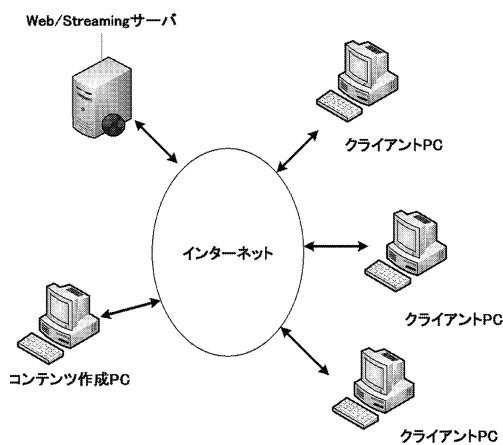


図2 システム構成

しなければならない。変換するアプリケーションソフトとしてEZプレゼンターとVideo Studioを用いた。これらのアプリケーションソフトでストリーミング配信のための動画像に編

集する。Video Studioで編集した動画データはMPEG形式であるのでWindows Media エンコーダでストリーミングデータに変換することが必要である。Windows Media エンコーダは、AVI形式ファイルやMPEGファイルといった映像ファイルをWMV形式に変換するためのソフトである。MicrosoftのWebサイトから無料でダウンロードできるので使用した。また、ストリーミング配信を行うには、ストリーミング配信ソフトが必要であるので、Webサーバに「Apache」をダウンロードして利用した。オンデマンド配信による教育では、画一的に教育するのではなく、学生の適性にあった教育方法を導入することが大切である。このためには、同じ教育内容について学生の多様性に適合するような何種類かのコンテンツを用意し、レベルにあった内容の学習ができることが望ましい。このようなマルチメディアを用いた教育用コンテンツの作成は、効果的な一手段である。特に、インターネットを利用したeラーニングが有効な方法であると考えられる。

2.4 オンデマンド配信のシステム構成

ストリーミング方式によるオンデマンド配信のためのシステム構成を図2に示した。図から分かるようにオンデマンド配信のためのWeb/Streamingサーバ⁽⁴⁾⁽⁵⁾、クライアントPC（動作確認・学生用）は、学内LANに接続されている。

Web/Streamingサーバでは、学習用映像、動画、音声コンテンツやHTMLコンテンツを蓄えて置き、必要に応じて講義用コンテンツを配信する。

コンテンツ作成PCでは、学習用映像、動画、音声コンテンツやHTMLによる講義用コンテンツを作成する。また、コンテンツやホームページを更新した場合に、サーバにアップロードするための作業用コンピュータである。サーバへのアップロードはFTP（フリーソフト）を用いた。

Webサーバ、クライアントPCは学内専用

表1 ハードウェア

	Web/Streaming サーバ	コンテンツ作成・ クライアント PC
CPU	Xeon プロセッ サ (2.80 BGHz)	Pentium R4 (3.2 GHz)
メモリ容量	4 GB	1.5 GB
ハードディスク	879 GB	120 GB

表2 ソフトウェア

	Web/Streaming サーバ	コンテンツ作成・クライ アント PC (動作確認用)
OS	Windows 2003 Server	Windows XP, Vista
開発ソフト 環境	Apache	<ul style="list-style-type: none"> • Office 2007 • Dreamweaver 8 • Video Studio • FTP • EZ プレゼンテータ
ブラウザ	Web ブラウザ (Internet Explorer)	Web ブラウザ (Internet Explorer)

として想定しているため、学外からのアクセスを禁止している。しかし、本大学内のネットワーク環境下での PC からの利用は問題なくアクセス可能である。オンデマンド配信のためのハードウェア構成を表1に示した。

表2は、オンデマンド配信に用いたソフトウェアを示したものである。Web/Streamingサーバの OS には Windows 2003 Server を、開発ソフト環境として Apache を用いた。コンテンツ作成・クライアント PC (動作確認・学生用)の OS には Windows XP, Vista を、開発ソフト環境として Office 2007, Dreamweaver 8, Video Studio, FTP, EZ プレゼンテータを用いた。

2.5 オンデマンド配信の目的

オンデマンド配信の目的は、多様化が著しい学生に対する学力向上のために開発を行っている。具体的には、教育への e-ラーニングの導入である。この教育方法の主な利点を以下に示す。

- ① 「いつでも」・「どこでも」・「好きなだけ」

学習ができる。

- ② 授業を欠席した学生でも学習ができる。
- ③ 予習復習が可能である。
- ④ 多くの学生が利用できる。この方法は通常の授業はもとより、補習授業、リメディアル授業、グレード別授業にも利用できる。

3. コンテンツ作成について

ストリーミング方式によるオンデマンド教育のためのホームページの流れを図3に示した。ホームページは、TOP ページ、コース選択ページ、動画学習選択ページ、ノート形式コンテンツ選択ページ、動画学習ページ、コンテンツページより構成されている。TOP ページより動画配信、ノート形式コンテンツのいずれかを選択すると、それぞれの学習ページを閲覧することができる。動画学習選択ページでは、動画を用いた科目のコンテンツが選択できる。コンテンツ選択ページでは、ノート形式のコンテンツの科目を選択できる。

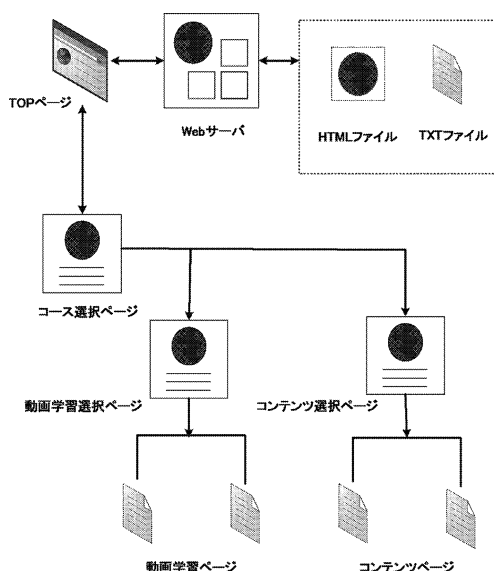


図3 Web ページ構成図

3.1 コンテンツページの留意点

TOP ページで講義科目を選択すると、その講義回数と講義メニューが表示される。コンテンツは、ノート代わりに使用したい人のために作成したものである。ノート形式コンテンツは、HTML で表示した。講義内容の概要を電子ファイル (PDF) による配布にすると、ファイルをダウンロードした後、Acrobat Reader などを用いて表示しなければならないので手間が掛る。そこで、できるだけ受講者に負担が掛るのを避けるためである。また、パソコン(PC)やソフトの操作に慣れていないと閲覧しにくいと利用者に敬遠されがちになる。HTML 上での操作は、マウスによるクリック操作で対処できるようにつとめてある。誰でもが気軽に学習できることが肝要である。また、表示や配布内容については著作権の問題があるので、十分に気を付けなければならないという点がある。参考文献表示をして対処すること等が必要である。

3.2 動画コンテンツの留意点

動画配信はオンデマンド方式であるので、配信から再生までの時間が 10 秒から 30 秒位で再生され、時間の有効活用ができる。動画は音声配信になっており、コンテンツ理解の手助けとなる。動画配信で配信されるコンテンツの時間は 10 分から 15 分をとっている。経験的に人が集中して飽きずに学習できる時間が 15 分ぐらいとされているからである。

動画コンテンツ作成の留意点を以下に示す。

- ① 15 分程度の授業内容に合ったコンテンツを作成する。
- ② このコンテンツをストリーミング・サーバに蓄える。
- ③ サーバから、各クライアントに配信してオンデマンド教育を実施する。

ここで使用するコンテンツは、計算問題を解かせるドリル式ではなく、講義内容や定理、定義等の動画、音声、静止画、文字を併用した映

像である。このコンテンツの視聴は、LAN に接続された学内のパソコンから利用できる。ただし、クライアント PC には Windows Media Player や Real Player といったソフトウェアが必要である。

4. ノート形式コンテンツ作成例

ノート形式コンテンツ作成例として数値解析について行ったので示す。

図 4 は、ノート形式コンテンツの例として数値解析の講義メニューを示したものである。左サイドバーの項目数値解析を選択すると、図のような講義内容のメニューが表示される。ノート形式コンテンツでは訪問者が迷わないように、形式に統一性を持たしてある。ここで回数は、講義回数を表しており、講義回数、講義メニューの選択より希望の講義ノートを見ることができるようになっている。

図 5 は、ニュートン・ラプソン法⁽⁶⁾⁽⁷⁾ による解の求め方を表示したものである。近似解が図に示すように求められることを示したものである。ノート形式コンテンツは図解などを取り入れてある。

図 6 は、 $f(x)=x^2-2=0$ の根を求める問題

数値解析分学 2	科目名: 数値解析
数値解析	回数
その他	数値解析目次
講義科目(文章・ノート形式)	連立一次方程式の解法
■ リテラシー I	1 ニュートン・ラプソン法
■ リテラシー II	2 ガウス・ジョルダンの消去法
■ 基礎情報科目	3 ガウス・ジョルダンの反復法
■ 線形代数 1	4 コレスキー法
■ 線形代数 2	5 最小二乗法
■ 数値解析分学 1	6 補間法
■ 数値解析分学 2	7 三次補間多項式
■ 数値解析	8 ラグランジュ補間法
その他	9 スプライン補間法
学生支援	数値解析
地域紹介	10 行列公式
就職指導	11 シンボリック公式
資格指導	12 ロンバーク積分法
その他	微分方程式
	13 オイラー法
	14 ルンゲ・クッタ法
	15 ルンゲ・クッタ・ギルデ法

図 4 文書コンテンツ項目

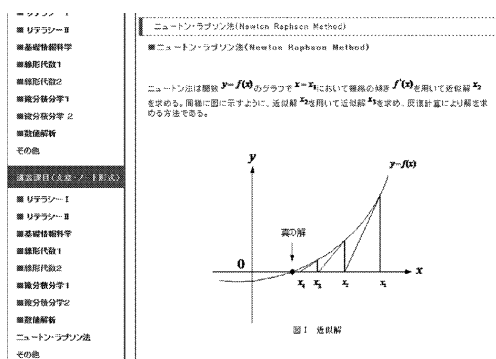


図5 ニュートン・ラプソン法コンテンツ

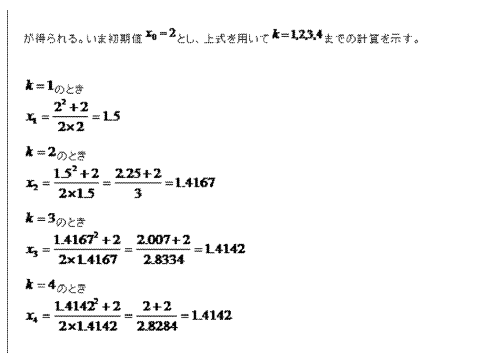
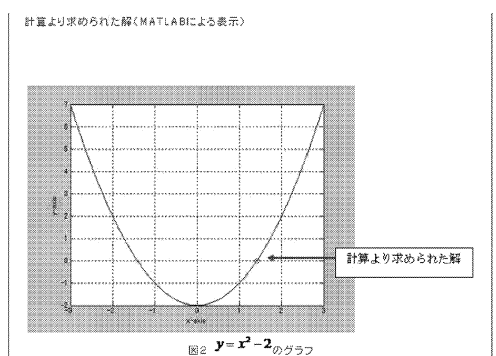


図6 ニュートン・ラプソン法計算



で、初期値を2、反復回数の最大を $k=4$ とした場合を示したものである。図はアルゴリズムに従って解いた場合に、近似解が求められる過程を示したものである。このように実際に計算す

ることでアルゴリズムが理解でき、解が求められる過程の理解度を深めることができる。

図7は、関数を表示させて近似解との関係を示したものである。グラフに近似解をプロットして表示させるなどして理解度を深めるように工夫することも大事である。

5. 動画によるコンテンツ作成例

動画配信によるコンテンツの例を示したものである。ここでは、アフィン変換と行列表示コンテンツの例を図8に示した。動画の巻き戻し、コマ送りについて説明する。コンテンツの巻き戻しは①の部分をマウスでクリックすることによって可能である。また、コマ送りは②の部分をマウスでクリックすることによって可能である。音声の音量も調整が可能である。

アフィン変換と行列のコンテンツは、EZプレゼンターで作成した。このソフトは、学習の前後画像を自由に見ることができるので、画像の再現により学習の理解度を深めることができ、学習効果が期待できる。画像によるコンテンツ作成で特に工夫を要するのが、画像の作成と配列による見せ方に工夫をすることである。例えば図のように、行列の行の説明部分を赤などでマーキングして表示すると、列の場合にはマーキングの色を青にするなどして見やすく



図8 アフィン変換と行列

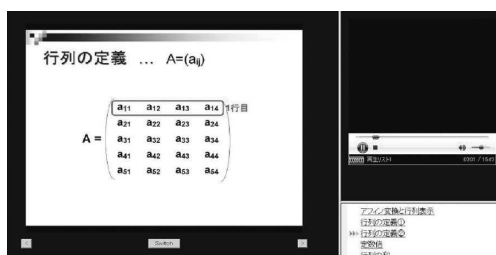


図9 行列の列の表示例

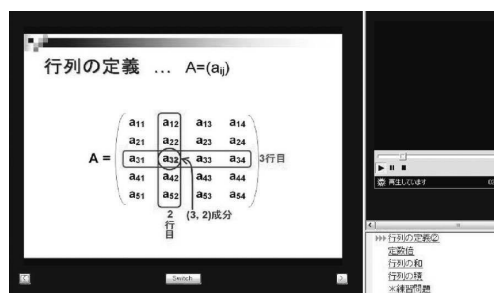


図11 行列の成分表示

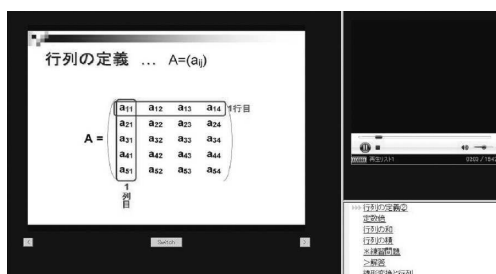


図10 行列の行表示例

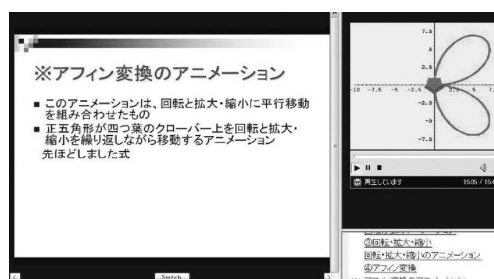


図12 アニメーション表示例

表示する。さらに、コンテンツの流れを分かりやすく作ることである。

図8は、行列の行についての表示例を示したものであり、図9は行列の列についての表示を示したものである。

図10は行列の成分について示したものである。図のように成分表示については、図8、9と同様の色彩を用いて表示することが必要である。

図11のように行列の要素の成分表示として用いられる添字は、「(3, 2)成分」のように表すなどして分かり易さを工夫することが必要である。

図12は、アフィン変換を行った場合のアニメーションを示したものである。実際にアフィン変換を行った場合のアニメーションも同時に示すことで教育効果が期待できる。動画コンテンツを採用することによって、理解度をさらに深めさせることが可能である。ただし、動画コンテンツは作成までに多くの時間を要することである。

特にPower Point等のコンテンツの場合、以下の点を考慮しながら作成することが必要である。

- ① 多くの枚数のコンテンツ作成が必要である。
- ② コンテンツの内容を工夫することが必要である。
- ③ 見やすさの工夫（配色，文字）が必要である。
- ④ ナレーションの練習も必要である。
- ⑤ コンテンツを動作させ、全体のチェックが必要である。

動画配信は効果が期待できるが、コンテンツ作成に多くの労力と時間が必要であることが分かった。

6. まとめ

オンデマンド教育のための基本的なシステムの構築を行った。オンデマンド教育のための

ノート形式コンテンツや動画コンテンツ配信が可能になった。これによってオンデマンド教育のための第一歩を踏み出すことができるようになった。

ノート形式のコンテンツにおいては、著作権などがあるので十分に考慮した上での配信が必要である。参考文献などの記載も、必要と思われる。図などを用いながら、丁寧なノート形式のコンテンツが必要である。

動画を用いたコンテンツ作成は、多くの労力と時間が必要であることが分かった。動画作成段階での Power Point のようなプレゼンテーション用ソフトを十分使いこなせることが必要であることが分かった。更には、AV 機器や音声入力装置などを十分に使いこなせるが必要である。このように動画コンテンツ作成はハードルが高いことや作成に多くの時間を費やさなければならないことが分かった。さらに、コンテンツを作成したのち出来栄などについて、十分なデバックが必要である。

今後の問題として、問題提示や採点機能を追

加することにより、学習効果がより一層期待できると思われる。試作段階ということもあり、特定のコンテンツに限られているが体育、語学系等のコンテンツ作成についての検討も必要である。

参考文献

- (1) 独立法人メディア教育センタ：e-ラーニング等の ICT を活用した教育に関する調査報告書，2007
- (2) 安部信行：ストリーミング徹底入門，メディア・テック社，2005
- (3) 和田公人：失敗から学ぶ e-ラーニング，オーム社，2004
- (4) 金城俊哉：Windows XP で作る最強の自宅サーバー，ソーテック社，2004
- (5) 境 祐 司：速習 Web デザイン DREAM-WEAVER MX 2004，技術評論社，2005
- (6) 小国 力：MATLAB と利用の実際，サイエンス社，1995
- (7) 森 正武：FORTRAN77 数値計算プログラミング，岩波書店，1990