



教材作成支援室における VOD 教材の作成法 -Flash Media Server の活用-

堀之内 新吾¹山口 真之介²大西 淑雅³

1 はじめに

ブレンディット型の教育を行う際に、情報や通信といった技術 (ICT) を活用した教材を用意することは、学生に対する学習支援として有効であると思います。しかし、ICT 教材を作成する為の人手やコストの負担が課題となります。その解決策の一つとして、学生による e-ラーニング教材の開発が様々な大学で試みられています。例えば、千歳科学技術大学では、メディア教育推進室の指導のもと「学生プロジェクトによる学内 e-ラーニング教材開発支援」が行われています [1]。16,000 を超えるコンテンツが開発され、既存コンテンツの改良にも組織的に実施しており、大きな成果をあげているようです。

e-ラーニング事業推進室でも、学生を主たるメンバとして構成した教材作成支援室を設置し、2007 年 4 月から試験的に活動を開始しています。教材作成支援室では、学習支援サービス (Moodle) 上で利用する様々な教材開発を支援 [2] していますが、本稿では Video On Demand (VOD) 教材の作成法について紹介したいと思います。VOD 教材の作成に興味のある方の参考になれば幸いです。なお、教材作成支援室については、付録 A を参照してください。付録 A では、貸し出し可能な機材の一覧についても紹介しています。

2 配信の仕組み

VOD 教材をネットワーク上に配信するためには、Web サーバのみを用いた「プログレッシブダウンロード」と Web サーバとストリーミングサーバの連携によって配信を行う「ストリーミング」の 2 種類があります。「プログレッシブダウンロード」では、動画データを含んだサイズの大きいファイルを、Web サーバ上に配置する必要があります。この方式のメリットは手軽に配信ができる点ですが、デメリットとしては、

- Web サーバ上に大きなディスク容量が必要になる
- 閲覧するための PC 上に一時動画データをダウンロードする必要がある

などがあります。特に、閲覧者のネットワーク環境が低速な場合は、スムーズな再生は期待できません。一方、ストリーミング方式では、次に示すような配置の作業が必要になりますが、閲覧者が再生している箇所のみを (ストリーミング) 配信するため、閲覧者の PC やネットワーク環境に影響されにくいというメリットがあります。

¹情報工学部技術部 技術職員

²情報工学部 飯塚 e-ラーニング担当専任助教

³e-ラーニング専任講師

- Web サーバ上には、ストリーミング再生するための表示プログラムを配置
- ストリーミングサーバ上には、動画データ本体を配置

このようなストリーミング配信は、YouTube や NHK オンデマンドでも採用されている方式です。Flash 方式のストリーミング配信を行うには、ストリーミングの ASP サービスを活用するか、自前でストリーミングサーバを用意する必要があります。e-ラーニング事業推進室では、Flash media Server と呼ばれる、Flash 方式のストリーミングサーバを保有⁴しています。

2.1 Flash Media Server

表 1 に e-ラーニング事業推進室が管理・運営している Flash Media Server の機器構成を示します。サーバ A および B は共に同じ動画データを配信することができます。

表 1: Flash Media Server 機器構成

役割	仕様	備考
ストリーミングサーバ A	Intel Xeon CPU 3.40GHz × 2 メモリ 4GB Fiber Channel HBA QLA2304	OS Linux 2.6.9 Adobe 製 Flash Media Interactive Server 3.5
ディスクユニット	Fiber Channel 接続 SATA400GB × 16(RAID5)	サーバ A と接続
ストリーミングサーバ B	Intel Xeon CPU L5420 2.50GHz × 2 メモリ 8GB NFS 接続によりサーバ A と同じ データを配信可能	OS Linux 2.6.18 Adobe 製 Flash Media Interactive Server 3.5

VOD 配信を行うには、次の手順が必要です。Flash Media Server 上に配置する動画データの形式は flv または f4v です。いずれの形式もエンコードソフトウェアを使って、変換する必要があります。また、再生ファイル群の作成には、先ほどのエンコードソフトウェアとは別の Flash 開発ソフトウェアが必要になります。詳しい手順は後述します。

1. 動画データの作成
2. 動画データをストリーミングサーバへ配置
3. ストリーミングサーバへのアクセス (URL) を埋め込んだ、再生ファイル群 (html や swf) の作成
4. 再生ファイル群を Web サーバへ配置

2.2 VOD 配信イメージ

図 1 に VOD 配信に必要な各ファイルと、閲覧者からのアクセスおよびストリーミングデータの流れを示します。閲覧者が Web サーバ上の html ファイルにアクセスします。html ファイルには通常、対応する swf ファイルへのアクセスパスが記述されています。図 1 の例では、閲覧者は html のアクセスに

⁴バーチャルユニバシティ推進事業(2000年～)で Real 方式のストリーミングサービス (Helix Media Server) も提供しています。

よって、同じ Web サーバ上の swf ファイルへアクセスすることになります。swf ファイルはストリーミングサーバとの接続を行い、ストリーミングの開始を依頼します。その際、ストリーミングサーバ上の動画データの位置 (URL) をパラメータとして送り、ストリーミングサーバは対応する動画データ (flv または f4v ファイル) の配信を開始します。swf ファイルはストリーミングサーバから動画データを受けて、閲覧者に動画を表示することになります。よって、閲覧者は Web サーバにアクセスするだけで、あたかも Web サーバから VOD 配信されているように感じますが、実際は、ストリーミングサーバから動画データが配信されています。

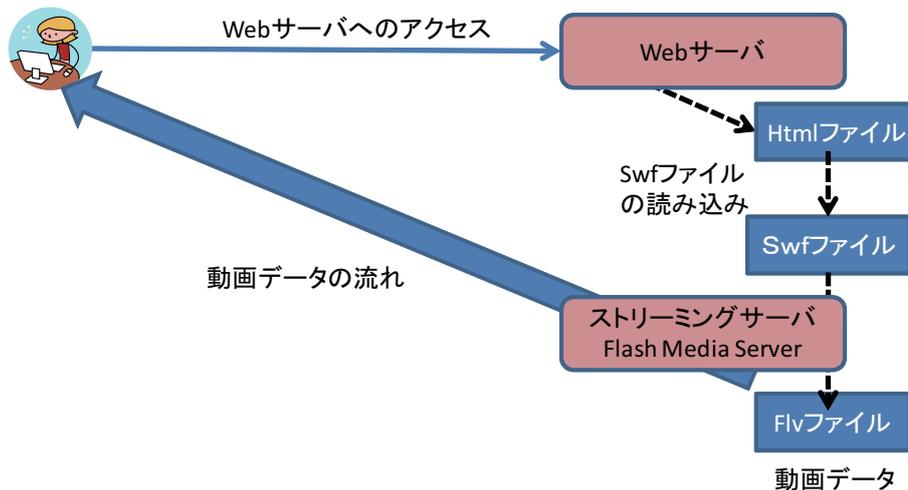


図 1: WEB サーバを経由したストリーミングサーバへのアクセス

3 VOD 作成の実例

ここまで、Flash Media Server による VOD 配信の仕組みを簡単に説明し、関係するファイル群を紹介しました。以下、教材作成支援室で実際に行っている VOD 作成について紹介します。現在までに教材作成支援室が作成した主な VOD は、次のようなものがあります。

- ビデオ素材の作成 (実験ビデオなど)
- 講義の VOD 教材化
- 講習会および説明会などの VOD 化
- 英語教育のためのビデオライブラリの VOD 化 (図書館 VOD サービス)
- 大学公開 VOD(Web オープンキャンパス)

図書館 VOD サービスの作成 (著作権処理されたビデオテープから変換作業) を除き、付録の表 B に示す機材を使用し、撮影および編集を行っています。編集の完了後には、Flash Video 形式へと変換、Flash Media Server へ配置を行います。以降、撮影、編集、エンコード (flv ファイルの作成)、ストリーミングサーバへのアップロード、パブリッシュ (swf ファイルの作成)、Web サーバへの公開、といった順に紹介します。

3.1 撮影

表Bに示す記録装置、ビデオカメラ、ワイヤレスマイク、記録装置を組み合わせることで撮影用セットとしています。これらの撮影セットを使用することで、同時に最大5つの講義等を撮影することが可能な体制となっています。記録装置とビデオカメラをi-linkケーブルで接続することで、テープレス撮影やテープとメディアの同時録画にも対応できます。どちらの機器もHDV(1080i)形式で録画し、m2t形式のファイルをノンリニア編集用のPCに読み込ませる方法を採用しています。

この記録装置をビデオカメラに接続する方法は、テープからリアルタイムにキャプチャする方法に比べて、キャプチャ時の時間短縮やキャプチャミスの低減に有効です。記録装置はハードディスク(HDD)を用いたもの(HVR-DR60：録画時間最大4.5時間、Roland F-1：録画時間最大9時間)とメモリ(CF)を用いたもの(HVR-MRC1K：32G利用時録画時間約144分、メディア交換が容易)の2種類を保有しています。素材の撮影や1コマ程度の撮影の場合は、HVR-DR60やHVR-MRC1K(2009年12月に3台追加導入)を用い、集中講義(4コマ以上)の場合はRoland F-1を用います。



図 2: VOD 作成の流れ

ワイヤレスマイクはマイクロホンとレシーバーのセットで、教師(講演者)の胸元に装着することで、クリアな音声を収録(図2)することができます。マイクの收音可能領域は見通し距離約30mであるため、教室の後方からでも十分利用できます。但し、PBLのようなグループディスカッションなどの撮影には不向きです。

3.2 編集

撮影した映像は Thomson Canopus EDIUS 5 を使用してノンリニア編集を行います。撮影者以外のスタッフが編集を行う場合は、撮影メモを編集者に渡します。しかし、撮影内容をある程度把握している撮影者が編集を行う方が、一般的に編集時間が短くなります。そこで可能な限り、撮影者が編集を行

うようにしています。編集者は紙ベースの撮影メモから図 3 に示すような撮影記録を excel で作成します。その上で、次のようなステップで編集を進めます。

番号	内容の記録	カット	開始時間	時間
撮影日: 20090415、タイトル: 解析学				
プロジェクト名: 20090415-kaiseki				
p01	雑談	○	0:00:00	01:42
p02	シラバス		0:01:42	05:08
p03	教科書、成績評価		0:06:50	05:52
p04	プリントの裏の説明		0:12:42	03:23
p05	本についての雑談	○	0:16:05	08:16
p06	教科書について		0:24:21	03:46
p07	雑談	○	0:28:07	09:14
p08	有理数、無理数、実数		0:37:21	06:15
p09	虚数		0:43:36	02:45
p10	雑談	○	0:46:21	04:42
p11	定義		0:51:03	00:31
p12	黒板消し	○	0:51:34	00:03
p13	定義(p11の続き)		0:51:37	07:44
p14	雑談	○	0:59:21	03:37
p15	円、楕円、双曲線		1:02:58	00:13
p16	黒板消し	○	1:03:11	00:12
p17	円、楕円、双曲線(p15の続き)		1:03:23	03:07
p18	雑談	○	1:06:30	12:30

図 3: 撮影記録 (編集記録) の例

1. 撮影日と撮影タイトルからプロジェクト名を決定して、新規プロジェクトを作成します
 - (a) 主なプロジェクト: FULL HD(1920x1080), HDV(1440x1080), SD(720x480)
2. 記録装置から素材 (撮影ソース) をプロジェクトに登録。その上で、メインシーケンスのタイムラインに並べます
3. 撮影記録の時間を参考に、メインシーケンスでカットポイントをいれていきます。必要に応じて撮影内容をプレビューして、「内容の記録」を追加することもあります
4. どのカットを使用しないか決めた上で、撮影記録に記入します。使用するカットを複写し、新たに作成したサブシーケンスに配置します
 - (a) 再編集時に、オリジナル (メイン) シーケンスをいつでも取り出せるためです
5. 1つのサブシーケンスには、1つのカットあるいは複数のカットを配置します
 - (a) Moodle などの LMS に配置する場合は、サブシーケンスは 5 分程度を目安としています
 - (b) 講習会などの VOD は、講習内容の区切りに合わせてサブシーケンスの長さを決めます
 - (c) 図書館 VOD などは、カットはせずメインシーケンスで出来上がりの場合もあります

(d) 1つのサブシーケンスは、VOD教材の最少単位(1つのflvファイルが生成)になります

6. 編集が終わったすべてのサブシーケンスを、ファイルに出力します

図3の撮影記録は、講義のVOD作成で実際に作成されたものです。ここで作成するVODはMoodleのコース上に並べることを想定しているため、数分単位に分割した編集を行っていることがわかります。再生時間の短いVODを配置することで、利用者側は個々にマウス操作(選択)しないと閲覧できません。これにより、Moodleのレポート機能による閲覧ログを確認することができます。また、講義の一部分のみを閲覧する場合にも便利です。

3.3 Flash への変換 (flv のエンコード)

Flashによるストリーミング配信を行うためには、flv形式のファイル群をストリーミングサーバへ配置し、html形式およびswf形式などのファイル群をWebサーバに配置する必要があります。

教材作成用PC(ノンリニア編集)で作成したavi形式のファイル(サブシーケンス毎に独立したファイル)群をadobe media encoderを使ってflv形式のファイルに変換(エンコード)します。具体的には次のようなステップを教材作成支援室のスタッフが行います。

1. Adobe Media Encoderを使って、エンコードするファイルを登録します

2. 基本ビデオ設定を次のように設定します

(a) コーディック:「On2 Vp6」

(b) ビデオサイズの選択(DV画質:720x480, HDV画質:960x540)

3. ビットレート設定を次のように設定します

(a) ビットレート設定:VBRの1パス(標準値)

(b) 学外向け:ビットレートを700kbps

(c) 学内向け:ビットレートを1500kbps

4. 詳細設定を次のようにします

(a) 品質:「最高」

5. エンコードをスタートさせます

エンコードは他の処理に比べて時間を要するため、まとめて実行するようにしています。例えば、ノンリニア編集を平日の講義終了後に行っておき、金曜日の帰宅前にエンコードを仕掛けておけば、週末(土日)を利用してflv形式のファイルに変換することができます。但し、多くのファイルを一度に投入すると、途中で変換エラーになることがあります。経験上、20~30個の単位でエンコードする方が効率良く行えます。

3.4 flv ファイルの配置と URL

変換したflvファイルは、ビューアアプリケーションなどを使って、内容やパラメータのミス(サイズ、画質)がないか確認した上で、ストリーミングサーバに配置します。具体的には、教材作成支援室のスタッフが各自のユーザ情報を使って、flvファイルを転送します。また、flvファイルの配置位置に対応して、ストリーミングサーバへの参照URLが変わることになります。

- flv ファイルの配置位置：~ユーザ名/streams/_definst_/
- 対応する URL：rtmp://xxxxx.xxxxxx.kyutech.ac.jp/ユーザ名/

例えば、ストリーミングサーバ名が media.server.kyutech.ac.jp で与えられていれば、testuser が作成した testfile.flv を _definst_ 直下に配置した場合、参照 URL は

- rtmp://media.server.kyutech.ac.jp/testuser/testfile.flv

となります。なお、_definst_ の下にディレクトリを作成しても構いませんが、その場合の参照 URL にもディレクトリ名が追加されることになります。

3.5 swf ファイルの作成

次に、ストリーミングサーバ上に配置した flv ファイルを参照する URL を埋め込んだ、swf ファイルを作成します。swf ファイルの作成には様々な方法がありますが、ここでは Adobe Flash CS4 Professional にあらかじめ用意されているテンプレートを使う方法を紹介합니다。

1. Adobe Flash CS4 Professional を起動します
 - (a) 新規作成で AS3.0 を選択
2. ドキュメント (表示エリア) の大きさを変更します
 - (a) ドキュメントをクリックした上で、ウィンドウ→プロパティを選択しドキュメントプロパティを開く
 - (b) フレームレートが 30.0 になっていることを確認
 - (c) サイズを変更します。高さは (flv のエンコードサイズ) + 35 程度
 - 例 720x480 の flv ファイルなら 720x515
3. flv ファイルを指定し、スキンの適用を選びます
 - (a) ファイル→読み込み→ビデオの読み込み を選択
 - (b) web サーバ、Flash Media サーバに展開済みを選択
 - (c) 参照 URL (rtmp://……) を入力
 - (d) スキンの適用を選択
 - 教材作成支援室の標準値は、SkinUnderPlayStopSeekFullVolv.swf
 - (e) 終了をクリック
 - 「メタデータを取得中」が表示
4. ビデオのサイズを適切に変更します
 - (a) 特に指定のない場合は読み込む flv ファイルと同じ
 - 例 720x480 でエンコードすれば 720x480 とする
 - (b) 表示を拡大・縮小する場合は、サイズ調整で対応は可能
 - flv ファイルのサイズを変えない限り、ストリーミング際のデータ量は変化しない
 - 拡大は画質が粗くなることに注意

5. 最終確認とパブリッシュ

- (a) プレビューで動画（サイズや画質など）を確認
- (b) プレビューがうまくいかない場合：コンポーネントインスペクタ（ウィンドウ→コンポーネントインスペクタ）を開いて確認
- (c) ファイル名をつけて fla ファイルを保存
- (d) パブリッシュ（ファイル→パブリッシュ）を実行

以上の一連の操作を行うと、fla ファイル、swf ファイル、html ファイル、選択したスキンの swf ファイル、などが生成されます。fla ファイルは Adobe Flash CS4 Professional のためのファイルですので、Web サーバ上には必要ありません。しかし、flv ファイルの差し替えや、スキンの変更などの保守作業時には使用しますので、安全なところに保存します。

3.6 Web サーバへの公開

3.1 節～3.5 節までに紹介した一連の作業を、教材作成支援室のスタッフが行います。もちろん、すべての作業を教材作成支援室に任せるのではなく、一部の作業を依頼することもできます。Web サーバの公開は、研究室や学科で管理されている Web サーバ上に公開することが一般的ですので、教材作成支援室のスタッフは、完成したファイル群「swf ファイル、html ファイル」に加え、再生に必要な、スキン（swf）ファイル、AC_RunActiveContent.js ファイルなどを依頼者に渡します。なお、Moodle サーバで利用する場合には、swf ファイル（スキンも含む）をコース上に展開、リンクすることで、コースの受講生のみ公開することができます。

4 おわりに

本稿では e-ラーニング事業推進室が管理運営している Flash Media Server について紹介し、ストリーミング配信について簡単に説明しました。また、教材作成支援室が実際に行っている「VOD 作成業務」について詳しく説明しました。VOD 教材作成に興味のある方の参考になればと思います。

謝辞

本研究および教育プロジェクトの一部は、九州工業大学教育戦略経費（H20,H21）の支援によるものです。

付録 A 教材作成支援室

e-ラーニング事業推進室の使命は、e-ラーニング関連技術を活用した教育環境の充実と学生の自主的環境を整えると共に、ICT 教材を作成し活用する技術を広く教員に普及させることです。しかし、教員が ICT 教材を作成するには、時間的なコストが発生するため、作成をあきらめてしまう教員も少なくありません。教材作成支援室の業務は、ICT 教材のさらなる充実と教育の質向上を図るために、システム的な教材開発を支援することです。特に、教材の開発をルーチンワーク的に行うためには、学生を効率良く働かせる仕組みと環境作りが大切であると思います。

表 A：教材作成支援室のスタッフ構成

所属学科	人数	スタッフ	備考
e-ラーニング事業推進室	1名	専任講師	
情報工学部 e-ラーニング担当	1名	専任助教	
情報工学部 技術部	1名	兼任技術職員	2007年度より兼務
教材作成支援室	1名	専任技術補佐員	各種 GP の技術支援も行う
システム創成	1名	修士1年生	2007採用
知能情報, 機械情報	3名	学部3年生	2007採用(2名), 2009採用(1名)
知能情報	2名	学部2年生	2008採用
知能情報, 電子情報	2名	学部1年生	2009採用

表 A に 2010 年 1 月現在のメンバ構成を示します。先輩学生が後輩学生を指導できるように、毎年数名を採用することとし、全体として十数名で構成することにしました。このようなメンバ構成は、情報科学センターの技術補佐員制度や図書館の夜間休日補佐員制度を参考にしました。また、図 A に示すような作業スペース (67 平米, 電子錠有) を確保し、一人 1 台の PC を用意することで、授業時間外 (例えば、夜間休日) にも作業を行えるようにしました。教材作成には表 B に示す機材を使用しますが、機材やスタジオの貸し出しも可能です。



図 A 撮影記録 (編集記録) の例

職員スタッフとして、兼任技術職員 1 名、専任技術補佐員 1 名も教材開発の支援を行っています。職員スタッフの役割は、学生スタッフが教材作成できない時期 (試験期間中) に業務を補完し、ルーチンワーク化が図られていない新規業務の事前調査を行うことです。また、e-ラーニング事業推進室の専任教員 1 名と情報工学部 e-ラーニング担当教員 1 名は、教材作成方法の検討や作業分担、できあがった教材のチェックを行うようにしています。

教材作成支援室の次の使命としては、問題作成 (Moodle などで使用するための小テストなど) の流れを整備することだと思います。現在、問題作成ツールとして、フリーウェア Hot Potatoes[5]、創価大学の Collab Test[6] などの試用を行い、教材作成の流れを検討しています。また、大学 e-ラーニング協議会 [3] の加入やオンライン学習大学ネットワーク [4] などの活用を含め、問題作成および問題の流通などについても今後検討したいと考えています。

表B：主な機材一覧 (2010年1月現在)

撮影機材			編集機材		
	メーカー, 型番	個数		仕様, メーカー, 型式	台数
ビデオカメラ	Sony HDR-HC9	3	教材作成 PC	Original PC Quad Core	3
ビデオカメラ	Sony HDR-HC7	1	教材作成 PC	Original PC Quad Core	3
ビデオカメラ	Sony HDR-HC3	1	教材作成 PC	Original PC Quad Core	3
スタジオカメラ	Sony HVR-S270	1	エンコード PC Core2	EPSON Direct PC	1
	HVR-MRC1K 付属	1			
ワイヤレスマイク	Sony ECM-HW1	4	NAS サーバ CIFS/NFS 利用	NSP2T16NAS3UGS 2TB × 16	1
記録装置 HDD	Sony HVR-DR60	3	ファイルサーバ (FC) CFIS 利用	NUP750G16SA3U/OP4 750GB × 16	1
	Roland F-1	2			
記録装置 CF	Sony HVR-MRC1K	3	ビデオデッキ	Sony HVR-M25J	5
三脚	Sony VCT-1170RM	4	ビデオデッキ	Sony HVR-M10J	2

参考文献

- [1] 「学生プロジェクトによる学内 e ラーニング教材開発支援」, 千歳科学技術大学メディア教育推進室, http://www.chitose.ac.jp/info/facilities_media.html
- [2] フリーソフトによる e-ラーニング教材の作成と配布方法の提案, 山口真之介, 堀之内新吾, 大西淑雅, 平成 21 年度情報教育研究集会講演論文集, CDROM (4 ページ)
- [3] 大学 e ラーニング協議会, <http://www.uelo.org/>
- [4] オンライン学習大学ネットワーク, <http://upo-net.code.u-air.ac.jp/>
- [5] Hot Potatoes Home Page, <http://hotpot.uvic.ca/>
- [6] Collab Test, <http://wbt1.soka.ac.jp/>
- [7] Web オープンキャンパス, <http://opencampus.el.kyutech.ac.jp/>
- [8] e-ラーニング事業推進室による教育支援, 大西淑雅, 山口真之介, 九州工業大学教育ブレイク 2009 年度, http://jimu-www.jimu.kyutech.ac.jp/kyoumu/soumu_bulletin/bulletin_top.htm