

## LTI Deep Linking に対応した動画配信システムの開発 Development of video delivery system supporting LTI Deep Linking

新村 正明<sup>†1</sup>  
Masaaki Niimura

黒河内 椋平<sup>†2</sup>  
Ryohei Kurokochi

長谷部 竜司<sup>†3</sup>  
Tatsushi Hasebe

### 1. はじめに

コロナ禍により講義のオンライン化が進展し、これに伴い、講義動画等の動画配信も多くなってきている。我々が所属する信州大学においても、2020 年度以降、動画使用量が 20~30 倍に増え、従来の動画配信体制では収容が困難な状態となった。また、急激なオンライン講義への移行が求められたため、LMS(Learning Management System)の操作に慣れない教員もおり、数 GB の動画ファイルを直接 LMS にアップロードするなど運用に支障が生ずる場合もあった。

このような状況に対応するために、外部の商用オンデマンド動画配信サービスの契約や Google Drive による動画共有などの様々な方法で動画配信を行ってきた。しかし、運用方法が複数に渡ることや容量制限等の問題も起きてきたことから、講義動画専用の動画配信システムの開発を行うこととした。

本稿では、信州大学固有の問題に偏る部分もあるが、講義動画配信サービスの要件定義を行い、これを実現するためのシステム構成及び実装について述べる。

### 2. 動画配信システムの要件定義

動画配信には、講義にオンラインで参加するためのリアルタイム配信と、蓄積されたコンテンツを配信するオンデマンド配信があるが、本稿では、オンデマンド配信を対象とする。また、動画配信システム単独での運用ではなく、LMS(Learning Management System) との連携を前提とする。

本章では、動画配信システムの要件定義を行う。動画配信システムに求められる要件は多くあるが、本稿では、我々が持つ固有の問題へ対応を中心に要件定義を行う。

#### 2.1 LMS における操作性

我々が所属する信州大学では、LMS として Moodle を利用しており、コロナ禍対応の講義のオンライン化もあいまって、ほぼ全ての授業で利用されている。講義動画に関しても、動画ファイルを直接 LMS にアップする他、商用オンデマンド動画配信サービスや Google Drive へのリンクを掲載する方法での公開が行われてきた。

このため利用者は、講義動画も、PDF などの講義資料などと同列に扱うような運用、具体的には、複数のコンテンツを段階的に公開していく方法や、LMS 上で一定の条件を満たした場合のみ閲覧可にする等の運用を行っている。

従って、今回開発する動画配信サービスも、LMS が管理するコンテンツの 1 つとして扱うことができるようにする必要がある。これは、講義動画の管理についても同様で、動画のアップロードや公開する動画の選択についても LMS でできることが望ましい。

#### 2.2 他システムからの移行の容易性

前節および背景で述べたように、すでに、商用オンデマンド動画配信サービスや Google Drive での動画配信が行われてきた。これらは、それぞれのサービスへの URL という形式で実現されており、前節で述べた他のコンテンツと同様なアクセス制御は可能となっている。

今回のシステム開発においても、これらの動画コンテンツの移行を行う必要があるが、掲載されているコンテンツ量が膨大であることから、簡便な方法での移行が可能である必要がある。

#### 2.3 視聴状況の把握

講義動画配信において、講義実施側から求める機能として多いのが、受講者の視聴状況の把握である。特に、教育・訓練系の講義・講習会においては、受講のエビデンスとして強く求められることが多い。従って、可能な限り、視聴状況を把握することが必要となっている。

しかし、Google Drive 等の動画共有サービスにおいては、アクセス履歴以上の情報を収集することが困難であることが多く、また、商用動画配信サービスではオプションとして追加費用がかかることが多いのが現状である。

### 3. システム構成

#### 3.1 LTI の採用

要件定義で述べたように、配信すべき動画コンテンツは LMS 経由でアクセスされる必要があり、また LMS 上の他のコンテンツと同様なアクセス制御を行うことができる必要がある。

この問題を解決する方法として、檜垣らは動画配信サーバへの接続情報を SCORM 化する方法<sup>1)</sup>を提案・実装した。しかし、この方法では講義実施者自身による動画アップロードや公開動画選択等に不便がある。そこで、これらのサービスを提供する動画配信サーバを用意し、LMS と外部サービスとの機能連携規格 LTI(Learning Tools Interoperability)により接続する方法を用いる。

今回の場合、LMS から外部サービスである動画配信サーバを利用することで、LMS 側でサービス利用可否の制御を行うことが可能となる。これにより、要件が求める利用者の一元管理が可能となる。

また、LTI では外部ツール側での受講状態を LMS 側に通知する機能も定義されている。そこで、動画配信サーバ側でコンテンツ送信履歴を追跡し、その結果を視聴状況とし

<sup>†1</sup> 信州大学 Shinshu University

<sup>†2</sup> 信州大学(現 富士通 Japan) Shinshu University (Fujitsu Japan Limited)

<sup>†3</sup> 信州大学(現 富士通クラウドテクノロジーズ株式会社) Shinshu University (FUJITSU CLOUD TECHNOLOGIES LIMITED)

てLMS側に送る機能を追加することとした。これにより、要件定義で求められた視聴状況の把握が可能となる。

### 3.2 LTI Deep Linking の採用

前節では利用者のアクセス可否制御について述べたが、さらに、LMS上で動画コンテンツの閲覧可否が、他のコンテンツと同様に制御が可能である必要がある。しかし、動画コンテンツの閲覧可否制御を動画配信サーバ側で行う方法では、LMS上の他のコンテンツとは別の操作が必要となり、利便性が低下する。

そこで、LTIで規格化されている、LMSから外部サービス内の個別コンテンツに直接アクセスすることが可能なLTI Deep Linking機能を採用することとする。この機能を用いることで、今回の場合、動画配信サーバ内のコンテンツをLMSから直接参照することが可能となるうえ、他のコンテンツと同列に扱うことが可能となる。

### 3.3 認証・認可とサービス提供の分離

要件定義で述べたように、他の動画配信サービスからの移行を実現する必要がある。

動画配信サービスにおいては、動画視聴、視聴履歴記録、視聴可否制御等の機能があり、移行においては、これらを再現する必要がある。このうち、動画視聴、視聴履歴記録については動画配信機能として実現する必要があるが、視聴可否制御については前節で述べたLTIとの共存を行う必要がある。

そこで、図1に示すように、認証・認可の機能と、動画配信機能を分離し、LTIと、他の動画配信サービスにおける視聴可否制御を行う仕組みが、共存可能な構成をとることとした。

これにより、要件定義で述べた既存の動画コンテンツの移行に関して、移行コンテンツ専用の認証・認可サービスを設置し、LMS上の動画リンクにリンク先を変更することで、LMSでのコンテンツ移行を容易にすることが可能となった。

## 4. 実装

### 4.1 動画配信サーバ

動画配信の仕組みとしては、特別なハードウェアを必要とせず、通常のWebサーバでの配信が可能な動画配信プロトコルであるHLS(HTTP Live Streaming)を用いることとした。今回の実装ではWebサーバとしてnginxを用いた。

また、nginxによるHLSの配信のためには、動画をあらかじめHLSで配信が可能なファイル形式に変換しておく必要がある。そこで、動画アップロードおよびフォーマット変換の機能を実装した。さらに、これらのファイル群を後述のTool Providerと連携し、コース毎のコンテンツとして管理するためのファイル管理機能を実装した。これらの機能は、Web APIとして実装し、Tool Provider以外の認可・認証機構との連携も可能となるようにした。

### 4.2 LTI Tool Provider

前章で述べたLTI/LTI Deep Linkingによるコンテンツへのアクセスを実現するためには、図1のTool Providerのように、LMS側とはLTIで通信する必要がある。しかし、動

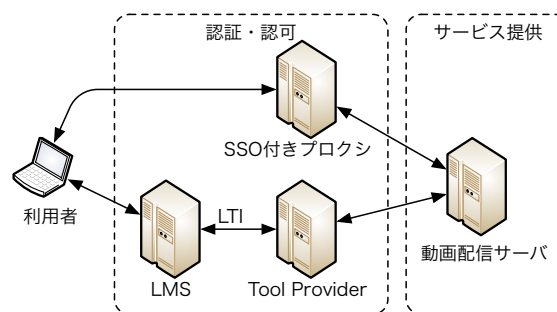


図1 システム構成

画配信機能自体は、前節のサーバが行うことから、通信の中継を行う機能だけでよい。そこで、LTI機能を持つリバースプロキシとして実装することとした。実際には、動画配信サーバの機能をAPIで呼び出す実装となり、HLSによる動画配信が中継されている。これらの機能の実装にはItijsを用いた。

また、視聴状況の把握として、視聴率を点数に、視聴範囲をコメントに入れて通知するよう実装した。これにより、LMS側で、どの部分をスキップしたかまで把握することが可能となった。

### 4.3 SSO付きプロキシ

要件定義で述べた他サービスからの移行として、Google Driveによる動画配信からの移行を行った。Google Driveでは、保存されている動画ファイルの共有リンクをクリックすることで動画配信が行われる。今回の実装では、Google Driveにおける認証が所属機関のSSO(Single Sign On)により行われていたことから、同じ認証条件をもつリバースプロキシを設置し、動画配信サーバは、このリバースプロキシからのリクエストを無条件に受け付けることで、認証付き動画再生を実現した。

## 5. まとめ

前節で述べた実装をSHINtubeというサービス名で、2022年4月より信州大学の教育基盤サービスで利用開始した。講義実施者による操作で完結できるシステム設計の結果もあり、特段のサポート負荷もなく、2ヶ月半程度で、約5,000本の動画がアップロードされ、配信されている。

現時点で、スクリーンキャプチャ等、アスペクト比が通常の動画と異なるものへの対応など、動画配信サービスとして機能が不足している点が残っており、これらを改善する予定である。

また、今年度アップロードした動画を、来年度に再利用する方法が未検討であり、これらも、機能設計及び実装を進める予定である。

### 参考文献

- [1] 増垣 泰彦, 清水 健一, 藤本 茂雄, 松本 暢平, “Moodle用オンデマンド型動画配信システム”, 電子情報通信学会技術報告, vol. 121, no. 146, LOIS2021-23, pp. 38-43 (2021).