卒業論文　　2015年度 (平成27年)

Meetupにおける  
プレゼンテーション記録システムの設計と実装

慶應義塾大学 環境情報学部  
氏名：髙橋 俊成

卒業論文要旨 - 2015年度 (平成27年度)

Meetupにおける  
プレゼンテーション記録システムの設計と実装

本研究では、Meetupにおけるプレゼンテーションを記録するために、専用のプレゼンテーション記録システムを設計、構築した。

Meetupとは、共通の趣味やテーマで緩やかに繋がるオンラインコミュニティのメンバーが、知見共有や人間交流を目的として行うカジュアルな勉強会・交流会である。Meetupにおけるプレゼンテーションでは、コミュニティにとって有意義な情報交換が行われている一方で、その記録作業は参加者個々人の自主的・献身的な活動に頼りきっており、成果をオンライン上のコミュニティに十分に還元できていない。

本研究では、プログラマーコミュニティによるMeetupを技術系Meetupと定義し、そこで行われるプレゼンテーションをオンラインで共有しやすい形で記録するための要件を整理した。次にそれを満たす専用のプレゼンテーション記録システムを設計し、WebRTCやElectron等の技術を用いて実装した。終わりに、その評価のために実証実験を実施し、本システムが技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録に有用であることを確認した。

キーワード：

1. Meetup　2. プレゼンテーション,　3. オンラインコミュニティ,　4. WebRTC,　5. Electron

Abstract of Bachelor’s Thesis

Design and implementation of a presentation record system  
for meetup

目次

[第1章 はじめに 1](#_Toc440976456)

[1.1. 背景 1](#_Toc440976457)

[1.2. 本研究の課題 2](#_Toc440976458)

[1.3. 本研究の目的 2](#_Toc440976459)

[1.4. 用語定義 3](#_Toc440976460)

[1.5. 本論文の構成 3](#_Toc440976461)

[第2章 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの分析 4](#_Toc440976462)

[2.1. 技術系Meetupの定義 4](#_Toc440976463)

[2.2. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの特徴 5](#_Toc440976464)

[2.2.1. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの登場人物 5](#_Toc440976465)

[2.2.2. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ 6](#_Toc440976466)

[2.2.3. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録と共有 7](#_Toc440976467)

[2.2.4. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素 7](#_Toc440976468)

[2.3. 技術系Meetupにおけるコミュニケーションモデルの仮定 8](#_Toc440976469)

[2.3.1. コミュニケーションモデル Type A：発表 9](#_Toc440976470)

[2.3.2. コミュニケーションモデル Type B：アンケート 9](#_Toc440976471)

[2.3.3. コミュニケーションモデル Type C：サンプリング 10](#_Toc440976472)

[2.3.4. コミュニケーションモデル Type D：割り込み 10](#_Toc440976473)

[2.3.5. コミュニケーションモデル Type E：質疑応答 11](#_Toc440976474)

[2.3.6. コミュニケーションモデル Type F：ムード 11](#_Toc440976475)

[2.3.7. コミュニケーションモデル Type G：アウェイ 12](#_Toc440976476)

[2.4. まとめ 12](#_Toc440976477)

[第3章 既存スライドフォーマットとその問題点 13](#_Toc440976478)

[3.1. 本研究のアプローチ 13](#_Toc440976479)

[3.2. スライドフォーマットの分析 13](#_Toc440976480)

[3.2.1. OOXML 14](#_Toc440976481)

[3.2.2. PDF 14](#_Toc440976482)

[3.2.3. MP4 14](#_Toc440976483)

[3.2.4. HTML 14](#_Toc440976484)

[3.3. 既存スライドフォーマットの問題点 15](#_Toc440976485)

[3.4. まとめ 15](#_Toc440976486)

[第4章 技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの設計 16](#_Toc440976487)

[4.1. 記録システムの要件定義 16](#_Toc440976489)

[4.2. 記録システムの全体設計 17](#_Toc440976490)

[4.2.1. プレゼンテーション記録システムの全体構成 17](#_Toc440976491)

[4.2.2. システム化プレゼンテーションフローの設計 17](#_Toc440976492)

[4.3. 発表者用クライアントアプリケーションの設計 18](#_Toc440976493)

[4.3.1. 発表者用クライアントアプリケーションの振る舞い 18](#_Toc440976494)

[4.3.2. 発表者用クライアントアプリケーションの流れと画面 21](#_Toc440976495)

[4.4. 聴衆用クライアントアプリケーションの設計 25](#_Toc440976496)

[4.4.1. 聴衆用クライアントアプリケーションの振る舞い 25](#_Toc440976497)

[4.4.2. 聴衆用クライアントアプリケーションの流れと画面 27](#_Toc440976498)

[4.5. サーバーアプリケーションの設計 27](#_Toc440976499)

[4.5.1. サーバーアプリケーションの振る舞い 28](#_Toc440976500)

[4.6. プレゼンテーション記録フォーマットの設計 29](#_Toc440976501)

[4.6.1. プレゼンテーション記録フォーマットの属性一覧 30](#_Toc440976502)

[4.6.2. 記録データの利用方法 33](#_Toc440976503)

[第5章 技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装 34](#_Toc440976504)

[5.1. 実装環境 34](#_Toc440976506)

[5.2. 実装の前提となる技術 34](#_Toc440976507)

[5.2.1. Haxe 35](#_Toc440976508)

[5.2.2. WebSocket (RFC5455) 35](#_Toc440976509)

[5.2.3. WebRTC 35](#_Toc440976510)

[5.2.4. Kurento Media Server 35](#_Toc440976511)

[5.2.5. Electron (旧称Atom Shell) 36](#_Toc440976512)

[5.2.6. Let's Encrypt 36](#_Toc440976513)

[5.3. 実装の概要 36](#_Toc440976514)

[5.3.1. 発表者用ネイティブクライアントの実装 37](#_Toc440976515)

[5.3.2. 聴衆用WEBクライアントの実装 38](#_Toc440976516)

[5.3.3. サーバーの実装 38](#_Toc440976517)

[5.3.4. JSON over WebSocketによるRPCの実装 38](#_Toc440976518)

[第6章 評価 40](#_Toc440976519)

[6.1. 実証実験の環境 40](#_Toc440976521)

[6.2. プレゼンテーション記録結果 41](#_Toc440976522)

[6.3. 考察 41](#_Toc440976523)

[第7章 結論 42](#_Toc440976524)

[7.1. まとめ 42](#_Toc440976526)

[7.2. 今後の課題 42](#_Toc440976527)

[謝辞 43](#_Toc440976528)

[参考文献 44](#_Toc440976529)

図目次

[図 1　プログラマーコミュニティにおける情報の流れ 2](#_Toc440976530)

[図 2　技術系Meetupのタイムライン 5](#_Toc440976531)

[図 3　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの登場人物 5](#_Toc440976532)

[図 4　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ 6](#_Toc440976533)

[図 5　Meetupプレゼンテーション記録フォーマットの概念図 8](#_Toc440976534)

[図 6　コミュニケーションモデル Type A：発表 9](#_Toc440976535)

[図 7　コミュニケーションモデル Type B：アンケート 9](#_Toc440976536)

[図 8　コミュニケーションモデル Type C：サンプリング 10](#_Toc440976537)

[図 9　コミュニケーションモデル Type D：割り込み 10](#_Toc440976538)

[図 10　コミュニケーションモデル Type E：質疑応答 11](#_Toc440976539)

[図 11　コミュニケーションモデル Type E：ムード 11](#_Toc440976540)

[図 12　コミュニケーションモデル Type G：アウェイ 12](#_Toc440976541)

[図 13　システム化プレゼンテーションフロー全体図 18](#_Toc440976542)

[図 14　発表者用クライアントアプリケーションの画面遷移 21](#_Toc440976543)

[図 15　発表者用クライアント 認証画面レイアウト1 (初期状態) 22](#_Toc440976544)

[図 16　発表者用クライアント 認証画面レイアウト1 (連携後) 23](#_Toc440976545)

[図 17　発表者用クライアント 認証画面レイアウト2 23](#_Toc440976546)

[図 18　発表者用クライアント 認証画面レイアウト3 24](#_Toc440976547)

[図 19　発表者クライアント 配信画面レイアウト１ 25](#_Toc440976548)

[図 20　聴衆用クライアントアプリケーションの画面遷移 27](#_Toc440976549)

[図 21　プレゼンテーション記録フォーマット(JSON)の例 32](#_Toc440976550)

[図 22　プレゼンテーション記録フォーマット(Markdown)の例 33](#_Toc440976551)

[図 23　Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装概要 37](#_Toc440976552)

[図 24　実証実験におけるプレゼンテーションの構図 41](#_Toc440976553)

表目次

[表 1　スライドフォーマットと記録可能コンテンツ 13](#_Toc440976554)

[表 2　プレゼンテーションの記録対象とデータ形式 16](#_Toc440976555)

[表 3　発表者用クライアントアプリケーションの機能一覧 19](#_Toc440976556)

[表 4　聴衆用クライアントアプリケーションの機能一覧 26](#_Toc440976557)

[表 5　サーバーアプリケーションの機能一覧 28](#_Toc440976558)

[表 6　プレゼンテーション記録フォーマット(JSON)の属性詳細 30](#_Toc440976559)

[表 7　本研究のプレゼンテーション記録システムの実装環境 34](#_Toc440976560)

[表 8　実装したRPC 39](#_Toc440976561)

[表 9　本システムによって記録された要素 41](#_Toc440976562)

# はじめに

## 背景

オンラインコミュニティは1990年代から始まった情報通信技術の発達のなかで登場し、今日まで発展してきた。古くはメーリングリストやIRCで、現在ではSNSで、共通の趣味や関心で集った人々による活発な非対面・テキスト主体の情報交換が日々行われている。

最近のオンラインコミュニティのメンバーは、より密なコミュニケーションを求めてMeetupと呼ばれるイベントを開催している。Meetupは、普段オンラインで活動する人々が、オフラインで行う対面・リアルタイムのカジュアルな勉強会・交流会である。Meetupの形態はコミュニティごとに様々だが、とくにプログラマーコミュニティによる技術系Meetupでは、知見共有・人間交流を目的として、毎回設定されたテーマに沿って参加者のうち数人が発表者としてプレゼンテーションを行うセミナースタイルが主流である。

プログラマーコミュニティのメンバーがわざわざオフラインの技術系Meetupを開催するのは、少人数でIssueトラックをまとめて片付けたいとか、コミュニティ内での特定テーマや個人の存在感を高めたい等、同じ時間と場所を共有することに明確なメリットが存在するからである。Build Insiderが2015年11月に行ったアンケート調査 [1]では、プログラマーが技術系Meetupに参加する理由は、新しい技術や参考になる情報を得たいとか、仕事に直結する技術を効率的に習得したい等、WEB上の資料だけでは得られない良質な知識や最新情報、議論、人脈を得たいからだと考察されている。

技術系Meetupはオフラインイベントであるため、図 1に示すように何らかの手法を用いて記録しオンライン上に情報を共有する必要がある。オフラインイベントを記録し共有する方法は多々あるが、技術系Meetupの多くは個人が趣味的に開催する小規模なイベントのため、採用できる手法は限られる。たとえば企業主催のカンファレンスのように専任の撮影者や速記者を用意して記録映像を撮り、編集後YouTube等の動画共有サイトで配信することは、少人数の参加者だけでこなすには作業量が多く難しい。YouTube Live等の生放送サービスだと編集作業は不要だがより高度な放送機材をそろえる必要があり、これも難しい。現状の技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録手法は、聴衆によるボランティア的な文字起こしか、そもそも全く記録していないかのどちらかである。

聴衆による文字起こしとは、有志がプレゼンテーションの内容やその後の質疑応答を同時進行的にテキストに書き起こし、実況中継のようにチャットやマイクロブログサービス等に投稿する手法である。チャットやマイクロブログサービスはその性質上、投稿ひとつひとつが独立しており、また時間がたつと投稿内容を参照することが難しくなる。たとえばTwitterではタイムラインから参照できるツイートは直近の3200件 [2]なので、さらにTogetterを用いて投稿された文字起こしを編纂することもある。この手法の問題点は、文字起こしの負担が大きい点と、聴衆の自主的・献身的な活動に頼りきっている点、そして記録の品質が保証されない点である。リアルタイムに書き起こして投稿する作業はタイピング能力と集中力を求められ、しかもそれは聴衆の自主的・献身的な活動に支えられている。文字起こしができ、かつやりたいという聴衆が名乗り出ない限り記録作業が行われない。また、運よく献身的な聴衆が現れたとしても、その記録フォーマットに統一されたものがないために、個々人の能力や主観によって記録内容が欠けたり、変化したりする恐れがある。

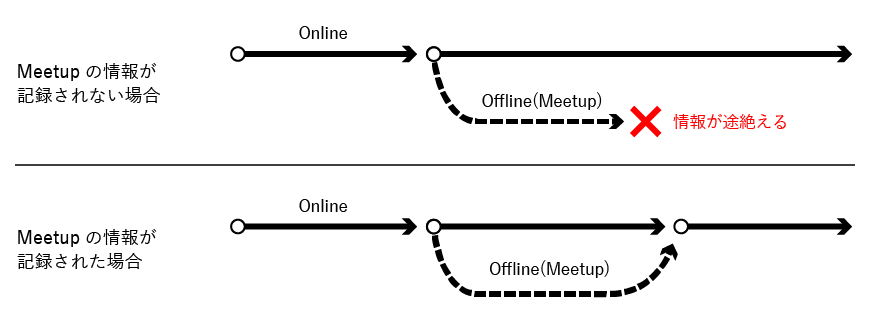


図 　プログラマーコミュニティにおける情報の流れ

## 本研究の課題

本研究では、技術系Meetupのプレゼンテーションにおいて専任の記録担当が用意されないために、そこで共有された知見を正確に記録しオンラインコミュニティにきちんと還元できていないという問題点に着目する。

この問題を解決するために、技術系Meetup専用のプレゼンテーション記録システムを構築し、参加者の献身性に頼ることなくプレゼンテーションを記録しオンラインコミュニティに還元できる環境を実現する。

## 本研究の目的

本研究では、Meetupにおけるプレゼンテーションの記録を目的とする。そのためのアプローチとして、プレゼンテーションのリアルタイムWEB配信機能を備えた専用のプレゼンテーション記録システムを構築する。

このプレゼンテーション記録システムは、Meetupにおけるプレゼンテーションを全てWEB上で配信しながら記録する。これにより、オフラインで行われているMeetupを文字起こし等の変換作業なしに記録できる。記録データは、発表者のスライド資料に参加者の属性情報や活動を付加したテキスト主体の「Meetupプレゼンテーション記録フォーマット」とすることで、WEBで活動するコミュニティが参照しやすくする。

## 用語定義

本節では、本論文中で用いられる主な用語を定義する。

* Meetup（ミートアップ）  
  　オンラインコミュニティのメンバーが、知見・意見共有と人間交流を目的として行うカジュアルな勉強会や交流会。参加者のうち数人が発表者となりプレゼンテーションを行う。発表内容は、後日発表者によって任意にオンライン公開され、オンラインコミュニティに共有されることがある。
* オンラインコミュニティ  
  　インターネットを介して活動する実質的なコミュニティの総称。共通の趣味・テーマなどの情報共有・意見交換・人間交流を主な目的に、緩やかに繋がっている。特定の場所や組織に実際に行かなくともネットワークを経由して知的資産を得られる場として機能する。
* プレゼンテーション  
  　発表者がスライド資料を用いて聴衆に対して情報を掲示する行為と、それに付随する参加者同士の議論や意見交換。

## 本論文の構成

2章では技術系Meetupにおけるプレゼンテーションを分析し、コミュニケーションモデルの仮説を示す。3章で問題解決のためのアプローチを提案し、既存のスライドフォーマットとその問題点について分析する。4章で技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムを設計し、5章で実装について述べる。6章では本システムを用いた実証実験について述べ、その評価を行う。7章では結論と今後の課題について述べる。

# 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの分析

本章では、技術系Meetupの定義を行う。また、そこでのプレゼンテーションについて分析し、コミュニケーションモデルの仮定を述べる。



## 技術系Meetupの定義

本研究では、技術系Meetupを「プログラマーコミュニティによって開催されるカジュアルなソフトウェア技術の勉強会」と定義し、プログラマーコミュニティを「主にソフトウェア開発プロジェクト共有SNSやプログラマー向け知識共有SNSを活用して交流しているプログラマーのオンラインコミュニティ」と定義する。

プログラマーコミュニティにおける情報の流れを図 1に示す。技術系Meetupは、1人以上のコミュニティメンバーが発起人となり、イベント開催支援サイトを介して告知・募集される。興味を持った他のコミュニティメンバーが参加し、同じ日時に同じ場所に集いMeetupが開催される。Meetupの参加者の規模は数人から30人程度で、そのうち1～5人程度がプレゼンテーションを行う。開催後はMeetup内で使われた発表資料や簡単なレポートがコミュニティ内外に投稿される。

技術系Meetupの流れを図 2に示す。技術系Meetupでは、発表者の数だけプレゼンテーションを繰り返し、終わりに懇親会が開かれる。プレゼンテーションは知見共有を目的とした発表や質疑応答で、懇親会は人間交流を目的とした食事や飲み会である。懇親会の価値は2者間の関係性にあり、それは極めて属人的であるため、本研究における記録対象には含まない。

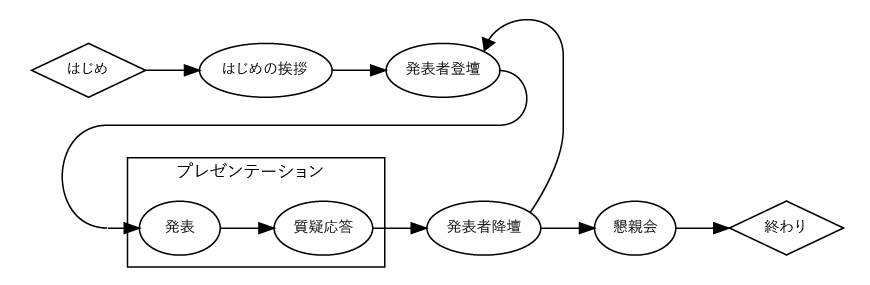


図 　技術系Meetupのタイムライン

## 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの特徴

本節では技術系Meetupで行われるプレゼンテーションの特徴を述べる。

### 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの登場人物

本研究では、プレゼンテーションの進行管理を行う者を司会、プレゼンテーションで登壇し発表する者を発表者、それを視聴する者を聴衆と定義する。また、聴衆のSNS投稿を閲覧することで間接的にプレゼンテーションを視聴するオンラインコミュニティのメンバーを遠隔の聴衆と定義する。

技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの構成を図 3に示す。技術系Meetupにおけるプレゼンテーションでは、司会と発表者、聴衆の3種類の参加者が、同じ会場に同じ時間に存在する。また遠隔の聴衆がインターネット越しに同じ時間を共有する。プレゼンテーションはセミナー形式で行われる。司会は発表者や聴衆を兼ねることがあり、また発表者は自身のプレゼンテーション以外では聴衆として振る舞う。



図 　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの登場人物

### 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ

技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れを図 4に示す。

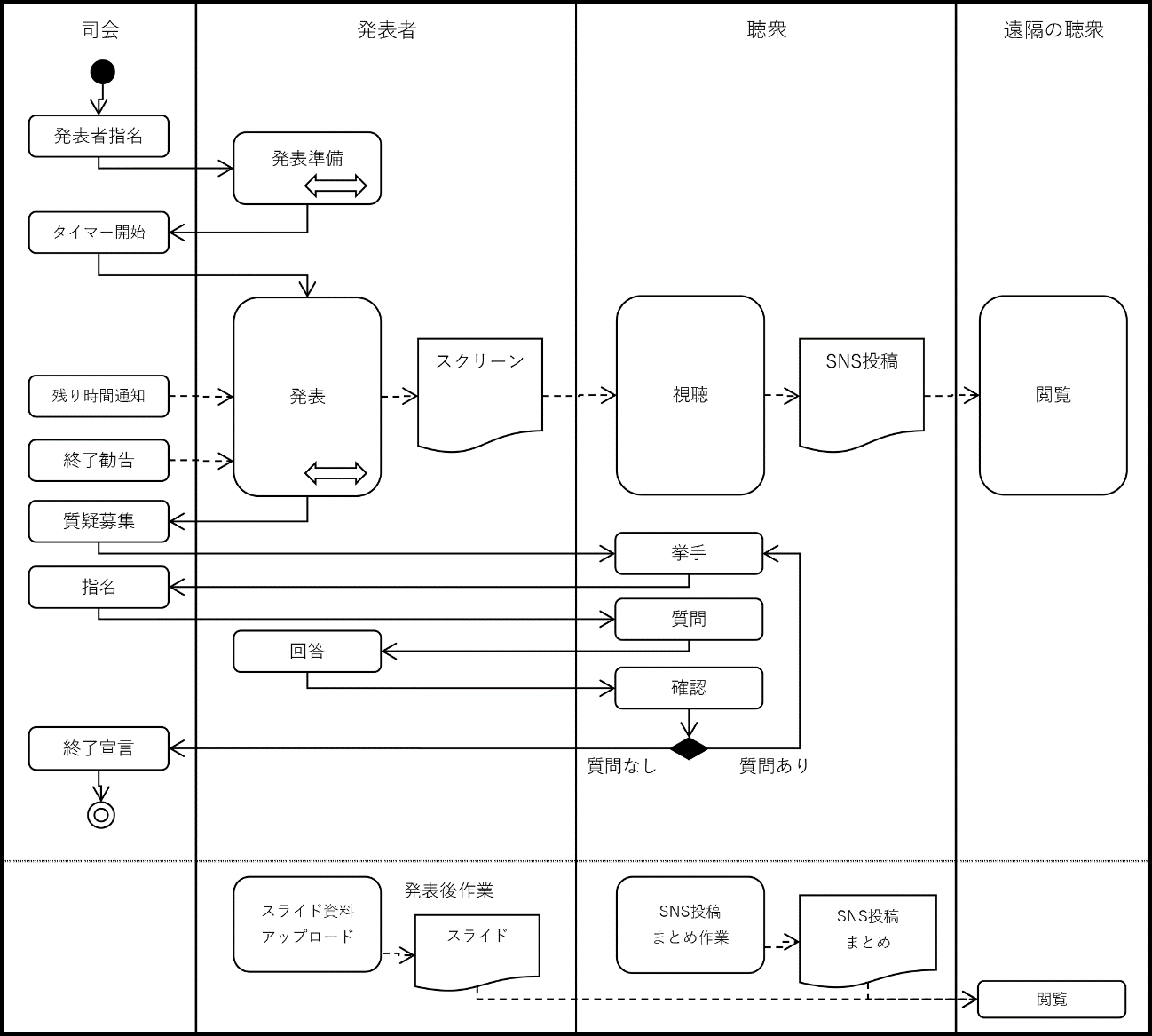


図 　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ

発表者は、ラップトップ型コンピューターをプロジェクター等に繋ぎ、スライド資料等を大画面に映しながら発表する。発表内容によっては途中でデモンストレーションやライブコーディング等の実演をするため、スライド資料のプレゼンテーションモードを中断してデスクトップ映像に切り替えたり、またプレゼンテーションモードを再開したりと、切り替え作業を行うことがある。また発表者が聴衆の嗜好や属性を把握するために、挙手等を呼び掛けてアンケートを行うことがある。発表終了後は質疑応答が行われ、数人の聴衆が質問や感想を口頭またはSNS投稿で述べ、発表者がそれらを拾い口頭で答える。発表に使ったスライド資料は、プレゼンテーション終了後にスライド共有サイトを通じてオンラインコミュニティに共有される。

なお、技術系Meetupではハンズオンと呼ばれる体験型発表が行われることもある。ハンズオンは発表者の指導のもと聴衆が実習をこなして技術への理解を深める。発表と質疑応答の区別は曖昧で、実習中は発表者と聴衆との間で多くのやり取りがなされる。本研究ではハンズオンはプレゼンテーションとは異なるものとして扱い、記録対象からは外す。

聴衆は、ラップトップ型またはタブレット型コンピューターを操作しながらプレゼンテーションを視聴する。聴衆がコンピューターを操作するのは、ハンズオン形式の発表で実習をしたり、発表中に話題に上がった物事をすぐ検索して調べたり、発表の実況や感想をマイクロブログサービス等のSNSに投稿したりするためである。プレゼンテーション終了後、マイクロブログサービスの投稿は聴衆によって編纂され、個人ブログやマイクロブログまとめサービスを通じてオンラインコミュニティに共有される。

遠隔の聴衆とは、リアルタイムに聴衆のSNS投稿を閲覧することで間接的にプレゼンテーションを視聴しているかのような状況になった者をさす。

### 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録と共有

技術系Meetupにおけるプレゼンテーションは、その参加者によって記録、共有される。発表者が用いたスライド資料は、発表前または発表後に発表者自身によってSlideShareやSpeaker Deck等のスライド共有サイトにアップロード・共有される。プレゼンテーション中に行われた議論等のコミュニケーションは、聴衆によって文字起こしされ、発表と同時進行的にTwitterやSlackなどのSNSに投稿される。Twitterに投稿された場合は、発表後に献身的な参加者によってTogetter等のマイクロブログまとめサービスを用いて編纂される。

### 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素

図 5は、技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素を表したものである。技術系Meetupにおけるプレゼンテーションでは、発表者のスライド資料やそのコントロール情報があり、そして放送者や聴衆の表情や身振りなどの視覚情報、発話や拍手などの音声情報がある。これらの基本的な構成要素に加えて、会場内外の聴衆によるSNS投稿も構成要素として挙げられる。

**Meetupプレゼンテーション  
記録フォーマット**

**既存スライドフォーマット**

スライドデータ

(テキスト・映像・音声)

表情・身振り・発話  
(発表映像・音声)

スライド操作

デスクトップ操作

アンケート  
結果

参加者  
属性

SNS投稿

図 　Meetupプレゼンテーション記録フォーマットの概念図

## 技術系Meetupにおけるコミュニケーションモデルの仮定

本研究では、技術系Meetupにおける参加者間のコミュニケーションが以下の7つのモデルに分類できると仮定する。なお、これらのコミュニケーションは会場全体に共有されていることを前提とし、すなわち特定個人に向けた情報発信でも参加者全体にその内容が共有されるものとする。

* Type A：発表
* Type B：アンケート
* Type C：サンプリング
* Type D：割り込み
* Type E：質疑応答
* Type F：ムード
* Type G：アウェイ

### コミュニケーションモデル Type A：発表

図 6に、Type Aの概念図を示す。

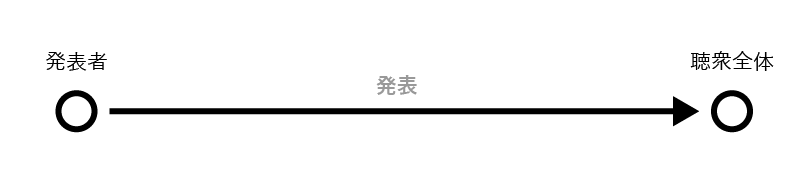


図 　コミュニケーションモデル Type A：発表

Type Aは、発表者が聴衆全体に向けて一方的に行う情報発信を表す。具体的には、スライドを使用した説明、レーザーポインタを使用して一点を指し示す行為、モニターにデスクトップ映像を映しての操作等が該当する。

### コミュニケーションモデル Type B：アンケート

図 7に、Type Bの概念図を示す。

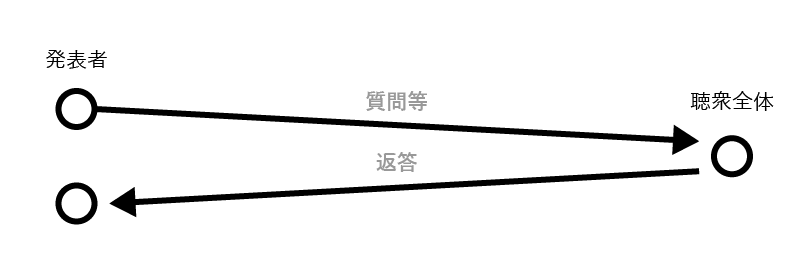


図 　コミュニケーションモデル Type B：アンケート

Type Bは、発表者が聴衆全体に向けて返答を期待して行う情報発信を表す。具体的には、発表中に「C言語に触れたことのある方は挙手していただけますか？」と発表者が聴衆に向けて質問を投げかける行為等が該当する。

### コミュニケーションモデル Type C：サンプリング

図 8に、Type Cの概念図を示す。

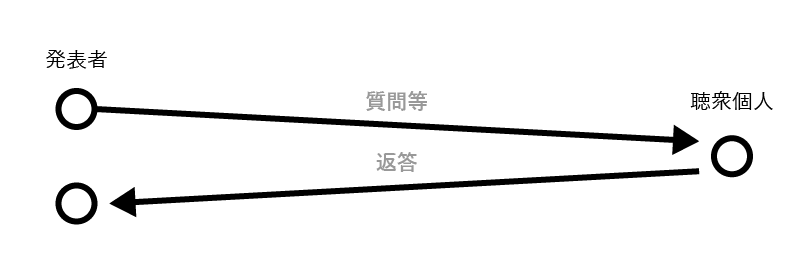


図 　コミュニケーションモデル Type C：サンプリング

Type Cは、発表者が聴衆のうち特定個人からの返答を期待して行う情報発信を表す。具体的には、発表中に「これについてPさんはどう思いますか？」と発表者が個人宛に質問を投げかける行為等が該当する。

### コミュニケーションモデル Type D：割り込み

図 9に、Type Dの概念図を示す。

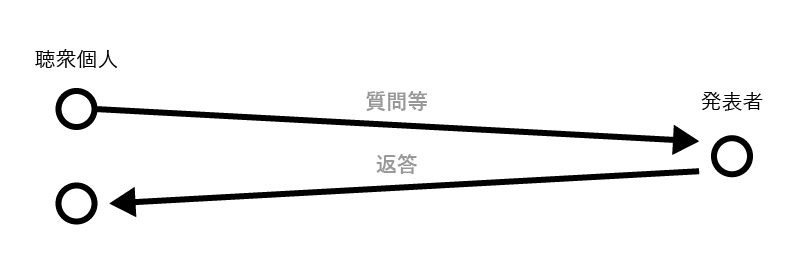


図 　コミュニケーションモデル Type D：割り込み

Type Dは、聴衆の一人が発表に割り込む形で行う情報発信を表す。具体的には、発表途中に挙手なしで突然「その表は間違っていると思う」と意見を挟む行為等が該当する。

### コミュニケーションモデル Type E：質疑応答

図 10に、Type Eの概念図を示す。

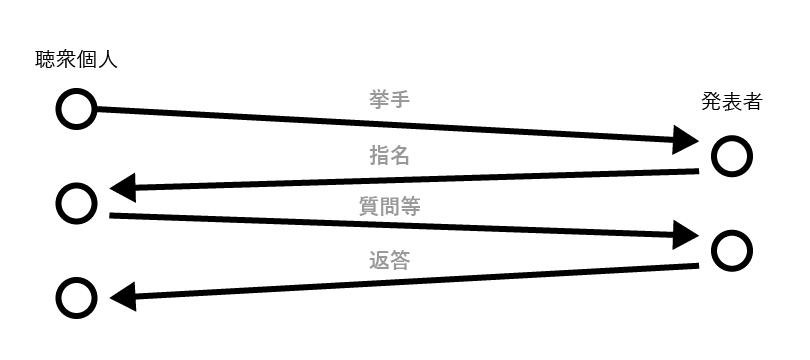


図 　コミュニケーションモデル Type E：質疑応答

Type Eは、聴衆の一人が挙手等で発言権を発表者に要求し、発表者が指名等で許可を行ってから質問等の返答を期待して行う情報発信を表す。Type Dが発表者の許可なく割り込むのに対し、Type Eは発表者の同意を得てから発言するため、必ずしも情報を発信できるとは限らない。

### コミュニケーションモデル Type F：ムード

図 11に、Type Fの概念図を示す。



図 　コミュニケーションモデル Type E：ムード

Type Fは、聴衆全体から発表者に向けて一方的に行われる情報発信を表す。具体的には、拍手や笑い声、ブーイング等が該当する。聴衆の具体的に誰が発信したかではなく、聴衆の何割がどのタイミングで発信したかに意味がある。

### コミュニケーションモデル Type G：アウェイ

図 12に、Type Gの概念図を示す。



図 　コミュニケーションモデル Type G：アウェイ

Type Gは、発表者を介さず聴衆間で行うコミュニケーション全般を表す。具体的には、発表に対して意見を表明した聴衆Pに対して他の聴衆Qがその内容について質問する行為等が該当する。

## まとめ

本章では、技術系Meetupについて定義し、プレゼンテーションにおける参加者間のコミュニケーションが7つに分類できると仮定した。

# 既存スライドフォーマットとその問題点

本章では、問題解決のためのアプローチを述べ、スライド資料のフォーマットの問題点を整理する。



## 本研究のアプローチ

技術系Meetupはオフラインの活動であるために、オンラインのプログラマーコミュニティに発表や議論の内容を還元するには、それらをコンピューターへ入力する作業と、入力した情報をオンラインで参照可能な形で記録する作業が必要となる。

本研究では、専用のプレゼンテーションシステムを構築し、それによってプレゼンテーションをコミュニケーションモデルに基づいて構造化しオンライン配信することで、ボランティアや専任の担当者なしで機械的かつ的確にプレゼンテーションを記録できる環境を実現する。

## スライドフォーマットの分析

この節では、プレゼンテーションの構成要素を記録・共有するためのスライドフォーマットについて分析する。スライド資料に用いられるフォーマットと表現可能なデータの組み合わせの可否を表 1に示す。

表 　スライドフォーマットと記録可能コンテンツ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | OOXML | PDF | MP4 | HTML |
| テキスト | 〇 | 〇 | △ | 〇 |
| ベクター画像 | 〇 | 〇 | × | 〇 |
| ラスター画像 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 |
| 映像/音声 | 〇 | 〇 | 〇 | × |

〇記録可能　△記録できるが制限がある　×記録できない

### OOXML

OOXML (Open Office XML, ISO/IEC 29500:2012) [3]は、Microsoft PowerPointt等のプレゼンテーションソフトウェアで用いられるXMLベースのファイルフォーマットである。

テキストや画像、映像などのマルチメディア資料に対応している。標準化されてから日が浅く、また高機能ゆえに非常に複雑で、OOXMLフォーマットを扱えるアプリケーションは少ない。WEBブラウザーもOOXMLを直に扱うことはできないため、スライド共有サイトではOOXMLで投稿しても画像やHTMLに変換される。縦横比は4:3または16:9が主流。

### PDF

PDF (Portable Document Format / ISO 32000-1:2008)は、アドビシステムズが開発を主導する文書フォーマットである。

高いレイアウト再現性や、暗号化・セキュリティ設定、目次、アンカーリンク、コメント、注釈、フォーム、マルチメディア対応等のリッチな機能が特徴である。最近ではWEBブラウザーでも表示可能になったが、一部高度な機能は今までどおり専用のビューワーが必要になる。

### MP4

MP4 (MPEG-4 Part 14, ISO/IEC 14496-14:2003) [4]は、映像や音声、各種メタデータを格納できるメディアコンテナである。

規格としては動画、音声、テキストに対応するが、WEBブラウザーに代表される再生ソフトウェアの多くは映像がH.264フォーマットで音声がAACもしくはMP3フォーマットで記録されているMP4コンテナだけに対応している。これはYouTube等の動画共有サイトで現在最も一般的なフォーマットである。なお、WEBブラウザーではメタデータに含まれる字幕等のテキストデータは解釈されないため、別途WebVTT等のトラックファイルを用意しvideo要素でMP4ファイルと紐づける作業が必要になる。

映像はビットマップデータのため、作成時の縦横比で常に固定となる。またインタラクティブな要素を含めることはできない。

### HTML

HTML (Hyper Text Markup Language) [5]は、主にWEBで用いられる構造化文書フォーマットとその記述言語である。

構造化されたテキストデータなので内容の検索性が高い。ハイパーリンクやvideoタグを用いればマルチメディアも参照できるが、あくまで参照であり単体での表現力には欠ける。ベクター画像はSVGで、ラスター画像はBase64エンコーディングを用いて文字列化することで埋め込める。

HTMLにCSSやJavaScript、そしてリンクされたメディアファイル等を組み合わせて作られたスライド資料はWEBスライド（Web-based slideshow [6]）と呼ばれ、機能も実装も統一されたものはないがWEBブラウザーで閲覧できる点は共通している。レスポンシブに作成することで様々な画面比率に対応でき、またオンラインコミュニティとの相性も良い。しかしファイルがバラバラであるため、Web以外の手段でデータを送りあう場合はzip等でひとつのファイルにまとめるなどの工夫が必要になり面倒である。

## 既存スライドフォーマットの問題点

本節では、前節で取り上げた既存スライドフォーマットの問題点を述べる。

1. OOXMLは、フォーマットが複雑でオンラインでの共有に向かない
2. MP4は、ページの概念がなくコンテンツの境界が不明である
3. MP4は、データの修正のたびに圧縮が必要で、計算リソースを浪費する
4. OOXMLやMP4は、議論等を発表資料と区分可能な形で追記することができない

## まとめ

本章では、本研究のアプローチを述べ、それに基づいて既存のスライドフォーマットとその問題点について考察した。

# 技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの設計

本章では、これまでの分析を踏まえた上で、Meetupにおけるプレゼンテーションの記録を実現するために必要なシステムを設計する。



## 記録システムの要件定義

本節では、技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムに必要な要件を整理する。本システムに求められる機能要件を以下に示す。

* 2.2.4で述べた技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素を記録できる
  + 参加者の属性を取得し、一意に識別できる
  + 発表情報（発表概要や発話、資料、その操作）を全ての聴衆に配信できる
  + 聴衆が発表に対してコメントでき、参加者全員がそれを見られる
  + 発表者がアンケートを行い、聴衆が回答でき、参加者全員が結果を見られる
* 参加者は各自のコンピューターからプレゼンテーションに参加できる
* 配信情報から自動的にプレゼンテーションの記録を作成できる
* 作成した記録をプログラマーコミュニティへ容易に共有できる
  + プログラマーコミュニティにとって扱いやすい形式で出力できる
  + 記録の一部をレポートとしてプログラマーコミュニティに投稿できる

本システムで記録対象とするプレゼンテーション構成要素を表 2に示す。スライド資料は、スライド共有サイトの利用が一般化していることを鑑みて、データそのものを持たずに外部URLへの参照という形で記録する。

表 　プレゼンテーションの記録対象とデータ形式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記録対象 | データ形式 | 付随するメタ情報 |
| スライド資料 | テキスト(URL) | 発表者 |
| 参加者属性(SNSアカウント) | テキスト |  |
| スライドコントロール (ページめくり、発表時間) | テキスト |  |
| カメラ映像 | ビデオ | 動画コーデック、撮影対象、撮影者 |
| SNS投稿 | テキスト(URL) | 投稿者、投稿内容、投稿時刻、ページ番号 |
| アンケート | テキスト | 質問内容、質問時刻、選択肢ごとの回答者数 |

## 記録システムの全体設計

本節では、前節で整理した機能要件を満たす設計について述べる。

### プレゼンテーション記録システムの全体構成

プレゼンテーション記録システムは、発表者用のクライアントアプリケーション、聴衆用のクライアントアプリケーション、各クライアントを繋ぐサーバーアプリケーションの3種で構成する。このうち聴衆用クライアントは、オンラインコミュニティが利用しやすいという要件を満たすためにWEBブラウザー上で動作するWEBアプリケーションとする。

### システム化プレゼンテーションフローの設計

図 13で、本システムを用いたプレゼンテーションの大まかな流れを表す。プレゼンテーションを全てオンライン上で行うというアプローチを実現するために、発表前にシステムに発表情報を登録する「発表準備」を行う。そのため、発表に使うスライド資料は発表前に共有を済ませておく必要がある。「発表」では発表者の操作が全ての聴衆にブロードキャストされ、全ての参加者が常に同じ画面を見ながらコメントや質問を投稿できるようにする。発表を終了すると「質疑応答」に移り、発表中や発表後に投稿された聴衆のコメントを発表者が閲覧しながら回答する。プレゼンテーション中の活動は全て記録される。プレゼンテーション終了後に「ログ保存/アップロード」でプレゼンテーションの記録を保存またはSNS投稿できるようにする。



図 　システム化プレゼンテーションフロー全体図

## 発表者用クライアントアプリケーションの設計

本節では、本システムのうち発表者用クライアントアプリケーションの設計について、機能一覧表と画面構成図を示しながら述べる。

### 発表者用クライアントアプリケーションの振る舞い

本項では、本研究で実装する発表者用クライアントアプリケーションの機能及び動作の概要を述べる。まず、表 3で本アプリケーションの機能の一覧を示す。

表 　発表者用クライアントアプリケーションの機能一覧

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | 大機能 | 小機能 | 機能概要 |
| P1 | 発表者登録 | 発表者情報取得 | 保存された発表者の属性情報を取得する |
| P2 | GitHub 認証要求 | サーバーからGitHubアカウントの認証用URLを取得し、標準ブラウザーに表示する |
| P3 | GitHub PIN入力 | GitHub PINコードの入力を受け付ける |
| P4 | GitHub認証 | 入力されたGitHub PINコードをサーバーに送り、GitHubアカウント情報を取得する |
| P5 | Google認証要求 | サーバーからGoogleアカウントの認証用URLを取得し、標準ブラウザーに表示する |
| P6 | Google PIN入力 | Google PINコードの入力を受け付ける |
| P7 | Google認証 | 入力されたGoogle PINコードをサーバーに送り、Googleアカウント情報とAPIアクセストークンを取得する |
| P8 | Twitter認証要求 | サーバーからTwitterアカウントの認証用URLを取得し、標準ブラウザーに表示する |
| P9 | Twitter PIN入力 | Twitter PINコードの入力を受け付ける |
| P10 | Twitter認証 | 入力されたTwitter PINコードをサーバーに送り、Twitterアカウント情報を取得する |
| P11 | 認証エラー | 認証や情報取得の失敗時にエラーを通知する |
| P12 | 発表者情報保存 | 発表者の属性情報を保存する |
| P13 | 発表準備 | 発表情報入力 | 発表概要の入力を受け付ける |
| P14 | スライド手動設定 | スライド資料をURL手動入力で設定する |
| P15 | Googleスライド一覧表示・設定 | 発表者のGoogleスライドに登録されているスライド資料の一覧を表示し、指定されたものを資料として設定する |
| P16 | SlideShareスライド一覧表示・設定 | 任意のSlideShareアカウントに登録されているスライド資料の一覧を表示し、指定されたものを資料として設定する |
| P17 | カメラ検出/設定 | 発表者PCに接続されたWebカメラの配信有無を設定する |
| P18 | 発表情報送信 | 入力された発表情報をWEBサーバーに送信する |
| P19 | 発表告知 | 視聴用URL取得 | Webサーバーから視聴ページのURLを取得する |
| P20 | 視聴用URL表示 | 視聴ページのURLを表示する |
| P21 | 視聴用URL投稿 | 発表者のTwitterアカウントに視聴ページのURLを投稿する |
| P22 | 発表操作 | スライド操作 | スライド資料の表示ページを変更する |
| P23 | ポインタ操作 | ポインタでスライド資料の一点を指し示す |
| P24 | デスクトップ配信切り替え | スライド操作とデスクトップ配信を切り替える |
| P25 | 発表配信 | スライド操作配信 | 発表者のスライド操作をWEBサーバーに送信する |
| P26 | ポインタ操作配信 | 発表者のポインタ操作をWEBサーバーに送信する |
| P27 | Webカメラ配信 | 発表者PCに接続されたWebカメラ映像をメディアサーバーに送信する |
| P28 | デスクトップ配信 | 発表者PCのデスクトップキャプチャ映像をメディアサーバーに送信する |
| P29 | 進行管理 | タイマー設定 | 発表の制限時刻を設定する |
| P30 | タイマー通知 | 発表の残り時刻または経過時刻を表示する |
| P31 | 質疑応答 | コメント受信 | 聴衆からのコメントを受信する |
| P32 | コメント一覧表示 | 聴衆からの全コメントを新着順に一覧表示する |
| P33 | スタンプ受信 | 聴衆からのスタンプを受信する |
| P34 | スタンプ表示 | 聴衆からのスタンプをスライド周辺に表示する |
| P35 | 質問通知 | 聴衆からの質問コメントの総数を通知する |
| P36 | 質問一覧表示 | 聴衆からの質問コメントを時系列順に表示する |
| P37 | コメントリンク表示 | コメントへのリンクを関連するスライド資料の特定ページ・特定座標に表示する |
| P38 | アンケート | 新規作成 | 2～3択のアンケートを作成し、選択肢の入力を受け付ける |
| P39 | 送信 | 作成したアンケートをサーバーに送信する |
| P40 | 終了通知 | アンケートの回答〆切を受け付け、サーバーに送信する |
| P41 | 結果表示 | アンケートの集計結果をサーバーから受け取り表示する |
| P42 | 記録 | ログ受信 | Webサーバーからログデータを受信する |
| P43 | ログ保存 | ログデータを保存する |
| P44 | ログ変換 | ログデータをMarkdown形式に変換する |
| P45 | Gist投稿 | ログデータ(Markdown)を発表者のGistに投稿する |

発表者用クライアントは、Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素のうち発表者が発信する情報を処理し記録用Webサーバーに送信する機能と、Webサーバーから受信した参加者のSNS投稿を表示する機能を持つクライアントアプリケーションである。

発表者があらかじめスライド共有サイトに投稿しておいたスライド資料のURLを本アプリケーションに入力することで、即座にプレゼンテーションの配信と記録が可能になる。プレゼンテーションを開始するとそのプレゼンテーション固有のURLが生成される。ほかの視聴者がこのURLをWebブラウザーで開けば、後述する聴衆用Webアプリケーションですぐにプレゼンテーションへの参加が可能となる。

発表用クライアントの画面にはスライド資料と自身のビデオ映像、そして参加者のSNS投稿が表示され。マウスやキーボードでスライドコントロールが可能である。

### 発表者用クライアントアプリケーションの流れと画面

図 14で、本システムの発表者用クライアントの画面遷移を示す。



図 　発表者用クライアントアプリケーションの画面遷移

本システムの発表者用クライアントは、認証画面、準備画面、配信画面、配信後画面の4つの画面によって構成される。本論文では、画面を画面レイアウトの単位とする。それぞれの画面は1つ以上のステップで構成され、0個以上のビューを内包する。本論文において、ステップはユーザーインターフェース（入力可能なユーザー操作の組み合わせ）の単位とし、ビューはユーザー操作をきっかけに同一画面にオーバーレイ表示されるコンテンツの単位とする。

#### 認証画面

発表者のユーザー情報を入力する画面で、3つのステップで構成され、3つのビューが含まれる。図 15に認証画面のレイアウトを示す。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 番号 | 名称 | 機能/備考 |
| 1 | ヘルプ |  |
| 2 | Twitter認証/情報 |  |
| 3 | GitHub認証/情報 |  |
| 4 | Google認証/情報 |  |
| 5 | プライバシーポリシー |  |
| 6 | 連携せずに準備画面へ |  |
| 7 | 準備画面へ |  |
| 8 | PINコード入力 |  |
| 9 | 入力キャンセル |  |
| 10 | 入力決定 |  |



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト1 (初期状態)



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト1 (連携後)



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト2



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト3

#### 準備画面

(画面レイアウト)

発表者が配信のための準備をする画面で、3つのビューが含まれる。

#### 配信画面

(画面レイアウト)

発表者が配信を行う画面で、2つのステップで構成され、6つのビューが含まれる。

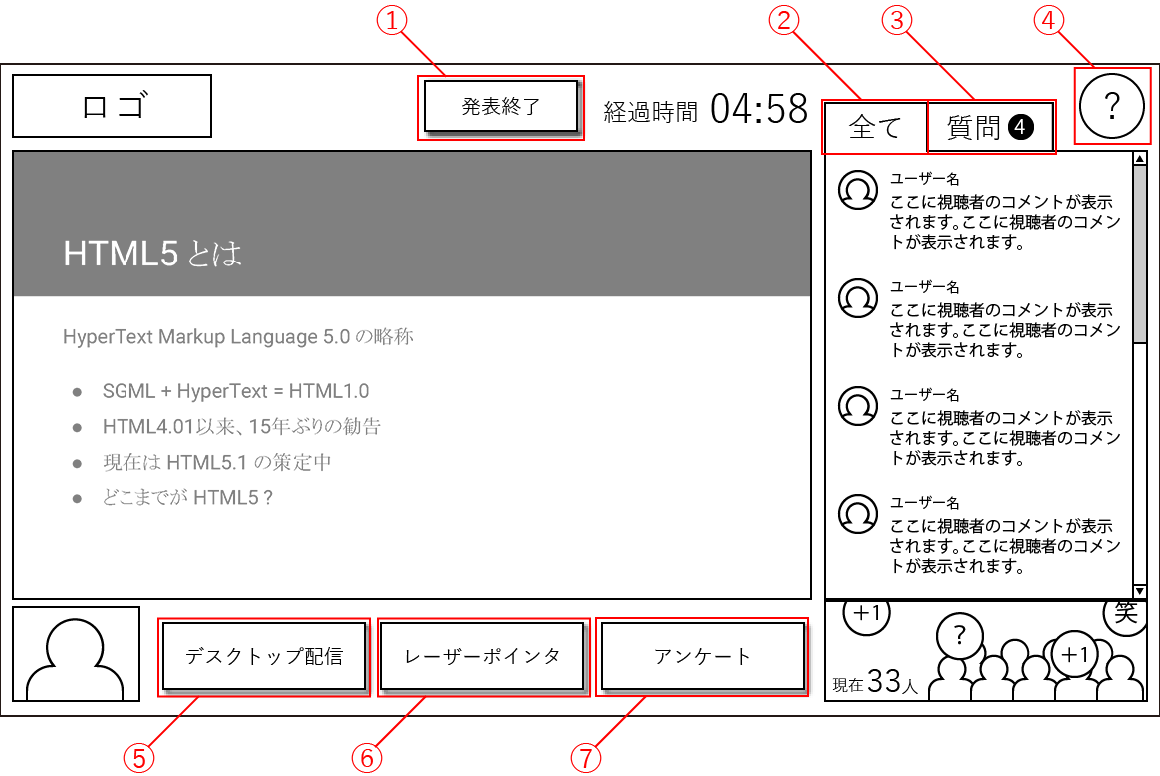


図 　発表者クライアント 配信画面レイアウト１

#### 配信後画面

(画面レイアウト)

発表者が配信の記録を保存や共有するための画面で、2つのビューが含まれる。

あああ

## 聴衆用クライアントアプリケーションの設計

本節では、本システムのうち聴衆用クライアントアプリケーションの設計について述べる。

### 聴衆用クライアントアプリケーションの振る舞い

本項では、本研究で実装する聴衆用クライアントアプリケーションの機能及び動作の概要を述べる。まず、表 4で本アプリケーションの機能の一覧を示す。

表 　聴衆用クライアントアプリケーションの機能一覧

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | 大機能 | 小機能 | 機能概要 |
| A1 | 認証 | 聴衆情報取得 | 聴衆のアカウント情報を取得する |
| A2 | Twitter認証要求 | サーバーからTwitterアカウントの認証用URLを取得し、遷移する |
| A3 | Twitter認証 | リダイレクトを解析して得たアクセストークンをサーバーに送り、Twitterアカウント情報を取得する |
| A4 | 認証エラー | Twitter認証や情報取得に失敗したときにエラーを通知する |
| A5 | 発表者情報保存 | 発表者のセッション情報、Twitterアカウント情報を保存する |
| A6 | 入退室 | 入室 | 発表URLに紐づいた配信への接続をサーバーに要求する |
| A7 | 入室エラー | 配信に接続できないときにエラーを通知する |
| A8 | 退室 | 視聴画面を閉じたときにサーバーへ離脱を通知する |
| A9 | 視聴 | 発表情報取得 | 発表情報を取得する |
| A10 | スライド資料表示 | 発表に紐づいたスライドデータを表示する |
| A11 | スライド同期 | 発表者のページ更新通知をサーバーから受け取り同期する |
| A12 | スライド別窓表示 | スライドを別窓で、聴衆が任意に操作可能な状態で開く |
| A13 | コメント | コメント表示 | サーバーからコメント通知を受け取り同期・表示する |
| A14 | コメント入力/投稿 | 入力されたコメントを表示中のスライドページまたはその特定座標(矩形)と紐づけてサーバーに送る |
| A15 | スタンプ選択/投稿 | 選択されたスタンプを表示中のスライドページまたはその特定座標(矩形)と紐づけてサーバーに送る |
| A16 | マイク録音/投稿 | 聴衆端末のマイク音声を録音し、表示中のスライドページまたはその特定座標(矩形)と紐づけてサーバーに送る |
| A17 | スライド領域選択 | スライドの特定座標(矩形)を選択する |
| A18 | ポインタ | ポインタ同期 | サーバーからポインタ通知を受け取り同期・表示する |
| A19 | アンケート | アンケート表示 | サーバーからアンケート通知を受け取り表示する |
| A20 | アンケート受付 | サーバーから〆切通知を受け取るまで、回答を受け付ける |
| A21 | アンケート送信 | アンケートの回答をサーバーに送信する |
| A22 | アンケート結果表示 | アンケート結果をグラフにして表示する |
| A23 | 映像 | Webカメラ表示 | サーバーから発表者のWebカメラ映像を受信し表示する |
| A24 | デスクトップ表示 | サーバーから発表者のデスクトップ映像を受信し表示する |

聴衆用アプリケーションは、Meetupにおけるプレゼンテーションの構成要素のうち聴衆のSNS投稿を処理しサーバーに送信する機能と、発表者の発表情報と他の参加者のSNS投稿をサーバーから受け取り表示する機能を持つアプリケーションである。

発表者から伝えられたプレゼンテーションURLをWebブラウザーで開くと、この聴衆側アプリケーションで即座にプレゼンテーションに参加できる。聴衆用アプリケーションの画面にはスライド資料と発表者のビデオ映像、そして参加者のSNS投稿が表示され、マウスやキーボード、タッチインターフェースでSNS投稿やアンケートへの回答が可能である。

### 聴衆用クライアントアプリケーションの流れと画面

図 20で、本システムの聴衆用クライアントの画面遷移を示す。



図 　聴衆用クライアントアプリケーションの画面遷移

本システムの聴衆用クライアントは、視聴画面のみによって構成される。

#### 視聴画面

(画面レイアウト)

あああ

## サーバーアプリケーションの設計

本節では、本システムのうちサーバーアプリケーションの設計について述べる。

### サーバーアプリケーションの振る舞い

本項では、本研究で実装するプレゼンテーション記録システムのサーバーアプリケーションの動作概要を述べる。まず、表 5で本アプリケーションの機能の一覧を示す。

表 　サーバーアプリケーションの機能一覧

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No. | 大機能 | 小機能 | 機能概要 |
| S1 | 発表者認証 | GitHub認証開始 | 発表者クライアントにGitHub認証用URLを渡す |
| S2 | GitHub認証 | 発表者クライアントからGitHub PINコードを受け取り、生成したアクセストークンでGitHubアカウント情報を取得し返す |
| S3 | Google認証開始 | 発表者クライアントにGoogle認証用URLを渡す |
| S4 | Google認証 | 発表者クライアントからGoogle PINコードを受け取り、生成したアクセストークンでGoogleアカウント情報を取得し返す |
| S5 | Twitter認証開始 | 発表者クライアントにTwitter認証用URLを渡す |
| S6 | Twitter認証 | 発表者クライアントからTwitter PINコードを受け取り、生成したアクセストークンでTwitterアカウント情報を取得し返す |
| S7 | 聴衆認証 | Twitter認証開始 | 聴衆クライアントにTwitter認証用URLを渡す |
| S8 | Twitter認証 | 聴衆クライアントからアクセストークンを受け取り、Twitterアカウント情報を取得し返す |
| S9 | 発表告知 | Twitter共有 | 各クライアントからの要求に応じて、発表タイトル及びURLをTwitterアカウントに投稿する |
| S10 | 発表管理 | 発表生成 | 発表者クライアントから発表情報を受け取り、一意の発表URLを生成して返す |
| S11 | 発表接続 | 発表URLに応じて、発表者クライアントと聴衆クライアントを接続する |
| S12 | 発表終了 | 発表者クライアントからの終了通知を受け取り、関連する接続の切断と発表URLの無効化を行う |
| S13 | 発表配信 | 基本情報同期 | 接続した聴衆クライアントに発表情報を送信する |
| S14 | スライド同期 | 発表者クライアントからのページめくり信号を関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S15 | ポインタ同期 | 発表者クライアントからのポインタ信号を関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S16 | 映像配信 | 発表者クライアントからのリアルタイム配信映像を、関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S17 | 映像切り替え同期 | 発表者クライアントからの映像切り替え信号を関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S18 | アンケート | アンケート開始 | 発表者クライアントからのアンケート要求とその内容を関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S19 | アンケート終了 | アンケートの締め切り通知を関連する全聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S20 | アンケート回収 | 聴衆クライアントからのアンケート回答を受け取り、集計する |
| S21 | アンケート集計 | 締め切り時点での集計結果を関連する全てのクライアントにブロードキャストする |
| S22 | コメント | コメント同期 | 聴衆クライアントからコメントを受け取り、関連する発表者クライアントと他の聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S23 | コメント投稿 | Twitter認証された聴衆クライアントからコメントを受け取り、聴衆のTwitterタイムラインにコメントを投稿する |
| S24 | 音声コメント | 聴衆クライアントから録音を受け取り、関連する発表者クライアントと他の聴衆クライアントにブロードキャストする |
| S25 | 発表記録 | コメント記録 | 同期した全てのコメントデータを記録する |
| S26 | 映像記録 | 配信した全ての映像データを記録する |
| S27 | スライド記録 | スライド資料のURL及び操作情報を記録する |
| S28 | ログ作成 | 記録されたコメントデータとスライドデータを元にプレゼンテーション記録フォーマットでログを作成し、発表者クライアントに送信する |
| S29 | Gist投稿 | 発表者クライアントからの要求に応じて、ログからレポートを作成して発表者のGistに投稿する |
| S30 | ログURL通知 | 発表者クライアントにログ及び映像データをダウンロードできるURLを通知する |

サーバーアプリケーションは、本システムにおいてクライアント間の情報の受け渡しとその記録を担う。Meetupにおける全てのプレゼンテーション構成要素を発表者用・聴衆用クライアントから受け取り、サーバー内に記録したうえで参加者全員に同じ情報をブロードキャストして伝える。

## プレゼンテーション記録フォーマットの設計

本節では、本システムが記録するプレゼンテーションデータのフォーマット設計について述べる。技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録データはオンラインコミュニティでの利用が想定されるため、WEBと親和性の高いJSONをコンテナフォーマットとして採用する。

### プレゼンテーション記録フォーマットの属性一覧

本項では、JSONをコンテナとする記録フォーマットの設計について述べる。各属性の詳細な構造を表 6に示す。この記録フォーマットでの記録例を図 21に示す。記録データには、プレゼンテーションのタイトルや時刻などの基本情報に加え、発表者情報、聴衆のリスト、スライド資料と各ページのURL、スライド資料以外の添付資料のURL、そして時系列順に整理された発表中のアクティビティのリストが含まれる。

表 　プレゼンテーション記録フォーマット(JSON)の属性詳細

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 属性名 | 型 | 親要素 | 必須 | 説明/備考 |
| title | string | - | Y | 発表者が指定した発表タイトル |
| description | string | - | N | 発表者が指定した発表の説明文 |
| time\_begin | integer | - | Y | プレゼンテーションの開始時刻（ミリ秒単位のUNIX時刻） |
| time\_end | integer | - | Y | プレゼンテーションの終了時刻（ミリ秒単位のUNIX時刻） |
| presenter | object | - | Y | 発表者情報を格納するオブジェクト |
| name | string | presenter | Y | 発表者の氏名またはニックネーム |
| twitter | string | presenter | N | 発表者のTwitterスクリーンネーム |
| google | string | presenter | N | 発表者のGoogle ID |
| github | string | presenter | N | 発表者のGitHub ID |
| audience | array<object> | - | Y | 聴衆情報を格納する配列。indexは聴衆のIDと同義 |
| name | string | audience | N | 聴衆の氏名またはニックネーム |
| twitter | string | audience | N | 聴衆のTwitterスクリーンネーム |
| slide | array<string> | - | Y | スライド資料とそのページごとのURLを格納する配列。indexはページ番号と同義。ページごとに固有のURLが割り振られていないスライド資料の場合は要素が重複する場合がある |
| attachment | array<object> | - | N | スライド資料以外の添付資料を格納する配列。indexは添付資料のIDと同義 |
| type | string | attachment | Y | 添付資料のMIME Type |
| url | string | attachment | Y | 添付資料の参照先URL |
| name | string | attachment | N | 添付資料の名称 |
| activity | array<object> | - | Y | プレゼンテーション内のイベントを時系列順に格納する配列。indexは要素のIDと同義 |
| time | integer | activity | Y | イベントの発生時刻（ミリ秒単位のUNIX時刻） |
| type | string | activity | Y | イベントの種類。begin, end, comment等がある |
| page | integer | activity | N | イベントと紐づいたページ(slide配列のindex) |
| area | object | activity | N | ページの特定座標・領域を示す場合に用いる |
| x | integer | area | Y | スライド資料の横幅を1.0としたときのX座標 |
| y | integer | area | Y | スライド資料の縦幅を1.0としたときのY座標 |
| width | integer | area | N | スライド資料の横幅を1.0としたときの領域幅 |
| height | integer | area | N | スライド資料の縦幅を1.0としたときの領域高さ |
| text | string | activity | N | 聴衆のコメント |
| url | string | activity | N | イベントに紐づいたURL |
| audience\_id | integer | activity | N | イベントに紐づいた聴衆のID。0以上 |
| attachment\_id | integer | activity | N | イベントに紐づいた添付資料のID。0以上 |
| activity\_id | integer | activity |  | イベントに紐づいた他のイベントのID。0以上 |
| question | object | - | N | アンケート情報 |
| type | string | question | Y | アンケートの形式。singleまたはmultiple |
| text | string | question | Y | アンケートの質問文 |
| option | array<object> | question | Y | アンケートの選択肢を格納する配列。2要素以上 |
| text | string | option | Y | アンケート選択肢の文章 |
| number | integer | option | Y | アンケート選択肢の選択数。0以上 |

{

"title": "プレゼンテーションのタイトル",

"description": "このプレゼンテーションはサンプルです。",

"time\_begin": 14518146780000,

"time\_end": 14518163010000,

"presenter": {

"name": "山田太郎",

"twitter": "@example\_yamada",

"google": null,

"github": "exampleyamada"

},

"audience": [{

"name": "竹田花子",

"tiwtter": "@example\_hanako "

}, {

"name": "たまちゃん",

"tiwtter": "@example\_azarashi"

}],

"slide": [

"http://example.com/slide.html",

"http://example.com/slide.html#2",

"http://example.com/slide.html#3"

] ,

"attachment": [{

"type": "video/webm",

"url": "http://example.com/recerd.webm",

"name": "録画映像"

}],

"activity": [{

"time": 14518148620000,

"type": "slide\_update",

"page ": 1

}, {

"time": 14518149240000,

"type": "comment",

"page": 1,

"area": null,

"text": "よろしくー",

"audience\_id": 0,

"url": "http://twitter.com/status/9999999999"

}, {

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　中略

}, {

"time": 14518182720000,

"type": "finish"

}]

}

図 　プレゼンテーション記録フォーマット(JSON)の例

### 記録データの利用方法

本項では記録データの利用方法について述べる。この記録フォーマットをMarkdownに変換しての利用例を図 22で示す。記録データには発表概要と参加者情報、そして参加者のスライドページごとのコメント一覧が含まれる。簡易レポートの形式をとるため情報量よりも読みやすさを重視した形で記述する。参照情報のあるものはハイパーリンクを施す。

# プレゼンテーションのタイトル

## 発表概要

\* 発表時刻：2016/01/02 11:32 ～ 11:40

\* [スライド資料](http://example.com/slide.html)

\* [添付資料1 – 録画映像](http://example.com/recerd.webm)

## 参加者

### 発表者

山田太郎 ([Twitter](https://twitter.com/example\_yamada), [GitHub](https://github.com/exampleyamada))

### 聴講者

\* [竹田花子](https://twitter.com/example\_hanako)

\* [たまちゃん](https://twitter.com/example\_azarashi)

ほか4名

## コメントログ

\* [2ページ目](http://example.com/slide.html#2)

\* [よろしくー (竹田花子)](https://twitter.com/exmple\_hanako /status/9999999999)

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　後略

図 　プレゼンテーション記録フォーマット(Markdown)の例

# 技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装

本章では、前章で設計したプレゼンテーション記録システムの実装について述べる。



## 実装環境

本研究で実装したMeetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装環境を表 7に示す。設計段階ではサーバーは1台であったが、メディアサーバーによる映像配信の処理が重くなりHTTPサーバーやWebSocketサーバーの動作が不安定になることが多々あったため、これらを物理的に分割し2台構成とした。

表 　本研究のプレゼンテーション記録システムの実装環境

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 詳細 |
| WEB/WebSocketサーバーOS | Ubuntu 14.04.3 LTS |
| WEBサーバー | Apache 2.4.7 |
| WebSocketサーバー | Node.js 5.2.0 + ws 0.8.1 |
| サーバーアプリケーション使用言語 | Haxe (Node.js) |
| メディアサーバーOS | Ubuntu 14.04.3 LTS |
| メディアサーバー | Kurento Media Server 6.2.0 |
| ネイティブクライアントエンジン | Electron 0.35.3 |
| ネイティブクライアント使用言語 | Haxe (JavaScript), HTML, CSS |
| WEBクライアント使用言語 | Haxe (JavaScript), HTML, CSS |

## 実装の前提となる技術

### Haxe

Haxe [7]は静的型付きのオブジェクト指向プログラミング言語である。Flashコミュニティを出自とする言語のため、ActionScriptと似た構文を持つ。Haxeコンパイラを通してJavaScriptやActionScript、C++、C#、Java、PHP、Pythonコードを出力することが可能なマルチパラダイム言語で、その出力先の多さからマルチプラットフォーム開発を目的として使用されることが多い。本システムではaltJS（JavaScriptおよびNode.jsの代替言語）として利用する。

### WebSocket (RFC5455)

WebSocket [8]は、WEBアプリケーションのためのTCP上に構築された双方向通信プロトコルである。IETFによってRFC5455として策定・標準化されている。従来のクライアント・サーバー間のリアルタイム通信に用いられていたXMLHttpRequestの欠点を解決する技術として開発されたため、より軽量かつ多機能で、ロングポーリング等を行わずともサーバー側からのプッシュ配信を実現できる。専用のスキームとしてwsおよびwssが割り当てられている。なお、WebSocket API [9]はW3Cによって策定されている。本システムでは、アプリケーション間のリアルタイム通信と、WebRTCのシグナリングのためにWebSocketを用いる。

### WebRTC

WebRTC [10]は、W3Cが提唱するWebブラウザー用のリアルタイムコミュニケーションAPIで、特別なプラグインなしでサーバーレスのピアツーピアの映像伝送を可能とする（ただし最初の接続時は伝送経路を決めるためにWebSocket等を用いてシグナリングを行う必要がある）。映像や音声のリアルタイム伝送のためのメディアチャンネルと、欠落のないバイナリデータ伝送のためのデータチャンネルの2種類の通信方式がある。メディアチャンネルはDTLSの助けを借りたSRTP over UDPプロトコルを用いて映像や音声を暗号化したうえでリアルタイム伝送する。データチャンネルはSCTP over DTLS over UDPプロトコルを用いてバイナリデータを暗号化したうえで伝送する。本システムでは、発表者映像のリアルタイム配信と記録のためにWebRTCを用いる。

### Kurento Media Server

Kurento Media Server [11]はWebRTCを用いたグループコミュニケーションのためのメディアサーバーである。Kurento Technologiesによりオープンソースで開発されている。Kurentoを用いることで、ピアツーピア特有のフルメッシュで複雑な構造を回避し、サーバーに繋ぐだけで全てのクライアントと通信ができるようになる。本システムでは発表者クライアントと無数の聴衆クライアントを効率的につなぐためのWebRTC SFU (Selective Forwarding Unit)として用いる。

### Electron (旧称Atom Shell)

Electron [12]は、GitHub社が開発するデスクトップアプリのためのクロスプラットフォーム実行環境である。Chromiumブラウザーを内蔵し、Node.js/HTMLで記述したアプリケーションをWindows、Max OS X、Linux上で動かせる。本システムでは発表者用クライアントにおいてWEBアプリケーションのクロスドメイン制約を回避するために用いる。

### Let's Encrypt

Let's Encrypt [13]は、非営利団体Internet Security Research Groupが運営する無料ドメイン認証TLSサーバー証明書プロジェクト、並びにその発行サービスである。本システムでは、Chromium系ブラウザーにおいてgetUserMediaメソッドがHTTPS環境でしか動作しない仕様に対応するために用いる。

## 実装の概要

本節では、本研究で実装したプレゼンテーション記録システムの実装の概要を述べる。

実装の概要を図 23に示す。本システムの実装は、発表者が使用するネイティブクライアントと、聴衆が使用するWebクライアント、それらから発信される情報を受け取り記録・他の参加者に仲介するWebサーバー・Kurentoメディアサーバー、ならびに各アプリケーションが協調して動作するための通信プロトコルに大別される。



図 　Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装概要

### 発表者用ネイティブクライアントの実装

発表者用クライアントアプリケーションは、プログラマーコミュニティができる限り利用しやすいようWEBアプリケーションとしたかったが、iframeタグなどのクロスドメイン制限でスライドのページ送り等をシステムで検知することが難しかったため、Electronを用いてネイティブクライアントとして実装した。Electronは、WEBアプリケーションをデスクトップアプリケーションとしてパッケージングできるアプリケーションフレームワークである。Electronにはiframeのクロスドメイン制限を無効としたwebviewという独自のタグがあり、今回はこれを用いてWEB上にあるスライド資料の表示と操作を実現した。このネイティブクライアントは別途構築したインストーラーでWindows、Mac OSXにインストールできる。

表 3に挙げた機能のうち、実証実験に必要な最低限の機能（P13、P14、P17、P18、P19、P22、P25、P27、P30、P31、P32、P33、P34、P35、P36）を実装した。

### 聴衆用WEBクライアントの実装

聴衆用クライアントアプリケーションは、プログラマーコミュニティが利用しやすいようWEBアプリケーションとした。HTMLやCSSのコードは発表者用クライアントとできる限り共通化することで、見た目の差異を小さくし、また実装コストも減らした。利用を想定するブラウザーは、Chrome M48以降、ならびにFirefox 43以降とした。

表 4に挙げた機能のうち、実証実験に必要な最低限の機能（A1、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A13、A14、A15、A23）を実装した。

### サーバーの実装

サーバーアプリケーションは、WEB/WebSocketサーバーと、メディアサーバーに分けられる。両者ともにUbuntu OS上で動作するよう実装したが、処理負荷の都合から前者と後者は別のサーバーコンピューター上で稼働させた。WEBサーバーはApacheで、WebSocketサーバーはNode.js/wsで、メディアサーバーはKurento Media Serverを用いて構築した。

メディアサーバーは、全てのクライアントと接続し、発表者用ネイティブクライアントから配信された映像を記録しながら各聴衆用WEBクライアントに中継する役割を担う。WebRTCは本来P2P通信なので発表者と聴衆を直接接続すればメディアサーバーは不要であるが、映像を記録したり、発表者用ネイティブクライアントにかかる負荷を減らしたりする必要があったために、今回WebRTC SFU [14]としてKurento Media Serverを導入した。SFUとは選択的配信ユニット

表 5に挙げた機能のうち、実証実験に必要な最低限の機能（S10、S11、S12、S13、S14、S16、S22、S23、S25、S26、S27、S28）を実装した。

### JSON over WebSocketによるRPCの実装

各アプリケーションが協調して動作するためのRPC（遠隔手続き呼び出し）を実装した。表 8に遠隔手続きの一覧を示す。このRPCはWebSocket 上でJSONフォーマットを用いてやり取りされる。

表 　実装したRPC

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 呼び出し名 | 方向 | 備考 |
| ICE\_CANDIDATE | Server <--> Client | WebRTC経路情報の交換 |
| COMMENT | Server <--> Client | コメントの投稿 |
| UPDATE\_SLIDE | Server <--> Client | スライドページの更新 |
| ON\_ACCEPT\_STREAM | Server -> Client | メディアサーバーへの接続完了 |
| ON\_UPDATE\_AUDIENCE | Server -> Client | 参加人数の更新 |
| ON\_ERROR | Server -> Client | プレゼンテーションの異常終了 |
| ON\_FINISH | Server -> Client | プレゼンテーションの正常終了 |
| WILL\_STOP\_STREAM | Server -> Client | 映像配信の終了予告 |
| ON\_STOP\_STREAM | Server -> Client | 映像配信の終了 |
| ON\_ACCEPT\_PRESENTER | Server -> Client(Native) | 発表者の接続承認 |
| ON\_CREATE\_LOG | Server -> Client(Native) | ログの生成完了 |
| ON\_ACCEPT\_AUDIENCE | Server -> Client(WEB) | 聴衆の接続承認 |
| CAN\_CONNECT\_STREAM | Server -> Client(WEB) | 映像配信の存在 |
| JOIN\_PRESENTER | Client(Native) -> Server | 発表者の接続要求 |
| LEAVE\_PRESENTER | Client(Native) -> Server | 発表者の切断要求 |
| START\_STREAM | Client(Native) -> Server | 映像配信の開始要求 |
| STOP\_STREAM | Client(Native) -> Server | 映像配信の終了要求 |
| REQUEST\_LOG | Client(Native) -> Server | ログの生成要求 |
| JOIN\_VIEWER | Client(WEB) -> Server | 聴衆の接続要求 |
| LEAVE\_VIEWER | Client(WEB) -> Server | 聴衆の切断要求 |
| CONNECT\_STREAM | Client(WEB) -> Server | 映像配信への接続要求 |
| DISCONNECT\_STREAM | Client(WEB) -> Server | 映像配信からの切断要求 |

# 評価

本章では、実装したシステムを用いて行った実証実験について述べる。

* 映像配信時の参加者のスケーラビリティ  
  　WebRTCを用いて映像記録・配信を行った際に安定して動作する同時参加者数の上限値。
* 対応するスライド共有サイトの数  
  　プレゼンテーションを行う際に、スライド資料参照先として利用可能なスライド共有サイトの数。



## 実証実験の環境

村井純研究室Archグループの有志で行っている「モダンオペレーティングシステム輪講会」において、本システムを用いたプレゼンテーション記録の実証実験を行った。村井純研究室Archグループは、通常GitHubやSlack等のSNSを用いて交流し、週に1度のオフラインミーティング並びに輪講会においてより密な情報共有を行っているという意味において、プログラマーコミュニティと技術系Meetupと同様の構図であることから、今回の実証実験の舞台に相応しいと判断した。

発表の構図を図 24に示す。2016年1月14日(木)に行われたモダンオペレーティングシステム輪講会は、村井純研究室学部生部屋を会場に、1人の発表者が書籍「モダンオペレーティング 第2版」の一部内容を、スライド資料を用いて紹介・解説した。発表者はあらかじめスライド資料をGoogleスライドで共有し、本システムの発表者用クライアントを用いて発表した。また発表者のコンピューターは外部ディスプレイに接続し、発表画面をメイン会場全体から見えるようにした。聴衆は、各自のコンピューターから本システムの聴衆用クライアントを用いて発表に参加した。聴衆のうち1人は、遠隔環境を再現するために別室に隔離した。

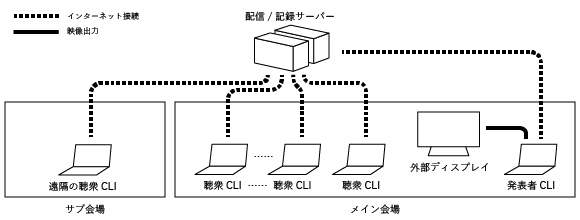


図 　実証実験におけるプレゼンテーションの構図

## プレゼンテーション記録結果

プレゼンテーション内で行われた言動と、そのうち記録できたものを表 9に示す。

表 　本システムによって記録された要素

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記録対象 | 詳細 | 数 |
| 発表タイトル | タイトル | 1 |
| 発表開始 | 時刻 | 1 |
| 発表終了 | 時刻 | 1 |
| 発表者属性 | 名前、IPアドレス | 1 |
| 聴衆属性 | 名前、IPアドレス、入室順序 | 22 |
| 発表スライド | ページ数、ページ順序、ページごとのURL | 44 |
| 発表者映像 | MIMEタイプ、保存先URL | 1 |
| 入退室 | 時刻、聴衆番号 | 29 |
| コメント | 時刻、コメント種別、テキスト、ページ番号、聴衆番号 | 59 |
| ページ送り | 時刻、ページ番号 | 84 |

## 考察

本節では、実証実験の結果を評価し、考察する。

# 結論

本章では、結論として本研究の成果を明らかにするとともに、今後の課題について述べる。



## まとめ

本研究では、技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録を目的とした。その問題解決のために、技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムを設計し、実装した。

技術系Meetupにおけるプレゼンテーションは、オンラインのプログラマーコミュニティにとって唯一のオフラインイベントである。こうした環境を踏まえ、本研究ではプレゼンテーションの構成要素を配信しながら記録するWEBシステムを実装して、実証実験を行った。実証実験では、研究室で行われた輪講会において記録の実証実験を行った。

実証実験の結果より、本研究で構築したプレゼンテーション記録システムでプレゼンテーションが正確に記録されることを確認し、本研究のアプローチが有効であることが確認された。

## 今後の課題

実証実験の結果から、本研究のアプローチは技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの記録に有効であることが明らかになった。しかし実証実験で構築した環境には幾つかの問題が見受けられた。以下に今後の課題を述べる。

* スライド資料が外部参照であるため、単体では完全な記録とならない
* コミュニティに顔出ししたくない発表者を考慮できていない

# 謝辞

# 参考文献

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Build Insider, “なぜ勉強会・カンファレンスに参加するのか？ 良かった勉強会・残念だった勉強会 - Build Insider,” 21 12 2015. [オンライン]. Available: http://www.buildinsider.net/hub/survey/201511-engineerreal. [アクセス日: 5 1 2016]. |
| [2] | Twitter, Inc., “ツイートが消えてしまった場合 | Twitterヘルプセンター,” 28 9 2015. [オンライン]. Available: https://support.twitter.com/articles/277716. [アクセス日: 5 1 2016]. |
| [3] | Ecma International, “Standard ECMA-376,” 9 12 2015. [オンライン]. Available: http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-376.htm. [アクセス日: 19 1 2016]. |
| [4] | ISO/IEC, “ISO/IEC 14496-14:2003(en), Information technology — Coding of audio-visual objects — Part 14: MP4 file format,” 15 11 2003. [オンライン]. Available: https://www.iso.org/obp/ui/#!iso:std:38538:en. [アクセス日: 19 1 2016]. |
| [5] | WHATWG, “HTML Standard,” 18 1 2016. [オンライン]. Available: https://html.spec.whatwg.org/. [アクセス日: 19 1 2016]. |
| [6] | “Web-based slideshow - Wikipedia, the free encyclopedia,” 25 7 2015. [オンライン]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Web-based\_slideshow. [アクセス日: 5 1 2016]. |
| [7] | Haxe Foundation, “Haxe - The Cross-platform Toolkit,” 17 1 2016. [オンライン]. Available: http://haxe.org/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [8] | Internet Engineering Task Force, “RFC 6455 - The WebSocket Protocol,” 9 12 2015. [オンライン]. Available: https://tools.ietf.org/html/rfc6455. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [9] | W3C, “The WebSocket API,” 24 10 2015. [オンライン]. Available: https://www.w3.org/TR/websockets/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [10] | Google Chrome team, “WebRTC Home | WebRTC,” 14 1 2016. [オンライン]. Available: https://webrtc.org/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [11] | Technologies, Kurento, “Kurento,” 6 10 2015. [オンライン]. Available: http://www.kurento.org/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [12] | GitHub, Inc., “Electron,” 16 1 2016. [オンライン]. Available: http://electron.atom.io/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [13] | Internet Security Research Group, “Let's Encrypt - Free SSL/TLS Certificates,” 13 1 2016. [オンライン]. Available: https://letsencrypt.org/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [14] | 岩瀬義昌, “WebRTCにおけるサーバーソリューションの決め手とは？─WebRTC Conference Japan基調講演 | HTML5Experts.jp,” 9 2 2015. [オンライン]. Available: https://html5experts.jp/iwase/12585/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [15] | “Meetupとは,” 19 12 2015. [オンライン]. Available: http://help.meetup.com/customer/ja/portal/articles/637187-meetup%E3%81%A8%E3%81%AF. |
| [16] | 高木義和, “情報文化　VIII. インターネットコミュニティの特性,” 28 5 2015. [オンライン]. Available: http://www.nuis.ac.jp/~takagi/JB/2015/ic08.pdf. [アクセス日: 20 12 2015]. |
| [17] | T. NGO, “OFFICE OPEN XML OVERVIEW,” 23 10 2006. [オンライン]. Available: http://www.ecma-international.org/news/TC45\_current\_work/OpenXML%20White%20Paper.pdf. [アクセス日: 21 12 2015]. |
| [18] | 総務省, “デジタルアーカイブの構築・連携のためのガイドライン,” 26 3 2012. [オンライン]. Available: http://www.soumu.go.jp/main\_content/000153595.pdf. [アクセス日: 20 12 2015]. |
| [19] | 市川裕康, “『ソーシャル&リアルがポイント。今求められる新しい出会い、学び、コミュニティの形～「ミートアップ」とは』　 | ソーシャルビジネス最前線 | 現代ビジネス [講談社],” 2 5 2011. [オンライン]. Available: http://gendai.ismedia.jp/articles/-/3422. [アクセス日: 21 12 2015]. |
| [20] | 一. 三井, 誠. 内田 , 晋. 白山, “SNSにおける情報伝播に対するコミュニティの影響,” 横断型基幹科学技術研究団体連合, 2005. |
| [21] | H. Rheingold, The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2000. |
| [22] | 山田光利, “第19回　イベントで生まれる「知」を記録に残し共有する、その意義と手法について,” 10 1 2015. [オンライン]. Available: http://www.2nd-lab.org/#!studygroup-019/c2a8. [アクセス日: 18 1 2016]. |