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

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、その規模の小ささから既存の配信･記録システムを利用しての記録作業が行えず、遠隔参加者や欠席者に対して会場で行われた議論を伝えることができない。

本研究は、Meetupで行われるプレゼンテーションの記録環境の実現を目的とし、問題解決のためにMeetupのような小規模なプレゼンテーションのための配信･記録システムを設計、構築した。その手法として、本研究ではプレゼンテーションでのやり取りを7種類に分類できると仮定し、オンライン参加者を前提としたプレゼンテーションツールの再設計を行った。さらに、WebRTCやElectronといった新しいWEB技術を用いて本システムを実装し、その評価のために実証実験を実施した。実証実験の結果から、本システムが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 recording system  
for meetup

In this research, I have designed and implemented a presentation recording system for meetups.

Meetups are study/communication events for online community members who share the same interests, and presentations at such meetups are valuable for the entire community. Although, the recording of these presentations, especially for members who were absent, is not managed by the community and is conducted only on a voluntary basis.

In this research I followed three steps. First, I defined the meetup of programmer community as a technical meetup, and fixed the requirements to share presentations to all members of a community via the internet. Next, I designed/implemented a system which can accomplish all these requirements using WebRTC and Electron. Finally, I evaluated the system by demonstration and verified its usefulness.

Keyword:

1. Meetup　2. Presentation　3. Online Community　4. WebRTC　5. Electron

目次

[第1章 はじめに 1](#_Toc441587365)

[1.1. 背景 1](#_Toc441587366)

[1.2. 本研究の課題 2](#_Toc441587367)

[1.3. 本研究の目的 2](#_Toc441587368)

[1.4. 用語定義 3](#_Toc441587369)

[1.5. 本論文の構成 3](#_Toc441587370)

[第2章 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの分析 5](#_Toc441587371)

[2.1. 技術系Meetupの定義 5](#_Toc441587372)

[2.2. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの特徴 6](#_Toc441587373)

[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 6](#_Toc441587374)

[2.2.2. 技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ 6](#_Toc441587375)

[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 8](#_Toc441587376)

[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 8](#_Toc441587377)

[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 9](#_Toc441587378)

[2.3.1. コミュニケーションモデル Type A：発表 10](#_Toc441587379)

[2.3.2. コミュニケーションモデル Type B：アンケート 10](#_Toc441587380)

[2.3.3. コミュニケーションモデル Type C：サンプリング 11](#_Toc441587381)

[2.3.4. コミュニケーションモデル Type D：割り込み 11](#_Toc441587382)

[2.3.5. コミュニケーションモデル Type E：質疑応答 12](#_Toc441587383)

[2.3.6. コミュニケーションモデル Type F：ムード 12](#_Toc441587384)

[2.3.7. コミュニケーションモデル Type G：アウェイ 13](#_Toc441587385)

[2.4. 本章のまとめ 13](#_Toc441587386)

[第3章 既存のプレゼンテーションシステム 14](#_Toc441587387)

[3.1. 既存のスライドフォーマット 14](#_Toc441587388)

[3.1.1. OOXML 14](#_Toc441587389)

[3.1.2. PDF 15](#_Toc441587390)

[3.1.3. MP4 15](#_Toc441587391)

[3.1.4. WEBスライド 15](#_Toc441587392)

[3.2. 既存のプレゼンテーション共有システム 16](#_Toc441587393)

[3.2.1. PowerPoint Onliine 16](#_Toc441587394)

[3.2.2. YouTube 16](#_Toc441587395)

[3.2.3. SlideShare 16](#_Toc441587396)

[3.2.4. ニコナレ 17](#_Toc441587397)

[3.3. 本章のまとめ 17](#_Toc441587398)

[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 19](#_Toc441587399)

[4.1. プレゼンテーション記録システムの要件定義 19](#_Toc441587401)

[4.2. 記録システムの全体設計 19](#_Toc441587402)

[4.2.1. プレゼンテーション記録システムの全体構成 20](#_Toc441587403)

[4.2.2. コミュニケーションの配信・記録手法 20](#_Toc441587404)

[4.2.3. システム化プレゼンテーションフローの設計 20](#_Toc441587405)

[4.3. 発表者用クライアントアプリケーションの設計 22](#_Toc441587406)

[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 23](#_Toc441587407)

[4.3.2. 発表者用クライアントアプリケーションの画面遷移 25](#_Toc441587408)

[4.4. 聴衆用クライアントアプリケーションの設計 31](#_Toc441587409)

[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 31](#_Toc441587410)

[4.4.2. 聴衆用クライアントアプリケーションの画面遷移 32](#_Toc441587411)

[4.5. サーバーアプリケーションの設計 33](#_Toc441587412)

[4.5.1. サーバーアプリケーションの振る舞い 33](#_Toc441587413)

[4.6. プレゼンテーション記録フォーマットの設計 35](#_Toc441587414)

[4.6.1. プレゼンテーションの開催概要 37](#_Toc441587415)

[4.6.2. プレゼンテーションの発表者属性 37](#_Toc441587416)

[4.6.3. プレゼンテーションの聴衆属性 37](#_Toc441587417)

[4.6.4. プレゼンテーションのスライド資料 38](#_Toc441587418)

[4.6.5. プレゼンテーションのその他の添付資料 38](#_Toc441587419)

[4.6.6. プレゼンテーションのイベントリスト 39](#_Toc441587420)

[4.7. 本章のまとめ 42](#_Toc441587421)

[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 43](#_Toc441587422)

[5.1. 本研究で対象とする実装 43](#_Toc441587424)

[5.2. 実装環境 43](#_Toc441587425)

[5.3. 実装の前提となる技術 43](#_Toc441587426)

[5.3.1. WebSocket (RFC5455) 44](#_Toc441587427)

[5.3.2. WebRTC 44](#_Toc441587428)

[5.3.3. Kurento Media Server 44](#_Toc441587429)

[5.3.4. Electron (旧称Atom Shell) 44](#_Toc441587430)

[5.4. 実装の概要 45](#_Toc441587431)

[5.4.1. 発表者用ネイティブクライアントの実装 46](#_Toc441587432)

[5.4.2. 聴衆用WEBクライアントの実装 47](#_Toc441587433)

[5.4.3. サーバーの実装 48](#_Toc441587434)

[5.4.4. JSON over WebSocketによるRPCの実装 49](#_Toc441587435)

[5.5. 本章のまとめ 50](#_Toc441587436)

[第6章 評価 51](#_Toc441587437)

[6.1. 実証実験の環境 51](#_Toc441587439)

[6.2. 実証実験の結果 52](#_Toc441587440)

[6.3. 評価1：実証実験を用いたプレゼンテーションイベントの分類 54](#_Toc441587441)

[6.3.1. Type A：発表 55](#_Toc441587442)

[6.3.2. Type E：質疑応答 55](#_Toc441587443)

[6.3.3. Type F：ムード 55](#_Toc441587444)

[6.4. 評価2：記録可能なプレゼンテーション構成要素の比較 55](#_Toc441587445)

[6.5. 本章のまとめ 56](#_Toc441587446)

[第7章 結論 57](#_Toc441587447)

[7.1. 本研究のまとめ 57](#_Toc441587449)

[7.2. 今後の課題 57](#_Toc441587450)

[謝辞 58](#_Toc441587451)

[参考文献 59](#_Toc441587452)

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](#_Toc441585816)

[図 2　技術系Meetupのタイムライン 5](#_Toc441585817)

[図 3　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの登場人物 6](#_Toc441585818)

[図 4　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ 7](#_Toc441585819)

[図 5　Meetupプレゼンテーション記録フォーマットの概念図 9](#_Toc441585820)

[図 6　コミュニケーションモデル Type A：発表 10](#_Toc441585821)

[図 7　コミュニケーションモデル Type B：アンケート 10](#_Toc441585822)

[図 8　コミュニケーションモデル Type C：サンプリング 11](#_Toc441585823)

[図 9　コミュニケーションモデル Type D：割り込み 11](#_Toc441585824)

[図 10　コミュニケーションモデル Type E：質疑応答 12](#_Toc441585825)

[図 11　コミュニケーションモデル Type F：ムード 12](#_Toc441585826)

[図 12　コミュニケーションモデル Type G：アウェイ 13](#_Toc441585827)

[図 13　システム化プレゼンテーションフロー 22](#_Toc441585828)

[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 25](#_Toc441585829)

[図 15　発表者用クライアント 認証画面レイアウト (初期状態) 26](#_Toc441585830)

[図 16　発表者用クライアント 認証画面レイアウト (連携後) 27](#_Toc441585831)

[図 17　発表者用クライアント 認証画面（PINコード入力ビュー）レイアウト 27](#_Toc441585832)

[図 18　発表者用クライアント 認証画面（認証待機ビュー）レイアウト 28](#_Toc441585833)

[図 19　発表者用クライアント 配信画面レイアウト 30](#_Toc441585834)

[図 20　聴衆用クライアントアプリケーションの画面遷移 32](#_Toc441585835)

[図 21　プレゼンテーション記録フォーマット：開催概要の記録例 37](#_Toc441585836)

[図 22　プレゼンテーション記録フォーマット：発表者属性の記録例 37](#_Toc441585837)

[図 23　プレゼンテーション記録フォーマット：聴衆属性の記録例 38](#_Toc441585838)

[図 24　プレゼンテーション記録フォーマット：スライド資料の記録例 38](#_Toc441585839)

[図 25　プレゼンテーション記録フォーマット：添付資料の記録例 39](#_Toc441585840)

[図 26　プレゼンテーション記録フォーマット：記録イベントの記録例 39](#_Toc441585841)

[図 27　プレゼンテーション記録フォーマット：録画イベントの記録例 40](#_Toc441585842)

[図 28　プレゼンテーション記録フォーマット：入退室イベントの記録例 40](#_Toc441585843)

[図 29　プレゼンテーション記録フォーマット：ページ送りイベントの記録例 41](#_Toc441585844)

[図 30　プレゼンテーション記録フォーマット：コメントの記録例 41](#_Toc441585845)

[図 31　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モデル 46](#_Toc441585846)

[図 32　実装した発表者用クライアント（配信画面）のスクリーンショット 47](#_Toc441585847)

[図 33　聴衆用クライアント（視聴画面）のスクリーンショット 48](#_Toc441585848)

[図 34　実証実験におけるプレゼンテーションの構図 52](#_Toc441585849)

[図 35　実証実験中の会場風景（メイン会場） 52](#_Toc441585850)

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 14](#_Toc441585851)

[表 2　プレゼンテーション共有システムと記録フォーマット 16](#_Toc441585852)

[表 3　コミュニケーションモデルに基づく記録対象と記録手法 21](#_Toc441585853)

[表 4　発表者用クライアントアプリケーションの機能 23](#_Toc441585854)

[表 5　認証画面のインタラクティブな部品 28](#_Toc441585855)

[表 6　準備画面の入力項目 29](#_Toc441585856)

[表 7　配信画面のインタラクティブな部品 30](#_Toc441585857)

[表 8　聴衆用クライアントアプリケーションの機能 31](#_Toc441585858)

[表 9　サーバーアプリケーションの機能一覧 33](#_Toc441585859)

[表 10　プレゼンテーション記録フォーマット(JSON)の属性詳細 35](#_Toc441585860)

[表 11　本研究のプレゼンテーション記録システムの実装環境 43](#_Toc441585861)

[表 12　本システムで実装したRPC 49](#_Toc441585862)

[表 13　実証実験において本システムが記録したイベント 53](#_Toc441585863)

[表 14　実証実験において発生したイベント 53](#_Toc441585864)

[表 15　実証実験におけるイベントの発生回数と記録回数 54](#_Toc441585865)

[表 16　既存システムとの記録可能なプレゼンテーション構成要素の比較 56](#_Toc441585866)

# 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行われている。

最近のオンラインコミュニティは、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、技術書籍の輪読や解説等の知見共有・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オフラインの技術系Meetupを開催する目的は、メンテナンスをしているオープンソースプロジェクトのバグについての議論や、コミュニティ内での新しい機能拡張の提案等オンラインのみでは比較的非効率な議論を効率化するためである。また、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ためである。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。

Meetupはオフラインイベントであるため、図 1で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]である。そこで、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。

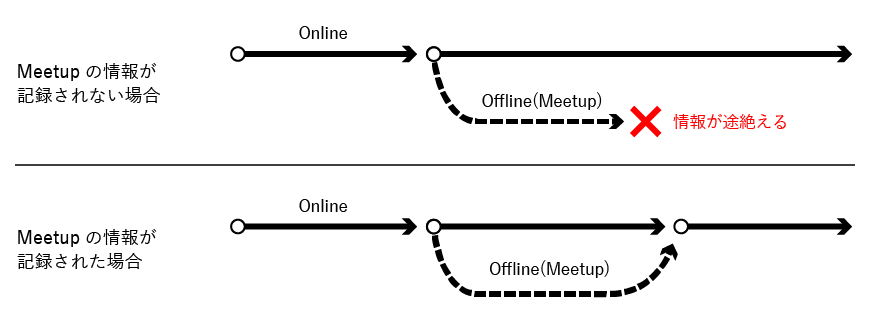


図 　プログラマーコミュニティにおける情報の流れ

## 本研究の課題

本研究では、技術系Meetupにおいて既存の配信･記録システムや議事録担当者の用意ができないために、会場で共有された知見や議論を遠隔の参加者や欠席者に対して伝えることができ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のような小規模かつオンライン参加者を前提としたプレゼンテーションのための記録システムを設計、構築する。

## 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を文字起こし等の負担なく記録できる。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オフラインかつ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および既存のプレゼンテーション記録システムについて分析する。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、発起人となる1人以上のコミュニティメンバーによって、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。懇親会の価値は属人的な2者間の関係性にあるため、本研究における記録対象には含まない。

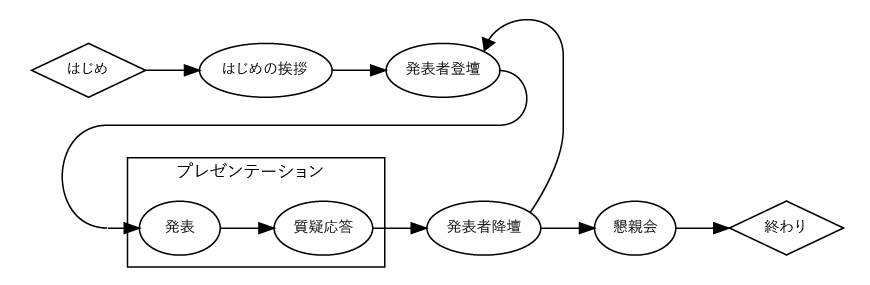


図 　技術系Meetupのタイムライン

## 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人を司会、プレゼンテーションで登壇し発表する人を発表者、それを視聴する人々を聴衆と定義する。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。

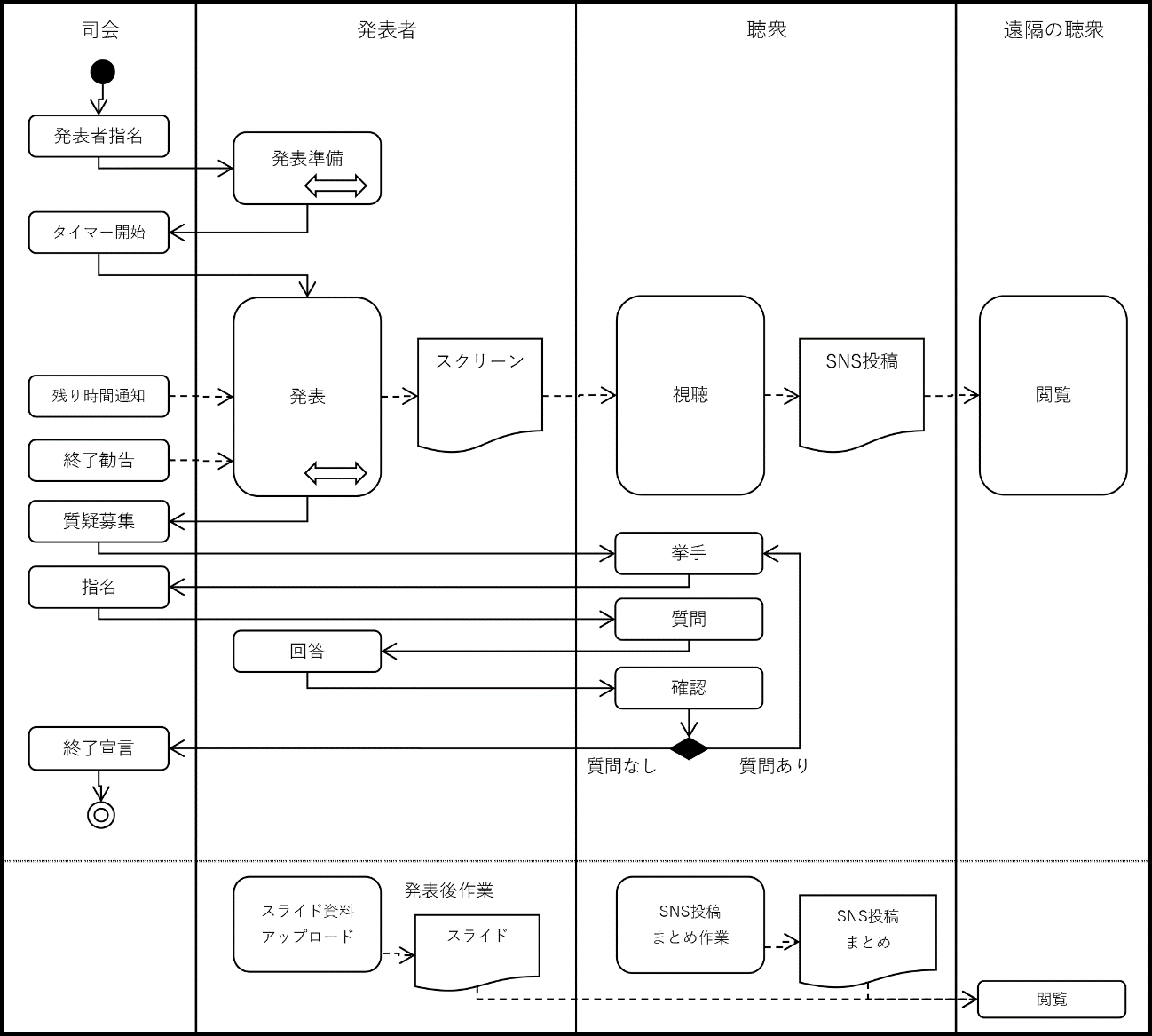


図 　技術系Meetupにおけるプレゼンテーションの流れ

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。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、発表者がそれらに対して口頭で返答する。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、投稿は参加者によって自主的に編纂され、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。

### 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  
と集計

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。

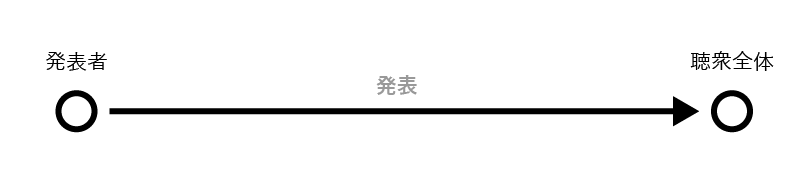


図 　コミュニケーションモデル Type A：発表

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。

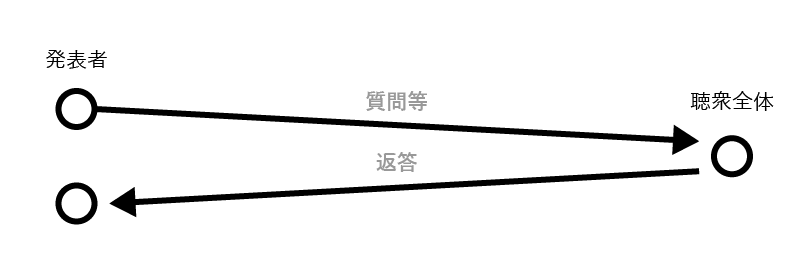


図 　コミュニケーションモデル Type B：アンケート

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。

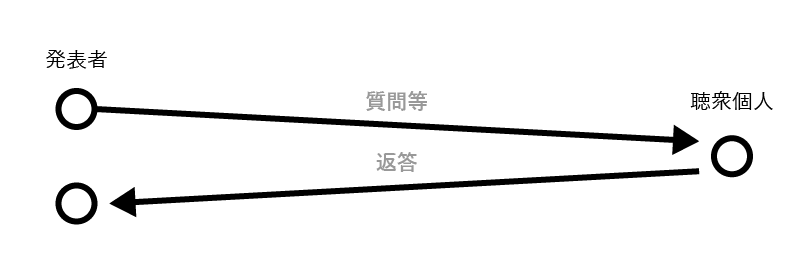


図 　コミュニケーションモデル Type C：サンプリング

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？」と発表者が特定の聴衆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。

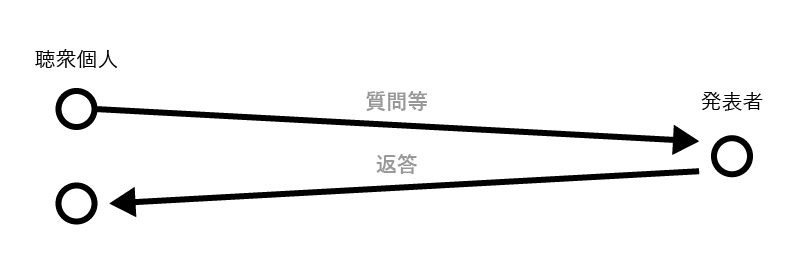


図 　コミュニケーションモデル Type D：割り込み

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。

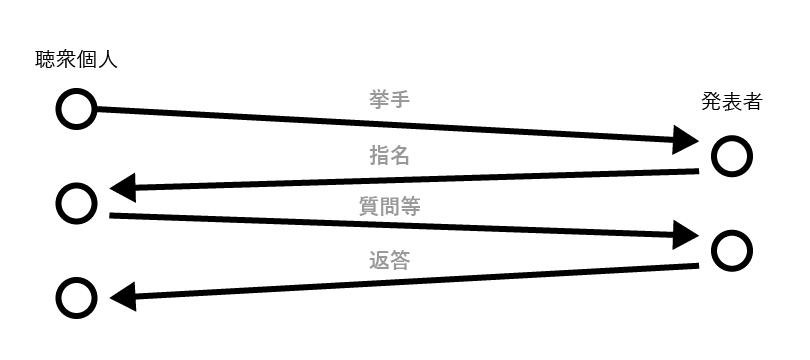


図 　コミュニケーションモデル Type E：質疑応答

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 F：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。

## 本章のまとめ

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。

次章では、本研究のアプローチと、既存スライドフォーマット、既存プレゼンテーション記録システムについて述べる。

# 既存のプレゼンテーションシステム

本章では、問題解決のためのアプローチを述べ、既存のプレゼンテーションシステムを分析する。

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網羅的にプレゼンテーションを記録できる環境を実現する。



## 既存のスライドフォーマット

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 | WEBスライド |
| 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 |

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 PowerPoint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。

### WEBスライド

WEBスライド（Web-based slideshow [5]）は、HTML (Hyper Text Markup Language) [6]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フォーマットの総称である。HTMLのアンカーリンクとJavaScriptによる強力な拡張性を有する。自由度が大きく機能や実装で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全てのWEBスライドに共通している。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。

## 既存のプレゼンテーション共有システム

この節では、プレゼンテーションを記録・共有するシステムについて分析する。

表 　プレゼンテーション共有システムと記録フォーマット

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | PowerPoint Online | YouTube | SlideShare | ニコナレ |
| 投稿フォーマット | OOXML | MP4他 | OOXML, PDF他 | PDF |
| 表示フォーマット | SVG | MP4, WebM | JPEG+TEXT | JPEG |
| スライドショーの配信 | 〇 | 〇 | × | × |
| スライドショーの記録 | × | 〇 | × | 〇 |
| 視聴者のコメント | × | 〇 | × | 〇 |

### PowerPoint Onliine

PowerPoint Onlineは、マイクロソフト社が提供するプレゼンテーション表示、作成WEBアプリケーションである。OOXML等のスライドフォーマットの作成とスライドショーに対応する。また、スライドショー（音声データとページ送りのタイミング情報）を記録、再生できる。さらに、デスクトップアプリケーションのPowerPointと組み合わせることで、プレゼンテーション（ページ送り、インク、注釈、ポインタ）をWEBブラウザーでリアルタイムに共有できる。プレゼンテーションの視聴は配信中のみ可能で、情報は記録されない。

### YouTube

YouTubeは、グーグル社が運営する動画共有サイトである。MP4等の映像データや、それと同期する字幕データを投稿できる。動画ごとに一意のURLが発行され、また再生開始時刻の指定を含めることも可能である。生放送等のリアルタイム映像を配信・記録できるYouTube Liveというサービスもある。YouTube Liveは生放送中の追っかけ再生にも対応する。YouTube、YouTube Liveともに、視聴者がコメントを残すことが可能。視聴者数とそれぞれの属性情報が保存される。

### SlideShare

SlideShareは、リンクトイン社が運営するスライド共有サイトである。OOXMLやPDF、Keynote、OpenDocument等多くのスライドフォーマットの投稿に対応し、WEBブラウザーでの視聴時は画像に変換され表示される。スライドごとに一意のURLが発行され、またページの指定を含めることも可能である。視聴者数、とそれぞれの属性情報、ダウンロード数が保存される。

### ニコナレ

ニコナレは、ドワンゴ社が運営するプレゼンテーション共有サイトである。PDF形式のスライドデータの投稿に対応し、WEBブラウザーでの視聴時は画像に変換され表示される。自分または他人のスライドデータに音声データをのせてスライドショーを作成、共有できる。視聴者はプレゼンテーションのページごとにコメントを書き込める。視聴者数とそれぞれの属性情報が保存される。

## 本章のまとめ

本章では、既存スライドフォーマット、および既存プレゼンテーション共有システムを分析した。以下に、既存プレゼンテーションシステムの問題点を述べる。

1. WEBブラウザーで直接閲覧できない（OOXML）
2. ページごとにURLを発行して特定コンテンツを指定することができない（OOXML、MP4、PowerPoint Online）
3. ページの概念がなくコンテンツの境界が不明である（MP4、YouTube）
4. テキストで内容を検索することができない（MP4、YouTube）
5. プレゼンテーションにおける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（OOXML、MP4、PowerPoint Online）
6. ページ送りのタイミング等の時間軸情報を保存できない（PDF）
7. 参加者に関する情報を保存できない（OOXML、MP4、PowerPoint Online）

プログラマーコミュニティはWEB上で活動するため、WEBブラウザーで直接扱えないフォーマットは利便性の面から問題になる（問題1）。ページの概念があるときページごとにURLを生成できないとSNS等外部から特定コンテンツにリンクを貼ることができない（問題2）。ページの概念がないと議論の際にどのコンテンツに対してのアクションかを時間軸で管理しなければならず、またコンテンツ境界が不明瞭になる（問題3）。テキストで内容を検索できないと検索エンジンに登録されない（問題4）。資料に対して会議メモ等がメインコンテンツと区別できる状態で添付できないと、プレゼンテーションを保存できない（問題5）。

# 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、前章までの分析を踏まえながら、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。



## プレゼンテーション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。2.3節で述べたコミュニケーションモデルと3.2節で列挙した既存プレゼンテーション記録システムの問題点から、本システムに求められる機能要件を以下に示す。

1. WEBブラウザーから直接視聴できる
2. ページごとにURLがあるスライド資料を扱える
3. ページの概念があるスライド資料に対して、ページごとに議論等コミュニケーションを保存できる
4. スライド資料や議論をテキスト検索可能な形で保存できる
5. プレゼンテーションにおける議論等コミュニケーションを、コミュニケーションモデルに基づいて、かつ発表資料と区分した状態で配信・記録できる
6. スライド送りのタイミング等のプレゼンテーションの時間軸情報を記録できる
7. 参加者情報を記録できる

## 記録システムの全体設計

本節では、前節までに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、各クライアントの中継や内容の記録を行う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、要件1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。

### コミュニケーションの配信・記録手法

表 3で、2.3節で仮定した7つのコミュニケーションモデルに基づく記録対象と記録手法を示す。

### 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示す。プレゼンテーションを全てオンラインに配信する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。この時、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・質疑」では発表者の操作が参加者全員にブロードキャストされ、常に同じ画面を見ながらコメントや質問を投稿できる。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「記録保存」でプレゼンテーションの記録を保存またはSNS投稿ができる。

表 　コミュニケーションモデルに基づく記録対象と記録手法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| モデル | 記録対象 | 記録手法 | 記録形態 |
| Type A | 発表者の発話や身振り | 発表者端末に接続されたWebカメラ映像を録画する | 映像 |
| スライド操作 | スライド資料を発表者用クライアントで表示することでページの変更タイミングを検出する | テキスト |
| ポインタ操作 | 発表者用クライアントでポインタ操作を記録する | テキスト |
| デスクトップ映像 | デスクトップ映像を録画する | 映像 |
| Type B | アンケートの質問と選択肢 | 発表者用クライアントでアンケートを作成・配信できるようにする | テキスト |
| アンケートの集計結果 | 聴衆用クライアントでアンケートに回答できるようにする。サーバーが回答を集計し結果を配信する | テキスト |
| Type C | 発表者による指名と対象の聴衆 | 発表者用クライアントで聴衆の一覧を表示し、選択結果を記録する。また指名先の聴衆用クライアントに返答を促す通知を出す | テキスト |
| 指名された聴衆の返答 | 聴衆用クライアントでテキストまたは音声の入力を受け付け、配信する | テキスト、音声 |
| Type D | 割り込みの主体と内容 | 聴衆用クライアントで音声入力を受け付け、属性情報とともに配信する | テキスト、音声 |
| Type E | 挙手と質問内容 | 聴衆用クライアントで質問テキストの入力を受け付け、内容を配信する | テキスト、映像 |
| 指名 | 発表者用クライアントで質問をキューに溜め、現在の質問件数を表示する（質問内容は発表者による閲覧操作があるまで表示しない）。発表者による既読操作で質問を返答済みにする | テキスト |
| 発表者の返答 | 発表者端末に接続されたWebカメラ映像を録画する | 映像 |
| Type F | 内容と程度（割合） | 拍手や笑い声の代替となるテキストコマンドを用意し、同一ページを表示中に何度コマンドが呼ばれるかを集計する | テキスト |
| Type G | 主体と対象、それぞれの発話 | 聴衆用クライアントでテキストまたは音声の入力を受け付け、配信する | テキスト、音声 |
| テキストチャット | 聴衆用クライアントで、他の聴衆のコメントへの返信コメントを受け付け、配信する | テキスト |

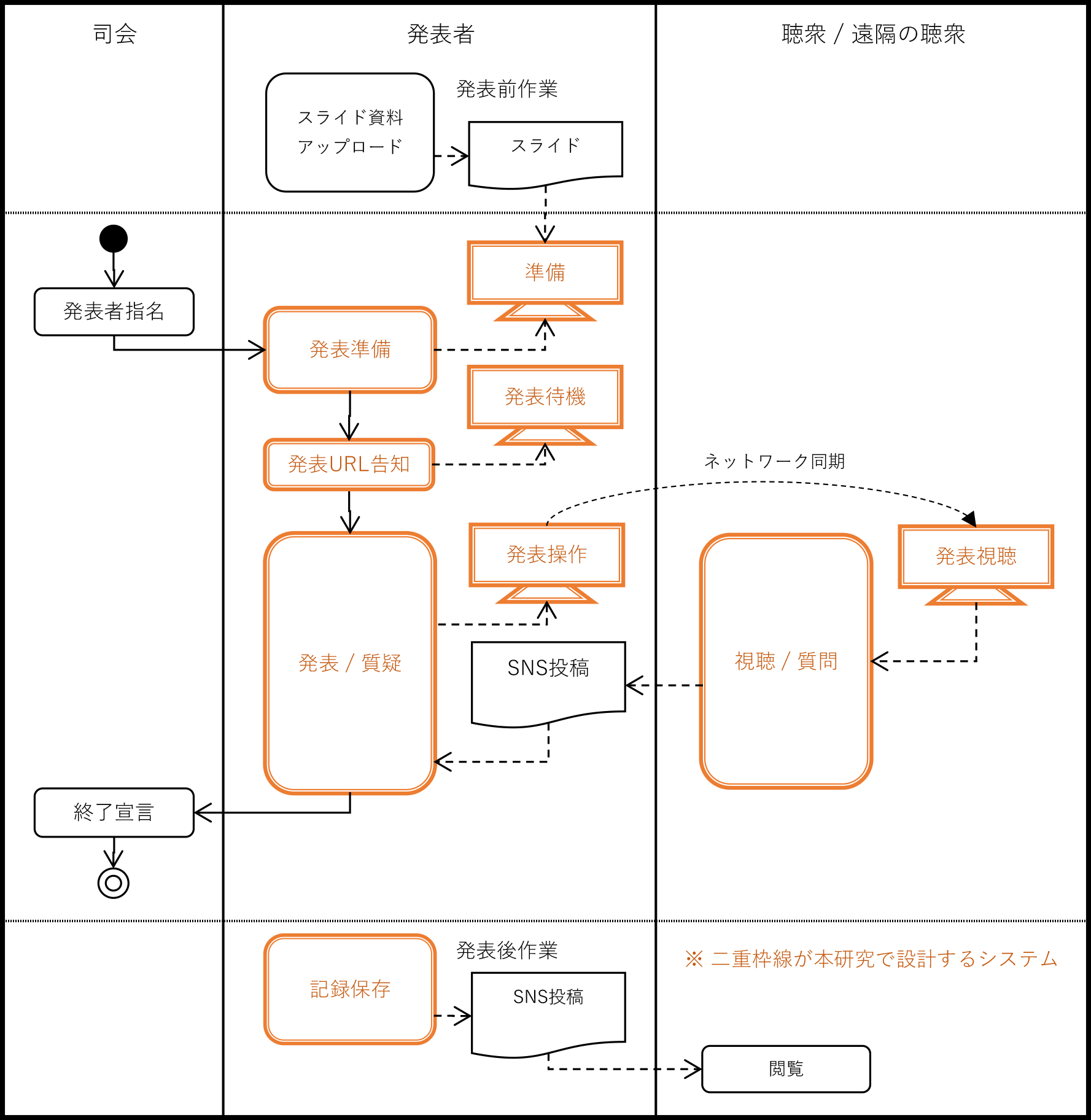


図 　システム化プレゼンテーションフロー

## 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 4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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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、技術系Meetupにおけるプレゼンテーション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。聴衆がこの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投稿が表示される。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画面遷移

本論文では、画面を、画面レイアウトの単位と定義する。またビューを、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定義する。

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。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。それぞれの画面は0個以上のビューを内包する。

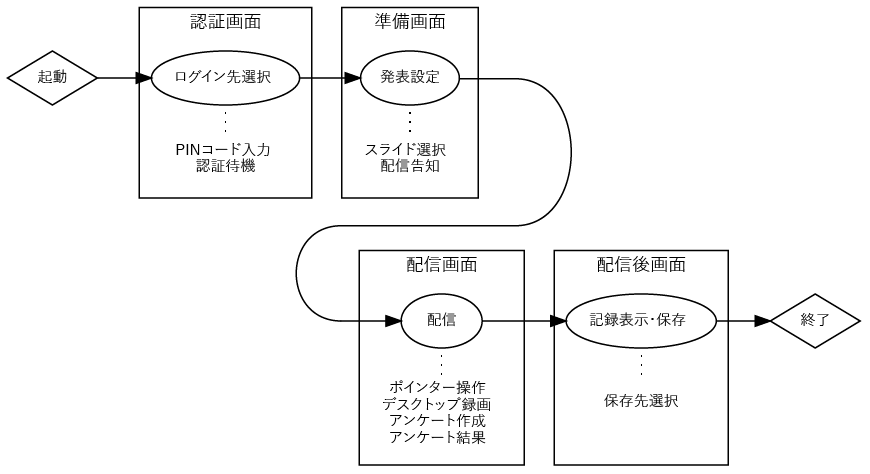


図 　発表者用クライアントアプリケーションの画面遷移

#### 認証画面

認証画面は、要件7を満たすための発表者情報をTwitter、GitHub、Googleから各APIを利用して取得する画面である。ここで取得した情報は発表者属性として用いるほか、次の準備画面でスムーズに発表資料を登録したり、発表告知として発表URLをTwitterに投稿したりといった機能にも利用される。

図 15と図 16に認証画面、図 17にPINコード入力ビュー、図 18に認証待機ビューのレイアウトをそれぞれ示す。また、表 5でそれらに配置されるインタラクティブ部品を説明する。



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト (初期状態)



図 　発表者用クライアント 認証画面レイアウト (連携後)



図 　発表者用クライアント 認証画面（PINコード入力ビュー）レイアウト



図 　発表者用クライアント 認証画面（認証待機ビュー）レイアウト

表 　認証画面のインタラクティブな部品

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 番号 | 名称 | 機能/備考 |
| 1 | ヘルプボタン | 操作に関するヘルプを呼び出すためのボタン |
| 2 | Twitter認証/情報 | 未認証時はTwitter認証を開始するためのボタン、認証後はTwitter認証情報表示と、押すことで認証を解除するためのボタン |
| 3 | GitHub認証/情報 | 未認証時はGitHub認証を開始するためのボタン、認証後はGitHub認証情報表示と、押すことで認証を解除するためのボタン |
| 4 | Google認証/情報 | 未認証時はTwitter認証を開始するためのボタン、認証後はTwitter認証情報表示と、押すことで認証を解除するためのボタン |
| 5 | プライバシーポリシー | アカウント情報の取り扱い方針について定めたページへのリンク |
| 6 | 認証しないボタン | 認証をせずに参加者属性を自由入力するためのボタン |
| 7 | 認証完了ボタン | 認証後に準備画面へ遷移するためのボタン |
| 8 | PINコード入力フォーム | OAuth認証処理中のPINコード入力フォーム |
| 9 | 入力キャンセルボタン | 認証処理を中断するためのボタン |
| 10 | 入力決定ボタン | PINコード入力後に認証処理を続行するためのボタン |

#### 準備画面

準備画面は、発表者が発表タイトルやスライド資料URL等の発表情報を入力し、発表開始まで時間調整を行う画面である。表 6に入力する発表情報を示す。このうちスライド資料のURLは、任意入力のほか、認証画面でGoogle認証が済んでいればGoogle Driveにアップロード済みのスライド資料一覧から選択と自動入力補完ができる。

表 　準備画面の入力項目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 入力項目 | 概要 |  |
| 発表タイトル | プレゼンテーションのタイトルとして使う任意の文字列 | 必須 |
| 発表概要（告知文） | プレゼンテーションの概要を説明する文章。Twitter告知機能で告知文としても利用される |  |
| 発表者名 | 発表者の名前情報として使う任意の文字列（アカウント未認証時のみ） | 必須 |
| スライド資料URL | スライド資料のURL（httpsスキームのみ）。Google Driveスライド一覧からの選択・自動入力補完に対応する | 必須 |
| Webカメラ入力 | 発表者のコンピューターに接続されたWebカメラから、配信に利用するもののデバイスID。一覧が自動で生成されドロップダウンUIで選ぶ |  |

#### 配信画面

配信画面は、発表者がプレゼンテーション行う画面である。図 19に配信画面のレイアウトを示す。また表 7で配信画面のインタラクティブ部品の一覧を示す。

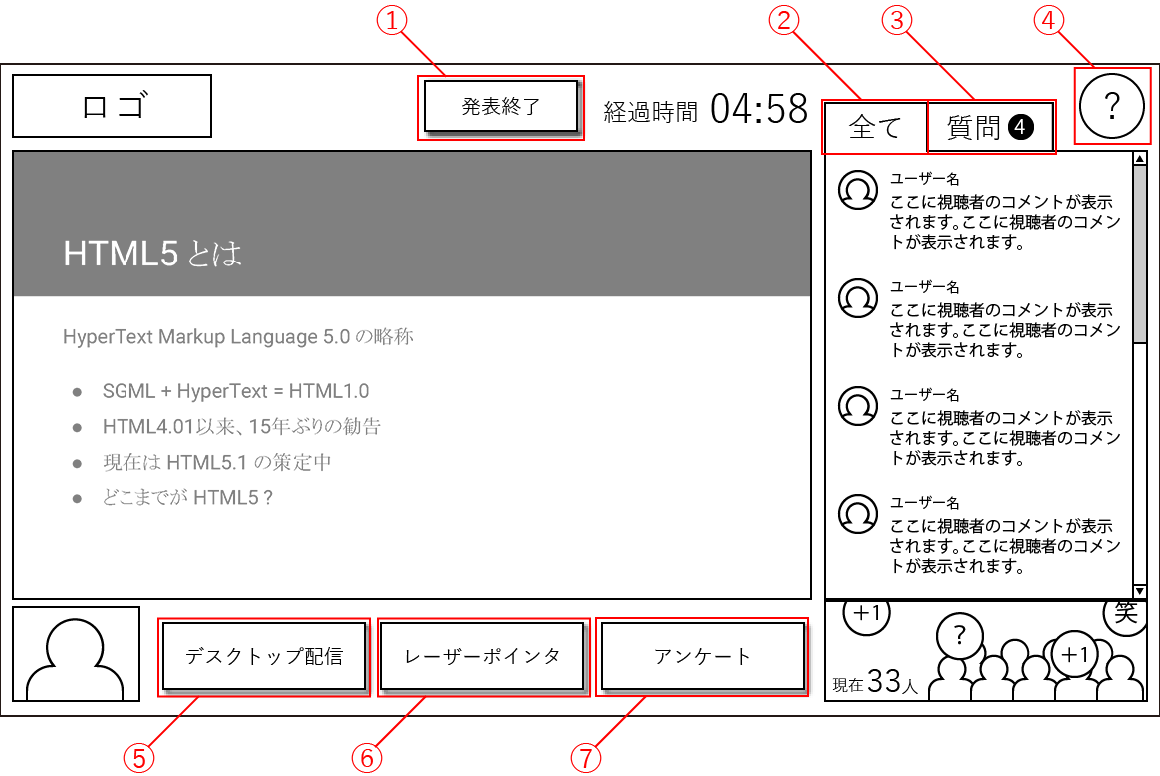


図 　発表者用クライアント 配信画面レイアウト

表 　配信画面のインタラクティブな部品

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 番号 | 名称 | 機能/備考 |
| 1 | 発表終了ボタン | 発表を終了し、サーバーにログの生成を要求するボタン |
| 2 | 全てのコメントタブ | 聴衆からの全てのコメントタブを開くためのボタン |
| 3 | 質問コメントタブ | 聴衆からの質問コメントタブを開くためのボタン |
| 4 | ヘルプボタン | 配信画面の操作説明を表示するためのボタン |
| 5 | デスクトップボタン | デスクトップ操作モードに切り替えるためのボタン |
| 6 | ポインタボタン | レーザーポインタ操作モードに切り替えるためのボタン |
| 7 | アンケートボタン | アンケートモードに切り替えるためのボタン |

#### 配信後画面

発表後画面は、発表者が配信の結果を確認し、記録を表示・保存するための画面である。

## 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 8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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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、技術系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画面遷移

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。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。



図 　聴衆用クライアントアプリケーションの画面遷移

#### 視聴画面

視聴画面は、聴衆がプレゼンテーションに参加し、発表を視聴したり議論したりする画面である。画面レイアウトは発表者用クライアントの発表画面レイアウト（図 19）とほぼ同一の内容で、コメント入力欄がある点だけ異なる。

## 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 9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 | 発表者用クライアントにGitHub認証用URLを渡す |
| S2 | GitHub認証 | 発表者用クライアントから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 | 発表者用クライアントにGoogle認証用URLを渡す |
| S4 | Google認証 | 発表者用クライアントから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 | 発表者用クライアントにTwitter認証用URLを渡す |
| S6 | Twitter認証 | 発表者用クライアントから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 | 聴衆用クライアントにTwitter認証用URLを渡す |
| S8 | Twitter認証 | 聴衆用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 | 発表者用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、発表者用クライアントと聴衆用クライアントを接続する |
| S12 | 発表終了 | 発表者用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 | 接続した聴衆用クライアントに発表情報を送信する |
| S14 | スライド同期 | 発表者用クライアントからのページ送り信号を関連する全聴衆用クライアントにブロードキャストする |
| S15 | ポインタ同期 | 発表者用クライアントからのポインタ信号を関連する全聴衆用クライアントにブロードキャストする |
| S16 | 映像配信 | 発表者用クライアントからのリアルタイム配信映像を、関連する全聴衆用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 | 発表者用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用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 | 発表者用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用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用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 | 聴衆用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 | 聴衆用クライアントからコメントを受け取り、関連する発表者用クライアントと他の聴衆用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認証された聴衆用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 | 聴衆用クライアントから録音を受け取り、関連する発表者用クライアントと他の聴衆用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、発表者用クライアントに送信する |
| S29 | Gist投稿 | 発表者用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 | 発表者用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。

各属性の詳細な構造を表 10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イベント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 |
| slide\_index | integer | activity | N | イベントと紐づいたページ(slide配列のindex) |
| comment | object | activity | N | コメントの詳細情報を格納するオブジェクト |
| type | string | comment | Y | コメントの種別を表す文字列 |
| text | String | comment | Y | 聴衆のコメント |
| area | object | comment | 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 |
| 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 |

### プレゼンテーションの開催概要

プレゼンテーションタイトルと説明文、ならびに開始・終了時刻は図 21で示すように記録する。タイトルや説明文に字数制限はない。説明文(description)のみnull値が許容される。開始・終了時刻はそれぞれミリ秒単位のUNIXタイムスタンプを格納する。

"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,

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：開催概要の記録例

### プレゼンテーションの発表者属性

プレゼンテーションの発表者属性は図 22で示すように記録する。presenterはnullにすることはできず、またnameプロパティが必須となる。Twitter、google、github等のSNSアカウント情報は任意で、またipaddr等本システムで定義していないプロパティを持たせることも可能である。

"presenter": {

"name": "山田太郎",

"twitter": "@example\_yamada",

"google": null,

"github": "exampleyamada",

"ipaddr": "192.168.1.12"

}

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：発表者属性の記録例

### プレゼンテーションの聴衆属性

プレゼンテーションの聴衆の一覧とそれぞれの属性は図 23で示すように記録する。audienceは聴衆の人数だけオブジェクトを収めた配列で、null値は許されない。配列に含まれる各オブジェクトはnameプロパティが必須で、twitterプロパティは任意、また定義されていないプロパティを含むことは容認される。

"audience": [{

"name": "竹田花子",

"tiwtter": "@example\_hanako "

}, {

"name": "たまちゃん",

"tiwtter": "@example\_azarashi"

}, {

"name": "たまちゃん",

"tiwtter": null,

"ipaddr": "192.168.1.11"

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：聴衆属性の記録例

### プレゼンテーションのスライド資料

プレゼンテーションのスライド資料は図 24で示すように記録する。slideは文字列の配列で、必ず1つ以上の要素を持たなければならない。スライド資料自体ではなく、スライドの保存先URLを記録する。スライドのURLはページごとに記録し、それらはページ順に配列で保持する。

"slide": [

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

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

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

"http://example.com/slide.html#4"

"http://example.com/slide.html#5"

]]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：スライド資料の記録例

### プレゼンテーションのその他の添付資料

プレゼンテーションのその他の添付資料は図 25で示すように記録する。attachmentはオブジェクトの配列で、添付資料がない場合はnullではなく空配列を指定する。各オブジェクトが一つの添付資料に対応し、MIME-Typeと保存先URLが必須である。スライド資料と同様に、ファイル自体ではなく保存先のURLを記録する。発表者映像も添付資料としてここに保存する。

"attachment": [{

"type": "video/webm",

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

"name": "録画映像"

}, {

"type": "video/webm",

"url": "http://example.com/recerd2.webm",

"name": "録画映像2"

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：添付資料の記録例

### プレゼンテーションのイベントリスト

プレゼンテーションのイベントとは、プレゼンテーション内での参加者の行動である。プレゼンテーションのイベントはtimeプロパティとtypeプロパティを持つオブジェクトとして記録される。timeプロパティはイベント発生時のミリ秒単位のUNIXタイムスタンプで、typeプロパティはイベントの種別を表す文字列が格納される。以下に代表的なイベントの記録例を示す。

#### イベント記録の開始と終了

beginとendイベントは、それぞれイベント記録の開始時刻と終了時刻をUNIXタイムスタンプで記録したものである。拡張情報はない。time\_beginやtime\_endがプレゼンテーション全体の開始・終了時刻なのに対し、このイベントは記録の開始・終了時刻である。図 26に記録例を示す。

"event": [{

"time": 14518148620000,

"type": "begin"

}, {

"time": 14518149293898,

"type": "end"

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：記録イベントの記録例

#### 録画の開始と終了

begin\_streamとend\_streamイベントは、それぞれ映像配信の開始時刻と終了時刻をUNIXタイムスタンプで記録したものである。関連する録画映像を指定するattachment\_idプロパティを持つ。図 27に記録例を示す。

"activity": [{

"time": 14518148620000,

"type": "begin\_stream",

"attachment\_id": 0

}, {

"time": 14518149293898,

"type": "end\_stream",

"attachment\_id": 0

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：録画イベントの記録例

#### 参加者の入退室

joinとleaveイベントは、それぞれ聴衆の入室時刻と途中退室時刻を記録したものである。関連する参加者属性を指定するaudience\_idプロパティを持つ。その定義から、joinイベントの数は必ずaudience配列の要素数と一致する。leaveイベントは発表終了前に視聴を終了した聴衆がいた場合のみ記録される。図 28に記録例を示す。

"activity": [{

"time": 14518148620000,

"type": "join",

"audience\_id": 0

}, {

"time": 14518148634000,

"type": "join",

"audience\_id": 1

}, {

"time": 14518149293898,

"type": "leave",

"audience\_id": 0

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：入退室イベントの記録例

#### スライドのページ送り

update\_slideイベントは、放送者のページ送り操作を記録したものである。関連するページURLを指定するslide\_indexプロパティを持つ。図 29に記録例を示す。

"activity": [{

"time": 14518148620000,

"type": "update\_slide",

"slide\_index": 1

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：ページ送りイベントの記録例

#### コメントとスタンプ

Commentイベントは、聴衆のコメントやスタンプ投稿を記録したものである。関連する聴衆属性を指定するaudience\_id、関連するページURLを指定するslide\_index、そしてコメントの内容を保持するオブジェクトcommentプロパティを持つ。commentオブジェクトは文章textと種別typeプロパティを持つ。図 30に記録例を示す。

"activity": [{

"time": 14518148620000,

"type": "comment",

"comment": {

"text": "こんにちは",

"type": "normal"

},

"slide\_index": 1,

"audience\_id": 6

}, {

"time": 14518149504930,

"type": "comment",

"comment": {

"text": "これは食べられますか？",

"type": "question"

},

"slide\_index": 3,

"audience\_id": 4

}, {

"time": 14518149509544,

"type": "comment",

"comment": {

"text": "888888888888",

"type": "stamp\_clap"

},

"slide\_index": 5,

"audience\_id": 6

}]

図 　プレゼンテーション記録フォーマット：コメントの記録例

## 本章のまとめ

本章では、プレゼンテーション記録システムの設計について述べた。

本システムは発表者用クライアント、聴衆用クライアント、ならびにサーバーによって構成される。各アプリケーションは協調して動作し、JSONフォーマットのログを生成する。

次章では、本システムの具体的な実装について示す。

# 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。



## 本研究で対象とする実装

本研究では、技術系Meetupにおけるコミュニケーションモデルのうち「Type A」「Type E」「Type F」の記録に関わる設計を実装し、評価する。

## 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 11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(HTTP/WebSocket)サーバーOS | Ubuntu 14.04.3 LTS |
| HTTP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 |
| ネイティブアプリケーションエンジン | Electron 0.35.3 |
| クライアントアプリケーション使用言語 | Haxe (JavaScript), HTML, CSS |

## 実装の前提となる技術

### WebSocket (RFC5455)

WebSocket [7]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 [8]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 [9]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 [10]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用クライアントと無数の聴衆用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 [11]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、Mac 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。

## 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。各要件を満たすための実装手法を以下に示す。

1. 聴衆用クライアントはWEBアプリケーションとする
2. 使用できるスライド資料はGoogleスライド等のWEBスライドとし、各クライアントはインラインフレームで読み込む
3. 参加者のコメント投稿等のイベント発生時に発生元のクライアントで表示中のスライドページ情報を添えて記録する
4. プレゼンテーションログのフォーマットはJSONとする
5. 発表者映像をWebRTCで聴衆全員にブロードキャストしながら録画する。また聴衆がコメントを投稿する際に質問、好印象、拍手、笑い、分からない、その他一般の6種類からコメント属性を指定し、そこからコミュニケーションモデルを導きだし記録する
6. プレゼンテーション中の全てのイベントをサーバーに送信し、サーバーが受け取った時点のタイムスタンプを添えて記録する
7. プレゼンテーションの参加時に参加者名を入力させ、プレゼンテーションログの参加者の属性情報audienceに記録する

実装モデルを図 31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。プレゼンテーションの記録データは、映像（WebM）がKurentoメディアサーバーに、それ以外（JSON）がWEBサーバーに保存される。

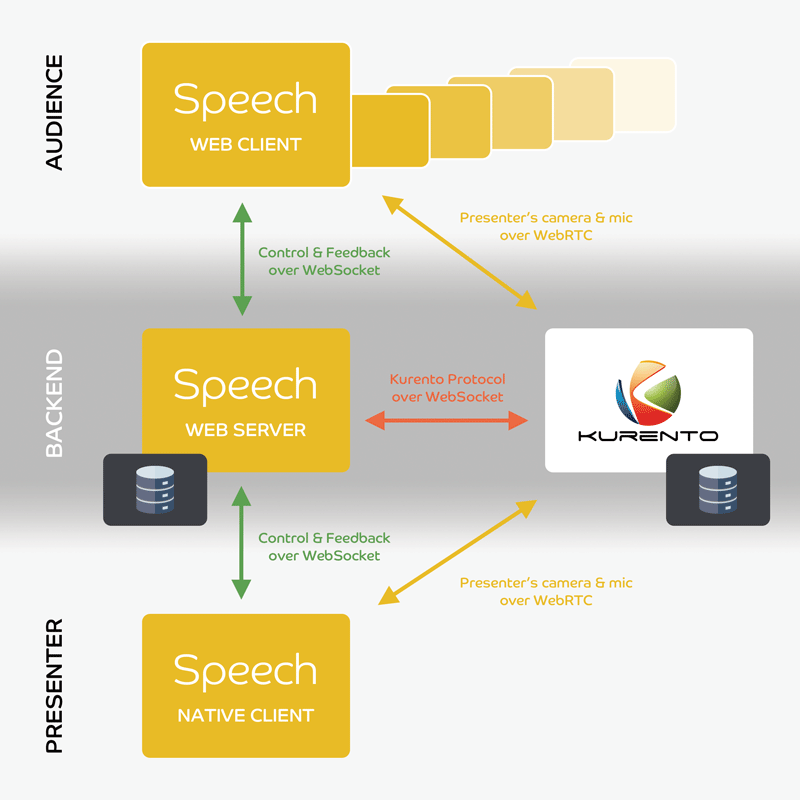


図 　技術系Meetupにおけるプレゼンテーション記録システムの実装モデル

### 発表者用ネイティブクライアントの実装

図 32は、実装した発表者用クライアントをWindows 10で起動した際の配信画面のスクリーンショットである。



図 　実装した発表者用クライアント（配信画面）のスクリーンショット

発表者用クライアントアプリケーションは、要件1からWEBアプリケーションとしたかったが、インラインフレーム等のクロスドメイン制限で読み込んだスライドのページ送り等状態をシステムで検知することが困難であるため、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 4に挙げた機能のうち、P13、P14、P17、P18、P19、P22、P25、P27、P30、P31、P32、P33、P34、P35、P36の機能を実装した。発表者の属性情報の取得は、後述する研究室での実証実験のため、SNSアカウントの代わりに研究室内のID名でログインできるよう実装を変更した。

### 聴衆用WEBクライアントの実装

図 33は、実装した聴衆用クライアントをWEBブラウザー（Google Chrome M48）で起動した際の視聴画面のスクリーンショットである。

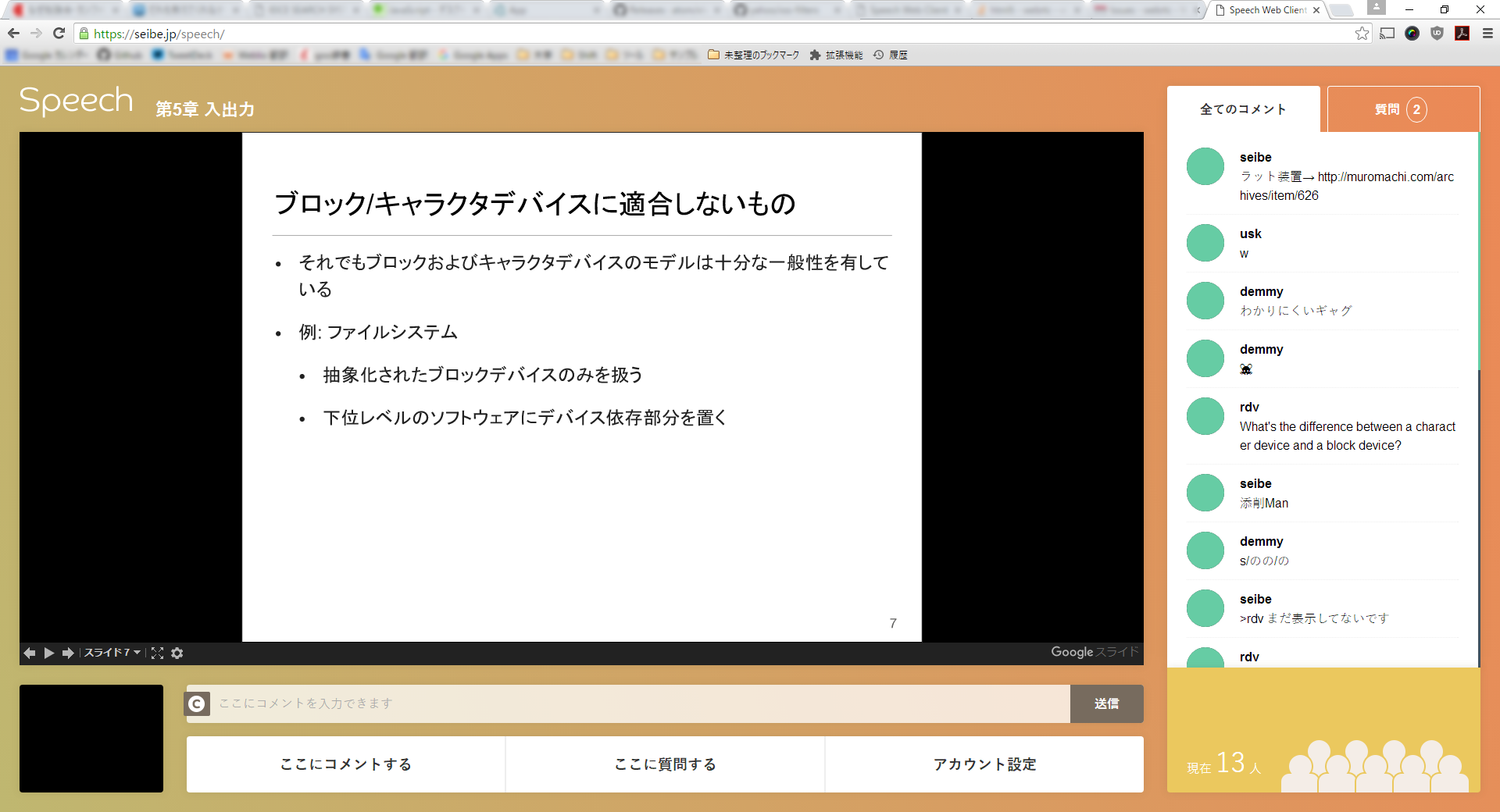


図 　聴衆用クライアント（視聴画面）のスクリーンショット

聴衆用クライアントアプリケーションは、要件1より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。利用可能なブラウザーは、Google Chrome M48以降、ならびにMozilla Firefox 43以降である。

表 8に挙げた機能のうち、A1、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A13、A14、A15、A23の機能を実装した。聴衆の属性情報の取得は、後述する研究室での実証実験のため、SNSアカウントの代わりに研究室内のID名でログインできるよう実装を変更した。

### 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を、WebSocketサーバーはNode.js/wsを、メディアサーバーはKurento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 [12]としてKurentoを導入した。

表 9に挙げた機能のうち、S10、S11、S12、S13、S14、S16、S22、S23、S25、S26、S27、S28の機能を実装した。

### 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 12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 　本システムで実装した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 |

## 本章のまとめ

本章では、本システムの実装範囲とその内容について述べた。

次章では、本研究の評価について述べる。

# 評価

本章では、本研究の評価について述べる。本研究で実装したプレゼンテーション記録システムの有効性を検証するため、実証実験および既存システムとの比較を行う。以下に、本研究での評価項目を示す。

1. 実証実験を用いたプレゼンテーションイベントの分類
2. 記録可能なプレゼンテーション構成要素の既存システムとの比較

コミュニケーションモデルの仮説に基づけば、全てのイベントを捉えることでプレゼンテーションとそこでのコミュニケーションが記録できる。本システムがプレゼンテーションにおけるイベントを適切に記録できているか確かめるため、プレゼンテーションイベントの記録率を評価する。また、本システムが記録可能なプレゼンテーション構成要素を確かめるため、既存システムとの比較を行う。



## 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を用いて進捗を管理し、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 34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。

評価2でプレゼンテーション中に発生するイベントの記録率を算出するために、メイン会場にカメラ（アクションカム）を設置し、録画した。図 35は、録画映像の一部である（参加者のプライバシー保護のために一部モザイク加工を行った）。画像右端に外部ディスプレイと発表者が、その他に聴衆が複数いるのが確認できるよう設置した。

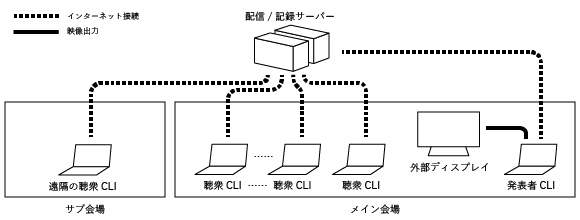


図 　実証実験におけるプレゼンテーションの構図



図 　実証実験中の会場風景（メイン会場）

## 実証実験の結果

2.3節で、技術系Meetupにおけるプレゼンテーションでの議論等コミュニケーションは7つのモデルに分類できると仮定した。

表 13で、プレゼンテーションログに記録されたイベントを示す。表 14で、録画映像を解析して数えたプレゼンテーション内でのイベントを示す。

表 　実証実験において本システムが記録したメタ情報とイベント

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記録対象 | 詳細 | 数 |
| 発表タイトル | タイトル | 1 |
| 発表開始 | 発表開始時刻 | 1 |
| 発表終了 | 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 |

表 　実証実験において発生したイベント

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 大分類 | 小分類 | 回数 |
| 発表 | 発表者がスライドを使って説明する | - |
| 発表者がスライドの一部分を指さしながら説明する | 1 |
| ページを送る | 84 |
| 質問 | 発表者が質問する | 5 |
| 聴衆が発表を遮って質問する | 12 |
| 意見 | 聴衆が発表を遮って意見する | 8 |
| 補足 | 聴衆が発表を遮って補足する | 8 |
| チャット | 聴衆がチャットで質問する | 3 |
| 聴衆がチャットで意見する | 1 |
| 聴衆がチャットで補足する | 5 |
| 聴衆がチャットで笑う | 2 |
| 聴衆がチャットで拍手する | 9 |
| 聴衆がチャットで質問内容を尋ねる | 1 |
| 聴衆がチャットでスライドの誤字を指摘する | 2 |
| 聴衆がチャットにURLを貼る | 3 |
| 口頭での発言を文字起こしする | 5 |
| その他 | 28 |
| その他 | 聴衆全体が笑う | 6 |
| 聴衆が発表を遮って発言する | 1 |

実証実験の録画映像を分析した結果、プレゼンテーション中のコミュニケーションは全てこれらに分類できることを確認した。このことから、本論文のコミュニケーションモデル仮説は正しいと判断する。

## 評価1：実証実験を用いたプレゼンテーションイベントの分類

本項では、コミュニケーションモデルType A、Type E、Type Fごとにプレゼンテーションの記録結果について考察する。表 15に、実証実験におけるイベントの発生回数と記録回数、記録できた割合を示す。

表 　実証実験におけるイベントの発生回数と記録回数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| モデル | イベント内容 | 発生した回数/時間 | 記録できた回数/時間 | 記録できた割合 |
| Type A | 発表者の発話や身振り | 61分12秒 | 61分12秒（映像） | 100% |
| ページを送る | 84回 | 84回 | 100% |
| ページの一部を指さす | 1回 | 0回 | 0% |
| デスクトップ操作 | 1回 | 0回 | 0% |
| Type B | アンケート | 0回 | 0回 | - |
| Type C | 発表者から聴衆への質問 | 5回 | 0回 | 0% |
| Type D | 聴衆による割り込み | 29回 | 0回 | 0% |
| Type E | チャットによる質問 | 3回 | 3回 | 100% |
| Type F | 笑い（笑いスタンプ含む） | 8回 | 2回 | 25% |
| 拍手（拍手スタンプ含む） | 2回 | 2回 | 100% |
| Type G | 聴衆が他の聴衆に質問 | 1回 | 0回 | 0% |
| その他のコメント | 46回 | 46回 | 100% |

※灰色の塗りつぶしは、実装・評価対象外のコミュニケーションモデル

### Type A：発表

発表者による発話や表情、身振りは、発表者映像に鮮明に収められていた。遠隔で参加していた聴衆からも「発表者の声が終始はっきり聞こえていた」との感想を得た。またスライド操作も全て発表者用クライアントで検知、記録することに成功した。しかし発表者がスライド資料の一部を指し示す行為や、発表の一部としてデスクトップを操作する行為は記録できなかった。これは実証実験当日に設計のP26、P28が実装されていなかったためであるが、もし実装されていれば問題なく記録できていたと考えられる。これらの結果から、コミュニケーションモデルType Aの記録に本システムが有効であると判断する。

### Type E：質疑応答

聴衆がクライアントから投稿した質問は全て発表者用クライアントに送信され、発表者がそれを任意のタイミングで確認・返答することができた。質問はひとつも欠落せず、質問者の属性情報とともに記録された。これらの結果から、コミュニケーションモデルType Eの記録に本システムが有効であると判断する。

### Type F：ムード

聴衆による拍手コマンドの入力は全て配信・記録された。しかし聴衆の笑いのうち75%は、笑いコマンドが入力されず欠落した。発表者映像には聴衆の笑い声が記録されていたが、音量が小さく、またスライドのページ番号と紐づかない。記録できた25%は、全て遠隔の聴衆が入力したものであった。これらの結果から、ミュニケーションモデルType Fの記録に本システムは有効であるが、笑い声に関しては別のアプローチが必要であると判断する。プレゼンテーション中の笑いは瞬間的・発作的なものであるため、それをテキストコマンドとして入力させることは困難であったと考える。

## 評価2：記録可能なプレゼンテーション構成要素の比較

表 16に、本システムと既存のプレゼンテーション記録システムの記録可能なプレゼンテーション構成要素の比較を示す。

表 　既存システムとの記録可能なプレゼンテーション構成要素の比較

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 記録対象 | 本システム | PowerPoint | YouTube | SlideShare | ニコナレ |
| 発表者属性 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 |
| 参加者属性・コメント | 〇 | × | 〇 | 〇 | 〇 |
| 発表者の発話 | 〇 | 〇 | 〇 | × | 〇 |
| 発表者の身振り | 〇 | × | 〇 | × | × |
| ページをめくる | 〇 | 〇 | 〇 | × | 〇 |
| ページの一部を指さす | △ | × | 〇 | × | × |
| デスクトップ操作 | △ | × | 〇 | × | × |
| チャットによる質問 | 〇 | × | × | × | × |
| 笑い | 〇 | × | × | × | × |
| 拍手 | 〇 | × | × | × | × |
| いいね | 〇 | × | × | × | × |
| はてな | 〇 | × | × | × | × |

△ … 設計上は可能であるが未実装

本システムは、既存のプレゼンテーション記録システムと比較して記録可能な構成要素が多い。この結果から、プレゼンテーションの記録に本システムが有効であると判断する。

## 本章のまとめ

本章では、実証実験により、本研究で実装したプレゼンテーション記録システムの評価を行った。実証実験の結果を用いて、コミュニケーションモデルの仮定が正しいこと、実装範囲においてプレゼンテーションが配信・記録できていること、既存のシステムに比べて記録できるプレゼンテーション構成要素が多いことを示した。

次章では本論文をまとめ、今後の課題について述べる。

# 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。



## 本研究のまとめ

本研究では、技術系Meetupにおけるプレゼンテーションが開催される中、その記録が作業負担の大きさから十分に行われず、Meetupで共有された情報が遠隔の参加者や欠席者に対して伝えられないことを問題とした。その問題解決のために、プレゼンテーションにおけるコミュニケーションが7つのモデルに分類できると仮定し、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、実装した。本システムの評価は、輪講会における実証実験と、既存システムとの比較を用いて評価した。結果、本研究のコミュニケーションモデルの仮説が正しいこと、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実装部分において正確に記録されること、および記録できるプレゼンテーションの構成要素が既存システムよりも多いことを確認し、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挙げる。

* 全てのコミュニケーションモデルに対して本システムが有効であるかが確かめられていない
* 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

本論文の作成にあたり、ご指導いただきました慶應義塾大学 環境情報学部教授 村井純博士、同学部教授 中村修博士、同学部准教授 Rodney D. Van Meter III 博士、政策・メディア研究科特任准教授 鈴木茂哉博士、SFC 研究所 上席所員(訪問) 斉藤賢爾博士に感謝します。

また研究について常にご指導頂きました政策・メディア研究科特任助教 空閑洋平さん、政策・メディア研究科博士課程 松谷健史さんに感謝します。両者には学部1年の春からずっとお世話になり、浅学菲才だった私は実に様々なことを学びました。

共に研究室ライフを楽しんだArch研究グループの皆さんに感謝します。とくに同輩の出水厚輝氏は、4年間の研究生活を語る上で決して欠かせない存在です。

また、徳田・村井・楠本・中村・高汐・バンミーター・植原・三次・中澤・武田合同研究プロジェクト、脇田玲研究室、池田靖史研究室、松川昌平研究室、筧康明研究室の皆様に感謝します。

最後に、私の研究を支えてくれた母と妹に感謝し、謝辞といたします。

# 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] | “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]. |
| [6] | 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]. |
| [7] | 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]. |
| [8] | 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]. |
| [9] | 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]. |
| [10] | Technologies, Kurento, “Kurento,” 6 10 2015. [オンライン]. Available: http://www.kurento.org/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [11] | GitHub, Inc., “Electron,” 16 1 2016. [オンライン]. Available: http://electron.atom.io/. [アクセス日: 17 1 2016]. |
| [12] | 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]. |
| [13] | “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. |
| [14] | 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]. |
| [15] | 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]. |
| [16] | 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]. |
| [17] | 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]. |
| [18] | 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. |
| [19] | H. Rheingold, The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2000. |
| [20] | 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]. |
| [21] | Adobe Solutions Network, “PDF Open Parameters,” 11 7 2005. [オンライン]. Available: http://partners.adobe.com/public/developer/en/acrobat/PDFOpenParameters.pdf. [アクセス日: 19 1 2016]. |
| [22] | 工藤紀篤, “インターネットを用いたリアルタイム遠隔授業におけるインタラクションの実現,” 2004. |