

# 学習者の匿名音声干渉を利用した オンライン授業の実施と考察

馬場 哲晃<sup>1,a)</sup>

受付日 2022年1月31日, 採録日 2022年7月6日

**概要:** Covid-19 によって、多くの教育機関がオンライン授業への対応を余儀なくされた。対面授業とオンライン授業の比較は多くの研究がなされる一方で、オンライン授業では様々なデジタルツールの活用がなされる等、多様な取り組み方法が継続的に実践・検討されている。本稿では、著者が 2020 年度から開発を開始した音声リアクション・コメント読み上げ共有システム Commentable に対し、学習者による匿名の音声干渉（本稿では特に音声による学生と教員間のインタラクションを指す）機能を利用することで、一部授業では音声なしよりも音声付き投稿が多用されたことや、投稿ログとアンケート結果から授業への参画度向上が示されたことを報告する。一方で、音声干渉機能は 200 人規模の授業には不向きであるほか、小規模、中規模授業であっても教師および学習者同士が協調し本機能を活用する必要があることがアンケート結果から示された。

**キーワード:** オンライン授業, 音声干渉, ネットワークサービス, 授業支援ツール

## Implementation and Discussion of an Online Class Using Anonymous Audio Interference by Learners

TETSUAKI BABA<sup>1,a)</sup>

Received: January 31, 2022, Accepted: July 6, 2022

**Abstract:** Covid-19 has forced many educational institutions to adapt to online classes. While many studies have been conducted to compare face-to-face classes and online classes, various approaches are continuously being practiced and examined, including the use of various digital tools in online classes. In this paper, we report on a voice comment and reaction sharing system, Commentable, which the author started to develop in FY2020. In addition, the posting logs and questionnaire results showed that the number of students participating in the class increased. On the other hand, the questionnaire results indicate that the voice interference function is not suitable for classes with 200 students, and that teachers and learners need to cooperate with each other to use this function even in small and medium-sized classes.

**Keywords:** online classes, voice interference, network services, teaching aids

### 1. はじめに

2020 年 4 月より、国内大学では多くの授業においてオンライン授業が導入された [1]。オンラインやオンデマンド形式は従来から利用されてきたが、コロナ禍の影響による大規模かつ同時期のいっせいでオンライン化により、授業計

画の性急な見直しが迫られた。Microsoft Teams ではコロナ禍初期の 2020 年 3 月 11 日では、1 日あたりの利用者が 3,200 万人だったが、翌週 18 日には 1,200 万人増加したことを報告している [2]。またウェブ会議システム Zoom では 2020 年 4 月 2 日には 2 億人であった Web 会議の 1 日あたりの利用者数が、20 日後の 4 月 22 日には 3 億人に達したことを報告している [3]。このような爆発的なウェブ会議システムの拡大にともない、大学や各教育機関においてもウェブ会議システムは授業に積極活用されるようになって

<sup>1</sup> 東京都立大学  
Tokyo Metropolitan University, Hino, Tokyo 191-0065,  
Japan

a) baba@tmu.ac.jp

た。授業形態として遠隔授業には主に、遠隔オンデマンド型と遠隔リアルタイム型があるが、本研究では主に遠隔リアルタイム型に関して述べる。

遠隔リアルタイム型授業は国内において、Zoom, Google Meet, Microsoft Teams 等のビデオカンファレンスソフトウェアの利用が定着している。授業を配信する教師がホストとして、参加する学生はゲストとして教師のビデオや画面共有を参照しながら受講する。演習授業の場合はこれらに加え、チャット、ホワイトボード等の機能を有した外部サービスを利用することも多い。この中でチャットは標準的な機能であり、前述のビデオカンファレンスソフトウェアに標準機能として組み込まれている。チャット機能を利用することで参考文献のリンク提供や、学習者からの質問等にインタラクティブな対話が可能となる。しかしながらこれら機能を活用すれば対面と同等の環境が実現できるわけではなく、マイクやカメラを利用したコミュニケーションも重要である。しかしながら、Yarmandら [5] は大学生 102 名に対して調査を行い、80%の学生がカメラ ON に対して消極的であることを示しており、知識教授型授業の場合は、参加者がビデオ、マイクを OFF にして受講する学生が多いことが分かっている。

稲見 [4] は自身のウェブマガジンで、

学生側がカメラを切った Zoom での遠隔講義は、留守番電話に向かって 105 分間話し続けるかのような、格子で区切られた黒塗りの Zoom 画面の奈落に、言葉も、気力も、今まで何とか培ってきた講義スキルも吸い込まれてゆくようなストレスを感じました。私のような戸惑いを抱える教員にとって、まさに「遠隔講義禍」の到来です。(原文ママ)

と述べており、マイク、カメラが OFF となった学習者に対する授業実施の困難さ解消に CommentScreen<sup>\*1</sup>の併用を提案している。CommentScreen はオンラインイベントや授業において、学習者の入力したテキストや絵文字が発表者の画面内に共有表示されるサービスで、質問や資料配布等の用途というよりは、参加者の一体感が向上するように設計されている点に特徴がある。また同様の機能を提供するサービスとしてパパパコメント<sup>\*2</sup>もよく知られている。このようなサービスを利用しなくとも、学習者全員がカメラおよびマイクを ON にすることで、コミュニケーションのマルチモーダル化は図れるが、前述のとおり 80%の学生がビデオ共有に対して消極的であるだけでなく、学習者の環境やプライバシーの観点から一般的には教師側から強制的にマイクおよびカメラを ON にさせることは好ましくないとされている。

著者は 2020 年 5 月から開始したプロトタイプ基礎(東京都立大学内で開講している授業)にて、上述したよ

うな機能を持ったコメント共有システムのプロトタイプを開発する様子を授業教材として提供した。本授業は演習形式であり、学習者は手元のコンピュータを利用してプログラミング等を行い、プロトタイプデザイン価値を学ぶものである。この過程において、テキストや絵文字等の送信機能だけでなく、独自機能を実装する中、実験的に実装した音声干渉機能が学習者側からポジティブな意見を得たため、他の授業やイベント活用を行うに至った。一般的な対面授業において、学生が直接教員に話しかけることにより音声干渉が実現するが、前述のとおりオンライン授業時のマイク ON 強要は好ましくない。学生がその場で録音した断片的な音声を適時教員側に送信することも考えられるが、必ずしも学習者が自由に発話ができる環境で受講しているとも限らない。そこで学生側がマイクを利用することなく音声を用いて教員側に干渉する手法を検討し、あらかじめ準備した再生ファイルと、コメント読み上げをテキストチャットのような気軽さで実現することを目指した。本研究では音声干渉をユーザがマイク ON することなく授業内に音声再生できることと定義し、実装をすすめた。

## 2. 関連研究

教師側が相手の表情を読み取ることができない場合、対面での学習方式とは異なり、学習者の感情や行動変化に応じて適切な対話を実現することが困難になる。これらに対して、Computer Vision ベースなアプローチとして多くの研究が発表されている。顔の表情や眼球の動き、姿勢やジェスチャ等の複合的な要素から教師に対して学生の基本的な感情をフィードバックするシステム [6] や、学習者の感情を Confusion, Satisfaction 等、授業時の固有感情に着目し、表情からそれら感情を推定するシステム [7]、同一教室内の複数人数の学習者を画像解析し、教室全体の平均参加度を数値化するシステム [8] 等、非侵襲型の特性を生かした様々な取り組みが行われている。近年は DNN の利用で感情推定処理の実装コストが下がっている [9], [10], [11] ほか、faceapi.js<sup>\*3</sup>や MediaPipe<sup>\*4</sup>等、ブラウザベースで動作する軽量ライブラリが利用できるため、多くの開発者が今後も継続してこれらの取り組みを発表することが期待できる。

上記のような Computer Vision ベースのアプローチのほか、心拍や心電、血圧や皮膚電気活動等のセンサデータベースの情報取得から学習者の心的状況を推定する試みも行われている。角田ら [15] は遠隔リアルタイムと対面授業において、画像情報以外にも心拍変動指数から学習者のストレスレベルを測定したほか、遠隔授業でのビデオ ON は授業の質を高めていることを示している。

この他、機能付加によってユーザに選択肢を与えることで

\*1 <https://commentsscreen.com>

\*2 <http://papapac.com>

\*3 <https://github.com/justadudewhohacks/face-api.js/>

\*4 <https://google.github.io/mediapipe/>

オンライン会議の質向上を図る事例として、AffectiveSpotlight [12] では頷きや困惑等のジェスチャーから、最も豊かな表情表出をしているユーザにスポットライトを当てる機能が発表者の自己評価を高めることを報告している。Live Interest Meter [13] では、学習者からのリアクションやアンケートをメーターゲージのように集計表示し、教師にフィードバックするシステムである。さらには、そもそもの受講環境を VR 型に移行することでより高品質なオンライン授業を目指す取り組みも多い。Williamson ら [14] は Mozilla Hub を利用し、アバターどうしのディスタンスや混雑ヒートマップ等を報告している。仮想空間内においてはユーザ同士の距離が従来のビデオカンファレンス型とは異なり重要なイベントトリガとして活用される。Mozilla Hub<sup>\*5</sup>、Cluster<sup>\*6</sup>、Spacial Chat<sup>\*7</sup>、Remo<sup>\*8</sup>、gather.town<sup>\*9</sup>等は他者との距離に応じてイベントが発生する。

本研究では従来のビデオカンファレンスソフトウェアを利用しつつ、機能付加として教師と学習者間のフィードバックを構成するシステムを目指しており、Live Interest Meter の方式に近いといえる。湯地 [16] は、Forms とパパパコメントを併用した遠隔リアルタイム授業に関して、クリッカーを活用するうえで、パパパコメント利用の是非は意見が分かれたことや大人数講義への利用可能性を示唆している。Mukhopadhyay ら [7] のシステムでは学習者の表情から感情情報を取得し教師のみに可聴化した音声をフィードバックした。本研究で提案するシステムでは全参加者に対して音声リアクション（あらかじめ録音された音声ファイルを授業全体にアイコンとともにボタン操作で発現させる）やコメント読み上げ（テキスト入力した文章を授業全体に機械音声読み上げとともに発現させる）が行われる点が先行研究とは異なる。本研究ではこれら音声リアクション、コメント読み上げを音声フィードバックとして定義する。

### 3. Commentable

以上の課題を解決する方法として本研究では Commentable を提案し実装した。Commentable の機能は大きく分けて、1. 参加者からのチャットやリアクションが発表者の画面に表示される、2. 参加者は任意の音を含むリアクションを送ることができる、3. コメント読み上げを利用して、入力した文章をそのまま読み上げることができる、以上の3つの機能がある。1はこれまで説明した CommentScreen やパパパコメントと同様である。実装には JavaScript, Node.js を主に利用している。教師は配信者用ページまたはデスクトップアプリケーションを利用

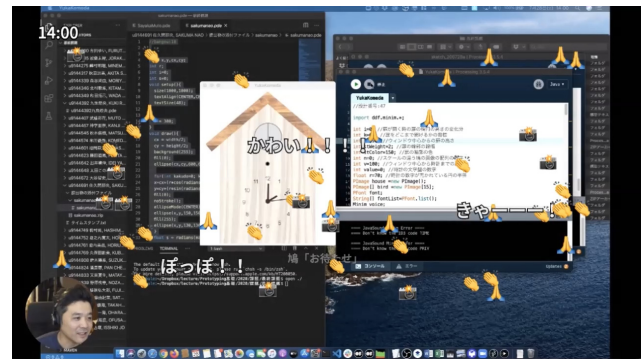


図 1 配信される画面の様子

Fig. 1 A screenshot of the class video broadcast.

することで、学習者用ページから投稿されたコメントやリアクションを画面上で共有することができる。配信者は OBS<sup>\*10</sup>や mmhmm<sup>\*11</sup>等のバーチャルカメラ上にコメント表示を行う場合は、配信者用ページを使用する。配信ツールを使わずに手軽に利用するために、デスクトップアプリケーションも Commentable ウェブサイトからダウンロード可能とした。デスクトップアプリケーションは macOS, Windows のみで動作する。

図 1 に配信時の様子を示す。学生が課題で制作した鳩時計アプリ（画面中央左寄り）が 14 時を知らせた際の様子を示している。コメント（「ぼっぼ！！」等の文字）や、手を叩く絵文字、カメラ絵文字が、画面に重畳表示されている。手を叩く絵文字、カメラ絵文字には効果音として、それぞれ拍手、シャッター音が付与されている。なお、カメラ絵文字には実際のスクリーンショット機能はなく、単なる視覚・音の発現のみである。投稿されたコメントやリアクションは任意画面領域においてランダムに位置設定が行われ、5 秒間で縮小と透明化処理が行われ、画面上から消失する。なお発現したコメントおよびリアクションの位置は動かず、その位置にとどまる。これは学習者は画面スライドや板書内容をメモしつつ授業をうけるため、移動するコメント・リアクションを視線追従する認知負荷をできる限り軽減することを意図して設計した。

図 2 に学習者ページのスクリーンショットを示す。学習者は教師から提供された QR コードを利用し、スマートフォン等で学習者用ページにアクセスする。緑色はサイレントリアクション（音がならず絵文字のみが画面上に表示される）、赤色はサウンドリアクション（絵文字表示と同時にあらかじめ設定された音が再生される）ボタンである。また送信したテキストが教師画面に即時表示される「コメント機能」や、画面には表示させたくないが教師と共有したい情報を送るための「はがき機能」がある。「コメント機能」では入力テキストボックスの右にある赤色スピーカボタンを ON にすることで、入力したテキストが教師側で自

\*5 <https://hubs.mozilla.com/>

\*6 <https://cluster.mu/>

\*7 <https://spacial.chat/>

\*8 <https://jp.remo.co/>

\*9 <https://www.gather.town/>

\*10 <https://obsproject.com/>

\*11 <https://www.mmhmm.app/>



図 2 学習者用ページの様子. 学習者はこのページをスマートフォン等で開きながら適時授業に対してフィードバックを送る

Fig. 2 A Screenshot of the learner's page. Learners can open this page with a smartphone or other device and send feedback to the class in a timely manner.

動読み上げされる. 利用方法に関するさらなる詳細はウェブサイト\*12を参照されたい.

### 3.1 音声再生方式

サウンドリアクションでは Web Audio API をベースとした p5.sound\*13ライブラリを利用し, 発音タイミングが重複する場合は音声ファイルも重複して再生される. いずれも音声自体には意味を持つ発話は含まれていないため, 音声再生が重複しても内容理解には問題がない. また, 図 2 中の赤色ボタン押下時に再生される, シャッター音: 3 種類, 拍手: 8 種類, クラッカー: 1 種類, 歓声: 1 種類, へえ~: 1 種類, ちょっとまって: 1 種類, OK: 1 種類, パンチ: 1 種類, 爆笑: 3 種類, 草: 6 種類の合計 26 種類の音声ファイルは平均再生長が 2.1 秒程度であり, 重複再生時の時間はそれほど長くはないと考えられる.

コメント読み上げでは Web Speech API をベースとした p5.speech\*14を利用している. コメント読み上げ長はユーザからのテキスト長 (最大 80 文字) に比例しているため, 音声重複が生じる可能性が先のサウンドリアクションよりも大きい, さらに意味を持つ発話であるため, 発音タイ

\*12 <https://tetsuakibaba.github.io/commentable/>

\*13 <https://p5js.org/reference/#/libraries/p5.sound>

\*14 <https://idmnyu.github.io/p5.js-speech/>

ミングが重複する場合は, 先行のコメント読み上げが終了した後, 順次後行の音声読み上げが開始される設計とした.

## 4. 授業での利用

Commentable を表 1 に示す授業にて利用した. 本研究では実際の授業内での利用に関するユーザフィードバックを集めることに主眼をおいている. 表に示す以外にも Commentable を併用した授業や学会等があるが説明の都合上今回はこれらについてを議論対象とする. それぞれの授業において, Commentable のログを保存し, 音なしのコメントおよびリアクションを noSCR (no Sound Comments and Reactions), 音ありのコメントおよびリアクションを SCR (Sound Comments and Reactions) として以後表記する. なおログ情報には, コメント送信のタイムスタンプ情報, コメント内容, コメントタイプ (SCR or noSCR), 名前 (初期設定のままだと匿名. ユーザは自由に変更可) が保存されている. ただし, 接続したユーザを一意に識別するための UUID 等の情報は今回は保存していない. これは本システムのプロトタイプング時において学習者から気軽なコメントには匿名性担保が必要不可欠との強い要望があり, その意見を尊重したためである.

### 4.1 プロトタイプング基礎

Commentable を最初に利用した本授業は, Covid-19 の影響において 5 月より開始し, 全回数が 12 回と, 通常とは異なる授業回数であった. この中で第 5 回目より本システムの利用を始めたが, 当初は CommentScreen やパパパコメントと同等のコメント機能であった (noSCR) が, 第 8 回から初めて SCR 機能を実装・実施した. 第 5 回から 12 回までの投稿数をまとめたグラフを図 3 に示す. 本授業は座学および演習形式の授業となっており, 3 限 (13:00-14:30, 90 分授業) に開講した. 授業開始の 3 分前程度から投稿が増え, 全体として序盤に多くのコメントが集まり, 演習が多い中盤は学生の投稿量が落ち着く様子が分かる. 終盤になると課題説明やまとめに入るため, 再度投稿量が増加していく. 中でも第 11, 12 回ではコメント投稿が停滞することなく, 単調に増加している特徴がある. これは 11 回では最終課題の説明と座学中心の授業, 12 回では最終課題発表で, 演習を含まない内容であったためであると考えられる. 図 3 は noSCR と SCR をあわせたグラフであり, これらを分けたグラフを図 4(a), 図 4(b) に表示する. 一回の本授業における平均投稿数は 2,323, noSCR のみでは 1,682, SCR においては 641 である (ただし小数点以下は切り捨て).

noSCR と比較して, SCR は授業開始後 20 分を経過したあたりから投稿数が落ち着き, 授業中盤は横ばいが継続している. 一方, noSCR は中盤においても比較的単調に投稿数が増加しており, 教師に対して拾ってもらわなくとも

表 1 コメントログを取得した授業と、アンケートを実施した授業の一覧

Table 1 A list of classes for which comment logs were obtained and for which questionnaires were conducted.

番号	授業名	実施機関	形式	参加者規模	利用回数	日付	取得・実施内容
1	プロトタイピング基礎	東京都立大学	座学・演習	50	7, 15	2020, 21 年度前期	ログ
2	インタラクシオンデザイン演習実習	東京都立大学	演習・実習	20	14	2020 年度後期	ログ, アンケート
3	インタラクシオンデザイン	九州大学	演習	80	1	2020 年度 1 月 26 日	ログ, アンケート
4	デザインと生活	東京都立大学	座学	250	3	2021 年度前期	ログ, アンケート
5	Styly AR ワークショップ	東京都立大学	演習	30	2	2021 年 3 月 3, 4 日	アンケート
6	IA 概論	東京都立大学	座学	50	1	2021 年 4 月 21 日	アンケート

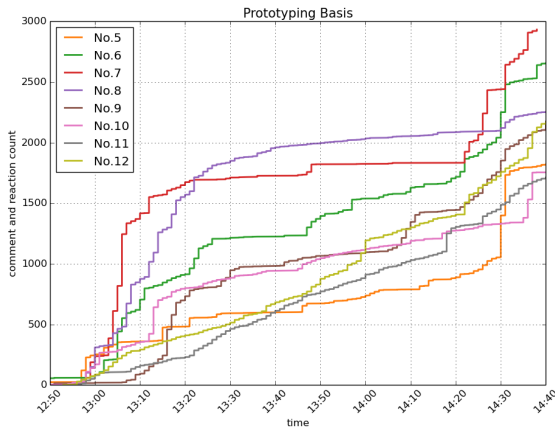


図 3 プロトタイピング基礎 (第 5~12 回) におけるコメント・リアクション投稿数の時間推移

Fig. 3 Time histories of the number of comments and reactions posted in the class, Basic Prototyping (5th-12th).

よいコメントやリアクションを学習者側が意図的に投稿している様子が分かる。

教員と学生間においては、配信時の教員ミス指摘を目的とする活用が多く見られた。教員のミュート解除指摘や、音量調整、コーディング時の誤り指摘等に頻繁に用いられたことがログ内容から判断できる。コメント読み上げでは教員の見落としを防止できることから、重要な質問・指摘に対して多用される傾向があった。第 7 回, 12 回で、教員がミュート解除忘れを指摘するコメントが投稿された。「先生ミュート」、「ミュートやん」、「最後までミュートミスはなならない」、「ミュート柱」、「ミュート芸」、「何? ミュート?」等様々な文言でミュート解除ミスを知らせるコメントが投稿された。一方で指摘目的以外にもユニークな利用方法がいくつか散見された。簡単なリズムシーケンスソフトウェア楽器制作を行った際、教員が生成したリズムシーケンスに対して学生が能動的に拍手サウンドリアクションで合いの手を打ち始め、楽器演奏時における奏者と演者間の一体感創出が偶発的に生じたことがあった。この他、教員からの簡単な質問に対してコメント読み上げを利用して回答することもしばしばみられた。気軽に回答できることもあってか、冗談交じりの回答で授業を学生側が盛り上げようと試みる場面もみられた。

開発当初は原則匿名となるシステムだったため、11 回まではすべての投稿が匿名として扱われていたが、学生からの希望により第 12 回では名前入力を許可した。第 12 回の授業では全投稿数 2,754 に対して匿名投稿数は 1,483 件であり、投稿名変更率は約 46%であった。ただしここでの匿名投稿とは、デフォルト値 (匿名) での投稿に関してであり、これ以外の投稿はすべて実名というわけではない。12 回分に関しては一般的な人名が入力された投稿はなく、匿名以外はすべてニックネームもしくは空白入力による投稿であった。

#### 4.2 インタラクシオンデザイン演習実習

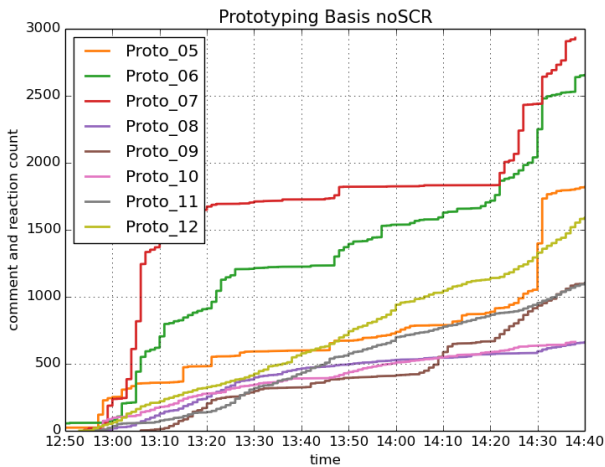
本授業は先のプロトタイピング基礎と比較して学習者数が少なく、授業時間は 2 コマ分と長い。また授業形式も演習実習であり、Zoom のブレイクアウトを活用する等、一部グループワークが実施されている。図 5 (a), 図 5 (b) に各授業回をまとめた noSCR/SCR 別のグラフを示す。一部対面や授業形態の多様化のため第 6, 8 回のログデータは記録していない。第 11 回は授業開始から終了までを Zoom のブレイクアウトルームを利用しているためほとんど投稿がない。第 9 回の授業において SCR 投稿が多い。これは課題制作物で簡単な競技を行ったためであり、学生間の応援に SCR 投稿が多用されていた。プロトタイピング基礎と同様に序盤と終盤に投稿機能が多用される傾向があるが、比較的単調に増加する傾向がある。SCR 投稿の平均は 1 回の授業において 628, noSCR 投稿は 652, 1 回あたりの全体平均投稿数は 1,071 であった。

本授業のような小規模演習型では記述やコーディング誤りの指摘にサウンドリアクションを利用してのほか、教員からの進捗確認に対して OK 等のサウンドリアクションを送信する等が散見された。

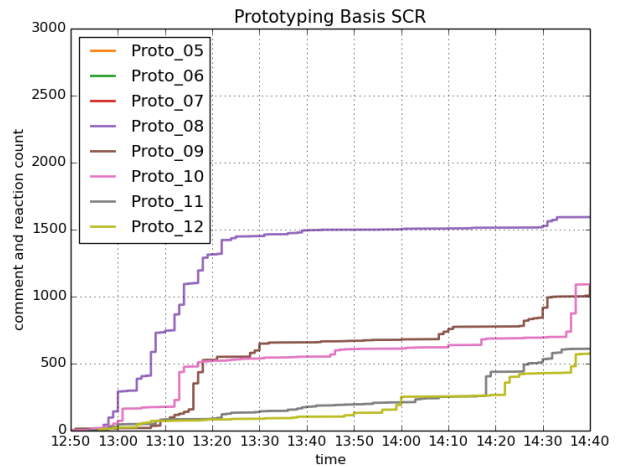
先のプロトタイピング基礎と同様の理由にて 12 回目の授業についてのみ報告する。全投稿数 1,128 に対して、匿名 (デフォルト値のまま) 投稿は 336, 投稿名変更投稿率は約 70%となり、先の授業と比較して増加している。

#### 4.3 インタラクシオンデザイン

本授業は九州大学にて 1 回のみ授業であり、主に著者



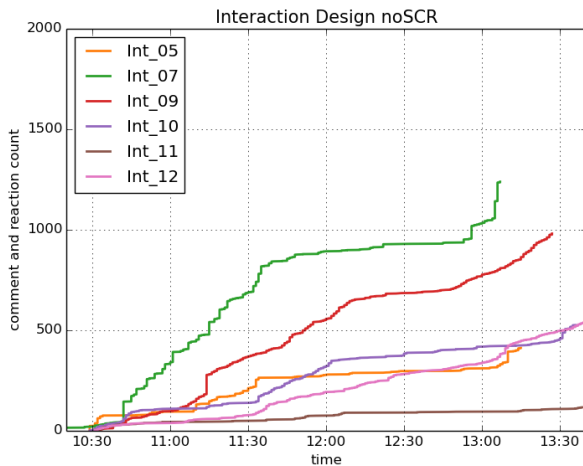
(a) noSCR 投稿数の時間推移



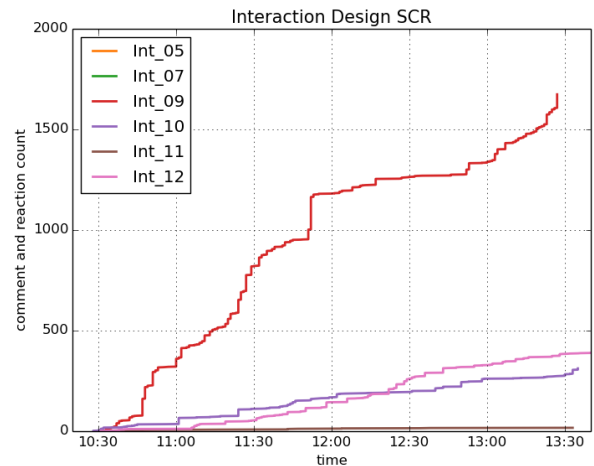
(b) SCR 投稿数の時間推移.

図 4 プロトタイピング基礎 (第 5~12 回, 授業時間 13:00-14:30) における投稿数の時間推移. 5-7 回分はデータなし

Fig. 4 Time histories of the number of submissions in Basic Prototyping (class sessions 5-12, 13:00-14:30); no data available for classes 5-7.



(a) noSCR 投稿数の時間推移



(b) SCR 投稿数の時間推移

図 5 インタラクションデザイン演習実習 (第 5~12 回) における SCR 投稿数の時間推移. ただし 5-7 回分は SCR 機能が実装されていないためデータなし. また第 11 回ではほぼブレイクアウトルームにてグループワークを実施した.

Fig. 5 Time histories of the number of SCR postings during the Interaction Design practice (session 5 to 12). No data for the 5th to 7th sessions, because the SCR function has not been implemented. In the 11th session, group work was conducted almost exclusively in the breakout room.

の研究紹介を行った。これまでの授業とは異なり座学中心となる。図 6 に投稿結果を示す。緑色が SCR，オレンジ色が noSCR の投稿推移となる。授業は 18:10 から始まり，20:00 まで実施された。中盤での投稿数の横ばいが顕著である。全投稿数は 720，そのうち noSCR は 101，SCR は 619 であった。

これまでの 2 つの授業と比較して，本授業は別大学での授業となるため，教員と学生は基本的には初（オンライン）対面の場となっている。また，本授業を受け持つ担当教員も Zoom 内に参加しており，学生にとっては教員が 2 人

いる点でこれまでとは条件が異なっていた。投稿コメントは授業内容に関するものがほとんどで，教員の講義内容に対して感想的なものが多くみられた。

720 件の全投稿数に対して 594 件がデフォルト値（匿名）であり，投稿名変更率は 17.5%であった。

#### 4.4 デザインと生活

本授業は 2021 年度前期に実施した。これまでの授業とは異なる規模の大きな座学授業である。全 15 回中，著者は 3 回分を担当しており，第 1 回目の投稿記録を図 7 に示す。

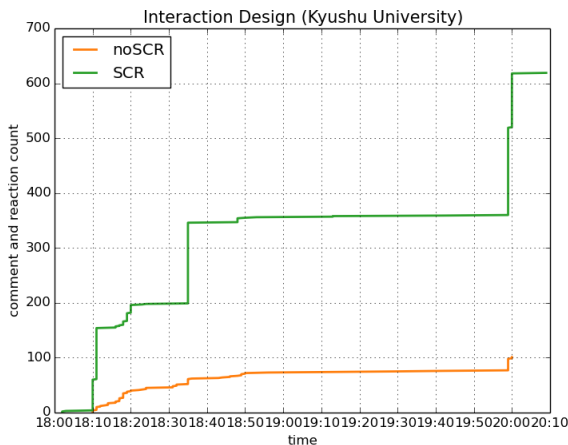


図 6 インタクションデザインにおける投稿数の時間推移  
 Fig. 6 Time histories of the number of postings during the class, Interaction Design.

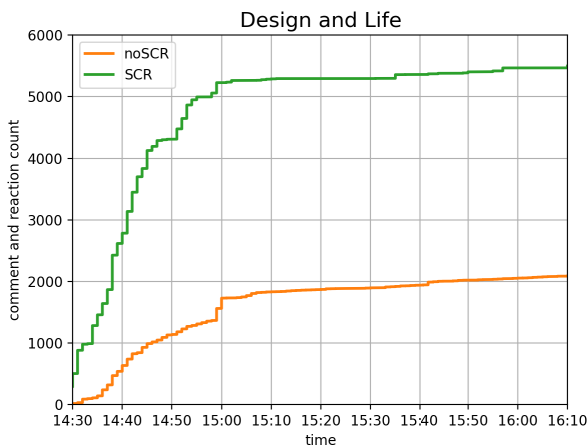


図 7 デザインと生活における投稿数の推移  
 Fig. 7 Time histories of the number of postings during the class, Design and Life.

授業内容はインタクションデザインと同様に著者の研究紹介を行っている。総投稿数は 7,627, そのうち noSCR は 2,109, SCR は 5,518 となった。

投稿データを記録した授業の中では最も受講者数が多いだけでなく、学年は 1 年次を対象とした授業であったためか、投稿内容も授業とは関連の浅い、または無関係なものが散見された。たとえばコメント読み上げでは、あたかも自動車のナビゲーションのようなふざけた投稿をしたり、音声読み上げを時報のように投稿する、投稿された内容に対して怒りを示す投稿がされる等、授業と関係のない砕けた投稿が散見された。この他、1 つの投稿リアクションに対して同じリアクションを投稿する同調的投稿が他の授業と比較して多くみられた。以上のことから、総じて教員とのインタクションよりも学生間のインタクションが活発化した様子であった。

全投稿数 7,627 中、デフォルト名 (匿名) での投稿は 7,237 件であり、名前変更率は約 5% となった。他の授業と比較してきわめて名前変更率の低い値となった。

#### 4.5 考察

総じて授業開始から投稿数が急増する傾向がある。[17] は授業最初にはコメントが荒れることを感想として述べており、「荒れる」の定義は本稿では明確にしないが、本研究においても投稿数については明らかに授業開始時の増加率が大きいことが分かる。一方でプロトタイプ基礎やインタラクションデザイン演習実習のように期間継続した投稿ログを観察すると、授業回後半になるほど、投稿数の増加率が一定値に近づくこともある。これはシステムを継続して使うことで学習者側が適切な利用方法に慣れてくる可能性が考えられる。インタラクションデザインやデザインと生活ではいずれも学習者が初めて本システムを利用する第 1 回のデータであるため、開始時の投稿増加率が著しい。デザインと生活において、開始から 20 分程度は SCR 投稿が多用され、15:00 頃に教師側が SCR の音声再生のみをミュートに切り替えた。これによって 15:00 以降は目立った増加が見られなくなった。これらコメント方式は大人数授業利用に適用しやすいことが文献 [16], [17] によって報告されているが、SCR 機能がある場合は、大人数授業では利用をしない、もしくは場面を選んで利用する必要がある。むしろ SCR 機能はマイクを ON にしにくい雰囲気醸成される中人数規模 (具体的には 50 人程度) が好ましいと考えられる。

投稿名変更率については、プロトタイプ基礎 (参加者規模: 50 人): 46%, インタラクションデザイン演習・実習 (参加者規模: 20 人): 70%, インタラクションデザイン (参加者規模: 80 人): 17.5%, デザインと生活 (参加者規模: 250 人): 5% となり、参加者規模が大きくなるほど名前変更率が低下する結果となった。特にデザインと生活では無関係さらには不適切なコメントがしばしば投稿された。参加者が増加することで多くの視聴者に対して自身のメッセージを発信可能となるため、アドラー心理学における注目を目的とした不適切行動が起因している可能性があり、不適切な行動をするためには匿名が好都合となる。一方、最も投稿名変更率が高かったインタラクションデザイン演習・実習では演習形式にて学生が適時質問や指摘を繰り返しており、授業内容と関連した投稿が多かった。参加人数規模に応じて教員は適切に視聴生に対して対話方法を注意深く検討する必要がある。

#### 5. アンケート

本システムの機能追加頻度が低下した 2021 年 1 月以降、学習者の主観的な感想を収集する目的で、実施した授業最後にアンケートを学習者に依頼した。回答者数は 398 件 (学生: 394, 教員: 4) である。アンケートを実施した授業、ワークショップは表 1 を参照されたい。アンケートでは、Q1. Commentable システムを利用することで、より授業を楽しめたと感じましたか?, Q2. Commentable システムを

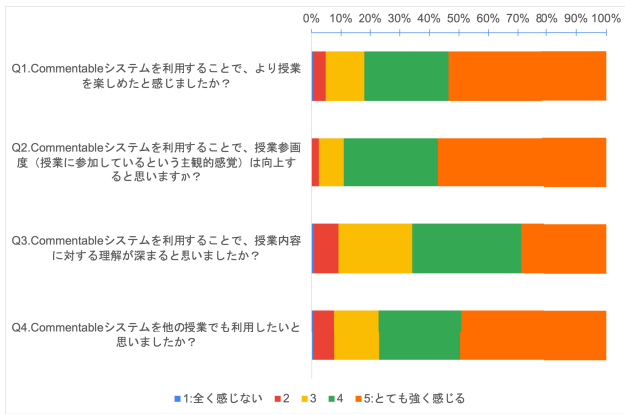


図 8 学習者 394 名分のアンケート結果

Fig. 8 Questionnaire results for 394 learners.

利用することで、授業参画度（授業に参加しているという主観的感覚）は向上すると思いませんか？、Q3. Commentableシステムを利用することで、授業内容に対する理解が深まると思いませんか？、Q4. Commentableシステムを他の授業でも利用したいと思いませんか？、の質問に対してそれぞれ5段階評価（1：まったく思わない-5：とても強く思う）で回答してもらった。この他 UI や機能面、自由記述意見、ユーザ属性（年齢や職業）を収集している。いくつかの実施授業ではゲスト講師が招かれるものもあったため、教師からの回答が4件集まった。これに関しては件数が少ないことから今回の集計から省き、学習者側のアンケートのみをまとめている。さらに CommentScreen を利用したことがあるユーザに対しては、CommentScreen を利用したことがある場合、CommentScreen と Commentable を比較しての感想を教えてください。（CommentScreen を利用したことがない人は回答の必要はありません）、という問を設定している。

### 5.1 Q1-4 のアンケート結果

上記で述べた Q1-4 に関して5段階評価にて、図 8 に集計結果を示す。いずれの項目についても学習者の印象は肯定的となっていることが分かる。特に Q1 および Q2 に関しては4以上を評価した学習者が8割以上となった。本システムは学習の理解促進を主題として設計はしていなかったが、Q3 では4以上の評価が65%程を占めている。これは後述の音の有無に関する比較においても述べるが、回答者の自由記述欄の中に「コメントクリーンと比べて絵文字に音声で連動して先生の見逃しが減っている感じを受けました」と記載されていたことから、音が再生されることで教師側のコメント見逃しが減り、学習者の理解進捗を把握しやすくなったことに起因している可能性がある。

### 5.2 音の有無に関する比較

音の有無に関する調査として、「CommentScreen を利用

したことがある場合、CommentScreen と Commentable を比較しての感想を教えてください。（CommentScreen を利用したことがない人は回答の必要はありません）」という設問を作成した。自由記述欄には394件中、24件の回答を得た。記述の中には、「音が出るのが楽しかった」、「コメントクリーンと比べて絵文字に音声で連動して先生の見逃しが減っている感じを受けました」、「コメントスクリーンの方が直感的でわかりやすい、けど機能的にはCommentableのほうがいいと思った」、「同意や拍手その他感情の簡単なリアクションがワンタッチで可能で、画面上に同じことを思った人がいることを手軽に確認できることが遠隔でもやりやすいと思いました。」、「commentable はユニークなサウンドやビジュアルによって、commentScreen よりも少しくだけた感じでチャットしやすかった。使い方もよるとは思うが、気楽さという点で使いやすさを強く感じた。」等の肯定的意見が多かった。一方で、「音が出るのでにぎやかになる反面、扱いが難しそうで、授業が盛り上がるかどうかは先生と生徒の技量に大変左右されると思いました。」という意見があげられた。

### 5.3 その他

自由記述欄に関しては394件中54件の回答があり、先のCommentScreen との比較同様に肯定的意見が多く集まった一方で、「楽しかったけど、先生が授業しにくそうでした」、「匿名であるため、関係ないコメントが多く荒れやすかった。」、「すこしうるさいと感じた」、「使う場面は選んだほうが良いかもしれないと感じました。」、「はじめ先生が来るまでの時間がかかなりうるさくて待つのが嫌だった人もいそうでした」、「人数が多いと厳しいなと思いました。」、「ふざける人がいると嫌になってしまう。」等の指摘もあげられていた。これらの感想はすべて授業番号4（デザインと生活）にて収集されたものであり、250人という受講規模が影響していることが考えられる。

### 5.4 学生による利用フィードバック

これまでは教員側がCommentable を利用し、学習者からのフィードバックを得てきた。一方でデスクトップアプリケーションを利用することで比較的簡単に本機能を利用できるため、一部の授業では学生が主体的に本システムを利用してプレゼンテーション等に活用した。具体的には2021年12月21日に東京都立大学大学院で開講されたインタフェースデザイン特論にて利用された。本講義は国際学会のproceedingsを輪講形式で読みすすめる内容であり、週ごとに学生は自身が選択した論文内容を30分程でプレゼンテーションする。発表者からは、「総じて良かった」、「発表しているときに気まづくなることもあるが、ページの切り替わりや動画の終了直後等、コメントにリアクションしながら説明を繋げられた」、「サウンド機能により参加者



が合いの手を打っているような感覚になり、気軽になる」といった肯定的な意見のほか、理解が進むかどうかは不明、自分の発表スライドに文字がでてくると発表しづらくなる等の否定的な意見があげられた。

## 6. まとめ

本研究では音声付きリアクションやコメント読み上げ機能を付与したコメント投稿システム Commentable を開発し、実際の授業での利用から投稿ログ観察やアンケート収集を実施することで、学習者からの音声リアクションやコメント読み上げ機能の実用可能性を示した。投稿ログ観察からは参加人数が増えるほど参加者の投稿数変更率が低下し、匿名を好む傾向があることや、250名規模の授業では音声フィードバックのミュート化や投稿数規制を設ける必要性が生じた。アンケート結果ではおおむね肯定的な意見が収集された一方で、コメントが「荒れる」ことで受講がストレスになる意見も示されており、授業形態に応じて利用に際して注意が必要であることが分かった。

## 7. おわりに

2020年から始まったオンライン授業において学習者はマイクおよびビデオを OFF にすることが多いため、教師側は静かな空間で1人で淡々と喋り続ける授業形態が定着した。従来の授業でもこのような形態はあったであろうが、物理的に無音であることと、50人教室で学習者が静かにしているのでは無音の質そのものが異なる。通常はコンテンツに対して音声リアクションやコメント読み上げを視聴者側が付与することはあまり見られないが、授業やイベント等インタラクティブな対話を重視する場合、マイクオフのままでは音声に関しては学習者といっさいの対話設計が許されない状況であった。

すでに発表されている既存サービスである、CommentScreen やパパパコメントと比較し、本研究は学習者側からマイク以外の手段で音声干渉が可能である点が異なる。在宅勤務の拡大により、環境音を楽しめるサービスや音源が近年人気を集めており、バーチャルなチャット空間において位置情報を利用する SpacialChat や gather.town, 3D空間チャット機能を提供する High Fidelity<sup>\*15</sup>、背景音楽が流れる skittish<sup>\*16</sup>等、積極的な音声活用が取り入れられつつある。オンライン授業においても音声インタラクションをどのように設計するか、今後重要になると考えられる。

本システムを利用した外部講師からはアンケートとは別に、「学習者に問いかけをした際に、オーケーと、サウンドリアクションが来たのは円滑な授業運営に役立った」との感想も得ており、音声リアクション、コメント読み上げ機

能を利用することで学習者と教師の対話性が一部向上する場面も見受けられた。

本稿では触れていないが国際会議のオープニングや表彰式にて本システムを利用した実績があり、そのようなイベント的な利用においてもおおむね好意的な感想をもらっている。今回それらのデータやアンケートを取っていないため今後の議論としたい。その他、本システムを他の教員が自身の授業（電子工作ワークショップ）で活用した事例報告を受けており、そこでは学習者の進捗を把握しやすくなったとの感想をいただいた。

コロナ禍がどのような形で収束するかはいまだ目処は立たないが、今後のオンライン授業における1システムとして対話的な音声リアクションやコメント読み上げが広く利用されることに本研究が一助となれば幸いである。最後に、本研究では CommentScreen やパパパコメントに関して音声機能の有無を主題として議論を展開したが、実装されている機能やサービスとしての品質は議論対象外であることをここに申し添える。

## 参考文献

- [1] 新型コロナウイルス感染症対策に関する大学等の対応状況について (4/24), 入手先 ([https://www.mext.go.jp/content/20200424-mxt\\_kouhou01-000004520\\_10.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200424-mxt_kouhou01-000004520_10.pdf)) (参照 2020-08-31).
- [2] Microsoft 365 (2020.04.09): Remote work trend report: meetings, available from (<https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2020/04/09/remote-work-trend-report-meetings/>) (accessed 2021-10-15).
- [3] ITmedia NEWS (2020.04.24): Zoom の会議参加者数, 20日 で1億増加し, 3億人に, 入手先 (<https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2004/24/news068.html>) (参照 2021-10-15).
- [4] 稲見昌彦: オンライン講義に疲弊しつつある先生方へ (Comment Screen のススメ), note.com (2020).
- [5] Yarmand, M., Solyst, J., Klemmer, S. and Weibel, N.: It Feels Like I am Talking into a Void”: Understanding Interaction Gaps in Synchronous Online Classrooms, *Proc. 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Article 351, pp.1-9, Association for Computing Machinery, DOI: 10.1145/3411764.3445240 (2021).
- [6] Happy, S.L., Dasgupta, A., Patnaik, P. and Routray, A.: Automated Alertness and Emotion Detection for Empathic Feedback during e-Learning, *2013 IEEE 5th International Conference on Technology for Education (t4e 2013)*, pp.47-50, DOI: 10.1109/T4E.2013.19 (2013).
- [7] Mukhopadhyay, M., Pal, S., Nayyar, A., Pramanik, P.K.D., Dasgupta, N. and Choudhury, P.: Facial Emotion Detection to Assess Learner's State of Mind in an Online Learning System, *Proc. 2020 5th International Conference on Intelligent Information Technology (ICIIT 2020)*, pp.107-115, Association for Computing Machinery, DOI: 10.1145/3385209.3385231 (2020).
- [8] Fujii, K., Marian, P., Clark, D., Okamoto, Y. and Rekimoto, J.: Sync Class: Visualization System for In-Class Student Synchronization, *Proc. 9th Augmented Human International Conference (AH '18)*, Article 12, pp.1-8, Association for Computing Machinery, DOI: 10.1145/3174910.3174927 (2018).

\*15 <https://www.highfidelity.com/>

\*16 <https://skittish.com/>

- [9] Dachapally, P.R.: Facial Emotion Detection Using Convolutional Neural Networks and Representational Autoencoder Units, arXiv, No.1706.01509 (2015).
- [10] Minaee, S. and Abdolrashidi, A.: Deep-Emotion: Facial Expression Recognition Using Attentional Convolutional Network, arXiv, No.1902.01019 (2019).
- [11] Ng, H.-W., Nguyen, D.V., Vonikakis, V. and Winkler, S.: Deep Learning for Emotion Recognition on Small Datasets Using Transfer Learning, *ACM International Conference on Multimodal Interaction*, pp.443–449 (2015).
- [12] Murali, P., Hernandez, J., McDuff, D., Rowan, K., Suh, J. and Czerwinski, M.: AffectiveSpotlight: Facilitating the Communication of Affective Responses from Audience Members during Online Presentations, *Proc. 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Article 247, pp.1–13, Association for Computing Machinery, DOI: 10.1145/3411764.3445235 (2021).
- [13] Rivera-Pelayo, V., Munk, J., Zacharias, V. and Braun, S.: Live interest meter: learning from quantified feedback in mass lectures, *Proc. 3rd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, pp.23–27 (2013).
- [14] Williamson, J., Li, J., Vinayagamoorthy, V., Shamma, D.A. and Cesar, P.: Proxemics and Social Interactions in an Instrumented Virtual Reality Workshop, *Proc. 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Article 253, pp.1–13, Association for Computing Machinery, DOI: 10.1145/3411764.3445729 (2021).
- [15] 角田幸太郎ほか：遠隔授業の質向上に向けた顔映像と心拍情報に基づく対面授業と遠隔リアルタイム授業の比較調査，マルチメディア，分散協調とモバイルシンポジウム 2021 論文集，pp.363–373 (2021).
- [16] 湯地宏樹：スマートフォンを用いた参加型授業の試み—Microsoft Forms とパバパコメントの活用，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，No.17, pp.1–8 (2020).
- [17] 水原啓暁：教員インタビュー「ニコ動的講義」が生み出す，教員と学生のシンクロ（2018年9月4日記事更新），Contents for Next Education and Communication with Technology（京大でコン活しよっ！），入手先（<https://www.highedu.kyoto-u.ac.jp/connect/>）（参照 2021-10-15）.



馬場 哲晃（正会員）

1979年長野県中野市生まれ。九州芸術工科大学，九州大学にて芸術工学を専攻。現在は東京都立大学システムデザイン学部/研究科インダストリアルアート学科/学域教授。芸術，エンタテインメント，教育，デザインに関し

てインタラク션을軸にした研究をしている。専門はインタラクティブアートおよびインタラクシオンデザイン。日本 VR 学会，ADADA，ACM 各会員。