

ワードクラウドを用いたPC利用時の発話場面の分析と応用

友広 純々野¹ 塚田 浩二¹

概要:

近年, リモートワークやオンライン学習の普及に伴い, PC は個人の作業環境のみでなく, コミュニケーションや学習等の多様な場面で重要になっている. 我々は, こうした PC 作業において, PC を利用するユーザの発話 (ユーザ発話) と PC 本体から流れる音声 (PC 音声) を音声ライフログとして記録することで, 状況分析や振り返りに利用できると考えた. 本研究では, このユーザ発話/PC 音声の概要をワードクラウドを用いて時間毎に振り返り可能なツール提案する. 本稿では, 本ツールの実装および, 実環境で記録したデータの分析を中心に述べる.

Application and Analysis of Utterance using WordCloud in PC Work

TOMOHIRO SUZUNO¹ TSUKADA KOJI¹

1. 背景

スマートフォンやスマートウォッチの普及により, 個人のライフログを残すことが容易になった. ライフログとは, 蓄積された個人の生活の行動履歴 [1] である. 例えば, カメラやセンサを用いた個人の行動を記録する研究事例 [2][3] や, スマートウォッチの生体データから健康管理 [4] を行う事例がある. 一方で, 発話情報をライフログとして利用する試みは少ない.

また, 近年 PC の利用場面がさらに拡大している. 例えば, オンライン会議などのコミュニケーションツールとしての利用や, 講義の動画視聴, コーディングやモデリング作業などがある. これらの PC 作業時には多くの発話が発生する. 例えば, オンライン会議では, PC 利用者の声や対話相手の声, 動画視聴では動画内の音声やそれに対する独り言などがある. 本研究ではこうした PC 作業時の意識的／無意識的な発話に着目した. なお, 本稿では独り言のような他者との意思疎通を目的としない発話を私的発話と呼ぶ. 私的発話には, 無意識の思考や感情, アイデア等が含まれるが, 発話者の記憶に残りにくいといった問題がある.

本研究では, PC 作業時の発話を PC 利用者の音声 (ユー

ザ発話) と, PC 本体から流れる音声 (PC 音声) の 2 種類に分離して記録する. さらに, これらの発話を振り返る手段として, 一定時間帯でインタラクティブにワードクラウドを生成して確認できるツールを提案する.

2. 関連研究

現在, 音声認識の精度が向上し, 広く普及している. 例えば, スマートフォンの文字入力や検索等でも, 音声入力 が標準でできるようになっている. さらに, 音声認識を用いた文字起こしの技術は, リアルタイムの字幕生成や議事録作成等に利用されている [5][6]. また, 聴覚障害者のコミュニケーションを支援するために, 他者の会話内容を音声認識で取得するアプリケーションも提案されている [7].

2.1 PC 作業中の発話を扱う研究

Krosnick ら [8] は, PC で作成する成果物の制作プロセスを, 発話情報から作り上げる Think-Aloud Computing を開発した. このシステムを利用する際は, プロトコル法を応用し, 成果物作成中の思考を発話しながら作業を進めるよう教示している. これにより作業を進めながら, 制作プロセスを記録することができる. この手法に対して, 本研究では思考を発話するよう教示せず, 自然に発する発話

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

を対象とする。

私的発話を利用した研究事例として、長利ら [9] は、コーディング中の発話音声と文章を紐づけて、コードを読み返す際にその発話音声をフィードバックするシステムを制作している。このシステムを利用することで文字としては記録されなかった話者のアイデアや考察などを確認することを目指している。本研究では、発話情報をテキスト化する点やワードクラウドを用いて長時間のデータを可視化する点が異なる。

2.2 リアルタイムの発話の可視化

Chandrasegaran ら [10] は、会議の円滑な進行を目的として、リアルタイムに進行する会議のトピックをワードクラウドや確率分布で可視化している。これは被験者らが議論すべきトピックについて考えたり、思い出したりするのに役立つことが示唆されている。また Iijima ら [11] は、音声認識を用いた可視化の事例として、聴覚障害者のコミュニケーションを支援するために、ワードクラウドを用いた会議のトピック提示を行っている。具体的には、オンラインミーティング中の仮想背景を、発話から生成されたワードクラウドに置き換えている。これにより被験者らは会議内での話題の切り替えに役立ったことを示唆している。友広ら [12] は、動画視聴中の私的発話を字幕やグラフ等でリアルタイムに可視化する手法を提案し、発話への影響を調査している。これらの事例は、会議中や動画視聴中に焦点を当ててリアルタイムに発話情報を可視化し、他者と共有している。本研究では、PC を用いた多様な作業場面の振り返りに焦点を当てる点が異なる。

2.3 音声ライフログの研究

横山ら [13] は、話者が自覚しづらい口癖や言葉遣いを改善するための音声返戻システムを提案している。このシステムはユーザ自身が発言を控えたい単語を設定し、発言中にその単語を発するとリアルタイムで発話音声ユーザにフィードバックされる。この手法では、ユーザ自身で注目したい特定の単語を決定しているが、本手法では、多くの発話を行う場面を収集・分析することで、ユーザにとって新しい特徴を探っていく。

友広ら [14] は、2 種類のマイクから得られる発話量の差分を用いて、日常生活における私的発話の分類を試みている。一方、長期間のデータ収集や自分自身と他者の発話の分類精度に課題があり、長期的な分析に利用することが困難であった。本研究では、PC 作業のみに注目することで、PC 音声とユーザ発話を切り分けて、安定して長期間の記録と分析が可能である。

川島ら [15] は、ユーザの発話を記録し、発話データを形態素解析、係り受け解析、概念解析することで、ユーザの経験に関する情報を抽出している。この経験に関する情報

を利用し、雑談内容を提示するシステムを構築している。このシステムを使って生成された雑談の提示は、ユーザに親近感を与える事を明らかにしている。綾部ら [16] は、話者の発話時のピッチなどから感情を推測し、その感情タグを用いて過去に起こった出来事の種類を試みる手法を提案している。

3. 提案

本研究では、PC 作業時のユーザ発話と PC 音声を一定期間ごとにまとめて振り返るために、ワードクラウドを用いたインタラクティブな可視化ツールを提案する。ワードクラウドで大量の発話データを 1 枚の画像に圧縮することで、時間単位で発話を効率的に振り返ることが可能である。

4. 実装

ツールの概要を図 1 に示す。まず、ユーザ発話と PC 音声の音声ストリームを個別に取得し、音声認識サービスに入力する。次に、認識結果をもとにテキストデータを作成する。最後に、テキストデータを読み込み可能な、インタラクティブな可視化ツールを実装する。テキストデータは、1 日 1 ファイルとして管理しており、主に以下 4 つの情報で構成される。

- タイムスタンプ
- 音声種類（ユーザ発話/PC 音声）
- 発話テキスト
- 発話量

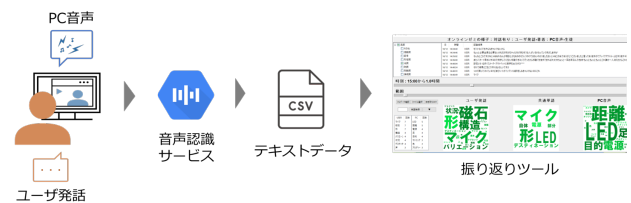


図 1 提案システム全体の処理

4.1 テキストデータ取得とワードクラウドの生成方法

テキストデータ取得の流れを図 2 に示す。本提案では、ユーザ発話と PC 音声を分離して取得する必要がある。ユーザ発話は PC 内蔵/外付けマイクを用いることで容易に記録可能であるが、PC 音声は標準設定では記録対象とならない。そこでループバック機能を持つソフトウェアミキサー (VoicemeeterBanana^{*1}) を利用して、PC 音声を個別に記録できるよう工夫した。次にユーザ発話と PC 音声を、別個に音声認識サービス (GCP Speech-to-Text^{*2}) に入力し、テキストデータとタイムスタンプを取得する。これらを一つの CSV 形式にまとめて、PC のローカルスト

^{*1} VB-AUDIO, <https://voicemeeter.com/>

^{*2} Google Cloud, <https://cloud.google.com/speech-to-text>

レージに保存した。発話量は、発話テキストの文字数（ひらがな）をカウントし取得する。漢字とひらがなの変換には、pykakasi^{*3}を用いた。

ワードクラウドは、Python 用ライブラリ^{*4}で、単語の頻出度から生成した。単語の頻出度は、発話テキストをMecab^{*5}で形態素解析により取得した。なお、Mecabの形態素解析で取得できる品詞は、名詞／形容詞／動詞／副詞／連体詞／接続詞などがあるが、分析の章（5章）では特徴のあった品詞に絞って分析する。

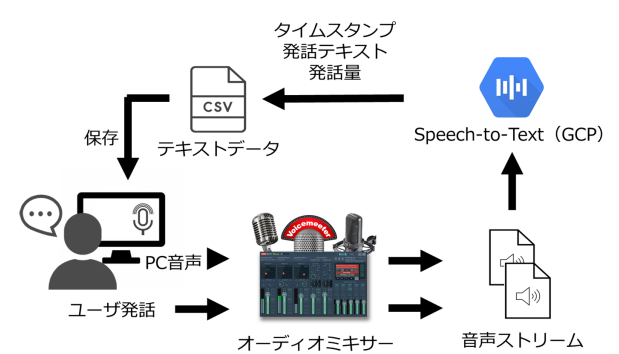


図2 テキストデータ取得の流れ

4.2 振り取りツール



図3 ツールのスクリーンショット

本ツールのスクリーンショットを図3に示す。ツールの画面は以下の6構成となっている。

- (1) ワードクラウド提示部
- (2) 品詞選択機能
- (3) 発話データ表示部
- (4) 時間指定機能
- (5) 各種ボタン（共通単語設定/単語検索）
- (6) 単語頻度の詳細表示部

^{*3} pykakasi, <https://pypi.org/project/pykakasi/>

^{*4} WordCloud, <https://pypi.org/project/wordcloud/>

^{*5} Mecab, <https://taku910.github.io/mecab/>

ワードクラウド提示部

ワードクラウド提示部では、3種類のワードクラウドを提示する。左から「ユーザ発話」「共通単語」「PC音声」である。共通単語とは、ユーザ発話/PC音声に一定回数以上^{*6}出現する単語のことである。

共通単語を作成した理由は、ユーザ発話/PC音声に共通する頻出語を抽出することで、一覧性を高められる可能性があると考えたためである。また、ユーザ発話/PC音声から、共通単語を抜いて表示することもできる。この機能は、対話状況でユーザと対話相手の特徴分析等に役立つと考え実装した。

品詞選択機能

ワードクラウド生成に使う品詞を選ぶ機能である。チェックボックスから品詞を1つまたは複数選択できる。

発話データ表示部

オリジナルの発話データをタイムスタンプ等と合わせてリストで一覧表示する。

時間指定機能

2種類のスケールバーを用いて、ワードクラウドの生成対象とする時刻を柔軟に指定できる。上部は開始時刻を、下部は継続時間を指定できる。

各種ボタン（共通単語設定/単語検索）

ワードクラウドはスケールバーを操作するだけでインタラクティブに生成されるが、「フルデータ」ボタンを用いると、読み込んだ1日分のファイルに含まれる発話データ全てを対象としたワードクラウドを生成する。「共通単語抜き取り」ボタンを用いると、ユーザ発話/PC音声で生成されたワードクラウドから共通単語を抜き設定のオン/オフを切り替えることができる。

また、すべての発話データから単語を検索する機能を実装した。検索を行うと、発話データ表示部が単語の出現箇所までスクロールし、行単位でハイライトされる。これにより、ワードクラウド内でさらに詳細を確認したい単語や、元の発話のニュアンスなどを確認することができる。

単語頻度の詳細表示部

ユーザ発話とPC音声のワードクラウドに含まれる単語とその頻度を確認できる。主に実験データの分析用途で利用する。

5. データ収集と分析

ワードクラウドの視覚化を通して、発話状況やユーザ毎の特徴を分析するため、6つの状況のデータを収集した（表1）。各状況の実時間は90分である。なお、S1のみ連続した90分のデータが収集できなかったため、30分のデータを3日分合わせて利用した。これらのデータを本ツールを用いて、対話有り（S1～S4）、対話無し（S5、S6）の2状

^{*6} 現在の実装では2回

況に分けて分析を行った。対話有りの状況とは、ユーザがPCを使って他者と交流している状況である。例えば、オンライン会議ツールを使った1対1や1対多の対話などがある。対話無しの状況とは、他者との交流を取らず、ユーザがPCを使って一人で作業している状況である。例えば、コーディング動画を使ったオンライン学習などがある。

表 1 収集したデータ

項目	収集時の状況	収集される発話	
		ユーザ発話	PC音声
S1	オンラインゼミ	著者	教員
S2	オンラインゲーム		学生
S3	課題の打ち合わせ		学生 (複数人 同時)
S4	オンラインゼミ	教員	学生 (複数人 順番)
S5	動画学習の視聴	著者	動画音声の声
S6	講義動画の視聴		動画音声の声

5.1 収集したデータの状況

ここで、収集したデータの各状況について述べる。S1は、オンラインで行われた研究室ゼミである。ユーザ発話の対象は学生である著者、PC音声の対象は教員で、1対1で対話するような状況である。S2は、オンラインゲームをしている。ユーザ発話の対象は著者、PC音声の対象は友人で、1対1で対話している状況である。S3は、オンライン上で複数人と課題についてミーティングを行っている。ユーザ発話の対象は著者、PC音声の対象はミーティングの参加者(複数人)で、1対多で対話している状況である。S4は、S1と同様オンラインで行われた研究室ゼミだが、ユーザ発話の対象が教員である。PC音声の対象は学生であるが、数十分おきに1人ずつ交代する形式で、基本的に1対1で対話してる状況である。S5は、PCで解説動画を視聴しながらコーディングしている様子であり、S6は、PCで講義動画を視聴している様子である。どちらもユーザ発話の対象は著者、PC音声の対象は、動画内の解説者の発話である。

5.2 ワードクラウドを用いた発話の分析

振り返りツールを用いて、対話有り(S1~S4)、対話無し(S5, S6)の2状況に分け、特徴のあった品詞について、著者の記憶と照合しながら分析した。分析には、共通単語とユーザ発話/PC音声(共通単語抜き)のワードクラウドを使用した。

5.2.1 対話有り(S1~S4) - 名詞

まず、対話有り(S1~S4)の状況下で名詞情報を比較した(表2)。その結果、共通単語において状況ごとに異なる単語が頻出し、ワードクラウドに対応した当時の話題の推測が可能であった。例えば、S1は単語/ワード/データといった単語から、本研究のワードクラウドに関する話をしていたことが推測された。S2はナイス/アサリ/スペシャルといった単語から、プレイしていたゲームタイトルが推測された。S3はギネス/ピンポン/カップといった単語から、ギネスに挑戦をテーマとした課題について話し合いが行われていたことが推測された。S4は菌といった単語から、粘菌に関する研究を行っている学生と、教員が対話していることが推測された。

次に、ユーザ発話とPC音声を比較した場合、特定の名詞から対話相手との関係性を推測可能であった。例えば、S1のユーザ発話と、S4のPC音声では「先生」といった単語が含まれており、相手が教員であることが推測された。

表 2 対話有り(S1~S4) - 名詞で作成したワードクラウド

項目	収集時の状況	共通単語	ユーザ一話	PC音声
S1	オンラインゼミ	ワード 単語 データ	最初 先生 個人 回廊	ワード クラウド クリップ 横 視覚 グラフィック
S2	オンラインゲーム	ナイス スペシャル エリダ アサリ	ドラゴン モグ スライム 鉄	本 爆弾 武器
S3	課題の打ち合わせ	ギネス カップ ピンポン 個人 条件	バツ 最後 月 スケジュール 新 財団	空中 鉛筆 風船
S4	オンラインゼミ	人間 図 ロボット	システム 情報 モジュール ドレイ デウス	相手 先生 素材 神様 生徒 下 企業 絵の具

5.2.2 対話有り(S1~S4) - 形容詞

対話有りの状況下で形容詞情報を比較した(表3)。ここでは共通単語に頻出したネガティブワード/ポジティブワードに注目することで、各状況ごとの雰囲気や推測可能であった。例えば、S1はうまく/面白いといったポジティブなワードが、S2はまずい/やばい/難しいといったネガティブなワードが頻出した。一方S3は、面白いといったポジティブワードと同時に難しいといったネガティブワードの両方が頻出していた。著者の記憶と照らし合わせると、S2はオンラインゲームで苦戦している状況であり、S3は課題を遂行しようと発案するも、複数の懸念点からスムーズに進まない状況であった。

5.2.3 対話有り(S1~S4) - 副詞

対話有りの状況下で副詞情報を比較した(表4)。ここでは、複数状況下で同一単語が頻出していた場合、被験者の口癖の発見に利用できるように思われた。例えば、共通単語として「ちょっと」という単語がどの状況でも頻出しており、S2のみ「めっちゃ」という単語が頻出している。著

表 5 対話無し (S5, S6) - 名詞で作成したワードクラウド

項目	収集時の状況	共通単語	ユーザ発話	PC音声
S1	オンラインゼミ	うまく 面白い すごい	長い面白く多い 高い 良かう長く っぽい なかならないか	細かい悪く すごくない見づかい やさい やさい 難しい よく多く
S2	オンラインゲーム	ますい 早く強い やばい 難しい	うまく 近く すごい 強く可愛い うまい	厳しい辛い なかつ よし なかつ 痛い
S3	課題の打ち合わせ	面白い すごい 難しい	ほじい 嬉しい うまい うまく	ちうちい とほい 難しく 厳しい 文句い安い
S4	オンラインゼミ	長い	長い やさい ほじい	すごい 大きい 欲しい

項目	収集時の状況	共通単語	ユーザ発話	PC音声
S5	学習動画の視聴	-	-	メンソーシ ョドホム ナキストデー タ クリック デー タベース 表数 デザイン ンタ ー パーシ ョン オフミナシ ョン データベース
S6	講義動画の視聴	-	-	歌詞曲自分 音楽 技術

者の記憶等と照らし合わせると、「ちょっと」は会話を和らげる目的で利用されていた。S2は仲の良い友人とゲームをしている状況であり、口語的な「めっちゃ」が目立っていると思われた。

表 6 対話無し (S5, S6) - 形容詞で作成したワードクラウド

項目	収集時の状況	共通単語	ユーザ発話	PC音声
S1	オンラインゼミ	ちゃんと あんまり ちよっと そう 多分 そう	どうしてもみんな いつも もっとも ちゃんと ちゃんと やっぱ	特に 別に こうせひ
S2	オンラインゲーム	全然 そう めっちゃ ちよっと ちゃんと	多分 まず いやいや	なんて もっと ちよっと いっぱい
S3	課題の打ち合わせ	そう ちよっと 多分 んんたん んんたん 全然 全然 まあ こう	あるいはいろいろ とりあえず んんたん んんたん 実際 なんと んんたん	かなり 本当に 色々
S4	オンラインゼミ	とりあえず ちよっと	あんまり まあ そう 全然	あまり 応こ こう

[illegible]

5.2.6 対話無し (S5, S6) - 動詞

最後に、対話無しの状況下で動詞情報を比較した。(表7)．ここでは「すげ」(すげー)というユーザ発話が観察された．これは、講義動画中の研究に関心している様子であり、ユーザの興味ポイントを記録するために利用できる可能性がある。

表 7 対話無し (S5, S6) - 動詞で作成したワードクラウド

項目	収集時の状況	共通単語	ユーザ発話	PC音声
S6	講義動画の視聴	-	すげ	聞いてほしい いさぎよく できる

5.2.7 発話量

最後に、各状況のユーザ発話／PC 音声それぞれの発話量を図 4 に示す。発話量からは、対話有り／対話無し の状況を判別できると考える。例えば、対話有り (S1～S4) ではユーザ発話と PC 音声両方で数千以上の発話量が観察された。一方で、対話無し (S5, S6) ではユーザ発話がほとんど観察されなかった。

また、他状況の発話量と比べることで PC 利用者の発話の傾向も探れる可能性がある。例えば、S6 の PC 音声の発話量は 44122 であった。次点で発話量の多かった S1 ではユーザ発話／PC 音声合計で 25778 であり、大幅に少なくなっている。著者の記憶と照らし合わせても、S6 の PC 音声の人物は早口で情熱的に話していた。

また、S1 / S4 は同じ教員のオンラインゼミの状況である。ここで S1 は、ユーザ発話と PC 音声の発話量はほぼ同等であるのに対し、S4 ではユーザ発話（教員）の方が PC 音声（学生）よりも 5.5 倍以上発話量が多い。S1 では学生と教員が一定間隔で対話しているのに対して、S4 では主に教員が学生に対して説明している時間が長かったことが推察される。

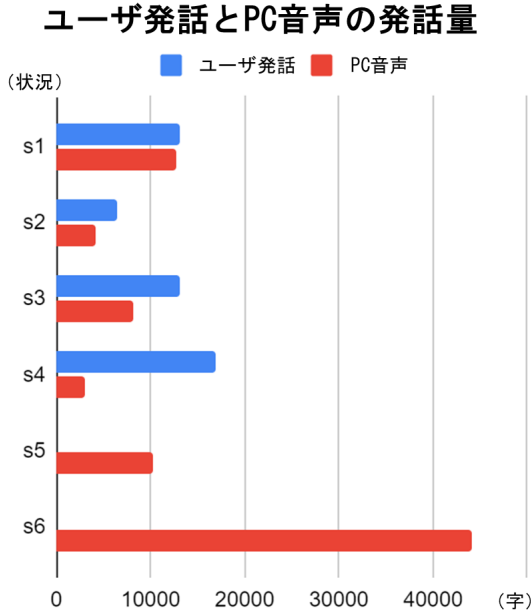


図 4 各状況の発話量

6. 議論

ここでは、分析時の制約やツールの改良方法について述べる。

6.1 品詞をまたいだワードクラウドの生成

本ツールでは異なる品詞で生成されたワードクラウドを同時に閲覧することができない。そのため、5.2.6 章のように動画視聴中に「すげ」といった反応を動詞情報のワードクラウドから見つけても、動画の内容は名詞情報のワードクラウドに切り替えない限り確認できない。しかし、こうしたユーザの反応は動詞情報（ユーザ発話）と名詞情報（PC 音声）を比較することで、初めて PC 利用者にとって振り返りやすい情報となる（表 8）。今後は、複数の品詞のワードクラウドを適切に組み合わせて表示させることで、日常の振り返りやすさを向上させたい。

6.2 複数状況をまとめた振り返り

本ツールでは原則 1 日毎に発話データを読み込む形式としているため、複数状況をまとめて振り返ることが難しい。発話データを一つに連結すれば読み込むこと自体は可能で

表 8 対話無し (S6) - 品詞ごとの生成結果 (ユーザ発話 / PC 音声)

項目	収集時の状況	品詞	ユーザ発話	PC音声
S6	講義動画の視聴	動詞	すげ	聞いて思いうるさる
		名詞	-	歌詞曲自分音楽技術

あるが、一覧性に優れた状態とは言えない。よって、カレンダーのような形式で長期間のデータを一覧性を保って可視化するシステムの構築（図 5）を進めていきたい。



図 5 ライフログシステムのイメージ

7. まとめと展望

本稿では、音声ライフログとして PC 作業時の発話に注目し、ワードクラウドを用いた発話内容を可視化するツールの実装と複数状況の実データを用いた分析について記述した。今後は、議論で述べたような振り返り機能の追加や、著者以外の複数のユーザで長期的なデータの取得と活用を進めていきたい。

謝辞

本研究の一部は、科研費 22H03634 の支援を受けた。

参考文献

- [1] 総務 省：利用者視点を踏まえた ICT サービスに係る諸問題に関する研究会－第二次提言（案），平成 22 年 5 月（2010）
- [2] 木村繁基，沖真 帆，塚田浩二：生活を「彩る」ライフログデバイスの提案，情報処理学会，インタラクション 2017，pp. 207–209（2017）.
- [3] 奥野 茜，角 康之：一人称ライフログ映像からの顔検出に基づいた社会活動計測，Vol. 62, No. 2, 情報処理学会論文誌，インタラクション 2017，pp. 607–616（2021）.
- [4] fitbit: fitbit スマートウォッチ，fitbit（オンライン），入手先 <<https://www.fitbit.com/global/jp/home>>（参照 2021-07-21）.
- [5] 今井 亨，奥 貴裕，小林彰夫：音声認識によるリアルタイム字幕放送の進展，情報処理学会研究報告 第 88 回，pp. 1–6（2011）.
- [6] 河原達也，秋田 祐：聴覚障害者のための講演・講義の音声認識による字幕付与，Vol. 第 74 巻 3 号，No. 3, 日本音響学会誌，pp. 156–162（2018）.

- [7] 服部 哲, 柴田邦臣: 聴覚障害児・者のコミュニケーションを支援する Android アプリの開発, ワークショップ 2014 (GN Workshop 2014) 論文集, pp. 1-6 (2014).
- [8] Krosnick, R., Anderson, F., Matejka, J., Oney, S., S. Lasecki, W., Grossman, T. and Fitzmaurice, G.: Think-Aloud Computing: Supporting Rich and Low-Effort Knowledge Capture, *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-13 (2021).
- [9] 長利慎吾, 寺田 実: 独り言と文字を紐付けて自動記録するテキストエディタ, 情報処理学会, インタラクシオン 2016, pp. 710-712 (2016).
- [10] Chandrasegaran, S., Bryan, C., Shidara, H., Chuang, T.-Y. and Ma, K.-L.: TalkTraces: Real-Time Capture and Visualization of Verbal Content in Meetings, *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, Association for Computing Machinery, pp. 1-14 (2019).
- [11] Iijima, R., Shitara, A., Sarcar, S. and Ochiai, Y.: Word Cloud for Meeting: A Visualization System for DHH People in Online Meetings, *Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '21, Association for Computing Machinery, pp. 1-4 (2021).
- [12] 友広純々野, 塚田浩二: 動画視聴時の私的発話を可視化するシステムの提案, Vol. 198, No. 7, pp. 1-6 (2022).
- [13] 横山紗菜, 鈴木 優: 言葉遣いを改善する音声返戻システムの開発, 情報処理学会, インタラクシオン 2020, pp. 936-939 (2020).
- [14] 友広純々野, 塚田浩二: 日常生活における私的発話の識別手法の提案, Vol. 194, No. 6, pp. 1-6 (2021).
- [15] 川島嵩弘, 西村隆志, 安江駿亮, 六沼元貴, 和田史織, 杉本 徹: ライフログ雑談対話システムに関する研究, 人工知能学会研究会資料, pp. 120-121 (2016).
- [16] 綾部櫻子, 田野俊一, 市野順子, 岩田 満, 橋山智訓: イベントの内容, 感情をロギングするリッチなサウンドライフログの提案, 第 28 回ファジィシステムシンポジウム, pp. 625-630 (2012).