一対多のコミュニケーションを対象とした コメント要約エージェントの開発

片川太陽 [1]　市川和磨 [2]　関陽太郎 [2]　大澤博隆 [1]
[1] 慶應義塾大学理工学部
[2] 慶應義塾大学理工学研究科

Abstract: In this study, we developed a system that generates and displays viewer-like comments from users' speech input in a live-streaming-simulated environment, along with an agent that summarizes the displayed comments. In the experiment, participants were asked to speak for 15 minutes in an environment where comments and, depending on the condition, a comment-summarization agent were presented. The effects of the presence or absence of the summarization agent were compared. Evaluation measures included the proportion of speaking time calculated from recorded audio during the experiment, as well as subjective experience, mental workload, and changes in emotional state assessed through pre- and post-experiment questionnaires. The results showed that participants' speaking time was significantly higher in the condition where the comment-summarization agent was presented compared to the condition without it.

1 イントロダクション

ライブ配信は、配信者がリアルタイムで映像や音声を配信し、視聴者が同時にコメントを送信できる点に特徴をもつメディア形態であり、娯楽を中心に広く普及している。視聴者は視聴に加えコメント投稿や配信者からの反応を通じて配信に参加し、こうした参加的行動が配信体験を形成していることが報告されている[5]。

一方で、視聴者数の増加に伴い短時間に大量のコメントが投稿される状況が生じ、配信者が個々のコメントを把握し反応することが困難になる場面が増えている。コメントが高速かつ大量に流れる「テキストの滝」現象では、意味のある相互作用が生じにくくなり[31]、コメント機能が存在していても双方向性が十分に発揮されない可能性がある。

この問題はライブ配信に限らず、一人の発話者が多数の反応を同時に受け取る一対多のオンラインコミュニケーションに共通する構造的課題である。Jones ら[14]は、処理すべきメッセージ量が増大すると応答の簡略化や参加の縮小が生じることを示している。この構造はオンライン授業や実況など、多数から同時に反応を受け取る状況にも当てはまる。さらに、X（旧 Twitter）などの SNS においても、不特定多数のメッセージが継続的に可視化されることで情報過密が生じ、理解の困難化や注意資源の枯渇を通じてコミュニケーション体験の低下を招くことが指摘されている[9]。

ライブ配信関連研究では、類似コメント生成による視聴体験の改善[18]や、コメント状況に応じた視覚表現によるモデレーション[15]などが検討されているが、これらは主に視聴者側に焦点を当てており、発話者の行動や主観的体験への影響は十分に明らかにされていない。そこで本研究では、大規模言語モデルを用いて多数のコメントから代表的内容を抽出・提示するコメント要約エージェントを備えたシステムを構築し、一対多コミュニケーション環境における有用性を検証する。具体的には、要約提示が発話時の負荷や感情状態に与える影響を評価し、コメント提示方法の違いがユーザ体験に及ぼす効果を分析する。この際のエージェントとは「人間という外界とインタラクションを持つ自律システムや自律にみせかけるシステム」を指す[22]。

連絡先：慶應義塾大学理工学部
〒223-0061　神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1
E-mail：sun.tk0604@keio.jp

2 関連研究

2.1 ライブ配信におけるコメントの重要性と問題点

ライブ配信は、配信者がリアルタイムで映像や音声を配信し、視聴者が同時にコメントを送信できる点に特徴をもつメディア形態である。YouTube Live や Twitch の普及により、配信者と視聴者が同一の時間を共有しながら相互作用する環境が一般化している[5]。

ライブ配信ではコメント欄が配信内容の一部として機能し、配信者と視聴者をつなぐ重要なコミュニケーション手段となっている。一方で、視聴者数の多い配信では短時間に大量のコメントが投稿され、文字が画面上を滝のように流れる「テキストの滝」が生じることが指摘されている[31]。このような状況では、コメント量の増加が必ずしも意味のある対話を促進せず、コメント欄は双方向的な対話の場というよりも、多数の反応の集合として機能する傾向がある。コメント欄は配信の盛り上がりや視聴者の関心を反映する情報源としても注目されている。伊東ら[25]はチャット内容と最大同時接続数との関係を分析し、特定の感情的反応を含むコメントが配信の人気と関連する可能性を示した。

これらの研究はコメントが配信体験に影響を与える重要な要素であることを示しているが、本研究はコメントが大量に表示される状況かで情報を整理・要約して提示する支援が発話者に与える影響を検討する。

2.2 ライブ配信におけるコメントを介した表現とインタラクション

ライブ配信や動画共有プラットフォームでは、視聴体験の活性化を目的としてコメント生成を自動化する研究が行われてきた。Ma ら[18]は映像、字幕、周辺コメントを統合して動画内容に即したコメントを生成する手法を提案し、生成コメントが視聴者同士の疑似的な対話を促進する可能性を示している。また、そのほかにも生成コメントの精度や多様性向上を目的とした研究も報告されている[11]。一方、Yen ら[15]はコメントの感情傾向に応じて視覚表現を変化させるナラティブ手法を提案し、コメント欄のモデレーションを図った。

これらの研究はいずれもコメントを介した表現で視聴者とのインタラクションを向上させることを目的としている。しかし、コメント数が増加して把握が困難になった状況における配信者の行動や主観的体験への影響については十分に検討されていない。そこで本研究ではコメント要約エージェントが発話者に与える影響を検討する。

2.3 一対多のコミュニケーションにおける問題点とその改善に向けた試み

一対多のコミュニケーションでは、単一の発話者が不特定多数の受け手を同時に想定するため、心理的負担が生じやすい。Marwick ら[1]は、複数の文脈を同時に意識せざるを得ない状況を Context Collapse として概念化し、発話内容の調整や自己検閲が生じやすいことを示している。Lomborg ら[20]も、オンライン環境における即時性や受け手の不特定性が発話行動に制約を与える可能性を指摘している。

情報過密への対処として、X ではフィルタリングや要約による支援が提案されており[32,33]、また多人数環境における発話制御や聴衆状態の可視化によって発話者を支援する研究も存在する[29,26]。これらの研究は、情報や発話の流れを適切に制御・可視化することが発話者の体験を改善し得ることを示しているが、ライブ配信のコメントのように大量に流れるテキスト情報を対象とした支援は十分に検討されていない。

2.4 情報過多とテキストの要約の有効性

オンライン環境では、情報量の多さや提示速度により情報過多が生じ、集中力の低下やストレス増加を引き起こすことが指摘されている[12]。この問題への代表的な対処法として情報の要約があり、要約は単なる情報削減ではなく、利用者の理解や意思決定を支援する点に価値があるとされている[10]。

近年では対話や複数話者テキストを対象とした要約研究も進んでおり、話者情報を考慮することで要約品質が向上することが報告されている[28]。また、要約提示がユーザの情報処理負荷を軽減することを示したユーザ実験も存在する[13]。しかし、リアルタイムで大量に流れる短文テキストを対象とした要約支援や、その行動・主観的体験への影響についての検討は限定的である。

1: Google LLC. YouTube Live1. https://www.youtube.com/live
2: Twitch Interactive, Inc. Twitch. https://www.twitch.tv/
3: X Corp. X. https://about.x.com

2.5　エージェントによるコミュニケーション支援に関する研究の現状

エージェントを介在させたコミュニケーション支援は、対話の活性化や心理的負担の軽減を目的として研究されてきた[6,7]。社会的ロボットや対話型エージェントが存在することで、人間同士の発話量や対話継続性が向上することが報告されている[6,24]。一方で、エージェントが過度に主導すると人間の主体性を損なう可能性も指摘されており、役割設計の重要性が示されている[7]。

これらの研究はエージェントがコミュニケーション環境を調整する存在として有効であることを示しているが、ライブ配信のように個人が多数の反応を同時に受け取る環境への適用は十分に検討されていない。そこで本研究では、コメント要約エージェントを導入し、発話者の行動および主観的体験への影響を検討する。

3 目的と仮説

3.1 実験の目的

本研究の目的はコメント要約エージェントの有無が一対多のコミュニケーション環境におけるユーザの行動および主観的体験に与える影響を明らかにすることである。

一対多のコミュニケーション環境では、単一の発話者に多数の情報が同時に提示されることにより、発話行動の抑制や精神的負担の増大が生じることが指摘されている[4]。そのため、本研究ではコメント要約エージェントを導入することで、ユーザの発話行動がどのように変化するかを評価する。

また、ユーザ体験は行動指標のみでは十分にとらえられないことから、主観的な評価を併用する。具体的にはタスク遂行時に知覚される精神的負担、システムに対する主観的価値および感情状態に着目しコメント要約エージェントの有無による違いをユーザの主観的な尺度から評価することを目的とする。

3.2 仮説

ライブ配信等におけるユーザの発話量に関して、以下の仮説を立てた。

H1：コメントが一度に多く表示される環境ではエージェントがコメントをまとめることでユーザの発話量が増加する。

先行研究より、議論内容や発言を要約して提示することにより、参加者が現在の話題や全体の流れを把握しやすくなり、発言が促進されることが報告されている[13]。また、オンラインコミュニケーションにおいてはエージェントの存在により発話量が増加することが報告されている[19]。これらの先行研究から、コメントを要約するエージェントがいることによってユーザの発話量が増加するという仮説H1を立てた。

ユーザの主観的な体験や精神的負荷、感情について以下の仮説を立てた。

H2-1：コメントが一度に多く表示される環境ではエージェントがコメントをまとめることでユーザの主観的体験が向上する。

H2-2：コメントが一度に多く表示される環境ではエージェントがコメントをまとめることでユーザの精神的負荷が低減する。

H2-3：コメントが一度に多く表示される環境ではエージェントがコメントをまとめることでユーザのポジティブ感情が高く、ネガティブ感情が低くなる。

議論内容や発言を要約して提示することでユーザの認知的負担が軽減され、ユーザの理解度が高まるなどの主観的体験の向上が報告されている[17]。また、エージェントの存在によって心理的負担が軽減されること[21]や感情体験が改善されること[23]が報告されている。これらの先行研究から、コメントを要約するエージェントがいることでユーザの主観的体験、精神的負担、感情に影響を与えると推測されるため仮説H2-1、H2-2、H2-3を立てた。

4　提案手法

4.1 提案システムの概要

本研究では、実験参加者の発話内容に基づいてライブ配信の視聴者コメントを模したテキストを生成し、それらを要約して提示するシステムを提案する。システムは、発話内容からコメントを生成するコメント生成手法と、生成された複数のコメントを整理・要約するコメント要約エージェントから構成される。

コメント生成では、被験者の発話を入力として文脈的に関連するコメントを生成し、ライブ配信におけるコメントの流れを再現する。コメント要約エージェントでは、生成されたコメント群を意味的類似性に基づいて整理し、代表的なコメントを抽出して提示することで、コメント把握に伴う認知的負荷の

軽減を図る。
本システムはオンライン実験を想定し、Web ブラウザ上で動作するシステムとして実装した。

4.2　コメント生成システム

コメント生成では、被験者の発話内容を入力とし、ライブ配信の視聴者コメントを模したテキストを出力する。発話内容はクライアント側で取得し、音声認識によってテキスト化した。音声認識には Web Speech API を用い、連続認識および途中結果の取得を行った。

取得した音声認識テキストは、コメント生成用の指示文とともに OpenAI の Chat API に送信し、コメントとして表示した。使用したモデルは ChatGPT 4o-mini である。送信は約 2 秒間隔で行い、一度に複数のコメントを生成することで、ライブ配信におけるコメントの流れを模した。

実際のライブ配信では視聴者が過去の文脈を共有していることを踏まえ、コメント生成時には過去の音声認識結果も併せて送信した。これにより、文脈に即したコメント生成を可能とした。

また、実験後の分析のため、音声データは MediaRecorder API を用いて録音し、長時間録音による不安定化を避けるため約 4 分ごとに分割して保存した。

4.3　コメント要約エージェント

コメント要約エージェントでは、コメント生成手法によって生成された複数のコメントを対象として整理・要約を行う。多数のコメントをそのまま提示することは被験者の認知的負荷を高める可能性があるため、意味的に近いコメントをまとめて提示する方針とした。

直近 100 件のコメントを対象とし、文書埋め込み手法である OpenAI の text-embedding-3-small を用いて各コメントをベクトル表現に変換した。得られたベクトルに対してコサイン距離に基づく k-means 法によるクラスタリングを行い、クラスタ数は 1〜3 とした。各クラスタにおいて、重心に最も近いコメントを代表コメントとして抽出した。

要約結果は、各クラスタの出現割合と代表コメントを用いて視覚的に表現した。円の面積はクラスタが直近コメント群に占める割合に応じて変化させることで、コメントの傾向を直感的に把握できるよう設計した。

図 4.1　実装したコメント生成システムとコメント要約エージェント

5　実験評価

5.1　実験方法

本実験は Yahoo!クラウドソーシングを通じて参加者を募集し、オンライン上で実施した。実験はコメント要約エージェントが存在する要約条件と、コメント要約エージェントが存在しないコメントのみの非要約条件の被験者間実験とした。

実験参加者は要約条件で 51 人、非要約条件で 51 人であった。被験者を募集する際に PC と音声入力機器を利用できる方という条件を付けた。参加者は PC から実験に参加でき、音声入力機器を持っている者に限定した。

実験は以下の手順で実施した。

1. グーグルフォームを用いた事前質問に回答
2. 15 分間のタスクを実施
3. グーグルフォームを用いた事後質問に回答

実験のタスクとして、実験参加者には提案システムを利用して 15 分間自由に発話してもらった。ただし、タスクの自由度が過度に高い場合、被験者が発話内容を定められない可能性があるため、それから話が逸れてもよいという前提のもと「旅行にいくとしたらどこに行きたいか」というテーマを設定した。同様の理由で旅行の候補地を北海道・大阪・沖縄とした。発話中は画面上に表示されるコメントとなるべく対話を行うよう指示をした。また、要約条件でのみコメント要約エージェントを閲覧できるようにした。

5.2　評価方法

本実験では H2-1、H2-2、H2-3 を検証するため主観指標として日本語版 PANAS[27]、NASA-TLX[30]、UES[3] を、H1 を検証するため客観指標として 15 分間のうちの発話量を用いた。日本語版 PANAS のみ事前質問

5: W3C. Web Speech API Specification. https://dvcs.w3.org/hg/speech-api/raw-file/tip/webspeechapi
6: OpenAI. OpenAI API Ducumentation. https://platform.openai.com/docs/overview
4: W3C. MediaStream Recording API. https://www.w3.org/TR/mediacapture-streams/
7: OpenAI. OpenAI Embeddings. https://platform.openai.com/docs/api-reference/embeddings

と事後質問で用い、ほかの主観指標は事後質問でのみ用いた。

事前質問と事後質問で用いた日本語版 PANAS とは回答者の気分を測るための尺度である。ポジティブ情動とネガティブ情動の 2 因子について各 8 項目、計 16 項目で構成され、6 段階のリッカート尺度で評価した。各項目の内容を以下の表 1 に示す。ポジティブ情動とネガティブ情動のそれぞれについて得点を合計したもののタスク前後での差の比較を行う。

NASA-TLX はタスク中に被験者が主観的に知覚する作業負荷の大きさを評価する手法である。本来は線分上に印をつけることで評価を行うが Google フォーム上でデータを収集するため本実験では0～100の整数で評価をしてもらった。表 2 に示した各質問項目ごとに比較を行う。

UES はシステムやコンテンツ利用時の没入度や体験を測る尺度である。本実験では集中度・利便性・美的魅力・体験に関する 4 因子、12 項目の短縮版を用いた。以下の表 3 の内容の質問項目を 7 段階のリッカート尺度で質問を行った。各因子ごとに平均を出し比較を行った。ただし、利便性の因子のみ各項目の評価を逆転させてから平均を出した。

被験者間デザインに基づき、各条件の結果についてを Welch の t 検定（独立 2 標本 t 検定）[2]により条件間の差を検討した。PANAS、UES、NASA-TLX の結果は複数検定による第 I 種過誤を抑制するため、Bonferroni 補正を適用した。いずれの検定においても有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。

客観指標として、15 分間のタスク時間に占める発話時間の割合を算出した。このデータは 0～1 の範囲に制約された割合データであり、正規性および分散の不均一性の問題を避けるため、logit 変換を施したうえで、条件間の差を Welch の t 検定により検討した有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。

6 実験結果

6.1 PANAS で測定した感情の変化

日本語版 PANAS によって得た実験前後でのポジティブ情動とネガティブ情動の変化を以下の図 7.1 に示した。Welch の t 検定を有意水準 $\alpha=0.05$ で実施したところポジティブ情動とネガティブ情動のどちらにおいても要約条件と非要約条件の間に有意な差は認められなかった。ポジティブ情動では $p=0.951$、ネガティブ情動では $p=0.482$ であった。

6.2 NASA-TLX で測定した精神的負荷

NASA-TLX によって得た、実験の被験者が主観的に知覚する作業負荷の大きさを以下の図 7.2 に示した。Welch の t 検定を有意水準 $\alpha=0.05$ で実施したところいずれの項目(精神的要求：$p = 0.836$、身体的要求：$p = 0.647$、時間切迫感：$p = 0.889$、作業達成度：$p = 0.278$、努力：$p = 0.390$、不満：$p = 0.768$)においても有意な差は得られなかった。なお、下位尺度数を考慮した Bonferroni 補正を適用した場合でも、結果は変わらなかった。

6.3 UES で測定した発話者の主観的体験

UES によって被験者が知覚した実験システムの印象は以下の図 7.3 の通りである。UES の各尺度について有意水準 $\alpha = 0.05$ で Welch の t 検定を行った結果、利便性の項目について要約条件は非要約条件よりも有意に高い値を示した（ $p = 0.00967^{**}$）。また、効果量は Cohen’s $d = 0.846$ であり、大きな効果があった。一方で集中度($p = 0.597$)、美的魅力($p = 0.554$)、体験($p = 0.0502$)の各項目では条件間に有意な差は認められなかった。なお、下位尺度数を考慮した Bonferroni 補正後($\alpha = 0.0125$)においても、利便性のみ有意であった。

6.4 発話量について

実験中に録音した音声データから計測した発話時間の割合を以下の図 7.4 に示した。割合データであるため logit 変換を施した後に Welch の t 検定を行った。その結果、要約条件の方が非要約条件に比べて有意に発話量が多かった($p = 0.00759^{**}$)。また、効果量は Cohen’s $d = 1.002$ であり大きな効果があった。

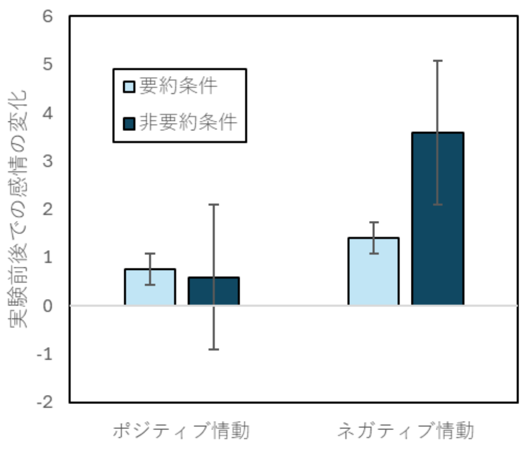

図 6.1 実験前後での感情の変化

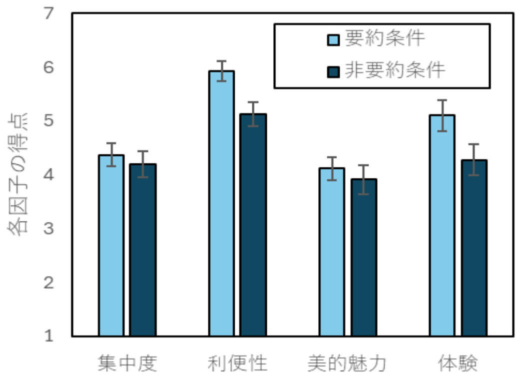

図 6.2　UES の各因子の得点

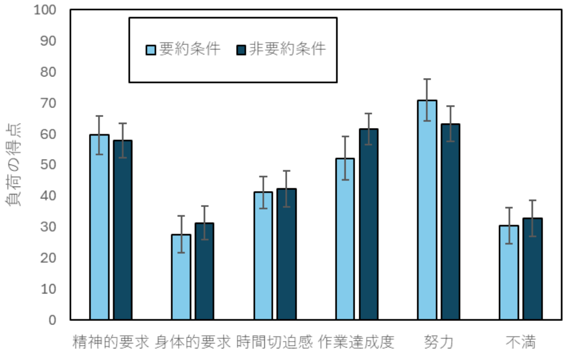

図 6.3　NASA-TLX の得点

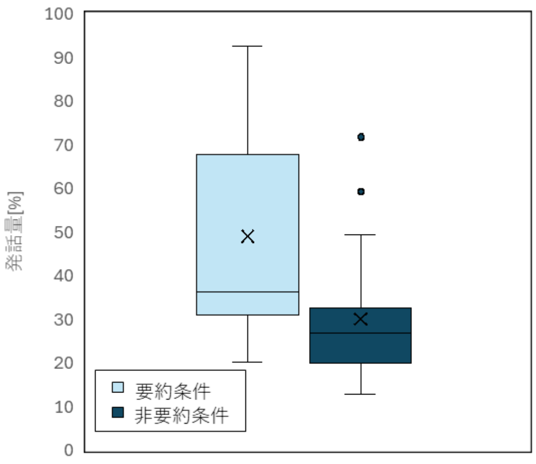

図 6.4　発話量の分布

考察

7.1　H1 について

6.1 節から、コメントが一度に多く表示される環境ではエージェントがコメントをまとめることでユーザの発話量が増加するという H1 は支持された。H1 が支持されたことには、コメント要約エージェントの存在によりコメント全体の把握が容易になったことが理由として考えられる。コメント要約エージェントがない状態ではコメントの全容を把握し、そこから発話につながるコメントを発話者が探す必要があったが、コメント要約エージェントではコメント欄の意見を代表するようなコメントを選択して表示しているため、その手間が不要となっている。

7.2　H2-1、H2-2、H2-3 について

UES の結果では利便性のみ有意差が認められ、体験は有意傾向にとどまった。したがって、H2-1（主観的体験の向上）は、視覚的印象や集中度よりも理解・解釈に関わる側面において部分的に支持されたといえる。両条件の差は要約エージェントの有無のみであり、デザインも簡素であったため、視覚的魅力や没入感に関する項目で有意差が生じなかった可能性がある。

NASA-TLX では有意差は認められず、H2-2（精神的負荷の低減）は支持されなかった。要約エージェントはコメント理解を補助したものの、タスク難易度そのものを低減する水準には至らなかったと考えられる。一般に精神的負荷の低減はタスク難易度の低下と関連するとされており[16]、本研究では負荷全体を下げるほどの効果は得られなかった可能性がある。

日本語版 PANAS ではポジティブ・ネガティブ情動ともに有意差は認められず、H2-3 も支持されなかった。感情変化の平均値自体が小さかったことから、本実験課題は情動変化を大きく喚起する性質ではなく、その結果エージェント導入の影響も限定的であったと考えられる。

7.3　貢献と制約

本研究の主な貢献として、従来のライブ配信に対する研究が視聴者側のコメントや体験に着目することが多かったのに対し、本研究では視聴者のコメントを確認しながら発話を行う発話者側の行動および体験に焦点を当てた点である。特に、コメントが一度に多く表示される環境ではコメントを要約するエージェントが存在している方が発話者の発話量が有意に多いということが示された。この結果は大量のコメントによる発話者への認知的負荷を下げたという可能性を示している。

一方で本研究ではコメントを要約するエージェントのデザインが円とバーだけのシンプルな可視化に限定されていた。このことがユーザの体験や行動に大きく影響を与えられなかったという懸念点がある。

また、本実験は実験参加者をクラウドソーシングで募集しオンライン上で実施したため、被験者の集中度やタスクの精度にばらつきがあった可能性がある。実験で得たデータを精査したところ、半分ほどがデータとして使用できる水準ではなく実際に分析に使用したデータは 102 件中 39 件であった。

実験の際には実際のライブ配信の環境を用いたわけではなく、視聴者のコメントは大規模言語モデルによるシミュレーションであった。そのため、実際の視聴者のコメントを用いた際には異なる結果が得られる可能性がある。

8　結論

8.1　結論

本研究では、ライブ配信において短時間に大量のコメントが投稿され発話者が個々のコメントを把握し十分に反応することが困難になるという課題に着目した。従来のライブ配信に関する研究では視聴者の行動や体験に着目した研究が多く報告されている一方で、配信者の認知負荷に着目した研究は十分に検討されていない。そこで本研究は、多数のコメントからコメント欄を代表する内容を抽出し表示するコメント要約エージェントおよび LLM によってコメントを生成する一対多のコミュニケーション環境を備えたシステムを構築し、コメント要約エージェントの存在によって発話者の行動および主観的体験が向上するか検証を行った。

実験の結果よりコメントが多く流れる環境ではコメント要約エージェントが存在していた方が発話量が有意に増加するということが明らかになった。しかし、コメント要約エージェントの存在による発話者の感情体験の改善や精神的負荷の低減については支持されず、体験の向上は部分的に支持されることに留まった。

ライブ配信に限らず単一の発話者が多数の参加者から同時に反応を受け取る一対多のコミュニケーションにも同様の課題が存在し、本研究の知見はそういった課題にも応用可能なことを示唆している。一方で本研究にはエージェントのデザインや実験デザインの問題といった制約が存在するため、さらなる検討が必要である。

8.2　今後の課題

本研究ではコメント要約エージェントはシンプルなデザインに留まっているが、キャラクター性を持たせることで、発話者の行動や感情状態に対する効果がより向上する可能性がある。また、今回の分析では発話量の測定に留まったが、発話者の発話内容を分析した質的な分析を行うことにより発話量の増加の背景に関して深い理解が得られると推測できる。さらに本研究ではクラウドソーシングで参加者を募集しオンライン上で実験を実施したが、8.3 節で述べたような制約が存在するため、実験環境の統制がしやすい実環境での実施も今後の課題として挙げられる。

謝辞（スタイル「セクション」）

本研究は JST ムーンショット型研究開発事業「身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発」(Grant number JPMJMS2013) および公益財団法人トヨタ財団「人工知能と虚構の科学—AI による未来社会の想像力拡張」(D22-ST-0030) の一環として実施されました。

参考文献

[1] Alice E. Marwick, Danah Boyd. I tweet honestly, I tweet passionately: Twitter users, context collapse, and the imagined audience. New Media & Society. 2010, 20(1), p. 1-20.

[2] Graeme D. Ruxton. The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann-Whitney U test. Behavioral Ecology, Vol. 17, Issue 4. p. 688-690.

[3] Heather Lynn O'Brien et al. A Practical Approach to Measuring User Engagement with the Refined User Engagement Scale (UES) and New UES Short Form. International Journal of Human-Computer Studies. 2018, Vol. 112, p. 28-39.

[4] Herbet A. Simon et al. Designing organizations for an information-rich world. Computers, communications, and the public interest. 1971, p. 37-72.

[5] HeysungLee, Yibing Sun, Hernando Rojas. Parasocial Relationships with Live Streamers: Evidence from South Korea and the United States. Asian Journal for Public Opinion Research. 2024, Vol. 12, No.3, p.166-183.

[6] Huili Chen et al. Social robots as

conversational catalysts: Enhancing long-term human-human interaction at home. ScienceRobotics. 2025, Vol. 10, No.100.
[7] Jaber O. Alotaibi, Amer S. Alshahre. The role of conversational AI agents in providing support and social care for isolated individuals. Alexandria Engineering Journal. 2024, Vol. 108, p.273-284.
[8] Keiko Ishikawa et al. ASSESSING THE COGNITIVE LOAD OF TALKING IN WHISPERS AND CLEAR SPEECH WITH A MODIFIED SIMON TASK. 10th Convention of the European Acoustics Association. 2023.
[9] Ling Feng et al. Competing for Attention in Social Media under Information Overload Conditions. PLoS One. 2015, 10(7).
[10] Maartje ter Hoeve et al. What Makes a Good and Useful Summary? Incorporating Users in Automatic Summarization Research. Proceedings of the 2022 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. 2022, p. 46-75.
[11] Manman Zhang et al. VCMaster: Generating Diverse and Fluent Live Video Comments Based on Multimodal Contexts. ACM International Conference on Multimedia. 2023, p.4688-4696.
[12] Mohamed Amine Belabbes et al. Information Overload: A Concept Analysis. Journal of Documentation. 2023, Vol. 79, Issue 1, p. 144-159.
[13] Pei-Yun Hsueh, Johanna D. Moore. Improving Meeting Summarization by Focusing on User Needs: A Task-Oriented Evaluation. International Conference on Intelligent User Interfaces. 2009, p. 17-26.
[14] Quentin Jones, Gilad Ravid, SheizafRafaeli. Information Overload and the Message Dynamics of Online Interaction Spaces: A Theoretical Model and Empirical Exploration. 2004, Information Systems Research, Vol. 15, No. 2, p. 194-210.
[15] Ryan Yen et al. StoryChat: Designing a Narrative-Based Viewer Participation Tool for Live Streaming Chatrooms. CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2023, Article No.795, p. 1-18.
[16] Sadiq Said et al. Validation of the Raw National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) Questionnaire to Assess Perceived Workload in Patient Monitoring Tasks: Pooled Analysis Study Using Mixed Models. JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH. 2020, Vol. 22, Issue 9.
[17] ShangqianLi, Lei Han, Gianluca Demartini. Provoking critical thinking: Using counter-arguments in online discussion summarization. Information Processing & Management.2025, Vol. 62, Issue 6.
[18] Shuming Ma, Lei Cui, Damai Dai, Furu Wei, Xu Sun. LiveBot: Generating Live Video Comments Based on Visual and Textual Contexts. AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2019, Ariticl No. 836, p. 6810-6817.
[19] Soomin Kim, JinsuEun, ChanghoonOh, BongwonSuh, JoonwanLee. Bot in the Bunch: Facilitating Group Chat Discussion by Improving Efficiency and Participation with a Chatbot.Proceedingsof the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2020, P.1-13.
[20] Stine Lomborg. Social media as communicative genres. MedieKultur Journal of media and communication research. 2011, 27(51), p. 55-71.
[21] Timothy W. Bickmore, Rosalind W. Picard. Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 12, Issue 2, p. 293-327.
[22] Yamada, S. Designing the “ma” between humans and robots. Tokyo Denki University Press. 2007.
[23] Zhi Liu, Huimin Duan, Shiqi Liu, ruiMu, SannyuyaLiu, ZongkaiYang. Improving knowledge gain and emotional experience in online learning with knowledge and emotional scaffolding-based conversational agent. Educational Technology & Society.2024, Vol. 27, No.2, p. 197-219
[24] 浅井亮太 et al. 多人数対話における対話エージェントのコミュニケーション活性効果. 言語処理学会発表論文集. 2009, D3-3, p. 454-457.
[25] 伊東俊輔，田中久温，野崎裕二，松倉悠，坂本真樹. 動画配信プラットフォームにおける視聴者フィードバックの解析：チャット特徴と最大同時接続数への影響. JSAI 大会論文集. 2025. JSAI2025, 1E5OS3b03-1E5OS3b03
[26] 北岸佑樹，米澤朋子. 聴衆の講演参加状態の

重畳描画による講演者の聴衆状態の理解度促進手法の検討. 電子情報通信学会論文誌 D. 2018, Vol. J101-D, No. 6, p. 944-957.
［２７］　佐藤徳, 安田朝子. 日本語版 PANAS の作成. 性格心理学研究. 2001, 第 9 巻, 第 2 号, p. 138-139.
［２８］　楢木悠士 et al. 対話要約における話者情報を持つ Embedding の効果. 情報科学技術フォーラム講演論文集. 2021, Vol. 20, No. 2, p. 315-318.
［２９］　益井博史 et al. 発話権取引の多人数化がコミュニケーション場に与える影響の分析. システム制御情報学会論文誌. 2021, Vol. 34, No. 8, p. 219-230.
［３０］　三宅晋司. 心理計測と解析 (6) メンタルワークロードの計測と解析 - NASA-TLX 再考 -. 人間工学. 2015, 51 巻, 6 号, p. 391-398.
［３１］　落合哉人, 新山聖也. 日本語のライブストリーミングにおける「テキストの滝」をめぐって. 言語・音声理解と対話処理研究会. 2024, 101 巻, 0 号, p.75-80
［３２］　Ksenia Koroleva, Antonio Bolufé-Röhler. Reducing information overload: Design and evaluation of filtering & ranking algorithms for social networking sites. ECIS 2012 Proceedings. 2012, 12.
［３３］　Anwar Alhenshiri. From Tweets to Insights: Enhancing Summarization through Social Interaction Context. AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences. 2025, 8(4).