筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

単語の肯定度合いを可視化する
リアルタイムワードクラウドを用いた
議論の促進

大澤 怜二

指導教員　川口 一画，志築 文太郎

2025 年 2 月

概要

議論は発散段階と収束段階というプロセスを経ることにより結論される．議論の支援において，ワードクラウドを用いた影響が調査されてきた．そこでは，ワードクラウドが議論の概要把握や進行を支援する効果が報告されている．しかし，議論の結論に直結する収束段階に対するワードクラウドの影響は十分に調査されていない．ここで，収束段階においては情報に対する認識のすり合わせを行うことが必要とされている．そこで本研究では，議論収束における認識の収束を支援する方法を検討する中で，色の視覚的な効果に注目した．そして，議論の参加者間における認識の収束を促すことを目指し，リアルタイムに生成されるワードクラウドにおける単語の背景色を，文脈に基づくその単語の肯定度合いをもとに変更するシステムを提案した．本システムは，議論における音声から名詞を抽出し，肯定度合いを表す色を付与した上でリアルタイムにワードクラウドへ表示する．本研究では，提案システムを用いて議論の収束に与える影響を調査した．調査の結果，肯定度合いの可視化による議論の収束段階への明確な効果は確認できなかった．一方で，リアルタイムワードクラウドに特定の色を用いることが，議論の参加者における情報の視覚的な整理を支援することが期待できると示唆された．

目 次

第 1 章　はじめに **1**
1.1　背景 1
1.2　目的とアプローチ 1
1.3　貢献 2
1.4　本論文の構成 2

第 2 章　関連研究 **3**
2.1　ワードクラウドが議論において与える影響 3
2.2　議論の収束段階に関する調査 4
2.3　色が情報理解に与える影響 4

第 3 章　提案システム **6**
3.1　設計指針 6
3.2　システム構成 6
3.2.1　文字起こしと単語抽出 6
3.2.2　各単語の分析 8
3.2.3　単語に付与する色の決定 9
3.2.4　ワードクラウドの表示 10

第 4 章　実験 **12**
4.1　実験条件 12
4.2　実験タスク 12
4.3　実験環境 15
4.4　実験参加者 15
4.5　実験手順 16
4.6　評価指標 16
4.6.1　NASA–TLX 16
4.6.2　主観的評価 16

第 5 章　実験結果および考察 **18**
5.1　NASA-TLX 18
5.2　主観的評価 18
5.2.1　満足度評価 18

5.2.2 条件間の評価および好み 20
5.3 考察 20
5.3.1 ワードクラウドを用いた議論における色の影響 20
5.3.2 議論におけるリアルタイムワードクラウドの効果 22

第 6 章 本研究の制約および今後の課題 **26**
6.1 システムによる制約 26
6.2 実験設計による制約 26
6.3 追加機能の検討 27

第 7 章 おわりに **28**

謝辞 **29**

参考文献 **30**

付 録 A 実験にて使用したアンケート **32**
A.1 タスク後アンケート 33
A.2 実験後アンケート 35

図 目 次

3.1 本研究における提案システムの構成. 7
3.2 文字起こしと単語抽出についての例. 8
3.3 最初に送信されるプロンプト．`allSentence` には音声認識が始まってからその時点までの全文が入る．`noun` には肯定度合いを判定する対象の名詞が入る．また，`sentence` には肯定度合いを判定する対象の名詞が含まれる一文が入る. 8
3.4 2 回目〜 5 回目に送信されるプロンプト．変数の内容は最初に送信されるプロンプトと同様. 9
3.5 単語に付与する色の範囲. 10
3.6 提案システムのインタフェース. 11

4.1 color 条件において提示した単語 13
4.2 mono 条件において提示した単語 13
4.3 実験環境. 15

5.1 下位尺度のスコア，および総合スコアに関するグラフ．値が大きいほどその項目の負荷が高いことを示す. 19
5.2 議論の過程，および結論への満足度評価に関するグラフ 19
5.3 議論の過程に対する納得度に関するグラフ 20
5.4 議論の結論に対する納得度に関するグラフ 21
5.5 実験条件に対する好みに関するグラフ 21
5.6 各グループにおける mono 条件で生成されたワードクラウドの最終結果一覧. 23
5.7 各グループにおける color 条件で生成されたワードクラウドの最終結果一覧. 24

表 目 次

4.1 本実験にて使用した類語一覧. 14
4.2 本実験にて利用した NASA-TLX の質問項目. 17

第1章　はじめに

本研究では，リアルタイムに生成され，かつ単語の肯定度合いが可視化されるワードクラウドシステムを提案する．さらに，提案システムを用いた議論において，その収束段階に与える影響を調査する．本章では，本研究の背景として，ワードクラウドを用いた議論に関する既存の知見および課題を説明する．次に，本研究の目的とアプローチ，貢献，および本論文の構成を示す．

1.1　背景

創造的な議論や意思決定のプロセスにおいて，議論は一般に発散段階と収束段階の二つの段階を経る．発散段階では，多様な視点や新しい発想を積極的に取り入れることによるアイデアの創出が期待される．一方，収束段階では，発散段階で提案されたアイデアや意見を精査し，具体的な方向性や解決策へと絞り込んでいく．このプロセスを経ることにより議論を結論させる．

議論において，議論内容を可視化し，議論の結論を出す支援をするために全文の文字起こしが用いられることがある．議論に要する時間が長くなると文字起こしの内容が多大になり，内容を理解する際の認知負荷が高くなる [1]．ここで，議論で発された音声をもとに生成されたワードクラウドを見ることにより，その議論に参加していない人がその議論の概要を把握するのに役立つということが示されている [2]．また，Iijima ら [3] や Chandrasegaran ら [4] などによって，発話内容をリアルタイムに反映するワードクラウドを用いることが議論を促進するという報告がされている．しかし，いずれの研究も，議論においてワードクラウドを活用することによる貢献は発散段階に対するものが大きく，収束段階への貢献が十分に調査されていない．議論は結論を出すために行うものであり，結論へ直結する収束段階への支援も必要であると考えられる．

1.2　目的とアプローチ

本研究の目的は，ワードクラウドを用いた議論において，その収束段階を支援することである．先行研究では議論の収束を妨げる要因として，個人間における，関心の差 [5] や認知・解釈の違い [6] が挙げられている．既存のワードクラウドでは，議論で出現した単語とその頻度を視覚化することは可能である一方，それぞれの単語に対する議論参加者の関心の程度や解釈の違いを反映することはできない．そこで本研究ではこの問題に対するアプローチとし

て，ワードクラウドの文字に対して，各単語が文脈上どの程度肯定的に用いられているかを表す色を付与する手法を提案する．この手法により，議論の収束を妨げる個人間の関心の差や，認知・解釈の違いを少なくする効果が期待される．この仮説を検証するために，リアルタイムで生成されたワードクラウドに表示される各単語が，文脈上においてどの程度肯定的に用いられているかを可視化するシステムを実装した．

1.3 貢献

本研究の貢献は以下の通りである．

- 文脈に基づく単語の肯定度合いを色を用いてリアルタイムに可視化するワードクラウドシステムを提案・実装した．
- 提案システムを用いた議論において，色が議論の収束に寄与するかを調査した．

1.4 本論文の構成

本論文の構成を述べる．第 1 章においては，本研究の背景，目的とアプローチ，および貢献を示した．第 2 章においては，本研究に関連する研究を述べ，本研究の位置づけを示す．第 3 章においては，本研究における提案システムを示す．第 4 章においては，本研究を評価するために行った評価実験について述べる．第 5 章においては，4 章において述べた実験における結果，および考察を述べる．第 6 章においては，本研究における制約および今後の課題を述べる．第 7 章においては，本研究の結論を述べる．

第2章　関連研究

本章では，これまで行われてきた，議論においてワードクラウドを用いた研究を提示し，本研究が議論の収束段階に着目するに至った経緯を説明する．その後，議論の収束段階がどのように進行するか調査した研究について述べる．

2.1　ワードクラウドが議論において与える影響

議論でワードクラウドを用いたいくつかの研究において，参加者の発話内容や議論の内容を即座に把握，あるいは推測することを可能にするということが報告されている．Iijima ら [3] は，オンライン会議において，聴覚障害または難聴（Deaf and hard of hearing : 以下，DHH）の参加者が話題の移り変わりを把握できるようにするためのシステムを提案した．このシステムは，各参加者の発話内容をもとにワードクラウドを生成し，参加者ごとのビデオ背景にリアルタイムで表示する．これにより，誰が何を話しているかを視覚的に示す．提案システムの有効性を調査するため，7 名の DHH 参加者を対象に実験を行い，話題の変化を認識しやすくする効果を確認した．Eguchi ら [2] は，会話内容をもとに生成したワードクラウドを用いて，オンライン上で異なる部屋にいる参加者が，議論の概要を把握できるシステムを提案した．このシステムは，各部屋の会話から頻出語（主に名詞と動詞）を抽出し，ワードクラウドとして表示するものである．実験では，事前に録音された議論音声を用いてワードクラウドを生成し，参加者が議題の概要を把握し，適切な会話室を選べるかを検証した．その結果，参加者は高い確率で自分の関心に合致する会話室を選択できたことが示され，ワードクラウドが議題の推測を助ける効果があることが示唆された．

また，議論においてワードクラウドを用いることが，議論の進行に効果的な影響を与えるといくつかの研究で示唆されている．Aldalalah ら [7] は，オンラインでのブレインストーミングにおいて，ワードクラウドを活用することが創造的なアイデアの生成を促進することを明らかにした．この研究では，学習内容に関連するキーワードを視覚的に示したワードクラウドを使用し，参加者がそれをもとにブレインストーミングを行う手法を用いた．72 名の大学生を対象に，従来型のオンライン授業との比較実験を行った結果，ワードクラウドが参加者にとって主要なテーマの把握を助け，多様なアイデアを効果的に引き出すことが確認された．Chandrasegaran ら [4] は，リアルタイムで会話内容を視覚化するシステムを提案し，そのシステムが参加者が新たな議題を議論に取り入れるきっかけを提供することを明らかにした．このシステムは，音声認識によって取得された会話内容をもとに，重要なテーマを抽出し，ワードクラウドやトピック分布図などで視覚化するものである．実験では，視覚的な情

報提示によって参加者が意識していなかったテーマに気づき，新しいトピックの議論が誘発されることが確認された．また，議論が特定のトピックに偏ることを防ぎ，多様な視点からの意見交換を促進する効果も示された．しかし，いずれの研究においても，言及されている議論への効果は発散段階に対するものであり，ワードクラウドを用いた議論における収束段階への直接的な効果は十分調査されていない．

2.2 議論の収束段階に関する調査

グループの意思決定や合意形成が行われる議論の収束段階において，情報の選択と精緻化は重要な役割を果たす．Cronin と Weingart [8] によると，専門分野が異なるチームにおいて，メンバー間で問題の捉え方や知識に差異がある場合，情報の共有と統合が困難になり，結果として問題解決やチームの協調が妨げられることを明らかにした．この現象はチームメンバーが各自の専門知識や価値観に基づいて異なる問題定義を持つことから生じる．これにより，メンバー間で情報の解釈が食い違い，誤解や対立が増加するだけでなく，調整の不備が発生し，効率的な協力が困難になることが示唆された．また，Staggs ら [6] によって，議論参加者内で物事への認識や期待が一致していないとコミュニケーションが阻害されると述べられている．しかし同時に，議論を重ねることで認知の違いをすり合わせ，収束を促進することが求められると報告されている．この「認知の収束（cognitive convergence）」は，今後のタスクに対する見通しを共有する「予測的認知（anticipatory cognition）」と，過去の議論内容を評価する「内省的認知（reflective cognition）」の 2 つの要素から構成されており，これらがグループ内で共有されていくことで，より効率的で効果的な意思決定が可能になるとされている．Coursey ら [5] は，創造的なグループ活動において，発散と収束の両段階が重要であることを示した．特に収束段階では，アイデアの選択と精緻化が強調され，個人およびグループ内で認知が収束することが成果物の質に大きく影響を与えると報告している．また，収束段階での成果物の新規性は，発散段階で単に多くのアイデアを生成することよりも，発散段階におけるアイデアの精緻化プロセスの質によって強く左右されることが確認された．このことは，発散段階でアイデアに対する応答や詳細化が，最終的な創造的成果物の新規性を高めることを示唆している．

以上のことから，議論の収束を支援するためには，議論において登場した物事について，参加者間で認知のすり合わせを促す効果が求められる．

2.3 色が情報理解に与える影響

議論収束における認知の収束を支援する方法を検討する中で，色の視覚的な効果に注目した研究が存在する．Kucher ら [9] によって，感情可視化技術が特定の情報に視覚的に焦点を当てることにより，意思決定支援や情報の全体的な理解を促進する効果があることが示されている．この研究は，テキストデータに含まれる感情や意見を可視化する技術についてさまざまな分野における応用事例を包括的に調査したものである．特に，顧客レビューやソーシャ

ルメディアの投稿，ニュース記事など，膨大なテキストデータに対して，肯定的・否定的・中立的などの感情カテゴリを色や形で表現する技術が効果的であることが確認された．さらに，Cardinaels ら [10] は，業績変動を色分けして提示することで，業績情報に外部要因（競合他社の動向や市場環境の変動など）によるノイズが含まれている状況下でも，経営判断の精度が向上することを示した．この研究では，パフォーマンスが向上した場合を緑色，悪化した場合を赤色で表示する色分けフィードバックが，企業における管理者の意思決定に与える影響を検証した．2 つの実験の結果，色分けフィードバックによって，参加者は外部要因による業績変動に惑わされることなく過去の業績傾向をより包括的に理解することが可能になり，意思決定の正確性が改善されることが確認された．また，色分けにより情報が視覚的に整理され，意思決定者が直感的かつ迅速に重要な情報を把握できる効果も報告されている．

以上から本研究では，議論の収束を支援することを目的として，議論の参加者間における認知の収束を促すことを目指す．具体的な手法として，リアルタイムに生成されるワードクラウドにおける単語の背景色を，文脈に基づくその単語の肯定度合いをもとに変更するシステムを提案する．

第3章　提案システム

本章では，本研究にて用いたシステムの設計を述べる．最初にシステムの設計指針について述べた後，システムの構成について述べる．

3.1　設計指針

2 章で得られた知見にもとに，表示される各単語が文脈上においてどの程度肯定的に用いられているか，色を用いて可視化するシステムを提案する．他の参加者の各名詞に対する認識（肯定度）が共有されることにより，意見のすり合わせや確認作業が減少し，議論が円滑に進むことが期待される．これにより，議論における合意形成の効率，および結果への満足度が向上すると考えられる．まず，発話内容をワードクラウドにその都度反映させることにより，会話の流れを視覚的に把握させることを狙う．また，発話された内容における名詞が，文脈上においてどの程度肯定的に用いられたかを数値化する．その数値をもとに，各名詞の議論における肯定の度合いを色を用いて提示することにより，その名詞に対して各参加者が抱く認識を統一させることを目指す．

3.2　システム構成

本研究にて用いたシステムは，React（バージョン: 18.3.1）[11] を用いた Web アプリケーションとして実装した．システム構成を図 3.1 に示す．

3.2.1　文字起こしと単語抽出

発話内容をリアルタイムにワードクラウドに反映させるために，まず Google Cloud Speech-to-Text API（バージョン: v1）[12] を用いて文字起こしを行う．文字起こしに際し，発話された文が文字起こしとして確定されるまでに一連の複数文が生成される場合がある．これにより，発話された一連の文章が確定されるまでにタイムラグが生じ，リアルタイム性に支障をきたす恐れがある．そこで本システムでは，文字列の生成過程において「。」あるいは「？」が出現し，かつその後に 5 文字以上続いた場合にも，フラグとなった「。」あるいは「？」以前の部分を確定した文章とみなす．

その後，確定された文章から kuromoji.js [13] を用いて名詞を抽出する．この際，名詞の中でも特に「一文字のひらがな」，および kuromoji.js の基本品詞をさらに細分化した分類情報

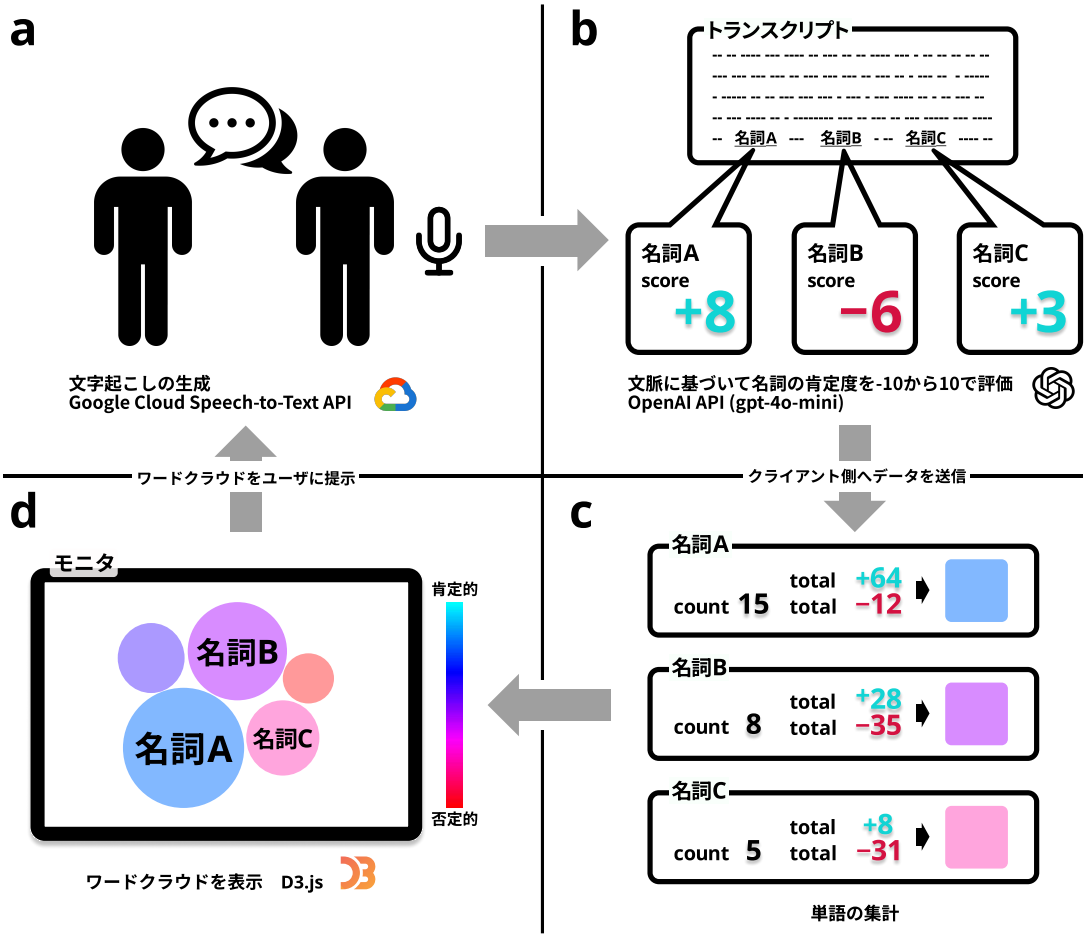


図 3.1: 本研究における提案システムの構成.

である品詞細分類 1 において,「代名詞」「非自立」「接尾」「数」は単体では議論の内容を推測することに直接関与しないと考えられるため除外する．文字起こしと単語抽出についての例を図 3.2 に示す.

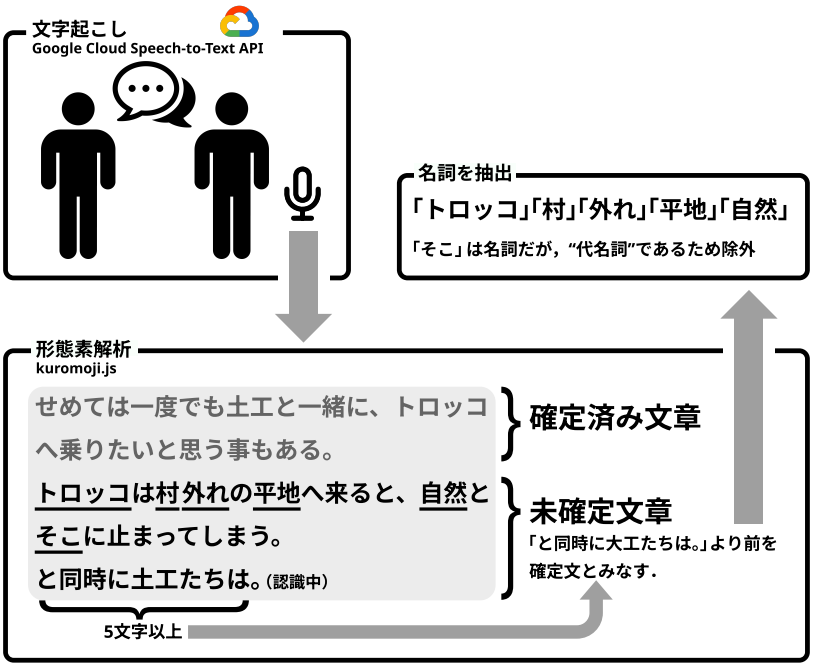


図 3.2: 文字起こしと単語抽出についての例.

3.2.2 各単語の分析

次に，抽出された名詞，およびその名詞が含まれる文までの文字起こしをもとに，その名詞がその文章においてどの程度肯定的に用いられているかを判定する．一文が確定されるたびに，その文に含まれる名詞の数だけ図 3.3 に示すプロンプトを OpenAI API（model: gpt-4o-mini）[14] に対して送信し，-10 から 10 までの数値にて各名詞の判定を受け取る.

```
Based on "$allSentence", how positive is the noun "$noun" in
sentence "$sentence"?  Rate on a scale from -10 (negative) to
10 (positive), by number only
```

図 3.3: 最初に送信されるプロンプト．`allSentence` には音声認識が始まってからその時点までの全文が入る．`noun` には肯定度合いを判定する対象の名詞が入る．また，`sentence` には肯定度合いを判定する対象の名詞が含まれる一文が入る.

ここで，最初の応答において想定した形式の応答が得られなかった場合，最大で 4 回，想定の形式の応答が得られるまで，図 3.4 に示すプロンプトを API に対して送信する．

```
Based on "$allSentence", how positive is the noun "$noun" in
sentence "$sentence"?  Rate on a scale from -10 (negative) to
10 (positive), by NUMBER ONLY, WITHOUT OTHER CHARACTER
```

図 3.4: 2 回目〜 5 回目に送信されるプロンプト．変数の内容は最初に送信されるプロンプトと同様.

各名詞に対して，判定結果が正の数であれば変数 `positive` に，負の数であれば変数 `negative` に，絶対値を取って格納する．その後 WebSocket を介してクライアントに送信し，クライアント側において各名詞の `positive` ないし `negative` パラメータに加算する．この際，該当の名詞の数パラメータ `count` も 1 加算する．なお，単語の分析をするか否かは切り替えられるようにした（図 3.6.a）.

3.2.3 単語に付与する色の決定

クライアント側に送信された各名詞のパラメータ `positive` および `negative` それぞれの値によって，HSL（色相，彩度，輝度）モデルを用いて単語に付与する色を決定する．HSL モデルは，色相（Hue）により色の種類を，彩度（Saturation）により色の鮮やかさを，輝度（Lightness）により色の明るさを制御するものである．まず，色相は，パラメータ `positive` および `negative` の値の比率に基づいて 180 度（青）から 360 度（赤）の範囲で変化する（図 3.5 の横軸）．具体的には，`negative` に比べ `positive` の値が大きい場合には青色に近い色相を選択する．これは，青色が「安心感」や「信頼性」といった印象を喚起するとされるためである [15]．一方，`positive` に比べ `negative` の値が大きい場合には，赤色に近い色相を選択する．赤色は,「怒り」や「攻撃性」を象徴し，ネガティブな感情を引き起こすとされるためである [16]．さらに，`positive` および `negative` の両方の値が同程度の場合には青と赤の中間に位置する紫色に近い色相を選択する．紫色は,「ミステリアス」をイメージさせるとされる [15] ため採用した．次に，彩度は，色を鮮やかに保ち，視認性をよくする目的で常に 100% とした．最後に，輝度は，パラメータ `positive` および `negative` の値の和が増えるにしたがって 100% から 60% まで変化する（図 3.5 の縦軸）．これは，該当の単語が肯定的あるいは否定的に用いられた度合いの強いほど濃い（暗い）色で表示させることにより，議論内で重要に用いられた単語を目立たせることを狙う．

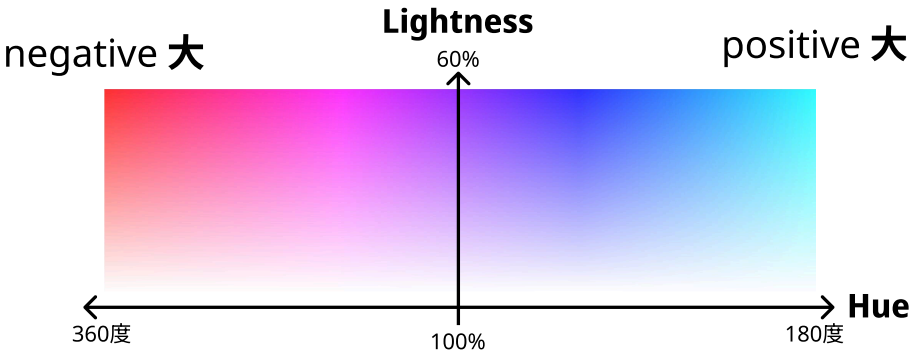


図 3.5: 単語に付与する色の範囲.

3.2.4　ワードクラウドの表示

ワードクラウドの生成および表示において，D3.js ライブラリ [17] を用いた力学シミュレーションを活用している．ワードクラウドに表示される単語は，議論内で言及された回数が多いほど大きく表示する．ここで，表示される単語は，言及された回数が多い順に最大 100 単語を表示する．表示される各単語には，ウィンドウの中央に集まるような引力を適用する．この際，単語同士が重ならないように表示する．ワードクラウドの大きさの更新および単語の選出は，クライアント側に送信される各単語のパラメータが更新されるごとに行われる．また，各単語における色の提示は，より色の視認性を高くすることを目的として，文字そのものではなく文字の周りを円形に，各単語に付与された色にて塗りつぶすという形にて行った（図 3.6.b）．さらに，画面右において，ワードクラウドの生成で用いられるトランスクリプトも同時に表示した（図 3.6.c）．



図 3.6: 提案システムのインタフェース.

第4章　実験

本研究では，単語の肯定度合いを可視化するリアルタイムワードクラウドが議論の収束に与える影響を調査するため，実装したシステムを用いて実験を行った．本章では，本実験における実験条件，実験タスク，実験環境，実験参加者，実験手順，および評価指標を述べる．

4.1　実験条件

実験条件は以下の 2 条件で，全て参加者内配置で設計した．

- **color 条件** 提案システムにおいて，表示される単語に文脈に応じた色が付与される．
- **mono 条件** 提案システムにおいて，表示される単語に色が付与されない．

4.2　実験タスク

本実験において，提案システムを見ながら 15 分で発散段階，および収束段階を含んだ議論タスクを設定した．議論テーマとしてハーフベイクドというゲームを採用した．ハーフベイクドとは，2 つの単語から連想されるアイデアをもとにしてサービスを考えるゲームである．

初めに参加者に対して，付箋に記述された 5 つの単語から 3 人で 2 つの単語を速やかに選択するよう指示した．ここで提示した 2 条件分の計 10 単語は，ハーフベイクドをイベントにおけるアイスブレイクとして採用している特定非営利活動法人 Startup Weekend の認定ファシリテータ [18] の協力のもと選出した．ここで，color 条件 では「モーター」「スパム」「クッキー」「やま」「バナナ」の 5 単語（図 4.1）を，mono 条件 では「ビール」「ダンス」「飛行機」「ステーキ」「クラウド」の 5 単語（図 4.2）を用いた．

その後参加者は，2 つの単語から連想されるアイデアをもとにして,「サービス名」および「サービス内容」を相談して決定した．このとき参加者に，議論を発散させる（話を広げる）時間として 5 分，議論を収束させる（話をまとめる）時間として 10 分,「サービス名」および「サービス内容」を含んだ発表の時間として 1 分を与えた．議論を開始する前に，選択された 2 単語の，weblio 類語辞典 [19] において検索結果に表示される単語，および説明文から各単語 10 単語名詞を抽出してあらかじめワードクラウドに表示させた（「モーター」および「クッキー」のみ，10 単語抽出できなかったため 9 単語を抽出した）．抽出した 10 単語をそれぞれ表 4.1 に示す．発表は 3 人のうち 1 人に行ってもらい，誰が発表するかも時間内に決定するように指示した．発表は，前に立つ実験者に対して座ったまま行った．

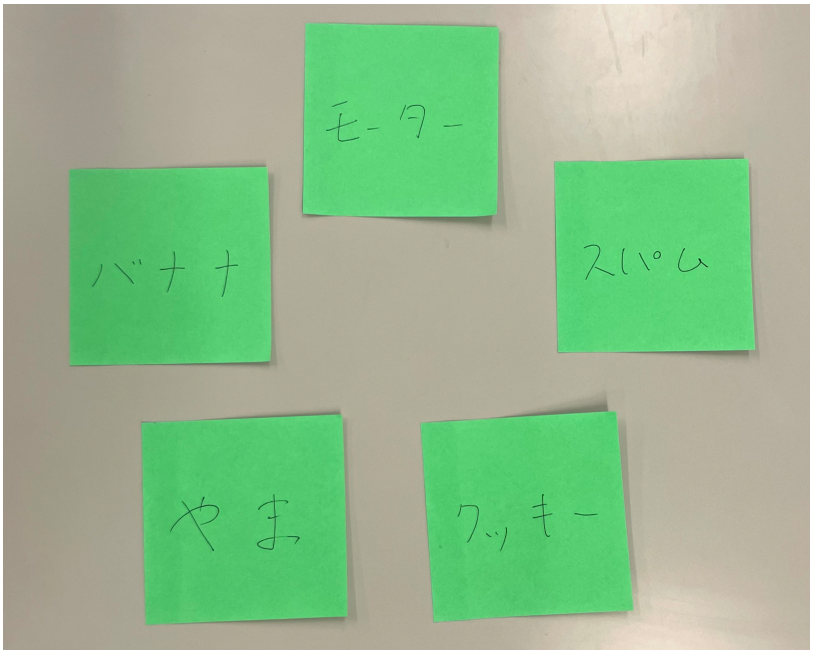


図 4.1: color 条件において提示した単語

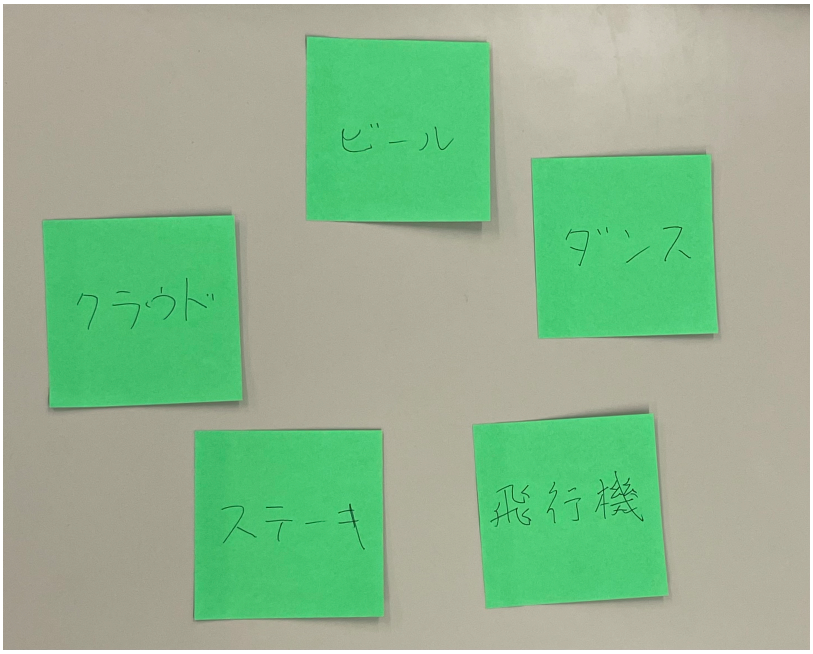


図 4.2: mono 条件において提示した単語

表 4.1: 本実験にて使用した類語一覧.

元の単語	抽出語
モーター	モーター，エネルギー，機械，変換，動き，マシン，モートル，原動機，motor
スパム	スパム，豚肉，缶詰，メール，迷惑，ジャンク，ハワイアン，バルク，spam，大量
クッキー	クッキー，クーキー，ビスケット，牧場，キャンプ，菓子，cookie，コック，小型
やま	ヤマ，重大，クライマックス，山場，峠，マウンテン，見せ場，核心，山，山岳
バナナ	バナナ，三日月，果肉，果実，亜熱帯，樹冠，房，草本，黄色，熱帯
ビール	ビール，ビア，麦酒，ホップ，発酵，アルコール，酒，麦芽酒，缶ビール，Beer
ダンス	ダンス，社交，音楽，踊り，乱舞，リズミカル，演舞，舞，ステップ，芸術
飛行機	飛行機，エアプレーン，銀翼，エアプレイン，航空機，エアクラフト，燕，鵬翼，機，翼
ステーキ	牛肉，ビステキ，テキ，ビーフステーキ，ビフテキ，切り身，調理，サイコロ，トンテキ，ウェルダン
クラウド	クラウド，雲，くも，霞，霧，靄，ミスト，凝結，水滴，氷

4.3　実験環境

実験環境を図 4.3 に示す．実験は，モニタ（I-O DATA LCB-MF224FDB-T2）を接続したラップトップコンピュータ G-Tune E5-165-TGLABW11-H （CPU: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11800H，メモリ: 64GB，GPU: NVIDIA GeForce RTX 3060 Laptop GPU，OS: Windows11）を用いて行った．参加者は 3 人 1 組となり横一列でモニタの前に着席した．ラップトップコンピュータはモニタの左横にスクリーンが参加者の視界に入らないように設置し，参加者の発声はラップトップコンピュータ内臓のマイクを用いて認識した．モニタの右横には，タイマーを表示させたタブレット（iPad 第 10 世代 MPQ13J/A）を設置した．実験者は，同室にて参加者の視界に入らない位置からシステムの監視を行った．ただし，発散段階および収束段階終了時におけるタイマーの切り替え時には，実験者がタブレットを直接操作した．



(a) 正面からの様子.　　(b) 後ろからの様子.

図 4.3: 実験環境.

4.4　実験参加者

実験参加者は計 12 名（男性 12 名，平均 22.8 歳，標準偏差 1.14 歳）の大学生および大学院生である．参加者は 3 人 1 組（合計 4 組）となり，以下のようにグループ A，B，C，D に割り当てられた．

- グループ A: 参加者 ID 1 ～ 3
- グループ B: 参加者 ID 4 ～ 6
- グループ C: 参加者 ID 7 ～ 9
- グループ D: 参加者 ID 10 ～ 12

実験は参加者内配置で行い，各組に対して 2 条件を実施した．実験全体の所要時間は 90 分程度であった．

4.5 実験手順

実験では，最初にシステムの説明，タスクの説明，注意事項の説明を行った．注意事項として，画面に表示される単語に対してなるべく指示語を使わないこと，および何か発話をする際にはなるべくはっきり発話するように指示した．続いて，実験前アンケートを実施した．その後，参加者は，提案システムを見ながら 4.2 節に記述した内容のタスクを行った．ここで，実験に参加した 4 組のうち グループ A および グループ C は color 条件 を先に，グループ B，グループ D は mono 条件 を先に実施した．そして，それぞれの条件に対して，発表終了後にタスクに対するアンケート，および作業負荷調査のための NASA Task Load Index（NASA-TLX）[20] を行い，すべての条件が終了した後に実験全体に対するアンケートを行った．また，アンケート回答後にインタビューを行った．

タスクに対するアンケート，および実験全体に対するアンケートの具体的な内容を，付録 A として掲載する．

4.6 評価指標

各条件において，議論における提案システムの効果を調査するため，NASA-TLX を用いた．また，主観的評価を実施して，各条件に対する参加者の満足度，および好みを調査した．

4.6.1 NASA–TLX

システムの作業負荷を評価するために，NASA-TLX を用いた．NASA-TLX では，知的・知覚的要求，身体的要求，時間的要求，作業成績，努力，フラストレーションの 6 つの尺度を用いてワークロードを評価する．評価は 0 から 100 の範囲で 5 点刻みの 21 段階で行い，さらに各尺度の重要度を一対比較して加重平均を算出することで，総合的な作業負荷スコアを導出する．本実験では，表 4.2 に示す質問項目を用いて評価を実施した．

4.6.2 主観的評価

議論におけるシステムの影響を主観的評価から測定するため，各条件においてその議論の過程，および結論に満足しているかを，5 段階のリッカート尺度（1：不満，5：満足) を用い，それぞれ回答させた．また，実験終了後に，議論の過程，および結論において，より内容に納得している方の条件を選択させた．続いて，実験条件について，総合的に好ましかった方を選択を選択させた．なお，すべての項目について，回答の理由を任意で記述させた．最後に，議論においてワードクラウドを用いることに関した自由記述アンケートを設けた．

表 4.2: 本実験にて利用した NASA-TLX の質問項目.

	質問項目
知的・知覚的要求	どの程度の知的・知覚的活動（考える，決める，計算する，記憶する，見るなど）を必要としましたか．課題はやさしかったですか難しかったですか，単純でしたか複雑でしたか，正確さが求められましたか大ざっぱでよかったですか
身体的要求	どの程度の身体的活動（押す，引く，回す，制御する，動き回るなど）を必要としましたか．作業はラクでしたかキツかったですか，ゆっくりできましたかキビキビやらなければなりませんでしたか，休み休みできましたか働きづめでしたか
タイムプレッシャー	仕事のペースや課題が発生する頻度のために感じる時間的切迫感はどの程度でしたか．ペースはゆっくりとして余裕があるものでしたか，それとも速くて余裕のないものでしたか
作業成績	作業指示者（またはあなた自身）によって設定された課題の目標をどの程度達成できたと思いますか．目標の達成に関して自分の作業成績にどの程度満足していますか
努力	作業成績のレベルを達成・維持するために，精神的・身体的にどの程度いっしょうけんめいに作業しなければなりませんでしたか
フラストレーション	作業中に，不安感，落胆，いらいら，ストレス，悩みをどの程度感じましたか．あるいは逆に，安心感，満足感，充足感，楽しさ，リラックスをどの程度感じましたか

第5章　実験結果および考察

本章において，4 章にて述べた実験における各評価項目の結果を示し，考察を行う．なお，本研究の各検定において，p 値が 0.05 未満であることを統計的に有意とみなした．

5.1　NASA-TLX

各条件の NASA-TLX における，下位尺度のスコア，および総合スコアに関するグラフを図 5.1 に示す．まず，総合スコアに基づき，color 条件と mono 条件の作業負荷を比較する．総合スコアに対してシャピロ・ウィルク検定を実施した結果正規性がみられたため，対応のある t 検定を実施した結果，有意差はみられなかった（$t(11) = -0.150, p = 0.884$）．参考に，下位検定における検定結果についても記述する．各下位検定に対してもシャピロ・ウィルク検定を実施した結果，知的・知覚的要求，タイムプレッシャー，努力，およびフラストレーションの尺度において正規性がみられた．この 4 項目に対して対応のある t 検定を実施した結果，有意差はみられなかった（知的・知覚的要求: $t(11) = -0.938, p = 0.368$，タイムプレッシャー: $t(11) = 0.325, p = 0.751$，努力: $t(11) = 0.075, p = 0.941$，およびフラストレーション: $t(11) = -0.238, p = 0.817$）．正規性がみられなかった身体的要求，および作業成績の尺度に対しては，ウィルコクソンの符号順位検定を実施した．その結果，有意差はみられなかった（身体的要求: $Z = 0.065, p = 0.750$，作業成績: $Z = 0.092, p = 0.897$）．

5.2　主観的評価

本節においては，議論における過程，および結論への満足度評価，また，条件間における納得度の評価，および好みの結果について述べる．

5.2.1　満足度評価

各条件のタスク後に実施した，議論の過程，および結論へのリッカート尺度を用いた満足度評価の結果に対してウィルコクソンの符号順位検定を実施した．その結果，議論の過程，および結論への満足度が共に有意差はみられなかった（過程における満足度: $Z = 0.477, p = 0.500$, 結論における満足度: $Z = 0.211, p = 0.766$）．各尺度における実験条件ごとのスコアに関するグラフを図 5.2 に示す．

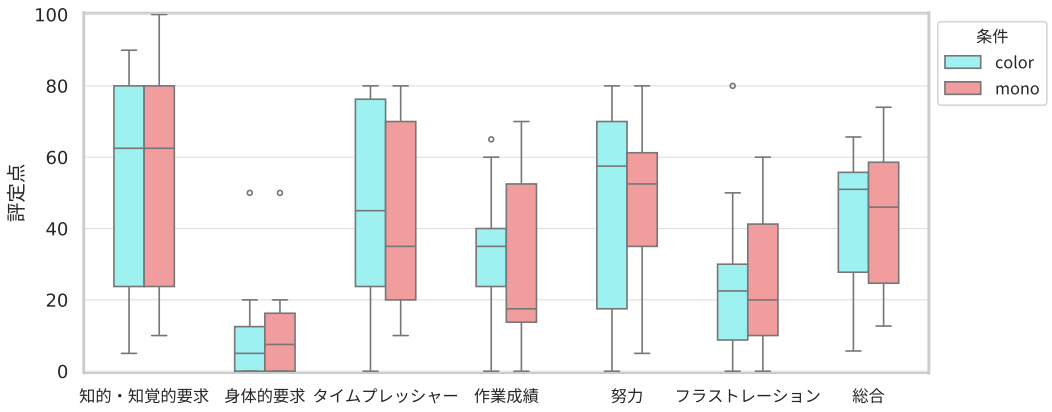


図 5.1: 下位尺度のスコア，および総合スコアに関するグラフ．値が大きいほどその項目の負荷が高いことを示す．

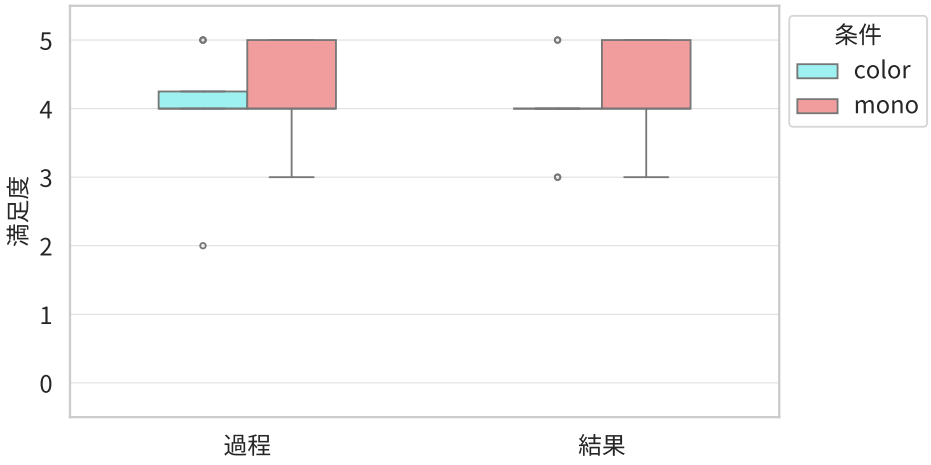


図 5.2: 議論の過程，および結論への満足度評価に関するグラフ

5.2.2　条件間の評価および好み

実験後に実施した，条件間における過程，および納得度の評価，また，条件間の好みの結果をそれぞれ図 5.3，5.4，5.5 に示す．実験条件に対する総合的な好みの選択理由として,「色がある方が見やすかった．しかし，色の変容を認識しにくかった．色が異なるものが最終的に 5 個しかないので，ほぼ青だった.」（P4）,「色なし条件の方がテーマ的に議論しやすかった．ただ，色あり条件の方が議論を振り返る中で画面を見て参考にする回数が多かったので，色あり条件の方が好ましいと思った.」（P9）という回答があった．

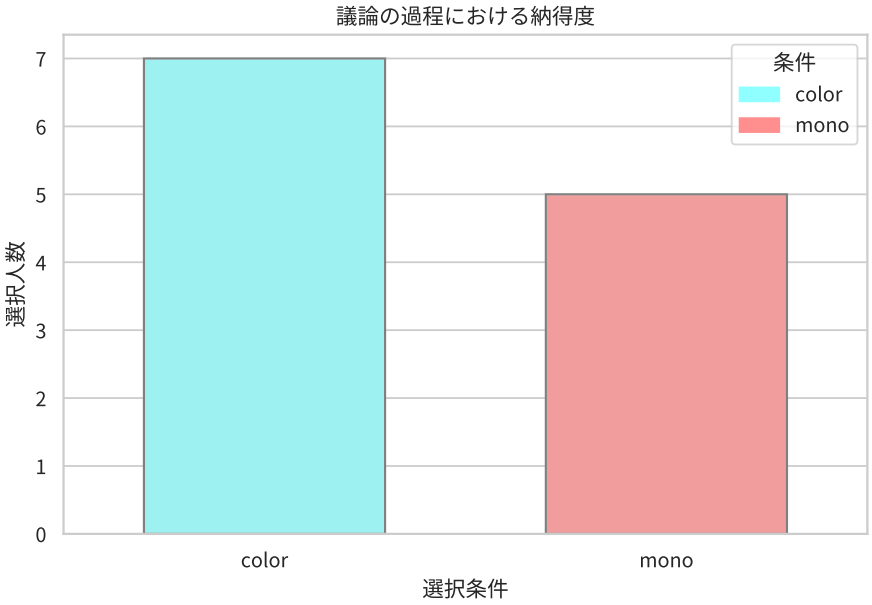


図 5.3: 議論の過程に対する納得度に関するグラフ

5.3　考察

5.1 節，および 5.2 節に示した実験結果より，リアルタイムワードクラウドを用いた議論において，単語の肯定度合いを可視化することの有効性は示されなかった．本節では，記述アンケートおよびインタビューをもとに，議論において提案システムを用いることの影響について考察を行う．

5.3.1　ワードクラウドを用いた議論における色の影響

「色で重みづけされていたのが振り返りやすかった」（P1）と回答した参加者がいた一方で，12 人中 7 人の参加者が色の変化は議論の進行に影響を与えなかったと感じたと回答した．し

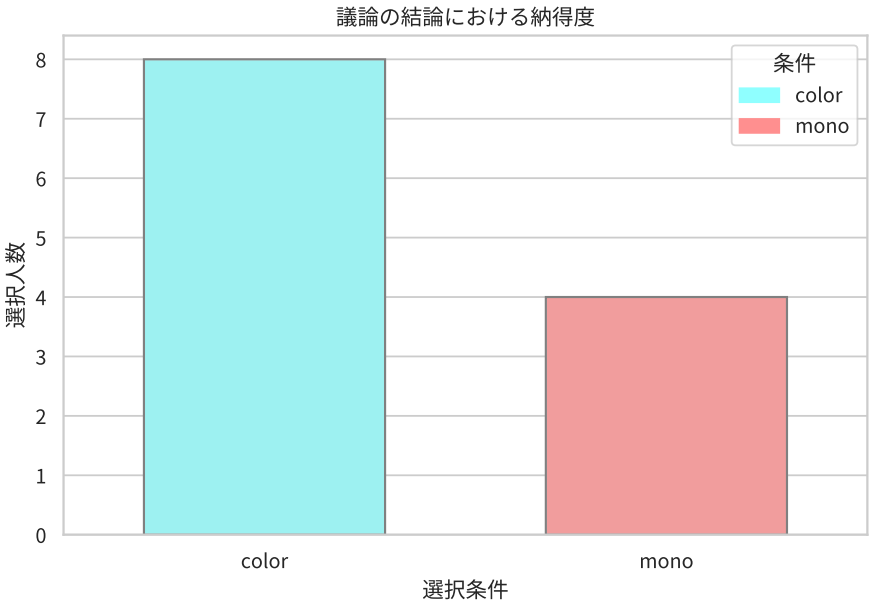


図 5.4: 議論の結論に対する納得度に関するグラフ

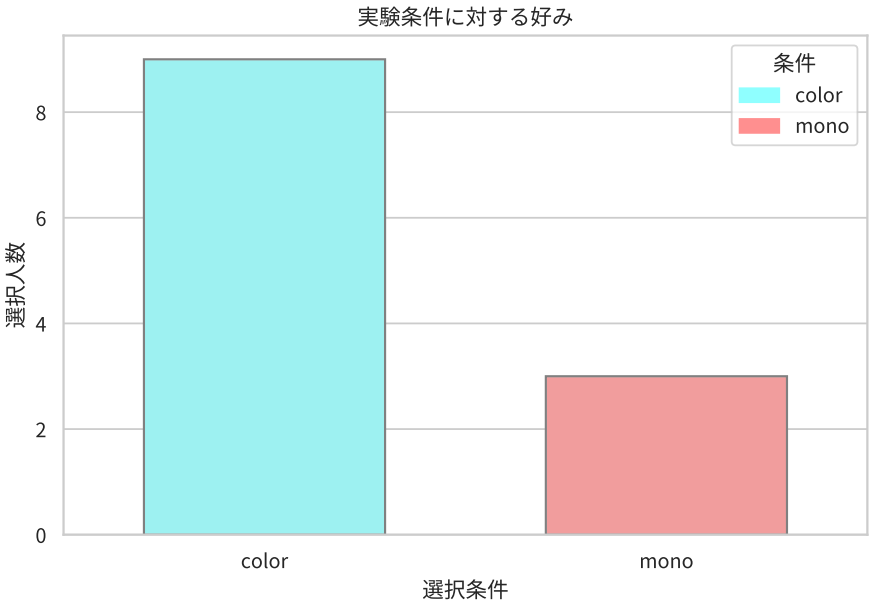


図 5.5: 実験条件に対する好みに関するグラフ

かし，実験条件の好みに関する項目では 12 人中 9 人が color 条件の方が好ましいと回答している．回答の理由として,「システム自体は色がないと単調であり，色が付いていた方が面白かった．議論も盛り上がったように感じた.」（P6）,「テーマ的に発散しやすく議論の過程に納得しているのは色なし条件だが，システムとして使いやすかったのは色あり条件だった.」（P7）,「色あり条件の方が議論を振り返る中で画面を見て参考にする回数が多かった」（P9）といった回答があり，ワードクラウドを用いた議論において，色を用いることが議論の参加者体験に良い影響を与えることがあると考えられる．しかし同時に 4 人の実験参加者（P2，P6，P7，P9）が，mono 条件のワードクラウド（図 5.6）において，色がないことにより単語の視認性が下がり，使いにくかったと回答した．そのため，色の有無とは関係のない点が議論の進行や参加者の意見に影響を与えてしまい，議論における色の効果について適切に評価できていない可能性がある．

5 人の実験参加者（P1，P2，P4，P6，P9）によって，今回の実験タスクにおける議論テーマが参加者間の対立を生起せず，結果多くの単語に青色が付与されていたという意見が得られた．ここで，図 5.7 において各グループにおける color 条件で生成されたワードクラウドの最終結果を示す．実験参加者らから得られた意見の通り，表示されている単語のほとんどが青色を付与されていると確認できる．また，インタビューにおいて「議論において否定的な意見はなるべく言わず，絞り込む際には良いと思った方を褒めるようにする」（P1）という意見が得られた．本研究では，文脈に基づいた単語の肯定度合いを可視化することにより，発言されたことについて参加者間で認識を近づけることを目的としている．しかしながら，議論における否定的な発言が肯定的な発言に対して少ないとき，提案システムにおいてはどれも似たような色で表示されてしまい，参加者間の認識を近づけることに寄与しなかったと考えられる．

以上より，color 条件が議論の参加者体験において mono 条件よりも好まれる傾向があることが確認された一方で，mono 条件が視認性の低さによって不利になっていた可能性も否定できない．また，今回の実験タスクでは参加者間で対立する意見が生じにくく，否定的な発言が少なかったことが色の効果を十分に引き出せなかった要因の一つであると考えられる．

5.3.2 議論におけるリアルタイムワードクラウドの効果

まず議論の発散段階におけるリアルタイムワードクラウドの効果について考察する．インタビューにおいて,「話題に困ったときにワードクラウドを見た」（P6）,「最初の類語を参考にすることがあった」（P10）といった意見が得られた．特に，p10 が割り当てられたグループ D における議論では，最初に表示されていた「サイコロ」という「ステーキ」の類語を中心に議論が進み，この単語は最終的な結論にも深く関わっている．また，グループ B において，類語として最初に表示されていた単語を取り上げ，サービス名に用いるかという議論が確認された．以上から，発言に由来するか否かを問わずワードクラウドに表示された単語が議論の発散を促す役割を果たしたことが示唆される．類似の点は Aldalalah ら [7] によっても指摘されており，事前生成された静的ワードクラウドを用いた議論において参加者の着想を誘導する役割を果たしたとしている．ここで，インタビューにより「選択した 2 単語の方を重視

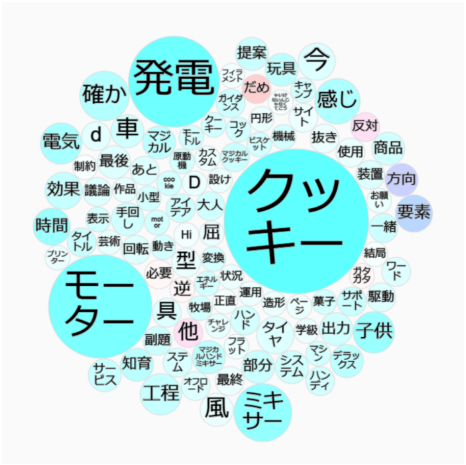


(a) グループ A



(b) グループ B

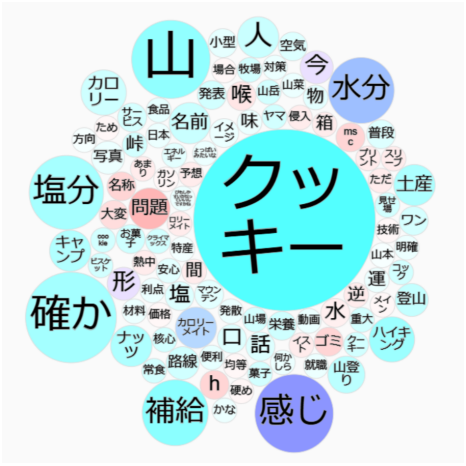

ビール
イベント
人
店
舞
体
酒
音楽
話
感じ
ダンス
ステーキ
缶
川
色
場
確か
泡
飲
イメージ
提供
家庭
広告
上品
踊り
ドイツ
言葉
一緒
逆
今
エリア
場所
遊園
主催
祭り
演舞
芸術
会場
方法
日本
サービス
社交
高級
カクテル
乱舞
方向
背広
プロ
一つ
ウド
風味
要素
勢い
上
グラス
ビール
リア
かも
ビール
ic
凝結
機械
確か
撮影
タイトル
くも
間
量
今
共有
霧
投稿
複数
システム
乗客
議題
管理
中華
情報
話
氷
中
感じ
紐
欄
翼
暉
外
景色
雲
クラ
ウド
水
場所
割
霞
人
飛行
機
台風
提案
機
コメント
効率
水滴
特殊
一番
評価
世界
あと
乗り換え
エンジン
トイレ
航空機
飛行機雲
クラゲ
マップ
賞金
部門
ビジネス
晋田
積載
通り
銀翼
sns
自分
皇族
必要
他
将
サービス
ビス
風景
生成
回収
運動
個人
外
翼
燕
自分
積載
通り
銀翼
皇族
必要
他
将
サービス
ビス
風景
生成
回収
運動
個人
時間
情報
凝結
確か
機械
システム
撮影
タイトル
くも
間
量
今
共有
霧
投稿
複数
システム
乗客
議題
管理
中華
情報
話
氷
中
感じ
紐
欄
翼
暉
外
景色
雲
クラ
ウド
水
場所
割
霞
人
飛行
機
台風
提案
機
コメント
効率
水滴
特殊
一番
評価
世界
あと
乗り換え
エンジン
トイレ
航空機
飛行機雲
クラゲ
マップ
賞金
部門
ビジネス
晋田
積載
通り
銀翼



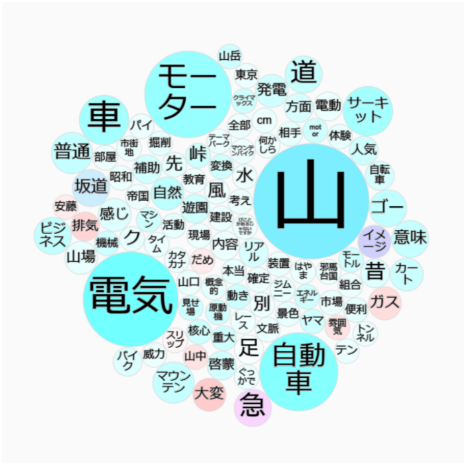
(a) グループ A



(b) グループ B



(c) グループ C



(d) グループ D

図 5.7: 各グループにおける color 条件で生成されたワードクラウドの最終結果一覧.

し，議論の内容に類語が影響することはなく，参考程度にとどめられた.」（P6）という意見が得られている．これにより，最初に表示される単語は，参加者の判断によって適宜用いられながら議論が展開されたと考えられる．

次に議論の収束段階におけるリアルタイムワードクラウドの効果について考察する．議論における過程，および結論に対する満足度評価の結果について，条件間有意差はなかったものの両条件でその平均値は中立点と比べて高い．過程に対する満足度評価の平均は，color 条件で 4.08，mono 条件で 4.33 であった．結果に対する満足度評価の平均は，color 条件で 4.00，mono 条件で 4.17 であった．また，アンケートにおいて「議題をまとめる際にも使用することで円滑にシステムを決めることができた」（P3）,「議事録としては優秀で，議論の方向が定まって収束に向かうときに要点の整理としてとても役立つと感じました.」（P10）といった回答があった．ここで，本研究における実験では 15 分という時間制限を設けたが，時間内に結論を出すことができなかった組はなかった．これらを踏まえると，リアルタイムワードクラウドを議論において用いたことが議論の収束に寄与したと考えられる．

以上より，リアルタイムワードクラウドは，議論の発散段階において参加者に新たな着想を与え，話題の広がりを促す効果を持つ一方で，収束段階においても議論を整理し結論に導く役割を果たしていることが示唆される．

第6章　本研究の制約および今後の課題

実験結果から，現時点における提案システムの課題が明らかになった．本章では，本システムに対する議論を行い，本研究の制約および今後の課題を述べる．

6.1　システムによる制約

本研究の提案システムには，システム設計上の制約により，音声認識の精度，3 秒から 15 秒程度のタイムラグ（処理する一文の長さによって変動），視認性，および単語に付与される色の制限などの課題が生じていた．提案システムの実装において音声認識のために用いた Google Cloud Speech-to-Text API について，文字起こしの精度に限界があり，意図していない文字が表示されてしまうことがあった．また，インタビューにおいて「発言してからワードクラウドに反映されるまで大きなラグがあった.」（P6）という意見が得られた．発言後即座に反映されないことがリアルタイムワードクラウドの議論への影響を低減させている可能性がある．ワードクラウドが大きくなりすぎて画面からはみ出してしまうことを防止するために，画面に対して小さめの表示を行ったが，4 人の実験参加者（P1，P4，P5，P6）から，余白が大きい，文字が小さく見にくかった，というような意見が得られた．また，mono 条件において表示される単語が，色が付与されていないことにより読みづらかったという意見が 4 人（P2，P6，P7，P9）の参加者から得られた．さらに，color 条件においても，4 人（P5，P10，P11，P12）の参加者から青が肯定的で赤が否定的という設定が直感と反していたという意見が得られた．これは，色から受ける印象に個人差があることが原因であると思われる．以上より，誤って表示された語句をユーザが修正できるようにすることや，発言と表示までのタイムラグを少なくすること，また，ワードクラウド全体のサイズを変更できるようにすることや，色の凡例を表示させることなどに，ユーザ体験を向上させる可能性が考えられる．

6.2　実験設計による制約

本研究における実験では，選択肢が同じとはいえグループごとに自由に単語を選択させたため，選択した単語が異なることにより，議論の難易度が変わってしまったと考えられる．アンケートにおいても,「テーマのお題によって納得のいく結論に行き着くか，別れやすいと思った.」（P5）,「色なし条件の方がテーマ的に議論しやすかった.」（P9）,「結論自体は何となく良いアイデアになった気がするが，かなり難産だったと感じる（システムの問題ではなくテー

マの問題)」(P10)という回答が得られた．また，グループごとに異なる単語について議論を進めたことにより，グループ間評価が適切に行えなかった可能性がある．

本研究において，議論の収束段階に対するシステムの影響を調査するに際して用いた項目が，いずれも定性評価ばかりであったという制約がある．より適切に収束段階への影響を評価するにあたっては，制限時間を設けない条件における収束までの所要時間や，最終結論に至るまでに必要とされた話者交代回数等の定量的な評価項目も取り入れる必要がある．また，本研究における比較対象に，ワードクラウドを用いない別手法を含んでいない点も制約として挙げられる．議論を支援する手法としては，紙とペンのみを用いた条件やコンピュータ上におけるドキュメント作成ツールを用いた条件，議事録自動化ツール等を用いた条件なども存在するため，それらと比較した場合の提案手法の有効性を調査する必要がある．

6.3 追加機能の検討

複数の実験参加者から，システムに対する追加機能の提案が得られた．本節においては，提案システムの議論に対する効果を向上させることを狙い，追加機能についての検討を行う．

インタビューにおいて，単語の表示方法および配置について「マインドマップのように単語の繋がりが見えると良い」(P4),「色ごとに，グラデーションに配置を行うと良いのでは」(P6),「トピックスごとの配置を行うと良いのでは」(P7)という意見が得られた．システムの操作については「単語から元の文を検索することができると良い」(P6),「単語の削除や分類，再配置が行えると良い」(P7)という意見があった．ここで，アンケートにおいて 2 人(P1，P9)の参加者から単語から文脈を読み取ることが困難であるという回答があった．よって今後は，単語同士を線で繋ぐ機能や各項目の配置を変更する機能，単語から抽出元の文章を表示する機能等の実装を検討する．これらにより，現在のシステムでは失われている文脈を補完し提示することが可能になると考えられる．さらに，アンケートにおいて「大きく表示される発言回数の多い単語は憶えているため，強調表示してほしいのは一度だけ発言され，拾われなかったが良いアイデアに繋がりそうな単語だと感じた」(P7),「よく使う単語が大きくなるが，よく使う単語は自分で自覚できたので，大きくてもあまり意味がなかったかもしれない.」(P12)という回答が得られた．これにより，ユーザによる単語の削除，分類，および再配置等の操作を可能にすること，あるいは，単語の大きさを出現頻度ではなく文脈における単語の重要性に基づくようにすることなどは，ユーザが議論の内容を整理することを支援すると考えられる．

第7章　おわりに

本研究では，リアルタイムワードクラウドを用いた議論支援システムを提案し，単語の肯定度合いを可視化することによる議論の収束段階に与える影響を調査した．提案システムの評価実験の結果を通じて，ワードクラウドが議論を活性化させる可能性が示唆された一方，肯定度合いの可視化による明確な効果は確認できなかった．この原因として，議論に際して肯定的な意見が多く発言されることにより，単語が表示される際に似たような見た目になってしまったことが考えられる．実験参加者からは，単語に対する色の付与が議論の進行には必ずしも直結しないとする意見が見受けられたものの，議論の振り返りや視覚的な整理には一定の効果があるとする肯定的な意見も得られた．このことから，リアルタイムワードクラウドに特定の色を用いることが，議論の参加者における情報の視覚的な整理を支援することが期待できると考えられる．一方，システムの課題として，音声認識の精度や表示のタイムラグ，また，色による視覚効果の感覚に個人差がある点が挙げられる．今後は，実験によって得られた課題を補完するための機能を検討し，システム設計を改良する．そして，そのシステム設計に基づいた実装，および評価実験を実施する．

謝辞

本研究を進めるにあたり，川口一画先生，志築文太郎先生，高橋伸先生には多岐にわたるご指導を頂きました．心から感謝申し上げます．特に，川口先生には，研究の進め方や論文執筆などの研究に関するご指導にとどまらず，研究生活の中で生じる細かな不安や疑問に対しても真摯にご対応頂きました．ここに深く感謝の意を表します．インタラクティブプログラミング研究室の同輩，先輩方には，研究活動において多くのご支援をいただきました．COMMUNICATION チームの皆様には，チームゼミにおいて研究に関する貴重なご意見を頂くだけでなく，研究生活において大きな支えとなるご助力を頂戴しました．特に，大沼怜生氏には論文執筆や研究発表をはじめ，日頃から研究に関する多方面で相談に乗っていただき，多くのご助言を頂きました．深く感謝いたします．加えて，WAVE チームの皆様には，研究発表においてご意見とご指導を頂きましたこと，心から感謝いたします．また，実験にご協力いただいた多くの皆様にも，この場を借りて厚く御礼申し上げます．最後に，研究生活を通じて支えてくださったすべての方々に，改めて心より感謝申し上げます．

参考文献

[1] Paul Chandler and John Sweller. Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, Vol. 8, No. 4, pp. 293–332, 1991.

[2] Runa Eguchi, Chika Oshima, and Koichi Nakayama. The overheard text map: A voice communication system that displays word clouds of a conversation in a virtual room to participants outside the room. In Sakae Yamamoto and Hirohiko Mori, editors, *Human Interface and the Management of Information: Visual and Information Design*, pp. 197–208, Cham, 2022. Springer International Publishing.

[3] Ryo Iijima, Akihisa Shitara, Sayan Sarcar, and Yoichi Ochiai. Word cloud for meeting: A visualization system for dhh people in online meetings. In *Proceedings of the 23rd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ASSETS '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.

[4] Senthil Chandrasegaran, Chris Bryan, Hidekazu Shidara, Tung-Yen Chuang, and Kwan-Liu Ma. Talktraces: Real-time capture and visualization of verbal content in meetings. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, p. 1–14, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.

[5] Lauren E. Coursey, Ryan T. Gertner, Belinda C. Williams, Jared B. Kenworthy, Paul B. Paulus, and Simona Doboli. Linking the divergent and convergent processes of collaborative creativity: The impact of expertise levels and elaboration processes. *Frontiers in Psychology*, Vol. 10, , 2019.

[6] Sarah M. Staggs, Joseph A. Bonito, and Jennifer N Ervin. Measuring and evaluating convergence processes across a series of group discussions. In *Group Decis Negot 27*, p. 715–733, 2018.

[7] Osamah Mohamad Ameen Ahmad Aldalalah. Employment the word cloud in brainstorming via the web and its effectiveness in developing the design thinking skill. *International Journal of Instruction*, Vol. 15, No. 1, p. 1045–1064, Jan. 2022.

[8] Matthew A. Cronin and Laurie R. Weingart. Representational gaps, information processing, and conflict in functionally diverse teams. *The Academy of Management Review*, Vol. 32, No. 3, pp. 761–773, 2007.

[9] Kostiantyn Kucher, Carita Paradis, and Andreas Kerren. The state of the art in sentiment visualization. *Computer Graphics Forum*, Vol. 37, No. 1, pp. 71–96, 2018.

[10] Eddy Cardinaels, Stephan Kramer, and Victor S. Maas. Navigating through the noise: The effect of color-coded performance feedback on decision-making. *Contemporary Accounting Research*, Vol. 41, No. 2, pp. 1031–1057, 2024.

[11] React. https://ja.react.dev/. (Accessed on 02/03/2025).

[12] Apis and references — cloud speech-to-text documentation — google cloud. https://cloud.google.com/speech-to-text. (Accessed on 02/03/2025).

[13] takuyaa/kuromoji.js: Javascript implementation of japanese morphological analyzer. https://github.com/takuyaa/kuromoji.js. (Accessed on 02/03/2025).

[14] Openai api. https://platform.openai.com/docs/models/gpt-4o-mini. (Accessed on 02/03/2025).

[15] Lauren I Labrecque and George R Milne. Exciting red and competent blue: the importance of color in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 40, No. 5, pp. 711–727, 2012.

[16] Lisa Wilms and Daniel Oberfeld. Color and emotion: effects of hue, saturation, and brightness. *Psychological research*, Vol. 82, No. 5, pp. 896–914, 2018.

[17] D3. https://d3js.org/. (Accessed on 02/03/2025).

[18] Startup weekend japan. https://nposw.org/about/organization/. (Accessed on 02/03/2025).

[19] 類語辞典・シソーラス・対義語 - weblio 辞書. https://thesaurus.weblio.jp/. (Accessed on 02/03/2025).

[20] Sandra G. Hart and Lowell E. Staveland. Development of nasa-tlx (task load index): Results of empirical and theoretical research. In Peter A. Hancock and Najmedin Meshkati, editors, *Human Mental Workload*, Vol. 52 of *Advances in Psychology*, pp. 139–183. North-Holland, 1988.

付 録A　実験にて使用したアンケート

実験において，参加者に行ったアンケートの内容を以下に示す.

A.1　タスク後アンケート


タスク後アンケート

ohzawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp アカウントを切り替える

共有なし

* 必須の質問です

氏名 *

回答を入力

参加グループ *

A

B

C

D

参加者ID *

回答を入力

条件 *

色アリ

色ナシ

議論の結論に満足していますか *

	1	2	3	4	5	
不満	○	○	○	○	○	満足


上記の質問について，理由があれば記述してください．

回答を入力

議論の過程（進め方）に満足していますか *

	1	2	3	4	5	
不満	○	○	○	○	○	満足

上記の質問について，理由があれば記述してください．

回答を入力

このシステム（条件）について，気になった点があれば気になった点があれば記述してください．

回答を入力

このシステム（条件）に関して，感じた点（良かった点・不満点・改善点）があれば記述してください．

回答を入力

その他，意見や感想があれば自由に記述してください．

回答を入力

送信　フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室 内部で作成されました。
Does this form look suspicious? レポート

A.2　実験後アンケート



実験後アンケート

ohzawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp アカウントを切り替える

共有なし

* 必須の質問です

氏名 *

回答を入力

参加者ID *

回答を入力

参加グループ *

- A
- B
- C
- D

議論の過程において，より内容に納得している方の条件を選択してください *

- 色あり
- 色なし

議論の結論において，より内容に納得している方の条件を選択してください

- 色あり
- 色なし


実験条件について，総合的に好ましかった方を選択してください *
色あり
色なし
上記の質問について，理由があれば記述してください．
回答を入力
議論においてワードクラウドを用いることに関する感想があれば記述してください．
回答を入力
今回の実験のタスク内容（議論テーマ）について感じた点（良かった点・不満点・改善点）があれば記述してください．
回答を入力
今回の実験全体で感じた点（良かった点・不満点・改善点）があれば記述してください．
回答を入力
その他，意見や感想があれば自由に記述してください．
回答を入力
送信
フォームをクリア
Google フォームでパスワードを送信しないでください。
このフォームは 筑波大学システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室 内部で作成されました。
Does this form look suspicious? レポート