

# グラフィックレコーディングのインタラクティブ化による 議論過程の可視化と理解促進

川久 琳<sup>1,a)</sup> 大井 翔<sup>1,b)</sup>

**概要:** グラフィックレコーディング (以下, グラレコ) は, 議論内容の全体像の把握しやすさと, 詳細議歩不足という課題に着目し, グラレコ画像を中心に, 議論内容に関する詳細情報をインタラクティブに参照できる振り返り支援システムを提案する. 大学生を対象としたグループ議論を用いた実験を行い, グラレコ画像のみを提示する条件と, 詳細情報を参照可能なシステム条件を比較した. その結果, 詳細情報を参照可能な条件では, 議論内容の詳細を想起する点で一定の効果がみられた. 一方で, 全体像や議論の流れの把握については, グラレコ画像のみの提示が有効に機能する場合もあることが示唆された.

## 1. はじめに

グラフィックレコーディング (以下, グラレコ) は, 会議や講義, ワークショップなどの場で議論の流れや要点を絵や図によって 1 枚の絵に整理することで内容を視覚的に記録する手法であり, 議論全体像を瞬時に俯瞰できる特徴を持つ. リアルタイムで作成されることが多く, 議論の流れを視覚的に追いやすくなることから, 議論参加者の理解促進だけでなく, 認識の共有や問題の発見など, コミュニケーションも促進する技術として, 近年様々なビジネスシーンで注目を集めている [1]

一方で, グラレコは一枚の絵に要点をまとめるという性質上, 全体像の把握には適しているが, 詳細な情報が十分に表現されないという課題も存在する. 清水らはグラレコによって「情報の断片ではなく, 複雑なモノゴトの成り立ちがわかる視点を手に入れる」ことや「不足を言葉にする」ということが可能になると指摘している [2]. これは, グラレコによるコミュニケーションが議論を俯瞰し, 不足部分について気づくことを支援する利点として述べられているが, そのままでは議論の流れや要点などの詳細が十分に表現されておらず, むしろ「言葉にしないと伝わらない情報」が残っていることも示唆している.

図 1 に示すグラレコは, 筆者がシュレディンガーの猫の解説<sup>\*1</sup>を題材に作成したものである. 原子構造や箱の中の猫, 毒ガス装置といった要素がイラストで整理されており,

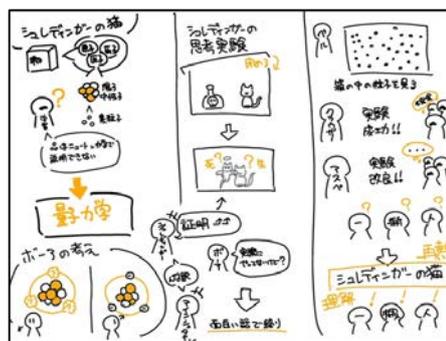


図 1 筆者が描いたグラレコ

話の大枠は視覚的に理解しやすい. 一方で, 「重ね合わせ状態」や「観測によって状態が確定する」といった抽象的な概念や, 説明時の具体的な発言内容までは読み取ることは難しい. このように, グラレコは視覚的な整理に優れている一方で, 内容の再構成や背景情報の把握には限界がある.

そこで本研究では, グラレコの視覚的な俯瞰性を活かしつつ, 議論の詳細情報を必要に応じて参照できるインタラクティブなグラレコ活用方式の確立を目的とする. 具体的には, グラレコ上の要素と発言内容や背景情報などのテキスト情報とを結び付け, 閲覧者がクリックや選択といった操作を通じて, 閲覧者が能動的に議論内容の理解を深められるような仕組みを構築する.

## 2. 関連研究

### 2.1 議論・活動内容の可視化および詳細情報参照による理解支援

議論や活動内容を可視化することで理解支援をしようとする研究として, 議論や発話の流れを時系列で可視化する

<sup>1</sup> 大阪工業大学 情報科学部

a) rin.kawahisa@mix-lab.net

b) sho.ooi@mix-lab.net

\*1 ぶーぶーざっくり解説【小学生でもわかる科学】, <https://www.youtube.com/watch?v=Mciy86SH4t0>

研究 [3] や発話回数や活動時間などの行動データを可視化する研究 [4] がある。

これらの研究は、議論や活動の全体像を把握するうえで可視化が有効であることを示している。一方で、これらの手法は主に、全体構造の理解を目的としており、個々の発言やその背景といった詳細な情報を、視覚表現と結びつけて参照する仕組みについては十分に扱われていない。

会議や議論の内容を振り返るために、要約と詳細な議事録を組み合わせて提示する研究も存在する [5]。この研究では、全体像を把握しつつ、必要に応じてインタラクションに詳細な議論内容を参照できるシステムを採用している。しかし、これらは主にテキスト情報を中心とした構成であり、グラレコのようなイラストを中心とした表現との統合については、十分に検討されていない。

以上整理すると、議論内容の可視化や参照を支援する手法が提案されてきたが、グラフィックやイラストを中心とした表現において、議論の全体像を把握しながら、必要に応じて詳細情報を参照できる活用方法については、十分に検討されていない。

これらを踏まえ、グラレコを用いた議論後の振り返りにおいて、閲覧者が全体像を把握しながら、詳細な議論の内容を該当する箇所をクリックすることで閲覧できるインタラクティブなシステムを提案する。

## 2.2 グラフィックレコーディングにおけるレイアウトに関する研究

グラレコに関する研究では、表現方法や文字量の違いが理解に与える影響についての検討が行われている [6]。しかし、グラレコのレイアウト形式そのものの違いが、情報の読み取りやすさや理解にどのような影響を与えるかについては、明らかになっていない。

そこで、我々は複数のレイアウト形式を対象に比較実験を行い、グラレコのレイアウト構造が議論内容の理解に与える影響を分析した [7]。その結果、議論内容を整理して提示するうえでは、情報の配置が明確で、全体像と要点との対応関係を把握しやすい三分割構造のレイアウトが有効であることを示した。

以上の結果を踏まえ、本研究では三分割構造のグラレコを採用する。

## 3. システム実装

### 3.1 システム全体の構成

本システムは、グラレコ画像を画面上に表示し、議論内容に関する詳細なテキスト情報をインタラクティブに参照できる Web システムである。ユーザは、グラレコの全体を見ながら、詳細を知りたい要素をクリックまたは選択することで、対応する発言内容や補足説明などの詳細情報を確認できる。システムは、以下の 2 つの情報要素から構成

される。

- グラレコ画像  
議論全体の流れや要点を視覚的に整理して提示する 1 枚のグラレコ画像である。
- 詳細テキスト情報  
議論中の発言内容や説明文を基にしたテキスト情報であり、グラレコでは表現しきれない具体的な発言内容や補足説明を含む。

これらの 2 つの情報要素を対応付け、操作を通じて相互に参照可能とする。

### 3.2 グラレコの生成方法

グラレコは、リアルタイム性や視覚的な整理能力といった利点がある一方で、制作には高度な技術を要するため、十分な数のグラレコを安定して用意することが難しいという課題がある。特に、研究として多様なパターンのグラレコを比較・検証するためには、同等の条件で一定の質のグラレコを多数用意する必要があるが、それを人手で行うのは現実的ではない。そこで、本研究では、議事録内容を要約した議事録を入力として、生成 AI を用いて自動生成されるグラレコを利用する。これにより、グラレコの質と量を安定的に確保しながら、研究目的に沿った実験環境の構築が可能となる。

具体的には、まず、議論の内容を PLAUD NOTE\*<sup>2</sup>を用いて文字起こしを行い、議事録形式の要約文を生成した。この議事録を入力として、画像生成 AI の nano banana pro\*<sup>3</sup>を用い、レイアウト形式を指定したうえでグラレコの画像の生成を行った。本研究で使用したプロンプトは以下の通りである。

#### 使用したプロンプト

あなたは、リアルタイムの議論や複雑なテキスト情報をイラストと文字で構造化する「グラフィックレコーダー」です。

とある議論の内容の議事録を最後に示します。そのテキスト内容を深く理解・分析し、下記の要点を厳守して、グラフィックレコーディングを書いてください。

イラスト・アイコン・文字を組み合わせ一枚の絵に描いてください

文字は日本語を用いてください

フォントは手書き風で描いてください

レイアウトは N 字型の視線移動になるよう、縦に三分割に分けた構造にしてください

～PLAUD NOTE にて得られた議事録～

\*<sup>2</sup> PLAUD.AI, <https://jp.plaud.ai/>

\*<sup>3</sup> <https://www.nano-banana-ai.studio/ja>



図 2 システム画面

### 3.3 詳細テキスト情報の構造化

詳細テキスト情報にはグラレコの生成に用いたものと同じの議事録を使用した。議事録テキストは、議論の流れを保ったまま内容を参照できるよう、段落単位で分割し、各段落を1つの情報単位として整理した。これらのテキスト情報は次章で述べるインタラクション対応処理において参照しやすくするため、JSON形式で構造化して保持している。各段落に識別用のIDを付与し、本文テキストともに管理することで、グラレコの要素と柔軟に対応付けられるようにした。

### 3.4 グラレコと詳細情報の対応付け

本システムでは、議事録の詳細情報とグラレコに書かれている単語を対応付けることで、グラレコの内容から詳細情報を提示する。

具体的な方法として、対応付けのためにまず、生成されたグラレコに対して、OCRを適用し、画像内の文字列を抽出する。本研究では、OCRモデルとしてYomitoku<sup>\*4</sup>を使用した。OCRによって得られた文字列情報をJSON形式で管理された議事録テキストと比較することでグラレコ中の文字と議事録中の段落との対応付けを行っている。

ユーザがグラレコ内の文字列をクリックまたは選択すると、対応付けられた議事録段落が詳細情報の表示欄に提示される。

本システムの実装画面を図2に示す。グラレコ画像は画面左に詳細テキスト情報は画面右に表示されており、ユーザは画面の切り替えを行うことなく2通りの情報を同時に参照できる。

## 4. 実験方法

提案システムの効果を検証するために、本研究では、提案システムによる振り返りと通常のグラフィックレコーディングによる振り返りを実施し、内容について、どの程度議論内容を想起することができたのかを検証する。なお、本研究の実施に辿り大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の審査(2025-13)に基づき実験を行った。

<sup>\*4</sup> <https://github.com/kotaro-kinoshita/yomitoku>

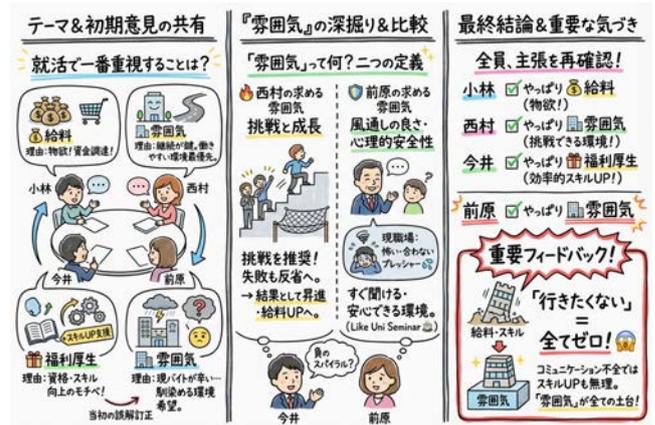


図 3 生成されたグラレコ

### 4.1 実験参加者

実験参加者は大学生4名を対象に行った。本実験では、これら4名を1グループとして、グループ議論を実施し、この議論内容を実験素材として用いた。また、本研究ではグループ議論を実験素材として用いることから、初対面でのコミュニケーションを問題なく行えることを条件とした。この条件を満たす参加者を選定するため、実験実施前に社会的スキルを測定する尺度であるKISS-18を参考にした事前アンケートを実施した[8]。本実験に参加した4名のKISS-18得点はそれぞれ33点、70点、53点、57点であった。

### 4.2 実験課題

実験課題として、参加者には『就職活動において最も重視すること』を議題としたグループ議論を行ってもらった。本議題は実験対象者である大学生にとって身近であり、各自の価値観や経験に基づいた多様な意見が生じやすいことから、短時間の議論においても発言内容に幅が生まれやすいと考えられる。なお、本実験で得られた議論内容を基に生成したグラレコを図3に示す。

### 4.3 実験手順

実験は以下の手順で実施した。

1. 参加者に実験の概要と議題を説明した後、15~20分程度のグループ議論を行ってもらった。
2. 議論終了後、一週間の期間を空けてから、振り返り課題を実施した。
3. まず、参加者には何も参照しない状態で、議論内容について自由記述形式による振り返り課題を行ってもらった(閲覧前想起)。
4. その後、振り返り時の閲覧環境として、「グラレコ画像のみを提示する条件」または「提案システムを使用する条件」のいずれかに参加者を割り当てた(各条件2名)。参加者には割り当てられた閲覧環境を用い、自身が十分だと感じるまで内容を確認してもらった。



図 4 議論の様子



図 5 振り返り課題の様子

5. 閲覧後、再度同様の自由記述形式による振り返り課題を行ってもらった（閲覧後想起）。
6. 最後に、振り返り課題および、システムの使用感に関する主観評価を得るため、アンケートに回答してもらった。

なお、いずれの条件においても、使用する議論内容およびグラフィックレコーディングは同一とし、振り返り時の閲覧方法のみが異なるようにした。実験中の議論の様子および振り返り課題の実施環境を図 4, 図 5 に示す。

#### 4.4 評価方法

本研究において、議論内容の想起を評価するために行った処理方法として、振り返り課題によって得られた自由記述文を対象とし、議論内容をどの程度再現できているかを定量的に扱うため、テキスト処理に基づく指標を用いた評価を行った。

##### 4.4.1 テキスト処理と評価対象後の抽出

自由記述文に加え、PLAUD NOTE を用いて生成した議事録および文字起こし文に対して日本語形態素解析ツール Fugashi を用いて形態素解析を適用した。これにより得られた語のうち、助詞、助動詞、接続詞、代名詞、記号を除外した。また、ストップワードとして、SlothLib の日本語ストップワードを適用した [9]。さらに、「単語の出現頻度と類似性に基づいたトピックモデル洗練化」 [10] の手法を

表 1 文字起こし文を基準とした振り返り課題の結果

参加者	閲覧環境	想起語句数		一致語句数		リコール値	
		前	後	前	後	前	後
A	グラレコのみ	31	48	27	33	0.1286	0.1571
B	グラレコのみ	48	50	23	33	0.1095	0.1571
C	システム使用	45	62	29	43	0.1381	0.2048
D	システム使用	35	77	26	41	0.1238	0.1952

表 2 議事録分を基準とした振り返り課題の結果

参加者	閲覧環境	想起語句数		一致語句数		リコール値	
		前	後	前	後	前	後
A	グラレコのみ	31	48	27	40	0.1467	0.2174
B	グラレコのみ	48	50	26	33	0.1413	0.1793
C	システム使用	45	62	30	47	0.1630	0.2554
D	システム使用	35	77	29	51	0.1576	0.2772

参考に、対象コーパス内の 95 % 以上の文書に出現する乱後もストップワードとした。

##### 4.4.2 リコール値の算出

上記の処理によって得られた語を用いて、議論内容の想起量を表す指標として、リコール値を算出した。議事録および文字起こし文に含まれる語を  $G$ 、自由記述文に含まれる語を  $J$  とし、リコール値 Recall を式 (1) で求めた。

$$\text{Recall} = \frac{|G \cap J|}{|G|} \quad (1)$$

## 5. 実験結果と考察

実施している実験の結果および考察について述べる。分析には、主に文字起こし文を用い、補助に要約された議事録を用いた。

### 5.1 振り返り課題における結果

自由記述による振り返り課題について、基準データを文字起こし文を用いた場合の結果を表 1 に、議事録を用いた場合の結果を表 2 示す。

#### 5.1.1 文字起こし文を基準とした結果

まず、文字起こし文を基準とした場合、すべての参加者において、閲覧後は、閲覧前よりリコール値が増加した。リコール値の増加量は、グラレコ画像のみを提示した条件では  $2.85 \times 10^{-2}$ 、 $4.76 \times 10^{-2}$  であったのに対し、詳細情報参照可能なシステム条件では、 $6.66 \times 10^{-2}$ 、 $7.14 \times 10^{-2}$  と、より大きい値を示した。また、この閲覧前後のリコール値の変化について、 $t$  検定を行ったところ、 $p = .008 < .05$  と有意な差が認められた。

次に、想起された語句数の増加量と、一致した語句数の増加量との関係に着目すると、参加者によって異なる傾向が確認された。グラレコのみを提示した条件の参加者 A は、想起された語句数が  $+17(31 \rightarrow 48)$  と増加した。一方で、一致した語句数は  $+6(27 \rightarrow 33)$  にとどまった。また、

詳細情報を参照可能なシステム条件の参加者 D においても、想起された語句数が+42(35 → 77) と大きく増加したにも関わらず、一致した語句数の増加量は+15(26 → 41)にとどまる結果が確認された。

### 5.1.2 議事録を基準とした結果

基準データとして議事録を用いた場合、すべての参加者において、文字起こし文を基準とした場合よりも一致した語句数およびリコール値が高い値を示した。閲覧後の一致度語句数は、文字起こし文を基準とした場合、33～43であったのに対し、議事録基準では40～51となった。また、リコール値の増加量についても、文字起こし文を基準とした場合  $2.86 \times 10^{-2} \sim 7.14 \times 10^{-2}$  であったのに対し、 $3.80 \times 10^{-2} \sim 1.12 \times 10^{-1}$  とより大きな値を示した。また、議事録を用いた場合の閲覧前後のリコール値の変化についても、t検定を行ったところ、 $p = .011 < .05$  と有意な差が認められた。

## 5.2 振り返り課題における考察

まず、文字起こし文を基準とした結果から、詳細情報を参照可能なシステム条件では、グラレコのみを提示した条件と比較して、リコール値の増加量が大きくなることが示された。このことから、提案システムを用いた振り返りが、議論内容の想起を支援するうえで一定の有用性をもつ可能性が示唆される。

一方で、想起された語句の増加量と、一致した語句数の増加量との関係に着目すると、その2つは同様の傾向を示していなかった。参加者Dは想起された語句数が+42と大きく増加したが、一致した語句数の増加が+15にとどまるなど、想起された情報量と議論内容との間に対応関係が成り立たないことが示された。

このような結果が生じた要因の1つとして、振り返り課題の際に参照できた詳細データと、評価時に基準として用いたデータの違いが影響していると考えられる。本研究では、詳細情報を参照可能なシステム条件において、PLAUD NOTE を用いて作成した議事録を詳細データとして提示している。これらの議事録は要点が整理され、発言内容が要約された形で記述されている。

## 5.3 振り返り課題およびシステムの使用感に関するアンケート結果

振り返り課題およびシステムの使用感に関する事後アンケートの結果を述べる。アンケートは2種類実施しており、1つは閲覧環境にかかわらず、振り返り課題を行った全参加者を対象として実施した。もう1つはシステム込みのグラレコを提示した条件の参加者のみを対象としたものである。各設問は4段階のリッカート尺度(1:否定的～4:肯定的)を用いて評価した。振り返り課題に関するアンケート結果を表3に示す。また、システムの使用感に関

するアンケート結果を表4に示す。

## 5.4 振り返り課題およびシステムの使用感に関する考察

振り返り課題およびシステムの使用感に関する事後アンケートの結果について、定量評価の結果と対応付けながら考察を行う。まず、Q1～Q4より詳細情報を参照可能なシステム条件において肯定的な評価が得られており、振り返り課題の評価で示したリコール値の増加傾向とも対応している。このことから、詳細情報を参照できることが、議論内容の想起を支援した可能性がある。一方で、Q5では、グラレコ画像のみを提示した条件においても高い評価がみられる。これは、グラレコ画像が既に情報を簡潔にまとめた形で記されているため、議論全体の流れや構造を一目で把握しやすかった可能性を示している。

また、一部の設問でグラレコのみ条件のほうが高く評価された点については、システムの機能が不足していたことを直接示すものではないと考えられる。グラレコのみを提示した条件では、提示されたグラレコ自体が評価の基準となっていた。一方で、詳細情報を参照可能なシステム条件では、グラレコと詳細情報をどちらも参照できる状態を前提として、改善点・改良点がある視点での評価が行われていた可能性がある。システムの使用感に関するアンケート結果に着目すると、Q5において、評価にばらつきがみられた。このことから、詳細情報の量については参加者によって適切な量が異なり、改善の余地がある。

## 6. まとめと今後の展望

本研究では、グラフィックレコーディングを用いた議論の振り返りに着目し、詳細情報をインタラクティブに参照可能なシステムを提案した。提案システムの効果を検証するため、グラレコ画像のみするため、グラレコ画像のみを提示する条件と、詳細情報を参照可能なシステム条件を比較し、振り返り課題及びアンケートによる評価を行った。その結果、システム条件において、リコール値が増加する傾向が確認され、詳細情報を参照できることが、議論内容の想起を支援する可能性が示された。一方で想起された語句数と一致した語句数との関係は参加者によって異なり、想起量と内容の対応関係が必ずしも対応しないことが分かった。「アンケート結果のはなし」また、アンケート結果より、詳細議歩の参照は議論内世の想起を支援できると評価される一方で、議論全体の流れや構造の把握においては、グラレコ画像のみの提示が有効に働く可能性について以上より、本システムは、魏異論内容の詳細な振り返りを支援しつつ、グラレコが持つ俯瞰性も維持した形で活用できる可能性を有すると考えられる。今後は、参加者数を増やした実験を継続するとともに、振り返りに要した時間や操作ログなどの分析を通じて、グラレコを用いた議論内容の振り返り支援の可能性をさらに広げていくことを目指す。

表 3 振り返り課題に関する事後アンケート結果（4段階評価）

質問	質問内容	参加者			
		グラレコのみ		システム利用	
		A	B	C	D
Q1	このツールは今回の議論内容の全体像を思い出すにあたってどうでしたか	2	4	2	4
Q2	このツールは今回の議論内容の詳細を思い出すにあたってどうでしたか	2	4	2	4
Q3	このツールを使う前に比べて、思い出した議論内容（全体像）の情報量について	4	4	4	4
Q4	このツールを使う前に比べて、思い出した議論内容（詳細）の情報量について	4	4	4	4
Q5	このツールは、議論の流れや構造（話のつながり・展開）を把握するうえでどうでしたか	3	4	3	4
Q6	議論の中で扱われた話題や、その位置づけの把握についてどうでしたか	3	4	3	4
Q7	このツールは、議論内容で曖昧だった部分を確かめたいとき、その場所の確認についてどうでしたか	4	4	4	4
Q8	このツールに含まれている情報量はどうでしたか	3	4	4	4
Q9	このツールについて	4	4	4	4

※各設問は4段階リッカート尺度（4：肯定的～1：否定的）で回答した。

表 4 システムの使用感に関する事後アンケート結果（4段階評価）

質問	質問内容	参加者	
		システム利用	
		C	D
Q1	システムの操作方法について、初めて見たときにどうでしたか	4	3
Q2	詳細情報の配置やレイアウトの視認性についてどうでしたか	4	4
Q3	表示された詳細情報の内容は、議論を振り返るうえでどうでしたか	3	4
Q4	表示された詳細情報の可読性についてどうでしたか	4	4
Q5	表示された詳細情報の情報量についてどうでしたか	4	2
Q6	表示された詳細情報の情報量についてどうでしたか（設問 2）	3	2

参考文献

[1] 久保田麻美. 初めてのグラフィックレコーディング. 翔泳社, p. 2, 2020.

[2] 淳子清水, 剛司須永. 話し合いの中でグラフィックレコーディングがもたらす視点の意味. 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol. 66, No. 0, p. 36, 2019.

[3] Masahiro Toyoura, Mayato Sakaguchi, Xiaoyang Mao, Masanori Hanawa, and Masayuki Murakami. Visualizing the lesson process in active learning classes. In *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–8, Erie, USA, October 2016.

[4] Izumi Horikoshi, Yuko Toyokawa, Kohei Nakamura, Rwitajit Majumdar, and Hiroaki Ogata. Learning stream plot: classroom activity visualization with daily learning log data. *Smart Learn. Environ.*, Vol. 12, No. 1, pp. 30–30, 12 2025.

[5] Sumit Asthana, Sagi Hilleli, Pengcheng He, and Aaron Halfaker. Summaries, highlights, and action items: Design, implementation and evaluation of an llm-powered meeting recap system. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Vol. 9, No. 2, p. 1–29, May 2025.

[6] 伸朗安武. グラフィックレコーディングの表現手法からアクティブラーニングの成果を考察する. 日本デザイン学会研究発表大会概要集, Vol. 62, No. 0, p. 75, 2015.

[7] 川久琳, 大井翔. グラフィックレコーディングにおけるレイアウト形式が議論集約に与える影響. ヒューマンインタフェースシンポジウム 論文集, 2025.

[8] 菊池章夫. Kiss-18 研究ノート. 岩手県立大学社会福祉学部紀要 = Bulletin of the Faculty of Social Welfare, Iwate Prefectural University, Vol. 6, No. 2, pp. 41–51, 2004.

[9] Yuki Chikazawa. Japanese stopwords for slothlib. <https://gist.github.com/yichikazawa/6d509d2d72e545e04aaa9b9209a7c747>, 2020. Accessed: 2025-12-xx.

[10] 東和幸, 高橋仁, 中川博之, 土屋達弘. 単語の出現頻度と類似性に基づいたトピックモデル洗練化手法. コンピュータソフトウェア, Vol. 36, No. 4, pp. 425 – 431, 2019.