

# 1vN環境での聴き手を主体としたコミュニケーション支援の研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2023-05-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 越後, 宏紀 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10291/00023131">http://hdl.handle.net/10291/00023131</a>

明治大学大学院先端数理科学研究科

2022年度

博士学位請求論文

1vN環境での聴き手を主体とした  
コミュニケーション支援の研究

A Study on Listener-centered Communication  
Support in the 1vN Environment

学位請求者 先端メディアサイエンス専攻

越後 宏紀

# 概要

学会発表や教育現場の授業，オンラインのライブ配信など，語り手が1人に対して聴き手が複数人いる環境（本論文ではこの環境のことを1vN環境とよぶ）において，語り手と聴き手のコミュニケーションは特殊であり複雑である．まず，聴き手は自分以外の聴き手が多数いるため，自分が考えた意見や語り手に対する質疑を行う際に抵抗がある．また，聴き手が手を挙げて質疑応答したとしても，発言した聴き手は自分が見当違いの発言をしているのではないか，間違った意見を言っているのではないか，と羞恥や緊張の感情によって発言に対して後悔をすることがある．そのような失敗や後悔の経験，そして周りの空気を読もうとする行為，抵抗感，緊張感，羞恥心と経験を重ねるにつれ徐々に聴き手は1vN環境において語り手とのコミュニケーションを避けていく．この問題を解決する，すなわち聴き手が発言するようになるためには，訓練と経験が必要であり，繰り返し発言をすることが重要である．他方で，語り手側にも課題がある．語り手は，聴き手がうなずいていたり，聴き手とのアイコンタクトを取ったり，聴き手の些細な動きから語っている内容について理解しているのか，集中して聞いているのかなどを判断する必要がある．特にオンラインでの1vN環境は，聴き手がカメラを表示しないと聴き手の様子が把握できず，語り手は対面以上に聴き手の様子を把握することが困難である．

本論文では，このような1vN環境での聴き手と語り手のコミュニケーションの課題に着目し，特に聴き手を主体としたコミュニケーション支援の研究を行った．まず，1vN環境の聴き手の段階を4つに大別した．1段階目は発表を聴いていない状態，2段階目は心の中には意見があるが，その意見を語り手に伝達しない状態，3段階目は語り手に対してテキストで伝達する状態，4段階目は手を挙げて語り手に質問する状態である．この聴き手の段階の間に生じているコミュニケーションの課題に取り組んだ．研究の目的は，聴き手と語り手が適切なコミュニケーションをとり，議論が活発であり印象の良い1vN環境を実現することである．

第1として，聴き手が語り手に興味を持つような1vN環境を構築することを目的とした．具体的には，オンラインの状況において，発表者である語り手のプレゼンテーションスタイルがどのような見たく目をしていることが，聴き手にとって印象が良いかどうか

---

を調査した。また、学会発表やニュース番組のようなカテゴリのみならず、ゲーム実況や学習のようなカテゴリについても調査を行い、オンラインのさまざまな 1vN 環境で聴き手の印象について調査を行った。

第2として、聴き手が自分の心の中にある意見や反応を語り手にテキストでフィードバックしやすくすることを目的とした。聴き手は手を挙げて発言することに対して抵抗感や羞恥心などがあるため、テキストによるフィードバックを行うことで障壁を減らそうとした。しかし、先行事例から実名やユーザ名ではテキストでも発言することに抵抗感があることがわかっているため、匿名かつボタンによるフィードバックが可能なシステムを提案し、さらにフィードバックを行う障壁を減らした。その結果、聴き手によるフィードバックが行われるようになった。さらに、提案システムを長期的に利用していくことで、徐々にユーザ名かつ自由なテキストによるフィードバックが行われるように移行していく傾向が見られた。

第3として、手を挙げて発言する聴き手とテキストによるフィードバックを行う聴き手が混在した状況において、語り手が多くの聴き手の意見を受け入れ、1vN 環境にいる人全体がその空間の話題に参加している状況の実現を目指した。具体的には、教育現場に着目し、教師が児童生徒のフィードバックを閲覧し、その 1vN 環境にいる教室にいる児童生徒全体がどのような意見を持っているのかを把握することを目指した。導入への負担を減らしつつ、従来の授業形態の利点を取り入れたいと考え、紙媒体のノートのレイアウトを参考としたデジタルノートを提案した。適度な大きさを一覧表示することで、教師は教室全体の意見を把握し、そこから授業を展開することが期待される。

このように、1vN 環境での聴き手のフィードバックを行う段階を分け、それぞれに対して目的をもち研究をしてきた。全ての状況に対して聴き手を主体に支援していくことで、聴き手が語り手の話題に参加しやすい 1vN 環境を構築することを目指した。これまでの研究結果をもとに、本研究の目的および目標と照らし合わせ、総合的な考察および議論を行った。最後に、本研究の研究成果から考えられる今後の展望についてまとめ、結びとする。

# Abstract

Communication between a speaker and listeners is unique and complicated in environments where there are multiple listeners to one speaker, such as conference presentations, classes in educational settings, and online live broadcast. In this paper, this environment is called the 1vN environment. First of all, the listeners feel uncomfortable when they express their opinions or ask questions to the speaker because there are many listeners other than themselves. Even if a listener raises his/her hand to answer a question, the listener who has spoken may regret the statement due to feelings of shame or nervousness, wondering if he/she has made a misguided statement or expressed a wrong opinion. As a result of these experiences of failure and regret, as well as the attempts to read the surrounding environment, resistance, tension, and shame, listeners gradually avoid communicating with the speaker in the 1vN environment. To solve this problem, training and experience are necessary, and it is important for them to speak up repeatedly. On the other hand, there is a problem on the speaker's side. The speaker needs to judge whether the listener is nodding, making eye contact, or concentrating on what he/she is saying from the small movements of the listener. In particular, in an online 1vN environment, it is more difficult for a speaker to grasp the state of the listener than in a face-to-face environment, because the listener cannot grasp the state of the listener unless the camera is displayed.

In this paper, I focus on such communication issues between a listener and a speaker in the 1vN environment, and conduct study on communication support that is particularly listener-centered. I classified the steps of listeners in a 1vN environment into four steps, and conducted study on communication support for each step.

The purpose of the study is to realize a 1vN environment in which listeners and a speaker communicate appropriately, and in which discussion is active and the impression is good. As the first step, I aimed to construct a 1vN environment in which listeners would be interested in the speaker. Specifically, I investigated whether the appearance

of the presentation style of the speaker, who is the presenter, gives a good impression to the listeners in an online situation. In addition, I investigated not only categories such as conference presentations and news programs, but also categories such as game playing and learning, and investigated listeners' impressions in various online 1vN environments.

As a second step, I aimed to make it easier for listeners to feed back their own opinions and reactions to the speaker in text form. Since listeners have a sense of resistance or embarrassment to raising their hands to speak, I tried to reduce the barrier by providing text feedback. However, I know from previous cases that people are reluctant to speak even with their real names or user names, so I proposed a system that allows anonymous feedback with a button, further reducing the barrier to feedback. As a result, feedback by the listeners was enabled. Furthermore, after using the proposed system for a long period of time, there was a gradual shift toward feedback by user name and free text.

As the third step, I aimed to realize a situation in which the speaker accepts the opinions of many listeners and all people in the 1vN environment participate in the topic in a situation in which listeners who raise their hands to speak and listeners who give feedback by text are mixed. Specifically, I focused on an educational scene, where a teacher can view student feedback and understand the opinions of all the students in the classroom in that 1vN environment. In order to reduce the burden of introducing the system and to incorporate the advantages of the traditional classroom format, I proposed a digital notebook that is based on the layout of a paper notebook. By displaying a list in an appropriate size, the teacher is expected to grasp the opinions of the entire classroom and develop lessons from them.

In this way, I have divided the step of listener feedback in a 1vN environment, and have studied each step with its own purpose. I aimed to construct a 1vN environment in which the listener can easily participate in the topic by providing listener-centered support for all situations. Based on the results of the previous studies, a comprehensive discussion was conducted in light of the purpose and goals of this study. Finally, I conclude with a summary of possible future perspectives based on the research results of this study.

# 目次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 1vN 環境	1
1.1.1 1vN 環境の定義	1
1.1.2 1vN 環境のコミュニケーション	1
1.1.3 オンラインによる 1vN 環境	1
1.1.4 1vN 環境の課題と本研究の位置づけ	2
1.2 本研究の目的および目標	4
1.3 本論文の構成	5
<b>第2章 プレゼンテーションと教育</b>	<b>7</b>
2.1 プレゼンテーションの目的	7
2.2 教育	8
2.2.1 教育課程の歴史	8
2.2.2 主体的・対話的で深い学び	9
2.2.3 オンライン化に着目した教育の整理	10
<b>第3章 オンライン環境でのプレゼンスタイルを聴き手が主体で印象評価する研究</b>	<b>13</b>
3.1 はじめに	13
3.2 関連研究	14
3.2.1 プレゼンテーション	14
3.2.2 プレゼン中のノンバーバル情報の伝達を支援する研究	15
3.2.3 アバタを用いた遠隔会議支援の研究	16
3.2.4 VTuber	16
3.2.5 オンラインによる学会発表の現状	17
3.3 3種類のプレゼンスタイルの構成	18
3.3.1 Web 会議システム型：発表者の顔を小窓で表示するプレゼンスタイル	18
3.3.2 登壇型：発表者の腰から上を表示するプレゼンスタイル	19

3.3.3	VTuber 型：発表者の 2D CG アバタを表示するプレゼンスタイル	19
3.4	学会発表での実践	20
3.4.1	実践 1：WISS2020 における登壇型のプレゼンスタイル	21
3.4.2	実践 2：インタラクション 2021 における VTuber 型のプレゼンスタイル	21
3.5	印象評価実験	21
3.5.1	実験環境および実験条件	22
3.5.2	実験結果	23
3.5.3	考察	26
3.6	議論	27
3.7	登壇型のプレゼンスタイルの利用	27
3.8	まとめ	27
<b>第 4 章</b>	<b>カテゴリ別における配信スタイルの違いについて聴き手が主体で印象評価する研究</b>	<b>29</b>
4.1	はじめに	29
4.2	前提条件と定義	31
4.2.1	動画カテゴリの選定	31
4.2.2	YouTuber と VTuber の定義	31
4.2.3	VTuber の特徴	31
4.3	関連研究	32
4.3.1	アバタを用いた研究	32
4.3.2	VTuber と YouTuber の違い	32
4.4	研究課題	33
4.5	実験準備	34
4.5.1	配信スタイル 1：実写配信型	35
4.5.2	配信スタイル 2：3D 配信型	35
4.5.3	配信スタイル 3：2D 配信型	36
4.6	印象評価実験	36
4.6.1	実験環境および実験条件	36
4.6.2	実験結果と考察	38
4.7	議論	43

4.7.1	配信者を変更したことによる印象の違い . . . . .	43
4.7.2	2D CG アバタのデフォルメによる効果の検証 . . . . .	44
4.7.3	動画カテゴリによる最適な配信スタイルの推定 . . . . .	44
4.8	まとめ . . . . .	45
<b>第5章</b>	<b>聴き手の意見を語り手に伝達するチャットシステム「ChaChatButton」</b>	<b>46</b>
5.1	はじめに . . . . .	46
5.2	関連研究 . . . . .	47
5.2.1	WISS での取り組み . . . . .	47
5.2.2	ボタンによるフィードバック手法 . . . . .	48
5.2.3	リアルタイムのコメント伝達システム . . . . .	48
5.3	学会発表での実践と課題 . . . . .	49
5.3.1	フィードバックするボタンの種類について . . . . .	49
5.3.2	自由コメント機能 . . . . .	49
5.3.3	DICOMO2021 での実践 . . . . .	50
5.3.4	インタラクション 2022 での実践 . . . . .	51
5.4	ChaChatButton の基本構成と改良 . . . . .	54
5.4.1	ChaChatButton の構成 . . . . .	54
5.4.2	ChaChatButton の改良 . . . . .	54
5.5	ゼミでの利用実験 . . . . .	56
5.5.1	実験期間と環境 . . . . .	56
5.5.2	実験参加者 . . . . .	57
5.5.3	実験結果と考察 . . . . .	57
5.6	議論 . . . . .	62
5.7	匿名/ユーザ名の選択機能実装による追加調査 . . . . .	63
5.8	まとめ . . . . .	65
<b>第6章</b>	<b>1vN 環境での相互利用による授業支援システム</b>	<b>67</b>
6.1	はじめに . . . . .	67
6.2	日本の教育スタイル . . . . .	68
6.2.1	ノートのレイアウト . . . . .	68
6.2.2	授業中の机間指導 . . . . .	70

6.3	関連研究 . . . . .	70
6.4	提案システム「SectionsNote」 . . . . .	71
6.4.1	レイアウト作成 . . . . .	71
6.4.2	セクションごとの閲覧 . . . . .	72
6.5	レイアウトの検証 . . . . .	73
6.6	閲覧の表示方法の検証 . . . . .	73
6.6.1	検証方法と実験の流れ . . . . .	75
6.6.2	実験結果と考察 . . . . .	76
6.7	議論 . . . . .	78
6.7.1	レイアウトの改良 . . . . .	78
6.7.2	閲覧方法の改良 . . . . .	79
6.8	SectionsNote 内の応用機能「ackStamp」 . . . . .	79
6.8.1	児童同士が評価しあう授業 . . . . .	79
6.8.2	「認め」「取り上げ」「勧める」ことによる教育評価 . . . . .	81
6.8.3	ackStamp の実装 . . . . .	81
6.8.4	ackStamp を利用した想定授業例 . . . . .	83
6.9	まとめ . . . . .	85
<b>第7章</b>	<b>研究成果と議論</b>	<b>86</b>
7.1	オンライン環境での聴き手の印象評価 . . . . .	86
7.2	聴き手が語り手に対して反応をフィードバックしやすくする手法 . . . . .	87
7.3	多くの聴き手の意見を語り手が取り入れる手法 . . . . .	88
7.4	小学校で ICT 機器を利用する課題と解決策 . . . . .	88
7.5	デジタル教材を用いた授業実施例 . . . . .	89
<b>第8章</b>	<b>結論</b>	<b>92</b>
8.1	結論 . . . . .	92
8.2	本研究における限界 . . . . .	93
8.3	1vN 環境の今後の展望 . . . . .	94
	<b>謝辞</b>	<b>96</b>
	<b>研究業績</b>	<b>98</b>



# 第1章 序論

## 1.1 1vN 環境

### 1.1.1 1vN 環境の定義

学会での登壇発表や教育現場の一般的な授業では、語り手が1人に対して聴き手がN人いる環境であることが多い。例えば、学会発表の場合、発表者1人と聴講者N人、授業の場合、教師1人と児童生徒・学生N人、配信の場合、配信者1人と視聴者N人である。

このN人とは、語り手1人が聴き手1人1人に合わせた制御ができない状況の人数と定義する。具体的には、1対1によるマンツーマンや、4-6人程度のグループとは異なる環境であり、語り手1人に対して多数の聴講者N人がいる環境であることを指している。

本論文では、このように語り手1人と多数の聴き手N人という構造で成立している環境を「1vN 環境」と定義する。

### 1.1.2 1vN 環境のコミュニケーション

語り手である1人が聴き手に対して一方的に話す場合、語り手と聴き手の間にはあいづちや視線の一致による非言語のコミュニケーションが存在する。語り手は、聴き手のあいづちや視線の一致などの非言語情報から聴き手が理解しているかどうかを判断しており、聴き手もまた、語り手のジェスチャや視線、声の調子や身体の動きから語り手の話したいことを判断するのである。

このような環境のコミュニケーションは、言語によるコミュニケーションが行われやすい1人対1人のコミュニケーションや4-6人程度のグループ間でのコミュニケーションとは異なり、1vN 環境の特徴的なコミュニケーションである。

### 1.1.3 オンラインによる 1vN 環境

日本では1953年のテレビ放送開始以降、語り手が不特定多数に対して発信することが可能となった。ただし、テレビで発信する人は限られており、オンラインで1vN 環境を一般の人々が構築するのは極めて難しかった。

その後、1995年頃から徐々にインターネットが普及していき、2005年のYouTubeの登場や2006年のニコニコ動画の登場によってPCとインターネット環境があれば誰でも世界中に発信することが可能となった。

1vN環境においてさらに大きな影響を与えたのは、2020年頃の新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大である。国内会議および国際会議がオンラインによる開催になり、教育現場の授業も一時期オンラインによる授業が行われた。オンラインによる学会発表が定着したことで、感染症による感染が収束した後も、オンラインによる学会発表は1つの発表の選択肢として残っていくと考える。実際に2022年の学会では、原則対面による国内・国際会議となってきたものの、オンラインとのハイブリッド開催となっている会議が多い。

#### 1.1.4 1vN環境の課題と本研究の位置づけ

1vN環境では、語り手と聴き手のコミュニケーションは特殊であり複雑である。

まず、聴き手は自分以外の聴き手が多数いるため、自分が考えた意見や語り手に対する質疑を行う際に抵抗がある。また、聴き手が手を挙げて質疑応答したとしても、発言した聴き手は自分が見当違いの発言をしているのではないかと、間違っただけの意見を出しているのではないかと、と羞恥や緊張の感情によって発言に対して後悔をすることがある。そのような失敗や後悔、抵抗感、緊張感、羞恥心と経験を重ねるにつれ、徐々に聴き手は1vN環境において語り手とのコミュニケーションを避けるようになる。

小学校の課題図書や道徳の授業でも多く用いられている蒔田晋治著の「教室はまちがうところだ」にはこのような一節が書かれている。

“教室はまちがうところだ みんなどしどし手をあげて まちがった意見を 言おうじゃないか まちがった答えを 言おうじゃないか” (蒔田晋治著『教室はまちがうところだ』から引用 [1])

この詩では、児童が手を挙げたときの緊張や不安、後悔することが丁寧に書かれており、児童が間違いを恐れず安心して手をあげて発言できる環境を教室にいる全員で作ろうという思いが込められていると考える。

このような聴き手側の課題は、1vN環境の特徴の1つである。この課題を解決する、すなわち聴き手が発言するようになるためには、訓練と経験が必要であり、繰り返し発言

	1v1	グループ	1vN
語り手が主体	会話支援 対人コミュニケーション支援の研究	会議支援 協同作業支援の研究	発表者支援の研究
聴き手が主体			本研究

図 1.1: 本研究の位置づけ.

をすることが重要である.

他方で, 語り手側にも課題がある. 語り手は, 聴き手がうなずいていたり, 聴き手とのアイコンタクトを取ったり, 聴き手の些細な動きから語っている内容について理解しているのか, 集中して聞いているのかなどを判断する必要がある. 特にオンラインでの 1vN 環境は, 聴き手がカメラを表示しないと聴き手の様子が把握できず, 語り手は対面以上に聴き手の様子を把握することが困難である.

このような語り手と聴き手の課題は, 1 対 1 の対話やグループでの会議と異なる特徴であり, 対人の環境によって整理した本研究の位置づけを図 1.1 に示す.

1vN 環境では, 語り手の話す速度や発話の抑揚, 言いよどみ, 聴き手とのアイコンタクトやジェスチャなど語り手の意識や行動がコミュニケーションに大きく影響している. 例えば, 語り手の話す速度が速すぎる場合, 聴き手は話している内容を理解することが難しいと感じ, 語り手が話している間ずっと下を向いていた場合, 聴き手は自分に話しているとは感じづらく, 話している内容への興味が薄れてしまう可能性がある. このような語り手に対する発表支援の研究はこれまで行われており, 栗原らのプレゼン先生 [2] や趙らのプレゼンテーション支援システム [3] などが挙げられる. 一方で, 聴き手を主体とした研究も行われている. Ishino らは講師の代わりに講師のプレゼン行動を再現するだけではなく不十分な動作を補い印象の良い講義を行うロボットを提案している [4]. プレゼンに対する聴講者の印象について調査しているものの, 語り手はオンライン環境にいるのか, 対面環境にいるのかについても聴き手の印象は異なるを考える. また, 聴き手によって語り手に対する印象や行動が異なり, ひとつの研究で聴き手を主体としたコミュニケーション支援について議論することは困難である.

このような課題から, 1vN 環境の聴き手が語り手に対してフィードバックを行う段階に

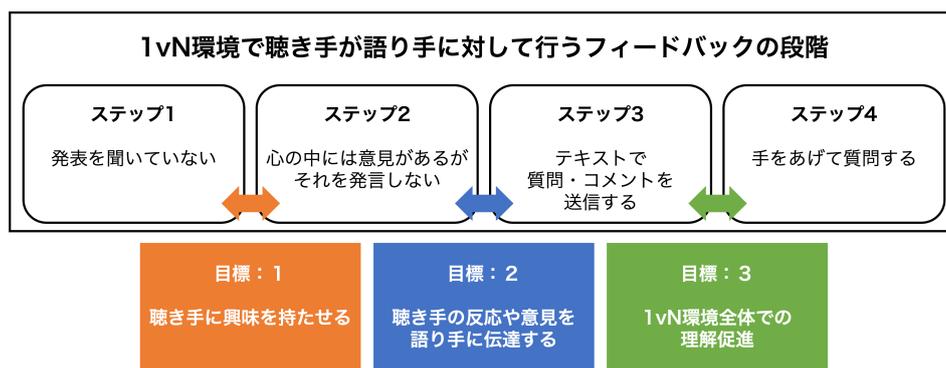


図 1.2: 1vN 環境で聴き手が語り手に対して行うフィードバックの段階.

ついて、本研究では Ishino らの分類を参考に図 1.2 のような 4 つの段階に分けた。

## 1.2 本研究の目的および目標

本研究の目的は、聴き手と語り手が適切なコミュニケーションをとり、議論が活発である 1vN 環境を実現することである。この目的の実現のためには、図 1.2 で示した各ステップ間ごとに存在する課題を解決することが必要であると考ええる。

図 1.2 をもとに本研究の目標を整理する。

ステップ 1 とステップ 2 の段階の間には、対面環境であれば語り手の話す速度や発話の抑揚、言いよどみ、聴き手とのアイコンタクトやジェスチャなどの行動が大きく影響すると考える。しかし、オンライン環境においてもこれらの語り手の要素が聴き手にとって印象の良い要素となりえるかについては定かではない。そのため、オンラインの状況において聴き手が語り手に興味を持つような 1vN 環境を構築することを 1 つ目の目的とした。具体的には、オンラインの状況において、発表者である語り手のプレゼンテーションスタイルがどのような見目をしていることが、聴き手にとって印象が良いかどうかを調査した。また、学会発表やニュース番組のようなカテゴリのみならず、ゲーム実況や学習のようなカテゴリについても調査を行い、オンラインのさまざまな 1vN 環境で聴き手の印象について調査を行った。

続いて、ステップ 2 からステップ 3 の段階の間には、フィードバックに用いる入力方法や匿名性が大きく影響すると考える。CommentScreen や Slack など既存のアプリケーションを用いた取り組みがこれまでもされてきたが、これらの取り組みがステップ 3 へ移行することに関係しているかどうかは定かではない。そのため、聴き手が自分の心の中にある意見や反応を語り手にテキストでフィードバックしやすくすることを 2 つ目の目的

とした。聴き手は手を挙げて発言することに対して抵抗感や羞恥心などがあるため、システムを用いてテキストによるフィードバックを行うことで障壁を減らそうとした。しかし、先行事例 [72] から実名やユーザ名ではテキストでも発言することに抵抗感があることがわかっているため、匿名かつボタンによるフィードバックが可能なシステムを提案し、さらにフィードバックを行う障壁を減らすことを目指した。

最後にステップ3とステップ4の段階の間には、手を挙げて発言する聴き手のみの意見が採用され、1vN環境全体の意見としてまとめることが難しい課題がある。意見はあるものの手を挙げない聴き手は、自分の意見に自信が持てないことや、手をあげることに対する抵抗感、緊張感、羞恥心があるためであると考えられる。そのため、テキストによるフィードバックが語り手に受け入れられる環境を構築することで、聴き手が「自分の意見が取り入れられた」「自分の意見が認められた」という自信や達成感を与えることを3つ目の目的とした。手を挙げて発言する聴き手とテキストによるフィードバックを行う聴き手が混在した状況において、語り手が多くの聴き手の意見を受け入れ、1vN環境にいる人全体がその空間の話題に参加している状況の実現を目指した。具体的には、教育現場に着目し、教師が児童生徒のフィードバックを閲覧し、その1vN環境にいる教室にいる児童生徒全体がどのような意見を持っているのかを把握することができるようにすることを目指した。

以上のように、それぞれのステップ間に対して解決目標を立て、これらを総合することで本研究の目的への解決を目指した。

### 1.3 本論文の構成

本論文は以下のように構成する (図 1.3)。

第2章では、プレゼンテーションと教育について本論文の背景となる歴史について紹介する。

第3章と第4章では、「聴き手に興味を持たせる」ことを目指し、聴き手が印象が良いと感じるプレゼンスタイルおよび配信スタイルについて述べる。

第3章では、オンライン環境でのプレゼンスタイルを聴き手が印象評価した研究について述べる。オンライン環境におけるプレゼンの課題点から、ノンバーバルな視覚情報に着目し、その情報が聴き手にとってどれほど影響があるのか調査したことを報告する。

第4章では、第3章で得た結果をもとに、プレゼン以外のゲーム実況や学習などの動画カテゴリについても調査を行った。ライブ配信をする語り手の見た目として実写、2D

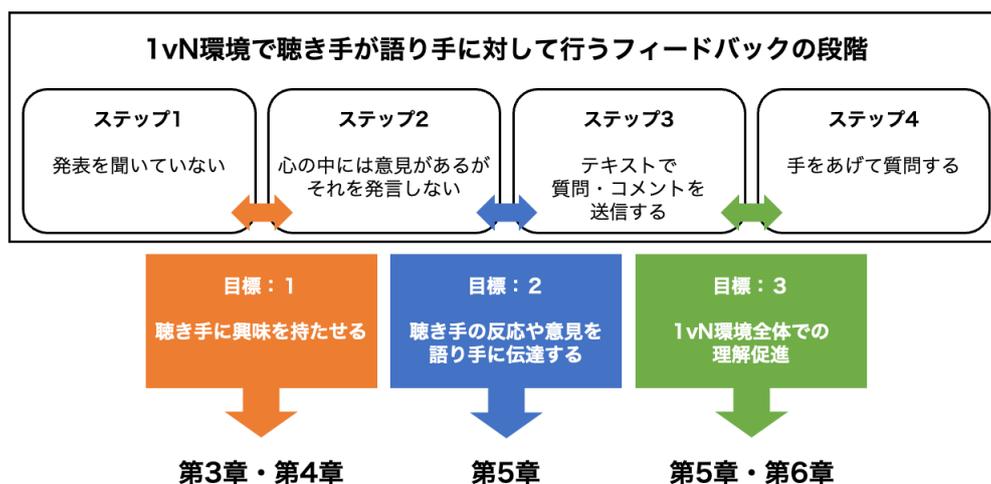


図 1.3: 本論文の構成と研究目標の関係。

CG アバタ, 3D CG アバタの3種類を用意し, それぞれの配信スタイルが聴き手にとってどのような印象を与えるのかについて調査を行った。

第5章では, 「聴き手の反応や意見を語り手に伝達する」ことを目指し, 近年のライブ配信で視聴者からのコメントを表示する仕組みを参考に提案した, 聴き手の反応をリアルタイムで語り手にフィードバックするチャットボタンシステム「ChaChatButton」について報告する。ChaChatButtonはオンラインの学会発表で利用したほか, 4か月間研究室のゼミナールで利用しており, その効果についても報告する。

第6章では, 「1vN環境全体での理解促進」を目指し, 1vN環境の中でも教育現場に着目し, 聴き手と語り手の相互利用によって教室全体で学ぶ仕組みのひとつとして, デジタルノート「SectionsNote」を提案する。特に初等教育の教室では, 授業中に手を挙げる児童が限られてしまい, 手を挙げていない児童が授業に参画しづらい状況があるため, 児童がノートに書いたテキストを教師に伝達することで, 手を挙げていない児童の意見も授業中に取り入れて授業を展開することができる。

第7章では, 第3章から第6章までの研究結果をもとに, 本研究の目的および目標と照らし合わせ, 総合的な考察および議論を行う。

第8章では, 本研究の結論および限界, 1vN環境の今後の展望について述べ, 結びとする。

## 第2章 プレゼンテーションと教育

プレゼンテーションは語り手が1人に対して、多数の聴き手がいる状況であることが多い。また、教育現場も教師1人に対して、多数の児童生徒・学生がいる状況であることが多い。プレゼンテーションと教育が行われる環境は、1vN環境の代表例であり、本研究ではこの2つの環境に特に着目した。プレゼンテーションと教育は、どちらも人間が主体であり、かつ紀元前から発展してきた。本章ではそれぞれの目的と歴史について述べる。

### 2.1 プレゼンテーションの目的

紀元前4世紀ごろ、アリストテレスは「弁論術」で弁論の要素を以下のように提唱した[5]。

“弁論術の種類はその数が3つである。なぜなら、弁論の聴き手にもそれだけの種類が現にあるからである。というのは、弁論は3つの要素、すなわち、語り手、弁論の主題、語りかける相手から構成されているが、その目標は最後のもの、つまり聴き手に向けられているからである。”（戸塚七郎訳『弁論術』から引用 [6]）

この弁論術は、プレゼンテーション（以下、プレゼンとする）の起源と考えられており、プレゼンは発表者だけではなく聴き手がいることで初めて成り立つものであると考えている。

また、アリストテレスは弁論が直接目的とするものとして、以下のように述べている。

“また、称賛したり非難したりする人々にとっては、「美と醜（行為の優・劣）」が目的となり、これらの人々も、それ以外のことは美・醜に関連させて考えるのである。”（戸塚七郎訳『弁論術』から引用 [6]）

このことから、現代のプレゼンに置き換えて考えると、プレゼンの目的は聴き手が発表者のプレゼンを良いと捉えるか、悪いと捉えるかである。

プレゼンの優劣は、発表者の身振り手振りや目線、表情、プレゼン内容の面白さや興味深さ、プレゼンの全体的な流れ、口調、話す速度、音量など複雑で多岐にわたる要素から聴講者が総合的に判断する。そのため、発表者が聴講者にとって印象の良いプレゼンをするためには多くの工夫が必要であり、プレゼンの方法論について述べている書籍は多数存在している [16, 17, 18, 19, 20].

## 2.2 教育

### 2.2.1 教育課程の歴史

教育は紀元前の古代ギリシアのソフィストやソクラテスを代表として発展してきた。先述したアリストテレスの弁論術も教育の歴史のひとつと考える。

1938年、John Dewey は「Experience and Education」にて、「伝統的教育」と「進歩主義的教育」の対立について述べており、伝統的教育の考えを以下のように示している [7].

“教育の主要な目標や目的は、教授することにさいしての教材を包含している知識の組織化された統一体と、あらかじめ用意された熟練様式を子どもたちに習得させることによって、子どもたちに対する未来の責任と生活上の成功を準備してやることにほかならない。”(市村尚久訳「経験と教育」より引用 [8])

すなわち、過去の伝承や知恵がまとまっている教科書を用いて、教師が生徒に対して効率よく伝達することが伝統的教育の目標であり目的であるとしている。他方で、進歩主義的教育とは、伝統的教育ではない教育のことを指しており、後に経験主義や問題解決学習への提唱につながる教育である。

伝統的教育は、日本の江戸時代の寺子屋を中心に行われていた、いわゆる「読み・書き・そろばん」の教育とも近い。これらの科目に加え、地理、歴史、音楽、体育等を含んだ、学問体系に即した科目からなる教育課程は教科カリキュラムと呼ばれ教育課程の類型として定着していった。その後、John Dewey の経験主義の考えが入り、教育課程は教科カリキュラムと経験カリキュラムの2つに大別され、それぞれ派生した理論が誕生している。

このような教育課程の歴史を踏まえて、現在の日本の学習指導要領 [10] では、「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指す教育方針をとっている。「主体的・対話的で深い学び」

は、John Dewey の経験主義の思想や Jerome Seymour Bruner の発見学習の思想 [9] を取り入れたものと考えられる。

次節では、「主体的・対話的で深い学び」と現状の教育の課題について述べる。

### 2.2.2 主体的・対話的で深い学び

小学校学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」について以下の3つの視点に立った授業を行うことが示されている。

1. 学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しをもって粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる「主体的な学び」が実現できているかという視点。

2. 子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める「対話的な学び」が実現できているかという視点。

3. 習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう「深い学び」が実現できているかという視点。(小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編より引用 [10])

また、この3つの視点を実現するための指導について、各教科ごとに具体的に示されている。本論文では、その一例として算数科がどのような学習活動等の充実を図るよう配慮することが求められているかを示す。

数学的な見方・考え方を働かせながら、日常の事象を数理的に捉え、算数の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習の充実を図ること(小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編より引用 [10])

この「主体的・対話的で深い学び」についての指導計画は、現在各教科の研究会でも試行錯誤が繰り返されている。

「主体的・対話的で深い学び」の授業には、本研究の目標である1vN環境のコミュニケーションと深い関係があると考えられる。本研究では、テキストによるフィードバックを行

う聴き手と、手を挙げて直接語り手に対してフィードバックを行う聴き手が共存し、その環境にいる全員で授業を展開していくことを目指している。すなわち、初等教育の教育現場では、児童がノートに記入した「自分の考え」を教師や児童同士に共有し、そのテキストデータを見ることで教師がその後の授業を展開する。このような授業が可能となれば、「主体的・対話的で深い学び」の授業として、教室全体で学ぶ1vN環境が構築できると考える。この1vN環境の構築については6章で詳しく述べる。

### 2.2.3 オンライン化に着目した教育の整理

著者はまた、これまでの教育的背景と現状の教育現場の状況を踏まえ、オンラインでの授業が可能かどうかという視点で教育の整理を行った。

日本の教育現場では、ICT機器の環境設備が急速に進んでいる。2010年代からプロジェクタ機器が常時備え付けられている教室が増えており、黒板とチョークの代わりにプロジェクタとマーカーを利用している学校も少なくない。PISA2018の調査によると[11]、日本は学校の授業におけるデジタル機器の利用時間がOECD加盟国(37か国)中最下位であることが分かっているが、現在はGIGAスクール構想[12]によって1人1台端末環境の実現が進んでおり、ICT機器を活用した授業が今後増えていくと考える。

2020年、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大により、大学ではオンラインで授業を行うことが急激に増加した。一方で、大学以外の教育現場では、対面で授業を行うことが多かった。緊急事態宣言解除後の2020年6月1日時点で、幼稚園、小学校、中学校、高等学校および特別支援学校等では、全体の約98%が学校を再開していた[13]。この理由として、大学では教員が授業中の多くの時間を講義に充てる授業が多いため、オンラインとの親和性が高いが、小学校、中学校、高等学校(以降、小中高等学校とする)では教師と児童生徒が対話をしながら展開する授業形態が中心であり、オンラインでは通常の授業が行いづらいためであると考えられる。事実、文部科学省の調査によると[14]、緊急事態宣言中に臨時休業した公立学校において、同時双方向型のオンライン指導を通じた家庭学習を実施した学校はわずか5%にとどまっていた。

教育現場において、ICT機器の環境設備が進むことで、従来は全て対面で実施していた授業が、オンラインによる実施が可能な授業と、実施が困難な授業という、オンラインを指標とした授業の整理ができると考える。例えば、音読や漢字練習、計算演習といった学習はオンラインでも実施が可能である一方で、グループディスカッションをする授業や、児童生徒個人の考えを共有しながら展開する授業といった授業はオンラインでは困難で

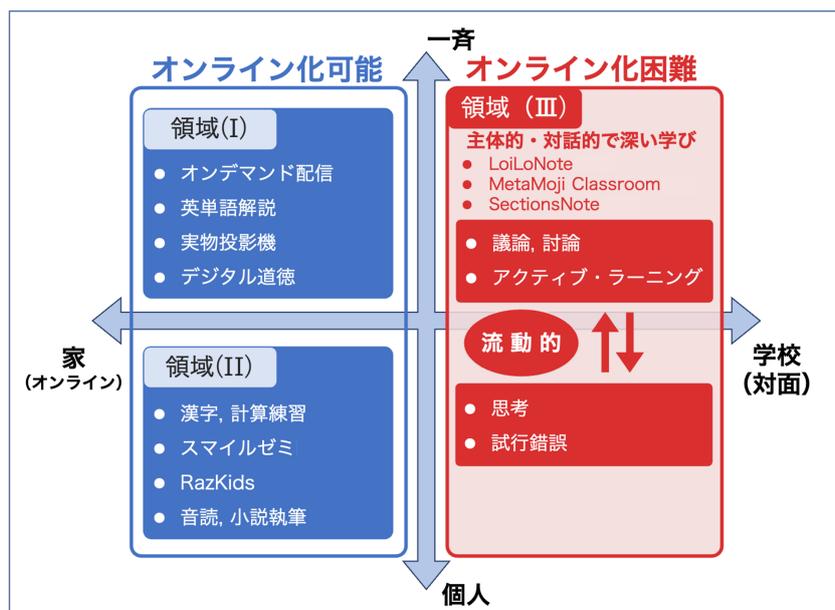


図 2.1: オンラインによる授業が可能かどうかを整理したマップ。

あり、対面で実施する必要があると考える。オンラインで実施が可能な授業については、既に ICT 機器やソフトウェアを用いて解決している事例が国内外で多く存在しているが、オンラインで実施が困難な授業については、ICT 機器を活用した事例が少ない。そのため、1人1台の端末環境が実現した後、オンラインで実施が困難な授業での ICT 機器の活用のしかたについて小中高等学校で課題となることが想定される。

オンラインによる授業が可能かどうかを整理した結果を図 2.1 に示す。領域 (I) に該当する講義型の授業や、領域 (II) に該当する児童生徒が個々で反復練習をするといった授業はオンラインによる授業が可能である。一方で、領域 (III) に該当するアクティブラーニングを代表とした「主体的・対話的で深い学び」を得るための授業形態は、個人の思考や試行錯誤する時間と、グループや教室中で意見を交わす時間が流動的に展開されるため、オンラインによる授業では困難であるといったことが分かる。オンラインによる授業が可能な事例については、ICT 機器を取り入れた事例が国内外含めて多く存在しており、ICT 機器の環境設備が十分に整えば今後急速に発展していくと考える。一方で、「主体的・対話的で深い学び」を得るための授業形態は、児童生徒と教師および児童生徒同士のコミュニケーションが重要であり、ICT 機器を取り入れた事例もオンラインによる授業が可能な事例に比べて少ない。

ここで重要なことは、「ICT 機器を活用した授業」と聞くと、教師や教育システムの開発者は図 2.1 の領域 (I) と領域 (II) を中心としたオンラインによる授業が可能な事例を

想像することが多いということである。それは、ICT 機器を活用することで、遠隔地に伝達可能であることや、拡大表示や動画で伝達可能であること、時間管理や機械学習を用いて個別に最適なドリルを提案できるといった利点からであると考えられる。しかしながら、ICT 機器の他の利点として、リアルタイムに教師と児童生徒とのデータを共有できることや、データの蓄積が容易であること、試行錯誤が容易であることなどがあげられる。これらの利点は、対面で実施する授業で有効的に活用することが可能であり、従来の対面授業より円滑な授業展開や、「主体的・対話的で深い学び」を得るための授業形態に欠かせないものであると考えられる。すなわち、オンライン化が困難である図 2.1 の領域 (III) でも ICT 機器が活用できると考えている。この図 2.1 の領域 (III) は、児童生徒を中心とした授業、すなわち聴き手を主体とした環境である。本研究ではこの領域に着目して研究を行った。

## 第3章 オンライン環境でのプレゼンスタイルを 聴き手が主体で印象評価する研究

### 3.1 はじめに

オンラインによる学会発表は近年急増している。特に新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染拡大の影響により、2020 年度に情報処理学会によって開催されたイベントの 90%以上がオンラインのみの開催であった [15]。情報処理学会の発表において、2020 年 9 月以降には、現地とオンラインのハイブリッドによる学会発表も行われている。オンラインによる学会発表は、学会の会場に行かずとも、どこからでも参加できるという利点があり、感染症の感染が収束した後も身体の不自由な人や妊婦・出産・育児・介護中の人など様々な理由で学会会場に行けない人が学会で発表する手段の一つとして存続すると考えられる。また、震災や自然災害等によって現地開催が困難となった場合の対応として、今後もオンラインによる学会発表は行われると想定される。

学会発表はプレゼンテーション（以降、プレゼンとする）の一種であり、聴講者に対して研究内容を伝える重要な機会である。プレゼンの方法論について述べている書籍は多数存在しており、これらの書籍 [16, 17, 18, 19, 20] では、プレゼンの内容構成や資料作りに加えて、発表者の目線や表情、外見、身振り手振りといったノンバーバルコミュニケーションにおける手がかり（以降、ノンバーバル情報とする）がプレゼンの質を高めると述べられている。しかしながら、オンラインによる学会発表で現在多く行われているプレゼンスタイルは、図 3.1(a) のように発表のスライドが大きく表示され、小窓のように小さく発表者の顔が表示されており（以降、Web 会議システム型とする）、プレゼンの質を高めるためのノンバーバル情報が聴講者に対して適切に伝達できているとは言い難い。Web 会議システム型とは、Zoom[21] や Webex[22]、Microsoft Teams[23]、Google Meet[24] といった、Web カメラで映している顔が小窓のように小さく表示されるようになっている Web 会議システムを総称している。Web 会議システム型は、学会発表のみならず、企業の講演会やセミナーで幅広く利用されている。松下らは遠隔会議でのコミュニケーションがうまく行えない主な原因として、ノンバーバル情報がうまく伝わらないこ



図 3.1: 本論文で比較したプレゼンスタイル

とをあげており [25], プレゼンに関わらず, オンラインだとノンバーバル情報が伝わりづらい問題がある.

そこで, オンラインによる学会発表において, 発表者のノンバーバル情報が, 聴講者に対してどれほど影響があるのかについて調査を行った. 具体的には, まず Web 会議システム型よりノンバーバル情報が伝達されやすいと考え, 図 3.1(b) のように発表者の腰から上を映して発表するスタイル (以降, 登壇型とする) と図 3.1(c) のように 2D CG のアバタを介して発表するスタイル (以降, VTuber 型とする) を提案する. 実際の学会発表で 2 種類のプレゼンスタイルをそれぞれ使用し, 聴講者の反応を調べた. そして, Web 会議システム型, 登壇型, VTuber 型の 3 種類の発表映像を用意し, 聴講者が発表に対してどのような印象を持ったのかを調査する実験を行った.

本章の貢献は, オンラインによる学会発表において, 登壇型のプレゼンスタイルが, 聴講者にとって印象が良いプレゼンスタイルであることを確認したことである. また, 発表者の表情や目線, 身体全体の動き, 身振り手振りといったノンバーバルな視覚情報があることによって, 発表者に対する印象は向上し, 特に身振り手振りといった身体の動きが聴講者に良い印象を与える要因になっていると示唆する結果を得たことである.

## 3.2 関連研究

本節では, 図 3.1 の 3 種類のプレゼンスタイルを比較することに至った経緯および根拠について関連研究を用いて述べる.

### 3.2.1 プレゼンテーション

Mehrabian は, 人の判断に影響を与えるのは「外見などの視覚情報」が 55%, 「声や話し方などの聴覚情報」が 38%, 「話す言葉や内容などの言語情報」が 7% であると報告している [26]. そのため, プレゼンの方法論について述べている書籍の多くでは, プレゼンで

話す内容やスライド作成のみならず、話す声のトーンや服装、表情、目線、身振り手振りなどノンバーバル情報についても多く述べられている [16, 17, 18, 19, 20]. これらの書籍で述べられているプレゼンの方法論は、オンラインによる学会発表でも応用可能な技術や知識が多くある。特に話し方や声のトーン、スライドの構成や見やすいスライド作成といった聴覚情報および言語情報は対面による学会発表とほとんど差異が無いと考える。一方で、視覚情報については、発表者は聴講者が見えない状況で発表するため、聴講者とアイコンタクトをとりづらいことや、聴講者の目線を気にしながら身体を動かすことができないこと、身振り手振りを取り入れながら熱意をもって話しづらいなどの問題点がある。また、聴講者の反応が分からず、発表者は発表の内容が聴講者に伝わっているのかや、自分の発表の印象は良かったのかどうかといった手ごたえが分かりづらい。

このようなオンライン特有のプレゼンの課題点から、本章ではノンバーバルな視覚情報に着目し、聴講者にとってどれほど影響があるのかを調査した。

### 3.2.2 プレゼン中のノンバーバル情報の伝達を支援する研究

プレゼンにおけるノンバーバル情報に着目し、その伝達を支援する研究は多く存在する。栗原らは、音声情報処理と画像情報処理を用いて、発表者のアイコンタクトや話す速度、抑揚などを発表者にフィードバックすることでプレゼンのトレーニングをするシステム「プレゼン先生」を提案している [2]. 趙らは体の向きやアイコンタクト、プレゼン中の言い淀みなどを検出するプレゼンテーション支援システムを提案している [3]. これらの支援システム [2, 3] はノンバーバルな情報を発表者がフィードバックする際に有用であり、オンラインによる学会発表の際にも応用可能であると考えられる。

前田らは身振り手振りや表情などのノンバーバル情報を聴講者に伝えやすくするために、発表者と発表内容が一体となっているプレゼンスタイルを提案している [27]. プレゼン中に発表者が発表スライドの前を移動するため、発表者の位置を検出し、発表スライド内のテキストが発表者を避けるように設計することで、発表者と発表内容が一体となっている発表を実現している。本章で用いるプレゼンスタイルは、1画面上で雰囲気統一したデザインにしており、聴講者が発表者と発表スライドを一体として聴講できるように配慮して制作している。

### 3.2.3 アバタを用いた遠隔会議支援の研究

コミュニケーション支援として、アバタを利用することでノンバーバル情報を伝達する研究もされてきた。渡辺ら是对話者の化身であるバーチャルアクターを利用して対話するバーチャルコミュニケーションシステムを提案している [28]。下江らはアバタとピクトグラムを組み合わせ、アニメーションすることで非言語コミュニケーションを円滑に行えることを示している [29]。石井ら是对話相手のビデオ映像によりノンバーバル情報が得られるコミュニケーションを可能にするため、バーチャルアクターを利用したシステムを提案している [30]。これらの研究 [28, 29, 30] は、アバタを利用することでノンバーバル情報を伝達しており、オンラインにおける学会発表でも応用できるのではないかと考える。そこで、本研究ではノンバーバルな視覚情報を伝達することを目的とし、2D CGのアバタを利用した。

### 3.2.4 VTuber

本章では、2D CGのアバタを利用したプレゼンスタイルを提案しており、これはVTuber (Virtual YouTuber) の仕組みを利用している。詳しい仕組みについては3.3で述べることにし、本項ではVTuberの背景と特徴について述べる。

VTuberとは、YouTubeを中心とした動画共有サイトで動画投稿や生放送を行う2D CGまたは3D CGで描画された仮想アバタである。明確な定義はないものの、2016年に誕生したキズナアイ [31] が自らをVTuberと名乗ったことから誕生した言葉である。2021年には13,000人以上のVTuberが存在しており [32]、YouTubeだけでなくテレビの商業チャルやテレビ番組など様々なメディアに活動の幅を広げている。

VTuberの特徴として、アバタを操作している人の顔の動きや表情、目線、瞬きといったノンバーバル情報のみが伝達できる。アバタを操作している人の顔のメイク、髭、顔周りの傷、照明の当たり具合、カメラに映る顔以外の周辺環境、といった情報がVTuberの視聴者に対して伝達されることがない。そのため、視聴者はノンバーバル情報に目が行きやすくなり、ノンバーバル情報を伝達する手法として優れていると考える。また、聴講者にはアバタを操作している人が一切見えないため、発表者は好きなアバタを利用することで聴講者に対する印象を操作することができる。例えば、学会発表初参加の学生が、白髪の年老いたアバタを利用することで、聴講者に対して貫禄のある印象を与えることが可能であると考えられる。これは、3.2.1で述べたように、人の判断に影響を与えるのは、外見などの視覚情報が55%であるということにも関連すると考える。

本章の調査では、オンラインによる学会発表にVTuberの特徴をいかしてノンバーバル情報の伝達に効果があるのではないかと考え、比較の対象として採用した。

### 3.2.5 オンラインによる学会発表の現状

2020年度は多くの学会がオンライン開催であった。一例として、CHI2020と情報処理学会インタラクション2020(2020年3月9日-11日開催)、インタラクション2021(2021年3月10日-12日開催)をあげる。これらの発表は、YouTubeに公開されており[33, 34, 35]、閲覧可能になっている。CHI2020では、オンラインによるプレゼンスタイルとして、図4.5のようなプレゼンスタイルが推奨となっていた[36]。

それぞれの学会において、どのようなプレゼンスタイルが利用されているのかについて、すべての発表を閲覧し分類を行った。このとき、本章の調査ではオンラインによる学会発表として登壇形式の発表のみを対象としているため、登壇発表の発表のみを分類した。そのため、分類した発表件数はCHI2020が470件、インタラクション2020が20件、インタラクション2021が13件であった。分類した結果を表3.1に示す。このとき、図3.2に示したプレゼンスタイルはすべて小窓のように小さく顔が表示されていることから、「Web会議システム型」として分類した。

分類を行った結果、CHI2020では、Web会議システム型が全体の約61%、スライドのみが約37%とほとんどの発表がこのいずれかのプレゼンスタイルに属していたことが分かった。その他のプレゼンスタイルとして、発表者の腰から上を表示する登壇型に近いスタイルや、TV番組のアナウンサーのように発表者とその周辺を映した映像を主体とし、発表スライドを小さく表示するスタイルなどがあった。インタラクション2020では95%がスライドのみであるのに対し、インタラクション2021ではすべての発表がWeb会議システム型の発表となっていた。これは、発表者および学会の運営側が2020年から2021年の間にオンラインによる学会発表に慣れたことや、発表時に発表者の顔を表示したほうが発表者に対する印象が良いという経験則など、様々な理由があると考えられる。

このようなオンラインによる学会発表の実例から、Web会議システム型のプレゼンスタイルを基準とし、Web会議システム型よりノンバーバル情報が伝達されやすいと考えた登壇型およびVTuber型のプレゼンスタイルを提案し、発表者に対する印象評価を行うこととした。



図 3.2: 「Web 会議システム型」として分類したプレゼンスタイル

表 3.1: 各学会のプレゼンスタイル別の割合

	Web 会議 システム型	スライドのみ	その他
CHI2020 (470 件)	61.1% (287 件)	36.8% (173 件)	2.1% (10 件)
インタラクション 2020 (20 件)	5.0% (1 件)	95.0% (19 件)	0.0% (0 件)
インタラクション 2021 (13 件)	100.0% (13 件)	0.0% (0 件)	0.0% (0 件)

### 3.3 3種類のプレゼンスタイルの構成

本節では、本章の評価実験で扱う Web 会議システム型、登壇型、VTuber 型の 3 つのプレゼンスタイルの構成について紹介し、各プレゼンスタイルにおいてノンバーバル情報をどのように伝達しているのかについて述べる。聴講者の印象評価については直接の関係がないものの、発表者がどのようにノンバーバル情報を伝達しているかを介绍することで、今後の研究発展につながると考える。プレゼンの収録環境は、すべてのプレゼンスタイルにおいて、ノート PC (Apple 製 Macbook Pro 13inch, Apple M1 チップ内蔵型)、画面共有のためのサブモニタ (Dell 製 SE2416H) を利用しており、プレゼンに用いる発表スライドは PowerPoint[37] で制作している。

#### 3.3.1 Web 会議システム型：発表者の顔を小窓で表示するプレゼンスタイル

Web 会議システム型のプレゼンスタイルの様子を図 3.3 に示す。発表者はノート PC 内蔵カメラを利用して自らの顔を表示しており、ノート PC 内蔵カメラに向かって発表を行う。このとき、図 3.3 のように身振り手振りをつけながら発表者が話していても、ノート PC 内蔵カメラには映らず、肩から上の顔のみが聴講者に伝達されている。

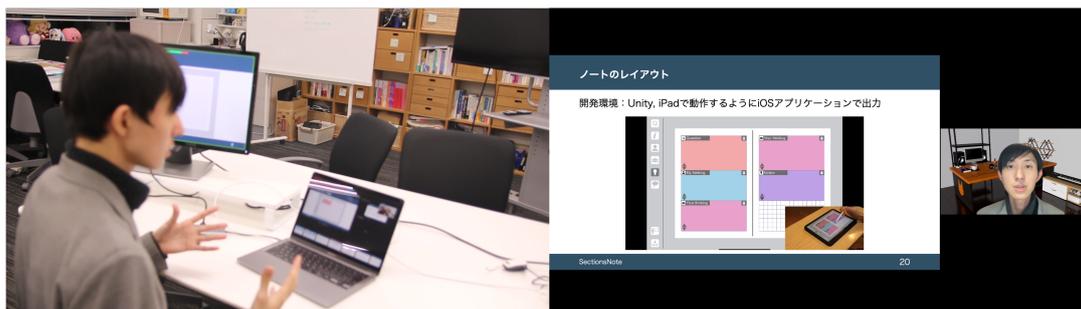


図 3.3: Web 会議システム型のプレゼンスタイル

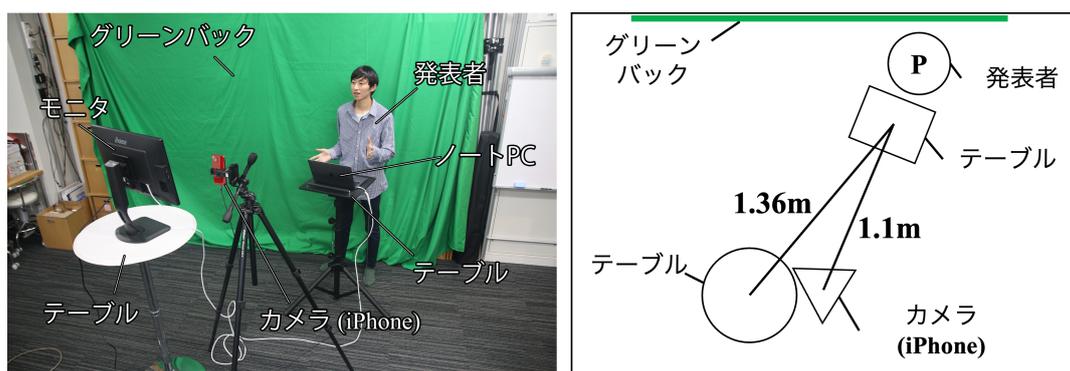


図 3.4: 登壇型のプレゼンスタイル

### 3.3.2 登壇型：発表者の腰から上を表示するプレゼンスタイル

登壇型のプレゼンスタイルの様子を図 3.4 に示す。登壇型では、ライブ配信およびビデオ録画可能なソフトウェア OBS Studio[38] を用いている。発表者の後ろにグリーンバックを用意しており、iPhone (Apple 製 iPhone SE(第 2 世代)) のカメラ機能で撮影している映像をリアルタイムでノート PC に伝達している。伝達された映像を OBS Studio 内でクロマキー合成することで図 3.1(b) のように発表者のみを画面上に映し出すことができる。画面上の舞台や演台は 3D CG ソフトウェアの Cinema 4D[39] で制作し、画像として出力しており、OBS Studio でレイヤーを重ねて表示している。

### 3.3.3 VTuber 型：発表者の 2D CG アバタを表示するプレゼンスタイル

VTuber 型のプレゼンスタイルの様子を図 3.5 に示す。まず、発表者の 2D CG アバタはイラスト制作ソフトウェアである CLIP STUDIO PAINT[40] で原画を制作し、そのデータを Live 2D[41] で動きのモデルを制作する。制作したモデルは iPhone のアプリケーションである VTube Studio[42] に取り込むことで、iPhone の内蔵カメラで取得した顔の表情



図 3.5: VTuber 型のプレゼンスタイル



図 3.6: 2D CG アバタに身体の動きや目線, 表情, 口の動きを適用した様子

や身体の動きなどをリアルタイムで2D CG アバタに適用することができる。本章の実験で用いるシステムでは顔の動きのみを適用しており、身振り手振りや足の動きなどは適用されていない。これは顔の動きのみを適用しているVTuberが多いことや、顔の動きのみのVTuber型と身振り手振りもある登壇型を比較した調査を意図したためである。2D CG アバタに適用した例を図3.6に示す。iPhoneの2D CG アバタの映像はリアルタイムでノートPCに転送され、登壇型と同様にOBS Studioでクロマキー合成し、画面上に表示している。

### 3.4 学会発表での実践

2020年度に開催された学会発表において、登壇型(図3.1(b))のプレゼンスタイルとVTuber型(図3.1(c))のプレゼンスタイルをそれぞれ行い、発表した。

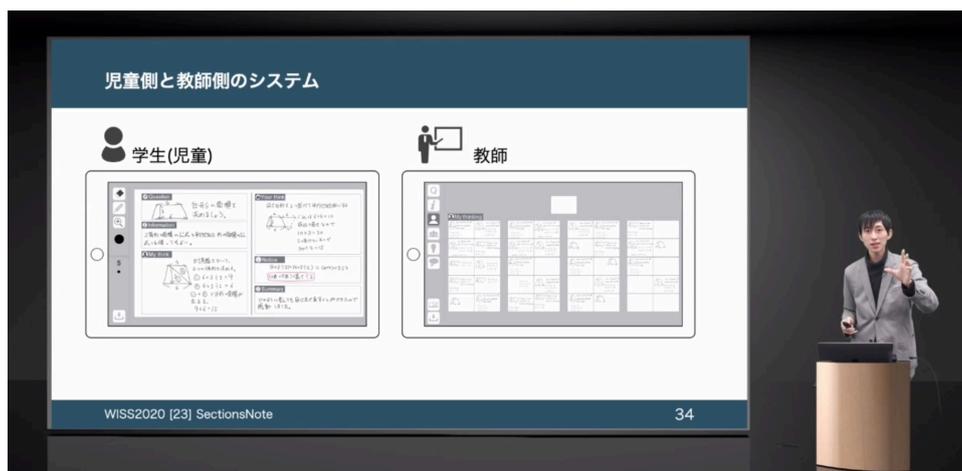


図 3.7: WISS2020 で発表している様子

### 3.4.1 実践1：WISS2020における登壇型のプレゼンスタイル

登壇型のプレゼンスタイルは、2020年12月16-18日にオンラインで開催された第28回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2020)[43]にて実践した[44]。実際の発表の様子を図3.7に示す。WISS2020では、学会参加者の意見交換のためにSlack[45]が用意されており、発表中に学会参加者が意見を書き込めるようになっていた。登壇型を実践した発表中のSlackには、「素晴らしい発表者画面」「身振りが大きいので手法が有効」「本当にいいなあこのプレゼンスタイル」などの感想が書き込まれた。

### 3.4.2 実践2：インタラクシオン2021におけるVTuber型のプレゼンスタイル

VTuber型のプレゼンスタイルは、2021年3月10-12日にオンラインで開催されたインタラクシオン2021[35]にて実践した[46]。実際の発表の様子を図3.8に示す。インタラクシオン2021ではデモ発表だったため登壇発表とは異なるものの、聴講者の反応をリアルタイムに聞くことができた。聴講者からは、「VTuberでの発表は落ち着いて(リラックスして)聴くことができた」「アバタがかわいかった」「よくできている」などの感想が寄せられ、2D CGのアバタが聴講者に対して好印象を与えられたと感じた。

## 3.5 印象評価実験

3.4で実践例について述べ、肯定的な意見を多く受けたが、聴講者の一部のコメントや意見であったため、改めて実験参加者を集め、比較実験を行うこととした。実験参加者



図 3.8: インタラクション 2021 で発表している様子

には、Web 会議システム型、登壇型、VTuber 型の 3 種類の発表を視聴させ、視覚的なノンバーバル情報が聴講者にとってどれほど影響するのかについて比較実験を行った。

### 3.5.1 実験環境および実験条件

表 3.2 に示した 3 条件のプレゼンスタイルにおいて、それぞれ発表している様子を 5 分程度録画し、実験参加者に 3 条件の発表動画を 1 種類ずつ視聴させた。発表動画は、発表者が過去に学会で発表した内容であり、5 分程度で内容が完結するように制作している。また、発表内容を理解するのみであれば、発表スライドのみを視聴しながら発表を聞くだけでも問題がないものとなっている。実験参加者への質問と選択肢を表 3 に示し、質問は表 3.2 の条件ごとに回答させた。表 3.3 の Q1, Q2 については、5 段階のリッカート尺度で評価させた。視覚的なノンバーバル情報以外の印象、すなわち声や話し方による印象の差を極力なくするため、発表者は 3 条件すべて同一人物が担当した。実験は実験参加者が 3 条件のプレゼンをすべて聴いて比較する実験参加者内計画で行ったため、発表内容については 3 条件すべて別のものにし、実験参加者が発表内容を事前に理解してしまわないように配慮した。また、順番による結果への影響を考慮し、ラテン方格法を用いた。

実験後、実験参加者には表 3.4 に示した質問を行った。実験参加者は 19-26 歳の 20 名（男性 14 名、女性 6 名）である。実験参加者には、事前に 3 条件がそれぞれどのようなプレゼンスタイルであるかについては伝えなかった。

表 3.2: 実験の条件

条件 A	Web 会議システム型：発表者の顔を小窓で表示するプレゼンスタイル
条件 B	登壇型：発表者の腰から上を表示するプレゼンスタイル
条件 C	VTuber 型：発表者の 2D CG アバタを表示するプレゼンスタイル

表 3.3: 実験の質問一覧. 表 2 の条件ごとに実験参加者に以下の質問に回答させた

Q1	i.) 発表者の目線 (アイコンタクト) ii.) 発表者の動き (ジェスチャーや身体の動き) iii.) 発表者の表情 を感じることができましたか (1. 全く感じなかった-5. とても感じた)
Q2	発表者に対する印象はどう感じましたか. (1. とても悪かった-5. とても良かった)
Q3	Q2 のように感じた理由をご記入ください. (自由記述)

### 3.5.2 実験結果

「Q1-i) 発表者の目線を感じることができましたか.」という質問の結果を図 3.9 に示す. 3条件すべてにおいて, 評価値が 1-5 まで選択されており, 条件 A と条件 C はほとんど差が無いものの, 条件 B は他の条件と比べて評価値の平均が高くなっていた. ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ, 条件 A と条件 B の間において, 1%水準で有意差が確認でき, 条件 B と条件 C の間において, 5%水準で有意差が確認できた. 「Q1-ii) 発表者の動きを感じることができましたか.」という質問の結果を図 3.10 に示す. 発表者の動きは, 条件 B が評価値を 5 と回答した実験参加者が多く, 他の条件と比べて評価値が高かった. 条件 C も評価値が 2-5 の間で選択されており, 条件 A と比べて評価値が高い値となっていた. ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ, 条件 A と条件 B, 条件 A と条件 C, 条件 B と条件 C において, 1%水準で有意差が確認できた. 「Q1-iii) 発表者

表 3.4: 実験後の質問一覧. 3条件の実験をした後, 実験参加者に以下の質問に回答させた

After-Q1	3種類の発表を聞いて, 一番発表者への印象が良かったものはどれでしたか. (A:Web 会議システム型, B: 登壇型, C:VTuber 型, どれも変わらなかった)
After-Q2	上記のように回答した理由をご記入ください. (自由記述)

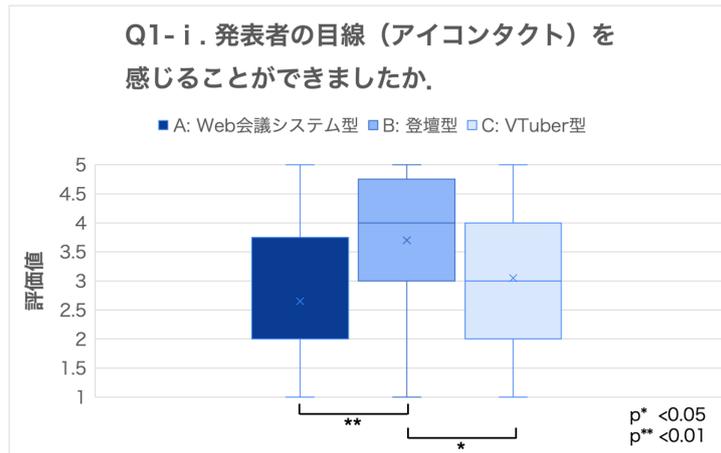


図 3.9: Q1-i) 目線についてのアンケート結果

の表情を感じることができましたか。」という質問の結果を図 3.11 に示す。表情については、目線の結果と同様に、3 条件すべてにおいて、評価値が 1-5 まで選択されており、条件 A と条件 C はほとんど差が無いものの、条件 B は他の条件と比べて評価値の平均が高くなっていた。ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、条件 A と条件 B の間において、1%水準で有意差が確認でき、条件 B と条件 C の間において、5%水準で有意差が確認できた。

次に、「Q2. 発表者に対する印象はどう感じましたか。」という質問の結果を図 3.12 に示す。条件 A は評価値を 3 と回答した実験参加者が多く、条件 B と条件 C はどちらも評価値が 3-5 の間で選択されており、評価値の平均も高くなっていた。ウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、条件 A と条件 B、条件 A と条件 C の間において、1%水準で有意差が確認できた。Q2 のように答えた理由として、条件 A の評価値を 3 と回答した実験参加者は、「淡々と説明しているように感じた」「最近の Zoom での発表でよくある一般的な発表方法だと思ったため」といった意見が多かった。条件 B で評価値を 5 と回答した実験参加者は、「手の動きやアイコンタクトにより内容が伝わりやすかった」「目線や仕草から熱量が伝わったため」といった意見が多かった。一方で、評価値を 3 と回答した実験参加者は、「動きをよく感じることはできたが、発表スライドよりも発表者の方に意識が向いてしまった」という意見もあった。条件 C は評価値を 4 と回答した実験参加者が多く見受けられ、その理由として「アバタが可愛くてほのぼのした雰囲気でも聞いたため」「キャラクタなので、やわらかい印象を感じた」といった 2D CG アバタに対する印象の意見が多かった。一方で、評価値を 3 と回答した実験参加者は、「動きや表情の変化が人（現実の人間）よりも認識しづらく、感情を読みづらかった」という意見もあった。

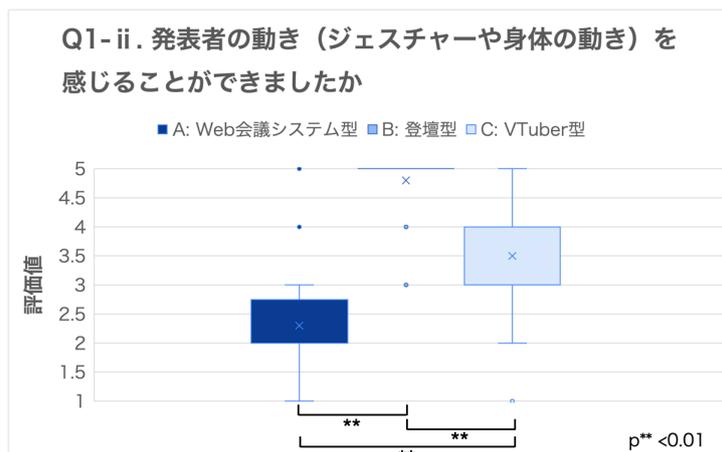


図 3.10: Q1-ii) 動きについてのアンケート結果

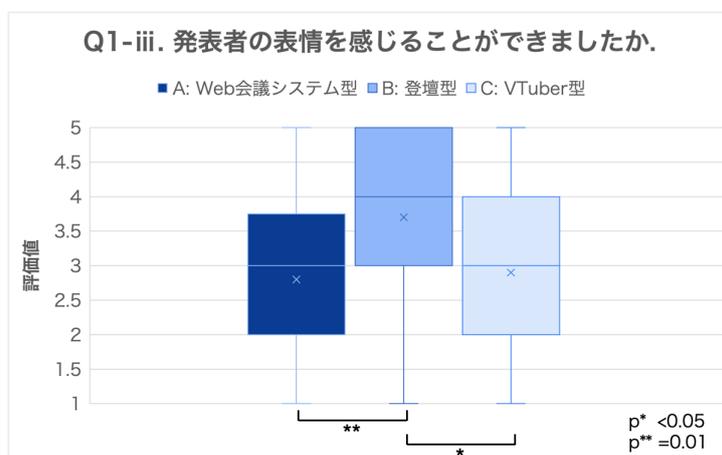


図 3.11: Q1-iii) 表情についてのアンケート結果

実験後に行った、「After-Q1. 3種類の発表を聞いて、一番発表者への印象が良かったものはどれでしたか。」という質問の結果を図3.13に示す。条件Bと回答した実験参加者が全体の70%と一番多く、次に条件Cと回答した実験参加者が全体の30%であり、条件Aと「どれも変わらなかった」を選択した実験参加者はいなかった。条件Bを選んだ実験参加者からは、「手振り身振りが実際の物理的な会場での発表と似ているため、臨場感がある」「動きがあるため、プレゼンの単調性があまり感じられず飽きずに聞くことができた」「目線や仕草があった方が印象良いと感じたため」といった意見が得られた。条件Cを選んだ実験参加者からは、「条件Bと条件Cは僅差だったが、顔の大きさによる、発表者の動きの大きさが決め手になった」「スライドとキャラクタという情報はどちらも平面的であり、全体を1枚の絵としてとらえることができたため、ほかの2つと比べ発表と発表者の情報を同時に得ることができた」といった意見が得られた。

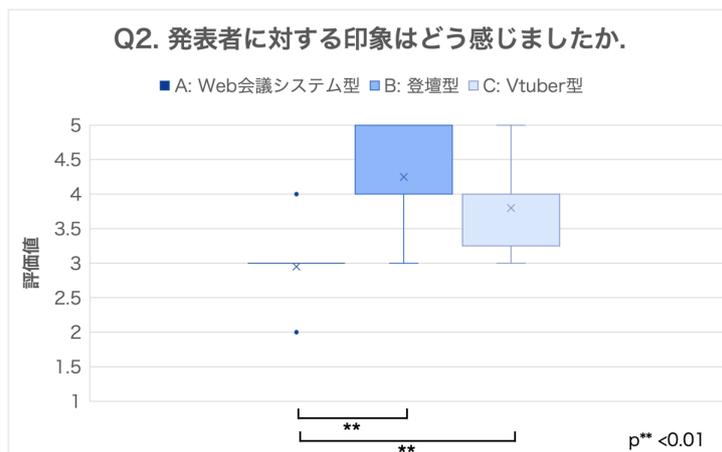


図 3.12: Q2 のアンケート結果

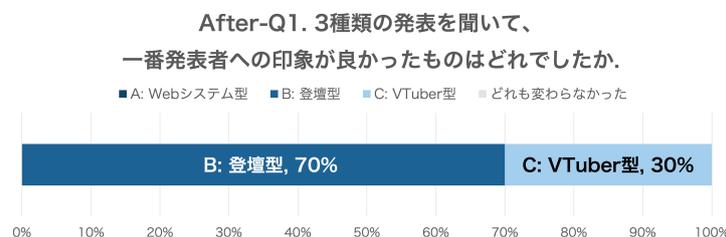


図 3.13: 実験後アンケート結果

### 3.5.3 考察

Q1 の目線、動き、表情のすべてにおいて、登壇型のプレゼンスタイルが最も評価値が高く、次に VTuber 型のプレゼンスタイルの評価値が高い結果となっていた。特に動きについては登壇型の評価値がとても高かった。この発表者の動きは、Q2 や実験後の質問結果の理由から、発表者に対する良い印象に大きく影響を与えていたと考えられる。VTuber 型のプレゼンスタイルについても、目線や表情では Web 会議システム型と有意な差が無かったものの、動きについては有意な差があり、発表者に対する良い印象に影響していたと考えられる。また、VTuber 型のプレゼンスタイルは、動き以外にも「ほのぼのした雰囲気」「やわらかい印象」「可愛い」といった印象があった影響で、発表者に対する良い印象につながっていたと考える。これは 3.2.4 で述べたアバタによる聴講者への印象操作が可能であることが期待される。

### 3.6 議論

本章の調査では、3.2.4で述べたように、ノンバーバル情報を伝達することに優れていると考え、VTuberのような2D CGアバタによるプレゼンスタイルを提案したが、20代前後の世代に対して実験を行っており、2D CGアバタを見慣れている世代であった。しかしながら、学会発表ではより多くの幅広い世代の方が聴講しているため、動き以外の「可愛い」「ほのぼのする」といった2D CGアバタに対する印象が、聴講者の世代によって異なる可能性があると考え。そのため、今後、世代によってプレゼンスタイルによる印象の違いがあるかどうかについて検証していく必要があると考える。

また、本章ではプレゼンスタイルが聴講者の印象に与える影響の調査で、聴講者を中心に実験および考察を行ったが、プレゼンスタイルが聴講者ではなく発表者に対して影響を与えており、その効果が聴講者への印象の変化にも与えている可能性もあると考える。プレゼンスタイルが発表者に与える影響として、原稿の位置によって発表者の目線が変わったり、2D CGのアバタによって発表者の声が自然と高くなっていたり、カメラを向けられていることによって発表者の身体の動きが自然と誇張していたりなどの例が考えられる。これらの結果が聴講者の印象に影響を与えている可能性があり、今後、プレゼンスタイルが発表者側に与える影響も重要な課題である。

### 3.7 登壇型のプレゼンスタイルの利用

登壇型のプレゼンスタイルは、2021年度および2022年度に行われたオンラインの学会発表にて、著者を含む7名の学生が使用した。それぞれの学会でのプレゼンの様子を図3.14に示す。著者はこのプレゼンスタイルで発表し、2度優秀発表賞を受賞した。また、著者以外の学生1名も登壇型のプレゼンスタイルを用いて優秀発表賞を受賞した。

### 3.8 まとめ

本章では、発表者の腰から上を投影したプレゼンスタイルと2D CGのアバタを用いたプレゼンスタイルを提案し、発表者のノンバーバル情報の有無が、聴講者にとってどれほど影響があるのかを調査した。比較実験を行い、発表者の腰から上を投影したプレゼンスタイルが聴講者にとって印象が良いプレゼンスタイルであることを確認した。その要因として、ノンバーバルな視覚情報の中でも、身振り手振りや身体の動きが聴講者に



図 3.14: 7人の学生によるオンライン学会でのプレゼンの様子.

対する印象として特に重要であることが示唆された。また、2D CGのアバタを用いることで、聴講者への印象操作が可能であることが示唆された。

本章では、1vN環境の中で学会発表に限定して聴き手の印象について調査したが、本章の結果が他の1vN環境でも同様の結果が言えるのかについては定かではない。また、本章では2D CGのアバタによるプレゼンスタイルを比較対象として提示したが、語り手の動きを伝達する場合、3D CGアバタの方が動きが伝達しやすい可能性がある。これらのことから、次章ではオンラインのライブ配信の環境に着目して聴き手の印象について調査を行うこととした。また、2D CGアバタと3D CGアバタの比較も行い、聴き手の印象に差があるのかどうかについてもあわせて調査することとした。

## 第4章 カテゴリ別における配信スタイルの違いについて聴き手が主体で印象評価する研究

### 4.1 はじめに

3章ではオンラインの学会発表を対象とし、プレゼンスタイルについて調査を行ってきた。これは1vN環境の一例であり、オンラインの1vN環境は他にも存在する。YouTube[47]やニコニコ動画[48]、Twitch[49]などの動画配信サイトでは、ゲーム実況、ニュース、学びなど多種多様なカテゴリの動画（以降、動画カテゴリとする）が存在している。配信のスタイルも多岐にわたっており、動画を配信しながら話す人（以降、配信者とする）が実写の顔出しをしている場合もあれば、2D CG または 3D CG のアバタを利用している場合もある。このようなライブ配信をする配信スタイルについて、本論文では「配信スタイル」と定義する(図4.1)。配信者は動画の視聴回数やチャンネル登録者数、アナリティクス機能、Twitterを中心としたSNSのトレンド、メディアによる話題性などの指標から、自らの配信スタイルが視聴者にとって印象が良いのかどうかを判断することが多い。実際にこれらのデータから今後のチャンネル登録者数や視聴回数の増加を予測する研究もされている[50, 51]。しかしながら、これらの指標は長期かつ持続的に配信を行うことで得られるデータであり、これから新たに配信者になろうと考えている人は得られない指標である。このため、これから配信者になろうとしているユーザにとっては、自身の考えている配信スタイルが視聴者にとって印象が良いかどうかについて判断することが難しい。また、科学的観点においても、配信者の動画カテゴリに対する適切な配信スタイルは著者が調査した範囲では確認できていない。例えば、「ゲーム実況の配信をしたい人は、実写の顔出しで配信をした方が視聴者にとって印象が良いのか、アバタで配信をした方が視聴者にとって印象が良いのか、それともどちらでも特に変わらないのか」という視聴者の印象について着目した調査はされていない。

このような背景から、本章ではライブ配信を対象とし、視聴者の配信スタイルに対する印象が、動画カテゴリによって異なるかどうかについて調査した結果を報告する。具体的には、まず配信者が実写の顔出しをしている配信スタイル、2D CG アバタを用いた配



図 4.1: 配信スタイル

信スタイル, 3D CG アバタを用いた配信スタイルを用意し, それぞれの配信スタイルで「ゲーム実況」「ニュース」「学び」の動画カテゴリに属する動画を作成した. そして, 用意した動画を実験参加者が視聴し, それぞれの動画に対してどのような印象を持ったのかアンケートをとる実験を行った. 実験の結果を踏まえて, 配信スタイル間および動画カテゴリ間で分析を行い, 視聴者にとって印象の違いがあるのかどうかを議論した.

本章の調査では, これまで視聴者が「印象が良い」と直観的に感じていた印象について複数の要素に細分化して評価することを試みた. その結果, どの要素が印象が良いと感じる直接的な要因であるか明らかにすることはできなかったものの, 細分化して議論したことで今後の印象評価の研究につながると考える.

この調査は, 1章で述べた「聴き手」が興味を持っていない段階から, どうしたら語り手に対して興味を持ち, 自分の意見を持つようになるのか, という点を調査している. 動画配信サイトのような 1vN 環境では, 聴き手が興味を持ったかどうかについて動画の再生回数や総再生時間などで数値として確認することができる環境である. そのため, 動画配信サイトにある動画カテゴリや配信スタイルを制作し, 実験を行うことで, 視聴者がどう感じるかを分析することが, 聴き手が興味を持つかどうかの要素に深く関係しているのではないかと考え調査を行った.

本章の貢献は, 実験の範囲で配信スタイルにより視聴者の印象が異なることを明らかにしたことである. 本章で行った実験は, 3つの動画カテゴリについてそれぞれ実写と 2D CG および 3D CG アバタの配信スタイルを用意し, 視聴者の印象の要素の中から視覚的な印象および内容の印象に着目したものである. 配信者は 20 代の男性とし, 実験参加者は世代別で最も YouTube の利用率が高い 20 代のみを対象とした [52]. これまで配信スタイルによる印象について各視聴者が直観的に感じていた印象を実験によってデータとして示したことは, 今後の研究につながると考える.

## 4.2 前提条件と定義

### 4.2.1 動画カテゴリの選定

動画配信サイトでは、多種多様なカテゴリの動画が存在している。特にYouTubeでは、動画カテゴリごとに探索可能であり、人気の高い動画カテゴリとして、ゲーム実況やニュース、音楽、ファッションと美容、学び、スポーツなどがあげられる。本章で動画カテゴリによって印象の違いを調査するにあたり、「配信者以外の印象の違いが少ない」「テロップやミュージックビデオのような特別な映像編集を必要としない」といった理由から、以下の4点を満たす動画カテゴリを選定する条件とした。

- 常時1人で配信できること
- 視聴者が初見で内容を把握できること（動画を視聴するにあたって前提知識が必要無いこと）
- 視聴者の性別によって反応の違いが小さいと考えられること
- 配信画面のレイアウトが同じであること

以上の4点を満たす動画カテゴリとして、「ゲーム実況」「ニュース」「学び」を選定した。

### 4.2.2 YouTuber と VTbuer の定義

本章の調査では、実写の顔出しをしながら配信を行う配信者のことをYouTuber、2D CGまたは3D CGで描画されたアバタを利用して配信を行う配信者のことをVTuber(Virtual YouTuber)と総称する。VTuberの背景については3.2.4で説明しているため、本章の調査に深く関係がある特徴についてのみ再度説明を述べる。

### 4.2.3 VTuber の特徴

VTuberの特徴として、YouTuberよりも視覚情報を気にする必要が無いことがあげられる。Mehrabian[26]は、人の判断に影響を与えるのは「外見などの視覚情報」が55%、「声や話し方などの聴覚情報」が38%、「話す言葉や内容などの言語情報」が7%であると報告している。そのため、実写で顔出しの配信を行う場合、メイクや髪色、服装、照明の当たり具合、カメラに映る周辺環境などの視覚情報に配慮する必要がある。一方で、VTuberのようにアバタを利用する場合はこれらの視覚情報に配慮する必要が無い。また、アバ

タは年月が経っても容姿が変化しないため、同じ容姿で長期間配信活動を行うことが可能である。このような特徴があることから、YouTuber やアナウンサーなど実写の顔出しで活動していた方が、VTuber としても活動するという事例も誕生している [55, 54]。

本章の調査では、このVTuber の配信スタイルに着目した。オリジナルの2D CG アバタと3D CG アバタを制作し、配信スタイルの違いによる視聴者の印象の違いについて調査した。

## 4.3 関連研究

### 4.3.1 アバタを用いた研究

3章でも述べたように、アバタを用いた研究は多く行われている。渡辺ら [28] は対話者の化身であるバーチャルアクターを利用して対話するバーチャルコミュニケーションシステムを提案している。下江ら [29] はアバタとピクトグラムを組み合わせてアニメーションすることで、非言語コミュニケーションが円滑に行えることを示している。松本ら [56] は、仮想空間でアバタを利用してコミュニケーションをとるシステムを提案しており、1対1でのコミュニケーションの場合、上半身の実写映像が表示されると、相手の雰囲気が高く伝わり、コミュニケーションしやすいということが示されている。3章では、ノンバーバル情報に着目し、目線や動き、表情からプレゼンススタイルの印象を評価している。これらの研究 [28, 29, 56] から、ノンバーバル情報が視聴者の印象に影響を与えている可能性は十分に考えられる。そのため、本章でも印象を評価する要素としてノンバーバル情報について調査することとする。オンラインショッピングでアバタを利用した研究もされてきている [58, 59]。Li ら [58] や黒田ら [59] の研究は動画の配信とは異なるものの、アバタを利用したことによる顧客への印象については商品の購入数から推測できる。外見と振る舞いの一致率が高い方が推薦効果があるという結果は、動画の配信でも応用できると考える。そのため、本章の調査では配信者が人間であるため、人間のアバタを用いることとし、外見と振る舞いの一致率が高くなるようにした。

### 4.3.2 VTuber と YouTuber の違い

Lu ら [60] によると、VTuber の視聴者が配信をみるモチベーションは、YouTuber と類似しているものの、VTuber の方が YouTuber よりも配信者と視聴者の間に距離感を感じている傾向があることが示されている。この距離感とは、VTuber が2D CG や3D CG と

いった仮想世界の存在であるため、現実世界との距離があるものと考えられる。横田 [61] は、VTuberは視聴者にとって「自分の都合に応じて視聴できる」「自分の安心できる世界観の中に浸ることができる」「共感や自己肯定感を感じることができる」という特徴があることを示している。VTuberとYouTuberの大きな違いとして、VTuberはキャラクタ設定の自由度が高く、配信者に合った世界観を創り出すことができることがあげられている。

本章の調査では、配信スタイルに対する視聴者の印象の違いを調査したいものの、アバタのキャラクタ設定による影響が過度に出ることは防ぎたいと考える。例えば職業や年齢の違いや、吸血鬼や妖精などの非人間といった配信者の外見と過度に変更することによって、視聴者の印象が過度に影響する可能性がある。また、3章の調査で用いた2D CGのアバタについても、発表者に似せたアバタではあったものの、3頭身程度のデフォルメを施したアバタであったため、デフォルメの影響が少なからずあったのではないかと考えられる。そのため、本章の調査では実写の配信者と極力似ているアバタを制作して調査を行った。

#### 4.4 研究課題

4.3の関連研究のように、オンラインでのコミュニケーションをとる手法としてアバタを利用することが増えている一方で、状況に応じて実写とアバタの使い分けも重要であると考えられる。例えば、VTuberはYouTuberよりも瞬きや表情といったノンバーバル情報が誇張されて伝達され、驚いたときや喜んだときの様子が伝わりやすいと考える。このため、「ゲーム実況」のような感情の起伏が激しい動画カテゴリでは、YouTuberよりもVTuberの方が視聴者に良い印象を与えられる可能性がある。一方で、「ニュース」のような感情起伏が少ない動画カテゴリでは、YouTuberの方がVTuberよりも視聴者に良い印象を与えることができるのではないかと考える。

このようなことから、動画カテゴリと配信スタイルに着目し、動画カテゴリごとに配信スタイルに対する視聴者の印象が異なるかどうかを明らかにすることを研究の目的として定めた。しかしながら、このことを明らかにするためには多くの要素が存在し、かつ複雑に絡み合っているため課題を設定するのが難しい。そのため本章で行う調査では、研究目的を達成するための最初の一步目として、調査する要素を限定したうえで調査することとした。

まず視聴者の印象は Mehrabian [26] が述べているように視覚的な印象、聴覚的な印象、内容の印象と大別され、この中で視覚的な印象と内容の印象のみに限定して調査した。

視覚的な印象としては、配信者の見た目、性別、年齢、目線や表情といったノンバーバル情報、動き方、4.3.2で述べたアバタのデフォルメ度合いやキャラクタ設定などの要素が考えられる。本章の調査では、この中でも実写配信と2D CGおよび3D CGのアバタとの違いを調査したいため、4.3.1で述べたようにノンバーバル情報に限定して調査した。

内容の印象としては、配信内容が面白い、見て楽しい、学びが得られる、暇つぶしになる、友達とみたい、続きが見たくなる、感動するなど多くの要素が存在する。また、内容の印象は同じ動画カテゴリ内でも差が生じるものである。例えば、「ゲーム実況」の中でも、ドラマチックなシーンがたくさんある配信と、ゲーム内ではあまり大きなシーン展開がなく配信者の雑談がメインの配信では、視聴者の印象は大きな違いがあると考えられる。そのため、まず4.2.1で述べた条件で動画カテゴリを限定した上で、配信スタイルによる視聴者が感じる内容の印象の差は極力少なくなるように限定して調査した。

視聴者の印象として、視覚的な印象と内容の印象の両方に関わるものとして、視聴者の年齢層も影響していると考えられる。横田 [61]によると、20-39歳の範囲においてVTuberの認知率は年齢が若いほど高いことが分かっている。また、総務省の調査によると、20代のYouTubeの利用率が97.2%と調査された年代の中で1番高かった [52]。そのため、本章の調査ではVTuberの認知率が比較的高く、YouTubeの視聴にも慣れていていると考えられる20代の年齢層を視聴者の対象として設定することとした。

このように限定した状況の中で、配信者が実写で配信する場合と、アバタを用いて配信する場合を比較し、動画カテゴリごとに配信スタイルに対する視聴者の印象が異なるかどうかを明らかにすることを研究課題とした。

## 4.5 実験準備

4.4で述べた研究課題を達成するために、印象評価の実験を行った。実験を行うにあたり、「ゲーム実況」「ニュース」「学び」の3つの動画カテゴリにおいて、配信スタイルを3種類用意し、合計9種類の動画を制作した。本節では、3種類の配信スタイルの概要と制作方法について紹介する。動画の収録には、デスクトップPC (GALLERIA 製 ZA9R-R37) と、モバイル端末 (Apple 製 iPhone 11 Pro) を利用している。また、アバタの制作については4.3の関連研究で述べたように、配信者に極力似ているようにした。

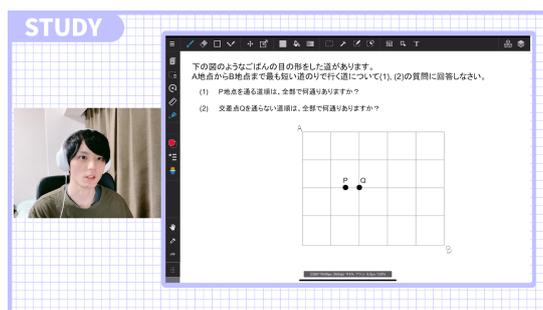


図 4.2: 実写配信型の配信スタイル

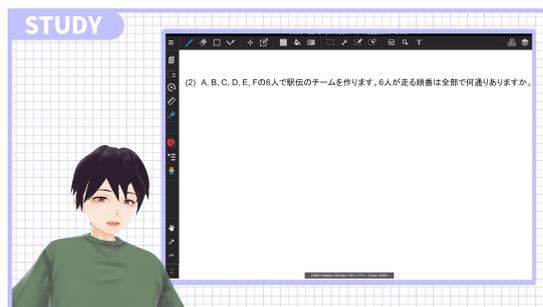


図 4.3: 3D 配信型の配信スタイル

#### 4.5.1 配信スタイル1：実写配信型

図 4.2 のように配信者が顔出しをしながら配信するスタイルを本章の調査では「実写配信型」とする。YouTuber の配信スタイルは多く存在するが、今回の3つの動画カテゴリでは画面共有する画面がメインとなるため、顔出しをしている画面はすべて左中央に小窓のように配置した。

#### 4.5.2 配信スタイル2：3D 配信型

図 4.3 のように 3D CG のアバタを利用して配信するスタイルを本章の調査では「3D 配信型」とする。この配信スタイルは、VTuber の配信でよくみられ、身体の胸部あたりから上部のみが映っている。3D CG アバタの背景は透過され配信画面と一体となっている。3D CG アバタは VRoid Studio[62] で制作している。iPhone のアプリケーションである vear[63] を利用することで、iPhone の内蔵カメラで取得した配信者の顔の表情や傾きなどをリアルタイムで 3D CG アバタに適用することができる。

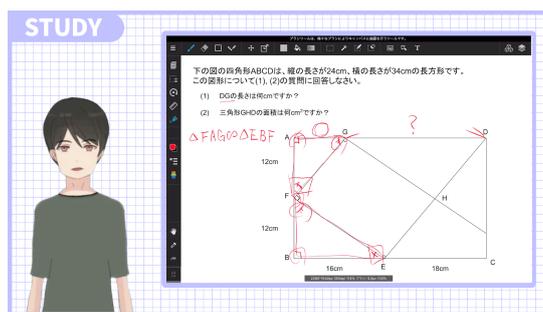


図 4.4: 2D 配信型の配信スタイル

### 4.5.3 配信スタイル3：2D 配信型

図 4.4 のように 2D CG のアバタを利用して配信するスタイルを本章の調査では「2D 配信型」とする。この配信スタイルは 4.5.2 と同様に VTuber の配信でよく見られる。2D CG アバタはイラスト制作ソフトウェアである CLIP STUDIO PAINT[40] で原画を作成し、そのデータを Live 2D[41] に取り組み、動きのモデルを制作する。Live 2D Cubism Viewer を利用することで、web カメラで取得した配信者の顔の表情や傾きなどをリアルタイムで 2D CG アバタに適用することができる。

## 4.6 印象評価実験

### 4.6.1 実験環境および実験条件

実験を行うにあたり、3つのカテゴリにおいて 4.5 で述べた 3 種類の配信スタイルをそれぞれ用意した (表 4.1)。実際に実験に使用した動画のスクリーンショットを図 4.5 に示す。

実験では、表 4.1 に示した動画を実験参加者に 1 種類ずつ視聴させた。動画は実験参加者の負担を考慮し、すべて 3 分程度となっている。「ゲーム実況」の動画は、3 条件すべて別撮りしたオセロのプレイ動画とした。オセロの選定理由として、実験参加者がルールを既に理解していること、勝敗があること、3 分間の動画で 1 試合が終わること、試合の途中経過が分かりやすく、勝敗が終盤まで分かりづらいことなどがあげられる。「ニュース」の動画は、過去に学会で発表した内容や最先端技術についてまとめたスライドをもとに発表した動画とした。内容はどれも HCI 分野のものであり、3 つの動画の内容を近いものを選定した。「学び」の動画は、小学校で学習する算数の問題を 3 問用意し、それぞれの問題について配信者が解説する動画とした。難易度は同程度のものを選定しており、内容に大きな差がないように選定した。実験は 1 名の実験参加者に対して 9 条件す

表 4.1: 実験の条件

	実写配信型	3D 配信型	2D 配信型
ゲーム実況	(a) 条件 A	(b) 条件 B	(c) 条件 C
ニュース	(d) 条件 D	(e) 条件 E	(f) 条件 F
学び	(g) 条件 G	(h) 条件 H	(i) 条件 I



図 4.5: 本論文で比較した配信スタイル

べて視聴して比較する実験参加者内計画で行ったため、ゲームの流れや発表内容、問題を条件によって変更している。すなわち、「ゲーム実況」の場合、どの実験参加者も条件 A としてみる動画は同じ内容の流れであり、条件 A, 条件 B, 条件 C は違うプレイ動画となっている。

今回の実験では、事前に撮影した動画を使用している。その理由として、テキストによるチャット機能によってリアルタイムに配信者と視聴者が交流することで、視聴者にとって配信者の印象が左右されることを防ぐためである。しかしながら、本章の調査はライブ配信を視聴した視聴者の印象について調査したいため、極力ライブ配信に近い環境の動画を制作した。すなわち、盛り上がった部分だけを切り抜いたり、テロップを入れたりといった編集は行わず、あたかもライブ配信された動画をアーカイブとして視聴しているかのように制作した。

本実験では、視聴者の印象を評価するにあたり、図 4.6 に示した要素で評価することを試みた。発表者の印象を評価している先行研究 [64] や YouTube を視聴する動機についてまとめた研究 [65, 66], VTuber の提供価値についての研究 [61] を参考に、視聴者の印象を「視覚的な印象」「聴覚的な印象」「内容の印象」に大別し、それらの要素が総合された視聴者の「主観的な印象」があると考えた。そのため、「視覚的な印象」として、ノン

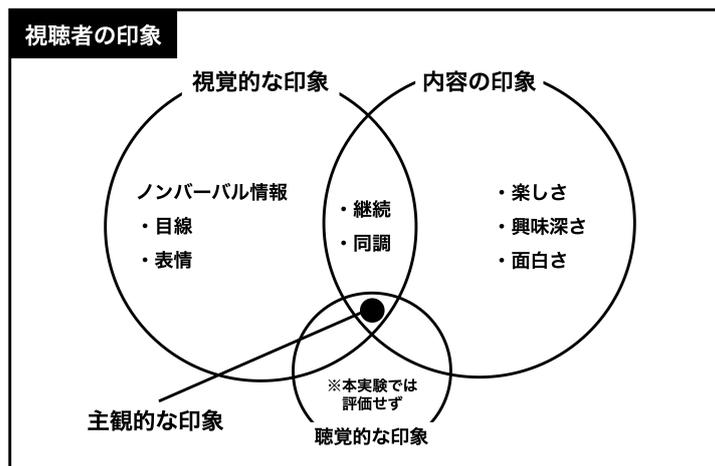


図 4.6: 視聴者の印象の関係図

ノンバーバル情報である「目線」と「表情」,「内容的印象」として「楽しさ」「興味深さ」「面白さ」, 視覚的印象と内容的印象の両方の要素が必要である「継続」と「同調」, 様々な要素が総合されて主観的に感じる「主観的印象」という要素から視聴者の印象について調査したいと考えた。本実験では, 配信者の配信スタイルの違いについて, および動画カテゴリの違いについて調査したいため, 「視覚的印象」と「内容的印象」のみに限定して評価することとする。「聴覚的印象」については, 配信者は9条件すべて同一人物が担当することで, 声や話し方による視聴者の印象の差を極力なくした。

これらの要素から視聴者の印象を調査するために, 実験参加者に対して条件ごとに表 4.2 に示した質問に回答させた。表 4.2 の Q1, Q2, Q4, Q6-Q8 については, 5段階のリッカート尺度で評価させた。9条件において, 順番による結果への影響を考慮し, ラテン方格法を用いた。

実験後, 配信スタイル間での印象を評価するために, 実験参加者には表 4.3 に示した質問を行った。実験参加者は 20-27 歳の 22 名 (男性 19 名, 女性 3 名) である。実験参加者には事前に 9 条件がそれぞれどのような動画であるかといった詳しい内容については伝えなかった。また, 実験参加者は本実験の配信を担当した実験協力者と面識がなかった。これは, 事前に配信者のことを実験参加者が知っていることによる影響がないようにするためである。

#### 4.6.2 実験結果と考察

配信スタイル間で比較した結果を表 4.4 に示す。各動画カテゴリと配信スタイルごとに Friedman 検定を行い, 有意差があった条件間で Steel-Dwass 検定を行った。表 4.4 では,

表 4.2: 実験の質問一覧.

Q1	i.) 発表者の目線 (アイコンタクト) ii.) 発表者の表情 を感じる事ができましたか. (1. 全く感じなかった-5. とても感じた)
Q2	配信者に対する印象はどう感じましたか. (1. とても悪かった-5. とても良かった)
Q3	Q2のように感じた理由をご記入ください. (自由記述)
Q4	視聴した動画の続きを見たいと感じましたか. (1. もうみたくない, 2. どちらかというともみたくない 3. なんともいえない, 4. どちらかというともたまたみたい 5. ぜひまたみたい)
Q5	Q4のように感じた理由をご記入ください. (自由記述)
Q6	視聴した動画は i.) 興味深い ii.) 面白い (ユーモアを感じる) を感じましたか. (1. 全く感じなかった-5. とても感じた)
Q7	視聴した動画を見て楽しめたと感じましたか. (1. 全く感じなかった-5. とても感じた)
Q8	視聴した動画を見て臨場感 (配信者と一緒に楽しんだり緊張したりなど)を感じましたか. (1. 全く感じなかった- 5. とても感じた)
Q9	Q6-Q8で回答した理由をご記入ください. (自由記述)

配信スタイル間において Friedman 検定を行って有意差がなかったものは「-」、有意差があり、その後 Steel-Dwass 検定を行って5%水準で有意差があったものは「有」、無かったものは「無」と表示している。

表 4.4 より、配信スタイル間では Q1-i), Q1-ii), Q2 で有意差がある関係が多いことがわかった。動画カテゴリ間では Q4, Q6-Q8 で有意差がある関係が多いことがわかった。すなわち、図 4.6 で示した「視覚的な印象」や「主観的な印象」は配信スタイル間で差があることがわかり、「内容の印象」は、動画カテゴリ間で差があることがわかった。本項では、配信スタイル間での比較に着目して視聴者の印象について結果および考察していきたい。

表 4.3: 実験後の質問一覧.

After-Q1	「ゲーム実況」の3種類の動画を視聴して、一番配信者への印象が良かったものはどれでしたか。 (A: 実写配信型, B: 3D 配信型, C: 2D 配信型, どれも変わらなかった, その他)
After-Q2	「ニュース」の3種類の動画を視聴して、一番配信者への印象が良かったものはどれでしたか。 (D: 実写配信型, E: 3D 配信型, F: 2D 配信型, どれも変わらなかった, その他)
After-Q3	「学び」の3種類の動画を視聴して、一番配信者への印象が良かったものはどれでしたか。 (G: 実写配信型, H: 3D 配信型, I: 2D 配信型, どれも変わらなかった, その他)
After-Q4	上記のように回答した理由をご記入ください。 (自由記述)

表 4.4: 配信スタイル間の比較 (Friedman 検定後, 有意差があった条件間で Steel-Dwass 検定を実施) .

	条件間	Q1-i	Q1-ii	Q2	Q4	Q6-i	Q6-ii	Q7	Q8
ゲーム実況	A-B	無	有	無	有	-	-	-	-
	B-C	無	無	無	無	-	-	-	-
	C-A	有	有	有	無	-	-	-	-
ニュース	D-E	無	有	無	無	-	-	-	-
	E-F	有	有	有	無	-	-	-	-
	F-D	有	有	有	無	-	-	-	-
学び	G-H	有	有	有	無	無	-	-	-
	H-I	無	無	無	無	無	-	-	-
	I-G	有	有	有	無	無	-	-	-

#### 配信スタイル間での比較

Q1-i), Q1-ii), Q2 についての質問の結果を動画カテゴリごとに図 4.7, 図 4.8, 図 4.9 に示す.

ゲーム実況の動画カテゴリでは, Steel-Dwass 検定を行ったところ, 図 4.7 で示した Q1, Q2 について「実写配信型」と「2D 配信型」間に 5%水準で有意差が確認された. また, 表情については「実写配信型」と「3D 配信型」間でも 5%水準で有意差が確認された. ニュースの動画カテゴリでは, Steel-Dwass 検定を行ったところ, 図 4.8 で示した Q1, Q2 について「実写配信型」と「2D 配信型」, 「3D 配信型」と「2D 配信型」間に 5%水準で有意差が確認された. また, 表情については「実写配信型」と「3D 配信型」間でも 5%水準で有意差が確認された. 学びの動画カテゴリでは, Steel-Dwass 検定を行ったところ, 図 4.9 で示した Q1, Q2 について「実写配信型」と「3D 配信型」, 「実写配信型」と「2D 配信型」間に 5%水準で有意差が確認された.

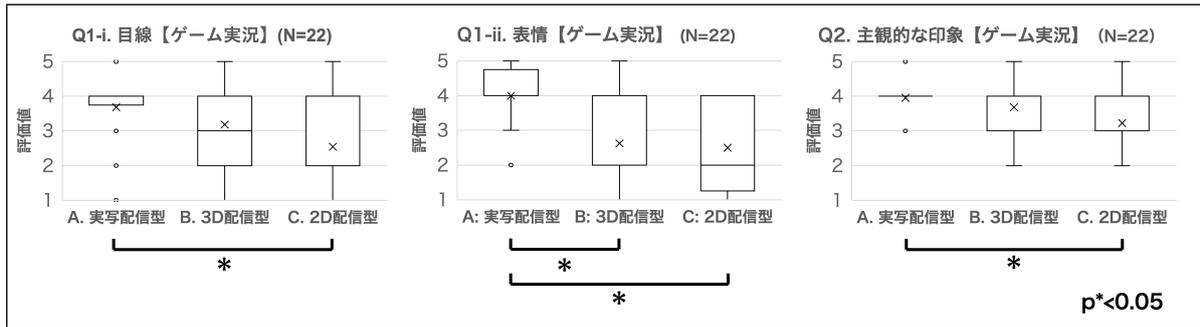


図 4.7: Q1,Q2 のアンケート結果 (ゲーム実況)

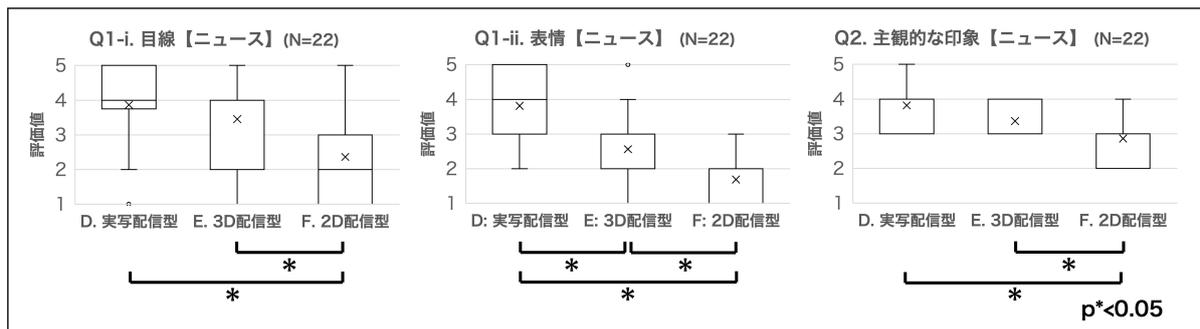


図 4.8: Q1,Q2 のアンケート結果 (ニュース)

これらの結果から、視覚的な印象であるノンバーバル情報の「目線」や「表情」は、配信スタイルによって印象が異なると考えられる。また、主観的な印象については視覚的な印象ほど差があるわけではないものの、視覚的な印象のノンバーバル情報、特に配信者の「目線」が影響を与えているのではないかと考えられる。また、本実験では4.6.1で述べたように、同じ動画カテゴリの中では内容をなるべく統一して行っていた。そのため、Q6-Q8の内容の印象について有意な差が無かったことは、準備した動画が実験参加者にとっても差が無かったという印象であったと考えられる。

ニュースという動画カテゴリは先行研究 [57] のプレゼンススタイルとも似ている動画カテ

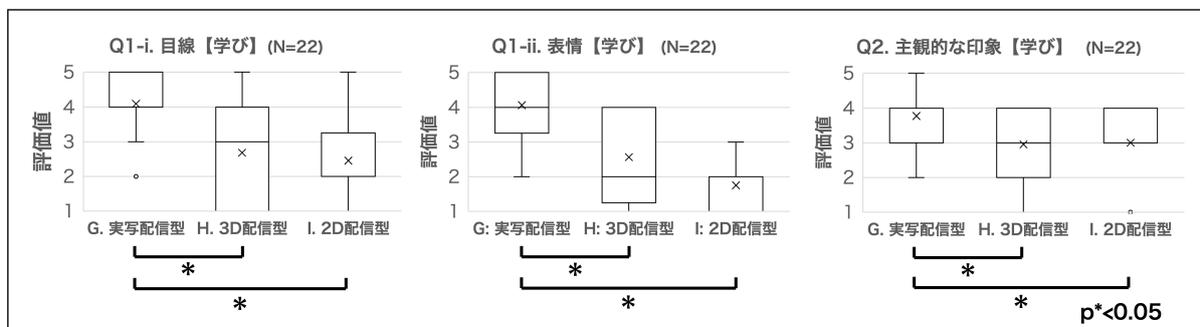


図 4.9: Q1,Q2 のアンケート結果 (学び)

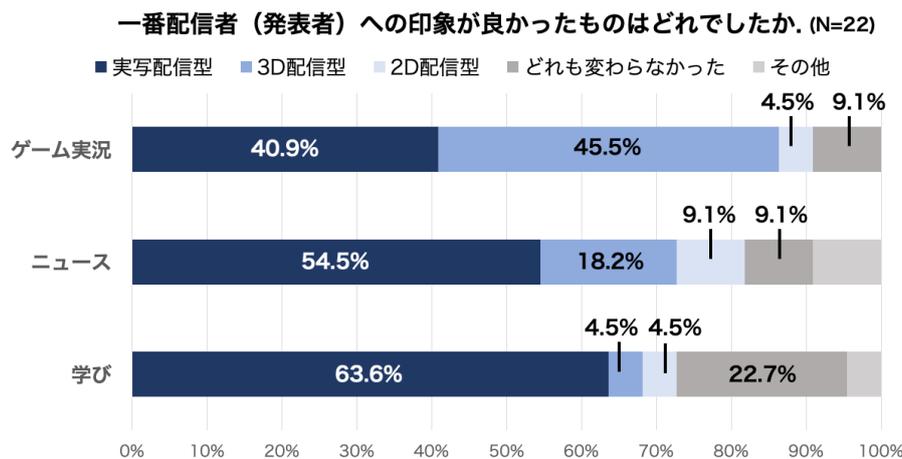


図 4.10: 実験後のアンケート結果

ゴリであるが、3章で述べた先行研究 [57] の VTuber 型と Web 会議システム型間の結果とは異なる結果となった。この理由として、本実験の配信者とは違う人が配信者を担当していたため、本実験では評価していない「聴覚的な印象」の影響がある可能性や、アバタの見目の違いがあるのではないかと考える。このことについては4.7で議論することとする。

#### 実験後アンケートの結果と考察

実験後の質問結果を図 4.10 に示す。図 4.10 の実験後の質問結果についてフィッシャーの検定を行ったところ、ゲーム実況の「実写配信型」と「3D 配信型」間の違いと、学びの「実写配信型」と「3D 配信型」間の違いにおいて5%水準で有意な差が確認され、関連があることがわかった。

実験後のアンケート結果より、「ゲーム実況」では、わずかではあるが3D 配信型が実写配信型を上回る結果となっていた。これは、視覚的な印象や主観的な印象の結果とは異なっており、違う要素が影響しているのではないかと考える。3D 配信型が良いと回答した理由として、「ゲーム実況に関しては笑っているタイミングが多々あるため、実際の顔や、大まかに表情が分かるアバタでも良いと感じた」「ゲーム実況では配信者の反応込みで（反応や様子を楽しみに）視聴していたため、配信者を見る時間が長くなり、その分受ける印象も変わった」といった意見があった。実写配信型が良いと回答した理由として、「顔出し配信での顔が普通にかっこいいため好印象を持った」「人（リアル）の表情が見れたほうが良い」といった意見があった。

「ニュース」では、実写配信型が全体の50%以上で最も多く、次いで3D配信型、最後に2D配信型となっていた。この理由として、「どれも平坦なトーンや表情で話す場合、ニュースや学びなどは実際の顔が見えた方が微妙な表情変化が分かりやすかった」といった意見があった。

「学び」では、実写配信型が全体の約64%と最も多く、次いで「どれも変わらなかった」が全体の約23%と多かった。「どれも変わらなかった」を回答した理由として、「スライドに集中するため、配信者の形態はあまり気にならなかった」「見た目や態度に優劣はなく、あまり大きな差を感じなかった」といった理由をあげていた。また、「問題を一緒に解いているような感覚があって良かった」「丁寧に説明してくれていた」といった内容に関する意見がとても多かった。

これらの意見やアンケート結果から、4.6.2で示した視覚的な印象の影響が、配信スタイル間の印象の違いに少なからず影響していると考えられる一方で、本実験では調査していなかった視聴者の印象に影響する要素として、「ゲーム実況」では「配信者の反応」、 「学び」では「説明」や「丁寧さ」が視聴者の印象に影響があるのではないかと考える。「配信者の反応」は視覚的な印象のみならず、聴覚的な印象や、その反応が起きる前後の内容の印象も関わってくると考えるため、今後慎重に調査していく必要があると考える。「説明」や「丁寧さ」は内容の印象が大きく関わっているが、スライドに集中していた実験参加者もいたことから、配信画面のレイアウトのような配信者以外の視覚的な印象や、本実験では評価していない聴覚的な印象も影響がある可能性がある。

## 4.7 議論

本節では、4.6の実験結果から今後の研究方針について議論する。

### 4.7.1 配信者を変更したことによる印象の違い

本章の実験では、9条件すべてにおいて同一人物が担当したが、「配信者の顔がかっこいい」という容姿による影響が少なからずあったと考える。そのため、配信者の性別や年齢が違う場合も、本章の調査結果と同様の結果が得られるかについて今後追加で調査していく必要があると考える。

#### 4.7.2 2D CG アバタのデフォルメによる効果の検証

本章の実験では、服装や顔の輪郭など実写の配信者に極力似ているように制作することで、視覚的な情報が過度に影響しないように配慮した。その結果、4.6の実験結果より、特に「表情」「目線」といったノンバーバル情報について2D配信型は他の配信型に比べて評価値が低かった。

このノンバーバル情報を向上させる手法として、デフォルメを施す手法が考えられる。2D CG アバタはデフォルメを施すことが可能であることが特徴の一つであり、表情や目線、瞬きといったノンバーバル情報を誇張して伝達することが可能である。3章では、デフォルメを施した2D CG アバタを用いたプレゼンスタイルについて評価しており、本章の実写配信型と同様の配信スタイルよりも聴講者にとって印象が良いと述べられている。清水ら [67] は、アバタの外見の印象について調査を行っており、授業動画ではデフォルメを施したアバタが授業を受ける学生に丁寧に寄り添う姿勢をアピールできる可能性を示唆している。

実際にインタラクシオン2021[68]、インタラクシオン2022[69]においてデフォルメを施した2D CGのアバタを利用して学会発表した [46, 70]。聴講者からは、「VTuberでの発表は落ち着いて（リラックスして）聴くことができた」「アバタがかわいかった」といった感想が寄せられ、2D CG アバタが聴講者に対して好印象を与えられたと感じた。この実践による結果から、デフォルメを施すことで、目線や表情といったノンバーバル情報を伝達しやすくなり、配信者の印象を良くすることができる可能性が期待される。今後、デフォルメを施した2D CGのアバタを利用し、視聴者の印象にどれほど影響するのかについて調査していきたい。

#### 4.7.3 動画カテゴリによる最適な配信スタイルの推定

本章の実験結果や4.7.1, 4.7.2の追加調査を行うことで、4.1で述べたように「ゲーム実況の配信をしたい人は、どのような配信スタイルを選択すべきか」という推定を行うことができる可能性がある。自分の配信がしたい動画カテゴリではどの配信スタイルが合っているか、自分の年齢やコミュニケーション力ではどの配信スタイルが合っているか、といったことをあらかじめ知っておくことで、誰もが配信を始めやすくなる可能性が期待される。

また、最適な配信スタイルを推定することは、オンラインでのプレゼンテーションスタイルやオンデマンド授業、遠隔コミュニケーション支援など配信以外の状況にも応用

可能であると考え。特にオンライン環境では、聴講者が顔を映し出すカメラ機能をオンにしない限り、発表者が聴講者の顔を直接見ることができないため、聴講者にとって印象が良いのかどうかを把握することが難しい。本章の調査では、配信という状況に着目して研究を進めているが、この研究の成果はオンライン環境での人間同士のコミュニケーションという観点において、意義があると考えている。

#### 4.8 まとめ

本章では、動画カテゴリごとに配信スタイルに対する印象が異なるかどうかを明らかにする研究目的の最初の一步目として、「ゲーム実況」「ニュース」「学び」の3つの動画カテゴリに着目し、実写配信型、2D配信型、3D配信型の3種類の配信スタイルがそれぞれ視聴者にとって印象が異なるかどうかを、ノンバーバル情報と複数の内容の印象の要素のみに限定して調査した。印象評価の比較実験の結果、動画カテゴリごとの配信スタイルの違いを比較したところ、目線や表情といったノンバーバル情報の印象の差があることがわかった。また、配信スタイルの違いによって内容の印象の差はなかった。一方で、配信スタイルごとの動画カテゴリの違いを比較したところ、視覚的な印象の差は無く、内容についての印象の差があることがわかった。これらの結果から、視聴者の印象には視覚的な印象が少なからず影響していると考えられるものの、動画カテゴリによって「配信者の反応」や「説明」といった内容の印象と聴覚的な印象も複合的に関わる要素が、視聴者の印象に影響がある可能性があると考え。

本章は前章のオンラインのプレゼンスタイルから発展させ、ライブ配信の配信スタイルに対する印象の調査を行った。本章は語り手を統一したことでノンバーバルな視覚情報や動画カテゴリの違いによる聴き手の印象を調査している。その結果、ノンバーバルな視覚情報が配信スタイルの違いによって聴き手の印象に差があったことが明らかになったが、語り手が変わった場合に同様な結果が得られるかについては定かではない。

## 第5章 聴き手の意見を語り手に伝達するチャットシステム「ChaChatButton」

### 5.1 はじめに

学会発表や大学の研究室で行われるゼミナール（以降、ゼミとする）では、発表者対聴講者という 1vN 環境になることが多い。発表者は発表中に聴講者のあいづちやうなずきといった非言語情報のリアクションをみることで、発表に興味を示しているのか、発表内容を理解しているのかなどを知ることができる。しかしながら、対面環境やオンライン環境に関わらず、発表者が多数の聴講者の反応をリアルタイムに知ることは難しい。また、オンライン環境では自身が投影されているカメラを共有しない場合、聴講者も反応をリアルタイムにフィードバックすることが難しい。大学の講義のような 1vN 環境が中心の授業形態では、様々な手法でこの課題の解決に取り組まれている [71, 72, 73] が、授業内容や教員のスキル、環境設備などによって解決手法が異なるため、現在も試行錯誤が続いている。

著者は、研究発表やゼミのような環境を対象に、聴講者の反応をリアルタイムにフィードバックするために、聴講者からのチャットによるリアクションをリアルタイムに反映するチャットボタンシステム「ChaChatButton」を開発している [74](図 5.1)。聴講者はあらかじめ登録されているボタンの中から発表中に任意のボタンを押し、発表者に対して反応することができる。発表者の画面上では、YouTube[47] やニコニコ動画 [48] のライブ配信のように押されたボタンのリアクションがテキストベースで反映される。提案システムを複数の学会発表 [75, 69] で使用し、聴講者のリアクションを発表者が知ることができることを確認した。

本章では、ChaChatButton を学会発表で利用した結果を報告するとともに、学会発表で得た知見をもとにシステムを改良し、約 4ヶ月間ゼミで利用した結果を報告する。利用期間中、聴講者からのアンケートをもとに 2回改良をおこなったため、その改良についても報告する。そして、利用期間中の使い方や得られた知見等について議論した。

本章の貢献は、短期的な利用から、聴講者がフィードバックする抵抗感を減らすことが



図 5.1: チャットボタンシステム ChaChatButton.

示唆されたことと、長期的利用を調査したことで徐々にテキストによるフィードバックが増加する傾向が見られたことである。

## 5.2 関連研究

### 5.2.1 WISS での取り組み

日本ソフトウェア科学会が主催している WISS (インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ) では、1997年から発表会場にオンラインチャットを表示する画面を設置している [76, 77]. 発表者は、このチャットの様子を見ながら発表でき、聴講者は発表の様子と同時にオンラインのチャットを見ることができる。この取り組みは聴講者の発表への集中を阻害するのではなく、むしろ議論が活発化したことが報告されている [78]. この試みはその後も発展し、Lock-on-Chat [79] や傘連判状のコミュニケーションプロトコル [80], On-Air Forum [81] などチャットを中心としたコミュニケーション支援システムが開発されている。チームラボはチャットシステムの「いいね」ボタンに連動してボールが光るシステム [82] を開発し、実際に WISS2018 で利用した。ChaChatButton [74] は、当初オンラインの環境に限定して開発していたが、対面でのコミュニケーション支援システムとして議論の活発化にも効果がある可能性が考えられるため、オンラインのみならず、対面のゼミでも利用することとした。

### 5.2.2 ボタンによるフィードバック手法

ボタンを利用することによって意思伝達を行う研究も多くされてきている。まずニコニコ動画ではワンクリックでコメントできる「かんたんコメント」[83]という機能があり、「うぼつ」や「ここすき」などあらかじめ用意されているボタンを押すことでコメントを入力できるようになっている。ackStamp[84]では、デジタルノートを利用した授業を想定し、デジタルノート内にスタンプを付与することで児童同士がお互いに評価しあうことができる機能を実装している。吉田らのなるほどボタン[85]は、ボタンによるフィードバックを行い、お互いを褒め合うことでポジティブな感情を喚起し、ブレインストーミングの生産性が向上することを確認している。Glow-mind[86, 87, 88]では、会議やグループワークなどの議論の場において、沈黙による議論の滞りを解決することを目的として、議論参加者の気持ちをボタンによって可視化し、会議を円滑に進行する支援を行っている。フィールド実験に向けて設計した気持ち可視化ボタンは、最大 12 種類のボタンをユーザが増減して調整することができるようになっている[86]。小松ら[89]は 5 つの意思表示ボタンから任意のボタンを押すことで、Slack 上に意思を表明できる支援ツールを開発している。

Zoom[21]、Microsoft Teams[23]、Google Meet[24]などの Web 会議システムでは、リアクションという機能があり、拍手や驚いた表情などの絵文字を用いることでリアクションをとることが可能であるが、誰がリアクションしたかが分かってしまうことや、画面共有をしている場合や大人数が参加している場合は発表中にリアクションを確認しづらいといった問題がある。

ChaChatButton は、発表者に対して聴講者がリアクションを送ることに対する抵抗感を減らすことと、自由なテキストでは何を送ったらいいか分からないユーザでも容易にリアクションを送ることができることを目的として、ボタンによる伝達手法を採用している。

### 5.2.3 リアルタイムのコメント伝達システム

CommentScreen[90]はオンラインの授業やイベントで利用可能なコメントツールであり、ニコニコ動画のように視聴者が書いたコメントをプレゼン画面に表示することが可能である。長谷川らはリアルタイムコメントスクロールシステム[91]を提案しており、導入事例から発言のしやすさやポジティブな意見が得られている。一方で、コメントを投稿した割合は授業参加者の 30-40%に留まっていたという課題も明らかにしている。

ChaChatButton は質疑や詳細なテキストによるコメントは対象とせず、あくまであいづちや簡単なリアクションを伝達することを目的としている。また、ChaChatButton では、ニコニコ動画の画面のようにコメントが画面にオーバーレイして横にスクロールする表示方式ではなく、YouTube の生配信中にコメントを配信者に伝達できるコメント欄のように画面の端で縦方向に流れるようにしている。これは、横にスクロールする場合、リアクションが表示される時間が短く、発表者に対して聴講者がリアクションを送りづらくなる可能性があるからである。さらに、学会発表やゼミでは、途中から参加する聴講者がいたり、聴講者が常時発表者の画面を見ていたりするわけではないため、新規のリアクションが来たら徐々に上部に押し出されていく仕様の方が、直近でどのようなリアクションが送られていたのかを把握できたほうが好ましいと考えたためである。

### 5.3 学会発表での実践と課題

ChaChatButton は、2021年6月30日-7月2日にオンラインで開催された DICOMO2021(マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム)[75] のナイトテクニカルセッションと、2022年2月28日-3月2日にオンラインで開催されたインタラクション 2022[69] にて使用した。

#### 5.3.1 フィードバックするボタンの種類について

各学会発表で用いたボタンの種類について表 5.1 に示す。コメントの種類として、「あいづち」、「ポジティブなコメント」、「特別なコメント」のジャンルからそれぞれ 2-3 つずつ採用した。あいづちやポジティブなコメントについては ackStamp[84] やなるほどボタン[85]、Glow-mind[86] を参考として採用した。特別なコメントについては、あいづちとポジティブなコメントのみでは聴講者が押すのに慣れてしまうことや、発表場所に適した限定のボタンがあることで、ボタンの入力への抵抗感を減らすことができるのではないかと考えて採用した。

#### 5.3.2 自由コメント機能

DICOMO2021 での利用時には、ボタン以外に自由なテキストをフィードバックする機能も合わせて実装した。インタラクション 2022 ではこの機能を排除して利用した。この理由は後述するが、DICOMO2021 での実践において、荒らしのような行為が見受けられ

表 5.1: 各学会発表で用いたボタンの種類.

ジャンル	DICOMO2021	インタラクシオン 2022
あいづち	なるほど うんうん 草(笑)	なるほど うんうん 笑
ポジティブな コメント	素晴らしい! すごい!	素晴らしい! 最高!
特別なコメント	乾杯! DICOMO 最高!	おはよってい もうちょっと詳しく

たためである。自由コメント欄については、YouTube のスーパーチャット機能を参考とし、コメントと同時に実在しない仮想通貨 (DICOIN) を任意の値段で送信することができるように設計しており、エンタテインメント性を高めた。自由コメント欄で記入されたコメントについては、ボタンによるフィードバックとは別途蓄積されるようになっており、発表者がすぐに確認ができるように設計した。

### 5.3.3 DICOMO2021 での実践

DICOMO2021 で利用している様子を図 5.2 に示す。プレゼンスタイルについては、3 章で述べた VTuber 型のプレゼンスタイルを採用した。このプレゼンスタイルを採用した理由として、アバタによる発表が聴講者に対して好印象を与えていたことや、他のプレゼンスタイルよりも緊張感が少なく和やかな発表ができると考えたためである。発表時間は 10 分であった。発表が始まってすぐにシステムが利用できる URL と QR コードを聴講者に共有し、そこからリアクションをするように促した。QR コードは常時画面上に表示していた。発表内容は 2D CG アバタを利用して学会発表した経験について説明するものであり、発表の最初以降はボタンによるリアクションを発表者側から促すことはなかった。発表は Zoom で行われ、聴講者は入れ替わりがあり正式な人数は不明ではあるものの、約 100 名が聴講していた。

10 分間の発表中に押されたボタンについての結果を表 5.2 に示す。発表中に一番押されたボタンは「うんうん」であり、164 回押されていた。自由なコメントは 129 件あり、「自分にも Live2D 描けそう 描きたい」、「配信者だ…」、「いいなー自作 3D モデルで発表したい」、「キャラかわいい」、「使いたい めっちゃ使いたい」といった内容についてのコメントが多かった。一方で、「SQL インジェクションは草」、「連打できる」が 10 件、「どらごん」といった内容とは関係ないコメントも見られた。また、Zoom の方のコメント機能では発表中に 13 件のコメントがあった。

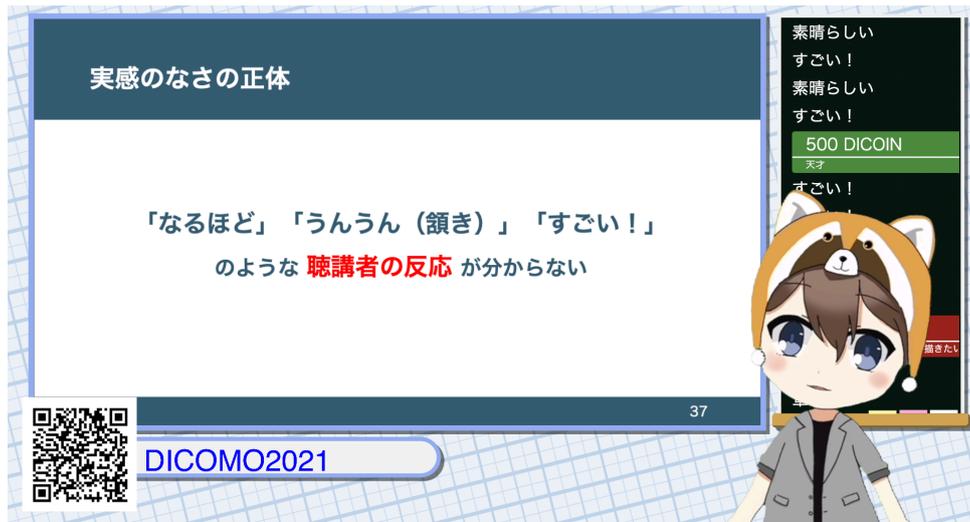


図 5.2: DICOMO2021(ナイトテクニカルセッション)の発表の様子。(発表当日は Zoom の画面を録画できなかったため、別日に再現した。)

表 5.2: DICOMO2021 にて押されたボタンの総数.

ボタンの種類	総数 (回)
なるほど	32
うんうん	164
草 (笑)	72
素晴らしい	74
すごい!	68
乾杯!	66
DICOMO 最高!	41
ボタンが押された合計	517
自由なコメント	129

#### 5.3.4 インタラクシオン 2022 での実践

インタラクシオン 2022 の発表の様子を図 5.3 に示す。発表時間は約 90 分であった。インタラクシオン 2022 では、Zoom のブレイクアウトルーム（以降、ルームとする）が用意され、発表者はルームに常駐し、聴講者がルームを自由に出たり入ったりする形式であったため、図 5.3 の左下のように QR コードを常時画面上に表示し、どのタイミングで聴講者が入ってきてもシステムを利用できるようにした。また、新規の聴講者がルームに入るたびに Zoom のチャット欄を活用してシステムの URL を聴講者に共有した。

発表中に押されたボタンと聴講者の数の時間遷移についての結果を図 5.4 に示し、押されたボタンの総数は表 5.3 に示す。発表中に 1 番押されたボタンは「最高!」であり、55 回押されていた。図 5.4 より、「最高!」は 15:15:00-15:17:00 間で急増しており、その

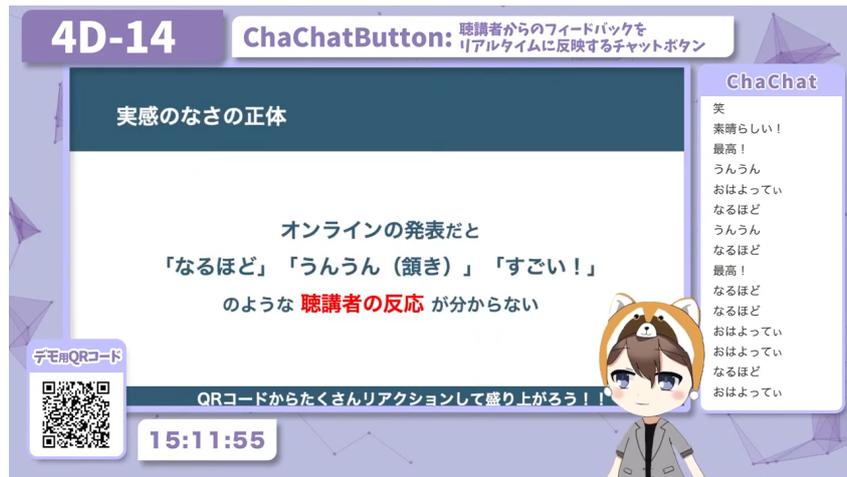


図 5.3: インタラクション 2022 にて発表している様子。

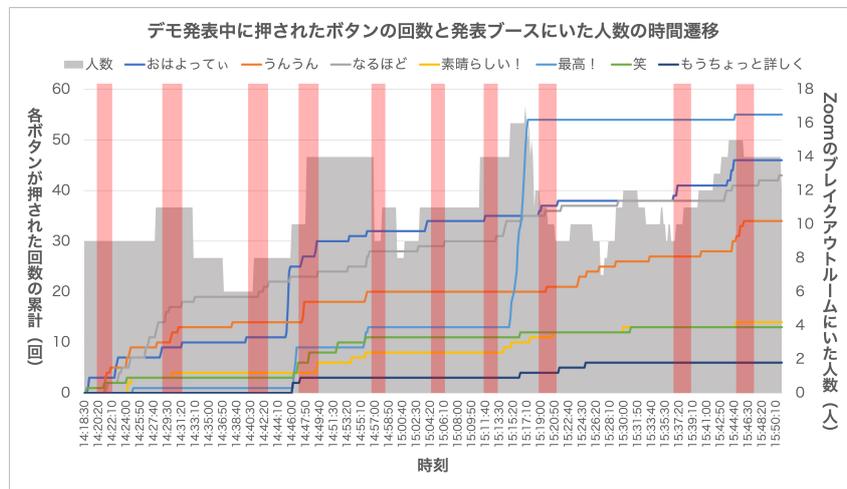


図 5.4: インタラクション 2022 にて発表中に押されたボタンの回数と Zoom のルームにいた人数の時間遷移。(赤枠は説明の時間を表している.)

時間にルームにいた聴講者によって多く押されていたことが分かった。また、「おはよってい」はルームに新たに聴講者が入った際に押されていることが多く、「おはよってい」が押されたタイミングで説明を開始することが多かった。90分の発表のうち、研究の説明と質疑応答を繰り返して行っていたが、説明と質疑応答の時間で押されるボタンについて大きな差は見られなかった。

発表中に聴講者からリアクションのボタンの種類について出た意見を表 5.4 に示す。とても多かったのが「ネガティブなコメントやリアクションも送りたい」「もっと自由なコメントを送りたい」というものであった。

これらの学会発表では、ボタンが多数押され、活発な議論が行われた。その結果、DI-COMO2021ではナイトテクニカルセッション第3位、インタラクション2022ではインタ

表 5.3: インタラクション 2022 にて押されたボタンの総数.

ボタンの種類	総数 (回)
なるほど	43
うんうん	34
笑	13
素晴らしい!	14
最高!	55
おはよってい	46
もうちょっと詳しく	6
ボタンが押された合計	211

表 5.4: インタラクション 2022 にてボタンの種類について聴講者から出た意見.

ボタンの種類についての意見
ネガティブなコメントやリアクションも送りたい
チャットのように自由なコメントを送りたい
もっとざっくりとしたリアクションのボタンが欲しい
絵文字があると送りやすい
いいね, くらいの気持ちのときに, 「最高」や「素晴らしい」を押すのはためらいがあった
「ん?」というひっかかったところについて反応できるようなボタンが欲しい

ラクティブ発表賞(一般投票)を受賞した.

2度の学会発表で使用した経験から, リアクションのボタンの種類について再検討する必要があると考えた. ボタンの種類については, 5.2.2 で述べた関連研究 [86] でも課題としてあげており, 学会発表やゼミなどでどのようなリアクションがあるとコミュニケーションが活性化するかについてはこれまで詳しく議論されてこなかった. また, 学会発表では短時間で単発の利用であったため, ゼミや授業などの長期間かつ複数回行われる環境で利用した場合の傾向や効果は定かではなかった.

これらのことから, 対面とオンラインのゼミでそれぞれ約4ヶ月間 ChaChatButton を継続的に利用し, 聴講者がどのようにシステムを利用するのか調査することとした. その際, 表 5.4 に示した意見をもとに改良したものを利用した他, 利用期間中にもゼミ参加者から出た意見をもとに2回改良をおこなった.

表 5.5: ChaChatButton の改良時期と変更点.

	利用時期	変更点
フェーズ 0	長期利用開始前	—
フェーズ 1	第 1 回-第 4 回	ボタンの種類の変更
フェーズ 2	第 5 回-第 10 回	ボタンの種類の変更
フェーズ 3	第 11 回-第 14 回	ポップアップ表示の削除

## 5.4 ChaChatButton の基本構成と改良

本節では, ChaChatButton の基本構成と, 長期間の利用前および利用中に改良した箇所について述べる.

### 5.4.1 ChaChatButton の構成

ChaChatButton は, Web ブラウザ上で動作するシステムとなっている. ボタンを押してリアクションを送るクライアント側と押されたボタンを表示するサーバ側と分かれており, クライアントから送られたデータは Google Firebase[92] に蓄積される. クライアント側には, 表 1 に記したようなテキストが記載されているボタンと, 自由にテキスト入力ができるテキストボックスがある. データの送受信やサイトページの作成は HTML, CSS, JavaScript を用いて実装している. クライアント側でボタンが押されてからサーバ側で表示されるまでは 1 秒未満であり, ほぼリアルタイムで伝達可能であるが, ネットワーク環境および PC のスペックによってサーバ側での表示まで多少の遅延が生じる可能性もある.

ボタンの種類は 5.3 の実践と ackStamp[57], Glow-mind[87] の結果を参考に, 「挨拶」「あいづち」「ポジティブなコメント」「ネガティブなコメント」「行動」のジャンルを選定した. 詳細は 5.4.2 でフェーズごとに述べることとする.

### 5.4.2 ChaChatButton の改良

ChaChatButton はインタラクション 2022 の後と長期利用中に 2 度の改良をおこなった. 本研究では, 改良した段階をフェーズ 0-3 として述べることとする. 表 5.5 に各フェーズの利用時期や変更点について示す. なお, 表 5.5 に示した利用時期とフェーズ 2,3 の改良の理由については 5.5 で詳細を述べることとし, 本項ではシステム上で改良した箇所について説明する.

表 5.6: ゼミで利用したボタンの種類.

ジャンル	フェーズ 1	フェーズ 2,3
挨拶	よろしくお願いします!	-
あいづち	なるほど うんうん 笑 - - - -	なるほど うんうん 笑 絵文字 (グッド) たしかに へー わかる
ポジティブなコメント	いいね! すごい!	いいね! 絵文字 (クラッカー)
ネガティブなコメント	ん? うーん (絵文字付)	- -
行動	拍手 (絵文字付)	絵文字 (拍手)

### フェーズ 1

インタラクシオン 2022 にて聴講者から出た意見をもとに、ボタンの種類について再検討を行った。

まず、表 5.1 で「特別なコメント」としていた「乾杯!」や「おはよってい」は最初にボタンを押しやすくするために設けたボタンのため、実験では「挨拶」として「よろしくお願いします!」を採用した。この理由として、今回の実験では、新年度最初のゼミが含まれており、学生がそれぞれ自己紹介をする時間が設けられていたためである。次に、「あいづち」については表 5.1 と同様の「なるほど」「うんうん」「笑」を採用した。これは 3 章で述べた発表でよく押されていたからである。「ポジティブなコメント」については、表 5.4 の意見より、「素晴らしい」「最高!」としていたボタンを「いいね!」「すごい!」に変更した。そして、インタラクシオン 2022 にて「ネガティブなコメントを送りたい」という意見が多かったことから、「ん?」「うーん」というネガティブなコメントを追加した。さらに、「絵文字があると送りやすい」という意見から、「うーん」は絵文字付きとしたうえで、オンラインの学会発表で使われる機会が多い「拍手」も絵文字付きで追加した。フェーズ 1 で利用したボタンの種類について表 5.6 に示す。

### フェーズ 2

フェーズ 1 の利用期間中に参加者から出た意見をもとに、ボタンの種類の変更を行った。フェーズ 2 およびフェーズ 3 で利用したボタンの種類について表 5.6 に示す。変更の理由

については 5.5 で述べる。

### フェーズ 3

フェーズ 1,2 では、ボタン押した後、「送信しました」という表示がポップアップされる仕組みになっており、一度「OK」を押さないと、再度ボタンのリアクションを送信することができなかった。これは 5.3 で述べた DICOMO2021 にてボタンを連打して送信する聴講者がおり、いわゆる荒らしのような利用が見受けられたため、その対策として設計した機能であった [74]。フェーズ 3 ではそのポップアップ表示を削除した。ボタンは連打することが可能としたが、1 度押すごとに 1 秒間のエフェクトが表示されるように設計した。この変更の理由については 5.5 で述べる。

## 5.5 ゼミでの利用実験

### 5.5.1 実験期間と環境

実験は、対面のゼミを行っている研究室 I とオンラインのゼミを行っている研究室 II で約 4 ヶ月間（ゼミが開催された大学の春学期期間中）実施した。研究室 I では、対面のゼミが 14 回実施された。ゼミの時間は 200 分程度であり、途中で 10 分程度の休憩を挟んでいた。実験の様子を図 5.5、図 5.6 に示す。発表環境は、MacBookPro12(2.9GHz デュアルコア Intel Core i5)、iPad Pro(9.7 インチ)を用いており、ゼミ生が各自用意した PDF の発表スライドと iPad に表示している ChaChatButton のサーバ画面を OBS Studio[38] で合成して表示した。

研究室 II では、Zoom を用いたオンラインのゼミが 13 回実施された。実験の様子を図 5.7 に示す。ゼミの時間は 60-90 分程度であり、途中休憩は挟まなかった。ゼミ生が各自画面共有をしながら進捗報告をしていたため、ChaChatButton のサーバ画面は、OBS Studio を用いて著者のビデオ画面に表示した。こうすることで、常時 ChaChatButton を Zoom 内に表示しながらゼミ生が発表することが可能である。

本調査の結果について、研究室 I の全 14 回に対して各回を「第 1 回」、「第 2 回」のように表記する。研究室 II では、研究室の第 1 回に相当するゼミが開催されなかったため、第 2 回から第 14 回の全 13 回となる。

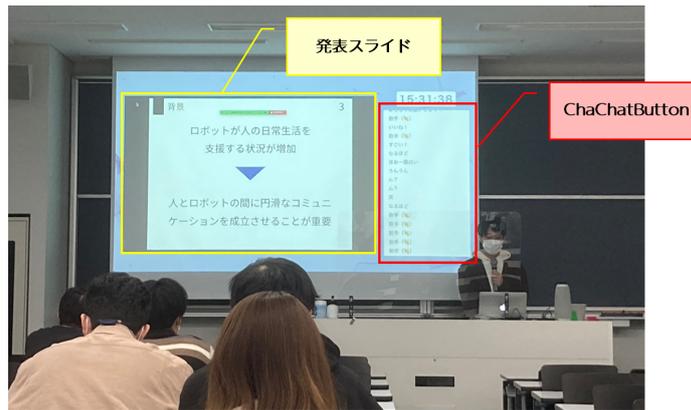


図 5.5: 対面ゼミでの発表者の環境.

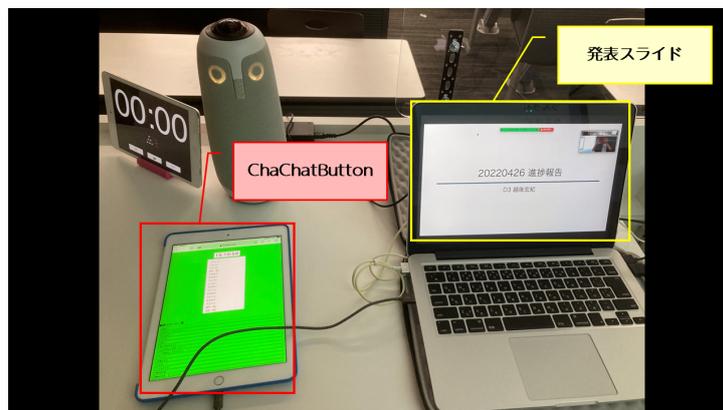


図 5.6: 対面ゼミでの発表の様子.

### 5.5.2 実験参加者

実験には、それぞれの研究室のゼミに参加している学生（以降、ゼミ生とする）および指導教員に参加してもらった。なお、研究室 I と II のゼミに重複して参加したゼミ生は著者以外いない。研究室 I のゼミ生は 27 名であり、指導教員 1 名を含めた計 28 名が実験に参加した。また、第 2 回から第 6 回までは、前半の 100 分は学部 3 年生のゼミ生 8 名が違う教室で課題を行っていたため、システムを利用する人数が少なかった。研究室 II のゼミ生は 9 名であり、指導教員 2 名を含めた計 11 名が実験に参加した。どちらの研究室も数名の欠席者がいた回もあったため、14 回全てで各ゼミ生が全員参加していたわけではない。

### 5.5.3 実験結果と考察

各ボタンが押された回数の合計を表 5.7, 表 5.8 に示す。

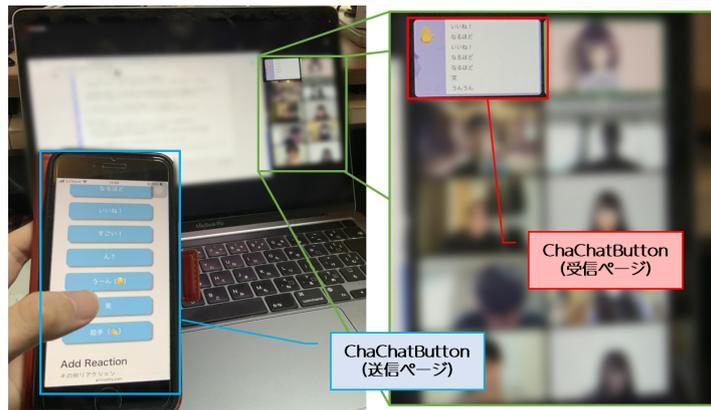


図 5.7: オンラインゼミでの発表の様子。

表 5.7: 押されたボタンの合計回数 (対面).

	フェーズ 1				フェーズ 2						フェーズ 3			
	第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 6 回	第 7 回	第 8 回	第 9 回	第 10 回	第 11 回	第 12 回	第 13 回	第 14 回
よろしく お願いします	21	14	19	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
なるほど	59	43	62	19	33	22	25	7	9	7	5	7	2	11
うんうん	30	27	36	11	9	3	14	5	4	5	2	9	2	1
笑	31	4	11	3	9	2	12	10	13	2	1	9	5	6
絵文字 (グッド)	-	-	-	-	11	3	1	1	5	2	6	2	0	11
たしかに	-	-	-	-	11	8	6	10	5	9	5	3	4	2
へー	-	-	-	-	5	6	3	2	2	0	0	1	2	1
わかる	-	-	-	-	5	3	14	10	8	1	4	2	3	1
いいね!	25	8	17	3	8	1	4	6	7	5	0	5	0	2
すごい!	72	1	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
絵文字 (クラッカー)	-	-	-	-	1	1	4	1	0	2	1	9	2	0
ん?	7	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
うーん (首を傾げる絵文字)	8	0	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
絵文字 (拍手)	123	69	57	63	57	41	46	54	39	46	117	92	59	15

### フェーズ 1(第 1 回-第 4 回)

フェーズ 1では、対面とオンラインに関わらず、「拍手」「なるほど」「うんうん」のボタンは他のボタンよりも多く押されていることが分かった。一方で、「ん?」や「うーん」といったネガティブなコメントはあまり押されなかった。

各ゼミの最後に「不要だと感じたボタンを選択してください (9種類のボタンと「特になし」から複数選択可能で回答)」という質問をしたところ、「ん?」や「うーん」というネガティブなコメントを選択しているゼミ生が他のボタンに比べて多かった(図 5.8)。このことから、ゼミのような環境ではネガティブなコメントは不要である可能性が示唆された。また、欲しいボタンの候補として、「へー」「たしかに」「おおー!」「わかる」「まじか!」「おもしろい!」といった「あいづち」に属するコメントが多くあがった(表 5.9)。さらに「絵文字のボタンが押しやすいため、他の絵文字が欲しい」というゼミ生もいた。

これらの結果から、「ネガティブなコメント」を削除し、その代わりに「あいづち」に該当するボタンと絵文字のボタンを増やすこととした。

表 5.8: 押されたボタンの合計回数 (オンライン). 第1回はゼミが開催されなかった.

	フェーズ1				フェーズ2						フェーズ3			
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回	第10回	第11回	第12回	第13回	第14回
よろしく お願いします	-	3	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
なるほど	-	20	10	6	10	6	2	5	9	3	12	4	5	3
うんうん	-	9	15	2	1	4	3	5	2	5	7	2	6	2
笑	-	4	1	3	4	5	4	1	1	1	14	1	9	5
絵文字 (グッド)	-	-	-	-	1	6	4	1	5	1	3	4	3	3
たしかに	-	-	-	-	2	6	3	1	3	3	2	0	2	2
へー	-	-	-	-	9	3	2	1	5	4	2	1	2	3
わかる	-	-	-	-	0	2	3	2	0	0	2	1	2	1
いいね!	-	9	5	3	6	9	7	6	9	5	5	9	9	6
すごい!	-	6	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
絵文字 (クラッカー)	-	-	-	-	2	2	5	2	1	1	3	0	2	0
ん?	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
うーん (首を傾げる絵文字)	-	2	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
絵文字 (拍手)	-	13	14	5	2	25	20	7	13	16	21	7	11	7

Q3. 不要だと感じたボタンを選択してください.

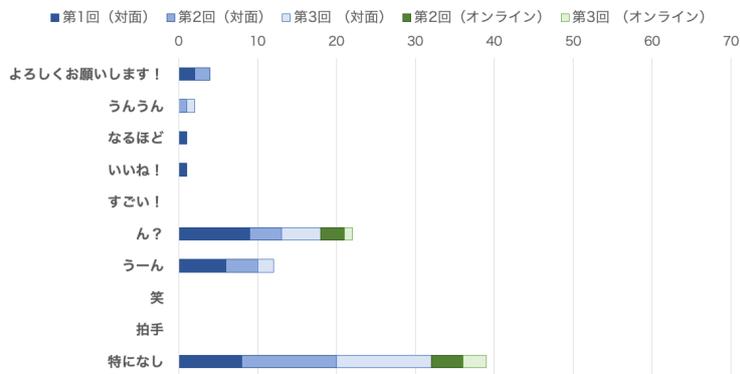


図 5.8: 不要だと感じたボタンについてアンケートした回答結果.

挨拶の「よろしくお願いします!」は他のボタンと比べて押された回数は多かったものの、特に研究室Iでは第4回になって急激に押された回数が減少した。この理由として、研究室Iは学部3年生のゼミ生8名が新しく所属されたため、既に所属していたゼミ生と新しく所属したゼミ生とのコミュニケーションのひとつとして使用されていたからであると考えられる。研究室IIでは、去年から所属していた学部4年生のゼミ生のみであり、指導教員が1名増えたのみであったため、押される回数が少なかったと考える。これらのことから、「よろしくお願いします!」も削除することとした。

表 5.9: 欲しいボタンとして挙げられた候補.

欲しいボタンの種類

ほー, まじか! すげー!, たしかに, おもしろい!

もう少し詳しく!, おおー!, へえ, なるほど?, 他の絵文字

## フェーズ2(第5回-第10回)

フェーズ2では対面とオンライン関わらず、ボタンの種類についてのゼミ生からの意見はほとんど無かった。他方で、「ボタンを押した後に「送信しました」といちいち表示されるのが煩わしい」や「自由なテキストで入力して送信した後、テキストが自動で消えるようにしてほしい」というUIについての要望が増えた。また、どちらのゼミ生もシステムを利用することに慣れてきており、ボタンを押す回数が徐々に減少していった。

これらのことから、ボタンの種類は変更せず、ボタンを押した後のポップアップ機能を削除することとした。また、ボタンを押す回数が減っていたため、ボタンを連打して送信することを許容し、ボタンの押される回数が増えるように試みた。

## フェーズ3(第11回-第14回)

ポップアップ機能を削除し、連打を可能としたことで、第11回ではどちらのゼミもボタンの押す回数が増加したものの、一時的な効果であり、第12回以降は徐々に押される回数が減少した。

### よく押される/押されないボタンの種類と傾向

全14回を通して、あいづちの「なるほど」「うんうん」「笑」、ポジティブなコメントの「いいね!」、行動の「拍手」のボタンが多く押されていた。特に「拍手」は発表内容に関わらずゼミ生の発表交代時というタイミングでよく押されていた。

一方で、ネガティブなコメントの「ん?」や「うーん(首を傾げる絵文字)」は、フェーズ1でもあまり押されておらず、削除した後のフェーズ2,3でも自由なテキストとして送られていなかった。

フェーズ2で追加した「たしかに」「わかる」「絵文字(グッド)」「絵文字(クラッカー)」は回によってよく押される回と押されない回があった。これは発表内容に影響していると考えられ、特に「絵文字(クラッカー)」は論文が採録されたことや、学会発表で発表賞を受賞したことなどをゼミ生が報告したときに押されていた。

また、「たしかに」「わかる」は質疑応答のタイミングで押されている傾向があり、発表者のゼミ生ではなく聴講者であるゼミ生の意見に対して同意をする意図で押されていたことが多かった。

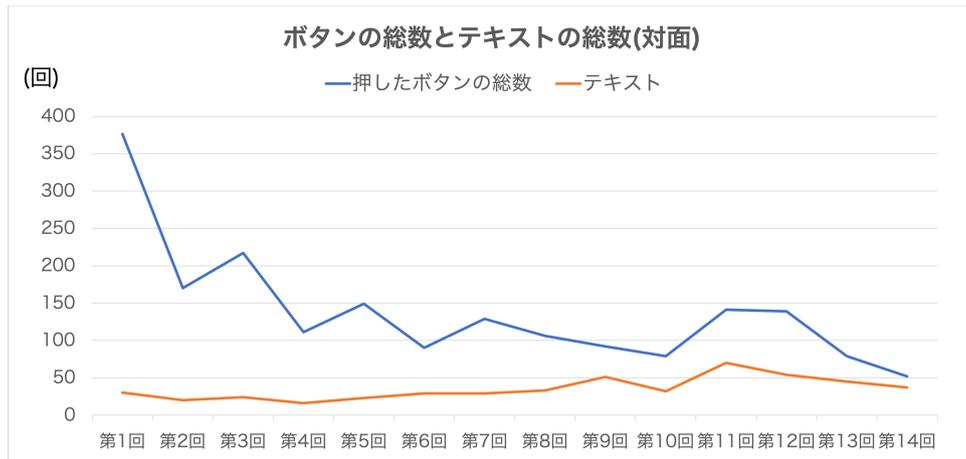


図 5.9: ボタンの総数とテキストの総数 (対面).

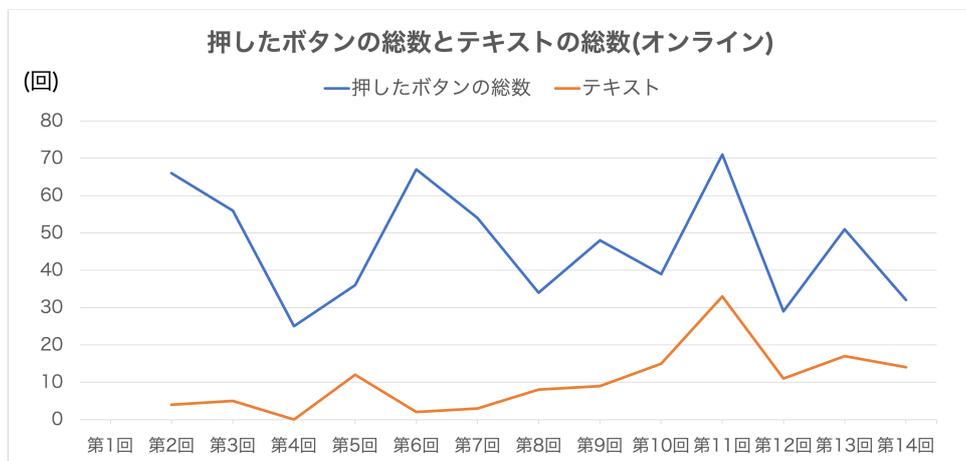


図 5.10: ボタンの総数とテキストの総数 (オンライン).

#### ボタンの総数とテキストの総数の関係

押されたボタンの総数とテキストの総数について図 5.9, 図 5.10 に示す. 図 5.9, 図 5.10 より対面とオンラインに関わらず, 自由なテキストの総数が増加している傾向であることがわかる. 特に図 5.9 は押したボタンの総数が回を追うごとに減少しており, テキスト入力が増加している. 図 5.10 より研究室 II ではボタンとテキストが押される総数が回ごとに異なることがわかる. これは進捗があったゼミ生が多いときにボタンやテキストがよく押されており, 発表内容が大きく関係していると考えられる.

押されたボタンの総数とテキストの総数の割合を図 5.11, 図 5.12 に示す. 図 5.11, 図 5.12 より対面とオンラインに関わらず, テキストによる割合が増加していることがわかる.

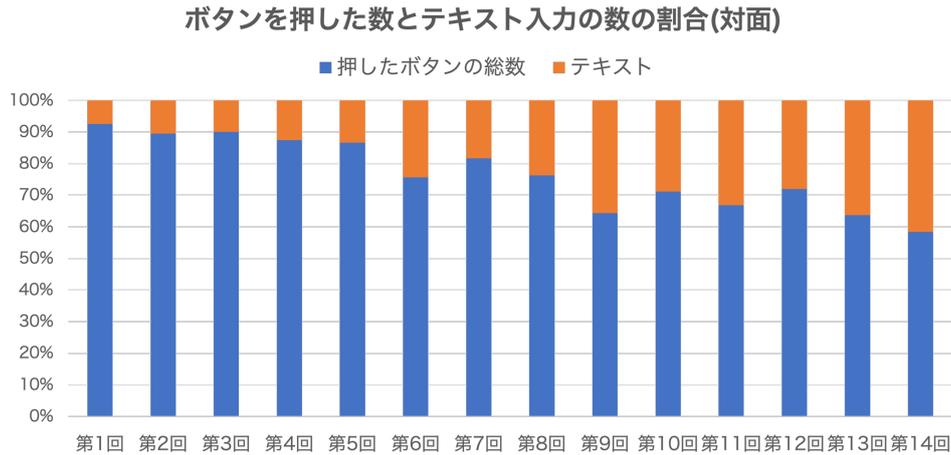


図 5.11: ボタンとテキストの総数の割合 (対面).

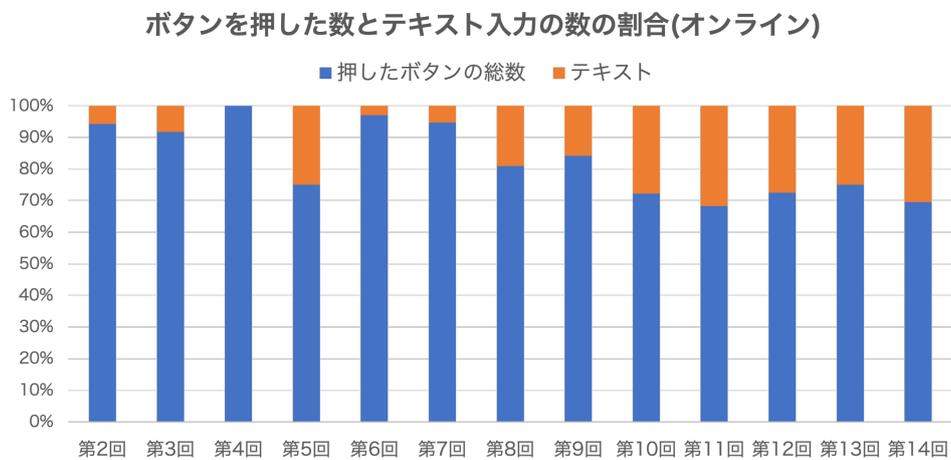


図 5.12: ボタンとテキストの総数の割合 (オンライン).

## 5.6 議論

本章の調査では、ChaChatButton を長期的に運用し、ゼミ生がどのように利用するのか調査した。当初はボタンの種類に着目し、よく押されるボタンと押されないボタンがあることを明らかにすることで、聴講者と発表者とのコミュニケーション支援につながるシステムを開発できるのではないかと考えていた。実際に「拍手」や「なるほど」は約4ヶ月間利用していて安定して多く押されており、「ん？」や「うーん」はあまり押されなかった。しかしながら、長期的に利用したことで、ボタンの種類に関わらずボタンを押す回数が減少しており、その代わりに自由なテキストの入力が増加傾向になった。この傾向は、ボタンというあらかじめ決められたリアクションから、より自分の言葉で伝達したいというゼミ生が増加したことが考えられる。例えば、「がんばれ」だけではなく、

「〇〇さん、頑張れ！」といったような個人を特定したテキストが送られたり、より発表内容に対して細かいコメントをテキストとして送られたりした。

学会発表やゼミ、授業のような1vN環境において、聴講者が発表者に対してフィードバックを行うための段階はいくつかあると考える(図5.13)。1vN環境において、議論を活発化させるためには聴講者がステップ4の状態であることが望ましいが、挙手して自分の意見を発言することに抵抗感を持つ学生は多い。それどころか、オンライン環境の授業や会議が増加した近年では、その前段階のステップ3にも抵抗感を持つ学生が多くいることがわかっている。例えばZoomを用いた授業では、Zoomにあるチャット機能を学生に提供してもあまり使われていなかった[72]。そのため、この解決手法として匿名で記入可能なCommentScreen[90]やGoogleドキュメントを用いることで発言しやすい環境を提供した。これによりコメントを打つハードルが下がったものの、「こんなこと質問して良いのかな」「こう思っているのは自分だけではないか」と不安になり、なかなかテキストベースで質問することに対しても抵抗感がある学生も一定数いると考える。

本章の調査で解決しようとしている段階は図5.13でいうステップ2とステップ3の間に位置する「発表者の話を聞いてはいるが、それに対してテキストで反応するほどではない」という聴講者である。ChaChatButtonは、匿名かつ決められたテキストによるボタンを押すことで、まずフィードバックすることに対する抵抗感を軽減させた(図5.9, 図5.10)。その成果に加えて、システムによるフィードバックに慣れてくるとテキストによるフィードバックへと自然に移行していくことができる可能性があることがわかった。すなわち、ChaChatButtonを利用することで、聴講者がステップ2からステップ3へと自然に移行することを促す効果がある可能性がある。

## 5.7 匿名/ユーザ名の選択機能実装による追加調査

約4ヶ月間の長期利用後、ChaChatButtonを改良し、フィードバックするボタンおよびテキストが匿名かユーザ名かを選択できる機能を実装した。ユーザが初めて使用する際にユーザ登録をする必要があり、発表者に送信されるユーザ名を最初に登録する。システムの上部にユーザ名で送信するか匿名で送信するかを選択できるボタンが用意されており、リアクションを送信する際に、ユーザは好きな方を選択して送信することができる(図5.14)。送信されたリアクションやテキストはユーザ名とともに表示される。匿名の場合はユーザ名の箇所が「NName」と表示される(図5.15)。

研究室Iにて、匿名/ユーザ名についての実証実験を行った。ゼミの時間は1回につき

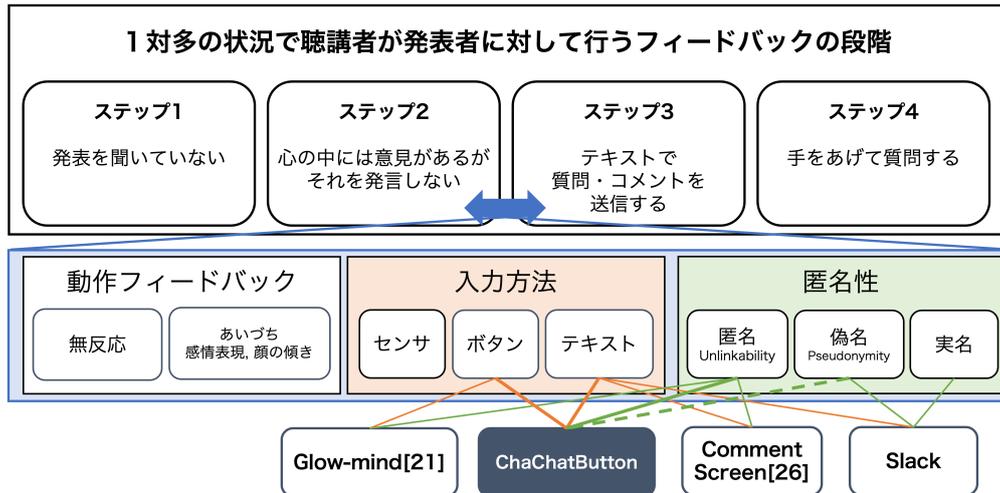


図 5.13: 1 vN 環境で聴講者が発表者に対して行うフィードバックの段階.

200 分であり、途中 10 分間の休憩を挟んだ。週に 1 度、1ヶ月間実験を行ったため、全 4 回同じ参加者で実験を行った。

ゼミの参加者は、すでに 5.5 にて ChaChatButton を長期間利用しており、システムの利用についてはとても慣れていた。ゼミ生は 24 名であり、指導教員 1 名を含めた計 25 名が実証実験に参加した。このゼミで全 4 回実施した結果を表 5.10 に示す。

表 5.10: 追加の実証実験

		第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回
匿名	ボタン (回数)	23	14	30	4
	テキスト (回数)	24	6	10	2
ユーザ名	ボタン (回数)	69	56	30	31
	テキスト (回数)	36	28	19	26
ユーザ名の割合		0.69	0.81	0.55	0.90

実験した結果、4 回とも匿名よりもユーザ名で送信している割合の方が高い結果となったものの、割合は回ごとに異なっており、回を追うごとによる効果や影響は見られなかった。

追加の実験では効果や影響は確認できなかったものの、研究室 I のゼミ生は、5.5 の実験当初テキストによるフィードバックが 10% 未満であったため、長期的に利用していたことで、ユーザ名でテキストやボタンによるフィードバックを行っても抵抗感や緊張感のような障壁がないのではないかと考える。また、追加の実験の第 4 回ではユーザ名の割合が 90% と高い割合になっていたため、ユーザ名が表示されることによる聴講者の抵



図 5.14: 改良した ChaChatButton の送信側画面.

抗感は減少していると考えられる。

## 5.8 まとめ

本章では、聴講者からのチャットによるリアクションをリアルタイムに反映するチャットボタンシステム「ChaChatButton」を約4ヶ月間利用し、利用による効果を調査した。利用期間中にも実験に参加しているゼミ生からの意見を反映し2回改良行った。その結果、ネガティブなコメントのボタンはあまり押されず、「拍手」や「なるほど」といった行動やあいづちのボタンは定期的に押されることがわかった。また、回を追うごとにボタンが押される総数が減少し、テキストによるリアクションが増加する傾向になることがわかった。これは、ボタンによるあらかじめ決められたリアクションから、より詳細かつ状況に適したリアクションへと自然に移行していったものであると考えている。さらに、匿名とユーザ名を選択可能とし追加の実証実験を行ったところ、ユーザ名によるフィードバックの割合が匿名よりも多かった。

本章で実験を行ったゼミでは、ChaChatButton に送られた聴き手のフィードバックを語り手が受け取り、発表に取り入れる状況が見受けられた。本章の実験を行った 1vN 環境に参加していた聴き手と語り手が ChaChatButton を有効に活用していたためこのような結果が得られたが、聴き手のフィードバックを気にせず話す語り手がいる 1vN 環境や、そもそも語り手に対してフィードバックを行わない聴き手がいる 1vN 環境では、本

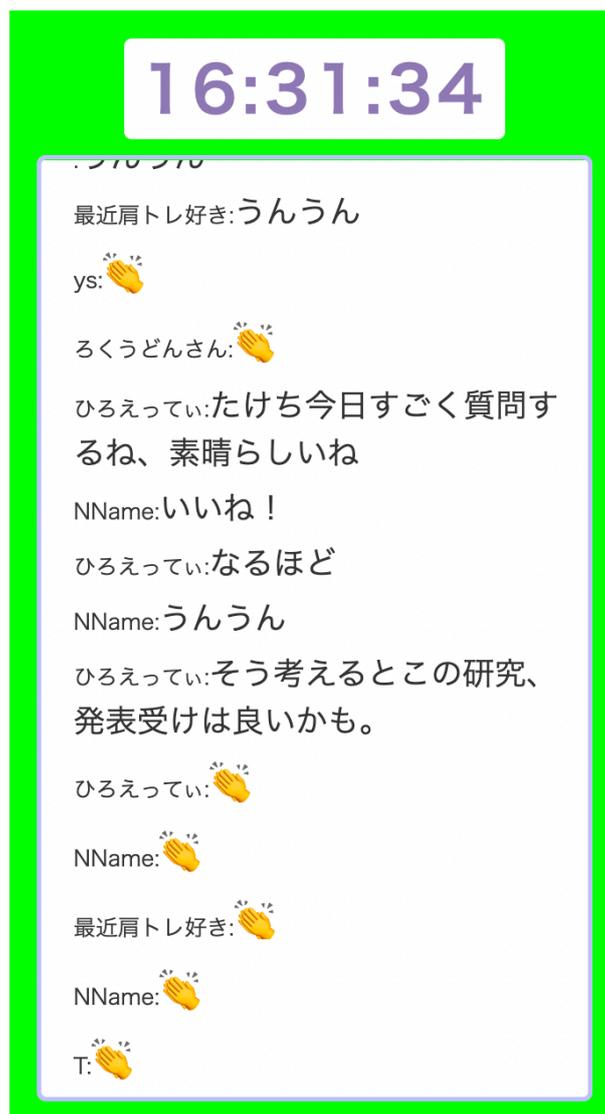


図 5.15: 改良した ChaChatButton の受信側画面.

章と同様の結果が得られるかどうかは定かではない.

## 第6章 1vN環境での相互利用による授業支援システム

### 6.1 はじめに

日本の小学校の教育現場では、ノートを使用した授業が主流である。ノートを中心とする授業の特徴は、児童が授業の振り返りをするとき、一目で授業の内容を把握できることである。また、板書だけではなく「自分の考え」や「友達の考え」、「気づいたこと」といったことがらをノートに記述しておくことで、児童自身の思考の整理ができ、授業内容の理解や学習活動が促進される。

日本ではGIGAスクール構想が進み、1人1台端末環境の実現や学校のICT環境設備が進んでいるものの[12]、ノートを中心とした授業形態を維持することが望ましいと多くの教師は考えているため、デジタル機器を授業中に効果的に使用している教師はほとんどいない。PISA2018の調査によると、日本は学校の授業におけるデジタル機器の利用時間がOECD加盟国(37か国)中最下位であることが分かっている[11]。

そこで、ノートを中心とした授業形態が可能であり、かつ円滑な授業が行えるデジタルノート「SectionsNote」の実現を目指す。このシステムでは、「自分の考え」や「気づいたこと」といった、ノートに記述する際の大まかなまとまりに着目し、このまとまりのことを本論文では「セクション」と呼ぶ。

ノートは文部科学省の観点別学習状況の評価において、思考力・判断力・表現力等の観点において重要な位置づけであるものの、従来の紙媒体のノートではいくつかの問題点がある(図6.1)。

本章では、システム開発の初期段階として、授業例として推奨されている21種類のノートのレイアウト[93]を参考に、開発したシステムでレイアウトすることが可能であるか検証し、21種類すべてのレイアウトが制作できることを確認した。また、授業中にタブレット端末上に表示する人数を4種類用意し、どの人数が授業中に閲覧しやすいかについて13名のユーザ実験により明らかにした。加えて、2名の小学校教師にインタビューを行い、本システムの有効的な活用方法について議論した。さらに、SectionsNote内で

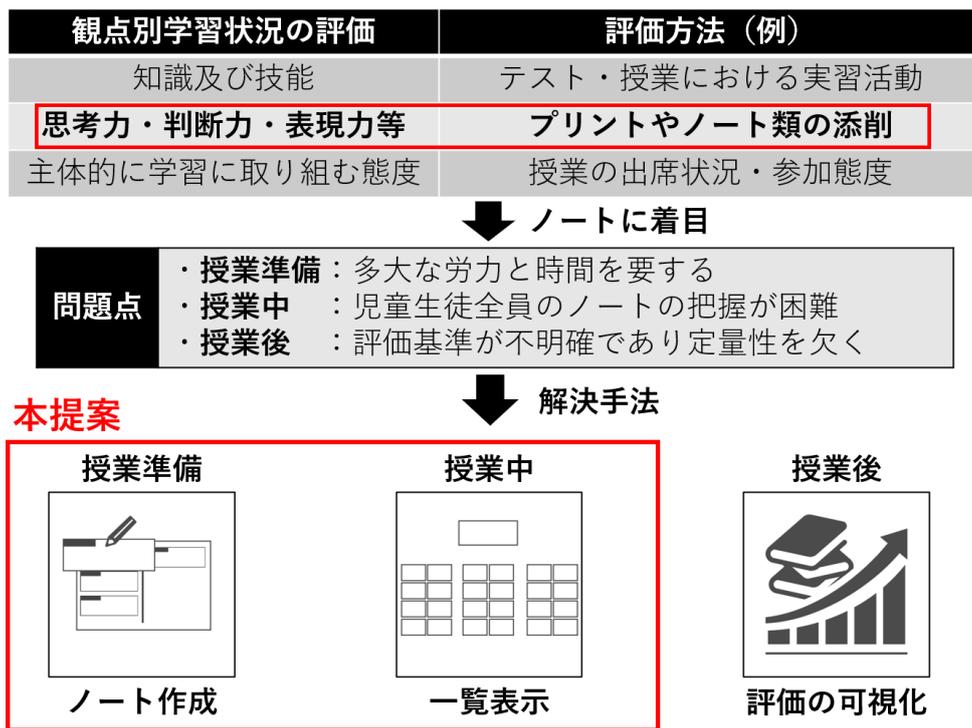


図 6.1: 提案システム「SectionsNote」が解決したい問題と本稿の位置づけ。

利用可能な、児童同士が評価しあう授業で利用する機能「ackStamp」を実装した。この機能によって、教師と児童だけではなく、児童同士でも評価をしあうことができ、より教室全体で学ぶ 1vN 環境を実現することが可能となる。

本章の貢献は、ユーザが SectionsNote を利用することで、セクションを考慮して様々なノートのレイアウトを作成できることを確認したこと、および教師が授業中に閲覧する際の適切な表示手法について評価したことである。また、ackStamp 機能によって、児童同士が評価しあう授業でも SectionsNote が利用可能となり、想定される授業例の幅が広がった。

## 6.2 日本の教育スタイル

### 6.2.1 ノートのレイアウト

#### セクション分け

ノートのレイアウトについて明確な決まりはないものの、特に小学校の算数では、図 6.2 のように「問題」「めあて」「自分の考え」「友達の考え」「気づいたこと」「ふり返り・

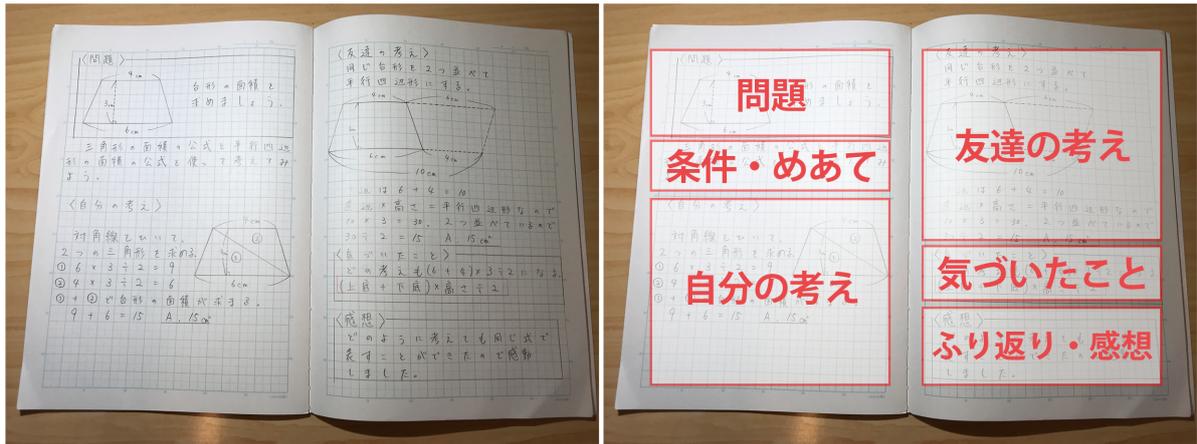


図 6.2: 実際に小学校の児童が記入したノート. セクションごとに分けて構成していることがうかがえる.

感想」といったセクションを組み合わせながら、ノートのレイアウトを構成することが多い [95, 96, 93]. これは、児童自身の思考の整理に役立つことや、復習時に見やすいことが要因であると考えられる. 本研究では、このセクションを組み合わせるレイアウトを構成する方法を参考とした.

#### 見開き 1 ページ

算数の教科では、1960 年代ごろから秋田県を中心にシート学習と呼ばれる学習方法がある [97]. シート学習とは、1 回の授業でシート 1 枚ずつを児童全員に配布し、そのシートに児童が書き込むことで授業を展開するというものである. シートはセクションごとに枠が設けられており、その枠内に児童が書き込むようになっている. このシート学習は、ノート学習が主流になったことで現在はほとんど使われていないものの、現在のノート学習はシート学習の利点を受け継いでいる. 現在は、図 6.2 のように 1 回の授業で見開き 1 ページにまとめるというノートを中心とした学習方法を多くの教師が取り入れている [93]. この学習方法の主な利点として、以下の 3 つがあげられる.

- 授業の「めあて」が 1 回の授業につき 1 つに絞られ、学習活動が促進される
- 児童が自分の考えを表現することができ、自己解決型の授業が可能となる
- 児童自身が授業後に振り返りやすい

一方で、この学習方法に適したノートのレイアウトを毎回の授業準備で制作するためには、多大な労力と時間が必要である. そのため、様々な見開き 1 ページのレイアウトを容易に制作できるシステムを開発した.

### 6.2.2 授業中の机間指導

日本ではまた、授業中に机間指導と呼ばれる教育方法がある。机間指導とは、児童が個々で問題に取り組んでいる間に教室の中を歩き回り、児童の記述しているノートを立ち止まって見ながら、アドバイスをしたり、児童の意見を聞いたり、教室全体の問題に取り組んでいる様子を把握するというものである。机間指導は多くの授業で行われているものの、1人の教師が授業中に教室にいる児童全員のノートを把握することは困難である。この問題を解決するために、本章では複数人のノートをまとめて表示するインタフェースについて調査を行った。

また LoiLoNote[99, 100] や, MetaMoji Classroom[98] を利用することで、児童と教師がリアルタイムに共有することができるものの、授業全体を通した児童自身の思考の整理が捉えづらく、ノート学習を支援することはできていない。本章の目指すシステムは、従来のノート学習の利点を生かしつつ、これらの授業支援システムと同様に教師と児童とのリアルタイムの共有を行うことができるシステムである。

## 6.3 関連研究

ノートを作成するシステムはこれまでも提案されてきている。重森ら [101] はビデオカメラを用いて板書を撮影し、そこにデジタルペンで書き込み可能なノート作成支援システムを提案し、受講者がノートをとる負担を軽減している。北島ら [102] は、講義スライドや Web 上の情報などを好きな場所に配置可能なノート作成システムを提案している。Liu ら [103] はオンラインの講義ビデオを視聴しながらメモを取ることができる NoteStruct を提案している。これらのノート作成システムは、個人で振り返る際には有用であるものの、小学生が利用するためにはレイアウトの自由度が高すぎることや、教師が授業前に考えた授業中の「めあて」や授業の流れが伝わりづらくなってしまいう可能性がある。SectionsNote は教師がノートのレイアウトを作成し、そのデザインに基づいて児童がノートをとることで、紙媒体のノートで行っていた授業の利点をいかしている。

教師が複数人のノートをまとめて閲覧する表示方法は、Zooming User Interface(ZUI) の一例である。ZUI は大きなスクリーンから閲覧したい箇所を拡大することで可視化するインタフェースであり、このインタフェースを利用しているシステムとして、Pad++[104] や Kotodama[105] などがあげられる。栗原ら [106] は、この ZUI を活用した Borderless Canvas を提案しており、ユーザはデジタルペンを用いてズーム機能や書き込みなどが行える。このインタフェースは、SectionsNote のセクションごとに抽出して共有するとい

う手法とは異なるものの、スライドを拡大・縮小し閲覧するという動的なユーザインタフェースは提案システムに応用できると考える。また、Borderless Canvas のようにデジタルペンを用いて書き込まれたものを児童と教師が共有するといったユーザインタフェースにおいても、本章の提案システムに応用できると考える。

## 6.4 提案システム「SectionsNote」

本章で提案するデジタルノート「SectionsNote」は Unity と C# で実装しており、iPad (Apple 社製 iPad 第 7 世代) とデジタルペン (Apple 社製 Apple Pencil) を使用することを想定したシステムである。iPad は GIGA スクール構想に伴い、価格や性能から 1 人 1 台の端末として選択する学校が多いと想定されているため採用した。SectionsNote には、(1) セクションを考慮してノートのレイアウトを制作できる、(2) セクションごとに閲覧することができる、といった 2 つの特徴がある。

セクションは、図 6.2 にあるような算数の授業を参考とし、「問題」、「めあて・条件」、「自分の考え」、「友達の考え」、「気づいたこと」、「ふり返り・感想」の 6 つのセクションを組み合わせて設計することとする。SectionsNote は Unity で制作している。

### 6.4.1 レイアウト作成

教師は、SectionsNote を使用して、教室で授業を行う前に、ノートのレイアウトを考えながら計画する。図 6.3 にレイアウトする過程を示す。SectionsNote には、システムの左側にセクションパネル、右側にレイアウトパネルがある。セクションパネルには、ノートのレイアウトに使用する 6 つのボタン、画面切り替えボタン、および保存ボタンがある (図 6.3(a))。レイアウトパネルは方眼紙のようなデザインになっている。これは、日本の小学校で広く利用されている既存の紙媒体のノート [94] を参考とした。

教師はまず、セクションパネルにあるボタンを選択し、デジタルペンをレイアウトパネルに向かってドラッグすることでセクションを配置する位置を決める (図 6.3(b))。セクションの大きさは方眼紙の 1 行ごとに調整が可能であり、教師の自由な大きさに調整することが可能である (図 6.3(c))。この動作を各セクションで繰り返し、ノートのレイアウトを完成させていく (図 6.3(d))。システムの左下にある保存ボタンを選択すると、レイアウトが保存され、児童はこのレイアウトを使用して書くことができる。

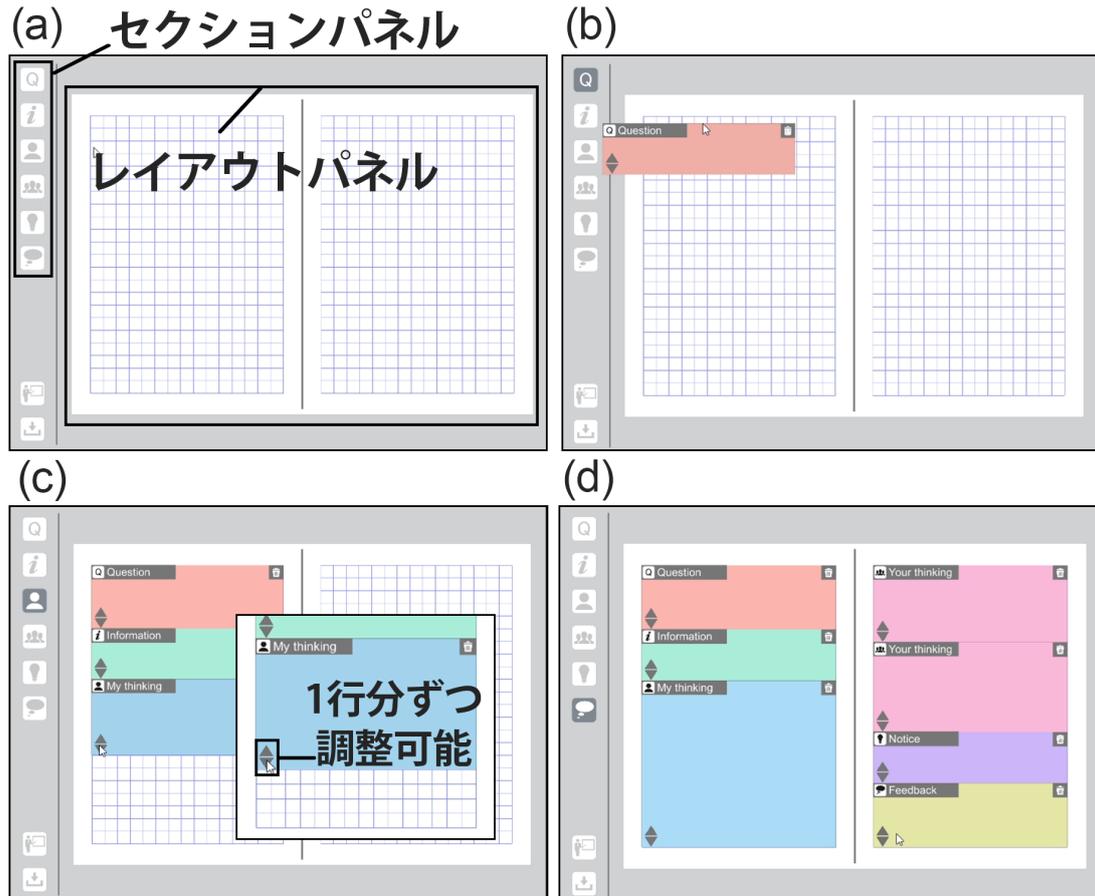


図 6.3: SectionsNote でレイアウト作成している画面。

#### 6.4.2 セクションごとの閲覧

教師は、児童が各セクションの領域で書いている内容をリアルタイムで確認することができる(図6.4)。閲覧する画面では、システムの左側にセクションパネル、右側は閲覧パネルがある。閲覧パネルに表示されているものは、教室を上から俯瞰していることを想定して表示している。例えば、教師が「自分の考え」のボタンを選択すると、教師は児童全員の「自分の考え」の領域で書き込んでいる内容がリアルタイムで確認できる。

セクションごとに分かれて閲覧できることで、教師は授業中に知りたい状況を瞬時に把握することができ、円滑に授業が進めることができると考える。しかしながら、この閲覧パネルでの表示方法については、1人あたりの表示が小さいことで見づらい点や、1度で得られる情報が多すぎることによって教師が把握することを妨げてしまう可能性などが考えられる。そのため、適切な表示方法について実験を行うこととした。この実験内容については6.5に記す。

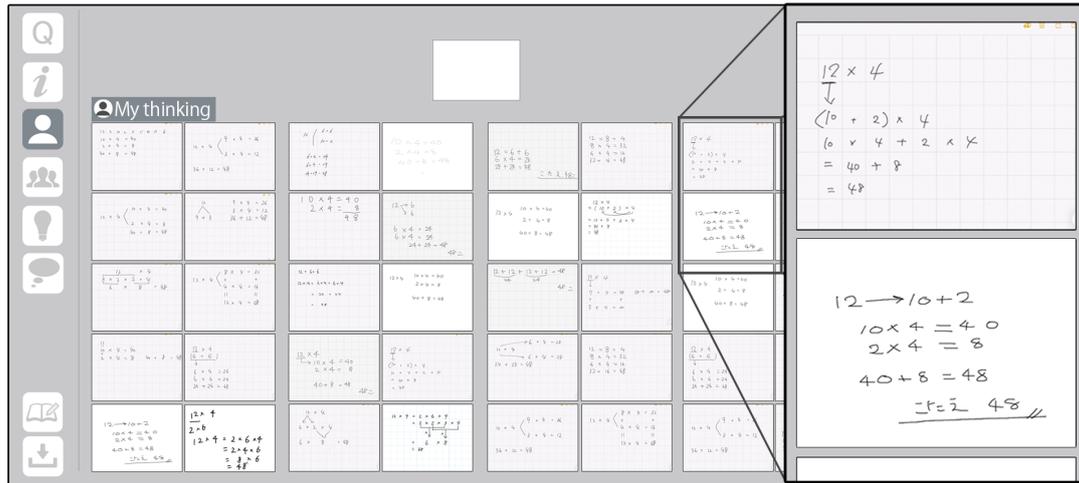


図 6.4: 閲覧画面例。「自分の考え」を選択し、教室全体を閲覧している様子。

## 6.5 レイアウトの検証

6.3.1 で述べたレイアウト作成システムが、実際の授業で用いられているレイアウトを実現できるのかについて検証した。小学校の算数の授業で推奨されているノートのレイアウト [93] を参考に、21 種類のレイアウトを、システムを用いて制作した。制作したレイアウトの例を図 6.5 に示す。

図 6.5(a), (b) の作成例は一般的に使用されるレイアウトであり、問題から始まり、授業を展開しながら授業のねらいを児童自身に気づかせる。最後に練習問題を児童に解かせ、授業の内容を理解しているかどうかを評価する。図 6.5(c) は複数時間が必要な単元の前半でよく使用されるレイアウトであり、「気づいたこと」や「感想」などのまとめがなく、児童の考えを共有して終わっているのが特徴的である。対照的に図 6.5(d) は複数時間が必要な単元の後半でよく使用されるレイアウトであり、前回の授業で学んだことをまず復習し、そこから新たな問題に取り組んでいく、という授業をする際に使用される。

この検証結果から、本システムで実際の授業で使用されるレイアウトを制作可能と確認できた。また、どのレイアウトも 2 分以内に制作出来ており、紙媒体のノートで定規を使用しながら制作するより容易にレイアウトすることができていると考える。

## 6.6 閲覧の表示方法の検証

6.2.2 で述べたように、教師は授業中に机間指導をすることが多々ある。これは、閲覧表示が可能であったとしても、児童の近くで考えを聞いたり、児童が集中して授業に取

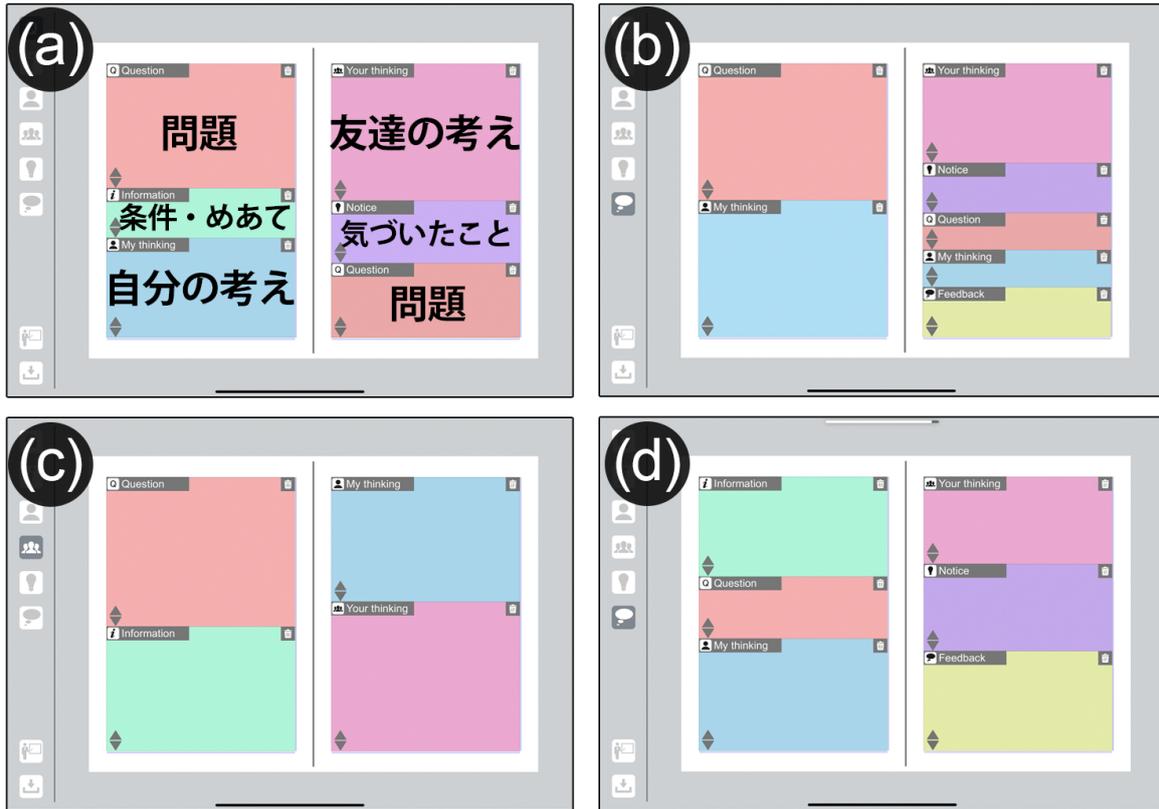


図 6.5: レイアウト作成例.

り組んだりするうえで重要である。そのため、教師は電子黒板やプロジェクタでの表示だけではなく、手元で児童のノートの内容を閲覧しながら机間指導する必要がある。

また、本システムはデジタルペンを利用して記述することを想定しているものの、実際の教育現場では、デジタルペンを用いずに指で記述する児童や、テキストで記述したほうが書きやすいという児童もいると考える。加えて、ノートを閲覧する教師側にとって、表示されるフォントの違いによって把握のしやすさにどのような影響があるのかを調査する必要があると考えた。

このことから、本章では読み取りやすく、かつ把握しやすい(1)分割数および(2)文字のフォントを検証する。まず、分割数は日本の学級編成を参考として、児童は1教室あたり最大で40名が在籍できることや、4-6人ずつの班ごとで考える授業もあるため、閲覧する画面上には1分割、4および6分割(以降、4-6分割とする)、20分割、40分割の4パターンを用意した(表6.1)。次に、文字のフォントはデジタルペンで記述した場合、指で記述した場合、キーボードによる活字で記述した場合の3パターンを用意した。これらのデータ作成および実験方法、実験結果について述べる。

表 6.1: 実験時の 1 人あたりの画面サイズ. 縦横比は 4:3 であり, 4-6 分割では 16 人分を 4 分割, 24 人分を 6 分割としている.

分割数	1	4	6	20	40
サイズ (インチ)	10.2	5.1	3.4	2.04	1.275

表 6.2: 実験の質問一覧.

Q1	閲覧していたデジタルノートの文字は読み取りやすかったですか? (5 段階のリッカート尺度)
Q2	Q1 のように感じた理由を教えてください (自由記述)
Q3	今回の分割によるデジタルノートの閲覧方法は 40 人分把握するのに適していると感じましたか? (5 段階のリッカート尺度)
Q4	Q3 のように感じた理由を教えてください (自由記述)
Q5	なにか感じたことやおもったことなどがあれば自由に記入してください (自由記述)

### 6.6.1 検証方法と実験の流れ

検証する方法として, 「算数の問題を解いている映像を見て, その考え方があらかじめ用意されている解き方のどれに分類されるかを選択する」というタスクを 40 名分やってもらい, (1)40 名分のデータをすべて分類するまでの時間, (2) 分類の模範解答例との正答率, (3) アンケートによる評価, の 3 つから把握のしやすさと読み取りやすさを判断する.

このタスクは, 算数の授業を実際に行っているときに教師が意識している状況を参考にしている. 算数の問題は, 文字と式で考え方を表現することができ, 答えに至る過程が複数存在する. そのため, 教室内にいる多くの児童のノートから児童の解き方をある程度分類し, その情報をもとに授業を展開することが多々ある. 40 名分のノートをなるべく早く, かつ正確に分類できることが重要であることから, 本章ではこのようなタスクで検証することとする.

実験の流れを図 6.6 に示し, 実験システムの画面を図 6.7 に示す. 実験のシステムは Processing で制作し, 実験参加者が各自のパソコンで参加できるようにした. アンケートの内容は表 6.2 に示す. 12 条件終了後, 自動で記録していた分類中の時間と分類した数を収集し評価を行った.

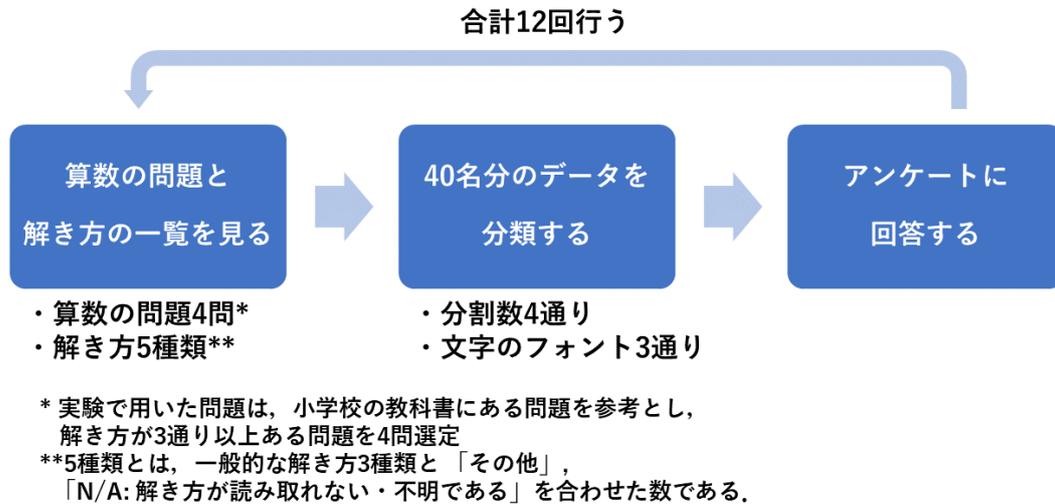


図 6.6: 実験システムの流れ.

### 6.6.2 実験結果と考察

算数の問題を閲覧し、分類するというタスクは本来教師が行うため、20代以上の成人を実験の対象とした。実験には21-23歳の男女13名が参加した。実験参加者の視力は全員0.5以上であった。

#### 分類時間による評価

実験参加者が分類するまでに要した各条件の平均時間を表6.3に示す。フォントの違いおよび分割数の違いによる分散分析をそれぞれ行った結果、どちらも有意な差はみられなかった。そのため、フォントおよび分割数によって、把握するまでの時間に大きな差はないと考える。

#### 正答率による評価

次に、40名分を分類した平均正答率を表6.4に示す。フォントによる正答率の違いはほとんどなかった。分割数によって正答率は下がっているが、これは「N/A. 解き方が読み取れない・不明である(以降、N/Aとする)」に分類した数が増えていることが影響していると考えられる。各条件で「N/A」に分類した数の合計を表6.5に示す。40分割で表示している際、活字の場合は他のフォントと比べて「N/A」に分類している数が少なかったため、読み取りやすかったのではないかと考える。

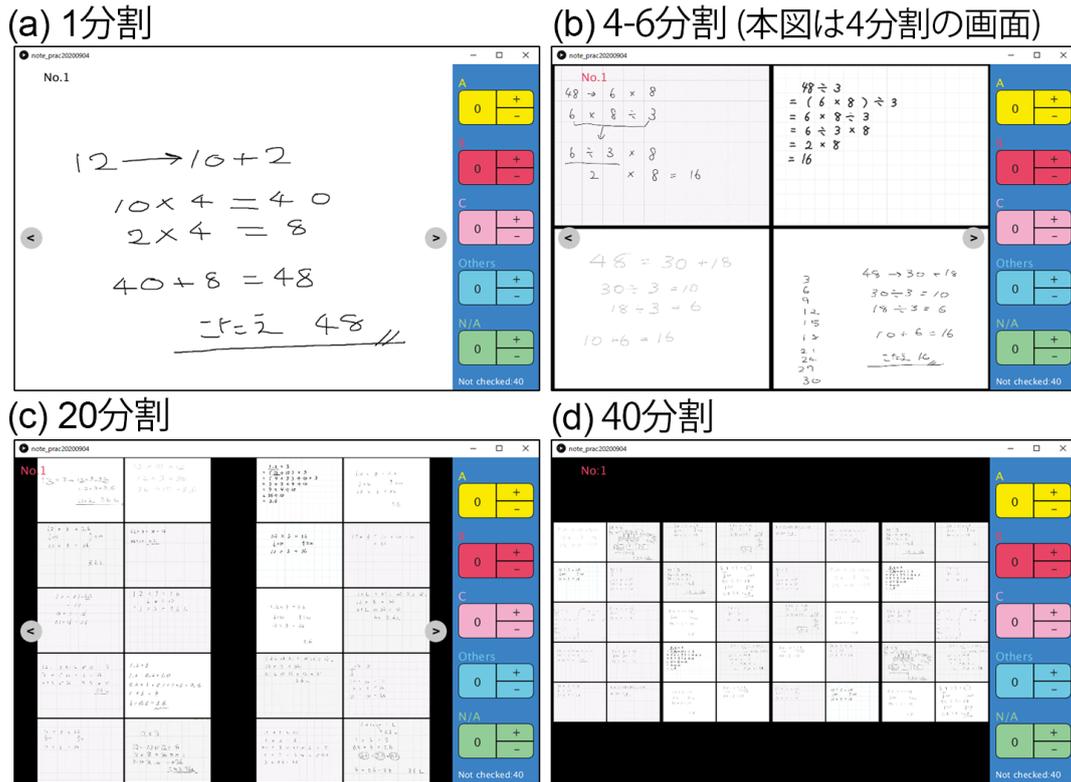


図 6.7: 実験システムの分類する画面.

表 6.3: 分類に要した平均時間 (秒).

分割数	ペン	活字	指
1 分割	289.43	270.08	280.29
4-6 分割	270.02	238.95	303.41
20 分割	243.25	300.89	303.41
40 分割	272.11	262.55	286.92

表 6.4: 40 名分を分類した平均正答率.

分割数	ペン	活字	指
1 分割	0.98	0.98	0.99
4-6 分割	0.93	0.93	0.93
20 分割	0.90	0.93	0.88
40 分割	0.74	0.83	0.75

### アンケート結果による評価

実験参加者に各条件の読み取りやすさについて 5 段階で回答させた評価値の平均を表 6.6 に示す. 20 分割および 40 分割の場合, 1 分割や 4-6 分割に比べて評価値の平均が低くなっており, 読み取りにくいと考える. ただし, 活字は他のフォントに比べて評価値の平均が高くなっていて, その理由として「文字が太字であったため」「デジタルの文字であったから読むのには問題なかった」という意見があった.

次に, 閲覧方法が適していると感じたかどうかについて 5 段階で回答させた評価値の平均を表 6.7 に示す. 1 分割および 40 分割は評価値の平均が低くなっており, 適していないと感じた実験参加者が多かったと考えられる. 1 分割が適していないと回答した理由とし

表 6.5: 「N/A」の合計数. ()内は分類した実験参加者数.

分割数	ペン	活字	指
1 分割	0(0 人)	0(0 人)	0(0 人)
4-6 分割	3(1 人)	5(1 人)	6(2 人)
20 分割	17(1 人)	1(1 人)	22(3 人)
40 分割	51(7 人)	6(1 人)	33(3 人)

表 6.6: Q1 の評価値の平均.

分割数	ペン	活字	指
1 分割	4.23	3.92	3.85
4-6 分割	3.92	4.15	3.69
20 分割	2.69	3.69	2.62
40 分割	1.31	2.69	1.31

表 6.7: Q3 の評価値の平均.

分割数	ペン	活字	指
1 分割	2.46	2.54	2.31
4-6 分割	3.31	3.46	3.62
20 分割	3.15	3.77	3.31
40 分割	1.54	3.00	2.08

て、「1人ずつ確認するのが面倒だった」、40分割が適していないと回答した理由として「文字が小さすぎて確認するのが難しい」「40人全体を一気に見ることは難しいと感じた」といった意見であった。これらのことから、把握のしやすい分割数はフォントに関わらず4-6分割および20分割が適していると考ええる。

## 6.7 議論

6.4および6.5の結果を踏まえて、小学校に勤務する50代教師2名にインタビューを行った。2名とも算数を専門としており、20年以上の教師経験がある。そのインタビューで頂いた意見をもとに、今後のシステムについて議論する。

### 6.7.1 レイアウトの改良

本システムでは、6つのセクションを用意したが、これに「予想・見通し」「まとめ」「練習問題」の3つのセクションを追加したほうが使いやすくと助言を頂いた。これは、これまでのセクションで補えるものの、別のセクションとして用意した方が授業の計画が立てやすいとのことであった。また、「練習問題」は授業の最後に理解度を確認するためのものであり、児童を評価する際に重要なセクションであるため、分けておいた方がいいとのことであった。

次に、児童の自由記述欄を設けることである。本システムは教師が利用しやすいことを目的としているが、ノートは児童が授業中に思いついたことを自由に書くことができ

ることが特徴の一つである。この自由記述欄は、授業中に教師が見ることはほとんどなく、ノートを回収したときや児童個人が授業を振り返るときに重要であると助言を頂いた。そのため、紙のノートの上に付箋を貼るように、システム内で吹き出しマークのスタンプを自由に押せるようにし、その枠内に思いついたことを書けるようにする必要がある。

### 6.7.2 閲覧方法の改良

インタビューをした教師に 6.5 の実験を行ってもらい、閲覧方法について助言を頂いた。まず、読み取りやすさという観点では、活字よりもペンや指で記述している方が考えている途中経過が見ることができて良いとのことだった。また、分割数については、20 分割や 40 分割は児童がほとんど書き終わってからでないと分類しづらいとのことであった。一方で、4-6 分割の場合は画面上のどこからでも確認でき、かつ「班ごとに考える」という授業展開をよくするため、班ごとに見ることができるのはとても良いとのことであった。加えて、40 分割の状態を通常にし、班ごとに拡大しながら表示できると一番授業中に使いやすいとの助言を頂いた。これは、教室全体の進行状況を確認しつつ、班ごとに閲覧して考え方の分類をしていきたいという理由であった。

これらの助言や 6.5 の結果から、40 分割を通常の状態にしつつ、4-6 分割で拡大表示しながら分類できるような表示が好ましいと考える。

## 6.8 SectionsNote 内の応用機能「ackStamp」

SectionsNote は教師と児童とのコミュニケーションを促進させ、教室全体で学べる環境を目指しているが、児童同士でノートを共有することで授業の内容を展開および発展させていく授業にも応用可能であると考えた。そこで、SectionsNote 内で児童同士がスタンプを付与しあうことで、互いに評価しあうことができる機能「ackStamp」を実装した。本節では、「ackStamp」の実装について説明する。

### 6.8.1 児童同士が評価しあう授業

近年では、アクティブラーニングと呼ばれる学習方法が世界中で注目されている [107]。日本の新学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」と表記されており、教師が一方

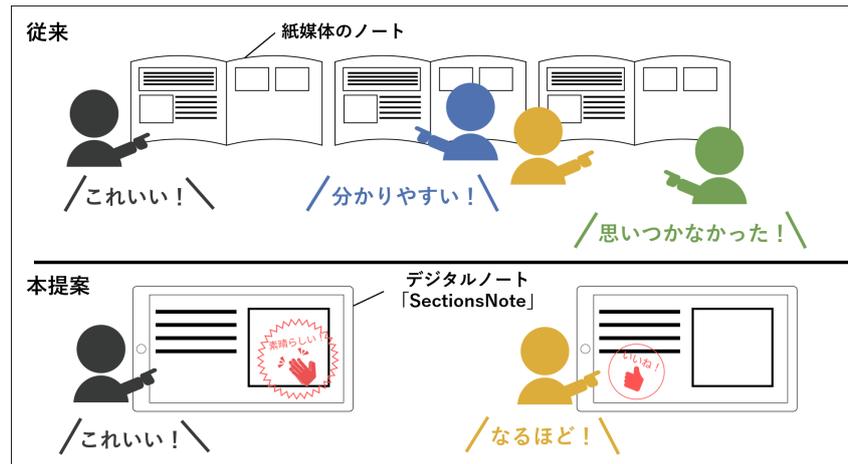


図 6.8: ackStamp の位置づけ。紙媒体のノートで従来行っていた児童同士で評価する授業をデジタルノートで実現する。

的に教えるのではなく、児童が主体的かつ対話的に学んでいくことが重要であるとしている [108]。例として、初等教育の算数の授業で行われている授業をあげる。

算数では、ひとつの問題に対して、複数の解き方がある問題が多く存在する。そのため、図 6.8 のように児童が個々で解き方を考えノートに記入した後、他の児童とノートを交換し、別の解き方をみて「なるほど、そういう解き方もあるのか」「この解き方（他の児童の解き方）の方が簡単でわかりやすい」と児童自身が考え、主体的に学んでいく学習方法がある。この学習方法の他の特徴として、「他の人の考え方を認める」という行為と、「他の人に自分の考えが認められる」という感情が得られる。紙媒体のノートに直接付箋を貼ったり、シールを貼ったりすることで、「私はこの解き方がいいと思いました」と評価したことを視覚的に表すことができる。これは、教育評価としてとても重要なことであり、テストの点数や学期末の成績評定などでは表すことが困難である。

また、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染拡大防止の観点から教育現場での授業形態も大幅に制限が続いている。その中で、児童同士が互いにディスカッションしたり、ノートを交換したり、シールを貼りあったりするという授業が実現しにくくなった。そのため、従来アナログで行っていた今後も続けていくべき学習方法を、デジタルを利用することで、アナログで行っていた授業よりも多様な状況で学びが得られるシステムを目指している。これらのことから、ackStamp を実装しスタンプ機能を用いることで認める行為を可視化し、児童同士が評価しあう学習方法をデジタルノートで実現することを目的としている。

### 6.8.2 「認め」「取り上げ」「勧める」ことによる教育評価

黒澤は、「評価する」とは「認め」「取り上げ」「勧める」ことであるとしている [109]. 評価するためには、まず「認める」ことが重要であり、児童が主体的・対話的で深い学びをする上で、児童が「認める」という行為を行う機会を与えることが学習方法として重要である。しかしながら、限られた時間内で児童同士が評価しあうためには、「認める」という行為を児童が積極的に行えるように教師は授業計画を熟考する必要があり、授業前の準備にも多大な労力と時間をかける必要がある。そのため、ackStamp では教師の授業準備の時間を軽減しつつ、かつスタンプ機能を児童が使用することで、児童自身が「認め」あい、そこから「この解き方がいい」と「取り上げ」、「なぜスタンプを押したのか」を教室全体に説明することで「勧める」という授業ができるシステムを目指している。

### 6.8.3 ackStamp の実装

ackStamp は SectionsNote を用いて授業する際に、授業中利用することを想定した機能である。この機能では、以下の2つの特徴がある。

- 児童個人がオリジナルのスタンプを制作することができる
- 児童同士でセクションごとに閲覧し、児童個人が制作したスタンプを押すことができる

この機能により児童同士が評価しあう授業を行うことが可能であり、スタンプ機能を用いることで認める行為を可視化することができる。そのため、認める (acknowledge) 行為を可視化するスタンプ (Stamp) ということで、「ackStamp」と名付けた。実装環境は SectionsNote と同様に Unity と C# で制作している。GIGA スクール構想に伴い、価格や性能から1人1台の端末として iPad を選択する小学校が多いと想定しているため、iPad (Apple 社製 iPad 第7世代) とデジタルペン (Apple 社製 Apple Pencil) を使用して授業が可能なシステムとした。

児童は個人でオリジナルのスタンプを作成することができる。スタンプ作成画面を図 6.9 に示す。スタンプは (1) フレーム、(2) テキスト、(3) マークを組み合わせることで制作する。フレーム、テキスト、マークはそれぞれ3パターンずつ用意されており、好みのパターンのボタンを選択することで容易にスタンプを作成することができる。図 6.9 の

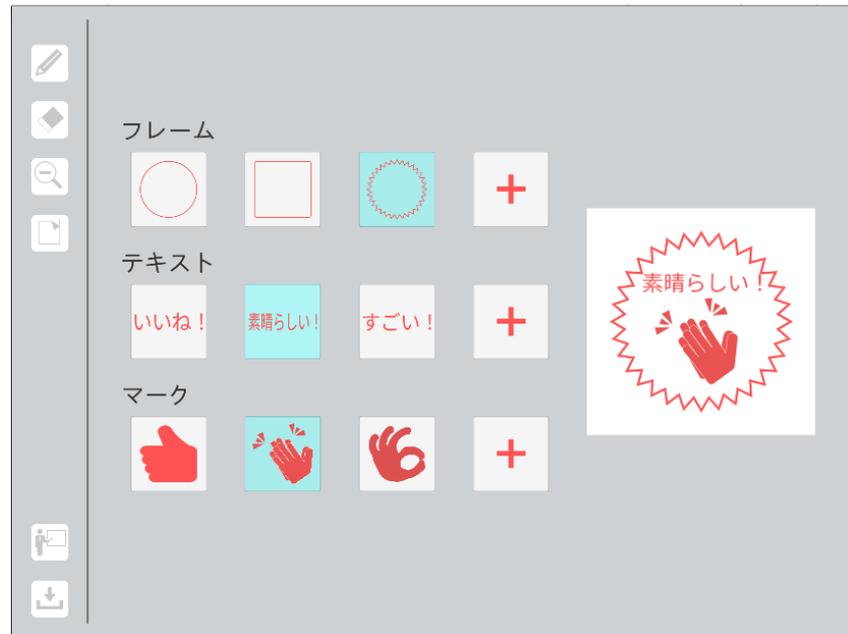


図 6.9: スタンプ作成画面.

例では、フレームが「ギザギザの円」、テキストが「素晴らしい!」、マークが「拍手」が選択されており、それらを組み合わせて制作したスタンプが図 6.9 の右側に表示されている。

テキストは「いいね!」「素晴らしい!」「すごい!」、マークは「グーサイン」「拍手」「OK サイン」といった相手を褒める言葉やジェスチャを選択している。これは、褒めることで相手を認め、評価することにつながるからである [109]。また、吉田らは、お互いを褒めあうことでポジティブな感情を喚起し、ブレインストーミングの生産性が向上することを確認しており [85]、児童同士が評価しあう授業形態にも応用できると考える。

児童が制作したスタンプは、制作した児童のみが利用できるようになっている。これは短時間で容易な制作を実現するために、選択肢を最低限にしつつも、画一的なスタンプにならないように配慮したためである。

スタンプが押印されている様子を図 6.10 に示す。システムの画面左下にスタンプを押すボタンがあり、このボタンを選択している間、共有パネル上をデジタルペンでクリックすると、児童個人が制作したスタンプが押される。

共有パネルで表示されるものは、「自分の考え」に該当するセクションの部分のみであり、教室全体を閲覧するモードと 4 人分を閲覧するモードを切り替えながら表示することができる (図 6.11)。これは、6.5 の結果から教室全体を閲覧する場合、1 人 1 人の文字が見えづらく、把握しづらいという結果が得られ、閲覧する際に適切な表示人数が 4 人-6

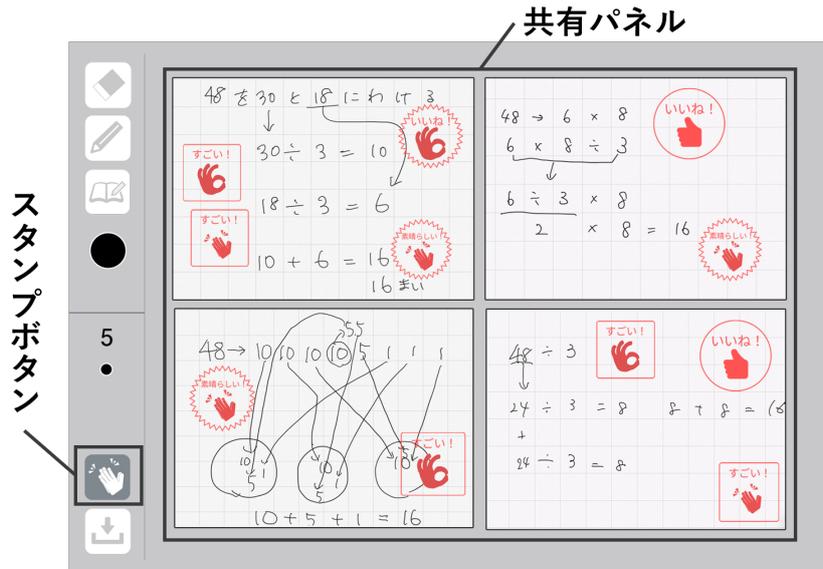


図 6.10: ackStamp のシステム画面.

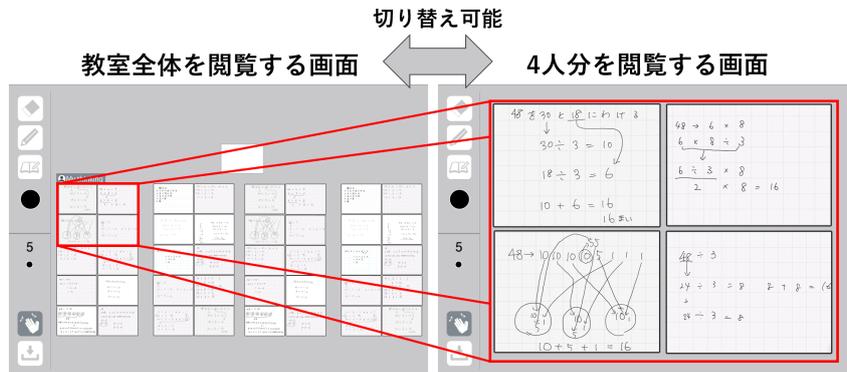


図 6.11: 教室全体と 4 人分閲覧の切り替えの様子.

人であることが示唆されたためである。他の児童ともリアルタイムで共有されているため、他の児童がスタンプを押した様子もリアルタイムで共有される。

#### 6.8.4 ackStamp を利用した想定授業例

小学校に勤務する 50 代教師 1 名と ackStamp を利用した授業例について議論した。議論した教師は算数を専門としており、20 年以上の教師経験がある。まず、解き方が 3 通り以上ある単元として、小学 4 年生の「(2 けた) ÷ (1 けた) の計算」の単元を題材とし、小学校の教科書 [96] に記載されている「 $48 \div 3$ 」の文章問題を解く授業計画とした。この単元は初めて 2 けたのわり算を習うところであり、九九の計算の範囲を超えるため工夫して解く必要がある。具体的には、大きく分けて以下の 3 通りの解き方がある。

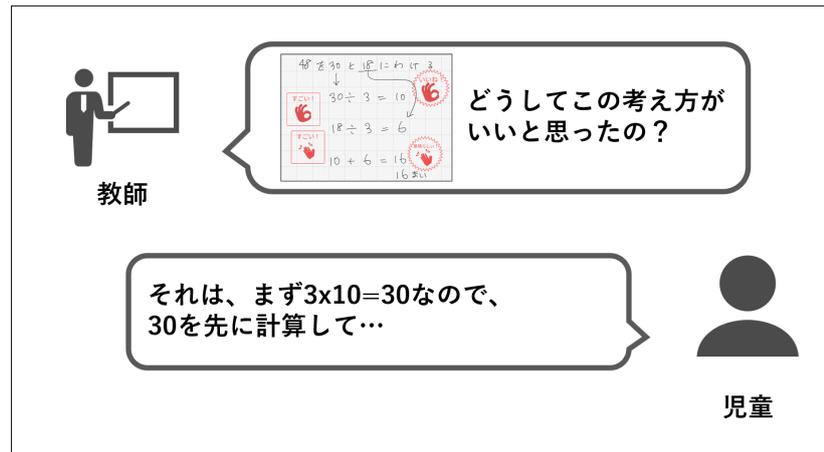


図 6.12: 授業想定例.

- 48 を 30 と 18 に分けて、それぞれを 3 でわり ( $30 \div 3 = 10$ ,  $18 \div 3 = 6$ ), その商を合計する ( $10 + 6 = 16$ ).
- 48 を 24 と 24 に分けて、それぞれを 3 でわり ( $24 \div 3 = 8$ ), その商を合計する ( $8 + 8 = 16$ ).
- $48 \div 3$  を  $6 \times 8 \div 3$  とし、先に 6 を 3 で割ってから 8 をかける ( $6 \div 3 \times 8$ ).

授業では、児童に個々で問題を解き、「自分の考え」に記入させた後、「自分の考え」のセクションを児童同士で共有させる。お互いにスタンプを押した後、教師は全体のスタンプの数を確認し、スタンプが多く集まっているものを取り上げ、「この考え方にスタンプが多く集まっているけれど、どうしてこの考え方がいいと思ったの?」と児童に投げかける (図 6.12)。スタンプを押した児童は、「それは、まず  $3 \times 10 = 30$  なので、30 を先に計算して…」といったように、スタンプを押した理由を説明しだす。これを数名分繰り返し、「では、今日学んだ解き方を使ってこの問題を解いてみよう」と練習問題を提示する。すると、「この問題だったらこの解き方を使えば簡単に解けそう」と児童が考え、ノートに記入する。

この授業の特徴は、児童同士がスタンプを押すことで、お互いを評価しあう授業であることである。また、算数の授業では、問題の解き方が分かった児童自身が、「どうしてその解き方をしたのか」を説明することが多いが、この授業では、解き方が分かった児童ではなく、スタンプを押した児童が説明する。これは、いい解き方をする児童のみが授業に参加するのではなく、教室全体の児童が授業に参加しながら授業を展開することが可能である。加えて、いい解き方をしていた児童は、教師から認められるだけでなく、他の児童から認められていると感じ、授業に対してポジティブな印象を得ると考える。

## 6.9 まとめ

本章では、システム開発の初期段階として、セクションを考慮してノートのレイアウトを制作するシステム「SectionsNote」を試作した。システムを用いて算数の授業で使われる 21 種類のレイアウトを制作できることを確認した。また、教師が授業中に閲覧する際の適切な表示手法について実験を行った。実験の結果や教師とのインタビューから、4-6 分割で表示すると、フォントに関わらず読み取りやすく、かつ把握しやすいことが分かった。さらに、SectionsNote を用いた児童同士が互いに評価しあう授業を想定し、追加機能「ackStamp」を実装した。この機能により、児童同士で互いに評価しあい、授業を展開することが可能であると考えられる。

SectionsNote は児童生徒と教師がコミュニケーションを取りながら授業を展開する授業で有用であると考えられる一方で、講義や児童生徒と教師がコミュニケーションをとる機会が少ない授業で有用であるかは定かではない。

## 第7章 研究成果と議論

本研究では、これまで3章-6章にわたって1vN環境での聴き手のN人を主体としたコミュニケーションについて研究してきた。本章ではこれまで研究してきた成果と第1章で掲げた目標と照らし合わせ議論する。

### 7.1 オンライン環境での聴き手の印象評価

第3章では、Web会議支援システム型、登壇型、VTuber型の3種類のプレゼンスタイルを用意し比較実験を行い、聴き手がどう感じるのか印象評価について述べた。特にノンバーバルな視覚情報に着目して調査し、身振り手振りといった身体の動きが聴き手に良い印象を与えていることが分かった。

第4章では、プレゼンのみならず、ゲーム実況や学びといった違うカテゴリーの場合の聴き手の印象についても比較実験を行い、聴き手がどう感じるのか印象評価について述べた。配信スタイルは実写、2D CG アバタ、3D CG アバタの3種類を用意し、配信スタイルの違いについても調査を行った。また、第3章のノンバーバルな視覚情報以外にも、各カテゴリーについての内容の印象についても評価の指標として調査した。調査した結果、聴き手の印象としては視覚的な印象が少なからず影響していると考えられ、動画カテゴリーによって視覚的な印象のみならず、語り手の反応や、説明の仕方など内容の印象や聴覚的な印象も複合的に関わってくることが示唆された。

第3章および第4章で調査した結果、まず、語り手が同じ人であるにも関わらず、見た目や画面に映る範囲によって聴き手の印象が変わるということが示された。2D CGのアバタや3D CGのアバタを使うことで、実写とは違う印象を聴き手に与えることができることが示唆された。本研究はアバタを語り手に似せて制作したため、アバタが語り手と違う見た目の場合に聴き手がどう感じるのかについては定かではない。アバタの特徴として、デフォルメを施したり、性別や体系を変えたり、人間ではなく動物や妖精としたりと、実際の人間が着飾るよりも遥かに豊富で幅広く変更が可能であることがあげられる。そのため、メイクや髪型などの対面環境以上に、オンライン環境では語り手の見た目を操作することが可能であり、この操作によって聴き手の印象を変えることができると考

える。本研究の結果はアバタを用いた配信スタイルの印象評価についての第一歩であり、今後のアバタの特徴をいかした印象評価の研究につながる重要な研究であると考えられる。

次に、1vN環境において、対面とオンラインの環境の違いに関わらず、身振り手振りや身体の動きや目線、表情といったノンバーバルな視覚情報は聴き手にとって印象を左右する重要な要素であることが分かった。第3章で提案した登壇型のプレゼンスタイルのように、ノンバーバルな視覚情報を聴き手に伝達しやすい手法を実現した。第4章では、どの配信スタイルも身振り手振りの動きは表示せず、頭の動きや目線、表情のみの違いであったが、聴き手の印象は配信スタイルによって異なっていた。ノンバーバルな視覚情報が伝達されやすくなったことで、対面と同様に語り手のプレゼン能力が聴き手の印象を左右すると考えられる。例えば、身振り手振りが少ない語り手や、表情が変わらず淡々と話す語り手にとっては、登壇型のプレゼンスタイルを用いても聴き手の印象は良くならず、むしろWeb会議システム型のプレゼンスタイルよりも印象が悪くなってしまいう可能性もある。ノンバーバルな視覚情報が伝達されやすい環境を構築できたからこそ、これまで以上に語り手の発表支援がより良い1vN環境を実現するために重要となると想定される。

## 7.2 聴き手が語り手に対して反応をフィードバックしやすくする手法

第5章では、リアルタイムでフィードバックするチャットシステム「ChaChatButton」を開発し、学会発表での利用や約4か月間にわたって利用してきた結果を述べた。長期間利用した結果、ボタンによるフィードバックが徐々に減少した一方で、自由なテキストによるフィードバックが徐々に増加した。また、4ヶ月利用後、匿名とユーザ名の選択制にした結果、全体の5割以上がユーザ名で送信された。

ChaChatButtonを利用し、匿名かつボタンによるフィードバックが行えるようにしたことで、聴き手が語り手に対してフィードバックする抵抗を減らすことができたと考えられる。また、長期的に利用することで、自由なテキストによる伝達が増加した知見が得られ、より具体的かつ詳細な反応を語り手に伝達するようになったことが示唆された。この結果から、聴き手が語り手に対して反応をフィードバックしやすくする方法について調査するという目的を達成し、なおかつ聴き手のフィードバックへの抵抗感を減らしたことで、徐々に詳細なフィードバックができるようになってきたことが伺える。

聴き手が語り手に対して反応をフィードバックしやすくした一方で、対面の際に聴き手から直接得られる反応が減ってしまう可能性があると考えられる。例えば、ChaChatButton

のシステムでは「うんうん」や「わかる」といった同意を表す反応が伝達されていたとしても、対面で聴き手を見た際に、同意を表すうなずきがなかったり、聴き手と目線が合わなかったりした場合、それは良い1vN環境といえるかどうかは定かではない。聴き手が語り手に対する反応をフィードバックしやすくすることは実現できたものの、対面で語り手が把握していた聴き手の動作や雰囲気、システム導入後も同じように把握できたり、システムで文字として伝達した情報を、対面時には動作として伝達できたりする手法を考えていく必要があると考える。

### 7.3 多くの聴き手の意見を語り手が取り入れる手法

第6章では、デジタルノート「SectionsNote」を開発し、従来の紙媒体のノートと同様のレイアウトが制作可能であることと、教師が教室にいる児童生徒全体のノートに書かれた文字が把握することができるかについて調査を行った結果を述べた。システム上でノートのレイアウトを容易に制作することが可能であり、また各セクションごとに閲覧表示する方法について模索した。

SectionsNoteによって語り手が教室全体の意見を把握することが可能となったものの、聴き手の意見を授業にいかし、展開していくための技術や経験が必要であると考え。SectionsNoteは従来の授業形態を維持しながら利用できるデジタルノートとして実装しているため、語り手は従来の授業形態で授業を展開できる必要がある。そのための技術や経験の獲得を支援することも今後の課題のひとつであると考え。

また、利用を想定している1vN環境として小学校の算数の授業があるが、実際に小学校の授業での利用は実現しておらず、SectionsNoteによって実際に授業が展開できるかどうかについては本研究で定かにすることはできなかった。その理由と解決策について次節以降で説明する。

### 7.4 小学校でICT機器を利用する課題と解決策

SectionsNoteは小学校の授業で利用することができなかった。その理由を教師に伺ったところ、このシステムを利用の有無によって児童生徒に差が生じる可能性があること、通信トラブルやシステムエラーによって動作が安定しない場合授業が滞ってしまうこと、児童生徒が授業とは関係ない遊び方をしてしまうことなどがあげられた。

この課題については、第2章で述べたように小学校でのICT機器の利用が普及していないことや、使い慣れておりトラブルに対応できる教師が少ないことが挙げられる。ま



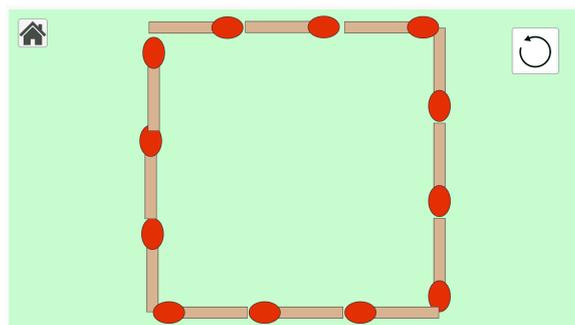


図 7.2: デジタル教材「マッチのカタチ」の回答例 1.

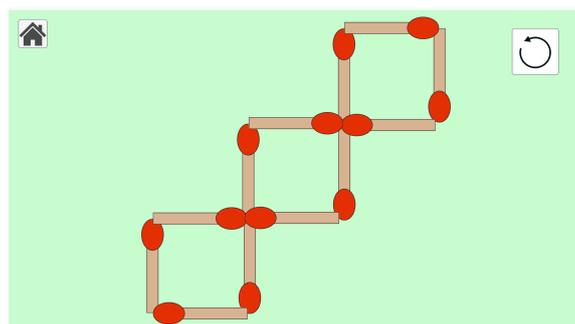


図 7.3: デジタル教材「マッチのカタチ」の回答例 2.

きをした場合、「デジタル教材ラボ」というアプリケーションから利用可能である。

この単元で制作したデジタル教材「マッチのカタチ」は、マッチ棒を画面のタッチ操作で自由に動かすことができるものである。この授業では、まず階段状に配置されているマッチ棒の合計本数を簡単に求める方法について児童に考えさせる授業である。具体的には、初期配置が図 7.1 のものを、図 7.2 や図 7.3 のようにマッチ棒を動かして配置することで、計算しやすくするといったものである。

実際に児童がこの教材を利用している様子を図 7.4 に示す。児童はまず児童自身で教材を用いて考えており、その後教師によって近くにいる児童と話し合い、考え方を共有していた。教師は一通り教室にいる児童の様子を確認した後、手を挙げた児童を中心に黒板でマッチ棒の動かし方について実践させた。さらに、そのマッチ棒の配置を見て、どのような式を立てることができるのかについて考え、まとめていた。授業後の黒板の様子を図 7.5 に示す。

この授業は ICT 機器を活用した「主体的・対話的で深い学び」の事例として目黒区の算数部研究会で発表されており、現在他の教師による授業も徐々に行われてきている。

このような授業の事例を増やしていくことで、徐々に ICT 機器を利用した授業を導入していき、将来的にデジタルノートが利用できる環境になることを期待している。



図 7.4: デジタル教材を使用している様子.

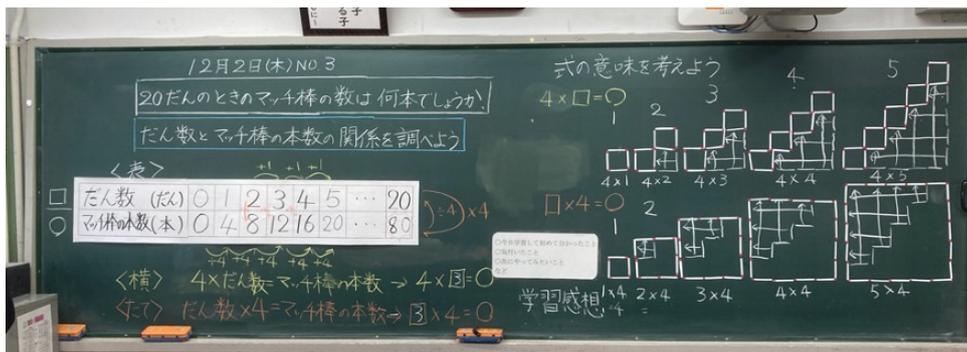


図 7.5: 授業終了後の黒板.

## 第8章 結論

学会発表や教育現場の授業，オンラインのライブ配信など，語り手が1人に対して聴き手が複数人いる環境のことを「1vN環境」と定義し，1vN環境での聴き手を主体としたコミュニケーション支援の研究を行った．1vN環境のコミュニケーションについて4段階に分け，それぞれの段階間にある課題を洗い出し，それらの解決を試みた．これにより，1vN環境に特有の人間のみでは解決することが困難であったコミュニケーションの課題を，デジタル機器を媒介とすることで解決する方法を実現し，よりよい1vN環境を構築することが可能となった．この結論についての詳細を8.1で述べ，本研究の現在における限界について8.2に記述する．その後，今後の展望について8.3に記述する．

### 8.1 結論

1vN環境は語り手が1人に対して複数人の聴き手がいるため，語り手が聴き手全員の反応や意見，態度や動作などを把握することは困難であり，語り手の知識や経験によって解決するには限界がある．そのため，デジタル機器を媒介とすることで，聴き手の反応や意見を語り手に伝達することで解決する手法を提案し，人間のみでの1vN環境よりも語り手と聴き手がコミュニケーションをとることを可能とした．具体的なコミュニケーションの解決手法について以下に述べる．

まず1つ目として，オンライン環境のプレゼンにおいて，オンラインで語り手の経験や感覚だけでは解決できなかったノンバーバルな視覚情報が伝わる手法を提案し，提案した手法を用いることで聴き手の印象を良くすることを明らかにした．また，プレゼンのみならず，ゲーム実況や学びといった違うカテゴリにおいても，同様にノンバーバルな視覚情報が聴き手にとって語り手の印象に影響があることが示された．

これらのノンバーバルな視覚情報は，オンライン環境で失っていた情報であり，語り手の印象に影響があったということは，聴き手がこれまで感覚として「印象の良い発表」として捉えていた要素であると考えられる．このノンバーバル情報を提示しやすくするプレゼン手法を提案し実装したことで，これまで伝達することが難しかった語り手のノンバーバルな視覚情報を聴き手に伝達可能とした．

2つ目として、ChaChatButton を利用することで、匿名のフィードバックをボタン操作で行う方法を実現し、これを用いることで聴き手が語り手に対してフィードバックしやすくすることを明らかにした。また、長期間利用を継続することで、徐々にボタンからテキストによるフィードバックへと移行していき、より具体的な聴き手の反応をフィードバックするようになることが示唆された。語り手には把握が困難であった聴き手の反応を ChaChatButton によって可視化し、伝達することで聴き手の反応を見ながら語り手が話すことが可能となった。

3つ目として、語り手が把握することが困難であった 1vN 環境全体の意見を SectionsNote によって一覧で閲覧することを実現し、聴き手が書いたテキストを語り手が判断する適切な表示の大きさを明らかにした。これまでの教育現場の授業では、児童生徒が授業中に思ったことや考えたことを教師にリアルタイムに伝達するためには、発言による意見の可聴化が必要だった。授業中に発言しない意見は、ノートやプリントに書くことで意見を可視化することはこれまでも行えたが、その意見を教師が授業中に知ることは困難であった。従来のノートのレイアウトを制作可能な SectionsNote を利用することで、可視化した聴き手の意見がリアルタイムで伝達可能となった。

これらのことから、人間のみでは解決することが困難であった 1vN 環境のコミュニケーションの課題について、デジタル機器を媒介として解決するための方向性を示した。これにより、今後、誰もが聴き手を主体としたコミュニケーションが行える 1vN 環境を構築できるようになる。

## 8.2 本研究における限界

本研究で提案した手法により、1vN 環境のコミュニケーションの課題を解決できたが、これは 1.1.4 で述べたように聴き手が主体としたコミュニケーション支援の研究であり、語り手を支援する研究ではない。本研究で提案したシステムが有効に機能するのは、語り手が発表支援を必要しないほど熟達している場合に限られる。発表支援を必要とする未熟な語り手は本研究のシステムの支援の対象外である。また、本研究はデジタル機器が快適に動作する設備が整っている 1vN 環境に限られる。提案したシステムごとに本研究における限界を述べる。

オンライン環境のプレゼンでは、登壇型のプレゼンスタイルを用いることで、ノンバーバルな視覚情報が聴き手に伝達されやすくなった。ノンバーバルな視覚情報が伝達されやすくなったことで、対面と同様に語り手のプレゼン能力が聴き手の印象を左右すると

考えられる。そのため、ノンバーバルな視覚情報を伝達するのが上手な語り手にとって有用なスタイルである。一方で、身振り手振りが少ない語り手や、表情が変わらず淡々と話す語り手にとって有用なスタイルであるかどうかについては、本研究の範囲で示していない。

ChaChatButton は、聴き手が語り手に対して反応をフィードバックしやすくした。そのため、聴き手の反応を見ながら話す語り手にとって有用なシステムである。また、語り手の発言中にフィードバックしたいと感じる聴き手にとっても有用なシステムである。一方で、話している間に聴き手の反応を見ず、用意した発表原稿を淡々と読みあげる語り手や、聴いている間に意見を持たない聴き手に対しての有用性については、本研究の範囲で示していない。

SectionsNote は、語り手が教室全体の意見を把握することが可能となった。そのため、聴き手の意見を授業にいかし、展開していくための技術や経験がある語り手に有用である。例えば、小学校の算数で見開き1ページのノートレイアウトを採用して授業を行っている教師があげられる。聴き手とのやりとりが少ない授業を展開する語り手に対しての有用性については本研究の範囲で示していない。

### 8.3 1vN 環境の今後の展望

本研究は1vN環境について、語り手である1人を主体とするのではなく、聴き手であるN人を主体として研究を行った。聴き手は性別、年齢、性格など1人1人異なるため、全ての1vN環境において本研究の研究成果が適用できるとは言い切れない。特にプレゼンや授業の良し悪しは聴き手の主観的な評価であり、研究として定量的な評価をすることは難解である。しかしながら、アリストテレスの弁論術にあるように、プレゼンの目標は「聴き手」であり、授業の目標も「聴き手」である。聴き手にとって印象の良いプレゼンをすることが、結果として語り手の評価につながり、聴き手が積極的に発言したり、授業や議論に参加したりすることが、結果として良い授業や議論を展開することにつながるのである。

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の感染拡大の影響により、2020年ではオンラインによる学会発表やオンライン授業も行われた。1vN環境においてオンラインによる参加や開催も選択肢のひとつとなったことで、1vN環境に参加する意義や必要性を考え直す必要があると考える。例えば、知識を得る目的のみであればオンデマンドの配信を見ることで学べ、個々にあった勉強をする目的であれば、むしろ1vN環境が最適とは言

い難い。

著者は、1vN環境はこれまで以上に人間が人間を評価する・評価しあう場所になると考えている。学会や学校などの1vN環境では、人間同士がそれぞれの持っている意見をお互いに共有しあったり、認めあったり、議論しあったりすることが重要である。これは従来から1vN環境で行われたことであるが、聴き手の選択肢が多様化したことによって、これまで以上に重要視される要素であると考え。人間が人間を評価する・評価しあう場所となることで、新しい問題を見つけたり、主体的な学びに繋がったりしていくと考える。人間が人間を評価するためには、お互いの意見に興味を持って、相手の意見に対して自分なりの意見を持ち、それを相手に伝えることが重要であると考え。また、お互いの意見を認めあったり、議論をしたりしていくことで、最終的に意見をまとめることも重要である。

本研究では1vN環境に特有の人間のみでは解決することが困難であったコミュニケーションの課題を、デジタル機器を媒介とすることで解決した。本研究の研究成果はこのような1vN環境のコミュニケーションの礎となるものであり、この研究を発展していくことで、これまで評価することのできなかつた新たな評価指標が確立できると期待している。

## 謝辞

博士後期課程1,2年次に指導教員であったお茶の水女子大学の五十嵐悠紀准教授,3年次に指導教員である明治大学の小林稔教授には,本研究を進めるにあたり多大なるご指導とご助言をいただきました。

五十嵐准教授は,ICT教育について多くの知見を共有してくださり,コロナ禍でもオンラインでいつも親身に対応してくださりました。博士前期課程までとは異なった分野の研究会や学会,また教育分野の先生を紹介してくださり,大変充実した研究生生活を送ることができました。心より感謝申し上げます。

小林教授は,学部生の頃よりご指導していただき,研究について0から学ばせていただきました。国内外での学会発表をはじめ,研究への向き合い方や論文の書き方,コミュニケーションコラボレーションメディアについての知見など,幅広くご教授いただきました。また,博士後期課程3年次に快く受け入れてくださり,充実した大学生生活を送ることができました。心より感謝申し上げます。

副査を引き受けてくださった明治大学の宮下芳明教授,東京通信大学の斉藤典明教授に深く感謝いたします。宮下教授には,学部2年生の頃に仮配属でお世話になり,ご指導のもと,人生で初めての学会発表を経験することができました。その後もサークル活動をはじめ,進路の相談やパイオニアとしての心意気,デモ・ポスター発表のしかたなど人生についての心得をご教授いただきました。心より感謝申し上げます。

斉藤教授には,博士前期課程1年次の学会発表以降,5年間にわたって研究に対して幾度となくご意見,ご助言をいただきました。グループウェアとネットワークサービス研究会でお会いした際には,研究のみならずオンラインで授業を行う教育現場についての現状や知見についてご教授いただきました。誠に感謝申し上げます。

学部2,3年生次に数独の研究でお世話になり,その後も研究の相談や議論を通じ,これまで多くの助言をいただきました明治大学の阿原一志教授,ICT教育の国内外の現状についてご教授いただき,研究について助言をいただきました武蔵野学院大学の上松恵理子准教授に深く感謝申し上げます。

本研究の第4章をはじめ,研究のみならず日々多くの助言をいただきました,ソフトバ

---

ンク株式会社の呉建朗様，株式会社ドワンゴの富永詩音様，株式会社 NTT ドコモの新井貴紘様に感謝いたします。また，学部1年生の頃からともに学生生活を過ごし，ともに議論しあい，ともに切磋琢磨してきた川添浩太郎様に深く感謝いたします。

明治大学元五十嵐研究室のメンバーの皆様，小林研究室のメンバーの皆様には様々な形でお世話になり，特に2022年度は毎週のゼミで第5章のシステム「ChaChatButton」を使用していただきました。研究の相談や共著として議論に参加して下さった阿部花南様，武井秀憲様に感謝いたします。

最後に，これまで支えて下さった家族や友人の皆様にご心より感謝いたします。

## 研究業績

### 学術論文【査読あり】

1. 越後宏紀, 呉建朗, 新井貴紘, 富永詩音, 小林稔: カテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.64, No.1, pp.86-95 (2023).
2. 越後宏紀, 小林稔, 五十嵐悠紀: オンラインの学会発表におけるプレゼンテーションスタイルの印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.63, No.1, pp.2-10 (2022).

### 国際会議 登壇発表【査読あり】

1. Hiroki Echigo, Kanan Abe, Yuki Igarashi, Minoru Kobayashi.: Presentation Method for Conveying Nonverbal Information in Online Conference Presentations with a Virtual Stage. Proceedings of the 28th International Conference of Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech2022), Vol.13632, pp.98-111 (2022).

### 国内会議 登壇発表【査読あり】

1. 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔: チャットボタンシステム「ChaChat-Button」の長期的利用とその効果, ワークショップ2022(GN Workshop 2022) 論文集, pp.44-51 (2022).
2. 越後宏紀, 呉健朗, 新井貴紘: YouTube のカテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価の検討, ワークショップ2021(GN Workshop 2021) 論文集, pp.17-24 (2021).
3. 越後宏紀, 五十嵐悠紀: SectionsNote: セクションを考慮してレイアウトおよび閲覧できるデジタルノート, 第28回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2020) 論文集, No.88, pp.133-138 (2020).

**国内会議 登壇発表【査読なし】**

1. 越後宏紀, 小林稔, 阿部花南, 高橋康汰: メンバ間の相互認識形成のための自己紹介映像再生システムの提案, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol.2022-GN-115, No.56, pp.1-8 (2022).

**国内会議 デモ・ポスター発表【査読なし】**

1. 越後宏紀, 五十嵐悠紀, 小林稔: ChaChat2: フィードバックする反応に応じて匿名/あだ名を選択可能なチャットシステム, 第30回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2020) 論文集, pp.1-2 (2022).
2. 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔: ChaChatButton: 聴講者からのフィードバックをリアルタイムに反映するチャットボタン, インタラクシオン 2022 論文集, pp.574-578 (2022).
3. 越後宏紀, 五十嵐悠紀: PolygramGenerator: 重ねた文字の可読性を保つ文字デザイン制作システム, 第29回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2021) 論文集, pp.1-3 (2021).
4. 越後宏紀, 五十嵐悠紀: ackStamp: デジタルノートにおける児童同士が評価しあう授業支援を目的としたスタンプ機能の提案, インタラクシオン 2021 論文集, pp.378-383 (2021).

**その他**

1. 越後宏紀: オンラインのデモ発表って, なんだ?, 情報処理学会・学会誌「情報処理」(2021).
2. 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲: バーチャルアバタ (VTuber) によるオンラインデモ発表成功への道, DICOMO2021 ナイトテクニカルセッション (2021).

**受賞**

1. 情報処理学会 山下記念研究賞.  
「YouTube のカテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価の検討」に対して (2022).

2. 情報処理学会 GN 研究会 2021 年度 GN 研究賞. (2022).
3. 情報処理学会インタラクシオン 2022 インタラクティブ発表賞（一般投票）.  
「ChaChatButton: 聴講者からのフィードバックをリアルタイムに反映するチャットボタン」に対して (2022).
4. 情報処理学会 GN 研究会 優秀発表賞.  
「メンバ間の相互認識形成のための自己紹介映像再生システムの提案」に対して (2022).
5. 情報処理学会 特選論文.  
「オンラインの学会発表におけるプレゼンテーションスタイルの印象評価」に対して (2022).
6. GN ワークショップ 2021 ベストプレゼンテーション賞.  
「YouTube のカテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価の検討」に対して (2021).
7. DICOMO2021 ナイトテクニカルセッション第 3 位.  
「バーチャルアバタ (VTuber) によるオンラインデモ発表成功への道」に対して (2021).

## 参考文献

- [1] 蒔田晋治: 教室はまちがうところだ, 子どもの未来社, pp.31 (2004).
- [2] 栗原一貴, 後藤真孝, 緒方淳, 松坂要佐, 五十嵐健夫: プレゼン先生: 音声情報処理と画像情報処理を用いたプレゼンテーショントレーニングシステム, WISS2006, pp.1-6 (2006).
- [3] 趙新博, 由井蘭隆也, 宗森純: ノンバーバル表現に注目したプレゼンテーション支援システムの開発, グループウェアとネットワークサービス研究会, Vol.2015-GN-94, No.6, pp.1-6 (2015).
- [4] Ishino, T., Goto, M. and Kashihara, A.: A Robot for Reconstructing Presentation Behavior in Lecture, In Proceedings of the 6th International Conference on Human Agent Interaction (HAI '18), pp.67-75 (2018).
- [5] Aristotle, Ross, D.: Aristotelis Ars Rhetorica, Oxford Classical Texts, Clarendon Pr, pp.224 (1959).
- [6] アリストテレス, 戸塚七郎訳: 弁論術, 株式会社岩波書店, pp.1090 (2018).
- [7] Dewey, J.: Experience and Education, (1938).
- [8] ジョン・デューイ, 市村尚久訳: 経験と教育, 株式会社講談社, pp.116 (2004).
- [9] J.S. ブルーナー, 鈴木祥蔵, 佐藤三郎訳: 教育の過程, 岩波書店, pp.161 (1966).
- [10] 文部科学省: 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説総則編 (2017).
- [11] 文部科学省・国立教育政策研究所: OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年調査 (PISA2018) のポイント, [https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01\\_point.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf), (参照 2022-12-02).
- [12] 文部科学省: GIGA スクール構想の実現について, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/ind-ex\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/ind-ex_00001.htm), (参照 2022-12-02).

- [13] 文部科学省: 新型コロナウイルス感染症に関する学校の再開状況について, [https://www.mext.go.jp/content/20200603-mxt\\_kouhou01-000004520\\_4.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200603-mxt_kouhou01-000004520_4.pdf) , (参照 2022-12-02).
- [14] 文部科学省: 新型コロナウイルス感染症対策のための学校の臨時休業に関連した公立学校における学習指導等の取り組み状況について, [https://www.mext.go.jp/content/20200421-mxt\\_kouhou01-000006590\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200421-mxt_kouhou01-000006590_1.pdf) , (参照 2022-12-02).
- [15] 情報処理学会: IPSJ カレンダー (一覧), [https://www.ipsj.or.jp/cgi-bin/ipsj\\_calendar.cgi](https://www.ipsj.or.jp/cgi-bin/ipsj_calendar.cgi) , (参照 2022-12-02).
- [16] 株式会社ザ・アール: これだけは知っておきたい「プレゼンテーション」の基本と常識 [改訂新版], フォレスト出版株式会社 (2017).
- [17] 佐藤佳弘: <パワーアップ版>わかる! 伝わる! プレゼンカプレゼンテーション虎の巻, 武蔵野大学出版会 (2018).
- [18] 塚本真也, 高橋志織: 学生のためのプレゼン上達の方法-トレーニングとビジュアル化-, 朝倉書店 (2012).
- [19] 藤原毅芳: 図解で分かる! 伝わるプレゼン, 株式会社秀和システム (2017).
- [20] 平林純: 論理的にプレゼンする技術 改訂版 聴き手の記憶に残る話し方の極意, SBクリエイティブ株式会社 (2018).
- [21] Zoom, <https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>, (参照 2022-12-02).
- [22] Cisco Webex, <https://www.webex.com/ja/video-conferencing.html> , (参照 2022-12-02).
- [23] Microsoft Teams, <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-teams/group-chat-software> , (参照 2022-12-02).
- [24] Google Meet, <https://apps.google.com/intl/ja/meet/>, (参照 2022-12-02).
- [25] 松下温, 岡田謙一: コラボレーションとコミュニケーション, 共立出版 (1995).
- [26] Mehrabian, A.: Silent Messages: Implicit Communication of Emotions and Attitudes, Wadsworth (1981).

- [27] 前田晴己, 栗原一貴, 宮下芳明: 発表者がスクリーン前に立つプレゼンテーションスタイルの提案, EC2011, pp.1-4 (2011).
- [28] 渡辺富夫, 大久保雅史: 身体的コミュニケーション解析のためのバーチャルコミュニケーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.670-676 (1999).
- [29] 下江優太, 濱本和彦, 野須潔, 小河幸次: アバターとピクトグラムを用いた非言語コミュニケーションの検討, 電学論, Vol.130, No.3, pp.476-482 (2010).
- [30] 石井裕, 渡辺富夫: 自己アバタを対面合成した身体的ビデオコミュニケーションシステム, 可視化情報, Vol.23, No.1, pp.357-360 (2003).
- [31] キズナアイ — A.I.Channel - YouTube, <https://www.youtube.com/channel/UC4Y-aOt1yT-ZeyB0OmxHgolA>, (参照 2022-12-02).
- [32] バーチャル YouTuber の人数が 1 万 3000 人突破, 人気 1 位はファン数 286 万人のキズナアイ, <https://newspicks.com/news/5374166/>, (参照 2022-12-02).
- [33] ACM SIGCHI – CHI2020 Presentations, <https://youtube.com/playlist?list=PLqhX-YFYmZ-VctgnS59-jZt13-yC4DXvGm>, (参照 2022-12-02).
- [34] インタラクション 2020, <https://youtu.be/Ux9fpmrxG5g>, (参照 2022-12-02).
- [35] インタラクション 2021, <https://youtu.be/K0NLW1kNaUg>, (参照 2022-12-02).
- [36] A Remote Video Presentation Guide, <https://medium.com/sigchi/a-remote-video-presentation-guide-93957c63aa7a>, (参照 2022-12-02).
- [37] Microsoft PowerPoint, <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/powerpoint>, (参照 2022-12-02).
- [38] Open Broadcaster Software — OBS, <https://obsproject.com/ja>, (参照 2022-12-02).
- [39] CINEMA 4D, <https://www.maxon.net/ja/cinema-4d>, (参照 2022-12-02).
- [40] イラスト マンガ制作ソフト・アプリ CLIP STUDIO PAINT, <https://www.clipstudio.net/>, (参照 2022-12-02).
- [41] Live 2D Cubism, <https://www.live2d.com/>, (参照 2022-12-02).
- [42] VTube Studio, <https://denchisoft.com/>, (参照 2022-12-02).

- [43] WISS2020, <https://www.wiss.org/WISS2020/>, (参照 2022-12-02).
- [44] WISS2020 3 日目- YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=zU9Y5EUVP-8Q&t=8000s>, (参照 2022-12-02).
- [45] Slack, <https://slack.com/intl/ja-jp/>, (参照 2022-12-02).
- [46] インタラクション 2021 2 日目午後 (インタラクティブ発表 4 中継 A) , [https://www.youtube.com/watch?v=e0k73Sg\\_k-Ws&t=1773s](https://www.youtube.com/watch?v=e0k73Sg_k-Ws&t=1773s), (参照 2022-12-02).
- [47] YouTube, <https://www.youtube.com/>, (参照 2022-12-02).
- [48] ニコニコ, <https://www.nicovideo.jp/>, (参照 2022-12-02).
- [49] Twitch, <https://www.twitch.tv/>, (参照 2022-12-02).
- [50] 松清綾大, 伊藤淳子, 吉野孝, 宗森純: YouTube チャンネルの投稿動画数や動画再生回数の推移に基づく登録者数分析, 2021 年度情報処理学会関西支部支部大会講演論文集, G-76, pp.1-3 (2021).
- [51] 田中達也, 阿多信吾, 村田正幸: ユーザ生成コンテンツの視聴数推移パターン分析と人気推移予測, 信学技報, Vol.116, No.137, pp.49-54 (2016).
- [52] 総務省情報通信政策研究所: 令和 2 年度情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査報告書, pp.1-94 (2021).
- [53] 越後宏紀, 呉健朗, 新井貴紘: YouTube のカテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価の検討, ワークショップ 2021 (GN Workshop 2021) 論文集, pp.17-24 (2021).
- [54] ヒカキン、今後は VTuber として活動して行きます。 , <https://youtu.be/3gtiOlhMAmc>, (参照 2022-12-02).
- [55] 一翔剣ちゃんねる – YouTube, <https://www.youtube.com/c/ishouken/videos>, (参照 2022-12-02).
- [56] 松本敏宏, 松浦宣彦, 菅原昌平, 正木茂樹: デスクトップ VR 会議におけるアバタ表現方式の評価, 情報処理学会研究報告, Vol.99, No.88, pp.13-18 (1999).
- [57] 越後宏紀, 小林稔, 五十嵐悠紀: オンラインの学会発表におけるプレゼンテーションスタイルの印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.63, No.1, pp.2-10 (2022).

- 
- [58] Li, F. L., Zhao, Z., Lu, Q., Lin, X., Chen, H., Chen, B., Pu, L., Zhang, J., Sun, F., Liu, X., Xie, L., Huang, Q., Zhang, J. and Chen, H.: AliMe avatar: Multi-modal Content Production and Presentation for Live-streaming E-commerce, In Proceedings of the 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR ' 21), pp.2635-2636 (2021).
- [59] 黒田拓也, 山田誠二, 寺田和憲: オンラインショッピングにおける商品推薦エージェントの外見と振る舞いの関係が購買意欲に与える影響, 人工知能学会論文誌, Vol.31, No.2, pp.1-11 (2016).
- [60] Lu, Z., Shen, C., Li, J., Shen, H., Wigdor, D.: More Kawaii than a Real-Person Live Streamer: Understanding How the Otaku Community Engages with and Perceives Virtual YouTubers, in CHI ' 21: Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems (2021).
- [61] 横田健治: バーチャル YouTuber の提供価値の分析, 電子情報通信学会誌, Vol.102, No.7, pp.654-659 (2019).
- [62] VRoid Stuido, <https://vroid.com/>, (参照 2022-12-02).
- [63] vear – バーチャルライブ配信アプリ, <https://apps.apple.com/jp/app/vear-バーチャルライブ配信アプリ/id1490697369>, (参照 2022-12-02).
- [64] Kurihara, K.Goto, M., Ogata, J., Matsusaka, Y., Igarashi, T.: Presentation Sensei: A Presentation Training System using Speech and Image Processing, ICMI'07: Proceedings of the ninth international conference on multimodal interfaces, pp.358-365 (2007).
- [65] 小寺敦之: 動画共有サイトの「利用と満足」 – 「YouTube」がテレビ等の既存メディア利用に与える影響 –, 社会情報学研究, Vol.16, No.1, pp.1-14 (2012).
- [66] Haridakis, P. and Hanson, G.: Social Interaction and Co-Viewing With YouTube: Blending Mass Communication Reception and Social Connection, Journal of Broadcasting & Electronic Media, Vol.53, No.2, pp.317-335 (2009).
- [67] 清水千夏, 渡邊慎二: アバターの外見と動きとその印象に関する研究, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, pp.214-215 (2021).

- [68] インタラクション 2021, <https://www.interaction-ipsj.org/2021/>, (参照 2022-12-02).
- [69] インタラクション 2022, <https://www.interaction-ipsj.org/2022/>, (参照 2022-12-02).
- [70] 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔: ChaChatButton: 聴講者からのフィードバックをリアルタイムに反映するチャットボタン, インタラクション 2022 論文集, pp.574-578 (2022).
- [71] 吉野孝, 今川七海: 受講者の反応をリアルタイムにフィードバックする講義支援システムの開発と評価, 情報処理学会研究報告, グループウェアとネットワークサービス研究会, Vol.2017-GN-102, No.4, pp.1-6 (2017).
- [72] 五十嵐悠紀: 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科における試行錯誤のオンライン授業, 映像情報メディア学会誌, Vol.75, No.6, pp.692-696 (2021).
- [73] 米谷雄介, 東本崇仁, 殿村貴司, 古田壮宏, 赤倉貴子: 受講者による逐次評価と総括評価を教員の講義改善支援に利用する講義映像フィードバックシステム, 日本教育工学会論文誌, Vol. 37, No.4, pp.479-490 (2014).
- [74] 越後宏紀, 阿部花南, 武井秀憲, 五十嵐悠紀, 小林稔: ChaChatButton: 聴講者からのフィードバックをリアルタイムに反映するチャットボタン, インタラクション 2022 論文集, pp.574-578 (2022).
- [75] DICOMO, <https://dicomo.org/>, (参照 2022-12-02).
- [76] WISS'97 Online Conference Project, <https://www2.sonydsl.co.jp/person/rekimoto/wiss97/>, (参照 2022-12-02).
- [77] Rekimoto, J., Ayatsuka, Y., Uoi, H. and Arai, T.: Adding Another Communication Channel to Reality: An Experience with a Chat-Augmented Conference, CHI '98 Conference Summary on Human Factors in Computing Systems, pp.271-272 (1998).
- [78] 綾塚祐二, 河口信夫: 参加者が作る会議支援システム-WISS Challenge-, 日本ソフトウェア科学会論文誌コンピュータソフトウェア, Vol.23, No.4, pp.76-81 (2006).
- [79] 西田健志, 五十嵐健夫: Lock-on-Chat: 複数の話題に分散した会話を促進するチャットシステム, 日本ソフトウェア科学会論文誌コンピュータソフトウェア, Vol.23, No.4, pp.69-75 (2006).

- [80] 西田健志, 五十嵐健夫: 傘連判状を採り入れたコミュニケーションプロトコル, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No.1, pp.45-53 (2010).
- [81] 西田健志, 栗原一貴, 後藤真孝: On-Air Forum: リアルタイムコンテンツ視聴中のコミュニケーション支援システムの設計とその実証実験, 日本ソフトウェア科学会論文誌コンピュータソフトウェア, Vol.28, No.2, pp.183-192 (2011).
- [82] WISS2018 に参加しました! — teamLab's Event, [https://www.wantedly.com/companies/team-lab/post\\_articles/137603](https://www.wantedly.com/companies/team-lab/post_articles/137603), (参照 2022-12-02).
- [83] かんたんコメントとは (カンタンコメントとは) [単語記事] - ニコニコ大百科, <https://dic.nicovideo.jp/a/%E3%81%8B%E3%82%93%E3%81%9F%E3%82%93%E3%82%B3%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%83%88>, (参照 2022-12-02).
- [84] 越後宏紀, 五十嵐悠紀: ackStamp: デジタルノートにおける児童同士が評価しあう授業支援を目的としたスタンプ機能の実装, インタラクシオン 2021 論文集, pp.1-6 (2021).
- [85] 吉田夏子, 福嶋政期, 会田大也, 苗村健: なるほどボタン: 褒める効果音ボタンを用いたブレインストーミング支援システムの検討, 研究報告エンタテインメントコンピューティング, pp.1-7 (2016).
- [86] 阿部花南, 築館多藍, 越後宏紀, 小林稔: 気持ち可視化ボタンのフィールド実験の設計, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol.2022-GN-115, No.16, pp.1-6 (2022).
- [87] 阿部花南, 築館多藍, 桑宮陽, 横山幸大, 越後宏紀, 小林稔: 会議円滑化支援を目的とした気持ち可視化ボタンの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.63, No.9, p.1547-1557 (2022).
- [88] Abe, K., Tsukidate, T., kuwamiya, Y., Echigo, H. and Kobayashi, M.: Glow-mind: an input/output web system for sharing feelings by pressing a button, Proceedings of the 28th International Conference of Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech2022), Vol.13632, pp.126-140 (2022).

- [89] 小松眞子, 澤村三奈, 敷田幹文: 組織間テレビ会議の円滑な進行を支援する意思表示方式の提案と評価, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, pp.1-8 (2020).
- [90] CommentScreen, <https://commentscreen.com/>, (参照 2022-12-02).
- [91] 長谷川達人, 森朝春: 双方向授業の実現に向けたリアルタイムコメントスクロールシステム, 情報教育シンポジウム, pp.1-8 (2019).
- [92] Google Firebase, <https://firebase.google.com/?hl=ja>, (参照 2022-12-02).
- [93] 小学館「教育技術」編著: 新学習指導要領対応! 国語・社会・算数・理科・体育の授業5・6年, 小学館 (2020).
- [94] ジャポニカ学習帳 ジョポニカセクション, <https://www.showa-note.co.jp/japonica/>, (参照 2022-12-01).
- [95] 一松信ほか 59 名: みんなと学ぶ 小学校算数3年上, 文部科学省検定済教科書, 学校図書株式会社 (2020).
- [96] 一松信ほか 59 名: みんなと学ぶ 小学校算数4年上・下, 文部科学省検定済教科書, 学校図書株式会社 (2020).
- [97] 湊三郎, 八柳久夫: 半世紀を経た秋田の算数シート学習—教職の専門職化, 東北数学教育学会, pp.27-48 (2014).
- [98] MetaMoji Classroom, <https://product.metamoji.com/education/index.html>, (参照 2022-12-02).
- [99] LoiLoNote School, <https://n.loilo.tv/en/>, (参照 2022-12-02).
- [100] Kurokami, H. and Kojima, A.: Development and Effectiveness of Digital Graphics Organizers, In International Journal for Educational Media and Technology, pp.57-64 (2018).
- [101] 重森晴樹, 倉本倒, 渋谷雄, 辻野嘉宏: 講義への集中を目的としたノート作成支援システム, 情報処理学会 研究報告, pp.17-24 (2004).
- [102] 北島圭, 岩下志乃: PCによる柔軟な講義ノート作成システム, 第26回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.324-326 (2010).

- 
- [103] Liu, C., Yang, C., Williams, J. J. and Wang, H.: NoteStruct: Scaffolding Note-taking while Learning from Online Videos, CHI EA ' 19: Proceedings of Extended Abstracts of the 2019 CHI Conferences on Human Factors in Computing Systems, pp.1-6 (2019).
- [104] Bederson, B. B. and Hollan, D. J.: Pad++: A Zooming Graphical Interface for Exploring Alternate Interface Physics. UIST ' 94, pp. 17-26 (1994).
- [105] Kurihara, K.: A Study on Software Tools for Flexible Presentations. UIST ' 06, pp. 31-34 (2006).
- [106] 栗原一貴, 望月俊男, 大浦弘樹, 椿本弥生, 西森年寿, 中原淳, 山内祐平, 長尾確: スライド提示型プレゼンテーション方法論の拡張手法を定量的に評価する研究, 情報処理学会論文誌, pp. 391-403 (2010).
- [107] 松下佳代: ディープ・アクティブラーニング 大学授業を深化させるために, 勁草書房 (2015).
- [108] 新しい学習指導要領の考え方-中央教育審議会における議論から改訂そして実施へ-, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/\\_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf), (参照 2022-12-02).
- [109] 黒澤俊二: 本当の教育評価とは何か, 学陽書房 (2004).