

議論を促進するためのポジティブフィードバックを提示する ファシリテーションエージェントの検討

A Study on a Facilitation Agent Presenting Positive Feedback to Promote Discussion

西川 純平^{1*} 大塚 将太郎¹ 宮沢 真盛²
Jumpei Nishikawa¹ Shotaro Otsuka¹ Mamoru Miyazawa²
江木 啓訓³ 望月 俊男² 石井 裕¹
Hironori Egi³ Toshio Mochizuki² Yutaka Ishii¹

¹ 岡山県立大学

¹ Okayama Prefectural University

² 早稲田大学

² Waseda University

³ 電気通信大学

³ The University of Electro-Communications

Abstract: When opinions converge early in a discussion, participants may move on even when there is room for further elaboration. The long-term goal of this study is to examine whether positive feedback (PF) from a facilitation agent encourages deeper exploration of opinions. In this paper, we conducted an exploratory investigation of changes in discussions brought about by a PF-based agent. Participants discussed in groups of three, while the agent presented affirmative responses to their utterances. As a result, participants reported reduced anxiety and a more relaxed atmosphere, and we also observed occasional short, feedback-seeking utterances.

1 はじめに

グループでの議論では、参加者の発言量や関与が偏ったり、意見が早期に収束して掘り下げの余地があっても別の話題に移る場合がある。このような状況では、進行役（ファシリテーター）の介入が有効である。ファシリテーターは、発話機会の偏りや沈黙を調整しつつ、論点の整理や視点の追加を行い、参加を維持しながら議論を前進させる。

協調学習の文脈では、参加者の発話に対する建設的フィードバックの効果が報告されている [1]。建設的フィードバックとは、学生が改善可能な領域を明確に示し、それによって学習を向上させるものである。肯定的反応（ポジティブフィードバック）は、建設的フィードバックの具体的なアプローチの一例とされる。この研究において、これらのフィードバックが、参加者の抑制や内気を軽減したことが述べられている。加えて、フィードバックによって学生が徐々に参加意欲を

高め、グループディスカッションに加わる様子も報告されている。

一方で、すべての議論の場に常に熟達したファシリテーターを配置できるとは限らず、ロボット/エージェントによる支援が期待されている [2]。ロボット/エージェントによるファシリテーションが参加者主体の活発な議論を生み得ることが示されている。ロボットにかかるコストや物理的制約を乗り越えるため、疑似ホログラフィックディスプレイを用いたファシリテーションエージェントも提案されている [3]。疑似ホログラフィック表示により、参加者と同じ議論の場へエージェントを配置するとともに、一時的な離席 [4] によるはしご外しのような議論支援や誘目性向上を実現している。しかし、エージェントが対面議論の文脈で肯定的反応を提示したとき、議論の進行や参加者の相互作用がどのように変化するかはこれまで十分に整理されていない。

そこで本研究では、参加者の発話に対する短い肯定的反応（ポジティブフィードバック）を提示する疑似ホログラフィックエージェントを設計し、その影響を探

*連絡先：岡山県立大学情報工学部情報システム工学科
〒719-1197 岡山県総社市窪木 111
E-mail: j_nishikawa@cse.oka-pu.ac.jp

索的に検討する。

2 提案システム

本研究のシステムは、先行研究 [3, 5] の疑似ホログラフィックファシリテーションエージェントシステムに基づく。以下で、主要機能である疑似ホログラフィック表示およびポジティブフィードバック音声の作成について述べる。ただし今回は、先行研究で実装された自動介入機能は動作を制限した。これは、本研究の肯定的反応には発話内容に即した提示が必要であり、発話量などの議論状況指標のみでは適切な反応選択が難しいためである。

2.1 疑似ホログラフィックエージェント

エージェントが投影されている様子を図 1 に示す。テーブルの一边に投影装置を設置し、3名の参加者がそれを囲む形で議論を行う対面型の支援システムである。ディスプレイ上に同一の3D キャラクタを正面・左右の3視点で表示し、透過型スクリーンに反射させることで、各参加者に向けた投影面を持つ疑似ホログラムとして提示する。これにより、エージェントが誰に向けて反応しているかが明確になり、三方向からのインタラクションを可能にする。

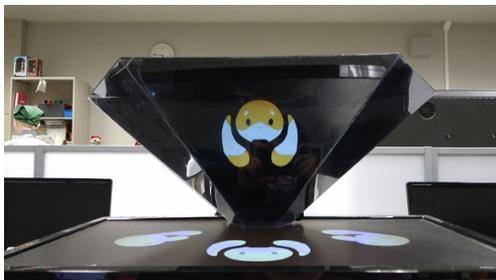


図 1: システム動作時の外観。図は [3] より引用。

2.2 肯定的反応のための合成音声発話

本研究では、参加者の発話に対してエージェントが肯定的な短い発話を返す機能を追加した。このポジティブフィードバックは、議論内容の正否や結論を評価するものではなく、発話行為そのものを支持する最小限の介入として設計した。日本語音声は VOICEVOX ずんだもん [6] を用いて作成した。英語音声の作成には Amazon Polly [7] を用い、SSML (Speech Synthesis Markup Language) により口調・速度・ピッチなどを調整した。音声 ID (Voice ID) は Ivy とした。音声合

成のプロンプトを表 1 に示す。これらのプロンプトは、参加者が意見を述べたとき、参加者が説明をしたとき、参加者が別の視点からの発言をしたときの3つの場合についてそれぞれ用意した。

表 1: ポジティブフィードバックと提示状況。括弧内は英語版。

状況	ポジティブフィードバック
参加者が意見を述べたとき	とてもいい意見だと思います (Oh, that's a good idea)
	非常に興味深いポイントですね (Ah, interesting point!)
参加者が説明をしたとき	とても説得力のある意見だと思います (Ah, that's quite convincing)
	とても分かりやすい説明です (Really great explanation!)
参加者が別の視点からの発言をしたとき	それは素晴らしい視点ですね (What an awesome perspective!)

3 実験

3.1 参加者と課題

本実験には大学生および大学院生 12 名が参加した。参加者は留学生、または英語による動画視聴に支障のない日本人学生であった。参加者は 3 名 1 組の計 4 組 (留学生グループ 2 組, 日本人グループ 2 組) に分かれ、テーブルを囲んで着席した。図 2 に実験室のセッティングを示す。図 3 には、実験の様子を示す。

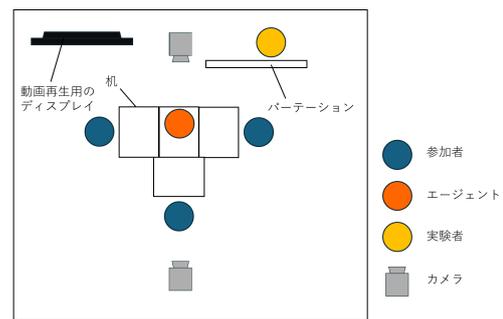


図 2: 実験室のセットアップ。参加者 3 名がテーブルを囲んで着席し、実験者はパーテーション越しにシステムを操作した。

参加者は、教育場面における教師のデジタルメディアの使い方に関する教材ビデオを視聴した後、ビデオ内の授業 (教師) の良かった点および改善点について議論する課題に取り組んだ。教材ビデオは英語で制作



図 3: 実験の様子。図 2 上部のカメラの映像の切り抜き。画像掲載の同意取得済。

された 2 本であり、(1) タブレットを用いたマインドマップ作成、(2) AI による画像生成と課題を題材とした。議論は、各グループの属性に応じ、留学生グループでは英語で、日本人グループでは日本語で行われた。

3.2 実験条件

本実験では、ポジティブフィードバックあり条件／なし条件の 2 条件を設定し、すべての参加者が両条件を経験した。各参加者は、教材ビデオを 1 本ずつ用いて、6 分間の議論を各条件で 1 回行い（計 2 セッション）、各セッション終了後にアンケートへ回答した。同一属性内（留学生／日本人）の 2 組において、ポジティブフィードバックあり条件／なし条件の提示順が逆になるようカウンターバランスをとった。

実験者はパーテーション越しにシステムを操作した。ポジティブフィードバックあり条件では、セッション開始から 2 分、3 分、4 分の各時点を基準とし、その時点で発話している参加者が発話を終了した直後に、合成音声によるポジティブフィードバックを 1 回提示した。これらのポジティブフィードバックは、意見提示、説明、別視点の提示に対応する定型プロンプトから選択された。なし条件では発話者方向への注視のみを提示した。

本研究で扱うポジティブフィードバックは発話内容に即した提示が必要であるため、発話量などの議論状況指標のみに基づく自動介入は適さない。そのため、本実験ではエージェントの介入を自動化せず、実験者が議論状況と発話内容を参照して介入タイミングとプロンプトを選択する WoZ (Wizard of Oz) 方式でエージェントを運用した。

3.3 測定指標

議論終了ごとにアンケート調査を実施し、エージェントの受容性、議論全体の評価、参加度、意欲に関する項目について 7 段階 (1: 全くあてはまらない, 7: と

てもあてはまる) の評定を取得した。加えて、議論中に他の参加者と話した内容に関する自由記述項目を収集した。セッション後アンケートの評価項目を表 2 に示す。Q1-3, Q1-5, Q2-3, Q3-3, Q4-2 は反転項目とした。2 セッション終了後には、実験全体に関するアンケートとして、実験環境の評価項目を同様の 7 段階評定で回答させるとともに、全体の感想を自由記述で取得した。実験後アンケートの評価項目を表 3 に示す。議論中の行動 (ポジティブフィードバック後の表情・反応・参加者同士の相互作用など) をビデオ観察により記録した。

4 結果

4.1 アンケート結果

ポジティブフィードバック (PF) あり／なしについてアンケート評価を比較した。尺度は順序尺度として扱い、条件間比較には Wilcoxon の符号順位検定を用いた。本実験に参加した 12 名全員のデータを分析対象とした。Q1-1 から Q4-3 の条件別平均値および標準偏差を表 4 に示す。

検定の結果、受容性に関する項目で差が認められた。具体的には、Q1-1 (音声が流れたときに驚いた) において、PF あり条件 ($M = 6.42, SD = 0.79$) が PF なし条件 ($M = 3.42, SD = 1.78$) と比べて有意に高かった ($p < .05, r = -.60$)。Q1-4 (議論中にエージェントの存在を意識した) および Q1-6 (エージェントも議論に参加しているように感じた) でも PF あり条件の平均値が高く、有意傾向 (Q1-4: $p < .10, r = -.45$; Q1-6: $p < .10, r = -.43$) が認められた。

また、参加度に関する Q3-3 (他者発言への質問・コメントが行えなかった) では、PF あり条件 ($M = 3.08, SD = 2.02$) が PF なし条件 ($M = 1.67, SD = 1.23$) より有意に高く ($p < .05, r = -.33$)、他者の発言への質問・コメントが行われにくい傾向が示された。一方で、議論の質 (Q2) および意欲 (Q4) に関する項目では、明確な差は確認されなかった。

4.2 自由記述および行動観察の結果

表 5 には、動画観察から得られたポジティブフィードバック提示直後に観察された参加者の反応を整理する。これらの行動は、実験時の録画データを第二著者が確認し、ポジティブフィードバック提示直後の反応として整理したものである。表 6 および表 7 に、議論中に他の参加者と話せた内容および話せなかった内容に関する自由記述 (Q5) を整理する。

表 2: セッション後のアンケート評価項目. 7段階 (1: 全くあてはまらない, 7: とてもあてはまる) 評定. Q1-3, Q1-5, Q2-3, Q3-3, Q4-2 は反転項目. Q5 は自由記述項目.

評価項目	設問番号	設問内容
受容性	Q1-1	エージェントの音声の流れたときに驚いた
	Q1-2	エージェントの発言内容の聞き取りは容易であった
	Q1-3	エージェントのキャラクターが見つらなかった
	Q1-4	話し合い中にエージェントの存在を意識した
	Q1-5	エージェントは自分のほうを向いているように感じなかった
	Q1-6	エージェントも話し合いに参加しているように感じた
議論	Q2-1	議論のテーマについてじっくり話されていた
	Q2-2	議論は活発だった
	Q2-3	議論の内容には満足できなかった
参加度	Q3-1	議論のテーマについて自分はじっくり話せた
	Q3-2	幅広い観点で自分は意見を出すことができた
	Q3-3	他の参加者の発言に対して質問やコメントを行えなかった
意欲	Q4-1	議論前と比較して、このテーマをより学びたいと思った
	Q4-2	議論の後、自分で関連する情報を調べようとは思わない
	Q4-3	議論の時間は学びとして楽しさを感じた
議題	Q5-1	この議論で他の参加者と話すことができた、ビデオ内でのデジタルメディアの使い方の良い点 (自由記述)
	Q5-2	この議論で他の参加者と話すことができた、ビデオ内でのデジタルメディアの使い方の悪い点 (自由記述)
	Q5-3	この議論で他の参加者に話すことができなかった、ビデオ内でのデジタルメディアの使い方の良い点 (自由記述)
	Q5-4	この議論で他の参加者に話すことができなかった、ビデオ内でのデジタルメディアの使い方の悪い点 (自由記述)

表 3: 実験後のアンケートの評価項目. 表 2 と同様の 7 段階評定. 感想は自由記述.

評価項目	設問番号	設問内容
実験環境	Q6-1	マイクを装着することにより、議論に支障があった
	Q6-2	議題の影響により議論の難易度が変化した
感想		実験全体に対する感想 (自由記述)

実験時の録画データに基づく行動観察から、ポジティブフィードバックが議論中の参加者の振る舞いや場の雰囲気に影響を与えていたことが確認された。具体的には、ポジティブフィードバックが提示された直後に、参加者が笑顔を見せる、あるいは声を上げて笑うといった反応が、すべての実験グループで観察された (表 5)。これらの反応は、ポジティブフィードバックの提示回数が増えるにつれてより顕著になる傾向が見られた。

また、一部のグループでは、ポジティブフィードバックを受けた参加者がエージェントに対して「ありがとうございます」と返答する (表 5, 日本人 1), あるいは

はガッツポーズを取るといった行動が観察された (表 5, 日本人 2)。さらに、ある参加者の発話後にエージェントからポジティブフィードバックが提示されなかった場合に、「いい意見じゃなかったっばい」と言及する場面 (日本人 2) や、他の参加者がエージェントの代わりにポジティブフィードバックを返す場面も確認された。

特定のグループ (日本人 2) では、参加者間で発話が連鎖せず個々の意見がエージェントに向けて提示される単発的な発話が繰り返される様子が観察された。この傾向は、自由記述 (Q5) において、参加者が多くの議題に個別に言及していることとも対応している (表 6, 日本人 2PF あり/なし)。なお、このグループにおいてはポジティブフィードバックあり → なしの順で実施され、PF なし条件においても PF を期待するようにエージェントの発話を待つ様子が伺えた。議論中に話せなかった内容 (表 7) においても、必然性や代替案など批判的検討を要する論点が挙げられており、議論の深掘りが十分に進まなかった可能性が示唆される。

自由記述 (Q5 および感想) においては、「エージェントが発言すると場の雰囲気が和らいだ」、「ファシリテーター

表 4: 各項目の条件別記述統計および検定結果 ($n = 12$). 各条件の平均値 (標準偏差) と判定および効果量 r .

項目	PF あり	PF なし	判定	r
Q1-1	6.42 (0.79)	3.42 (1.78)	$p < .05$	-0.60
Q1-2	6.50 (1.00)	5.83 (1.47)	<i>n.s.</i>	-0.23
Q1-3	2.00 (1.35)	1.75 (0.87)	<i>n.s.</i>	-0.11
Q1-4	5.08 (1.83)	4.00 (1.95)	$p < .10$	-0.45
Q1-5	4.42 (2.47)	3.83 (2.12)	<i>n.s.</i>	-0.13
Q1-6	3.75 (2.18)	2.25 (1.42)	$p < .10$	-0.43
Q2-1	5.42 (1.73)	5.58 (1.24)	<i>n.s.</i>	-0.05
Q2-2	5.25 (1.86)	5.50 (1.24)	<i>n.s.</i>	-0.06
Q2-3	2.50 (1.62)	2.17 (0.94)	<i>n.s.</i>	-0.24
Q3-1	5.58 (1.44)	5.58 (1.16)	<i>n.s.</i>	0.00
Q3-2	5.50 (1.57)	5.50 (1.38)	<i>n.s.</i>	-0.02
Q3-3	3.08 (2.02)	1.67 (1.23)	$p < .05$	-0.33
Q4-1	4.75 (1.96)	4.67 (1.97)	<i>n.s.</i>	-0.06
Q4-2	4.08 (2.02)	4.25 (1.60)	<i>n.s.</i>	-0.07
Q4-3	5.67 (1.50)	5.50 (1.38)	<i>n.s.</i>	-0.04

ターの反応があったことで議論しやすくなった」といった記述が複数確認された。一方で、「エージェントの反応が表面的であった」「エージェントにはより具体的な意見やコメントを期待した」「I think the agent can also participate more, like giving its own opinion or some comment on our opinion.」といった記述も見られた。

5 考察

アンケートの結果から、受容性に関する項目で差や傾向が認められた。自由記述においても、「エージェントの発言で議論が和んだ」、「不安が軽減された」といった肯定的な評価が複数見られた。これは、ポジティブフィードバックによってエージェントの存在感や参加感が高まった可能性を示している。一方で、参加度 (Q3-3) については、ポジティブフィードバックあり条件において他者発言への質問やコメントが行われにくい傾向が示され、中程度の効果量が確認された。これは、ポジティブフィードバックが議論の流れを一時的に中断する形で挿入されたことや、具体的な内容を伴わなかったことに起因する可能性がある。自由記述においてもエージェントの発言が表面的であったことに関する指摘や、より具体的な意見を期待したコメントがあり、参加者がエージェントに対して、発言への承認にとどまらない踏み込んだ関与や意見提示を期待していたことが伺える。つまり、ポジティブフィードバックは参加者の緊張緩和や発言しやすさに寄与する一方で、内容に踏み込まない形式では、議論の発展を十分に支援で

きない可能性があると考えられる。

行動観察では、ポジティブフィードバック提示直後に微笑みや笑いが生じるといった反応がすべてのグループで観察された。また、エージェントに対する返答やガッツポーズ、さらには参加者がエージェントの代わりにポジティブフィードバックを返す行動も確認された。これらの結果は、参加者がエージェントを単なる装置としてではなく、議論の場に存在する相互作用の相手として扱い始めていた可能性を示している。

一方で、特定のグループでは、ポジティブフィードバックを期待するような単発的な発言が繰り返される様子や、ポジティブフィードバックが得られなかった際に発言の価値を自己評価するような言及が観察された。このことは、参加者の発言へのポジティブフィードバックが議論内容の深化よりも、個々の発言に対する評価への注意を喚起していたことを示唆している。すなわち、エージェントが、議論を支援する役割に加えて、発言を評価する主体として理解される状況を生んでいた可能性がある。

6 まとめと今後の展望

本研究では、疑似ホログラフィックファシリテーションエージェントに、参加者発言に対するポジティブフィードバック機能を実装し、対面の3者議論における影響を探索的に検討した。その結果、アンケートおよび自由記述からは場の和らぎや不安軽減が示され、行動観察からは微笑み、笑い、エージェントへの返答、代理の肯定といった反応が確認された。一方で、反応待ちや単発的な意見提示が生じる場面も見られ、参加者間の質問・コメントが抑制される可能性が示された。

今後は、個人の発言への直接的評価がエージェントの評価者化を招く可能性を踏まえ、個人ではなく議論全体の活性度や進行状況に対してポジティブフィードバックを行う方略を検討する。この方略は、発話量などの状況指標に基づく自動化とも親和的であり、将来的には議論状況可視化の枠組みと統合した実装へ発展させる。

謝辞

本研究は (公財) 電気通信普及財団の助成を受けて実施されました。また、Dr. Freydis Vogel (University of Hamburg) の研究チームから、実験に用いた教材ビデオデータを提供いただきました。

表 5: ポジティブフィードバック (PF) 提示後の参加者の反応.

実験グループ	PF 提示順	笑いの程度	ポジティブフィードバックの後の反応
日本人 1	1	笑う	驚く素振りを見せた後、「ほめてくれた」「うれしい」と言葉を漏らす
	2	微笑む	「かわいい」と眩かれる
	3	笑う	PFを受けた参加者が「ありがとうございます」とエージェントに返答する
日本人 2	1	微笑む	全員が驚く素振りを見せた後で微笑む
	2	笑う	–
	3	微笑む	–
	4	微笑む	PFを受けた参加者がガッツポーズをとる
留学生 1	1	微笑む	エージェントに3秒ほど無言で全員が視線を向けた後、参加者間で視線を向け合い微笑む
	2	微笑む	全員が微笑んだ後、2秒程間が空き再開する
	3	笑う	全員が笑った後、無言の時間が10秒ほど続く
留学生 2	1	笑う	2秒程沈黙してから笑う
	2	笑う	–

参考文献

- [1] Anna Sekhar. How class group discussion and positive feedback increases student engagement and learning in international postgraduate students. In *25th SINGAPORE International Conference On Marketing, Economics, Education & Interdisciplinary Studies (MEEIS-19)*. <https://doi.org/10.17758/eirai8.ed1219119>, 2019.
- [2] Toshio Mochizuki, Yoshitaka Mitate, Yoshikazu Tateno, Takehiro Wakimoto, Yuko Miyata, Jun Nakahara, and Naomi Miyake. Robot as a learning partner for promoting proactive discussion in peer groups: A case study for career development. In *International Conference on Computers in Education*, 2013.
- [3] Ayane Hisatomi, Yutaka Ishii, Toshio Mochizuki, Hironori Egi, Yoshihiko Kubota, and Hiroshi Kato. Development of a prototype of face-to-face conversational holographic agent for encouraging co-regulation of learning. In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction*, pages 308–310, 2019.
- [4] Manato Ueda, Yutaka Ishii, Toshio Mochizuki, and Hironori Egi. Disappearing to facilitate: Designing a temporarily absent agent in group discussion. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Agent Interaction*, pages 488–490, 2025.
- [5] 西村龍之介, 居原田梨佐, 菅本祐也, 石井裕, 望月俊男, and 江木啓訓. 議論における発話の偏りに基づいて参加の均等化を促す議論支援システム. *情報処理学会論文誌*, 65(1):197–210, 2024.
- [6] VOICEVOX. Voicevox: 無料で使える中品質テキスト読み上げソフトウェア. <https://voicevox.hiroshiba.jp/>. Accessed: 2026-02-07.
- [7] Amazon Web Services. Amazon polly. <https://aws.amazon.com/polly/>. Accessed: 2026-02-07.

表 6: 議論中に他の参加者と話した内容に関する自由記述項目 (Q5) の整理. PF はポジティブフィードバック. 括弧内の数字は同グループで同内容を記述した人数.

回答グループ	他の参加者と話せた良い点	他の参加者と話せた悪い点
日本人 1 PF あり	内容が最先端だった点 (2) 身近なメディアを用いている点 実際に生成 AI を用いていた点 全員で共有し易かった点 前の授業の内容を振り返っている点	デジタルメディアの使い方 (3) 生徒にも生成 AI を使わせていない点 (2)
日本人 1 PF なし	年齢が低い相手に ICT を経験させた点 (2) シェアしやすい点 トラブルにうまく対応していた点 (2)	デジタルメディアを使う必要性 (3) 事前準備ができていなかった点 (2)
日本人 2 PF あり	マインドマップを書かせた点 (3)	事前準備ができていなかった点 (3) ボードの使い方 (2) 待ち時間があった点
日本人 2 PF なし	生徒の意見が活発だった点 過剰な誘導がなかった点 (3) トピックと写真が合っていた点 発言が偏っていなかった点 画像の情報量が適切だった点 1つのスライドを共有していた点	センシティブな内容を生徒に委ね過ぎていた点 スライドが見えにくくなる場合がある点 (3)
留学生 1 PF あり	デジタルメディアをうまく活用している点 パソコンが忘れずにできている点	技術的な問題があったこと (2)
留学生 1 PF なし	AI を授業にうまく活用している点 (2) 社会的問題に言及している点	AI について不十分だった点 (3)
留学生 2 PF あり	トピックが良かった点 AI の問題点を話した点 (2)	授業が単純だった点 AI の画像について 生徒の積極的な参加が難しい点
留学生 2 PF なし	デジタルメディアをうまく使っていた点 (2) トラブルにうまく対応していた点	事前準備ができていなかった点 (3)

表 7: 議論中に他の参加者と話せなかった内容の自由記述項目 (Q6) の整理. PF はポジティブフィードバック. 括弧内の数字は同グループで同内容を記述した人数.

回答グループ	他の参加者と話せなかった良い点	他の参加者と話せなかった悪い点
日本人 1 PF あり	デジタルメディアを用いて意見を出させた点 多様性について AI を用いて考えている点	画像生成のデメリットについて
日本人 1 PF なし	自由に書き込みができる点 簡単に共有できる点 (3)	より良い共有方法があった点 手持ち無沙汰になっていそうな子どもがいた点 生徒からすぐに質問できる状態でなかった点
日本人 2 PF あり	紙よりも端末の方が使いやすい点 デジタルメディアの使い方	機器の違いなどが問題になる可能性がある デジタルメディアを使う必然性
日本人 2 PF なし	デバイスの使い方	キーワードを提示するべきだった点 トラブルの際の代替案がなさそうな点
留学生 1 PF あり		
留学生 1 PF なし	動画の説明がよかった点	状況説明が難しかった点
留学生 2 PF あり	差別について	
留学生 2 PF なし	スマートボードのペンについて	