

二層化ゲーミフィケーション DERC による VR 会議活性化

加藤雄大 鈴木麗壘 有田隆也 (名古屋大学)

Activating Discussions in VR Meetings by Dual-layer Gamification DERC

*Y. Kato, R. Suzuki and T. Arita (Nagoya University)

Abstract— We have proposed DERC, a conceptual platform of gamified systems with a dual layer structure for promoting reciprocity-based cooperation in targeted social contexts. Level 1 aims at promoting altruistic behavior by game elements (e.g. points and levels). Level 2 aims to promote altruistic behavior of others in which a betting mechanism is used. If the betted player obtains points by altruistic action, the bettor gets points. This study introduces DERC into VR space dedicated for discussion. The preliminary evaluation shows that the system can facilitate fruitful discussion. We also show that Level 1 has a direct effect on activating discussions, and Level 2 can promote strategic thinking for discussion.

Key Words: Cooperation, Reciprocity, Gamification, Virtual Reality

1 はじめに

ゲーミフィケーションとは、「ゲーム要素、ゲームメカニクス、ゲーム的思考をターゲットとする（ゲーム以外の）文脈に導入することによって、人々を動機付け、学びや問題解決をもたらすこと」と定義される¹⁾²⁾。典型的には、ポイント、バッジ、レベル等のゲームメカニクスを用いて、ターゲットとするタスクをより魅力的にする手法を意味する。ゲーミフィケーションがユーザの主観的体験に影響を与えるという例はいくつか存在するが、その一方で批判もあり、ユーザがゲーム要素に慣れれば慣れるほど、同じような繰り返しで代わり映えしない、やりがいのないものと感じるようになるという知見に裏付けられている³⁾。端的に言えば、ゲーミフィケーションは内発的動機付けには繋がっておらず、報酬等の外発的動機付けのみがされているのではないかという指摘である。内発的動機付けとは、好奇心や自己実現による満足感等、自分の内面から湧き上がってくるものであり、報酬に依存しない動機付けである。

我々は、この課題を克服すべく、互惠性に基づいて利他行動を促進する二層（レベル 1 + レベル 2）構造ゲーミフィケーションの汎用的なフレームワークゲーミフィケーション DERC (Dual-layer gamification Encouraging Reciprocity-based Cooperation) を提案している。DERC がもたらすダイナミクスは、対象とする行動にわくわくするような楽しい意味やストーリーを与えるとともに、新たな学びや問題解決をもたらすというゲーミフィケーションの目的を真に達成しようと考えている。

本研究では、DERC を VR 空間での議論の活性化に導入することを試みている¹⁰⁾。新型コロナウイルスの感染拡大を受け、オンラインミーティングが急速に普及する中で、対面でのミーティングに比べて生産性が低下することなどの様々な課題が浮き彫りになった。このような状況の中で、VR (Virtual Reality) 空間で会議を行う VR 会議への期待が高まってきている。VR 空間が持つ特有の没入感が会議への集中力向上に繋がり、従来のオンラインミーティングよりも生産性の高い会議をすることができるとされている。VR ハードウェアを利用した本システムは、DERC に準拠した操作を最

大限簡易化することにより議論中の発言一つ一つのレベルで議論の活性化を促すことを狙う。

本稿では、DERC の理論的裏付けと概要を述べた上で、試作システムの詳細を論じる。さらに、システムの初期的評価についても報告する。

2 DERC フレームワーク

2.1 互惠性に基づく利他行動

生物、特に人間はしばしば他個体の利益になるような行動をとる。自然選択に一見反するこの行動の進化的基盤を説明する様々な理論が提案されてきたが、互惠主義はその一つである。利他行為は他個体の適応度を増加させるが、後に自分に対する利他行為を引き起こして、自分の適応度も増加させるならば、選択されると言うものである。互惠主義は直接互惠と間接互惠に分類される。

直接互惠とは他の個体への利他行為がその見返りに利他行為をされた個体から利他行為をした個体に直接的に戻ってくるケースである。意識的無意識的に関わらず、「あなたが助けてくれたので、私も助けます」というメカニズムが働くことが条件である。

間接互惠とは、利他行為が連鎖的に起こること（例：「利他行為を受けたので自分も誰かに利他行為を」「利他行為をした人に対して利他行為を」）によって、利他行為をした相手以外からも利他行為が戻ってくるメカニズム全般を意味する。代表的なメカニズムとしてイメージスコアに基づく間接互惠がある⁴⁾。各個体が他個体たちへのイメージを持っており、ここで、1) 利他行為をした個体のイメージが上がる、2) イメージが高い個体に対して利他行為をしたくなる、という性質を個体たちが持っているならば、利他行為は結局、自分への利他行為を呼び込むので、適応度を増加させて選択されるというメカニズムである。本研究ではユーザーの評判を表す数値としてイメージスコアのアイデアを用いる。

2.2 DERC の概要

DERC の基本的アイデアは、間接互惠におけるイメージスコアを明示化、共有化、可操作化し、そこに重層化したゲーミフィケーションを導入することにより利他行為を促進するというものである。これにより、

従来のゲーミフィケーションでは、ゲームの要素がユーザーの行動に直接的に作用していたのに対し、DERCでは、その要素をメタ的に操作する新しいレベル（本研究では賭けのメカニズム）を加えることにより、ユーザーの行動に対して間接的に働きかける2層構造としている（Fig. 1）。

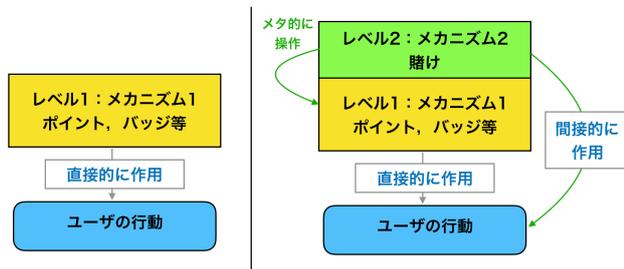


Fig. 1: 従来のゲーミフィケーション (左) と DERC (右)

2.3 ループダイナミクス

DERCによって駆動されるループダイナミクスをFig. 2に示す。ユーザーは、自分の行動が利他行為として他者に認められる（レベル1）、もしくは自分が行動をさせたい他者に行動をさせた場合に報酬（ポイント）を得る。従来のゲーミフィケーションと違って、このような無条件ではないループの仕組みが、ユーザーがどのように行動すれば報酬を得ることができるのかを戦略的に考えたり、学習する機会を与える。これにより、従来のゲーミフィケーションで指摘されてきた内発的な動機づけの不足や、一般に相互評価では生じやすい相互監視的な息苦しさの問題を解決することを狙っている。



Fig. 2: ループダイナミクス

2.4 DERCの二層構造

レベル1はユーザー自身が利他行為をしたくなることを直接的に狙っている。議論の場での利他行為とは、他者に有益であったり議論を活性化するような発言や行動と定義する。他ユーザーが利他行為を認定することによって発言者はポイントを得るメカニズムによって実現する。

利他行為をしたユーザーが受け取るポイントは、認定したユーザーの所持ポイントに比例するように設定する。このことで、間接互惠で仮定される「イメージが高い個体に対して利他行為をしたくなる」という傾向を補強して、利他行為をしてポイントを増やす動機を強化する。

レベル2はユーザー自身が他者に利他行為をさせたいことを間接的に狙っている。議論の場では、上記

の意味における利他行為を他者にさせたいという意図を意味する。自分の所持ポイントを他者に対して賭けておき、レベル1による得点の増減に連動させる、つまり他者が利他行為をするとポイントを得て、しないと自分の所持ポイントが減少するというメカニズムである。これにより、賭けた相手が利他行為をすることを促す発言をするモチベーションが生じることを期待する。

その際、所持ポイントが少ないユーザー（利他的傾向の弱いユーザー）ほどオッズが高くなるよう、ユーザーごとに所持ポイントに応じた「オッズ」を設定し、賭けに成功した際は賭けたポイントとオッズの積が獲得ポイントとなる。これによって、掛けの対象を低ポイント者へ誘導する。つまり、利他傾向の弱いユーザーほど、利他行為が促進されがちにするという狙いである。

2.5 研究の経緯

DERCの基本的なアイデアは岩本らによって提案された⁶⁾。最小のプロトタイプを試作し、研究室内の利他行動全般の促進、及び、ミーティングでの議論の促進を目的とする初期的評価を行った。その結果、利他行動を促進する潜在能力が確認された。

大門らは、レベル2の賭けに関して、ランク方式とポイント方式の比較を目的とした、エージェントベース・シミュレーションを行った⁸⁾。その結果、ランク方式が全員平等に利他行為を促進させるという点では優れていることが示された。

小川らは、WEBアプリケーションでのユーザーインタフェースの充実も含めて、本格的な導入を目指したシステムを構築し、名古屋大学の国際交流サークルの活動での利他行動全般を促進することを目的として、1～2ヶ月の評価実験を2回行った⁷⁾。その結果、二層化ゲーミフィケーションが内発的な動機付けとして機能し、利他行動に関わる学びを促進することが示された。有田らは、これらの成果を受けて、提案するゲーミフィケーションのフレームワークをDERCとして再定義し、評価の結果を6つの知見としてまとめた⁵⁾。

渡辺らは、実環境での議論の活性化を目的としたDERCシステムを試作した。レベル1に関して、最小限のハードウェアでリアルタイムに議論中の発言一つ一つのレベルで議論を活性化することを狙った⁹⁾。その結果、ユーザーは楽しみつつ、レベル1により発言が促進され、レベル2により多様なやり方で他者の発言を促す発言が促進されたことが示された。

3 DERCに基づくVR会議システム

DERCをVRでの議論の場に導入するにあたり、留意すべき点は自然な議論が損なわれないようにすることである。そのために、1) 直感的な操作が可能であること、2) 対面議論と同等の会話ができること、を満たした上で、DERCに関して、3) 評価ユーザーと被評価ユーザーのみに評価の存在がわかる匿名性を持つこと、4) 評価が即座に行われること、を試作システムの満たすべき要件とした。また、最近のVR会議サービスの特徴を考慮して、HMDに加えてPCからも議論に参加できることも要件とした。

試作したVR環境での議論の様子（PC視点）をFig. 3に示す。会議参加者を示すアバター、実験で使用するボタン、評価されたことを認知するための円盤、机、移

動先を示す黄色い円盤が設置されている。各アバターの頭上には実験実施者が確認するステータス、プレイヤー ID、議論開始時の所持ポイント、オッズが表示される。PC から操作する場合、基本的にはマウスのクリックで操作を行う。視点の回転にはキーボードを使用し、上下左右に視点を回転することができる。HMD から操作する場合、基本的には右コントローラーの2つのボタンを操作する。コントローラから出るレーザーにより、その向きがわかる（他ユーザーのレーザーは見えない設定により匿名性を確保）。実験で使用するボタンの操作や、他者への評価・賭けなどの行動時にコントローラーが振動し、行動が完了したことを認知することができる。

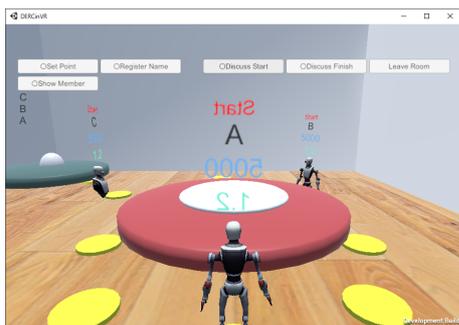


Fig. 3: 議論の場 (PC 視点)

各ユーザは議論開始前に賭けポイントを設定する。賭けたいユーザにコントローラを向け、ボタンを押すごとに 100 ポイントずつ賭ける（レベル 2）。議論中は、参加者に役立ったり、議論を活性化させる発言や行動をしたユーザに対して、リアルタイムに評価を行う（レベル 1）。これもレベル 2 と同様にコントローラによる簡単な操作として、自然な議論が損なわれないようにした。自分が評価されると、机上の円盤がランダムに変色するので、評価を即座に認識できる。評価されたユーザのみがこの変色を観測できるようにすることにより、評価者のみならず評価の存在自体の匿名性を実現している。本研究では、議論終了時に、自分以外のユーザ間の関係で、被評価による獲得ポイントが最も多いユーザに賭けていたユーザがポイントを得られるように設定した。

4 初期的評価

4.1 設定

本実験における利他行為を「議論を充実させる発言や行動」とする。実際に行われるオンラインミーティングを想定し、議論環境に遠隔地からオンラインで参加するようにした。また、資料を見ながら議論をする回も設定した。また、最近の VR 会議サービスの特徴を参考にして、PC から参加しているユーザと HMD から参加しているユーザが混在するようにした。ボイスチャットは音声通話アプリケーションである Discord を使用した。評価実験は 2 度実施した。

4.2 評価実験 1

HMD3 名・PC3 名の計 6 名で実験を実施した。議論は 4 回行い、第 1 回は DERC なし、その他は DERC ありで実施した。また、第 4 回は資料を見ながら議論をする回とした。4 回の議論の後にアンケートを実施した。

評価実験 1 においてデータ収集の段階で障害があり、議論中のデータを収集することに失敗した。よって、評価実験 1 に関してはアンケート結果から考察する。

アンケート結果を Fig. 4 に示す。これより、被験者は DERC を利用した VR 会議を楽しみつつ、議論の質の向上を感じていることがわかる。また、評価されたときに喜びを感じていることから、DERC のレベル 1 が機能していることがわかる。さらに、自分や他者のポイントを気にしてはいたものの、行動が制限されるほど過剰に意識はしていないという点から、適切な強度でゲーミフィケーションを導入できていることがわかる。

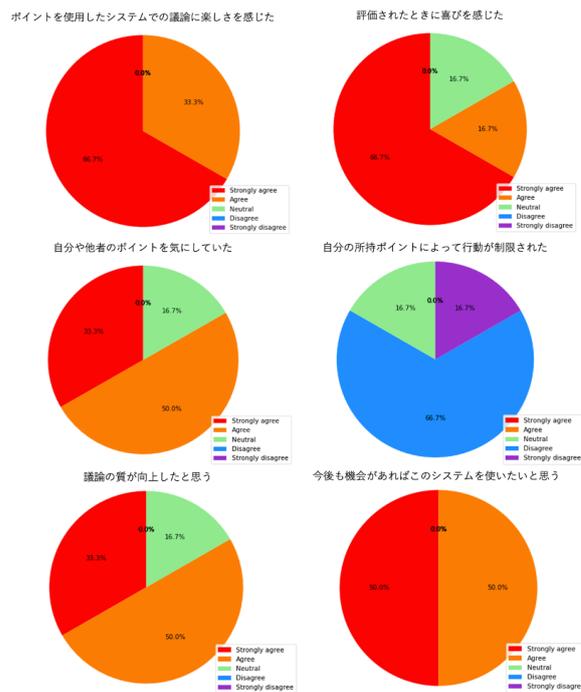


Fig. 4: アンケート結果 (評価実験 1)

4.3 評価実験 2

HMD2 名・PC2 名の計 4 名で実験を実施した。議論は 3 回行い、全ての議論回で DERC を使用した。第 3 回は資料を見ながら議論をする回とした。3 回の議論の後にアンケートを実施した。

4.3.1 議論回ごとの結果

第 1 回は「Twitter・Instagram, どちらが有益か」というテーマで 8 分間の議論を行った。第 1 回の結果を Table 1 に示す。第 1 回での最多被評価者は Player-2 であり、最多得点者は Player-3 であった。Player-3 は賭けの成功により多くのポイントを獲得した。第 1 回における 15 秒間隔での評価の頻度分布を Fig. 5 に示す。グラフの突出している部分は、その時間帯に評価が集中していることを示している。こういった時間帯では、議論の観点の転換や結論へ結びつける発言がされていた。

Table 1: 第1回の結果

Player ID	0	1	2	3
使用デバイス	PC	PC	HMD	HMD
初期得点	5000	5000	5000	5000
評価回数	13	9	6	9
被評価回数	7	8	12	10
賭けたユーザ	1	2	0	0
賭けたポイント	700	700	1100	600
オッズ	1.2	1.2	1.2	1.2
賭けの成否	×	○	×	○
最終得点	4272	5089	3981	5117

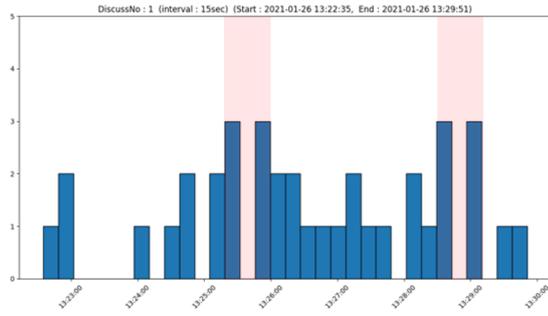


Fig. 5: 15 秒間隔での評価の頻度分布 (第1回)

第2回は「成功体験と失敗体験、どちらが人生に必要か」というテーマで8分間の議論を行った。第2回の結果を Table 2 に示す。第2回での最多被評価者は Player-2 であり、最多得点者は Player-3 であった。これは第1回と同様の結果である。Player-3 は第1回に引き続き、賭けの成功により多くのポイントを獲得した。第2回における15秒間隔での評価の頻度分布を Fig. 6 に示す。第2回では第1回で見られたような評価が集中した時間帯が存在しなかった。これはテーマの抽象性が高く、各々の人生での経験により偏りが出してしまうといった点から、発言に対して評価が集中しづらかったのではないかと推測する。

Table 2: 第2回の結果

Player ID	0	1	2	3
使用デバイス	PC	PC	HMD	HMD
初期得点	4272	5089	3981	5117
評価回数	5	8	7	11
被評価回数	9	6	10	6
賭けたユーザ	2	3	3	2
賭けたポイント	672	609	698	712
オッズ	1.94	1.23	2.20	1.20
賭けの成否	○	×	×	○
最終得点	5088	4377	3479	5815

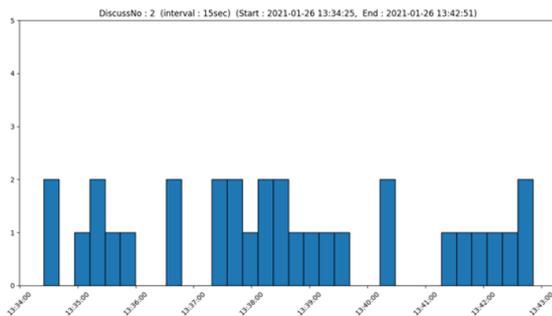


Fig. 6: 15 秒間隔での評価の頻度分布 (第2回)

第3回は「資料を見てわかることを共有し、“来年度

の就活生にオススメする企業”を一つ決定せよ」というテーマで10分間の議論を行った。第3回の結果を Table 3 に示す。第3回での最多被評価者は Player-2 であり、最多得点者は Player-3 であった。これは第1回・第2回と同様の結果である。結果的に3回の議論終了後の最終ポイントは Player-3 が最も高く、Player-2 が最も低くなった。第3回における15秒間隔での評価の頻度分布を Fig. 7 に示す。評価が集中している時間帯では、根本的な意見や結論に向けて対象を絞るような発言がされていた。第3回における特徴的な結果は、使用しているデバイスによって評価回数に差が見られることである。HMDを使用している被験者に比べ、PCを使用している被験者の方が評価回数が多かった。これはデバイスに依る資料の見やすさの差が影響していると考えられる。こういったデバイス間での差は議論の活性化に大きく関わるので、改善すべきである。

Table 3: 第3回の結果

Player ID	0	1	2	3
使用デバイス	PC	PC	HMD	HMD
初期得点	5088	4377	3479	5815
評価回数	11	12	4	8
被評価回数	5	9	14	7
賭けたユーザ	3	3	3	1
賭けたポイント	609	638	648	781
オッズ	1.51	1.82	2.20	1.20
賭けの成否	×	×	×	×
最終得点	4225	3905	3125	4828

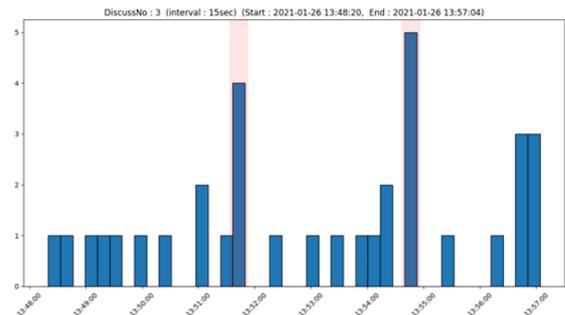


Fig. 7: 15 秒間隔での評価の頻度分布 (第3回)

4.3.2 Player-2 の行動

評価実験2において、Player-2は評価された回数は最多だったが、最終的なポイントは最も低かった。賭けによって得られるポイントが大きいため、今一度 DERC のポイントシステムのバランスは再検討する余地があるが、議論中の行動にも何か原因があったのではないかと考え、議論中の発言回数・評価回数・被評価回数に着目した。各被験者の議論回ごとの評価回数と被評価回数を Fig. 8 に示す。Player-2 は緑色の点で表されている。Player-2 は他の被験者と比較して被評価回数は多いが評価回数が少ない。これが起こった理由として、Player-2 の発言回数が原因だと考える。Table 4 に議論回ごとの発言回数を示す。なお、発言回数は録音音源を聴き、相槌などの意味を持たない発言を除いた発言回数をカウントしたものである。Table 4 から、3回の議論の合計発言回数は Player-2 が最も多いことがわかる。発言回数が多いと他者へ評価する時間は相対的に減る可能性がある。これにより Player-2 の評価回数が少なくなったと考察する。また、発言回数が多くなる

と相対的に他者が発言する回数も減る。これは賭け対象が発言する回数を減らしてしまう可能性があり、賭けを成功させる最適な行動とは言えない。仮にレベル1のみのポイントシステムであれば、Player-2は最高得点であったが、DERCではそうならなかった。よって、DERCのレベル2が機能し、戦略性が向上している可能性がある。

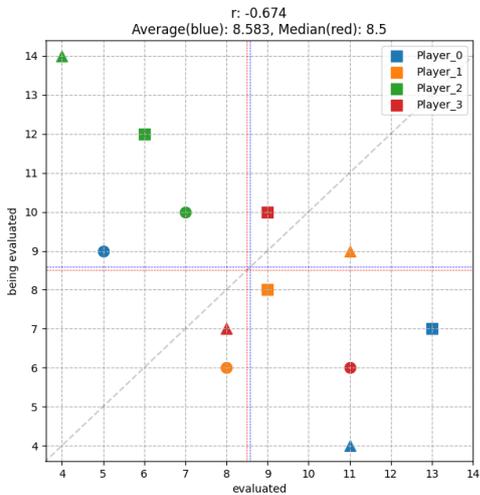


Fig. 8: 評価回数と被評価回数の関係

Table 4: 議論回ごとの発言回数

	Player_0	Player_1	Player_2	Player_3	発言回数 / 分
Disc_1	3	7	5	4	2.38
Disc_2	3	5	9	5	2.75
Disc_3	4	7	7	5	2.30

4.3.3 DERCのレベル2に関して

DERCのレベル2の設計意図は「自分から賭け対象への直接的な発言促進」であった。しかし、評価実験2において、賭け成功の起因となった場面で「自分の賭け対象に対する他者からの発言促進」が確認された。Fig. 9はその場면을模式的に表現したものである。それぞれの円は被験者を示しており、赤い矢印は賭けた対象を示す。また、吹き出しマークは発言を示し、吹き出しの中の数字は発言の順序を示す。加えて、手のマークは発言に対する評価を示す。

まずPlayer-3が発言し、その発言に対してPlayer-2が賛同した後に、Player-2からPlayer-0への発言の促進がされ、Player-0が発言(R3)した。R3に対してPlayer-2とPlayer-3から評価を得、続けてPlayer-0が発言(R4)し、R4に対して被験者全員からの評価を得た。賭けを成功させたPlayer-3は、直接発言の促進はしなかったものの、Player-3による発言内容が起因となって発言回数の多いPlayer-2を巻き込み、間接的にPlayer-0の発言を促すことに繋がった。この結果は、賭けを成功させる一つの戦略として、「発言回数の多い人に自らの賭け対象の発言促進をさせる」というものがあることを示しており、Player-3の意図は明確ではないものの、レベル2が内在する戦略性の向上が示されていると考える。

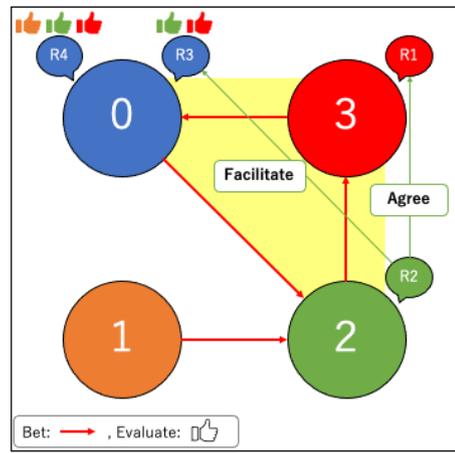


Fig. 9: 発言の促進が行われた場面

4.3.4 アンケート結果

評価実験2のアンケート結果をFig. 10に示す。評価実験1の結果と概ね同様の結果であったが、評価実験1と異なる点として、自分の所持ポイントによって行動が制限されたと回答している被験者(Player-2)があり、こういった点から、議論の活性化を考慮しつつ、DERCのレベル1とレベル2のポイントバランスは今後の議論のポイントであることがわかる。

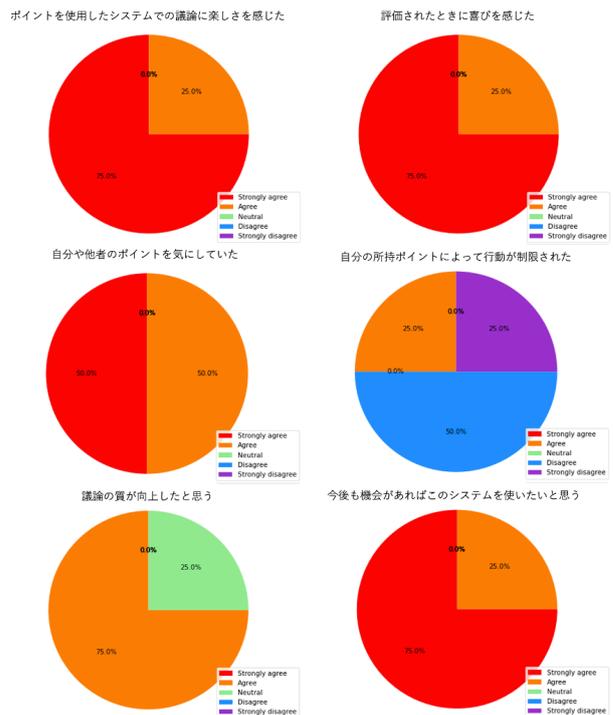


Fig. 10: アンケート結果 (評価実験2)

4.3.5 議論回ごとの活発度合い

議論3回の活発度合いを被験者が主観的に同率順位無しでランク付けした結果をTable 5に示す。同表の下方には議論回ごとの1分あたりの発言回数を示している。第3回を3位としている人が3名いた。1分あたりの発言回数が最も少なかったことがその原因であると考えられる。資料の存在自体が議論の障害となっているとは考えにくいため、資料の見せ方を改善すべきだと考える。

加えて、Fig. 8 で示した各被験者の議論回ごとの評価回数と被評価回数における、各被験者が活発度を1位にしていた議論回に対応する点を緑色の円で囲ったものを Fig. 11 に示す。同図から、活発度を1位にしていた被験者はどれも、被評価回数が平均値・中央値以上であることがわかる。この結果から、被評価回数が多いとより活発に感じる傾向があるということがいえる。このことは、レベル1が機能し、議論の活性化に作用していることを示唆する。

Table 5: 議論回ごとの主観的な順位付け

Player	Disc_1	Disc_2	Disc_3
Player_0	2	1	3
Player_1	3	2	1
Player_2	1	2	3
Player_3	1	2	3
平均順位	1.75	1.75	2.50
標準偏差	0.96	0.50	1.00
発言回数 / 分	2.38	2.75	2.30

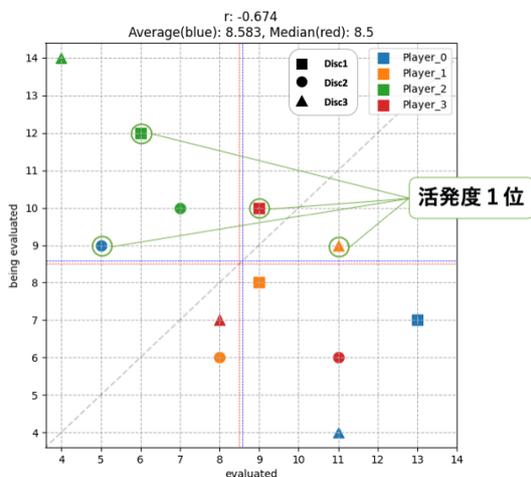


Fig. 11: 発言回数と被評価回数の関係（活発度1位に緑円）

5 おわりに

本稿では、提案中のDERCをVR会議に導入した試作環境を構築し、評価実験を行った結果を報告した。評価実験により、DERC導入により、VR会議を楽しみつつ議論の質が向上しうることがわかった。また、DERCのレベル1が直接的に議論活性化に作用し、DERCのレベル2が議論中の戦略性の向上を促していたことが示唆された。この意味から、所期の動作の確認にとどまらずに、DERCの狙いとする議論の活性化に関して一定の成果を得たと考える。今後は、空間の共有感や身体情報の伝達といったVRならではの特徴を最大限に活かすべく、VR空間が持つ自由度の高い拡張性を生かしてシステムを改良し、さらなる議論の活性化を実現していきたい。

参考文献

1) Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled and Lennart Nacke: From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”, In Proc of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, ACM, Tampere, Finland, 9-15, 2011.

2) Karl Kapp: The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education, Pfeiffer, 2012.

3) Amon Rapp: “A qualitative investigation of gamification: motivational factors in online gamified services and applications”. International Journal of Technology and Human Interaction, 11(1) (Jan.-Mar.), 67-82, 2015.

4) Martin Nowak and Karl Sigmund: Evolution of indirect reciprocity, Nature, 437, pp. 1291-1298, 2005.

5) Takaya Arita and Nozomi Ogawa: Promoting reciprocity-based cooperation by dual layer gamification, Proceedings of the 17th Annual European Conference on Simulation and AI in Computer Games (GAMEON 2016), pp. 22-27, 2016.

6) 岩本友太, 有田隆也: ゲームフィケーションに基づく間接互惠促進プラットフォーム, 第41回知能システムシンポジウム資料, B11-3, 6ページ, 2014.

7) 小川望美, 有田隆也: ゲームフィケーションに基づく間接互惠促進システムの構築, 第43回知能システムシンポジウム資料, B4-1 (6 pages), 2016.

8) 大門佳祐, 鈴木麗瑩, 有田隆也: ゲームフィケーションに基づく間接互惠促進プラットフォーム GP-AIR の分析, 第28回人工知能学会全国大会論文集, pp. 2M1-2 (4 pages), 2014.

9) 渡辺真広, 花木真美, 鈴木麗瑩, 有田隆也: 二層化ゲームフィケーションに基づく議論活性化システム, 第45回知能システムシンポジウム資料 (6 pages), 2018.

10) 加藤雄大, 鈴木麗瑩, 有田隆也: 二層化ゲームフィケーションに基づくVR会議活性化の試み, 第34回人工知能学会全国大会論文集, 4D3-GS-12-05(4 pages), 2020.