

個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム

門下 佳樹* 内山 慎太郎* 吉田 光男* 梅村 恭司*

概要. 状況的学習論において学びを達成するためには、人と人との関わり合い、すなわちコミュニティへの参加が求められる。しかし、オンライン授業において、コミュニティへの参加は難しいことが調査によって明らかとなっている。我々は、参加者の力をうまく引き出すことで共に目的を達成する「弱いコミュニティ」が、この問題を解決できるのではないかと考えた。本稿では、100人規模のオンライン授業の「参加」しにくいという問題を解決するために、個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム「Go Your Way」を提案する。Go Your Wayは、全体の意見分布を共有することで弱いコミュニティの構築を支援し、ユーザーが弱いコミュニティに参加することで、オンライン授業の臨場感を高めることを狙ったシステムである。本稿では、実装したGo Your Wayを用いて遠隔授業での問題演習を行い、評価実験を実施した結果、Go Your Wayが有用であることを示した。さらに、大規模なオンライン授業において、Go Your Wayによって構築された弱いコミュニティが授業の臨場感を高められるかを議論した。

1 背景

学びとはコミュニティ（共同体）に参加することであると説明する状況的学習論[1]がある。従来、学びは知識を獲得することであると考えられてきた。この考え方では、受講者となる学生は知識を入れる器であり、学習とは教員が器たる学生に知識を注入することであった。一方、学びを参加と説明する状況的学習論において、学生は、共に学ぶ者たちのコミュニティに「参加」し、その中で、分かっていないとできないことを適切に行う、または他の人のこのような取り組みを見て学習をする。このような取り組みのことを、正統的周辺参加と言う。したがって、状況的学習論においては「参加」がなければ学びは生まれないとされるため、人と人との関わり合うことが最も重要である[12]。

2020年は多くの高等教育機関においてオンライン授業が行われた。各高等教育機関はWeb会議システムなどを活用して授業を行なった。平時であれば受講者一同が同じ空間に集まって受けることのできた授業もすべてオンライン化され、各自の自宅などから受講することになった。参加こそが学びであると考えたときに、果たして受講者はオンライン授業に「参加」できているのだろうか。

オンライン授業に対して教員や学生が、メリットを感じている面もある一方、デメリットと感じている面もあることが報告されている[5][7]。教員目線では、「学生の反応や理解度が分からない」「コミュニケーションやリフレクションが難しい」といったデメリットが挙げられている[7]。また、学生目線では

表 1. 状況的学習論の立場から見た、オンライン授業の問題点

	状況的学習論での説明	オンライン授業の問題点
学習 知識 具体的成果 インタラクション	コミュニティへの参加 コミュニティにおける活動 コミュニティ内での居場所 多分に必要とする	分断されている 自己で完結する活動が主体 知識と技能のみ 少ない

も「他の学生とコミュニケーションがない（少なくとも）」といったデメリットが挙げられている[5]。これらの調査結果は、オンライン授業を状況的学習論で捉えたときに、最も重要な「参加」が難しいことを示している。

状況的学習論は、学習がコミュニティの中で起こっていることを強調する。そこでは、正統的周辺参加という形で学生らはコミュニティに参加し、教員は足場掛けによって彼らの学びを促す。例えば正統的周辺参加としては、授業の文脈に沿った意見を表明することでも良いと考えられる。この学習で最終的に得られるものは、自分がコミュニティでどのような立ち位置にいるか、ということである[9]。これを踏まえ、表1に状況的学習論から見た、オンライン授業に欠落している要素を示した。オンライン授業では、個人が分断されていることによって、コミュニティへの参加という実践が行えていない。コミュニティに参加しているという臨場感の欠落によって、学習の楽しさや、周りの学生との比較によってコミュニティ内での居場所を見出す機会を失っていると言える。これらは、前段で述べたオンライン授業に対する不満にも現れている。

我々は、参加者の力をうまく引き出すことで良いコミュニティを構築する「弱いコミュニティ」が先に述べた問題点を解決できるのではないかと考えた。オンライン授業を支援するシステムにおいてユー

ザーに提供する機能が多すぎると却ってユーザーが機能の利用に集中してしまい、コミュニティへの能動的な関与が得られにくいと考えられる。我々の考える「弱いコミュニティ」では、表現できることは限られているが、コミュニティの参加者同士のインタラクションによって、コミュニティへの参加に臨場感を与える。なお、この考え方は、状況的学習論に影響を与えた状況的な認知の考え方をロボティクスに応用した例「弱いロボット」[11]に関連している。

本稿では、100人規模のオンライン授業に対して、これまでに述べた問題点を解決するための支援システムを提案する。提案システムでは、個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有する。意見分布を共有する、という限られた表現による「弱いコミュニティ」の構築に留めることでシステムを実現可能にしつつ、オンライン授業の問題点を解決するための一手法として、授業の臨場感を高めることを目的に開発した。本稿ではさらに、提案システムを使用して実際にオンライン授業を実施し、システムの有用性評価を行なった結果を報告する。加えて、提案システムの機能によって「弱いコミュニティ」を実現できているか、また、それが授業の臨場感を高められるかについても議論する。

2 関連研究

コミュニケーションが取りづらいことに起因するオンライン授業への不満は、Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) の分野で研究されているシステムを用いることで改善できると考えられる。我々と同様の背景から梅村ら [10] は、e-Learning が個人学習になってしまうという問題を解決するためのシステムを提案した。このシステムでは、e-Learning 教材の特定の場面を介したコミュニケーション機能と、他学習者の解答履歴の閲覧機能によって、仮想的な時間共有を実現している。さらに、このシステムを使用することによって学習の質が高まることも示唆している。しかし梅村らは、e-Learning 上での非同期な取り組みに着目しているため、本稿で指摘したオンライン授業の問題点を解決するためには用いることができない。

同期的にオンライン授業の補助コミュニケーションを行うためのツールとして、Google Jamboard^{*1}がある。共同編集機能を有している電子ホワイトボードであり、これを用いることで意見共有を実現できる。しかし、機能は豊富だが、却って操作が複雑になってしまい授業の妨げになる可能性がある。さらに、例えば100人が同じ電子ホワイトボードを同時編集すれば、収拾がつかない状態を引き起こしてしまうと考えられる。これは我々の考える「弱いコミュニティ」の構築には適さない。

オンライン授業で活用されている Web 会議システムには、音声通話やチャットといった機能が提供されているため、これらを用いて授業に参加している感覚を高めることが考えられる。しかし、これらを用いて100人規模のコミュニケーションを実現することは、相当に難しいと考えられる。チャットは文脈を追いかけることが困難であり、音声通話は同時に複数人がしゃべるということが難しい。そこで、オンラインでのテキストベースの議論を可視化するシステムとして、i-Bee [8] や IdeaHound [2] があるものの、どちらのシステムもテキストを入力しなければならず、授業を受けている最中の取り組みとしては負荷が高い。また、IdeaHound はアイデアをクラスタリングして提示するために、各ユーザーが付箋のグループ分けを行う必要があるなど、授業では利用しづらい。他にも、音声を用いてコミュニケーションするためのシステムとしては、SpatialChat^{*2}がある。しかし、SpatialChat は少人数のグループに別れて会話をする仕組みになっており、我々の考える「弱いコミュニティ」の構築とは根本的に異なるものである。

意見集約の方法としては、クリッカーと呼ばれるシステムを用いて授業におけるインタラクションを増やす試み [4][3] がある。クリッカーでは、回答がカウントとして集約されるが、近い意見を持つ人が誰であるのかといったことが分かりづらい。したがって、クリッカーを用いても学生は分断されたままである。

このように、CSCL の分野のシステムは我々の知る限り（例えば、[6] で紹介されているものなどもある）、100人規模のコミュニティへの参加を支援するように設計されているものは少ない。一方で、意見分布を共有するというデザインは、単純な機能に留めることで弱いコミュニティの構築を促すシステムにできると考えられる。

3 提案システム：Go Your Way

我々は、100人規模のオンライン授業にある「参加」しにくいという問題点を解決するため、個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム「Go Your Way」を開発した。Go Your Way では、全体の意見分布を共有することで弱いコミュニティの構築を促し、授業の臨場感を高めることを狙っている。

3.1 システム使用のシナリオ

Go Your Way を使用することで、どのような授業を行うことができるかを述べる。ここでは、100人規模のオンライン授業において、演習問題に取り組むという状況を例に挙げる。Go Your Way では、

^{*1} <https://jamboard.google.com/>

^{*2} <https://spatial.chat/>

個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム

演習問題への回答と集約を参加者全員が同時に行うことができる。この点はクリッカーと同じであるが、クリッカーが回答を回答数として集約するのに対して、Go Your Way では、個別の位置指定を集約して全体の意見分布を共有する。そのため、自分の回答と同じ、または近い回答をしている人を表示できる。これによって、ユーザーは自分が全体のどの立ち位置にいるのかを把握できる。提案システムにおいて、演習問題に対する回答、すなわち知識の外化は個別の位置指定によって行うことができる。

選択肢を提示する際、クリッカーや i-Bee では、予め選択肢やキーワードを設定する必要があるのに対して、Go Your Way では、画像を用いることで多様な選択肢を一度に提示できる。選択肢やキーワードを設定したシステムでは回答は離散的なものとなるが、画像上の任意の位置を選択肢とし、画像上の位置指定によって回答を行う Go Your Way では、回答は連続的なものとなる。そのため、ユーザーの位置指定によって多様な意見を表現できる。演習問題においては、回答に自信がない場合に選択肢そのものを位置指定するのではなく選択肢に近い位置を指定することで、自信の度合いを表現できる。また、回答と集約を同一の画面上で行うことで、少数の意見を「その他」として集約せず、すべての回答を概観できる。このように、Go Your Way を使用することで、離散的な回答では失われてしまう情報を表現できる。

3.2 システム概要

Go Your Way は、JavaScript (Node.js) で記述し、Web ブラウザから使用する Web アプリケーションとして開発した。対象としているデバイスは、パソコン、スマートフォン、タブレット端末といった様々な画面サイズのデバイスである。Go Your Way ではこれらのいずれのデバイスから使用しても表示が崩れないよう、扱う位置の情報を横方向、縦方向それぞれ 0~1 の値に正規化して扱っている。システムの画面のスクリーンショットを図 1 に示す。Go Your Way では、ユーザー自身のエージェントを赤い円で、他のユーザーのエージェントを一回り小さい半透明の青色の円で表現する。

Go Your Way では、ブラウザとサーバーの間は WebSocket で常時接続されている。WebSocket を採用した理由は、多数のクライアントでのリアルタイムな通信を行うためである。WebSocket は、プロトコルのヘッダサイズが HTTP と比較して小さいという特徴がある。これにより、通信量を抑えることができ、多数の同時接続を実現できる。また、リアルタイムの通信によって、あるユーザーが行なった位置の変更は即座に他のユーザーにも反映される。インタラクションのタイムラグを少なくすることで、同期的なインタラクションを実現している。

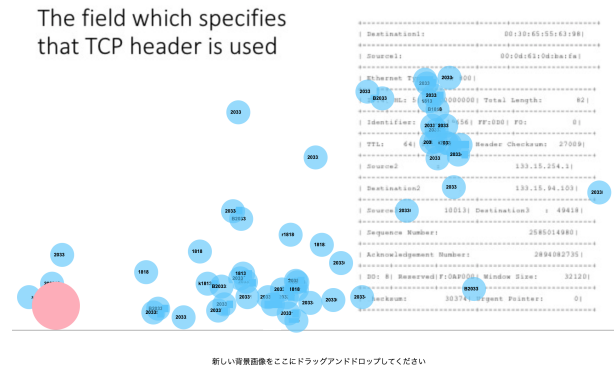


図 1. システムのユーザーインターフェース（プライバシー保護のため画像加工によりユーザー名を隠している）

3.3 機能

3.3.1 位置指定

位置指定は画面上のエージェントをドラッグ・アンド・ドロップすることで行う。画面上のエージェントには各ユーザーがシステム使用開始時に設定したユーザー名が表示される。なお、図 1 ではプライバシー保護のため、画像加工によりユーザー名を隠している。また、画面上のエージェントは、半透明の背景色が設定されている。したがって、エージェントが密集すると、重なり合った部分の色が濃くなる。

クリッカーはある選択肢を自分の意見として指定するのに対して、Go Your Way は画面上の任意の位置をユーザー自らが指定することで意見を示す。また、クリッカーのように予め決められた選択肢の中から自分の意見選ぶのではなく、位置指定の仕方によって意見の度合いや程度を表現できる。加えて、各ユーザーが位置指定を行うだけで、どのような意見が多いのかが色の濃さで集約されて表示される。このように、個別の位置指定を集約して全体の意見分布を共有することで、弱いコミュニティの構築を実現する。

3.3.2 背景画像設定

Go Your Way では、ユーザーは画像をアップロードして背景を独自のものに差し替えることができる。例えば、予め想定される意見を列挙した画像を背景にすることで、意見分布をより分かりやすく表示できる。図 1 では、TCP ヘッダに関する問題演習を行うために、TCP ヘッダの構造を示した画像を背景として設定している。

Go Your Way では背景画像を設定することで、弱いコミュニティの足場掛けとして、事前に意見として挙げる内容の限定した「意見空間」を定めることができる。クリッカーを使用する際に

表 2. アンケートの設問一覧

設問番号	設問	備考
1	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、演習に能動的に参加できた	反転項目
2	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、演習に集中できなかった	
3	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、演習内容の理解がより深まった	
4	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、回答内容は忘れやすい	反転項目
5	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、他の参加者の回答は見やすい	
6	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、回答する時に他の参加者の回答の影響を受けた	
7	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、操作は簡単だった	反転項目
8	SpreadSheet(数字の入力) と比べて、回答方法が演習の妨げになった	

選択肢を提示する場合、正解を含めた選択肢を提示する必要があるのに対して、Go Your Wayでは、写真や図といった文章以外の選択肢を提示することで、「図中のどこかが正解」という問いも行うことができる。この場合、選択肢は連続的なものとなり、クリッカーと比較してより多様な意見の表現が可能になる。

4 評価実験

アンケートによる評価実験を行なった。実験参加者は豊橋技術科学大学の2020年度前期に開講された情報ネットワークの講義の履修者である。実験は豊橋技術科学大学の倫理規定に則り、同倫理委員会の実験承認を得た上で、実験参加者に実験同意書への署名をお願いした。なお、実験実施時の授業出席者は72名であった。

実験では、まずクリッカーと同等のシステムとしてGoogle Spreadsheet^{*3}を用いた方法で問題演習に取り組んでもらい、次にGo Your Wayを用いた方法で問題演習に取り組んでもらった。Google Spreadsheetを用いる方法は、図2に示すSpreadSheetを実験参加者全員に提示し、ドロップダウンリストの選択肢の中から、回答を選ぶという方法である。一方、Go Your Wayを用いる方法は、図1のように背景画像を設定し、正解だと思う位置に自分のエージェントを移動させて回答を行うという方法である。

前段の流れの実験を、情報ネットワークのオンライン授業で実施した。演習は、Web会議システムのGoogle Meetを併用して行なった。なお、いずれの方法とも実験以前から実験参加者に使用してもらっていたため、操作方法などのレクチャーは行わなかった。その後、Google Formsを用いてアンケートを実施した。アンケートの設問を表2に示す。アンケートは7段階リッカート尺度とし、1=「全くそう思わない」から7=「非常にそう思う」とした。評価実験の結果、アンケートの回答を得られたのは47名であった。アンケートの回答結果を図3に示す。

^{*3} <https://docs.google.com/spreadsheets/u/0/>

	A	B	C	D	E	F
1	2020-08-02	Class:		https://class		
2		Drive:		https://drive		
3		Meet:		https://meet		
4		Tool:		https://raise		
5		New:		https://raise		
6		75	38	network	applicat	network
7	ID	参加	ビデオ	ARP	DNS	ICMP
8	B1718	1 ▾	1 ▾	network ▾	applicat ▾	network ▾
9	B1718	▾	▾	▾	▾	▾
10	B1813	1 ▾	▾	network ▾	applicat ▾	network ▾
11	B1813	1 ▾	1 ▾	network ▾	applicat ▾	network ▾
12	B1813	1 ▾	1 ▾	network ▾	applicat ▾	network ▾

図 2. Google Spreadsheet を用いた方法のスクリーンショット（プライバシー保護のため画像加工により ID を隠している）

5 議論

ここでは、評価実験の結果について、Go Your Wayによる授業への「参加」、Go Your Wayのインターフェースデザイン、弱いコミュニティの形成の3つの観点から考察する。

5.1 Go Your Way による授業への「参加」

設問1の結果には有意な偏りがあることから、Go Your Wayは授業に能動的に参加する上で有用であることが示された。さらに、設問2, 3, 4の結果が有意に偏っていることから、授業に能動的に参加することによって、学習効果が高まっていることが示唆される。Google Spreadsheetを用いた回答方法では、ドロップダウンリストの選択肢から正解だと思うものを選ぶだけなのに対して、Go Your Wayは、画面上で正解だと思う選択肢を見つけ、画面上のその選択肢の位置に自らエージェントを移動させる必要がある。このように、操作のステップはGo Your Wayのほうが多い。また、Google Spreadsheetで提示可能な選択肢の数には限りがあるのに対して、Go Your Wayで提示可能な選択肢は背景画像全体で

個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム

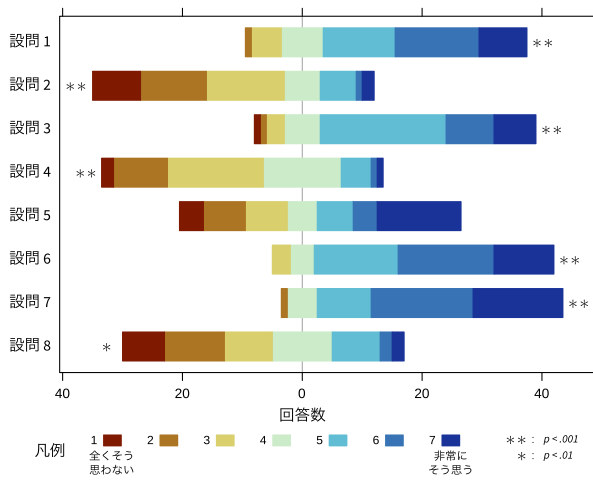


図 3. アンケート回答結果（統計検定は両側 t 検定）

あり、選択肢の数は増大している。したがって、Go Your Way を用いて演習問題に回答する際には、「その選択肢が正解かどうか」を Google Spreadsheet より多く判断する必要がある。このように、回答を行うまでの思考の負荷が高まることで授業への能動的な参加、集中が促されていると考えられる。また、Google Spreadsheet を用いた回答方法では、回答後は自分が選択した選択肢のみが表示される。一方で Go Your Way では、背景画像が変わらない限り、選択しなかった選択肢も継続して表示される。したがって、回答後に自分の回答が本当に正解かどうかを見直す機会が多い。「回答して終わり」ではなく、繰り返し回答を見直すことで、演習問題の内容が記憶に残りやすくなっている可能性があると考えられる。

授業への参加については、授業を実施した担当教員の目線からも、学生が問いかけに対してしっかり反応していることが見て取れた。したがって、学生だけでなく教員の側から見ても、100 人規模の授業において Go Your Way が有用であるということが示唆されたと考えられる。このことは、図 4 からも見て取れる。図 4 では、グループ A、B、C の 3 つのグループが現れているが、これらのグループは、それぞれ「問題そのものを理解していないグループ」「問題を理解した上で誤った回答を選択しているグループ」「問題を理解し、その上で正しい回答を選択しているグループ」であると考えられる。これらのグループのうち、「問題を理解した上で誤った回答を選択しているグループ」と「問題を理解し、その上で正しい回答を選択しているグループ」は、教員の問いかけに対して、リアクションをしているグループである。このグループの意見分布を見ることで、教員は学生の理解度を把握できると考えられる。また、この 2 つのグループは、Go Your Way によ

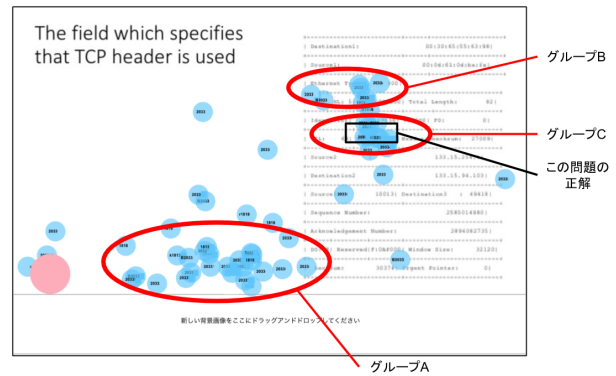


図 4. 3 つの意見分布のグループ

て知識の外化を行なったグループである。Go Your Way による知識の外化は、教員から学生へのフィードバックにつながると考えられる。一方で「問題そのものを理解していないグループ」の学生については、他の 2 つのグループの意見分布を見ることで、能動的に回答を行うことが期待できる。Go Your Way では、学生間で直接答えを教え合えるような機能は実装していないが、最低限の機能を提供することで弱いコミュニティを構築し、弱いコミュニティ内での他の参加者の行動を見て学ぶことで、教え合いのような効果が得られることが期待できる。

5.2 Go Your Way のインターフェースデザイン

設問 2, 7, 8 の結果は有意に偏っており、Go Your Way のインターフェースデザインが目的に対して適切であったと考えられる。Go Your Way の回答にかかる操作は、クリッカーよりはステップ数が多いもののユーザーにとっては容易であり、演習の妨げとはなっていない。また、演習への集中はできており、授業への参加という目的は達成されていることが示された。したがって、システムとして最低限の機能を提供して弱いコミュニティを形成するという目的は達成できたと考えられる。また、システムの機能を最低限とすることで、ユーザーは「システムの操作」よりも「問題への回答」に集中することができていると考えられる。

設問 5 の結果は有意な偏りはなかった。他の参加者の回答の見やすさに関しては本評価では明らかとならなかったため、今後の検討事項とする。

5.3 弱いコミュニティの形成

設問 6 の結果には有意な偏りがある。加えて、1 = 「全くそう思わない」および 2 = 「そう思わない」の回答が無かった。この結果より、ユーザーは Go Your Way を用いて回答する際に、他の参加者の影響を受けて自分の回答を決めていると言える。自分の回答が他の参加者の回答の影響を受けているということは、Go Your Way によって状況的学習論におけ

る正統的周辺参加が達成できていることを示している。また、Go Your Wayによって弱いコミュニティを形成し、そのコミュニティ内で「回答時に他の参加者の回答の影響を受ける」あるいは「自分の回答が他の参加者の回答に影響を与える」というインタラクションが実現できており、これによって、オンライン授業における「個人間の分断」という問題を解決できていると考えられる。

Go Your Way上で全体の意見分布が変化していく様子が表示されることで、「演習問題と自分の回答」という関係は、「演習問題とそれに対する全体の意見分布」および「全体の意見分布における自分の回答」という関係になる。個々人が演習に取り組むようなオンライン授業では、具体的成果が「知識と技能のみ」となり、状況的学習論における「コミュニティ内での居場所」を得ることは難しい。また、一問一答のテストのような形式の問題演習では「演習問題とそれに対する全体の意見分布」を見ることは難しく、一方でクリッカーを用いた回答では「全体の意見分布における自分の回答」を見ることは難しい。Go Your Wayを用いたオンライン授業では、「知識と技能」のみならず、「全体の意見分布における自分の回答」を通して「コミュニティ内での居場所」を知ることができる。Go Your Wayによってコミュニティの形成と参加ができ、その内での居場所が分かることから、Go Your Wayを開発した目的である、「授業の臨場感を高める」は実現できていると考えられる。このように、Go Your Wayを用いて授業を行うことで、オンライン、かつ学生らは全く別々の場所にいる、という物理的には分断された状況下であっても、弱いコミュニティを形成することで正統的周辺参加を実現できる場を作ることができたと考えている。

6 まとめと今後の展望

本稿では、状況的学習論から見たオンライン授業における「参加」の問題点を指摘し、これを解決するために個別の位置指定を集約することで全体の意見分布を共有するシステム「Go Your Way」を提案した。また、実装したGo Your Wayを実際の講義演習で使用して評価実験を行い、演習においてGo Your Wayが有用であることを示した。さらに、Go Your Wayが実現する「弱いコミュニティ」が、大規模なオンライン授業において授業の臨場感を高めることができるかを議論した。

今回の評価実験は、オンライン授業での使用について検証したが、Go Your Wayはオンラインで開催される学会などのイベントにおいても使用可能であると考えている。今後は設問5で明らかにならなかった回答の見易さを改善するなど、さらに改良を行い、より実用性の高いシステムにしていくことを考えている。

参考文献

- [1] J. Lave and E. Wenger. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives. Cambridge University Press, 1991.
- [2] P. Siangliulue, J. Chan, S. P. Dow, and K. Z. Gajos. IdeaHound: Improving Large-Scale Collaborative Ideation with Crowd-Powered Real-Time Semantic Modeling. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, p. 609–624, 2016.
- [3] 田島 貴裕. クラウド型クリッカーの活用事例とその運用課題. コンピュータ & エデュケーション, 38:62–67, 2015.
- [4] 鈴木 久男, 武貞 正樹, 引原 俊哉, 山田 邦雅, 細川 敏幸, 小野寺 彰. 授業応答システム“クリッカー”による能動的学習授業: 北大物理教育での1年間の実践報告. 高等教育ジャーナル: 高等教育と生涯学習, 16:1–17, 2008.
- [5] 田浦 健次朗. オンライン授業に関するアンケート結果の紹介. https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200904-06_Taura.pdf. 2020年9月17日参照.
- [6] 加藤 浩, 望月 俊男. 協調学習とCSCL. ミネルヴァ書房, 2016.
- [7] 国立情報学研究所. 遠隔授業に関するアンケート調査結果について. https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200914_Report.pdf. 2020年9月17日参照.
- [8] 望月 俊男, 久松 慎一, 八重樫 文, 永田 智子, 藤谷 哲, 中原 淳, 西森 年寿, 鈴木真理子, 加藤 浩. 電子会議室における議論内容とプロセスを可視化するソフトウェアの開発と評価. 日本教育工学会論文誌, 29(1):23–33, 2005.
- [9] 向後 千春. eラーニングの土台: 行動主義, 認知主義, 状況主義学習論とその統合. 第3回 WebCT ユーザカンファレンス予稿集, pp. 105–108, 2007.
- [10] 梅村 透, 赤堀 侃司, 赤倉 貴子. 学習者が集団学習をしていると実感できる機能を有するe-Learning Systemの開発と評価. 日本教育工学会論文誌, 29(Suppl):173–176, 2006.
- [11] 岡田 美智男. 〈弱いロボット〉の思考 わたし・身体・コミュニケーション. 講談社現代新書, 2017.
- [12] 佐伯 胖. そもそも「学ぶ」とはどういうことか: 正統的周辺参加論の前と後. 組織科学, 48(2):38–49, 2014.