

参与構造理論に立脚した遠隔対話システムにおける多重参与デザイン Multi-Dialogue Participation Design for Voice Chatting System Based on Participation Structure

市川 雅也[†], 竹内 勇剛[†]

Masanari Ichikawa, Yugo Takeuchi

[†] 静岡大学

[†] Shizuoka University

[†] ichikawa.masanari.18@shizuoka.ac.jp

概要

対面の授業や会議の場において生じる聴衆同士の内々な対話には、参加者の積極的な参画や議論の活性化を促すという望ましい側面がある。このような場において人はしばしば複数の対話に対して多重的に参与することでコミュニケーションの質を高めている。反面、オンラインではこのような対話形態は実現できず、参加者が主体的に対話を生じづらいうことが指摘されている。学術的には多重的な参与の実現には参与構造を踏襲する必要があることが明らかになっている一方で、それらの知見は技術として利用可能な状態で整理されていない。そこで本研究は、グラフ構造を用いて参与構造を記号的に記述できる体系を確立し、遠隔対話システムにおける参与構造の設計指針を提案することを目的とする。本研究では参与構造のグラフ化とそれに基づく簡易的な遠隔対話システムの設計・実装を行った。本稿はそれらの手続きについて示しながら、参与構造をグラフで表すことの利点、システムを実装する上で生じた課題について議論した。

キーワード：参与構造理論，グラフ理論，音声対話

1. はじめに

対面状況における授業や会議の場では、しばしば、授業者による講義や発表者による提案などその場を統べる中心的な議論と、参加者や聴衆同士による内々な対話とが同時に生じていることがある(図1a)。この内々な対話には、私語が含まれる反面、中心的な議論に関する意見の交換、疑問の解消、次の段取りに向けた根回しなどが含まれており、聴衆の主体的な参画を促すという望ましい側面がある。また授業者や発表者にとっても必要な補足や調整を入れる契機としても機能し、議論の充実や円滑な進行に役立てられている。このような状況において、人は複数の対話に対して多重的に参与(多重参与)していることがあり[1]、情報収集の能率化やコミュニケーション体験の向上に役立

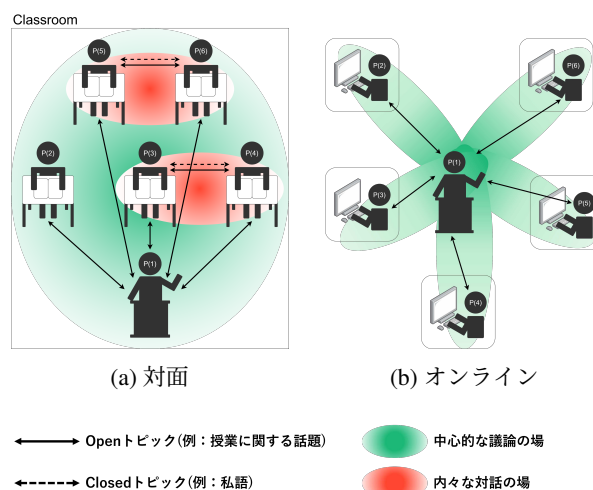


図1: 対面授業とオンライン授業で生成される対話

ていてと考えられる。一方でオンライン状況では、現状、一つの場(ボイスチャンネル)で複数の対話を同時に展開することは極めて困難であり、大抵の場合は中心的な議論のみにその場を支配されてしまう(図1b)。したがって、このような状況では多重参与による対話体験の向上はさることながら、参加者が内々に対話を生じることが難しく、結果としてオンライン対話では参加者の積極的な参加や議論の充実化を図ることは難しい。オンラインでの対話は集会のための移動や場所の確保が不要であるという特長がある一方、内々な対話を交わしづらいうという問題点がある。

COVID-19の感染拡大に伴ってビデオ会議システムが広く普及する以前から、多くの研究者はオンライン対話における対話性の課題に対して、視線や他者との距離感などの身体性に着目し、対面状況の模倣による克服に取り組んできた。他方でパンデミックに伴い、実際に授業や会議が広く実施されたことで、図1に示すような対話構造の差がここにきて顕在化した。対話の構造に関して、Goffman(1981)の参与構造理論は周辺研究分野においても広く理解されており、多重参

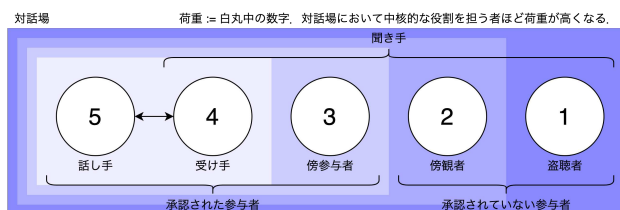


図 2: 参与構造モデル ([7] をもとに筆者が作成)

与もまた参与構造の上を実現している参与体系の一つである [1]. また対面での対話における参与者の参与者の身体配置 [2, 3, 4] や視線 [5, 6] などの非言語情報は参与構造の形成・可視化に寄与しており, 対話中の人の行動決定に役立てられていることが報告されている. すなわち, こうした非言語情報が制約される現状のオンライン状況では, 参与構造が破綻してしまい, 多重参与も実現し得ない. 参与構造に関しては以上のように学術としての定性的な議論は多く存在する一方で, それを対話システムなどの技術として利用可能な定量的な指標に乏しい. そこで本研究は, 参与構造を記号的に記述できる体系を確立し, 遠隔対話システムにおける参与構造の設計指針を提案することを目的とする. 本研究では参与構造を適切に抽象化する方策を吟味し, グラフ構造による記号的な記述を試みた. また構成したグラフに基づいて簡易的な遠隔対話システムを設計・実装した. 総合議論では以上の手続きに関して, 参与構造をグラフで表すことの利点, システムを実装する上で生じた課題について扱った. 本研究の成果は多重参与の通じたオンラインコミュニケーション全般のパフォーマンスの向上を実現する新たな遠隔対話システムの実装指針として寄与することが期待される.

2. 参与構造の抽象化

多人数で構成される対話場において聞き手の参与地位は一律ではない. 例えば小中学校の授業参観では授業という中心的な議論の聞き手のうち, 生徒には授業内で発言する権利が与えられているのに対し, 傍観する保護者には原則として発言権は与えられてない. Goffman (1981) はこのような対話場における聞き手の参与地位を図 2 のように区別した. 参与者は「話し手になる権利があるかどうか」という基準で承認された参与者と承認されていない参与者に大別される. また図 2 では荷数が高い者ほど対話場において中核的人物となる. 話し手はその話を差し向ける対象, すなわち受け手に対してアドレスを発信しており, 図 2 では矢印で表示されている. 図 2 のモデルは単一の対話場に

おける参与者の地位を一意に振り分けられる点において巧妙だが, 実際の対話場面における多重参与状態を表現したり, 対話システムの実装指標として直接利用したりすることに関しては際限がある.

対面状況において参与地位やアドレスの存在は, 参与者の身体配置 [2, 3, 4] や視線 [5, 6] によって具現化される. 対面状況における身体配置や視線は, それぞれ参与地位やアドレスを送受するための手段 (インタフェース) であり, 人はそのような振る舞いを視覚によって受信し, その本質的な意味を再帰化して認知している [8]. すなわち参与構造の形成において必要なものは参与地位やアドレスなどの情報であり, これらはオンライン対話に適合したインタフェースで設計される必要がある. そこで本研究では, まず 3. にて前段落で指摘した図 2 をシステム設計で活用可能なグラフへと変換した. そして 4. にて構成したグラフに基づいて簡易的な遠隔対話システムを設計した.

3. 参与構造のグラフ化

本稿で扱うグラフとはノードとエッジによって構成される数学的構造である. グラフは離散構造をもつ集合において, 要素の一部が何らかの脈絡で関係していることを表現することができる. 本研究では参与構造が参与者や対話場のような離散的要素を含むことと, 対話が成す情報伝達の様相を勘案し, その記号的な表現にはグラフを用いることが妥当であると考え, これを採用した. これ以降, 本研究が提案する参与構造をグラフで表現した構造物を参与構造グラフと呼ぶ.

3.1 記号の定義

参与者と対話場を象徴する記号をそれぞれ「参与者ノード」, 「対話場ノード」と定義する. 参与者と対話場との関係, すなわち参与地位を象徴する記号を「参与エッジ」と定義し, 参与地位に応じて重みを付与する. アドレスを象徴する記号を「アドレスエッジ」と定義し, その方向性を加味して有向エッジで表現する.

3.2 チュートリアル

3.1 の定義に基づけば, 図 1a, 1b の様相はそれぞれ図 3a, 3b のように表現することができる. 図 3 では, P(1) が授業者, P(2) – P(6) が生徒, D(1) が授業者による講義 (中心的な議論), D(2) – D(3) がそれぞれ生徒同士の内々な対話を表している. すると参与者ノードと対話場ノードとを参与エッジ接続することで参与状

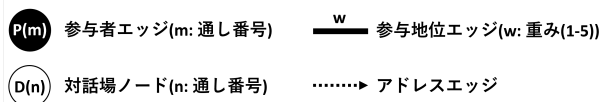
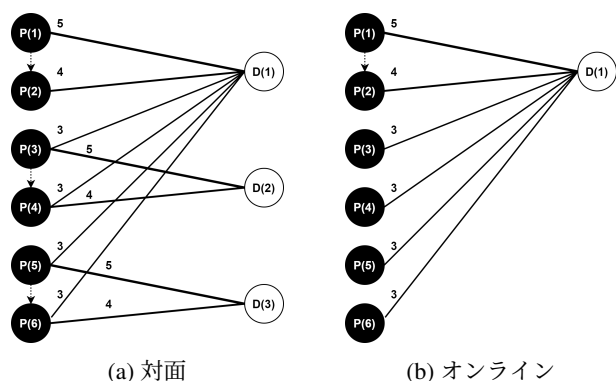


図 3: 授業場面の参与構造グラフ

態を表現することができ、その重みを変化させることで参与地位の差異を表現することができる。また P(2) - P(6) のように複数の対話場ノードに対して参与エッジを引くことで図 2 では限界があった多重参与状態を無理なく表現できる。以上をもって参与構造をグラフという定量的な記号系のもとで記述することができるようになった。

4. 参与構造グラフに基づくシステムの設計

3. で取り決めた規則に基づいて、簡易な遠隔対話システム (CallMap) を設計・実装した (図 4)。CallMap はパーソナルコンピュータ (以降「PC」) での稼働する音声対話ソフトウェアで、ヘッドホンとマイクによる音声入出力のほか、カーソル操作によって参与/不参与や参与地位の制御が可能である。以下、CallMap の構成要素と機能・操作方法について参与構造グラフと対応させながら示す。

4.1 構成要素

基本的な構成要素は参与構造グラフに基づいているため、ここでは参与構造グラフとの相違点のみを取り上げる。参与者ノードは対話場ノードとの視覚的な区別をつけやすくするために、形状を四角形に変更し、通し番号をアルファベットに変更した。対話場ノードは参与エッジが接続されている数、すなわち参与者の数に応じてその大きさが拡大するように設計した。参与エッジは視認性を高めるために重さの表記を撤廃し、エッジの太さを誇張して変化させることで代替した。これにより CallMap のユーザは参与者各位が厳密

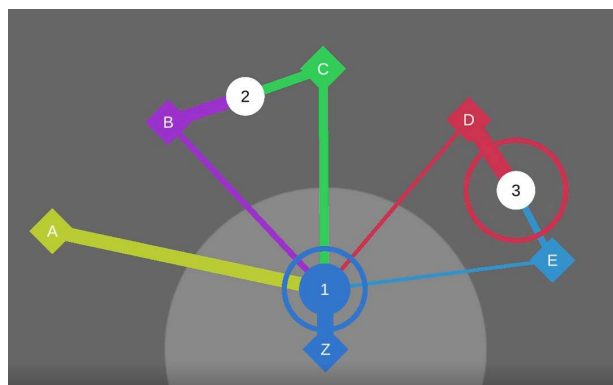


図 4: CallMap の画面

にどの役割を担っているかを認識することができなくなるが、対面状況の対話においても参与者に参与役割が明示的に割り当てられていないことを踏まえ、視認性を重視した。アドレスエッジにおいても画面の視認性を高めるために撤廃し、代わりに発話リップルという機構を設計した。発話リップルはある時点で話し手である参与者を象徴する色 (シンボルカラー) のリップル (波紋) を 3 秒おきに生成することで、周囲に話し手の存在を明示するという役割を持つ。このデザインは受け手を一意に特定するという役割は持たないが、これもまた対面状況における対話の性質を受け継ぐものである [9]。

4.2 機能・操作方法

(i) 参与者になる/離脱する 参与状態でない対話場ノードを左 W クリックすると、その対話場に参与することができる。参与状態にあるユーザは、その対話場で交わされている音声対話を聞くことができる。このとき、自身の参与者ノード (マイノード) と該当の対話場ノードとの間に参与エッジが引かれる。参与エッジはすべてのユーザの画面と同期しており、これによりすべてのユーザは、すべてのユーザがどの対話場に参与しているかを把握することができる。また、複数の対話場に対して多重的に参与することができる。反対に、参与状態の対話場ノードを左 W クリックすると、その対話場から離脱することができる。このとき、引かれていた参与エッジと音声出力が切断される。

(ii) 話し手になる/聞き手になる 参与状態かつ発話状態でない対話場ノードを右クリックすると、マイクが ON になり、その対話場で発話することができるようになる。このとき該当の対話場ノードがシンボルカラーに彩色され、その対話場ノードを円心としてシンボルカラーの発話リップルが 3 秒おきに生成され、波

紋状に広がったのちに消失する。発話リップルはすべてのユーザの画面と同期しており、これによりすべてのユーザは、すべてのユーザがどの対話場で話し手の状態であるかを把握することができる。反対に、参与状態かつ発話状態の対話場ノードを右クリックすると、マイクがOFF（ミュート）になり、発話状態を解除できる。なお、参与状態でない対話場に対して話し手となることはできない。また、同時に複数のチャンネルに対して話し手となることはできない。

(iii) 参与地位を上げる／下げる 参与状態の対話場ノードをドラッグ操作でマイノードに近づけたり、遠ざけたりすると、参与程度を調整することができる。対話場ノードとマイノードの距離が近いほど、該当の対話場から出力される音量が大きくなり、画面に表示されている参与エッジの幅が大きくなる。参与エッジの幅はすべてのユーザの画面と同期しており、これによりすべてのユーザは、すべてのユーザの各対話場に対する参与程度がどれほどであるかを把握することができる。

5. 総合議論

本研究は現状のオンライン対話において一部の参加者同士が内々に対話したり、複数の対話に多重的に参与したりできないこと、それに伴って参加者の積極的な参画や議論の充実化を図ることが困難であることを課題として取り上げた。そして対面状況との対話構造の違いに着目し、遠隔対話システムの設計に参与構造を取り入れるというアプローチでこの課題の解消を目指した。具体的には、3.では、参与構造を技術的に利用できるように、グラフ構造に基づいて記号を定義し、参与構造をグラフによって表現した。さらに、それを用いて4.では簡易的な対話システムを設計し、実装の範疇において参与構造グラフが指標として利用できることを確かめた。以上の試みは従来の対面状況の身体的・空間的特長を模倣するアプローチとは異なり、インタラクションの構造に着眼しているという点において新規性がある。今後は3.で示した参与構造グラフ真の意味で有効な指標であることを示すため、実装したシステムを用いて多人数間での対話実験を行い、内々な対話や多重参与が創発されるかを検証する必要がある。これが現段階における本研究の限界である。

3.にて参与構造をグラフで記述したことによって、対面とオンラインの間の対話の構造的な違いが定量的に明らかとなった。このことは参与構造グラフが対話システムの設計指標としてだけでなく、学術的な対話分析においても活用できる可能性があることを示唆

している。具体的には質の高い授業と低い授業のように両者の違いを定量的に示すことが困難な事象において、そこで生成されている参与構造をグラフに書き起こすことによってその差を明確にし、データに基づいた改善策を導いたりすることに寄与する可能性がある。

1.では現状のオンライン対話において多重参与が構造上実現困難であることを述べたが、対面状況であっても図1aに示すように、その範疇は視覚や聴覚が及ぶ近傍の対話場に限定されてしまう。言い換えれば、遠方に着席する者と内々な対話を交わしたりすることが困難である。これに対し、4.で設計した遠隔対話システムは、ユーザが任意の対話場に対して（参与／非参与を含む）参与地位を自在にコントロールできるため、距離的な制約なく多重参与を実現可能であると考ええる。すなわち参与構造グラフに基づく遠隔対話システムは、内々な対話の創発や多重参与の観点において対面・オンラインの両方を凌ぐ特長を有しており、この性質をもって人に新たなインタラクションの体系をもたらすという期待が抱ける。

今回実装した遠隔対話システム（CallMap）にはユーザビリティに関して課題がある。CallMapはPCでの利用を想定しているため、操作のために手指を酷使する。CallMapは参与に関するあらゆる制御をカーソル操作とクリックによって行う。この操作性は対面状況においてふと目をそらしたり、体を傾けたりすることに比べて、人にかかる認知的負担が大きい可能性がある。この負担は入力手段に視線や顔の向きを取り入れることによって部分的に解消可能であると考えられる。

文献

- [1] Goffman, E. (1981) "Forms of talk", University of Pennsylvania Press.
- [2] Hall, E. T., & Hall, E. T. (1966) "The hidden dimension", Anchor, Vol. 609.
- [3] Kendon, A. (1990) "Conducting interaction: Patterns of behavior in focused encounters", CUP Archive, Vol. 7.
- [4] Schegloff, E. A. (1998) "Body torque", Social research, pp. 535-596.
- [5] Kendon, A. (1967) "Some functions of gaze-direction in social interaction", Acta psychologica, Vol. 26, pp. 22-63.
- [6] Duncan, S. (1972) "Some signals and rules for taking speaking turns in conversations", Journal of personality and social psychology, Vol. 23, No. 2, p.283.
- [7] Clark, H. H. (1996) "Using language", Cambridge university press.
- [8] Goffman, E. (2008) "Behavior in public places" Simon and Schuster.
- [9] 高梨克也. (2008) "会話構造理解のための分析単位: 参与構造 (<連載チュートリアル>多人数インタラクションの分析手法 [第6回])", 人工知能, Vol. 23, No. 4, pp. 538-544.