

付箋紙の移動に着目したワークショップ映像分析システムの検討

森 幹彦¹ 小山田 雄仁² 前波 晴彦³

概要：本稿では、ワークショップにおいて参加者たちが議論したときに、その議論の内容を要約する際に議論の経緯を指標化して分析するシステムについて示す。参加者たちは、大判模造紙を敷いたテーブルの上にアイデアを書き留めたメモを糊付き付箋紙に記して置いていく。このようなメモを多数書き出していき、それをまとめていくことがワークショップの活動になる。メモを書き出す際には参加者間で議論を重ねていく。本システムは、このようなメモを出して移動しまとめていく活動を追跡し記録しようとする。ワークショップ終了後には、本システムはワークショップ中の重要なイベントをユーザに情報提示できる。著者らは、既に構築されている追跡システムから得られたデータを用いて、ワークショップ中の議論の重要な転換点に基づくイベント情報の提示をするシステムの構築を検討した。そのために、ハッカソンを通じて、システムが利用する特徴量を見いだした。またその見いだした特徴量のうち付箋紙の出された時点に注目して、付箋紙が提示された時点の映像を確認できるシステムを構築した。

A Study on Spatio-temporal Information Visualization for Video Analyzing System of Workshops

MORI MIKIHICO¹ OYAMADA YUJI² MAENAMI HARUHIKO³

1. はじめに

本稿では、住民参加によって公共政策・施策を提言することを目的としたワークショップ（以降、政策提言ワークショップ）に着目し、その支援システムを検討する。

近年では公共政策への住民参加を推進する方法のひとつとして、ワークショップ [1] と呼ばれる手法が広く用いられている [2]。特に個々の住民の関心が高く、議論に参加する心理的障害が比較的低い都市計画・まちづくり分野では多様な実践がなされている。このような実践が増加してい

る背景には、エビデンスに基づく政策立案 (EBPM) [3] と呼ばれる潮流があり、エビデンスのひとつとして住民の意見を用いようとする要求があるためである。

一般的に、ワークショップでは、参加者を数名単位のグループに分け、それぞれのグループごとに議論を進める。議論の過程ではアイデアや発言を付箋紙に書き出して共有する手法が取られることが多い。その場合にはグループごとに大判の模造紙に糊付き付箋紙*¹（以降では単に付箋紙と呼ぶ）を貼り付けながら議論を進め、共有された情報や合意事項をまとめる。こうして得られた付箋紙の集合を成果物として扱う。その後その成果物をグループ間でも共有して終了することが一般的である。議論の過程で参加者は、付箋紙を追加、整理、分類しながら、模造紙上に配置していく。この際には KJ 法 [4] と呼ばれる手法もしくは KJ 法を簡易化したものが用いられることが多い。この手法では付箋紙の内容の近親性に基づいてグルーピングシラ

¹ 目白大学
Mejiro University, 4-31-1 Nakaochiai, Shinjuku-ku, Tokyo 161-8539 Japan

² 鳥取大学
Tottori University, 4-101 Koyama-cho Minami, Tottori 680-8550 Japan

³ 自然科学研究機構
National Institutes of Natural Sciences, Kamiyacho Central Place 2F, 4-3-13 Toranomon, Minato-ku, Tokyo 105-0001 Japan

*¹ ポスト・イットが代表的な製品である。

ベル付けをすることで議論に意味付けがされる。

政策提言ワークショップは現実の政策への住民参加を目的としているので、はじめに参加者は議論するトピックに関する基礎的な情報を共有したうえで今後の公共政策を議論する。その後、参加者が成果物に基づいて議論の結果を報告した後に、開催者や政策立案担当者が成果物を確認もしくは再編集して、政策に反映できないか検討する。

ここで重要なのは、公共政策に限らず、ワークショップでなされた議論を実利用に供する場合には、最終成果物を閲覧するだけでは不十分という点である。筆記する時間や付箋紙のスペースの制約から、付箋紙には断片的なキーワードや多義的に解釈可能な文字列が記載されていることが多い。それゆえに、最終成果物に至った議論の経緯や文脈が必要とされることが少なくない。それを確認するために付箋紙が提示された時点での発言者の意図や、議論が整理される過程での解釈を知る必要が生じる。しかし、ワークショップでは、複数の参加者の不定形の議論を通じて漸次意見が集約されていくことや、複数のグループが同時並行で活動していくことから、議論の過程を事後的に整理・把握することは、作業量や作業時間が極めて大きい。このことはワークショップに代表される社会対話の結果を実社会に実装していく際に大きな障害となっていると推測される。

以上のような背景に基づき、我々はワークショップにおける議論過程の特徴量を計測し可視化するシステムの構築を企図した。具体的には、議論の内容が切り替わったタイミングや、アイデア創出やアイデア整理などの活動のフェーズが変わったタイミングを抽出するシステムにより、ワークショップのすべての議論過程を遡って確認せずとも要点を把握可能にすることで、ワークショップの振り返りを支援し、より解像度の高いワークショップ成果物を実現する。

まず我々は、ワークショップにおいて付箋紙が持つ時空間的配置によってアイデアの生起した文脈と議論過程を表現可能なのではないかと仮定した。従来、ワークショップの事後には最終成果物しか確認できないことが多く、特定の付箋紙がいつ現れたのか、なぜその場所に配置されたのかを遡って確認することはできなかった。ワークショップの映像が記録されている場合には事後的に確認することが可能であるものの、確認すべきタイミングを特定しその時点に立ち戻って最終成果物に至った経緯を確認するためには膨大な時間を要する。このような負担を軽減し事後的な確認を容易にするために、アイデアが生起した文脈や議論の過程についての特徴量を定義し計測するシステムを提案する。このシステムはワークショップの全体像の把握にも資する。従来、ワークショップ開催者は事後的にワークショップの要約をする際、付箋紙に書かれたテキストや付箋紙の位置関係、提示された時刻などから意味や意図を

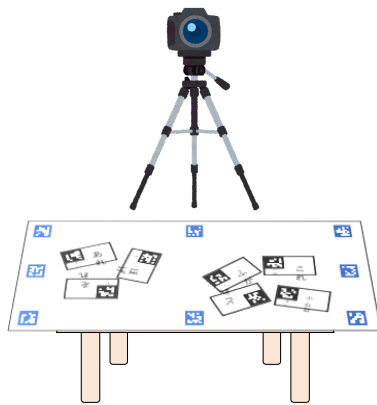
読みとろうとして、重要そうな時刻前後の発言を確認するなどしていた。

これまでに我々は、アイデアの書かれた付箋紙を配置するテーブルの上方にカメラを設置し、そのカメラの映像に基づいて付箋紙の動きを記録し追跡する、アイデア活動追跡システムを提案した [5]。本稿では、当該システムと連携して動作するアイデア活動分析システムの構築を検討する。アイデア活動追跡システムによって取得できる付箋紙の位置情報の時空間的变化に基づいて、ワークショップの重要な議論過程を抽出し、立ち戻れるようにする。用いることのできる情報は、個々の付箋紙の初出の時刻と位置、その後の移動経路、付箋紙の提出された順序等である。さらに、たとえば同時に複数の付箋紙が移動するなど議論過程を表現すると考えられる重要なタイミングを検出することが可能になる。加えて、その前後の付箋紙の移動量と合わせて検討することで、単なる再配置なのか、グルーピングによって議論を整理したのかを推定することも可能になる。こうした特徴的なタイミングを自動的に抽出できれば議論のフェーズの遷移を識別できるようになり、それぞれのフェーズごとに議論を確認できるようになる。また、時間あたりの付箋紙の移動量等から議論がスムーズに進んでいるのかといったことも推定することが可能になる。このように、アイデア活動分析システムはワークショップの最終成果物が生まれるまでの経緯を追跡するとともに、議論過程の重要なタイミングを自動的に抽出し、可視化することを可能にする。これによってワークショップの要約作業を支援し、多様な実践をより効果的なものにする一助となると期待される。

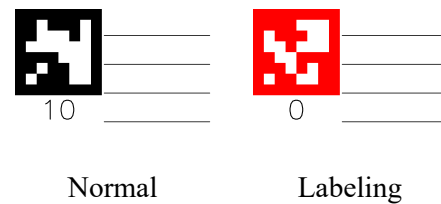
2. 関連研究

ワークショップの活動を支援するシステムとして、APISNOTE [6] がある。APISNOTE は、オンラインサービスであり、コンピュータ画面上で参加者間の付箋紙を共有を可能にした。また、共通の画面に付箋紙を配置をするため、様々な視点で配置を換えたものも共有できる。一方で我々のシステムは、実世界の活動を支援しようとしている。これは、我々のシステムの支援対象となる参加者は、必ずしも ICT リテラシーが十分でない人々だからである。また、APISNOTE は、活動の記録は可能であるが、遡及的に確認するには十分な機能を有しない点でも我々の提案システムと異なる。

ワークショップの中での議論に注目すると、議論マイニング [7] と呼ばれる議論を分析し文脈的な意味を見いだす研究分野がある。ただし、この議論マイニングの分野では、大量の発言のテキストデータを基にして、重要な単語や文節や議論の構造を分析することを目的にすることが典型的で、音声の議論の場で議論の変遷を追うようなものは中心課題ではない。



(a) アイディア活動追跡システム



(b) アイディアメモを書き込む付箋紙の形態

図 1 映像に基づくアイディア活動追跡システムおよびそこで使われる付箋紙の 2 つの形態.

Normal は参加者がアイディアを書き込んで提示するために用いる. 一方で, Labeling は, いくつかの Normal の付箋紙をまとめてグルーピングした後にそのグループ名を付けるために用いる. (文献 [5] に掲載の図を出典とする.)

長尾らは, ディスカッションマイニングと称する議論の進行とターニングポイントを見つけ出す手法を提案している [8]. 打ち合わせや研究発表などでのスライドに注目し, その様子をビデオで撮影する傍らで, 意見とその種類を記録した. この記録情報から, 議論の構造 [8] や発表者のすべき仕事 [9] を俯瞰できるようにした. これらの一連の研究では, イベントのトリガーを本人が明示的に与えることによって記録している. この方法は確実ではあるが, それぞれの行為を意識しながら行わなければならない, ICT 利用が不慣れな参加者が自由闊達に議論するにはハードルが高いと考える.

Workshop reflector は, ワークショップ中の活動を広く記録し, 後で振り返ることを可能にするシステムである [10]. このシステムは, ワークショップ中の写真, ビデオ, 音声を半自動で記録する. 記録したデータを可視化し, その際に各所に手書きやテキストで註記していくことができる. ワークショップの参加者は註記をした後に, タイムライン上の表示やカード型の表示スタイルを用いて提示された記録データや註記を見ながら, 振り返り活動のための議論を進められる. 我々は, ワークショップから得ようとする情報が Workshop reflector とは異なる. ワークショップの活動の中に組み込まれたものが Workshop reflector であるのに対し, 我々はワークショップの成果物から根拠をもって要約することに注目している.

3. 想定するワークショップの形態

我々の想定する政策提言ワークショップでは, アイディアを付箋紙に書き出し, それをテーブルに広げた大判の模造紙の上に配置していく作業を想定している.

ワークショップの開始と同時に開催者から参加者に具体的なテーマが与えられる. 参加者はそれに対する想いや感じること, 問題点や問題意識, 解決方法や要望などを思い

思いに付箋紙に書き出していく. その後, 参加者はその書き込まれた付箋紙を交互に提示しながら, 書かれた内容の説明をしていく. 場合によっては, 他者が提示したものから誘発されたアイディアをその場で書き記し提示することもある. このように, アイディアを提示し合うことで参加者間での考えていることを共有していくことになる. 誘発されたアイディアがさらに別のアイディアを誘発し, 視野を広げてアイディアを発散させていくことによって, 柔軟な視点を得られるようにする.

その後に, 多数提示されたアイディアを俯瞰的に見て, そこから繋がりや意味を感じ取ろうとする. 参加者間で議論しながら, 付箋紙の内容の意味的な距離感と配置上の距離を対応付けて, 模造紙上で近くに寄せたり遠くにやったりする. さらに, 同類のものをグループとして集めたりといったグルーピングの活動を行う. グループが固まると, それぞれのグループに名前を付ける活動が行われる. そのときに参加者の誰か一人が, 新たに付箋紙を用意してグループのラベル名を書いて, そのグループの傍らに配置する. また, 模造紙上に円形を描き込んで付箋紙を囲んだり, 矢印などの図形を描き込むなどして, 情報を付与することもある. このように, 情報をまとめていき, それについて説明を加えていくことになる.

ワークショップの最終成果物は, このようなアイディアが書き記された付箋紙群を適切にまとめてグルーピングしてレイアウトしたものである. この最終成果物を見ながら, 参加者たちは振り返りを行い, 他のグループに対して自分のグループにおける成果の説明を行うことになる.

4. 映像に基づくアイディア活動追跡システム

アイディア活動追跡システム (以降, 追跡システム) は, アイディアを記した付箋紙とそれを模造紙上に配置したものを時間を追って記録しできる [5]. 画像認識技術を用い

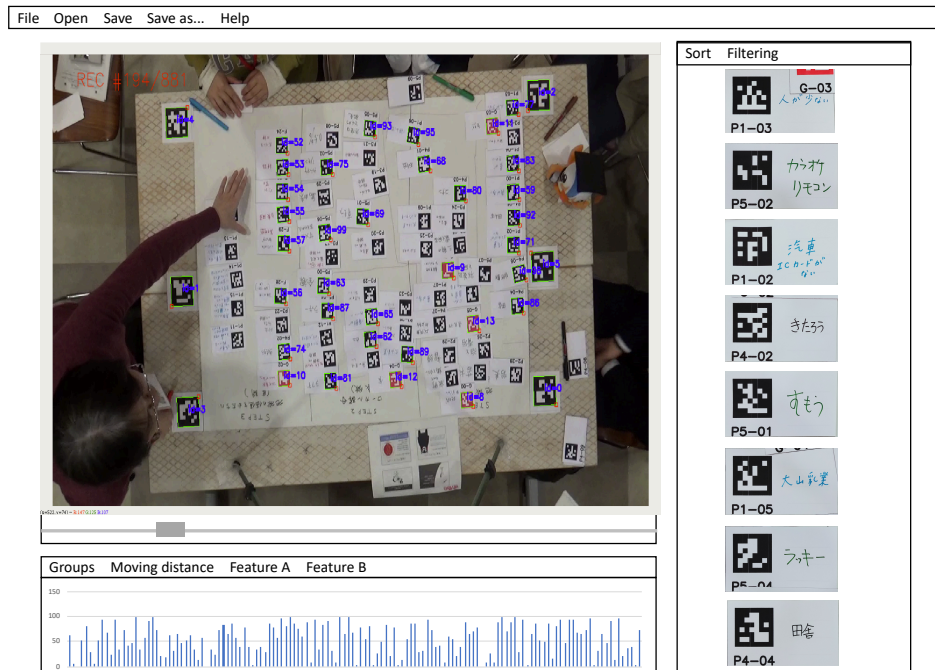


図 2 ハッカソンの初期アイデアを出すために用いたペーパープロトタイプ。このプロトタイプによって、要求項目を見極めようとした。

て、付箋紙をリアルタイムに認識して追跡し、その動きも記録できる。

このアイデア活動追跡システムの想定設置状況を図 1 (a) に示す。ワークショップの参加者は、このテーブルを囲んで立ったり座ったりしながらアイデアを出して提示していく活動をする。

参加者が出すアイデアやそれに関係するキーワードは、図 1 (b) に示す特別の付箋紙に書く。個々の付箋紙は以降に示す 3 つの部分からなる。

まず、この付箋紙は図中の左側にあるように、AR マーカーが印刷されている [11]。この AR マーカーは 2 種類ある。1 つ目の Normal 付箋紙は、各参加者にあらかじめ配られており、参加者がアイデアを書き出す際にマーカーの右側にある余白部分に書き込めるようになっている。もうひとつの Labeling 付箋紙は、参加者が出した Normal 付箋紙を書かれた意味に応じてグルーピングしたときに、そのグループに名前を付けるために用いる。さらに、付箋紙を配置できる領域を識別させるために、領域指定用 AR マーカーも別途用意してある。

Normal 付箋紙は AR マーカーが黒色に印刷してあり、Labeling 付箋紙は AR マーカーが赤色に印刷してある。また、領域指定用 AR マーカーは青色で印刷してある。この色は、人間が容易に区別するために用いているものであり、カメラを用いてシステムが識別する際には色を用いていない。

この AR マーカーには、一意の ID が符号化されて印刷されている。人間の可読性のため、符号内容を AR マーカー

の下に記載した。システムはこの ID を用いて継続的に付箋紙を追跡することが可能になっている。また、領域指定用 AR マーカーで区切られた領域の内側だけを認識するようにしてある。その外側に付箋紙を置いた場合には記録することはない。これは、テーブル上で未記入の付箋紙を置いて議論することは往々にしてあるための対応である。

AR マーカーと付箋紙の形と大きさは事前に決めてある。そのため、カメラが AR マーカーと正対してする必要はなく、カメラと AR マーカーの距離を固定したり計測したりする必要はない。これにより、AR マーカーを識別できれば、付箋紙の領域も自動的に識別できる。この付箋紙の領域を画像として切り出すこともできる。

記録領域内の付箋の位置は、領域を矩形に変換した上で、その平面上の座標として記録し追跡している。したがって、原理的には、カメラが途中で動くことや交換されることに対して頑健になっている。

さらに詳しいことは、文献 [5] を参照されたい。

5. アイデア活動分析システム

追跡システムによって、付箋紙の時空間情報とそこに書かれたアイデアを記録し蓄積できるようになったため、付箋紙が移動していく様子を確認できるようになった。元になるビデオ映像も記録しているため、アイデアを出して議論していく中での音声情報も同時に記録されている。このような情報を頼りに、ワークショップ開催者は最終成果物の各付箋紙がその配置になった理由を発言や付箋紙の位置を遡れるようになり、その成果物の意味することを文

書としてまとめていけるようになった。しかし、実際に活動を遡っていこうとすると、ビデオ映像を見返すのと同等の困難さが残ったままである。

そこで、前述のような情報から重要な議論過程を抽出し、立ち戻れるようにすることで活動の分析を容易にするシステムが必要である。その際には、付箋紙の位置情報が数値として得られていることや、ビデオ映像にその時々音声や参加者たちの動きが記録されていることから、これらを用いて活動状況を把握する指標を計算する手法が検討できることになる。

本章では、そのようなシステムを設計する過程と、その結果としてのプロトタイプシステムについて説明する。

5.1 ハッカソンの概要

我々は、前述のようなワークショップの要約を効果的に行うために必要なアイデア活動分析システム（以降、分析システム）を検討することにした。この段階では、付箋紙の位置情報からどのような状況を見いだすべきなのか、どのようなユーザインタフェースにすれば最終成果物から時間を遡って辿れるのかなどの手法が明確ではなかった。そのため、分析システムの関係者の間で問題認識と目標状態を共有することによって、設計から構築までを円滑に進めることにした。その最初の段階として、分析システムで利用可能なワークショップ活動の特徴量を決定するためにハッカソンを実施した。

このハッカソンの参加者は、本稿の著者らである。著者らは専門分野を異にしており、それぞれの専門分野からの視点でワークショップの要約の自動化に向けて本プロジェクトを進めてきた。すなわち、森はワークショップの活動の可視化と分析を行うことに興味を持っている、小山田は映像認識と分析の技術について知見を有する。前波はワークショップによるEBPMの実践を進めてきた。それぞれの立場から対象となる政策提言ワークショップの実践にも立ち会ってきており、追跡システムの開発においてもそれぞれの興味と専門性に基づいて関与してきた。このような協力関係の中で改めて、それぞれの認識している課題を確認することと、目標を明確にすることが必要だと考えた。そのために時間をとって、本システムについて集中的にアイデアを出しながら議論することにした。

このハッカソンは、2部に分けて開催した。第1部では分析システムの機能について議論した。つまり、実装する上で不可欠な要素を中心に議論した。第2部ではこのシステムの将来像について議論した。現在おおよそ想像しているシステムの形から離れて現在の技術的な課題の枠を外したとしたら、どのようなことができるのか、どのようにしたいのかについて考えたかったためである。各部はそれぞれ、議論が一段落するまでを区切りとしていて、1時間あまりの時間を掛けた。

各部ともハッカソンでは、次のような視点からそれぞれの立場も踏まえて、自由に発想しながら意見を出していった。

- ワークショップのどのような場面を見つけれれば、要約作業を効率的にできるか。
- ワークショップ中に計測できる情報にはどのようなものがあるか。
- 計測した情報をどのように可視化すれば、ユーザは意味のある場面を見つけやすいか。

第1部において前波は、利用者側の立場から、図2に示した画面をペーパープロトタイプとして用意した。これを基準にして、森と小山田がシステム設計上、分析手法上から意見を出していく流れになった。

このハッカソン自体を我々の行うワークショップになぞらえて、自分たちの活動を追跡システムを用いた。これにより、自らが開発したシステムの使用感を確認できることにもなる。本稿は、追跡システムの記録を手がかりにしながら、ハッカソンで得られた結果を述べることにする。

5.2 ハッカソンの結果

第1部では、27枚の付箋紙に対し次の7つのグループを形づくった。ただし、ある1グループのサブグループとしてラベルのない2つのグループが横に置かれた。ラベルのあるグループにまとめられた付箋紙の内容から、各グループの意図は次のようなものである。

出現・消滅 付箋紙が現れたり取り除かれたりするタイミングから状況の変化が見えるとした。また、出現タイミングの近さや付箋紙が多く現れる時期に意味があるとしている。さらに、模造紙上で付箋紙が同時に移動する数や移動する距離の長さが状況の変化を表すものと考えた。

近接性・類似性 近接する付箋紙の間は内容が似ていること、近くに集められた付箋紙の数、付箋紙の移動の類似性を利用できるとした。また、グループ間の位置関係や距離にも意味がありそうだと議論した。

グルーピング 付箋紙が最終的に所属するグループや、それまでに各付箋紙が所属するグループの変化を見ると議論の変化が分かったとした。

ファシリテータ ファシリテーターの介入のタイミングに注目した。参加者たちの意見を代理で書き留める作業やアイデアを統合するための行動があると議論された。

場の情報 付箋紙を出した人の偏り、付箋紙の位置や付箋紙間の距離の偏り、付箋紙の出る時間帯の偏り、模造紙上で付箋紙の動きが激しい場所とそうでない場所が場の状況を表すとされた。また、付箋紙が出ないことに意味があるとの視点も示された。

音 音声情報を用いる。音量と方向から、盛り上がりや発

話の偏りがわかるとした。

カード以外の量（動作） 手が出てきたり指さしなどのジェスチャーの認識やその頻度から、活動状況が認識できるとした。

一方、第2部では31枚の付箋紙に対して、5つのグループを形づくった。ただし、ある1グループの中には2つのサブグループが配置された。また、どのグループにも属さない付箋紙が1枚あった*2。第1部と同様にして、各グループの意図は次のようなものである。

付箋設計 AR マーカーが付箋紙上に占める割合を減らすことや、現在の付箋紙の作成コストを下げることで、壁などにも貼れるようにすることなどが挙げられた。

セッティングを楽に 頭上のカメラの設置を容易にしたいことが中心の議論になった。その他に、システムをクロスプラットフォームにすることや、データの変換等の手作業が入る部分の自動化などを求めている。

デジタル化 大型タッチディスプレイの導入や遠隔分散での開催を可能にすることなどが挙げられた。

内容分析 文字認識によって内容を自動分析できるようになる期待が述べられた。

新機能 ワークショップ中において、リアルタイム音声書き起こしや現在の状況をプロジェクションして参加者にもメリットを与えることや、自動ファシリテーションを行えることを期待していた。また、ワークショップ後には、ファシリテーターの評価や活動レポートを出力することなどを期待していた。このようなことを実現できると、ファシリテーター支援、議論の活性化、ファシリテーター育成が進められるのではないかと議論されていた。360度カメラを用いるなどして、参加者の活動の観測をさらに高度にできる可能性も示唆された。

5.3 ハッカソンから得られた特徴量

以降では、現在実装可能な分析システムに注目するため、主に第1部の結果をもとに議論を進める。第1部の結果から、ワークショップの状況の変化を識別するためには、近接性や類似性付箋紙の時空間上の偏りが重要であると考えていることが分かる。我々はこの結果から、分析システムを構築する際に利用可能な特徴量として次のものがあると解釈した。

- (1) 付箋紙の出現や移動が起こる時間帯の偏り
- (2) 類似する付箋紙の近接配置による偏り
- (3) 個々の付箋紙が所属するグループの変遷
- (4) ファシリテーターの介入する時刻
- (5) 付箋紙の提供者の偏り
- (6) 付箋紙に関与しない情報：

*2 この付箋紙の内容は、既に実装済みの機能を言い換えたものであったため他とは異なると判断された。

- ジェスチャーまたはテーブル上に手が現れる頻度
- テーブル周辺の音量の変化

特徴量 (1) は、付箋紙がよく提示されるときにはアイディア創出が活発に行われている状態を表す。開催者は、付箋紙に書かれた言葉の意味を知るためには、この活発にアイディアが出されているとき場面を見返すと良い。また、同時期に提示された付箋紙群を確認することによって文脈を掴むことが可能になる。移動に注目すると、多くの付箋紙を動かしているときには、レイアウトを工夫している状態であると読み取れる。

特徴量 (2) は、類似する付箋紙は近くにまとめて置かれる傾向があるため、グルーピングの進捗が表せる。また、グループのラベルを付ける前であっても同時期にまとまって同じ方向に動いたものは、類似する付箋紙群であるとできる。特定の付箋紙群だけに作業が片寄っていることも検出可能であるため、参加者らが注目しているアイディアを表せる。さらに、付箋紙間の距離だけでなくグループ間の距離も同様に近接性から内容の類似度を測れる。

特徴量 (3) は、最終グループに付箋紙が辿り着くまでの試行錯誤の過程が分かるようになる。その時々でそれぞれのグループに加えられた理由を追いかけることによって、解釈の変化を説明可能になる。

特徴量 (1) から (3) までを用いることによって、作業フェーズの遷移を検出できるようになる。作業フェーズ自体を定義しモデル化するには至っていないが、おおよそ想定するフェーズとして、アイディアを出し尽くすまで付箋紙に書いて出すフェーズ、提示された付箋紙群からアイディア間の関係を探るために議論しグルーピングを行うフェーズ、アイディアを整理するためにグループの移動や再編成をして位置を確定するフェーズである。例えば、アイディアを出すフェーズでは、ひとつずつの付箋紙しか動かない。また、そのアイディアを誘発したアイディアのそばに置くことや、その際にスペースを用意するために周囲の付箋紙を少しだけ動かすことが多い。一方で、グルーピングのフェーズでは、多くの付箋紙を間断なく動かすことが多い。

整理のフェーズでは、グループ間の関係を考慮してグループ単位で大きな動きが起きることが多い。参加者は、付箋紙間の距離を意味的な距離に見立てると共に、グループ間の距離も同様に意味的な距離と見立てている。このようなことから、多くの付箋紙が動かされるときには、特徴量 (2)、(3) に意味が持たせられる。

議論が滞ることや雑談に移行してしまうことがあると、ファシリテーターは介入する。したがって、ファシリテーターが介入したタイミングを捉えた特徴量 (4) は、議論がどの程度スムーズに進んでいるのかの指標になる。なお、ファシリテーターの介入情報を得るために、ファシリテーター付箋紙を出すことを介入と扱う。将来的には、音声認

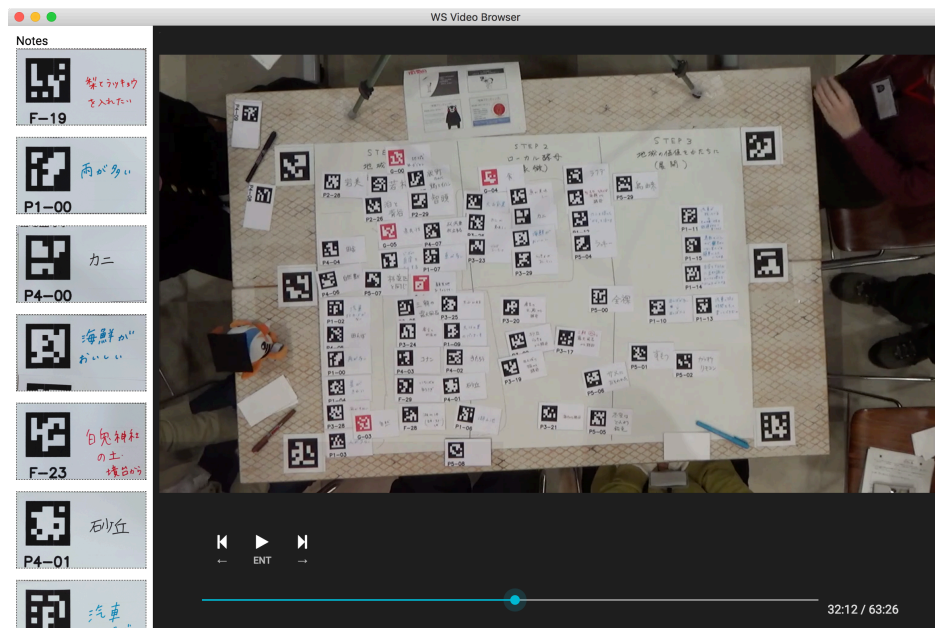


図3 アイディア活動を可視化し分析するためのプロトタイプシステムの画面例。付箋紙の初出のタイミングに移動できる機能を実装してある。

識技術などでファシリテーターが発話したことを認識することも視野に入れているが、現在のところ高い精度では可能でない。

ほとんどの付箋紙はアイディアを出すフェーズで提示されるものの、付箋紙を提示する数は参加者によって異なる。付箋紙の提示者に注目する特徴量 (5) により確認できるようになる。ただし、これは参加者が同数に近く付箋紙を出さなければならないことを意味していない。そうであっても、他者と比べて少ない場合にワークショップの成否を問うことになるかもしれない。別の見方をすると、特徴量 (1) と合わせて利用すると、付箋紙が提示されない時間帯は、アイディアを出すフェーズにおいて煮詰まってしまっている可能性や、グルーピングするフェーズに移行する段階にあって口頭の議論だけが続いている状態を表す可能性がある。このようなワークショップの状況は、前後の時間帯での付箋紙の動きを確認できる。したがって、開催者は特徴量 (5) をワークショップの反省のために利用できる。また、ハッカソン第2部の将来像に挙げたリアルタイムでの支援をするときには、特徴量 (5) から (2) までを使ってシステムから参加者に現在の状況の指摘や作業の促しなどができるようになる。

特徴量 (6) を用いることにより、特徴量 (2) や (4) を補完できる。作業フェーズが変わると手を出す、すなわち付箋紙を出すか動かす、もしくは付箋紙を指し示すといった活動の様子が変わるはずである。同様に、音量によって議論が白熱しているか沈黙しているかが分かるため、停滞していると一概には言えないにせよ、議論をしているのかそうでないのかが把握できるだろう。手の動きと音量をもとにすれば、グルーピングフェーズや整理フェーズのように

多くの付箋紙を議論しながら移動させる場面を認識することも可能になるだろう。

5.4 プロトタイプシステム

我々は、ハッカソンで得られた特徴量を基にしてプロトタイプシステムを作成した。現在のバージョンでは、特徴量 (1) のうち、付箋紙が最初に提示された時点を実現している。

このプロトタイプシステムは、図3に示すインターフェースを用意している。このシステムでは、ワークショップの各テーブルのビデオを再生できる。

まず、基本的な映像再生機能を備えている。ビデオ画面の下にあるボタンを用いることで、通常の再生・停止の他に、10秒を前後方向に時刻を移動できる。

特徴量 (1) によって閲覧を容易にするため、最終的に得られた付箋紙群を左側のペインに一覧させた。この中から気になる付箋紙をクリックすることで、その付箋紙が最初に現れた時点に跳ぶことができる。この付箋紙の時空間情報は、追跡システムと連携している。

この実装では、ハッカソンの第2部において、グループ「セッティングを楽に」で指摘されたクロスプラットフォームを念頭に Electron^{*3}を使って実装している。

6. まとめ

本稿では、ワークショップ開催者が議論を遡って要約作業を進めるために、議論の進行にとって重要な場面に注目して効率的に見ていく必要があることを述べた。また、そ

^{*3} <https://www.electronjs.org/>

の作業を支援するためのアイディア活動分析システムで利用可能な特徴量について検討した。

我々は、自らを参加者とするハッカソンを実施した。このハッカソンは、本研究が対象とするワークショップと相似形となっており、開発者自らがアイディア活動追跡システムを体験しながら進める活動となった。このハッカソンにより、ビデオ映像の中からワークショップの重要な場面を抽出するための特徴量を見いだした。付箋紙の情報を元にした5つの特徴量として、付箋紙の出現や移動が起こる時間帯の偏り、類似する付箋紙の近接配置による偏り、個々の付箋紙が所属するグループの変遷、ファシリテーターの介入する時刻、付箋紙の提供者の偏りを示した。また、付箋紙以外の情報による2つの特徴量として、ジェスチャーまたはテーブル上に手が現れる頻度、テーブル周辺の音量の変化を示した。

我々は、アイディア活動を分析するためのプロトタイプシステムを作成した。このプロトタイプシステムは、ワークショップの模造紙を上から撮影したビデオ映像に対し、各付箋紙が最初に提示された場面をすぐに再生できるものである。ハッカソンから得た特徴量の中で「付箋紙の出現や移動が起こる時間帯の偏り」に基づくものである。

現在、ハッカソンで得られた他の特徴量に対応する機能を実装中である。そのためには、各特徴量をグラフで表すなどを行うことによって、特徴量の変化を可視化する必要がある。実装完了後には、実際のワークショップの場において利用して改善をしていきたい。

現システムの改善項目の一つとして、部分隠れが生じた状況での付箋紙（AR マーカー）の検出が挙げられる。解決策として、部分隠れに頑健な AR マーカーの利用や前後フレームの検出位置を基にした位置の補完が考えられる。前者は部分隠れで見えない領域が増えれば検出は不可能になる欠点があり、後者は補完による検出位置が正しい保証がないという欠点がある。各付箋紙に超小型無線位置センサを埋め込むという案も考えられるが、作成・管理のコストを考えると現実的ではない。議論の活発度や遷移を抽出するために必要とされる部分隠れへの適応度についても議論していきたい。

謝辞 この研究は、科研費 18K02834 および鳥取大学地域価値創造研究教育機構 地域参加型研究プロジェクトの助成を一部受けている。

参考文献

- [1] 堀 公俊: ワークショップ入門, 日本経済新聞出版.
- [2] Geurts, J. L. and Joldersma, C.: Methodology for participatory policy analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol. 128, No. 2, pp. 300–310 (online), DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00073-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00073-4) (2001).
- [3] Sanderson, I.: Evaluation, Policy Learning and Evidence-Based Policy Making, Vol. 80, No. 1, pp. 1–22 (online), DOI: 10.1111/1467-9299.00292.
- [4] 川喜田二郎: 発想法: 創造性開発のために (改訂版), 中央公論新社.
- [5] Oyamada, Y., Mori, M. and Maenami, H.: Vision Based Analysis on Trajectories of Notes Representing Ideas Toward Workshop Summarization, *33rd Annual Conference, 2019*, Vol. JSAI2019, pp. 1–4 (online), DOI: 10.11517/pjsai.JSAI2019.0.2C5E504 (2019).
- [6] Kim, E. and Horii, H.: Analogical Thinking for Generation of Innovative Ideas: An Exploratory Study of Influential Factors, Vol. 11, pp. 201–214.
- [7] Moens, M.-F.: Argumentation Mining: How Can a Machine Acquire Common Sense and World Knowledge?, *Argument & Computation*, Vol. 9, No. 1, pp. 1–14 (2018).
- [8] Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H.: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from Real World Activities, *Pacific-Rim Conference on Multimedia*, pp. 522–531 (2004).
- [9] Nagao, K., Inoue, K., Morita, N. and Matsubara, S.: Automatic Extraction of Task Statements from Structured Meeting Content, *International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*, pp. 307–315 (online), DOI: 10.5220/0005609703070315 (2015).
- [10] Tomobe, H.: Workshop Reflector: An Interface for Reflecting Processes of Human Activities on Workshops, *International Workshop on Content Creation Activity Support by Networked Sensing (CCASNS)* (2008).
- [11] Garrido-Jurado, S., noz Salinas, R. M., Madrid-Cuevas, F. and Medina-Carnicer, R.: Generation of fiducial marker dictionaries using Mixed Integer Linear Programming, *Pattern Recognition*, Vol. 51, pp. 481–491 (2016).