

テーブルトップ指向の創造的会議支援システムに関する研究

関 慧起*¹ ○村橋 一平*²
松本 裕司*³ 仲 隆介*⁴

キーワード： コミュニケーション テーブルトップ 創造性 会議システム インターフェース

1. 研究の背景と目的

社会の成熟化に伴い、企業における課題もまた多様化が進んでいる。そのような課題解決に向けては、異なる専門性を持ったワーカー同士のコラボレーションを行うことが有効な手段の一つである^[1]。また、近年では ICT の発達により、テレビ会議システムや社内 SNS など、オフィスワーカーのコラボレーションを支援する環境が数多く開発されている。一方で著者が所属する研究グループ^[2]において、チーム形成プロセスを4段階で示した「タックマン・モデル^{注1}」による現行の ICT ツールの分類を行ったところ、チームを形成する初期段階を支援する ICT ツールはあまり見られなかった。加えて、エキストリームな環境下における協調作業を成立させるための知見として、独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) へのインタビューを同グループで行った際、全く環境の異なる宇宙飛行士との協調作業などを円滑に進めるための要点は、その人とのミッション以前の対面コミュニケーションの長さであるという意見が得られた。

上記の内容から、本研究では異なる専門性を持ったワーカー同士によるチームを形成する初期段階を支援する ICT ツールとして、特に対面できるテーブルトップ型に着目した会議環境^[3]を提案し、その設計要件を明らかにすると共にプロトタイプ環境を構築することで、それらが会議中の議論に与える影響、効果を明らかにする。

2. テーブルトップ型発想支援システム:YATAI の開発

2.1 開発の指針

対面のコミュニケーションを支援する開発の指針を以下のように定めた。

1. 参画しやすい設えであること
2. ノリを演出する仕組みを設計すること
3. ファシリテーターによるワークショップの先導

対面でのコミュニケーションを促すため、なるべく参画しやすい設えを目指し、囲みながら情報の交換・共有を行うことを要件とする。また、チーム形成初期すなわち初対面のワーカー同士のコミュニケーションを支援するべく、画像を用いた強制発想を行うことで、互いの共通言語の発見や、議論の方向性の決定を促すことを目的とする。最後に、画像=具材を囲み、情報を交換するエネルギー

シな場として、本環境にアジア的な屋台のメタファーを取り入れ、亭主すなわちファシリテーターを中心としたワークショップを行うこととした。

2.2 YATAI の開発

上記の指針のもと開発した「YATAI」(図1)は脚のついた筐体に6画面のPCディスプレイを埋め込み、マウスクリックで6画面それぞれに異なる画像をランダムに表示するツールである。様々な業種を持ったワーカーが本環境を囲み、読み書き、飲食をしながら画像による強制発想を行うことで、五感を共有してコミュニケーションを行うことを可能にする。



図1 YATAI と使用風景

2.3 ワークショップ実施と得られた知見

新世代ワークプレイス研究センターNEO^{注2}が2012年9月に主催したNEOWEEK2012において、同環境を用いたワークショップを開催した。

ワークショップは15分を1セットとし、合計で3セット行った。ワークショップは亭主=ファシリテーター主導のもと、以下の流れを1セットとし行った。参加人数は流動的であったが、1セットにつき10人程度であった。

YATAI ワークショップの流れ

- ① ランダムに表示された画像の中から「お題」を設定する
- ② 議論しながら紙皿にアイデアをメモし、各自が投稿する
- ③ 良かったアイデアの紙皿に爪楊枝で投票を行うとともに、紙皿を近づけてアイデアのクラスタリングを行う
- ④ 投票の多かったアイデアの投稿主を讃える

YATAI ワークショップでは、出されたトピックは14、アイデアは40以上と、3回のワークショップで非常に多くの成果が得られた。また、得られたアイデアの多くは、参加者同士がほぼ初対面であったにも関わらずバラエティに富み、ユニークなアイデアも散見された。YATAI を囲んだ参加者はみな活発に発言しており、画像から想起されるうんちくや、そこを起点に参加者同士のバックグラウン

ドの共通点を口々に言い合う様子が見られた。一方で、画像によっては「お題」がなかなか決まらない、ワークショップを先導するファシリテーターの能力によるものが多いなどの問題点も挙げられた。

3. 付箋を用いた会議支援システム：HUSEN BOOTH の開発

3.1 開発の指針

「YATAI」の開発で得た知見から、筆者が過去に研究開発を行った、付箋を用いた創造的な会議を支援する ICT 環境「HUSEN STUDIO^[4]」(図 2)をテーブルトップ化し、新たな機能を付加した ICT 環境「HUSEN BOOTH」を提案する。HUSEN STUDIO は付箋を用いた会議において、これまで煩雑であった会議結果の共有を付箋画像化システムにより支援し、さらに映像化やベクターデータ化によって会議結果のアーカイブ化を行うものである。

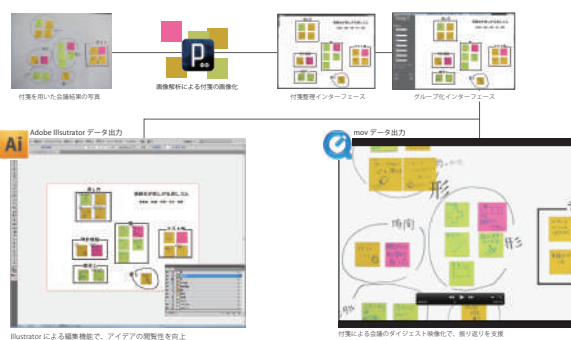


図 2 HUSEN STUDIO について

問題点としては HUSEN STUDIO は会議終了後にファシリテーターが一人で会議の取りまとめを行うことを想定した環境であり、会議中のコミュニケーションの支援には繋がらないといった所が挙げられる。また、会議後に生成されるラップアップ映像が閲覧しにくいことも課題といえ、その解決策としては、映像内の演出を抑えることが挙げられる。YATAI の知見と HUSEN STUDIO の課題をふまえ、以下の指針を導出した。

1. 付箋を用いた会議の延長上で使用でき、会議の盛り上げの共有が行える
2. よりシンプル且つ、複数の参加者の意図が反映されたラップアップ映像を生成する

会議の延長線上での使用を実現するべく、YATAI の筐体を利用しテーブルトップ型の環境を構築する。また、複数の会議参加者がコミュニケーションを取りながら会議の取りまとめを行う狙いから、マウスなどのデバイスで操作するのではなく、自然なふるまいから複数人が同時に操作できるインターフェースの設計を目標にする。

3.2 HUSEN BOOTH の筐体

HUSEN BOOTH(図 3)では、テーブルトップ型の筐体に web カメラ、距離センサーを取り付け、テーブル上の付箋の識

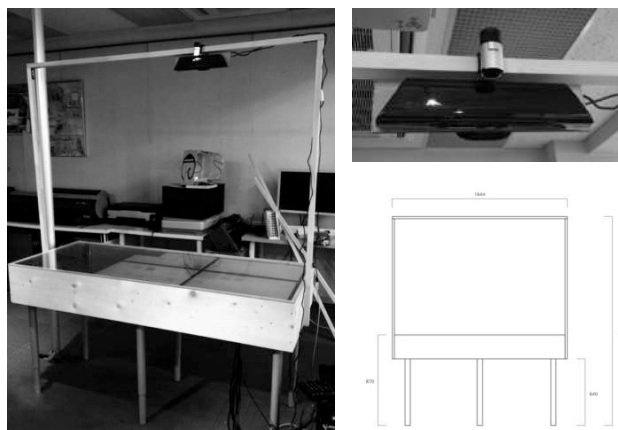


図 3 HUSEN BOOTH の筐体

別や物体の検知を行うことを可能にした。距離センサーには Microsoft Kinect^{注3}を利用した。

3.3 HUSEN BOOTH を構成するシステム

付箋認識システム

1. Processing^{注4}、OpenCV^{注5}を用いた物体検知ライブラリ

2. しきい値の調整インターフェースと確認画面

OpenCV は画像認識による物体検知に優れたライブラリであり、導入により認識速度の向上や付箋らしさの条件として色味、形状といったパラメータを容易に設定できる。また使用者が検知を確認し、その条件を調節できるよう、検知の確認画面、および色味の調整や二値化のしきい値の強さを変更するためのスライダー型インターフェースを導入した(図 4)。



図 4 付箋検知の確認画面としきい値の調整
二値化のしきい値：低(上)高(下)

ハンドジェスチャー認識システム

より自然なふるまいによって複数の参加者が同時に操作を行える環境を構築する上で、ハンドジェスチャーを用いた情報入力インターフェースの設計を行った(図 5)。

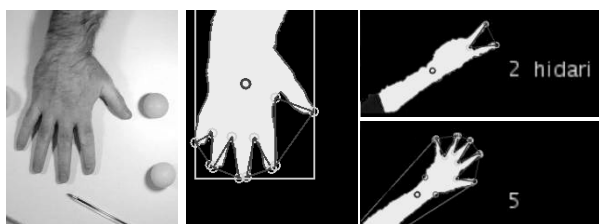


図 5 ハンドジェスチャーの認識

システムには付箋認識同様 Processing の OpenCV ライブラリを活用し、物体の輪郭検出から起伏を計算し、その物体と起伏のサイズの関係により手であることを認識しているほか、起伏の数により指の数も検出可能である。

また検出する際に画像認識だけではディスプレイと手を混同してしまうことから、Kinect を用いて距離によるしきい値を新たに設定し、検知精度を向上させた(図 6)。具体的には、しきい値に関しては、Kinect からディスプレイ机上面までの距離 1500mm に対し、手および腕のみの映像を描画するため 600mm~1020mm の範囲内にある物体を描画するよう設定した。

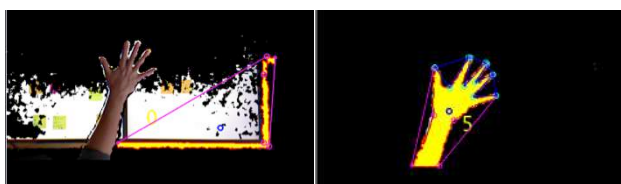


図 6 ディスプレイと手の混同(左)と距離センサー導入による検知精度の向上(右)

なお、以上の HUSEN BOOTH に用いるシステムは筆者が開発を行った。

3.4 HUSEN BOOTH 使用フロー

- ① テーブル上での付箋を用いたアイデア出し
- ② 付箋認識システムによる付箋の画像化
- ③ 取りまとめ 1: 付箋の移動・回転・サイズ変更
- ④ 取りまとめ 2: 映像情報入力・映像出力

①HUSEN BOOTH を使用するにあたって、まずテーブル上でアイデア出しを行う。付箋は原則重ねないものとする。②次に web カメラと画像認識システムにより、付箋を jpg 画像化する。③画像化した付箋を表示させ、移動や回転、サイズ変更を行う。移動・回転は位置関係によるアイデアの類似性の表現に、サイズ変更は各付箋の重み付けに用いる。④移動等を行った付箋画像に対し、それらを映像として保存・共有するための情報入力を行う。主に映したい付箋の選択、映す時間の入力を行う。

付箋の移動・回転・サイズ変更

付箋の移動は 5 本指のハンドジェスチャーで行う。付箋画像の中心付近でジェスチャーを維持したまま手の位置を動かすことで、付箋画像もそれに追従する。付箋画像の拡大と回転には、両手とも 2 本指をつくり、それらを向かい合わせるハンドジェスチャーを用いる。その中心を付箋画像に近づけることにより、両手の距離に比例し画像の拡大・縮小が行えるほか、手の角度を変えることで回転を行う(図 7)。

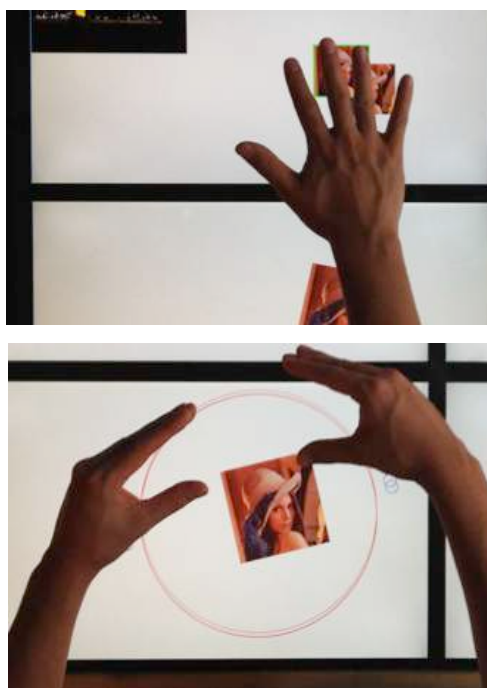


図 7 付箋の移動(上)と回転・拡大(下)

映像情報入力

情報入力には回転・拡大と同じく、チョキを向かい合わせたハンドジェスチャーを用いており、手の距離に合わせて広がる映像生成マーカーが描写される。使用者は振り返りたい部分に対してジェスチャーを行い、そのまま 3 秒間静止することで、位置情報をキーフレームとして記憶する(図 8)。キーフレームを記憶した際、マーカーの内側に入っていた付箋も記憶し、後の映像生成で使用する。



図 8 映像情報入力

一通りのキーフレームを記憶した後、映像生成ボタンを押すことにより、記憶されたキーフレームに沿った映像が保存される。

映像出力・内容について

映像はキーフレームとして記憶した座標、次のキーフレームが記憶されるまでの時間、キーフレーム内に入っていた付箋画像の名前から、以下の効果が追加される(図9)。

- ・ キーフレームの座標に合わせたカメラのパンニング(振り)
- ・ 次のキーフレームが記憶されるまでの時間による効果選択
- ・ 5秒以内: 何もしない
- ・ 5秒から9秒まで: ズームイン小
- ・ 9秒以上: ズームイン大と付箋カットイン(キーフレーム内の付箋のみ現れる)



図9 映像効果・フェードイン(左)とズームアウト・拡大キャプション(右)

4. 評価実験

4.1 実験概要

操作インターフェース及び取りまとめ映像の評価を行う上で評価実験とアンケートによる主観評価、インタビュー調査を行った(表1)。対象は京都工芸繊維大学デザイン経営工学課程・専攻の学生17名で1チーム4~5名で付箋を用いた簡単なアイデア出しを3分間行った後、その会議結果をもとに操作インターフェースの操作及び取りまとめ映像の作成を行った(図10)^{注6}。なおアイデア出しのテーマは「空間デザイン経営研究室の休憩室を魅力的にするもの」とした。



図10 実験の様子

表1 アンケート項目

①インターフェースの操作に関して	<ul style="list-style-type: none"> ・付箋の移動、回転、拡大、映像生成それぞれについて、ハンドジェスチャーは出しやすいものであったか(4項目) ・付箋の移動、回転、拡大、映像生成それぞれについて、操作がしやすかったか(4項目) ・このインターフェースを操作してみたいか
②ラップアップ時のコミュニケーションについて	<ul style="list-style-type: none"> ・他のメンバーの考えを参考にしやすい ・他のメンバーの意見を参考にしやすい ・会議の内容を理解しやすい ・自分の意見を伝えやすい ・会議のノリを損なわない
③ラップアップ時の発見、気付きについて	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな発見が得られやすい ・他の気に入ったアイデアがあったか ・映像について
④映像について	<ul style="list-style-type: none"> ・会議内容を想起しやすい ・閲覧しやすい ・次の会議での役立ち ・会議参加者以外への説明資料として価値があるか

4.2 実験結果と分析

アンケート調査から得られたデータをもとに、それぞれの項目に対して得点を示すグラフを作成した(図11~14)。得点は項目ごとの小数点第一位までの平均とする。

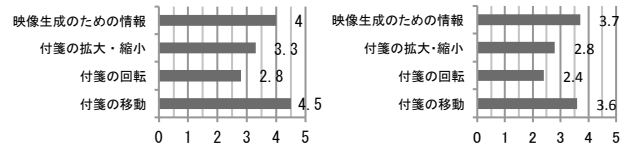


図11 ハンドジェスチャーの出しやすさ(左)と操作のしやすさ(右)

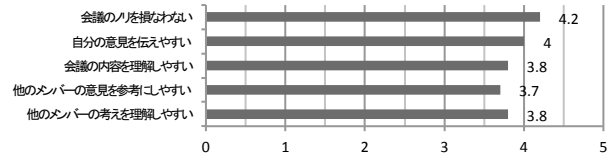


図12 取りまとめ時のコミュニケーションについて

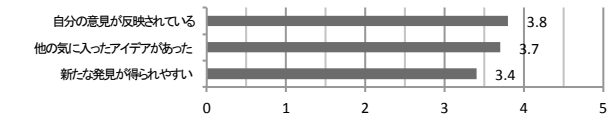


図13 システムを使用してみたの感想・気付き

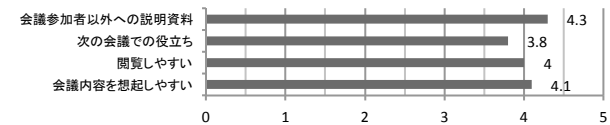


図14 取りまとめ映像について

上記の結果から、主な傾向として以下の事が挙げられた。

- 1) ハンドジェスチャーを用いた身体的な操作が、付箋を用いた創造的な会議のラップアップにおいて、参加者同士の合意形成を深めると考えられる
- 2) 本環境の成果物であるラップアップ映像は閲覧しやすく、次の会議への資料や、会議に参加していない人々への資料としても適したメディアであり、付箋を用いた創造的な会議の結果の共有において有用性の高いものである
- 3) 両手でおこなうハンドジェスチャーは付箋画像の回転や拡大・縮小において、感覚的に不自然であるという印象を与え、技術的な面でも課題が残っている

加えてインタビュー調査を行い、自由回答を得た。得られた内容について、カテゴリに分け列挙する。

■ハンドジェスチャーによる新たな操作の提案

- ・付箋の重なるの順番を変更したい
- ・ハンドジェスチャーで絵を描くと楽しそうである

- ・保存したキーフレームを別に画像で保存し、スライドショーなどに使用したい
- ・パーの手形のまま回転、縮小、拡大を行いたい
- ・片手で引っ張りあげるジェスチャーで拡大を行いたい

■表現方法の提案

- ・一つの付箋を大きくして、その周りに小さい付箋を集めることでアイデアのクラスタであることを表現できると思う
- ・画面内に奥行きを持たせ、3次元的な表現を行うことで、採用されたアイデアとボツになったアイデアなどを奥行きで表現できるのではないかと

■ハンドジェスチャーについての利点と欠点

- ・手のふれあいが仲の良さを育むのではないかと
- ・身振り手振りの延長で使用でき、操作の意図が他の参加者に伝わりやすい
- ・慣れると楽しいが慣れるのに時間を有する
- ・手が重なることで認識が甘くなるのが惜しい
- ・卓上の操作を行う上ではタッチパネルでも良く、ハンドジェスチャーの利点をあまり感じなかった、例えば地面や天井、壁面など、物理的に手の届かない場所や広大な面積をコントロールするのであればハンドジェスチャーの利点が活かせるのではないかと

■インターフェースの別の使い道について

- ・卓上にある多くの写真データを広げて、かき集めるようなジェスチャーで端末にダウンロードできる
- ・駅の壁に貼られている観光地マップなどをこのインターフェースで動かしてみたい

5. まとめ

本研究では、ワーカークの対面コミュニケーションの重要性からテーブルトップに着目し、新たなコミュニケーションメディアの提案を行った。そして、それらがオフィスにおけるコミュニケーションにどのような変化をもたらすかを見るための評価実験を行った。発想支援環境: YATAIの開発からはワークショップを通してテーブルトップ型ディスプレイが多様な専門性を持った人々のコラボレーションにおいて有用であることを示した。また付箋を用いた創造的な会議における取りまとめ支援環境 HUSEN BOOTHの開発からは会議の延長上で付箋の電子化、および取りまとめ映像の制作を可能にし、またその操作にハンドジェスチャーによる直感的なインターフェースを導入することで、複数の参加者がより自然なふるまいで付箋画像を操作し、それぞれの意図を反映した取りまとめ映像を制作できる環境を実現した。これらの開発から付箋を用いた会議においてはその取りまとめ時における集団での合意形成や、その成果物となる取りまとめ映像の質的向上の

面において、本研究で提案した環境が有用性を示す成果を得た。一方、今後の課題としては、ハンドジェスチャーの入力精度の改善や、評価実験に関して、被験者を学生のみならず実際のワーカークの参加を通すことでさらなる実用化を図ることを課題としたい。また今回はユーザーによる主観評価に留まったので操作履歴やデータの処理数などログをとるといった客観的評価を行うことを今後の展望としたい。

補注

- 注1) 1965年に Bruce Tuckman氏が発表した、チーム形成のプロセスを1.形成期 2.混乱期 3.統一期 4.機能期の4つの段階に分けたフレームワーク。
- 注2) 新世代のオフィス環境を探求するために先進的オフィスについて研究を進めると共に、日本におけるオフィス関連研究分野のプラットフォームとして国内外での研究活動、人材育成、国際交流・協力の推進に努めるほか、オフィスに関する最新の研究成果を社会に還元することを目的として、2006年に設立された。
- 注3) RGBカメラ、深度センサー、マルチアレイマイクロフォン、および専用ソフトウェアを動作させるプロセッサなどのセンサーを搭載したゲームデバイス。パソコンで動作させるためオープンソースのドライバが開発され、ユーザーによるさまざまな応用が行われている。
- 注4) 電子アートとビジュアルデザインのためのプログラミング言語であり、統合開発環境である。キャセイ・レアス (Casey Reas) とベンジャミン・フライ (Benjamin Fry) によるオープンソースプロジェクト。
- 注5) 正式名称 "Intel Open Source Computer Vision Library", インテル社が開発したオープンソースのC/C++ライブラリ集。コンピュータ・ビジョンに必要な各種機能がパッケージされている。
- 注6) 認識精度を上げるため、実験前に操作のスピードや認識するジェスチャーの形に慣れるための練習を1~2分行った。

【参考文献】

- 1) 坂口和敏 他、トピックビジュアルライザーを組み込んだ会議環境に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp291-pp292、2008
- 2) 新世代ワークプレイス研究センターNEO、京都工芸繊維大学 新世代ワークプレイス研究センターNEO 2011年度活動報告書、p50-p56、北斗プリント社、2012
- 3) 渡邊朗子 「卓上環境におけるコミュニケーションデザイン研究、プロジェクションの投影方法とコミュニケーションの関係について」、日本建築学会学術講演梗概集、pp929-930 2007a
- 4) 関慧起、付箋を用いた会議内容振り返り支援システム:HUSEN STUDIOの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp685-pp686、2012

- *1 元京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科博士前期課程修士(工学)
- *2 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科博士前期課程
- *3 京都工芸繊維大学デザイン経営工学部門/新世代ワークプレイス研究センター 助教 博士(学術)
- *4 京都工芸繊維大学大学院デザイン経営工学部門/新世代ワークプレイス研究センター 教授 博士(学術)

Development of Table Top Oriented System for Creative Meeting Support

Keigi SEKI*¹ ○Ippei MURAHASHI*²
Yuji MATSUMOTO*³ Ryusuke NAKA*⁴

Keywords : Communication, Table-top media, Creativity, Meeting System, Interface

This paper, focusing on table-top media in the importance of face to face communication, proposed the environment supporting communication for a creative meetings. The purpose of this study is to reveal the influence of this environment on the communication at meetings.

This paper proposed following two environments.

1. YATAI : The table-top environment that support an idea of the generation of work.
2. HUSEN BOOTH : The environment that support wrap-up ideas resulted from group discussion by using sticky notes with the table-top PC and hand gesture recognition system.

In the experiment to evaluate these environments, the following things are showed. First, these environments produced the activation of communication. Furthermore, HUSEN BOOTH helps to build consensus of the meeting, and the wrap-up movie which is the product of this environment has some merits as transactions of the meeting. In conclusion the environment proposed by this research has showed some usefulness in upgrading communication of creative meeting in workplace.

*1 Graduate student, Kyoto Institute of Technology M.Eng.

*2 Graduate student, Kyoto Institute of Technology

*3 Assistant Prof., Design Engineering and Management, Kyoto Institute of Technology, Ph.D.

*4 Prof., Design Engineering and Management, Kyoto Institute of Technology, Ph.D.