

RJ-001

## テーブルトップインタフェースを用いた食卓コミュニケーションシステムの開発 Development of Dining Communication Support System Using Tabletop Interface

高尾 静日<sup>†</sup> 伊藤 淳子<sup>‡</sup> 宗森 純<sup>‡</sup>  
Takao Shizuka Junko Itou Jun Munemori

### 1. はじめに

若者のコミュニケーション能力の低下は、厚生労働省により平成21年度まで実施されていた若年者就職基礎能力支援事業(“YES-プログラム”)においても指摘されており、社会的な問題の1つとなりつつある。高校生から大学生約400人に対して行われたコミュニケーション能力に関する調査においては、対象の3分の1が、自分自身に対してコミュニケーション能力が不足していると感じていることが明らかになっている[1]。その主な原因として、携帯電話やインターネットの普及が挙げられている。

元来、日常会話や連絡などは、直接会い、身振り手振り、表情といった非言語情報と言葉や文字といった言語情報を合わせて行っていた。これに対し、ツールを介してのコミュニケーションは、基本的に言語情報のみでやりとりされており、相手と顔を合わせる必要が無いことから、わずらわしい人間関係の排除が容易である。そのため非言語情報を理解、表現する機会が減少し、コミュニケーション能力の低下へ大きくつながっていると考えられる。このような状況の中、対面コミュニケーションのきっかけ作りと活性化は非常に重要な課題であると言える。

対面コミュニケーションを行う機会を作り活性化を支援するにあたって、本研究では日常生活の中で誰もが必ず行う行為である食事に着目する。食事は、運動や睡眠とともに生活の中で三大要素とされるほど重要なものであるが、社会問題化した孤食などのように、交流をする場としての機能が薄れてきており、様々な問題を抱えるようになっている。実際に、大学生24名を対象に実施した食事に関するアンケートにおいて、不規則である、食事に楽しさを感じないなどの回答が多くみられた。その結果を表1に示す。

これらを踏まえ本研究では、食事の場におけるコミュニケーションの活性化を支援するために、テーブルトップインタフェースを用いたテーブル型食卓コミュニケーション

システムを提案する。毎日の使用に負担にならないように直感的操作が可能であるテーブルトップインタフェースを食事を行うテーブルとして使用し、エンターテイメント的要素や偶発的な話題の提供を行う機能などを備えたインタラクティブな食卓を実現する。これにより、食事自体の楽しみの向上、自発的な交流の支援、継続的利用につなげる。

### 2. 食卓およびコミュニケーション支援に関する既存研究

I R O R I [2]はリフレッシュルームなどにおけるコミュニケーションを支援するための、テーブル型デバイスを用いたシステムである。テーブルの上面にはタッチパネルディスプレイが組み込まれており、水と泡のグラフィックが3次元的に表示されている。テーブル上部でのタッチ操作により、グラフィックの変化やWebページの表示などの偶発的イベントが発生する。このシステムがコミュニケーションを触発するメディアとして有効であることが実験により確かめられていることから、本研究では、インタラクティブなテーブルと、テーブル上で発生する偶発的イベントを食卓の一部に取り入れる。

六の膳[3]は、個人が撮影した写真を用いる、食卓コミュニケーションシステムである。天井に設置されたプロジェクタとカメラを用い、食卓上に置かれた皿に写真を投影する。皿に取り付けられた3つのマーカーをカメラで撮影された映像から認識し、皿を動かすことによって写真の投影位置や向きを変えるなどの操作を行うことができる。しかし、マーカーを覆うような動作をすることはできず、操作性に問題がある。特に、食卓においてはコミュニケーションの他に、箸を持つ、食べ物を口に運ぶなどの食事自体の動作も行われるため、より直感的で“気を遣わなくてもよい”インタフェースが望まれる。

食事をより楽しくするためのシステムとして、いもどりん[4]と拡張現実食卓における彩りと物語の調理システム[5]が提案されている。いもどりんは、食卓上のカメラにより、盛りつけられた料理を撮影して色を分析し、料理をよりおいしく見せるための色を計算する。そして、同じく上方に設置されたプロジェクタから皿の縁取りとして投影する。また拡張現実食卓における彩りと物語の調理システムはいもどりんを応用したシステムであり、テーブル面、皿、料理を彩るためのイラストやメッセージなどを、調理人がキッチンでタッチパネルを利用して作成し、料理の皿がテーブルに置かれた際にその画像や縁取りを投影する。テーブル側にカメラがあり、投影位置の調整や料理残量に合わせたコンテンツ提示が可能となっている。これらの研究から視覚的効果が食事のおいしさ、楽しさの向上に効果があることが明らかになっている。しかし、食事を行う本人が縁取りやイラストを自由に変更したり、複数の皿にイラストを表示したりすることはできず、複数の人が食卓を囲んで食事をとりながらコミュニケーションを行うには不向きである。そこで本研究では食事を楽しくするために、コンテ

表1 食事に関するアンケートの結果(回答者24名)

1: 規則正しい食生活を行えているか	回答人数(名)
規則正しくなく ジャンクフードなどが多い	7
規則正しく栄養面も問題ない	2
何かしら問題がある	15
2: 普段食事を一人で行うことが多いか	回答人数(名)
ほとんど一人	8
たまに一人	8
ほとんど誰かと	6
常に誰かと	2

<sup>†</sup> 株式会社 日テレ IT プロデュース,  
NTV IT Produce Corporation

<sup>‡</sup> 和歌山大学, Wakayama University

ンツとしてこの視覚的効果を応用し、複数人が同時に自由に操作でき、相互に働き掛けることのできるシステムを目指す。

以上の既存研究を踏まえ、本研究では、視覚的効果によって食事を楽しく行うことができるインタラクティブなテーブルの開発を行う。さらにコミュニケーション支援として、利用者同士が働きかけられるコンテンツ、システム側からの偶発的なイベントによる話題提供を行う。

### 3. 食卓コミュニケーションシステムの構築

#### 3.1 システム構成

本システムでは、テーブルトップインタフェースであるDiamondTouchTable[6] (以下 DT) を用いる。DT は最大 4 人までの識別が可能であることから複数人の同時操作を行うことができる。さらに、指や物体の認識にカメラやマーカーが不要であり、操作時の制約が少なくなる。

図1に示すように上部に設置したプロジェクタから DT 本体であるスクリーンに映像を投影する。直感的操作が可能な DT の使用により操作の負担を抑えつつ、テーブル上の皿などの物体に画面を反映させることが可能となる。本システムにおいては DT をテーブルとして使用し、この上で食事をすることとする。

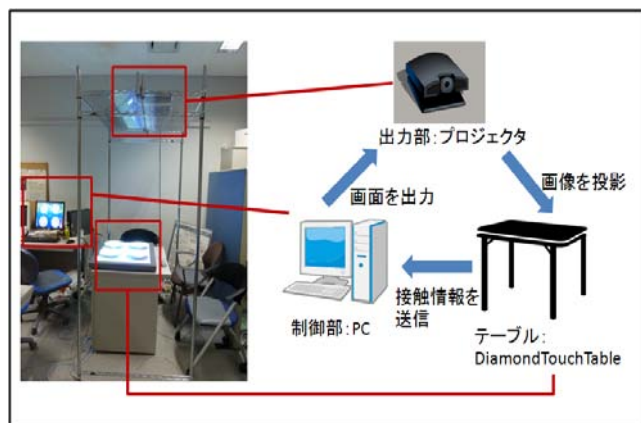


図1. システム構成

図2および図3に実際システムを動かし食事をを行ったときの様子を示す。本システムでは図3のように2人ずつ向かい合って座ることを想定している。

#### 3.2 コンテンツ概要

図4は DT をパソコンに接続した状態でプログラムを起動すると、DT と皿の上に投影される初期画面である。利用者はこの画面が投影された DT を操作して、アイテムの表示や移動を行い、皿とテーブルを飾り付けたり、テーブルクロスを変えるように背景画像を変えたりすることができる。また操作中、同画面内に偶発的な動きのあるエフェクトが発生する。

画面内の空間は3次元座標系で構成されている。視点カメラは固定である。操作可能なアイテムには3Dオブジェクトを利用し、背景画像やボタンアイコン、エフェクトには2D画像を利用する。これにより、物体自体のアニメーションや、奥行きのある表現が容易となり表現の幅を広げることができる。



図2. 料理が盛り付けられた皿を配置した様子



図3. システム使用例

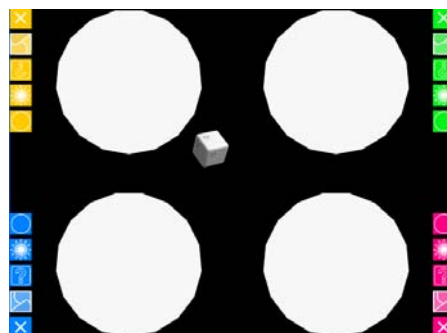


図4. システム初期画面

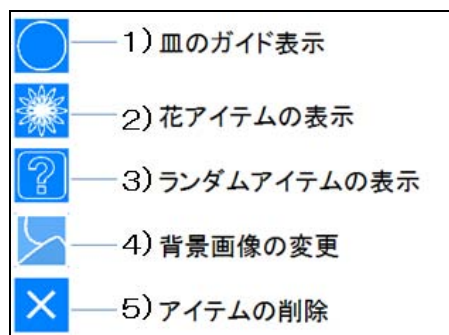


図5. ボタンアイコンと対応機能

図4内4隅にある青、赤、黄、緑の四角のアイコン群は操作ボタンであり、それぞれ図5に示す1) から5) までの機能と対応している。各利用者は自分の手前に表示されたボタンのみ操作可能である。

また図4中央に表示されている、白い立方体の物体は、システム内のキャラクタであり、主に会話の話題提供を行う。それぞれの詳細については以下に記述する。

### 3.3 飾り付け機能

#### 3.3.1 アイテムによる飾り付け機能

まず、図5にある2)および3)の飾り付け機能について述べる。図6に示す、機能2対応ボタンをDT上でタッチ後、DT上の任意の位置をタッチすると、図6中で四角い枠で囲まれた、花アイテムが表示される。表示されたアイテムはタッチ操作で自由に移動させることが可能であり、テーブル上の皿を自由に飾り付けることができる。花アイテムの色は各々のボタンの色と対応しているため、別の色が欲しい場合は他の利用者にアクションを起こす必要があり、その働きかけが交流に繋がる。

花アイテムの導入は、事前に行ったアンケートにおいて、料理の飾り付けにどのようなものが使われていることが多いかという項目に対し、花という意見が多かったことによる。

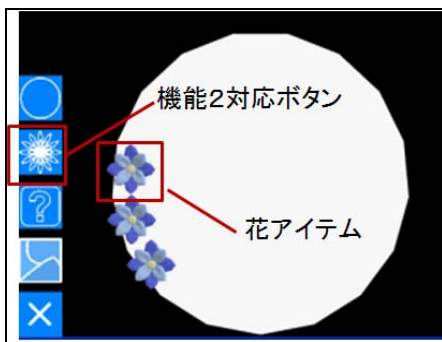


図6. 機能2対応ボタンと花アイテム

また図7に示す機能3対応ボタンは、ランダムに様々なアイテムを表示する機能に対応している。利用者はどのようなアイテムが出るか分からない。表示後は前述の花アイテムと同様にタッチ操作により表示位置を変えることができる。利用者の意図しない動作により会話を触発すると同時に出現するアイテムへの好奇心を刺激し楽しめるように意図した。

花アイテムとランダムアイテムを用いて飾り付けを行った実際の食事例を図8に示す。アイテムはともに、図5に示す5)のボタンをタッチ後、アイテムをタッチすることで削除することも可能である。

#### 3.3.2 システム空間内の皿表示切替、背景切替機能

図5に示した1)のボタンをタッチすることにより、図9に示す、枠内のシステム空間内の皿の表示・非表示を切り替えることができる。図9にその画面上での変化を、図10に実際に皿に投影した状態での変化を示す。非表示では、背景がそのまま皿と食べ物に投影される。図10内の4枚の皿のうち、右手前の皿のみ、システム空間内の皿表示が非表示に切り替えられており、皿が投影されていない状態である。

表示されている背景は図5に示す、4)のボタンをタッチすることにより切り替えることができる。その画面の変更例を図11に、実際に背景を切換え、皿に投影した様子を図12に示す。背景には10種類のパターンを用意しており、テーブルクロスを変更するような感覚で料理やシチュエーションに合わせてられるようにし、楽しみの向上を図る。さらに、背景画像は全員で共有するため変更する際の声かけ等によるコミュニケーションの触発を狙う。

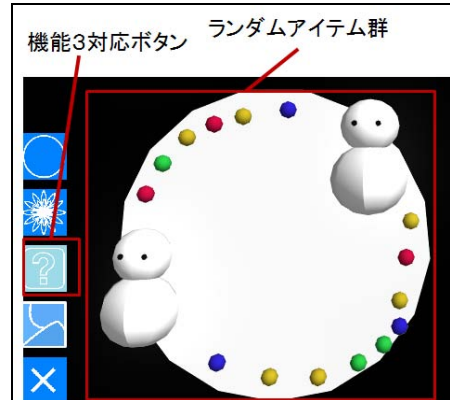


図7. 機能3対応ボタンとランダムアイテム群



図8. アイテム機能使用例

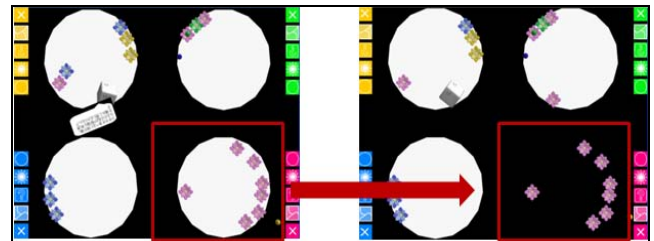


図9. システム空間内の皿表示オンオフ



図10. 投影時の皿表示オンオフの差

以上の機能は、テーブル上のボタンを指でタッチする動作のみで実行することが可能である。そのため、食事に何かを持ったまま、あるいは、利き手でない手であっても、容易に操作することができる。

### 3.4 システムによる偶発的イベント

#### 3.4.1 話題提供キャラクタ

本システムでは、様々な動作を行うキャラクタを使用する。キャラクタは、メッセージを表示する、移動する、回

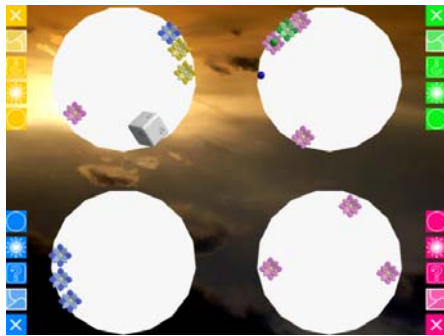


図 1.1. 背景の変更例

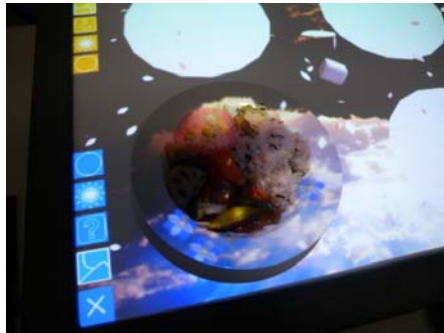


図 1.2. 投影時の背景の変更例

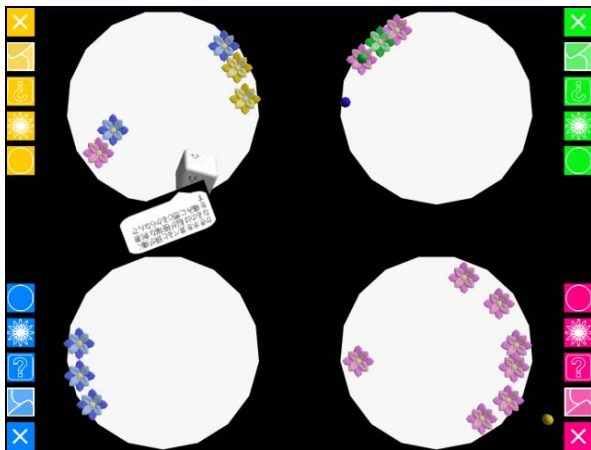


図 1.3. キャラクターのメッセージ表示例

転する、大きさを変更するなどの動きをランダムで行う。メッセージには、コメント、豆知識、ニュースなどを表示する。図 1.3 にキャラクターがメッセージを表示している様子を示す。メッセージは 2.5 パターン用意しているが表示内容は変更することが可能である。全方向の利用者が読めるように、メッセージは表示されている間、キャラクターを中心にゆっくり回転する。この機能により話題提供を行う。

### 3.4.2 条件付きランダムイベント

本システムでは、画面に表示されている花アイテムの色ごとの個数、および全色の合計数などの条件に合わせ様々なイベントがランダムで発生する。イベントは複数が同時に発生する場合もあり何パターンもの広がりを持つ。ランダムイベントは大きく、アイテム表示、エフェクト発生、画面効果の 3 つに分けられる。一定間隔で取得した乱数の値によりそれぞれのイベント発生の条件を判定する。それぞれの画面上での変化例を図 1.4 に示す。また実際の皿に投影された様子を図 1.5 に示す。

アイテム表示イベントは特別なアイテムを表示するイベントであり、前述のアイテムによる飾り付け機能と同様に操作し飾り付けに使用することができる。アイテムに関連したイベントとして、1 種類 5 パターンのイベントを用意した。実際にアイテム表示イベントが発生した際の様子を図 1.4 の左下に示す。4 枚の皿の中央に、機能 2 で表示されるアイテムとは大きさの異なる花がアニメーションを伴って表示されている。

エフェクト発生は、動きのある効果を皿の縁取りとして得られるイベントである。これは動きのある模様の表示という、システムを利用しているからこそできる飾り付けとして設けた。現段階では 7 種類 2.7 パターンがあり、その一部が図 1.4 の右下および図 1.5 の右に示されている。皿の縁に表示された赤い模様が、ゆっくりと点滅しながら縁に沿って回転をしているところである。

画面効果は、画面全体に華吹雪などの効果が表示され全員でその状態を共有できるイベントである。背景と同様に全員でその状態を共有することによって同じ話題の対象を持つことができるようにするため設けた。現段階では花びらや蝶など 4 種類が利用可能である。図 1.4 の上部および図 1.5 の左がこのイベントが発生した際の例である。

これらの偶発的イベントを含む視覚的效果を利用し、楽しみの向上と話題の提供によるコミュニケーション支援を実現する。また日時や季節に合わせたイベントを設けることにより、その時間やその季節でしか見られないといった希少価値付けや更なるバリエーションの増化が実現できる。それによって利用者を飽きさせず、継続の利用を狙うことができる。

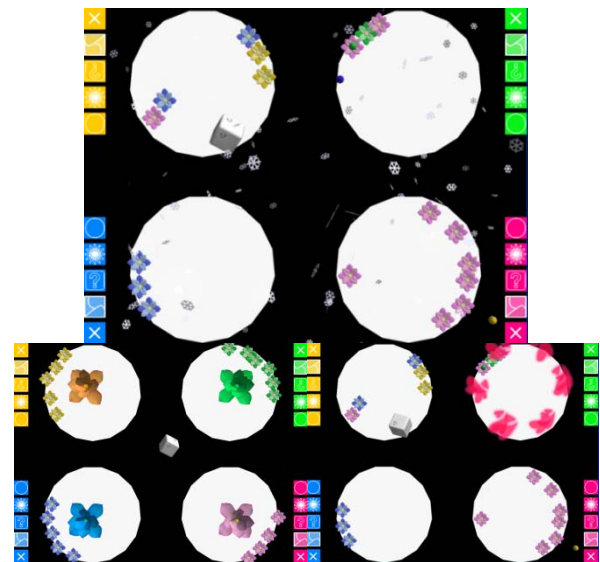


図 1.4. 条件付きランダムイベント表示例



図 1.5. 条件付きランダムイベント投影例

## 4. 適用実験と考察

### 4.1 適用実験

前節で提案したシステムの有効性を検証するために4人グループを1組として、6組、計24名を対象に実験を実施した。24名は全員20代の学生である。グループの中に初対面の相手がいた被験者の数は12名である。

本システムの操作方法と機能を説明した後、実際にシステムを利用しながら30分間食事を行ってもらい、最後に被験者全員にアンケート回答に協力してもらった。食事中は特定のタスクを与えず、話題も自由とした。食事の様子はビデオカメラにより撮影した。カメラは被験者らの視界に入りにくいよう、着席した被験者4人にとって横の方向に、距離を置いて設置した。本実験では、話題提供キャラクタが発するメッセージとして、実験日に報道されたニュースの見出しとその概要、かき氷を食べた際に頭が痛くなる理由などといった雑学、「こんにちは！」などの挨拶を表示するよう設定した。また、メッセージの表示は他のランダムイベントと同様の条件により発生する。

### 4.2 実験結果と考察

#### 4.2.1 食事の魅力向上に関する考察

表2に、実験後に被験者に依頼したアンケートの結果を示す。5が非常にそう感じる、1が全くそう感じないに相当する。アンケートの質問1「本システムでの食事は楽しいと感じたか」の問いに対して、「非常に楽しかった」から「全く楽しくなかった」の5段階から選択してもらったところ、「非常に楽しかった」が17名、「少し楽しかった」が7名おり、被験者の全員から楽しみを感じたという回答を得ることができた。これに対し、質問2「普段友人と行う食事を楽しく感じるか」の問いに、「非常に楽しい」と回答した被験者は13名、「少し楽しい」と回答した被験者は10名であった。質問1と2の間に有意な差は見られなかったが、それぞれの回答の平均値は、質問1が4.7、質問2が4.5であり、本システムを利用した食事の方が僅かに上回った。

また質問3「普段の食事と比べ楽しくなったか」に関して、表2に示す通り24名中23名が楽しくなったという変化を感じていることがわかった。質問3において「その他」と回答した1名に関しては、「皿を置いたまま食べるのが大変だった」という意見を併記していた。実験時は「普段のような雰囲気ですぐに食事を行ってください」と伝えたのみで、皿の移動に特に制限は設けていなかったが、皿の位置を移動させてしまうと飾り付けの位置がずれてしまうこと、機能1のシステム内の皿表示位置を変更できないことから皿を置いたままにしたと考えられる。

質問4「本システムでの食事は普段よりおいしく感じたか」に対して、「非常に感じた」と「少し感じた」と答えた人数は合計14名となり半数を超えた。しかし、少しまじくなったという回答も1名から得られた。他のアンケート回答内容と実験映像の分析結果から、回答者が「初対面の人との食事が苦痛」であること、「食品があっけいなかった」ことが原因としてあげられる。回答者は初対面である2名を含む4人グループで実験を行っており、残飯を友人に渡すという行為が見られた。従って、食品の魅力をもっと向上できるよう、前述したいりどりんのように、食品に

表2 食事の魅力向上に関するアンケート結果

評価	1	2	3	4	5
1: 本システムでの食事は楽しいと感じたか					
回答人数(名)	0	0	0	7	17
2: 普段友達との食事は楽しいと感じるか					
回答人数(名)	0	0	1	10	13
3: 普段の食事と比べ楽しくなったか					
回答人数(名)	0	0	0	12	11
4: 本システムでの食事は普段よりおいしく感じたか					
回答人数(名)	0	1	9	8	6

表3 初対面者がいる組に対するアンケート結果

	回答人数(名)	回答割合(%)
8: 実験での初対面の人との食事は楽しかったか		
非常に楽しい	5	42
少し楽しい	6	50
少し苦痛	1	8
9: システムを利用すると、しなかった場合に比べ楽しくなったか		
楽しくなった	11	92
変わらない	1	8

あった色相のアイテムや背景を提示するなどといった改善が必要であると考えられる。

さらに、「普段の食事で楽しみを感じるか」という質問に対して「何も思わない」「面倒である」と回答した5名全員が、質問1に「非常に楽しかった」と回答した。これらの結果より、本システムを利用することによって食事時における楽しみを生み出すことができ、システムが食事自体と食事の場の魅力向上に有効であると言える。

#### 4.2.2 コミュニケーション支援に関する考察

質問5「本システムを利用し、より会話のネタが増えたか」に対して「非常に増えた」「少し増えた」「変わらない」という3段階から選択してもらったところ、「非常に増えた」という回答が14名から得られた。「少し増えた」と答えた9名と合わせると23名が増えたと答えている。また質問6「実験中会話が続かなくなることがあったか」の問いに「あった」と回答した7名のうち86%にあたる6名が、質問7「システムを利用し会話の続かない状態から変化したか」においてシステムを利用したことによって会話に変化があったと答えた。従って、本システムの使用は会話の支援に対して一定の効果があるといえる。

さらに、表3に示すように初対面者が含まれるグループで食事を行った12名のうち、92%にあたる11名から質問8に対し「楽しい」という回答を得た。質問9に対しても92%が「楽しくなった」と回答したことから、初対面の人が一緒の場合でも楽しさを生み出すことができたことがわかる。

また特筆すべき点として、撮影した映像より、いくつかのグループで、花アイテムの受け渡しが行われていたり、相手の皿を飾り付けてあげたりなどのコミュニケーションが見られ、それに伴った会話も行われていた。特に食事を先に終えた場合、まだ食事を行っている人の皿に対してアイテムを持っていき、飾り付ける行動が何度か見られた。

表4に撮影映像を解析した結果をまとめる。食事終了後は、4名全員が食事を終了した時点を目指す。「メッセージがきっかけの話題」の個数は、話題提供キャラクタがメッセージを表示した後に、その内容に関連した新しい話題が開始された場合を数えた。「システム利用による話題」には、自分や他人の皿に飾り付けをする際に声をかける行為や背景を変える提案、変えた後の感想、表示されたランダムイベントに関するものを含むが、システムが何の言語で記述されているかなど、仕組みそのものについての話題は除外した。A～Cは顔見知りのみで構成されたグループであり、D～Fは初対面の者が含まれるグループである。

全体的に、食事終了後は食事中に比べ無言になる時間が少なくなっている。一方で、初対面者を含むグループでは、食事終了後によりテーブルを操作する傾向があった。人間には一般に、知らない相手とエレベータのような狭い空間に居合わせた時に、距離を置く、目を合わせないようにするなどの、物理的・心理的距離を調節する行動を取ることが知られている。本実験においても、食事という緩衝材がなくなった後は、システムを初対面の相手との心理的距離の調節とコミュニケーションのきっかけに使おうとしていると考えられる。また、グループCとDは食事にかけた時間は28分と同じであるが、無言区間の総時間とテーブルの操作回数に顕著な差が見られた。この2組の比較から、初対面者を含むグループでは実験を通じてテーブルをよく触る一方で話す時間が短く、個人の行動に没頭する様子が見える。しかし、その飾り付けの結果やアイテムの受け渡しにより会話が始まる、あるいは、ランダムイベントを引き起こして話のきっかけとなる、という状況も見受けられ、システムが被験者間の会話を支援していることを確かめられた。

最後に自由記述式で「実験のテーブルをどのような時に使いたいか」という質問を設けたところ、「初対面の人と食事をするとき」という回答が6名から得られた他、それに近い回答が多くあった。システム利用に関する感想においても、「初対面の人とでもムリなく気兼ねなく会話できるため気まずさを感じなくてよかった」「3人とも初対面だったがシステムによって話のきっかけができてよかつ

た」という意見を得られた。これらの結果より、本システムがコミュニケーションの活性化とその支援に有効であることが言える。

## 5. おわりに

本研究では、食事の場に注目した対面コミュニケーションの活性化支援を目的とし、食卓となるテーブルにDTを用い、インタティブな反応を返すコンテンツ、偶発的なイベントを発生させるコンテンツを作成した。これらを備えた本システムは食事の楽しさの向上とコミュニケーションの活性化に有効であることが実験から確認できた。

今後の展望としては、第一に食事への最適化があげられる。本システムでは、背景画像の色合いに関して、利用者が様々な色を選べるようにしており、食事を引き立てることができる色相であるか否かは利用者の判断に任せている。より食事に特化し食品の魅力を向上させるにはこの点の改良が必要である。先にあげたいろどりのように、食事を引き立てる色相を用いる方法が考えられる。さらに、コンテンツの改良と充実化として、イベント発生タイミングの最適化やランダムアイテムの追加、操作性の改良が必要である。

## 参考文献

- [1] 亀田 祐樹, “若者のコミュニケーション能力の低下とデジタル化”, “<http://soc1.h.kobe-u.ac.jp/sawa/sawazemisotsuron/kameda2010.pdf>” (2009)
- [2] 松原孝志, 白杵正郎, 杉山公造, 西本一志, “言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏: 共有インフォーマル空間におけるコミュニケーションを触発するメディアの提案”, 情報処理学会論文誌, 44 (12), pp. 3174-3187 (2003).
- [3] 天野健太, 西本一志, “六の膳: お皿に写真を投影するシステムによる食卓コミュニケーション支援”, 情報処理学会研究報告, 2004(31), pp. 103-108, 2004-GN-51-(18) (2004).
- [4] 森麻紀, 栗原一貴, 塚田浩二, 椎尾一郎, “いろどりん: 食卓の彩り支援システム”, 日本ソフトウェア科学研究会資料シリーズ, ISSN1341-870X, No. 53, pp. 127-128 (2007).
- [5] 森麻紀, 栗原一貴, 塚田浩二, 椎尾一郎, “拡張現実食卓における彩りと物語の調理システム”, 日本ソフトウェア科学研究会資料シリーズ, ISSN 1341-870X, No. 58, pp. 57-62 (2008).
- [6] Dietz, K, Leigh, D, DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology, proc. UIST. 2001, pp. 219-226 (2001).

表4 カメラ映像解析結果

	項目/グループ名	初対面者を含まない組			初対面者を含む組		
		A	B	C	D	E	F
食事中	所要時間(分)	16	10	28	28	23	18
	無言区間の総時間(秒)	47	8	5	59	20	13
	1分あたりの無言時間の割合(%)	4.90	1.33	0.30	3.51	1.45	1.20
	システム利用による話題(個数)	3	6	13	16	17	12
	メッセージがきっかけの話題(個数)	1	2	5	6	6	4
	テーブル操作回数(回)	73	48	121	252	128	63
	1分あたりの操作回数(回/分)	4.56	4.80	4.32	9.00	5.57	3.50
食事終了後	所要時間(分)	14	20	2	2	7	12
	無言区間の総時間(秒)	32	0	0	0	0	5
	1分あたりの無言時間の割合(%)	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69
	システム利用による話題(個数)	4	17	0	0	8	10
	メッセージがきっかけの話題(個数)	2	6	0	0	2	2
	テーブル操作回数(回)	39	174	8	18	81	77
	1分あたりの操作回数(回/分)	2.79	8.70	4.00	9.00	11.57	6.42