

# 共食エージェントがユーザの食事に及ぼす影響

塩原拓人<sup>†1</sup> 井上智雄<sup>†2</sup>

食育、孤食、ダイエットなど、健康と福祉の面で食事問題は大変重要である。インタフェースエージェントにより、これらの問題に取り組むための基礎として、エージェントの食事行動がユーザの食事にどのような影響を及ぼすかについて実験的に検討した。その結果、エージェントの初見時と比較して二度目では同一の食事についての食事時間が長いことが示唆された。またエージェントが食事行動を行うことによって、行わない場合に比べて食事時間が長くなることも明らかになった。このことから食事を行うエージェントに慣れると、共食者としての役割を果たせる可能性が考えられる。

## Influence of a Co-Dining Agent on a User's Dining

TAKUTO SHIOHARA<sup>†1</sup> TOMOO INOUE<sup>†2</sup>

### 1. はじめに

食事は、私たちの生活において不可欠な活動である。特に、誰かと共に食事をすることは、栄養摂取といった生理的意義のみでなく、「同じ釜の飯を食う」という言葉にも見られるように、人との関係を維持し円滑にするといった社会的意義も大きい[1]。例えば、家庭では食事の時間を通して、各々の体験したことを共有し家族の絆をより深めたり、両親が子供の学校生活を把握したりするなどの役割を果たしている[2]。また、食事がある会話と食事がない会話の印象の違いを調査した結果によれば、食事がある方が「魅力がある」や「明るい」、「活発な」といった好印象が持たれていることが分かっている[3]。さらに、行動科学的研究から、一人で食事をするよりも誰かと一緒に食事をした方がよりリラックスし、深く味わうことができることも知られている[4]。

しかし、近年では、個々の生活リズムの多様化や家族と離れて生活するなどといった時間的また距離的な制約により、一人で食事することを余儀なくされる状況も多くなった。このような一人の食事は、「寂しい食事」という意味で孤食と呼ばれる。このような状況の ICT を用いた解決として、テレビ会議システムを応用した遠隔共食支援システムなどが研究されてきているが[5][6]、たとえ遠隔地であっても、単独での生活者には同じ時間に都合よく食事をしてくれる共食相手が見つかるとは限らない。

単独で生活を送る人々への支援として、ロボットや擬人化エージェントを用いた支援は広く行われているが、中

も特に食事のパートナーとしての役割を担うエージェントについての研究となると、依然発展途上の分野である。

本研究では、孤食の解消を目的としたエージェントの設計指針を立てるにあたり、エージェントの食事行動が共食者にどのような影響を与えるかを実験によって調査する。

本論文は、本章を含め 7 つの章で構成されている。第 2 章では、実験の提案を行い、第 3 章では実験用システムの実装について述べる。そして、第 4 章ではパイロットスタディについて述べる。また、第 5 章ではパイロットスタディをふまえた実験について述べる。第 6 章で関連研究について述べ、第 7 章で本研究のまとめを行う。

### 2. 実験の提案

#### 2.1 目的

孤食の解消を目的としたエージェントの設計指針を立てるにあたって、エージェントの食事行動のあり方が教職者にどのような影響を与えるかを調査する。

#### 2.2 仮説

これまでの研究で、共食の場面においては食事行動の同調が起り、食事者の食事量などを左右することが知られている[7]。また、人間の行動や意思決定をサポートするようなロボットや擬人化エージェントにおいては、人間の動きや表情を模倣することによって、より親近感を与えることができるということが示されてきた[8][9]。

そこで本研究ではエージェントが食事者の食事行動を模倣することによって共食感を与えることができるという仮説のもとに実験を行った。

#### 2.3 実験条件

実験の条件は次の 2 条件とした。

##### 1) 模倣条件

エージェントが食事者に反応して、食事者が食事行動を

<sup>†1</sup> 筑波大学大学院 図書館情報メディア研究科  
Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba

<sup>†2</sup> 筑波大学 図書館情報メディア系  
Faculty of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

行った直後にエージェントも食事行動を行う条件。

## 2) 対照条件

エージェントが食事者の食事行動に関係なく、一定間隔で自動的に食事行動を行う条件。

尚、被験者が全実験条件に参加する被験者内実験である。

## 3. 実験用システム

### 3.1 システムの要件

本研究では、実験を行うための共食エージェントを作成した。実験用エージェントの要件は次の4つである。

- 1) 擬人化された外見を持っていること
- 2) 食事行動を行うことが可能であること
- 3) 食事者の食事行動を認識し、模倣できること
- 4) 食事者の食事と関係のない、自動的な食事行動も可能であること

1)の理由は、実験参加者になるべく人間との共食に近い印象を与えるため、エージェントの見かけは人間に似通っている必要があるからである。また、2)の理由は、エージェントが共食相手の代わりとして食事を行うことで、食事者との疑似的な共食を実現するためである。そして、3)の理由については、エージェントが食事者を模倣することによって、人間との共食に近い効果が得られることを確かめるためである。最後の4)を定義した理由については、模倣条件と比較するため、エージェントがまったく同調を行わない挙動を用意する必要があるからである。

### 3.2 遠隔共食場面の分析

実際の人の行動に即した自然なエージェントによる食事行動を設計するため、実際の遠隔共食場面の映像から食事者の行動を分析した。

#### (1) 分析対象データ

分析の対象とした遠隔共食場面の映像は、互いの姿と声を確認できない異なる2部屋に存在する2者が、ビデオ会議システムのように、ディスプレイに映る相手の映像とスピーカーからの音声を通して共に食事をしている場面である。相手の様子は、画面の人物像に重ならず参加者同士の視線と大きく外れない位置から解像度 640×480 ピクセルの USB カメラで参加者の正面の映像を取得し、それを PC でフルスクリーン表示した画面を相手側のディスプレイに表示した。映像の表示サイズは 827.3mm×620.5mm、解像度は 640×480 ピクセル、フレームレートは 30fps であった。表示する人物の映像は等身大映像とし[10][11]、参加者同士の距離が友人同士では一般的とされる 120cm[12] とするために、画面と参加者との距離を 120cm とした。音声については、参加者同士が支障なく会話できる音量と音質のマイクとスピーカーを使用した。図1に実際の様子を示す。

参加者は大学生2名のペア6組、合計12名(男性4名、女性8名)であり、各ペアの参加者は友人同士であった。また、

性差に着目しないため性別による統制は行わなかった。1回の撮影時間は約16分～25分であった。



図1 分析の対象とした遠隔共食場面

Figure 1 Actual Remote Dining Scene for the Analysis.

#### (2) 分析方法

対象とした映像について、会話分析ソフト i Corpus Studio [13] を用いて食事者の状態を分類しタグ付けした。スプーンなどの食器を把持していない状態、及び空のまま把持している状態をともに Ho (Home) 状態、また、スプーンなどの食器で料理を把持している状態を Hf (Hold food) 状態、そして、把持している料理を口に運んだ状態を E (Eat)状態と定義した。食事者の基本的な行動は、Ho 状態を起点とし、Ho 状態から Hf 状態へ、Hf 状態から E 状態へ移り、その後、Ho 状態に戻るといったものである。

全データに対して、食事者1人につき Ho, Hf, E の3通りの状態のタグ付けを行った。タグ付け時間は、1人当たり5分程度、合計(12名分)で約1時間である。また、タグ付けの範囲は、撮影開始から食事者が会話に慣れてきたことが確認できた時点からの5分間とした。

#### (3) 分析結果

各状態の平均継続時間および、発話を含む各状態の平均継続時間、発話を含まない各状態の平均継続時間を求めた。その結果を表1に示す。また、Ho 状態から Hf 状態への遷移に要する平均時間は 1.5 秒、Hf 状態から E 状態への遷移に要する平均時間は 1.0 秒、E 状態から Ho 状態への遷移に要する平均時間は 0.8 秒だった。発話を含むとは、その状態にあるとき食事者の発話が 1 回以上見られることであり、発話を含まないとは、その状態にあるとき食事者の発話がまったくないことであるとした。発話を含む E 状態が存在しなかったがその理由は、料理を口に運んでいる状態では通常会話ができないことに起因すると考えられる。また、Ho, Hf 状態において、発話が見られる場合はそれぞれの状態の平均状態継続時間が長く、発話が見られない場合はそれぞれの状態の平均状態継続時間が短いことが分かる。

表 1 各状態における平均状態継続時間

Table 1 Average Duration of Each Status.

	Ho状態	Hf状態	E状態
発話を含む場合の平均状態継続時間	8.2秒	7.0秒	
発話を含まない場合の平均状態継続時間	2.5秒	1.3秒	0.7秒
発話を含む/含まないを合わせた平均状態継続時間	7.0秒	5.6秒	0.7秒

### 3.3 システムの構成

システムの構成を図 2 に示す。本システムでは食事者の食事行動を取得するために、Microsoft の Kinect for Windows センサーを使用する。また、Kinect から取得した映像を PC に入力し、エージェントの動作に反映させる。Kinect for Windows センサーは食事者の正面方向ディスプレイの上部に設置する。なお、ディスプレイは 827.3mm×620.5mm、解像度は 640×480、フレームレートは 30.00fps とした。

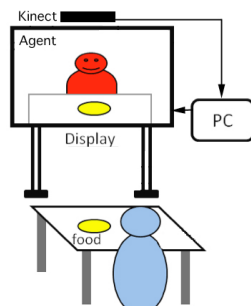


図 2 システムの構成

Figure 2 System Configuration.

### 3.4 エージェントの作成

#### (1) 開発環境

インタフェースエージェントを開発するための環境はいくつかある。国内の十数の大学が共同で開発を進めている擬人化音声対話エージェントを開発するための Galatea Toolkit[14]や、石塚らの、キャラクターエージェントによりプレゼンター不在でも効果的なプレゼンテーションを作成するための MPML(Multimodal Presentation Markup Language)[15]、NHK 放送技術研究所が開発した、三次元仮想空間でのテレビ番組を容易に作成することのできる TVML(TV Program Making Language)[16]、名古屋工業大学国際音声技術研究所が開発した音声インタラクションシステム構築ツールキット MMDAgent[17]などがある。

本研究で提案するエージェントは人間の共食相手の代わりとして人間に近い見かけをもち、また、三次元仮想空間で自然な食事行動を行う必要がある。そこで本研究では、人間に近い外見と関節数を持つエージェントが多数無償提供され、Kinect を利用して取得した実際の人間の動きをモーションデータとして使用できる MMDAgent を開発環境として使用した。また模倣条件において食事行動認識を行うため、Kinect for Windows センサーを用いた。

#### (2) エージェントの作成

エージェントのモデルには MMDAgent に標準のエージェントとして用意されている 3D キャラクターを選び使用

した。エージェントは一般的な女性の外見を持ち、システムの要件 1)を満たす。実験の内容に合わせて、カレーを食べるエージェントとスナックを食べるエージェントの二種類を作成した。エージェントが食事する際の料理として皿に盛られたカレー、スナック、食器としてスプーン、背景として机及び椅子の CG を用いた。これらは、フリーで利用できる素材として提供されているものを活用した[18]。

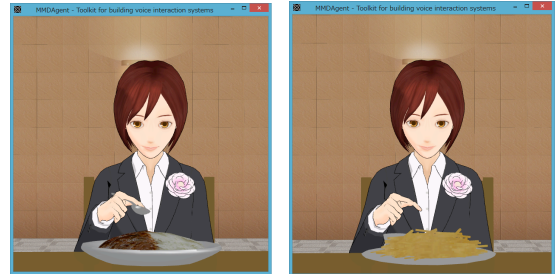


図 3 エージェントの外見

Figure 3 Appearance of the Agent.

#### (3) エージェントの食事行動の作成

エージェントの食事動作として、Kinect for Windows センサーを使用して取得した実験者の食事モーションデータを使用した。モーションデータは 3.2 の分析に基づいて動作の速度を編集し、料理を把持してから口へ運ぶまでの一連の動作を、実験条件に合わせて発話を含まない場合の Hf 状態と E 状態の平均継続時間の和  $Hf+E=2.0$  より、2.0 秒とした。また、食事を行わない待機時間  $Ho=2.5$  秒とした。

待機時間、エージェントは 4.0 秒のサイクルで体幹を前後左右に揺らす待機動作を行う。この待機動作は対照条件でも共通して行われる。

### 3.5 システムの処理

#### 3.5.1 模倣条件

模倣条件では、エージェントが食事者に倣って食事行動を行うために、ディスプレイ上部にとりつけた Kinect for Windows センサーを用いて食事者の食事行動を認識し、食事行動が検出される度に MMDAgent にモーション実行のコマンドを送信する。コマンドを受けた MMDAgent は、3.4 で述べた食事動作のモーションデータを再生する。これによってシステム要件の 2)及び 3)を満たす。

Kinect が認識する骨格座標は図 4 のような全 19 箇所の関節である。実験用システムは使用箇所が食事の席に限定されているため、右手首の関節座標 **HandRight** もしくは左手首の関節座標 **HandLeft** が頭部下方向に十分に接近した場合を、食事を口に運んだ、すなわち食事行動とみなして認識する。食事行動の認識範囲を図 4 にグレーの領域で示した。認識領域の半径は、実験者が実際にシステムを使用して最も誤作動の少なかった 0.3m とする。

エージェントの食事動作は、食事者の食事動作から平均して約 1.3 秒遅れて再生される。

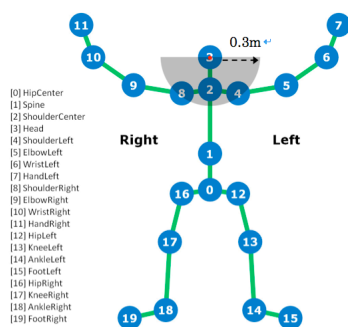


図4 Kinectによる食事行動の認識

Figure 4 Eating Behavior Recognition by Kinect.

### 3.5.2 対照条件

エージェントに、食事者の行動と関係なく自動的な食事行動を行わせるため、MMDAgentの動作をシナリオによって記述した。対照条件では、エージェントは遠隔共食における食事行動を分析した表より、一連の食事動作の継続時間を  $H_o+H_f+E=4.5$  秒として、4.5秒毎にモーションデータを再生することで自動的に食事動作を行う。なお、モーションデータは模倣条件と同じものを用いた。

## 4. パイロットスタディ

### 4.1 エージェントへの慣れに関する実験

#### 4.1.1 目的

エージェントによる食事行動の模倣が、食事者の食事のペースに影響を与え食事継続時間が変化するのはないかという仮説を立て、それを確かめるために実験を行った。

#### 4.1.2 実験デザイン

実験条件は2.3で示した以下の2つの条件である。

参加者は1回の食事を通じて1条件のエージェントと向き合って食事を行う。1日に1条件ずつ2日間に分けて実験を行い、参加者毎に行う条件の順序を入れ替えた。

#### 4.1.3 参加者

本パイロットスタディでは、各回に1名ずつ、計4名が参加した。各参加者と実験条件の組み合わせを表2に示す。

表2 参加者と実験条件

Table 2 Participants and Their Experienced experimental conditions.

参加者	前半	後半
参加者A	模倣条件	対照条件
参加者B	対照条件	模倣条件
参加者C	模倣条件	対照条件
参加者D	対照条件	模倣条件

#### 4.1.4 実験環境

実験は研究室内にテーブルを設置しておこなった。模倣条件の参加者の動作はディスプレイ上部(図5中赤色の円)に設置したKinect for Windowsカメラで取得した。食事者前方のディスプレイにはエージェントが等身大となるように表示した。また、参加者の行動を撮影するために、各地点

にカメラを2台設置した。1台のカメラを参加者の前方(図5中黄色の円)に設置し、上半身及びテーブル上の食事が写るようにした。またもう1台のカメラを参加者の後方(図の撮影方向)に設置し、ディスプレイの映像と参加者の行動が併せて写るようにした。実験の風景を図に示す。



図5 実験の様子

Figure 5 Snapshot of the Pilot Study 1.

### 4.1.5 実験手順

実験中の指示と食事の用意をしてから撮影を開始し、実験者が退出したあとに自由なタイミングで食事を始めてもらう。参加者が食べ終わったら合図してもらい、実験の終了を知らせ、撮影を終了する。その後、参加者に対して、質問紙への回答を依頼し、その回答が終わり次第インタビューを行う。その後、映像の分析を行う。

食事の種類による食事継続時間やエージェントの印象への影響を除くために、全ての参加者の食事をカレーライスとお茶、食器をスプーンに統一した。

### 4.1.6 食事継続時間の計測

実験映像をもとに食事継続時間を測定した。食事継続時間は、最初に料理にスプーンをつけてから、最後に食器を置くまでの時間とした。

### 4.1.7 質問紙

実験条件間における食事の満足度、エージェントの印象、エージェントとの共食感についての違いを明らかにするため食事者に対して、質問紙調査を実施する。食事の満足度に与える要因を検討した岡本の研究[19]によれば、食事の満足度に与える要因には食事の楽しさ、食事の美味しさがあるとされている。さらに、食事の美味しさと咀嚼の関係を検討した山下の研究[20]によれば、ゆっくりと良く噛んで食事をする事で、より味わって食事ができ幸福度が増すとされている。これらから、食事の満足度について、食事は美味しかったか、ゆっくりと食事ができたか、良く噛んで食事ができたか、味わって食事ができたかを問う質問項目を設定した。そして、相手と共食しているように感じるかを問う質問項目を1項目とエージェントの外見と動作の印象を問う質問項目を2項目設定した。これらの全9項目について、9段階尺度で食事者側の参加者から回答を得た。実際の質問項目について表3の左に示す。

### 4.1.8 結果

#### 4.1.8.1 食事継続時間の変化

参加者4名の各条件における平均食事継続時間を比較し



たところ、模倣条件では 321.0 秒、対照条件では 326.3 秒となり大きな違いは見られなかった。

#### 4.1.8.2 質問紙の結果

全然そう思わないを 1 点、そう思わないを 2 点、ややそう思わないを 3 点、どちらかというと思わないを 4 点、どちらともいえないを 5 点、どちらかというと思うを 6 点、ややそう思うを 7 点、そう思うを 8 点、非常にそうおもうを 9 点として回答を得点化し、各質問項目に対する各条件の平均得点を表 3 に示す。

模倣条件と対照条件で比較を行ったところ、両条件の間で 1.0 ポイント以上の差がある項目は見られなかった。

表 3 質問紙の結果 (N=4)

Table 3 Result of the Questionnaire

	質問項目	模倣条件	対照条件
1	食事は美味しかった	7.3	7.3
2	味わって食事することができた	5.5	5.8
3	よく噛んで食事することができた	3.8	4.3
4	ゆっくりと食事することができた	3.0	3.8
5	エージェントの様子が気になった	7.3	6.8
6	エージェントの印象は良かった	6.0	6.0
7	エージェントの外見は自然だった	5.5	5.5
8	エージェントの振る舞いは自然だった	3.0	3.8
9	エージェントと一緒に食事をしているように感じた	3.5	3.3

#### 4.1.8.3 インタビュー結果

質問紙への回答後に、回答の補足的説明や自由なコメントを得るためにインタビューを行った。

エージェントの印象について、4 人中 2 人から「見知らぬ他人に食事の様子を観察しているように感じて気まずい」という意見が得られた。

2 条件の実験を終えた後、両者の比較を問う質問では、エージェントに「慣れた」ため条件の内容にかかわらず 2 回目の実験の方がエージェントに違和感を覚えることなくゆっくり食事を行うことができた、という回答が 4 人中 2 人から得られた。

#### 4.1.8.4 インタビューをふまえた比較

インタビューから、エージェントの慣れがエージェントの印象に影響を与えることが示唆されたため、実験の結果を前半群、後半群に分け比較を行った。参加者が初めて体験した実験を前半群とし、参加者が 2 度目に体験した実験を後半群とする。前半群と後半群はそれぞれ 2 件ずつの模倣条件、対照条件の結果を含む。

前半群と後半群の平均食事継続時間を比較したところ、前半群では 282.5 秒、後半群では 364.8 秒となり、前半群に比べて後半群では 82.3 秒平均食事継続時間が長くなり、ゆっくり食事を摂っていることが分かった。

また、質問紙調査の結果を前半群と後半群で比較した結果を表 4 に示す。よく噛んで食事をすることができたかを問う項目 3、ゆっくりと食事をすることができたかを問う項目 4、エージェントの振る舞いは自然だったかを問う項目 8 では、どちらも前半群に比べ後半群では 1.0 ポイント以上得点が大きく、エージェントへの慣れが食事の印象に

与える影響を示唆している。またエージェントの様子が気になったかを問う項目 5 では、後半群にくらべ前半群の方が 2.5 ポイント得点が高く、これもエージェントへの慣れから違和感が軽減されたものと考えられる。

前半群と後半群の比較から、エージェントへの慣れがエージェント自身への印象や食事の印象に与える影響が大きいことが再確認された。

表 4 質問紙の結果:前半群と後半群の比較 (N=4)

Table 4 Result of the Questionnaire: First Half and Latter Half

	質問項目	前半群	後半群
1	食事は美味しかった	7.3	7.3
2	味わって食事することができた	5.5	5.8
3	よく噛んで食事することができた	3.5	4.5
4	ゆっくりと食事することができた	2.8	4.0
5	エージェントの様子が気になった	8.3	5.8
6	エージェントの印象は良かった	5.8	6.3
7	エージェントの外見は自然だった	5.3	5.8
8	エージェントの振る舞いは自然だった	2.5	4.3
9	エージェントと一緒に食事をしているように感じた	3.3	3.5

## 4.2 食事行動回数に関する実験

### 4.2.1 目的

食事行動を模倣するエージェントを用いることで、模倣しない場合に比べて積極的に食事を摂ってもらえる、つまり食事行動回数が多くなるという仮説を立て、それを確かめるために実験を行う。

### 4.2.2 実験デザイン

実験条件は 2.3 で示した以下の 2 つの条件である。

- 1) 模倣条件
- 2) 対照条件

参加者は 1 回の食事を通じて 2 条件のエージェントと向き合って食事を行い、参加者毎に実施する条件の前後を入れ替えた。

### 4.2.3 参加者

本パイロットスタディでは各回に 1 名ずつ、計 2 名が参加した。1 人目の参加者では前半に模倣条件、後半に対照条件、2 人目の参加者では前半に対照条件、後半に模倣条件のエージェントを表示した。

### 4.2.4 実験環境

実験は研究室内のソファとテーブルを用いておこなった。模倣条件の参加者の動作はディスプレイ上部(図 6 中赤色の円)に設置した Kinect for Windows カメラで取得した。食事者前方のディスプレイには、エージェントが等身大となるように表示した。また、参加者の行動を撮影するために、各地点にカメラを 2 台設置した。1 台のカメラを参加者の右斜め前方(図 6 中黄色の円)に設置し、上半身及びテーブル上の食事が写るようにした。またもう 1 台のカメラを参加者の後方(図の撮影方向)に設置し、ディスプレイの映像と参加者の行動が併せて写るようにした。カメラは参加者から見えないよう、研究室の機材等に隠して設置した。実験の風景を図 6 に示す。



図 6 実験の様子

Figure 6 Snapshot of the Pilot Study 2.

#### 4.2.5 実験手順

本実験では、参加者に自然な食事行動をとってもらうため、実験準備のための待ち時間と偽ってデータを取得する。事前にカメラとエージェントを起動し、テーブルにスナック菓子を配置した部屋に参加者を導く。実験で使用するソファに座ってもらい、実験の準備に 15 分ほど時間がかかるので待っていてもらう旨を説明する。その間飲食は自由に行なってもらって構わない旨を告げて実験者は退出する。7 分後、参加者に気づかれないように仕切りの向こうからエージェントの挙動を切り替える。14 分後、参加者に実験の終了を知らせ、撮影を終了する。その後、参加者に対して、待ち時間が実験であったこと、実験の真の趣旨についてデブリーフィングをし、インタビューを行う。

食事の種類による食事行動回数への影響を除くために、また食事行動回数に対する食事量が一定となるように、全ての参加者の食事をスナック菓みに統一した。

#### 4.2.6 結果

##### 4.2.6.1 食事行動回数の変化

実験映像をもとに食事行動回数を計測した。一回の食事行動は、スナックを手に取り口に運ぶまでとした。

1 人目の参加者は模倣条件で 8 回、対照条件で 11 回の食事行動を行い、2 人目の参加者は模倣条件で 1 回、対照条件で 2 回の食事行動が見られた。2 人目の参加者のようにほとんど食事行動を行わない場合、模倣条件ではエージェントも食事行動を行わず、意図した効果が得られないという問題点が示された。

##### 4.2.5.3 インタビュー結果

「自由に食事をして待っていてくださいと言われても、遠慮してあまり食事できない」という意見が 2 名中 1 名から得られた。また 4.2.6.1 で述べたように、模倣条件のエージェントがほとんど食事動作を行わなかった上で、2 名中 2 名ともから「エージェントが食事動作をした方が食事しやすい」という意見が得られた。

## 5. 実験

### 5.1.1 目的

パイロットスタディの結果に基づき、エージェントが食事

行動を行うことで、食事行動をまったく行わない場合に比べてよりくつろいで食事を摂ってもらえるのではないかと仮説を立て本実験を行った。

### 5.1.2 実験デザイン

#### 1) 食事条件

エージェントは 4.5 秒毎に自動的に食事動作を行う。パイロットスタディにおける対照条件と同一である。

#### 2) 非食事条件

エージェントは全く食事動作をせず、待機動作のみ行う。

### 5.1.3 参加者

本実験では各回に 1 名ずつ、計 6 名が参加した。各参加者と実験条件の組み合わせを表 5 に示す。

表 5 参加者と実験条件

Table 5 Participants and Their Experienced Experimental Conditions.

参加者	前半	後半
参加者A	食事条件	非食事条件
参加者B	非食事条件	食事条件
参加者C	食事条件	非食事条件
参加者D	非食事条件	食事条件
参加者E	食事条件	非食事条件
参加者F	非食事条件	食事条件

### 5.1.4 実験環境

実験は研究室内にテーブルを設置して行った。食事者前方のディスプレイに、エージェントが等身大となるように表示した。また、参加者の行動を撮影するために、各地点にカメラを 2 台設置した。1 台のカメラを参加者の前方(図 7 中黄色の円の位置)に設置し、上半身及びテーブル上の食事が写るようにした。またもう 1 台のカメラを参加者の後方(図 7 の撮影方向)に設置し、ディスプレイの映像と参加者の行動が併せて写るようにした。実験の風景を図 7 に示す。



図 7 実験の様子

Figure 7 Snapshot of the Experiment.

### 5.1.5 実験手順

4.1.5 で述べた手順と同じ手順で実験を行う。

### 5.1.6 食事継続時間の計測

4.1.6 で述べた計測方法で食事時間を計測する。

### 5.1.7 質問紙

4.1.7 で述べたものと同一の質問紙を用いる。

### 5.1.8 結果

#### 5.1.8.1 食事継続時間の変化

参加者 6 名の各条件における平均食事継続時間を比較し

たところ、食事条件では 431.3 秒、非食事条件では 415.2 秒となり、非食事条件に比べて食事条件では 16.1 秒平均食事継続時間が長くなった。また前半群と後半群の比較では、前半群で平均 417.0 秒、後半群で平均 429.0 秒となり、後半群の方が 12.0 秒平均食事継続時間が長くなった。

これらの結果から、非食事条件に比べて食事条件の方がゆっくりと食事を摂ってもらえることが明らかになった。

また、エージェントへの慣れの影響も再確認された。

#### 4.1.8.2 質問紙の結果

全然そう思わないを 1 点、そう思わないを 2 点、ややそう思わないを 3 点、どちらかというと思わないを 4 点、どちらともいえないを 5 点、どちらかというと思うを 6 点、ややそう思うを 7 点、そう思うを 8 点、非常にそうおもうを 9 点として回答を得点化し、各質問項目に対する各条件の平均得点を表 6 に示す。

ゆっくりと食事をすることができたかを問う項目 4、及びエージェントとの共食感を問う項目 9 で非食事条件に比べて食事条件では 1.0 ポイント以上高くなり、特に項目 9 では 3.5 ポイントの差が見られた。

このことから、非食事条件に比べて食事条件ではゆっくり食事を摂っていることを参加者も実感していることが示された。また、エージェントの食事行動の有無が共食感に大きな影響を与えることも明らかになった。

加えて、前半群と後半群での比較を表 7 に示す。エージェントの外見の自然さを問う項目 7、エージェントの振る舞いの自然さを問う項目 8 で、食事条件と非食事条件の比較では見られなかった 1.0 ポイント以上の差があらわれ、エージェントそのものへの印象がエージェントへの慣れに左右されることが再確認された。

表 6 質問紙の結果 (N=6)

Table 6 Result of the Questionnaire

質問項目	食事条件	非食事条件
1 食事は美味しかった	6.8	7.3
2 味わって食事することができた	5.8	5.8
3 よく噛んで食事することができた	5.5	4.8
4 ゆっくりと食事することができた	5.0	3.7
5 エージェントの様子が気になった	7.3	7.8
6 エージェントの印象は良かった	5.7	5.5
7 エージェントの外見は自然だった	5.3	5.0
8 エージェントの振る舞いは自然だった	4.0	3.5
9 エージェントと一緒に食事をしているように感じた	6.2	2.7

表 7 質問紙の結果:前半群と後半群の比較 (N=6)

Table 7 Result of the Questionnaire: First Half and Latter Half

質問項目	前半群	後半群
1 食事は美味しかった	7.0	7.2
2 味わって食事することができた	6.2	5.5
3 よく噛んで食事することができた	5.3	5.0
4 ゆっくりと食事することができた	4.5	4.2
5 エージェントの様子が気になった	7.7	7.5
6 エージェントの印象は良かった	5.7	5.5
7 エージェントの外見は自然だった	4.5	5.8
8 エージェントの振る舞いは自然だった	3.0	4.5
9 エージェントと一緒に食事をしているように感じた	4.3	4.5

#### 4.1.8.3 インタビュー結果

インタビュー調査の結果、6 名中 4 名が、食事条件のエージェントの方が非食事条件のエージェントよりも好ましかったと答えた。一方で、食事条件ではエージェントと自分

の食事スピードが異なるために自分のペースを乱され、食事がしづらかったという意見も 6 名中 2 名から得られた。

6 名中 3 名からは、非食事条件のエージェントは自分を観察しているようで落ち着かないという意見が得られた。

## 6. 関連研究

### 6.1 共食コミュニケーション支援に関する研究

現代では、日常生活のあらゆる場面において ICT (Information and Communication Technology) が応用されてきている。例えば、チェーン居酒屋のオーダーリング端末や、大型のタッチパネルディスプレイを食事のテーブルとして利用するレストランが登場している[21]。また、大塚らの開発する Group FDT(Future Dining Table)は、食事者の食事状況を認識し自動で適切な料理を推薦したり、会話状況の認識に基づき会話に参加していない人に話題となるコンテンツをテーブルに表示する [22][23]。

また、互いに離れて暮らしている場合でも共食を実現するシステムの開発も進められている。アクセンチュア社が試作した Virtual Family Dinner[5]では、ユーザはテーブルに料理を置いた時に表示されるコンタクトリストから食事をしながら会話したい人に連絡を取ることができ、互いに映像と音声を通して会話をしながら食事することができる。また、Wei らは遠隔地間でより相手のプレゼンスを高め共食することを目指した CoDine を開発している[6]。CoDine では、遠隔操作で相手の食器を移動可能な装置をテーブルに埋め込むことで相手のために料理を取り分ける機能、また、テーブルクロスに描いたメッセージを相手のテーブルクロスに表示させる機能などが用意されている。

### 6.2 食事場面におけるインタフェースエージェント

食事場面におけるインタフェースエージェントとして、佐野らの食事コミュニケーション活性化のためのエージェントがある[24]。この研究では、食事時のコミュニケーションを活性化させるエージェントを提案し、設計方針を示している。食事時のコミュニケーション支援を実現するには 質問応答からエピソードを抽出、蓄積し、コミュニケーションを促進するような対話生成が必要であるとしている。また、食卓の状態や食事行動からストレスを与えない発話タイミングを生成する機能も必要と述べている。

### 6.3 模倣するロボット

斎藤らの、ロボットの同調行動が人に与える影響の研究によれば、人間とカードゲームを行うロボットが、人間の動きを模倣することによって、ロボットがより「人間的である」と感じられるようになったり[8]、ロボットのテディベアが人の行動を模倣することによって人とロボットとのインタラクションが客観的に見て「楽しそう」になることが示されている[9]。

本研究では、これまでの孤食者に対する共食支援システムが遠隔地等に人間の共食相手が得られることを前提にし、

その効果を確かめていたのに対して、擬人化されたエージェントシステムそのものによって人間との共食時に近い効果が得られることを確かめるのが目的であり、そのような研究はこれまで行われていない。

## 7. まとめ

本研究では孤食者を支援するための共食エージェントの設計指針を示すにあたり、擬人化エージェントによる食事行動のあり方が食事に及ぼす影響を確かめるための実験を行った。それぞれエージェントへの慣れの影響と食事行動回数への影響を確かめるための2つの実験のデザインを行い、パイロットスタディを実施。それに基づき、エージェントの食事行動の有無の影響を確かめる実験を行った。

エージェントへの慣れに関する実験の結果、インタビューからエージェントが「こちらの食事をじっと観察している他人」といった違和感を与えてしまう問題点が明らかになった。しかし一方で実験参加者のエージェントへの慣れが食事やエージェントの印象、また食事継続時間に与える影響が明らかになり、エージェントへの違和感も慣れによって解決できる可能性がある。

食事行動回数に関する実験の結果、食事行動が頻繁に行われぬ場合、模倣条件のエージェントは長時間静止することになり、参加者に圧迫感を与えてしまう可能性がある問題点が明らかになった。一方でエージェントが食事を行うことで、食事しやすいと感じるという意見も得られた。

またエージェントの食事行動の有無に関する実験の結果、エージェントが食事を行わない場合に比べて食事行動を行う場合ではより共食感が得られ、体感においても実際の食事継続時間においてもゆっくりとした食事ができることが明らかになり、エージェントが食事行動を行うことの有効性が示された。

## 参考文献

- 1) 外山紀子, 食事概念の獲得: 小学生から大学生に対する質問紙調査による検討, 日本家政学会誌, Vol.41, No.8, pp.701-714(1990).
- 2) K. Sellaeg and G. E. Chapman. : Masculinity and food ideals of men who live alone, *Appetite*, 51(1), pp.120-128(2008).
- 3) 井上智雄, 大武美香: 多人数会話における食事の有無の影響—会話行動の平準化—, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.3, pp.19-29(2011).
- 4) 坂井信之: 共食することによって生じる「おいしさの亢進」に関する行動科学的研究, 食生活科学・文化及び環境に関する研究助成研究紀要, 25, pp.69-80(2010).
- 5) Gizmodo: Virtual Meals Let You Pig Out with Distant Relatives. <http://gizmodo.com/accenture-virtual-family-dinner/>
- 6) J. Wei, X. Wang, R. L. Peiris, Y. Choi, X. R. Martinez, R. Tache, J. T. K. V. Koh, V. Halupka, and A. D. Cheok. "Codine: an interactive multi-sensory system for remote dining". In Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing, UbiComp '11, pp. 21-30, New York, NY, USA(2011).
- 7) J. Conger, A. Conger, P. Costanzo, K. Wright, and J. Matter. The effect of social cues on the eating behavior of obese and normal subjects.

J Pers, 48(2):pp.258-271(1980).

- 8) 齋藤千夏, 高橋英之, 岡田浩之, 金岡利知, 渡辺一郎玉川大学, (株)富士通研究所: 無意識的同調がロボットへの親和性に与える影響, The 26th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence(2012).
- 9) 齋藤千夏, 高橋英之, 岡田浩之: 模倣がロボットに対する親近性に与える影響—視線と質問紙からの検討—, HAI シンポジウム (2011).
- 10) 山下淳, 葛岡英明, 山崎敬一, 山崎晶子, 加藤浩, 鈴木栄幸, 三樹弘之: 相互モニタリングが可能な遠隔共同作業支援システムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 4(3), pp.495-504, (1999).
- 11) 山下直美, 葛岡英明, 平田圭二, 青柳滋己, 白井良成, 梶克彦, 原田康徳: 身体の動きを伴う遠隔協調作業支援における上半身映像の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.51, No4, pp.11520-1162(2010).
- 12) 渋谷昌三: 人と人との快適距離, NHK Books, (1990).
- 13) 来嶋宏幸, 坊農真弓, 角康之, 西田豊明: マルチモーダルインタラクション分析のためのコーパス環境構築, 情報処理学会研究報告 (ヒューマンコンピュータインタラクション), Vol.2007, No.99 (2007).
- 14) 嵯峨山茂樹: 擬人化音声対話エージェントツールキット Galatea, 情報処理学会研究報告, 2002-SLP-45-10, pp.57-64(2003).
- 15) 筒井真之, 石塚満: キャラクタエージェント制御機能を有するマルチモーダル・プレゼンテーション記述言語MPML, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.4, pp.1124-1133 (2000).
- 16) WELCOME TO TVML SITE - TV Program Making Language <http://www.nhk.or.jp/strl/tvml/index.html>
- 17) MMDAagent -Toolkit for building voice interaction systems- <http://www.mmdagent.jp/>
- 18) 落として使い倒せ! 3DCG モデル & MikuMikuDance フリー素材集 | 【食品】 お料理アクセサリ 【MMD】
- 19) 岡本 美紀: 女子大生の食事の満足感に与える要因の検討, 長崎国際大学論叢, 第 11 巻, pp.105-117(2011).
- 20) 山下 秀一郎: 咀嚼と「おいしさ」, 東京歯科大学学会, 112 巻, 2 号(2012).
- 21) inamo restaurant. "inamo restaurant, Soho, London - interactive oriental fusion restaurant and bar". <http://www.inamo-restaurant.com>
- 22) Yuichiro Otsuka, Junshan Hu, Tomoo Inoue, : Tabletop dish recommendation system for social dining: Group FDT design based on the investigation of dish recommendation, *Journal of Information Processing*, Vol.21, No.1, pp.xx, 2013. (in press).
- 23) Yuichiro Otsuka, Tomoo Inoue, : Designing a conversation support system in dining together based on the investigation of actual party, *Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.1467-1472, Seoul, Korea.(2012).
- 24) 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 西口敏司: 食事コミュニケーションの活性化のためのエージェント(生活メディア(1):コミュニケーション, 日常生活におけるメディア技術), 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 110(35), pp.19-20