

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 4月25日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500104

研究課題名（和文） 豊かな食生活のための会食支援システムの開発研究

研究課題名（英文） Helping dining together for convivial meal

研究代表者

井上 智雄（INOUE TOMOO）

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：40307666

研究成果の概要（和文）：

食卓周辺を対象とした ICT 活用を提案し、その具体例として会食支援システムの開発を進めた。ICT 技術の活用により提供できるより豊かな食生活を、プロトタイプの開発を含めて示すことに成功した。(1) 対面会食の分析、(2) 対面会食支援システム、(3) 分散会食に用いる映像の分析、(4) 分散会食支援システム、(5) 時差会食支援システム、の各項目において大きな成果をあげた。

研究成果の概要（英文）：

This research aimed to propose extensive use of information and communication technologies around a dining table, and demonstrate how it improves our dietary live. We succeeded to achieve this goal including developing prototype systems. The main contributions are in (1) Face-to-face co-dining analysis, (2) Face-to-face co-dining support system, (3) Analysis on the image for remote co-dining, (4) Remote co-dining system, and (5) Time-shifted co-dining system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：情報システム工学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：グループウェア、コミュニケーション支援システム、共食コミュニケーション、会食支援、多人数インタラクション、ビデオコミュニケーション、マルチモーダル

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 社会における情報技術の動向

情報技術が社会の各分野で実用されている。情報技術導入・活用の恩恵はあらゆる領域に及び、e-Japan、u-Japan を踏まえて、総務省の ICT 成長力懇談会がまとめた「xICT ビジョン」でも言及されているように、ICT の競争力が国の競争力と直結してい

る。また、情報基盤は世界最高水準であるが、ICT の利活用は十分ではない。この認識から、今後はさらに社会のあらゆる領域における ICT の利活用が望まれている。

近年は、情報コミュニケーション技術は、ビジネスだけでなく、我々の日常生活にも入り込み、「情報化」以前の環境を変えつつある。従来の ICT の活用は、第一に競争力の強化を目的としており、その普及に伴う負の側

面の認識から「安全・安心」の提供が次の目的となってきた。これらのさらに次の ICT の役割として、現代の人々の健康や豊かさへの貢献が考えられる。

関連する社会的動向としては、例えば、「経済大国」であるだけでなく「知的存在感のある国」たらんとする我が国の方向は、物質的目的からより精神的目的にシフトしたものと見える。また、D.A. Norman は、2004 年出版の著書「Emotional Design」において、使いやすさや効率ではない、美しさや愛らしさの重要性を説いている。このような動向に関連する学術的な会議としては、2008 年に、Workshop on Designing Cute Interactive Media が ACM の国際会議 DIS2008 の併設ワークショップとして開催されている。

特に本研究に関する社会動向としては、2005 年に成立した食育基本法がある。これは現代社会において適切な食事が行われないことによる様々な問題が発生していることを背景に、食を通じて心身の健康を増進し、健全で豊かな社会の実現を目的とするものである。

本提案は、このような動向の中で、健康や豊かさへの貢献を目的とする ICT 活用を提案し、そのフィージビリティを示すシステム開発を行うものである。

## (2) 関連研究

ICT は日常生活にも入り込んできているが、食事環境は他に比べて情報化が遅れている環境の一つである。外食産業等では、カフェテリアで選んだ料理から摂取カロリーが表示されるなどの簡単なサービスは存在する。また、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループの料理メディア研究会（現在は名称変更し、食メディア研究会）では、研究発表が 2007 年より行われている。しかし、手順の比較的明確な作業ということから、台所での調理支援環境に関する検討が多く、食事をする場である食卓についてはほとんど扱われてこなかった。

食卓を対象とした研究は始まったばかりといえるが、これまでに、たとえば皿に写真を投影して食事時の話題提供とするシステム、料理の色に合わせた色の縁取りを皿に投影して食事の見栄えを良くするシステムがある。また、テーブルに投影されるメニューによる注文システムを備えるレストランがロンドンにある。これらはその目的において本研究と共通する点があるが、技術的にはいずれも簡易なオブジェクト認識である。我々は、本研究提案までに食事者の行動を含めて食事状況をリアルタイムに認識し、その状況に応じてサービスを提供するシステムを発表していた。本研究の対面会食支援システムは、食事者の状況に合わせた支援を行うシス

テムを開発研究する点で先頭を走っており、また複数人を対象とする点で類例がなかった。また、本提案の分散会食支援システムも類例がなかった。

## 2. 研究の目的

あらゆる領域で情報コミュニケーション技術 (ICT) 利活用が進められている中で、今後重要性が増大する、人々の健康や精神的豊かさへの貢献を目的として、食卓周辺を対象とした ICT 活用を提案する。食卓周辺の ICT 活用を整理分類し、これにもとづいて、ICT が十分活用されていないと特に考えられる領域を主な対象とし、複数の要素からなる会食支援システムを開発する。

具体的には、複数人が集う会食において食事や会話のきっかけを提供する対面会食支援システム、および複合現実感技術とネットワークにより一人の食事「孤食」を防止する分散会食支援システムを開発する。開発にあたって、特に人のコミュニケーション特性を分析・考慮したデザインとする。このシステムの開発研究により、会話あふれる豊かな食卓の実現を目指し、新たな ICT 活用の価値を示す。

## 3. 研究の方法

3 年の研究期間の間に、次のように研究を進めることを計画した。

まず、複数人の対面状況の会食を対象として、会食を食事とコミュニケーションの観点から分析し、工学的応用を考慮した会食行動モデルを構築する。この結果に基づいて、コミュニケーション状況と食事状況を考慮して適当なタイミングでサービスを行う、対面会食支援システムを開発する。これまでに開発中の、食事状況を実時間認識する料理推薦システムをベースに複数人化して対応する。

さらに、地理的に分散した複数人、そして食事時間の異なる複数人による分散会食支援システムを開発する。

以上により、会食という営みの理解と共に、ICT 活用によって、豊かな食卓を実現できることを示す。

### (1) 初年度

会食支援を効果的に行うには、システムがどのような介入を参加者に行うことができるかを調べるために、まず会食の行動を映像音声で記録し、分析した。摂食行動は数種類の典型的動作パターンとしてとらえて記録した。また、コミュニケーションについては、これまでの対面状況および分散状況でのバーバル（発話）とノンバーバル（視線行動等）両方の分析経験を活かし、ビデオカメラ等の

データ記録装置をより充実させ、3者の会食行動も分析対象とした。

食事を伴うコミュニケーションが、従来の対象である食事を伴わないコミュニケーションとどのように異なるかを検討することも重要な課題とした。従来のコミュニケーション支援は食事を伴わない状況しか対象としていないため、今後支援対象とする食事を伴うコミュニケーションがそれと異なるようであれば、そのことは支援に重要な影響を与えるためである。

また、システム設計に役立てるため、会食行動の分析と並行して、外食サービスにおけるサービスノウハウも調査した。これらの結果は、システムがサービスを提供するための適切なタイミングを設計するために利用した。

次に、食卓周辺のICT活用について整理分類し、今後開発すべきシステムの対象領域を明らかにした。

その後、対面会食支援システムの設計と実装を行った。すでに開発を進めていた、個人を対象とした料理推薦システムの技術も応用して、対面の会食において適当なタイミングで料理推薦と話題提供サービスを行うシステムを設計、実装した。

#### (2) 次年度

次年度には、地理的に2地点間に分散した複数人による分散会食支援システムに関わる研究を進めた。

まず、対面状況と異なる点で従来検討されていないこととして、食事の映し方がある。会話のみの場合は参加者を映してきた。会話のみではない遠隔コミュニケーションは、従来遠隔作業支援で検討されてきたが、これは一方が他方に指示をする形であり、会食状況とは根本的に異なる。会食においては、各参加者は自分の食事があり、その食事という作業も各自がするからである。そこで、互いの食事の映し方が会食コミュニケーションに何らかの影響を与えるのかを実験的に検討した。

システムについては、従来の分散会議システムでは映像音声をただ伝送する形であり、この形について改めて検討することを通じて、分散会食支援システムのあり方を検討した。その後、分散会食支援システムを新たに設計・開発した。

#### (3) 最終年度

最終年度は、支援領域を地理的な分散だけでなく、さらに時間的な分散にも広げた。遠隔のために時差があったり、生活リズムの違いのために食事時間が異なったりして、同時に食事をとることが簡単ではないような場合でも、時間を隔てて疑似的に会食ができる

ようなビデオコミュニケーションシステムの研究をおこなった。

ビデオ録画を相手として会食をすることを考えると、その場でのやり取りがその仕組みからできないのはもちろんである。しかし、それ以外にも一方だけが勝手に食事を進めるということになり、食事のペースを合わせるということがない。この点について工夫をし、食事状況を同調させることで会食をしている感覚に近づけることを考えた。このような工夫が会食支援に有効かを検討した。

#### 4. 研究成果

健康や豊かさに重要な食事時を支援するICT活用を実証的に示すことに成功した点で大きな社会的意義があった。

特に開発システムは、現代の食生活の問題である「孤食」問題の軽減に貢献すると考えられ、本研究によって示された知見と方向性は、今後関連研究・産業に与える影響が大きいと思われる。

以下に本研究の主な成果について記述する。

##### (1) 対面会食の分析

本研究の対面会食支援を検討するにあたり、対面会食コミュニケーションがどのようになされているのかを分析した。

食事を伴う会話はそうでない会話と比べてよい印象があるがそれはなぜだろうかという疑問に答えること、また、それがコミュニケーション支援に与える示唆を得ることを直接の目的として、食事を伴う状況での会話はそうでない会話と異なるのか、異なるとすればどのように異なるのかについて、3者間会話を題材として、発話とジェスチャを計量し分析した。

その結果、食事時の会話における、発話やジェスチャの減少だけでなく、参加者間での会話の偏りが減少すること（会話の平準化現象）が確認された。この特徴は、共食時の会話の肯定的印象と結びついていると考えられた。世界で初めて発見されたこの現象は、コミュニケーションの制御方法を示すものでもあり、今後のコミュニケーション支援に与える意義が非常に大きいと考えられる。

この成果は、コミュニケーション研究、中でも発話行動と食事行動の時系列的な関係についての分析研究に大きな刺激を与えたと考えている。

##### (2) 対面会食支援システム

多人数で対面会食をしている場を支援するシステムを開発した。Group FDT (Future Dining Table)と呼ばれるこのシステムは、ユーザの食事状況を常時チェックしていて、



図1 対面会食支援システムの外観

適切なタイミングで料理を推薦する。

食事状況は食卓の上に設置したカメラによって、ユーザの食事行動を認識、記録した。また、料理の残量を認識、記録した。料理の種類は皿と紐づけておき、皿を認識することでどの料理を誰が食べたかを認識した。料理推薦のタイミングや、推薦する料理の画像を表示する食卓上の位置はそれぞれ実験結果に基づいている。

さらに、ユーザの会話状況も各ユーザの音声の有無と頭部方向の認識から推定し、会話への参加が見られないユーザに対して、会話のきっかけとなるような情報を提供する。会話状況の推定は実際の会食の分析結果に基づいている。

現代の日本では、労働力の不足が問題になりつつあり、外食サービス産業でも人員が十分とはいえない。その結果、追加注文の多い居酒屋のような場所でも客の食事状況を考えて行き届いたサービスは難しくなっており、このような支援システムの意義は今後増大すると思われる。

### (3) 分散会食に用いる映像の分析

分散会食コミュニケーション支援システムの設計指針を得るために、2者による対面会食場面と分散会食場面のコミュニケーション行動を比較し、さらに分散会食場面において互いの食事が見える場合と見えない場合を比較した。

その結果、食事が見えない場合には発話がより短くなり、発話衝突がより多く発生し、また、視線を相手に向ける頻度が高くなることがわかった。分散会食コミュニケーションにおいては食事を見せることで、より対面状況に近づくことが示唆された。

従来の映像と音声による分散コミュニケーション支援では、食事を含む状況は考えられてこなかったが、近年は日常生活においてビデオチャットなどの遠隔コミュニケーションシステムを利用する機会が増えている。日常生活では食事をしながら会話をするこ

とはごく普通であるので、食事をしながらの遠隔会話も増えてくると考えられる。

本成果は、このような状況を踏まえて分散会食コミュニケーションの効果的支援を目的とした重要な基礎的成果である。

### (4) 分散会食支援システムの外観



図2 分散会食支援システムの外観

従来の映像音声を単に接続するだけのビデオ会議システムでは、遠隔ユーザとの会話で相手が遠隔にいることを意識していた。

本システムでは、遠隔ユーザの背景映像を、その映像を見るもう一方のユーザのいる場所の映像になるように工夫した。具体的には、遠隔地点において取得した映像から人物だけをリアルタイムで抽出し、こちらのユーザ側ではディスプレイで隠れて見えない背景部分をリアルタイムでその背景としてディスプレイ上で合わせて表示した。

その結果、従来のビデオ会議システムと比べて、より高い同室感が得られることが分かった。

このシステムは、当初新たな分散会食支援システムを設計する目的で、従来の遠隔会議システムの問題点を検討して生まれた。ここで提案した、画像処理によって分散地点のユーザとの同室感を高める手法は会食に限定されるものではないため、一般的に高臨場感ビデオコミュニケーションシステムと呼ぶことができる。

BHS (Being Here System) と呼ぶ本システムは、低コスト、簡単で頑健な仕組み、可動性の高さなどの極めて高い実用性を備えている。無料で普及している簡易なビデオ会議アプリケーションや、ビジネス向けの高価なビデオ会議環境に対しても、独自の優位性を持つため、関連産業へのインパクトも大きいと思われる。

### (5) 時差会食支援システム

地理的に離れていたり、生活リズムがずれていたりするために食事を一緒にとることが難しい人たちを対象として、食事をしながらコミュニケーションを楽しむ仕組みを提供するための KIZUNA と呼ぶデザインを提案した。



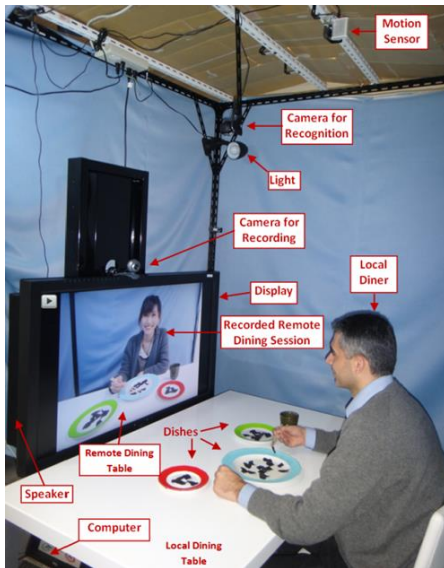


図3 時差会食支援システムの外観

一緒に食事をしながら会話をする状況を想定したビデオメッセージにおいて、その視聴者の食事の進捗状況に合わせて、ビデオメッセージ中の人物の食事の進捗状況を同調させることによって、臨場感の向上などコミュニケーションに有用な効果が得られ、コミュニケーション行動にも変化が生じることを確認した。

このように時差ゆえに食事を共にできない状況も近年増加しており、孤食の一要因になっている。本研究は、孤食問題の解消にも貢献するもので、社会的にも意義の大きい成果と思われる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 34 件)

1. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Setting the best view of a virtual teacher in a mixed reality physical-task learning support system, The Journal of Systems and Software, 査読有、Vol. 86、pp. 1738-1750、2013
2. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Virtually dining together in time-shifted environment: KIZUNA design, Proc. of the 2013 ACM SIGCHI Conference on Computer Supported Cooperative Work, 査読有、2013、779-788
3. 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, 査読有、Vol. 21、No. 1、2013、100-108
4. 古川大智、井上智雄、食事の見え方が異なる2つの遠隔共食場面と対面共食場面におけるコミュニケーションの違い、情報処理学会論文誌、査読有、Vol. 54、No. 1、pp. 266-274、2013
5. Tomoo Inoue, Iterative design of adaptive tabletop dish recommendation by the real-time recognition of dining status, International Journal of Informatics Society, 査読有、Vol. 4、No. 1、pp. 51-58、2012
6. 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, 査読有、pp. 1467-1472、2012
7. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Development of KIZUNA system to realize time-shifted virtual co-dining, Proceedings of the 6th International Conference on Collaboration Technologies, 査読有、pp. 36-41、2012
8. Junshan Hu, Yuichiro Otsuka, Tomoo Inoue, Automatic dish recommendation system for people dining together: The Group FDT, Proceedings of the 6th International Conference on Collaboration Technologies, 査読有、pp. 42-47、2012
9. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Being Here: Enhancing the presence of a remote person through real-time display integration of the remote figure and the local background, Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, 査読有、Vol. 17、No. 2、pp. 101-109、2012
10. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Building a high realistic media space by superimposing a remote person's figure on the local view, Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 査読有、pp. 416-422、2012
11. Tomoo Inoue, Jump-in-Ad: Embedding a viewer's face to an advertisement for increasing attention, International Journal of Informatics Society, 査読有、Vol. 3、No. 3、pp. 109-115、2012
12. Mamoun Nawahdah, Tomoo Inoue, Motion adaptive orientation adjustment of a virtual teacher to support physical task learning, Journal of Information Processing, 査読有、Vol. 20、No. 1、

- pp. 277-286, 2012
13. 井上智雄、ナワーダ・マモーン、遠隔ユーザと同室コミュニケーションを可能にする Being Here System、電子情報通信学会研究報告、査読無、Vol.112、No.221、pp.71-76、2012
  14. 古川大智、檜垣雄也、井上智雄、2者間遠隔映像コミュニケーションにおける食事の有無の効果、査読無、電子情報通信学会研究報告、Vol.112、No.176、pp.37-41、2012
  15. 大塚雄一郎、ナワーダ・マモーン、井上智雄、時差共食コミュニケーションシステム KIZUNA の開発、電子情報通信学会研究報告、査読無、Vol.112、No.75、pp.85-90、2012
  16. 古川大智、井上智雄、遠隔2者間共食コミュニケーションにおける食事映像の有無の効果、電子情報通信学会研究報告、査読無、Vol.111、No.464、pp.67-72、2012
  17. Tomoo Inoue、Adaptive Tabletop Dish Recommendation by the Real-time Recognition of Dining Status、Proceedings of the Fifth International Workshop on Informatics、査読有、pp.177-183、2011
  18. 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、査読有、Vol.13、No.3、pp.19-29、2011
  19. Mamoun Nawahdah、Tomoo Inoue、Helping physical task learning by automatic adjustment of a virtual teacher's rotation angle、Proceedings of the 2011 15th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design、査読有、pp.710-715、2011
  20. Mamoun Nawahdah、Tomoo Inoue、Positioning a virtual teacher in an MR physical task learning support system、Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing、査読有、pp.1169-1174、2011
  21. Mamoun Nawahdah、Tomoo Inoue、Automatic adjustment of a virtual teacher's model in a learning support system、The 2011 ACM SIGCHI Conference on Computer Supported Cooperative Work Companion、査読有、pp.693-696、2011
  22. 大武美香、井上智雄、3者間共食コミュニケーションにおける発話と食事行動の関係、ヒューマンインタフェース学会研究報告集、査読無、Vol.13、No.10、pp.3-6、2011
  23. 井上智雄、3者の会食における同調動作とその出現領域、情報処理学会研究報告、査読無、Vol.2011-GN-79、No.11、pp.1-5、2011
  24. 大塚雄一郎、高麗友理子、井上智雄、会食状況認識によるテーブル型リアルタイム料理推薦システム、情報処理学会研究報告、査読無、Vol.2010-GN-78、No.8、pp.1-7、2011
  25. 大武美香、金赫、向文玲、井上智雄、コミュニケーションに与える食事の効果—3者間会食場面の分析—、電子情報通信学会研究報告、査読無、Vol.110、No.383、pp.43-48、2011
  26. Tomoo Inoue、Yosuke Matsusaka、A system to recommend dishes by the real time recognition of dining activity、Proceeding of 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics、査読有、pp.2448-2452、2010
  27. Tomoo Inoue、Future Dining Table: Dish recommendation based on dining activity recognition、IFIP Advances in Information and Communication Technology、査読有、332、pp.39-49、2010
  28. 高麗友理子、大塚雄一郎、井上智雄、食事状況認識によるテーブル型リアルタイム料理推薦システム、情報処理学会研究報告、査読無、Vol.2010-GN-77、No.18、pp.1-8、2010
  29. 大武美香、金赫、向文玲、井上智雄、3者間コミュニケーションの身振りにおける食事の有無の影響、ヒューマンインタフェース学会研究報告集、査読無、Vol.12、No.9、pp.19-22、2010
  30. 大塚雄一郎、井上智雄、テーブル型料理推薦システムにおける推薦料理表示位置の検討、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010 論文集、査読無、pp.829-834、2010
- [その他]  
ホームページ  
<http://inolab.slis.tsukuba.ac.jp/>
6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
井上 智雄 (INOUE TOMOO)  
筑波大学・図書館情報メディア系・准教授  
研究者番号：40307666