

## 非同期環境における共食コミュニケーション支援システムの研究

著者	野口 康人
発行年	2017
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2017
報告番号	12102甲第8345号
URL	<a href="http://doi.org/10.15068/00150088">http://doi.org/10.15068/00150088</a>

非同期環境における  
共食コミュニケーション支援システムの研究

筑波大学  
図書館情報メディア研究科

2017年7月

野口 康人



# 概要

## 非同期環境における共食コミュニケーション支援システムの研究

他人とコミュニケーションをとる手段はいろいろあるが、グループウェア研究では、時間（同期-非同期）と空間（対面-分散）により分類される。同期型コミュニケーションは即時性のあるコミュニケーションであり、非同期型コミュニケーションは情報がいったん蓄積されてから伝わるものをいう。また、対面型か分散型かの分類は、コミュニケーションを行う相手との位置関係による。これらの要素を組み合わせると、コミュニケーションは同期対面型、同期分散型、非同期対面型、非同期分散型の4つに大別される。グループウェア研究では、古くからコミュニケーション支援システムが主要なテーマのひとつとして重点的に研究がなされてきており、人々が時間や空間の制約を乗り越えてコミュニケーションをするためのシステムが提案されてきた。本研究では、これらの中でも非同期型のコミュニケーション支援に焦点を当てる。

本研究で支援対象とするコミュニケーションは、共食コミュニケーションである。共食とは誰かと共に食事をするを指す。共食は、栄養の摂取や生命維持といった生理的機能のみではなく、共に食事をする者同士のコミュニケーションツールとして機能し、食事者間の関係を維持したり絆を強めたりする効果がある。本研究は、非同期環境における共食コミュニケーションを支援し、その実現を目的とする。

ここ数十年の間に、ビデオを介したコミュニケーションはオフィスだけでなく家庭においても広く普及してきている。そうした中、離れている人と共に食事をしたいというニーズが高まってきている。特に離れて暮らすことを余儀なくされた家族や、地理的に遠く離れてしまった親しい友人と、ただ話すだけではなく、共に食事をしたいと考えることは自然なことである。一般に普及している Skype や FaceTime のようなビデオチャットツールを用いれば、人々はお互いに簡単につながることができる。常時接続した状態であれば、離れた場所にいる家族や友人たちと一緒にいるような感覚が得られるし、共に食事を行うこともできる。しかしながら、そのようなビデオチャットツールも万能ではない。その多くは同期的なコミュニケーションのみを支援するに留まる。時差があるような地域間であったり、生活リズムが異なったりする場合、このようなツールは有効ではない。時間的制約を受けず、非同期にコミュニケーションを行いたい場合は、ビデオメッセージの方が有用である。

このような時間的・距離的制約を解決するため、KIZUNA と呼ばれる非同期型共食手法が提案されている。この手法では、予め撮影されたビデオメッセージを用い、それを利用者が視聴しながら食事を行うことで疑似的に非同期型共食環境を設定している。対面の共食コミュニケーションでは、相手の摂食行動から影響を受けて、意識せずとも自らの摂食

速度を調整することが知られているが、非同期共食環境では、食事相手がビデオ映像であるため食事スピードが変化することがなく、「一緒に食事をしている」感覚が十分に得られないことが予想される。そこでこの手法では、ビデオ視聴者の食事進捗に合わせて動的にビデオの再生速度を調整することで、ビデオ内人物の食事進捗を同調させる。

井上ら研究グループによる先行研究では、非同期共食コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果についていくつか報告がなされている。これらの報告によると、非同期共食において食事進捗同調を行うことは、ビデオ内人物の発話タイミングの印象や、一緒に食事をしている感覚をもたらすのに有用であることに加え、ビデオ視聴者の発話時間や発話交代回数を高める傾向にあるとされている。すなわち、ビデオ視聴者の意識や発話行動に影響を及ぼすことが示唆されている。しかしながら、これらの先行研究では発話行動や摂食行動の回数、それらの合計時間といった基礎的な指標による行動分析に留まっており、なぜそのようにビデオ視聴者の意識に変化を及ぼすのかのメカニズムまでは明らかになっていない。そこで本研究ではこれを明らかにするため、食事進捗同調がどのような効果を及ぼすかについて、共食者 2 人の発話行動、摂食行動がそれぞれ行われるタイミングについても実験的に検討した。

はじめに、実験時のビデオ視聴者の様子を映した映像を用いて行動分析を行った。この結果、食事進捗を同調させることにより、ビデオ視聴者の発話頻度が増加する傾向にあり、発話交替潜在時間が短くなるという行動の違いが観測できた。発話頻度が高まることは先行研究においても示唆されているが、この行動の違いについて本実験でも確認することができた。また、発話交替潜在時間が短くなったということはビデオ内人物の発話への応答時間が短くなったことを意味する。つまり、食事進捗同調には、発話頻度の増加傾向や、ビデオ内人物の発話に対して応答が素早くなるというかたちで、ビデオ視聴者の共食コミュニケーションへの積極性を高める効果があると捉えることができる。

次に、発話行動と摂食行動がそれぞれ行われるタイミングにも着目して分析を行った。対面形式の 3 者間共食コミュニケーションにおける聞き手の行動に着目した徳永らによる従来研究では、聞き手は会話への関与の度合いに応じて摂食のタイミングを調整し、協力的な共食コミュニケーションの構築に寄与することが報告されている。ここで報告されている行動のひとつに、会話への関与度の高い聞き手は自身の発話直後に摂食するという行動がある。聞き手が会話を途切れさせることなく摂食を行うためには、自分の発話が必要とされないタイミングで摂食する必要がある。相手の発言に対し応答をし終えた直後が、最も発話の必要性がなくなるタイミングであるため、自身の応答直後に摂食を行うのである。この知見を本研究に援用し、ビデオ視聴者自身の応答直後に摂食行動が行われた割合について分析を行った。この結果、食事進捗を同調させた条件の方が、自身の応答直後に摂食行動を行う様子が観測された。このことから、食事進捗を同調させた場合に、ビデオを介して行われるコミュニケーションに対してビデオ視聴者が積極的な姿勢をとることが示唆された。

続いて、本研究では非同期環境における共食コミュニケーションの実現方法についても具体的に検討した。井上らの研究グループによる先行研究では、WoZ (Wizard of Oz) 法により食事進捗同調を実現していた。すなわち、実験時に実験者が常に別室で待機しており、カメラ映像を通じて目視でビデオ視聴者の食事残量を確認し、手動でビデオメッセージの再生速度を調整するという手法で食事進捗同調を実現していた。しかしながら、実際に非同期共食を行うときに常に第三者が支援することは現実的ではない。そこで自動的にビデオ視聴者の食事進捗が把握され、ビデオメッセージの再生速度を調整可能なシステムを構築し、その効果について検証した。構築したシステムは 1 秒ごとに食事参加者らの食事進捗に応じてビデオ再生速度を調整する。すなわち、WoZ 法による食事進捗同調手法に比べ、頻繁にビデオ再生速度変更がなされる。しかしながら、映像速度が変更されることによりビデオ内人物の音声の高さが変わってしまうため、ビデオ内人物の発話箇所が不自然に感じられてしまう恐れがある。そこで、本システムでは、食事が始まる前にビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、共食時に、ビデオ内人物が発話している間はビデオ再生速度を変更しないよう制御した。

構築したシステムについて、性能評価を行なったところ、食事残量把握やビデオ内人物の発話箇所特定を高精度に行えることが確認できた。また、WoZ 法を用いた場合と比較した結果、遜色のない定性的評価を得ることができた。WoZ 法を用いた場合では 1 分間ごとにビデオの再生速度調整を行っていたことに対し、構築したシステムを用いれば 1 秒間ごとの制御が可能となった。すなわち、より時間的解像度の高い制御が実現可能なシステムを実現することができた。ビデオメッセージを用いた非同期共食コミュニケーション支援システムとして、より実際の、ひとつのデザインを示すことができた。

以上のように、本研究では 2 つの取り組みにより非同期共食コミュニケーションの実現に寄与した。ひとつめの取り組みとして、非同期疑似共食環境を構築し、食事進捗を同調させることがそこで行われるコミュニケーション行動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。この結果、食事進捗同調はビデオ視聴者のコミュニケーションへの積極的な参加を促すことが明らかとなった。このことは、非同期共食コミュニケーションの特性の理解の一助となる。続くもうひとつの取り組みとして、これまでに実現されていなかった食事進捗同調を自動的に行う非同期共食コミュニケーション支援システムを構築した。このシステムは、WoZ 法を用いて食事進捗同調を図る手法と遜色のない定性的評価が得られ、時間的解像度のより高い制御を実現可能とする。非同期環境における共食コミュニケーションの実現方法について具体的に検討し、その有効性を実証したことは、今後非同期共食コミュニケーション支援システムを設計する際や非同期共食コミュニケーション支援を行う上での参考となる。現在はまだ日常的に行われていない非同期共食コミュニケーション実現に向けて一定の貢献ができた。

# Abstract

## **A Study of Co-Dining Communication Support System in Asynchronous Environment**

In groupware, communication is divided into four time- and space-based categories: synchronous face-to-face, synchronous remote, asynchronous face-to-face, and asynchronous remote. Briefly, synchronous communication involves conveying information continuously and constantly, asynchronous communication involves conveying information intermittently, and face-to-face communication and remote communication differ in terms of the distance between communication partners. In research on groupware, communication systems for computer-supported cooperative work that enable users to communicate both remotely and asynchronously have been proposed. In contribution to such research, this paper examines communication in co-dining. Co-dining has functions not only for nutrition intake, but also for communication, which can improve the connectedness and intimacy of co-diners. In particular, this paper describes the implementation of a communication system that enables co-diners to communicate asynchronously.

Video-mediated communication in daily life has become widely accepted in recent years after decades of use by professionals in office settings and business contexts. This has raised new demands from users, and remote video-mediated co-dining is one of them. In addition to a desire for simple video chats, people also want to eat with their family members or friends. With a video-chat tool such as Skype or FaceTime, people can connect easily with each other. They can enjoy eating together in front of the always-on video chat tool. However, such tools only support synchronous communication. For close friends and family members who are geographically far apart and/or live in different time zones, these tools cannot provide an opportunity for easy communication. Instead, conventional video messaging is the best option for this asynchronous environment.

To improve this situation, a video-mediated, time-shifted, co-dining system called KIZUNA has been proposed. In this system, the user can eat while viewing a video message that was recorded previously, and in this way, he or she can dine with friends or family members artificially. In face-to-face co-dining, people adapt their eating pace unconsciously to align with that of a co-dining partner. In video-mediated, time-shifted co-dining, the viewers do not feel as though they are eating together because the filmed person's eating pace has not changed. In this system, dining synchronization is achieved by the video speed being adapted to the viewer's eating pace.

The research group of Inoue et al. has already reported several effects of this system. The system was confirmed to have made an improvement regarding the subjective impression of the filmed person's speech timing and the experience of co-dining. In addition, this system increased the total time of the viewer's utterances and the number of turn-taking. The system is rather simple but

seems to produce interesting effects on the user, yet the analysis of the viewer's behavioral changes was only in the initial stage based on a few simple measures. Why the user's subjective impression was improved has not yet been determined. Thus, in this paper, further investigation into what is occurring with the viewer's behavioral timing is conducted.

First, an analysis of the video viewer's behavior was performed. The video that was taken of the viewer was labeled in terms of speech and eating using a video annotation tool. Among other results, synchronizing the dining progress increased the viewer's frequency of speech and reduced the length of switching pauses. The analysis detected similar outcomes as those already shown by recent studies, among them that dining synchronization produced an increase in the viewer's frequency of speech. Reduction in the length of switching pauses suggests that the viewer responded to the speaker in the videos within shorter time spans. These results indicate that the viewer became more actively involved in the conversation when dining progress was synchronized.

Second, an analysis of the relationship between speech and eating was conducted. The analysis was based on the research by Tokunaga et al. that examined the behavior of a listener in face-to-face table talk among three conversation partners. It was reported that the listener adjusted his or her pace of eating according to his or her degree of engagement in the conversation, which contributed to being cooperative with table talk. In this situation, it was observed that the listener responded to the speaker before continuing to eat. In other words, the conversation gained priority over eating. This eating action, adjacent to the response, was regarded as a distinct action of attentive listening by the listener. Such eating actions were counted in the second analysis. In this result, synchronizing the dining progress induces more adjacent eating after the response to the filmed person. This behavior indicates that the participant feels more engaged with the conversation with the filmed person.

This paper presents a method of asynchronous co-dining communication. In co-dining with KIZUNA, the user's remaining food is monitored and, in turn, the video speed adapted. Although in a previous experiment evaluating the KIZUNA system, the user's remaining food was checked by hand (WoZ: Wizard of OZ method). However, no one checks the remaining food in an actual dining scene. Thus, the investigation involved implementing a system for asynchronous co-dining and compared it with the WoZ method and evaluating the system that checks the remaining food of the diner every second. At the same time, although the system can control the video speed more frequently than the WoZ method, because the pitch of the filmed person's voice changed in response to a changed playback speed, users may detect an unnaturalness of speech. The system identifies the timing of the filmed person speaks before co-dining, and it refrains from changing the video speed when the filmed person speaks.

In general, the system worked almost entirely as expected. It could measure the remaining food and recognize the filmed person's speaking times, both with high accuracy. While the WoZ



method can adjust the playback speed of the video each minute, the system can control the speed every second. From a comparison between co-dining synchronized with the system and dining synchronized with the WoZ method, the implemented system was found to be able to more accurately synchronize the filmed person's pace of dining to the pace of the user's dining. The implemented system achieved comparable results in terms of questionnaire scores. Therefore, this system takes another step toward a more practical design for asynchronous communication systems using video messaging.

The approaches described in this paper can inform the implementation of asynchronous co-dining communication. First, the experimental study revealed that the synchronized video induced the user to become more active in the conversation with the filmed person. Second, it implemented an asynchronous co-dining system, which monitored the remaining food of the user every second. With finer control of the video than WoZ, the system also achieved comparable questionnaire scores, thereby indicating the feasibility of a videoconferencing system with such a function. These results help promote the realization of asynchronous co-dining communication.

# 目次

第1章 序論 .....	1
1.1 研究背景.....	1
1.1.1 コミュニケーションとは.....	1
1.1.2 コミュニケーションの重要性.....	2
1.1.3 現代コミュニケーションの問題.....	3
1.1.4 コミュニケーション支援としてのグループウェア .....	4
1.1.5 インフォーマルコミュニケーション.....	5
1.1.6 共食コミュニケーション.....	7
1.2 研究目的.....	7
1.3 論文構成.....	8
第2章 関連研究 .....	9
2.1 コミュニケーション支援 .....	9
2.1.1 グループウェアによるコミュニケーション支援.....	9
2.1.2 グループウェアの支援対象の変化 .....	11
2.2 共食コミュニケーション支援 .....	13
2.2.1 対面共食におけるコミュニケーション支援.....	13
2.2.2 遠隔共食におけるコミュニケーション支援.....	16
2.2.3 非同期環境におけるコミュニケーション支援 .....	17
2.2.4 非同期共食におけるコミュニケーション支援 .....	19
2.3 非同期共食コミュニケーション支援システム KIZUNA .....	20
2.4 本研究の位置づけ .....	26
2.4.1 従来研究の整理.....	26
2.4.2 従来研究の問題点.....	28
2.4.3 問題点の解決方針.....	29
第3章 非同期共食環境における食事進捗同調の効果.....	31
3.1 3章の概要.....	31
3.2 共食コミュニケーション支援に関する関連研究 .....	32
3.2.1 同期環境における共食コミュニケーション支援.....	32
3.2.2 非同期環境におけるコミュニケーション支援 .....	32
3.3 食事進捗を同調させた共食コミュニケーションの実現.....	34
3.4 食事進捗同調実験 .....	35
3.4.1 先行研究における実験内容 .....	35

3.4.2	食事進捗同調実験において使用したビデオメッセージ	37
3.4.3	食事進捗同調実験における実験条件	39
3.4.4	食事進捗同調実験における食事進捗同調の実現	39
3.4.5	食事進捗同調実験における参加者	40
3.4.6	食事進捗同調実験における実験手続き	41
3.5	食事進捗同調実験における実験結果	42
3.5.1	食事進捗同調実験における質問紙調査	43
3.5.2	食事進捗同調実験における発話と摂食に関する分析	45
3.5.3	食事進捗同調実験における応答と摂食に関する分析	48
3.6	食事進捗同調実験における検討	51
3.6.1	食事進捗同調実験における定性的評価	51
3.6.2	食事進捗同調実験における行動分析	52
3.6.3	発話タイミングに関する総合的な検討	53
3.6.4	食事進捗に応じた映像再生速度調整の影響	54
3.6.5	先行研究における実験内容との共通点および相違点	55
3.7	3章のまとめ	55
第4章	非同期共食における食事進捗同調システムの実現	57
4.1	4章の概要	57
4.2	共食コミュニケーション支援システムに関する関連研究	58
4.2.1	共食コミュニケーション支援における食事状況の認識手法	58
4.2.2	非同期共食コミュニケーション支援システムにおける食事進捗同調手法	59
4.3	食事進捗同調システムの実現	59
4.3.1	食事進捗同調システムのハードウェア	61
4.3.2	食事進捗同調システムのソフトウェア	61
4.3.3	発話箇所特定のためのソフトウェア	63
4.4	食事進捗同調システム評価実験	65
4.4.1	食事進捗同調システム評価実験において使用したビデオメッセージ	66
4.4.2	食事進捗同調システム評価実験における実験環境	66
4.4.3	食事進捗同調システム評価実験における参加者	67
4.4.4	食事進捗同調システム評価実験における実験手続き	68
4.5	食事進捗同調システム評価実験の実験結果	68
4.5.1	食事進捗同調システム評価実験における質問紙調査	69
4.5.2	食事進捗同調システム評価実験における視聴者ユーザの食事残量割合の推移	71
4.6	食事進捗同調システム評価実験における検討	73
4.6.1	WoZ条件とシステム条件の比較	73
4.6.2	食事進捗同調システムの限界	73

4.6.3 共食相手の汎用性.....	74
4.6.4 食事参加者人数.....	74
4.6.5 食事進捗同調システム構築の実践と今後の課題.....	75
4.7 4章のまとめ.....	76
第5章 総合検討.....	77
5.1 本研究で得られた知見のまとめ.....	77
5.2 対面共食との比較.....	77
5.3 同調行動の影響.....	78
5.4 食事進捗同調手法の限界.....	79
5.5 将来の展望.....	80
第6章 結論.....	81
謝辞.....	83
参考文献リスト.....	84
全研究業績のリスト.....	95
付録.....	99

## 目次

図 2-1	KIZUNA のシナリオ[大塚 2012].....	21
図 2-2	時系列に沿った KIZUNA の共食シナリオ[Nawahdah 2013] .....	22
図 2-3	KIZUNA の利用イメージ[大塚 2012] .....	23
図 2-4	KIZUNA のワークフロー[大塚 2012] .....	24
図 3-1	ビデオメッセージによる共食コミュニケーション.....	34
図 3-2	修正後の KIZUNA のワークフロー[Nawahdah 2013].....	36
図 3-3	先行研究における実験環境[Nawahdah 2013] .....	37
図 3-4	食事進捗同調実験時の共食の様子 .....	40
図 3-5	同調条件における実験参加者 p7 の食事量割合の推移.....	42
図 3-6	食事進捗同調実験における質問項目 C1～C6 の評価結果.....	45
図 3-7	食事進捗同調実験における質問項目 P1～P6 の評価結果.....	45
図 3-8	発話衝突の例 .....	46
図 3-9	発話交替潜時（視聴者ユーザ）の例 .....	46
図 3-10	発話交替潜時（ビデオ内人物）の例 .....	47
図 3-11	両条件の発話頻度，発話長，摂食頻度，発話衝突頻度の結果.....	48
図 3-12	両条件の発話交替潜時の結果 .....	48
図 3-13	隣接摂食時のビデオ内人物および視聴者ユーザの行動 .....	50
図 3-14	隣接摂食と判断される摂食の例 .....	50
図 3-15	両条件の隣接／非隣接摂食それぞれの割合 .....	51
図 4-1	食事進捗同調システムのワークフロー .....	60
図 4-2	秤の目盛り映像に対する画像処理の様子 .....	62
図 4-3	食事進捗同調システム評価実験時の共食の様子 .....	67
図 4-4	食事進捗同調システム評価実験における質問項目 C1～C6 の評価結果.....	71
図 4-5	食事進捗同調システム評価実験における質問項目 P1～P6 の評価結果.....	71
図 4-6	システム条件における実験参加者 p26 の食事残量割合の推移.....	72

## 表目次

表 1-1	コミュニケーションの分類.....	5
表 2-1	共食に関する従来研究の分類.....	27
表 2-2	共食に関する研究の着眼点による分類.....	28
表 2-3	共食研究分類における本研究の位置づけ .....	30
表 3-1	実験用ビデオメッセージのシナリオ .....	38
表 3-2	食事進捗同調実験におけるセッション一覧 .....	41
表 3-3	食事進捗同調実験における質問項目と評価結果 .....	44
表 3-4	発話と摂食に関する行動の映像分析結果 .....	47
表 3-5	視聴者ユーザの隣接／非隣接摂食の回数・割合 .....	51
表 3-6	行動分析指標の先行研究との違い .....	52
表 4-1	ビデオメッセージに付与されるメタデータの例 .....	65
表 4-2	システム条件の各参加者の性別，使用した録画映像の言語，食事量.....	68
表 4-3	食事進捗同調システム評価実験における質問紙評価結果.....	70

# 第 1 章 序論

## 1.1 研究背景

### 1.1.1 コミュニケーションとは

人は集団を形成するが、その規模が拡大すると社会となる。社会では日々、多くの人がお互いにコミュニケーションを図り、生きている。社会が成り立つためには、コミュニケーションを欠かすことはできない。コミュニケーションとは、人間が互いに意思・感情・思考を伝達し合うことである[松村 2006]。集団が存在するとき、そこにはさまざまなかたちでのコミュニケーションが成立する。たとえば、コミュニケーションを図る相手によって、コミュニケーションのかたちに変化する。家庭内での家族とのコミュニケーション、友人や仲間とのコミュニケーション、職場での上司や部下、同僚とのコミュニケーションなど、コミュニケーションを図る相手は様々考えられる。コミュニケーションを行うのが 1 対 1 とも限らない。集団と集団の間で行われるコミュニケーションや、マス・メディアが行う大衆・公衆へ向けて行われるコミュニケーションも存在する。また、コミュニケーションは、人と人の間でのみ行われるわけではない。人と動物あるいは動物同士もコミュニケーションを行うし[船津 2010]、道具や機器などの人工物との間で行われるコミュニケーションも存在する[深田 1999]。一人で自分の内面と向き合うコミュニケーションという考え方もある[船津 2010]。

このように、ひとくちに「コミュニケーション」といっても様々なかたちで捉えることができるが、その本質は共通する。コミュニケーションという用語は、最終的に①相互作用過程、②意味伝達過程、③影響過程、の側面を強調する 3 つの基本概念に集約される[深田 1998]。

- ① 相互作用過程としてのコミュニケーション：コミュニケーションとは、当事者が相互に働きかけと応答を繰り返すプロセスである。コミュニケーションを介して相互理解と相互関係が成立する。
- ② 意味伝達過程としてのコミュニケーション：コミュニケーションとは、当事者間で一方から他方へと意味を伝達するプロセスである。コミュニケーションを介して、意味が共有できる。
- ③ 影響過程としてのコミュニケーション：コミュニケーションとは、当事者の一方が他方に影響を及ぼすプロセスである。コミュニケーションを介して他者に影響を及ぼすことができる。

コミュニケーションは、相互作用、意味伝達、影響の3側面のいずれかを意味する行動であるといえる。もっとも、一般的な「コミュニケーション」という言葉のイメージは相互作用過程としてのコミュニケーションの意味合いが強い。たとえば二人の当事者が会話をを行った場合、相互に発話がなされ、相互作用が生じる。こういった場面がいわゆる「コミュニケーション」を図っている場面であることを理解するのは容易い。次に意味伝達過程としてのコミュニケーションは当事者の一方から他方への一方的な情報伝達を意味する。相手の応答がなかったとしても、それでもコミュニケーションのひとつであると捉えている。さらに影響過程としてのコミュニケーションはコミュニケーションの相手先として不特定多数の性質をもつことの意味が含まれる。たとえば本や雑誌、テレビといったメディアを通じたコミュニケーションがこれに当てはまる。一方から他方への一方的な情報伝達という点は意味伝達過程と同様であるが、不特定多数の人へメッセージを送り、何かしらの影響を与えることもコミュニケーションの一種と捉えられている。

### 1.1.2 コミュニケーションの重要性

なぜ我々は他人とコミュニケーションを行うのだろうか。これに対してコミュニケーション学者のディムブレヴィとバートンは、人のコミュニケーション欲求という視点から8つの側面を取りあげている[Dimbleby 1985]。すなわち、①生き残るため (survival)、②協同するため (co-operation)、③個人的な欲求のため (personal)、④社会的な欲求のため (social)、⑤実用的な欲求のため (practical)、⑥経済的な欲求のため (economic)、⑦情報への欲求のため (information)、⑧演技への欲求のため (play) である。ディムブレヴィとバートンの挙げたものは、人間性心理学者マズロー (Maslow, A. H.) の有名な欲求階層説に倣ったものである。マズローは人間の基本的欲求として、生理的欲求、安全の欲求、所属と愛情の欲求、承認と自尊の欲求、自己実現の欲求の5つがあり、これらがピラミッドのように下から順に改造構造をなすとともに、人間の欲求はより高次なものを目指すとして欲求の恒常性を主張した[岡 1995]。ディムブレヴィとバートンは、これらの基本的欲求を満たす手段としてコミュニケーションがあるという考え方を示している[植村 2000]。

人は他人とコミュニケーションをとることで、情報の伝達や共有を行う。しかしながら、コミュニケーションはそれだけを目的としたものではない。親子がろくに口もきかない、同じ家に暮らしながら子どもたちが何をしているのか気づかないということがないように、両親は子どもがどのような生活を学校や塾で送っているのか、どんな友達と遊んでいるのかについてきちんと子どもとのあいだで情報の共有をしなければならない。しかしながら、そうした情報の共有が単なる事実の報告や無味乾燥な内容であるならば、それは十分にコミュニケーションが成立しているとはいえない。たとえば「今日、学校へ行った。一日中授業はつまらなかった。宿題をサボって塾の先生に叱られた。帰りにゲーセンで遊んだ」



といった一日の報告を親が受けたところで、十分コミュニケーションが取れているとはみなせない。どうして授業はつまらないのか、塾の先生に叱られてどんな気持ちだったかなど、子どもが抱えている情緒的な問題について親と子どものあいだで何かしらのやりとりが成立してはじめて親子のコミュニケーションができたといえる[阿部 2000]。これは親子間の関係に限らず、夫婦関係や友人関係にも同様のことが当てはまる。オフィスにおけるビジネスライクなコミュニケーションが求められる場面とは違い、特に家族や親密な関係の人とのコミュニケーションにおいては、感情の共有などの情緒的な側面の重要性が高まる。

近年では、心が傷つくのを恐れるあまり、心を閉ざし、表面的なコミュニケーションしか持てなくなった人々が増えつつある。21世紀は、こうした心とコミュニケーションの荒廃を食い止め、精神的な豊かさを希求する時代となる[深田 1999]。

### 1.1.3 現代コミュニケーションの問題

国連は1994年を国際家族年と宣言したが、これは崩壊の危機に瀕している家族の重要性を再認識し、最小単位の社会集団である家族を再構築しようという狙いのものであった。日本においても、家族の崩壊や家族の絆の希薄さが、少年犯罪が起きるたびに問題となり、家族の変容が叫ばれている。

日本においては、戦前には家父長制が法的に家族の在り方を決定しており、財産を相続し大家族を養う義務と責任を負う家父長の元で、家族は仕事を分業し、決められた役割にしたがって行動し、経済的・社会的・情緒的な強い絆で結ばれていた。そこでは暗黙の了解が存在し、コミュニケーションを行って相手の意志をいちいち確かめる必要は認められず、むしろ、察しの文化が重んじられていた[深田 1999]。戦後、家父長制の廃止と共に経済復興の中で大都市に仕事が集積し、若者人口が都会に流出した。これにより、夫婦と子どものみで構成される核家族が生まれ、大家族に取って代わるものとなった。また、多様な価値観の存在が社会において許容されるに至り、夫婦の在り方や親子関係も一律ではなく、多様な家族形態が存在することとなった。盆と正月しか会わない親子や祖父母と孫は、それゆえきちんとしたコミュニケーションが必要なのであるが、日本人は上記の家族の歴史からコミュニケーションが苦手である。このことが現在、家族のさまざまな問題を生じさせている。

子どもは、親またはそれに代わる大人の養育なくしては育たない。乳児期に子どもが適切な愛情に満ちたコミュニケーションを親（またはそれに代わる養育者）から与えられないと、乳児期の死亡率は増加し、人間との愛情を基盤にした信頼感が形成できなくなる。非行や少年犯罪に染まる子どもは、親との基本的信頼感の形成に問題があることが知られている[深田 1999]

近年、少子化が進み、塾の隆盛や住宅事情の改善から、きょうだいといえども生活を共

有しない傾向がある[依田 1996]. 進学塾やおけいこ塾にそれぞれが通い, 場合によっては, 義務教育の間から学校が異なる場合もある. それぞれが勉強部屋を所有するケースも増えてきており, きょうだいだから親密なコミュニケーションを持ちながら生活しているとは限らなくなってきた. これは, きょうだい間の年齢の差や性別によってより顕著となる. 年齢差のある異性のきょうだいは, ただの血縁のある同居人になりかねない. 子どもの数が減少傾向にある現代では, 家族内での多様なコミュニケーションの体験が, その人の人間関係のスキルを向上させる. また, きょうだいにおいても希薄なコミュニケーションしかもてない人が, 他者との親密なコミュニケーションを形成できるかどうか疑問である. 近年のきょうだい関係の希薄さは, 現代人の抱える問題でもあり, 今後ますます対人コミュニケーションの重要性がクローズアップされてくる[深田 1999].

#### 1.1.4 コミュニケーション支援としてのグループウェア

コミュニケーションを支援する取り組みのひとつとして, グループウェアがある. グループウェアは, 人と人とのコミュニケーションを支援するコンピュータシステムである[松下 1991][石井 1994][清水 1995][田中 1995][垂水 2000][宗森 2014]. 1970年代にピーター・ジョンソン=レンツ, トルーディ・ジョンソン=レンツが言葉として使い始めたと言われ, グループウェアの定義として有名なものに, 以下のクラレンス・エリスのものがあ  
る [Ellis 1991].

Computer based system supporting a group of users working on a common task or goal and providing on interface to a shared environment.

共通の仕事や目的をもって働く, 利用者のグループを支援し, 共有(協同)作業環境への, インタフェースを提供するコンピュータベースシステム (訳文は[宗森 2014]から引用)

この定義から, グループウェアはもともとオフィスでの利用を対象にし, 協同作業や協同して働く人々の間で行われるコミュニケーションを支援することが出発点であったことが読み取れる. しかしながら, グループウェアの対象範囲は拡大を続け, 「話す」, 「作る」, 「食べる」といった人間の日常生活における行動で取り交わされるコミュニケーションを幅広く支援するようになった.

他人とコミュニケーションをとる手段はいろいろあるが, グループウェア研究においては, 時間(同期-非同期)と空間(対面-分散)により分類する[Ellis 1991]. 同期型は即時性のあるコミュニケーションであり, 非同期型は情報がいったん蓄積されてから伝わるコミュニケーションをいう. また, 対面型か分散型であるかというのは, コミュニケーションを行う相手との位置関係による. これらの要素を組み合わせると, コミュニケーションは次の4つに大別される.

表 1-1 コミュニケーションの分類

	同期型	非同期型
対面型	同期対面型	非同期対面型
分散型	同期分散型	非同期分散型

グループウェア研究により、対人コミュニケーションは距離の制約や時間の制約を乗り越えることが可能になった。情報技術の発展は、遠く離れた人とのコミュニケーションを可能とする。現在では携帯電話やスマートフォンが一般消費者に普及し、どこにいてもコミュニケーションを図れることが当たり前となった。遠く離れた環境下でのコミュニケーションは上記分類の中での分散型に当てはまる。同様に、情報技術の発展に伴い、時差のある環境下でのコミュニケーションが可能となった。このような時間的制約を乗り越えるコミュニケーションは上記分類における非同期型に当てはまる。Eメールや電子掲示板などが非同期コミュニケーション支援ツールの代表例である。相手の状態の如何に関わらず、メッセージを送り、送られた相手は自分の好きなタイミングでそのメッセージを受け取れば良い。古くは手紙や電報といった形で遠隔地間や非同期環境の相手とコミュニケーションしてきたが、携帯電話やメール、ネットワーク通信網を通じていつでもどこにいてもコミュニケーションを行うことができるようになった。コミュニケーションは情報技術によって、より便利なかたちに姿を変えながら発展してきたといえる。コミュニケーション手段としてのメディアも同様である。手紙、電報は基本的にテキスト情報のみを伝えるメディアであるが、電話にて音声やりとりされるようになり、情報処理端末の高性能化やネットワークの高速化を背景に、近年では動画共有サイトなど、よりリッチメディアへとコミュニケーションのかたちもシフトしてきている。グループウェア研究では、会議システム等を対象として、時代に合わせ、新しいメディアの可能性や、それらを用いた場合の人間の行動特性を明らかにすることでコミュニケーション支援を行ってきた。現在はまだ普及していない、新しい形でのコミュニケーションを実現すること、そして、そこで行われるコミュニケーションの特性を明らかにすることは、対人コミュニケーションの可能性を広げることへとつながる。

### 1.1.5 インフォーマルコミュニケーション

企業活動の場は近年、ますます拡大する方向にあり、それに携わる人々も一地域から全国へ、さらには世界規模へと分散化が進んでいる。また企業活動では、英知を集めたタイミングのよい意思決定や生産物の供給が求められる。このような企業環境にあっては、特に「分散」された状態での協同作業の環境設備が必要となる。相手の顔の映し方は参加意識を左右し、手順の支援は分散作業の効率を上げる。分散の規模によって、計算機による

支援や協同作業の仕方も変わる。たとえば、協同作業者が世界規模で分散している場合、コミュニケーションが円滑に行われるために、各々の作業者の文化的背景までも考慮する仕組みが必要となる[立川 1993]。

組織コミュニケーションには、フォーマルコミュニケーションとインフォーマルコミュニケーションがある。1927年から5年にわたって、シカゴのウェスタン・エレクトリック社のホーソン工場で作業能率向上を目的として行われた、いわゆる「ホーソン実験」では、当初予想された、照明や労働時間といった物理的条件の向上と作業能率向上との単純な関係が成り立たないことが明らかになった。そこで実施された、従業員の面接調査を通じて、工場のフォーマルな組織におけるコミュニケーションとは別の、仲間集団におけるコミュニケーション、すなわちインフォーマルコミュニケーションが存在することが見出された[メイヨー 1951]。

フォーマルコミュニケーションは、組織構造に基づいた伝達経路を持ち、会議報告や公式文書などその伝達方法が組織によって規定されたコミュニケーションである。インフォーマルコミュニケーションは、休憩時間での立ち話や噂話などに代表されるような、自然発生的に生まれた組織の中の個人的な関係で行われるコミュニケーションである[原岡 1990]。インフォーマルコミュニケーションはより日常的、直感的、感情的なコミュニケーションであるとされる[船津 1996]。

インフォーマルコミュニケーションには、そもそも組織内コミュニケーションのみでなく、親しい間柄で行われる個人的な対人コミュニケーションが含まれる。私たちは生まれてから一緒に暮らす家族とコミュニケーションをとる。また、学校に入学したとき、あるいは会社に入社したときに、そこで出会った人たちとコミュニケーションをとることで、新しい対人関係を形成していく。そして私たちはこれらの関係を深めるために継続的なコミュニケーションを行う。このように、人間はコミュニケーションによって新しい関係を作り出し、コミュニケーションを通じてその関係を維持・発展させる。

インフォーマルコミュニケーションに対するニーズの高まりを背景に、消費的コミュニケーションを支援するためのグループウェアが研究されている。消費的コミュニケーションとは、情報伝達などが目的ではなく、しゃべることが目的のコミュニケーションである[Fukuda 2010]。消費的コミュニケーションは単なる情報交換以上の意味を持つ。すなわち満足感という感情や、相手とつながっているという感覚を含み、体験、感情、意見などを共有すること自体を目的としたコミュニケーションといえる。このようなコミュニケーション支援では共にいるという感覚が重要でもある。消費的コミュニケーションは他人との関係維持、絆の強化、および自身のメンタルヘルスケアにとって必要不可欠なものであり、その重要性については広く知られているところである。

組織でのコミュニケーションが対象とされるものに比べると、家族や親しい間柄の友人とのコミュニケーションについて情報技術を用いて支援する研究の数は少ない。家族や親しい友人とは通常一緒に過ごす時間が多し、コンピュータが支援しなくてもその間では

盛んにコミュニケーションが図られるためと考えられる。しかしながら、社会のグローバル化が進み、生き方や生活様式が多様化する中で家族間のコミュニケーションが十分に行われなくなりつつあり、このようなコミュニケーションを支援する意義は高まりつつある。

### 1.1.6 共食コミュニケーション

消費的コミュニケーションのひとつに食事がある。食事は我々の生活において非常に重要な役割を果たしている。食事は、生きていく上で息をすることの次に最も行う行動である。食べることは栄養の摂取であり食事は生命維持といった生理的機能を果たす。また食事には生命維持の役割を超えて、人が集まり会話する場を提供するといった社会的機能もある[Bell 1997]。誰かと一緒に食事をとるときのコミュニケーションを共食コミュニケーションという。家族や親しい友人と食卓を囲み、会話をしながら食事することは楽しい経験である。家族はよく食事中に今日どのようなことがあったかなど話し合うことで、そのつながりを維持し絆を深めている。たとえば、共食コミュニケーションを通して両親は子供の学校での生活の様子を把握することができる。子供と接する時間の長い女性だけではなく、男性にとっても共食は有用なものである[Sellaeg 2008]。このような共食で人は楽しさを感じ、食事時間も長くなることが知られている[Hetherington 2006]。

以前は、家族はほとんど毎日食事を共にしていた。しかし、現代では日々の生活スタイルの変化から家族と共に食事をするのが難しくなっている。これは独居老人や一人暮らしの若者、単身赴任者などのケースに多くみられる。このような場合、家族と一緒に食事することは困難であり、孤独感、疎外感、不安感や幸福感の欠如に繋がる可能性がある。離れて暮らすことを余儀なくされた家族や、地理的に遠く離れてしまった親しい友人と、ただ話すだけではなく、共に食事をしたいと考えることは自然なことである。遠隔地間をつないで共に食事を行おうとする試みがある他、一人で食事をする「孤食」を避けるため、相手が食事しているかどうかに関わらず共食ができるように支援するシステム[塩原 2014]や、孤食者のためのエージェントなども提案されている[井上 2014]。遠隔地間で共食コミュニケーションを行うだけであれば、ビデオ会議システムを利用すればすぐに実現できる。しかしながら、グローバル化が進む昨今では、時差があるような遠く離れた場所で親しい人が暮らしていることも珍しくない。遠隔地間を結ぶ遠隔共食支援の研究に比べ、非同期環境での共食コミュニケーションを支援する研究は多くない。

## 1.2 研究目的

前節の研究背景で見てきたように、人が社会を形成し、生きていく上でコミュニケーションは不可欠なものであるが、特に近年は多様な生活スタイルが許容されるようになり、

家族間などで行われるコミュニケーションが希薄になりつつある。本研究は、グループウェアの立場からこの問題に取り組む。グループウェアは元来オフィスでの使用が想定されている場合が多く、家庭や日常生活において行われる消費的コミュニケーションを想定したものは多くなかった。消費的コミュニケーションのひとつに共食コミュニケーションがある。食事は栄養の摂取や健康の維持といった機能のみならず、共に食事をする者同士のコミュニケーションツールとして機能し、食事者間の関係を維持したり絆を強めたりする効果がある。本研究では、共食コミュニケーションの中でも、あまり普及がなされていない、非同期環境における共食コミュニケーションの実現を目指す。

### 1.3 論文構成

第2章では、本研究の背景や目的、意義について、関連文献を引用しながら、詳しく説明する。具体的には、まずこれまでに行われてきたコミュニケーション支援について調査・整理を行う。次に既存の共食コミュニケーション支援システムについて整理する。その上で、先行研究の詳細について述べ、先行研究における問題点を明らかにする。さらに問題点に対する解決方針について述べることで、本研究の位置づけを明らかにし、目的・意義を再確認する。

第3章、第4章では、第2章で述べた解決方針に従い、本研究で行った非同期共食コミュニケーションの分析および実装したシステムについて述べる。第3章では、非同期共食コミュニケーションの分析について述べ、第4章では、非同期共食コミュニケーション支援システムの設計の詳細、およびその効果について述べる。

第5章では総合検討を行う。総合検討では、3章、4章にて記述してきた内容をまとめ、非同期共食コミュニケーションに求められるデザインについて総合的に検討する。

最後に第6章では、研究の結論として本研究の貢献を整理し、研究全体をまとめる。

## 第 2 章 関連研究

本章では、序論で述べた本研究の背景や目的・意義について、関連文献を引用しながら、詳しく説明する。その上で、本研究の位置づけを明らかにし、本研究の意義を確認する。

### 2.1 コミュニケーション支援

コミュニケーション支援研究の範囲は広大であるが、大きくは 2 つの側面から捉えることができる。ひとつは情報技術を用いてコンピュータによる支援を行いグループウェアの視点から取り組むもの、もうひとつは人間の行動や心理の性質を理解しようと認知心理学、言語心理学、行動心理学、社会心理学の視点から取り組むものである。ただし、これら 2 種類の取り組みは排他的な関係にあるものではなく補完し合う関係にある。新たな形のグループウェアを開発することで人間の行動特性が明らかになることもあれば、人間の行動特性を理解することが次のグループウェア開発のヒントとなることもある。コミュニケーション時の人間の行動や心理を理解することは、グループウェア開発において、今後どのようにコミュニケーション支援をするかの指針をもたらすという点で有用となる。

本研究でもこの 2 つの側面からコミュニケーション支援に取り組む。本節では、既存のグループウェアによるコミュニケーション支援研究について整理し、その動向について記述する。続いて次節において、グループウェア支援の研究の中でも共食コミュニケーション支援を行う研究について分類、整理し、本研究の位置付けについて確認する。

#### 2.1.1 グループウェアによるコミュニケーション支援

人が人と会えばコミュニケーションが行われる。相手が初めて出会った人であれば、これから相互に関係を築くための会話が発生する。相手がすでに知り合いである人や仲の良い人であれば、継続して関係を維持するための会話が行われる。コミュニケーションはわれわれの日常のあらゆる場面に存在するといえる。しかしながら、コミュニケーションをとりたい相手と都合のよいタイミングで会えるかという点、必ずしもそうであるとは限らない。そこで手紙や電話といった通信手段が活用されることとなる。手紙を用いれば時間はかかるものの、コミュニケーション相手に自分の想いや情報を伝えることができる。これをお互いにやりとりすれば相互的なコミュニケーションとなる。電話を用いれば相手が遠隔地にいても直接会話をすることが可能である。このように通信手段の選択肢が増えることに比例してコミュニケーションの機会も拡大するといえる。

グループウェア研究分野においては、古くからコミュニケーション支援システムが主要

なテーマのひとつとして重点的に研究がなされてきた。表 1-1 で示したように、情報技術を用いることで距離的な制約と時間的な制約を乗り越え、コミュニケーション支援の可能性を探ってきた。ただし、遠隔地にいる人と通信をする場合のコミュニケーションは、対面環境のそれとは異なる点が存在する。たとえば、電話であれば音声のみの伝達であるため、相手の表情やしぐさ、身振りなどは伝わらない。

コミュニケーションにおいて伝達される情報は言語的情報の他に非言語情報があり、その重要性が古くから研究されてきた[Ruesch 1966] [ナップ 1979] [Wiemann 1983] [ヴァーガス 1987]。非言語情報とは、会話において得られる言語情報以外の情報であり、会話参加者の表情、顔色、口角、目の動き、まばたき、眉間のしわ、視線の方向といった視覚的要素、声のトーン、高低、テンポ、リズム、音質といった聴覚的要素、匂い、香りといった嗅覚的要素、うなずきや身振り手振り、しぐさ、呼吸といった身体的要素が含まれる。この他にも相手との対人距離、照明、設備など空間に関する情報も非言語情報とされる。遠隔会話を行う場合、画面越しに相手を映す制約上、対面会話に比べて非言語情報の伝達量が少なくなる。このため、これまでの遠隔コミュニケーション支援研究では、非言語情報伝達を支援するための研究が数多くある。

たとえば、遠隔地の会議室同士を、ビデオウォールを介して結び、臨場感のある会議を可能にした Video Window [Fish 1990]がある。大きな画面越しに複数の人間のリアルタイム映像を表示することで、通信相手があたかも目の前にいるかのように会話ができるよう設計されている。しかしながらアイコンタクトができないという問題点が指摘されている。視線方向に着目し、多地点にいる複数の相手との視線一致を支援する方式としては、半透明曲面スクリーンを用いた MAJIC (Multi- Attendant Joint Interface for Collaboration) システム[Okada 1994]がある。視線以外の非言語情報として、会議参加者間の位置関係に着目し、空間的な工夫を行なったものとしてテレビ会議システム HERMES [井上 1997]がある。続いて、仮想現実技術 (Virtual Reality)を利用し、遠隔地間、分散環境でのコミュニケーション支援を図る研究が登場する。たとえば、3次元仮想空間を構築し、参加者がその中を自由に動き回れるようにした Free Walk [中西 1998]がある。さらには拡張現実技術 (Augmented Reality)、複合現実技術 (Mixed Reality) といったリッチメディアを用いたコミュニケーション支援システムに発展していく。複合現実技術を用いて相手との位置関係、対人距離を支援した例として、現実空間内に会議相手のアバタを表示させる研究がある[野口 2007] [井上 2009]。

このように、メディアの発展に伴い、遠隔コミュニケーション支援システムも発展してきた。メディアで伝える情報は、テキスト情報から音声情報へ、さらに映像 (動画) 情報へと遷移し、情報通信の可能性や選択肢が広がっていった。情報機器に不慣れな高齢者が、テキストによるメールでは文字を打つのが億劫でコミュニケーションをとるのを控える場合でも、音声であればただ喋れば良いのでコミュニケーションをとる気になるといった風に、通信手段の選択肢が増えることは、コミュニケーション機会が拡大することと捉える



ことができる。言語的コミュニケーションを研究対象とする言語心理学に対し、以上のようなコミュニケーション支援システム研究では言語情報だけでなく非言語情報の伝達も支援することで、より豊かなコミュニケーションを実現しようとしている。非言語コミュニケーションを活用すれば、コミュニケーションの効率が増すし、ときには言語的コミュニケーション以上の役割を果たしてくれる[深田 1999]。このように、グループウェア研究はメディアの発展と同様、コミュニケーション機会の拡大に寄与してきたといえる。グループウェア研究が新たなコミュニケーション手段を提案、実現することにより、人々のコミュニケーションのあり方の可能性を広げ、選択肢を増やし、コミュニケーションの機会を拡大させてきた。

## 2.1.2 グループウェアの支援対象の変化

現在では、グループウェアは、企業組織での情報共有、会議支援に用いられるシステムとしてすでに普及している。これらのグループウェアは、グループのためのコミュニケーション支援、情報共有支援、会議進行の支援、プレゼンテーション支援、グループの意思決定支援、スケジュール管理支援、プロジェクト管理支援、ドキュメント作成管理支援といった機能を有する。すなわち、情報の伝達や共有が意図されており、このようなシステムの導入により、企業内のコミュニケーションは活性化されてきた。実際にビジネスシーンで利用されるグループウェアの市場を切り開いてきたのは「Lotus Notes」(Notes/Domino) [Lotus Notes]という製品で、最初のバージョンが登場したのは1989年である。

コンピュータをベースとして協同作業支援を行う技術であるグループウェアの歴史はコンピュータの歴史でもある。コンピュータの基本的構想が示されたのは1945年である。この年、米国科学研究開発局局長であったヴァネヴァー・ブッシュはMemexという、人間の知性を増幅するシステムを考え、“As We May Think”として雑誌に発表した[Bush 1945]。エレクトロニクスの進歩にともなって情報処理技術がもたらす可能性について考察し、コンピュータが人間の活動を支援する可能性をもつ道具であることを説いた。続いて、エンゲルバートは1960年代にNLSと呼ばれるコンピュータ端末を連結してファイルの共有化が行える、グループのための実験会議室を考案した[Engelbart 1963]。このシステムは、ビットマップディスプレイ、ウィンドウ、マウスなどを備えており、グループライティング、対話記録支援、共用ハイパーテキストなどの機能を有する。こうして、遠隔会議、対話の記録支援、協同執筆、協同プログラミング、共用データベースなどのプロトタイプが作られた[ラインゴールド 1987]。1980年代に入り、パーソナルコンピュータが普及すると個人の生産性は大幅に向上した。また、コンピュータネットワークが発達すると、これらを使って個人単位ではなく、共通の仕事をしている集団の生産性を向上させようという考えが生まれてくる。こうして生まれた協同作業を支援するコンピュータシステムがグループウ

ウェアである。この研究分野の特徴は、コンピュータサイエンス、心理学、言語学、社会学、人類学、人工知能などの諸分野がクロスオーバーする学際性にある[石井 1989]。1986年に初めての国際会議 CSCW'86 が開催され、CSCW(Computer-Supported Cooperative Work)、すなわち「コンピュータを用いた協調作業支援」という、グループウェアだけでなく、情報処理、通信、ユーザインタフェース、組織科学、行動科学などから総合的に取り組む概念が出現した[阪田 1992] [松下 1995]。前半の Computer-Supported の部分がコンピュータによる支援、すなわちグループウェアに対応している。後半の Cooperative Work は協調作業を研究するジャンルを指す。協調作業を支援することは、そこで行われるコミュニケーションを支援することに通ずる。協調作業とコミュニケーションは切っても切り離せない関係にある。作業に取り組むグループメンバー間の情報伝達、情報共有が十全になされない場合、作業の効率や成果物の質の向上は望めない。グループウェア、CSCW の目的は、情報機器を用いてその利用者らのコミュニケーションの質や量を支援し、より良いアウトプットを引き出すことにある。

日本でグループウェア、CSCW の先駆けとなったのは、1989年に開発された、日本電気の電子会議システム MERMAID である[Watabe 1990]。広域分散環境におけるデスクワークとグループワークを統合的に支援するシステムの構築を目指し、1983年にテレワーク(遠隔グループ共同作業支援)システムの名で、グループウェアの研究が着手され、動画を含むすべてのメディアの同時利用(交換、共有、処理)を可能にする広域多者間在席会議システムとして MERMAID は開発された[阪田 1992]。

CSCW'86 では Colab [Stefik 1986]に代表される会議支援システムとそれを支える技術が会議の中心的な話題のひとつであった。しかし CSCW'88 あたりからは、これらのグループウェアが、人間対コンピュータの視点から人間対人間へと力点に移り、人間の行動や組織に及ぼすインパクトに対する関心が強くなる[石井 1989]。すなわち、技術よりもそれを使う人間の行動分析により多くの注意が向けられるようになった。このように CSCW の支援対象は、組織における社会的活動という視点から人間の協調活動とそのコンピュータ支援を行うことにシフトしてきたという歴史的背景がある[井上 1998]。

ジョナサン・グルーディンによると、CSCW の対象は、個人、グループ、コミュニティ、そして社会となる[Grudin 1994]。コンピュータネットワーク応用であるグループウェアは、現在では、社会普及を伴うイノベーション(革新)を起こすソーシャルメディアとして爆発的に普及し、社会のインフラとなっている。このような CSCW やグループウェアの概念の普及により、コンピュータ設計の焦点は個人から上位の「グループ」、さらには組織や社会のレベルに移りつつある。コンピュータのネットワークは人間のネットワークの反映であり、コンピュータの通信は人間の通信、すなわち対人コミュニケーションのためであるとみえる。通信技術は人々のコミュニケーションを支える存在であり、いつでもどこにいても、距離的、時間的に離れた相手へのコミュニケーションの機会をもたらしてくれる。

## 2.2 共食コミュニケーション支援

本研究ではコミュニケーション支援の中でも家族など親しい人と行われる消費的コミュニケーションに着目し、特に食事をともにする場面におけるコミュニケーションを支援するものである。以下では、共食コミュニケーション支援の従来研究について整理していく。表 1-1 に示した通り、グループウェアは対面／分散，同期／非同期といった切り口で分類することができる。まず対面環境における共食コミュニケーション支援研究についてみていき、次に遠隔（分散）環境，最後に非同期環境の既存研究について整理する。

### 2.2.1 対面共食におけるコミュニケーション支援

共食が人間にもたらす効果について研究がなされている。これらの研究では、食事をただの栄養補給だと位置付けず、他人とのコミュニケーションツールとして捉えている。共食がもたらす効果を知ることはその重要性を再確認し、他人とコミュニケーションを取る上でどのように行動することが自分にとってより好ましいかの判断につながる。

坂井は、孤食と共食の違いが摂食量や食事の満足度に違いを及ぼすことを実験的に検証し、その背後にある心理学的メカニズムから、孤食の問題への対処法について検討している[坂井 2010]。この研究では、人は孤食時よりも、共食時の方が、食事をより美味しく感じ、その食事に対する満足感も高くなることが報告されている。また、食事によるリラックス感により、家族や親しい友人と一緒に食事をする時、ストレス緩和につながるということが結論づけられている。誰かと一緒に食べると美味しさや食事の満足感が増すという現象は、視覚的刺激の有無よりも、誰かと共に食事をする際の相互的コミュニケーションが重要である点が示唆されている[外山 2008]。食事は体の成長、維持のためだけのものではなく、人との良好な関係や自己の精神的安定を維持するコミュニケーションとしての役割も重要視されている[山口 1999][石毛 1982]。

対面共食時の行動に着目し、分析する研究がいくつかある。これらの研究では、複数人による共食場面において食事参加者の言語情報である発話行動のみならず、視線、うなずきといった非言語情報を含め、多角的に分析が行われている。井上らは、食事を伴う状況での会話が食事を伴わ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[井上 2011]。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現象（会話の平準化現象）について報告している。徳永らは、共食会話の構造を調べるため、会話参加者の視線と発話行動の関連を分析した[徳永 2013]。その結果、共食中の参加者らはしばしば会話の相手を見ることなしに発話権を獲ること、さらに話し手

は発話を終えても、聞き手の継続要求の応答によって発話を続ける傾向があることを実証した。これは食事なしの会話では話すことへの拘束が強いのに対して共食会話においては、食べる行為がその拘束を軽減していることを示唆している。武川らは、3人の共食参加者の発話、視線と摂食行動に着目し、共食コミュニケーションの構造を調べた[武川 2011]。これによると、参加者らは口に食べ物を含んでいても発話を開始する、すなわち共食コミュニケーションにおいては、摂食よりも会話が円滑に進行することが優先されていることを指摘した。Noguchiらは立食形式、着座形式といった食事形式の違いに着目し、それらの食事形式で行われるコミュニケーションの差異について実験的に検討した[Noguchi 2014]。この研究は、立食形式、着座形式という環境が初対面同士の会話行動に及ぼす影響について明らかにすることを目的とし、調査している。実験の結果、立食形式の方が着座形式よりも、参加者の発話回数を増やす傾向にあり、相槌や笑い声といった同調行動量を増大させ、発話長を短くしてテンポ良い会話を生むことに加え、体幹を話者に向けた頻度や割合を増大させ、摂食行動の同期率を高め、よりゆっくり食べる傾向にあることが報告されている。

人間同士のコミュニケーションの特性を明らかにしようとする研究は古くから多数存在するが、近年では共食会話場面に焦点を当て、単純な会話とは異なる共食コミュニケーション特有の性質を明らかにしようとする研究が存在する。井上らが報告している共食による発話機会の平準化の現象を知ることにより、普段発話量の少ない人物の発話を促すために共食という行為を活用することにつながるし、Noguchiらの立食、着座といった食事形式による食事参加者の行動の違いを把握することにより、場面に合わせて食事形式を選択するといった活用につながる。共食コミュニケーション自体の特性や参加者のコミュニケーション行動を理解することは、後に共食という行為そのものを活用しようというときや、共食を支援するシステムを設計しようとするときに活用することができる。

共食コミュニケーション支援の研究としては、対面共食時の行動分析のみならず、コミュニケーション自体を支援するための研究もある。佐野らは、共食時のコミュニケーション支援として、食卓の状態や食事者の行動に応じて、話題を提供するエージェントについて研究している[佐野 2010]。この研究におけるエージェントは、味などに関するエピソードを収集し、食事者の記憶を想起させることで、コミュニケーションの活性化を図っている。予備実験として、2~4人グループでの共食の様子10ケースにおける話題について分析を行なっている。この結果、食べ始めは食事の話題が多いが、次第に空腹が満たされると、食事の話題から出来事（ニュース）を中心とする一般的な話題へ遷移する傾向があると報告がなされている。特に食事の前半時に、目の前の食材に関する嗜好情報をトリガーにして話題が展開されることから、そのような観点で話題活性化を目的とするエージェントを設計している。一方、共食相手がいない人のために、孤食を防ぐことを目的とするエージェントが井上らによって提案されている[井上 2014]。この研究でも実際の人間による遠隔共食時の行動を映像分析し、摂食行動の状態によって変化する食事者の行動をもとにエー

ジェントの設計を行なっている。これらの研究は、実際の人間の共食行動をもとに共食エージェントの設計を行なっている点で共通している。共食コミュニケーション時の人間の行動を理解することは、共食コミュニケーション支援システムの設計をする上で有用な知見となるといえる。

共食場面は会話だけでなく食事行動も重要な要素のひとつである。食事行動を認識することにより食事の状況に合わせた支援が可能になる。食事行動の認識に関しては、これまでに様々な研究がなされている。Chang らは、食器に RFID タグを付与し、RFID センサと重量センサを組み込んだ食卓に置くことでこれを識別し、その料理の残量を算出している[Chang 2006]。このシステムでは、初期時の食事残量から現在の食事残量をひくことで、どの料理をどれだけ食べたかを正確に認識可能である。Wang らはファーストフードを食べている映像から、機械学習手法のひとつである Conditional Random Field 等を用いて食事行動の認識を行っており、飲料を「飲む」という行動認識を行なっている[Wang 2009]。宮脇らは、料理に箸をつけ、口に運ぶといった一連の行動を認識するため、手首のひねりと肘関節の屈曲を手首に装着した加速度センサにより検出している[宮脇 2010]。Takeda らは、病院内の院内食事の摂取量を食事前と食事後の写真を比較する事で計測するシステムを開発している[Takeda 2003]。

食事行動の認識のみに留まらず、状況に合わせた食事支援を目的とする研究がある。食事状況認識による料理推薦システムとしては、瀬戸らの Another Dish Recommender (ADR) [瀬戸 2009]がある。ADR は、食事の進捗に合わせて追加品目推薦を行うシステムである。食事行動はカメラによる画像認識で行い、料理の認識は皿底面に付与したビジュアルマーカで行う。これに対し、Otsuka らの料理推薦システム Group FDT (Future Dining Table) では、食事行動の認識を食卓上部のカメラで行い、料理の残量を料理面積の認識により求めている[Otsuka 2013]。また、このシステムでは複数人で共食する場面に対応している。その他、森らは、白色の食事皿を用い、食事の色の補色を食事皿の縁に投影することで食卓の彩りを良くすることを目指すシステム、いろどりんを開発した[森 2008a]。さらに、調理者が食事における食材の調理の他に、皿の柄のデザインや食べる人へのメッセージ、食べている間に変化していく要素などをデザインすることができるシステムを開発している[森 2008b]。これらのシステムでは、食事状況の認識として、皿の位置検出、皿の種類識別、料理残量の認識を画像処理によって実現している。さらに、食卓におけるコミュニケーション支援として、天野らの六の膳がある。これは、食卓上の皿の上に携帯電話で撮影した画像を投影することにより食事時における話題の提供を行うシステムである[天野 2004]。このシステム導入により、食事参加者間のコミュニケーションを妨げることなく、話題の提供に均等性をあたえ、コミュニケーションに戦略的要素を取り入れている。また、この結果、コミュニケーションの活性化につながる事が示唆されている。

これらの研究で提案されている共食支援システムでは、それぞれ料理推薦による食事行動の活性化、調理者から食事者へのメッセージという形でのコミュニケーション、食事時

の話題提供というかたちでそれぞれ対面共食を支援している。

## 2.2.2 遠隔共食におけるコミュニケーション支援

遠隔地間の距離的制約を乗り越え、コミュニケーションを図るシステムは、ビデオ会議システムをはじめ多く研究されてきた。メディアの進歩と共に会議システム、コミュニケーション支援システムも進化を続けている。ネットワークインフラの進歩による通信回線の高速化、パーソナルコンピュータやワークステーションの性能向上、小型化を背景に、オフィス内での利用だけでなく、消費的コミュニケーションを行うための **Skype**、**FaceTime** といった遠隔コミュニケーション支援システムがすでに一般に普及している。遠隔コミュニケーション支援システムは、いまや社会における不可欠なネットワークサービスとなった。

家族や仲の良い友達同士が遠く離れてしまい、距離の制約によって一緒に食事できない場合、遠隔地間での共食支援を行う必要がある。遠隔共食を支援する研究もいくつか出現してきている。国際的なコンサルティング会社であるアクセンチュアは **Virtual Family Dinner** と呼ばれるテレダイニングのプロトタイプを開発した。これは、離れた家族を仮想的に繋げるものである [Accenture 2007]。このシステムは、高齢者のような情報技術に関する知識の少ない人に向けたものであり、操作の自動化による簡単な利用性が特徴である。このシステムでは、テーブル上のモニタリングにより、テーブルに料理が置かれたときコンタクトリストを表示し、ユーザが食事をしながら会話が可能な人を見つけ出すことを可能とする。高齢者のみで世帯を構成することが増加している現代においては、特に高齢者とその家族のコミュニケーションの機会を増やし、高齢者の **QOL** を高めることに寄与するシステムだといえる。

広告代理店である **Wieden + Kennedy** 社のアムステルダムオフィスでは、**Virtual Holiday Dinner** と呼ばれるウェブサイトを提供している [Wieden+Kennedy 2010]。**Virtual Holiday Dinner** は、離れた家族や友人が **Skype** を通して 5 人以下のメンバーで夕食会を開くことを可能とする。食事参加者の顔はテーブルの周りに置かれている人形の頭部に付けられたディスプレイ上に表示される。フェイシャルトラッキングの技術により参加者が実際に顔の向きを変えると、それに応じて人形の向きも自動的に変化し、参加者がテーブル上を見渡すことができる。

家族と離れて生活している場合、自然と家族との時間をもちたくなるものである。このようなニーズに応えるため、家族の絆を高いレベルで維持することを目的とした **CoDine** がある [Wei 2011]。このシステムはジェスチャによる画面を通したコミュニケーション、配膳の同期、テーブルクロス上へのメッセージの送信、料理の上へ食べられるメッセージを描くといった共通の食卓上での行動を通して遠隔地の食事者を繋ぐものである。

これらのシステムは、遠隔地間をネットワークでつなぐことによって、一緒に食事をと

りたいと思える人が近くにいない場合でも、遠く離れた親しい人と共食する機会を生じさせてくれる。

遠隔共食において行われるコミュニケーションの特性を明らかにしようとする研究もある。いくつかの文化では、食事は家族や親しい友人たちなど集団で行われるが、集団での食事として、たとえば中国の火鍋や日本の鍋、アラブのマンサフなどがある。食事をより楽しいものにするために、遠隔環境において集団で行われる食事でのコミュニケーションを調査した研究がある[Foley-Fisher 2010]。これは、中国の火鍋を集団での食事として用いており、集団での食事において重要とされる3つの要因が挙げられている。それらは、食事と共になされるグループでのコミュニケーション、中央に置かれ共有される料理、他の人がそばにいる感覚である。一方、対面共食と遠隔共食の両場面を比較した研究がある[古川 2013]。この研究では、遠隔共食コミュニケーションの効果的支援の基礎研究として、2者による対面共食場面と遠隔共食場面のコミュニケーション行動を比較し、さらに遠隔共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ている。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報告されている。遠隔共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ている。

以上で紹介した遠隔共食システムは食事者が同一の時間に存在していることが前提となっている。このようなシステムは距離的な制約を乗り越えることができるが、時間的な制約を乗り越えることはできない。たとえば、互いに遠く離れて暮らす家族では、家族のメンバーが異なるタイムゾーンで生活している場合も存在する。異なるタイムゾーンは家族間のコミュニケーションをより困難にすると考えられる。特に昼夜の時間が一致しないことは最もコミュニケーションを困難にする[Cao 2010]。また、これは互いの食事をする時間に大きく影響する。たとえば、もし日本(UTC+9)とカナダ(UTC-8)で離れて生活している家族がいるとすれば、一方が午後7時に夕食を食べている間、もう一方はまだ朝の2時で眠っているということになる。SkypeやFaceTimeのようなビデオチャットツールを用いれば、人々はお互いに簡単に連絡できる。常時接続した状態であれば、一定程度は、離れた場所にいる家族や友人たちと一緒にいるような感覚が得られるし、その状態で同時に食事を行うこともできる。しかし、これらは同時刻における同期的コミュニケーションである。時差があるような地域間であったり、生活リズムが異なったりする場合には非同期型のコミュニケーション手段が必要である。家族の団らんのように、繋がっているという感覚が重要となるコミュニケーションでは、映像の価値が大きいと考えられているが[Zuckerman 2005]、非同期コミュニケーションにおけるビデオメッセージングは十分に研究されているとはいえない。

### 2.2.3 非同期環境におけるコミュニケーション支援

非同期環境でコミュニケーションを行う場合、そのコミュニケーションのあり方は対面環境における同期コミュニケーションとは当然異なってくる。情報機器を用いずにコミュニケーションを図る例としては、手紙や掲示板などが当てはまる。手紙や掲示板では、形に残る媒体に言葉や情報を乗せ、時間を越えた相手にそれらの情報を伝えることで感情や想いを伝えることができる。非同期環境におけるコミュニケーションを行うためには表 1-1 における非同期分散型のグループウェアが必要となる。

非同期分散型コミュニケーション支援システムには、ワークフロー管理システム[秋藤 1996]、協同執筆システム[宇津宮 1992]などが当てはまる。非同期分散型システムの代表例として Lotus Notes (IBM) [Lotus Notes]がある。Lotus Notes/Domino は世界規模でのデファクト・スタンダードとなっている製品である。Lotus Notes/Domino は会社での仕事を電子化する統合的環境で、電子メール、データベース、スケジュール管理、電子会議、課金などの機能が揃っている。たとえば従来、書類を社員から課長へ、課長から部長へ、判を捺して流していたひな形を作れば、電子メールで順にワンタッチで流したりすることができる。

非同期コミュニケーション支援システムでは、ユーザが自分の都合の良いときにメッセージを受け取ることができるので、仕事などで広く使われている。しかしながら、即時性や直接性に欠ける。たとえば、遠隔学習分野において Ocker らは、解答の質、解答内容についての満足度という面で非同期協調学習と対面協調学習は遜色ないことを示した[Ocker 1999]。ただし、集団での議論の質と過程については不満が述べられている。このことは、非同期でのインタラクションが、いくつかの側面では満足いくものであるが、すべての点でそうではないということを示している。

非同期型のグループウェアは前述のように、オフィスにおいて決裁文書を回覧する、スケジュールを共有する、協同して文書を作成するなどの用途が中心であった。すなわちテキスト情報や画像情報を非同期に共有するシステムである。これに対し、ネットワークの高速化やコンピュータの発展により、動画などのリッチメディアを扱えるようになったことを背景とし、動画を使って情報共有を図る取り組みがある[Tang 2012] [高田 1999]。Tang らは、会議中の必要な時に事前に録画された意見を再生することによってその場にはいない参加者が会議に貢献できるシステムを提案した。この研究での実験においては、多くの録画メッセージが会議中に再生された一方で、会議中につくられたメッセージは、それほど視聴されることがわかった[Tang 2012]。高田らは引用機能を持つビデオメッセージ・システム Video Passage を提案している[高田 1999]。「引用」と「コメント付け」の機能をビデオメッセージに導入することにより、蓄積型でインタラクションが可能なビデオメッセージ・システムが実現可能となることを示した。ただし、実際の使用に耐えうるビデオメッセージ・システムを構築するには、ユーザインタフェースなどの点で解決すべき問題が残されていることが述べられている。

また、消費的コミュニケーションに対するニーズの高まりを背景に、家族や親しい友人



とのコミュニケーションを支援するための非同期型グループウェアも研究されている。その1例として、InkpenらによるVideoPalがある[Inkpen 2012]。このシステムは、9歳から10歳の子供を対象にした、ビデオメッセージを用いて親しい友達との関係を中長期的に維持、発展できるコミュニケーションツールである。9週間にわたり6人の被験者に、対面コミュニケーションに加えて非同期にビデオメッセージをやりとりさせたところ、頻繁にコミュニケーションがなされたことが報告されている。さらに、お互いの顔を映すだけのやりとりに加え、器械体操の様子を撮影して送るなど、顔だけでなく全身を映したビデオのやりとりへの要求もみられた。動画に含まれる情報はテキスト形式や画像形式のものに比べて膨大であり、言語情報だけでなく非言語情報を多く含む。ビデオメッセージはコミュニケーションの幅を広げ、より豊かな表現を可能とする。

非同期コミュニケーションは、時間や場所を選ばない。同じ場所にいなくても、タイミングを揃えなくてもコミュニケーションを成立させるのが非同期コミュニケーション支援システムである。電話や遠隔会議支援システムの出現により遠隔地間コミュニケーションが容易になり、人々のコミュニケーション方法の選択肢が大きく広がった。同様に、メールなどの非同期コミュニケーション支援システムによって非同期環境におけるコミュニケーションの可能性が広がり、人々のコミュニケーション方法の選択肢の幅が大きく広がったといえる。

#### 2.2.4 非同期共食におけるコミュニケーション支援

一緒に食事をしたい相手と遠く離れていても、全員が同時に揃うならビデオ会議システムを利用して共食をすることができる。しかし、そうでない場合は非同期コミュニケーション支援システムを利用することになる。別居家族の対人関係支援に非同期のビデオメッセージが利用された例では、受信者はビデオメッセージを好きな時に観ることができ、これによって無理のない継続的なコミュニケーションが維持されると報告されている[Zuckerman 2005]。非同期コミュニケーションはインフォーマルコミュニケーションにおいても有効であることは報告されているが、共食コミュニケーションに適用させた例は少ない。

CU-Laterは非同期環境でも共食が行えるよう、食事時のビデオメッセージのやりとりするシステムである[Tsujita 2010]。食事参加者の前には食事とともに端末が置かれ、小さな画面越しに共食相手の映像が流れる仕組みが実現されている。このシステムではモーションセンサによってユーザの有無を検知する。食卓上に置かれたディスプレイの前にユーザが座ったとき、遠隔地にいる相手の食事の録画映像が表示され、ユーザは食事をしながらそれを見ることができる。相手の映像に加え、自分を撮影している映像もピクチャインピクチャのかたちで確認することができる。システムにはカメラが付いており、ビデオを再生すると同時にユーザの食事の様子も録画する。したがって、遠隔地の相手もそのビデオ

を後で見ることが可能である。すなわち、自動的な録画と再生機能を備えたビデオメール交換といえる。

しかしながら、CU-Laterのように単に相手のビデオ映像を再生するだけでは、共食相手と一緒に食事をとっているという感覚が得られにくいという点が予想される。特にCU-Laterでは相手の姿を映す画面も小さく、同室にいる感覚が得られにくいと考えられる。これは非同期コミュニケーションにとっての大きな課題のひとつであるが、非同期コミュニケーションは即時性や直接性に欠けるため、消費的コミュニケーションに不向きである一面がある。

Tsujitaらによる報告におけるシステム評価では実験者のうちの一人と同じ研究室メンバーとの間で、食事時の様子を撮影したビデオを4回やりとりし、実際にビデオメッセージを交換した場合の定性的評価について述べている。ビデオメッセージでは今食べている食事についての話や、観ているTV番組のことなどの現在の状況に関する会話がなされ、楽しく食事ができた点が報告されている。しかしながら、このシステム評価では、実験者を含む、非常に少ない人数によって評価されており、その評価方法も使用した感想について簡単に述べられているのみである。共食コミュニケーション環境においてビデオメッセージを非同期にやりとりする手法の有効性が十分に示されているとは言えない。このような問題に対し、非同期共食コミュニケーションの実現手法のひとつとして、KIZUNAと呼ばれる手法が提案されている[大塚 2012]。

## 2.3 非同期共食コミュニケーション支援システム KIZUNA

対面共食コミュニケーション場面において、食事進捗の同調は重要な要素のひとつである。人は共食相手と食べ始めるタイミングを合わせることが多い。食事相手の摂食行動によって自らの摂食行動に影響を受けることが知られており、食事相手がいる場合には、一人の場合よりも多く食べるとされている[Castro 1992] [Patel 2001]。また、食事相手が多く食べると自らも多く食べ、相手の食事量が少ないと自分の食事量も少なくなる[Conger 1980] [Herman 2003]。これらの現象は、共食参加者が互いの摂食行動から影響を受け、行動が同期するためと考えられる[Hermans 2012]。非同期環境にいる共食相手のビデオメッセージをただ再生するだけでは、ビデオ視聴者の行動がビデオ内人物に影響を与えることがなく、一緒に食事をしているという感覚が得られにくいと考えられる。そこで、井上らの研究グループはビデオ視聴者の食事状況に応じて、ビデオメッセージの再生速度を調整することで、ビデオ内人物の食事進捗をビデオ視聴者の食事進捗に同調させる KIZUNA を提案している[大塚 2012]。図 2-1 に KIZUNA のシナリオを示す。

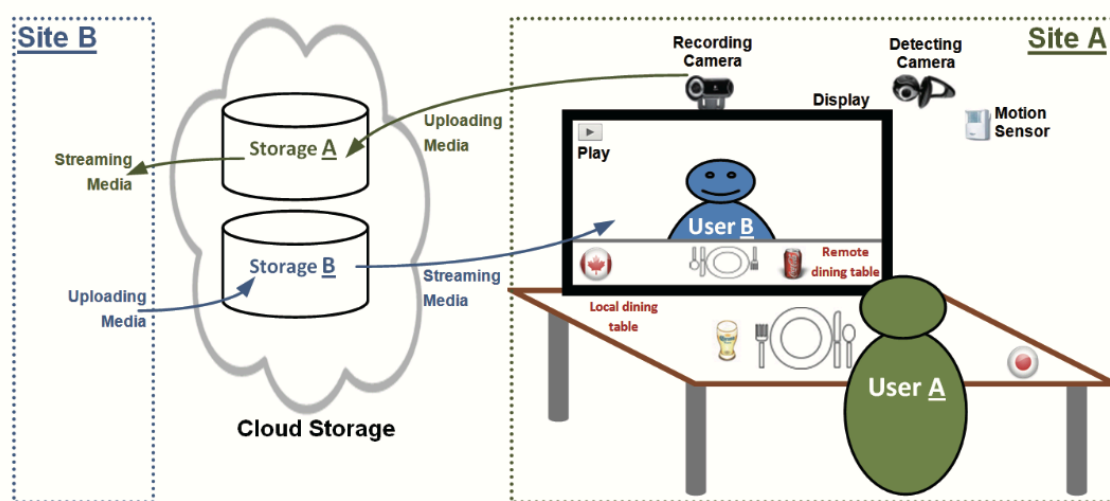


図 2-1 KIZUNA のシナリオ[大塚 2012]

図中には、システムを利用してビデオメッセージを視聴しているユーザ A (視聴者ユーザ) と、視聴者 A に対してビデオメッセージを提示したユーザ B (ビデオ内人物) がいる。ユーザ A は日本におり、ユーザ B はカナダにいる想定がなされている。視聴者ユーザの存在を判別するためのモーションセンサ、食卓の皿や視聴者の動作を把握するカメラ、視聴者の食事の様子を撮影するためのカメラが設置されており、ユーザ B のビデオメッセージを映すための大型ディスプレイの前で視聴者ユーザは食事を行う。各ユーザの食事の様子を撮影した映像は食事相手へのビデオメッセージの役割を果たすが、これらのビデオメッセージがクラウド上のストレージを仲介してやりとりされる様子が示されている。

このシステムデザインでは、視聴者ユーザが食卓の前に着席し、いくつかの料理がテーブルに置かれ、視聴者が最初に皿に手を伸ばしたときに食事開始されたと判断し、自動的に処理を開始する。この自動化により、特に情報技術に関する知識の少ない人であっても容易にシステムを利用できることが想定されている。そして、視聴者ユーザの正面に設置された大型ディスプレイにビデオ内人物が以前に行った食事の録画映像が実物大で表示され、それと同時に視聴者ユーザの食事の様子も録画開始される。

また、単にビデオを視聴するのとは違い、ビデオの再生や録画をシステムが自動で行うことで、実際は時間や場所が異なっても、あたかも自然に共食をしている感覚を視聴者ユーザが得ることができることが想定されている。より共食をしている感覚を与えるために、食事の開始時間を合わせるのみではなく食事の途中経過も重要とし、視聴者の食事経過に合わせてビデオの再生スピードを調整することで、ビデオ内人物および視聴者の食事進捗を同調させることを提案している。

これらのコンセプトを基本として時系列に沿って描かれたシナリオが、続く 2 番目の論文で示されている[Nawahdah 2013]。図 2-2 に時系列に沿った KIZUNA の共食シナリオを示す。

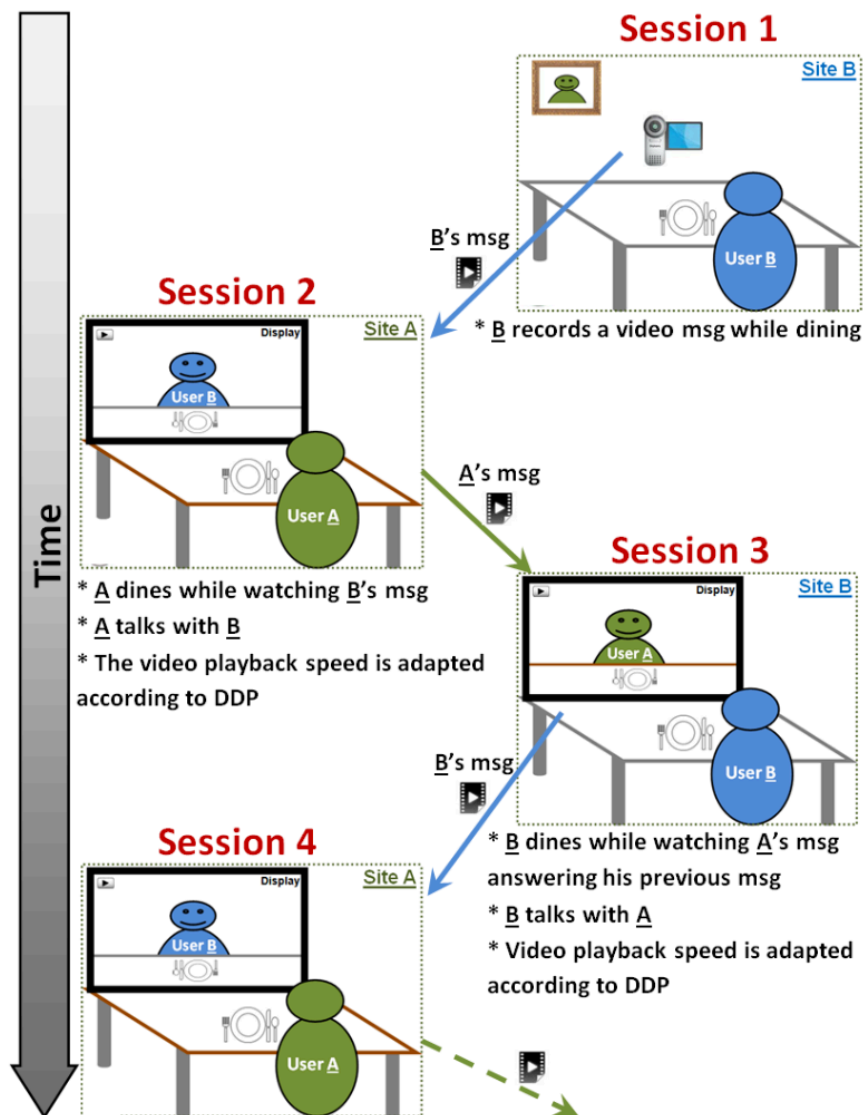


図 2-2 時系列に沿った KIZUNA の共食シナリオ[Nawahdah 2013]

まずユーザ B は共食相手であるユーザ A へのメッセージを発話しながら食事をする。このときユーザ A の静止画を画面に映し、語り掛けやすいように工夫がなされている。ユーザ B の食事の様子は撮影され、ユーザ A に送られる。ユーザ A はそのビデオを視聴しながら食事を行い、その様子が撮影されて再びユーザ B に送られる。このように二人の共食者間で共食用ビデオメッセージがやりとりされる。このビデオメッセージを相互にやりとりをするという方法は CU-Later と同様であるが、KIZUNA ではこのビデオメッセージをやりとりすることに加え、共食者間の食事進捗を同調させる手法をとる。共食者二人の食事残量差（図中の DDP: Difference in Dining Progress）を把握し、それに応じてビデオの再

生速度を変更する。

続いて，図 2-3 に KIZUNA の利用イメージを示す。

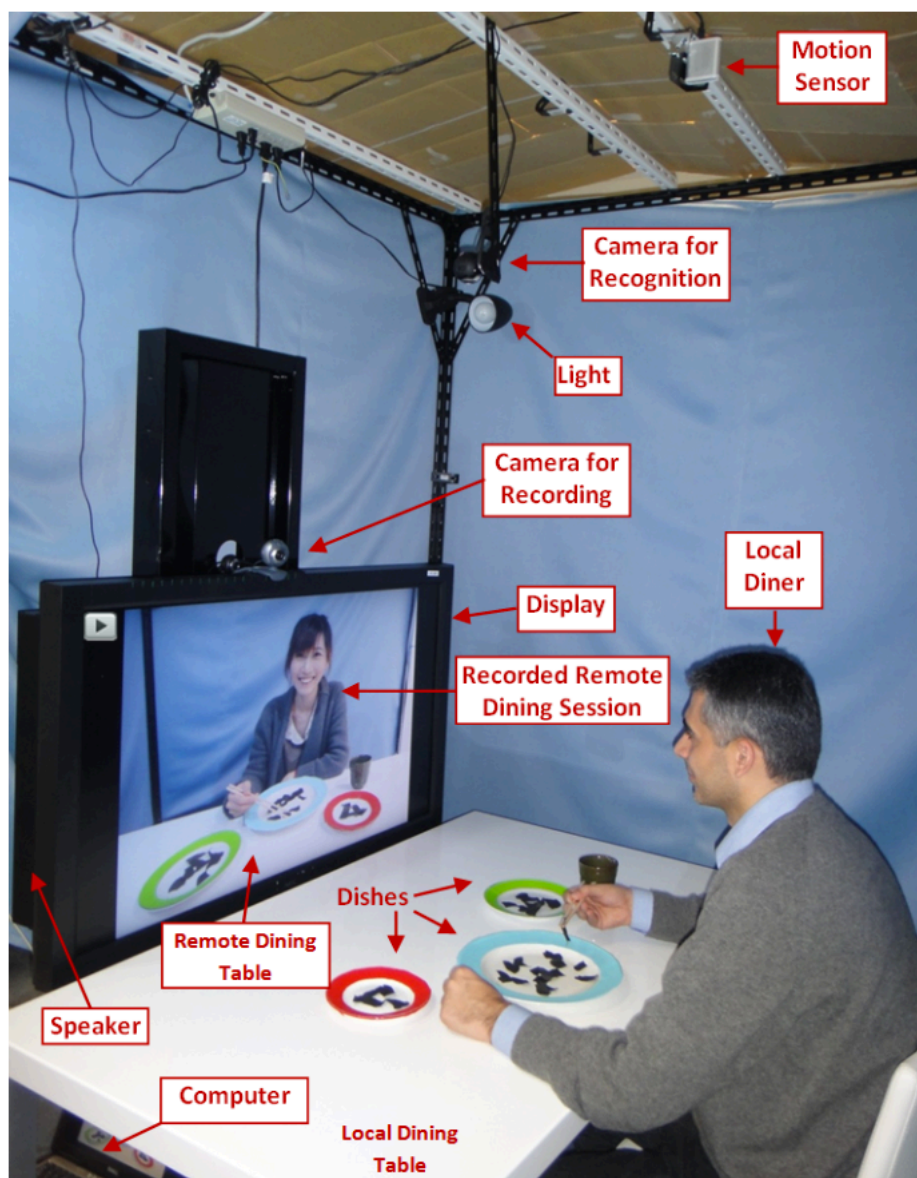


図 2-3 KIZUNA の利用イメージ[大塚 2012]

KIZUNA は，食卓 1 台，椅子 1 脚，ディスプレイ 1 台，USB カメラ 2 台（録画用に 1 台，食卓認識用に 1 台），スピーカ 1 台，マイク 1 台，モーションセンサ 1 台，スポットライト 2 台，PC 1 台で構成される．モーションセンサにより視聴者の有無を判断し，テーブルの上方に取り付けられた USB カメラをテーブル方向に設置し，そこで得られた映像に対して画像処理を行うことで食事参加者の食事量を把握し，参加者間の食事進捗状況に応じてビ

デオメッセージの再生速度を調整することを提案している。食事進捗同調のアルゴリズムを含む、KIZUNA のワークフローを図 2-4 に示す。

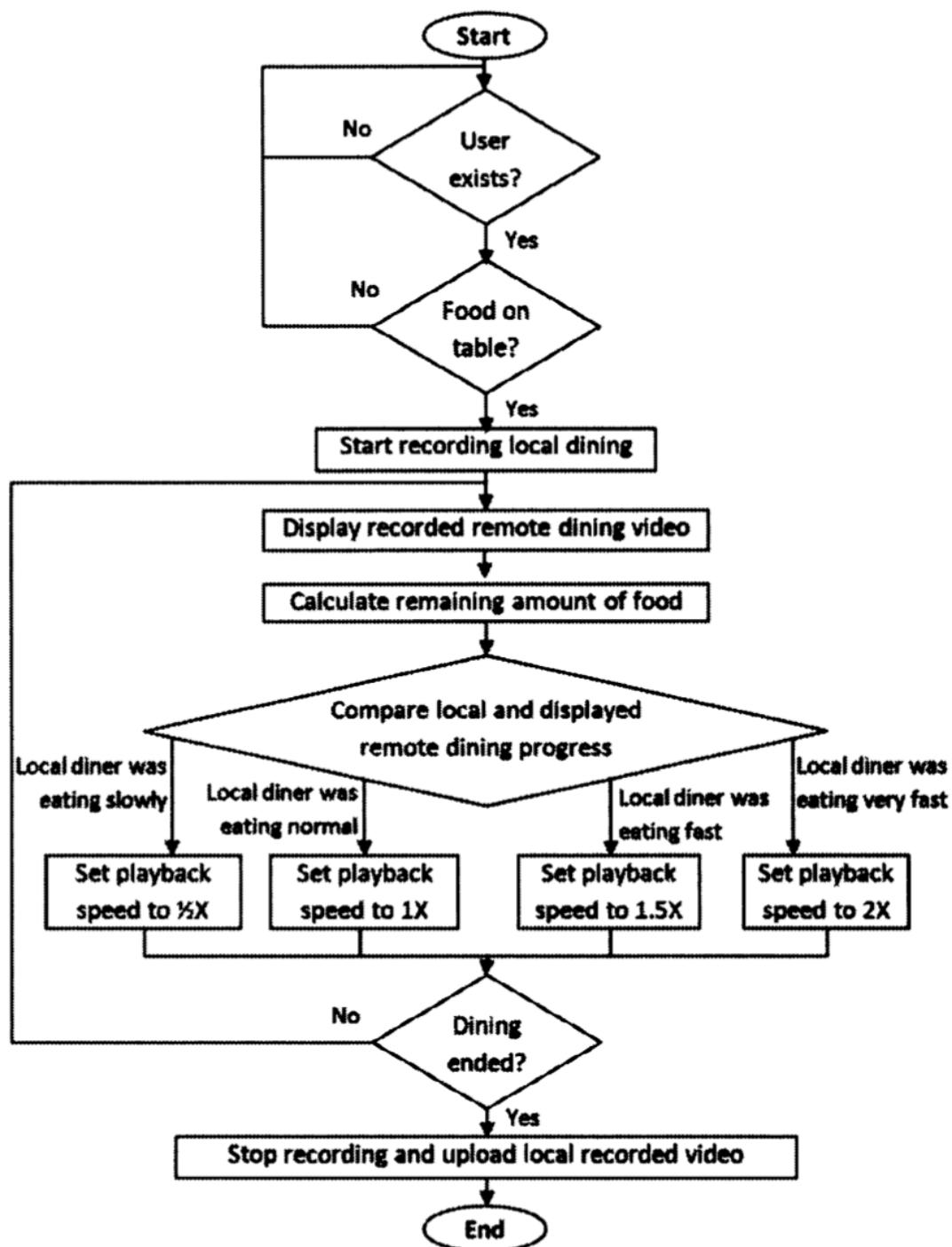


図 2-4 KIZUNA のワークフロー[大塚 2012]

ビデオメッセージ内の共食参加者（ビデオ内人物）の食事残量はビデオメッセージを撮影するときに取得しておく。その一方でビデオメッセージを視聴しながら視聴者ユーザ（図中の local diner）が食事をする際、テーブル上方のカメラにより食事皿を撮影し、画像処理により、リアルタイムに視聴者ユーザの食事残量を把握する。KIZUNA ではビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量を、初期食事量に対するその時点での食事残量の割合で把握する。ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量を比較し、視聴者ユーザの食事進捗が 20%以上遅れている場合はビデオメッセージの再生速度を低速再生（0.5 倍速）し、逆にユーザの食事進捗が 20%以上進んでいる場合は高速再生（1.5 倍速）するように制御する。さらに、視聴者ユーザの食事進捗が 40%以上進んでいる場合は 2 倍速で再生する。なお、ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量の差が 20%以内の場合は通常再生（1.0 倍速）で再生するように制御する。しかしながら、ここに記述した食事進捗同調のための判定閾値や調整される再生速度は暫定的な値とされており、より自然に双方の食事を同調させるためには十分な検討が必要であると述べられている[大塚 2012]。

食事進捗同調のための閾値および再生速度については、続く 2 番目の論文において修正がなされている[Nawahdah 2013]。修正された結果、視聴者ユーザの食事進捗が 5%以上遅れている場合はビデオメッセージの再生速度を低速再生（0.7 倍速）し、逆に視聴者ユーザの食事進捗が 5%以上進んでいる場合は高速再生（1.5 倍速）するように制御することが提案されている。なお、ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量の差が 5%以内の場合は通常再生（1.0 倍速）で再生するように制御する。この 2 番目の論文では、KIZUNA における視聴者ユーザの食事残量把握を WoZ（Wizard of OZ）法で行い、評価実験を行なっている[Nawahdah 2013]。すなわち、実験時に別室に実験者が待機し、USB カメラ映像越しに視聴者ユーザの食事残量を把握し、1 分ごとにビデオメッセージの再生速度を手動で変更する方法を用いている。評価実験では質問紙による定性的評価の結果を報告している。評価項目はコミュニケーションに関する評価と、プレゼンスに関する評価を行い、ビデオ内人物の発話タイミングの印象に効果があることや、一緒に食事をしている感覚をもたらすのに有用であることが報告されている。

続いて、3 番目の論文では、KIZUNA 使用時のユーザの発話行動、摂食行動について分析がなされ、その結果が報告されている[Inoue 2014]。この報告では、2 番目の論文における評価実験で撮影した視聴者ユーザの映像から、視聴者ユーザの発話交替回数、発話合計時間、摂食回数、摂食合計時間、飲料摂取回数、飲料摂取合計時間といった指標を用いて分析が行われている。この結果、摂食行動については両条件で大きな差はみられなかったが、通常のビデオメッセージ再生時よりも KIZUNA 使用時の方が発話交替回数、発話合計時間が高まる傾向が観測された。食事進捗を同調させる KIZUNA 使用時には視聴者ユーザの発話行動を促進し、コミュニケーション支援に有用であることが示唆されている。

井上らの研究グループによる KIZUNA は、合計 3 つの論文によって報告がなされている。はじめにコンセプトが示され[大塚 2012]、続く 2 番目の論文で定性的評価の結果が示され



た[Nawahdah 2013]. さらに3番目の論文でシステム使用時の発話行動、摂食行動の基礎的な指標を用いた分析結果が示された[Inoue 2014]. しかしながら、非同期共食における食事進捗同調手法の効果について十分に明らかになったわけではない. また、これらの報告における評価実験では食事進捗の把握に WoZ 法が用いられているが、実際の食事場面において常に共食を支援する第三者がいることは現実的ではなく、自動的にシステムが共食参加者の食事進捗を把握する仕組みが必要である.

## 2.4 本研究の位置づけ

これまでのグループウェア研究には、対面環境におけるコミュニケーション支援、遠隔環境におけるコミュニケーション支援、非同期環境におけるコミュニケーション支援など様々な切り口が存在する. 消費的コミュニケーションである共食コミュニケーション支援研究も例外ではない. 対面共食環境における話題提供のためのシステムは直接的にコミュニケーション促進を目的とするものである. 遠隔共食支援を目的とするシステムも数多くあり、これまでにあまり普及していない、遠隔共食という新たなコミュニケーションのかたちを提案している. 近年では、非同期環境における共食コミュニケーションも提案されているが、その数は極めて少なく、非同期共食コミュニケーション支援の研究は始まったばかりであるといえる. そこで本研究では非同期共食コミュニケーションに焦点を当て、これを支援する.

なお、コミュニケーション支援研究は、新しい形のコミュニケーション支援システムを提案するものばかりではない. 人間同士のコミュニケーションの特性を明らかにしようとする研究は古くから多数存在する. 近年では共食コミュニケーション場面に焦点を当て、単なる会話とは異なり、発話行動と摂食行動が複雑に作用し合う共食コミュニケーション特有の性質を明らかにしようとする研究も存在する. 共食コミュニケーションそのものやコミュニケーション当事者の行動を理解することは、後に共食という行為そのものを活用しようというときや、共食コミュニケーションを支援するシステムを設計しようとするときに活用できる知見である. 共食コミュニケーション支援研究はその目的に応じて2つの側面を持つ. すなわち、これまでにない新たなコミュニケーションのかたちを提案するものと、共食時のコミュニケーションのあり方を明らかにしようとする行動分析するものである. 本研究ではこの2つの側面からコミュニケーション支援を行う.

### 2.4.1 従来研究の整理

表 1-1 で示した通り、グループウェアは時間（同期-非同期）と空間（対面-分散）により分類することができる. 共食コミュニケーション支援に関する研究をこの表に従い、まと



めたものを表 2-1 に示す.

表 2-1 共食に関する従来研究の分類

	同期型	非同期型
対面型	[天野 2004] [森 2008a] [森 2008b] [瀬戸 2009] [井上 2011] [武川 2011] [Otsuka 2013] [徳永 2013] [Noguchi 2014]	
分散型	[Accenture 2007] [Foley-Fisher 2010] [Wieden+Kennedy 2010] [Wei 2011] [古川 2013]	[Tsujiita 2010] [大塚 2012] [Nawahdah 2013] [Inoue 2014]

共食コミュニケーション支援研究は同期対面型共食を支援するものとして、料理推薦システム[瀬戸 2009] [Otsuka 2013], 食事の色の補色を用いて食事皿を彩るいろどりん[森 2008a], 調理者から食事者へのメッセージなどを送り、食卓を彩れるシステム[森 2008b], 食事時の話題提供システム[天野 2004]があった. 対面共食時の人間の行動に着目し、分析した研究もいくつかある. 多人数会話における食事の有無の影響について分析したもの[井上 2011], 共食会話参加者の視線と発話行動の関連を分析したもの[徳永 2013], 共食参加者らの発話、視線と摂食行動に着目したもの[武川 2011], 立食形式、着座形式といった食事形式が食事者の行動に与える影響について調べたもの[Noguchi 2014]がこれに当たる.

続いて共食コミュニケーション支援研究は、従来から研究され、普及してきたビデオ会議システムを応用し、同期分散型の共食支援システムへと発展してきている. Virtual Family Dinner [Accenture 2006], Virtual Holiday Dinner [Wieden+Kennedy 2010]といった企業が提供するシステムの他、家族の絆を高いレベルで維持することを目的とした CoDine [Wei 2011]などが存在する. また、遠隔共食で行われるコミュニケーションの特性を分析しようとする研究もあり、遠隔環境において集団で行われる食事中のコミュニケーションを調査した研究[Foley-Fisher 2010]や、対面共食と遠隔共食の両場面を比較した研究[古川 2013]があった.

さらに、共食コミュニケーション支援研究は距離的な制約のみならず、時間的な制約も乗り越えるための研究へと進んでいく. CU-Later[Tsujiita 2010]や KIZUNA[大塚 2012]

がそれに当てはまる。CU-Later では非同期環境においてビデオメッセージを交換することで共食を実現するアイデアが示された。続いて井上らの研究グループによって、非同期共食コミュニケーションにおいてビデオ視聴者とビデオ内人物の食事進捗を同調させる KIZUNA が提案された。KIZUNA については、そこで行われるコミュニケーションの特性を分析したものがある。評価実験では食事進捗同調機能の効果に関する定性的評価 [Nawahdah 2013] が行われ、続いて食事参加者の発話行動、摂食行動についての分析が進められた [Inoue 2014]。

共食コミュニケーション支援研究においては、共食の新しいあり方やシステムを提案することに主眼を置いているものと、共食コミュニケーション場面で行われる人間の行動を分析することに主眼を置いているものに分類することができる。こうした視点で対面共食コミュニケーション、遠隔（分散）共食コミュニケーション、非同期共食コミュニケーションごとに分類した表を表 2-2 に示す。

表 2-2 共食に関する研究の着眼点による分類

	支援システム	行動分析
対面共食 コミュニケーション	[天野 2004] [森 2008a] [森 2008b] [瀬戸 2009] [Otsuka 2013]	[井上 2011] [武川 2011] [徳永 2013] [Noguchi 2014]
遠隔（分散）共食 コミュニケーション	[Accenture 2007] [Wieden+Kennedy 2010] [Wei 2011]	[Foley-Fisher 2010] [古川 2013]
非同期共食 コミュニケーション	[Tsujiita 2010] [大塚 2012]	[Nawahdah 2013] [Inoue 2014]

## 2.4.2 従来研究の問題点

本項では従来研究における問題点を詳述する。

### (1) 非同期共食コミュニケーションにおける食事参加者の行動に関する知見の少なさ

対面共食における人間の行動分析に関する研究は多く存在しており、その切り口も様々である。遠隔共食は、共食相手の様子をリアルタイムに知ることができる点で、対面共食と同様の側面がある。非同期共食では、共食相手がビデオメッセージという形であり、あらかじめ録画された通りにしか再生されない。すなわち、ビデオ視聴者がどのような発言をしてもリアルタイムに食事相手の反応が変わることない。非同期環境で行われる共食コミュニケーションは対面共食の場合と異なることが容易に予想されるが、これについて明

らかにしようとする研究はまだ極めて少ない。

先行研究である KIZUNA では、視聴者ユーザの食事進捗に合わせて動的にビデオの再生速度を調整し、ビデオ内人物の食事進捗を同調させる。その有効性はいくつかの研究報告によって報告されており、ビデオ内人物の発話タイミングの印象や、一緒に食事をしている感覚をもたらすのに有用であり [Nawahdah 2013]、視聴者ユーザの発話時間や発話交代回数を高める傾向にある [Inoue 2014] とされる。これら先行研究ではそれぞれ定性的評価や、発話行動、摂食行動に焦点が当てられた分析がなされている。しかしながら、先行研究における行動分析は初期評価に留まっており、分析指標を加えてさらなる分析が可能と考えられる。また、先行研究における行動分析では発話行動、摂食行動それぞれに関する分析がなされており、その相互関係まで踏み込んで明らかにされていない。

## (2) 非同期共食支援に必要なデザインは十分に明らかでない

井上らの研究グループは KIZUNA という、非同期共食のために参加者間の食事進捗を同調させるシステムデザインを示した。しかしながら、先行研究のシステム評価実験では食事参加者の食事残量の把握およびビデオメッセージの再生速度変更を WoZ 法で行なっており、正確にはこのシステムデザインは実現されていない。実際にシステムを運用する場面を想定した場合、食事をする際に常に第三者が待機して支援することは現実的でない。食事進捗同調を行うシステムを実際に実装し、その効果について検証する必要がある。

### 2.4.3 問題点の解決方針

前項で挙げたひとつ目の問題点を解決するために、非同期共食ができる環境を用意し、食事進捗同調をさせた場合の食事者の行動について実験的に検討する。先行研究では定性的な評価 [Nawahdah 2013]、および発話行動、摂食行動の回数や合計時間、発話交替回数といった指標で分析が行われており [Inoue 2014]、発話衝突頻度や発話交替潜時といった発話行動のタイミングに関する指標では分析がなされていない。発話交替潜時とは、会話において一方の会話参加者の発話終了時から、もう一方の会話参加者が発話するまでの時間を指す指標である。先行研究における定性的評価の結果から、ビデオ内人物の発話タイミングの印象について違いがあることが報告されており、非同期共食時の発話行動のタイミングにも食事進捗同調による影響があることが予想される。そこで本研究における行動分析では、発話行動のタイミングについて分析するための指標として、発話交替潜時や発話衝突頻度についても分析を行う。また、先行研究においては発話行動、摂食行動それぞれに焦点が当てられた分析がなされており、発話行動と摂食行動の相互関係までは踏み込まれていない。そこで本研究では、発話行動と摂食行動が行われる順序とタイミングに着目した行動分析を行う [野口 2016]。KIZUNA の設計思想を踏襲し、非同期共食における食事進捗同調の効果について総合的に分析、検討を行うことは、表 2-2 の非同期共食における行

動分析にあたる。

次に、前項で挙げたふたつ目の問題点を解決するために、自動的に食事参加者の食事進捗がリアルタイムに把握され、ビデオの再生速度を調整するシステムを開発、実装し、その効果について検討する[Noguchi 2016]。これは先行研究 KIZUNA で示されたコンセプトを一步進めた具体化の作業にあたり、表 2-2 の非同期共食におけるコミュニケーション支援システムの提案にあたる。表 2-3 に、共食研究分類における本研究の位置づけを示す。

表 2-3 共食研究分類における本研究の位置づけ

	支援システム	行動分析
対面共食 コミュニケーション	[天野 2004] [森 2008a] [森 2008b] [瀬戸 2009] [Otsuka 2013]	[井上 2011] [武川 2011] [徳永 2013] [Noguchi 2014]
遠隔（分散）共食 コミュニケーション	[Accenture 2007] [Wieden+Kennedy 2010] [Wei 2011]	[Foley-Fisher 2010] [古川 2013]
非同期共食 コミュニケーション	[Tsujiita 2010] [大塚 2012] [Noguchi 2016]	[Nawahdah 2013] [Inoue 2014] [野口 2016]

それぞれの実験の背景、条件、検討結果の詳細については、第 3 章、第 4 章で説明する。その後の第 5 章において、既存研究の知見と本研究の知見を踏まえ、非同期コミュニケーション支援という観点で総合的に検討を行う。また、今後の非同期共食コミュニケーション支援についてその展望を述べる。

## 第 3 章 非同期共食環境における食事進捗同調の効果

第 2 章で示したように、非同期共食コミュニケーション支援の研究は数が少なく、そのような環境において求められる共食の形はいまだ明らかではない。地理的に離れていたり、生活リズムがずれていたりすることにより食事を一緒にとることが難しい人たちが、食事をしながらコミュニケーションを楽しむためには、非同期型の共食コミュニケーションツールが必要となる。本章では、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を用い、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手法の効果について実験的に検討した。

### 3.1 3 章の概要

家族はよく食事中に今日どのようなことがあったかなどを話し合うことで、そのつながりを維持し絆を深めている。またこのような共食で人は楽しさを感じ、食事時間も長くなることが知られている[Hetherington 2006]。しかしながら、現代の生活様式では、そのような家族揃っての食事をとることが難しくなっている。子供が成人して別世帯を構えることなどによって一人暮らしをしている高齢者、家族と離れて遠方で働く単身赴任者、実家から離れた大学に通う学生など、家族のように親しい相手と共に食事をするのが容易ではない環境にある人も多い[Sellaeg 2008]。こういったケースでは望まざ一人で食事をとる、いわゆる孤食になることも多いが、孤食は孤独感や不幸福感につながる[Heather 2004][中川 2010]。

遠く離れた家族の成員同士がつながっている感覚を維持するために、近年は安価で多様なビデオ会議ツールが存在しているが、これらは皆リアルタイムの映像音声接続を提供するものである。したがって家族同士が時間帯の異なる地点に暮らしている場合には、互いの生活時間の違いによりコミュニケーションを図ることが容易ではない[Cao 2010]。食事シーンはこのような生活時間の違いが顕在化する場面でもある。

本研究は、地理的に離れていたり、生活リズムがずれていたりすることにより、食事を一緒にとることが難しい人たちを対象にした非同期共食コミュニケーションの実現を目的とする。このような時間的、距離的制約を解決するためには非同期コミュニケーションツールが有効であると考えられるが、どのようなデザインが望ましいかについて未だ明らかでない。本章では、予め撮影されたビデオメッセージを用い、それを利用者が視聴しながら食事を行うことで疑似的な非同期共食環境を設定し、そこで行われるコミュニケーションについて分析を実施する。ただし、対面の共食コミュニケーションでは、意識せずとも共食参加者が互いの摂食行動に影響を受け、摂食行動が同期することが知られている

[Hermans 2012]が、非同期共食環境では、食事相手はビデオ映像であるため食事スピードが変化することがなく、「一緒に食事をしている」感覚が十分に得られないことが予想される。これに対し、本章ではユーザの食事の進捗状況に合わせて、ビデオの再生速度を調整することで、ビデオ内人物の食事の進捗状況を同調させた場合の効果について検討した。

実験の結果、本手法により共食感が増加し、発話頻度の増加する傾向がみられた他、発話交替潜時が短くなる等、コミュニケーションに積極的に参加する様子が観測された。さらに、視聴者ユーザの応答と摂食行動の相互関係について分析したところ、自身の応答直後に摂食する行動がより多くみられた。このことも、ビデオ内人物との会話により積極的に関与するようになったことを示唆している。食事映像の同調により、視聴者ユーザのより積極的な会話行動を誘発することが示唆された。

## 3.2 共食コミュニケーション支援に関する関連研究

### 3.2.1 同期環境における共食コミュニケーション支援

対面環境における複数人の共食支援としては、食事状況に基づいてプロジェクタを用いて料理推薦を行う研究がある[Otsuka 2013]。この研究では食卓上の食事残量から次の料理の適切な推薦タイミングを導くことの有効性が示されており、食事状況に応じて動的に支援を行う点は本研究と共通する。

一方、距離の制約により家族や仲の良い友達同士と一緒に食事できないケースも考えられる。このような場合、遠隔地間での共食支援を行う必要がある。対面共食と遠隔共食の両場面を比較した研究[古川 2013]では、両場面でのコミュニケーションの特徴の違いを明らかにしつつ、遠隔共食相手の食事を視認できることで対面共食に近づくことが述べられている。また、遠隔地間の共食を実現するシステムとして、家族の絆を高いレベルで維持することを目的とした CoDine がある[Wei 2011]。このシステムはジェスチャによる画面を通じたコミュニケーション、配膳の同期、テーブルクロス上へのメッセージの送信、料理の上へ食べられるメッセージを描くといった共通の食卓上での行動を通して遠隔地の食事者を繋ぐものである。ただし、このような遠隔共食システムは食事者が同一の時間に存在していることが前提となっている。本研究では距離の制約に加え、時間帯の違いも考慮に入れて共食の実現を支援する。

### 3.2.2 非同期環境におけるコミュニケーション支援

全員が同時に揃うならビデオ会議システムを利用して共食をすることができる。しかし、そうでない場合は非同期コミュニケーション支援システムを利用することになる。

非同期コミュニケーション支援システムは、ユーザが自分の都合の良いときにメッセージを受け取ることができるので、仕事などで広く使われている。しかしながら、即時性や直接性に欠ける。たとえば、遠隔学習分野において Ocker らは、解答の質、解答内容についての満足度という面で非同期協調学習と対面協調学習は遜色ないことを示した [Ocker 1999]。ただし、集団での議論の質と過程については不満が述べられている。このことは、非同期でのインタラクションが、いくつかの側面では満足のものであるが、すべての点でそうではないということを示している。

別居家族の対人関係支援に非同期のビデオメッセージが利用された例では、受信者はビデオメッセージを好きな時に観ることができ、これによって無理なく継続的なコミュニケーションが維持される。これは別居家族成員間のつながりや親密さを強めるために役立つとされた [Zuckerman 2005]。Inkpen らは、親しい友人間で対面コミュニケーションがなされる一方で、非同期のビデオコミュニケーションツールも使用され、これによって既存の関係が強められることを示した [Inkpen 2012]。非同期コミュニケーションについては職場の会議というシーンにおいても研究されている。Tang らは、会議中の必要な時に事前に録画された意見を再生することによってその場にはいない参加者が会議に貢献できるシステムを提案した。この研究での実験においては、多くの録画メッセージが会議中に再生された一方で、会議中につくられたメッセージは、それほど視聴されることがわかった [Tang 2012]。

共食コミュニケーションは単なる情報交換以上の意味を持つ。すなわち満足感という感情や、相手とつながっているという感覚を含み、体験、感情、意見などを共有すること自体を目的としたコミュニケーション、いわゆる消費的コミュニケーション [Fukuda 2010] ということができる。このようなコミュニケーション支援では共にいるという感覚が重要でもある。このつながりを強めるため、本章では単にビデオを視聴するだけでなく、ビデオ中の食事者と実際の食事者の食事の進捗状況を同調させる手法の効果について検討する。

先行研究である KIZUNA では、視聴者ユーザの食事進捗に合わせて動的にビデオの再生速度を調整し、ビデオ内人物の食事進捗を同調させる [大塚 2012]。その有効性はいくつかの研究報告によって報告されており、ビデオ内人物の発話タイミングの印象や、一緒に食事をしている感覚をもたらすのに有用であり [Nawahdah 2013]、視聴者ユーザの発話時間や発話交替回数を高める [Inoue 2014] とされる。これら先行研究ではそれぞれ定性的評価や、発話行動、摂食行動の回数や合計時間に焦点が当てられた分析がなされており、共食者 2 人の発話行動や摂食行動の順序とタイミングに関する分析がなされていない。これに対し、本研究では、映像による非同期共食コミュニケーション支援システムにおける食事進捗同調の効果をさらに明らかにするため、共食参加者 2 人の発話行動、摂食行動の相互関係まで踏み込み、分析を行う。

### 3.3 食事進捗を同調させた共食コミュニケーションの実現

映像音声を用いた非同期コミュニケーションツールとしてはビデオレターがあるが、ビデオレターは食事を代表とする日常のコミュニケーションシーンでは通常用いられない。この理由のひとつとして、ビデオメッセージの録画や再生をそれぞれ行う操作が煩わしいからという理由が考えられる。これに対し、本研究で想定する共食コミュニケーション環境ではビデオメッセージの再生と録画を同時に行う。図 3-1 に本研究で検討対象とする共食コミュニケーション環境を示す。共食者 B から共食用ビデオメッセージが共食者 A に届き、共食者 A はそのビデオメッセージを再生しながら食事を行う場面である。共食者 A が相手の映像を見ながら食事を行う様子はディスプレイ付近に設置されたカメラで撮影され、共食者 B への共食用ビデオメッセージとして後に送られる。ビデオメッセージの再生と録画を同時に行うことで映像をやりとりする際に必要となる手間を減らすことができる。

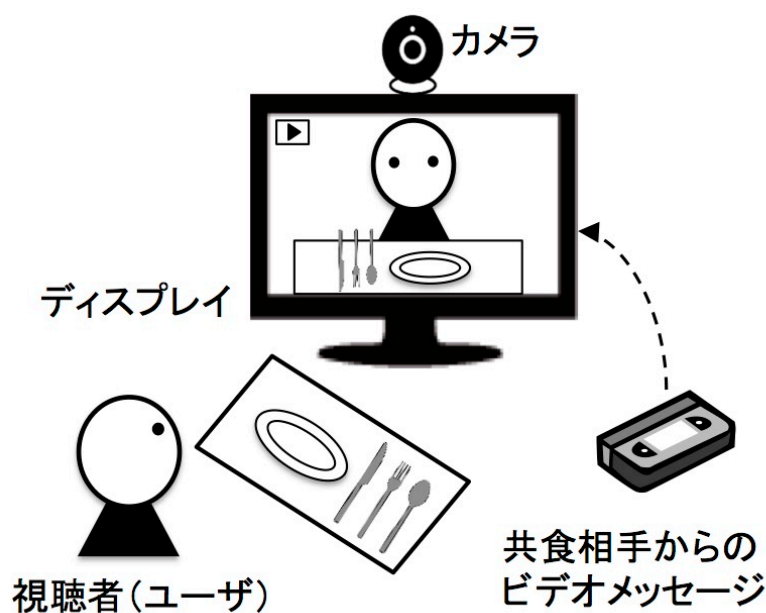


図 3-1 ビデオメッセージによる共食コミュニケーション

ただし、非同期共食コミュニケーションシーンにおいて、単に相手の録画ビデオを見るだけでは、共に食事をしているという感覚が得られないという問題が想定される。これに対し、本研究では両者の食事過程の同調が重要であると考え、対面環境での共食シーンでは、食べ始めるタイミングを合わせる人が多い。また、食事相手の摂食行動によって自らの摂食行動に影響を受けることが知られており、食事相手がいる場合には、一人の場



合よりも多く食べるとされている[Castro 1992] [Patel 2001]. また、食事相手が多く食べると自らも多く食べ、相手の食事量が少ないと自分の食事量も少なくなる[Conger 1980] [Herman 2003] [Hermans 2009]. これらの現象は、共食参加者が互いの摂食行動から影響を受けて行動が同期するためと考えられる[Hermans 2012].

このように、対面の共食コミュニケーションでは意識せずとも相手との食事行動の同調が起きるが、非同期的な共食コミュニケーション環境では、食事相手がビデオ映像であるため食事スピードが変わることがなく、このような食事行動の同調が起きにくいと考えられる。これに対し、本研究ではユーザの食事の進捗状況に合わせて、ビデオ内人物の食事の進捗状況を同調させる。この食事の同調は、ビデオメッセージの再生速度を調節することにより実現可能である。食事進捗の同調は視聴者ユーザの食事の残量とビデオ内人物の食事の残量の差を一定以内に保つという方法をとる。以降ではこの食事映像の同調により生じる効果について検討する。

### 3.4 食事進捗同調実験

本節では、非同期共食環境における食事進捗同調の効果を評価する実験（食事進捗同調実験）について詳細に記述する。実験では、相手の食事状況に同調させてビデオ再生する疑似共食条件（同調条件）と、通常のビデオ再生による疑似共食条件（非同調条件）を比較する。先行研究においても、非同期共食における食事進捗同調の効果について検証がなされている[Nawahdah 2013] [Inoue 2014]. 本節にて記述する実験内容は先行研究における実験内容を踏襲するが、一部異なる点もある。本節では、先行研究において行われている実験内容との共通点および相違点についても明確に記述する。

#### 3.4.1 先行研究における実験内容

2.3 節にて述べた通り、先行研究における評価実験[Nawahdah 2013] [Inoue 2014]では、食事進捗同調のための閾値および再生速度をコンセプト時の値[大塚 2012]から修正して実験を行なっている。ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量を比較し、視聴者ユーザの食事進捗が 5%以上遅れている場合はビデオメッセージの再生速度を低速再生 (0.7 倍速) し、逆に視聴者ユーザの食事進捗が 5%以上進んでいる場合は高速再生 (1.5 倍速) するように制御する。なお、ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量の差が 5%以内の場合は通常再生 (1.0 倍速) で再生するように制御する。先行研究における評価実験用システムのワークフローを図 3-2 に示す。共食参加者 2 人の食事残量の差に応じてビデオ再生速度を変更している箇所を図中の点線で囲まれた部分に当たる。

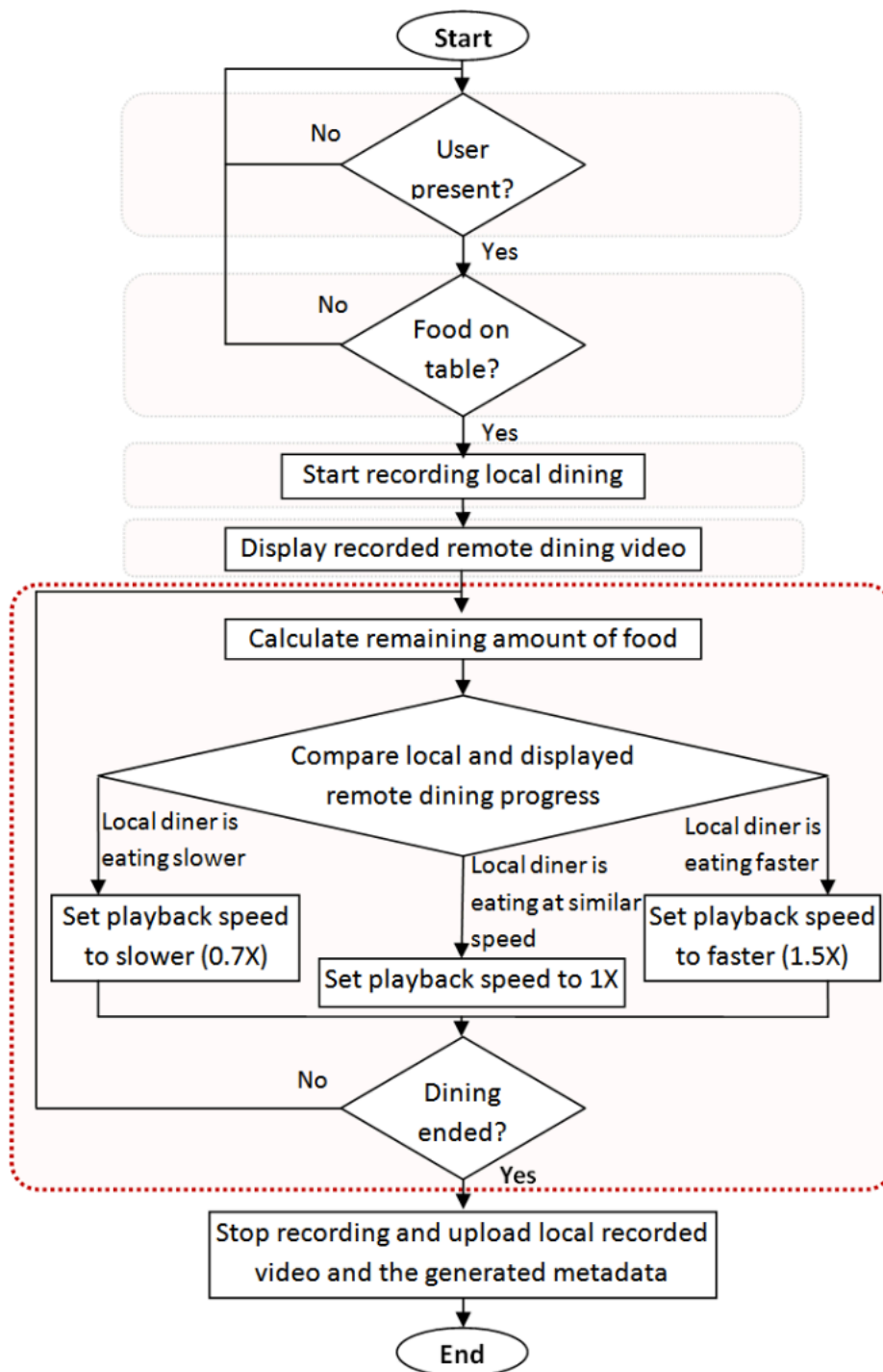


図 3-2 修正後の KIZUNA のワークフロー[Nawahdah 2013]

先行研究における評価実験では、食事進捗同調がコミュニケーションに与える影響について検証することを目的とし、ビデオメッセージを視聴しながら食事を行う場面を実験的に設定し、検討している。このとき、実験用システムでは食事残量の把握およびビデオ再

生速度調整を実験者が手動で行う WoZ 法を採用し、評価実験を実施している。図 3-3 に先行研究における実験環境を示す。

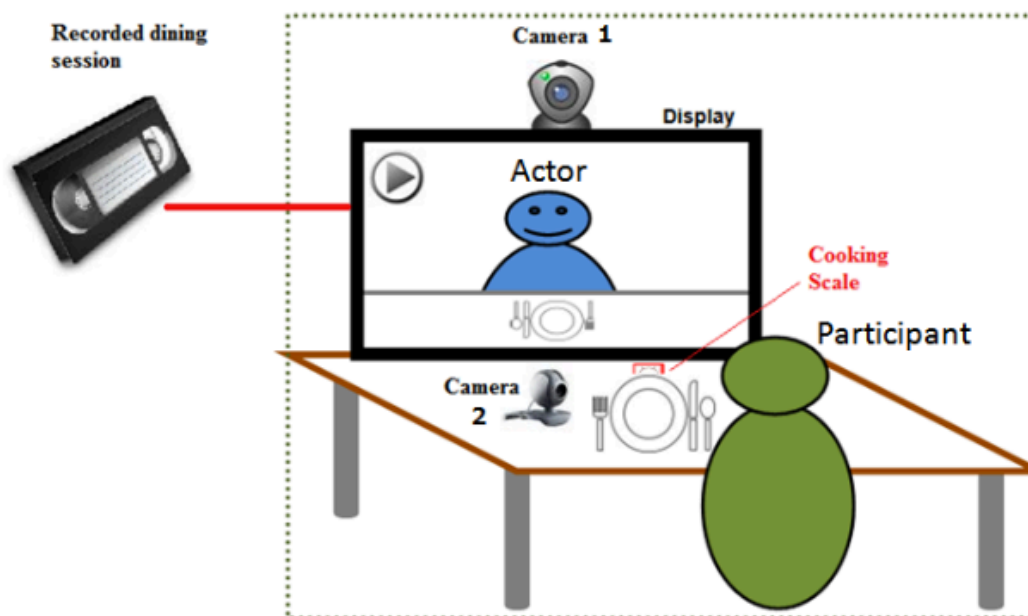


図 3-3 先行研究における実験環境[Nawahdah 2013]

実験用システムでは、視聴者ユーザの料理皿の下に秤を設置し、その脇に設置した USB カメラを通じて別室にいる実験者がその値を視認し、把握する。実験者はあらかじめビデオ内人物の、時間ごとの食事残量を把握しておき、視聴者ユーザの食事残量との差に応じてビデオ再生速度を 1 分ごとに調節する。本研究では、これら先行研究の実験内容を踏襲し、実験を設定した。

### 3.4.2 食事進捗同調実験において使用したビデオメッセージ

実験では共食相手のビデオメッセージの内容を統制するため、実験協力者がアクター（演者）となって、一定のシナリオ（表 3-1）に従って、食事しながら会話をする様子を撮影した。シナリオ作成にあたり、実験協力者の 1 回の共食会話にかかる時間について調べた。この結果、会話をしながらの食事にかかる時間がおおよそ 9 分間であったため、シナリオ上の総食事時間も 9 分間に設定した。また、シナリオの台詞は一般的な質問とコメントからなるものとした。さらに、台詞と台詞の間の時間は返答にかかる時間を考慮して 45 秒間とし、表 3-1 のように発話数および質問数を設定した。このように実験協力者自身の 1 回の共食にかかる時間をシナリオ上の総食事時間に設定しており、実験協力者は特に急ぐこともゆっくり食事するように意識する必要もなく通常の食事速度で食事が行うことできた。

表 3-1 実験用ビデオメッセージのシナリオ

Start	Q) こんにちは、元気？
0:45 (mm:ss)	今日は天気がいいね。こっちは半袖でも十分快適に過ごせるくらいだよ。
1:30	Q) 今食べている食事は美味しい？
2:15	美味しいね。僕はカレーが好きだよ。
3:00	Q) ところで、好きな食べ物は何？
3:45	僕は（からあげ）が好きだよ。
4:30	Q) 今どこに住んでいるんだっけ？
5:15	僕は（つくば市）なんだけど、この街が好きだな。何が良いつて（安全で綺麗だし、学生が多くて安い食堂が多いし）。
6:00	Q) 夏休みの予定はある？
6:45	僕は（海）が好きなんだ。だからたぶん（ビーチ）に行ってリラックスしてくるよ。
7:30	Q) 旅行に行くとしたらどこの国にいきたい？
8:15	いいね。僕は（イタリア）にいきたいな。 そこで（イタリア）料理が食べたいな。
End	今日はありがとう。それではまた、次のビデオで会いましょう。

実際の食事シーンでは、家族や友人、同僚など親しい人たちと共食をすることが多く、特に行儀に気を付けたりすることもなく、くつろいでコミュニケーションする [Hetherington 2006]。本研究の対象もこのような親しい間柄での共食であるため、視聴者ユーザとなる実験参加者は実験協力者と知り合いである必要がある。このような制約があり、実験参加者の数が限られるため、3名の異なる実験協力者による3本の実験用ビデオメッセージを準備した。実験協力者3名はいずれも男性で、それぞれの母国語を用いて日本語、中国語、アラビア語で話す。使用したビデオメッセージは、シナリオの内容を含め、先行研究と共通する。

実験協力者は、自身の食事の様子を撮影した映像が、ビデオメッセージとして後ほど使用される前提で撮影に臨んだ。実験協力者にはリラックスした状態で、かつ通常ので食事をするように指示した。実験協力者の食事は400gのカレーライスとジュースを使用した。ビデオメッセージの撮影は、研究室内にカーテンで仕切ったブースを設け、その中で行った。実験協力者の目の前にディスプレイおよび撮影用ビデオカメラを設置した。ディスプレイには、シナリオに沿って発話するべきタイミングに発話するべき内容を表示した。実験協力者には、ディスプレイ上に表示される発話内容に沿って発話するよう指示してあった。あらかじめ実験協力者にシナリオの内容を把握させ、表3-1の括弧内の実験協力者の

嗜好に関わる箇所は実験協力者が自由に変更して良いことを教示した。ディスプレイに映すかたちで実験協力者に発話タイミングと発話内容を指定したため、普段の共食コミュニケーションと比べ、ディスプレイをよく見た可能性は考えられる。しかしながら、本実験における共食では、画面の向こうにビデオメッセージを再生する人がいることを想定して食事をする前提となっており、正面方向を見ながら食事をすることは不自然ではない。

### 3.4.3 食事進捗同調実験における実験条件

本実験では、次の2つの条件を比較した。

- 同調条件: 視聴者ユーザは、自身の食事状況とビデオ内人物の食事状況が同調するように再生速度が調節されたビデオメッセージを見ながら疑似共食コミュニケーションをする
- 非同調条件: 視聴者ユーザは、通常で再生されるビデオメッセージを見ながら疑似共食コミュニケーションをする

想定している実際の状況では、食事の分量は、共食をする両方で異なることが一般的であると考えられる。市販の食事の分量を調査し、およそ300gから500gが一般的であったので、ビデオメッセージでは400gとして、参加者にはそれより少ない300gとそれより多い500gのいずれかを選択させた。なお、これはそれぞれ標準量の400gに対して25%少ないものと25%多いものとなる。

また、ビデオの再生速度は、実験者らにより予備調査を行って設定した。予備調査では、ビデオメッセージを見ながら食事をする環境で、0.5倍速～2.0倍速まで0.1倍速単位でビデオの再生速度を変更した。発話内容を違和感なく理解可能と実験者複数名の合意が得られた速度から、本実験では、低速再生を0.7倍速、標準再生を1倍速、高速再生を1.5倍速とした。本実験では、許容する食事残量差を5%とし、再生速度調整をする時間間隔を1分間とした。つまり、ビデオ内人物と視聴者ユーザの食事残量差を1分ごとに調べ、参加者の食事進捗がビデオ内人物よりも5%以上遅れている場合はビデオを低速再生、5%以上進んでいる場合は高速再生、-5%から5%の間の場合は標準再生とした。食事進捗同調のための閾値および再生速度については、先に述べたように先行研究と共通する。

### 3.4.4 食事進捗同調実験における食事進捗同調の実現

実験は、研究室内にカーテンで仕切ったブースを設け、その中で行った。図3-4に実験時の共食の様子を示す。ディスプレイの上に設置されたUSBカメラ1は参加者の表情や身振りを記録するために使用した。食事残量を測定するために計量器を料理皿の下に設置し、

その脇に設置した USB カメラ 2 を通じて実験者がその値を視認し，記録した．

参加者の食事の進捗具合の判断は WoZ 法を用いた．2 つの USB カメラは実験ブースの外に設置されたディスプレイに接続され，実験者は食事残量の差をそのディスプレイで視認しビデオ再生速度を 1 分ごとに調節した．実験環境における食事進捗同調の手法についても，先行研究の方法を踏襲している．



図 3-4 食事進捗同調実験時の共食の様子

### 3.4.5 食事進捗同調実験における参加者

実験には大学生または大学院生の男性 9 名，女性 15 名の合計 24 名が参加した．参加者は 2 つのグループに分けられ，グループ 1 (p1 - p12) は同調条件に，グループ 2 (p13 - p24) は非同調条件に，それぞれ参加した．両条件において参加者は全員，本実験システムの利用は初めてである．参加者の食事メニューはビデオメッセージ内の実験協力者と同様カレーライスを採用した．カレーライスは一皿で主食と主菜を複合した一般的な食事メニューである．参加者には各自で食事の量を 300g か 500g か選択させ，11 名が 300g を，13 名が 500g を選択した．また，実験は昼食時または夕食時の時間帯に実施した．

表 3-2 に，両グループの参加者の性別，使用した録画映像の言語，食事量を示す．録画映像は実験参加者の母国語と同一の言語のものを使用した．言語は，Ja は日本語，Ch は中国語，Ar はアラビア語を示す．

表 3-2 食事進捗同調実験におけるセッション一覧

同調条件				非同調条件			
No.	性別	言語	量(g)	No.	性別	言語	量(g)
p1	男性	Ch	300	p13	女性	Ar	500
p2	男性	Ja	500	p14	女性	Ar	300
p3	女性	Ch	300	p15	男性	Ja	500
p4	男性	Ja	500	p16	女性	Ja	300
p5	男性	Ja	300	p17	女性	Ch	300
p6	女性	Ja	300	p18	女性	Ch	500
p7	女性	Ar	500	p19	男性	Ch	500
p8	男性	Ja	500	p20	女性	Ja	500
p9	男性	Ja	500	p21	男性	Ja	500
p10	女性	Ja	500	p22	女性	Ch	300
p11	女性	Ch	500	p23	女性	Ch	300
p12	女性	Ch	300	p24	女性	Ch	300

先行研究における評価実験の参加者の人数、および参加者それぞれの属性情報は本研究のものと一部異なる。先行研究における参加者は男性 10 名、女性 12 名の合計 22 名であり、この 22 名を 2 グループに分けた 11 名がそれぞれ同調条件と非同調条件に参加している。なお、全 22 名中 10 名が 300g、12 名が 500g を選択している。また、参加者の使用したビデオメッセージの言語の割合も異なり、全 22 名中日本語が 12 名、中国語が 6 名、アラビア語が 4 名であった。

### 3.4.6 食事進捗同調実験における実験手続き

各実験では、はじめに実験者が実験同意書への署名と簡単なプロフィールについてのアンケートの記入を参加者に求めた。その後、実験ブースに参加者を案内し、システム環境の説明を行った。参加者には、異なる時間帯に暮らしている家族や友人と共に食事や会話をすることを想定するよう、また、いつも通りに食事をするよう指示した。この時点ではディスプレイには相手の静止画像を表示した。また、参加者には、ディスプレイに映る食事相手を見ながら食事をするように教示した。さらに、ディスプレイに映る食事相手が食事中に話しかけてくること、食事の様子は録画され、後ほど相手によって再生されることを説明した。実験条件に関しては参加者に知らせなかった。以上を説明した後、実験者はブースを離れた。ビデオの再生開始時点を食事開始の合図とした。食事終了後、参加者は用意された質問紙に回答した。これら実験手続きについては先行研究と共通する。

### 3.5 食事進捗同調実験における実験結果

同調条件では、ビデオを再生した時間全体の 28.2% でビデオ再生速度が変更された。なお、速度変更内容の内訳としては、15.4% が 0.7 倍速の低速再生、12.8% が 1.5 倍速の高速再生で再生された。

実際に再生速度調整が行われた例として、図 3-5 に同調条件での実験参加者 p7 の食事残量割合とビデオ内人物の食事残量割合の推移を示す。ビデオ内人物の食事残量割合については、ビデオの再生速度を変更しなかった場合についても示す。また、その他の実験参加者の食事残量割合の推移は付録に示す。

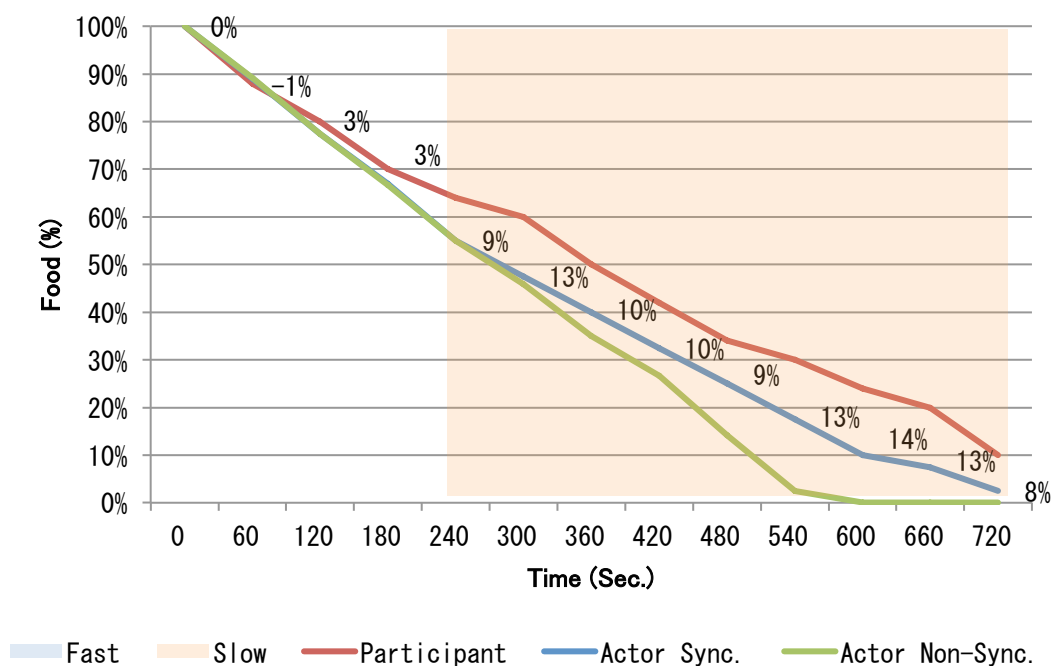


図 3-5 同調条件における実験参加者 p7 の食事量割合の推移

グラフの横軸は経過時間、縦軸は食事残量割合を示している。「Fast」エリアはビデオが高速再生された区間、「Slow」エリアはビデオが低速再生された区間を示す。「Participant」ラインは実験参加者の食事残量割合、「Actor Sync.」ラインは映像速度が変更された場合のビデオ内人物の食事残量割合、「Actor Non-Sync.」ラインは映像速度が変更されなかった場合のビデオ内人物の食事残量割合を示す。なお、図中の折れ線に沿って表示されたラベルは「Participant」の食事残量割合から「Actor Sync.」の食事残量割合を引いた値を 60 秒ごとに示している。



p7は食事の量として500gを選択しており、この食事における平均食事残量差は8%であった。食事開始時点から4分時点までは2人の食事残量差が許容範囲内である-5%~5%であったため、通常再生(1.0倍速)を行った。4分時点で2人の食事残量差が5%以上である9%となったため、ビデオメッセージを低速再生(0.7倍速)に切り替えた。その後、食事残量差は5%以内に収まらず、ビデオメッセージ再生終了時まで低速再生を行った。2人の食事終了の時間差は約1分間であった。速度調整せずに通常再生していた場合には、ビデオ内人物の食事は開始後約9分時点で終了しており、約4分間の食事時間の差が出ていたことになる。同調条件では、低速再生することによって、通常のビデオ再生よりも食事進捗の同調が行われていたといえる。

本実験では、まず実験参加者の定性的評価を得るために質問紙調査を行う。先行研究でも定性的評価は行われているが、本実験と実験参加者が異なるため、同様の結果となるか確認するためである。続いて、実験時に撮影した、実験参加者の様子を映したビデオをもとに行動分析を行う。先行研究における行動分析では、発話行動や摂食行動の回数や合計時間、発話交替回数について分析がなされているが、本実験における行動分析では共食者2人の発話行動のタイミングに着目した分析を行うための指標も用いる。最後に、共食者2人の発話行動と摂食行動の順序やタイミングに着目した分析を行う。

### 3.5.1 食事進捗同調実験における質問紙調査

実験参加者の定性的評価を得るために質問紙調査を行なった。質問項目は参加者らの共通言語である英語で作成した。質問項目と結果の詳細を表3-3に示し、結果は図3-6、図3-7にも示す。質問項目の内容は先行研究と共通する。まず、食事進捗状況の同調がコミュニケーションに与える影響を調べるため、C1~C6の6つの質問項目を設定した[Inoue 1997] [Sellen 1992]。また、本研究は映像コミュニケーション手法のひとつであるといえる。遠隔映像コミュニケーションの研究では、コミュニケーション自体のほかにプレゼンスについて検討することも一般的であるので、コミュニケーションの関する項目の他にプレゼンスに関するP1~P6の6つの項目を設定した[Ichikawa 1995] [Kies 1997] [Nakanishi 2011]。回答は9段階のリッカート尺度(1 = Strongly Disagree, 3 = Disagree, 5 = Neutral, 7 = Agree, 9 = Strongly Agree)とした。各質問項目に対する両条件の平均得点および標準偏差、両条件の差の検定結果を表3-3に示す。この結果、C5: The timing of the partner's delivery was natural. (U=42.5, Z=-1.746, p=0.081), P1: I felt as if the partner and I were eating together in the same room. (U=33.0, Z=-2.323, p=0.02)についてそれぞれ有意傾向、有意差が認められた。なお、比較検定過程において、両条件の結果の等分散性について検定したところ、全ての結果についてそれぞれ分散に差があるとはいえなかった。

表 3-3 食事進捗同調実験における質問項目と評価結果

No.	質問項目	同調 条件 (s.d.)	非同調 条件 (s.d.)	Mann-Whitney U 検定 p 値
C1	I wanted to talk to the partner.	7.0 (1.5)	6.2 (1.4)	0.976
C2	I enjoyed talking with the partner while eating.	6.8 (1.5)	5.4 (1.8)	0.417
C3	The partner's talking distracted me from my meal.	4.6 (1.4)	4.4 (1.7)	0.358
C4	The content of the conversation was natural.	5.8 (1.5)	5.0 (2.2)	1.000
C5	The timing of the partner's delivery was natural.	5.5 (1.6)	3.8 (1.8)	+0.081
C6	I could communicate with the partner naturally.	5.5 (1.4)	4.9 (2.0)	0.812
P1	I felt as if the partner and I were eating together in the same room.	6.5 (1.2)	4.5 (1.7)	*0.020
P2	I felt distant from the partner.	4.7 (1.8)	4.2 (1.5)	0.882
P3	The partner's facial expressions were easy to recognize.	6.6 (1.5)	6.1 (1.7)	0.446
P4	The partner's gaze direction was easy to recognize.	6.3 (1.5)	5.9 (1.7)	0.240
P5	I was able to make eye-contact with the partner.	5.0 (2.0)	5.2 (1.8)	0.303
P6	The partner's gestures were easy to recognize.	6.8 (1.4)	5.7 (1.8)	0.858

N=12, \*: p<0.05, +: p<0.10

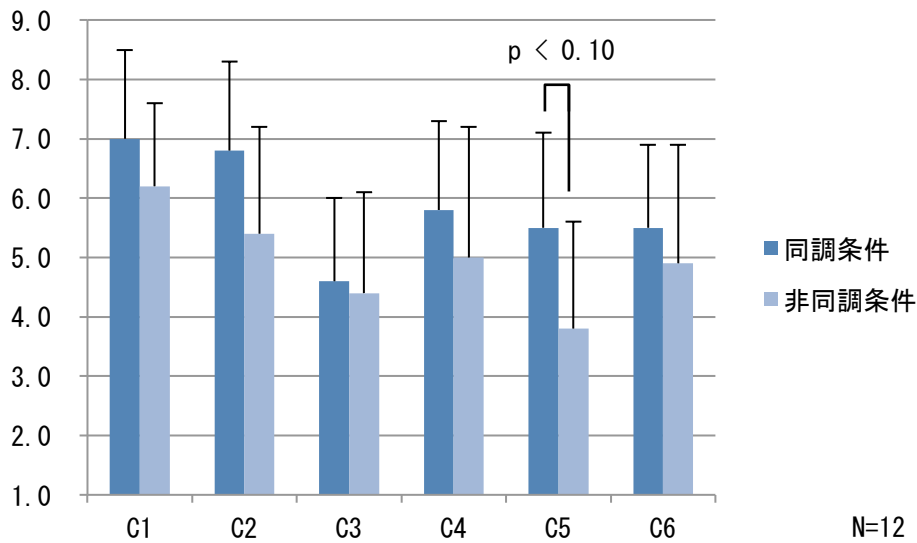


図 3-6 食事進捗同調実験における質問項目 C1～C6 の評価結果

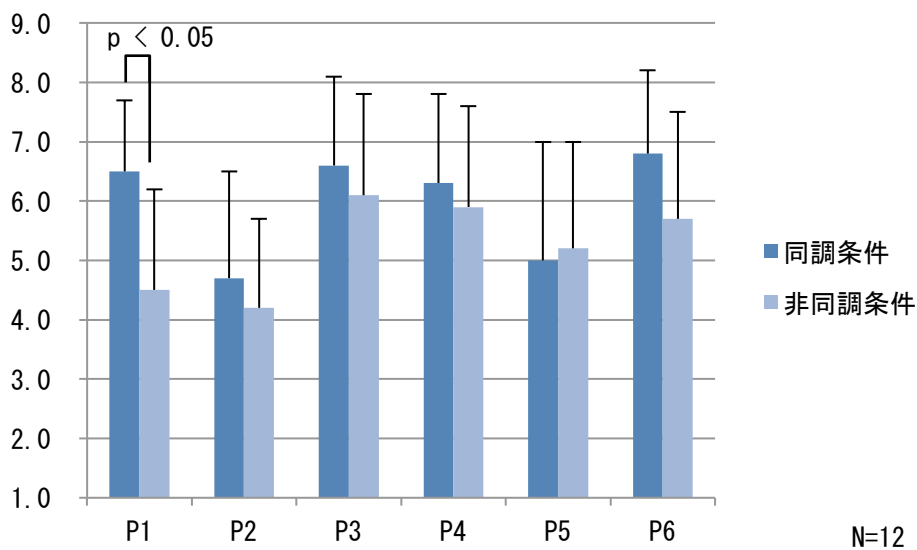


図 3-7 食事進捗同調実験における質問項目 P1～P6 の評価結果

### 3.5.2 食事進捗同調実験における発話と摂食に関する分析

実験時に撮影した映像データを用いて、参加者の会話行動や摂食行動について分析を行った。分析対象としたデータは、ビデオメッセージ開始時から終了時までであり、ビデオメッセージ終了を待たずに視聴者ユーザが食べ終わった場合は、その時点までとした。映像データの平均長は 8.77 分 (s.d. : 1.22) であった。

共食コミュニケーション分析の際の基本的な指標である「発話」と「摂食」についてビ

デオアノテーションツールを用いてラベリングを行い、条件間の差異を検討した。先行研究では基本的な分析指標として、発話や摂食の回数および合計時間という指標を用いて分析を行なっている [Inoue 2014]。これは 1 回の食事時間あたりの頻度や時間の長さとも捉えることができるが、厳密には食事者ごとに食事時間が異なるため、頻度や 1 回あたりの長さの比較をするうえで正確ではない。そこで本研究では、1 分あたりの回数として発話頻度、摂食頻度を、1 回あたりの長さとして発話長を指標に用いる。また、先行研究における定性的評価の質問項目「The timing of the partner's delivery was natural.」について両条件間で違いが観測されたことから、共食者 2 人の発話行動が行われるタイミングにも違いが観測されるのではと考え、発話衝突頻度や発話交替潜時についても調査する。視聴者ユーザが 1.5 秒以上の発話 [Jaffe 1970] した場合を 1 回の発話行動、料理を口に入れる動作を 1 回の摂食行動としてカウントした。以下に分析対象とした指標の詳細を示す。

- 発話頻度：1 分間あたりの視聴者ユーザの発話回数。
- 発話長：視聴者ユーザの発話の平均長。
- 摂食頻度：1 分間あたりの視聴者ユーザの摂食回数。
- 発話衝突頻度：1 分間あたりの、視聴者ユーザの発話とビデオ内人物の発話の一部でも重なった回数。図 3-8 に発話衝突の例を示す。
- 発話交替潜時（視聴者ユーザ）：ビデオ内人物の発話に対し、視聴者ユーザが応答するまでに要した時間。図 3-9 に発話交替潜時（視聴者ユーザ）の例を示す。
- 発話交替潜時（ビデオ内人物）：視聴者ユーザが発話後、次にビデオ内人物が発話するまでに要した時間。図 3-10 に発話交替潜時（ビデオ内人物）の例を示す。

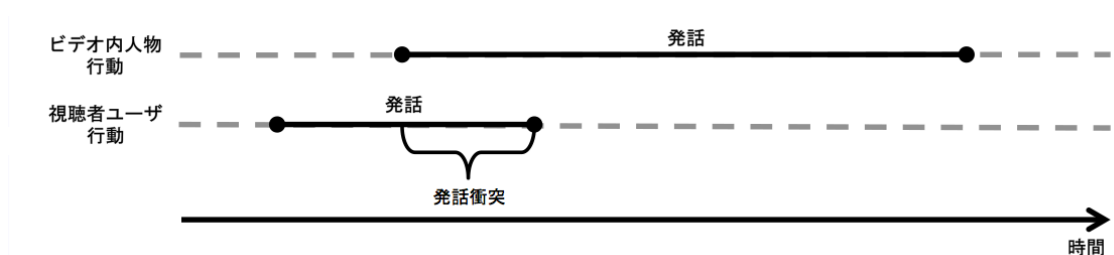


図 3-8 発話衝突の例

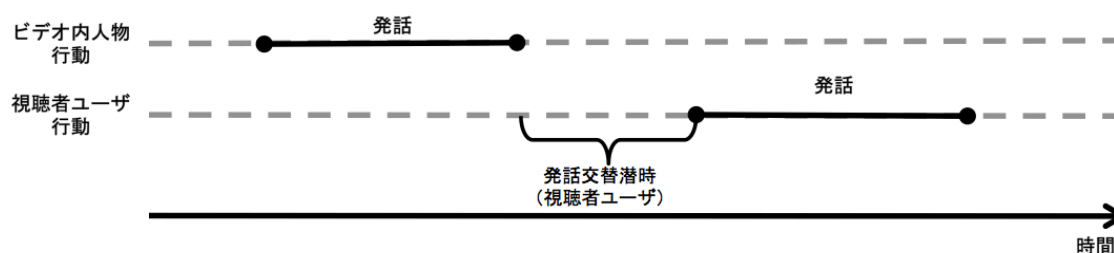


図 3-9 発話交替潜時（視聴者ユーザ）の例

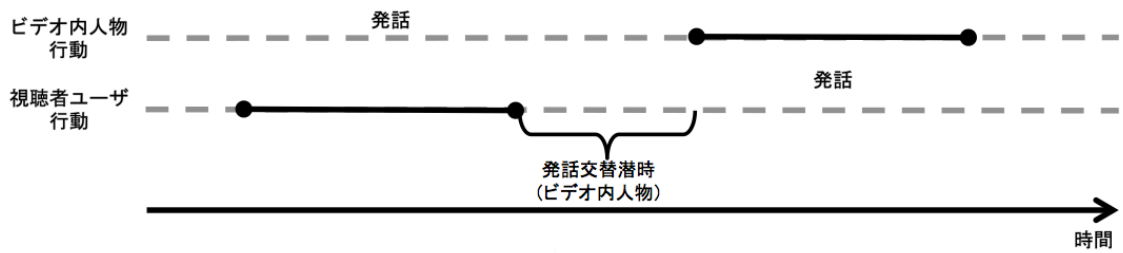


図 3-10 発話交替潜時（ビデオ内人物）の例

表 3-4, 図 3-11 および図 3-12 に両条件の結果の平均値および標準偏差, 両条件間の比較検定結果を示す. 両条件の結果の等分散性について検定したところ, 発話長 ( $F(11,11)=2.82, p<0.05$ ), 発話交替潜時 (視聴者ユーザ) ( $F(11,11)=2.82, p<0.05$ ), 発話衝突頻度 ( $F(11,11)=2.82, p<0.05$ ) のみ等分散とはいえなかった. 発話頻度については同調条件の方が非同調条件よりも多い傾向にあり ( $U=42, Z=-1.732, p=0.083$ ), より頻繁に発話することが示唆された. また, 同調条件の方が非同調条件よりも発話交替潜時 (参加者) が短く ( $U=22.5, Z=-2.859, p=0.004$ ), ビデオ内人物の発話に対してより素早く応答していた様子が観測された.

表 3-4 発話と摂食に関する行動の映像分析結果

分析対象項目	同調条件 (s. d.)	非同調条件 (s. d.)	Mann-Whitney U 検定 p 値
発話頻度 (回/分)	3.45 (1.25)	2.43 (1.34)	+0.083
発話長 (秒)	3.49 (1.99)	3.11 (0.99)	0.908
摂食頻度 (回/分)	3.07 (0.53)	2.81 (0.75)	0.436
発話衝突頻度 (回/分)	0.40 (0.53)	0.27 (0.20)	0.885
発話交替潜時 (視聴者ユーザ) (秒)	1.57 (0.50)	2.89 (1.17)	**0.004
発話交替潜時 (ビデオ内人物) (秒)	16.89 (8.30)	20.58 (8.43)	0.386

N=12, \*\*:  $p<0.01$ , +:  $p<0.10$

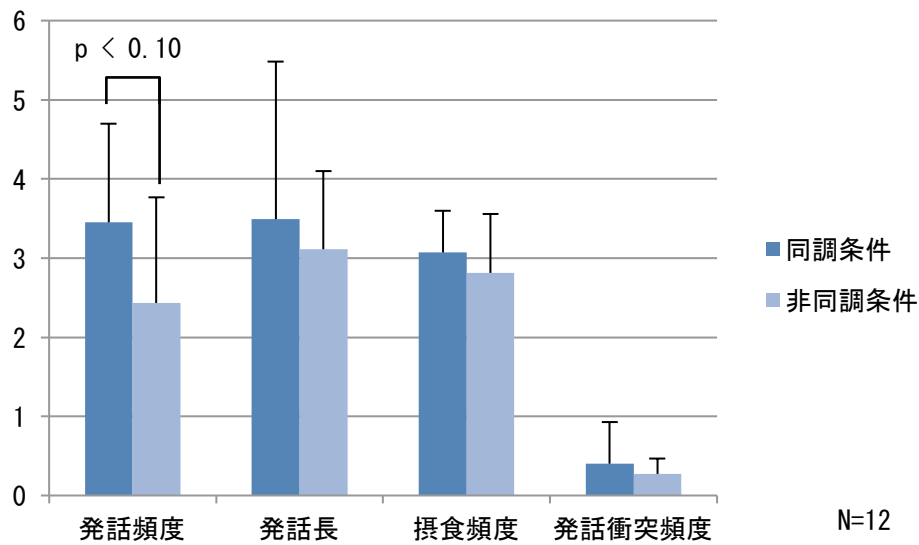


図 3-11 両条件の発話頻度，発話長，摂食頻度，発話衝突頻度の結果

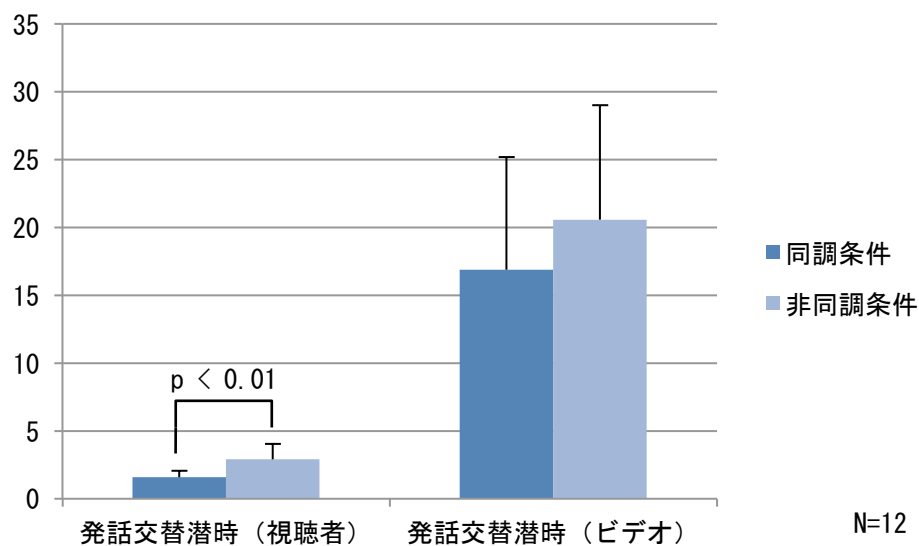


図 3-12 両条件の発話交替潜時の結果

### 3.5.3 食事進捗同調実験における応答と摂食に関する分析

本実験におけるコミュニケーションは主に、ビデオ内人物からのメッセージに対し、視聴者ユーザが反応することで成立している。ビデオ内人物の発話内容は動的に変化しないため、ビデオ内人物が話し手として会話を主導し、視聴者ユーザは聞き手となることが多かった。3人のビデオ内人物の発話頻度、ビデオ長、発話長について調べたところ、それぞれ 1.46 回/分、9.11 分、9.54 秒であった。1回の実験あたりの視聴者ユーザの総発話時間は発話頻度 (回/分) × ビデオ長 (分) × 発話長 (秒) で求めることができ、同調条件は 3.45

$\times 8.80 \times 3.49 = 105.9$  (秒), 非同調条件は  $2.43 \times 8.74 \times 3.11 = 66.1$  (秒) となる. これに対し, ビデオ内人物の総発話時間は  $1.46 \times 9.11 \times 9.54 = 126.9$  秒となり, ビデオ内人物の方が発話している総時間が長く, 視聴者ユーザは聞き手としての役割が多いといえる.

対面形式の 3 者間共食コミュニケーションにおける聞き手の行動に着目した従来研究では, 聞き手は会話への関与の度合いに応じて摂食のタイミングを調整し, 協力的な共食コミュニケーションの構築に寄与することが報告されている[徳永 2014]. ここでいう「関与の度合い」とは会話にどれだけ関わっているかを指し, 直接の発話の受け手になるなど関与度が高い状況では, 摂食よりも会話を優先し, 話し手に応答をしてから摂食を行う行動が報告されている. このような行動は応答に「隣接」した摂食とされ, 聞き手の傾聴を示すのにふさわしい行動とされる.

本実験における視聴者ユーザの行動に援用すると, 視聴者ユーザはビデオ内人物の発話に対する直接の受け手であり, ビデオ内人物が発話している期間は, 会話への関与の度合いが高い状態といえる. このような場面において, 視聴者ユーザが摂食行動より応答を優先して行い, 会話を成立させることは聞き手として望ましい行動である. そこで本節ではこのような行動が同調条件, 非同調条件の両条件においてどの程度行われたかを調査する. 具体的には, 視聴者ユーザの全ての摂食行動のタイミングそれぞれについて, ビデオ内人物の発話内容に対して応答をした直後の摂食行動であったかどうかを判別する.

摂食行動が応答の直後であったかどうかの判断基準は従来研究の「隣接」の定義に従い, 摂食の意思と行動のタイムラグとして許容される値はストローク時間の標準偏差の 2 倍までとした[徳永 2014]. 本実験における「ストローク」はスプーンでカレーを掬い口元まで運ぶ動作を指す. 本実験における摂食行動は全部で 706 回行われ, ストロークの平均長は 1.55 秒, 標準偏差は 0.53 秒であった. このため隣接したかどうかの判断は, 応答後 2.6 秒 (ストロークの平均長 + 標準偏差  $\times 2$ ) 以内に摂食がなされたか否かで判断した.

図 3-13 に隣接摂食時のビデオ内人物および視聴者ユーザの行動を示す. 「応答」とは問いや呼びかけに答えることである[松村 2006]. 図中の「応答」には, ビデオ内人物の質問発話に対する回答発話や, 「そうです」, 「なるほど」といった相槌など言語的反応が含まれる. ただし, ビデオ内人物が映るモニタ方向に顔や視線を向ける, 頷くといった非言語的反応のみが行われた場合は含めない. 非言語的反応は言語的反応と違い口を使用せず, 摂食行動の咀嚼する行為と独立して行うことが可能である. ここでは摂食より発話が優先された場面を調べたいので, 摂食と独立して行うことのできる非言語的反応の場合は「応答」とはみなさなかった. また, 「応答」はビデオ内人物の発話に対するものと実験者が判断したもの限定し, 独り言と判断できるようつぶやきは「応答」とみなさなかった. ビデオ内人物の発話に対する応答であるかどうかは, 視聴者ユーザの発話が応答として意味が通じるかどうかで実験者が判断している. 実験者 2 人は日本語を母国語とする日本人であるため, 外国語のセッションについては, ネイティブスピーカに発話内容を確認した上で判断した. 判断は実験者 2 人がそれぞれ行い, 判断が分かれた場合は実験者 2 人が協議の

上、決定した。図中の「摂食」は食事を口に入れた瞬間を開始時点とし、咀嚼し終わるまでの時間を示す。

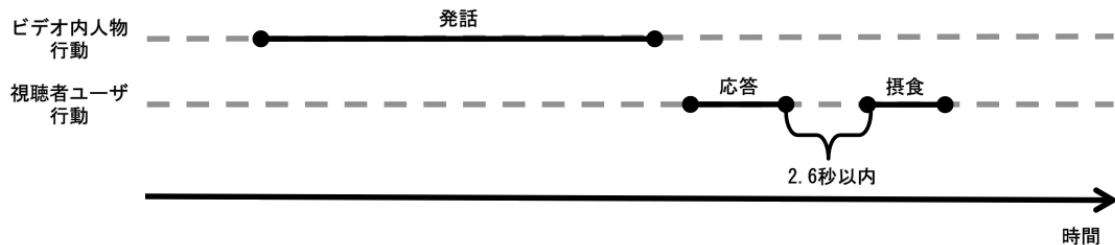


図 3-13 隣接摂食時のビデオ内人物および視聴者ユーザの行動

図 3-14 に隣接摂食と判断される摂食の例を示す。図中の摂食 A のように、ビデオ内人物の発話中に応答が行われる場合もあれば、摂食 B のように、ビデオ内人物の発話が終了した後に応答が行われる場合もある。応答の内容がビデオ内人物の発話に対応するものであれば、そのタイミングは問わない。摂食 A や摂食 B のような摂食以外の摂食を全て非隣接摂食とした。非隣接摂食には応答を伴わない摂食や応答後 2.6 秒以上経過した後に行なった摂食が該当する。

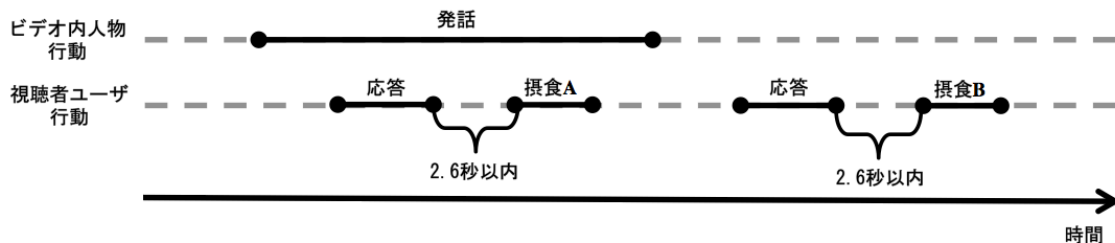


図 3-14 隣接摂食と判断される摂食の例

表 3-5 に、視聴者ユーザの隣接／非隣接摂食の合計回数および割合を示す。また、図 3-15 に両条件の隣接／非隣接摂食それぞれの割合をグラフに示す。本実験における全摂食行動 706 回のうち、同調条件では 337 回、非同調条件では 369 回摂食行動が行われた。これらについて隣接摂食であるか否かについて判断した。同調条件では 114 回、34.8% (s.d.:13.5%) が隣接摂食であった。非同調条件では 87 回、24.7% (s.d.:9.9%) が隣接摂食であった。これら両条件の結果についての等分散性を確認したところ、分散に差があるとはいえなかった。隣接摂食をした割合について、Student の t 検定 (両側検定) を用いて両条件を比較したところ、同調条件の方が非同調条件よりも隣接摂食を行う割合が有意に高かった ( $t(22)=2.09, p=0.048$ )。同調条件では非同調条件よりも、共食相手の発話に対して応答をした直後に摂食を行うといえる。



表 3-5 視聴者ユーザの隣接／非隣接摂食の回数・割合

同調条件		非同調条件		Mann-Whitney U 検定 p 値
隣接摂食	非隣接摂食	隣接摂食	非隣接摂食	
114 回 (34.8%)	223 回 (65.2%)	87 回 (24.3%)	282 回 (75.7%)	*0.048

N=12, \*: p<0.05

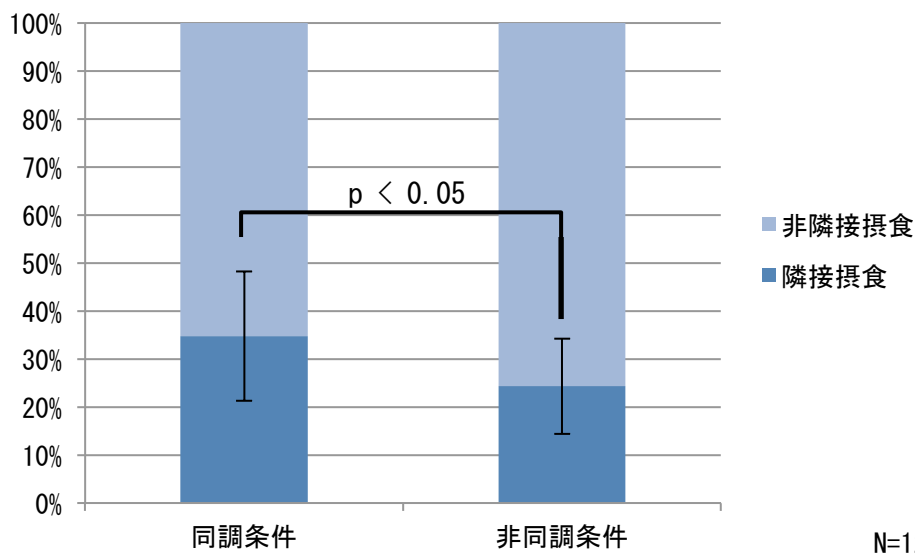


図 3-15 両条件の隣接／非隣接摂食それぞれの割合

### 3.6 食事進捗同調実験における検討

#### 3.6.1 食事進捗同調実験における定性的評価

先行研究では、質問項目「The timing of the partner's delivery was natural.」「I felt distant from the partner.」について同調条件の方が非同調条件と比べて良い結果であることが報告されている[Nawahdah 2013]. すなわち、同調条件によってビデオ内人物の発話タイミングについて自然に感じられ、ビデオ内人物との距離を遠くに感じないという結果である。さらに、質問項目「The partner's talking distracted me from my meal.」「I felt as if the partner and I were eating together in the same room.」について有意傾向がある

と報告されている。同調条件の方が、ビデオ内人物の発話が自分の食事を邪魔しない傾向にあり、同室で一緒に食事をしている感覚が得られる傾向にあるということである。

一方、本実験の結果、表 3-3 から、質問項目「The timing of the partner's delivery was natural.」について有意傾向があり、同調条件の方が参加者に、ビデオ内人物の発話タイミングについて良い印象を与える傾向にあることが示唆された。さらに、質問項目「I felt as if the partner and I were eating together in the same room.」について有意差があり、同調条件の方が参加者に、同室で食事をしているという感覚において良い印象を与えることが観測された。これらの結果は先行研究の結果と全くの同一というわけではないものの、同様の結果を示し、支持するものである。いずれも共食相手の発話タイミング、同室で共食している感覚について本手法が有効であることを示している。ただし、先行研究では定性的評価のみの検討に留まっているが、本研究では参加者の行動分析も行なっており、3.6.3 項にて総合的な検討を行う。

### 3.6.2 食事進捗同調実験における行動分析

先行研究では、実験条件ごとに、発話回数、発話時間、発話交替回数、摂食回数、摂食時間、飲料摂取回数、飲料摂取時間について分析がなされている [Inoue 2014]。この分析では食事量についても考慮がなされており、食事量が 300g の場合と 500g の場合とで分けて分析がなされている。本研究では 1 セッションあたりの回数、合計時間といった指標ではなく、1 分間あたりの回数、1 回の発話あたりの時間つまり頻度や発話長といった指標を用いて分析を行った。また、先行研究では分析対象となっていない、発話タイミングに関する評価指標である発話衝突頻度、発話交替潜時についても分析を行った。行動分析指標の先行研究との違いについての対照表を表 3-6 に示す。

表 3-6 行動分析指標の先行研究との違い

指標の種類	本研究	先行研究 [Inoue 2014]
発話	発話頻度、発話長	発話合計時間
発話衝突	発話衝突頻度	なし
発話交替	発話交替潜時（視聴者ユーザ、ビデオ内人物）	発話交替回数
摂食	摂食頻度	摂食回数、摂食合計時間
飲料摂取	なし	飲料摂取回数、飲料摂取合計時間

先行研究では、分析の結果、通常のビデオメッセージ再生時よりも食事進捗に合わせて映像再生速度を調整した場合の方が発話時間、発話交替回数、飲料摂取時間が高まる傾向があるとされ、その一方で摂食行動については両条件で大きな差はみられなかったことが

報告されている。このことから、食事進捗同調の効果は摂食行動よりも発話行動に表れる点を明らかにしている。

一方、本実験の結果、表 3-4 から、参加者の発話交代潜時が短くなること、すなわちビデオ内人物の発話に対する反応が早くなることを明らかにした。また、同様に表 3-4 から、発話頻度も高まる傾向が観測された。その一方で摂食頻度は同調条件と非同調条件間で有意差がみられなかった。食事進捗の同調が参加者の摂食行動よりも発話行動に影響を与えているという点で先行研究の結果を支持するものである。武川らは 3 人の共食参加者らの発話、視線と摂食行動に着目し、共食コミュニケーションの構造を調べている[武川 2011]。これによると、参加者らは口に食べ物を含んでいても発話を開始する、すなわち共食コミュニケーションにおいては、摂食よりも会話が円滑に進行することが優先されていることを指摘している。井上らによる先行研究でも本研究における実験でも摂食行動に変化がみられなかった点については、発話行動を優先して行うという共食コミュニケーションの特性によるものである可能性がある。摂食行動よりも発話行動を優先して行った結果、食事進捗同調の効果が発話行動にのみ表れたと捉えることができる。

また、先行研究による報告によると、食事進捗同調を行った場合の方が、食事量 300g の場合に発話交替回数が多くなり、発話時間が長くなる傾向にあり、食事量 500g の場合に発話交替回数が増える傾向にあり、発話時間も長くなる傾向にあるとしている。これらの行動から、参加者の会話への積極性が示唆されている。本実験の結果では、表 3-4 から、食事進捗同調の効果として、発話頻度が高くなる傾向、発話交替潜時が短くなる点が観測されている。これらの結果は、視聴者ユーザの会話への積極性を裏付けるものであり、先行研究において示唆された行動の根拠を強化するものである。

### 3.6.3 発話タイミングに関する総合的な検討

表 3-3 から、食事進捗を同調させた方が、共食感が増し、ビデオ内人物の発話タイミングについて自然に感じる傾向にあることが観測された。しかしながら本実験で、ビデオ内人物の発話タイミングが意図的に調整されたわけではない。本研究では発話衝突の多寡がビデオ内人物の発話タイミングが自然に感じられたかどうかの直接的な指標になっているのではないかと考え調査したが、表 3-4 の通り、発話衝突の違いは観測されなかった。また、ビデオの速度調整の結果、視聴者ユーザの発話後、ビデオ内人物の次発話までに要した時間が短くなった可能性を考慮して、発話交替潜時（ビデオ内人物）について調べたが、そのような差も観測されなかった。この結果とは対照的に、発話交替潜時（視聴者ユーザ）に条件間の有意差が認められ、ビデオ内人物の行動ではなく視聴者ユーザ側の行動に両条件間で違いがあることが観測された。さらに表 3-5 の通り、食事進捗を同調させた方が、ビデオ内人物の発話に対し、視聴者ユーザが摂食よりも応答を優先させる行動の割合が高まる傾向が観測された。発話交替潜時（視聴者ユーザ）および隣接摂食割合の結果から、ビ

ビデオ内人物の発話タイミングに合わせて視聴者ユーザ自身が発話や摂食タイミングを調整していることが明らかになった。このような行動の変化が定性的評価「The timing of the partner's delivery was natural.」における両条件間での有意傾向にある差につながった可能性がある。すなわち、相手の行動を評価している項目ではあるが、映像手法により誘導された自身の行動の変化が評価結果に影響を及ぼしたとも考えられ、大変興味深い。

### 3.6.4 食事進捗に応じた映像再生速度調整の影響

実験では、ビデオの再生速度を低速再生では 0.7 倍速、高速再生では 1.5 倍速とした。実験終了後に「ビデオ速度の変化に気付いたか」という口頭での質問を行った結果、ほとんどの視聴者ユーザは「特に気付かなかった」と答えた。低速再生を行ったセッションで、「わずかに遅いと感じた」と答えた視聴者ユーザが数名いたが、「それはビデオプレイヤーに起因するものだと考え」ていた。高速再生を行ったセッションにおいては、その変化に気付いた視聴者ユーザはいなかった。実験では視聴者ユーザは食事もするため常に映像を注視しているわけではない。また音声も常時発話されているわけではなく 45 秒ごとに 10 秒間弱発話されるという状況であった。さらに実際に速度が変更された割合は全体の 3 割弱であった。これらの理由で、ビデオ速度が変更されていることにほとんどの視聴者ユーザが気付かなかったと考えられる。したがって今回の再生速度の設定は適切であったといえる。

本実験においては、ビデオメッセージを途中で巻き戻しすることは想定していない。すなわち、対面会話においては、相手の発話内容を聞き直すことができるが、本実験においては、ビデオ内人物の発話内容を聞き落としても、ビデオを巻き戻して再生しなおすといった操作はできない。視聴者ユーザが明らかにビデオ内人物の発話内容を聞き落とし、会話が継続されなかった場面が全映像データ中 1 回のみ観察された。この場面では、共食者 2 人の発話衝突によりビデオ内人物の質問内容が視聴者ユーザに理解されず、回答が行われなかった。このとき、視聴者ユーザはビデオ内人物に「え、なんて言ったの.」と話しかけたが、ビデオ内人物は言い直しを行わないため、会話が継続されなかった。その他にも、ビデオ内人物の質問や発話内容に対して、視聴者ユーザによる同じ言葉の繰り返しや言い直しが行われた場面はあったものの、会話が明らかに継続しなかった事例はこの 1 例のみであった。なお、ビデオ内人物の発話に対して無回答、無反応であった場面は、上記の事例を除いて観察されなかった。このことから、本実験におけるビデオの再生速度調整の影響で会話の継続が困難となるような聞き落としが多発するということはなく、再生速度の設定は適切であったと考える。

一方、たとえば 2 者の食事速度が大きく異なる場合には、本実験で用いた速度変更域では十分に食事進捗を同調できないことも考えられ、これは今後の課題である。同様に、たとえばファーストフードとフランス料理のフルコースなど、食事時間が極端に異なる場合

には対応できないことも予想され、限界はある。本実験では共食者2人は同一の食事メニューとしたが、本研究で提案している食事進捗状況の同調手法では食事残量の判断さえできればビデオメッセージの再生速度の調整が可能であるため、必ずしも食事メニューは限定されず、共食者2人の食事メニューを同一にする必要もない。

### 3.6.5 先行研究における実験内容との共通点および相違点

本実験内容は先行研究[Nawahdah 2013] [Inoue 2014]と基本的に共通している。実験で使ったビデオメッセージ、実験条件の設定内容、ビデオ内人物および視聴者ユーザの食事進捗同調の実現手法、実験の手続き、質問項目については全く同様である。ただし実験参加者の人数および参加者それぞれの属性情報が異なるため、この相違点が実験結果に影響を与えた可能性がある。たとえば、本実験における実験参加者は全24名中15名(63%)が女性であり、先行研究の実験では全22名中12名(55%)が女性である。性差により、実験で行われたコミュニケーションへの取り組み方や抱いた印象が異なる可能性がある。また、使ったビデオメッセージの言語の割合が異なる点についても同様である。本実験では全24名中、11名が日本語(46%)、10名が中国語(42%)、3名がアラビア語(12%)のビデオメッセージを使用した。これに対し、先行研究の実験では全22名中、12名が日本語(55%)、6名が中国語(27%)、4名がアラビア語(18%)であった。性差や使用言語など参加者自身に関わる実験条件の違いが実験結果に影響を与えた可能性はある。本研究の対象とする、非同期共食における食事進捗同調手法は、その使用者について性別や国籍を問わないが、使用者の属性が、行われるコミュニケーションに対しどのような影響を与えるかについては今後明らかにしていく必要がある。

## 3.7 3章のまとめ

本章では、映像を用いた非同期共食コミュニケーションデザインとしてビデオメッセージの食事速度調整の効果について定性的評価と行動分析結果を用いて総合的に検証した。この結果、ビデオメッセージの再生速度を視聴者の食事の状況に応じて調整する手法の有効性を示すことができた。食事の進捗を同調させることにより、ビデオ内人物と共に食事をしているという感覚が強まるという定性的評価結果の違いが観測された。また、視聴者ユーザの発話頻度を高める傾向にあり、発話交替潜時を短くするという行動の違いが観測された。さらに、視聴者ユーザの応答と摂食行動の相互関係について分析したところ、自身の応答直後に摂食する行動が多くみられた。これらの結果はいずれも、ビデオ内人物との会話により積極的に関与するようになったことを示唆している。本実験における行動分析では、先行研究にはない共食者の行動タイミングに関する指標を加えて分析を行って

り，先行研究において示唆されていた内容の根拠を補強する結果となった．本実験で得られた結果は，非同期共食コミュニケーションの特性の理解の一助となり，今後非同期共食コミュニケーション支援システムを設計する際や非同期共食支援を行う上で活用できる可能性がある．

## 第 4 章 非同期共食における食事進捗同調システムの 実現

3 章では非同期共食コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果について一定の知見を得た。しかしながら、この実験における食事進捗同調は WoZ 法によって実現されており、システムによる自動制御は実現できていなかった。本章では、非同期共食を対象にした、食事参加者らの食事進捗同調を自動的に実現する手法について検討し、その効果についても明らかにする。

### 4.1 4 章の概要

本研究は非同期共食コミュニケーションの実現を目的とし、その実現方法について検討している。先行研究である KIZUNA では、ビデオを介した非同期共食環境において、視聴者ユーザの食事進捗状況に合わせてビデオメッセージの再生速度を調整する手法が提案されている。先行研究および前章における評価実験では、非同期共食コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果を実験的に評価するにあたり、食事者の食事残量把握およびビデオ再生速度変更に人手を介する方法 (WoZ 法) を採用してきた。しかしながら、実際の非同期共食コミュニケーションを想定した場合、常に第三者が支援することは現実的ではない。そこで本章では、食事者の食事進捗状況を、料理皿を乗せた秤の目盛り映像から自動的に認識し、共食者間の食事進捗状況に応じてビデオメッセージの再生速度を調整できるシステムを実装した。実装したシステムにより、共食者 2 人の食事残量を 1 秒ごとに比較し、ビデオメッセージの再生速度変更を動的に行うことが可能となる。

この一方で、ビデオメッセージの再生速度を変更すると、それに応じてビデオ内人物の発話音声の高低が変化してしまう。これにより、ビデオ内人物に対して視聴者ユーザが違和感を感じる可能性がある。そこで、ビデオメッセージ再生速度変更による不自然さを極力抑えるため、あらかじめビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、ビデオメッセージにメタデータとして付与する機能を実装した。共食時、ビデオ内人物の発話時には共食者 2 人の食事進捗状況に関わらずビデオメッセージの再生速度を変更しないよう制御する。

本章では、試験的に 2 人分のビデオメッセージの作成し、それらを視聴した食事について、食事残量計測機能、発話箇所特定機能の性能評価を行った。この結果、これらの機能が精度高く動作することを確認できた。さらに、本章で実装したシステムを用いて食事進捗同調を行う場合と WoZ 法を用いて食事進捗同調を行う場合を比較し、実験的に検討した。手動制御の場合とシステムが自動的に制御を行う場合の 2 種類の手法についての定性的評

価を得たところ、両者の間で有意差は観測されなかった。この結果から、構築した非同期共食コミュニケーション支援システムは手動制御の場合と遜色のない効果が期待できるといえる。WoZ法を用いた場合では1分間ごとの映像再生速度調整を行っていたことに対し、開発したシステムを用いれば1秒間ごとの制御が可能となった。すなわち、より時間的解像度の高い制御が実現可能なシステムを実現することができた。映像を用いた非同期共食コミュニケーション支援システムとしてより実地的な、ひとつのデザインを示すことができた。

## 4.2 共食コミュニケーション支援システムに関する関連研究

### 4.2.1 共食コミュニケーション支援における食事状況の認識手法

食事状況認識による料理推薦システムとして、瀬戸らの Another Dish Recommender (ADR) [瀬戸 2008] [瀬戸 2009]がある。初期の ADR では、料理皿の裏と食事者の手にビジュアルマーカを取り付け、それらをテーブル下に設置したカメラで捉えることにより食事状況の推定を行なっている [瀬戸 2008]。しかしながら、この手法では、摂食行動を正しく認識できたのが全体の約7割であり、認識精度が決して高くなかった。改良版の ADR では、食卓における食事者の手の領域を画像処理により把握し、摂食したかどうかの判断に活用することで、摂食行動の認識精度を高めている [瀬戸 2009]。しかしながら、ADR は足元にカメラを設置する設計となっているため、このようなカメラの存在が食事者の心理面で問題となる可能性があった。料理推薦システム Group FDT (Future Dining Table) では、食卓上部に設置したカメラで食事行動を撮影し、料理皿および食事者の箸先の位置、料理の残量を画像処理により求めている [Otsuka 2013] [高麗 2010]。ただし、料理残量推定の精度に問題が残されていた。Group FDT では、画像処理により皿に占める料理の面積（ピクセル数）を算出して残量推定を行なっていることから、料理の残量が多い間は変化を検出しにくいために推定の精度が高くない。また、摂食することによって料理の形状が変化するためにユーザ間での推定結果のブレが大きくなる点を指摘している。Chang らは、食器に RFID タグを付与し、RFID センサと重量センサを組み込んだ食卓に置くことでこれを識別し、その料理の残量を算出している [Chang 2006]。このシステムでは、どの料理をどれだけ食べたかを正確に認識可能である。しかしながら、このシステムではテーブルに重量センサを組み込んだ特殊な食卓を用意する必要があり、その導入コストは高い。本研究では、導入コストが低い USB カメラとアナログの秤のみを用いて食事残量把握を図る。



## 4.2.2 非同期共食コミュニケーション支援システムにおける食事進捗同調手法

これまで述べてきたように、時間的・距離的制約を解決するため、KIZUNA と呼ばれる非同期型共食手法が提案されている[大塚 2012] [Nawahdah 2013] [Inoue 2014]. この手法では、予め撮影されたビデオメッセージを用い、それを利用者が視聴しながら食事を行うことで疑似的な非同期共食コミュニケーション環境を設定している. さらにこの手法では視聴者ユーザの食事進捗に合わせて動的にビデオの再生速度を調整することで、ビデオ内人物の食事進捗を同調させる.

これらの先行研究および前章で記述した評価実験では、非同期共食環境における食事進捗同調の効果を実験的に評価するにあたり、食事者の食事進捗を把握する機能およびビデオメッセージの再生速度を変更する機能について、実験者が手動制御する WoZ 法を採用してきた. WoZ 法を用いて実現する場合、食事者の食事残量を目視で確認する必要がある. 実験ではまず、料理皿の下に秤を置いて、食事皿の重さを把握できるように設定している. 食事中は秤の目盛りを USB カメラで撮影し、撮影した映像を別の場所にする. 実験中、実験者は別室で待機しており、送られた映像から秤の目盛りを読み、1 分ごとに食事残量を把握する. 把握した食事残量とあらかじめ記録しておいたビデオ内人物の食事残量を比較し、食事残量差が 5%以上になった場合に、再生しているビデオの速度を調整する. 先行研究および前章に記述した実験ではこのような方法で共食者 2 人の食事進捗同調を図っている.

しかしながら、実際の非同期コミュニケーションを想定した場合、常に第三者が支援することは現実的ではない. そこで本章では、自動的に本手法を実現するシステムを構築し、WoZ 法を用いた場合との比較を行う. 次節では、視聴者ユーザの食事の進捗状況に合わせて、ビデオの再生速度を調整し、ビデオ内人物の食事の進捗状況を同調させるシステムについて詳述する.

## 4.3 食事進捗同調システムの実現

本研究では食事進捗の同調を自動的に行えるよう、実験のためのソフトウェアを構築した. 構築したソフトウェアは 2 つある. ひとつ目は食事進捗同調を自動的に行えるよう、視聴者ユーザの食事残量の把握やビデオ再生速度の制御を行うためのものである. ふたつ目はビデオ内人物の発話箇所を特定するためのものである. ビデオ内人物の発話時にビデオの再生速度が変更されると、その音声の高さも変化してしまい、視聴者ユーザが違和感を感じる可能性がある. そこで撮影したビデオメッセージ中でビデオ内人物が発話している箇所を特定し、そのタイミングでは再生速度を変更しないように制御する. このため、ビデオメッセージ中の人物の発話箇所を特定するためのソフトウェアを開発した.

食事進捗同調システムのワークフローは図 4-1 の通りである。まず食事前の処理として、食事者がいる場合にシステムが起動され、設定ファイルやメタデータが読み込まれる。メタデータには、ビデオメッセージ中のビデオ内人物の 1 秒ごとの食事残量割合、発話の状態（発話中か非発話中か）のデータが格納されている。食事中は、共食者 2 人の食事残量差の把握、ビデオメッセージの再生および映像再生速度の調整、視聴者ユーザの撮影を同時に行う。食事終了後は、食事中の 1 秒ごとのビデオ内人物の食事残量割合のデータと、撮影した視聴者ユーザのビデオから、1 秒ごとに発話中か非発話中か判断された結果のデータの両方をまとめてメタデータとして保存し、ビデオメッセージとともに共食相手に送られる。

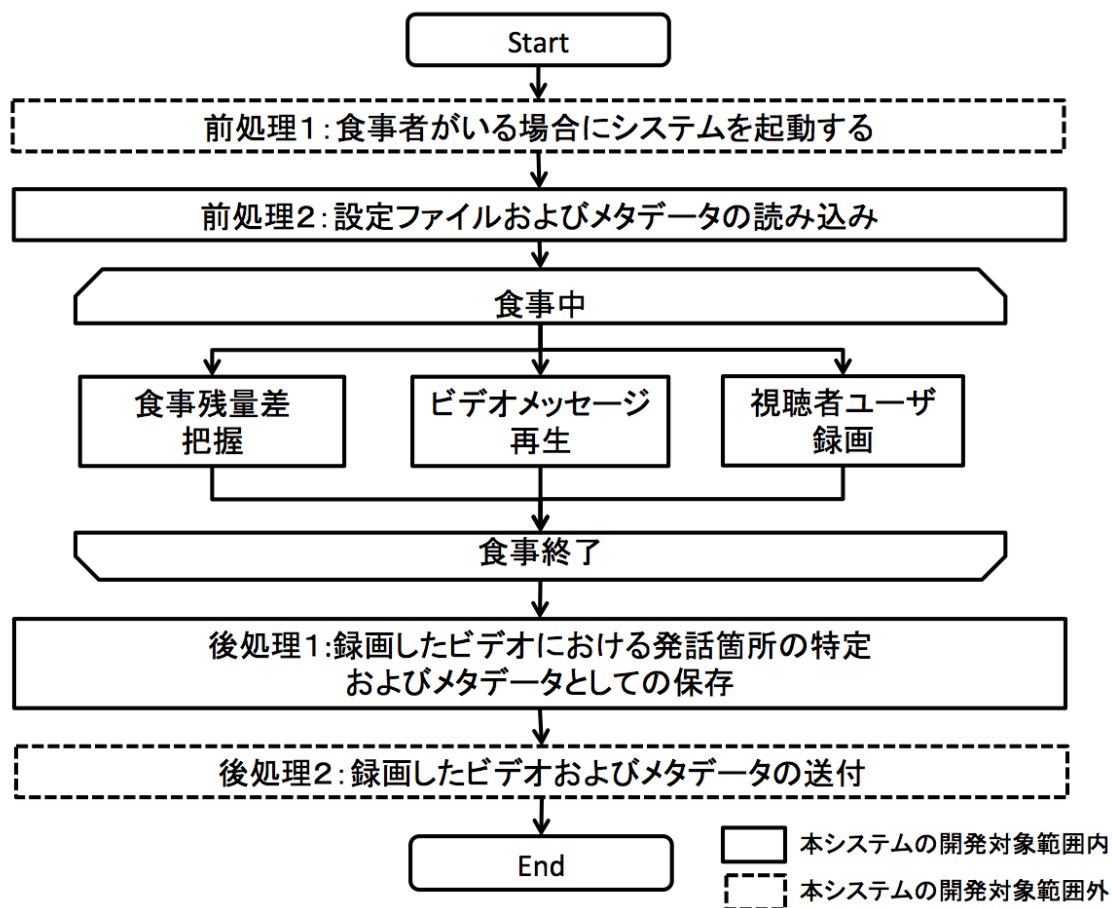


図 4-1 食事進捗同調システムのワークフロー

図 2-2 で示したように、先行研究 KIZUNA においては、非同期環境下でビデオメッセージを相互に送りあい、コミュニケーションを図ることが想定されている[Nawahdah 2013]. 本研究でも先行研究のコンセプトを踏襲しているため、同様の利用シーンを想定している。しかしながら、本章では 1 回のビデオメッセージのやりとりに焦点を当て、開発したシス

テムを用いた場合の食事進捗同調の効果について検証することを目的としている。このため、本システムにおいては自動的に視聴者ユーザの在不在を判断する機能および共食相手とのビデオ送付のやりとりを行う機能については開発対象範囲外とし、実装していない。図 4-1 では開発対象範囲内として実装を行った機能を実線の図形、開発対象範囲外で実装を行っていない機能を点線の図形で表している。

ビデオメッセージの速度変更の閾値および変更する速度は、前章の実験にて記述した、WoZ 法を用いた食事進捗同調システムの場合と同一とする。

### 4.3.1 食事進捗同調システムのハードウェア

システムのハードウェアは、PC (Windows7, Intel Celeron D 1.9GHz, DDR3 SDRAM, 4 GB, Lenovo B590), ディスプレイ (42 型 Panasonic TH-L42E60, 画素数 1,920×1,080), スピーカ (Logicool Multimedia Speakers Z150 (再生周波数帯域 150 Hz-20 KHz), USB カメラ 1 (視聴者ユーザ撮影用, Logicool Webcam C500, 解像度:640×480/フレームレート:30), USB カメラ 2 (秤の目盛り撮影用, Logicool Webcam C500 (解像度: 640×480/フレームレート:30), 秤 (計量範囲 0-500g) で構成される。

### 4.3.2 食事進捗同調システムのソフトウェア

ソフトウェア開発環境として、Microsoft Visual C++を用いた。本ソフトウェアは食事残量計測モジュール、ビデオ再生モジュール、視聴者ユーザ録画モジュール、動作統括モジュールで構成される。各モジュールは、利用者の食事時にマルチスレッドにより並列に実行される。

#### 4.3.2.1 食事残量計測モジュール

本モジュールは利用者の食事残量を計測し、動作統括モジュールから要求された際に計測した値を出力する機能を持つ。食事の盛られた皿は秤に乗せられ、その目盛面を USB カメラで撮影する。撮影した映像に対して画像処理を行う事で秤の示す重量値を読み取る。画像処理によって得られた重量値からあらかじめ入力しておいた皿の重量値を除くことで食事残量の重量値が決定される。

画像処理には、オープンソースの画像処理ライブラリである OpenCV を用いた。USB カメラは秤の目盛面が撮影できる位置に固定した。図 4-2 の左側に USB カメラで撮影した秤の画像を示す。図における *P1* は秤の針の根元であり、*P2*, *P3*, *P4* はそれぞれ目盛りの最小値 (0g), 中央値 (250g), 最大値 (500g) を示す。これら 4 点を含む最小の矩形部分を「処理領域」と呼ぶ。秤の針は、処理領域内で重さに応じて移動する。図 4-2 の右側に、左

側の画像を二値化した画像を示す．秤の針の色が黒色であることに對し，目盛りの背景は白色であるため，映像を二値化したときに針の部分のみ白く表示される．針の先端の位置を  $T$  とすると， $\angle P2P1P4$  に対する  $\angle P2P1T$  の割合が最大値 500g に対する現在の重量の割合を表すため，現在の重量を測定することができる．

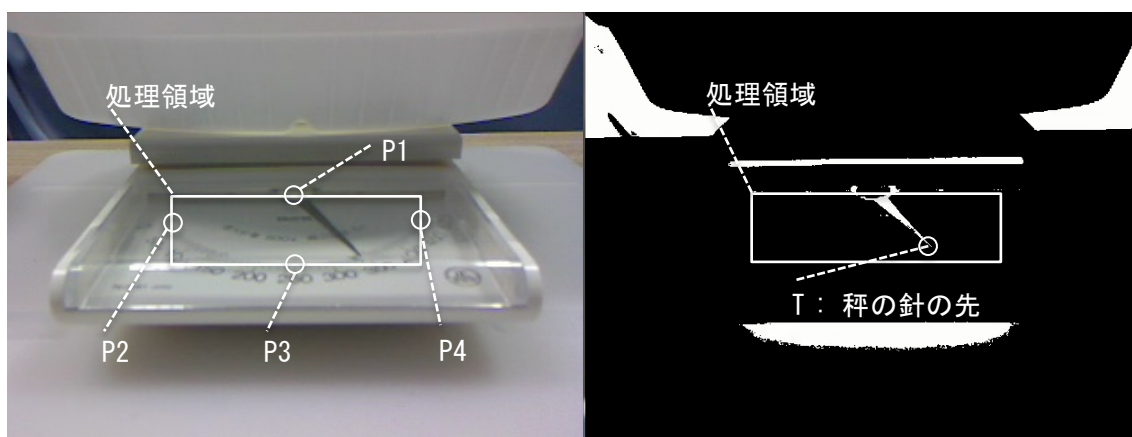


図 4-2 秤の目盛り映像に対する画像処理の様子

食事中は視聴者ユーザの手や食器が頻繁に皿に触れる事になるが，そのせいで指針が頻繁に振れ，不正確な値を取得することが多く発生する．そこでカメラ入力画像に対して 100ms ごとに背景差分処理を行い，差分があった場合は針が揺れているものと判断する．処理領域 (276×75 ピクセル) において差分があった画素数が全体の 1%未満であった場合のみ針が動いていないと判断し，検出した重量の値を正常値として採用した．差分があった画素数が全体の 1%を超える場合，針が動いていると判断し，前回正常に取得できた重量の値を保持する．

平均長 532 秒の 4 本の食事映像対して本モジュールの性能評価を行った．秤の目盛り映像に対し，実験者二人がそれぞれ目で読み取った結果を記録した．実験者二人が読み取った結果の一致について  $k$  係数を調べたところ，実質的に一致しているといえた ( $k=0.653$  ( $n=153$ )). 実験者二人の読み取った結果が異なる場合には，協議の上双方が納得できる値を採用した．人の目によって読み取った値とシステムログの結果を比較したところ，誤差の絶対値の平均値は 7.8g (s.d. = 7.5g) であった．これは食事量 300g~500g に対し 1.5~2.5% にあたり，5%を映像速度変更の閾値とする本システムの動作として許容範囲内と考える．

#### 4.3.2.2 ビデオ再生モジュール

本モジュールは動作統括モジュールによって指示されたビデオファイルを読み込み，再生を行う機能を持つ．また，ビデオの再生速度の変更も制御可能である．ビデオの再生・

速度制御には、VideoLAN が提供するビデオ再生ソフトウェア VLC Media Player の開発インタフェースである libVLC API を用いた。

#### 4.3.2.3 視聴者ユーザ録画モジュール

本モジュールは録画用 USB カメラとマイクを用いて視聴者ユーザの食事状況の録画・録音を行う機能を持つ。また、録画されたビデオファイルを WMV 形式のファイルとして書き出す。録画・録音には Microsoft が提供する DirectShow を用いた。

#### 4.3.2.2 動作統括モジュール

本モジュールは、本システムの動作および状態を全て管理する機能を持つ。

食事は本システムを搭載する PC の「S」(Start) ボタンを押すことによって開始される。食事の開始タイミングで計測された重量を初期食事重量値として取得し、ビデオ再生モジュール及び視聴者ユーザ録画モジュールに対して動作開始を指示する。また、食事開始時点において、CSV 形式で読み込んだビデオ内人物の食事進捗データをメタデータとして取得する。

食事中は 1 秒ごとに、視聴者ユーザとビデオ内人物それぞれの食事残量割合(%)を計算する。視聴者ユーザの食事残量割合は、初期食事重量値と食事残量計測モジュールによって取得された食事残量値から求める。ビデオ内人物の食事残量割合は、メタデータとして取得しておいたビデオ内人物の初期食事重量値および当該時点における食事残量値から求める。視聴者ユーザとビデオ内人物の食事残量割合に 5%以上の差が生じた場合、食事進捗が同調するようにビデオ再生モジュールに再生速度の変更を指示する。具体的には、ビデオ内人物の食事残量割合が視聴者ユーザの食事残量割合より 5%以上多い場合、すなわちビデオ内人物の食事進捗が遅れている場合、ビデオの再生速度を 1.5 倍速にする。逆にビデオ内人物の食事残量割合が視聴者ユーザの食事残量割合より 5%以上少ない場合、すなわちビデオ内人物の食事進捗が進みすぎている場合、再生速度を 0.7 倍速にする。食事残量割合の差が 5%未満である場合は、1.0 倍速で再生する。高速再生、低速再生の倍率は先行研究に準拠した[Nawahdah 2013]。

### 4.3.3 発話箇所特定のためのソフトウェア

ここまで説明してきたソフトウェアは先行研究において設計された KIZUNA [Nawahdah 2012]を実装したものである。KIZUNA では視聴者ユーザとビデオ内人物、両者の食事残量を比較し、その差に応じてビデオの再生速度を制御する。しかしながら、単純にビデオの再生速度を変更した場合、高速再生時には音声が高く、低速再生時には音声

が低く出力され、視聴者ユーザの違和感につながる可能性がある。3章における実験においては、映像の速度変更がなされた割合が全体の3割弱であった。ビデオ内人物の発話シーンにおいて再生速度が変更された割合も比例して少なくなるため、視聴者ユーザへの影響が大きくなかったと結論づけたが、ビデオの再生速度がより頻繁に行われるようになった場合、この影響は無視できなくなると考える。先行研究における実験では1分ごとに食事残量を比較していたが、本研究において食事進捗同調システムを実装したことにより食事残量の比較を1秒ごとに行えるようになった。食事者2人の食事残量の比較頻度が高まることに伴い、映像再生速度変更頻度も高まることが予想される。そこで、食事映像に対し、ビデオ内人物の発話期間を特定する機能を実装し、ビデオ内人物の発話期間においては映像再生速度を変更せず通常再生するように制御する。

音声のスピードが変更された場合の了解度について研究がなされている[Garvey 1953]。通常再生速度を100%とした場合に、30%の変化は了解度にさほど影響を与えないが、70%以上の変化は了解度に深刻な影響を与える[Daniloff 1968]。本提案手法で採用している0.7-1.5倍速の再生速度変更は、音声の了解度に与える影響が少ないと考えられるが、ビデオ再生速度の変更に伴い視聴者がビデオに対して不自然さを感じる可能性はある[内田2005]。そこで、本システムでは実験前に、ビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、食事残量差の程度に関わらずビデオ内人物の発話中は通常速度で再生することとする。

本ソフトウェアは、食事映像中のビデオ内人物の発話箇所を、ビデオファイルの音圧レベルに応じて判断する。具体的には、食事映像ファイルから音声データを抽出し、音声データの音圧レベルを1秒ごとに算出し、その値が閾値以上の場合に「発話している」と判断する。抽出される音声データは16ビット、サンプリングレート44,100のWAVファイルである。WAVファイルは時系列順に符号付き整数型(-32768 ~ +32767, 無音は0)の値で構成されており、これらのデータに対し1秒ごとのRMS値(二乗平均平方根の値)を算出する。続いてこのRMS値に対し、WAVファイルデータの絶対値の最高値(32768)を基準値として音圧レベル(dB)に読み替える。毎秒の音圧レベルに対し、閾値を超えたかどうかで発話の有無を判断した。毎秒の音圧レベルに対し、閾値以上の場合に「発話中」、閾値以下の場合に「非発話中」と判断する。判断した結果はメタデータとしてビデオメッセージに付与され、動作統括モジュールがこのメタデータを参照することで、ビデオ内人物の発話中はビデオを通常速度で再生するように制御可能となる。メタデータ的具体例を表4-1に示す。表中では開始時刻から11秒後から20秒後までの10秒間分のメタデータを示している。この10秒間では、ビデオ内人物は13秒時点から15秒時点の間で「いただきます」と発話し、16秒時点で摂食を行なっている。秒単位でビデオ内人物の食事残量を記録しており、17秒時点で15g食事残量が減っている。また、秒単位でビデオ内人物が発話している／していないの判断を行っており、発話中である13秒時点から15秒時点を「発話中」、それ以外の時間は「非発話中」という情報を格納する。

表 4-1 ビデオメッセージに付与されるメタデータの例

秒	現在の食事残量	発話中／非発話中
11	385	非発話中
12	385	非発話中
13	385	発話中
14	385	発話中
15	385	発話中
16	385	非発話中
17	370	非発話中
18	370	非発話中
19	370	非発話中
20	370	非発話中

ビデオメッセージは静かな環境で録画された (A 特性音圧レベル 29.3dB)。ソフトウェアにおける発話有無判断の閾値は-88.1dB とした。閾値は 0.1dB 刻みで調整し、実験者が発話有無判断した結果と最も一致する結果となる値を採用した。

平均長 548 秒の 2 つのビデオメッセージについて性能評価を行った。実験者二人がそれぞれビデオを閲覧して、ビデオ内人物のすべての発話の開始時点と終了時点を判断した。実験者二人が判断した結果の一致について  $k$  係数を調べたところ、かなり一致しているといえた ( $k=0.823$  ( $n=52$ ))。実験者二人の読み取った結果が異なる場合には、協議の上双方が納得できる値を採用した。ビデオメッセージの毎秒について、人手を用いて発話しているかどうかを判断した結果とソフトウェアが判断して出力した結果を比較した。この結果の一致率は平均およそ 98.5%であった。概ね人間が判断した結果とシステムが判断した結果が一致していたといえる。

#### 4.4 食事進捗同調システム評価実験

本節では、食事同調手法の比較を行うため、WoZ 法を用いて参加者間の食事進捗の同調を図る条件 (WoZ 条件) と、構築したシステムを用いて参加者間の食事進捗の同調を図る条件 (システム条件) の比較を行う。WoZ 条件は 3 章の食事進捗同調実験の同調条件と同一であり、この結果を流用した。システム条件の実験は新たに実施した。

WoZ 条件では 1 分ごとにビデオメッセージの速度変更判断を行うことに対し、システム条件では 1 秒ごとに判断を行う。より動的に食事進捗を同調させるためには制御の時間間隔をなるべく短くした方が良い。WoZ 条件では人間が手動で制御を行うため、制御できる時間間隔には限界がある。予備調査から、手動で無理なく制御できる時間間隔は 1 分と判

断した。システム条件では 4.3.1 項で示したハードウェアを用いたところ、ビデオメッセージ再生や視聴者ユーザ撮影のスムーズさに影響の出なかった 1 秒間隔を採用した。

本実験ではアナログの秤の上に食事皿を置いて食事を行い、秤の針の先端位置を画像処理によって把握することで食事残量を取得する。Chang らは、食器に RFID タグを付与し、RFID センサと重量センサを組み込んだ食卓に置くことでこれを識別し、その料理の残量を算出している[Chang 2006]。このシステムでは、どの料理をどれだけ食べたかを正確に認識可能である。しかしながら、このシステムではテーブルに重量センサを組み込んだ特殊な食卓を用意する必要がある、その導入コストは高い。本実験で行う食事残量の認識は、導入コストが低いカメラとアナログの秤を用いて行う。しかしながら、精度高く食事の重さを取得できるのであれば必ずしもこの手法を用いる必要はない。アナログの秤でなくデジタルの重量センサを用いて直接重量を把握しても良いし、従来研究にあるような、食事皿を真上から撮影し、画像処理を行うことで食事残量を把握する手法[Otsuka 2013] [高麗 2010]や、食事者の手や腕にとりつけた加速度センサによって食事動作を認識する手法[宮脇 2010]を採用しても良い。本実験では、より導入コストが低くなるよう、廉価な USB カメラとアナログの秤を用いた。

#### 4.4.1 食事進捗同調システム評価実験において使用したビデオメッセージ

使用したビデオメッセージは 3.4.2 項にて記述した内容のものと同様である。本研究の対象は親しい間柄での共食であるため、視聴者ユーザとなる実験参加者は実験協力者と知り合いである必要がある。このような制約があり、実験参加者の数が限られるため、WoZ 条件で使用した日本語、中国語、アラビア語の 3 種のビデオメッセージの他、システム条件での実験のために新たに日本語、中国語の 2 種のビデオメッセージを撮影し、使用した。

#### 4.4.2 食事進捗同調システム評価実験における実験環境

評価実験は研究室内にカーテンで仕切ったブースを設け、その中で行った。図 4-3 に実験時の共食の様子を示す。実験用システムは、PC、ディスプレイ、スピーカ、2 台の USB カメラ、アナログの秤(0 - 500g)で構成される点は WoZ 条件、システム条件で統一した。ディスプレイの上に設置された USB カメラ 1 は参加者の表情や身振りを記録するために使用した。食事残量を測定するために計量器を料理皿の下に設置し、その脇に USB カメラ 2 を設置した。WoZ 条件では、USB カメラ 2 を通じて実験者がその値を視認し、記録した。システム条件では USB カメラ 2 から得られた画像をもとに、システムが画像処理によってその値を読み取って記録した。



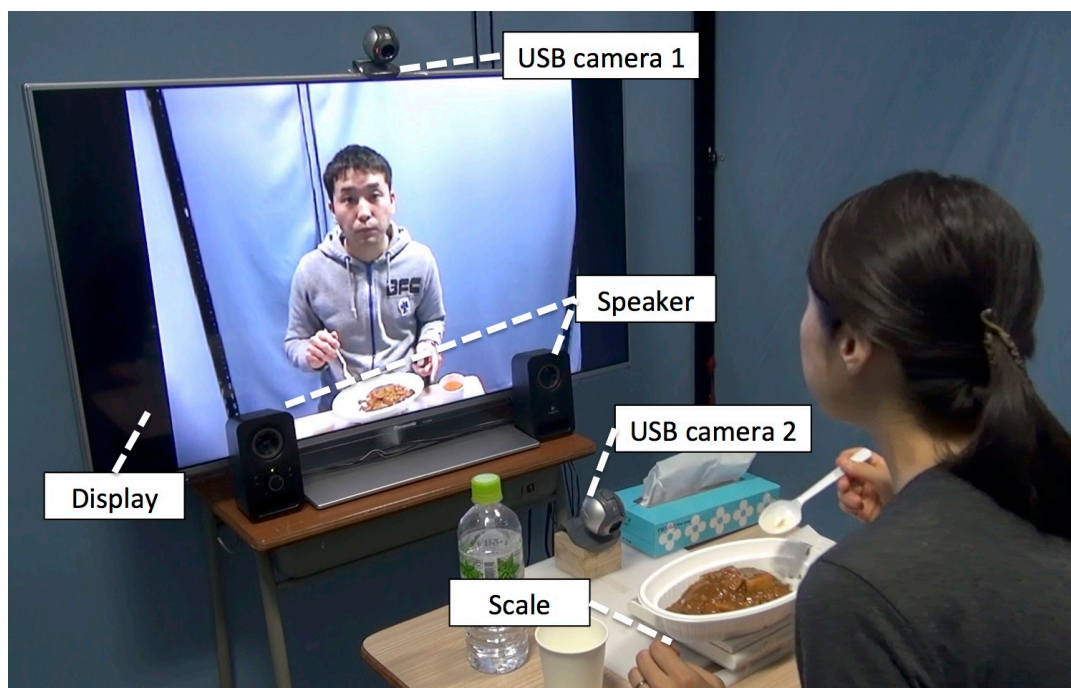


図 4-3 食事進捗同調システム評価実験時の共食の様子

#### 4.4.3 食事進捗同調システム評価実験における参加者

実験には合計 24 名（男性 12 名，女性 12 名）が参加した。参加者は 2 つのグループに分けられ，各条件に 12 名ずつ（男女各 6 名）参加した。なお，参加者は全員，本実験システムの利用は初めてである。表 4-2 にシステム条件の各参加者（p25-36）の性別，使用した録画映像の言語，食事量を示す。WoZ 条件の参加者は 3 章の食事進捗同調実験における同調条件の参加者と同じであり，同調条件の参加者（p1-p12）の性別，使用した録画映像の言語，食事量は表 3-2 に示した通りである。

参加者の食事メニューはビデオメッセージ内の実験協力者と同様カレーライスを採用した。カレーライスは一皿で主食と主菜を複合した一般的な食事メニューである。参加者には各自で食事の量を 300g か 500g か選択させ，15 名が 300g を，9 名が 500g を選択した。また，実験は昼食時または夕食時の時間帯に実施した。録画映像は実験参加者の母国語と同一の言語のものを使用した。

表 4-2 システム条件の各参加者の性別，使用した録画映像の言語，食事量

システム条件			
No.	性別	言語	量(g)
p25	男性	Ch	500
p26	女性	Ja	300
p27	男性	Ja	500
p28	女性	Ch	300
p29	女性	Ch	300
p30	女性	Ch	300
p31	女性	Ja	300
p32	女性	Ch	300
p33	男性	Ja	300
p34	男性	Ja	300
p35	男性	Ch	300
p36	男性	Ja	300

#### 4.4.4 食事進捗同調システム評価実験における実験手続き

各実験条件では，はじめに実験者が実験の概要について説明し，実験参加同意書への署名を参加者に求めた．その後，実験ブースに参加者を案内し，システム環境の説明を行った．参加者には，異なる時間帯に暮らしている家族や友人と共に食事や会話をすることを想定するよう，また，いつも通りに食事をするよう指示した．ただし，食事皿の重量を計測しているため，食事皿を持ち上げる行為は禁止した．参加者には，ディスプレイに映る食事相手を見ながら食事をするよう教示した．さらに，ディスプレイに映る食事相手が食事中に話しかけてくること，食事の様子は録画され，後ほど相手によって再生されることを説明した．実験条件に関しては参加者に知らせなかった．以上を説明した後，実験者はブースを離れた．ビデオの再生開始時点を食事開始の合図とした．食事開始後，WoZ 条件では，実験者によってカメラを通して食事進捗が把握され，1分ごとにビデオ再生速度が調整された．システム条件では，システムが1秒ごとにビデオ再生速度調整を行った．食事終了後，参加者は用意された質問紙に回答した．

#### 4.5 食事進捗同調システム評価実験の実験結果

本実験では，質問紙調査による定性的評価および食事残量の推移についての評価を行った．実験時に撮影した映像データのうち分析対象としたデータは，ビデオメッセージ開始

時から終了時までであり、ビデオメッセージ終了を待たずに視聴者ユーザが食べ終わった場合は、その時点までとした。WoZ条件での分析対象映像データの平均長は8.8分 (s.d. = 1.5) であった。システム条件の分析対象映像データの平均長は7.1分 (s.d. = 1.7) であった。WoZ条件では、ビデオを再生した時間全体の28%でビデオ再生速度が変更された。なお、速度変更内容の内訳としては、15%が0.7倍速の低速再生、13%が1.5倍速の高速再生で再生された。システム条件では、ビデオを再生した時間全体の41%でビデオ再生速度が変更された。なお、速度変更内容の内訳としては、18%が0.7倍速の低速再生、23%が1.5倍速の高速再生で再生された。

#### 4.5.1 食事進捗同調システム評価実験における質問紙調査

WoZ条件とシステム条件の比較において、視聴者ユーザの定性的評価を得るために質問紙調査を行った。質問項目は3.5.1項に記述した内容と同様であり、参加者らの共通言語である英語で作成した。表4-3に質問項目と両条件それぞれの平均得点および標準偏差を示す。この結果は、図4-4、図4-5でもグラフを用いて示す。

両条件の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。この結果、有意差のある項目はひとつもなかった。定性的評価において、システム条件はWoZ条件と違いがあるとは言えないことが分かった。なお、比較検定過程において、両条件の結果の等分散性について検定したところ、全ての結果についてそれぞれ分散に差があるとはいえなかった。

表 4-3 食事進捗同調システム評価実験における質問紙評価結果

No.	質問内容	WoZ 条件 (s.d.)	システム 条件 (s.d.)	Mann-Whitney U 検 定 p 値
C1	I wanted to talk to the partner.	7.0 (1.5)	6.9 (1.4)	0.930
C2	I enjoyed talking with the partner while eating.	6.8 (1.5)	6.5 (1.4)	0.705
C3	The partner's talking distracted me from my meal.	4.6 (1.4)	4.5 (1.8)	0.857
C4	The content of the conversation was natural.	5.8 (1.5)	5.4 (1.7)	0.554
C5	The timing of the partner's delivery was natural.	5.5 (1.6)	5.5 (1.6)	0.929
C6	I could communicate with the partner naturally.	5.5 (1.4)	5.8 (2.0)	0.952
P1	I felt as if the partner and I were eating together in the same room.	6.5 (1.2)	6.0 (1.3)	0.312
P2	I felt distant from the partner.	4.7 (1.8)	5.0 (1.4)	0.361
P3	The partner's facial expressions were easy to recognize.	6.6 (1.5)	6.4 (1.9)	0.952
P4	The partner's gaze direction was easy to recognize.	6.3 (1.5)	6.0 (1.9)	0.858
P5	I was able to make eye-contact with the partner.	5.0 (2.0)	5.0 (1.7)	0.977
P6	The partner's gestures were easy to recognize.	6.8 (1.4)	6.8 (1.6)	0.857

N=12

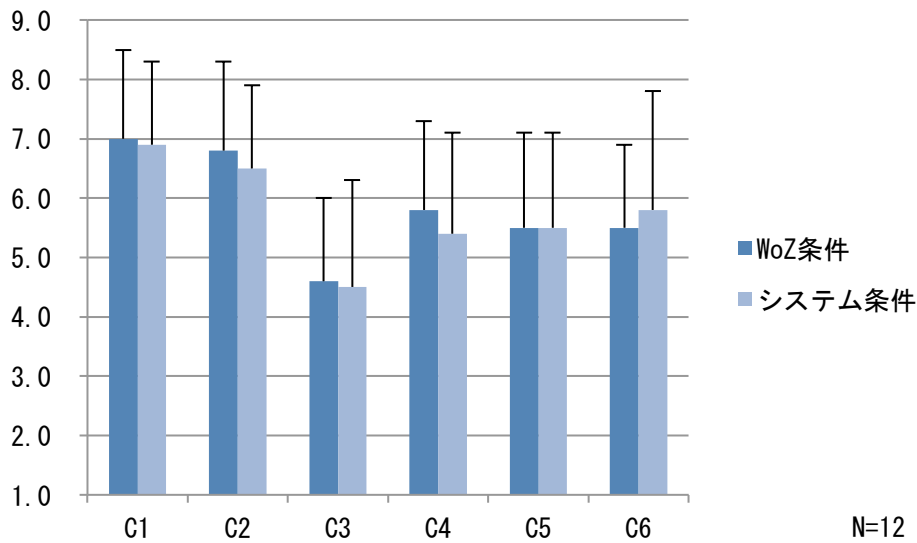


図 4-4 食事進捗同調システム評価実験における質問項目 C1～C6 の評価結果

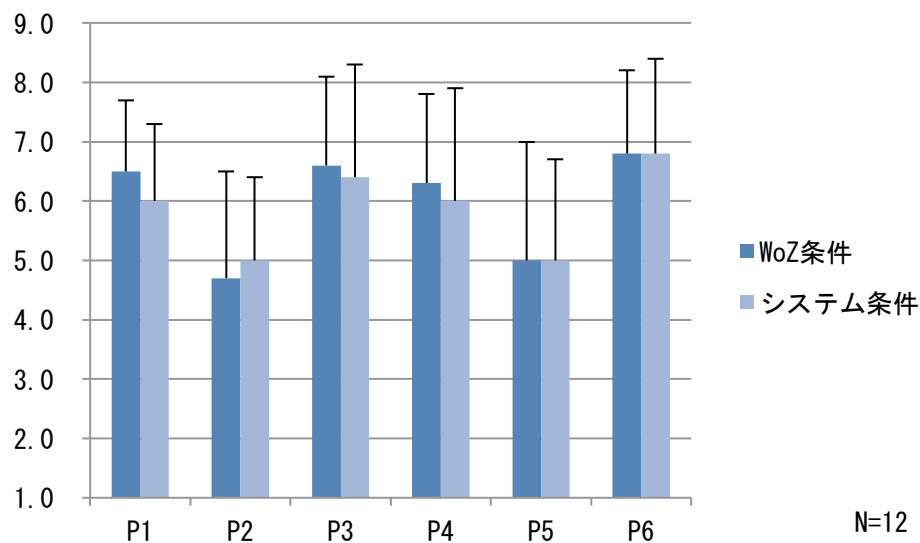


図 4-5 食事進捗同調システム評価実験における質問項目 P1～P6 の評価結果

#### 4.5.2 食事進捗同調システム評価実験における視聴者ユーザの食事残量割合の推移

ビデオの再生速度を変更することで、ビデオ内人物の食事進捗が視聴者ユーザの食事進捗に追従しているかについて調査した。システム条件の実験参加者 p26 の食事残量割合の推移を図 4-6 に示す。なお、その他のシステム条件の実験参加者の食事残量割合の推移は付

録に示す。

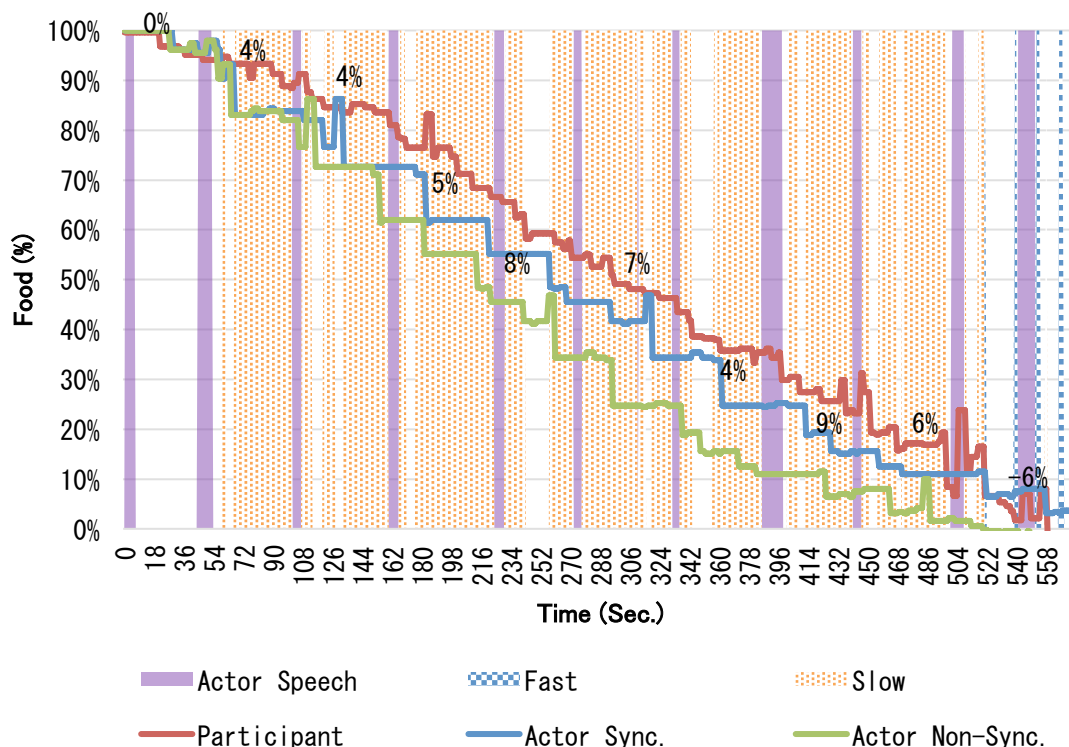


図 4-6 システム条件における実験参加者 p26 の食事残量割合の推移

グラフの横軸は経過時間、縦軸は食事残量を示している。「Actor Speech」エリアはビデオ内人物の発話箇所であり、ビデオ再生速度変更が制限された区間を示す。「Fast」エリアはビデオが高速再生された区間、「Slow」エリアはビデオが低速再生された区間を示す。

「Participant」ラインは実験参加者の食事残量割合、「Actor Sync.」ラインは映像速度が変更された場合のビデオ内人物の食事残量割合、「Actor Non-Sync.」ラインは映像速度が変更されなかった場合のビデオ内人物の食事残量割合を示す。なお、図中の折れ線に沿って表示されたラベルは「Participant」の食事残量割合から「Actor Sync.」の食事残量割合を引いた値を 60 秒ごとに示している。

WoZ 条件の実験参加者は 3 章の実験における同調条件の参加者と同一であり、食事残量割合の推移の結果も同一である。図 3-5 および図 4-6 から、システム条件と WoZ 条件のどちらも「Actor Non-Sync.」ラインよりも「Actor Sync.」ラインの方が「Participant」ラインに追従して推移していることが読み取れる。

## 4.6 食事進捗同調システム評価実験における検討

### 4.6.1 WoZ 条件とシステム条件の比較

表 4-3 に示した通り、定性的評価において、システム条件と WoZ 条件の間で有意差が観測された質問項目はひとつもなかった。この結果から、食事進捗の同調をシステムが行った場合でも、人手で行った場合と遜色のない効果が得られることが示唆された。

WoZ 条件では食事進捗同調のための制御を 1 分ごとに行っているが、システム条件では 1 秒ごとのタイミングで制御を行っている。つまり、システム条件の方が食事残量差把握の頻度が高く、より動的な変化を生み出すことができ、視聴者ユーザの行動により適応した制御を行うことが可能である。実際に、図 3-5 と図 4-6 から読み取れるように、システム条件の方が WoZ 条件よりもビデオ再生の速度変更を頻繁に行っている。ビデオの再生速度に対し、より時間的解像度の高い制御を行うことのできるシステム条件の方が視聴者ユーザに与える共食会話の印象を向上させるのではないかと考えたが、予想に反し質問紙による定性的評価において両条件間で有意差は観測されなかった。ビデオ内人物と共に食べているという感覚や、行われるコミュニケーションへの印象を向上させるための要素が、食事進捗同調制御の頻度の他にも存在すると考えられる。

本システムでは事前準備として、ビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、ビデオ内人物の発話時には映像再生速度を変更しないように制御した。ビデオ内人物の発話期間は通常速度で映像が再生されるため、ビデオ内人物の音声への影響がなく、行われるコミュニケーションに対してより自然な印象を与えることを予想していたが、期待するような効果は観測されなかった。今後、時間的解像度高く食事進捗同調を制御すること、およびビデオ内人物の発話時に映像速度変更をしない制御の効果について、映像によるユーザの行動分析などの定量的な評価を行う必要がある。また、今回の実験ではビデオの速度変更をするかどうかの判断を、1 秒ごとに行い、食事残量差が 5%以上になったときと定めたが、このような制御頻度、食事残量差の閾値の設定が食事進捗同調の効果を最も高めるかどうかについては明らかではない。食事進捗同調の制御を行う頻度や食事残量差の閾値についてバリエーションを増やして実験を行い、非同期共食支援システムを開発する上で必要とされるデザインについて、今後も継続して明らかにしていく必要がある。

### 4.6.2 食事進捗同調システムの限界

本実験で使用した食事進捗同調システムでは、食事中、1 秒ごとに食事進捗同調のための映像速度変更判断を行う。しかしながら 1 秒間隔が限界というわけではない。システムを実行する機器の性能によっては、さらにその間隔を短くすることも可能である。また、本

実験では先行研究に準拠する形で食事残量差が 5%以上開いたときに、ビデオメッセージを高速再生する場合は 1.5 倍速、低速再生する場合は 0.7 倍速としているが、これらの条件はシステム内で設定しているパラメータの値を変更するだけで、任意の条件での実験が可能となる。

食事進捗同調のためのソフトウェアおよび発話箇所特定のためのソフトウェアはそれぞれ精度高く動作することが検証できた。サンドイッチなど直接手に持って食べるような料理もあり、料理の種類によっては、本手法は有効ではないが、カレーやスパゲッティなど、器に入っている料理であれば、本システムで採用した食事残量把握手法で対応可能である。

今回実験に用いたビデオメッセージは、ほぼ雑音のない、静かな環境で録画が行われた。今回開発した発話箇所特定のためのソフトウェアは、単純にファイル中の音圧の大きい箇所を特定することはできるが、雑音のひどい場所でビデオメッセージの録画を行った場合に、精度高く動作しないことが考えられる。しかしながら、近年では、複数のマイクを用いることや深層学習によって雑音が大きい悪条件下でも精度高く人間の音声を認識できるようになってきており[日経エレクトロニクス 2016]、音声認識技術発展に伴い、音声認識の問題は解消されつつある。

#### 4.6.3 共食相手の汎用性

本章では、実際に存在する人間の共食相手を想定してシステムを構築したが、共食相手は何も実在の人間に限定されるわけではない。たとえば、人間を模したアバタの他、人間以外のロボットや動物、架空の生物を共食エージェントとして活用することが考えられる。すでに、一人で食事をするのを避けたいユーザのために共食エージェントの活用を提案している研究があり、エージェントと共に食事することによって、よりゆったりと食事ができることが報告されている[井上 2014]。実在する人間以外との共食場面においても、本システムと同様の食事進捗同調手法を適用させた場合、人間同士の共食で観測された視聴者の会話への積極性[野口 2016]が観測されることが期待できる。共に食事をする相手がいない食事者の食事支援を考える上でも、本研究で提示したシステムデザインが有用である可能性がある。

#### 4.6.4 食事参加者人数

本研究では、1対1の食事場面を想定し、食事進捗同調システムを構築した。しかしながら、3人以上食事参加者がいる場面においても活用したい場合が考えられる。1人の視聴者に対し複数のビデオメッセージを再生する場合、それぞれのビデオメッセージの再生速度を調整することで食事進捗の同調を図ることができると考えられる。一方、ビデオメッセージを複数人で視聴する場合、ビデオ内人物の食事進捗を視聴者のうち最も進捗の早い人



に合わせるべきか、視聴者らの平均的な速度に合わせるべきか、最も進捗の遅い人に合わせるべきかさらなる検討が必要である。3人以上の対面共食場面においても、参加者同士のコミュニケーションが協調的に行われることはすでに報告されているが[徳永 2014]、参加者間の食事進捗がどのように影響し合うのかについては今後明らかにしていく必要がある。

#### 4.6.5 食事進捗同調システム構築の実践と今後の課題

本章の新規性は、これまでに存在しなかった非同期共食時に用いる食事進捗同調システムを実現し、動作することを確認した点にある。映像による非同期共食環境において食事進捗同調手法を用いるというコンセプトは、もともと井上らのグループによって示された[大塚 2012] [Nawahdah 2013] [Inoue 2014]。前章における食事進捗同調実験では、先行研究で行われている評価実験とは異なる指標を用いて非同期共食コミュニケーション時に観測される行動の特性を明らかにした。しかしながら、これまでの評価実験では食事進捗同調がWoZ法によって実現されており、コンピュータが支援することが想定されていてもその実現がなされていなかった。本章ではコンセプト段階にあった食事進捗同調機能を具体化し、共食時の使用に耐えうるシステムを構築した。また、WoZ法を用いた場合と比較しても遜色のない効果を有することを確認できた。これらの点が既存の非同期共食研究を一步前進させ、貢献した点である。

4.3.1項で示したように、本システムは最先端の高価な機器を使用しているわけではない。ごく一般的に廉価で販売されているノートPCやディスプレイ、スピーカ、USBカメラ、秤を用いて実現されている。本研究で想定している共食のあり方が時差のある環境を結ぶ共食手法として普及するためには、特別な機器を使用することなく実現することも重要である。

また、システムとして実現することにより、各種条件の設定が容易になった。映像速度変更制御を行うタイミング、変更する映像再生速度の倍率など任意の数値を入力するだけで実現可能となった。WoZ法では、食事残量の把握やビデオ再生速度変更の制御を人間が手動で行うため、短い時間間隔での制御は困難である。本システムでは1秒間隔での制御を実現できており、より時間的解像度の高い制御が可能となった。

しかしながら、非同期共食の普及の実現までには課題が残されている。本実験においては1回のビデオメッセージのやりとりのみに焦点を当てたが、繰り返しメッセージの交換ができるようには作られていない。送られてきたビデオメッセージに対する返答となるビデオメッセージは共食時の視聴者ユーザの様子を撮影したものを想定しているが、メッセージのやりとりを繰り返すうちに、どういった文脈の中での発言なのかが分からなくなり、視聴者ユーザの混乱を招くことが考えられる。ビデオメッセージを用いた非同期コミュニケーションについて、自然な形で実現することが大きな課題の1つである。

## 4.7 4章のまとめ

3章の映像を用いた非同期共食コミュニケーションの分析の結果から、視聴者ユーザの食事進捗に合わせて映像再生速度を調整することが、視聴者ユーザの共食会話への積極性を促す点が示唆された。しかしながら、先行研究や前章における評価実験では視聴者ユーザの食事進捗の把握や映像再生速度の調整がWoZ法による制御で行われてきた。本章では、これらの制御を自動的に行えるようなシステムを開発し、WoZ法による制御では実現できなかった、より時間的解像度の高い食事進捗同調を実現できる手法の効果について検討した。また、従来の評価実験で用いられてきた手法では、ビデオ内人物の発話中に映像速度が変更されることでビデオ内人物の話速も変化し、視聴者ユーザに不自然さを与える恐れがあった。そこで、あらかじめビデオメッセージについて、1秒ごとにビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、ビデオ内人物の発話中は映像速度変更を行わないよう制御した。開発した食事進捗同調システムを用いた場合の共食コミュニケーションについて、質問紙調査による定性的評価を行った結果、WoZ法により制御した場合に比べて遜色のない効果を期待できることが明らかとなった。本章で示した食事進捗同調システムは、非同期共食コミュニケーション支援システム実現に向けた具体的なひとつのデザインであり、今後の非同期共食コミュニケーション支援設計に寄与するものである。

## 第 5 章 総合検討

本研究では、グループウェアの中でも非同期に行われる親しい人との共食コミュニケーションを対象にし、食事進捗同調の手法の効果およびその実現方法について検討している。本章では、3 章、4 章にて記述してきた内容をまとめ、非同期共食コミュニケーションに求められるデザインについて総合的に検討する。

### 5.1 本研究で得られた知見のまとめ

3 章では、映像を用いた非同期共食コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果について検証した。この結果、ビデオメッセージの再生速度を視聴者の食事の状況に応じて調整する手法の有効性を示した。定性的評価の結果、食事進捗を同調させた場合の方が同調させない場合に比べ、視聴者ユーザに、ビデオ内人物の発話タイミングについて良い印象を与える傾向にあること、同室で食事をしているという感覚において良い印象を与えることを明らかにした。また、映像による視聴者ユーザの行動分析の結果、食事進捗の同調が視聴者ユーザの発話頻度を高める傾向にあり、発話交替潜時を短くすることが観測された。さらに、視聴者ユーザの応答と摂食行動の相互関係について分析したところ、自身の応答直後に摂食する行動が多くみられた。これらの結果は、ビデオ内人物との会話により積極的に関与するようになったことを示唆している。

4 章では、自動的に食事参加者間の食事進捗同調のための制御が行えるようなシステムを開発し、手動制御では実現できなかった、より時間的解像度の高い食事進捗同調を実現できる手法を提案した。本システムを用いた場合の共食では、質問紙調査による定性的評価の結果、手動制御した場合と比べて遜色のない効果を期待できることが分かった。

以上の結果から、視聴者ユーザの積極的な会話行動を促す非同期共食コミュニケーション支援システム構築のためのひとつのデザインを示すことができたといえる。

### 5.2 対面共食との比較

対面共食において、食事参加者は会話をするのと食事をするとの 2 種類の行動を同時に行なっている。口はひとつしかないため、発話と摂食の両方を同時に行うことはできない。そこで、食事参加者らは発話や摂食のタイミングを協調的に調整することで、会話が継続的に行われながら、食事も摂ることができる[武川 2011]。本研究で想定する非同期共食コミュニケーションではビデオメッセージを視聴しながら食事をする形式であり、共

食相手のリアルタイムでの反応を期待することはできない。すなわち、相手が目の前にいるという感覚も薄れがちになるであろうし、相手を意識した行動も対面共食に比べれば自然と少なくなると考えられる。しかしながら、本研究の 3 章で明らかにしたように、ビデオメッセージの再生速度を調整するかたちで食事進捗同調を図ることにより、視聴者ユーザの発話量や発話タイミングに影響を及ぼすことが確認された。これら視聴者ユーザの行動の変化は、食事中、共食相手の存在を意識すればこその変化と捉えることができる。対面共食においては会話への関与度が高い場合には、摂食行動よりも会話行動を優先する行動が報告されており、自身の発話の必要性が最も低くなる、相手の発話に対する応答直後のタイミングで摂食行動が頻繁に行われる[徳永 2014]。3.5.3 節で記述したように、非同期コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果として、応答直後のタイミングで摂食行動が行われる割合が高くなる。表 3-3 の質問紙調査結果でも「I felt as if the partner and I were eating together in the same room.」において、食事進捗を同調させる条件の方が高く、ビデオ内人物と一緒に食事をしている、すなわち共食感が強まるといえる。この点は先行研究でも報告されている点であり[Nawahdah 2013]、本研究の結果はこの結果を支持するものである。非同期共食は、対面共食や遠隔共食と違い、相手の反応をすぐに確認できない分、相手の存在を意識しにくいものであるが、食事進捗同調を行うことで共食相手としてのビデオ内人物を意識するようになった。つまり、ビデオ内人物と共に食事している感覚をより感じられるという点で非同期共食コミュニケーションの実現に寄与することが示唆された。

### 5.3 同調行動の影響

対面共食環境においては、共食相手の摂食行動によって自らの摂食行動に影響を受けることが報告されている[Hermans 2012]が、本研究における実験でも、視聴者ユーザがビデオ内人物から影響を受けた可能性が考えられる。円滑な対話コミュニケーションを行っている 2 者間には、自らの表出した情報と相手の表出した情報が相互的に同調していく「引き込み現象」がある[Condon 1974] [渡辺 1999]。たとえば、協調的な会話をする 2 者の身体動作が同期することや、2 者の姿勢や表情、周辺言語情報、言語的表現などが互いに類似することが知られている[Cappella 1981]。なお、協調的対話では、強い信頼関係を形成する話者同士ほど、姿勢を模倣したり、動きが同期したりしやすいが、競争的な対話では姿勢の一致が観察されにくいと報告されている[Bernieri 1996]。本研究は家族や友人など親しい間柄で行われる共食を想定しており、3 章および 4 章の実験でもビデオ内人物である実験協力者の友人あるいは家族を実験参加者として選定している。本実験における共食コミュニケーションは競争的な性質のものではなく、協調的な性質のものであったと考えられる。

引き込み現象の中でも 2 者間会話の発話行動について調べた研究では、協調的対話において、対話者同士がだいたい同じ時間的パターンで発話行動または相槌行動をすることが報告されている[長岡 2003]. すなわち、協調的に会話を行う話者らはある 1 つのテンポを共有しているといえ、相手がゆっくり喋ればそれに伴ってゆっくり喋り、逆に相手が早口であればそれに伴って早口になるといった行動に表れる. 3 章における実験ではビデオメッセージの速度変更に伴い、ビデオ内人物の話速も変化していたため、実験参加者の話速がビデオ内人物の話速に影響されていたことが考えられる. 本研究で行なった実験のような、ビデオメッセージを相手にした非同期環境においても話速の引き込み現象が観測されるかどうか調査することが今後の課題のひとつとして考えられる.

## 5.4 食事進捗同調手法の限界

3 章, 4 章で記述した実験では、共通する条件として、ビデオメッセージの再生速度変更の閾値を食事残量差 5%とした. また、変更したビデオメッセージの再生速度は高速再生時に 1.5 倍速, 低速再生時に 0.7 倍速と設定した. 2 者の食事速度が大きく異なる場合には、本実験で用いた速度変更域では十分に食事進捗を同調できないことも考えられる. たとえばファーストフードとフランス料理のフルコースなど、食事時間が極端に異なる場合には食事進捗がどうしても追いつかないなど、対応が難しい場面も予想され、限界はある. しかしながら、本研究の実験で示したように、食事開始時の食事が 25%程度の違いであれば、設定した条件下において食事進捗同調の一定の効果があることが確認できた.

本研究における実験では 3 章, 4 章と共通して共食者 2 人は同一の食事メニューとしたが、本研究で想定としている食事進捗同調手法では食事残量の判断さえできればビデオメッセージの再生速度の調整が可能であるため、必ずしも食事メニューは限定されず、共食者 2 人の食事メニューを同一にする必要はない. たとえば、片方の食事メニューがカレーで、もう片方の食事メニューがスパゲッティであっても問題なく使用することができる. ただし、食事内容に応じて、適切な食事進捗同調のための設定値が異なる可能性はある. たとえば、映像再生速度を変更する際のトリガーとなる食事残量差の閾値や、変更する映像再生速度の倍率について、食事内容によって変更する必要があるか、必要がある場合はどのような場面にどのような値が望ましいかについて詳細に検討する必要がある. 4 章で開発したシステムを用いることで、このような設定値を任意に変更することが可能となった. これに伴い、共食相手が共食エージェントなど実在する人間以外との共食や、共食参加者が 2 人ではなく 3 人以上である場合にも対応可能となることが期待できる. 今後、食事進捗同調制御の時間的解像度の高低による影響について、映像分析など定量的な評価を行い、詳細に分析することに加え、各種設定値のバリエーションを様々なパターンで設定した場合のコミュニケーション行動への影響の有無や、共食への印象の変化についても明らかにし

ていく必要がある。

## 5.5 将来の展望

本研究ではあらかじめ用意したシナリオを用い、実験協力者が一定の間隔ごとに発話する形式でビデオメッセージを作成した。また、そのメッセージは家族や友人、同僚など親しい人たちを視聴者として想定したもので、実験協力者にはリラックスした状態で、かつ通常で食事することを指示した。これらは実験において条件を統制するために行ったもので、確認された効果は厳密にはこの条件下でしか保証されない。しかし、将来的な本手法によるシステムの利用においては、必ずしもこのような制約が利用条件となるわけではない。食事の種類や量、そして会話の仕方は限定されないだろうし、共食に参加する人数や共食相手との関係性も制約されるものではない。ただし、たとえばビデオ撮影を本研究における実験で用いた無背景で静音なブースではなく、音楽を鳴らしている日常空間で行うと、流れている音楽の再生速度が変化することで、映像再生速度が変更されたことに気付きやすくなるというように、統制されない要因によって本手法の効果が影響を受ける可能性は考えられる。4章において、ビデオ内人物の発話期間のみビデオ再生速度を変更しないよう制御することで、そういった不自然さを抑える工夫を試みているが、食事時に音楽などの余計な音が存在しない環境が利用の前提となっている。映像再生速度変更が視聴者ユーザに意識される場合、どの程度影響があるのかについても今後明らかにしていく必要がある。

ビデオメッセージを通じたやり取りそのものについては、あくまでも疑似的なやり取りに過ぎず、リアルタイムで行われるコミュニケーションと同一ではない。ビデオメッセージのやり取りのような非同期コミュニケーションにおいては、相手からの発話を待って不自然な間が開いてしまうことや、相手の反応がすぐに返ってこないことによるストレスなど、対面形式の会話ではみられない問題が生じることが想定される。本研究における実験では、非同期で行われるビデオメッセージのやりとりの1回分に焦点を当て、食事進捗同調の効果を分析したが、非同期の映像を用いたコミュニケーションを自然な形で実現させるためには、これらの問題の解決法も検討課題のひとつである。また、ビデオメッセージのやりとりが複数回行われた場合、共食参加者自身や行われるコミュニケーションに食事進捗同調がどのような影響を与えるのかについても今後明らかにしていく必要がある。

## 第 6 章 結論

遠く離れた家族の構成員同士がつながっている感覚を維持するために、近年は安価で多様なビデオ会議ツールが存在しているが、これらは皆リアルタイムの映像音声接続を提供するものである。したがって家族同士が時間帯の異なる地点に暮らしている場合には、互いの生活時間の違いによりコミュニケーションを図ることが容易ではない。食事シーンはこのような生活時間の違いを顕在化する場面でもある。

本研究は、地理的に離れていたり、生活リズムがずれていたりすることにより、食事を一緒にとることが難しい人たちを対象にした非同期共食コミュニケーションの実現を目的としている。時間的、距離的制約を解決するためには非同期コミュニケーションツールが有効であると考えられるが、どのようなデザインが望ましいかについて未だ明らかでない。本研究では、予め撮影されたビデオメッセージを用い、それを利用者が視聴しながら食事を行うことで疑似的な共食環境を設定し、そこで行われるコミュニケーションについて分析を実施した。ただし、対面の共食コミュニケーションでは、意識せずとも共食参加者が互いの摂食行動に影響を受け、行動が同期することが知られているが、非同期共食環境では、食事相手はビデオ映像であるため食事スピードが変化することがなく、「一緒に食事をしている」感覚が十分に得られないことが予想された。このため、本研究では視聴者ユーザの食事の進捗状況に合わせて、ビデオの再生速度を調整するという手法で、ビデオ内人物の食事の進捗状況を同調させた場合の効果や具体的な実現方法について検討した。

井上ら研究グループによる先行研究では、非同期共食コミュニケーションにおける食事進捗同調の効果についていくつか報告がなされている。これらの報告によると、非同期共食において食事進捗同調を行うことは、ビデオ内人物の発話タイミングの印象や、一緒に食事をしている感覚をもたらすのに有用であること[Nawahdah 2013]、視聴者ユーザの発話時間や発話交代回数を高める傾向にあるとされている[Inoue 2014]。すなわち、視聴者ユーザの意識や発話行動に影響を及ぼすことが示唆されている。しかしながら、これらの先行研究では定性的評価や、発話行動や摂食行動の回数、それらの合計時間といった基礎的な指標による行動分析に留まっており、なぜそのように視聴者ユーザの意識に変化を及ぼすのかのメカニズムまでは明らかになっていない。そこで本研究ではこれを明らかにするため、食事進捗同調がどのような効果を及ぼすかについて、共食者 2 人の発話行動、摂食行動がそれぞれ行われるタイミングについても実験的に検討した。

食事進捗同調の効果に関する実験では、ビデオメッセージを用いた非同期疑似共食環境において、食事進捗を同調させる条件と食事進捗を同調させない条件の 2 条件を比較した。実験時の視聴者ユーザの様子を映した映像を用いて行動分析を行った結果、食事進捗を同調させることにより、視聴者ユーザの発話頻度が増加する傾向にあり、発話交替潜時が短くなるといった行動の違いが観測できた。さらに、視聴者ユーザの応答と摂食行動の相互

関係について分析したところ、自身の応答直後に摂食する行動が多くみられた。これらの結果はいずれも、ビデオ内人物との会話により積極的に関与するようになったことを示唆している。本実験における行動分析では、先行研究にはない共食者の行動タイミングに関する指標を加えて分析を行っており、先行研究において示唆されていた内容の根拠を補強する結果となった。

続いて、非同期共食コミュニケーションの実現方法についても具体的に検討した。先行研究では視聴者ユーザの食事進捗の把握や映像再生速度の調整が WoZ 法による制御で行われていた。本研究では、これらの制御を自動的に行えるようなシステムを開発し、WoZ 法による制御では実現できなかった、より時間的解像度の高い食事進捗同調を実現できる手法の効果について検討した。また、従来の評価実験で用いられてきた手法では、ビデオ内人物の発話中に映像速度が変更されることでビデオ内人物の話速も変化し、視聴者ユーザに不自然さを与える恐れがあった。そこで、あらかじめビデオメッセージについて、1 秒ごとにビデオ内人物の発話箇所を特定しておき、ビデオ内人物の発話中は映像速度変更を行わないよう制御した。

開発した、非同期共食における食事進捗同調システムについて、性能評価を行なったところ、食事残量把握やビデオ内人物の発話箇所特定を高精度に行えることを確認できた。また、WoZ 法を用いた場合と比較した結果、遜色のない定性的評価を得ることができた。WoZ 法を用いた場合では 1 分間ごとの映像再生速度調整を行っていたことに対し、開発したシステムを用いれば 1 秒間ごとの制御が可能となった。すなわち、より時間的解像度の高い制御が実現可能なシステムを実現することができた。映像を用いた非同期共食コミュニケーション支援システムとしてより実際的な、ひとつのデザインを示すことができた。

以上のように、本研究では 2 つの取り組みにより非同期共食コミュニケーションの実現に寄与した。ひとつめの取り組みとして、非同期疑似共食環境を構築し、食事進捗を同調させることがそこで行われるコミュニケーション行動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。この結果、食事進捗同調はビデオ視聴者のコミュニケーションへの積極的な参加を促すことが明らかとなった。このことは、非同期共食コミュニケーションの特性の理解の一助となる。続くもうひとつの取り組みとして、これまでに実現されていなかった食事進捗同調を自動的に行う非同期共食コミュニケーション支援システムを構築した。このシステムは、WoZ 法を用いて食事進捗同調を図る手法と遜色のない定性的評価が得られ、時間的解像度のより高い制御を実現可能とする。非同期環境における共食コミュニケーションの実現方法について具体的に検討し、その有効性を実証したことは、今後非同期共食コミュニケーション支援システムを設計する際や非同期共食コミュニケーション支援を行う上での参考となる。現在はまだ日常的に行われていない非同期共食コミュニケーション実現に向けて一定の貢献ができた。



## 謝辞

本論文をまとめるにあたり，指導教員である筑波大学図書館情報メディア系の井上智雄教授には終始多大なご助言を頂きました。2005年の最初の研究室配属から2008年の博士前期課程修了まで，および2014年の博士後期課程入学以降という長期間にわたり，研究の進め方，論文の書き方，発表の仕方等，多岐にわたるご指導を頂きました。また，後輩と共同で研究を進める機会や，ティーチング・アシスタントに就く機会を与えて頂いたことにより，研究や授業における学生指導に関する知識と経験を得ることができました。

副指導教員である筑波大学図書館情報メディア系の杉本重雄教授，佐藤哲司教授には，論文審査で貴重なご助言を頂くとともに激励の言葉を頂きました。

本論文の審査にあたり，井上智雄教授，杉本重雄教授，佐藤哲司教授とともに論文審査委員を務めていただいた明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科の小林稔教授，および筑波大学システム情報系の高橋伸准教授には，論文審査で貴重なご助言を頂くとともに，博士論文発表に関しても貴重なご意見を頂きました。

著者が発表した研究論文の共著者である Nawahdah Mamoun 氏，叶璟氏，成合智子氏の他，同じ研究グループとして共に研究を進めた木内泰氏，山口奈緒子氏，徳光亜矢子氏，瀬戸優貴氏，登坂繭氏，川本裕貴氏，吉沢文洋氏，劉蕊氏，楊珍氏，中島寿哉氏，中西明日輝氏，黄佳璐氏をはじめとして，筑波大学図書館情報メディア系の井上研究室の皆様には，日常生活や研究室活動において，多大なご支援を頂きました。

著者の家族にはこれまで多大なる精神的，金銭的支援を頂きました。筑波大学図書館情報等支援室の職員の方々，研究会や国際会議等の学外発表においてご意見を下さった方々，論文投稿にあたり貴重な査読コメントを下さった方々の支援もあり，これまでの研究成果を出すに至りました。

以上，すべての方々に，厚く御礼を申し上げます。

最後に，博士論文執筆にあたり，その笑顔で疲れたココロを癒してくれた息子，朔太郎に，そして，勤めていた会社を辞めて研究者の道を志すことに対し，嫌な顔ひとつせずに快く背中を押してくれ，最後まで応援し，支えてくれた妻，ふみに最大限の感謝を送ります。

## 参考文献リスト

[Accenture 2007] NBC NEWS: Virtual dinners join elderly with faraway family, ACCENTURE VIRTUAL FAMILY DINNER, <http://www.nbcnews.com/id/16330362/ns/health-aging/t/virtual-dinners-join-elderly-faraway-family/> 参照 2017-6-9 (2007)

[Bush 1945] Bush, V.: As We May Think, *Atlantic Monthly* Vol.176, No.1 pp.101-108 (1945)

[Bell 1997] Bell, D., Valentine, G.: Consuming Geographies: We Are Where We Eat, Routledge (1997)

[Bernieri 1996] Bernieri, F. J., Gillis, J. S., Davis J. M., Grahe J. G.: Dyad rapport and accuracy of its judgment across situations: A lens model analysis, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.71, No.1, pp.110-129 (1996).

[Cao 2010] Cao, X., Sellen, A., Brush, A.J.B., Kirk, D., Ding, X.: Understanding family communication across time zones, *In Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW'10)*, pp.155-158 (2010)

[Cappella 1981] J. N. Cappella: Mutual influence in expressive behavior: adult-adult and infant-adult dyadic interaction; *Psychological Bulletin*, Vol.89, No.1, pp.101-132 (1981).

[Castro 1992] Castro, J., Brewer, M.: The amount eaten in meals by humans is a power function of the number of people present, *Physiology and Behavior*, Vol.51, No.1, pp.121-125 (1992)

[Chang 2006] Chang, K., Liu, S., Chu, H., Hsu, J., Chen, C., Lin, T., Chen, C., Huang, P.: The Diet-Aware Dining Table: Observing Dietary Behaviors over a Tabletop Surface, *Pervasive Computing Vol.3968 of the series Lecture Notes in Computer Science*, pp.366-382 (2006)

[Condon 1974] Condon, S. W. and Sander, L. W.: Neonate movement in synchronized with adult speech: Interaction participation and language acquisition, *Science*, Vol.183,

pp.99-101 (1974)

[Conger 1980] Conger, J.C., Conger, A.J., Costanzo, P.R., Wright, K.L., Matter, J.A.: The effect of social cues on the eating behavior of obese and normal subjects, *Journal of Personality*, Vol.48, No.2, pp.258-71 (1980)

[Daniloff 1968] Daniloff, R.G., Shriner, T.H., Zemlin, W.R.: Intelligibility of vowels altered in duration and frequency, *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.44, No.3, pp.700-707 (1968)

[Dimpleby 1985] Dimpleby, R. & Burton, G.: More Than Words: An introduction to communication. Routledge (1985)

[Ellis 1991] Ellis, C. A., Gibbs, S. J., Rein, G. L.: GROUPWARE: Some issues and experiences, *Communications of the ACM*, Vol.34, No.1, pp.39-58 (1991)

[Engelbart 1963] Engelbart, D. C.: A conceptual framework for the augmentation of man's intellect, *Vistas in Information Handling*, Vol.1, pp.1-29 (1963)

[Fish 1990] Fish, R.S., Kraut, R.E., Chalfonte, B.L.: The VideoWindow in infomal communication, *In Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'90)*, pp. 1-11 (1990)

[Foley-Fisher 2010] Foley-Fisher, Z., Tsao, V., Wang, J., and Fels, S.: NetPot: Easy Meal Enjoyment for Distant Diners, *In Proceedings of the 9th international conference on Entertainment computing (ICEC'10)*, pp.446-448 (2010).

[Fukuda 2010] Fukuda, S.: Emotional Engineering: Service Development, Springer-Verlag London (2010).

[Garvey 1953] Garvey, W.D.: The intelligibility of speeded speech, *Journal of Experimental Psychology*, Vol.45, No.2, pp.102-108 (1953)

[Grudin 1994] Grudin, J.: Computer-supported cooperative work: History and focus, *IEEE Computer*, Vol.27, No.5, pp.19-26 (1994)

[Heather 2004] Heather, K.: Identifying nutrition problems in senior patients, *Geriatrics and Aging*, Vol.7, pp.62-65 (2004)

[Hetherington 2006] Hetherington, M., Anderson, A., Norton, G., and Newson, L.: Situational effects on meal intake: A comparison of eating alone and eating with others, *Physiology and Behavior*, Vol.88, pp.498-505 (2006)

[Herman 2003] Herman, C.P., Roth, D.A., Polivy, J.: Effects of the Presence of Others on Food Intake: A Normative Interpretation, *Psychological Bulletin*, Vol.129, No.6, pp.873-886 (2003)

[Hermans 2009] Hermans, R., Engels, R., Larsen, J., Herman, P.: Modeling of palatable food intake. The influence of quality of social interaction, *Appetite*, Vol.52, No.3, pp.801-804 (2009)

[Hermans 2012] Hermans, R., Lichtwarck-Aschoff, A., Bevelander, K.E., Herman, C.P., Larsen, J.K., Engels, R.C.M.E.: Mimicry of Food Intake: The Dynamic Interplay between Eating Companions, *PLoS ONE*, Vol.7, No.2, pp.1-6 (2012)

[Ichikawa 1995] Ichikawa, Y., Okada, K., Jeong, G., Tanaka, S., Matsushita, Y.: Majic videoconferencing system: experiments, evaluation and improvement, *In Proceedings of the 4th conference on European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW'95)*, pp.279-292 (1995)

[Inkpen 2012] Inkpen, K., Du, H., Roseway, A., Hoff, A., Johns, P.: Video Kids: Augmenting Close Friendships with Asynchronous Video Conversations in VideoPal, *In Proceedings of the 2012 conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12)*, pp.2387-2396 (2012)

[Inoue 1997] Inoue, T., Okada, K., Matsushita, Y.: Integration of face-to-face and video-mediated meetings: Hermes, *In Proceedings of the international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work: the integration challenge (GROUP'97)*, pp.405-414 (1997)

[Inoue 2014] Inoue, T., Nawahdah, M.: Influence of dining-progress synchrony in time-shifted tele-dining, *In Proceedings of CHI'14 Extended Abstracts on Human*

*Factors in Computing Systems (CHI EA'14)*, pp.2089-2094 (2014)

[Jaffe 1970] Jaffe, J. and Feldstein, S.: Rhythms of Dialogue, Academic Press (1970).

[Kies 1997] Kies, J. K., Williges, R. C., Rosson, M. B.: Evaluating desktop video conferencing for distance learning, *Computers and Education*, Vol.28, No.2, pp.79-91 (1997)

[Lotus Notes] Lotus Notes 9.0: <http://www-01.ibm.com/software/jp/lotus/> 参照 2017-6-9

[Nakanishi 2011] Nakanishi, H., Kato, K., and Ishiguro, H.: Zoom cameras movable displays enhance social telepresence, *In Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems (CHI'11)*, pp.63-72 (2011)

[Nawahdah 2013] Nawahdah, M., Inoue, T.: Virtually dining together in time-shifted environment: KIZUNA design, *In Proceedings of the 2013 ACM SIGCHI Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'13)*, pp.779-788 (2013)

[Noguchi 2014] Noguchi, Y., Inoue, T.: Difference between standing and seated conversation over meal toward better communication support, *In Proceedings of the 7th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech 2014)*, pp.62-76 (2014)

[Noguchi 2016] Noguchi, Y., Inoue, T.: Automatic Synchronization between Local and Remote Video Persons in Dining Improves Conversation, *The Journal of Universal Computer Science (J.UCS)*, Vol.22, No.10 pp.1418-1435 (2016)

[Ocker 1999] Ocker, R., and Yaverbaum, G.: Asynchronous Computer-mediated Communication versus Face-to-face Collaboration: Results on Student Learning, Quality and Satisfaction, *Group Decision and Negotiation*, Vol.8, No.5, pp.427-440 (1999).

[Okada 1994] Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, Y., Matsushita, Y.: Multiparty videoconferencing at virtual social distance: MAJIC design, *In Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW'94)*, pp.385-393 (1994)

- [Otsuka 2013] Otsuka, Y., Hu, J., Inoue, T.: 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.100-108 (2013)
- [Patel 2001] Patel, K., Schlundt, D.: Impact of moods and social context on eating behavior, *Appetite*, Vol. 36, No.2, pp.111-118 (2001)
- [Ruesch 1966] Ruesch, J., Kees, W.: NONVERBAL COMMUNICATION, University of California Press (1966)
- [Sellaeg 2008] Sellaeg, K., Chapman, G.E.: Masculinity and food ideals of men who live alone, *Appetite*, Vol.51, No.1, pp.120-128 (2008)
- [Sellen 1992] Sellen, A. J.: Speech patterns in video-mediated conversations, *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI'92)*, pp.49-59 (1992)
- [Stefik 1986] Stefik, M., Bobrow, D.G., Foster, G., Lanning, S., Tatar., D.: WYSIWIS revised : Early experiences with multiuser interfaces, *In Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'86)*, pp.276-290 (1986)
- [Takeda 2003] Takeda, F., Kumada, K., Takara, M.: Dish extraction method with neural network for food intake measuring system on medical use, *In Proceedings of IEEE International Symposium on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications (CIMS'A03)*, pp.56-59 (2003)
- [Tang 2012] Tang, J., Marlow, J., Hoff, A., Roseway, A., Inkpen, K., Zhao, C., Cao, X.: Time Travel Proxy: Using Lightweight Video Recordings to Create Asynchronous, Interactive Meetings, *In Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12)*, pp.3111-3120 (2012)
- [Tsujiita 2010] Tsujiita, H., Yarosh, S., Abowd, G.D.: CU-Later: a communication system considering time difference, *In Proceedings of the 12th ACM international conference adjunct papers on Ubiquitous computing (UbiComp'10)*, pp.435-436 (2010)

[Wang 2009] Wang, Q., Yang, J.: Drinking activity analysis from fast food eating video using generative models, *In Proceedings of the ACM multimedia 2009 workshop on Multimedia for cooking and eating activities (CEA'09)*, pp.31-38 (2009)

[Watabe 1990] Watabe, K., Sakata, S., Maeno, K., Fukuoka, H., Ohmori, T.: Distributed multiparty desktop conferencing system: MERMAID, *In Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW'90)*, pp.27-38 (1990)

[Wei 2011] Wei, J., Wang, X., Peiris, R. L., Choi, Y., Martinez, X. R., Tache, R., Koh, J. T. K. V., Halupka, V., and Cheok, A. D.: Codine: an interactive multi-sensory system for remote dining. *In Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing (UbiComp'11)*, pp.21-30 (2011)

[Wieden+Kennedy 2010] Wieden + Kennedy: Virtual Holiday Dinner, Digital Buzz Blog, <http://www.digitalbuzzblog.com/wieden-kennedy-virtual-holiday-dinner/>, 参照 2017-6-9 (2010)

[Wiemann 1983] Wiemann, J.M., Harrison, R.P.: Nonverbal Interaction, *Sage Annual Reviews of Communication Research*, Vol.11, pp.77-111 (1983)

[Zuckerman 2005] Zuckerman, O., Maes, P.: CASY: Awareness system for children in distributed families, *In Proceedings of the 4th International Conference on Interaction Design and Children (IDC'05)* (2005)

[秋藤 1996] 秋藤俊介, 伊勢広敏, 馬嶋宏: ワークフロー管理システムの動向, システム/制御/情報 : システム制御情報学会誌, Vol.40, No.5, pp.203-208 (1996)

[阿部 2000] 阿部潔: 日常のなかのコミュニケーション-現代を生きる「わたし」のゆくえ, 北樹出版 (2000)

[天野 2004] 天野健太, 西本一志: 六の膳:食卓コミュニケーション支援システム, インタラクション 2004 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2004, No.5, pp.43-44 (2004)

[石井 1989] 石井裕: グループウェア技術の研究動向, 情報処理, Vol.30, No.12, pp.1502-1508 (1989)

- [石井 1994] 石井裕: グループウェアのデザイン, 共立出版 (1994)
- [石毛 1982] 石毛直道: 食事の文明論, 中央公論社 (1982)
- [依田 1996] 希薄化するきょうだい関係と家族-きょうだい論の立場から-, 家族心理学年報, Vol.14, pp.45-55 (1996)
- [井上 1997] 井上智雄, 岡田謙一, 松下温: 空間設計による対面会議と遠隔会議の融合: テレビ会議システム HERMES, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-2, No.9, pp.2482-2492 (1997)
- [井上 1998] 井上智雄: 人間中心の視点による協調作業支援コミュニケーションシステムの研究, 慶應義塾大学, 博士論文 (1998)
- [井上 2009] 井上智雄: 実対人距離を調節可能な複合現実分散会議システム, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.1234-1241 (2009)
- [井上 2011] 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)
- [井上 2014] 井上智雄, 塩原拓人: ゆとりある食事のための食事エージェントシステム, 情報処理学会論文誌 デジタルコンテンツ, Vol.2, No.2, pp.29-37 (2014)
- [ヴァーガス 1987] ヴァーガス, M. F.: 非言語コミュニケーション, 石丸正訳, 新潮社 (1987)
- [植村 2000] 植村勝彦, 松本青也, 藤井正志: コミュニケーション学入門, ナカニシヤ出版 (2000)
- [内田 2005] 内田照久: 音声の発話速度と休止時間が話者の性格印象と自然なわかりやすさに与える影響, 教育心理学研究, Vol.53, No.1, pp.1-13 (2005)
- [宇津宮 1992] 宇津宮孝一, 園田修司, 凍田和美, 吉田和幸: 既存テキストエディタを用いたグループエディタの実現, 情報処理学会論文誌, Vol.33, No.9, pp.1172-1176 (1992)



[大塚 2012] 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, Vol.112, No.75, pp.85-90 (2012)

[岡 1995] 岡直樹: 改訂新版社会心理学用語辞典, 北大路書房 (1995)

[高麗 2010] 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, Vol.2010-GN-77, No.18, pp.1-8 (2010)

[坂井 2010] 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, Vol.25, pp.69-80 (2010)

[阪田 1992] 阪田史郎: グループウェアの実現技術, ソフトウェア・リサーチ・センター (1992)

[佐野 2010] 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 西口敏司, 米村俊一: 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, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.35, MVE2010-4, pp.19-20 (2010)

[塩原 2014] 塩原拓人, 井上智雄: 遠隔非食事者との疑似共食コミュニケーションのためのインタフェースエージェント Surrogate Diner, 情報処理学会論文誌 デジタルコンテンツ, Vol.2, No.2, pp.20-28 (2014)

[瀬戸 2008] 瀬戸優貴, 野口康人, 登坂繭, 井上智雄: 実物体履歴による食事状況の認識に基づく追加品目推薦システムの開発, 電子情報通信学会研究報告, Vol.107, No.554, pp.55-60 (2008)

[瀬戸 2009] 瀬戸優貴, 松坂要佐, 井上智雄: 追加品目推薦システム Another Dish Recommender における実時間食事状況認識, 情報処理学会研究報告, Vol.2009, No.3, pp.1-6 (2009)

[外山 2008] 外山紀子: 発達としての共食, 新曜社 (2008)

[高田 1999] 高田敏弘, 原田康徳: 引用可能なビデオメッセージ・システムの提案と実現. コンピュータソフトウェア, Vol.16, No.6, pp.562-570 (1999)

[立川 1993] 立川敬二: コミュニケーションの構造, NTT 出版 (1993)

[田中 1995] 田中二郎, 神田陽治: インタフェース大作戦-グループウェアとビジュアルインタフェース, 共立出版 (1995)

[垂水 2000] 垂水浩幸: グループウェアとその応用, 共立出版 (2000)

[徳永 2013] 徳永弘子, 武川直樹, 木村敦, 湯浅将英: 視線と発話行為に基づく共食者間のインタラクションの構造分析, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J96-D, No.1, pp.3-14 (2013)

[徳永 2014] 徳永弘子, 武川直樹, 木村敦: 共食会話における協力的なコミュニケーション行動形成の仕組み-聞き手はいつ食べ, いつ応答するのか-, 日本知能情報ファジィ学会誌知能と情報, Vol.26, No.4, pp.793-801 (2014)

[長岡 2003] 長岡千賀, 小森政嗣, Draguna Raluca Maria, 河瀬諭, 結城牧子, 片岡智嗣, 中村敏枝: 協調的対話における音声行動の 2 者間の一致-意見固持型対話と聞き入れ型対話の比較-, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文, pp.167-170 (2003)

[中川 2010] 中川李子, 長塚未来, 西山未真, 吉田義明: 共食の機能と可能性-食育をより有効なものとするための-考察, 食と緑の科学, No.64, pp.55-65 (2010)

[中西 1998] 中西英之, 吉田力, 西村俊和, 石田亨: Free Walk: 3次元仮想空間を用いた非形式的なコミュニケーションの支援, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1356-1364 (1998)

[ナップ 1979] ナップ, M. L.: 人間関係における非言語情報, 牧野成一, 牧野泰子訳, 東海大学出版会 (1979)

[日経エレクトロニクス 2016] 日経エレクトロニクス, 音声認識が劇的に向上 複数マイクと深層学習が牽引, 日経エレクトロニクス, No.8, pp.33-39 (2016)

[野口 2007] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議における複数アバタの配置と表現, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.1, pp.54-62 (2007)

[野口 2016] 野口康人, 井上智雄: 映像による非同期疑似共食会話における食事映像の同調の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.218-227 (2016)

- [原岡 1990] 原岡一馬: 人間とコミュニケーション, ナカニシヤ出版 (1990)
- [深田 1998] 深田博己: インターパーソナル・コミュニケーション-対人コミュニケーションの心理学, 北大路書房 (1998)
- [深田 1999] 深田博己: コミュニケーション心理学-心理学的コミュニケーション論への招待-, 北大路書房 (1999)
- [船津 2010] 船津衛: コミュニケーション・入門 改訂版, 有斐閣アルマ (2010)
- [古川 2013] 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, Vol.54, No.1, pp.266-274 (2013)
- [松下 1991] 松下温: 図解グループウェア入門, オーム社 (1991)
- [松下 1995] 松下温, 岡田謙一, 勝山恒男, 西村孝, 山上俊彦: 知的触発に向かう情報社会グループウェア維新, 共立出版 (1995)
- [松村 2006] 松村明: 大辞林, 三省堂 (2006)
- [宮脇 2010] 宮脇健三郎, 西口敏司, 米村俊一, 佐野睦夫: 食卓コミュニケーション支援のための食事行動認識の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.35, MVE2010-4, pp.19-20 (2010)
- [武川 2011] 武川直樹, 徳永弘子, 湯浅将英, 津田優生, 立山和美, 笠松千夏: 食事動作に埋め込まれた発話行動の分析-3人の共食会話のインタクションの動作記述-, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-A, No.7, pp.500-508 (2011)
- [宗森 2014] 宗森純, 由井蘭隆也, 井上智雄: アイデア発想法と協同作業支援, 共立出版 (2014)
- [メイヨー 1951] メイヨー, G. E.: 産業文明における人間の問題, 村本栄一訳, 日本能率協会 (1951)
- [森 2008a] 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, 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 No.107, Vol.454, pp.69-72 (2008)

[森 2008b] 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, 第 16 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2008), 日本ソフトウェア科学会研究会資料シリーズ, No.58, pp.57-62 (2008)

[山口 1999] 山口昌伴: 家庭の食事空間, 味の素文化センター (1999)

[ラインゴールド1987] ラインゴールド, H.: 思考のための道具, 青木真美訳, パーソナルメディア (1987)

[渡辺 1999] 渡辺富夫: コミュニケーションにおける身体性, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.1, No.2, pp.14-18 (1999)

## 全研究業績のリスト

### 査読制度のある学術雑誌

- [1] Yasuhito Noguchi, Tomoo Inoue: Automatic Synchronization between Local and Remote Video Persons in Dining Improves Conversation, *Journal of Universal Computer Science (J.UCS)*, Vol.22, No.10, pp.1418-1435 (2016)
- [2] 野口康人, 井上智雄: 映像による非同期疑似共食会話における食事映像の同調の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.218-227 (2016)
- [3] 野口康人, 叶環, 成合智子, 井上智雄: 多人数遠隔会話のための音像定位分散の効果, 情報処理学会論文誌 デジタルコンテンツ, Vol.4, No.1, pp.26-36 (2016)
- [4] Tomoo Inoue, Mamoun Nawahdah, Yasuhito Noguchi: User's Communication Behavior in a Pseudo Same-room Videoconferencing System BHS, *International Journal of Informatics Society*, Vol.6, No.2, pp.39-47 (2014)
- [5] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感による分散会議における映像音声配置の影響, 第6回情報科学技術フォーラム(FIT2007) 情報科学技術レターズ, Vol.6, LM\_002, pp.407-410 (2007)
- [6] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議における複数アバタの配置と表現, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.1, pp.54-62 (2007)
- [7] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議システムにおけるアバタの表示, 第5回情報科学技術フォーラム(FIT2006) 情報科学技術レターズ, Vol.5, LL\_014, pp.389-390 (2006)

### 査読制度のある国際会議録

- [1] Tomoo Inoue, Yasuhito Noguchi: Synchronizing Dining Progress in Video-Mediated Time-Shifted Table Talk Induces More Engagement, *In Proceedings of the 21th International Conference on Collaboration and Technology (CRIWG 2015)*, pp.219-231 (2015)

- [2] Jing Ye, Yasuhito Noguchi, Tomoo Inoue: Effect of multiple auditory localization for multi-participant remote conversation, *In Proceedings of the 2015 IEEE 19th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2015)*, Calabria, Italy, pp.247-252 (2015)
- [3] Yasuhito Noguchi, Tomoo Inoue: Difference between standing and seated conversation over meal toward better communication support, *In Proceedings of the 7th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech 2014)*, pp.62-76 (2014)
- [4] Yasuhito Noguchi, Tomoo Inoue: Development of a Mixed Reality Conferencing System for High Realistic Sensation, *In Proceedings of the Second International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech2006)*, pp.72-77 (2006)

#### 著書

- [1] 千錫烈, 竹之内禎, 竹之内明子, 吉田隆, 大井奈美, 森智彦, 鈴木亮太, 坂本俊, 二村健, 中山愛理, 田嶋知宏, 中林幸子, 西田洋平, 片山ふみ, 野口康人: 巻末付録 図書史年表, ベーシック司書講座・図書館の基礎と展望 10 図書・図書館史, 学文社 (2014)

#### その他の論文・発表

- [1] 片山ふみ, 佐藤賢一郎, 野口康人: ベテラン保育士の絵本に対する価値観: 月刊誌の選定に着目して, 情報メディア学会第16回研究大会 (2017)
- [2] 中西明日輝, 野口康人, 中島寿哉, 楊珍, 松本敦子, 紙田剛, 宗像恒次, 井上智雄: SAT法に基づくセルフメンタルヘルスケアのVRによる実現, 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション(DCC), Vol.2017-DCC-15, No.35, pp.1-8 (2017)
- [3] 中西明日輝, 野口康人, 中島寿哉, 楊珍, 松本敦子, 紙田剛, 宗像恒次, 井上智雄: SAT法を用いた没入感メンタルヘルスケアシステムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告 (サイバースペースと仮想都市研究会第19回シンポジウム), Vol.21, No.CS-4, pp.7-10 (2016)
- [4] 野口康人: 映像による非同期疑似共食会話における食事映像同調の効果, 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食メディア研究会 (2015) 口頭発表.

- [5] 野口康人, 井上智雄: 食事映像の同調によるユーザの会話行動の積極化, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告 (第55回サイバースペースと仮想都市研究会), Vol.20, No.CS-2, pp.7-12 (2015)
- [6] 片山ふみ, 野口康人, 岡部晋典: 図書館は格差解消に役立っているのか?, SYNODOS, (2015)
- [7] 野口康人, 岡部晋典, 浜島幸司, 片山ふみ: 社会階層と図書館利用, 2015年社会情報学会(SSI)学会大会, 研究発表論文集, III-4 情報社会 (高齢化・デジタルデバイド), pp.238-243 (2015)
- [8] 野口康人, 叶璟, 井上智雄: 遠隔多人数会話のための発話音源定位分散の効果, 情報処理学会研究報告(第7回デジタルコンテンツクリエーション研究会), Vol.2015-DCC-9, No.41, pp.1-8 (2015)
- [9] 叶璟, 野口康人, 井上智雄: 音源定位の分散による遠隔多人数発話の聴取支援, 日本バーチャルリアリティ学会 サイバースペースと仮想都市研究会 第17回シンポジウム, Vol.19, No.CS-4 (2014)
- [10] 野口康人, 井上智雄: 立食形式と着座形式の共食における行動と意識の違い, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告(香りと生体情報研究会SBR2014-16), Vol.19, No.CS-2, pp.97-102 (2014)
- [11] 叶璟, 野口康人, 井上智雄: 遠隔複数人会話をわかりやすくするための音源定位の検討, 情報処理学会研究報告(第91回グループウェアとネットワークサービス研究会), Vol.2014-GN-91, No.45, pp.1-6 (2014)
- [12] 野口康人, 川本裕貴, 井上智雄: 共食会話における姿勢の影響-立食と着座形式の発話行動の比較-, 電子情報通信学会研究報告 (ヒューマンコミュニケーション基礎 HCS2013-124 (2014-03)), Vol.113, No.462, pp.113-118 (2014)
- [13] 片山ふみ, 野口康人: 児童書専門出版社の出版活動にみられる特徴: 1950年代から1970年代に着目して, 情報メディア学会第15回研究会 (2013)

- [14] 瀬戸優貴, 野口康人, 登坂繭, 井上智雄: 実物体履歴による食事状況の認識に基づく追加品目推薦システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告 (マルチメディア・仮想環境基礎研究会, MVE2007-90(2008-03)), Vol.107, No.554, pp.55-60 (2008)
- [15] 山口奈緒子, 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた会議におけるノンバーバル行動の分析, 電子情報通信学会技術研究報告(ヒューマンコミュニケーション基礎, HCS2007-65(2008-03)), Vol.107, No.552, pp.9-14 (2008)
- [16] 徳光亜矢子, 山口奈緒子, 野口康人, 井上智雄: 複合現実感分散会議システムにおける座席位置を反映したアバタに対するユーザの視線分析, 情報処理学会第70回全国大会(平成20年)講演論文集, vol.4, pp.383-384, 6ZE-1 (2008)
- [17] 野口康人, 山口奈緒子, 井上智雄: 複合現実分散会議システムにおける座席位置反映機能の開発と効果, 情報処理学会研究報告(第65回グループウェアとネットワークサービス研究会 2007-GN-65(17)), Vol.2007, No.91, pp.93-98 (2007)
- [18] 木内泰, 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議における遠隔参加者の表現, 情報処理学会第69回全国大会(平成19年)講演論文集, vol.4, pp.163-164, 6X-2 (2007)
- [19] 野口康人, 木内泰, 井上智雄: 複合現実分散会議における複数アバタの映像音声配置の評価, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告(仮想都市とサイバースペース研究会CSVC2007-2), Vol.12, No.1, pp.7-12 (2007)
- [20] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議支援の提案, 情報処理学会第68回全国大会(平成18年)講演論文集, vol.4, pp.237-238, 5T-10 (2006)
- [21] 野口康人, 井上智雄: 複合現実感を用いた分散会議システムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告(仮想都市とサイバースペース研究会CSVC2006-3), Vol.11, No.1, pp.13-18 (2006)



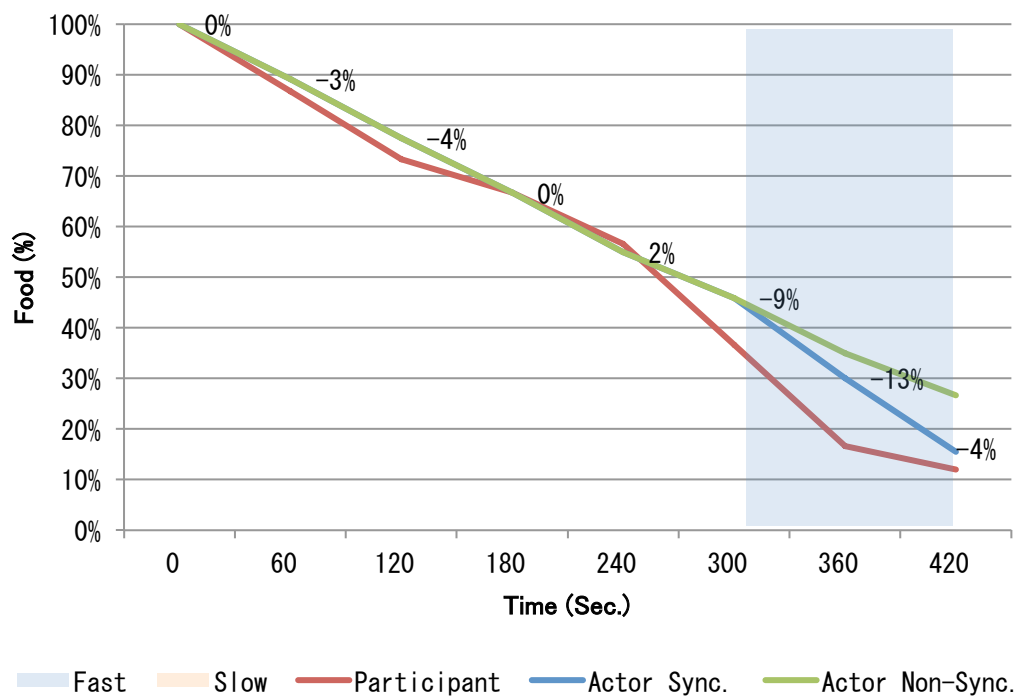
## 付録

3章の実験における同調条件および4章の実験におけるシステム条件それぞれについて、各セッションの共食参加者の食事残量割合の推移を示す。4章の実験におけるWoZ条件の実験参加者は3章の実験における同調条件の参加者と同じであり、それぞれの食事残量割合の推移の結果も同一である。

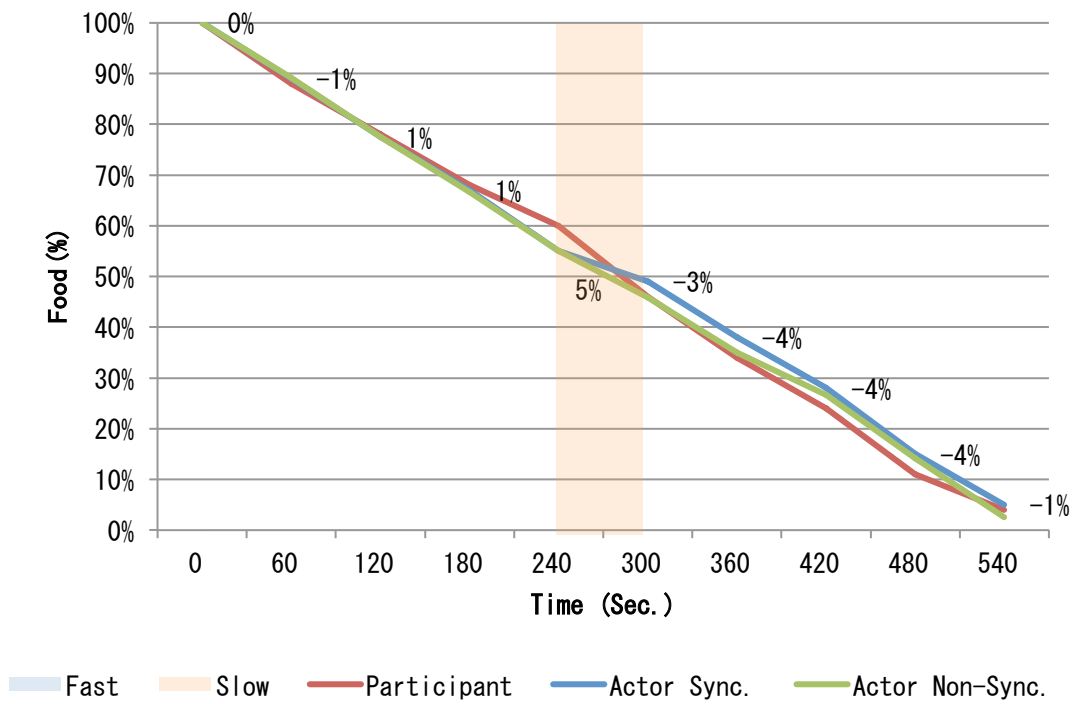
### 同調条件（WoZ条件）の各セッション（p1-p12）の食事残量割合の推移

グラフの横軸は経過時間、縦軸は食事残量割合を示している。「Fast」エリアはビデオが高速再生された区間、「Slow」エリアはビデオが低速再生された区間を示す。「Participant」ラインは実験参加者の食事残量割合、「Actor Sync.」ラインは映像速度が変更された場合のビデオ内人物の食事残量割合、「Actor Non-Sync.」ラインは映像速度が変更されなかった場合のビデオ内人物の食事残量割合を示す。なお、図中の折れ線に沿って表示されたラベルは「Participant」の食事残量割合から「Actor Sync.」の食事残量割合を引いた値を60秒ごとに示している。

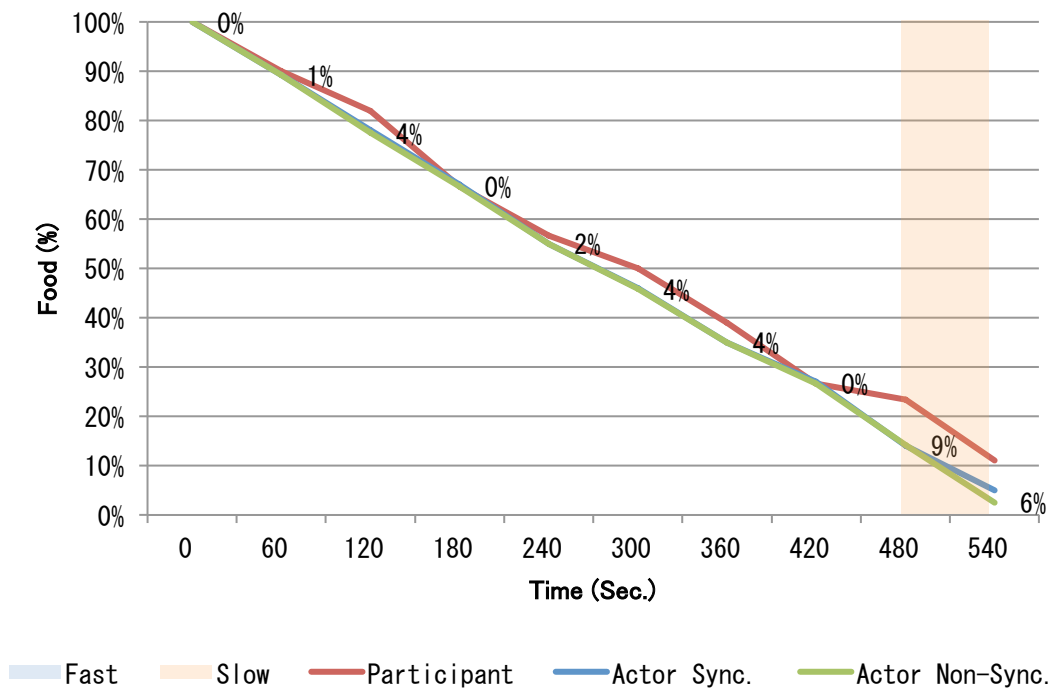
#### p1の食事残量割合の推移



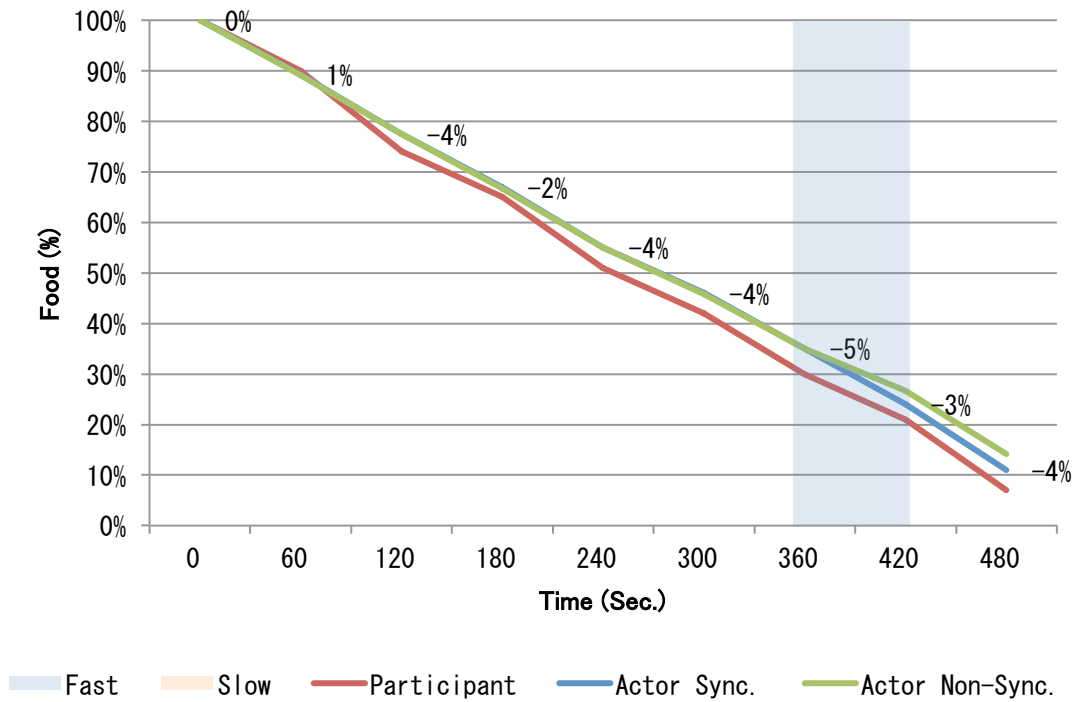
p2の食事残量割合の推移



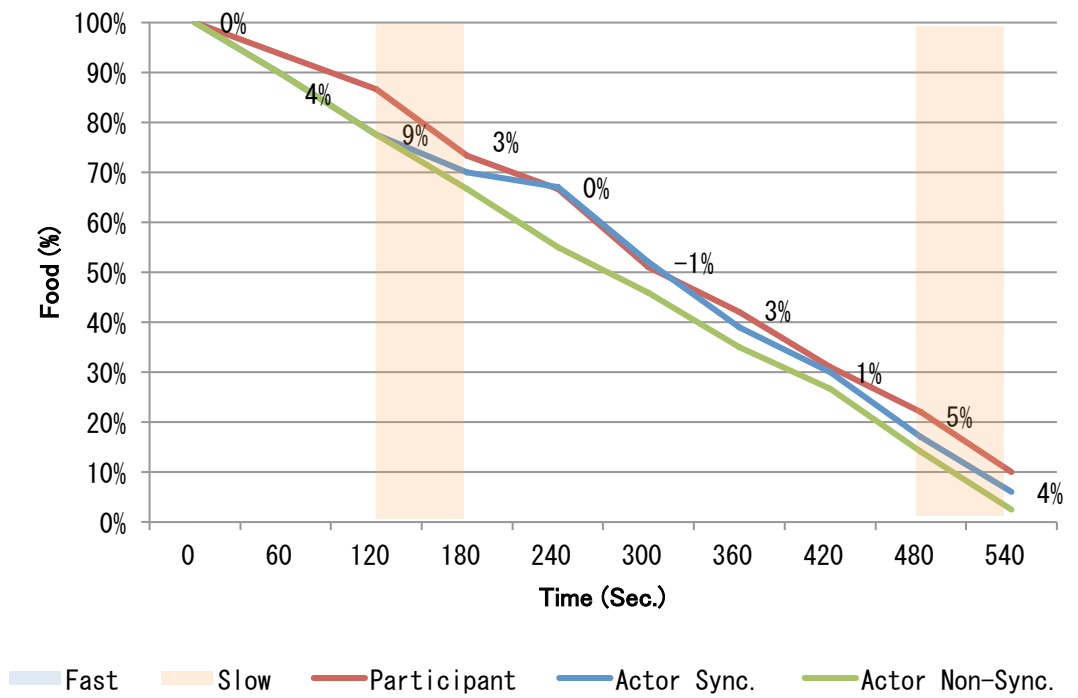
p3の食事残量割合の推移



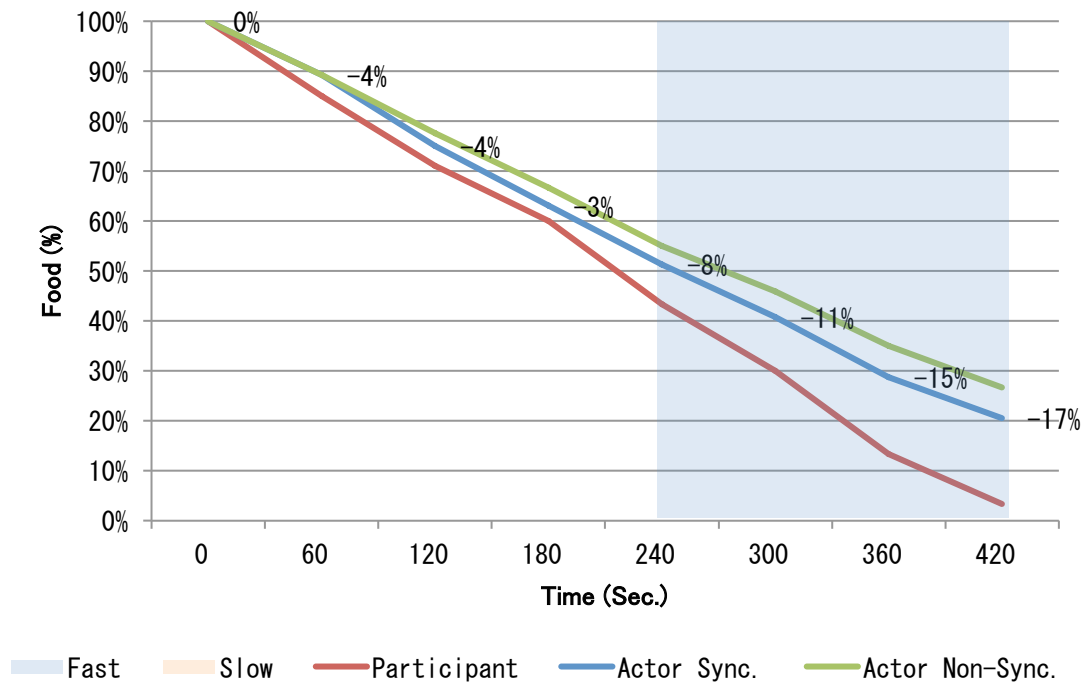
p4の食事残量割合の推移



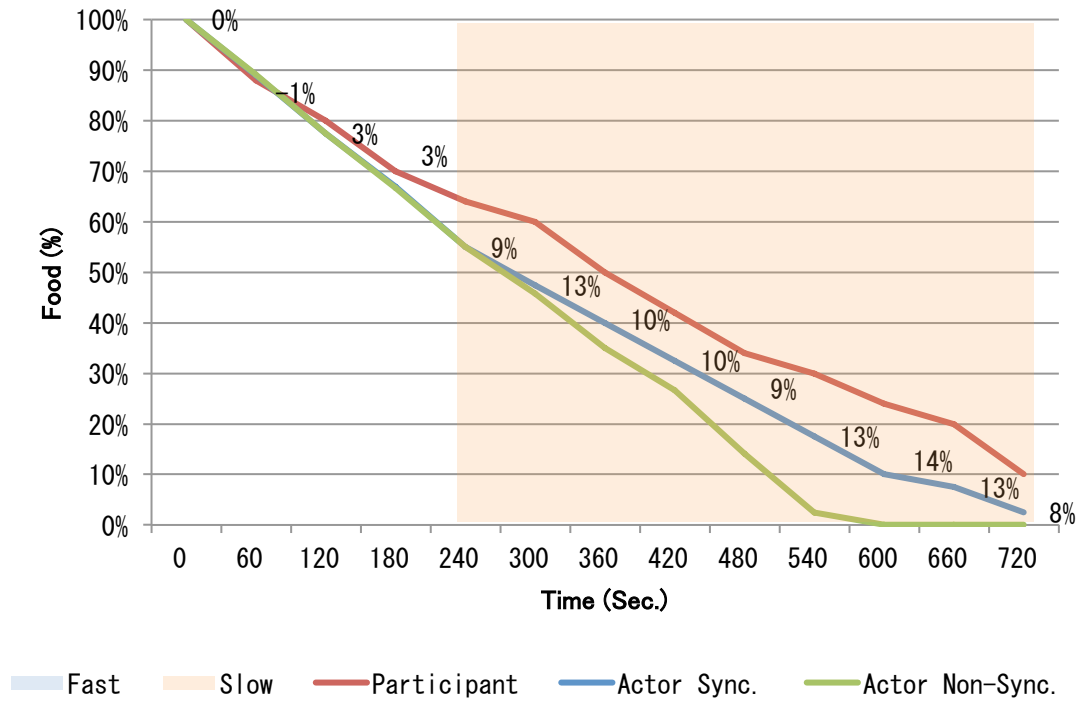
p5の食事残量割合の推移



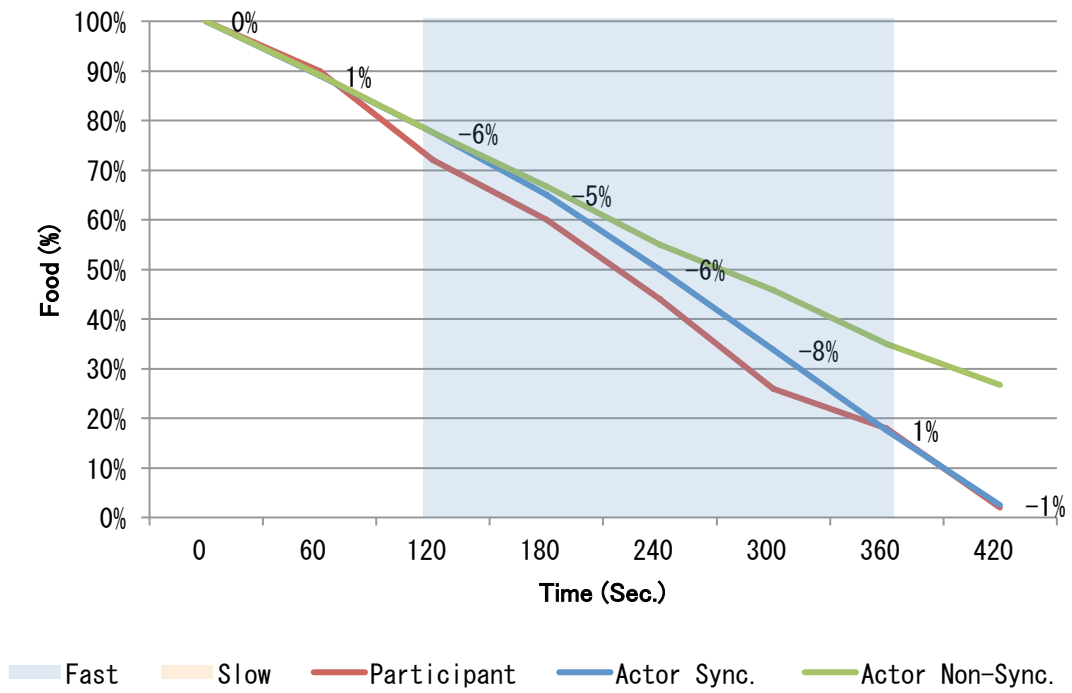
p6の食事残量割合の推移



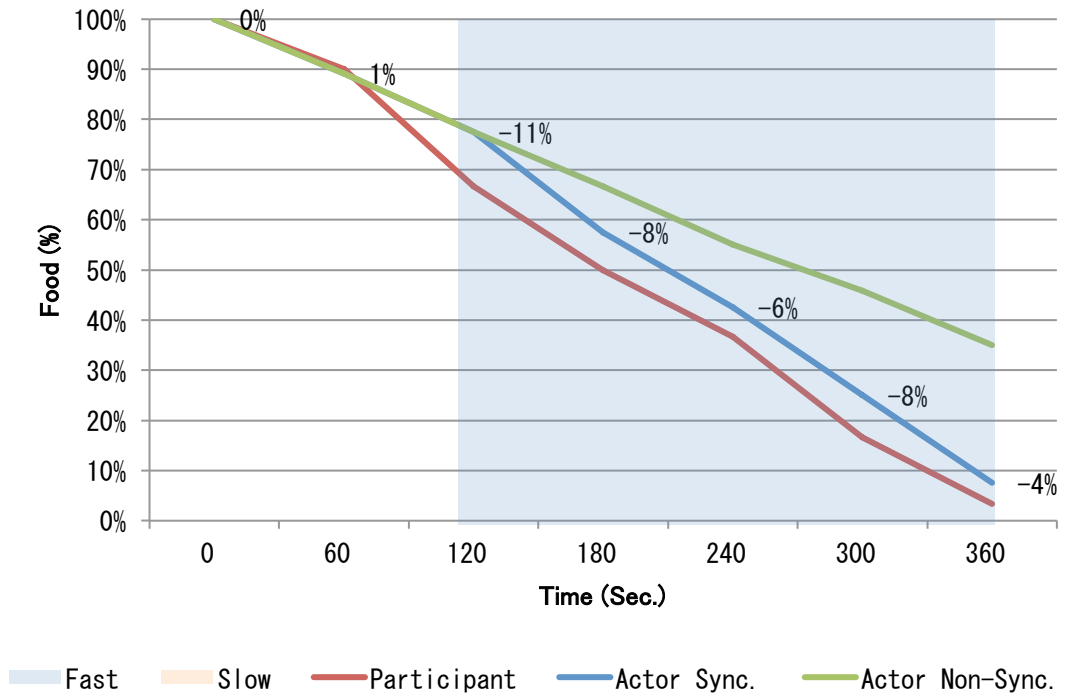
p7の食事残量割合の推移



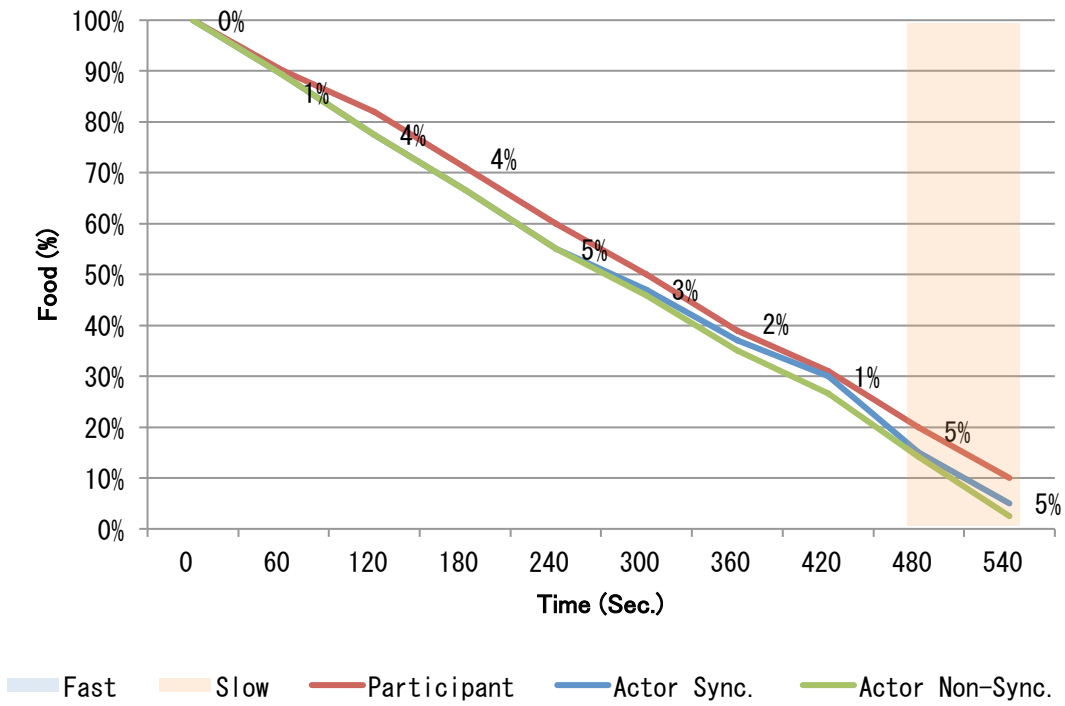
p8の食事残量割合の推移



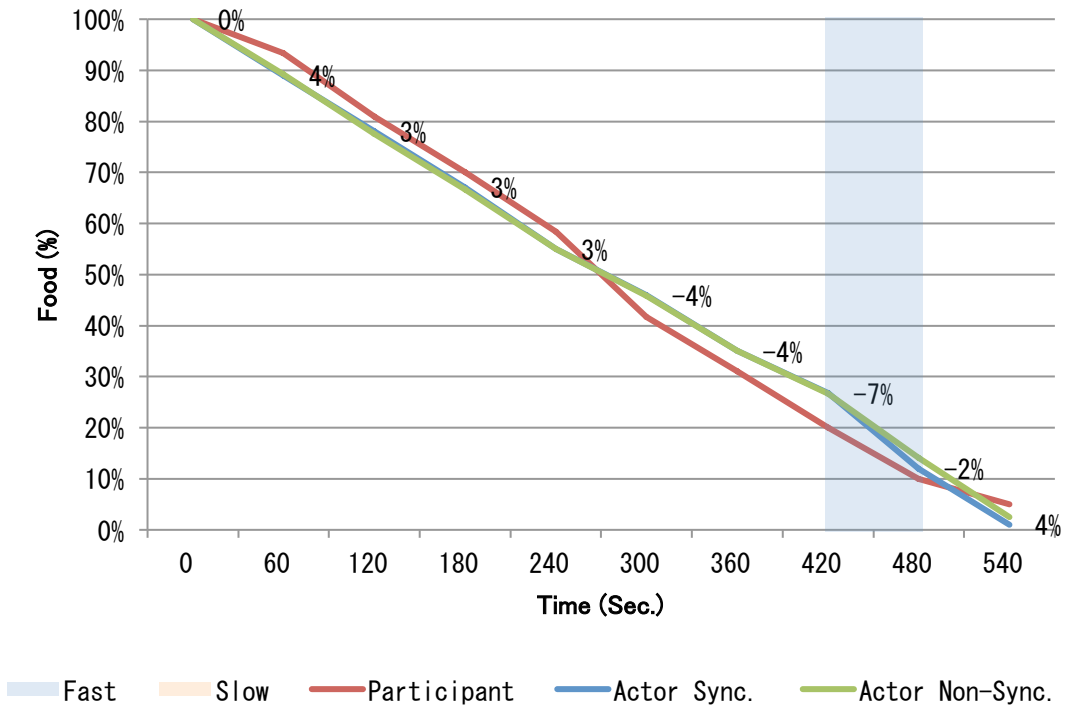
p9の食事残量割合の推移



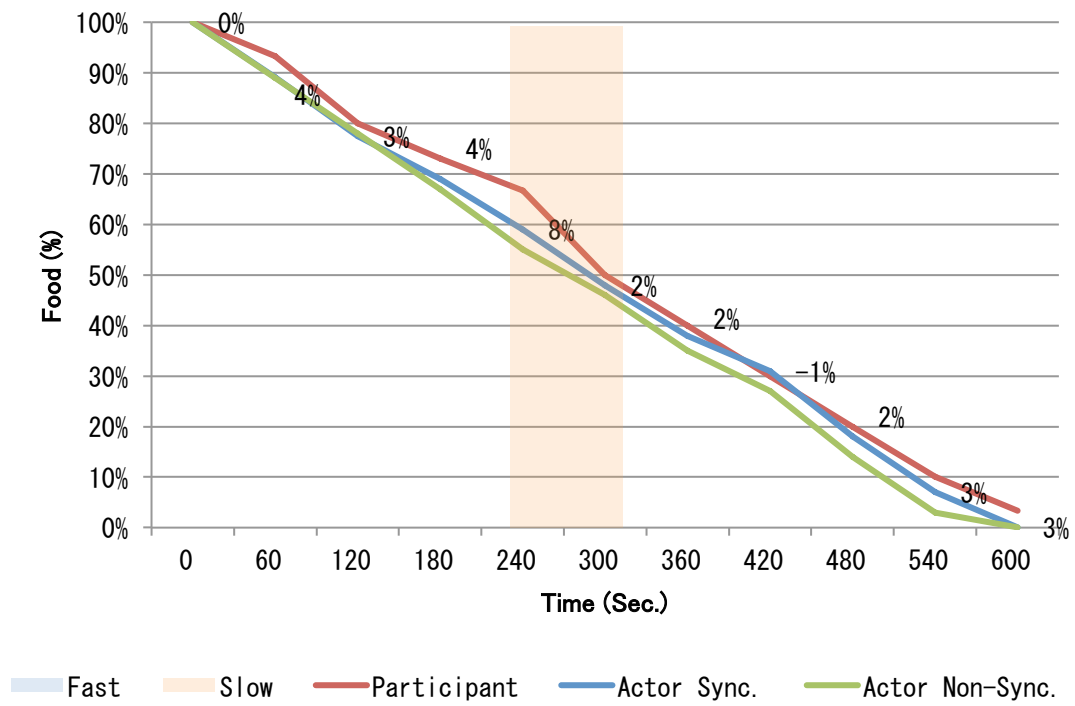
p10の食事残量割合の推移



p11の食事残量割合の推移



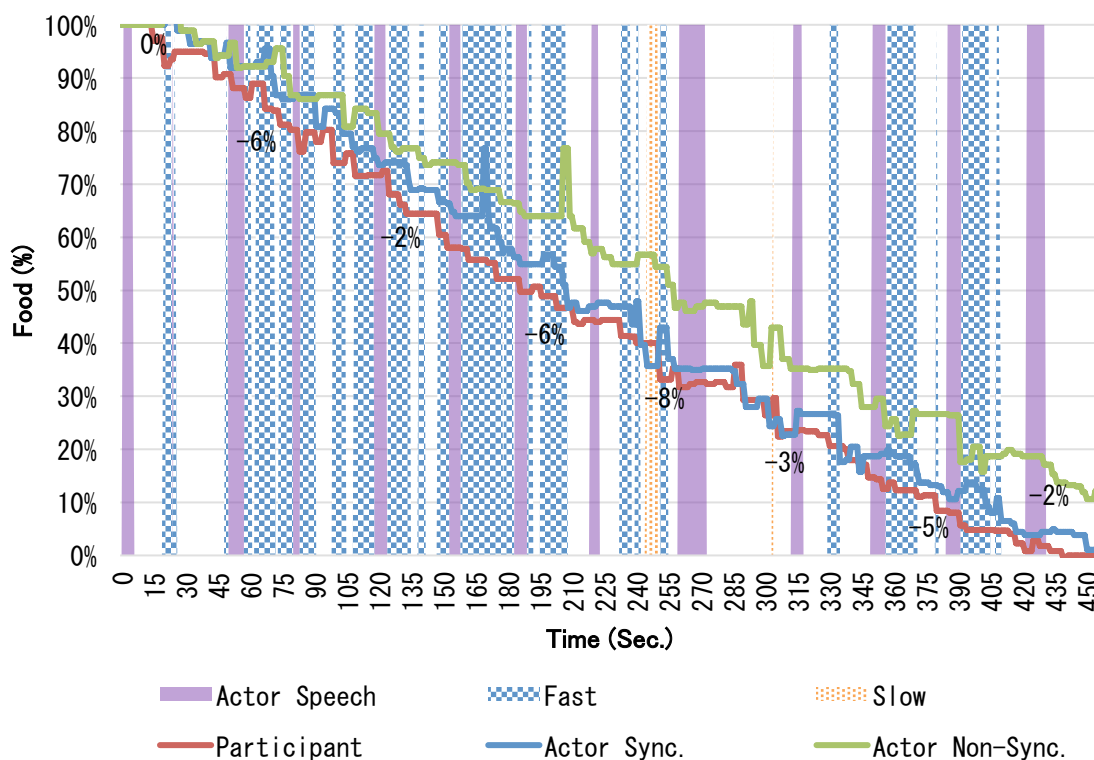
p12の食事残量割合の推移



## システム条件の各セッション（実験参加者p25-p36）の食事残量割合の推移

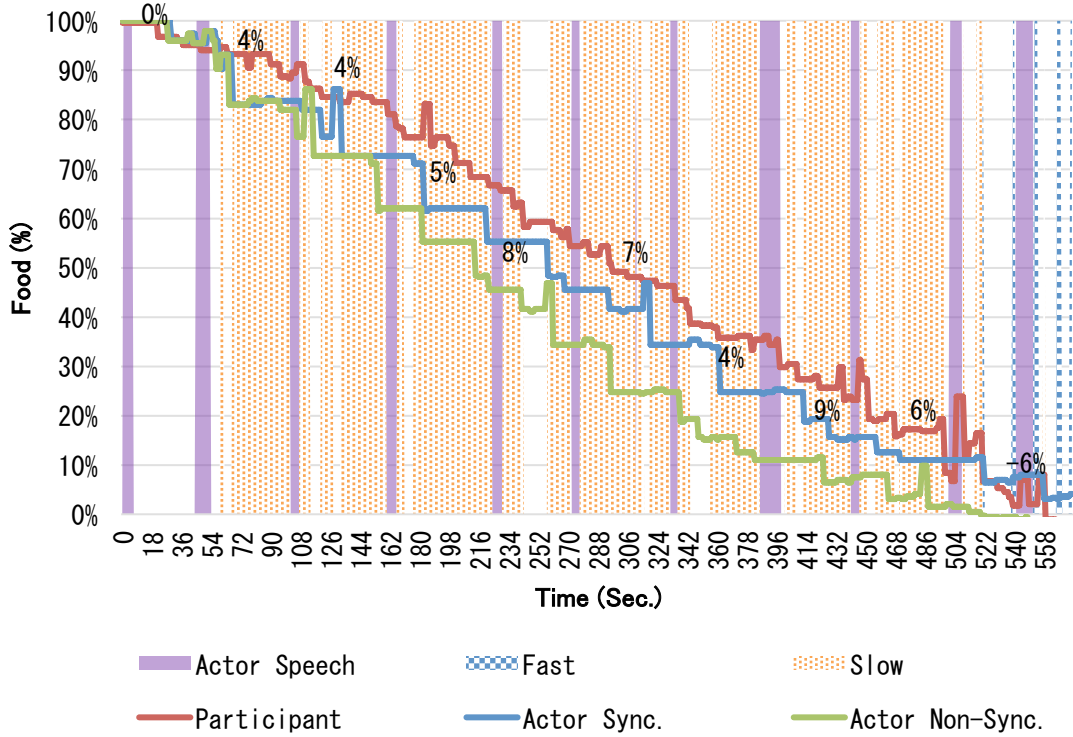
グラフの横軸は経過時間、縦軸は食事残量割合を示している。「Actor Speech」エリアはビデオ内人物の発話箇所であり、ビデオ再生速度変更が制限された区間を示す。「Fast」エリアはビデオが高速再生された区間、「Slow」エリアはビデオが低速再生された区間を示す。「Participant」ラインは実験参加者の食事残量割合、「Actor Sync.」ラインは映像速度が変更された場合のビデオ内人物の食事残量割合、「Actor Non-Sync.」ラインは映像速度が変更されなかった場合のビデオ内人物の食事残量割合を示す。なお、図中の折れ線に沿って表示されたラベルは「Participant」の食事残量割合から「Actor Sync.」の食事残量割合を引いた値を60秒ごとに示している。

### p25の食事残量割合の推移

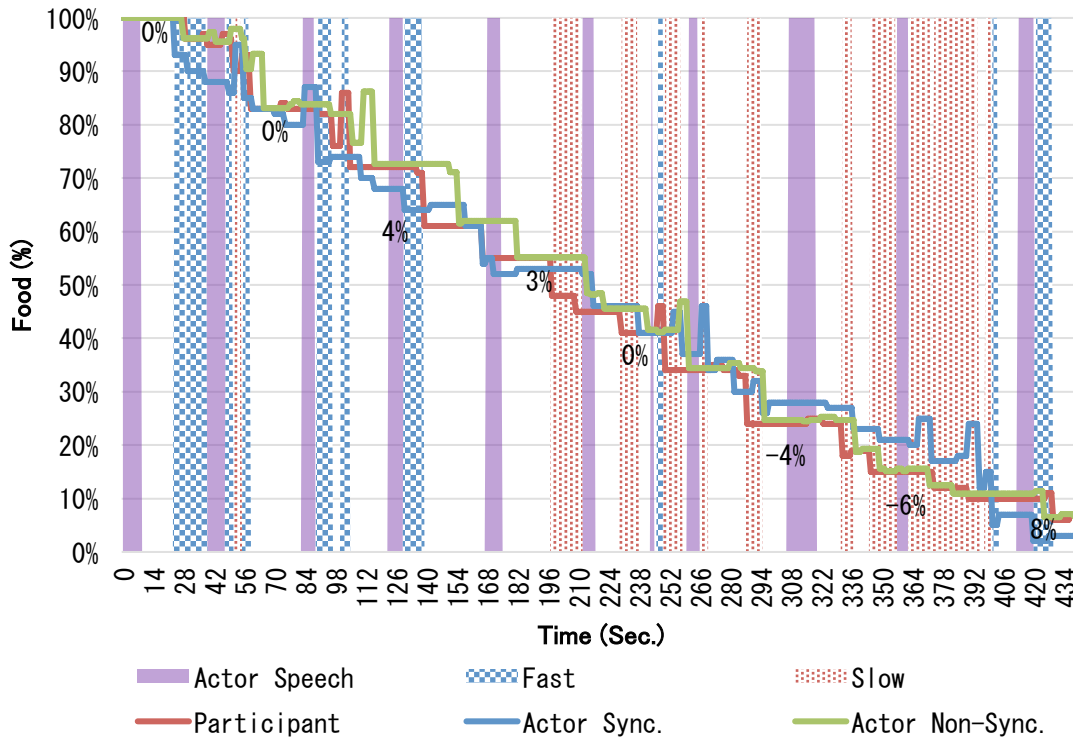




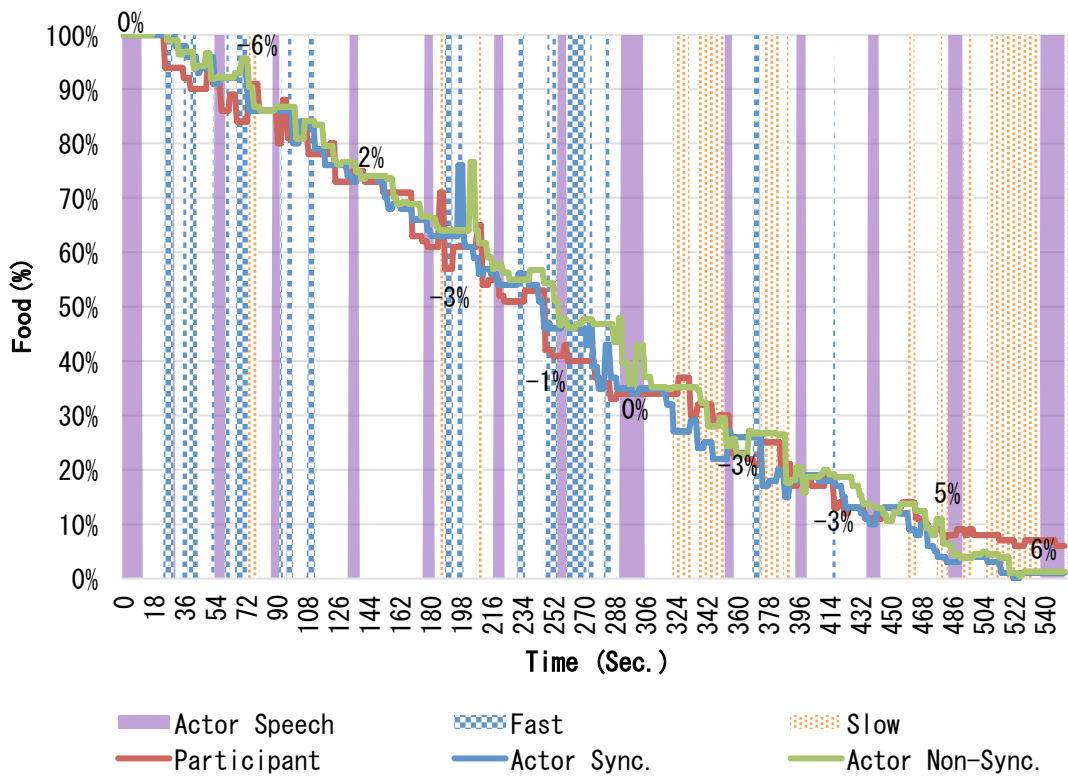
p26の食事残量割合の推移



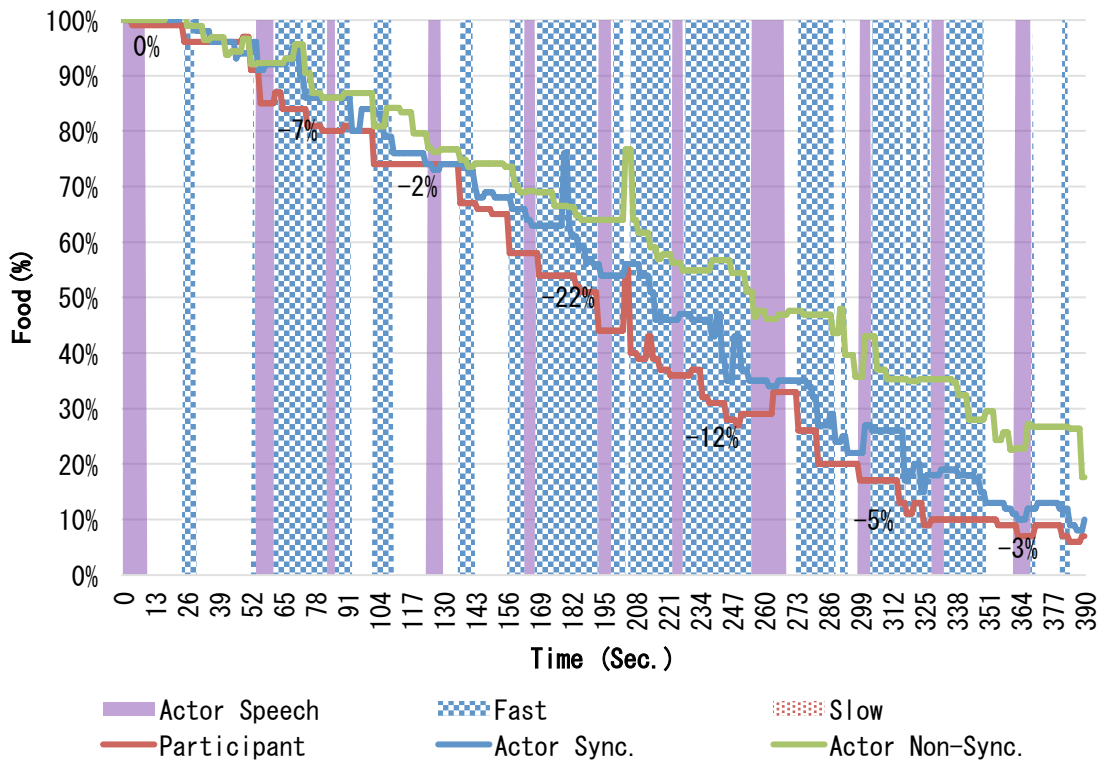
p27の食事残量割合の推移



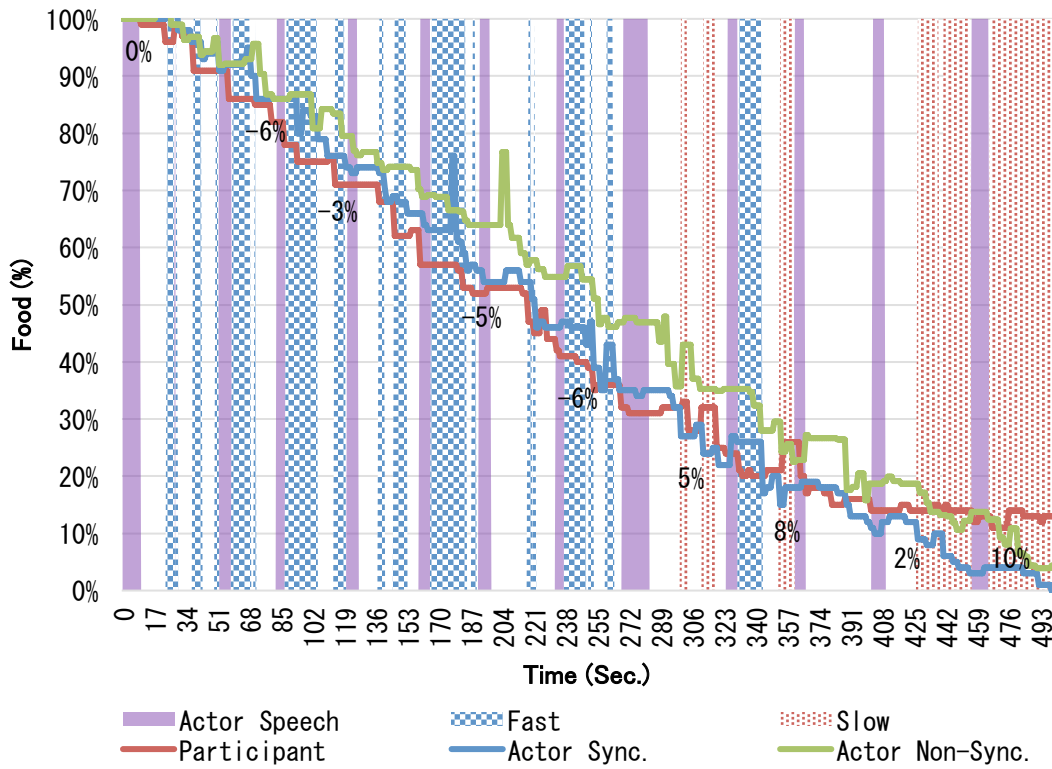
p28の食事残量割合の推移



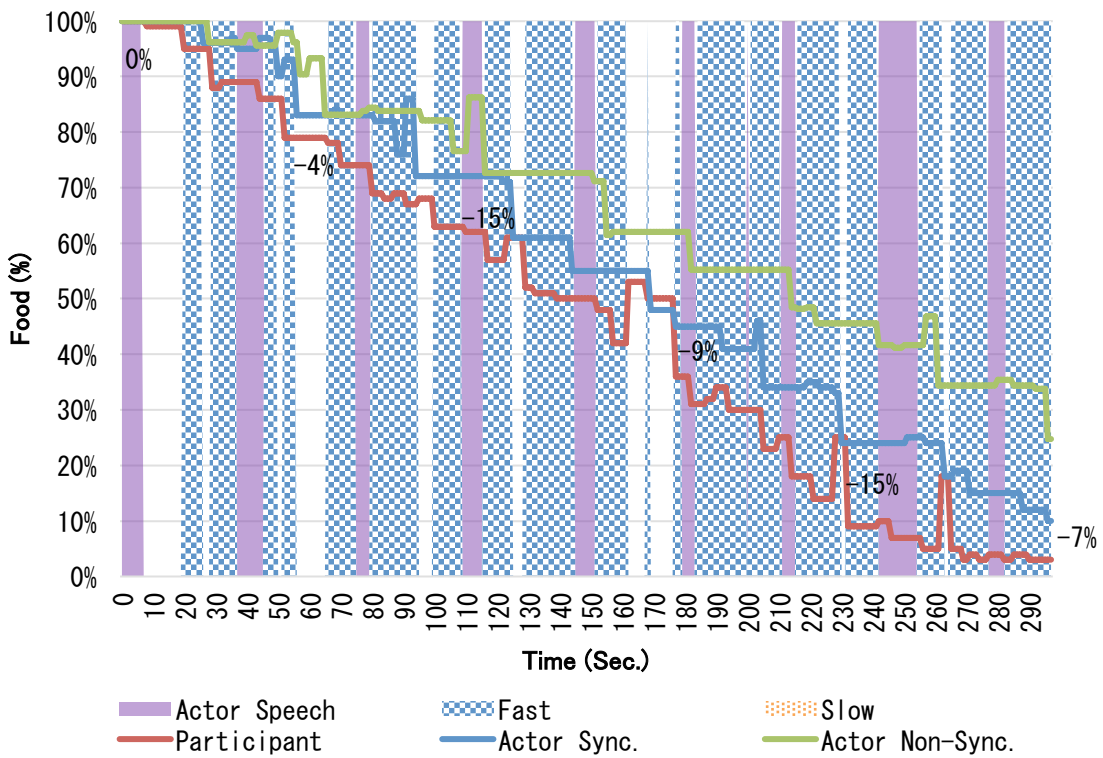
p29の食事残量割合の推移



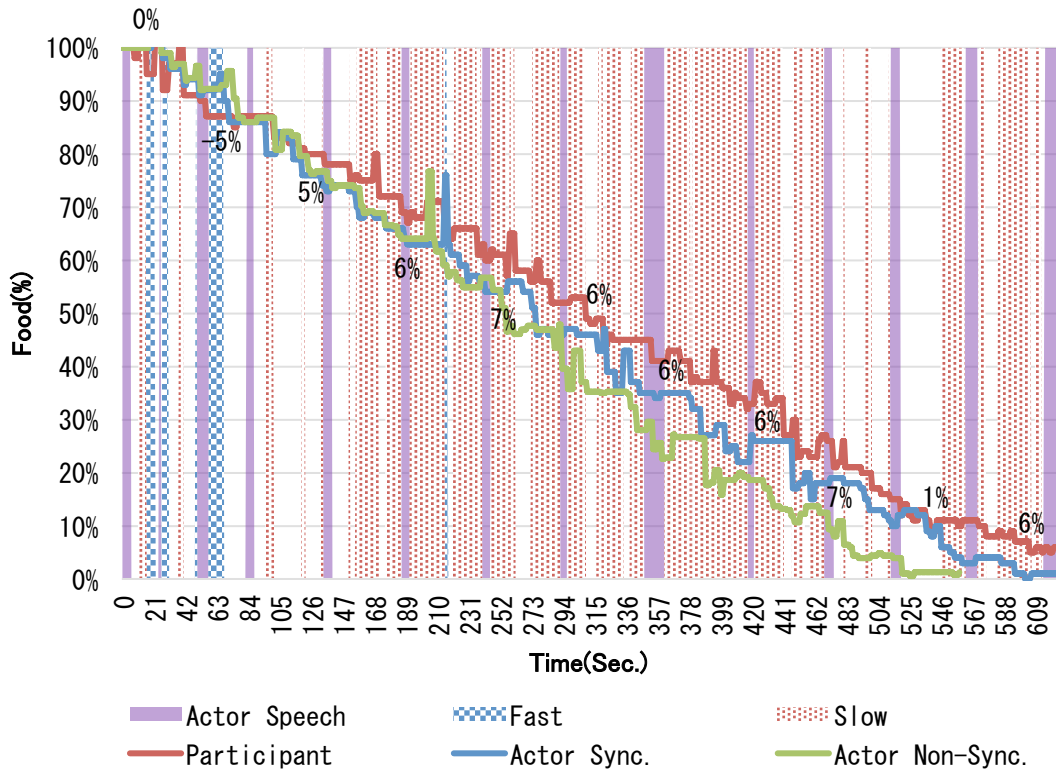
p30の食事残量割合の推移



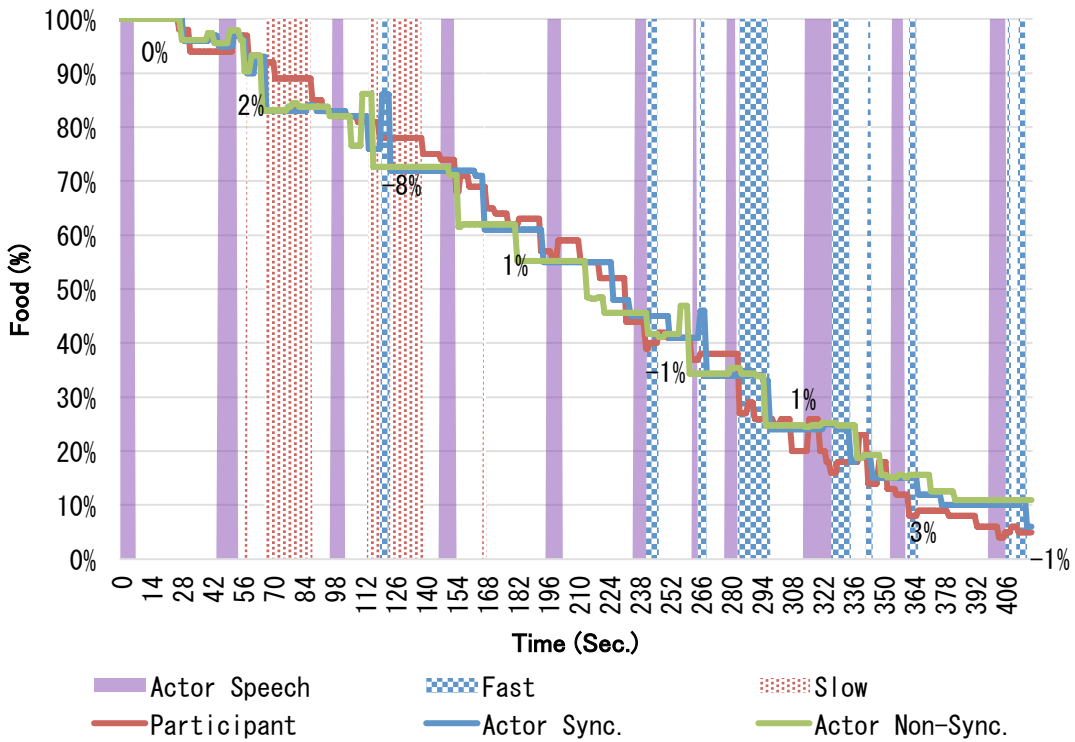
p31の食事残量割合の推移



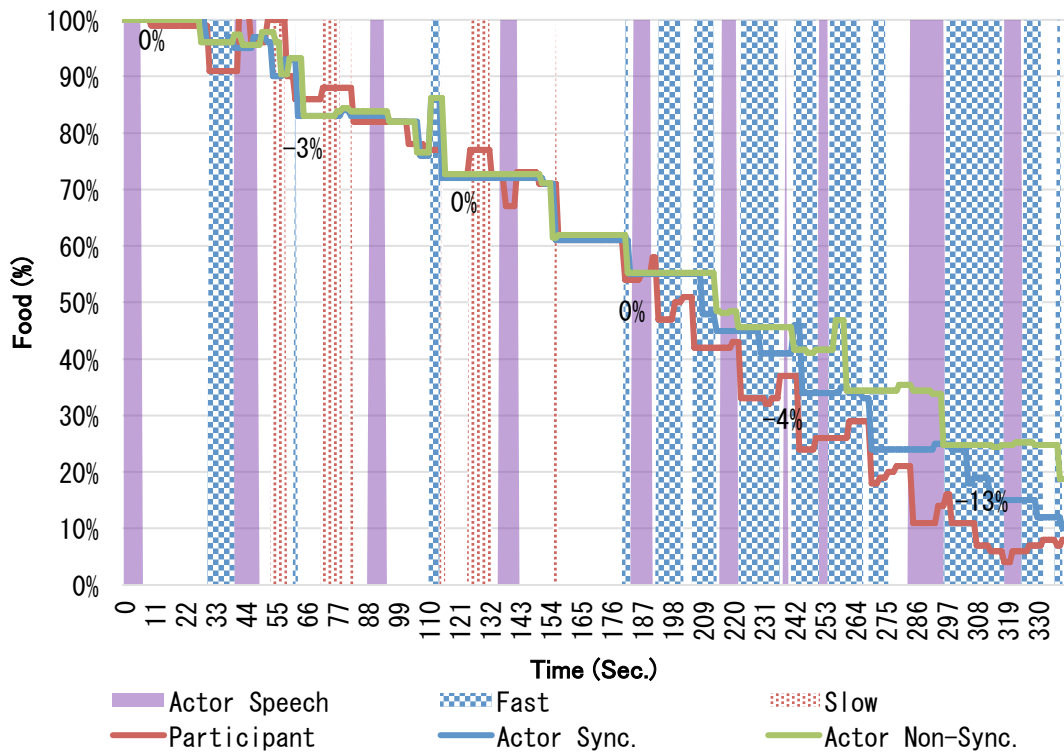
p32の食事残量割合の推移



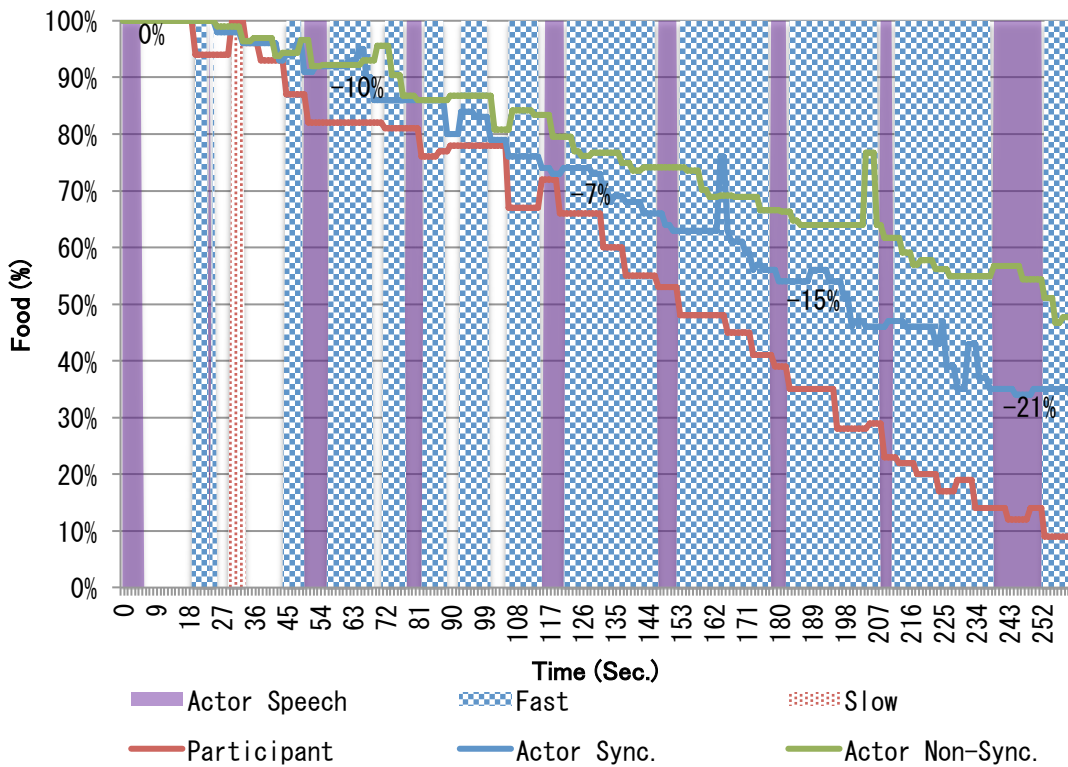
p33の食事残量割合の推移



o34の食事残量割合の推移



p35の食事残量割合の推移



p36の食事残量割合の推移

