Vol.2009-GN-72 No.6
2009/5/21

多人数会話における動的な会話支援システムの開発

轡田真治[†]　　井上智雄[†,††]

本研究では，飲み会やコンパの様に多人数の参加者が場に存在する状況における，会話支援システムの開発をしている．多人数参加者による会話データを分析した結果，会話グループは時間の経過とともにその構成が変化してゆくこと，会話グループは隣接参加者同士で形成されること等が分かった．この結果を踏まえて開発した，会話支援システムは，会話グループをリアルタイムに認識し，会話グループに参加していない者に話題を提供する．

Toward a system for facilitating multi-party conversation based on dynamic group recognition

Shinji Kutsuwada[†]　and Tomoo Inoue[†,††]

We have studied video-tape multi-party conversation. It is known that conversation group members change chronologically and dynamically, and that conversation groups are formed between neighbors. Then we have developed a system for facilitating multi-party conversation. The system recognizes conversation groups in real-time, and provide topics for conversation to those who do not participate for a while.

1. はじめに

会話が盛んに行われる場として，飲み会やコンパ，食事会等の場面が挙げられる．これらは，会社や学校等のような組織内での人間関係を円滑にする役割や，新しい出会いの場を提供する役割を果たしている．これらはその性質上，多人数で開催され，それらに参加する人物が，他の参加者とは親密では無い場合や，初対面である場合が存在し得る．そのため，参加者の間では，会話の継続が困難になる可能性がある[1]．また，参加者の発話量は，それぞれの参加者の性格や立場によって異なり，発話の様子は時間が経つにつれて変化していくことが考えられる[2]．したがって，多人数の会話場面は，そこに在席する参加者の性格や立場，時間経過，参加者同士の親密さなどによって変化していくものであると考えられる．

本稿では，会話の場面変化を動的に捉えながら，会話の少ない参加者に会話のきっかけを与えることで，会話を促進する様な，対面のインフォーマルコミュニケーションにおける多人数会話の支援を行うシステムを提案し，開発したシステムのプロトタイプについて報告する．

2. 関連研究

対面のインフォーマルコミュニケーション支援に関する研究について述べる．

松原らの言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏では，囲炉裏をメタファとして用いたシステムを共有インフォーマル空間に配置し，ユーザに居心地の良さを感じさせ，共有インフォーマル空間に引き込み，インフォーマルコミュニケーションを触発している[3]．天野らの六の膳は，食卓におけるインフォーマルコミュニケーションの支援を目的としており，写真を食卓にあるお皿に投影する事で話題を提供し，コミュニケーションの活性化を支援している[4]．仲谷らの思い出オルゴールでは，思い出を介したコミュニケーション支援を提案しており，古い流行歌を流して懐かしさを語り合う共感コミュニケーションの場を提供している[5]．角らのエージェントサロンは，博物館，街角，学校，オフィス，学会イベントなど，興味，趣味，状況を共有する人が集まる場所での対面している人の間の出会いや対話を，個人情報を持つパーソナルエージェント同士のやりとりから促進させることを目的としている[6]．児玉らの DataJockey では，中華テーブルのメタファを用いて，お互いの行動が影響を与え合うことで，データ交換というタスクの遂行における調整によってコミュニケーションを活性化することを狙っている[7].

[†] 筑波大学大学院　図書館情報メディア研究科
Graduate School of Library, Information and Media Studies, University of Tsukuba
[††] 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan

これらの研究は，コミュニケーション支援のために，話題を提供することや，会話の場の生成することによって,コミュニケーションの機会を作り出している.しかし，ユーザの状況は考慮されていない．本研究では，ユーザの状況に応じた会話支援システムを提案する．

3. 多人数会話における場の考察

本章では，本研究で対象とする多人数会話の場について述べ，その状況下において会話場面の形成に影響を与えると考えられる要素について記述する．なお，本稿でいう会話場面とは,「誰と誰がグループを形成し，会話を行っているか」ということを示している．

3.1 対象とする多人数会話の場

今回対象とする多人数会話の場について述べる．多人数が会話する場としては，立食パーティーの様に，参加者が自由に移動できる場や，参加者が矩形や円形のテーブルを囲んで着席する場があるが，本研究では，着席している場合を扱う．今回は飲食店で多く見られる矩形のテーブルの周りに参加者が着席するという形態を対象とした.

3.2 会話場面の形成に影響を与える要素

対象とする多人数会話の場において，会話場面の形成に影響を与えると考えられる要素として，参加者の人数と参加者間の位置関係を挙げる．

3.2.1 参加者の人数

参加者の人数は，参加者の会話行動や態度に影響を与えると言われている．

Clark は 3 者以上の会話において，会話が行われる場にいる人物を，発話を算出する“話し手”，話し手が算出した発話が割り当てられる“聞き手”，会話には参与しているが発話が割り当てられていない“傍参与者”に分類している[8]．3 者の会話では，参加者は傍参与者として場に存在することが許されるため，2 者の会話に比べ，参加者の会話への参与を強制する力は弱まり，参加者が増えるに従って強制力も低下していく．それに伴い，参加者の発言行動は多様化すると考えられる．つまり，場には積極的に発言する参加者や，聞き手に徹する参加者などが在席するということである．

また，5 人会話は会話集団としてまとまりを維持することができる限界であると考えられる[9]ことから，参加者が 6 人以上の会話においては，複数のグループを形成し会話を並列に行う可能性が高いことが推測される．さらに，中井が行った会話分析では，4 者間の会話においても二つのグループがしばしば形成されたことが確認されている[10].

榎本は中井が，会話が行われる様子を，フロアーを用いて説明しており，以下の 5 種類に分類したと報告している[11].

(1) 単独型フロアー：一人の参与者がフロアーを取り，他の参与者が相槌，頷き，笑い，コメントなどを行うフロアー協力者となる．
(2) 単独的な共同的フロアー：複数の参与者がフロアーを取り，他の参与者がフロアー協力者となる．
(3) 複数の参与者のみの限定的な共同的フロアー：限定された参与者のみが共同的なフロアーを形成し，情報交換を行う．他の参与者は Unaddressed なフロアー協力者となる．
(4) 全員の参加者による包括的な共同的フロアー：全員で共同的フロアーを形成する．
(5) 全員の参加者によるチーム分割共同的フロアー：参与者がチームでフロアーを形成し，チーム間で情報交替する．

これからも，複数人が参加する会話では，各参加者が会話に関わる態度が多様であることが分かる．

今回対象とする多人数会話の場においては，参加者の発言行動や態度は多様化し，参加者は数人でグループを形成することによって，会話を行うと推測される．

3.2.2 参加者間の位置関係

参加者間の位置関係は，会話の起こりやすさや会話のしやすさに関係があると言われている．

西出は会話がされる距離を会話域（50cm～1.5m）と近接域（1.5m～3m）としている[12]．よって座席の距離がある程度離れている場合，会話が起こりにくいことが想定される．また，Sundstrom は会話者同士の近接性が高まると，会話が多くなることを示唆している[13]．Sommer の調査では四辺の短い方に二人，矩形の長い方に二人座れる大きさの矩形テーブルを用い，会話を行う場合どの配置が好まれるかを調べたところ，テーブルの角を挟んでか，向かい合うような位置を選ぶことが分かり，その理由として物理的な近さと視覚的な接触が強調されることが明らかになっている[14].

今回対象とする多人数会話の場においては，近くの席の参加者間で会話が行われやすいと考えられる．

4. 多人数会話の分析

本章では，実際の多人数会話の会話場面はどの様になっているかを調べるため，実際に多人数会話が行われている会食の映像を分析した結果を示す．

4.1 取得データ

会話場面の分析のため，会食の映像を収録した．映像は対象とする参加者全員を撮影できる様に,四台のカメラを用いて撮影した.1 テーブルの 8 名を分析対象とした.図 1 にその座席配置,図 2 に分析映像の例を示す.8 名の内訳は男性教員 2 名（B, C），男子大学院生 3 名（A，E，H），男子大学生 1 名（D），女子大学生 2 人（F，G）であ

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan

る．隣接する参加者同士の距離はおよそ 70cm，向い合う参加者同士の距離はおよそ 100cm であった．話題の指定は特に行わなかった．実験協力者には実験の意図，撮影された映像の使用目的などを説明し，同意を得た．

4.2 分析方法

分析は，実際の多人数会話の場面において，どの参加者とどの参加者がグループを形成し，話しているかを明らかにするため行った．よって，形成されるグループの種類とそのグループが形成されている時間を求めた．なお,「グループが形成されている」との判断は，4.3 節で述べる基準によって二名の観察者が行い，判断が一致した場合には，そのままデータとして扱い，一致しなかった場合には，観察者間の話し合いにより，どちらか一方の判断を採用し，データとして扱った．乾杯の号令から 30 分間を分析対象とした．

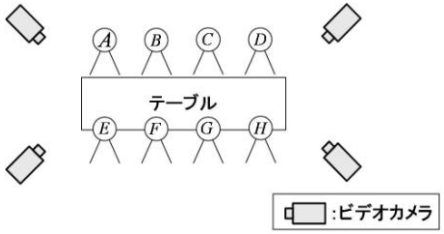


図 1　分析対象の座席配置



図 2　会食の映像例

4.3 グループの形成の判断基準

グループが形成，または解消される様子を 4 種類の状態の変化によって記述した．具体的には，(1)グループが新たに形成された，(2)グループが解消された，(3)グループに新たに参加者が加わった，(4)グループから参加者が脱退した，の 4 種類である．それぞれの判断基準は以下の通りである．なお，以下に記述する「反応」とは，次の 3 種類の動作の事を表している．

- 視線を向ける
- 頷く
- 返答やコメントをする

(1)　グループが新たに形成された（例.参加者 ABC が新たにグループを形成した）：
会話は，ある参加者の発話によって開始されるとする．会話が開始される発端となった発話がされたとき，他の参加者がその発話に対して，反応をした場合，その参加者と発話者でグループが形成されたとする．

(2)　グループが解消された（例.参加者 ABC が形成していたグループが解消された）：
一つの話題が終了し，5 秒以上沈黙が保たれた場合，グループが解消されたとみなす．

(3)　既存のグループに新たに参加者が加わった（例.参加者 AB が形成していたグループに C が新たに加わった）：
既に形成されているグループでは，グループ内で話し手の交替が起きながら，グループが維持されているとする．既存のグループ内で話し手が交替していく最中に，ある発話に対して，グループ外の参加者が反応をした場合，その参加者が既存のグループに加入したとみなす．

(4)　既存のグループから参加者が脱退した（例.参加者 ABC が形成していたグループから C が脱退した）：
既に形成されているグループでは，グループ内で話し手の交替が起きながら，グループが維持されている．話し手が交替していく中で，ある発話に対して，グループ内の参加者がグループの解消に至るまでに，反応をしなくなった場合，その参加者はグループから反応をしなくなった時点において脱退したと見なす．また，グループ内の参加者が他のグループに加入した場合も，その参加者をグループから脱退したとみなす．

4.4 分析結果と考察

表 1 にグループの組み合わせの種類，形成されていた秒数を示す．A～H は参加者を表し，各参加者の座席は図 1 の通りである．今回行った分析では，会食の開始から 30 分間で 27 種類のグループが抽出された．抽出されたグループは 2 人から 8 人までの参加者によって形成されていた．6 人以上のグループの形成も確認されたが，全グループの形成時間に占める割合は 9%程度だったことを考慮すれば，人数が多いグループは形成されにくく，むしろ数人の参加者によって複数のグループが形成される方が多いと考えられる．また，隣接していない参加者同士だけでグループが形成されること（例えば，A と D だけでグループを形成したり，E と C と H だけでグループを形成したりする様なこと）は無かった．視線を合わせることの難しさや距離の遠さから，隣接しない参加者同士の会話は避けられ，その結果，隣接する参加者とグループが形成される機会が多くなったものだと考えられる．図 3 のグラフは，分析開始から 5 分間におけるグループの形成の様子を示しており，経過時間を表す横軸に対して平行な横線の存在はグループが形成されていることを示している．図 3 で示した様に，場には同時に複数のグループが存在していた．また，表 2 は，図 3 のグラフ中で表されたそれぞれのグループに関して形成時間，形成開始時間（グループが形成された時間），形成終了時間（グループが解消された時間），発話量合計，グループを形成している参加者の発話量の合計，発話量合計/形成時間（グループ形成時間一秒あたりの発話量の

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan

Vol.2009-GN-72 No.6
2009/5/21

秒数）を示している．

表 1　グループを形成した参加者の組み合わせと形成されていた秒数

組み合わせ	DGH	BC	CDFG	AB	AEF	EF	DH
形成時間[秒]	530.7	508.4	463.8	440	435.8	286.4	151.4

組み合わせ	CDFGH	ABCDEFGH	ABCDFGH	ABCEF	ABEF	BEF	ABC
形成時間[秒]	124.9	102	89.1	86.7	45.3	45.1	30.9

組み合わせ	ADEFG	ABCE	AE	ABCDFG	ADEFGH	ABCDGH	ABCEFG
形成時間[秒]	19	18.3	17.2	13.8	13	11.3	10.9

組み合わせ	ACEFGH	CDH	ABCD	AEFG	AEFGH	ABCFG
形成時間[秒]	10.5	7.3	6.8	6.5	5.5	5.4

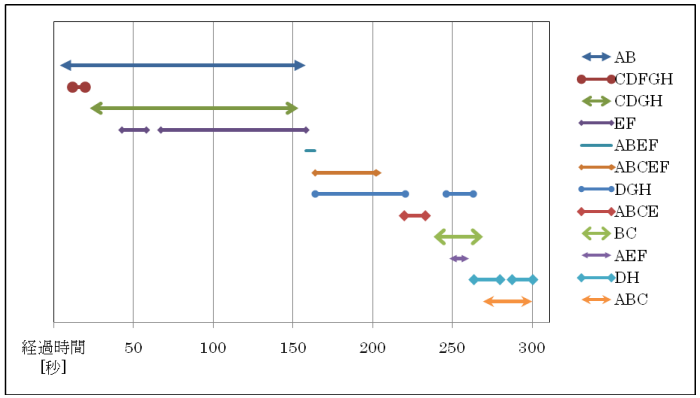


図 3　グループの形成の様子（分析開始から 300 秒時点まで）

表 2　グループの形成時間とグループ内の発話量合計（分析開始から 300 秒時点まで）

組み合わせ	AB	CDFGH	CDGH	EF(1)	EF(2)	ABEF	ABCEF	DGH(1)	ABCE
形成時間 [秒]	154.2	7.9	130.8	15.3	90.6	5.7	38.2	56.5	13.2
形成開始時刻 [秒時点]	3.8	11.4	22.2	42.7	67.4	158.1	163.9	163.9	219.5
形成終了時刻 [秒時点]	158	19.3	153	58	158	163.8	202.1	220.4	232.7
発話量合計 [秒]	130.4	7.5	111.6	11.9	83	8.1	43.4	51.4	7.7
発話量合計/形成時間 [秒]	0.84565	0.94937	0.85321	0.77778	0.91611	1.42105	1.13613	0.90973	0.58333

組み合わせ	BC	DGH(2)	AEF	DH(1)	ABC	DH(2)	合計	平均	標準偏差
形成時間 [秒]	31	16.5	12.4	16.3	30.9	12.6	632.1	42.14	45.0029
形成開始時刻 [秒時点]	237.8	246.5	247.9	263.1	268.9	287.4			
形成終了時刻 [秒時点]	268.8	263	260.3	279.4	299.8	300			
発話量合計 [秒]	16.7	15.4	6.2	8.9	19.5	4	525.7	35.0467	39.8346
発話量合計/形成時間 [秒]	0.53871	0.93333	0.5	0.54601	0.63107	0.31746	0.83167	0.7906	0.27074

5.　多人数会話における会話支援

4 章で行った分析から，今回対象とする多人数会話の場面では，隣接する参加者がグループを形成することによって会話を行っていることがわかった．本章ではこの結果を基に，多人数会話における会話支援について考える．具体的には，まず，システムが，どのような状況の参加者を会話支援の対象とするかについて述べる．次に，支援対象の検出方針について説明し，最後にシステムの支援対象への会話支援方法について述べる．

5.1　会話支援の対象

収録した映像において，会話が途切れ途切れになったり，数秒間沈黙が続いたりすることによってグループが解消され．会話に参加しない参加者が発生するというケースが見られた．例えば，図 4 の 300 秒付近においては，参加者 E，F は，AEF で形成していたグループが解消されて以来，経過時間が 300 秒に至るまでどのグループにも参加しておらず，会話を行っていない．本研究では，この様にどのグループにも所属せずに，会話を行っていない参加者を支援対象とする．

5.2　会話支援対象の検出に関する方針

システムを開発グループに参加していない人物は，会話を行っていないため，発話量が少ない参加者であるといえる．したがって，発話量の少ない参加者を見つけることで，グループに参加していない参加者は検出できると考えられる．しかし，実際の会話場面においては，参加者がグループを作って話しているため，発話量が少ない参加者を単純にグループに参加していない人物だとみなすことができない．例えば，多人数の会話では，聞き手に徹することが可能となる．よって，グループに参加している参加者であったとしても，発話量の少ない参加者は存在し得る．望んで聞き手に徹している参加者に対して，システムが会話を促すのは，好ましく無いことであると考えられる．そのため，開発するシステムでは，会話場面においてグループがどの様に形成されているかを判別し，グループに参加していない参加者を検出し，支援対象とする方針をとる．

現段階では，グループがどの様に形成されているかという会話場面の判別は，各参加者の発話量によって行っている．例えば，表 2 において，グループが形成されている時間 1 秒あたりの発話量の平均値は，0.79 秒である．もし発話量/形成時間の分布が正規分布であるならば，68.26%のグループにおいて，グループの形成時間 1 秒当たりの発話量は，(0.79±0.27) 秒，すなわち，0.52 秒～1.06 秒の値を取ることになる．したがって，グループの形成時間 1 秒あたりで，参加者の発話量の合計が 0.52 秒～1.06 秒となった場合，その参加者の組み合わせはグループである可能性がある．参加者の発話量を組み合わせる計算は，隣接する参加者間のみで行う．これは，4 章の分析において，隣接しない参加者間のみでグループを作ることが無かったためである．

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan

5.3 会話支援方法

参加者が会話をしない要因の一つとして，話題が思い浮かばないことがある[1]．本研究ではこの要因に対して，話題を提供するといった方法で沈黙の回避に寄与できないかと考えている．サイバー囲炉裏では，ディスプレイに表示された Web ページから話題が得られている[3]．六の膳では，机上の皿に投影された写真が話題になっている[4]．TV．com[2]では，TV ストリーミングがチャット上で話題を提供している[15]．これらの知見から，ユーザに対して何らかのコンテンツを提示することが，話題をもたらすことにつながると考えた．そこで，会話の支援方法として，ユーザにコンテンツを提示するという方法を用いることにした．

6. システム

5 章で述べた多人数会話における会話支援を実現するために開発しているシステムについて説明する．

6.1 システム概要

図 4 にシステムの構成，図 5 にシステムの利用風景，図 6 にシステム処理の流れを示す．図 4 で示したシステムは，参加者が四人の場合を想定している．それぞれの参加者には，発話を調べるためにワイヤレスマイクを身に付けてもらう．ワイヤレスマイクから得た音声信号は，それぞれのマイクに対応したクライアント PC に入力される．クライアント PC は，参加者ごとの発話の有無を表す発話フラグをサーバに送信する．サーバは各クライアントから送られてきた発話フラグを基に現在の場面を判別し，それに応じたコンテンツの URL をそれぞれの参加者に対応したクライアント PC に出力し，各参加者の前に置かれたディスプレイ（現在は音声取得用クライアント PC と兼用）に表示させる．音声データの取得および支援対象の検出，表示するコンテンツの選択を行う処理は Java で実装し，コンテンツの表示については，Ajax と Web ブラウザを利用して行った．

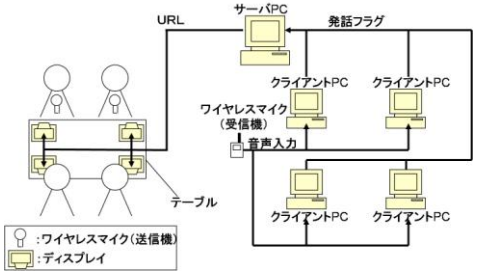


図 4　システム構成



図 5　システム利用風景

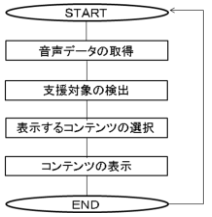


図 6　システムの処理の流れ

6.2 音声データの取得

ワイヤレスマイクから得られた音声信号は，クライアント PC にサンプリング周波数 16KHz，量子化ビット数 8 ビットで取り込まれる．取り込まれた音声信号については，0.1 秒間隔で振幅の最大値を求める（すなわち，1600 個の音声信号の値から最大値を選択する．また，音声信号の値は，0 から 255 の値をとる．）． その最大値を 0～255 の間で予め設定した閾値（ここでは 50 としている）と比較し，最大値が閾値より小さい時を 0（発話が無い状態），大きい時を 1（発話が有る状態）とする，発話フラグに変換する．発話フラグは発話の有無を示し，サーバ PC に 0.1 秒間隔で送信される．サーバ PC は各クライアント PC から送られてきた発話フラグを逐次受信し，それぞれのクライアント PC に対応させて作成したテキストファイルに発話フラグの値を追加書き込みしていく．この情報を用いて，グループの検出を行い，支援対象を決定する．

6.3 支援対象の検出

サーバはクライアントごとに作成されたテキストファイルから，発話フラグを読み込み，各参加者の発話の有無を調べる．その発話の有無から，会話場面を捉え，支援対象を検出する．支援対象の検出は 5.2 節で記述した方針を基に，以下のような手順で行う．ここでは，現時点とそこから 10 秒遡った時点の間の発話時間を用いている．

(1) 参加者 A から H までの 10 秒前までの発話量を求める．この発話量の値は，10 秒前までに記録された発話フラグが 1 の値の数×0.1 秒である．

(2) 参加者 A から H まで, 全ての隣接する参加者の発話量の合計を求める. 例えば, 参加者 A に関しては，AB,AE,AF,ABE,ABF,AEF,ABEF,の組み合わせについて，発話量の合計を求める．

(3) (1)で求めたそれぞれの組み合わせの発話量の合計が，グループと認識される範囲 5.6 秒～10.6 秒の範囲に入っているかを調べる．この範囲に入っていた場合，その参加者の組み合わせをグループの候補に追加する．

(4) 支援対象のグループ候補が複数ある場合は，その中の一つをランダムに選択する．

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan

(5) グループの組み合わせに含まれていない参加者を支援対象とする．
(6) 10 秒待機した後，(1)に戻る．

6.4 コンテンツの表示

サーバは一定時間ごとに各クライアントに表示するコンテンツを決定する．この一定時間は，会話場面の判別の段階において，会話支援の対象とみなされた参加者のクライアント PC のディスプレイには，コンテンツを表示させる．また，会話支援の対象と見なされなかった参加者にはコンテンツは表示しない．現在，コンテンツには，経済，スポーツ，コンピュータ，サイエンスなど様々なジャンルのニュースを使用している．サーバは，インターネット上に存在するニュースを，一つランダムで選択し，その URL をクライアントに送信する．クライアントは受信した URL を Web ブラウザ上で表示する．

7. まとめ

本研究では，多人数会話における動的な会話支援システムを開発している．本稿では，実際に多人数が会話を行う会食の場面を分析し，その結果を基に多人数会話における会話支援の方法を考察し，プロトタイプを開発した．今回開発したプロトタイプにおいては，会話場面の変化を発話の有無のみで調べており，参加者の視線やうなずきといったノンバーバル情報の利用は今後の課題である，また，今回は会話支援対象への情報提示は，ノートパソコンのディスプレイ上でのニュースの表示としているが，どの様な情報提示方法が有効であるかを今後検討していく．

参考文献

1) 畑中美穂: 発言抑制行動に至る意思決定過程 : 発言抑制行動決定時の意識内容に基づく，社会心理学研究，Vol．21，No．3，pp．187-200 (2006).
2) 中玉彰，細田真道，小林稔: 飲みュニケーションとパーティコーパスの収集と分析，信学技報，MVE2005-41，pp．83-88 (2003).
3) 松原孝志，臼杵正郎，杉山公造，西本一志: 言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏：共有インフォーマル空間におけるコミュニケーションを触発するメディアの提案，情報処理学会論文誌，Vol．44，No．12，pp．3174-3187 (2003).
4) 天野健太，西本一志: 六の膳：お皿に写真を投影するシステムによる食卓コミュニケーション支援，情報処理，Vol．2004，No．31，pp．103-108 (2004).
5) 仲谷美江，清水真澄，加藤博一，西田正吾: 思い出を語る：共感コミュニケーションの場構築に向けて，電子情報通信学会研究報告，HCS2003-57，Vol．103，No．742，pp．7-12 (2004).
6) 角康之，間瀬健二: エージェントサロン：パーソナルエージェント同士のおしゃべりを利用した出会いと対話の促進，電子情報通信学会論文誌，HCS2004-24，Vol．J84-D-I，No．8，pp．1231-1243 (2001).
7) 児玉哲彦，安村通晃: DataJockey : 中華テーブルメタファによる対面会話活性化インタフェースの試作，情報処理学会論文誌，Vol．48，No．3，pp．1144-1153 (2007).
8) Clark，H．H．& Carlson，T．B．: Heares and speech acts，Language，58，pp．332-373
9) 藤本学，大坊郁夫: 小集団コミュニケーションにおける話者の叙述パターン，社会心理学研究，Vol．23，No．1，pp．23-32 (2007).
10) 中井陽子: 日本語の会話における言語的／非言語的参加態度の示し方---初対面の母語話者／非母語話者による 4 者間の会話の分析，早稲田大学日本語教育センター紀要，Vol．19，pp．79-98 (2006).
11) 榎本美香: 第 18 回ワークショップ　多人数インタラクションの多様性とダイナミズム—多人数インタラクションでは何が多くなるのか?，社会言語科学，Vol．9，No．2，pp．154-158(2007).
12) 西出和彦: 人と人との間の距離（人間の心理・生態からの建築計画①），建築と実務，5，pp．95-99 (1985).
13) サンドストローム E，サンドストローム M．G[著]，黒川正流[訳] 仕事の場の心理学：オフィスと工場の環境デザイン行動科学，西村書店，(1992)．
14) R ソマー[著]，穐山貞[訳]: 人間の空間　デザインの行動的研究，鹿島出版会，(1972)
15) 森田篤史，金谷裕幸，西本一志，國藤進: TV．com^2：コミュニケーションを活性化するインターネット街頭ＴＶ，DICOMO2002，情報処理学会シンポジウムシリーズ，Vol．2002，No．9，pp．429-432 (2002).

ⓒ2009 Information Processing Society of Japan