社団法人 情報処理学会 研究報告
IPSJ SIG Technical Reports

2008－DD－69（5）
2008／11／27

知識創造を加速する
マルチスレッドコミュニケーションへの挑戦

小倉 加奈代† 西本 一志‡ 杉山 公造†

†北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1
‡北陸先端科学技術大学院大学知識科学教育研究センター 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1
E-mail: {k-ogura, knishi, sugi}@jaist.ac.jp

あらまし 本稿では，著者らが今日現在まで取り組んでいる高密度・高効率な知識創造社会向けの次世代コミュニケーション形態として提案している話者交代規則と単一話題維持の制約をもたないマルチスレッド対話の概要を述べる．また，マルチスレッド対話を実現するための次世代マルチスレッドコミュニケーションシステム ChaTEL の概要について述べる．

キーワード マルチスレッド CMC (Computer-Mediated Communication|)

A Challenge for Multithreaded Communications to Facilitate Creating Knowledge

Kanayo OGURA† Kazushi NISHIMOTO‡ and Kozo SUGIYAMA†

† School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

‡ Center for Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa, 923-1292 Japan
E-mail: {k-ogura, knishi, sugi}@jaist.ac.jp

Abstract This paper attempts to extend the multithreaded communications, much more effective and much more informative communications. We report concepts of voice multi-threaded conversations we purposed as new style in the next generation and processes of developing a tool of voice multi-threaded conversations "ChaTEL".

Keyword Multithreaded Communication, CMC(Computer-Mediated Communication)

1. はじめに

我々が日常的に行う音声対面対話は，完璧なコミュニケーション手段といえるだろうか？目の前の相手の表情を逐次観察することができ，声の抑揚等の非言語情報を手掛かりに相手の感情を把握できるという点では，これに勝るコミュニケーション手段は存在しないかもしれない．しかし，多人数が集まる会話の場を考えてみると，音声対面対話が暗黙的にもつ話者交代規則[1]の制約により，通常は話者が 1 人であり，それ以外は聴き手となる必要がある．また，グライスの公理[2]により，発言権が巡ってきても，直前の話題と関連した発言を行うことが求められるため(本稿では，「単一話題維持規則」と呼ぶ)，何か新しいアイディアが思いついたとしても，すぐに発言をすることが困難である．さらに，会話が進行するうちに，発言しようとした内容を忘れてしまう場合も多々ある．これらを考えると，音声対面対話は完璧なコミュニケーション手段であるとは言い難い．そこで著者らは，人間が頭の中にある内容をその都度発言するという意味で高密度・高効率な知識創造社会向けの次世代コミュニケーション形態として，話者交代規則と単一話題維持の制約をもたないマルチスレッドコミュニケーションを提案し，それを実現するためのシステム開発に今日現在まで取り組んでいる．

本稿では，以下 2 章で著者らが提案するマルチスレッドコミュニケーションについて説明し，3 章では，第 3 章では，テキストチャット特有の発言生成プロセスゆえに生じる隣接する発言が必ずしも意味的にはつながらないというマルチスレッドコミュニケーションにつながる現象を説明し，さらに，テキストチャットでの話者交替規則の希薄さと発言履歴上の複雑さがあるにもかかわらず，テキストチャットでの対話は破綻せずに継続可能としている，対話継続のための方略が何かを明らかにする．第 4 章では，マルチスレッドコ

ミュニケーションを音声でも可能とすることを目指した音声コミュニケーションシステムを提案し，その概要と評価について述べる．最後に第5章では，5章では本稿のまとめと今後の方向性について述べる．

2. マルチスレッドとは？

本研究でいう「マルチスレッドコミュニケーション」とは，図1（右）のように，1つの対話空間で複数の話題に関する対話スレッドが同時に進行しており，かつ1人の話者が同時に複数の対話スレッドに参加しているような対話のことである．立食パーティーなどでは，1つの対話空間で複数の話題に関する対話スレッドが同時に進行しているケースが見られるが，通常1人の話者は1つの対話スレッドにしか参加していない．すなわちこれは対話空間の単なる分割にすぎず，各スレッドは互いに独立で無関係であるため，本研究ではこのような状態をマルチスレッド対話とはみなさない．

また，「マルチスレッドコミュニケーション」と類似うる状況として Schegloff[3]があげている，多人数対話について会話分析の研究者が注意すべき点の中に，4人以上の多人数対話において，2人対2人の2つの対話に分割する"schism"という現象がある（図1（左））．この現象は，立食パーティーのように，1つの対話空間で複数の話題に関する対話スレッドが同時に進行しているが，通常1人の話者は1つの対話スレッドにしか参加しておらず，単なる対話空間の単なる分割にすぎず，各スレッドは互いに独立で無関係である状況に対応する．

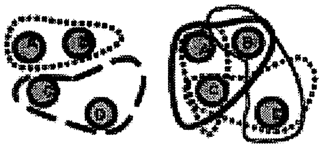


図1 Schism（左）とマルチスレッド対話（右）
（丸囲みは対話参加者，丸囲みを囲む実線および点線の領域は対話スレッドを表す）

3. テキストチャットの対話構造と対話継続方略から見るマルチスレッドコミュニケーション

テキストチャットで，対話参加者が共有できる情報は完了した発言のみである．これは，サーバーがクライアント側からメッセージを受信した時系列順に表示される発言履歴上の発言群である．従来からのCMC(Computer-Mediated Communication)研究からで明らかになっているように，テキストチャットでは，発言生成プロセスの特殊性から対面対話のような話者交替規則の概念が希薄であり，ある発言者が投げかけた質問の回答が，次の発言になるとは限らない[4]．そのため，発言履歴上の発言列は意味的につながりのある発言が隣接するとは限らない．また，著者らが明らかにしてきた話者交替規則の概念の希薄さは，単に発言順序にかかわるルールが存在しない状況であるということを述べたのみであり，テキストチャットの発言全般に何ら規則性がないということではない[5]．発言生成過程の特殊性から，いつ，誰が発言するかがわからないという発言タイミングのとり難さの問題があると同時に，発言履歴上の個々の発言の意味的なつながりが理解しにくいという問題があることを考えると，もしも，テキストチャット対話に何も規則がないのであれば，対話を破綻させずに継続させることができないはずである．発言タイミングのとり難さ，発言履歴上の個々の発言の意味的なつながりが理解しにくいという問題があるにもかかわらず，テキストチャットでの対話が破綻することなく継続するということは何らかのルールのようなものが存在していると考えるのが自然である．

本章では，チャット対話での個々の発言がどのような意味的つながりをもつのかを調査し，発言履歴上の隣接しない発言間にどのような特徴があるかを分析することから，テキストチャット対話での発言継続に関わるルールを明らかにする．さらに，前章で問題とした，タイミングのとり難さや発言履歴上の発言順序の複雑さという困難な状況があるにもかかわらず，なぜ対話を継続できるのかという点について，対話を継続するための対話継続方略を明らかにする．

3.1 テキストチャットの対話構造

実際のチャットデータよりどのような対話構造をもつのか，2人対話，3人対話それぞれ例を挙げ，説明する．なお，チャット対話での対話構造分析では，個々の発言がどの発言と意味的につながりをもつのかを同定する必要があるため，著者ら[6]が考案したアルゴリズムを使用した．

3.1.1 2人対話における対話構造

対話の参加者が2人の場合，単純に考えると，質問をされたらそれに対して応答をし，応答があれば，またそれに対して反応をするというプロセスの繰り返しで対話が進行していき，1対1の対応関係以外はありえないことになる．その結果，発言間の意味的つながりは一直線にしかなりえないということになる．しかし，2人のチャット対話でも直前の発言よりも前の発言と意味的つながりをもつ場合がある．対話例1は，直前よりも前の発言と意味的つながりをもち，その結果，発言間の意味的つながりに交差が生じる例である．

2:S:カレーの作りかたということですが，具は何を入れます？

3:T:具ですか．とりあえず肉は必須だと思います
4:S:僕は特に独創的なものは入れませんが．強いていえばニンニク
5:S:肉．といっても牛とか豚とか
6:T:後りんごと蜂蜜かな
7:S:ホントに？＞林檎と蜂蜜
8:S:自分で作るときにはいれないかな
9:T:肉は牛と豚どっちでも入れます．その時ある方で．
10:T:★T＞後りんごと蜂蜜かな　＞これは冗談です
11:S:なるほど．僕は基本的にチキンかな．唐揚げ用のやつを使って

対話例 1　2 人対話（カレーの作り方）

対話例 1 を時間的な順序に従って上から読んでいくと，発言番号 9 以降に直前よりも前の発言と意味的つながりを持つ発言があることがわかる．実際にどの発言がどの発言と意味的つながりをもち，どのようなスレッドになっているかを図 2（左）（右）に示す．

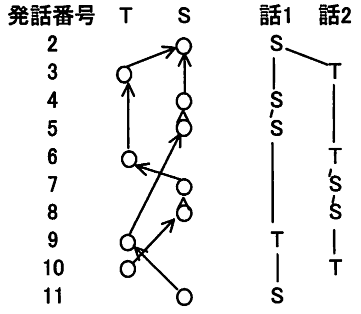


図 2（左）: 対話例 2 の発言間意味関係図

図 2（右）: 対話例 2 の話者順序とスレッド展開図

図 2（左）から隣接する発言同士が必ずしも意味的つながりを持たず，2 つのスレッドが同時進行していることがわかる．

3.1.2 3 人対話における対話構造

チャット対話の場合，送信された発言がサーバーに届いた順に履歴に表示されるので，現実では時間的な意味での同時発言は起こらない．対面対話における 3 人での対話では，1 人が話し手となれば，次に話し手となる候補が 2 人いるということになるが，2 人のどちらに発言権があるか不明確であっても同時発言が起こった際に発言権を譲り合う等を行なって 1 人だけが発言をするということがありうる．しかし，チャット対話では，発言権の移動が不明確であると，短時間のうちに参加者全員が発言をする可能性があり，その分だけそれに対する応答の可能性が高くなることが予測でき，発言間の意味的つながりは 2 人の場合よりも複雑になることが推測できる．対話例 2 ではそのような状況をみることができる．

83:U:丹波の黒豆の枝豆ってありますよ．おつまみにふつうに食べます
84:U:あれ，
85:K:まぢすか？いきたいかも～（笑）＞神戸
86:K:枝豆は緑じゃないとやだ～（笑）＞丹波の黒豆
87:M:最近思ってやねんけど，石川のめし屋って高い割にまずいっすよね．
88:K:そういえば神戸って海近いんよね？てことは魚系もおいしいん？
89:M:後，夜景はめちゃきれいっすよ．夜に湾岸線をつっきるのは快感！
90:U:まあ，黒くても味はいいですよ．一度食べてみるのがいいかと＞丹波黒豆
91:K:さま本本店の向かいのスパ屋は安くておいしいよ～＞M くん
92:U:あ，神戸のイメージに夜景って確かあるな．特に橋
93:M:北陸は海の幸がうまいって聞いてたんやけど，全然地元の方がやすくて，うまかった．（特に回転すし）
94:K:スーパーには売ってなさそ・・・っつーことは通販とか？＞丹波の黒豆
95:U:う，たぶんっ行ったことありますけど，あまりおいしくなかったような．メニューにもよる？＞さま本本店の向かいのスパ屋
96:M:京都に車で帰る時には，ついでに神戸まで走って，夜景でもみるときっと日頃の疲れがとれるっすよ～～＞U
97:K:野々市のおっきいお風呂やの近くの回転寿司が今んとこ石川県で一番おいしいらしい＞回る寿司

対話例 2　3 人対話（出身地について）

対話例 2 を時間的な順序に従って上から読んでいくと，隣接した発言同士に意味的つながりがほとんどないことがわかる．実際にどの発言がどの発言と意味的つながりをもち，どのような話の流れになっているかを図 3（左）（右）に示す．

図 3（左）から発言の大部分が直前よりも前の発言と意味的つながりをもつことがわかる．

また，マルチスレッドという点に着目すると，発言 86 までは 2 つのスレッドが存在し，発言 87 以降は 3 つ，発言 88 の質問の分岐から始まるスレッドと合わせると最大 4 つの話の流れが同時進行しており，2 人対話よりもさらに複雑な対話構造になっていることがわかる．

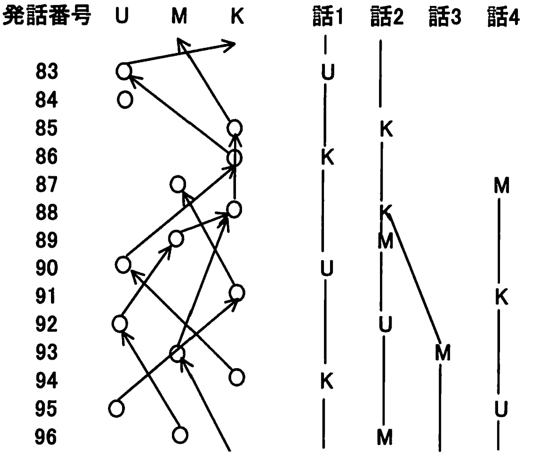


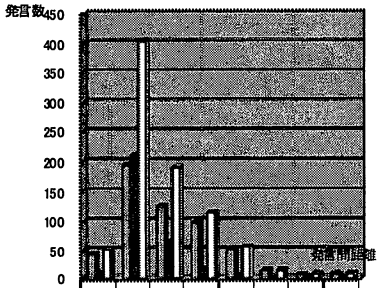
図 3（左）：3 人対話の発言間意味関係直線図

図 3（右）：3 人対話の話者順序とスレッド展開図

3.2 意味的つながりをもつ発言間の距離

3.1.1 および 3.1.2 節で複数のスレッドが進行している場合，発言の多くは，直前の発言よりもさらに前の発言と意味的つながりをもっていることがわかった．しかし，例としてあげたものは 1 対話の中のごく一部にすぎないので，対話全体として見た場合に直前よりもさらに前の発言と意味的なつながりをもつ場合がほとんどなのかそうではないのかが明確ではない．

表 1 は，2 人対話の発言，3 人対話の発言，2 人対話と 3 人対話をあわせた発言それぞれの意味的なつながりをもつ発言間の距離を分析した結果である．なお，それぞれの平均は，2 人対話が 1.5 発言（SD 1.3），3 人対話が 2.1 発言（SD 1.6），2 人対話と 3 人対話をあわせたものが 1.9 発言（SD 1.54）であった．なお，表 1 の縦軸は対話参加者人数で横軸は発言間距離である．なお，発言間距離の最大は 18 発言であった．



	0	1	2	3	4	5	6	7以上
3人	43	195	126	98	51	16	7	8
2人	10	209	65	17	6	0	1	2
総計	53	404	191	115	57	16	8	10

表 1　意味的つながりをもつ発言間の発言間距離

表 1 から，2 人対話 3 人対話ともに，発言間距離が 1 発言である場合が一番多く見られた．しかし，発言間距離が 2 発言以上の発言が全体の半数近くを占めることを考えると，発言間距離が 2 発言以上あくことで意味的つながりをもつ発言の候補がそれだけ多くなるということであり，マルチスレッドが生じる要因になっていると推測することができる．

3.3 テキストチャットを継続するための対話方略

前節の結果をさらに考えると，意味的つながりをもつ発言間距離が大きくなればなるほど，チャットの参加者が履歴を参照しにくく，対話の継続が困難なのではないかという問題がある．その中で，3.1.1 および 3.1.2 節であげた対話例の内容をよくみると，発言の文末に「＞S」のように意味的なつながりをもつ発言に対し，何らかの表現を用いて，発言間距離が大きい場合の対処をしている可能性が考えられる．これを確かめるために，発言間距離と意味的につながりのある発言の言語表現の分析を行なった．

意味的につながりのある発言の言語表現として，大きく以下 5 つを挙げることができる．

(1)　意味的つながりをもつ発言の発言者を指定することで発言先を指定する場合，もしくは，質問や働きかけの発言をする場合に，応答を期待する発言者を指定する場合（表 2 では "＞人"）

例 1）まだまだ今年はこれからですよ．*＞S さん*

(2)　発言中に発言者を指定するための固有名詞を使用して，(1)と同様に発言者を指定することで発言先を指定する場合（表 2 では "固有 N"）

例 2）*M くん*おもろい

(3)　意味的つながりをもつ発言に使用される単語，もしくはどの発言のことを表わしているかを特定できる単語（意味カテゴリーが同一の単語）を用いて話されている内容を明示し，発言先を指定する場合（表 2 では "＞単"）

例 3）意見わかれるとこみたいです*＞ホワイト*

(4)　意味的つながりをもつ発言の発言内容そのものを明記することで，発言先を指定する場合．なお，この場合は，コピー＆ペーストを行なっていると推測される．（表 2 では "＞コピペ"）

例 4）*A:栗と生クリームって合わないと思いません？＞ALL*　＞とても合うと思うよ．マロンクリームめちゃうまいやん！

(5) 意味的つながりをもつ発言の発言内容と同じ単語，もしくは類義語を発言中に使用して，発言先をわかりやすくする場合（表 2 では "N"）

例 5)

(n-p 番目) 破壊の後に*創造*が・・・て N 先生がいいそう

(n 番目) *創造*・・何が生まれるんだろ.. 白いカエルとか？！

以上の例をもとに，発言間距離ごとに使用される言語表現の有無を分析した結果が表 2 である．なお，表 2 の縦軸は発言間距離を表わし，横軸はそれぞれの言語表現（表中の項目の略語については上記の 5 つ言語表現参照，“なし”は言語表現を使用していないという意味である）を表わす．表 2 で，発言間距離が 1 発言である場合に発言先を指定する言語表現なしの場合が 258 発言で，言語表現のいずれかを用いて発言先を指定する場合が 131 発言である．それに対し，発言間距離が 2 発言の場合は，発言先の指定なし／いずれかの指定ありが 76／120 発言，3 発言の場合は，35／81 となっており，発言間距離が 2 発言以上になると，発言先を指定するための言語表現を使用する割合が，発言間距離が 1 発言の場合に比べて高くなり，意味的なつながりを持つ発言間隔が 2 発言以上になると，本節であげた言語表現のいずれかを用いて発言先を明示する傾向にあることがわかる．

	>人	>人+N	固有N	>単
0	4	0	8	0
1	11	5	6	21
2	19	9	2	18
3	10	15	1	13
4	5	11	0	15
5	4	1	1	2
6	0	1	0	1
7以上	0	1	0	0
合計	53	43	18	70

	>単+N	>コピペ	N	なし
0	0	0	0	31
1	1	4	83	258
2	1	5	66	76
3	1	6	35	35
4	3	2	12	6
5	1	0	9	0
6	0	1	4	2
7以上	3	2	3	0
合計	10	20	212	408

表 2　発言間距離と言語表現

4 非同期環境での音声マルチスレッド対話システム：ChaTEL

前章で述べたテキストチャット対話データからマルチスレッド状況に着目した分析を行った結果を用いて，音声でマルチスレッドコミュニケーションを可能とするプロトタイプシステムを開発した．

本章では開発したプロトタイプシステム ChaTEL のシステム概要を述べ，ChaTEL を用いて行ったマルチスレッドコミュニケーションの有効性に関する実験および評価結果について述べる．

4.1 システム概要

ChaTEL は，我々が見慣れているテキストチャットと同様の発言履歴を有し，音声による効率的な発言入力を可能とし，前節で述べた関連性指定表現のうち「誰に向けた」発言であるかを明示するための「対話相手指定情報」と「どの話題に対する」発言であるかを明示するための「先行関連発言情報」を用いることでマルチスレッド対話状況に対応することを可能とした音システムである．本システムは，一般的なチャットシステムと同様，サーバ・クライアント構成をとる．図 3 に ChaTEL のユーザインタフェースを示す．

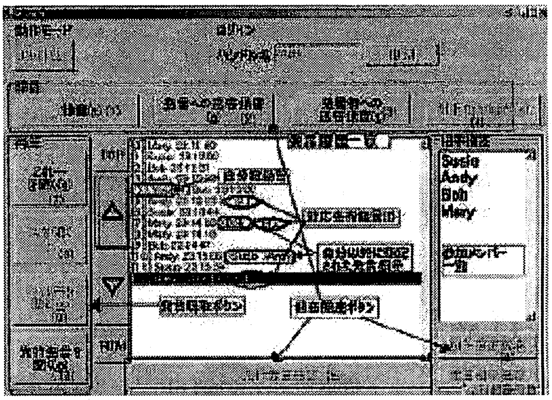


図 3　ChaTEL のユーザインタフェース

ChaTEL ユーザーは，最初にハンドル名を入力し，ログインする．ログインすると，自分とすでにログインしているメンバーのハンドル名が図 3 右部分の参加メンバー一覧に表示される．発言を録音する場合，(1)通常録音，(2)対応発言 ID 付与録音，(3)相手指定録音の 3 つの方法がある．また，発言を再生する場合には，(1)発言履歴一覧上で聞きたい発言を選択し，“これ→を聞く” ボタンを押す，(2) “次を聞く” ボタンを押す，(3) “自分宛を聞く” ボタンを押す，(4) “先行発言を聞く” ボタンを押す，の 4 つの方法がある．なお，録音方法の(2),(3)および再生方法の(3),(4)が「対話相手指定情報」および「先行関連発言情報」に対応する機能である．

4.2 マルチスレッドコミュニケーションの有効性の評価

ChaTEL のマルチスレッドに対する有効性を検証するため,4人の大学院生から成る被験者群4 組計16 人に対し，以下2 つのシステムを用いた実験を行なった.

BaseLine：単純な録音と再生機能のみをもつボイスチャットシステムを使用

ChaTEL：前節で説明した ChaTEL を使用

実験では，4 つの話題を用意し，各被験者に 2 つの話題を割り当てた．この際，各被験者に割り当てた話題の組み合わせは，すべて異なる組み合わせとした.

この評価実験から得た発言履歴データ，発言行動履歴から，対話ごとに，図 3 のスレッド構造図を作成した.さらにこの構造図を用いて,BaseLine と ChaTEL で,1 秒ごとの平均スレッド数とスレッド内の分岐数を求めた．結果を表 2 に示す.

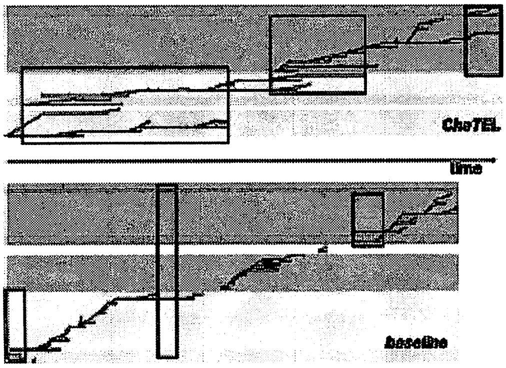


図 3 スレッド構造図（上 ChaTEL，下 Baseline）
（横軸は時間経過を表し，個々の色帯が個々のスレッドに対応し，四角囲いの部分がマルチスレッドが生じている部分である）

表 3 平均スレッド数と平均分岐数の比較

平均スレッド数		平均分岐数	
Baseline	ChaTEL	Baseline	ChaTEL
1.20	1.62	1.97	2.63

ChaTEL ともに 1 以上であり，音声でのマルチスレッド対話が可能であることが明らかとなった．また，平均スレッド数，平均分岐数いずれも BaseLine よりも ChaTEL の方が有意に値が大きく，ChaTEL の方がマルチスレッド状況が生じやすいことがわかった.

また，複数のスレッドが存在する状況の継続時間（秒）と，同時並行するスレッド数の最大値について比較した．この結果を表 4 に示す.

表 4 複数スレッド同時存在継続時間の比較

同時スレッド数	2	3	4
Baseline	965	240	0
ChaTEL	1418	880	181

表 4 より，BaseLine よりも ChaTEL のほうがどのスレッド数についてもマルチスレッド状況の継続時間が長く，同時存在スレッド数が増えるほど顕著であることがわかった．これにより，マルチスレッドを維持するための機能が有効に働いていることがわかった.

4. まとめと今後の方向性

本稿では，著者らが，高密度・高効率な知識創造社会向けの次世代コミュニケーション形態として提案するマルチスレッドコミュニケーションについて説明し，非同期環境での音声マルチスレッド対話を実現するためのシステムとして開発したプロトタイプシステム ChaTEL について述べ，音声によるマルチスレッド対話が可能であることを評価実験により示した.

今後は携帯端末等での利用を前提とした小型化への改良を行い，実用化可能なシステムへの改良，拡張を行う予定である.

謝辞

本研究は，財団法人近畿移動無線センターモバイル・ワイヤレス研究助成による研究成果の一部である．ここに謝意を表したい.

文　献

[1] Sacks, H., Schegloff, E. A. & Jefferson, G. : A simplest systematics for the organization of turn-taking for conversation, Language, 50(4), pp.696-735, 1974.

[2] Grice, P.: Studies in the Way of Words, Harvard Univ. Press, 1989.

[3] Schegloff, E. A.: Issues of Relevance for Discourse Analysis: Contingency in Action, Interaction and Co-Participant Context, in Hovy, E. H. and Scott, D. (eds.), Computational and Conversational Discourse, Springer Verlag , pp.3-38, 1996.

[4] Herring, S. C.: Interactional coherence in CMC, Journal of Computer-Mediated Communication 4(4). Special issue on persistent Conversation, 1999.

[5] Ogura , K. and Nishimoto, K.:Is a Face-to-Face Conversation Model Applicable to Chat Conversations?,Proc.the 18th PRICAI2004 Workshop on "Language Sense on Computer", pp.26-31,2004

[6] Ogura, K., Ishizaki, M. and Nishimoto, K.: A Method of Extracting Topic Threads towards Facilitating Knowledge Creation in Chat Conversations,Proc. the 8th KES2004, Part I, pp.330-336,2004.