

Title	チャット併用によるプレゼンテーション発表型議論支援システムの構築と評価
Author(s)	小林, 智也
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/12090
Rights	
Description	Supervisor:西本 一志, 知識科学研究科, 博士

博士論文

チャット併用によるプレゼンテーション発表型 議論支援システムの構築と評価

指導教官 西本 一志 教授

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科専攻

小林 智也

2014年2月7日

要旨

インターネット環境が普及し、常時ネットワークに接続することが可能になったことにより、会議にも変革が訪れている。ネットワークを使うことにより、遠隔地から会議に参加することが可能になっただけでなく、対面の会議に「もう一つのコミュニケーション・チャンネル」を追加することができる。それが、発表中や質疑応答にチャットを併用するチャット併用会議である。

チャット併用会議は、同室同期で行われる発表や質疑・意見交換などの対面口頭対話と平行して、テキスト・チャットによる意見交換もできるようにした会議形態である。着想もシステムも極めてシンプルで、チャット併用会議を導入するにはチャット・システムを構築し、会議の最中にテキスト・チャットを使ってもらっただけである。こうしたシンプルな手法であるにもかかわらず、チャット併用会議は発言の機会を増やし議論を濃密にすると報告され、高い評価を受けている。近年見られるようになってきた Twitter からのコメントを受け付けながら会議を行ったり、ニコニコ動画のコメントを受けながらライブ配信を行ったりする事例は、チャット併用会議に類するものと捉えられるだろう。チャット併用会議は既に実験室を飛び出して一般に広まりつつある、注目度の高い会議形態なのである。

こうしたチャットの利用方法はバックチャンネルと呼ばれる。バックチャンネルは主となるフロントチャンネルの議論を補助する役割を果たす。チャット併用会議ではチャットがバックチャンネルの役割を果たし、会議に良い影響を与えると報告されている。

しかし、チャット併用会議には既知の問題が存在する。発表や質疑応答中に発表者がチャットを見続けることは難しく、結果として発表者はチャットから隔絶されてしまうのである。発表者は、プレゼンテーションなどの発表を行うにあたって、発表資料や発表内容を準備するなど相当の労力を費やして発表に臨んでおり、チャットの内容を知りたいというモチベーションも高い。チャットを監視して有望な意見を採り上げる座長のような役

割をもった人を設定したり，投票によって意見を推薦したりすることもできるが，それらは聴衆の立場からの評価であり，発表者の立場から発言の重要性を評価したものではない．

筆者はこの問題の根源は，チャットと会議との融合が不十分であることにありと考えている．チャット併用会議ではプレゼンテーションや口頭発言はチャット・ログ上に存在していない．チャットと口頭対話は同時に行われているのにも関わらず，チャットと口頭対話がどのように関連しているかは「空気感」で感じ取るしかない．これがチャット併用会議のチャットから情報を取り出すことが難しい理由の1つではないかと考えた．

本研究は，このチャットと口頭対話やプレゼンテーションとの繋がりを分析し，その繋がりの応用を検討したものである．第1章では，チャット併用会議を取り巻く時代的な流れと環境について述べる．第2章では，会議支援システムに関する研究成果を例示し，チャット併用会議への応用可能性と，本研究との違いについて述べる．

第3章では，チャットとプレゼンテーションを比較して分析することで，チャットと会議が融合しているかどうかを調査した．調査の結果，プレゼンテーション中に出現する名詞に着目してもその増加・減少は発表者により異なっていた．ところが，チャット中に出現した名詞が次のプレゼンテーションでどうなったかを調査したところ，ほぼすべての発表者で減少する傾向が強かった．ここから，チャットが議論の結果である進捗報告に影響を及ぼしていることが確認された．

第4章では，チャット発言と口頭発言の繋がりを自動的に検出することを試みた．バックチャンネルでの会話内容は，フロントチャンネルでの会話内容と時間的關係性があるという，バックチャンネルの性質を用いた．チャット発言の入力開始と送信時間を用いてチャット発言の時間領域情報を取得した．有音無音状態の識別や，話者交代モデルに基づいて口頭発言を時間領域情報に変換した．この時間的パラメータを機械学習させることによりチャット発言と口頭発言の關係性を推定する試みを行ったが，予想以上に発表者毎のばらつきが多かったため実用的な精度は出せなかった．

第5章では返信構造関係をチャット発言の入力者自身に行わせることで確実な関係性を取得し、その関係性を応用することを試みた。口頭発言への返信であることを明示する表記法「>> *」と、スライド発言という特殊な発言をチャットに挿入することでチャットと対面口頭対話との繋がりを強化した。この返信構造関係を機械学習によって分析すると、チャット発言と口頭発言の関係性から、その情報から発表者が重要と見なすような発言であるかどうかを推定する応用が可能である事が判明した。さらに第5章では、クロスチャンネル返信がどのように使われているかを分類しながらクロスチャンネル返信の例を挙げることで、チャット併用会議理解の手助けとなるようにした。

第6章では、ここまでの研究成果を検討する。第7章では、本論文をまとめ、今後の課題などについて述べる。

目次

第 1 章	序論	1
1.1	ネットワークの普及とコミュニケーション	1
1.2	チャット併用会議への応用	4
1.3	チャット併用会議の検討	8
1.4	問題点	12
1.5	本研究の目的	13
1.6	研究対象	14
1.7	章の概要	15
第 2 章	関連研究	18
2.1	議論の記録とインターフェイス	18
2.2	最初のチャット併用会議	21
2.3	バックチャンネル	23
2.4	チャットにおける意見の要約	29
2.5	チャットからのフィードバック	33
2.6	関連研究のまとめ	34
第 3 章	チャットはプレゼンテーション発表型議論に貢献しているか	37
3.1	貢献の指標の定義	37

3.2	計算手法	39
3.3	調査	41
3.4	調査結果	41
3.5	議論	43
第 4 章	チャットと口頭対話との時間的関連性	45
4.1	はじめに	45
4.2	入力リージョン	46
4.3	発話リージョン	48
4.4	話者交代	49
4.5	実験設定	50
4.6	データ前処理	53
4.7	分析	57
4.8	結果	61
4.9	機械学習によるアルゴリズムの作成	63
4.10	議論	64
第 5 章	クロスチャンネル返信と Chatplexer システム	67
5.1	クロスチャンネル返信	68
5.2	システムの構成	70
5.3	実験	76
5.4	重要発言推定実験	81
5.5	クロスチャンネル返信の使われ方	83
5.6	議論	97
第 6 章	議論	99
6.1	Chatplexer の応用可能性	101

第7章	まとめ	103
7.1	知識科学としてのチャット併用会議	105
	謝辞	107
	本研究に関する発表論文	120

表目次

3.1	プレゼンテーション中キーワードの名詞の発生・消滅パターン分類	39
3.2	プレゼンテーション中の名詞の発生・消滅	42
4.1	キーロガーのログと IME の動作の関係	47
4.2	得られた発表の詳細	54
4.3	データ関連付けの結果詳細 (発言リージョン化前)	57
4.4	回帰分析の詳細結果	59
4.5	分析結果	62
4.6	テストケース 1 ~ 3 への適用結果	65
4.7	テストケース 4 , 5 への適用結果	65
4.8	40 文字を超えるチャット発言が送信される初回の時刻	66
5.1	重要発言の例 (いずれも同一発表者)	79
5.2	3 つのパラメータの組み合わせによる推定精度の比較	83
5.3	発表者へのクロスチャンネル返信による質問と質問に対する返信の例	88
5.4	条件 B を満たす重要発言	95
5.5	条件 B を満たすが重要ではない発言	96

目次

1.1	Twitter の画面	4
1.2	WISS'97 での利用風景	6
1.3	WISS'99 での利用風景	6
1.4	ニコファーレでのライブ配信とコメント (第 1 回ニコニコ学会 シンポジ ウムより)	10
1.5	章の関係	16
2.1	LiteMinutes の Manga 式要約画面	19
2.2	ePresence のアーカイブ閲覧画面	20
2.3	ディスカッションメディアブラウザ	20
2.4	ZUI の Zooming Interface	21
2.5	Microsoft ComicChat の画面	22
2.6	WISS'97 での会場設定	23
2.7	Filochat の画面	25
2.8	Meeting Client の画面	26
2.9	Meeting Viewer 画面	27
2.10	On-Air-Forum の画面	28
2.11	RemoteWadamanV におけるセマンティック・タグの入力画面	30
2.12	backchan.nl の投票画面	32

2.13 Ink Blots	35
4.1 入力リージョンの例	48
4.2 発話リージョンの例	49
4.3 重複した発話リージョンにおける話者交代時刻の例	50
4.4 データ収集実験における全体の環境	51
4.5 聴衆の様子	52
4.6 発表者の様子	53
4.7 処理前の音声データ	54
4.8 処理後の音声データ	54
4.9 Voice-Text Association Tool	56
4.10 チャット発言の文字数と関連付けに採用された数	59
4.11 時間的關係性タイプ $T1$	60
4.12 時間的關係性タイプ $T2$	61
4.13 時間的關係性タイプ $T3$	61
4.14 時間的關係性タイプ $T4$	61
4.15 時間的關係性タイプ $T5$	62
4.16 時間的關係性タイプ $T6$	62
4.17 Weka Explorer の画面	63
4.18 発話リージョンの關係性推定アルゴリズム	64
5.1 クロスチャンネル返信が示す返信關係	68
5.2 クロスチャンネル返信とその種類	69
5.3 システムの全体像	71
5.4 発表者用クライアントの外観	72
5.5 聴衆クライアントの外観	73

5.6	スライド発言の例	75
5.7	対口頭対話返信の例	76
5.8	進捗報告スライドの例	78
5.9	返信による木構造の例	80
5.10	決定木 クロスチャンネル返信情報あり	84
5.11	決定木 クロスチャンネル返信情報なし	85

第 1 章

序論

1.1 ネットワークの普及とコミュニケーション

人類が文字を使うようになって 6000 年，1837 年にアメリカで電信が商業化されてから 170 年，1962 年に初期のコンピューターシステムが電子メールを交換できるようになってから 50 年が経過した．かつて SF 映画では，未来の人は映像や音声やホログラムでコミュニケーションを取り，文字を使うのはロボットのステータス画面くらいという扱いであった．「テキストは情報が少ないので，将来はもっとリッチなコミュニケーションが使われるだろう」という科学者の予測とは裏腹に，余計な情報が少なく手軽に使うことができるテキストによるコミュニケーションが，現代においても意図して選ばれているのである．現代社会では，遠隔地と文字によるコミュニケーションをすることはもはや特別なことではない．現在はインターネットを経由することで，世界各地のあらゆる人があらゆる目的で，文字によるコミュニケーションを行っている．

そのインターネットも，ここ数十年でめまぐるしく変化を続けている．日本では通信環境が整備され，場所を問わず望むときに望むだけインターネットに接続することができる．平成 22 年度に行われた総務省による通信利用動向調査 [1] によれば，平成 22 年度にインターネットを使ったことのある世帯は 93.8% にのぼっている．パソコンを 2 台

以上所有する家庭は 33.6% で、うち 78.6% は家庭内 LAN*¹を構築しており、52.9% は無線 LAN 環境を構築している。屋外では日本の携帯電話における第 3 世代ネットワークの packet 通信が広く使われている。総務省の調査では携帯電話の普及率は 93.2% であり、パソコンとモバイル機器の両方を利用してインターネットを利用する人は 68.6% である。最近では携帯電話のネットワーク以外にも WiMAX*²などのデータ通信専用回線が普及の兆しを見せており、屋外では移動しながらでもインターネットが使える環境が整いつつある。

ネットワークの普及と無線化によりインターネットは生活のいたるところに入り込み、より多くの人々がインターネット経由のコミュニケーションを行うようになっている。総務省の調査によるとインターネットを利用する目的としては、電子メール（メールマガジンを除く）を目的としてインターネットを利用する人はパソコンで 55.6%、携帯電話で 52.8% と過半数である。インターネットには多様なコンテンツがあふれているが、それでもインターネットを利用するモチベーションは他者とのコミュニケーションが第一なのである。

コミュニケーションを求めるためにインターネットが多用される傾向は、日本以外の先進国でも、急速にネットワーク・インフラが整備されつつある発展途上国でも変わらない。このためか、インターネットでコミュニケーションを仲介・支援するサービスは日夜進化している。以前は機材や環境を整えなければできなかった不特定多数への映像配信が、現在では YouTube[2] や Ustream[3] などのサービスを使えば、誰でも簡単に行える。しかも、技術革新により機器は小型化し、名刺ほどの大きさの機器ですら、インターネットに接続して動画を送受信できる。

普及したのは映像などのリッチ・コンテンツだけではない。Twitter[4] (図 1.1) は 2006 年に開始されたテキスト・チャット（以後、特に言及のない場合「チャット」は「テキス

*¹ Local Area Network

*² Worldwide Interoperability for Microwave Access

ト・チャット」を指す)に類似した機能を提供するウェブサービスで、ツイートと呼ばれる 140 文字以下のテキストをフォロワーと呼ばれる受信希望者に配信することができる (2012 年現在)。Twitter は仕組みから見れば HTTP^{*3}上に再構築されたチャットであるが、日記 (ブログ, blog) のように公に公開される文章をより短く気軽に投稿できるという観点から「マイクロ・ブログ (Microblog)」と呼ばれることもある。Twitter にログインしてツイートを行うアクティブユーザー数は 2011 年に 1 億ユーザーを達成し今もなお増加しているが、その投稿の 55% はモバイル端末から行われているという。また、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災では携帯電話の音声通話が規制される中、Twitter を利用した情報交換が盛んに行われた。手軽に使える即時性が高く、ネットワーク負荷も低いチャット類似のウェブ・サービスが脚光を浴びることとなった。

さらに、スマートフォンと呼ばれるパソコン並みの処理機能を持った移動体通信機器の利用が世界的に広まっている。スマートフォンは、機器に最初から搭載されている機能以外に、アプリと呼ばれるソフトウェアを利用者が任意に追加して機能を追加するための共通の仕組みを提供しており、誰でも簡単に好きな機能を追加することができる。このアプリにも様々なチャット・システムが提供されており、IRC などの古くから使われてきたプロトコルを使用したものだけでなく、チャット・アプリを提供する専門の会社が参入し、独自の機能を追加したユニークなサービスを提供している。

このようにインターネット経由のコミュニケーションは利用者を拡大し、会話や電話と並ぶコミュニケーション・メディアの選択肢として日常生活に浸透してきている。現在はインターネット経由のコミュニケーションを地球上の全ての人が見ることができるようになるであろうことは想像に難くない。その中でも短いテキストを即時に交換することを主眼とする、Twitter や SMS^{*4}のような、チャットに類似したメディア「チャット・メ

*3 HyperText Transfer Protocol

*4 Short Message Service



図 1.1 Twitter の画面

ディア」は大きな位置を占め続けるだろう。

1.2 チャット併用会議への応用

こうしたチャット・メディアの普及を受け、近年、対面口頭での発表や議論と並行してチャット・メディアを使用する試みが多数行われている。以下では、このような形態の会議を総称してチャット併用会議と呼ぶこととする。

チャット併用会議の特徴は、実世界メディアとチャット・メディアを同時に用いることである。実世界は視覚情報や音声情報など、五感で感じることができる情報すべてが交換可能なメディアであり、会議では特に視覚情報と音声情報が用いられる。視覚情報や音声情報から 1 次的・2 次的に得られる情報は豊富で多岐にわたっており、プレゼンテーショ

ンのスライドや発表者の仕草・声色，聴衆のざわめきなど，あらゆる情報が渾然一体となって伝わる．この実世界メディアに情報端末を加え，テキスト情報を（ほぼ）リアルタイムに配信・共有できるチャット・メディアを使えるようにした会議がチャット併用会議である．

テキスト情報を扱うこと自体は会議支援システムやグループウェアの基本機能である．したがって，チャット併用会議は，会議支援システムやグループウェアの一種であると考えることができる．チャット併用会議は，口頭対面の議論に対し参加者同士がコミュニケーションをする場所としてチャットというメディアを提供している．チャット併用会議では，会議において最も重要な情報であるプレゼンテーションや発表は実世界メディアで行われ，すべてのコミュニケーションをチャット・メディア経由で行う必要はない．あくまでチャット・メディアは選択肢の一つとして提供されているのみである点が大きな特徴である．McCarthy らは，このようなチャット・メディアの使い方をバックチャンネル的用法であるとしており [5]，チャット併用会議におけるチャット・メディアはしばしば「バックチャンネル・チャット」と呼ばれることもある．

チャット併用会議の最初の例は，暦本らによる WISS '97^{*5}での ComicChat を用いた実験である [6]（図 1.2）．以後 WISS では 2004 年から “WISS Challenge”[7] として，対面口頭対話による会議を支援するチャットなどのコミュニケーション・システムを募集し，ワークショップの開催中にこれらのシステムを実際に併用することを継続的に試みている（図 1.3）．

WISS での取り組みに触発され，通常のチャットを用いたチャット併用会議の実験が国内外で多数実施されてきた [6] [8] [9]．また，授業でチャットを併用する実験も多数行われている [10] [11]．チャットを職場のチームメンバーで使う研究は複数行われており [12] [13]，Isaacs は仕事で使われるチャットでは 1 ターン程度の応答があると報告している [14]．

*5 日本ソフトウェア科学会主催 Workshop on Interactive Systems and Software 1997.



図 1.2 WISS'97 での利用風景

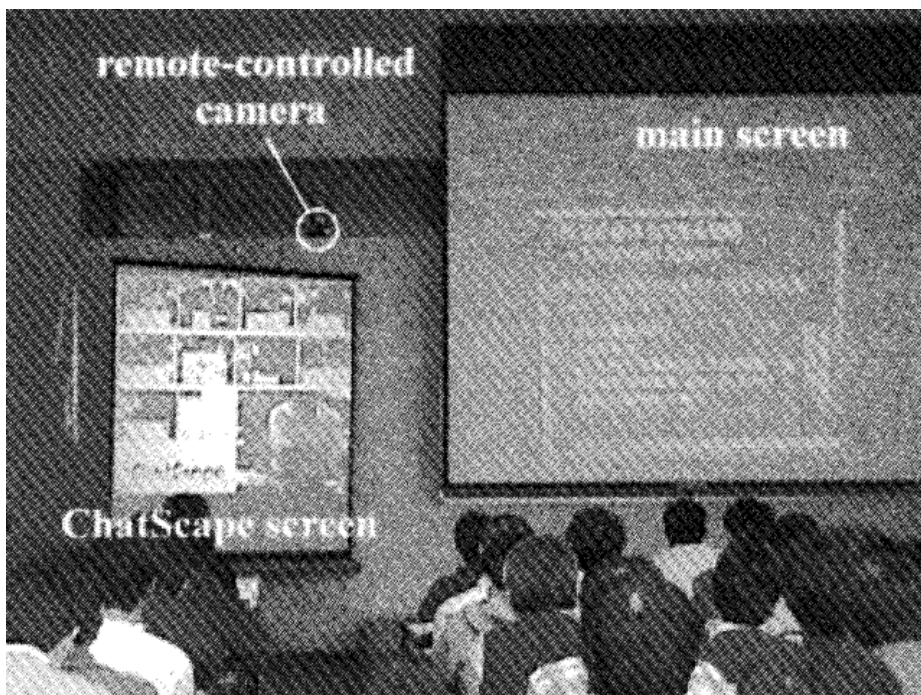


図 1.3 WISS'99 での利用風景

こうした試みは、より広い視点からの意見をより多く議論に取り込むことを期待して行われている [6]。Davidson らは、発表中にグループ支援システムを併用した会議を行っているが、その理由としてシステムによって社会的な地位を持つ参加者が議論を支配することを防ぐことができるとしている [15]。実世界メディアでの発表を伴わないシステムではあるが、吉野らは多人数対応電子会議システム DEMPO III の開発において「意見」と「雑談」は区別して利用され、かつ雑談も会議のために必要であると報告している [16]。

また、信頼形成にも効果がある。Kellogg らは労働環境において共通基盤の形成に貢献すると報告しており [17]、Zhao と Rossen は環境情報を共有し一体感を醸成する [18] と報告している。McNely らは Twitter などのバックチャンネルは自身の意見を表出することを助け、社会的繋がりやフロントチャンネルの補助的内容に使われると報告し、専門的組織や教育的組織で使われるだろうと予想している [19]。Zheng らも、チャットを使うことによりある程度の信頼を獲得することができるとしている [20]。Halverson らはチャットを継続的に使うことで効果が現れると予測しており [21]、王らはチャット上であってもハンドル名が一貫していれば主張も一貫していることが求められるとしている [22]。すなわち、継続して一貫した態度をとることが信頼の獲得に寄与する可能性は高い。初対面いきなり話しかけることに抵抗のある人も多く、不特定多数が参加する国際会議やシンポジウムではチャットが事前交流の場として有効である可能性もある。

チャットは共有も非常に容易に行うことができ、Jeremy らはチャットを大規模な複数のグループ間で共有する研究を行っている [23]。参加人数にかかわらず情報共有ができる点は、情報システム全般に言える効果でもある。

いわゆる一般的な会議は主に物理空間メディアにおいて対面口頭対話によって行われるものである。しかし物理空間メディアを介したコミュニケーションは基本的に排他的であり、誰かが喋っているときに別の人と同時に喋りだせば、両者の発言がどちらも聞こえなくなってしまう。ゆえに、会議では 1 人ずつ順番に発言することを強いられる。加えて会議には時間的制約があるため、質疑や意見を述べる機会は極めて限られた数の聴衆にしか

与えられないという問題が引き起こされる。

これに対してチャット・メディアでは発言権は排他的でない。チャット・メディアでは複数の参加者が同時に発言することが可能であるため、いつでも自由に発言できる。さらに、チャット・メディアは物理空間メディアに対して独立しており、非侵襲である。口頭で発表中あるいは質疑応答中など物理空間メディアにおいて誰かが発言権を行使している間でも、チャット・メディア上での発言は問題を引き起こさない。従って、口頭で質問することができない大多数の聴衆にチャット・メディアという発言チャンネルを与えることによって、発言の数を増加させることが期待できる [6] のである。既にあげたいずれの研究においても、チャットは活発に利用され、参加者からも非常に有用であったという意見を得たと報告されている。

1.3 チャット併用会議の検討

1.3.1 知識伝達型プレゼン会議と意見収集型プレゼン会議

本研究において、チャット併用会議の対象とするのは、学会発表のような発表者と聴衆とが明確に分かれている形式の会議である。以下、この形式の会議をプレゼン型会議と呼ぶ。プレゼン型会議は、発表者と聴衆との、プレゼンと質疑応答によるコミュニケーションであると言える。プレゼン型会議は会議の目的によって更に2種類に大別できる。一つは講義やセミナーのように講師が聴衆に対して知識を教授・伝達することを主目的とするタイプの知識伝達型プレゼン会議である。もう一つは学会発表のように発表者が新奇な仮説や知見を発表し、これに対する聴衆からの様々な意見を収集することを主目的とするタイプの意見収集型プレゼン会議である。一般に会議は程度は違うものの知識伝達型プレゼン会議と意見収集型プレゼン会議の両方の特徴を併せ持っていると考えられる。

知識伝達型プレゼン会議では、発表者のプレゼンから聴衆が知識を得られたかどうか

主要な評価基準であり，聴衆の理解度を高めたり聴衆からの疑問を共有したりすることによって会議を支援することが妥当であろう．チャット併用会議では，実世界メディアに対して非侵襲であるチャット・メディアによって，聴衆間のコミュニケーションにより相互の情報提供が促進されれば，聴衆の理解を深める助けとなるであろう．一方，意見収集型プレゼン会議においては，聴衆が新たな知識や情報を得られるだけでなく，発表者が「発表者自身にとって重要な意見や情報」を得られることも求められているのである．

1.3.2 意見収集型プレゼン会議におけるチャット併用会議

チャット・メディアの利用者は，発表者・講演者よりも，聴衆や会場参加者のほうが圧倒的大多数である．このため，いくつかのチャット併用型会議を支援するシステムにおいて，チャット・メディアは聴衆に向けての機能として設計されている．ニコニコ動画 [24] と連携したイベント施設であるニコファーレでは，ニコニコ動画への映像のライブ配信が可能で，ライブ配信に対するコメントをニコファーレ側で表示することができる（図 1.4）．しかし，コメントは発表者あるいは講演者の後ろに表示されるため，コメントを見て発表者や講演者が情報を得るということはあまり想定されておらず，会場参加者に対する視覚的効果を狙ったものであると考えられる．WISS などで使用されるチャット・システムにおいても，発表者は聴衆に向けられた大画面表示からかろうじてチャット・ログを見ることができる程度にとどまっており（図 1.2，図 1.3），発表者がチャット・ログを閲覧することはあまり考慮されていない．

チャット上で活発な発言がなされると，その活発さと比例してログも長大なものとなる．Jones らは，人間にはコミュニケーション能力の限界があり，チャットでは参加者であってもその限界を超えてしまうことがしばしばあると報告 [25] している．単純に発言数が多くなって読み切ることができないというだけではない．チャットでは，チャット・メディア内での意見交換が行われ，会話の一連の流れとして返信関係が形成される．返信関係の構造は木構造になっているが，システムによっては返信関係構造を決定する情報を

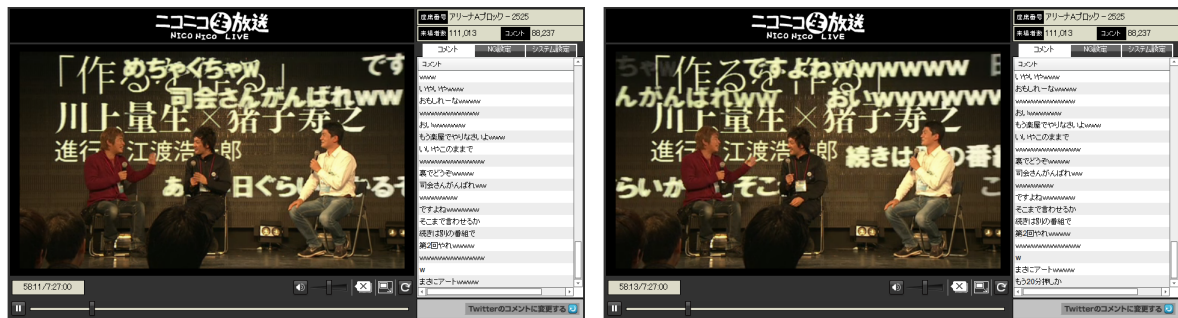


図 1.4 ニコファーレでのライブ配信とコメント（第 1 回ニコニコ学会 シンポジウムより）

入力・保持する仕組みがなく、何に対する返信かという情報が全く入力されない事態が発生する。こうなると、何を指しているか不明な発言がチャット・ログに多発することになり、事後に返信関係構造を解決することは非常に困難か、あるいは不可能になると考えられる。

意見収集型プレゼン会議では、発表者が聴衆から意見を得ることも重要なタスクである。後からチャット・ログを参照することを全く考慮していないシステムでは、発表者はチャット併用会議の利益を十分に受けることができない。よほど興味深い質疑・意見であれば、質疑応答時に質問者が口頭でチャット上の発言を引用してくれることもあるかもしれない。しかし、引用するかどうかの判断は質問者によるものであって、発表者が求める情報と一致するものではないだろう。

意見収集型プレゼン会議では発表者がチャット・ログから何らかの知見を得ることが重要な課題である。しかし、システムがそれを考慮していないため、発表者はチャットから何も得ることができずにいるのである [26][10]。

1.3.3 チャット併用会議の評価

筆者は、発言数によってチャット併用会議を評価することには問題があると考える。発言機会が増えて数量的な発言が増えるということは認めていても、それ以上に、発表者が関知できないチャットを聴衆が使うことによるマナー上の問題を懸念 [27] したり、パソ

コンを操作する事による注意分散によって議論に悪影響を与えると懸念 [10][17][28] したりされている。Drew らによる backchan.nl[29] の実験結果からは、チャット上の発言のすべてが必ずしも議論に対して内容的に関わったり、議論を有意義に進めたりする発言ではなく、ただ単にその場の雰囲気や発言される笑いなどのリアクションが含まれたり、それどころか議論への集中を妨げるような発言すらあった事を報告している。Iqbal ら [28] はプレゼン会議中にデジタルデバイスを使う実験を行い、聴衆はマルチタスキングはしたいがマナー上の問題や迷惑になることを懸念しており、発表者は何らかの役に立つのならデバイスを使うべきだという回答を得たと報告した。発表者の 67% は聴衆がデバイスを使い始めたら発表が面白くない証拠だと考えたとも報告している。つまり、発表者の立場からチャット併用会議を評価した場合に、発言数が増えるという基準だけでは不十分なのである。

Alblas は、意思決定が迅速に行われた場合、情報の転送量はむしろ低下するとしている [30]。チャット併用会議が意思決定で使われるのなら、むしろ発言数は減る可能性も考えられる。本研究が扱う意見収集型プレゼン会議は意思決定のための会議ではないが、あらゆる会議をひとくくりにして、一概に発言数が増えたことを以て会議が効率化したと結論付けるのは尚早であることがわかる。

Post らは会議支援システムを評価する際、過程と結果の評価を組み合わせるべきであるとし、過程は情報の転送量や精神的疲労やリーダーシップの有無、結果はチームの有効性・結束性や意思決定の効率や満足度によって評価することを提案している [31]。西田らは On-Air Forum の分析においてチャット・ログ中の発言を分類することにより、チャット上でのコミュニケーションの特徴を調査している [32]。議論支援システムの評価は議論の目的に応じて様々であるが、発表者の視点から情報を得られたかどうかを評価観点としたものはない。

1.4 問題点

チャット併用会議は聴衆にチャット・メディアを提供し、聴衆の発言の内容の自由度や発言機会が増大するという点は高く評価されている。しかし、意見収集型プレゼン会議での使用に着目すると、聴衆の観点からのみでは十分な検証とは言うことができない。なぜなら、発表者がプレゼン会議に向けてプレゼンテーションや論文を用意したり、発表練習をしたりと多大な労力をかけているにもかかわらず、発表者自身がチャット・メディアから受ける影響について十分な検証が行われていないからである。

研究の世界においては、より多くの資料や経験を知っている先行する研究者の意見を聞くことは不可欠である。しかしながら、同じ事実からであっても、解釈の違いによって様々な研究成果が生み出されることも忘れてはならない。このため、発表の内容に疑問があった場合、質問しようとする研究者はあらゆる可能性を考慮し、できる限り相手の解釈を読み取ろうと、持ちうる知識のすべてを駆使して質問を構築する。もちろん、先行する研究者である、という理由だけで発言を取捨選択すれば権威主義的な判断に陥ってしまい、解釈や観点が固定化されて研究の発展を阻害してしまう恐れがあるので、その点は注意が必要である。こうした、発表者にとっても質問者にとっても重要な発言というのは、質問者の姿勢や知識によって重要さが担保されるため、1対1の議論でも1対多の議論でも、重要さの評価基準は本質的に同じである。

一方、1対多の議論の場合には、質問者以外の聴衆は何ら重要な発言を提供しないという仮定が正しいのか、という疑問に答える必要がある。この問題を無視してしまうと、1対多で行う議論のポテンシャルを全く生かさずに議論をすることになり、極論すれば1対1で議論するのと同じになってしまう。そして前述のとおり、多くの人は多数の聴衆から意見を得ることには意味があり、その中では、従来の議論では得られなかった重要な発言が含まれると期待しているのである。

既存研究によるアンケートでは、現状のチャット併用会議においては発表者に対する利

益を実感することができていないとされている。チャット・メディアは口頭での対話と異なる特徴を持つため、発言数が非常に多くなり、多種多様な意見がみられるようになることは曆本らも指摘している [6]。多種多様な発言を得られると同時に、発表者が無価値であると感じるような発言も増え、それらの発言の中に、真に発表者が求めている価値ある発言が埋没してしまっている可能性がある。また前項で述べたように、後でチャット・ログを閲覧した際に返信関係を追跡できない場合は、チャット・ログを読み解くことすらできないのである。

聴衆はチャット併用会議によって様々な意見を表明することができるようになったのに、発表者はその効果を実感できていないとすると、整合性が取れていないことになる。意見収集型プレゼン会議においてチャット併用会議が、発表者に対して影響を及ぼしているかどうかを詳しく調査する必要がある。

さらに、チャット併用会議は実世界とチャット・メディアが融合した会議であるため、返信関係構造についても再検討する必要がある。返信関係構造の同定には、返信関係の入力と保存ができる仕組みがシステムに必要であるが、実世界での発言には発言 ID などはないため、何らかの方法を提案する必要がある。

会議の参加者は、聴衆だけではない。聴衆のための機能も必要であるが、聴衆だけが一方的にチャットの利便性を享受し聴衆のための機能が増えていくだけでは、チャットは発表者と聴衆の分断を高めているだけである。チャットは機能が容易に追加できるデジタル・メディアであるという以前に、コミュニケーションのためのメディアである。この利点を十分に生かして初めて、チャット併用会議という新しい会議形態が成立するのではないだろうか。

1.5 本研究の目的

本研究は、前述の問題点を解決するために、チャット・メディアと実世界メディアとの繋がりを調査・検証し、チャット併用会議の利点を明示し、その応用技術も含めた評価を

するものである。発表者はチャット併用会議で得るものがないと感じていることが既存研究から明らかになっている。発表者がチャット併用会議によって会議から得るものが増加するのであれば、それは発表者が作り出す文書に何らかの変化を与えているはずである。この繋がりについて効果を検討した研究は存在しておらず、本研究ではチャット・ログと発表者自身が作り出す文書の比較によって検証する。

また、チャット・メディアと実世界メディアとの繋がりを強化することで、チャット併用会議は真に一つの会議形態となる。聴衆が聞きたい質問をチャット・ログから発表者に伝えるだけのシステムでは、例えば、聴衆の質問したいという希望、今の気持ちを伝えたいという欲求は満たしているであろうが、発表者のチャット・ログから情報を得たいという希望は十分に満たせていない。この希望を満たすために、チャットが実世界メディアに対して歩み寄るというアプローチが可能だと考える。

本研究が用いるアプローチは、チャットが実世界メディアとの繋がりを記録できるようにするというアプローチである。チャット・メディアと実世界メディアの関連性は非常に基本的な情報であるにもかかわらず、現在は時間的に同期しているという事が経験的に知られている以外はほとんど分かっていない。どの発言がどの発言を指しているか、どの発言への返信なのかという情報すら、現在のチャット・メディアには記録されていない。この情報を得ることは非常に重要だと考えられ、この返信関係を用いることで更に高度なチャット併用会議支援システムに繋がる可能性もある。

本研究は、意見収集型プレゼン会議における発表者とチャットの関係性を調査し、そのつながりを強化することで、チャット併用会議の有用性と応用の検討を行うことを目的とする。

1.6 研究対象

本研究では、実験をすべて筆者が在籍する西本研究室の進捗報告ゼミから得るものとした。これには2つの理由がある。

1 つめは、実際の進捗報告を実験対象にでき、有用性を現実に即して論じることができるためである。西本研究室が以前から長期にわたってチャット併用ゼミを続けて慣れているため、ゼミのやり方を変えることによる混乱がなく、安定した環境での利用状況を継続的に、しかも、実際の進捗報告を分析対象とすることができる。

研究活動では新奇性のある研究をすることが求められるのと同様に、一般の会社では実用性の高い提案が求められている。特に、システムを実装して効果を検証するような研究の場合は、実現可能性についても検討する必要があるため、一般の会社における活動に極めて近い。従って、システムを実装しその効果を検証する研究の進捗報告のデータを対象とすることで、社会で広く行われている生産活動への応用可能性を探ることができると考えられる。また、進捗報告は回数が多いため統計処理を行うことで結果を均質化できる。

2 つめは、チャットを併用することによる効果が出やすいためである。学生の研究進捗報告は反復して行われるため、進捗報告の参加者は発表者の研究内容を概ね承知しており、また、学生自身も模索しながら研究を行っている。そのため、現在の研究方針や研究成果を他者に伝えるための知識伝達というよりも、現在の研究方針や途中成果について意見を収集するという側面が強く、チャット併用会議の効果が出やすい。

以上から、進捗報告を対象として実験を行ったとしても、そこから得られる結論は広くチャット併用型プレゼン会議に対しても言えると考えた。

1.7 章の概要

第2章では、チャット併用会議システムの事例と関連研究について述べる。チャット併用会議を実践した事例報告が既にあり、講義にチャットを併用した教育分野での事例報告もされている。こうした事例報告から、本研究が設定する目的が妥当であるかどうかを検討する。また、口頭対話と併用しない、つまり、すべてをチャット上で行う「チャットによる会議システム」による研究、チャット機能を含んでいない議論支援システムも多くある。これらも関連研究として取り上げる。上記の研究例を検討することにより、チャット

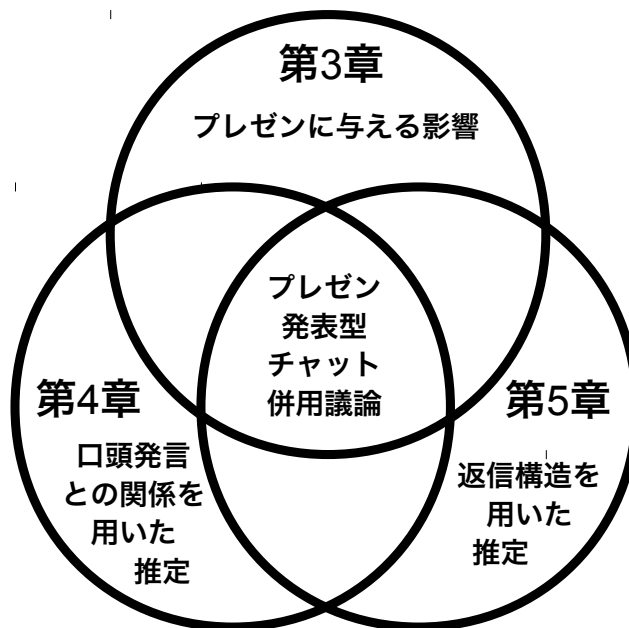


図 1.5 章の関係

併用会議システムでどのような技術を取り入れるべきかを明確にする。

第3章、第4章、第5章は、チャット併用会議支援システムの応用可能性に関する研究である。まず有用性の検証を行い、続けて、異なる角度から2つの推定手法の検討を行う。章の関係を図1.5に示す。

第3章では、チャット併用会議が発表者に対してどのような影響を与えているのかを調査し、チャット併用会議支援システムの有効性を検討する。本来、会議は一度開催すればすべて終わるものではなく、何らかの継続的な活動の成果をその都度まとめて報告するものである。とすれば、チャット併用会議の影響はその報告にも反映されているはずであり、チャット・メディアとその報告との間にも何らかの関係性が存在するはずである。その関係性を知ることによってチャット併用会議の特徴を知ることができると考えられるため、調査を行った。

第4章では、チャット発言と口頭発言の関連性を調査し、口頭発言に関連のあるチャット発言を自動的に抽出する手法について検討する。バックチャンネルとして使用される

チャットにおいては、チャット発言と口頭発言は時間的な制約条件下にある。これはすなわち、チャット発言は「今話されている内容」に関連性が見いだせる可能性が高いということであり、この性質に基づいて自動的に関連性を検出できるかどうかを調査・評価する。

第5章では、チャット併用会議支援システムのチャットとして求められる機能を検討し、クロスチャンネル返信という概念を提案する。クロスチャンネル返信は極めてシンプルなものであり、チャットが実世界に対する返信を行った際に、その情報を記録するというものである。しかし、チャットには実世界への返信以外にも様々な発言が投稿されるため、それらの発言とクロスチャンネル返信との違いも述べる。チャット発言と口頭対話の関連性を聴衆が手動で入力する Chatplexer システムを開発し、その応用として発表者にとって重要な発言を自動的に抽出できるかを評価する。Chatplexer システムではクロスチャンネル返信を直接入力するための各種の機能を付加し、簡便にクロスチャンネル返信を入力できる環境を構築した。Chatplexer システムで得られるチャット・ログからクロスチャンネル返信のみに着目し、クロスチャンネル返信がどのような目的で使われているかを分類し、例を挙げながら解説する。このクロスチャンネル返信情報を用いると、チャット発言がどの内容に属しているのかを容易に解析することができる。クロスチャンネル返信情報を用いた応用として、発表者の支援ができるかどうかを検討する。

第6章では、第3章から第5章までの知見を総合し考察を加える。第7章はまとめである。

第 2 章

関連研究

2.1 議論の記録とインターフェイス

チャット併用会議は実世界メディアの情報と、チャット・メディアの情報の両方を同時に扱う会議である。会議支援システムでは、実世界メディアの情報とチャット・メディアの情報を統合する必要がある。まずは、実世界メディアの情報をデジタル化して保存するシステムについて関連研究を紐解いてみたい。

Chiu らの NoteLook[33] と LiteMinutes[34]、友部らのディスカッションメディア [35] や Baecker のシステム [36]、勝木らのシステム [37] など、議論の記録と再生にフォーカスしている論文では、録画映像表示部(スライド含む)、音声の有音・無音インジケータのタイムラインで構成されることが多い(図 2.1, 図 2.2, 図 2.3)。

チャットではないが、会議でホワイトボードを発表者と聴衆の間で共有し、ホワイトボードにコメントを書くということがしばしば行われる。チャットほど広範囲な使われ方ではないが、こうしたコメントもチャットに類似した性質を持っているものと考えられる。

栗原らの ZUI(図 2.4)では、本筋から離れた議論を行うためのプレゼンテーションのスライドに大きな余白を設けている [38]。渡辺らは共有ホワイトボードの使い方について

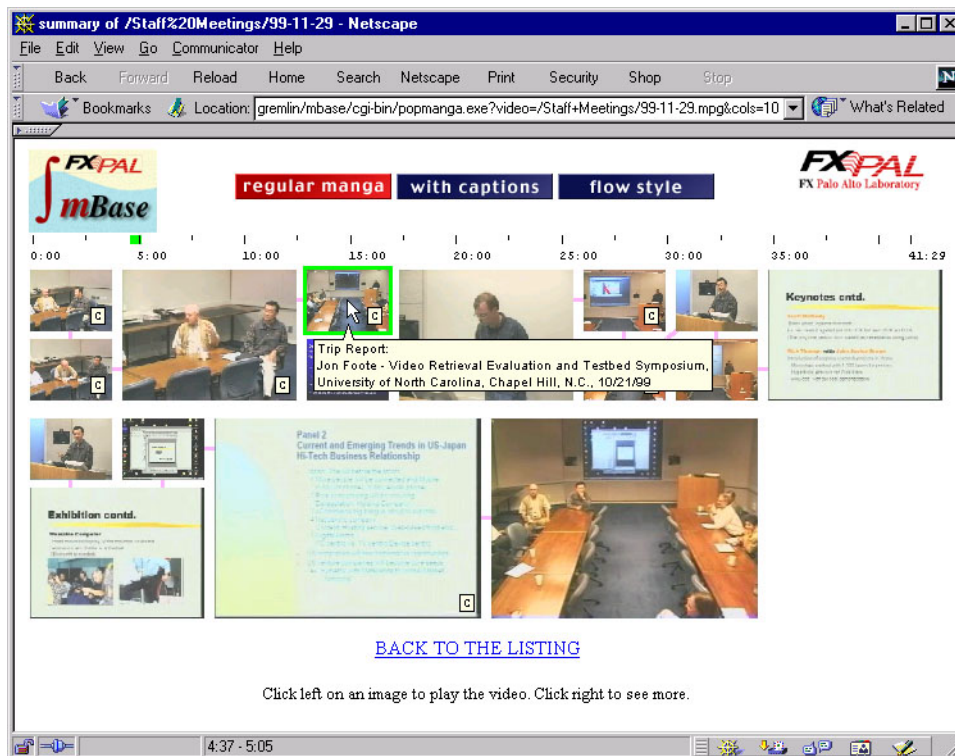


図 2.1 LiteMinutes の Manga 式要約画面

研究し、キーワードをホワイトボードに提示するのではなく、文を提示することによって合意内容を正確に記憶できると報告している [39]。

これらのシステムに更にチャットを加えたシステムは、さらにチャット併用会議に近い。倉本らは KJ 法をコンピュータ上で実行できるシステム郡元での実験において、音声や映像といったマルチメディア・コミュニケーションよりも、チャットのみで議論した方が発想が多く行われたと報告している [40]。吉野らは遠隔ゼミナールを支援する Wadaman にチャット機能を付加し、「質問する」ボタンだけの時と比べてチャット機能を付加した場合の方が発言数が増えたと報告している [41]。チャット・メディアは主に文を交換するメディアであるが、Alphonse らは問題解決のために音声による電話とテレタイプによる電信を比較検討し、問題解決においてはボディ・ランゲージは大きな要因ではなく、テレタイプでは経験に由来する会話のパターン化の有無が効率を左右すると報告しており [42]，

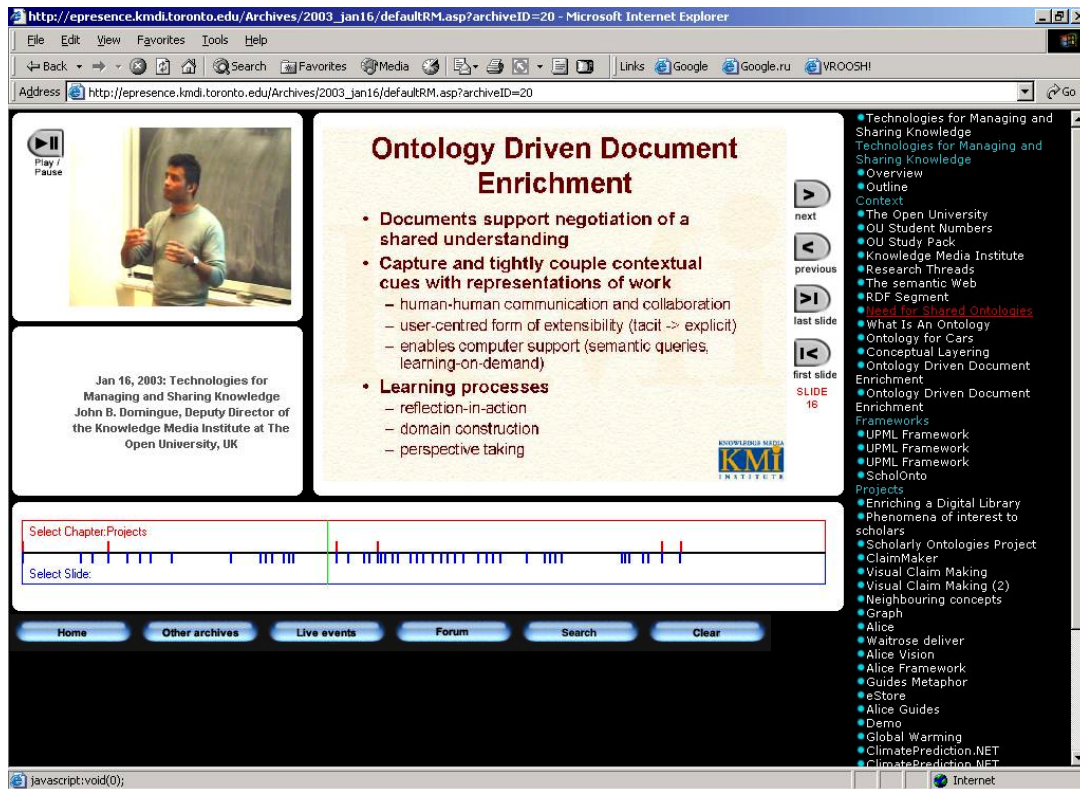


図 2.2 ePresence のアーカイブ閲覧画面

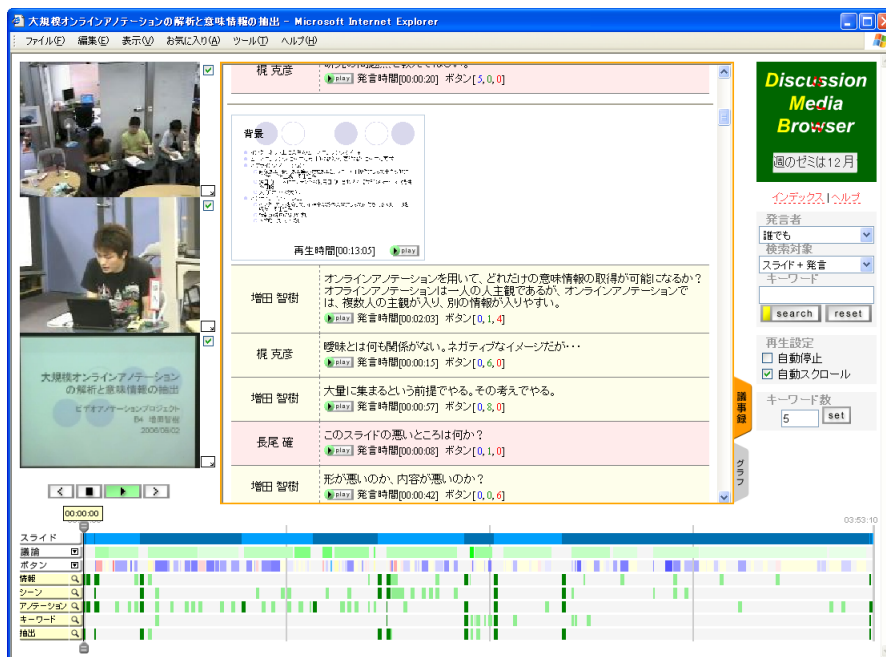


図 2.3 ディスカッションメディアブラウザ

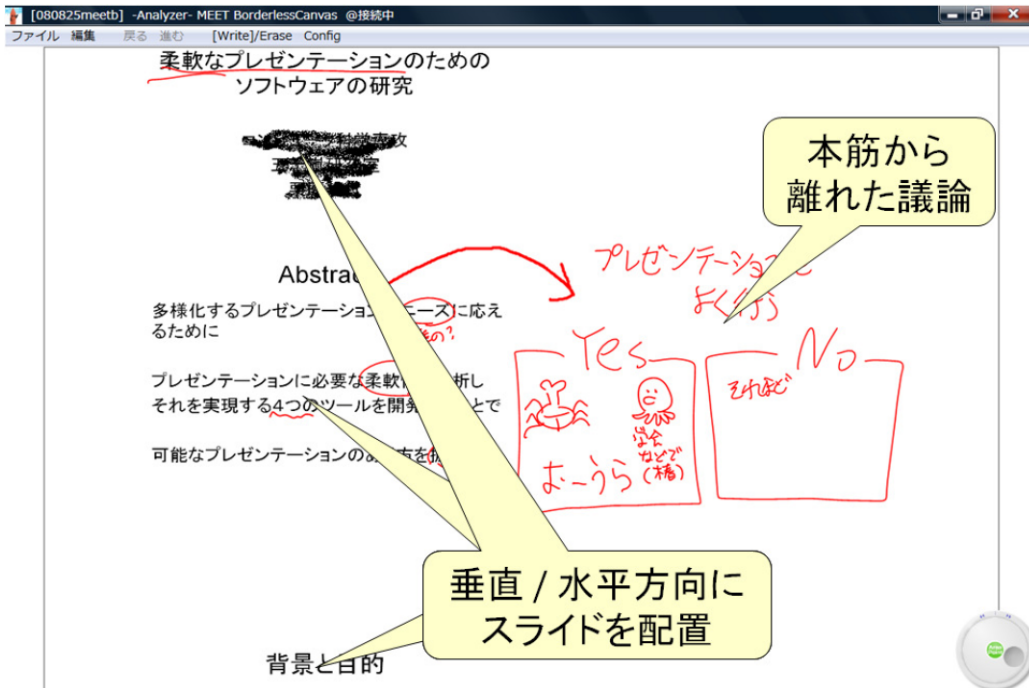


図 2.4 ZUI の Zooming Interface

非言語情報がなくても会話パターンがきちんと成立していればコミュニケーションは成立し、時と場合によってはその発言のしやすさが非言語情報の不足を補ってあまりある効果をもたらすこともある。

2.2 最初のチャット併用会議

WISS'97 で暦本らが使用したシステムは、Microsoft ComicChat という、チャット発言に対してキャラクターの絵と表情を付加して漫画風のチャット・ログとして表示するチャット・ソフトウェア（図 2.5）である [43]。WISS には発表が行われるメイン会場と、メイン会場に入ることができなかった参加者が遠隔で発表を視聴するためのサブ会場があり、サブ会場ではメイン会場の発表をビデオによる中継によって見ることができる（図 2.6）。このサブ会場からメイン会場に遠隔参加するための手法としてチャットが用いられている。この暦本らの研究が、実世界メディアに対してチャット・メディアを追加した最

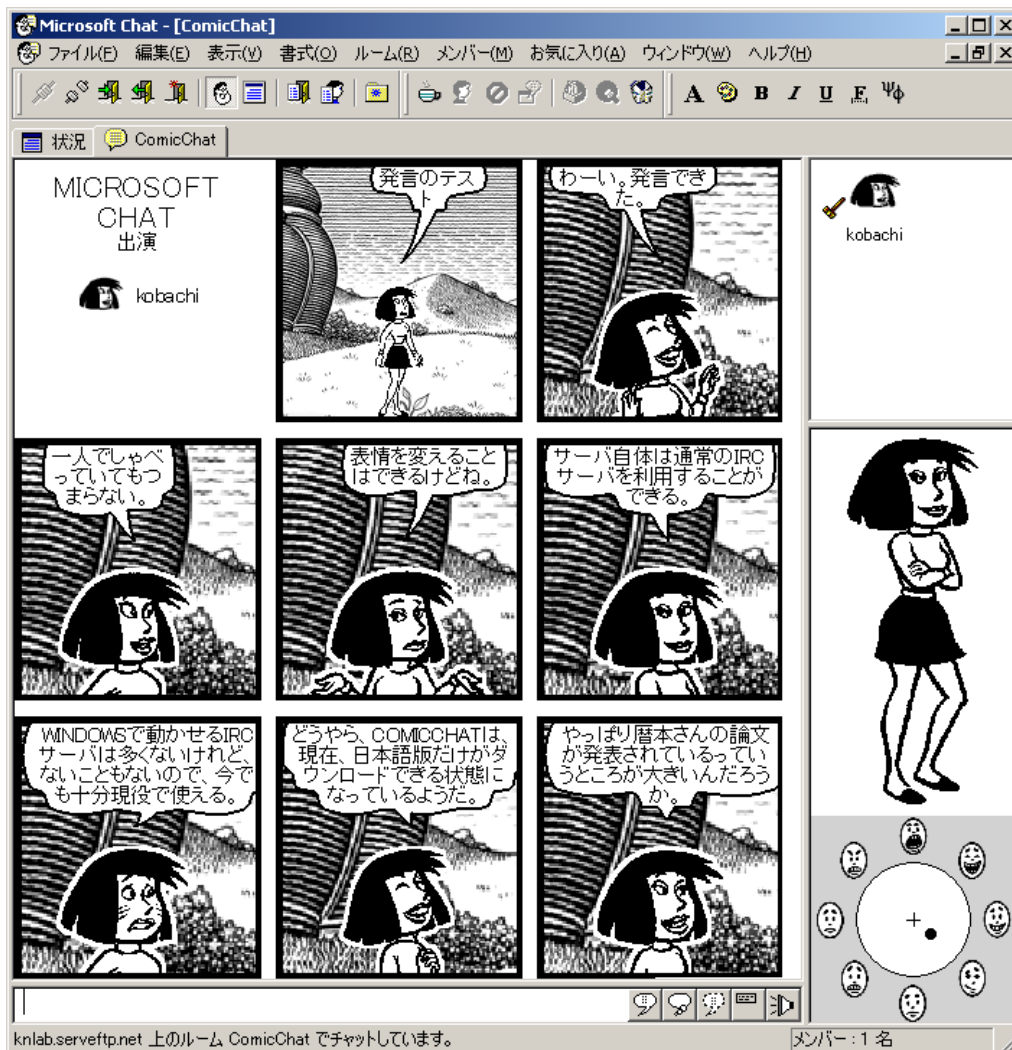


図 2.5 Microsoft ComicChat の画面

初の研究である。

暦本らの研究では、サブ会場のように物理的に繋がっていない場所からの参加があり、メイン会場からサブ会場に向けて映像と音声によって発表が中継されてはいるが、サブ会場からメイン会場に対するコミュニケーション手段は提供されていない。従って、最初からサブ会場からメイン会場に向けて質疑や意見を送りたいというモチベーションがあり、サブ会場からメイン会場に向けてのコミュニケーションは必ずチャット・メディアを経由して行われるという前提がある。しかし本論文が扱うチャット併用会議としては、サブ会

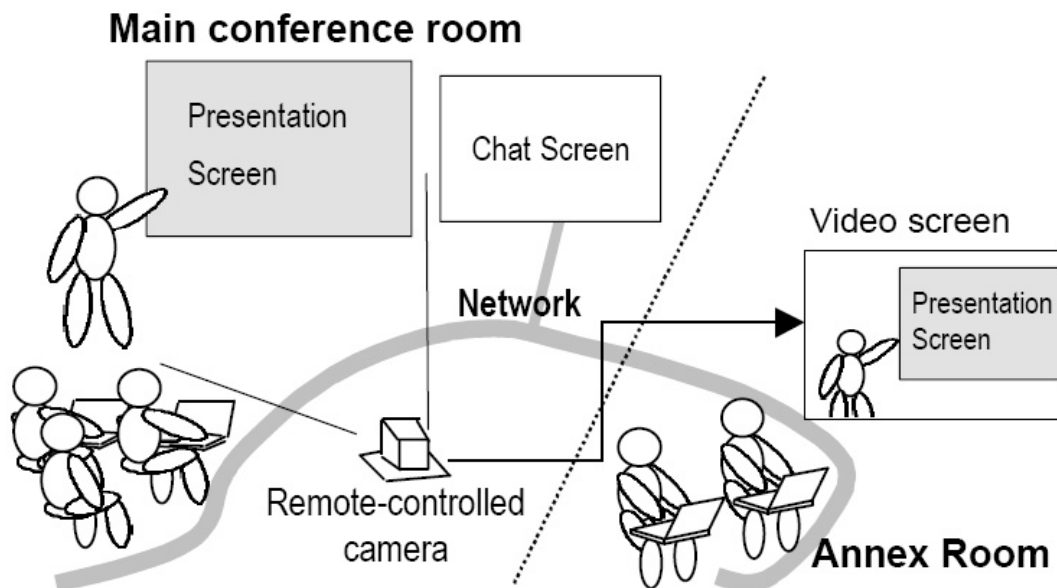


図 2.6 WISS'97 での会場設定

場のような遠隔参加を伴わないケースを対象とするので、この点は暦本らの研究と設定が異なる。

2.3 バックチャンネル

チャット併用会議を実施してその効果を検証した論文は多数ある [5][6][8][9][10][11][44]。その中でも重要な位置づけを占めるのが、2004 年・2005 年の、バックチャンネルという概念との類似性を指摘した研究である。

McCarthy らはチャット併用会議におけるチャット上の会話に、一般的対面口頭会話における頷きによるコミュニケーションとの類似性を見いだした [5]。このような頷きなどのコミュニケーションが行われるチャンネルは、バックチャンネルと呼ばれる。バックチャンネル上でのコミュニケーションは、主となるコミュニケーションのチャンネル（メインチャンネル）上でのコミュニケーションを中断させることがない。チャット併用会議におけるチャット上での発言行為も、同様に口頭での発言を阻害しない。また、メイン

チャンネル上の話題がバックチャンネル上の話題や行動に強い影響を与える点もバックチャンネルの重要な特徴である。畠中らは、チャットではリアルタイムで質問できる点を高く評価されていたと報告している [45]。McCarthy らはチャット併用会議において、バックチャンネルであるチャットの話題はメインチャンネルである口頭対面対話の話題に強く影響され、メインチャンネルの話題の二次的な内容などを扱うと報告している。

Yardi らは長期間にわたり授業においてバックチャンネル・チャットを導入し「チャット併用講義」を行った結果として、バックチャンネルであるチャットは社会的な信頼感構築の補助となると報告している [44]。また、Hembrooke らが指摘しているマルチタスキングによる集中力の低下などの弊害に関して [10]、バックチャンネル・チャットに合わせて授業構成を変更したり、バックチャンネル・チャットのためのマナーを決めることによって、弊害を抑えることができると予測している。これは、頷きなどの自然なバックチャンネルとは異なり、チャット・メディアはコンピューター上のソフトウェアでありコントロール可能であるため、使い方を工夫できるという主張による。

2.3.1 口頭対面対話との対応付け

前節において、McCarthy らはメインチャンネルとバックチャンネルの間で、話題や行動に関連性があると予測しているが、チャットではないものの、議事録と音声との関連性や、口頭発言の音声データとプレゼンテーションのスライド情報を関連づける試みは、議事録の自動生成や検索インデックス生成の研究として多数行われている。Whittaker らによる Filochat[46] (図 2.7) は、電子的に記録されたメモを音声とリアルタイムに手動で関連付けることができるシステムである。久保田らは会話の記録単位として会話量子単位 [47] を提案しているが、石戸谷らはこの会話量子単位を区切りとして、議論を行った時点の情報を検索・参照しながら気軽に議論ができる TimeMachineBoard を開発している [48]。TimeMachineBoard では、Wii リモコンを応用した入力装置を用いることで、手動で関連づけを行っている。

[Stopped] FileChat page 1 of 1 in section 2

File Section Page Audio Help

Wed 1 Sep 1993, 11:06:20

Topic: Telecomms Meeting

Attendees: John F, Richard P, Dominic, PR, Phil

VISITS (JF, DM)

- Cheltenham - Steve Richardson, Barry Parker + 2
- Fri 27th
- Network Traffic Control - APC, RFI
- Point to point routes / switch data

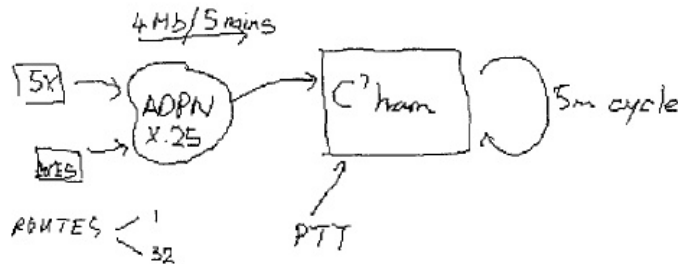


図 2.7 FiloChat の画面

木内らは発言に含まれる指示語を追跡することで議論を分割・構造化しており [49], Akker らも指示語を機械学習により予測することによって関連する発言が何を指しているのかを推定 [50] している。石戸谷らは過去の議論に対する引用関係を解析することによって過去の議論の検索機能を提供している [51]。中西らは口頭議論とチャットとの対応を明確にするために、チャットに音声ファイルとのリンクを張る機能を追加している [52]。しかし、リンクを張る作業のためにチャットでの議論を中断する必要があるため、本来であれば自動的に音声とのリンクを認識する方が良いと考えられる。

自動的に関連付けを行う研究もなされている。中澤らによる研究 [53] では、長時間にわたる講演映像のシークを、PowerPoint のプレゼンテーションから抽出された文字情報を参考にすることによって簡易な音声認識を利用しても、誤差 1 分以内の精度を保っている。

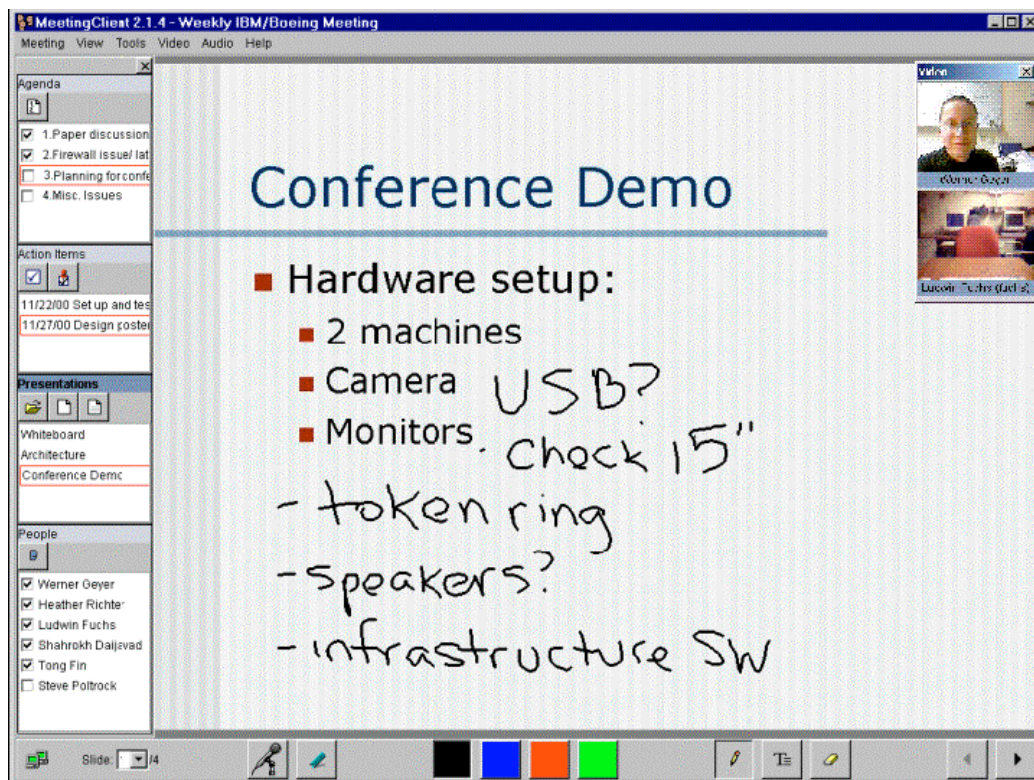


図 2.8 Meeting Client の画面

また、横森らによる研究 [54] では、会議の進行中に行われた発言状態や操作情報をすべて記録させ、会議を完全に再現できるようにしている。Richter らの研究 [55] では、同じくプレゼンテーション資料を基にしているものの、手書きの情報をプレゼンテーションに書き込めるソフトウェア（図 2.8）を使用し、会議の記録に加えてソフトウェアの操作情報も記録する。記録された情報は表示のためのソフトウェア（図 2.9）を用いて自由に参照することができる。これらのシステムは、議事録・メモ・プレゼンテーションと音声との対応関係を記録するためのシステムであり、システム上でコミュニケーションをとる機能はないか、あっても最小限のものである。

これらの研究における「関連性」とは過去の発言や議論の続きや応答という文脈上の関連性であり、類似した発言や意見を網羅的に見いだすための関連性ではない。映像再生を伴うシステムにおいては、時系列上の関連性を用いる研究も行われている。増井らは遠

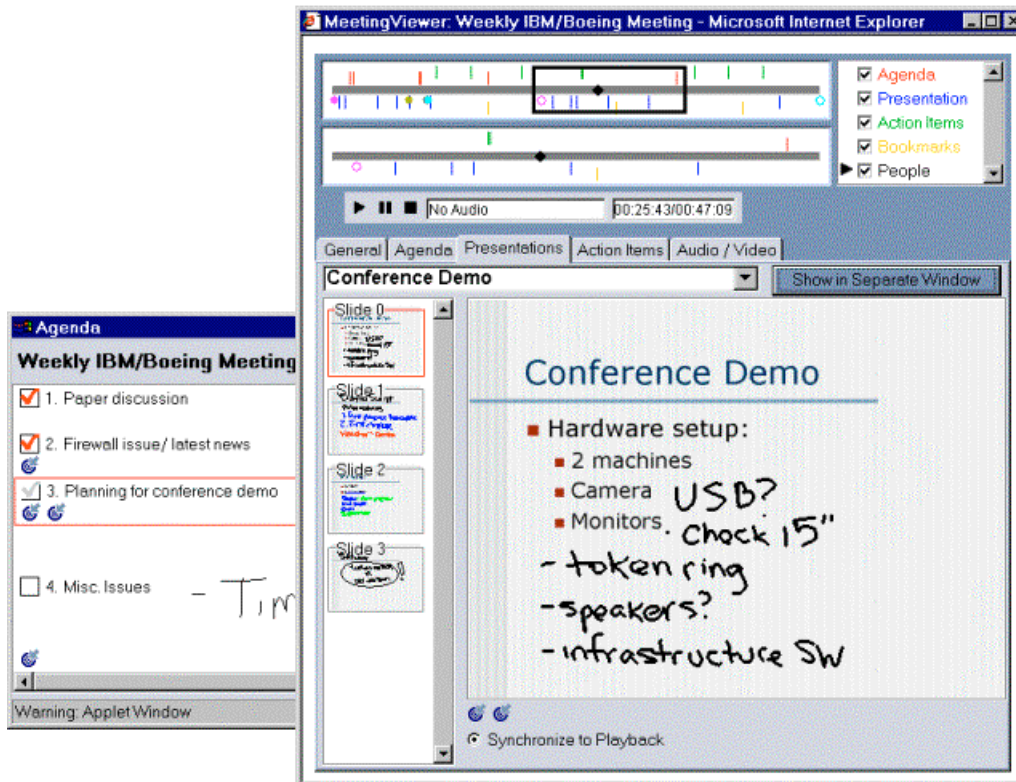


図 2.9 Meeting Viewer 画面

隔地で映像を共有し再生状態を同期しながらチャットができるシステムを開発している [56]。山本らは映像の特定時間に対して非同期で送信されたコメントを用いて、映像に対するアノテーションを自動生成している [57]。

チャット併用会議での使用実績があるシステムも開発されており、西田らの Lock-on-Chat[58] および On-Air-Forum[32] においては、システム上でチャット・メディアを提供し、スライドのページと座標を指定してコメントを送信することができる。つまり、各コメントはスライド上に記述されているコンテンツと密接にリンクするものとなる。On-Air-Forum においては、チャット発言に対する返信についても返信元の発言を結びつけることによりスライド上のコンテンツにリンクすることができる (図 2.10)。

この節で挙げたシステムはメモ (議事録) に対して口頭発言を対応づけられるシステムと、プレゼンテーションのスライドに対して口頭発言を対応づけられるシステムに分ける

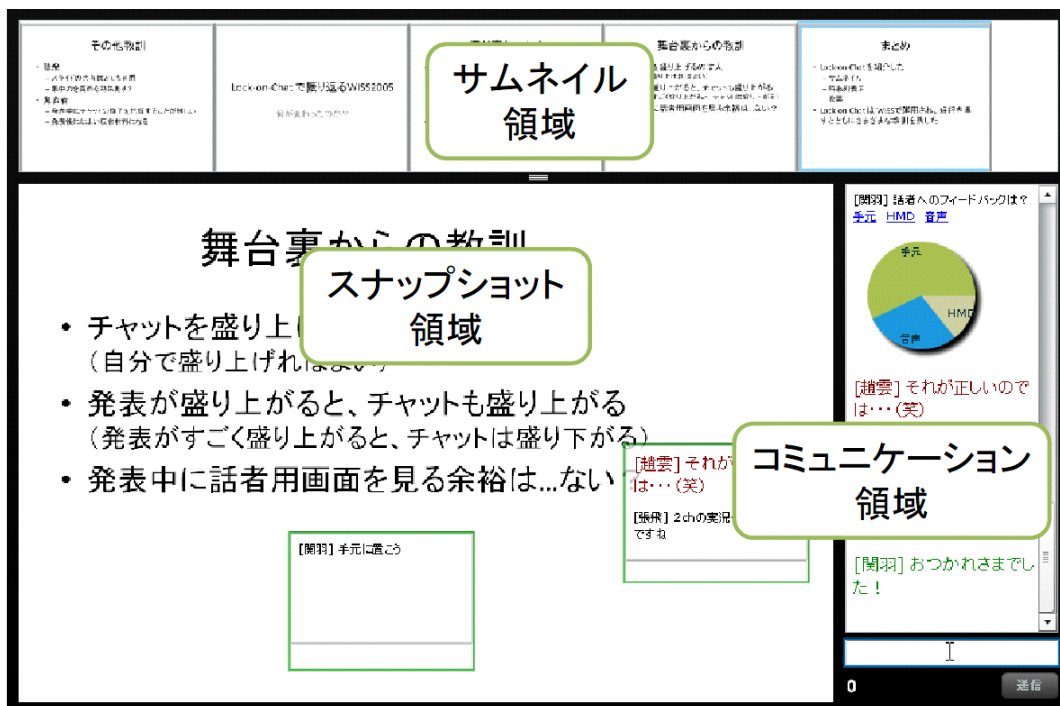


図 2.10 On-Air-Forum の画面

ことができる．しかし，メモや議事録（議事録の生成過程は除く）はもちろん，スライド上にすべての発表内容が記載されているわけではないため，口頭による発言内容に対してもコメントできることが必要である．

2.3.2 動画や放送との対応付け

テレビやニコニコ動画で，動画に対してチャット風のシステムでコミュニケーションがとれる状態において，チャット発言を対象とした研究も存在する．Miyamori らの研究 [59] では，TV での中継と同時にチャットで交換される発言を分析することで，TV 上で展開される場面の状態を推定するシステムを構築している．

青木ら [60] は，ニコニコ動画の動画に投稿されたコメント数を時系列で分析することで，盛り上がりを検出して精度よく動画を要約するシステムを構築している．自由に時間を指定して再生ができる動画は本研究が対象とするチャット併用会議と完全に同一の条件

ではないものの、動画というフロントチャンネルに対して、聴衆が自由に発言できるバックチャンネルとしてチャットが存在するという点においては同一である。これらの研究においては、チャット・システム上で交換された発言がほぼ即時の動画やテレビといった実世界への関係性を有するという前提で開発され、また、高い精度の推定結果を示している。

2.4 チャットにおける意見の要約

チャット・ログが膨大になってしまう問題は、バックチャンネルの性質とは無関係である。この問題を解決するには、チャット・ログから重要な情報のみを抽出する方法が良いと考えられる。Mediated Chat 4.0 ではチャット発言のリアルタイム配信を止めることで、チャット・ログが膨大になってしまうことを回避したとしているが [61]、これではチャット・ログは膨大にならないものの、バックチャンネルとしての性質も失われてしまい本末転倒である。

参考にするべき情報を抽出するという観点からは、要約（ダイジェスト）の自動生成の研究が古くから為されている。川口らは、同期コミュニケーションに途中参加するため、発言時間や発言回数などの指標を用いてダイジェストを作成している [62]。佐藤らはネットニュース・システムに投稿される不定形の文章から要約を作成する場合は文章中の記号などが障害となり形態素解析が難しいとしており [63]、形態素解析を行わず整形済みテキストから読み取れる書式情報を用いて要約を生成している。石原らのシステムでは、ネットニュース・システムを拡張し、投稿された議論記事から出現頻度の高い名詞を含む一文を抽出することによってある程度の精度で要約文を自動生成できたとしている [64]。風間らはチャット上のテキストには音声的変形が伴い、形態素解析において音声的変形を考慮するアルゴリズムを追加して評価している [65]。

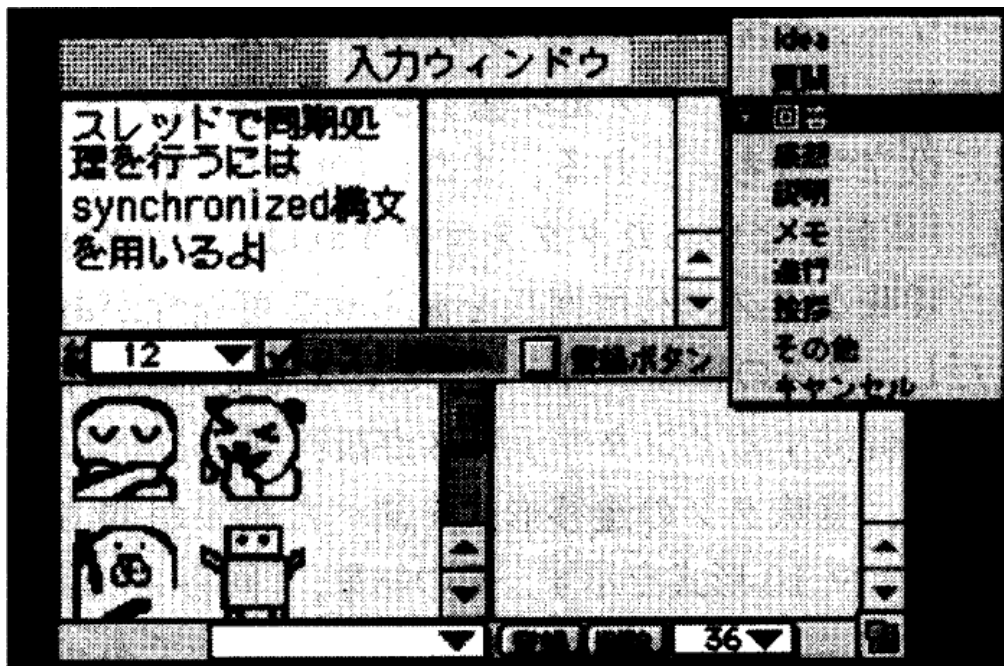


図 2.11 RemoteWadamanV におけるセマンティック・タグの入力画面

2.4.1 タグによる発言の選別

太田らはメールによる発言にタグを付加することにより議論の構造を可視化している [66]。Lonchamp ら [67] や由井園ら [68] も、チャットに対して同様のタグを入力できるシステムを構築している。平島らは議事録を作成するため、ゼミ中に平行して使用するコメントシステムにおいて、コメントの種類を投稿時に入力させ、ゼミ終了時に「意見」「質問」の種類だけを抽出する機能を提供している [69]。由井園ら [68] は、チャットの各発言に対して「質問」「回答」などの意味タグを付加するセマンティックチャット（図 2.11）を提案し、これによって各発言の意図を明確にする試みを行っている。いずれも事前に定義されたタグにより発言を分類することができるシステムである。

タグよりも更に制約の強いシステムとしては、チャット上の発言を既定の議論法のルールに則った発言のみ行えるようにしたシステムがある。こうしたシステムでは、マインドマップなどの議論整理法をチャットでの議論の段階で適用する松村の Pythagoras [70]

や、Pimentel らの Mediated Chat 2.0[71] などがある。チャット併用会議ではチャットの目的が異なり口頭での議論も伴っており、議論法が想定する環境とかなり異なっている。Cogdill らは特定の方法に従って議論を進めることを強いることで、バックチャンネルが有効に機能しない可能性を指摘している [72]。またチャット併用会議においては、議論法を適用するのならバックチャンネルであるチャットよりも、フロントチャンネルである口頭議論に対して議論法を適用した方が議論法が想定する効果をより発揮できると考えられ、これらのシステムをそのままチャット併用会議に適用することは妥当ではないと考えられる。

2.4.2 投票・選別による発言の抽出

前節のメモやスライドへの書き込みは、ある意味では発表者に対する聴衆からの意思表示であり、対応付けのあるものを選別することができる。しかし選別という観点から言えば、もっと直接的に、チャット発言に対して投票するという仕組みが考えられる。

意見収集型プレゼン会議に限定せず、チャットのログが長大になる問題を投票を用いて解決しようとした研究はいくつか行われている。backchan.nl[29] や On-Air-Forum[32]、勅使河原らの研究 [73] では、各チャット発言に対して聴衆が投票を行う機能を提供している。backchan.nl (図 2.12) では多数の賛同票を集めた記事だけを選ぶことで、発表者が見るべき発言の数を減らして支援している。しかし、これらの試みでは重要性の判断を聴衆が行っているため、必ずしも発表者にとって重要な発言が抽出されるとは限らない。例えば backchan.nl では、「お腹がすいた」などのその時々聴衆の感情を表す発言がランキングの上位になることがあったと報告されている。

松本らの Kairos Chat は、チャット発言を一定時間で画面外に消してしまうように表示座標をスクロールさせ、スクロール速度をチャットの参加者が変更することで、チャットの中から議事録として有効な発言を抽出させることを試みており [74]、使い分けも発生したと報告している [75]。Viegas と Donath の Chat Circles は 2 次元平面の上に表示される

backchan.nl

Futures of Entertainment 3
Consumption, Value, and Worth (10:15 — 12:15)

Welcome to backchan.nl! This tool is a way for people in the audience to post responses to the panel live, and in a publicly visible venue. These responses can be questions, comments, links to related resources, or whatever else you think other people might be interested in. Even if you don't have anything to say, you can vote posts up or down that you think are useful or problematic. Highly ranked and comments will get brought up during the discussion section of the panel.

Drew Harry
MIT Media Lab

characters left: 235

Submit Post

Top Posts

What value does user-created content have with various media properties? How do you measure or reward this behavior? ↑10 ↓2 **1**
hiplaren CMS posted 27d 9h 20m ago

just because you _can_ measure it, doesn't mean it's worth measuring. what other criteria should we use to decide what kinds of engagement to measure? ↑7 ↓1 **2**
Mike Arauz Undercurrent posted 27d 8h 45m ago

we're on the Age of beta, things and businesses... how can we match measurement with nonstop practice / beta biz models? ↑5 ↓1 **3**

do you think that the popular questions on the backchannel are susceptible to cumulative advantage? what about other online content? does popularity beget popularity? ↑5 ↓2 **4**

Recent Posts

Post	Author	↑	↓	Actions	Age
flipping perspectives for a minute and focusing on the industry side, can you describe a specific example of a 'successful' academy - industry relationship, and what made it successful for the industry partner?	LawBaird Turner Broadcasting	0	0	↑ ↓	26d 3h 33m
wondering if the infinity loop (or any multi-platform show-based social media) is being archived in time sequence for later study or reuse or does it disappear once season is over	LawBaird Turner Broadcasting	0	0	↑ ↓	27d 4h 53m
Networks created hulu.com to protect scriptwriters or to steal Youtube's audience?	Mauricio Mota New Content	1	0	↑ ↓	27d 7h 56m
It's difficult to speak about "engagement" as if there's a single discussion about or metric for it. Advertisers, content owners, content creators all care about different things; it's many discussions conflated under a single word.	Ivan Askwith Big Spaceship / C3@MIT	0	0	↑ ↓	27d 8h 0m
Value & worth are not necessarily about economic transactions, as we heard from Henry. Is the proposition here different for educational or socially relevant content, not just stuff for sale?	Bill Shribman WGBH	4	0	↑ ↓	27d 8h 2m
I'm interested in the further examination of criticisms of the Long Tail.	caseorganic Hazelnut	0	0	↑ ↓	27d 8h 5m
it's easy to say that consumers prefer relevant ads vs. non-relevant ads, but what	Mike Arauz	0	0	↑ ↓	27d

図 2.12 backchan.nl の投票画面

円の中に発言を表示するチャットシステムであり，古い発言をフェードアウトしたり，送信者の活動状況によって円の色や大きさを変更することができるが，これは送信者の活動状況を図示したものであり，直接的に発言の重要度を示すものではない．Kairos Chat はアプローチとしては Chat Circles と同様に古いチャット発言の消滅というアプローチをとっているが，聴衆が選択したチャット発言を消去しないでおくことができる．平島らの研究 [69] では議事録を作成する目的でチャットを利用しているのに対し，Kairos Chat ではチャットの目的は議事録を作るのではなく，議事録に適する発言だけを取り置くログ領域をわけ，そうでない発言の表示方法に工夫を加えることによって，議事録に残すべき

重要なチャット発言を選別している。しかし、時間経過と共に発言が消滅してしまうシステムでは前提としてチャット画面を常時見続けることが求められるため、チャット併用会議で用いるとメインチャンネルである口頭議論とバックチャンネルの注目度が逆転してしまい、バックチャンネルとしての利点を保持できないと考えられる。

2.5 チャットからのフィードバック

最後に必要となるのが、高認知負荷状態にある発表者への情報のフィードバックである。チャットのみで議論をする環境下で、チャット参加者に対してフィードバックを行う研究も多数なされている。

小谷らは協調学習で利用するチャットにおいて、参加者がどの領域にどの程度詳しいかを自然言語処理によって簡便な知識マップとして表示することによって議論を支援している [76]。Gilly らは発言者の状態を表示する GroupMeter を作成し、聴衆の発言をコントロールする試みを行っている [77] が、こちらも簡易な情報の提供にとどまっている。江木らは対面議論に複数参加者による共有文書の同時編集機能を提供したが、他者が編集している間は追記ができないロック状態になるため、同時編集のアウェアネス状況を通知する必要があると報告している [78] が、同論文の中では同時編集自体の認知負荷が高いとも報告しており、それに加えて更にアウェアネス状況も伝達することが必ずしも事態を改善するとは言えず、また別の問題を生み出す可能性がある。

発表者に対するフィードバックとしては、栗原らのプレゼン先生 [79] がある。プレゼン先生はプレゼンテーションの発表者に対してのフィードバックを発表中リアルタイムに行うオンラインフィードバックと発表後に行うオフラインフィードバックに分類しているが、オンラインフィードバックは話速、抑揚やアイコンタクトなどの簡易な 6 種類のアイコンに限定されている。このように、チャットからのフィードバックはそれがチャット参加者に対するものであっても発表者に対するものであっても、簡易で直感的な情報として行われている。しかし、こうした簡易な情報では、どのチャット発言を参考にすべきかと

いう情報は読み取ることができない。

2.5.1 議論要約によるフィードバック

Abbasi と Chen は、議論の要約システムが単語群を提示できたとしても、それは提示された単語群を元に議論を「想像」しているに過ぎず、議論の要約になっていないと主張しており [80]、品詞に基づいた分類を SVM により学習させることで、チャット・ログに色を付け重要度を求める Ink Blots システムを開発している (図 2.13)。チャット・ログに視覚的効果を加えることで、重要発言を目立たせる研究は Chat Circles[81] も同様である。Donath らは、会議における各種データをツリー上に分類し、二次元平面上に描画することで多彩な情報を統一し、会議の追跡がしやすくなると報告している [82]。ただ、これらはチャット上で全ての議論が完結しているチャットのための議論システムだからこそ実現できる手法である。チャット併用会議では口頭発言に関連した発言がそうであると明示されずに発言され、場合によっては指示語すら含まれないことがあり、自然言語処理による解析は単純なチャット・ログの解析よりも更に難しいものとなる。

2.6 関連研究のまとめ

ここまで多数の研究を例示してきた。チャット併用会議は、デジタルな議事録を作成したり、遠隔からの議論参加を促す研究の流れの中で、チャット機能を取り入れたところ大きな効果が得られたことから始まった。バックチャンネルという枠組みから考察が行われ、マルチスレッド的側面に有効性があることが分かってきている。

意見の検索においては、構造に基づいて検索するシステムが一定の精度を達成している。チャットや議論支援システムを口頭議論と併用する場合においても、どの意見がどの意見を受けて発言されたのか正確に認識することが重要であり、特に、デジタル・データと口頭意見との関連づけが重要である。この研究成果は意見の要約に応用することがで

WTB: MS OEM SOFTWARE & NETWORK CARDS & MORE
WE BUY COA's.
We are also buying MS OEM SOFTWARE/COA's/covers & manuals with COA's.
COVERS/MANUALS WITH COA's WIN 95, 98, 98 SE, NT 4.0 & MORE...

Wanted to buy.. Microsoft OEM Software in small and large quantities.
Buying in areas of 5-10 or more! The more the better!
Here is a partial list below. Email us with what you have!

- Office 2000 SBE
- Office 2000 PRO
- Office XP SBE
- Office XP PRO
- Office 97 PRO
- Office 97 SBE
- WIN 95, 98, 98 SE, 2000 PRO and XP
- Windows 2000 Server
- Windows 2000 Server +5, 10 or 25
- SBE Server 2000
- Works Suite 2001
- Works Suite 2002
- Word 2002
- NT Server 4.0
- NT Server 4.0 W/5 Cal, 10 Cal or 25 Cal
- NT 4.0 Workstation
- & LOTS MORE!

EMAIL US WITH WHAT YOU HAVE!
netbuy@bellsouth.net

WTB: NETWORK CARDS USED OR NEW.

- WTB: 3Com 3C900B-Combo Cards...Used, pulls etc
- WTB: 3CXFE575CT (Retail only)
- WTB: 3Com 3C905B-Combo
- WTB: 3c905c-txm or 3c905c-tx-m or 3c905cx-tx
- WTB: IBM PCI TOKEN RING CARDS P/N # 34L5501
- WTB: IBM 34L1209 / 34L1509 10/100 Etherjet
- WTB: IBM 85H9928 10/100 ETHERJET PCI CARDS/WOL
- WTB: IBM PART # 09N3601/09N3609 10/100 PCI Ethernet
- WTB: MADGE 51-04 PCI TOKEN RING CARDS
- WTB: Madge (51-05) - p/n 151-336-02 or p/n 151-324-06.
- WTB: Madge (20-01) with both rj45 & db9 cable
- WTB: Madge (20-01) with just db9 cable
- WTB: SMC 9432B-TX Cards

We are also buying other network cards and Microsoft OEM Software and manuals/covers with COA's.
We are also buy Cisco and Sun Equipment.
Email netbuy@bellsouth.net

☒ 2.13 Ink Blots

きる．

意見の要約は，様々な自然言語処理的アプローチが存在しているが，辞書ベースによる言語処理の難しさが報告されている．意味タグや投票によるシステムも合理的な着想ではあるが，選択される発言の重要度は聴衆にとっての重要度であって，発表者にとっての重要度ではない．発表者にとっての重要度は，発表者自身の入力に基づいて行われるべきである．

フィードバックでは情報を簡約して表示する研究が行われているが，簡約された情報量ではチャットから意見をくみ取ることはできない．そのため，チャット上で重要な発言に対して強調などの視覚的処理を行う方向性が良いと考えられる．あらかじめ指定したキーワードに基づいて機械学習させる研究が良い精度を達成したと報告されているが，チャット併用会議では音声口頭での議論はチャット・ログ上に存在しないため，名詞の分析とは異なるアプローチが必要である．

第3章

チャットはプレゼンテーション発表型議論に貢献しているか

チャット併用会議における最初の疑問点は、聴衆と発表者の認識のずれである。聴衆は発言機会が増えたことからチャット併用会議を評価しているが、発表者はチャットに有用でない発言があふれることを危惧している。これは、チャット・ログから発表者自身に関係のあるチャット発言を抽出しづらいため、発表者の視点からはメリットよりもデメリットが大きく感じられているのではないかと考えられる。そこで本章では、チャットは議論に貢献しているかどうかについて検討を行う。

3.1 貢献の指標の定義

本章では、チャット併用会議支援システムが、議論に対して貢献しているかどうかを発言数や会議時間からではなく、主産物である議論の成果から調査する。一般に会議や議論の成果は会議や議論の目的に応じて様々である。発言を一字一句正確に書き起こした詳細な議事録を必要とする場合も、参加者の一人がまとめた個人的なメモで十分だとされる場合もある。議論に貢献したかどうかを、議論の種類と切り離して定義することは難しい。

そこで、本論文は様々な会議の中でも特に定例で行われる進捗報告に限定して扱う。定例進捗報告に限定した理由は以下の通りである。

- 単発ではなく継続的に複数回行われるため、回数が多く会議のやり方も固定化されているため、研究対象として安定である
- 進捗報告の資料という具体的な成果が毎回生産されており、その資料をもとにした議論が行われると想定される
- 進捗報告の資料には前回の進捗報告からの差分があり、前回の進捗報告で指摘された点への対応や結果が含まれる

伊藤らは Reflection を用いて議論を構造化することで会議の要旨をまとめることができるとしており [83]，繰り返し生成される進捗報告は伊藤らの Reflection と同等のものであると考えられる。具体的には，進捗報告資料としてプレゼンテーションに注目する。定例進捗報告では n 回目の進捗報告時に使われるプレゼンテーション P_n が， $(n-1)$ 回目の進捗報告におけるチャット C_{n-1} の具体的な成果物の 1 つであり，これらの資料の差分に対して分析を行うことで，チャットが議論に対して貢献しているかどうかを検討することができる。

貢献しているかどうかを計る指標として，名詞キーワードの発生と消滅を対象とする。名詞キーワードの発生とは， $(n-1)$ 回目のプレゼンテーション P_{n-1} に含まれなかった名詞キーワード k が， n 回目のプレゼンテーション P_n で新たに追加される現象である。名詞キーワードの消滅とは，発生とは逆に， $(n-1)$ 回目のプレゼンテーション P_{n-1} に含まれていたキーワード k が， n 回目のプレゼンテーション P_n では使われない現象である。このキーワードの発生と消滅が， $(n-1)$ 回目のチャットで行われたチャット C_{n-1} と関連しているかどうかを評価する。

関連しているかどうかは， $(n-1)$ 回目のプレゼンテーション P_{n-1} と， n 回目のプレゼンテーション P_n のキーワード k を単純に比較した「単純発生」および「単純消滅」と，さ

表 3.1 プレゼンテーション中キーワードの名詞の発生・消滅パターン分類

分類	n-1 回目		n 回目
	プレゼンテーション	チャット	プレゼンテーション
単純発生	登場しない	-	登場する
単純消滅	登場する	-	登場しない
同期発生	登場しない	登場する	登場する
同期消滅	登場する	登場する	登場しない

らにキーワード k がチャット C_{n-1} にも存在するかどうかという条件の重ね合わせである「同期発生」「同期消滅」を比較することによって評価する(表 3.1 参照)。これにより、進捗報告者がチャット上での議論によらず自分自身で追加・削除した名詞キーワードと、チャットで取り上げられた内容の影響を受けて追加・削除された名詞を分離して検討することが可能になる。

3.2 計算手法

まず、プレゼンテーション P に含まれる、すべての名詞(代名詞を除く)集合を取り出す関数 $W(P)$ を考える。名詞集合から重複しない名詞の個数を数える関数を $count(W)$ とおけば、 n 回目のプレゼンテーション P_n での単純発生の単語数 $N_{Added}(n)$ は、差集合で $W(P_n)$ だけに存在するものの数であり、2 つの集合の重複要素を取り除く二項演算子「 \setminus 」(集合 A から、集合 A と集合 B の重複要素を取り除く場合は「 $A \setminus B$ 」となる)を用いて

$$N_{Added}(n) = count(W(P_n) \setminus W(P_{n-1})) \quad (3.1)$$

と表すことができる。同様に、 n 回目のプレゼンテーション P_n での単純消滅の単語数 $N_{Removed}(n)$ は

$$N_{Removed}(n) = count(W(P_{n-1}) \setminus W(P_n)) \quad (3.2)$$

となる．同期発生と同期消滅については，さらに (n-1) 回目のチャット C_{n-1} にも含まれている必要があるので，n 回目のプレゼンテーション P_n での同期発生 $N_{SyncAdded}(n)$ と同期消滅 $N_{SyncRemoved}(n)$ はそれぞれ

$$N_{SyncAdded}(n) = count((W(P_n) \setminus W(P_{n-1})) \cap W(C_{n-1})) \quad (3.3)$$

$$N_{SyncRemoved}(n) = count((W(P_{n-1}) \setminus W(P_n)) \cap W(C_{n-1})) \quad (3.4)$$

である．

さらに，ある発表者についてすべての期間で発生と消滅のどちらが多いかを表す指標値として発生消滅係数 R および同期発生消滅係数 R_{Sync} として算出する．発生消滅係数は，プレゼンテーションの編集が発生側に偏っているか消滅側に偏っているかを表す係数であり，発生側に偏っていれば正，消滅側に偏っていれば負数となる指標値とする．この時，単純な個数で比較すると，たまたま大きな変更を行った発表者がいた場合，その発表者がチャットを参考にしかしていないかによって結果全体が歪んでしまう．これでは発表内容が安定している発表者と大きな変更を伴った発表者を同一の基準で評価することができない．そこで，発表者ごとの編集特性に影響されない指標を作るため，発表者毎に発表者が行ったすべてのプレゼンテーション中に使われた数で除算する．

発表者が行った進捗報告が m 回あるとし，同じ発表者によるすべてのプレゼンテーションに含まれる名詞群を W_{All} とおけば発生消滅係数 R は，

$$R = \frac{1}{count(W_{All})} \sum_{i=2}^m (N_{Added}(i) - N_{Removed}(i)) \quad (3.5)$$

と定義し，同期発生消滅係数 R_{Sync} は

$$R_{Sync} = \frac{1}{count(W_{All})} \sum_{i=2}^m (N_{SyncAdded}(i) - N_{SyncRemoved}(i)) \quad (3.6)$$

と定義する．

現実ではまずおこり得ない値ではあるが， P_n に存在した名詞群 $W(P_n)$ が， P_{n+1} ですべて消滅し $W(P_{n+1}) = \emptyset$ となる場合（全消滅），発生消滅係数 R は最小値-1 をとり，逆に $W(P_n) = \emptyset$ かつ $W(P_{n+1}) \neq \emptyset$ となる場合（全発生），最大値 1 となる．分子である $count(W_{All})$ は同じ発表者が行ったプレゼンテーションに使われたすべての名詞の数であるので，全消滅・全発生を何度繰り返しても最小値-1～最大値 1 の範囲に収まる．また，いかなるプレゼンテーション中にも一切名詞が含まれない場合は $count(W_{All}) = 0$ となるので，計算不能である．すなわち発生消滅係数 R および同期発生消滅係数 R_{Sync} は，対象となる期間中の進捗報告プレゼンテーションすべてについて，1. 画像や音声・映像のみで構成され全く文字を含まない場合，2. 名前やタイトルすら書いていないほど内容がない場合，には計算不可能である．

3.3 調査

調査に用いたのは，筆者が所属する研究室のチャット・ログと，ネットワーク上のファイルサーバーに保存されたプレゼンテーションの PDF ファイルである．期間は 2009 年 4 月～2011 年 9 月までの 2 年 5 ヶ月から，発表者は 17 人，進捗報告 210 回分である．

まず，プレゼンテーションとチャット・ログの両方をそれぞれ MeCab 0.9.8 によって形態素解析した．形態素解析に用いた辞書は NAIST Japanese Dictionary 0.6.2 である．形態素解析された結果を用いて，代名詞以外の名詞を抽出して比較した．

3.4 調査結果

以下の表 3.2 に，調査結果を示す．

表 3.2 プレゼンテーション中の名詞の発生・消滅

被験者	N_{Added}	$N_{Removed}$	$N_{SyncAdded}$	$N_{SyncRemoved}$	$count(W_{All})$	R	R_{Sync}
A	359	715	132	250	4448	-0.0800	-0.0265
B	563	519	87	113	3269	0.0135	-0.0080
C	757	540	93	138	3214	0.0675	-0.0140
D	1598	1846	168	224	5361	-0.0463	-0.0104
E	476	2732	132	147	5499	-0.4103	-0.0027
F	595	574	76	98	2303	0.0091	-0.0096
G	519	621	108	178	4010	-0.0254	-0.0175
H	1156	1131	243	265	3573	0.0070	-0.0062
I	945	260	99	26	2368	0.2893	0.0308
J	547	443	25	44	1442	0.0721	-0.0132
K	968	1031	235	293	4765	-0.0132	-0.0122
L	1684	1654	178	213	3984	0.0075	-0.0088
M	612	601	196	206	4536	0.0024	-0.0022
N	739	3756	224	414	7173	-0.4206	-0.0265
O	280	189	51	45	1776	0.0512	0.0034
P	1474	1520	148	211	4477	-0.0103	-0.0141
Q	614	689	160	249	3840	-0.0195	-0.0232
R	1492	1524	245	297	4829	-0.0066	-0.0108
					最小値	-0.4206	-0.0265
					最大値	0.2893	0.0308
					平均値	-0.0285	-0.0095
					中央値	-0.0021	-0.0106
					分散	0.0243	0.0002

3.5 議論

単純発生消滅係数 R は平均値こそ同期発生消滅係数 R_{Sync} の平均値-0.0095 より小さい-0.0285 であるものの、中央値は同期発生消滅係数 R_{Sync} の中央値-0.0106 よりも大きな-0.0021 となっている。また、単純発生消滅係数 R の分散 0.0243 も同期発生消滅係数 R_{Sync} の分散 0.0002 よりも大きく、ばらついている。前回の進捗報告のプレゼンテーションに存在する単語数が、次の進捗報告で増加または減少すると仮説を立てた。増加も減少もしない単純発生消滅係数 $R = 0$ を帰無仮説として t 検定した結果、単純発生消滅係数 R は、平均 -2.85×10^{-2} 、分散 2.57×10^{-2} 、 $t = 0.754(P = 0.461)$ で有意差がないことが分かった。すなわち、単純発生消滅係数は個々人の編集傾向によって大きく異なっていると考えられる。

進捗報告プレゼンテーションの中で新しい名詞が頻りに現れる人も、次々と名詞が削除される人もいる。極端な例では、なかなか研究テーマが決まらず、進捗報告ごとに研究の方向がぶれたり、実現したいシステムが大きく変わったケースもあった。

一方、同期発生消滅係数は一貫してわずかな減少傾向を示している。減少の一例を挙げると、興味の拡張について研究している学生のプレゼンテーションで「興味」という名詞が 59 回出現した。内容としては興味の分類（潜在的興味、情緒的興味など）の説明、対象とする興味の種類の言及、興味の取得方法などである。この内容に対して、チャットでは「いかにして潜在的興味につなげていくのでしょうか。 >> *」など、対象とする興味と、提案手法のマッチングに関する質問が 8 件ほど寄せられた。次の進捗報告では、分類などの定義は残ったものの、自分の研究としてどのような手法を用いるかという内容にフォーカスしたプレゼンテーションに修正され、「興味」の出現回数は半数以下の 23 回に減少した。このように、質疑応答に対応して減少するものが見られた。

そこで、前回の進捗報告のプレゼンテーションに存在し、かつ、チャットで言及された単語が、次の進捗報告では増加または減少すると仮説を立てた。増加も減少もしない

同期発生活動係数 $R_{Sync} = 0$ を帰無仮説として t 検定を行ったところ、同期発生活動係数 R_{Sync} は平均 -9.53×10^{-3} 、分散 1.65×10^{-4} 、 $t = 3.15 (P = 0.006)$ で有意に減少することが分かった。前回の進捗報告のプレゼンテーションに存在しかつチャットで言及された単語は、次の進捗報告では削除される傾向があることが分かった。

プレゼンテーション自体の編集傾向には一貫した傾向がないのに、チャットで言及のあった単語に限定すると一貫して減少する傾向が見出されたことから、チャット併用会議は発表者が成果物として作り出すプレゼンテーションに影響を及ぼしていることが分かった。ただし、チャットを併用すると常に単語が減少すると結論付けるのは尚早であろう。

本実験では、進捗報告を対象としているため、聴衆は発表者の研究をブラッシュアップしようという前提で発言を行っている。研究活動においては発散プロセスと収束プロセスのうち、収束プロセスにおいて研究を統括することが求められている。統括は研究活動以外においても求められており、基本的にはアイデアを提案し、その可否を議論し、残るものと消えるものが選別されるという点は研究以外の進捗報告でも同様である。この聴衆の意図がチャットに強く表れたために、単語の減少という形でプレゼンテーションへ影響を及ぼした可能性がある。思考を発散する目的でチャット併用会議を行った場合には、単語の増加という形で影響を及ぼすことも考えられるだろう。

本実験から、プレゼンテーションの編集傾向には単語の増加・減少に一貫性がなくても、チャットと同期するものには単語が一貫して減少する傾向があることが分かった。ここから、McCarthy らが「バックチャンネル（チャット）では口頭対話に付随した話題や議論の進行などの会話が行われる」という予測は正しく、チャットの内容は議論の成果として進捗報告に反映されていることが確認された。

第 4 章

チャットと口頭対話との時間的関連性

4.1 はじめに

本章では，チャット・メディアと実世界メディアを繋ぐ対口頭対話返信を自動的に認識させることが可能であるかどうかを検討する．本研究が扱う対口頭対話返信は，実世界メディアとチャット・メディアの間，つまりバックチャンネルとフロントチャンネルの間に成立する返信である．MaCarthy らの主張によれば，対口頭対話返信は実世界メディアに対して時間的制限を受けているとされている．

実世界メディアにおける口頭対話での応答に時間的制約が存在するのはよく知られており，一定時間以上応答がなかった場合は会話が途切れてしまうなどの経験は誰にでもあるだろう．Nishimoto らは音声を非同期で録音・再生できるシステムを開発し [84]，そのシステムは音声の時間的關係から返信関係を推定してツリー表示する機能を持っているが，推定された返信関係が正しいかどうかは検証されていない．テキスト・チャット内での時間的制約については，水上らが 2 者間での研究において時間的制約によるアルゴリズムを提案 [85] し，宮部らは 2 者間の対話では 1 分 51 秒以内に応答が行われる [86] として

いる。

バックチャンネルがフロントチャンネルの影響を時間的に受けていることから，時間的パラメータに着目することで対口頭対話返信を自動検出できる可能性が予見される．そこで本章では，対口頭対話返信を自動的に認識させることを試みる．

4.2 入力リージョン

着目したのは，チャット発言の入力にも，口頭発言と同じように始まりと終わりがあり時間経過を伴っている点である．例えば，以下の表 4.1 は，「定義がわからん」と入力するまでのキー入力と IME^{*1}変換の過程の例であり，入力には 6 秒かかっている．

技術的には消されてしまったチャット発言を取得することは可能であるが，消されてしまったチャット発言は他の参加者には表示されないため，消されてしまったチャット発言と口頭発言の関連性を調べることはほとんど意味がない．そこで，消されずに送信されたチャット発言に対し，以下の条件に基づいて入力リージョンを定義し，入力リージョン開始時刻と入力リージョン終了時刻の決定方法を定める．

1. キーロガーのログにおけるキー入力の最小時間分解能は 1 秒であり，1 秒以下の時刻情報は記録されていない．従って，本章で扱う入力リージョンの単位時間は 1 秒とした．
2. チャット発言の入力欄が空欄の状態から，初めて文字が入力された時刻を入力リージョン開始時刻とする．
3. 「切り取り」機能を使ったために入力欄が空欄になっても，入力は続行されているものとする．
4. 「コピー」機能を使った直後に，キー入力あるいは「削除」機能を使ってクリップボードにコピーされた文字をすべて消した場合は，「切り取り」機能を使ったこと

^{*1} Input Method Editor . 日本語 Windows における「かな漢字変換プログラム」の共通名称 .

表 4.1 キーロガーのログと IME の動作の関係

入力時刻	入力キー	IME の動作	入力時刻	入力キー	IME の動作
18:42:26	T	t	18:42:29	A	定義がわか
18:42:26	E	て	18:42:29	N	定義がわか n
18:42:26	K	て k	18:42:29	A	定義がわかな
18:42:26	[BS]	て	18:42:29	I	定義がわからない
18:42:26	G	て g	18:42:30	[BS]	定義がわかな
18:42:26	I	てぎ	18:42:30	[BS]	定義がわか
18:42:27	[BS]	て	18:42:30	R	定義がわか r
18:42:27	I	てい	18:42:30	A	定義がわから
18:42:28	G	てい g	18:42:30	N	定義がわから n
18:42:28	I	ていぎ	18:42:30	A	定義がわからな
18:42:28	G	ていぎ g	18:42:31	N	定義がわからな n
18:42:28	A	ていぎが	18:42:31	[BS]	定義がわからな
18:42:28	[Space]	定義が	18:42:31	[BS]	定義がわから
18:42:28	[Enter]	変換結果確定	18:42:31	N	定義がわから n
18:42:28	W	定義が w	18:42:31	N	定義がわからん
18:42:29	A	定義がわ	18:42:32	[Enter]	変換結果確定
18:42:29	K	定義がわ k	18:42:32	[Enter]	送信

と同値として扱う。

5. Enter キーを押すか「送信」ボタンをクリックしてチャット発言を送信した時刻を入力リージョン終了時刻として扱う。
6. キー入力あるいは「削除」機能によって入力欄が空欄になった場合、発言は行われなかったものとして扱い、入力リージョンは生成されない。

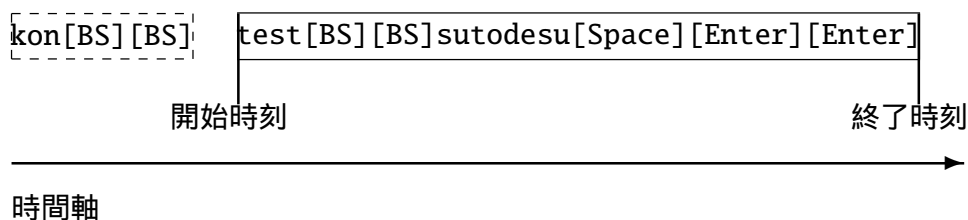


図 4.1 入力リージョンの例

以上の条件を、図に表すと図 4.1 のようになる。この例では直前に入力された「kon」は画面上では「こ n」と表示されており、BackSpace を 2 回入力したことにより入力欄が空欄になったため、実際には入力リージョンとしては認識されない。上記の条件によってキーの入力ログを解析することによって得られる一連の入力リージョンを、 $C(x)(x = 1, 2, 3, \dots)$ として扱う。また、ある特定の入力リージョン $C(p)$ に対して、入力開始時刻は $C(p)_{\text{start}}$ 、入力終了時刻は $C(p)_{\text{end}}$ 、入力時間は $C(p)_{\text{length}}$ として表記する。

4.3 発話リージョン

口頭発言の状態を定性的に扱うために、口頭発言を区間毎に区切る。発話リージョンは単に連続した有音区間を示すものではない。連続した有音区間を示すリージョンを、単純発話リージョンと呼ぶことにする。

単純発話リージョンでは、機械的に有音と無音を識別し、その時間的要素のみによってリージョンとして区切るため、本来の人間が何らかの意図を持って区切りとする「1 発言」とは異なる。本章で扱う発話リージョンは、話者交代という観点から単純発話リージョンに以下の条件を更に加えたものである。

1. 本章で扱う発話リージョンの単位時間は、入力リージョンと同様に 1 秒とした。
2. 音声が無音でない状態が 1 秒以上続いたら、その状態の開始時刻を発話リージョンの開始時刻として扱う。
3. 3 秒以上無音が続いたら発話リージョンは終了し、その無音状態の開始時刻を発話

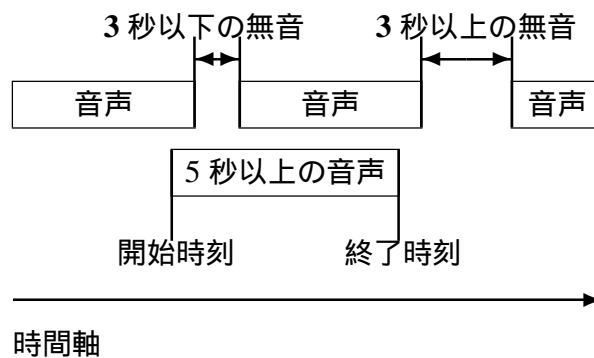


図 4.2 発話リージョンの例

リージョンの終了時刻として扱う。ただし、次に同じ話者が発話する場合もあるので、発話リージョンが終了したからと言って、必ずしも話者交代が発生しているとは限らない。

4. 無音時間が1秒以上3秒以下であっても、別の話者による5秒以上の発話リージョンが同時刻に存在したら、無音になった時刻を発話リージョン終了時刻として扱う。この定義が、単純発話リージョンと本章の発話リージョンの最も大きな違いであり、以降で述べる話者交代の認識のためにも必要である。

以上の条件を、図に表すと図 4.2 のようになる。1人の発言状態を1行として、2人の発言が数秒間かぶった場合に作成される発話リージョンを示した。

上記の定義によって音声データを解析することによって得られる発話リージョンの配列を、 $V(y)$ ($y = 1, 2, 3, \dots$) として扱う。また、ある特定の発話リージョン $V(q)$ に対して、発話開始時刻は $V(q)_{\text{start}}$ 、発話終了時刻は $V(q)_{\text{end}}$ 、発話時間は $V(q)_{\text{length}}$ として表記する。

4.4 話者交代

先行話者の発話リージョンに、後続話者の発話リージョンが数秒間重複する場合がある。本章では、話者交代が特定の時刻に発生するものとして扱うため、このような状態の

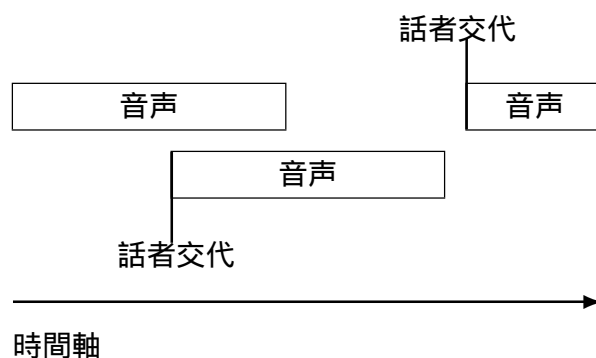


図 4.3 重複した発話リージョンにおける話者交代時刻の例

場合，先行話者の発話リージョン終了時刻を話者交代の瞬間として扱うか，後続話者の発話リージョン開始時刻を話者交代の瞬間として扱うか，どちらかに決める必要がある．

通常，自分以外の誰かが口頭発言を開始した場合は，その発言権を譲ることが多い．口頭発言をしていない聴衆も，今まで発言権を持っていた参加者とは別の参加者が口頭発言を開始した場合には，そちらに耳を傾けていると考えられる．そこで，後続話者の発話リージョン開始時刻を話者交代時刻として扱うことが適当であると判断した．以上を図に表すと，図 4.3 のようになる．

4.5 実験設定

実験は，データの収集，データの関連付け，分析によって構成される．データの収集では，実際のゼミでチャットを併用し，音声とチャットの情報を収集した結果について述べる．データの関連付けでは，データの収集で得られた音声とチャットの発言に対して，関連があると思われるものをリストアップした結果について述べる．分析では，データの関連付けで得られた関連付けされたデータのリストを統計的に処理した結果について述べる．



図 4.4 データ収集実験における全体の環境

4.5.1 データ収集実験

データの収集は、筆者が所属する西本研究室のゼミをそのまま用いた。西本研究室では以前からゼミをチャット併用プレゼン会議形式で行っている。西本研究室ゼミは参加者全員がノートパソコンをゼミに使用する部屋に持ち込み、ネットワークに接続した状態で机にメンバー全員が集合し、発表を行うをチャット併用プレゼン会議形式で行われる（図 4.4）。

西本研究室ではゼミのペーパーレス化が行われており、ゼミ時にはゼミの発表に使用するプレゼンテーションや配付資料などがあらかじめサーバにアップロードされている。ゼミの参加者は自由にそれらのファイルにアクセスし、自分のパソコンで表示することもできる。また、ブラウザなどのアプリケーションも自由に使うことができ、インターネットで情報を調べることも制限されていない。参加者全員がパソコンを使用するが、常時パソコンの画面を見ているわけではなく、必要に応じてパソコンを使用する。



図 4.5 聴衆の様子

この環境に実験のデータを収集するため，全体の音を録音するためのマイクとマルチトラックレコーダーを準備し，ゼミの全ての音声を記録した．加えて全ての参加者に Windows がインストールされたネットワークへの接続が可能なノートパソコンを用意してもらい，ヘッドセットを配布した．ヘッドセットは各自のノートパソコンに接続し，ゼミの最中には常時着用するように指示した（図 4.5）．また，ノートパソコンにはデータ収集のために必要なキーロガーと録音のためのアプリケーションを導入し，ゼミ終了後にデータを収集することとした．

発表者はプロジェクターを使用し，前面のスクリーンにプレゼンテーションの内容を表示しながら発表を行う．1 度のゼミで複数人が発表を行うが，発表者の入れ替わり際には発表者用の所定の位置に移動し，ヘッドセットは着用したまま録音も続行してもらう（図 4.6）．

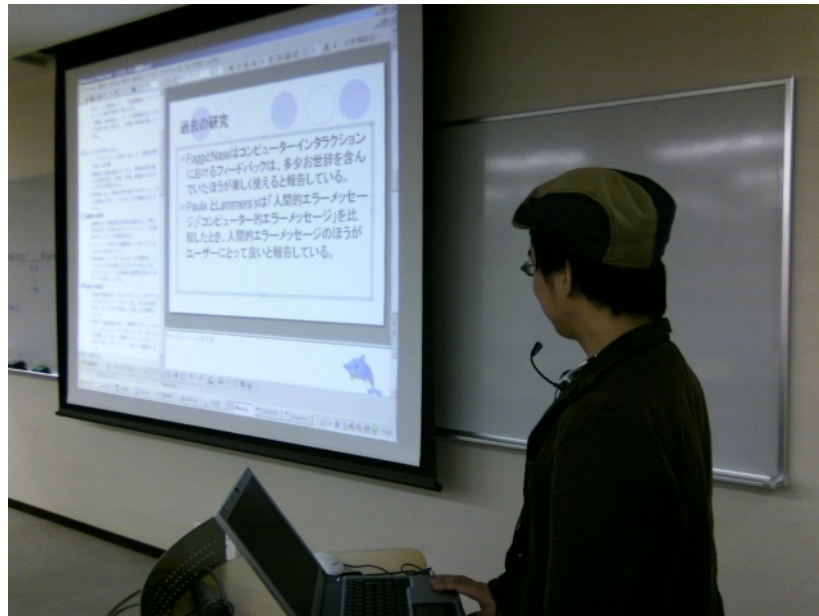


図 4.6 発表者の様子

4.6 データ前処理

ヘッドセットから録音された音声にはクーラーや鼻息などのノイズが含まれているため、それを処理し、発話部分だけを抽出する。この作業は、発話部分以外を無音化するという方法で行った。

ノイズゲートなどのフィルターを使用するとこの作業を自動で行うことができる。しかし、実験で得られたヘッドセットから録音された音声には非常に大きなノイズが入っていたり、発話が非常に小さいことが確認されたため、認識は全て手作業で行った(図 4.7, 図 4.8)。

これらの作業を行った結果、ゼミ 3 回分のデータから、5 人分の発表を抽出することができた。これらのデータをテストケースとした。それぞれのテストケースの概要は、表 4.2 の通りである。

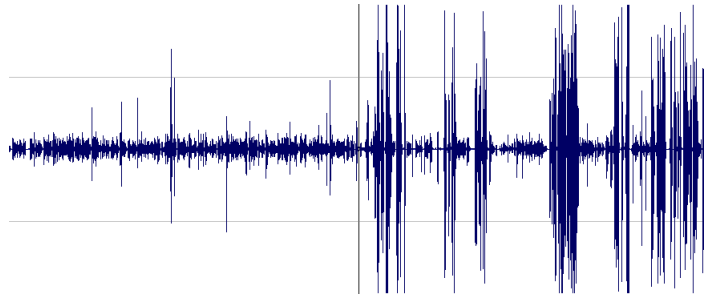


図 4.7 処理前の音声データ

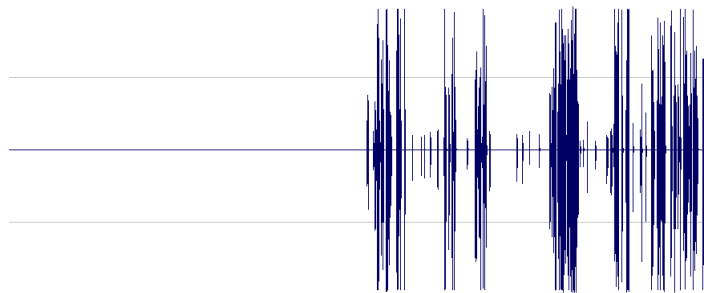


図 4.8 処理後の音声データ

表 4.2 得られた発表の詳細

テストケース	内容	参加者数	総チャット発言数	全体時間
ケース 1	進捗	9 人	73	50:44 (3044sec)
ケース 2	進捗	9 人	37	27:08 (1628sec)
ケース 3	進捗	5 人	45	23:21 (1401sec)
ケース 4	進捗	5 人	55	40:07 (2407sec)
ケース 5	進捗	7 人	137	35:43 (2143sec)

4.6.1 関連づけデータ収集実験

データの収集で得られた 5 つのテストケースのうち, 3 つのテストケースについてデータの関連付けを行う。チャット発言と口頭発言との関連性に限定して, 評価者が関連性

があると判断したチャット発言と口頭発言を全てリストアップしてもらう方法を用いる。データ関連付けは、各テストケースについて最低で3人以上の評価者によって行う。

データ関連付けは、チャット発言と口頭発言とに関して、意味的・内容的に関係を認められるものをリストアップすることによって行う。チャット発言・口頭発言ともに、いつ発言されたかという情報は関係性の理解に必要な不可欠な情報である。本章が対象としているチャット発言と口頭発言の間の関連性について検証する場合、まず第一に、口頭発言同士だけではなくチャット発言も含めて時間的に同期して状態を再現できるアプリケーションが必要である。第二に、口頭発言に関していつ誰が喋った発言であるかをより直感的に入力するために、発話状態を視覚的に表示する必要がある。

これらの必要条件を満たすために、Voice-Text Association Tool (図 4.9) を作成した。Voice-Text Association Tool は、チャット発言と口頭発言の時間的同期を保った状態で、ゼミの記録を再現するアプリケーションである。Voice-Text Association Tool は、誰がいつ喋っているかを示すための音声トラック(図 4.9 の③)を備えている。音声トラックは、1行が1人の発話状態を表している。発話状態は単純発話リージョンを元にして算出され、発話リージョンが存在する領域は黒く、発話リージョンが存在しない領域は白く表示される。また、発話リージョンが存在しない領域をクリックしても関連付け対象として選択できないようになっている。

Voice-Text Association Tool の関連付け作業は、すべてマウスで行う。主な手順と注意事項は、以下の通りである。

1. 再生開始ボタン(図 4.9 の①)をクリックし、再生を開始する。
2. 関係を認められるチャット発言と口頭発言を見つけたら、該当するチャット発言をクリックし(図 4.9 の②)、該当する音声領域をクリックする(図 4.9 の③)。該当する音声領域は、発言者については必ず正確に入力してもらい、誰が喋っているのかわからない場合は、実験者に質問して解決するように依頼した。
3. スピードが速すぎて関連付けができない場合は停止ボタン()をクリックするこ

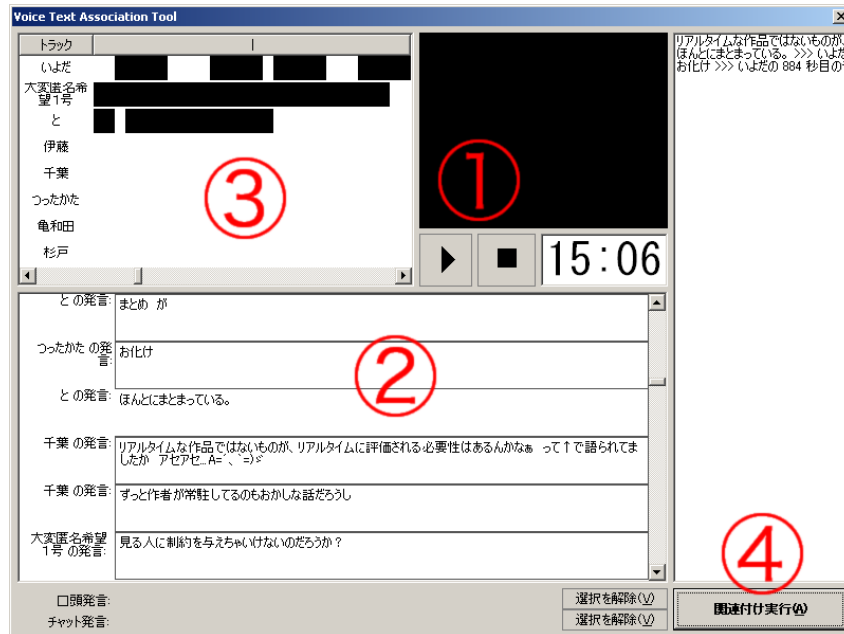


図 4.9 Voice-Text Association Tool

とによって、音声を自由に停止することができる。

4. 音声を停止した後は、音声トラックのスクロール・バーを使って自由な位置から再生を行うことができる。チャット発言のスクロール・バーを操作しても、再生位置を変えることはできない。また、早送りして音声を聞きとばすことは禁止した。
5. 関連付けが認められるチャット発言と口頭発言が選択できたら関連付けボタンをクリックして、リスト(図 4.9 の④)に追加する。

以上の動作を繰り返し、音声をすべて再生し終わったら関連付け作業が終了する。Voice-Text Association Tool には、誤って関連付けを消してしまわないように、一度関連付けリストに登録した関連付けを削除する機能は搭載されていない。もし、誤って間違った関連付けを登録してしまった場合は、実験者にどこが間違ったデータであるかを報告してもらった。

以上のデータ関連付け作業を評価者 8 人に依頼した。評価者は、いずれも知識科学研究科の学生であり、関連付け対象である西本研究室のゼミには参加していない。これは、ゼ

ミに参加した人が関連付けの評価を行うと、チャット発言と口頭発言以外の情報や、発言意図に基づいた関連付けが行われてしまうためであり、あくまでもチャット発言の発言発信者としての立場ではなく、チャット発言の受け手として関連付けを行ってもらいたかったからである。1人あたりの作業時間は、およそ1時間から1時間30分で終了した。

関連付けの結果、以下の表4.3の通りの関連付けデータが得られた。この時点では関連付け、特定のチャット発言と、特定の口頭発言者の特定口頭発言時刻に対して行われており、発話リージョンに基づく範囲の認識をしていない。

表 4.3 データ関連付けの結果詳細（発言リージョン化前）

テストケース	評価者数	関連付け数（重複含む）
ケース1	3人	42 関連
ケース2	3人	61 関連
ケース3	3人	59 関連
ケース4	4人	72 関連
ケース5	3人	25 関連

4.7 分析

分析では、関連付け作業で得られたケース1～ケース5までのうち、ケース1～ケース3までのデータについて、どのような特性があるのかを調べる。ケース4とケース5は、検索アルゴリズムの検証に使用する。

分析は、2段階に分けて行う。まず、どのようなチャット発言が、関連付けの対象となっているのかを調べる。次に、チャット発言に関連付けられた口頭発言が、チャット発言に対してどのような時間的配置になっているかを調べる。

4.7.1 関連付けの対象となるチャット発言

関連付けられたチャット発言に、チャット発言における頻出単語が含まれているかどうかを調べた。しかし、必ずしも頻出単語が含まれているとは限らない事が判明した。そのため、チャット発言と、チャット発言に関連しそうな要素をピックアップし、回帰分析を行った。

従属変数の抽出

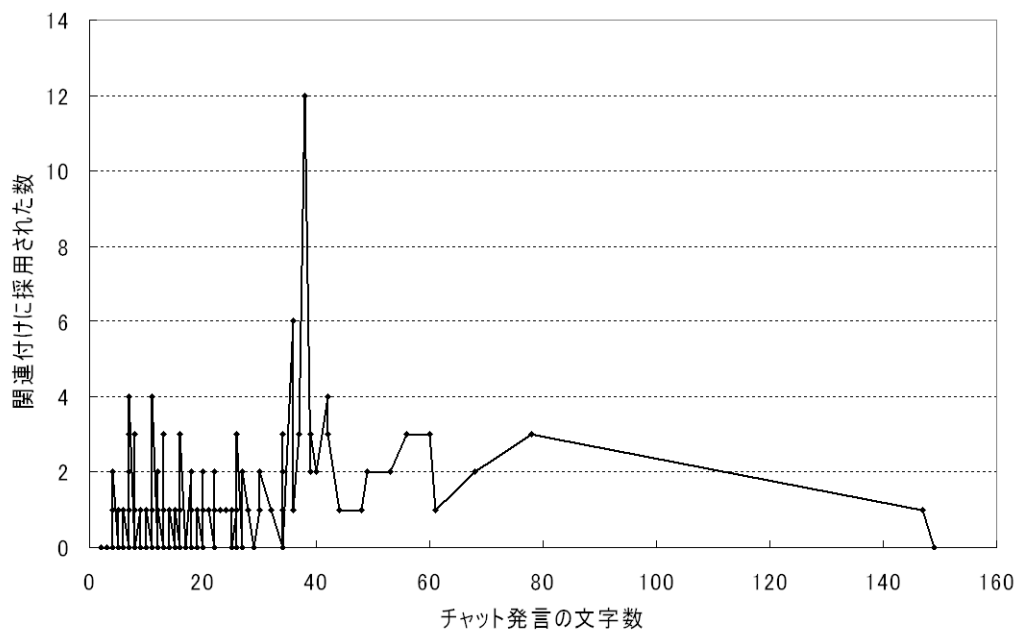
独立変数としては、特定の入力リージョン $C(p)$ が、5.2.4 で得られた関連付けリストの中に何回含まれているかをカウントしたもの（参照数）を指定し、それ以外を従属変数とした。従属変数としては、以下の要素を用いた。

- 入力リージョン $C(p)$ で送信されたチャット発言の文字数 $C(p)_{\text{textlength}}$
- 入力リージョン $C(p)$ の入力開始時刻に同時進行している発話リージョンの数（話者数）
- 入力リージョン $C(p)$ の入力開始時刻は、それよりも前の発話リージョンが開始されてからから何秒経過しているか
 - 1 つ前の口頭発言
 - 存在する場合は、2 つ前の口頭発言
 - 存在する場合は、3 つ前の口頭発言
- ある p について、入力リージョン $C(p)$ の入力開始時刻よりも後の発話リージョンの発話開始時刻 $V(p+1)_{\text{start}}$ と、入力リージョンの入力開始時刻 $C(p)_{\text{start}}$ までに時間間隔を秒で表したもの
 - 1 つ後の口頭発言
 - 2 つ後の口頭発言
 - 3 つ後の口頭発言

表 4.4 回帰分析の詳細結果

定数	標準誤差	ベータ	有意確率
文字数	0.06	0.257	0.006

図 4.10 チャット発言の文字数と関連付けに採用された数



- 入力リージョンの入力開始時刻から入力終了時刻までに、発話リージョンがいくつ開始されたか

回帰分析の結果

回帰分析はステップワイズ法を使用した。その結果、チャットの文字数が有意確率が1%水準で有意と判定された(表4.4)。

回帰分析の結果より、文字数と採用数の関係について検証する。チャットの文字数と関連付けに採用された数とのグラフは図4.10の通りとなった。

以上から、文字数が27文字以上であれば、ほぼ確実に関連付けに採用されている事が

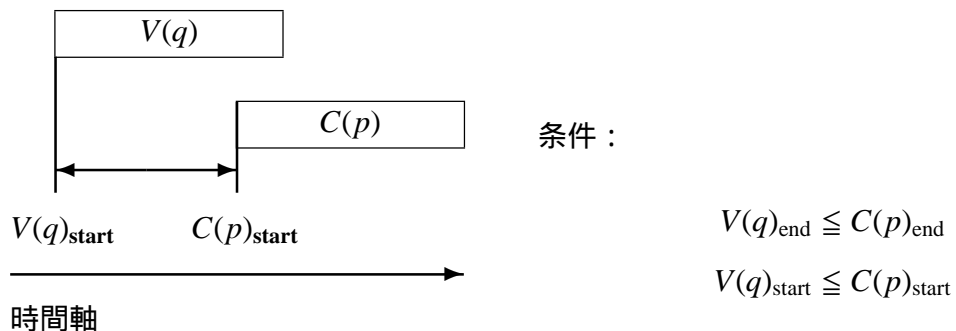


図 4.11 時間的關係性タイプ $T1$

分かった。ケース 1~3 をすべて合わせると，入力リージョンは 153 個あり，この閾値 27 以上に該当するチャット発言を持つ入力リージョンは 37 個で，関連付けに採用された入力リージョン 85 個（重複除く）の 44.6% を占めている。

4.7.2 入力リージョンと発話リージョンの時間的關係

ある入力リージョン $C(p)$ が発話リージョン $V(q)$ と関連付けられたとする。その場合の，入力リージョンと発話リージョンの間の時間的關係性には，以下の 6 通りが存在する。

関連付けにおける 6 つの時間的關係性

時間的關係性タイプ $T1 \sim T3$ までについては，入力リージョンの入力終了時刻 $C(p)_{\text{end}}$ が，入力リージョンに対して関連付けられた発話リージョンの終了時刻 $V(q)_{\text{end}}$ よりも後である場合である。つまり， $V(q)_{\text{end}} \leq C(p)_{\text{end}}$ のケースである。

時間的關係性タイプ $T4 \sim T6$ は， $T1 \sim T3$ の補集合である。入力リージョンの入力終了時刻 $C(p)_{\text{end}}$ が，入力リージョンに対して関連付けられた発話リージョンの開始時刻 $V(q)_{\text{end}}$ よりも前である場合を扱っている。

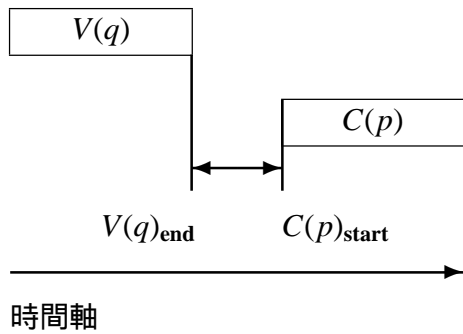


図 4.12 時間的關係性タイプ T2

条件 :

$$V(q)_{\text{end}} \leq C(p)_{\text{end}} \quad \text{自明}$$

$$V(q)_{\text{end}} \leq C(p)_{\text{start}}$$

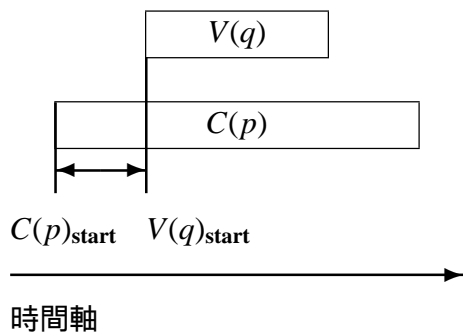


図 4.13 時間的關係性タイプ T3

条件 :

$$V(q)_{\text{end}} \leq C(p)_{\text{end}}$$

$$C(p)_{\text{start}} \leq V(q)_{\text{start}}$$

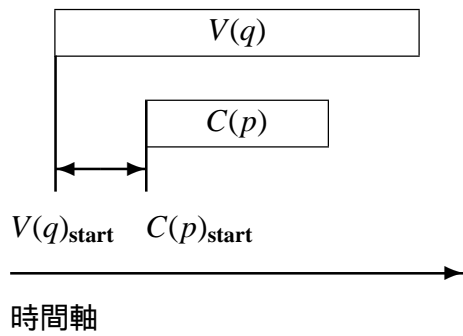


図 4.14 時間的關係性タイプ T4

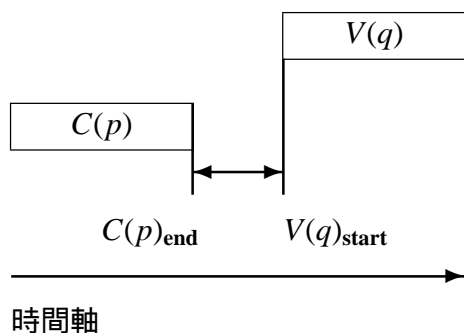
条件 :

$$C(p)_{\text{end}} < V(q)_{\text{end}}$$

$$V(q)_{\text{start}} \leq C(p)_{\text{start}}$$

4.8 結果

以上の分類に基づいて評価者が関連付けた入力リージョンと発話リージョンについて、位置関係を分類した。結果は以下の表 4.5 の通りである。

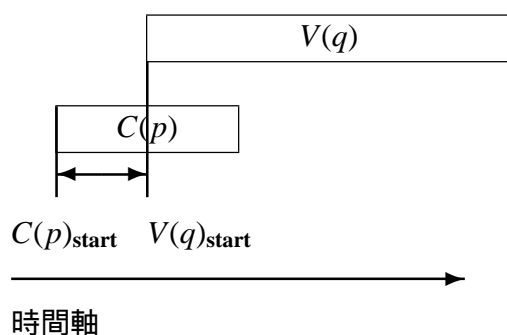


条件 :

$$C(p)_{\text{end}} < V(q)_{\text{end}} \quad \text{自明}$$

$$C(p)_{\text{end}} \leq V(q)_{\text{start}}$$

図 4.15 時間的關係性タイプ T5



条件 :

$$V(q)_{\text{start}} < C(p)_{\text{end}}$$

$$C(p)_{\text{start}} < V(q)_{\text{start}}$$

図 4.16 時間的關係性タイプ T6

表 4.5 分析結果

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	合計
ケース 1	2	8	0	25	0	4	39
ケース 2	2	3	1	30	17	6	59
ケース 3	6	0	0	16	15	15	52
合計	10	11	1	71	32	25	150
	6.6%	7.3%	0.7%	47.3%	21.3%	16.6%	100%

以上から、評価者が関連付けたリージョン間の位置関係は、T4~T6のケースに該当することが分かった。T4~T6は、入力リージョンの入力終了時刻よりも、関連付けられた発話リージョンの発話終了時刻の方が後になるケースである。これらのケースを合計すると、関連付けられた入力リージョンのうち、関連付け先の発話リージョンがT4~T6の位

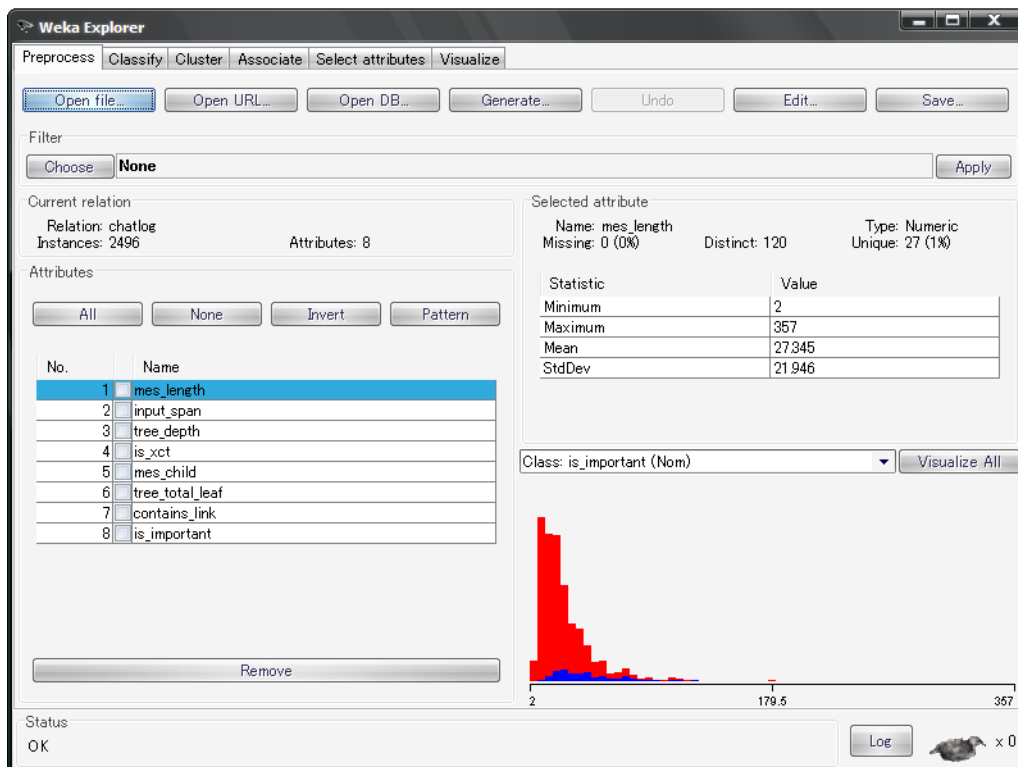


図 4.17 Weka Explorer の画面

置関係である確率は、85.2% であることが得られた。

ここまでの分析から、チャット発言の文字数が 27 文字以上であれば、そのチャット発言の入力リージョンはほぼ確実に関連付け対象として採用されることが分かった。関連付けられた入力リージョンは、関連付けられた入力リージョンの入力終了時刻よりも、発話リージョンの発話終了時刻の方が後になるケースがほとんどであることが分かった。入力リージョンの時間的関係性は、多い順に $T4$ 、 $T5$ 、 $T6$ 、 $T2$ 、 $T1$ 、 $T3$ であった。

4.9 機械学習によるアルゴリズムの作成

分析結果から得られた知見を元にアルゴリズムを作成した。学習は Weka[87] (図 4.17) を利用した。Weka は様々な種類の機械学習アルゴリズムを搭載した機械学習の試験環境である。アルゴリズムは、C4.5 を拡張した J4.8 決定木を用いた。

```

for(すべての入力リージョンに対して){
    if(26 < 入力リージョンのチャット発言文字数){
        if(時間的關係性タイプ T4 を満たす発話リージョンがあるか){
            時間的關係性タイプ T4 を満たす発話リージョンを表示
        }
        else if(時間的關係性タイプ T5 を満たす発話リージョンがあるか){
            時間的關係性タイプ T5 を満たす発話リージョンを表示
        }
        else if(時間的關係性タイプ T6 を満たす発話リージョンがあるか){
            時間的關係性タイプ T6 を満たす発話リージョンを表示
        }
    }
}

```

図 4.18 発話リージョンの關係性推定アルゴリズム

入力リージョンと発話リージョンの位置的關係性については、入力リージョンに対して $T1 \sim T6$ に該当する発話リージョンが複数検出される。本章の検索アルゴリズムでは、分析から得られた位置的關係性の順位に基づいて、10% を閾値として $T4, T5, T6$ の順に提案する。得られたアルゴリズムを図 4.18 に示す。

上記のアルゴリズムを訓練データであるテストケース 1~3 に適用した結果が表 4.6 である。試験データであるテストケース 4・5 に適用した結果が表 4.7 である。

4.10 議論

作成したアルゴリズムは、学習用データとして用いたテストケース 1~3 では良い適合率を示した。しかし、試験データであるテストケース 4 と 5 の適合率は、テストケース 1

表 4.6 テストケース 1~3 への適用結果

	手動	自動	ヒット数	再現率	適合率
ケース 1	33	14	9	27.3%	64.3%
ケース 2	35	10	9	25.7%	90.0%
ケース 3	48	10	7	14.6%	70.0%

表 4.7 テストケース 4, 5 への適用結果

	手動	自動	ヒット数	再現率	適合率
ケース 4	62	2	1	1.6%	50.0%
ケース 5	19	22	8	42.1%	36.4%

~3 の適合率をいずれも下回り、50% 以下になってしまっている。また、テストケース 4 については、検索アルゴリズムが発見できた関連付けが 2 つしかなく、再現率が 2% 以下と極端に低い値を出している。また、ケース 5 については、適合率よりも再現率の方が高く、テストケース 1~3 とまた逆の結果を出している。

テストケース 4 は、全体の入力リージョンが 54 個あり、そのうち 26 文字以上のチャット発言であるものは 8 個である。故に、再現率は最大でも 14.8% にとどまる。同様に、テストケース 2 が 32.4%、テストケース 3 が 27.9%、テストケース 5 が 33.3% である。確かにテストケース 2, 3, 5 が 30% 付近の値であるのにもかかわらず、テストケース 4 は半分の 15% 付近の値になっている。しかしテストケース 1 は、72 個の入力リージョン中、26 文字以上のチャット発言を行っているものは 14 個であり、26 文字以上の発言である割合は 19.4% で、非常に低い。

いくつかの可能性を検証したところ、テストケース 4 に特徴的なのは発言数のピークのある場所であることが分かった。テストケース 4 を除くすべてのケースでは、文字数 40 文字を超える長文が、テストケースの長さの半分以下、前半・後半という表現を使った場合は前半には少なくとも 1 回発生していた (図 4.8)。しかし、テストケース 4 では、発表

表 4.8 40 文字を超えるチャット発言が送信される初回の時刻

	40 文字超え初出	発表時間
ケース 1	11:09	50:44
ケース 2	08:10	27:08
ケース 3	09:09	23:21
ケース 4	-	40:07
ケース 5	05:39	35:43

時間全体を通して 40 文字越えの長文が入力されなかった。

これらのデータから、発表やそれに伴うチャット発言は発表者によって大きく異なる点を読み取れる。本来なら再現率・適合率共に高くなければならぬ訓練データにおいても、それほど高い値とはなっていない。また、関連性を客観的に判断するため、関係があるという判定を外部の被験者によって行っているが、発表者毎に大きく異なる発表の特性を客観的な基準で評価することには困難があることが分かった。

第 5 章

クロスチャンネル返信と Chatplexer システム

前章では、会議の終了後に第三者によって口頭発言とチャット発言の関連性を入力させた。しかし、あらゆる会議の終了後に第三者によって再度評価するという手法は手間がかかるため実用的な方法として応用することは難しく、また、機械学習による自動化も難しいと考えられる。そこで、第三者による評価ではなく、異なる手法で口頭発言とチャット発言を入力させる方法について検討する必要がある。

本章では、直接口頭発言とチャット発言の関連性を入力することで、システムとしての実現性を高めたシステムを開発した。Chatplexer（チャットプレクサー）は、プレゼン型会議で使用することを前提としたチャット・システムである。Chatplexer では、前章で扱った口頭発言だけではなく、スライドに対する関連性も取得できるようにし（図 5.1）、クロスチャンネル返信を広く記録する。

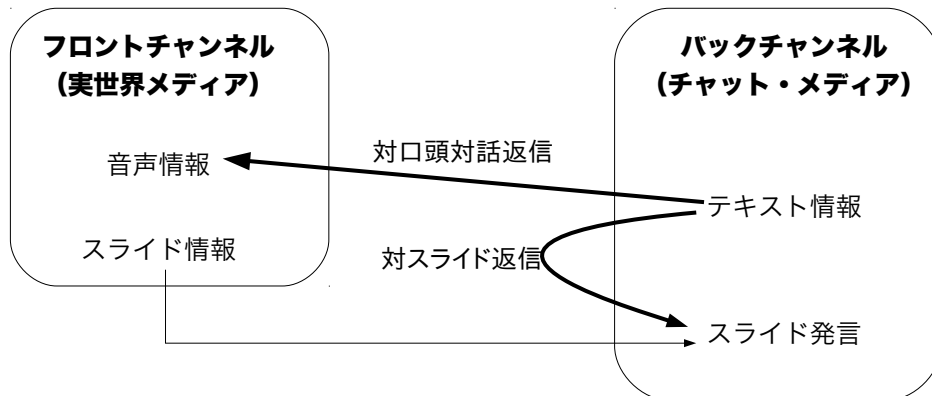


図 5.1 クロスチャンネル返信が示す返信関係

5.1 クロスチャンネル返信

チャット併用会議においては対面口頭での対話内容とチャット発言との間の対応関係を明確化することがチャット・メディアと実世界メディアの繋がりを評価・検討するためには必須である。Hiltz らはコンピューター上でのコミュニケーションでの負荷を減らすためには、何らかの構造化の仕組みを提供すべきであるとしている [88]。本研究では、これを実世界メディアとチャット・メディアが混在する場合にも拡張し、メディア間の構造を表すクロスチャンネル返信という形で提案する。

チャット併用会議において用いられる情報は、実世界メディアにおいては音声（口頭）とスライド、チャット・メディアにおいてはテキストの 3 種類である。音声とスライドはプレゼンテーションによる対面口頭対話として 1 つのチャンネルを形成し、会議の主となる話題が扱われるフロントチャンネルになる。これに対してチャットは、単体で 1 つのチャンネルを形成し、バックチャンネルとして機能する。従って、情報単位としてはスライド・口頭・チャットという 3 つの情報が存在するが、人間がコミュニケーションする際にはフロントチャンネルでコミュニケーションをとるか、バックチャンネルでコミュニケーションをとるかの 2 つの選択から選ぶこととなる。

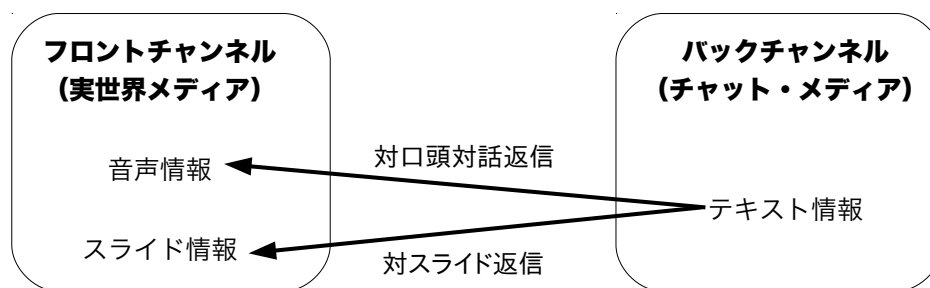


図 5.2 クロスチャンネル返信とその種類

クロスチャンネル返信は、フロントチャンネルの対面口頭対話に関連づけて、バックチャンネルのチャットから返信する機能である。クロスチャンネル返信はスライド・口頭・画像・文字列など、異なる種類の情報をリンクするための機能ではなく、チャット上に YouTube や画像へのリンクが張ってあったとしても、それはクロスチャンネル返信ではない。人間が選ぶことのできるフロントチャンネルとバックチャンネルの2つのチャンネルの間で、チャンネルを越えてリンクを張るための機能であり、本研究においては返信を明示するための役割を持っている。

小倉らは対面口頭対話の情報を「音声メッセージ」と位置付け、チャット・ログ中に混在させることができる ChaTEL システムを開発している [89][90]。ChaTELex では「音声メッセージ」に対するテキストでの返信および、テキストに対する音声メッセージによる返信が実現されている。しかし ChaTELex は、このシステムが提供される会話空間それぞれがフロントチャンネルとして機能しているものである。「音声メッセージ」に対してテキストで返信できたとしても、フロントチャンネルとバックチャンネルを結びつけるものではなく、クロスチャンネル返信ではない。

クロスチャンネル返信は情報の種別によって2種類に大分することができる。「口頭で発言中の内容に対する返信」(以後、対口頭対話返信と呼ぶ)と、「スライドに対する返信」(以後、対スライド返信と呼ぶ)の2種類である(図 5.2)。

例えば、発表者が現在口頭で説明中の内容に対して何らかの疑問や意見を持った際には、口頭で発言中の内容に対する返信としてチャット発言を送信する(対口頭対話返信)。

また、発表者がこれまでに表示したプレゼンテーションのスライドに対して何らかの疑問や意見を持った際には、スライドの内容に対する返信としてチャット発言を送信する（対スライド返信）。この2種類のクロスチャンネル返信によって、バックチャンネルからフロントチャンネルへ、チャンネルを越えた明示的な返信が可能になる。

なお、クロスチャンネル返信としては、対面口頭対話（フロントチャンネル）からチャット（バックチャンネル）への返信も考えることができる。これについては、議論の記録などの観点から重要な返信情報であるものの、発表者がチャットから情報を得るという本研究の問題設定と異なるため、本論文では対象としない。

5.2 システムの構成

Chatplexer は、新規発言と通常の返信に加え、クロスチャンネル返信を入力・保存及び表示することができるウェブアプリケーションである。システムの全体像を図 5.3 に示す。図中の「スライド発言」とは、発表者のプレゼンに用いているスライドを画像としてチャット（聴衆）に配信したものである。スライド発言の詳細については「発表者用クライアント」の項で説明する。

5.2.1 サーバ

サーバは PHP 5[91] モジュールを組み込んだ Apache HTTP サーバ 2.2[92]、MySQL 5.1 データベースサーバ [93] を用いた。後述する聴衆用システムで低遅延でのメッセージ配信を実現するため Long-Polling 技術を使用するので、Apache 及び MySQL は多数の接続を高速に受け付けるよう設定を調整した。

Chatplexer では、聴衆が投稿する通常の文字列での発言（チャット発言）の他に、後述するように発表者が現在表示しているスライドを示すスライド発言も扱う。サーバは、これらの発言に対して正の整数による一意のシーケンス番号を割り当ててデータベースに記

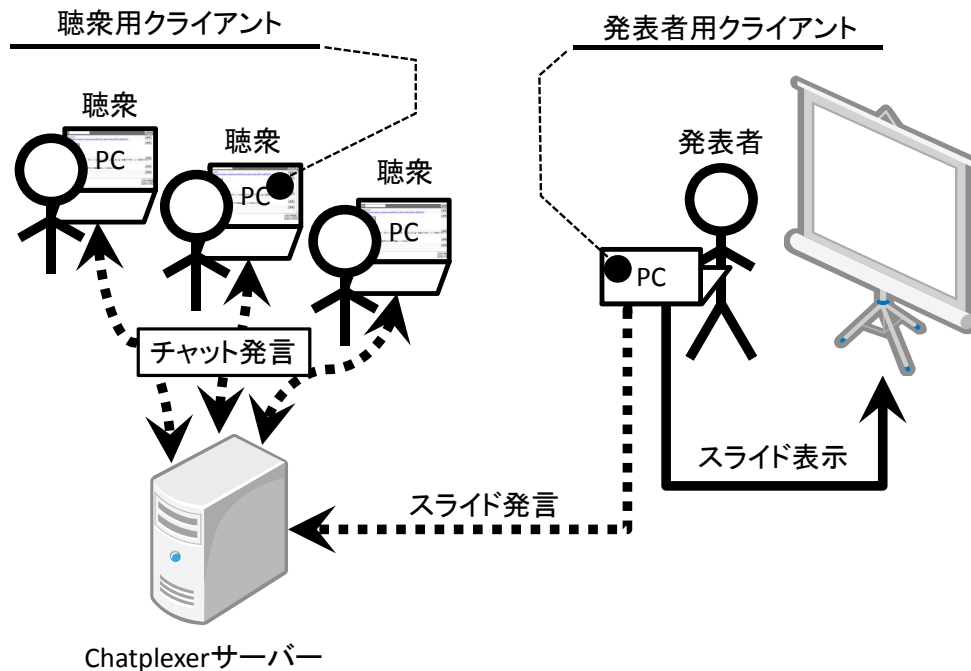


図 5.3 システムの全体像

録する。シーケンス番号は、最初の発言が 1 であり、発言が投稿される毎に 2, 3 とカウントアップする。

5.2.2 発表者用クライアント

発表者用クライアント(図 5.4)は、発表者がスライドを表示して発表を行う際に用いるアプリケーションである。発表者用クライアントは、Windows フォームアプリケーションとして C#で実装した。スライドは Portable Document Format 形式 (PDF 形式) で用意するものとした。発表者用クライアントが利用者(発表者)に対して提供する機能は、スライド用 PDF を取り込んで画像に変換する機能、スライド(ページ)を全画面表示する機能、スライド(ページ)を切り替える機能、の 3 つである。

発表者用クライアントは、発表を開始するとスライドを画像に変換して全画面表示する。スライドの切り替え時には、これから表示しようとするスライドの画像が既にサーバにアップロード済みであるか(すなわち、チャット・ログ上に一度でも表示されているか

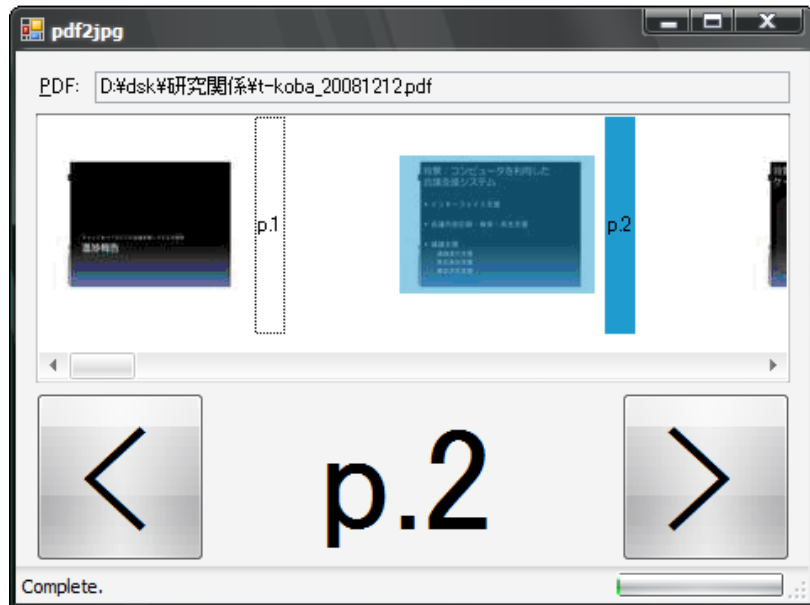


図 5.4 発表者用クライアントの外観

どうか) どうかを確認する。アップロードされていない場合は、オープンソースの PDF 描画プログラム mupdf によりスライドの該当ページを JPEG 形式の画像に変換し、JPEG ファイルをサーバにアップロードした後、ページの切り替えをサーバに通知する。アップロード済みである場合は、スライドの ID のみをサーバに送信し、ページが切り替わったことだけを通知する。サーバは、発表者用クライアントからスライド切り替え通知を受け取ると、対応するスライド画像をスライド発言として聴衆用クライアントに配信する。すなわちスライド発言とは、スライドの切り替えをトリガーとして発言される、そのとき表示されているスライドの画像を、チャット発言として表示したものである。(実際の表示例は聴衆用クライアントの項で示す)

5.2.3 聴衆用クライアント

聴衆用クライアント(図 5.5)は、聴衆がチャットの表示と投稿に使用するアプリケーションである。聴衆用クライアントはウェブアプリケーションとして PHP と JavaScript



図 5.5 聴衆クライアントの外観

で実装した。Long-Polling 技術と Ajax 技術を使用しており，発言の配信遅延は 1 秒以内である．聴衆はブラウザに聴衆用クライアントの URL を入力することによって利用する．

チャット・ログには，聴衆が送信する発言と，発表者用クライアントから自動投稿される，現在発表中のスライドのサムネイル画像を発言本文とするスライド発言が表示される．いずれの発言についても，シーケンス番号と送信者名が併せて表示される．ただしスライド発言の送信者名は「発表者」となる．新しい発言が追加されるとチャットは自動的に新しい発言までスクロールする．ただし発言入力欄に文字列を入力中である場合は，チャット・ログの表示範囲が変更されることを避けるため，入力中の聴衆用クライアント上では自動スクロールしない．

聴衆用クライアントからの発言送信方法としては，新規発言，通常返信，対スライド返信，対口頭対話返信の 4 通りがある．いずれの方法についても，本文や送信者名が空欄であると警告が表示され，チャット発言を投稿することはできない．また，間違えて送信してしまうことを避けるために，キーボード操作（主に Enter キー）による投稿はできないようになっている．

また、進捗報告発表は前の発表者の質疑応答が終了した後、即座に次の発表者が発表を開始する場合がある。この場合、チャットの発言を入力し終わる前に次の発表者が発表を始めてしまうと、単純なシーケンス番号や入力終了時刻（送信時刻）だけではチャット発言を発表者毎に正確に分けることができなくなってしまう。それを考慮し、全てのチャット発言について、発言本文を入力し始めてから送信されるまでに経過した秒数を取得し、発言送信時刻と併せてサーバーに蓄積している。ただしこれらの送信時刻や入力にかかった時間などの時刻に関する情報は聴衆用クライアントの画面上には表示せず、返信関係構造の解析と発表者毎のチャット・ログ分割など、分析にのみ使用する。また、通常返信、対スライド返信、対口頭対話返信のいずれについても、1つの返信発言中に含むことのできる返信タグ（後述）は1種類・1つのみに制限した。

以下、各発言の送信方法について詳述する。

新規発言

新規発言は、先行するいずれの発言も参照しない、新たな話題の最初の発言を送信する際に使用する。一般的なチャットであればこのような発言も多数なされうるが、本論文が対象としているプレゼン型会議で並行して行われるチャットでは、このような発言が生じる頻度は少ないと予想される。このため、図 5.5 に示すように、インターフェイスの設計においては新規発言ボタンを発言入力欄から遠いところに配置した。

なお、後述する通常返信やスライド返信で使用する返信タグ「>> n」や、対口頭対話返信で使用する返信タグ「>> *」を、新規発言に手動で入力して返信発言としてしまうことを防止するために、これらのタグが含まれていると警告を表示し、投稿できない仕様とした。

通常返信

図 5.5 に示すように、チャット・ログ中の各発言の表示部の右端に「返信ボタン」が表示されている。入力欄に発言内容を入力した後、返信したい発言に付与されている返信ボタ

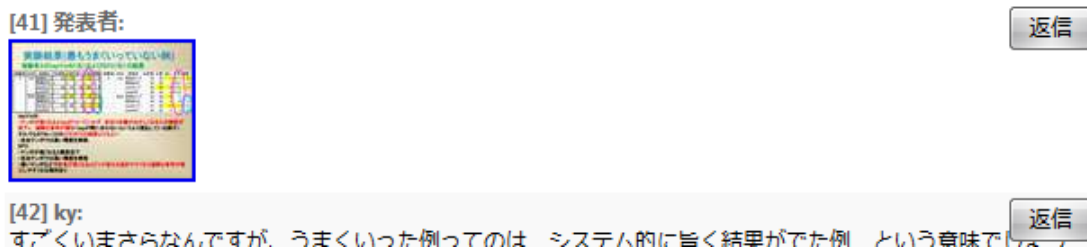


図 5.6 スライド発言の例

ンを押すことで、その発言の返信として発言が送信される。送信された通常返信発言の末尾には、返信タグ「>> n 」(n は返信対象発言のシーケンス番号)が自動的に付加される。この返信タグには、返信対象発言へのリンクが自動設定されているので、このタグ上にマウスカーソルを重ねることで、返信対象発言を遡ってトレースしていくことができる。

対スライド返信

発表者用クライアントから自動投稿される、スライドのサムネイル画像を発言内容とするスライド発言にも、聴衆からの発言と同様にシーケンス番号が付与され、さらに「返信ボタン」も付与されている。図 5.6 に、スライド発言の例を示す。

チャット・ログ上にはすべてのスライド発言が残っているので、過去にさかのぼって任意のスライドに返信することも可能である。入力欄に発言内容を入力した後、返信したいスライド発言に付与されている返信ボタンを押すことで、そのスライド発言の返信として発言が送信される。送信された対スライド返信発言の末尾には、返信タグ「>> n 」(n は返信対象であるスライド発言のシーケンス番号)が自動的に付加される。この返信タグには、返信対象発言へのリンクが自動設定されているので、このタグ上にマウスカーソルを重ねることで、返信対象であるスライド発言を遡ってトレースすることができる。

対口頭対話返信

対口頭対話返信は、チャット上には存在しない、口頭での対話内容に対する返信である。口頭対話は音声データであるため、過去の発言内容について厳密に返信先を指定させ

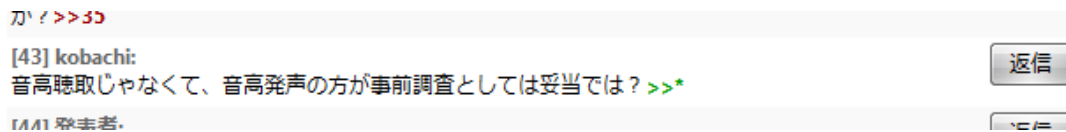


図 5.7 対口頭対話返信の例

ることは難しい．そこで Chatplexer では「今喋っている内容」だけに限定して対口頭対話返信できるものとして，対口頭対話返信の入力が負担にならないようにした．対口頭対話返信の発言方法は，発言入力欄に返信内容を入力した後，発言入力欄のすぐ右にある「今の口頭会話にツッコミ」ボタンを押すだけである．対口頭対話返信を表すタグとしては，通常返信タグを变形した「>> *」という表記を用いた（図 5.7）．この「>> *」を対口頭対話返信タグと呼ぶことにする．対口頭対話返信では，入力が終了して送信した時刻ではなく，チャット入力欄に入力を始めた時刻に対口頭対話返信を行ったと見なす．

5.3 実験

実験ではまず，Chatplexer を使用して意見収集型プレゼンを実施し，クロスチャンネル返信のデータを収集する．発表終了後，発表者に対して Chatplexer 上で行われたチャットのログを提示し，自分にとって重要と判断される発言をピックアップしてもらう．こうして得られたクロスチャンネル返信データと重要発言のデータを用いて，機械学習によって重要発言の推定を試み，その性能を検証する．

5.3.1 重要発言とは

今まで発言機会のなかった大多数の聴衆に意見交換の場を与えるという意味では，チャット併用会議は既に目的を果たしている．問題は，その意見交換の場から，なんらアウトプットを得られず，チャットでコミュニケーションが閉じてしまっている点である．適切なアウトプットを得ることができれば，チャットでの議論は口頭会話での議論と相補

関係となり，口頭ではより充実した議論ができるはずである．

ここでプレゼン発表の目的に立ち返りたい．序章で述べたとおり，知識伝達型プレゼン会議では，聴衆は発表内容を理解することが目的であるため，聴衆にわからないことがあれば発表者がそれに答えることが望ましい．この場合の重要発言の評価は，聴衆が行うのが妥当である．一方，意見収集型プレゼン会議では，発表内容が聴衆に伝わった上で，さらに発表者が聴衆から意見を得られることが目的である．従って，大勢の前で発表したのに一部の質問者からしか意見が得られないというのは，非常に効率が悪い．発表者であれば，質問者以外の聴衆からも可能な限りすべての意見を得て自らの手で選別したいと思うはずである．既存の重要度判定システムは重要度の判定基準として一般知識や聴衆の投票を用いているが，発表者のニーズに対して聴衆のニーズを提示してしまうと，根本的にずれたものが提示されていることになる．

従って，本実験では重要発言は発表者が選別するものとし，それを推定するものとした．

5.3.2 実験の手順

Chatplexer を 2010 年の 11 月～12 月の 2 ヶ月間にわたって，筆者が所属する研究室のゼミ 4 回で使用した．メンバーは 1 名の教員，5 名の博士課程学生（うち 1 名は著者），修士課程学生 11 名で行われた．修士課程学生のうち 3 名が女性（うち 2 名は中国語が母語）で，それ以外は全員男性（うち 1 名は中国語が母語）である．実験期間中に欠席や見学者によって若干の参加者変動がある．

進捗報告ゼミでは，1 回のゼミにつき研究室のメンバー 4～6 名が進捗報告を行う．進捗報告は意見収集型プレゼン形式で実施される．発表予定者は 1 人ずつ順に登壇し，まず現在取り組んでいる作業の内容と進捗状況について，前回の進捗報告からの差分だけではなく，外部発表と同様に背景，目的などを含み研究全体が把握できるように発表する（図 5.8）．その後，聴衆を交えて口頭での質疑応答と意見交換を行う．Chatplexer は，この発表と質疑応答の間を通じて使用される．

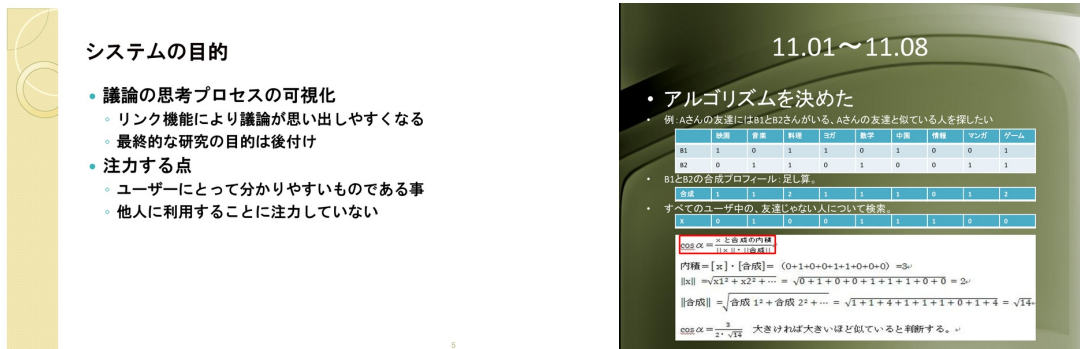


図 5.8 進捗報告スライドの例

発表者の観点に基づく重要な発言を得るために、ゼミ終了後に発表を行った発表者にチャット・ログを印刷した物を渡し、意見や質問として自分自身の研究にとって重要であると思われるチャット発言をピックアップしてもらった。ただし、重要さを段階的に重み付けすることは求めず、重要か否かだけの判断を求めた。このピックアップ作業は十分に時間的余裕を与えて行った。

Chatplexer のログは、人間が投稿したチャット発言と、発表者用アプリケーションが自動的に投稿したスライド発言が混在した状態のものとなるが、以降の分析は全て、人間が投稿したチャット発言のみを対象としたものである。

5.3.3 収集したデータの概要

4 回の進捗ゼミで、15 人の発表者によって計 20 回の発表が行われた。全部で 2496 発言のチャット・ログと、248 発言の重要発言が得られた。得られた重要発言から、自動車内の会話を研究している被験者が選んだ重要発言の例を表 5.1 に示す。発言種別毎の内訳はクロスチャンネル返信が 510 発言 (20.4%)、新規発言が 312 発言 (12.5%)、通常返信が 1674 発言 (67.1%) であった。括弧内は内訳である。

得られたチャット・ログは、入力開始時刻を用いて発表者毎に分割した。平均すると、発表 1 件あたり 10 分 17 秒の発表を行い、その後 27 分 1 秒の質疑応答をしており、全体

表 5.1 重要発言の例（いずれも同一発表者）

発言種別	内容
新規発言	聖地巡礼ツアー
対スライド返信	あ，ほんとにごっこ遊びにするのか >> 51
対口頭対話返信	目的が観光なのかグルメなのか >> *

で 37 分 18 秒であった．その約 37 分間に平均 124.8 発言のチャット発言が送信された．1 分あたりの平均発言数は，発表中は 3.4 発言/分，質疑中は 3.2 発言/分，全体では 3.3 発言/分であった．チャット発言全体のうち重要発言が占める割合（重要発言占有率）は，発表中が 9.3%，質疑中が 10.6%，全体では 9.9% であった．

実験にあたって質疑応答に使用するチャンネルは制限していなかったが，発表者は口頭およびチャットの両方からの質問に対してほとんど口頭で回答し，チャットを見て質問を取り上げることはあっても，質問への回答をチャットで行うことはほとんどなかった．質疑応答中に発表者が発言をチャットに投稿したのは 1 発言のみであった．

チャット発言の返信関係は，メールのスレッドと同様に木構造を為している（図 5.9）．クロスチャンネル返信発言をルートとし，これに対する通常返信で構成される構造木（クロスチャンネル返信木）と，新規発言をルートとして，これに対する通常返信で構成される構造木（新規木）を考える．意味的に見れば，クロスチャンネル返信木はフロントチャンネルである口頭対話あるいはスライドの内容に対する返信及び意味的に連鎖する発言によって構成され，新規木はフロントチャンネルとは無関係な内容の発言及び意味的に連鎖する発言によって構成されている．

クロスチャンネル返信と新規発言がそれぞれの構造木のルート・ノードとなるので，クロスチャンネル返信木は 510 本（62.0%），新規木は 312 本（38.0%）である．発言単位では，対口頭対話返信をルート・ノードとするクロスチャンネル返信木に 1336 発言，対スライド返信をルート・ノードとするクロスチャンネル返信木に 167 発言，合計 1503

[542] **zawareo**: 重要発言数ってメモポチられた発言? >>*

[544] **田中**: これ言っているの解らないですけど この前のアンケートで >>542

[546] **zawareo**: なるほろ >>544

[545] **ふじた**: 発表者による評価ではないでしょうか 終わった後のアンケートの >>542

[548] **ky**: 重要発言は本当に重要なのか >>*

[553] **ky**: まあ、発表者から見た場合だから正しいのかー >>548

[554] **Kazz**: だと >>553

[557] **田中**: 発表者が質疑応答時に取り上げたい発言 = 重要発言だったかと >>553

[558] **ちば**: まったくなかったら悲しいな・・・どきどき >>557

図 5.9 返信による木構造の例

発言 (60.2%) がクロスチャンネル返信木に属している。新規木に属するのは 993 発言 (39.8%) であった。

発表 1 件あたりでは平均で 54.8 本の返信木があった。クロスチャンネル返信木の数、ならびにクロスチャンネル返信木に属する発言の数は、いずれも過半数を占めており、チャット上ではフロントチャンネルである口頭対話の内容に関連する発言が多くやりとりされていることが分かる。

クロスチャンネル返信木に含まれる重要発言と新規木に含まれる重要発言を比較すると、211 発言 (85.1%) の重要発言がクロスチャンネル返信木に属しており、うち対口頭対話返信をルート・ノードとするクロスチャンネル返信木は 184 発言、対スライド返信をルート・ノードとするクロスチャンネル返信木に 27 発言が属している。新規木に属する重要発言は 37 発言 (14.9%) であった。重要発言占有率で見ると、クロスチャンネル返信木の重要発言占有率が平均 14.0% であるのに対し、新規木の重要発言占有率は 3.7% であった。このように、重要な発言は新規木にはあまり存在せずクロスチャンネル返信木に多く存在しているが、クロスチャンネル返信木の数自体が多いため、クロスチャンネル返信木における重要発言占有率が大きく高いというわけではない。

5.4 重要発言推定実験

実験データに含まれる返信木の情報を元に、重要な発言を推定できるかどうかを検証した。推論アルゴリズムとしては、決定木を用いる。モデルの作成と検定には Weka 3.6.4[87]を使用した。Weka には J4.8(C4.5 の改良版)や Support Vector Machine(SVM)、単純ベイズ分類器など、機械学習で用いられる一般的なアルゴリズムがあらかじめ搭載されており、データを用意するだけで機械学習による分析を始めることができる。データは Attribute-Relation File Format (ARFF) という属性値情報を含んだ Weka 専用形式に変換して Weka に読み込ませた。決定木は J4.8 アルゴリズムを使用して作成した。また、発表中に利用することを想定し、アルゴリズムは漏れを許容しつつも確度の高いもののみを表示するように、再現率が低くなっても適合率が高くなるようにチューニングした。

本論文では、文法構造や言葉の意味には立ち入らず、主として返信の形態に基づいた重要発言の推定を試みる。クロスチャンネル返信を含め、返信の形態が言語によって異なるとは考えにくい。ゆえに本手法によって、言語種別に依存しない重要発言推定が可能となると考えられる。そこで、返信形態以外のパラメータとしては、やはり言語種別に依存しない、発言の文字数と URL を含むかどうかというパラメータのみを採用した。URL を含むかどうかは本文中に「http://」か「https://」が含まれるかどうかを用いて判定する。URL は外部資料への参照であり、発言の重要度に大きく関わると考えられる。

学習に用いたすべてのパラメータを以下に示す。

- 言語に依存しない基本のパラメータ
 - 発言の文字数
 - 発言が URL を含むかどうか
- 返信関係の構造木に関するパラメータ
 - 発言の構造木における階層深さ

- 発言に対する返信（子ノード）の数
- 発言が属する構造木全体のノード数
- クロスチャンネル返信に関するパラメータ
 - クロスチャンネル返信ではない
 - 対口頭対話返信
 - 対スライド返信
- その他のパラメータ
 - 発言の入力にかかった時間

これらのパラメータを，次に示す 3 通りの組み合わせ条件に分けて学習を行う．

Full-XC 条件 クロスチャンネル返信に関するパラメータを含む全パラメータを使用して学習を行う．

Slide-XC 条件 On-Air Forum[32] などでは，スライド上に発言を書き込む機能を有している点で，対スライド返信機能が実現されていると見ることができる．そこで，対スライド返信のみをクロスチャンネル返信とみなし，対口頭対話返信はクロスチャンネル返信ではないとみなして学習を行う．

No-XC 条件 クロスチャンネル返信に関するパラメータを一切使用しないで学習を行う．

最終的に発表者がピックアップした重要発言と，学習に基づく推定結果を比較し，これら 3 つのパラメータの組み合わせの性能を比較する．なお検定は，取得したデータを 10 分割してそれぞれを 1 回ずつテストデータとする 10-fold 交差検定により行った．結果を表 5.2 に示す．

表 5.2 からわかるように，Full-XC 条件で他の 2 つの組み合わせよりも高い精度を達成し，Slide-XC 条件では No-XC 条件と同一の精度である．Slide-XC 条件と No-XC 条件が同じ精度となったのは，学習の結果出力された決定木が同一だからである．Slide-XC 条件と No-XC 条件では，複雑な決定木が作成されたのにも関わらず適合率も再現率も低く，

一定の法則が見いだせなかったため過剰な最適化が行われたと考えられる。

Full-XC 条件の決定木を図 5.10 に、Slide-XC 条件および No-XC 条件の決定木を図 5.11 に、それぞれ示す。図中の括弧は条件に合致したデータの数を表し、誤って分類されたデータがあれば「/」の後ろにそのデータ数が表される。

図 5.10 を見ると、Full-XC 条件のクロスチャンネル返信に関するパラメータとしては、「クロスチャンネル返信ではない」のみが使用され、対口頭対話返信かどうか、および対スライド返信かどうかは区別されなかった。これは、クロスチャンネル返信であれば対口頭対話返信であっても対スライド返信であっても重要であるかの判定条件に違いはないということである。

Slide-XC 条件ではクロスチャンネル返信に関わる情報として、対スライド返信であるかどうかのパラメータを与えているが、このパラメータは学習の結果出力された決定木では使用されなかった。これは、クロスチャンネル返信木に属する発言の大半（1503 発言中 1336 発言）が対口頭対話返信であり、対スライド返信が少ない（167 発言）ことによると思われる。以上の結果は、クロスチャンネル返信の中でも、特に本章で新たに提案した「対口頭対話返信」の有効性を示すものであると言えよう。

5.5 クロスチャンネル返信の使われ方

本章では、クロスチャンネル返信の使われ方を例示する。本章で取り上げるチャット発言は、いずれも実際のゼミで Chatplexer システムを利用して発言されたものである。その

表 5.2 3つのパラメータの組み合わせによる推定精度の比較

組み合わせ条件	適合率	再現率	F 値
Full-XC 条件	61.5%	12.9%	0.213
Slide-XC 条件	28.6%	1.6%	0.031
No-XC 条件	28.6%	1.6%	0.031

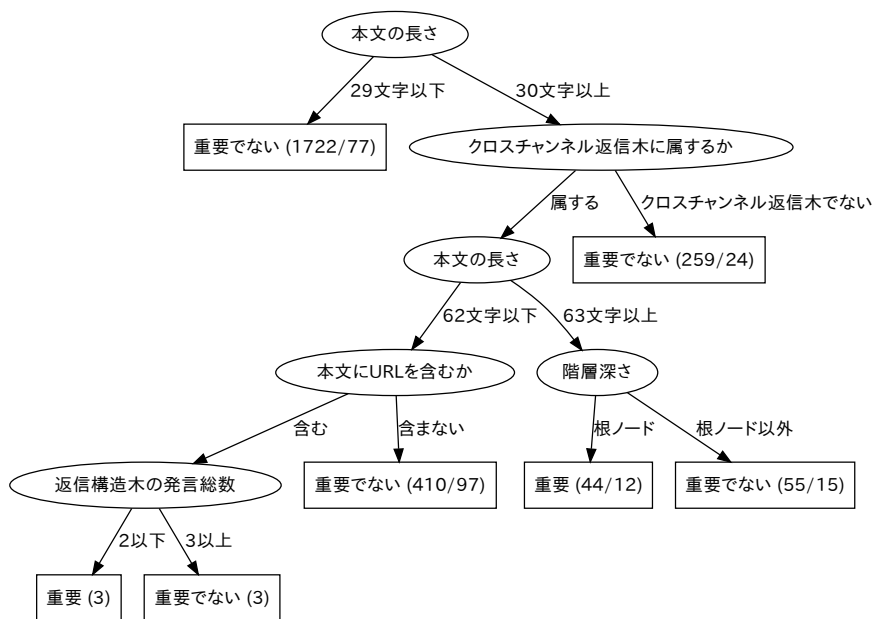


図 5.10 決定木 クロスチャンネル返信情報あり

中から典型的・特徴的と思われる発言を取り上げ、以下の 8 つに分類した。また、得られたアルゴリズムでの判定結果として、重要発言と示されるものは下線によって修飾した。

- 優先度の低い内容; Minor [MI]
- その場の雰囲気; Atmosphere [AT]
- 感情的な内容; Emotion [EM]
- 発表者への意見や質問; Opinion [OP]
 - 詳細があまりない意見・質問; Simple Opinion [SOP]
 - 詳細な意見・質問; Detail Opinion [DOP]
- 索引; Index [IN]
- 賛意; Agree [AG]

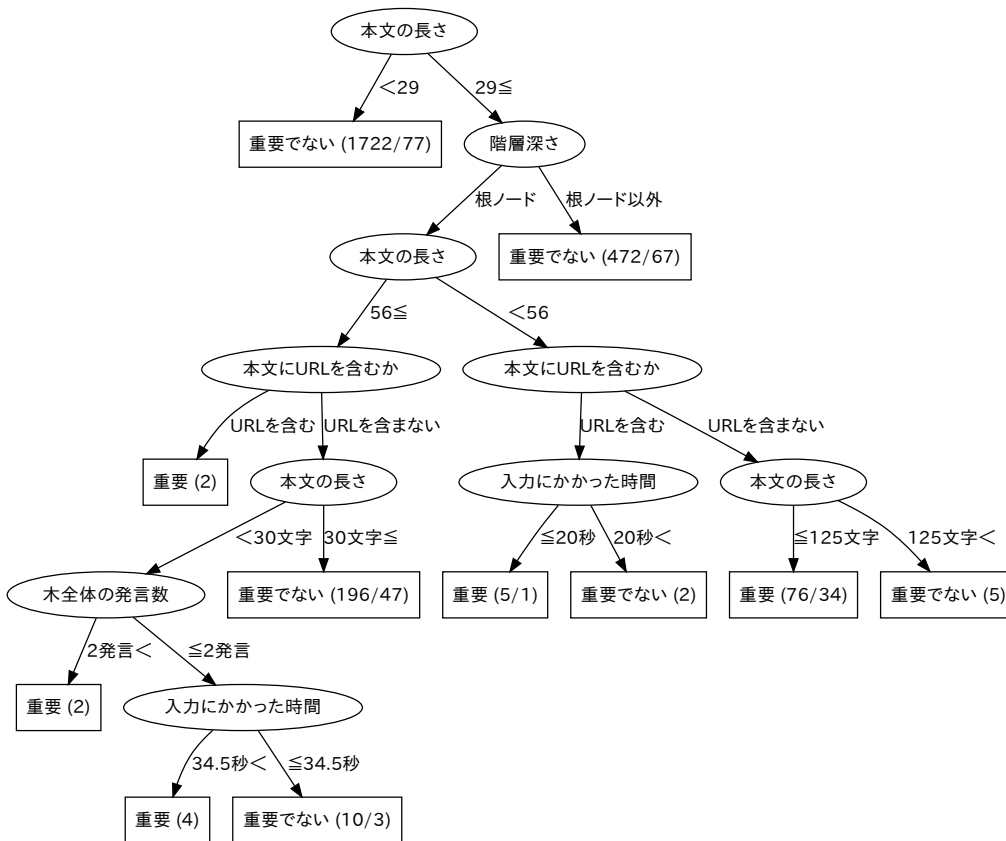


図 5.11 決定木 クロスチャンネル返信情報なし

5.5.1 発言内容による分類

まず、クロスチャンネル返信がどのような発言であるかイメージを明確にするため、クロスチャンネル返信を取り上げることで説明する。クロスチャンネル返信の使い方によって大きく4つに分類しながら、その使い方について述べる。

優先度の低い内容を伝えるケース

以下に挙げる、連絡事項のような副次的な内容を伝えるケースは、バックチャンネルの本来の意味にもっとも近い使われ方である。

MI-1 マイク！マイク！ >> *

MI-2 必要なら質問返しするのもありますよ >> *

MI-3 字が小さくて見えない・・・ >> *

MI-1 は、発表者がマイクを付け忘れて発表を始めたときの発言である。MI-2 というのは、聴衆から寄せられた質問が理解できないそぶりを発表者が見せたとき、それに呼応して発言されたものである。

これらの発言は、進行上あるいは様式上のささやかな間違いを指摘するものである。プレゼンテーションの内容についての言及ではなく、情報の優先度は低い。McCarthy らがチャット併用会議におけるチャットを「バックチャンネル」としたのは、こうした優先度の低い副次的な内容が、チャット上では交換しやすいと予想したためであろう。

その場の雰囲気での発言するケース

次に、その場の雰囲気での発言するケースの例を挙げる。これらの発言はその場の雰囲気に依存しており、発言が行われた時の雰囲気を理解していないと正しい意味をとらえることが難しい。ニコニコ動画などで、楽しさを共有したり感動を共有したりするコメントも、この例の一つであるといえる。

AT-1 金品 = 信頼の証 >> *

AT-2 フリーズした >> *

AT-3 例がそれかよ >> *

AT-1 は、知人関係における人間の信頼性の尺度としてどのような値を使うのが望ましいかという話題で、発表者が「金品」という、ある意味では予想外の回答を述べたため、参加者全体が笑いに包まれているときの発言である。内容としては、発表者が口頭で述べたことを繰り返している発言であるが、自分が面白いと思った発言を自らがもう一度発言しなおす、ということはテレビを視聴している際などにもあり、その延長として、チャッ

ト・メディアでの発言をとらえることができるであろう。AT-3 など、テレビで放送されるバラエティ番組に対して口走る内容に類似する発言が多い。こうした発言は、発表者にとってはノイズのようなものを感じられるのではないかと考えられる。

また、感想として感情的な内容を述べる発言も見られた。こちらも発表者にとってはあまり有益な情報を提供しないと考えられる。

EM-1 なんか嫌だよね >> *

EM-2 楽しみだ >> *

これらはノイズというほどではないが、例えば EM-1 なら何人くらいが嫌だと思ったのか、なぜ嫌なのかが明示されていない。こうした発言はあまり多くないが、統計を取るようなシステムと組み合わせることで有益な情報を提供できるかもしれない。

発表者への意見や質問を残すために使うケース

対口頭対話返信で非常に多くみられるのが懸念や意見を表明するケースである。以下の発言は、発表者への質問を残すために使ったケースである。

OP-1 腕ってそんなに発汗するのでしょうか >> *

OP-2 SNS ってまだ流行ってるのでしょうか？ >> *

OP-3 この研究の目的って何じゃったかしら >> *

OP-4 タグというのが必要なのですか・・・？ >> *

OP-5 そういう練習が必要？ >> *

OP-1 は、ウソ発見器の原理を応用し、腕に装着するセンサーで装着者の緊張度合いを計測する仕組みについて発表者が述べた後に行われた発言である。ウソ発見器は汗をかくことによって変化する皮膚の導電率を計測し、それを緊張の度合いとして表す装置なので、ウソ発見器を応用する仕組みが正常に動作するかどうかを判断するためには、腕が汗

をかきやすい場所かどうかを知っていなければならない。発言者は、発表者の「腕でも計測できる」という主張を判断しかねたため、その疑問点を発言したものと考えられる。OP-1 に対しては返信がなく、他の参加者もこの質問に答えられる知識は持っていなかったと考えられる。

OP-2 は、発表者が「SNS が求められている」とした主張に対して、発言者の実感として SNS が流行しているという実感を得られなかったため、違和感を感じて発言したものと考えられる。この発言は、表 5.3 ような返信関係を持っている。

表 5.3 発表者へのクロスチャンネル返信による質問と質問に対する返信の例

番号	発言者	内容
13	A	SNS ってまだ流行ってるのでしょうか？ >> *
14	A	すっかり疎遠なもんで >> 13
15	B	僕も疎遠だったりします（ ・ ・ ） >> 14
16	C	携帯の SNS も含めれば関連企業の好調さを見れば流行ってるのでは >> 13
17	A	なのですかね >> 16
18	D	この前 mixi で内定者コミュに入りましたが、その後特に何もしていません >> 14

返信関係ツリーの根である発言者 A による 13 番の対口頭対話返信に対して、発言者 A 自らが 14 番で「なぜそう思ったか」を表す補足情報の追記を行っている。13 番への返信である発言者 C による 16 番は、自分自身が SNS に対して疎遠かどうかという 14 番の内容を含めず、SNS を提供する企業の好調さによって SNS が流行しているかを判断できると提案しており、その後、発言者 A 自身が 17 番で「そうなのですかね」と半信半疑ながら同意している。14 番から始まるツリーには「SNS をやっていない」とする他の参加者 B,D の発言がツリーを構成している。

OP-1 では、発言者の疑問は解消されず、発表者による回答が必要な状態で終了している。それに対して OP-2 では、発言者の疑問に対する聴衆の側の知識からの一時的な回答と、共感した他の聴衆からの実データの提示という 2 つのツリーに分割され、不完全な回答が発言者 A に提示された状態でスレッドが停止していることがわかる。

こうした質問には、研究上の問題を指摘したものが多く、発表者にとっては良い情報源となると考えられる。しかし、いずれの発言も今回のアルゴリズムでは重要と判定されないが、質問文であるかどうかは文体を調査することで判定可能であると思われるので、今後精度向上をはかる際にはこうしたパラメータを取り入れる必要があるだろう。

また、意見については、異なる詳細度の発言があるようである。詳細があまりなく意見を述べているケースを示す。

SOP-1 新規性がびみょう >> *

SOP-2 全然わからなくてござる。結論がほしいでござる。 >> *

SOP-3 どこを見てそう言えるのかわからん >> *

詳細があまりない発言を有用な情報とみなすかどうかは発表者によって異なるであろう。別案を提示したり注釈を加えたりするなどの、比較的詳細な内容をもつ発言もある。

DOP-1 研究科全体に公開する方向もアリじゃないのか? >> *

DOP-2 TF と、IDF と、TF-IDF は別物です >> *

DOP-3 日光が入る部屋で使うだけで、もうだめなんじゃないかなあ と思ふ >> *

DOP-4 外乱要因...難しいね! 部屋の色がどうか言い出す人もいるしね! >> *

DOP-5 やっぱり人感センサーやら、視線推定のシステムを入れるべきですよ >> *

こうした詳細度の高い意見も、発表者にとっては良い情報源であると考えられる。しかし、今回のアルゴリズムでは詳細度を文字数と URL によって評価しているため、文字数が少ないと詳細度が高くても重要と判定されない。テクニカルタームを多く含むと思わ

れるので、精度向上の際にはこうした判定をパラメータとして取り込むと良いと考えられる。

索引としての性質を持つケース

口頭対話の内容と同じ内容をチャットに転載したもので、口頭対話の内容に対する索引としての性質を持つ発言も散見された。

IN-1 フェイスブックみたいに共通の友人を提示するシステムが必要か >> *

IN-2 5つの問題点 >> *

IN-3 脈は信頼できるのか について >> *

IN-4 別解ですか >> *

IN-5 シソーラス！ >> *

IN-1, IN-2, IN-3, IN-4 は、口頭対話で何について喋っているかをチャットで説明したものであり、極めて特徴的な発言である。シソーラスとは、日本語分析で使われる意味階層の辞書であり、同じ意味を持つ単語をグループ化するために使われる。IN-5 の発言は、その技術そのもの、あるいは発表者の研究にその技術を必要とすることに対する、発言者自身の驚きを表明しているものだと考えられる。

こうした発言は、発表者のアイディアに対する賛同というよりも、自身の驚いた点を残したり、複雑な内容を整理するために行われているようである。チャット・メディアは、ログが記録されているため、チャットを自分の考えをまとめるノートとして利用していると考えられる。聞き手が何を重要と思ったかを知りたい、あるいは、説明が複雑になってしまったかどうかを検知したい発表者もいる可能性があるため、こうした発言を評価するためのパラメータも必要であろう。

さらに、口頭対話の内容の転載を含めたうえで賛意を表明する発言もあった。このケースでは、目的が大きく異なる使用例が散見された。

AG-1 ビッグアイデア！>招待制>>*

AG-2 確かに，自分の発表の後にチャットログ見て「この話は～」と書いて書かれててもどれのこと言ってるのか分からなかったりするなあ>>*

AG-3 正しいです>>*

AG-1 は，口頭対話での発言をわざわざ文字化してチャット・メディア上に複製し，それに対して賛同を表明するというケースである．AG-2 の発言では，自身の経験と照らし合わせて発表者の発言に賛同している．このように，賛同を表明するケースでは，極めて詳細な賛同がチャットにも投稿されていた．

チャット併用会議では，実世界で発表者と聴衆は空間を共有しており，軽い賛同であればうなづくなどのジェスチャーでも表明することができる．チャットでも賛意を示すということから，かなり強い賛同を示しているのではないかと考えられるだろう．賛意については，発表者が個々の賛同内容を知りたい場合と，量的に賛同がどれくらい得られたか知りたい場合の2通りがあると考えられる．この点については，単に賛意のある発言を重要と見做してピックアップするよりも，よりよい支援方法があると考えられる．

AG-3 は，その直前にこの発言の発言者が口頭で行った質問の解釈について，発言者が入力したものである．質疑応答時の1対1での会話において，発表者が口頭で行った発言についてチャットで返答をする極めて珍しいケースである．この発言者は大きな声を出すのが苦手であり，声で伝わらないのなら文字で伝えることができるチャットを使ったのだと考えられる．

5.5.2 決定木の判定条件からの分類

次に，発表者が重要かどうかを判定した発言について，前章で得られた決定木による判定と合わせ，例を挙げながら説明を加える．前章で得られた決定木に基づくと，重要な発言と自動推定される発言は以下の条件のいずれかに合致する発言である．

条件 A

文字数が 63 文字以上のクロスチャンネル返信

条件 B

本文の長さが 30 文字 ~ 62 文字で URL を含み，返信構造木が 2 以上の発言をもつもの

これらのうち，条件 A を満たすものについては，条件 A を満たし発表者自身が重要としたものおよび重要としなかったものと，条件 A を満たさないがクロスチャンネル返信であり発表者自身が重要としたもの，重要としなかったものの 4 つの分類で紹介する．加えて，前述の使われ方による分類として，MI ~ AG に分類した．条件 B については，条件 B の対偶を設定することは困難なため，条件 B を満たし発表者自身が重要としたもの・重要としなかったもの，の 2 つのケースについて紹介する．

条件 A を満たし重要だとされた発言 (AI)

まず，条件 A に合致する発言は，クロスチャンネル返信であるもののうち，63 文字以上の発言である．この分類を AI とする．AI の例としては以下のような発言がみられた．

AI-1 イントラかなあー？どうでしょう 好きな人はとことんやって 興味のない人はと
りあえず登録ってのは普通の SNS でも言えるような気がします >> *

AI-2 演奏者のレベルとかどんどん条件が増えていくといろいろとアレな気がする。むしろ
門戸を広くするような研究方向の方が良いような気がする。>> *

AI-1 は，発表者の口頭発言に対して詳細な質問・意見 [DOP] を残したものである．AI-2 も同様に，詳細な意見 [DOP] である．チャット上で得られた意見や質問は，基本的には発表者に対して有益だと考えられるので，極めて自然な選択であろう．

条件 A を満たしているが重要とされない発言の例 (AN)

次に、条件 A を満たすが重要とはされなかった発言 (AN) である。AN としては以下のような発言がみられた。

AN-1 まとめると (目的) 自分のメッセージを相手に正しく伝えるために (手段) 相手の信頼度を把握する 相手の信頼度に適した対応を支援する (補足) 相手の性格パターンによって対応を変える ということでもいいのかな >> *

AN-2 印象の研究で、反論を述べるとき「よいところを述べてからだめなところを述べる」「だめなところを述べてからよいところを述べる」だと、後者のほうが評価される側の印象がよいというデータがあるらしい。 >> *

AN-3 肯定的な感想って、いいづらい。「あれ、いいよねー」と言ったときに、誰かに「えー、あんながいいのかぁ？」とか言われると、非常にづらい。 >> *

AN-1 は、発表の内容をチャットにまとめて再掲したものであり、分類としては索引としての性質 [IN] を持つケースである。発表者が発表した内容をチャットに再掲するようなケースでは、文字数が多くても重要な発言ではないと判断された可能性が高い。

一方、AN-2 は、印象形成についての発表を行っている発表者に対して、参加者の 1 人が自分の知っている印象形成のコントロール事例を挙げたものである。AN-3 も、印象形成に関するもので、自己の経験からくる感想を述べている。これらは発表者への意見や質問を残すための詳細な発言 [DOP] であり、一見すると重要な情報を含んでいるようにも見える。発表者に向けられた意見や質問であっても、参考になると捉えるかどうかは一概には言えないことがわかる。

条件 A を満たさないが重要だとされたクロスチャンネル返信 (XI)

条件 A を満たさない発言については、クロスチャンネル返信木ではないものや、クロスチャンネル返信木の葉ノードに該当するものも含まれるが、ここでは 63 文字未満のクロ

スチャンネル返信に限定して取り上げることとする．以下が重要発言としてピックアップされたクロスチャンネル返信（XI）の例である．

XI-1 インターネット上だと普段とは異なる人格になる、っていう研究結果があったような気がする。 >> *

XI-2 「イイネ！」についての論文ってあった気がする。 >> *

XI-3 あれじゃね？感想を言って 共感したい系なあれ ？ >> *

XI-4 決して会話データは公開できない実験．自然なインタラクションを収録出来ている証拠www >> *

XI-1 や XI-2 は参考情報を提示する，詳細な意見・質問 [DOP] に該当する発言である．XI-3 も，詳細な情報ではないが参考情報があることを示唆した発言 [SOP] である．これらは発表者に対して意見や質問を提示したものであり，文字の長さによらずとも意見や質問を提示する発言は重要と判断されるようであった．

一方，XI-4 は，会話の記録を伴う実験を行った結果を発表した際に，その結果の中に非常にプライベートかつ笑いを誘うような内容が含まれており，その実験結果に対する感想を述べたもの [EM] である．この発言はその場の雰囲気や発言されたものに分類されるであろう．しかし，何気ない一言であっても，発表者が持っていなかった視点からの感想であれば，参考にされることもあるようである．

条件 A を満たさず重要ともされなかったクロスチャンネル返信（XN）

以下は，63 文字未満のクロスチャンネル返信のうち，重要とされなかった発言の例である．

XN-1 ホワイトボードに URL 書いてクリックするとそのページに飛べる、とかだと面白いかもね。何のメリットあるのかわからんけど >> *

XN-2 議事録なんて見たことも書いたこともないし作りたいとも思わないわぁ >> *

XN-3 amazon みたいに評価を他人に委ねるわけか >> *

XN-1 は、ホワイトボードの拡張によって議論を支援するシステムに関する研究で、どのような機能があったらよいかという観点で自身の希望を述べ、同時に研究として何らかの効果を表すか疑問を持っていることも述べた詳細な意見 [DOP] 発言である。XN-2 は、議事録による議論支援システムに関する研究で、議事録というものについて感想を述べた発言 [EM] である。XN-3 は、ウェブ上の質問・回答システムについて、発表者のアイデアが既存の別のシステムと類似しているという指摘、あるいは発言者自身の理解を述べた発言 [OP] であろう。

その場の雰囲気発言したような発言ではなく、意見・質問の発言であっても重要とされるとは限らないことがわかる。

条件 B を満たす発言

表 5.4 条件 B を満たす重要発言

番号	発言者	内容
960	発表者	<発表者のプレゼンテーション画像>
977	A	<u>DigInfoNews で紹介されてましたね。 > ディスカッションテーブルパイオニアだっけな？ Youtube にあります。</u> <u>http://www.youtube.com/user/diginfonewsjapan</u> >> 960
979	A	<u>http://www.youtube.com/watch?v=QC5fX0WTmCE</u> >> 977

条件 B に該当するのは 6 例のみであった。重要と判定された発言は、発表者のプレゼンテーションのスクリーンショットをチャットに転載投稿したプレゼンテーション発言に対するクロスチャンネル返信木に含まれる発言で、表 5.4 に示す返信構造を持っていた。

960 のプレゼンテーションにはディスカッションテーブルが紹介されており、979 のリンク先の動画の内容は「メディアハブの機能を備えた次世代会議システム：DigInfo」とい

表 5.5 条件 B を満たすが重要ではない発言

番号	発言者	内容
1015	A	<u>Google 並に秒で解答が帰ってくるなら使う価値はある >> *</u>
1016	B	メモった >> 1015
1028	C	そんなあなたに Wolfram Alpha http://www.wolframalpha.com/ >> 1015
1030	C	http://ja.wikipedia.org/wiki/Wolfram_alpha >> 1028

う会議システムの紹介動画であった。内容は詳細な意見を発表者に伝えるもの [DOP] である。この発言では 977 にもリンク先が提示されているが、このリンク先はディスカッションテーブルに関連した動画そのものではなく、その動画を投稿した投稿者のページであった。977 で間違った URL を提示してしまったため再度自分の投稿に返信することで正しい URL を提示している。発表者も発言の訂正があったことを理解して重要な発言を判定したと考えられ、977 は条件 B には合致しているが、重要な発言としては選択されていない。

重要とされなかったものの例が表 5.5 である。このクロスチャンネル返信木は、質問・回答システムの研究に対して行われており、Yahoo 知恵袋などの既存の質問・回答システムでは回答がもらえるまでに時間がかかることに対して、1015 番で発言者 A が「すぐに回答が返ってくるのなら」と自身の意見を表明した発言に対する返信である。1015 はクロスチャンネル返信による詳細な意見 [DOP] であり、この返信は重要と判定されている。1028 および 1030 は、Wolfram Alpha というエキスパートシステムの URL と、Wolfram Alpha を日本語で説明している Wikipedia の記事への URL を提示した詳細な意見 [DOP] である。Wolfram Alpha はエキスパートシステムであるため、例えば「東京の年間降水量」などのあらかじめ定型化されたクエリで質問を行えば、知識データを瞬時に提示することができる。この返信は、「瞬時に結果が返ってきてほしい」と希望する聴衆 A に対す

る返信として参考情報を提示したものである。発表者は、「すぐに回答が返ってくるシステムであれば利用価値がある」という価値観の提示には重要性を感じたが、実際のシステム稼働例については重要性を感じなかったと考えられる。

5.6 議論

Chatplexer システムから得られたデータを見ると、チャット発言が重要かどうかの判定には発表者がどのような知識を持っているのかという情報が必要であり、人間の読解力をもってしても、容易には重要発言を予想できないであろう。つまり、文章の意味を理解することによって重要発言を推定しようとする、発表者本人と思考を一体化することが必要になるだろうと考えられ、これは、人間にとっても、自然言語処理の技術的課題としても、非常に難度の高い課題であると言える。しかし、プレゼン発表型チャット併用会議において、クロスチャンネル返信と返信木の構造を利用することで、人間による選択情報を教師データとして機械学習させることで重要発言を推定することができた。文章から意味を計算しそれを元に重要度を推定する手法をミクロ的アプローチと呼ぶなら、本手法は、文同士の返信関係と重要度を直接紐付けて学習させそれを元に重要度を推定する、マクロ的なアプローチであると言える。

J4.8 ではクロスチャンネル返信木であるかどうかという、たった1つのパラメータを取り除いただけで、適合率が61.5%から28.6%へと半分以下になってしまった。さらに、対スライド発言だけをクロスチャンネル返信と見なす場合では性能は向上しなかった。ここからクロスチャンネル返信木であるかどうか、とりわけ対口頭対話返信を扱うことが、推定性能に大きな影響を与えることが分かる。データとしてクロスチャンネル返信という情報が非常に重要なのである。

本研究では再現率と適合率のバランスについて、適合率が高くなるように学習パラメータの設定を行った。意見・質疑時間では時間的制約が重要な要素であり、限られた時間で優れた意見を得られるべきである。従って、システムが重要でない発言を重要であると

判定する (false-positive) 状態を可能な限り排除すべきであり，再現率が低くても適合率が高い状態が望ましいと考えられるからである．

そのため再現率はクロスチャンネル返信木かどうかの情報をういた場合でもかなり低い結果となった．使用しているデータでは，発表 1 件あたり平均して 124.8 発言のチャット発言があり重要発言占有率が 9.9% であることから，チャット・ログには平均して 12.4 発言の真の重要発言が含まれていると推測される．クロスチャンネル返信木であるかどうかのパラメータを用いた場合は，再現率が 12.9%，適合率が 61.5% であるので，2.6 発言の重要発言を推定し，うち 1.6 発言が真の重要発言である．

しかし，あまりに再現率が低ければそもそもチャットから 1 つも発言が推薦されないということであり，システムの存在意義がない．本来であれば，具体的に「何個」という形で発言の数を仮定する，例えば「10 分の意見質疑で 5 個の発言があればよい」と設定することは適切ではない．妥当性を検討する参考としてあえて筆者らの経験を述べるとすれば，学会発表における質疑応答時間は 5 分から 10 分程度であり，質疑の数も 5・6 個程度である．チャット併用会議では質疑応答は口頭とチャットの両方から行われるため，チャットから 2.6 発言重要発言を推定しうち 1.6 発言が重要発言であったとしても実用に耐えると考えられ，実用的な精度に達していると言える．

また，重要な発言を推定する事自体は，質疑応答の際だけではなく別のタイミングで使うことも考えられる．例えば，発表後に自身の研究に対して得られた意見を反映する場合などである．こうした場合では時間的制約がないため，false-positive をある程度許容し，見過ごしなどにより重要発言を取りこぼしてしまうことを回避する方が適切であると考えられる．こうした応用にも対応するため，再現率を高める手法について検討する必要もあるだろう．

第 6 章

議論

本章では、これまで行った研究から得られた知見を元に、チャット併用会議への応用と評価を議論する。

第 3 章ではチャットとプレゼンテーションとの関連性を調査した。暦本らの研究で述べられているとおり、通常チャット併用会議はより広い視点からの意見を得るために行われているが、進捗報告におけるプレゼンテーションとの関連性を見る限りは、むしろ名詞が減る傾向が見られている。ここから、チャット併用会議におけるチャット・メディアは、議論の成果物である進捗報告に影響を及ぼしていることが言える。また、進捗報告において減少傾向の傾きがある程度共通であれば、プロジェクトが発散傾向にあるのか収束に向かっているのかを客観的に把握するなどの応用が可能ではないかという予備的な知見も得られた。

第 4 章では、チャット発言と口頭発言の関連性を時間的パラメーターから求めることに挑戦した。これは McCarthy らの予測するバックチャンネルとしての性質の一部であり、機械学習においてもある程度推測できることが分かった。しかし、結果は十分ではなかった。これは、チャットのマルチスレッド化で説明できる可能性がある。

チャット上では複数の話題が同時に進行することがあり、これは話題のマルチスレッド進行と呼ばれている。チャット上では、まず口頭発言に対する返信としてチャット発言が

投稿され、更にそのチャット発言に対する返信として別のチャット発言が投稿されるなどの複雑な返信構造が、マルチスレッドで進んでいることになる。マルチスレッド状態のチャットでは、時間という観点だけではなく、スレッドという観点も含めなければならない。しかし、チャット併用会議では常に口頭発言が1つのスレッドを構成しており、チャット・メディア側ではクロスチャンネル返信を起点としたスレッドが多数生成されることが第5章のクロスチャンネル返信の比率からわかっている。第4章では、どの発言がクロスチャンネル返信であるかわからずスレッドの自動判定ができなかったことから、精度が下がってしまったと考えられる。

第5章では、クロスチャンネル返信という概念を提案し、返信関係を直接入力させた。基本的にチャット発言では返信関係が明示されていなければ、「場の雰囲気」のような不明確な情報に依存して返信関係を推定せざるを得ない。クロスチャンネル返信は、そのような不確定な情報を排除し、正確な分析を可能とさせる。

正確な分析ができることによる応用技術として、発表者にとって重要な発言を推定させる実験を行った。その結果、クロスチャンネル返信という情報の有無によって大きく精度が変わることが分かった。また、クロスチャンネル返信の使われ方や重要発言の例を観察すると、重要発言の判定は非常に難度の高い作業であり、人間でも容易に判断することはできないことが分かった。これは、第4章で第三者による関連性の推定がうまくいかなかったことと合致する。

クロスチャンネル返信の情報をを用いることで適合率の高い推定を行うことができたことから、多数の発言の中から確度の高い情報を抽出するという推定については、対口頭対話返信や対スライド返信は非常に正確かつ強力な判断材料となりうることが分かった。既存研究では「質問」「意見」などの発言種別を発言にタグとして設定することができるシステムも提案されているが、発言種別だけではチャット発言に対する質問なのか、口頭発言に対する質問なのかが分からない。こうしたシステムにもクロスチャンネル情報を格納するように改良すれば、さらなる応用が可能になると考えられる。リアルタイムに発表者に

対してフィードバックを行うシステムは、多くの発表者から求められていると考えられ、将来的にはフィードバックの提示方法も含めて研究する必要があるだろう。

6.1 Chatplexer の応用可能性

Chatplexer システムは非常にシンプルであり、クロスチャンネル情報であることを示すメタ情報をチャット発言に付加するものである。そのため、負荷としては通常のチャット・システムとほぼ同じであるにも関わらず、クロスチャンネル返信情報という強力な情報を、軽量なシステムで取得することができる。最大の利用者数としては1台の市販ノートPCで300人での動作実績がある。統計処理と学習にはそれよりも高い計算能力が必要とされるが、分析技術は日進月歩の世界であり、実用上の問題は程なく解消されるであろう。

本研究では、初歩的な応用としてクロスチャンネル情報を用いた重要発言推定を行い、その可能性を検討した。チャットと口頭発表を同時併用するスタイルの議論は近年急速に広まりつつあり、会議環境としてはこれから発展していく分野である。特に、チャットのようにバックチャンネルで同時に数千～数万の意見を交換できるようなメディアを議論に取り込むことは、強い要望として存在している。聴衆のチャット発言から発表者が情報を取り出すことができれば、発表者自身にとっての支援であると同時に、最終的には議論に対する支援とも繋がる。

クロスチャンネル返信は、チャットと口頭発言の関係を明示した情報であり、様々な応用が可能であると考えられる。例えば、キュレーション技術への応用である。ウェブ上には莫大な情報があふれており、その中から望む情報を選ぶための技術であるキュレーション技術は、発展のめざましい分野である。キュレーション技術では、いわゆる一般的観点から重要な情報を見いだすことよりも、利用者の過去の行動からそれぞれの利用者にあわせて望ましい情報を提案することに重点が置かれる。本研究で用いた予測手法では、結果としては発表者全員のデータを総合して扱っているが、教師データとしてプレゼンター

ション発表者の重要判定を用いており，データ数の問題を解決することができればキュレーションへの応用が可能である．

また，ビジネスにおいて，利用者の状況に応じてチャット，メール，電話，ビデオ会議などの複数の選択肢の中から最適なコミュニケーション手法を選択する「ユニファイド・コミュニケーション」が普及の兆しを見せている．複数のコミュニケーションを切り替えて使う場合には，メディア間，チャンネル間の返信関係を正確に把握することが重要となる．こうした分野への応用も可能であろう．

第 7 章

まとめ

本研究の第 3 章では，チャットと会議の成果物との関連性に関する調査を行った．進捗報告の名詞差分を連続的に比較することにより，少なくとも進捗報告のゼミにおいてはチャット上の議論は名詞の削減に貢献しており，意見の収束として効果を表していることが分かった．

第 4 章と第 5 章は，チャットと口頭発言との関連性の予測および関連性情報の応用に関する研究である．これはすなわち実世界メディアとチャット・メディアとの関連性に関する研究である．第 4 章では，チャット発言と口頭発言の関連性を第三者に評価してもらい，それを教師データとして機械学習させることにより時間情報のみから関連性を予測することを試みたが，実用的な精度に到達するにはさらなる改良が必要であることが分かった．第 5 章では，関連性を直接入力できるチャット・システムを開発し，その応用性を探った．関連性の種類を分類したり，返信関係構造中の発言の位置を用いたりすることによりチャットの中から重要な発言を機械学習によって推定する応用が可能であることを示した．また，実際のチャット・ログからクロスチャンネル返信の例を挙げ，どのような使われ方をしているのかも例示した．Chatplexer システムが提案する関連性の入力手法は簡便で入力しやすく，通常のチャット・システムと親和性の高い入力手法であるため，Ink Blots システム [80] や Chat Circles[81] など，他研究で行われているようなチャットの強

調表示を直接応用することができる。今後は強調表示などの応用技術を組み合わせることで議論がどの程度効率的に行えるかといった評価を行うこともできるであろう。

本研究ではチャット併用会議において発表者を重要な評価基準として位置づけた。それは、発表者がプレゼンテーションの作成や発表にかかる労力が莫大であることを踏まえた上で、現状のチャット併用会議システムが発表者への支援をほとんど行っていないからである。しかし、世の中には様々な形態の会議が存在し、聴衆と発表者が分離されプレゼンテーションを必須とする会議はその中のごく一部を占めるに過ぎない。本研究においては進捗報告ゼミの発表を分析対象とすることで、可能な限り一般的な効果として論じるように心がけたが、それでも十分とは言えないだろう。チャット併用会議自体はあらゆる形態の議論に対して適用可能であり、本研究の扱う範囲よりも更に広いものである。

また、本研究の扱う範囲においても、発表者毎に発表スタイルが異なる（第4章）だけでなく、意見の取り込み方も違う（第3章）ことが示唆されるデータが得られている。会議は極めて複雑なコミュニケーションであり、画一的なシステムでは必ずしも効果が得られないという点について、本研究開始当初から予想はしていた。口頭発言とチャット発言との関連性を時間的パラメータのみから推定するアプローチは十分な精度ではなかったが、返信関係構造情報を用いた場合には機械学習で重要な発言を推定することができることが分かった。返信関係構造を用いて重要発言が推定できたり（第5章）、チャット併用会議においては名詞減少の傾向が得られたりするなど（第3章）、一般性を持った法則が見られないという訳ではない。

前述の通り、チャット併用会議自体はあらゆる議論に適用可能であるが、万能ではない。チャット併用会議を支援するための研究は今後も続けられると考えられるが、どのような法則が見られるのかが明らかになることによって、より建設的なシステムの開発に繋がるはずである。

7.1 知識科学としてのチャット併用会議

本研究では、バックチャンネルで行われる特有の現象であるチャット発言の内容の同期を扱ったが、これらは文脈やその場の雰囲気として存在している暗黙知であった。筆者はチャット併用会議では口頭での議論と同時並行でチャット発言が行われているが、口頭発言の内容に対してチャット上でなんらかの反応が発生するとの解釈に基づいて、これを形式化する手法としてクロスチャンネル返信という概念を提案した。また、チャットの中だけでも議論が展開されるため、それらを追跡するために議論上の発言に対して返信関係を追跡するための各種機能を追加した。

クロスチャンネル返信を明示的に記録することにより、バックチャンネルであるチャットと、フロントチャンネルである口頭プレゼン議論との関係を明確に調査することができた。第5章の分析により、チャット発言の半数以上がフロントチャンネルに対する何らかの反応であるということがわかったことで、ともすれば無駄話ではないかと疑われることもあるバックチャンネル・チャットの位置づけが、考えられていたよりもずっと議論に寄り添うものであるということが明確になった点は、特に重要である。

重要発言の推定においても、クロスチャンネル返信は判定基準として大きな役割を占めていることも示唆された。クロスチャンネル情報はバックチャンネルとフロントチャンネルの間を繋ぐ、一種の文脈情報である。クロスチャンネル情報を記録しない場合、チャット併用会議のチャット・ログが時間経過と共に解読困難になってしまうことがしばしばあったが、その一要因として文脈が読み取れないためという理由が考えられるだろう。今後、チャット発言として表出している内容を分析する技術と組み合わせることで、文脈情報の位置づけが明確になっていくと思われる。

産業構造の変化により、かつての発展途上国であった国も、その位置づけを脱却しつつある。知識創造を行い、そこから新しいものを作り出すことができるのは、もはや先進国だけの特権ではない。スピード感のある知識創造活動を継続的に実践しなければ、世界の

別の誰かが同じことを実現してしまう可能性は格段に高まっている。ユニファイド・コミュニケーションの普及は、知識創造活動に継続性とスピードが求められ、連絡が取れなければ後回しにしてもよいという牧歌的時代が終焉したことを意味していると考えられる。知識創造活動を戦略的・効率的に行うことの重要性が、日に日に増しているのである。

従来のプレゼン発表型会議では、時間の制約により発言の機会を得られなかったり、自分の意見の重要性を自認できず発言しないことが頻繁に発生するため、聴衆の数が多いことを有効に利用できていなかった。これは本来、知識創造のためにあるはずの会議を、必ずしも効率的には行うことができていないということでもある。聴衆の中にいるごく一部の人の意見を得られればよいというのはミニマムサクセスであり、今後は会議参加者全員を有効活用するマキシマムサクセスを目指していくべきであろう。

聴衆は意見や質問を提供し、そこから知識創造を行うのが発表者である。チャット併用会議を行うことで、より多くの視点、より多くの意見、より多くの質問を得ることができるようになり、最終的に発表者自身の知識創造活動を支援することに繋がる。プレゼン発表型会議の効率を改善し知識創造活動を支援する本研究は、実社会における知識創造へのニーズに1つの回答を提案するものであり、ひいては知識科学の発展に寄与するものと確信している。

謝辞

本研究において、博士前期課程から博士後期課程までの長期にわたって継続的にご指導とご鞭撻、格別のご配慮を賜りました北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 ライフスタイルデザイン研究センター 西本 一志 教授に、謹んで深謝いたします。論文の書き方、研究の進め方、そして何よりも、研究を統括し未来を志向する考え方について、公私にわたって多くのご助言、ご助力をいただきました。ご迷惑をおかけした際にも、辛抱強くご支援を賜りました。今日の私のあり方は、西本先生の存在なくして語るできません。

第3章の執筆にあたり、北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 由井園 隆也 准教授には、懇切丁寧なご指導ご鞭撻を賜りました。謹んで深謝いたします。由井園先生には、チャット研究という同じ分野の研究者として、多くのご助言をいただきました。

本研究をまとめるにあたり、貴重なお時間を割いていただき、ご教示とご助言を賜りました、北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 國藤 進 教授、神田 陽治 教授、ならびに、和歌山大学 システム工学部 デザイン情報学科 宗森 純 教授に謹んで深謝の意を捧げます。國藤先生には、修士課程在籍時の授業でも、知識科学の基礎に関するご指導を賜りました。

北陸先端科学技術大学院大学入学時から、同期生として励まし助け合い、研究者となった後も温かく応援して下さった、小林 重人 氏、小川 泰右 氏、技術者として語り合った小野 泰正 氏に感謝いたします。ともすれば孤独になってしまう研究活動において、何ら

寂しさを感じることなく充実した生活をおくれたことは、すべて仲間あってのことです。西本研究室の先輩として、忌憚なく意見を交換して下さった、宮下 芳明 氏、小倉 加奈代 氏、伊藤 直樹 氏、千葉 慶人 氏、天野 健太 氏、金谷 裕幸 氏、大月 敬史 氏にも厚くお礼申し上げます。共に研究を進めてきた西本研究室の後輩たちにも、深く感謝しています。

最後に、私が博士課程をあきらめかけたときには励まし勇気づけ、夢であった学位取得まで根気強く待ち、最後まで支えて下さった、父 小林 洋一、母 小林 妙子、康樹、裕二、祖母 麻生 りん と、博士後期課程満期退学後もそばで支えてくれた王 曦虹に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 総務省：平成 23 年通信利用動向調査 (2011).
- [2] YouTube - Broadcast Yourself, <http://www.youtube.com/> (2012).
- [3] USTREAM, You're On. Free LIVE VIDEO Streaming, Online Broadcasts. Create webcasts, live stream videos on the Internet. Live streaming videos, TV shows, <http://www.ustream.tv/> (2012).
- [4] Twitter, <http://twitter.com/> (2012).
- [5] McCarthy, J. F. and boyd, d. m.: Digital backchannels in shared physical spaces: experiences at an academic conference, in *CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 1641–1644, New York, NY, USA (2005), ACM.
- [6] Rekimoto, J., Ayatsuka, Y., Uoi, H. and Arai, T.: Adding another communication channel to reality: an experience with a chat-augmented conference, in *CHI '98: CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems*, pp. 271–272, New York, NY, USA (1998), ACM.
- [7] 綾塚祐二, 河口信夫：参加者が作る会議支援システム：WISS Challenge(特集：インタラクティブソフトウェア), コンピュータソフトウェア, Vol. 23, No. 4, pp. 76–81 (2006-10-26).
- [8] Golub, E.: On audience activities during presentations, *J. Comput. Small Coll.*, Vol. 20, pp. 38–46 (2005).

- [9] 平光節子, 白井正博, 杉山岳弘 : チャットをベースにした会議のコミュニケーション活性化システムの検討, 情報処理学会研究報告. HI, ヒューマンインタフェース研究会報告, Vol. 2003, No. 94, pp. 7–12 (20030926).
- [10] Hembrooke, H. and Gay, G.: The laptop and the lecture: The effects of multitasking in learning environments, *Journal of Computing in Higher Education*, Vol. 15, pp. 46–64 (2003), 10.1007/BF02940852.
- [11] 百合山まどか, 畠中晃弘, 垂水浩幸, 上林彌彦 : チャットを利用した学生間コミュニケーション促進の実験, 情報処理学会研究報告. [グループウェア], Vol. 2000, No. 97, pp. 37–42 (20001019).
- [12] Herbsleb, J. D., Atkins, D. L., Boyer, D. G., Handel, M. and Finholt, T. A.: Introducing instant messaging and chat in the workplace, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves*, CHI '02, pp. 171–178, New York, NY, USA (2002), ACM.
- [13] Handel, M. and Herbsleb, J. D.: What is chat doing in the workplace?, in *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work*, CSCW '02, pp. 1–10, New York, NY, USA (2002), ACM.
- [14] Isaacs, E., Walendowski, A., Whittaker, S., Schiano, D. J. and Kamm, C.: The character, functions, and styles of instant messaging in the workplace, in *CSCW '02: Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp. 11–20, New York, NY, USA (2002), ACM.
- [15] Davison, R. M. and Briggs, R. O.: GSS for presentation support, *Commun. ACM*, Vol. 43, pp. 91–97 (2000).
- [16] 吉野孝, 宗森純, 伊藤士郎, 長澤庸二 : 多人数対応電子会議システム DEMPO III の開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 1, pp. 150–160 (1999-01-15).
- [17] Kellogg, W. A., Erickson, T., Wolf, T. V., Levy, S., Christensen, J., Sussman, J. and

- Bennett, W. E.: Leveraging digital backchannels to enhance user experience in electronically mediated communication, in *Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work*, CSCW '06, pp. 451–454, New York, NY, USA (2006), ACM.
- [18] Zhao, D. and Rosson, M. B.: How and why people Twitter: the role that micro-blogging plays in informal communication at work, in *Proceedings of the ACM 2009 international conference on Supporting group work*, GROUP '09, pp. 243–252, New York, NY, USA (2009), ACM.
- [19] McNely, B.: Backchannel persistence and collaborative meaning-making, in *SIGDOC '09: Proceedings of the 27th ACM international conference on Design of communication*, pp. 297–304, New York, NY, USA (2009), ACM.
- [20] Zheng, J., Veinott, E., Bos, N., Olson, J. S. and Olson, G. M.: Trust without touch: jump-starting long-distance trust with initial social activities, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves*, CHI '02, pp. 141–146, New York, NY, USA (2002), ACM.
- [21] Halverson, C. A., Erickson, T. and Sussman, J.: What counts as success? punctuated patterns of use in a persistent chat environment, in *Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work*, GROUP '03, pp. 180–189, New York, NY, USA (2003), ACM.
- [22] 王慧, 西本一志 : Cosplay Chat : 多様な視点からの意見を引き出すチャットシステムの試み (セッション 5, 特集「新領域創造インタラクション」), 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol. 2009, No. 28, pp. 145–152 (2009-03-06).
- [23] Birnholtz, J. P., Finholt, T. A., Horn, D. B. and Bae, S. J.: Grounding needs: achieving common ground via lightweight chat in large, distributed, ad-hoc groups, in *Proceedings*

- of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, CHI '05, pp. 21–30, New York, NY, USA (2005), ACM.
- [24] ニコニコ動画 (原宿), <http://www.nicovideo.jp/> (2012).
- [25] Jones, Q., Moldovan, M., Raban, D. and Butler, B.: Empirical evidence of information overload constraining chat channel community interactions, in *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work, CSCW '08*, pp. 323–332, New York, NY, USA (2008), ACM.
- [26] Pimentel, M., Fuks, H. and Lucena, C.: *Co-text Loss in Textual Chat Tools*, Vol. 2680 of *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin / Heidelberg, 483–490 pp. (2003).
- [27] Yankelovich, N., McGinn, J., Wessler, M., Kaplan, J., Provino, J. and Fox, H.: Private communications in public meetings, pp. 1873–1876 (2005).
- [28] Iqbal, S. T., Grudin, J. and Horvitz, E.: Peripheral computing during presentations: perspectives on costs and preferences, in *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems, CHI '11*, pp. 891–894, New York, NY, USA (2011), ACM.
- [29] Harry, D., Green, J. and Donath, J.: backchan.nl: integrating backchannels in physical space, in *CHI '09: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*, pp. 1361–1370, New York, NY, USA (2009), ACM.
- [30] Alblas, G.: Groepsprestaties (Group performance), In: *Meertens RW, Grumbkow J (eds) Sociale psychologie (Social psychology)* (1992).
- [31] Post, W. M., Veld, Huis in ’t M. A. A. and Boogaard, van den S. A. A.: Evaluating meeting support tools, *Personal Ubiquitous Comput.*, Vol. 12, pp. 223–235 (2008).
- [32] 西田健志, 栗原一貴, 後藤真孝: On-Air Forum: リアルタイムコンテンツ視聴中のコミュニケーション支援システム, pp. 59–100, WISS2009 第 17 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論文集 (2009).

- [33] Chiu, P., Kapuskar, A., Reitmeier, S. and Wilcox, L.: NoteLook: taking notes in meetings with digital video and ink, in *Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia (Part 1)*, MULTIMEDIA '99, pp. 149–158, New York, NY, USA (1999), ACM.
- [34] Chiu, P., Boreczky, J., Girgensohn, A. and Kimber, D.: LiteMinutes: an Internet-based system for multimedia meeting minutes, in *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, WWW '01, pp. 140–149, New York, NY, USA (2001), ACM.
- [35] 友部博教, 土田貴裕, 伊藤周, 林亮介, 成田一生, 大平茂輝, 長尾確: ディスカッションメディア:会議コンテンツの構造化と効率的な閲覧システム, 一般社団法人情報処理学会 (2007).
- [36] Baecker, R.: A principled design for scalable internet visual communications with rich media, interactivity, and structured archives, in *CASCON '03: Proceedings of the 2003 conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative research*, pp. 16–29, IBM Press (2003).
- [37] 勝木弘, 角康之: 参加者の非言語インタラクションと協調的アノテーションに基づくミーティングキャプチャシステム (2011).
- [38] 栗原一貴, 椿本弥生, 望月俊男, 大浦弘樹, 西森年寿, 中原淳, 山内祐平, 渡部信一: ZUIを利用した多画面对応議論ソフトウェア Borderless Canvas, 第 2009 巻, pp. 1–8, 一般社団法人情報処理学会 (2009-07-09).
- [39] 渡辺理, 松倉隆一, 佐々木和雄, 木島裕二: 対面コラボレーション支援環境における電子的な共同スペースのメリットと望ましい操作 HI について, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 11, pp. 3847–3855 (1999-11-15).
- [40] 倉本到, 宗森純, 首藤勝: チャットに注目した発想支援グループウェアのコミュニケーションに関する検討, 情報処理学会研究報告. [グループウェア], Vol. 98, No. 8, pp.

67–72 (1998-01-29).

- [41] 吉野孝, 宗森純, 由井園隆也, 長澤庸二, 湯ノ口万友, 尾崎公彦: 分散型遠隔ゼミナール支援システムの開発と適用, 第 99 巻, pp. 29–34, 一般社団法人情報処理学会 (1999-05-19).
- [42] Chapanis, A.: *Interactive Human Communication*, Morgan Kaufmann Publishers, 127–140 pp. (1988).
- [43] Kurlander, D., Skelly, T. and Salesin, D.: Comic Chat, in *Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, SIGGRAPH '96, pp. 225–236, New York, NY, USA (1996), ACM.
- [44] Yardi, S.: The role of the backchannel in collaborative learning environments, in *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences*, ICLS '06, pp. 852–858, International Society of the Learning Sciences (2006).
- [45] 畠中晃弘, 百合山まどか, 垂水浩幸, 上林彌彦: 講義におけるチャットを利用したコミュニケーション促進の実験, 情報処理学会研究報告. [グループウェア], Vol. 2000, No. 45, pp. 61–66 (2000-05-25).
- [46] Whittaker, S., Hyland, P. and Wiley, M.: FILOCHAT: handwritten notes provide access to recorded conversations, pp. 271–277 (1994).
- [47] 久保田秀和, 齊藤憲, 角康之, 西田豊明: 会話量子化器を用いた会話場面の記録 (ヒューマンインタフェース基礎, 特集, インタラクシヨンの理解とデザイン), 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 12, pp. 3703–3714 (2007-12-15).
- [48] 石戸谷顕太郎, 大平茂輝, 長尾確: TimeMachineBoard: 過去の議論の柔軟な引用が可能なカジュアルミーティングシステム (情報共有, 学生セッション, インタフェース), 全国大会講演論文集, Vol. 71, No. 4 (2009-03-10).
- [49] 木内啓輔, 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確: 会議における指示情報を用いた議論の構造化とその応用, 全国大会講演論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 27–29 (2011-03-02).

- [50] Akker, op den H. and Akker, op den R.: Are you being addressed?: real-time addressee detection to support remote participants in hybrid meetings, in *Proceedings of the SIG-DIAL 2009 Conference: The 10th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue*, SIGDIAL '09, pp. 21–28, Stroudsburg, PA, USA (2009), Association for Computational Linguistics.
- [51] 石戸谷顕太郎, 高橋勲, 大平茂輝, 長尾確: 複数ミーティング間の文脈情報の獲得とその可視化による議論想起支援, 全国大会講演論文集, Vol. 2011, No. 1, pp. 17–19 (2011-03-02).
- [52] 中西泰人, 倉持正之, 松川昌平: EnhancedChat: 音声と関連付け可能な2次元チャット (特集: インタラクション技術の革新と実用化), 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 12, pp. 3550–3558 (2002-12-15).
- [53] 中澤聡, 佐藤研治, 奥村明俊: 講演音声とプレゼンテーション資料の対応付けによる講演検索, 第 2005 巻, pp. 65–70, 一般社団法人情報処理学会 (2005-02-04).
- [54] 横森正利, 上野和彦: 操作情報を利用した会議進行の記録・再生システム, 第 2001 巻, pp. 65–70, 一般社団法人情報処理学会 (2001-03-22).
- [55] Richter, H., Abowd, G., Geyer, W., Fuchs, L., Daijavad, S. and Poltrock, S.: Integrating Meeting Capture within a Collaborative Team Environment, *UbiComp 2001* (2001).
- [56] 増井信彦, 下倉健一郎: 映像を共有するコミュニティシステムの構築と検証, 電子情報通信学会技術研究報告: HIP, ヒューマン情報処理, Vol. 104, No. 746, pp. 19–24 (2005-03-17).
- [57] 山本大介, 増田智樹, 大平茂輝, 長尾確: 映像を話題としたコミュニティ活動支援に基づくアノテーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 12, pp. 3624–3636 (2007-12-15).
- [58] 西田健志, 五十嵐健夫: Lock-on-Chat: 複数の話題に分散した会話を促進するチャットシステム, コンピュータソフトウェア, Vol. 23, No. 4, pp. 69–75 (20061026).

- [59] Miyamori, H., Nakamura, S. and Tanaka, K.: Generation of views of TV content using TV viewers' perspectives expressed in live chats on the web, in *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, MULTIMEDIA '05, pp. 853–861, New York, NY, USA (2005), ACM.
- [60] 秀憲青木, 芳明宮下 : ニコニコ動画における映像要約とサビ検出の試み (セッション 2), 第 2008 巻, pp. 37–42, 一般社団法人情報処理学会 (2008).
- [61] Pimentel, M., Fuks, H. and Lucena, de C. J. P.: Mediated chat development process: avoiding chat confusion on educational debates, in *Proceedings of th 2005 conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!*, CSCL '05, pp. 499–503, International Society of the Learning Sciences (2005).
- [62] 川口明彦, 加藤善大, 石原進, 酒井三四郎, 水野忠則 : 同期型電子会議へのスムーズな途中参加支援のための一方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 12, pp. 3031–3040 (2001).
- [63] 佐藤円, 佐藤理史, 篠田陽一 : 電子ニュースのダイジェスト自動生成, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 10, pp. 2371–2379 (1995-10-15).
- [64] 石原雅芳, 赤堀侃司 : 課題付き討論支援のための議論要約システムの開発, 日本教育工学雑誌, Vol. 22, No. 1, pp. 1–12 (1998-06-20).
- [65] 風間淳一, 光石豊, 牧野貴樹, 鳥澤健太郎, 松田晃一, 辻井潤一 : チャットのための日本語形態素解析, 言語処理学会第 5 回年次大会発表論文集, pp. 509–512 (1999).
- [66] 太田政宏, 横山輝明, 衛藤将史, 門林雄基, 山口英 : 遠隔授業における共同レポート作成のための議論支援システムの実装と評価, 情報処理学会研究報告. QAI, [高品質インターネット], Vol. 2004, No. 8, pp. 13–18 (2004-01-28).
- [67] Lonchamp, J.: A structured chat framework for distributed educational settings, in *Proceedings of th 2005 conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!*, CSCL '05, pp. 403–407, International Society of the

Learning Sciences (2005).

- [68] 由井園隆也, 重信智宏, 榎野晶文, 宗森純: リアルタイムなコミュニケーション行為であるチャットへの意味タグ付加と電子ゼミナールへの適用 (学習支援, 特集「ユビキタス社会におけるコラボレーションサービス」), 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 1, pp. 161–171 (2006-01-15).
- [69] 平島大志郎, 田中充, 勅使河原可海: 協調型テキスト議事録システムの有効性の検討 (セッション 5: ディスカッション支援), 第 2005 巻, pp. 81–86, 一般社団法人情報処理学会 (2005-03-17).
- [70] 松村真宏: Pythagoras: マインドマップ型チャットシステム (2006).
- [71] Pimentel, M., Fuks, H. and Lucena, de C. J. P.: Mediated Chat 2.0: Embedding Coordination into Chat Tools, in *Conference Supplement of the 6th International Conference on the Design of Cooperative System, May 11-14, Hyeres, Franca*, pp. 99–103 (2004).
- [72] Cogdill, S., Fanderclai, T., Kilborn, J. and Williams, M.: Backchannel: whispering in digital conversation, in *System Sciences, 2001. Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on*, pp. 1–8 (2001).
- [73] 平島大志郎, 峯木寛明, 田中充, 勅使河原可海: 会議録としての連続メディア情報の重要度を用いた検索方式の比較検討, 分散協調とモバイル (DICOMO2003) 予稿集, pp. 353 – 356 (2003).
- [74] 松本遥子, 山内賢幸, 小倉加奈代, 西本一志: 複数の時間流を持つチャットシステムの提案, 第 2009 巻, pp. 1–8, 一般社団法人情報処理学会 (2009-07-09).
- [75] 小倉加奈代, 松本遥子, 山内賢幸, 西本一志: 発言者の主観的判断に基づき発言のエンジング速度を個別選択可能とするチャットシステム, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 4, pp. 1608–1620 (2011-04-15).
- [76] 小谷哲郎, 関一也, 岡本敏雄: 領域知識に基づく議論支援システムの開発, 情報処理学会研究報告. GN, [グループウェアとネットワークサービス], Vol. 2005, No. 30, pp.

19–24 (2005-03-17).

- [77] Leshed, G., Cosley, D., Hancock, J. T. and Gay, G.: Visualizing language use in team conversations: designing through theory, experiments, and iterations, in *CHI EA '10: Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 4567–4582, New York, NY, USA (2010), ACM.
- [78] 江木啓訓, 石橋啓一郎, 重野寛, 村井純, 岡田謙一: 協同記録作成を基にした対面議論への参加支援環境の構築, *情報処理学会論文誌*, Vol. 45, No. 1, pp. 202–211 (2004-01-15).
- [79] 栗原一貴, 後藤真孝, 緒方淳, 松坂要佐, 五十嵐健夫: プレゼン先生: 音声情報処理と画像情報処理を用いたプレゼンテーションのトレーニングシステム (2006).
- [80] Abbasi, A. and Chen, H.: Categorization and analysis of text in computer mediated communication archives using visualization, in *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, JCDL '07*, pp. 11–18, New York, NY, USA (2007), ACM.
- [81] Viégas, F. B. and Donath, J. S.: Chat circles, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit*, CHI '99, pp. 9–16, New York, NY, USA (1999), ACM.
- [82] Doganata, Y. and Topkara, M.: Visualizing meetings as a graph for more accessible meeting artifacts, in *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems, CHI EA '11*, pp. 1939–1944, New York, NY, USA (2011), ACM.
- [83] 伊藤周, 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確: 創造的議論の再利用を促進するカジュアルミーティングシステム, *全国大会講演論文集*, Vol. 70, No. 4 (2008-03-13).
- [84] Nishimoto, T., Yuki, H., Kawahara, T. and Niimi, Y.: An asynchronous virtual meeting system for bi-directional speech dialog, in *Eurospeech* (1999).

- [85] 水上悦雄, 右田正夫: チャット会話の秩序 インターバル解析による会話構造の研究, 認知科学, Vol. 9, No. 1, pp. 77–88 (2002).
- [86] 宮部真衣, 吉野孝: リアルタイム遠隔テキストコミュニケーションにおける対人許容応答時間の評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 3, pp. 1214–1223 (2009).
- [87] Weka 3 - Data Mining with Open Source Machine Learning Software in Java, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/index.html> (2012).
- [88] Hiltz, S. R. and Turoff, M.: Structuring computer-mediated communication systems to avoid information overload, *Commun. ACM*, Vol. 28, No. 7, pp. 680–689 (1985).
- [89] 小倉加奈代, 西本一志: ChaTEL: マルチスレッド対話を容易にする音声コミュニケーションシステム (ユーザインタフェースとインタラクティブシステム,_j 特集_k ユビキタス社会におけるコラボレーションサービス), 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 1, pp. 98–111 (2006).
- [90] 小倉加奈代, 西本一志, 小林智也, 杉山公造: 音声とテキストが混在するマルチモーダル・マルチスレッド・チャットシステムの試み (セッション 1: しっかり/かっちりインタラクション (1), テーマ: 「しっかり/かっちりインタラクション」 および一般), 第 2007 巻, pp. 17–24, 一般社団法人情報処理学会 (2007).
- [91] PHP: Hypertext Preprocessor, <http://www.php.net/> (2012).
- [92] The Apache HTTP Server Project, <http://httpd.apache.org/> (2012).
- [93] MySQL :: The world's most popular open source database, <http://www.mysql.com/> (2012).

本研究に関する発表論文

学術雑誌

- [1] 小林智也, 西本 一志: Chatplexer:チャットを併用する口頭発表における発表者のための重要発言選択支援の試み, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.1, pp.12-21, 2012.
(採録)

国際会議

- [2] Tomoya Kobayashi, Kazushi Nishimoto: Analysis of Relations Between Spoken Utterances and Text Messages in Chat-Augmented Meeting, 1st IEEE/ACIS International Workshop on e-Activity, pp.840-843, 2007. (国際会議)

国内学会・研究会

- [3] 小林智也, 西本一志: テキストチャットを併用する対面口頭議論におけるチャット発言と口頭発言との時間的關係について, 情報処理学会研究報告 2006-HI-121, Vol.2006, No.123, pp.67-74, 2006.
- [4] 小林智也, 西本一志: 超メディア参照機能を有するチャット併用会議のためのチャットシステム, WISS2009
- [5] 小林智也, 西本一志: Chatplexer: チャットを併用する口頭発表における重要発言

選択支援の試み, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2011-HCI-144, No.1, pp.1-8, 2011.