JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	書き込み内容のリンク機能を有するホワイトボードを用いた思考プロセスの振り返り支援に関する研究
Author(s)	加藤，圭吾
Citation	
Issue Date	2011-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/9705
Rights	
Description	Supervisor:西本一志教授，知識科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修　士　論　文

書き込み内容のリンク機能を有するホワイトボードを用いた思考プロセスの振り返り支援に関する研究

指導教員　　西本一志　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識科学専攻

0950015　加藤　圭吾

審査委員：　西本　一志　教授（主査）
宮田　一乗　教授
吉田　武稔　教授
金井　秀明　准教授

2011 年 2 月

Copyright © 2011 by Keigo Kato

目次

第 1 章　序論 1
1.1　研究の背景 1
1.2　研究の目的 1
1.3　本論文の構成 2

第 2 章　関連研究 3
2.1　ハイパー議事録システム 3
2.2　gIBIS 4
2.3　会話量子化法を用いた会議知識獲得支援 5
2.4　TimeMachineBoard 6
2.5　画像の常時保存と再生によるホワイトボードの拡張システム 8
2.6　関連研究との差異のまとめ 9

第 3 章　ホワイトボードシステムの概要 10
3.1　システムコンセプト 10
3.2　システム概要 11
3.3　システム構成 12
3.4　思考プロセスの振り返りについて 12
3.5　インターフェース 13
3.5.1　入力インターフェース 13
3.5.2　出力インターフェース 14
3.5.3　サムネイル閲覧インターフェース 15
3.6　システムの機能と利用手順 16
3.6.1　システムの利用の流れ 16
3.6.2　入力インターフェースの利用手順 17

3.6.3　出力インターフェースの利用手順..... 22

第 4 章　予備実験..... 26
4.1　事前アンケート..... 26
4.2　垂直ディスプレイを用いた場合..... 27
4.2.1　実験概要..... 27
4.2.2　実験環境..... 27
4.2.3　実験結果..... 28
4.2.4　考察..... 28
4.3　水平ディスプレイを用いた場合..... 29
4.3.1　実験概要..... 29
4.3.2　実験環境..... 30
4.3.3　実験結果..... 31
4.3.4　考察..... 31
4.4　ホワイトボードで取得したもの..... 32
4.5　まとめ..... 32

第 5 章　議論実験..... 33
5.1　議論の課題..... 33
5.1.1　金沢駅周辺のレイアウトについて..... 33
5.1.2　大型スーパーのレイアウトについて..... 37
5.2　実験概要..... 41
5.3　実験環境..... 41

第 6 章　実験結果..... 43
6.1　事後アンケート..... 43
6.2　第１週目の議論結果..... 44
6.3　第２週目の議論結果..... 45
6.4　リンク情報に関する考察..... 45
6.5　議論結果のまとめ..... 46
6.6　思考プロセスの振り返りに関する仮説..... 47

第 7 章　振り返り実験 48
7.1　実験概要 48
7.2　実験環境 53
7.3　実験結果 54
7.4　考察 56

第 8 章　結論 58
8.1　本論文のまとめ 58
8.2　今後の課題 59
8.3　将来の展望 61

謝辞 62

参考文献 64

発表論文 67

図目次

図 2.1：システムの利用環境. 4
図 2.2：gIBIS のインターフェース. 5
図 2.3：映像会話粒子獲得支援システム. 6
図 2.4：ボタンデバイスの外観. 6
図 2.5：TimeMachieBoard の外観. 7
図 2.6：引用の概念図. 7
図 2.7：プロジェクタによる保存画像の再生. 8
図 2.8：システムの構成. 9
図 3.1：システム概要. 11
図 3.2：ホワイトボードのインターフェース. 14
図 3.3：ホワイトボードの閲覧インターフェース. 15
図 3.4：サムネイル閲覧インターフェース. 16
図 3.5：選択画面の図. 17
図 3.6：各ペンで書き込んだ様子. 17
図 3.7：消しゴムで文字を消した様子. 18
図 3.8：消しゴムを動かした軌道. 18
図 3.9：「レ」がついている様子. 18
図 3.10：選択モードで囲んでいる様子. 18
図 3.11：文字の移動，拡大縮小可能モード. 19
図 3.12：コピー選択可能な様子. 19
図 3.13：貼り付けが選択可能な様子. 19
図 3.14：貼り付けを選択した様子. 19
図 3.15：貼り付けが選択可能な様子. 20
図 3.16：貼り付けを行った様子. 20
図 3.17：削除等を行う文字を囲む様子. 20
図 3.18：削除等を行った様子. 20
図 3.19：すべて選択を行った様子. 21

図 3.20：リンクが新たに追加表示されている様子..... 22
図 3.21：リンクを選択した様子..... 22
図 3.22：履歴表示の様子..... 23
図 3.23：本日のホワイトボード..... 23
図 3.24：1 カ月前の履歴..... 24
図 3.25：1 カ月後の履歴..... 24
図 3.26：ホワイトボード一覧の様子..... 25
図 4.1：アンケートの集計結果..... 26
図 4.2：実験環境の様子..... 28
図 4.3：サイバー囲炉裏の様子..... 29
図 4.4：実験環境の様子..... 31
図 5.1：課題 1 の 1 ページ目..... 34
図 5.2：課題 1 の 2 ページ目..... 35
図 5.3：課題 1 の 3 ページ目..... 36
図 5.4：課題 2 の 1 ページ目..... 37
図 5.5：課題 2 の 2 ページ目..... 38
図 5.6：課題 2 の 3 ページ目..... 39
図 5.7：実験環境の様子..... 42
図 6.1：事後アンケート集計結果 1..... 43
図 6.2：事後アンケート集計結果 2..... 44
図 7.1：A グループの第 1 週目の振り返り(リンクなし) 49
図 7.2：A グループの第 1 週目の振り返り(リンクあり) 49
図 7.3：A グループの第 2 週目の振り返り(リンクなし) 50
図 7.4：A グループの第 2 週目の振り返り(リンクあり) 50
図 7.5：B グループの第 1 週目の振り返り(リンクなし) 51
図 7.6：B グループの第 1 週目の振り返り(リンクあり) 51
図 7.7：B グループの第 2 週目の振り返り(リンクなし) 52
図 7.8：B グループの第 2 週目の振り返り(リンクあり) 52
図 7.9：実験環境の様子..... 54

第 1 章
序論

1.1　研究の背景

組織内では日常的に多くの会議や議論が行われており，その振り返りのために一般に議事録が作成される．議事録は議論の結論を振り返る手がかりとしては有用であるが，何故そのような結論に行き着いたかというような思考プロセスはほとんど記録されない．例えば，組織内でグループワークといった協調作業が行われているとする．この協調作業のうち，同じテーマの議論において，時間が経過するほど議論で行った思考が忘却されていくことがある．そのため，議事録が振り返りのために作成されるが，議事録は，「第一章のアイデア：○○，△△，結論：□□」というように記録される．つまり議事録は議論の内容や結論のみを端的な表現で記されることが多く，その結論に至るまでの思考プロセス（どのようなことを考えて結論の□□に至ったのか）を振り返る手がかりはほとんど記録されないのである．また端的な表現で残りやすい議事録そのものにも振り返りにくい原因があると言える．

木内[1]は，過去の議論を振り返ることは，1）同じ議論を繰り返すことの回避，2）過去の議論に基づく現在の議論の展開，3）議論の振り返りによる知識の共有化の3つの点で有用性があるとしている．このうち，1）の同じ議論の繰り返しの回避のためには，過去の議論の思考プロセスを振り返ることができることが重要である．

1.2　研究の目的

本研究では，対面口頭対話での議論における思考プロセスの振り返りを支援することを目的としている．なお本研究では，思考プロセスを「ある成果物（結果）に辿りつくまでに考えられた複数の思考の移り変わりの様子」と定義する．また対面口頭対話の内容を取得するための手がかりとして，本研究ではホワイトボードシステムを提案する．ホワイトボードには，誰でも気軽に書きこめ，書く内容に自由度があり，かつその時々の重要な情報が書き込まれる事が多いので，思考の内容や推移が反映されやすいと考える．このホワイトボードシステムでは，議論の思考のプロセスを記録し

振り返ることを可能とするために, 記入された内容間にリンク付けする機能を提供する．リンクとはその日の議論に書かれている内容の元々の場所を参照する機能である．このリンクを辿ることで思考プロセスを振り返りやすくなることが期待できる．本研究ではリンク機能を有するホワイトボードシステムが思考プロセスの振り返りを支援しているかについての有用性を評価する．

1.3　本論文の構成

本論文は，8 つの章によって構成される．第 2 章では，関連研究を紹介し，その中で既存研究との差別化を図り，本研究の位置付けを明確にする．第 3 章では，本研究で作成したホワイトボードシステムの概要について述べる．第 4 章では予備実験の概要，結果について述べる．第 5 章では議論実験の概要について述べ，第 6 章では，第 5 章の実験結果について述べる．第 7 章では振り返り実験の概要, 結果について述べ，第 8 章では，まとめと今後の課題，将来の展望について述べる．

第 2 章
関連研究

ホワイトボードに関する研究[2][3][4][5]，議論の記録やコンテンツの作成に関する研究[6][7][8]，議論の記録やコンテンツの再利用に関する研究[9][10][11]，議論の可視化に関する研究[12][13][14] ，議論の振り返りに関する研究[15][16][17]など，筆者の研究と関連する研究は現在までに数多くなされてきている．その中から，特に本研究に関連があるものについて紹介する．以下では従来の既存研究との差別化を図り，本研究の位置付けを明確にする．

2.1　ハイパー議事録システム

ハイパー議事録システム[18]は，マルチメディア議事録に構造情報を付与し，議論内容の再利用を可能にしている．このシステムの対象としている会議は発表者と参加者，システムを管理する操作者により行われる（図 2.1）．また発表資料は特に必要とせず，発表者は黒板などを用いて会議を進める．システムでは会議を映像・音声を用いて記録し，会議後に映像や発話区間を利用し議論内容を確認し，議論構造を付与することを行う．これを複数の議事録にまたがり議論構造を付与することで，会議を重ねるうちに重要な意見が忘却されてしまったり，議論内容に矛盾が生じたりする問題を解決することができる．このようにハイパー議事録システムでは議論の忘却や矛盾を防ぐための機能が提供されているが，筆者のシステムで対象としている思考プロセスの振り返りのための機能は提供されていない．

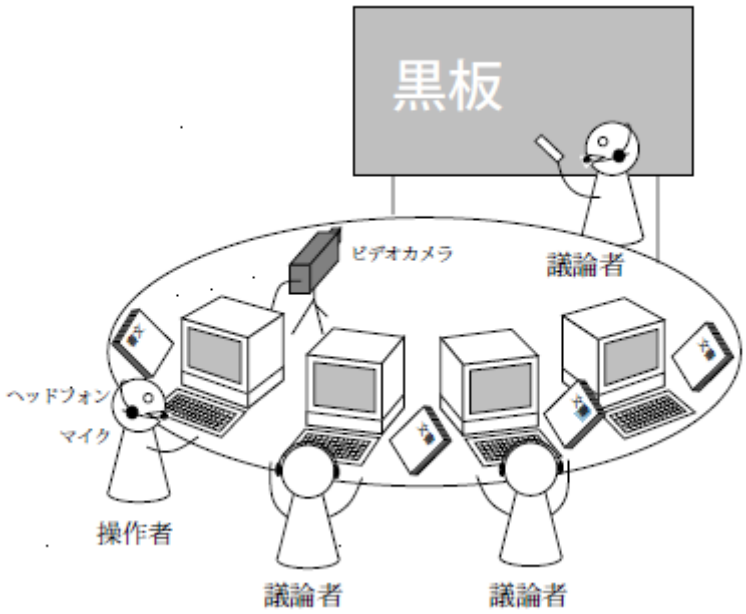

図2.1：システムの利用環境

2.2　gIBIS

gIBIS[19]は，オンラインでのテキストベースの議論を対象とし，発言者が個々の発言を Issue（問題），Position（立場），Argument（賛否）の 3 種類に分類し，それらの関係をリンクとするグラフ構造によって議論を構造化するシステムである．これにより，議論内容を整理し，内容把握や検索を支援することができる．システムのインターフェースは図 2.2 のようになっている．このシステムではリンクやノードを使った構造化によって，議論の流れの理解を支援している点は筆者のシステムと共通しているが，筆者のシステムでは，対面口頭対話における思考プロセスの振り返りを支援している点が gIBIS と異なる．

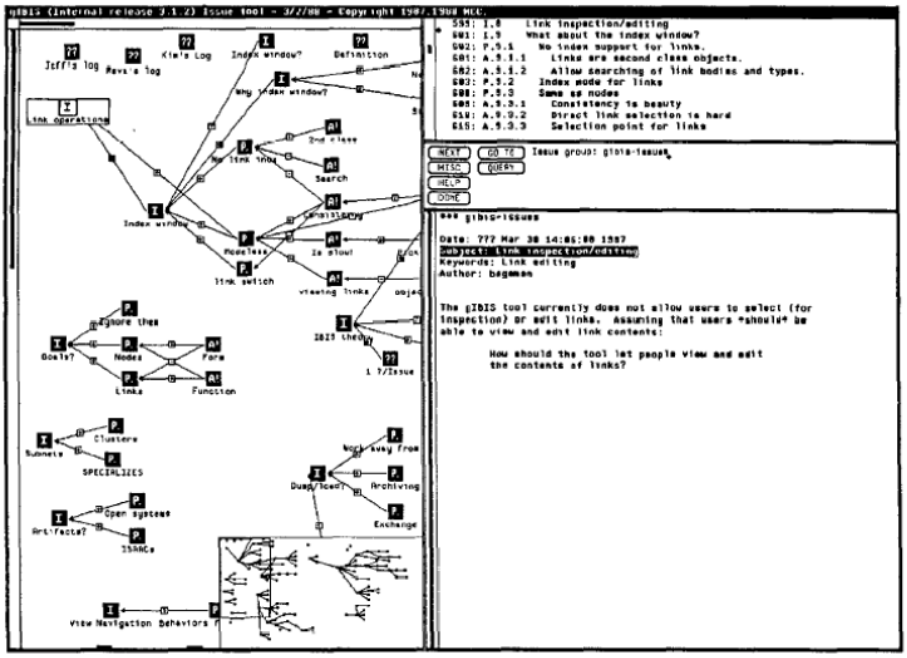

図 2.2：gIBIS のインターフェース

2.3　会話量子化法を用いた会議知識獲得支援

齊藤ら[20]はボタンデバイスを用いた映像会話量子獲得支援システムを提案している(図 2.3). 提案システムでは, 全体カメラによって会議の様子を常に記録しており, 会議参加者が会話中に自分の意図した会話映像をボタンデバイス（図 2.4）で押すことで，映像会話量子（映像クリップ）が抽出され，大型ディスプレイ上に可視化される．会話量子とは，連続した会話の流れから切り出された，ひとまとまりの意味を構成する発話の塊（離散的な会話の粒）のことを言う．このシステムは，ある会話から取得された映像会話量子を, 別の会話の中で再利用可能とすることを目的としている. すなわち, 過去の会話の内容の一部を別の会話の中で振り返ることを可能としているが, 映像会話量子が取得された元の会話における思考プロセスの振り返りを支援するものではない.

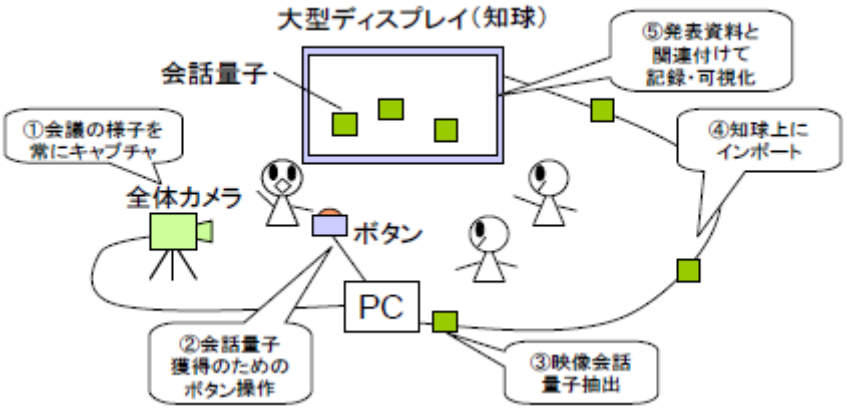

図 2.3：映像会話粒子獲得支援システム

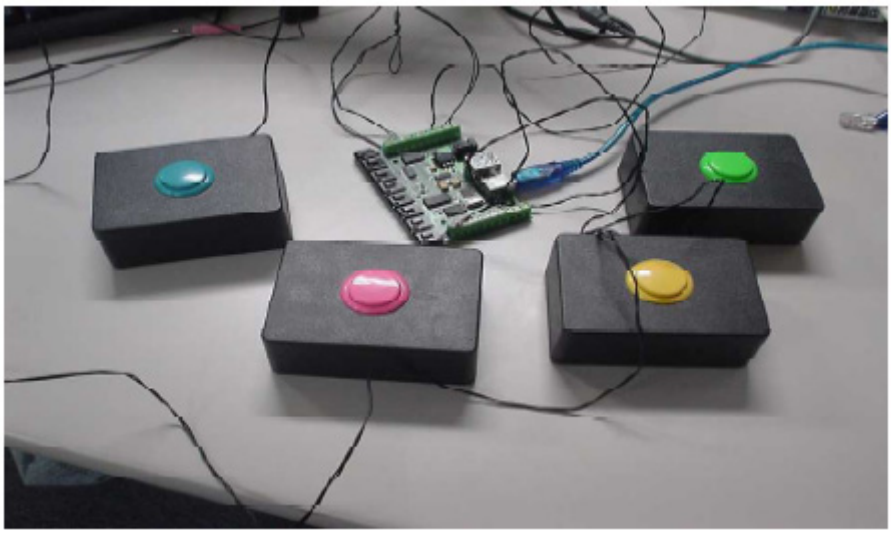

図 2.4：ボタンデバイスの外観

2.4 TimeMachineBoard

石戸谷ら[21]は，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を提案している．これは過去の議論コンテンツをコピーし，現在の議論に引用して，議論を有益にしていくものである．このシステムの外観は，図 2.5 のようになっており，情報表示装置として，大型ディスプレイまたはプロジェクタスクリーンを使用する．そして，手書きの文字や図を用いて議論を行いたい場合には大型ディスプレイ，情報を並べて分類・整理しながら議論を進めたい場合にはプロジェクタスクリーンといったように，目的に応じて単体で，あるいは組み合わせて利用できる．このシステムでは，過去に行った議論を検索し，大型ディスプレイまたはプロジェクタスクリー

ン上に呼び出して，必要な部分をポインタあるいはペンを利用して選択し，現在の議論に引用することができる．その引用の概念図が図 2.6 のようになっている．この機能は，筆者の提案システムで実装した機能に近いものを備えているが，筆者のシステムは議論全体の思考プロセスの振り返りやすさの支援を目的としているため，議論の知識活動の活性化を目的としている石戸谷らのシステムとは目的が異なる．

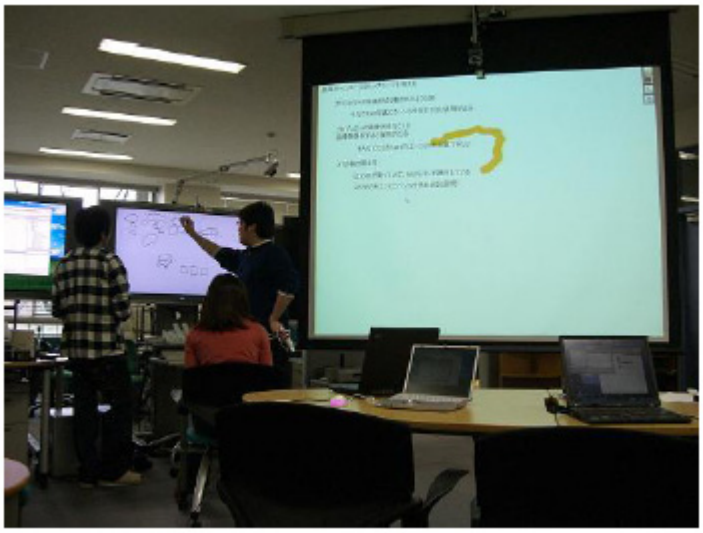

図 2.5：TimeMachieBoard の外観

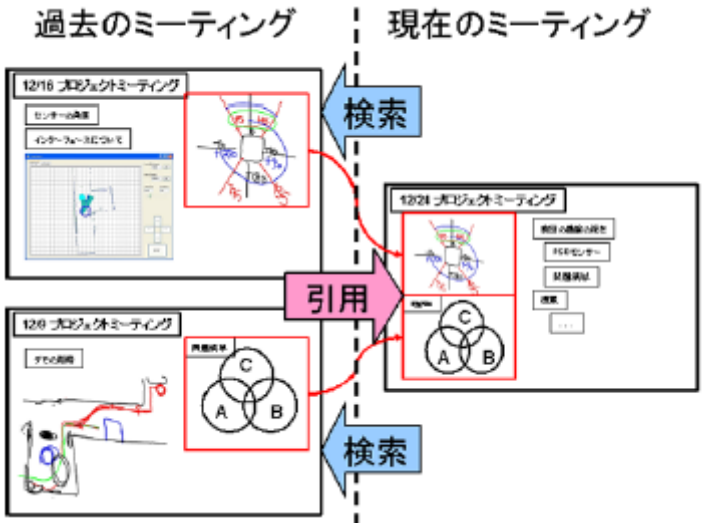

図 2.6：引用の概念図

2.5　画像の常時保存と再生によるホワイトボードの拡張システム

大崎ら[22]は Web カメラを使用して，常にホワイトボードの画像を保存し，いったん中断された議論を再開する際には，保存した画像を取りだしてプロジェクタで投影することにより，再利用可能とするシステムを提案している（図 2.7）．システムの構成は図 2.8 のようになっている．このシステムでは，プロジェクタで投影された画像の一部をイレーサで消して編集することも可能である．そのため，スタイラス等の特殊なデバイスを使わなくても，議論をしている間ホワイトボードの画像が全て保存でき，以前の書き込みも消すことが容易であるため，書き込むスペースに制限がなくなる．これにより議論が順調に進み，より積極的な創作活動を行われることが期待される．このように，このシステムではホワイトボードを用いて過去の議論の結果を柔軟に再利用することを可能としている点で本研究と類似しているが，なぜそのような結果に至ったのかを振り返ることの支援はなされていない．

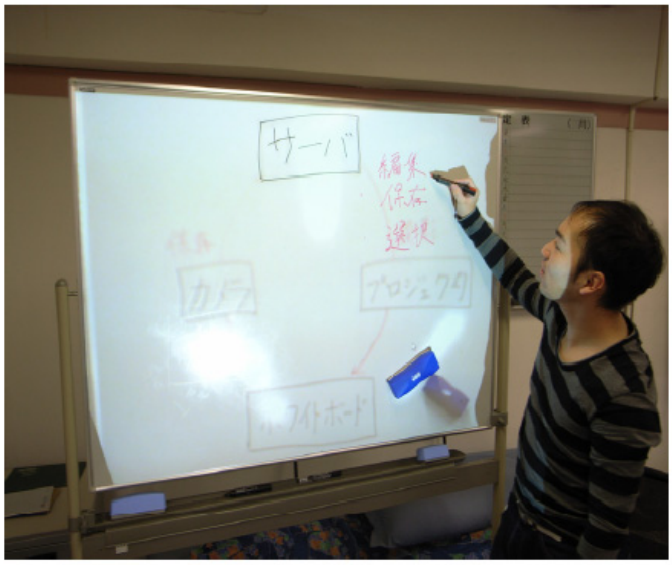

図 2.7：プロジェクタによる保存画像の再生

図 2.8：システムの構成

2.6　関連研究との差異のまとめ

このように議論を振り返るシステムは現在までに数多く開発されてきた．しかし上記のように，従来のシステムは議論の内容や結論を振り返ることを支援するものであり，どうやってその結論に至ったのかという思考プロセスの振り返りを支援するものは少ない．特に，対面口頭での議論における思考プロセスの振り返り支援は，筆者の知る限り存在しない．

このことから本研究は対面口頭における思考プロセスの振り返り支援と言う点で既存の研究との差別化を図っている．そして従来，議論の内容や結論を振り返るという用い方が主要なホワイトボードに，思考プロセスを振り返るという用い方を取り入れた点が本研究の新規性である．

第 3 章
ホワイトボードシステムの概要

本章では，本研究で作成したホワイトボードシステムについてコンセプト，構成，利用手順等の詳細を述べる．

3.1　システムコンセプト

本システムのコンセプトとして，以下のようなものがある．

- 議論の際，文字だけでなく，絵も描けるなど，自由に思考が反映させやすいものという観点から本研究ではホワイトボードを用いる．
- 議論終了後，過去の議論のプロセスを振り返るという作業に入ることがある．その際に，時間が経過していると，過去の思考プロセスが思い出せないという状況が生じることがある．従来は，議事録などを用いて振り返りを行うが，議事録は議論の内容や結論を振り返るものが多く，思考プロセスの振り返りは対象にしていない場合が多い．そこで本研究では思考プロセスの振り返りの支援を目指す．
- 本システムは思考プロセスの振り返りに着目しているが部分的な思考プロセスではなく全体的な思考プロセスの振り返りに着目している．（例えば，1 月 10 日に議論を行ったとする．この 1 月 10 日の議論がどのように考えを変えて進んでいったのかといった思考プロセスを振り返るのが，部分的な（ミクロな）思考プロセスである．一方 1 月 10 日から 7 月 10 日までの半年間，週に 2 回，同じテーマの議論を行ったとする．この 1 月 10 日の議論から 7 月 10 日の議論に至るまで，議論がどのように考えを変えて進んでいったのかといった思考プロセスを振り返るのが全体的な（マクロな）思考プロセスである）．

本研究では，対面口頭対話における思考プロセスの振り返り支援を試みる．対面口頭対話では，音声によって議論が行われるが，その発話内容を音声認識装置などによって計算機処理することは依然として困難である．また，身振りなどの非言語的な情報の取得もやはり難しい．そこで本研究では，ホワイトボードを用いて思考プロセスの振り返りを目指す．その理由としてホワイトボードには，誰でも気軽に書きこめ，

書く内容に自由度があり，かつその時々の重要な情報が書き込まれる事が多いので，思考の内容や推移が反映されやすいことがある．

3.2　システム概要

図 3.1 にシステムの概要図を示す．

図 3.1：システム概要

3.3　システム構成

ホワイトボードシステムは入力インターフェースと出力インターフェースから構成されている．入力インターフェースはホワイトボードアプリケーションから成り立っており，WPF を用いて実装された．出力インターフェースはカレンダーアプリケーションから成り立っており，C#を用いて実装された．またカレンダーアプリケーション内にはホワイトボード抽出アプリケーションが存在している．これは WPF を用いて実装されたものであり，ホワイトボードからリンク情報，画像データを抽出することができる．リンク情報とは，ホワイトボードに書かれているストロークの日時情報のことで，テキストファイルとして抽出される．画像データとは，ホワイトボードに記録されているデータを画像としたものであり，画像ファイル(png)として抽出される．

ホワイトボードに書き込んだデータは，終了すると同時に，ホワイトボードアプリケーションが存在するフォルダ内に「.kwb」という拡張子で，自動的に追加保存される．このように保存されたデータは，ホワイトボードアプリケーション上でしか用いることができない．出力インターフェースでは保存されているホワイトボードのデータを呼び出す際に，外部のホワイトボードアプリケーションの呼び出しも行う．これにより，出力インターフェース上で自由にホワイトボードを呼び出して，編集，保存等を行うことが可能となる．またカレンダーアプリケーション内には，サムネイル閲覧インターフェースが存在している．このインターフェースでは，ホワイトボードアプリケーションを呼び出すだけでなく，フォトビューワーも呼び出すことができる．ただし，フォトビューワーを起動するには，ホワイトボード抽出アプリケーションを呼び出して，事前にホワイトボードの画像データを作っておく必要がある．ホワイトボード抽出アプリケーションで作られた画像ファイル，リンクのテキストファイルは，ホワイトボード抽出アプリケーションが存在するフォルダ内に自動的に追加保存される．

3.4　思考プロセスの振り返りについて

木内[1]は議論を振り返ることについて，1)同じ議論を繰り返すことの回避，2)過去の議論に基づく現在の議論の展開，3)議論の振り返りによる知識の共有化の 3 つの点で有用性があるとしている．このうち，1)の同じ議論の繰り返しの回避においては，議論の忘却から議論を繰り返してしまうということからも，過去の議論の思考プロセスを振り返ることができることが，特に重要であると言える．

松下ら[23]は意思決定や問題解決を行う際には思考プロセスの振り返ることが重要

だとしている．一般的に，意思決定の際には，判断材料になる有益な情報を様々な統計データの中から分析して，見出そうと試みる[24]．この意思決定等の基になる統計データを作る際には，様々な思考活動（仮説を立てながらデータを検索し，分析するなど）が行われるため，その時々で行われた思考プロセスを振り返ることはよりよい統計データ作成することの支援になるとされている．この統計データの支援が最終的には意思決定等の支援にもつながるのである．

また認知科学の分野では古くから，思考プロセス（どのように考えたか等）を振り返って言語化する行為（リフレクション）は重要だと指摘している[25]．これらからも思考プロセスを振り返ることは様々な分野で重要な行為であると言える．

3.5　インターフェース

3.5.1　入力インターフェース

本研究で作成したホワイトボードのインターフェース画面を図 3.2 に示す．ホワイトボードの基本機能として，黒ペン，赤ペン，青ペン，黄色蛍光ペン，消しゴム，コピー，画像としてコピー，貼り付け，切り取り，削除，選択モード，すべて選択，を用意した．これにより，従来のお絵かきソフトやペイントソフトと同様，色を変えて記入を行うことや，議論内容をコピーすることができる．本システムではさらにリンク機能を付け加えた．リンクとは，その日の議論に書かれている内容の元々の場所を参照する機能であり，過去の議論の内容を現在の内容に貼り付けることで生成される．リンク情報は，現在のホワイトボードで，過去の議論内容を選択モードで囲み，右クリックを押すことでメニューリストに表示される．リンクをたどっていくことで，現在の議論の発端の内容を確認することができる．ホワイトボードは 1 日に 1 枚とし，毎日新しいホワイトボードを用いる設定とした．1 日分の十分な描画スペースを確保するため，ホワイトボードの面積を 1 万ピクセル×1 万ピクセルとした．書き込み内容の保存はホワイトボードを閉じたときに自動的に行われるようになっている．ただし，保存機能は議論当日のホワイトボードにのみ有効としたため，前日以前のホワイトボードには，新たに何かを書き込んでも，それを保存することはできない．保存の際のファイル名はその日の日時で保存される．つまり議論した日が 2010 年 12 月 17 日の場合，「2010-12-17 のメモ」という形でファイルは保存される（仮に 12 月 17 日に議論を始めて，12 月 18 日になったとしても 12 月 17 日の議論として保存される）．

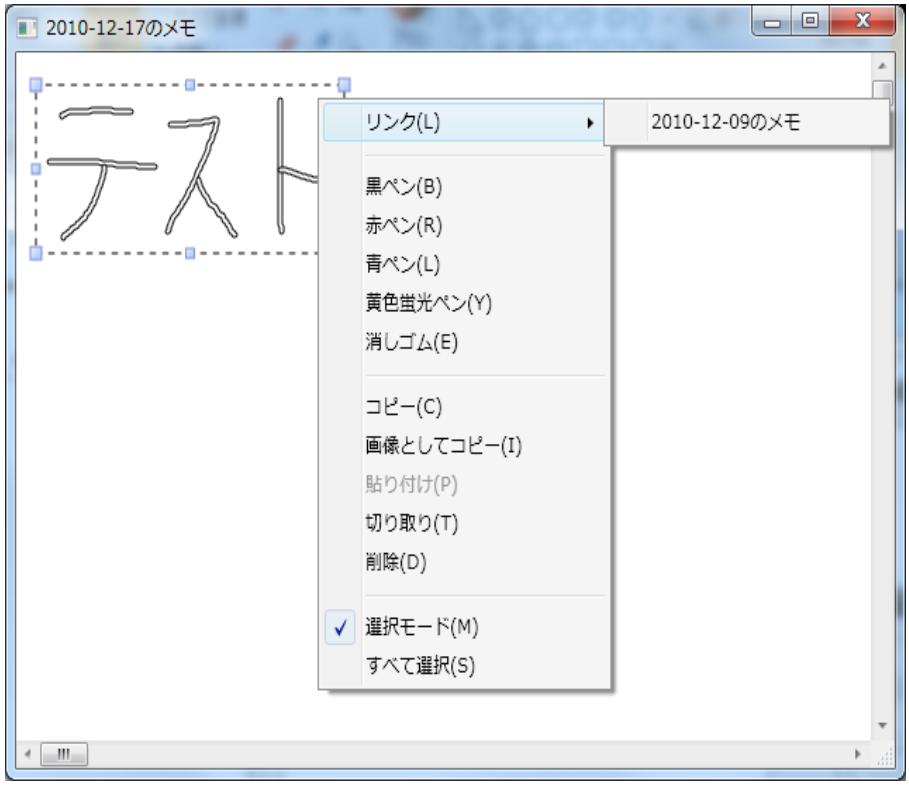

図 3.2：ホワイトボードのインターフェース

3.5.2　出力インターフェース

過去に作成されたホワイトボードの閲覧は，図 3.3 に示すカレンダーをベースとしたインターフェースで実施する．ある日にホワイトボードが保存されている場合，その日の日付の箇所がボタンになる．このボタンをクリックすることで，その日に作成保存されたホワイトボードの内容を閲覧，編集（ただし変更内容の保存はできない）することができる．またホワイトボード自体は，本日のホワイトボードのボタンや日付のボタンを複数回，クリックしても，対応したホワイトボード 1 つのみしか呼び出されないように設定した．これは多重起動による，保存のし忘れとバグを回避するためである．

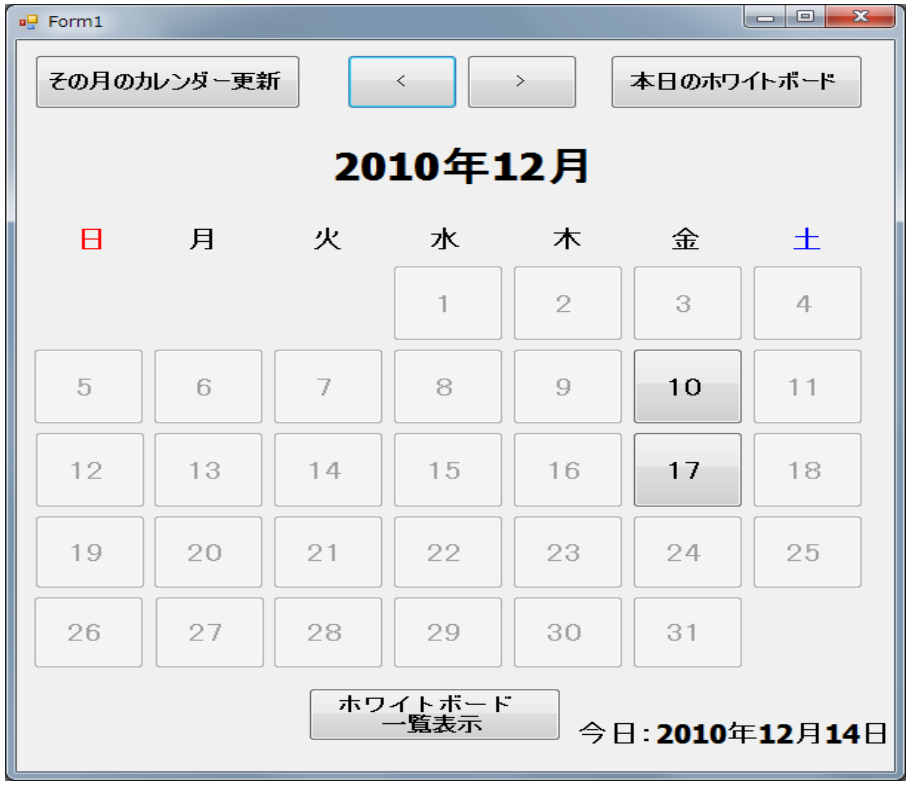

図 3.3：ホワイトボードの閲覧インターフェース

3.5.3　サムネイル閲覧インターフェース

ホワイトボード一覧をクリックすると，保存されているホワイトボードがサムネイル状で一覧表示される（図 3.4）．このサムネイル表示を行うためには，その月のカレンダー更新を事前にクリックする必要がある．これをクリックすることでホワイトボード抽出アプリケーションが起動し，その月のホワイトボードのデータを画像としてフォルダに自動的に追加保存する．また一度画像データを追加したことのある日のホワイトボードに関しては，更新した部分のみを変更して自動保存する．この操作により，ホワイトボードをサムネイル画像として認識できるようになる．サムネイルが一覧表示されている状態でいずれかのサムネイルを選択し，右クリックすると「画像表示，ホワイトボード表示」のメニューが表示される．「画像表示」をクリックするとフォトビューワーが起動され，ホワイトボード画像の拡大縮小等が可能になり，「ホワイトボード表示」をクリックするとホワイトボードが表示され，編集が可能になる．（変更内容の保存はできない）．

またサムネイル閲覧インターフェースが動作している時，ホワイトボード閲覧インターフェースを動作できない様に設定した．これはサムネイル閲覧インターフェース

の多重呼び出しによるバグを防ぐためである．同様にその月のカレンダー更新をクリックした場合も，バグを防ぐために，更新動作中は他の動作ができないように設定した．

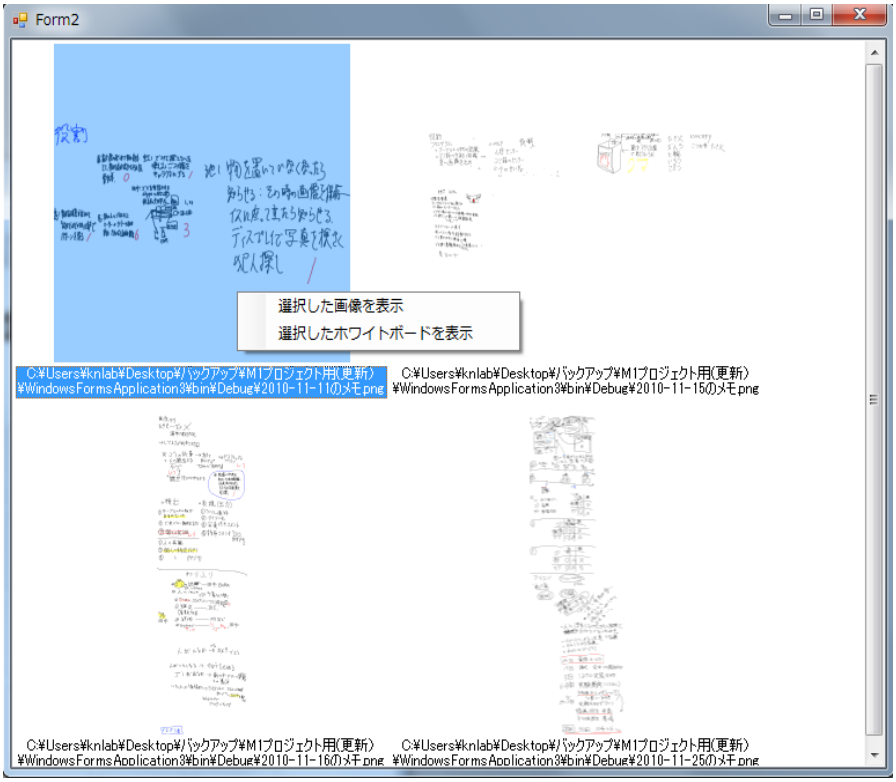

図 3.4：サムネイル閲覧インターフェース

3.6　システムの機能と利用手順

ここではシステムの利用の流れを述べた後，3.5 節で述べた機能について，入力インターフェースと出力インターフェースに分けて利用手順を述べる．

3.6.1　システムの利用の流れ

システムを利用する流れは以下のようになっている．

フェーズ①

①ホワイトボードシステムを起動（カレンダーインターフェースが出現）

②本日のホワイトボードをクリック（ホワイトボードアプリケーションの起動）

③ホワイトボードに書き込む

④ホワイトボードアプリケーションを終了（データが保存される）
⑤ホワイトボードシステムを終了
フェーズ②
①ホワイトボードシステムを起動（カレンダーインターフェースが出現）
②カレンダーインターフェースに履歴が出現（ボタンが表示される）
③各用途に応じた利用手順に進む（3.6.3 節に説明あり）

議論の開始日はフェーズ①の手順でデータを残す必要がある．その後，データが残っていればフェーズ②に移動し，履歴の閲覧やホワイトボード一覧表示等，各々の目的に応じた利用が可能になる．（データが残ってない場合だけフェーズ①）

3.6.2　入力インターフェースの利用手順

①黒ペン，赤ペン，青ペン，蛍光ペン
ホワイトボードの何も書かれていない所で右クリックを押すと選択画面が出てくる（図 3.5）．この選択画面で黒ペン，赤ペン，青ペン，蛍光ペンの各々を選択し，書き込んだ様子が図 3.6 である．

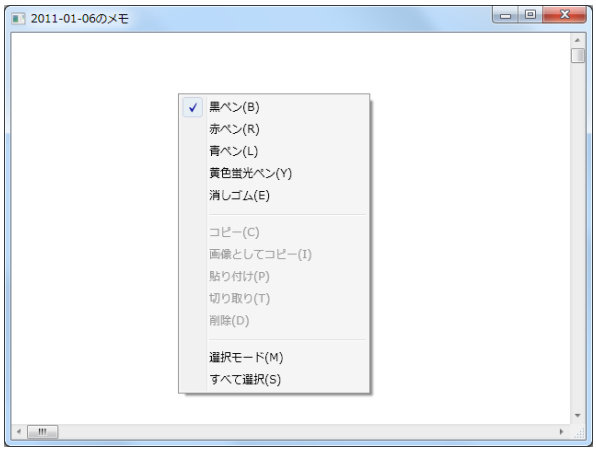

図 3.5：選択画面の図

図 3.6：各ペンで書き込んだ様子

②消しゴム
図 3.5 の選択画面で消しゴムを選択し，図 3.6 の文字を消した様子が図 3.7 になる．またこの時の消した軌道は図 3.8 の緑の矢印の方向に動かして消した．

図 3.7：消しゴムで文字を消した様子

図 3.8：消しゴムを動かした軌道

③コピー

コピーを行うときにはホワイトボードの何も書かれていない所で右クリックを押して，選択画面を開き，選択モードを選択する．選択すると図 3.9 のような「レ」のチェックマークがつく．この選択モードで図 3.10 のように囲む．

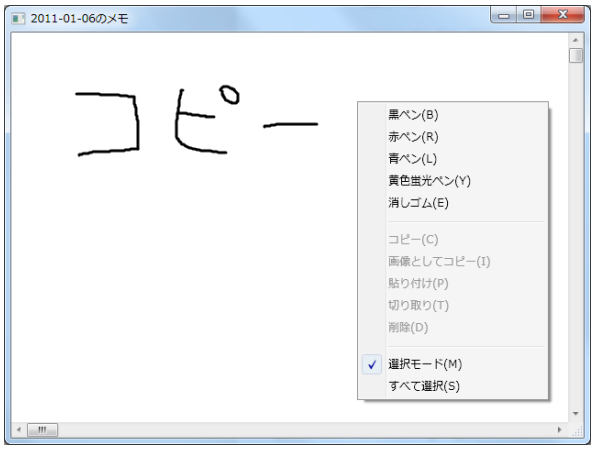

図 3.9：「レ」がついている様子

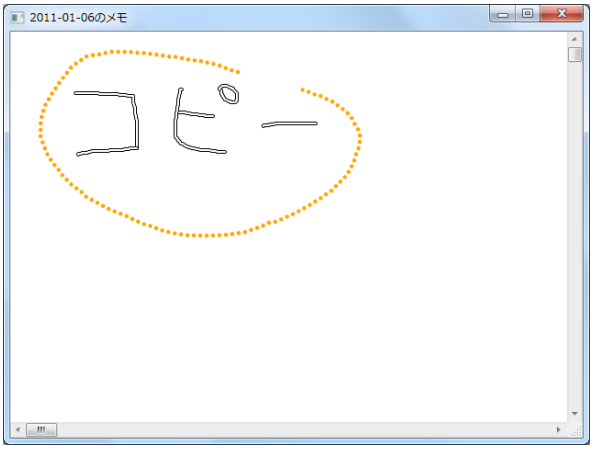

図 3.10：選択モードで囲んでいる様子

図 3.10 のように囲むと図 3.11 のように選択した文字を移動することや，拡大縮小することが可能なモードになる．この状態で選択された文字を右クリックすると図 3.12 のように選択画面のコピーが可能になる．

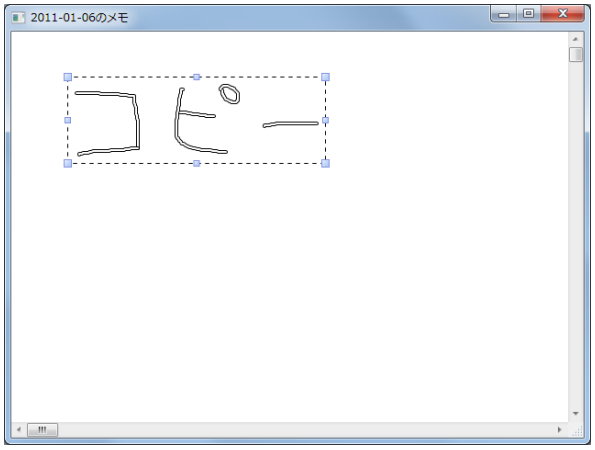

図 3.11：文字の移動，拡大縮小可能モード

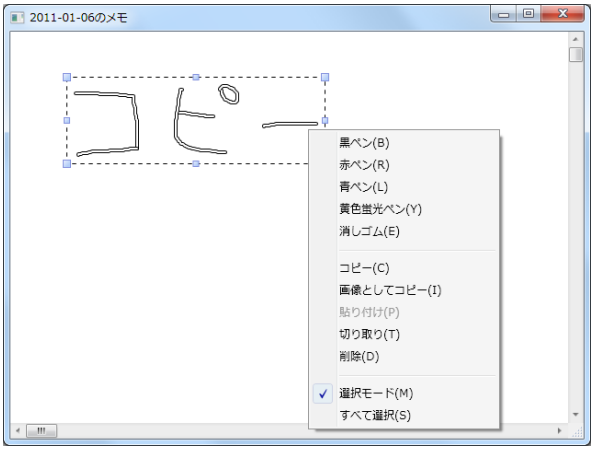

図 3.12：コピー選択可能な様子

④画像としてコピー

ホワイトボードの文字を画像としてコピーできる．これを選択すると別のアプリでの編集に使うことができる．図 3.9 の「コピー」の文字を画像としてコピーしてある状態で，ペイントを起動し，選択画面を出すと，図 3.13 のように貼り付けが選択可能な状態で表示される．これで貼り付けを選択すると，図 3.14 のように画像として貼り付けることができる．

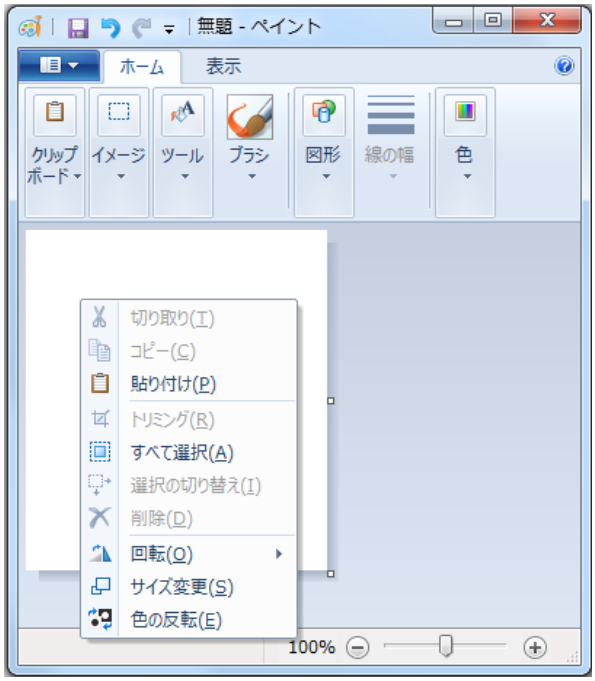

図 3.13：貼り付けが選択可能な様子

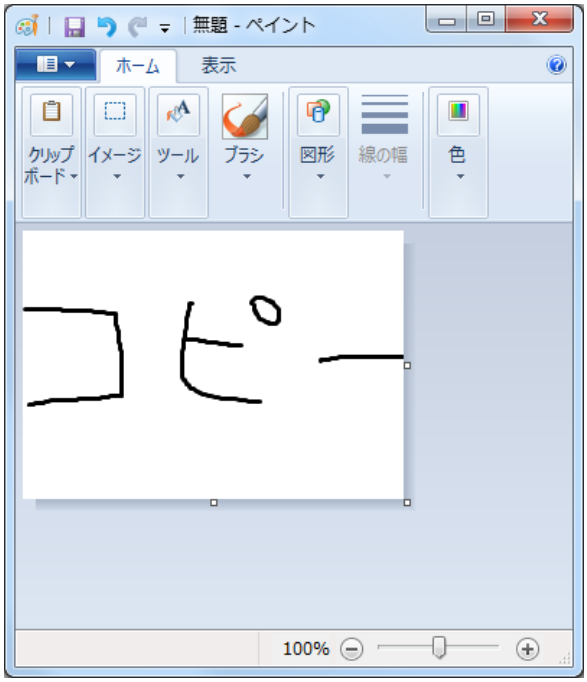

図 3.14：貼り付けを選択した様子

⑤貼り付け

図 3.9 の「コピー」の文字をコピー（または切り取り）することで，図 3.15 のように選択画面の貼り付けが選択可能になる．これを実行すると図 3.16 のように貼り付けが行われる．貼り付けはマウスのあった座標に行われる．

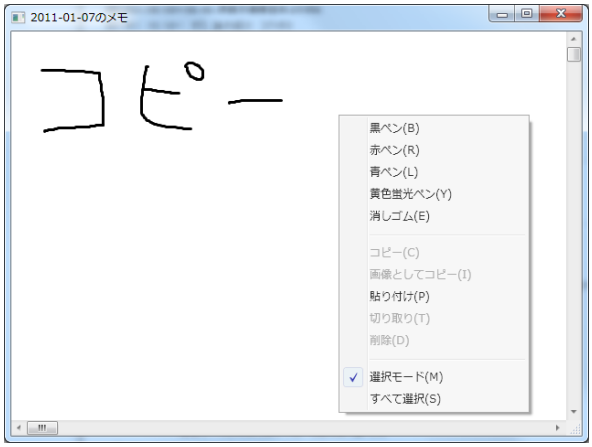

図 3.15：貼り付けが選択可能な様子

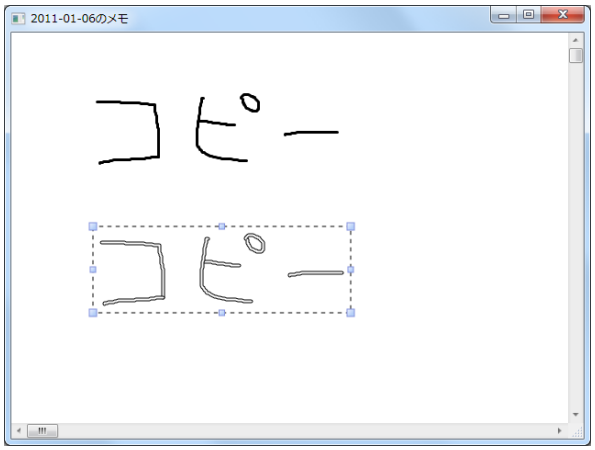

図 3.16：貼り付けを行った様子

⑥切り取り，削除

図 3.16 の画面の上の「コピー」の文字を選択モードで囲む．その様子が図 3.17 である．これで選択した後に，その文字を選択すると図 3.12 のように切り取り，削除が選択可能になる．このモードで切り取り，削除を選択すると，図 3.18 のようになる．また切り取りの場合，文字自体が消えると同時にコピーされているので，あとは⑤で説明している手順で行うと，貼り付けることができる．

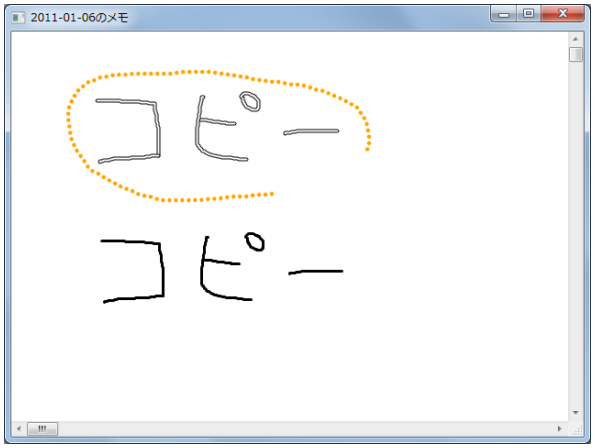

図 3.17：削除等を行う文字を囲む様子

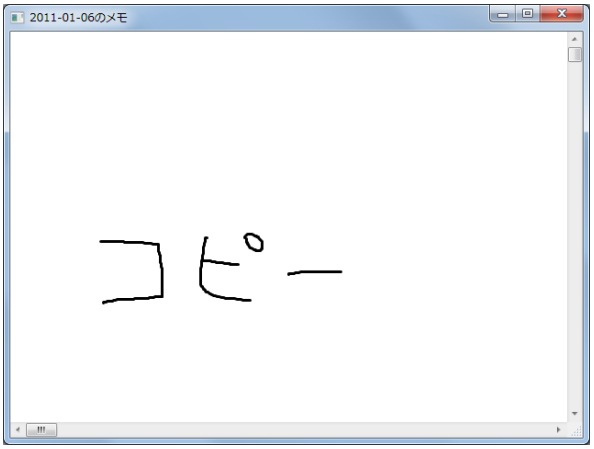

図 3.18：削除等を行った様子

⑦すべて選択

これを行うと，ホワイトボード上にあるすべての文字が，拡大縮小等が可能なモードになる．その様子が図 3.19 である．この方法からも従来通り，コピー，切り取り，削除等を行うことができる．

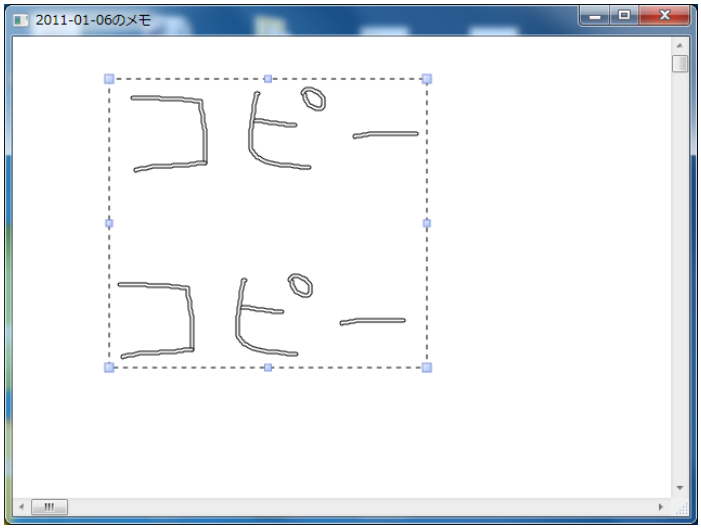

図 3.19：すべて選択を行った様子

⑧リンク

リンクとは過去の議論の内容を現在の内容に貼り付けることで生成される．ここでは図 3.15 を用いて説明する．図 3.15 は 2011-01-07 のホワイトボードに 2011-01-06 のホワイトボードの文字を貼り付けたものである．そのような操作で生成された「コピー」の文字（過去の議論を貼りつけたもの）を，選択モード（もしくはすべて選択）で囲み，右クリックを押すと，図 3.20 のように新たにリンクという項目が表示される．これにカーソルを合わせ，2011-01-06 のメモを選択すると，図 3.21 のように選択した文字の元々の場所である 2011-01-06 のホワイトボードが新しく呼び出される．

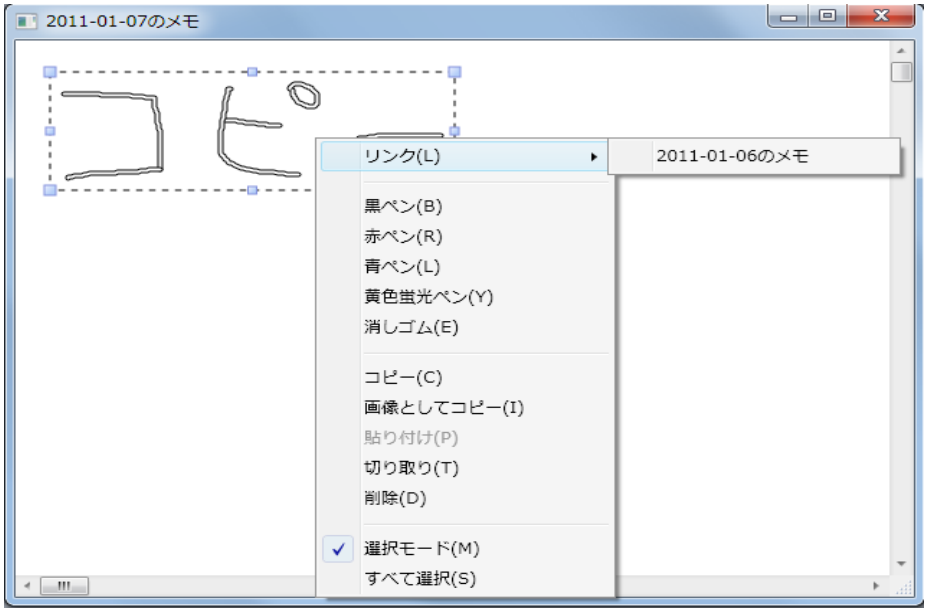

図 3.20：リンクが新たに追加表示されている様子

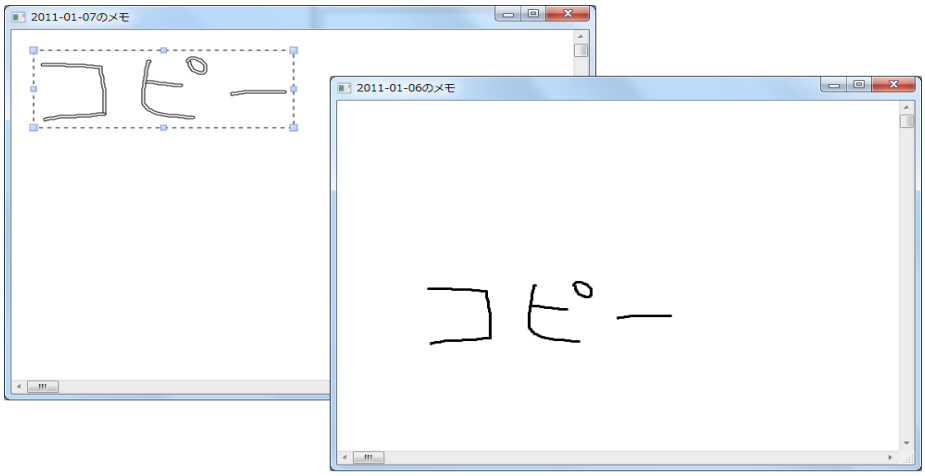

図 3.21：リンクを選択した様子

3.6.3　出力インターフェースの利用手順

①履歴表示

ホワイトボードのデータは「kwb」というオリジナルな拡張子を用いて保存している．そのため，ホワイトボードのデータはこのシステムでしか呼び出すことができない．またその日に保存されているホワイトボードのデータが存在すると，図 3.22 のようにその日の日付の箇所がボタンとして表示される．このボタンをクリックすることで，その日に作成保存されたホワイトボードの内容を閲覧，編集（ただし変更内容

の保存はできない）することができる．

図 3.22：履歴表示の様子

②本日のホワイトボード

図 3.22 の図で，本日のホワイトボードをクリックすると，本日のホワイトボード（2011 年 1 月 7 日）が呼び出される．その様子が図 3.23 である．

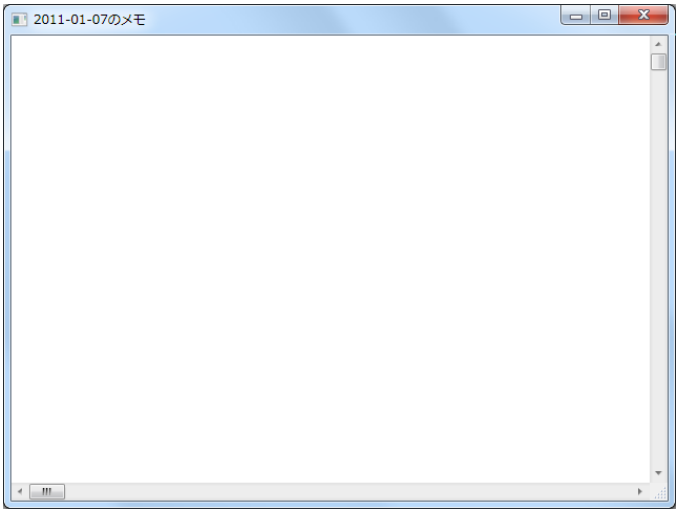

図 3.23：本日のホワイトボード

③過去の月の履歴閲覧

図 3.22 の図でカレンダー上部の「<」のボタンを押すと 1 カ月前に戻り，「>」を押すと 1 カ月後に進む．その様子が図 3.24，図 3.25 である．

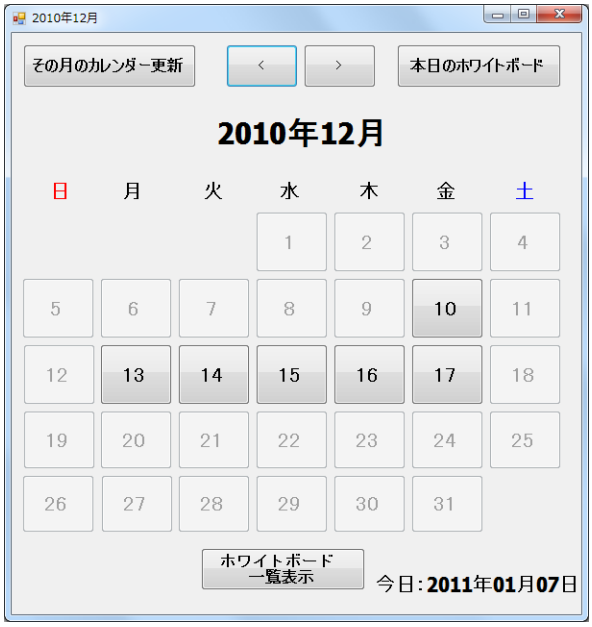

図 3.24：1 カ月前の履歴

図 3.25：1 カ月後の履歴

④その月のカレンダー更新，ホワイトボード一覧表示

このボタンを押すと保存されているホワイトボードのデータを画像として，フォルダに新たに追加して保存する．これを行うことで，図 3.26 のように今までのホワイトボードの一覧を閲覧することができる．しかし随時，カレンダー更新ボタンを押さないと，ホワイトボードに修正を加えても，修正前のホワイトボードの状態で表示される．またこのカレンダー更新はその月にのみしか対応していないため，前の月のホワイトボードを更新していないということが生じた場合，ホワイトボード一覧表示にそのホワイトボードのデータが反映されないこととなる．

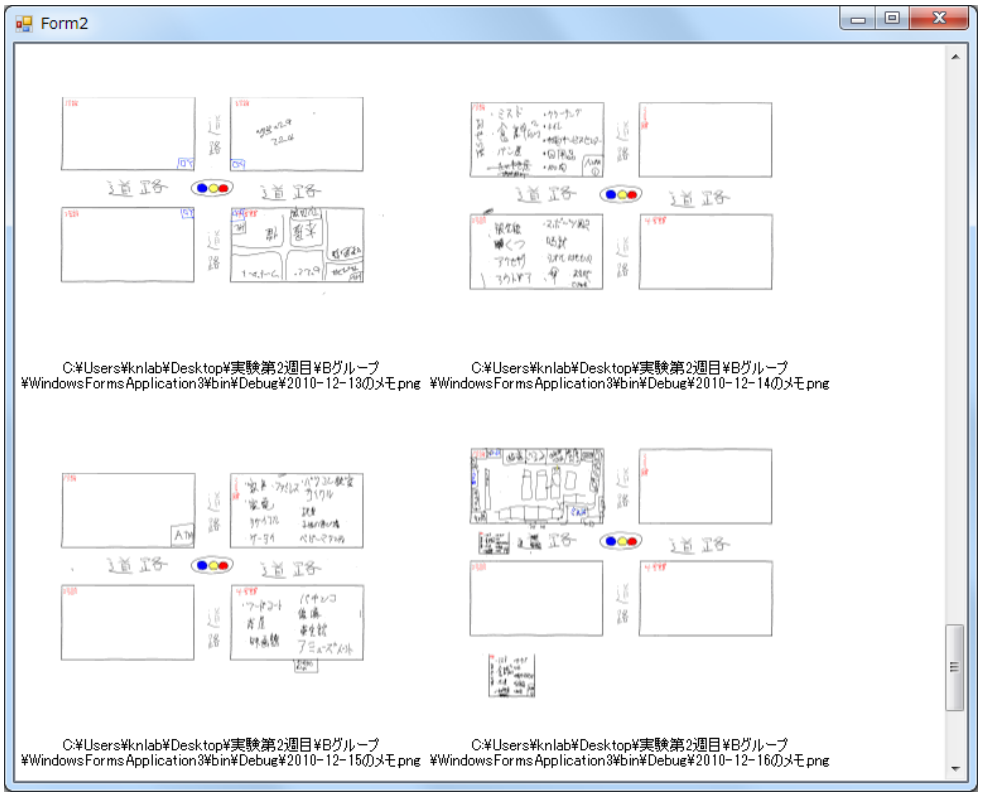

図 3.26：ホワイトボード一覧の様子

第4章
予備実験

本章では，水平ディスプレイ上と垂直ディスプレイ上でのホワイトボードシステムの用いられ方について予備実験を行った．その実験概要，結果，考察について示す．

4.1　事前アンケート

ホワイトボードと議論について事前の意識調査アンケートを研究室内の大学院生10人に対して行った．そのアンケート集計結果は図4.1のようになる．

事前アンケート	
Q1：議論についてのイメージ	該当者
フォーマル	9人
インフォーマル	1人
Q2：議論を行った回数	該当者
0回	0人
1回～3回	0人
4回～6回	0人
7回～9回	0人
10回以上	10人
Q3：議論を行って感じること	該当者
楽しい	8人
難しい	7人
面倒	5人
辛い	5人
不安になる	2人
億劫になる	5人
プレッシャー	2人
責任感を感じる	5人
達成感を感じる	4人
譲り合いの精神が大切だ	6人
その他	0人
Q4：過去の議論を振り返ることがあるか	該当者
ある	8人
ない	2人
Q5：普段ホワイトボードをどのような時に使用するか	該当者
授業	6人
グループワーク	7人
ミーティング	8人
休み時間等の空き時間	4人
その他	ネタ出し
使用したことがない	0人
Q6：ホワイトボードの用途は	該当者
メモとして残す	5人
要点として話を整理する	8人
一言一句書き写す	0人
友人、知人に分かりやすく物事を説明する	8人
落書き	5人
その他	0人
使用したことがない	0人

注：Q3、Q5、Q6は複数回答可

図4.1：アンケートの集計結果

この結果から，回答者は全員，今まで10回以上議論を行ってきた方であったが，多くの人は普段，ホワイトボードを要点として話を整理する，友人，知人に分かりやすく物事を説明するという用い方をしていることが分かった．つまり，ホワイトボードを自身の考えや思考を整理し，周りに共有するという意図で用いられるものという意識があると言える．また過去の議論を振り返ったことがあるかについて，10人中8人は振り返ったことがあると答えている．そのため，振り返りと言う行為自体，議論ではよく行われる行為であるとアンケートから証明できる．

4.2　垂直ディスプレイを用いた場合

4.2.1　実験概要

6人の大学院生からなる被験者群に対し，ホワイトボードシステムを用いた実験を行った．ホワイトボードシステムは垂直ディスプレイで起動させた．垂直ディスプレイはタッチ機能を有しているが，マルチタッチ機能は有していないため，1つのペンを皆で使いあうという形式で議論を実施した．被験者群は，同じ研究室のメンバーで構成され，互いに面識がある関係である．実験期間は平日1日，1回90分の議論をインターバルなしで行った．テーマは「研究室内の談話スペースのテーブル上のゴミの片づけを促進させるシステムを開発せよ」というものである．議論の進め方に関しては一切，指示を与えていない．被験者の配置に関しても自由である．またここではホワイトボードの使われ方を見ることが目的なため，出力インターフェースに関しては，ホワイトボードを自由に見る機能のみが実装してあるプロトタイプを用いた．

4.2.2　実験環境

実験環境の様子は図4.2のようになっている．実験はK34の談話スペースで，ラフな形で議論を実施してもらった．また実験環境の整備等に用いたものは以下のようになっている．

○必要な設備等
・垂直ディスプレイ×1台
・ホワイトボードシステム（プロトタイプ）
・椅子×6脚
・ペン×1個
・ビデオカメラ×1台（後々の分析のため）
・パソコン×1台（システムを稼働するため）

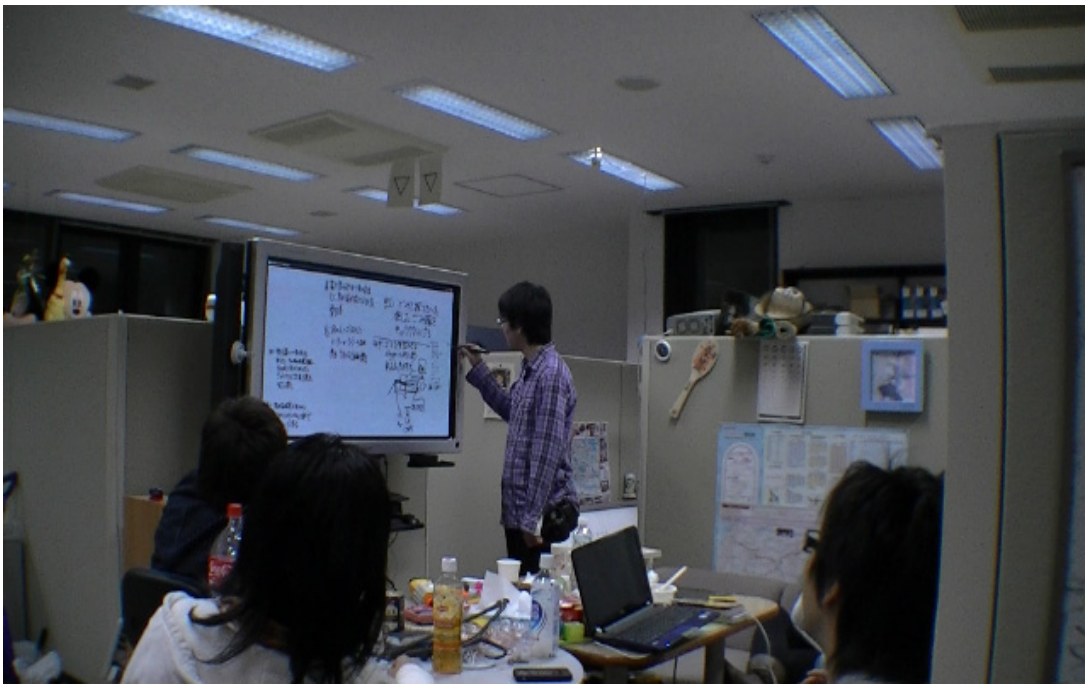

図4.2：実験環境の様子

4.2.3　実験結果

実験の結果，ホワイトボードを用いる人が固定化される傾向が見られた．自然と書記係が決められ，書記係がホワイトボードに記入していく用いられ方が主であった．しかし，議論中に各メンバー1人1人が意見を述べていくというフェーズに入った時には，自ら率先して自分の意見を絵に書いて説明するシーンが見られた．これはメンバー内で理解していない人がいたため，行われた行動である．また絵を書いて説明するという行為は事前アンケートの結果で多かった「友人，知人に分かりやすく物事を説明する」を素直に反映した結果だと言える．

4.2.4　考察

垂直ディスプレイ上でホワイトボードシステムを用いると，最大2人までしか書くことができない．そのため，ホワイトボードを用いる人が固定化される傾向にある．この原因は，書記係にあると筆者は考える．書記係を設けることは議事録やメモがスムーズに作成できるメリットがあるが，ホワイトボードに書く人が書記係に固定化される，書く内容も書記係に依存するというデメリットもある．特に，ホワイトボードに，議論の内容や思考を多く残すことを意図としたシステムのため，皆で行った思考

プロセスが残らず，書記係の意図した情報しか残らないのは問題である（実験中も，書記係が議論の見出しを書き込み，それに関する意見を書記係が整理して書いていた）．また書く人が固定化される原因として距離がある．実験後のインタビューで「ホワイトボードに記入しようと思っても，距離が遠いので書くのをやめた」という意見を何人からもいただいている．これはホワイトボードが気軽に使えないため，気軽に使える距離にいる人（書記係）のみが使うようになったのではないかと思われる．このような理由で，残せるはずの思考や内容が残らないのは非常に勿体ないことである．そこで筆者は水平ディスプレイを用いての実験も行うことにした．

4.3　水平ディスプレイを用いた場合

4.3.1　実験概要

ホワイトボードシステムをサイバー囲炉裏（水平ディスプレイ）で起動させた．サイバー囲炉裏とは[26]伝統的な「囲炉裏」をメタファとして用いることにより、インフォーマルコミュニケーションを促進するシステムである。サイバー囲炉裏は水平ディスプレイを配置したものなので、最大6人まで、ホワイトボードを用いた議論が可能である。その様子が図4.3である．

図4.3：サイバー囲炉裏の様子

水平ディスプレイ上で，3人の大学院生からなる被験者群に対し，ホワイトボードシステムを用いた実験を行った．水平ディスプレイはタッチ機能を有しているが，マルチタッチ機能は有していないため，1つのペンを皆で使いあうという形式で議論を実施した．被験者群は，同じ研究室のメンバーで構成され，互いに面識がある関係である．実験期間は平日2日間，1回の議論時間は20分，1日目が20分×4セット，2日目が20分×3セットの計7回の議論を行った．議論は水平ディスプレイに被験者が囲い込む配置で実施した．各回の議論のインターバルは40分と設定した．そのため，1時間に1回という形で各日の議論を進めてもらった．テーマは「研究室内のメンバーで2泊3日の修学旅行を企画して下さい」というものである．またここではホワイトボードの使われ方を見ることが目的なため，出力インターフェースに関しては，ホワイトボードを自由に見る機能，ホワイトボード一覧を見る機能（編集できない）のみが実装してあるプロトタイプを用いた．

4.3.2　実験環境

実験環境の様子は図4.4のようになっている．実験はコラボレーションルーム3で実施した．また実験環境の整備等に用いたものは以下のようになっている．

○必要な設備等

・プロジェクター×1台（ホワイトボードの画像とブラウザの画像を映すために用いる．ホワイトボードの画像は①皆で閲覧する②ビデオカメラで記録を取るという2つの目的のために映した．また1台のパソコンでインターネットとホワイトボードを併用した）

・プロジェクタースクリーン×1台

・水平ディスプレイ（サイバー囲炉裏）×1台

・ホワイトボードシステム（プロトタイプ）

・椅子×3脚

・ペン×1個

・パソコン×1台（システムの稼働とブラウザを閲覧するため）

・ビデオカメラ×1台（後々の分析のため）

図4.4：実験環境の様子

4.3.3　実験結果

実験の結果，ホワイトボードを用いる人がバラバラになる傾向が見られた．自然と1つのペンを奪い合って自分の思考を書いたり，落書きを書いたりといった用い方がされた．また要点を書く際も，書記係を設けず，その時々にペンを持っている人が記入していた．これは，皆がホワイトボードに書くことができる距離にいたからだと思われる．

4.3.4　考察

水平ディスプレイ上でホワイトボードシステムを用いると，最大6人まで書くことができる．そのため，ホワイトボードを用いる人がバラバラになる傾向がある．これは距離が近いこと（気軽に書くことができる）から起こったことであると筆者は考える．被験者はホワイトボードに気軽に書ける距離にいたため，書記係が設けられることはなかった．また個人の思考が反映されたような書き込みが多く見られた．例えば，国内旅行と言う話が上がると議論とは直接関係ない日本地図を書き始めることが起こった．これは垂直ディスプレイの実験の際には見られなかった傾向である．またこのような内容は思考を反映したものである．しかしこれらの記述のうち，いくつかは消去されるという事態が生じた．これはホワイトボードの用い方に関しての事前アン

ケートからもある通り，メモとして残すという観点に当てはまらないことから消されたものだと思われる．これらの書き込みを残す行為自体は研究の主目的ではないが，筆者のシステムには求められるものであるため，この点は今後の改善課題である．

4.4　ホワイトボードで取得したもの

ホワイトボードには気軽に書けるという大きなメリットがある．そのため上記の実験ではホワイトボードから思考を反映したものが多く取得できた．具体例として，絵，図，落書きが挙げられる．これらの書き込みはホワイトボードであるからこそ，取得できるものである．絵，図の書き込みには個人の意図が反映されやすい．例えば，他の人に分かりやすく説明するという用途で用いられること，今までの議論の流れを追うといった用途で用いられることがある．一方，落書きも個人の思考を反映させたものであるが，一般的に無駄な書き込みの印象がある．しかし議論中の落書きはその時の行っていたこと，その時の思考を反映したものがほとんどだった．また，実験の結果，訳の分からない落書きを残したことで，後日振り返ったとき，その時の議論の内容や思考を思い出していた光景も見られた．そのため，落書きは思考を振り返る際にある程度は役立つと筆者は考えている．

4.5　まとめ

ホワイトボードを用いることで，自由な記述が行われていることが分かった．また用途としても自分の思考を反映させたような用い方が多様にされているのが，実験結果から分かった．これによりホワイトボードは思考プロセスを残しやすいと言える．

また水平ディスプレイと垂直ディスプレイの違いで調べた結果，水平ディスプレイの方が皆で気軽に書き込むことが多かった．このことから水平ディスプレイの方が思考や内容を残しやすいと言える．

第 5 章
議論実験

本章では，ホワイトボードシステムの有効性を検証するために議論実験を行った．議論の課題，実験概要等について述べる．

5.1　議論の課題

議論の課題は, 協調的意思決定課題として次の2つの課題を, 各被験者群に与えた．
課題1：金沢駅周辺のレイアウトを考えよ
課題2：大型スーパーのレイアウトを考えよ
各々の課題の詳細について説明していく

5.1.1　金沢駅周辺のレイアウトについて

詳細の内容が図5.1，図5.2，図5.3のようになっている．

●金沢駅周辺のレイアウトについて

北陸新幹線が 2014 年に開通予定である。これによってもたらされる経済効果は計り知れないものがあり、観光客を呼び寄せる良い機会である。しかし現在の金沢駅周辺は図 1,2 でみられるように、商業施設等が少なく、北陸新幹線の経済効果を活かすにはまだまだ不十分である。また金沢駅周辺の交通は非常に混雑しやすく、通勤時に交通が渋滞するなど、せっかく観光客が旅行に来てもスムーズに移動できないことが多い。そのため、交通をスムーズに流れるようにすることが求められている。しかし駐車場を設ける等の交通のスムーズ化を図ると、徒歩で動く観光客の移動距離が長くなるという問題がある。そこで 2014 年の北陸新幹線開業による高い経済効果を活かすために、交通がスムーズに流れ、かつ徒歩で動く観光客のことを考慮した金沢駅周辺のレイアウトを図 3,4 の現状のレイアウトを参考に設計せよ。

●注意点

・レイアウトのターゲットは観光客である

・周辺の施設等は自由に設計してよい

・交通はスムーズに流れるようにし、かつ徒歩で動く観光客のことを考えて、徒歩での移動距離をできるだけ短くするようにレイアウトにする。(全ての移動パターンを考慮したもの)

・実行可能性の可否は考慮しなくてよい

・道の構造も変えてしまってよい

・余裕があれば、駅構内のレイアウト構成といった詳細部分も考える

図 1：金沢駅東口の様子 1

図5.1：課題1の1ページ目

図 2：金沢駅東口の様子 2

図 3：現状の金沢駅周辺のレイアウト 1

図5.2：課題1の2ページ目

図 4：現状の金沢駅周辺のレイアウト 2

図5.3：課題1の3ページ目

課題1に関しては，交通はスムーズに流れるようにすると同時に，徒歩で動く観光客のことを考えて，公共機関から観光スポットまでの徒歩での移動距離をできるだけ短くするようなレイアウトにせよという条件に関して強く注意を促した．これは議論を複雑にするために行った措置である．このようなどっちつかずの要素を取り組むことで，議論が試行錯誤され，重要なメモ等が残り，リンクが残りやすくなると筆者は考える．またテーマに関しては，極力身近で，皆が議論に参加しやすいものになるよう心掛けた．

5.1.2　大型スーパーのレイアウトについて

詳細の内容が図5.4，図5.5，図5.6のようになっている．

●大型スーパー（ショッピングモール）のレイアウトについて
　大型スーパーでは顧客のストーリーがスムーズに達成しやすい構造にすることが求められてきている。ストーリーとは顧客の行いたい目的（夕食の食材を買う→クリーニング取りに行く等）の道筋のことである。特に大型スーパーは、ストーリーを持った顧客が多く、かつ多様であるため、ストーリーがスムーズに達成しにくい場合が多く、問題となっている。このストーリーの達成のしやすさは、機会ロス、顧客ロスなど、売り上げを大きく左右する重要な部分の１つであり、実際に、ドラッグエンポリアムという会社は、ストーリーが達成しにくいことから倒産した。また同時に大型スーパーではスペースを借りている外部店舗、個人商店から、配置が不平等ということで苦情を受けるケースも多い。そこで、近年これらが原因で売り上げが落ち込んだ大型スーパーO 店のレイアウトを改善し、ヒットするような店舗にせよ。

●大型スーパーO 店
　大型スーパーO 店はレイアウト構造を見直すため、大掛かりなリニューアルをすることにした。既存としてある１号館、２号館、３号館（図 1,2,3）に加え、新たに何も配置されていない４号館を建設した。これらを**どのようなレイアウト配置**（コンセプトを持った売り場）にすれば顧客に満足してもらい、売上向上が期待できるだろうか。1)顧客のストーリー（動向）を予測し、それがスムーズに達成できること。2)外部店舗、個人商店等の配置に有利不利ができないこと。この２つが達成されるような１号館、２号館、３号館、４号館のレイアウトを作成し、売上を向上させよ。

●問題点の整理
・店内に店を構える外部店舗、個人商店等の配置に**有利不利**ができてしまう
・ストーリーが達成しにくい
・ヒットするようなコンセプト（売場配置）がない
・レイアウトが原因で売り上げが伸びない

●議論のポイント
①ストーリーを予測（顧客が来る目的）し、それが達成しやすいレイアウトを考慮する
②テナント配置のバランス（例、たこ焼き屋１つだけが儲けすぎるような配置は×）
③売り上げが向上し、ヒットするようなレイアウトにする。
④**各号館に何故そのようなレイアウト配置にしたのか説明できるようにしておく**

●参考
・一般的にメイン通路は様々な購買欲を引き立てつつ、通れば、ストーリーも達成しやすい設計である。

図5.4：課題2の1ページ目

●注意点（ホワイトボード）

・過去の議論は、上書きできない（削除しても、書き加えても前の状態）

・号館ごとに決まった空白のフォーマットがあり、そこにテナントを移動したり、通路を作成したりしていただく。

・その日の議論で、その号館が完成した場合、次の日以降の議論では、その号館のレイアウトは空白で良い

・また後日、完成した号館を変えたいと思ったら、変えてもよい

・1 号館、2 号館、3 号館にあるテナント、フロアを他の号館へと移動することができる。（入口、通路等の変更も可能）

・1 号館、2 号館、3 号館にあるテナント、フロアは**削除することはできない**（必ずこれらを含めたレイアウトにすること）

・1 号館、2 号館、3 号館にあるテナント、フロアの売場面積の変更は可能

・足りないテナント、フロアを自由に**追加することは可能である。**

・黒色のフロア・テナントは 0 店のもの、青色のフロア・テナントは外部店舗、個人商店である

・**「すべて選択」は使用しないこと**

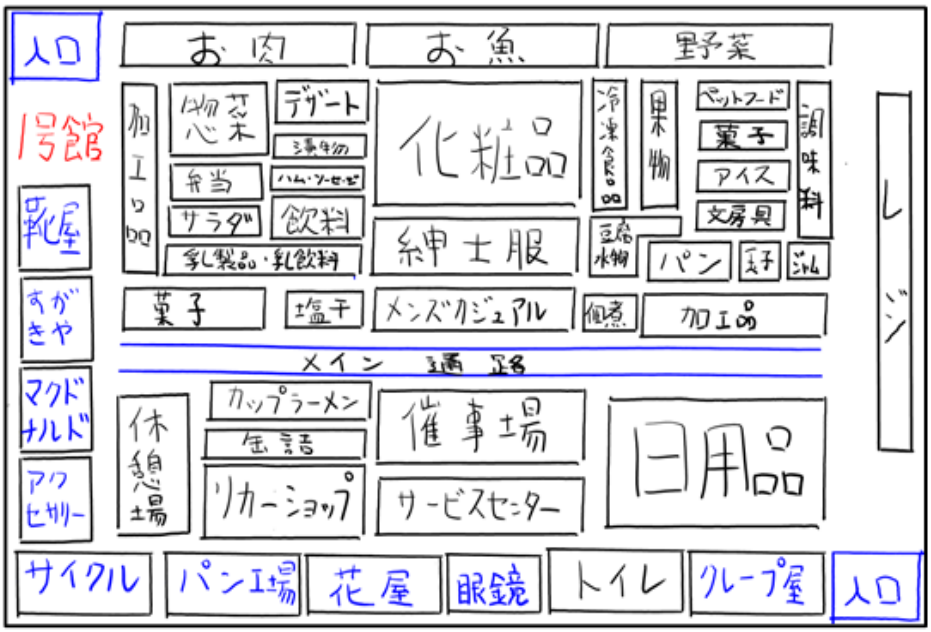

図 1：1 号館のレイアウト

図5.5：課題2の2ページ目

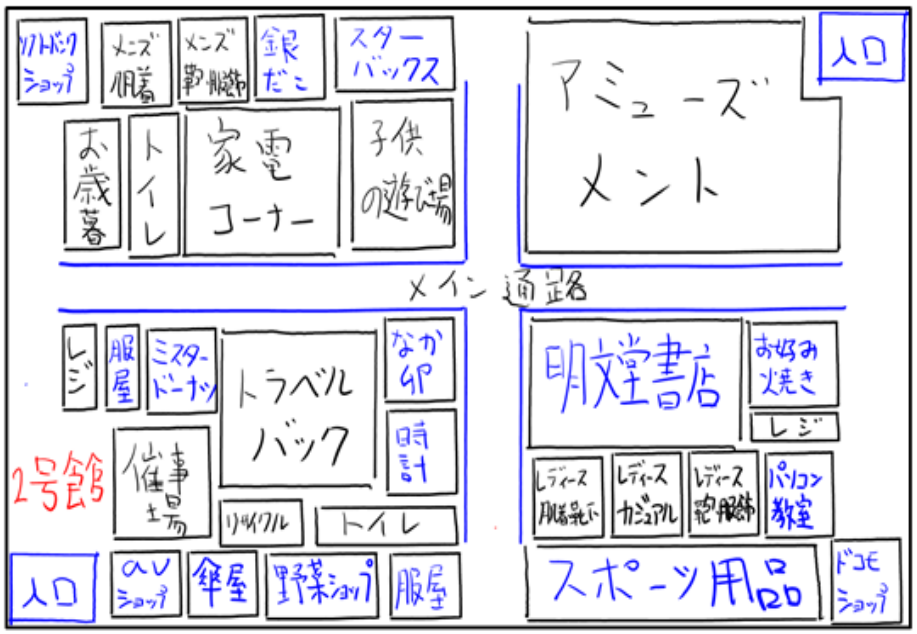

図２：２号館のレイアウト

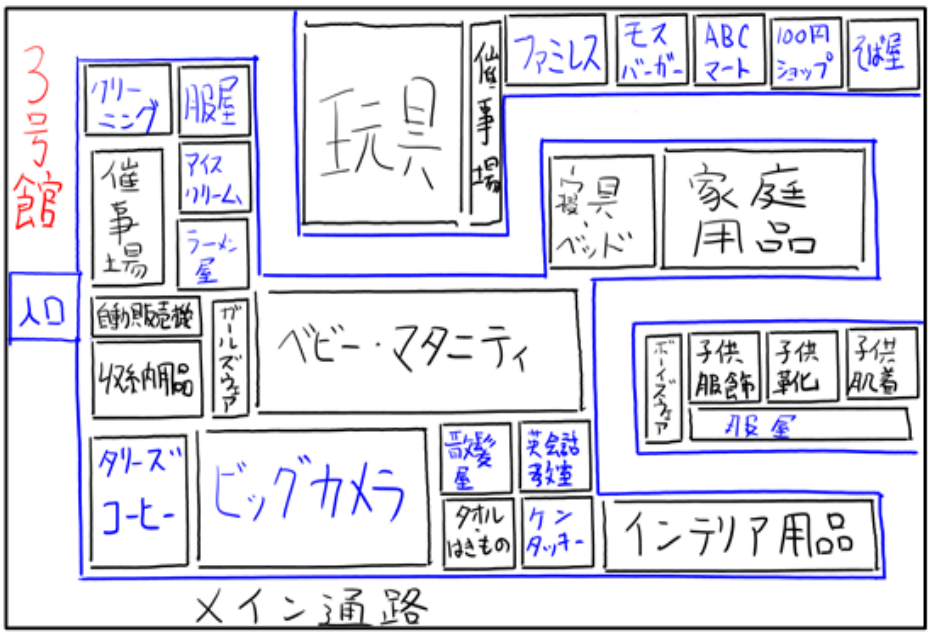

図３：３号館のレイアウト

図5.6：課題2の3ページ目

課題2に関しては，スーパーのレイアウトのサンプルフォーマットを提示し，このレイアウトを顧客のストーリーが達成しやすいように並べ替えよという条件に関して強く注意を促した．これは，5.1.1節で述べた意図を目的とした措置である．テーマに関しては，極力身近で，皆が議論に参加しやすいものになるよう心掛けた．またサンプルフォーマットには筆者が設置したレイアウトの問題箇所がいくつかある．その問題箇所を各号館ごとに示す．

○問題箇所

第1号館

・野菜の位置が入口から遠い
・レジが1ヵ所のみ
・サイクルが入口から遠い
・紳士服の配置が悪い
・お酒が入口から遠い
・トイレが分かりにくい

第2号館

・スターバックスの周辺が騒音の発生しやすい環境
・携帯会社の配置はauが有利
・トイレが分かりにくい
・リサイクルの場所が分かりにくい

第3号館

・トイレ、レジがない
・アイスクリームという冷たい物の横にラーメンという熱い物が置いてある
・蕎麦屋が非常に遠い
・メイン通路が配置の不利有利を発生させている
・履物の横に飲食店

全体として共通の問題点

・ATMがない
・薬局がない
・レイアウトがまとまっておらず、目的が達成しにくい
・レジが分かりにくい

これらの問題箇所を設定した理由として，議論を単純なものにしないことがある．皆が納得するような単純なサンプルフォーマットを初めから与えてしまうと，レイアウト移動が行われず，課題自体がすぐ終わってしまう恐れがある．問題箇所を設定することで，レイアウト配置がより試行錯誤（例：野菜の配置が明らかにおかしいから移動しよう．でもどこに移動させればベターなのだろうか等）されるのではないかと

筆者は考えた.

5.2　実験概要

提案システムの有効性を検証するために，リンク機能により対面口頭での議論における思考プロセスが振り返りやすくなるかどうかを調査した．提案システムは完成版であり，ホワイトボードの閲覧も画像の閲覧も自由に行うことができる．このシステムを水平ディスプレイ上で起動させた．水平ディスプレイはタッチ機能を有しているが，マルチタッチ機能は有していないため，1つのペンを皆で使いあうという形式で議論を実施した．またこの水平ディスプレイでは，指を2本同時に押すと，右クリックのイベントが発生する．この操作で，ペンの色を変える等の操作を行うことができる．

実験は5 人の大学院生からなる被験者群2 組(Aグループ，Bグループと設定)，計10人に対し，構築したホワイトボードシステムを用いて行ってもらった．この10人には事前アンケートに回答してもらっている．また被験者には水平ディスプレイを囲む配置で議論をしてもらった．各被験者群は，同じ研究室のメンバーで構成され，互いに面識がある関係である．実験期間は平日5日×2テーマの10日分，各日行う議論時間は30分，各日の議論の参加者は毎回グループ内の2～5人のランダムの人数で，被験者群2組とも同じシステムを用いて実験した．システムの利用に関し，どのような時にリンクを張るべきかについての教示は一切行っていない．また，実験中はホワイトボードと併用して，ブラウザを閲覧することを許可した．

5.3　実験環境

実験環境の様子は図5.7のようになっている．実験はコラボレーションルーム1で実施した．また実験環境の整備等に用いたものは以下のようになっている．

○必要な設備等

・プロジェクター×2台（ホワイトボードの画像とインターネットの画像を映すため2台用いた．ホワイトボードの画像は①皆で閲覧する②ビデオカメラで記録を取るという2つの目的のために映した）

・プロジェクタースクリーン×2台

・ペン×1個

・水平ホワイトボード（サイバー囲炉裏）×1台

・ホワイトボードシステム

・事後アンケート用紙（2枚綴り）×10部

・第1週課題説明用紙（3枚綴り）×10部
・第2週課題説明用紙（3枚綴り）×10部
・椅子×5脚
・タッチパネル対応ドライバのインストール
・USBケーブル×1個
・タイマー×1個
・パソコン×2台（ブラウザとホワイトボードを閲覧するため）
・第2週目の課題で用いるサンプルフォーマットの作成
・ビデオカメラ（後々の分析のため）×1台

図5.7：実験環境の様子

第 6 章
実験結果

本章では，第5章で述べた議論実験の結果，考察について述べる．

6.1　事後アンケート

ホワイトボードシステムの機能や議論についての事後アンケートを研究室内の大学院生10人に対して行った．そのアンケート集計結果は図6.1，図6.2のようになる．

事後アンケート	
質問項目	評価平均(1~5)
Q1:ホワイトボードの一覧表示は分かりやすかったか	3.1
Q2:ホワイトボードの履歴表示は気軽に使えたか	3.25
Q3:ホワイトボードの履歴表示は過去の議論参照に役立ったか	2.8
Q4:ホワイトボード一覧表示は気軽に使えたか	3.3
Q5:ホワイトボード一覧表示は過去の議論参照にに役立ったか	3.4
Q6:ホワイトボードに自身の考えや思ったことを書こうと思えたか	1.6
Q7:履歴表示、ホワイトボード一覧表示で欠席した回数の議論の流れを把握できたか	3
Q8:現在から何回分前までの議論を詳細に覚えているか	該当者
1回前(12/16(木))	1人
2回前(12/15(水))	1人
3回前(12/14(火))	2人
4回前(12/13(月))	1人
5回前(12/10(金))	0人
6回前(12/9(木))	0人
7回前(12/8(水))	1人
8回前(12/7(火))	0人
9回前(12/6(月))	1人
覚えていない	2人
いつ議論したか忘れた	1人
Q9:最も印象深かった回はどれか	該当者
1回前(12/16(木))	Aグループ1人, Bグループ1人
2回前(12/15(水))	Bグループ2人
3回前(12/14(火))	0人
4回前(12/13(月))	0人
5回前(12/10(金))	Aグループ3人
6回前(12/9(木))	0人
7回前(12/8(水))	0人
8回前(12/7(火))	0人
9回前(12/6(月))	0人
ない	Aグループ1人, Bグループ2人

図 6.1：事後アンケート集計結果 1

Q10：最も印象のない回（思い出せない回）はどれか	該当者
1回前(12/16(木))	Aグループ1人
2回前(12/15(水))	Aグループ2人、Bグループ1人
3回前(12/14(火))	Aグループ3人
4回前(12/13(月))	Aグループ1人、Bグループ1人
5回前(12/10(金))	Aグループ1人
6回前(12/9(木))	Aグループ3人
7回前(12/8(水))	Aグループ3人
8回前(12/7(火))	Aグループ2人
9回前(12/6(月))	Aグループ2人
分からない	Aグループ1人、Bグループ3人
Q11：どのような用途でホワイトボードを用いることが多かったか	**該当者**
メモとして残す	10人
要点として話を整理する	7人
一言一句書き写す	1人
友人、知人に分かりやすく物事を説明する	2人
思ったように書く	1人
なんとなく書く	2人
落書き	5人
その他	0人
使用していない	0人
Q12：議論中に過去の内容を確認したくなったことはあるか	**該当者**
ある	7人
ない	3人
Q13：議論中に過去の内容を再利用したくなったことはあるか	**該当者**
ある	8人
ない	2人

注：Q10、Q11は複数回答可

図 6.2：事後アンケート集計結果 2

ホワイトボードシステムの機能に関しては，5 段階評価とし，役に立たないは「1」，普通は「3」，役に立つは「5」と設定した．このうち，ホワイトボードの一覧機能は過去の議論参照に役立ったかについては，評価平均が 3.4 であることから，一覧機能がある程度過去の議論の振り返りを支援していることが分かった．また議論中に過去の議論を再利用したくなるかについては 10 人中 8 人が再利用したくなると回答している．このことからも，コピー&ペイスト機能（リンク）は議論を進めていく上で，ホワイトボードに求められていた機能であったと言える．

6.2　第１週目の議論結果

「金沢駅周辺のレイアウトを考えよ」という議論に関して，両グループとも同じような進捗の傾向が見られた．具体的に，第3回目の議論までは，レイアウト作成のために様々な意見やアイデアを発散させ，第4回目以降は，第3回目までで出た意見等を基に本題のレイアウト作成に取り掛かっていた．第4回目以降に本題に入ったことと

して，ノルマ内（全部で5回の議論）にレイアウト作成が終わらないという，焦りの気持ちがあったからではないかと筆者は考えている．この議論では筆者の意図していたリンクを張るという行為は行われた．具体的にリンクを張るという行為に行き着くまでの流れを説明する．1つのグループは最終日の議論で，レイアウト図をまとめる作業に入り始めた．そこで金沢駅周辺の地図を書き始め，「はじめから書くのは面倒くさいな」とメンバーの1人が発言し始めた．これにより「前回の議論でレイアウト書かなかった?」という流れになり，作成途中のレイアウトをコピー&ペイストし，リンクを張りつけた．もう1つのグループでは，過去の議論を閲覧しつつ議論を始めようとした．その際過去のホワイトボードを縮小して，閲覧しようとしていた時に，メンバーの1人が「コピーした方が効率的じゃない?」という発言をし，そこから内容をコピー&ペイストし，リンクを張るという行為が行われた．また議論内容としては，レイアウト図や，落書き，キーワードなどの思考情報に加え，結果物も残されていた．

6.3　第２週目の議論結果

「大型スーパーのレイアウトを考えよ」という議論に関して，両グループとも同じような進捗の傾向が見られた．具体的に，第1回目の議論で，大筋の議論の進め方を決定し，第2回目以降は第1回目の議論で決めた方針を基に議論を進めていた．このことからも第2週目の議論では，両グループとも第1週目の議論よりは計画がうまく立てられていたと言える．これは「各号館を1日かけて作る」と言ったように作業分担が行いやすかったからだと筆者は考える．また筆者の意図していたリンクを張るという行為は行われた．両グループとも同じような張り方をしており，具体的には，前回の議論の続きを行うという流れからリンクを張りつけていた．議論内容としては，レイアウト図や，今後の方針を示したメモなど，残されたもののほとんどが結果物であった．これに関してはホワイトボードの作業スペース事態が全てレイアウトを書くスペースで埋められていたことが要因として挙げられる．具体的には，「思考情報も書くことはできるが，レイアウトを書くスペースにわざわざ書こうと思わないだろう」ということがある．これにより，店の名前等，必要最低限の情報しか残すことができなかったため，説明等の思考情報が残されなかったと考えられる．

6.4　リンク情報に関する考察

リンク情報は再利用物がある時に，再利用物を現在の議論に貼り付けることで発生する．実験の結果，両グループとも再利用物として同じものを貼り付ける傾向が見られた．課題1では作成途中のレイアウト，今後の議論の進める手順が書かれているメ

モを貼り付け，課題2では，作成途中のレイアウト図，完成した過去のレイアウト図を貼り付けていた．これらは議論を前回の続きから行うという意図，スムーズに議論を進めていくという意図，全体の流れを俯瞰して見るという意図から引用されたものである．これらの意図からもリンク情報はある程度議論を重ねないと発生しない傾向にあるように思われる．これは両グループとも，1つの課題に対して全部で5回の議論がある内，第4回目以降の議論でしかリンク情報が発生していなかったことからも言える．

また今回の実験後のインタビューでは，過去の議論を貼り付けなくても，議論の流れ，内容を覚えていたという意見があった．これはリンク発生に大きな影響を与えたのではないかと思われる．その具体例について述べる．例えば，「地下道」と言うホワイトボードに記載されているワードがあった場合，そこから思い出せる思考プロセスやつながりはない．しかし，「地下道」の記載されているホワイトボードが「直通大事」というワードの部分とリンクが繋がっていた場合，「観光地までの直通のために地下道を利用する」という思考プロセスの想起が容易になると考えられる．だが，今回のケースでは，このようなリンクが張りつけられず，また過去の議論を振り返らなくとも，リンクがなくとも，上記の思考プロセスを皆が理解し，議論を進めることができていた．つまり，議論の内容を覚えていたことからリンクが張りつけられなかったと考えられる．今回においては，議論間隔が狭いことから，被験者が議論の流れ等を覚えており，そのことが，リンクの用い方を制限していたが，議論の実施期間を延ばす，議論の実施間隔を1カ月にする等の処置を行なえば，上記のようなリンクの張りつけ方が行われるのではないかと筆者は考えている．

以上から筆者は，議論が長期化し，複雑化されるにつれて，議論のメモを残す，議論を整理するといった意図でよりリンクが発生するのではないかという仮説を立てた．この仮説に関しては，今回は検証できなかったが，今後の課題として，このような仮説を検証するために，長期間の実験を行っていきたい．

6.5　議論結果のまとめ

議論の結果，議論に残される情報は課題によるものが大きいことが分かった．具体的に，第1週目の議論では，落書き，議論とは直接関係ないメモ等，思考が残されていることに対し，第2週目の議論は，レイアウト配置や，議論の方針等，残されている情報のほとんどが結果物であった．またリンク情報として残されるものは，思考ではなく，議事録的な内容がほとんどであった．これは，重要だと思うことが思考より結果物に表れているからだと筆者は考える．特に第2週目以降の議論において，残されている情報はほとんどが結果物であった．残されている情報がリンク情報に影響を

及ぼすことは言うまでもないが，思考が残っていたとしても，今回の実験ではそれがリンクとして用いられなかった．また各個人，自分の身近な例や体験（スーパーのアルバイト等）をイメージし，それを基に意見を衝突させ，議論を進めていた．しかし第2週目の議論に関しては，この経緯が残されていなかった．それは書くスペースがないという問題もあるが，フェーズによる影響も大きいのではないのではないかと考えられる. 具体的には, 発散フェーズでは, 思考が比較的に残されていることに対し，収束フェーズでは，結果物が残される傾向にあった．そのため，第2週目のテーマに関しては両グループとも，発散フェーズがなかったことから，思考情報がほとんど残らなかった．

このように思考情報はフェーズによる影響が大きいと言える．またリンク情報は主に結果物を引用して発生していることが分かった．これは結果物が再利用する価値のある重要なものと判断されたと読み取ることもできる．

6.6　思考プロセスの振り返りに関する仮説

リンク情報を提示することは思考プロセスの振り返りを支援すると筆者は仮説を立てた．この仮説を立てた理由として，リンク情報はその時々の重要な部分を切り取られて発生することがある．この重要なものとはその時々の議論の内容を象徴するものである．上記の6.5節でもある通り，その議論を象徴する結果物を引用して，リンクを発生させていることから，リンクは重要な部分の切り取りから発生すると証明できる．この重要な部分の切り取りがリンクにより推移していったことが分かると，議論で行った思考，考えがどのように推移していったかが分かり，思考プロセスの振り返りに役立つと筆者は考えている．そこで筆者はリンク情報が思考プロセスの振り返りを支援するという仮説を証明するために，振り返り実験を実施した．

第 7 章
振り返り実験

本章では，議論実験で得られたデータを用いて振り返り実験を行った．その実験概要，結果，考察について述べる．

7.1　実験概要

実験終了後，1カ月経過してから，議論の思考プロセスを振り返る実験を行った．評価実験を行った被験者に対し，5日間×2テーマのホワイトボードを提示した．具体的には，Aグループ所属の人には第1週目は図7.1，図7.2の順で提示し，第2週目は図7.3，図7.4の順で提示した．またBグループ所属の人には第1週目は図7.5，図7.6の順で提示し，第2週目は図7.7，図7.8の順で提示した．リンクを可視化するシステムはまだ構築できていないため，ここでは図7.2のように紙媒体のホワイトボードにリンク情報を表示した．

実験の進め方として，初めにリンク情報がないホワイトボード（図7.1，図7.3，図7.5，図7.7）を提示し，「なぜ，どのようにしてこういう案に至ったのか」という議論における思考プロセスを思い出す作業を行ってもらう．ここでは被験者が「限界です, 思い出せません」等の言葉を発するまで,「他に思い出せないことはないですか, 限界ですか」等の言及をして，振り返り続けてもらった．これ以上思い出せない状態になったところで，リンク情報が付与されているホワイトボード（図7.2，図7.4，図7.6，図7.8）に切り替えて提示し，そこからさらに思考プロセスを思い出してもらった. ここでもリンク情報がないホワイトボードで行った時と同様な手順で進めた．また振り返る作業に関して，具体的な指示は設けず，被験者が思うように振り返ってもらった.

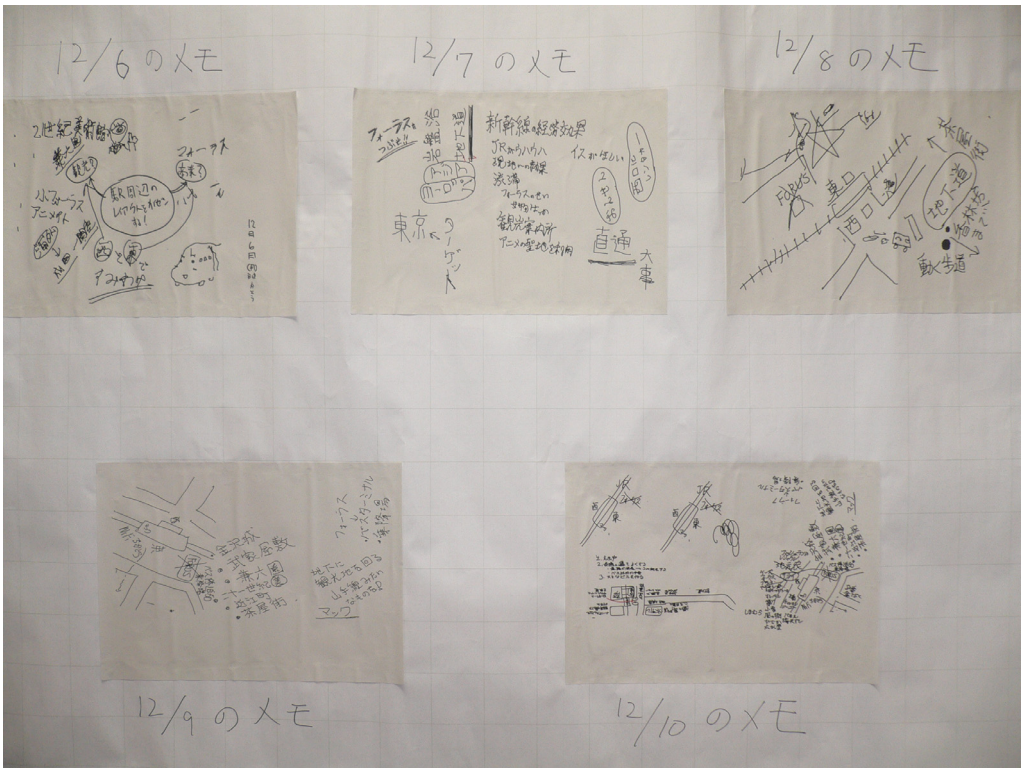

図7.1：Aグループの第1週目の振り返り(リンクなし)

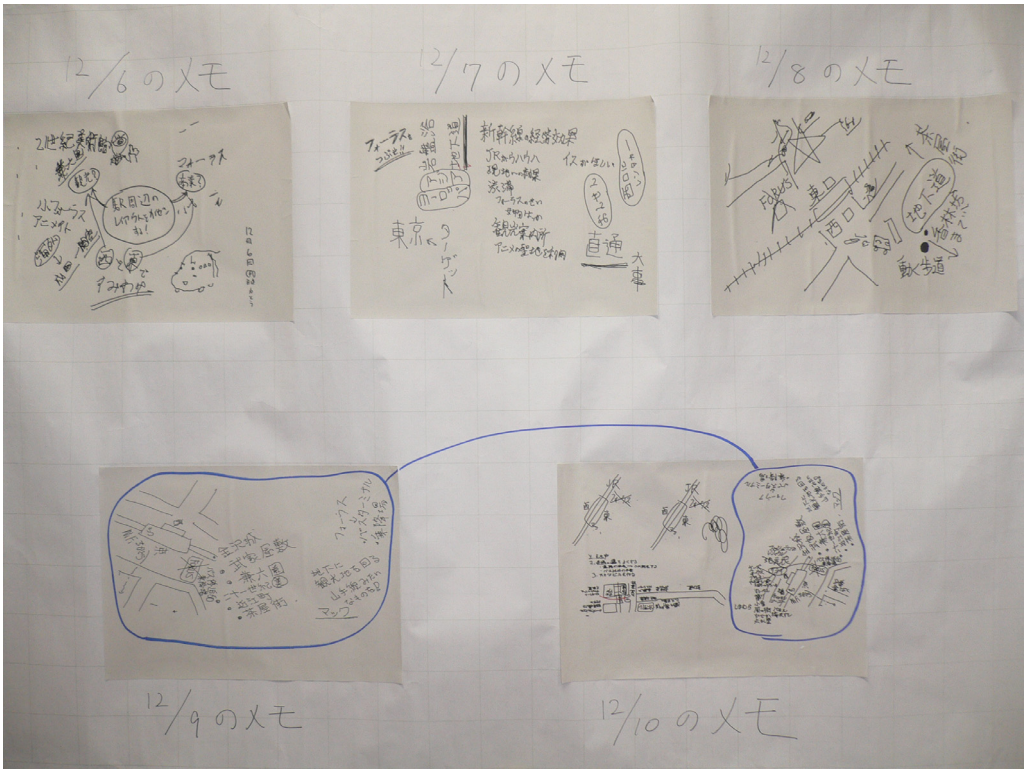

図7.2：Aグループの第1週目の振り返り(リンクあり)

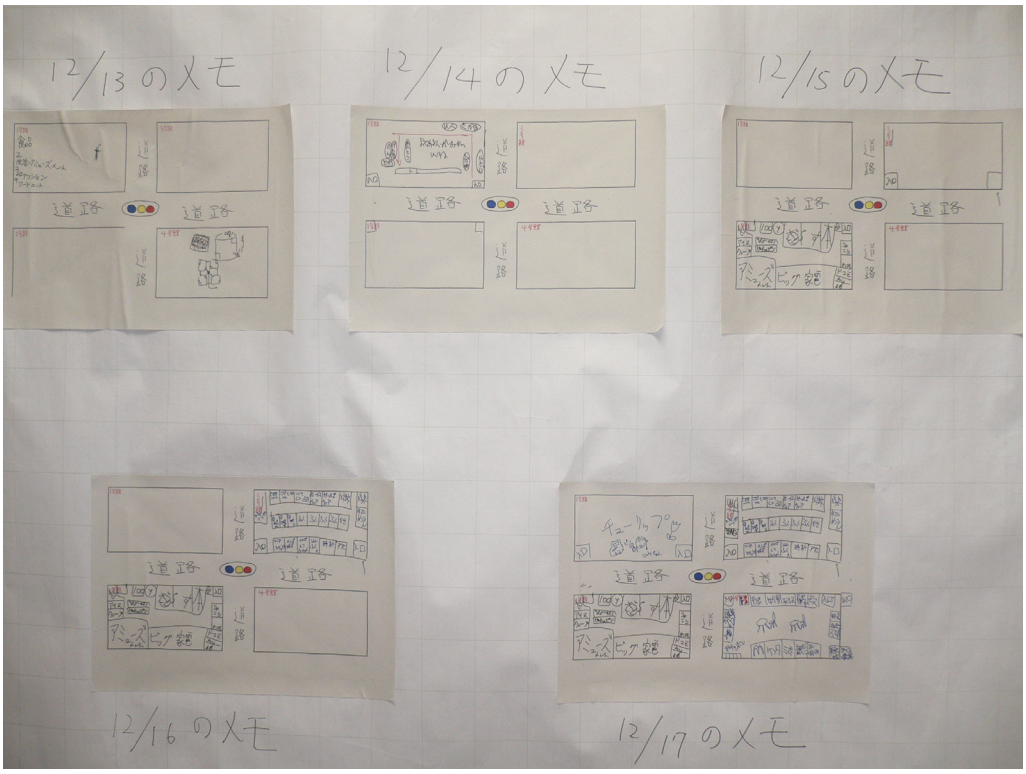

図7.3：Aグループの第2週目の振り返り(リンクなし)

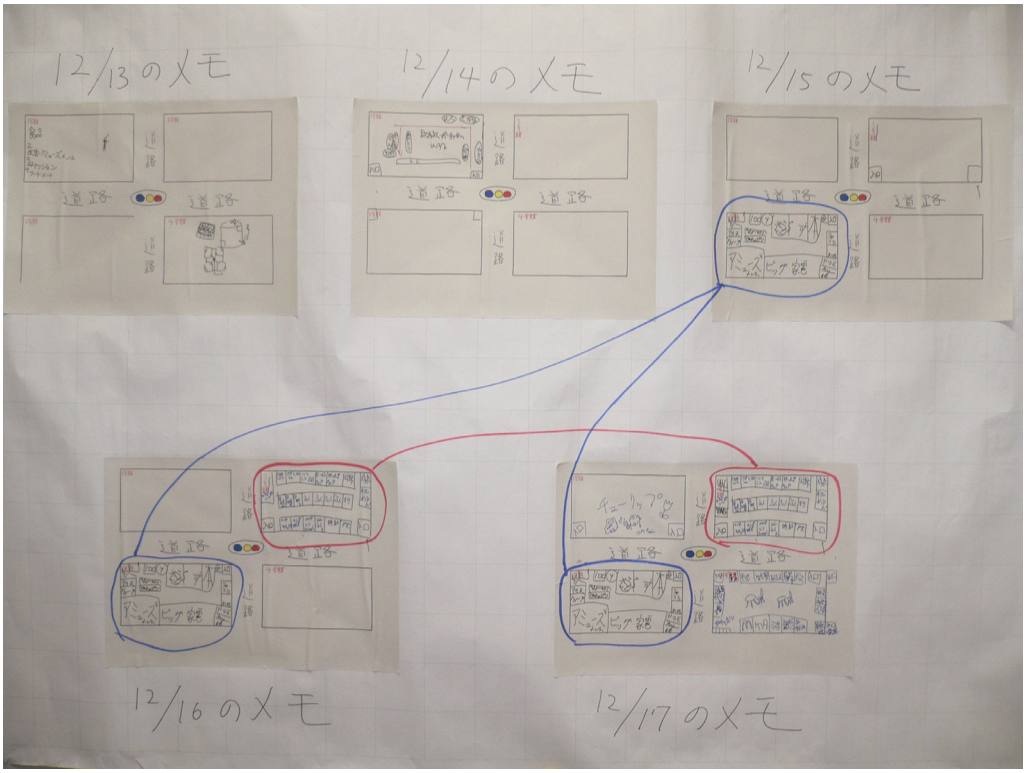

図7.4：Aグループの第2週目の振り返り(リンクあり)

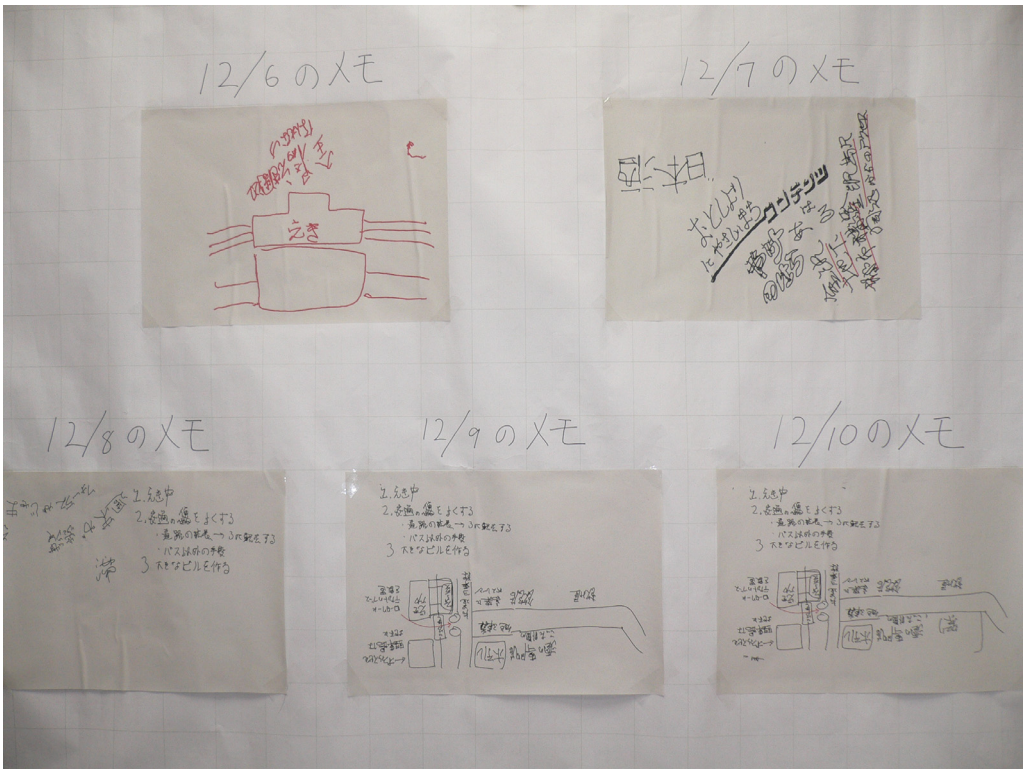

図7.5：Bグループの第1週目の振り返り(リンクなし)

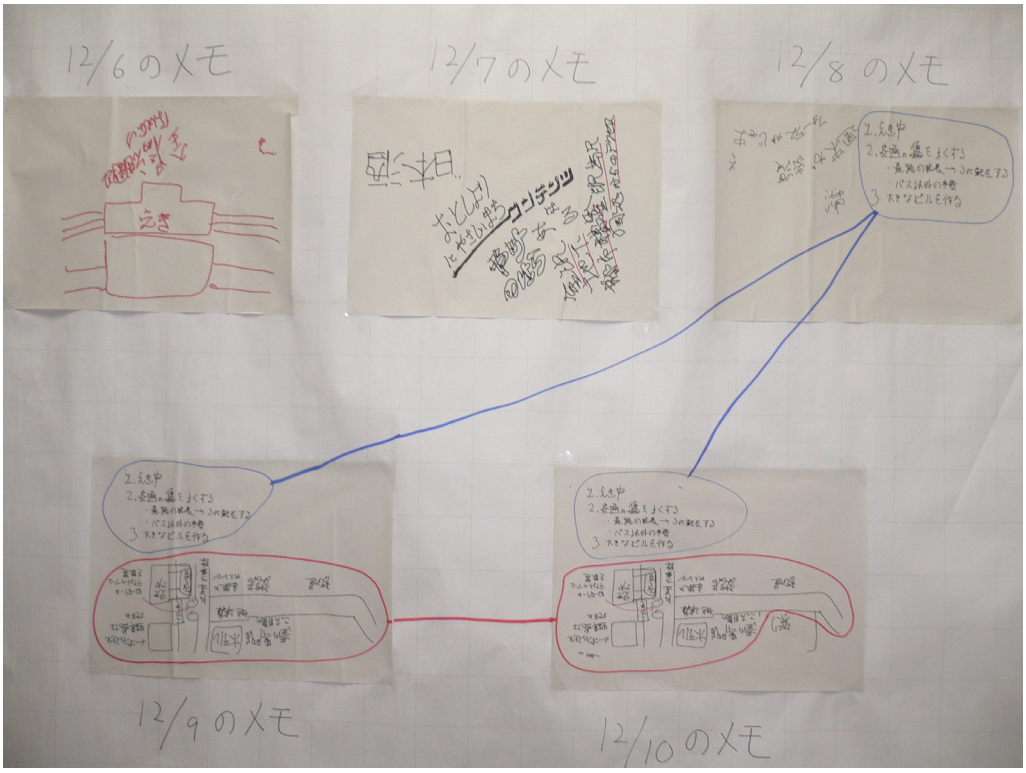

図7.6：Bグループの第1週目の振り返り(リンクあり)

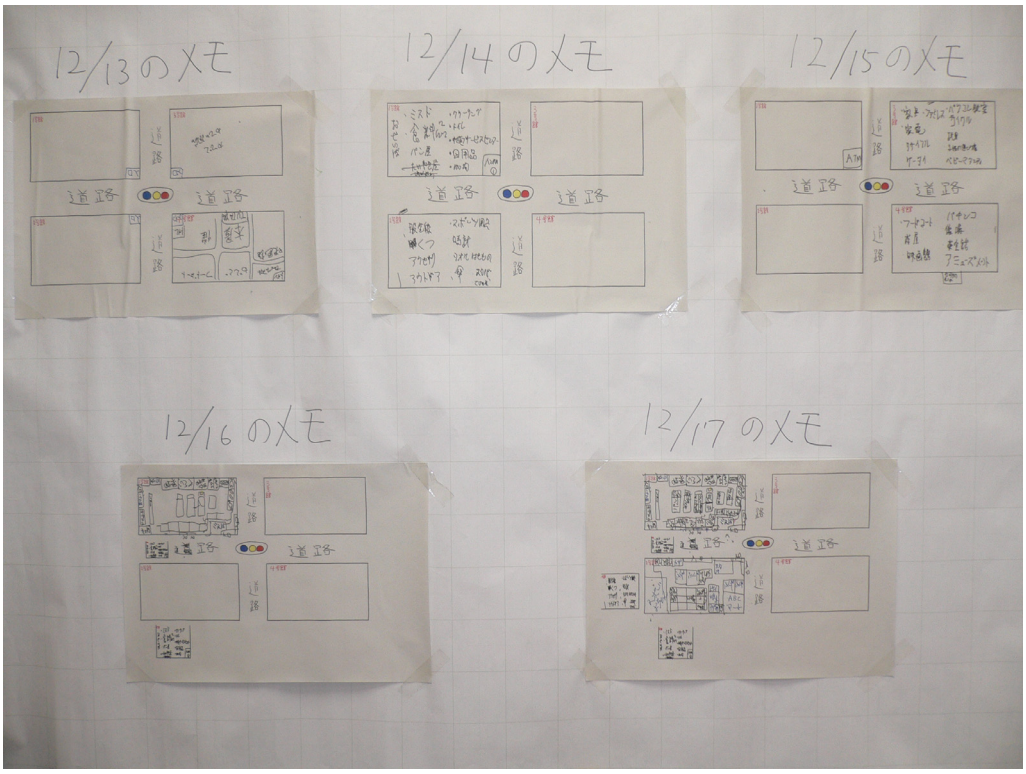

図7.7：Bグループの第2週目の振り返り(リンクなし)

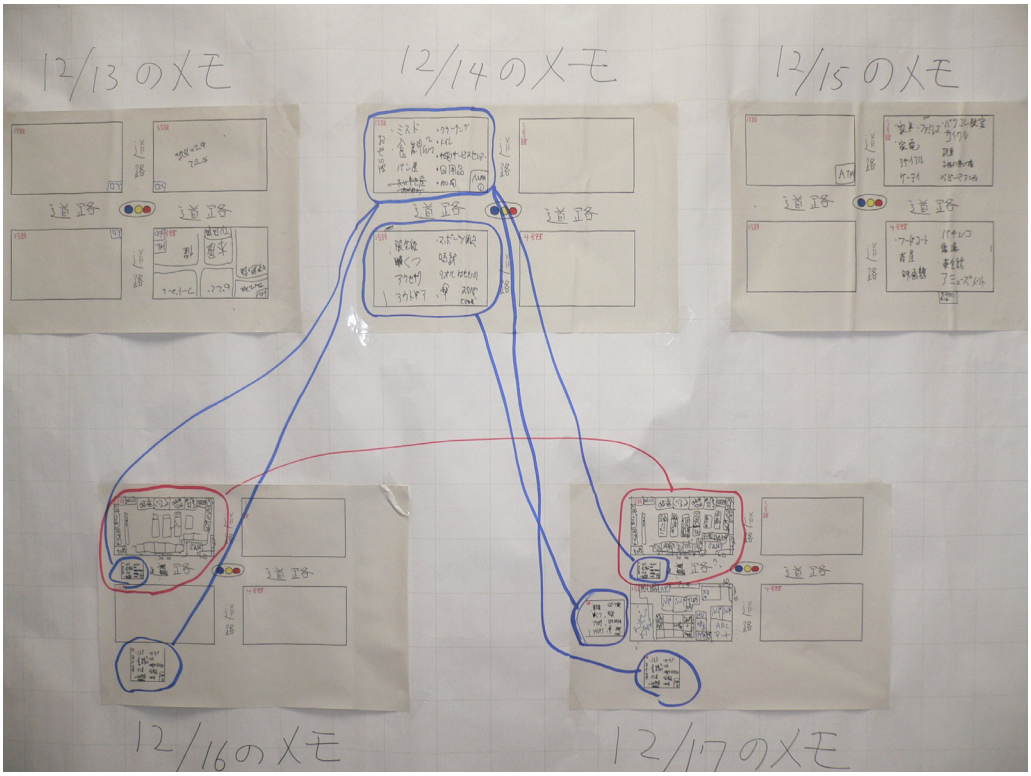

図7.8：Bグループの第2週目の振り返り(リンクあり)

また各週の課題に3回以上参加していない被験者に関しては，3回以上参加していない週を除いて振り返りを行ってもらった（例：第1週目の参加回数が2回，第2週目の参加回数が4回の場合，第2週目のみの振り返りを行う）．この結果，7人の被験者は2週分の課題を振り返り，2人の被験者は1週分の課題を振り返り，1人の被験者は参加回数の少なさから振り返りを行わないこととなった．3回以上参加していないと振り返らない理由として，議論の流れが把握できていないことがある．筆者としては半数以上，議論に参加していないと，議論の流れを思い出すことは困難だろうと判断し，このような処置を施した．

7.2　実験環境

実験環境の様子は図7.9のようになっている．図7.9は思考プロセスを振り返って説明しているシーンである．実験はK33のプレゼンテーションルームで行った．また実験環境の整備等に用いたものは以下のようになっている．

○必要な設備等

・ホワイトボード（実物である．模造紙を磁石で張りつけるために用いた）
・A4用紙（各日の議論データが印刷されたもの）×40枚
・模造紙×8枚
・椅子×2脚
・マッキー（黒，青，赤）各1本
・磁石×8個
・のり×2個
・セロテープ×2個
・ビデオカメラ（後々の分析のため）×1台

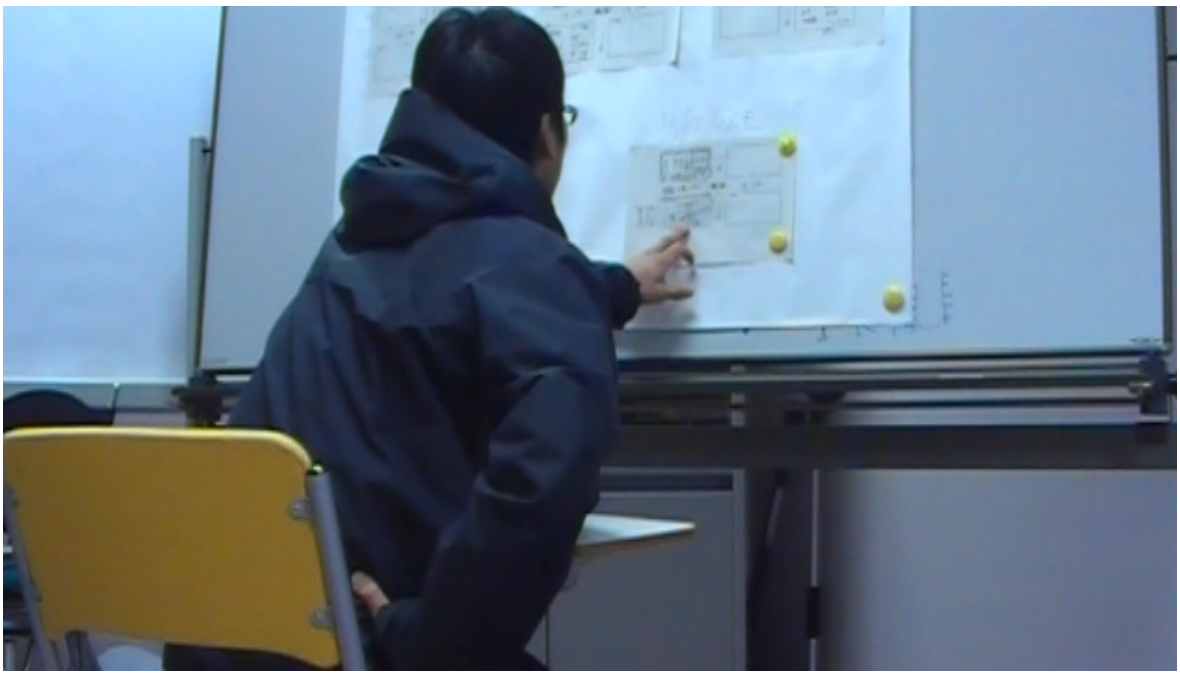

図7.9：実験環境の様子

7.3　実験結果

実験の結果，リンク情報を提示したことによって，リンク情報に関連した思考プロセスが新たに思い出された．主にリンク情報の提示により，リンクを張り付ける前後の思考や，リンクを張り付ける際の思考を思い出し，そこから，レイアウト作成へとどのようにしてつながっていったのかという議論全体の思考プロセスにつなげて思い出すことができていた．

具体例として，作成途中である金沢駅周辺のレイアウト図が張り付けてあるというリンク情報を被験者が閲覧して，何故張り付けたかのかという疑問が生じたことがある．ここから過去の振り返りが始まり，振り返った結果，「最後の議論だからレイアウトの図を作る必要があるけど，レイアウトの途中経過を書き直すことは面倒くさいな」といった思考プロセスが原因で張り付けたリンクだと振り返ることができた．そしてそのような思考プロセスを思い出したことで，リンク貼り付け後の思考も触発され，「確か交通に関しては2回目の議論でバス乗り場を増やす案を出してOKという方向だったから，まだ具体的に決まっていない金沢駅周辺の店のレイアウトを作ろう」といった思考プロセスも思い出すことができていた．つまり，リンク情報提示により，リンク情報前後の思考プロセスの振り返りを触発させ，その触発されて生じた思考が別の思考の振り返りへとつながる誘発効果を促しているのである．

またリンク情報の提示により，リンクを張り付けた理由等を振り返った後，「何故

他の議論ではリンクを張り付けなかったのだろう」といったリンクを張り付けなかったことに疑問を生じるケースもあった．そこから「1,2回目は時間が足りなかった気がしたけど，3日目は雑段などして余裕があった気がする」という思考や「1,2回目は議論の走り書きだったけど，3日目からまとめに入ろうと言った流れになったな」という思考を思い出し，議論全体への思考プロセスへとつなげることができていた．つまりリンク情報提示により，リンク情報が張られていない議論の思考が思い出され，そこから，レイアウト作成へとどのようにしてつながっていったのかという議論全体の思考プロセスにつなげて思い出すことができていたのである．

リンク情報の中には張りつける際の失敗したデータという重要ではないデータが残っていたものもあり，それを見て，失敗した時の状況が詳細に思い出されるという振り返りもあった．具体的には「前回の内容を貼りつけたが，この位置では，前回の内容を見ながら議論が進めない」といったような失敗だと思い出すことができていた．そこから「レイアウトは見ながら書くことが大事」というその時の議論の流れを思いだし，「左下の道路の位置に小さな図を置いて見ながら書けるようにして進めた」という思考プロセスも思い出すことができていた．これを振り返ったことで，「2号館の横に小さい図を張りつけてあるのは，前回の議論で上手く貼り付けつけられなかったことを改善した表れだ」といった思考を思い出すことができていた．このことからも失敗したデータでもリンク情報として提示されることで，その時の思考を振り返ることができると言える．

リンク情報に関して，「リンクが繋がっていると前の日からの続きというように読み取れて，有意義な議論だったという印象を受ける」，「振り返ってみて，リンクが繋がっていないと，いい議論をしていなかったように感じる」といった意見をいただいた．これはリンク情報提示したことにより，振り返る際の見方が変わったことを示している．具体的に，リンク情報提示により「毎回，議論始めた直後に過去の議論を見ていたけど，リンクは張らず，その日の思いついたことを話していたから，議論につながりがなく発散で終わった」といったように，リンクに関係する思考を新たに思いだし，議論全体の思考プロセスにつなげて思い出すことができていた．このことからもリンク情報提示は振り返りに影響を与えていると言える．

リンク情報提示により，リンクが発生していない議論が重要だと新たに振り返ることができた被験者が何人かいた．具体的には「一見，リンクの繋がっているところが重要そうに見えるけど，初日の議論で，今後の方針を決めたことが実は大事で，2回目以降の議論は初日の方針を確認して進めた．この初日の議論があったことで，リンクとしてのつながりが初日以降の議論で発生し，最後の議論では，リンクの集合的な形になっている」といった思考プロセスを振り返ることができていた．つまり，リンク情報の提示により，リンク情報以外の所が重要だったと振り返ることができ，そこ

から議論全体の思考プロセスを思い出すことができていたのである．

リンク情報の提示により，リンクの張りつけてない所の思考も実はつながっていると新たに振り返ることができた被験者が何人かいた．具体的に「2日目の議論の1号館と5日目の議論の1号館はリンクがないけど，2日目の1号館の結論が5日目の1号館に反映された形になっている」という振り返りや「リンクのない日でも十分，前の日のことを反映した内容になっている」という振り返りもできていた．またある被験者は「確かにリンクは張られてないけど，この時の内容が確か，皆の頭にあって，その考えが最後の議論まで反映されているのだと思う」といった思考プロセスも思い出すことができていた．このことから，リンク情報提示がリンク情報のない部分での思考のつながりの振り返りも誘発していたと言える．

リンク情報に関して，張り付けたきっかけや理由だけでなく，リンクとして残された結果物の心情を新たに振り返ることができた被験者が何人かいた．具体的に「本来なら4日目は3号館しか作業していなかったが，2号館が完成したという気持ちがあったからリンクで張った」という振り返りができていた．これからも，リンク情報提示により，結果物の意図を振り返り，そこから議論全体の思考プロセスを思い出すことができていた．

7.4　考察

本研究では，対面口頭対話での議論における思考プロセスの振り返りを支援することを目的としてきた．そこでリンク情報が思考プロセスの振り返りを支援するという仮説を立て，これを検証するために，評価実験で残したリンク情報を思考プロセスが思い出せなくなった状態になった被験者に提示し，そこから新たに振り返ることができるか調査した．結果，7.3節で見られるように，リンク情報提示により，新たに思考プロセスを振り返ることができていたことが分かった．このことから，リンク情報の有用性が証明され，研究の目的である対面口頭対話での議論における思考プロセスの振り返りは支援されたと言える．次に振り返り実験で見られた振り返り方の傾向，リンク情報提示前後での振り返りの違い等の詳細について示す．

議論の振り返り方に関しては，大きく分けて，ホワイトボードの要点だけを振り返る人，ホワイトボードの内容を全部振り返る人の2パターンに分かれる傾向が見られた．これは被験者の記憶量の違いから生じたことだと思われる．具体的にホワイトボードの要点のみを振り返る被験者は，議論の流れに関する思考が振り返れていたのに対し，ホワイトボードの内容を全部振り返る被験者は，議論の流れに関する思考に加え，1つ1つのワードに関して，振り返りを行っていた．このことからも振り返りの幅は個人の記憶量により，議論を記憶している被験者ほど，ホワイトボードの内容を全

部振り返るパターンになる傾向があると言える．

リンク情報提示前の振り返りに関しては，リンク情報を提示していないにもかかわらず，リンクに関連した振り返りをした人が何人かいた．これは議論の内容を詳細に覚えていたことが影響したのではないかと筆者は考えている．事実，議論終了してから，1か月後に振り返り実験を行ってもらったため，過去の議論を見なくても，ある程度，内容を覚えていたという可能性が捨てきれなくない．この懸念を振り払う上でも，半年後，1年後に振り返ってもらうことが最良だったが，今回の場合，時間の都合上，半年後，1年後に行えなかったため，このような処置を施した．

リンク情報提示後の振り返りに関しては，リンクに関する振り返りだけでなく，リンクに関係のない部分の振り返りも誘発された被験者がいた．このような被験者は，リンク情報提示前はリンクを意識した発言や振り返りがなかったことに対し，リンク情報提示後は，リンク情報に関連した振り返りをする傾向が見られた．具体的には，リンクを張りつける前後の発言や，張り付ける理由といった思考を思い出す傾向，リンク情報提示で思い出した思考を議論全体の思考プロセスへとつなげて思い出す傾向，リンク情報提示で振り返った思考をリンク情報提示前で振り返った思考につなげて振り返る傾向等が見られた．この結果から，リンクが見えている時の振り返り方と見えていない時の振り返り方が違うことが分かる．一方，リンク情報を提示してもリンクを張りつけたきっかけや，理由の振り返りに留まり，他の思考の振り返りの誘発に至らなかった人も少なからずいた．これは，リンク情報を提示する前にリンク情報に関連する振り返りを行ってしまったことが1つの要因として挙げられる．

以上から，リンク情報の効果や振り返りのパターンは個人の記憶量による影響が大きいと言える．また「リンク情報によって過去の議論の見方が変わった」という被験者がいたことから，リンク情報の見方，受け取り方もリンク情報の効果に影響を及ぼすものと筆者は考えている．リンクの見方や受け取り方とリンク情報の効果の関連性，記憶量と振り返りパターンの関連性，記憶量とリンク情報の効果の関連性に関しては，半年後，1年後など，振り返るタイミングを変えて，何度も検証していく必要がある．

振り返り作業の際の付加情報については，今回は日時情報のみを提示したが，参加者やメモを書いていた人等，他の要因を加えることにより，思考プロセスの振り返りに影響があったように思われる．リンク情報への影響については，分からないが，今後はこの点を調査する上でも，長期的な実験を行っていく必要がある．

第 8 章
結論

本章では，本論文のまとめと，今後の課題，将来の展望について述べる．

8.1　本論文のまとめ

本研究では対面口頭対話での議論における思考プロセスの振り返りを支援するホワイトボードシステムを提案した．ホワイトボードシステムは入力インターフェースのホワイトボード，出力インターフェースのカレンダーから構成されている．ホワイトボードの基本機能として，黒ペン，赤ペン，青ペン，黄色蛍光ペン，消しゴム，コピー，画像としてコピー，貼り付け，切り取り，削除，選択モード，すべて選択，を用意した．これにより，従来のお絵かきソフトやペイントソフトと同様，色を変えて記入を行うことや，議論内容をコピーすることができる．本研究ではさらにリンク機能を付け加えた．リンクとは，その日の議論に書かれている内容の元々の場所を参照する機能であり，過去の議論の内容を現在の内容に貼り付けることで生成される．このリンクをたどっていくことで，現在の議論の発端の内容を確認することができる．

カレンダーの基本機能として，履歴の閲覧機能を設けた．これにより，自由に過去の議論を振り返ることができる．本研究ではさらにホワイトボード一覧機能を加えた．これにより，現在までに残されたホワイトボードをサムネイル状で閲覧することができ，そこからホワイトボードの編集，保存や，ホワイトボードを画像として閲覧することができる．

本システムの有用性を確認するために予備実験，議論実験，振り返り実験を実施した．予備実験では，ホワイトボードシステムの用いられ方について調査した．結果，水平ディスプレイ上で本システムを用いる方が，ホワイトボードに思考情報が残りやすいことが分かった．議論実験では，振り返り実験のデータを取得するために，ホワイトボードシステムを用いて議論を行ってもらった．結果，筆者の意図するリンク情報のデータを取得することができた．振り返り実験では，初めにリンク情報がないホワイトボードを提示して，思考プロセスを思い出す作業を行ってもらった．その後，これ以上思い出せない状態になったところで，リンク情報が付与されているホワイト

ボードを提示し，そこからさらに思考プロセスを思い出してもらった．結果，リンク情報を提示することで，新たに思考プロセスを思い出すことができていた．具体的には，リンクを張りつける前後の発言や，張り付ける理由といった思考を思い出し，そこから議論全体の思考プロセスへとつなげて思い出す傾向が見られた．

以上の結果から，本研究が提案するホワイトボードシステムは，思考プロセスを振り返る上で有効であったと言える．

8.2 今後の課題

実験後にシステムやテーマについてのインタビューを行った．そのインタビューで得られた回答を以下に示す．

●水平ディスプレイ
・タッチパネルの反応が悪い→これにより議論が止まる
・ディスプレイの配置が決まっていたため，文字が書きにくかった→どの方向でも書き込んでもらえるようにして欲しい
・同時に書き込むことができない
・これを使わない方が議論自体は進むような気がする
・各個人でタブレット PC を用いて議論する方が進むのではないか
・後から見やすいデータが作りにくい
●ホワイトボードシステム
・UNDO が欲しい
・ホワイトボードが巨大すぎて，現在どの位置にいるか分からない→全体のどこを書いているか分かる機能や，ボード自体の拡大縮小機能が欲しい
・逆さまに書くこともある→ボードを回転させる機能が欲しい
・文字がうまく書けないこともある→キーボード入力機能が欲しい
・線がうまく書けないこともある→直線を引く機能が欲しい
・図を描く場所が埋まっていた→試行錯誤するスペースが欲しい
・スクロールが面倒→スクロールしなくてもよいキャンパスが欲しい
・手のひらツールが欲しい
・右クリックが使いにくい→画面の端に赤ペン等のアイコンを置いて欲しい
●議論の課題
・ある程度バックボーンが必要とされたため，やりにくい部分があった
・真面目にやったら終わるはずのないテーマのため，モチベーション維持が難しい
・2 週目の課題の配置を積木のように動かすだけならやりやすかった

・2 週目の課題は店のアイコン一覧があればやりやすい
・1 週目の課題の方が自由度は多かった
・準備が必要とされる課題だった
●その他
・時計を配置してほしい
・30 分の時間は短くはないが，良い議論にしようとすると足りない

インタビューから得られた回答から, 水平ディスプレイ, ホワイトボードシステム, 議論の課題の問題が浮き彫りとなった.

議論の課題の問題に関しては主にシステムやディスプレイに依存するものが多かった．ただ第 1 週目の課題に関しては，金沢に住んでいた人が議論に加入してから，急速に議論が進んだとの回答も頂いている．この点，バックボーンに関して，皆が公平に意見の述べられる課題を選定すべきだったと筆者は感じている.

システムの問題に関しては，水平ディスプレイに依存して，発生するものが多かった．特に文字がうまく書けない，線が上手く引けない，ボードを回転させる機能が欲しい等は水平ディスプレイに依存するところが大きいと思われる．この水平ディスプレイの使いにくさの問題が解決されれば，UNDO 機能が欲しい等の要望が出なかったと筆者は考えている.

水平ディスプレイの問題に関してはタッチパネルの精度が悪いという点が最も改善すべき点に挙げられる．具体例として，文字を青色に変換する際に右クリックの機能を用いようと，2 本指で同時にディスプレイを押すという操作を行ったが，反応しないということが生じたこと，ペンで記入していないにも関わらず反応してしまうということが生じたことが挙げられる．これらの原因にディスプレイの赤外線センサが挙げられる．赤外線センサは平面ディスプレイから約 1cm ほどの高さに設置されているため，水平ディスプレイにペンが触れる前に反応してしまうのである．これが原因でペン等が上手く反応しないといった問題が発生しているのである.

これらの諸問題から被験者の中にはテーマ自体に不満を持つ人や，システムに不満を持つ人が存在した．特にタッチパネルの精度に関しては，多くの被験者が不満を持っており，精度の改善を要望していた．被験者の不満や要望から，今後はタッチパネルの精度改善を真っ先に行う必要があると筆者は感じた．タッチパネル等のユーザービリティの違いが，残す情報の違いを生み出していることは，実験結果からも確かである．本来なら被験者の負荷のことも考え，最低限の使いやすさ，実験環境を用意すべきだったが，今回はその点に不備が生じてしまった．この点は，今後，改善していく必要が大いにある.

8.3　将来の展望

今後行っていきたいことは大きく分けて，1)システムの改良，2)実験環境の改良，3)長期間の実験の 3 つがある．1)に関しては，まずリンク情報を可視化するシステムを構築していきたい．その他にも，カレンダーのみでログデータ管理，オンライン対応，ホワイトボードの機能追加等がある．2)に関しては，マルチタッチ対応，ディスプレイの精度改善を真っ先に行っていきたい. また USB ドライバが頻繁に反応せず，毎回の議論の準備に時間がかかった点も改善していきたい．3)に関しては，研究室内のメンバーなど，まず長期間ご協力をいただける被験者を探す．そこから実験を開始し，得られるデータから，リンク情報の張り方の違い等の分析をしていきたい．

謝辞

本研究を進めるにあたって，ご指導なさって下さった西本一志教授に心より感謝いたします．

西本一志教授には，配属時期に所属研究室が決まらないというほとんど前例がない事態に陥り，不安に思っていた私を，暖かく受け入れて下さっただけでなく，研究，そして就職活動においても，数多くのご指導，助言をしていただきました．研究に関しては，研究テーマの決定から，研究の進め方や考え方，実験手法，論文の執筆まで，常に軸が定まらずにいた私を，親身にかつ適切なアドバイスで，正しい方向へと導いて下さりました．特に研究が上手くいかず，悩んでいる私の研究相談に多大な時間と労力を割いていただいたことに深く感謝いたします．先生のご指導，助言があったからこそ，研究の軸が定まり，今の研究の形を作り出すことができました．就職活動に関しては，研究テーマについて上手くアピールできない私に，効果的なアピール方法を実際に実演していただくなど，多大なアドバイスをいただきました．このアドバイスのおかげで，今まで自信を持てずにいた私が，自信を持って面接に挑むことができるようになりました．重ねて感謝いたします．

また，西本研究室の皆様からも多大なご支援をいただきました．

博士後期課程の小林智也氏には，私の実現したいシステムのベースの部分を支援していただいただけでなく，研究の進め方から，プログラミングの考え方，実験環境の構築まで，研究を進めるにあたって必要なものすべてを教えて下さりました．多大な時間と労力を割いていただいたことに深く感謝いたします．また研究を進めるにあたって生じたパソコンのトラブルに関しても，数多くの対応をしていただきました．重ねて感謝いたします．

博士後期課程の千葉慶人氏，山内賢幸氏，横山裕基氏には自主ゼミという形で論文のチェック，論文の書き方，実験の進め方など，多大なアドバイスや支援をいただきました．心より感謝いたします．

博士後期課程の伊藤直樹氏と博士前期課程の金屋陽介氏には，研究のシステム構想に関してのアドバイスだけでなく，プログラミングに関しても，基礎が分からない私のために，分かりやすく，かつ丁寧に教えて下さりました．心より感謝いたします．

博士前期課程の寺澤玲緒氏には，プログラミングの参考書など，研究を進めるための

支援を数多くいただきました．心より感謝いたします．
博士前期課程の藤田恭平氏，森郁彌氏とは同期として苦楽を共にし，励ましあいました．彼らと共に過ごした研究生活は忘れられない大切な財産となりました．心より感謝いたします．
ホワイトボードシステムを用いて 30 分間の議論を継続して行うという過酷な実験に快く協力してくれた西本研究室の被験者の方々に感謝いたします．特に長期間の実験にご協力をいただいた博士前期課程の清水浩二氏，田島智宣氏，田中唯太氏，馬場裕氏に深く感謝いたします．
本研究を進めるにあたって西本研究室外の方からも多大なご支援をいただきました．
実験環境整備のために必要なサイバー囲炉裏を貸して下さった知識科学研究科の杉山公造教授，由井薗隆也准教授に深く感謝いたします．お二方のご協力のおかげで，構築が困難であった実験環境をスムーズに構築することができました．
また JAIST に進学を薦めて下さり，入学試験の書類を何度も添削して下さった金沢工業大学の阿部武彦教授，大学として一切認めない方針であった推薦入学を，異例の措置として認めて下さった金沢工業大学 修学相談室長の涌村豊氏には深く感謝いたします．JAIST での有意義な学生生活が送れたのもこのお二方のおかげです．
最後に，大学院に進学することを許し，勉学や研究に励むことを快く応援してくれた家族に心から感謝いたします．本当にありがとうございました．

参考文献

[1] 木内啓輔，ディスカッションリマインダによる会議における議論の活性化に関する研究，名古屋大学工学部電気電子情報工学科卒業論文，pp.1-62，2009.

[2] 石野明, 大崎嗣豊, 奥山哲郎, ホワイトボード画像の保存・再生システムの開発, pp.1-4, 2007. http://www.ipa.go.jp/about/jigyoseika/07fy-pro/mito/2007-0378d.pdf

[3] 新西誠人，桜井彰，山口邦久，森澤一郎，大村克之，北澤智文，インタラクティブステーション，http://www.ricoh.co.jp/about/company/technology/techreport/33/pdf/A3316.pdf

[4] Scott Elrod, Richard Bruce, Rich Gold, David Goldberg, Frank Halasz, William Janssen, David Lee, Kim McCall, Elin Pedersen, Ken Pier, John Tang and Brent Welch, LIVEBOARD：a large interactive display supporting group meetings, presentations, and remote collaboration ", CHI'92, pp.599-607, 1992.

[5] Francois Berard, The Magic Table：Computer-Vision Based Augmentation of a Whiteboard for Creative Meetings, IEEE Work shop on Projector-Camera System (PR().CAM), pp.1-8, 2003.

[6] Lee, D., Hull, J.J., Erol, B., Graham, J., MinuteAid：multimedia note taking in an intelligent meeting room, Multimedia and Expo on IEEE International Conference, Vol.3, pp.1759-1762, 2004.

[7] 友部博教，長尾確，" ディスカッションオントロジー：実世界の会議における人間行動解析による知識発見 "，情報処理学会第 68 回全国大会，pp.1-2，2006.

[8] Chiu, P., Boreczky, J., Girgensohn, A., Kimber, D., LiteMinutes：An Internet based system for multimedia minutes, Proceedings of Tenth World Wide Web Conference, pp.140-149, 2001.

[9] 土田貴裕，大平茂輝，長尾確，会議コンテンツの再利用に基づくプレゼンテーション作成支援，情報処理学会研究報告，Vol.2008，No.48，pp.85-90，2008.

[10] 酒井慎司，三末和男，田中二郎，ガリバー：板書内容の再利用環境，日本創造学会第五回知識創造支援システムシンポジウム予稿集，pp.119-126，2008.

[11] 古谷翔，角康之，グループメンバー間の情報の流れの記録・再利用を行うエージェントの構築　http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/~furutani/furutani-resume.pdf

[12] 堀田昌英，榎戸輝揚，岩橋伸卓，多元的議論構造の可視化手法：社会技術としての政策論議支援，社会技術研究論文集，Vol.1，2003，pp.67-76.

[13] 中沢拓磨，久保田秀和，角康之，西田豊明："再利用部分の抽出によるプレゼンテーションストーリーの変遷の可視化", 人工知能学会第 21 回全国大会論文集, pp.1-4, 2007.

[14] 白松俊，駒谷和範，尾形哲也，高橋徹，奥乃博：市民参画のための公的討議の議事録閲覧支援システム，人工知能学会第 23 回全国大会，pp.1-4，2009.

[15] 友部博教，中村嘉志，沼晃介，須永剛司，西村拓一，時間配置と構造配置の融合による活動プロセスの協働リフレクションの実現，日本知能情報ファジィ学会誌，Vol.22，No .3，pp.368-376，2010.

[16] 瀬田和久，池田満，協調リフレクション支援システムの開発，電気通信普及財団研究調査報告書，http://www.taf.or.jp/publication/kjosei_20/pdf/p148.pdf

[17] 森幹彦，八村大輔，喜多一，リフレクションのための逐語議事録を用いた議論の構造化法，第 21 回人工知能学会全国大会論文集，pp.1-4，2007.

[18] 海谷治彦，ハイパー議事録システムに関する研究，東京工業大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻博士論文，pp.1-143，1994.

[19] Jeff Conklin，Michael L Begeman，“gIBIS：A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion”，Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW ’88)，pp.140-152，1988.

[20] 齊藤憲，久保田秀和，角康之，西田 豊明：会話量子化法を用いた会議知識獲得支援，人工知能学会全国大会第 20 回論文集，pp.1-4，2006.

[21] 石戸谷顕太朗，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，情報処理学会第 71 回全国大会，pp.1-2，2009.

[22] 大崎嗣豊，奥山哲郎，石野明，篠原歩：画像の常時保存と再生によるホワイトボードの拡張，インタラクション 2008，pp.1-2，2008.

[23] 松下光範，白井良成，桑原和意，意思決定のための探索過程の振りかえり支援–探索履歴の空間配置–，人工知能学会全国大会論文集，Vol.JSAI03，pp.99-102，2003.

[24] Krippendorff，K.：Content Analysis：An Introduction to Its Methodology, SAGE Publications，1980.

[25] 諏訪正樹：身体性としてのシンボル創発，計測と制御：「高次機能の学習と創発」特集，Vol.48，No.1，2009.

[26] 松原孝志，臼杵正郎，杉山公造，西本一志，「言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏：共有インフォーマル空間におけるコミュニケーションを触発するメディアの提案」，情報処理学会論文誌 Vol.44，No.12，pp3174-3187，2003.

発表論文

査読なし国内発表
[1] 加藤 圭吾，小林 智也，西本一志：書き込み内容のリンク機能を有するホワイトボードを用いた思考プロセスの振り返り支援，インタラクション 2011，日本科学未来館，2011（2011 年 3 月 10 日）