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

Title	聴衆の注意遷移状況を提示することによるプレゼンテーション構築支援の試み
Author(s)	亀和田，慧太；西本，一志
Citation	情報処理学会論文誌，48(12)：3859-3872
Issue Date	2007-12-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7769
Rights	社団法人　情報処理学会，亀和田慧太／西本一志，情報処理学会論文誌，48(12)，2007，3859-3872．　ここに掲載した著作物の利用に関する注意：本著作物の著作権は（社）情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.
Description	

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

聴衆の注意遷移状況を提示することによるプレゼンテーション構築支援の試み

亀和田 慧太[†,☆] 西 本 一 志[†]

本研究の目的は，スライド間の関係性を十分に考慮した理解しやすいプレゼンテーションの構築を支援する手法とツールを提案することにある．このようなプレゼンテーションの実現のためには，発表者と聴衆の間での理解のズレを洗い出し，それらのズレを埋めることを可能とすることが必要である．そこで本論文では，“うつろひ” と名付けた新たなプレゼンテーション構築支援ツールを提案する．これは，プレゼンテーション中における聴衆の注意の移り変わり状況を取得し，発表者に提示するツールである．これにより，発表者は特に聴衆がスライド間の関係性をどのように理解しているかを把握することが可能となり，その結果スライド間の関係を聴衆がより理解しやすい形にプレゼンテーション資料を修正することが可能となる．試作したツールを用いて被験者実験を行った結果，プレゼンテーション資料を再デザインする際，“うつろひ” が発表者のスライド間のつながりに関する内省と再構成行為を促していることが分かった．

Supporting Composition of a Presentation by Showing Transitions of Audiences' Attentions

Keita Kamewada[†,☆] and Kazushi Nishimoto[†]

The objective of our work is to support presenters composing understandable presentations that do not leave relations among slides. To achieve the understandable presentations, it is required to identify gaps between audiences and the presenter, and to modify and bridge the gaps. Hence, the authors propose a novel support tool for composing presentation named “UTSUROI,” which provides the audiences' transitions of attentions to the presenter so as to see situations of the audiences' link-level understanding among slides, and finally to refine presentation materials. The authors conducted experiments with subjects to evaluate the effectiveness of UTSUROI. As a result, it is found that UTSUORI makes the presenters more deeply consider relations among slides as well as has good effects on slide design.

1. はじめに

Microsoft 社の PowerPoint[1] に代表されるソフトウェアが従来のプレゼンテーションメディアにとって代わって普及しつつある．その理由は主に 4 点考えられる．第 1 に，ドキュメントと比較して考えると，発表者が聴衆に聴いてもらいたいタイミングで聴いてもらいたい内容を大画面で提示できる点である．第 2 に，黒板やホワイトボードと比較すると，発表者がコンテンツを事前に作成できる点である．第 3 に，OHP と比較すると，PowerPoint はプレゼンテーションというタスクに特化しているソフトウェアのため，誰でも簡単に体裁の整ったプレゼンテーションを作成できる点である[2]．第 4 に，もともと PowerPoint の源流であるソフトが ThinkTank や MORE といったアイディアプロセッサだったこともあり[3]，川喜田による KJ 法[4] や梅棹による京大式カード[5] と似た効果を持つことである．これらの方法のメリットは，規格化されたカードという断片に知識を表出することによって，カードを組み替えながらカード間のつながりに意図せぬ発見をすることである．ここでいうカードが PowerPoint のスライドに対応しており，類似の効果が得られる．

しかしながら，この第 4 の利点の裏返しとして，Tufte[6] が指摘するところの「断片にしてしまったがゆえに，スライドどうしの関係性をうまく示せない」という欠点を持つことになり，いかに聴衆をミスリードしないように断片をうまく順序立てて並べるかが難しくなった．さらに，たとえ発表者が熟慮の末に話の流れやスライドのつながりを論理的に順序立てたつもりであっても，その順序付けされた流れは，あくまで

† 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
☆ 現在，株式会社日本総合研究所
Presently with The Japan Research Institute, LTD.

発表者が聴衆に理解しやすいであろうと個人的に想定しているものであり，それが本当に誰にとっても理解しやすい順序であるかどうかの保証はない．このように，現状では聴衆が理解しやすくひとりよがりでない流れを持つプレゼンテーションをデザインすることは難しく，しかもこの問題に対する支援の取り組みもほとんどなされていない．

そこで，本研究では，上記であげた PowerPoint の 4 つの利点を損なわずに，しかも第 4 の利点の裏返しであった欠点，すなわち，スライドどうしの関係性をうまく構築することが難しいという問題の解決を支援するツールを提案する．筆者らは，そのための必要条件を，「発表者と聴衆の間にある認識・理解のズレの確認・修正可能性」だと考える．たとえば対面対話では，相手の顔や状況をうかがいながら，可変的に話の焦点・詳しさ・方向を変える[7]．これは，リアルタイムで相互にズレの確認・修正を行っているといえよう．またドキュメントによるコミュニケーションでは，編集者などを媒介にズレを確認・修正する．

川崎[3] によれば，プレゼンテーションは発想・表現・伝達のプロセスが三位一体となったものである．このプロセスを具体的にさらに分割すると，プレゼンテーションは「発想⇒プレゼンテーションデザイン⇒プレゼンテーションの練習⇒質疑応答⇒プレゼンテーション再デザイン⇒プレゼンテーション本番⇒質疑応答」というプロセスで構成されると考えられる．会話やドキュメントでのコミュニケーションプロセスと同じように，このプレゼンテーション構築プロセスにも今まで以上にズレの確認・修正を可能とするツールがあれば，ひとりよがりでないプレゼンテーションが実現できるはずである．

スライドを用いたプレゼンテーションにおける認識・理解には 2 種類ある．1 つは，1 枚のスライドに閉じた内容に関する認識と理解であり，もう 1 つは複数のスライドにまたがった関連性に関する認識と理解である．本論文では，1 枚のスライドに閉じた内容に関する認識と理解を「ノード理解」，複数のスライドにまたがる関係性の認識と理解を「リンク理解」と呼ぶことにする．具体的にいえば，リンク理解は，前のスライドを受けて「なぜなら…/結果として…/そして…」と次のスライドに進んで話したり，「先ほど申し上げたように…」と前のスライドを参照したりする，論理のつながり方に関する構成レベルの理解といえよう．

本来リンク理解には，スライド内におけるテキストどうしの関連に対する理解や，さらに細かくいえば，ある 1 文内における単語間の関連に対する理解も含まれる．しかしながら本研究では，スライドどうしの理解をリンク理解，各スライドに対する理解をノード理解と位置づけ（以下，特に断らない限り，「リンク理解」「ノード理解」という言葉はこの意味で用いる），発表者と聴衆とのリンク理解のズレを認識・修正可能とすることを支援目的とする．この理由は 3 点ある．第 1 に，ノード理解のズレは，一般的に立場や業界の違いによって生じる言葉レベル・語彙レベルでのズレが多く，プレゼンテーション後の質疑応答で確認・修正が行いやすいからである．第 2 に，スライド内におけるテキストどうしの関連は 1 枚に収まっているので，発表者・聴衆ともに意識しやすく，確認・修正が行いやすいからである．第 3 に，スライド間レベルでのリンク理解のズレは，そもそも PowerPoint という伝達メディアがスライド単位で断片化されているため，橋渡しすることが難しいからである．この問題こそが，先にあげた「スライドどうしの関係性をうまく示せず，ひとりよがりなプレゼンテーションになってしまう」主因であると考える．

もちろん，リンク理解のズレの確認・修正を支援することが，ひとりよがりにならないプレゼンテーションを完全に保証するわけではないし，ノード理解のズレの確認・修正を支援することがムダであるということもけっしてない．分かりやすいプレゼンテーションを実現するためには，ノードとリンクのいずれのレベルについても理解しやすいことが不可欠である．しかし，本研究では，上述の理由により，確認・修正を行うことがノードレベルよりも難しいと考えられるリンクレベルでの支援を目的とする．

以上の議論に基づき，本論文では，発表者が聴衆とのリンク理解のズレを確認可能とすることで，スライドどうしの関係性とつながりを修正し，これによってひとりよがりでない流れのプレゼンテーションを実現可能とすることを目的としたツール “うつろひ” を提案し，その有用性を評価検証する．以下，2 章では “うつろひ” の設計にあたっての背景となる考え方について述べる．3 章では，試作したプレゼンテーション支援ツール “うつろひ” の構成を説明する．4 章では，“うつろひ” を用いた評価実験とその結果について述べ，“うつろひ” の有用性を検証する．5 章では，関連研究について概観する．6 章は，本論文のまとめである．

2. ツールのデザインにあたって

2.1 デザインアプローチ

2 つのアプローチからツールをデザインする．第 1

に，中小路ら[8]が提唱するインタラクションデザインのアプローチをとる．すなわち，システムに要求される機能という視点からではなく，ユーザの経験のデザインという視点から，ツールがどうあるべきかを考える．プレゼンテーションソフトに求められる機能という視点からではなく，プレゼンテーションがどうあるべきか，どうありたいのか，プレゼンテーションに関わるユーザはどういった経験を欲しているのかという視点からツールをデザインする．

第 2 に，プレゼンテーションは「『知識協創と分散認知』[9),10)]が行われる，1 つのイベントである」との立場に立って，ツールをデザインする．しばしば，プレゼンテーションはプレゼンテータドリブンな一方的な行為と見なされる．しかしながら，本来，プレゼンテーションは，発表者，聴衆，プレゼンテーションメディアそれぞれの保有する知が一体となって有機的に織り成すイベントであるし，またそうあるべきである．つまり，プレゼンテーションツールは一種のグループウェアであるべきである．ただし，コンテンツ創出の根本は発表者主導であるべきで，ツールは発表者か聴衆かによって異なる機能やインタフェースを持つ必要があるだろう．

2.2 デザインコンセプト

1 章で述べたように，プレゼンテーションでは，発表者と聴衆の間に認識・理解のギャップがあり，特にリンク理解のギャップは確認・修正が難しい．Star によれば，異なる集団間を橋渡しするには，集団間のインタフェースとなるバウンダリー・オブジェクト（boundary object）が必要である[11)]．たとえば，企業のクレーム係にとって，「クレーム・フォーム」はクレーム処理というタスクと外の世界をつなぐ効果を持つ，バウンダリー・オブジェクトである．プレゼンテーションツールにもこのようなバウンダリー・オブジェクトを用意して，発表者と聴衆とを橋渡しすることが必要と考えられる．

一般的に，プレゼンテーションでバウンダリー・オブジェクトの役割を果たすものは，対面もしくは PC 上での聴衆からのコメントである．しかし，言葉はノード理解を橋渡しするバウンダリー・オブジェクトとしては機能するが，リンク理解を橋渡しするバウンダリー・オブジェクトとしては十分ではない．というのも，1 章で述べたように，PowerPoint では話がスライドに断片化されているため，リンク理解レベルの問題を指摘するためには，複数のスライドにまたがる複数の参照情報を提示しなければならない．しかし，言葉のみでこのような参照情報を的確に表現しようとすると，どうしても複数の指示代名詞などが用いられることになり，その曖昧さの解消が非常に困難かつ煩雑となるためである．では，リンク理解を橋渡しするバウンダリー・オブジェクトとしてどのようなものが考えられるであろうか．

PowerPoint で発表するとき，PowerPoint スライドを紙のハンドアウトにして聴衆に配布することがある．そうすると，聴衆は必ずしも発表者のプレゼンテーションと同じ順番とタイミングで，配布されたドキュメントの各スライドを見るわけではない．ときにはあるスライドにしばらく立ち止まり，ときにはかなり前のスライドにさかのぼったりする様子がしばしば見受けられる．こういった行動は，聴衆がプレゼンテーションに対して「リンク理解」を試みていることの現れであると考えることができる．

「学習者はつねに知識を更新しながら構築している」という構成主義的心理学の立場にたち，Piaget は「理解とは創作である（“Understanding is to invent”）」と指摘した[12)]．この考え方に沿ってプレゼンテーションをとらえると，聴衆はただ漠然とプレゼンテーションを聞いているわけではない．上記のように，注意対象を移動しつつ創作的理解を行いながら，能動的にプレゼンテーションを聞いているのである．1 章で述べたように，発表者が聴衆に聞いてもらいたいタイミングで聞いてもらいたい内容を大画面で提示できるというのは PowerPoint の利点の 1 つであるが，それがゆえに，リンク理解のズレを把握し修正するための重要な材料となりうる，上記のような聴衆の創作的理解行為が現状では見過ごされてしまっている．

そこで本研究では，こうした聴衆のリンク理解にともなう行動を収集・可視化し，これをバウンダリー・オブジェクトとして発表者に提供することを試みる．すなわち，聴衆が注視しているスライドの遷移状況を取得し，可視化する．中小路ら[13)]による説明を借りれば，他者との対面であっても明示化されない，他者が表出した表現（質疑応答でのコメント）の背後にある暗黙の前提や意図の違いが明らかになるように，「注意状況の可視化によるコミュニケーション・ブレイクダウン」をきっかけとして与えるのである．言い換えれば，発表者は，聴衆が質疑で表出した言葉の奥にあるリンクレベルでの理解プロセスを，言葉とは別の注意の遷移状況というモダリティで理解のギャップとして体験するのである．そして，体験した聴衆のリンク理解の仕方を徐々に構造化していくのである．それがプレゼンテーションの流れとコンテンツに対する発表者の内省を促し，最終的にはひとりよがりでない流れ

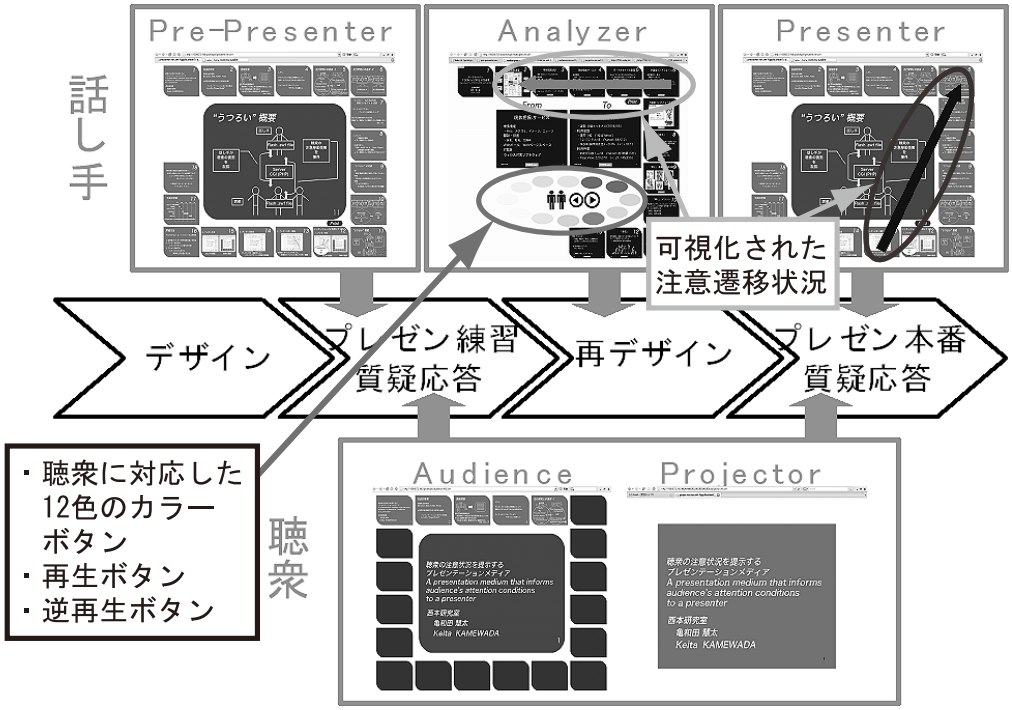

図 1 利用シナリオごとの「うつろい」のツールインタフェース
Fig. 1 Five interfaces of “Utsuroi” for each stage of process of composing a presentation.

のプレゼンテーションにつながることになると考える．

3. “うつろひ”

3.1 “うつろひ” の適用対象

リンク理解のズレを確認することが難しいという状況と，PowerPoint を補うことを想定してツールをデザインするため，ツールの適用対象を以下に限定する．

スタイル 知識を提供するようなプレゼンテーション．聴衆を楽しませることを主目的としたようなプレゼンテーションは対象外．

時間 リンク理解が難しい，10 分以上の長時間にわたるプレゼンテーション．

主題 研究，政策提言，戦略立案といった，リンク理解の難しい複雑な主題のプレゼンテーション．本の要約，進捗報告，自己紹介，商品紹介といったプレゼンテーションは対象外．

発表者 PowerPoint をひととおり使いこなしている発表者．

3.2 “うつろひ” の構成

プレゼンテーションプロセスのフェーズとツール利用者によって異なる，以下の 5 つのバージョンのインタフェースを，Adobe Flash と PHP で実装した．

(1) pre-presenter バージョン
(2) analyzer バージョン
(3) presenter バージョン
(4) audience バージョン
(5) projector バージョン

図 1 にシステムの概要を示す．聴衆と発表者が PC のブラウザからそれぞれ専用の Flash ファイルを開き，analyzer バージョン以外は PHP を介して通信する仕様となっている．

5 つのバージョンを作成した理由は，「利用者」と「利用フェーズ」によって求められているニーズが異なるからである．まず，「利用者」によって異なるバージョンを開発した理由は，2.1 節で述べたように，プレゼンテーションは発表者と聴衆が一体となった知識協創と分散認知の場であるが，あくまで発表者主導であるべきであり，自ずと両者の役割やツールに必要とされる機能が異なるためである．

「利用場面」によって異なるバージョンを開発した理由は，場面によって認知的制約と求められているニーズが異なるからである．Norman によれば，“The experiential mode is a state perceiving and reacting to events around us without conscious awareness. The reflective mode is that of comparison and contrast, of thought, of decision making, and conceptually

driven.” である[14]．つまり，経験モードであれば論理作業の最小化，内省モードであればアイディアの探索と思考プロセスをサポートするべきである．プレゼンテーションは，時間が刻一刻と差し迫って，聴衆が耳を傾けてくれている環境の中で，リアルタイムに言葉を発していかなければならず，じっくりと黙考する行為は許されない．つまり，プレゼンテーションは経験モードであり，内省を深めさせるインタフェースは好ましくない．一方で，プレゼンテーションデザインは，じっくりとプレゼンテーションのためのコンテンツに関して思考する時間と空間があり，また，じっくり思考すべきフェーズであるため，内省モードといえる．そのため，プレゼンテーションデザイン時には，アイディアを比較したり，思考を巡らせることでより良いプレゼンテーションにつなげるためのインタフェースが必要になるのである．

3.3 インタフェースと利用シナリオ

3.2 節で述べたように，利用場面によって使用するツールのバージョンが異なるため，利用シナリオに沿って各バージョンのインタフェースを説明していく．

発表者は，まず通常どおり PowerPoint でスライドをデザインした後，プレゼンテーションの練習に付き合ってくれる仮の聴衆と練習プレゼンテーションを行う．このフェーズでは，発表者は図 1 の pre-presenter バージョン，各聴衆は audience バージョンをブラウザで開く．プロジェクタには projector バージョンを投影する．pre-presenter バージョンの画面には最初からすべてのスライドのサムネイルが外周に表示されている☆が，audience バージョンの画面には発表者が進んだスライドまでのサムネイルだけが表示され，聴衆が特に操作しない限り画面の中央には発表者が進んだ最新のスライドが表示される．聴衆が外周上のいずれかのサムネイルをクリックすると，発表者が現在表示しているスライドとは無関係に，クリックされたスライドが画面中央に拡大表示される．このように同期から外れて聴衆が過去のスライドを見ている状況を注意の遷移状況として採取する．audience バージョンにおいて，まだ発表者が進んでいない「未来のスライド」も表示可能とすると，「リンク理解の不十分さを補うために積極的に同期から外れて他のスライドを見る動き」と「単に先読みしたいために同期から外れて他のスライドを見る動き」が入り交じる．先読みはほとんどの場合リンク理解のための行動ではないと考えられるため，後で発表者が注意遷移状況データを分析する際に混乱することが危惧される．よって本研究では，audience バージョンでは未来のスライドを表示できないようにした．なお，プロジェクタで投影されている projector バージョンの画面には，発表者が pre-presenter バージョン上で選択しているスライドが投影される．

練習プレゼンテーション後の質疑応答では，聴衆から通常どおりコメントをもらう．この際，聴衆は audience バージョン上で自由にスライドを選択・参照できる．プレゼンテーションの練習がすべて終了した後に，発表者は質疑で得られたコメントと合わせて，図 1 の analyzer バージョンを用いて聴衆の注意の遷移状況を見ながら，プレゼンテーションでの問題箇所を探っていく．このとき，円状になった 12 色のボタンがそれぞれ聴衆 1 人 1 人に対応しているので，いずれかの色を選択（複数色の選択が可能）してから再生ボタンを押すことで，選択した聴衆の注意状況の遷移を 1 つずつ矢印として可視化しながら，タイムラインに沿って見ることができる．注意遷移の矢印から読み取れることは，誰が，どのタイミングで，どのスライドからどのスライドへ，どのような方向で，どのくらいの距離を移動したかである．また，時系列で見ていく中で間接的に注意遷移の回数を把握することができる．なお，矢印は 1 度に 1 つしか表示されないため，高頻度に注意遷移が生じたような場合でも重なり合って見にくくなるようなことはない．

注意遷移状況を矢印として可視化するインタフェースにした理由は，予備実験時に注意遷移をテキストデータとして提示したところ，ツールの意図した行動および思考が観察されなかったためである．予備実験時において，注意遷移が多いのはどのスライドからどのスライドへの遷移かを，多いものからリスト化して発表者に提示して，発表者の再デザインプロセスを観察したところ，2 つの問題点があった．第 1 は，テキストデータとして注意遷移を提示しているため，直感的に遷移を把握しにくく，負荷が高かった点である．第 2 は，一方的に注意遷移の結果を突きつけられたため，リンクレベルの内省と行為に結びつかなかった点である．この予備実験結果から，直感的に注意遷移を把握でき，なおかつ，システム側で注意遷移状況データを統計的に無機質に提示するのではなく，発表者自らが主体的にパターンをつかんで発見していけるインタフェースが好ましいことが推測された．ゆえに，注意遷移を矢印という直感的表現で可視化し，発表者の

☆ 現在のシステムでは，サムネイルの表示可能枚数は 20 枚以下に制限されているが，スライドをパイル状に少しずつずらして表示することなどにより，表示可能枚数を増やす方法を検討している．

操作に応じてタイムラインに沿って注意遷移の矢印を提示していくインタフェースにすることで，発表者が自発的に注意の遷移状況を探る行為を起こすようにデザインした．ただし，“うつろひ” によって提示される注意遷移の理由が，聴衆の不理解なのか，関心なのか，興味を引いたのか，偶然なのかは分からない．しかし，質疑記録と照らし合わせれば，行動理由に関する仮説は立てられるので，十分ズレの確認・修正につながると考えられる．このように analyzer バージョンは，問題を分析するためのまさにアナライザであり，再デザイン自体は行えない．このため，再デザインは PowerPoint を用いて行うことになる．

こうして問題点を分析し，その結果に基づいてプレゼンテーションを再構築した後，本番のプレゼンテーションを行う．本番とその後の質疑応答では，presenter バージョン（pre-presenter と同じような画面だが，プレゼンテーション中にリアルタイムに聴衆の注意状況を可視化していくバージョン）を用いる．

4. 評価実験

2.2 節で述べたように，“うつろひ” の主たる特徴は，「聴衆の注意遷移状況」を取得してこれをバウンダリー・オブジェクトとして発表者に提示することにより，発表者が聴衆との理解のギャップを言葉以外のモダリティで経験することを可能とし，もって発表者の内省を深めることを目指している点である．そこで我々は，聴衆の注意遷移状況を提示することにより，発表者の内省経験がどのように変化するかを調査するための評価実験を実施した．“うつろひ” は，プレゼンテーションの再デザイン時と本番プレゼンテーション時の 2 つの段階を支援対象としている．このため，評価実験も 2 段階に分けて行う．

4.1 再デザインへの効果検証

4.1.1 実験概要

実験では，注意遷移状況提示機能の「あり」と「なし」という要因の 2 条件を比較する．「なし」では，再デザイン時に，聴衆の注意遷移状況を可視化するツール（analyzer バージョン）を用いず，「あり」では用いる．発表者を担当する被験者は 2 名，聴衆を担当する被験者は 4 名であり，ともに被験者内計画を行う．なぜなら，プレゼンテーションの仕方および議論の仕方は各個人によって著しく異なるため，条件の比較を同一ベース上で行う必要があるからである．その代わり，条件および発表者ごとに，すべてのプレゼンテーション主題を変え，慣れが生じないようにする．つまり，合計 4 主題のプレゼンテーションが行われることになる．また，カウンタバランスをとるために，発表者 A はまず「なし」から行った後に「あり」に移り，発表者 B は逆の順で行う．なお被験者 6 名は，すべて 5 年以上の PC および PowerPoint 使用歴を有する．

実験手順は，3.3 節で述べた利用シナリオに沿って行う．まず，15 分程度の問題解決型のプレゼンテーションを発表者に準備してもらう．テーマ選定に際しては，実験者が発表者を担当する被験者の興味・関心をあらかじめ調査し，被験者の頭の中でアイディアがしっかり固まっていない話題を設定した．準備の時間/場所は被験者の自由に行ってもらう．その後，練習プレゼンテーションという形でプレゼンテーションと質疑を行う．

注意遷移状況提示機能ありの場合，練習プレゼンテーションのプレゼンテーション中および質疑中のいずれにおいても，発表者と聴衆は取得された注意遷移情報を参照できない設定とした．これは，注意遷移状況を参照することによる内省経験の変化を，可能な限り再デザインプロセスのみに閉じこめ，両実験条件における練習プレゼンテーション中の経験に差異を生じさせないようにするためである．もし練習プレゼンテーション中にも注意遷移状況を参照可能とすると，練習プレゼンテーションの段階で内省経験の差異が発生し，再デザイン時における注意遷移状況提示の有無による影響を正しく比較評価できなくなると思われる．

練習プレゼンテーションの終了後，発表者にプレゼンテーション資料を再デザインしてもらう．「注意遷移状況提示なし」のときは，実験者が書き起こした質疑記録のみを参照し，「注意遷移状況提示あり」のときは質疑記録と，analyzer バージョンを用いて見られる注意遷移状況ログとの両方を参照することにより，再デザインを行ってもらう．なお，注意遷移状況提示の有無にかかわらず，聴衆被験者にはつねに audience バージョンを使用してもらい，自由に過去のスライドに戻って参照してもらうことを可能とした．ゆえに，聴衆被験者にとって各実験間にはプレゼンテーションの主題以外の差はない．

4.1.2 分析手法

評価手法としては，3 つの手法を用いる．第 1 に，Suwa ら[15] が用いた手法を参考に，ビデオカメラと PC 画面のキャプチャ画像から得られた発話・行動データをプロトコル分析する．この手法が主な評価手法となる．また，再デザイン時に見い出された問題を修正した結果として，当然スライドコンテンツにも変化が生じる．そこで第 2 の手法として，再デザイン前と後で実験条件ごとにスライドのどこが変わったかを定量

表 1 媒体と認知対象ごとの認知カテゴリ分類
Table 1 Categories for each medium/each target of cognition.

媒体	認知カテゴリ	認知対象	認知行為	例
PPT	Perception	ノード	見る look	テキスト・図・タイトルを見る
			読む read	テキスト・図・タイトルを読みあげる
		リンク	見る look	スクロールして or 全体表示にしてスライドを見る
			読む read	スクロールして or 全体表示にしてスライドを読みあげる
	Action	ノード	書く・描く・挿入 write	図・テキストを書く・描く・挿入する
			削除 delete	図・テキストを削除する
			変更 change	図・テキストのサイズ・フォント・色・配置・段落を変える
		リンク	挿入 insert	スライドを挿入する
			削除 delete	スライドを削除する
			変更 change	スライドを入れ替える
コメント	Perception	ノード	見る look	ノードコメントを見る
			読む read	ノードコメントを読みあげる
		リンク	見る look	リンクコメントを見る
			読む read	リンクコメントを読みあげる
うつろひ (Analuzer ver.)	Perception	ノード	見る look	スライドを見る
			読む read	スライドを読みあげる
		リンク	見る look	注意遷移の矢印を見る
			読む read	注意遷移の矢印を読みあげる
	Thought	ノード	想起 remember	テキスト・図・ノードコメントを思い出す
			決定 decide	テキスト・図を決定する
			計画・練る plan	テキスト・図を計画する
			確認 confirm	テキスト・図・ノードコメントを確認する
			類推・分析 infer/analyze	テキスト・図・ノードコメントを類推・分析する
			評価 evaluate	テキスト・図を評価する
		リンク	想起 remember	スライドのつながり，リンクコメントを思い出す
			決定 decide	スライドのつながりを決定する
			計画・練る plan	スライドのつながりを計画する
			確認 confirm	スライドのつながりを確認する
			類推・分析 infer/analyze	スライドのつながり，リンクコメントを類推・分析する
			評価 evaluate	スライドのつながりを評価する

的に比較する．第 3 に，発表者被験者にインタビューを行う．なお，第 2・第 3 の手法は，第 1 の手法であるプロトコル分析を補うための手法とする．

以下，第 1 の評価手法であるプロトコル分析手法について詳しく説明する．発表者にはスライドの再デザイン作業を，Think aloud 法に従い，つねに考えていることを発話しながら実施してもらう．再デザイン過程で得られた言語/行動プロトコルデータを意図単位でセグメント化する．その際，意図の単位を，「3 秒以上の間がある場合」もしくは「発話から行動へ（逆もしかり）切り替わる場合」で区切る．ゆえに，セグメントは完全に客観的基準によって分割される．なお，たとえばテキストを書くと同時にそのテキストを読んでいるような，行動と発話が同時に行われている場合は，それを 1 つのセグメントとする．

それぞれのセグメントを後述する認知カテゴリにコーディングし，時系列に沿って並べる．同一セグメント内に 2 つの認知行為がある場合，主となるものをコーディングする．たとえば，厳密な意味では，「テキストを書く」という認知行為では，書くと同時に「テキストを見る」という知覚も行われている．このように，同一セグメント内に 2 つの認知行為がある場合は，そのセグメントで主となる認知行為（この例の場合は，「テキストを書く」）としてコーディングする．また，ノイズになる発話やコーディングできない発話（「うん」「はい」「えぇ」といった発話），カテゴリにあてはまらない発話（「このツール使いにくいなぁ」といったシステムに関する発話など），再デザインの認知プロセスとは直接的な関係を持たない発話（再デザインしたスライドの流れを確認するために，再デザイン中にスライドショーを使って軽く練習する際の「これからプレゼンテーションを始めます」といった発話など）は，書き起こしするが，コーディングは行わない．

3 つの次元を考慮してカテゴリ分類を作成した．カテゴリの種類を**表 1** に示す．以下，考慮した 3 つの次元に関して詳細に説明する．第 1 は，「認知カテゴリ」の次元である．網谷ら[16] は，Suwa ら[15] の手法を参考に，「Action（何をして）」「Perception（何を見て）」「Thought（何を考えたか）」という 3 分類と，3 分類に属する各認知カテゴリ（「計画する」「見る」

表 2 再デザイン時間と総セグメント数
Table 2 Total time of redesign process, total numbers of transitions of attentions, and total numbers of segments.

被験者	注意遷移状況提示なし				注意遷移状況提示あり			
	再デザイン時間	注意遷移数		セグメント数	再デザイン時間	注意遷移数		セグメント数
		プレゼンテーション中	質疑中			プレゼンテーション中	質疑中	
A	40 分 25 秒	27	481	318	75 分 40 秒	36	544	568
B	36 分 58 秒	48	160	238	61 分 38 秒	62	268	400

など）を作成した．本研究では，この網谷らの分類体系を採用する．第 2 は，PPT，質疑コメント，“うつろひ” という「媒体」の次元である．外部媒体の種類による認知行為への影響と，“うつろひ” の有無での思考パターンの変化を見るためである．なお Thought を媒体とは別個に扱った理由は，思考が媒体上で直接行われることはないためである．質疑記録のコメントに Action がない理由は，コメントに対する知覚は可能であるが，それ自体への削除や挿入・変更などの編集行為は無意味であるためである．“うつろひ” に Action がない理由は，3.3 節で述べたように，再デザイン時に利用する analyzer バージョンはあくまで可視化を表示するだけのアナライザで，ツール上で削除や挿入・変更などの編集行為は行えないためである．第 3 は，認知対象がリンクであるかノードであるかという「認知対象」の次元である．“うつろひ” の目的は，リンクレベル（スライドをまたぐ，スライドどうしのつながりに関するレベル）での聴衆との理解のズレの解消を支援することなので，リンクレベルの行為・思考の変化を見る必要があるためである．知覚・思考・行為それぞれの対象が「リンク」であるか「ノード」であるかは，プロトコルの発話と行為がスライドをまたがっているものであるかどうかによって決める．

通常は各カテゴリへのコーディングのゆらぎを完全に排除することが難しいため，複数人で作業を行ってゆらぎを評価するが，今回のコーディングは第 1 著者が単独で実施した．これは，表 1 で定義したカテゴリの大半が客観的な基準によって規定され，特に本研究において重要となる認知対象レベルのカテゴリ分類（ノードかリンクか）においては，たとえば「1 枚目と 4 枚目を入れ替える」行為や「5 枚目のスライドから 7 枚目のスライドへの流れがつながってないんだよなぁ」という発言などの「複数枚のスライドを対象とした行為または発話ならば認知対象はリンク」という客観的基準が存在するため，ゆらぎが生じないと考えるためである．たしかに，特に Thought における評価/想起/計画・練る/類推・分析の各認知行為の分類には判断基準にやや曖昧さがあり，コーディングが人によってゆらぐ可能性を否定できない．しかしながら，本論文では「認知対象レベル」での認知行為の変化が主たる注目点であり，認知行為レベルでのカテゴリ分類は参考程度の情報であるため，このゆらぎは議論の本質にとって問題とならない．この理由により，コーディング作業を複数人で実施しなくても必要十分な精度を持つコーディング結果を得られると判断し，第 1 著者が単独で実施したコーディング結果のみを用いることとした．

4.1.3 実験結果および考察

表 2 に，各実験における再デザインに要した時間，聴衆から得た注意遷移の総数（プレゼンテーション中/質疑中），および再デザイン時に得られたプロトコルから求めたセグメントの総数を示す．**図 2** に，発表者被験者 A が「注意遷移状況提示なし」でプレゼンテーションの再デザインを行った際のプロトコルをコーディングしたものを，また**図 3** に，同じ被験者が「注意遷移状況提示あり」でプレゼンテーションの再デザインを行った際のプロトコルをコーディングしたものを示す．紙幅の都合で全データを示すことはできないので，ここではいずれについても再デザイン開始後 79 セグメント分のデータを示す．図中，四角く塗られている部分がそれぞれ 1 つのセグメントに対応し，さらにそのセグメントがどの認知行為カテゴリにコーディングされたかが示されている．また，黒い四角はリンクレベルに，灰色の四角はノードレベルに対応するセグメントであることを示す．

まず，発表者を担当した両被験者に共通する “うつろひ” の利用傾向を述べる．“うつろひ” を利用する場面は，再デザインの序盤と終盤に集中した．序盤では，まず注意遷移状況の知覚が行われた．ときに，あまりの注意遷移状況の多さに戸惑うケースも見られた．しかし，徐々に注意遷移のパターンを発見し（たとえば，「1 枚目から 10 枚目への動きが全体的に多いなぁ」など），プレゼンテーションでの流れに関わる問題点を明確化していった．終盤では，再デザインした結果の最終確認のために利用されていた．利用方法としては，もっぱら質疑記録と注意遷移状況を照らし合わせなが

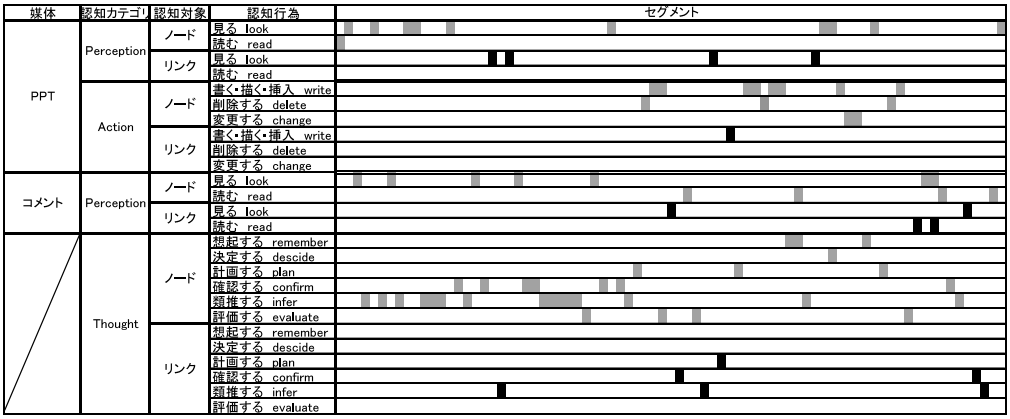

図 2　発表者被験者 A による「注意遷移状況提示なし」でのプレゼンテーション再デザイン時のプロトコル（開始より 79 セグメント分）

Fig. 2　Coded protocol data by subject A under “without showing transitions of audiences’ attention” condition.

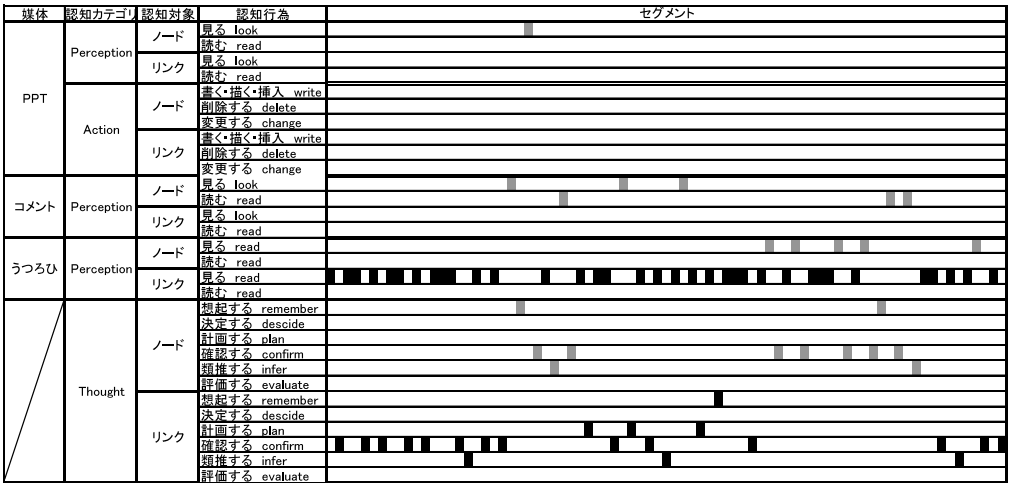

図 3　発表者被験者 A による「注意遷移状況提示あり」でのプレゼンテーション再デザイン時のプロトコル（開始より 79 セグメント分）

Fig. 3　Coded protocol data by subject A under “with showing transitions of audiences’ attention” condition.

ら利用されていた．

次に，各認知行為のセグメント数を実験条件間で比較する．図 2 と図 3 を比較すれば見てとれるように，「注意遷移状況提示あり」の場合にリンク認知行為が大きく増えている．**表 3** に，各実験条件におけるノード認知行為とリンク認知行為の頻度を集計した結果を，また**表 4** に，カテゴリごとにリンク認知行為の頻度を集計した結果を示す．表 3 から分かるように，いずれの被験者についてもノード認知行為の頻度は，注意状況提示の有無にかかわらずほとんど変化していない．これに対し，リンク認知行為の頻度は，注意状況提示ありの場合に大きく増加しており，しかも表 4 から分かるように，すべてのカテゴリにおいて増加している．これは，“うつろひ” を使うと必然的にリンク知覚が増え，その結果としてリンクに関わる思考と行為も増えたものと考えられる．

ただし，先に述べたように，両被験者とも “うつろひ” を使ったときには，質疑記録と照らし合わせたうえでリンク行為の実行に移っている．ゆえに，もしかすると質疑記録の中にあるリンクレベルの指摘や質問がリンク行為を促しているのであり，“うつろひ” が提示する注意遷移状況の影響ではない可能性も考えられる．そこで，注意遷移状況提示がある場合とない場合について，質疑記録のリンクレベルの知覚と注意遷

表 3 ノード認知行為とリンク認知行為の頻度
Table 3 Frequencies of node-level and link-level cognition.

被験者	注意状況提示なし			注意状況提示あり		
	ノード認知行為	リンク認知行為	計	ノード認知行為	リンク認知行為	計
A	279	39	318	313	255	568
B	204	34	238	236	164	400

表 4 リンク認知のカテゴリ別頻度
Table 4 Frequencies of link-level cognition for each category.

被験者	カテゴリ	注意遷移状況提示なし	注意遷移状況提示あり
被験者 A	Perception	21	130
	Thought	16	106
	Action	2	19
	計	39	255
被験者 B	Perception	22	96
	Thought	10	64
	Action	2	4
	計	34	164

表 5 リンク知覚の内訳
Table 5 Breakdown of link-level perceptions.

リンク知覚の内訳（PowerPoint でのリンク知覚を除く）		注意遷移状況提示なし	注意遷移状況提示あり
被験者 A	リンク質疑記録の知覚	7	8
	リンクの注意状況の知覚		84
被験者 B	リンク質疑記録の知覚	16	2
	リンクの注意状況の知覚		86

移状況知覚のそれぞれがどの程度の頻度で行われたかを調査した．結果を**表 5** に示す．

この結果から，リンク質疑記録の知覚は各実験条件間でほぼ同一か，もしくは「注意遷移状況提示なし」の方が多いことが分かる．それにもかかわらず，表 4 で見たように，「注意遷移状況提示あり」の方がリンクに関わる思考と行為が大きく増えている．ゆえにこの増分は，注意遷移状況の影響によるものであると考えられる．つまり，質疑記録に注意遷移状況提示が加われば，質疑記録のみのときよりもリンクレベルの内省と行為が促されるといえよう．

次に，実際に再デザインされたスライドの修正箇所を見る．修正された箇所数を，**表 6** に示す．ここでも，「注意遷移状況提示あり」の方がリンクに関わる修正箇所が多いことが分かる．

インタビューでは以下のようなコメントが得られた．

- 1 枚目から 10 枚目とかみたいにすごい注意が飛ぶと，ドキっとするので，つながりを意識する．
- “うつろひ” を使って，いかに 12 枚目のスライドを入れる場所，8 枚目のスライドを入れる場所がバラバラだったのか認識しました．
- “うつろひ” を使ったほうが，全体のスライドやつながりを意識した気がする．

以上で得られた結果から考察すると，注意遷移状況提示が質疑記録に加われば，相乗効果的にリンクの内省と行為が促されると考えられる．さらにいえば，注意遷移状況提示は，言語の補助手段として，言語では拾いきれない，聴衆とのリンクレベルの理解のズレを顕在化して提供しているといえよう．

4.2 本番プレゼンテーションへの効果検証

4.2.1 実験概要

発表者被験者は再デザインへの効果検証実験と同じ 2 名で，聴衆は異なる 5 名である．実験手順は，「注意遷移状況提示あり」条件で再デザインしたスライドを使って，本番のプレゼンテーションという形で再度プレゼンテーション・質疑応答を行ってもらい，その後インタビューを行った．

4.2.2 実験結果および考察

結論からいえば，“うつろひ” の presenter バージョンを使用して，プレゼンテーション中にリアルタイムでリンク理解のズレを確認し修正することは難しいようである．発表者被験者 2 名へのインタビューから以下のコメントを得た．

- プレゼンテーションで注意の矢印を見て，それに

表 6 再デザインの内訳
Table 6 Breakdown of redesign actions.

再デザインの内訳			注意状況なし		注意状況あり	
			被験者 A	被験者 B	被験者 A	被験者 B
ノード	書く・描く・挿入	図の挿入数	4			
		テキストの挿入数	3	5	4	3
	削除	図の削除数		4	1	
		テキストの削除数			2	
	変更	図のサイズ変更数				
		図のフォント変更数				
		図の色の変更数				
		図の配置の変更数				
		テキストのサイズ変更数				
		テキストのフォント変更数				
		テキストの色の変更数	3	2		3
		テキストの段落の変更数			1	
リンク	挿入	スライドを挿入・追加する	1	1	6	
	削除	スライドを削除する	1		2	
	変更	スライドを入れ替える		1		4

合わせて対応したいんだけど，やりたくてもできないんですよ．たとえば，16 枚目を話していて，ある人が 12 枚目にとどまっていても，そこで 12 枚目の話をしたら話が崩れちゃうんで…．頭ではあの人は 12 枚目が分かってないのかなぁと仮説は立つんですが，話は止められないので…．

- プレゼンテーションをしながら，矢印を見て，それを解釈して，プレゼンテーションを変えるっていうのは，ちょっと負荷が高くて厳しい．

しかしながら，筆者の意図とは異なる面での “うつろひ” のメリットが発表者 2 名へのインタビューから窺い知れる．

- プレゼンテーション中って，あんまり聴衆のリアクションが分からないじゃないですか．でも，これを使うと，一応みんなついてきて，聴いてくれているんだって実感する．頷きに近いかもしれない…．
- 周りとのペースを作れた．ま，今回の人が順番に見ていてくれたからかもしれないけど．

これらの 2 つのコメントはどちらも，発表者が “うつろひ” を使うことにより，聴衆の雰囲気をなんとなく感じられるようになったことを示唆している．

なお，今回の実験結果からは，“うつろひ” の使用によって本当にプレゼンテーションを（特にリンク理解を）分かりやすくすることができたかどうかを明確に示すことはできない．4.1 節の実験結果から，発表者のプレゼンテーション再デザイン時におけるリンクレベルでの内省が促進されたことは確認されたが，それがプレゼンテーションの質の向上に本当につながったかどうかは別の問題である．参考までに，4.1 節で示した練習プレゼンテーションと本節で示した本番プレゼンテーションのそれぞれにおけるプレゼンテーション中の聴衆 1 人あたりの平均注意遷移頻度を**表 7** に示す．この結果からは，練習と本番とでプレゼンテーション中の注意遷移頻度の変化に特段の傾向は見られない．単純にはリンク理解の混乱がないプレゼンテーションでは注意遷移数が少なくなることが予想されるが，本当にそうなるという裏付けはないし，練習時の問題が解消されたことによって新たなリンク理解の問題が表面化するような可能性も考えられる．ゆえに，この点については，さらなる実験を重ねることを含め，今後の検討課題としたい．

表 7 練習プレゼンテーションと本番プレゼンテーションにおける平均注意遷移頻度
Table 7 Average frequencies of transition of attentions in rehearsal and real presentations.

発表者	練習プレゼンテーション	本番プレゼンテーション
A	9.0	8.8
B	15.5	18.4

5. 関 連 研 究

既存のプレゼンテーションシステムは，大きく 4 種類に分かれる．第 1 は，聴衆から何らかの形でフィードバックを受け取れる，バウンダリー・オブジェクトとなるインタフェースを有するシステムである．第 2 は，プレゼンテーションの全体構造を表示するシステムである．第 3 は，ペンインタフェースを持ち，プレゼンテーション中に資料を改変できるシステムである．以上の 3 つは，いずれもプレゼンテーションを直接支援することを目的とするが，第 4 は，それ以外のプレ

ゼンテーション自体の直接的支援を目的とはしないものである．以下，これらの 4 つのそれぞれについて先行研究・事例を概観する．

5.1 聴衆からフィードバックを得るシステム

Rekimoto らによる Chat augmented conference[17] は，テキストチャットをプレゼンテーションと平行して使用し，プレゼンテーションでの聴衆間の議論活性化を試みた．しかし，発表者は認知負荷的にチャットにはほとんど関与できず，両者の溝を埋めるには至っていない．含蓄[18] は，ウェブ上にアップされたスライドに聴衆がコメントを書いた付箋を貼ることができ，プレゼンテーション後に発表者がそのコメントに答える付箋を貼ることができる．しかし，バウンダリー・オブジェクトは言葉だけである．Lock-on-Chat[19] は，スライドを全体表示したうえで，スライドの特定の場所に結びつけながら聴衆がチャットできるツールである．発表者は，チャットだけでなく各スライドを見ている人数，いわば各スライドの視聴率も把握できる．しかし，プレゼンテータは認知負荷的にほぼチャットを見ることはできず，基本的にはバウンダリー・オブジェクトは言葉だけである．また，いずれの先行事例についても，スライド間の関係性というリンクレベルのフィードバックを提供する試みはなされていない．

5.2 プレゼンテーションの全体構造を表示するシステム

Counterpoint[20),21)], Customizable Presentations[22)], Fly[23)], Palette[24)], Dieberger ら[25)] は，個々のスライドを全体的に見渡せるインタフェースを提供しており，インタラクティブに順序を変更できる点・構造的にコンテンツを示せる点がメリットである．CoffeeMaker[26)] は，プレゼンテーション作成時にスライドを階層化して表示できるので，構造的にコンテンツを作成できることがメリットである．しかし，いずれも聴衆からのフィードバックは得られず，バウンダリー・オブジェクトとなるものを提供していない．あくまで発表者が自分の考えのみに基づいて分かりやすいと考えるプレゼンテーションを構築することを支援するものである．

5.3 ペン入力インタフェースを持つシステム

ことだま[27)] と Classroom Presenter[28)] は，発表者がペン入力でスライドに書き込みできるため，聴衆の反応を見ながらリアルタイムにコンテンツを追加していくことができる．Sketching Informal Presentation[29)] は，ペン入力によりアイディアをその場でスライドに書き込むことができる．しかし，やはりいずれもバウンダリー・オブジェクトを提供していないため，あくまで発表者が自分の考えのみに基づいて分かりやすいと考えるプレゼンテーションを構築することを支援するものである．

5.4 そ の 他

Bravo[30)] は，プレゼンテーションでのアガリ症を克服するためのツールである．Time Aura[31)] は，プレゼンテーションでの時間管理を上手に行えるようにするためのツールである．これらはいずれも本研究とは目的を異にしている．

6. お わ り に

本論文では，発表者が聴衆とのリンク理解のズレを確認・修正することで，スライドどうしの関係性とつながりをうまく示すことを可能とし，これによってひとりよがりでない流れのプレゼンテーションを実現可能とすることを目的としたツール “うつろひ” を提案し，その有用性を評価検証した．“うつろひ” は，聴衆の注意遷移状況を取得・可視化して発表者に提示する．これにより，発表者は聴衆のリンク理解をコミュニケーション・ブレイクダウンとして受け取り，リンクレベルでの内省を深めながらプレゼンテーションの再デザインを行うことができる．被験者実験を行った結果，質疑記録に加えて注意遷移状況を照らし合わせながらプレゼンテーションの問題点を探れば，質疑記録のみで再デザインをするよりもリンクレベルでの内省と行為が多く生じることが分かった．さらに，本番のプレゼンテーション中に注意遷移状況を提示することも試みたが，これはリアルタイムでの発話のリンクレベル修正には結びつきにくいことが分かった．ただし，聴衆の雰囲気や相槌に近いものを感じ取れるようになることが示唆された．

今後は，“うつろひ” を使用して再デザインされたプレゼンテーションが本当にリンク理解を容易にできているのか，できていないとすればさらにどのような支援が求められるのかについての評価検討を行いたい．また，現在の “うつろひ”（analyzer バージョン）では，注意遷移状況がどのような議論や状況に影響を受けての遷移なのかの判断は，発表者の記憶と質疑記録に頼るしかない．そこで今後は，注意遷移状況のタイムライン再生に合わせて，プレゼンテーション中・質疑中の映像データ・音声データも提示することにより，注意遷移が生じた際の各種状況を容易かつ具体的に想起可能とすることを試みたい．“うつろひ” は使い方に多少の慣れが必要なため，長期間使用し続けてもらうことや，さらに実験ではない実際のプレゼンテーションを構築

する際に “うつろひ” を使ってもらうことも試みたい．

参 考 文 献

1) Microsoft: PowerPoint. http://office.microsoft.com/ja-jp/powerpoint/
2) Johnson, J. and Nardi, B.: Creating Presentations Slides: A study of User Preferences for Task-Specific versus Generic Application Software, *ACM Trans. Computer-Human Interaction* (*TOCHI*), Vol.3, Issue 1, pp.38–65 (1996).
3) 川崎和男：プレゼンテーションの極意，ソフトバンクパブリッシング (2005).
4) 川喜田二郎：発想法，中公新書 (1967).
5) 梅棹忠夫：知的生産の技術，岩波新書 (1969).
6) Tufte, E.: *The Cognitive Style of PowerPoint*, Graphic Press (2004).
7) Wurman, R.S.：それは情報ではない，エムディエヌコーポレーション (2001).
8) 中小路久美代，山本恭裕：情報創出活動初期段階における創造的情報創出のためのナレッジインタラクションデザイン，人工知能学会論文誌，Vol.19, No.2, pp.154–165 (2004).
9) Hollan, J., Hutchins, E. and Kirch, D.: Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research, *ACM Trans. Human Computer Interaction*, Vol.7, No.2, pp.174–196 (2000).
10) Hutchins, E.: *Cognition in the Wild*, MIT press (1995).
11) Wenger, E., McDermott, R. and Snyder, W.M.：コミュニティ・オブ・プラクティス，翔泳社 (2002).
12) Papert, S.: *The Connected Family*, Longstreet Press (1995).
13) 中小路久美代，山本恭裕：創発のためのソフトウェア，知性の創発と起源，鈴木宏昭（編），オーム社 (2006).
14) Norman, D.: *Things That Makes Us Smart*, Perseus Books (1993).
15) Suwa, M., Purcell, T. and Gero, J.: Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designer's cognitive actions, *Design Studies*, Vol.19, No.4, pp.455–483 (1998).
16) 網谷重紀，堀 浩一：作曲者のメンタルスペースの外在化による作曲支援環境構築の研究，情報処理学会論文誌，Vol.42, No.10, pp.2369–2378 (2001).
17) Rekimoto, J., Ayatsuka, Y., Uoi, H. and Arai, T.: Adding Another Communication Channel to Reality: An Experience with a Chat-Augmented Conference, Extended Abstracts *CHI1998*, pp.271–272 (1998).
18) 稲葉光行：含蓄. http://www.arc.ritsumei.ac.jp/ganchiku2/
19) 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，インタラクティブソフトウェアに関するワークショップ XI，日本ソフトウェア学会 WISS2005, pp.117–120 (2005).
20) Good, L. and Bederson, B.: CounterPoint: Creating Jazzy Interactive presentations, HCIL Tech Report #2001-03, University of Maryland, College Park, MD 20742.
21) Good, L. and Bederson, B.: Zoomable User Interfaces as a Medium for Slide Show Presentations, *Information Visualization*, Vol.1, No.1, pp.35–49 (2002).
22) Moscovich, T., Scholz, K., Hughes, J.F. and Salein, D.H.: Customizable Presentations. http://www.cs.brown.edu/~tm/papers/cpresentations.pdf
23) Holman, D., Stojadinovic, P., Karrer, T. and Borchers, J.: Fly: An Organic Presentation Tool, *CHI2006 Work-in-Progress*, pp.863–868 (2006).
24) Nelson, L., Ichimura, S., Pederson, E. and Adams, A.: Palette: A Paper Interface for Giving Presentation, *Proc. CHI1999*, pp.354–361 (1999).
25) Dieberger, A., Miner, C. and Poncelon, D.: Supporting narrative flow in presentation software, *CHI 2001 Interactive posters*, pp.137–138 (2001).
26) Maruyama, Y.: CoffeeMaker. http://www.ipa.go.jp/jinzai/esp/15youth/mdata/99-18.html
27) 栗原一貴，五十嵐健夫，伊東 乾：ことだま：ペンベース電子プレゼンテーションの提案，WISS 第 12 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，pp.77–82 (2004).
28) Simon, B., Anderson, R. and Wolfman, S.: Activating Computer Architecture with Classroom Presenter. http://www.cs.washington.edu/education/dl/presenter/
29) Li, Y., Landay, J.A., Guan, Z., Ren, Z. and Dai, G.: Sketching Informal presentations, *Proc. 5th international conference on Multimodal interfaces ICMI '03*, pp.234–241 (2003).
30) Reynolds, N.: Bravo. http://ldt.stanford.edu/~nreynold/ed229b/project3/index.html
31) Mamykina, L., Mynatt, E. and Terry, M.A.: Time Aura: Interfaces for Pacing, *Proc. SIGCHI conference on Human factors in computing systems CHI '01*, pp.141–151 (2001).

(平成 19 年 3 月 30 日受付)
(平成 19 年 9 月 3 日採録)

亀和田慧太

1983 年生．2005 年中央大学総合政策学部卒業．2007 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科修士課程修了．修士（知識科学）．現在，日本総研ソリューションズ勤務．主たる研究上の興味は，道具情報学，エンタープライズ 2.0，ビジネスインテリジェンス，Parsuasive Technology．

西本　一志（正会員）

1987 年京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了．同年松下電器産業（株）入社．1992 年（株）ATR 通信システム研究所出向．1995 年（株）ATR 知能映像通信研究所客員研究員．1999 年より北陸先端科学技術大学院大学助教授．2000〜2003 年科学技術振興事業団さきがけ研究 21「情報と知」領域研究員兼任．2001 年より（株）ATR メディア情報科学研究所非常勤客員研究員兼任．1996 年度人工知能学会研究奨励賞，1997 年度 DiCoMo シンポジウムベストプレゼンテーション賞，1999 年度情報処理学会坂井記念特別賞，1999 年度人工知能学会論文賞，インタラクション 2004 ベストインタラクティブ発表賞，ACM Multimedia 2004 Best Paper Award 各受賞．IEEE Computer Society，ACM，人工知能学会，ヒューマンインタフェース学会各会員．博士（工学）．