

## 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

太田政宏† 横山輝明† 衛藤将史† 門林雄基† 山口英†

† 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科  
〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{masahi-o,terua-yo,masash-e,youki-k,suguru}@is.aist-nara.ac.jp

あらまし 近年のインターネットの普及によって、インターネットを利用した遠隔教育が現実的なものとなり、遠隔地との協調型学習をインターネット上で行うという試みが始まっている。協調型学習では、学生間の議論が学習過程において重要な役割を果たす。学生グループは課題を与えられ、学生間での議論を通じて、課題に対する共同レポートを作成する。インターネットを利用した協調型学習では、この議論をメーリングリストや Web 掲示板などのコミュニケーションメディアによって行ってきた。しかし、これらのコミュニケーションメディアでは、意図の不明確な発言、発言間の関連の喪失、合意形成が困難などの問題が発生し、円滑な議論の遂行が困難となる。そこで各発言において意見と発言間の関連性を記録し、発言意図と発言の関連性を明確化する議論支援システムを提案する。本システムによって、議論構造が明確となり、議論への参加者が議論内容を追跡することが容易となる。この提案システムを WIDE プロジェクトにおける SOI(School Of Internet) による実際の授業にて、運用試験を行い有用性を評価する。

キーワード 協調学習、議論構造、発言ラベル、議論の発散、議論の収束

## Implementation and Evaluation of Discussion Support System for making Collaborative Document in Distance Education on the Internet

Masahiro OHTA†, Yokoyama TERUAKI†, Masashi ETO†, Youki KADOBAYASHI†, and Suguru YAMAGUCHI†

† Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology  
Takayama-cho 8916-5, Ikoma, 630-0192 Japan.

E-mail: †{masahi-o,terua-yo,masash-e,youki-k,suguru}@is.aist-nara.ac.jp

**Abstract** With the growth of the Internet, Tele-education on the Internet is thought as good way to provide collaborative learning. In collaborative learning, teacher give students a question and topics which is related to the question. Student must have discussion with other student to answer the question. As the result of the discussion the students make report about the question. "discussion" has important role on that work. However students use WWW-based Bulletin Board system or Mailing List system and so on for the discussion generally, It is difficult to support discussion work well on such systems because of characteristics of the systems. Then we propose a support system for the discussion on collaborative learning on the Internet. It handle the messages on the discussion with opinion and attribute. And it can make the structure of the discussion clear. We have some experiment for checking its effectiveness with School of the Internet (SOI) project which is one of the project in WIDE project.

**Key words** Collaborative Learning, structure of dispute, opinion label, emission of dispute, convergence of dispute

### 1. 背景

近年の教育改革に伴い、生徒同士の議論を主体とした協調学習型の学習スタイルが授業に取り入れられてきている。この学

習スタイルは、学習者同士が主体的に問題解決する能力育成を目的とし、学生は課題に対して議論や共同製作のグループ活動を通して、共同成果物を作り上げるスタイルである。

この学習スタイルは、1980年代、認知心理学の分野で「状況

的認知アプローチ」[1]として登場した。状況的認知アプローチとは、「学習は、知識を蓄積するだけでなく、その知識を元に、人間の周囲の道具や他者と協調することで達成されるものである」と考えられる。つまり、学習者間が、議論や協調作業を通して、今まで蓄積していた知識の再構築を行うことが重要であると提唱された。このような学習法は、議論を行うことで、自分の発言誤りに気づいたり、自分の発言を説明したり、相手の発言を観察する過程が教育的効果となることを示している。そして、この授業スタイルは、平成14年から初等教育、中等教育、平成15年から、高等教育で新たに開講された「総合的な学習の時間」により試みられている。

その一方、インターネットの普及に伴い、インターネットの特徴である双方向コミュニケーションを利用し、遠隔授業で、議論が主体となる協調学習型の授業を取り入れることも試みられている。学生は、遠隔地の学生とメーリングリストやWeb掲示板などのコミュニケーションメディアを通して議論し、議論や共同作業などのグループ活動を行う。しかし、コミュニケーションメディアでは、時系列に沿った単純なメッセージ配送しか行われないために、発言の関連が消失してしまう問題や、複数のメッセージを同時に入力するユーザインターフェースでは、発言の粒度が荒くなり、議論の構造が不明確になるという問題がある。そのため、レスポンスのつかない発言が増加する議論の発散状態が起こりやすく、発言間の意見調整を行う議論の収束が難しい。

議論の発散と収束を適切にコントロールし、適正な議論を行うことが可能な仕組みと議論構造を明確に表現し、他者が容易に議論の内容を理解できる仕組みが必要であると考えられる。そこで、上述の2つを満たす共同レポート作成のための議論支援システムを提案する。また、提案システムの評価としてWIDEプロジェクトにおけるSOI(School Of Internet)による実際の授業にて、運用試験を行い、有用性を評価する。

2章では、遠隔授業における共同レポート作成及びについて述べ、3章では、議論構造について述べ、4章では、システム構成について述べ、5章では、授業実験について述べ、6章では、実験結果及び考察について述べ、7章では、まとめ及び今後の課題を述べる。

## 2. 共同レポート作成

遠隔授業における共同レポート作成の手順を説明する。そして、共同レポート作成において議論が重要な役割を果たすことを述べ、関連研究について述べる。

### 2.1 共同レポート作成の手順

一般的に共同レポートは、課題を設定し、個人で議論の前提となる知識を調査し、グループで議論を行いながら共同でレポート作成し、グループで成果物を評価するという流れである。その流れを、図1に共同レポートの手順として示す。このように、共同レポート作成の手順は、「課題の設定」、「課題に対する個人調査」、「議論を通して共同成果物の作成」、「共同成果物の評価」の4つのフェーズから成る。

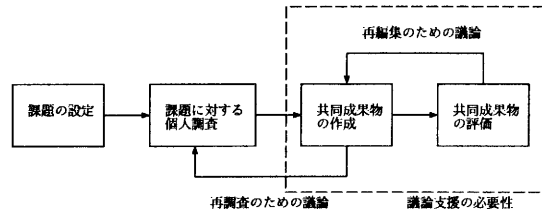


図1 共同レポート作成の手順

#### 2.1.1 課題の設定

問題解決型の学習を行なう時、「課題の設定」は重要である。課題は単一解を求めるものではなく、最適解を議論を通して求められるような抽象度の高い問題設定にする。あるいは、課題の中から、学生が自ら問題を定義するような課題が望ましい。なぜなら、このような問題解決型の学習は、与えられて答を求めるのではなく、学習者自身が主体となって問題を解決する能力を身に着けるのが目的であるからである。

#### 2.1.2 課題に対する個人調査

課題に対する個人調査とは、課題を行なう上で必要な情報の収集である。ここでの目的は、グループ活動を行なう前に必要な情報の獲得と学習者の課題に対する個人的な考えを明確にすることが目的である。よって、個人調査は、学生間で議論するための下準備である。

#### 2.1.3 共同成果物の作成

共同成果物の作成は、議論を通して学生間の知識を共有し、グループ全体での目標を定め、共同成果物を作成することである。ここでは、個人の考えを出し合いグループ全体での目標を定める「グループでの知識共有のための議論」とグループ全体での目標に添った成果物を編集するために行なう議論である「共同成果物の編集のための議論」がある。このような議論を行うことで、学習者同士の知識の補充が行われ、コミュニケーション能力の向上が図られる。遠隔授業において、この議論を支援するメディアとしてWeb掲示板やメーリングリストなどの非同期型のメディアが使われている。このような遠隔地で議論をする場合、発言に対する認識減らし、発言内容を正確に共有しなければ、議論が成り立たなくなる。そのため、学習者間で議論内容をどのようにして正確に共有するかが重要となる。

#### 2.1.4 共同成果物の評価

共同成果物が、グループ全員が共同成果物の評価を行なう。この評価により、グループ全体の合意が得られれば共同成果物は完成し、合意が得られないなら、「再編集のための議論」または「再調査のための議論」が行なわれる。その結果、全員の同意が得られたら共同成果物となる。ここでは、学習者同士の合意をいかにして素早く共有するかが重要となる。

### 2.2 共同レポートにおいて議論の重要性

共同レポート作成において、学習者同士が、議論を行うことで、知識の補充やコミュニケーション能力の向上などの教育効果が期待できる。よって、遠隔授業では、いかにして議論を支援するかが重要であると考えられる。

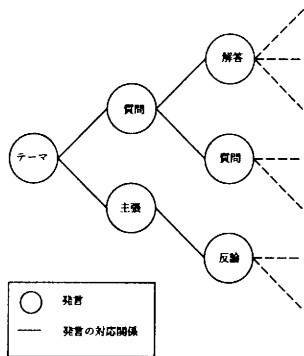


図2 議論構造の例

遠隔授業において、議論を支援するメディアとしてWeb掲示板やメーリングリストなどの非同期型のメディアが使用されている。学習者にとって、非同期型メディアを使用することは、場所と時間を限定しないことで、発言に対して考える余裕を与え、十分に考えられた発言を誘発するメリットがある。そして、長い期間をかけて知識を構築していくことが出来る。しかし、議論を重ねるにつれ、議論の構造が複雑になるため、学生間で議論内容をどのようにして正確に共有するかが問題となる。さらに、学習者間の意思疎通も難しく、学生間の意志共有も困難であるため、発言に対して賛成反対の意思表示もわからないまま、議論が進行してしまう問題が生じる。そのため、学習者が発言に対しての態度、関心、投票などを示し、学習者間の意志共有を促進することも重要である。

また、教師側からすれば、コミュニケーションメディアを使用することで、ログを参照して、グループ成果物にいたる議論の内容をトレースすることが出来る。また、学習者の学習課程を評価するポートフォリオ評価を行うことが出来る。しかし、議論の内容を発言を一つ一つ見ていくのでは、時間がかかりすぎるため、現実的でない。そのため、議論の内容を構造化し、素早く正確に議論の内容をつかむことが出来れば、学生の評価につながる利点となる。そのため、教師側でも、議論構造の明確化は必要であることがわかる。そこで、次章で、協調学習における議論の構造を考える。

### 3. 協調学習における議論とは

協調学習における議論とは、共同である課題に対しての解を求めて話し合う過程である。このような対話では、あるテーマに対して、主張、反論、質問、解説などの発言を繰り返し、結論を導く。このような対話を議論という。このような議論の構造を考察し、議論の遂行においての問題とその原因を指摘する。

#### 3.1 議論構造

図6は、一般的な議論を示したものである。このように議論とは、各自の意見が一つの発言となり、発言が連鎖する構造を持つ。この連鎖関係は、反論や質問などの意図を含み、相互関係が成立している。こうして発言は、意見や、その発言の意図といった属性を持ち、それらの連鎖関係の集積が議論となっ

ていることがわかる。このような議論を行うためには、発言を交換するためのコミュニケーションメディアを必要とし、対面での対話から、電話、インターネット上のメディアと様々なメディアによって議論は行われている。続いて議論を構成する諸要素について、それぞれ考察する。

#### 3.2 発言間の状態

議論とは、発言が相互関係を持った対話である。そのため、議論では発言が常に連鎖的なつながりを持つ。この構造から見ると、議論には二つの状態があることがわかる。それが「議論の発散」と「議論の収束」である。

##### 3.2.1 議論の発散

ある親発言から複数の子発言が発生するときに「議論の発散」である。ある意見に対して、複数の意見が表明されているとき、議論は発散しているといえる。このときは、議論において、各人の多様な意見が表明され、発散によって互いに知識交換を行うことになる。

##### 3.2.2 議論の収束

複数の子発言から一つの子発言を、結論として生成するような議論を行っているとき、それを「議論の収束」とみなすことができる。ある意見に対して、それに対する捕捉や、反論などの複数の意見を全て集約して、一つの意見を結論として導き出すのが、この収束の役割である。雑多な意見で、混乱状態にある議論も、取捨選択や統合などの収束を経て、参加者の意図をもった方向性を付加されて、全体の結論へと前進することとなる。

#### 3.3 発言間の連鎖関係

発言間の相互関係によって議論は成立している。発言には発言者の意見が含まれており、また、参照する発言に対しての「賛成」や「反対」などの発言者の判断や、意見に対しての「質問」、反対意見を提示する「反論」、新しい見方を提示する「主張」、「質問」に対する回答として「解説」などの属性も持つ。このように、発言の応酬が議論を成立させている。

#### 3.4 コミュニケーションメディア

こうした議論を行うとき、発言者間で意見の交換には、必ず何らかのコミュニケーションメディアを必要となる。通常想像される議論では、対面によるコミュニケーションとなる。対面での会話、電話、メーリングリスト、IRC、テレビ会議など、様々なコミュニケーションメディアを利用して議論が行われている。

#### 3.5 議論構造

このように、議論というものは構造を持った対話である。ここで議論構造をまとめる。

- (1) 発言間に連鎖関係がある
- (2) 発言には意見や様々な属性を持つ
- (3) 議論では収束と発散の二つの状態を持ち重要な役割を果たす
- (4) 様々な意見が表明されることが議論の発散である
- (5) ある意見群から結論を導き出すのが議論の収束である
- (6) 議論はコミュニケーションメディアを利用して意見を交換する

### 3.6 議論の問題

議論を行うときには、意見の食い違いや、発言の喪失など、様々な問題が発生する。我々は、その原因が、コミュニケーションメディアによって議論構造が規定されることだと考える。これは、コミュニケーションメディアの交換単位であるメッセージと議論における一発言との齟齬や、メッセージの連鎖関係に発言間の連鎖関係が無関係なことである。

議論では、意見を交換することと、それらの意見の相互関係が重要である。コミュニケーションメディアは、意見の交換をメッセージ交換によって実現するが、このメッセージはそれぞれのコミュニケーションメディアによって異なる粒度となる。例えば、メーリングリストではメールの一通がメッセージ交換の単位となる。このとき、一通のメールには複数の発言を含むことがある。こうなると、メーリングリストでのメールの連鎖と発言の連鎖は異なる構造となる。メディアの利用者から見えるのはメディア上でのメッセージ構造なので、議論構造は見失われ、ときとして議論の継続が困難となる。

## 4. システム設計

我々は、こうした問題認識から、遠隔授業での円滑な議論環境を用意するために、議論構造に沿ったコミュニケーションメディアを用意することが重要だと考える。そこで、議論構造に沿ったメッセージ交換を行うための支援システムを提案する。

### 4.1 システム目標

遠隔授業の共同ポート作成において、議論が重要な役割を果たす。しかし、一般的に利用されているコミュニケーションメディアでは、議論構造を明確に表現できない。そのために、学生同士、あるいは教師と学生間の議論内容の情報共有を行うことが困難となる。そこで、複雑であった議論構造を明確に表現し、議論内容の情報共有の促進を支援するシステムの構築を目的とする。

### 4.2 本システムの満たすべき要件

本システムでは、以下の要件を満たすことを目的とする。

- 議論構造の明確化が可能
- 議論の発散と収束を誘導する仕組みを備える
- 発言の明確化が可能
- 共同レポート内容から議論内容を追跡可能

### 4.3 システム構成要素

本システムの構成要素図を、図3に示す。システムの構成要素は、以下に示す4つの要素から構成される。

- ユーザ認証機構
- 議論構造ビューア
- 発言ビューア
- 発言の評価機構

ユーザ認証機構では、受講者のユーザ名とパスワードを用いて受講者のグループ名と氏名を確認する。

議論構造ビューアでは、3章での議論構造への考察を満たすように実装した。本システムでは、議論の発散と収束のモードを区別し、議論の発散では、「発言モード」とし、自由に発言をする事を可能とする。そして、議論の収束状態では、発言内

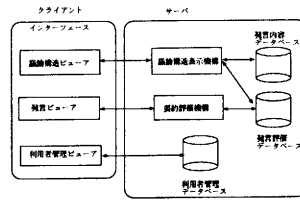


図3 システムの構成要素

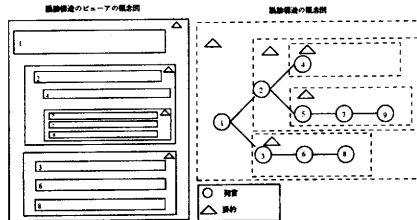


図4 議論構造と議論構造ビューアの対応関係

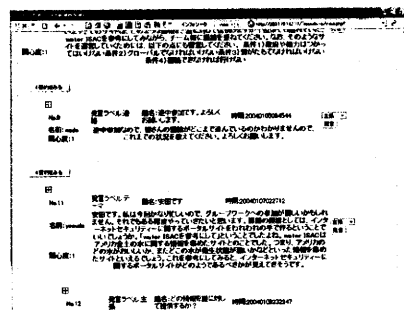


図5 議論構造ビューアのスクリーンショット

容のまとめ、グループ全体で知識を統一していく過程を表現する「要約モード」を使用する。このように、議論ビューアでは、議論構造を明確化して表示し、「発言モード」と「要約モード」による議論の発散と収束を誘導する仕組みを実装した。

発言ビューアは、3章の定義の1発言1属性を元にし、発言に対して固有の属性を発言ラベル[3]として持たせた。また、関心度や立場属性のパラメータによって、学生の議論に対する態度を積極的に取り込むようにした。

発言の評価機構は、「要約モード」では、グループ全体のでの知識を統一していく過程なので学習者に対して、反応を求める必要がある。その反応の可視化を目的として、要約に対して賛成か反対かの投票を出来る仕組みを作成した。

#### 4.3.1 議論構造ビューア

議論構造ビューアは、3章で考察した議論構造を議論構造ビューアに投影することを試みた。議論構造と議論構造ビューアの対応関係を図4に示す。これによって、議論構造を明確に表現できる。実際の議論ビューアのスクリーンショットを図5に示す。

### 発言する

発言ラベル	主張
ユーザー名	group3
題名	
発言内容	
立場表明	<input type="radio"/> 非同意 <input type="radio"/> 中立 <input type="radio"/> 同意
関心度	1 2 3 4 5
<input type="button" value="投稿"/> <input type="button" value="クリア"/>	

図 6 発言ビューア

1発言をから | 新しく質問を書く | 過去の質問

---

田 No.4 発言ラベル: 題名: 例 No2, No3, No4 時 間: 2003/12/26 01:38:25

名前: chta 関心度: 0

質問/返04 質問に賛成 質問に反対

図 7 発言の評価機構

#### 4.3.2 発言ビューア

発言ビューアを、図 6 で示す。

発言ラベルは、発語が意見を表明するときの題名であり、このようなラベルを使用することで、発言の意図が明確となり、再利用も可能となる。発言ラベルの種類 [2] は以下とした。

- テーマ: 議題の決定
- 仮定: 自分の前提条件を明らかにした上、それに対してどのような、解決を得られるかを書く
- 解説: 補足説明、質問に対する解答
- 主張: 根拠を元に、自分の意見を書く
- 質問: 質疑を書く
- 反論: 反対意見を書く
- 連絡: グループのメンバーへの連絡事項を書く

発言に対してどのような立場で意見をするかを示すものが立場表明である。発言に対する興味の高さを表すものが関心度である。

- 立場表明 (非同意、同意、中立): 自分が相手の発言に対してどの立場かを明らかにする
- 関心度 (1, 2, 3, 4, 5): 相手の発言に対する興味の高さを評価する

#### 4.3.3 発言の評価機構

発言の評価機構は、図 7 に示すように、要約に対して発言を投票する。また、投票は一人一票で、多重投票を許していない。

#### 4.3.4 実装環境

本システムの実装は、Redhat7.3 上で行った。http サーバとして Apache2.0.48、スクリプト言語として PHP Version 4.3.4、リレーショナルデータベースシステムとして MySQL3.23.58 を用いた。

表 1 ユーザ情報管理データベースのスキーマ

Attribute	Type	key
userid	int(10) unsigned	Primary key
name	varchar(30)	
groupid	int(10) unsigned	
password	varchar(50)	

表 2 「要約」に対してのユーザ評価管理データベースのスキーマ

Attribute	Type	key
opinion value	int(10) unsigned	
opinion id	int(10) unsigned	
groupid	int(10) unsigned	
userid	int(10) unsigned	Primary key

表 3 議論内容を管理するデータベースのスキーマ

Attribute	Type	key
id	int(10) unsigned	Primary key
parentid	int(10) unsigned	
childid	int(10) unsigned	
groupid	int(10) unsigned	
title	varchar	
subject	varchar	
user	varchar	
body	varchar	
position	varchar	
interest	int(10) unsigned	

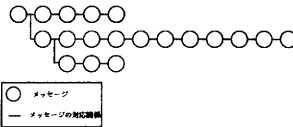


図 8 例 メーリングリストの議論構造

#### 4.3.5 本システム内部のデータベースの構成

本システムのテーブルは、ユーザ情報を管理する usertable、「要約」に対してのユーザ評価を管理する vote、議論の内容を管理する opinion から成る。各データベースのスキーマをそれぞれ表 1、表 2、表 3 に示す。

### 5. 授業実験

提案システムでの議論の有用性を示すことを実験目的とし、提案システムの実用性を確かめるために実験を行った。本実験では、奈良先端科学技術大学院大学の学生、慶應義塾大学院の学生、一般社会人の学生の混合グループ 5~6 人を 1 グループとし、メーリングリストの議論を行いながらの共同レポート作成、提案システムの議論を行いながらの共同レポート作成を 2 度行った。評価として、実際の議論の過程を記録し、メーリングリストと提案システムの議論構造を比較した。授業実験の日程及び目的を表に示す。

### 6. 実験結果及び考察

メーリングリストを使った授業実験の結果を及び考察につい

表4 授業実験

授業実験	実施期間	グループ	目的
メーリングリストを使った授業実験	6日間	6グループ(32名)	メーリングリストの議論構造の記録
提案システムを使った授業実験1	10日間	5グループ(25名)	ユーザインタフェースの評価
提案システムを使った授業実験2	26日間	3グループ(16名)	議論支援システムの議論構造の記録

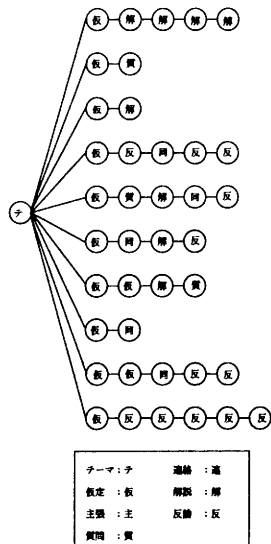


図9 例 メーリングリストの議論構造 (提案した議論構造条件)

て述べる。メーリングリストの議論構造を図8に示す。このように、メーリングリストの議論構造は、メールのリプライによるメールの連鎖によって構築される。これは、発言が親の発言を覚えておいて、それに対してリプライとして発言をつなげる。しかし、実際の議論の構造は、このような形をしていない。なぜなら、メーリングリストでの議論では、引用を多用して複数の発言を一度に送信する形態をとるためである。

メーリングリストの議論構造を、3章で考察した議論構造に変換した図を9に示す。このように表現すると、議論の構造が、全く異なることがわかる。このように議論構造を表現すると一発言一属性なので、議論のストーリーを追うことが容易となる。そのため議論内容の読み返すでは、始めからの再読が必要なくなり、内容の把握を支援し、誤発言の誘発を防ぐ。それだけでなく、議論の流れにおいて発言の喪失も防止する。例えば、この図は「質問」で終わっているところがある。この「質問」に対する「解答」は、忘れ去られている。メーリングリストの複数の発言を内包するメッセージ形式であると、発言の中に埋もれてしまうため、一定時間が経過すると忘れ去られ、議論の相互関係が失われることがわかる。非同期型では、長い時間を通して議論をするためこのような埋もれた発言によって、議論の成立が阻害される。

## 7. まとめ及び今後の課題

遠隔授業における協調学習型授業構成に沿った議論支援システムを提案し実装した。このシステムを用いることで、議論構造の明確化し、学生同士あるいは、教師と議論内容の情報共有を行うことが出来る。また授業実験を行い、メーリングリストの議論構造の解析をした。その結果、メーリングリストの議論構造では、複数の発言の一つのメッセージとして送るために、議論の構造が明確でない。そのため、議論の把握が困難であることを示した。

今後の課題として、授業実験を行った提案システムの議論構造の評価を行う予定である。また、発言ラベルにおいて、発言同士の従属性を表現することで、より誤発言を減らすことが期待される。

## 文 献

- [1] 中原, 西森, 杉本, 浦嶋, 永岡, "議論を通じた協同的な問題解決を支援する CSCL 環境の開発", 日本教育工学雑誌, vol.24(suppl.), pp.97-102, 2000.
- [2] 野谷, "論理トレーニング", 産業図書株式会社, 2001.
- [3] 中原, 前迫, 永岡, "CSCL のシステムデザイン課題に関する一検討: 認知科学におけるデザイン実験アプローチに向けて", 日本教育工学雑誌, vol.25, pp.259-267, 2002.