

協調教材編集・拡張可能な仮想学習環境における学習モデル

佐藤 宏之 鈴木実 及川利直 神戸雅一
{hiroyuki, m-suzuki, oika, kanbe}@slab.ntt.co.jp
N T Tソフトウェア研究所

WWWの教育への適用を試みたシステムに協調学習ナビゲーションシステムがある。WWW上の仮想学習環境において、離れたところにいる学習者同士が教材を共有しインタラクションを行うことで、知識やノウハウを教え合うことを可能としている。本研究では、協調学習時に各学習者が行う作業(タスク)に着目して、それらをPersonal Task (PT)とGroup Task (GT)の2つに分類する。次に、PTとGTとの関係を学習に効果的な学習者間のインタラクションを活性化させるように設定する「協調学習タスクモデル」を提案する。また、モデルを協調学習ナビゲーションシステムに適用し、システムを実際の大学の授業に導入して、その有効性に関してアンケート調査を行なった結果を報告する。

A Learning Model in Virtual Learning Environment to Collaboratively Edit Tutorial Materials

Hiroyuki SATO Minoru SUZUKI Toshinao OIKAWA Masakazu KANBE
{hiroyuki, m-suzuki, oika, kanbe}@slab.ntt.co.jp
NTT Software Laboratories

Collaborative learning navigation system tries to apply WWW to education. It enables members of the learning group to interact with one another sharing tutorial materials in virtual learning environment on WWW. Therefore it also allows them to show information and know-how each other. In this research, we direct our attention to the tasks which learners execute in their learning and classify the tasks as Personal Task(PT) or Group Task(GT). Next, we propose "task model for collaborative learning" in order to activate learner's interaction by coordinating the relationship between PT and GT. Furthermore, we apply the system to classes of university and evaluate the system by questionnaire survey.

1. はじめに

コンピュータネットワーク技術の教育への適用が進むにつれて、グループ学習を対象とした協調学習支援(CSCL: Computer Supported Collaborative Learning)の研究が盛んになっている[1]。この研究分野における主流のアプローチの1つとして、グループ学習における参加者間のインタラクションを重視し、それを活性化させることによる学習効果を狙う試みがある。協調学習時の学習者の活動プロセスを分析して、学習の状態に応じてコンピュータが適切な助言を

行うアプローチ(エージェントによる調整[2]など)や、グループ構成を適切に調整するアプローチ[3]がある。

我々はインタラクションを活性化させるために、学習者同士の教える・教わるの役割交換を重視した「協調学習ナビゲーション」の手法を考案した[4][5][6]。これはインターネット上のホームページを共通の教材として、離れたところにいる学習者同士がWWW上でグループ学習を行なうことを可能にする。教材を作成するプロセスから、作成した教材を活用しながら協調的に編集・拡張してゆくプロセスまで支援する手法である。これにより、グループ学習に用いる教材が

簡単に作成でき、使いながら学習仲間のコミュニケーションを行うことで、独学では得られない学習効果を得ることが可能となる。

本研究では、協調学習時に各学習者が行う作業(タスク)に着目して、それらを Personal Task (PT) と Group Task (GT) の2つに大きく分類した。次に、PT と GT との関係を利用して学習に効果的な学習者間のインタラクションを活性化させるように設定する「協調学習タスクモデル」を提案する。これにより、協調学習時に「学習者が知識を獲得して理解するためのインタラクション」だけでなく、「教材を協調して編集するためのインタラクション」の2つを同時に活性化させることが可能になると考えられる。また、このモデルを導入した協調学習ナビゲーションシステムを実際の大学の授業に導入して、その有効性に関してアンケート調査を行なった結果を報告する。

2. 協調学習ナビゲーション

協調学習ナビゲーションはある共通の課題について学習したいと考えている複数の学習者が、互いに教え合いながら学習することを支援する手法である。

特にゼミや輪講などの学習者間のインタラクションを重視した協調学習に着目して、講義や独学では得られない以下の学習効果を狙っている。

1. 教える・教わるの役割交換による学習の動機および理解の向上
2. 知識を共有し相互補完

また、それぞれの学習者の学習履歴をグループ全員にとってのナビゲーション情報として共有するという協調学習のスタイルを提案している。

2.1 協調学習モデル(先人-後進モデル)

協調学習ナビゲーションは、以下の4フェーズ(A,B,C,D)から構成される協調学習モデルを提案している。

- A. 教材作成: まず、グループの中の一人が、課題を解決するために、WWWをブラウジングして情報を集める。その際にブラウジング履歴を記録する。この履歴を他の学習者にも分かり易いようにコメントなどを付加して編集したものが最初の教材となる。

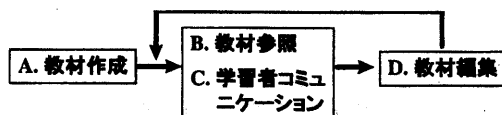


図1: 先人-後進モデル

- B. 教材参照: Aで作成された教材をグループで共有する。グループの各学習者が履歴を辿りながら、学習を行なう。
- C. 学習者コミュニケーション: 共有した教材を見ながら、学習者同士が質問・回答・意見交換・議論などを行なって学習対象に関して理解を深める。この議論の履歴なども教材に付加される。
- D. 教材編集: Cにおける学習者間インタラクションに基づいて新たに必要教材を付加したり、後から学習した学習者が新たに見つけた情報を付加したりして教材を編集・拡張する。

学習者は、上記のAとDで教材を編成し、BとCで教材を活用し、B~Dを繰り返す(図1参照)。

このように本研究では「教材」をWWWのブラウジング履歴に学習者同士の議論履歴が付加されたり、編集が加わったものと定義する。

また、先行する学習者を先人、後から履歴を辿る学習者を後進と呼び、2者の役割に基づく協調的な学習モデルを「先人-後進モデル(Pioneer-Follower Model)」と呼ぶ。一人の学習者は各フェーズを繰り返すことで、先人と後進の両方の役割を行うことができる。このモデルに従った学習を行うことで、学習者間インタラクションの重要な要素である「教える」「教わる」の役割交換が活性化される。

2.2 コラボレーションの学習への導入

岡田らは、「コラボレーションとは、複数の人間がかかわることにより、1人では成しえない新しい価値を創造するプロセス」という定義をしている[7]。コラボレーションを学習というドメインに適用すると、生み出される価値としてグループ全体にとって役に立つ知識の体系、すなわち教材があると考えられる。協調して教材を編集するコラボレーションの過程では学習者同士のインタラクションが起こると考えられる。学習者間で異なる主張を調整してネゴシエーションをはかる必要があるためである。ここでは学習者には自己の知識を整理し、他者に対して説明することが求められ、それによる学習効果が期待できる[8]。また、

他の知識との比較によって啓発されるという学習効果も期待できる。

先人-後進モデルにおいて、コラボレーションが円滑であれば、グループ学習が進むにつれて魅力的な学習環境および教材が創造されていくと言える。

2.3 協調学習におけるコラボレーション

本研究は、学習者に協調して教材を編集するという具体的なタスクを与えることによる、学習者同士のインタラクションの活性化を目的とする。

既に CSCW の研究分野においては、コンピュータを用いて文書作成等のコラボレーションを支援するシステムが多数提案されている[9]。しかし、我々は CSCW における場合と、協調学習の場合とはコラボレーションの際にグループの参加者が行なうタスクに違いが生じると考える。CSCW における各参加者のタスクの主目的はグループ全体で創造する活動に貢献することである。一方、協調学習における各参加者のタスクの主目的は、より個人的であり、各参加者が学習の対象に関して、知識を取得して理解したり、問題解決をしたりすることにあると考えられる。したがって、協調作業環境を提供するだけでは、教材の編集につながるコラボレーションを生じさせるのは困難である。

そこで、本研究では協調学習時にグループの各参加者が行なうタスクを大きく2つに分類して、タスク間の関係を学習者間のインタラクションを活性化させるように設定した「協調学習タスクモデル」を提案する。これにより、「学習者が知識を獲得して理解するためのインタラクション」だけでなく、「教材を協調して編集するためのインタラクション」の2つを同時に活性化させることを狙う。

2.4 協調学習タスクモデル

本研究では学習時にグループの各学習者が行なうタスクを以下の2つに分類する。

1. 学習対象を理解したり、課題を解決したりする目的で、個人が学習の状況に応じて自由に行動を選択して行なうタスク
 2. グループ全体の利益を目的として協調して教材編集を行う学習者に共通したタスク
- 1.を Personal Task (以下 PT) と呼び、2.を Group Task (以下 GT) と呼ぶ。

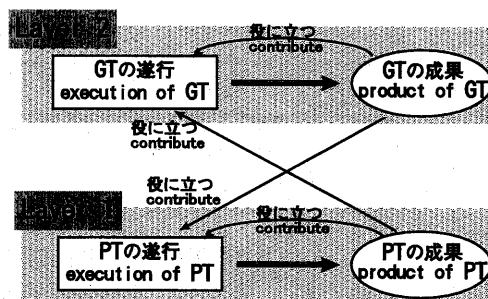


図2: 協調学習タスクモデル

各学習者が協調して GT を遂行することによって、グループの全員にとって役に立つ成果が構築されることが考えられる。しかし、前述のように各学習者は PT の遂行を主目的としているため GT の遂行が起こりにくいと考えられる。そこで、図2に示すように PT 遂行による成果を GT 遂行のトリガとなるようにタスク間の関係を設定した「協調学習タスクモデル」を提案する。これは2階層に階層化したタスク間の関係を表したモデルである。第1階層 (Layer 1) は、各学習者が PT を遂行し、その成果を共有することにより協動的に学習が進む階層である。PT の成果とは、各学習者の問題解決の履歴や学習過程で生じる議論の履歴などである。第2階層 (Layer 2) は学習者にとって共通の GT を遂行する階層である。本研究では GT に協動的に教材編集を行うというタスクを設定している。図中の矢印線が示すように、どちらの階層の成果も自身の階層でのタスクの遂行に役立つようになっている。またそれと同時に、別の階層のタスクの遂行に役立つようになっている。PT の成果が GT 遂行のトリガになり、逆に GT の成果は PT 遂行のトリガとなる。

2.5 タスク内容の設定

協調学習ナビゲーションにおいて、上記の協調学習タスクモデルを機能させるために、具体的にタスクの内容を設定した。表1に示す。タスクの設定は以下の点を重視して行なった。

1. 個々の PT の遂行によって得られる活動履歴がそのままそれぞれのタスクの成果となる。各学習者は PT を遂行するだけで、他の学習者とその成果を共有することができる。
2. 個々の PT 遂行の過程でその成果が PT や GT のトリガとなるように学習者が特に意識しなくても良いようにする。

表 1: 学習タスクの設定

タスクの種類	タスクの目的	具体的なタスク	タスク実行による成果(プロダクト)	インタラクション
Group Task (GT)	グループ全員にとって役に立つ教材を作成する	協調して教材を編集	グループ全員にとって役に立つ教材 教材編集時の議論履歴	○
Personal Task (PT)	課題について学習する (学習対象の理解・問題解決)	教材の参照	教材参照履歴	
		個人の知識の整理	教材に対する評価履歴	
		他の学習者への質問・回答	議論履歴	○
		WWW のブラウジングによる新たな知識の獲得	ブラウジング履歴=教材の一部	

PT は各学習者が学習を進める上で必要となるタスクである。協調学習ナビゲーションにおける PT として「教材の参照」、「個人の知識の整理」、「他の学習者への質問・回答」、「WWW のブラウジングによる新たな知識の獲得」を設定した。例えば、「誰が教材のどこを参照して、どの部分にどのような評価を残したのか」(教材参照・評価履歴)、また「理解の過程でどのような質問をして、どのような回答が得られたのか」(議論履歴)をグループで共有できるようにする。また、WWW のブラウジングを行なった場合は、その履歴を簡易な方法で残すこととする。これは教材の一部として追加されて共有される。

これらの履歴は、他の学習者の PT 実行時に参照されると同時に、GT の実行を促す。例えば、個人の知識の整理のために教材に対する評価が行われるが、この履歴が教材を追加した学習者にフィードバックされると追加に関する再考を促すことになる。PT の成果が GT 実行のトリガとなる例について以下に示す。

1. 後から教材の追加者が他の学習者の評価履歴をみて「拡張がグループの役にたっているか」、「教材を追加した位置は正しかったか」という点について再考し、教材をグループにとって価値のあるものに修正することができる。
2. 評価履歴や議論履歴をきっかけとして、他の学習者が教材追加者に教材修正を要求することが可能になる。これにより両者の間で変更に関するインタラクションが始まり、教材を修正することができる。

次に協調学習タスクモデルを導入した協調学習ナビゲーションシステムの概要を述べる。

3. 協調学習ナビゲーションシステム

協調学習ナビゲーションシステム: CoNAVI は、協調学習クライアント-協調学習サーバから構成されている(図 3 参照)。

学習者に提供する協調学習クライアント部では、先人-後進モデルにおける A と D のフェーズ(学習者が WWW のブラウジング履歴を記録する)をサポートするための入力ツールを提供する。また、B と C のフェーズ(学習者がグループで教材を共有・参照しながら議論などのコミュニケーションを行なう)をサポートするためのナビゲーションツールを提供する。ツールは Java のアプレットになっており、ナビゲーションツールの共有教材の表示部分は VRML ブラウザを使用している。このため CoNAVI は Java 対応の WWW/VRML ブラウザとインターネットに接続できる環境があれば、利用可能である。

協調学習サーバでは教材の DB をもつ。また、後進のナビゲーションツールのアクセス履歴や教材の変更情報などを登録・管理する。各クライアントから送られてくる要求に基づいて履歴および学習者の学習状況などを返す。

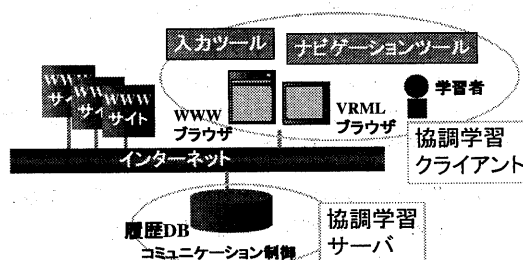


図 3: クライアント・サーバの構成

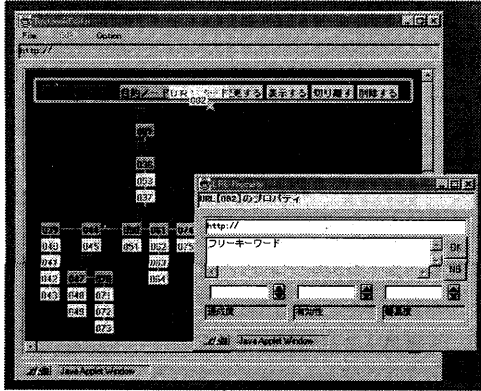


図4: 入力ツールの画面例

入力ツール

入力ツールの画面例を図4に示す。先人がPTの1つとして新たな知識の獲得をWWWのブラウジングによって行なった場合は、その履歴を登録することができる。また教材の編集も可能である。

学習者が大きな学習課題を解決する際には、複数の小さな課題を設定して1つずつ解決することが多いため[4]、小課題毎に履歴を分割して木構造で表現することができる編集機能がある。図4は、教材の例である。ホームページは木のノードとして表わされており、マウスのクリックなどによって属性（ページのURL、後進の参考になるコメントなど）を登録することができる。

作成・編集された教材はサーバで蓄積・管理される。

ナビゲーションツール

ナビゲーションツールは、先人が入力ツールで作成した教材をグループで共有できるようにする。先人の学習履歴から自動的に形成された3次元の仮想学習空間をVRMLブラウザを用いて学習者に提供する。この様子を図5(左上)に示す。仮想学習空間には教材構造に基づいた学習コースが現れ、先人が学習に利用したページ1つ1つに対応する島型のスペースが出現する。仮想学習空間における学習者が「島」を訪れ、同時にアクセスしている他の学習者と教材ページに関して議論をできることから、この「島」を「コミュニケーション場」と呼ぶ。コミュニケーション場に存



図5: ナビゲーションツールの画面例

在するオブジェクトをクリックすると、先人のページ登録時のコメントと対応するホームページを見ることができる。また、図5(右上)に示すように先人の教材構造を学習マップとして表示させることができる。学習マップ上には他の学習者が現在どの位置まで学習を進めているかがリアルタイムに表示される。後進の学習者は、学習マップを頼りに3次元の仮想学習空間を探索することで、先人の学習履歴をたどることができる。

仮想学習空間上では同時に同じ教材を共有している学習者をアバタ(化身)として見ることができ、チャットを使った議論ができる。また個々のコミュニケーション場は、対応したページの内容に関して評価および質問を残すことができる。後からコミュニケーション場を訪れた学習者は質問に対して回答をすることができ、この質問のやり取りが蓄積されることでFAQのような情報が教材に付加されることになる。チャット、教材への評価、他の学習者への質問などのPTの迷行や、教材編集に関する議論などのGTの迷行は、図5左下のウィンドウを使用して行なう。

4. 大学の授業への適用実験

協調学習ナビゲーションシステムを大学の文学部の実際の授業に適用した。20人の学生に、6週間、週2回(1回90分)の授業と、好きな時間に自由にシステムを使用してもらった。一番最初の教材だけ教師が作成を行ない、6週間を通して2つの学習テーマを与え、それぞれについて学習を行ってもらった。授業で

*本研究ではVRMLブラウザにソニー株式会社のCommunity Place Browserを使用した。また、仮想空間を共有する利用者をアバタとして表示するために、同じくソニー株式会社のマルチユーザーサーバCommunity Place Bureauを使用した。(その他の履歴やコミュニケーションの管理などの協調学習サーバはNTTが作成。)

はシステムの操作説明と、教材を辿って「参照」, 「評価」, 「議論」, 「ブラウジング履歴の追加」といったタスク (PT) を行ないながら学習対象について理解を深めるように指示を行なった。授業はまったくの自由参加で時間中はシステムを使用して、教材を参照したり、同時に参加している学習者とインタラクションをとる時間に当てた。実験開始から3週間後に学生に対してアンケート調査を行なった。アンケートは大きく分けて「評価」, 「FAQ」, 「編集」の3項目に関して設問を用意した。「評価」は学習者が自己の知識を整理するために教材ページに対して、有効性・難易度・コメントなどを記述する行為を指す。「FAQ」はコミュニケーション場において質問や回答を蓄積しながら学習を行う行為を指す。「編集」は教材を入力ツールを開いて編集する行為を指す。「評価」, 「FAQ」に関しては14人から、「編集」に関しては実際に編集を経験した4人から回答が得られた。

アンケートの結果 (表2参照) から、学習者の多くは「評価」 (PT) を自己の学習に役立てている。また、半数の人が「FAQ」 (PT) を自己の問題解決に役立てている。さらに、ほとんどの学習者はこれらの他の学習者のPTの成果 (評価履歴, 議論履歴) が自己の学習の遂行に役立つと回答している。協調学習タスクモデルの第1階層 (Layer 1) の「PTの成果がPTの遂行に役立つ」という仕組みが実践されていると言える。「編集」においては、全員が他の学習者の指示を教材に反映することができ、評価のコメントを教材に役立てることができたと回答している。第2階層 (Layer 2) のコラボレーションが行われたと言える。また、PTの成果である評価履歴 (コメント) が教材編集に役に立っているという回答から、「PTの成果がGTの遂行に役立つ」という仕組みの実践例が確認できた。これらの結果からシステム上で、協調学習タスクモデルが機能する例を確認した。

表2: 学習タスクに関するアンケート結果

タスク	質問事項	はい	いいえ
評価	自分が防れて、ホームページを見たときに評価を行えていますか	12	2
	自分が防れて、ホームページを見たときにコメントを残せていますか	9	5
	自分がホームページを見る際に、他の人の評価を参考にしていますか	10	4
	自分がホームページを見る際に、他の人のコメントを参考にしていますか	12	2
	自分に評価を残すことがテーマの学習に役立っていますか	11	3
	自分にコメントを残すことがテーマの学習に役立っていますか	10	4
	他の人が残した評価を見るものがテーマの学習に役立っていますか	12	2
	他の人が残したコメントを読むものがテーマの学習に役立っていますか	13	1
	FAQを使って自分のわからないことを質問することができていますか	7	7
	FAQを通じてその質問に対する回答を得ることができていますか	7	7
FAQ	FAQを使って自分の考えを他の人に伝えることができていますか	6	8
	FAQを使って他の人の考えを知ることができていますか	12	2
	FAQを使って得た知識を自らの学習に役立てることができていますか	10	4
	FAQの情報がテーマの学習に役立っていますか	9	5
	編集	他の人の示したホームページを十分教材に反映することができていますか	4
他の人の示した教材へのコメントを教材編集に役立てることができた	4	0	
FAQの情報を教材編集に役立てることができていますか	1	3	

5. まとめ

本研究では、協調学習時に各学習者が行う作業 (タスク) に着目し、それらを Personal Task (PT) と Group Task (GT) の2つに大きく分類することを提案した。次に、PTとGTとの関係を、学習に効果的な学習者間インタラクションを活性化させるように設定する「協調学習タスクモデル」を提案した。これにより、協調学習時に「学習者が知識を獲得して理解するためのインタラクション」だけでなく、「教材を協調して編集するためのインタラクション」の2つを同時に活性化させることができると考えられる。さらに、このモデルを導入した協調学習ナビゲーションシステムを実際の大学の授業に導入して、「協調学習タスクモデル」が機能する例を確認した。今後は、システムに残された学習者のログなどからさらに詳細な評価を行う予定である。

謝辞

本研究で行なった実験は早稲田大学文学部と NTT との共同研究によるものである。授業にシステムを適用するにあたって、授業の実施にご尽力下さり、貴重なご助言を下された早稲田大学文学部の安藤文人助教授をはじめ、ご協力いただいたスタッフおよび学生の方々に感謝いたします。

参考文献

- [1] C. O'Malley: Computer Supported Collaborative Learning, Springer-Verlag (1996).
- [2] Akiko Inaba, Toshio Okamoto: The Network Discussion Supporting System Embedded Computer Coordinator at the Distributed Places, Educ. Technol. Res., 18, pp.17-24 (1996).
- [3] 池田清 呉昌豪 溝二郎 協調学習支援のモデル, 電子情報通信学会論文誌 VOL. J80-D-II No.4, pp.855-865 (1997).
- [4] 堀川桂太郎, 及川剛直, 佐藤宏之, 水野浩二 協調学習ナビゲーション手法の提案, 情報処理学会第21回GW研究会, pp.103-108 (1997).
- [5] 佐藤宏之, 堀川桂太郎, 及川剛直, 水野浩二 WWW 上での協調学習におけるナビゲーションインタフェースの提案, 情報処理学会第22回GW研究会, pp.49-54 (1997).
- [6] 及川剛直, 佐藤宏之, 鈴木実, 堀川桂太郎 協調学習ナビゲーションシステム CoNAVI, マルチメディア・分散・協調とモバイルワークショップ論文集, pp.329-334 (1997).
- [7] 岡田謙一 仮想現実社会におけるコミュニケーションとコラボレーション, 情報処理 VOL.38 No.4, pp.268-273 (1997).
- [8] P.Dillenbourg and J.Self: Designing human-computer collaborative learning, pp.245-264, Computer Supported Collaborative Learning, Springer-Verlag (1996).
- [9] 石井裕 CSCW とグループウェア 協働メディアとしてのコンピュータ, オーム社 (1994).