

共同作業を中心とした遠隔協調学習の実験的検討

三島 雄一郎[†] 高柳 俊多[†] 高橋 稔哉^{††} 井上 智雄[‡] 小泉 寿男[†]
東京電機大学大学院 理工学研究科 情報システム工学専攻[†]
東京電機大学 理工学部 情報システム工学科^{††}
筑波大学 図書館情報学系[‡]

E-mail: {mishima, shunta, toshiya_t}@itlab.k.dendai.ac.jp, inoue@slis.tsukuba.ac.jp, koizumi@k.dendai.ac.jp

本稿では、コンピュータとインターネットを用いた遠隔教育における協調学習の方式とその支援方針、および実際の教育現場に本方式を試用した結果について述べる。協調学習では議論主体のコミュニケーションがなされ、支援システムの機能としては、学習者の状態を同定しその情報を提供するものや、議論の進行状況からグループの状態をとらえ議論を支援することで協調学習の促進を図るものが多い。本方式では、議論によるコミュニケーションを通じ、学習成果物としてドキュメントを共同で作成する作業を取り入れ、協調的活動や知識共有の促進を目的とする。また、議論の進行状況に加え学習者の作業状態やドキュメントの作成状況を把握・管理し、議論時の支援および教師による指導の支援を行うシステムの構築を目指す。

An experimental study on distance collaborative learning mainly based on cooperative work

Yuichiro MISHIMA[†], Shunta TAKAYANAGI[†], Toshiya TAKAHASHI^{††}, Tomo'o INOUE[‡] and Hisao KOIZUMI[†]

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Denki University[†]

Department of Computers and Systems Engineering, Tokyo Denki University^{††}

Institute of Library and Information Science, University of Tsukuba[‡]

In this paper, we describe a method for collaborative learning and its supporting scheme in distance learning, which uses computer and Internet, and report some results from a trial of the method in the real classroom environment. In collaborative learning, discussion-based communication is employed and the supporting system mainly identifies and provides the status of students, or captures the status of the group measuring the progress of discussion and provides supporting information to the participating members to activate the collaborative learning. In our method, we introduce a process of documentation as the results of learning through discussion-based communication to promote collaborative activities and knowledge sharing. We also aim to construct a supporting system, which helps the discussion phase and the instruction by the teacher through recording and managing progress status of discussion, and students' work status and the documentation status.

1. はじめに

インターネット技術や環境の整備が進むに伴い、学習・教育分野でもその利用が広がっている。Web を利用する学習環境としては、WBT(Web-Based Training)と呼ばれるものが企業内教育で利用されてきた^[1]。これは単に Web で提供される静的なコンテンツを個別に学習するものが多く、その学習効果は必ずしも高いものではない。近年、教育の情報化の進展の中で、WBTにとどまらないバラエティに富んだ工学的支援が盛んになされている。一方、教育方法としては 90 年代以降協調学習が注目されている。このため、協調学習のコンピュータ支援が CSCL と呼ばれ活発に研究されている^{[2][3]}。Web を利用

した協調学習支援も例があるが、その実践は十分とはいえない。

本研究で我々は、Web を用いた協調学習の実践を通じて、その支援方法を探究すると同時に協調学習の方法そのものも実験的に追及する。例えば、協調学習では会話や議論などの進行を把握・管理することに注目した研究が多いが^[4]、筆者らは一般に協調学習が有する共同作業の側面に着目している。具体的には、会話や議論に加え学習の過程で図表を含むドキュメントを共同で作成する協調学習を当面の対象として研究を進めている。

本稿では、筆者らが取り上げる協調学習の方式と、コンピュータシステムを用いた協調学習支援

方針について述べる。次に、本学の学部生を対象とした 2 つのゼミに協調学習方式を試用した学習内容・学習環境・分析結果について考察し、遠隔教育における協調学習方式とその支援方法の課題点を明らかにする。

2. 共同作業を中心とした協調学習方式

本研究が対象とする協調学習は、学習者が学習目標を達成するために、相互的なやり取りを含む学習過程を持ち、また教師が学習目標を達成するための指導を行う学習形態とする。

次に、学習・指導方法について述べる。学習の流れを図 1 に示す。

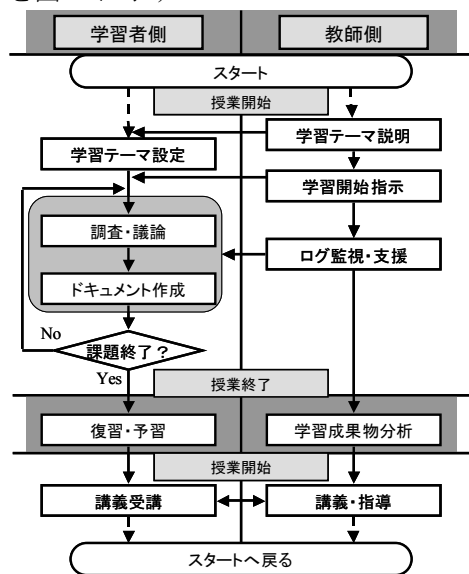


図 1 学習の流れ

授業開始後、まず学習するテーマについて教師側から説明を行い、学習者側ではその授業時間に扱う項目を認識する。次に教師側の協調学習開始指示によって学習者グループで協調学習を開始する。協調学習開始後は、調査・議論を通じて学習を進める。またドキュメントの作成を共同で行い、各学習者の意見やグループでまとめた学習成果物を反映して共有する。学習テーマに関する調査・議論およびドキュメントの作成は、グループが課題に対して結論が導き出せるまで繰り返す。授業時間内に終わらなかった場合は次回も引き続き行う。この間、教師は学習者の会話などの情報を監視し、必要があれば指導を行う。

授業時間外においては、学習者は任意で作成したドキュメントを閲覧することによって復習や予習などを行う。教師は授業時間内に作成されたドキュメントや会話ログを分析し、次回の授業時間に講義としてフィードバックをする。

3. 協調学習支援システム

本研究では、議論中における支援および同期型学習時の講義によって協調学習を支援することを目指している。

3.1 システム構成

システム構成を図 2 に示す。

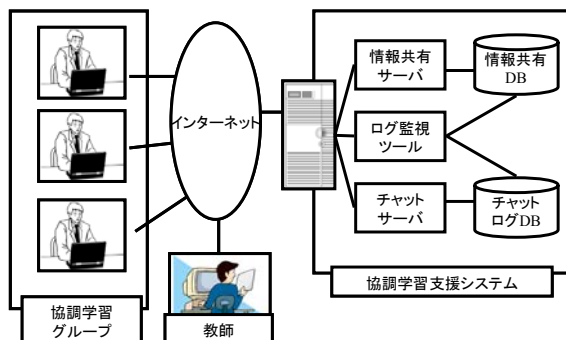


図 2 システム構成図

システムは、議論を行うためのチャットシステムとドキュメントの作成・閲覧を行うための情報共有サーバの 2 つから構成される。

学習者は授業時間にインターネットを介して協調学習支援システムにアクセスし、チャットシステムによって協調学習グループ内での議論を行う。また教師からの講義を受ける。

情報共有サーバは、授業時間外でもアクセス可能であり、学習成果物であるドキュメントの作成と共有を行うための共同作業場となる。

ログ監視ツールは教師が使用し、学習グループの会話ログなどを監視して議論の支援を行うときに活用する。

3.2 支援方法・内容

学習の支援は、会話や議論時のリアルタイムな支援と、学習の成果物から次回の学習時間に教師が講義として指導を行うものとする。

図 3 に協調学習支援方式図を示す。

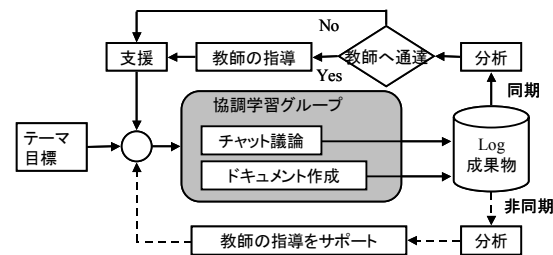


図 3 協調学習支援方式

学習者は設定された学習テーマや目標を達成するために、チャットによる議論や情報共有サーバにおいて学習成果物としてドキュメントを作成する。その過程では、チャットの会話ログおよび情報共有サーバでのドキュメント変更ログを蓄積する。

授業時間内におけるリアルタイムな支援では、サーバ上に蓄積されるデータを分析して、その結果からシステムが自動で学習グループの議論を支援するか、またはシステムが自動では指導しきれないと判断した場合は、その情報を教師へと通

達し教師による直接的な指導をあおぐ。ここで考えられるシステムによる自動支援の対象は、

- ・ チャットにおける長時間の沈黙
- ・ 同一学習者ばかりが発言を続ける
- ・ 議論への不参加者

といった議論中の問題を解消する会話促進支援が挙げられる。支援方法としては、問題となっている学習者に対して直接発言を促すメッセージを表示することが考えられる。システムによる自動支援が行われつづけても一向に問題が改善されない場合には、教師に通達し人間による指導を行う。授業時間外における非同期的な支援では、主に次回授業に行く教師の支援・講義内容をサポートする。各学習者ごとにチャットや情報共有サーバにおける活動状況ログを整理・管理することで指導が必要となる学生を把握し、指導が必要であると判定した場合のデータを教師に提供することでその指導内容もサポートする。

3.2.1 チャットログの分析

共同作業を行うにあたり、議論の方法としてチャットを用いるが、発言時には発言内容の意図を表わすタグを用いる。これにより、テキストのみのチャットで生まれやすい誤解を排除し、学習者が議論の進行状況ログを見てどのような議論が行われていたかの判断の補助をする。また、教師がチームで行われたチャットログからタグによって学習プロセスの調査・分析を容易にする。本研究では稲葉らの研究論文と共に総合的に検討し、チャットに用いるタグを実践を通じて改善を行っている。現在試用しているチャットタグを以下に示す。

- ① 提起：議題や話のきっかけを打ち出すとき。
- ② 主張：同意または反対を求める内容のとき。
- ③ 質問：質問を行うとき。
- ④ 説明：質問に対する回答。
- ⑤ 同意：賛成の意。
- ⑥ 反対：反対の意。
- ⑦ その他：①～⑥に属さない内容

タグを設定することで、議論の支援方法の幅が広がり、チャットの沈黙時間や議論不参加者の判定以外にも議論のパターン化によってさまざまな議論状態を検出できるようになる可能性がある。

4. 実験評価

本学情報システム工学科では、学部生を対象とした 13 人程度で構成されるゼミ（ST ゼミ：Scientific & Technology ゼミ）を行っている。

本研究では、これまでに 2 つのゼミにのコミュニケーション向上の方法として協調学習の適用を行い、学習成果物の調査から協調学習を支援するための分析要件を導き、協調学習支援システムの方式と構成を評価する。2 つのゼミである ST ゼミ 1 と ST ゼミ 2 は異なる時期に実施した。学部授業の半期の前半に ST ゼミ 1 を、後半に ST

ゼミ 2 を実施した。そのため ST ゼミ 2 では、ST ゼミ 1 の結果を考慮して行ったため、実施条件は異なっている。また、今回の実験においてはデータ収集・課題の明確化の意味合いが強く、学習者のチャットにおける、会話や議論時のリアルタイムな支援は特に行わなかった。

4.1 ST ゼミ 1

4.1.1 授業内容

ST ゼミ 1 は、学部 1 年生 13 名で構成されており、3 つのチームに分割して学習を進めた。チーム分けの方法としては、プレテストを行い、点数に偏りが無いように平均的なチームを構成した。3 つのチームは、イ班 5 名、ロ班 4 名、ハ班 4 名とした。

ST ゼミは全員同室で行われるが、本研究では学習者が遠隔地において学習を行うことを想定しているため、教室内において学習者が隣接して着席しないようにし、対面によるコミュニケーションを不可とした。学生は全員ノート PC を所持しており、無線 LAN によりネットワークに参加できる。学習環境を図 4 に示す。

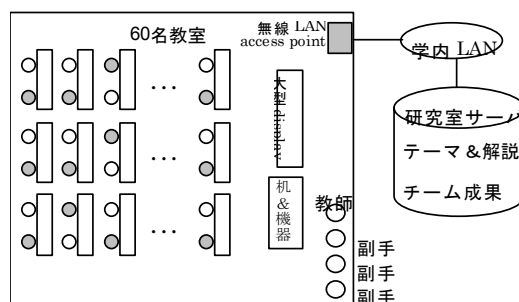


図 4 学習環境

議論や会話を行う場合に使用するチャットシステムとして NetMeeting のチャット機能を、情報共有サーバとして Wiki を使用した。NetMeeting とは、Microsoft 社が無償提供する電子会議ソフトでホワイトボード機能などの様々な機能を有するが、今回はリアルタイムチャット機能のみを用いるように学生に指示した。Wiki とは、Cunningham&Cunningham Inc. が作成した Web による協調作業ツールで、Web 上のページを誰もがいつでも自由に作成・編集することが可能である。そのため、Wiki は情報を集約する手段として非常に柔軟性が高い^[5]。

ST ゼミ 1 は週に一回、1 コマ 90 分で 6 週行った。表 1 に ST ゼミ 1 の日程を示す。

表 1 ST ゼミ 1 日程

週	内容
1	環境設定, ツールの説明, 学習テーマ説明
2	プレテスト, チーム分け, 協調学習
3	協調学習
4	協調学習
5	協調学習
6	発表, ポストテスト

最初の 2 週はツールの使用方法の説明, 学習

テーマに関する講義、プレテストおよびチーム分けを行った。2週目の授業時間の後半から協調学習を開始し、3週目以降から3回協調学習を行った。最終日には学習成果物を用いた発表を行い、最後にポストテストを実施した。

STゼミ1のテーマは「コンピュータとネットワークの動作の原点を探る」である。本実験では、協調学習テーマとして4つのテーマを設定した。各学習テーマは最初の回に課し、調査・議論を行いその学習成果をWikiを使ってWeb上の資料としてドキュメントにまとめ、最終日に発表を行うものとした。また、各学習テーマには特に順序を設定せず、学習者グループが自由に議論を行えるものとした。

STゼミ1ではチャットで用いるタグとして以下の6つを試用した。

- ① 提案：課題点・議論内容を述べるとき。
- ② 質問：質問を行うとき。
- ③ 説明：質問に対する回答。
- ④ 同意：賛成の意。
- ⑤ 反対：反対の意。
- ⑥ その他：①～⑤に属さない内容。

NetMeetingのチャット機能では、タグを挿入する機能は存在しないため、学生の発言時に最初にタグを記述してから発言内容を入力するように指示した。

4.1.2 プレ・ポストテスト結果

協調学習前および学習・発表後に、学習テーマに関するテストを同じ内容にて実施した。表2に各グループのテスト結果の平均点および有意水準を5%としたt検定の結果を示す。

表2 STゼミ1プレテスト・ポストテスト結果

班名	プレテスト	ポストテスト	点差	t検定
イ班	78.6	79.4	+0.8	有意差無し
ロ班	76.0	75.5	-0.5	有意差無し
ハ班	72.5	73.5	+1.0	有意差無し

プレテスト・ポストテストの結果およびt検定の結果からは学習前・学習後の得点の大きな変化は得られなかった。

4.1.3 ログ分析結果

ログの分析として、チャットの会話ログを調査した。チャットログにおけるタグの使用状況を分析する際、我々はその他タグに注目した。STゼミ1における「その他」タグの使用率を表3に示す。使用率は、会話ログにおける総発言数に対するその他タグの使用回数である。タグを付け忘れていた発言が見られたが、それは無効とした。

表3 STゼミ1「その他」タグ使用率

協調学習回	イ班[%]	ロ班[%]	ハ班[%]
第1回	100	55	0
第2回	80	45	38
第3回	84	68	59
第4回	100	68	38

表3から、非常に「その他」タグを用いている

ことがわかる。「その他」タグの使用は、主に挨拶や学習テーマとは直接関係のない雑談などで用いられていた。また、用意されている①～⑤のタグが適切であろう発言においても、「その他」タグを用いているケースがみられた。「その他」タグが多いということは、議論が滞っていることも意味している。しかし、用意されたタグにおける結果なので、実際の会話ログを見てみると雑談ばかりしているわけではない。ハ班の第1回の結果において0[%]が見られるが、これは会話数が少なかったこととタグの付け忘れが多かったことが原因に挙げられる。タグの種類に関して改善の余地があるとし、STゼミ2に向けてのタグの変更を考えた。

4.1.4 アンケート分析結果

STゼミ最終日にはアンケートを実施した。表4にアンケート内容を、図5に結果を示す。各項目では5段階（5に近いほど肯定的で、1に近いほど否定的）で選択し、自由意見も記述できるようにした。

表4 STゼミ1アンケート

アンケート項目
① インターネットを活用したチーム学習の効果についてどう感じましたか
② 学習中にチームメンバーの状況は気になりましたか
③ 議論はうまく行えましたか
④ タグは有効でしたか
⑤ チャットは有効でしたか
⑥ Wikiは有効でしたか
⑦ テーマは適切でしたか
⑧ テキストは難しかったですか

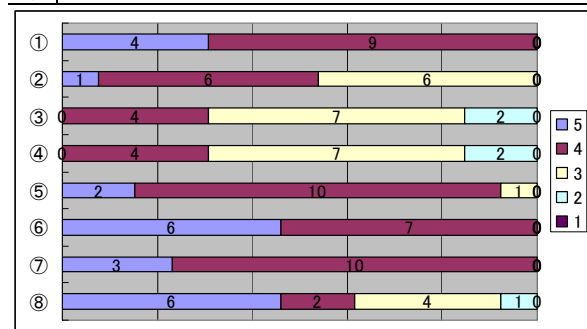


図5 ST1アンケート結果

図5より、チャットとWikiが有効であると答えた学生が多かった。しかしながら、議論がうまく行えたかについてはどちらとも言えないという意見が多く見られた。理由を記述しているものには、テーマを分担するときはよく議論が行えたがその後はあまり議論をしなかったという意見や、テーマを分担したため、自分の担当テーマに関する作業に集中してしまい議論ができなかったといったものが見られた。学習テーマ自体を分担できてしまうことが問題であることがわかったため、一回の授業時間に複数の学習テーマを一つずつ学習するという制限を設けることを考えた。

また、タグは有効であったかについてもどちら

とも言えないという意見が多いことがわかる。自由意見として書かれていたものには、会話の内容が分かりやすくなるのでよいという意見や、タグを付けることを忘れてしまうことがあった、いちいちつけるのが面倒であったという意見が多くみられた。発言にタグを付けることの有効性は明確であるが、タグを付けるインターフェイスを持たない NetMeeting を用いたため、どのタグを用いるかを選択する負担や、タグ自体を記述する負担があることが分かった。

4.2 STゼミ2

4.2.1 授業内容

STゼミ2は、学部2年生13名で構成されており、3つのチームに分割して学習を進めた。チーム分けの方法としては、プレテストを行い、点数に偏りが無いように平均的なチームを構成した。3つのチームは、イ班4名、ロ班5名、ハ班4名とした。

学習環境の条件はSTゼミ1と同様で、またチャットシステム、情報共有サーバも同じく NetMeeting のチャット機能と Wiki を用いた。

日程においてもSTゼミ1とほぼ同じで、2週を用いて学習の準備、プレテスト、チーム分けを行った。2週目の授業時間の後半から協調学習を開始した。3週目から3回にわたり協調学習を行い、最終日には発表とポストテストを実施した。

STゼミ2のテーマは「情報処理の仕組みとソフトウェア設計の原点を探る」で、情報処理の仕組みと構成、情報処理のためのソフトウェア設計のやり方とその動作の減手を探求するというものである。本実験では、協調学習テーマとして次の3つを課題とした。

- ・ 部品購入システムについて、パソコンを例にとり、要求課は何に基づいて何を要求するのかを、図と文章によって説明せよ。
- ・ 部品購入システムを次の3つのサブシステムに分けた場合、それぞれのサブシステムのレベル1のDFDを書き、要点を文章で述べよ。
(1)業者選択 (2)見積り選択 (3)マスタ維持
- ・ 部品購入システムのうち、次の1,2,3の機能をインターネットで行いたい。このインターネットシステムの概略設計を図と文章にて示せ。
(1) 部品購入仕様の提示・通知
(2) 見積提出 (3) 業者への結果通知

STゼミ1においては、発表に向けて4つの学習テーマ自体を分担してしまった班がほとんどであった。議論内容としても学習テーマの内容に関する会話が少ないことから、STゼミ2では、与えられた3つのテーマを毎回の授業時間に一つずつ学習・議論し、ドキュメントを作成するように指示した。

STゼミ2ではチャットで用いるタグとして以下の7つに変更し試用した。

- ① 提起：議題や話のきっかけを打ち出すとき。
- ② 主張：同意または反対を求める内容のとき。
- ③ 質問：質問を行うとき。
- ④ 説明：質問に対する回答。
- ⑤ 同意：賛成の意。
- ⑥ 反対：反対の意。
- ⑦ その他：①～⑥に属さない内容

STゼミ1の時では、「提案」タグを用いていたが、その他タグの使用が多かったことやタグの種類不足を感じたことから、改めて①の「提起」および②の「主張」のタグを設定した。

4.2.2 プレ・ポストテスト結果

STゼミ1と同様に、協調学習前および学習・発表後に、学習テーマに関するテストを同じ内容にて実施した。表5に各グループのテスト結果および有意水準を5%としたt検定の結果を示す。

表5 STゼミ2プレテスト・ポストテスト結果

班名	プレテスト	ポストテスト	点差	t検定
イ班	59.75	70.5	+10.75	有意差有り
ロ班	63.25	78.75	+15.5	有意差有り
ハ班	63.25	73.75	+10.5	有意差有り

プレテスト・ポストテストの結果およびt検定の結果から学習前・学習後の平均点には変化がみられた。また、得点だけみれば全員の点数は上がっていた。

4.2.3 ログ分析結果

ログの分析として、チャットの会話ログを調査した。STゼミ1と同様に「その他」タグの使用率に注目し、各班に対して調査を行った。結果を表6に示す。

表6 STゼミ2「その他」タグ使用率

協調学習回	イ班[%]	ロ班[%]	ハ班[%]
第1回	5	40	42
第2回	10	65	52
第3回	11	73	72
第4回	20	52	46

表6より、イ班においては「その他」タグの使用が他班に比べ低い。「その他」タグの使用は、挨拶で用いられることが多く見られた。ロ班では、用意された①～⑥が適切であろう発言においても「その他」タグを用いているケースが多く見られた。ハ班では、学習テーマに関する事柄よりも雑談がやや多くなってしまい「その他」タグの利用率に影響した。

4.2.4 アンケート分析結果

STゼミ最終日にアンケートを実施した。表7にアンケート内容を、図6に結果を示す。STゼミ1と同様に5段階で選択し、自由意見も記述できるようにした。

図6より、メンバーの状況がわかりましたかという質問に対し、わかったという意見と同じくらいにわからないという意見も多いことがわかった。

表 7 STゼミ2 アンケート

アンケート項目
① インターネットを活用したチーム学習は一斉授業と比べて効果的に学習できましたか
② インターネットを活用したチーム学習は個人学習と比べて効果的に学習できましたか
③ インターネットを活用したチーム学習は対面型チーム学習と比べて効果的に学習できましたか
④ 学習中にチームメンバーの状況はわかりましたか
⑤ 議論はうまく行えましたか
⑥ 作業は協同でうまく行えましたか
⑦ タグは使いやすかったですか
⑧ タグは役に立ちましたか
⑨ チャットは使いやすかったですか
⑩ チャットは役に立ちましたか
⑪ Wiki は使いやすかったですか
⑫ Wiki は役に立ちましたか
⑬ テーマは適切でしたか
⑭ 配布された参考資料の難易度はどうですか

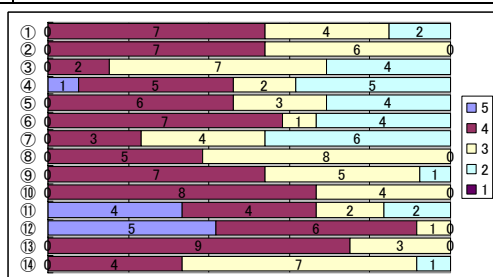


図 6 ST2 アンケート結果

わかったと答えた理由には、Wiki へのアップ状況やチャットでの確認が簡単であるためというものがあった。わからないと答えた理由には、文字のみのコミュニケーションであるためというものや、何をしているかわからないときがある、作業に集中しているとどうしてもチャットが放置になってしまうというものが挙げられた。

また、タグは使いやすかったかという質問では使いづらいという意見が多いが、役に立ったかに関しては肯定的な意見が多く見られた。否定的な理由には、タグの種類を考える必要がある、忘れることがしばしばあった、直接入力するのが面倒であった、肯定的な理由には、タグが意見の主旨を明確にしていた、というものが見られた。タグに関しては、使いづらいがあれば便利であるという意見であった。

5. 考察

今回の実験的検討では、本協調学習方式を実際に本学の学部1年生と2年生対象のSTゼミに適用し、その結果を分析した。ここでは、2つのSTゼミに関する学習ログ、プレ・ポストテストの結果やアンケート結果などから今後の協調学習方式およびシステムの支援機能の方向性について述べる。プレテストとポストテストの結果から、STゼミ1では学習前・学習後のテストの平均点に変化は見られなかったが、STゼミ2では変化が見られた。STゼミ1では設定した複数の学習テーマが、グループのメンバーによって分担され、各自が適宜議論を行うという形がとれてし

まった。そのためSTゼミ2では、作業の分担はあっても複数の学習テーマについて一つずつ議論し、ドキュメントを作成するように制限した。STゼミ1では各学生の担当テーマのみを主に学習する傾向であったが、STゼミ2では全員が各テーマの議論に十分に参加できたことが、テスト結果からも推測できる。次に、チャットで用いられたタグについて述べる。タグの使用に関しては、アンケート結果などから有効性が言えるものの、その記述には学生に対して負担が大きいことがわかった。これはインターフェイスによるものが大きく、選択するだけでタグが挿入されるコンポーネントを追加する必要がある。タグに関して筆者らは、用意されたタグ以外にも議論における発言には協調学習上必要であろう種類のタグがあると考えており、その他タグの利用率から、議論モデルと関連させて新たなタグを模索している。最後にチャット・Wiki ログの分析結果について述べる。チャットログとWikiの更新ログを時系列に並べて観察すると、議論や作業はある段階に分けることができる。大きくは、挨拶などを交わしてお互いを知る段階、議論をする段階、議論している内容をドキュメントにまとめる際の作業の分担を決める段階、作業をする段階などである。また、学習者の発言時間や回数、用いたタグなどを観察すると、協調学習に対し消極的な学習者がいることもわかった。これらのことから、議論・作業過程を考慮した学習モデルを模索し、議論や作業をリアルタイムに支援するシステムを構築する。

6. おわりに

本稿では、遠隔教育における協調学習をコンピュータで支援することを目的とし、本方式を本学の理工学生対象の少人数ゼミで実験的に試用し、会話ログの分析を行った。今後は支援方針で述べたシステムのプロトタイプを構築し、評価を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、平成15年度国立情報学研究所共同研究によるものです。

参考文献

- [1]先進学習基盤協議会(ALIC)(編)，“協調学に関する整理”，eラーニング白書 2003/2004 年度版，P295，オーム社，東京，2003
- [2]井上智雄他，“協調学習における掲示板ユーザの動的グループ化による情報アクセス性の向上”，情報処理学会論文誌 Vol.44 No.10，PP2490-2494，2003/10
- [3]三島雄一郎他，“遠隔教育における協調学習支援システムの一提案”，情報処理学会第65回全国大会講演論文集，PP349-350，2003/3/26
- [4]稲葉晶子他，“分散協調型作業/学習環境における知的議論支援”，電子情報通信学会論文誌 A Vol.J790A No.2，PP207-30，2003/11/13
- [5]伊藤久祥，“Wiki型システムによる研究室内情報共有の試み”，電子情報通信学会技術報告 Vol.103 No.226，PP13-18，2003/7/26