

# 複数グループへの指導が可能な分散型共同学習システム

大河 雄一<sup>1,a)</sup> 渡邊 一規<sup>1</sup> 三石 大<sup>1,b)</sup>

概要：本研究では、ネットワーク上で複数の学習者が複数の異なるグループに別れ描画等を共有して共同学習を行うことができるとともに、教員が指導のために各グループの作業内容を同時に観察でき、必要に応じて介入を可能とする共有ホワイトボードシステム的设计・開発を行ってきた。本報告では、評価のため、本システムを用いた模擬授業を行い、利用ログやビデオから利用状況を調査した。また、アンケートにより本システムで共同学習が実施できること、その指導が行えていることを確認した。

## 1. はじめに

共同学習は、効果的な学習法の一つとして、従来から様々な教育機関で積極的に実施されている。その一つの形態であるホワイトボードを用いた共同学習は、学習者がアイデアを図面化し討論し合うことで、想像力の育成や、学習者同士の促進的相互交流が期待できるため、様々な授業の中で幅広く行われている [1]。また、これをネットワークを通じ遠隔地間で行おうとする試みも存在する [2], [3], [4]。しかし、ホワイトボードを用いた共同学習をネットワーク上で実施する上で、解決しなければならない課題もまだ多く残されている。

多数の学習者が参加する共同学習では、複数の学習者グループが同時に学習活動を行う。その間、指導を行う教員はその活動を俯瞰的に観察して、グループ毎の進捗状況や活動内容を把握する必要がある。しかし、物理的に離れた場所で行うネットワーク経由での共同学習において、同時に複数のグループを観察する仕組みはこれまで明らかとはなっていない。また、共同学習の指導を行う教員は、学習状況の観察の結果、必要に応じて特定のグループあるいは参加者全体に学習活動についての指示やアドバイスを行うといった介入行動をする必要がある。しかし、これまでネットワーク上の共同学習において、このような介入行動を実現する仕組みは提案されていなかった。

この様な問題に関連して、例えば古賀ら [2] は、ネットワーク上で学習者同士がチャットや図形エディタによって意見交換を行い、教員が学習プロセスを観察できるシステムを開発している。しかし、このシステムでは、教員も学

習者と同じクライアントを起動し、学習者の学習状況の観察や学習への介入を行うため、複数のグループを同時に観察し、指導を行うことは困難であった。また、松内ら [5] は、電子黒板を用いて教員の画面を学習者と共有し、必要に応じて操作制御や学生個人に介入が行える TERA KOYA というシステムを開発している。しかし、このシステムはグループを組んで行う共同学習を念頭に置いていない。

これに対し本研究ではこれまでに、遠隔教育環境下での複数のグループによる効果的な共同学習を実現するため、教員が複数グループに対し観察、指導のできる共有ホワイトボードシステム的设计・開発を行って来た [6]。本報告では、開発したシステムを用いて実施した模擬授業による評価実験とその結果について述べる。

## 2. 提案共同学習システム

### 2.1 対象とする共同学習

本研究で提案するシステムは、ネットワークを通じた遠隔間で行う共同学習を対象としている。複数の学習者が、複数の少人数のグループに分かれて作業を行い、その際行うことは、アイデアをホワイトボード上に図示しグループ中で共有しながら意見交換を行い、図示されたアイデアの修正を行い、グループとしての意見をまとめあげる形式を想定している。その際、教員は、各学習者グループの活動の様子を観察し、必要な場合には学習者グループに指摘、指導が行える必要がある。なお、この共同学習の規模は、大学相当の教育機関の中での授業で用いられることを想定し、教員が1人で指導できる人数を考え、1グループ2~6名×2~6グループで、最大36名とすることとした。

### 2.2 システム構成

上記の共同学習を実現するため、共有ホワイトボードシ

<sup>1</sup> 東北大学  
Tohoku University, Sendai, Miyagi 980-8576, Japan  
a) kuri@ei.tohoku.ac.jp  
b) takashi.mitsuishi@cite.tohoku.ac.jp

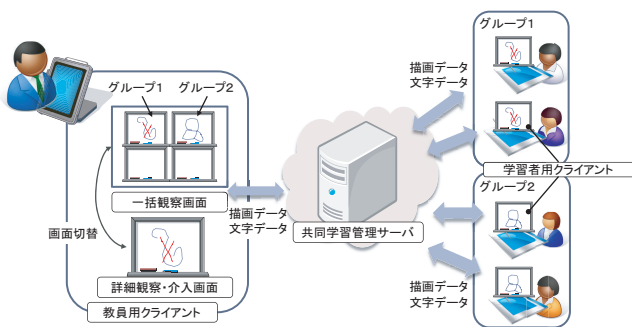


図 1 システム構成の概要

システムの開発を行った [6]. システムの概要を図 1 に示す. 本システムは, 複数の学習者が参加する共同学習において教員がその指導を可能とする共有ホワイトボードを実現するため, ①ページ機能を持つ共有ホワイトボードを備え, 学習者達が学習活動を行う学習者用クライアント, ②教員が学習者の観察, 指導を行うための教員用クライアント, ③複数の学習者と教員の各クライアント間で描画等のデータのやり取りを行うためのサーバの 3つのサブシステムからなる. 以下に各サブシステムの概要について述べる.

### 2.3 学習者用クライアント

学習者用クライアントは, 共有ホワイトボード機能, 文字チャット機能, 教員呼び出し機能を備えている. 学習者クライアントの動作例を図 2 に示す.

共有ホワイトボード機能は, ネットワーク上での共同学習を行う際に, 議論等を行うための中心となる機能であり, ペンの色や太さを選択して, クライアントのホワイトボードエリアへ書き込んだ内容が, 所属グループのメンバーと共有される. また, 複数のページを切り替えながら利用できるようページ切り替えボタンを配置し, 進む, 戻るボタンでページ遷移およびページの追加が可能となっている.

文字チャット機能は, ネットワーク上での共同学習の中で意見交換を行うための機能の一つであり, 画面右下のテキスト入力部に入力した内容がメンバーのクライアントのチャット表示部に表示される. なお, チャット表示部には, 学習者同士の会話によるメッセージだけではなく, 教



図 2 学習者用クライアント

員が送信したメッセージやシステムからのメッセージも表示されるため, 色分けにより判別が可能となっている.

本システムでは, 学習者の状況は教員が観察を通じて把握することを基本としている. しかし, グループ数が多くなった場合など, 教員が全てのグループの詳細を即座に把握できるとは限らない. また, 学習者が教員に質問をおこなうことも考えられる. そこで, 教師アイコンをクリックすることで, 学習者からも教員を呼び出せる機能を備えている.

### 2.4 教員用クライアント

教員用クライアントは, 共同学習の指導を可能とするため, グループ全体を俯瞰して観察する一括観察機能, 特定のグループを注目して観察する詳細観察機能, 任意のグループに対して描画介入を行う介入機能, グループの構成を管理するグループ編集機能を備えている.

一括観察機能は図 3 に示すように, 各学習者グループに対応するホワイトボードを縮小して配置し, 各グループの共有ホワイトボードへの描画内容を対応するホワイトボードに描画することで, 全グループを俯瞰的に観察可能としている.

詳細観察・介入機能は図 4 に示すように, 観察したいグループのホワイトボードの描画内容を原寸大で表示し, 一括観察では見ることのできない文字チャットでの会話内容と合わせて詳細な観察を可能とするとともに, 必要に応じて文字チャット・共有ホワイトボード上に直接書き込み指

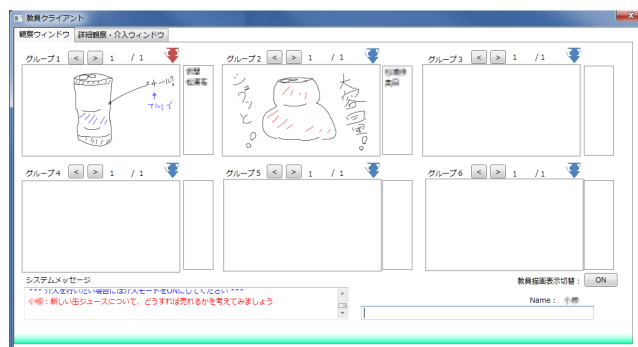


図 3 一括観察時の用クライアント

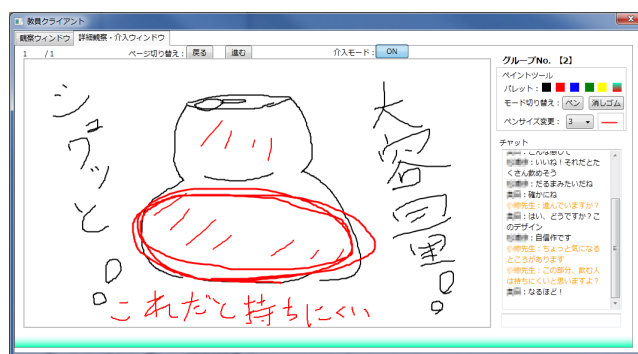


図 4 詳細観察・介入時の教員用クライアント



図 5 模擬授業時の学習者の様子

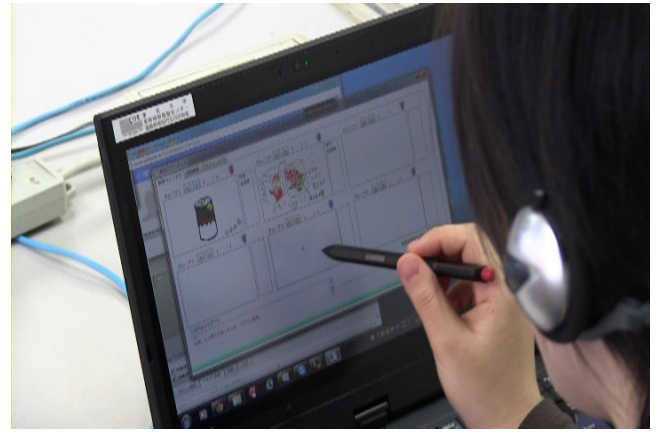


図 6 模擬授業時の教員の様子

導を行うことが可能である。なお、グループの選択は一括観察機能で配置した縮小されたホワイトボードから、目的のグループを選択することで行う。

グループ編集機能は、教員が共同学習に参加する学習者のグループ分けを行うための機能である。この機能を通じて、教員は学習者を各グループに振り分けることが可能である。

### 3. 評価実験

本システムを用いて対象とする共同学習が実施可能であるかを確認するため、模擬授業による評価実験を行った。

#### 3.1 模擬授業の設計

模擬授業は、被験者をコンピュータの操作に慣れた大学生・大学院生 5 名とし、途中 10 分の休憩をはさみ前後 45 分の計 90 分の講義とした。被験者のうち、過去に教職に関わる科目を専攻し教育実習を行ったことがある 1 名を教員役とし、残りの 4 名を学習者として、2 名ごとの 2 グループでの共同学習とした。また、ネットワーク上での学習を考慮するため、表 1 に示すように、それぞれが干渉しないよう部屋を分けるとともに、部屋内においても席を離れた上で仕切りを置き、イヤフォンを使用させることとした。一方、グループ内での音声通話のためには、あらかじめグループメンバー同士を Skype で結び、必要に応じて教員役の学生がこれに参加することとした。なお、システムに慣れるため、模擬授業の前までに、システムの説明と試用を行う機会を与えることとした。

授業の内容は、テーマを“新しい飲み物のパッケージの検討”として、前半の 30 分程度をかけ、Ustream 配信を利用した前提条件の説明を行い、残りの 15 分程度で個人のアイ

デアをそれぞれ描画させる。後半は 35 分程度をかけて、グループ内でアイデアをまとめ、残りの時間で Ustream 配信を利用して、教員から各グループの講評を行うものとした。実際の模擬授業の様子を図 5、図 6 に示す。

#### 3.2 評価方法

本システムの評価は、模擬授業終了後に行うアンケートと、模擬授業中の学習者、教員のシステム利用ログ、被験者の行動を撮影した動画の分析から行う。アンケートの質問項目は、学習者については、本システムが学習者同士のコミュニケーションツールとして十分利用できているか、本システムを利用しながら学習者が自分以外の学習者、教員の存在を十分に意識できているか、教員については、本システムで実装した一括観察、詳細観察機能、介入機能を用いることで、学習者の学習活動を支援することができ、授業を円滑に進めるための支援が行えたかについて、小項目を設けた。アンケートでは 5 段階評価 (5: そう思う, 4: ややそう思う, 3: どちらでもない, 2: あまりそう思わない, 1: そう思わない) の他、必要に応じ複数選択、自由記述を設けた。

#### 3.3 実験結果：システム利用ログから見た利用行動

グループ毎の描画と文字チャットの利用回数の時間推移による変化について、ビデオ記録と比較しながら、模擬授業でシステムがどのように用いられたのかを確認した。

##### 3.3.1 学生

はじめに、グループ 1 の文字チャットと線描画の利用回数の 5 分ごとの推移を図 7、図 8 に示す。グループ 1 は、描画回数が増えると文字チャットが減り、描画回数が減ると文字チャットが増えるといった使われ方であった。例えば、図 8 において経過時間 50~55 分の間で文字チャットの回数が急激に伸びている。これは 43 分 42 秒に教員が各グループに対し Ustream から、まだ個人で学習しているグループは共同で話し合うよう指示を行っており、その後 50 分 07 秒に学習者 B に対しどうグループでまとめていくか

表 1 被験者のグループ分け・部屋の配置

被験者	教員	学習者 A	学習者 B	学習者 C	学習者 D
グループ	—	グループ 1		グループ 2	
部屋	部屋 1	部屋 2	部屋 3	部屋 2	部屋 3

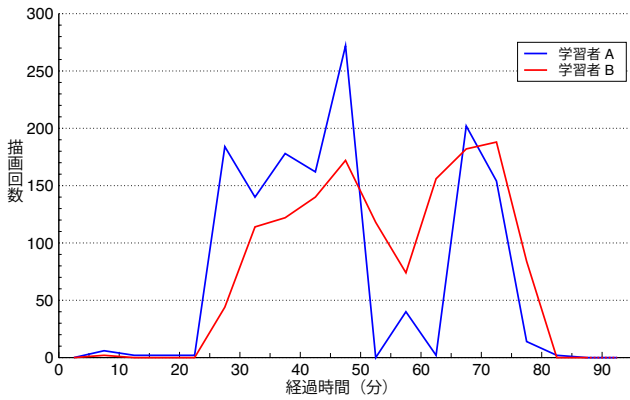


図 7 グループ 1 の描画利用回数の時間推移

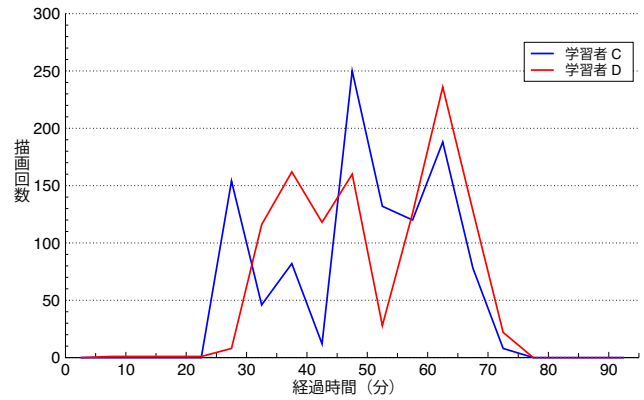


図 9 グループ 2 の描画利用回数の時間推移

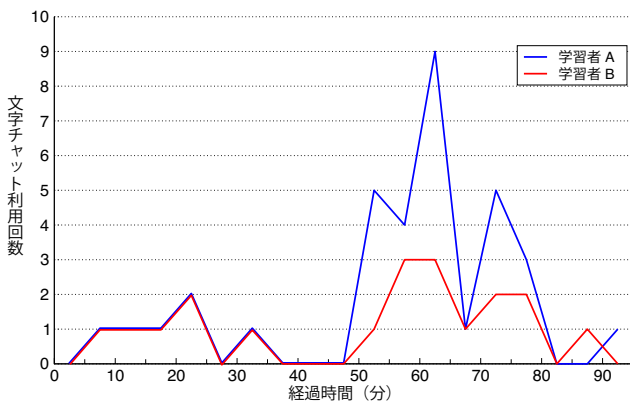


図 8 グループ 1 の文字チャット利用回数の時間推移

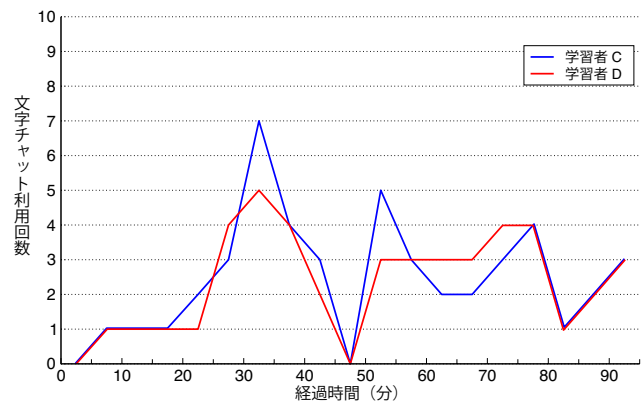


図 10 グループ 2 の文字チャット利用回数の時間推移

の話し合いを求め、学習者 B がそれに応じて議論が始まったことによる。

次に、グループ 2 の文字チャットと線描画の利用回数の時間推移を図 9、図 10 に示す。こちらは描画、文字チャットが同時に利用されており、議論を行いながら描画していることがわかる。しかし、45～50 分の間で、今まで行っていた文字チャットが突然途絶えており、反対に、描画利用回数が伸びていることが確認できる。これは、この直前、43 分 01 秒に、学習者 C が D に対し具体的なデザインの提案をしており、その提案を元に学習者 C、D 共に、文字チャット上で議論した内容を実際に描画してみるという行動を始めた結果である。

### 3.3.2 教員

教員が、複数のグループの学習活動をどのように観察していたのかについても分析を行った。教員が詳細観察・介入画面を用いて各グループに対し詳細観察・介入(注目)を行った時間を積み上げて表示したグラフを図 11 に示す。

本実験において、教員役の被験者が実際にシステムを利用した授業を開始したのは、9 分 44 秒頃からである。そのため、経過時間 10 分以降で、各グループの詳細観察画面に注目を始めている。経過時間 20 分頃までの間は、テーマの説明を行いながら文字チャットによる反応を求めており、教員は頻繁に各グループを切り替えながら、文字チャット

の内容を確認していた。

図 11 から、経過時間 30～45 分にこれまでよりも注目時間が伸びていることがわかる。図からは、35～45 分間にグループ 2 を、30～35 分および 40～45 分間にグループ 1 を長く注目していることがわかる。このとき、教員は各学習グループの文字チャットログを確認して回りながら、グループが学習につまずいていないかを確認していたことがビデオログから確認されている。また、後半になるにつれて描画されたアイデアも増えたため、注目時間も伸びたのではないかと考えられる。

本実験では、経過時間 40 分 45 秒から 50 分 8 秒の間の 10 分弱を教員が休憩時間と宣言していた。その間、学習者は作業を続けていたが、教員が一時的に端末の前を離れたこともあり、図 11 においても 45～50 分の間、注目時間が 50 秒を下回っていることがわかる。

経過時間 60～65 分の間、グループ 1 の注目時間が 200 秒を超え、逆に、グループ 2 の注目時間は非常に低い値となっている。これは、教員が 62 分 16 秒から 64 分 48 秒の間、グループ 1 に対し描画介入を行っていた結果である。反対に、65～70 分の間は、グループ 1 の注目時間が非常に低くなっている。この区間には、詳細観察の後、68 分 22 秒から 69 分 40 秒の間グループ 2 に対する描画介入が行われていた。



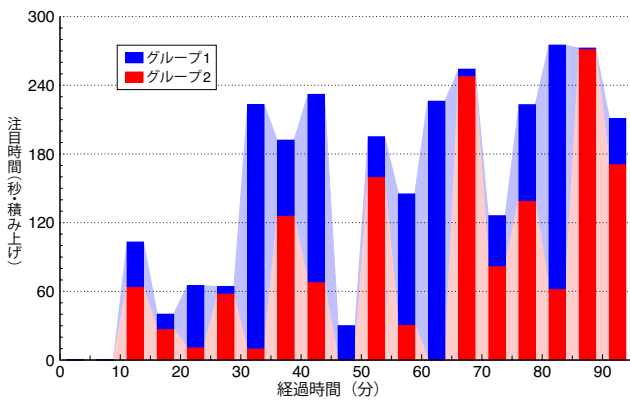


図 11 教員の各グループに対する詳細観察・介入時間 (積み上げ)

図 11 から経過時間 70～75 分の区間では、各グループに対する注目時間が一時的に低下していることが分かる。これは、この区間のうち 70 分 29 秒から 72 分 23 秒の間、教員は一括観察画面を利用して全グループの俯瞰的観察を行っており、そのため詳細観察の時間が減ったことによる。

一方、経過時間 80 分以降、注目時間が長くなっているのは、教員が学習者に対し Ustream を通じて、各グループの作成したアイデアを見せながら評価を行ったことによる。

### 3.4 アンケートによる評価結果

#### 3.4.1 学習者

学習者に対して実施したアンケートの結果を表 2 に示す。最初の 3 つの質問項目は、本システムがコミュニケーションツールとして学習者をサポートできていたかについてのものである。結果からは、共有ホワイトボード機能、文字チャット機能共に、非常に高い評価が得られている。アンケートの自由記述からも、「便利である」「使いやすい」との意見が得られ、提案システムは共同学習のためのコミュニケーションツールとして十分な印象を与えたことが分かる。

一方、残りの 4 つの質問項目は、他の学習者や教員の存在を十分に意識して取り組んでいるかについて尋ねたものである。結果からは、「そう思う」の強い肯定の回答は少なく、「どちらでもない」との回答も見られた。例えば、「教員からの観察により緊張感や安心感をもって学習できた」かの質問に注目すると、半数が「どちらでもない」という意見であり、低い結果となっていることがわかる。本実験においては、教員が学習者の学習活動を観察していることは既に教員の口から伝わっており、何度か教員が各グループの学習内容に対するコメントを述べていたことから、学習者全員に教員が観察していることを意識可能と予想していたものの、期待された緊張感や安心感は学習者は感じにくかったようである。

また、教員からの直接指導中に学習者の描画制限される機能についての質問では、否定的な回答はないものの 3～5

表 2 学習者アンケートの結果 (N=4)

質問項目	評価 (人数)					平均
	5	4	3	2	1	
共有ホワイトボードを通じて自らの意見が表現できた	3	1				4.7
共有ホワイトボードを通じて他者の意見を確認できた	2	2				4.5
文字チャットを通じた意見交換が役に立った	3	1				4.7
他者の存在を意識して共同共有ができた	2	2				4.5
教員の観察により緊張感や安心感をもって学習できた		2	2			3.5
教員からの直接指導により活動内容の善し悪しを認識できた		4				4
教員からの直接指導中に操作が制限されるのは適切である	1	1	2			3.8

※評価 5～1 は、そう思う～そう思わないに対応

表 3 教員アンケートの結果 (N=1)

質問項目		5 段階評価値
一括観察	複数グループの活動状況の把握に役立った	4 (ややそう思う)
	全体へのチャット送信機能は必要	4
詳細観察・介入機能	注目グループの活動状況の把握に役立った	4
	文字チャットへの参加が活動状況の把握に役立った	5 (そう思う)
	学習の進め方にアドバイスできた	4
	学習の内容に指導ができた	4
	介入指導中に学習者の描画を制限することは役に立った	2 (あまりそう思わない)

に分かれた回答となっている。この理由としては、学習者が、教員からの介入操作があったと気付かない場合には操作制御に気付かず、ただのシステムの誤動作で操作が効かないと誤認識してしまっていたことが背景にあるのではと考えている。ビデオログからも、教員が指摘を行っている様子をじっくり見ている学習者と、完全に気付かずページを移動しようとする学習者が見られた。このことから、学習者の作業をどの程度制御して介入を行うべきか、また、教員からの介入の開始をどのように気づかせるかについても再度検討を行う必要があると考える。

#### 3.4.2 教員

本システムで実装した教員による共同学習指導用の各機能に対する印象についてのアンケート結果を表 3 に示す。

結果からは、全体として高い評価が得られたものの、介入機能を利用中に学習者の操作を制御する機能の必要性に関しては低い評価となった。教員の自由記述からも、「介入している間、生徒達は書き込むことは出来ない。(時間的制約が気になる)」と言った意見が得られており、今回実装したシステムでは、教員が介入している間、学生はホワイトボードへの操作を行うことができず、これにより、限られた時間の中で学習者の作業を制止してしまうことに抵抗

感があったため、このような評価になったと考えられる。

#### 4. 既存研究との比較

本システムと既存研究で開発されたシステムとの機能の比較を行った。比較項目は、学習者同士が議論するための機能、教員が共同学習を管理するための機能の2つに、模擬授業により明らかとなった課題を加えて10項目を選んだ。ここで比較する既存研究としては、先に挙げた古賀らの協調学習ツール [2]、松内らの開発したTERAKOYA [5]に加え、伊藤らの共有ホワイトボードシステム [3]とした。表4に比較結果を示す。

全体を通してみると、提案システムは、既存研究と比較し教員が共同学習を管理するための機能についての多くを備えていることがわかる。特に、複数の学習者グループの俯瞰的観察の機能は、他の既存研究にはない独自の機能であることが分かる。しかし表からは、いくつかの課題も確認できる。一つは、音声チャットが既存システムを含めてもシステムの機能として実現されていないことである。提案システムでは音声チャットをSkypeなどの外部アプリケーションを用いて模擬授業を行ったが、操作が複雑になってしまい、あまり利用されなかった。これは他のシステムでも同様であり、共同学習中に容易に利用できるよう、システムの機能として実装することが今後の課題となる。また、模擬授業の中で明らかとなった課題に着目すると、他のグループへ向けた行動もどのシステムでも実現されていない。共同学習において、他のグループとの交流は良く行われることであり、これを解決することは今後の重要な課題であると考えられる。また、操作制御の切り替えについて、松内らのシステムでは、教員は学習者に対しホワイトボードへの描画権を操作できることとしており、教員による介入が学習の妨げにならぬよう配慮されている。提案システムでも同様に学習者の操作の切り替えが行えるようにすることでより利便性が高まると考えられるため、今後の課題としたい。

表4 既存研究との比較

比較項目	システム			
	本研究	古賀ら	松内ら	伊藤ら
共有ホワイトボード	○	×	○	○
文字チャット	○	○	×	○
音声チャット	×	×	×	×
複数グループの俯瞰的観察	○	×	×	×
グループを1つ選んでの観察	○	△	△	×
グループを1つ選んでの介入指導	○	△	△	×
学習者の操作制御	○	×	○	×
学習者から教員への質問	○	×	○	×
異なるグループへの行動	×	×	×	×
操作制御の切り替え	×	×	○	×

#### 5. まとめ

本研究は、教員の俯瞰的観察と直接指導がネットワークを通じた遠隔地間で可能な、分散型共同学習の実現を目的としてきた。そのために、共有ホワイトボードを備えた学習者用クライアント、学習者グループの俯瞰的観察と直接指導が可能な教員用クライアント、これらを仲介する共同学習管理サーバからなる共有ホワイトボードシステムの開発を行って来た。

本報告では、このシステムを用いて模擬授業を行い、取得したビデオログ、システム利用ログから、学習者が本研究で実現を目指した共同学習が行えていることを確認し、教員も一括観察、詳細観察を使い分け、必要に応じて介入を行い学習者の指導が行えていることが明らかとなった。アンケートの結果からも好意的な意見が多く、本システムは対象とする共同学習において有用性があると考えられる。

しかし、音声チャットの不便さや他グループへの交流に関する機能の不足、教員による学習者の操作制御の不満など、多くの課題が存在していることも明らかとなった。これらの課題を解決することで、更なる有用性が期待できる。また、共同学習は非常に多くの種類が存在するため、今回行った模擬授業以外の形式にも利用し、提案システムがどのような場面で最も大きな有効性を発揮するのかを検証することも必要と考える。

謝辞 本研究の一部は、科研費(23501092 および 24700884)の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] 小林 敬一：授業に内在化している評価過程の共同構成，静岡大学教育学部研究報告(人文・社会科学篇)，Vol.52, 279-292 (2002).
- [2] 古賀明彦，西山晴彦ら：協調学習における学習プロセス設計および学習環境提供技術の開発，IPA 情報化共通基盤開発事業 報告書 (2007).
- [3] 伊藤清美，酒井三四郎ら：協調学習支援のための共有ホワイトボードの開発と評価，日本教育工学雑誌 Vol.27, Suppl., 77-80 (2003).
- [4] 金子大輔，登り口泰久：相互評価やグループ学習を支援するシステムの開発と基礎的情報教育での利用，日本教育工学会論文誌，Vol.31, Suppl., 33-36 (2008).
- [5] 松内尚久，西内悠祐ら：遠隔補習支援システムを利用した「寄り添い教育」を目指す実践と評価，教育システム情報学会，179-184 (2011).
- [6] 渡邊一規，三石大，大河雄一：遠隔共同学習における複数グループへの指導が可能な共有ホワイトボードシステムの開発，教育システム情報学会研究報告，Vol.27, No.5, 29-36 (2012).
- [7] 菅谷真行，五十嵐晃ら：チャットシステムと共有ホワイトボードの複合利用，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.98, No.35, 72-75 (1998).
- [8] 鈴木宣也，藤幡正樹：多人数参加型の共有お絵描きシステムの開発とインタラクションデザイン，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.15, No.2, 139-146 (2010).