

協調学習におけるグループ知識体系化モデル

神戸 雅一 佐藤 宏之
NTT 情報流通プラットフォーム研究所

COLLABONAVI とはネットワーク上に構築した学習空間において、文字ベースの非同期メッセージの参照・記入によるコミュニケーションを主体とした協調学習を支援するシステムである。本稿では、協調学習における学習者の活動に焦点を当て、「個人による情報の内化」「個人による情報の外化」「グループによる情報の内化」の3つの状態をもつグループ知識体系化モデルを提案するとともに、そのモデルの妥当性に関する検証実験について報告する。

Group Knowledge Systemization Model in Collaborative Learning

KANBE, Masakazu SATO, Hiroyuki
NTT Information Sharing Platform Laboratories

COLLABONAVI is the system that supports collaborative learning through the communication, which is mainly based on the exchange of characters messages. This paper focuses on learners' activities, and proposes a Group Knowledge Systemization Model, that has three learners' states; Personal Internal Process, Personal External Process and Group Internal Process, and reports a verification of this model.

1 はじめに

複数の学習者が互いに協力して学習を進めていく教育システムのアプローチとして、コンピュータ支援による協調学習(Computer Supported Collaborative Learning)が提唱されている[1]。コンピュータを利用した学習支援システムはいくつかあり、そのなかで協調学習の支援を目的としたものは学習者間でのコミュニケーションを重視するアプローチが取られている。

本研究では協調学習を、学習テーマに対し個々の学習者の学習成果をグループで共有し、共通の理解を得る学習行為と定義する。このような協調学習を遂行するうえで、学習者は教材やグループに所属するメンバの学習成果などをベースとして議論や質疑応答を行う。さらに学習グループでの質疑応答や議論の履歴を学習グループで共有することにより、学習者は個人での学

習では得られない協調学習特有の学習効果を得る。これまでの協調学習の研究は、このような従来の授業や独学では得られない協調学習特有の学習効果を目的とし進められてきた。なかでも、学習者間で行われるコミュニケーションをいかに効率的にするかというアプローチを取った研究が数多く行われている[2][3][4]。

協調学習を支援するうえでの課題は大きく分けて2つあるとされている。1つは学習者相互のコミュニケーションにより、個人やグループによる理解のプロセスをどう引き出すかという点である。ここでいう個人やグループによる理解のプロセスとは、個々の学習者の学習成果の披露、他者の知識との比較による自己の知識の評価、協調のための知識の統合や再構築などという。2つめは学習者相互のコミュニケーションをどう潤滑に行うかという協調学習環境の設

計であるとされている[5].

本研究では、この2つの課題のうち、個人やグループによる理解のプロセスをいかに引き出すかということをも目的とした。そのため個々の学習者からグループ全体へと波及する学習プロセスの流れを想定したグループ知識体系化モデルを提案する。学習者相互のコミュニケーションを潤滑に行わせるための協調学習環、協調学習ナビゲーションシステム COLLABONAVI にグループ知識体系化モデルを実装し、モデルの妥当性を検証した。

2 研究の背景

2.1 協調学習ナビゲーション

協調学習ナビゲーションとは、学習グループがある共通の学習テーマを設定し、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[6][7]。この手法において、グループは教材理解の際に残した教材に対する評価及びコメントや質疑応答や議論の内容をメッセージとして共有する。このようなメッセージや評価から構成される情報が、個々の学習者の学習活動をナビゲーション(誘導)し、学習者の理解を効率化する。

2.2 協調学習ナビゲーションのフロー

協調学習ナビゲーションでは4つのフェーズから構成される学習フローを提案している。このフローを図1に示す。

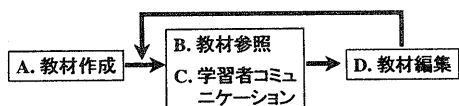


図1 協調学習ナビゲーションのフロー

A. 教材作成フェーズ

学習グループが最初の教材を作成することから協調学習ナビゲーションのフローは開始する。

協調学習ナビゲーションでは、学習グループの外部にある情報を教材として用いる。学習者グループは学習テーマを設定し、そのテーマを細分化した小テーマを設定する。学習者は、小テーマに関連する外部の情報を見つけ、教材に使えるものを小テーマごとに構造化する。外部の情報を教材とする際に、学習者は他の学習者が外部の情報を教材として利用する際に役立つと考えられる自己のメッセージを付与する。

B. 教材参照フェーズ

Aで作成された小テーマごとに構造化された外部情報からできた教材を学習グループで共有する。個々の学習者は、「外部情報」、「外部情報に対する他者のメッセージ」等を参考にして学習を行う。

C. 学習者コミュニケーションフェーズ

学習者グループのメンバは他の学習者と教材を共有し、学習者同士で質問・回答・意見交換・議論などをしながら学習テーマに対する理解を深めていく。学習者同士でのメッセージ交換の履歴もシステムによって付加される。

D. 教材編集フェーズ

Cにおける学習者間でのメッセージ交換や教材となっている外部情報を参照し、学習グループで、新たな外部情報を教材に付加し、教材の編集や拡張を行う。

このようなAからDまでのフローを繰り返す環境を学習者に提供し、協調学習を支援することが協調学習ナビゲーションという手法の特徴である。

2.3 グループ知識体系化モデル

本節では、教材をベースとした学習者のコミュニケーションに焦点を当て、2.2で定義した協調学習フロー内の「教材参照」と「学習者コミュニケーション」についてモデル化する。

2.3.1 情報の内化・外化

協調作業における情報の内化と外化という概念は、文化人類学者 Hutchins が提唱した概念である [8]。Hutchins の提唱する内化という用語は、外部にある知識を内部に取り込み整理し自ら利用可能なものとするプロセスを示す。一方、外化という用語は、自らの内部にある知識を抽出し外部に公開し、他が利用可能なものとするプロセスを示す。

Hutchins は内化・外化という概念をある作業グループにおける作業プロセスを分析した結果に基づき提唱した。彼は分析対象としてグループ全体に焦点を当てたため、情報の内化・外化というプロセスがグループ全体で行われるものか、グループに所属する個人で行われるものかという明確な区別は行っていない。

本研究では、学習プロセス間の関係をモデル化するため、Hutchins の概念を協調学習に適用し、情報の内化・外化というプロセスを個人によるものとグループによるものとに分類し以下に整理した。

- (1)個人による情報の内化
- (2)個人による情報の外化
- (3)グループによる情報の内化
- (4)グループによる情報の外化

なお、今回提案するグループ知識体系化モデルではある単一の学習グループ内に関じた学習形態を想定しているため、(4)のグループによる情報の外化についてはグループ知識体系化モデル内には組み込まず省略する。

2.3.2 個人による情報の内化・外化

協調学習は、グループのメンバである個々の学習者による外部情報の理解から始まる。個々の学習者は、自らの外部にある情報を取り込み理解・解釈を行い、個人の知識として蓄える。このプロセスを個人による情報の内化と呼ぶ。

個人による情報の内化において、個々の学習者は、外部情報の評価や、個々の学習者の持つ既存知識と外部情報の融合を行う。そのため個人による情報の内化の結果として得られる知識は、個人のみで所有されグループで共有されることはない。

次に、個人による情報の内化を行った個々の学習者は、蓄えられた個人の知識を抽出して他の学習者に公開する。このプロセスを個人による情報の外化と呼ぶ。個人による情報の外化において、個々の学習者は、個人による情報の内化を通じて得られた知識を、再構成し自分以外の学習者が再利用できる形にする。個人による情報の外化は、外部情報に対する感想や要約という形で、グループで共有される。

2.3.3 グループによる情報の内化

個人による情報の内化・外化は、個人学習を説明しているが、協調学習ではグループによる情報の内化というプロセスが存在する。グループによる情報の内化とは、例えば、グループ内に公開された教材としての外部情報や個人による情報の外化の結果に、メッセージの交換を通じ共通の解釈を与え、整理しグループ全体の知識として蓄えていくプロセスである。グループによる情報の内化というプロセスを通じ、学習グループは共通の問題意識を共有し、学習テーマに関する理解を行っていく。

グループによる情報の内化は、個人による情報の内化と類似している。個々の学習者は学習テーマを理解する際に、教材に対して情報の評価や整理を行う。同様に、学習グループでは、個人で行うように外部情報の評価や整理を行うために議論を重ねる。このプロセスを通じ、グループのメンバ同士の知識を融合し、情報の評価や整理を行うため、これらのプロセスをグループによる情報の内化として定義する。グルー

ブによる情報の内化は、議論や質疑応答という形式を取るため、質問、回答、賛成、反対、伝言という学習者間で交わされるメッセージで共有される。

2.3.4 グループ知識体系化モデルの提案

これまで述べた学習グループでの活動を連結したものが、図2に示したグループ知識体系化モデルである。

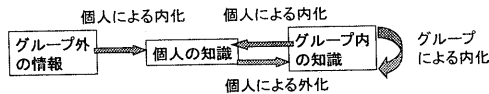


図2 グループ知識体系化モデル

グループ知識体系化モデルの特徴は、個人による情報の外化の結果を共有することで、グループによる情報の内化を活性化させることにある。個々の学習者が個人による情報の外化の結果をグループで共有する。学習グループは共有された個人による情報の外化の結果であるメッセージを活用し、教材の理解を行うと仮定した。このように仮定する理由は、単にホームページを参照するよりも、学習グループのメンバーである個々の学習者による情報の外化の結果を付与することで他の学習者の理解が高まると想定されるからである。

さらに、学習グループは個々の学習者の外化の結果であるメッセージを発端としてグループによる知識の内化である質疑応答やディスカッションを活発に行うと仮定した。このように仮定する理由は、教材について直接議論を行うよりも、それを理解した学習グループのメンバーを介して抽出した情報をもとに議論を行わせた方が、活発に行うことが想定されるからである。

3 COLLABONAVI

グループ知識体系化モデルを実際の学習に適用するためのシステム COLLABONAVI がある [6][7].

COLLABONAVI は協調学習クライアントー協調学習サーバから構成される。クライアントーサーバの構成を図3に示す。

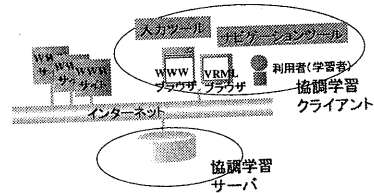


図3 クライアントーサーバの構成

教材エディタ

COLLABONAVI では、WWW 上のホームページを教材として使用する。WWW 上の教材を使用する理由は、学習者の教材コンテンツ作成の負担を軽減することにある。教材作成をする学習者は、学習テーマを理解するためにブラウジングしたホームページを教材エディタに登録することで簡易に教材作成を行うことができる。教材作成を行う学習者は、教材として登録するホームページの URL とそのホームページに対するメッセージを付与する。このメッセージは教材を作成する学習者個人による情報の外化の結果として登録されるものであり、学習グループで共有される。教材エディタの画面例を図4に示す。

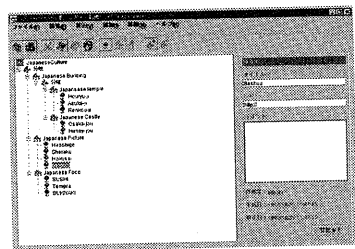


図4 教材エディタの画面例

コミュニケーター

コミュニケーターは教材エディタ作成された教材を学習グループ共のなかで共有し、学習テーマ理解のためのコミュニケーションを行うツールである。コミュニケーターは、ワールドマップ、

メッセージボックス、チャットボックス、ページ情報の各ウィンドウから構成される。

教材として登録されたホームページは、ワールドマップウィンドウに構造化されたブックマークの形で個々の学習者に提示される。学習者がワールドマップを操作すると、WWWブラウザに教材として登録されたホームページが表示され、同時にホームページを登録した学習者の個人によるホームページ内の情報の外化の結果であるメッセージがノート情報ウィンドウに表示される。

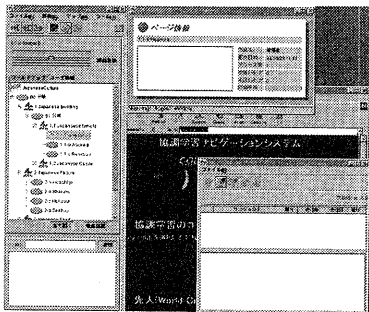


図5 コミュニケータの画面例

学習グループのメンバは、メッセージやホームページを参照しながら、個人による情報の内化というプロセスを通じ、知識の獲得を行う。個人による情報の内化により知識を獲得した学習者は、他の学習者が利用可能なメッセージに情報を外化する。この個人による情報の外化の結果を、メッセージボックスウィンドウに登録する。学習グループのメンバは個々の学習者の情報の外化の結果であるメッセージをメッセージボックスウィンドウを通じ参照し、それに基づいて、グループによる情報の内化として現れるメッセージ交換による質疑応答やディスカッションを行う。これらのメッセージを登録する際に、学習者はメッセージに対して個人による情報の外化の結果であることを示す「感想」「要約」と、グループによる情報の内化であることを示す「伝言」「賛成」「反対」「質問」「回答」と

いったタグを付与することができる。このようなメッセージタグを用意したのは、個人による情報の外化やグループによる情報の内化に関するメッセージを登録する際に、学習者自身が自らの立場を明確にし、発言させることを目的とした。

4 検証実験

グループ知識体系化モデルの検証を行うために以下の実験を行った。

4.1 目的

本実験はグループ知識体系化モデルの、個人による情報の外化の結果をグループで共有することによりグループによる情報の内化を表す議論が活性化し、学習効果が向上するという特徴を検証するために以下の仮説を設け検証した。

(1)個人による情報の外化を通じ生成される個人での学習成果をグループで共有することにより、グループによる情報の内化を示すグループでの議論履歴に関するメッセージ数が増加し、その質も変化する

(2)個人による情報の外化を通じ生成される個人での学習成果をグループで共有することにより、グループのメンバの学習効果が向上する

なお個人による情報の外化を計測するため、これと強い正の相関があると考えられる個人の学習成果に関するメッセージ数を、グループによる情報の内化を計測するため、これと強い正の相関があると考えられるグループの議論履歴に関するメッセージ数をそれぞれの指標とした。

4.2 実験概要

本実験では、個人の学習成果を共有することによって、グループでの議論の活性化と学習効果の向上を評価する。そのために、個人による情報の外化の共有を積極的に行わせる実験群と個人による情報の外化の共有を制限した対象群

の2群を設けて実験を行った。

実験期間：2週間

実験用教材：環境問題の原因と対策についての11のホームページから構成される教材

学習者：実験群6名と対象群6名の計12名

実験時の学習テーマである環境問題について特別な知識はないユーザを学習者とした。

実験条件：

実験群

実験群に対しては個人による情報の外化の結果であるメッセージをグループで共有させようとして、グループ内でのコミュニケーションを行わせ、学習テーマの理解を支援する環境を用意した。実験群に対しては以下を実験時の条件とした。

- (1) ホームページを教材として登録した学習者個人の学習成果であるメッセージを、コミュニケーションのノート情報ウィンドウと、ホームページに対応するメッセージボードに提示すること
- (2) 個々のホームページに対して個人の学習の成果であるメッセージを登録してから、他の学習者と自由に学習テーマ理解についてのコミュニケーションをする旨の指示を与えること

対象群

対象群に対しては、個人の学習成果であるメッセージをグループで共有せずにグループ内でのコミュニケーションを行わせ、学習テーマの理解を支援する環境を用意した。対象群に対しては以下を実験条件とした。

- (1) 教材として提示されるのは、ホームページのみで、ホームページを教材として登録した学習者個人の学習成果であるメッセージは提示しないこと
- (2) 他の学習者と学習テーマについての自由に

コミュニケーションをする旨の指示を与えること

これ以外の実験条件として、実験群・対象群の学習者には、メッセージボードにメッセージを登録する際に「感想」「要約」「伝言」「質問」「回答」「賛成」「反対」のなかからメッセージの内容に対して適切なタグをつけるよう指示した。そして以下の指標に基づき実験群と対象群での比較を行い実験結果の考察を行った。

- (1) システムへのログイン時間
- (2) メッセージ数の比較
- (3) メッセージ構造の比較
- (4) 学習効果の比較

5 実験結果と考察

5.1 ログイン時間の比較

学習者がCOLLABONAVIにログインしてからログアウトするまでの時間をログイン時間とし、平均ログイン時間を実験群と対象群で比較した。その結果を表1に示す。

表1 平均ログイン時間の比較

	平均ログイン時間(分)
実験群	186.7
対象群	192.3

有意差検定の結果、5%水準で有意な差は見られず、両者のログイン時間に差はないと判断した(t検定： $t=-0.43$)。この結果から両群におけるCOLLABONAVIの使用状況は同等であったと推測する。

5.2 メッセージ数の比較

実験群と対象群のそれぞれに所属する学習者が残したメッセージ数の比較を行った。この際両群におけるメッセージ総数を個人の学習の成果である「感想」「要約」のタグをつけて登録されたメッセージと、グループでの議論履歴である「伝言」「賛成」「反対」「質問」「回答」のタグをつけて登録されたメッセージの2種類に分

けメッセージ数を比較した。その結果を図 6 に示す。

図 6 に示したように、個人の学習成果、グループでの議論履歴とともに、実験群のメッセージ数が対象群のメッセージ数を上回っていた。それぞれを有意差検定したところ、5%水準で有意差があった(個人の学習成果: χ^2 検定; $\chi^2=8.00$, グループでの議論履歴: χ^2 検定; $\chi^2=3.87$)。

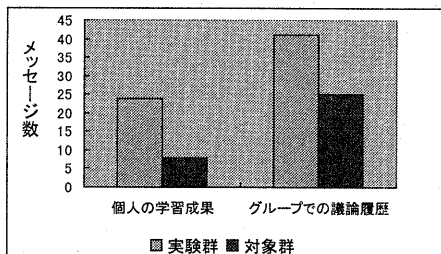


図 6 メッセージ数の比較

また、教材とした 11 のホームページごとにメッセージ数をカウントし、個人の学習成果に関するメッセージ数とグループでの議論履歴に関するメッセージ数の間で、その相関をとった。実験群と対象群の相関係数を表 2 に示す。

表 2 個人の学習成果とグループでの議論履歴の相関

	相関係数
実験群	0.700
対象群	-0.340

表 2 に示したように、実験群においては個人の学習成果の出現とグループでの議論履歴の出現に強い正の相関が見られた。一方、対象群においては弱い負の相関が見られた。

図 6 にあるよう、個人の学習成果を示すメッセージ数に有意差が生じたことは、個人の学習成果を積極的に共有する実験群と、個人の学習成果の共有を制限する対象群との実験条件の違いが要因であることが推測される。グループによる情報の内化を示すグループでの議論履歴に関するメッセージ数に有意差が生じたことについては、個人の学習成果を積極的に共有するこ

とにより、実験群のグループでのメッセージ交換による議論が対象群よりも活発に行われたことが推測される。これは表 2 にあるように、実験群においてのみ、個人の学習成果を示すメッセージの出現とグループでの議論履歴を示すメッセージの出現に強度の正の相関が見られたことから推測される。

5.3 メッセージ構造の比較

協調学習環境を設計するうえで、活発なコミュニケーションを支援することが重要であるといわれている[5]。そこで実験群と対象群で行われているメッセージの交換の質について比較した。あるメッセージを発端として、3 つ以上メッセージの交換が行われた度数を表 3 に示す。

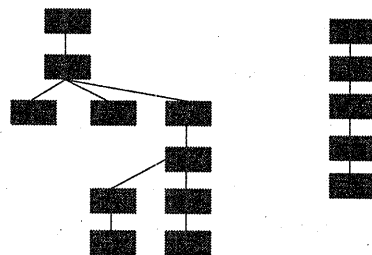
表 3 3 つ以上のメッセージ交換の出現度数

3つ以上のメッセージの交換	
実験群	8
対象群	4

表 3 に示したように、実験群において 3 つ以上連続したメッセージ交換が 8 つ確認されたが、対象群においては 4 つ確認されたに過ぎなかった。両者のあいだには 5%水準で有意差は見られなかった(χ^2 検定; $\chi^2=1.33$)。

また、実験群と対象群で交わされた最長のメッセージ交換の構造を図 7 に示す。

図 7 最長メッセージ交換の構造(実験群左と対象群右)



このように実験群におけるメッセージ交換は、個人の学習成果を発端としてグループでの議論が活発に行われていることが図 7 から推測される。一方、対象群におけるメッセージ交換は、個人

による疑問点の解消に終始している単調なメッセージの交換が行われていることが推測される。

5.4 学習効果の比較

協調学習における学習効果を計測するために実験群、対象群の学習者に対して、穴埋め形式のテストを行った。テストの際に学習者はホームページを参照し自由に調べ回答を記入することが求められた。全ての学習者は全ての設問に対して正答した。学習者がすべての設問に回答するまでの時間を比較したものを図8に示す。

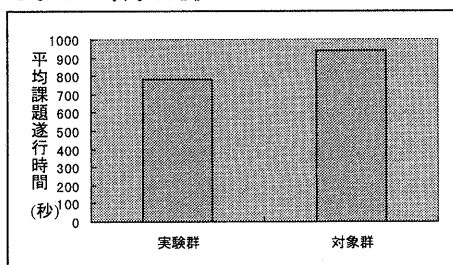


図8 課題遂行までの時間(秒)

両者の課題遂行時間を比較したところ、5%水準で有意な差が見られた(t検定, $t=2.24$)。この結果から、個々の学習者による学習の成果を積極的に共有させることにより、学習効果が高まったことが推測される。

6 結論

5の結果から以下の3点が確認された。

- (1) 対象群に比べ実験群で共有されたメッセージ数が多かった
- (2) 対象群に比べ実験群では、活発なメッセージ交換を行っていた
- (3) 対象群に比べ実験群では、学習テーマに関する課題遂行時間が短かった

上記の(1)(2)の結果は、本稿4.1で述べた、グループでのコミュニケーションとは直接関係のない個人による情報の外化を通じて生成された個人の学習成果をグループで共有することにより、グループによる情報の内化を示すグループ

での議論履歴に関するメッセージ数が増加し、その質も変化するという仮説(1)を実証する結果である。上記(3)は本稿4.1で述べた個人による情報の外化をグループで共有することにより、グループのメンバの学習効果が向上するという仮説(2)を実証する結果である。また学習者間の活発なコミュニケーションによって学習効果が向上するという協調学習という学習形態の有効性も併せて判明した。

7 終わりに

本稿ではコミュニケーションの質、量とも、最終的に蓄積されたメッセージについてのみ分析しているが、メッセージ構造の時系列的な変化は行っていない。またメッセージ内容の分析による学習者及び学習グループの成長についても言及するまでには至っていない。今後はこれらの課題に基づきグループ知識体系化モデルを詳細化していくことを目標とする。

[参考文献]

- [1] C.O'Mally; Computer Supported Collaborative Learning, Springer Verlag(1995).
- [2] 緒方広明, 矢野米雄; アウェアネスを指向した開放型グループ学習支援システム, 電子情報通信学会論文誌 VOL80-D-II No4, pp874-883(1995).
- [3] 鷹岡亮, 岡本敏雄, マルチエージェント指向の計画認識・学習支援システムにおける教育的対話戦略について, 信学技報, pp15-22(1996)
- [4] 中村学, 竹内章, 大槻説平; グループ学習支援システムにおける知的エージェントに関する研究, 信学技報 ET-95-11, pp79-86(1995)
- [5] 楠房子, 堀浩一; 共同学習におけるインタラクション支援に関する考察, 人工知能学会研究会資料 SIG-IES9601, pp49-56(1996).
- [6] 佐藤宏之, 鈴木実, 及川利直, 神戸雅一; 拡張可能な仮想学習空間における学習モデル, 情報処理学会第26回GW研究会, pp165-170(1998).
- [7] 及川利直, 堀川桂太郎; HORBを用いた協調学習ナビゲーションシステム COLLABONAVI, 第2回 HORB シンポジウム資料, pp1-9(1998).
- [8] Hutchins, E: Cognition in the wild, MIT Press (1994)