

動的学習グループ構成機能を備えた協調学習支援システムの開発 ～協調学習教材オーサリングツールとグループ形成メカニズム～

Thepchai SUPNITHI*, 稲葉晶子*, 池田満*, 豊田順一*, 溝口理一郎*

Development of a CSCL System with Opportunistic Group Formation Mechanism

～Authoring tool for collaborative learning materials and Group formation mechanism～

Thepchai SUPNITHI*, Akiko INABA*, Mitsuru IKEDA*, Jun'ichi TOYODA*, Riichiro MIZOGUCHI*

Our research focuses on how to integrate individual learning paradigm and collaborative learning paradigm to attain a much more effective system. We approach the Opportunistic Group Formation (OGF) that functions as a bridge to dynamically switch from individual learning to collaborative learning. OGF is a framework to form a group for collaborative learning dynamically. Since making meaningful collaborative learning materials is one of important factors for forming a group, we consider the necessity of defining collaborative learning materials, which specify necessary conditions to get ideal effect of collaborative learning. This paper discusses the important components of collaborative learning materials, trigger and collaborative learning goal, and how to define components in our materials by using an authoring tool that we built, and give an example of setting an ideal effect collaborative learning group related with collaborative learning materials.

キーワード：協調学習, CSCL, オントロジー, 学習グループ形成

1. はじめに

協調学習では学習者間のインタラクションによって、新たな知識の獲得・曖昧な知識の明確化・問題解決の自己評価能力の向上などの学習効果を期待することができる。三宅らは、2名の共同による問題解決のプロトコルを分析し、問題解決を行う遂行者と、その活動を吟味するモニタへの分業が認められ、その分業のなかで様々な学習効果が現れたと報告している⁽¹⁾。モニ

タは遂行者の行動を批評し、遂行者はそれに基づいて問題解決を再考する。そして、その活動を通じて、それぞれの学習者は自分の理解を内省・洗練・深化させる。このような学習活動はメタ認知と呼ばれ、様々なバリエーションが考察されている。

協調学習の意義は、社会的な認知行動を通じて個別学習には見られない学習効果を生じることにある。学習者と同等の他者からの刺激によって別の考え方を取り入れたり、批判・質問に対応するために自分の理解を深めるといった効果が期待できる。この効果は自分より明らかに優れていると考えている他者（教師や教育システム）を相手にした場合にはあまり期待できな

* 大阪大学産業科学研究所
The Institute of Scientific and Industrial Research Osaka University

いことである。

協調学習支援に関する研究は大きく2つ、学習者間の相互作用の支援に関する研究⁽²⁾⁽⁹⁾と、グループの形成支援に関する研究⁽⁶⁾に分別できる。本研究が対象としている研究は後者である。グループ形成支援に関する研究として、Sharlok IIという開放型協調学習支援システムがある⁽⁶⁾。Sharlok IIはグループ形成を促進するために、同じ知識に興味を持つ学習者の存在などを気付かせることによって個別学習から協調学習への移行を支援する。このように、Sharlok IIではグループの構成に関して相対的に学習者主導の方式を実現している。一方、本研究では、グループの構成原理を協調学習オントロジーに基づいて明確にし、協調による学習活動の促進を目標として協調学習支援の枠組みを構築しており、システム主導である。この二つの手法は相補的であり統合することが可能と思われる。本研究の枠組みはインターネット上に分散した学習支援システムが個別学習の支援を行いながら、適切な機会をとらえて学習グループを動的に構成する枠組みで、OGF (Opportunistic Group Formation: 機会主義的学習グループ構成法)と呼んでいる⁽⁸⁾。本稿では、本研究で提案したOGFの概要を述べ、OGFの枠組みを踏まえた協調学習支援システムについて、協調学習教材オーサリングとグループ形成メカニズムを述べる。

2. OGF: 機会主義的学習グループ構成法

OGFの枠組みはネットワークに分散した複数の学習支援システムから構成されている。それぞれの学習者はシステムの支援を得て個別に学習を進める。学習者はシステムにログインする際に、協調学習に参加するかどうかを決定することができる。協調学習に参加しないと提示した場合は個別学習のみを行い、参加すると提示した場合は個別学習を行う中で、協調学習の有効な局面がシステムによって検出されると協調学習へ移行する。適切な機会がなければ、ある学習者には一度も協調学習の場が設定されないことも起こりうる。システムの役割は、担当している学習者を個別に支援して学習の目的を達成させ、学習支援を行う最中に適切な機会を見つけ、協調学習の場を与えることにある。本章ではまず、OGFの概要を述べ、協調学習支援シ

テムの中核となる概念体系OGFオントロジーを説明し、そして協調学習システムの基本構成について述べる。

2. 1 OGFの概要

学習グループはシステム間のネゴシエーションによって決定される。OGFを実現する学習支援システム群の振る舞いの概要は以下になる。

協調学習の適切な「機会」は教材中にトリガとして記述される。個別学習コースウェアに従って学習を進めている学習者がトリガの条件を満たすと学習支援システムがそれを検出し、他のシステムに協調学習グループを構成するためのネゴシエーションを呼びかける。参加を表明したシステム群は、教材に記述された学習者の学習目的や学習項目などを参照しながら、教材・学習目的・役割について合意形成を試みる。合意に至ると学習者間でのコミュニケーションチャネルを確立し、協調学習セッションを開始する。学習者には合意の内容(学習内容や学習者の役割など)が提示される。本研究が想定する協調学習セッションは同期型である。学習者は提示された合意内容に基づいて、他の学習者と同じ学習内容(トピック)を対話(チャット形式)しながら協調学習活動を行う。システムは協調学習セッション中に学習者の間で交わされた対話の内容はモニタせずに学習者が「協調学習の終了」を宣言するのを待つ。終了が宣言されると合意した協調学習が成功したと仮定したうえで、個別学習の支援に復帰する。

本研究では学習者が自由な討論をすることを重視するので、システムは協調学習中には学習者を監視しない。そのため、学習効果が期待できるかどうかは、教材の質とグループ形成に強く依存している。適切な学習グループ形成支援を行うために、本研究では2つの点を重視している。a) 学習理論に基づいて学習グループを構成すること、b) 教材オーサが持っている協調学習に関する経験をシステムに利用可能にするために、協調学習支援オーサリングツールを用意することである。a) については(4)(12)で報告しており、本稿ではb) について3章で述べる。

2. 2 OGF オントロジー

本研究ではグループの構成原理を明確にするために

オントロジーが必要と考える。オントロジーを利用する学習理論研究の立場での利点については(12)で報告している。OGFの概念体系はOGFオントロジーと呼んでおり、図1で示しているように、システムの中核に位置して、システム内で使われる様々な情報、他の支援システムと交換される情報、教材オーサと交換する情報を体系的に定義するものである。

OGFオントロジーは大きく2つ、協調学習オントロジーとネゴシエーションオントロジー、に分けられる。オントロジーの詳細は別稿(4, 12, 13)で述べているので、本稿では、協調学習オントロジーのうち、協調学習教材に関連性の高い概念であるトリガと学習目的について概要を紹介する。

トリガ：トリガは協調学習グループ形成のきっかけであり、その後ネゴシエーションで合意が形成されれば、協調学習が開始される。トリガは個別学習モードでの学習過程で発生する事象のうち協調学習に移行する意義のある事象である。協調学習トリガとしては以下の3種類を考えている。

インパス：課題の達成に行き詰まり(インパス)が生じ、その解消を目的としたインタラクションに協調学習として意義が認められる事象。

レビュー：学習者が与えられた課題を達成したという事象のうち、解決過程を内省・外化し、批評を受ける活動が協調学習としての意義を認められる事象。

プログラム：教材中の特定の状況に到達したという事象のうち、その状況での他者とのインタラクション(共同実験など)が協調学習として意義が認められる事象。

協調学習目的：学習目的は学習主体が学習活動を通じて獲得すべき事項(スキル、知識、能力など)である。協調学習では、学習主体として個人とグループがある。個人に関する学習目的にはI目的と $Y \leq I$ 目的がある。

I目的：学習者(I)が学習活動を通じて獲得する事項。

$Y \leq I$ 目的：協調学習中のある学習者(I)が他者(Y)との相互作用を通じて獲得する事項。I目的を部分概念として持つ。

I目的は個別学習・協調学習のどちらの場合でも学習者が持ちうる目的であるが、 $Y \leq I$ 目的は協調学習を行っている学習者だけが持ちうる目的である。グループを主体とする目的はW目的と呼ばれる。

W目的：学習グループが全体として獲得する事項。

$Y \leq I$ 目的・I目的を部分概念として持つ。構成員の目的をグループ構成の様式に応じて集積し、集団として獲得する事項を表す。

これらの目的は獲得する事項や学習様式の特性によって概念的に分類することができる⁽⁵⁾⁽¹²⁾。我々は、学習理論をサーベイし、サーベイした結果を分類の構造に反映したオントロジーを構築している。例えば、I

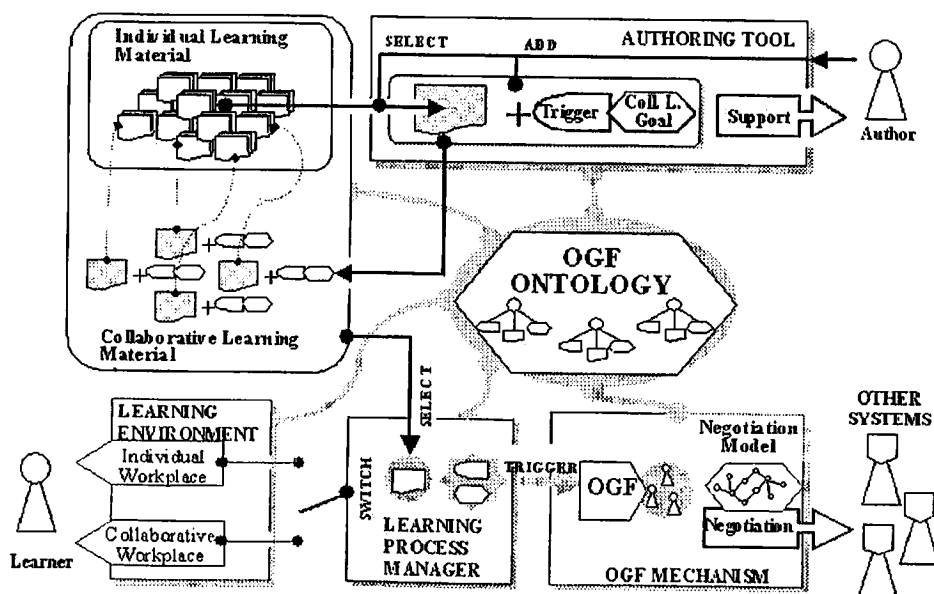


図1 協調学習支援システムの基本構成

目的としては、「知識の獲得」「知識の修正」「認知的スキルに関する情報の取得」などがあり、Y<=I目的として「教えることによる学習」「教えられることによる学習」「観察による学習」などがある。W目的としては「学習者同士の教え合いの場」などがある。

目的で規定される学習者が獲得するものとして、対象領域の問題解決に必要な知識や問題解決の手続きに関するベーススキルと、問題解決過程に関する評価の能力といったメタスキル^(注1)に分類できる。本研究では、以下のような7つのメタスキルを考慮し、目的の分類のための属性に用いている。

観察スキル、診断スキル、評価スキル、討論スキル
説明スキル、ガイドスキル、教えるスキル。

2. 3 協調学習支援システムの基本構成

本研究で開発したシステムの概要を図2に示している。開発したシステムは大きく4つのサブシステムから構成されている。

- ・協調学習教材作成を支援するオーサリングツール
- ・個別学習・協調学習のワークスペースを学習者に提供するハイブリッド学習環境
- ・学習者の学習過程に関する意志決定を行い、学習者に提供する教材コンポーネントを決定する学習プロセスマネージャ
- ・他のシステムとのネゴシエーションを行い、協調学習グループを形成するOGFメカニズム

以下ではこれらのサブシステムのうち協調学習に固有の特性をもつ、協調学習教材オーサリングツール(3章)とOGFネゴシエーション(4章)に焦点をあてて、OGFを実現する協調学習支援システムの概要について述べることにする。基本的に、オーサリングツールはオーサが意図する協調学習の概要の記述を支援し、

OGFはその記述に基づいて意図された学習を実現するための協調学習グループを形成する。これらを適正に結びつけるための概念体系がOGFオントロジーである。

3. 協調学習教材のオーサリング

協調学習教材に求められる要件は、その教材を用いた学習者がグループ内でのインタラクションを通じて、「何をどのように学ぶか」を明らかにすることであり、それは原理的に「学ぶ意義のある」ことでなければならない。これらの二つのことは、学習理論に基づいた協調学習オントロジーに準備された語彙を用いて、協調学習トリガと協調学習目的として協調学習教材オーサによって記述される。

トリガは「学ぶ意義のある」事柄を検出する役割を果たし、学習目的は「何をどのように学ぶか」を明らかにする役割を果たす。「学ぶ意義のある」事柄は協調学習に「適切な機会」を与える。例えば、学習者が特異な誤りを犯したとき(インパス:誤りを題材として理解を深める)、学習が一段落したとき(レビュー:他者に説明し批評を受ける)、実験、討論などを行うべきとき(プログラム:設定されたタスクをグループで行う)などがある。本章では前章までの準備をもとに、協調学習教材の構成を教材作成過程について想定例を示しながら説明する。

3. 1 オーサリングの概要

OGFでは個別学習コースウェアを基本として機会主義的に協調学習が設定される。そのため本研究では、完結した個別学習教材を拡張する形で協調学習教材を作成することを想定して、オーサリングツールを作成している。

オーサの最初の作業は協調学習のトリガを設定することである。例えば、協調学習の題材として学習者が個別学習中に犯した誤りにトリガを設定すると、インパストリガになる。もちろん、全ての誤りが協調学習の適切な話題というわけではなく、理解を深めるうえで重要な誤りを選択する必要がある。また、レビュートリガについても、形式的で単純な知識はレビューする意義は薄く、暗記学習するような内容は討論対象か

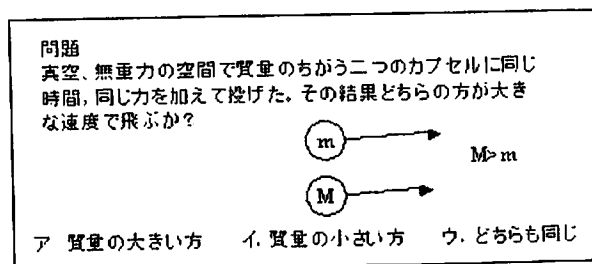


図2 協調学習に移行する問題カード

らは除外する必要がある。

学習教材に記述される作成意図には、個別・協調に関わらずシステムの振る舞いを決定するために必要な、それぞれの教材で対象とする学習内容、学習者が犯しうる誤り仮説など基本的な教材知識が含まれている。協調学習教材のオーサリングでは、これに加えて、前節で述べたようにトリガなど協調学習の支援に必要な情報を記述する。本稿では既存の個別教材を利用したオーサリングの過程を説明しているが、教材を選択する時に適切な個別学習教材がなければ、教材オーサが新たに教材を作成することができる。

協調学習トリガの設定に際しては、個別学習教材の各カードに込められた学習目的や学習内容を表す学習項目、誤答・誤りの原因など（オントロジーに基づいて記述されている⁽³⁾ ⁽¹⁰⁾ ⁽¹¹⁾）を参照し、協調学習の題材として意義のあるカードを選択する。例えば、インバストリガの設定に際しては、誤答から想定される誤り原因の記述からオーサは有用な情報を得ることができる。オーサはこれらの情報を参照し、協調学習がふさわしいカードを選択し、トリガを設定する。

協調学習の題材としての適性の基準は明確ではないが、インタラクションによって参加者がなんらかの学習効果を得られると期待できることが必要条件である。ここでは本研究で扱っている高校生レベルの物理の問題で適性の有無を対比して説明する。

図3の問題では運動の法則を導入するための問題である⁽⁷⁾。イが正答で、ア・ウが誤答であり、ウの誤りは「慣性質量と重力質量が未分化」の時に起こりうる事が示される。

図3の問題カードにおいてウの選択肢を選んだ学習者Lpは、慣性質量と重力質量の違いが理解できていないと考えられる。これに対して、以前この問題に正解

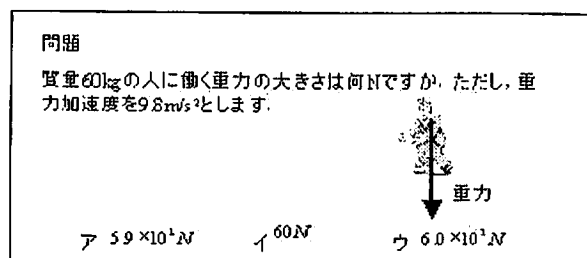


図3 協調学習に移行しない問題カード

に至った学習者Lqがこの問題の正解の指導を求める場合を考えてみる。この問題について指導する過程では、慣性質量と重力質量の違いについて意識して指導する必要がある、学習者の中で慣性質量と重力質量の分化がより進むことが期待できる。学習者Lpにとっても、他の学習者に問題解決過程を説明し、指導をしてもらうことで、どのような点に気をつけて問題を解けばよいかわかる。これは個別学習では得にくい効果である。

インバストリガが設定される対象（誤り）には、学習者Lqにとっても教育的価値のある場合と、誤りを直すために教えるという行為によって、教育的効果を得られる場合がある。前者はその誤りを知ることによって、同じような問題に直面したときに、その誤りに陥る危険を減少させ、後者の場合は、自分がどうやってその誤りを犯さずに正解に到達したかを論理的に教えることが、そのトピックに関する理解を深めるのに役立つ。このような問題は協調学習の題材として意義があるものと考えられる。

一方、図4の問題カードでの誤りは、個別学習が適切で、特に協調学習の意義がある問題と思われない。この問題では公式を用いた計算で解が求まり、多くの場合学習者の誤り原因は公式を使えない（計算間違い・公式の記憶違い）ことにあると判断される。このような浅いレベルの誤りは個別学習で解消できることが多く、協調学習に移行したとしても他者にとって大きなメリットは期待できない。

ツールは基本的にこの適性の判断をすることはできないが、カードの内容・誤り原因を提示し、それを参

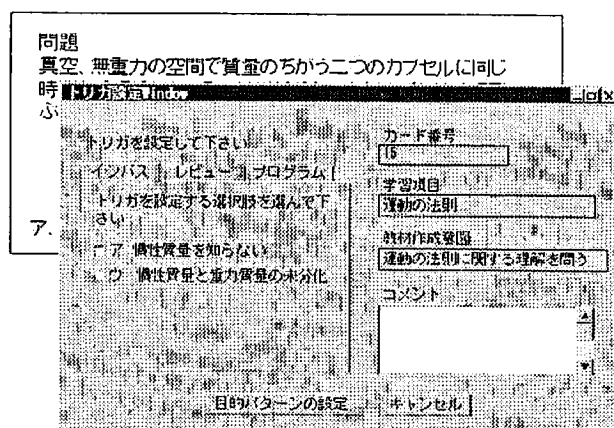


図4 トリガ設定ウインドウ

照しながら協調学習の目的の記述を求めることでオーサに適性の合理的な判断を促す効果が期待できると考えている。

オーサの最初の作業は、図3のような協調学習の意義があるカードを選択ブラウザで選択することである。ブラウザは選択のための情報として、個別教材の作成意図を提示する。カード選択がなされると図5のウィンドウでのトリガ設定に移る。ここでは図3のカードに対してインパストリガを選択し、ウの選択肢に対してトリガを設定する。

3. 2 協調学習目的の役割と目的パターンを設定

インパストリガの設定が終わると、オーサは図5の目的パターン設定ウィンドウに移る。目的パターン設定ウィンドウでは、協調学習オントロジーに基づいてシステムが自動的に作成した目的パターンの候補が表示され、オーサはそれを使って学習者の協調学習目的を設定する。

目的パターン設定ウィンドウの上部⁽²⁾の絵には、AとBはトリガが発火した学習者と、トリガが発火した学習者と直接インタラクションを行う学習者、そしてリンクで表す部分は両者の間で行われるインタラクションが表示されている。ここでは絵で表すAが学習者Lpを、Bが学習者Lqを表している。

目的パターンとは、トリガが発火した学習者のI目的とY<=I目的、トリガが発火した学習者と直接インタラクションを行う学習者のI目的とY<=I目的をセットにしたものである(図5の(3))。ひとつのI目的を達成

するためにも、その相互作用の目的であるY<=I目的はいくつかの候補がある。このことは、相互作用を行う学習者の両方に言えることであり、また、互いのY<=I目的の組み合わせも複数考えられる。これらをすべてオーサが想定して設定するのは困難であるため、システムが目的パターンの候補を挙げ、それをオーサが確認し必要に応じて適宜追加や削除を行うようにしている。

この例では、学習者LpのI目的は、誤っている知識の修正、もしくは正しい知識の獲得などである。したがって、「運動の法則に関する知識を修正する」や「慣性質量と重力質量の違いに関する知識を獲得する」などがI目的として設定されている。

これに対して、学習者LqのI目的は、既に理解している知識の再構築(深化)などである。また、メタスキルを向上させることも目的となりうる。よって、「運動の法則に関する知識を再構築(深化)する」や「診断スキルを向上させる」などがこの学習者のI目的として設定されている。

診断するというメタスキルの向上を目指している場合でも、診断することによって対象領域の知識の定着が行われる場合がある。しかし、目的設定では副次的な効果は考慮せず、オーサが学習者に達成して欲しい主な学習目的のみを記述する。

学習者LpのY<=I目的については、「慣性質量と重力質量の違いを教えてもらう」や、「問題解決過程を見習って解く」などがあり、学習者LqのY<=I目的は、「慣性質量と重力質量の違いを診断する」や、「問題解決過

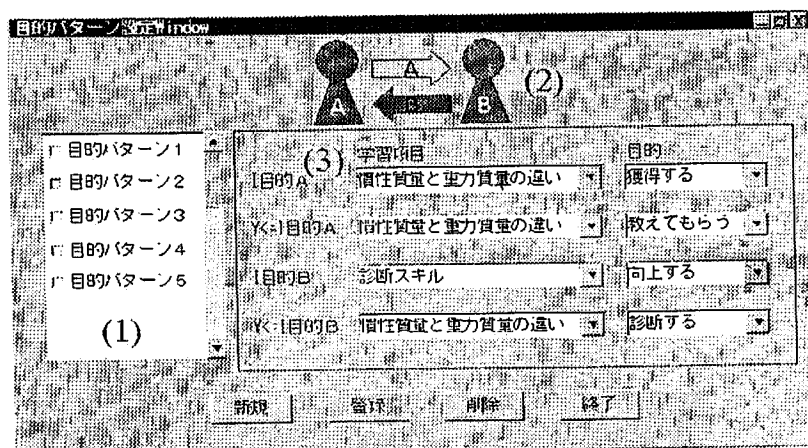


図5 目的パターンウィンドウ

程を見せながら説明をする」などがある。図5は問題カード3.1に関する目的パターンの候補の一部を例として示している。

オーサはシステムが生成した目的パターンをチェックし、そのトピックの協調学習にとってふさわしくない目的パターンを変更・削除したり、新たな目的パターンを追加したりすることができる。すべての目的パターンを確認し、終了のボタンを押すとこのカードに関する設定は終了する。

4. グループ形成決定プロセス

本章では提案したOGFの枠組みで、協調学習教材を通じて、学習効果の得られるグループの構成はどのように行われ、どのようにグループ全体の目的を設定するかを述べる。本章ではネゴシエーションプロセスモデルの概要とグループ形成を行う例を示す。

4. 1 ネゴシエーションプロセスの概要

OGFはネゴシエーションによって行われる。ネゴシエーションプロセスモデルの概要は次のようになる。

ここではOGFの概念を結びつけながら、協調学習や教材に記述された概念を表わす名辞を用いて書き下してみる。太字は協調学習に定義される概念を表わし、その中に教材で記述された概念は下線で表わす。ネゴシエーションについてより詳細なことは(13)で報告している。

個別学習を行う時にインパス（トリガ）が発生するとその学習者を担当するシステムは他のシステムに協調学習グループ（合意）を構成するためのネゴシエーションに対する参加を呼び掛け、ネゴシエーションプロセスを行う。最初はトリガを検出したシステムが自分のI目的を満足させるような協調学習の場：〈役割, 目的<I目的, Y<=I目的, W目的>, 教材〉（案）を構成し提案する。案を受け取ったシステムは、その案では自分のI目的を満たせない場合、自分のI目的に基づいた協調学習の場（対案）を構成し提案する。ここで案の対立が起こる。対立を解消するために、対立主体であるシステムらは説得情報を流し、説得行為を行う。説得し合っても、合意案に収束しない時は、対立の原因となっている相手のI目的を考慮にいった協調学習の場

（妥協案）を構成し提案する。案（役割, 目的, 教材）を決めるには、ネゴシエーションに参加しているシステムの投票により支持数が多い方が相対的に社会性があると認められ、合理的とされる。

このようなネゴシエーションの流れはネゴシエーションオントロジーに基づいたネゴシエーションモデルによって実現されており、交換される情報の内容は協調学習オントロジーで規定されている。複数のシステムが情報を交換するとき、対象に関する共通の理解の土台となることがオントロジーの重要な役割である。

4. 2 グループ形成過程

グループ形成のために行われるシステム間のネゴシエーション過程の典型的なシナリオに沿って説明する。表1はシステム間のネゴシエーションの過程で交わされるメッセージ群の一部を書き下したものである。ここでは案の内容として、協調学習教材に関連性の高い概念であるトリガと学習目的に限定して表す。

個別学習を行っている学習者L1が図3の問題カードに対してウと答え、その誤りは協調学習教材において協調学習に移行する意義があるものとしてトリガが設定されていたとする（表1の(1)）。L1を担当するシステムS（L1）はOGFメカニズムを起動し、ネットワーク上にいる他のシステムにOGFネゴシエーションへの参加を呼びかける。これに対して、ネットワークにいるシステムS（L2）とシステムS（L3）がそれぞれが担当する学習者L2, L3にとってメリットがあると判断し、

表1 目的パターン設定例

目的 パターン	目的	I目的(A)	Y<=I目的(A)
		I目的(B)	Y<=I目的(B)
目的パターン1		慣性質量と重力質量の違いに関する知識を獲得する	慣性質量と重力質量の違いに関する知識を教えてもらう
		診断スキルを向上させる	慣性質量と重力質量の違いに関する知識を診断する
目的パターン2		運動の法則に関する知識を修正する	慣性質量と重力質量の違いに関する知識を教えてもらう
		運動の法則に関する知識を定着（深化）する	運動の法則に関する知識を診断する
目的パターン3		慣性質量と重力質量の違いに関する知識を獲得する	問題解決過程を見習って解く
		説明スキルを向上させる	問題解決過程を見せながら、説明をする

参加を回答したとする。学習者L2にとってはその誤りはそれまでに犯したことがなく貴重な学習資源とみなすこと、また、学習者L3にとってはメタスキルを向上させる機会であることが根拠になっているとする。

案の構成に際しては協調学習教材に記述された目的パターンが利用される。例えば、システムS (L1) が構成した案1では表1に示した目的パターン1に基づいて設定されている。学習者L1のI目的に“慣性質量と重力質量の違いに関する知識を獲得する”, Y<=I目的には“慣性質量と重力質量の違いに関する知識を教えてもらう”が設定されている。そして相手の学習者(学習者L3)のI目的には“診断スキル(メタスキル)を向上させる”, Y<=I目的には“慣性質量と重力質量の違いに関する知識を診断する”が設定されている。同様に案2, 3はそれぞれ表1で示した目的パターン2, 3に基づいて構成されたものである。

以下では図6 (2) の部分) に沿って合意に至る過程を説明する。トリガを検出したシステムS (L1) は

案1を構成し提案する。システムS (L2) は学習者L2の目的を達成できるため案1を支持する。システムS (L3) はL3がY<=I目的となっている誤り知識の診断を十分に経験していることを理由に案1を不支持とし、対案の案2を提案している。案2では、L2の診断に関する診断をL3のY<=I目的とすることによって不都合を解消している。しかし、案2ではL1は、L3より能力に乏しいL2から指導を受けることになるためシステムS (L1) は不支持を表明し、対立が発生する。この対立を解消するために、システムS (L1), システムS (L3) はそれぞれの案の支持理由・不支持理由を表明し、説得し合う。最終的にシステムS (L3) はこの情報に基づいてシステムS (L1) の要求を取り入れ、妥協案の案3を提案する。案3ではシステムS (L3) はメタスキルの向上に関して案2よりも間接的な状況で学習することになる。システムS (L1), システムS (L2) は案3により目的を達成できるため支持し、合意が成立する。システムは合意された案に基づいて協調学習環境を提

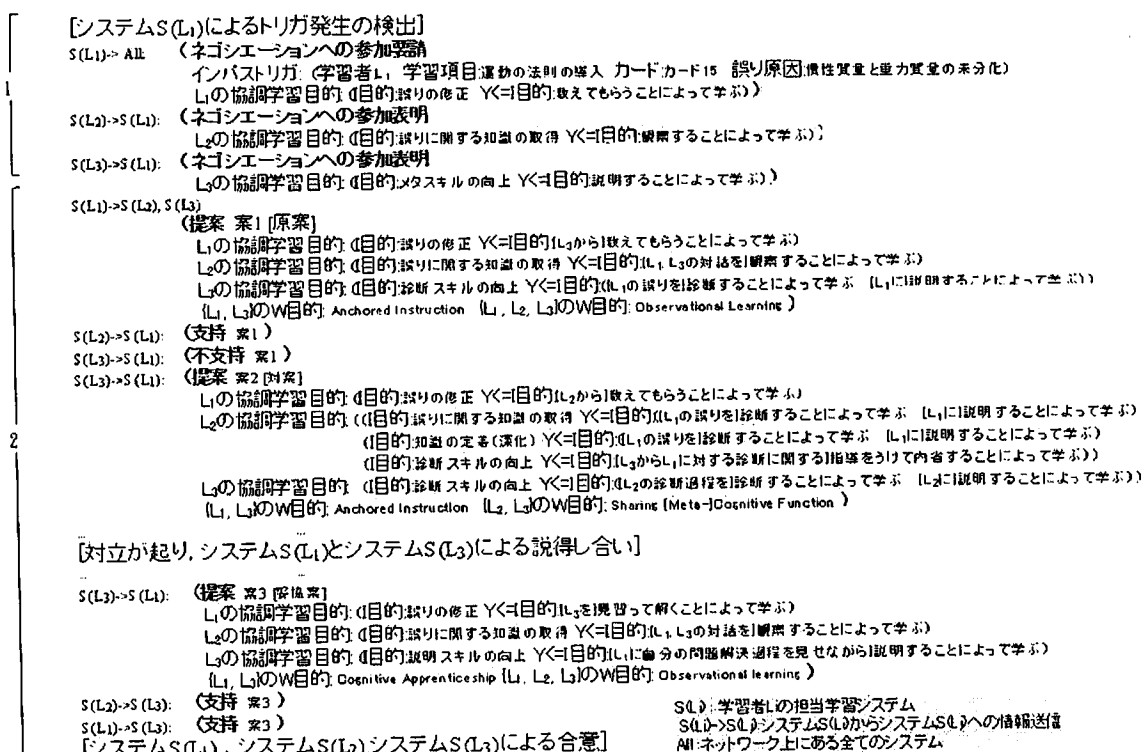


図6 システム間のネゴシエーション会話例

供する。協調学習環境は教材カード、インストラクションダイアログ、コミュニケーションウィンドウなどから構成され、教材カードとコミュニケーションウィンドウはすべての学習者に同じものを提供する。学習者によって異なる役割や目的を持つので、インストラクションダイアログはそれに基づいてそれぞれの学習者をガイドする。図7では案3に基づいて、誤りを起こした学習者に指導する学習者(L3)に対して表示された協調学習環境である。

5. むすび

本稿ではOGFの枠組みを実現する協調学習支援システムの開発について報告した。特に合理的な学習グループ形成を行うための協調学習教材の構成と、そのOGFのためのネゴシエーションにおける利用について考察した。協調学習教材にトリガと目的を記述し、トリガと目的を制約としてグループを構成すると、協調学習でしか得られない学習効果を期待することができる。

(2000年9月29日受付、2001年1月17日採録)

参 考 文 献

- (1) Miyake, N.: "Constructive interaction and the iterative process of understanding", *Cognitive Science*, 10, pp.151-177 (1986)
- (2) Scardamalia, M., Bereiter, C., Mclean, R., Swallow, J.,

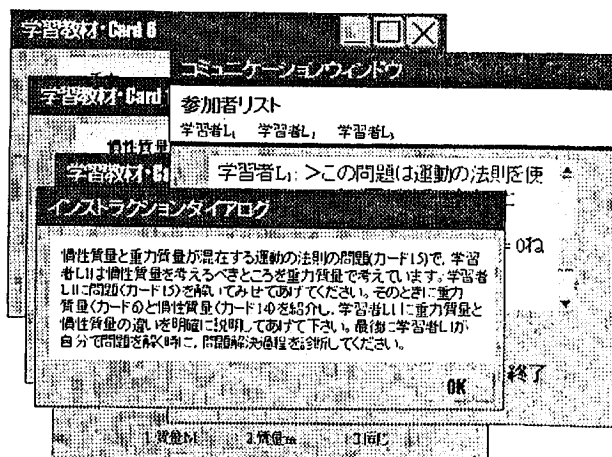


図7 協調学習環境画面例

- and Woodruff, E.: Computer- supported intentional learning environments, *Journal of Educational Computing Research*, vol.5 (1), pp.51-68 (1989)
- (3) Tom Murray.: "Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art", *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, pp. 98-129, (1999)
- (4) Supnithi, T., Inaba, A., Ikeda, M. et al.: "Learning Goal Ontology Supported by Learning Theories for Opportunistic Group Formation", *Proc. of AI-ED99*, pp.67-74, Le Mans France (1999)
- (5) Inaba, A., Ikeda, M., and Riichiro, M.: "The Learning Goal Ontology for Collaborative Learning", (1999). <http://www.ai.sanken.osaka-u.ac.jp/~inaba/LGOntology/>
- (6) Ogata, H., and Yano, Y.: Combining knowledge awareness and information filtering in an open-ended collaborative learning environment, *IJAIED*, vol.11 (1), pp.33-46, (2000)
- (7) 川勝博, 三井伸雄, 飯田洋治: "学ぶ側から見た力学の再構成", 新生出版 (1992)
- (8) 池田満, 呉昌豪, 溝口理一郎: "協調学習支援のモデル", 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol.J80-D-II, No.4, pp.855-865 (1997)
- (9) 笠井俊信, 岡本敏雄: Peer Agentを組み込んだ知的学習環境に関する研究, 教育システム情報学会誌, vol.14 (3), pp.38-47, (1997)
- (10) 金来, 林雄介, 池田満他: "訓練システム Smart-Trainer構築用オーサリングツール", 教育システム情報学会学会誌秋号, Vol.16, No.3, pp.139-148 (1999)
- (11) 溝口理一郎: "オントロジー工学と知的オーサリング", 人工知能学会研究会資料<招待講演>, SIG-IES-A001-9, pp.63-70 (2000)
- (12) 稲葉晶子, Thepchai Supnithi, 池田満他: "学習理論に基づく協調学習グループ構成のための学習目的オントロジー", 電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol.J83-D-I, No.6, pp.63-73 (2000)
- (13) 塚本一真, テップチャイ・サップニティ, 池田満他: "協調学習グループ形成のためのエージェント間ネゴシエーション", 人工知能学会全国大会 (第14回), 11-02, pp.236-239 (2000)

著者略歴

テップチャイ サップニティ



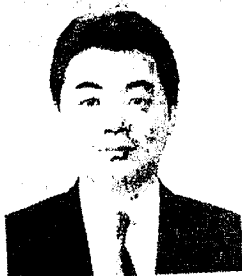
1992 チュラーロンコン大・理・数学卒。1997 阪大大学院工学研究科修士課程了。現在同大大学院工学研究科博士課程在学中。知的教育システム、オントロジー工学に興味を持つ。人工知能学会、教育システム情報学会、日本教育工学会各会員。

稲葉 晶子



1991 茨城大・教育卒。1993 同大大学院修士課程了。1997 電通大大学院情報システム学研究科博士後期課程了。博士（学術）。日本学術振興会特別研究員を経て、1998 大阪大学助手（産業科学研究所）。CSCL 研究に従事。情報処理学会、人工知能学会、教育システム情報学会、日本教育工学会、Intl. AI in Education Soc., 教育心理学会各階員

池田 満



1984 宇都宮大・工卒・1986 同大大学院修士課程了。1989 阪大大学院博士課程了。同年、宇都宮大学助手。1991 大阪大学産業科学研究所助手。1997 同助教授。工学博士。形式言語の構文解析、仮説推論、帰納推論、知的教育システム、オントロジー工学の研究に従事。1996 人工知能学会創立10周年記念優秀論文賞受賞。人工知能学会、情報処理学会、教育システム情報学会各会員。

豊田 順一



1961 阪大・工卒。1966 同大大学院博士後期課程単位取得退学。同年、同大基礎工学部助手。1969 助教授。1982 大阪大学産業科学研究所教授。工博。現在、概念形成、Visual Fidelity に関する研究に従事。1993 人工知能学会全国大会優秀論文賞、ED-MEDIA' 95 優秀論文賞、1996 人工知能学会研究奨励賞、1998 人工知能学会研究奨励賞受賞。情報処理学会、人工知能学会、教育システム情報学会各会員。

溝口 理一郎



1972 阪大・基礎工・電気卒。1977 同大大学基礎工学研究科博士課程了。同年、大阪電気通信大学工学部講師、1978 大阪大学産業科学研究所助手、1987 同研究所助教授、1990 同教授。現在に至る。工博。パターン認識関数の学習、クラスタ解析、音声認識・理解、エキスパートシステム、知的CAIシステム、オントロジー工学の研究に従事。1985 Pattern Recognition Society 論文賞、1988 電子情報通信学会論文賞、1996 人工知能学会創立10周年記念優秀論文賞受賞、1999 ICCE99 Best paper award 受賞。人工知能学会、情報処理学会、教育システム情報学会、日本認知科学会、Intl. AI in Education (IAIED) Soc., AAAI, IEEE, APC of AACE 各会員。現在、IAIED Soc. 及び APC of AACE の President-Elect。