

# 大規模教室における協調学習活性化のための 協調スクリプト適用CSCLシステムの開発

安藤 公彦<sup>1,a)</sup> 宮坂 秋津<sup>2</sup> 稲葉 竹俊<sup>1,b)</sup>

**概要:** 近年、コンピュータ支援学習の研究分野において、協調学習でのグループ編成・グループ内のメンバーの役割・学習活動の流れ・手順などをシナリオ化した、協調スクリプトの研究が注目されてきている。協調スクリプトは、学習者自身にゆだねられた自発的活動のみでは、しばしば支障をきたす可能性のある協調学習のプロセスの強力な外的支援として、その有効性を報告している研究が多い。本研究では、相互教授法をデザイン指針とする「相互問題作成協調スクリプト」を提案し、提案スクリプトを大規模教室で実行可能とするための協調学習システムを構築する。本システムの特徴として、スクリプト開始時点でログインしている学習者の特性からグループ分けを行う機能と、インタラクションの属性を指定するインターフェースを備えたグループ内チャット機能が挙げられる。最終的には、500人程度のクラスにおいて実験を行い、スクリプトのどのフェーズでどのようなインタラクションが行われたのかを明らかにすることを旨とする。

**キーワード:** 協調学習, 協調スクリプト, CSCL

## Development of CSCL System for Large Classrooms by Scripting Collaborative Learning Process

ANDO KIMIHIKO<sup>1,a)</sup> MIYASAKA AKITSU<sup>2</sup> INABA TAKETOSHI<sup>1,b)</sup>

**Abstract:** In the area of CSCL research, scripting collaborative learning is a relatively new but promising approach to promote learning. The term scripting is used to describe ways of prescribing relevant elements for collaborative interaction, such as group formation, roles, learning activities, sequence of learning activities. Many studies have shown that free collaboration without explicit scaffolding rarely produces effective interaction and that the script can be one of the most effective scaffoldings. Basing on reciprocal learning method, we have designed a script which allow students to create quizzes and answer them mutually. To implement this script for large classrooms, we have developed a CSCL system which has two remarkable functions: automatic group-formation function that can form groups on the fly, based on students' personal traits, and chat function by which students must assign an attribute to their each statement on the chat board. For the evaluation, we are conducting an experimental study with some 500 students in an large classroom to evaluate our system and analyze interactions in detail during each sequence of learning activities.

**Keywords:** collaborative learning, scripting collaborative learning, CSCL

### 1. はじめに

#### 1.1 協調学習とCSCL

ヴィゴツキーの流れをくむ社会構成主義やレイヴ&ウェンガーの正当的周辺参加の理論を背景とする協調学習の学

<sup>1</sup> 東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科

<sup>2</sup> フリーランスデザイナー

<sup>a)</sup> ando@stf.teu.ac.jp

<sup>b)</sup> inaba@stf.teu.ac.jp

習観では、それまで個人としての学習者の内部における認知的プロセスとしてとらえられていた学習を他者と協力したり、他者の援助を受けながら進む社会的過程つまりは社会的認知として捉えなおす [1]。しかし、それは従来の個人的認知活動としての学習を否定するものではない。むしろ議論などの協調的な問題解決によって達成される共同的な知識構築や知識共有を通して、個人レベルでの知識構築、しいては知識や学習方略に関してのメタ認知も促進されるとされる。

このような協調学習の環境をコンピュータネットワーク上に構築し、コンピュータ技術のもたらす様々な支援ツールを活用することで協調学習の支援を行うのが、CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) である。対面の協調学習に対する CSCL のメリットとしては、地理的ないし時間的に乖離した学習者同士でも学習を行える点、大人数の学習者を対象に学習を実施・管理できる点、学習過程のログを詳細に蓄積し学習者、管理者、研究者が再利用できる点、学習支援ソフトやコンテンツを利用できる点など枚挙に暇がない。

## 1.2 協調スクリプト

協調スクリプトとは、グループ編成やグループ内協調学習活動でのメンバーの役割、学習活動の流れ、問題解決の手順などを記述し、一連の学習活動をシナリオ化したものである。1.1 で述べたように、協調学習では、学習者間の相互作用によって、個人では達成できない高次の知識構築や問題解決の達成を可能とするものとされている。しかし、実際に学習者自身に学習プロセスの進行を委ねた場合、期待された効果を生む学習が成立することが少なく、何らかの外的支援や足場かけが必要とされる。協調スクリプトは、そのような支援のひとつである。

協調スクリプトの目的は、学習者間の相互作用によって課題を達成させることである。そのため、効果的な相互作用を引き起こすメカニズムが重要な要素である。そのため、スクリプト内にて学生同士に摩擦を生ませるような課題・タスクを与え、インタラクション (解説・説明・議論等) によって克服させることで学習効果を期待する「SWISH モデル」が提案されている [2]。

このモデルに合致するデザイン指針として、以下の3つの手法が提唱されている。1. ジグソー法 (Jigsaw Schema)、2. 相互教授法 (Reciprocal Teaching)、3. 競合法 (Conflict Schema) である。

## 1.3 協調スクリプトと CSCL

協調スクリプトの問題点として、強い強制力と複雑な手順が挙げられる。スクリプトの粒度にもよるが、その手順は細かく定められており、学習者にとって不自然なインタラクションの強制や、長い手順を覚えることによる、認知

表 1 協調スクリプトの前提条件

Table 1 Precondition of a collaboration script

学習者数	500 人程度
学習環境	非対面
グループ人数	3~5 名程度
学習時間	90 分×2 コマ
汎用性	多くの授業で転用が可能
デザイン指針	相互教授法

的負荷は無視できるものではない。その解決方法として、Dillenbourg は CSCL による自動的かつ自然なスクリプト進行と、学習者の状態に合わせて強制度を変化させる適応型スクリプトを提案している [3]。

しかし、CSCL による協調スクリプトの実践例はさほど多くはなく、対象者の少ない小規模なものがほとんどであり、学習者の動作ログが利用可能な CSCL であるにも関わらず、スクリプトのどのような部分で、どのようなインタラクションが行われたのか統計的な解析はなされていない。よって、なるべく多くのグループでの協調スクリプトの実行と、そこから明らかにされるであろうインタラクションの実情を探る必要があると考える。

以上の背景から、本論文では、CSCL 上で、多数のグループが協調スクリプトを実行し、その時のインタラクションを解析することで、協調スクリプトのどの部分がインタラクションを活性化したのか、そして、どのようなやり取りが活性化に寄与するのかを明らかにすることを目指す。

## 2. 研究目的

本論文では、多グループに対応する協調スクリプトの提案と、数百人規模かつ対面インタラクションが難しい環境において提案スクリプトを実行可能であり、発生したインタラクションが解析可能な CSCL の開発・運用をし、最終的には提案スクリプトのどのフェーズでどのようなインタラクションがどのように発生するのかを統計的に明らかにすることを目的とする。

## 3. 協調スクリプトの設計

本研究では、表 1 に示すような実験環境や汎用性などを踏まえて、提案システムで実行する協調スクリプトの詳細を設計する。

### 3.1 作問スクリプト

「大学授業内で汎用的に利用できる相互問題作成」というタスクモデルの学習プロセスをスクリプト化する。以下に設計した「相互問題作成協調スクリプト」の流れを述べる。

#### Phase-1 : 個別問題作成

学習者に問題作成のテーマを示し、学生全員がその

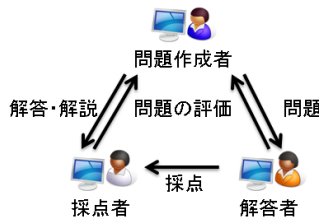


図 1 グループレビュー  
Fig. 1 Group review

テーマをもとに問題作成し、解答・解説も含め提出をする。

### Phase-2: グループ内レビュー

Phase-1 で作成した問題について、グループ内の 3 人を問題作成者、解答者、採点者とし、以下のアクティビティを通してグループ内で相互にレビューをする(図 1)。

- (1) 解答者は問題作成者の問題を解き、解答と問題への評価を投稿
- (2) 採点者は解答者の (1) の解答を採点し、採点結果と問題への評価を投稿
- (3) 出題者は (1)、(2) による評価を元に自己評価を行う

上記 (1)~(3) のプロセスは、グループ内の全ての学習者が問題作成者として同時に進行される。つまり、(1) では学習者 A は B の問題を解き、学習者 B は C の問題を解き、学習者 C は A の問題を解いている。

### Phase-3: グループ内問題作成

グループチャットで議論し合い、提出用の問題を作成する。この時、解答・解説書も合わせて作成する。

### Phase-4: 最終問題提出・公開

学生は、提出用の問題・解答・解説書を、講師に提出する。講師は学生が作成した問題を公開する。

### Phase-5: 他グループの問題の解き合い

学生は公開された他グループの問題を解く。

## 4. 提案システム

本論文では、大学等の高等教育における数百人規模の大教室や自宅での学習など、対面によるグループ学習が難しい環境を想定しており、図 2 に示すように講師と各学習者がネットワークに接続された PC を通して CSCL サーバーにアクセスすることで、協調学習を可能とするシステムを開発する。学習者は場所に依らずグループを構成することができ、講師は遠隔で学習者グループの状況を把握することができる。

### 4.1 システム構成

本システムは、図 3 に示すように講師が協調学習を設計するための「自動グループ編成」「アンケート作成」など

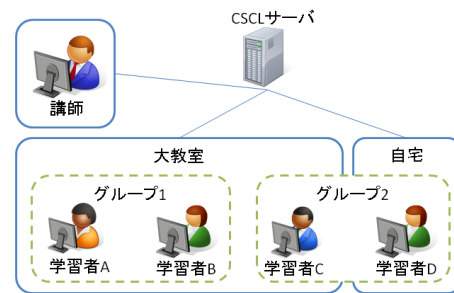


図 2 システム概要

Fig. 2 System concept

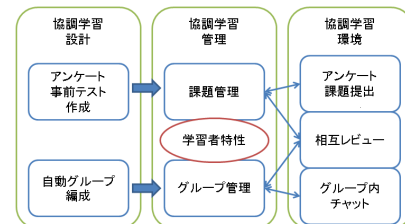


図 3 システム構成

Fig. 3 Structure of a proposed system

の機能と、学習者に協調学習環境を提供する「課題提出」「相互レビュー」「グループ内チャット」などの機能、そしてシステムがこれらを自動的に管理するための「課題管理」「グループ管理」機能などからなる。図における「学習者特性」は、学習者が解答したアンケートや事前テストにより決定され、システムはこの特性を元にグループを自動的に生成する。

### 4.2 協調学習の流れ

本システムにおける協調学習は図 4 に示すように、5 つのブロックからなっている。学習者が提出した個人課題を、グループ内で相互にレビューをし、その後グループ課題をグループ内チャット通して制作し提出する。最終的には、提出されたグループ課題のグループ間レビューと、講師による講評を行う。以下にその流れを述べる。

- (1) 「事前設定」では講師によりアンケートおよび事前テストの作成とシステムへの登録を行う。
- (2) 「事前学習」では、「事前設定」で講師が登録をしたアンケートやテストを各学習者はシステム上で回答をする。
- (3) 「グループ分け」では学習者の回答結果を元に、講師が設定したパラメーターにより自動的にグループ分けが行われる。遅刻者の対応などグループの細かな調整は講師により手動で行われる。
- (4) 「協調学習」ではグループ内・グループ間での相互レビューとグループ内チャットがシステム内に用意され、学習者は協調スクリプトに従ってこれらの協調作業を行う。

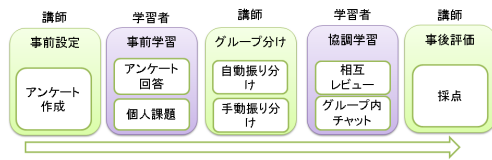


図 4 提案システムによる協調学習の流れ

Fig. 4 Flow of a collaborative learning by a proposed system

(5) 「事後評価」では提出された課題の講評および採点を講師が行う。

### 4.3 自動グループ編成機能

本システムでは、事前に取得したユーザー特性から様々なパターンのグループ編成を可能とする。グループメンバーの人数を設定することや、学習者特性から要素を選びパラメーターを自由に設定することで、成績や性格が平均的または偏ったグループを作るといった柔軟な編成を可能とする。

本システムのグループ編成の特徴として、編成条件として二つの学習者特性を選択できることが挙げられる。例えば、グループメンバーの性別は同一であるが、成績に差があるといった条件が可能となる。

数値と色という二つの特性を元に3人グループを編成する場合を例にそのアルゴリズムを示す。なおこの例では学習者数は150人を想定している。

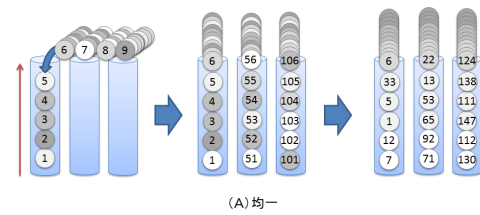
本システムではまず学習者を第一の特性でソートする。数値を第一の特性とすると、学習者は数値順に並ぶことになる。

次に学習者を第一の特性を元に三つの大グループに分ける。図5にその流れを示す。図において円は学習者を表し数値と色が学習者特性となる。分け方として「均一」と「分散」のいずれかを指定できる。「均一」はグループメンバーの特性が似るよう分けることを意味し、図5(A)に示すように数値の順に三分割される。「分散」はメンバーの特性が異なるよう分けることを意味し、図5(B)に示すように数値順に取出し三つの大グループの一つずつ順に振り分けることで、グループ内の数値がばらけるようにしている。

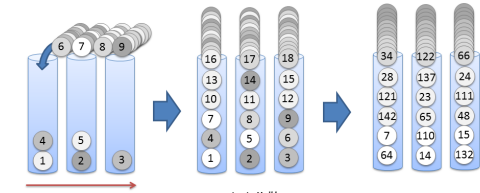
次に三つの大グループそれぞれにおいて、第二の特性でソートする。色を第二の特性とすると、大グループ内で学習者はそれぞれ色順に並ぶことになる。

その後、各大グループにおいて、第二の特性で3人グループに分割をする。第一の特性と同様に「均一」と「分散」のいずれかを指定できる。図6にその流れを示す。この図は図5(A)の左の大グループを3人グループに分割する例であるため、構成された3人グループのいずれのメンバーも第一特性である数値はすべて上位三分の一になっている。実際には同時に数値が中位の大グループと、数値が低位の大グループも、3人グループに分割される。

図6(A)は「均一」分割する場合であり、色順に3人ずつ



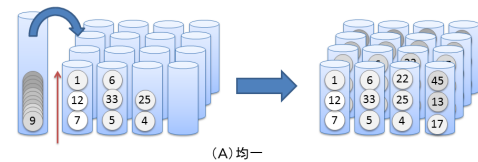
(A)均一



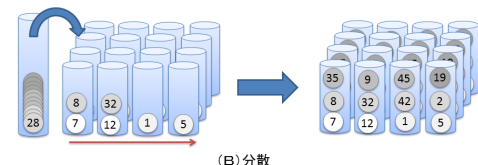
(B)分散

図 5 グループ編成アルゴリズム：特性 1

Fig. 5 Group Composing Algorithm:Property1



(A)均一



(B)分散

図 6 グループ編成アルゴリズム：特性 2

Fig. 6 Group Composing Algorithm:Property2

取り出すことで均一なグループを形成している。図6(B)は「分散」分割する場合であり、色順に取出し各小グループの一つずつ順に振り分けることで、グループ内の色がばらけるようにしている。

### 4.4 協調スクリプト進行機能

協調スクリプトでは「作成者」、「解答者」、「採点者」といった役割毎にタスクが設定されており、提案システムでは、グループ管理機能により各学習者へ役割を割り振り、課題管理により役割に割り当てられたタスクを配分する。また、各学習者が現在演ずるべき役割とそのタスクはシステムが自動的に指示するため、学習者は協調スクリプトを意識することなく、適切なタイミングでタスクを進行することができる。

スクリプトの進行時間は学習の進行により変動するため、講師は図7に示すインターフェースから、フェーズの移行をリアルタイムで指示することや、スクリプトの開始時間や課題の提出時間を変更することができる。

### 4.5 グループチャット機能

本論文ではグループメンバーは遠隔にいることが前提で



図 7 スクリプト進行操作  
Fig. 7 Script Proceeding Operation



図 9 教室イメージ  
Fig. 9 Room Image

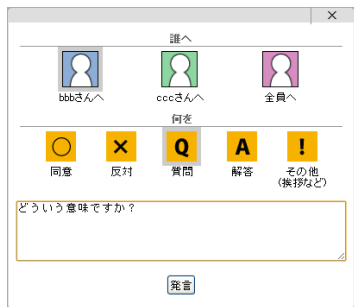


図 8 入力インターフェース  
Fig. 8 Input Interface

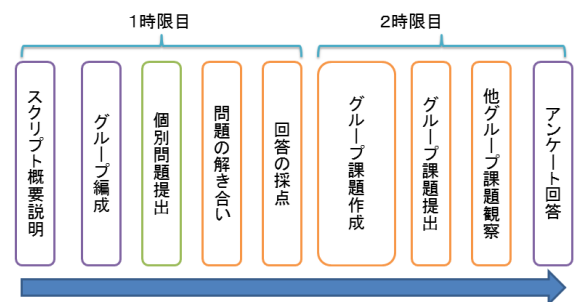


図 10 実験の流れ  
Fig. 10 Flow of an experiment

あり、対面による会話ができない状態である。よって、学習者間のインタラクションはすべてチャット内で行われることが想定され、チャットを解析することでインタラクションの傾向を明らかにできると考えられる。

しかし、多グループが同時にチャットを行うため、膨大な量の文章データとなり、それらをすべて読み解析するのは困難である。また、リアルタイムに各グループの状況を把握するのは不可能といつてよい。

そこで、チャットでの文章入力時に、その文章がどのような属性なのか学習者が入力できるインターフェースを導入する。実際に導入した入力インターフェースが図 8 であり、図にあるように入力できる属性は「宛先」と「文章の種類」である。「宛先」としては各ユーザ名と「全員」が指定でき、「文章の種類」としては「同意」「反対」「質問」「解答」「その他」が指定できる。本インターフェースでは、これら属性を入力しない限り文章の入力ができないため、学習者は必ず属性を指定することとなる。

## 5. 実験概要

本システムの有効性を検証するため東京工科大学にて実験を実施する予定である。概要は以下のとおりである。

- ・対象者：東京工科大学 1～4 年生 500 名程度  
グループ数約 160 程度
- ・実施日：2013 年 1 月 18 日 (金) 1 時限～2 時限
- ・実施場所：メディアホール (図 9 参照)

- ・講義名：論理の基礎
- ・学習課題：演繹的推論の妥当性を問う問題の作成

実験は 90 分×2 コマで実行する。想定される学習の流れは図 10 に示すとおりであり、実験の最後にアンケートを行う予定である。

## 6. 評価方法

本実験では以下の項目について評価を行う。

### 6.1 システムの評価

- (1) 協調スクリプトの実行の確かさ  
提出された課題の数と時間により評価
- (2) グループ生成の確かさ  
各グループのユーザ特性により評価
- (3) システムの使いやすさ  
学習者へのアンケートにより評価

### 6.2 提案スクリプトの評価

- (1) スクリプトの学習効果  
グループの問題をどのように作成したかとその問題の質により評価
- (2) スクリプトの各フェーズの活性化  
チャットログの数と文章の属性の解析により評価

### 6.3 グループの特性

#### (1) 学習者の組み合わせと学習効果

学習者特性と、グループの問題をどのように作成したかとその問題の質により評価

#### (2) 学習者の組み合わせとインタラクションの活性化

学習者特性と、チャットログの数や文章の属性により評価

## 7. 関連研究と本研究の位置づけ

### 7.1 作問スクリプト

CSCCLに協調スクリプトを適用した研究は欧米においては盛んに行われている。その多くは学習内容面での理解の支援を行うものではなく、協調学習のプロセスをシステム側からの外的構造化によって方向付けながら活性化することを意図している。スイス人研究者の Dillenbourg によれば、この協調スクリプトによって、学習プロセス全体は複数のフェーズの直線的な継起としてシーケンス化され、各フェーズは、5つの属性、つまり、1. タスクの種類、2. グループの構成、3. タスクのグループメンバーへの割り当て、4. コミュニケーションの方法、5. 所要時間によって規定されるとしている [3]。これに準拠して、本研究を位置づけると、1. 主要なフェーズのタスクは問題作成とメンバー間での問題の相互の検討および精緻化、2. グループの構成は3名から5名（ただしシステムの仕様では構成人数には自由度を持たせることは可能）、3. タスクの割り当ては相互教授法に基づいた問題作成者、解答者、採点者、4. コミュニケーションの主要な方法はネットワークを介したチャット、5. 所要時間については、最終課題の提出のデッドラインが授業の終了時となる。

また、多くの既存システムでは発言の順番や発言の属性（提案、質問、賛成、反対など）などについての制御機能が実装されているが、本研究でそういった機能の実装は現段階では行っていない。これは、問題作成という狭く限定された課題と各学習者へのタスクの分配という条件下において、発言の属性や発言の継起についての制限は、とりあえず不必要であると考えたためである。

### 7.2 作問支援システム

協調学習型の作問システムの開発や協調学習環境の作問への応用はすでに既存研究においても報告されている。本研究同様、これら多くの既存システムは作問だけでなく、学習者間での相互評価や問題に関する議論などが可能となっている。以下、これらシステムと本研究のシステムとの関連のなかで本研究の位置づけを行うことにする。

高木 [4] らの開発したシステムは専ら作問に特化した協調学習システムである。学習の流れとしては、まず、教師によって分けられたグループ内で問題を相互に評価し、次に、各学生は修正を経て、問題を教員に発信する。最後に、

教師はこれらの問題をオンラインテストとして公開する。相互評価を行うことで相互作用の活性化を狙っている点や同期環境で学習を行っている点など本研究と類似する点も認められる。しかし、本研究では、グループ内学習者が個々の問題を踏まえて、一つの提出用問題を共同で議論して新たに作成するプロセスがある点、各学習者に明確な役割をあてがっている点などにおいて大きな相違点がある。この違いは、本研究においては、作問はあくまでも協調学習における相互作用の活性化の契機としてあり、システムが最終的に目指すところは、学習をスクリプトによって制御することで学習者間の議論や交渉 (negotiation) を効果的に支援すること由来している。菅原らは [5]、授業内での同期環境での利用が可能な総合的な e ラーニングシステム SHoes に協調型作問学習機能を追加的に開発した。学習の流れとしては、まず、学習者グループの中の1名が、教員が指示した課題についての問題を作成し、教員がこれを公開する。次に同じグループの別の1名が解答を作成し、教員がこれも公開する。最後に、またグループの1名がこの解答を採点し、教員に提出する。機能面では、グループ内でのチャット機能や資料の共有機能が実装されている点や学習プロセスが「問題フェーズ」、「解答フェーズ」、「採点フェーズ」としてシーケンス化されている点が特徴的である。特に、役割の分担や学習のシナリオ化など本研究のスクリプトと類似した問題意識があることをうかがわせる。しかし、本研究においては、役割は学習者に一意に固定されるのではなく、役割の交換がある点、相互レビューの後には、提出用問題の共同作成フェーズが用意されている点などの違いがある。これらの違いは、本研究が明確なデザイン原則と指針に依拠した協調学習支援を志向していることに起因していると考えられる。

平井らの開発した作問に特化した協調学習支援システム Concerto<sup>®</sup> は [6]、授業外の非同期環境を想定したシステムである。学習は以下のようなプロセスに従う。まず、学習者が学習内容に関する問題を作成する。次に、その問題を作成者以外の学習者が解答、および評価を行う。その後、作成者は解答者と議論を行い、必要があれば問題の修正を行う。また、補助的機能として学習者がクラス全体に作問を要求する機能や作問時や作問要求時にも議論を行うことのできる機能が協調学習の支援として実装されている。Concerto<sup>®</sup> はあくまで個人単位の学習であり、グループ形成はされない点や議論が非同期の環境でのみ行われる点で本研究のシステムとは方向性を異にしている。ただ、上に述べた協調支援のための補助機能が実験の結果を見る限りは十分に活用されたとは言えない点については、本研究で行ったような学習者への役割の割り当てや活動のシーケンス化などの構造化が欠如していることが原因と思われる。

## 8. まとめ

本研究では、対面学習が不可能な状況において、オンライン上で多数の少人数グループを構成し協調スクリプトを実行する CSCL システムを開発した。今後、開発システムによる実験および評価を行いスクリプトおよびシステムの性能、特性を明らかにする。また、文章の属性からインタラクションの質を協調スクリプト実行中にリアルタイムで測定できる手法の開発を目指す。

**謝辞** 本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究 (C) 「学習者特性適応型スクリプトを活用した協調学習支援システムの構築と評価」(課題番号 23501117) によるものである。

### 参考文献

- [1] 三宅なほみ, 白水始: 学習科学とテクノロジー, 放送大学振興協会 (2003).
- [2] Fischer, F., Mandl, H. and Haake, J. M.: *Scripting Computer-supported Collaborative Learning: Cognitive, Computational and Educational Perspectives*, Springer (2006).
- [3] Dillenbourg, P.: *Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design.*, pp. 61–91, Open Universiteit Nederland (2002).
- [4] 高木正則, 田中充, 勅使河原可海: 学生による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習 WBT システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 3, pp. 1532–1545 (2007).
- [5] 菅原典子, 織田恵太赤池英夫, 角田博保: 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム SHoes における組織学習支援, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 8, pp. 2791–2801 (2007).
- [6] 平井祐樹, 樫山淳雄: 作問に基づく協調学習支援システムとその分散非同期学習環境への適用, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3341–3353 (2008).