

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：32692

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501117

研究課題名(和文) 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

研究課題名(英文) Development and evaluation of a CSCL system with the adaptive collaborative script

研究代表者

稲葉 竹俊 (INABA, Taketoshi)

東京工科大学・教養学環・教授

研究者番号：10386766

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：近年、コンピュータ支援協調学習(CSCL)の研究分野において、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いる。

本研究では、この協調スクリプトを活用した協調学習システムを構築し、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」をシステムに実装し、大規模教室で実施・評価を行った。評価結果からは、問題の相互レビューや共同での問題作成を通して、学習課題への理解が促されたと多くの学習者が感じている点、チャットでの議論の質が共同で作成される問題の質に関与している点などが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：In the area of computer supporter collaborative learning research(CSCL), 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.

Basing on reciprocal learning method, we have designed a script which allows students to create questions and answer them mutually. To implement this script for large classrooms, we have developed a CSCL system. For the evaluation, we have conducted an experiment with some 300 students in a large classroom to evaluate our system and analyze interactions in detail during each sequence of learning activities. Based on the assessment result, the learners felt encouraged to understand better about learning task. At the same time, it became clear that the quality of discussion on chat affects reciprocal question posing.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：CSCL 協調スクリプト 大規模教室 相互教授法

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) CSCL とその課題

ヴィゴツキーの流れをくむ社会構成主義やレイヴ&ヴ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、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。むしろ議論などの他者との対話による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、ひいては知識や学習方略に関するメタ認知も促進される。

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いとまがない。

しかし、その一方で、この協調学習の教育実践の報告事例の多くで、第三者からのなんらかの明示的な働きかけや指示なしに学習を行った場合に、自発的に相互で協調活動を学習者が行うことは、極めてまれである点が指摘されている[2]。それゆえ、学習課題の解決に向けて、効果的かつ効率的に学習者間で作業や議論を行えるよう、グループ内での学習のプロセスを適度に規制し構造化する様々な手法が提案されてきた。

本研究ではこういった手法の1つである「協調スクリプト」をCSCLシステムに実装し、大学の大規模授業においてこれを運用した。まず、次項では「協調スクリプト」について概観する。

### (2) 協調スクリプトとその課題

先行研究の多くは、スクリプトをCSCL環境下における2つのレベルに関与するものとして定義している。つまり、第一に、スクリプトを誰と誰が学習するのか、グループの課題は何か、学習者間にどのような役割をあてがうべきかなどの協調学習のマクロレベルに関与するものとして定義するアプローチがある。一方、スクリプトを個々の学習活動における支援に関与するものと捉えるアプローチがあり、後者においては、スクリプトは個々の学習活動を具体的に指示したり、その活動をどのように行うかの詳細を定めたりする。すでに、スクリプトを実装した様々なCSCLシステムが提案され、その有効性を示す報告

は現状においても多数あるが、それらからいくつかの問題点も同時に浮かび上がってきていると考えられる。まず、スクリプトの強制力の設定の問題がある。つまり、スクリプトが学習者から自発性を過度に奪う危険への対処である[3]。次に、個々の事例報告の蓄積はあるものの一般性の高いスクリプトのデザインモデルの提案が極めて少ない点がある。本研究では、主として第二の問題点に着目し、研究アプローチとしてデザイン・メソッドを採用し、デザイン原則に依拠したスクリプトの設計と実装を行うことを提案する

### (3) デザイン原則としてのSWISHモデル

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となる。DillenbourgはこのようなメカニズムとしてSWISHモデルを提案している。このモデルは、学生同士に摩擦を引き起こすような課題・タスクを与え、それを克服するためのインタラクション(解説・説明・議論等)の活性化を図る協調スクリプトのデザイン原則である[4]。

この原則に基づいた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。今回はお互いにあるテーマに関して教え合う手法をとる相互教授法を採用した。

#### ・参考文献

- [1] 三宅なほみ、白水始：“学習科学とテクノロジー”，pp26-38、放送大学振興協会(2003)。
- [2] Weinberger, A.: “Scripts for computer-supported collaborative learning. Effects of social and epistemic cooperation scripts on collaborative construction.”, Doctoral Dissertation, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany (2003).
- [3] Dillenbourg, P.: “Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design”, In: Kirschner, P.A. (ed.) Three Worlds of CSCL, pp.61-91 (2002).
- [4] Dillenbourg, P., op. cit.

## 2. 研究の目的

本研究では、SWISHモデルに依拠した相互教授法に基づくスクリプトを設計し、システム上に実装し、その効果検証を行う。システムは、大学などの高等教育において数百人規模かつ対面インタラクションが不可能な環境を想定した仕様とし、システムによってオンライン上での協調学習を実現する。

検証にあたっては、提出された課題やチャットログのデータから協調学習時のインタラクションの質と学習効果を評価し、その関係性を明らかにすることで、スクリプトやデザイン指針の見直しのための知見を得ることをめざす。

### 3. 研究の方法

#### (1) 開発システム

##### ①システム構成

本研究では、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において、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した。

本システムは、図1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、そしてこれらをシステムが自動的に管理をする「課題管理」「グループ管理」の機能などからなる。本図における「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抽出され、この特性を元にシステムはグループを自動的に生成する。

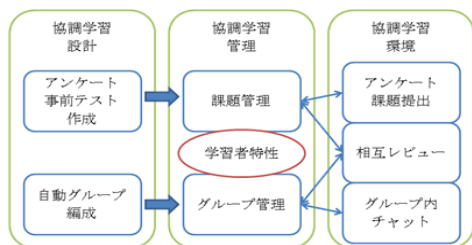


図1 システム構成

##### ②協調学習の流れ

本システムにおける協調学習は図2に示すように、5つのブロックからなっている。基本的には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を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。

- i. 「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。
  - ii. 「事前学習」では、「事前設定」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。
  - iii. 「グループ分け」ではシステムにより、講師が設定したパラメーターと学習者の回答結果を元にグループ分けが自動的に行われる。グループの細かな調整は講師により手動で行われる。
  - iv. 「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。
- 「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。

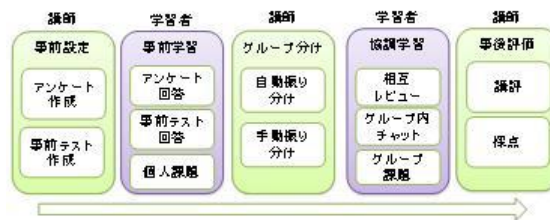


図2 提案システムによる協調学習の流れ

##### ③自動グループ編成機能

本研究では、事前に取得したユーザー特性から複数の要素を組み合わせ、講師の意図する様々なパターンのグループ編成を可能とする。

具体的には、グループメンバーの人数を講師が自由に設定することや、学習者特性から要素を複数選びパラメーターを自由に設定することで、ある特性を持つ学習者をグループに1人入れることや、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。

##### 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。

#### (2) 協調スクリプト

本実験で設計した、「相互問題作成協調スクリプト」の流れは以下の通りである。

##### 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3)。

- a. 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
- b. 採点者は解答者の解答を採点し、採点結果と問題への評価を投稿
- c. 問題作成者は解答者、採点者の評価を元に自己評価を行う
- d. 上記 a~c のプロセスをグループ内の全ての学習者が問題作成者になるまで役割をローテーションし繰り返す



図3 グループレビュー

### 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、グループ間課題として公開する。

### Phase-5: 他グループの問題の解き合い

学生は公開されたグループ間課題を解く。

## 4. 研究成果

### (1) 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の授業にて実験を実施した。概要は以下のとおりである。

- ・対象者：東京工科大学学生 1～4年生 298名  
グループ数 112

- ・実施日：2012年1月10日(火)、1月18日(水)

- ・講義：論理学の基礎を対象にした基礎科目
- ・学習課題：問題を作成する。問題では、演繹的推論を構成する複数の前提と結論を示した推論を文章化する。また、その推論を命題論理の論理式として表し、その推論の妥当性、非妥当性を検証するため真理値表を作成することを求める。この課題は、演繹的推論の学習時に、複数の例題の解題を行っている。また、前の週の授業で類似問題を事前テストとして実施し、かつ解題を行っている。なお事前テストの採点は、通常の小テスト同様、授業担当教員である代表者が行った。

### (2) 評価

#### ①自動グループ編成の評価

実験ではグループごとの学力が一定となるように事前テストの結果が上位、中位、下位の学習者を一名ずつ抜き出し一組とするグループ編成を行った。なお、事前テストの成績は、授業内容の定着を確認する目的で、授業進行に合わせて、実験日までに計4回実施された小テストの合計点(400点満点)であり、採点はすべて代表者が行っている。

図4に個人の点数とグループ内の平均点数の分布を示す。グループの平均点数が中央値に集中していることから、自動グループ編成は正常に機能したと考えられる。

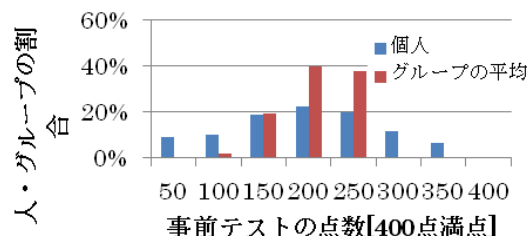


図4 事前テスト

#### ② 作問スクリプトの学習者からの評価

作問スクリプトについて、学習者へのアンケートにより評価を行った。図5に「問題を作成することで理解は深まったか」というアンケート結果を示す。「深まった」が多く、「深まらなかった」「全然深まらなかった」が少ないことから、本スクリプトは学習者にとって有用であると感じられたことが分かる。

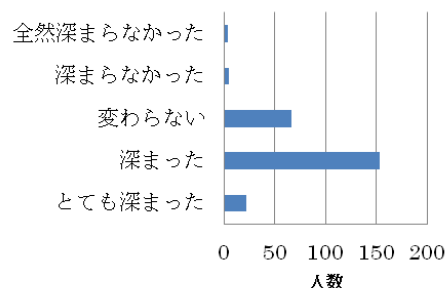


図5 作問スクリプトへの評価

図6に「問題を作成する過程で参考になったものは」というアンケート結果を示す。「グループ内チャット」、「解答者からの問題評価」、「採点者からの問題評価」など共同作業部分の評価が高いことが分かる。

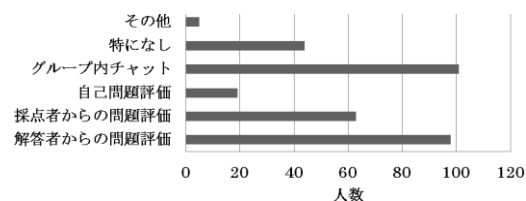


図6 参考になった個所

#### ③グループ内インタラクションの評価

チャット内容は、表1に示すような基準で5段階評価を行った。この基準は研究グループ内で実際のチャット内容を閲覧し、議論の上設けた基準である。実際の評価は評価基準にしたがって1名が評価し、もう1名がその結果を確認するという方式で行った。



表1 議論の質

要点をおさえ綿密	論理式を出すなど、どのように進めるかまで議論している
要点をおさえしている	方向性は短い議論で決まり、簡単な修正や指示のみで問題を完成させる
脱線する	「要点を押さえしている」程度に議論しているが、それに加えて雑談が多い
雑談が多め	「脱線する」よりもさらに雑談が多い
中身がない	雑談のみや、問題を作ろうとしない

図7にチャットログから評価したグループごとの議論の質を示す。2人グループ、3人グループ共に「要点を押さえ綿密」「要点を押さえしている」の合計が全グループの70%を超えるなど、質的に良いインタラクションが行われたグループが多いと考えられる。

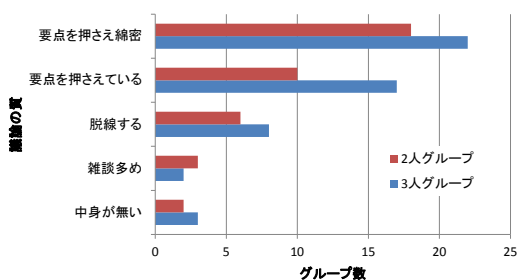


図7 議論の質

図8に事前テストのグループ内平均と議論の質を比較した結果を示す。平均点を「100-150」「150-200」「200-250」の三段階に分けた場合、最上位である「200-250」のグループは他のグループと比べて「要点を押さえ綿密」なグループが多いことが分かる。

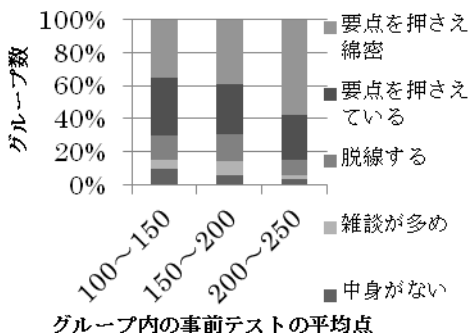


図8 事前テストと議論の質

④チャットにおけるリーダー的役割

チャットログから、チャット内において主導的立場となる学習者を特定し、その学習者のグループ内での事前テストの順位と議論の質の関係を評価した。

その結果、2人グループの場合はリーダー的役割の学習者の学力が他者よりも下である方が良い議論になる傾向があり、3人グループでは逆にグループ内で最も良い成績の学習者がリーダー的役割を担うと良い議論になる傾向があることが明らかになった。

⑤グループ課題の評価

本実験では、個人で提出した課題と同じ課題をグループ課題としたため、提出された課

題としては「個人の提出課題を改良して提出」「個人の提出課題を未変更のまま提出」「新規作成し提出」の3パターンが考えられる。なお新規作成には複数の提出課題を融合させたものも含まれる。

2人グループ,3人グループ共に、「個人の課題を改良して提出」が大部分を占める結果となった。「個人の課題を未変更のまま提出」は、協調学習の意味がなく、協調スクリプトがうまく作用しなかったといえる。また、「個人の課題を未変更のまま提出」のグループについて、議論の質をまとめたものが図9であり、「雑談が多い」「中身がない」議論となっているグループが多いことから、これらのグループには何らかの足場がけが必要であると思われる。

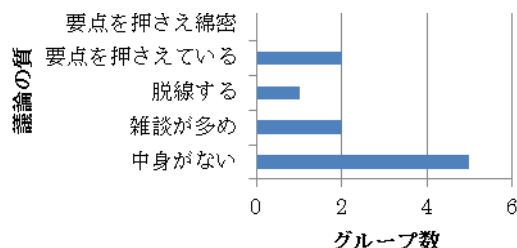


図9 未変更グループの議論の質

グループ課題について表2に示す基準で「良い」「普通」「悪い」の三段階で採点を行った。その評価結果と議論の質を比較したものを表3に示す。実際の評価は実験を行った教科の教員1名により行われている。なお本評価者と議論の質の評価者は異なる。この結果からは、議論の質が良いほど、課題の評価が高いことが分かる。

また、評価結果と議論の進め方を比較したものを表4に示す。「新規作成」が最も「良い」の割合が高く、「未変更」は「良い」がないという結果となった。「未変更」は図9で明らかとなったように議論の質が「雑談多め」「中身がない」傾向である。これらのことから、議論の質を高めることで「改良」や「新規作成」へと繋がり課題の評価が向上すると考えられる。

表2 課題の評価基準

良い	事前に提示された例題よりも複雑な問題であり、解答が正しい
普通	事前に提示された問題と似通った問題や異なるが複雑性において同等であり、かつ解答が正しい
悪い	事前に提示された問題と似通った問題や異なるが複雑性において同等ないしより単純であり、かつ解答が誤っている

表3 議論の質と提出された課題の評価

	評価		
	良い	普通	悪い
要点を押さえ綿密な議論	13	18	9
要点を押さえ議論	3	18	6
議論するが脱線する議論	2	5	7
雑談多めな議論		3	2
中身の無い議論		2	4

表4 議論の進め方と提出された課題の評価

	評価		
	良い	普通	悪い
新規作成	2	3	1
改良	16	38	22
未変更		5	5

### (3) 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学習を可能とするCSCLシステムを開発し、相互教授法に基づく問題作成協調スクリプトを実装した。

そして、大学の授業の一部として300人規模の環境で実験を行い、実際にグループの自動生成と協調スクリプトを実行可能であることを示し、その効果を明らかにした。

実験結果から得られた知見は以下のとおりである。

i. 学習者は協調スクリプトによる共同作業を有効だと感じており、実際に多くのグループでチャットによる議論が高い質を伴ったまま活性化していた

ii. 多くのグループは、提出した個人課題をオンライン上の議論により改良しており、質の高い議論を行ったグループの提出課題の採点結果は高い

iii. 議論の活性化は、グループ内のリーダー的役割を担う学習者の学力に関係する可能性が示唆されるが、グループの構成によっては必ずしも高い方が良いとは言えない

まず、i、iiより、本研究の協調学習のデザインはおおむね妥当であったことが示唆される結果となった。また、iiiから、リーダー的役割を担える最適な学習者を学習者特性から判別し、各グループに配置することが重要だと考えられる。しかし、リーダーとなるべき学習者の特性は事前テストの成績など学力からのみ推測できるものではない。そのため、事前アンケートや行動ログからリーダー的資質を持つ学習者を判別する方法を見出すことが今後必要であると考えられる。

一方、協調スクリプトを授業で実行する場合、学習者の欠席などの例外的な処理が重要である。協調スクリプトでは、タスク進行の自由度が低いため、想定した学習環境からずれると実行不可能な状況になることが多い。今回の実験においては、1日目に出席し2日目に欠席する学習者や、1日目に欠席し2日目に出席するといった学習者が多く存在したため、想定通りの学習が進められないグループが多数存在してしまった。また、課題の提出期限といった時間的制約も大きく、十分な議論がなされないまま提出を余儀なくされたグループも存在した。

これらのことから、協調スクリプトの実行においては、学習環境や学習者の状況に応じて、ある程度の柔軟性が必要であると考えられる。

### (4) 今後の課題

本研究では、全てのグループに画一的な協

調スクリプトを実行したが、グループの特性や進行状況に合わせて、スクリプトの内容自体を柔軟に変化させる高度な適応機能の開発と運用が必要である。

また、グループの自動生成においても、細かな学習者特性の指定による多様なグループの生成と、学習者の組み合わせによるグループ特性を明らかにする必要があると考えられる。

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

① Taketoshi Inaba, Kimihiko Ando, Development and Assessment of CSCL System for Large Classrooms Using Collaborative Script, eLmL 2014, 査読有、1巻、2014、14-21

② 安藤公彦、松永信介、稲葉竹俊、協調スクリプトによる協調学習活性化のためのCSCLの開発と評価、CIEC研究会論文誌、査読有、巻4、2013、48-55

③ 高橋秀二、安藤公彦、稲葉竹俊、学習者特性適応型協調スクリプトを活用したCSCLシステムの構築と評価、教育システム情報学会2011年度特集論文報告集、査読無、1巻、2012、119-124

④ 高橋秀二、安藤公彦、松永信介、稲葉竹俊、学習者特性適応型協調スクリプトを活用したCSCLシステムの構築と評価、日本教育工学会2012年度第1回研究会論文集、査読無、1巻、2012、373-380

[学会発表] (計2件)

① Taketoshi Inaba, Development of CSCL System for Large Classrooms by Scripting Collaborative Process, The Fifth Annual Asian Conference on Education, 2013年10月24日、ラマダ大阪ホテル(大阪府)

② 安藤公彦、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システムの開発、情報処理学会CE研究会118回研究発表会、2013年2月8日、東京農工大学(東京都)

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

稲葉 竹俊 (INABA, Taketoshi)  
東京工科大学・教養学環・教授  
研究者番号：10386766

#### (2) 研究分担者

安藤 公彦 (ANDO, Kimihiko)  
東京工科大学・メディア学部・助教  
研究者番号：00551863

松永 信介 (MATSUNAGA, Shinsuke)  
東京工科大学・メディア学部・准教授  
研究者番号：60318871