

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350286

研究課題名(和文) 協調的学習支援機能を有したゲーム型協調学習支援環境に関する研究

研究課題名(英文) A study of game based collaborative learning support environment with the function of collaborative learning support

研究代表者

鷹岡 亮 (Takaoka, Ryo)

山口大学・教育学部・教授

研究者番号：10293135

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、学習者の知識・スキル獲得活動、思考活動や学習者間の相互作用(協調活動や競争活動等)を誘発・活性化するために、複数の学習支援エージェント(Pedagogical Agent ... 学習支援機能を具備し、他の学習支援エージェントと協調可能なコンピュータプログラム)による協調的学習支援フレームワークを探究することを目的とした。研究対象としては、ゲーム型協調学習支援環境に焦点をあて、学習支援エージェント間の協調的学習支援フレームワークを具備した教育システムアーキテクチャを提案して、数学を対象にしたゲーム型協調学習支援環境を開発し、協調的学習支援の有効性について検証した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to propose a framework of collaborative learning support (involving interaction among learners and computer learning supporters) that acquires the knowledge, the skill and the method for problem solving, or induces and activates interaction between learners intentionally by making a learning opportunity based on the knowledge understanding model of each learner. The result of this research was at the point proposed as the framework of collaborative learning support by representing the behavior patterns and mechanism of collaborative teaching and support with formal method. Moreover, we could implement the framework as an educational software, and check the educational evaluation of the software and the functional behaviors of the collaborative learning support through educational practice and software development.

研究分野：教育学

キーワード：協調的学習支援 協調的学習支援フレームワーク ゲーム型学習コンテンツ ゲーム型協調学習支援環境 学習者間インタラクション活性化手法 動機づけ手法

1. 研究開始当初の背景

研究開始時点において、ネットワーク技術、Web 技術、モバイル・タブレット端末等 ICT の急速な発展やその普及は、社会文化的学習観に基づいた多様な学習・教育・訓練形態におけるツールや支援機能のニーズに対応可能な状況を作りつつあった。このようなネットワーク学習場を主とした協調的かつ社会的な関わりを重視する新しい学習や教育の形態のもとで学習者が主体的に学ぶ際には、新たな教授学や学習支援手法の探求・開発など e-Pedagogy に関する研究が必要となっていた。特に、学習支援という観点から考えれば、協調的かつ社会的な関わりを重視する学習場では、その学習場の質を保証するために、教授者はもちろん、他の教授者、学習内容に関する専門家、TA(Teaching Assistant)、当該内容を既習済みの学習者や一緒に学んでいる「仲間学習者」などを含めた学習支援者の役割が重要になってくる。したがって、その場の担当者の学習支援に関するメタ知識獲得のために学習支援者による支援手法の整理や学習場の特徴をいかした複数の学習支援者による協調的学習支援手法を確立することが求められていた。学習支援システム研究では、この学習支援者の役割を学習支援機能として提供することになり、多様な学習支援機能を効果的に組み合わせることで適応的な学習支援が可能になると期待できる。そのためのシステム開発方法論の具体的な方法の一つとしてエージェント技術の利用が考えられる。そこでは、学習支援エージェントが規定されたインタフェースや情報交換モデルを利用して、他の学習支援エージェントと協調しながら学習者やグループの学習を支援することができるフレームワークが必要になっていた。

一方、学習支援システムの研究において、学習者の学習意欲、集中力、そして学習効果を高めるためにゲーム的要素を組み込む研究が行われてきていた。ゲームの効用は単なる学習意欲、集中力、学習効果のみならず、複数人で実施されるボードゲームのような卓上ゲームやマルチプレイヤーデジタルゲームのように、他者や道具との相互作用が特徴になっているゲームも存在していた。しかしながら、ゲーム型学習環境に複数の学習者が参加し、その学習環境が学習者間の競争や協調、学習者同志による教えあい等の学びを喚起させるために、学習者間インタラクションを制御するような学習プロセスを提供する研究はまだ少ない状況にあった。

2. 研究の目的

本研究代表者は、中学校数学を対象領域としたゲーム型学習支援環境のプロトタイプを開発し、学習者間インタラクションを意図的に活性化させる学習支援を行うことによ

って、学習者の課題解決方法や知識の共有指向性の向上や学習者間の関係性の再認識が生じること等を確認してきた。その際、学習支援エージェント間の協調的な振舞いが学習者に効果的な学習活動を生じさせている場合が存在した。

そこで、本研究ではこれまでの研究成果を踏まえ、学習者の知識・スキル獲得活動、思考活動や学習者間の相互作用を誘発・活性化するために、それらの活動を支援するゲーム型協調学習支援環境における学習支援エージェント間の協調的学習支援フレームワーク、特に、協調的学習支援を実現するための学習支援環境の構成方法、さらに、協調的学習支援の手法に研究を拡張していくことを目指してきた。

3. 研究の方法

研究目的の遂行のために以下のサブゴールを設定し研究を進めていった。

(1) 複数の学習支援者による協調的学習支援行動及び学習制御手法の抽出・分析
学習環境を利用して学習支援プロセスにおける学習支援者の活動ログ、学習者と学習支援者間及び学習支援者間のコミュニケーションログを記録して、認知科学的・学習科学的手法によって分析し、複数の学習支援者による協調的学習支援行動及び学習制御手法を抽出し分析した。

(2) ゲーム型学習環境の動機づけ手法及び学習者間インタラクション活性化手法の整理・分類
ゲーム型学習支援環境のプロトタイプシステムを利用した学習実験からゲーム型学習環境における動機づけ手法、学習支援機能、特に、学習者間インタラクションを活性化する手法を整理・分類した。

(3) 複数の学習支援エージェントによる協調的学習支援フレームワークの構築
学習支援エージェント間インタラクションのための対話目的、発話意図、協調プロトコル、学習者と学習支援エージェント間の協調プロトコルを整理し、協調的学習支援フレームワークを構築した。

(4) 協調的学習支援型教育システムアーキテクチャの設計
協調的学習支援機能(動機づけ手法や学習者間インタラクション活性化手法を含む)を有した協調的学習支援型教育システムアーキテクチャを設計した。

(5) 情報モラルを対象にしたゲーム型学習コンテンツの検討と設計
情報モラルを対象にしたゲーム型学習コンテンツを検討して設計した。

(6) 学習者間インタラクション活性化手法
機能の設計と一部の実装

整理されていた学習者間インタラクション
を活性化する手法の一部を機能として設計
し、協調学習支援環境上に組み込んだ。

(7) 数学を対象にしたゲーム型協調学習支
援環境の設計と開発

中学校数学を対象にしたゲーム型学習コン
テンツをコンポーネントとして付加して、中
学校数学領域に依存した協調的支援機能を
組み込んだゲーム型協調学習支援環境の設
計と開発を行った。

(8) 協調的学習支援手法の e-Pedagogy の位
置づけ

これまでの研究を概観して、動機づけ手法と
学習者間インタラクションを活性化する手
法を協調的学習支援手法として整理して、
e-Pedagogy 研究の枠組みへの位置づけを行
った。

4. 研究成果

主な研究成果と課題に関しては、以下のと
おりである。

(1) 協調的学習支援形態の抽出と整理

学習支援者の協調的学習支援を「協調的学
習支援に参画する立場」「協調的学習支援の
目的」「協調的学習支援の形態」の 3 つの観
点から整理することができる。協調的学習支
援の形態に関しては、以下のような 6 つの型
にまとめられた。

• 確認補充型

1 人の学習支援者の発言の後に 1 人もしく
は複数の学習支援者が発言の確認や補足を行
って、学習者の確実な理解を目指す型。

• 促進補充型

1 人の学習支援者の発問や説明の後に、追加
の説明やさらに内容理解を深める発問など
を行って、学習者の深い理解を目指す型。

• 多岐多面型

学習支援者各々が様々な観点からの考え方
や意見、回答を発言している型。

• 個別対応方針一致型

学習支援者の学習支援方針の一致をはかり、
掲示板ではその方針に基づいて学習者に
個別対応していく型。

• 演示型

1 人あるいは複数の学習支援者が学習者に
モデルや解法の提示など何かを演じて見せ
て学習者の観察学習による知識やスキル、問
題解決の方法の獲得を目指す型。

• 集約型

学習支援者の話し合いによりまとまった意見
や質問等を、代表となる学習支援者が掲示板
上で提示する型。

(2) 複数のコンピュータ学習支援者による
協調的学習支援の必要性と価値

学習支援システムにおける複数のコンピ
ュータ学習支援者の関与には、次のような利
点が考えられ、単一のコンピュータ学習支援
者以上の学習支援効果を期待できる可能性
があると考えられる。

• 学習者の課題解決や知識獲得に対する補
充的・深化的な理解

学習課題に対して言い換えやより具体的
な事象の提供、応用的・発展的学習課題の提供
を通して、知識や学習対象の理解を補充・深
化することが可能である。

• 課題解決や知識獲得に対する多面的な理
解

学習課題に対して多面的な見方や考え方を
提供することを通して知識や学習対象の理
解を深めることが可能である。

• 学習者の学習意欲の向上

学習者に対する複数のコンピュータ学習支
援者の協調的かつ教育的な関わりや働きか
けによって、学習意欲(興味・関心、意欲・
態度)の向上を支援することが可能である。

• 学習者による観察学習

学習課題に対する解決方法の議論や意見交
換などコンピュータ学習支援者同士のイン
タラクションから学習者が学習対象や課題
解決方法を学ぶこと、さらに学習課題に対
する関心や意欲が高まる可能性がある。

• コンピュータ学習支援者の学習機能

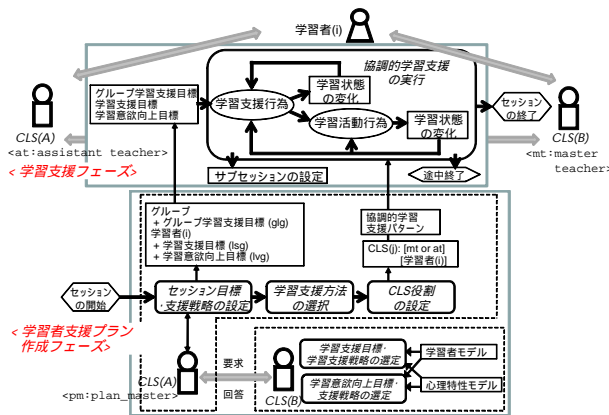
コンピュータ学習支援者が自分自身の協調
指導・支援の事例から、また、他のコンピ
ュータ学習支援者の学習支援行為や協調指
導・支援の事例から、学習支援行為や協調指
導・支援手法の獲得、適用条件の学習を行う
ことが可能である。

(3) 複数のコンピュータ学習支援者による
協調的学習支援フレームワーク

本研究では、学習支援プロセスにおいて学
習者の学習活動行為とコンピュータ学習支
援者の学習支援行為が表現された 5 つのイン
タラクションパターン(学習支援展開 IntP)、
さらに、複数のコンピュータ学習支援者が協
調的指導・支援するための協調的学習支援形
態(確認補充型、促進深化型、多岐多面型、
演示型、学習意欲誘導型)に対応した 5 つの
インタラクションパターン(協調指導・支援
IntP)を準備した。そして、インタラクシ
ョンパターンの記述に関して、学習支援展開
IntP に協調指導・支援 IntP を組み入れ、あ
るインタラクションの状態における学習支
援行為が任意にできる、あるいは学習活動行
為が生起しなかった時の仕組みなどを表現
できる記述形式に準備してそれを協調的学
習支援パターン(CLSPattern)と定義した。

協調的学習支援フレームワークは、この
CLSPattern を学習支援プランとして作成す
るフェーズ(学習者支援プラン作成フェー

ズ)とそれを利用して学習支援を実行するフェーズ(学習支援フェーズ)から構成されている(下図参照)。



協調的学習支援を実施するために、学習者支援プラン作成フェーズにおいては、セッション長となるプランマスターCLS (pm: plan_master, 以下では, pm CLSとする) が2つのフェーズの責任者となる。pm CLSは、学習領域の変更や教授理論の変更が学習中にフレームワーク内で可能になれば変更があるが、現時点ではその仕組みは実装されていないので変更はない。pm CLSのもとで、各コンピュータ学習支援者が学習者やグループの活動・理解状態、さらに学習者の心理特性状態を確認し、学習支援目標、学習意欲向上目標、グループ学習支援目標をセッション目標として決定する。次に、学習支援戦略、学習意欲向上戦略を選定する。選定された学習支援戦略に対応した学習支援展開 IntP を選び、学習支援戦略と学習意欲向上戦略そして学習者の学習履歴、心理特性状態から協調指導・支援 IntP を選定する。もちろん、協調指導・支援 IntP が選定されない状況もある。さらに、選定された2つのインタラクションパターンを組み合わせてCLSPatternを作成し、コンピュータ学習支援者の役割(メイン CLS[CLS(A):mt] と アシスタント CLS[CLS(B):at])を設定する。このようにCLSPattern を学習支援プランとして作成し、このCLSPattern を1つのセッションとして学習支援プロセスのなかで実行する。

学習支援フェーズでは、セッションが展開されるが、CLSPattern の各ノードにおいて学習オブジェクトを利用して学習支援行為や学習活動行為が実行され、学習状態が遷移することになる。アシスタント CLS が実施する学習支援行為に関しては、そのノードにおける実行は任意であり、その時点で学習者の状況を診断した上で、実行するか否かを決定することになる。

学習活動行為の後に行為の評価を行った際、さらに学習項目に関する学習支援目標ターゲットが生じた際には、サブセッションを作成してそのサブセッションを先に実行する。また、CLSPattern の実行途中でそのまま実行することができなくなった場合には失敗

となり、元のセッションに戻るか、トップのセッションであれば、再度、学習者支援プラン作成フェーズにおいて失敗した状況を記録して、次のセッションを決定するプロセスを起動する。

このフレームワークでは、学習支援展開 IntP に協調指導・支援 IntP を組み入れ、あるインタラクションの状態における学習支援行為が任意にできる、あるいは役割を変更する等の振舞いによって、学習者とコンピュータ学習支援者間の教育的かつ協調的な関わりを表現した。

しかし、本フレームワークの提案は、手続き的な処理が多く、人間の有している「声かけ」の特徴や振舞いと比較すると問題点が多い。「声かけ」の意義は、自己肯定感、学習スキル、自分の考えの吟味・再考・比較・振り返りなど教育的価値をもつ行為が多い。「声かけ」を詳細に整理して、人間の振舞いに近い「声かけ」機能を開発することに関しては、今後の研究課題と考えている。

(4) 協調的学習支援の動作検証

中学校数学の1次方程式を対象にしたゲーム型学習コンテンツをコンポーネントとして付加して、協調的支援機能を組み込んだゲーム型協調学習支援環境を開発して、協調的学習支援の動作検証を行った。

協調的学習支援の振舞いに関しては、結果として、計算問題や文章問題など学習項目に関する協調的支援は開発者の意図どおり展開されていた。

また、励ましや賞賛に関しては、どの学習者に対してもほぼ同じ回数が行われている。ただし、場面状況によっては、励ましの行為が発生した後の学習者に対しては、励ましの行為の選択肢がとられない状況もあった。

学習意欲づけに関しては、対象がゲームという性格上、4人全員が参加するような場面では、常に「励まし」が行われている。はじめての学習項目に関して、「間違えた時」には、必ず、追加説明が起動されるようになっている。今後は、学習意欲づけに関するルールや補助指導者介入ルールのプリミティブの抽象度について検討する必要がある。さらに、学習項目に関連した部分での協調的指導・支援を強化することが必要である。

以上、本研究の成果は、複数のコンピュータ学習支援者の協調指導・支援を対象にして、学習実験データや教育経験から協調指導・支援の振舞いの形態やパターンを形式的手法で表現し、協調的学習支援のフレームワークと実行メカニズムとして提案できた点にあると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計6件)

1. ICTを活用した授業・学習実践の現状と今後の方向性, 鷹岡亮, 教育システム情報学会誌, 査読無, vol. 33, no. 1, pp.6-21, 2016年.
2. 学習支援者が協調的に学習を支援するためのフレームワーク, 鷹岡亮, 人工知能学会誌, 査読無, vol. 30, no. 4, 502-503, 2015年.
3. 初等中等教育における知的財産教育に関する内容分析-テキストマイニングによる学習指導要領の用語分析に基づいて-, 阿濱志保里, 阿濱茂樹, 木村友久, 葛崎偉, テクノロジー教育(日本産業技術教育学会中国支部), 査読有, vol. 5, 1-13, 2015年.
4. A Design and Development of Distance Learning Support Environment for Collaborative Problem Solving in Group Learners, T.Nitta, R.Takaoka, S.Ahama, M.Shimokawa, Proceeding of ICEduTech2014, 査読有, 181-185, 2014年.
5. タブレット端末を活用した授業実践プロジェクト, 鷹岡亮, 東福裕康, 萱野誠, 岡村吉永, 山口大学教育学部 学部・附属教育実践研究紀要, 査読無, vol.13, pp.101-111, 2014年.
6. モラルジレンマ型情報モラル教育のための教材開発, 阿濱茂樹, 伊德尔, 山口大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 査読無, vol. 35, 89-94, 2013年.

〔学会発表〕(計 8 件)

1. ICT活用の豊かな学びを目指した協調的課題解決学習の実践と支援, 鷹岡亮, 嶋本雅宏, 若杉祥太, 加藤直樹, 上市善章, 村松祐子, 相部礼子, 教育システム情報学会研究報告, 2016年3月19日, 東京工芸大学(東京都・中野区).
2. 高等学校におけるモバイル端末を活用したプロジェクト型学習デザインの提案, 鷹岡亮, 若杉祥太, 加藤直樹, 上市善章, 上市善章, 相部礼子, 渡辺芳雅, 嶋本雅宏, 教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集, 2015年9月2日, 徳島大学(徳島県・徳島市).
3. 問題解決や学習に対するモバイル端末活用の意識変容のための学習プログラムの開発と実践, 鷹岡亮, 加藤直樹, 上市善章, 村松祐子, 相部礼子, 那須章裕, 教育システム情報学会研究報告, 2015年3月21日, 香川大学(香川県・高松市).
4. 高校における遠隔学習スキル育成プログラムの開発と評価, 鷹岡亮, 霜川正幸, 阿濱茂樹, 渡辺芳雅, 日本情報科教育学会第7回全国大会講演論文集, 2014年7月19日, 千歳科学技術大学(北海道・千歳市).
5. 実践的学びの振り返り活動を支援する教材開発に関する研究, 沖林洋平, 田中理絵, 鷹岡亮, 岡村吉永, 教育システム情報学会(特集研究会)研究報告, 2014年3月15日, 名古屋学院大学(愛知県・名古屋市).
6. 複数のコンピュータ学習支援者による協

- 調的学習支援について, 鷹岡亮, 霜川正幸, 新田拓也, 岡本敏雄, 教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集, 2013年9月3日, 金沢大学(石川県・金沢市).
7. 遠隔支援環境における協調的学習支援のための学習支援目的の整理, 新田拓也, 鷹岡亮, 教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集, 2013年9月3日, 金沢大学(石川県・金沢市).
8. 遠隔学習環境における学習スキル育成プログラムの提案と実践, 鷹岡亮, 新田拓也, 霜川正幸, 阿濱茂樹, 渡辺芳雅, 日本情報科教育学会第6回全国大会講演論文集, 2013年6月29日, 東海大学(東京都・港区).

〔図書〕(計 1 件)

1. 第8章 情報教育の環境, 鷹岡亮, 情報科教育法第2版(岡本敏雄, 高橋参吉, 西野和典編), 丸善, 173-191, 2015年.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鷹岡 亮 (TAKAOKA RYO)
(山口大学・教育学部・教授)
研究者番号: 10293135

(2) 研究分担者

霜川 正幸 (SHIMOKAWA MASAYUKI)
(山口大学・教育学部・教授)
研究者番号: 80437615

阿濱 茂樹 (AHAMA SHIGEKI)
(山口大学・教育学部・准教授)
研究者番号: 00361973

沖林 洋平 (OKIBAYASHI YOUHEI)
(山口大学・教育学部・准教授)
研究者番号: 20403595

平成 27 年 9 月 24 日分担者辞退・削除