

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 17 日現在

機関番号：32503

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300307

研究課題名(和文)多様な学習形態に適合する拡張可能な学習支援システム構成法

研究課題名(英文)Extensible Learning Support System Architecture to Support Various Kinds of Learning Styles

研究代表者

仲林 清(NAKABAYASHI, Kiyoshi)

千葉工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：20462765

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,200,000円、(間接経費) 4,260,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、eラーニングにおける自己学習やグループ学習などの多様な学習形態を統合的に支援し、機能追加やカスタマイズに柔軟に適応可能な機能拡張性と、コンテンツや学習方略記述を含むシステムの相互運用性を両立可能な学習支援システム構成法を確立することを目的とするものである。システム構成部品として「教材オブジェクト」と呼ぶ概念を導入し、グループ学習などの学習形態を実現するための教材オブジェクトの開発を進めた。代表的なグループ学習形態であるJigsaw法と作問学習について検討を進め、数種類の教材オブジェクトで複数の学習シナリオに対応可能なグループ学習環境が実現できる見通しを得た。

研究成果の概要(英文)：The goal of this study is to establish an extensible learning support environment which can integrate various kinds of learning styles including self-paced learning and group learning. The environment is designed to provide both function extensibility and content reusability. To fulfill this goal, we introduced the concept of a "courseware object", which is a program module used to incrementally implement various educational functionalities. To implement group learning environment, we designed some courseware objects to support group learning functions. Implementation of two typical group learning methods, the jigsaw method and student problem generation, has been investigated with these courseware objects. As the result of these investigations and prototype implementation, it is shown that the practical group learning environment can be implemented using developed courseware objects equipped with various learning scenario.

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：グループ学習 学習支援システムアーキテクチャ 教材オブジェクト Jigsaw法 作問学習 eラーニング技術標準化

1. 研究開始当初の背景

e ラーニング分野では、教育の品質向上や内容の豊富化のために、学習コンテンツや学習方略記述の流通再利用を促進することが不可欠である。しかし、学習者適応機能を有する学習コンテンツや協調学習の学習方略記述を流通再利用する枠組みは確立されていないのが実情である。これは、流通再利用性と学習支援機能の拡張性の両立が困難であるためである。

上記の課題を解決するため、提案者らは「教材オブジェクト」と呼ぶ概念を導入した学習支援システムの構成を提案した。教材オブジェクトは様々な学習支援機能を実現するプログラム部品である。新たな要求仕様を実現する際には、新規の教材オブジェクトを追加して機能拡張を行う。既存コンテンツは既存の教材オブジェクトを使用して動作するため、機能追加の影響を受けることなく、機能拡張性を向上できる。このような構成により、自己学習コンテンツの標準規格である SCORM2004 の全機能が実現可能であり、新たな自己学習支援機能の追加・拡張と教材の流通再利用が両立可能であることを示した

2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果を踏まえ、自己学習支援に留まらず、グループ学習などの多様な学習形態を統合的に支援し、機能追加やカスタマイズに柔軟に適応可能な機能拡張性と、コンテンツや学習方略記述を含むシステムの相互運用性を両立可能な学習支援システムの構成法を研究開発する。グループ学習の方略を記述するための標準規格である Learning Design 規格を中心に検討を進め、教材オブジェクトを用いた構成でグループ学習を実現可能な学習支援システムの開発を行う。

3. 研究の方法

これまでに自己学習支援環境の実現に用いてきた「教材オブジェクト」を、グループ学習環境の実現のために拡張する。具体的な構成を図1に示す。

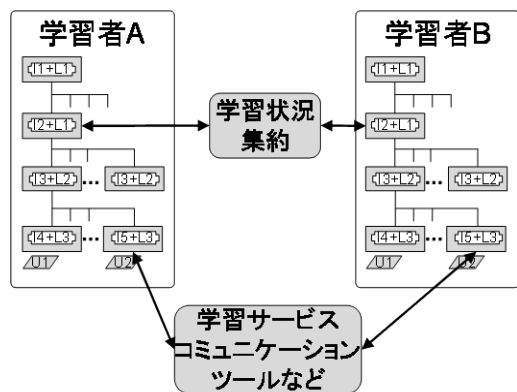


図1 グループ学習環境の構成

学習者は、階層型（木構造型）の学習制御構造に沿って学習を行う。階層構造のノードには教材オブジェクトが配置されている。階層構造の末端の教材オブジェクトは学習者に提示される Web コンテンツや演習問題などの学習リソースに関連付けられている。中間層の教材オブジェクトは階層構造の親子の教材オブジェクトと情報を交換して学習制御を行う。具体的には、現在の学習者の学習状態に基づいて、次に提示すべき学習リソースの決定を行う。

以上は、これまでに研究を進めてきた自己学習支援環境と同様の枠組みであるが、本研究では、図1のように、複数の学習者に割り当てられた教材オブジェクト同士が情報交換を行うように教材オブジェクトを拡張する。また、末端の教材オブジェクトは、Web コンテンツだけでなく、掲示板などのコミュニケーションツールに関連付ける。これによって、図2に例示するように、他の学習者の状況に応じて、ディスカッションを行う学習者の組合せを決定するといったことが可能となる。

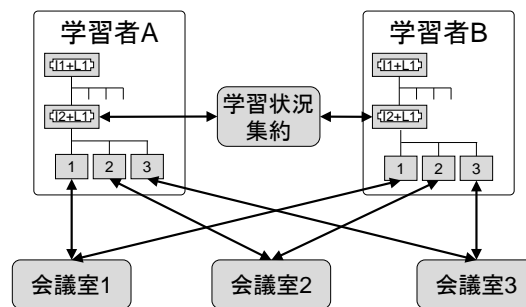


図2 他学習者の状況を勘案した制御

このように、従来の自己学習支援環境の基本的な考え方である階層構造内での教材オブジェクト同士の情報交換という枠組みを変えることなく、グループ学習環境を実現することが可能となる。このような構成では、従来と同様、新たな要求仕様を実現する際には、新規の教材オブジェクトを追加して容易に機能拡張を行うことができ、既存の動作を損なうことなくインクリメンタルに機能拡張が可能となる。また、従来の自己学習支援環境の教材オブジェクトと新たなグループ学習環境の教材オブジェクトの混在も可能であり、自己学習とグループ学習のシームレスな統合が可能となる。

4. 研究成果

具体的なグループ学習方略として、Jigsaw法と作問学習をとりあげ、必要な教材オブジェクトの設計・開発を進めた。

(1) Jigsaw 法

Jigsaw法の概要を図3に示す。ある主題(例えば「地球温暖化」)を学習する際に、その主題に関連する複数の学習項目(例えば、「温室効果ガス」、「極地の気候変動」、「代替エネ

ルギー」)を設定する。まず学習者をそれぞれの項目ごとのグループに分けて学習させる。次に、異なる学習項目のグループに属する学習者を同一の発表グループに割り当ててそれぞれの学習内容を取りまとめて発表を行わせる。学習者は、最初のグループ分けで学習項目について学んだことを、発表グループで他の学習者に互いに説明し、これによって学習主題に関する理解を深めていく。

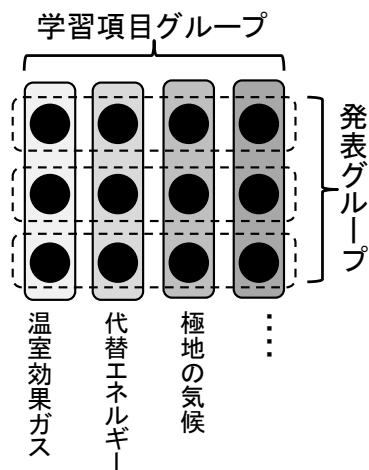


図3 Jigsaw法の概要

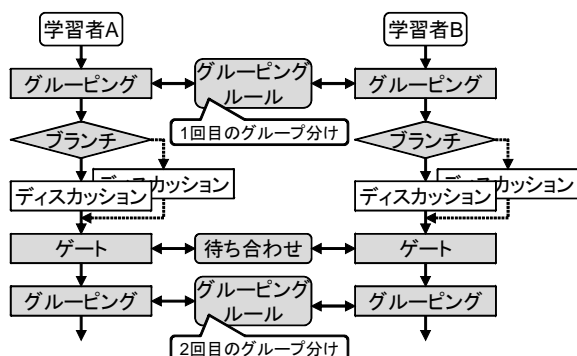


図4 Jigsaw法の流れ

Jigsaw法を実現するための学習制御の流れを図4に示す。上記のように、ジグソー法の流れでは、2回の異なるグループ分けが行われる。したがって、(1) グループの組み換えのタイミングを制御する必要がある。また、(2) グループへの割り当てにしたがって、異なる共有ツールへの分岐を行う必要がある。さらに、(3) それぞれのグループへのさまざまな割り当て基準を実現する必要がある。

このうち、グループへの割り当て基準としては、以下のようなものが挙げられる。学習項目ごとのグループに対しては、各グループの人数が均等になるように割り当てる必要がある。その際、割り当てを、事前に管理者(講師)がおこなうのか、実行時に学習者の学習項目に対する希望に沿って行うのか、ランダムに割り当てるのか、などの選択肢があり得る。また、発表グループについては、各

学習項目を学習した学習者が最低1名ずつ含まれている必要がある。その際、学習者を割り当てる方法としては、やはり、管理者の割り当て、学習者の希望、ランダム、などの方法があり得る。

以上の検討に基づいて、図4に示す「ゲート」、「ブランチ」、「グループニング」の3種の教材オブジェクトを新たに導入した。ゲートは、学習者間の同期のための教材オブジェクトで、他の学習者がこの教材オブジェクトに到達するまで、他の学習者は先に進めない。ブランチはグループ分けの結果などにしたがって条件分岐を行う教材オブジェクトである。グループニングは、上に説明した各種のグループニングの基準を実装した教材オブジェクトである。

(2) 作問学習

作問学習は、学習者が、与えられた問題を解くのではなく、自身で問題を作成することで学習領域に関する理解を深めることを狙いとしている。本研究で対象とする作問学習は、グループ学習の課題として、学習者が問題を作成し、その問題を他の学習者や教員が共有・レビューし、場合によっては、作成した問題を教材として授業などで利用する形態を想定する。グループ学習型の作問学習環境は、これまで、個別の学習設計に基づく機能要件に沿って個々のシステムが作成されてきたが、ここでは共通的な基本機能を抽出して、それを反映した教材オブジェクトを設計し、その組み合わせで種々の学習設計に対応することを目標とする。

グループ学習型の作問学習で必要とされる機能は大きく以下のように整理できる。

- 1) 問題に付随する議論の制御
- 2) 作成した問題の動的な追加・修正、問題に付随する議論の追加
- 3) 問題の教材としての提供・利用

このうち1)は、図2のグループ学習と同様の機能である。しかし、作問学習では、問題を作成した学習者と、その他の学習者および教員の役割が異なっていて、議論の順序に制限が加わることもある。したがって、作成された問題ごとに異なる議論の制御を行うことが求められる。

2)は、作問学習環境に特有の機能である。これまでの自己学習支援環境や Jigsaw 法では、コンテンツや学習制御の階層構造、および、学習資源は、学習開始前にすべて定義されていることを前提としていた。作問学習では、学習時に複数の学習者が動的に問題を作成し、それらを相互に共有して、議論・修正を行う機能が必要となる。

3)は、動的に作成した問題を実際に演習問題教材として提供し、複数の学習者に解答させて結果を記録する機能である。演習問題の提供・解答・履歴記録は従来の独習型環境と同様の機能であるが、やはり、このような問題を動的に追加・提供することは作問学習環

境に特有の機能である。

以上の要件から、教材オブジェクトの構成検討を行った結果を図 5 に示す。「問題リスト」という教材オブジェクトの下に、「問題」教材オブジェクトが複数あり、「問題」教材オブジェクトには「問題内容」の学習資源と、「議論」教材オブジェクト、「議論内容」学習資源が付随している。学習に参加しているすべての学習者にこの構造が割り当てられる。

問題リスト教材オブジェクトは、問題の新規作成、一覧、選択といったコマンドを受け取り実行する。問題教材オブジェクトは、「問題」の新規作成コマンドによって、問題リストの配下に生成される。問題教材オブジェクトは、問題編集、問題閲覧、問題提出などのコマンドを実行する。議論教材オブジェクトは、コメント編集、コメント閲覧などのコマンドを実行する。

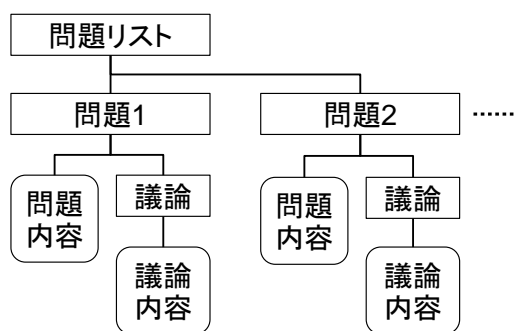


図 5 作問学習の教材オブジェクト構成

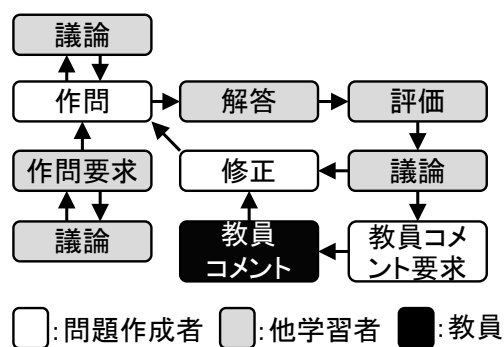


図 6 作問学習の学習制御例

問題教材オブジェクトと議論教材オブジェクトは、内部で状態遷移を管理している。作問学習における学習制御の状態遷移の例を図 6（出典：平井祐樹，樫山淳雄，井上智雄，“学習者による作問に基づく学習支援システムの分散非同期環境への適用とその効果”，教育システム情報学会誌，vol. 27, no. 1, pp. 62-73, 2010）に示す。この例では、作問者が他学習者と議論を行い、問題を修正していく。また、教員にコメントを求めることも

できる。ただし、問題の修正は必ず作問者自身が行うようになっている。このように実現したい制御に対応する状態遷移を、問題教材オブジェクトと議論教材オブジェクトに実装する。

以上の検討に基づいて、作問学習用の教材オブジェクトの開発に一部着手した。今後は、開発を継続して実用的な作問学習支援環境の実現を目指す。また、当初、本課題の目的のひとつとして挙げた教材オブジェクトの Web サービスやWidget としての実装については未着手であり、今後検討を継続する。さらに、教材オブジェクト間の通信パターンや通信に用いられる語彙を整理して、汎用的な学習支援システムアーキテクチャとしての確立を目指す。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計 10 件）

- (1) 仲林 清, 森本容介, 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャの作問学習環境への適用検討. 電子情報通信学会技術研究報告, ET2013-131, 高知高専, 高知, 2014/3/8
- (2) Nakabayashi, K., Morimoto, Y., Investigation on Function Extension of Extensible Learning Support System Architecture to Group Learning Environment. Proc. of the IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, 335-339, Bali, Indonesia, 2013/8/26-29
- (3) 森本容介, 仲林 清, 芝崎順司, 異種規格を組み合わせた e ラーニングコンテンツ実行環境の開発. 電子情報通信学会技術研究報告, 113(166), 7-11
- (4) 仲林 清, 森本容介, 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャのグループ学習のための機能拡張検討. 教育システム情報学会第 38 回全国大会, 金沢大学, 金沢, 2013/9/2-4
- (5) 仲林 清, 森本容介, 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャのグループ学習のための機能拡張検討. 教育システム情報学会研究報告, 28(1), 37-44, 放送大学, 千葉, 2013/5/18
- (6) 仲林 清, 森本容介, 拡張性を有する学習支援システムアーキテクチャのグループ学習環境への適用検討. 電子情報通信学会技術研究報告, ET2012-87, 愛媛大学, 愛媛, 2013/3/29
- (7) Nakabayashi, K., Morimoto, Y., Aoki, K., Application of Extensible Learning Support System Architecture to Collaborative Learning Environments, Proc. of the 12th IEEE Intentional Conference on Advanced Learning

Technology, 69-73, Rome, Italy,
2012/7/5

- (8) 仲林 清, 森本容介, 青木久美子, 拡張性を有する学習支援システムの現状と応用. 教育システム情報学会研究報告, 26(5), 35-42, 鹿児島大学, 鹿児島, 2012/1/21
- (9) Nakabayashi, K., Morimoto, Aoki, K., Applying an Extensible Learning Support System to Collaborative Learning Environments, Workshop on Open Technology, Open Standards and Open Knowledge in Advanced Learning, Workshop Proceedings of 19th Intentional Conference on Computers in Education, 255-262, Chiang Mai, Thailand, 2011/11/28-12/2
- (10) 仲林 清, 森本容介, 青木久美子, 拡張性を有する学習支援システムの協調学習環境への適用性の検討. 電子情報通信学会技術研究報告, ET2011-50, 金沢大学, 金沢 2011/10/15

[図書] (計 1 件)

- (1) 仲林 清, 技術標準化とシステム開発. 矢野 米雄, 平嶋, 宗 編著, 教育工学とシステム開発, ミネルバ書房, 2012, 194-204.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲林 清 (NAKABAYASHI, Kiyoshi)
千葉工業大学・情報科学部・教授
研究者番号: 20462765

(2) 研究分担者

森本 容介 (MORIMOTO, Yosuke)
放送大学・教養学部・准教授
研究者番号: 00435702

(2) 研究分担者

池田 満 (IKEDA, Mitsuru)
北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・教授
研究者番号: 80212786

(2) 研究分担者

青木 久美子 (AOKI, Kumiko)
放送大学・教養学部・教授
研究者番号: 90392290