

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：22605

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K21189

研究課題名(和文) 知識構成型ジグソー法のための教材設計方法の開発：機能機構階層図を用いた実践と検証

研究課題名(英文) Design Methodology with Function-Mechanism-Hierarchy of Educational Materials for Constructive-Jigsaw-Method

研究代表者

大崎 理乃(OHSAKI, Ayano)

産業技術大学院大学・産業技術研究科・助教

研究者番号：50630802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、知識構成型ジグソー法における教材について、データに基づく評価と設計を可能とすることである。本研究では、教材や学習状況の可視化に「機能機構階層図(FMH)」を用いることを提案し、開発したFMHを用いて教材と学習者状況の分析を行い、提案方法の有用性検討を行なった。検討の結果、提案方法によってグループ活動中のクラス全体としての知識使用状況を把握し、授業デザインの評価や教材改善のための情報が得られることが確認された。

研究成果の概要(英文)：This study aims to develop design methodology of educational materials based on evidence for Constructive-Jigsaw-Method. In this study, the author suggested using Function-Mechanism-Hierarchy (FMH) for visualization of learning processes and educational materials. Furthermore, the validity of the proposed methodology was discussed through assessing educational materials and students' activities in experiments. Results showed knowledge utilization in classrooms as information for designing educational materials.

研究分野：教育工学

キーワード：協調学習 教材設計 学習分析 学習環境デザイン 学習評価 データビジュアライゼーション 授業設計 知識利用

1. 研究開始当初の背景

校種を問わず、21世紀型スキル①を持つ主体的な学習者の育成のため、アクティブ・ラーニング型授業への転換が推進されている②③。知識構成型ジグソー法は、東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (CoREF) が提唱した協調学習の授業実践の型であり、多くの学校で実践研究が行われているアクティブ・ラーニング型授業の一つである。当該形式の授業では、まず教師がその授業で答えるべき問いを設定し、その問いに答えをだすために必要な知識を複数の「部品」に分けた教材を設計する。学習者は、それぞれの「部品」について、「エキスパート活動」と呼ばれるグループ学習を通して理解する。このエキスパート活動で用いる「部品」を「エキスパート資料」と呼ぶ。さらに、各部品を担当した学習者が一人ずつ参加する新たなグループを作り、「ジグソー活動」と呼ばれるグループ学習の中で「部品」の内容を統合して、1番始めに示された問いの答えを出す。その後、答えをクラス内で共有し、検討・統合し、一人ひとりが納得できる解を構成する (図1)④。

知識構成型ジグソー法の型をとった授業では、既有知識の差、学習活動への得意不得意にかかわらず、学習者が自分なりの方法で他者との関わりを通して理解を深め、新しい知識を獲得し、次の学びを準備する様子が確認されている⑤。

しかし、知識構成型ジグソー法では、「どのように課題を設計するか」「どの知識を教材として提供するか」などが、方法論として明らかにされておらず⑥、教材設計が教師個人の経験に依存しているという課題がある。授業設計が教師個人の経験に依存していることは、従来型の授業においても大きな課題とされてきた。しかし、アクティブ・ラーニング型授業では学習者が主体となるため、教材や授業などの学習環境デザインが特に重要となる。そ

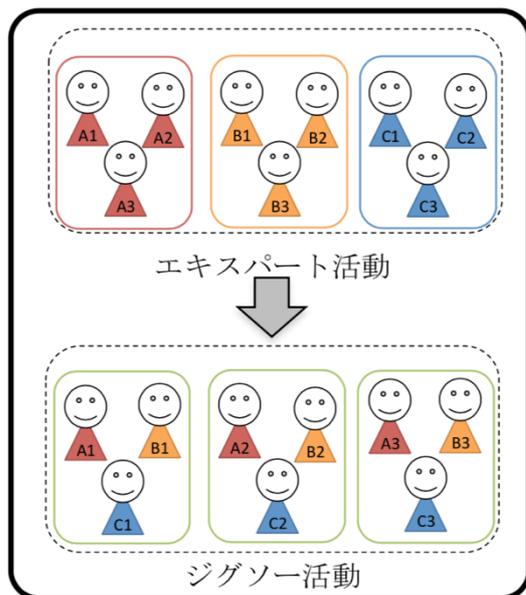


図1 知識構成型ジグソー学習の活動

こで、論理的かつ可視化された教材設計方法が求められる。

2. 研究の目的

本研究では、知識構成型ジグソー法における教材設計について、これまで教師の経験に依存してきたという課題に着目し、データに基づく評価と設計を可能とすることを目的に、教材や学習状況を可視化する方法を提案し、その有用性を検討することとした。

3. 研究の方法

本研究では、教材や学習状況の可視化に「機能機構階層図 (Function Mechanism Hierarchy, 以下FMH)」を用いることを提案する。FMHは、理解の深さを検討するために用いられたモデル図である。FMHでは「機能」と呼ばれる働きの説明を丸囲みで示し、次のレベルの四角全体を「機構」と呼び、直線で繋がった上位の機能一つの説明を示している。「機構」は複数の「機能」から成り、その中の一つの「機能」を取り上げて「どのようにその機能が成立するか」を次の「機構」で示すことで、より下位に進むほど詳しい説明が表現される (図2)⑦。知識構成型ジグソー法に関する研究では、協調学習における理解のメカニズム解明を目的にした研究でFMHが用いられた例がある⑧。本研究では、このFMHによって、学習の深さと広さを表現することができるという仮説のもと、実社会の事象をモデル化し、教材および学習者状況の分析に使用した。

本研究課題では、研究期間における研究の着実な遂行のために、(1)分析に用いることができるFMHの作成、(2)教材の分析、(3)学習者の学びのプロセスの分析、(4)教材と学習者の知識使用の関係の分析の4点に対して順に取り組むことで、提案方法の有用性の検討を行なった。

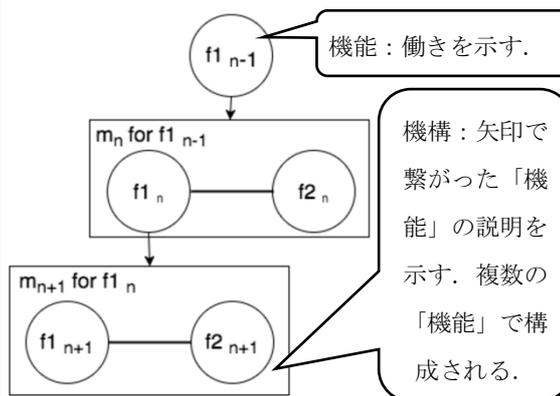


図2 FMHの例 (⑦を参考に作成)

4. 研究成果

(1)分析に用いることができるFMHの作成

本研究では、主に科学教育を対象としてFMHの作成検討を行なった。検討の結果、事象

の説明には個人の認識が強く影響するため、FMHの作成は2名以上での対話を通して行い、全ての作成者の合意をとることで分析指標としての正確性と妥当性を確保することが、方法論として整理された。

図3は、整理された方法で作成されたヒートポンプに関するFMHである。図3では、「クーラーが部屋を冷やす」機能に対して、2段目のレベル1で「室内機から冷たい風が出て、熱を吸収」し、「室外機から温かい風がでて、熱を捨て」ているとの説明がなされている。さらに、レベル1における「室内機から冷たい風がでる」機能に対して、3段目のレベル2にて、「室内の空気を室内機に取り込み」、「冷たい空気を作り」、「室内機から室内へ空気を吹き出」している、という説明がされている。このように、図3では、下位に進むにつれ、より深い説明がなされるようになる。

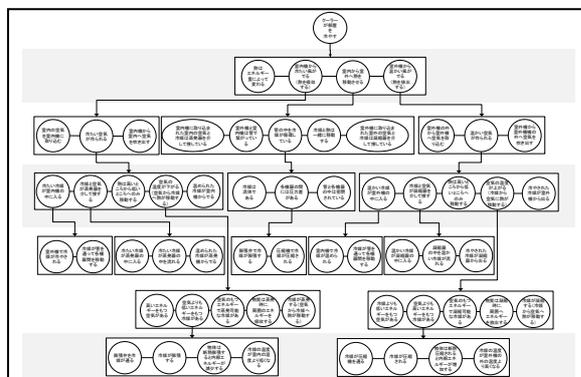


図3 作成されたFMH

### (2)教材の分析

FMHの作成に続いて、FMHを用いて教材の分析を行なった結果、教材の問題点や熟達教師の改善提案が、FMH上ではレベル間の繋がり不足などの形で可視化されることが確認された。

そこで、FMHを用いた分析によって明らかにされた問題点に対して教材を改善した上で授業実践を行なった結果、改善後の教材を用

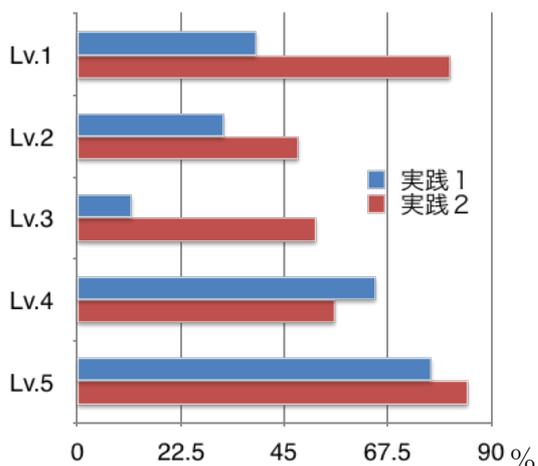


図4 教材改善の効果

いた授業実践2では、科学的概念(Lv.4~5)と日常で観測可能な現象(Lv.1)との結びつきにあたるレベル2およびレベル3に関する回答率が、改善前の教材を用いた授業実践1に比べて上昇したことが確認された(図4)。

### (3)学習者の学びのプロセスの分析

個人の学びに焦点をあて、学習者が知識構成型ジグソー法の学習プロセスの各段階で、どのレベルの知識を使用しているのかをFMHを用いて分析した。その結果、ジグソー活動中の発話状況(図5)とジグソー活動後に個人で行う事後テスト結果(図6)の比較から、ジグソー活動で使用していない知識を事後テストで使用していることが明らかになり、ジグソー活動中に学習者が対話を聞くことで知識の獲得を行っていることが確認された。また、ジグソー活動中に使用した知識が事後テストに使われていない様子も確認され、グループ活動中に使用された知識が、個人での事後テストまでの間に、捉え直されていることも示唆された。

図5および図6は、一つの班を対象として可視化を行なった例である。図中に丸印で示されている「知識」は分析用FMH(図3)と同じ配置であり、知識を使った学習者を、その学習者が担当したエキスパート資料を表す色でマーキングした。使用された色とエキスパート資料の対応は、図7の凡例のとおりである。

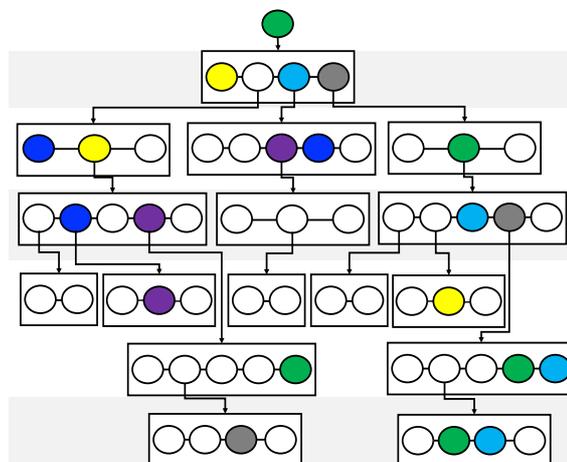


図5 ジグソー活動中の発話分析結果

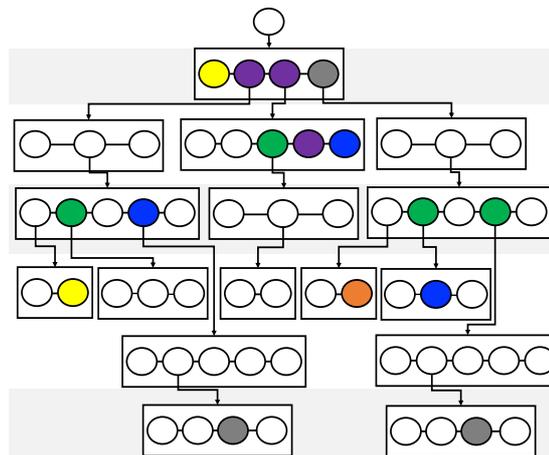


図6 事後テストの分析結果

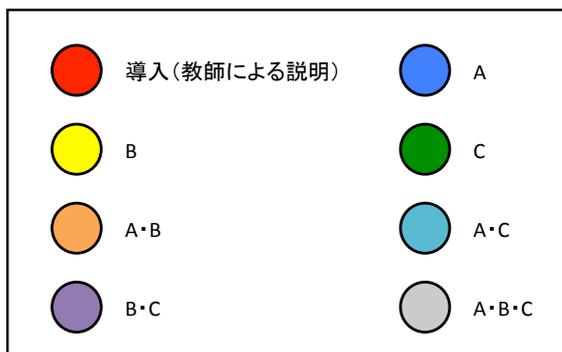


図7 FMHによる分析結果の凡例

(4)教材と学習者の知識使用の関係の分析

分析用FMHの作成, FMHによる教材および学習プロセスの分析を行った上で, FMHを用いた教材設計の検討のために, 教材と学習者の知識使用の関係の分析を行なった。

具体的には, ジグソー活動中のクラス全体の状況を把握することを目的に, 各班での知識使用状況と当該実践で使用された教材の分析を行なった結果, 各エキスパート資料にて提供された知識のうち, 全てのグループでジグソー活動中に使用されている知識と, どのグループでも使用されていない知識があることが可視化され, 教材改善や次回授業の対応などの授業デザインのための情報が得られることが確認された。

さらに, エキスパート資料で提供された知識は, 多くの場合, 当該資料の担当者以外にも使用されていることが可視化され, 当該クラスでは知識構成型ジグソー法で期待される「学習者が資料をもとに学習者なりの知識を協調的に構成していく活動」がクラスとして実現され, 授業デザインが有効に機能したことが評価できた。

本研究の実施により, 教材および学習者状況のFMHを用いた可視化の有用性が示唆され, データに基づく教材設計に向けて有用な知見を得られた。しかし, 全て手作業で分析を行なっているため作業に工数がかかること, 可視化の表現方法には改善の余地があることなどの課題も確認された。今後, 学習者と教材以外の分析観点を取り入れた分析方法の開発や分析の自動化も含めて, 検討を続ける予定である。

<参考文献>

①GRIFFIN, P. et al. (Eds.) (2012) Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Dordrecht: Springer  
 ②中央教育審議会 (2012) 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け, 主体的に考える力を育成する大学へ～. 文部科学省  
 ③中央教育審議会 (2014) 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について

(諮問) . 文部科学省

④益川弘如, 尾澤重知 (2016) 協調学習の技法. 加藤浩, 望月俊男 (編) 教育工学選書II 4 協調学習とCSCL. ミネルヴァ書房, 京都  
 ⑤三宅なほみ, 齊藤萌木, 飯窪真也 (2011) 学習者中心型授業へのアプローチ: 知識構成型ジグソー法を軸に. 東京大学大学院教育学研究科紀要, 51, pp. 441-458.  
 ⑥三宅なほみ他 (2016) 協調学習とは. 北大路書房, 京都  
 ⑦MIYAKE, N. (1986) Constructive interaction and the interactive process of understanding. Cognitive Science, 10, pp.151-177  
 ⑧大崎理乃, 三宅なほみ (2015) 機能機構階層図を用いた知識構成型ジグソー法による学習の分析. 日本認知科学会3回大会発表論文集, pp. 544-551

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)

[学会発表] (計9件)

(1)OHSAKI, A. (2016) India and Japan Joint Project-Based Learning -What was Learned from the Design Thinking Workshop- Paper presented at 2016 ASEE International Forum, New Orleans, Louisiana, <https://peer.asee.org/27250>, 査読有, 2016/6/25  
 (2)大崎理乃, 長瀧寛之 (2016) 予復習用動画教材デザインのための調査検討. 教育システム情報学会第40回全国大会講演論文集, pp. 55-56, 2016/8/29  
 (3)大崎理乃, 千代西尾祐司 (2016) 学習科学を学ぶことによる学生の自己効力感向上の可能性. 日本教育工学会 第32回全国大会論文集, pp. 365-366, 2016/9/17  
 (4)大崎理乃, 千代西尾祐司 (2016) 学習方略の学習と自己効力感向上の関係に関する考察. 日本教育工学会, 教育工学会研究報告集, JSET16-4, pp. 27-30, 2016/11/5  
 (5)大崎理乃 (2017) 機能機構階層図を用いた知識構成型ジグソー法教材の設計と授業実践. 日本教育工学会, 教育工学会研究報告集, JSET17-1, pp. 615-622, 2017/3/4  
 (6)大崎理乃, 山田雅之 (2017) 知識構成型ジグソー法における学習を対象とした機能機構階層図による可視化の検討. 日本教育工学会第33回全国大会講演論文集報告集, P1a-51, 2017/9/16  
 (7)大崎理乃, 山田雅之 (2017) 協調学習における教材と学習の機能機構階層図による分析. 日本教育工学会, 教育工学会研究報告集, JSET17-4, pp. 91-96, 2017/10/21  
 (8)笠井俊信, 遠藤育男, 大崎理乃, 林雄介, 益川弘如, 永野和男, 平嶋宗, 溝口理一郎 (2017) 目標の階層構造表現による教員研

修支援の試み－知識構成型ジグソー法を  
組み込んだ授業設計を題材に－. 日本教育  
工学会, 教育工学会研究報告集, JSET17-5,  
pp. 97-102, 2017/12/9

- (9)HIRAO, N., OHSAKI, A., FUKUMIYA, K., KUBOTA  
, T. (2018) Demonstrating a predictive  
control system for a Ground Source Heat  
Pump: A case study from an Industry-  
University-Government Cooperation  
project for renewable energy  
technologies in Japan. proceedings for  
2018 IEEE International Conference on  
ICIT, LF-003638, 査読有, 2018/2/22

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大崎 理乃 (OHSAKI, Ayano)

産業技術大学院大学・産業技術研究科・助  
教

研究者番号 : 50630802