

学習者集団および個人についての理解状態とその遷移の可視化の試み

Visualizations of understanding state and transition for individual and group learners

鍵山 貴一郎*¹
Kiichiro Kagiya

林 雄介*¹
Yusuke Hayashi

平嶋 宗*¹
Tsukasa Hirashima

*¹ 広島大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering Hiroshima University

Visualization of understanding state and its transition of learners is useful in providing guidance in accordance with the student group and individual. In order to capture the transition of understanding the state of the learner, externalization of learners' understanding is a promising method. In this research, kit build concept map is used as a tool for the externalization. The transition of understanding the state is visualized as the transition of the maps. In this paper, we also propose overlaid maps to visualized group understanding.

1. はじめに

教師にとって、指導した内容が、学習者に対して、どう影響したのかを知ることができることは非常に有益である。教授活動が学習者に対してどう影響したかを知るためには、学習者の理解状態を把握する必要がある。この情報を得るために、現在多種多様なテスト手法が提案されているが、その手法が大きく分けて2つある。1つは正誤の採点基準のもとに得点化するものである[阿部 85]。この場合、事前と事後における得点の平均の差が理解の変化となる。もう1つは、理解内容についてのより詳細な分析を指向するものであり、学習者の発話についての会話分析や認知プロセス分析といったものとなる[白水 06] [遠藤 15]。前者の診断は比較的容易であるが、理解内容についての詳細な分析をすることができない。後者は理解内容についての詳細な分析が可能であるが、たとえば会話内容を全て記録した上で特徴点を見つける、といったものであり、学習終了後にしか実施できず、その手間も大きいといえる。

本研究では、概念マップによって学習者に複数の時点で知識を外化させ、比較することにより、学習者の理解の即時診断と理解の遷移の詳細な分析を可能にすることを目指す。これらを可能にするためにキットビルド概念マップ[Hirashima 15]を用いる。そして外化させた複数時点の学習者のマップを重畳することにより1つのマップで学習者の理解状況とその遷移を可視化し、分析をする手法を提案する。

2. キットビルド概念マップ

本研究で扱う概念マップとは、2つの概念(ノード)とそれらの関係(リンク)から成る命題を最も基本的な構造とし、その集まりによって意味構造を表した図的表現である[Novak 2006]。この構造の作成は、知識や理解の外化・整理活動として有用であり、学習者の知識や理解を共有・診断可能にするうえでも大きな意義をもつとされている。

本研究では、概念マップの作成手法の一つであるキットビルド概念マップを用いる。これは、教師の作成した概念マップ等、目標となる概念マップ(ゴールマップ)をノードやリンク単位(キット)に分解し、学習者はこの事前に与えられたキットを組み立てることで概念マップ(学習者マップ)を作成するという手法である。

キットビルド概念マップの特徴は、多くの研究で用いられているように自由に概念マップを記述させるのではなく、上記のように教師が用意した理想的な概念マップを分解し、それを学習者が再構築するところである。

概念マップを作成するということは「分節化」と「構造化」の二つのプロセスに分けて考えることができる。分節化は整理したい内容から概念マップの構成要素となるノードとリンクを抽出する作業であり、構造化はそれを組み立てて概念構造を作る作業となる。キットビルド概念マップでは、分節化したものを提供するため、学習者に構造化のプロセスに集中させることになる。キットビルド概念マップでは、学習者が分節化を全くせずに構造化のみを行い、提供された概念やノードを再構成するだけであるが、それでも学習効果があることが関連研究において示されている[舟生 11]。また、同一のキットを提供することにより学習者の思考範囲を限定することにもなるが、フィードバックを返すことが容易になる。

キットビルド概念マップでは、ゴールマップと学習者マップで同一の構成要素を扱うため、システムでの診断が可能となり、それらの差分の抽出や、複数の学習者マップを重ね合わせた重畳マップの作成からの学習者の理解状況の把握ができる。システムは学習者マップとゴールマップの一致率をスコアとして算出し、重畳マップでは学習者の知識や理解の違いを重畳度として抽出する。

キットビルド概念マップを用いた、教師と学習者間のインタラクションを実現するシステムとして、KB マップシステムが提案されている[Sugihara 12]。このシステムは、キットビルド概念マップ作成ツールである「KB マップエディタ」とそのマップの評価・支援ツールである「KB マップアナライザ」から成る。学習者マップ作成にも用いられる KB マップエディタはタブレット端末で動作するため、個人の理解としてのマップをグループで持ち寄って議論を行うことも可能である。重畳マップは KB マップアナライザによって作成され、教師はそのシステムの診断から学習者の理解状況を確認する。

これまでに、KB マップシステムを用いて、キットビルド概念マップを使った授業実践が多く行われている。吉田らは、授業内容に関する学習者の理解の形成的評価及び総括的評価における研究を報告している[Yoshida 13]。この研究では、授業中に学習内容についてのキットビルド概念マップを児童に作成させ、教師はその結果に応じて授業の展開を制御した。その結果として、児童の理解が向上すると共に、教師がクラス毎の理解に応じて授業展開や児童への働きかけを授業中に変更できたことに

連絡先: 鍵山 貴一郎, 広島大学大学院工学研究科 学習工学研究室, 東広島市鏡山一丁目4番1号, (082) 424-7505, kagiya@lel.hiroshima-u.ac.jp

加えて、他のクラスの実施結果を踏まえた授業内容の変更を可能にしている。

また学習者のマップを授業時間内の利用を想定した教師用アナライザが開発されている[山中 2015]。ユーザビリティ向上に主眼を置き、形成的評価とフィードバックを授業内にリアルタイムで行うための分析用ツールとして新たに教師用アナライザが開発され、授業内利用において従来の KB マップアナライザより教師用アナライザがより有効であることが報告されている。この教師用アナライザに学習者マップのマップ遷移の可視化機能を実装した。

3. キットビルド概念マップにおける理解遷移分析

本研究では、学習者の理解状態の遷移の分析を可能にするために、教授活動前後で学習者が作成したマップを比べ、その差分を見ることで理解状態の変化を可視化することを目指す。例えば、学習者が教授活動前は図 1 のマップを作成し、教授活動後に図 2 のマップを作成したとする。「北の空」と「太よう」のノード間に着目すると、図 1 では「通る」リンクが引かれ、図 2 では「通らない」リンクが引かれている。これにより教授活動前では「太ようは北の空を通る」という理解をしていたが、教授活動後には「太ようは北の空を通らない」という理解に遷移したということが二つのマップ間を比較することでわかり、その変化の間に起こった教授活動評価に用いることができる。しかし、ノードやリンク数が多いマップになるとリンクの変化を見つけるのは教授者にとって大きな負荷となる可能性があり、その負荷を軽減させるために、学習者が複数回作成したマップを時系列で重畳することを提案する。

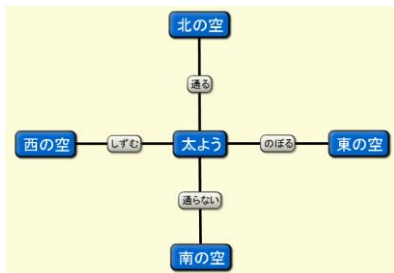


図1 教授活動前学習者マップ

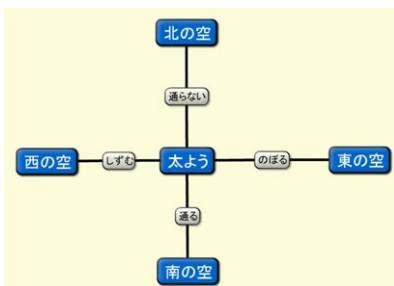


図2 教授活動後学習者マップ

4. 履歴重畳マップ

本節では実際に KB マップを利用した授業の流れの一例と照らし合わせて、学習者の理解状態の遷移を重畳マップを使って記述できるかを検討する。

KB マップを使って授業中にフィードバックを行う典型的な授業の流れは以下ようになる。

- ① 教授者が教材からゴールマップを作成、分解し、キットを学習者に提供
- ② 学習者はマップ作成システム KB マップエディタを用いて、キットを組み立てることでマップを作成

しアップロード

- ③ アップロードされた学習者マップを KB マップアナライザで受けとり、重畳マップを作成
- ④ 教授者は作成された重畳マップに応じたフィードバックを学習者に返す

フィードバックを受けた学習者に再びマップを作成させることで、授業の進行に合わせて学習者の知識の変容を捉えるために「履歴重畳マップ」[鍵山 15]を提案する。履歴重畳マップは、同一時間における複数の学習者のマップを重ね合わせるのではなく、異なる時間における同一の学習者のマップを重ね合わせる。ここでのマップの時系列変化がある学習者の知識の変容を表しているといえる。

履歴重畳マップでは、通常の重畳マップとは異なり、リンクが重畳された回数だけ重なるのではなく、時系列上の区別をするために、それぞれのリンクを KB マップが作成された回毎に別のものとして扱う。図 3 に履歴重畳マップの例を示す。学習者マップを 5 回分した例である。

ここでは、それぞれのリンクが設定された時点を区別できるようにするために、リンクの色の濃淡でリンクを設定された時点を示している。濃い方が新しい回で作成されたことを示している。

このマップから、学習者は一貫して「太陽」は「東の空」から「昇る」、「西の空」に「沈む」と理解しているが、「北の空」と「南の空」については理解が途中で変化していることが分かる。3, 4 回目では「太陽」が「北の空」を通り、「南の空」を「通らない」としていた。それが、教師のフィードバックによって、これが逆であることを理解し、KB マップを変更しているということが推測できる。このように学習者の理解の変容が可視化できる。

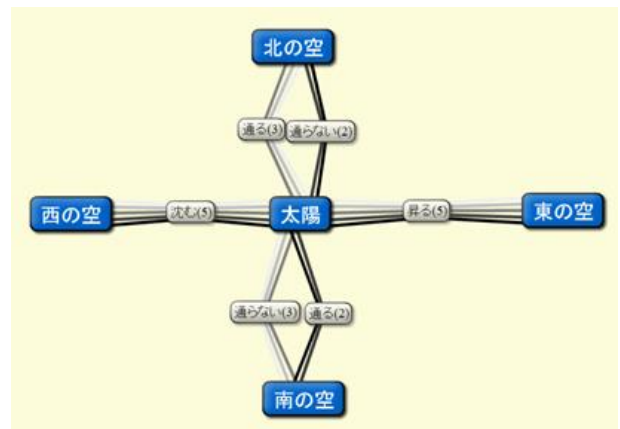


図3 履歴重畳マップ

5. 履歴重畳マップシステム

教師が学習者の作った KB マップを参照・診断するためのアプリケーションとして教師用アナライザが開発されている。本研究では、この教師用アナライザに履歴重畳マップ機能を実装した。現在このシステムは計 5 回まで作成されたマップの履歴重畳を行うことができる。

教師用アナライザでの履歴重畳マップ表示を図 4 に示す。図 3 と同様に色が濃いものが新しいリンクを示し、薄い方が古いリンクを示している。ここで示されているのは学習者が 3 回 KB マップを作成した結果による履歴重畳マップであり、「太陽」と「西の空」、「東の空」とのリンクは変化が無かったが、「北の空」「南の空」とのリンクが変化している。また、リンクを選択することで、同じラベルのリンクだけを抽出することができる。さらに、詳細情報として、そのリンクが何回目に引かれたかを表示することも可能である。

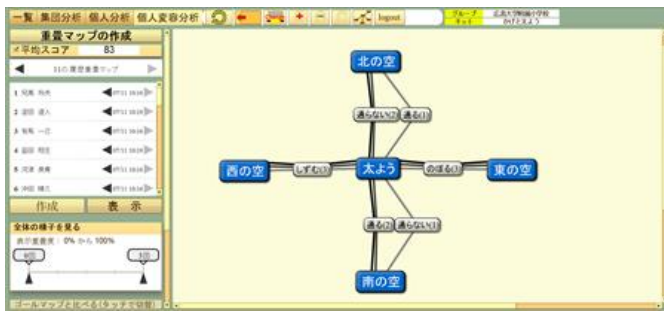


図4 システム画面

6. システムの利用想定

本システムを用いるためには学習者マップが一つの授業で何度も学習者マップがアップロードされる必要があるが、本システムの利用想定として大きく分けて2つの使い方を想定している。1つは授業中での使用、もう1つは授業後の分析である。

6.1 授業内分析

履歴重畳マップから得られる情報から即座に分析できるものは、安定しているリンクである。特に間違っていて安定しているリンクは学習者にとって強固な間違った理解となっていることがわかるため、教授者はそのリンクに対して学習者に強くフィードバックすべきだということがわかる。

6.2 授業外分析

履歴重畳マップから即座に判断することがやや難しい、つながりの変化のあるリンクについて分析することを想定している。図5のようにリンクを選択することで同名リンクだけの抽出ができる。抽出したマップから、選択したリンクに対して学習者がどのようにつながり変えていったかがわかるようになる。



図5 同名リンク抽出画面



図6 リンク詳細情報表示画面

また図6のようにリンクの詳細情報表示画面を表示することで、そのリンクがいつアップロードされたかを詳細に表示することができる。この機能により実際の授業の流れとアップロードされたマップの時間を照らし合わせることで、リンク変化の原因を推測する手がかりになることができる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、キットビルド概念マップによる知識変容の分析手段として履歴重畳マップを提案した。これは集団の特徴を捉える従来の重畳マップとは異なり、個人の理解の変容を捉えるものである。これを教師用アナライザに実装することによって、教師が学習者の理解を把握するための観点を拡張することができた。

今後の課題として、さらなるシステムの洗練とシステムの有用性の検証、集団間の知識の変容を捉えるための、集団履歴重畳マップシステムの開発が挙げられる。

参考文献

- [阿部 85] 阿部治, 吉岡亮衛, 宮本定明, 高野義幸, 中山和彦, 授業前後における知識変容の評価法としての有階層化法”, 科学教育研究 9(3), pp. 123-129, 1985
- [遠藤 15] 遠藤育男, 益川弘如, 大島純, 大島律子 (2015) 知識構築プロセスを安定して引き起こす協調学習実践の検証, 日本教育工学会論文誌. Vol.38. No.4, pp.363-376.2015
- [舟生 11] 舟生日出男, 石田耕平, 福田裕之, 山崎和也, 平嶋宗, 概念マップ作成方式の違いによる記憶効果の差異の比較, 日本教育工学会論文誌, 35(2), pp. 125-134, 2011.
- [Hirashima 15] T Hirashima, K Yamasaki, H Fukuda, H Funaoi: Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use, Research and Practice in Technology Enhanced Learning 10 (1), pp. 1-21, 2015.
- [鍵山 15] 鍵山貴一郎, 山中彰, 林雄介, 平嶋宗, “キットビルド概念マップにおける知識変容分析のための履歴重畳マップの実現”, 2014 年度 JSiSE 学生研究発表会, pp.125-126, 2015.
- [Novak 2006] Novak, J.D., & Canas, A.J.: “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”, Technical Report IHMC CmapTools, 2006.
- [白水 06] 白水始 「教室の中での学習—協調による理解深化—」児童心理学の進歩, 45, pp. 85-111. 2006
- [Sugihara 12] Sugihara, K., Osada T., Nakata, S., Funaoi, H. And Hirashima, T. Experimental Evaluation of Kit-Build Concept Map for Science Classes In An Elementary School, Proc. Of Icce2012, pp. 17-24, 2012.
- [山中 15] 山中彰, 前田啓輔, 林雄介, 平嶋宗, 形成的評価とフィードバックのリアルタイム化を指向したキットビルド概念マップの教師用アナライザの設計・開発, 日本教育工学会研究報告集, JSET15-5, pp.19-26, 2015
- [Yoshida 13] Yoshida,K., Sugihara,K., Nino,Y., Shida,M., Hirashima, T. “Practical Use of Kit-Build Concept Map System for Formative Assessment of Learners' Comprehension in a Lecture”, Proc.of ICCE2013, pp.892-901, 2013.