

学習リソースからの知識構築における情報の分節化と構造化

Extracting and Structuring Knowledge from Learning Material

柏原 昭博*
Akihiro Kashihara

* 電気通信大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻
Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Composing representation of knowledge learned from learning material involves extracting and structuring the elements to be represented. Such composition is an effective way to have a deeper understanding of the material. However, it is difficult for the learners to extract the elements from the material. This paper discusses some issues to be addressed and the solutions for promoting the extraction.

1. はじめに

学習教材や Web 上のリソースなど(学習リソースと総称する)を学ぶ際に、それらを一覧するだけではなく、学んだ知識の構造表現を組み立てることは、学習リソースをより深く理解する上で非常に有益である[Jonassen 2000]. 特に、閲覧だけでは気づきにくい・把握しがたい知識の属性や関係および制約などが顕在化され、これらについて学習者自ら認知的示唆(気づき)を得ることができる。

一方、知識構造表現の組立では、その構成要素(組立部品)を学習リソースから分節化し、かつ分節化した部品を関係づけること(構造化)が必要となるが、学習者にとっては認知的負荷の高い作業であり、しばしば組立に行き詰まりや誤りが生じる。このような困難さを解決するために、学習者による組立プロセスを支援する手法や環境に関する研究がこれまでに数多く行われている[Lajoie 2000], [柏原 99].

通常、学習者に学んだ知識の構造表現を組み立てさせる場合、組立部品をあらかじめ分節化しておく方法と、学習者に学習リソースから分節化させる方法が考えられる[柏原 2014]. これまでの関連研究の多くは、前者の方法を採用しているが、これは分節化作業を省略して構造化作業に注力させることで学習リソースに内在する知識構造の伝達を重視するものと捉えることができる。この場合、学習リソースの内容にしたがって部品の関係づけを行うことが学習者の主なタスクとなる。また、この手法では、学習者によらず組立部品が統一できるため、組み立てられる成果物の多様性は低くなり、成果物の計算機による評価も可能となる。ただし、分節化を省略するため、学習者にとっては学習リソースにおいてそれぞれの部品がどの程度重要であるかという認識が曖昧になるなどの問題もある。

一方、後者は、学習者固有の視点で学習リソースを学ぶことを重視するものと捉えることができる。この場合、学習者による部品の決め方が非常に重要となる。また、組立部品の分節化・構造化とも学習者が行うタスクとなるが、認知的負荷は相当高い。また、組立部品も学習者毎に異なったものとなるため成果物は多様となり、計算機による成果物の評価も困難となる。

そこで、本稿では、筆者らのこれまでの研究を題材に、知識構造表現の組立における分節化を省略するケースとして疑似力覚を伴った知識マップ作成、および分節化を学習者に行わせるケースとして Web 調べ学習[秋山 2012]における問題点

とその解決手法について概観する。

2. 疑似力覚を伴った知識マップ作成

テキスト教材から学んだ知識の視覚的表現を作成させることは、教材を提示するだけでは気づきにくい知識間の関連性を顕在化することに寄与する。一方、教材の中で重要な知識や知識間の重要な関係、および作成の誤りについては、作成中に学習者自ら気づくことが難しい。

そこで、本研究では学んだ知識の視覚的表現として知識マップ(教材に内在する個々の知識をノード、知識間の関係をリンクとして表現し、かつ関係の意味を表すラベルをリンクに付与)を取り上げ、ノード、リンク、ラベルを部品としてタブレットメディア上でのタッチ操作による知識マップ組立を支援する手法を検討している[塩田 2012], [柏原 2014]. 本手法の特徴は、Apple 社の iPad を用いて、重要なノード・リンクの操作、および誤った操作に対して疑似力覚を呈示し、知識の重要性や誤りの認知的示唆を与える点にある。疑似力覚とは、操作に対する部品の視覚的動作から力覚が生じる錯覚のことであり、視覚的動作が主体の感覚に整合せずに違和感を感じることで起こる[Lecuyer 2009]. 本手法の実現にあたっては、重要なノード・リンクの操作、および誤った操作に対して呈示可能な疑似力覚を調査し、呈示した疑似力覚がもたらす認知的示唆を対応づけるモデルを構築した。

また、モデル通りに、疑似力覚を呈示するタブレットツールを開発した。本ツールでは、学習者が知識マップ組立プロセスにおいて、タッチ操作に対するノードやリンクの視覚的動きに違和感を感じることで疑似力覚を得て、それをトリガーとしてテキスト教材の見直しが起こり、知識の重要性や誤りに学習者自ら気づくことが期待される。

また、本タブレットツールでは、事前にテキスト教材とその教材に内在する知識間の関係を記述した知識マップ(正解マップ)を準備しておき、さらに教材中の重要なノード・リンクを定義し、そこに疑似力覚を呈示するための視覚的動作情報を埋め込んでおく。その上で、学習開始時に教材と正解マップに含まれるべきノード群を部品として提示し、教材を参照しながら知識マップを組み立てるように学習者に指示を与える。学習者による知識マップ組立は、マップ作成フェイズとマップ確認フェイズの2つに分けられる。マップ作成フェイズでは、テキスト教材を眺めながら提示されたノード群を再配置し、ノード間にリンクとラベルを張りながらマップを組み立てることになる。このとき、あらかじめ定義された重要なノード・リンクが操作された場合、モデル通り

に視覚的動作を実行する。また、学習者が作成したマップと正解マップとの差異を計算し、誤りについても視覚的動作を実行する。確認フェイズでは、作成フェイズと同様に誤りに関する擬似力覚の呈示が試みられる。確認後は、学習者はマップ作成フェイズに移行して、正解マップが得られるまで作成・確認を繰り返す。

以上のように、知識マップの部品(ノード群)をあらかじめ分節化しておく方法では、ノードの重要度の違いは考慮されず学習者に提供される場合が多い。重要度の違いは分節化する過程で本来認識されると考えられるが、分節化を省略する場合にはこの認識を補う必要がある。これに対して、擬似力覚の呈示は、学習者自身にノード群における重要度の違いに気づかせることができる手法と考えられ、重要度認識を補完する有効な手段として利用可能であるといえる。

3. Web 調べ学習における学習課題構造化

Web 調べ学習では、検索サービスを用いて、学習課題に関する様々な Web リソースを横断しながら学習を展開することになり、学ばれる知識の個性が高くなるという特徴がある。一方、Web リソースは通常学習向けに十分な構造化がなされていないため、学習者はリソース・Web ページ内容の理解と並行して、学習課題をより詳細な部分課題へと展開し、調べ学習プロセスを学習者自ら制御することが必要となる[柏原 2010]。すなわち、Web 調べ学習では、非構造的なリソース空間において、学習課題を達成するために学んだ情報を部品として分節化し、それらを組み立てる知識集約プロセスと、課題に対する部分課題を分節化して、課題構造を組み立てる課題展開プロセスを繰り返すことになる。このように知識集約しながら、課題構造を組み立てることは学習課題を学習者自身が定義することに相当し、Web 調べ学習の根幹となるプロセスと捉えることができる。また、この組み立てられた課題構造が学習プロセスを制御する上で重要な役割を果たすことになる。

しかしながら、Web 調べ学習では学習課題に関する知識集約に集中しがちとなり、学習課題展開が暗黙的になりやすく、課題構造の組立が滞ってしまう。特に、不慣れた学習課題について学んでいる場合、この傾向は顕著となる。さらに、何を部分課題として分節化すべきかを判断することは容易ではない。

そこで、本研究では課題展開プロセスを活性化するために Web 調べ学習モデルを提案するとともに[秋山 2012]、課題展開における部分課題の分節化を促す支援手法・支援ツールを開発した[Kinoshita 2013]。本モデルでは、学習課題や学んだ内容をキーワードで表現することを前提として、Web 調べ学習のプロセスを3つのフェイズ(Web リソース探索フェイズ・知識構築フェイズ・課題展開フェイズ)からなるサイクルと捉え、Web リソースの探索・学習を通して、部分課題となるキーワード(課題キーワード)を分節化するプロセスとして表現している。また、本支援手法では、3 フェイズを遂行する場を提供するとともに、学習者に対して学習課題とその部分課題となり得る課題間の関係の特徴づける属性を提示することで課題キーワードの分節化を促す。

例えば、学習課題が「地球温暖化」を学ぶという場合、その原因や影響が課題間の関係の特徴づける属性となる。つまり、「原因」属性は地球温暖化の原因(温室効果ガスなど)が部分課題となり得ることを示唆し、「影響」属性は地球温暖化の影響(海面上昇や気候変動など)がその部分課題となり得ることを示唆する。本研究では、こうした課題間の関係の特徴づける属性タイプとして、因果関係のほか、時間関係、論理関係、階層関係、全体部分関係、比較関係を数え上げ、学習課題の分節化を促すため

に利用している。また、提示する属性は学習課題タイプによって異なることから、課題タイプごとの提示属性を整理している。

以上のような属性提示は、課題キーワードの分節化を促すだけでなく、知識集約すべき項目に気づかせる効果が期待できる。例えば、地球温暖化について学んだ内容に、温暖化対策に該当する項目がないような場合、属性として「対策(因果関係タイプ)」を提示することで地球温暖化対策である京都議定書などの学びを促すことが考えられる。また、提示された属性により、分節化した部分課題が学習課題とどのような関係にあり、またその妥当性が再確認され、知識の安定や効果的な振り返りが期待できる。

4. おわりに

本稿では、組み立てることによる学習として、学習リソースからの学んだ知識の構造表現を題材として、表現の構成要素を分節化・構造化する支援について述べた。特に、学習リソースからの分節化を省略するケースと学習者自身に分節化させるケースに分けて、想定される組立の難しさや問題に対する支援手法について概観した。

知識構造表現を組み立てる効果を高めるためには、何を構成要素として分節化するか(あるいはあらかじめ分節化しておくか)が非常に重要な問題となる。今後、学習リソースの特徴、学習目的といった要因を踏まえて、さらに組立部品の分節化のあり方を検討していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は科学研究費基盤研究(B)(No.23300297)、科学研究費挑戦的萌芽研究(No.25560106)の助成による。

参考文献

- [Jonassen 2000] D.H.Jonassen: Computers as Mindtools for schools, 2nd ed., Merrill Prentice Hall, 2000.
- [Lajoie 2000] S.P.Lajoie, Computers As Cognitive Tools, 2nd ed. Lawrence Erlbaum Assoc., 2000.
- [柏原 99] 柏原昭博, 松井紀夫, 平嶋宗, 豊田順一: ダイアグラムを用いた知識構造の外化支援について, 人工知能学会誌, Vol.14, No.2, pp.315-325, 1999.
- [柏原 2014] 柏原昭博, 塩田剛: タブレットメディアにおける擬似力覚の認知的示唆効果, 人工知能学会研究会資料 SIG-ALST-B303-15, pp.79-84, 2014.
- [秋山 2012] 秋山直登, 柏原昭博: Web 調べ学習における学習シナリオ作成支援とその評価, 信学技法 ET2011-139, pp.225-230, 2012.
- [塩田 2012] 塩田剛, 柏原昭博: 擬似力覚による概念マップ作成支援とその認知的効果, 人工知能学会研究会資料 SIG-ALST-B103, pp.7-12, 2012.
- [Lecuyer 2009] A. Lecuyer: Simulating Haptic Feedback Using Vision, Teleoperators and Virtual Environments, Vol.18, No.1, 39-53, MIT Press, 2009.
- [柏原 2010] 柏原昭博: Web におけるナビゲーションを伴う学習活動と支援環境のデザイン, 人工知能学会誌, Vol. 25, No. 2, pp. 268-275, 2010.
- [Kinoshita 2013] K. Kinoshita, and A. Kashihara: Scaffolding Learning Scenario Building with Web Resources, Proc. of International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ISBN: 978-1-4799-0086-2, 2013.