

命題ごとのデータによるキットビルド概念マップでの学習の分析

林雄介¹ 大村彰梧¹ 児玉洋祐¹ 重田勝介² 平嶋宗¹

概要: キットビルド概念マップは、学習者が自由に概念マップを作成するのではなく、教授者が用意した部品から再構成するものである。本発表では、キットビルド概念マップ作成時にアノテーションとして作成した命題の自信の有無の情報も取得して、マップの作成傾向を分析すると共に、命題の作成順序や自信の有無と記憶の定着との関係を分析することで、KB マップ作成が学習者にとって、記述式と客観式のどちらに近いかを考察する。

キーワード: 概念マップ、キットビルド方式、学習分析、プロセスデータ

1. はじめに

知識・理解の整理活動および評価手法の一つとして概念マップ[6]の効果が認識されている。しかし、概念マップの利用の難しさとして、学習者による作成の難しさ、教授者による評価の難しさも指摘されている。概念マップの学習効果を示す研究において、学習者が自分で概念マップを作成することによる学習効果が通常の授業の効果を上回るには6~8週間が必要とされており、非常に時間がかかることが指摘されている[5]。学習者が自分でノードやリンクの名称(ラベル)を決定すると、同じ意味が異なるラベルで表現されたり、異なる意味が同じラベルで表現され、作成された概念マップの妥当性を教授者または学習者同士で評価することが難しい[3]。

キットビルド方式による概念マップ作成(以下、KBマップ作成)[2]は、これらの問題を解決するための手段として提案されたものである。KBマップでは、学習者が自由に概念や関係を設定して概念マップを作るのではなく、教授者が用意した概念マップを分解したものを部品として概念マップを作成する。これにより、学習内容の重要箇所を選択する「分節化」されたものを整理することで「構造化」に集中させるという学習者に対するスキップフォールディング、教授者のマップとの比較としての自動診断といったことが実現できる。

本稿では、学習者にとって、KBマップ作成がどのような課題になっているかを調査する。テスト項目の形式は、記述式や客観式とされる多肢選択式、真偽形式、組合せ式などの種類があるとされるが[4][7]、通常概念マップ作成をある種の記述形式の課題と考えると、KBマップ作成は構成要素が提供されるので組合せ式の課題に近いと考えることができる。本研究では、形式的には組み合わせ式課題に近いKBマップ作成において、どのように学習者が思考して概念マップを作成していくかを学習者の自信度や作成した命題の評価の観点から調査する。

2. KB マップ作成

KB マップ作成では、教授者が学習者に伝えたいことを事前に概念マップで表し、学習者がそれを構成要素に分解したもの(キット)を使って概念マップを構築することによって、学習者が作成した概念マップの自動診断及びそれに基づくフィードバックを実現している[2]。

自動診断では基準として教授者が作成する概念マップを用いる。この教授者による基準概念マップをKBマップ作成では、ゴールマップと呼ぶ。ゴールマップの正当性は、教授者がノード・リンクを抽出する際の源泉となる教材(映像義、教科書など)が担保する。ゴールマップを分解したノードとリンクのセットをキットと呼ぶ。ゴールマップの例を図1に示し、そのゴールマップを分解して作られたキットを図2に示す。

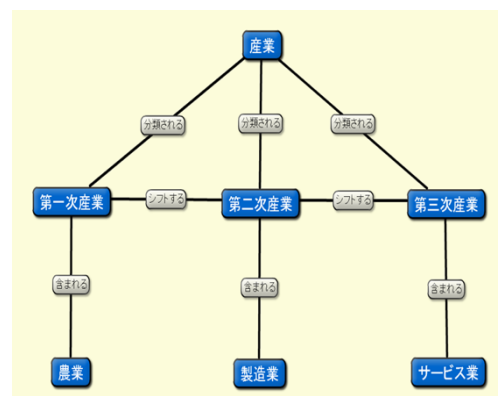


図1 「記憶」のゴールマップ

Figure 2 The configuration of template file.

¹ 広島大学
Hiroshima University
² 北海道大学
Hokkaido University

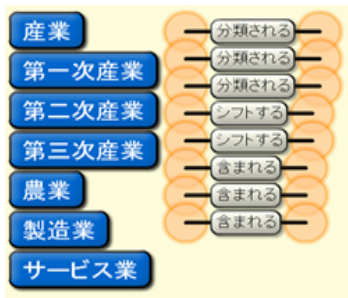


図 2 「記憶」のゴールマップ
Figure 2 The configuration of template file.

キットを使って、学習者が構築した学習者マップ（以下、学習者マップ）は、ゴールマップと同一の構成部品から作られているため、ゴールマップと学習者マップの差分は、リンクによるノード間の関係付けの違いとして抽出でき、計算機による自動診断が可能になる。一方、教授者は、ゴールマップと学習者マップの差分から自分と学習者の概念間の関係の理解の違いを認識し、フィードバックを返すことができる[9][11]。また、概念マップを構成する要素を教授者が提供するもののみとしているが、教授者が学習者に理解して欲しい範囲に関する理解に差がないことが示されている[1]。自動診断の精度については、人による診断と差が無いことが確認されている[10]。

3. KB マップ作成における概念マップ作成の傾向分析

本研究では、2つの課題において KB マップ作成において、作成プロセスデータを取得し、そのデータから KB マップ作成における概念マップの作成傾向を分析した。本研究で対象とする概念マップの作成傾向とは、どのような命題が順に生成または解消されていったかという命題作成プロセスを指す。KB マップ作成では、学習者が作成した各命題においてゴールマップとの一致を検出することができるが、本研究ではそれに加えて、学習者に作成した命題毎の自信を入力させた [7]。これらのデータを利用して、KB マップ作成の進行とその時々で作成される各命題に対する自信やゴールマップとの一致に関係があるかを調査する。

本研究の調査の目標は、KB マップ作成が客観式テスト、特に選択式問題と記述式テストのどちらに近いかを明らかにしたいということである。KB マップ作成では、前述のように、要素はすべて提供され、その組み立てだけを実施する。これは客観式テストにおいて、複数の問題に対して、必要十分な解答選択肢が提供されていることとも解釈でき、その場合は未解答の問題が少なくなるにつれて解答選択肢が減っていくので、知識や理解だけではなく選択肢の少なさから簡単になると考えられる。一方、記述式問題は解答選択肢が提供されないため、記述を進めていっても簡単に

なることはない。つまり、KB マップ作成における命題作成プロセスにおいて、概念マップが完成に近づくにつれて、特に自信が高くなるようであれば、KB マップ作成は客観式テストに近い課題になっていると考えられる。

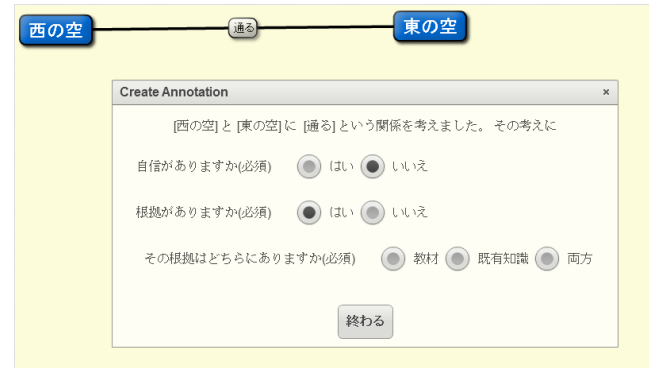


図 3 自信に関する情報入力
Figure 3 The configuration of template file.

3.1 課題1「記憶」

国立 H 大学工学部の学生 37 名に図 4 に示す概念マップの部品を提供して、KB マップ作成を行わせた。この概念マップは国立 H 大学工学部での専門科目の講義内容に基づいて、人間の記憶に関して担当教員が作成した概念マップであり、KB マップ作成を復習課題として講義時間内に実施し、学生は講義資料などを参照せずに自身の理解を頼りに KB マップ作成をした。作成ログとして、システム内では作成した命題の順序を自動的に記録すると共に、前述の自信に関する情報入力機能を用いて、作成した命題毎にその命題に対する自信の有無をシステム上で入力することを求めた。

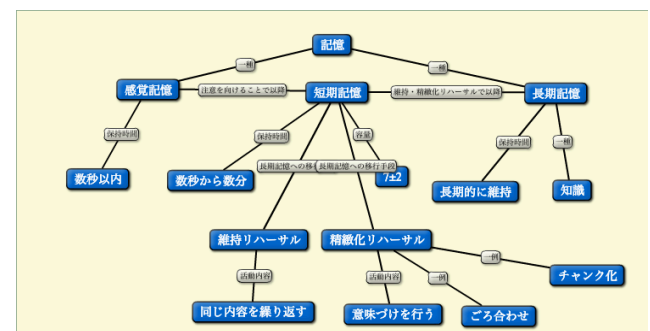


図 4 「記憶」のゴールマップ
Figure 4 The configuration of template file.

図 5 に、作成途中の概念マップの中での既に完成済み命題の数（横軸）に応じた自信の有無の割合の平均（縦軸）を示している。例えば、横軸で 3 に対しては 0.66 となっており、これは作成中のマップに既に 3 個の命題があり、4 個

目の命題を作成したときの、その命題に対する自信の有無(1/0)を個人毎に平均を取り(学生によっては何度か命題を作り直しているため0~1になる)、それをさらに全員で平均を取ったものである。5%水準のウィルコクソンの順位和検定で多重比較(ホルム法で補正)をしたところ、作成済み命題数-自信で0-10, (0, 1)-11, (0, 1, 2)-13, 0-14の間で有意差があった。また、完成済み命題数と自信の間に負の弱い相関($r=-0.34, p=4.4 \times 10^{-15}$)があった。

図6に作成途中の概念マップ中の完成済みの命題数(横軸)とそのときに作成した命題のゴールマップとの一致率の平均(縦軸)を示している。こちらの同様に5%水準のウィルコクソンの順位和検定で多重比較(ホルム法で補正)をしたところ、完成済み命題数-一致率で(0, 2, 3, 4, 5)-11, (2, 3, 4)-12, (0, 1, 2, 3, 4, 5)-13, (2, 3, 4)-14の間で有意差があった。また、完成済み命題数と一致率の間には負の弱い相関($r=-0.33, p=2.4 \times 10^{-14}$)があった。さらに、自信と一致率の間に正の弱い相関($r=0.24, p=1.1 \times 10^{-7}$)があった。

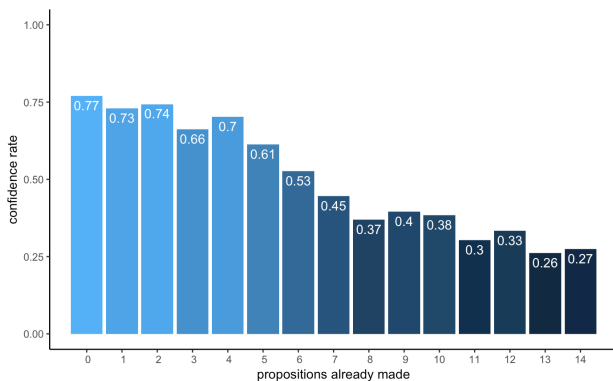


図5 「記憶」における自信の推移
Figure 5 The configuration of template file.

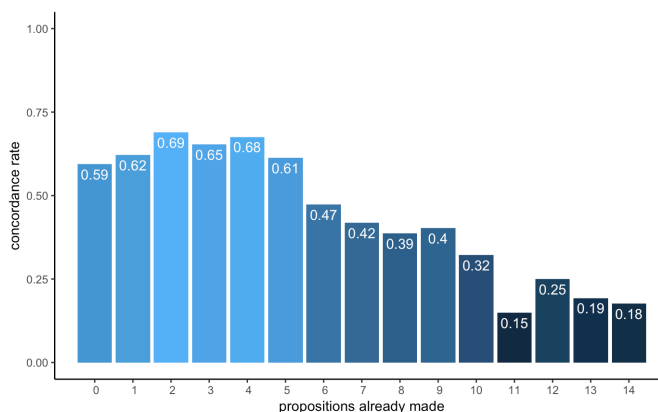


図6 「記憶」におけるゴールマップとの一致率の推移
Figure 6 The configuration of template file.

3.2 課題2「オープンエデュケーション」

国立H大学工学部および大学院工学研究科の学生12名

に図7に示す概念マップの部品を提供して、KBマップ作成を行わせた。この概念マップは第4著者が作成したMOOC教材の内容を表したものであり、第4著者自らが概念マップを作成した。KBマップ作成は、被験者が個別にMOOC教材のビデオを視聴し、その後にビデオは参照せずに自身の理解を頼りにKBマップ作成をした。作成ログとして、課題1と同様に、システム内では作成した命題の順序を自動的に記録すると共に、システム上で作成した命題毎にその命題に対する自信の有無の入力を求めた。

図5に、図3と同様に作成途中の概念マップの中での既に完成済み命題の数(横軸)に応じた自信の有無の割合の平均(縦軸)を示している。5%水準のウィルコクソンの順位和検定で多重比較(ホルム法で補正)をしたところ、作成済み命題数-自信で0-(10, 11, 12)の間で有意差があった。また、完成済み命題数と自信の間に負の弱い相関($r=-0.42, p=3.2 \times 10^{-8}$)があった。

図3に作成途中の概念マップ中の完成済みの命題数(横軸)とそのときに作成した命題のゴールマップとの一致率の平均(縦軸)を示している。こちらの同様に5%水準のウィルコクソンの順位和検定で多重比較(ホルム法で補正)をしたところ、有意差がある組み合わせはなかった。また、完成済み命題数と一致率の間には有意な相関がなかった($r=-0.00063, p=0.99$)があった。一方、自信と一致率の間に有意な相関はなかった($r=0.24, p=1.1 \times 10^{-7}$)。

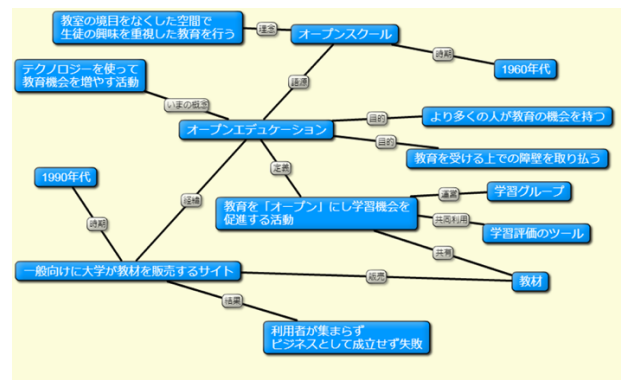


図7 「オープンエデュケーション」のゴールマップ
Figure 7 The configuration of template file.

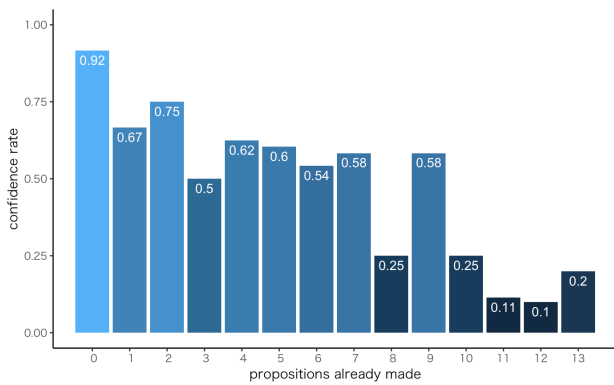


図 8 「オープンエデュケーション」における自信の推移
Figure 8 The configuration of template file.

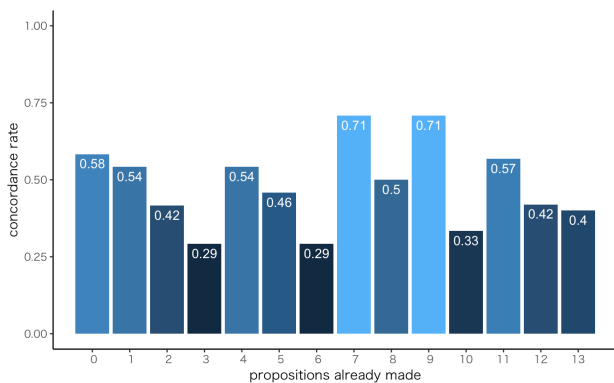


図 9 「オープンエデュケーション」における
ゴールマップとの一致率の推移
Figure 9 The configuration of template file.

4. 考察

2つの課題での分析結果から、KBマップ作成の傾向としては、自信と作成済みの命題数の間に負の相関があること、ゴールマップとの一致率について必ずしも相関がないこと、自信と一致率の間には相関があることが分かった。これは、KBマップにおいて学習者は自信があるものから作ること、終盤になるからといってゴールマップとの一致率が高くなって簡単になっているわけではないこと、自信と一致率は弱い相関があるが、自信があるからといって、必ずしもゴールマップと一致するわけではないことを示している。

例えば、図4に示す概念マップは、15個のノードと15個(9種類)のリンクで構成される。KBマップ作成では、これをゴールマップと呼び、KBマップ作成では無向リンクとし、すべてのノードとリンクを利用して概念マップを作成することを求めるので、ノードとリンクの組合せとしてトータルで75個の命題の中から、15個の命題を作成することが課題となる。従って、最後の15個目の命題を作成する際も、何も知識が無ければ、61個の可能性の中から命題を選ぶこととなる。ただし、KBマップ作成の制約上、例えば、3つのノードと3つのリンクで構成される場合、命

題を作っていく毎に作れる命題の可能性がかなり限られる。従って、ノードとリンクの数の設定にも依存するが、設定によってそれなりの大きさの問題空間の中での探索となり得る。

5. おわりに

本稿では、KBマップ作成の傾向について分析した。再構成というKBマップ作成の性質上、作成の終盤は残っている部品が数少なくなり、一見単純化されるように思われるかもしれないが、そうではないことがデータから確認できた。組立の終盤においても組み立て可能性は十分な数残されているので、この結果は理論的には妥当といえる。ただし、この結果は一例であり、この結果に一般性があるのかの確認をする必要がある。今後は、他の概念マップでも同様の調査をすることによりデータを集め、KBマップ作成の傾向を明らかにし、学習支援に活用したい。

参考文献

- [1] 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. 2011, 日本教育工学会論文誌, vol.35, no.2, p.125-134.
- [2] 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, 中田晋介, 舟生日出男. キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み. 2016, 教育システム情報学会誌, vol. 33, no. 4, p. 164-75.
- [3] Ingeç, S. K. Analysing Concept Maps as an Assessment Tool in Teaching Physics and Comparison with the Achievement Tests. 2009, International Journal of Science Education, Vol. 31, No. 14, pp. 1897.
- [4] 熊谷賢, 阿久津洋巳. 論述式テストと客観式テストの関連. 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要. 2005, vol.4, p. 81-84
- [5] 皆川 順. 理科の概念学習における概念地図完成法の効果に関する研究. 教育心理学研. 1997, vol. 45, No. 4, p. 464-473.
- [6] Novak, J. D. and Canas. A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools. 2006 available in <https://cmap.ihmc.us/Publications/researchpapers/theorycmeps/TheoryUnderlyingConceptMaps.bck-11-01-06.htm> (2019.10.23)
- [7] 大村彰梧, 林 雄介, 平嶋 宗. 学習者の振り返り支援のためのキットビルド概念マップにおける作成プロセスの再生機能の設計・開発. 2019, 2018年度JSiSE学生研究発表会中国地区.
- [8] 大竹洋平. 多肢選択問題に当て推量で解答した場合の正答確率分布についての理論的基礎. 2019, 江戸川大学紀要, vol. 29, p.41-52.
- [9] Pailai, J., Wunnasri, W., Yoshida, K., Hayashi Y. and Hirashima, T.: The practical use of Kit-Build concept map on formative assessment. 2017, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12;20DOI: 10.1186/s41039-017-0060-x
- [10] Wunnasri, W., Pailai, J., Hayashi, Y., and Hirashima, T.: Validity of Kit-Build Method for Assessment of Learner-Build Map by Comparing with Manual Methods. 2018, IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E101-D, no. 4, p.1141-1150..
- [11] 吉田完, 仁野由彬, 杉原康太, 林雄介, 志田正訓, 平嶋宗. Kit-Build マップによる伝達内容に対する理解の形成的評価. 2013, 2013年度人工知能学会全国大会, 3D3-5in.