

教師によるクラス単位での学習状況実時間把握のための キットビルド概念マップの利用

Practical Use of Kit-Build Concept Map for Teachers to Figure out the Students' Learning Conditions in Classes

野村 敏弘^{*1}
Toshihiro Nomura

林 雄介^{*1}
Yusuke Hayashi

鈴木 拓磨^{*2}
Takuma Suzuki

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

^{*2} 墨田区立両国中学校
Ryogoku Junior High School

Today, what is needed for teachers is to guide students adaptively based on their learning conditions. Then teachers need to figure out the students' understandings through the activities to learn in an individual, small group and whole class. This study proposes to use Kit-Build concept map to figure out the students' understandings in class and to analyze learning activities in details after class, and reports the result of the practical use of Kit-Build concept map system.

1. はじめに

授業における教師の役割として、学習の促進のために授業を運営するというより広い役割が求められるようになってきている。このような教授活動において重要なことは、いかにクラスルームオーケストレーション[Dillenbourg 10]を実現するかであり、そのためには教師が学習者の状況を認識することが必要となる。つまり、教師が学習者の状態を把握し、実際に想定している授業進行とのズレを検知できる環境が求められており、CSCW においては、アウェアネスの概念のレベルでの情報提供が求められている[Dillenbourg 11]。

学習者の理解状況を把握する手段の 1 つとして概念マップ[Novak 06]が挙げられる。概念マップの表現自体は意味ネットワークと同じくノードとリンクによって理解の構造を表すものであるが、それを学習の文脈で学習者に作成させることの有用性が示されている。また、学習者が自分の理解や認識を表現できることによって評価手法の 1 つとしても注目されている。しかし、学習者が自由に作成した概念マップを、特に授業の中で診断・評価することは難しく、概念マップを利用して授業中に形成的評価を行い、その結果を用いて適応的に授業を進めることは困難であると言える。

本研究では、このクラスルームオーケストレーションの基盤として、概念マップの構築方法の 1 つであるキットビルド概念マップ[Hirashima 14] [Yamasaki 10]を利用して、即時的に学習者の理解状態をその変化を捉えるための仕組みを実現することを目指している。本稿では、キットビルド概念マップを用いて授業内における概念マップの評価を実現し、その診断結果を基に授業内で指導が行えた実践事例を報告する。

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 06]。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[川上 13]。

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いうことである。

概念マップを作成するという事は「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[舟生 11]。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。Herlらは概念マップの構築を open もしくは closed の 2 種類に分類しており[Herl 99], open は学習者が自由にマップを描くもの、closed はノードやリンクを提供するものであり、Novak の提案する Expert Skeleton Map[Novak 06]もその一種といえる。上述の概念マップ作成プロセスの整理と対応付けると、open なのは分節化と構造化を両方させるもの、closed は分節化や構造化において教師が予め行ったものをある程度提供することによって支援するものであると考えられる。

このとき、キットビルド概念マップは closed の一種として位置付けることができ、分節化を教師が行い、構造化を学習者が行うという構図となる。他の closed なマップ作成、例えば、Expert Skelton Map ではマップの構造は提供するが、ノードやリンクについてはラベルを伏せて提示し、それを学習者に記述、選択させ、ノードのラベルはキーワードとして提供するが、リンクについては自由に記述させる[森田 99]など、分節化の過程も作業させるものが多い。それに対し、キットビルド概念マップでは分節化は教師、構造化は学習者と明示的に区別している点で異なっていると言える。closed の利点は open に比べてより客観的な正誤判定ができるということであり、学習者に思考範囲を限定させることにもなるが、フィードバックを返すことが容易である。また、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]。

連絡先:野村 敏弘, 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, nomura@lel.hiroshima-u.ac.jp

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、学習者の理解状況を把握することができる。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。また使用するキットが学習者間で統一されていることは、学習者同士がそれぞれのマップを用いて議論する際に、互いのマップを比較する活動が容易となり、共同でのマップ作成においても自分の考えとの違いが明確になる。

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り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评价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。

本研究では、授業内での小グループ活動でキットビルド概念マップを利用し、学習者間の交流を促進すると共に、授業中および授業後に学習者の考えの変化や正誤を評価した。

3. キットビルド概念マップを用いたグループ学習授業

3.1 授業デザイン

本研究では、協調学習を組み込んだ授業を対象とし、授業における協調的な知識整理を望む中学社会科教員と共同で、キットビルド概念マップを用いた授業を設計・実践した。対象は中学校1年生3クラス105名である。

授業の大きな流れは図1のようになっており、個人でのマップ作成と、グループでのマップ作成、さらにクラス全体での議論を通したゴールマップの教授活動が行われる。今回の授業は1つの単元のまとめとして、南アメリカのアマゾンにおける産業と、経済発展・森林伐採、そして日本の関わりをクラス全体で共有し、次の授業でアマゾンの産業をどうしていくべきか考える活動につなげるための授業と位置付けている。そのなかで、まず授業の導入として南アメリカのアマゾンに関する説明を15分程度行い、その後学習者がタブレットを用いて5分程度個人でキットビルド概念マップを作成、そのマップを持ち寄り、決められた2から4人の少人数グループで相談しながら10分程度グループとして一つのマップを作成し、その後また5分程度個人でマップを作成する。授業の最後では、グループで作成したマップを基に、クラス全体で議論し、教授者はそのマップに関する教授活動を行う。グループでのマップ作成は、図2に示すように、個人で作成したマップを持ち寄り、グループ用のタブレットで、各自のマップを参照し、話し合いながら、グループで一つ作成した。

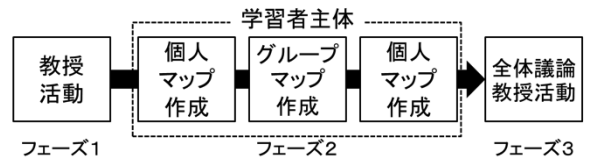


図1 授業フロー



図2 実際の授業の様子(グループマップ作成)

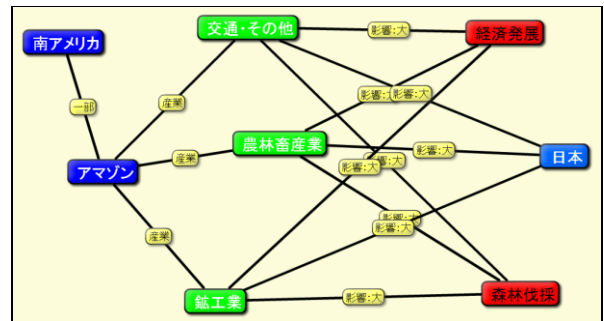


図3 ゴールマップ(南アメリカ州)

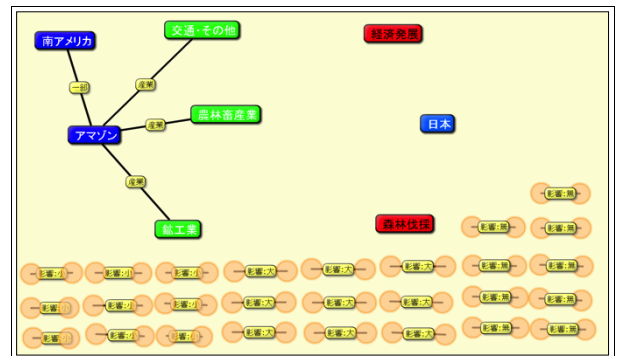


図4 キット(南アメリカ)

3.2 個人とグループでのマップ作成

個人、グループ、全体というこれら3つの活動においては、図3に示す概念マップをキット化したキットビルド概念マップを用いた。学習者に配布されたキットは図4のように部分的に構造化された状態のものを用いた。図4において構造化された部分は既習事項であり、南アメリカの一部であるアマゾンにおける産業として「交通・その他」、「農林畜産業」、「鉱工業」という概念の構造が示されている。ここでのメインテーマは、南アメリカのアマゾンにおいてこのような産業が活発に行われるうえで、それらが経済発展と森林伐採、さらに日本といかに関連しているかを学習者自身が整理することにある。概念マップとしてこのような学習を行うことの利点は、これまで学習したアマゾンの産業と経済発展、森林伐採、さらに日本を関連付けることで、構造的に理解できることであり、さらにゴールマップで示されるように全ての

産業が経済発展と森林伐採、日本に関連していることを1つのイメージとして認識できるところにある。今回の授業で用いたキットを見ると、複数のリンクセットが用意されていることがわかる。「影響:大」、「影響:小」、「影響:無」リンクがそれぞれ9個ずつ用意されており、学習者はそれらから一つを選択し、左側の産業と右側の概念を繋いでいく。影響が大きいと思えば、「影響:大」リンク、小さいと思えば「影響:小」リンク、影響がないと思えば「影響:無」リンクを用いるように説明する。ゴールマップにおいては全てが「影響:大」リンクで繋がれているが、今回の授業では「影響:大」と「影響:小」は正解において区別をしていない。つまり大と小どちらであっても正解としている。それは、学習者それぞれの解釈によってそれらの度合いが変わり、それを一意に定義することはできないためである。ゴールマップとしては正解が用意されているが、学習者によって、その理由付けは多様であると考えられ、今回の授業で学習者に意識してもらいたい部分はその理由付けをそれぞれの学習者が考えることである。本研究でデザインした授業では、これら3つの活動を通して、これまで学習してきた単元を個人で整理し、それをグループで比較、最終的にクラス全体で比較することによって理解を深化させていく。個人としての活動から、グループ、全体での活動と移る中で新たな認識が生まれることが考えられ、これはマルチヴォーカルな学習環境[白水12]になっていると考えられる。

3.3 教師による全体議論のコーディネート

個人、グループでのマップ作成後、教師が主導して全体で議論を行った。授業を実施した教師が通常の授業でグループ学習させた後に行っているのは、各グループに発表させ、考えが出揃ったところで全体での議論を行っていた。しかし、その形式では時間がかかり、発表だけで終わってしまうことも多かった。そこで、今回実施した授業ではグループで作成したマップの重畳マップを学習者に示し、グループ毎の考えの違いを見ると共に、それぞれのリンクについて、教師がいくつかのグループを指定し、理由を発表させた。これによって、教師の方で全体議論の時間をコントロールしやすくなった。

授業内において教師が提示した重畳マップの一部を図5に示す。例えば、「鉱工業」と「森林伐採」の間には、影響度を大にしたグループが5つ、小が1つ、無が2つとなっている。これはシステム上でどのグループがどの選択をしているのが分かるようになっており、教師がそれを見て各選択肢から最低1グループを指定して理由を発表させた。これにより、全てのクラスにおいて「交通・その他、農林畜産業、鉱工業」と「経済発展、森林伐採、日本」の掛け合わせの9つの関係全てにおいて、少なくとも2つの異なる意見を発表させ、意見の違いを意識させることができた。

また、マップだけでは考察結果が示されているだけで、その理由が分からないが、このようにして発表させることによって、例えば、同じように影響大としている関係であっても、他の産業と相対的に設定しているものもあれば、その産業の過去と現在を比較して設定しているなど、考えの違いが表出された。このような考えの違いはどれかが間違いであるというわけではなく、妥当な論理であれば教師が認め、考えに多様性があることも示した。

4. グループ学習を通じた知識の伝播の分析

4.1 グループ内でのマップの一致率の変化

グループ学習を通じて、各学習者のマップがどう変化したか、その変化とグループマップとの関係を授業後に分析した。

学習者の作成したマップと教授者の作成したゴールマップを比較し、その一致率として算出したマップスコアを図6に示す。

マップスコアの推移と全体的な傾向として、プレマップとグループマップ間、プレマップとポストマップ間に有意な差がみられた($p < 0.05$)。グループマップのスコアはそのグループメンバーのプレマップの平均スコアより高く、グループでマップを作成することによって、学習者個人のマップは正解に近づいていることがわかる。また、グループメンバー間のマップ一致率とグループマップと個人マップの一致率は図7・8のようになり、それぞれプレとポストで有意差(4組グループ内一致率のみ有意傾向)が見られた($p < 0.05$)。このように、マップの一致率を見ることで、グループでのマップの一致率が有意に上昇していることから、学習者同士がグループワークを通してより正しい知識を共有したことによって、マップスコアが上昇したと推定できる。この結果は先行研究で得られたものと同様であり、このような形態でグループ学習を行うことで全体的には正しいマップに近付く傾向があると考えられる。

4.2 マップの変化内容

1つのクラスにおいて、グループワークを通して個人・集団間でどのような知識の伝播が起こったのかを分析した。1から9班の各グループにおいて、Preマップ、グループマップ、Postマップの情報から、表1のようにPreマップからPostマップへの変化において、A:「グループとは違う自分の考えを保ったもの」、B:「グループの考えに変化したもの」、C:「グループと同じ考えを保ったもの」、D:「グループとは違う新しい考えに変化したもの」に命題毎に分類できる。

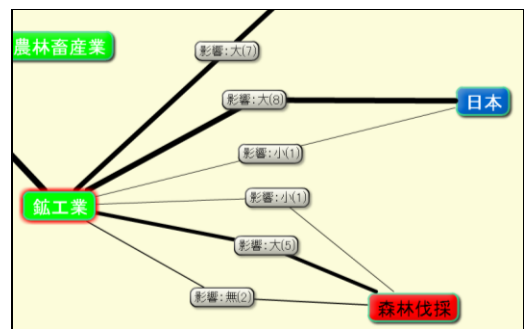


図5 重畳マップ(1組)

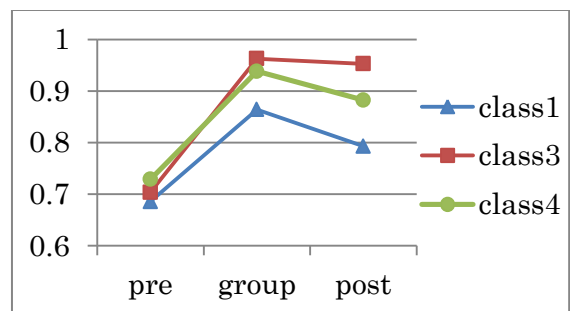


図6 マップスコア

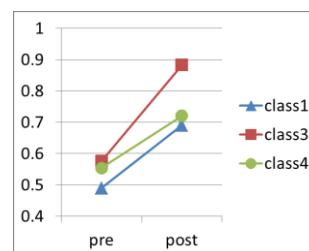


図7 グループ内一致率

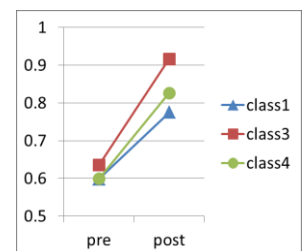


図8 グループマップとの一致率

表1 知識の伝播の分類

班	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
A	3	2	0	0	5	1	5	0	0	16
B	8	12	7	10	11	15	8	10	6	87
C	25	21	20	26	15	20	20	26	11	184
D	0	1	0	0	5	0	3	0	1	10

この中で最も多いものは、C:「グループと同じ考えを保ったもの」である。グループで話し合っ作成したマップと自分の考えと同じであったとき、それを保つという場合で、グループマップとプレマップの一致率がもともと6割を超え、それが9割以上に向上しているため、このような結果となったと考えられる。また、次に多いのは、B:「グループの考えに変化したもの」である。それが、その意見に納得したためなのか、単純にグループの意見に迎合したのかはマップのみからの情報では見て取れないが、これがグループマップとの一致率、またグループ内での一致率の上昇の要因であると考えられる。次はA:「グループとは違う自分の考えを保ったもの」で、グループワークによっては、その人の考えは変わらなかったものだ。最後は、D:「グループとは違う新しい考えに変化したもの」である。これは、グループでの議論を通して何かに気づき、考えを変更したものだと考えられる。このようなデータは授業をコントロールする上で有効に活用できる。例えば、9班において、グループとしての意見は「交通・その他は日本に影響がない」としていた。しかし、その班の一人の学習者はもともと同じ考えを持っていたが、意見を変え、ポストマップにおいて、小さい影響があったとしていた。そのような学習者を取り上げ、全体の議論において、なぜ考えを変えたのかを発表してもらうことは、グループ内で変化した個人の知識を利用し授業をコントロールする一つの要素になり得る。

このような、現在は授業中に取得したデータを元に授業後に行っている知識の伝播の分析を自動化し、教授者に授業内で提供することができれば、授業をコントロールするための機能を拡充していけると考えている。グループ学習の分析はいくつかあり、古くから行われている会話分析や認知プロセス分析[白水06]に加え、協調学習に用いるツール上のログやセンサなどを利用した活動の記録と分析[Martinez-Maldonado 12]も行われている。前者は事後に行われるために、その手法で授業中の支援をすることは難しい。一方、後者はリアルタイムに取得、分析も可能ではあるが、活動の内容まで分析することは難しく、定量的な評価が多い。本研究で目指すのは、その中間的なところであり、事後の発話分析ほどは内容や各人の貢献には踏み込んだ分析はできなくても、少なくともスナップショットとして授業内での各学習者の考えやその変化を捉え、それを教師が授業内で進行の意思決定に利用できるようにすることである。そして、それを通じて、これまでは限られた学習者の発言内容や学習者の振る舞いから教師が想定していたクラス内の学習者の状態について、より精度が高い情報を得ることができるよう教室環境を変化させることを目指している。

5. まとめと今後の課題

本研究では、クラスルームオーケストレーションという観点でキットビルド概念マップを用いた授業実践を行い、その中で教師に提供できる情報を授業内・授業外分析として考察した。実施した授業内においては、グループ活動後に全グループに発表させるのではなく、KBマップアナライザで把握した各グループの考えの違いに基づいて、考えの違いに気づけるように教師主導で指定したグループに発表させることができた。また、得られた個人またはグループで作成されたマップを分析することによ

って、全体的にはグループ活動を通じて、まずは教師が認識して欲しいと思っていた解釈に近付いていたのは確認されたが、必ずしも全ての学習者がそのような傾向を示しているわけではなく、学習者、グループ毎にその形成プロセスの違いが見られることが分かった。

今後の課題は、まずはそのような授業内で起きている考えの伝播と変化のダイナミクスを、キットビルド概念マップを用いてどこまで捉えることができるのかを明確にすることに加えて、それを利用して授業内、授業後にどのような支援を教師に行えるかを検討することである。概念マップから得られる情報の分析を自動化し、その機能の授業内外における適切なタイミングでの利用を目指したKBマップシステムの機能拡張となる。

参考文献

- [Dillenbourg 10] Dillenbourg, P. and Jermann, P. “Technology for Classroom Orchestration”, *New Science of Learning*, pp.525-552, Springer New York. (2010)
- [Dillenbourg 11] Dillenbourg, Pierre, et al. “Classroom orchestration: The third circle of usability.” *Proc. of CSCL2011*, vol. 1, pp. 510-517 (2011).
- [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)
- [Herl 99] Herl, H. E., et al. “Reliability and validity of a computer-based knowledge mapping system to measure content understanding.” *Computers in Human Behavior*, 15, pp.315-333 (1999)
- [Hirashima 14] Tsukasa Hirashima, et al. “Framework of Kit-Build Concept Map for Automatic Diagnosis and Its Preliminary Use” *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, APSCE (accepted).
- [川上 13] 川上 綾子, 西川 栄展:概念地図を活用した思考支援のあり方, *鳴門教育大学研究紀要*, 28, pp.115-125 (2013)
- [Martinez-Maldonado 12] Martinez-Maldonado, et al. “An interactive teacher’s dashboard for monitoring multiple groups in a multi-tabletop learning environment”, *Proc. of ITS2012*, pp. 482-492 (2012).
- [森田 99] 森田裕介, 中山実, 清水康, コンセプトマップを用いた学習者変容の分析方法に関する一検討, *科学教育研究*, 23(2):98-105, (1999)
- [Novak 06] 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)
- [白水 12] 白水 始, 遠山 紗矢香, マルチビューカリティが育む未来への学び, *Keio SFC journal* 12(2), 19-34, (2012)
- [Sugihara 12] SUGIHARA, K., et al. “Experimental Evaluation of Kit-Build Concept Map for Science Classes in an Elementary School”, *Proc. of ICCE2012*:17-24. (2012)
- [Yamasaki 10] Kazuya Yamasaki, et al. “Kit-Build Concept Map and Its Preliminary Evaluation” *Proc. of ICCE2010*, pp.290-294 (2010)
- [Yoshida 13] Yoshida, K., et al. “Practical Use of Kit-Build Concept Map System for Formative Assessment of Learners’ Comprehension in a Lecture”, *Proc. of ICCE2013*, pp.892-901 (2013)