

Kit-Build 概念マップを用いた協調活動による知識伝搬の分析

—中学校社会科授業におけるグループワークを例として—

Analysis of knowledge propagation in collaborative learning with Kit-Build Concept map
- A case study on Group work in a junior high school social studies class -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} 練馬区立豊玉中学校
Toyotama Junior High School

There is a learning strategy that firstly students think a topic individually, then discuss about it in a group and finally think it again in class and individually. This is expected to develop students' thinking skill and promote their understanding. Concept mapping is a technique that can help students to create visual representations of the structure of their understanding. Kit-Build method is an approach to realize automatic assessment of a concept map. In this method, learners build a concept map from parts. The parts are generated by decomposing the goal-map prepared by teacher as the correct answer. In this paper, we analyze knowledge propagation in collaborative learning with Kit-Build concept map.

1. はじめに

中学校学習指導要領の新学習指導要領・生きる力[文部科学省 2008]や 21 世紀型スキル[Griffin 2012]等で、基礎的な知識を習得し、それらを活用した問題解決に必要な能力を身につけることや、ICT を活用し、生徒同士で理解を深め合う、創造的で協調的な能力を身につけるといわれている。

このような流れもあり、学校授業の中では、学習者の知識整理や思考能力発達を促すために、個人で考えた意見をグループで話し合う学習[清水 2006]が行われることが多くなってきている。本研究では、そのような授業の実施と洗練を目指す中学教員と協力して概念マップを用いた協調的な知識整理活動を行う授業を設計し、その実践における知識の伝搬と共有に関する分析と考察を報告する。

このような授業の理論的な裏付けの一つとして、ハレの人間の発達のモデル[菅井 2000]が挙げられる。これは、1:収奪, 2:変形, 3:公表, 4:共有化, という 4 要素のサイクルで人は他者との交流を通じて知識を獲得していると主張するモデルである。牧野[牧野 2004]はこのモデルと対応付けて、授業中の個別活動を 1 と 2, グループ活動を 3 と 4 とし、このサイクルを個別活動で終えることで、最終的に学習者一人一人に帰結する形の知識習得を目指した授業を提案している。このように、授業において個人活動とグループ活動の相互作用を考慮することが知識習得にとって重要となる。

このような個人活動とグループ活動の相互作用による創造的な知識構築に関して、Maldonado ら[Maldonado 2012]は概念マップと ICT 技術を用いた支援を提案している。彼らは個人でのマップ作成、マルチタッチインタラクティブテーブルトップでのグループでの意見共有・マップ作成、再度の個人でのマップ作成の分析から、そこでの学習者の知識変化を追った。このように、ICT 技術は学習者にとっての支援を拡張すると共に、教授者が学習者の支援を行うための分析ツールとしての利点もある。

本研究でも、このような ICT 技術の利点を活用した知識構築の支援を目指す。ただし、上述の Maldonado らの研究との違いは、対象とする知識の内容である。

Jonassen[Jonassen 1992]は知識習得を初期、アドバンス、エキスパートの 3 段階に分けている。最初の初期レベルは構造化しやすく、正しい知識を記述できる領域である。一方、アドバンスレベルとエキスパートレベルでは難構造で正しい物が一意に定まらないようなものを対象としている。また、21 世紀型スキルにおいても、知識創造組織を例として、初期とアドバンスの 2 つのレベルに対応する区分を挙げている。Maldonado らの研究はアドバンスレベルに対応し、概念マップを用いて自由に記述させることでそれを実現している。

これに対して、本研究で対象とする授業は、各自が多様な意見形成をする前に、その前提とする知識を共有する段階である。これは Jonassen のアドバンスレベルの前の初期レベルに対応付けることができる。初期レベルでは上述のように正解のあるようなものを対象としており、21 世紀型スキルの中でも述べられているように、創造的な活動ができるようになる前に、練習としてこのレベルでの知識構築が重要となる。そして、このレベルでは構築した知識の正しさに関する評価とフィードバックが必要である。そのため本研究では、作成の容易さと診断能力に優れた Kit-Build 概念マップ(KB 概念マップ)を用いた学習者の観点の表出・交換を提案する。

2. Kit-Build 概念マップ

概念マップは 2 つ以上の概念(ノード)とそれらの関係(リンク)から構成される命題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]。知識や理解の外化・整理活動としての学習効果と共に、学習者の知識を共有・診断可能にするうえで、大きな意義を持つとされている。

概念マップの作成方法として KB 概念マップ方式[Yamasaki 2010]がある。この方式では、教授者が作成したマップ(ゴールマップ)をノード・リンク(キット)に分解し、学習者へ配布、学習者はキットを組み立てることで個人の知識を表出する(学習者マップ)。ゴールマップと学習者マップが同一のキットをもとに構築されることから、それらの差分を抽出することが可能となる。また、複数

の学習者マップを重ね合わせることで、クラス全体の理解状況や、意見の違い等を重畳度として抽出することができる。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、学習者マップを重ね合わせたマップを重畳マップと呼ぶ。また使用するキットが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持ち寄り議論を行う上でも、お互いのマップを比較する活動が容易となり、共同でマップを作成する際にも、自分の考えとの違いが明確となる。

KB 概念マップを用いたインタラクションを実現する支援システムとして、KB map システムが提案されている。このシステムは概念マップ作成ツール「KB map エディタ」と評価・診断ツール「KB map アナライザ」から成る。学習者マップ作成に用いられる KB map エディタはタブレット端末で動作し、個人の意見としてのマップをグループで持ち寄り議論することも可能である。重畳マップは KB map アナライザによって作成され、教授者はそのシステムから学習者の理解度を把握する。

3. 中学校社会科における実践概要

3.1 授業の目的とそのデザイン方針

本研究では、授業における協調的な知識整理の効果的な実施を望む中学社会科教員との共同で、その目的を達成するために KB 概念マップを用いた授業を設計し、実践した。

この授業で教師が元々想定していた目的は 3 つある。1 つ目は次の授業でのより良い地域にするための意見を形成するために正しい知識を共有すること。2 つ目はグループ活動を通じてコミュニケーション能力を高めること。3 つ目はグループ内での教え合いを通じて理解度を底上げするということである。KB 概念マップは前節で述べたように、正しい知識を表しているかを確認できること、議論対象を明示化して比較対照しやすいことといった利点がある。これらが授業を達成する手段として教師の賛同を得られ、本実践は行われた。

3.2 授業の流れ

本研究では、図 1 に示すように、個人でマップを作成(Pre マップ)、グループでマップを作成(グループマップ)、再び個人でマップを作成(Post マップ)という流れをとる。ここでは、Pre マップ作成がグループマップ作成の基礎となり、グループマップ作成は Post マップ作成に反映される形となっている。

3.3 仮説

本研究では以下の 3 つの仮説を検証する。

(仮説1) 事前に指導を行えばグループマップ作成によって、個人の知識が正解へ変化する。(Pre スコア < Post スコア)

(仮説2) グループマップ作成によって、グループで知識が共有される。(Pre 一致率 < Post 一致率)

(仮説3) システムのグループマップの診断から、教授者がグループ間の意見のバラつきを把握しフィードバックできる。(重畳マップ)

3.4 実践対象とフロー

中学 1 年生 3 クラス、計 76 名の生徒が本実践に参加した。彼らは毎回の授業からワークシート上で概念マップを用いた知識整理活動を行っており、KB 概念マップを使用した経験がある。科目は社会科地理分野、単元は南アメリカ州で、森林伐採と経済発展のジレンマがテーマとなる。学習者はこれまでの授業で南アメリカ州について学んできた。

本実践ではまず、これまでの授業内容を思い出すための再生課題として、教室全体で黒板を用いて南アメリカ州の産業と交通についてのマップを構築した。そのマップは次のマップ作成で配布されるキット(図 2)で既に構造化された部分となっており、このキットを用いて未構造化の部分を学習者が組み立てたものが本実践の分析対象である。このキットのゴールマップとしては、最終的に畑から道路にかけての縦のノードがすべて経済発展・森林伐採両方に関連リンクでつながる。ただし、今回は全てのリンクを利用するかは分からなく、すべてを使わなくても良いとして、繋がるか繋がらないかを考える課題とした。学習者は森林伐採に関連する写真が載せられた PDF 資料を参考にしながら、マップを構築する。経済発展についてはこれまでの授業の中で学んできたが、森林伐採というテーマは今回のマップ作成で初めて出てきたテーマであり、交通も新たにでてきた概念となっている。つまり、本課題は再生課題と自ら考える課題の複合課題となる。まず、学習者は個人の意見としてマップを作成する。その後、4 または 5 人のグループに分かれ個人の Pre マップを持ち寄り、話し合いながらグループマップをグループで 1 つ作成。再び個人でこれらの活動を経て自分の意見が変わった命題を Post マップで作成する。最後に教授者は授業の締めとして学習者に教授を行う。本実践では授業の最後にシステムの即時診断によってグループ間の意見のバラつきを把握し、その命題に関しての詳細な教授を行った。

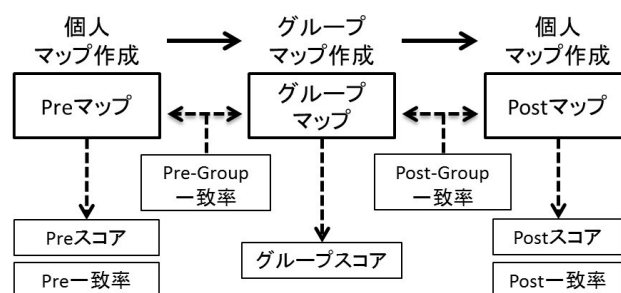


図 1 授業の流れと得られるデータ

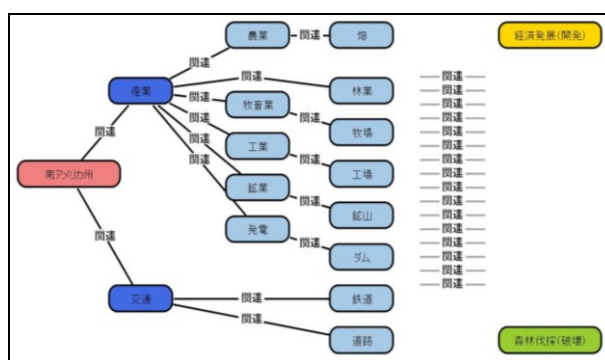


図 2 キット(南アメリカ州)

4. 実践結果と考察

4.1 仮説の検証

仮説1に関して、Pre マップスコアと Post マップスコアを比較した。その結果を図 3 に示す。マップスコアはそのマップがどれだけ教授者の作成したゴールマップと近いのかを表したもので、全く一致しなければ 0 となり、完全に一致すれば 1 となる。Wilcoxon の符号付順位和検定の結果、Post マップスコアが Pre マップスコアより優位に高く、3 クラス共 $p < 0.01$ であった。これより、本実践において仮説 1 は妥当であると言え、個人の知識はグループワークによって正解へ変化するといえる。さらに、

Pre マップスコアとグループマップスコアにも Wilcoxon の順位和検定で有意差があり, A 組は $p < 0.05$. B 組・C 組は $p < 0.01$ であった.

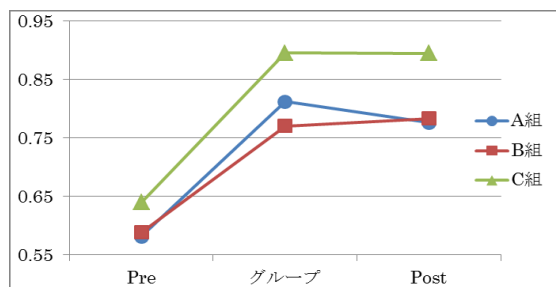


図 3 マップスコア

仮説2に関して, グループ内の Pre マップと Post マップの一致率を比較した. この結果を図 4 に示す. グループ内一致率にはグループメンバーの Pre マップの一致率と Post マップの一致率があり, 一致率とはマップがどれだけ似ているかという指標で, 一致する命題の割合となっている. t 検定により, Post マップ一致率が Pre マップ一致率より優位に高く, 3 クラス共に $p < 0.01$ であった. この結果から仮説2が妥当であるといえる. さらにグループマップと Pre マップ, Post マップそれぞれとの一致率も比較した. その結果を図 5 に示す. グループマップとの一致率は個人のマップと所属するグループのグループマップとの一致率で, Pre マップとグループマップ(Pre-Group), Post マップとグループマップ(Post-Group)の一致率がある. Wilcoxon の符号付順位和検定で, 3 クラス共に $p < 0.01$ であり, Post マップとグループマップの一致率の方が優位に高かった. つまり全体的にグループマップ作成によって, Post マップがグループマップに近くなった.

以上のように, 個人マップがグループマップに近づくことでグループ内の一致率が上昇し, グループマップが正解に近いため, 個人の知識も正解へ変化したと思われる.

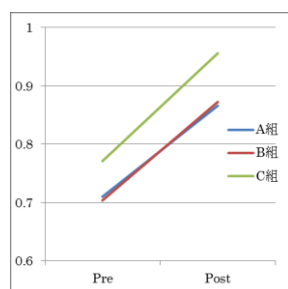


図 4 グループ内一致率

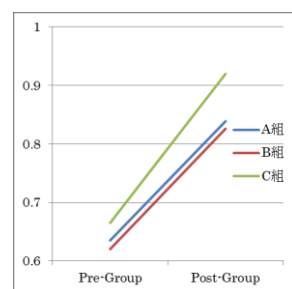


図 5 グループマップとの一致率

さらに, マップ作成において学習者がどのような観点からグループでマップを作成し, 個人の意見を変更したのか調査するため, アンケートを実施した. 「グループの意見をまとめる上で最も重視したもの」, 「Post マップで意見を変更した際に最も重視したもの」という設問に, 6 割から 7 割の学習者が説明に納得できたため, と回答した. ただし, この学校では普通の授業からグループワークが実施されており, 学習者はグループのどの人が内容をよく理解しているのか知っているため, 実際にどうであったかを判断するのは難しい.

仮説3に関して, システムで重畳マップを作成し, 各クラスに 6 グループあるうちいくつかのグループが引くべきリンクを引いていないのかをマップで提示した. A 組の重畳マップを図 6 に示す. この重畳マップから, グループ間で意見がばらついている命題, そして全体的に理解が不足している命題を把握することができ

た. 今回教授者が想定していた間違いは, 今回の授業で新しく出てきた概念である道路と鉄道についての命題であった. しかし重畳マップみると, 各クラス想定とは異なる様々な理解のバラつきが確認された. 各クラス最も理解の不足・バラつきが多かった命題を 2 つずつ挙げると A 組は林業と経済発展の関連と工場と森林伐採の関連, B 組は牧場と経済発展の関連と牧場と森林伐採の関連, C 組は林業と経済発展の関連と鉱山と森林伐採の関連であった. 本実践でもこれらの命題をとりあげて授業の最後に指導を行うことができた.

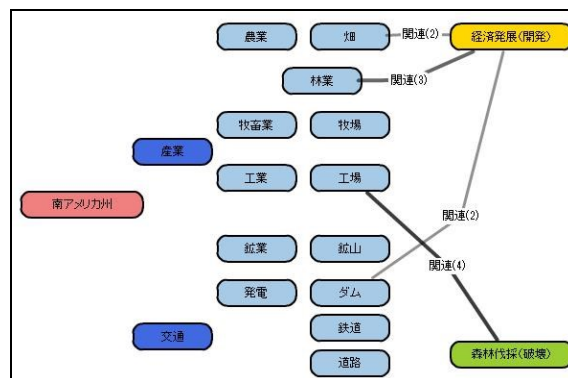


図 6 重畳マップ(A 組)

また, システムでの KB 概念マップ作成が学習者にどの程度受け入れられたのか, アンケートでの調査を行った. 個人の意見の表出やグループでのまとめに関して, タブレットの使用とワークシートの使用の比較, 概念マップと文章の比較を行った. ネガティブ・ポジティブの二項分類の正確二項検定で, 全体的に普通の授業と比較して, ポジティブが優位に高く, 1 つの設問を除いて $p < 0.01$ であった. このことから, 本システムを用いた KB 概念マップ作成の活動が学習者に受け入れられたと言える. 「経済発展」と「森林伐採」につながるか考えるのは難しかったか, という問いに関してのみ有意差はなく, この課題が学習者にとって簡単なものではなかったということも確認できた.

4.2 グループ活動による知識伝搬の分析

上記の結果により, グループワークによって全体的な理解の底上げがなされたことが確認できた. しかし, これは全体を平均化した結果であり, 個々の学習者を見ると不正解から正解になるものもあれば, 逆に正解から不正解になってしまう項目もあった. このような現象について, グループワークによる知識の伝搬をさらに詳細に分析した.

理解の変化を Pre マップとグループマップ, 最後の Post マップで学習者の知識がどのような変化の流れをたどったのかのパターンに分け集計した. Pre マップの命題と, グループマップの命題, さらに Post マップの命題で正解と不正解の組み合わせは表 1 に示すとおり全部で 8 パターンとなる. 集計した命題の数は 1200 であり, その割合を図 7 に示す.

最も多かったのはパターン 1 の正しい知識の変化が起こらないパターンであった. 半分以上はこのパターンであるが, Pre マップの平均スコアが 6 割近くあり, それが増していることを考えると, これが Pre マップでの正解が Post マップで保たれた原因であると考えられる.

次に多いのはパターン 5 であり, 全体の 2 割以上がこの正しいグループの知識への変化にあたる. 個人では間違っていた命題に関して, グループで構築した知識へ変化し, 個人の知識が正しいものとなった. Pre マップで不正解であった命題の約半

分くらいがこのパターンをとっており、これが Post マップでの平均スコアの上昇の主な部分にあたると思われる。

3 番目に多かったのはパターン 8 で、個人でもグループでも正解にたどり着けず、ずっと不正解のままであったものである。これについては、グループ毎に見るとグループ内に正解している生徒がいない場合はほとんどがこのパターンに当てはまった。従って、グループ内に正しい知識を持った学習者がいないと新たに正解を導き出すのも難しいといえる。特に今回の課題は関連するかしないかの 2 択であり、意見の多様性が生まれにくい物であったため、不正解で一致してしまうことも多く、その場合にはグループ内での議論も生じなかったと思われる。これについては、同様の結果が KB 概念マップを使った他の実験でも出ている。

以上が 4.1 節で述べた仮説の妥当性を裏付けるデータといえる。しかし、決してこのようなパターンだけが表れているわけではなく、正解から不正解になるパターンも、少ないが現れている。

パターン 6 とパターン 3 はグループで構成された知識ではなく、自分の持っていた知識を保持したパターンであり、それぞれ 6%と 4%であった。パターン 4 のグループの間違った意見に知識が変化したパターンは 2%であり、これはパターン 3 と比べて約半分の出現数である。グループの間違った意見に合わせるより、自分の正しい意見を保持するという現象の方が多く見られた。

パターン 7 とパターン 2 は、Pre とグループのマップの結果は一致しているが Post マップで変更があったもので、それぞれ 2%と 1%であった。グループでの活動で何か気づくところがあり、最終的に個人で意見を変更したと考えられるが、不正解から正解へ変化する方が少し多く見られた。これはこのデータからでは全く推定できない状況であり、KB 概念マップ以外の方法で情報を集める必要がある。

個人の知識が変化した命題、つまりパターン 2・4・5・7 のように Pre と Post で変化した命題に注目してみると、全体で約 9 割の命題が不正解から正解へ変化しているが、約 1 割はもともと正解であったのに不正解へと変化してしまうといった場合も見られた。さらに、個人の知識が変化した命題に関して、グループで構築した知識に変化した命題は約 9 割であった。ほとんどはグループで構築した知識へと変化するが、個人で考えて変化する場合も 1 割は見られた。

5. まとめと今後の課題

本研究では、グループで KB 概念マップを作成することによるグループワークを提案し、個人知識の変化を調査するために実践を行った。結果として、本研究の目標となる個人知識の正解への変化と、グループ内での知識の共有、さらに、システムの診断から学習者の理解度に応じた教授を行えることが確認できた。Pre・グループ・Post における知識の変化の流れを分析し、起こり得るすべてのパターンが起きていたこと、そして正しい知識への変化が多数起こっているが、間違った知識へ変化する場合もあることがわかった。

本研究で扱っているような授業における目的は、自分の意見を形成する前にその前提となる知識を共有することにある。そのために、各個人が教えられた内容をまずは正しく理解することを目標とし、正解を保持し、不正解から正解への変化を多く、そして、正解から不正解への変化を少なくすることが重要となる。本実践で得られた結果から、事前に学習した内容に関して KB 概念マップとして個人の理解を組み立てさせ、それを使った議論を行うことによって、この目標はある程度達成されていることがわかった。また、最後に教師の指導を入れることによって、各個人

が最終的に間違っているところの全体的なケアや、収集したデータに基づく個別指導も可能となる。

今後の課題は、アドバンスレベルの知識習得支援を目指す学習環境の構築とグループ分けが学習に与える効果の調査などである。

表 1 知識変化パターン分類

| パターン | Pre | Group | Post | 割合 (%) |
|------|-----|-------|------|--------|
| 1 | 正解 | 正解 | 正解 | 53 |
| 2 | 正解 | 正解 | 不正解 | 1 |
| 3 | 正解 | 不正解 | 正解 | 4 |
| 4 | 正解 | 不正解 | 不正解 | 2 |
| 5 | 不正解 | 正解 | 正解 | 23 |
| 6 | 不正解 | 正解 | 不正解 | 6 |
| 7 | 不正解 | 不正解 | 正解 | 2 |
| 8 | 不正解 | 不正解 | 不正解 | 9 |

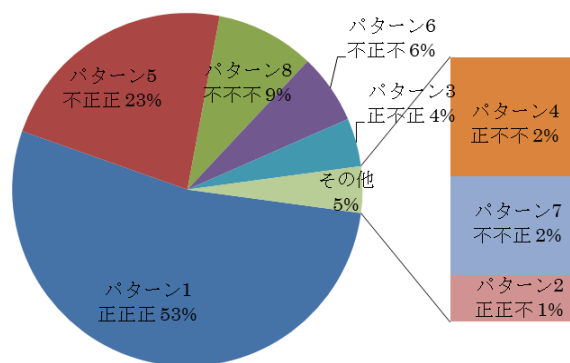


図 7 出現パターン割合

参考文献

- [文部科学省 2008] 中学校学習指導要領 新学習指導要領・生きる力, 文部科学省, p.1(2008)
- [Griffin 2012] Griffin, Patrick, Barry McGaw, and Esther Care “Assessment and teaching of 21st century skills.” Dordrecht: Springer (2012)
- [清水 2006] 清水誠, and 山浦麻紀.”考えを外化し,話し合いをすることが概念的知識の一般化に及ぼす効果:花の働きの学習を事例に.”理科教育学研究 47.1, pp.35-43. (2006)
- [菅井 2000] 菅井勝雄, 社会的構成主義, 日本教育工学会編, 教育工学事典. 実教出版, 東京, pp.263-264 (2000)
- [牧野 2004] 牧野由香里. “論理構築力とメディア活用能力の分析に基づくグループ学習の効果.” 日本教育工学会論文誌, Vol.28, No.2, pp.89-98 (2004)
- [Maldonado 2012] Martinez Maldonado, Roberto and Kay, Judy and Yacef, Kalina “Analysing Knowledge Generation and Acquisition from Individual and Face-to-Face Collaborative Concept Mapping.” Proc. of the Fifth Int. CMC, pp.17-24 (2012)
- [Jonassen 1992] Jonassen, David H. “Evaluating constructivistic learning” Constructivism and the technology of instruction: A conversation, pp.137-148 (1992)
- [Novak 2006] Novak, J.D., & Canas, A.J.: “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”, Technical Report IHMC CmapTools. (2006)
- [Yamasaki 2010] Kazuya Yamasaki, Hiroyuki Fukuda, Tsukasa Hirashima and Hideo Funaoi. “Kit-Build Concept Map and Its Preliminary Evaluation” Proc. of ICCE2010, pp.290-294 (2010)