



# コンセプトマップを利用した理科授業における子どもの相互交渉に関する研究

溝辺, 和成  
野上, 智行  
稲垣, 成哲

---

**(Citation)**

神戸大学発達科学部研究紀要, 3(2):103-109

**(Issue Date)**

1996-03

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCOI)**

<https://doi.org/10.24546/81000219>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81000219>



# コンセプトマップを利用した理科授業における 子どもの相互交渉に関する研究

溝辺 和成\*・野上 智行\*\*・稲垣 成哲\*\*

A Study of Pupils' Interaction in Science Classroom using Concept Mapping

Kazushige MIZOBE\*, Tomoyuki NOGAMI\*\* and Shigenori INAGAKI\*\*

## 要 約

理科の授業における指導法の改善を実践的に検討するために、コンセプトマップを利用した実験授業を実施した。実験授業では、特に学習者のコンセプトマップを媒介とした相互交渉に焦点を当て、その実態を調査した。実験授業は、小学校6年生の1クラス、34名で、授業は単元「燃焼」の導入部分であった。調査対象の児童は、コンセプトマップの作成を、まず一人で行い、次に三人のグループで、さらにクラス全体で交流しながら、コンセプトマップの加筆や修正を行った。分析の観点は、コンセプトマップの作成過程で利用される知識のタイプであり、Whiteの知識モデルに基づいて分析された。結果は次の2点に要約される。(1) 子どもが一人でコンセプトマップを作成するときに着目する知識には、命題だけでなく、イメージなども含まれていた。(2) 三人ないしクラス全体での相互交渉の過程では、エピソードが頻繁にやりとりされた。これらの結果に基づいて、理科授業への示唆を考察した。

## 問題の所在

近年、自然の現象や事象を対象にした学習者の認知に関する研究が盛んである。それは、一般には構成主義と呼ばれており、そこでは、学習者一人一人の認知のあり方に着目して、ミスコンセプションやオルタナティブフレームワークなどと呼ばれる学習者に特有の考え方が明らかにされてきた(e.g., Osborn & Freyberg, 1985)。そしてそれらを学習の起点として、学習者の概念転換を求めようとしてきた(e.g., West & Pines, 1985)。また、Whiteら(1992)にもみられるように、それらの研究にともなって、学習者の認知構造をよりの確に詳述する方法も多く紹介されてきた。

しかし、この立場においては、学習者一人一人の構成している知識に着目することを前提としているために、その学習者を取り巻いている状況に依存した学習のあり方を説明することが困難になっている。たとえば、他者の存在が彼らの知識の構成に、どのように関係してくるかといった問題は十分に議論することができないでいる(Miyake, 1986; 三宅, 1991)。実際の教室の中の知識を考えてみれば明白であるように、知識は教師と子ども、子ども同士の間で生起し、発展し、共有が起こっていく。最近では、知識はこうした複数の成員から構成された共同体の文脈において議論されるべきだとする状況的認知論と呼ばれる考え方も提案されてきている(e.g., Lave & Wenger, 1991)。

\*神戸大学発達科学部附属明石小学校, \*\*神戸大学発達科学部教育科学論講座

筆者らは、実際の授業場面において、子どもの学習自体が他者との相互交渉の中で進行することを前提として、知識の構成をとらえ直そうとしている。たとえば、野上(1995)は教師と子どもたちの相互交渉の意義について考察している。こうした問題意識につながる研究としては、Okebukolaら(1988)やRothら(1992, 1993, 1994など)のコンセプトマップの共同作成から知識の社会的構成を考察したのがある。しかしながら、そのような社会的な相互交渉の過程において、実際に子どもたちが学習対象をどのように認知し、表現するのか、あるいは、どのような知識がやりとりされて、相互交渉を進行させているのかについては明らかにされていない。

そこで、本研究では、実際の授業場面で、子どもたちが相互交渉を進行させるときに、彼らがどのような知識を表現し、他者のどのような知識に注目しているかについて検討することを目的とした。知識を相互交渉の過程でとらえるための方法としては、Rothらの研究にも取り扱われていたコンセプトマップを採用した。従来、コンセプトマップは学習者に対する評価ツールとみなされてきたが(e.g., Novak & Gowin, 1984; Novak, 1990)、本研究では授業における知識表現ツールとして利用した。調査の観点は、次の二点であった。一つは、Gagné & White(1978)、White(1988)が提案している知識の分類にしたがって、子どもは学習対象に対して、どのタイプの知識から表現し始めるのかを調べることである。もう一つは、表現されたコンセプトマップ上のどのタイプの知識を手掛かりに互いの知識にコミットしていくのかを調べることである。

## 方 法

**調査対象** 兵庫県下の国立小学校における6年生1クラス、34名であった。

**実験授業** 理科の授業における単元「燃焼」の導入場面において、コンセプトマップ(以下マップと略称)を利用した。マップの作成方法については、「水」を例に約20分ほど事前に指導した。その後、マップの作成を取り入れた「燃焼」の学習に入った。授業は通常のクラス担任が行い、次のように展開された。

- (1) 「燃える」という言葉を提示し、B4版のケント紙の中央に「燃える」という言葉を書き込ませ、○で囲ませる。
- (2) カードを4枚配り、それぞれに次のような言葉や絵などを記入させる。「酸素」「やけど」「燃えろよ、燃えろよ、・・・(歌詞)」「炎(絵)」である。マップでは、一般に言葉の書き込まれたカードはラベルと呼ばれる。本来、ラベルは言葉だけを書き込むが、ここではその方法を拡張して、ラベルに絵や短文も書き込んでいる。これらは、前述のWhite(1988)のモデルにしたがえば、「酸素」は命題、「やけど」はエピソード、「燃えろよ、燃えろよ、・・・(歌詞)」はストリング、「炎(絵)」はイメージに相当している。White(1988)は、知識のタイプとして7つの種類を提案しているが、本研究では方法論上の制約のため、表1に示すように、検討の対象を4種類のタイプに絞っている。
- (3) ケント紙の横に4枚のカードを並べてから、カードを1枚ずつ取り上げて、ケント紙の上に置くように指示する。カードの位置が決まったところで、接着剤で貼り付けさせる。
- (4) 「燃える」の言葉も合わせて、それぞれのラベルのつながり方を線で結んで表現させる。
- (5) つけ加えたいラベルを書き加えてもよいことを指示する。さらに、それぞれのつながり方を線で結んで表現させ、その線上につながる理由を記述させる。
- (6) 三人のグループ内でそれぞれのマップについて話し合いをさせる。
- (7) マップをもとに子ども同士で学習課題について話し合わせる。
- (8) 作成したマップをもとにクラス全体で話し合わせ、取り組む学習課題を決める。

表1 本研究で採用した知識モデル (White, 1988 の知識モデルから抽出)

タイプ	簡単な定義	例
ストリング	一つひとつが分離されず、全体としてまとまりを持った形で記憶されているひとつながりの言葉、あるいは記号	すべての作用には、これと等しく向きの反対の作用が働く
命題	概念(言葉)の性質あるいは概念間の関連についての記述	イースト菌は単細胞である
イメージ	感覚についての心的表象	アザミのじょうご形、塩素の臭い
エピソード	経験あるいは目撃した事象についての記憶	実験室での事故、顕微鏡の組み立て

ただし、Whiteはその他にも「運動技能」「知的技能」「認知的方略」といった知識も合わせて提案している。表には、本研究で分析対象とした知識のタイプのみを示している。

**調査内容** 実験授業について6つの観点から調査を行った。観点の内容は、次に示すとおりである。

- (1) 選択：一人でマップを作成するとき、どのような順番で4枚のカードを貼付したか。
- (2) 付加：一人でマップを作成するとき、どのようなラベルをつけ加えたか。初めの3つを順に記述する。
- (3) 質問：グループでマップを見せ合ったとき、質問したり、質問しなくなったラベルはどれか。初めの3つを順に記述する。
- (4) 話題：グループでマップを見せ合ったとき、話題となったラベルはどれか。初めの3つを順に記述する。
- (5) 共有：グループでマップを見せ合ったとき、友だちから取り入れたラベルはどれか。初めの3つを順に記述する。
- (6) 学習課題の生成の手掛かりとなった話題：グループで学習課題を決めるとき、話題になったラベルはどれか。初めの3つを順に記述する。

**分析の手順** 「選択」については、作成し始めた順にカードに順位をつけ、得点化した。得点は、順位にしたがって、1位に4点、2位に3点、3位に2点、4位に1点とした。そして、知識のタイプ別に平均値を算出した。「付加」については、はじめに付加したラベルを表1の基準により筆者らが独立に評価し、不一致のものは協議して、4つの知識のタイプに分類し、その個数をカウントした。なお、カウントに際しては、調査対象一人につきラベル3つという条件を満たさないものもすべてカウントの対象にした。「質問」から「学習課題の生成の手掛かりとなった話題」についても、「選択」の扱いと同様に、それぞれのラベルを4つの知識タイプに分類し、その個数をカウントした。

**調査時期** 1995年5月下旬であった。

## 結果

表2は、調査対象が一人でコンセプトマップを作成する場面におけるラベルの「選択」の順序を示したものである。イメージと命題の平均値が、3点前後、ストリングとエピソードのそれは、2点前後であった。この結果より、ほとんどの被験者が早い順序において取り扱った知識のタイプは、イメージと命題に集中していたことがわかった。

表2 コンセプトマップの作成過程におけるラベル選択の順序

ラベル	P	I	S	E
得点	2.94	3.18	2.04	1.85

P:命題, I:イメージ, S:ストリング, E:エピソード  
得点は、順位にしたがって、1位4点、2位3点、3位2点、4位1点とし、総合計の平均値を表示している。

表3 コンセプトマップの作成及び交流過程に着目されたラベル数 (単位:個)

授業の展開	観点	P	I	S	E
一人での作成過程	付加	21	3	0	20
グループでの交流過程	質問	21	0	2	32
	話題	7	3	2	16
	共有	21	0	1	45
クラス全体での交流過程	話題	15	2	0	10

P:命題, I:イメージ, S:ストリング, E:エピソード

表3は、「付加」から「学習課題の生成の手掛かりとなった話題」の結果、すなわち一人での作成過程からクラス全体での交流過程において注目されたラベルの分類を示したものである。まず、一人での作成過程における「付加」では、命題とエピソードの数が大半を占めていたことがわかった。次に、グループ交流過程の「質問」、すなわち他者へ質問をしたり、質問をしたくなったラベルに関しては、命題よりもエピソードの数が上回っていた。他者への関わり方の一つを示す「質問」という面では、コンセプトマップ上に記述されている他のタイプの知識よりも、エピソードに関心を寄せる傾向にあることがわかった。この傾向は、「共有」したラベルについても同様で、エピソードが最多であった。また、「話題」となったラベルに関しても、エピソードが多く取り上げられていたことがわかった。一方、学習課題を生成するための話し合いの場面においては、「話題」に取り上げられたラベルとしては、命題の数が最も多く、続いてエピソードであった。

### 考 察

本研究の目的の一つは、子どもは教材に対して、どのタイプの知識からコンセプトマップに表現し始めるかであった。これは、子どもが教材に出会ったときに、どのようなタイプの知識に着目して、はじめの切り口として思考を働かせ、それを表現しようとするのかを明らかにすることであった。この点については、表2において示したように、子どもがコンセプトマップを作成する際、一番初めに扱ったラベルが、イメージと命題に集中していた。特に、イメージのラベルを貼付するところから始まった者が多かった。

これらのことは、子どもは「燃える」という言葉を表現しようとする際に、「燃える」ことに関する「～は、～である」といった形式の命題的な知識を働かせて、対象を表現しようとする取り組みばかり

ではなく、イメージも優先的に取り上げて表現しようとする傾向にあることを示していると考えられる。つまり、子どもが学習対象を自分のものとして対象化しようとする際の切り口として、イメージ的な知識が大いに役立っているといえる。

目的の二つめとして、子どもは表現したコンセプトマップ上のどのタイプの知識を手掛かりに三人のグループ内で互いの知識にコミットし、クラス全体における学習課題の生成に向かうかを調べることを掲げていた。三人のグループ内での交流は、自分のアイデアを表現したコンセプトマップを互いにつき合わせる場面であり、他者のアイデアとの違いが明確になるときである。そこで、互いのアイデアの相違のどの部分に着目し、意見交換を始めるかという点で、表3の「質問」、すなわち「質問した、あるいは質問しなくなったラベル」とそのグループで「話題」の手掛かりとなったラベルの2つの観点の結果が注目される。ここでの結果は、いずれの場合においても、命題の数をエピソードの数が相当上回っている。つまり、表現された他者のコンセプトマップに関して、子どもが一番注目する知識は、エピソードであると考えられる。エピソードは、そもそも個人的な経験の表現であることから、交流過程ではそれらの個人的な経験に関心が向けられているということがわかる。さらに、交流過程に「共有」したラベルでは、このエピソードの数が命題の数の約2倍に達しており、エピソードの共有を期待する傾向が強いとみなすことができる。

これから学習を進めていくためのクラス全体における課題の生成過程において、「学習課題の生成の手掛かりとなった話題」は、エピソードの数よりも命題の数が多く、グループ内での交流過程の結果と逆転している。こうした傾向が現われるのは、クラス全体で学習課題を考えるとといった場合、子どもたちにとって授業は命題形式の一般的な知識を学習する場所であるとする認識が成立しているからであると推察される。しかしながら、エピソードが学習課題の生成においても重要視されていたのは、ここでもやはり個人的な経験に関心が向けられていたことを示している。もともと、理科では自然に生起する現象や事象を学習の対象としている。子どもたちのエピソードは、そのような自然の現象や事象に遭遇した経験にほかならないのであるから、こうした傾向は理科の授業にとっては肯定的に考えることのできるものである。

### 授業への示唆

本研究の知見による理科の授業への示唆は、次のような三点に要約される。

まず第一に、Whiteのモデルに基づいた知識のやりとりの検討の結果は、教材としての学習内容の解釈に変更を迫っていると考えられる。すなわち、学習内容において、命題という教科書的な形式の知識のみを扱うのではなく、教師や子どもの持つ個人的経験であるエピソードやイメージなどの知識を積極的に扱うことを提案しているといえる。これは、所与のものとしての教材ではなく、学習者の側から構成されていく教材のとらえ方である（たとえば、森本1992）。

第二に、他者とのやりとりの保障された授業スタイルの確立も要請している。これは、学習者の側から教材をとらえる際の出発点が、こうしたやりとりの中にこそ存在していると考えられるからである。すでに述べたように、エピソードへの着目が見られたのはコンセプトマップの交流過程であった。すなわち、交流過程の中では、学習者のエピソードがまさにその交流過程の原動力ともなっていたことが推察される。エピソードによって語られるラベルには、学習者一人ひとりの教材のとらえ方が反映していくと同時に、それらを他者と共有する可能性も豊かに含まれているだろう。さらに、そうした共有が進む過程では、それぞれが異なったエピソードを表現することにより、教材そのもののとらえ方が多面的に変化していくであろう。たとえば、Miyake (1986) は、二人での問題解決活動においては、一人が問題の解決を実行しているときには、もう一人はそのモニター役をしているこ

とを指摘している。本研究のグループ交流でいえば、一人が表現している間は、他の二人はモニター役として振る舞い、表現している人のラベルに対して質問したりして吟味しつつ、そのラベルを自らのコンセプトマップに取り入れていく過程がそれに相当している。学習者一人ひとりの認知に着目することから、他者の存在を前提にして認知を考えようとする事への転換には、こうした相互交渉を活性化させるための授業デザインの検討も不可欠である。

第三に、授業で有効にコンセプトマップを利用するためには、その方法論に改良が必要であることも示唆される。コンセプトマップは、その名称の示すように概念を表現する方法論である。その背景には、人間の認知構造が命題のネットワークから成り立っているとする前提がある。したがって、Whiteら(1992)などにも指摘されているように、コンセプトマップは、命題以外の知識のタイプの評価や表現には適用できないとする見方が一般的である。しかしながら、授業における子どもたちは、コンセプトマップを利用した知識表現に際して、命題ばかりではなくイメージやエピソードも表現していた。したがって、コンセプトマップの一般的な作成方法を工夫して、命題以外の他のタイプの知識も表現できるようにすれば、これまで以上に授業においての利用が相互交渉を活性化させるという意味で有効になると考えられる。そのためには、本研究においても採用したように、コンセプトマップとして表現するためのラベルに対して、言葉だけではなく、絵や短文などを書き込むことを奨励することも一つの方策かもしれない。

## 結 語

本研究において、子どもたちは、他者のエピソードを主な手掛かりとしながら相互交渉を図りつつ、学習課題の生成に向かっていったことが明らかとなった。しかし、本研究では、こうした授業の進行に間接的な方法論で接近したに過ぎない。エピソードやその他のタイプの知識が、コンセプトマップにどのように取り込まれながら、相互交渉を進行させていくかについては、今回の研究を踏まえ、今後さらに検討しなくてはならない課題であると考えている。

## 付 記

本研究は、1995年日本理科教育学会第45回全国大会において発表した内容に、加筆修正したものである。なお、本研究には平成7年度神戸大学発達科学部附属人間科学研究センタープロジェクト研究費の一部を使用している。

## 引用文献

- Gagné, R.M. & White, R.T., Memory structures and learning outcomes, *Review of Educational Research*, Vol.48, No.2, pp.187-222, 1978.
- Lave, J. & Wenger, E., *Situated learning : Legitimate peripheral participation*, Cambridge University Press, 1991.  
(佐伯 胖訳『状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加』産業図書, 1993年)
- Miyake, N., Constructive interaction and the iterative process of understanding, *Cognitive Science*, Vol.10, No.1, pp.151-177, 1986.
- 三宅なほみ「知識獲得における文化的・社会的制約」丸野俊一編『新・児童心理学講座 5 概念と知識の発達』金子書房, pp.59-106, 1991年.
- 森本信也『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社, pp.147-174, 1993年.

- 野上智行「教師と児童（生徒）の共同による新たな知の創造過程としての授業—小林律子先生の授業を中心として—」『理科の教育』44巻, 8号, pp.42-47, 1995年.
- Novak, J.D. & Gowin, B., *Learning how to learn*, Cambridge University Press, 1984. (福岡敏行・弓野憲一監訳『子どもが学ぶ新しい学習法』東洋館出版社, 1992年)
- Novak, J.D., Concept mapping: A useful tool for science education, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.27, No.10, pp.937-949, 1990.
- Okebukola, P. A. & Jegede, O.J., Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping, *Science Education*, Vol.72, No.4, pp.489-500, 1988.
- Osborne, R. & Freyberg, P., *Learning in science: The implication of children's science*, Heinemann, 1985 (森本信也・堀哲夫訳『子ども達はいかに科学理論を構成するか—理科の学習論—』東洋館出版社, 1988年)
- Roth, W.-M. & Roychoudhury, A., The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science, *Science Education*, Vol.76, No.5, pp.531-557, 1992.
- Roth, W.-M. & Roychoudhury, A., The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: A microanalysis of high school physics students, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.30, No.5, pp.503-534, 1993.
- Roth, W.-M., Student views of collaborative concept mapping: An emancipatory research project, *Science Education*, Vol.78, No.1, pp.1-34, 1994.
- West, T.H.L. & Pines, L.A., *Cognitive structure and conceptual change*, Academic Press, 1985. (進藤公夫監訳, 進藤公夫・野上智行・稲垣成哲・田中浩朗・森藤義孝訳『認知構造と概念転換』東洋館出版社, pp.233-258, 1994年)
- White, R.T., *Learning science*, Basil Blackwell, 1988. (堀哲夫・森本信也訳『子ども達は理科をいかに学習し, 教師はいかに教えるか—認知的アプローチによる授業論—』東洋館出版社, 1990年)
- White, R.T. & Gunstone, R., *Probing understanding*, Falmer Press, 1992. (中山 迅・稲垣成哲監訳, 中山迅・稲垣成哲・片平克弘・森藤義孝・松原道夫・溝辺和成・小倉 康・隅田 学訳『子どもの学びを探る—知の多様な表現を基底とした教室をめざして—』東洋館出版社, 1995年)



