

小グループで話し合い、考えを外化することが概念変化に及ぼす効果

—お湯の中から出る泡の正体の学習を事例に—

清 水 誠*
石 井 都**
海 津 恵 子**
島 田 直 也***

【 要 約 】

水の状態変化についての学習は、概念変化が難しく、子ども達の素朴概念を修正し科学的な概念を形成させるための教授論を考えることが大きな課題となっている。本研究は、水の状態変化の授業に小グループの話し合いを取り入れ、認知過程を外化することが概念変化に有効ではないかと考え調べることにした。手続きとしては、予想と考察時に小グループで話し合いを行い、考えを外化させた群とこれを行わない群で比較することにした。また、児童の考えを外化させる方法として、話し合いに加えワークシートと付箋紙を使用した。授業の結果、小グループで話し合いをし、各自の考えを外化させる教授方法は、子どもの概念変化を促す効果が見られることが明らかとなった。

I. はじめに

水の状態変化についての学習について、Osborne & Cosgrove は、沸騰している水の中に見られる泡が何かを8歳から17歳の生徒を対象に調べ、理科を学習している生徒であっても、水を沸騰させた時に出る泡を水蒸気とは考えておらず、空気や酸素あるいは水素といったように多様に考えていることを明らかにしている¹⁾。また、沸騰している泡の正体について、日本の子ども達を対象に調査した松浦・遠西は、学習を行う以前の小学生は圧倒的多数が泡の正体を「空気」と考えており、学習後「水蒸気」という回答が増えるが、中学生では「空気」に戻ってしまう傾向が強いとする²⁾。こうした調査結果が示唆することは、子ども達は自然を理解するために、沸騰している水の中に見られる泡を「空気」や「熱」であると考えてることで、目の前で起きていることを彼らなりに納得いく形で説明していることが分かる。オズボーンとフライバーグは、こうした子ども達の考え方の特質をまとめ、子ども達は彼ら独自の自然観の中で独特の論理に基づき多くの科学に関する明解で一貫性のあること

ばの意味をつくり出しており、こうした子ども達の考え方は常に堅固であり、しばしば理科の授業の影響を受けずに残ったり、教師が予期しない方法で授業の結果を解釈していたりするとする³⁾。構成主義学習論に立つ研究者達が明らかにしてきた子ども達独自の素朴な概念を修正し、科学的な概念を形成させるための教授論を考えることは大きな課題となっている。こうした課題への示唆として、Chan は、生徒を科学的談話に参加させることが信念の修正を引き起こし得ると信じられているとし、科学学習において仲間との協同が重要であるとする⁴⁾。また、三宅は、他者との相互作用には、認知過程を観察可能な形で外界に表すことが重要であり、外化することで考えの見立て直しが可能になるとする⁵⁾。人は、ものごとを考えたり、問題の解決を図ろうとする時、言語化に加え、考えを図に表したり、記述することをよく行う。図を描いたり、記述して考えを外に示すことは、それまで複雑であった問題の解決の糸口が容易に見つかることが少なくないからである。しかしながら、理科学習の中に、小グループでの話し合いに加え、認知過程がよく見えるように言語以外にも考えを外化⁶⁾させる教授方法を意図的に取り入れることが科学的な概念の形成に有効であるかを調べた研究は、ほとんど見られない⁷⁾。

そこで、本研究では、これまでの子ども達の考えを観察や実験による事実により反証するといった授業方法の

* 埼玉大学教育学部

** 埼玉県上尾市立上尾小学校

*** 埼玉県児玉町立児玉中学校

みに頼るのではなく、協調的な学習環境の中に子どもの考えを言語以外でも外化することを取り入れ、子どもの概念形成を図る授業を計画した。具体的には、授業デザインとして、予想や考察の場面で小グループでの話し合いをさせる。また、話し合いを通して考えた各自の考えをワークシートにまとめ、さらに付箋紙を使い考えを自身にも他者にもよく見えるように外化する。こうした教授方法が、子ども達の日常生活で使っている素朴な概念を科学的な概念に形成するのに有効ではないかと考え、効果を検証することを目的とする。

Ⅱ. 調査の方法

1. 調査対象, 方法

(1) 調査対象

埼玉県内のA市立A小学校4年生、2クラス66人及び、埼玉県内のS市立S小学校4年生、4クラス148人に対し調査を行った。

(2) 調査時期

1. 授業の実施 2003年12月
2. 質問紙調査 2003年12月及び2004年2月

(3) 調査方法

今回デザインされた授業は、A小学校において行った。効果を検証するための調査は、次の3点について行った。

1点目は、児童の概念の変容の様子を自身の考えとその確信度を外化させた付箋紙を使って調べた。外化の手段とした付箋紙は、予想時、考察後の各段階における児童の考えを、教師が黒板にカテゴリー化して板書した考えの該当の箇所に、自分の名前を書いて貼らせたものである。なお、児童に配布した付箋紙には、青、黄、赤の3種類がある。児童が絶対自信があるという時は、青の付箋紙を、たぶんそうだと思う時は黄の付箋紙を、自信がないという時は赤の付箋紙を貼らせた。この3段階による児童の自信を調べたものを、以後、確信度（児童のワークシートには自信度チェックとしてある。）と表記する。

2点目は、小グループの中で生じた発話プロトコルを分析することで児童の考えの変容がどのようなきっかけで生じるかを調べることにした。予想時及び考察時の小グループの話し合いの様子を、ステレオマイクのついたMDレコーダーにより記録した。

3点目は、通常実施されている授業との効果を比較するため、S小学校において、A小学校で授業翌日及び授業実施2ヶ月後に行った質問紙（図1）と同じ質問紙により授業2ヶ月後に児童の概念調査を行った。

2. A小学校の授業の概要

授業は、小学校学習指導要領第4学年のC区分、(2)アの「水を熱した時に水中から出てくる泡は、何だろうか。」という内容について60分で行った。

授業は、A小学校のB教諭とC教諭の2人により実施された。B教諭の授業はア～キの流れに沿って進められた。C教諭の授業は、オの小グループでの話し合いが省略され、カは、教師が各人の考察を全体に発表させ、その内容を教師がカテゴリー分けして板書した。ワークシートの考察の記述はここで行われた。授業時間、その他は、B教諭の授業と同じである。

組 男・女 氏名 _____

1. 下の図をみて質問にこたえてください。



質問 1
水を熱していると、ビーカーの底のほうから、どんどんあわが出てきました。
この、あわは、なに？

↓

自分の考えをかいてください。

(自分の考え)

あわは、_____です。

(そう考えたわけを下にかいてね)

質問 2

じしん

自分の考えに自信がありますか。下のどれかあてはまるものを○でかこんでください。

とても自信がある 少し自信がある あまり自信がない まったく自信がない

図1 質問紙「水のすがた」

ア. 前時の復習として、水が100℃近くで沸騰すること、沸騰する時に大きな泡が湯の中から出ることを確認した。

イ. 課題「お湯の中から出る泡は何？」を提示し、個人で自分の考えを記述させた後（以後、始めの考えと記述）、グループごとに話し合いをさせた。その後、話し合い後の自分の考え（以後、予想時と記述）をワークシートに記述させた。その際、話し合った後の自分の考えに対する確信度もワークシートに記述させた。

ウ. 子ども達の予想を教師がカテゴリー分けし、まとめたものを板書した。児童に、板書されたいくつかの予想の中で最も自分の考えに近い予想に、確信度で色の違う付箋紙を貼らせた。

エ. 実験方法について教師からの説明を聞いた後、児童は実験を行い、結果について個人で考察させた。

オ. 個人で考察したものをもとに、小グループで話し合いを行わせ、話し合いの結果、各自が考えた考察とその確信度をワークシートに記述させた（以後、考察後と記述）。また、グループごとに、クラス全体に考察した結果を発表させた。

カ. グループから発表された考察を、教師がカテゴリー分けして板書した。まとめられた内容の最も近い考えのところに、児童に確信度で色の違う付箋紙を貼らせた後、各自の考えや確信度の変化を振り返らせた。

キ. 教師により、発生した泡は水蒸気であるとまとめを行った。

なお、三宅が述べる協調過程が成り立つためには、まず参加者各自が自分の考えを最初に持っていることが不可欠とする考え⁸⁾を踏まえ、予想時には各自の考えを持たせ、明確化するため、始めにワークシートに考えを記述させた。小グループでの話し合いでは、ジョンソンらが述べる子ども達は対人技能やグループ技能が生まれつき知っているわけではないとする考え⁹⁾を踏まえ、Schultzらがタイプ分けした¹⁰⁾IVのタイプの話し合い（各自の考えが反映され、参加者関係が同時にあちこちで起きる話し合い）が生まれるよう、司会者と話し合いの仕方が書かれたカードを用意した。

また、S小学校で実施された本研究でいう通常の授業とは、教師が「沸騰している湯の中から出ている泡は、何？」と課題提示をし、教師が実験方法を説明し、反証事象として実験により三角フラスコの中で発生している泡をビニール袋に集め、ビニール袋がその後どうなるかを考察し、まとめるという授業である。A小学校の授業との違いは、予想時と結果を考察する際に小グループでの話し合いを行っておらず、ワークシートや付箋紙により各自が自分の考えを外化するというも行われていない。

Ⅲ 結果とその分析

1. 予想、結果の各段階で話し合いをさせた児童の考えの変容

B教諭により実施された授業での児童の始めの考え、予想時、考察後、授業翌日、2ヶ月後の児童の考えの変容をまとめると、表1のようになった。

予想時では、泡の正体は空気と考える児童が14人（41.2%）と最も多く、続いて水蒸気とする児童が12人（35.3%）と多い。こうした児童の予想を確信度で調べると、空気とした児童の大半がたぶんそうだと思う（11人、78.6%）とし、残りの児童は自信がない（2人、14.3%）としている。また、本学習で、予想時に水蒸気と答えた児童の確信度は、絶対自信がある（3人、25.0%）、たぶんそうだと思う（9人、75.0%）であった。水蒸気とする児童も必ずしも確信を持っているというわけではないことが分かる。

考察後では、水蒸気とする児童が27人（79.4%）と増加していることが分かる。確信度を見ても水蒸気とする児童の大半が、絶対自信がある（25人、92.6%）としており、回答に対する自信が高いことが分かる。また、水蒸気とした児童の中で、ワークシートに袋の中に水が残ったので水蒸気と書かれていた児童は19人（70.4%）であった。

授業翌日の質問紙調査の結果は、水蒸気と回答した児童は33人（97.1%）とほとんどの児童が学習のねらいである水蒸気と回答していることが分かる。回答に対する確信度を見ると絶対自信がある（29人、87.9%）、たぶんそうだと思う（3人、9.1%）、自信がない（1人、3.0%）となり、水蒸気とした児童の確信度は高いことが分かる。しかし、水蒸気であるという理由（実験結果を踏まえた記述）も正しく書けた児童は水蒸気と回答した児童の内18人（54.5%）と半数を少し上回る程度であった。

2ヶ月後の質問紙調査の結果は、授業翌日より水蒸気と回答した児童が少し減るものの、水蒸気が30人

表1 B教諭のクラスの児童の考えの変容（N=34）

	始めの考え	予想時	考察後	授業翌日	2ヶ月後
水蒸気	6	12(3,9,0)	27(25,2,0)	33(29,3,1)	30(18,11,1)
空 気	13	14(1,11,2)	0(0,0,0)	0(0,0,0)	3(1,2,0)
熱・水が熱く膨れた	3	3(0,3,0)	0(0,0,0)	0(0,0,0)	0(0,0,0)
蒸発した水の粒・液体	7	5(1,3,1)	7(7,0,0)	0(0,0,0)	0(0,0,0)
蒸 気	0	0(0,0,0)	0(0,0,0)	0(0,0,0)	1(1,0,0)
その他（無答を含む）	5	0(0,0,0)	0(0,0,0)	1(0,0,1)	0(0,0,0)

注. 単位は人数. () 内の数字は、確信度を示し、左から絶対自信がある、たぶんそうだと思う、自信がないの人数. なお、始めの考えでは確信度を調査していない。

(88.2 %) と多いことが分かる。しかし、水蒸気と回答した児童の確信度を調べると、絶対自信がある(18人, 60.0 %), たぶんそうだと思う(11人, 36.7 %) 自信がない(1人, 3.3 %) と回答に対する自信にゆらぎが出ている児童が多くなることが分かる。授業翌日と同様に、水蒸気であるという理由も正しく書けた児童数を調べると、水蒸気と回答した児童の中の13人(43.3 %)であった。

2. 考察時の話し合いの有無と児童の変容

予想時、考察時ともに話し合いをさせたB教諭のクラスの児童の考えの変容は、図2のようになった。また、考察時に小グループで話し合いをせずに学級全体から意見を述べさせ教師がまとめをしたC教諭のクラスの児童の考えの変容は図3のようになった。

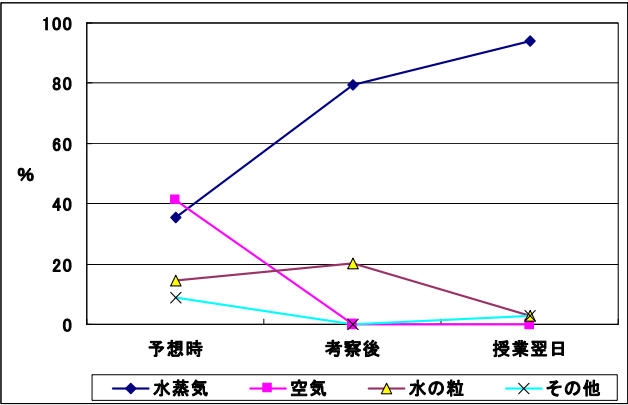


図2 B教諭のクラス (N=34)

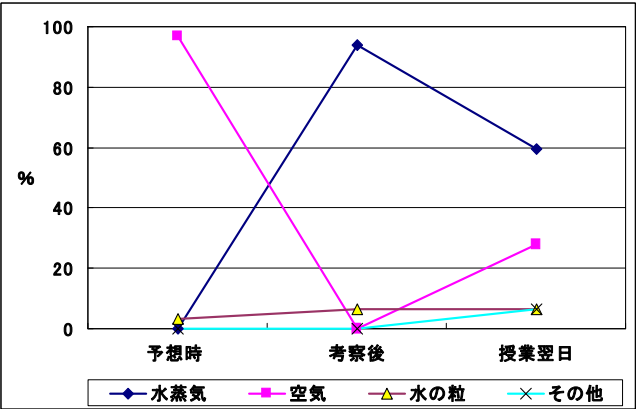


図3 C教諭のクラス (N=32)

B教諭のクラスでは、湯の中から発生した泡を水蒸気と正しく答えた児童は、考察後には27人(79.4 %)おり、授業の翌日には33人(97.1 %)と増加していることが分かる。しかし、C教諭のクラスでは、湯の中から発生した泡を水蒸気と正しく答えた児童は、考察後には30人(93.8 %)と多かったが、授業の翌日になると19

人(59.4 %)と話し合いをしたB教諭のクラスに比べ水蒸気とする回答者が大きく減っていることが分かる。授業翌日の水蒸気と回答した児童の割合を直立確率計算で調べたところB教諭のクラスの児童が有意に多いことが分かった(両側検定: $p=0.00$)。

2つのクラスを比較した結果からは、実験結果を考察する段階で小グループで話し合いを持つことは、教師によるクラス全体の中でまとめていくといった従来の方法に比べ、児童の科学的な概念を形成するために有効な方法であることが示唆される。

3. S小学校の授業結果との比較

授業2ヶ月後に水蒸気と回答した児童数と回答の根拠について、A小学校のB教諭のクラスとS小学校の児童に対し調査した質問紙の結果が表2である¹¹⁾。

水蒸気と回答した児童の割合は、直接確率計算で求めるとA小学校がS小学校よりも有意に多いことが分かる(両側検定: $p=0.00$)。また、実験結果を踏まえ、「泡を袋の中に集めると水が残ったので、水蒸気」といったように、その理由を科学的な根拠に基づいて回答できた児童数についても、A小学校がS小学校よりも有意に多いことが分かる(両側検定: $p=0.00$)。

2ヶ月後の児童の回答結果からは、A小学校でデザインされたワークシートや付箋紙により自分の考えを外化し、小グループで話し合いをしていく授業を実施することが科学的な概念の長期の保持に有効であると言える。

表2 2ヶ月後の児童の回答

	水蒸気と回答した児童	科学的な根拠に基づいて水蒸気と回答した児童
A小学校 (N=34)	30 (88.2 %)	13 (38.2 %)
S小学校 (N=148)	91 (61.5 %)	23 (15.5 %)

注. 単位は人数. () 内の数字は, %を示す.

4. 小グループの中で生じた発話プロトコルの分析

(1) B教諭のクラスの予想時の話し合い

ア. 1班の発話プロトコル

この班では、始めAとCが「水が熱くなって膨れたもの」、Bが「熱」、DとEが「空気」としており、話し合い後はA・B・Cが「熱」、DとEが「空気」としていた。確信度は、いずれもたぶんそうだと思うとしたグループである。発話プロトコルの一部を示すと、図4のようであった。

児童Aは、児童DやBから考えが変わったかという促しを受け、沈黙の後25Aで「熱、下から出てたから」と9Bの発言を受けて考えを変更している様子を

9B 僕は、熱だと思います。わけは、泡は下から上がってくるから、空気じゃないと思うので熱だと思います。

10E 僕は、泡は空気だと思います。わけは・・・

11B わけ分からなければ言わなくてもいいよ。

12E わけは、まだ考えていません。（沈黙）

13D Aさん。

14A 泡は、水が集まってふくれたものだと思います。空気が入ってふくれ、で、泡になります。

15D Cさん。

16C 水が沸騰して、水がぶつかり合ったり、水が熱くなって割れたりして、できたものだと思います。（沈黙）

17D 泡は、空気だと思います。わけはまだ分かりません。

18B 僕だけだね。熱って言ったの。

19D 気付いたことがありますか。

20B うーん、・・・ない。

21D 自分の考えが変わった人はいますか。

22B いません。・・・んっ、どっち。

23B 変わった？

24D 何になったの？

25A 熱。下から出てたから。

26C 変わったかも、どっちか分かんない。（沈黙）

図4 1班の予想時の発話プロトコル（一部）

見ることができる。CもAの考えの変更を受け、26Cで「変わったかも、どっちか分かんない」と言いながらワークシートの記述や付箋紙では予想を「熱」と変更している。こうした話し合いの様子からは、児童が他者のもっともらしい説明を受け、考えを変えていく様子を見て取ることができる。しかし、児童が変更した考えを全面的に支持しているのではないことは確信度でたぶんそうだと思うと回答していることから伺える。

イ. 3班の発話プロトコル

この班では、始め児童A・B・Eが「空気」、児童Cが「水の粒の中に空気」、児童Dは「水蒸気」、児童Fは「あぶく」と回答していた。話し合い後に「水蒸気」と予想を変更した児童CとFの話し合いに着目してみると、図5のようであった。

始めの考えを「水の粒の中に空気」とした児童Cは、児童Fからなぜ水の中に空気が入れるのかと質問を受けている。司会者でもあるCは、32で「分かりません」とし、話し合いを修了させようとするが児童Fは質問をしながら自問自答している様子を伺うことができる。こうした話し合いを通して2人は、予想として水蒸気という考えを持つようになったことが分かる。

21C 私は、DさんとAさんと似ていて、水があたまって粒になってそれが割れると湯気になると思います。気づいたことは特にありません。

22C 自分の考えが変わった人はいますか。

23F なんで、質問がぬけてんじやん。

24C 質問はありますか。

25F はい。

26C F君。

27F なんで泡が消えるっていうか、なくなるっていうか、破裂してなくなると、湯気になるんですか。

28C その粒の中に空気が入ってるから。・・・分かりましたか。

29F はい、他にまだあるんですけど。

30C F君。

31F どうやって空気が入ったんですか。それはちょっと無理…

32C それは分かりません。

33C 話し合いをまとめます。私達のグループでは、あぶくと、水のすきまから空気が入ってできると、水があつまったという考えが出ました。これで予想の話し合いを終わりにし、はい。

34F だってさ、水の中に空気が入り込むことは不可能だよ。人がいないと。ストローとかないと不可能だよ。（沈黙）

35F 入れたとしても・・・空気が・・・。（沈黙）

36F あっ、新しい考えが思いついた。あんねー、ちょっと思っただんですけど、空気は水の中に入れないから・・・、入れて、その空気が泡だと思います。

図5 3班の予想時の発話プロトコル（一部）

しかし、水蒸気という予想に自信があるわけではないことは、確信度で「たぶんそうだと思う」としていることから分かる。

この2つの事例からは、予想時に話し合いをすることで児童は、他者の異なった考えに触れ、意見を述べたり、自問自答を通して相互作用する中で、自分の考えの見直しをしている様子を読み取ることができる。

(2) B教諭のクラスの考察時の話し合い

考察時の話し合いの発話プロトコルの一部を見ると図6のようであった。ここに示す3班は、予想時の考えが児童A・B・Eが空気であり、児童C・D・Fが水蒸気であった班である。この班の児童は、考察後、授業翌日、2ヶ月後も全員が水蒸気としている。

泡の正体を予想で空気とした児童AとBの発話プロトコルを見ると、6Aで「空気かと思ったけど・・・水がたまった。」。10Bで「予想と違って・・・、袋の中には・・・水滴がつかまりました。水蒸気だと分かりました。」と自分の予想と比較しながら実験結果を考

- 5C Aさん、実験の結果を発表して下さい。
- 6A 空気かと思ったけど・・・水がたまった。
- 7C Dさん、E君
- 8E まだ書き終わってません。
- 9C B君、実験の結果を発表して下さい。
- 10B 予想と違って・・・、袋の中には・・・水滴がつかまりました。
水蒸気だと分かりました。
- 11C Aさん、もう一度発表して下さい。
- 12A 空気かと思ったけど、たくさん水が集まってくもった。
- 13C Dさん、実験の結果を発表して下さい。(沈黙)
- 14F はい、Cさん言って下さい。
- 15C 私は泡は空気だと思っていたけど、・・・水だと分かりました。

図6 3班の考察時の発話プロトコル(一部)

察している。司会者の児童Cは、11Cでもう一度、児童Aに考察したことを促し、これらの発言を受けて15Cで「私は泡は空気だと思っていたけど、・・・水だと分かりました。」と結果と比較しながら自分の考察した結果を述べている。こうしたやりとりは、通常の授業ではクラス全体に向かって教師が児童と行っていることである。これと同じようなやりとりは、他のすべての班で行われている。例えば5班では児童Eが「結果から考えたことは、ビニール袋に水がたまったので、泡は水だと思いました。予想と違いました。」と述べると、児童Dも「ガラス管の中で水がビニール袋に流れたので、泡は水だと思いました。」と児童Eを支持する発言を述べている。このように泡の正体が水蒸気へと収束していく様子は、児童Bが「泡は水だと思う。実験中は袋がふくらんでいたけど、実験が終わったら空気が抜けたようにふくらみはなくなった。予想と同じだった。」と述べていることから伺うことができる。しかし、児童Cは「疑問は、なぜガラス管の下に水が通ったのだらうと思った。」と観察結果に対し疑問を述べ、班の中の解決されない課題として残り、クラス全体への発表となっている。

こうした考察時の話し合いの様子からは、児童同士の間で実験結果を予想と比較しながら考察し、解釈の再吟味が行われていることが分かる。

IV 考察

本研究では、概念変化が難しいとされる水の状態変化の学習内容を、考えをまとめる段階で小グループで話し合いをし、その時点での各自の考えを外化させるといった学習方法を採用することが科学的な概念の形成に有効

であるかを調べた。手続きとしては、予想時と考察時に、小グループで話し合いをさせた。各自の考えはワークシートにまとめ、さらに自身にも他者にもよく見えるように付箋紙を使って黒板に外化させた。

その結果、2ヶ月後にも科学的な概念が保持されている児童の割合は、予想や考察の段階で小グループで話し合いをし、各自の考えをワークシートにまとめ、さらに付箋紙を使って考えを外化させたA小学校のB教諭のクラスが、これを行わなかったS小学校のクラスに比べて有意に多いことが分かった。泡は水蒸気であるとする児童の確信度も、予想の段階から、考察、授業翌日となるにつれ高まっていることが付箋紙の色の変化から分かり、小グループでの話し合いに加え、考えを自身にも他者にもよく見えるように外化させる教授方法は科学的な概念の形成に有効であると言える。その原因を探った予想時の発話プロトコルの分析からは、児童が他者と相互作用する中で、意見を述べたり自問自答しながら自分の考えの見直しをしている様子を読み取ることができた。今井・野島¹²⁾は、概念変化を促すには学習者が自分の素朴理論のアノマリーに自ら気付くような状況を設定することが必要であるとするが、児童は他者の多様な解釈に触れ、個々が持つ考えの見直しや再吟味が生まれていることを伺うことができる。また、考察時の発話プロトコルの分析からは、児童同士の間で実験結果を予想と比較しながら考察し、解釈の再吟味が行われていることが分かった。予想時や考察時の発話プロトコルからは、認知過程を可視化し、他者との相互作用を学習に取り入れたことによりPosnerら¹³⁾が概念交換の条件とする学習者が保持する既存の概念に対して不満を持たせることに効果をもたらしたことを伺うことができる。

また、考察の段階で小グループで話し合いを行ったB教諭のクラスが小グループで話し合いを行わなかったC教諭のクラスに比べ、翌日に科学的な概念を保持している児童が有意に多いことが分かった。こうした結果からは、考察時に小グループで話し合いを取り入れることの有無が、科学的な概念の形成に大きな影響を与えることが示唆される。

V まとめと今後の課題

本事例からは、他者との相互作用に加え、自らの認知過程がよく見えるように考えを外化することを取り入れた学習方法は、従来困難とされていた水の状態変化の学習において、児童の概念変化を促し、科学的な概念の形成に効果があると言える。予想時の発話プロトコルからは、生徒が自身の既存の概念に対し見直しや再吟味を行っている様子を伺うことができ、このことが概念変化を

促した理由の一つではないかと考えることができる。また概念変化を促す理由として、付箋紙により児童が考えを外化する際のモニタリングの機能等、他の理由が影響していることも考えられるが今回の調査では把握できていない。今後、さらに、小グループでの話し合いと認知過程を外化させる教授方法が、他の領域においても有効な方法であるか、概念変化を促し概念形成に有効である理由は何かを、事例を重ね検討していきたい。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、放送大学の波多野誼余夫先生、清泉女子大学の福田健先生、静岡大学の大島純先生には、貴重なご示唆をいただきました。また、授業及び質問紙調査の実施に当たって、埼玉県上尾市立上尾小学校の宮崎四郎校長先生、さいたま市立道祖土小学校の栗原巖校長先生、両校の先生方や児童諸君に多大なるご協力をいただきました。深く感謝申し上げます。

なお、本研究は、日本理科教育学会第 54 回全国大会に発表した内容をもとに、さらに研究を深め、加筆・修正したものである。

註・引用文献

- 1) Osborne, R.J. and Cosgrove, M.M. : 「Children's conceptions of the changes of the water」, Journal of Science Research in Science Teaching, 20(9), pp.825-838, 1983.
- 2) 松浦典文・遠西昭寿 : 「水の沸騰・蒸発・結露に関する子どもの認知」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.27, No.3, pp.1-10, 1987.
- 3) オズボーン, R. フライバーグ, P. 著 (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ー理科の学習論ー」, pp.14-25, 1988, 東洋館.
- 4) Carol K.K. Chan : 「Problem-centred inquiry in collaborative science learning」, 認知科学, Vol.3, No.4, pp.44-62, 1996.
- 5) 三宅なほみ : 「学習における協調」『波多野誼余夫・永野重史・大浦容子 : 教授学習過程論ー学習の総合科学をめざしてー』, pp.101-122, 2002, 放送大学教育振興会.
- 6) 本研究では、外化とは認知科学辞典 (共立出版株式会社, 2002) に記載された内部で生じる認知過程を観察可能な形で外界に表すことと定義する。外化には、発話、メモ、図、文章化、モデル化など様々な手段があるとされている。本研究では、外化の手段として言語化するだけでなく、自身にも他者にも認知過程が可視化できる道具として付箋紙を取り上げた。

7) 多くの研究者や理科の授業者は、理科授業での話し合いや外化が概念変化を促すのに有効であると考えている。しかし、本研究を投稿する時点で、概念変化を促す教授方法として小グループでの話し合いに加え外化 (特に、認知過程を可視化すること) を意図的に取り上げ、その効果について研究したものは、理科教育学研究や科学教育研究には見られない。

8) 前掲書 5)

9) ジョンソン, D.W. 他 (杉江修治・石田裕久・伊藤康児・伊藤篤訳) : 「学習の輪 アメリカの協同学習入門」, 二瓶社, 1998.

10) Schultz, J., Erickson, F., & Florio, S. (秋田喜代美訳) : 「会話フロアのタイプ」; 第 15 章 教室における談話『稲垣佳世子・鈴木宏昭・亀田達也 : 認知過程研究ー知識の獲得とその利用ー』, pp.184-186, 2002, 放送大学教育振興会.

11) A 小学校の C 教諭のクラスでは、授業翌日に水蒸気と回答する児童が激減したため、C 教諭がその後考察の結果について、小グループでの話し合いと授業のまとめを再度 1 単位時間をかけて実施した。そのため、比較する授業時間が異なるため、C 教諭のクラスの授業と S 小学校の授業の 2 ヶ月後の比較はしていない。

12) 今井むつみ・野島久雄 : 「人が学ぶということ」, 北樹出版, 2003.

13) Posner らによる CCM (Conceptual Change Movement) 理論では、概念交換 (Conceptual Exchange) の条件の 1 つに、学習者が保持する既存の概念に対して不満 (Dissatisfaction) を持たせる必要があるとする。Posner, G.J. et al. : 「Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change」, Science Education, 66, pp.211-227, 1982.

SUMMARY

Faculty of Education , Saitama University

Makoto SHIMIZU

Naoya Shimada

Ageo Elementary School

Ishii Miyako

Keiko Kaizu

Kodama Lower Secondary School

Shimada Naoya

The effects of Conceptual Change Influenced by Discussing in Small Groups and Externalizing the Idea : The Elementary School Unit on 'The changes of State of water'

The study of the changes of state of water is difficult in conceptual terms, so to create a teaching theory that corrects the student's naïve concepts and form a scientific concept is an important assignment today.

This research project examines small group discussion in the science class, to determine whether externalizing the idea is effective for conceptual change. The procedure is compare a group that discussed in small groups about their predictions and considerations and a group that did not. Also, a method to externalize the student's ideas (discourse and a small notes) was used.

The results of the study clearly show that having the group discussion in small groups and externalizing the ideas of the students induces their conceptual change.