

話し合いボードを活用し、議論することが概念獲得に及ぼす効果

—水に溶ける物質の様子学習を事例に—

吉田順一・清水 誠

I. はじめに

三宅¹⁾は、協調的な学習環境で学習者の内部に生じる認知過程を観察可能な形で外界に表す外化という手段を加えることの有効性を述べている。議論をする際に考えを外化することの効果を探った研究は、理科教育学の研究では少なく、竹中ら²⁾や清水・山浦³⁾の論文にわずかにみることができる。竹中らの研究は、電子掲示板を活用し、Web上に調査結果を書いたり、書かれたノートを読んだりする授業における学習者の理解や概念変化を検討した優れた研究である。しかし、その研究目的からすれば当然であるが、電子掲示板が普及していない通常の理科授業の中での外化方法の工夫とその効果については述べていない。また、清水・山浦の研究は、予想時に生徒の考えを画用紙という道具を使って外化させ、他者にも個々の考えを見えやすくして議論することの効果を探っている。しかしながら、考察時に生徒の考えを外化させ、相互に考えを吟味させることが概念獲得にどのような効果があるかについては探っていない。

そこで、中学生であっても物質概念が十分理解されていないのではないかとされている物質が水に溶ける様子を題材に、考察時に単に口頭で発表しながら議論をするだけではなく、個人の考えが他者にもよりよく見えるように「書いたもの」を示しながら議論をさせる。こうした各学習者の内的な理解状態を他者に明示させながら相互作用させる教授・学習方法が、学習者にどのような変容を促し、科学的な概念の獲得にどのような効果をもたらすのかを調べていくことにする。

II. 調査の方法

1. 調査対象及び時期

2004年11月に、埼玉県内の公立中学校1年生、2クラス65人に対し調査を行った。

2. 調査の方法

(1) ボード群とボードなし群の設定

考察時に、実験中に気付いたことや疑問を記入した付箋紙が貼られた話し合いボード⁴⁾をもとに話し合いを行うクラス(以下ボード群:33人)、実験中に気付いたことや疑問を学習プリントにメモし、それをもとに話し合いを行うクラス(以下、ボードなし群:32人)とを設定した。

(2) 両群の等質性及び概念の形成

両群の等質性及び2ヶ月後の概念保持の状況の調査は、質問紙により行った。また、考察後に生徒が科学的な概念を形成できたかを探るため、両群の学習プリントの記述を分析した。

(3) 学習者の主体性

学習中に各自の考えたことや気付いたことを大切にして学習に取り組んでいたかを探るため、授業直後に記述させた学習プリントを分析した。

(4) 発話プロトコルの収集

考察時に、話し合いボードを使って議論していくことを通して、生徒がどのように考えを構築していくのかを探るため、発話プロトコルの収集を行った。発話プロトコルは、各グループに設置したMDレコーダーにより記録し、書き起こした。

3. 授業の概要

授業は、中学校学習指導要領(平成10年)第1学年の第1分野(2)イ(ア)の「水溶液」の内容で

行った。学習目標は、「物質が水に溶けるとは溶質が均一に分散している」ことを理解させることにある。次のように吉田が2時間の授業を行った。

(1) 1時間目の授業

1時間目は、ボード群、ボードなし群ともにア～ウのような流れで授業を行った

ア. 課題「物質が完全に水に溶けた状態とはどんな状態なのか？」を提示した。

イ. 学級全体の生徒に予想を述べさせ、教師が1. 目に見えなくなる、2. どこも同じ濃さになる、3. 小さな粒になるの3つにカテゴリー分けをした。

ウ. 実験は、共通の予想を立てた生徒同士によりグループを編成し計画と実施を行った。実験時間は、両群ともに20分である。予想1のグループは、食塩やバスクリンをストックングに入れ、溶けていく様子を観察した。予想2のグループは、前日に準備したバスクリンの水溶液の各部分の濃さを観察した。また、食塩水の色々なところ(上の方、下の方)から水溶液を取り出し皿の上で加熱し乾燥凝固させた。予想3のグループは、顕微鏡でバスクリンや食塩が溶ける様子を観察した。また、ろ紙の上に食塩をのせ、上から水を注ぎ、その後、ろ液を加熱し食塩の析出を観察した。実験の際には、気付いたことや疑問について、ボード群の生徒には付箋紙(気付いたことは黄色の付箋紙、疑問は赤の付箋紙)に書くように、ボードなし群の生徒には学習プリントにメモをとるように指示した。

(2) 2時間目の授業

2時間目は、生徒はもとの小グループにもどり、各グループでの実験結果とその考察について発表し、話し合いを行った。話し合いの時間は両群ともに15分である。ボード群では、発表をする際に実験中に記述した付箋紙を話し合いボードに貼り、話し合いを行った。ボードなし群では、学習プリントの記録をもとに、話し合いを行った。話し合い後、両群ともに各個人が話し合いの結果をもとに考察したことを学習プリントにまとめた。その後、教師が「物質が水に溶けた状態とは、物質が目に見えない小さな粒になって、水溶液全体に均一に広がっている状態である」と授業のまと

めを行った。なお、小グループでの話し合いの際には、各自の考えが反映されるよう、両群ともに司会者(輪番制で行っている)を立てた。

Ⅲ. 結果とその分析

1. 両群の等質性

質問紙調査を行った結果は、次のようである。質問の内容は、1. 食塩は水にいくらかでも溶けるか、2. 食塩を水に溶かす際、溶かす前の食塩と水の重さを加えたものと、食塩が溶けた食塩水の重さを比べるとどちらが重いか、の2点である。質問1で、いくらかでも溶けると回答した生徒はボード群8人、ボードなし群9人であった。いくらかでも溶けると回答した生徒といいえと回答した生徒について直接確率計算 2×2 で調べてみると、両群の生徒の間には差がみられなかった(両側検定: $p=0.999$)。また、質問2で重さは変わらないとした生徒はボード群13人、ボードなし群14人であった。重さが変わると回答した生徒と重さが変わらないと回答した生徒について直接確率計算 2×2 で調べてみると、両群の生徒の間には差がみられなかった(両側検定: $p=0.804$)。

2. 生徒の考え方の変容

(1) 考察後に科学的な概念が記述できた生徒

学習プリントの考察の記述内容を分類してみると、a. 溶質が均一に分散していることが記述されているもの、b. 小さな粒になっていることが記述されているもの、c. 目には見えなくなっているといったことが記述されているもの、d. 溶け込んでいるや混ざり合っているといったことが記述されているもの、e. 液体になっているといったことが記述されているもの、f. a～e以外の記述の6つに分けることができた。そこで、ここでは学習指導要領に記述されている内容の目標が「溶質が均一に分散している」であることから、上記のaの記述がみられるものを本授業の目標に到達した回答とし、それ以外の記述がみられた回答と比較した。その結果が表1である。

「a. 溶質が均一に分散していることが記述」された回答とそれ以外が記述された回答について直接確率計算 2×2 で調べてみると、ボード群の生徒が有意に多くみられた(両側検定: $p=0.006$)。

表1 考察後の記述

	a の記述	a 以外の記述
ボード群	21 (63.6)	12 (36.4)
ボードなし群	9 (28.1)	23 (71.9)

注. 単位は、人数。() 内の数字は%。

また、溶質が均一に分散しているに加え、小さな粒になっているといった粒子概念も含めて記述した生徒数は、ボード群 8 人 (24.2 %)、ボードなし群 3 人 (9.4 %) であった。両者が記述された回答とそれ以外の回答を直接確率計算 2 × 2 で調べてみたが、両群の間には有意な差がみられなかった (両側検定: p=0.185)。溶質が均一に分散することが記述されていないが粒子概念についての記述がみられた回答も加えると、ボード群 11 人、ボードなし群 5 人であった。粒子概念が記述された回答とそれ以外の回答を直接確率計算 2 × 2 で調べてみると、片側検定でボード群に有意傾向がみられた (p=0.085)。

(2) 2ヶ月後に科学的な概念が記述できた生徒

考察後と同様に、2ヶ月後の質問紙に、記述 a の「溶質が均一に分散している」が記述されているものを本授業の目標に到達した回答とした。その結果が表 2 である。

表2 2ヶ月後の記述

	a の記述	a 以外の記述
ボード群	22 (66.7)	11 (33.3)
ボードなし群	14 (43.8)	18 (56.2)

注. 単位は、人数。() 内の数字は%。

考察後の分析と同様に、「a. 溶質が均一に分散していることが記述」された回答とそれ以外が記述された回答について直接確率計算 2 × 2 で比べてみると、ボード群の生徒が有意に多い傾向がみられた (両側検定: p=0.083)。

また、溶質が均一に分散しているに加え、小さな粒になっているといった粒子概念も含めた記述がみられた生徒数はボード群 16 人 (48.5 %)、ボードなし群 9 人 (28.1 %) であった。両者が記述された回答とそれ以外の回答を直接確率計算 2 × 2 で調べてみたところ、片側検定でボード群に有

意傾向がみられた (p=0.076)。

3. 学習に対する学習者の主体性

学習に対する学習者の主体性を調べた質問紙の結果は、図 1 のようであった。質問紙の内容は、「自分の考えたことや気づきを大切にすることができたか」という質問に対して「できた」、「どちらかというときできた」、「どちらかというときできなかった」、「できなかった」の中から選択させたものである。「できた」と回答するものがボードなし群では 7 人 (21.8 %) であったのに対し、ボード群では 16 人 (48.5 %) とボードなし群に比べて多かった。「できた」とする生徒とそれ以外の回答について直接確率計算 2 × 2 で調べてみると、ボード群とボードなし群の間には有意な差がみられた (両側検定: p=0.038)。

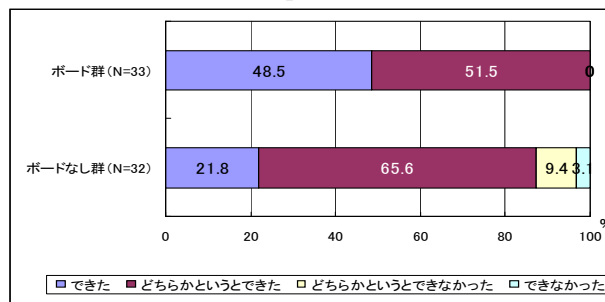


図1 学習者の主体性

4. 発話プロトコルの分析

ボード群のグループの発話プロトコルには、次のような事例をみることができた。

- 309A 溶けているって、そりゃあたしの・
・ (笑) ・ ・ ・ あたしのより C 君
のほうひどいと思うんだけど。
- 310B 溶けて見えなくなっているんだな。
- 311A あっそおか。C 君のだよ、・ ・ ・
- 312D 見えなくなっているん。
- 313A うちのより、C 君のが正解だよな。

この事例からは、A や B が話し合いを通して、他者の考えを比較・吟味している様子を伺うことができた。

一方、ボードなし群のグループの発話プロトコルには、次のような事例がみられた。

- 82C Aちゃん何て言ったけ・ ・ ・
- 83B Dちゃんのしか俺わかんねえし、・ ・

ボードなし群では、この発話プロトコルにみら

れるように、発表されたことが分からない生徒が見受けられた。

IV. 考察

本実験授業の結果からは、考察時に、実験中に気付いたことや疑問を記入した付箋紙が貼られた話し合いボードをもとに議論することが、単に実験中に気付いたことや疑問を学習プリントにメモし、それをもとに話し合いを行うことに比べ、多くの生徒に「水溶液においては溶質が均一に分散している」という概念を獲得させることができたといえる。こうした違いが生まれた要因として、ボード群の発話プロトコルに他者の考えを自分の考えと比較・吟味している事例をみることができたことやボードなし群の発話プロトコルに学習プリントに書かれたメモを読み上げられてもそれを理解できない生徒がみられたことを挙げることができよう。また、学習者の主体性を調べた質問紙からは、ボード群の生徒がボードなし群の生徒に比べ、授業で自分の考えや気付きを大切にできたと感じていることが分かった。ボードに自分の気付いたことや考えたことを付箋紙を使って外化し発表させたことで、生徒がより主体的に学習に取り組んでいたと推測できる。考察時に互いの考えがよく見えるように外化しながら話し合うことは、ボードなし群にみられたような認知的な負荷を軽減し、他者が発表したことの理解を容易にし、生徒が他者の考えを比較・吟味しながら主体的に概念獲得をしていくための有効な学習方法となっていたと考える。

なお、2ヶ月後に溶質が均一に分散していることを記述できた生徒数を考察時の生徒数と比較してみると、両群の間では有意傾向があるものの差は少なかった。これは授業のまとめで、ボードなし群に対しても教師が「物質が水に溶けた状態とは、物質が目に見えない小さな粒になって、水溶液全体に均一に広がっている状態である」と説明したことが大きく影響しているものと考えられる。

V. おわりに

本研究は、中学校1年生の「水溶液」の学習のみを対象としているため、ここでの考察は実験授

業の範囲内という制約付きではある。しかしながら、考察時に実験中に気付いたことや疑問を外化し、自分にも他者にもよく見えるようにして議論することが概念獲得に有効であることを示せたことは教授方法を改善していくために重要な示唆となると考える。一方で、粒子概念を使って物質が水に溶ける様子を説明できた生徒は、考察時の学習プリントや2ヶ月後の質問紙の記述結果で両群の間に大きな差がみられたとは言い難い。物質が溶けることを粒子の考え方をを使って議論し、考えをまとめていくことが難しいことを示している。今後の課題としたい。

附記

本研究は、平成17-19年度日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(C):17500574(研究代表者:清水誠)の助成を受けている。論文の文責は、清水にある(shimizum@post.saitama-u.ac.jp)。

注・引用文献

- 1) 三宅なほみ:「学習における協調」『波多野謹余夫・永野重史・大浦容子:教授学習過程論—学習の総合科学をめざして—』, 101-122, 2002, 放送大学教育振興会。
- 2) 竹中真希子・稲垣成哲・山口悦司・大島純・大島律子・村山功・中山迅・山本智一:「Web Knowledge Forum に支援されたアナロジーと概念変化:動物の発生と成長をテーマとした小学校の理科授業を事例にして」, 科学教育研究 29 (1), 25-38, 2005.
- 3) 清水誠・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」, 理科教育学 研究 47(1), 35-43, 2006.
- 4) 話し合いボードとは、付箋紙を貼った厚手の画用紙のことをいう。生徒には、画用紙に学習中に自らが気付いたことや考えたことを記入した付箋紙を貼らせ、これを使いながら他者にも見えるようにして説明したり、他者と議論する際の道具とさせた。

よしだ じゅんいち/熊谷市立荒川中学校

しみず まこと/埼玉大学教育学部

[2006年8月18日受付, 2006年11月24日受理]