

確証と反証による学習指導の一考察

水蒸気の正体を探る活動を通して

前田 昭彦

児童が見通しをもって主体的に問題を解決するためには、事象の比較、変化にかかわる要因の抽出、計画的な観察・実験、多面的な考察などの資質や能力が必要とされている。

ここでは、水が沸騰しているときに発生する泡（水蒸気）の正体を探る活動を通して、子供自身が目的意識をもち、見通しをもって観察・実験に取り組みながら問題解決を図り、実感をもって自然の法則をとらえていくことができるような学習の展開について検討した。

[キーワード] 小学校理科 確証と反証 水蒸気 水 空気 状態変化

はじめに

第4学年の「水のすがたのかわり方」の学習における問題解決活動を行っていくための資質や能力として、

見えない物を推論する力

実験を計画し、実行する力

定性的に物事を見る力

を児童が組織的に獲得できるような学習指導を展開していくことが大切である。

ここでは、最近提案されている「児童が自分の考えや行為を見つめ直すための、確証と反証のある授業」の展開について検討するとともに、本単元の実験を通して、児童の予想の違いを元に、同一実験の結果からでも確証と反証のある場面を構成していける展開について考察する。

確証と反証による学習指導の目的

この学習方法の目的は、まず、確証や反証の授業では子供が自分で問題を見出し、解決方法を考え解決していくことである。問題を解決できなかったら（反証）、その責任は自分にある。この自己責任の感覚から、子供は自分で考えた解決方法を見直す。つまり、自分の考えや行為を見直すという態度が身に付くようになる。このような活動により、子供は自分の考えた解決方法の真偽を教師のことばではなく、自分の行為の結果から学び、自ら学ぶ態度が育成される。

したがって、確証と反証、特に反証から子供は自分の考えや行為を見直すという意味で人間形成がなされる。

次に子供が自己責任の感覚をもつようになると、他の子供が考えた解決方法や実験結果は、それぞれ自分のものと同じ価値であると考え、他の子供の解決方法や実験結果と自分のそれらとの間に、共通点や差異点を見出し、自分のものをより適切にする活動から、他者の行為の情報が自分のものと同価値であると考えられる態度が育成される。

同一実験における確証と反証の場面の展開

提案されている確証と反証のある授業からは、子供ひとりひとりが仮説を立て考えが似ているものでグループを編成しそれぞれが異なった実験方法を考え探究活動に取り組みその取組の結果からまじったものとまじりなかつたものを確証と反証として交流活動を進め討議を経て得られた考え方を既にもっていた知識の体系と関係付けながらまとめていくが図られる。

しかし、確証と反証は予想段階、解決段階、結果から結論を導く交流段階など、学習活動のどの場面でも行われてもいいのではないかと考え、ここでは水が沸騰しているときの泡の正体を追究する活動を例にして、仮説の違いから結果を推測させて（「もし泡が〇〇であれば、〇

〇〇という結果となるだろう。」というような児童の考えた仮説), 同じ実験方法で行ったときの実験結果から, 確証と反証による交流活動を深める展開プランを考えた。

水蒸気の正体を探る活動場面の確証・反証

「水のすがたのかわり方」の単元は, 水が氷や水蒸気に変化する様子や, 空気中の水蒸気水滴に変化する様子を温度変化などと関係づけながら調べ, 見出した問題を興味・関心を持って追究する活動を通して, 水は温度によって体積や状態が変化するという見方や考え方を養うことを目標にしている。

ここでは, 水を熱し続けることによる体積の減少が, 湯気や沸騰中の泡(水蒸気)に起因していることを予想し, 調べる問題解決の活動を, 3つの実験を例に, 同一実験における確証と反証のある学習指導を検討した。

1. 2つのビーカーで泡を捕集する実験

a. 準備

ビーカー(200cm³), ビーカー(500cm³), アルコールランプ, スタンド, 金網

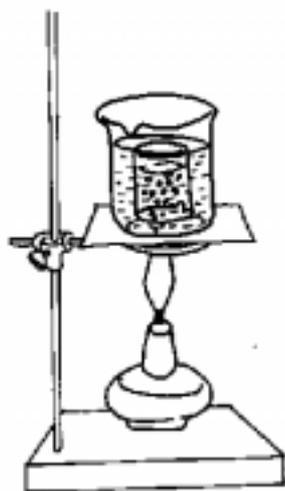


図1 ビーカーによる水蒸気捕集法

b. 方法

- (1) 水槽の中にあらかじめ沸騰させてさましておいた水を入れておく。
- (2) 水槽の中にビーカーを2つ入れ, 空気が入

- らないようにして, 500cm³のビーカーの中に200cm³のビーカーを逆さまにして沈める。
- (3) 図1のように, スタンドにセットしてアルコールランプで加熱する。
- (4) 沸騰するまで熱し, ビーカーの中の泡(気体)の様子を観察する。
- (5) アルコールランプの火を消した後の泡(気体)の様子を観察する。

c. 結果

- (1) 水が沸騰してくると, ビーカーの中に発生してくる泡が200cm³のビーカー内にたまり, ビーカーが水面に浮いてくる。
- (2) アルコールランプの火を消すと, 200cm³のビーカー内にあった気体がなくなり, ビーカーは底に沈む。

d. 実験における確証・反証場面

「泡の正体が空気だとすれば, 中のビーカーには泡がたまり浮かんでくるはずだ。」と仮説を立てた子供は, 実験の途中で沈んでいたビーカー内に泡が入っていき, ビーカーが浮かんできた現象を見て自分の仮説は正しかったと考える。逆に, 「泡の正体が水だとすれば, 中のビーカーに泡が入ったとしても浮かばないであろう。」と仮説を立てた子供は, 仮説は間違っていたと考える。

しかし, 火を消した直後からの現象は, ビーカー内の気体はみるみる減少していき, 沸騰中は浮かんでいたビーカーが底に沈んでしまう。

そこで, 「泡=空気」説(反証)をとった子供は, 「泡が空気ならば, 火を消したって浮かんでいるはず。」と考え始め, 水槽に水を入れビーカーを逆さまにして浮かべて, 空気が入っているときには沈まないことを確認する。

また, 「泡=水」説(確証)をとった子供は, 「やはり, 空気ではない。でも, 火を消した後にビーカー内の気体がなくなったのはどうしてだろう。」と疑問を持ち, 泡と温度の関係を考え始める。

結局, この実験結果からは「泡=水」ということを確認するには至らないが, この同一実験

から確証系列と反証系列の考え方を交流することで、少なくとも「泡 = 空気」でないことを判断していく場面となる。

2. 水上置換で泡を捕集する実験

a. 準備

ビーカー(500cm³)、ビーカー(200cm³)、ろうと、ゴム管、ガラス管(L字)、水槽、アルコールランプ、スタンド、金網

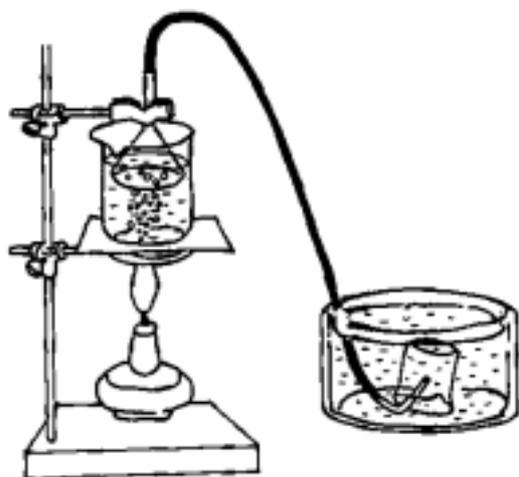


図2 水上置換による水蒸気捕集法

b. 方法

- (1) 水槽に水を満たし、その中に空気が入らないようにして200cm³のビーカーを逆さまにして沈める。
- (2) 図2のようにスタンドにセットして、アルコールランプで熱する。
- (3) 沸騰するまでアルコールランプで熱し、泡がろうとに入っていく様子や水槽内のビーカーの中の水の様子を観察する。
- (4) アルコールランプの火を消したあとの様子を観察する。

c. 結果

- (1) 大きなビーカー内の水が沸騰して、泡が発生してろうと内に入っていくとしても、水槽のビーカーには泡は集まらない。
- (2) 火を消したあと、水槽の水位が上がっていることが観察できる。

d. 実験における確証・反証場面

「泡の正体が空気だとすれば、ビーカーの中に空気がたまってくるはずだ。」と仮説を立てた子供達は、水槽中のガラス管の先から泡が出てこないことで、自分たちの仮説は間違っているか、もしくは空気がゴム管の中を伝わってきていないのではないかと考える。また、「泡の正体が水だとすれば、ビーカーの中には泡が入ってこないであろう。」と仮説を立てた子供は、仮説は正しかったと考える。

そこで、「泡 = 空気」説(反証)をとった子供は、ガラス管を水槽から取り出しガラス管の先を見ることで空気が伝わってきているかどうかを確認する。ところが、ガラス管の先から湯気が出てきている現象をみて、自分たちの仮説が間違っていたことを判断する。

また、「泡 = 水」説(確証)をとった子供達は、仮説は正しかったがガラス管の先から湯気が出ている現象を見て、「湯気が入ってきているのならば、水槽の中の水は増えているのではないか。」と考え始め、実験前の水槽の水位を確かめてから、再度同じ実験を試すことで自分たちの仮説をより確かなものにしようとする。

実験結果をもとに、確証と反証のそれぞれの系列の、仮説をより確かなものにするための活動を交流することで、この同一実験では「泡 = 水」ということを判断していく場面となる。

3. ビニル袋で泡を捕集する実験

a. 準備

ビーカー(500cm³)、ろうと、ゴム管、ビニル袋、水槽、アルコールランプ、スタンド、金網

b. 方法

- (1) ろうととビニル袋をゴム管でつなぐ。
- (2) 図3のように、スタンドにセットしてアルコールランプで熱する。
- (3) 沸騰するまでアルコールランプで熱し、泡がろうとに入っていく様子や、ビニル袋内の様子を観察する。
- (4) アルコールランプの火を消したあとのビニ

ル袋内の様子を観察する。

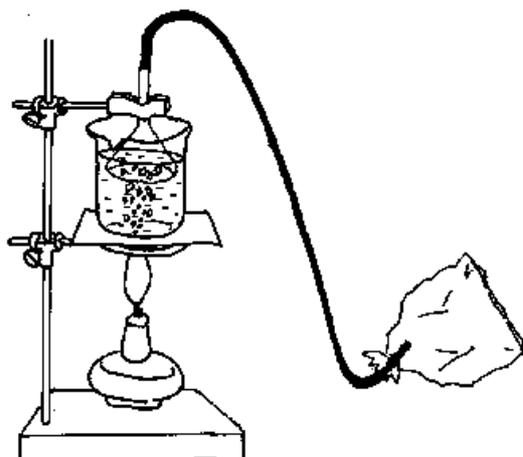


図3 ビニル袋における水蒸気捕集法

c. 結果

- (1) 大きなビーカー内の水が沸騰して、泡が発生してろうと内に入っていくと、ビニル袋はくもりながら膨らんでいく。
- (2) 火を消したあと、ビニル袋はしぼんで中に水だけが残る。

d. 実験における確証・反証場面

「泡の正体が空気だとすれば、ビニル袋はふくらんで風船みたいになるはずだ。」と仮説を立てた子供は、袋がふくらんだ現象から仮説は正しかったと考えるが、袋の中がくもっていることに疑問を持つ。「泡の正体が水だとすれば、袋はふくらまずに、中に水がたまってくるであろう。」と仮説を立てた子供は、仮説は間違っていたと考えるが、袋の中がくもることから、「空気だけではなく、水も関係している。」と疑問を持つ。

しかし、火を消してからの現象は、ビニル袋はしぼんでしまい、中には水がたまっている。

そこで、「泡=空気」説（反証）をとった子供は、「泡が空気ならば、ふくらんだままになっているはず。」と考え始め、ビニル袋とガラス管の接続部分をしっかりとテープで張り、中の空気が漏れないようにして再度同じ実験を試み、確認することで、仮説は間違っていたことを確認

する。

「泡=水」説（確証）をとった子供は、「袋は初めはふくらんだが、中に入ってきたのは湿った空気（湯気）みたいだったし、火を消したら袋はしぼんで水がたまってきたから、やっぱり水だ。」と仮説が正しかったことを確認する。

この実験からも、仮説の違いによる確証と反証系列のそれぞれの考え方を交流することにより、同一実験から「泡=水」ということを判断していく場面となる。

おわりに

反証の系列は確証の系列との対比があることによって、反証であることが明確になる。つまり確証と反証の関わり合いによって、その意味がより明確となる。

ここで示した、確証と反証の場面は、同じ実験方法、同じ実験結果でも、仮説の違いによる交流を図ることで互いの意味が明確となるよう検討をはかった。

「確証と反証のある授業」では、子供が立てた予想や観察・実験方法などを再度検討し、自分たちの活動を見直すことになる。言い換えるならば、子供は自然の事物や現象を対象とする観察・実験を行うことによって、自己の考え方や行為を見つめ直すことになる。このような子供が育つ理科学習のあり方を今後も検討していきたい。

参考文献

角屋 重樹 (1998) 理科学習指導の革新 東洋館出版社

(まえた あきひこ 化学研究室研究員)