

指導資料

理科 第231号

鹿児島県総合教育センター

- 小学校，盲・聾・養護学校対象 -
平成14年7月発行

理科における教材研究の進め方

理科学習のまとめにおいて、「今日うまくいかなかったね。本当は になるはずだったんだよ。」という言葉が発したことはないだろうか。このような場合教材研究の不十分さが原因であることが多い。

そこで、本稿では理科学習における教材研究の進め方について、第5学年「物の溶け方」の単元を例として、単元の目標、内容等の分析の在り方、実態調査の在り方、予備実験の在り方を中心に具体的に述べる。

1 単元の目標、内容等の分析の在り方

単元の目標、内容等については学習指導要領解説理科編に示されている。本単元は次のようになっている。

<p>(1) 物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、物の溶け方の規則性についての考えをもつようにする。</p> <p>ア 物が水に溶ける量には限度があること。</p> <p>イ 物が水に溶ける量は水の量や温度、溶ける物によって違うこと。...後略...</p> <p>ウ 物が水に溶けても、水と物とを合わせた重さは変わらないこと。</p> <p>ここでは、物を水に溶かし、水の温度や量の条件を変えて物が水に溶ける量を調べ ...中略...</p> <p>これらの活動を通して、...中略... 追究する能力を育てることがねらいである。 ...以下省略</p>

目標は解説のどこに表記されているか探してみよう。学習指導要領解説理科編では次の

ように記述方法が統一されている。

<p><基礎的・基本的事項></p> <p>ねらいに対応する事項</p> <p>ア 内容に対応する事項</p> <p>イ 内容に対応する事項</p>
<ul style="list-style-type: none"> ここでは...の段落で、本単元のねらいを達成するために核となる活動を示す。 これらの活動を通して...の段落で、本単元のねらいを示す。 ア、イの項でねらいを支える内容について特に具体的な方法や配慮すべき事柄等を示す。 最後の段落で、特に配慮すべき点や安全指導等に触れる。

したがって、解説を基に本単元の目標、内容等を構造的にとらえると下表のようになる

目標	物が水に溶ける時の規則性についての見方や考え方をもつようにする。
内容	ア 物が水に溶ける量には限度がある。 イ 溶かす物や水の温度、水の量によって溶ける量が違う。 ウ 溶けても全体の重さは変わらない。
活動	<ul style="list-style-type: none"> 水の量を変えて溶ける量を調べる。 水の温度を変えて溶ける量を調べる。 物を変えて溶ける量を調べる。 物を水に溶かす前と後の重さを調べる。

さらには、内容ア、イ、ウのそれぞれの項目についての説明を分析することで、学習を児童の活動の姿で具体的にとらえることができる。

2 実態調査の在り方

実態調査は、学習をどのように展開すればよいかを知るためにある。

したがって、知識の量（知っている、知らない等）だけではなく、どのように理解しているかという理解の質や追究の方向などを問うことが大切になる。具体的には、次のような内容で実態調査を行うことが有効である。

- ・ ねらいに対してどこまで到達しているか。
 - ・ その内容について、どのような興味・関心をもっているか。
 - ・ どのように学習を展開しようとするか。
- （追究の方向、調べる方法）

特に、実態調査を行う場合、児童の実態についてあらかじめ予想してから実態調査問題を作成することが大切である。そうすることで、調査結果の考察が容易にできるようになり、結果として授業の設計を確かなものに行うことができる。

たとえば、物が水に溶けるときの規則性を、児童がどのようにとらえているかについて予想すると、次のようなことがあげられる。

水に物が溶けることについての児童の考え

- ・ 粒が小さくなるとよく溶ける。
- ・ 柔らかい物ほどよく溶ける。
- ・ しっかりかき混ぜるとよく溶ける。
- ・ 水が増えるとよく溶ける。
- ・ 水温が上がるとよく溶ける。

このことについて、個々の児童がどのようにとらえているか、あるいは、それを確かめるためにどのような実験を行おうとするかについて知るために、次のような問題

を作成し、実態調査を実施する。

水に白い粉を入れてかき混ぜましたが、まだ残っています。なぜそうなるのだと思いますか。あなたの考えを書いてください。

水の中の白い粉をなくすために、あなたならどうしますか。あなたの考える方法をいくつでも書いてください。

白い粉が見えなくなったとしたら、どうなったのだと思いますか。あなたの考えを絵や言葉を使って書いてください。

このような実態調査を行うことで、「溶解現象についての児童の考え」や「水に物をたくさん溶かす方法についての児童の考え」などを知ることができる。

平成3年度の調査では、長い時間かき混ぜ続けると必ず溶けるという考えや、かき混ぜた後そのままにしておくと下に溶けていた物が集まってくるなどの児童の考えがみられた。

そこで、かき混ぜる時間を十分に与えたり、長いメスシリンダーの底に、食紅を置き、水を静かに入れて放置すると食紅の色が下から上に伸び、約3日で均一になるという事象を用意したりして、児童が実感を持ってきまりを学び取ることができるように授業を設計した。

3 予備実験の在り方

単元の目標・内容の分析と児童の実態調査を行うことによって、児童の見方や考え方をより科学的なものに高めるためにはどのような活動を仕組むべきかが明らかになってくる。ここで重要になるのは、本当に児童の見方や考え方を変えうる観察、実験を教師が用意できるかということである。そのためには、実際に予備実験を行って確

かめる必要がある。

自然は複雑に絡み合っているため、正しい結果が出るはずの実験が、他の要因が影響し、実際に行ってみるとうまくいかない場合がしばしば起こる。また、おもりの重さとバネの伸びの関係のように、ある限られた範囲でのきまりが成立するという場合も多い。

したがって、予備実験を行う際には、教師自らが理論研究を行い、実験方法について検討を加えてから行うという一連の研究が必要である。しかし、どうすればよいか分からない場合には、教科書、指導書、参考書などを基にできるだけ多くの情報を集め、実際に観察・実験を行い確かめてみるのが大切である。その際に、次の視点からどの実験が最も効果的かチェックすることが重要である。

予備実験のチェック事項

- ・ 感動的な観察，実験であるか。
- ・ 児童にできる観察，実験であるか。
- ・ 安全な観察，実験であるか。
- ・ きまりがはっきり分かるか。
- ・ 配慮すべき条件は何か。
- ・ 時間はどれくらいかかるか。

本単元であれば、次のようなことなどについて検討を加える必要がある。

- ・ 簡単に、しかも安全に実験ができるために、溶かす物として何が良いか。
- ・ 溶かす物として何を使うと、水の温度と溶解度の関係に気付くか。
- ・ どのような実験器具を使うと、溶解後も質量が保存されているということを確認できるか。

これらが、児童の見方や考え方を科学的な見方や考え方へと高めるために検討すべきこ

とであるが、もう一つ忘れてはいけないことがある。それは、45分、あるいは90分の時間内で実験が可能であるかということである。45分の授業で設計するならば、実験時間が15分以上かかると、問題の設定や計画、さらには実験後のまとめ等を考慮したとき、学習が時間内に収まらなくなる可能性が高い。その結果、まだ終わっていない児童がいるにもかかわらずまとめに入ることが起きてしまう。そこで、授業時間との関係でピーカーの大きさや水の量を決定する必要がある。

実際に、水にホウ酸を溶かして温度による溶け方の違いを調べてみると、次のような問題点が見えてくる。

予備実験で見つかった問題点

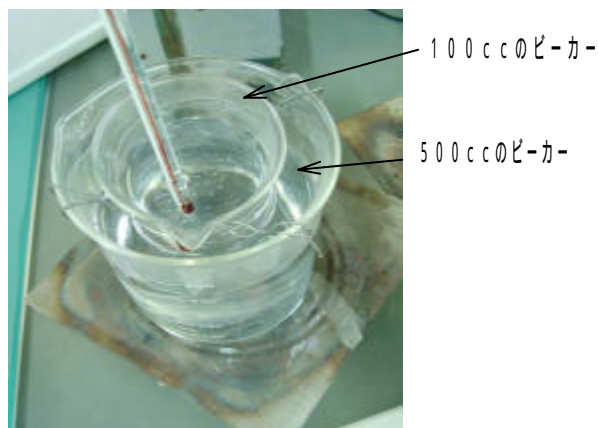
- ・ 水の温度を一定に保つことが難しい。
 - ・ 水の量を増やすと温度変化は小さいが時間がかかるとともに、溶かすホウ酸がたくさん必要になる。
 - ・ 大きな粒があると、理論的には溶けなければならない温度であるのにその粒だけ溶けきれないという事態が起こる。
 - ・ 溶かす物の重さを上皿てんびんで測定するのは時間がかかる。
 - ・ すり切りに使うスプーンが大きいと、溶解度の違いがはっきり分からない。
 - ・ 溶かす実験の後に放置すると、水が冷えてホウ酸が析出する。溶かす前のホウ酸は粒状であるが、析出するホウ酸は鱗片状であり同じ物と判断しにくい。
- そこで、その解決策を次のように考えた。

解決策

- ・ すり切り何杯という方法でも1杯の物の重さはほぼ同じであるかを実験前に確

かめさせる。

- ・ 溶かす前の物と出てくる物が同じに見えるように，さらには，物の溶け方についての共通性をとらえさせるためにホウ酸だけでなくミョウバンも使う。
- ・ 水の温度と溶ける量の関係を明確にするために，ホウ酸やミョウバンを乳鉢ですりつぶして粒を小さくして使う。さらには，すり切りに使うスプーンを小さくして深いものにする。
- ・ やけどをしないように，水の温度は60度以上にしない。
- ・ 水の温度をできるだけ一定に保つために大きなビーカー（500cc）に小さなビーカー（100cc）を入れて実験を行う。小さなビーカーに入れる水の量は100ccとする。
- ・ 小さなビーカーの水がこぼれないように針金を使い固定する。



工夫した実験装置

実際に，200ccのビーカーに200ccの水を入れたもの（A）と500ccのビーカーに400ccの水を入れ，その中に100ccのビーカーに100ccの水を入れたもの（B）を用意し，時間と温度の関係を調べた結果は次の通りである。

【二つの実験装置の温度変化のデータ】

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7
A 温度	23.6	27.0	34.0	41.2	48.8	55.9	62.7	69.5
B 温度	23.0	23.0	23.0	24.0	25.0	27.0	29.0	31.0

10	11	12	13	14	15	16	17	18
84.0	88.1	91.0	93.0	93.1	93.3	93.3	93.3	
39.0	41.2	44.2	47.1	50.0	53.0	55.8	58.0	60.9

Aは温度変化が大きく，児童が物を溶かしたとき，何度で溶けきったかということを確認にすることができにくい。また，温度の変化を小さくしようとして大きなビーカーを使うと，溶かす物がたくさん必要になる。その点，Bの装置を使うと温度変化を小さくすることができ，しかも，経済的である。

なお，アルコールランプの火を消してみると，Bの場合，60度前後の温度の場合でも，1度温度が下がるのに1分以上もかかる。ということは，同じ温度を長い時間保つことができるということを示しており，実験装置として必要な条件を満たしている。

このほか，実際の授業設計では，教師の考えた方向に導くためにどのような発問をするかなど，支援の具体化等を図る必要がある。

このように，一つの観察，実験を行い児童の見方や考え方を科学的なものに高めるために教師のしなければならないことは多い。

しかしながら，そういった一つ一つのことをしっかりと研究し，検討を加え，準備することで，教師にとっても児童にとっても楽しい理科学習となり，児童の科学的な見方や考え方を養うことができる。教師は，教育のプロとして，学ぶ喜び，教える喜びを求めて，研鑽しなければならない。（第二研修室）