

子どもの持つ科学概念を大切にしたい理科の学習

— 4年生『ものの温まり方』の実践から —

山中俊道

1 はじめに

(1) 子ども達のおかれている状況

世界は、ますます高度な科学技術社会へと向かって進んでいる。高度な科学技術社会となる21世紀を生きていくためには、子ども達は科学的な知識を単に機械的に記憶するのではなく、科学について概念的な理解をすることが重要であると考えます。科学的な知識を単に機械的に記憶していたのでは応用力に欠け、激しい変化に対応できなくなるであろう。これからの社会では、自分の力で課題を解決していく能力が求められているのである。また、科学についての基礎的な原理だけでなく、その方法論についても理解しておく必要があると考えます。

これからの理科の学習は内容よりもプロセスが重要となると考える。プロセスを理解している子どもは、独力で科学の内容を習得することができるように準備ができていますからである。科学的な知識は急速に変わりうるし、知識の更新は生涯にわたって行われるべき活動である。理科教育において子ども達に求められているのは、量ではなく質である。

(2) 子どもの科学観

子ども達は日常から、机から物が落ちるとか、やかんや鍋でお湯を沸かすなど様々な自然現象を直接目にする事で自然現象に対する情報を取得している。この他にもSF映画やテレビアニメなどは、そのことが科学的に正しいかどうかは別として、様々な自然現象に関する情報を間接的に子ども達にもたらしめている。また、テレビのニュースやコマーシャルなどは、子ども達に様々な自然現象についての情報をもたらすだけでなく、ビジュアル化された図表を使って詳しく解説したりもしている。その結果、例えば小学校にも通っていないような小さな子どもが、まだ十分理解していないように思われるうちから「地球は丸い。」とか、「ぐるぐるまわっている。」とか話すようになってきている。これらのことは、学校で学習する以前から正しい科学概念と一致しているかどうかは別として、子ども達は子ども達なりの科学概念を形成していることを表している。そして、子ども達のこうした科学に対する認識は、子ども達が正しい科学概念を形成していく上で大きく影響していると考えられる。

2 授業の進め方

子ども達は、正しい科学概念と一致するかどうかは別として、子ども達なりの科学概念を持っている。その子ども達なりの科学概念を自分自身の力で突き崩したり補強したりしながら正しい科学概念を再構成させていくという、構成主義の考え方に基づいて理科の学習を試みた。

子ども達の頭のなかは白紙ではないし、経験してきたこともそれぞれ異なることから、それぞれが持つ科学概念も一様ではないと考えられる。子どもの持つ科学概念を大切にしながら授業を進めようとするならば、一つの自然現象に対する「子ども達の異なった科学概念」に基づいて学習を進めていく必要がある。子ども達は、それぞれ異なった科学概念を持っているといっても、多くの場合いくつかの類型に分けることができることから、それぞれの考えごとにグループを作り、グループごとに学習を進めていく方法を試みた。具体的にはグリーン、ミューズ、ブリットンらの「発話思考」法を用いることにした。まず、課題となるような実験を演示してみせ、子ども達とともにその科学的な現象の背後に潜む原因について推測する。そこでは子ども達の持つ科学概念が一様でないことから、様々な原因が考えだされる。次に、自分が考えた原因に基づいて仮説をたて、データを

収集したり、実験を計画したりする。実験計画に基づいて実験し、それぞれのグループごとに結論を出す。そして、最後にお互いに実験から得られた結論を出し合い、その現象が起こった原因について検討するものである。

このように、子どもの持つ科学観を大切にすることと、子ども達が相互に深くかかわり合って学習を進めていくことの両方がそろふことで、自立を支えるものになっていくのではないだろうかと考え実践してきた。

3 授業の概要

(1) 学年第4学年

(2) 単元『ものの温まり方』

(3) 単元について

科学技術の進歩やライフスタイルの変化は、子ども達が日常の生活のなかで火を扱ったり、物を温めたりするという活動を少なくしてきている。このように熱を扱うことに関しての直接経験をする機会が少なくなっている上に、熱は目に見えない存在であるため実態がとらえにくく、子ども達に誤った科学概念をいだかせたりするものにもなっている。ここで、熱の伝わり方を学習することは、熱エネルギーの有効利用にもつながり、環境問題が大きくとりざたされている今日、意義があることと考える。

子ども達は、理科の学習が好きな子どもが多く、いきいきとして授業に取り組んでいる。理科の学習では、これまで試行錯誤的な操作活動を中心とした授業を多く取り入れてきており、まず自分の思いをはっきりさせ、どのようにすればその思いが証明できるかという、思考を先行させる授業はあまり試みてきていない。そのため、考えがまだ十分にまとまらないうちに取り合えず実験に取りかかりたがる傾向がある。

子ども達は、どの子どもも科学的に正しいかどうかは別として、「熱とはこんなものではないだろうか。」という思いを持っている。ここでは、従来理科の授業で行われてきたように、正しい科学概念に基づいた実験を追実験の形で進めていくのではなく、子ども達の持つ熱に対する様々な思いにそって学習していくことで、自分の思いを自分で肯定したり、否定したりしながら知識を獲得していけるように指導していきたい。

(4) 指導目標

- ① 熱の伝わり方を調べる実験を意欲的にすることができるようにする。
- ② 自分が熱に対して持っている思いを明らかにし、その思いを証明するための実験方法を考えることができる。
- ③ 実験器具を正しく扱い、安全に実験を進めることができる。
- ④ 金属などの固体、水などの液体、空気などの気体ではあたたまり方に違いがあることをとらえられるようにする。

(5) 指導内容と計画…………… 9時間

第一次 水の熱の伝わり方について調べる。…………… 4時間（本時 第一次 第1時）

第二次 空気の熱の伝わり方について調べる。…………… 2時間

第三次 金属の熱の伝わり方について調べる。…………… 3時間

(6) 本時の目標

水に熱を加えたとき、熱が下のほうには伝わっていきにくいことについて、自分なりの思いを図や文で表現することができる。

(7) 準備

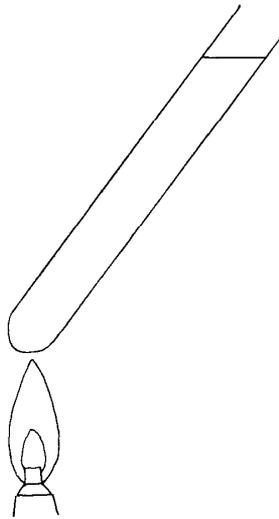
試験管、アルコールランプ、ワークシート

(8) 指導過程

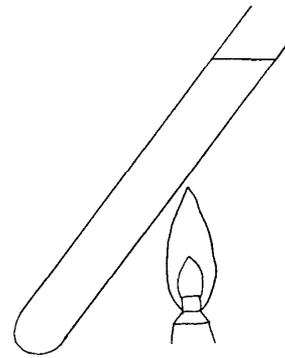
| 学 習 活 動 | 指 導 ・ 支 援 活 動 |
|---|--|
| <p>1 試験管に入っている水を加熱する実験を見る。</p> <p>2 加熱したところより上は熱くなるのに、加熱したところより下は熱くならない理由について、自分なりの思いをワークシートに書く。</p> <p>3 自分なりの思いを出し合い、似たような思いの者同士で集まり、実験を進めていく班を構成しなおす。</p> <p>4 学習の計画を聞き、学習の見通しを持つ。</p> | <p>1 水に熱を加えたとき、下のほうにはなかなか伝わりにくいことをつかませるために、試験管一杯に入っている水の下の方を加熱すると、水全体が熱くなり、上のほうを加熱すると、上のほうは沸騰しても、下のほうは熱くならないことを演示実験する。</p> <ul style="list-style-type: none">熱くなっていることをより印象づけるために、温度計は使わず手で触れてみることで熱を感じることができるようにする。何人かの子どもが試験管に手で触れてみることで全体のものとする。 <p>2 自分の思いが自由に書き込めるようにするため、ワークシートは罫線と図を書く欄だけで構成する。</p> <ul style="list-style-type: none">ワークシートに書く時間を十分取るために、書き方の説明はできるだけ簡単に済ませる。机間指導では、自分の思いがうまくかけない子や、思いがまとまっていない子などがいたら、思いが十分にだせるように問いかけをする。 <p>3 十分に実験に係われるようにするために一つの班の人数を最大で6人までとする。</p> <ul style="list-style-type: none">多様な考えを出し合ったり、協力して学習が進めたりできるようにするために、班の人数は、同じ思いのグループのなかで、できるだけ均等になるようにする。 <p>4 見通しをもって学習が進められるようにするために、学習の計画を説明する。</p> |

① 演示実験1を行う。

試験管に水をいっぱいに入れ、中の水を混ぜないようにアルコールランプで試験管の下の方を静かに加熱する。



演示実験 1



演示実験 2

数人の子どもが触ってみて、あたたまっている様子を発表し、試験管の中の水全体が温まったことを確認する。

② 演示実験2を行う。

試験管に水をいっぱいに入れ、中の水を混ぜないようにアルコールランプで試験管の真ん中あたりを静かに加熱する。

数人の子どもが触ってみて、あたたまっている様子を発表し、試験管の中の水の加熱したところより上の部分が温まったことを確認する。

- ③ 課題「水をあたためたとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。」を提示する。
- ④ 演示実験を見て課題について自分の考えをワークシートに書く。
- ⑤ 自分の考えを発表し合う中で、学級全体で次の六つの考えに集約することができた。

ア 熱は上に伝わりやすく、水は動かないで熱だけが上に伝わっていく。

ぼくの考え / わたしの考え

課題 水をあたためたとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

結果 1 試験管の中の水は、全体があたまる。

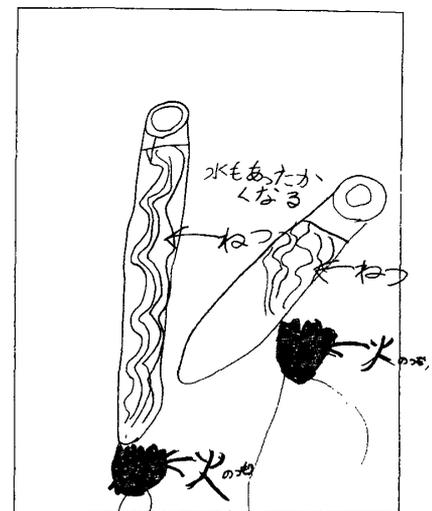
実験 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

結果 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え 火であつられた熱がでてきてそれが上にあがるといいます。もしそれが火であつられた部分より上にはいかなさずあがらないです。

ワークシート例

説明図



年 組 名前 _____

イ あたたまった水が上に動くことで熱が伝わる。

ぼくの考え・わたしの考え

実験問題 水をあたためるとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験結果 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 1 試験管の中の水は、全体があたたまる。

実験結果 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え 19日に私たち水実験をやる時に以前の、けむりやペットボトルに入れたときに、けむりは下ばかりで、上にのぼって行ったので、アルコールの火も、おなじだと思いましたが。

ワークシート例

ウ あたたまった水が上に動き、冷たい水が下に動くことで上に熱が伝わる。

ぼくの考え・わたしの考え

実験問題 水をあたためるとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験結果 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 1 試験管の中の水は、全体があたたまる。

実験結果 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え あたためたら、あためられた水が上にいき、冷たい水は下にいく。
わけ 空気で下は冷たいけど上は、こってあたたかいから (?)
(あついい水は、冷たい水より重たいから) (2)

ワークシート例

エ アルコールランプの炎が、上のほうに上がっているのので上のほうに熱が伝わる。

ぼくの考え・わたしの考え

実験問題 水をあたためるとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験結果 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 1 試験管の中の水は、全体があたたまる。

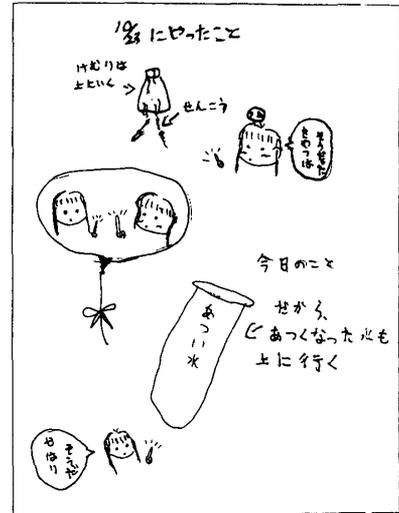
実験結果 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

予想結果 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え アルコールランプの火が上に向かっているから下の方には熱が伝わりなと思います。

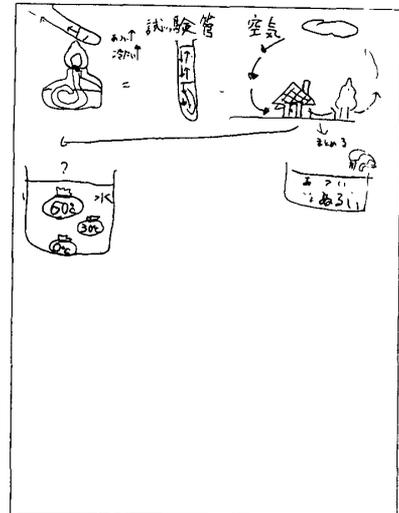
ワークシート例

説明図



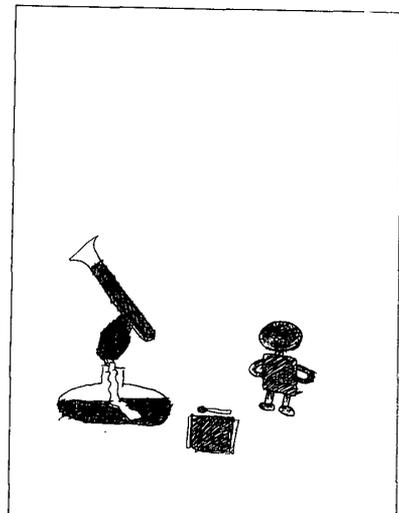
年 組 名前

説明図



年 組 名前

説明図



年 組 名前

オ アルコールランプ
の火の湯気のような
ものが上にいくから
上に熱が伝わる。

ぼくの考え・わたしの考え

観察問題 水をあたためたとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験結果 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

報告事項 1 試験管の中の水は、全体があたまる。

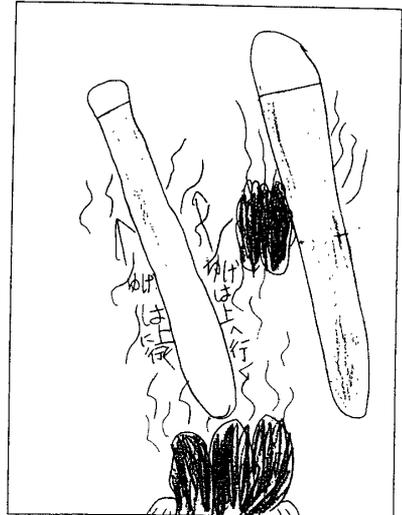
実験結果 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

報告事項 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え ゆげが上の方に行くから、ゆげも上へ行く。アルコールランプからでたあつたが、息が上へ行く。

ワークシート例

説明図



年 組 名前

カ アルコールのほう
が水より軽いので上
に熱が伝わる。

ぼくの考え・わたしの考え

観察問題 水をあたためたとき、どうして下のほうに熱は伝わりにくいのか。

実験結果 1 試験管に水を入れ下のほうをアルコールランプであたためる。

報告事項 1 試験管の中の水は、全体があたまる。

実験結果 2 試験管に水を入れ上のほうをアルコールランプであたためる。

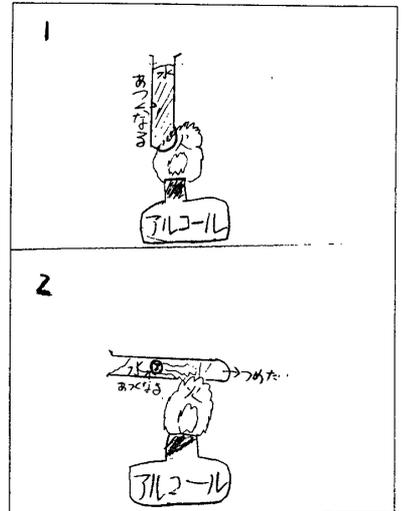
報告事項 2 試験管の中の水は、上のほうしかあたたまらない。

考え 1. 火が上の方にいていざか上の方にあつたが、あつたが上へ行く。

2. アルコールと水では、アルコールの方がかさかたなので、上にアルコールがいて上の方があつたが、あつたが上へ行く。

ワークシート例

説明図



年 組 名前

⑥ 考えが同じ人同士で集まり、実験グループを作る。

4 反省と課題

構成主義の考えで授業を進めると、主体的に活動できるので、意欲的に学習に取り組むようになってきた。構成主義的科学観では、否定された考えを意味のないものとしてとらえるのではなく、正しい科学概念を補強するものとして考え、プラスに評価していく。したがって、自分の考えが否定されても、プラスに評価されることで安心して自分の考えを出すようになり、活発に議論されるようになってきた。しかし、間違えたら恥ずかしいという気持ちから、自分の考えを出さなかったり、クラスのなかの人間関係で自分の考えに基づいた実験をしない子どもも何人かいた。また、自分では納得していないのに、塾で習ったり、本で読んだりして自分の考えと違うことを答えようとする子どももいる。今後も、自分の考えに基づいて学習を進めていくことができるよう指導が必要だと考える。

参考文献

森本信也著『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
武村重和監訳『理科学習の心理学』東洋館出版