

教材開発についての一考察

——小学校1年生及び3年生理科教材を例にして——

川 夙 伸 也*

(昭和63年10月31日受理)

A Consideration about Development of Teaching Materials:

—— Science of Elementary School First
and Third Grade ——

Shinya KAWASHIRI

(Received October 31, 1988)

I. はじめに

筆者はこれまでに、新任の教師の授業やベテラン教師の授業を見る機会に多く恵まれた。それも研究授業だけでなく普段の授業を見ることが出来た。この両者の授業を教材の視点からみると、新任の教師は教材の持込みが少なく、ベテラン教師は多いことである。そして、このことは授業の成否を左右することが多い。経験年数の違いがあれば、このことは当然のことかもしれない。しかし、子どもを教えるということから考えると、新任だから授業が十分なものでなくてよいとは言えない。それなりの教材の持込みの努力をする必要があるだろう。

低学年の授業では毎時間、具体物か半具体物が持ち込まれるのが普通である。中、高学年でも挿絵やグラフその他の教材等が持ち込まれて、はじめて授業は活気に満ち、子どもの理解は深まるものである。

教材の持ち込みのない授業は、当然の事ながら子どもは退屈し、理解は十分ではない。口先だけの説明では、低学年の子どもは学習が持続しないで騒がしくなる。教師はそれを制止しながら授業を進めるというパターンが繰り返される。高学年は退屈さに耐えている。

ところが、先輩教師の指導を受け、教材の準備も十分にした新任の授業では、子どもの活発な学習が展開され「今までにない授業の盛り上がりでした。」と述懐するように、適切な教材によって授業は変わるということを実感している。では、なぜこのような教材の多少の差があるのだろうか。

それは、教材を作るための知識や技能が十分に身に付いていないからだと考える。

彼らが育った環境により多少は異なるかも知れないが、概して自分の手で物を作り、それを使って遊んだという経験が不足しているのではなからうか。

そのために、与えられた物は使う事が出来るが、物事を自らの手で工夫したり、改善したりすることが少ないのではないかと考える。

それでは、授業における教材の必要性は十分に理解しているが、そのための知識や技能が伴わない、ということに対してどの様な手だてをとればよいのか。このことについて生活科（従来理科で扱っていた内容）及び理科教材を例にして、一つの考察を加えてみたい。

II. 低学年の教材開発について（生活科の教材開発）

文部省では平成4年度より実施の指導要領改訂に向け、生活科に関する研究推進校51校を指定し、4月12日に研究の進め方について協議を行うため研究校の連絡協議会を行った。その中で生活科研究の視点と題する資料をもとに考えてみたい。

周知のとおり、低学年理科は生活科に改廃されるが、これまで行ってきた理科という分科のイメージを払拭して生きて働く力の育成を目指して取り組まなければならない。

しかしその取り組みは、子どもの発達段階を考慮し、体験を重視した活動を取り入れながら、問題解決を図っていくという従来の考え方を変えるものではないだろう。

ここでは、筆者が小学校1年生を担当したときの子どもの活動をもとにして、教材開発の1つの例を示して考察を加えてみたい。

〈生活科〉

○内容選択の視点（1，2年生共通）

遊びや生活などに使うものを作り、楽しく遊ぶことができるようにする（物の製作）

○身体的な活動や体験によって育てたいこと

遊びや生活に使うものを作り、みんなで遊びなどを工夫したりすることができる

- ・身の回りにある自然の材料などを用いて遊ぶものを工夫したりすることができる。
- ・作った物を使って、遊びを工夫して友達と楽しく遊ぶことができる。
- ・材料・道具の準備や後始末を進んで行うことができる。

これを受けて、従来の理科の1年生内容「じしゃく」の指導例を生活科に置き換えて述べてみたい。

〈生活科単元〉

1. 単元名 うおつりをしよう

2. 単元のねらい

- ・身の回りの金属や木、竹、紙などを磁石に付けてみて、磁石は鉄を付けることに気付く
- ・磁石の力は端ほど強く、中央部は引き付ける力がないことに気付く
- ・磁石に付かないもので遮っても鉄を引き付けるが、鉄で遮ると他の鉄を引き付けられないことが分かる。
- ・磁石が鉄を引き付ける性質を利用して、鉄を探すことができる
- ・仲よく力を合わせて、材料集めや準備、後始末ができる。

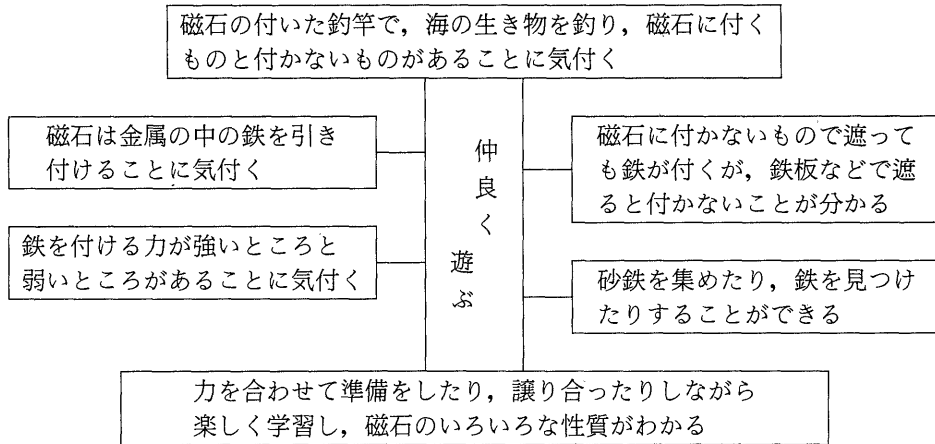
3. 単元展開の基本的な立場

- ・発泡スチロールで魚やカニ等の海の生き物を作り、楽しい遊びを構成し、遊びに夢中

になりながら磁石のいろいろな性質に気付くようにさせたい。

- ・単元全体は魚釣りを基本にして物語を構成し、教材を一連の血の通ったものにしたたい。
- ・発泡スチロールの魚やカニ等の着色は、子どもたちの手でさせたい。

4. 単元の構造と学習計画



5. 子どもの意識の流れ

発泡スチロールで作った魚と釣竿を提示し、魚を釣ってみせる

- ・大きい魚が釣れた、すごいなあ
- ・うわ、おもしろいな
- ・ほくも釣りたいな、釣らせて
- ・どうして釣れるのかな

各自、魚釣りをする

- ・釣竿の糸の先に磁石が付いているぞ
- ・釣れた、釣れた、よく釣れるよ
- ・魚の口に釘が付いてるからだ
- ・どうしても釣れないのがあるよ
- ・泳いで捕まえてこよう

釣れないものの口には木、竹、鉄以外の金物が付いていることがわかる

- ・木や竹は金物じゃないから付かない
- ・1円、5円、10円の様な色をした物は付かない。
- ・鉄でできた物だけ付けている
- ・金物でも鉄だけ付いてる

「先生もたくさん釣ったよ」といいながら、子魚を見せる

- ・子どもの魚を釣ってかわいそう
- ・逃がしてやればいいのに
- ・お母さんの所に逃がしてやろう

各自、1匹ずつ子魚を親魚の所に逃がしてやる

- ・あれっ、頭と尻尾の所に付いたぞ
- ・何回やっても同じだ
- ・どうして同じ所に付くのかな

- ・親魚の体の中に磁石が入っているんだな
- ・磁石は端が良く付くのかな
- ・腹が膨らんでいるから付かないのだろう
- ・磁石を取り出してたしかめてみよう

磁石の端や中央部に鉄を付けて確かめる

- ・やっぱり端がよく付く、鉄が端に寄って来る
- ・まん中は鉄が付かない、落ちてしまったよ

大口を開けた魚に、今にも飲み込まれそうな子魚のいる事象を提示する

- ・飲み込まれそう、かわいそう
- ・助けてやろう
- ・子魚の糸を切ればよいのに

両方の魚に触らないで助けてやれないだろうか

- ・両方の間に下敷を置く、ノートを置く、まだ、子魚は泳いでいるよ
- ・色鉛筆のケースではどうかな
- ・子魚が下に落ちた、不思議だ
- ・磁石の間に鉄があったら、こんなになるのかな、調べてみよう
- ・下敷を間に置いても鉄が付くが鉄の板を置くと付かないよ
- ・下敷の下から磁石を当てて上の釘を動かせるよ、面白い遊びができそうだよ
- ・鉄を付けて魚も自由に動かせるよ
- ・水を入れて自由に動かせるよ

外で鉄を探してみたいな

- ・土の中にも小さい鉄があるよ
- ・砂場で集めてみよう
- ・鉄の丸い柱を回りながら下りるよ

【考察1】 子どもの意識の流れと行動分析

子どもの意識の流れは、単元初発の提示事象によって、およそ決定づけられるようである。子どもは、金魚すくいやヨーヨー釣りをした経験があり、楽しい思い出につながる学習は子どもを夢中にさせる教材であるといつてよいだろう。

体を使う遊びを取り入れた授業では、一見、学習内容が身に付いていない単なる遊びのようであるが、子どもの行動によって評価できる。例えば、授業に使う釘箱を床にひっくり返したとき、みんなで散乱した釘類を寄せ集め、磁石を使って先ず鉄釘を付け、次に銅釘、黄銅の釘、アルミの線を色で分けることが簡単にできる。また、池に落ちた名札を、紐を付けた磁石で釣り上げることや廊下の丸い鉄柱にフェライト磁石を付け、らせん状に回転させる遊びも発見することができた。

このように、自分の生活や他の学習に転移する知識や技能は、子どもの生活にあった学習形態（ここでは遊び）を取り入れたときに身に付くものと考えられる。

教師は学年特有の子どもの追求の仕方を、書物によって知るより、授業を通して発見することが多い。したがって、指導計画と共に授業の記録を取り、蓄積しておくことは、教師の資質、力量を高めるために不可欠の仕事であると考えられる。

6. 本時の学習指導

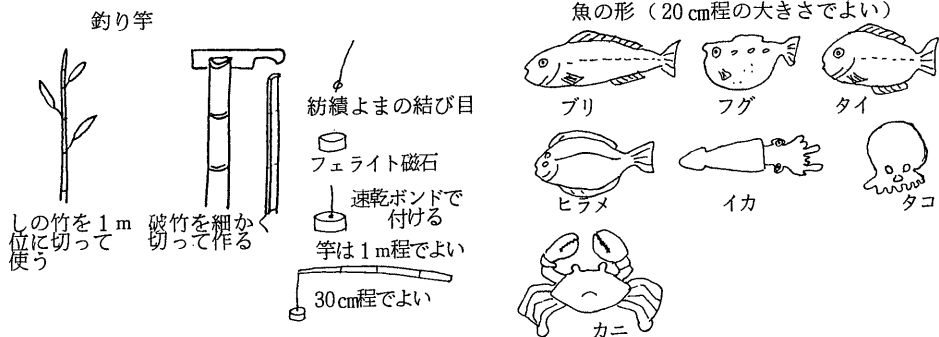
(1) ねらい

発泡スチロール製の海の生き物の口に金属以外の物を埋め込んだものを磁石の付いた竿で釣る遊びを通して、金属以外の物は磁石に付かないことに気付くと共に、金属の中では鉄が付くことが分かる。

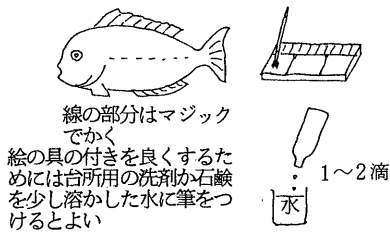
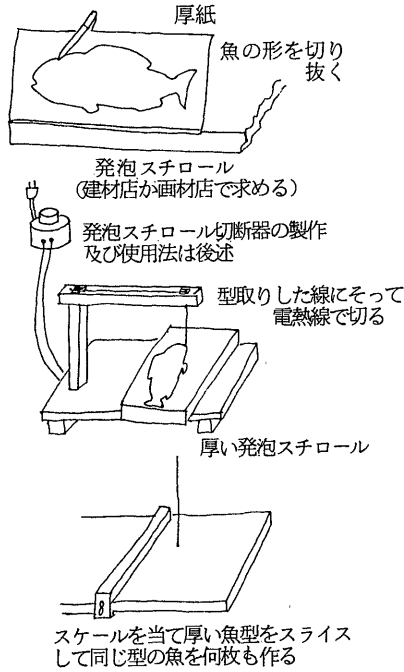
(2) 展開

子どものとりくみ	教 材	教 師 の 働 き か け
簡単に釣れる様子を見て、自分も釣りたいという意欲をもつ。	フェライト磁石を付けた釣竿	・発泡スチロールで作った魚を釣ってみせることにより、どうして釣れるのかという問題意識を持たせると共に釣って調べたいという意欲を持たせる。
各自、竿を使って魚釣りをする。	発泡スチロールで作った魚、カニ、タコなど	・口の部分に木、竹、銅、アルミニウム黄銅等を埋め込んだ魚を中央に置き、子どもを車座に座らせ、釣りをさせる。
タコ、イカ等が釣れないことが分かる。	最低1匹は釣れるように多くしておく	・魚類には鉄をタコ、イカ等には磁石に付かないものを入れておく。
釣れなかった生き物を代表が取りにいく。グループの人数分、各種類を取って来る。		・磁石に付く金属は色で判定してくるものと思う。そこで子どもが判定しやすいように、1円（アルミ）5円（黄銅）10円（銅）の色で区別させたい。
口の部分の物に磁石を付けてみて、釣れないわけを考える。	アルミ線、黄銅線、銅釘、鉄釘、鉄針金、木、竹等	・金属の中で鉄と非鉄金属の区別は難しいものと思う。魚の口の部分の金属を取り出し、磁石に付くもの付かないものの色の特徴に気付かせる。
タコ、イカ等釣れなかったものを釣る工夫をする。		・魚の口に付ける鉄を要求して来るものと思う。そこで鉄と非鉄金属を混ぜて与え、色や磁石を使って鉄を判別しているか診断する。
口の部分を取り替えたものをグループで釣る		・取り替えたものが鉄であるかどうか釣りをしてたしかめさせる。

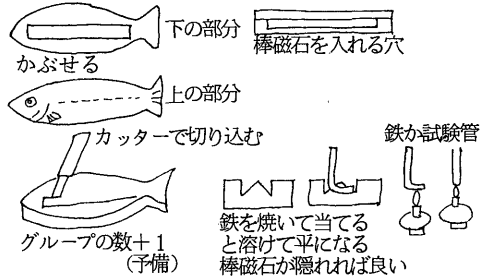
7. 教材作成の手順と方法



魚の作り方
水性ペンで型取りする



親魚の作り方



子魚の作り方
3 cm程度でよい

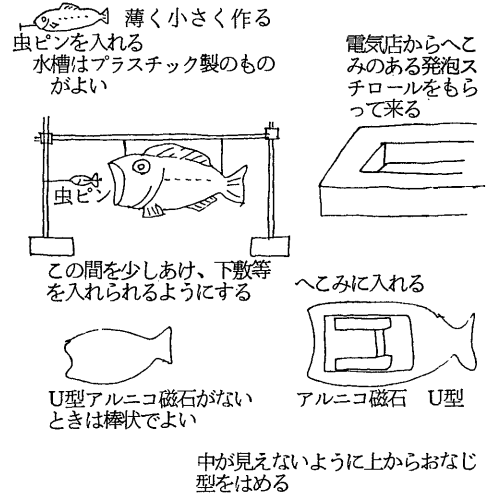


図1

8. 発泡スチロール切断器 (ポリびん切断器)

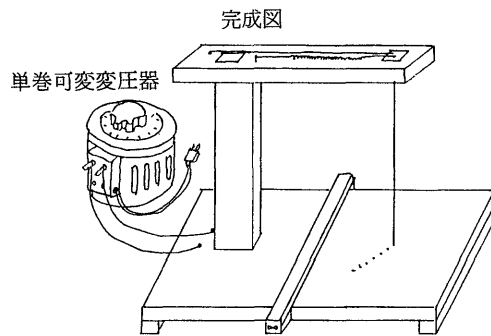


図2

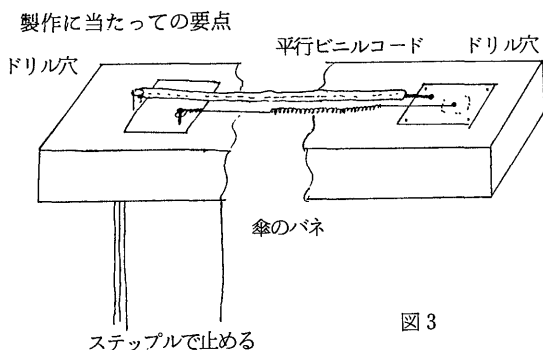


図 3

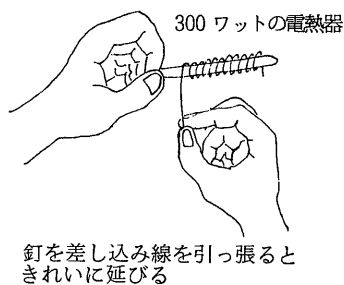


図 4

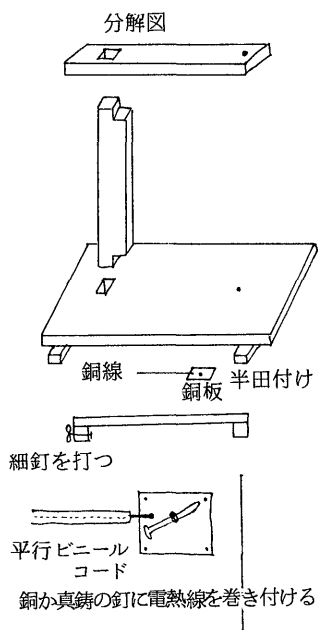


図 5

図 6

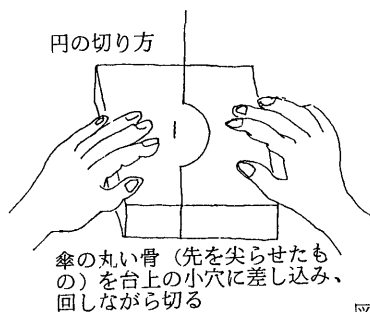
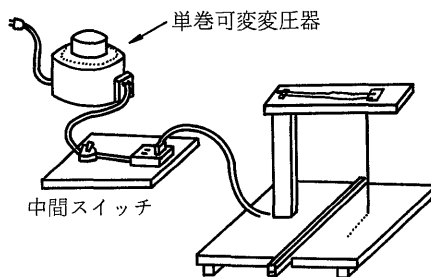


図 7



足踏み式のスイッチを作っておくと便利である

図 8

9. 製作及び使用上の注意

(1) 使用目的

断熱材やパッキング材として広く利用されている発泡スチロールを自由な形に切断する。また、ポリエチレンのびん等を切口をそろえて切断する。

(2) 材料

- 木材……………支柱，うで木（木製の椅子の背もたれでもよい）
土台（40cm×60cmのベニア板または児童机の天板）
- 銅板……………2枚（2×3cm位）
- 電熱線……………300ワット30cm～40cm

- ・平行ビニールコード…普通のもの（1 m）
 - ・単巻可変変圧器（理科基準品としてどの学校にもあるもの、電圧調整をする）
- (3) 製作順序及び要点
- ・うでの上の部分及び土台の下の部分に銅線、銅板の配線と取り付けをする
 - ・電熱線をまっすぐ取り付け、腕の部分で伸びを取るため傘のバネを取り付ける
 - ・円を切り抜けるように、土台の電熱線の通る穴から1 cm、2 cm………5 cmの距離に穴をあける
 - ・まっすぐに切るための、あて木（スケール）を土台の縦の長さに作る
- (4) 使用上の注意
- ・単巻可変変圧器の電源をいれ、徐々に電圧をあげる（10ボルト以下でよい）
 - ・発泡スチロールの薄片を電熱線に付けてみて、切口が狭く抵抗なく切れる電圧で止める（温度が高いと切口が幅広く切れる）
 - ・土台に使用電圧を書いておく、他の人が使うときも都合がよい
 - ・円の切抜きは、傘の丸骨の先端をとがらせたものを、発泡スチロールの中心になるところに突き刺し、土台の小穴に骨の先端を差し込んで回しながら切り抜く（切り抜く円をコンパスで書いておくと失敗がない）
- (5) 利用範囲
- ・1年生 磁石遊び 数の切り抜き 果物、動物の切抜き（裏にゴム磁石を付けると磁気黒板での操作ができる）
 - ・2年生 やじろべえ おきあがりこぼし等のおもちゃ（2年生活単元遊ぶものを作る）ができる
 - ・3年生 磁石の性質調べ（発泡スチロールの中をくり抜き、磁石を入れて水に浮かべ磁石の性質を調べる）
 - ・理科薬品や家庭にあるポリエチレン製の容器を適当な高さに切る
理科室の細かい部品を入れたり、授業で薬品を配ったりするときポリビーカーのかわりとして重宝である

【考察2】

授業を構想するときの教師の知識は、およそ次のようなものが挙げられよう。

教材内容についての知識………単元の目標、単元の系統性、本時のねらい及び展開等についての知識

子どもについての知識………学年特有の追求の仕方、レディネス、個々の子どもの能力等についての知識

教授方法についての知識………仮説実験学習、探求学習、授業過程、教材提示の仕方、一斉かグループか個別かの学習形態についての知識

さらに上の3つが複合的に重なり合うことについての知識が必要であるが、これらを前提として、低学年の教材を開発するときの視点として、次のような事があげられる。

① 発達段階を考慮した教材であること

低学年の子どもは、動植物やその他の自然の事象を見るとき、自分を尺度にした見方、考え方をし、非現実的、非科学的な面を持っている。したがって、むき出しの教材よりア

ニミズム的な立場での取り扱いが必要となきがある。ここでの子魚に対する同情は「親魚の所に逃がしてやろう。」という行動に現れている。この子魚は子ども自身と考えてよいだろう。このように「自分とのかかわりで社会や自然をとらえる」ことも生活科の特色である。

② 単元全体がまとまりのある教材構成であること

場当りのあれこれやっては、まとまりのある概念構成は難しい。子どもの追求の意識の流れにそって授業を構成するよう、単元全体を1つのストーリーに再構成することが必要である。

③ 興味関心を呼び起こす教材であること

低学年の子どもは、手先に脳があるとさえ言われるほどに、物をいじくりまわしながら事象に潜む事柄を探そうとする。このことを考慮し、「おもしろい」「ふしぎだ」「たしかめたい」と意識が広がるような教材を開発することが望ましい。具体的な活動や体験は生活科の方法であるとともに、目標であり、内容でもあるといわれる。興味関心のある教材は、体全体で学ぶことにつながる。

④ 素材が入手し易く、安価であること

教材として導入できるかどうか、身近なもので試作するとき、入手し易く、安価であるということは教材作りの大きな条件である。また、同種を多数作る教材のときはなおさらである。教材内容を念頭におき、常に身の素材に眼を向けることが大切である。

⑤ 工作、加工がしやすく取り扱いがしやすいこと

短時間に効果的な教材を作ることが必要である。そのためには子どもと一緒に教材を作ることでも考えられる。磁石の教材では、魚を薄くスライスしたり、着色したりは子どもでも簡単にできるものである。また、発泡スチロールは軽く取り扱いやすいが、魚やカニなどを作ることによって子どもは生きたものを扱うようにする。このことは、後片付けを乱雑にしないという基本的な生活習慣の育成にもつながる。

教材開発についての知識は、図書を見ることによっても培われるかも知れないが、ある程度の基本的な技能を身に付けるためには、見たことを実際に試してみることである。そのことは蓄積され、いろいろな面に応用が効くことになるのである。

III. 中学年の理科教材開発について

小学3年生の物質とエネルギー領域の中に、次のような内容がある。

(1) 閉じ込めた空気に力を加えたときの様子を調べ、空気には弾性があることを理解させる。

ア 空気を押し縮めると、かさが小さくなるが、手ごたえは大きくなり、元にもどろろとすること。また、この性質を利用して物を動かすことができること

イ 空気は押し縮められるが水は押し縮められないこと

このことを受けて、各教科書会社は「空気てっぼう」の単元を設定している。この中では、ビニル袋や注射器に空気を閉じ込め、圧したときの感じから空気の弾性を理解させようとしている。またそれを更に発展させた教材として、注射器の先にストローを取り付け濡らした紙を込めて紙玉てっぼうを作らせている。

ビニル袋や注射器は問題ないが、注射器の先にストローを取り付けるとしても、それほ

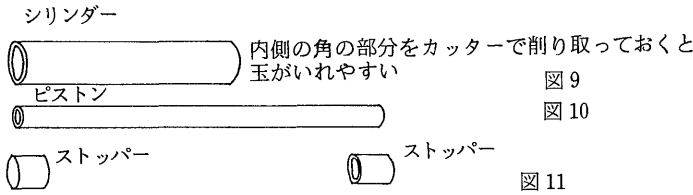
ど丈夫なものがないこと、玉ごめが容易でないこと等の問題が多い。また、空気と水の圧力に対する性質の違いを比較し、体感させるための教材が示されていなかったりである。そこで次のような教材を開発し授業を試みた。

塩化ビニルパイプの空気でっぼう

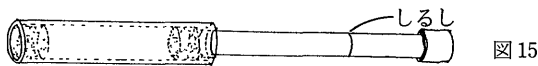
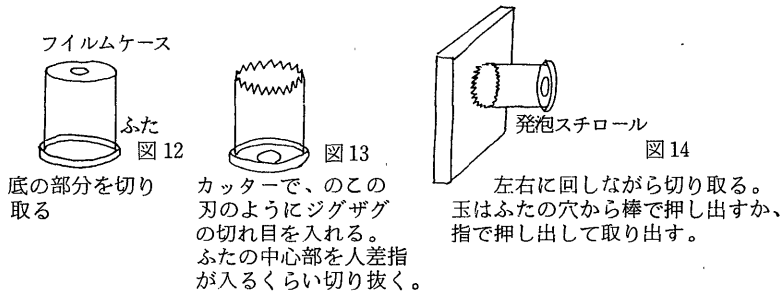
用意するもの 塩化ビニルパイプ (内径30mm, 長さ25cm)
(内径15mm, 長さ40cm)

のこ, カッター, フィルムケース, 発泡スチロール

作り方

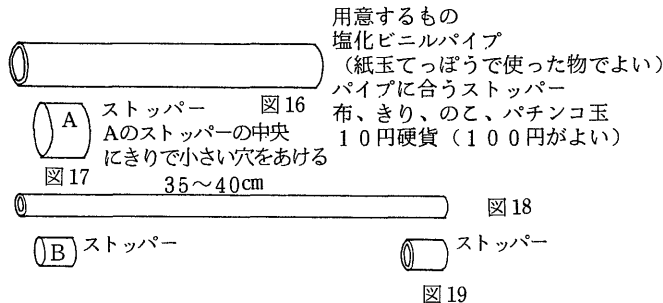


ピストンの前後にストッパーを付けると玉がつぶれにくく、押す手もいたくない
発泡スチロールは電気店か野菜屋で厚さ2cm~3cmのものを手に入れるとよい



前玉が先に残るまでピストンを押し、その時のピストンの長さに印を付ける。
後玉を入れ、勢いよくピストンを押しすと、ボンという大きな音を出して玉が飛び出す。

塩化ビニルパイプの水でっぼう
シリンダの先から水が飛ぶもの
20~25cm



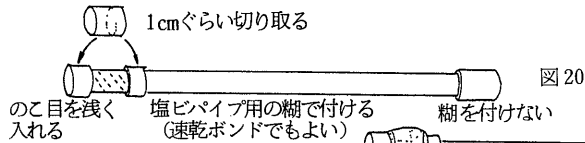


図 20

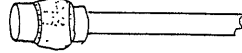


図 21

タオル地の布をこの幅に切り、きつく巻く
シリンダーに入る太さに巻き、両端を強い糸で
きつく縛る

バケツに水を入れ、ピストンを引き、シリンダーの中に水を吸い込み勢よく押すとよく飛ぶ
ピストンから水を飛ばすもの

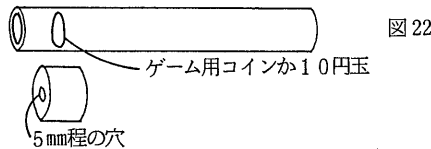


図 22

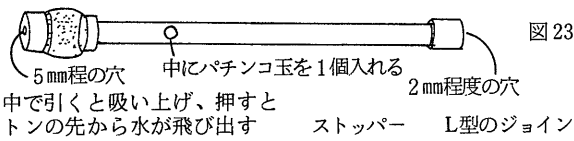


図 23

水の中で引くと吸い上げ、押すと
ピストンの先から水が飛び出す

ストップ L型のジョイント

学校ではゴム栓を使って弁を
作ることもできる

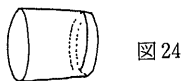


図 24

切り落とさないで残す

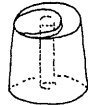


図 25

コルク穿孔器を使って穴を
あける (弁に穴をあけない)

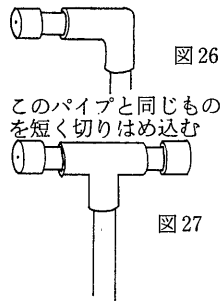


図 26

このパイプと同じもの
を短く切りはめ込む

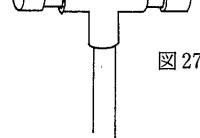


図 27

T型ジョイントを使う
方法もある

中学年理科の教材開発の視点

【考察3】 中学年理科の教材開発の条件

① 発達段階を考慮した教材であること

低学年から手を使った活動を続けてきており、手先はかなり器用になってきている。それに加えて、面白い遊びの要素をもっているものに対しては強い興味を示すのが中学年である。より大きく、より高く、より速く等の競争の要素をもった教材には夢中になって取り組み、そのわけを探そうとする。このようなことから、手足を使った活動で確かめられるような教材が望ましい。

② 子どもが自らの手でも製作できるもの

おもしろい遊びの要素をもった教材の場合は、自分の手で作ろうと試みる。そのためその学年の子どもの技能に合った教材を開発することが大切である。

③ 分解、組み立て、組替えができ、ある程度の堅牢さがあること

より遠くなどの競争の要素を持ったものに対しては、分解や組立、組替えを試みる。そのために子どもの工夫の余地があるものがよい。見通しを持った試行や試行錯誤を繰り返して、空気でっぼうや水でっぼうは、ピストンを素早く押すと空気や水が漏れず、遠くに飛ばすことができる、ということをとらえることができる。

④ 素材が入手し易く、安価であること

どの学年についてもいえることであるが、子どもが入手しやすいということは発展性が望めること、子どもの創意工夫の余地があるといえる。また工場生産による素材の均一性は教材作りをするときの大きな条件である。

【考察4】 素材の選択と技能との関係

教材を開発するというとき、教師は往々にして自分の経験をもとにするときがある。例えば紙玉でっぼう、水でっぼうというとき、自分の子どもの時の経験から素材としての竹や破竹を使うことを思い出す。これは竹が入手し易いところなら問題ないが、そうでないところではどうにもならない。また例え竹が入手できたとしても一つ一つ規格が違う材料となり、3年生の技能としては難しい。

塩化ビニルパイプの場合は、入手し易い事と、加工がし易い事が長所として挙げられる。しかし、これとて加工の技術として、電動のこの使い方ぐらひは身に付けておかなければ授業に間に合わせることはできにくい。

このように、子どものできる物ではあるが、同種を多数そろえるということになると便利な道具を使える教師の技能が必要になってくる。前述の発泡スチロール切断器の使用技術や電動のこの使い方などは各々の学校の現職教育で教えることが必要であろう。

【考察5】 2つの視点からの教材開発

教材は子どもの意欲を引き出し、活動を支え、さらに次の活動を生み出すような連続発展性の要素をもったものでなければならないといわれるが、教材が子どもの理解を助ける物であることには変わらない。

教師として担当する学年、教科の内容を熟知するには、かなりの経験と努力が必要であるが、教材開発という視点からは、次の様な見方、考え方を身に付けておくといふようである。

① 教材を念頭に置き、どんな素材が利用できるか考える。

例えば、紙玉でっぼうという教材を念頭に置き、身の周りの素材の中から選択する方法である。そうすると、素材として竹や塩化ビニルパイプ、透明なアクリルパイプ等が挙げられるが、教材開発の視点から見ると塩化ビニルパイプに落ち着くことになる。

② 身の周りの素材を見て教材化できないか考える。

例えば、廃物として捨てられる軽くて切断し易い、発泡スチロールは何かの教材として使えないか。という視点で物を見る方法である。電熱線で自由自在に切れるという特性から切断器の必要が生じるが、木工細工の基本的な技能があれば簡単に出来るものである。

発泡スチロールの切断や木工工作などの教師の経験は、単に磁石遊びの教材だけにとどまらず、他の教材作りに発展する技能である。教師の経験は、それが子どもに反映するといふところが大きい。

①②を念頭に置き、身の事物、現象に絶えず眼を向けていなければならないのは、小学校の学習内容が、身の事物、現象を対象にした学習だからである。

IV. おわりに

教室は大人の眼を意識しないで済む閉ざされた環境であるため、教師の思い切った指導が出来る反面、怠惰な面を助長する場であるとも言える。それだけに、教師の資質や使命感に期待するところが大きい。これを期待した言葉に「よい教師は子どもが育てる」「よい教師は子どもから学ぶ」というのがある。これは、苦勞して作った教材を教室に持ち込み、子どもの活発な学習活動が展開されたとき、教師の苦勞は報われ、さらに教材研究を続け、教材の開発にも取り組むという教師の姿を想定してのことだろう。この様に、教師は子どもの活発な活動や深い理解に触発されることが多い。

つまり、教師の努力が子どものよりよい変容を生み、それを見て教師は更に努力を重ねるという構図である。この教師と子どもの相乗作用を促すのが教材と言えるであろう。

要は教師のやる気であり、それがあれば子どもとの関わりの中で大きく変貌するといえるだろう。

小学校の子どもを指導するとき忘れてならないことに「百見は一験にしかず」という言葉がある。小学校の子どもにとっては、口先の説明より見せる事がはるかに効果的な場合がある。それは「百聞は一見にしかず」であるが、「百見は一験にしかず」は、見るより体験することが、はるかに理解は深まるということから出た言葉であろう。「見ることよりすること。分かることよりできること」を大切にするためにも、教材の開発を心がける教師であってほしいと願うのである。

文 献

- 吉崎静夫 「授業研究と教師教育」教育方法学研究 1987
- 文部省 「小学校指導書」理科編
- 文部省 「理科器械修理・自作の手引」
- 文部省 「生活科研究の視点」 1988, 4, 12
- 「原色図解理科実験事典」 自作実験編 全教図
- 長崎大学教育学部附属小学校編 「学ぶ喜びを求める教育活動」(1) 1978
- 長崎大学教育学部附属小学校編 「子どもの追求を軸にした授業」 1981
- 小学校理科教科書
- 初等理科教育特集号 「生活科年間指導計画とその実践」 1988, 7
- 「理科を教えるための基礎知識と基本操作」 長崎大学教育学部理科教室編 第1分冊～第3分冊