

1985.9.19

3年理科「空気をちぢめる」



教育

新宝島

2月特典 向山洋一教育資料

No 03

2024
FEB.

本資料について

1985年9月7日発行の「理科研究3年 No.1」に、向山洋一氏は、次のように書いている。

1 夏休みが終わったとたん、「そうだ、理科の研究授業があった」という現実にはきもどされた。
今年の夏は、「イッキに駆け抜けた」というのが実感で、夏の間は研究授業のことがすっぽりとぬけ落ちていた。

向山氏が、「イッキに駆け抜けた」と記すのも無理はない。1985年夏、「教育技術の法則化運動」の代表として向山氏は、『教室ツーウェイ』誌の創刊準備、全国合宿・地方合宿の開催、単著の執筆、教育雑誌の連載、全国縦断の講演会等、多忙を極めていた。また、NHKの人気番組「クイズ面白ゼミナール」の教科書問題出題委員、進研ゼミ（現ベネッセ）「小学講座」の責任者等、さまざまな教育企画の中心でもあった。

もっとも、「すっぽりとぬけ落ちていた」かどうかは、少々読者サービス?の気がしないでもない。向山氏は、9月19日（木）、担任する調布大塚小学校3年1組にて、理科「空気をちぢめる」の研究授業を行う。骨太の問題提起、大胆かつ緻密に準備された単元構成、当日の授業の見事さは、とても「すっぽりとぬけ落ちていた」とは思え

ないからである。

さて、今月は特典資料として、この学年理科研究について、

(1) 学年研究の記録

向山洋一、天野悦子、小方シズエ「学年研究授業の記録 研究単元 空気をちぢめる」調布大塚小 1985 向山実物資料集 A54-09-01

(2) 学習指導案

向山洋一「3年理科『空気をちぢめる』学習指導案」調布大塚小 1985 向山実物資料集 A54-04-01

(3) 授業記録

小方シズエ「理科研究授業記録 3年1組向山学級」調布大塚小 1985 向山実物資料集 A54-05-01

(4) 授業分析

向山洋一「『空気ちぢめる』3年の理科研究」調布大塚小 1985 向山実物資料集 A54-06-01

をお届けする。

解説は、小森栄治氏である。

なお、本授業の映像（ノーカット版）は、『向山洋一映像全集』（第五巻「自由試行」から生まれた討論型理科授業）に収録されている。

こちらも参考にしていきたい。

https://www.tiotoss.jp/user_data/zensyu.php

向山洋一氏は、次世代を担う若い先生方のために、20万点をを超えるさまざまな実物資料を残した。これらの一部を、メルマガ「谷和樹の教育新宝島」の特典資料として、会員限定で公開する。

●向山洋一教育資料を解説付きPDF冊子にして毎月一回配信（30ページ前後）

●向山洋一の未公開映像・音声を年6回以上配信（不定）

昭和 60 年 度

学年研究授業の記録

3 年

3 年 1 組 向 山 洋 一
2 組 天 野 悦 子
3 組 小 方 シズエ

研究単元

空気をちぢめる

東京都大田区立調布大塚小学校

●向山洋一、天野悦子、小方シズエ『学年研究授業の記録 研究単元 空気をちぢめる』

調布大塚小 1985 向山実物資料集 A54-09-01

理科研究三年 No.1 1985.9.7

1. 夏休みが終ったとたん、^{えん}「えんだ、理科の研究費がなかった」という現実
にみきどされた。

今年の夏は「一気に駆け抜けた」というのが実感で、夏の日は研究費等のことがすっぱりぬけ落ちていた。

始業式の時に、はやくも会話は「研校援峯」のことになった。

「9月19日が、向山さんね」

「その前に、私たちがやらなくちゃ」

・「しかし、この暑さで、考える気がしないわね」

「でも、空気でっぽうを考えるとちや」

「そうこそ空気がほうほうです」

「教科書どうなっているの？」

「ごらの通りの踏面ぐらいの扱いです」

「それにしても暑いですね」

「他の教科書は？」

「客社と。空島でっけうです。」

「とりあえず、実態調査してみない？ 昨日の海士んのを参考にして」

「それいいですね」

「あ、このアンケート前半はいいですが後半駄目です。集計が大変です。」

私に考へてみます。」

というわけで、実態調査をやってみようということで、1回目は終了した。

2. 平日、早く寝る習慣がある。

とにかく、どんな「道具」が海科室にあるのが朝代なければならぬ。

塩ビ管の古いのを発見。使えそうである。長ければもっと良い。

昨年の竹でつぼみは、ふたにあげてしまったらしい。(公園ののいいのかね? などと思う)

竹内先生にも入ってもらって教材研究をする。教科書は如の通りである。

1 時間目、空気でっぼうで遊ぶ。

2 時間目、前玉が出るわけを考える。

さっそく、竹内先生に疑問をぶつける。

「これ、たった一時間しか空気でっぼうで遊ばないんですぞ。

おかしいですよ、これ。

3世の中に、問題を解決する情報(体験)が蓄積されてないのに、

考えさせているんです。

そのくせ、単元の最後に「2時間の遊び」を出してくるんです。

まず、体験を蓄積させるべきだと思うのです」

竹内先生も、全く同感とのことだった。鉄ぼうの形、長さもいろいろと変えて試してみようということになった。

検討を終えて、その足で「竹」を調べに行った。昨午のば虫が噛ってしまっていた。

竹内先生が、「遊び場」「竹」を手配してくれることになった。(翌日書いた)

こうして二回目は終わった。

3. その翌日、早くも3回目である。小方先生が、「本時の目標」を言い出した。

「傳て下さい。私は必ず原文に改めるのです。教科書に合いません。」

さっそく、「指導要領」を用いてみた。

右の文である。これですべてである。

何でこれは？？？？？

「空気でっぼう」のことは、一針も出ていない。

「空気でっぼう」は、教科書会社の考えた、一つ

の方法にすぎないのである。

この単元は、「新機、教材」は示されていない

のだ。

「空気でっぼう」でなくてもいいのだ。さあ大変だ。---

つづく

(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 空気を圧し縮めると、かさが小さくなるが、手ごたえは大きくなり、元にもどろうとすること。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 空気は圧し縮められるが、水は圧し縮められないこと。

理科研究三年 NO. 2 1985.9.18

1. 指導要領によれば、「空気であほう」の目標は、次の項になる

- ① 空気は閉じ込めることができる。
- ② 閉じ込めた空気を押し縮めると小さくなる。
- ③ “ ” 手ごたえが大きくなる。
- ④ “ ” 元にもどろうとする。
- ⑤ この性質を利用して物を動かすことができる。
- ⑥ 水は押し縮めることができない。

①は2年生の目標であるが、このように入れておいていいであろう。

2. さて、ここで事件を疑問を持つ。

なぜ、この単元が「空気であほう」なのか？

これは、本来、次のような単元であるべきだ。

空気と水をあしちぢめよう

3. この単元が「空気であほう」であるからには、それなりの理由があるだろう。

つまり、「目標を達成するには「空気であほう」が最もよい」ということである。

教科書会社が各社とも「空気であほう」であることから、こうした考えは現在の理科教育のヴェテラン達の暗黙の了解事項であると考えられる。

しかし、理科教育の専人である私達は「まごよ」と考える。

「空気であほう」が最もよいのは本当なのか？

目標を達成するのに最もよいためには、次のようなことが必要であろう。

- ① 今までの学習を生かせる。
- ② 学習課題が自然である。

4. 2年生のときは、「空気をとじこめて、空気の存在を再確認する」ことを学習してきた。

子どもたちは、ビニル袋・風船などに空気を閉じ込めてきたのである。

ビニル袋・風船などに閉じこめた「ふわふわ・ぐにやぐにや」の空気を実感してきたのである。

3年生の学習は、この2年生の学習を前提にすべきではないのか。

子どもは2年生のときビニル袋のふわふわ・ぐにやぐにやの空気を学習している。
この先行学習を前提にすべきだ。

5. 現在の多くの学習は、「空気鉄砲」で遊ばせて、「どうして前玉が出たのだろう」と問うことによって、空気の性質を学習させようとしている。

これは、ずい分と作作的だ。

前玉が出やすくなるためには諸条件が入り混ってあり、これで学習すると「教師の強引な整理」がどうしても必要となる。

また、この学習では、2年生の学習、「ビニル袋のふわふわ・ぐにやぐにや」がほとんど生きてこない。

もっと素直に、子どもに問題を投げかけるべきではないか。

「空気をとじこめて、押し縮めよう。空気は押し縮められるだろうか」

「このように素直に聞くべきだ」というのが三年の結果だった。

これならば、必ずや、2年生の学習がストレートに生きてくる。

その延長に、3年生の学習が成立する。

驚くべきことに、このような素直な展開例は、調べた限りでは一つもなかった。
この方法が良ければ、大き目の問題をとらねばずである。

1. そこで指導計画を考えた。

- オ一次 空気を縮める。① 空気を閉じこめて縮めてみよう
 ② 別の方法で縮めてみよう。
 ③ 更に別の方法で縮めてみよう。

私達は2年生の学習を生かして、「ビニル袋」を使うであろうという予想である。

しかし、ビニル袋では分りにくい。段々他の道具に目を向けていくであろう、鉄砲なども出てくるであろうという予想である。

2. そして、「空気でっほう」に入ればよい。

- オ二次 空気でっほう ①② 空気でっほうを作って遊ぼう
 で遊ぼう ③④ いよいよ空気でっほうを作ろう
 ⑤ 前玉がとぶわけを考えよう。

- オ三次 水を縮める。①② 水をとじ込めて縮めてみよう

私達は、ビニル袋から空気でっほうに行くであろうと予測した。

これほどまでに教科書会社を批判しているのであるから信じたわけである。

ビニル袋 → 空気鉄砲 (教科書を信じた)

3. ところで「オ三次」の「水を縮める」は、何なのだろう？

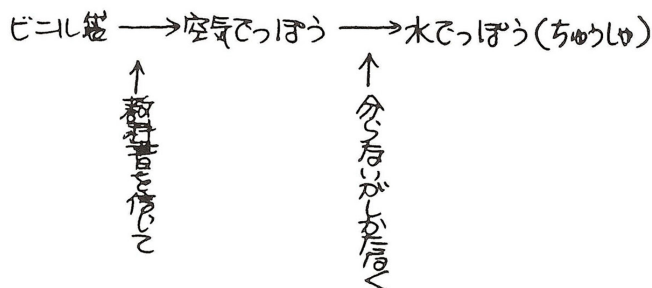
空気と一緒に教える必然性は、どこにあるのだろう？

分らなかつた。(しる理屈はつけられる。が、授等としての必然性が分らなかつた)
 空気鉄砲を学習していると「必ず」「必然的に」「水の縮みが問題になる」とは
 思えなかつたのである。

たゞ、オ三次は、とってつけたような存在であった。

空気鉄泥...→水をちぢめる(しかたなくつつけた)

4. ここは、大切なことなので、もう一度書く。
私産は、次のように考えた。



だが、授業の中で、私産はすごい発見をするのである。

この順序ではいけないのである。

鉄泥の必然性がちゃんと存在していたのだ。私産は、どのクラスでも粘着性の必然性のもとに活動していたのである。

この点は、研究のポイントなので、別途に述べることにする。

ここでは、三年担任の「問題を解く」を理解いただきたい。

5. かくして、各クラスで授業が持たれた。

授業に失だって、予備調査をした。

「空気をちぢめられませんか？」

予備調査の段階で、ビニル袋を使つての「競争」も見られた。

「空気をちぢめられない」と答える子が圧倒的に多かった。

これが問題である。

私産は、学習問題への挑戦・解くための活動と展開していくことになるわけである。

この活動が、予想以上に面白かったのである。

1. 3枚連に氷の発問と指示を与えた。

空気は箱められるだろうか。空気を中に込めるものを持ってきて試してごらんねさし。

持ってきたものは、ほとんどビニル袋だった。予想通りである。

これは当然と言える。3枚連は、2年生の学習の延長をしようとしているのである。

3枚たちは、おびニル袋を持ってきた。
川さおニル袋から大きなビニル袋に移った。

ごちよごちよやっている感じであった。

私はあえて、何も口を出さなかった。次の時、やっと他のものを持ってくるよう指示した。

2. 2時間目は、今までより道具が足った。

「空気をほうほう」を持ってきた子が2人いた。ところが、「空気をほうほう」は、「空気を箱める」とこととは無関係であると思いつき、全く手を出さなかった。

兄や姉から、おすめられたのだろうか。無用の長物だったのである。

風船を持ってきた子が多かった。

次に風船を持参しこんできた。

これも、分る。ビニル袋の発展である。そして、3枚連が体験することである。3枚連は、今までの体験(経験)を総ざらいしているのである。

風船の口のところに向き合っていていささしかった。

3. 香田さんのグループが、「水そうを使いたい」と言ってきた。

水の中で実験を始めた。

水の中で動いている子。あよそぐである。

口の端から「もれている」ということが内部に伝わっているらしかった。

木のブクブクで空気の存在を確認するのは、2年生で習得済みである。

ここまでの丸2時間、3時間の活動は、2年生の学習をもとにしていた。

3供養は2時間、2年生の学習をもとに活動した。

この時間でも私は口を出さなかった。更にいろいろなものを持ってくるように指示をした。

4. 次の時間、はじめて「固いもの」を持ってきた。

次にカンやビンやケースを持ってきた。

3供養は固いものに閉じ込めようとした。カン、ビン、お菓子のケースなどである。



ここで注目すべきは、「一方がふさがっているもの」を持ってきたことである。空気鉄砲のように、「両方が空いているもの」では、なかったのである。

「空気を閉じ込める」ということを実験するとき、「両方が空いている竹」などは、いかに3人の素朴な重さを物語る。

5. 片方の空いた所を、何で閉じるか が問題となった。お菓子の小さなケースがやりよかったみたいだった。

片方を何で閉じるか が問題となった。

1. カンヤビンを持ち込まれてから面白くなってきた。

子供同士の活動も更に活発になった。

この段階でも私は、何も言わなかった。更に何か物を持ってくるように言った
だけであった。

その時、「フタをどうするか」で二つに分れた。

フタに固執する子はジャガイモなども持ち込んだ。

フタをあきらめた子は、注射器なども持ち込んだ。

ここで、指導の全体がはまりとしてきた。

ところで、この段階でも、風船をいじっている子があよそ半分いた。

私は、ここに至って、はじめて、話し合いをさせることにした。

2. この段階での調査は、次の通りである。

空気はちぢむ 13人

空気はちぢまない 21人

話し合いに入った。「じしん罐・風船を保持しての実験」に限定した。

中谷君が言った。

「はくませて、あと

ちぢみます」

仁井山君が反論した。

「入り口から空気が逃げます」



中谷一仁井山論争が起った。(私が仕掛けたのである)

中谷君 15人、仁井山君 14人 であった。

加藤君が止めをさした。

「水の中だったら、アブカは出ませんでした」

とたんに意見は動いた。中谷氏は25人になった。

祖父江氏が新しい反論をした。

「Aをおしても、Bは
どのまわりが広がり
ます」



みんなを追究してみた。とたんに中谷氏は急病して25人からわずか6人になってしまった。

論争がもった。風船はほかはよくらぬが、ビニルはよくらぬ」とい
うような反論があった。「風船が小さいともしんこあつた」という反論も
あった。中谷氏は9人になった。少し休んだ。

が、この後、動かなくなった。

「これだ！という方法ありませんか」と私は問いた。なかった。

「この方法では決着はつけられない、この方法では駄目なのです」と断
た。この段階で、はじめに、ビニル、風船のふわり、グニャグニャから離
れた。

ビニル、風船のふわり、グニャグニャでは^結合がつかない。

3. 3枚目は「注射器、ケースのジャガイモでフタをする」ことほとを出すま
ずである。

ここで、小方宮氏の研究発表が^後列に思い出される。

3枚目は注射器を押すのにあまて、引っぱりはいた。

3枚目のこの活動は自由である。「ペン」と書くから面白いのだろう。
が、自然な動き、自然な活動を授業として組み立てる分にはウソである。
この活動を重視した。その方がよい。

1. 以下、この段階までの子供の作文である。

空気はちぢまない

吉川ひろ子

今やっている理科は、「空気をちぢめる」という題で勉強しています。
例えば、ビニルぶくろに空気を入れたりして、おして奥へんをしまふ。
それで「空気はちぢまとかちぢまないとか」を区別していきます。
私は、「ちぢまない」と思っています。

でも、ビニルぶくろの下をおすとすこし小さくはなけど、まわりに
広がるだけでちぢまりません。

ビニルに空気を入れて、ぎゅっ とつかんだり、のっかったりすると
ぬれまふ。ぬれまふとパンと音がするからちぢまないと思います。

もしちぢむのなら、音はしないと思います。

竹つづの水でっけうに、お水をぬけたいとおすと、空気がぬかなく
て、おせたいと思います。

何でちぢめたらいいか 横山治郎

空気をちぢめるのはとってもむずかしい。なかなかちぢめられない。

ビニルだとぬれちゃう。

かたいもの、風でぶくろなどに空気をとじこめておかたからへっこま
ない。

ちょうどいいものをさがせばいいのだけど、ぼくはよくわからな
い。ぼくが思うに、ちょっとかたいなビニルがあればいいなと思う。

空気はちぢまない

中谷竜二

ぼくは、空気をちぢめる方法は、なかなか思いつかなかった。けれど、
三日めぐさ思いついた。

思いついたことは、ビニルサクロの中に空気をいれて手でタタク。
けれど、強くタタクとわれる。

けれど、弱くタタクとわれないで入っこむ。入っこむということは、
ちぢまるといふことじゃないかと思う。

ため方方法は、ビニルサクロの中に、空気を少ししか入れないで、
少ししか入れてないと空気はちぢまらないうと思う。

だってさ、空気があまるところをおして、ほかのところにいって
しまふじゃないか。

だからさ、空気をビニルサクロの中にいっぱい入れて、弱くたた
かれないといけないうと思う。

服部やビニルサクロのばあいは、おのすくてかんたんなのであらう

ビニルボール・竹でっほう・ちゅうしゃ 徳谷太郎

きょうほくは、空気をちぢめられるかというじっけんをした。

まずは、ビニルサクロ。このじっけんば、しっぱい。

それは、空気をいっぱいにつると、われるからだ。

(ビニルサクロがわれるなら、ビー今ボールはどうだろう。あれ
ならわれない)と思った。

次の日、ほくはビー今ボールをもってきた。あずかしかった。

フタをあけたらビニルサクロと同じになってしまふし、ビー今ボ
ールが今であって入っこむば、空気がパンパンじゃないということだ
からだ。この実験も失敗した。

(空気をちぢまめのはあずかしいなあ。今度は何でしょうか。

そうだ、竹でっほうでじっけんしよう)

家に帰ってお母さんに聞いたら、「ゴキナリが入っていたのですて」と
教えてくれた。

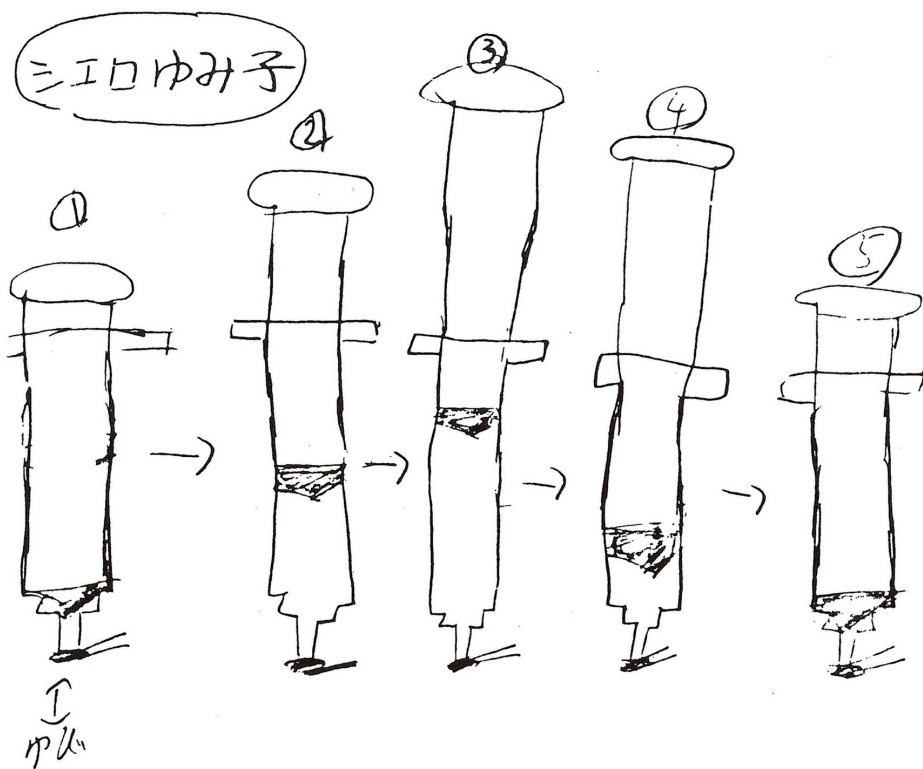
(こまったなあ。そうだ、ちゅうしゃでいいさかしてみよう)
それでほくは、ちゅうしゃでじっけんをした。

1. この状態を、江口さんは次の図のように考えた。すなわち、

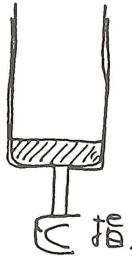
空気は伸びる。(そして、もとにもどる)

ここで問題なのは、初めの状態で、江口さんは「空気がなし」と言っていることである。

一方、田村たかし君は、「少し空気が入っている」という。これは、いかなる意味を持つものなのか。



2.



- (1) 右の状態は、空気が入っているかどうか。
- (2) (1)の図は、重要か、重要でないか？
- (3) 重要だとするとその理由は？
- (3') 重要でないとするとその理由は？
- (4) (1)を確かめるには、いかなる実験が必要か。
- (5) (4)の実験は、本単元の学習をどう発展させるか。

上京のような問題が生じるが、諸君はいかがお考えだろうか。

① はじめにゆびをあてる
(空気がない)

② つぎになすとひく(空気がのびる)

③ さいごまでひく(また空気がのびる)

④ はなす(空気がちぎれる)

⑤ いたくなる(空気はよい)

理科学習指導案 第3学年 1985.9.19

1. 単元 空気をちぢめる(空気でっぼう)
2. 単元目標 閉じ込めた空気に力を入れ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。

3. 研究主題との関連

2年生の学習に、「空気をとじこめて、空気の存在を知る」があった。本単元の学習は、この先行学習をもとに組んだてゐる。つまり、まず「空気をとじこめて、ちぢめてごらんください」という学習を組み立てるのである。

子供たちは、次のような活動を展開するはずである。

(1) 先行学習のビニル袋などを利用する活動

(2) ビニル袋の限界を超えていろいろな状態を利用する活動

この学習は、「先行学習をもとにする」「ゆらりを垂直に両いとして投げかける」ことを通じ、より自主的でより幅の広い活動化をねがうものである。

単元名を「空気でっぼう」とせず、「空気をちぢめる」としたのは、そのためである。

4. 指導計画

第一次	空気をちぢめる。	5時間
第二次	水をちぢめる	2時間(本時 $\frac{1}{2}$)
第三次	空気でっぼうで遊ぼう	4時間

5. 本時の指導 (6/11)

1組 向山 洋一

(1) 目標

注射器で活動することによって、空気はのびる・水はのびない、ちぢま
ないことを理解する。

(2) 展開

児童の活動	指導上の留意事項
1. みんなの前で発表する	① 注射器、3枚が持ちよった用具、水を入 れる容器。 注射器を使ってみて 分かったことを発表 してもらいます。 - 注射器を押し切った時、空気があるかどうか子 供の考えを確かめる。 - 引いた場合を全員に体験させる。
2. 注射器に水を入れてためる。	注射器に水を入れて試してごらんねさ い。 - バケツは、全体及び班に一つとする。 (情報交換の場合) - 何か分かったら、知らせにこさせる
3. みんなの前で発表する	水を入れて試してみても 分かったことを 発表してもらいます。

(3) 評価

空気はのびるが、水はのびないちぢまないことを活動を通して理解
したか

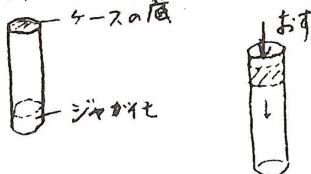
理科研究授業記録 6.9.19. 3 年 1 組 向山学級

13:35 T きのう落合君と仁井山君に実験してもらいましたね。もう一回やってもらおう

仁井山・落合 (じゃがいもを押すと…)

T うちへ帰ってやってみた人へい 今もってきた人やってらん。

C (おかしケースでじゃがいものエレベーター)



3:40 T 注射器を取りに来なさい。

手に持って注射の針を全部おきなさい。

今やった落合君の実験はこれで終わります。きのうは針を少しやりすぎた。いろいろなことをやりました。発表してもらいます。

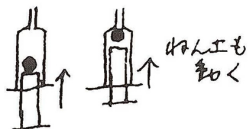
C₁ ITむりが出た。



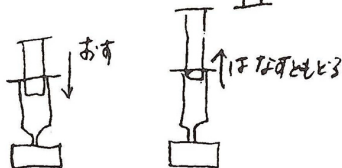
C₂ 注射器をおして離したらもとにもどった。

T これをやった人

C₃ ねん土をまるくして中へ入れておくといい (うに動く。



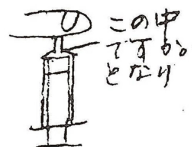
C₄



C₅ 先を指でおさえてぎゅーと中までひっぱって離すとまた上にあがって(もう(もどる)

C₆ 注射器の先をおさえて、ひっぱってポンとほなすと、空気のかたまりが何かの力でバチンと手にくる。

T 仁井山君はひっぱると戻 (板書)



13:45 T 入っていきという人入っていない人この仕組みがわかっているときょうはこの中に水が入ります。するとわかゲツを使います。板書:1

(班毎に活動)

13:58 T 空気が入っているかしら? / つずく先生に言い

14:07 T. 注射器、全部下へおろんなことをやってき

C₇ 水を入れてここへひ (板書)



T. 水を入れてみた人。もています。動かない。おない。やってみよう。

T 空気だけの場合と水だけい。

14:11 T いらっ(よい。すわって。おもいきりぐつとやると空気がど。水は動かない。今いろいろことをやりました。

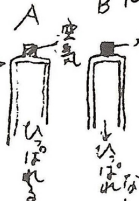
どうなるでしょう。やって

T 水が下こんだけ。これをしていいるのですか。(空気) と思う人が水がささきもうひとつ。落合君が言いここに水を入れたそうす

C₈ 空気がひっぱればひっぱるひっぱってひっぱれない

T やってみなさい

T ここには空気が入っている今日お勉強したことを席に



授業の流れ

1. 実態調査

の①

とじめた空気をちぢめられるか？

結果 できない 49名

ほんのちょっとできる 40名

はっきりできる 12名

分析

できないと考えている子が圧倒的である。

どちらかはっきりしない時は、「ほんのちょっと変わる」という意見が多く出る」という向山の仮説（ほんのちょっと理解）も、それを裏付ける。

この段階の「ほんのちょっと」は、「できない」という方の意見と見方してもよい。

ちぢめる方法

0 風船が自然にちぢんだ のほかに

1. ビール缶に入れて力を加える

2. ビール缶に入れて水を入れる

3. 風船に入れて揺る

何かが出た、

1の② アンケート (1896) 返え

1. 空気でっぼうを知っていますか A 知ってる B 知らない
2. 空気でっぼうで遊んだことがありますか A ある B ない
3. 空気でっぼうを作ったことがありますか A ある B ない
4. 空気をとじこめようと思います。どんなものにとじこめることができますか。知っているだけ書きなさい。

3の1 回答

1. A 32名 B 3名
2. A 13名 B 22名
3. A 1名 B 34名

4. ビールにとじこめる 35名
他113113.

5. とじこめた空気をちぢめる(小さくする)ことができますか

	1組	2組	3組
A. できない	15名	19名	15名
B. ほんのちぢと小さくできる。	10名	11名	19名
C. 目で見てはっきりわかるくらいできる。	10名	1名	1名

2. 空気は締められるだろうか. 空気を用いてめりものを縛ってきて
ためてごらん下さい. (2時間)

「ビール袋」の中, 今までの学習がすべて出た.

「グニャグニャ紙では, ほんのきりしきり」という結論を得た.

3 本の目は, 「固い容器」に向いていく.

空気は締められるだろうか. 空気を用いてめりものを縛ってきて
ためてごらん下さい. (2時間)

「ビール袋」の中, 今までの学習がすべて出た.

「グニャグニャ紙では, ほんのきりしきり」という結論を得た.

3 本の目は, 「固い容器」に向いていく.

328 2-10 748

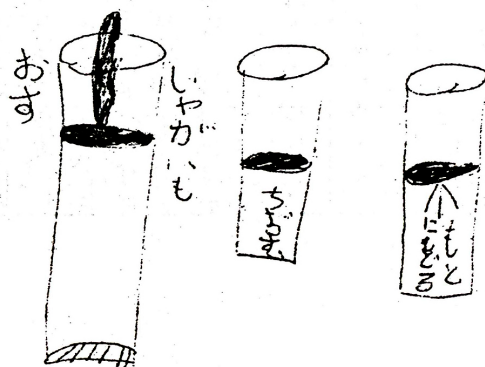
220 4-K Buck

3 固溶器 (カンビン等) の実験が始まった (2時間)

(わかったことを先生に知らせにきけい)

あー エバーターだ。仁井山・落合の発見

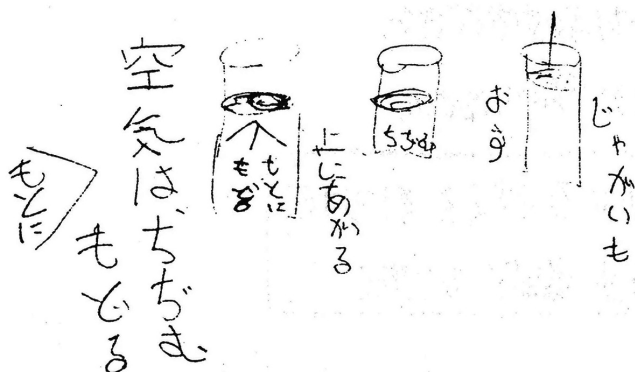
仁井山と落合の発見



① エしベーターみたいにおもしろかった
 ② やってみたかった
 ③ けいとおもった

ほくはさいしびくりにした、
 たつてエしベーターみたかった
 きかきそうしておすついで
 あ。くさき。のうかほとって
 せいにいって。めたせ!!
 おちた

空気の力はすごい。子供のあとつき

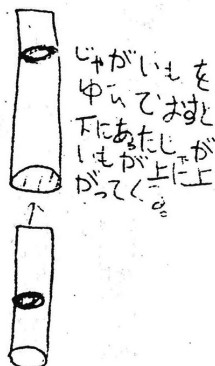
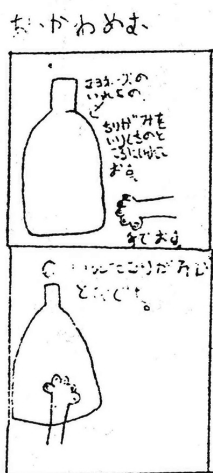


困
利
丁
カ
レ

ぐうそがそゝない力があるとは、
 わかるとはなかつた。

エレベーターみいにおもしろかった。
空気をいふいろふことだが、ふもゆる
といふべった。

大里 よしまし

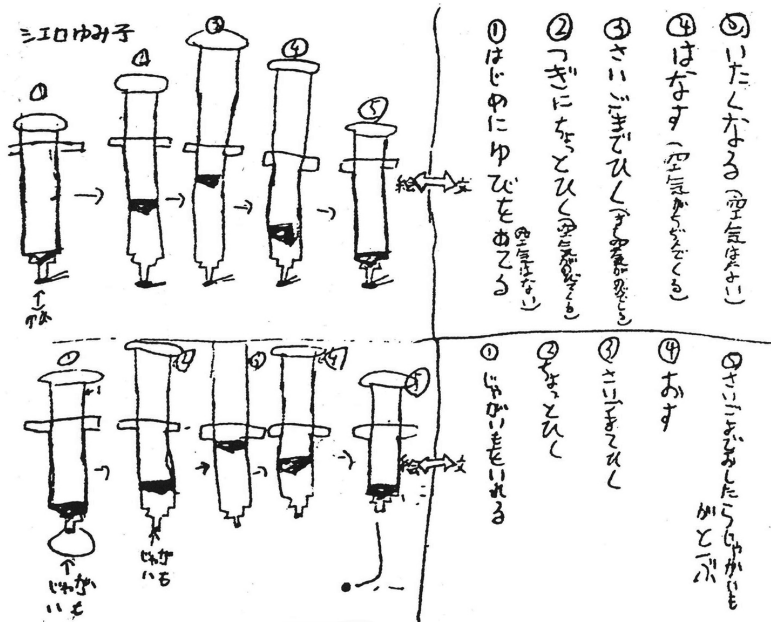


4. それは海でもできます。(3人) 全員でやります。

エレベーターはすぐ通試できた。

3人は、別のことをやり始めた。

先生、ひばりでもとります。
先生、鉄砲になります。



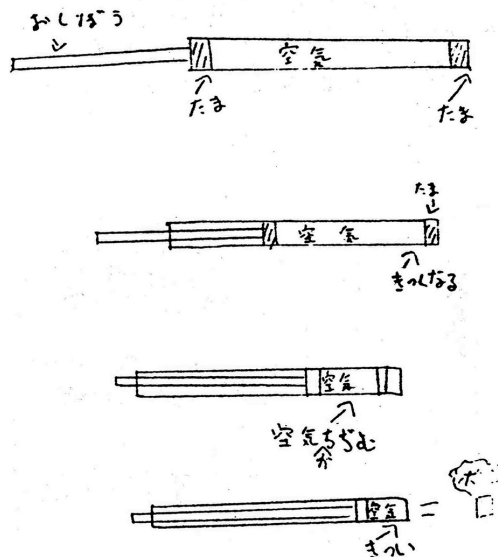
注射器論争は、もう一つの観を付与した。

水はのびない
水はちぢまない

6. 注射器鉄砲から空気鉄砲へ

空気をちぢめることを利用した空気鉄砲で遊んだ。竹鉄砲で2時間。「中が
目太い」という子供の要望で「ビール管」で2時間である。
子供達は、いろいろと考え、発見した。

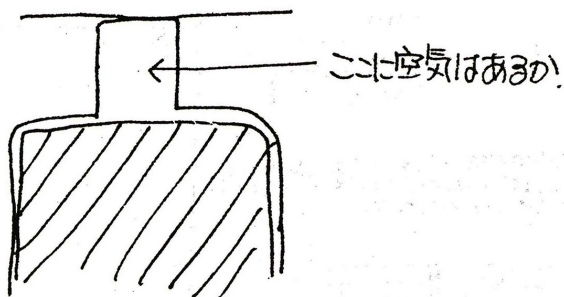
「厚さを考えた」というのが特徴である。



空気おしほうしに、たまをのめて、おして、空気がき
くなって、たまがでる

5. 論争

注射器の先に空気はあるか



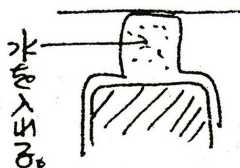
注射器は「ひっぱるともどる」というところからこの論争は生じた。

「もともと空気はない」「空気がうすくなる」とどの意見が対立した。

これが、研究発表の内容である。

本を使ったグループが、これを解決した。先端に本を入れると注射器は動かないのである。

あ、動かない



親

空気はちんでもどる。

また、のびてもどる。

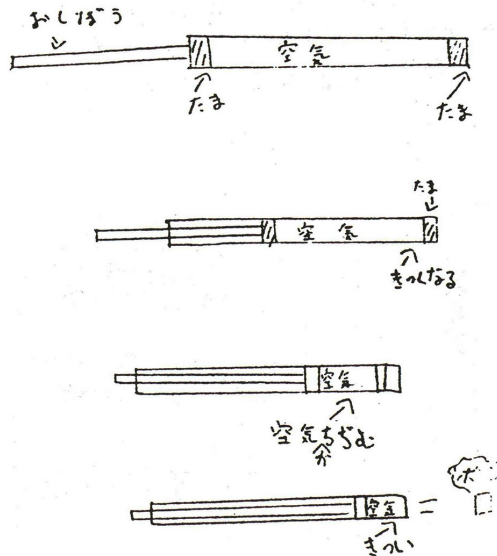
注射器論争は、もう一つの発見をたらしめた。

水はのびない
水はちぢまない

6. 注射器鉄砲から空気鉄砲へ

空気をちぢめることを利用した空気鉄砲を造った。竹鉄砲で2時間。「中が
目太い」という庄の要望で「ビール管」で2時間である。
るはき。いろいろと考へ、発見した。

「厚皮を考へた」というのが特徴である。



空気ぶいぶいに、たまをのめて、おして、空気がき
く。たまがでる

岡山大学研究授業の分析

1. 研究協議会に於て、3年グループは次の提言を提出した。

本研究における三年の主張は次の通りである。

1. 「空気銃」という単位は、大きな欠点がある
 - (1) 二年の学習と遠隔する
 - (2) 「与えられた活動」の面が濃すぎる。
 - (3) 空気と木が分離している。
 - (4) 「なぜとどる理由」は複雑で、「空気かちもち・とどる」が理解しにくい。
2. 「空気はちちめられるか？」という事件を問いから始まる方法は、前者より良い
 - (1) 二年の学習と直接に連続する
 - (2) 自分で考えた活動を展開する。
 - (3) 空気と木の学習が深く関係している。
 - (4) 「空気かちもち・とどる」現象が理解しやすい。
3. 「指導要領」を、次の如く訂正すべきである。

所じいめた空気ト力を加えたときの様子を調べ、空気トは弾性があることを理解させる。

了、空気を押し縮めると、力さが小さくなるが、手をたえは大きくなり元にもどろうとすること。 ※ 入れる。

またこの弾性値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、木は押し縮められないこと。

※ 空気をひっぱるとこの弾の現象が現れること、—

「ちぢめる・のぼす」は、察知に用いた現象である。総則の文には、「潮位」を
 測定せよとあるのに、「のぼす・もどる」がないのは片手落ちである。

水とのちがいは、「ちぢめる・もどる」よりも、「のぼす・もどる」との区別の方が、はるかに分りやすい。

潮位を「空気現象」と固定しているから、「潮位がせまくなる」「のぼす・もどる」
 がおなじものとの区別が出来ると思える

「水はのびちぢみしない」ということと共に、「空気はのびる・もどる」という両面
 を考えるべきだという主張である。

3年生の学習活動は、自然に「もどる」現象に目を向けたのであろう。

II 「潮位」についても、いくつかの成果を得た。

その内容は、研究概要に要約した。

よって、この部分は省略する

三人で思いついたことを思いきりしゃべりあう研究だった。

自由に、面白くて、楽しかった。資料をまとめる時期(11月)交代で風
 邪をひいた。それでもあけてす。ゆったりと仕事をした。

〈小方・天野・向山〉

第 3 学年 実践報告 (空気を縮める)

I 研究の取り組み

(1) 本単元の指導について

単元構成に先だち、実態調査を行った。

「空気はちぢめられると思いますか」という問いが中心である。

子どもたちは、「ビニル袋で試させて下さい」と言ってきた。2年生の時の学習を思い出したのである。先行学習がこういう形で生きていたのである。

そこで私たちは、「空気はちぢめられますか」という問いを発端として単元を構成することにした。子ども達は、この基本テーマをさまざまな方法で追求した。

はじめは2年生の学習を再現し、次にビニル袋から離れて片側が開いている固い容器(ビン・カン)を見つけ、お菓子のケースという絶好の実験器具を発見し、ついで注射器へとすすみ、最後は両側の開いている鉄砲へとすすむ学習活動であった。

(2) 活動化について

活動化を図る上で、いくつかの工夫をした。

学習課題を解決する方法は、子どもたちの考えを100%近く尊重した。はじめ、2年生の時に学習したことにとこだわり、ビニル袋や風船での実験が多かったが、ついにフィルムケースやお菓子のケースという絶好の実験用具を発見した。

活動は一人ひとりの考えを尊重して、個々に行われたが、どうしても集まらなくてはならない「よりあい場所」を設定した。つまり、「水」などの重要なものを一つだけは全体に与えずに、共用にしたのである。水を使う時は一か所に集まらなくてはならない。そこは、子どもたちの「よりあい場所」であり、情報を交換する場所として働いたのである。

学習の途中で「発見したこと」は記録させ、教師に見せに來させた。一人ひとりと教師がこのような形で結びつき、個人に対応した学習活動が展開された。子どもたちは実に多くのことを発見した。重要なものは「落合の発見」「塩谷の問題」などと個人名がつけられ全員に紹介した。

(3) 学習の流れ

1次……空気はちぢめられるかどうか、手近な材料をいろいろ持ちよって調べる。

(8 時間)

2次……竹や塩ビ管の空気鉄砲の玉が飛ぶわけを考える。

(4 時間)

Ⅱ 指導の実践と記録

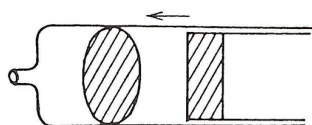
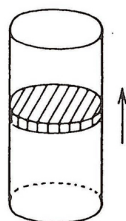
本時は6時、注射器を引っ張るともどるのは、筒先の空気がのびるためかどうか調べる。

児 童 の 活 動	活 動 化 の 手 だ て
① 空気を縮めた実験について、発表する。	(場の構成)(前時空気を縮める実験の続き。子どもが持ちよった容器とプラスチック製注射器全員分) お菓子のケースや注射器を使った実験について、発表してもらいます。 • 器具を使って全員の前で発表する。 • 全員に体験させる時間をとる。
② 注射器の先端に空気が入っているかどうかについて調べる。	注射器の先端に空気が入っているかどうかを調べなさい。 • 注射器は全員分用意する。 • 水を入れた容器は一つ準備する。(よりあい場所の設置＝情報交換の場所) • 見つけたことは、その都度知らせにこさせる。 • 活動時間は、20分以上確保する。
③ 注射器を使って調べたことを発表する。	

活 動 の 記 録

① 「空気は縮められるか」という追究活動は「透明なお菓子のケースによる実験」で、

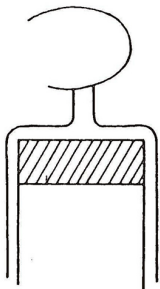
頂点に達した。ケースの中の
ジャがいもが指で押すと縮ん
で、指を離すと上にもどっ
てくるのである。「エレベーター
だ」と子ども達は言ってい



た。発見者の名をつけて、「落合・仁井山の発見」と命名した。

同様のことを注射器の中に粘土を入れて実験した子がいた。粘土が動くのである。

② 注射器が学習活動の中心になった。子ども達は「縮める」ことから「ひっぱる」活動に移った。



注射器の空気を出した状態で先端をふさぎ、注射器のとってを引っ張るのである。すると注射器はもとにもどる。

この時、先端に空気が入っているかどうか問題となったのである。

「空気はある 19 人」、「空気はない 13 人」の分布であった。

子どもたちは、何度も何度も引っ張って実験した。先端部分をじっと見つめる子どももいた。先端に粘土をつめ込む子もいた。

先端に水を入れて実験する子がいた。びっくりして教師の所にとんできた。

「先生、水を入れると注射器が動きません。」いつも静かな裕子さんだった。

ここまでの活動時間は、23 分間。全員が水を入れて実験した。どの子もびっくりした表情だった。「本当だ。水を入れると動かなくなる」

子どもは、動かなくなる理由を考える。「そうだ、空気はのびるけど、水はのびないんだ」多くの子(30名)はそう考えた。が、4名の子は、「これだけではまだ分らない」という意見だった。少数の子どもたちの意見は、「水が入るとのびなくなるのはわかる。しかし、はじめは真空だったのだ」という内容であった。

Ⅲ ま と め

子どもの学習活動は、教師の予想をはるかに越えて豊かであった。多くのことを学んだが、とりわけ印象に残ることは次のことであった。

(1) 教師が困った「予想外の活動」が、授業の広がりをもたらした。

小方学級の研究授業は、「注射器で空気を縮める」学習であった。授業はスムーズにすすんでいった。

注射器を手にした子どもたちは、教師の指示通り、注射器で空気を縮めはじめた。5分、10分、一通りの活動をした子ども達は、次に指で先端をふさいで、注射器をひっぱった。「ぽん」という大きな音がして、注射器はぬけた。面白がった子ども達は、次々にまねをはじめた。ぽん、ぽん、という音が教室にひびいた。

反省会で小方教諭は、さかんに「授業中、困ってしまった」と発言された。

私たちは、この問題をつっこんで考えてみた。あれは、子ども達の自然な活動なのではないか。だから「中止させる」のは、自然な活動の流れを切ってしまうことになる。

「教師が困ったときこそ何かがある」のだから、きっと「ぽんという活動」には何かがかくされているはずだ。そういえば子どもが何か言っていた、＜これは空気が伸びているのかな＞……そして組みたてたのが本報告の授業である。

(2) 一見むだに思える自由な活動が、学習内容を理解するもとになった。

「空気が縮められるか」という課題に対して、子ども達ははじめ、ビニル袋、風船などのぐにゃぐにゃな物で実験した。2年生の学習が生きていた。

「空気がもれるのではないか」と水の中で実験し、「小さいのでは分らない」と大きなビニル袋を用意した。この活動がおよそ2時間から3時間、見ていてむだに思える活動だった。しかし、この活動で「空気」についての手ごたえを子ども達は十分に得たのだった。「もどる」「ふきだす」「すきまにも入る」などのさまざまな手ごたえを得ていたのだった。

空気鉄砲は、竹鉄砲から入った。「竹の切り口の太い方から入るとよくとぶ」というような発見も出された。その後、塩ビ管鉄砲を手にした子ども達は「これはつまらない」と言ったのである。竹鉄砲のさまざまな活動を通して、塩ビ管で学習することをとくに分っていたのである。更に、竹鉄砲の方が、活動の範囲が広がったのである。

子どもたちの活動は多様であった。思いがけない動きに、思いがけない価値を見つけることがあった。子どもの活動を助ける教師の発問・指示はどうすればよいか、今後の課題である。

小森 栄治

1. 調布大塚小4年間の画期的な理科授業

「私は今までに、理科の研究授業をしたことがありません」と「理科研究授業奮戦記」(1983.2.3)にある。向山氏は、高学年担任が多かったため、それまでの15年間で理科を教えたのは4年間しかなかったのだ。

調布大塚小学校は1982年度に4教科の校内研究を行い、その1つが理科だった。向山氏は82年からの4年間で、後世に残る提案性のある理科授業を次々と行った。

82年度の3学期には4年「乾電池と豆電球」で公開授業を行った。

83年度からの3年間、調布大塚小学校は全校で理科の研究に取り組んだ。向山氏はその中心となり、1年「じしゃく」の授業で、自由試行を取り入れた。

84年度には2年「水に溶けるもの」、「豆電球」の研究授業を行った。

85年度は調布大塚小理科研究最終発表の年であり、向山氏は3年「空気をちぢめる」、「じしゃく」で研究授業を行った。

調布大塚小学校では、学年ごとに単元を決め全教員が研究授業を行い、ぶ厚い「学年研究の報告書」を発行していた。当時の校長、中島芳之氏は77年版学習指導要領理科の作成協力者であった。向山氏が着任したころ教務主任をしていた坂本茂信氏は、68年版学習指導要領理科の作成協力者であり、NHKの「理科教室」講師を12年間も勤め、初等理科教育研究会の中心メンバーであった。調布大塚小は理科授業研究に最適の場でもあったといえる。

2. 日本の理科教育における自由試行

自由試行のルーツは、1960年代アメリカの理科教育現代化運動である。初等理科教育カリキュラムESSの初代委員長ホーキンスが1965年にMessing About(さまよい歩く、いじくりまわす)と提唱したのが、「自由試行」と訳された。

ホーキンスは、「教師の指示なしに物をいじくりまわす自由試行」、「教材や手引きにより自分の考えや課題を深化する過程」、「学級内での議論、教師による科学の世界への導きの過程」の3つを組み合わせることが重要としていた。順番は関係ない。

向山氏は研究の過程で東京都立教育研究所の紀要(73年10月)に自由試行の実践を見いだした。('理科研究授業奮戦記PART II' No.13 1984.2.1)

「この『自由試行』ということばにめぐりあって、私はある部分がスッキリした」と奮戦記に記している。しかし、紀要の実践では自由試行の次がワークシートになっていることに対して、次のように批判している。

- ①自由試行の意味が不明である。ただやらせっぱなしになっている。自由試行が次の段階へ連続していない。
- ②討議の過程が抜かされている。これは変だ。三つの段階でセットだったはずである。

当時、初等理科教育では自由試行が広まっていた。初等理科教育研究会の機関誌『初等理科教育』84年12月増大号では、「自由な試行活動の意義」が特集されている。

日本に自由試行を広めた丸本喜一は、巻頭の論説「自由な試行活動の意義－10年間の足跡を顧みて－」でホーキンスの自由試行にはじめて接した当時（71年）のことを次のように書いている。「**何という大胆な提案であり、豊かな発想だろうか**」

80年ごろになると、自由試行が全国に広まったが、丸本は次のように書いている。「**与える材料をあまり吟味しないで、ただ物を豊富に与え遊ばせておけば、豊かな発想が生み出され創造性が養われるように誤解する人も多かった**」

そのような80年代に、向山氏は自由試行と討議を組み合わせ、児童の活動や物の分析を徹底的に行っていたのだ。

丸本は、自由試行が**はい回る経験主義**になりかねないと危惧し、79年に自由試行を**自由な試行活動**と改めた。

実は、この「自由な試行活動」の名付け親は樋口雅子氏（当時、明治図書。現在、学芸みらい社）だ。丸本喜一『ここが理科指導のポイントだ』（明治図書、1986）のあとがきに次のようにある。

「**そうだ。自由試行としないで、活動の一種ととらえ『自由な試行活動』**といえ、**すっきりする**」。私は、樋口女史の着想のよさに感心した。

3. 児童の学習や体験、思考の連続性を重視

向山氏は、「空気をちぢめる」の単元が、教科書では空気鉄砲から始まることに疑問を感じ、小2「空気をとじこめる」の学習、体験からの連続を重視し、「空気を縮める」を第一次にした。

「**空気は縮められるだろうか。空気をとじこめるものを持ってきて試してごらん**なさい」という発問と指示に対し、1時間目に児童が持ってきたものはほとんどビニル袋だった。2時間目になると風船が持ち込まれ、水中での実験が行われた。「**子供たちは2時間、2年生の学習をもとに活動した**」と分析している。3時間目になるとカンなど片方がふさがっている固いものが持ち込まれた。次は「フタをどうするか」でジャガイモと注射器が持ち込まれた。ここまで、向山氏はほとんど口出ししていない。児童の活動が連続的に変化している。

この段階で向山氏はあえて「ビニル袋・風船を使つての実験」に限定して話し合いを仕掛けた。論争後に「**ビニル・風船のふわふわ・グニャグニャでは結論が出なかった**」と区切りをつけ、注射器を使った活動へつなげている。児童が注射器を押すだけでなく、引っ張ることに興味を持ったことに着目し、教材の必然性を見いだしている。その注射器を引っ張る活動から、先端に空気があるかないかで論争する中で、水を入れて実験したグループから、「**水はのびない、水はちぢまない**」の発見につながっていく。

見事としかいいようがない。児童の活動、試行の連続を重視しながら、学習指導要領で目指している、空気の弾性、水の非弾性を児童が見いだしているのだ。

現在、理科教育では、探究、アーギュメントがさかんに言われている。向山氏の「空気をちぢめる」では、児童の自由試行による探究、見いだした事実に基づく討論（アーギュメント）が連続的に組み合わせられて、単元のねらいを達成している。まさに今日的な授業である。



2月特典

No.03 | 2024年2月

向山洋一 教育資料

1985.9.19 3年理科「空気をちぢめる」

発行日 2024年2月2日

発行所 向山洋一教育技術研究所

所在地 〒142-0064 東京都品川区旗の台2丁目4番12号



谷和樹の教育新宝島

<https://shintakarajima.jp>



向山洋一公式サイト

<https://mukoyamayoichi.com>

このPDFは、プリンタの「冊子印刷」を選択すると冊子になります。
他人への譲渡および個人研究以外の目的で使用することを禁じます。