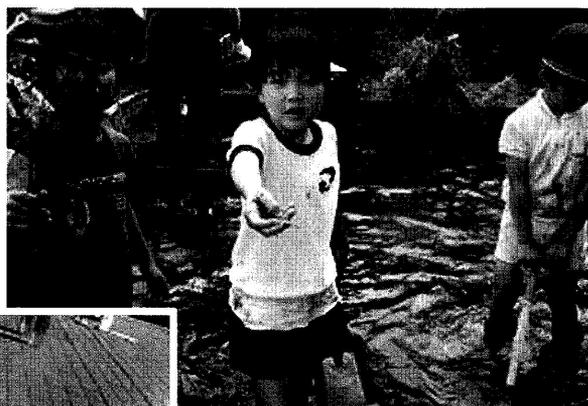
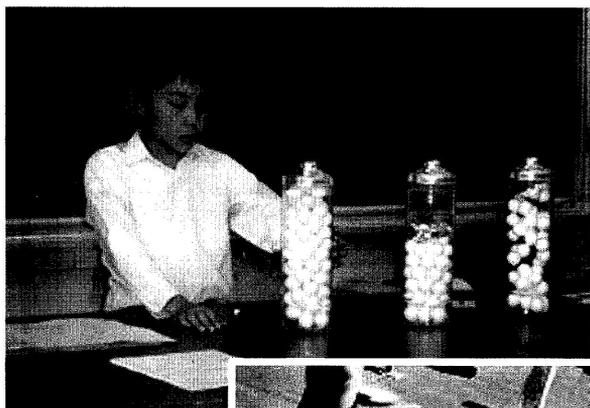


自然科学科の研究

佐藤 茂幸・糀谷 正夫・鈴木 昭人



🔍 キーワード

生活の中の事象 科学の有用性 12年間の学び

🔍 主張

「自然科学科」では、「科学の有用性への新たな認識を創りあげる子ども」を求めていく。科学の有用性を子どもが認識するには、自然の事物・現象の性質や規則性が自分の生活のどこにどのように利用されているのかを捉え、「だから、こうなっていたんだ」と納得することが必要である。そのために、自然科学科では生活の中にある具体的な事象を学習の内容として取り上げる。複数の自然の事物・現象の性質や規則性が複合されている事象に性質・規則性を適応させ、それらに関係づけながら、科学的なものの見方考え方を働かせることによって有用性を実証していく姿を期待した。この学びを具現するために幼稚園・小学校・中学校の学びを内容でつなぎながらカリキュラムを編成し、実践から段階的に概念形成を図ることを目指した。

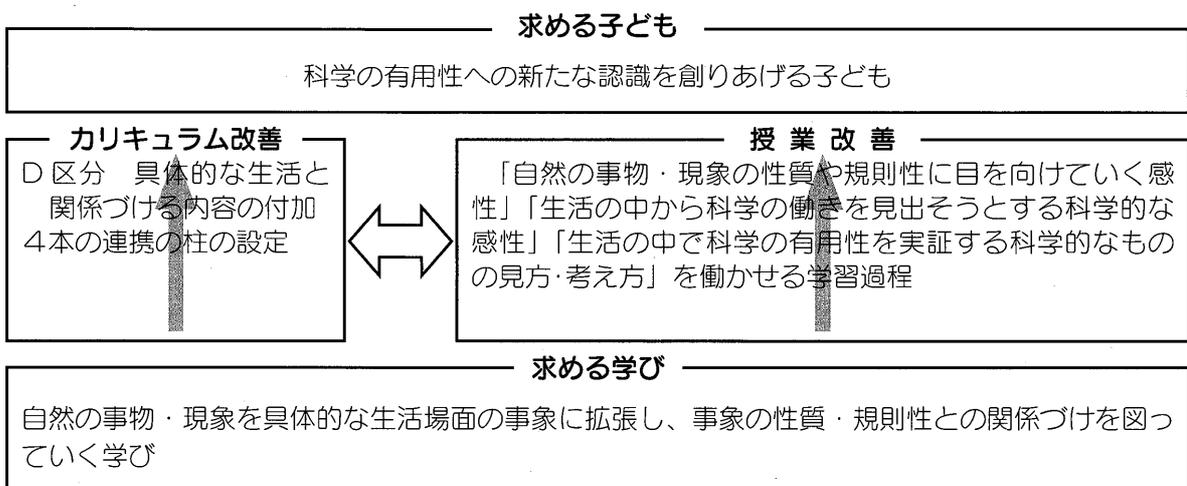
I 生活との関わりから「科学の有用性への新たな認識」を創りあげる自然科学科

1. 自然科学科で求める子ども

研究主題「創造的な知性を培う」のもとの自然科学科では、「科学の有用性への新たな認識を創りあげる子ども」の具現をめざす。科学の有用性は、自然の事物・現象の性質や規則性が自分の生活のどこにどのように利用されているのかをとらえ、「だから、こうなっていたんだ」と納得することで得られる。これは、科学的に考えていくことや、性質や規則性を生活と関わらせて理解することの良さへの気づき、自分の身の回りがそれまでと異なるものとして捉えられていくことが新たな認識を創りあげる子どもの姿と押さえた。

そのために、自然科学科では性質や規則性を生活の個々の事象に併せて他の要素と関係づけていくことで、その働きをとらえていこうとする姿を求めていく。生活の中の事象は1つの性質や規則性だけで説明できるものではない。他の性質や規則性と併せることで、利用できるものとなっている。つまり、複数の性質や規則性の関わりをとらえていく学びが必要である。このような学びから、他の場面においても事象を説明できたり、自分なりの工夫を加えて新たなものを創りあげたりしていく力へとつながる。この学びを広げていくことで、科学は生活にとって大切なものであるという「科学の有用性への新たな認識」を創りあげていく姿を求めていく。

具体的には、カリキュラム改善と授業改善によってこの学びの具現を図っていく。



2. 科学の有用性への新たな認識を創りあげるカリキュラム改善の視点

(1) 生活との関わりからD区分「人々の生活と知恵」の内容を付加していく

科学の有用性を子どもが実感的に捉えていくために、性質や規則性が別の要素との組み合わせによって利用がされている具体的な生活の事象を学習対象として取り上げていく。そのために、D区分「人々の暮らしと知恵」を設定し、従来の理科の内容に付加して単元開発を行っていく。

(2) 幼・小・中の内容連携を進めるために、中心概念を4つに規定する

幼稚園「かがく」・接続期「かがく」・小学校「自然科学科」・中学校理科、「科学／技術科」とのカリキュラムの連携を図るために、この連携カリキュラムで形成していく概念・認識を区分ごとに規定し、12年間の段階的な形成をねらうものとする。※詳しくは紀要の内容関連表を参照

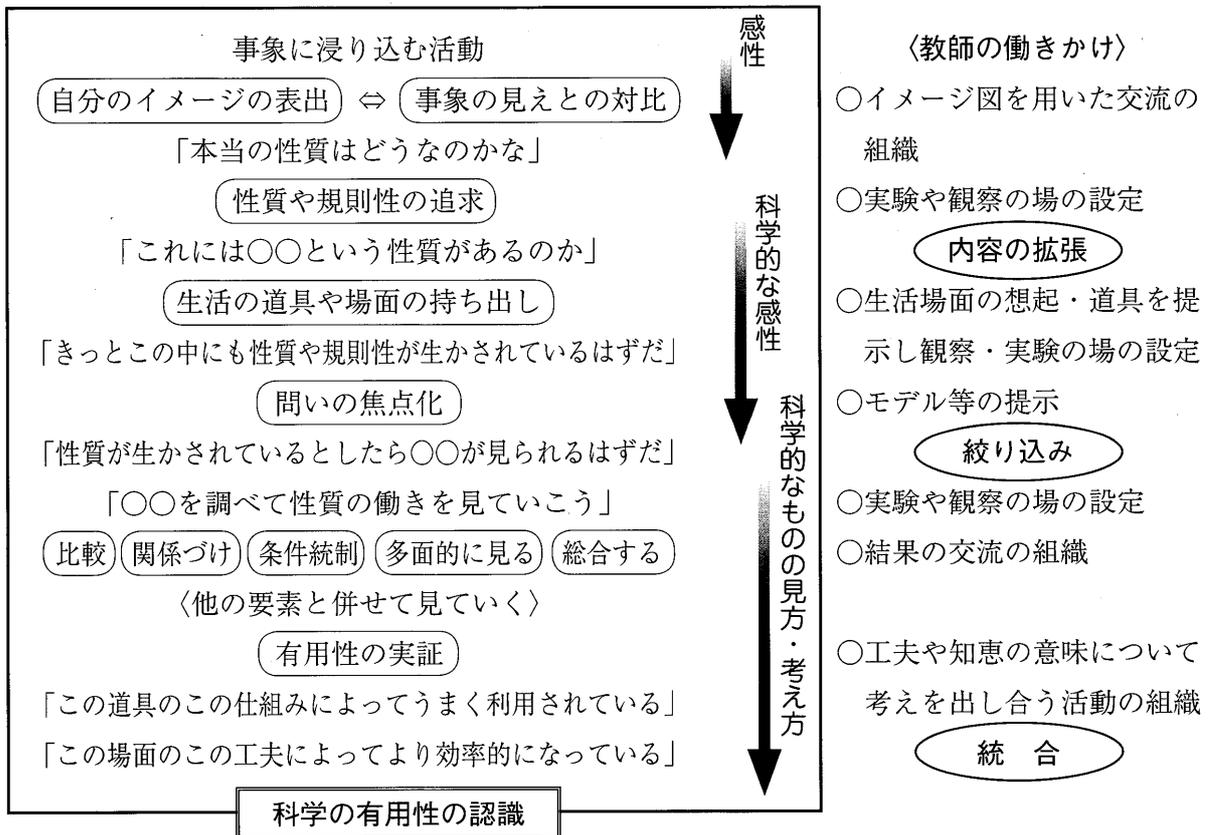
3. 科学の有用性への新たな認識を創りあげる授業改善の方策

(1) 自然科学科ではぐくむ「感性、科学的な感性、科学的なものの見方・考え方」

「科学の有用性への新たな認識を創りあげる子ども」を求めて、はぐくみたい「感性」を「自然の事物・現象の性質や規則性に目を向けていく力」、「科学的な感性」を「生活の中から科学の働きを見出そうとする力」、「科学的なものの見方・考え方」を「生活の中で科学の有用性を実証する力」と押さえる。具体的には次のような学びを構想した。

子どもが見出してきた性質や規則性と同一要素をもった生活の道具や場面を持ち出し、きつとこの事象の中にも同じ性質や規則性が生かされているに違いない、このことを確かめるには「この視点(性質・規則性)から調べていけば分かりそうだ」(科学的な感性の働き)と解決への見通しを持ちながら問いを焦点化していく。そのことを実証する過程で、子どもが「比較する」、「因果を関係づける」、「条件を制御して調べる」、「複数の観点から多面的に見る」「生活の中での科学の価値を総合的に捉える」(科学的なものの見方・考え方)といった「生活の中で科学の有用性を実証する力」を働かせ問題解決を図っていく。

(2) 「科学的な感性、科学的なものの見方・考え方」を働かせた学び



4. 新たな評価方法の開発

生活の中で科学の有用性を実証していくための「科学的なものの見方・考え方」がどのようにはぐくまれてきているかを評価する。このために、単元終末に生活場面に用いられる道具を取り上げ、仕組みを説明するといったパフォーマンステストを行い、因果を関係づける、条件を制御する、総合的に判断する等の力をどのように働かせて問題を解決しようとしているのかを観点ごとに評価していく。そして、単元ごとに「思考の方法」としてはぐくみたい「科学的なものの見方・考え方」についての個人プロフィールを作成していくことで、学年間の段階を明らかにしていく。

Ⅱ－１ 実践の概要

第2学年

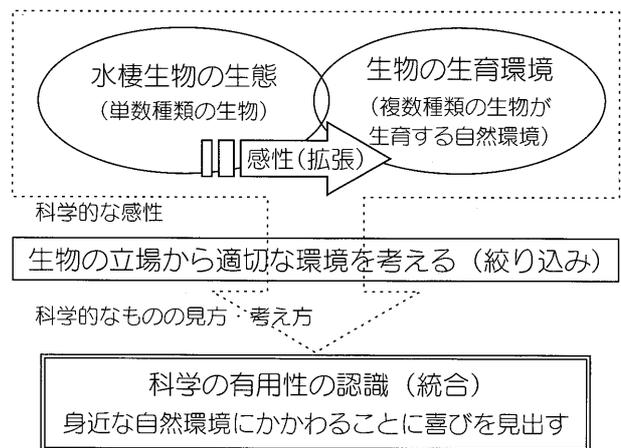
「よみがえれ！ヤッホー池

～生きものとなかよしになれるヤッホー池にしよう～」

1. 身近な自然環境にかかわることに喜びを見出す学び

生き物单元ではどのような新たな概念・認識・価値観の形成を図ったらよいのか。自然界では複数種の生き物が同じ環境で共に生育しているという現実を踏まえると、生物と環境とを一つの世界として併せてとらえることが大切である。そして、この生物を含めた環境に積極的にかかわることは楽しいという新たな認識の形成に向かうことを目指す。自然科学科・理科の連携の柱「生命の連続についての概念」の系列で1年生までに学習内容としてきたことは「身の回りの動植物への親しみ・大切にする心、生命の存在・成長への気付き、育つ場所への関心」である。

そこで、本单元では、水棲生物の生態から生育環境（ヤッホー池）にまで目を向け（拡張）、集団としての意思決定場面を取り入れて生き物の立場から適切な環境を考え（絞り込み）、生き物の世界を創りあげることに自分たちがかわることに喜びを見出して科学の有用性に迫る（統合する）自然科学科の授業を目指した。この後、上学年の学習である「生物と季節や環境」につながると考えるからである。



2. 単元の構想

(1) 単元の目標

ヤッホー池に棲む生き物となかよくなろうと飼育したり調べたりして生き物への適切なかわり方を明らかにしていく中で、ヤッホー池の生き物はそれぞれ固有の特性があって、それらがいっしょにいることで互いの生育を支え合っていることに気づき、もっとヤッホー池にかかわれるように生き物に合った環境上の工夫をしていくことができる。

(2) 追求の構想(14時間)

1次 ぼくたち・わたしたちのヤッホー池(4時間)

- ◎ ヤッホー池の生き物となかよしになろう～教室で飼って世話をしよう～

2次 ヤッホー池の秘密をさぐろう(4時間)

生き物たちをヤッホー池に返してあげたいな。

- ◎ ヤッホー池に棲む生き物たちは池の中でどうやって暮らしているのかな。

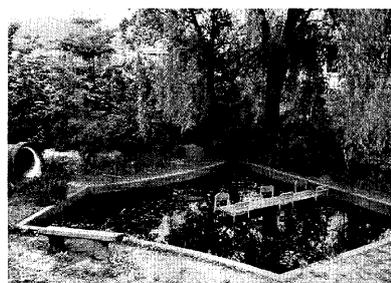
みんな一緒に生きている 水はこのままで大丈夫? 棲み家は? 自然に近い形にしよう

第3次 生き物たちを守り、生き物がもっといっぱいになるヤッホー池にしよう(6時間)

- ◎ ヤッホー池の生き物お助け・お掃除・水替え・生き物お返し大作戦に挑戦しよう。

3. 授業の実際

ヤッホー池は校地内にある自然観察池である。手入れされずに、落ち葉や流れ込んだ大量の土や石などによって富栄養化が進んだ結果、緑色に濁り、底は見えなくなっていた。それでも、アメンボ、オタマジャクシ、ヤゴ、ドジョウ、ギンブナ、ミズカマキリ等の生き物が棲み付き、複数種の生物が生育する一つの世界ができています。



ぼくたち・わたしたちのヤッホー池

(1) ヤッホー池をきれいにして、生き物いっぱいになりたいな。

春、学校周りの散歩でヤッホー池に立ち止まり、生き物を見つけたり、つかまえたりする数人の子どもたちをやがて大勢が取り巻く。自ずから活動がスタートしたのである。

こうして、子どもたちはヤッホー池に棲む生き物に興味・関心を高めてきた。この状況を見取って、多数の網と一人一個の水槽を用意した。早速、教室には多くの水槽が並び、休憩時間のたびにつかまえようと挑戦したり、時間いっぱいケースの中の生き物を覗き込んだりしている。

優子さんもその一人であった。2日間生き物をつかまえようとするうちに、オタマジャクシをつかまえることができ、それを教室で飼うことにした。水槽をのぞき込みながら「生き物がなかよく遊べるようにしたい。そのためには水草を入れるといい。だって、トランポリンみたいに遊べるから」と仲間と話し、家から水草を持って来て入れてあげていた。

ヤッホー池の生き物にかかわるうちに、子どもたちは水が汚れてくさいこと、1年生の時はずっといっぱいいたことなどを挙げながら、次のように願いを高めてきた。いっぱいの生き物となかよくしていきたいし、ヤッホー池そのものにもかかわっていききたいというのである。



生き物がもっと
たくさんいるといいな。



ヤッホー池の水を
もっときれいにしたい。

(2) 生き物たちはヤッホー池でどうやって暮らしているのかな。

「水槽を棲みやすくするにはどうしたらよいか」と問いかけると、「ヤッホー池と似たようにしたい」と発言があった。それを受け、水槽の様子とヤッホー池の様子とを水と物、えさの観点から比べて検討するように働きかけた。

	水槽の中の様子	ヤッホー池の中の様子
(例) オタマジャクシの食べ物	かつおぶし、ごはんつぶ、コマツナ、 ハウレンソウ (図鑑より)	??, アメンボ?, こけの細かいもの?

すると、図鑑には与えるえさの記載はあるものの、池の中で実際に食べているものははっきりせず、調べたいと言ってきた。「自然の事物・現象の性質や規則性に目を向けていく感性」を働かせ、水槽の生き物の食性を考えることからヤッホー池の環境を見つめようとするこへ学習対象を拡張させてきたのである。

さらに、ヤッホー池に棲む生き物たちの実際の食べ物を CD-ROM を使って調べてきた。

	池の中で食べているもの
ミズカマキリ	小魚の血を吸う、水の昆虫、アメンボ、オタマジャクシ
ヤゴ	小魚、オタマジャクシ、水の昆虫
ドジョウ	どろの中の小さな生き物、ユスリカ、イトミミズ、オタマジャクシ

調べ活動からミズカマキリがアメンボやオタマジャクシを食べることがはっきりしてくると、優子さんはカードに「ミズカマキリは悪者だ。他の生き物はミズカマキリを恐ろしいと思っているかもしれない」と書いた。これまでオタマジャクシを大切にしてきただけに衝撃は大きかった。

ここで、ヤッホー池に棲む生き物によい・悪いがあるのかについて話し合う活動を組織した。単独でなく複数種が一緒にいて生育を支え合っていることに気付くことを意図したからである。

私たちが、牛や豚を
食べて生きている。

ご飯の前に「いただきます」と言う
のは、「命をいただく」ということ。

ミズカマキリだって、鳥に
食べられてしまうそうだよ。

話し合いを通して、優子さんは「悪い生き物はいない。だって、人も鳥とかを食べて生きているから、ミズカマキリだって悪くないと思いました」と記述した。ミズカマキリの立場も考慮しながら、ヤッホー池では生き物たちが一緒に生きていることをとらえてきた姿であると評価した。

(3) 水は替えたほうがいいのか、替えないほうがいいのか？

生き物たちが一緒に生きていることをとらえると、生き物が増えるようにヤッホー池をきれいになりたいという願いに向かって学級全体は動き出した。「落ち葉とごみは拾う」、「どろは小さな生き物がいるから半分残す」と話し合いで決まったが、水については、水を替えるか替えないかで意見が分かれた。そこで、水槽に入れた池の水と水道水とを比べる活動を組織した。立場を明確にし、観察から根拠を持ち出す話し合いを期待したのである。

優子さんは水の色やにおいを比べて「水道水を混ぜるといい。だって、混ぜると透明だし、臭いもなくなるから」と発言した。しかし、「生き物には今の水が慣れている」「今の水は人間にはくさいけど、生き物にとってはいい」等、池の水がよいとする立場からの発言が続くと、優子さんは「生き物のことを考えると実験することはできないし…」と発言する。透明でにおいがない水道水のよさの上に、自然水としての池の水のよさをとらえ始めてきていると評価した。経験の持ち出しや水を比べる活動を通して「生活の中から科学の働きを見出そうとする科学的な感性」を働かせて、水選びの条件について観点を絞り込んできたのである。



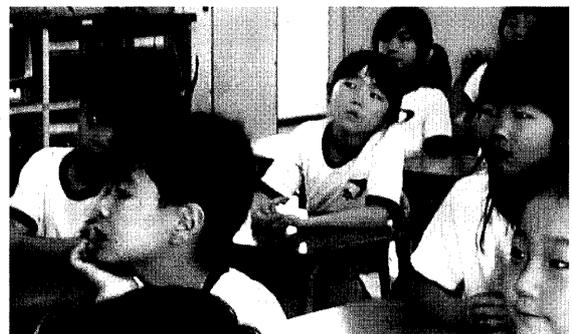
生き物にとってよい水をはっきりさせてきた状況

においを比べる優子さん

にあるが、結論を出せずにいる子どもたち。そこで、「誰かに相談できないかな」と問いかけた。すると、永井蝶太郎先生（NPO「信濃川学校」代表）の名前が挙がった。優子さんも「蝶太郎先生は朝会で話してくれたこともあるし、生き物のことをよく知っていると思う」と賛成した。そして、蝶太郎先生からお話を聞く活動を組織した。

<永井蝶太郎さんのお話>

生き物たちのことを大切にしようと、一生懸命に勉強しているみんなはすごいね。みんなが言うように、生き物には自然の水がいいね。川の水ならきれいだし、ヤッホー池のそばを流れる用水の水を引き込めないかな？



蝶太郎先生の「川の水を引き込む」という提案にじっと耳を傾ける優子さん

子どもたちは晴れ晴れとした表情を見せた。川の水利権の話には農家組合長さんにすぐに手紙を書くと言う子どももいた。さらに、「ヤッホー池に棲む生き物たちを助け、池を掃除し、水替えし、また池に返す大作戦をしていこうか」という教師の提案に、子どもたちは大きくうなずいた。

優子
生き物のためにがんばって
お掃除したい。

賛成!!

池に看板を立てよう。名前は「なかよし
ヤッホー池」がいい。生き物と人間とヤッ
ホー池と、なかよしだもの。

賛成!!

「生き物おたすけ大作せん」に
かける発言

全校にポスターを書いて知らせたい。

(4) きれいになったよ！ヤッホー池。魚たちも喜んでいるよ。



生き物お助け大作戦 ～ お掃除大作戦 ～ 水替え大作戦 ～ 生き物お返し大作戦

優子さんは、オタマジャクシをそっとすくって「おたすけプール」に入れたり、コンクリートブロックを底に並べて棲みかを作ったりして、生き物の様子をじっと観察していた。活動後、振り返りカードに次のように記述した。

ヤッホー池に生き物を返しました。よく見るとオタマジャクシがコンクリートブロックの穴から出たり入ったりしています。生き物はしゃべらないから行動で嬉しいって伝えているのかも知れないです。今までくさい濁り水だったけど今はくさくない水だから出たり入ったりしているんだな。

「生活の中で科学の有用性を実証する科学的なものの見方・考え方」を働かせ、生き物によい水を選んでヤッホー池にかかわっていく中で透明なおいのない自然の水がよいことを実証した喜びが記述に表れている。身近な自然環境にかかわって、生き物にとっても自分にとってもよい「なかよしヤッホー池」を作り上げた喜びと満足感を味わっている優子さんである。

4. 評価

単元終了後に、自己評価による振り返りとパフォーマンステストを行った。

学習を振り返って（自己評価） （全34人）	よくできた	大体できた	あまりできなかった	できなかった
1 ヤッホー池の生き物たちを大切にしようと思いましたか。	30人(優子)	4人	0人	0人
2 ヤッホー池の生き物たちのためにできることを考えましたか。	27人(優子)	6人	0人	1人
3 生き物を大切に、生き物いっぱいにするために、がんばりましたか。	28人(優子)	5人	0人	無1人

パフォーマンステストとして「生き物いっぱい池の自由設計図」の描画を課題とした。優子さんは、「卵を産む部屋」「赤ちゃんの部屋」「生き物なかよし広場」等の部屋割りを描いた。多くの種類の生き物が一緒に暮らす池を想像したと考えられることから学習内容の獲得について表出されたと言えるが、思考力の評価にはなりにくかった。思考力を評価する方法の開発が課題である。

5. 実践を振り返って

- カリキュラム改善として新設した2年生自然科学科においては概念の芽生えを期待する。「なかよしヤッホー池」をつくり上げる活動を楽しみながら、自分に合った科学の真実を受け入れていく低学年の子どもの学びが見えてきた。「科学の有用性」とは、低学年の子どもにおいては「生活（遊び）に生かすと楽しくなる」ことが学習内容となる。「感性」「科学的な感性」「科学的なものの見方・考え方」を働かせる低学年特有の授業改善の方策を再度検討していく。
- 生物の生態から生育環境に拡張することで、自然界に生育する生物の生活を追求しようとする意欲の高まりが見られた。「科学的な感性」を働かせて、生物にとって適切な水のあり方を追求したが、同時に2年生にとって試行の限界もあった。ゲストTの助言を受け入れることで、子ども自身が思考の方略を駆使する活動としては見えにくくなった。（佐藤 茂幸）

Ⅱ－２ 実践の概要

第3学年

「日光の性質と働き～お風呂に使えるお湯を作ろう～」

1. 生活の中の事象における科学の有用性を実感していく学び

本単元では、科学の有用性を実感していく姿を求めて、日光の性質と働きだけでなく、日光の生活での利用の仕方をあわせて取り上げていく。日光で水を温めたときの温度変化が容易に分かる温水器モデルを使うことで、日光の性質を生かすと生活の中で利用できる温度まで水を温めることができることを見出していく姿が期待できる。

具体的には、次のような学びを構想した。温水器モデルの提示により、感性を働かせ、日光の性質を生かすと温水器モデルの水も太陽熱温水器のように温められるのではないかと意欲を高め、試行実験をしていく。科学的な感性を働かせ、日光を効率よく集める方法に絞り込んでいくことで、水をお風呂のお湯として使えるぐらいまで温度を上げることができるのではないかと問いを焦点化していく。科学的なものの見方・考え方を働かせ、温水器モデルへの「日光の当て方」や「反射光の集め方」、「容器の色」等による水の温度の違いを比較検討し、日光を効率よく集めることによって水を生活に利用できる温度まで温められることを実証していく。日光の性質と働きは生活の中で生かされ、自分たちでも利用していくことができるという認識を創り出していくことで、生活の中の事象における科学の有用性を実感していく姿を期待した。

2. 単元の構想

(1) 単元の目標

物に日光が当たった時の光の進み方や物の明るさや暖かさの違いを調べ、温水器モデルを使って日光の利用の仕方を明らかにしていく中で、反射したり透過したりする日光の性質を生かして効率よく日光を集めると水を温める働きが大きくなることを理解し、日光の性質は生活の中で使われている道具の中に工夫され、自分たちでも利用していくことができることに気づく。

(2) 追求の構想（12時間）

1次 日光の性質を調べよう（5時間）

《いろいろな光》照明器具 懐中電灯の光 太陽の光（日光）

懐中電灯の光のように日光も集めることができるのかな

◎日光にはどんな性質や働きがあるのだろうか

日光は反射させたり、集めたりできる。日光を集めると物の明るさや暖かさが変わる

2次 日光を利用してお風呂に使えるお湯を作ろう（7時間）

《日光を利用しているもの》太陽熱温水器 温室（ビニールハウス） マルチ

日光でお風呂に使えるお湯（42℃くらい）が作れるのかな→温水器モデル

◎日光の性質を生かしたり、温水器モデルを工夫したりしてお風呂に使えるお湯を作ろう

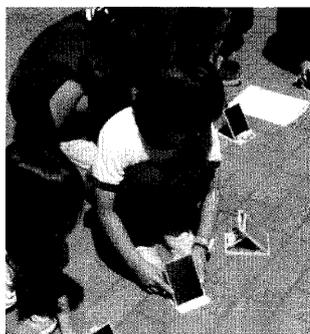
日光の性質を生かして効率よく日光を集めると水をお湯にすることができるんだ

《パフォーマンステスト》マルチや温室には、どんな日光の性質がどのくらい利用されているのか調べる方法を考えよう

3. 授業の実際

(1) 日光を集めることができるんだ

懐中電灯を使って光を付けたり消したり、光を集めたりしたときの明るさの違いを観察した子どもたちに、「懐中電灯の光のように日光も集めることができるかな」と投げかけた。「鏡を使うと出来そう」と発言する子どもたち。鏡を使うと日光を集めることができるのかを調べていくことから学習をスタートした。



【日光を反射させる
美子さん】

美子さんは、鏡の角度を調整しながら日光がどのように反射するのかを確かめ、「日光は鏡を使って反射させると集められる。今度はみんなで日光をもっとたくさん集めるとどうなるか調べてみたい。」とノートにまとめた。秀夫さんは、鏡に反射した日光の形の違いを調べ、「鏡が照らす光の形は、日光の反射の仕方と関係があるみたいだ。どんな関係があるのか詳しく調べてみたい。」とノートにまとめた。

美子さんと秀夫さんは、日光にはどんな性質や働きがあるのかももっと調べてみたいと次の活動への意欲を高めてきた。

(2) 日光を集めるとすごく熱くなるんだ

次の時間、美子さんは仲間と協力して日光を一か所に集めた。「すごく明るくなる。」とつぶやくと、日光を集めた所におき、「暖かい。」と声を上げた。そしてどのくらいの温度なのかを温度計を使って調べ、「40℃以上にもなる。」と驚いていた。

反射した日光の形を調べた秀夫さんは、「反射した日光が長方形になるようにすると明るくなる。反射した日光が長方形になるようにして日光を重ねていくと温度計の温度が上がりだした。」と仲間の説明した。

虫眼鏡を使って日光を集めていた仲間の様子を紹介し、虫眼鏡で集めた日光の形や物の色による温まり方の違いを調べた後、日光の性質と働きについて分かったことを美子さんと秀夫さんはノートに次のようにまとめた。



40℃以上
にもなる



虫眼鏡で
集めた日
光はすご
いパワ
ーだ。

【美子さん】

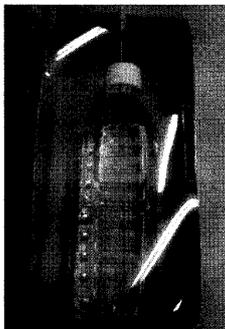
鏡を使って反射させた日光をたくさん集めると明るくなる。明るくなっているときは温度も高い。日光をたくさん集めていくと明るさと暖かさが変わる。虫眼鏡も日光を集め、黒い物は煙が出る。日光は物によって反射したり、通り抜れたりする。日光には、物を温めたり熱くしたりする力がある。

【秀夫さん】

日光の位置によって鏡を調節すると日光を跳ね返して集められる。跳ね返した日光をたくさん重ねると明るくなるだけでなく、暖かくなる。虫眼鏡を使うと紙が焦げるのもレンズを通り抜けて日光が集中して集まるからだと思う。虫眼鏡で集めた日光は小さいけど、パワーがある。

(3) 日光を利用してお風呂に使えるお湯を作ろう

日光の性質と働きを見出してきた子どもたちに、「日光は生活の中でどのように利用されているのかな。」と投げかけた。「日光の暖かさや明るさが生活に利用されている。」と発言する秀夫さん。秀夫さんの発言を受け、美子さんは、「太陽熱温水器、ソーラーパネル。」を挙げてきた。他にもありそうと考えた子どもたちは、調べていく中でマルチや温室なども見つけてきた。



【温水器モデル】

日光を利用している物には日光の性質と働きがどのように生かされているのか予想し合う中で、日光の物を温める働きに目を向けてきた。そこで、太陽熱温水器が水をお風呂に使える 42℃位まで温められることを知らせ、温水器モデルを提示した。そして、「みんなも日光を利用して温水器モデルの水をお風呂に使えるくらいのお湯に出来るかな。」と投げかけると、美子さんは、「できそう。」に挙手をし、「今日は晴れているから、水が温まるかも。鏡を使って日光を集めるともっと温かくなると思う。」と発言した。温水器モデルをじっと見て、「日光で水をお風呂のお湯にできるのか、モデルで試してみたい。」と発言する秀夫さん。子どもたちは温水器モデルをもって中庭に飛び出していった。感性を働かせ、日光の性質を生かすと水が温められるのではないかと意欲を高めてきた姿である。



【水の温度変化を調べる美子さん】

美子さんは、鏡で反射させた日光をモデルに当てたときの温度を調べた。「髪の毛は熱いのに水の温度は思ったほど上がらないな。」とつぶやいた。「髪の毛はどうして熱いの。」と問いかけると「そうだ。黒い物と反射させた日光を合わせれば、お湯が作れるかもしれない。」と答え、ペットボトルに紙をまいて、鏡で反射させた日光を集めていく方法を図に表した。

秀夫さんは、モデルを横にして日光が全体に当るようにして温度を測った。お湯にする方法を尋ねると、「大きな鏡で反射させた日光がモデル全体に当たるようにすれば水の温度がもっと上がるはず。」と答えた。秀夫さんはモデルに当てる日光の量に目を向けてきた。

生活の中から科学の働きを見出そうとする科学的な感性を働かせ、日光の性質の生かし方や温水器モデルの工夫の仕方を絞り込むことで、お風呂に使えるお湯が作れるのではないかと問いを焦点化させてきた姿である。



(4) 日光を効率よく集めることでお風呂に使えるお湯が作れるんだ

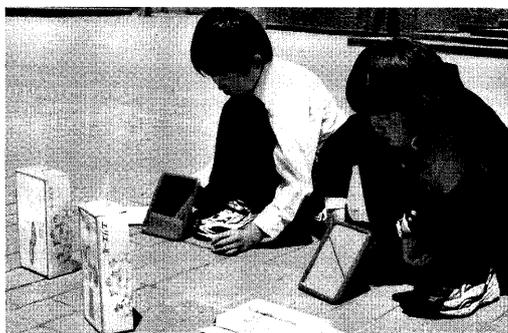


美子さんは、黒い紙をペットボトルに巻いて鏡で日光を当て、水の温度がどのくらい上がるのかを時間を計りながら調べていった。温度が上がりだしてくると、他の仲間のモデルや縦や横に置いたままの対照モデルの水温の違いを比べ、「黒はやっぱり日光を集める効果がある。大成功」とつぶやいた。

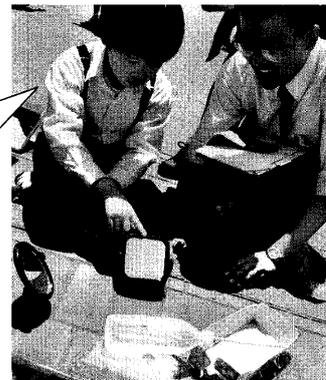
黒い物は日光を集める効果があることが分かった美子さんは、黒いペットボトルを横にしてたくさんの鏡で日光を集めれば、42℃のお湯が作れると考え、大きいペットボトルと小さいペットボトルを使って再び実験に取り組んだ。そして美子さんは21℃だった水を46℃まで上げることができ、自分の実験方法の確かさを実感することができた。



生活の中で科学の有用性を実証する科学的なものの見方・考え方を働かせ、反射させた日光を当てたときや黒い紙を使った時の水の温度変化の違いを比較しながら調べ、黒い紙の日光を集める効果と反射させた日光を集める効果とを組み合わせることで、お風呂に使えるくらいまで水の温度を上げることができることを見出していった美子さんである。



ペットボトル全体に反射させた日光が重なっているから水の温度が上がっていく。



秀夫さんは大きな鏡を使って日光を反射させ、温水器モデルに当てていた。モデルを横にして日光を当てようとしていた秀夫さんだったので、「モデルを立てたのはどうして。」とたずねると、「横にしてやりたいんだけど、反射させた日光を当てるには立てないと当たらない。」と答えた。そこで「階段の段差を利用してはどうか。」と促すと「これなら横にしても反射させた日光を当てられそうだ。」とつぶやき、その後の温度変化を調べていった。しばらくして、「水の温度は上がったかな。」とたずねると、「横にして、日光と反射させた日光を当てると立てたときより温度が高くなる。32℃まで上がったから、お風呂のお湯にするには大きな鏡でもっと日光を重ねるようにして集めれば、もっと温度があがるはずだ。」と答え、モデルの置き方と反射させた日光の当て方を変え、自分のモデルと他の仲間のモデルの水温の違いを比べていった。そして39℃まで温めたお湯を手につけ、その温かさを感じることもできた。

科学的なものの見方・考え方を働かせ、水に当たる日光の量による水の温度を比較しながら調べ、温度上昇の要因を日光の量と関係づけ、日光の量にこだわり日光をたくさん集めることで、水の温度をお風呂のお湯に使えるくらいまで上げられることを見出していった秀夫さんである。

(5) 評価

単元の終わりに次のようなパフォーマンステストと振り返りによる自己評価を実施した。

〈パフォーマンステスト〉

マルチ

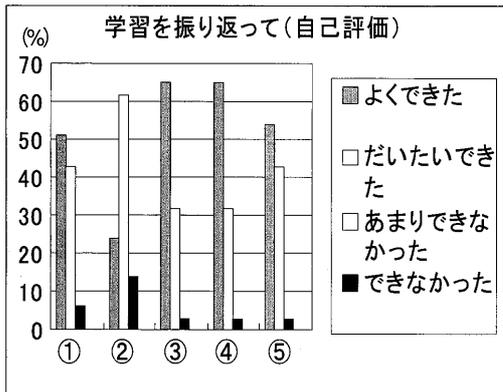
温室

マルチや温室には、どんな日光の性質がどのくらい利用されているのか調べる方法を考えよう。



【美子さん】：マルチは黒のビニールを活用して土を温める。調べ方はマルチの所とない土の所に温度計を入れる。マルチの方が温まっているかを比べる。温室は南国の植物や暖かい所じゃないと育たない植物を育てたり、早く野菜を育てたりするのに使う。温室の中と外の温度を測って違いを比べる。

【秀夫さん】：マルチは黒いし、ビニールだから日光を吸収して土が温まる。土とマルチの下の土を温度計で測って違いを比べる。温室は全体がビニールだから日光を通すのであたたかくなる。温度計で中と外でどのくらい温度が違うか調べる。



- ①日光の性質や働きについて、進んで調べることができましたか。
- ②生活の中に使われている日光の性質や働きを見つけることができましたか。
- ③日光の性質や働きがどのくらい生かされているかモデルを使って確かめることができましたか。
- ④日光の性質を生かしてお湯を作る方法を考え、実験で確かめることができましたか。
- ⑤日光の性質や働き、利用の仕方が理解できましたか。

美子さんはマルチの黒に着目し、マルチの中と外の温度の違いを比べることによって日光による土や空気を温める働きを調べようとしている。秀夫さんは、物による日光の反射や吸収する性質をマルチや温室に当てはめ、温度の違いを比べることで、温める働きを調べようとしている。科学的なものの見方・考え方を働かせることで、日光の利用の仕方を明らかにしようとしている姿である。また、美子さんと秀夫さんは学習の振り返りの中で、日光の性質を生かすとお湯が作れることが分かったと発言し、評価項目③と④の自己評価も、ともに「よくできた」であった。日光の性質は自分たちでも利用していくことができるという認識を創り出すことができた美子さんと秀夫さんである。

4. 実践を振り返って

- 科学的な感性を働かせ日光の性質と働きを生活の中の具体的な場面や道具に適応し、科学的なもの見方・考え方を働かせ、性質・規則性が生活レベルとして利用できるのかを実証していくことで、科学の有用性の新たな認識を形成していくことが見えてきた。
- 子どもが、追求問題の解決に向けて自分なりの仮説をもって検証していく過程の中で、科学的なもの見方・考え方を働かせ、比較したり、関係づけたりしていくことが見えてきた。
- 自己評価の③④の項目の評価が高いことやパフォーマンステストにおける、日光の性質の適用、比較する思考方法がみられることから、この単元を通して科学的なもの見方・考え方を育んでいけることが見えてきた。
- 温水器モデルは、日光の性質と働きが生活の中で利用していくことができることをとらえていくためのモデルであるが、性質・規則性が複合されている生活の中の事象を分かりやすくするためのモデルもある。モデルが科学的なもの見方・考え方を働かせるのにどのように効果があるのかを整理していく必要がある。

(梶谷 正夫)

II-3 実践の概要

第4学年

「空気と水のパワーを使おう」～つぶで考えてみよう～

1. 生活の中の事象から性質や規則性を見出していく自然科学科の学び

本単元では、理科の学習内容である「閉じ込めた空気を圧すと、かさは小さくなるが、押し返す力は大きくなる。」に加え、「空気の押し返す力は閉じ込める空気の量によっても変化する」を付加した。これは、生活の場面において空気の弾性が道具として利用されている物の多くが、閉じ込められた空気の量によって働きを変えたり、多くの空気を閉じ込めるためにその内圧に耐えうる工夫がされたりしものだからである。つまり、外から加えた力による押し返す力だけではなく、もともと閉じ込められた空気の量によって生まれる押し返す力も学習内容としていく。

空気が押し縮められたときの性質について「自然の事物・現象の性質や規則性に目を向けていく力」を働かせて内圧を利用した事象へと拡張して考え、「生活の中から科学の働きを見出そうとする力」を働かせて、生活の中の道具の仕組みや働きを理解しようと問いを焦点化していく。そして、「生活の中で科学の有用性を実証する力」を働かせて、生活場面での押し縮められた空気が押し返すという性質を空気の弾性として関係づけてとらえていく姿を期待した。

この学びを具現していくことにより、生活場面での空気の性質を自分の見方で説明し、利用されている道具の工夫と併せて統合されていくことで、「科学の有用性への新たな認識を創りあげる子ども」の姿を願った。

2. 単元の構想

(1) 単元の目標

空気や水を閉じ込めて力を加えたときの手ごたえの違いを体感し変化を比較する中で、空気を押し縮めると弾性と反発力が生まれ閉じ込める量によっても変化するが、水は押し縮められないことを理解し、空気や水の性質は生活の中で使われている道具の中に工夫されて利用されていることに気づく。

(2) 追求の構想 (11 時間)

1次 空気の性質

空気を閉じ込めているものはどんなものがあるのかな

ボール タイヤ 緩衝材 浮き輪 空気鉄砲

◎空気に力を加えたときの変化について調べよう

空気は外から押し縮めると大きな力を出しながら元に戻ろうとする

2次 空気を閉じ込めて使うもの

空気を閉じ込めて使っているボールをいろいろ試してみよう

固いサッカーボールや柔らかいボールはね方もずいぶん違う

◎空気の量の違いがなぜはねかたのちがいのなるのだろうか

空気がぎゅっと押し縮められてしまっている 固いボールはもともと押しかえす力がある

3次 空気と水を閉じ込めて使うもの

◎エアタンク式の水鉄砲の仕組みには空気と水の性質がどのように利用されているのか
空気をたくさん詰め込んでその押しかえす力を利用している 水はかさが変わらない

ポンベやタイヤはたくさんの空気を押し込めているから固い材料でできているんだな

3. 授業の実際

(1) 空気は縮むと力持ちなんだな

事前に行った調査から、空気は軽くてフワフワしているというイメージをもったり、風船・ボール・浮き輪などに閉じ込めて使っていると考えたりしている子どもたち。ビニール袋を提示して、「この袋を使って遊ぶことはできるかな」と投げかけると「できる」と口々に言いながら早速袋に空気を閉じ込め始めた。空気を入れ、袋の口をねじりながらできるだけパンパンにしていく。

パンパンに空気を入れると意外と固いな

空気が少ないとふにゃふにゃに柔らかいぞ

ぱんぱんの袋を圧すと押し返してくる。

遊びながら閉じ込められた空気について気づいたことを口にしてきた。袋の中の空気の量を変えながら遊んだ良人さんは、「空気がいっぱい入っていると、手でおさえると空気が圧さえ込まれて、またもとの大きさにもどろうとして、押し返されてしまいます。」とノートにまとめ、そのイメージを「空気マン」としてイメージ図に書きあらわした。そこで、空気の押し返す力は何のくらい強いのかを調べていくことから学習がスタートした。

ビニール袋では空気が漏れたり、伸びたりしてしまい、よく分からないという子どもたちに、注射器を提示し確かめてみるよううながした。空気を入れ、出口を指で押さえながら思いっきり力を入れて圧す。そして手を離す動作を何度も繰り返す良人さん。「すごい力だ」「手が痛くなる」とつぶやき、つぎのようにまとめ、イメージ図に書きあらわした。

空気マンで描かれたイメージ図



注射器の先を指でふさいで圧していくと、だんだん空気が押し縮んでいって空気はもとの大きさにもどろうとして押し返す力が働く。
圧していくとだんだん押しにくくなって、手を離すともとのおおきさにもどる。

空気の性質について圧す力とかさとを関係づけながらとらえてきた。そこで空気の性質について発見したことを発表し合い次のようにまとめた。

- 圧すと押しかえす力が増す。 かさが減るほど力が増す。
- 圧すとかさが減る。
- はなすともとのかさにもどる。

空気の性質について捉えてきたところで、空気を利用している物として子どもたちが上げていたボールを提示し、「このボールにもみんなの見つけたきまりは当てはまりそうかな」と、1つずつ取り上げて聞くと、3つ全てに勢いよく挙手する良人さん。「空気がたたきつけられて、かさが減って戻ろうとするからはねる」と発言し、ボールにも空気の性質が全てが当てはまると考え、実際にボールをさわりながら確かめていこうと意欲を高めてきた。

(2) 固いボールがよく弾むのはどうしてなのかな

固さの異なる、ミニサッカーボール・ドッチボール・バスケットボール・ソフトバレーボールの中から、ドッチボールとサッカーボールを選び、同じ高さからそっと落としてみる。そして、「大きさではねるたかさがちがってくる」とノートに記述する。次に、大きなソフトバレーボールを試し「柔らかいと大きくてもよく跳ねない。」と記述する。次に大きさの同じサッカーボールで固さの違う物を選び、試してみる。そして、ノートに「大きさが同じでも、少しでも空気のかさが少ないと跳ねる高さが変わってくる」と記述した。ボールの大きさが弾み方に関係していると考えていた良人さんが、入っている空気のかさがはね方に関係しているのではないかと考えを変えてきた。他にも自分のイメージの持ち替えをしてきた子どもたちも見られた。そこで、実験から分かったことを交流しあう活動を行った。



ボールを試す

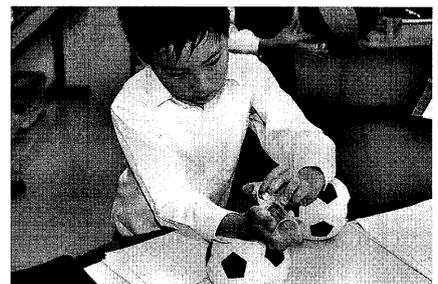
良人さんは大きく挙手をして、「空気の圧しかえす力は余り関係ない。固さと空気の量が関係している。」と発言した。「圧すと圧しかえす力が増す。かさが減るほど力が増す。」という性質がボールの跳ね方には当てはまらないのではないかと考え始めてきた。仲間の「固いボールにはたくさんの空気の粒がギュウギュウに入っているから弾む」という発言をボールを押しながら聞いている。「空気がたくさん入っているボールはへこまないのになぜ跳ねるのか、悩んでいるの?」と問いかけるとうなずく。しばらくして、「固いボールは空気がいっぱい入っているから固いんだと思う。柔らかいボールはへこむけど跳ねない。どう説明すればいいか、よくわからないなあ」と見つけてきた性質とボールの跳ね方の違いに矛盾を感じている。感性「自然の事物・現象の性質や規則性に目を向けていく力」を働かせて、ボールに閉



じ詰められた空気の性質に考える対象を拡張することで、問いをもった姿と評価した。中の空気の量が関係していると考えてきていたので、ボールの中の空気を実際に出して比べ、空気の量の違いがなぜ跳ね方の違いになるのかを考えていくことにした。

(3) もともと中から圧している力があるんだ

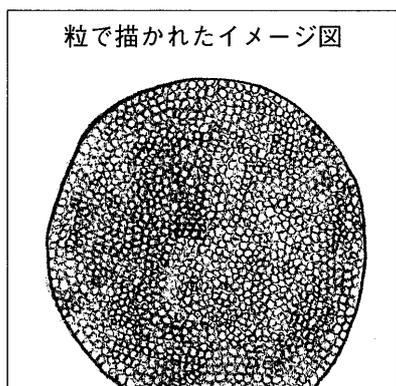
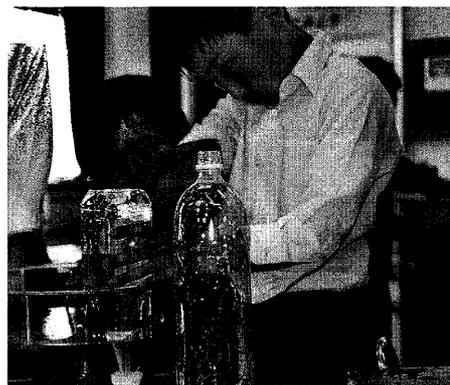
跳ね方を試してみたサッカーボールは1リットルの容積であることを知らせ、注射器の手応えと、ボールの手応えとを比べながら、どの位の空気の量が入っているのか予想することにした。仲間が「2リットルくらい入っている」という予想に対して、「1.5リットル位だと思う。2リットルも入ったら破裂するかもしれない。」とつぶやく良人さん。「柔らかいサッカーボールには8デシリットル入っている。」とボールの固さと空気の量を予想してきた。そこで、ボールの空気を空気針で出し、ホースを取り付けたペットボトルに水上置換法で空気を抜き取る方法を提示し、実験を開始した。



注射器の手応えと比較する

(4) つぶで考えると説明できるぞ

固さの異なるサッカーボールをすぐに選び、仲間とともに実験を始める良人さん。初めに固いボールの空気を少しずつ抜き取っていく。空気がペットボトルの中にたまっていき1.5リットルを超える。ペットボトルを追加して1.9リットルの空気が入っていることが分かった。「自分の予想と違うなあ」とつぶやく良人さん。結果をノートに記述しているところで、予想との違いからボールの中の空気の状態をどのように考えているのか図に描いてみるように促した。



初めにボールを書き、次に小さな空気マンを描いてきた。そして、それを消すと、小さな粒で空気を描き直していく。小さな粒をボールの周りからぎっしりと敷き詰めるように書き足していく。科学的な感性「生活の中から科学の働きを見出そうとする力」を働かせて、「粒」で考えていくことに絞り込むことで、ボールの中の空気の状態を考えていこうとしている姿である。もともと中に入っている空気の量が多いことと、空気の持っている押し返す力とを関係づけて説明しよう

としてきていると評価し、空気の量と跳ね方の関係を仲間と交流しあう活動を組織した。

空気がたくさん入った状態のボールは「注射器のピストンを押し込んだ状態と同じ」という仲間の発言を顔を上げて真剣に聞く良人さん。そして、発言が終わるとすぐに挙手し、前に出て、「ボールを上から落とすとへこまないけど、高く跳ぶ」と発言し、次のようにノートにまとめた。

空気がまんぱんに入っていると、上から落としてもボールがへこむことはない。だけど、ボールの中の空気が外に出ようとしておしかえす力が働いて、空気が少ないボールより高く跳ねる。

科学的なものの見方・考え方「生活の中で科学の有用性を実証する力」を働かせて、もともとボールの中に閉じ込められた空気をギュウギュウに詰まった空気の粒と見なし、注射器で押し縮めた空気と同じように押しかえす力を持っているから、固いボールが大きく弾むと捉えてきた良人さんである。

(5) パフォーマンステストによる評価

単元の終末で、右のようなエアタンク式の注射器を提示し、その仕組みを説明することを課題としたパフォーマンステストを行った。良人さんは、空気を押し込むことによってその押し込まれた空気の押し返す



力で水が勢いよく飛び出す仕組みをそれぞれの部品の役割とともに説明した。空気の性質が遊びの道具にも利用されていることを理解し、「科学の有用性」を認識している姿である。

4. 実践を振り返って

今回の実践を通して次のようなことが見えてきた。

- これまでも空気を「空気君」などの擬人化で空気のかさの変化や手応えの変化を説明しようとしてきた子どもたちがいた。今回は、「内圧」を付加することにより、閉じ込められている空気そのものの量の違いを考えていく際、同じ体積の中で量を表現していくために粒を用いて説明していこうとする姿が見られた。また、粒モデルの提示によって、粒の量だけではなく粒の間隔を手応えの違いと関係づけていく姿も見られた。内圧の扱いは内容として高度な面もあるので、提示する事象を整理していくことで、4年生段階での粒子としての見方の基礎を創り上げていけそうだとと言える。
- 内圧へと空気の性質を拡張し、ピストンとボール、手応えと弾み方といった複数の要素を関係づけながら説明していこうという状況で、「粒としての見方」に考える視点が絞り込まれることにより、それらを関係づけて説明していくきっかけとなった。科学的なものの見方考え方を子ども自らが働かせようとしてくるとき、鍵となる概念、本実践では「粒」、前年度研究会単元では「回路の輪」といったものを手がかりにしてくることが見えてきた。
- 12年間での粒子概念の構築では、中学校3年での「イオン」に至るまでにどのような内容の設定が有効であるのか整理していく必要がある。中学校における生物分野での粒子概念を取り入れた実践から、小学校でのA区分、C区分での実践も含めて整理していく必要がある。そのことが、内容関連表を提案していく際の主張へとつながると考える。

(鈴木 昭人)

Ⅲ 成果と課題

成果1

「生活の中で科学の有用性を実証する力」を働かせるためには、事象の性質や規則性が捉えられてきた状況で、具体的な生活場面にあるものを取り上げていくことが必要である。そのことにより、性質や規則性を適用しようと拡張していき、説明できなかつたり矛盾を感じたりといった状況で問いが焦点化されることにより、「科学的なものの見方や考え方」が働く。

成果2

「生命の連続についての概念」「物質の成り立ちとエネルギーについての概念」の構築に向かう単元開発を行ってきた。各学年の発達段階に応じた学習内容の設定を行い、概念や認識の構築を行っていくための段階的な単元配列が整理され、連携カリキュラムの整理が進められてきた。

課題

単元の学習内容の獲得状況と「科学的なものの見方・考え方」の形成状況を分けて評価していくための評価法を開発していく必要がある。子どもに身につけさせたい思考法をパフォーマンス課題によって評価していくことで、「科学的な感性」「科学的なものの見方・考え方」を働かせた学習過程の有効性を検証していく必要がある。

〈主な参考文献〉

- | | | | |
|------------|------|-----------------------|-------|
| 秋田喜代美 | 2004 | 「子どもをはぐくむ授業づくり 知の創造へ」 | 岩波書店 |
| 小田 豊・神長美津子 | 2004 | 「幼児教育の方法」 | 北大路書房 |
| 国立教育政策研究所編 | 2005 | 「TIMSS2003 理科教育の国際比較」 | ぎょうせい |
| 江川 玫成著 | 2005 | 「子どもの創造的思考力を育てる」 | 金子書房 |