

幼児のための科学遊びの教材化とその支援に関する一考察

Producing Science Teaching Materials for Infants and Supporting Their Use

池 村 進

Susumu Ikemura

(要約)

これは世界的な傾向であるが、日本でも学生・生徒の理科離れの現象が進んでいる。従来から誇りとされている技術立国日本の根底を脅かす憂うべき状況になっているといわざるを得ない。生後間もない乳児は外界の刺激に対して本能的にかかわり、幼児となつてからは、何にでも興味をもつ好奇心の塊みみたいな存在なのである。この時期にこそ、自然の不思議さ・偉大さを五感で体験し、科学的な考え方の基礎を培うことが肝要であると考えられる。子どもたちが楽しんで遊べる「科学遊び」のあり方を保育を目指す学生と共に考えていく。

(キーワード)

素材の教材化、ペットボトル、科学の心

1. はじめに

小学校での理科離れ、そして大学での学生の理科系科目の敬遠など、自然科学の面白さ味わうことなく、社会生活に入る人たちが増えているという。これは幼児期に科学の面白さを十分に体験することによって、随分と変わってくるのではないかと思う。幼児期の科学的なものの考え方は、幼児の遊びや生活を通して自然に獲得されるべきものである。それには、幼児たちが興味や関心を示すような科学的な遊びが必要である。

ここでは、幼児のための科学的な遊びの開発とその支援の仕方、幼児の行動や心情の変化について研究していくことにする。身近な環境に幼児自らが関わり、発見を楽しんだり、考えたり、それらを生活に取り入れたりする心情や意欲、態度を、この研究を通じて育てていきたいと思っている。

2. 「科学遊び」の教材化

(1) 目的：保育を目指す学生たちに、科学遊びに対する認識を深め、興味と関心を持つことを願い、自ら素材を教材化する体験をする機会をつくった。素材にペットボトルを用いた筆者手製のおもちゃを学生たちに提示し、敢えて作り方を説明せずに、学生たちが持ち寄ったペットボトルで数種類の科学遊びに使えるおもちゃを作ってもらった。

(2) 方法：三重県内A短期大学子ども学科1年生144人の学生を対象として、2008年11月28日に教材の製作とそれを使った遊びを実行した。そのあと、製作と遊びについての学生の意識に関するアンケートを実施した。

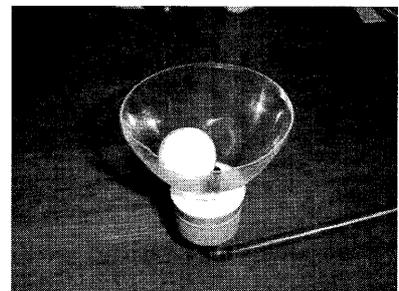


写真1 空中遊泳

(3) 提示したおもちゃ (次の三種類)

①「空中遊泳」ペットボトルのキャップに錐または電動ドリルで穴を開け、キャップのが付いている部分を7センチぐらい切り取る。折れ曲がるストローをキャップに開けた穴に通し、ストローの先に発泡スチロール製の球を置く。(写真1)ストローに息を吹き入れ、球を空中に浮いたまま留まるように、さらに息を吹き続けて遊ぶ。

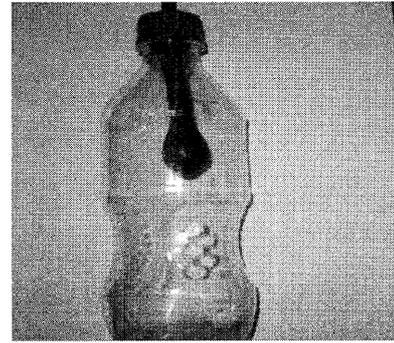


写真2 元気元気

②「元気元気」ペットボトルのキャップをはずし、キャップの中央に穴をあけ、ストローを差し込む。ストローの先端にゴム風船をビニールテープで固定し、ゴム風船がペットボトルの内部に入るようにキャップを閉める。ペットボトルの胴体を押さえたり離したりして、中のゴム風船を膨らませたり萎ませたりして遊ぶ。

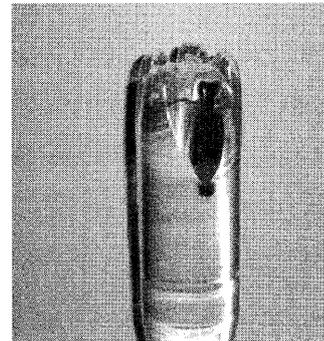


写真3 上がったり下がったり

③「上がったり下がったり」醤油またはソースのたれビンの蓋を取り外し、錘としてナットをたれビンの口のところにねじ込む。たれビンの中に適量の水を入れ、水を入れた紙コップに先端部分が少し出るくらいで浮くように、たれビンの中の水の量を調整する。ペットボトルにほとんど満タンに水を入れ、調整済みのたれビンの中に入れる。ペットボトルを押したり離したりすると、たれビンがペットボトルの水中で、上がったり下がったり (浮いたり沈んだり) するので、動かして遊ぶ。たれビンは2個や3個に増やしても遊べる。

(4) 動く原理と遊びの中に含まれる各種の定理

◆球が空中に浮かぶわけ

ストローから吹き上がる空気の力と、球の重さが釣りあって空中に留まる。(図-1) 球が右にそれたら中心部の空気の流れの方が外側より速いので、球の右側で大きい圧力、左側で (中心側に近い) 小さい圧力となって右から左に向かって力が働く。その結果、右にそれた球は左に押し返され、中心部に戻ることになるのである。(図-2)

◆遊びの中に含まれる定理

ベルヌーイの定理・・・空気の流れが速いところほど圧力が小さい

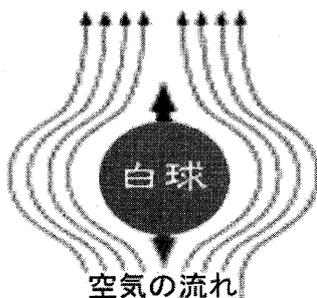


図-1 空中に留まる球

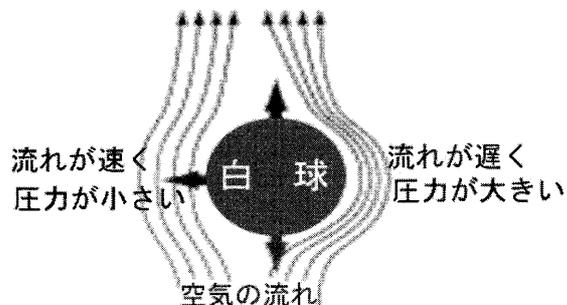


図-2 球が右にそれた場合

◆風船が膨らんだり萎んだりするわけ

ペットボトルを押すと、ボトル内部の空気が膨らんでいる風船を圧縮する。圧縮された風船内部の空

幼児のための科学遊びの教材化とその支援に関する一考察

気は、ストローを通して外部に出ていく。したがって風船は萎む。次にペットボトルを押している手を離すと、外部から空気がストローを通して風船の中に入り風船は元通りに膨らむことになるのである。

◆たれビンが浮いたり沈んだりするわけ

水に沈めた物体は、押しのかけた水の重さと同じ大きさの浮力（物体を浮かそうとする力）を受ける。押しのかけた水の重さは物体の体積と同じ値になる。体積が大きな物体は大きな浮力を、体積が小さな物体は小さな浮力を受けることになる。浮力が物体の重さより大きいときは、その物体は浮く。何もしていない時、たれビンが浮いているのはこの状態である。

ペットボトルを押すと中の水に圧力が加わり、たれビンの中に入っている空気がほんの少しだけであるが、押し縮められる（体積が小さくなる）。体積が小さくなるということは浮力が小さくなってしまいうということであり、たれビンは沈み始める。そして手を放せばまた中の空気がふくらみ（体積が大きくなり）浮力が大きくなって浮いてくる。

◆遊びの中に含まれる定理

パスカルの定理・・・『密封した液体の一部に圧力を加えると、他の全ての箇所において同じ圧力が生じる』

アルキメデスの定理・・・『液体中の物体は、その物体が押しのかけた液体の重量に等しい浮力を受ける』

遊びでは、「浮力（浮く力）>重力（たれビンの重さ）」が崩れ、「浮力<重力」となって、たれビンが沈んでいくのである。

3. 学生による科学遊びの教材化

既述の三種類の教材を製作し、その教材で遊んだ学生たちに製作と遊びに対する意識調査を試みた。調査項目は次の通りである。

(1) 調査項目（記述）

- ①教材を作っていて、難しかったところ。
- ②教材を作っていて、工夫したところ。
- ③教材で遊んでいて、おもしろかったところ。
- ④教材で遊んでいて、難しかったり、工夫したりしたところ。
- ⑤教材「空中遊泳」が作動する仕組みを書いてください。



写真-4 三種類の教材を製作中



写真-5 電動ドリルで穴を開ける

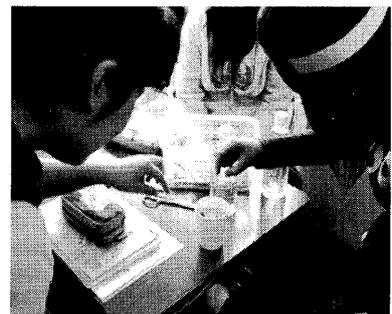


写真-6 たれビンの重さの調整中

⑥教材「元気元気」が作動する仕組みを書いてください。

⑦教材「上がったりがったり」が作動する仕組みを書いてください。

(2) 調査の結果

①製作に関すること

「空中遊泳」について [48人：材料の都合で一人一つの製作となった]

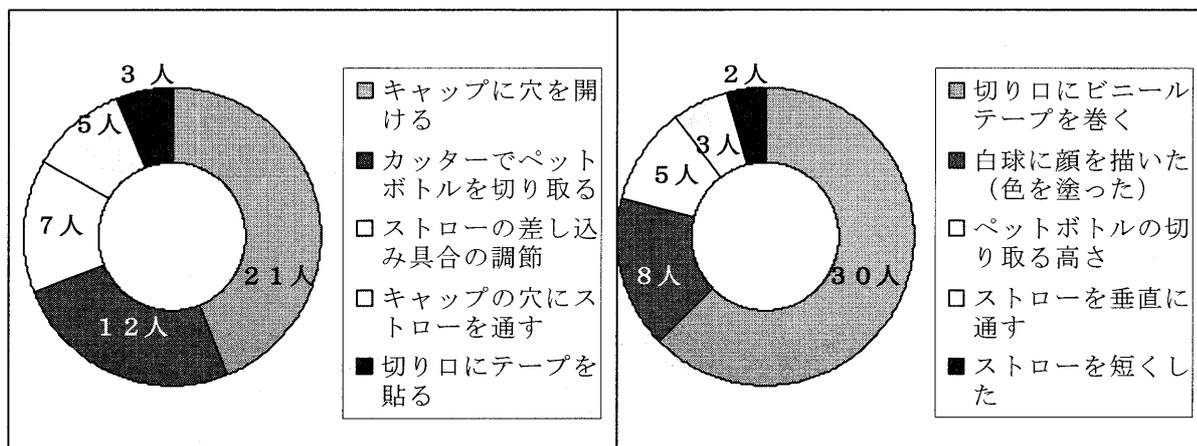


図-3 作っていて、難しかったところ

図-4 作っていて、工夫したところ

教材を作っていて難しかったところ(図3)は、半数近くが、ペットボトルのキャップにストローを通す部分に穴を開ける作業を挙げている。穴空けに、今回は錐ではなしに、電動ドリルを使用した。電動ドリルの使用は初めての学生も多く、特に、穴が貫通してドリルの先がペットボトルの内部に入り込む瞬間の衝撃が負担になっているそうである。それに、キャップの穴がなかなか開かないということも負担になっているらしい。ドリルの刃先の垂直の維持とドリル全体をキャップに垂直に強く押すことの難しさが原因の一つになっていると考えられる。

一方、作っていて工夫した点(図4)であるが、約半数以上の学生が、ボトルの切り口にビニールテープを巻いている。これで遊ぶ子どもたちの手を切らないようにとの配慮であろう。次に多かったのが白球に絵を描くことであった。やはり子どもたちが使って遊ぶのに楽しい雰囲気を考えての事であろう。

「元気元気」について

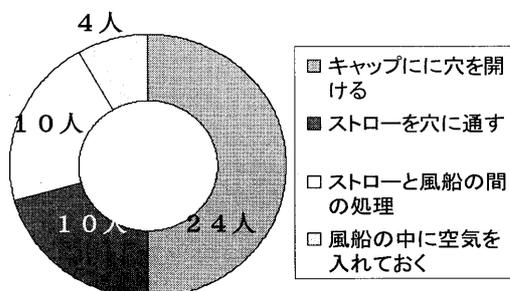


図-5 作っていて難しかったところ

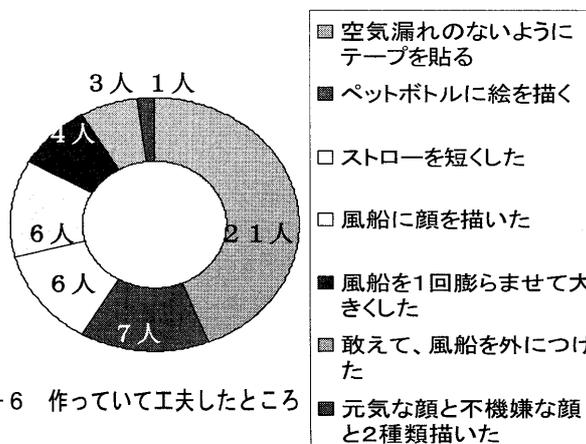


図-6 作っていて工夫したところ

ここでも、キャップに穴を開けるのに難儀をしているのが分かる。ペットボトル内の機密性を持たせるためにキャップの穴とストローの太さをほぼ同じ(ストローの方がやや小さい)にしたので、ストロー

幼児のための科学遊びの教材化とその支援に関する一考察

を通すのが難しかった学生が多くいた。それと同数の学生が、ストローから空気が漏れないように風船とストローを接着するのに苦労している。

工夫の面でも、空気漏れのないように、風船とストローを接続している。作動する機能の最重要点である。続いて多かったのが、ペットボトルに絵を描いた学生である。次いで、今度は風船にも絵を描いた学生が多くいた。

「上がったたり下がったり」について

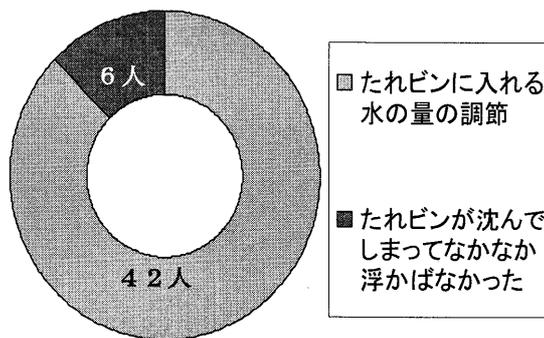


図-7 作っていて難しかったところ

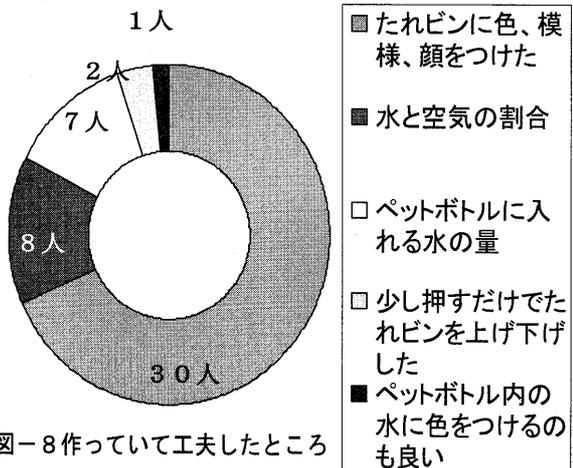


図-8 作っていて工夫したところ

ここでは、ほとんどの学生がたれビンに入れる水の量を調節して、水面すれすれにうまくようにするのに苦心している姿がうかがえる。また、工夫したところでは、たれビンに色をつけて楽しい雰囲気を醸しだしていた。たれビンがうまく浮いたり沈んだりするように水や空気の量の工夫も怠らなかつた。

②遊びに関すること（全員が遊んだので144人を対象）

「空中遊泳」について

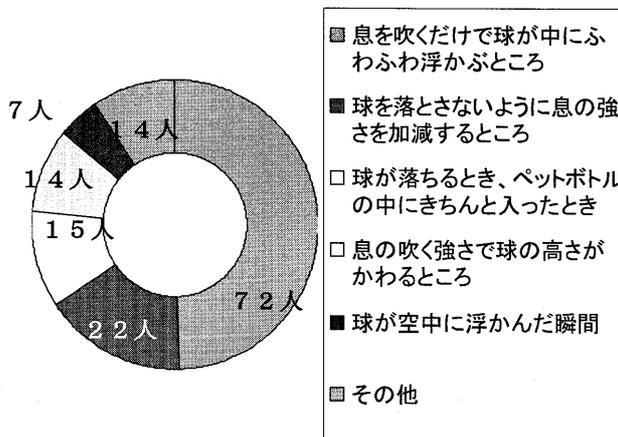


図-9 遊んでいて面白かったこと

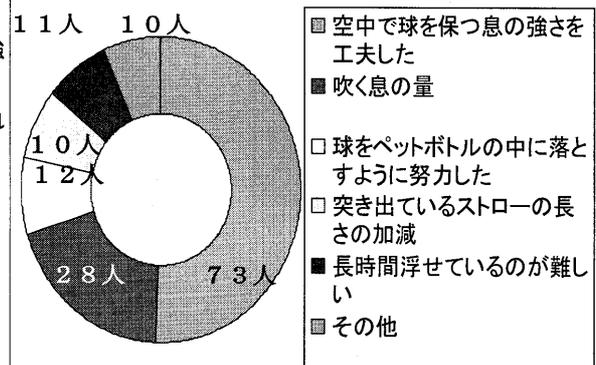


図-10 遊んでいて難しかったり工夫したこと

約半数の学生が、球が空中にふわふわ浮かぶ様子が楽しいと答えているが、球が浮かび続けるように息を加減する行為そのものが楽しいと答えた学生が次に多かった。浮かぶのに対して、落ちるとき、きちんとペットボトルの中に収まる瞬間を楽しむ学生もその次に多い。工夫した面では、球が空中で浮かび続けるよう工夫したのが、一番多かった。吹く息の量も息の強さの工夫と同様ことと考えられる。

ほとんどの学生が、風船の動きである、萎んだり立ち上がったたりするところに興味を示している。風船に顔を描くことを思いついた学生もおり、風船が萎んだり立ち上がったたりするにつれて風船に描いた

「元気元気」について

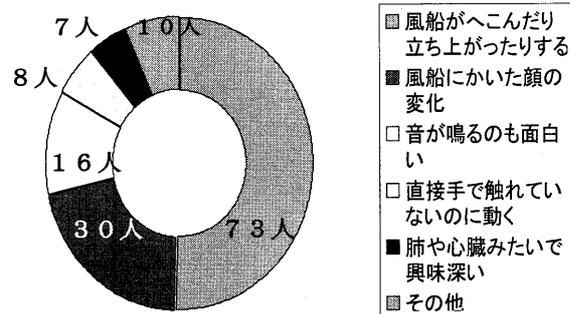


図-11 遊んでいて面白かったこと

7人

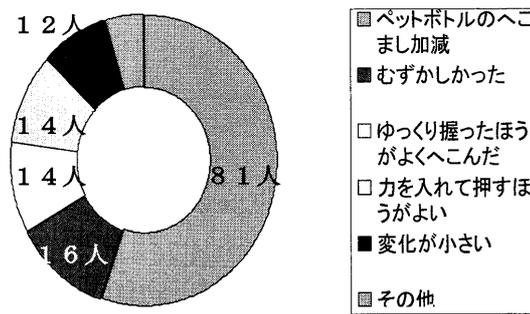


図-12 遊んでいて難しかったり工夫したこと

顔の変化を楽しんでいた。動きのメカニズムに関する感想もあり、風船がまるで生きているように思えた学生も何人かいた。その他に自分が作った楽しさがあると答えている学生もいた。

遊んでいたに苦心したところは、ペットボトルのへこまし方や握り方がほとんどであった。握る強さは、強く握ると弱く握るとの二つに分かれた。その他に、遊びすぎるとペットボトルがダメになるとか、柔らかいペットボトルを握ってしまったとか、材質に関することに考えが及んでいる感想もあった。

「上がったたり下がったり」について

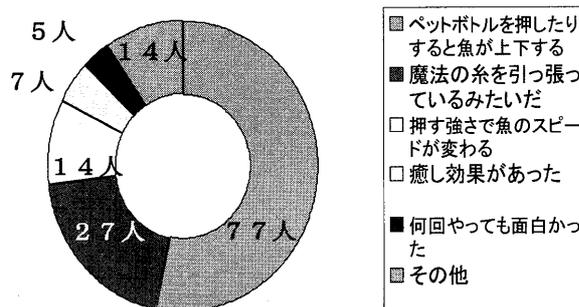


図-13 遊んでいて面白かったこと

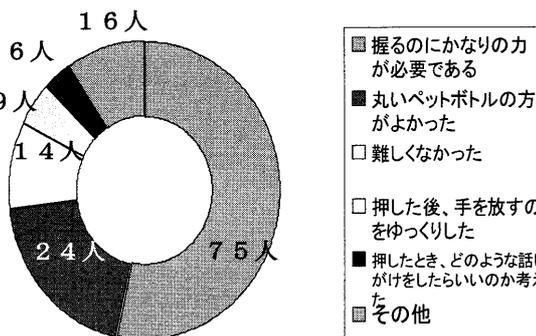


図-14 遊んでいて難しかったり工夫したこと

ペットボトルを押したり離したりすると、魚が上下するのが面白いと感じた学生が多かった。しかし、握るのにかなりの力がある学生が多い。ただ押したり離したりするだけでなく、魔法の糸を引っ張っているかのようにみせたり、色々と話しかけたりして、言葉掛けに工夫している学生が多い。強く押すと、魚は速く動く事を発見したり、ゆっくり上がって行くように手をゆっくり放したりして、ペットボトルの操作の工夫も見られた。初め、紙コップで魚を隠しておいて、魚が突然現れるようなシーンを考えた学生もいた。とりわけ、この遊びは、癒し効果があったとか、何回やっても面白いといった感想が目立った。

③動くメカニズムの理解に関すること

学生の記述の主なものを挙げる。

「空中遊泳」について

息でボールが上がる。空気の流れ。圧力が上方にのみかかっているため。

「元気元気」について

空気圧の変化。空気の入出入り。ペットボトル内の圧力が変わるため。

幼児のための科学遊びの教材化とその支援に関する一考察

ストローの穴から空気が出ていくことにより風船は萎む。

「上がったたり下がったり」について

魚とペットボトル内の水のバランスの変化。魚の中に水が入って沈む。

ペットボトルの中の空気圧が手で押すことによって変わり、魚の中に水が入って重くなって沈む。

(3) コンピュータによる補助訓練

コンピュータにADコンバータを接続し、その先に気圧センサーとストローを繋いで自作のプログラムで吹く息の練習を試みた。

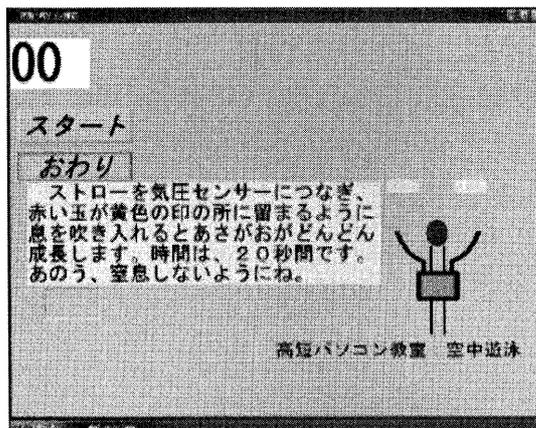


写真-7 PC・スタート画面

ディスプレイには、「上がったたり下がったり」と同じようなオブジェが提示され、ストローから吹く息の強さに比例して画面の球が上がったり下がったりする。

画面の球が画面の指定の位置（2本の黄色の線の間）に留まると、その時間に比例して点数が加算され、画面中央のアサガオの花が咲き始める。花を満開にするためには、同じ強さで息を吹き続ける必要がある。息の吹き具合が、花の開花に関連して吹く人の励みになっている。(1回20秒の設定)



写真-8 PC・途中の画面

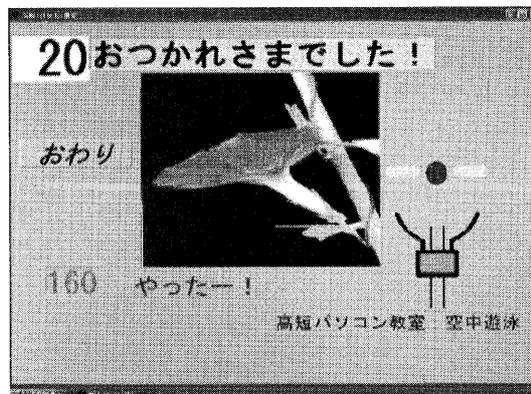


写真-9 PC・最終の画面 [成功例]

4. 製作した教材を使つての保育実践

(1) 幼稚園での実践

① 県内の公立幼稚園での実践

手作りの教材を使って、三重県内の幼稚園で保育実践を試みた。以下に08年11月14日、5歳児のクラスでの実践記録を示す。

実践 「ペットボトルを利用した科学遊び」 11月14日

A市立B幼稚園 2年保育5歳児27人

ねらい：息を吹き込む強さや長さタイミング等で、ボールが浮いたり浮かなくなったりする。浮いたとしても、浮く高さの高低が見られたり、浮いている時間の長短もある。また、ボールがくるくると回

りながら浮いたりもする。これらのプロセスを通して、楽しみながら気づき、考え、学ぶ体験としたい。また、身近な素材でこのような遊びが出来る事に気づかせたい。またグループでこの活動に取り組む事により、グループのなかま意識も高めたい。

活動内容：先生に用意してもらったペットボトルを切り取った上部を、逆さまにして上向きにし、各々の幼児自身でふたの穴（5ミリ）へ曲がるストローを差し込みボール（直径2cm）を乗せ、色々試しながら、ボールの空中遊泳を楽しむ。

準備物：ストロー人数分 ペットボトルとボールはグループに1個ずつ。

実践報告：教師が「これで何が出来るかなー」とストローをふたに差し込みボールをストローの先端の上に置いて見せると、「知ってるよー」と4～5人の幼児が言ったので、少々驚いた。「おばあちゃんの家にあるよ」「僕も！でも形がひよこだけど・・・」「私もひよこの見たよ。ふーと吹くと、とぶんやろ？」の言葉に、周りの子どもたちも、「えっ？そうなん、したい、したい、やらせてー」と興味を持ってくれた。

グループを変えたばかりでもあり、グループの中で教えあったり、学びあう中でこの遊びを楽しませたいと、あえてグループに1組の材料（ストローだけは全員分）を用意したところ、4グループの子どもたちは、それぞれ「ジャンケンで順番を決めよに」「今日の当番さんからしよう」と考えを出し合っている。ストローを差し込み、ボールが浮くと「あっすごい、浮いた、浮いた、〇〇ちゃんすごいね」「次はぼくだよ」「もっと強くふいたら？」等と認め合ったり、教えあったりする姿が見られた。どのチームも盛り上がり、はじめ上手くできなかった子も何度も試すうちに浮かべる事ができると「やったー！」「よかったねー」と喜び合う姿が見られたので、そんな時を見計らって、「もう少ししたらチームの代表の人にみんなの前にでてもらって競争しようか」と提案すると、「いいねえ」「さんせーい」と子どもたち。

「〇〇ちゃん出てね」「私が出るわ」「ジャンケンで決めよう」等これもチームでの話し合いで決められていた。「〇〇ちゃん頑張れ」との応援合戦もすごく、代表になった人は真剣そのものだった。盛り上がったので7回戦行い、結局全員が代表になって楽しむ事ができた。私としても代表になりたくても言い出せない幼児もいると思われた事もあり7回戦実施したいと思っていた。

子どもたちの感想

- A・・・緊張したけど出来て良かったです。
- B・・・難しかったけど、面白かった。
- C・・・今日はみんながふーと吹くやつで遊べて良かった。
- D・・・難しかったけど、すごく楽しかった。良かった。
- E・・・難しかったけど、楽しかった。うちでもやってみたい。
- F・・・1回目は出来なかったのに、2回目、ふーと吹いて出来た時には嬉しかった。
- G・・・受けられた時はすごく嬉しかった。
- H・・・浮いた時すごく嬉しかった。

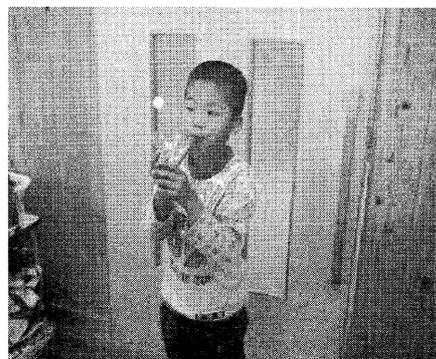


写真-10 ストローを吹く5歳児

幼児のための科学遊びの教材化とその支援に関する一考察

I・・・最初は浮かなかったけど、何回もやったら浮いたので浮いた時は嬉しかった。

J・・・浮いた時、こんな魔法で遊んだ事なかったけど、出来てよかった。

K・・・長くできて良かった。空中で長く浮いたよ。

L・・・浮けて良かった。

M・・・みんなが浮けてすごかった。

N・・・はじめてそのおもちゃ見たからすごいと思った。

O・・・面白かった。

P・・・長く浮けて良かった。

Q・・・ぷーっと吹いたら天井までいっていくと思った。

R・・・ペットボトルでおもちゃが作れるのがすごいと思う。

S・・・はじめ、チームではAちゃんとBちゃんしか出来なかったけど私も出来るようになって嬉しかった。

T・・・このおもちゃ楽しかった。先生作って来てくれてありがとう。また、したいです。

考察：一部の子どもたちが、この原理のおもちゃをすでに知っていた事もあるが、みんな興味を持った。やり始めると、思った以上に集中して取り組む姿が見られた。微妙な取り組みが結果に表れるので、真剣に取り組む姿が見られた。頑張れば結果が得られるので、時間の経過と共にますます熱気を感じる程に夢中になって遊ぶ姿が見られた。感想からもその熱気は感じてもらえると思う。発達にあった活動と言えるであろう。プロセスの中で、気付き、考え、学ぶ事が一人ひとりに多々あったようである。

感想にもあるように、身近な、しかも教師自ら作ったおもちゃということで、子どもたちは思った以上に嬉しかったようだ。既成品ではなく、子どもたち一人ひとりの顔を思い浮かべながら作成したこのようなおもちゃを与える事は、科学的な考え方の基礎を培うだけでなく、子どもたちにも自分で考えて取り組む大切さを体得させていくように思う。グループ間の意識も高める事ができた。

②アメリカノースカロライナ州立WB幼稚園での実践

アメリカの公立幼稚園でも実践を試みたが、日本の幼稚園と同じような結果が得られた。

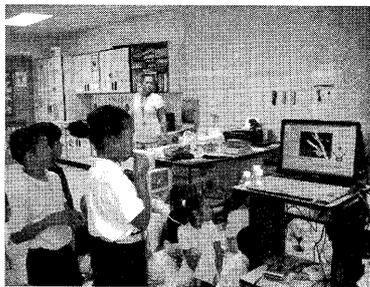


写真-12 米国の幼稚園実習 I

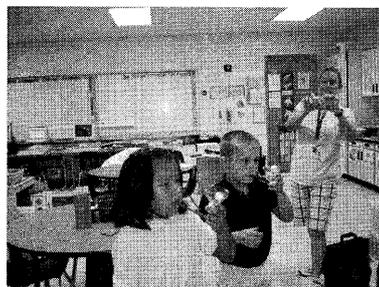


写真-13 米国の幼稚園実習 II



写真-14 米国の幼稚園実習 III

子どもたちの感想：Monica：It's very fantastic. Kelis：I want to my brother to try this at home. Anilu：I'm glad to success with the straw. Heidi：It's difficult but interesting. Maico：I'm happy the ball float in the air. Mackenzie：At the third time, It's my pleasant I could let the ball float in the air. (08年8月13日実施)

(2) 実践の結果とまとめ

どの子どもも興味と関心をもって集中して、ストロー遊びをしていた。ボールが容器からこぼれたら、自分で拾って容器に装備し、何回も繰り返して遊ぶ姿が見られた。そのうちに、子どもたちの方から遊びの工夫が見られた。容器から飛び出しているストローを引っ張ったり押し込んだりしてストローの長さを調整しているのである。子どもたちの遊びに対する工夫である。科学的な原理はよく分からなくても直感的にそうした方がうまく浮かぶと感じた結果である。また、ある子どもは息の吹き方を、今まで強く吹いていたのをもう少し弱く吹いてみた。そうすることでボールが安定して長い時間浮かぶと感じたのであろう。ボールがある一定の高さで数秒間、空中に留まったとき、周りの子どもたちから歓声が湧いたほどである。

すぐに成功の結果が出るのではなく、何回か繰り返し試行錯誤をしたり、工夫を重ねたりしていくうちに成功の結果がでる科学遊びは、この時期の子どもたちに有効にはたらいたようである。

5. 考察

科学遊びに使う教材の製作には、ほとんどの学生が興味をもって携わっていた。今回は電動ドリルを使用した。ドリルを扱うことに苦心している。教材作りに対応するためには、ある程度の電動器具を使いこなせる技術も必要であろう。

製作中や操作の中での特色として、装置の動作には直接関係はないが、顔を描いたり子どもの興味を引くお話をしたりして演出を工夫している点である。このことは単刀直入に科学の原理を説明するよりは、楽しいイメージの世界に入って考えることも子どもにとっては効果的である。

また、特別な材料や高価なものを使うのではなく、子どもたちの身近に有る素材を使った装置なので、実際の科学遊びでは、子どもたちに親しみの感情をもたせることができたように思う。自分にも作れるという意欲をもたせることができたようである。

それは完成品ではなく、改良と工夫の余地を十分残してある装置であるので、何回も繰り返して遊べるものである。学生自身の感想にも「何回しても面白い」というのがあった。このことは根源的に大切なことを示唆している。まず、制作者自身が楽しんで遊ぶことが子どもの興味関心を誘うものだからである。今後も、科学の心を培う楽しい作品を、身近な素材を使って作り続けて、子どもたちの心の中に科学に対する興味関心を引き出し、論理的思考の芽生えを支援していきたい。

参考文献

『新子どもと環境』（小田豊監修 奥井知久・芦田宏編著 三晃書房 2008年）

『パソコン計測』（熊谷英樹 日刊工業新聞社 2002年）

『領域・環境』（武藤隆監修 福元真由美編者代表 萌文書林 2007年）

『センサ技術』（塩田泰仁 総合電子出版社 1991年）