

理科・環境教育助成 成果報告書

第2回 期間：2004年11月～2005年10月

氏名： 泉田 賢一 所属： 高エネルギー加速器研究機構

課題名： いろいろなものをばかろう

1. 課題の主旨

近年多くの場所で科学実験教室が行われているが、その内容は科学的なおもちゃの作成だけで終了してしまい、講師が説明をするだけで終わってしまう物などが大半である。これは科学の面白さの半分の面しか伝え切れておらず、不十分である様に思える。今回の企画では、主に子ども達に考える場面を多く持たせる事を主眼に置いた実験の手法を1年間の実験教室を通して模索した。また、その為の題材として色々な物の性質を単位として測るという題で設定をした。これは科学的な思考の訓練の第一歩として、最も基本的な単位の測定が最適であると判断した為である。

2. 活動状況

I) 概要

1年間通して毎月1回のペースで実験教室を開催した。開催形態としては2回で1シリーズとし、初回にイントロの回を行いその回のテーマとなる物に対する理解を深め、2回目の実験教室では1回目の実験を踏まえて、それを利用する様な形を目指した。開催場所は川崎市青少年科学館（以後、科学館）に協力して頂き、会場として実験室などをお借りした。また、開催の告知のピラを作り前述の科学館に置かせていただいたり、科学館近隣の各種図書館などに掲示をお願いしたりした。対象学年として小学校3年生～6年生を対象とし募集を行なった。また、一般の方の協力を仰ぐためや広報の都合上として「みけねこサイエンスプロジェクト」という団体を結成し、広報や実験教室の時に手伝いをお願いした。

各回基本的に内容は想定して事前準備を行ったが、他の実験教室とは異なりガチガチのテキストなどを準備して行う物ではなく子どもの意向主体で実験を進めていった。子ども達が興味をもつものがあればその方向へと内容を適宜変更しながら実験を行っていった。これは子ども達が面白いと思った物の方が自発的に工夫をしていく点と、科学自体の面白さを体感できる瞬間は、自分の興味を追求している時であるという点を重視した為である。時には事前準備の範疇から離れた物をやる必要があった事もあったが、それは子ども達と一緒に目に見える物でどうにかできないかと一緒に協力して行った。各回の内容でも詳細を述べるが、現在の子供達はお膳立てが揃っているのが当たり前の状態が多く、限られた物で色々工夫していくという事をやってみるという点で戸惑うシーンも多く見られた。しかし、実際の実験や物作りの現場ではこういう事は多く発生するシーンであり、その点の重要性に気づいてからは、こちらからのヒントや指示を減らしていく方向へと流れていった。

II)各回内容

i)速さの測定 (2004/11/27, 2004/12/18)

初回という事で単位の中でも非常に基礎的である「速度」をテーマにした。この回は参加者の大部が小4であり、学校でまだ速さについて学習をしていない状況であった。

それを踏まえて、初回は速さとはどういうものかという点について絞って実験教室を始めていった。行った実験は10m程度の距離を、「走った時」と「物を投げた時」それに「1m程度の高さから物を落下させた時」の3種類の速さをストップウォッチを使用して測定をし、最後に比較するといものである。この時点で既に速さを測るには?というこちら側の問いに対して「スピードガンで測定すれば良い。」等の答えが返ってきていた。子ども達の中では今の世の中は大抵測るのに便利な機械があるので、工夫せず天下り的に使用すれば良いだろう。と考えている一端なのではないかと思う。その一方で、「50m 走のタイム」を計った経験と「速さを測る」事がまったく結びついていなかった事も印象的であり、これを結びつける事で実験教室は進んでいった。

2回目はそれを踏まえてより発展的な測定として音速の測定を行った。とは言っても精密測定ではなく70m付近の距離からブザーを鳴らすと同時に懐中電灯に灯りをつけて到着の誤差を測定するという雷が鳴った時によくやる事の手動版であり、オーダーさえあってればそれで良いといういい加減なものである。しかし、今回は前回の測定に結びつける事で速さを測定している事を実感してもらうという点を重視した結果、この形態で実験を行った。それでも子ども達には前回の実験と中々結びつかない点がありその点を理解してもらうのに苦労をした。また、70mの距離を測る際にどの直線をとれば実験がしやすいかという点や、距離を測るのに1m物差ししか与えず、70mという長い距離をどうにかして測定してみようという形で、自分達で考えながら作業をしてもらった。最終的には秒速100mちょっとという結果で実際の値からは大きく外れてしまったが、桁数はあっていた事や子ども達が楽しみながら頑張って測定をしていた事が印象的であった。

ii)磁力を測定してみよう (2005/1/29, 2005/2/20)

この回は事前告知の期間が日程の都合上短時間となった為に参加人数が少ない回となってしまったが参加者が6年生のみの回となった為に前回とは逆に(結果的にはではるが)非常につまんだ内容の実験が行えた。

内容としては、磁石に幾つ釘がくっつくかで様々な磁石の強さを実感する事や、磁力線に向きがある事を方位磁石などで調べる典型的な手法で実験を行った。実験の最中はなるべく問いかけをしながら進めていくなど、子ども達に理解に合わせた実験を行っていった。また、磁石の強さの測定を、最初は釘が磁石に付く数などで判定していたが、その他にも子ども達と一緒にどれ位の距離から磁石がくっつきだすのかなど他にも色々な方法を一緒に話し合いながら考えていった。2回目では主に電磁誘導による

電磁石の自分達での作成を行い、どうすれば磁力が強くなるかなどの実験を行った。2回目の電磁石の作成では磁石の強さを測定するのに、1回目で利用した磁石の強さの測り方を使用した。これは科学的に見れば、単位の測定法を確立してから電磁石の性質を数値的に調べていくという科学的には基本な手法をとった事と一致している。この流れを踏んだ時に非常に実験教室として、子ども達が自然な流れで物事を調べる事ができたと考えられる。

iii)力について調べてみる (2005/3/25, 2005/4/16)

この回からは、第1回に参加していなくても第2回への参加ができる様にシステムを変更した。また、年度初めをまたいでいた為に第2回になって新3年生が多数参加した実験教室となった。その一方で何人かのリピーターの子も達が出始めたのがこのシリーズからであり、そういう意味ではこのアプローチが受け入れられ始めた証拠だと考えられる。この回は一番基本的な力の概念についての実験を行った。

第1回は測りを押してみても力の強さを kg に換算を行なったり、身近な所から体感の実験をしてもらったりした後に、一定の力で物を飛ばしたときに重たい物と軽い物で飛ぶ距離がどの様に違うのかなど実験して確かめてもらいどういう傾向にあるのかを考察してもらった。この実験でネックになったのは、一定の力を出すようにするかを全員で工夫する事となった。この回から子ども達が自発的に案を出し合う様になって来た傾向がある。この回では一定の力を出すのにシーソー型の発射台を準備し、発射物の反対側を手で弾く方法を取り、力の強さの加減は手を振り下ろす距離で決めるという手法をとった。勿論これだけで一定の力の強さが得られる物ではなかったが、それでもある程度一定の力を得ることができた。この方法は講師側では一切指示をしておらず子ども達の発案である。シーソーにしても子ども達の内の一人が持ってきた物差しを使ってみようという流れになり、子どもが考える傾向が出てきた事であろう。

第2回は、対象物をボールや発泡スチロール製のブロックなどを使い、蹴った時や棒で打った時などでの飛び方の傾向などを色々と調べてもらった。前回と似た様な内容になってしまっているが、それはこの回からの新規の子ども達が多かった為に前回と基本的に同じ様な実験をせざるをした方が良さだろうという判断からである。一方で、前回参加した子ども達の為に準備した企画として、最後に「自転車」でこれらの対象物にぶつかるとうなるかという実験を行った。これは音速の時と同じ意図、つまり今までの自分達の力でやっていた物に対して日常凄いなと思っているもの（前回は音速、今回は乗り物に衝突された時の衝撃）とを直に比較をしてみるという事を体感してもらおうである。ただ、今回の物に関しては一緒に同伴していた保護者の方も盛り上がりすぎてしまい、一緒にアトラクションとなってしまった点は反省材料であると思う。しかし、これを発展して最後には車に引かれた時にいかに恐ろしい事になるのかを想像してもらおうという意味では十分意味があったと思われる。

iv) 電気について調べてみる (2005/5/21, 2005/6/26)

この回は電気の単位について、単純な電気回路を組んでもらいながら学習していった。電気に関しては、興味深いタイトルだという事もあってか全体で見ても一番参加者が多い回となった。その為準備していた材料が不足する事態に陥ったが、その分今回はグループでの話し合いを重視して実験を行わせた。

初回は電気回路にはどういう単位系があるのかという点についての学習を行った。従って今回の内容は測定方法の工夫というよりも如何にして電気回路を組んでいくか、という点を学んでいくかという方向性に絞っての実験を行った。まずは電圧の存在を確かめてもらう為に発行ダイオードを使用して、電気を流す力の強さがある事をまなんでもらった、その後に電球をつないで電流の概念や直列回路、並列回路などを組んでもらった。しかし具体的な配線については、一切指示をせず子ども達には自分達で相談をさせて回路を組んでもらった。これに関しては、こちらの予想のしない、けれども有効に思える回路の組み方をしていた点が非常に面白かった。この回は最終的にオームの法則について簡単に学んでもらって終了した。当然難しい話はしないで、概念的な話で終わったが子ども達は十分理解している様だった。

2回目は、前回のオームの法則の簡単な復習から出発し、ワットとエネルギーへのつながりの説明を行いながら、電球の明るさとしてのワットとの体感やモーターに羽をつけて風をおこし、普段の自分のウチワで扇ぐ力との比較などを行った。本来は熱での比較も予定していたが、モーターを回しての小型扇風機を羽の形でどれだけ効率良く風をおこすかという方に子どもの興味移っていった為に後半のほとんどはこちらに費やす形となった。この体験が元になったのか、参加者でリピーターの子どもの一人が夏休みの自由研究に発展型のちゃんとしたミニ扇風機を作成した。後日の回で持参した写真は以下の

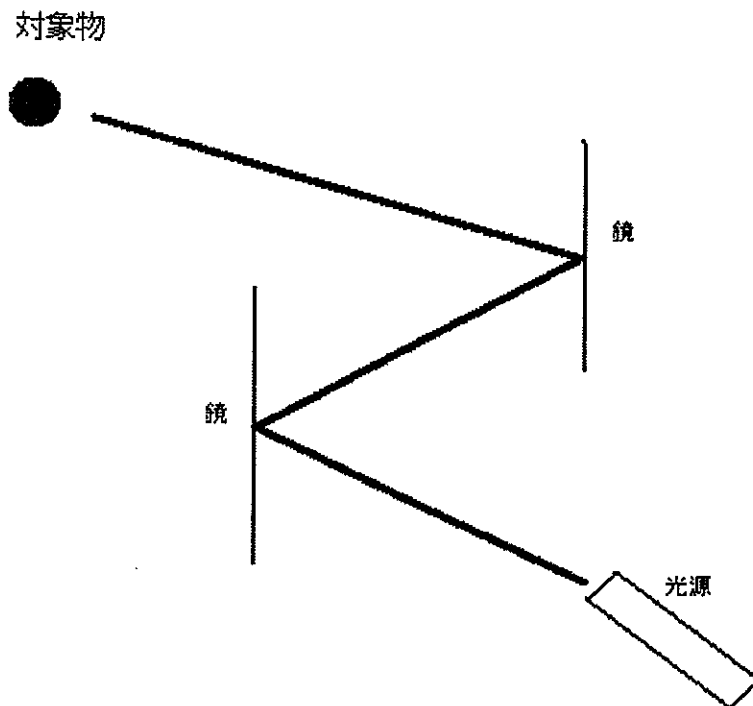


通りである。

v)光について調べてみる。(2005/7/30, 2005/8/7)

この回は光の性質について調べてみる実験を行った。光の性質という事で本来は単位分けする事が非常に困難であり、性質を調べる事に最終的に終始してしまった。そこはテーマに沿えなかったという意味では重要な反省材料だと考えられる。

1回目は、鏡を使って光を反射させる実験を行った詳細は下図の通りである。鏡を動かして目標の対象物に光を当てるといふ実験である。これによって、光の反射の仕方を自分達で体感してもらう事を行った。



この後封筒に、紙を入れて光を当てた時に中が透けて見える事を利用して、封筒何枚重ねまで中が見えるかで光の強さを測定したりする実験を行った。その他にも海中伝のは光は距離が離れれば離れるほど拡散していく事などを実験しながら学んだ。この回はどちらかという、遊びながら学ぶといった感じが特に顕著の回となってしまった。その為この回も高校や大学の内容を幾分か含んでしまう結果になったが、子ども達は概ね楽しんでいるようであった。

2回目は偏向板や車の日差しよけに光を当てることで、光の透過性にして実験を行った。この回も前回の延長線上として、これらの性質をいきなり見せた後にクイズ形式の様な形で進めていく事となった。これには中々苦戦している様だったが、子ども達も楽しんで参加しており良かったと思う。また、逆に車の日差しよけからの発展として、鏡はどうなのか？や夜の窓ガラスの反射などに話を持っていきこれ

らが特別な物でない事の説明なども行い、(これもクイズの様に各々相談してもらったりした。)

vi) 石を調べる (2005/10/1)

今回は特別に外からの講師を向かえての実験教室を行った。これは、今回のテーマが性質上物理に偏り勝ちだった為に、最終回を間際にして他分野のテーマも取り込もうという発想に基づいたものである。当日は講師として、中西氏を迎え実際に石の性質を調べるのにどうすれば良いのか等の実験を行った。

石を鑑定するにはいくつかの性質の違いを洞察しなくてはならない。そのため、自然の観察が重要である。今回の教室では初めにいくつかの鉱物を見てもらい、鉱物の硬さと堅さについて説明したのち、外に出て道端の石を砕いてもらった。最後に堅い鉱物である翡翠がなかなか砕けないことを実感してもらった。

実験中、子供たちはいろいろな石を砕くことでどのようにたたけば試料を粉々にせず、うまく砕けるかを学んでいるようだった。いくつか割ると割る前に変わった石を探すようになったのは狙いであった観察が行われていることと思われる。子供たちは気に入った石を持って帰ったりして楽しんでた。保護者の方からも質問が多く、親子で楽しんでもらえたと思う。

vi)最後のまとめ(2005/10/29)

最後の回という事で今までのシリーズとは異なり、前回のテーマを反映せずに、1年間の総まとめの様な回として、今までに行った実験を行い色々な回の内容がどれ程度定着したのかの確認を行った。行った実験は、ボール投げの速度の測定、計りでの力の測定、電池の直列つなぎと並列つなぎでの電流の測定実験を行った。各回で体験済みだった子ども達はこれらの実験や結果、考え方をよく覚えておりこの1年間の実験での体験が忘れがたい物になっていた事を実感した。

また、光の性質を調べた回に対応する回の方の実験はより発展的な内容として、焦点を利用して写像が見えるという不思議なおもちゃを使用した。



使用したおもちゃ浮かびあがっている豚は写像で、本体は死角になっている部分に位置している。

このおもちゃの原理は反射のみで説明できる。これは光の回鏡と反射の関係を学んだ事であり、この1年間の色々と目の前に題材を与えて考える力が付いている子ども達ならば、この原理を説明できると考え、最後にこのおもちゃの原理をクイズとして出題した。結果は、参加者の半分以上の子ども達が正解をする物であった。参加者の3分の1程が鏡の回に出席していなかったが、それでもこの結果を得たという事は子ども達に思った以上に自分達で色々と想像できる力がついていた事の現れであろう。(私自身、1人か2人位だと思っていた。) これは、この1年間の方向性がそれ程間違っていなかったという結果だと考えられる。

III) 1年間通しての子ども達の様子、及び、参加者等の声

i) 参加者の声

最終回の参加者に、1年間参加しての感想を書いてもらった。色々な声があったが、まとめると以下の通りである。

- ・ 学校とは異なり実際に実験をしたのが面白かった。
- ・ 楽しく遊べた。
- ・ 先生の馬鹿話が面白かった。

最初の項目については、現在の学校の理科離れの原因と言われている知識の詰め込み型の教育の現われだと考えられる。2つ目に関しては多くの指導をされている教師の方にはけしからんと思われるかもしれないが、色々な知識は遊びの中で養われていくという事実を踏まえるとそこまで悪い感想ではない様に思う。少なくともこの教室を通して勉強をしているというある種の閉塞した空気がなかった事を表し

ている。最終回で各回の印象が子ども達に残っていた事を考えれば、自主的に活動し知識を取り込んでいった結果と言えよう。3つ目に関しては、私が話しの途中によく脱線をしていたのが原因である。主だった内容はウンチクが絡んだり、実験測定器の値段の紹介をしたりと言った物である。この内容の評価については、参加ボランティアの意見があるので後述する。

これとは別に教室に参加している子ども達の中の意見には、他の既存の実験教室と比較してこちらの方が面白いといった意見があった。また別の子どもが、私が開催している別の実験教室（これは他と同じ科学工作がメインになるもの）に参加した時に「今日は実験する道具を作る教室だ。」という風に表現していた。このような意見が出た事を考えると、今回の実験は当初の狙いが子ども達に伝わったという風に考えて良いと思われる。特に他の物より面白かったという意見は、他の教室以上に科学的な物の捕らえた方などの面白さを伝えられた結果の様に思える。

ii) 参加していた子ども達の様子

まず参加していた子ども達に多く見られたのが、天下り的に何かを測る物があってそれを使えば良いという感覚で、実際にそういう旨の発言もあった。またヒントなしだと何もできないシーンが多かったのだが、最終的にはこちらが何も言わなくても自発的に考え、試行錯誤してどうにかしてやろうという態度へと変貌していった。また、比較的受身でおとなしい子ども達も活動をしているうちに自発的に活動をしていく様になり、どの子も楽しんで実験を行っていた。この様に当初の狙い通りに子ども達が変わっていった事から、この方向性の実験教室は考える力や態度などを変えていくのに十分な方向性であると考えられる。

iii) ボランティアからの意見

参加して頂いたボランティアの方からも実験教室の感想を頂いた。

- ・ 前述の脱線話については学校の授業ではあまりない切り口であり。これは子ども達には良い刺激になっているのではないかとの意見を頂いた。例えば、物の値段等について一々口にするというのは学校の先生にはない感覚であり、そこから金銭感覚などを身に着けるなどあっても良いのではないかという意見であった。
- ・ 講師がある程度物理の内容を理解している為に次々と出てくる部分があるのではないかという意見があった。
- ・ 今回の実験の内容の中には、昔は遊びとしてやる様な内容が含まれているのではないかとの指摘があった。
- ・ 講師の実験進め方が子どもと同じ目線で進めていた様な感じがしたとの意見があった。この視点があったが為に子ども達が自然と内容にのめりこめたのではないかとの事だった。

3. 結果

他の実験とは異なる、実験、それも色々な物を測ることで物の性質を調べるというより科学的なアプローチの実験教室を行い、この1年間通して実験教室を行う事で子ども達の態度が如々に変わっていき、自分達から積極的に色々と活動できる様になった。また、よそのタイプの科学実験教室よりも面白いと感じる子ども達がでるなど、この方面の実験教室はより子ども達に科学の面白さを伝える力がある事も明らかになった。

4. 今後の課題と発展

現在、NPO 法人発見工房クリエイトから支持を頂き、発見工房クリエイトと連携しての2年目の開始を模索中である。

また、子ども達の中でもリピーターとして定着しなかった子ども達も少なからず存在したので、これ以降は工作系のアプローチを参考にこれらの子ども達も楽しく飽きずに参加し続けられる様な方向性も同時に模索すべきである。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

1年間ご支援を頂いた、日産科学振興財団には感謝の意を表したいと思います。
ご支援、ご理解、誠にありがとうございました。