

# テーマをひとつに絞った宿泊科学実験教室

－「学びのアドベンチャー」の実践－

市瀬 和義・坪本 吉史\*・戸田 一郎\*\*・高野 哲夫\*\*\*

(2004年9月1日受理)

## The Science Experiment Classroom with a Stay Focusing on Only One Theme

－Case Studies in “Adventure of Study”－

Kazuyoshi ICHINOSE, Yoshifumi TSUBOMOTO\*,

Ichiro TODA\*\* and Tetsuo TAKANO\*\*\*

キーワード：竹，火，科学実験，学び

Key words : Bamboo, Fire, Science Experiment, Study

### 1 はじめに

(1) 学びのアドベンチャーとは

富山県では、2002年に、新しい時代を切り拓く「創造性豊かでたくましい“とやまの子ども”をはぐくむ」ことを目的に「とやまの教育ルネッサンス構想」が策定された。この根幹に、以下のごとくのとやまの教育10か条>が据えられている<sup>1)</sup>。

#### <とやまの教育10か条>

(未来を拓くすぐれた知性)

1. 基礎・基本の確実な定着を図りましょう
2. 自ら学び考える力を伸ばしましょう  
(社会をつくる豊かな心)
3. 郷土や国を愛する心をはぐくみましょう
4. ともに生きる心と態度を培いましょう  
(時代を生きぬくたくましい体)
5. 健康な生活習慣づくりを進めましょう
6. 元気な体をつくりましょう  
(学びをはぐくむ環境づくり)
7. 子どもをはぐくむ家庭・地域の輪を広げましょう
8. 信頼される学校をつくりましょう
9. がんばる先生を育てましょう
10. 時代の変化に応じた施設や制度を整えましょう

このうち2の「自ら学び考える力を伸ばしましょう」の主な事業としては以下の4項目があげられている。

- ①基礎学力向上「ステップアッププラン」
- ②確かな学力を育成する「学力向上フロンティアスクール」
- ③科学する心を育てる「理科大好きスクール」や「スーパーサイエンスハイスクール」「学びのアドベンチャー」
- ④児童生徒の読書活動を推進する「すすめたい100冊の本」

この中で③にある「学びのアドベンチャー」は

呉羽少年自然の家、利賀少年自然の家で、県内外の優れた研究者等を講師に招き、小学生を対象に、野外観察や科学実験などを行い、とやまの自然に理解を深めるとともに、児童の知的好奇心を引き出し、獨創性や創造性をはぐくむ自然体験、科学体験の機会を拡充する。

ことをねらって企画された。

内容としては、呉羽及び利賀少年自然の家を会場に、自然や科学に親しみ知的好奇心を引き出す自然観察会や科学実験などを行う1泊2日のセミナーである。富山県内の小学生5～6年生を対象に募集が行われ、県東部の子どもたちは2003年10月11日(土)～12日(日)に呉羽少年自然の家(以下単に「呉羽」と呼ぶ)で、同西部の子どもたちは10月25日(土)～26日(日)に利賀少年自然の家(以下単に「利賀」と呼ぶ)で、それぞれ、「学びのアドベンチャー」が行われた。

(2) 新しい学びの姿を求めて

我々は富山県教育委員会より依頼を受け、呉羽と利賀の一切のプログラム構成と実験を担当した。

通常、学校の宿泊学習では様々なことをねらって多様な企画がなされる。しかし、今回は、子どもたちが、1泊2日の期間全てを科学実験に絞り、集中して一つのことをやろうとする全く新しい試みであった。ただ、参加する子どもたちは、いろいろな学校から集まってきており、その子どもたちの実態や既有経験の把握はきわめて難しいし不可能に近い。そのため、単に「おもしろい実験をたくさんやって楽しかった」と子どもたちが感ずるだけで終わってしまうことは十分考えられる。それでも、「学びのアドベンチャー」の「自然や科学に親しむ」目

\* 利賀村立利賀中学校 \*\* 北陸電力エネルギー科学館 \*\*\* 富山県立水橋高等学校

的はある程度達成されるのかもしれない。しかし、それだけのことであれば、このようにわざわざ宿泊をしなくてもよいのではないかと考えた。そこで、ここでできないものは何かをまず考えることにした。更に、難しいではあろうが、わずか1泊2日の生活の中で子どもの動きや言葉の中から、我々の考え（児童の知的好奇心を引き出し、それが持続する方策）は、果たしてよかったかを探ることとした。

以上の願いから、本論では

- ①まず、我々がどのように考え展開したかを述べ
- ②次に、子どもたちの言葉、活動の姿、感想などから新しい学びの姿について論考する。

## 2 知的好奇心の持続

学校教育や地域で科学実験を展開する場合、最初の実験がおもしろく、子どもたちが乗り気になってきても、意欲が長続きしないことがよくある。その原因には様々なことが考えられるが、ここでは、今までの我々の実践から出てきた以下2点から考察した。

### (1) 材料調達からはじめる

青少年の科学離れを憂い、その実態を打破せんとして、富山に「おもしろ科学実験in富山」実行委員会ができ、今年で11年目を迎える。この会は毎年「科学の祭典」を行い、手作りでダイナミックな実験を子どもたちに見せたり、子どもたちと共にもものづくりをしたりしてきた<sup>2)</sup>。この中で市瀬は、最近子どもたちの中に、自分たちがせっかく苦労して作ったものを大切に扱わないばかりか、捨てていく傾向があることを指摘した<sup>3)</sup>。

科学の祭典では、長くても1時間程度で効率よく実験が行われる。我々が徹夜でいいいに準備をした実験材料も、子どもたちにとっては決して愛着のわくものではない。子どもたちは、祭典のブースで親と一緒に時間をかけてものづくりを行い、「ああ楽しかった。家に帰ってこれで遊ぼう」と我々を喜ばせる。そして「ありがとう」と礼儀正しく言って帰るのだが、帰りしな部屋の隅にあるゴミ箱にそれを捨てていってしまうという例もある。

これと似た傾向が、親主催の子ども会などでも起こっている。「一生懸命、全て完璧に準備して竹トンボを作らせても、どうも子どもが乗ってこない。作っただけで、それで遊ぼうとしないし、うまく飛ばないとそれでやめてしまう」といった愚痴をあちこちで聞く。

これらの原因として

- ①親が小さいころ自分が楽しかったというものを子どもに押しつけており、子どもと親の要求が合わない
- ②材料を全て用意、ノウハウは研究つくされておき、必ずうまくいくようにしてある。子どもは製作の過程で自ら工夫することは全くなく、言われるまま作って

いる  
などが考えられる。

そこで我々は、実験の材料を全て我々が用意しておくことに大きな問題があると考えた。祭典のブースや学校教育の現場などでは時間が限られており、いたしかたない。しかし、もし材料調達の苦労から子どもたちがしていいたら、作ったものを大事にするのではないだろうか。材料調達からはじめる場合は、子どもたちは、自分がどんな実験をしたいのか、そのためにどんなものがあるのかを明確にしておく必要がある。当然、全ての場合において可能というわけではない。時間・予算・場所などの制約が必ずある。しかし、自ら目的に向かって計画を立て、失敗しながら進むことは、「人に言われたのではなく自分で」行っていくという満足感があり、その結果、何とか目的を遂げようという思い（知的好奇心）が持続していくと思われる。

### (2) 思考錯誤の時間を十分に

学校教育では、理科の授業が1日にせいぜい1～2時間という制約がある。また教室や理科室といった学びの場所が限られており、扱う内容にはどうしても限界がある。このため、子ども自身の試行錯誤の時間をたっぷり保証するには、教師は、かなり思い切った内容の選択（切り捨て）と集中を行わなくてはならない。子どもたちの中には、じっくりと時間をかけて考えたい子どももいるのだが、多くの場合、教師は、子どもの発想を待ちきれずに口と手を出して、考える時間を奪い、急がせてしまうのが現実である。

時間についていえば、学校では、理科なら理科に絞って何時間もそのことに取り組むことは困難である。しかし、ここでは、たっぷり時間が与えられている。そこで子どもたちが、2日間、集中してとりくめるために、さらに最初の動機（知的好奇心）を持続するために、一つのものを中心におきじっくりと考える時間をとらせたい。そしてこの十分な時間の中で、そこから派生する様々な問題を総合的にとらえていかせたい。

以上(1)と(2)が達成できれば、知的好奇心が持続し、そのことの中から創造性や独創性が少しずつ育まれはしないかと我々は考えた。

その中で何をすべきか。我々は様々な検討の末、中心に据えるものとして、呉羽では「竹」を、利賀では「火」を選んだ。

## 3 呉羽における実践の概要と考察

### (1) ねらい：活動の中心に「竹」をおく

#### ①豊富な竹林を生かす

富山県における少年自然の家では、それぞれ地区の特徴を生かした活動をメインにそえている。今回の場合、

会場に決められた呉羽では、他と違う主な活動として、きわだっていたのが「竹」であった。図1に施設周辺図を示す。いかに竹林が豊富なのが分かる。



図1 呉羽少年自然の家の施設周辺図

呉羽ではこの竹を使って、実際に竹を切り出す活動から始め、竹林の中に家を作る「ジャングル遊び」や、切ってきた竹を使って池でいかだを組む「池遊び」がある。また、竹を使って箸・皿・カップ・竹飯の釜づくりなど、竹クラフトが盛んである<sup>4)</sup>。

「竹」をテーマにした場合、科学実験だけでなく「学びのアドベンチャー」の目的にもある野外観察も視野に入れることができる。また、学校の近くに竹林があれば呉羽で考えたこのプログラムの一部が応用できる。

#### ②ものづくりとしての「竹」

今回、プログラムを作るにあたって、「竹」をテーマにし、中心に据えた場合はどんなことが考えられるか、理科だけでなく様々な教科や観点から検討を重ねた。その内容は後述する5の(4)に、発展的内容として示すので参照されたい。

ここでは、前述した材料調達を自ら行い、思考の時間を十分とって、知的好奇心を持続させるものとして、「ものづくり」が何よりも大事であると考え、エジソン電球の芯づくりを選んだ。

#### ③エジソン電球の芯を作る

##### a) 歴史

今からおおよそ125年前の1879年、アメリカのエジソンは木綿糸を炭化(炭焼き)させた炭素フィラメントを使い、電球を灯すことに成功した。しかし、この電球は30時間前後しか点灯しなかったため、エジソンは世界各国から植物繊維を集めて炭化を試みた。1880年夏、エジソン電灯会社の社員が日本に來日、日本各地の竹をエジソンあてに送った結果、京都府八幡市のマダケが最も適していることが分かり、その後10年以上にわたってこの竹がアメリカに送られた。エジソンは竹の表皮付近の丈夫な繊維を削り、これを水に浸し、柔らかくなったらU字型に曲げ、炭素板に掘った溝に入れ、回りを炭素粉末で産め、その上にもう一枚炭素板を重ねて炉に入れて焼き

炭化した。

##### b) 竹ひご電球の再現

このことに感銘を受けた戸田は、本当に竹ひごで電気が灯るか、竹ひごで出来た炭素フィラメント電球を作ろうと考え、様々な工夫を重ね、実際に八幡市の竹を使って、電球を灯らせることに成功した<sup>5)</sup>。

#### ④エジソン電球の教材としての価値

電球は日常生活でお世話になっているが、子どもたちはその歴史については、あまりよく知らない。空気てっぽうや水てっぽうなら、学校で扱っており、なじみが深い。しかし、竹ひごで電球を灯すとなるとその経験はおそらくなく、大変興味を持つと予想される。

エジソン電球は、まず竹の芯を作らねばならない。通常の実験教室では、教師が予め用意しておく。しかしここでは、あえて竹を切り出し、芯を作るところから始めたい。これを炭化し、「世の中でその子にとっては、たった1本の竹の芯」が灯ったらどんなにか嬉しいだろう。芯をつくる工程は以下に述べるようになり大変で、これを竹林の竹からやりきること、前述の「材料調達」は十分達成されると思われる。また、知的好奇心は「灯したい」という強い要求と共に、最後に「灯る」というところまで持続すると考えられる。

#### ④手順

以上のような観点で、我々は呉羽で「竹」をメインに据え、その中でもエジソン電球に最重点をおくことが、目的を達成できる最良の方法と考えた。そして、「呉羽エンジン科学教室—呉羽の竹が変身！」という題で参加する子どもたちの募集を開始した。

1泊2日の日程で食事づくりもあったので、次の日は竹笛を作ったり、竹飯を炊いたりもした。しかし、そのことには、今回はふれず、本稿の目的に絞り、エジソン電球に限って報告、検討する。エジソン電球の最終的な手順<sup>6)</sup>は以下の通りである。

##### ○エジソンと電球の話

##### ○竹を使ってエジソン電球を作り灯してみる。

##### a) 竹林から竹を切り出す。

##### b) 竹を切る。割る。

##### c) 竹の表皮に近い部分の繊維が堅くて緻密な部分(内側の柔らかい部分はダメ)をナタで細くきり出す。

##### d) これを鉄板に開けた小穴を通し、反対側から引き抜いて直径2mm、長さ5cmほどにする。

##### e) 直径7mm、長さ8cmのステンレスパイプの一方の端をたたいてつぶす。

##### f) ステンレスパイプの中に竹ひごを入れ、竹ひごとパイプの隙間に炭素粉末を詰める。パイプの閉じた方を下にしてトントンと振動を与えながらできるだけいっぱい詰め、最後にパイプの口の付近まで一杯にする。

##### g) 耐火ボードの上にパイプを置き、市販のハンドバーナーで7~10分、ステンレスパイプが真っ赤になる

状態まで熱し続ける。

- h) 冷めてから竹ひごを取り出し、これを4cmほど離して板に立てた2本のゼムクリップにとりつける。
- i) 竹ひごを取付けたゼムクリップに適当な大きさのピーカーをかぶせ、中に窒素ガスを入れる。
- j) ゼムクリップに変圧器で少しずつ電圧を上げながら電流を流す。成功すれば20～50Vで竹ひごは1分間前後光り続ける。

## (2) 実践と考察

### ①参加した子どもたち

#### (a) 事前の実態

##### ・参加人数

県東部を中心に18校の小学校より5年生22人、6年生が11人の計33人が参加した。

##### ・参加の理由

アンケートでは、「内容がおもしろそう」というのが圧倒的で21人(64%)もいた。チラシに書いてあった題目や「竹」に絞った日程に魅力を感じたのかもしれない。

##### ・理科があまり好きでない

理科が好きかどうかを子どもたちに聞くと、ほとんどが「好き」と答えた。中に「そんなに好きではない」という子どもが5人ほどいた。その子たちには、最初から何かつまらなそうな姿勢も目についた。以下、このような理科があまり好きではないと思われる子どもたちの姿を通して、材料調達の意義や時間がゆっくりであることで、知的好奇心が持続されていったかどうかを見ていく。

### ②竹を切り出す

#### a) 最初の動機づけ

講師の都合で、エジソン電球の歴史や苦労話は夜に聞かせることとなった。しかし、子どもたちには「エジソン電球を作る」こと、「自分の灯すのはたった一つで、それを元から作る」ことを明確に告げた。

#### b) 竹林に入る

グループごとに分かれて竹林に入った。その様子を図2に示す。



図2 竹林で竹を切る様子

以下点線の中は理科があまり好きでない子どもたちとの会話である。(T:指導者, C1～C3:児童)

T : 竹林って入ったことがある？

C1 : あんまりない。タケノコとりなら入ったことがあるけど。

C2 : いてー。蚊にさされたよ。

C3 : 竹がずいぶん倒れているね。

C2は、蚊にさされたことが気になり、いらいらして、グループでの活動にはあまり参加しなかった。突っ立っていることが多かった。C3の気づきによって、そのグループでは「あまり手入れしてない」「タケノコ林はきれいだ」というようなところまで話が進んだ。この段階では、やることは分かるが、まだ積極的な材料調達をするという気持ちはなく、言われたので仕方なしという感じが見られた。竹の切り方を見ていると、多くの子が根元でなく途中から切り始めていた。また、竹の倒れる方向を見定めてから切ることや、枝打ちをせずに、運び出そうとする子が多かった。これらはしっかりと教えなければならぬことを痛感した。

T : どう、切れた？

C2 : (笑いながら) ノコギリの最初のところがうまく切れなかった。何回もやってやっと切り始められた。うまくいかなかった。

C2は最初うまくいかず、投げ出す場面が見られたが、「必ず自分で一度は切ろう」と言ってあったこともあり、時間はかかったが、なんとか切ることができた。そして竹が倒れたときは歓声をあげていた。切り終えた1グループ1本だけの竹は、グループ全員で少年自然の家まで運んだ。

#### <考察>

全員に竹を切らせたのはよかったと思う。これは、ゆっくりと時間が確保されているからこそできることである。C2の子も、蚊にさされていやがっていたが、周りが一人残らず切り始め、誘われるかのように自分も切ったことで満足感が生まれたと考えられる。切り出して運んでいく竹は大事に皆で持っていた。

### ③竹を切る

最初の切り口(道筋)をつけるのがやはり難しそうだった。かなり太いので、時間がかかって大変そうだった。

T : 疲れるでしょう。とても。

C1 : うん。でも。電球の芯や箸をつくらなきゃ・・・

#### <考察>

C1の言葉のように、自分のものは自分でつくる、誰も手伝ってはくれないという意識が芽生えてきたようだ。無言で作業す

る様子は集中している証拠と思われる。

#### ④エジソン電球の芯づくり

##### a) 堅い皮と竹ひご

まず、輪切りにした竹の外側の皮に近い部分をナタで割る。これはかなり技術のいる作業であった。

C2: うーん。うまくいかん。(イライラのよう) ここは堅いなあ。何で真ん中じゃいけないのかな。

T: そう、よく見つけたね、堅いってこと。堅くないとどうしてダメかな。

C2: うーん。・・・柔らかいと折れちゃうからかなあ。

##### <考察>

C2の言葉は、自らナタで割ってこそ、その堅さや繊維が集まっていることが分かるもので、触っただけではその感じは分からない。そしてこのことが、次に行った鉄板に開けた小穴を通し、反対側から引き抜いて直径2mmほどの竹ひごを作るときに、何本も失敗した後で「あっ、そうか。分かった。堅くないところで折れちゃう」という発見につながっていったと考えられる。C2に、このような失敗体験がなければ、おそらく「皮のところ」ということが実感として分からないだろう。

##### b) 炭化

次に、炭化の(蒸し焼き)作業に入った。まずステンレスパイプの中にグループ一人一人の竹ひごを入れ、竹ひごとパイプの隙間に炭素粉末を詰めた。この作業は「大丈夫?」と言われながらも、C2が買って出た。今まで、後ろで見ていたC2には珍しい行動だった。手を黒くしながら、何回もこぼしながら一生懸命やっていた。その後、耐火ボードの上にパイプを置き、市販のハンドパーナーでステンレスパイプが真っ赤になる状態まで熱し続けた。この加減は難しく、C2は「これでいい?」と何回も聞きにきた。C2のグループは結局、火加減や取り出しに慎重さを欠いたことで2度失敗したが、その原因を皆で考えて最後は見事に成功した。

##### c) 芯の取り出し

ステンレスパイプが冷めてから竹ひごを取り出した。このときほどグループの皆が集中したときはない。何せ慎重に取り出さないと自分の汗水垂らして作った芯は折れて使い物にならないからである。無事、蒸し焼きにされた竹ひごをC2は、とても大事に大事にティッシュペーパーに包んでいた。

##### d) 電球を灯す

この芯を使って電球を灯すのは、食事の後とすることになった。そのとき、市瀬が何かのはずみに、C2の作った電球の芯を、足でまたいだ。そのときである。C2は「壊れる!」と遠くからいい、市瀬のところまで走ってきて、きつと、にらんだ。市瀬はこの行動にびっくりして「ごめん」といって謝った。

##### <考察>

C2にとっては正に宝物のような電球の芯であったと思われる。大変苦労して作り、しかもたった1本しかなく、壊れたら今までの苦労が水の泡なのは目に見えていた。このこだわりは、自ら苦労した中で感ずるものであって、教師が全て用意した材料ではとてもそうはならないと思われる。

最後に、この竹の芯を4cmほど話して板に立てた2本のゼムクリップにとりつけた。これもなかなか技術がいる。わずかなでも変な力が加わると折れてしまう。皆真剣であった。電圧をゆっくり加え、自分の作った竹の芯が灯ったときはどの班も大きな歓声が上がった。C2はしばらく続く自分の電球の光を静かにじっとみつめていた。図3に子どもたちの喜びの様子を示す。



図3 竹の芯で電球を灯す

##### ⑤感想を見て

C2は最後の感想を次のように書いた。

・竹でまさか電気がつくとは思わなかった。電球が作れるなんてびっくりした。竹で電球ができたことが一番心に残った。電球に赤い光が灯ったのはとても楽しかった。

##### <考察>

この感想の中に、C2の材料調達から始まって苦労して苦労してやっと作った、たった1本の竹の芯が灯った、その喜びが詰まっていると感じる。これだけのことで、理科が好きになったとか、知的好奇心が持続したとかは断定できない。それをするには、もっと日頃からC2と接し、どんな場面でどう動いたか、何を感じ何を言ったかしっかりと見なければならぬ。現段階ではそれは不可能である。

ただ言えることは

- ・「エジソン電球の芯は一本しかない。作れなかったり、途中で折れたりしたら、灯すことは全くできない」という気持ち
- ・材料調達の苦労が最後まで、やりぬく力に寄与したことは間違いないと考えられる。

以上、エジソン電球に限って見てきたが、それ以外にも竹飯づくりなど竹を中心にすえた活動があった。それらを含めて子どもたちは以下のような感想を述べている。

- 竹がなかったらいい生活をしてなかったんだと思う。
- 竹を使っていろいろなことができてすごい。まさかできるとは思っていなかったことを実際やってみてきて、とてもびっくりした。
- 初めて知ったことや、いろいろな発見ができてよかったし、知らなかったことも分かり楽しかった。
- 竹が不思議なものになった。

#### <考察>

「まさかできるとは思わなかったことを実際やってみて」というのは自分で苦労してやってみた率直な驚きであったようだ。そのことが竹を利用した昔の生活に心から思いをはせることにつながったと考えられる。「竹が不思議なもの」という言葉の中にその気持ちがこめられている。

## 4 利賀における実践の概要と考察

(1) ねらい：活動の中心に「火」をおく

### ①野外炊飯での「火」

利賀は呉羽のように、地域の特徴を生かして何か考えるというのは正直言って難しかった。利賀の特徴的な活動は、イワナの手づかみ、そばうち体験、アルペンスキーなどで、全体を通し、特徴を生かして何か理科実験を考えるのはやや難しかった。イワナにしても、ソバ打ちにしても食べることには繋がるが、科学実験というわけにはいかなかった。またスキーはシーズンではなかった。そこで、野外炊飯では必ず用いる「火」に注目した。普通、野外炊飯での「火」は直接マッチなどを使って点けるが、その前の「火起こし」や「火の歴史」などの段階は、それなりの意図がないとあまり行われぬ。しかし、「火」と人間の関係は歴史が深く、学ぶ価値は十分にある。それゆえ、子どもたちには、「火」を実際に自分で火を起こし、その火を維持していくことに目を向けさせたい。さらに、これら原始の火から現代のレーザーまで一気に歴史をかけたのぼって最先端の火まで見させたいと考えた。

### ②起こした火を使う

#### a) ねらい

利賀では初日に「自分たちで火を起こし、その火を夕食の火に使う。もしそれができなければ夕飯が食べられない」という設定にした。時間の確保のため、他の活動は一切入れず、「食べるために火を起こす」という明確な目標を示す。そのことにより、子どもたちが何をすべきかがはっきりし、それに向かって全力で努力することができるだろう。そして、もし途中で失敗したとしても、その失敗の中から、工夫し、創造していくことができるのではないかと考えた。

#### b) 納得のいくまでやる

そうは言っても、子どもたちだけで、何もないところから火を起す方法を全て考え出すのは極めて難しい。そこで、予めこんな方法があるといくつか紹介しておき、自分たちでいいと思う方法を納得のいくまでやってみることとした。また、そうすることで、知的好奇心が持続していき、失敗の中からは創造性や独創性が生まれてくると考えた。このため我々スタッフは、子どもたちが聞いてくれば相談にのるが、こちらから一切手を出さないようにさせた。

### ③計画

このように考えて我々が計画した利賀での題目「原子の火からレーザーへ」の内容の詳細は以下の通りである。  
※は指導上の留意点。

#### 【1日目】

#### a) はじめにまず日程の説明をし

- 火起こしできなければ夕食なし。
- 火はろうそくにとっておく。

ことを確実に押さえておく。

次に、以下3つの方法で火起こしをすることを確認する。

- 摩擦
- 光
- 衝撃

班ごとに上のどの方法を選ぶか、自分たちは何通りの火のおこし方ができるだろうかと相談して決める。

※ここでは『全員が火を起すこと』を条件として挙げる。「危険なこと以外は何をしても良い。工夫すること」を助言する。つけ木を説明・配布。

#### b) 火起こし実験の開始

<摩擦>以下3つの方法を用意。

- もみ切り式
- ひも切り式
- 舞切り式（おそらく、ほとんどの児童は最初はこれを選ぶと思われる）

※火きり杵の太さと長さを試行錯誤させる。舞切りの既製品で、火きり杵が摩擦で動かなくなって膠着したら、どうすれば動くようになるか考えさせる。切れ込みの大きさを工夫するなど、自作火きり臼もよい。

<光>以下2種類のものを用意しておく。

- 凸レンズ（ルーペ、虫眼鏡、実験用レンズ、OHP、フレネル）を用意しておく。
- 凹面鏡

既製品（専用）、自作の鏡として洗面器にミラーシートをピンと貼り、中にお湯を入れて冷やすことで窪みを作らせる。

※光源、レンズの大きさ・焦点距離を試行錯誤させる。発展として水で凸レンズを作る。自作の凹面鏡では、どうやって凹面を作るか考えさせる。

<衝撃>以下2種を用意。

- 火打ち石と火打ち金（火口なし）

## テーマをひとつに絞った宿泊科学実験教室

- ・+火口
- ※最初は火口を与えず、火口 の必要性を感じさせる。何と何と何をぶつければよいか、試行錯誤させる。(石と石をぶつける児童が多いと思われる。) 発展としては火打ち石を自分で拾ってくることや、火口を消し炭を利用して自作することも考えられる。
- c) 夕食づくり
  - 各班で自分たちで起したろうそくの火を使う。
  - ※火を育てることを試行錯誤させる。小さな火から大きな火へ。火を大きくするにはどうすればよいか考えさせる。
- d) 火起こしのまとめ
  - 発見した火起こしのコツを画用紙に書き、各班1, 2分程度で発表させる。火が起きる条件としては
    - ・燃えるもの
    - ・酸素
    - ・発火点以上の高温
  - の3つが必要であることを押さえる。
  - 次に人類にとっての火の意味を話し合いながら考える。
    - ・暖める
    - ・明かり
    - ・料理(やわらかくする, 殺菌, 味)
    - ・獣から身を守る
    - ・道具を作る(土器, 金属)
    - ・エネルギーを取り出す
- ※画用紙, マジックを各班に配って書かせる。
- e) ろうそくを使って火を探究しよう
  - 1本のろうそくを燃やし、時間をかけて燃える様子を見ていねいに見る。
  - ※田中耕一さんが小学校で受けたときと同じ実験をし「田中さんは何といったか」考えさせる。
    - ・串を入れて内炎や外炎の温度の違いをみる。
    - ・網のついた油かすとりを炎に入れ、丸く輪となることを知る。
  - ※教師は、ポイントだけをきちんと話し、あまり多くをしゃべらない。気が付いたことを紙に書かせることで見ることが損なわれることのないよう、じっくり見させる。
- 【2日目】
- a) 現代の明かりについて、明かりの変遷はどうであったか考える。
  - ・ろうそく
  - ・ガス灯
  - ・白熱電球
  - ・蛍光灯
  - ・LED(単色光, 超寿命)
- b) LEDについてその利用場面を考える。
  - ・信号機
  - ・携帯電話の照明
  - ・家電機器類の情報表示

- ・屋外の大きなディスプレイ
- c) LEDを使った光通信を行う。
  - まず演示実験をする。
    - ・電子メロディー
    - ・電子メロディーを光に変換
    - ・太陽電池で光を電流に変換
    - ・電流をスピーカーで音に変換
  - 次に中身を確認し工作キットづくりを行う。
- d) レーザーを使った光通信を演示実験で見る。
  - ・距離を離しての実験
  - ・鏡で反射しての実験
  - ・声を飛ばす(ミラーシートで反射)
  - ・変調の原理(モータで回転数を変える)
  - ・大水槽での全反射
  - ・光ファイバー原理器
- 光ファイバーを使用した実験を示す。
- e) LEDやレーザーを使った光通信を自分たちでやってみる。
  - ※体育館いっばいに光ファイバーを使う。
- f) 分光器
  - アルミ缶にスリットを入れ、回折格子を貼り付けて簡易な分光器を作る。

## (2) 実践と考察

## ①参加した子どもたち

## a) 参加人数

県西部を中心に19校の小学校より5年生23人、6年生が13人の計36人が参加した。

## b) 参加の理由

参加の理由を問うアンケートでは、「いろいろな実験(レーザー, 火起こし, 田中さんもやったらろうそくの実験)ができるから」というのが圧倒的で25人(69%)もいた。呉羽とはややアンケートの聞き方が異なるので単純な比較はできないが、チラシに書いてあった内容や「火」を中心に原始の火から現在までという内容に興味を感じたのかもしれない。

## c) 期待する

アンケートではまた、子どもたちが、この学びのアドベンチャーを期待して迎えていたことが分かった。「実験を心から楽しみたい」「苦労してもいいから火を起してみたい」「発見をどんなふうにするかワクワクする」「理科は嫌いだったけど楽しそう」という言葉の中にそれを見てとることができる。そこで、利賀では「理科は嫌いだったけど楽しそう」と述べた3人の子どもたちに目をむけて考察を進めたい。(以下 T: 指導者, C4~C6: 児童)

## ②火起こし

子どもたちはゆったりとした時間の中で、様々な思考錯誤を重ねながら、火起こしに取り組んだ。摩擦や光の実験はなかなかうまくいかず時間がかかった。火打ち石は、

なんとかできるようになった。活動を終えて、子どもたちは分かったこと、発見したことを次のように述べた。

a) 光

- レンズなど光を集める物は二重にして光りを集めた方がいい。レンズは大きい方がいい。
- 近すぎても遠すぎてもダメ。

b) 衝撃（火打ち石）

- 上から下にこするように当てる、勢いよくぶつけると火花が出やすい。横に石をぶつけても火花は出にくい。

使う石はあまり丈夫でない。普通の石でも火花は出る。

- 木と木をこするよりは楽。

c) 摩擦（木と木をこする）

- 火種がなかなかできにくくて大変。髪の毛のような物を使う。木と木の間に毛を入れてこするとよい。
- 早く回すと火種ができやすい。
- 辛抱強く慎重にやらないとできない。とにかく続けて押すこと。ずらさない。
- 上げ下ろしのリズムが大切。黒い粉がいる。順序はくさくなる→黒い粉が出る→煙→火が点く。
- 長く、速く、強くこする。

<考察>

子どもたちは、いったいどうしたら火が点くか、そのノウハウを試行錯誤しながら、子どもなりの方法できちんと考えている。時間があり、目標も明確で思考錯誤が十分にできたと思われる。

c) の木と木をこする場面のやりとりを示す。

T : どう、うまくいってる？

C4 : (棒を手で揉み回転させるがうまくいかない)  
うーん。できない。(そのうち下だけでなく、かなり上からやった方がいいことに気づく)  
分かった。もっと上からだ。

C4 は、棒の上からやった方が力が入ることに自然に気づいていった。木のくずが下にたまってなかなかつかない。そこで、落ち葉や紙などを当てたり、髪の毛のような細くて燃えやすいものを持ってきたりした。そのうちに、摩擦で火切り杵が動かなくなって困った。何をするか見ていると、最初は手や紙で木の先端部をこすっていた。次に石でごしごしとこすった。やがて、ナイフで削り始めた。やや飽きっぽさが目立ったC4の集中力は見事であった。このように、火打ち石（衝撃）や、木と木をこする（摩擦）のように、やる事が明確な実験では、子どもたちは、こちらからあまり言わなくても、順番を踏んで解決する様子が見られた。

しかし、光の場面では、少しとまどった反応を見せた。図4にフレネルレンズで光を集めている様子を示す。



図4 フレネルレンズで光を集める

レンズの場面で、子どもたちは光軸に対して、垂直にスクリーン（燃える物）を置けず、そのため、レンズの焦点が一点に集中せず、像も変な形となっていた。どうやっても光が集中しなく苦労していた。そこで、少し解決の道に気づかせようと以下の質問を投げかけた。

T : レンズの向きはどうしたらいいかな？

C5 : よく分からない。こうかな。

(いろいろやるがうまくいかない。そこで次に)

T : レンズの距離はどうだろう。近くかな。遠くかな。

C5 : うーん。

(そう言ってレンズを動かしてみるものの、やたらに行き、結局うまくいかなかった。)

<考察>

C5は結局この後できぬまま、夕方近くなって太陽光線を使うことができず、結局500Wのハロゲンランプを使って何とか火を点けることができた。この場合は、時間があるからできるだろうといって放っておかないで ある程度示唆を与えてやるが必要となると考えられる。C5にはまず、光軸に垂直に面を置くにはどうしたらいいか、考えさせたい。それが達成されないと距離を変えてもなかなか決まらない。「理科は嫌いだったけど」というC5が、問題を解決できずに終わってしまい、余計に嫌いになっていくと考えられる。必ずしも時間が多ければいいばかりではないことを示唆された。

C5はその後、感想を次のように書いた。

- 思ったより難しい。2人でやって大変だったが協力してやって、点いたときはとても嬉しかった。
- 現代ではガスコンロなど簡単な手段がたくさんあるけれど、今日の活動で自分たちで火を起すことの大変さを知った。

<考察>

C5は、なかなか火がつかず、火を点けることの大変さを知っ

## テーマをひとつに絞った宿泊科学実験教室

たようである。それだけに、協力の楽しさや、点いたときの喜びの深さもそれに比例して大きいと感じたようだ。

苦労して得た火は、班ごとに絶やさないう、缶で覆われたろうそくにつけ大事に保存していた。少し風がふいても心配そうだった。

総じて、「食事のために火を起す」という明確な目的は子どもたちに、何とか火の点くまで、思考錯誤しながら頑張ってみようという意識を十分に与えたと考えられる。また、ゆったりとした時間があったことにより、様々な方法を試みることができたと思われる。

## ③ろうそくの炎をみる実験

図5にろうそくを見つめる子どもの姿を示す。



図5 ろうそく1本をじっと見る子ども

「田中さんが何と言ったか」というそれだけの発問であったが、多くの子どもたちは、ほとんど何もしゃべらないで30分以上もじっと集中して見ていた。

これは、そんなに長続きしないのではと考えていた我々の予想を覆すものであった。

子どもたちとの会話をしようとしたが、子どもたちは見ることにとても熱心で、私が話しかけてもあまり答えなかった。

T : どう何かみつかった？

C6 : . . . (ただろうそくを見つめていて何も言わない)

T : . . . (無言)

C6 : . . . (無言)

ろうそくに明るいところと、なんていうか暗いところがあるし、先が見えなくなって . . .

## &lt;考察&gt;

C6の口からは、田中さんが見つけたような「ろうそくの炎がいったん小さくなってやがて、大きくなる」という言葉はなかった。しかし、理科があまり好きでないC6が、これだけ集中できたのはなぜか、それは、

- ・「ろうそくの炎」を見るという目的が明確
  - ・「田中さんのように発見したい」という気持ちが強い
  - ・ろうそくが燃える現象自身がおもしろい
- などの原因が考えられる。さらには

・周りがあまり口を出さなくて、じっくりと考えさせることができた

からではないだろうか。

## ④レーザー，LED

子どもたちは、体育館いっぱいにくりひろがえられた光ファイバーやレーザーに大きな関心を示した。LEDは作成見本の数がなく、やや難しかったようだ。レーザーやLED・電子メロディーには普段小学生が触れる範囲を越えているが逆に最先端の機器に触れたことの喜びも多かったようである。

## ⑤全体を通して

「理科があまり好きではない」と最初に言い、レンズの実験も、ごちゃごちゃしてしまったC5は感想で次のように述べた。

- ・学校では先生が言う通りに実験するけれど今度は自分で考えるので自由でよかった。
- ・疑問を家でもやってみたい。

## &lt;考察&gt;

この感想だけでは、C5が学校でどのようにしているかは判断できない。しかし少なくとも、この子にとって自分で考えて進める時間がたっぷりであったことは事実であり、そのことで、さらに調べたいと本当に思うことができたとしたら幸いである。

## 5 まとめ

以上のことから、2で考えた知的好奇心の持続についてまとめると次のようになる。

## (1) 材料調達

「竹」をもとにした呉羽の実践では、たった1本の電球用の芯を作るために、竹林に入ることから始めた。このことにより、自分の作ったものを大事にする気持ちにつながった。また「火」をテーマにした利賀での実践では、いくつかの材料の中から、自分で考えて選ぶという材料調達をし、創意工夫の姿が見えた。

## (2) 明確な動機づけ

「竹」では、電球の芯を作る、といった明確な目的があった。また「火」では、食事に使う火を起さなければ食べられないという状況で、必死に課題と取り組む姿が見えた。

何を何のために行うかということが、よく見えているとき、子どもは非常に工夫して追究していく。

## (3) 時間、空間の枠をとっぱらった挑戦

最後の感想にあるように、子どもたちにとっては、しっかりと考える時間を確保し、自分なりによく考え活動した2日間であった。ろうそく1本で30分も見ているとい

うことは我々の予想もできないことであったし、子どもの可能性を強く感じさせられた。

2日間を通じ、それぞれ「竹」と「火」だけを考えることで、深く、じっくりと考えることができた。それは失敗しても次を考えられるものであり、創造的な場面も見えた。

ただ、時間が豊富にあるからといって、レンズのC5の子どもの例のように放りっぱなしは思考の混乱を招くことがあることも今回見えてきた。ゆとりある時間は確かに子どもの思考や知的好奇心を持続させる要因とはなるが、子どものそれぞれの実態に対応した形で指導の方法を考えなければうまくいかないことが分かった。

以上(1)～(3)から、最初に仮定した、知的好奇心を持続させるための方策として、「材料調達を行う」と「思考錯誤の時間を十分」とすることは、大事な要素であることが分かった。

#### (4) いくつかの教科や単元を越えた展開をめざして

少年自然の家の活動は、現在では教科とあまり結びつかない。わずかに天文などが直接的にかかわっているだけである。今回はそこまでできなかったが、「竹」や「火」に焦点を合わせ、いくつかの教科で何かできるか検討していく価値は十分にある。

また理科に絞った実験も、カリキュラムの中から関連するところを取り出し、結びつけることが可能である。

今後、地域、学校、施設と一体になって、新しいカリキュラムづくりを考え、提案していきたい。

一例として「竹」を中心として考えられる点を参考のため上げておく。

#### ①総合学習の題材としての「竹」

今回は科学実験に絞っているので扱わなかったが、「竹」は総合学習としてもいろいろなことが考えられ、発展内容が豊富である。例えば、北九州市立大蔵小学校では4年生の総合的な学習の時間で、「ものづくり」として「竹」を選び、竹箸、空気鉄砲、水鉄砲、柱かけ、竹馬づくりなどを行っている<sup>7)</sup>。

#### ②様々な教科で考えられること

今回、「竹」を中心として各教科では他にどんなことが考えられるか検討した。

- a) 国語 竹取物語、「藪から棒」など言葉の意味
- b) 理科 竹の成長  
イネ科、竹と笹、地下茎  
竹林と雑木林（環境、里山）  
空気でっぽう、水でっぽう
- c) 社会 竹細工の衰退、民具としての復活
- d) 数学 竹細工の観察→12の五角形（通常平面は六角形。これが立体になるには角を一つ減らし五角形になる）、実物学
- e) 生活 箸、コップ、皿、竹飯を炊く釜づくり家づく

り、いかだづくり、竹とんぼ

#### f) 音楽 竹笛<sup>8)</sup>

細い竹の一方に節で塞ぎ、他方は節のない開放とする。それぞれを1オクターブの音程に合わせて違う長さに切り、これをほどけないようにしぼり、口で吹く。長さに合わせて音が違うことが学べる。今回実際に呉羽で2日目に行った。

#### (5) 子どもの実態を良く把握して

先にも述べたが、今回の子どもは、いろいろな小学校から集まってきており、一面的な姿や言葉、感想だけでは、判断できないことが多々あった。

今後、これらのプログラムを各学校で検討し、実際に実践してもらうことで、子どもの実態を鋭くとらえ、子どもの姿と結びついた細案を検討していきたい。

## 6 謝辞

このようなことを考える実践の機会を与えてくださった富山県教育委員会に心より感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 富山県教育委員会：「とやまの教育ルネッサンス構想（仮称）中間報告の骨子案」パンフレット、(2003) 全ページ。
- 2) 市瀬和義：単におもしろいだけでいいのか、富山県理化学会誌、第38巻 第1号(1996) pp.129-133.
- 3) 市瀬和義：子どもとのふれあい体験の事例研究、富山大学教育実践総合センター紀要、第1号(2000) pp.9-14.
- 4) くれは少年自然の家：自然の中でのびのびとー平成16年度要覧・利用のガイドー、(2004) p.6.
- 5) 戸田一郎：「エジソン電球」の歴史と再現、科学文化センター、とやまと自然、Vol.15 No.1(1988) pp.4-8.
- 6) 戸田一郎：竹ひごで電球が灯るかな？、「04青少年のための科学の祭典」高岡大会・第11回「おもしろ科学実験 in 富山」ガイドブック、(2004) pp.84-85.
- 7) 中村淳子、田中満利子、秋吉亮：4年総合的な学習の時間、第42回日本初等理科教育全国大会 北九州大会要録、(2002) pp.111-114.
- 8) 高野哲夫：パイプで楽器、「02青少年のための科学の祭典」福野大会・第9回「おもしろ科学実験 in 富山」ガイドブック、(2002) p.46.