

# エンジニアの視点から構成した小学校ものづくりクラブ活動

鈴木 裕之

(2019年12月9日受理)

## Craft Club in Elementary School Programmed from Engineering View

Hiroyuki Y. Suzuki

Scientific craft club was held in an elementary school. The club started, 5 years ago, by my daughter's request. About 8 to 10 times of classes were held in a year. I choose each theme of crafts from engineering view, that is, not to verify scientific phenomena, but to manufacture useable apparatus using scientific principles. Paper plane, Leeuwenhoek's single lens microscope, magnetic slime, pan flute, post scale, polygon kaleidoscope, and electric music box were made in the last year.

Key words : scientific crafts, paper plane, microscope, post scale, kaleidoscope

### 1. はじめに

ものづくりの楽しさ、科学・技術の面白さを子供たちに伝える活動として、日本各地において様々な形で科学工作教室が開かれている。その一つとして、自身の娘が通う小学校（東広島市立御菌宇小学校）において、地域協力員として「面白サイエンスクラブ」を開講し、これまで5年間指導を行ってきた。クラブ開設の経緯、クラブ活動の基本的ポリシー、ものづくり課題および子供たちの反応について報告する。

### 2. クラブ開講の経緯と基本ポリシー

娘が小学校に入るとともに、絵本の読み聞かせボランティアとして登録し、月1回のペースで小学校において本を読み聞かせている。その中で、オリジナルの物語として、小学生向けの自伝的物語を著述した。その中で、小学校のクラブ活動におけるラジオの製作がとても面白く、その経験が自身の研究者キャリアの出発点になったと書いた。すると娘から「私も理科クラブがしたいけれども、小学校に理科クラブが無くて残念だ」とせがまれ、これをきっかけとして、小学校に理科系のクラブの運営を掛け合ったところ、無事クラブの開講を許可頂いた。読み聞かせボランティアとして日頃から小学校との協力関係を構築してきたことで、スムーズにクラブ開講につながった。

クラブでは、技術系教員としての立場からもの

づくりの楽しさを伝えたいと考え、「ニーズから始まるものづくり」を基本的なポリシーとした。言い換えると、面白そうな物理・化学現象を先に選んで、その現象の確認をゴールとする企画ではなく、作って便利なもの、楽しく遊べるものを設定し、その製作において必要な物理・化学法則を適用しながら「使える製品」にまとめ上げていく、エンジニアリング視点からのものづくりを、基本スタンスにとっている。

### 3. 平成30年度のものづくり課題

クラブ活動は基本体に月1回のペースで行われるが、平成30年度は合計8回の開催となった。それぞれ月曜日の15:00から16:00の1時間が活動時間である。昨年度（平成30年度）のクラブ員は4年生から6年生の14名であった。

平成30年度に行ったものづくり課題を下記に示す。それぞれ、背景となっている科学・技術分野をカッコ書きで記してある。様々な分野のものづくり課題を設定することで、できるだけ幅広い科学・技術分野、すなわち物理・化学法則に触れさせるように配慮している。

第1回：紙飛行機（流体力学）

第2回：オリジナル紙飛行機（設計）

第3回：レーウエンフック顕微鏡（光学）

第4回：磁石スライム（化学）

- 第5回：ストロー笛2題（音響）
- 第6回：ポストスケール（金属加工）
- 第7回：ポリゴン万華鏡（物理学，幾何学）
- 第8回：電子オルゴール（電気・電子）

楽しく活発にもものづくり活動を継続する上でもう一つ問題となるのが、予算である。クラブで作った製品は全て子供たちに持ち帰らせていることもあり、出来るだけ予算の掛からない課題とすることに努めている。なお平成30年度は東広島市より運営費を交付頂いた。各ものづくり課題の詳細は、後に個別に報告する予定であるので、本報では要点を簡潔にまとめる。

### 3. 1 紙飛行機

紙飛行機は安価で簡単に製作できるものづくり課題として、各所で盛んに取り上げられている。大まかに「折り紙型」<sup>1)</sup>と「切り貼り型」<sup>2,4)</sup>に分けられるが、飛行の原理を理解させやすい点から、本クラブでは切り貼り型を採用している。

切り貼り型の飛行機には古典的には長澤式<sup>2)</sup>があり、その後「子供の科学」で長年連載があった吉田式<sup>3)</sup>と二宮式<sup>4)</sup>が有名になり、「二宮杯」を冠した全国大会<sup>5)</sup>も開かれている。本クラブでは1時間のクラブ活動で加工できる吉田氏の「切り折り型」を用いている。

第1回目では、吉田氏的设计通りの切り折り飛行機を製作する。その製作を通して、飛行機が安定して飛ぶ仕組みとして、

- i) 「主翼の下に飛行機の重心を持つてくることで、飛行機はやじろべえの原理で安定すること」
- ii) 「水平・垂直尾翼でさらに安定させていること」



図1 オリジナルデザインの切り折り飛行機の例

を教えている。その知識をもとに、第2回目で主翼と尾翼を自由にデザインさせた飛行機を製作させている(図1)。要点さえ抑えれば、自分で考えた翼形でもよく飛ぶ飛行機が生みだせる。この体

験を通して、「科学・技術を理解することで、むしろ自由なものづくりの世界が広がる」ものづくりのダイナミズムを教えている。

### 3. 2 顕微鏡

微生物の発見に多大なる貢献をしたレーウエンフック型の単玉顕微鏡は、その後の複式顕微鏡(対物レンズと接眼レンズを持つ)の発展に伴って忘れ去られた存在となっていたが、20世紀後半になり、その意外な性能の高さが再発見されている<sup>6)</sup>。

単玉のレンズとしては、曲率の大きい、つまり直径の小さいビーズほど倍率が大きくなるほか、溶融法でビーズを製作するときにも、表面張力による曲率形成が安定するために、良い結像が得られやすい<sup>7)</sup>。本クラブでは、科学教材会社が販売している直径2mm程度のものを使用している。倍率は約200倍と高めで、使い勝手の点からいうと、これよりも大きめの(3mm程度)のレンズの方が好ましいが、クラフトショップなどで販売している大きめのビーズでは、鮮明な像が得られなかった。

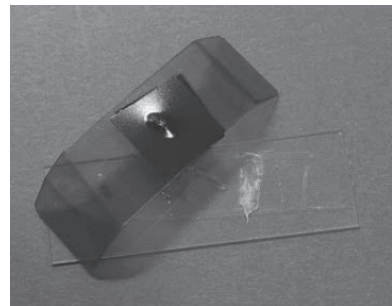


図2 プラバン単玉顕微鏡と付属品

顕微鏡本体には、精密なピント合わせ機構が必要で、ペットボトルのふたのねじを使った顕微鏡がWeb上などで紹介されているが、本クラブでは米村でんじろう氏の紹介による「プラバン法」の顕微鏡<sup>8)</sup>を独自に改良して作らせている(図2)。本顕微鏡は、既製のプレパラートの観察にも利用できる利点がある。

製作のポイントとしては、プラバンの両側からレンズを固定するビニールテープの穴をビーズの直径より小さくする(約1mm)ことで、レンズの開口数(絞り)を調整しレンズの不要な収差を抑えている点が挙げられる。理論上は開口数を小さくすると解像度は低下する<sup>9)</sup>が、単玉レンズの収差はそもそも大きいため、かなり開口数を小さくした方が結像が安定することを確認している。

ブラバンおよび黒ビニールテープの穿孔加工に皮用のパンチを使うことで、子供でも簡単に真円に近い穴がバリなしに加工できる。

この顕微鏡のように、見た目は簡単な製品でも「要点を抑えて作成すれば、既製品（学習顕微鏡レベル）にほぼ劣らない製品が得られる」経験に導いている。

### 3. 3 磁石スライム

これは子供たちの要望に合わせて設定した課題である。作り方は Web 等で散見されている通りであり詳細は省略する。本課題では、磁性粉末（フェライト粉末）を県内の企業より取り寄せた（サンプルを寄付頂いた）<sup>10</sup>。磁性粉末の製造では世界的な企業であり、そのような企業が自分たちの住む県内にあるということを知らせることも、子供たちの興味を喚起するうえで重要であると考えている。

### 3. 4 ストロー笛

あえて二種類の笛を作成した。一つはストローの先を噛みつぶして、いわゆるオーボエ型のダブルリードにして吹く笛で、簡単なストロー笛としてよく知られているものである。ただしこの笛を試作してみると、音程が安定しておらず、ただ「鳴らす」だけに留まる。

音階のある笛を作りたかったので、改めてストローを探したところ直径が6mm程度の太いストローを見つけることが出来た。

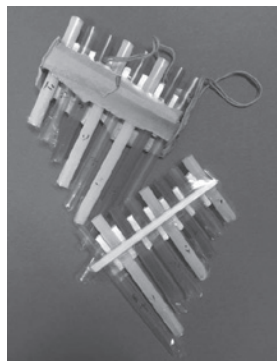


図3 ストローサンポーニャの試作例

この太さであれば、サンポーニャやパンフルートのような、一端閉口・他端開口型の共鳴機<sup>11</sup>を利用した笛を作ることが出来る。ストローの一端をテープでふさぎ、上の端面を水平に吹くとポーと音が出て、共鳴のQ<sup>12</sup>も高く、かなり安定した音程が出る。

授業では、児童たち自身がストローを少しずつ

切りながら、音階を作りだせることが確認できた。1時間の授業でド・レ・ミの三音を完成した。これを拡張していけば1オクターブまたはそれ以上の音階に広げることが出来る。

図3に試作品を示す。大きな方がC管で小さな方がF管である。この直径のストローでは、C音はストローが長くなりすぎて吹きづらいため、F管(またはE♭管)辺りが作りやすいと思われる。

### 3. 5 金属てんびん

これまでは主に紙やプラスチックといった加工の容易な素材を利用してきたが、高精度で耐久性のある製品には金属材料が適している。そこで、簡単な金属加工製品として、図4に示すポストスケールを設計した。ポストスケールは傾きで重さを秤量するてんびんの一種で、軽いものを簡易的に秤量する場合に適している。材料には、厚み0.5mmの亜鉛メッキ鋼板、直径8mmの磨き鋼棒、厚み1mmのプラ板、銅リベット、ねじ(M3)を用いた。さらに、クリップとストラップ(既製品)を利用した。

穴あけやねじ切りといった金属加工は工作機械の都合や作業時間の制約上難しいため、多くの部品を加工済みとした。板金の曲げ加工、ねじ接合、プラ板への穴加工(皮革用のパンチと金づちを使用)および銅リベットのカシメ加工を児童たちに行かせたところ、1時間の時間内にすべての児童が加工を完了できた。

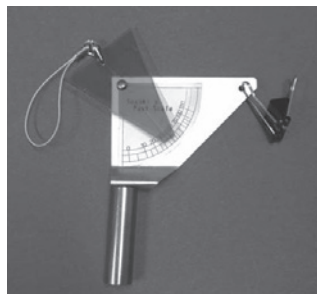


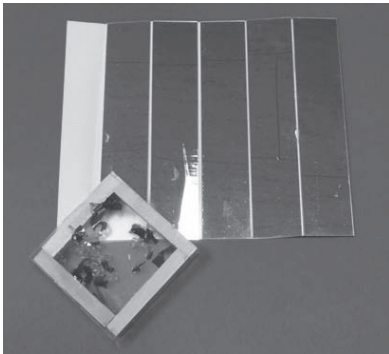
図4 ポストスケール

### 3. 6 ポリゴン万華鏡

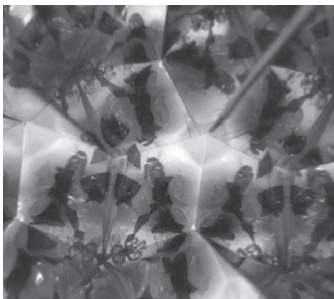
当初は一般的な万華鏡キットを使うことを考えたが、市販のキットを試作したところ、あまりに準備周到で万華鏡の仕組みの要点を体験することが難しい。そこで、通信販売により購入した一辺150mmの正方形のアクリルガラス(厚さ1mm)を用いて、オリジナルの万華鏡を企画した。

ガラスを幅30mmごとに5枚にプラスチックカッターで切断し、5枚の鏡を台紙に並んで貼り、

鏡を多角形に巻き込んでいくと、五角形から三角形まで様々な多角形（ポリゴン）に変形可能な万華鏡が体験できる（図5）。そこで、鏡部分はあえて完全に組み立ててしまわずに、このまま使うこととし、別途ボックスを作成しその中にビーズやセロファンのかげらを入れた。このような発想の転換は、キットを組み立てるだけでは浮かんでこない。一から製品を企画し自ら作り上げることで、製品仕様にダイナミックさが生まれること、一つの解だけが正解でないことを、自ら体験することにもなった。



(a) 鏡と観察物ボックス



(b) 観察例（四面ひし形の鏡）

図5 ポリゴン万華鏡の外観と使用方法

### 3. 7 電子オルゴール

最後に電子工作として、手作りのブレッドボードによるLED点灯と3端子ICによる電子オルゴールを作成した（図6）。電子工作は個人で楽しめるものづくりとしてバリエーションが豊富なので、是非おさえておきたい。

電子回路の製作においては、正しく結線さえすれば動くはずという安直な考え方を取らずに、あえて手間をかけて、電源（Vcc）とE（接地）の概念が分かるようにブレッドボードを作成している。そして、LEDにせよICにせよ、電子回路はVccとEの間に挟み込むように組み込まれている

ことを教え、電子回路作成の基本ポイントをおさえると共に、将来の発展性にも配慮した。

ICの足に、E=緑、Vcc=赤、Out=黄色のビニールテープを付けておくことで、子供たちはスムーズに正確に配線が出来た。発音体には圧電ブザーを用い、紙コップの底に張り付けることで音量を増している。一台当たり150円程度で製作することが出来た。

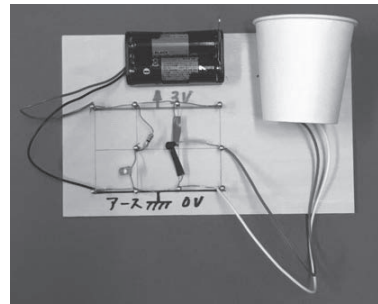


図6 電子オルゴール

## 4. アンケートによる評価

クラブに参加した小学生を対象に、各ものづくり課題に対する「面白さ」を5点満点で評価してもらった。平均点を下記に示す。

第1回・第2回：紙飛行機	3.7点
第3回：レーウエンフック顕微鏡	3.8点
第4回：磁石スライム	4.1点
第5回：ストロー笛2題	4.3点
第6回：ポストスケール	4.2点
第7回：ポリゴン万華鏡	4.4点
第8回：電子オルゴール	4.6点

紙飛行機と顕微鏡の評点が低いのは、前者は加工や組み立ての精度が低く上手く飛ばない飛行機が多かったこと、また顕微鏡はピント合わせにコツが必要で、はっきりとした像を見る音が出来なかった子供が含まれていたことが影響した可能性がある。また、全体的に後の課題になるほど評価点が上がってきている。後の課題ほど内容が高度化しており、それに従ってこちらで事前準備する割合が増えたため、製作時による失敗が少なくなった傾向があった。すなわち、成功体験の度合いが評点に反映されている可能性がある。

ただし、ものづくりには失敗が付きものであり、見かけ上の評価がやや低下しても、失敗からの工夫による成功体験につなげてもらう経験もまた貴重ではないかと考えられる。その点を除けば、全

体としてはおおむね好評を得たと考えられる。

アンケートの後半では、参加小学生に次の2項目に関して自由に記述してもらった。

- a.活動を通して気付いたことを教えてください。
- b.クラブの経験をいかして、チャレンジしたいことはありますか？

まず、<a.クラブ活動を通して気付いたこと>に対しては、「実験の楽しさをした」/「科学のことに興味がわいた」/「科学の楽しさを知った」、「理科って楽しいと思った」と、全般的な興味を喚起したという発言や、「理科のじゅぎょうとつながるとおもいました」、「学校で今までならってないことも分かりました」といった、学校の勉強との関連性についての気づきが見られた。また、「ストローふえは、ストローの長さで音の高さが変わるのが分かった」/「電流がどのようなつながりか分かりました」/「オルゴールで、どうせんを上下にかえてもおとがなりました」といった具体的な発見の報告のほかに、「いろんな物を自分でも作れることがわかった」という、印象的な書き込みがあった。

次に、<b.チャレンジしたいこと>に関しては、「もっと科学を勉強したいです」/「もっと理科の勉強をしたいとおもいました」という理系の勉強の喚起や、「もう1回作りたかったです」/「もっといままでやってきたことを生かしているんな実験がしたいです」と、さらなるものづくりへの志向が見られた。また、「もっと、科学のことを勉強して、日常生活に活かしたいです」/「もっと実験で分かったことを生活でかつようしたいです」と科学・技術の応用に対する気付けや、「いろんなことをかながえて、自分ではつめいしたいです」/「何かはつめいしたい」/「科学者になる」とった、頼もしい意見も見られた。

以上、年間を通じてわずか8回のクラブ活動であったが、理系マインドを喚起しものづくりに楽しさを見出す点で、一定の効果があったと考えている。

## 5. まとめ

自らの娘が通う地元の小学校の地域協力員として「面白サイエンスクラブ」を運営し、様々な科学・技術分野に関わるものづくり課題を幅広く体験させた。その結果、様々なものづくり課題が学

校の理系教科と関連していることや、学校の知識の範囲を超えた部分でも自由にものづくりできる可能性があることに気付かせることが出来た。また、将来ものづくりを生活に活かしたい、あるいは何かを発明できるような科学者になりたいというチャレンジ精神を喚起することが出来た。

## 謝辞

クラブ活動を許可していただくとともに運営にご協力くださいました、東広島市立御園宇小学校の河下正紀先生（前校長）ならびに向井秀則先生（現校長）にお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 戸田 拓夫：飛べとべ、紙ヒコーキ—PAPER AIRPLANE, 二見書房(1995) ISBN: 4-576-95204-8
- 2) 長澤 義男:長澤式 つくって飛ばす幻の傑作紙ヒコーキ集, 講談社(2004) ISBN: 4-062-56811-X
- 3) 吉田 辰男:やさしく作れて、よく飛ぶ5分でできるミニ紙飛行機集, 誠文堂新光社(2004) ISBN: 4-416-30412-9
- 4) 二宮 康明:日本で生まれ育った高性能紙飛行機 その設計・製作・飛行技術のすべて, 誠文堂新光社(2013) ISBN: 978-4-416-31307-7
- 5) 日本紙飛行機協会ホームページ : <<http://www.kamihikouki.jp>>
- 6) B. J. フォード/伊藤 智夫訳:シングル・レンズ 単式顕微鏡の歴史, 法政大学出版局(1986)
- 7) 河合 伸泰, 佐藤 義智, 関 義和:アトマイズ法による金属微粉末の製造, 資源処理技術, Vol.33(1986) pp.227-232.
- 8) 米村 傳次郎, 小林 健二, 松尾 政弘, 野中 繁吉, NHK 趣味悠々 大人が遊ぶサイエンス, 日本放送協会・日本放送出版協会(2002) ISBN: 4-14-188337-9, pp.96.
- 9) 吉田 正太郎:光学機器大全, 誠文堂新光社(2000) ISBN: 4-416-20000-5, pp.487
- 10) 戸田工業株式会社ホームページ : <<http://www.todakogyo.co.jp/index.html>>
- 11) 平尾 雅彦:音と並の力学, 岩波書店(2013) ISBN: 978-4-00-005129-3, pp.63.
- 12) 同上, pp.23.