

地域社会と連携した理科・技術教育

～巨大空気砲を作る～

Science and technology education in connection with a community

(making the giant air gun)

生方俊典¹⁾, 吉田茂美²⁾, 田村恵万³⁾, 猪又隆至¹⁾, 熊坂聖也¹⁾, 佐藤風志¹⁾, 佐野大樹¹⁾

Toshinori Ubukata, Shigemi Yoshida, Ema Tamura, Takayuki Inomata,
Seiya Kumasaka, Kazashi Sato, Hiroki Sano

Abstract: Community-based teaching and learning is necessary to promote young person's interests in science and technology. For that purpose, we planned to build a homemade air gun device by using corrugated paper. This paper will report regional contribution activities through making the air gun device.

キーワード：理科・技術教育，小中学生，ものづくり教育，巨大空気砲

1. はじめに

昨今、子供たちの理科離れが顕著となってきた。この結果、子供たちの学力低下にとどまらず、手先が不器用となり、ものづくり現場にも影響が出始めた。原因として考えられることは、少子化やゆとり教育があげられるが、いずれも因果関係が証明されていることではない。しかし、このような状況を座視することはできず、東京都は対策として、小中学校の理科・技術教育を支援する制度を発足させた。当然行政が音頭をとって行う事業であるので、この事業にも予算が割り当てられ、本校も東京都の方針に従って、理科・技術教育支援員制度を発足させて活動を始めた。

また、このような教育活動は、東京都にとどまらず、区市町村の教育委員会やボランティア団体、一般の会社でも行うようになってきた。本校でも、オープンキャンパス（OPC）においてオリエンタルモーター株式会社様から協力をいただいている。

しかし、東京都の予算措置は平成25年度で終了となり、本校は新たな対応を模索することとなった。

2. 理科・技術教育サポーター制度

理科・技術教育サポーター制度（ものづくり先生）は、平成26年度から本校独自の事業として再定義され、地域貢献・研究推進センターが担当することとなった。この制度は、平成25年度以前と同じように、小中学校からの依頼によって、授業支援をする先生を派遣するもので、実施テーマも小中学校で選べるようにテーマを数多く用意している。

依頼の多くは小学校からで、これは小学校の各学年（複数クラス）で実施する場合、授業のスケジュールを組みやすいことによると思われる。中学校の各学年では、クラス毎に時間割が異なるため、同一条件で支援授業を実施することが困難な状況であると推測できる。当然、小中学校の学年において、1クラスのみという学校では、クラス間の整合をとる必要がないので、問題とならないが、近隣の学校において、1学年1クラスという小規模校は数少ないのが実状である。本校から徒歩圏内にある小学校第1学年6クラスを、一斉に指導した（写真1）こともあるが、このようなケースでは、派遣する指導者



写真1 大きなシャボン玉

が20名程度（教員のみでは不足するので、学生の補助も必須）になり、人件費が多く必要となる。また『やじるペー』などでは、1個当たりの材料代は高くはないが、

1) 東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科 情報通信工学コース, 3) 同, ロボット工学コース
2) 東京都立航空工業高等専門学校 名誉教授

1 学年の児童数分用意するとなると、準備にかかる時間的な負担と材料代の負担も大きくなる。

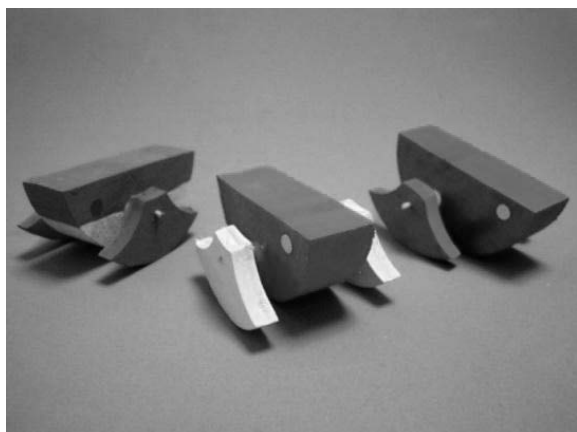


写真2 自励振動のおもちゃ（とことこ鳥）

3. 事業に関するPR活動と教育機関外からの要望

平成26年度以降、いろいろな壁を乗り越えるために、従来の小中学校へのPRのみでなく、近隣の区役所へもPR活動を行い、行政とのコラボレーションが可能か模索した。幸いにも、荒川区・北区とは十数年来、中学生ロボットコンテストを本校で開催していたため、話がスムーズに行き、両区のイベントを担当することとなった。その中の荒川区のイベントが、『チャレンジ共和国』であり、このイベントは6月28日（日）荒川区生涯学習センターで実施された。参加者は小中学生約200名である。この中で新しいテーマ『巨大空気砲』が提案された。この『巨大空気砲』は、中学生向けのテーマであり、小学生向けのテーマは、ペットボトル空気砲と自励振動のおもちゃ（写真2）を作るというもので、子供達の作成能力に合わせたテーマ設定となっていた。

このイベントは、荒川区の小中学生を集めて、日常生活では経験のできない事柄に挑戦するといった趣旨のイベントであった。この趣旨に基づいて、『巨大空気砲』のアイデアが提案されたが、当然提案する側は、ものづくり教育の経験のない方々であるので、イベントの成功を目指し、考えをすり合わせることが難しかった。

これは、教員のように教えた経験のある者は、『成功経験をさせて楽しいイメージを与えたい』と考えることが多いが、地域ボランティアなどのようにイベント毎に、仕事を割り当てられると、教えた経験が乏しく、『作る経験をさせれば良い』と考える者も少なくなく、イベントのスタート前から、考え方に異なる点があったことで、イベントの流れの理解に乖離があったと思われ、コミュニケーション（意志の疎通）がうまくいかなかったと思われる。

この『チャレンジ共和国』を担当する地域ボランティアの方は、40名ほどで、小学生15班と中学生1班の補助を担当していただいた。

4. コミュニケーション力

一般社会でも、『コミュニケーション力』が必要であることは、多くの機会で主張されている。ある会社の人事担当者は、『コミュニケーションとは、仲の良い仲間と遊びの話をまとめることではない』、と主張していた。今回のイベントでは、このことを痛感することとなった。元々考え方や感覚の異なる者同士で、イベントの内容で打ち合わせを行うと、単なる言葉のレベルで合意ができていても、意志の疎通ができていない（お互いの理解が不十分）状態が少なくなかった。この部分は、今後イベントを行うに当たって、課題となる部分であるが、反面、小中学校の支援授業が多くの方に理解されているため、うまくいっていることを痛感した。

5. 行事の準備及び実施

今回区役所の担当者から要望のあった、『巨大空気砲』であるが、本校では小学生むけに空気砲も用意している。この空気砲は、ペットボトルを使ったものである。しかし、今回の希望は段ボールを使っての空気砲であったため、試作からスタートした。

いかなるテーマであっても、いきなり本番ということはハードルが高いので、事前に空気砲を作成することとした。まず段ボール箱で、通常の空気砲を作り、正常に動作することを確認し、巨大空気砲を作り、予備実験を行った。

5.1 通常の空気砲（写真3）

通常の空気砲は、段ボール箱を密閉し、ある1面に丸い穴をあけ、穴を前方に向けて側面をたたく。このとき、段ボールの中に煙を入れておくと、空気の弾が発射されたことが、肉眼で確認できる。煙は線香で作ることにしたが、現在市販されている線香には、煙の少ないタイプがあり、イベントを行う点からは、煙の多いタイプを手配した。



写真3 通常の空気砲

5.2 巨大空気砲（写真4）

区役所からの具体的な要望が、畳の大きさの段ボールで作る大きさとのことであり、箱（立体）は6面あるの

で、段ボールの板6枚1セットと考え手配することからスタートをした。手配した段ボールの大きさは、1800mm×900mmで、厚さは5mmの紙製の板段ボールとした。紙製の段ボールを使用したことは、小中学生にデモを行う時、段ボールであることが分かりやすくするため、単に強度のみを考えた場合、プラスチックも検討の余地はあると思われる。紙製を使用するか、プラスチック製を使用するかについては、カットすることの容易さを含めて、ケースバイケースで処理することが良いと思われる。煙については線香では当然煙の量が少ないので、スモークマシン（写真5）を手配することとした。

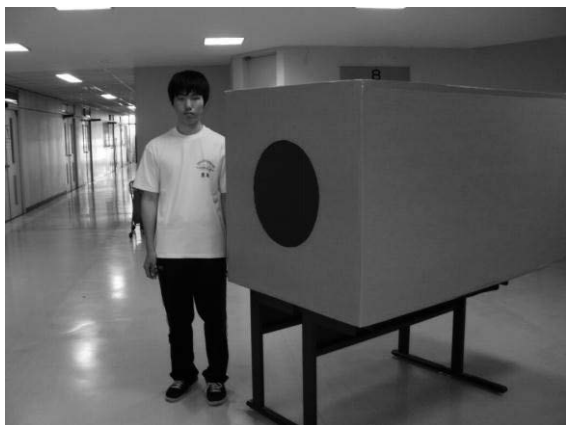


写真4 巨大空気砲



写真5 スモークマシン

このスモークマシンを用いると、煙を出すまで数分のアイドリング時間が必要であるが、煙が出始めて約1分で、空気砲の体積（約1.5m³）を充填できる。一度充填すると、煙を数発発射でき、デモンストレーションとしてはかなり見栄えのするものとなる。

正面の煙の出る面の大きさは、900mm×900mmと正方形となるため、穴の大きさは、長さの半分を目安に半径を22cm程度とした。このサイズでは円の線をコンパスで描くことができないため、鉛筆と紐（写真6）で代用し線を描いた。

描いた線に沿ってカッターで切りぬくと穴ができるが、段ボールを使用した場合、箱の強度的な問題が生じる可能性が否定できない。一般的な対策は、コーナーに補強材を入れて固定する方法を用いることであるが、穴のある正面については、補強材を使うのではなく、1枚の段ボール（幅1800mm）の中心に穴をあけ、横幅の両サイド450mmをそのまま補強材用に折り、内側に固定して使用することにした（写真7）。このようにすると、空気の漏れも少なくすることができ、空気の弾をスムーズに発射しやすくなる。

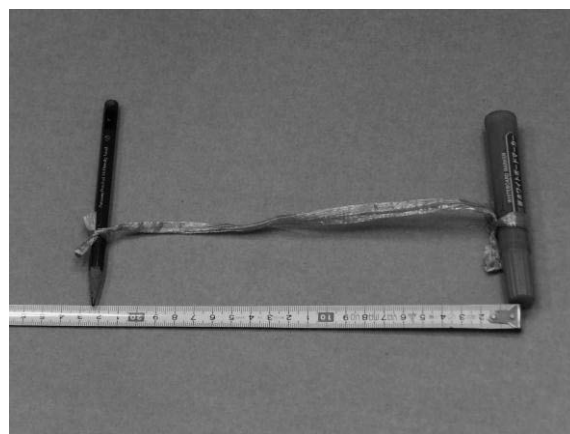


写真6 線を描く

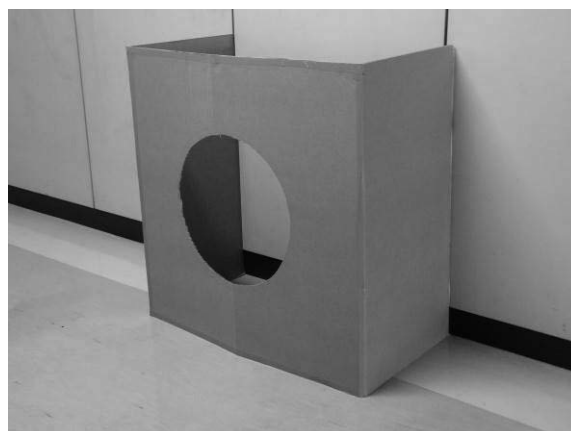


写真7 正面の穴と補強用の折り方

当然の結果であるが、単に補強材を使用するより、この方式の方が補強としての強度が高いことも理由の一つである。このようにして、卒研究生を中心に巨大空気砲を作ったが、段ボールの板からカット・補強材・テストと手順を踏むと、ロス時間を含め4時間程度かかってしまった。この製作過程で学生たちが巨大空気砲の作り方及び運用方法を調べ、通常空気砲の側面をたたく方式ではなく、穴の反対側の面をピストン状にして押すタイプの方が、空気の弾を撃ちやすいことがわかり、この押すタイプをイメージして実物を作った。空気を押し出すためのピストン型の面の作成は、角材等が必要であるため、ピストン型をあきらめ、押す面をポリエチレン製のごみ

袋で密閉し、この袋の部分を押すことと効率化を図った（写真8）。

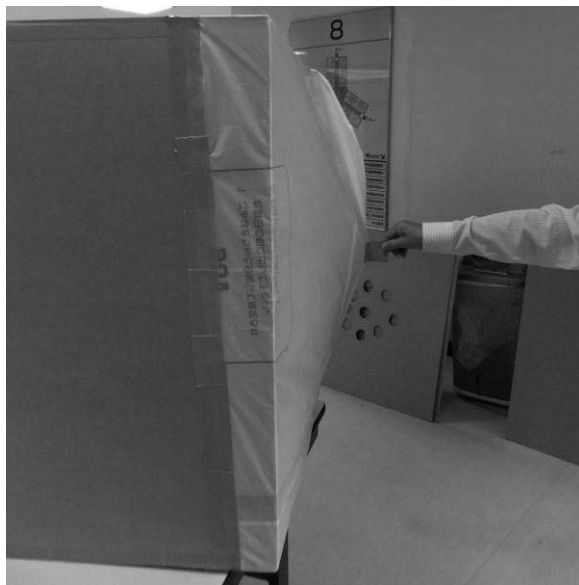


写真8 押し出す部分の構造

本番では、1時間程度で作成する必要があり、相談の結果、事前に段ボールを組み立てやすい大きさに加工しておき、当日は組み立てるのみとした（写真9）

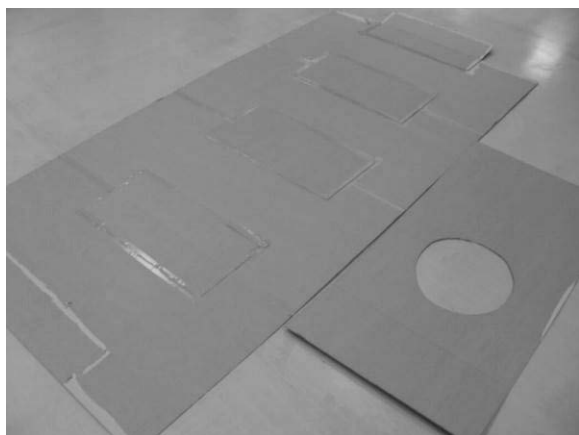


写真9 用意した段ボールの部品（例）

また、指導時間との関係もあり、巨大空気砲は、中学生で1個のみ作成することとした。このため、作成に加われない中学生ができることになるため、穴の形状を変えたものをいくつか作ることにし、参加者全員がなんらかの作成に携われるようにした。巨大空気砲の動作試験を行うと、写真10のようになり、この写真を見ると円形の煙がでていことが分かる。これで試作としては完成したと考えられる。なお、写真下のコードは、写真5のスモークマシンに電源を供給するためのものであり、空気砲の中で煙を出させるため、前面の穴からスモークマシンを入れている。また、煙の発生時間は、1分ほどで

発生中は、前面の穴を段ボールで覆い、煙が漏れないようにしている。

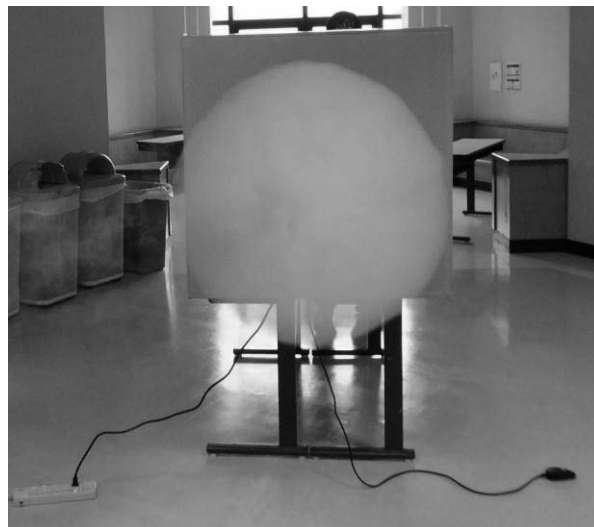


写真10 巨大空気砲の動作

6. 結果（本番当日）

当日の中学生のたまかな流れは、通常の空気砲を作る→巨大空気砲を作る（会議室）→実演（体育館で小学生を含めた参加者全員の前で、空気砲を撃つ）というものであった。この流れは、巨大空気砲の作成が1個のみで、中学生の参加予想が20名程度であったため、参加者の中で、作成に参加できない生徒をなくすため、通常の空気砲を作り、空気の弾を発射する実験まで行い、メインイベントして、巨大空気砲を作ることにしたためである。（写真11）



写真11 巨大空気砲作業風景

なお、小学生は参加者が多数であるので、15班に分け、体育館でペットボルトの空気砲などを作成するという内容であった。

しかし、実際に中学生に作らせてみると、予想以上にものづくりの経験がなく作成に手間取った。また、作り方が雑（写真12：ガムテープで何回も固定、空気を押

し出す部分の長さが不足) な上に、固定していない部分もあり(写真13: 上面に固定されていないため、内部の気流が乱れる)、空気がうまく流れず弾の飛ぶ距離も短かった。



写真12 作り方が雑な例



写真13 固定していない箇所がある。

幸いにも、見本を持って行っていたため、実演では数発を体育館の反対側の壁まで飛ばすことができ、小学生および主催者側の大人(一部の大人はかなり興奮していた)を含め、体育館にいた方々にアピールすることができた。巨大空気砲は、文字どおり大きく、空気の輪も大きく体育館の中で十分見応えのあるイベントであった。この結果、小学生から大人まで、楽しめたと思われる。(写真14: 穴の形状を変えた例)



写真14 実演風景

巨大空気砲の作成を指導した我々の真意は、日常生活では見ることができない、『空気の流れ』を肉眼で見て、体験をすることであった。このイベントでは、年齢や性別に関係なく楽しめたことで、『巨大空気砲を作る』は成功であったと思われる。

7. まとめ

巨大空気砲のイベントとしては成功であったと考えられるが、教育機関以外の組織からの依頼であったことから、情報交換において多々問題が生じた。ある研究によると、文字のみでは全体の7%程度しか情報伝わらないとの調査結果がでていますが、言葉を用いて情報交換を行っても、予備知識に違いがあると、文字のみのときと同様に情報が十分に伝わらず、うまく意志の疎通ができない状態であったと考えられる。

8. 今後の課題

次年度以降、『巨大空気砲を作る』というテーマで、理科・技術教育を行うことを考えると、乗り越えなければならない具体的な課題は、

- ・細かい指導と十分な時間の確保
 - ・作成するときの1個当たりの人数制限
 - ・空気をスムーズに流すための加工(工作)技術の説明
 - ・中学生は、ものづくりに関するノウハウが乏しいので、それを補う説明方法の確立
 - ・見本を見せても、理解することができなかつたので、マニュアルを用意するとともに、本校の1年生のものづくり実習時に行っているように、作成途中で確認のインターバル等を実施することも良いと考えられる。
- また、指導の流れを乱されないように、スタッフとの打合せも必須と思われる。