

教育支援センターで行える実験方法の研究

森木真郷¹⁾, 巻本彰一²⁾

1) 京都教育大学教育学部 okkusenman10okksenman06@gmail.com

2) 京都教育学部理学科 makimoto@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：教育支援センター，不登校，ペットボトルロケット，理科実験

(受付：2019年2月24日)

I. はじめに

「平成 29 年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸問題に関する調査結果について」(文部科学省, 2018)によると, 小・中学校における不登校児童生徒数は 144,031 人であり, 中学校においては不登校生徒がおおよそ 31 人に 1 人いる割合と報告されている。これはクラスに 1 人は不登校生徒がいる事になり, 学校に来ることができない児童生徒に対する教育のあり方についてより考えていく必要がある。「義務教育の段階における普通教育に相当する教育の機会の確保等に関する法律」(平成 28 年法律第 105 号)によると「不登校児童生徒が行う多様な学習活動の実情を踏まえ, 個々の不登校児童生徒の状況に応じた必要な支援が行われるようにすること。」「国及び地方公共団体は, 不登校児童生徒が学校以外の場において行う多様で適切な学習活動の重要性に鑑み, 個々の不登校児童生徒の休養の必要性を踏まえ, 当該不登校児童生徒の状況に応じた学習活動が行われることとなるよう, 当該不登校児童生徒及びその保護者(学校教育法第十六条に規定する保護者をいう。)に対する必要な情報の提供, 助言その他の支援を行うために必要な措置を講ずるものとする。」と示されており, 不登校児童生徒の休養の必要性や学校以外の場での学習の重要性とその支援を行うことが文部科学省から公布されている。しかし, 教育支援センター等, 学校以外の場での学習には専門的知識を持っている指導員がいない, 実験に必要な器具などが整備されていない等, 年々増加する不登校児童生徒の社会的自立のためには十分な支援が行えているとはいえない現状がある。

教育支援センターは, 不登校が長期化した児童生徒に対して学校復帰を支援するために, 教育委員会が在籍校以外の施設に設置する教室である。元々通っていた学校に籍を置いたまま通級するという形をとっており, 教育支援センターへ通級することで学校での出席扱いとなる。教育支援センターでは, 基本的には様々な学年, 校種の児童生徒が一つの集団として学習・活動を行い, そこでの学習は主に問題集などを使った自主学習で, 分からない所を指導員が説明を行っている。

本研究では, 不登校の子どもの学びの場である教育支援センターの学習を, 理科実験の視点で充実させる事を目的とする。そのために, 実際に教育支援センターに訪れて現状を調べ, その現状に合った実験方法を研究した。

Ⅱ. 教育支援センターの様子と現状

今回は鳥取県にある「中部子ども支援センター」と「寺子屋」の二つの教育支援センターに訪問し、そこでの活動の様子や理科実験を行うにあたっての問題点などを調べた。

1. 中部子ども支援センター

中部子ども支援センターは鳥取県倉吉市にある教育支援センターである。廃校などの利用ではなく、一軒家を教育支援センターとして利用している。指導員2人とセンター長の3人で運営しており、主に指導員の先生が通級する児童生徒の対応を行い、カウンセラーの資格を持つセンター長の先生が児童生徒のカウンセリングや保護者との面談、家庭訪問等の業務を行っている。平成30年度は児童生徒が一日平均7人通級している。

中部子ども支援センターは、10時に始まり15時半に終わる。基本的にどの教育支援センターも不登校の子どもに配慮して、学校の児童生徒と出会わないように、始まりは学校の登校時間より遅く、終わりは学校の下校時間より早く設定してある。一日の流れは10時に朝の会を行った後、12時まで自主学習、昼休みの後13時からスポーツやトランプ等を行い、15時に終わりの会で終了となる。

中部子ども支援センターでの学習は、まず静かに自分の机に向かうという事をスタートラインにしている、自主学習ができない子ども達には読書なども認めている。動画サイトで動画を観ている子どももいる。センター長の先生は、「文字を書く事、特に自分の考えを書くことが苦手である子どもや、説明を理解する事が難しい子どもが多く、ここの子どもは学校の様な先生から勉強を教わるというスタイルが合っていないのでは」と仰っていた。



図1 中部子ども支援センター外観（左）と学習室（右）

2. 寺子屋

寺子屋は鳥取県大山町にある教育支援センターである。福祉文化会館という地域の福祉施設の一部屋を教育支援センターとして利用している。指導員3人で運営しており一日平均4人の児童生徒が通級する。家庭訪問やカウンセリングは教育委員会が行っているため、小集団での学習活動の支援などが主な業務である。

寺子屋は9時に始まり15時に終わるが、子ども達は14時半に全員退室する。午前中には1時間半の学習時間があるが、指導員の先生によると、なかなか通常の学習は難しいらしい。中部子ども支援センターには卓球を楽しめるスペースがあり、毎日



図2 寺子屋内の様子

卓球ができる。一方で寺子屋は、福祉施設の一部屋のみを使用しているため施設内にスポーツを楽しめる場所がなく、午後からは近くの公園に行くなどで対応している。

Ⅲ. 実験方法の研究

実際に教育支援センターに訪問して、指導員の方からのお話等から実験を行うにあたって浮かび上がってきた問題点等を整理し、それらを解決できる実験について考える。

1. 問題点等

教育支援センターで実験を行うには、以下のような大きな3つの問題点がある。

(1) 設備と費用の問題

教育支援センターでは、学校の様にガスバーナー等の設備や試験管などの実験器具が揃っていない。また、子どもの人数も少ないので限られた予算で実験を行う必要がある。

(2) 長期間学校に通学できていない子どもが対象

学習の意欲が低い、もしくは学習自体が困難である子どもを対象にして実験を行う必要がある。

(3) 指導員の人員体制

教育支援センターは施設の規模に対してスタッフの人数が少ない。また、全員が理科の専門的知識を持っているわけではない。指導員の先生で行う事ができる実験でなければならない。そのため、準備や実験手順が容易で、基本的に指導員の負担が少ないものでなければならない。

2. 実験候補

教育支援センターで実験を行うにあたっての問題点・注意点を解決できるような実験の候補を検討し、その結果を表1に示した。

表1 支援センター等で可能と思われる実験とその実験の利点

実験名	利点
カルメ焼き	二酸化炭素の発生が視覚的に分かる
炭酸ジュース作成実験	重曹とクエン酸だけで実験を行える
ペットボトルロケット	屋外活動で子どもの意欲を高められる
マローブルーを使った指示薬実験	液性の変化が視覚的に分かる
ムラサキキャベツを使った指示薬実験	液性の変化が視覚的に分かる
炭酸飲料を用いた過冷却液体実験	一瞬で凍る様子から子どもの理科の関心を高められる

いずれも問題点を解決できる実験と思われるが、ムラサキキャベツを使って身の回りの物の液性を調べる実験等は簡単にできそうな実験と思われるため、それらを除いてカルメ焼きとペットボトルロケットを候補にあげて予備実験を行った。

(1) カルメ焼き

カルメ焼きは、理科の特別な実験器具が整ってなくとも行うことができる事、調理実習に近い学習に抵抗のある児童生徒でも行いやすい事、中学校理科の重曹の熱分解について学べる事等の利点がある。しかし、予備実験を行ったが焦げるなどして上手く出来ないほか、膨らまずのも難易度が高く、家庭科実習等の技術や知識が必要なことが分かった。そうした経験が少ない場合は、水と砂糖を混ぜて加熱するだけで完成する「べっこう飴」作りが良いと考えている。

(2) ペットボトルロケット

ペットボトルロケットは、ペットボトル内の気圧を高めて一気に弁を解放させる事により噴出する水と気体の反作用により飛行するロケット模型である。ペットボトルロケットには、空気入れを使いペットボトル内の気圧を高めるタイプと、炭酸水素ナトリウムとクエン酸、発泡入浴剤等により発生する二酸化炭素を利用してペットボトル内の気圧を高めるタイプがある。今回は、重曹とクエン酸を使ったペットボトルロケットの実験を行うことにした。

クエン酸と炭酸水素ナトリウムの化学反応式を(1)に示す。



ここで、クエン酸 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ のモル質量は 192.124g/mol であり、炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 のモル質量は 84.007g/mol である。クエン酸と炭酸水素ナトリウムはモル比が $1:3$ で反応することから、質量比では $192.124 : 84.007 \times 3 = 192.124 : 252.021 \approx 48 : 63$ で反応をする。従って、約 $3:4$ で混合すればよい。

さて、ペットボトルロケットを選んだ理由は、以下の3点である。

(1) 低予算で行える実験

実験のために購入した材料とその費用を以下に示す。

ペットボトル (炭酸用)	0 円	クエン酸	108 円
木材切れ端 2つ	40 円	重曹	108 円
紙コップ	108 円	筒	55 円
包装用テープ	98 円	コルク栓	288 円
(合計 805 円)			

費用は 1000 円以内で行うことができ、その他の準備物は教育支援センターにある物を使えば費用はそれほどかからない。ロケット発射に必要な準備物は以下の通りである。

【準備物】 発射台、500mL ペットボトル (炭酸用)、電子天秤 (家庭用キッチンスケール)、洗面器、2L ペットボトル、紙コップ、割りばし、重曹 (食品添加物) 120g (約 10 回分)、クエン酸 (食品添加物) 120g (約 9 回分)、ろうと、スプーン 2 個、コルク栓、バット等発射台に傾斜をつけられるもの、分度器

準備物の中の発射台は、自作する。必要な物品は、木材 2 個 (5cm×5cm×2cm 厚、18cm×4cm×3cm 厚)、筒 (規格: DV-VU DS50) 1 個、ビニールテープ、釘、金槌、マジックペン。発射台の製作方法は、①5cm 角の板に 18cm の角材が直角に立つように釘で固定する。②コルク栓をしたペットボトルが丁度板に触れる高さになるように筒を調整し、板

にマジックペンで補助線をひき、その線に沿うように筒をビニールテープで木材に固定する。およそ 30 分で作製が可能であった (図 3)。

(2) 実験準備と実験手順が容易

実験に必要な物はすべてホームセンター、ドラッグストアで購入可能である。実験の手順は以下の通りである。

- ① 発射台の角度を設定する。
- ② ペットボトルに重曹とクエン酸を加える。
- ③ ②に水を加えてコルク栓で栓をする。
- ④ 発射台に③を置いて避難する。

手順も容易で水と薬品の分量が合っていれば、確実に発射でき、手順が容易である。



図3 発射台の筒の位置調整 (左) と設置したペットボトルロケット (右)

(3) 子ども達に実験方法を自由に考えさせられる点

今回は学習する事が難しい子ども達を対象とするため、難しい知識や原理を理解する事ではなく、探究活動で理科の思考力を養うことが望ましいと判断した。ペットボトルロケットであれば、遠くに飛ばすために水の量や角度等を考察する事が可能である。

IV. 教育支援センターでの授業実践

中部子ども支援センターと寺子屋で実践を行わせていただいた。その時の様子や反省点、感想等を記す。基本的な準備物、手順はⅢ章と同様で、変更点等についてこの章で示す。

1. 中部子ども支援センターでの実践

日時：2018年11月30日(金) 13:00～14:20

参加者：高校生1名(男子)、中学生2名(男子)、小学生5名(男子3名、女子2名)

中部子ども支援センターには難しい子どもが多くいる事を事前に知っていたので、実験の難易度を落とし、安全面などを配慮した。重曹やクエン酸の量はそれぞれ 13.5g, 10.5g とし、子ども達には重曹やクエン酸に近寄らない様に説明し、水を入れるところから操作

を行わせた。万が一重曹が目に入った場合に備えて洗面器に水を張っておいた。発射台の角度や水の量は自由に考えさせたが、発射台の角度を分度器で測らせたり、加える水の量を測らせる事はしなかった。水の量と飛距離の関係性について考えさせ、「水が少なめだと遠くに飛ぶ」という事を理解させる事を目標とした。なお、ペットボトルロケットは水の質量が 100mL から 150mL の時に最も飛距離が出る。

ペットボトルロケットの実験は小学生が特に興味を持った。子ども達自身で水の量と飛距離の関係性について考え始め、最初は水を多く入れてあまり飛ばなかったロケットであったが、水の量が少ない方が遠くに飛ぶことに気づき、遠くへ飛ばせる様になった。

中学生は小学生を優先させて、最後に一回だけ飛ばした。「水が少ない方が飛ぶ」と見ていて気付いた様子で、薬品が溶解していない状態の少ない水の量で飛ばしていたが、小学生より飛ばなかった。そこから「水が少なすぎて良くない」という事に気付いていた様子であった。

実験後に指導員の先生からは「水の量や角度が毎回異なるので比較が出来ていない」という指摘を頂いた。また、施設では全員が一つの活動を行う事が難しく、ペットボトルロケットをやりたくなく途中で帰った子どもや、実験の様子を遠くから眺めているだけの子どもなど様々である。だからこそ、野外での実験は子ども達が自分に合った距離で活動に参加できて良いという評価を頂いた。

感想としては、子ども達は意欲を持って実験に取り組み、目標は達成できたと考えている。ただし、発射角度等を測らせるのは難しいと判断して行わせなかったため、実験というより遊びになってしまっていた。その点を次の寺子屋での実践で修正する必要がある。

2. 寺子屋での実践

日 時：2019 年 1 月 15 日（火） 11:00～11:45

参加者：小学生 2 名（男子）、中学生 1 名（男子）

寺子屋では実験の結果を正確に比較させた上で、水の量とロケットの飛距離について考察させようと考えた。しかし、水の質量と発射台の角度を毎回測らせるとロケットを複数回飛ばすには時間が足りないと判断した。そこで、今回はペットボトル（全長 18cm）の底から 6cm, 9cm, 12cm, 15cm の位置に線を引き、水を加える量の基準を設定した（図 4）。最も飛ぶ水の量は 6cm の線の時である。発射台の角度は 30 度になるように毎回私が調整した。子ども達には「どの線の位置まで水を入れると最もロケットが飛ぶか調べてみよう。」と課題を提示し、水の量と飛距離についてだけ考えさせた。

寺子屋での実践は、通級している子どもが少なかったり、天気が悪かったり等で、時折雪が降る中での実践となってしまった。子ども達は提示された課題に対して意欲がとても低く、なかなかロケットを飛ばそうとしなかった。「どの線まで水を入れてみようか。」と聞いても自分の考えをいう事が出来ず、結局、私が毎回入



図 4 線を入れたペットボトル

れる水の量を指示する形となった。途中でこの課題を行わせるのは難しいと判断し、答えを伝えロケットを自由に飛ばしてよいこととした。自由にロケットを飛ばせる様になり子ども達は意欲が高まりだした。一番よく飛ぶ水の量で毎回ロケットを飛ばし、さらによく飛ぶ角度について考え始めた。遠くに飛ばす事だけでなく、真上に飛ばしたり、角度0度で飛ばすなど出てきた疑問に対して実験を行っていた。

指導員の先生からは、1人に1台のロケットを持たせるとさらに意欲が高まるのでは、という意見を頂いた。集団活動が苦手な子ども達だからこそ、対話的に実験を行うべきであると思うが、1人に1台のロケットを持たせることについても検討が必要である。

感想としては、天気が悪かったのも意欲が低かった原因ではあるが、自由にロケットを飛ばさせている時は、子ども達が嬉々として実験を行っていたので、やはり課題の提示が子ども達に「やらされている」という感覚を持たせてしまっていたのではと考える。同じ課題でも「先に線の位置を当てた人が勝ち」等にすれば、競争形式で子どもの意欲も高められると考えた。

V. まとめ

教育支援センターの様な施設であっても、ペットボトルロケットであれば行う事が可能で、子ども達の科学的な思考力の基礎や学びに対する意欲を伸ばす事が可能であることが分かった。ただしこの研究の答えは一つではなく、例えば、教育支援センターの子ども達のほとんどが高校進学する点からも、科学的な思考力だけでなく、知識をつけさせる教育も必要である。教育支援センターの認知度は依然低く、この施設を対象とした研究も少ない。今後もペットボトルロケット以外にも教育支援センターで行える実験を模索し続ける必要があり、この研究がきっかけで教育支援センターでの学びについて考える人が増える事を切に願う。

謝辞

本研究のカルメ焼き実験に対してご指導を頂いた中野英之准教授、本研究のペットボトルロケット実験に対してご指導を頂いた村上忠幸教授に対して深く感謝の意を表します。また、本研究の実践にご協力していただいた中部子ども支援センターの皆様、寺子屋の皆様にも深く感謝の意を表します。

文献

- 文部科学省 2018. 平成29年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸問題に関する調査結果について。
- 文部科学省 2016. 義務教育の段階における普通教育に相当する教育の機会の確保等に関する法律（平成28年法律第105号）。
- 後藤道夫・盛口 襄・米村博治郎 1996. おもしろ理科実験集. シーエムシー出版, 157pp.
- 団 士郎 2000. 不登校の解法-家族のシステムとは何か-. 文芸春秋, 229pp.