

子どもたちの目の輝きに魅せられて

—理科実験教室で出会った君たちへ—

立花 和宏 (山形大学 大学院理工学研究科, h9rbvq3x@yz.yamagata-u.ac.jp)

伊藤 智博 (山形大学 大学院理工学研究科, tomohiro@yz.yamagata-u.ac.jp)

仁科 辰夫 (山形大学 大学院理工学研究科, nishina@yz.yamagata-u.ac.jp)

遠藤 浩 (米沢市理科研修センター)

Entrusting our dream to facinated eye glows of the children:

Message from science laboratory of your memories

Kazuhiro Tachibana (Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan)

Tomohiro Ito (Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan)

Tatsuo Nishina (Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan)

Hiroshi Endo (Science Traning Center of Yonezawa Municipal Office, Japan)

要約

2001年ごろから理科実験教室が全国各地で催されるようになった。2002年に社会貢献に資することを目的に設立された(社)ディレクトフォースで取り組んできた理科実験教室は、東日本大震災の頃から活発化した。本稿では、民間企業をリタイアした元技術者たちの理科実験教室を紹介し、本稿執筆時点での理科実験教室の状況を記録するとともに、理科実験教室の在り方について議論し、大人から次世代を担う子どもたちへのメッセージをしたためることを目的とする。

キーワード

理科実験, 民間企業, 社会貢献, 生きがい, 子どもたち

どもたちに託すべく、日本中に馳せ参じる。酸いも甘いも噛み分けてきた百戦錬磨の元技術者が現役時代の肩書きもしがらみも脱ぎ捨てて本当の生きがいを探し求める。

1. はじめに

2015年12月1日。筆者らは南相馬市立原町第三小学校へと向かっていた。福島から相馬に向かう道の民家には真つ赤に熟れた柿がたわわに実り、どんよりとした日本海側の空と違って太平洋側を思わせるすっきりとした青空に映えていた。霊山を通り抜け、峠を越し、飯館村にさしかかるとごみ袋のような黒い袋が路肩にマージャンパイのように道路に沿って積み上げられている。

黒い袋に入っているのは除染作業に伴って排出された放射能で汚染された土である。この土は、忘れもしない2011年3月11日の東日本大震災によってもたらされた。しかし、これから向かう地域の子どもたちにとって、なぜそれがそこにあるのか、などという大人の思いは関係ない。物心ついたときには、もうそれはそこにあって、あたりまえの風景になっている。子どもたちには、あたりまえに家を出て学校に行き、友達とあそび、先生と勉強する日常がある。

その子どもたちにとって今日はちょっと特別な日である。なんといっても、いつもの授業よりなにやら楽しい理科実験教室が予定されていて、いつもと違う先生が遠くからやって来ると言うのだから。

給食を食べ終わった子どもたちは、体操着で廊下の掃除をしながら、何がはじまるのかとばかりに興味津々で理科実験の準備中の教室をのぞき見ている。中には「ねね、あれ、なあに？」などと屈託も無く話しかけてくる子どももいる。その子どもたちひとりひとりがきらきらと目を輝かせている。

この目の輝きを曇らせてはならない。その想いが今日もディレクトフォースのメンバーを奮い立たせる。階前の梧葉の秋声を耳にしたからこそ、未だ覚めない池塘春草の夢を子

2. ディレクトフォースの取り組み

一般社団法人ディレクトフォースは、2002年に設立された。「ディレクトフォース」の名称は、で「Director」と「Force」を合成語である。企業経営の中核を担ってリタイアした人たちの「社会に役立ち」「生きがいを感じる」ことを目的とした組織である。「社会の要請」と「会員の熱意」をベースにして様々なボランティア活動に取り組んでおり、小・中学校で行う理科実験教室もその一環である。

ディレクトフォースの「理科実験 出前授業教室」は元技術者のメンバーを中心に構成している技術部会が、「多くの子供達に理科を好きになってもらいたい」「大きくなって科学技術の分野で羽ばたいてもらいたい」という願いをこめて社会貢献の一環として2009年からボランティアとしての活動を開始した。

その活動が活発化したのは東日本大震災のあとあたりからである。南相馬の小学校を訪ねて子供たちと一緒に理科の実験を楽しむことが出来たのが、その最初だった。震災直後の南相馬は、津波と福島第一原発事故の被災で悲惨を極めた。学童全員が、ランドセルに放射線量計をつけていた。その頃は、JR常磐線も常磐自動車道も寸断されていて、東京から南相馬に行くには、仙台を経由せねばならなかった。校舎が津波に流された小学校では、他校の校庭に作られた仮設校舎での授業も多かった。そんな中、理科実験がうまくいった時に子供たちから一斉に沸き上がる大歓声。興味津々の目の輝き。そして次第に明るさを取り戻してゆく子どもたちの礼儀正しい態度には、むしろ教える側が救われた気持ちになって、会員の熱意が盛りあがった。2016年にはディレクトフォースの理



小学4年生に「活性炭」を使った実験授業をする
ディレクターフォースの石原秀郎さん（東京都大田区赤松小学校）

理科に興味を 元経営者らボランティア

小学校に出前授業 年150回

技術系の元経営者らが小学校での理科実験授業にボランティアとして精を出している。仕事人生の中で得た知識を使い、独自のカリキュラムを開発、小学生の理科への興味をかき立てる。夏休みも特別授業を請け負い、出前授業は年間150回にのぼる勢いだ。

担い手は、主に大手企業の元役員が集まる一般社団法人「ディレクターフォース」（会員数約600人）の理科実験グループの人たち。出前授業は2010年から本格に取り組んだ。

実験方法は会員が独自に考えた。重工業メーカーで飛行機開発を手がけた会員が「飛行機はなぜ飛ぶの？」という授業を考案した。どうすれば紙飛行機が真っすぐ、遠くまで飛ぶかを実験する。電力会社出身の会員による風車を作った実験もある。実験メニューは今や15種類。東京都大田区赤松小学校で6月、4年生を対象に「活性炭」の実験授業が開かれた。水道水に消毒用の塩素が含まれていることを確かめ、活性炭を使うと塩素が除かれることを知っていることを学んだ。

先生役はゴミ処理・水処理プラント会社に勤めていた会員。ほかにも会員10人が班ごとに分かれて小学生を指導した。出前授業の特徴は10人程度できめ細かに教えることだ。赤松小学校の茂呂美恵子校長は「わくわくするような内容で、理科に興味を持つきっかけになってほしい」と話す。

15年度に年間130回だった理科実験授業は今年度、150回を超えそうだ。理科実験グループのリーダー、神永剛さんは「私たちの会社での経験が、少しでも子供たちのためになればうれしい」と話している。（編集委員・安井孝之）

図1：掲載された記事

出典：2016.8.12朝日新聞経済面

科実験教室の年間開催件数は150回を数えるほどまで増えた。図1に示すように、その様子は何度か新聞にも掲載された。

3. 理科実験教室の現況

3.1 理科実験教室の分類

2001年に学校教育法及び社会教育法が改正され、各学校が社会奉仕体験、自然体験活動に努めることが規定された（軸丸他, 2007）。そのころから理科実験教室や出前講義が全国各地で催されるようになった。2016年現在、多種多様の組織が多種多様の形態で理科実験教室に取り組んでいる。それらの理科実験教室の形態は、大きく分類すると「藩校型」「私塾型」「寺子屋型」になると思われる。

「藩校型」は、行政主導で実施される。その本質的な目的は「武士のたしなみ」を身につけさせることであり、論語の素読のように形式的なことが重要視される。機会均等とはいつても競争によるエリート選抜を目的としているので、先生や生徒の実験そのものに対するモチベーションあまり高くはないと思われる。文部科学省によるスーパー・サイエンス・ハイスクールなどは「藩校型」の理科実験教室と言える。

地方自治体の理科実験教室は、「藩校型」に分類されると言える。発議や予算を承認する主体と理科実験教室を実施する主体とが異なることが多い。そのためやることは決まったが具体的に誰がやるのかについては現場任せとなり、地域の大学に業務委託したり学生のアルバイトを雇ったりすることになる。実施主体が日ごろから集まっているわけではないので開催が決定してから会議を重ねたり、実施当日にぶっつけ本番で指導に当たったりするバイト学生も多い。ただ地域に密着して継続して行えるため、リピーターとなった子どもたちには顔見知りや顔なじみができてフォローアップに有利と言える。

「私塾型」は、塾講師や学生ボランティアなどによって実施される。学会や同窓会が実施母体となることもあり、実施する側が自己肯定されるために「理科離れ」を叫んだり、パフォーマンスを競い合ったりする。日テレ「世界一受けたい授業」でおなじみの米村でんじろう氏の科学教室は、もはやエンターテインメントの域に達している。「科学の鉄人」のサイエンスショーも同様である。旧帝大などの現役大学生が理科実験教室を企画する場合も多く、自らの学力の肯定の場の要素が強い。学会などが主導する場合も多く見られる。

「寺子屋型」は、読み書きソロバンのように実学重視である。学習塾として理科実験教室を実施していることもある。中には科学リテラシーと明確に位置づけ、実験レポートの指導までしているところも少なくない。受験対策と銘打って試験によく出題される実験を実施している理科実験教室もある。

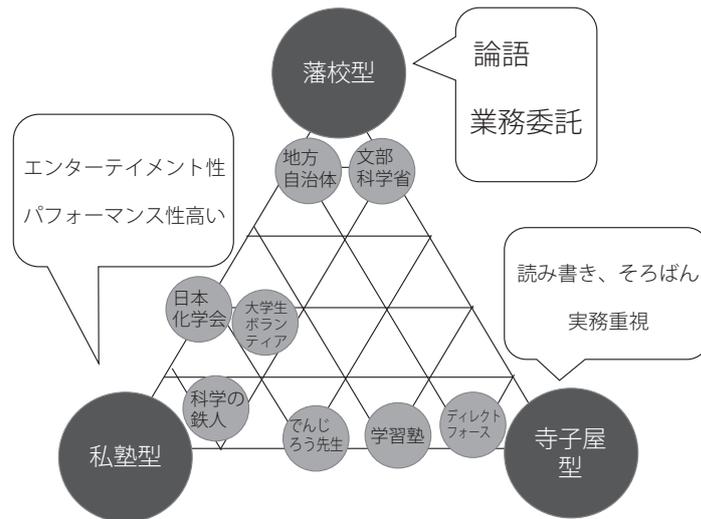


図2：理科実験教室の形態の分類

3.2 理科実験教室の実態

理科実験教室の対象は小学生が圧倒的に多い。中学生は部活やスポーツクラブなどで忙しく、内申書に有利になるという風評を信じて参加する生徒がちらほらいる程度である。高校生では理科実験教室への参加よりも高等学校で開催される出前講義への参加が多くなる。地域貢献というよりはたとえば大学の学生獲得のためのPRと言った色合いが濃くなってくる。高校に向けてのオープンキャンパスでの理科実験教室、出前講義、研究室公開は大学をPRして受験生を少しでも増やしたいという大学の目論見がにじみでており、教育効果はあまり期待できないと言える。

理科実験教室の実施場所は室内が多い。具体例としては学校の教室、理科室、体育館、地方自治体が管轄する理科研修センター、コミュニティセンター、あるいは博物館などのイベント会場、民間のイベント会場などがあげられる。子どもたちを呼び寄せての教室で行う場合、理科の中でも生物や化学で重要とされる現地に赴いての巡検とは相容れない。

時間が足りないというのもある。理科実験教室への参加者や不参加者にかかわらず、子ども全体として遊び時間は各種の塾、習い事、社会体育、課外活動などに使われるために減少傾向にある。その結果として戸外での色々な体験が少なくなってきた。

理科実験教室での先生と子どもたちの距離はさまざまである。日本化学会の化学だいすきクラブニュースレターの「家庭でトライ!!」「化学実験道場」には興味深い記事が掲載されている。理科実験の実施を家庭や学校に委ねるこれらの姿勢と、現場で子どもたちひとりひとりに寄り添っていっしょに実験を楽しむ姿勢は対極にあると言っている。

理科実験教室を通して子どもたちとのお縁ができることがある。筆者らが愛知県の知立市で理科実験教室サイエンス・パートナーシップ・プログラムと呼ばれる理科実験教室を実施したところ、筆者らの研究室の学生はその高校の先生の教え子だった。また福島県田村市の学習塾で理科実験教室を訪れたときの塾生はその後山形大学に入学し、卒業し、社会人

になった。このように理科実験教室を通じていろいろなご縁と巡り会うこともある。

理科実験教室の安全対策は実施主体に依存する。万一に備えて旅行保険の利用することも多いが、不特定多数の子どもたちを相手にするフェスティバル型の理科実験では万一の事故に備えた体制が整っていないケースもあるようだ。

学生アルバイトが理科実験教室の実施を手伝った場合、やはり頼まれ仕事のため、後始末が不十分などの不具合が出やすい。地域のコミュニティーセンターから怪しげな試薬が出てきたりする。それが理科実験教室の残骸なのかどうかは知るすべもないことであるが、それを処分しなければならないという現実の問題に直面する。

3.3 理科実験教室の教育効果

これらの理科実験教室や出前講義が娯楽なのか教育なのかと問われるとなかなか難しい。ペーパー試験による学力検査が教育効果を測定するものだとすれば、理科実験教室はあまり教育効果があるとは言えないかもしれない。

理科離れを防ぐことと、理科の正しい知識を教えることは趣を異にする。筆者の所属する山形大学で理科の教員免許取得を目指す学生に模擬授業で理科実験教室をやってもらったところ、大部分の学生が試験管の口近くまで試薬を入れており、試験管を鷲づかみにして縦に振っているのである。しかも誰も注意もしないのである。理系の学部の教員志望の学生にしてこの体たらく。不幸にして理科実験に関する正しい知識を得ることなく大人になってしまったのだろう。そこには理科に興味を持つことは大変よいことなのだが、それが必ずしも正しい知識と結びついていないという実態が浮き彫りになっている。

しかし小学生ぐらいの子どもたちであれば、正しい厳密な知識より純粋な興味を優先してよさそうである。雪の結晶の研究で有名な中谷宇吉郎が、そのエッセイの中で、次のように述べている(池内, 2002)。

もっとも若い人々がたくさん集まって案外みな面白がって無邪気に喜んでされた測定かも知れないが、その無邪気なそして純粋な興味が尊いのであって、良い科学的の研究をするにはそのような気持ちが一番大切なのである。良い研究は苦虫をかみつぶしたような顔をしているか、妙に深刻な表情をしていなければできぬと思う人があったら、それは大変な間違いである。

学校を作る動物はヒトのほかに類を見ない。人材育成は、その田圃をいつ誰が開墾したのかわからないのと同じように地道な営みである。子どもたちの心に芽生えた科学的な精神を育むのに、それが娯楽なのか教育なのかと深刻に議論すべきではないのであろう。

3.4 理科実験教室の過剰供給と囚人のジレンマ

理科実験教室の過剰供給も問題である。農業に代表されるような業界の過剰生産は、結果として全体の破綻を招く。これはゲーム理論の囚人のジレンマとして知られている。出版業界や教育業界も例外ではない。理科実験教室や出前講義も過剰供給になるとその価値が下落し、主催者は集客に多くのコストを割かざるを得なくなる。

もともと先生も子どもも子育て中の親も忙しい。子どもの遊ぶ時間は圧縮され、ゲームやSNSがさらに子どもの時間を搾取する。学校の先生は多忙を極め、今や教職の3年以内の離職率はワースト3に入る。囚人のジレンマとしての過剰供給は自発的な改善が望めないため、行政によるルール作りが必要となるかもしれない。

4. ディレクトフォースの理科実験教室の特徴

図3にディレクトフォースの理科実験教室テーマを示す。これを見ると取り立てて珍しいテーマは見当たらないようにも思える。しかしそれらは全て自分の経験、知識、興味に基づいて発想された手作りのテーマである。

ディレクトフォースの理科実験教室は米村でんじろう先生のそれと決定的に違うことがある。すべて自分たちで企画して、自分たちで実践していることである。また子どもたちに見せるのではなく、子どもたちに自分で実験させている。子どもたちにとって、ただ見ることと、自分で試みることはまったく違うことだ。

その実験テーマの設計手法は、企業の新商品の研究開発そのままである。まず立案者がほかのメンバーに実験テーマを説明し、そこで喧々諤々の議論をやらす。しかるのちに自分たちで実験教室を試行してみる。実験道具・器具・治具の最初のプロトタイプは立派なものを作る。さらに議論しながら、大筋がまとまると、実際の実験に使う機材の製作に入る。壊されても構わないよう、できるだけ安く。みんなに行き渡るよう、できるだけ身近な素材で。搬送が容易なよう、できるだけコンパクトに。そして、子どもたちが、あとで同じものを作れるように。何度も改善が繰り返される。

企業に在籍していたころは責任ある立場で、かなり大きな資金も動かし、多くの部下に命令していた。その元技術者たちが、しがらみを離れ、ただ子どもたちの輝く瞳に想いを馳せて、100均やホームセンターで素材探しに大騒ぎしている楽しさを想像できるだろうか。誰かにほめられることもなければ、お金がもらえるわけでもない。生きがいとは何か？の答えがそこにある。



図3：ディレクトフォースの理科実験教室の実験テーマ



図4：理科実験に取り組む様子

実施会場では実験テーマを提案した人間が実際に現場で子どもたちに直接指導する。企業でスーパーコンピュータを開発した人間が子どもたちに論理回路の実験をやってみせ、企業で飛行機のテストパイロットを勤めた人間が子どもたちに紙飛行機の実験をやってみせ、企業でマヨネーズを作った人間が子どもたちといっしょにマヨネーズを作り、南極観測で極寒の地を過ぎた人間が、子どもたちと地球儀を作っているのである。

実験テーマを提案した人間が大先生となり、4～5名の少人数のグループに小先生が指導にあたる。小先生と子どもたちの距離は極めて近い。もちろんすべてディレクトフォースのメンバーである。まるで孫に寄り添うように、子どもたちの目線で、子どもたちの理科実験を見守っている。

大はしゃぎで実験を楽しむ子どもたち。目を細めてそれを眺めるディレクトフォースの面々。実験終わりの合図で教室はひととき静まりかえる。高齢がゆえの足の痛みでしゃがみこむメンバーもいる。それでもやり遂げた充実感から来る笑顔が絶えることはない。

子どもたちが退席して、あとひとふん張りする。撤収作業も実に洗練されて手際がよい。何度も議論を重ねて改善した成果である。ホームセンターで買ったそばざるを使って実験廃棄物の水切りを行い、残渣を袋に、廃液の最後の一滴までペットボトルに収める。ゼロエミッション。器材を全て積み込むと、本日も実験終了。あとは一献傾けながらの反省会となる。

ディレクトフォースのメンバーに残された時間はそう多くない。あのとき子どもだった君たちが大人になって世の中を見渡せるようになる姿を、恐らく見るができない。メンバーは、現役時代のしがらみ、肩書きを捨て、君たちのことだけを考え、君たちに接する新鮮さ、嬉しさを大切にしたい、と言う。

4. おわりに

理科実験教室にかかわった方々に「大人になった子どもたちに伝えたいメッセージは何ですか？」と尋ねると意外なほど似たような答えが返ってくる。

「理科に興味を持つきっかけになってほしい」「非科学的な風評にまどわされない力をつけてほしい」「理系文系かわ

らず健全な批判精神をもってほしい」「技術立国日本を支えてもらいたい」「ノーベル賞をとってほしい」これらは果たせなかった自分たちの池塘春草の夢である。

ひとつ、してはいけないことがある。大人たちの夢を子どもたちの呪いに変えることだ。どんなに素晴らしい理科実験教室でも、引き際を誤ると「できたらいいな」の夢が「しなくちゃいけない」の呪いになってしまう。粛々と積み上げてきた何か「せっかくだから・・・」のたった一言で台無しになってしまう。何事も退き際が大切なのだ。夢は深いほど美しい。

岡目八目の言葉通り、当事者よりも第三者の方が物事の真相や得失がよくわかるものである。掃除をしていたおばさんの言葉。「理科実験教室で子どもたちが来ると建物の雰囲気が明るくなった」この言葉に理科実験教室の真相の全てがこもっている。理科実験教室で、親を元気にし、学校を活性化し、地域を明るくし、大人に生きがいを与えたのは、ほかでもない子どもたちなのだ。

筆者の生まれ故郷近くに遠野というところがある。その古くから言い伝えに「座敷わらし」という子どもの妖怪がある。座敷わらしが住み着いた家は繁栄し、座敷わらしがいなくなるとその家は没落するという(柳田, 1910)。「銀も金も玉も何せむに勝れる宝子に及かめやも」という歌を思い出す(山上, 7世紀)。万葉の時代から、現代そして未来に通じる真実がそこにある。

大人は、だれも、はじめは子どもだった。しかし、そのことを忘れずにいる大人はいくらもない(サン＝テグジュペリ, 1943)。だから君たちがそのことを忘れないように、子どもだった君たちへのメッセージを本稿に書き残しておきたい。

大人がいくら気を揉んだところで、次の時代を担っていくのは君たち自身にほかならない。大人は結局のところ、君たちを信じて、君たちの目の輝きを絶やさぬよう、君たちに夢を託すほかないのである。だから大人になった君たちに一番伝えたい言葉は次のようである。

あのときの生きがいをありがとう。

そして大人になった君たちに生きがいを与えてくれているのが、さらに次の世代の子どもたちだということを忘れないでいる限り、君たち自身も豊かな人生を歩んでいくことができるに違いない。

謝辞

本稿に至るご縁をつむいでくださった元山形大学産学連携コーディネーターで、ディレクトフォースの元メンバーでもあった故延末憲三氏に深く感謝の意を捧げる。

本稿の寄稿にご理解を賜ったディレクトフォースの理科実験教室グループ現リーダーの神永剛氏に深く感謝の意を表す。本稿を起こすきっかけとなったディレクトフォースの理科実験教室の見学にお招きくださったディレクトフォースの萩原秀留氏に深く感謝の意を表す。ディレクトフォースの理科実験教室の内部情報開示にご協力くださったディレクト

フォースの平井浩二氏、立石裕夫氏に感謝の意を表す。本稿の執筆を終始に渡って親身になってアドバイスいただいたディレクトフォースの宮下博文氏に感謝の意を表す。実際の現場で言葉を交わし、貴重な意見をいただいたディレクトフォース技術部会の全てのメンバーに感謝申し上げる。

そして若手目線から貴重な意見を下さったたくさんの学生の方々に感謝申し上げる。

引用文献

軸丸勇士, 藤井弘也・中島俊男・伊藤安浩・橋口泰宣・岡本玄・岩切義和・馬場尚登・照山勝哉・栗田博之・藤本裕一(2007). 大分大学教育福祉科学部研究紀要 (Res. Bull. Fac. Educ. &Welf. Sci., Oita. Univ.)

池内了編(2002), 雪は天からの手紙—中谷宇吉郎エッセイ集—「霜柱の研究」について, 岩波少年文庫.

柳田國男(1910). 遠野物語, 出版社多数.

山上憶良(7世紀), 万葉集.

サン＝テグジュペリ(1943). 星の王子様, 出版社多数.

(受稿：2016年10月20日 受理：2016年10月27日)