

科学デモンストレーターによる「ものづくり」オンライン教室の実施報告

吉岡 亜紀子^a，木村 友美^b，林 陽一郎^b，林 ゆりえ^b，上羽 貴大^c

概 要

ものづくりの完成だけではなく、ものづくりの過程そのものを楽しむ体験を提供する、ティンカリングを取り入れた実験と工作のオンライン教室を2022年5月～2023年3月に24回開催した。企画・運営は学芸員の監督の下、大阪市立科学館で主にサイエンスショーの実演を担当するボランティア「科学デモンストレーター」が担った。多くの参加者が楽しみながら、ものづくりに集中して取り組むことができたようであり、ファシリテーションは一定程度以上に成功したと言ってよいだろう。一方、当日の教室の中で初めて触れた科学の知見を基に、短い教室の時間内で早速、創意工夫を楽しむこと、科学そのものを楽しむこととの両立の難しさが感じられた。

1. はじめに

ものづくりを伴うイベントは従来から科学館でもよく行われており枚挙に暇がない。科学館のものづくりイベントには様々な年齢や様々な背景の人々が参加する。多様な参加者と、短時間の1回限りの関係の中でのものづくりをする必要があるため、設計図通り、手順通りに制作することで作品が完成するとか、手順通りに実験することで狙い通りの化学反応を楽しむことができるといった一本道の教室になりがちである。

オンライン教室でもものづくりをする場合、参加者の環境や手持ちの道具が講師には予見できず、参加者が手間取ったり失敗したりしても直接手助けすることもできないため、設計図通り、手順通りに進めることで誰でも間違いなく完成できるように教室を設計する傾向が顕著になる。2021年度に筆者らが開催したオンライン科学実験・工作教室^{1,2}では、40分間の教室で参加者全員が必ず作品を完成できるよう、実験と工作は筆者らによって細部まで設計され準備された。参加者の試行錯誤の余地はほとんどない。完成した作品で遊ぶことで、家庭の中で科学を楽しむことを目的として設計したためである。

このようなものづくりの体験でも、科学の原理・法則を体験したり利用したり、その中で参加者各自が驚きを

感じたり発見をして、科学に親しむ機会となり得る。しかし、既製の設計図なしにするものづくりでは、それぞれの参加者が、ものづくりの過程において、主体的な体験を通して自分で疑問を見つけ、自分の力で疑問に答える体験ができる可能性がある。

体験型展示を多数有する大阪市立科学館では、従来、来館者が体験を通して能動的に疑問を持ち、発見する喜びを経験することを重視してきた。本事業では、科学館の役割を、来館時に科学を楽しむ機会を提供することからさらに広げて、科学を日常の楽しみの1つにするために、科学館やティンカリング施設のような特別な場所ではなく、家庭内で、科学館ボランティアとコミュニケーションしながら、ティンカリングを取り入れたものづくりを体験する機会を提供することを試みた。

本事業は一般財団法人全国科学博物館振興財団による2022年度全国科学博物館活動等助成事業の助成を受けて行われた。

2. 事業の目的

本事業は、次の3つを目的として実施した。

(1) 日常生活の場である家庭内で、自分の力で能動的に科学と創意工夫を楽しむ。

^a 大阪市立科学館 科学デモンストレーター
akiko.osaka.science@gmail.com

^b 大阪市立科学館 科学デモンストレーター

^c 大阪市立科学館 学芸員
ueba@sci-museum.jp

(2) 科学の非専門家の市民ボランティアが科学館の事業に主体的に参画することで、市民の科学の楽しみ方と科学館の事業を多彩にする。

(3) 来館できない状況・環境にある市民が孤立せず、人と関わりながら安心して学ぶ機会を提供する。

3. 本事業の特徴と 2021 年度のオンライン教室との相違点

本事業では、筆者らが 2020 年度から経験を積んできた双方向性オンライン教室の手法を活用して、ティンカリングを取り入れたものづくり教室をオンラインで開催した。この教室は、各 40 分の前半と後半から構成される。前半では科学デモンストレーターの案内に従い、科学の原理を学ぶための簡単な工作や実験を参加者が行ったのち、後半では既製の設計図なしに、それぞれの参加者が主体的に、ものづくりに取り組む時間とした。

教室は毎回、オンライン会議ツール「Zoom」を使って

大阪市立科学館内から配信した。各参加者は家庭等から接続して参加した。学芸員の監督の下で、大阪市立科学館で主にサイエンスショーの実演を担当しているボランティア「科学デモンストレーター」の有志が中心的役割を担った。教室の主な参加者は子どもと保護者であったが、大人のみの参加もあった。参加者の科学実験・工作の知識や経験の有無は問わなかった。

本編として 2022 年 5 月～2023 年 2 月に毎月 1 日、年間 10 日、各日に 2 回(同日の 2 回は同じテーマ)、合計 20 回開催した。さらに 2023 年 3 月には特別編として追加で 1 日 4 回(2 種類のテーマを 2 回ずつ)の教室を開催した。

表 1 に筆者らによる 2021 年度のオンライン教室と本事業の主な特徴を示す。

4. 本事業の各回の具体的内容

表 2 に各回のテーマを示す。各回の実験・工作の内容を具体的に説明する。

表 1 筆者らによる 2021～2022 年度のオンライン教室の特徴

	2021 年度	2022 年度(本事業)
実験・工作の主なねらい	全ての参加者が確実に成功・完成できる実験・工作を提供する。完成した作品ですぐに遊べるようにして、各参加者が自分でたくさん遊び、色々と試すことを楽しむことを通して、身近な科学に興味を持つきっかけにしよう。	既製の設計図なしにするものづくりを通して、それぞれの参加者が、ものづくりの過程において、主体的な体験を通して自分で疑問を見つけ、自分の力で疑問に答える体験を提供する。科学館ボランティアによるファシリテーションによって、ものづくりの完成ではなく、ものづくりの過程自体を楽しんでもらう。
対象	主な対象は子ども(小学校高学年以上が好ましい)と保護者であるが、大人のみの参加も歓迎する。科学実験・工作の知識や経験の有無は問わない。	
実施回数	40 回	24 回(本編 20 回、特別編 4 回)
各回の時間	40 分間	90 分間(本編)、40 分間(特別編)
テーマ	10 テーマ(重心、浮沈子、吸熱反応、虹、偏光、三原色、磁石、スピーカー、電池、静電気)	5 テーマ(重心、浮沈子、偏光、磁石、静電気)
テーマ選定の基準	身近にある科学であって、材料キットを提供して簡単に科学実験や工作を楽しんでもらえる。	原理や法則がわかりやすい。短時間で創意工夫を発揮する余地がある。参加者の工夫によって結果に差が生じやすく、その差の理由を理解しやすい。
材料キット	送付した。A5 サイズのチャック付き袋に、基本の実験・工作に必要な材料のみをキットとしてまとめた。	本編では送付した。A4 サイズのチャック付き袋に、基本の実験・工作に必要な材料に加えて、目的を定めない工作用紙、木製マドラー、割りばし、ストロー、クリップ、輪ゴム、テープ類等をキットに含めた。特別編は材料キットを送付せず、各参加者に全ての材料キットを用意してもらった。

表2 開催日とテーマ

年	月 日	テーマ
2022	5/29 6/26	テーマ「ハラハラ！ バランス大実験」 紙をまるめて筒を作り、指1本でバランスよく支えるために重心を変える方法を試行錯誤した。既製の設計図なしで、重心を使った手品やバランスバードを作って遊んだ。
	7/23 8/28	テーマ「ゆらゆらアクアリウムを作ろう！」 しょうゆ差しで浮沈子を作った。ストローを水に浮かせる方法を試行錯誤して見つけた。既製の設計図なしで、浮沈子を作って遊んだ。
	9/25 10/30	テーマ「見える！ 見えない？！ ふしぎなステンドグラス」 偏光板を2枚重ねたり、プラスチック製品を挟んだりして観察した。既製の設計図なしで、偏光ステンドグラスを作って遊んだ。
	11/27 12/25	テーマ「おどる！ はねる！ 磁石で遊ぼう」 シート状磁石のN極とS極の配置を各自が自分の手を動かして確かめた。既製の設計図なしで、シート状磁石のN極とS極の配置を利用したおもちゃを作って遊んだ。
2023	1/29 2/26	テーマ「ふわふわ！ くつつく！ 静電気」 静電気を使って、ストローを動かしたり紙に描いた魚を釣ったりした。どうすればたくさん釣れるか、どうすればおもしろい魚釣りゲームになるか、試行錯誤しながら遊んだ。既製の設計図なしで、静電気で動くおもちゃや魚釣りゲームを作った。
	3/26 特別編	テーマ1「おどる！ はねる！ 磁石で遊ぼう」 テーマ2「ふわふわ！ くつつく！ 静電気」 材料キットを配布しないことを除いて、要点は上と同じ。

4.1 ハラハラ！ バランス大実験

大阪市立科学館で2019年に実施されたサイエンスショー「ハラハラ！ バランス大実験」³をおうちで体験できるようにすることを考えて構成した。

最初にファシリテータの科学デモンストレーターが手品を見せる。発泡スチロールの棒の両端をコップに載せて、橋のようにする。片方のコップを取り外すと、当然、橋は倒れてしまう。ところがおまじないを唱えてからコップを外すと、なんと橋は落ちずに、片端のコップ1つでバランスよく支えられている。

ここではまだ種明かしはせずに、大事なことはひとつだけ、「重心」です、とだけ伝える。この手品のタネを見破ろう、手品を自分でもできるようになろうという動機で、オンライン教室の最初から重心に興味を持ってもらうことを狙った。

重心は、物体を指1本でバランスよく支えられるところである、と端的に説明し、早速参加者に身近なものを指1本で支えてもらった。スプーンや歯ブラシ、お箸を支えてみる参加者が多かったが、そろばん、リコーダー、分数バイオリンなど、画面越しに見たファシリテータや他の参加者が驚くようなものを支える参加者もいて盛り上がる場面となった。

重心を体感したところで、手品の種を予想してもらう。

指1本(コップ1個)で支えられているところが重心であること、重心が真ん中ではなく片端に寄っているのは何等かの方法で片端だけ重くなっていることを予想できる参加者が多かった。ここで発泡スチロールの棒の片端にだけおもりが仕込んであることを見せる。そして参加者自身に手品を再現してもらう。コピー用紙の一端にナットを貼り付け、ナットを隠すようにコピー用紙を巻いて筒にして、発泡スチロールの橋の代わりにする。手品ができるかどうかの参加者も嬉しそうであった。続いて、小鳥の形に切った厚紙を、小鳥のくちばしで指1本で支える方法を考えてもらった。この時点ではほとんどの参加者が小鳥の羽根の適切な位置にナットを貼り付けることができていた。

後半のティンカリングでは、バランスを使った手品や小鳥のような作品を作ってもらった。小鳥にいくつもナットを貼ったり、ナットを貼る位置を変えたりする参加者や、工作用紙でたくさんの箱を作り、バランスよく重ねる参加者、モビールを作る参加者もいた。ファシリテータは、作品を評価したりアドバイスしたりするのではなく、工夫したところや難しかったところ、発見したこと、嬉しかったことを発表者から聞き出すように努めた。

作品ができたり、ファシリテータや他の参加者に伝えたいことがあるときには、原則として「ちょっと待って」と

書かれた紙(材料キットに入れて配布している)をカメラに向かって見せてもらい、ファシリテータに名前を呼ばれてからマイクをオンにして発言してもらった。このテーマに限らず全ての回で、ほとんどの参加者が積極的に作品を見せてくれたり、助けを求めたりしていた。

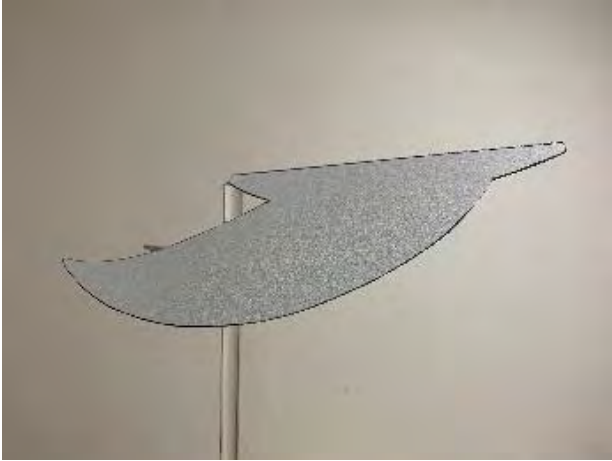


写真1. バランスの工作の一例 小鳥のやじろべえ。

4.2 ゆらゆらアクアリウムを作ろう！

夏の開催には水を使って遊べるテーマを選んだ。最初にファシリテータが、見えない糸で操っているかのように浮沈子を浮き沈みさせる。上述のバランスと同様、仕掛けを見破ろう、自分でもできるようになろうという動機で、オンライン教室の最初から能動的に取り組んでもらうことを狙った。

浮沈子が浮き沈みするときに何が起きているのか、動いている浮沈子の内部の様子を観察することは難しい。そこでペットボトルの高さ程度の長さのストローをペットボトルの中に閉じ込めて、浮き沈みできないようにしたストローの中の様子を観察するようにした。何の仕掛けもしていないストローを水に入れると沈む。次にストローの上端を練り消しゴムでふさいでから水に入れると、空気の出口がふさがれているので、ストローは水に浮く。浮沈子も中に空気があるから浮くことを納得してもらおう。次に、練り消しゴムを上端に付けたまま、ストローを水で満たしたペットボトルに押し込み、ペットボトルのフタを閉める。ストローは浮こうとするので閉じ込めるのが難しいが、なんとかして押し込みフタを閉める。そしてペットボトルの側面を手で押すと、ストローの中の空気が縮まり水がストローの中に入り、手を離すとストローの中の空気が膨らんで水が押し出される様子を観察することができる。

次に、しょうゆ差し(お弁当のタレビン)で浮沈子を作って、浮き沈みさせながら、ペットボトルを押したり離したりするとき、先ほどのストローと同じことが起きていることを説明した。しょうゆ差しの浮沈子と、ストローを短く

切って作る浮沈子は作り方を説明し、全員一緒に作って遊んだ。後半は自由に浮沈子を作って遊んでもらった。

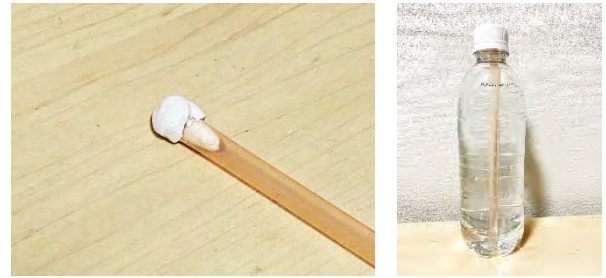


写真2. 浮沈子のしくみをストローで観察する。(左)練り消しゴムを付けたストロー。(右)空気を含ませたままペットボトルに閉じ込めたストロー。

4.3 見える！見えない？！ふしぎなステンドグラス

大阪市立科学館で2009年等に度々実施されている偏光のサイエンスショー⁴をおうちで体験できるようにすることを考えて構成した。

材料キットで送付している2枚の偏光板を使って、周囲を眺めてみたり、2枚を重ねてみたりして、参加者各自がふしぎな現象に気づき、興味を持つところから始めるようにした。

次に魚焼きの網を偏光板に見立て、参加者には手のひらを開いた状態で手を上下左右に振って光の波の役をしてもらった。そして魚焼きの網の向きを次々に変えて、網をすり抜けられるように手のひらを振ってもらった。このようにして、非対面でも一緒に遊びながら、光が波であること、偏光板はある方向に振動している波だけを通すことを直感的に理解してもらうようにした。そして、2枚の偏光板を重ねると、重ね方によって、光を通したり通さなかったりするわけを考えてもらった。

次に、透明なプラスチック製品を2枚の偏光板の間に挟んで様々な色が現れる現象や、液晶画面は偏光板を通すとどのように見えるかを楽しんでもらった。光弾性と液晶の原理は簡単に説明した。

前半の最後には偏光板を使った万華鏡を工作した。後半は、参加者各自がおうちの中で、偏光板の間に挟むと驚くような模様を見せるものを見つけて見せ合ったり、偏光板を回すと絵が変化して見える作品を作って見せ合ったりした。

偏光万華鏡の筒は2枚の偏光板の間が約5cm、直径が約11cmあり、様々なプラスチック製品を中に入れることができる。野菜の包装フィルム、お菓子の容器、プラスチックスプーン、ストローはおうちにある参加者も多く、他の参加者がきれいな万華鏡を作っているのを見てすぐ真似してみる参加者も多かった。また、偏光板によってきれいな色を見せるものだけでなく、ビーズ

やスパンコールなど、偏光板がなくてもキラキラしてきれいなものも入れたり、ペンで絵を描いたり、万華鏡の外を飾り付けたりする参加者もあった。参加者各自で思い思いに楽しんでいた。

4.4 おどる！はねる！磁石で遊ぼう

最初に、耳たぶを2枚のネオジム磁石で挟んで、耳にスプーンやフォーク、缶をぶら下げて見せる。思いがけない磁石の利用法で参加者の興味を引き、磁石をテーマにした教室を始める。



写真3. 耳にネオジム磁石を取り付けておくと、缶飲料(スチール缶)を持ち運ぶことができ便利。

磁石にくっつく缶とくっつかない缶があることを見せ、何が違うのか問いかける。全ての回で、多くの参加者が積極的に手を上げて答えたがった。どの回でも、材質が違うこと、スチール缶とアルミ缶のどちらかがくっつき、どちらかはくっつかないことを答えてもらえた。アルミ缶がくっつくと答える参加者も多く、この時点では、磁石には鉄がくっつくことを知らない参加者もいる。

次に、磁石と磁石は、S極どうし、N極どうしでは反発し、S極とN極は引き合うことを、2本の棒磁石を使って見せた。棒磁石や馬蹄形磁石のように色分けされていればS極とN極がどこにあるか目で見てわかる。しかしシート状磁石の極の配置は見ただけではわからない。そこで、磁石には鉄がくっつくことを思い出してもらい、鉄粉をシート状磁石に振りかけると、縞々の模様を見ることができる。この縞々が NSNSNS・・・と交互に並んでいるのか、それとも、片面は SSSS・・・、反対面は NN NN・・・というように並んでいるのか、2枚のシート磁石を使って参加者が自分で確かめた。シート状磁石の N 極と S 極の配置が分かったところで、これを利用したおもちゃを作った。

後半は磁石や鉄を使って自由に工作をした。魚釣り、サッカーゲーム、バレエやフィギュアスケートをする人

形など、多彩な作品が作り出された。

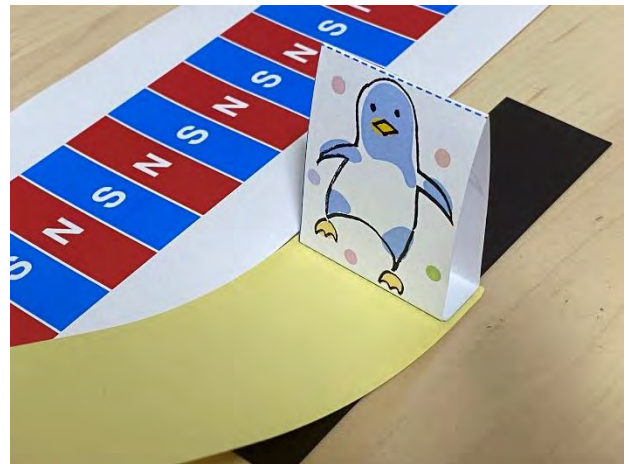


写真4. シート状磁石を使った作品。

4.5 ふわふわ！くっつく！静電気

静電気を使って遊ぶ。紙でストローをこすると紙とストローがくっつくが、紙でこすったストロー同士を近づけると反発して遠ざかること、静電気がたまったストローをティッシュに近づけると、ティッシュには静電気がたまっていなくてもストローにくっつくことなどを使って、ストローの動きを静電気で作ったり、魚釣り(写真5)などをして遊ぶ。静電気にはプラスとマイナスの2種類があること、があること、どんなものでも静電気のもとになるものをもっていることを知ってもらう。前半の最後には、紙でこすったストロー同士が反発することを利用して、予想外の勢いで回るメリーゴーランド(写真6)を作った。

後半は静電気を使って自由に工作する。前半の魚釣りやメリーゴーランドをアレンジする参加者が多く、魚釣りを数人でゲームとして楽しめるように考えたり、メリーゴーランドを太陽系に作り替える参加者もいた。



写真5. 静電気を使った魚釣り。



写真6. 静電気を使ったメリーゴーランド。

告知は大阪市立科学館公式ウェブサイト(<https://www.sci-museum.jp/>)、大阪市立科学館が発行する「月刊うちゅう」(<https://www.sci-museum.jp/activities/publication/universe/>)、イベント情報サイト「子どもとお出かけ情報サイト いこーよ」(<https://iko-yo.net/>)、大阪市立科学館のジュニア科学クラブ(<https://www.sci-museum.jp/juniorclub/>)、大阪市立科学館のサイエンスショー会場、科学デモンストレーターのコミで行った。申し込み多数の場合は抽選した。特別編は材料キットを提供する必要がないため、抽選せず、すべての申込者が参加できるようにした。

開催日毎の申し込み状況を表2に示す。実施内容は異なるが前年度同月の申し込み人数も表3に示す。

5. 申し込み状況

表3 開催日毎の申し込み状況

	累計	(1) 5/29 重心	(2) 6/26 重心	(3) 7/23 浮沈子	(4) 8/28 浮沈子	(5) 9/25 偏光	(6) 10/30 偏光	(7) 11/27 磁石	(8) 12/25 磁石	(9) 1/29 静電気	(10) 2/26 静電気	(11) 3/26 特別編
申込人数	1,864	71	111	236	228	310	199	204	133	151	95	126
申込組数	1,171	46	70	150	138	191	125	130	82	102	59	78
当選人数	445	40	51	45	49	45	47	45	40	40	43	126
当選組数	293	29	29	30	30	27	30	33	22	33	30	78
参考: 2021 年度 申込人数	3,983	重心 76	浮沈子 145	ひんやり 754	虹 792	三原色 576	偏光 372	磁石 344	スピーカ 307	電池 322	静電気 295	-

初回の5月は告知から受付締切まで10日間ほどしかなく、他の回に比べると申込数が少なかったが、5月を含め全ての開催日で定員を大きく超える申し込みがあり、抽選となった。すべての月で、2021年度の申込数を超えることはなかった。しかし本事業の実施回数

は2021年度の半分であること、本事業ではテーマの更新が2か月に一度であり、一方、2021年度は毎月異なるテーマで実施したことを考量して、テーマ毎の申込人数にまとめ直すと表4のようになる。

表4 テーマ毎の申込状況

	重心	浮沈子	偏光	磁石	静電気
本事業 申込人数	182	538	509	414 (本編 337 特別編 77)	295 (本編 246 特別編 49)
2021 年度 申込人数	76	145	372	344	295

2022年度は2021年度と比べるとコロナ禍での対面のイベント開催の様々な制約が徐々に解かれつつあった。それでもオンライン教室の需要は未だ高いことがわかる。今後も、定期的の実施テーマを更新すれば、継

続して参加する人がさらに増え、科学館から、家庭内で身近な科学を楽しむ機会を提供することができると考えられる。

次に地域別の申込人数を表5に示す。

表5 地域別の申込人数

地域	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	海外
申込人数	2 0.1%	2 0.1%	244 13.1%	60 3.2%	1,464 78.5% (大阪府 1,026 55.0%)	43 2.3%	6 0.3%	43 2.3%	0 0.0%
参考: 2021 年度 申込人数	8 0.2%	59 1.5%	1,004 25.2%	166 4.2%	2,586 64.9% (大阪府 1,996 50.1%)	82 2.1%	20 0.5%	56 1.4%	2 0.0%

表6に示すように、科学館に来館して知っての申し込みは150件(サイエンスショー会場120件、ジュニア科学クラブ17件、大阪市立科学館友の会12件、その他1件)あった。また表7に示すように、本事業は「おうちから参加できる」ことが魅力であると考えての申し込みが926件あった。申し込みの全数が1,171件(表3の

「申込組数」)であるから、全体の79%以上の申込者は家庭から参加できることを重視していることがわかる。

オンライン教室は、科学館に行く機会が全くない人、遠方の人だけでなく、科学館に頻繁に来館する人にとっても、新しい形で科学の楽しみを提供できる方法になり得る。

表6 本事業をどこで知ったか(参加申し込み時のアンケート。複数回答可)

	件数	全申し込み中の割合
科学館ホームページ	823	70.28%
過去に参加した	165	14.09%
科学館で (サイエンスショー会場での案内) (ジュニア科学クラブ) (大阪市立科学館友の会) (その他)	150 (内 120) (内 17) (内 12) (内 1)	12.81%
イベント情報サイト	123	10.50%
知人から勧められた	21	1.79%
科学デモンストレーターから	17	1.45%
科学館 Twitter	9	0.77%
過去の参加者から	5	0.43%
その他(学校、塾、ウェブ検索等)	13	1.11%

表7 本事業のどこが魅力的か(参加申し込み時のアンケート。複数回答可)

	件数	全申し込み中の割合
おうちから参加できる	926	79.08%
テーマ	801	68.40%
材料キットが届く	775	66.18%
科学デモンストレーターの企画	720	61.49%
無料	642	54.82%
大阪市立科学館のイベント	642	54.82%
教室の長さ	372	31.77%
その他	13	1.11%

5. スケジュール

日のスケジュールを表 9，10 に示す。

各開催日までのスケジュールを表 8 に、各開催

表 8 各開催日までのスケジュール

日程	内容
開催 2 か月前	参加申し込み受付開始
開催 3 週間前	受付締切、抽選結果通知
開催 2 週間前	材料キット発送（2023 年 3 月の特別編は材料キットの発送なし）
開催前日	リマインダ
開催当日	本編（2022 年 5 月～2023 年 2 月 （A 組）13:00～14:30 （B 組）15:00～16:30 特別編（2023 年 3 月） （A 組）13:00～13:40 （B 組）14:00～14:40 （C 組）15:00～15:40 （D 組）16:00～16:40 16:40 アンケートのお願いの送信 17:00 学芸員と科学デモンストレーターによる振り返りの会

表 9 本編の各開催日のスケジュール

所要時間	内容
5 分	挨拶、出欠確認、注意事項、事前送付物と準備物の確認
35 分	ティンカリングとものづくり 前半 各回のテーマに沿った科学の原理や法則が関わる基本的な実験や工作
10 分	休憩
35 分	ティンカリングとものづくり 後半 既製の設計図なしに、各回のテーマに沿った科学を利用した作品を作って見せ合ったり遊んだりする。
5 分	まとめ
合計 90 分	

表 10 特別編の各開催日のスケジュール

所要時間	内容
2 分	挨拶、出欠確認、注意事項、事前送付物と準備物の確認
35 分	ティンカリングとものづくり 各回のテーマに沿った科学の原理や法則が関わる基本的な実験や工作 与えられた材料キットではなく、各家庭にあるものを、目的に合わせて加工したり組み合わせたりして実験工作する。
3 分	まとめ
合計 40 分	

6. 科学デモンストレーターによるファシリテーションとティンカリング

2021 年度のオンライン教室で実施し、参加者からも科学デモンストレーターからも好評だった施策は本事

業でも実施した。例えば、①必ず参加者全員、名前で呼びかける、②参加者が意思表示しやすいように、空色の A5 サイズの紙に「ちょっと待って」と大書したカードを材料キットに入れる、③頻繁に参加者の名前を呼

んで様子を尋ね、反応を待って進めることは、本事業でも意識して行うようにした。

本事業では、いずれのテーマでも、参加者がティンカリング、すなわち、既製の設計図なしに、作っては壊したり、部材や大きさを替えたりするなど、自分の手を動かして遊びながら「本物・実物・生の現象」を体験することを重視した。本来ティンカリングは、設計図だけでなく目的もなしに手仕事を楽しんでいううちに、あれこれ組み合わせたりして、思いがけず新しいものが作られるものづくりである。簡単そうな機構でも、どうすれば実現できるか思考するだけでなく、実際に手を動かして物を作ろうとすると、思いもよらぬ大小様々な課題が生じるものである。生じた課題を前にして手を止めて考え込んでしまうのではなく、試行錯誤や創意工夫そのものを楽しむことができるように、科学館ボランティアが参加者を励ますことを心掛け、参加者に創意工夫を共有するよう促し、それが刺激となってさらに多様なアイデアが生まれることを期待した。実際、多くの参加者が楽しみながら、ものづくりに集中して取り組むことができたようである。中には、参加者から、科学デモンストレーターも驚くような発想や工夫が多数共有された。ファシリテーションは一定程度以上に成功したと言ってよいだろう。

とは言え、ティンカリングは、参加者にも、科学デモンストレーターにも、難しく感じられるところがあったようである。例えば、後半開始後すぐに工作を始める参加者もいたが、なかなか手を動かし始められない参加者もいた。参加者は、後半も前半と同じように、作品ができたり発見したりした時には科学デモンストレーターに呼びかけて嬉しそうに説明してくれていたけれども、参加者のアンケートでは、図1、2に示すように、材料キットを使って全員が確実に同じ作品を完成させられるように構成した前半と比べて、材料キットや自宅にあるものを自由に使ってティンカリングを楽しむ後半について、「かんたんすぎた」「ちょうどよかった」との回答が減り、「むずかしすぎた」との回答が大幅に増えている。

ティンカリングが難しかった理由はいくつか考えられる。まず、前半で知ったばかりの知識を使って、後半で早速自由に創意工夫をすることが難しいのだと感じられた。上述のように、ティンカリングは本来、目的も定めのない自由なものづくりであるけれども、我々は、本事業での参加者のものづくりは、教室の前半で扱った科学的な原理をいかに利用するかという点で工夫を凝らしたことになることを期待していた。実際には、後半は、前半で使った科学的な内容とは関連の薄いところで創意工夫する参加者も少なくなかった。一例として、浮沈子の回では、前半に作った基本形の浮沈子を踏まえて、後半、力学的な変化たとえば回転するなどの

機構を浮沈子に持たせることを我々は予想していたが、それを目指した参加者は少なく、浮沈子を飾りつけしたり、水中の置物に工夫を凝らし、アート作品に仕上げたりする参加者が少なくなかった。本事業の設計と制限の中では、創意工夫と、各回の前半で扱った科学的な原理を楽しむこととの両立が難しいと感じた。参加者のアンケートで後半に「むずかしかった」との回答が多かったことは、参加者（またはアンケートの回答者である保護者）が「教室の流れからすれば、前半で扱った科学的な原理を利用してもものづくりをすべきだと思うけれども、知ったばかりの原理をどうやって生かせばよいのか見当がつかない」と言わんとしていることを示しているようにも思われた。しかし、本教室で最重要視しているのは、参加者自身の創意工夫であり、我々の意図の外に創意工夫が向かうことは何ら悪いことではない。手の動くままにものづくり続けてもらうことができれば目標は達成されたということを共有できていなかったことは大きな反省点である。

この点については、お手本の作品をもっと見せてほしいという声が多数あり、科学デモンストレーターが事前に用意する作品のバリエーションと数を増やすようにした。見本を提示することで、アンケートの「むずかしすぎた」との回答が減少する傾向はなかったものの、教室内では、早い段階から手を動かし始める参加者、その回の科学的内容により関連した作品を作る参加者は増えた。

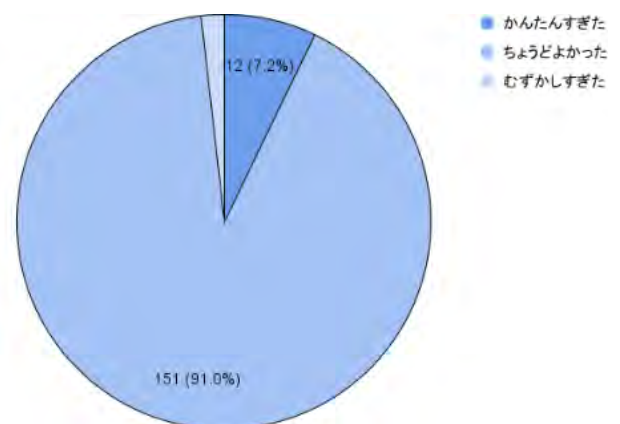


図1 アンケート結果 本編の教室前半(基本の実験)

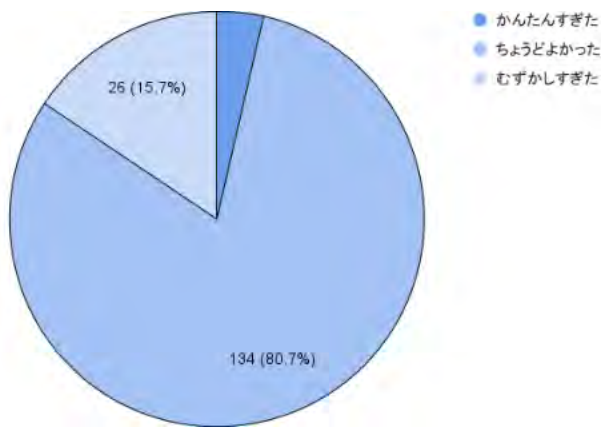


図2 アンケート結果 本編の教室後半(ティンカリング)

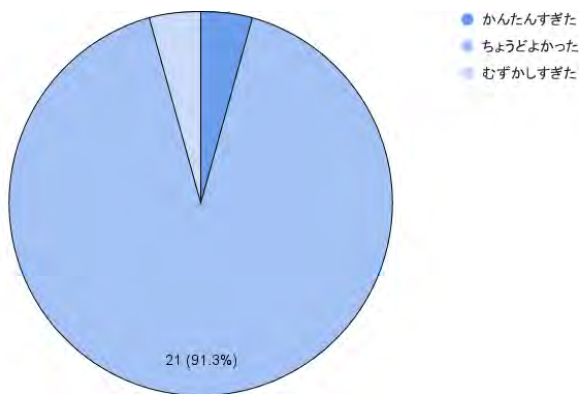


図3 特別編

また、材料キットには目的を定めない材料をたくさん入れておいたが、本題に関係ないように思われる(雑多な)材料ばかりが入っていると困惑した保護者が少なくないようだった。どの材料を使うか、使わないか、ということも含めて、ものづくりの完成ではなく、ものづくりの過程そのものを楽しむことを体験してほしいが、それが達成できなかったように思う。

さらに、科学デモンストレーターにとっても、ティンカリングのファシリテーションは難しかったようである。ティンカリングでは、うまくいかないことも貴重な経験である。しかし思い通りにできず、参加者自身がそのことに不満や不安を抱えているかもしれない状況で、どのようにして楽しんでもらい満足してもらえばよいのか(しかも限られた時間で、一対多数の教室で)、科学デモンストレーターの間では議論が尽きなかった。完成形が決まっ

ている前半の方が声掛けがしやすいという感想があり、科学デモンストレーターたちも、無意識に「完成度」を求めるために、参加者から求められる前にやり方を教えずぎてしまうのかもしれない。

内容、材料キットの構成と運営の両方の面から、誰でも(図工が好きな参加者も、そうでない参加者も)自由に創意工夫、ものづくりの過程そのものを楽しむ教室を設計することが今後の課題である。

ものづくりの完成ではなく、ものづくりの過程そのものを楽しむことを、子どもの参加者にも保護者にも理解してもらうことを目的として、第6回から表彰状を材料キットとともに送付した。アンケートでは、子どもが喜んだという記述もあったが、不要だという声もあり、科学デモンストレーターの間でも賛否があった。自分で考えて自分で手を動かして自分でつくる、ということに焦点を当てた事業であることやその価値を、どのようにして理解してもらうかということも今後の課題である。

7. 謝辞

オンラインでのティンカリングを取り入れたものづくり教室という新しい試みを、いつも親身になって後押しして下さった大阪市立科学館の皆様と、一年間一緒に取り組んでくれた科学デモンストレーターの皆様に、心から感謝申し上げます。

8. 引用文献

- [1] 吉岡亜紀子、上羽貴大「ボランティアによるオンライン教室「身近な科学、再発見」実施報告」大阪市立科学館研究報告 第32号(2022)
- [2] 吉岡亜紀子、上羽貴大「科学館ボランティアによるオンライン科学実験・工作教室「身近な科学、再発見」開催」一般財団法人全国科学博物館振興財団2021年度助成事業報告書
- [3] 上羽貴大「「ハラハラ バランス大実験」の改案」大阪市立科学館研究報告 30, 45-48 (2020)
- [4] 長谷川能三「サイエンスショー「見える・見えないのふしぎ」実施報告」大阪市立科学館研究報告 20, 123-128 (2010)