

科学館ボランティアによる、ティンカリングを取り入れた「ものづくり」オンライン教室

交付番号：202208

事業報告者 吉岡亜紀子（大阪市立科学館 科学デモンストレーター（ボランティア））

事業補助者 上羽 貴大（大阪市立科学館 学芸員 理化担当）

1. 要旨

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。

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。
- (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. 実施した事業について

3. 1 背景

本事業は科学館ボランティアによる科学実験・科学工作のオンライン教室である。本事業で開催した教室の特徴は、ティンカリングを取り入れたものづくりである。

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 年度に申請者らが全国科学博物館振興財団「全国科学博物館活動等助成事業」の助成を受けて開催したオンライン科学実験・工作教室(交付番号 202107)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、実験と工作は申請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。

3. 2 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、申請者らが 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 35 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 7 名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。

当初の計画通り本編として 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に申請者らによる2021年度のオンライン教室と本事業の主な特徴を示す。

表1 申請者らによる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もらう。	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。

本事業の各開催日とテーマ、ティンカリングで強調した点を表2に示す。

表2 開催日とテーマ、ティンカリングで強調した点

年	月日	テーマとティンカリングの強調点
2022年	5/29・6/26	「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、バランスボードを作って遊んだ。
	7/23・8/28	「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	「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	「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年	1/29・2/26	「ふわふわ！くっつく！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	「おどる！はねる！磁石で遊ぼう」 「ふわふわ！くっつく！静電気」 材料キットを配布しないことを除いて、内容は上と同じ。

3. 3 申し込み状況

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口コミで行った。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。

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。コロナ禍の間に、オンライン教室に参加することに慣れた人が増えたことも考えられる。また、参加者を個別に見ると、2021年度の参加者が本事業では2021年度に参加しなかったテーマの教室に申し込んでいたことも多かった。今後も、定期的には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思われる。

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%

3.4 スケジュール

各開催日までのスケジュールを表8に、各開催日のスケジュールを表9, 10に示す。

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	<p>本編（2022年5月～2023年2月）</p> <p>（A組）13:00～14:30 （B組）15:00～16:30</p> <p>特別編（2023年3月）</p> <p>（A組）13:00～13:40 （B組）14:00～14:40</p> <p>（C組）15:00～15:40 （D組）16:00～16:40</p> <p>16:40 アンケートのお願いの送信</p> <p>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</p>

表9 各開催日のスケジュール(本編)

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 各開催日のスケジュール(特別編)

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	

3. 5 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るうちに、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、早速、工作を始める参加者もいたが、なかなか手を動かさず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

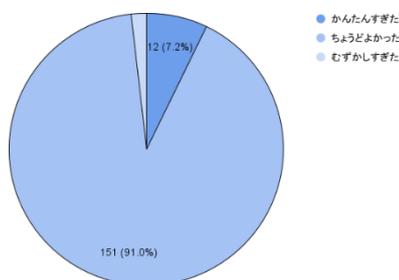
たけれども、参加者のアンケートでは、図1, 2に示すように、材料キットを使って全員が確実に同じ作品を完成させられるように構成した前半と比べて、材料キットや自宅にあるものを自由に使ってティンカリングを楽しむ後半について、「かんたんすぎた」「ちょうどよかった」との回答が減り、「むずかしすぎた」との回答が大幅に増えている。

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もの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ことを感じた。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の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。

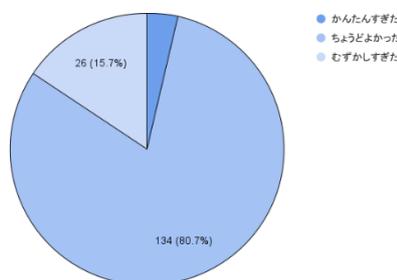
この点については、お手本の作品をもっと見せてほしいという声が多数あり、科学デモンストレーターが事前に用意する作品のバリエーションと数を増やすようにした。見本を提示することで、アンケートの「むずかしすぎた」との回答が減少する傾向はなかったものの、教室内では、早い段階から手を動かし始める参加者、その回の科学的内容により関連した作品を作る参加者は増えた。

図1 アンケート結果

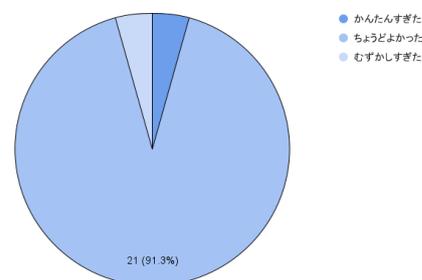
本編の教室前半(基本の実験)



本編の教室後半(ティンカリング)



特別編



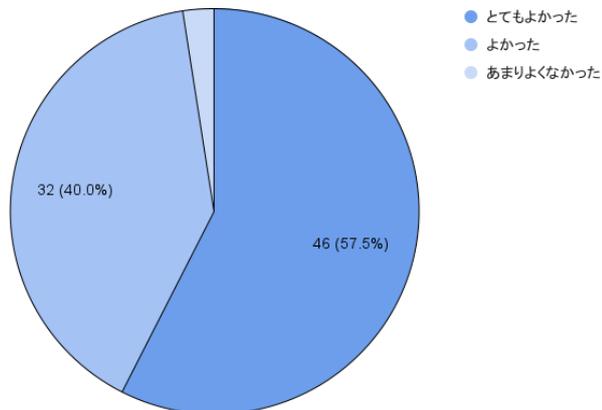
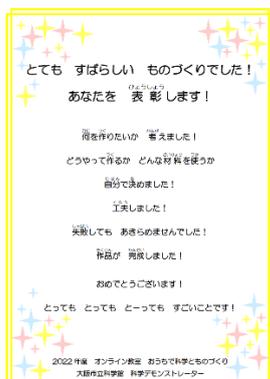
また、材料キットには目的を定めない材料をたくさん入れておいたが、本題に関係ないように思われる(雑多な)材料ばかりが入っていると困惑した保護者が少なくないようだった。どの材料を使うか、使わないか、ということも含めて、ものづくりの完成ではなく、ものづくりの過程そのものを楽しむことを体験してほしいが、それが達成できなかったように思う。

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す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(図2)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。

図2 表彰状と表彰状についてのアンケート結果



4. 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。