

実験ワークショップ「野菜ロケットを飛ばそう！」実施報告

吉 岡 亜 紀 子*

概 要

サイエンスショーを実演するボランティアの有志が、酵素の働きに関する実験のワークショップを開催した。32名と付き添いの保護者が参加した。内容は(1)微生物の顕微鏡観察、(2)味噌のコウジカビが持つアミラーゼによるデンプンの分解、(3)マイタケのカタラーゼを利用した過酸化水素の分解、(4)ドライイーストのカタラーゼを利用した「ゾウの歯磨き粉」、(5)野菜のカタラーゼを利用したロケットであった。紙製の高分子模型を手でちぎってもらうなどして、微細な世界の構造や酵素の働きを理解してもらえるよう工夫した。

1. はじめに

酵素は、身近な食品に含まれながらも、普段の生活ではその働きを直接見る機会が少ない。本ワークショップでは、サイエンスショーを実演するボランティア「科学デモンストレーター」の有志が、酵素の働きを体験的に理解できる実験を中心に構成し、参加者が自ら操作しながら反応の変化を観察できるよう工夫した。2024年度に制作したサイエンスショー「野菜ロケットを飛ばそう！」^[1]では、アミラーゼ、カタラーゼ、プロテアーゼを扱ったが、今回のワークショップではアミラーゼとカタラーゼの実験に絞った。また、2024年度に実施した化学実験ワークショップ「のぞいてみよう！発酵の世界」^[2]では発酵と酵素の働きを扱ったが、今回のワークショップでは酵素の働きに焦点を絞った。

内容は、(1)微生物の顕微鏡観察、(2)味噌に含まれるコウジカビのアミラーゼによるデンプンの分解、(3)マイタケのカタラーゼによる過酸化水素の分解、(4)ドライイーストを用いた「ゾウの歯磨き粉」、(5)野菜のカタラーゼを利用したロケットの5つの項目から構成される。高分子に見立てた紙テープを手でちぎるなど、微細な世界の構造を理解するための補助的な操作も取り入れ、酵素反応のイメージをつかみやすいようにした。

本報告では、各実験の構成と参加者の操作内容、反応の観察結果、ワークショップ運営上の工夫をまとめ、今後同様の企画を実施する際の参考となることを

目的とする。

2. 全体の構成

本ワークショップは、参加者が自ら操作し、反応の変化を直接観察できるようにすることで、微生物・酵素・化学反応のつながりを段階的に理解できるようにした。全体は約90分で、以下の5つの項目から構成される。

(1) 微生物の顕微鏡観察

ドライイーストや味噌・塩麹に含まれる微生物を観察し、酵素を生み出す「微細な世界」を視覚的に理解する導入場面とした。

(2) アミラーゼによるデンプンの分解

味噌のコウジカビが持つアミラーゼを用いてデンプン糊がさらさらになる様子を観察し、酵素が物質を分解する働きを体験的に理解する場面とした。紙テープをちぎる操作を加え、反応のモデル化を行った。

(3) マイタケのカタラーゼによる過酸化水素の分解

マイタケを用いて過酸化水素が分解される様子を観察し、発生した酸素を線香の火で確認することで、酵素反応によって気体が生じることを示した。

(4) ドライイーストによる「ゾウの歯磨き粉」

ドライイーストのカタラーゼを用いて大量の酸素の泡が噴き出す反応を示し、酵素反応のスケールと迫力を体感できる場面とした。

*大阪市立科学館 科学デモンストレーター

(5) 野菜のカタラーゼを利用したロケット

ニンジン、ピーマン、ブロッコリー、マイタケといった身近な食材を用いてロケットを飛ばし、酵素の働きが日常の食品にも存在することを理解できる締め場面とした。

3. 各項目の詳細

3-1. 微生物の顕微鏡観察

ワークショップの最初に「野菜ロケット」では微生物が野菜をロケットの燃料にしてくれることを説明した。ワークショップの中で扱う微生物である、ドライイーストのイースト菌、味噌のコウジカビ、塩麴のコウジカビを観察した。参加者各自に試料を水で溶いてスライドガラスにのせてもらい、科学デモンストレーターがカバーガラスをかけて、顕微鏡にセットした。顕微鏡は演示台に1台設置し、カメラでPCに接続してスクリーンに投影することで、全員が同時に観察できるようにした(写真1)。微生物の形や大きさを直接見ることで、微細な世界のイメージを持ってもらうことを目的とした。



写真1 顕微鏡像の観察

3-2. コウジカビのアミラーゼによるデンプンの分解

デンプン糊を作り、味噌を加えると、味噌のコウジカビが持つ酵素の1つ、アミラーゼによってデンプンが分解され、デンプン糊がサラサラになる。

デンプン糊は、固めのものを用意した(写真2)が、味噌を加えたときに変化に時間がかかる。一方、柔らかすぎると、変化がわからない。今回は片栗粉大さじ2に対して水1カップにしたが、片栗粉大さじ1に対して水1カップがちょうどよい。島ごとに鍋で調製し(写真3)、参加者に小分けした。配布した味噌、または、持参してもらった味噌を加えて、わりばしでかき混ぜた。



写真2 今回調製したデンプン糊(固すぎる)

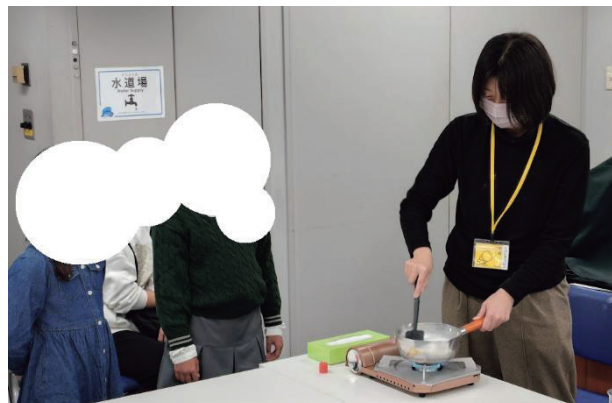


写真3 デンプン糊の調製

ここで、酵素のアミラーゼが長いデンプンの分子を細かく分解することを説明し、参加者に紙テープを手でちぎってもらった(写真4)。長いデンプンの分子が酵素によって細かく分解される様子をモデル化して理解できるようにした。参加者には、酵素になったつもりで、長いデンプンを短く切ってみようと呼掛けをした。



写真4 酵素になりきって紙テープを手でちぎる

続いて、胃薬(第一三共ヘルスケア製「新タカジア錠」)を1人あたり半錠ずつ配布し、乳鉢ですりつぶして新しいデンプン糊に加えると、味噌よりも速くさらさらになることが確認できた。

3-3. マイタケのカタラーゼを利用した過酸化水素の分解

参加者には保護メガネをかけてもらい、各自マイタケをプラコップの中でつぶし、オキシドール（過酸化水素 3%）を加えた。白い泡が発生した。

各島ごとに 1 つ、集気びんの中で同様の操作を行い、発生した泡に線香の火を近づけるとよく燃えることから、泡の正体が酸素であることを示した（写真5）。

酵素反応によって気体が発生することを視覚的に理解できる場面とした。



写真5 カタラーゼが過酸化水素を分解して酸素発生

3-4. ドライイーストのカタラーゼを利用した「ゾウの歯磨き粉」

イースト菌もカタラーゼを持つ。平底フラスコにドライイースト 6g を水 60cc 程度で予めふやかしておき、オキシドール 200cc を一気に加えると、大量の酸素の泡が勢いよく噴き出す（写真6）。

参加者が個人で行う実験に比べてスケールが大きく、酵素反応の迫力を体感できる場面として位置づけた。



写真6 イースト菌を使ったゾウの歯磨き粉

3-5. 野菜のカタラーゼを利用したロケット

カタラーゼは身近な野菜にも含まれている。フィルムケースに、ニンジン、ピーマン、ブロッコリー、マイタケをそれぞれ別々につぶして入れ、オキシドール大さじ 1 を

加えてすぐにフタをし、逆さにすると勢いよく飛び上がった。安全のため、アクリル製の筒の中で飛ばした（写真7）。

酵素の働きが身近な食材に存在することを体験的に理解できる場面である。



写真7 野菜ロケットが飛んだ

4. 実施記録

このワークショップは、2025 年 11 月 23 日に大阪市立科学館研修室で 2 回、各回 90 分間で開催した。参加者は①（10:30-12:00）15 名と付き添いの保護者、②（14:00-15:30）17 名と付き添いの保護者の合計 32 名と付き添いの保護者であった。島型にテーブルを配置し、各島に担当の科学デモンストレーターを配置し、操作補助や安全管理を行った。全体進行は演示台から行った。当日運営した科学デモンストレーターは、吉岡亜紀子（司会進行）、木村友美、益都子、林ゆりえ、石井敏秀、米田真弓、吉田愛、松田隼であった。

5. 今後の課題

本ワークショップは、参加者が自ら操作しながら酵素の働きを体験できる構成としたが、運営上の課題として以下の点が挙げられる。

顕微鏡観察では、試料の作製を参加者に行ってもらうため、スライドガラスへの載せ方や水の量にばらつきが生じることがあった。観察像の品質を安定させるためには、試料作製の手順をより簡略化するなどの工夫が必要である。

微生物は顕微鏡で見せることができたが、酵素を見せることはできていない。科学デモンストレーターから、最近クライオ電顕で酵素も観察できるものがあるとの情報が提供され、3Dプリンタで酵素の分子模型を作って、形を見せることが提案された。

アミラーゼによるデンプンの分解では、デンプン糊の固さや量、温度が反応速度に影響する。事前に作っ

ておくと、冷えて固くなり、参加者が味噌を混ぜてから変化が現れるまでに長時間かかってしまうので、大量に必要でもその場で作る必要がある。参加人数が多い場合、デンプン糊を作る機材と人員を増やして、数人分ずつ1つの鍋で作製するとよい。

乳鉢で胃薬をすりつぶすのに時間がかかった。科学デモンストレーターからは、「1人1つ乳鉢と乳棒があるとよい」「そもそも胃薬を各自がつぶす必要あるのか。代表がつぶす、または、事前につぶしたものを配布すればよいのではないか」との意見が出された。乳鉢を使う体験の要否は意見が分かれた。参加者にどのような体験を提供すべきかさらに検討が必要である。

デンプン模型として紙テープをちぎって小さくして、コップを傾けるとさらさら流れ出ることを見ることにについて、科学デモンストレーターから、参加者自身が酵素のつもりになってデンプンを小さくしている、というのは伝わっていたと感じられたが、「小さくしたからさらさらになった」というのが伝わっていなかったように感じられたとの意見が出された。

マイタケのカタラーゼによる過酸化水素の分解では、マイタケの個体差やマイタケの部位により泡の発生量が異なることがある。

野菜ロケットでは、野菜が含むカタラーゼの量よりも、野菜の種類や水分量、つぶし方によって飛び方、飛ぶまでの時間が大きく変わるように思われる。今回は事前に試した上でニンジン、ピーマン、ブロッコリー、マイタケを選んだ。他の野菜を使用するときも事前に試す必要がある。

会場設営について、机の配置を改善する必要がある。テーブル4つをロの字の島にしたが、この配置では、科学デモンストレーターが参加者の正面から参加者にアクセスできず、材料の配布や操作の補助に時間がかかることがあった。

安全面について、ロケット打ち上げ場に皆が移動したとき、教室後方には科学デモンストレーターの目が届かなくなる。例えば参加者が誤ってオキシドールに触れてしまわないように、使い終わったらすぐに袋にまとめて口をしぼる、ということに安全対策を強化したい。

以上の点を踏まえ、次年度以降の実施においては、材料の標準化、温度管理の工夫、安全管理の強化、進行手順の共有などを検討することで、より安定したワークショップ運営が可能になると考えられる。

謝辞

本ワークショップの企画および実施にあたり、準備段階から助言をいただいた大阪市立科学館職員の皆様、ならびに当日の運営補助・安全管理・参加者対応に協力いただいた科学デモンストレーターの皆様に深く

感謝申し上げます。また、実験器具の準備・片付けにご協力いただいた職員の皆様にも併せて御礼申し上げます。

参考文献

[1] 吉岡亜紀子、木村友美、林ゆりえ、林陽一郎、上羽貴大「ボランティアによるサイエンスショー「野菜ロケットを飛ばそう！」制作報告」大阪市立科学館研究報告 35, 69 - 72 (2025)

[2] 吉岡亜紀子、木村友美、林ゆりえ、林陽一郎、上羽貴大「化学実験ワークショップ「のぞいてみよう！発酵の世界」実施報告」大阪市立科学館研究報告 35, 117 - 120 (2025)