

サイエンスショー「なが〜い分子！ポリマーであそぼう」実施報告

上 羽 貴 大*

2022 年 8 月 30 日から 11 月 27 日の期間において、ポリマーとその架橋構造を主題とするサイエンスショーを実施した。2020 年に企画されたが新型コロナウイルス感染症拡大防止のために実施が見送られたサイエンスショー「やわらか物体だいへんしん」を元に、内容と構成を全面的に見直して、新たなものとした。合成洗濯のりを用いた手作りスライムとスーパーボールの実験をし、ポリマーの架橋構造が水を取り込むことを、分子模型とともに紹介した。同様の機構による吸水性ポリマーを、コップに入れた水が消えるマジックで紹介し、食べられるポリマーとしてでんぷんの α 化を実験した。プラスチックとはポリマーのかたまりであることを紹介し、PET ボトルラベルの熱による収縮などを実験したのち、最後に発泡ウレタンの合成実験を行った。

1. はじめに

2022 年 8 月 30 日から 11 月 27 日の期間において、ポリマーとその架橋構造を主題とするサイエンスショー「なが〜い分子！ポリマーであそぼう」を実施した。2020 年に企画されたが新型コロナウイルス感染症拡大防止のために実施が見送られたサイエンスショー「やわらか物体だいへんしん」を元に、内容と構成を全面的に見直して、新たなものとした。

新型コロナウイルス感染拡大対策のため、サイエンスショー客席の長椅子に間仕切りを設置し、定員を 64 名として実施した。

2. メインビジュアル

広報用メインビジュアルを図 1 に示す。扱う実験の中で観客がもっともイメージしやすく知名度があるのはスライムの実験のため、その伸びやかな様子をビジュアルにした。汚らしい色にならないよう、スライムの色を慎重に選んだ。

タイトルに「分子」「ポリマー」というやや難しい用語が複数含まれることについて職員の間では懸念があった。ポリマーは本ショーのテーマであり、「ポリマーであそぼう」では「ポリマー」が何かがわからない人には本当に何もわからないタイトルになってしまうため、「長い分子」と補うことで、なんとなくでも化学実験のショーであることを伝えようと考えた。その他の適切な言い換えも見つからなかったため、このタイトルとなった。

非日本語使用者のため、サイエンスショータイトルには英語題を添えている。英語題「Playing with Polymers」は「ポリマーであそぼう」のほぼ直訳である。

なお、タイトルの「あそぼう」という言葉から「実際に体験できるのか」という問い合わせが数件あった。ショーでありワークショップではないことがわかる題名を意識することが必要であることを認識させられた。



図 1. メインビジュアル

3. ショーの流れ

本章では、ショーの流れを、実験の詳細とともに記す。なお演示者により、実験の見せ方は異なり、また扱う実験にも多少の違いがある。

*大阪市立科学館
ueba@sci-museum.jp

3-1. 導入

スライム

ポリマーについては何も語らず、いきなり実験を始める。「スライムをつくりましょう。材料は合成洗濯のりです」とい、200ml ビーカーに合成洗濯のりを 50ml ほど入れる。でんぷんのりではできないので、合成と書かれたものを使うことを強調した。無色透明であるが、水とは異なりドロドロしていることを、注ぐときによく観察してもらう。性質の水との違いを、後の分子の比較のための準備としている。ホウ砂の粉末は瓶に入れて見せた。

食紅の水溶液を注ぎ着色したところにホウ砂水溶液を加え、薬さじで数回かき混ぜると、たちどころに粘性が増しスライムになる。

簡単にできるよう、食紅とホウ砂水溶液は醤油さしに入れておき使用した。ホウ砂の濃度が高いとスライムは伸びずパサパサになってしまうので、ホウ砂飽和水溶液を適当に希釈している。

薬さじでかき混ぜるだけではなく、実際に手にとって伸ばすことで、スライム特有の気持ち悪い魅力が強調される。水を張ったボウルを用意し、スライムの受け皿と同時に、スライムに触った手をすぐに洗えるように工夫した。



写真1. スライムをつくる

「スライム」の製品名で販売されていた玩具とは成分や製法は異なり、この名称を使用することに議論があったが、現在は当該玩具の商標としては登録されていないこと、スライムという語自体も一般名詞であり、実験とともに広く認知されているものと思われたので、「スライム」として紹介した。

スーパーボール

「合成洗濯のりを使ってスーパーボールもつくれますよ」と言って、別のビーカーを取り出し、洗濯のりを入れ、食紅で色を付ける。ここに食塩を大さじ 1,2 杯入れよくかき混ぜると、ポリマーの塊が水から分離してくる。先

のボウルの上で水気を絞ると、ゴムのように跳ねるボールができあがる。それまでのショーでつくったスライムも数個保管しておき、数日置いて水が抜けたボールではつくってたよりもさらによく跳ねることを見せた。ゴム製のスーパーボールとは異なるが、スーパーボールのようにして遊べるボールができると紹介した。「こんなふうに色々できてしまう洗濯のりとは、いったい何者なのでしょう？ 普通の水とは何が違うのでしょうか。」



写真2. スーパーボールをつくる

3-2. ポリマーとは 分子とは

「(ビーカーに入れた水を洗濯のりの隣にならべ、) 普通の水と比べると、一方はドロドロ、もう一方はさらさら。その違いは、虫眼鏡で見るとよくわかります。と言っても、ふつうの虫眼鏡ではなく 1 億倍くらいよく見える虫眼鏡です。そんなものはないので、想像力を使ってみてみましょう。そんな虫眼鏡を覗くと、水はこんなふうに見えます。」と言って、水の分子模型を詰めたビーカーを取り出す。



「これが水の正体です。水は粒が集まってできています。この粒のことを分子と言います。このビーカーの中には 1 兆の 1 兆倍くらいの数の分子が入っています。」

ポリマーとは

「水の分子がこんな形なら、このドロドロの洗濯のりの分子はどんな形だと思いますか？」と言って、ポリビニ

ルアルコールの分子模型を取り出す(写真 3)。ショー客席の天井には、普段は常設展示エリアに展示されている 5,6m ほどの高分子模型を移設しておき、「本当はもっと長いんです、天井をご覧ください」と言って長さに注目させた。「あれでも長さは足りません。本当はあれの 30 倍くらいあります」と長さを強調した。

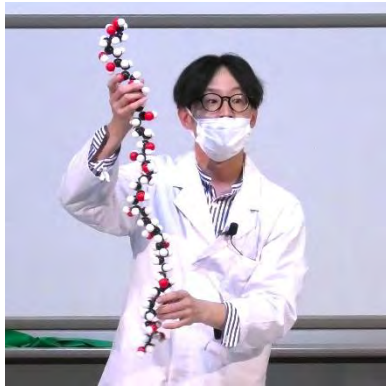


写真3. なが〜い分子を取り出す

1m ほどのリボンをたくさん詰め込んだビーカーを取り出し、「この長い分子がビーカーの中にたくさん入っているのが、この洗濯のりです。お互いに絡まり合うので、ドロドロしそうに思いませんか？」と言いながら、ビーカーを傾けテーブルにリボンを出し、ドロドロの洗濯のりを想起させる。

ポリマーの架橋

「スライムづくりでは、ここにホウ砂を入れました。ホウ砂は長なくて、こんなつぶつぶです」と、ホウ砂の模型として磁石を見せる(写真 4)。リボンにはいくつかのゼムクリップが付けてある。「洗濯のりの分子には、ホウ砂とくっつくところがあります。そんなホウ砂をたくさん入れてよく混ぜるとどうなると思いますか？」と問いながら、リボンの山に磁石を加えて混ぜ、リボンが塊になるのを見せる。「網の目ようになります。この隙間にたくさん水を詰め込むことができます。これがスライムです。今度はこのように分子の繋がっていく様子を想像しながらもう一度見てみましょう。」と注意させながら、今度はホウ砂でなく液体洗濯洗剤でスライムづくり実験を行い、手軽にできることを伝えたのち、このような長い分子をポリマーと呼ぶことを紹介した。

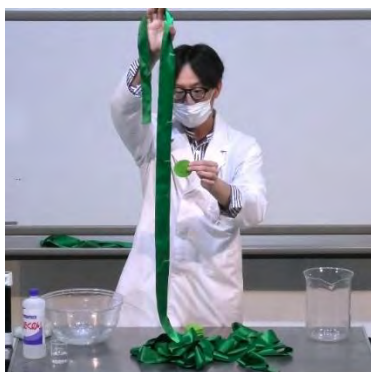


写真3. ホウ砂による架橋

3-2. 他の架橋ポリマーの例

吸水ポリマー

「ゲームをしましょう」と言って、3 つの紙コップを取り出し、うちひとつに水を入れる。コップ位を混ぜ、水入りコップを当ててもらおうが、予想は外れ、違うコップから水が出てくる。もう一度やってもやはり外れ、3 度目はすべてのコップから水が消えてしまう。「コップが怪しい」という声が聞こえてきたところで、コップをいきおいよくひっくり返して、中に固まった吸水ポリマーを出し、スライムのようにプルプルする様子を見せる。「架橋型ポリアクリル酸ナトリウム、ポリがついていますね。これもポリマーです。洗濯のりと違うのは、ホウ砂を入れなくても最初から網のようになっている、お水を捕まえられるのです。ですが、スポンジとは違って、水を分子のレベルで捕まえているので、押しでも染み出てきません」と説明しながら、吸水の様子を見せたあと、紙おむつや冷却ジェルとしての利用を紹介する。そしてビーカーいっぱい消臭ビーズを見せる。水を注いでいくと見えなくなってしまうが、溶けたわけではない。「吸水ポリマーはたっぷり水を吸いこんでしまうので、ほとんど水のようなものです。だから水に隠れて見えなくなります」

水が消えるという実験は、吸水ポリマーの紹介としては定番であるが、当て物の演出で、堅苦しい分子の説明の後で再度ショーに注意を向けさせる効果を狙っている。



写真4. コップから取り出した吸水ポリマー

食べられるスライム

「食べられるポリマーもたくさんあります。スライムみたいな食べ物、いろいろありますね」と言い、ゼリー、豆腐、寒天、こんにやくなどたんぱく質や食物繊維でできており、それらもまたポリマーであること、つまりたんぱく質でできている人間もポリマーで構成されていることを紹介した。

ほうきのように分岐したリボンの分子模型を見せながら、「でんぷんもポリマーです。ほうきのように枝分かれしていますが、普段は小さく丸まっています。お水を入れてあたためると、丸まったでんぷんがどんどんほだけ

て、枝分かれの隙間に水をためこんでいきます」と説明し、でんぷんのりを作る実験を行う。フライパンにスプーン 1 杯のでんぷんと色水を入れ、強火でかき混ぜれば、30 秒ほどで粘りが出てくる。



写真5. ブランコのモデル

3-2. プラスチック

スーパーボールの解説

「最初にやったスーパーボールづくりでは洗濯のりに塩を入れました。ポリビニルアルコールのまわりにある水を、塩がどんどん外に追い出してしまい、ポリマーのかたまりができたのです。ポリマーのかたまりは、皆さんの周りにもたくさんあります。それらはプラスチックと呼ばれています」といい、プラスチックの素材名もポリがつき、ポリマーであることを確認した。

シュリンクラベル

プラスチックを使った実験を紹介しようと言い、あらかじめ用意した 500ml ペットボトルのラベルを、ガラスの小瓶にかぶせ、沸騰したお湯を注ぐことで、ラベルが収縮していく(写真 6)。



写真6. シュリンクラベル

発泡ウレタン

「最後はプラスチックを手作りしましょう」と言って、2 本の試験管を取り出す。これは実演直前に入れて置

いたものである。透明のプラスチックコップに 2 本を順に注ぎ入れ、割りばしで手早くかき混ぜると、みるみる発泡しコップからあふれるほど膨らむ(写真 7)。



写真7. 発泡ウレタンの合成

硬質発泡ウレタンの合成実験である。(製品名「フレンズ ハイフォーム HU30」)。プラスチックコップと割り箸を用い、容器ごと使い捨てとした。

4. おわりに

実験自体はどれも簡単にでき、構成も論理的に無理がなく、観客の反応もよいものであったが、サイエンスショーとしてふさわしい題材であったかは議論の余地がある。現代化学の教育は目に見えない分子の存在を前提にして行うため、大阪市立科学館が重要視している「現象から観客自身が発見していく」という形式にはならない。危険性の少ない今回のような化学実験は、サイエンスショーではなく、実験ワークショップとして参加者自身に体験してもらう方が好ましいと思われる。もちろん一度に参加できる人数は、サイエンスショーに比べるとワークショップは少ないことが短所ではある。

計画段階では、ナイロンの合成実験を検討したが、試薬の準備の手間の割に実験が地味で小さいため、没とした。

後片付けが非常に面倒であった。大阪市立科学館のサイエンスショーは土日祝の午後にはショー間の片づけ・準備時間が 30 分であり、つかった用具が多く、べたべた、ぬるぬるしたせんたくのりやスライム、吸水性ポリマーの片づけに非常に苦労した。スライムはお湯でゆるくなるので、沸かしたお湯で洗い流せるのはよい発見であった。

このサイエンスショーは、2022 年 8 月 2 日から 11 月 29 日の上演期間で計 249 回上演し、見学者数は約 11,900 人であった。

参考文献

[1] 小野昌弘、大阪市立科学館研究報告、30、55 (2020)。