

事業報告

サイエンスショー「スライムのひみつ」実施報告

進 悦子*

A Report on Method of Experiment in the Science Show “Secret of the Slime”

SHIN Etsuko

Abstract : From October 12th in 2024 to January 13th in 2025, the Ehime Prefectural Science Museum held the science show called “Secret of the Slime”. The purpose of this science show is that have it be understood a PVA which is materials of the slime is a macromolecule having a long molecular chain, and that the cross-linked structure of PVA and borate ions absorbs water, creating a gel with a unique feel. This report introduces the contents and methods of this experiment, how to make of the spreading slime, as well as ideas for the science show.

キーワード : サイエンスショー, スライム, 高分子, ポリマー, ゲル, グリセリン

Key words : science show, slime, macromolecule, polymer, gel, glycerine

はじめに

2024年10月12日(土)～2025年1月13日(月祝)の期間、サイエンスショー「スライムのひみつ」を実施した。このサイエンスショーは、子ども達に人気のスライムを通して、その材料である洗濯のりの主成分PVA(ポリビニルアルコール)が長い分子鎖を持つ高分子(ポリマー)であり、PVAとホウ酸イオンによる架橋構造が水を取り込むことで独特の感触のゲルとなることを理解してもらうことが目的である。この報告書では、実験内容と流れ、伸びるスライムの作り方、ショーとして見せるための工夫について報告する。

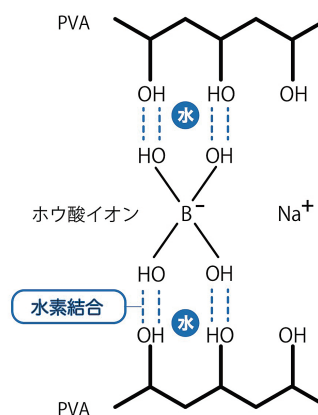


図1 スライムの構造(PVAとホウ酸ナトリウムの架橋)

実験内容の流れ

スライムをつくろう PVAってなに？

色水と洗濯のりとホウ砂水溶液(お湯300mlにホウ砂20gを溶かした溶液)を、1:1:1の割合で混ぜてスライムを作る。のりの成分PVAは鎖のように長い高分子(ポリマー)で、ポリマーとホウ砂のホウ酸イオンが水素結合して架橋反応が起こり結合の網目の中に水分が閉じ込められる(図1)。その結果プルプルとした弾力性を持ち、かつ伸びるスライムができることを説明する。

伸びるスライムと切れるスライム

お湯300mlにホウ砂40gを溶かした水溶液を用いてホウ砂濃度を高めてスライムを作ると、伸びずにちぎれてしまうことを確認する(写真1)。ホウ砂濃度を上げると架橋の数が増えることで硬くなってしまいます。逆に濃度の低い場合は、橋のかかっていないPVA分子鎖が多く残りドロドロになってしまう。

* 愛媛県総合科学博物館 学芸課 科学・産業研究グループ
Curatorial Division, Ehime Prefectural Science Museum



写真1 ホウ砂濃度の高いスライム。引っ張ると伸びずにちぎれる



写真3 食塩を加えて混ぜたスライム。上が液体、下に固形物ができて分離している

実験1「レモン汁を入れると？」

スライムに大さじ1のレモン汁を入れるとどうなるか予想する。レモンに含まれるクエン酸によってホウ酸イオンとPVAの水素結合が離れてしまい、水が自由に動けるようになり形を保てなくなる（写真2）。



写真2 レモン汁を入れたスライム。PVAとホウ酸イオンの結合が離れて液化している

実験2「塩を入れると？」

スライムに大さじ1の塩を入れて1～2分間混ぜると、塩析によってスライムから水分が抜け出て水と弾力のある固形物に分離する（写真3）。できたPVAの固形物をすくい取りキッチンペーパーで水分を絞って丸めるとゴムのよう跳ねるボールができ上がる（写真4）。この固形物は水を含まないプラスチックである。



写真4 写真3の固形物からできたスーパーボールもどき

高吸水性ポリマーで水が消えるマジック

アルミコップに水を入れて逆さにしても溢れないマジック風の実験。あらかじめコップに高吸水性ポリマーを大さじ1杯入れておき吸水させてゲル化させ水が落ちなくなる。高吸水性ポリマーのポリアクリル酸ナトリウムは網目状につながった高分子で、水を吸うと電離したマイナスイオン同士が反発し隙間ができ、そこに大量の水分子を取り込む（図2）。スライムと同じ架橋型である。自重の100～1000倍の水を吸収するため（写真5）、紙オムツや保冷剤、簡易トイレに利用されている。以前はスライムが保冷剤として使われていたが、ホウ砂が有害物質であるため現在はこの高吸水性ポリマーが使われている。そのため、ショーの最初に、スライムを口に入れたはいけないこと、触った後は手を洗うことを伝えた。

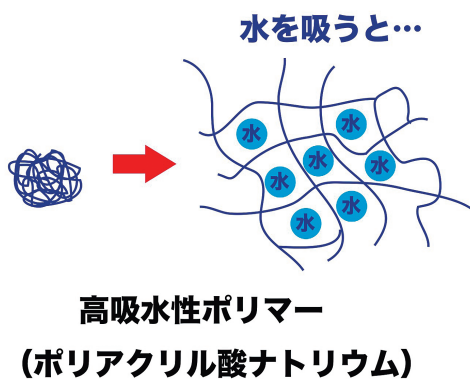


図2 高吸水性ポリマーのポリアクリル酸ナトリウムが吸水した状態

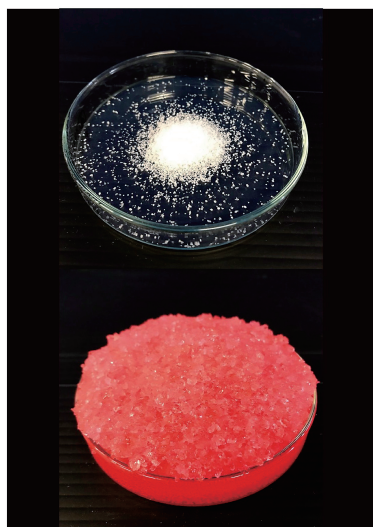


写真5 (上) 吸水前の高吸水性ポリマー 1g, (下) 200ml の水を吸水し膨張した高吸水性ポリマー

チャレンジ！伸びるスライム（風船スライム）

サイエンスショーの最後を華やかに飾るために、風船のように大きく膨らむスライムを作り実演した（写真6）。ホウ砂の濃度を高くして架橋の数を増やすのだが、同時に可塑剤としてグリセリンを加えることでゲルの網目構造を緩くし、結合を保ったまま非常によく伸びるようになる。このスライムにゆっくりと空気を入れることで網目の形を保ったまま大きく変形していく。作り方は後述する。

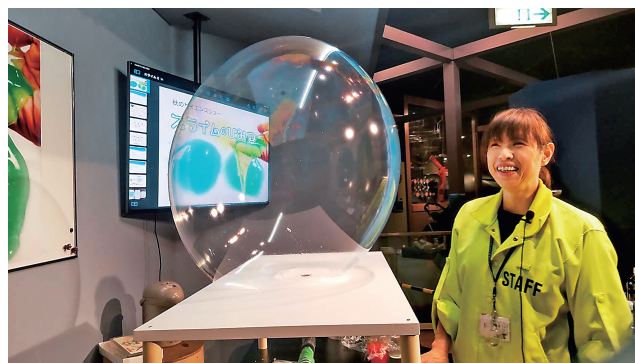


写真6 空気を入れて膨らませた風船スライム（伸びるスライム）

伸びるスライム（風船スライム）の作り方と実験方法

材料

ホウ酸, グリセリン（健栄製薬株式会社 グリセリン濃度 84～87%）, 重曹, PVA 洗濯のり（ハイ・クリーチ 株式会社大阪糊本舗）, お湯, ガラスボウル, ヘラ

作り方

- 1 ガラスボウルにお湯 100ml とグリセリン 5ml を入れてよく混ぜる（写真7）。
- 2 1にホウ酸 1.5g と重曹 1.5g を入れて完全に溶かす（写真8）。
- 3 2に PVA のり 200ml を少しずつ加えて混ぜ（写真9）、できたゲル状の塊を取り出す（写真10）。



写真7 伸びるスライムの作り方1：お湯とグリセリンを混ぜ溶かす



写真8 伸びるスライムの作り方2: 重曹を加える。炭酸ガスが発生する

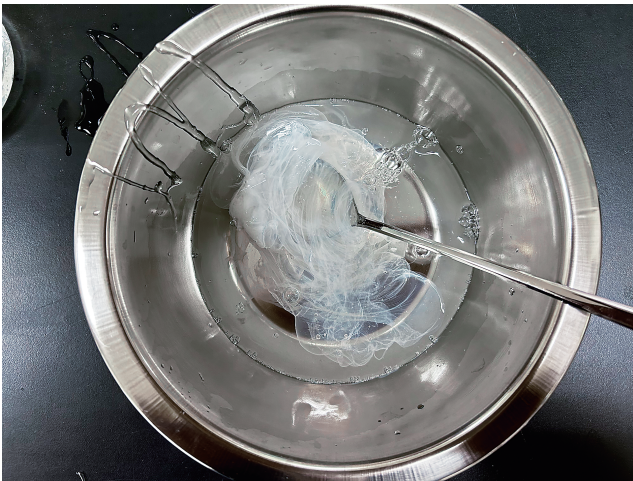


写真9 伸びるスライムの作り方3: PVA のりを少しずつ加えながら混ぜる。ゲル化する



写真10 伸びるスライムの作り方4: 固まったゲルを取り出す。伸びるスライムの完成

実験方法

テーブル中心に直径 30mm の穴を開け (写真 11), その下に塩ビパイプとドライヤーを直結させる (写真

12). テーブルの穴の上にスライムを置いて伸ばし, ドライヤーで下から空気を送る. 最初は High で強風を送り, 膨らみ始めたら Low に落としてゆっくりと空気を送る (写真 13).



写真 11 中心に 30mm の穴を開けたテーブル



写真 12 テーブルの穴にドライヤーをつなげて下から空気を送り込む



写真 13 直径 70 ~ 80cm ほどの大きさに膨らむ風船スライム

伸びる原理

スライムはPVA（ポリビニルアルコール）のヒドロキシ基とホウ酸イオンが架橋してできたゲルである。つまりスライムは水素結合によって橋架けされてできているが、グリセリンにはこの水素結合を弱める働きがある。グリセリンはヒドロキシ基を3つ持つ3価のアルコールの一種（図3）で、このグリセリンのヒドロキシ基がPVAやホウ酸イオンと水素結合を作ってしまう、PVAとホウ酸イオンの架橋が阻害され、その結果ゲルが柔らかくなる。グリセリンのように添加することで材料を柔らかくする物質を可塑剤という。

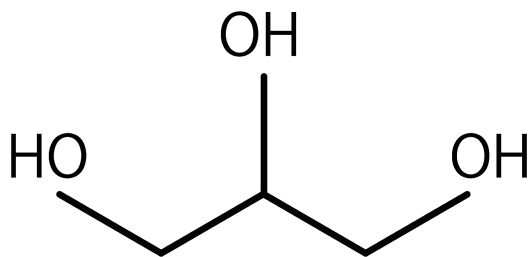


図3 グリセリン $C_3H_8O_3$ の分子構造。3つのヒドロキシ基がPVAやホウ酸イオンと水素結合することでPVAとホウ酸イオンの架橋を阻害してしまう。

サイエンスショーでの工夫

ポスターと予告動画

カラフルなスライムの画像を用いてショーの楽しさが伝わるよう明るくポップなデザインで制作したポスターは、館内に掲示し当館公式HPとSNS（Facebook, X, Instagram）に投稿した（図4）。また、ショーの内容を紹介する1分の予告動画を制作しSNSおよびYouTubeで配信し、エントランスのサイネージで開催期間中放映した。



図4 サイエンスショーのポスター

手元を見せる

材料を加えて混ぜる作業や、ゲル化したり凝固したりする現象を後ろの観覧者も確認できるように、手元をビデオカメラで撮影しモニターに出力した（写真14）。

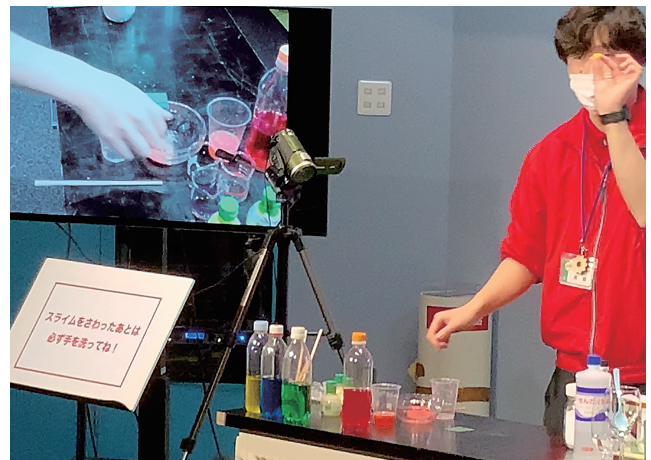


写真14 手元はモニターに映し出して見せる

対話しながら進める

スライムを作る際に食紅で着色した水を4色分用意し観覧者に作るスライムの色を決めてもらった。また高吸水性ポリマーを使った実験では、3つ用意したコップのうち1つだけに吸水ポリマーを仕込み、水を入れてからシャッフルしてどのコップに水が入っているかを観覧者に当ててもらった（写真15）。その結果、実演者と観覧者との対話を交えて楽しくショーを進めることができた。高吸水性ポリマーは、すぐマジック実験に移ることができるように、素早く吸水し固化化する高吸水性ポリマー（株式会社ナリカ、東京都千代田区）を使用した。

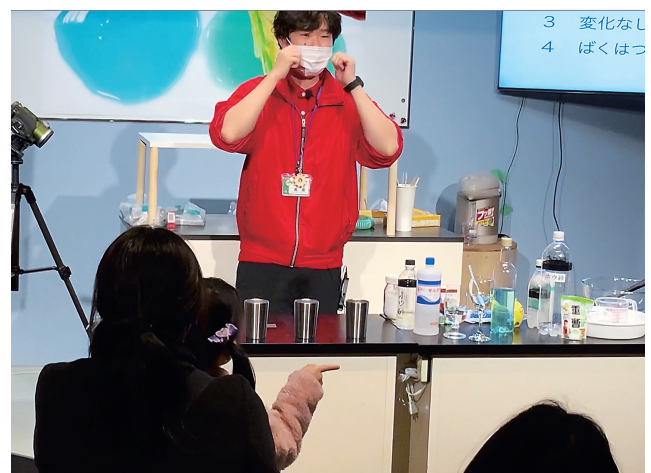


写真15 サイエンスショーでマジック風の実演する様子

サイエンスショーでのトラブルについて

まとめ

サイエンスショー実施中に、風船スライムが緩すぎて膨らまず空気穴に流れ落ちてしまうことが数回あった。予備実験を行った際にこのサイエンスショーでのグリセリンの適量は5mlとしたが、試験的に2倍の10mlを加えてみると通常よりも緩い状態になった（写真16）。失敗の原因は2つあり、一つはグリセリンを適量より多めに添加してしまったためと思われる。グリセリンを多く添加するとこのようにゲル化を解いてしまう（写真17）。グリセリンの添加量を正確に計れなかったか、お湯もしくはPVAの量が少なかったのかもしれない。グリセリンの量を正しく計るようにするとほぼ成功するようになった。もう一つの原因はグリセリン濃度と思われる。通常使用していたグリセリン（濃度84～87%）の代替えとして濃グリセリン（95%）を使うと、ドロドロの状態になってしまった。グリセリンの濃度も水素結合を弱めることに影響すると考えられる。

スライムは当館のワークショップにおいて度々登場する子ども達に人気のアイテムである。ワークショップでは作って楽しむことがメインであるため詳しく原理説明ができなかったが、今回のサイエンスショーでは、スライムのプルプルした感触はPVAの高分子が架橋によって水を取り込みできたゲルによるもの、架橋構造を解いて水を含まない高分子の固まりがプラスチックであること、といったスライムに関する科学を解説することができた。また、最後に登場する風船スライムの大きく膨らんでいく実演を行うことで、普段とは違うスライムの迫力に驚き喜ぶ観覧者の様子を見ることができた。

このサイエンスショーの観覧者数は実施期間の約3ヶ月間（実施回数56回）で1,722人であった。サイエンスショー「スライムのひみつ」の動画は、愛媛県総合科学博物館 YouTube 公式チャンネル <https://www.youtube.com/watch?v=lgAGuu4Ii60> で視聴することができる。



写真16 グリセリンを通常の2倍加えたスライム。緩くなり過ぎてしまった



写真17 グリセリン10mlのスライム（左）とグリセリン5mlのスライム（右）。左は緩過ぎて風船のように膨らまなくなる