

## サイエンスショー「プラスチックってなんだろう？」実施報告

岳川 有紀子\*

### 概要

2007年が、実用的な合成プラスチックが誕生して100周年「プラスチック100年」となることに合わせ、2007年3～5月末の3ヶ月間、サイエンスショーとして、プラスチックに関する化学実験を企画・演示した。現代のわたしたちの生活と深く関わっているプラスチックを改めて意識し、バラエティーと個性あるプラスチックの化学的な性質を目の前で起こる変化を通して知っていただくことを目的とした。

### 1. はじめに

いわゆる石油から合成されたプラスチックは、1907年にベークランドによって、世界で初めて実用的な方法が見出された<sup>1)</sup>。今日までわずか100年の間に、さまざまな種類や機能を持ったプラスチックが誕生し、人類の生活もプラスチックなしでは考えられないようになった。ところが、一般の方々にはプラスチックを素材としても無意識に利用していることが多く<sup>2)</sup>、循環型社会を目指す今日、消費者にもプラスチックに対する理解、考える力が求められていると言える。それだけでなく、実験としてプラスチックは、さまざまな化学的特徴を持っており、興味深い演示実験が多い。

今回は、2002年に企画・演示したショー<sup>3)</sup>の内容を応用し、①プラスチックは身近にたくさん使われている(素材)物質であること、②:プラスチックには多様性があること(種類、性質、合成方法、リサイクルなどの面で)、③:その多様性を人間は上手く選択して利用している、という3点について、実験を通して知り、関心を持ち続けていただくことを目標とした。

### 2. 実験・解説

20～30分の時間内に、プラスチックの概要(熱に対する性質、成型方法、リサイクル、機能)を見せる実験と演示方法を企画した。演示の順に紹介する。

#### 2-1. プラスチックはどれ?クイズ

まず、今回の実験の主役であるプラスチックを他の素材と異なることを確認していただくため、身近なもの

(製品)を集め、その中からプラスチックではないものを選ぶクイズを行った(写真1)。30秒ほど考えていただいた後に挙手で答えを聞いたところ、答えの幅は大変広く、3～7点がプラスチックではないと答える方が多かった。素材を見分けることを普段から経験しないせいか、難しい問題だったようだ。中でも発泡スチロールはプラスチックではないと考えている人が多く、またポリ袋はその形状から、新たな一分野として分類されるようであった(プラスチックとは別のビニールという具合)。



写真1. この中からプラスチックではないものを選ぶ  
ゲーム機・PETボトル・ジュースのカップ・発泡スチロール・発泡スチロールトレイ・ドレッシング容器・卵パック・水筒・ポリ袋・シャンプーボトル・ジャム瓶・ティシューの箱・ヤカンの13品(最後3点がプラスチック以外の素材)

#### 2-2. 形状記憶プラスチック

最初に、変化のおもしろい実験を見ていただいた。誕生から100年の間に、便利な機能をもったプラスチックが誕生、利用されている例として「形状記憶プラスチック」を紹介、実験した。中村理科工業から販売されている20×20cm(厚み約1mm)の板状の形状記憶プラ

\*大阪市立科学館 学芸課  
E-mail:takegawa@sci-museum.jp  
http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~takegawa/

スティックを適当な大きさ、形にして冷やし固めたものを、40℃以上の温かい湯の中に入れると、まっすぐに軟らかいプラスチックになる(写真2)。それをお湯から取り出して軟らかいうちに再度好きな形をつくり、水道の冷たい水で冷やすと、次はそのままの形で固まる。もう一度湯に入れると…を繰り返して実験した。大変反応がよく、「やってみたい」「ほしい」という声が多かった。

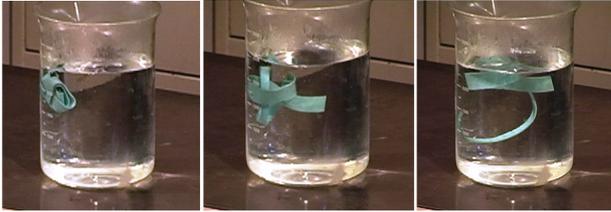


写真2. (左)お湯に浸ける、(中)すぐにほどけ始めて、(右)板状になる

次に、実用化を紹介するため、株式会社コラボから発売されている形状記憶プラスチックを利用したフォークを使って実験した(写真3)。期間中、実際に使っているという見学者もあり、大変便利であるというコメントもあった。特に大人の関心が高い実験だった。



写真3. (左)病気や怪我で握る力の弱い人でも使いやすい商品「ウィル・ツー」、(中)約80度の湯で温めてやわらかくし、(右)自分の手のサイズに合わせて曲げて冷やし固める。握らなくても手にひっかけて使うことが可能

### 2-3. プラスチックをあたためる

お湯より熱いものでプラスチックを温めるとどうなるか、フィルムケースとストローを火で炙る実験を行った。

カンシで持ったフィルムケース(ポリエチレン)を、アルコールランプの炎に近づけ温める。しばらくして融け始めたら、融けた部分をピンセットで摘み、引っ張って伸ばす(写真4)。しばらくして冷えると、そのままの形で固まってしまう。「まるでピザのチーズのよう」と表現するとわかりやすく納得した様子だった。この実験で、あたためるとやわらかくなり、その状態で型に入れて好みの形を大量生産しているプラスチックの成型方法を説明した。

ただし、温めすぎると危険なこともあるとして、ストローを火で炙る実験を行った。ストロー(ポリプロピレン)は、フィルムケースに比べ着火しやすく、燃えて融けながらポタポタ滴る(写真4右)。「こわい」という声も聞こえるほどだったが、プラスチックは燃えやすい素材であり、また決して真似しないよう伝えた。



写真4. (左)溶け始めて透明になる、(中)ピンセットで溶けた部分を摘んで引っ張る、(右)ストローは、燃えながら融解して落ちる。下にひいたアルミホイルの上でも、しばらく燃え続けることもある

### 2-4. プラスチックをトースターであたためる

火よりも穏やかに温めると、プラスチックを融かさずに軟らかくして面白い変化を見ることができる。ポリスチレン製のお弁当のフタを小さく切り、油性ペンで絵(字)を書き、穴あけパンチで穴を開けて、余熱しておいたオーブントースターの中に入れて温める。軟らかくなり、10秒ほどでフタが小さく(約3分の1に、字も同様)、分厚く(約3倍に)、真平らに変形する(写真5)。この実験は「プラバン」として知られており、見学者に聞くと、常に半分以上の方が体験したことがあるということだったが、弁当のフタでできることは知られていない。この「プラバン」は、融けない程度に温めることによって成型前の形に戻すことができる性質を利用したものである。フタが成形される過程についても簡単に解説した。



写真5. (左)フタを切る、(中)油性マジックで字・絵をかく、(右)余熱したトースターで10秒ほど温める

「プラバン」の実験を踏まえ、次に、プラスチックコップ(ポリスチレン製)をトースターで温める実験を行った(写真6)。実際には平らな楕円形になるが、実験する前にどのような形に変わるかを予想していただくと、「小さなコップ」とか「まるい形」という予想がよく聞かれた。



写真6. (左)上部の電熱部に直接コップが触れないよう横に倒して置く、(中)約15秒加熱する、(右)楕円形に変形する

### 2-5. とけないプラスチック

実験4まで使ってきたプラスチックはすべて、温めるときに融ける(軟らかくなる)、熱可塑性樹脂(いわゆる「ピザのチーズ」タイプ)である。しかし融けないプラスチック(熱硬化性樹脂)もあることを知っていただくために、

メラミン樹脂製のレンゲをガスバーナーで加熱する実験を行い、レンゲが融けずに黒く焦げていく様子を観察していただいた(写真7)。温めると融ける(軟らかくなる)プラスチックはよく知られているが、熱硬化性樹脂には驚く様子が見受けられた。さらに、熱硬化性樹脂が重要な役割を持っている例として、プラグを同様に加熱した(写真7)。万が一電気事故があった場合に融けたりしにくいなど、用途に合った性質のプラスチックが使われていることを紹介した。



写真7. (左)プラスチック製(向かって左)と陶器製、叩いて音を出すと違いがよくわかる、(中)加熱すると焦げる、(右)加熱して焦げたプラグ、「ピザのチーズ」タイプに対して、「ピザの土台のパン」(焼くほど焦げる)タイプと表現

## 2-6. プラスチックをつくろう【発泡ポリウレタンの合成】

では、そもそもプラスチックはどのように作られるのか。発泡ポリウレタンの合成は、工芸用として原料が市販されており、容易に合成できる、反応時間が短い、反応の変化がおもしろい、プラスチックができる過程がわかりやすいことから、サイエンスショーに適した効果的な実験である。使用した試薬は日新レジン(株)から製造販売されている発泡ウレタンソフトNの合成キットで、A液(主成分:ポリオール)とB液(主成分:イソシアネート)の2液を混合して反応させる(写真8、9)。反応容器には、透明で反応が支障なく見え、合成に影響も与えないプラスチックコップ(ポリスチレン製)を利用した。合成したポリウレタンは容器と密着し容器の再利用が困難となるからである。今回はコップから少し溢れて反応が終了するようにA液 40ml、B液 20mlとした。



写真8. (左)反応前のポリオール(向かって左)とイソシアネート、(右)割り箸でかき混ぜると白く変化し始める



写真9. 混ぜるとすぐに膨らみ始め、約30秒で(右)ほどの大きさになり反応が終了する

なお原料が皮膚に付着するとかぶれる場合があり、触った後には手をしっかり洗うなど注意が必要である。

## 2-7. ペットボトルから繊維をつくる(リサイクル)

プラスチックを作り、使った後、つまりリサイクルに関連した実験を2つ行った。

すでに実験2~4で、プラスチックの得意技のひとつとして、温めて軟らかくし好きな形を作ることができる点を紹介した。このことが、リサイクルにも活かされている例として、リサイクル率の高いPETボトルについて紹介した。PET(ポリエチレンテレフタレート)ボトルは、不純物がほとんどないため、リサイクルしやすい製品である。マテリアルリサイクルとして回収されたボトルは、約43%が繊維として形を変えて生まれ変わる(図1)。この変化を実験で見せた。

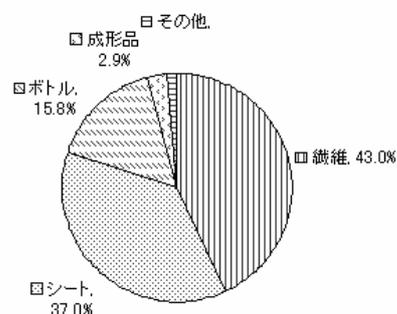


図1. 再生PETの用途別割合(日本容器包装リサイクル協会の2004年度のデータをもとにグラフを制作)

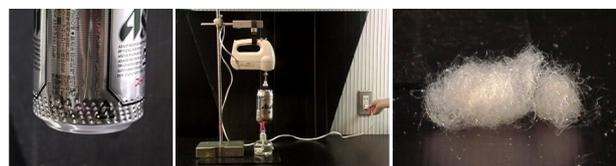


写真10. (左)アルミ缶にあげた穴、(中)装置全体、(右)1分回転して得られたポリエステル綿

PETは、実験2(ポリエチレンを温める)と同様の方法でも糸状のものは得られる。しかし、大量に繊維を得るために以下のような装置を使用した(写真10)。この装置は、筆者が2002年に考案・制作した、料理用のハンドミキサーの回転部分に、針で穴を開けたアルミ缶を固定し、砕いたボトルを入れた後にアルコールランプで加熱する。融けたところで回転させ、遠心力によって穴から融けたPETを糸状に放出させるという、綿飴の原理を利用したものであるが、当時は回転の軸がぶれたり、その結果、繊維が少ししかできなかつたり、など課題を残した結果であった。そこで今回、改良を加え、演示に耐え得る装置を制作した。改良点は、①回転の軸のぶれを吸収するためにゴムで吊した、②繊維をできるだけ多く出すためにアルミ缶に開ける穴の数を

多くした、③融けやすくするためにできるだけ薄く作られたボトルを使った、の3点である。

その結果、1分ほどの回転で、手のひらに乗る程度のポリエステル綿ができ、ボトルから糸への変化を効果的に見せることができるようになった。

## 2-8. 発泡スチロールのリサイクル

発泡スチロールは、90%以上の空気を含むポリスチレンで、PET ボトルと同様に不純物が少なくリサイクルしやすい製品であるが、回収の際にかさ張り効率が悪いとされている。この課題を解消した比較的新しく、変化がおもしろい「d-リモネン」を利用したリサイクルの実験を行った。これは 1998 年にソニーが実証実験を開始し、2005 年から実用化されているものである。

2リットルビーカーにリモネンを1リットル入れておき、150×100×30 mmの発泡スチロールを入れて溶かす(写真 11)。溶ける速さは、すでに溶けた発泡スチロールの量に比例して遅くなる(20 個程度溶かすとリモネンの粘度が高くなり、溶けにくくなる)。



写真 11. (左) 何から採った油かをにおいで当ててもらい、(中) 発泡スチロールを浸すと間もなく空気の泡がたくさん出てくる、(右) 発泡スチロールは溶けた

前回(2002 年)は 100×100×100 mmの発泡スチロールを使用した。今回は厚みを減らし(ただし大きく見えるよう縦横サイズは前回以上)、発泡倍率も 20 倍から 80 倍(数字が大きくなるほど空気が多い)に変えて実質体積を約3分の1にした。資源と予算を節約することが目的である。結果的に溶けるまでの時間が短くなり、見学者の反応もスピーディになった。なお、このところの原油価格の高騰により、発泡スチロールおよびリモネンの価格が、2002 年に比べ 20%ほど値上がりしていることをここに記録しておく。

さらに、この実験を家庭で簡単に体験できることを付け加えた。発泡スチロールのトレイに、みかんなど柑橘類を食べた後の皮を絞りながらこすり付けると、トレイが徐々に溶けて薄くなっていく。ただ、柑橘類の種類によって溶けやすさ(リモネンの割合)が異なるが、それについては見学者が実験して比較することを期待する言葉で締めくくった。

## 2-9. 高分子吸収剤(吸水性ポリマー)

最後は、水を吸収する機能性高分子で、手品のような実験を行った。あらかじめ紙コップに小さじ1杯の高

分子吸収剤の粉末を入れておき、見学者の目の前で水を加え、ひっくり返してもこぼれないという演出で見せた(写真 12)。タネあかしの後には、利用例(紙おむつ、保冷材など)を紹介し、また、絞っても吸った水は出てこないという布やスポンジとの違いも見せた。



写真 12. (左) 1つのコップだけに水を入れる、(中) 紙コップをひっくり返しても水はこぼれない、(右) タネあかして中を出す

## 2-10. 導電性高分子(ポリピロロール)

2000 年にノーベル化学賞を受賞された白川英樹博士は、電気不導体というプラスチックの常識を変える、導電性高分子(ポリアセチレン)という機能を持ったプラスチックの開発、発展に携わった。白川博士の業績とその利用価値は、多くの方に知っていただきたいところである。そこで、白川博士ご自身も子どもの実験教室などで行っておられる導電性高分子「ポリピロロール」を合成し、導電性をチェックする実験を行うこととした。しかし実際には、実験が見えにくいこと、導電性を理解させるために必要な実験(普通は電気を通さないことを実験で見せる)を行う時間が取れないことにより、事前のサイエンスショー研究会において紹介するに留まった。

以下に実験方法<sup>5)</sup>を記しておく。触媒(塩化鉄Ⅲ水溶液をPVAに溶かす・黄色)をポリピロロール薄膜の土台となるものに塗り乾かしておく。ピロロール液(市販)を触媒に向けて揮発させ、触媒上でポリピロロール(黒色)を生成させる。ポリピロロール部分にテスターの電極を当て、電流が流れること(導電性)を確認する(写真 13)。



写真 13. (左) シャーレ中にOHPシートを貼って合成したポリピロロール、(右) 電気が流れテスターの針が振れる

## 3. 関連展示「ミニ企画展示 プラスチック 100 年」

2007 年 3 月 11 日まで開催していた、企画展示「プラスチック100年ー化学とライフスタイルー」<sup>6)</sup>の資料の一部を、サイエンスショーコーナーで引き続き展示した(写真 14)。プラスチックの歴史を紹介する資料と、実験に関連する資料(形状記憶プラスチック、高分子吸

収剤)を展示し、サイエンスショーと合わせて、プラスチックのさらなる理解の助けとなることを目的とした。



写真 14. (左)サイエンスショーコーナーの入口前で展示、(中)合成プラスチック・機能性プラスチックの資料と解説、(右)天然プラスチック・半合成プラスチックの資料と解説

#### 4. 考察

ショーの最後には、「今回のタイトル『プラスチックってなんだろう?』と聞かれて、答えられるようになりましたか?」と毎回質問してみた。「それは難しいなあ」と言う人が多かったが、実際私自身も、一言でプラスチックを説明することはできない。それほど多様性があり、種類や機能が複雑なものであるのがプラスチックだからである。逆に「高分子」というキーワードを使えば、ある程度詳しい人にとってはわかりやすく単純な説明になるだろうが、当館の来館者には「高分子」という専門用語を使わずにプラスチックの多様性を伝える方が教育効果があると考え、「高分子」という言葉は使用していない。

どの人にとっても身近な素材である「プラスチック」のさまざまな化学変化を見ることは、大人にとっても子どもにとってもおもしろく、その上、生活にすぐに役立つ、ということで、見学者の反応は当初の予想以上によいものだった。



写真 15. 実験終了後には、ポリウレタン、水を吸った吸水性ポリマー…をさわるために、気になったことを質問するために、毎回多くの人々がステージに詰め掛ける

#### 謝辞

株式会社コラボには、形状記憶プラスチックを利用したスプーン・フォークを提供していただき、展示用だけでなく実験にも使用させていただきました(<http://www.colabo.jp/>)。キタオ写真機店には、フィルムケースを提供していただき、また演示方法等について当館サイエンスショー担当の学芸員に、PETボトル糸製造装置には(有)アクセス早野氏の協力をいただきました。お礼申し上げます。

#### 参考資料

- [1]岳川有紀子「プラスチック 100 年-1907 年前後のプラスチックに関する8つの文献-」(大阪市立科学館研究報告 No.16 (2006))
- [2]岳川有紀子「展示製作に向けた事前評価」(大阪市立科学館研究報告 No.12 (2002))
- [3]岳川有紀子「サイエンスショープラスチックってなんだろう実施報告」(大阪市立科学館研究報告 No.13 (2003))
- [4]ソニー株式会社ホームページ「リネンリサイクル」  
<http://www.sony.co.jp/SonyInfo/Environment/environment/recycle/development/>
- [5]財団法人ソニー教育財団 子ども夢教室 導電性プラスチックの実験 <http://www.sony-ef.or.jp/spring/plastic.html>
- [6]岳川有紀子「企画展示『プラスチック 100 年-化学とライフスタイル-』実施報告」(大阪市立科学館研究報告 No.16(2006))