

大人の化学クラブ 2021「ジュエリーの化学」実施報告

宮丸 晶^{*1)}, 上羽 貴大^{*2)}

概要

2021年6月26日(日)および7月4日(土)の2日間、化学実験教室「大人の化学クラブ 2021」を実施した。「ジュエリーの化学」をテーマとした今回は、ジュエリーとして用いられる鉱物資料を実際に手で触りながら観察した後に、方解石やキュービックジルコニアを用いた光の屈折と反射の実験、メッキ液と乾電池による電解メッキを用いてクリップに金メッキを施す実験などを行なった。事業の内容や工夫点などについて報告する。

1. はじめに

1992年の初回以降、香料や結晶作り、ガラス細工などの様々なテーマで開催している大人向けの化学実験教室である「大人の化学クラブ」。筆者らが担当するようになった2020年度以降は、実験を通じて楽しみながら身近なところにある化学にふれる教室にしたいという意図で内容を決定している。

2021年度は古くから人類を魅了し続けているジュエリーの美しさに焦点を当てた講座を企画した。前半では実物資料の観察や実験から鉱物について学び、後半では実際にクリップに金メッキの実験を行うという二部構成とした。キュービックジルコニアと金箔を組み合わせた写真を用いて周知を行なった(写真1)

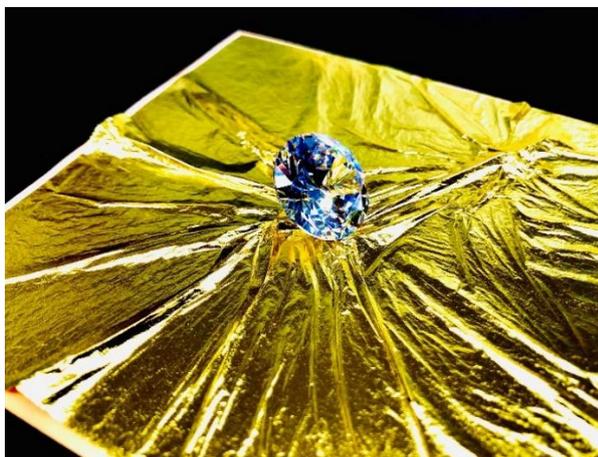


写真1. イメージビジュアル

2. 開催概要

日時: 2021年6月26日(日)、7月4日(土)^{**}

各日 14:00~16:00

場所: 工作室

対象: 18歳以上

参加費: 1000円

参加者: 4名(6月26日)、11名(7月4日)

※当初は6月20日(土)の開催を予定していたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴う臨時休館が延長(6月22日再開)されたため、急遽開催日を変更した。

3. 事前準備

3-1. ビスマスの結晶作り

原子が規則正しく配列することによって特徴的な形を示す結晶についても取り上げるため、ビスマスの結晶作りを行なった。ビスマスチップをるつぼに入れてガスコンロで加熱して完全に溶解させ、ゆっくりと放冷していくことで骸晶と呼ばれる階段状の構造を持つビスマスの美しい結晶を作ることができた(写真2)。

完成した結晶はイベント当日に鉱物資料とともに展示した。特徴的な形状を間近で観察するとともに、金属ならではのずっしりとした重みを体感できる資料となった。また、ビスマスの結晶は表面に形成される非常に薄い酸化被膜によって光の干渉が起こった結果、構造色を示すことが知られていることから、色鮮やかな色彩もお楽しみいただいた。

*大阪市立科学館 学芸課

^{*1)} a-miyamaru@sci-museum.jp

^{*2)} ueba@sci-museum.jp



写真2. 作成したビスマスの結晶

該晶特有の階段状の構造が確認できる。小さい方の標本で直径 2cm ほどの大きさである。

3-2. 水晶のメンテナンス

本事業の目玉として、普段は展示場 3 階で展示している大きな水晶を触ることができるようにした。この水晶は 2008 年に行なった展示場の改装以来一度もケースの外に出していなかったことから、これを機に水洗いを行なった(写真3)。その様子は学芸員の Twitter にて動画で発信した。



写真3. 大きな水晶

水晶は化学的に安定なので、水洗いが可能である。シンクに入りきらなかったため、屋外に運んで作業を行なった。

4. 内容

4-1. 応募方法

「大人の化学クラブ」では、昨年度までは往復はがきでの応募のみを受け付けていたが、今回は試験的に Web フォームを用いて応募の受付を行なった。問い合わせ・キャンセルのフォームを別に用意して個別に対応することができたため、急な日程変更があったにも関わらず特に大きな混乱もなく当日を迎えることができた。

4-2. 事業の流れ

4-2-1. 鉱物の観察

まずは、鉱物の種類は化学組成と結晶構造によって定義されていることを示し、原子・結晶の概念について簡単に説明した。その後、教室前方の机の上に一列に並べられた様々な鉱物資料を手にとって色々な角度で観察したり、表面の手触りを確かめたりしていただいた(写真4)。



写真4. 教室の様子

机の上に鉱物資料を並べ、自由に観察する時間を設けた。適宜声掛けを行い、鉱物について解説した。

鉱物リスト

【結晶】

- ・黄鉄鉱 (愚か者の金) FeS_2
- ・ハーキマー水晶 SiO_2
- ・紫水晶 (アメジスト) SiO_2
- ・黄水晶 (シトリン) SiO_2
- ・かんらん石 (ペリドット) Mg_2SiO_4
- ・エメラルド、アクアマリン (緑柱石=ベリル) $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
- ・フローライト (蛍石) CaF_2
- ・方解石 (カルサイト) CaCO_3



【非晶質】

- ・オパール $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

スライド1. 展示した鉱物リスト

アメジストやペリドット、エメラルドなど宝石として知られているものから、黄鉄鉱や方解石など特徴的な形状や性質を持つものまで、普段展示場 3 階で展示されている様々な鉱物を展示した。

身近なジュエリーを化学の視点からみつめるという意図で様々な解説を行なった。

どちらも宝石として知られるルビーとサファイヤは、酸化アルミニウムを主成分とするコランダムという同じ鉱物であり、含まれる微量な金属元素の違いによって色の違いが生まれていることを紹介した。アルミニウム(Al^{3+})の代わりにクロム(Cr^{3+})が含まれると赤いルビーに、鉄(Fe^{2+})やチタン(Ti^{4+})が含まれると青いサファイヤになる。

他にも、エメラルドとアクアマリンはどちらもベリル（緑柱石）と呼ばれる同じ鉱物であり、色の違いで呼び方が変わるということも紹介した。

4-2-2. 方解石の実験

結晶中で原子が規則正しく並ぶことによって起こる珍しい現象を観察できる鉱物として、方解石がある。参加者一人一人に小さな方解石をいくつか配布し、新聞紙の文字の見え方がどうなるかを確認していただいた。印刷された文字を方解石を通して見ると、複屈折という現象により文字が二重に見える（写真5）。

偏光の異なる光が見えているため、偏光板を動かして見ると、二重になった字が見えたり消えたりする様子が観察できる。偏光についても紹介し、偏光板を配布して色々な見方を試していただいた。

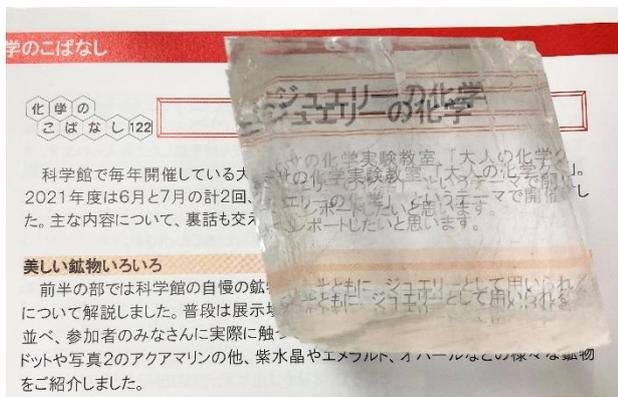


写真5. 方解石

複屈折により、文字が上下にずれて見える。

4-2-3. キュービックジルコニアの実験

ダイヤモンドが美しい輝きを放つ理由は、そのカット技術にある。ダイヤモンドの有名なカット方法の一つに、ファセットカットと呼ばれるものがある。表面に角度の異なる切子面（ファセット）を形成するようにカット加工を施すことで、入ってくる光を内部で屈折させてはね返すことができるため、内側から輝いて見えるという技法である。

本事業では、その見た目からしばしば「人工ダイヤモンド」と呼ばれるキュービックジルコニアを用いた簡単な実験を行なった。ファセットカットが施されたキュービックジルコニアを配布し、光を当ててその影を観察するというものである。キュービックジルコニアは一見透明に見えるが、光を当てると真っ黒な影ができる（写真6）。入ってきた光が反対側に出てくることはなく、すべてはね返されているためである。ファセットカットによってはね返された光が私たちの目に入ってくるため美しく輝いて見えている、ということが視覚的にわかる実験である。



写真6. 黒い影ができるキュービックジルコニア

4-2-4. 金メッキの実験

教室後半では、ネックレスなどの装飾品に用いられることのあるメッキについて取り上げた。メッキの歴史や種類について学んだのち、単一電池を用いてクリップに電解メッキを行う実験を実施した。

メッキとは
一度溶液に溶かした金属を再び析出させること
紀元前2000年頃、メソポタミア地方北部で鉄器にスズめっきが行われていたのが始まりとされている。
紀元前700年ごろ？から水銀による金メッキが行われるようになる
1800年の電池の発明以降、電気メッキが発展

スライド2. メッキとは

長い間水銀を用いた金アマルガム法の金メッキが行われていたが、電池の発明以降は電解メッキの技術が発展していった。

当日実施した実験手順は以下の通りである。ヨウ素液は事前に筆者らで調製したもの(水 20 mL にヨウ化カリウム 0.6 g を溶解させ、ヨウ素 1.2g を加えたもの)を使用し、電解メッキの実験セットは一人一つずつ用意した。

- ① サンプル管の中にヨウ素液 4 mL を量り取る。
- ② ヨウ素液の中に金箔を入れ、よくかき混ぜて金箔を溶解させる。



図1. ヨウ素液中での三ヨウ化物イオンの生成
ヨウ素液に含まれる三ヨウ化物イオンは、金を溶解させることができる非常に強い還元性を持つ。

- ③ アスコルビン酸(ビタミンC) 0.8 gを加えてサンプル管を軽く振り、液の色を透明にする。
※強い還元性を持つアスコルビン酸を用いて余分なヨウ素を取り除くと溶液の色が透明になり、反応の進行を確認することができる。
- ④ 電池ボックスに単一電池1つを取り付け、正極と負極にそれぞれミノムシクリップを繋ぐ。
- ⑤ 正極側にシャープペンシルの芯を、負極側に安全ピンを開いたものを繋ぐ。
- ⑥ プラスチック製容器にメッキ液を移し、メッキしたいもの(クリップ)を浸す。
- ⑦ シャープペンシルの芯を溶液に浸し、安全ピンでメッキしたいものにふれる(写真7)。
- ⑧ 反応の進行に伴ってクリップの色が変わっていく様子が観察でき、数分でメッキが完了する。重曹を使って表面を磨き、光沢を出したら完成(写真8)。

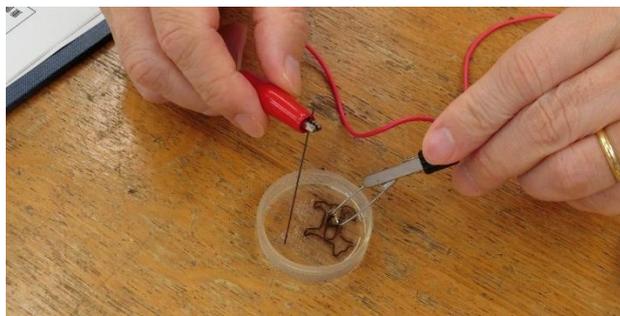


写真7. 実験の様子

小さな泡が発生するとともに金メッキの反応が進行していく様子が観察できる。



写真8. 金メッキを施したクリップ

上の段は何もしていないもの、下の段は金メッキを施したもの。ところどころムラはあるものの、金色のクリップができた。

5. 振り返り

普段は展示ケースの中に並べられている鉱物資料を目の前で見られる・手に取って観察することができるという機会は当館の事業でも前例がなく、参加者に対して実施したアンケートや口頭での聞き取り調査でも非常に好評だったと感じている。

方解石を動かすと二重に重なった文字が動いていく様子やキュービックジルコニアに光を当てると真っ黒な影ができる様子を観察した際は参加者から驚きの声が上がリ、鉱物の面白さやジュエリーの美しさを支える化学を多角的に楽しんで頂けたのではないかと考えている。

一方、大人向けの化学実験教室という事業の割に実験の量が足りず、物足りなさを感じた参加者もおられた。思い返すと界面活性剤を合成した昨年度に比べると、実際に薬品の秤量やガラス器具の操作を行なって化学反応を観察するパートは少なかったように感じたため、今後同事業を企画する際の参考にしたい。

また、後半の実験パートにおいて、参加者によって金メッキの仕上がりに個人差があり、筆者らにとって予期せぬ結果となった。用いたアスコルビン酸の量やクリップの種類の違いが原因の一つとして考えられる。

同事業をどこで知ったかという問いに対して一部の参加者からは Twitter を見て応募したという声が聞かれたほか、試験的に行なった Web フォームによる申し込みもとてもスムーズにできたため、インターネットを用いた情報発信および事業運営の試みを今後も続けていきたいと思っている。

6. おわりに

展示場 3 階、化学のフロアで展開している鉱物や宝石のコーナーは、普段から来館者の方々に興味深くご覧になっているエリアの一つである。身近な題材である「ジュエリー」を化学の視点で見つめるという今までにない挑戦的な試みであったが、企画者である筆者らにとっても実りの多い教室になったと感じている。

なお本事業の企画・実施に際し、普段展示場で展示している鉱物資料を快くご提供くださり、様々なサポートをいただいた当館の飯山学芸員に謝意を表します。

7. 参考文献

松原聰・宮脇律郎・門馬綱一「図説 鉱物の博物学 [第2版]」、秀和システム、2021 年

斎藤圀・本間英夫・山下嗣人・小岩一郎「入門 新めつき技術」、工業調査会、2007 年