

● 会議報告

2019 年度科学館連携講座「虹色の金属結晶を育成しよう」

中京大学 工学部 情報工学科 教授
長谷川 明生

日 時：2019 年 8 月 31 日 (土) 13:00 ~ 16:30
場 所：名古屋市科学館 第 1 実験室
講演題目：虹色の金属結晶を育成しよう
講 師：田口 博久 教授

はじめに

2013 年から始まった名古屋市科学館・人工知能高等研究所連携講座も今年で 7 回を迎えた。今年度は「虹色の金属結晶を育成しよう」をテーマに電気電子工学科の田口博久先生に講師をお願いし、8 月 31 日土曜日に名古屋市科学館で開催された。過去 6 回は、対象を小学生としていたが、今回は、融点が 300 度を超える金属ビスマス（Bi₂S₃）を溶融し、その結晶を引上げ法で作成するという高度かつ危険度の高い実験のために、中高校生を対象とし、中学生には安全のために保護者の同伴を求めた。

金属ビスマスの結晶は、表面の薄い酸化膜のために、光の加減で七色に輝いて美しいだけでなく、結晶の引上げ過程において骸晶が形成され複雑な形も楽しめる。そのためアクセサリーとして市販もされている。

この実験は、一般には非常に有名な実験テーマなので、関心も高く 16 組の募集に対して 110 組の応募があった。

図 1 に、本講座で作成したビスマス結晶とビスマスカップの写真を示した。

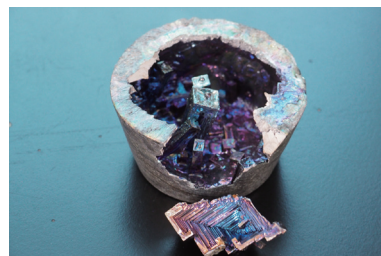


図 1 ビスマス結晶とビスマスカップ

講座の準備について

ビスマス（元素記号 Bi）は、融点が 271.5 度と比較的低温度で融ける金属である。金属の融点としては低温ではあるが、本講座では、溶融したビスマスの入ったステンレスカップをペンチで挟んで傾け溶融ビスマスをステンレス容器に流し出すといった操作が必要である。その際にビスマスの入った容器を落下させたりして溶融ビスマスが飛散し、その飛沫が衣服や皮膚にかかるだけで火傷の危険がある。したがって、当初から受講生の安全を第一に科学館担当者と突き詰めた議論をしながら準備をしてきた。

実験者の顔面の保護のためのフェイスガードと手の保護のための手袋が必要で、草刈り用のフルフェイスのフェイスガードとおこった炭をつかんでも火傷しない耐熱温度 500 度のバーベキュー用グローブを両手分準備した。一人当たり 1.4kg のビスマスチップ、るつぼのかわりのステンレスカップ、ビスマスカップ作成時に余分の溶融ビスマスを流し出すためのステンレス深皿、熱電対温度計、結晶引上げに使う逆作用ピンセット、セラミック付き金網、ステンレスカップを挟んで移動したりするプライヤー、加熱用の電気コンロ等を事前に用意し、段ボール箱 6 箱を前もって科学館に発送した。

講座の様子

午前中に各テーブルにビスマス溶融に使う 600W の電気コンロと金網、ステンレスボール、溶融に使

うステンレスカップおよびビスマスチップを配置し準備した。

受講者 16 名、保護者 13 名のうち 1 組の欠席があり、実参加者は受講者 15 名、保護者 12 名であった。受講者のうちわけは高校生 4 名、中学生 11 名であった。

13 時 15 分に田口先生の講義で講座が開始された。講義は、「実験成功より、安全第一」と「実験は、失敗が当たり前です。」という言葉ではじまった。そして、周到に準備された講座スケジュールをもとに実験が進んでいく。

受講者は、各自フェイスマスクを組み立て、白衣とグローブを装着し、加熱前の 1.4kg になるビスマス入りのステンレスカップをプライヤーで挟んで持ち上げ、安全にステンレスボールに移す練習をした。本番では、この作業をビスマスが融けた状態で安全に実施しなければならない。

田口先生によりビスマスについての講義を受ける。その後、電気コンロのスイッチを入れ、ステンレスカップに数個のビスマスチップを入れて温度が上がり融けてくるのを待つ。その様子を図 2 に示す。入れたチップが融けたところで、残りチップを融けたビスマスが飛び散らないように注意しながらピンセットでステンレスカップに入れていき、完全に融けるのを待つ。溶融したものをビスマス湯と呼ぶことになった。溶融したところで、ビスマス湯の温度が結晶引上げに適した温度 340℃ 上がるのを待つ間にビスマスの酸化膜による構造色についての講義を聴く。結晶引上げ操作に移る準備として、熱電対温度計でビスマス湯の温度を測りながら、結晶引上げに最適な温度になるまで加熱を続ける。その様子を図 3 に示した。ビスマス湯に入っている線の先に熱電対がある。温度を確認したところでビスマス湯の入ったカップをレンチで持ち上げて、ステンレス網の上に移動させる。先生からの「逆ピンセットの先をステンレスカップの底から 1cm くらいの位置で静止し、5 分間待つ。」ようにという指示にしたがって、ビスマスカップにピンセットを入れて結晶が成長するのを待つ。この時、室温を引上げに最適な温度に保つために一時的に空調を切った。中には、より大きな結晶を育成したいと 10 分間頑張った参加者もいた。結晶引上げの様子を図 4 に示した。図は、参加者が真剣な表情でピンセットを指定された位置から動かないようにして、結晶の成長を待っているところである。

このようにして引き上げられた結晶の様子を図 5 に示す。参加者ごとに、様々な形に結晶ができ、最初の結晶引上げという目標は達成できた。

ビスマスカップ作成のために、再度ビスマス湯入りのステンレスカップを電気コンロに戻し加熱した。完全に溶融した後、ステンレスカップをステンレス網に戻し、少し冷ましたのちに、レンチで持ち上げて余分のビスマス湯をステンレスボールに流し出して冷えるのを待った。図 6 に、余ったビスマス湯をステンレスボールに流し出す作業の様子を示す。

ビスマスについての実験が終わってガリウム (Ga) を用いた実験を行った。ガリウムの融点は 29.8℃ と低く、体温で溶融する。ま



図 2 ビスマス溶融開始

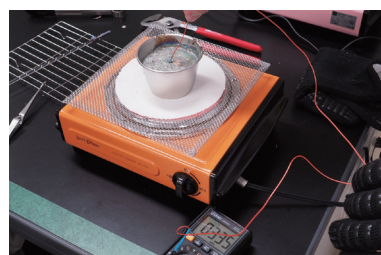


図 3 ビスマス湯を適温まで加熱



図 4 引上げ操作

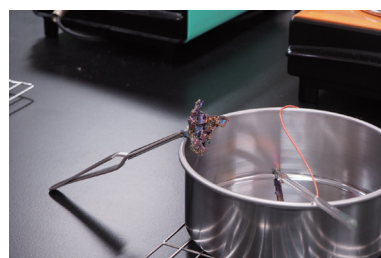


図 5 引き上げられた結晶



図 6 ビスマスカップ作り

た、金属腐食性が強く、アルミニウム箔に融けたガリウムをのせるとアルミ箔が腐食し穴が開いてしまう。参加者は、実際にアルミ箔がガリウムによってボロボロになる様子を実験した。さらに、ガリウムによって、アルミ鍋の底が抜ける様子が田口先生の手で実演され、参加者は真剣にその様子を観察した。

図7は、参加者の体温で溶融したガリウムでアルミ箔が腐食する様子を観察している写真である。

この間にTAの手でビスマス結晶とビスマスカップの取り出しと洗浄が行われた。

参加者は、処理されて輝く実験の成果品を持って笑顔で帰っていった。



図7 Gaを用いた実験

講座を終えて

講座終了後、参加者にアンケート依頼の葉書を送り、Google フォームを用いて実施した。アンケート対象は受講者と同席した保護者としたところ、12名から回答があった。回答率が50%を切ったことは残念であるが、全員から満足した、楽しかったという回答が得られている。1件だけ、講座開始が15分遅れた点について苦情があったが、これは、高校生以上は科学館観覧券が必要なことが参加者に周知されていたが、当日の観覧券購入窓口が例年に比べて講座開始直前になっても混雑しており、入館に時間を要したためである。この経験をもとに、次年度の当選案内方法等を見直す予定である。

最後に、講座検討段階から講座の終了まで、長期に渡り多くの実験と時間を費やして参加者のためにご尽力いただいた田口先生と田口ゼミの学生さんに感謝いたします。また、保険や消耗品調達、荷物の発送等について、IASAI 事務室の方の手を借りました。講座が事故なく無事終了して担当としてホッとしたところです。