

小中学生向け科学体験教室の開催報告

○吉本 佐紀、三矢 節子、石川 紘輝、小林 誠一、菊地 毅之、和田 淳、高橋 岳之
千葉大学 理工系総務課技術グループ

1. はじめに

千葉大学では長い間、技術職員の組織が無く、技術職員同士の横のつながりが無い状態がつい最近まで続いていた。2016年に有志で技術交流研修会を開催して以来、徐々につながりが強くなっていった。そして2024年に有志で小中学生向けに科学体験教室を開催する科学教室ワーキンググループ（以下、科学教室WG）が発足し、これまでに3回開催している（表1）。体験実験の題目は所属する技術職員の各専門分野を持ち回りで選んでいる。

筆者は低温寒剤（液体窒素と液体ヘリウム）の供給が担当業務であるが、早速第2回目の題目として液体窒素による実験が選ばれた。実は、これまで研究室からの依頼で小規模なデモ実験を行った事はあるものの、公式に参加者を募集して開催する科学体験教室なるものは今更ながら初めての経験であった。今回は開催にまつわる工夫や失敗談などの報告を通して、既に何度も開催していて経験豊富な方が居たら、ぜひとも改善点やアドバイスなどを受け賜りたい。

表 1 科学体験教室 題目一覧

開催日	題目
2024/08/02	紫キャベツを使って身の回りの液体の性質を調べてみよう！
2025/03/26	液体窒素を使って科学体験しよう！
2025/08/01	Scratch でプログラミングしてみよう！

2. コンセプトと規模

液体窒素を用いた科学体験として、①見せるだけでなくなるべく触ってもらう、②簡単でシンプル、この二点を念頭に企画した。①に関しては対象が小中学生であるだけに特に安全に配慮する必要があり、どこまで触ってもらうかという点において科学教室WG内で意見集約があった。結果的には半分くらいは職員がサポートする形となった。

募集は児童と保護者のペアで6組とし、各ペアにスタッフ1名がサポートとしてついた。参加人数が少ないが、やはり安全面を考慮するとスタッフの目が届く範囲での規模となった（表2）。

表 2 開催詳細

開催日	2025年3月26日（水）
対象	小学校4年生～中学校3年生
募集	2名（保護者とペア）×6組
運営	スタッフ8名
広報手段	大学HP/SNS、技術グループHP、イベント特設サイト、チイコミ

募集開始から設定人数が集まるまでに1週間程かかった。すぐに埋まるものと想定していたので意外であった。時期的に保護者の予定などが影響していると分析している。参加したのは男子4名、女子2名だった。近隣の千葉市で占めるかと考えていたが、印西市、船橋市、横浜市からの参加もあった。

3. 実施内容

体験実験は4テーマを企画した（表3）。所要時間は前半に3テーマで1時間、休憩10分を挟んで後半に1テーマ30分、合計1時間40分だった。

表 3 実施した4テーマ

種別	内容	所要
低温脆性	バラとボールの冷却、破碎	0:30
熱膨張/熱収縮	空気袋の冷却、袋への封入	0:20
熱膨張	水に浸す、球浮き	0:10
酸素液化	空気の冷却、抽出液の性質	0:30

3-1. バラとボールの冷却、破碎

冒頭は定番中の定番ともいえるバラの冷却と握りつぶし。バラは高価なため練習では学内に生えている雑草を摘んできて代用した。本番では運良く直前に卒業式があったため残り物をもらうことができた。

ボールの冷却と落下では弾性を失ったボールが破裂するのがセオリーであるが、練習も含めて必ずしも全てが割れなかった。冷え方や落とす高さなどの条件によると思われる。本番では割れない事を逆手にとって割れるまで再挑戦させて盛り上げを狙っていたが、破裂音に怖がっている様子が見て取れて、これは大きな反省材料となった。ボールが破裂した

際に破片が飛散するのを防止するための囲いを用意して演台に集まってもらって一人ずつ挑戦してもらった（図 1）。中には囲いの外へ跳ね出て割れるボールもあったが、囲いを用意した効果はあった。



図 1 飛散防止の囲いを用意した

3-2. 空気袋の冷却、袋への封入

空気の冷却にはバルーンアートで使われるような細長い風船を使うのが適しているが、手元にあった物品の梱包材として使われるエアークッションを試してみると膨らませる手間も無く使い勝手が良かったので採用した（図 2）。一方、液体窒素の袋への封入には傘袋を利用した。これも催し用に購入した在庫が大量にあったため使ってみた次第である。



図 2 梱包用のエアークッションがお手軽

3-3. 水に浸す、球浮き

液体窒素を入れたペットボトルを水に浸す事で激しい蒸発を作り出し、噴出する気流の上に発泡スチロール製の軽量な球体を乗せて浮かせる体験。講師の実演時に球がバランスをとって浮いた瞬間、当日一番の大きな歓声が上がった。後述の酸素の液化よりも歓声が大きかったのが意外だった。球は大小二種類用意した。小さい方はバランスをとるのが難しくすぐに落ちてしまう。講師があえて失敗する事で、児童が上手く持続させると大喜びであった（図 3）。



図 3 球浮きは受けが良かった

ペットボトルの開口部にはシリコン栓にステンレスパイプを取り付けたものを挿入している。パイプ径は細いと内圧が大きくなってしまい栓が抜けやすくなり、太いと気流の勢いが弱い。外径 5,6,7,8 ミリで試したが、6 ミリが最適であった。しかし本番でシリコン栓が飛び出してしまうトラブルが起きた。これを受けてシリコン栓方式を止め、スクリューキャップにパイプを取り付けることにした（図 4）。

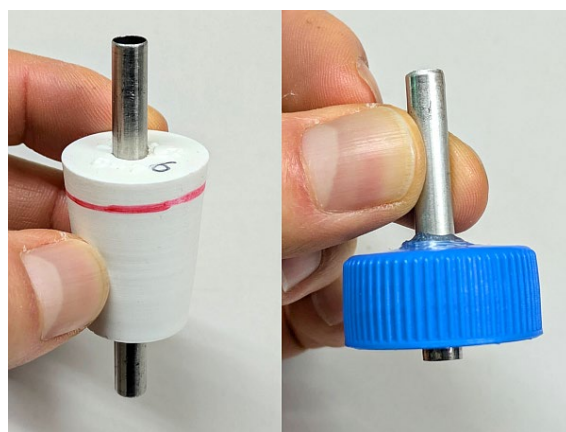


図 4 栓をやめてスクリューキャップへ

3-4. 空気の冷却、抽出液の性質

熱伝導の良い銅板で作った円錐型容器（以下、銅板コーン）に液体窒素を注いで、その表面で空気中の酸素を液化させ、液体酸素の性質を確認する体験。集めた液体酸素の色を確認する際は、必ず液体窒素を横に並べて色の違いを比較してもらった。磁性の確認ではこれまで手に持った磁石を動かして液体酸素が吸い寄せられる様子を体験してもらってきたが、今回は手に持たせるのは危険と判断して、磁石は台座に固定して液体酸素が貯まったトレーを動かす方式にした（図 5）。

最後に液体酸素を金属皿へ移して、線香の炎を近づけると燃焼が激しくなる事を確認する体験で締めくくった。この際金属皿は予め良く冷やしておかな

いと、せっかく作った液体酸素が蒸発してしまって液量が足らなくなってしまう。金属皿は前の過程が終わったら液体窒素に浸け込んでおくのが良い。

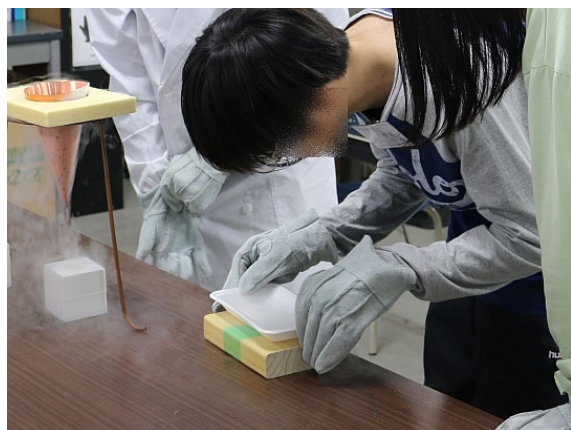


図 5 トレーを動かして磁性を確認する様子

銅板コーンは時間の経過とともに酸素の液化効率が落ちる。表面には白い付着物が付いており次第に堆積してくる。これは水蒸気由来の氷と二酸化炭素由来のドライアイスが付着しているものと思われる。酸素の液化効率を維持するためには、一旦暖めて付着物を除去すれば良いがそれは手間である。そこで検証実験として、A.銅板コーンに液体窒素を頻繁に補充して常に液面を高い水準で保持した場合、B.液体窒素が枯れてから補充した場合で酸素の液化量を比較してみた。結果は意外にも B の方が液化量が多い結果となった。銅板コーンから液体窒素が枯れるとコーンの表面温度が上昇し、付着していたドライアイスが昇華すると思われる。酸素の液化は一旦中断されるが、それでもドライアイスが除去される効果が大いという事ようだ。

4. 運営上の工夫点

児童に液体窒素を取り扱ってもらうにあたって安全面を最優先に考慮して工夫したので紹介する。

4-1. 配置

参加者には説明を聞く「聴講座席」と作業を行う「実験台」の 2 箇所を用意して、都度移動してもらった。参加者の実験備品への接触事故防止およびスタッフの円滑な実験準備のためである。

4-2. 進め方

各テーマ毎に、導入説明⇒講師実演⇒参加者実演⇒講師解説、という順に繰り返した。まずは見てもらって自分達がどういう作業をするのか様子をつかんでもらう事で誤操作の防止と不安の払拭を図った。

4-3. 備品管理

実験台では 4 テーマの実験毎に、備品の準備と回収を繰り返して、机には必要備品だけが出揃うよう管理した。備品はテーマ毎にカゴへ保管した。事前に各カゴに分けておく事でスムーズな準備と回収を実現した。備品が入り混じる事が防止でき、取り違いも起こらなかった。さらにカゴの色も 4 テーマに対して 4 種類の色違いをそろえた。各スタッフは参加者が聴講座席にいる間（講師の実演中や解説中）に備品の準備/回収を行った。

4-4. 明確化

「参加者がやる事」「スタッフがやる事」これらを各実験毎に実演直前にスライドで明確に提示して、勝手な行動をしないように誘導した。同時に各実験毎に起こり得る危険事項についても解説して、その都度注意を喚起した。

4-5. 質問形式

各実験での導入説明時に、これからどういう現象が起こるのか、簡単な三択質問形式にして出題した。それぞれに考えてもらう事で、受け身にならず能動的に参加できるようにした。

5. 落とし穴

当日、液体窒素は保存容器から発泡スチロール箱へ予め注いでおいた。しかし蒸発が早く 3 時間後には半分未満に減っていた。普段そのような使い方はしないため全くの想定外であった。予備の液体窒素を使い果たしたため新たに補充する必要が生じたが、液体窒素の充填手順は筆者にしかわからず、大急ぎで汲みに行く事となった。開始直前にコンテンツ主体者の不在はなるべく避けたい。以上より、液体窒素を多めに準備する事はもちろん、関係スタッフには実験操作に加えて充填手順についても覚えてもらえれば万全と言える。

謝辞

児童のサポート役を担う科学教室 WG のメンバーには液体窒素の取り扱いに慣れてもらうため何度も練習をしてもらった。また、予行演習では WG 以外の技術職員に児童役として協力してもらい、第三者目線の意見をもらった。無事開催できた事は、多くの職員の協力なくしては成し得なかった事だと強く実感している。本企画は理工系総務課技術グループの予算支援を受けている。ご協力いただいた全ての皆様に深く感謝する。