

氷の科学

－ 中学生を対象とした夏休みの自由研究に関する技術相談会 －

志田賢二

応用分析技術系

1 はじめに

地域貢献事業の一環として毎年開催される中学生を対象とした自由研究相談会にて「氷の科学」と題したテーマを担当した。本テーマは相談員が事前に提案し募集パンフレットに掲載されたテーマであった。5名の応募があり、身近な物質である水が凍った「氷」について様々な疑問や質問が寄せられた。事前に寄せられた疑問や質問は(1)氷はどのように凍るのか。(2)水が氷ると体積が増えるのはなぜか。(3)家庭で作った氷の中心部が白いのはなぜか。(4)なぜ氷は冷たいのか。であった。相談会ではスライドや分子模型を使用して物質の三態(固体・液体・気体)と水の状態図、結晶構造や体積変化を学んでもらい、家庭でできる実験を交えながら氷に関する様々な疑問に答えた。

2 実験

2.1 疑問1：水が凍ると体積が増えるのはなぜか？

冬季になると急な寒波で水道管が破裂するというニュースを聞いて疑問を感じたようです。金属製の水道管をも破断する水→氷の体積膨張について氷の結晶模型を使って説明をした(図1)。水に氷が浮くのはなぜか?という質問についても同様に説明をした。水が凍った水素結合により水分子が規則正しく配列して正六角形の繰り返し構造となる結晶構造を持つ。固体では液体の水よりも隙間が多い構造となり、単位体積当たりの質量が水よりも小さくなるために水に浮く。同じ質量であれば固体である氷の方が体積は大きくなる。

実際に模型の一部を組み立ててもらい、液体の状態(H_2O)や水素結合で規則正しく配列する氷の状態を確認してもらった。

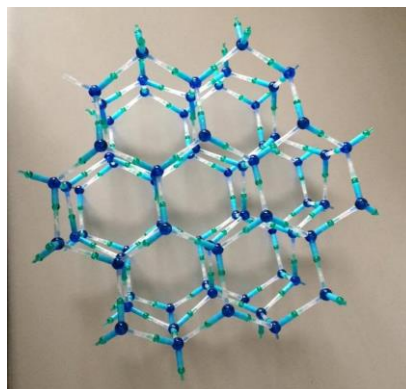


図1 氷の結晶構造模型

2.2 疑問2：氷はどのように凍るのか？

氷がどのように凍るのかについて、当日は実験を交えながら観察を行った。家庭で簡単に水が凍る様子を観察できる方法についても実験を通じて覚えてもらった。実験に使用する物品はほぼ全て家庭にあるもので準備できるものとした。図2 (a) に示すような容器に入った氷水に寒剤として食塩を入れたものを用意。氷水+食塩の温度は数分で -20°C まで冷却される。熱伝導の良いアルミ製のカップに水を入れて氷水+食塩上に浮かべると水が凍る様子をじっくりと観察することができる。また、水を入れた試験管に振動を与えないよう冷却すると -5°C 付近になっても凍らず、いわゆる過冷却状態となる。過冷却状態の水は振動、攪拌等の刺激によって瞬時に凍結する。氷が凍る瞬間を観察できるこの装置？は非常に興味をもってもらえたようであった。

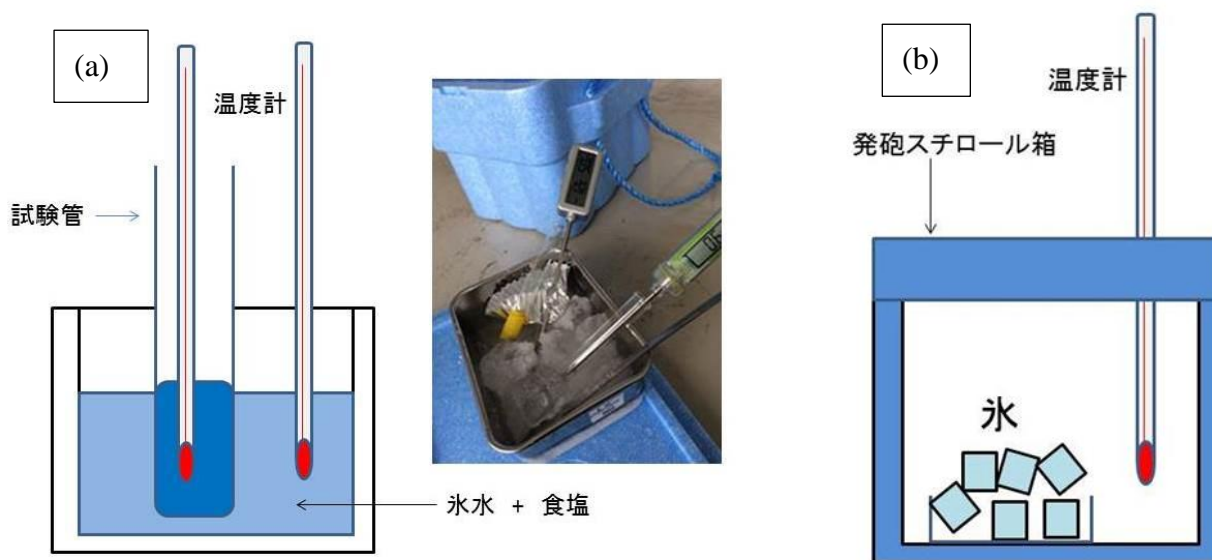


図2 家庭で簡単にできる氷の実験装置

2.3 疑問2：なぜ氷は冷たいのか？

なぜ氷が冷たいのか？については図2 (b) のような装置にて氷の融解熱について考えることとした。

氷を入れた発砲スチロール箱内の温度を1分間隔で20分間測定し、その後、箱内の氷の様子を観察した。氷が解けて水になる過程で箱内の温度が下がる→融解熱という現象を確認した。

3 まとめ

家庭で簡単にできる実験を通じて「氷」に関する様々な疑問に答えた。氷は身近な物質かつ家庭でも取扱いが容易であることからテーマとして選んだ。氷が示す様々な性質や状態は物質の三態、凝固や融解、水素結合、結晶構造と化学や物理の基本的な事柄を学ぶ良いテーマであると考えられる。中学生が本テーマを通じて化学や物理に少しでも興味を持つきっかけになれば幸いである。