



窮理の部屋 196

温度を保つ魔法の瓶

皆さんの中には、何か飲み物を片手にこのページを読んでいる方もおられるでしょうか。私はホットコーヒーをそばに置いて執筆しています。なかなか筆が進まず時間がかかっていますが、ステンレス製タンブラーの中のコーヒーは熱々のままです。飲み物を温かいまま・冷たいままに保つ魔法瓶。その仕組みについてご紹介しましょう。

魔法瓶の中はどうなっている？

図1は科学館のコレクションに最近仲間入りした資料です。ガラス製魔法瓶を縦半分に切ったカットモデルで、断面の様子を観察できます。鏡のように見える内瓶と少し大きな外瓶の二つのガラス瓶を組み合わせたつくりになっていて、瓶の間に隙間があるのが見えるでしょうか？実はこの隙間が大きな役割を果たしています。写真では見づらいかもしれませんが、この資料は科学館の地下1階で5月28日(日)まで開催中の「蔵出しコレクション展2023」でお披露目していますので、是非そちらで実物をご覧ください。

話を戻しましょう。この不思議な構造によって中身の温度を保つことができるガラス容器を発明したのは、低温物理学の分野で業績を残した一人の科学者でした。



図1. ガラス製魔法瓶カットモデル
協力：象印マホービン株式会社

研究室の実験器具から、わたしたちの暮らしのそばに

時は19世紀。ベンゼンの分子構造の推定をはじめとする幅広い分野の研究をしていたイギリスの化学者・物理学者デュワー(図2)は、1877年に王立研究所で気体の液化に関する研究に着手しました。-196℃の液体窒素や-183℃の液体酸素などの超低温の物質を扱い、それらの性質を調べていく中で、デュワーは中身の液体を低い温度に保つことができる入れ物が必要であると考えました。

熱の伝わり方は大きく分けて①～③の3つのパターンがあります。



図2. ジェームズ・デュワー
(1842-1923)

①物と物の接触面から熱が伝わる「伝導」、②空気や液体などの流体の移動によって熱が伝わる「対流」、③電磁波として熱が伝わる「放射(輻射)」です。食材を焼いているフライパンを触ると熱いのは伝導、エアコンをつけると部屋の中が涼くなるのは対流、太陽からの熱が空気のない宇宙空間を伝わって地球に届くのは放射、というわかりやすいでしょうか。

デュワーは、大きさの違う二つのガラス容器を組み合わせて隙間の空気をなくす(=真空にする)ことで伝導・対流を抑えられること(図3)、さらに内側の瓶に銀メッキを施して鏡面による反射を利用すると放射も抑えられること(図4)を確かめました。

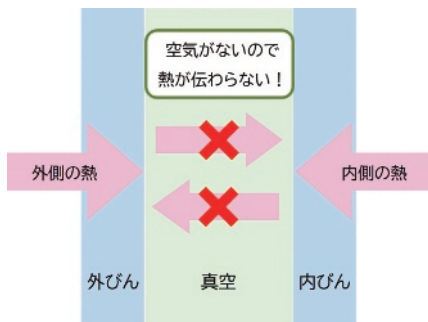


図3. 真空中は伝導・対流が起こらない

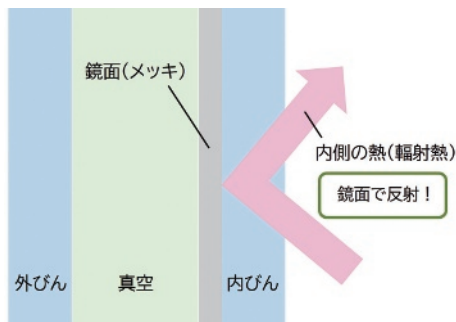


図4. 真空中でも伝わる輻射熱は、鏡面の反射で閉じ込める

そして考案したのが図5のようなガラス製の実験器具、まさに魔法瓶の原型です。大小二つのフラスコを組み合わせた形状で、隙間の空洞は真空です。図5は中の様子が見えるように内瓶の鏡面加工をしていないレプリカで、造幣局の近くにあるまほうびん記念館に展示されています。

その後長い年月を経て、保温・保冷機能を持った魔法瓶は家庭用品として私たちの暮らしに浸透しました。現在は、ガラス製と比べると落としても割れる心配がなく、コンパクトで持ち運びもしやすいステンレス製の魔法瓶が主流になっています。

デュワーが考案した二重構造のガラス実験器具は改良を重ね、今でも超低温の液体を扱う時の容器として使われています。デュワー瓶と名付けられたこの容器は、科学館でも液体窒素のサイエンスショーで活躍しています。科学館の展示場3階、サイエンスショーコーナー裏の「サイエンスショー実験道具いろいろ」の展示ケースの中に実物があります。そちらも覗いてみてくださいね。

宮丸 晶(科学館学芸スタッフ)



図5. デュワーが考案した実験用フラスコのレプリカ(まほうびん記念館蔵)