

サイエンスショー「真空の実験」実施報告

篠原 功治

愛媛県総合科学博物館 学芸課

〒792 愛媛県新居浜市大生院2133番地の2

はじめに

真空とは、「通常の大気圧より低い圧力の気体で満たされた空間の状態」と定義されている。当博物館では、真空ポンプ、マグデブルグ半球等の実験機器を用いて真空状態を作り、科学心を喚起させ、来観者の参加型、体験型の演示実験を行うことをねらいとして、1995年7月～9月に「真空の実験」というタイトルでサイエンスショーを実施した。ここにその内容を報告する。

1. 方法

1-1. 倒立円筒の実験

- (1) 円筒型のコップに水を満たし、葉書または厚紙を載せ、手で抑えて180度回転させる。
- (2) 葉書または厚紙を抑えていた手ははずす。
- (3) コップを上下に振る。

1-2. 風船の実験

- (1) 少量の空気の入った風船を簡易真空実験器に入れる。
- (2) 手動で器内を減圧し風船をふくらます。
- (3) コックを開いて常圧にし風船を元の大きさに戻す。

1-3. 真空鈴の実験

- (1) 排気盤に電子ブザーを置き排気鐘を設置する。
- (2) 排気鐘内を真空ポンプで減圧する。
- (3) 排気盤のコックを開いて排気鐘内を常圧に戻す。

1-4. 低圧沸騰の実験

- (1) 排気盤に水を入れたビーカーを置き、排気鐘を設置する。
- (2) 排気鐘内を真空ポンプで減圧する。

1-5. 瓶（三角フラスコ）の中の卵

- (1) メタノールを浸したガーゼに点火し、三角フラスコの中に入れ、ゆで卵を口のところに置く。
- (2) メタノールの火が消えると同時にゆで卵は、三角フラスコの中に落ちる。
- (3) 三角フラスコを逆さにし、激しく息を吹き込むと、ゆで卵が出てくる。

1-6. マグデブルグ半球の実験

- (1) マグデブルグ半球内を手動で真空にする.
- (2) 両半球を引っ張る.

1-7. 薄膜の爆発の実験

- (1) 簡易真空実験器容器上部全体にラップを密着させ容器外側面にも密着させる.
- (2) 手動で器内を減圧する.

2. 解説

2-1. コップを180度回転させ葉書または、厚紙を抑えている手はずすと、2,3滴の水がこぼれるが、あとは、全くこぼれない。紙一枚でコップの水は、支えられてしまう。これは、コップの内部の圧力が大気圧よりも低くなってしまったからである。コップを逆さにしたときには、まだコップの内部の圧力は大気圧より少し高いので、紙を抑えている手をゆるめると水が少しこぼれる。水の圧縮率（単位圧力の増加による体積減少率）は、非常に小さいから、水が2,3滴コップから出ただけで、内部の圧力は忽ち減ってしまうのである。それにしても、コップの縁と紙との間は、接着剤で止めてあるわけでもないのに、そこから空気が圧力の低いコップの内部に侵入しないのは、表面張力のためである。コップの縁と紙との間をよく観察すると水面が図.1のように凹んでいるのが分かる。水の表面には、表面張力がはたらいっているから、この表面がゴム膜のように大気圧を支え内部との圧力差に耐えているためである（近角, 1994）。

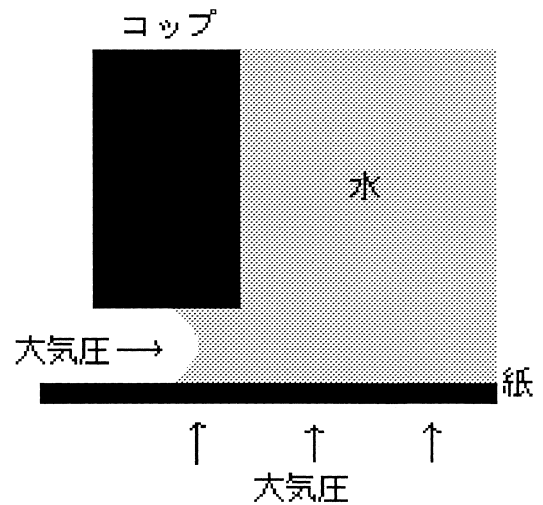


図.1 水の表面張力が空気の侵入を防ぐ

2-2. 減圧したときの風船の体積変化を観察する実験である。

2-3. 真空中では、音が伝わらないことを確かめる実験である。

2-4. 液体の沸点とは、液体の蒸気圧が大気圧に等しくなる温度をいう。水では、この温度は、100度である。もし大気圧が低くなると、この圧力は等しい蒸気圧を与える温度は低くなり、水は、100度以下で沸騰する(図.2, 写真.1)

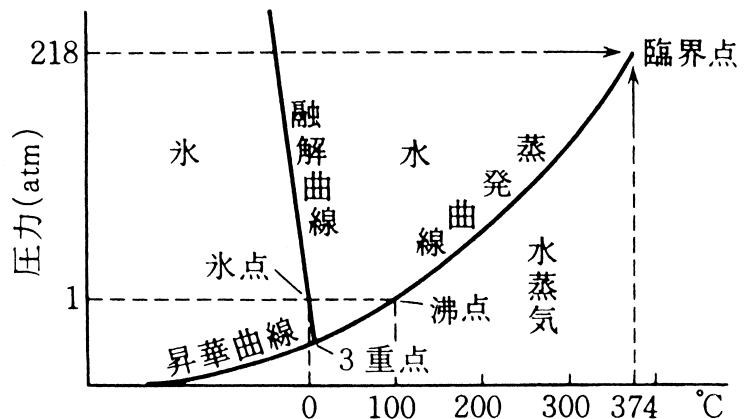


図.2 水の状態図（久保ほか, 1993より引用）

2-5. 三角フラスコの中に、ガーゼにメタノールを浸せたものを入れ、ゆで卵をおく。膨張した空気は、ゆで卵を押し上げ三角フラスコ外に出る。三角フラスコ内の空気が冷えてくると内側の圧力が減少し、三角フラスコ外の空気圧が相対的に高くなり、ゆで卵を押し込む。三角フラスコ内に息を吹き込むと内側の圧力は外より高くなるのでゆで卵は外に押し出される。(日本化学会誌, 1993).



写真.1 低圧沸騰の実験



写真.2 マグデブルグ半球の実験

2-6. 接触面にグリスを塗って半球を合わせたときそのままでは、引き離すのに苦勞を要しないが、中の空気を抜いて真空状態にすると容易に引き離すことが出来なくなる。このことにより、大気の圧力が非常に大きいことを体験する実験である。(写真.2)

2-7. 1 cm^3 あたり 1 kg 重の空気の重さの認識とそれに伴うラップの破裂音を感じる実験である。

考察

夏休みを挟んでいるため、子どもから大人まで興味をもつことのできる演示実験項目をとりあげた。倒立円筒の実験は、実験そのものは、非常に簡単であるため来観者の参加とともに演示を行った。風船の実験では、簡易真空実験器の空気の吸排は、プラスチック製注射器で容易に行えるため来観者に体験させた。体験することにより風船の圧力変化による体積の膨張と圧縮の学習が行えた。真空鈴の実験では、排気鐘内が常圧の場合でも、電子ブザーの音が聞こえにくいため、ピンマイクを中に入れスピーカーを通して音の確認を行った。低圧沸騰の実験では、来観者からの質問で「どうして冷たい水が沸騰するの?」という単純な質問がかなりあり、高山における水の沸騰を例にして応答した。また、排気鐘の代わりに真空デシケーターを使用することが望ましい。瓶の中の卵の実験では、「三角フラスコに息を吹き込むとなぜゆで卵がでてくるか?」などの質問を投げかけて来観者全員との対話を中心に実験を進めていった。マグデブルグ半球の実験では、空気の重さを体験させた。薄膜の爆発の実験では、ラップの破裂音がかなり大きく、破裂前には、子ど

もやお年寄りに、一言注意をいれて実験を行った。

他に真空に関するユニークな実験として、石鹼水やフラスコの中に入れ、真空デシケーターの中で減圧すると石鹼水が噴き上がる実験や、排気速度が300以上ある真空ポンプを用いて行う水の凍結実験、大きい真空デシケーターの中で行う風船内の空気の膨張実験、そしてそれに伴う風船の破裂実験（破裂音が聞こえない）等がある。

サイエンスショー「真空の実験」

実施期間：1995年7月11日～1995年9月8日

実施回数：153回

見学者数：3560名

参考文献

久保亮五，長倉三郎，井口洋夫，江沢 洋（1993） 「理化学辞典」. 岩波書店，東京.
612P.

近角聡信（1994）「日常の物理事典」. 東京堂出版，東京. 167－168P.

日本化学会誌（1993）「続・実験による化学への招待」. 丸善，東京. 14－15P，26－27P.