

水のあたたまり方

経験を話そう：

水を温めてお湯にすることをイメージします。なべに水を入れ、わかすときなべの下からモヤモヤと水がゆれ、あつくなると、「あわ」が出て、下から上へ水が動いているようです。

実験：

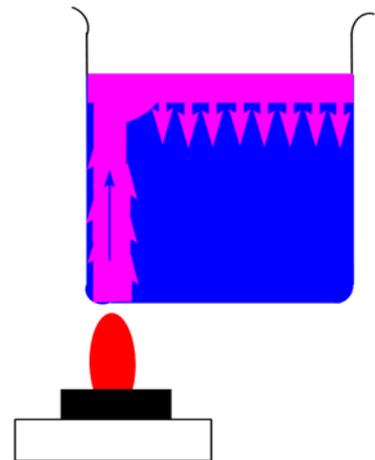
100mL のビーカーに示温インクで着色した青色の水を 70mL ほど入れ、実験用ガスコンロの中央より 2 cm ほどはなして、ビーカーの底の端（はし）を火であたためるように準備する。点火して、中の火力にしてあたためる。示温インクが青色からピンク色になる動きを観察する。

注意：

- ① 金網を用いない。
- ② コンロに火をつけてからビーカーをおいてはいけない。
- ③ 炎の近くの示温インク色がピンク色になって上へ動くのを観察する。

結果：

1. 水をあたためると、まず火の近くピンク色になった。
2. そのピンク色の水は上へ動いた。
3. あたため場所には青色の水が入ってくるように見えた。
4. 上の方にピンク色の水がひろがってきた。
5. 上にあるピンク色の水が増えていって、水全体がピンク色になった。



考察：

1. あたためられた水は上にたまる。→ あたためられた水は冷たい水よりも軽い。
2. あたためられた水は下へおりてこない。→ すぐに冷えない。
3. あたためられた水は上の方からたまって、全体があたたまった水になる。

なぜだろう：

- なぜ、あたためられた水は軽いのだろうか？

考えた理由：

同じ重さの水を、あたためると、体積が増えた。冷やすと体積が減った。この実験を以前におこない、空気も同じようであった。体積を同じにして、あたためられた水と冷たい水の重さくらべると、あたたかい水は、水の小さなつぶとつぶの間が空いているので軽く、冷たい水はつまっていて重いこととなります。

たとえば、今は、風呂の水をあたためる時にモーターでかきまわしますが、モーターを使わない時

には、風呂のお湯はかきまぜてから入っていました。というのは、上は熱いのですが、下は水のままですから。

コメント：

- あたためられた水は回っていない。対流は起こっていない。

これはよく間違われます。示温インクの実験で明らかのように、あたためられた水は上にたまります。下への流れはありません。あたためられた水が上へ動くと空いたところへ冷たい水が入ってきます。この水は下の方にある水です。上にあるあたためられた水が回ってあたためられるわけではありません。（参考文献1）

- 「おがくず」を入れた水をあたためても、対流があるといえない。

「おがくず」を入れた水をあたためると「おがくず」が上の方へ動き、すぐに沈む。「おがくず」が回っている。だから、あたためられた水も回っていると結論したくなる。これは誤った推論です。「おがくず」が上へ動くのはあたためられた水の流れに乗っているからです。沈むのは重力によるため流れではありません。細かいおがくずを用いると、沈まずにただよって（漂って）ます。すなわち、上の方にあるあたためられた水の少し下に、細かい「おがくず」は漂っていて沈みません。これは味噌を使った場合も同じですが、「絵の具」を用いた場合、示温インクの場合に近い表れ方をしました。この実験では「おがくず」や味噌を使うのは、誤解を生じ不適切です。

- 「絵の具」を使った実験

乾いたビーカーのすみ（隅）に「絵の具」を小豆ほど入れ、傾けて反対側から水を入れ、「絵の具」にかかる時に水平にビーカーの角度を戻してから、ゆっくりと水を入れて70mLほどにする。「絵の具」の部分をあたためる。この結果、とけた「絵の具」は上の方へ動く。その後、国色のついた、あたためられた水は上の方に帯になってたまる。ほとんど回るようなことは見られない。

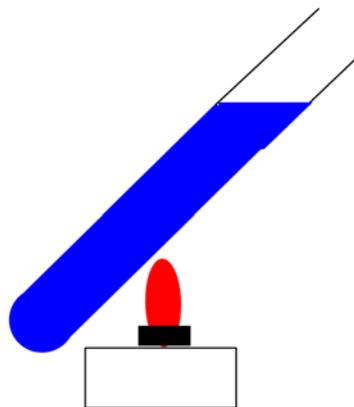
展開：

問題： ななめにした試験管の水

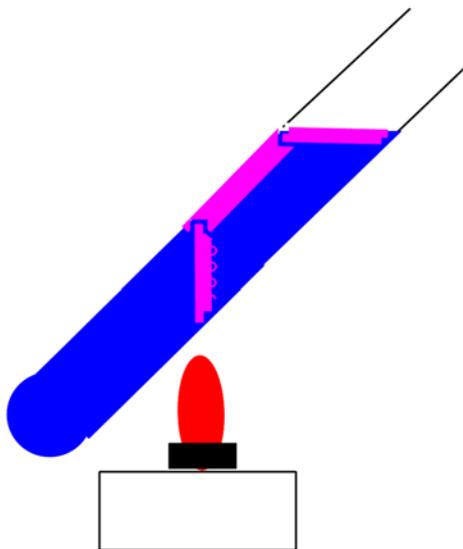
示温インクを試験管に入れ、試験管の中ほどをあたためると、あたためられた水はどのように動くだろうか、予想をしよう。

考えられること：

- ① あたためられた水は上の方だけに集まる。
- ② 上下両方にあたためられた水は動く。
- ③ あたためるところから順に上へ動く。



結果： 試験管のななめ側面の上をつたうように、上の液面へ上がり、あたたかい水は上から順番に下がる。しかし、あたためた場所より下へは行かなかった。へ



覚えておくこと： あたためられた水は軽い。冷たい水は重く、あたたかい水が上へ動く。

参考：

1. 対流について、小学校の水のあたたまり方では出てこない。誤った指導がされているという指摘は10年前にも指摘されている。

【文献】寺田 b 光宏, 中嶋健二, *科教研報*, 27, 97-102 (2012).

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsser/27/5/27_No_5_120520/_pdf

2. おもしろ対流実験は NGK サイエンスサイトに掲載されている。ベナール対流

<https://site.ngk.co.jp/lab/no79/>

2022 年 12 月 17 日 記載