

プレチャレンジ 2013-10月 問題 解答

クイズ的な問題は如何でしたか。その背後にある“何か”を感じ、楽しめましたか？

問1 (第1チャレンジ問題)

断熱性のよい容器Aに80°Cのお茶(ただし、比熱は普通の水と等しいとする)1,000g、同じく断熱性のよい容器Bに20°Cの水1,000gがある。今、その他に熱伝導性のよい容器C, Dを用意する。ただし、容器A, Bは容器C, Dの中に入れられる大きさで、そのようにしても中の液体がこぼれることはない。また、ここでは、容器の吸収する熱量や空気に放出される熱量は考えなくてもよい。例えば、これらの容器を用いて次のような操作ができる：

- 1) 容器Bに入っている水をすべて容器Cに移し、容器Cを容器Aの中に入れると、熱伝導により、しばらくすると、容器Aのお茶と容器Cの水の温度は等しくなる。

【問題】

容器A, B, C, Dを利用した熱伝導の過程だけを用いて、お茶と水を混ぜることなく、最終的な水全体の温度を、最終的なお茶全体の温度より高くすることはできるだろうか。できるとすればその方法を、またできないとすればその理由を述べよ。

【解答】

“出来る。”これは熱交換器の原理である。

一例として、次の手順で行えばよい。

- (1) 容器Bの水を容器C, Dに半分ずつ分ける。
- (2) 容器Cを容器Aの中に入れると、60°Cになるので、水を容器Bに戻す。
- (3) 容器Dを容器Aの中に入れると、約47°Cになるので、水を容器Bに戻す。
- (4) 容器Bの水は約53°Cになり、容器Aのお茶は約47°Cになっている。

この様に、容器A~Dを用いた熱伝導だけで、同量の高温のお茶と低温の水から、同量の低温のお茶と高温の水にすることが可能である。これらの過程で、勿論全体の熱量は常に保存されている。

上記で始めに分割するのはお茶でもよい。また、2等分でなくても出来る。いろいろ試してみよう。

問 2

宇宙船内などでは無重力（無重量）状態が実現される。この様な無重力状態で自分の体重を測定したい。どのような方法で測ればよいか。色々な方法を考え、それらに共通することを考えてみよう。

【解答】

宇宙船に乗っている人から見ると、無重力状態で浮いている人には、体重に相当する重力と他の力、遠心力、が相殺して結果的に力が働かず静止していると見える。従って、その状態で人は体重計に乗っても針は動かない。

一方、無重力状態の人に他の力を働かせ、その結果人が運動をする場合には、人の運動に当然慣性質量が影響するので、慣性質量が測定できると予測される。

その一例として、ばね定数 k が決まっているばねに人を固定して振動させ、その角振動数 ω を測れば

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

の関係より人の慣性質量 m が分かる。相対論によると慣性質量と重力質量は等しいので、結果として体重に相当する重力質量を求めることができる。

他にも人を動かして質量を計る方法が有ると思うのでいろいろ考えてみよう。空にいる宇宙船飛行士にとっても健康管理は最重要課題である。