coffee break

10

つりあいと安定

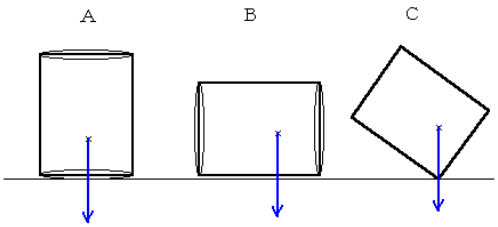
ためしてみませんか？

右の写真は，コップをつりあいの姿勢に保った状態です。もちろん，なめらかなテーブルだけの上でこの芸当はできません。台として100円硬貨の表を利用しています。ちょっと時間をかければ誰でもできることですから，ぜひ挑戦してみてください。下の写真のように中身が入っていてもだいじょうぶ。こちらの方がちょっとスリルを味わえますね。

この簡単なテーブルマジックは，硬貨表面のレリーフ模様の凹凸を使った三点支持の安定性を利用しています。コップは硬貨上の3つの点で支えられて，つりあいと安定を保持しているのです。

重心とつりあい

テーブルのように水平な台に置かれた物体がつりあいを保って静止するためには，ごぞんじのように物体の重心が，物体が台に接する面内の鉛直上方にあればいいのですよね。コップを例にとれば，右図のようになっていればいいわけです。ところが実際には，Cのつりあいは長くはもたず，コップはすぐにAかBの状態に移ってしまいます。

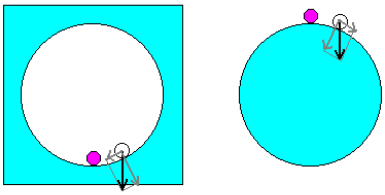


100円硬貨による3点支持の場合，その3点がつくる三角形に底面積が拡大されるだけでなく,「安定」の状態をつくり出すところにそのポイントがあるようです。

「つりあい」に加えて「安定」であるとは，いったいどういうことなのでしょうか？

安定＝位置エネルギーのなべ底

右図のような簡単な例で説明します。どちらもつりあいの状態にはあるわけですが，すぐにわかるように左は「安定」，右は「不安定」な状態です。「安定」である左の状態では，少し位置がずれた場合に必ずもとにもどそうとする力＝復元力を受けることがわかりますね。一方「不安定」とされる右の状態では，同様に少しずれたときそのずれを拡大する方向に力を受けることになります。

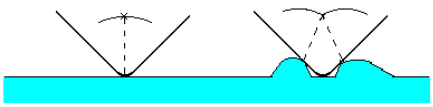


安定・不安定を位置エネルギーの変化で示すと，いっそうすっきりします。つまり，安定な状態とは少しずれたとき位置エネルギーが増える状態をさします。すなわち数学的には位置エネルギーがなべ底（極小）にあるということです。一方，不安定なつりあいでは，位置エネルギーが極大にあることはいうまでもありません。この安定性の議論は，重力以外の位置エネルギーの場合にも成立します。

また，重力に限れば，安定なつりあいのときは重心がその付近の最低点にあり，不安定なつりあいのときは重心がその付近の最高点にあるといいかえることもできます。

三点支持の安定性

小さな変位に対する位置エネルギーの変化，または重心の動きから三点支持の安定性を確認してみましょう。右図で比較すれば明らかなように，三点支持の場合には，わずかな変位に対して重心の位置が上昇するようになっていることがわかります。



あまり大きくずれてしまうと，重心の高さが極大をこえて落ちはじめますから，安定がこわれてコップはたおれます。

ゆれるものは安定？

安定な状態では少しのずれで「復元力」を受けると聞いて,「単振動」を思い出した人も少なくないでしょう？　そう，復元力は「安定」のキーワードであると同時に,「振動」のキーワードでもあります。ということは,「振動する状態は，安定な状態」ということになります。　「ゆれるものは安定」というと矛盾するようにきこえますが，実際そういうことになるのです。

結論：　安定 ＝復元力＝振動。