



弱理の部屋76

球のレース

私はいわゆる絶叫マシンと呼ばれるものはあんまり好きではないのですが、ジェットコースターやフリーフォールなど、物理的には面白い点もあります。オムニマックスの「世界自然遺産」を早速ご覧になった方は、本編が終了した後、いきなり「警告！」なんて出てきてビックリしたかもしれませんが、次回（来年3月から）のオムニマックスでは、そんなジェットコースター（ローラーコースター）をちょっと物理的にとらえた作品ですので、絶叫マシン好きの方はどうぞ期待。

それはさておき、今回はもっと単純な話で、球をスタート地点Aから、ちょっと低い所にあるゴール地点のBまで転がすことを考えてみましょう。Aで手を離してBまで球を転がすなら、みなさんはどんなコースを作りますか？

のように、AからBまでまっすぐなコースを作りますか？ それとも のようなジェットコースターみたいに山あり谷ありのコースでしょうか？ のような角があると球がぶつかってしまいますし、 のようにAよりも高くなる場所があると、途中で止まってしまう。球を重くして、摩擦の影響が小さくなるようにしておくと、そんな角や高すぎる場所がなければ、おそらくゴールのBまでたどり着くことができるでしょう。

では、AからBまで競争となるとどうでしょう？ Aでそっと手を離して、Bまで一番早く球がたどり着くのはどんなコースでしょうか？

のコースと のコースを比べると、 のコースはぐにゃぐにゃと遠回りしていますから、遅くなりそうですね。やっぱり一番短いコース=直線のコースが一番早く着くコースなのでしょうか？

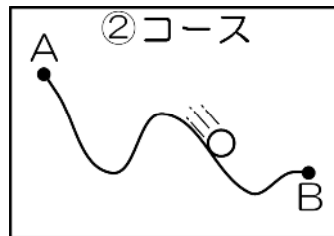
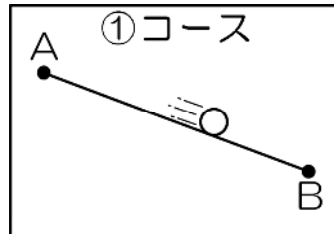


図1．球が転がるコース

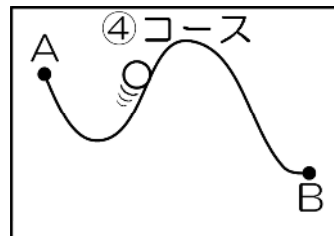
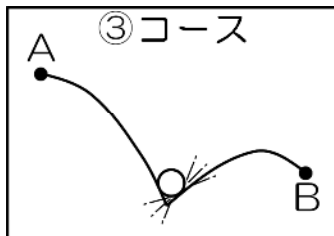


図2．球が転がらないコース

では、 と という2つのコースを考えてみましょう。カーブの向きが違うだけで形は同じですから、コースの長さは同じです。でも、同じ時間でゴールするのでしょうか？

のコースは、前半が急な下り坂ですから球は一気に加速して、後半の緩い下り坂も速いスピードで転がっていきます。ところが、 のコースは前半が緩い下り坂ですから球はゆっくり加速して、後半になってようやく急加速して、そのままゴールすることになります。このため、同じ距離でも最初に大きく加速できる のコースの方が早くゴールできるのです。

コースが短いだけでなく、球が速く転がるのが早くゴールするためには必要...ということ

は、 の直線コースと の速く転がるコースとでは??? は「コースが短いけれど、ほどほどの加速」、 は「ちょっと遠回りだけれど、最初に一気に加速」。いったいどちらが早くゴールできるのでしょうか？

ここから先はちょっと面倒なのですが、ちゃんと数学の力を使って正確に解くと、 の直線コースよりも のようなちょっと窪んだコースの方が早くゴールできるのです。ただ、一番早くゴールできるコースは と多少違って、サイクロイドと呼ばれる曲線を描いたコースになるのです。サイクロイドというのは、例えば10円玉の縁にちょっと印をつけておいて、その10円玉を立てたまま転がしたときに、その印が描く曲線です。この曲線を上下逆さまにして、端をスタートのA

点に合わせて、ゴールのB点が曲線のどこかと重なるように拡大が縮小すれば、一番早くゴールできるコースができるのです。これよりも浅いコースだと、距離は短くても転がるのが遅いので時間がかかってしまい、これよりも深いコースだと、速く転がっても距離が長くて時間がかかってしまうということで、このサイクロイドのコースがちょうどそのバランスがとれていて、一番早くゴールできるのです。「急がばちょっと回れ」といったところでしょうか。

(長谷川 能三：大阪市立科学館 学芸員) 2005年は世物理年

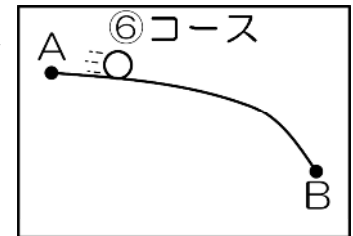
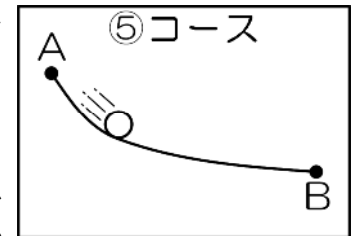


図3．どちらが速い？

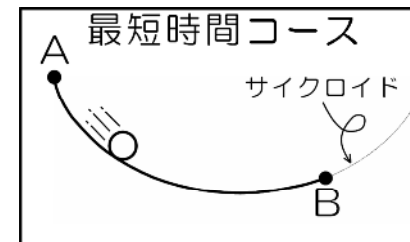


図4．最短時間コース

