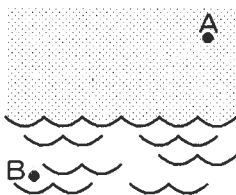


## しゃぼん玉のふしぎな力(2)

### 先月号の問題2.一刻も早く助けなければ!

あなたは海岸の砂浜のAの場所にいます。すると、海の中のBの場所で人がおぼれています。近くには他に誰もいないので、あなたが助けなければなりません。一刻も早く助けるには、どうやってBの場所に行けばいいのでしょうか?



先月号で書いたとおり海の中より砂浜の方が速く走れる、例えば砂浜で走るスピードを時速6km(秒速1.66...m)、海に中を泳ぐスピードを時速4.5km(秒速1.25m)とします。砂浜を走る距離をLa、海を泳ぐ距離をLbとすると、助けに行くのにかかる時間は $(La \div 1.66... + Lb \div 1.25)$ [秒]となり、これが最も小さくなるようなコースを選べばいいことになります。

そこで今回は図4のような装置を作ってみました。上半分はアクリル板の間隔が0.6cm、下半分は0.8cmにしてあり、アクリル板の間隔が狭い部分のA点と広い部分のB点にそれぞれネジを通してあります。この2本のネジをつなぐようにアクリル板の間にしゃぼんの膜を張るとどうなるでしょう。しゃぼんの膜がアクリル板の間隔が狭い部分に張っている長さをLa、広い部分に張っている長さをLbとすると、しゃぼんの膜の面積は $(La \times 0.6 + Lb \times 0.8)$ [cm<sup>2</sup>]となり、しゃぼんの膜はこの面積が最も小さくなるような形に張ります。

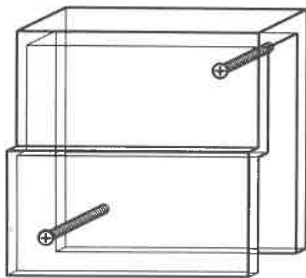


図3. 問題解決装置2号

ここで助けに行くのにかかる時間の式としゃぼんの膜の面積の式を見比べてみましょう。この2式は一見違う形に見えますが、よく見てみると似ている...どころか全く同じ式になっています。

そこで実際にしゃぼんの膜を張ってみましょう。すると、しゃぼんの膜は写真2のような形になります。これが一番早く助けに行く経路でもあるのですが、この形どこかで覚えはありませんか? ちょうど光が水に入ったときに屈折する様子と似ていますね。

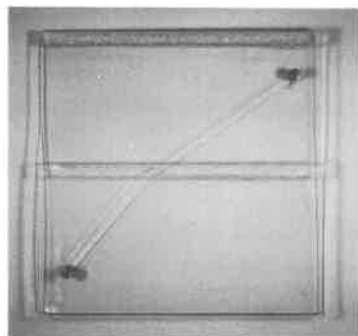
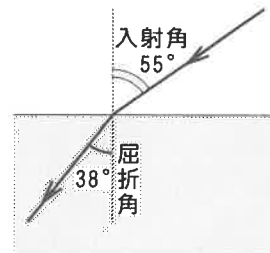


写真2. 装置に張ったしゃぼん膜

光の屈折では入射角と屈折角の間には、 $\sin(\text{入射角}) = \text{屈折率} \times \sin(\text{屈折角})$ というスネルの法則が成り立ちます。しかしそもそも光には、水面を通るときを含めさまざまな状況のもと、最短時間で到達できるルートを進むという性質があります。光のスピードは真空中で秒速約30万kmもあります。物質中では(屈折率)分の1に落ちます。例えば空気は屈折率はほぼ1(正確には約1.0003)なので、空気中の光のスピードは真空中とほとんど変わりません。しかし水は屈折率が約1.33ですので、水中での光のスピードは真空中の1.33分の1(秒速約22万5000km)になります。

実は左ページであげた例は、海を泳ぐスピードが砂浜を走るスピードの1.33...分の1になるように設定していて、光のスピードの変化にだいたい合わせてあります。つまりおぼれている人を助けに行く最速ルートは、本当に光が水面で屈折している様子と全く同じなのです。ですから写真2の入射角と屈折角に相当する角度を測るとそれぞれ45度と32度、



$$\sin 55^\circ = 1.33... \times \sin 38^\circ$$

と、スネルの法則をちゃんと満たしています。

図4. 水面での屈折

光が最短時間で到達するコースを通るということを使って、別の場合を考えてみましょう。夏の晴れた日、道路のアスファルトのすぐ上は気温が高いのですが、アスファルトから離れるにつれて気温は下がっていきます。空気の屈折率は気温によって少し変化し、気温が高いと屈折率は小さくなり(1に近づき)、気温が低いと屈折率は大きくなります。

さて、この状況で100mくらい前を走っている車を見るとどうなるでしょう。100mもの装置を作るのはたいへんなので、屈折率の変化を強調した装置を作ってみました。その装置にしゃぼんの膜を張ると、写真3のように膜の張り方が2種類あります。これは前の車が正面と正面より下の方の2方向に見えることを意味しています。下の方に見える車は、まるで道路に水たまりがあって反射



写真3. 問題解決装置3号に張った2種類の膜 (長谷川能三: 科学館学芸員)

しているように見えますが、実際には水たまりがないので「逃げ水」と呼んでいます。また、反対に下の方の気温が低く、上の方の気温が高いと、普段は見えない水平線の向こうの景色が見える「蜃気楼」になります。