

地球から月へ行くためには～宇宙機の航法

2615 紀岡 琴子 2632 堀 克磨 2633 水谷 文則

要旨

宇宙機が地球から月へ行く方法を理解するため、スイング・バイと宇宙エレベーターの原理を実験した。まずスイング・バイの再現実験を行い、重力だけでロケットが帰還できることが分かった。

次に宇宙エレベーターで宇宙に行く方法について調べた結果、宇宙エレベーターの中は無重量であることが分かり、その状態を再現するため、自由落下によって無重量状態を作る実験を行った。これにより、地球でも無重量を作り出すことができると分かった。地球から月へ行く方法を理解することは難しいと思われたが、再現実験を行ったり無重量が簡単に作り出せることが分かり、方法の一部が理解できた。次は月に行く他の方法について他の方法を調査して理解を深めたい。

実験Ⅰ スイング・バイの再現実験

1. 目的 スイング・バイを再現する。

2. 使用した器具・装置など

A4サイズの下敷き フェライト磁石 セロハンテープ 磁束密度計測機（テスラメーター）
大型クリップ 配線コードのカバー

3. 実験の手順

A4サイズの下敷きの裏にフェライト磁石を適当な距離を置いて固定する。このときに磁石の磁力が天体の重力となる。（引き寄せるといふ点で性質が似ているため。）

配線カバーで下敷きの周りを囲う。鉄球を転がす土台をクリップと配線カバーで作る、天体のそばを転がるように向きを調整する。

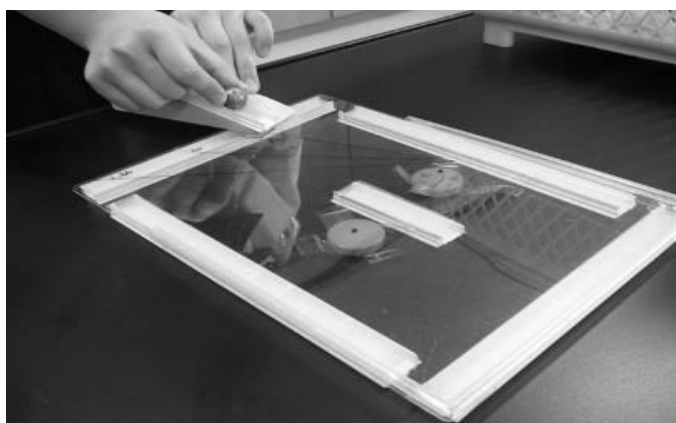


図1 スイング・バイの再現実験

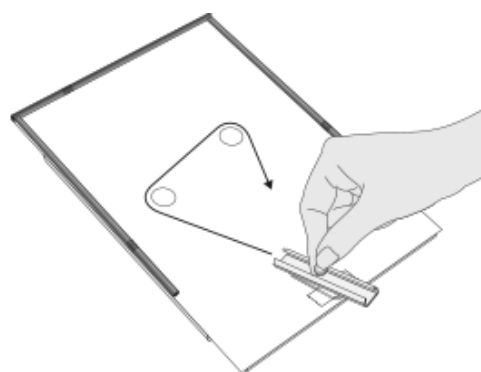


図2 スイング・バイの再現実験

何度も転がし、鉄球が戻ってくるのに最適な鉄球を転がす角度、土台の傾斜の角度および磁石の強さを確かめる。磁力の大きさはテスラという単位を用いて表す。用いた磁石の最大値をとる。

4. 結果

鉄球をある角度から転がすと戻ってきた。

30° の傾斜で、72° の入射角で鉄球を転がすと多く成功した。

しかし、少しの変化で軌道が変わってしまい戻ってこない場合もあった。

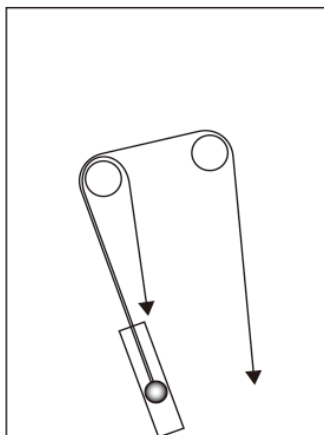


図3 成功した場合の鉄球の軌道

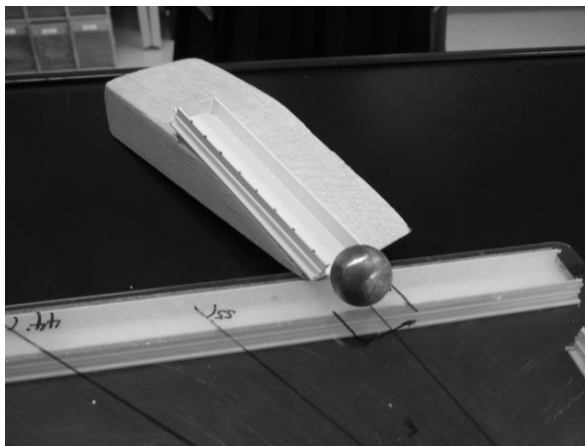


図4 30度の傾斜

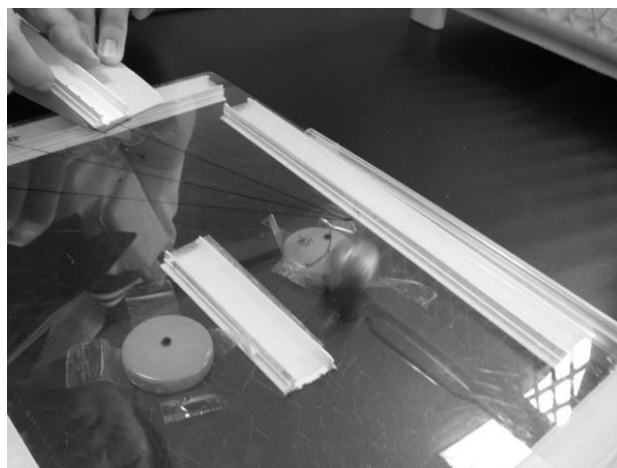


図5 実際の実験の様子

5. 考察

実際に磁石を惑星の重力に見立てて実験したことで、スイング・バイがどれほど正確な技術を要するのかが分かった。これは、スピードと重力と入射角に大きく左右されるからだと考えられる。

スピードが速すぎると重力を振り払い通過してしまう。角度が浅いと重力（磁力）に引き付けられ、逆に深いと重力（磁力）を使って進む事が出来なくなる。

30度の傾斜を使うと72度の入射角で多く成功したのは、30度の傾斜から鉄球が転がる速度は72度の入射角が上の角度の条件を満たしているからだと考えられる。しかし今回は他の成功する傾斜の角度や入射角を調査できなかった。今後は傾斜の角度や入射の角度の値を変えて実験したい。

次に宇宙エレベーターについて調べると、宇宙機内部で無重量状態になることが分かった。さらに無重量について調べると、「落下する箱の中では重力が消える」つまり、無重量状態になると書いてあった。このようになるのは、落下する箱の中で加速の向きと逆向きに慣性力という見かけの力があられ重力と打ち消しあって重力が0になるからである。そこで、本当に落下する箱の中が無重量に近い状態になるのかを、無重量で観測できる「浮遊」と「液体の混合」について実験を行った。

実験Ⅱ 微小重力実験 その1

1. 目的 微小重力状態をつくり、そこで生じる現象（浮遊）について考察する。

2. 使用した器具・装置など

ピンポン玉 ゴムボール 段ボール

3. 研究実験の手順

ピンポン玉とゴムボールを段ボール内に設置する。

高いところから箱ごと落とし、中の様子をスマートホンや携帯電話等で撮影する。

4. 結果

ピンポン玉 2.3g ゴムボール 48.92g

上の値から二つの球は同じ重さではないが、同じように箱の中で浮き上がった。

箱の外へ出し、二つを自由落下させると、ゴムボールのほうが先に落下し床に着いた。箱の中に入れたまま落下させるのと、箱の外に出して落下させるのとでは運動の様子が大きく異なった。



図6 ピンポン玉とゴムボール

5. 考察

ピンポン玉とゴムボールをそれぞれ静止した状態から落下させると、ゴムボールのほうが重いので箱の中ではずっと箱の底に接したまま落ちていくと予想した。しかし、結果は同じ速さで浮き上がるという予想とは違うものになった。

同時に浮き上がった原因は、箱の中に球を入れて落とすことにあると考えた。

落下している間、同じ速度で浮き上がったのは箱の中が微小重力状態になったからだと考えられる。

このことから、落下する箱の中は無重量状態になると証明することができた。

実験Ⅲ 微小重力実験 その2

1. 目的 物体を投射することで微小重力状態をつくり，比重の異なる液体の混合を観察する。

2. 使用した器具・装置など

水 水性ペン ヘキサン ペットボトル

3. 研究実験の手順

水（水性ペンで着色）とヘキサンを混ぜる。

容器をよく振り，水とヘキサンに分離することを確認，分離するまでの時間を計測する。その後，振ってから投げ上げている間に水とヘキサンが同じように分離するか観察する。

分離とはヘキサンと水に分かれることで，水のほうが重いため図4のようになる。

4. 結果

水とヘキサンを振って混ぜてから分離するまでに 36.4 秒かかった。

振ったあと，投げると空中では分離しないで，取ってから分離が始まった。空中にある間から取って分離し終わるまでに 46.5 秒かかった。空中に投げると，分離し終わるのが約 16 秒遅くなった。

ペットボトルを投げ上げるという状況にすることでその間水とヘキサンは分離せず，水とヘキサンが混ざったままになっていた。



図7 ヘキサン（上）・水（下）

5. 考察

ヘキサンと水では，ヘキサンの方が軽いため，水とヘキサンに分離する。このことから振ってから投げると空中で分離し，手元に戻ってくる時には分離してしまっているまたは分離が始まっていると予想した。しかし結果は，空中では混ざり合ったままで，手元に戻ってきてから再び分離が始まった。

この結果になったのは，空中に投げたことが原因と考えられる。振って混ぜたまま投げることで容器内のヘキサンと水に働く重力が小さくなり微小重力状態になったことで，重力によって軽いものが上，重いものが下となる現象が起こらなかったため分離しなかったと考えられる。

この実験からも落下する箱（容器）の中は無重量状態になると証明できた。

6. 参考文献・引用文献

スイング・バイ再現実験 NEWTON