

フーコーの振り子

岩佐美沙 河野由里 谷口恵里

【概要】

フランスの科学者のレオン・フーコーという人が発明したフーコーの振り子で地球の自転が証明できることに興味を覚え、本当に理論通りに振り子が振れるのか確かめようと思い、研究を始めた。

私たちの先輩がこの研究をしたときは、振り子のおもりの重さや形が適していなかったので、正しい値が出なかったと聞いた。

私たちはさらに実験器具を工夫して正しい値が出るよう試行錯誤した。

理論上、私たちの学校では、一時間に約 8° ほど動くはずである。誤差が大きいときもあったが概ね理論どおりに振り子が振れた。

We got interested in how we can prove the rotation of the earth with Foucault of pendulum which Leon Foucault, French scientist invented. So, we wanted to make sure if the pendulum really swings as the theory, and we started this study.

When our senior studied this, weight of pendulum and shape were not appropriate for the study. We heard that figures were not right for this reason. So, we did many attempt to get right figures by inventing experiment tools. In theory, it is expected to swing about eight degrees in our school. A margin of error was sometimes wide, but the pendulum swung almost the same as theory.

【研究の動機】

地上にいながら地球の自転を知ることができると興味を覚えた。一昨年度の先輩方がこれと同様の実験をしていたので、ワイヤーの材料、おもりの形やおもさなどを変えて、より正確な値を出すことに挑戦しようと思った。また、新校舎の吹き抜けが実験に適していることから、振り子の実験を試みようと思った。

【フーコーの振り子のしくみ】

フーコーの振り子は、コリオリの力が関係している。

地球が自転していなければ、振り子の振動面は静止しているはずである。しかし実際には地表は地球の自転により、北極側から見て反時計回りに回転しており、振り子は地面に対して静止しているので、地表の観察者から見ると、見かけ上、おもりに右向きの力が働

き、振動面が時計回りに回転していくように見える。この見かけ上の力をコリオリの力という。

またフーコーの振り子が1周するのに必要な時間は次の式で表される。この式はフーコーが数学的に証明した。

1 周に必要な時間

$= 1 \text{ 日} / \sin \theta$ (θ は振り子の場所の緯度)
北極点(北緯 90°)で一日に360度回転する。

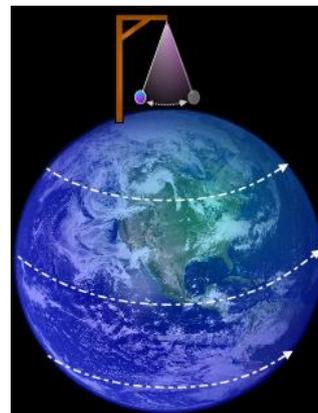


図1 フーコーの振り子の概念図

【仮説】

振り子の振動面は、地球の自転の影響で、徐々に時計回りに回転していく。

地球は一時間当たり、 $360^\circ \div 24 \text{ 時間} = 15^\circ$ 自転するので、北極点でフーコーの振り子は一時間当たり 15° 回転する。球面である地球上では理論上、一時間あたりの回転角度は、下記の式で表される。

$15^\circ \sin \theta$ (θ は振り子の場所の緯度)

城南高校の位置はほぼ北緯 34° なので、徳島では約 8.388° 回転することになる。

【先輩の結果をふまえての改良点】

先輩の実験では、1kg の釣り用のおもりとナイロン製テグスを使っていた。しかしおもりが軽すぎる、長く伸びた棒状のおもりだったのでおもりが横に振動しやすい、テグスがばねのように伸び縮みする、などの理由から有意なデータは得られなかった。

しかし私たちは、おもりを重く球形にした、伸び縮みしないピアノ線を用いるなど、よりフーコーの用いた振り子に近い装置を作ったので、仮説に近い値がでるはずであると考えた。

【実験器具・装置・材料】

ピアノ線 $\phi 0.3\text{mm}$ ・アルミ円板 (半径 1.5cm) ・ヒートン ・タルカン ・プラスチック板 ・陸上競技用砲丸 (7.26kg) ・6cm角の角材 3m ・安全眼鏡 ・ペンチ ・瞬間接着剤 ・方眼模造紙 ・毛糸 ・ライター ・1m定規

【実験方法】

1. アルミ円盤と同半径のプラスチック板を、5枚ドーナツ状に切り取る。ただし、内側の切り抜く円の半径は少しずつ大きくしていく。
2. 切り取ったプラスチック板をアルミ板に順につけていく。

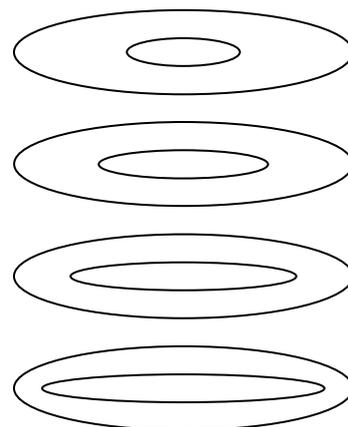


図2 プラスチック板

こうすることで、アルミ円盤が砲丸に密着し、接着が可能となる。

アルミ円板の中央に小さな穴を開け、ピアノ線を通す。

アルミ円板を瞬間接着剤でおもりに接着し、通しておいたピアノ線にタルカンを取り付ける。



図3 おもり完成図

3. 角材にヒートンを取り付け、またピアノ線の両端にタルカンを取り付ける。一方は振り子に、もう一方は角材のヒートンにつなげる。

4. おもりを校内の吹き抜けの4階から2階へおろす。振り子の長さは7.6mとなる。
5. 方眼模造紙をおもりの位置する床に広げる。おもりが静止するのを待つ。静止すると、おもりの側面中央部に糸糸を括りつけ、糸糸を横方向に引っ張って固定する。おもりが静止するのを待ってから、糸糸を焼ききる。定規を使っておもりの振動面の線を引く。(図4参照)
6. 1時間後、おもりの振動面の変化を再び定規を用いて線を引いて記録する。

【実験結果】

計24回 表

| 事象 | 角度 | 事象 | 角度 |
|----|--------|----|-------|
| 1 | 6° | 13 | 8.3° |
| 2 | 2° | 14 | 10.1° |
| 3 | 6.7° | 15 | 9.4° |
| 4 | 5.5° | 16 | 10° |
| 5 | 9.67° | 17 | 15° |
| 6 | 13.35° | 18 | 8° |
| 7 | 1.87° | 19 | 9.8° |
| 8 | 16.3° | 20 | 3.4° |
| 9 | 15.6° | 21 | 15° |
| 10 | 12° | 22 | 11.9° |
| 11 | 4.5° | 23 | 4.4° |
| 12 | 10.1° | 24 | 21.3° |

※平均 9.6°

【考察】

正しい結果が出たときもあったが、それは一定ではなく不安定なものになった。1時間に 8.388° 振れるはずのものが1時間に倍以上振れることがあり、逆に1時間に 8.388° の半分以下しか振れないこともあった。

ここで、いくつかの原因が考えられる。

第一の原因は吹き抜けによる風の影響や装置自体の問題点が関係していると思われる。

フーコーが実験で使っていた振り子よりもおもりが軽かったので、風の影響を受けやすかったと思う。

また、測定場所が学校の吹き抜けを使ったので、多方向から風が吹くのも原因のひとつであると考えられる。

そのほかにも湿度による木のしなりや、金具のピアノ線との接触具合も影響していると考えられる。

第二の原因として、新校舎の外構工事も影響していると思われる。

吹き抜けのある2階でも、断続的に工事の振動があったので、その影響があったと考えられる。(図5参照)

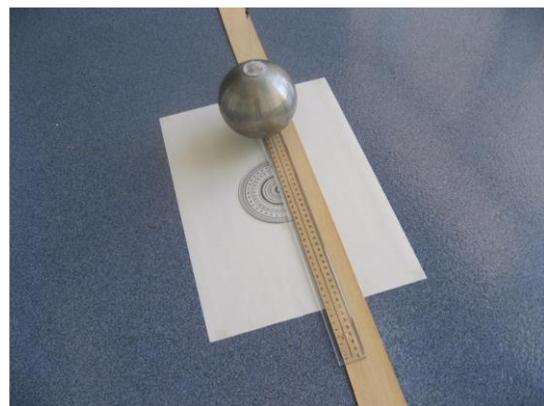


図4 実験の様子



図5 工事の様子

【結論】

今回の実験でも誤差が出てしまったが、正しい値も出たので、おもりの質量をさらに重くして外力に影響されなければ、さらに正確な値が出ると考えられる。ちなみに外構工事は現在は終了している。

この実験を通して、確実に地球は自転しており、理論は正しいものであることがわかった。

【感想】

まず何の手がかりもない重量7.26kgの砲丸に、いかにしてピアノ線を接続するかという点から大いに苦勞した。つるしては外れを繰り返し、重い砲丸の落下に少し危険な思いもしたが、様々な工夫をして初めて振り子を振らすことができたときはとても嬉しかった。

終盤では、工事の影響もあり、正しい値が得られなくなってしまったのが残念である。また、振動面の変化を測定する方法を工夫してより正しい値がでるように努めたが、結局あまりいい方法が見つからなかったのが心残りである。

しかし、先輩の実験よりは、いい値がでたので、引き継いで良かったと思った。私たちの結果をふまえて、できれば後輩が引き継いでくれることを願う。

【引用文献（参考文献）】

フーコーの振り子（早川書房）

世界で最も美しい10の科学実験

（日経BP社）