

音声解析ソフトを用いた重力加速度の測定

高橋 尚紀

光電池に当てたレーザーポインタの光を落体が遮るとき，光電池の起電力が変化する。この起電力の変化を音声解析ソフト「音オシロ」に波形として記録し，その波形の分析から落体が任意の高さを通過する時間を測定し，重力加速度を求める方法を研究した。

[キーワード] 音オシロ 光電池 レーザー 重力加速度 高等学校物理

はじめに

音声解析ソフト「音オシロ」¹⁾を用いた重力加速度の測定方法は，研究紀要18号²⁾で紹介した。その際，ネオジム磁石を自由落下させ，落下するネオジム磁石の任意の高さにおける通過時間を記録するセンサーとして一巻きコイルを用いた。その結果，精度の高い測定を行うことができたが，次に述べるような欠点があった。

- (1) ネオジム磁石を用いるため，周辺に鉄製の製品があると測定に誤差を生じる。
- (2) アクリル管の中でネオジム磁石を落下させるため，アクリル管に接触しないように自由落下させるのが難しい。

そこで，今回はセンサーとして光電池を用いて，物体の自由落下による重力加速度の測定を行った。光センサーを用いて重力加速度を測定する方法は，絶対重力測定として1950年代ころから行われている手法であり^{3) 4)}，高校物理の実験としても文献⁵⁾で紹介されている。

1 重力加速度の求め方

自由落下で落下開始から t 秒後の位置は以下の式で表される。

$$z = z_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

z_1, z_2, z_3 の 3 点を取り，物体の通過時刻が t_1, t_2, t_3 であったとすると次の 3 つの式が成り立つ。

$$z_1 = z_0 + v_0 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2$$

$$z_2 = z_0 + v_0 t_2 + \frac{1}{2} g t_2^2$$

$$z_3 = z_0 + v_0 t_3 + \frac{1}{2} g t_3^2$$

3 つの式をまとめると

$$g = \frac{2\{(z_1 - z_2)(t_1 - t_3) - (z_1 - z_3)(t_1 - t_2)\}}{(t_1 - t_2)(t_1 - t_3)(t_2 - t_3)}$$

となる。

3 点の位置と通過時刻を測定すれば，重力加速度が求まる。

2 方法

準備

コンピュータ，音声解析ソフト「音オシロ」，ピンジャック，クリップ付導線，太陽電池，レーザーポインタまたはレーザーモジュール，導線，ボール

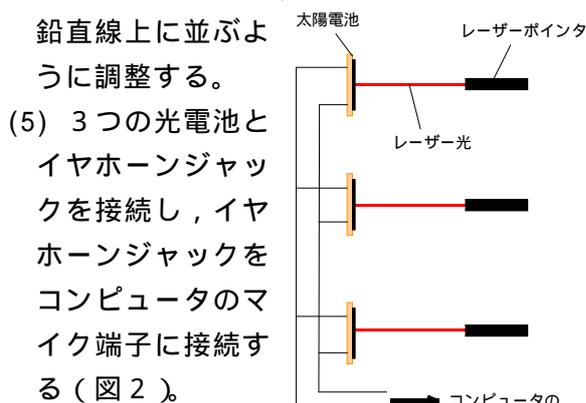
方法

- (1) スタンドの 3 か所に光電池を取り付ける。
- (2) 別のスタンドの 3 か所にレーザーポインタを取り付ける。
- (3) レーザーポインタのスイッチを入れ，3 つのレーザーポインタから出る光が，3 つの光電池にそれぞれ当たるように高さを合

わせる(図1)。図1ではスタンドの距離は40cm程度であるが、光線をより水平に近づけるため、スタンド同士は数m離れた方がよい。



- (4) おもりをつけた糸などを用いて、光電池に当たっている光の点が、鉛直線上に並ぶように調整する。



- (5) 3つの光電池とイヤホンジャックを接続し、イヤホンジャックをコンピュータのマイク端子に接続する(図2)。
- (6) 「音オシロ」を起動し、サンプリングレートを22.050kHzを選択する。
- (7) Xの最大値を60000以上に設定する。
- (8) 「グラフの設定・表示」ボタンを押した後、「入力開始」ボタンを押す。
- (9) 「音オシロ」のグラフの画面の「プロット開始」ボタンを押す。バーの色が赤くなったら、ボールを3つのレーザーポインタが出す光を遮るように落下させる。このとき、ボールを落とす位置は光電池になるべく近い位置とする。
- (10) 画面に波形が表示されるので、波形を拡大し、グラフの線の山あるいは谷の頂点のXの値を読みとる(図3)。
- (11) 方法11で求めたXの値の差を22050で割り、ボールがそれぞれのレーザー光を遮った時刻を求める。
- (12) レーザーポインタの光が光電池に当たっている光点どうしの高さの差を求める。
- (13) 式に測定値を代入し重力を求める。

図1 設定方法

図2 接続方法



図3 表示された波形

3 結果と考察

測定の結果、重力加速度は $9.54 \sim 9.77 \text{ m/s}^2$ の値を得た。誤差の原因として、レーザー光の高さの差の測定に問題があると考えられる。

レーザーポインタは5000円程度と高価であるが、500円程度のレーザーモジュールにつなげばレーザー光を得られる(図4)。インターネットの通販で入手できる。

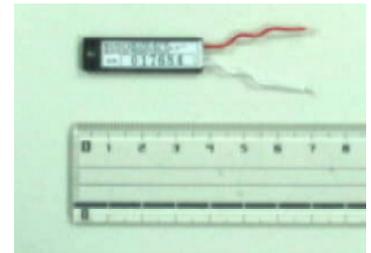


図4 レーザーモジュール

参考

音声解析ソフト「音オシロ」は、北海道札幌南高等学校教諭大久保政俊氏が開発したソフトウェアである。

参考文献

- 1) <http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/212butsuri-b/oscillo/oscillo.html>
- 2) 高橋尚紀 音声解析ソフトを用いた重力測定の開発 北海道立理科教センター研究紀要第18号 pp.31-34 2006
- 3) 坪井忠二 重力 pp.19-56 岩波全書 1979
- 4) 萩原幸男 地球重力論 pp.207-208 共立全書 1978
- 5) 藤井清・中込八郎 物理実験ハンドブック pp.34-35 講談社 1977

(たかはし ひさのり 物理研究室長)