

自然エネルギーの 活用にチャレンジ

バッテリーレスで芝生に埋め込むこともできる
ソーラ・ゴルフ・トレーナの製作

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

第 11 回

太陽電池は、手軽に入手できますが、いざ応用を考えると、意外に用途が限られます。その理由は天候に左右されることにあります。前回までは、この対策として、蓄電池に充電することで電力の需要と供給のバランスを取ってきました。しかし、蓄電池の寿命は電子機器の部品の寿命に比べて一般に短く、太陽電池応用機器にとってネックとなります。それでは、太陽電池だけで動くものを作れないでしょうか？

というわけで今回は、屋外での使用頻度が高い、ゴルフのスイング(素振り)練習機を、太陽電池だけを使って製作してみましょう(写真11-1)。

電磁誘導を利用して ヘッド・スピードを予測

● ゴルフ・ボールの飛距離はヘッド・スピードから予測できる

ゴルフ場のスタート点からホールまでの距離は50～500ヤード(1ヤード≒0.9144m)とさまざまです。したがって、スイング動作と飛距離の関係をつかんでおかないと、正確にホールにアプローチすることができません。

ゴルフ・クラブの初速度(ヘッド・スピード)と飛距

離には一定の関係があります。打ち出し角が45°のときに飛距離が最大になりますが、空気抵抗を考慮すると、これよりやや小さくなります。打ち出し角を45°とすれば、飛距離 L は、

$$L [\text{m}] = \frac{v_B^2}{g}$$



写真11-1 芝生に埋め込んだゴルフ・スイング・トレーナ

Keywords

太陽電池, ピックアップ・コイル, 電磁誘導, ピーク・ホールド, コンパレータ, マルチバイブレータ, ADM660, LM358, TL082, 74HC123A, LM339

v_B : ボールの初速度 [m/s],
 g : 重力加速度 (9.8m/s²)

となります。

図 11-1 に速度 31 m/s で打ち出したときの軌跡を示します。空気抵抗を考慮すると、飛距離は 60%ほどになりますが、ボールの初速度 v_B はヘッド・スピード v_H の 1.4 倍くらいはありますから、結局、概略の飛距離 L は、

$$L [\text{m}] = \frac{0.6 \times (1.4v_H)^2}{g} \doteq \frac{1.2v_H^2}{g}$$

と表せます。飛距離が、ヘッド・スピードの 2 乗に比例することに注意してください。

● ピックアップ・コイルを人工芝に埋め込む

ゴルフ・クラブに磁石を埋め込み、人工芝の裏側中央(ボール位置の真下)にピックアップ・コイルを設けて、電磁誘導の法則でクラブの速度を検出します。

ピックアップ・コイルは写真 11-2 のように、 ϕ 0.2~0.3 mm の銅線を、直径 32 mm の円形に 50 回巻いたものです。巻き枠は 35 mm フィルムの容器が適当です。周囲を糸で縛り、人工芝の裏側に糸でくくり

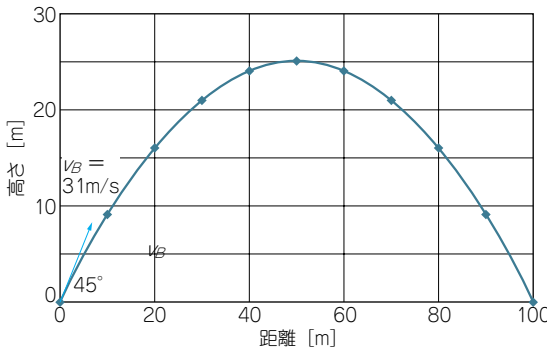


図 11-1 空気抵抗を無視した場合のゴルフ・ボールの飛跡

つけます。

● コイルの出力電圧は磁石の移動速度に比例する

ピックアップ・コイルの出力波形は、図 11-2 のようなもので、正と負のピークの間隔 T は磁石の直径に対応します。磁石の直径を d [m] とすれば、 $v_H = d/T$ となります。図 11-2 の場合、 $d = 0.018$ m、 $T = 1.72$ ms ですから、 $v_H = 10.5$ m/s となります。

磁石のスピードとコイルの誘起電圧は、図 11-3 のように比例関係となります。これは、磁束の時間的変化が、起電力に相当するという電磁誘導の法則にほかなりません。

以上の結果から、コイル誘起電圧を測定すれば、磁石の移動速度(つまりゴルフ・クラブの先端の速度)を求めることができます。

● ゴルフ・クラブに磁石を埋め込む

磁石をゴルフ・クラブ(ドライバー)に固定する方法は、いくつか考えられます。一つは、クリップでシャフトに固定する方法です。この場合、コイルとの距離が離れるので、誘起電圧が下がります。これはアンプで増

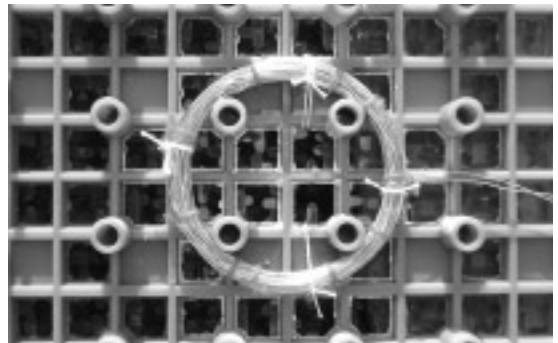


写真 11-2 人工芝の裏側にピックアップ・コイルを取り付ける

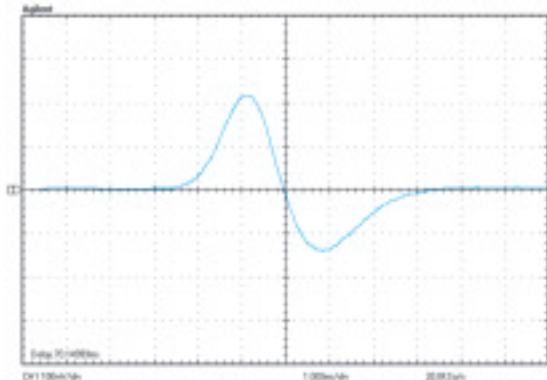


図 11-2 ピックアップ・コイルの出力波形($v_H = 10.5$ m/s, 間隔: 18 mm, 100 mV/div., 1 ms/div.)

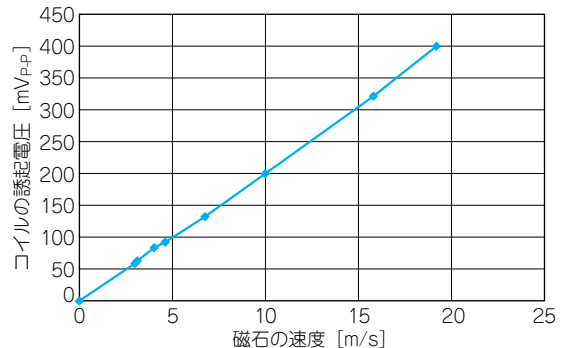


図 11-3 磁石の速度とコイルの誘起電圧の関係(巻き数: 50 ターン, 間隔: 15 mm)