

物理研究班通信

第 281 号

令和 7 年度 1 月例会 (R8.1.17)
村尾, 白川, 笠, 沢田, 小谷, 尾野田,
岡田友, 佐伯, 川田, 本田

※例会の様子をまとめた通信は、第 281 号より、発表者が要約かレジュメを提出する形式に変更しました。

共通テスト令和 6 年度再試験問題について <白川 達章>

手回し発電機で豆電球を 2 個つける時の、手応えの違いを実感させる際、使用する豆電球によってはその違いを感じることができないかと思ったが、高松一高でお借りしたもの (2.5V、0.3A) では、十分に感じることができた。経験がものをいう内容かと思うので、ぜひ生徒たちに行わせていただきたい。

下図参照

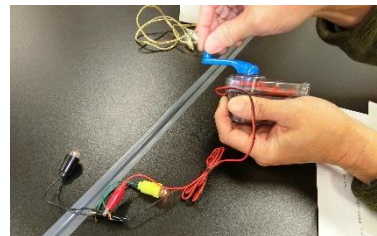


図 2 のように、同じ手回し発電機に、(i) 豆電球 1 個をつないだ場合と、(ii) 豆電球 2 個を並列につないだ場合とを比べる。(i)、(ii) ともに同じ速さでハンドルを回すと、

18	(i) 回路の抵抗値が小さい (ii) 回路の抵抗値が小さい (ii) 回路の抵抗値が大きい (i) 回路の抵抗値が大きい (ii)
----	--

の方がハンドル
の手ごたえが重かった。ただし、豆電球はすべて同じものである。

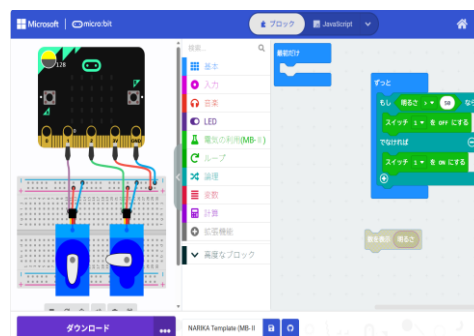
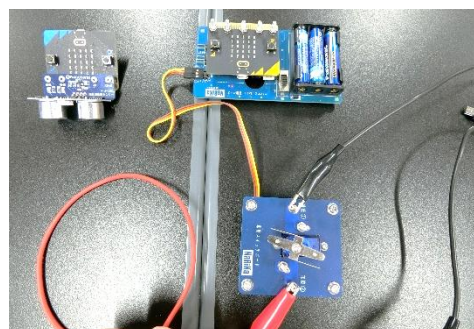
豆電球
手回し発電機
ハンドル
(i) (ii)

図 2

micro:bit を使ったプログラミング <佐伯 太郎>

micro:bit とは教育向けの小型マイコンで、web 上で作成したプログラムを USB 接続で書き込んで動作する。USB 給電または電池で動作する。「ボタン×2」「LED (光センサー兼用)」「スピーカー」「マイク」「加速度センサー」などの機能がありセンサー類やモーター類を接続して動作させることも可能で拡張性が高い。プログラムは、スクラッチのようにブロックの組み合わせで行うことができるため、視覚的にプログラミングに取り組むことができる。

本体の値段は 3000 円程度で、人感センサーやモーターなどが付いたナリカ「電気の利用プログラミング学習セット MB-II」が 20,000 円程度である。研究班では、光センサーを利用して暗くなったら自動で豆電球を点灯させるプログラムや、超音波センサーを利用して物体の運動 (位置、速度) を測定するプログラムを紹介した。物理の教材として活用するだけでなく情報や総合の授業などで活用できそう。



右図はプログラム画面

続々・非線形振動 <沢田 功>

普通のばね 2 本からなんと「変位 x の 3 乗に比例する復元力を持った非線形ばね」(通信 265 号 266 号) を作ることができます。その振動は $x-t$ 図が V 字型に似た等速運動のような特徴を持っていて、加速度までも単振動とは全く違います。4 次ポテンシャルだからこそその特徴を第 1 種不完全楕円積分の逆三角関数による級数展開で近似的に解析しました。この成果は旧ソ連の数学公式集「大槻義彦監修・室谷義昭訳『新数学公式集 I 初等関数』丸善 (1991) p113」のおかげ。変数の無限級数で普通に書ける関数を、「本質を吸い上げた無限級数の関数」で級数展開することがミソでした。無限級数を無限級数で展開して、第 1 項がよい近似になっていた、第 2 項を入れると破綻した。そんな計算はもう終了かな。

1. ハルバツハ配列の磁石—右図

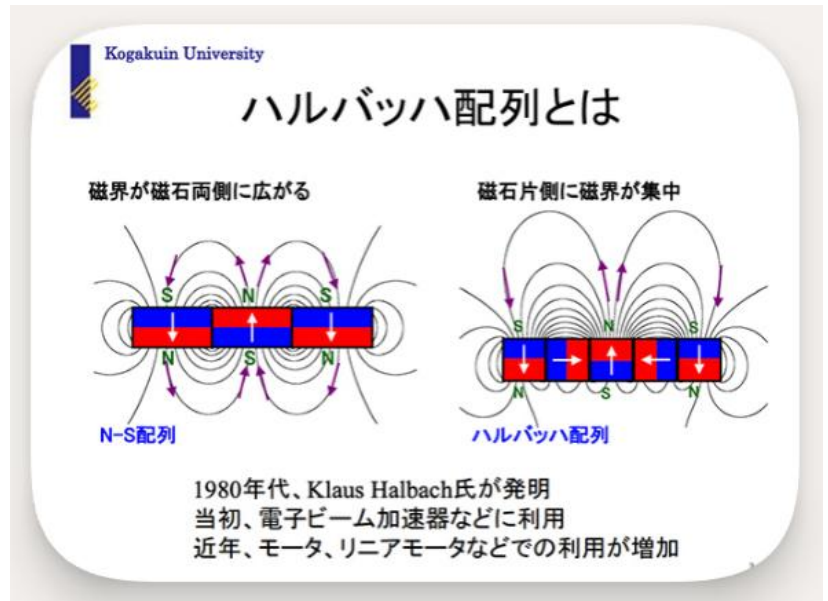
モーターでの使用例—左図の場合は下面に鉄板をつけて磁束を閉じる。右図の場合上面の磁場は強まり下面は弱まるので鉄板をつけなくてもよくて軽量化できる。

ハルバツハ配列磁石は物理教育通信 202 号の影森氏の論文(1cm 角の Nd 磁石使用)で初めて知った。

実験用に製作



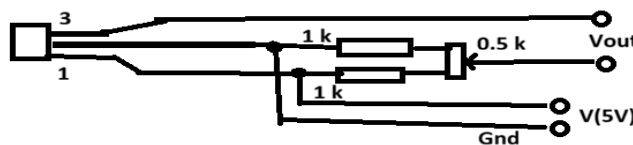
磁石を入れる木箱の製作→右図の配列で 5 mm 角の Nd 磁石を入れる。何回も試行錯誤して何とか製作できた。簡単にできる方法はないだろうか？



図のような磁場になっているかを確認するために磁束計を作製した。

2. 簡易磁束計の製作

ホール素子 A1324 (5mv/G)



USB 電源 (5V) を用いたので最大 2.5V (500Gauss) までしか測れず、磁石上面から離れた位置で 2.5V (500G) であった。一方下面では 0.1V (20G)程度で磁場が小さくなっていた。

3. 空気抵抗 (kv^2) のある放物運動

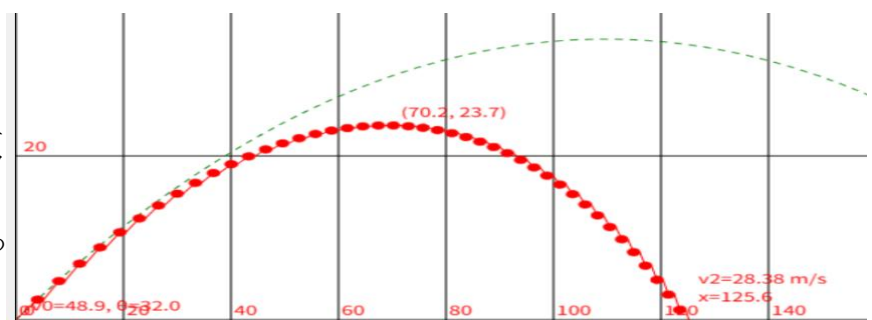
今年の注目は Physical AI とラピダスの 1.4nm 幅の半導体 Copilot に質問 : MLB で使用している硬式野球のボールの質量と断面積は？それを踏まえて 1 気圧の空气中でボールを投げた時、空気抵抗が kv^2 になるものとすれば k はいくらになるか。

AI の回答 : 質量 142-149g ($m=0.145\text{kg}$ とする)。直径 73mm-75mm ($d=0.074\text{m}$) 故に $A=0.0043\text{ m}^2$
 標準的な空気抵抗の式は $F=1/2 \rho C_d A v^2$: 抗力係数 $C_d=0.4$ (0.3-0.5 速度や回転で変わる)
 空気密度 $\rho=1.2\text{kg/m}^3$ とすると $k=1/2 \rho C_d A = 0.001\text{ kg/m}$ となる。

大谷 53 号 : $v=172.8\text{km/h}$ (48.0m/s), $\theta=33^\circ$,到達距離 123m をシミュレーションすると → $k=0.00073$

大谷 55 号 : $v=176.1\text{km/h}$ (48.9m/s), $\theta=32^\circ$ 、到達距離 125.5m の場合
 → $k=0.00072$ となる。

右図は AI が作成した放物運動のシミュレーションであるが大谷 55 号のデータを入れ、 $k=0.00072$ としたものである。実際にはボールの形状や風等の影響があると考えられる。



・着地点で空気抵抗の大きさは重さの何倍になっているか。 → 上図の着地点で $V_2=28.4\text{m/s}$ に減速しているので → $kv^2/mg = 0.00072 \times 28.4^2 / (0.145 \times 9.8) = 0.41$ 倍 故に落下の加速度は g の約 0.6 倍 (着地点では減速しているが、まだ大きな加速度で落下している)