

この実験では、音波の特性を調べます。

イントロダクション

おんさが振動すると、おんさの周辺の空気分子が振動し、圧力が通常よりも大きい領域(圧縮)と小さい領域(希薄)が生じます。このような圧力変化を、音センサーを使ってデジタル化することができます。この信号を電卓に転送すると、正弦曲線として画面に表示されます。周期 T など、音波の性質をその曲線から調べることができます。周期がわかれば、振動数 f は、次の式を利用して簡単に計算できます。

$$f = 1 / T$$

この実験では、音センサーを使って音のデータを収集します。そのデータを利用して、音響現象を調べます。

必要な装置

- ✓ CBL
- ✓ 接続ケーブルのついた電卓
- ✓ CBL DIN アダプターのついた Vernier 音センサー (MCA-U)
- ✓ おんさ
- ✓ ゴムのおんさ用ハンマー
- ✓ TI-GRAPH LINK (オプション)

プログラム

プログラム BEATS と SOUND を電卓にダウンロードして使用します。

装置の設定手順

図1にしたがって、次の手順で装置を接続します。

- ❶ CBLと電卓それぞれの底部にある入出力口を接続ケーブルでつなぎます。ケーブルの端をしっかりと押し込んでください。
- ❷ 音センサーを CBL の上側にあるチャンネル1 (CH1)に接続します。
- ❸ CBLと電卓の電源を入れます。

これで、CBLが電卓からの命令を受け取ることができます。

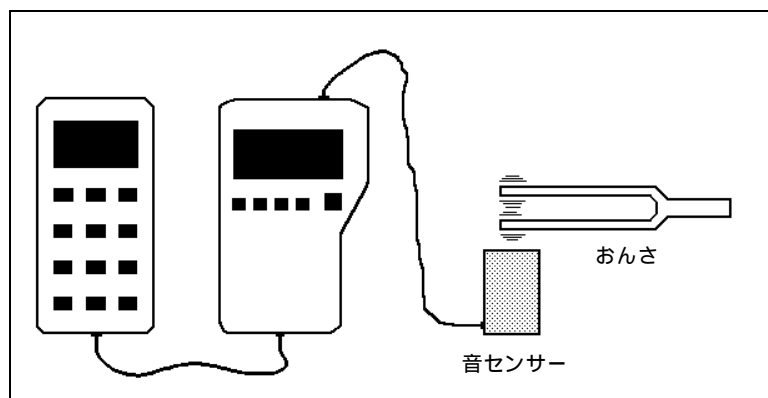


図 1 : 装置の設定

実験手順と分析 No. 1

音の実験

- ① CBL の電源が入っているかを確認してから，電卓でプログラム SOUND をスタートします。プログラムは実行を一時中断し，**[ENTER]** が押されるのを待ちます。
- ② 振動数 200Hz ~ 300Hz のおんさを1本選びます。
- ③ おんさをゴムのハンマーで叩いて振動させ，音センサーにできるだけ近づけます(おんさが音センサーに直接触れないようにします)。
- ④ おんさが音センサーに十分近づいたら，電卓の **[ENTER]** を押します。

図2と同じような圧力 - 時間のグラフが得られるはずです。グラフが正弦波にならない場合には，電卓で **[CLEAR]** **[ENTER]** と押してもう一度測定します。満足できる結果が得られたら，グラフを PIC 変数に格納します。あとで TI-GRAPH LINK を使って，印刷できます。圧力は L₅ に，時間(単位：秒)は L₂ に記録されます。

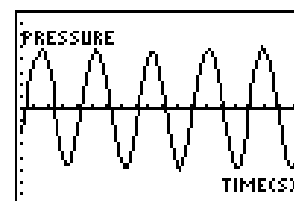


図 2 : 圧力 - 時間

- ⑤ **[TRACE]** を押して，圧力 - 時間のデータを表示します。周期 T を求めるには，数回の完全な振動に要する時間を読み取り，それを振動の回数で割ります。結果を実験ノートに記録してください。
- ⑥ イントロダクションで説明した公式と⑤で計算した周期とから，おんさによって生じた音波の振動数を計算してください。その値を f として，実験ノートに記入します。この結果を，おんさに書かれている振動数の値と比べてください。また，誤差(%)を計算してください。

- ⑦ [2nd] [DRAW] 3を押して、画面上に水平線を表示します。矢印キーを使って、その直線を上下に動かして、音波の山の部分に合わせます。そこに表示された y の値が、音波の振幅となります。その値を実験ノートに A として記録してください。
- ⑧ 実験で求めた振幅と振動数の値を、それぞれ変数 A と F に代入してください。さらに、変数 D を0に代入してください。
- ⑨ [=]を押して、カーソルを関数入力位置に置き、式 $Y = A \sin(2\pi F (X + D))$ を入力して、[GRAPH]を押します。表示されたグラフは、同じ画面上の圧力 - 時間のプロットに一致しますか。変数 D の値を変えると、グラフが垂直方向に平行移動するので、「Y=」のグラフと圧力 - 時間のプロットが完全に重なるまで試してください。結果の式を、 A, F, D の具体値を使って実験ノートに記録します。結果の画面イメージを PIC 変数に格納します。後で TI-GRAPH LINK を使って印刷できます。
- ⑩ 少なくとも2種類のおんさを使って、①～⑨の手順を繰り返します。実験結果や条件をすべて実験ノートに記録してください。

実験手順と分析 No. 2

うなりの実験

振動数がわずかに異なる2つの音を同時に鳴らすと、音の強さは周期的に変動します。この現象を「うなり」といいます。ここでは、2本のおんさを使った場合のうなりのパターンを調べます。

- ① CBLの電源が入っているかを確認してから、電卓でプログラム BEATS をスタートします。振動数の差が50Hz 以内のおんさ2本を選びます。画面に指示が表示されたら、2つのおんさの振動数を入力します。それによりプログラムは、データを収集するタイミングと WINDOW 変数の値を決定します。電卓の [ENTER] を押すまで、このプログラムは実行されません。
- ② ゴムのハンマーでおんさを叩き振動させてから、音センサーにできるだけ近づけます。
- ③ おんさが音センサーに十分近づいたら、電卓の [ENTER] を押します(測定者以外の生徒が [ENTER] を押すようにした方がやりやすいでしょう)。

図3と同じような、圧力 - 時間のグラフが得られるはずです。グラフが正弦波にならない場合には、電卓で [CLEAR] [ENTER] と押して、音をもう一度測定します。満足できる結果が得られたら、グラフを PIC 変数に格納します。あとで TI-GRAPH LINK を使って印刷できます。圧力は L_5 に、時間(単位: 秒)は L_2 に記録されます。

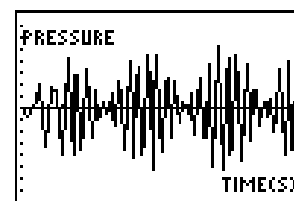


図 3 : 圧力 - 時間

- ④ [2nd] [DRAW] 4を押して、画面上に垂直な直線を表示します。矢印キーを使って、その直線を左右に動かします。1回のうなりの時間を計って、その値をうなりの周期 T_b として、実験ノートに記録してください。
- ⑤ イントロダクションで説明した公式 $f = 1/T$ と④で計算した周期とから、2つのおんさのうなりの振動数を計算してください。その値をうなりの振動数 f_b として、実験ノートに記録します。この結果を、おんさに書かれている振動数と比べてください。うなりの振動数と、2つのおんさの個別の振動数との間には、一般的にどんな関係が成り立つといえるでしょうか。
- ⑥ 少なくとも2組のおんさを使って、①～⑤の手順を2回ずつ繰り返します。関連する実験条件や結果をすべて実験ノートに記録してください。