

## 水流についてのトリチェリの法則

### ■ 内容

孔の空いた容器から水が流れ出すときの水面の高さの時間変化を測定する。実験結果を説明するための数学モデルをつくり、得られた理論的な予測と比較する。

### ■ 課題

円筒状の容器に水が入っている。容器の底近くに孔を開けて水を流出させるとき、水面の高さはどのような時間変化をするか？

水が流出し始めてからの時間  $t$  と水面の高さ  $y$  の関係を予想して、そのグラフの概形を描きなさい。



このように予想した理由は？

### ■ 実験

底に近い部分に小さな孔を開けた円筒状の容器に水を入れる。孔からの水の流出によって低下する水位の時間変化を測定する。

#### ✓ 準備

- コンピュータ (Capstone)
- データロガー (spark)
- 距離センサ
- メスシリンダー (直径 80mm、側面に空けた孔の直径は 4mm)

- シリコン栓
- ラボジャッキ
- 水槽

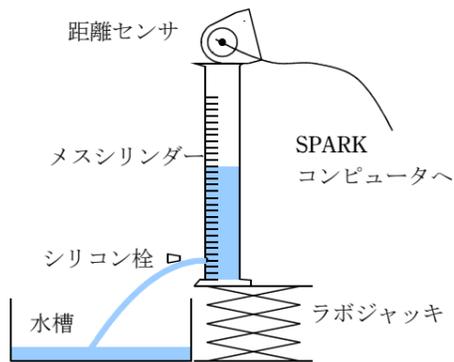
#### ✓ 実験手順

<実験装置のセッティング>

- (1) 図のように、水槽の近くにラボジャッキを設置し、その上にメスシリンダーをのせる。側面に空けられている孔から流出した水が水槽に溜まるようにメスシリンダーの向きを調整する。
- (2) メスシリンダーに空けた孔の高さまで水を入れる。
- (3) 距離センサを、パルス超音波の照射面を下に向けてメスシリンダーの真上に設置する。
- (4) 距離センサ、データロガー、コンピュータを接続して、水位計測用の Capstone ファイル「water.cap」を開く。

<水位の時間変化の測定>

- (5) 「water.cap」の画面左側にある「ハードウェアセットアップ」をクリックする。さらに、「今センサの値を 0 にする」をクリックしてこのときの水位を  $y = 0$  に設定する。
- (6) シリコン栓でメスシリンダー側面の穴をふさいでから、距離センサを濡らさないように 1400mL のラインまでに水を注ぐ。
- (7) 画面上の「Record」ボタンをシリコン栓を外すと同時にクリックして測定を開始する。(ボタンをクリックすると、自動的に測定が停止するように設定されている。)



#### ✓ 実験結果

実験から得られた時間  $t$  と水面の高さ  $y$  の関係を言葉で簡潔に説明しなさい。

### ■ 水流のモデル

数学を応用する — 微分方程式で数学モデルをつくる — ことによって、問題の答えを求めよう。

#### 1. 物理学的な考察

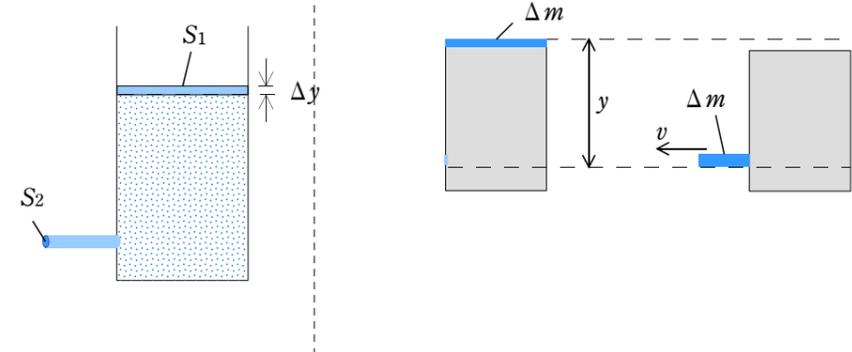
問題を解くための物理学上のアイデア (仮説や予想) は何か？

#### 2. 物理学から数学の問題への変換

見出した物理学のアイデアを数式で表す；微分方程式で表された数学モデルをつくる

✓

✓



#### 3. 数学的な考察

微分方程式を解く (初期条件:  $t = 0$  において  $y = y_0$ )

計算結果は実験結果と一致するか？一致しなければ、その原因は何だろうか、考察しなさい。