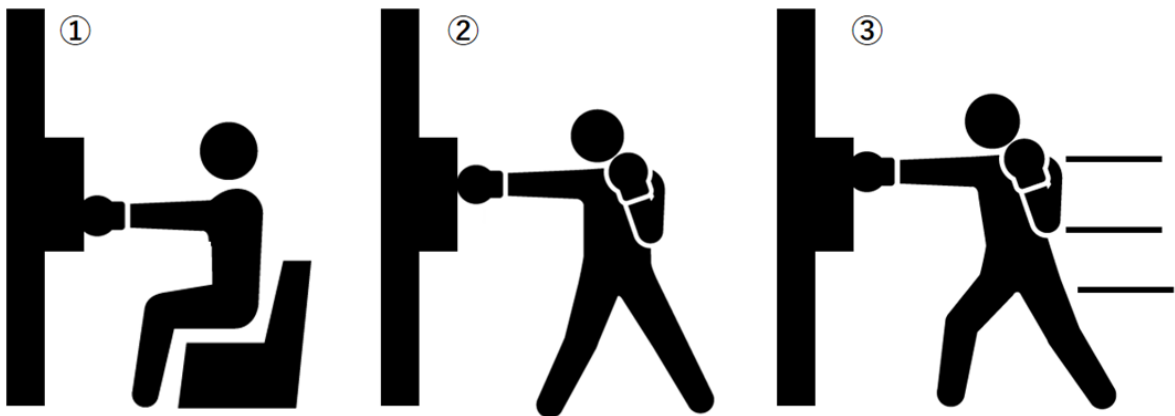


パンチ力の測定

組 番 氏名：

加速度センサとフォースプレートを活用したパンチ力の測定を行う。パンチ力の強弱は、①椅子に座ってパンチ、②直立してパンチ、③全身の勢いを使ってパンチ、④オリジナルのパンチ、の4種類で行う。測定できる物理量は加速度、力、時間である。



I. オリジナルのパンチを絵をかくてどのようなパンチを行うか説明してください。

 ④	【説明】
--	-------------

※ヒューマンピクトグラムの参考サイト

<https://pictogram2.com/>

II. 測定方法と理論モデルについて

以下、これまでに授業で扱った3つの物理法則を活用する

- ・運動方程式

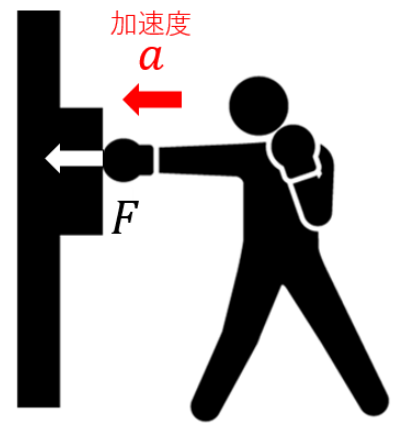
$$ma = F$$

- ・運動量の変化と力積の関係式

$$mv' - mv = F\Delta t$$

- ・運動エネルギーの変化と仕事の関係

$$\frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2 = Fx$$



まず、フォースプレートにパンチした瞬間の加速度の最大値 a_{MAX} と力の最大値 F_{MAX} を運動方程式に代入すると、パンチした際の拳の質量 m を求めることができる。この拳の質量 m は、パンチを行った姿勢や勢いによって、使っている体の部位が変化する。例えば、上体をひねってパンチをすると、上半身も使ったパンチとなるため重たい拳となる。

$$m = \frac{F_{\text{MAX}}}{a_{\text{MAX}}}$$

また、拳がフォースプレートに届くまでの加速度の時間変化のグラフをもとに、平均の速度 $\bar{v}$ をグラフの面積から求めることができる。また、力と時間変化のグラフをもとに、力積の大きさ $\bar{F}\Delta t$ をグラフの面積から求めることができる。ここで、運動方程式から導いた拳の質量 m と平均の速度 $\bar{v}$ よりパンチがフォースプレートにあたる前の運動量 $m\bar{v}$ を求めることができ、拳がフォースプレートに当たって静止するとすれば、力積 $\bar{F}\Delta t$ と

$$m\bar{v} = \bar{F}\Delta t$$

のような関係式となる。

さらに、運動エネルギーの変化と仕事の関係から平均の速度 $\bar{v}$ と平均の力 $\bar{F}$ とすると、

$$\frac{1}{2}m\bar{v}^2 = \bar{F}x$$

という関係式が導くことができ、 x を求めるとこのパンチで拳をおよそ何m打ち込むことができたか求めることができる。

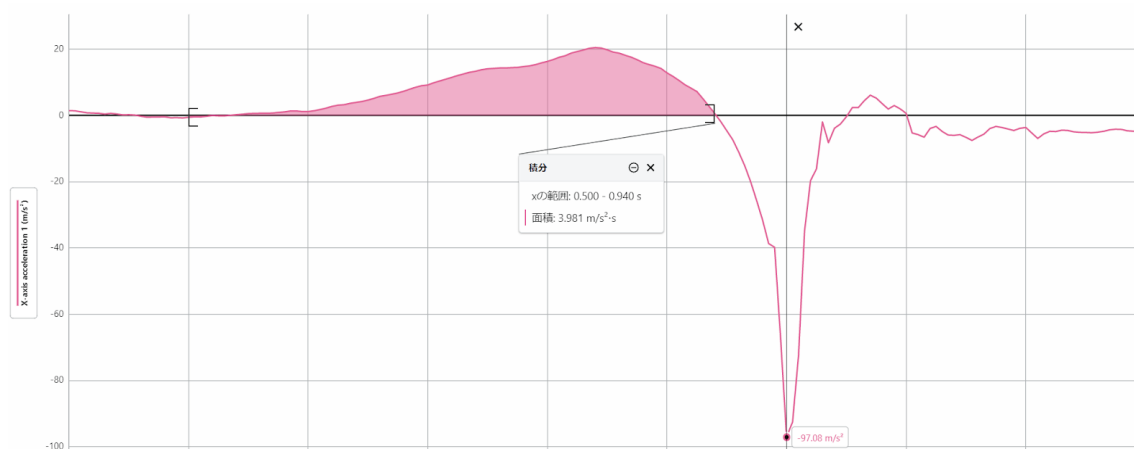
III. 測定手順

GoDirectセンサーの準備と測定

1. PCでVernier Graphical Analysisを立ち上げ、データ収集をクリックし、



- ・加速度センサ・・・【X軸加速度】のみ接続する。
 2. 加速度センサをx方向を横向き(水平方向)にし、画面右下から【X軸加速度】をクリックし【ゼロ化】をクリックする。
 3. 画面左下の【レート】をクリックして、50サンプル/sを200サンプル/sに変更し、【終了】を【手動】に切り替える。
 4. パンチを行う拳側の手首に加速度センサをテープ等で取り付け、【収集】を押してデータを取る。
 5. パンチした際の加速度の最大値をグラフから読み取る。
- ※加速度の値はプラスの最大値とマイナスの最大値、それぞれ2つずつ測定する。
6. 左下のを押して、【グラフオプション】から加速度がプラスの領域だけを表示し、さらに【積分】を押して平均の速度の値を読み取る。



フォースプレートの準備と測定

1. 物理室用のPCに接続されているフォースプレートを活用する。

※設定を変更しないように注意

2. パンチした際のデータを収集し、Fの最大値と平均値を読み取る。

※力の値が0に近いことを確認してから測定をすること。

※パンチ後に余計な値を取らないようすぐに測定終了を押すこと。

3. 画面左下のツールバーにあるΣボタンを押して領域を選択し、力積の値を読み取る。



実験で測定する物理量

加速度センサ	加速度+の最大値[m/s ²]
	加速度-の最大値[m/s ²]
	平均の速度[m/s]※加速度が+の領域
フォースプレート	力の最大値[N]
	力の平均値[N]
	力積[N・s]

※これらを①座って②直立して③勢いをつけて④オリジナルのそれぞれ4パターンで測定