



# 目次

## スポーツ科学One Pager

GoDirectセンサを使用した保健体育や部活動での活用例です。

※GoDirectセンサは、一人一台端末に対応したワイヤレスセンサシリーズです。  
無料のソフトウェアで測定、解析ができます。

### センサ活用MAP

#### スポーツ

- ボールの速度の測定 センサ：光ゲートセンサ
- 垂直跳び時の床反力の測定 センサ：フォースプレートセンサ
- 人間が走っている時の加速度の変化 センサ：加速度センサ
- パンチの加速度 センサ：加速度センサ
- 運動時のウェア内温度変化 センサ：温度センサ
- 素手とグリップ手袋のときの握力の違い センサ：握力センサ

#### 生理学

- 肺活量の測定 センサ：肺活量センサ
- 呼吸数の変化 センサ：呼吸ベルト（呼吸数センサ）
- 握力と筋電位の関係 センサ：心電図センサ、握力センサ
- 血圧の測定 センサ：血圧センサ
- 呼吸による酸素濃度の変化 センサ：酸素センサ

# スポーツ科学 センサMAP

私たちの体がどのように機能しているかをGoDirectのセンサを使って測定してみましょう

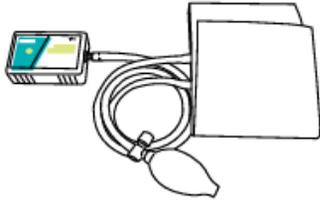


肺活量センサ  
呼気の肺活量を測定

酸素センサ  
酸素濃度測定



血圧センサ  
血圧を測定



心電図センサ  
心電図、筋電図を測定



呼吸ベルト  
呼吸数を測定



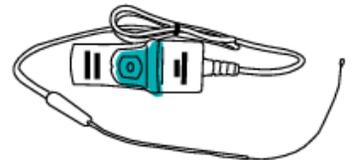
握力センサ  
握力を測定



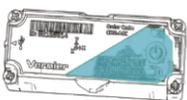
打診器 (ハンマー)  
カセンサを取付けて  
筋電図センサと合  
わせて活用



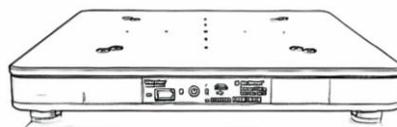
表面温度  
センサ  
体温を測定



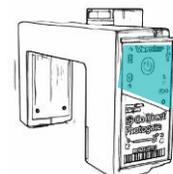
加速度センサ  
XYZの三軸加速度の測定



フォースプレートセンサ  
床反力を測定



光ゲートセンサ  
ゲートの通過速度を測定



# NaRiKa ボールの速度の測定

使用するセンサ：

E31-8200-07 ワイヤレス光ゲートセンサ GDX-VPG

その他実験器具：レーザー光源装置、ボール

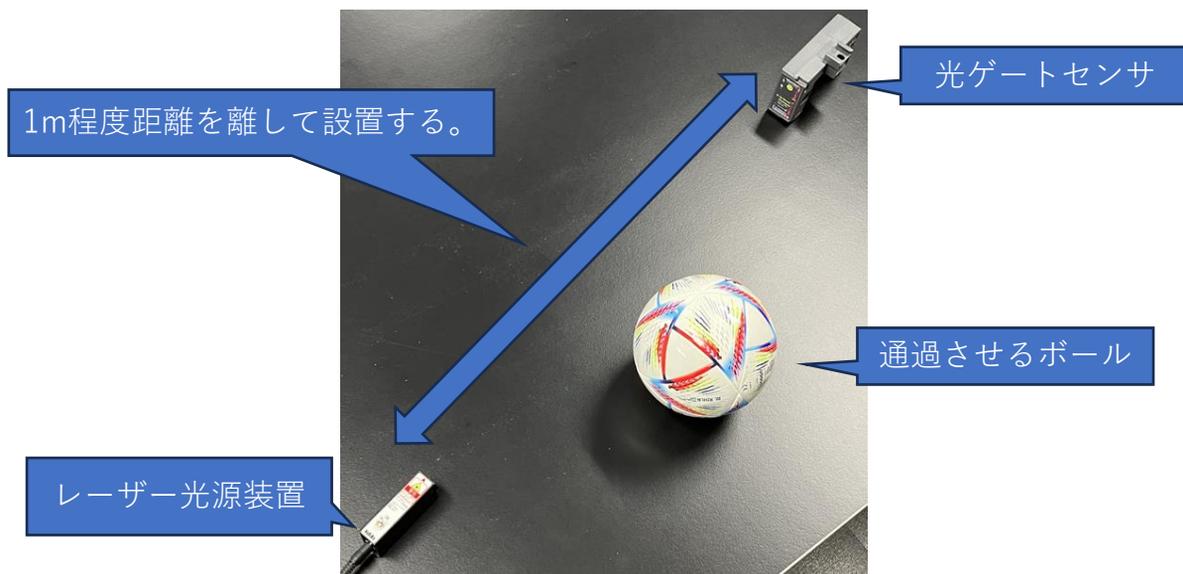


## 実験について

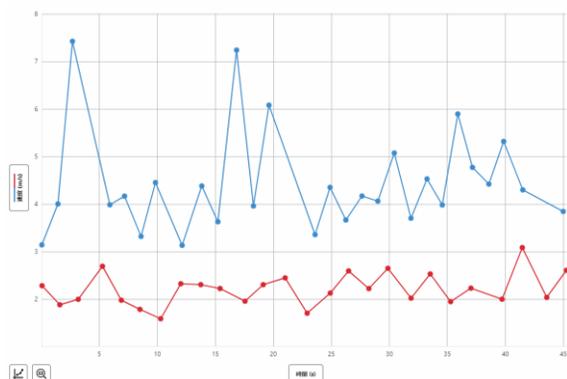
光ゲートセンサのゲートを通過するボールの速度を測定する。

## 実験内容

- ①光ゲートセンサとレーザー光源装置を距離(約1m)を取って設置する。
- ②レーザー光が光ゲートセンサのレーザーゲートに当たるように調整する。



- ③通過させるボールの直径を測定する。  
※レーザーゲートの高さがボール中心の高さと一致するように設置する。
- ④測定条件を以下のように設定する。  
センサチャンネル：レーザーゲート ゲート状態  
データ収集設定(モード):フォトゲートタイミング  
ゲートを通る速度→オブジェクト/フラグ幅を使用  
フラグ幅：③で測定したボールの直径[m]
- ⑤データ収集を開始する。
- ⑥ボールを通過させて速度を測定する。



[測定例]

往復するボールの速度の測定。

(サッカーボールでパス交換

上：速いパス回し

下：ゆっくりなパス回し)

※縦軸：ボールの速度

横軸：時間

点：ボールが通過した時

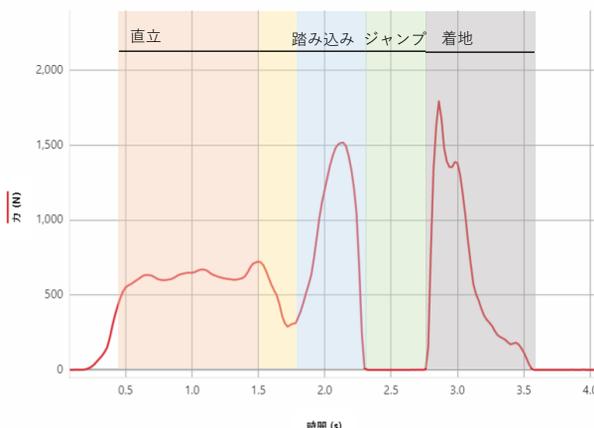
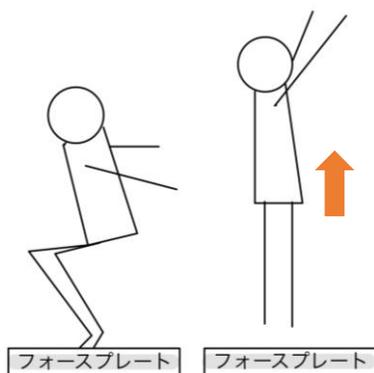


使用するセンサ：E31-8200-54 フォースプレートセンサ GDX-FP

実験について：腕の振りの動作によるジャンプの高さと床反力の関係をフォースプレートを使って調べてみよう。

## 実験の準備

- ①フォースプレートを地面に水平になるように置きます。
- ②フォースプレートの上で真上方向にジャンプし、フォースプレートにかかる力をグラフにします。



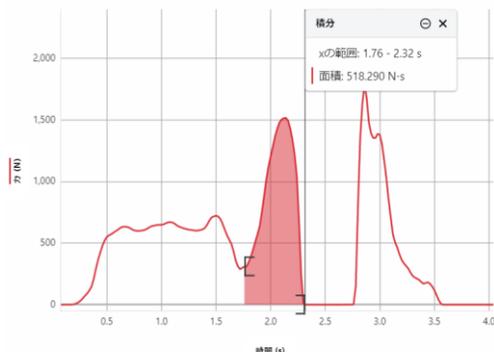
- ③腕の振り方を変えて測定し、ジャンプの高さと床反力の大きさについて、グラフから違いを比較します。

### 【センサの測定条件】

レート：50サンプル/秒 収集終了：10s

## 実験の結果

より高く跳ぶために床反力を大きくするためのフォーム以外にも、床反力の少ない着地の方法なども比較してみよう。  
腕を振らずにジャンプした場合と、腕を大きく振ってジャンプした場合を比較すると、ジャンプ前の床反力の力積が異なる。



●腕を振らないジャンプ (力積：518N・s)



●腕を大きく振ったジャンプ (力積：547N・s)

## 発展

より高く跳ぶために床反力を大きくするためのフォーム以外にも、床反力の少ない着地の方法なども比較してみよう。



使用するセンサ：

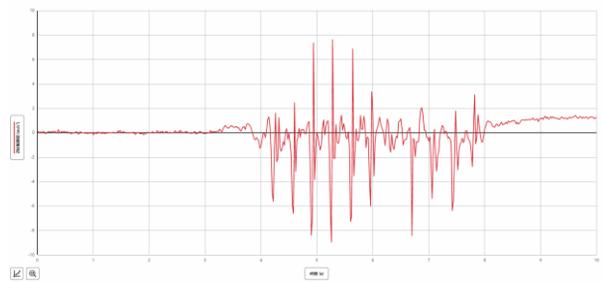
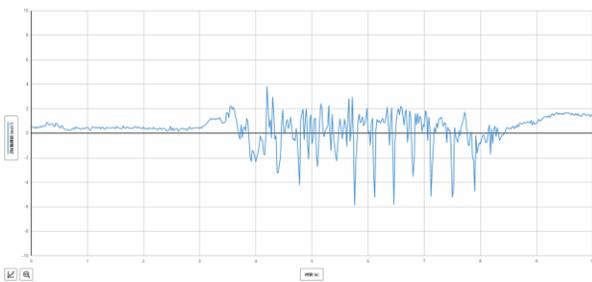
E31-8200-08ワイヤレス加速度センサ GDX-ACC

## 実験について

走るフォームによって加速度のグラフは変化するのか。またどのようなことがグラフから読み取れるか調べよう。

## 実験内容

- ① 加速度センサを胸のあたりにZ軸が進行方向になるようにしっかりとテープなどで固定する。
- ② 10m程度の距離を走行しその時の加速度の変化を測定する。
- ③ 同距離を同じぐらいの速度でフォームを変えて走行する。  
(例：競歩のフォーム[左のグラフ]、ジョギング[右のグラフ])
- ④ グラフからフォームによってどのような違いがあるか考える。



### 【センサ測定条件】

レート：50サンプル/秒 収集終了：10s

## スポーツとのつながり

歩行や走行時の様々なフォームの加速度の様子を知ることによって競技毎の適切なフォームについて考えることができる。

## もっと深く調べてみよう

### [応用実験]

上下左右の加速度についても調べてみよう。

基礎実験では運動の進行方向(Z軸)の加速度を読み取りました。では、上下の加速度、左右の加速度はどうなっているのでしょうか？

上下、左右の加速度は運動の進行方向に対しては無駄な動きと捉えられます。フォームを変えて上下左右の加速度についてもグラフを比較してみましょう。



使用するセンサ：

E31-8200-08 ワイヤレス加速度センサ GDX-ACC

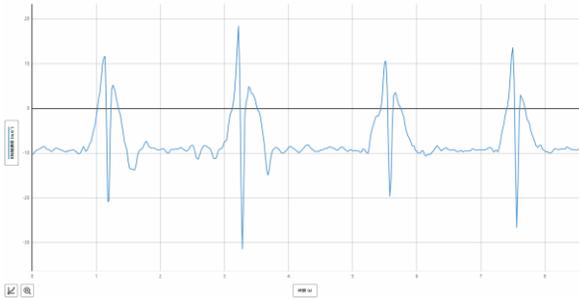
## 実験について

加速度のグラフを見ながらパンチをしてみよう。あなたはどのくらいの加速度が出せますか？

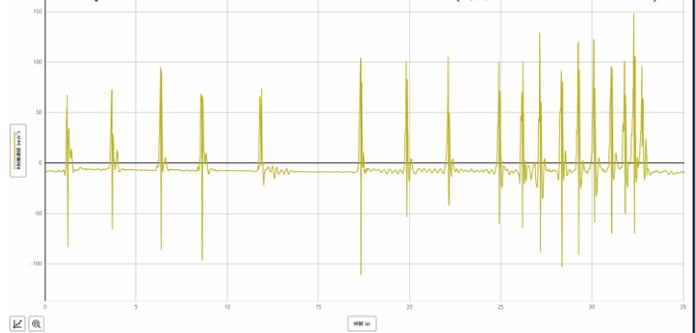
## 実験内容

- ① 加速度センサをアプリと接続します。
- ② 計測加速度センサを右手でにぎり、パンチの加速度を測定します。
- ③ まず、練習で軽いパンチ（ジャブ）を測ります。次に、速いスピードでのパンチ（ジャブー右ストレート）を測定します。
- ④ なるべく加速度が大きくなるようにグラフを見ながらトライ！

### ◆軽いパンチ（ジャブ）



### ◆スピードのあるパンチ（右ストレート）



【センサ測定条件】 レート：50サンプル/秒 収集終了：手動

## もっと鍛える！

加速度も質量も大きければ大きいほど、力が大きくなります（ $m\vec{a} = \vec{F}$ ）。パンチの威力をあげるためには、パンチの加速度をあげることに加え、おもりを持った状態での加速度増加を目指してみよう！



## スポーツとのつながり

ボクシングの試合では、階級ごとにグローブの重さが決められており、試合前には、グローブチェックが行われます。体重が重い方がパンチの威力が大きいため、（安全のため）より重いグローブを使用します。

# 運動時のウェア内温度変化



使用するセンサ：E31-8200-16 ワイヤレス温度センサ GDX-TMP

## 実験概要

運動時のウェアは、体温を調節するうえで非常に重要である。特に冬場での運動の際は、体を冷やしすぎずに放熱を効率よく行う必要がある。本テーマは、運動時におけるウェア内の温度について注目し、ウェアの重ね方や素材によってどのような違いがあるのかなどをワイヤレス温度センサをウェア内にセットして測定し、探究を行う。

## 実験内容

運動時のウェア内の変化を測定します。測定のために端末を一緒にもって運動する必要がある点ご注意ください。

### 事前準備

ウェア内のどの部分で測定するかを決めてワイヤレス温度センサが落下しないように固定してください。また、汗が付着しそうな場合は、本体部分をビニール袋などに入れて防水してください。

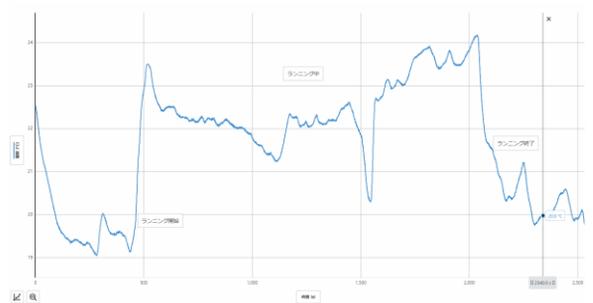
### 測定(例：ランニング)

- ①測定前に外気温を測定してください。
- ②運動と同時に測定を開始します。
- ③一定時間の運動後に運動をやめ、しばらくしてから測定を終了します。
- ④データを確認してください。



## 測定結果

ウェア内の温度は、ウェアとの密着度にもよるが外気温より少し高め温度となっており、運動時に少し温度が上昇する程度となっていることがわかる。これは、体温→ウェア内→外気へと熱が段階的に放熱されているためであり、ウェア内の温度が体温に近づくと内部に熱がたまってしまっていることを表す。快適な体感温度での運動は、ウェア内の温度をどうコントロールするかがポイントになる。



## 発展

運動時のウェア内の温度が素材や重ね方、外気温によってどのように変化するかを調べることで、運動時の適切なウェア選択の良いヒントとなります。様々な条件での測定データを測定し、探究的に快適なウェアの条件を調べてみましょう。



使用するセンサ：E31-8200-53 握力センサ GDX-HD



実験について：素手とグリップ手袋のときの握力を計測する

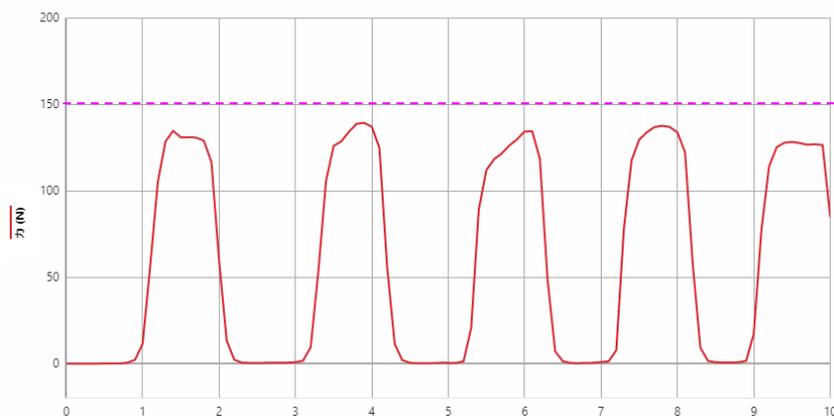
## 実験の準備

- ①手にあったサイズのグリップ付き手袋を用意する。
- ②グリップ付き手袋と素手のときの握力を計測する。

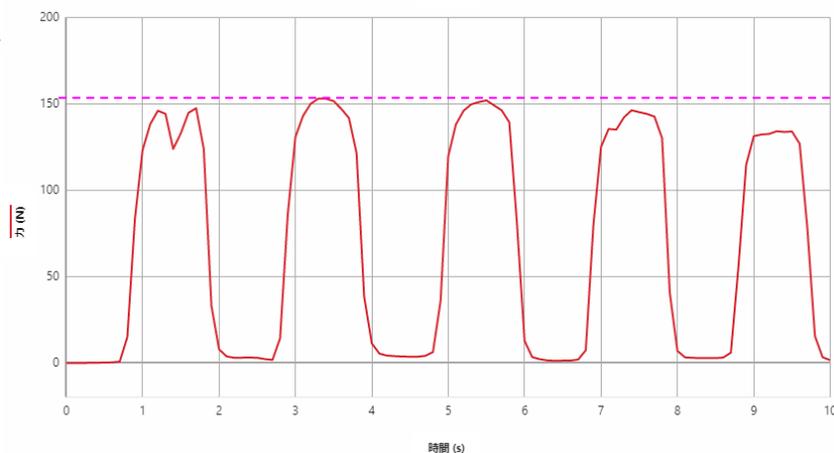


## 実験結果の例 測定条件：10サンプル/秒、10秒

素手するとき



グリップ付き手袋するとき



## スポーツとのつながり

### 【手袋の装着】

手の保護と共に、握る力・掴む力を高めて滑りを防ぎます。



# 肺活量を測ってみよう



使用するセンサ：

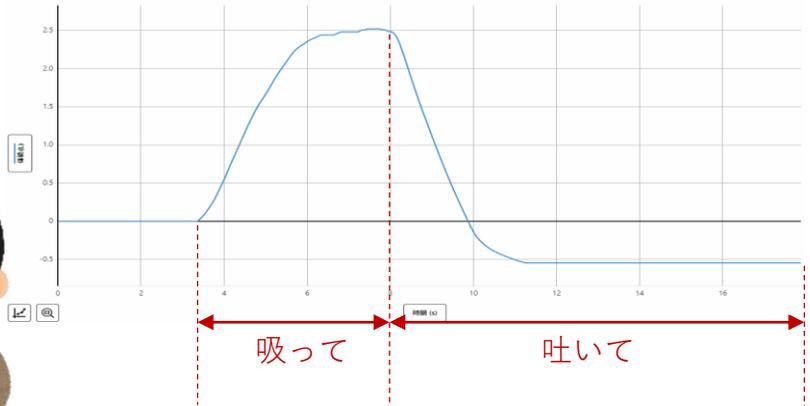
E31-8200-29 ワイヤレス肺活量センサ GDX-SPR

## 実験について

肺活量を実際に測ってみよう

## 実験内容

- ① 肺活量センサにフィルターとマウスピースを取り付けます。
- ② ノーズクリップを鼻につけ、センサを片手に持ち、机に肘をついた状態で垂直にマウスピースをくわえます。
- ③ できるだけたくさんの空気を吸い込み、すべて息を吐ききります。
- ④ グラフから肺活量を読み取ります。



【センサ測定条件】

レート：50サンプル/秒 収集終了：30s

## スポーツとのつながり

水泳、長距離走、サッカー、バスケットボール等、持久力を必要とするスポーツでは特に、疲れにくさ（スタミナ・心肺持久力）が重要です。

肺活量が大きくなれば、酸素を一度に多く取り込むことができます。

（また、心拍数が少ないほど、心臓が一度の収縮で多くの血液で酸素を体内に運搬することができます。）

トレーニングに

「最大酸素摂取量の50%の強度の運動」を取り入れ、肺活量アップを目指そう！  
トレーニング後にも肺活量を測ってみよう。



使用するセンサ：E31-8200-55 呼吸ベルト GDX-RB



実験について：各運動時の呼吸数を比較する

## 実験の準備

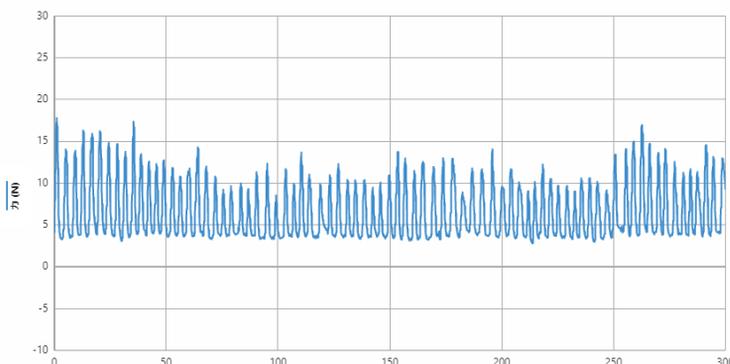
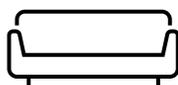
- ①胸部または腹部にベルトを装着。  
(服の上から装着OK)
- ②センサが体の正面に来るようにする。
- ③センサ端にあるLEDランプでベルトの締め付け具合を確認する。  
点灯しない：ベルトを締めてください  
緑色に点灯：締め付けは適切です  
赤色に点灯：締め付けが強すぎます
- ④様々な運動を行い計測する。



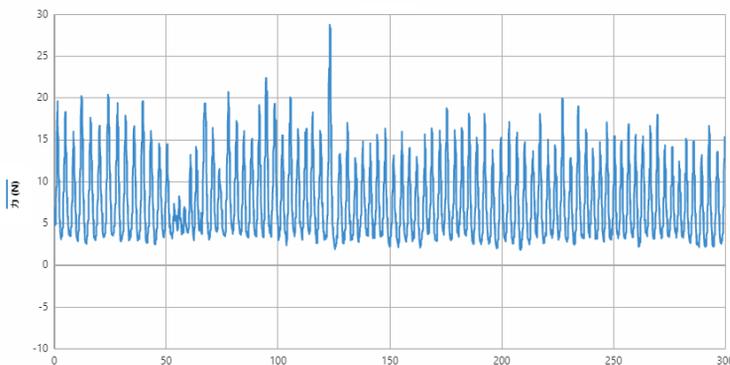
LEDランプ▶

## 実験結果の例 測定条件：10サンプル/秒、300秒

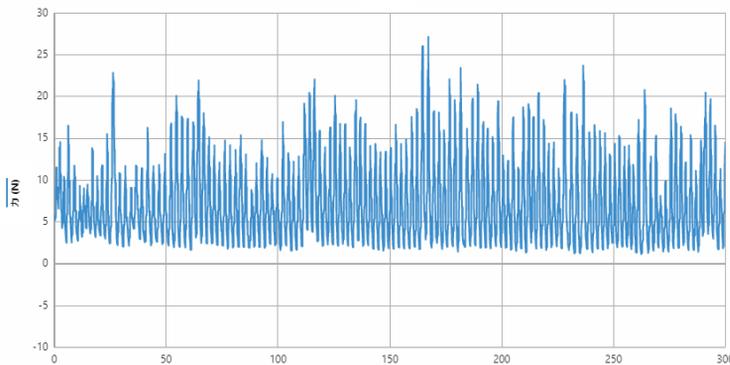
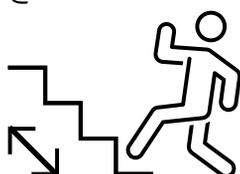
座っているとき



歩いているとき



踏み台昇降運動  
しているとき

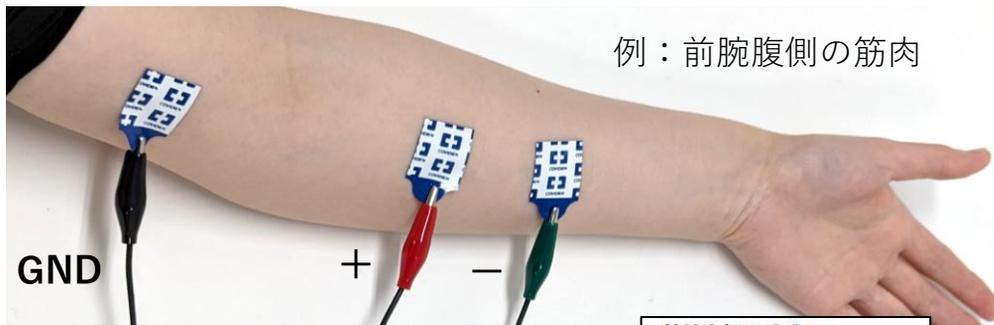


使用するセンサ：E31-8200-28 EKG（心電図）センサ GDX-EKG

実験について：握力センサを握ったときの筋電位を計測する

## 実験の準備

- ①腕の皮膚に直接電極シートを貼り付ける。
- ②緑と赤のリード線を対象の筋肉の電極シートに取り付ける。  
黒のリード線は脇に近い位置に取り付ける。

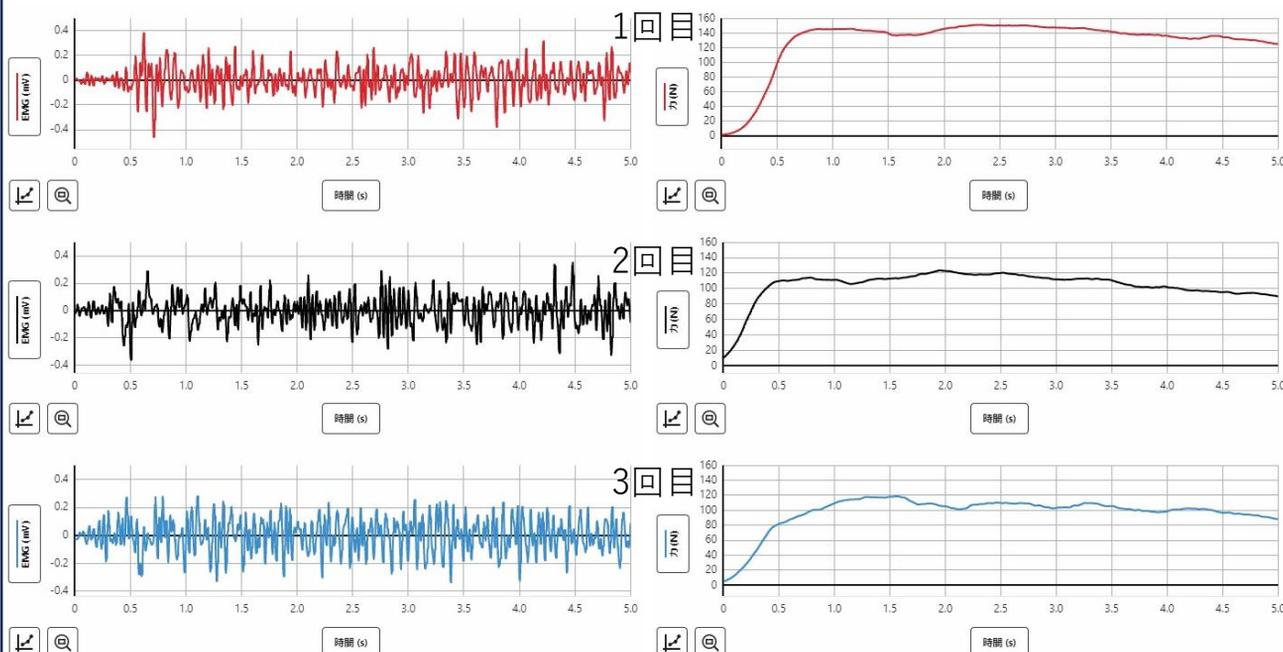


- ③測定モード「EMG」を選択する。
- ④握力センサを握ったときの筋電位を計測する。



## 実験結果の例

測定条件：200サンプル/秒、握力センサを強く握ったまま5秒キープ  
筋電位は生じていますが、握力は次第に下がっています。



## 調べてみよう

- ・測定時間をもっと長くするとどうなる？
- ・日頃から握力を鍛えている人のグラフは？

# 血圧の測定

使用するセンサ：E31-8200-30 ワイヤレス血圧センサ GDX-BP

血圧とは心臓から送り出された血液が血管の内側を押し出す力（圧力）の事を言います。心臓の動きによって最高血圧と最低血圧が決まり、その値を測定することが一般的な血圧測定といわれています。また、血圧を決める要因としては、下記があります。

- ・心拍量（振動が一回の拍動で血液を送り出す量）
- ・末梢血管抵抗（末梢血管に血液が流れ込む際に受ける抵抗）
- ・循環血液量（循環血液量が多いと血圧アップ）
- ・血液の粘着度（血液中の固形成分の割合）
- ・大動脈の弾力



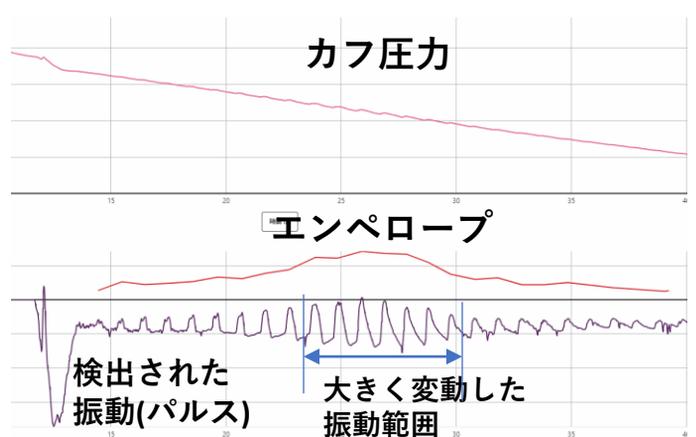
一般的に運動時は、一時的に血圧が上がり、運動をした後は下がっていきます。

## 血圧の測定はどう行うのか

一般的に血圧の測定は、カフ（腕帯）で上腕の動脈を圧迫し、続いて減圧したときに生じる血管音（コロトコフ音）を聴診器で聴き取りながら血圧を測定するコロトコフ法が用いられている。また、近年では、コロトコフ音を聞くのではなく血管壁に生じる振動を捉えて測定するオシロメトリック法がよく利用されている。オシロメトリック法は、脈波を捉えてながらカフの圧力を上げてその後下げていくと脈波が急激に大きくなるどころ（最高血圧）と変化がなくなるときを捉えることができる。

## センサでの血圧の測定

血圧センサで実際に血圧を測定する原理を確認してみましょう。血圧センサでは、カフ圧力、振動、心拍数などを捉えることができます。実際に最大、最小の血圧を求めるには、オシロメトリック法での振動が急激に大きくなる点と小さくなる点を判断する必要があります。この判断用にエンペロープ（パルスのピークからピークまでの振幅の値）を利用して判断していきます。



### 測定手順

- ①カフを（腕帯）上腕にセットした測定を開始します。グラフは、カフ圧力、振動、エンペロープを表示します。
- ②収集を開始し、ポンプを繰り返し握りカフ圧が150～170mmHg程度になるまで圧力をかけていきます。
- ③ポンプを置いて、徐々に圧力が下がるまで測定を行います。
- ④血圧の結果を判断してください。

## 血圧と運動の関係性

最高血圧と最低血圧の値は、健康面の指標などによく使用されているが、運動時の血圧変動や継続的に運動するとどのような効果があるかなど血圧センサを利用して調べてみましょう。

# 呼吸による酸素濃度の変化



使用するセンサ：E31-8200-25 ワイヤレス酸素センサ(Air) GDX-O2

空気中の酸素濃度は、約21%。人間が呼吸により吸った後の空気の酸素濃度はどのように変化しているのだろうか。呼吸による酸素濃度の変化を酸素センサを使用して測定する。

## 実験内容

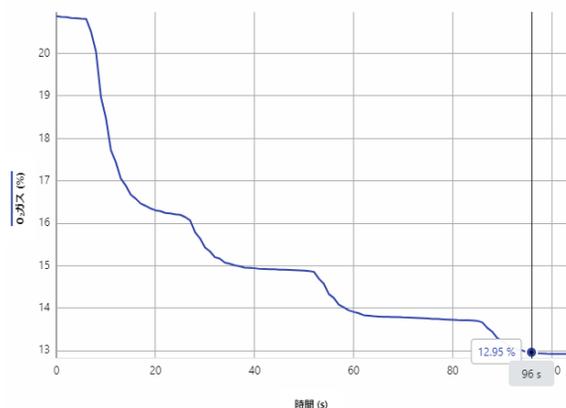
呼吸による酸素濃度の変化をセンサを用いて測定する。

- ①ビニール袋を用意し、空気です事前に膨らませておく。
  - ②端末と接続済みの酸素センサをビニール袋内に入れて、測定を開始する。
  - ③ビニール袋内の空気が漏れないようにしっかりと持ちながら内部の空気を使って呼吸を繰り返す。その際に外部の空気が入らないように鼻をふさいだ状態で行うようにする。
  - ④3回ほど繰り返して酸素濃度の変化を確認する。
- ※過度に繰り返さないように注意する。



## 測定結果

呼吸により酸素濃度がどのように変化するのか測定を行った。呼吸するたびに酸素濃度は減少するが、同じ空気を呼吸しても0%になることはなく13%程度までしか低下しないことがわかる。また、一度の呼吸でも体内に取り入れられる酸素は4%程度。体内に取り入れられる酸素は一度の呼吸ではまだ多くの酸素を吐き出していることがグラフを通じてわかる。



人間は呼吸によって、酸素を取り込み、二酸化炭素を排出している。その際に、多少の個人差はあるが、取り入れられる酸素は空気中の21%の酸素から一度に3~4%となっている。それが運動時は変化するのか、環境によって変わるのかなどの測定を行っていきましょう。高地では、酸素濃度は変わらないが気圧の違いで取り込める酸素の量が少なくなっている。この際の酸素濃度の変化がどうなっているかなど探究していきましょう。

