

製作

全体構成

装置全体の構成図を以下に示す。

マスク

呼気収集マスク

呼気収集マスクには、仰木研究室内で以前に製作されたマスクを使用した。このマスクは、アクリル板を組み合わせて

逆止弁

呼気を正確に収集するために、呼吸代謝測定装置のマスクの吸気・呼気部分には逆流防止弁を取り付ける必要がある。

換気量 V_E

計測方式

換気量 V_E

気体の流量を計測するための流量計の原理としては、差圧流量計と超音波流量計、タービン流量計などがある。差圧

今回使用した流量計は YF-S201 という名称で販売されているもので、流路に対してタービンの軸が垂直に取り付けら

[H]

タービン式水流計の流量関係式の算出

仕様によれば、YF-S201 は水流 1L あたりに 450 個の矩形波を出力する。これは水流が流れる時の値なので、空気の流

[h]

[width=8cm]fig/flowsensor_calibrate.png

図は実験の全景である。空気の量を正確に測りとれるシリンジを流量計の入り口に接続し、一定量の空気を送り込んだ

[H]

[width=8cm]fig/syringe_one

今回使用した流量計はタービン軸の回転の滑らかさが重力に影響されやすいことが予備実験から分かった。そこで、

ミキシングチャンバー方式で換気量を測定するため、マスクの呼気方向にのみ解放される弁の先に取り付けた流量計で

今回はマイコンなどに接続する水量計として安価に市販されているタービン流量計を流量計に用いた。YF-S201 とい

呼気のような微小な気体の流量を測定するための流量計には、差圧流量計、超音波流量計、タービン流量計などが用い

差圧流量計は、流路内に絞リ機構を設置し、その前後に設置した圧力計から得られる圧力差から流量を測定する方式で

既存の呼吸代謝測定装置の流量計には主に先述の三方式が用いられるが、今回は水流センサーとして汎用的に安価に

信号処理

数値計算に必要な換気量は 1 分値であるので、タービンの回転数の計測時間を長くすることによって誤差を減らすため

呼気の採集

呼気収集の方法

呼気の収集方法には、ダグラスバッグ法、ミキシングチャンバー法、プレスバイプレス法などがある。それぞれ換気量

[H]

ダグラスバッグ法は、呼気ガスをダグラスバッグ (Douglas Bag) と呼ばれる大型のバッグに収集する方法である。こ

ミキシングチャンバー法は、呼気ガスをミキシングチャンバーと呼ばれる混合気室に貯める方法である。ミキシングチ

上記の方法において、呼気の収集中に流量の測定を行わないダグラスバッグ法に対し、ミキシングチャンバー法とプレ

呼気酸素濃度の計測

空気亜鉛電池式センサー

今回は株式会社ピーバンドットコムから発売されている「実習用酸素センサキット A-5S」(以下「A-5S」)を酸素セン

従来、呼吸代謝測定装置の酸素センサーにはガルバニ電池式センサーが多くの場合で使われてきた。この方式は高精度

信号処理

A-5S が出力する電圧は酸素濃度 21%時に 21mV と非常に微弱である。この電圧を今回使用したマイコン、M5Core2

A-5S が出力する電圧をオペアンプで増幅し、M5Stack Core2 の AD コンバーターで読み取ったところ、周期的にスパ

(回路図)

呼気二酸化炭素の計測

呼気二酸化炭素濃度は運動負荷によって変化し、安静時の約 1%から高強度運動時には 9%まで変化するという [?]. そ

ところが、1 万円程度以下で入手可能な市販の二酸化炭素濃度センサーは、測定範囲が 0-5000ppm (0-0.5%) のものが

SCD30 は NDIR 方式 (非分散型赤外線吸収方式) を用いて二酸化炭素の濃度を測定する。NDIR 方式は、それぞれの

呼気を収集するミキシングチャンバー内は円筒形をしているため、酸素センサー A-5S と SCD30 を安定して設置でき

気温・大気圧の計測

STPD 係数の算出に必要な気温・気圧は、BOSCH の温湿度・気圧センサー BME280 を搭載した市販のセンサーモジ

センサーモジュールは M5Stack Core2 が発する熱の影響を受けないように本体筐体の外側に設置した図。

データの記録

計算用マイコン

プログラム