

● 加速度と消費エネルギーの関係

第5回では加速度センサが歩数計や活動エネルギー計として用いられていることを紹介しました。活動エネルギーとは分かりやすく言えばカロリーです。つまり活動によって消費したカロリのことです。ヒトが身体活動で消費する総消費エネルギー[kcal]は、以下の4つの合計で表されます。

1. 安静時代謝エネルギー
2. 食事誘発性熱産生
3. 移動のために消費するエネルギー
4. 関節消費エネルギー

1は座位で測ります。ヒトが生きていくために最低限必要な基礎代謝のおよそ1.2倍とされています。

2は食事をすると栄養物の吸収過程でエネルギーを消費する分です。

3と4を加速度センサで捉えようというのが前号(2017年8月号)で紹介した活動量計です。歩行と走行では明瞭に波形パターンが変わり、振幅も変わるのので、それを利用しています。

● 活動量計はセンサのオンパレード

では、「一から活動量計を作る」場合に、予測したい「消費した全エネルギー(上記1～4含む)」はどうやって測るのでしょうか。

写真1は筆者が自分自身の安静時代謝エネルギーを測っているところです。マスクを付けて吐いた息、呼

気ガスをバッグに貯めています。使っているのはアルコシステム製のポータブル・ガス・モニタ AR-10です(写真2)。

教科書的には大気中の酸素と二酸化炭素の濃度は20.93%と0.03%ですが、これが吐き出されるときには、酸素濃度は下がって代わりに二酸化炭素濃度が高くなります。このときの濃度(濃度差)と、呼気の体積/温度/湿度の5つを測定することで、体内で消費された酸素量が計算によって求められます。

酸素1リットルが燃焼すると約5kcalの熱量が生じることを利用しています。体積の測定には差圧計を使ったニューモタコ式の流量計による積分値が用いられています。

筆者の知る限り、生体計測において、この総消費エネルギーの測定が、最も多様なセンサを同時に用います。写真2のAR-10にもO₂センサ、CO₂センサ、圧力センサ、流速センサ、温度センサ、湿度センサが搭載されています。

圧力センサは差圧式です。流路の圧力差と流速から呼気の体積を算出します。さらに運動するヒトの側には、加速度センサなどの慣性センサを腰や腕に装着しながら計測する訳ですから、活動量計はまさにセンサのオンパレードです。消費するカロリーを知るだけなのに、これだけの種類のセンサが必要とされることはあまり知られていません。

おおぎ・ゆうじ



写真1 安静時代謝を測定する筆者
水泳を想定して水着なのです



写真2 安静時代謝エネルギー測定器にはO₂/CO₂/圧力/温度/湿度センサが搭載されている
ポータブル・ガス・モニタ AR-10 Type4。(有)アルコシステム