

# CPX で得られる指標について

図 1

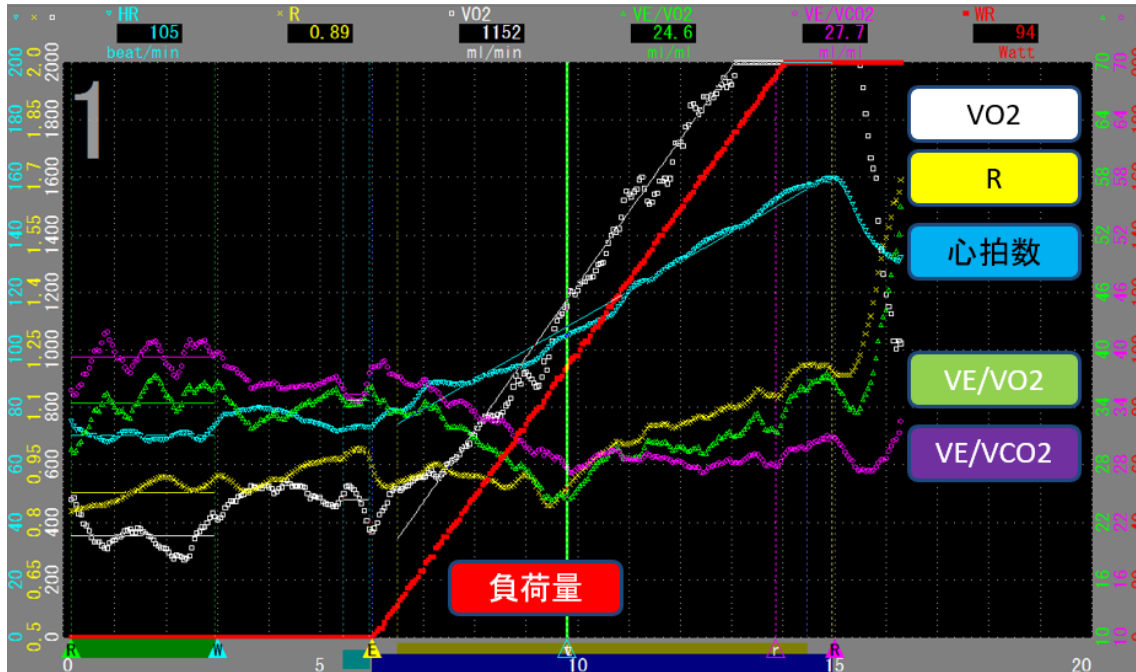


図 2

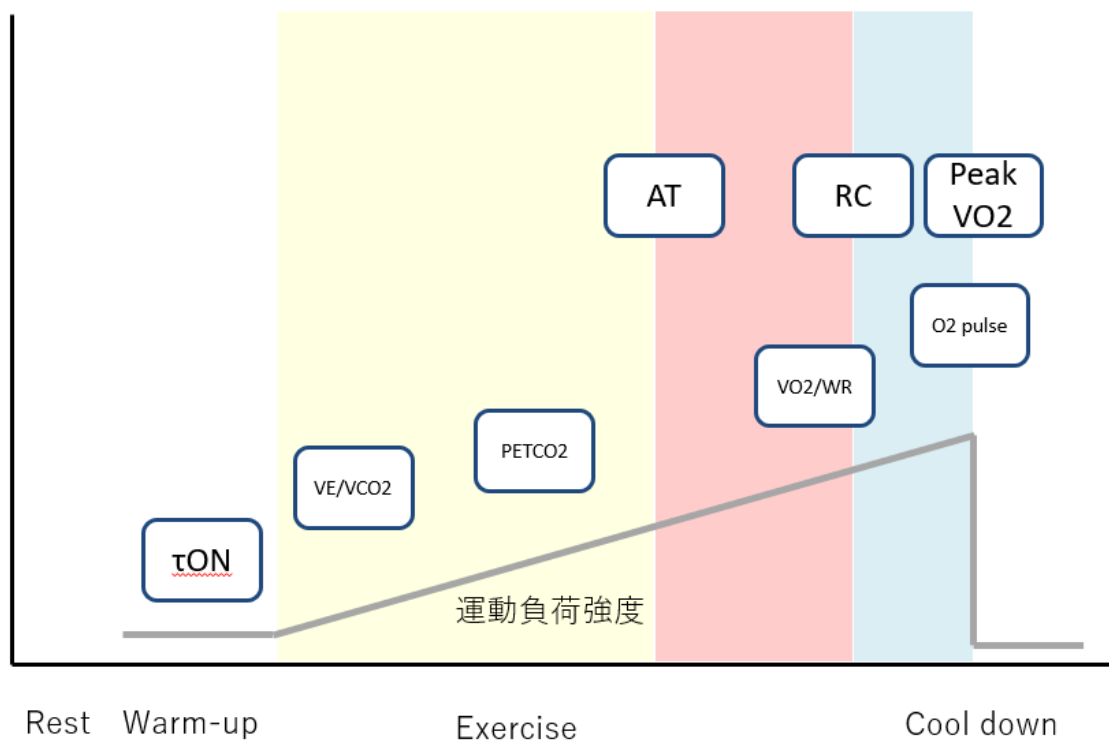


図 1 のような結果から図 2 の指標を解析によって算出していきます。

## AT（嫌気性代謝閾値）

運動量が増加していくときに、「有酸素的エネルギー産生に無酸素的代謝によるエネルギー産生が加わるときの運動強度」を嫌気性代謝閾値（AT）といいます。  
運動負荷強度と体の中で起こるエネルギー産出を見ていくと

軽負荷～AT までの間だと

図 1

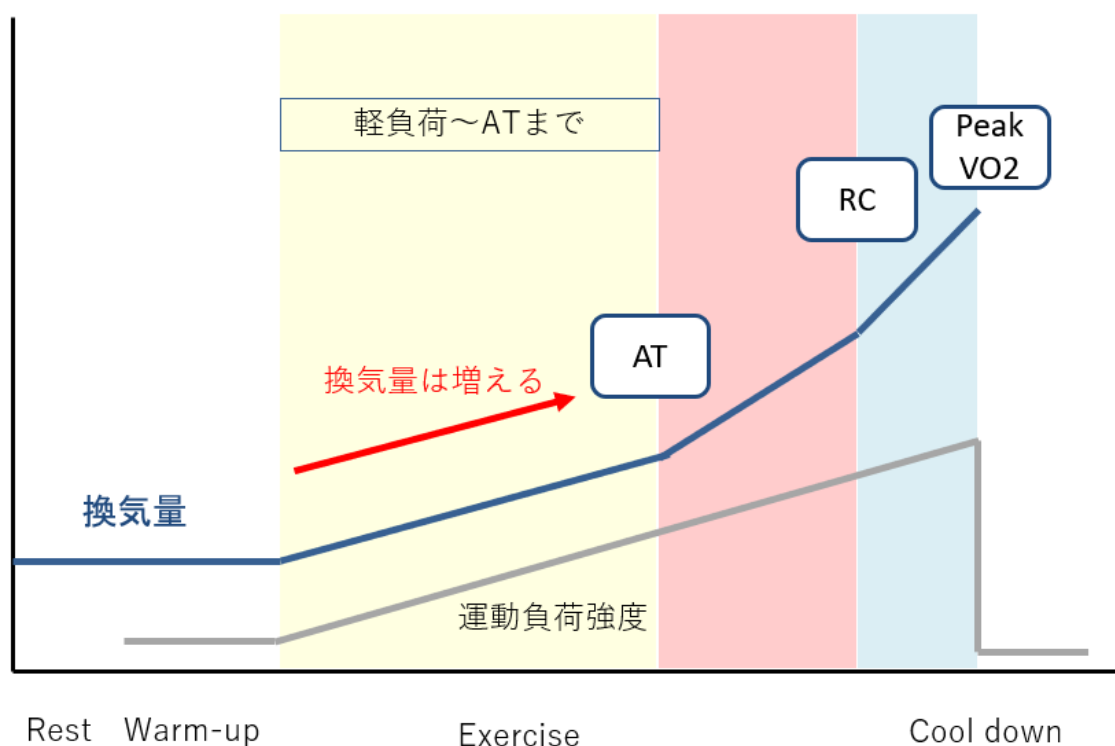
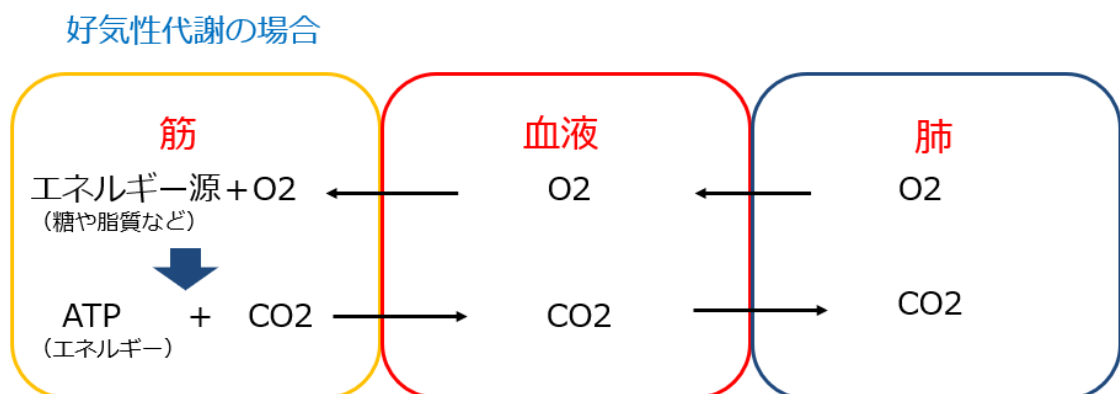


図 2



運動負荷が増加により多くのエネルギー（ATP）を産生、すると副産物である CO2 も多く産生されるため、筋肉で産生された CO2 を効率よく排出するため換気が増えます。

AT～RC までの間だと

図 3

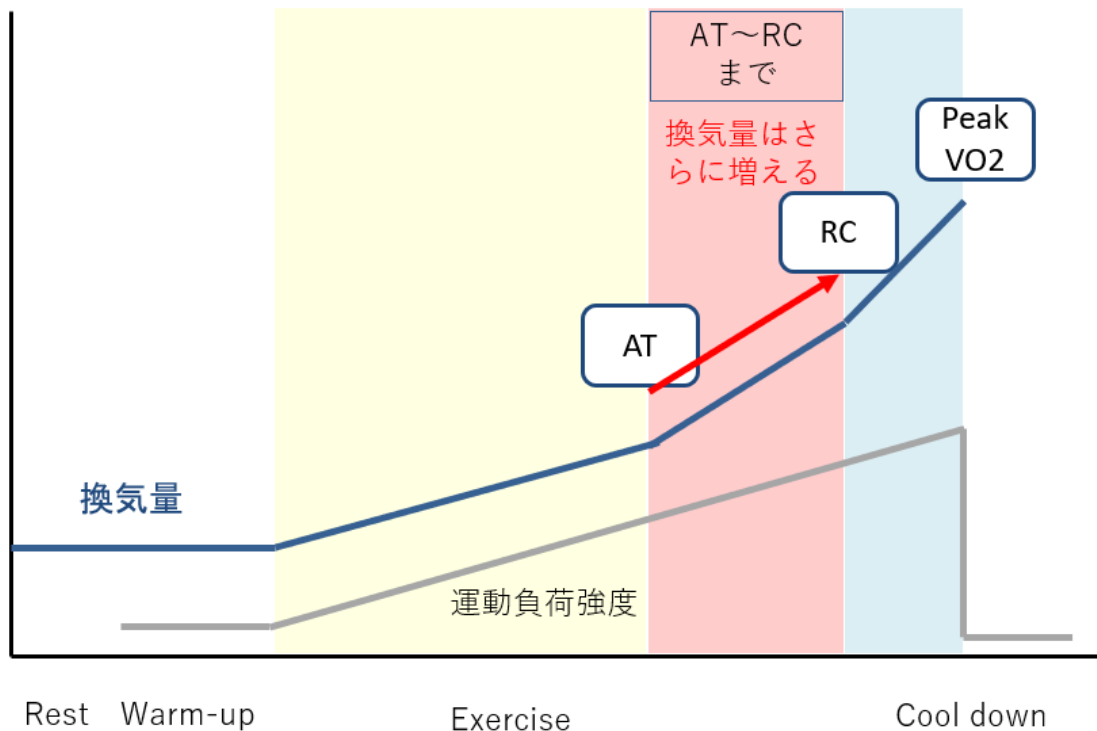
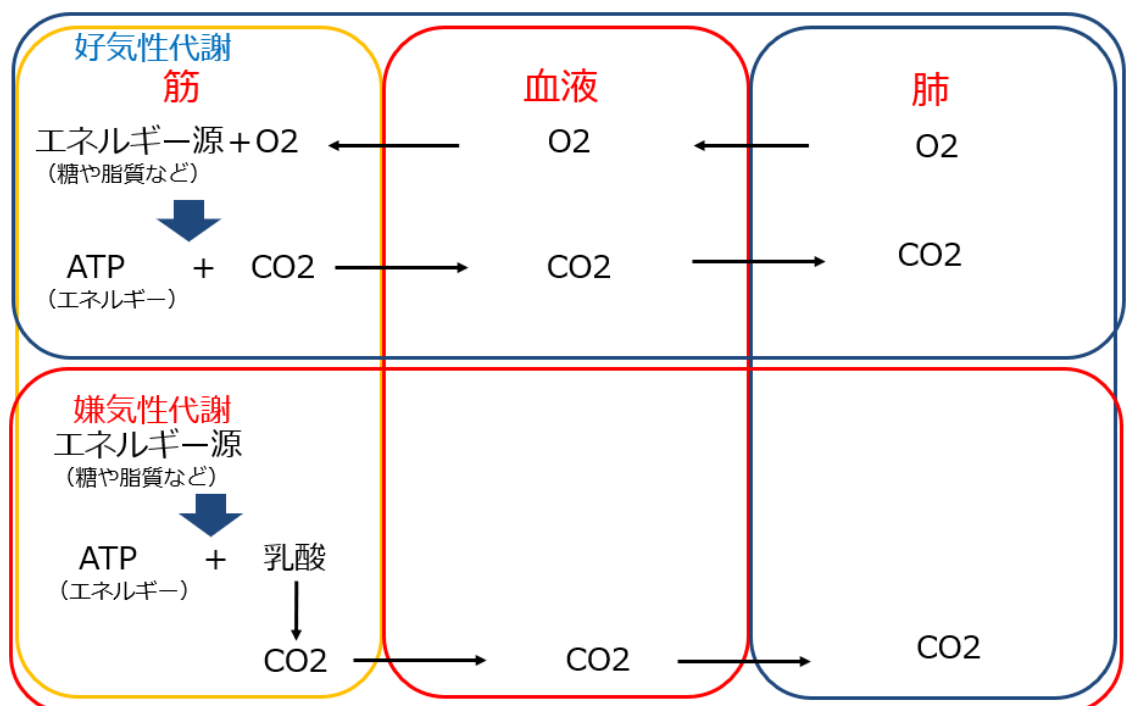


図 4



運動強度が上がっていくと有酸素運動のエネルギーだけでは足りず、無酸素運動（嫌気性代謝）を利用したエネルギーの産生が必要になってきます。図3，図4  
AT以上の運動強度では無酸素運動でもCO<sub>2</sub>が産出されるため、より多くのCO<sub>2</sub>を排出されるため、換気が増えます。

実際にATの求め方は

- ①ガス交換比 ( $R=VCO_2/VO_2$ ) が上昇し始める点
  - ② $VCO_2-VO_2$  関係の傾きが急に増す点 (V-slope 法)
  - ③ $VE/VO_2$  が増加し始める点
  - ④ $PET_{O_2}$  (呼気終末酸素濃度) が増加し始める点
- などがあります。

- ①ガス交換比 ( $R=VCO_2/VO_2$ ) が上昇し始める点

図5

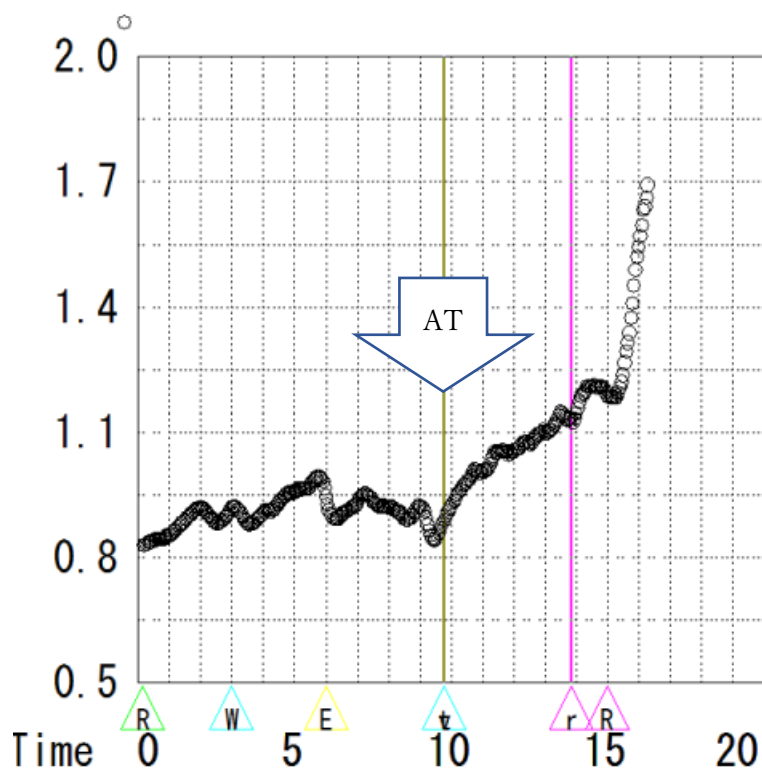
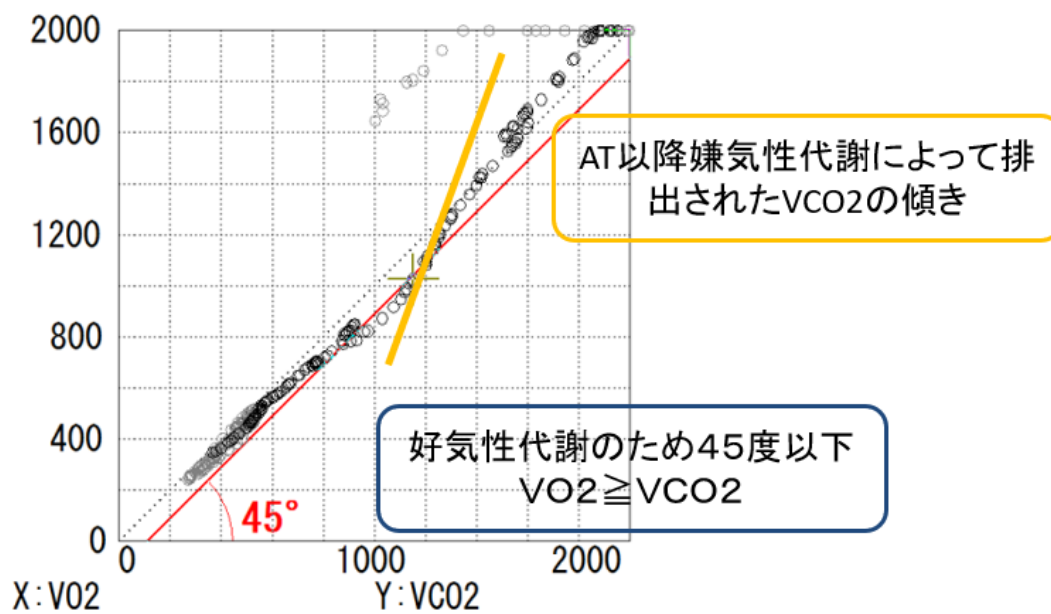


図5のように  $R=VCO_2/VO_2$  のため、 $VCO_2$ が増加するほどRが高値となります。

AT 以降は運動強度が高くなり、無酸素運動（嫌気性代謝）が亢進するため、 $V_{CO_2}$  が増加します。そのためガス交換比は増加します。

②  $V_{CO_2}$ - $V_{O_2}$  関係の傾きが急に増す点（V-slope 法）

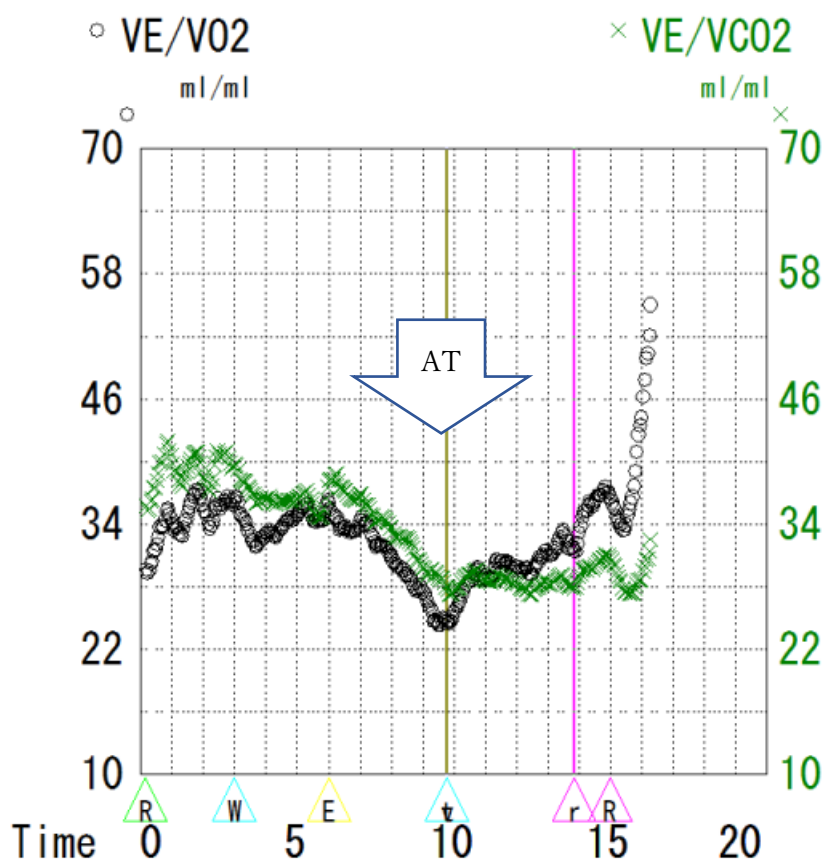
図 6



AT 以降は  $V_{CO_2}$  が増加するため、グラフの傾きが 45 度以上になります。

③ $VE/VO_2$ が増加し始める点

図 7



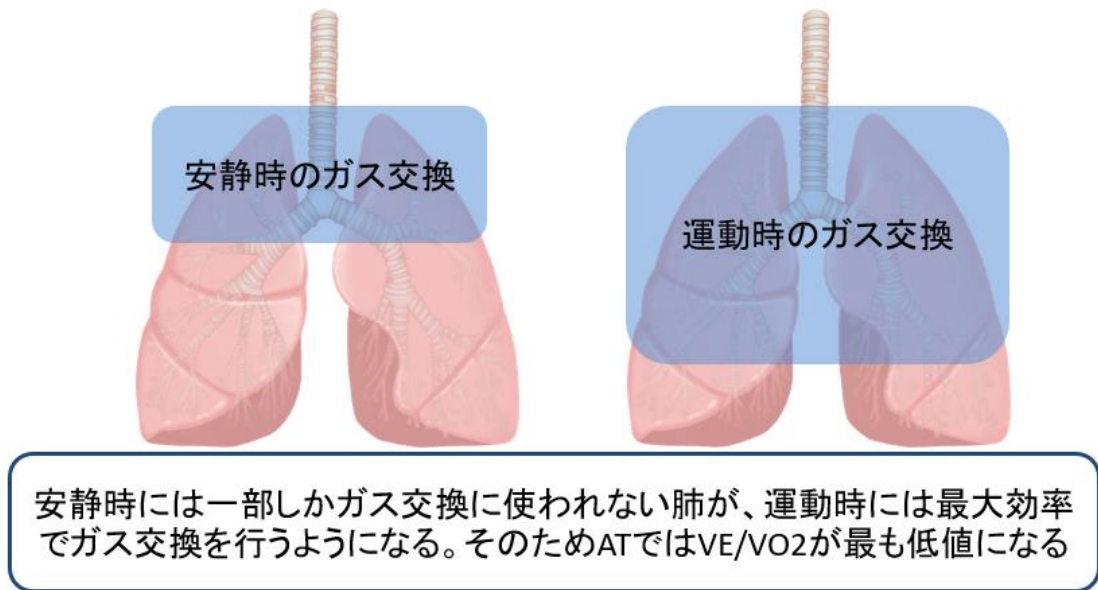
$VE/VO_2$  とは一定の酸素を取り込むための換気量

$VE/CO_2$  とは一定の二酸化炭素を排出するために必要な換気量です。

高ければ「一定の二酸化炭素を排出するために必要な換気が多い」つまり、二酸化炭素を排出する効率が悪いとなります。

AT では  $VE/VO_2$  が最も低値（少ない換気量で酸素を取り込める）を取ります。

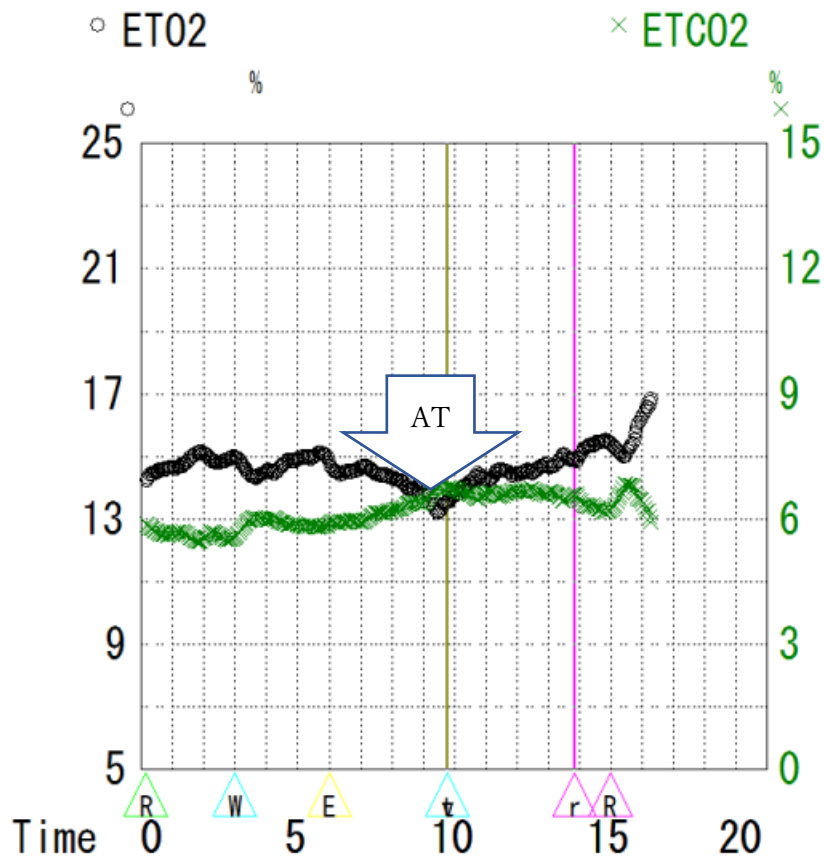
図 8



換気量の増加と肺血流量の増加によってガス交換エリアが増加し、ガス交換効率が上昇します。そのため、少ない換気量で酸素の取り込みと二酸化炭素の排出が可能となります。

④ $ET_{O_2}$  (呼気終末酸素濃度) が増加し始める点

図 9



ET02 とは呼気終末酸素濃度で ETC02 は呼気終末二酸化炭素濃度です。  
呼気終末の肺胞内での酸素、二酸化炭素分圧で、呼気として出した二酸化炭素を検出し、  
体内に残された二酸化炭素濃度を測定しています。

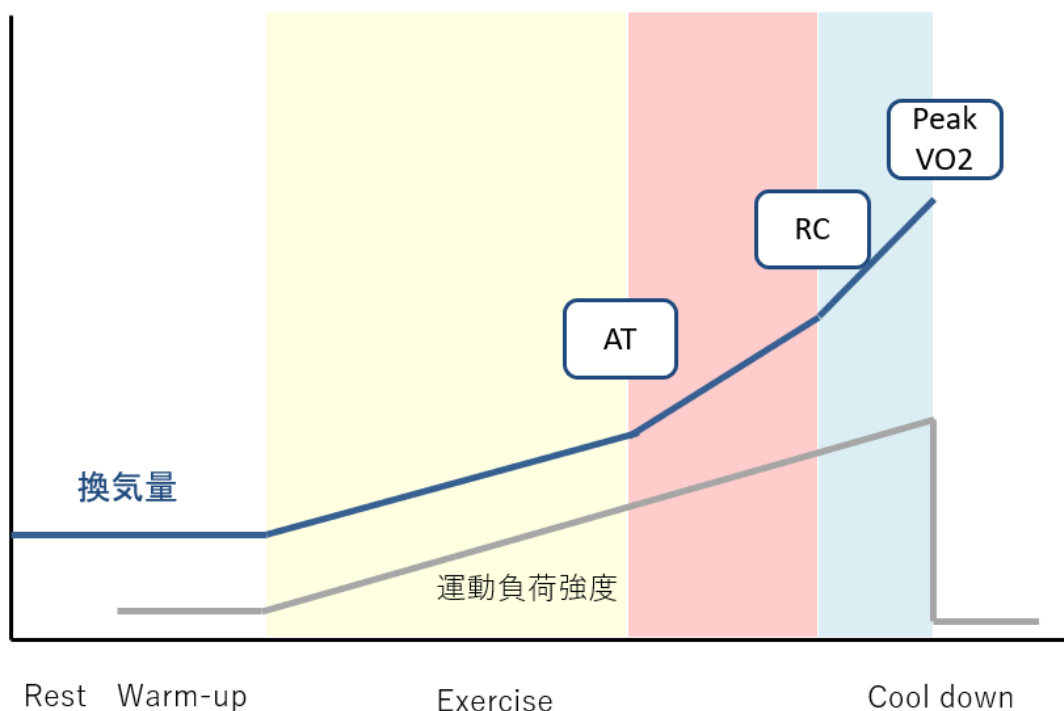
AT 以降に生じる換気の亢進は CO2 の排出には効率的であるが、O2 の取り込みは非効率  
であるため、ガス交換がうまくいかず ET02 は増加する。

図 9 のように ETC02 は横ばいであるが、ET02 は AT を境に上昇しています。

このように AT は CO2 が過剰に産出されること、O2 ガス交換効率が低下することを様々  
な表現で調べることができます。

本来運動療法では運動強度が高く、時間が長い方が運動療法の効果は高くなります。し  
かし、強度が高い運動を長く続けるのは難しく、心臓や他の臓器への影響も大きなもの  
となります。AT を調べ AT レベル以下の運動を実施することは、安全で長時間行える運  
動強度といえます。

## RC (呼吸性代償開始点)



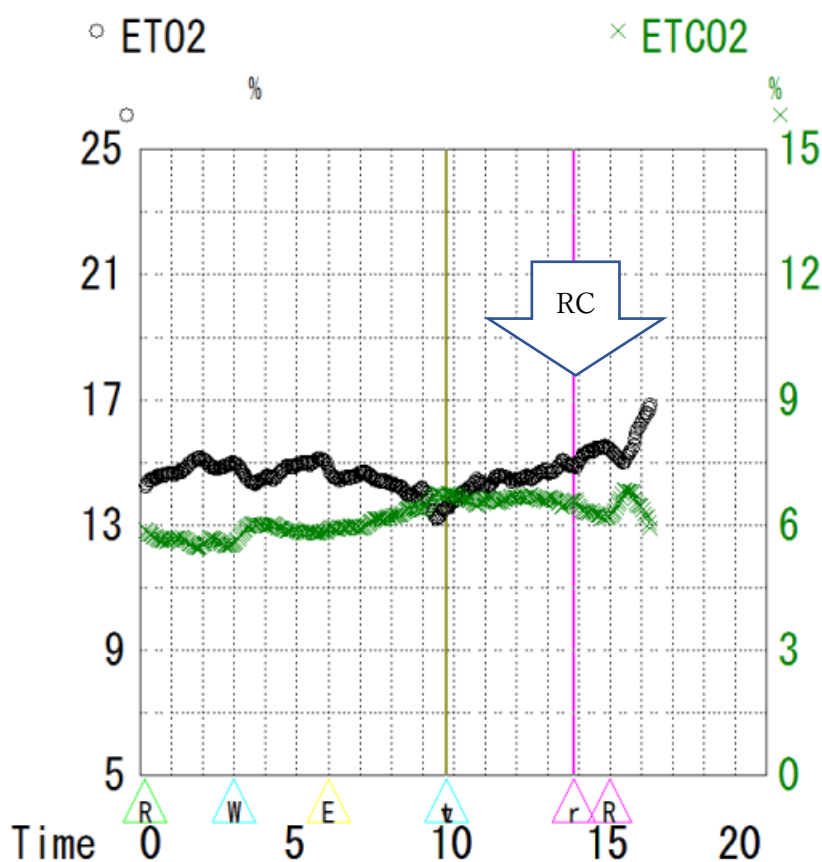


AT を超えてさらに負荷量が大きくなると、過換気と重炭酸イオン濃度の増加によりアシドーシスは代償されますが、そこからさらに運動量が増加すると換気を亢進しないと代償が不十分になってしまう。この閾値の運動強度を RC (呼吸性運動開始点) といいます。

RC 以降は浅くて速い呼吸になるため、CO<sub>2</sub> を効率的に排出できなくなります。

そのため、ETC<sub>2</sub> が低下していきます。

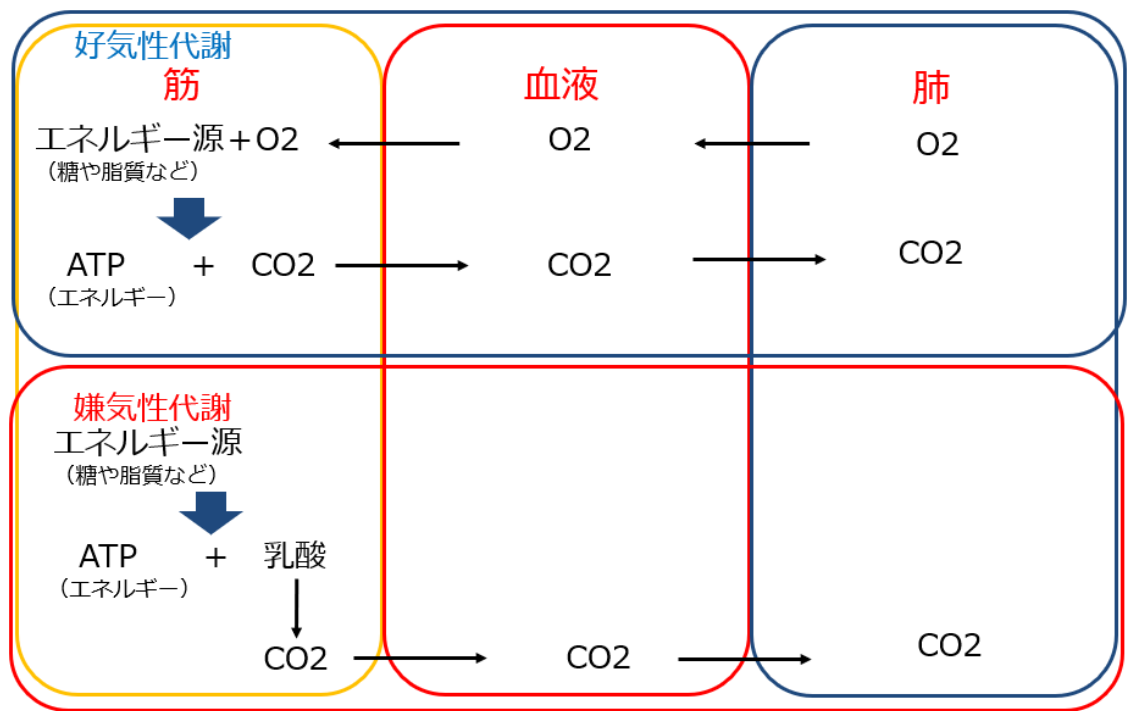
ETC<sub>2</sub> が低下し始める最高値の負荷量を RC となります。



## Peak V02(最大酸素摂取量)

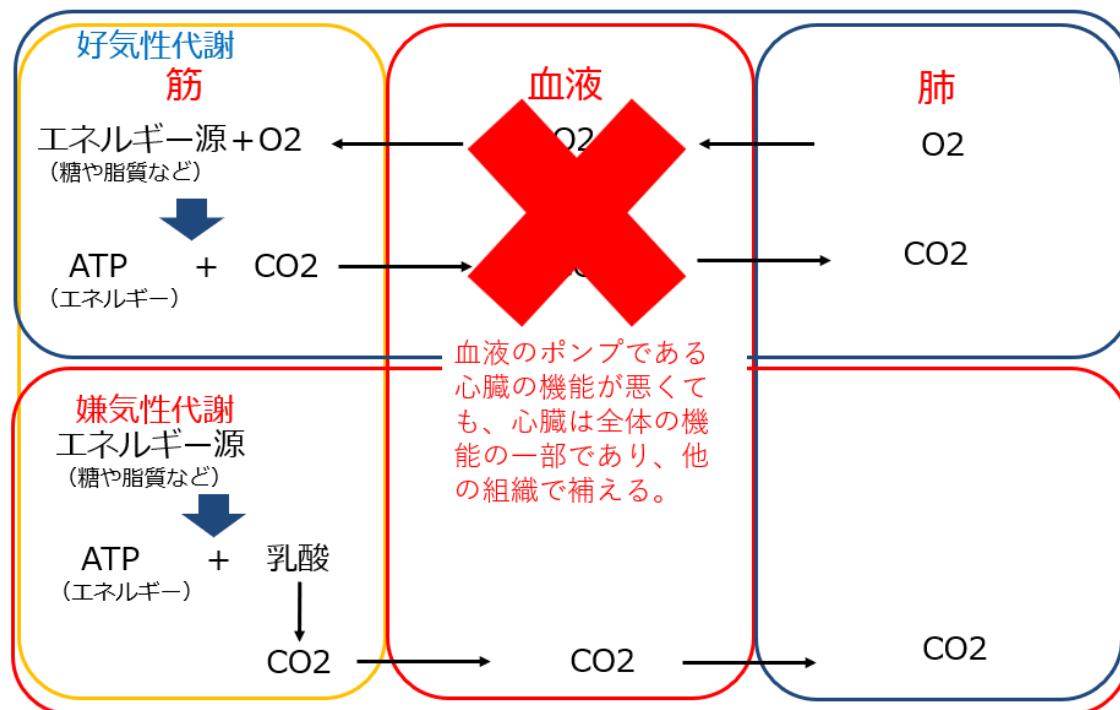
V02 は吸気と呼気の酸素濃度の差によって求めることができ、V02 が高いということは酸素を使った好気性代謝を多く行える=ATPをたくさん生成できるということを意味しています。つまり、ATPを多く生成し使えるということは心機能や呼吸機能、骨格筋機能が酸素の需要を満たすことができるということです。

Peak V02が高いということは全身の機能が良好といえます。



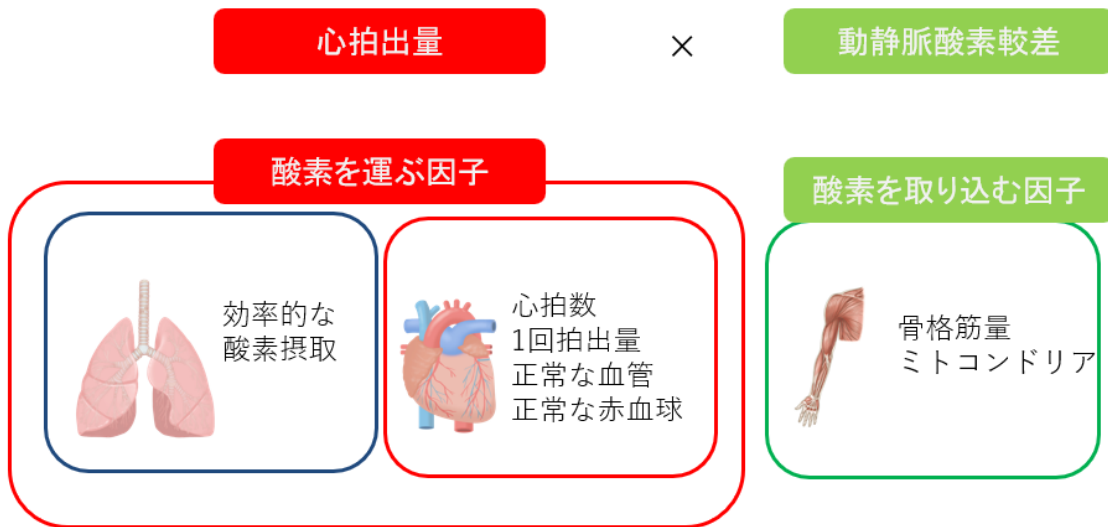
Peak V02 は運動終点時の酸素摂取量を意味しています。

心臓リハビリでV02が重要視されているのは、心臓の機能が悪くても心臓以外の機能が良好であればV02は保たれている点です。



心臓リハビリで運動療法が中心にある理由でもあります。しかし喫煙や肺疾患、運動不足による筋肉量の低下などで心臓の機能が悪いことに加えて心臓を助けるものがない場合V02は低下していきます。

V02は以下の式によってあらわすことができます。  
 $V02 = \text{心拍出量} (1 \text{ 回拍出量} \times \text{心拍数}) \times \text{動静脈酸素較差}$



- 心臓・・・1回拍出量、心拍数が上がれば
- 肺・・・一回換気量、呼吸数が上がれば
- 血管・・・血管拡張性が上がれば
- 筋肉・・・筋肉量が増えれば

V02 が増大していき、運動強度も高くなると言えます。