

本稿は、「半導体シニア協会」のニュースレター「Encore」に、同題目で本年(2008)7月号と10月号に併せて5頁半に亘って掲載された寄稿に補足説明を加えたウェブ増補版であります。  
本ホームページには、「計るだけダイエット」の初期に纏めた「ダイエット 計画」や、代謝測定器の検討途中で纏めた「健康なからだづくり」が既に掲載されているので、なるべくそれらとの重複を避けて纏めて見たつもりです。

平成 15 年 10 月 15 日に放映された NHK「試してガッテン」の「計るだけダイエット」をその直後から始め、これが私に合っていたのか、当初 85kg 近くあった体重を 77kg 台まで減少させることに成功している。

それに伴って、人間ドッグの成績も例えば総コレステロール、中性脂肪の値が平成 15 年 10 月は各々 223, 189 あったものが翌年の 10 月にはそれぞれ 186, 60 と改善されている。

ダイエットを始めたのをきっかけに、以下 2 回に跨って紹介するような健康な身体作りに関連する諸検討を幅広く始めている。

## 1. 「計るだけダイエット」

ダイエット開始後の体重の推移を図 1 に示す。

「計るだけダイエット」の実際の日常的ワークとしては、NHK ホームページから入手出来る一ヶ月間を記入できる用紙(A3)に毎日 2 回測定した体重を記入する事が推奨されている。そのはじめの一月(平成 15 年 10 月 17 日～11 月 16 日)を図 2 に示す。

「計るだけ」でダイエットが成功する理由は右肩下りのグラフを見る快感にあるとされていて、NHK によると実際に成功した人の証言でも、「グラフが右下がりになることの快感が、ビールの快感に勝った」などと述べている人が多数いたとの事である。

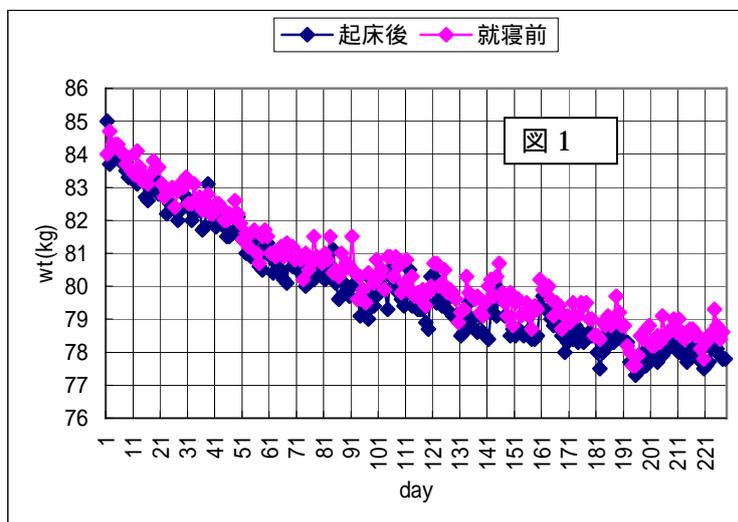
## 2. エネルギー代謝論

### 2.1 基礎的理解

「エネルギー代謝論」の成立はかなり古く、必ずしもきちんと整理されていなかったのだが、本稿は 1999 年に厚生省から発表された「第六次改定 日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 - 」\*1 策定時に定められた考えに従う事にする。

第六次改定日本人の栄養所要量におけるエネルギー所要量の算定には「1 日の基礎代謝量 × 生活活動強度」が用いられた。

基礎代謝(Basal metabolic rate MBI 単位時間当たりの基礎代謝量)とは「身体的、精神的に安静な状態で代謝される最小エネルギー代謝量であって、生きていくために必要な最小のエネルギー代謝量である」と定義している。



すなわち、精神的にも、肉体的にも安静状態で、呼吸、循環、体温維持や肝臓や腎臓などの組織が生命維持を果たすために消費されるエネルギーをいう。

このような状態は日常生活の中では最も基礎的な水準にある睡眠中に観察されるものである。基礎代謝の概念と実態とは必ずしも一致した状態にない。消費熱量計により実測された安静時エネルギー消費量の推定平均値から基礎代謝を換算すると、基礎代謝は安静時代代謝の0.8(-20%)になるともいえることが示されている。また第六次改定では睡眠時代代謝は基礎代謝と等しいものとされた。WHOでも就寝中のエネルギー消費量は基礎代謝と同じとしている。

第六次改定の基礎代謝基準値は、今までの数値ならびに今回簡易熱量計を用いて測定した多数例の、安静時消費量の推定平均値より得られた値から換算した代表値に基づいたものである。そのため個人の生活活動に適合した消費エネルギー量を算定する場合には、個々人の安静時エネルギー消費量を実測し、その結果に基づいて個人の基礎代謝量を算出しなければならない。

第六次改定には、年齢、性別、体重から基礎代謝  $M_b$  (kcal/day) を推定する式が発表されている。

即ち 
$$M_b = k_b \cdot W + k \quad (1)$$
 で係数は表1に示される。

例えば70歳以上の男性で体重(W)が80kgであれば基礎代謝量は1572kcal/dayとなる。

各人の活動状態におけるエネルギー消費量(代謝量)は、 $M_b$ が分かれば、それに係数を乗じて求める事が出来る。

即ち  $M_b$ が与えられると、一日のエネルギー消費量 Cal は次式で与えられる。

年齢	男		女	
	$k_b$	k	$k_b$	k
18 - 20	18.6	347	18.6	272
30 - 49	17.3	336	16.8	363
50 - 69	16.7	301	16.0	247
70 以上	16.3	268	16.1	224

表1

$$Cal = \left\{ f_l(k_b \cdot W + k) + \left( (f_s - f_l)(k_b \cdot W + k) \frac{t}{24} \right) \right\} \quad (2)$$

式(2)括弧内第1項は、「生活活動による代謝」、第2項は「その他の運動などによる代謝」を示している。

### 生活活動による代謝

式(2)中の  $f_l$  (生活活動強度指数)も、報告<sup>\*)</sup>に与えられている。それをやや簡単化したものを表2に示す。我々シルバーエイジのぶらぶら族は、 $f_l = 1.3$  として良いであろう。

生活活動強度	1.3	1.5	1.7	1.9
$f_l$	1.3	1.5	1.7	1.9
日常生活の内容	散歩、買物等比較的ゆっくりした1時間程度の歩行のほか、大部分は座位での読書、テレビ観賞など。	通勤、仕事などで2時間程度の歩行、乗車、接客、家事など立位での業務のほか、大部分は座位での事務、談話など。	+ 一時間程度の速歩やサイクリング、または、大分は立位作業だが、一時間程度の農作業、漁業などに従事。	一時間程度は激しいトレーニングや木材の運搬、農繁期の農作業など強い作業に従事。

表2

### 運動などによる代謝

日常の生活強度以上の運動などを行う場合の「運動強度指数」 $f_s$ の例を表3に示す。

尚、式(2)第2項の t (hr)は、一日の生活活動強度で考えられた以上の強度の運動に費やされた時間である。

動作	$f_s$	動作	$f_s$
パソコン作業	1.5	歩く(4km/h)	3.5
車の運転	2.0	" (4.8km/h)	4.5
ゴルフ(平地)	4.0	自転車(9.6km/h)	3.5

表3

## 2.2 定量的検討

### 定常状態

(2) 式で Cal1 (kcal/day) の摂取で体重が定常状態 W1 にある場合、 cal = Cal1 - Cal2 だけ減少させると 体重が W = W1 - W2 だけ減少して再び定常状態になったとする。

特別な運動無し (t = 0) cal = 100kcal/day では W = 4.72kg

摂取カロリーを変えずに、毎日 30 分間 4.8km/h の速度で歩いた場合は W = 4.7kg となる。

### 非定常状態

W1 から W2 へ推移の時間的な変化については、単純モデルについて基本微分方程式から検討したが、ここでは結果のみ記す事とする。下記は、体重 1kg の減少に対応する熱量を 4000kcal とした場合の表現である。これは脂肪とそれ以外の減少の比率を 1 : 1 とした場合に相当する。

$$\frac{w_1 - w_2}{w_1 - w_2} = \exp(-\beta \cdot t) \quad \beta = \frac{f_l \cdot k_b}{4000} \quad (3)$$

$f_l = 1.3, k_b = 16.3$  とすると、 $w = (w_1 + w_2)/2$  にするには、131

日を要する事になる。

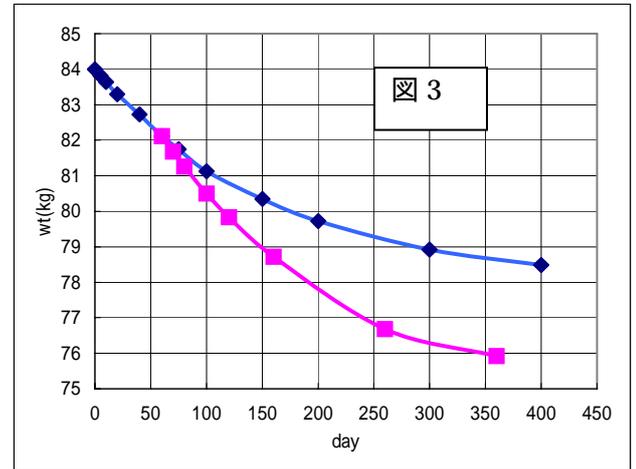
図 3 は W1 = 84kg, cal1 = 150kcal, W2 = 78kg でダイエット開始、60 日後に cal2 = 230kcal (80kcal 強化) W3 = 74.8kg とした場合の計算結果である。

途中でダイエット量を変化させた場合の式はやや複雑だが、式の誘導などに関心のある方は本ホームページの「ダイエット計画」を参照されたい。

図 3 から cal1 = 150kcal でダイエット開始 60 日後に

cal2 = 230kcal にダイエットを強化すると下線に移り、cal1 = 150kcal のままの場合(上線)より減量が促進される様子を、定量的に理解する事ができると思う。

ダイエットには、食品摂取と運動が大切であるが、食品による摂取カロリー値については、詳細なデータ(食物繊維、ミネラル、ビタミンなどの含有量の値を含む)が科学技術庁資源調査会編による「五訂日本食品標準成分表」に掲載されていて、この表は各所(例えば女子栄養大学出版部発行のものは報告<sup>1</sup>)の抜粋なども入っていて便利)から出版されている。



## 3. 代謝量などの測定

### 3.1 基礎代謝の重要性とその維持・増強

(2) 式より、基礎代謝が重要な値であり、又表 1 からその値が加齢とともに減少して行くことがわかる。

基礎代謝が減少すると、同一カロリー摂取、同一運動でも体重が増加してしまう事に繋がるのである。

年齢と共に基礎代謝量が漸減する原因は、筋肉の量や機能が低下しエネルギー消費量が減少するためである。

そして、筋肉量を維持又は増加させるには、筋肉に負荷をかける種類の運動(レジスタンス〔負荷〕運動と言う)が効果的でダンベルの使用などで可能になる。

私は、単なるダンベル体操のほか、ダンベルを持ったウォーキングを行っている。図 4 は、私が三ツ池公園をウォーキングしている画像(両手に持った物体が一個 2kg のダンベル)である。

### 3.2 基礎代謝の評価

基礎代謝量や体脂肪率などに対する関心の高まりを受けてタニタ、オムロン、松下、東芝など各社から BI 法によるこれらの量の推定機器が発売されている。

BI 法(Bioelectrical impedance 法)とは、人間の身体を構成する組織のうち、電気を通し易いのは水分の多い組織(筋肉、血管、骨など)で、脂肪は電気を殆ど通さない



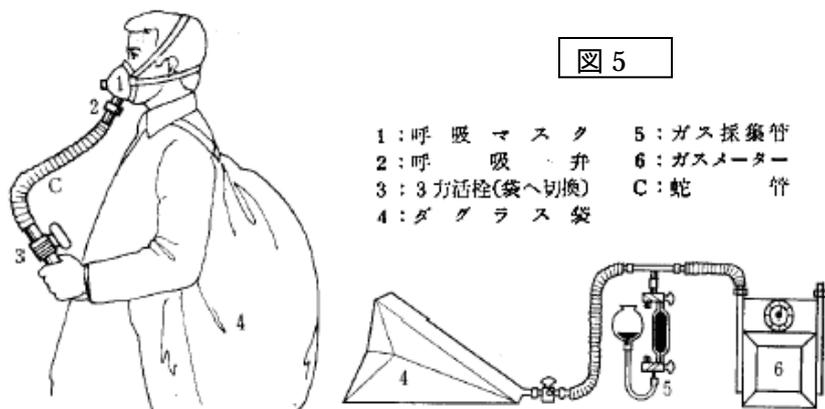
事を応用して身体に微弱な電気を流してからだの電気抵抗を測定することで脂肪とそれ以外の組織との割合（体脂肪率）を推定するものである。さらに上記電気抵抗測定値、身長、体重、年齢、性別などのデータを使い、各社独自の計算式で「基礎代謝量」などを推定している。しかし、これらは推定値であり、特に高齢者やスポーツマンでは誤差が大きいとされている。

代謝量の正確な測定に関して広く用いられているのは、ダグラスバッグ法と呼ばれるもので、呼気採取バッグに一定時間貯めた呼気中の酸素摂取量と炭酸ガスの生成量を測定する事から代謝量を求めるものである<sup>\*2</sup>。(図5)

この測定法では、代謝量の外炭酸ガス発生量と酸素摂取量との比（呼吸商と呼ぶ）が得られる。

呼吸商の値は、一般的には0.71~1.0の範囲にあるが、有酸素脂肪燃焼運動では、この値が0.85以下になるなど、呼吸商の値からその時の脂肪と糖質の燃焼の割合を知る事が出来る。

そのような測定器は勿論市販されているが、標準的なもので200万円程度、高度なデータ処理機能のついたものは1000万円以上するものもあるなどで、一般市民が手を出せる状況には無い。



ダグラスバッグによる呼気の採集

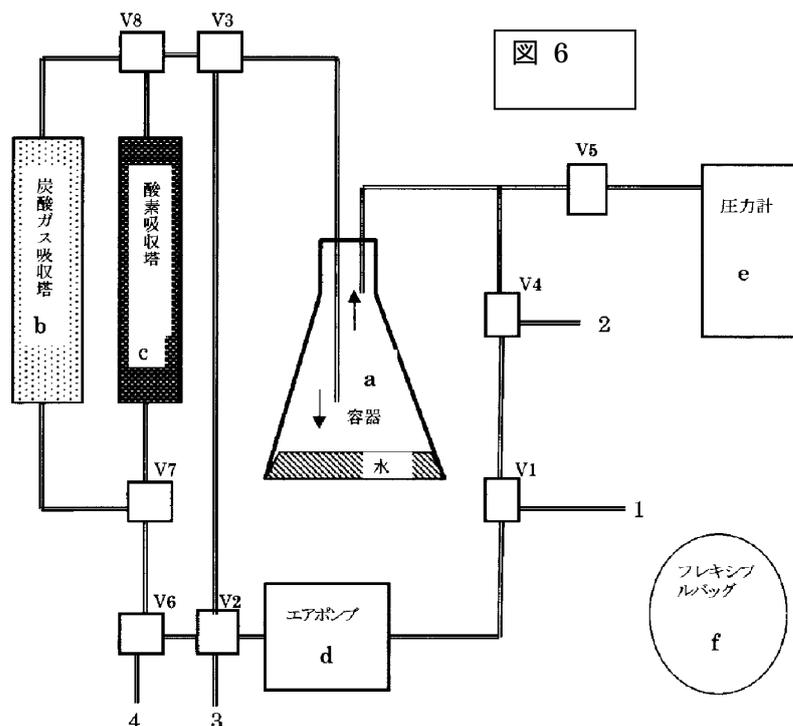
### 3.3 簡易代謝測定装置の開発

健康に関心のある者が手軽に、酸素摂取量、代謝量や呼吸商を測定できるようになる事は、国民全体の健康増進、延いては総医療費の圧縮に繋がる重要事項であると思う。

この観点に立ち私も種々低価格の測定装置の検討を続けて来たが、次のアイデアに到達した。それは、濃度測定を圧力測定で行えば、極めて低価格のシステムができるのではないかとというもので、炭酸ガスはソーダライム（1kg 1000円程度）で吸収できる事は公知であるが、私の更なるアイデアは、呼気中の酸素を即席懐炉（ホッカイロ、ホカロンなど）に利用されている鉄粉に吸収させるというものである。尚、鉄粉には炭酸ガスも吸収される点に注意が必要である。

図6に開発された測定部のシステム構成図を示す。(特許出願済み、共同出願者は横浜国大 堀雅宏教授)

即ち容器a、エアポンプd、炭酸ガス吸収塔b、酸素吸収塔c、及び圧力計eを主要構成要素とする装置で、先ずポンプdを用いて入口1に接続されたフレキシブルバッグ(=呼気採取バッグ)fに採気された呼気でaを置換し、次にポンプdによるa-b間の呼気循環により炭酸ガスを吸収しその圧力減の値から炭酸ガス濃度を測定し、次いでdによるa-c間の呼気循環により酸素を吸収しその圧力減の値から酸素濃度を測定する方法である。fに採取された呼気の量は、aの置換時に出口2にガスメータを繋ぎ、次いでエアポンプから直接排気の為出口3へガスメータを切り替えてf中の呼気全量を排気し測定する事が出来る。しかしガスメータは比較的高価な機器であり、aの置換と全量排気の時分から採取呼気量をかなりの精度で推定する事も出来る。(特許出願済み)



初期の全くの手作り試作機の写真を図 7 に示す。

また測定部の試作開発品の現状を図 8 に示す。

試作上開発上苦労した点を 2 点ばかり記す。

濃度を圧力の変化から求める本方法は、エア・リークに極めて敏感で、装置の自動化の為にソレノイド弁を検討したが、小型、安価でリークフリーのものを見つける事が出来なかった。それでシリコンチューブをカムで押さえる方式の弁を開発(図 8 の白枠で囲った部分、9 連式)した。(開発設計は主に鈴木一也氏によるものである) 図 6、図 7 は 3 方弁で構築されているが、これは弁の数が多少増えるが 2 方弁(図 6 のカム式チューブ弁は 2 方弁)で置き換える事が出来る。

システムの配管系は、超小型硬質プラスチック継手を軟質シリコン又はタイゴン管で接続した部分が多いが、この接続は微小なリーク (0.2 気圧の減圧下で 0.0001 ~ 0.0003cc/分/接続) があり、それを安価な技術では止める事が出来ない事が段々に分かって来て、この問題の解決に手間取った。しかし、リークのメカニズムを検討し、このリークは細孔を圧力差で流れるものではなく、分圧差による界面拡散らしい事が分かった。その検討の詳細は、私のブログ「敏翁のシルバー談義」 [http://blog.goo.ne.jp/toshiou\\_goo/](http://blog.goo.ne.jp/toshiou_goo/) の本年 2 月 1 日及び 4 日に掲載されているので関心をお持ちの方はご覧頂きたい。

即ち微小なリークにはシステム内外の酸素分圧差のみが利いていて、それは酸素吸収サイクルでは、リークしてくる酸素は直ちに酸素吸収塔で捉えられるので圧力測定では無視できる事が分かった。

この発見により測定の精度は充分実用に耐える事が分かったのである。

尚、呼気中炭酸ガス(濃度 2~5%)の吸収は 1 分間で完了するので、濃度が低い(減圧も少ない)事もあってリークの影響は全く無いとして良い。

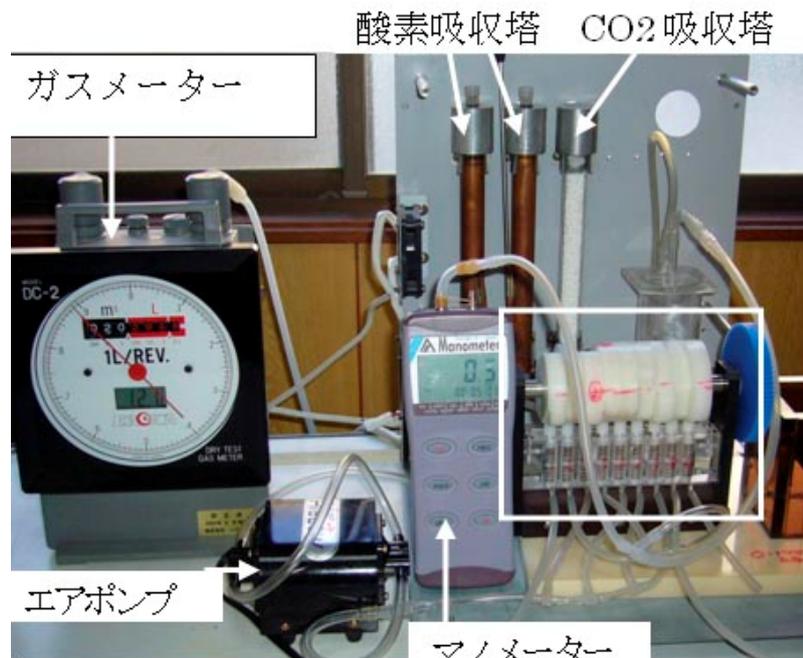
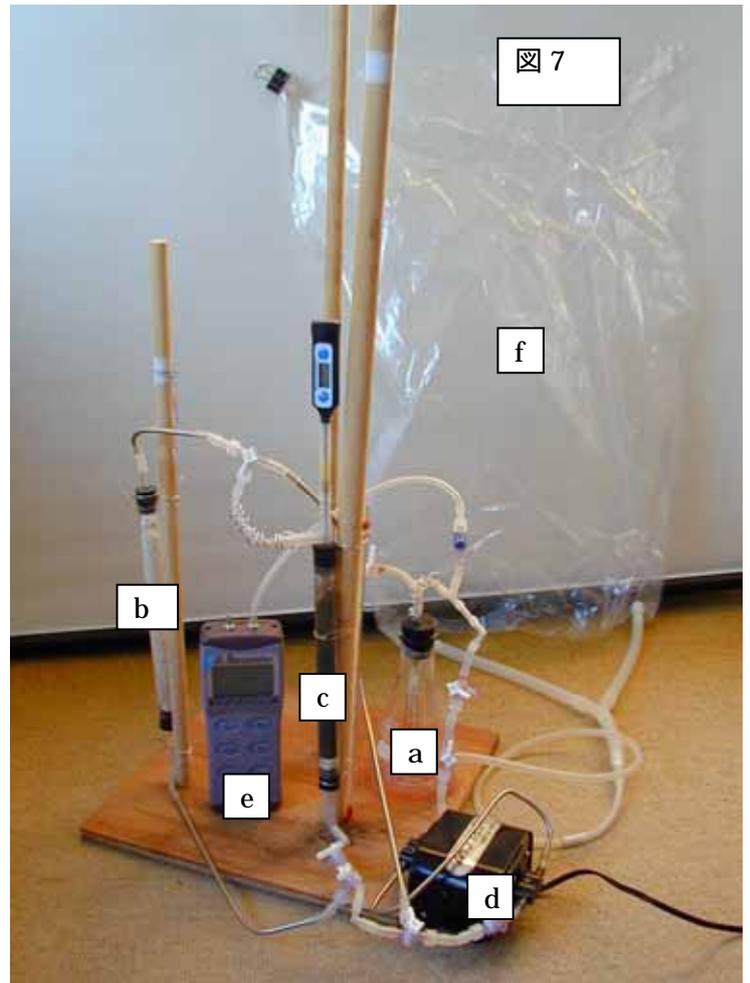


図 8

#### 4. 健康な身体づくり

上記の測定システムの「健康な身体づくり」への応用は数多く考えられそのいくつかは実践しているが、ここではそれらの中から2, 3紹介する事にしたい。

##### 4.1 運動時の消費エネルギー

最近の運動ブームに乗って、万歩計などに消費エネルギーが表示されるものも多数出ているが、これらは多くの仮定の下での推定値に過ぎない。

より正確な運動強度と消費エネルギーの関係をエアロバイクを用いて求めた。

エアロバイクを漕ぎ、運動中の私の呼気採取状態を図9に示す。

呼気採取用マスクは、簡易ガスマスクを改造したものである。

心拍計(ポラール社 S610i)を胸に巻き、心拍数を一定に保ちながら呼気採取を行っている。

測定した代謝量(消費エネルギーkcal/day)の運動強度(心拍数 HR)依存性を図10に示す。

HR = 60bpm(beat/min)あたりは、安静にした状態の測定値であり、この値が基礎代謝量に近いものと考えられる。

一旦この関係を求めておけば、心拍計を装着して各種の運動の消費エネルギーを精度良く求める事が出来る。

その一例を図11(次頁)に示す。

ポラール S610i には、各種トレーニングのシーケンスをプログラムする機能がついている。それを使ってエアロバイクでインターバル・トレーニングを行った例である。図9の白丸で囲まれたところに心拍計の腕時計型表示部を置き、そこでシーケンスの状態を見ながらエアロバイクを漕ぐのである。

運動後、データはパソコンに赤外線インターフェイスを使って送り込み、専用のソフトで種々の解析が出来る。図11(横軸は時間、縦軸は心拍数)の例は、ウォームアップ5分 - - > (インターバル5分 + リカバリー2分) × 3 - - > クールダウンとなっている。

全時間は50分で、全平均心拍数は112bpmであり、これから図10の関係を使って推定した消費エネルギーは198kcalとなる。

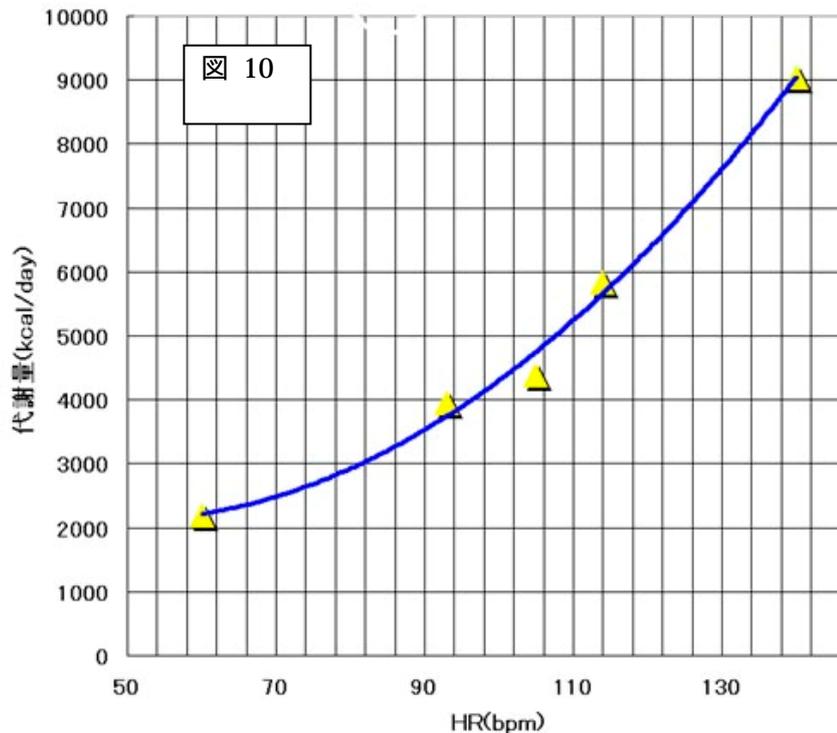
尚、各シーケンス毎の平均心拍数を使って求めた消費エネルギーの総和は204kcalとなり、この方がより正確と思われる。

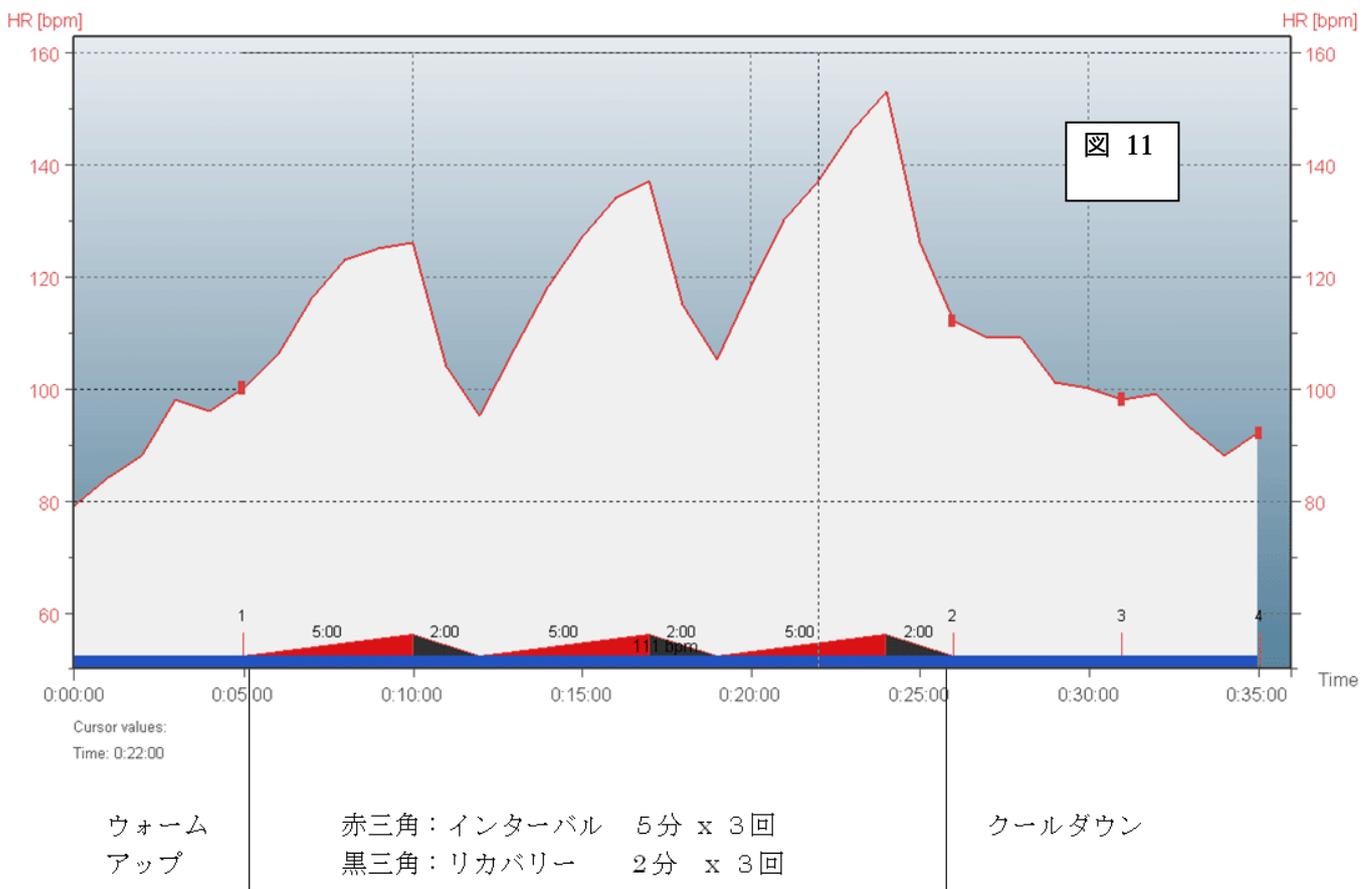
S610iは水深50mの耐水性があるので、一旦図10の関係を求めておけば水中を含め殆どの運動時の心拍数の推移を記録し、その運動の消費エネルギーをかなりの精度で推定する事が出来ると思われる。

尚、図11の例では、各インターバルで徐々に運動強度を上げて行き、第5ステップで最大心拍数(HRmax)に近づける事を試みた。

得られたHRmaxに近い値として、151bpmを得た。

HRmaxも健康状態を示す重要な指標の一つであり、一般には220 - 年齢といわれている\*4)ので、この点から見た私の身体年齢は実年齢より10歳程度若い事になる。



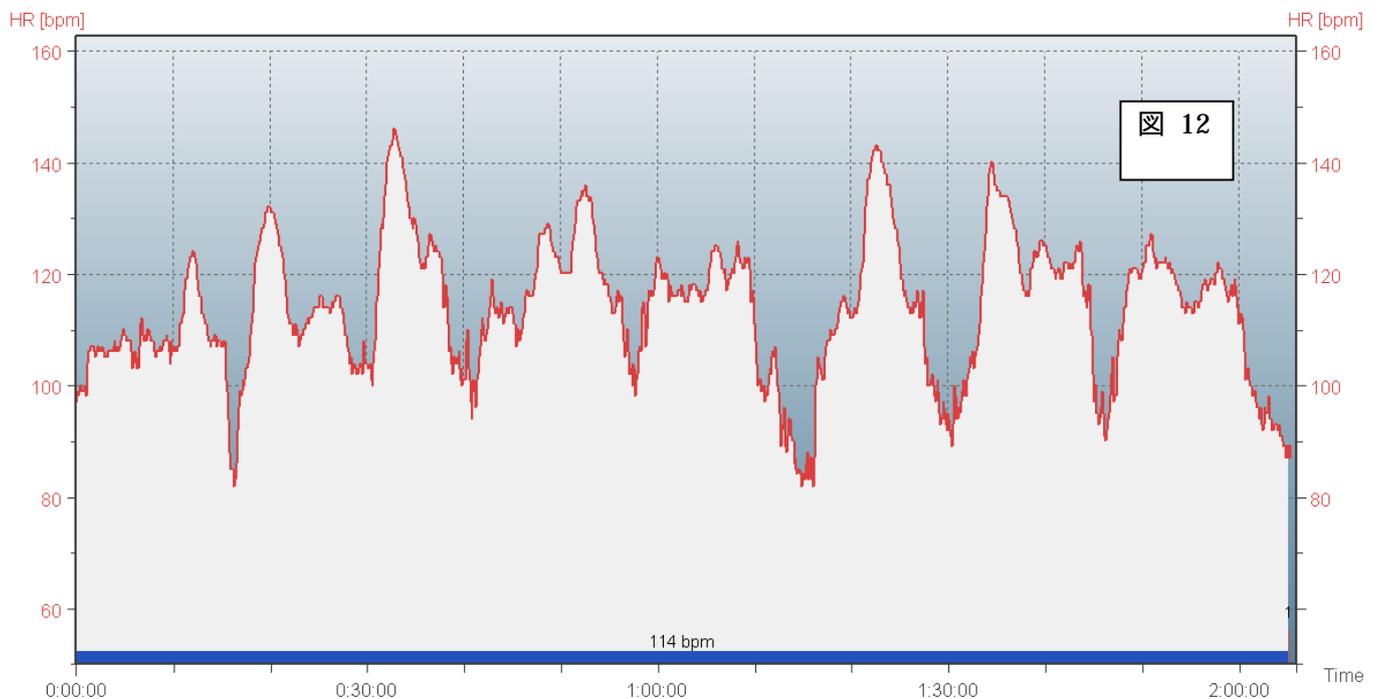


次に図 12 に三つ池公園をウォーキングした時のデータの例を示す。

心拍数の山は坂を登っている時、谷は小休止の時の値である。

総測定時間 2 時間 5 分 平均心拍数 HR = 114bpm で、これから図 10 の関係を使って推定した消費エネルギーは 491kcal となる。

三つ池公園は、勾配の異なる坂が多数あって、それを利用すればこのようなインターバル・トレーニング的な運動も可能で、ダンベルを持って更に運動強度を高めたりして(本図はダンベル無し)ウォーキングを行っている。



## 4.2 最大酸素摂取量

健康づくりの為に運動とは、身体の持久力の指標となる「最大酸素摂取量 $VO_2max$ 」の設定された目標値を獲得、維持する事と考える事が出来るが\*1、本装置を用いればその $VO_2max$ を比較的精密に間接測定が出来る。

$VO_2max$ を評価する方法は多々ある\*3が、大別すると直接法と間接法に分かれる。

直接法は被検者に最大努力(maximal effort)の持続を求めため、健康的な若者やスポーツ選手には可能であるが、子どもや中・高年者の誰にでも可能とは限らない。最大努力を一定時間保持しなければならず、それは危険を伴うからである。

そこで、最大下の運動中の仕事量に対する心肺機能の応答から最大酸素摂取量を推定しようとする試みが古くから行なわれている。この方法を間接法という。しかし、その正確性・信頼性からみると間接法は直接法を上回らない。一方で、安全性や手軽さからみると直接法は間接法を凌駕できない。両者には一長一短がある。

間接法の中で一番仮定の少ない方法は最大下の条件で心拍数と酸素摂取量を測定して推定する方法であろう\*4。図10の関係は非直線性が強いが、「酸素摂取量 - HR」関係はほぼ直線関係になる。その関係を図11の様な方法で求めたHRmaxまで外挿して求めた酸素摂取量を $VO_2max$ とするのである。

HRmaxも最大努力時の心拍数の値であるが、この場合は瞬時HRmaxに到達すれば良く安全性は高いと思われる。さらに安全性を追求する場合は、HRmaxとして仮定が一つ増えるが220 - 年齢(前述)を用いれば良い。

図8の生データから求めた私の $VO_2max$ は、17.5ml/min/kgとなる。

各年齢層・性別の $VO_2max$ の値の基準に関する報告\*5がある。それを図13に示す。

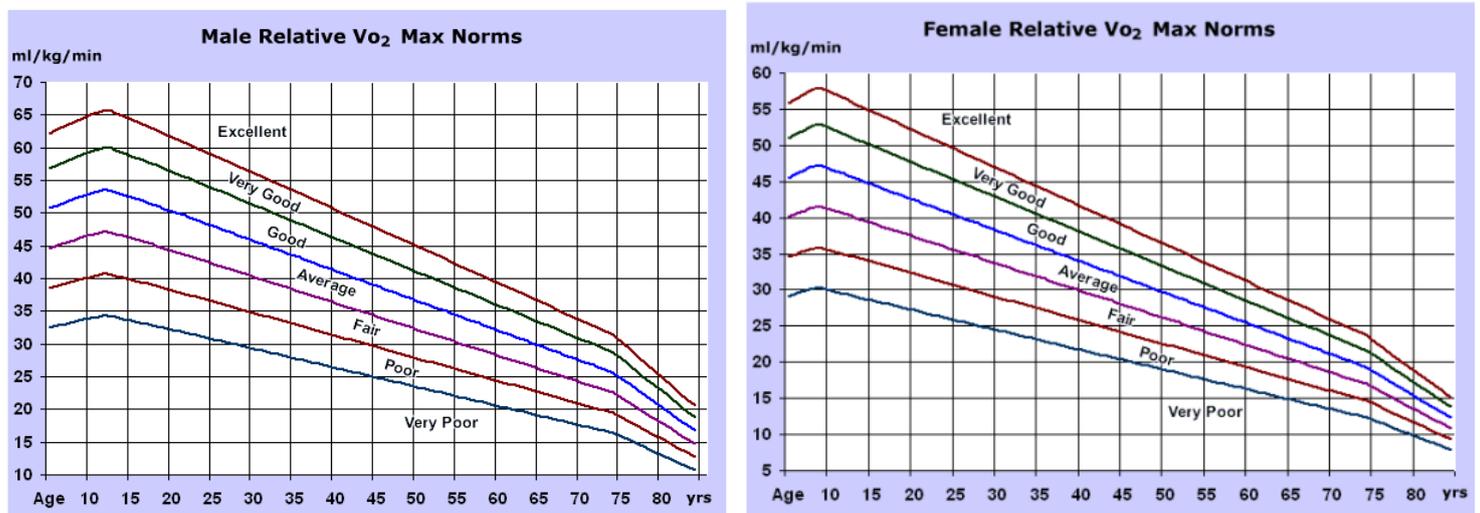


図13

本図と比較すると私の $VO_2max$ はFair と Poor との間に位置する事になる。

それを更に向上させるための運動メニューも検討中である。効率的な有酸素運動やインターバル・トレーニングを重ねると図10の関係、 $VO_2max$ 、HRmaxなどに変化が生じ、その程度から運動の効果を見る事が出来る。

$VO_2max$ の重要性が分かったにしても、代謝測定装置は誰にでも簡単に利用できるものではない。

より簡単に $VO_2max$ を間接的に求める多くの方法が文献\*3で紹介されているが、それらの多くはかなり激しい運動を伴うものである。ここでは最も広く用いられている方法の一つ「20-mシャトル・ランテスト」を紹介しよう。

これは Loger と Lambert(1982)によって開発されたもので、本質的には最大作業ではあるが、作業形態が漸増負荷による exhaustion であるため、最大努力は exhaustion 近くの短時間であるので比較的安全であるところに特徴がある。測定方法はあらかじめ体育館のフロアーに20mの距離を測り、20mのシャトル・ランを8km/hの速さで2分間走り、その後0.5km/hを2分ごとに高めるペースリズムで行ない、ペースリズムについていけなくなった時点(3m以上遅れること)を個人の最高走行スピードとするものである。

その最高走行スピードから推定式を用いて $VO_2max$ を求めるものだが、この方法は安全性、正確性、妥当性、汎用性、大衆性、経済性等をほぼ満たすことである。特に、男女共用で測定可能なことから、各国で独自の推定式を作成し、全身持久性の体力の指標として今日広く用いられている。

しかし、この方法もシニアの個人がそれほど簡単にトライできるものとは言えないと思う。

ここではシニアの人でももっと手軽に $VO_2max$ を推定する方法をポラル社が提案しているので紹介したい。

それはポラル社の心拍計(機種によって可能でないものもある。S610iは可能)だけで推定する方法で、推定原理が

全く異なるものなので、ポラール社はVO<sub>2</sub>maxとは言わず、"Ownindex"と称しているが、基準として図 13 を用いているので、一種のVO<sub>2</sub>max推定法として良いものと思う。

測定法は簡単で、ポラールの心拍計をつけて静かに横になっているだけで、Ownindex が測定できるとしている。

私も測定して 27 という値を得ていて、これは、図 13 より Good に入らしい事が分かった。

これは上述の代謝測定装置を用いて測定した 17.5 とは大分異なる値だが、その理由は不明である。

以下多少長くなるが、その測定原理について触れてみたい。

Ownindex の測定原理について、輸入販売元のキャントレーディング(株)に問い合わせしてみたが、測定法の詳細などは企業秘密で明らかに出来ないとの事であった。(キャノン自体知らされていないとの事)

それでも、ポラール社から参考資料を取り寄せ、その内容を山路啓司先生(「最大酸素摂取量の科学」\*3の著者)に伺ったところを要約すると次のようになる。(この文責は当然私にある)

心電図の R ピーク間の間隔(R-R 間隔と呼ぶ)には時間的な揺らぎがあり、その周波数分析を行った結果は、おおむね 0.1Hz と 0.25Hz 付近にパワーのピークが現れる。0.1Hz 付近を LF(Low Frequency), 0.25Hz 付近を HF(High Frequency)と呼び、LF は交感神経と副交感神経の両方の働き具合、HF は副交感神経の働き具合を見ていると解釈される。

この HF の強度は、VO<sub>2</sub>max と強い相関がある事は良く知られた事である。

ポラール社の方法は、これを使っているのではないか？

しかし、これは種々の要因の影響を強く受けるので、VO<sub>2</sub>max 測定には使い難いという研究者が多いと思う。

それでポラール社のマニュアルには、同一場所、同一時間に安静にし、測定中会話も TV を見る事も禁止とされているのだと思う。

ただポラール社の資料を見る限り(直接測定法と本方法による測定値に対する相関係数などが記されている)、この方法はその他のVO<sub>2</sub>max間接測定法、例えばシャトルランテスト(既出)\*3、などと同程度の信頼性はあるように見受けられる。

学術的な研究には向いていないが、一般者の健康モニター的に使うのには問題はないと思う。

という事なので、シニア諸兄のトライをお勧めしたい。

#### 4.3 その他

効率的な有酸素運動を行う時の運動強度は、AT 値 (anaerobic threshold 無酸素作業閾値)のあたりで行うのが、良いとされている。

学問的には、議論の多いところで、厳密な測定法としても血液中の乳酸の濃度を測定するか、呼気中炭酸ガス濃度の急増点から求めるとかあり、得られた値の名前も種々付いているようだが、皆近い値を示すようである。

私の簡易代謝測定装置で求めた代謝量 vs 心拍数の変曲点もそれに近いものと思う。

私の場合は心拍数約 110bpm あたりがそれらしい。

この AT 値をより簡単に求める事をイタリアのコンコーニ博士が提案している。コンコーニ・テストと呼ばれるもので、運動強度を一定の割合で強化させながら心拍数を測定し、グラフの変曲点から求めるというものである。

私もエアロバイクを用いて試みた。

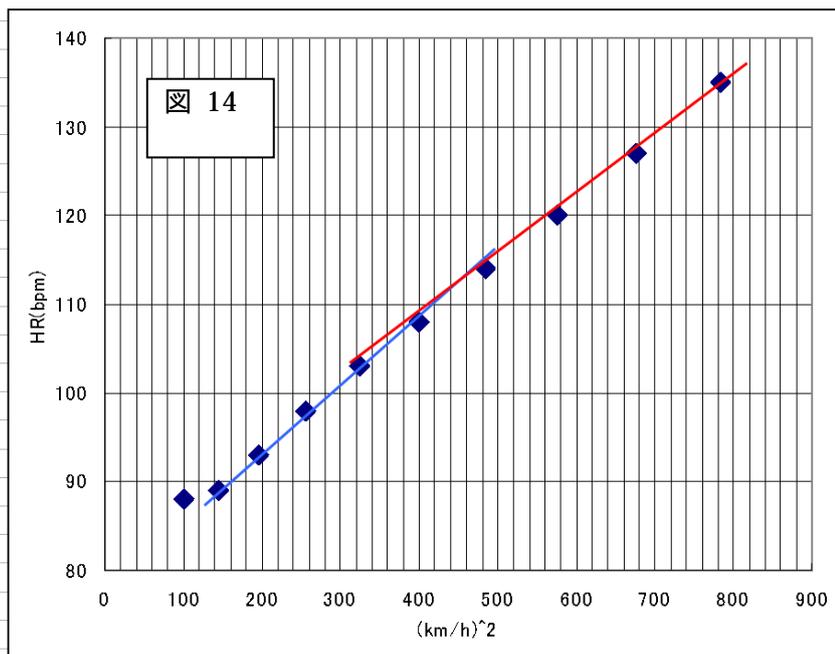
エアロバイクは 1 分当たり 2km/h ずつ加速し、胸に巻いた心拍計 Polar S610i で心拍数を計測し、テスト後データをコンピュータに吐き出して車速の値とつき合わせてグラフ化した。

図 14 は、その結果を速度(km/h)の二乗に対する心拍数のプロットとして表示したものである。

この変曲点が AT 値(anaerobic threshold) 無酸素作業閾値である。

図より、あまりはっきりしないが、AT 値は ~ 110bpm あたりらしい事が分かる。

この関係もウェブに沢山載っていて、綺麗な変曲点を得られた人も、全然得られなかった人も居るようだが、私の場合は辛うじて得られているのではないかとと思われる。



またより簡単に計算だけで AT 値の推定を行う「カルボネン法」というものがある。  
下式で一般人であれば目標%のところに 50、スポーツ愛好家では 60、競技者では 70～80 の数字を入れれば AT 値の目安が分かるとされている。

$$\text{AT 値} = (\text{最高心拍数} - \text{安静時心拍数}) \times \text{目標\%} + \text{安静時心拍数}$$

$$\text{最高心拍数} = 220 - \text{年齢}$$

私の場合を計算して見ると、年齢は 77 歳(測定時)、最高心拍数は  $220 - 77 = 143$ 、安静時心拍数は 55 なので  
目標%を 50 とすれば、AT 値 = 99

$$60 \text{ とすれば、AT 値} = 108 \text{ となり、}$$

私をスポーツ愛好家とすれば(必ずしもそうは思っていないが)上述のコンコーニ法による値と一応話の辻褃は合っている事になる。

それらを参考に、現在ウォーキング時の運動強度を HR=110 付近に定めている。

以上、「半導体シニア協会」のニュースレター「Encore」に掲載された寄稿を主体に補足説明を加えたものである。  
このテーマではほかにまだいろいろと試みている事もある。

例えば「ヘルシア緑茶」を常用した場合の脂肪燃焼促進の有無を「呼吸商」の測定から検討したりもしている。  
もしこの種のテーマにさらに興味を持たれたならば、本ホームページの「健康なからだづくり」や、私のブログ「敏翁のシニア談義」\*6 のカテゴリー「健康」を訪れて頂きたい。

**謝辞**：簡易代謝測定装置の試作開発は大勢の人々の支援とサポートによっている。ここでは特に  
初期試作機のアイディアについて種々サポートを頂き、またニッポ産業を紹介して頂いた横浜国大堀雅宏教授、  
試作機製作を担当されたニッポ産業(株)荒井士郎社長、  
東芝時代からの友人で主に試作機の電気系の開発を担当された滝沢茂氏、  
同じく友人で主にカム式チューブ弁の開発設計を担当された鈴木一也氏 に深謝したい。

参考 \*1：第六次改定 日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 - 第一出版社 平成 11 年

\*2：代謝量の測定に関して幅広く纏められた教科書としては  
奥恒行 柴田克巳編「基礎栄養学」 南江堂 2004 年 5 月発行がある。  
図 5 は、藤田美明 奥恒行編「栄養学総論」朝倉書店 1994 年 1 月発行より取った。

\*3：山路啓司 「最大酸素摂取量の科学」 杏林書院 2001 年発行

\*4：石河利寛 『健康・体力のための運動生理学』 杏林書院 2000 年 4 月発行

\*5：Schvartz E, Reinbold RC : Aviation, Space and Environmental Medicine 61:3-11,1990

\*6：私のブログ 「敏翁のシルバー談義」 [http://blog.goo.ne.jp/toshiou\\_goo/](http://blog.goo.ne.jp/toshiou_goo/)