

時間を見直す

動物の時間

本稿では時間について考えてみたい。ビジネスマンの時間や、今とくに問題になっている高齢社会における時間の意味を見直す作業をしてみたいと思う。そのベースになるのは動物学である。



本川 達雄（もとかわ たつお）
（東京工業大学 教授）

略歴

1948年生まれ。東京大学理学部卒業後、琉球大学助教授等を経て、1991年より現職

主著

『ゾウの時間ネズミの時間』中公新書、1992年

『時間～生物の視点とヒトの生き方』NHK ライブラリー、1996年

『生きものは円柱形』NHKライブラリー、1998年

1 時計の時間と動物の時間

ふだん時間といえば時計の時間を指す。これは物理学・天文学に基礎的をおいたものであり、物理的時間とも呼ばれている。物理的時間の概念はニュートンにより確立された。彼は時間を、何ものにも影響を受けずに一直線に一定の速度で流れていくもの、万物共通で普遍的なものとし、これを「絶対時間」と呼んだ。

これは無限の長さのベルトコンベアーをイメージしてもよいだろう。その上にすべてのものが乗せられ、等しい速度で運ばれていく。このようなものが時計の時間（物理的時間）である。

ところが動物がかかわってくると、話が違ってくる。体のなかで時間が刻々とたっているなど、素直に実感できるのは心臓の拍動であろう。心臓はドキ、ドキ、ドキとかなり規則正しく打っており、われわれヒトの場合で

は1分間に約60回。約1秒に1回である（寺田寅彦は秒という単位は心拍からきているのではないかと想像している。）

心拍が1秒1回というのは、どの動物でもそうだというわけではない。ハツカネズミのように小さなものでは1分間に600～700回も打つ。1回に0.1秒しかかからない。もうちょっと大きいドブネズミでは0.2秒、ネコでは0.3秒、ウマで2秒、ゾウは3秒もかかる。大きいものほど心臓はゆっくりうち、拍動の時間が長くなるのである。

2 時間と体重

体重と心周期（1回のドキンの時間）の関係を両対数グラフに表すと、ハツカネズミからゾウまで、ほぼ直線的に点が並んでくる（図

1）。これは心臓の時間は体重のべき乗の式で表せることを意味している。グラフから、心臓の時間は体重の $1/4$ 乗に比例するとい

う関係が求められる。

1/4 乗であるから、体が大きいものほど余計に時間がかかる。ただし体重に正比例して増えるのではなく、体重が 10 倍になれば時間は約 2 倍長くなり、体重がさらに 10 倍になれば、時間はまた 2 倍長くなるという関係である。

このような関係は心臓で最初に明らかにされたのだが、その後いろいろなものでも成り立つことが分かってきた。例えば 1 回の呼吸に要する時間。腸がじわっと蠕動^{ぜんどう}して食べ物を送る時間、筋肉がぴくんと縮む時間、血液が体内を一巡する時間等々、みな 1/4 乗に

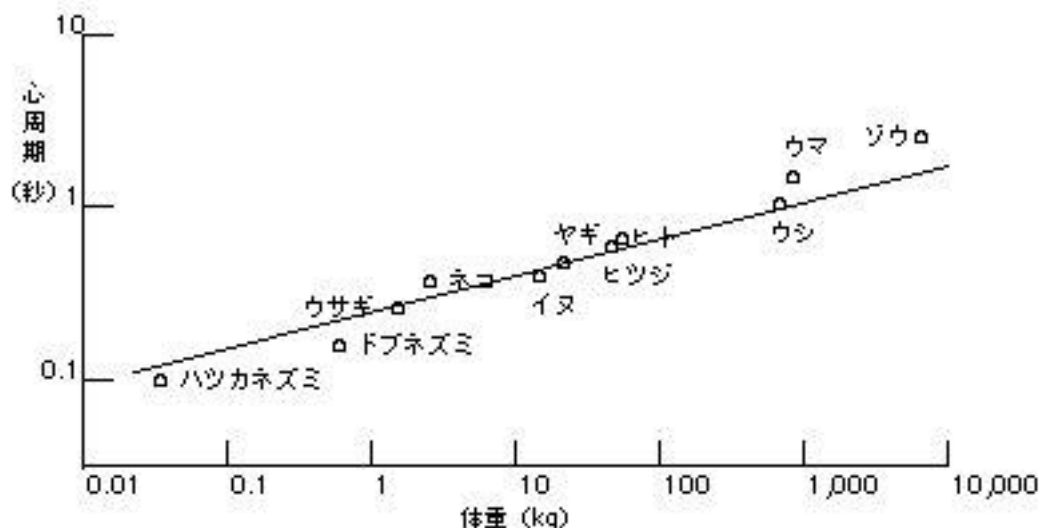
ほぼ比例する。

一生に関わる時間についても同様で、赤ん坊が母親の胎内にいる時間（懐胎期間）、成獣になるまでの時間等も、体重の 1/4 乗に比例する。

寿命もまたそうである。大きな動物ほど寿命は長い。個体の寿命のみならず細胞の寿命も、体を構成しているタンパク質の寿命も、やはり同様である。

このようにみてくると「動物の時間は体重の 1/4 乗に比例する」と一般化してよいと私は思う。

図 1 体重と心周期の関係



注) 心周期と体重の関係。縦軸も横軸も対数目盛（1 目盛増えるごとに 10 倍になる）である。心周期と体重とは直線関係になり、この直線から $T = 0.25W^{1/4}$ （ T は時間、単位は秒； W は体重、単位は kg ）という近似式が導かれる。

3 動物によって異なる時間

ここから二つのことがわかる。一番重要な点は、時間は動物によって違うということである。ここが時計の時間と大いに異なる。

もう一点。時間がみな 1/4 乗に比例するため、時間を 2 種類、組み合わせて割算する

と、体重に無関係になることである。例えば、肺が 1 回動く時間を心臓の 1 拍の時間で割ると 4.5 という数字になる。肺が一呼吸する間に心臓は 4.5 回打つ。これはゾウもネズミもわれわれも共通である。

一生という時間を心臓の時間で割ると、15億という数字になる。心臓が15億回打てば、ゾウもネズミも寿命になる。このように時計

の時間では分からなかった共通性がみえてくるのである。これが動物の時間というものを考えるヒントになる。

時間とエネルギー消費量の関係

もう一つ、動物の時間を考えるヒントを与えてくれる実験結果がある。

動物がどれほどエネルギーを使うかを、体重あたりにして比べると、エネルギー消費量は体重の1/4乗に反比例する。反比例だから、大きいものほど体の割にはエネルギーを使わない。体重が10倍のものでは、エネルギー消費量は約半分なのである。

ここで注目したいのは、1/4乗という数字がまた出てくることである。時間は1/4乗に比例し、エネルギー消費量の方は反比例するのだから、結局、時間とエネルギー消費量とは反比例の関係になる。

だからエネルギー消費量に時間（どの時間でもよい）を掛ければ、体重によらない一定値になる。例えばエネルギー消費量に心臓が1回打つ時間を掛けると2ジュール(注)。これはゾウもネズミもわれわれも同じである。

エネルギー消費量に一生という時間を掛けると30億ジュール。ゾウもネズミも、これだけのエネルギーを使うと寿命を迎える。

こういう関係を知ると、われわれ哺乳類はこんな機械ともみなせるわけだ。ガチャンと1回転させるのに2ジュールのエネルギーを使う機械で、15億回回転させるとガタがきて壊れるものである。

この機械は、ゆっくり回せば長持ちするし、早く回せばすぐに壊れる。ただし1回転にする仕事量は同じ2ジュールだし、15億回回って壊れるまで（一生の間）にする仕事量も30億ジュールで同じ。

ゾウのように大きい動物はゆっくりと回っている。そして70年生きる。ネズミのように小さいものは素早くクルクル回る。そして2～3年で死ぬ。

（注）ジュール（J）：仕事・エネルギーの単位

生物的時間というもの

1 時間の速度とエネルギー消費量

動物においては、時間とエネルギー消費量は反比例する。言い換えれば「時間の進む速度はエネルギー消費量に比例する」ことになる。エネルギーを使えば使うほど時間が早く進むのである。

ネズミは心臓も早く打ち、せかせか呼吸し

てどんどんエネルギーを使い、早く大人になり子供をつかって早く死ぬ。エネルギー消費量とは仕事量ともいえるが、同じ時計の時間の間にエネルギーをたくさん使ってどんどん仕事をしているわけで、これは生きるペースが早いといえるだろう。生きるペースを時間

の速度とみなし、このような時間を生物的時間と呼ぶことにする。生物的時間の速度はエネルギー消費量に比例する。

ゾウは 30 億ジュールのエネルギーを 70 年かけて少しずつ使っているのに対し、ハツカネズミは同じ量を 2 ～ 3 年で使い切ってしまう。同じ時計の 1 年でも、その間にネズミはゾウよりずっとたくさんの仕事をやっているのだから、時間の「密度」が高いともいえるだろう。

2 円環的な生物的時間

(1) 円環的時間

物理的時間と生物的時間の、もう一つの違いを指摘しておきたい。物理的時間はまっすぐに進んで行って元には戻らないが、生物的時間は回って元に戻るものだという違いである。物理的時間は直線的時間、生物的時間は円環的時間である。

本稿で生物的時間として捉えているものは、心臓が繰り返し打ったり、肺が呼吸をしたりというような、生物の体のなかで繰り返し起こっている現象の周期である。もちろん寿命は個体にとっては繰り返しのきかないものであるが、種のレベルで見れば、親が生まれて死に、子が生まれて死にというふうに、繰り返しの長い単位と考えることができる。その一生というタイムテーブルの上に、懐胎期間や成獣になるまでの時間などがのっている。生物的時間はくるくる回って元に戻るものと捉えることができる。

(2) 伊勢神宮式サイクル

生物的時間において、時間が回るといふことと、時間の速度がエネルギー消費量に比例するという事とは、以下のように考えれば

生物的時間で考えれば、生物はそれぞれに時間が違う。一方、物理的時間で考えれば、同じ速度で流れていても、生物によって時間の密度に違いがあるといえるだろう。

物理的時間には質の違いはない。だから長いか短いかでしか比べられないのだが、生物的時間には質の違いが存在する。ネズミの時間は密度が高く、その一生はものすごく濃密なもの。単純にゾウの時間と長さだけで比べられるものではない。

統一的に理解できるだろう。

そもそも生命というものは永遠を目指すものだとは私はみなしている。では永遠の生を得るにはどうしたらよいだろうか？ 体は複雑な構造物だから、建築物にたとえて考えてみよう。永遠に続く建物をつくるには、単純に考えれば絶対壊れないように建てればよいことになるが、それはダメ。諸行は無常であり、必ずいつかは壊れてしまう。

別のやり方がある。定期的にまったく同じものを建て替えていけばいいという発想である。これが伊勢神宮で、じつは生命がこの方式で永遠を目指しているのである。

生物はみな定期的に自分とそっくりの子をつくり、自分は土に還っていく。生物の体であれ建物であれ、いろいろ働けばすり減ってくるし時間がたてば壊れるから、適当な時期に新品に作り替えてやる。それにはもちろんエネルギーがいる。

エネルギーを注ぎ込んで作り替えることにより、新品となり、ここで時間は元に戻り、新たなサイクルが始まることになる。

これは子供をつくるという世代の交代だけ

ではない。体内の酵素反応も同じように考えることができる。例えば筋肉が縮むには2種のタンパク質が関与している。ミオシンというタンパク質の「手」がアクチンというタンパク質の紐を引っ張って収縮が起こるが、手は1回働けば、それっきりのところを、エネルギーを注ぎ込んで手の形を元に戻してやって、また働けるようにしている。働いて形が変わるということは「壊れた」ともいえることだから、エネルギーを使って修理してやり、新たに働けるようにするのである。こうして時間が一回転して元に戻り、回転しながら働いていく。

時間を一回転させるのに一定量のエネルギーが必要である。早く何度も回れば、より

多くのエネルギーを使う。だから時間の速度とエネルギー消費量とが比例することになる。

(3) 時間とエントロピー

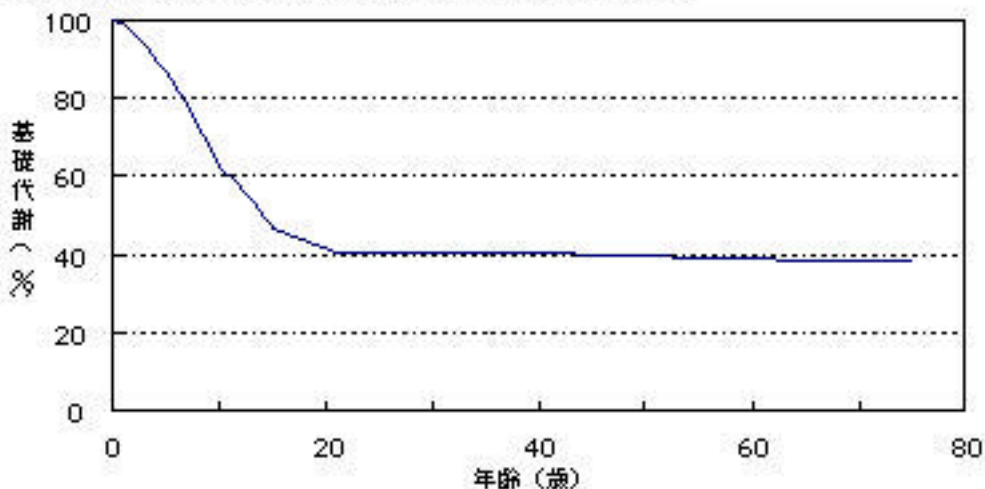
生きものの時間は回って元に戻り、新生しながら回転しているもの。一方、物理的時間(時計の時間)は直線的に流れ去っていき元に戻ることはない。物理学ではエントロピーは増大する。何もしなければエントロピーが増大することが、時間が一方向に流れて元に戻らない理由の一つとされている。ところが生物では、エネルギーを使うことによってエントロピーの増大を抑え時間を元に戻しているのである。生物の時間を、単純に物理学の時間と同じと考えてはいけない理由がここにある。

子供の時間・老人の時間

生物的時間の考え方を人間の一生にも当てはめてみよう。生まれたばかりの赤ん坊は、エネルギー消費量(体重あたり)が非常に大きい。大人の3倍もある。エネルギー消費量は成人するまで急速に減っていき、それから

もゆっくりと減り続けていく(図2)。時間の速度がエネルギー消費量に比例するならば、このグラフは時間の速度が歳とともにゆっくりになっていく様子を示していることになる。

図2 年齢によるエネルギー消費量(体重あたりの基礎代謝)の変化



確かに歳をとれば1年は早く過ぎる。時間が子供の時と同じでないことは、皆が実感することである。しかしこの実感からすると老人の時間は速いということになる。ところが生物学的時間からすると老人はエネルギー消費量が少なく時間は遅いことになり、話が合わない。

私はこう考えればよいと思っている。子供は生物的時間が早いため、1日という物理的時間の間に多くのことをする。だから振り返れば1日が長かったと感じるし、逆に歳をと

るとエネルギー消費量が減り、1日にすることの量も減るから、1日はスカ～ンと過ぎたように感じてしまう。老人の時間が遅く密度が低いから1日を短く感じてしまうのだというのが私の説で、これで一応説明はつく。

時間の速度が歳とともにゆっくりになるからこそ、中高年になるといろいろな変化についていきにくくなるのではないか。企業のなかでも、年代によりいろいろな時間が流れているわけで、それを考慮してはじめて無理のない労務管理もできるのだと思う。

ビジネスの時間

エネルギー消費量で時間の速度を計るという考え方は、社会生活の時間にも適用できると私は考えている。

新聞を広げて目につくものといえば、車、コンピュータ、携帯電話、それに航空会社の広告。これらは皆、使うと早くものごとを処理できるものたちである。早く行き、早く計算し、早く情報を伝える。これらの機器を使うことにより、時間を早めることができるのである。もちろんこういう機器類は、つくるにせよ動かすにせよ、膨大なエネルギーがいる。つまりわれわれは、エネルギーを使って時間の速度を増加させているわけだ。

社会活動においても、何をするにもエネルギーがいる。私たちの社会は石油を食って生きているようなものであり、社会活動のペースをエネルギー消費量（国民一人あたり）で計り、これを社会生活の時間の目安とするのは、悪くないと私は思う。

社会の時間もエネルギー消費量によって変わり、エネルギーを使えば使うほど時間が早

くなると考えてみることにしよう。

そう考えると、ビジネスとは時間を操作するものとしてみえてくる。一生懸命働くとはエネルギーを注ぎ込むこと。そうすると時間の速度が早くなり、たくさんものを作れたり他の企業を出し抜いたりでき、その結果、金がもうかる。つまりエネルギーを使って時間を早めて金を得ているのがビジネスだといえるだろう。ビジネスとは忙しいこと busy+ness。忙しいとは時間を早めることで、まさに名は体を表しているわけである。結局ビジネスは「エネルギー→時間→金」という変換を行うものであり、「時は金なり」とは、この後半を言ったものだとは私は受けとっている。

時間を操作することがビジネスなのだと考えれば、時間を主役に考えた、今までとは違った戦略の立て方ができるだろう。経済学や経営学では時計の時間だけしか考慮していないが、これではビジネスの本質がみえないのではないだろうか。

時間という環境問題

車であれコンピュータであれ、じつに便利。人類の偉大な発明である。しかしこの便利さは手放して喜べるものではない。

私たち日本人はヒトという動物が生きるに必要な量（食物として摂取するエネルギー量）の約 40 倍ものエネルギーを消費している。このようなエネルギーの大量消費をこのまま続けてよいかは大問題だが、別な問題もある。

社会の時間の速度がエネルギー消費量に比例するなら、それは野生時代に比べて 40 倍早くなったことになる。ところが心臓の打つ早さは昔と違いはない。

体の時間と社会の時間との間に、非常に大きなギャップが生じているのが現代なのである。ものが豊かになり、これほど便利になったのにもかかわらず、いまひとつ幸せ度が上がらず、ストレスがかかるし、疲れるなあと感じてしまう原因は、この大いなる時間のギャップにあると私は思っている。

私たちは時間のなかで生きており、時間は重要な環境要因であるのだが、そう考えられることは少ない。時間は時計で計るものだから変わりようがなく、あたかも公害発生前の

大気や水のように、大切だけれども取り立てて考慮すべきものとは考えられていないのである。

しかし生物的時間で考えるなら、現代では時間環境が昔とは大きく変わってしまっている。はたして現在の時間環境が、ヒトという動物が幸せと感じて生きていけるものなのか、はなはだ疑問なところだろう。これからの製品やサービスは、早さや便利さだけを売り物にするのではなく、快適な早さとはどのあたりなのかを、しっかりと押さえたものにしていかねばならないと思う。

若者の方が体の時間が速いわけだから、時間環境の加速にも適応しやすいだろう。時間環境を変えた主役の一つがコンピュータ。

「オジサンはコンピュータも使えず、だめねえ」なんて言われている中高年は、まさに時間環境問題の被害者なのである。

高齢化社会を生きる時間観

現代人はエネルギーを使って時間を買っているとは私は考えている。買い取り方には二つある。一つは車やコンピュータを使って時間を早めることにより、ものごとを早く済ませて自由な時間をつくりだすこと。もう一

つは長い寿命である。

ついこの間まで「人間五十年」だった。それがわずかの間に急激にのびて今や八十。豊富な食糧、安全快適な住居、医療と看護、等々のおかげであるが、これらは莫大なエネル

ギーを使う。エネルギーを使って寿命という時間を買い取っているとみなせる事態である。

野生では老いた動物はいない。ちょっとでも衰えれば野獣か病原菌に食われてしまうからである。ヒトの老化は 40 代に始まるが、そのあたりが野生に近い状況でのヒトの寿命なのだろう。ちなみに心臓が 15 億回打つとほぼ 40 歳になる。

私たちは長い老いの時間を手にしているのだが、この時間は若い時間とは、やはり違う。エネルギー消費量が違うから、時間の速度が違っている。時間が大きく違えば、世界の見え方やそのなかでの生き方も変わって当然であろう。老人には老人の世界観や価値観があるべきである。

ところが、そういうことは大きな声で言うてはいけないことのようなのだ。時間が違うなどと言えば、これは一種の差別発言であり禁句。すべて平等、すべて同じなのがたてまえの世の中である。だから歳とっても若い時と同じにできないことはダメになることであり、老人自身も、それは認めたくないという風潮が強い。

しかし、これは私の実感なのだが、いつまでも若くみせようとするのは、じつに疲れる。老いてスローになって何が悪い！と私は居直りたい。そして遅いものにも積極的な価値を見出したいのである。

歩きながら見る景色と車からの景色とでは違う。歩かなければ、路傍の花にじっと目を向けることなどできはしない。車でさっと通り過ぎ走った距離を自慢しても、見えたものの数が多いわけでもないだろう。

人生において、違う速度の時間をもつことができることは楽しい。その時、その時間だからこそ見える世界を楽しみ、見えるものが年代により変わっていく、その変化を楽しみ、そして一生でいろいろな世界を楽しめたことを楽しむ。若さにしがみつくとよりは、さばさばと老いを受け入れ、複数の時間を楽しむ方がよいのではないだろうか。

老いれば衰える。これは逃れられない事実である。それに目をつぶって、老いはない、などと無理をするよりも、老いを楽しく受け入れられる見方をすることこそが、これからの高齢化社会には必要なものだと思う。

生命の時間は自分でつくるもの

縄文の遺跡からハスの種が発見され、それが芽吹いて花を咲かせ、話題となったことがある。ハスの種は、数千年を種の状態で過ごしていたことになるが、種であった時に流れていた時間と、花が咲いた時の時間は、同じものではないだろう。種はほとんどエネルギーを使っておらず、生物的時間はものすごくゆっくりとしか流れていなかった。いわば密度の薄い時間なのだが、だからといって、

そういう時間が意味がないものでは決してない。そういう流れ方だからこそ、発芽にもっとも適した時期を待つことができたわけである。

花の時間はエネルギーを使い、密度の濃い時間ともいえるが、すぐに散る。散るのがいやなら種でいればよい、ということにはならない。一粒の麦は、芽を出して死ななければ、一粒のまま。子孫を増やすことはできないの

である。

冬眠中の時間も種の時間と似たようなものだろう。冬眠する動物はしないものに比べて一般に長生きするのだが、冬眠中はエネルギー消費量が下がり、生物的時間は非常にゆっくりになっている。その分、長生きするのだろう。このように、生物は自分で時間を操作しているのである。エネルギーの使い方を変えて、いろいろな時間をつくりだしているともいえるだろう。

生物は、エネルギーを使って仕事をするることにより、時間を生み出しているのではないだろうか。生きるとは、とりもなおさず、時

間をつくることだと私は考えている。

物理的時間は、無限の長さのベルトコンベアーのようなものだと言頭で述べた。その上に乗せられ、万物が同じ速度で流されていく。受け身で流されていくのである。

時間に対して、われわれはなすすべもない。いわば時間の奴隷である。それに対し生物的時間は、生物が自分でエネルギーを使ってベルトを回しているものとしてイメージできる。回す速度は生きものによって、それぞれに違う。一生のうちでも違う。生物は時間を積極的につくっているものであり、各自が時間の主人である。

おわりに

『正法眼蔵』のなかで道元は「時は飛去するとのみ解会すべからず」(時間はベルトコンベアーのように流れ去っていくものとのみ理解してはいけない)と言っている。また「尽力経歴」(力を尽くしてはじめて時間が経巡する)という言葉もある。ベルトを自分で回すのが生命の時間なのだ、と道元が言っていると私は理解している。

本稿では伊勢神宮や道元を持ち出したが、あえてこうしたのは、時間をどう捉えるかは、文化や宗教の影響を強く受けているものだからである。

西洋の思想の背景にはキリスト教がある。キリスト教においては、時間は神のものであり、世のはじめから終末まで、神の時間が一直線に流れていく。万物は神の時間というベルトコンベアーに乗せられている。神は唯一絶対であり、その時間も唯一絶対。われわれにはどうしようもない。

このような神の時間の考え方がニュートンを介して物理学のなかに入り、それが時計の時間として世俗に受け入れられた。産業革命以来の西欧の世界制覇にともない、この時間観は全世界にひろまって今日に至っている。

一神教の思想を背景にもっているからこそ、現代人は、これほどエネルギーを使って時間を操作しているにもかかわらず、そうとはみなさずに、時間は唯一、時計で計るものしかないと思いこむ「一時間教」にやすやすと陥ってしまうのではないだろうか。

生きものの特徴は時間が変わることであり、人類の技術の大いなる成果は時間を早めるところにある。現代人はこれだけの技術をもっているのだから、生物としての制約の範囲内ではあるが、ある程度は自分が時間の主人となれるはずである。ここはエネルギーを使って頑張る時間、ここはゆったりのにびりした時間というように、時間を自分でデザインで

きるはずなのである。

にもかかわらず、多くの現代人、とくにビジネスマンは、時計と手帳にきつく縛られており、時間の奴隷という感じを抱きながら暮らしているのではないだろうか。そして定年後も、せっかく自由になったにもかかわらず、若い頃と同じにできない、衰れになったなあと嘆くばかり。

時間の捉え方を変えるだけで、今と同じ生活を送っていても、ずっと自由で楽な気分で生きていけるのではないかと私は思う。

道元は、松も時なり、竹も時なり、鼠も時

なり、と言う。生物はおのあの自分印の時間をつくりだしているから、時間をみれば、それが松か鼠かわかるという意味だと思う。時間は自分でつくりだすという考え方が、私たちを時間の奴隷から解放する。

21 世紀にあたって、西洋近代をどう精算するかが大きな課題であるが、「一時間教」こそ、精算すべき西洋近代の核心ではないかと私は考えている。