

AFTERNOON TEA

東北大学大学院 医学系研究科 細胞生理学分野
徳永 太

何をもって「難しい」とするか

早川公英さんよりバトンを引き継ぎました。徳永太でございます。日本生理学会・若手の会の世話人をしております。早川さんとは、二年前の若手の会の学术交流合宿からの御縁です。

生理学は、実に幅の広い学問だと思っております。幸い、色々な方の生理学像を伺う機会に恵まれました。個々の生理学像は、実に多岐にわたります。こんなにも多岐にわたるとは、正直、思いもありませんでした。

生理学の「生」を生物の「生」と見る向きがあります。一方、生理学の「理」は物理の「理」だと見る向きもあります。おそらく、どちらも正しいでしょう。

私は、生理学の「理」を物理の「理」と思い込んだ口でした。生体の仕組みを物理学的に記述する学問だと考えたのです。ですから、学生時代は、生理学よりも物理学の教科書に親しみました。物理の基本は、できるだけ若い内に吸収しろと聞かされていたからです。

医学生物学の世界に入り、最初に戸惑ったのが、何をもって「難しい」とするか、でありました。

私の在籍した東北大学の医学部では、毎年5月に、同窓会の催しがあります。私が入学した年には、さる高名な物理学者が招かれました。私はアルバイト要員として会場にいましたが、その方の御講演のときには席を外しておりました。戻ったのは、主催者側の答礼の辞が始まった頃です。当時、学部長を務めておられた平則夫先生が御挨拶なさいました。御専門は薬理学です。

「我々、医学生物学者は、何か複雑な現象をみつけたときに面白いと考える。だから、つい物事を複雑に考えたがる。しかし、物理学では、常に物事を単純に考える努力がなされている。我々は、自分たちの習性を、一度は省みるべきではないか」

そのような趣旨のお話だったと記憶しております。

その後、御本人の書かれたものなどから、先生が、一度は物理学を志されたこと、大学院時代は生理学を専攻されていたこと、などを知りました。

物理学の難しさは、いかに自分の思い込みを看破するのcaというところにあるといひます。しばしば引き合いにだされるのがニュートン力学です。曰く「ニュートン力学を最初に理解したのはニュートンではない。アインシュタインである」と。

ニュートンは、いわゆるニュートン力学を定式化した際に、その前提として、絶対時間や絶対空間を取り入れました。東京の1時間もパリの1時間も変わらない。仙台の1メートルもチューリッヒの1メートルも同じである。これが絶対時間や絶対空間の概念です。私たちの日常感覚に合致する概念と言えます。しかし、これでは、ある実験結果が説明できない。詳細は成書に譲りますが、その実験結果を突き詰めていくと、空間や時間は絶対的な尺度ではなく、むしろ光速が絶対的な尺度のようにみえるのだといひます。アインシュタインは、その点に着目し、いわゆる光速不変の原理を導入し、時間や空間の絶対性を否定しました。つまり、ニュートン力学における時間や空間の限界を最初に看破したのがアインシュタインだったのです。

門外漢が相対論を学ぶときの困難も、ここにあると言えます。学生時代、私は、次の問題の答えに、容易に納得できませんでした。すなわち、

「光速で走る人が、手にした鏡を覗き込むときに、その人の顔は映るのか？」

という問題です。

一見、映らないように思えます。時速50キロの車から時速50キロでボールを投げると、ボー

ルは時速100キロとなります。しかし、秒速10万キロのロケットから秒速30万キロの光を発しても、光は秒速30万キロのままである。これが光速不変の原理です。顔に反射した光が鏡に至ることで、顔は映ります。顔も鏡も光速で動いていたのでは、顔は映らないのではないか。

ところが、これは誤りです。光速はいかなる観測者にとっても一定である、というのが光速不変の原理ですから、光速で走る人にとっても光の速さは不変です。ですから、顔は映ります。もし、映らないとしたら、光速で走る人にとっての光速がゼロということになってしまい、光速不変の原理に反するからです。

私は、この疑問を解くのに長い時間を要しました。いま考えれば、なぜ、こんなことで悩んだのかと呆れます。しかし、これが物理学の「難しさ」です。ある意味では、虚ろな「難しさ」と言えるかもしれません。

こんな「難しさ」に親しんでいると、自然、「難しい」の観念も変わってきます。複雑なカスケードや非線系の微分方程式をみても「難しい」とは感じなくなるのです。いわゆる絶対時間や絶対空間の否定といった抜本的な転回が求められない限り、「ややこしい」とは思っても「難しい」とは思わないのです。

こうした「抜本的な転回」を拠り所とするのが生理学ではないかと、私は考えます。

免疫学も、病理学も、分子生物学も、突き詰めて考えれば、生理学です。ノーベル賞が「医学生理学」と一括するところをみても、生理学の包括性は明らかでしょう。このような状況下で、生理学の「専門家」は、何を指すべきなのでしょう。もちろん、答えは簡単ではありません。

私は、他分野の「生理学者」が考えもしない問題を設定するところから始まるのではないかと気がしています。前述の「抜本的な転回」も、そこに絡むのではないのでしょうか？ これまでの



(公園の風景写真)
第3回FENS (3rd Forum of European Neuroscience)の会場となったパレ・デ・コングレ (Palais des Congrès) の付近を1時間ほど散策中に……。もちろん東京での1時間と全く同じように思われました



(漫画の一コマ)
「光による光の追跡」問題は17歳の頃のアインシュタインの思索だそうです。「光速で走る人の鏡」問題の根幹といえます。
小学館名コーチ文庫・宇宙の秘密シリーズ・四次元宇宙の秘密 (昭和58年5月5日小学館発行)

医学生物学にない「難しさ」を発見することが、生理学に課せられた重要な役割の一つだと思うのです。

この度、東京慈恵会医科大学の山内秀樹先生からご指名により、このコーナーに書かせていただくことになりました。筑波大学先端学際領域研究(TARA)センター/体育科学系の助手として、運動が身体、特に心血管系へ好影響を与える適応機序に関する研究を行っております。山内先生とは、私が学会で実験方法に関する相談にのっていただいたのがご縁で、「家光」という変わった名字?のためか覚えていただきました。

「運動すると健康にいいですよ」というのはよく聞いたフレーズです。私は中学、高校、大学と陸上競技をしていたので、走るその爽快感と筋肉の発達などから「運動の効果」みたいなものを実感していました。私が川崎医療福祉大学健康体育学科で、運動生理学をかじりたてのとき、私の両親に「健康のために運動でもしてみたら?」と勧めたところ、ウォーキングを3週間程続けましたが、止めてしまいました。理由を聞くと「運動は体にいいのかもしれないけれど、続けても何も変わらない、どこが良くなっているのか?」と言われました。確かに…と思いつつ、何も答えられませんでした。それが、「運動の効果とは?」という疑問がわき、この研究分野に携わるきっかけだったのかもしれない。両親の疑問に対して何も答えられなかった自分に科学的な根拠を教え、体験させてくれたのが、当時、川崎医療福祉大学健康体育学科でご指導して頂いていた宮地元彦先生の持久的トレーニング実験の被検者を経験したときでした。今でも忘れないくらいハードなトレーニングでしたが、その甲斐あって、心エコーで見

た自分の心臓や血管の内腔は拡大し、一回拍出量は増大し、形態や機能が驚くほど変化していました。その画像をみて、「運動はすごい!こんなにまで身体を変えるんだ」というわくわくするような気持ちを抱きました。この気持ちが、運動生理学の世界にはませたのだと思います。大学卒業後から筑波大学大学院の学位取得まで、その時々で多くの先生に出会い、支えられ、様々な技術と研究に対する姿勢や考え方だけでなく、人間としてどうあるべきかをご指導して頂き、現在の研究ができていると感謝しております。

現在、私の勤務しているTARAプロジェクトの中に、継続的な運動による心血管系の機能や形態の亢進・変化が生体内でどのような機序で適応するのかを研究課題にあげ、運動によりどの遺伝子やタンパクの発現が変動・関与するのか、また、その遺伝子やタンパクがどのような機序で変動するのかなどを生理・生化学的および分子生物学的手法を用いて、統合的に研究しております。心血管系に対する運動効果やそのメカニズムの解明は、より効果の得られる運動の種類、強度、期間設定などを科学的根拠に基づき、疾病予防及び健康維持増進を目的とした運動処方ガイドライン作成の一助となると考えています。ご指導していた先生方に感謝し、少しでも社会の役に立つ研究を進めて行けたらと思いますが、その前に、将来、自分の両親にもう一度運動を勧めてみようと思います。もちろん、昔できなかった「運動の効果と機序」を説明して、私の心の中にあるちょっとした目標です。

京大情報学研究科の松村と申します。金沢大学の少作先生からバトンを受け取りました。現在、当研究科の生体情報処理分野（小林茂夫教授）で助教授として感染時の発熱・疲労の分子神経機構について研究を進めております。これまでに発熱の脳内メディエータ PGE_2 は脳血管内皮細胞で産生される、という説を提唱してきました。現在はその説を確固たるものにする、そして脳血管内皮細胞で作られる PGE_2 は発熱を起こすだけでなく脳血管自体を守っている（ PGE_2 は脳の化学的バリアである）という仮説を検証すること目指しております。また感染時の疲労感は PGE_2 に依存しないことがわかり、感染性疲労の機序にも興味を持っております。自己紹介はこれくらいにして、以下ではあまり肩のこらないはなしをいたします。トーンが変わるのでご了解を。

飲み屋の盛り塩

さて、本題のアフタヌーンティーであるが、私はこれを“ちょっと一息ばなし”と解釈してはなしを進める。講義の合間に先生が教科書には載っていない、ちょっと一息いれる話をすると、学生は何年たってもそのことばかり覚えていたりする。20年以上前になるが（歳がばれるナ）、恩師の故中山昭雄先生が、飲み屋の前に塩を盛る慣習の故事来歴を話されたことがある。「北新地（大阪）に行くと飲み屋の前に塩が盛ってあるでしょう。あれはなぜかわかりますか。」ご存知の方もおられると思うが、要約するとこうである。昔、中国の皇帝は後宮にたくさんの女性を住まわせていた。毎夜どの女性を訪ねていくかを決めるのに、ヒツジを放してそのヒツジが立ちどまった部屋を訪ねることにしていた（牛車を引かせたという説もある）。そこに、ひとりの賢い女性がいて自分の部屋前に塩を盛った。ヒツジは塩が好きなので、毎回その部屋の前に立ち止まり塩をなめた。おかげで、その女性は皇帝の寵愛を独り占めできた。これが転じて、飲み屋にお金持ちのお客さん呼ぶ

おまじないとなった、というわけである。これで学生は salt appetite のことや、それが草食動物で顕著であることを思い出す。私も体液調節の講義の時にこの話をつかわせてもらっている。何年か前に某G球団の若手熱血監督が、連敗が続くとベンチ前に塩を盛っていたが、この艶かしい故事来歴を知ったのか、と最後に元熱血監督を暗に揶揄する。何故かって？元熱烈フアンの方は、何度彼の逆転ホームランに苦汁を飲まされたことか。そしてあの能天気な…、このままいくと生理学雑誌には不適切な話になりそうなのでここで軌道修正。

腎 臓

私は環境生理学という講義を担当している。対象は全学の学部生、内容は生理学のいわゆる植物性機能で、生体恒常性維持のしくみである。講義の準備をしていると、これまで気づかなかった疑問が雨後のキノコのように（タケノコでなくあえてキノコ：英語で like mushrooms after a summer rain というらしい）わいてくる。特に講義を担当して間もないころは、京大の学生は鋭い質問してくるに違いないと、事前にいろいろ自問自答していた。もっともこれは大方が杞憂に終わるのであるが、そのなかでいまだに気になっている話題をひとつ。あるとき腎臓の講義の準備をしていた。想定質問はこうである。「先生、なんで腎臓では身体に必要なものまでろ過して、そのほとんどをエネルギーを消費してまた取り込むという無駄なことをやっているのですか？」別の表現をすると「なぜこの方が、不要な物だけを排泄することより有利なのですか？」いくつかの生理学テキストを調べたがドンピシャの回答は見つけられなかった。さすがに Guyton のテキストにはそれに近い問題提起と解釈が記載されていたが、それもいまひとつ納得できない。自分なりに考えた回答はこうである。とりあえず必要なものも、不要なものもすべて出しておいて、必要なものだけを

再取り込みする仕組みの方が、不要な物だけを選択的に排泄する仕組みより単純である。特に、未知の外因性物質に対してはこのシステムの方が頑強である。いかがでしょうか。専門の先生のご批判を甘受いたします。現実には腎臓はそうなっているのだから、ここでどのような解釈をしてもしかたないという気もするが、生理学の面白さはこのような合目的性の解釈にあると思う。腎臓がらみでもう一つ、尿の成分表を眺めていてふと思った。「先生、おしっこが黄色いのはなぜ？」これは幼稚園児レベルの質問である。答えはウロビリリン。ところがいくつかのテキストを調べたがどこにもなぜ尿は黄色いか記載されていない。生理学のテキストは幼稚園児の質問にこたえられない。ちょっと間の抜けた話である。

息こらえ

次は自分の身体から気がついたこと。学生の時ワンゲル部に所属し、体力には自信があった。その頃何分息を止められるか試すと、1分少々。ところが20年以上たって、久しぶりにやってみると、何と3分間がまんできた。えっ！自分の心肺機能は学生時代より増したのか？と一瞬思った。

運動もほとんどしていないのに、冷静になって生理学的に考えると、2つの可能性がある。ひとつは年齢とともに化学受容器反射の感度が低下した。もう一つは加齢か運動不足のせいで、基礎代謝が低下していて、呼吸を止めても血中酸素濃度の低下あるいは、二酸化炭素濃度の上昇が緩やかになった。自分としては後の説に肩入れしているのだがどうだろうか。ここ数年寒いのが苦手になったのも基礎代謝が低下したせいかな。昔と比べて食べる量は減ったのに、体重が減らないのも基礎代謝低下のせいではないか。息こらえをして血中酸素飽和度の低下をパルスオキシメーターで測ればよいかと思うが、20歳台の自分に戻れないので比較ができない。学生にも試してみると勧めているのだが、20年後に結果を報告してくれる律儀な学生もいないだろう。

とりとめもない話にここまでつき合って下さった方、どうもありがとうございました。最後に、講義のちょっと一息ネタが満載の本を紹介します。医学用語「解體新書」(小川徳雄、永坂鉄夫著、診断と治療社)。昨今のトリビアブームを先取りしたような本です。是非ご一読を。