

# 生理学を めぐる旅

—研究を紡いだ若者たち—

鈴木郁子

中外医学社

## 序文

「やさしい自律神経生理学 命を支える仕組み」が中外医学社から刊行されて8年になる。アショフの概日リズム、キャノンの交感神経-副腎髄質系、ヘスの防衛反応など、本書には前著の図が多く登場する。その一つ一つの現象が、いかにして導き出されたのか、解説しているのが今回の書である。「ベル・マジャンディーの法則」や「全か無かの法則」、「刺激伝導系」や「侵害受容器」など、解説しているのは自律神経系の現象に留まらない。生理学のテキストに記されているこれらの用語や法則は、命を支える仕組みの研究に命を燃やした若者たちの渾身の成果であることを、読者は知ることができよう。

本書は「体性-自律神経反射」の研究経緯に主眼を置いているが、この研究はそもそも第2章に登場するシェリントンの「体性-運動反射」の研究に端を発している。シェリントンは20代のときに脊髄性反射に興味をもち、その詳細を調べるようになっていった。神経系の基本「シナプス」という概念に彼が辿り着けたのは、膝蓋腱反射などの脊髄性反射を観察し続けたからである。実験を通して人間の本質を追求したとして、シェリントンを敬い、憧れた科学者らは20世紀に数知れない。その偉業はクッシングやペンフィールドら臨床で活躍する人々にも受け継がれ、脳神経外科領域の発展へと繋がった。抗菌薬を生み出したフローリーも弟子のひとりである。

シェリントンの仕事に影響を受けた研究者は日本にもおり、その人はシェリントンの脊髄性の運動反射を内臓の反射に広げていった。体性-自律神経反射といわれるこの反射は、マッサージや温冷湿布、鍼灸、按摩、カイロプラクティックなど、今日の物理療法を支えるメカニズムであることがわかっている。しかし脊髄性の内臓反射は長い間受け入れられず、意味がないと言われ続けた。人ひとりが一生になせる仕事は多くないが、小さな成果であっても事実でさえあれば、研究を積み重ねることで医学に貢献できる日はやがて来るのだろう。

本書の医学的な内容はもちろん事実だが、会話や人物の心境等に関する記述は、論文や総説等から読み解いた筆者の想像にすぎない。若い読者層が読みやすいようにこのような形式をとったが、誤りがあった場合は許していただきたい。

本書に記されている生理学的な事実は、動物実験によって得られた。電気生理学が大きく進展した20世紀とはそういう時代であり、動物と真摯に向き合う生

理学者らにとって徹夜は当たり前だった。今とは違う世界かもしれないが、彼らのまっすぐな生き方が、現代を生きる人々のなんらかの励みになれば幸いである。

本書執筆のきっかけを下さった日本良導絡自律神経学会会長・伊藤樹史氏に感謝の意を表す。第7章と第8章に関し、筑波技術短期大学名誉教授・西條一止氏，元東京カレッジオブカイロプラクティック副校長・村上佳弘氏，BAS社社長・山本勝信氏にお話を聞かせていただいた。執筆にあたり，東京医科歯科大学名誉教授・大塚正徳氏と筑波技術短期大学・人間総合科学大学名誉教授・佐藤優子氏，医師・鈴木聖梧氏に多くの助言をいただいた。本書は中外医学社の格別なるご厚意なしには出版に至らなかった。コロナ下にもかかわらず，ご尽力いただいた取締役の小川孝志氏，企画部の岩松宏典氏，鈴木真美子氏，編集部の歌川まどか氏をはじめとする中外医学社の皆様に，心より深く敬意と感謝の念を表す。

令和5年夏

鈴木郁子

# 1. 地球と昼夜のリズム ●

北国の短い夏の夜、天の川が頭上一面に煌めく。無数の星の流れの両側にベガ（織姫）とアルタイル（彦星）がひと際輝きを放っている。

天の川銀河にある太陽系には地球が存在し、無尽のエネルギーを放つ太陽の周りを兄弟のような惑星群が廻る。太陽から近い順に、水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星…このうち五つの惑星は大昔より地上から見えただのか、その様相に因んだ名がついている\*（図1）。

太陽の周りをわずか90日で駆け巡る水星は、一瞬の間しか古人の臉に映らなかったのか、英名 Mercury は古代神話に登場する「伝令の神」に由来する。明けの明星・宵の明星で知られる金星は「美の女神 Venus」に、火の如く赤く不気味な火星は「戦争の神 Mars」に、どっしり巨大な木星は「王者 Jupiter」に、遠方に黄色く輝く土星は「土と農耕の神 Saturn」に由る<sup>2)</sup>。

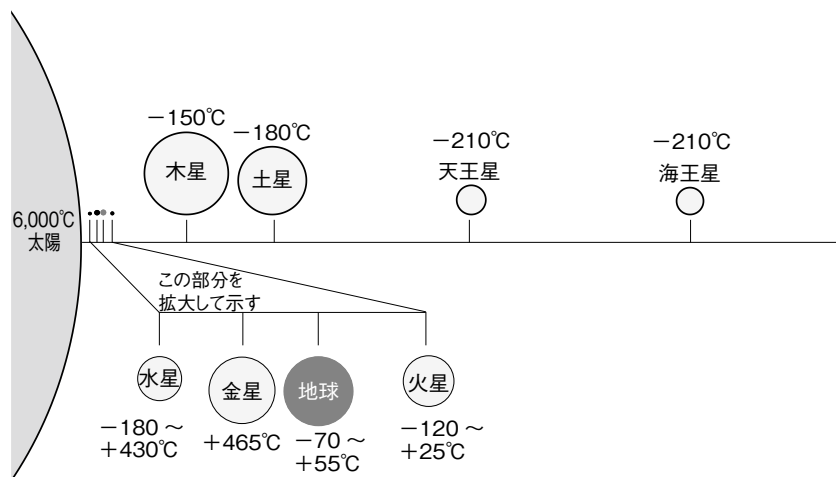


図1 ● 太陽系を構成する惑星の太陽からの距離と大きさの関係  
(文献<sup>1)</sup>より改変)

\* 冥王星は 2006 年に惑星から準惑星となっている

五つの惑星それぞれに特徴はあるものの、共通するのは低エネルギーで自ら光ることはできないこと。太陽からのエネルギーが届くほどよい位置にあるのが私たちの住む地球だ。太陽から受けとるエネルギーに応じて暑い砂漠や寒い極地など多々あるが、永らく地球の平均温度は15℃前後で生物の生存に適した温度に保たれてきた<sup>1)</sup>。

太陽と海の恵みのもと、地球上に生命が誕生したのは約38～40億年前とされる。現在に至るまで他の惑星に生物はみつかっていない。

地球は一年をかけて太陽の周りを一周する。ゆっくりと公転しつつ、地球は一日に一回の自転を繰り返す。自転に伴って地表に届く太陽からの熱量は増減し、熱を受ける面は暖かく昼となり、熱が届かない面は寒く夜になる。かくして一日は昼と夜の周期からなりたつ。

植物も動物も昼夜のリズムをもって生きている。長い進化の過程で昼夜のリズムをもたない生物は淘汰されていったのか…。生き物が日周期に則って活動しているのは、自然環境への巧妙な適応の例といえよう。

## 2. 花時計とミモザの研究 ●

雪解けの土から福寿草が顔を覗かせると、北国の春はもう間近い。黄色い花びらは朝陽を浴びて開き、夜閉じる。咲くべき季節と時間を知っているのか…。

花々の咲く時間帯をつぶさに観察し、花時計を考案したのはスウェーデンの自然研究者 Carl von Linné (1707-78) であった (図2)。

Linneの花時計を日本の風土に照らしあわせた十亀好雄氏によれば、気象条件によって多少の差はあるものの、朝顔は夏場の夜中1時頃につぼみがふくらみはじめ、明け方5時半頃に花開く<sup>5)</sup>。花びらを閉じるのは朝9時頃から正午にかけて。妖精の花アネモネの場合は春の朝8時半頃から咲き始め、2時間ほどで満開になる。午後2時半頃から4時半頃に花閉じる。オシロイバナ(夕化粧)は秋の夜長、夕暮れ時の5時頃から翌朝7時半頃までが満開。マツヨイグサ(月見草)も夏の夕刻6時半頃から咲き始め、翌朝5時過ぎまで咲き誇る。月下美人が花開くのは一夜限り、深夜の数時間らしい。

花々が時間を知るしくみはどういったものなのか。

# 1. 内臓を調節するしくみ ●

“体性-体性（運動）反射”に対比として“内臓-内臓反射”がある。“体性-体性反射”（図 1A①）が体性神経系を求心路と遠心路とし、脊髄への入出力が体性神経系のみで成り立っているのに対し，“内臓-内臓反射”は自律神経系を求心路と遠心路とし、脊髄への入出力は自律神経系のみで構成される（図 1A②）。両反射とも反射中枢は脊髄または脳に存在する。

すべての内臓は内臓の求心性線維の活動によってホメオスタティックな調節、あるいはフィードバックな調節を受けている。内臓の状態に関する情報が求心性線維を介して反射中枢に伝えられ、そこで情報が統合・処理され、自律神経遠心路を介して内臓の機能が調節されるということである。たとえば食物による胃や腸への刺激が発端となって胃の運動や分泌機能が調節される。動脈の血管壁に存在する圧受容器からの情報によって圧受容器反射は起こるし、膀胱の伸展受容器からの情報によって膀胱が弛緩したり収縮したりする反射が起こる。

内臓自体による調節とは別に、皮膚や筋を刺激することで内臓に変化がもたらされることがある（図 1B③）。皮膚や筋からの情報が感覚を生じさせるとともに情動を引き起こし、さらに運動系や自律系、内分泌系などでさまざまな生体反応を誘発するからである。意識とは無関係に自律系に起こる反応を“体性-自律神経反射”あるいは“体性-内臓反射”という。体性神経系と自律神経系が絡みあうこ

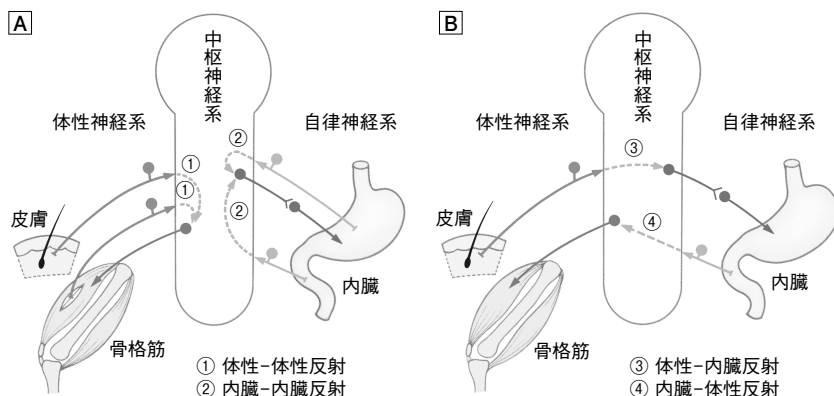


図 1 ● 自律神経と体性神経による反射性調節  
(文献<sup>B)</sup>より)

のような反射が生理学の研究対象になったのは比較的新しい。東洋医学の按摩や指圧・鍼・灸を含む物理療法は、この体性-自律神経反射を応用したものである。

本章以降は体性-自律神経反射研究の草分けのひとり、佐藤昭夫（1934-2006）の仕事を中心に関連する研究を振り返る。Gaskell や Langley らが活躍した時代を自律神経生理学の黎明期と呼ぶならば、佐藤が研究に邁進した戦後の復興期は電気生理学の黄金期と重なるだろう。その足跡を辿っていくと生理学の歴史がみえてくる。

## 2. 心を映す皮膚 ●

山のあなたの空遠く、幸い住むと人のいう<sup>1)</sup>

北の大地に職を求めた父のもと、佐藤は北海道空知郡美流渡で生を受けた。美流渡は現在の岩見沢市あたり、アイヌ語で「山あいの河」を意味する。広大な原野を驟馬で駆け抜け、幌内川で戯れ、彼は育った。やがて野口英世（1876-1928）の伝記と出会い、いろいろな病原菌を発見していく姿に感動し、自分もそのような研究をしてみたいと思うようになる<sup>2)</sup>。青年の頃の彼に大きな影響を及ぼしているのは Albert Schweitzer (1875-1965)。Schweitzer は佐藤の高校時代 1952 年にノーベル平和賞を授与されている。「生命への畏敬」を唱え、病に苦しむ人々を救うためアフリカで活躍する彼の生き方に佐藤は深い感銘を受け、自らも医学を志すようになる。

55 年春、佐藤は北海道大学教養課程から医学部に進む。その数カ月前、北大医学部生理学講座の 2 代目主任教授として東京から赴任しているのが藤森聞一（1910-1986）、45 歳。本州から北海道に渡る先生など珍しかった時代である。

藤森の講義は新鮮だった。藤森自身も張り切っていたのだろう。月に一度、外国の雑誌を読む抄読会を開催するとともに、海外でどのような研究が進められているのか、学生らに教えていた。そうした研究には前章の Langley や Sherrington、Eccles らの仕事も含まれていたであろう。その内容が輝いていたのか、それとも藤森自身に惹かれたのか、佐藤は神経の働きに興味をもっていく。

藤森が率いる生理学教室では「皮膚電気反射」と「脳波」の研究が行われていた。

藤森はなぜそれらの研究を始めたのか。