

からだの時計は今何時？ —地球と時計遺伝子の物語—

岡村 均*

要 旨：時計遺伝子が発見されて以来、生体リズムの研究は、急速に進み、今やほとんどの生命現象にリズムがあることがわかりました。ただ、逆に現代のライフスタイルは昼夜を問わず自由に生きることを勧めています。すなわち、地球も、身体も、細胞もリズムがありますが、社会生活は否定的なのです。だが、不規則な睡眠覚醒や食習慣は、生体時計を攪乱させ、細胞代謝を異常にし、生活習慣病の要因となります。私たちは時間をどう扱ったらいのでしょうか。

生体リズムって何

朝起きたときと、夕方では体調が異なるのは、皆さんも気がついているでしょう。これは生物の内因的な周期現象 (endogenous, self-sustaining) で、明暗などの環境の周期変動のない状態でも起こる現象で、これを生体リズムあるいは生物リズム (biological rhythms) と言います。生体リズムは時にバイオリズム (biorhythm) ともいわれることがありますが、これは全く違う意味で運命判断の用語にも使われているため、混同しないよう、我々時間生物学 (chronobiology) の研究者はあまり用いません。

時間生物学とは、時間とともに変化する身体の仕組みの中で、周期性を扱う学問です。この中で、睡眠のような1日単位の

概日リズム circadian rhythm、冬眠のように1年単位の概年リズム (circannual rhythm) がよく知られています。「概」とついているのは、たとえば、環境の1日は丁度24時間ですが、生物によって長いか短いか違いますが、概日リズムは少し24時間よりずれているからです。数あるリズムの中で、概日リズムは動物、植物、菌類を問わず認められ、最も解明されています。今回の私の文章で用いる生体リズムとは概日リズムのことです。

身体の時計は今何時

生体リズムは、長らく神秘のヴェールに包まれていました。どうして夜になると眠たくなるのでしょうか？ どうして昼間には長く寝られないのでしょうか？ どうし

*京都大学大学院薬学研究科教授 (時間医学)

て陣痛は深夜に起こり、赤ちゃんは朝に生まれることが多いのでしょうか？ 喘息はどうして明け方がひどいのでしょうか？ 最近、交替制勤務で、寝る時間も起きる時間も毎日違い、身体がしんどいのですが、長く続けて病気になるのでしょうか？ 夜にいっぱいケーキを食べたいのに、太るのが心配です。大丈夫でしょうか？

これらのすべてに回答を与えてくれるかも知れないのが、時計遺伝子 (clock genes) の発見です。1997年、ヒトやマウスの時計遺伝子、Per1、2、3とClockが相次いで発見されました。リズムが神秘的ヴェールを脱いで、分子のレベルで時間の探求が可能になった瞬間です。これら時計遺伝子はDNAからRNAへの転写を制御する転写因子の仲間でした。まもなく、これら時計遺伝子は、転写レベルでフィードバックループを形成して24時間リズムを形成することがわかり、このループを構成する物質も解明されました。これらの研究は、大変急速に進み、わずか5年後の2002年には、ほぼその全貌が解明されました。

リズムは全身の細胞で発振される

まず、この時計遺伝子が本当に生体リズムを作るのでしょうか？ これは、遺伝子改変技術を用いて、時計遺伝子を欠損させ

たマウスによって証明されました。時計遺伝子欠損マウスは、行動リズムの消失や、リズム周期の延長、短縮などさまざまな病態を引き起こしました。ヒトにおいても、時計遺伝子の突然変異によりリズム周期が短縮する家系 (familial advanced sleep phase syndrome : FASPS) が見つかりました。この方々は、夜は夜遅くまで起きることができなくて、朝も未明に起きてしまうのです。また、Cryという時計遺伝子の異常による睡眠時間の変化も最近報告されました。以上の発見は、時計遺伝子が昼夜の行動リズムをつかさどるということを証明したもので、きわめて重要なものです。ただ、こういうことは、遺伝子発見時にすでに予測されたことでもありました。

実は、時計遺伝子の発見はそんなものではなく、従来の生体リズムの考えかたを根底から変えるほどの大発見だったのです。それはその遺伝子の存在部位の検索から明らかになりました。従来は脳の視交叉上核 (suprachiasmatic nucleus) という、視床下部の一部だけが時計を持ち、それがほかの脳部位や身体の24時間リズムを引き起こすと考えられてきました。これは、この視交叉上核を壊すと、リズムがなくなるからです。

ところが、時計遺伝子の発現している部位を調べると、発現はその脳部位にとど

まらず、全脳、いや全身の細胞にあり、しかもそこでリズムに発現していたのです。すなわち、時を刻む時計遺伝子の時間装置は全身の細胞にあり（細胞時計）、生体リズムは全身の細胞で出現していたのです。もっと極端には、身体の一部（例えば皮膚）だけを、身体の外で培養しても、そこでリズムを打ったのです。では視交叉上核は何をしているのでしょうか？ 視交叉上核は、全身の数十兆個の時計のリズムを整えていたのです。

本当に時計は細胞でリズムを刻む

でも、本当に細胞に時計があるのでしょうか？ 当時、私は自分自身で半信半疑でした。遺伝子から細胞の中だけで発振するんだから、細胞で時を刻んでいるに違いないことは頭でわかっているのですが、本当だろうか？ 時を刻むならその様子をこの目で見てみたい！ 私は時計遺伝子をクローニングした後、1999年、世界で初めて単細胞レベルで24時間リズムをモニターできる方法の開発に全力を注ぎました。その5年前にすでに、中枢時計である視交叉上核を脳から取り出して、スライドガラスの上で培養してもリズムを刻んでいることを示していました。視交叉上核は脳から切り離して一ヶ月以上経っても、リズムを刻み続けているのです。これは、

脳機能としては、驚くべきもので、驚嘆いたしました。そこで、遺伝子クローニングが終わった後、時計遺伝子のリズムを作るプロモーターに蛍の光の元であるルシフェラーゼをつなぎ、時間が来れば光るマウスを作りました。さらに知り合いの微弱光研究の第一人者の小林正樹先生（現東北工業大学教授）に、超高感度のCCDカメラを作成してもらい、顕微鏡の上で視交叉上核がリズムを刻む装置を開発しました。そのようにしてみた画像が図1です。天の川のように、このポーッと光っているのが視交叉上核の時計細胞です。もっと小さいが強い光の点は宇宙線です。この装置が如何に微弱な光を見ることが出来るかが、わかるでしょう。このポーッと光っている細胞が



図1 Per1-promoter-luciferase トランスジェニックマウスから作成した脳の視交叉上核のスライスカルチャー

24 時間リズムを刻むのです¹⁾。その後、小林先生と共同でマウスの視交叉上核の直上に光ファイバーを入れて、自由行動下の時計遺伝子の発光のリズムを観察できる装置を開発し、夜行性の動物も昼行性の動物も、みんな視交叉上核の時計遺伝子は、昼にピークを迎えることも見つけました。不思議なことに、時計はショウジョウバエもマウスもヒトも全部昼にピークを迎えるのです。昼行性と夜行性の差は中心となる時計の時刻の差では無く、例えば朝 6 時なら、その時刻を見て、昼行性動物は起きる時間だと知り、夜行性動物は寝る時間だと知る、もっと上位の脳内機構にあったのです。

時計はいつできたのか：地球の時計遺伝子

こういうように考えると、時計って古いんだなと思いますよね。時計はいつ出来たのでしょうか？ これは地球に生命が現れた 35 億年前にさかのぼると考えています。スケールがぶっ飛びほど古く、進化の跡ををたどりようが無いので、本当のところは不明ですが、次のようなことが起こったのではなかったかと想像できます。

生命は形があるだけでなく、寿命があります。言い替えれば、生命は空間的存在であるとともに時間的存在でもあります。原始地球に現れた生命は、地球の自転にとも

なう昼夜の規則正しいリズムな変動とともに生まれました。そもそもはじめから、リズムと一緒にあったんです。太陽からの光、温度に 24 時間周期があることは当然として、この変動が生存に必須の食糧（餌）との遭遇にも関係することに気がつきました。初めは外の明暗や温度のシグナルだけでそのタイミング（時間）を測定していましたが、そのうち、外界の変動を先取りして準備しておいた方が、正確にタイミングが取れることに気がつきました。そこで、自分の身体がこの 24 時間につれて自律的に変動するシステムや基本代謝であるレドックスやカルシウムのリズムに反映する系が形成されたことでしょう。これらが、最近、赤血球で発見されたメタボリック・クロックと言えます。ただ、このクロックの周期や振幅は脆弱で、不安定で徐々に減弱していくものであるのが欠点です。こういう時計の一つに、時計遺伝子の形成する転写クロックがありました。先ほど述べた時計遺伝子のフィードバック・ループが形成する 24 時間リズムを産生する装置です。転写クロックはどの生物種でもたった数個で形成されます。転写クロックは他のメタボリック・クロックと異なり、リズムの振幅も強く周期は正確で、非常に安定しています。この転写クロックはメタボリック・クロックとカップルし

て、転写後修飾、翻訳後修飾とあらゆる階層でリズム的な制御を形成し、ますます正確な時計となったと考えられます。これが、現在ある生体時計 (biological clock) の成り立ちと言えるかも知れません。

人間の挑戦：エジソンの発明による夜の発見

進化に耐えて、生き残ってきたこの体内時計は、きわめて正確で、精妙であり、世代を超えて受け継がれています。ところが、このリズムが今、挑戦を受けています。この切っ掛けを作ったのは、大発明家エジソンです。彼の数多い発明の中でも、最も重要で、人々の生活を劇的に変えたものが、1879年の白熱電球の発明です。この発明で、夜間の労働が可能になりました。これは、労働時間の増大をもたらした反面、労働後の個人生活をも豊かにしました。電燈のおかげで、テレビやゲーム機などの個人レベルでの娯楽機器を、夜間に用いることが一般となり、人々は夜な夜な冒険に出かけることとなりました。15世紀の人類のフロンティアが新世界の発見 (Discovery of New World)、20世紀が宇宙の発見 (Discovery of Space) であれば、21世紀のそれは夜の発見 (Discovery of Night) と言えるのではないでしょうか。これも全て、「明るい」

夜があるからである。明るい夜は、これまで人々が暮らしていた昼夜のサイクルを完全に破壊しました。これまで環境の変動に対応していた我々の生体時計は、新しい環境にはそぐわなくなったのです。

明るい夜と時計遺伝子

個人的な趣味で「夜」寝ずに過ごす人が増えますと、その需要に応じた多くのコンビニエンスストアなど夜開いている店ができてきました。寂しい夜をなごませるこれらの店は、数千ルクスのこうこうと照らされた昼間と見まがうばかりの明るさを示します。夜間の光照射は人体にどのような変化を与えるのでしょうか？ きらめく光は、網膜の光受容細胞を興奮させ、網膜の神経節細胞の発火を促し、その神経末端から視交叉上核の生体時計を司る一群の細胞に向けて、グルタミン酸を浴びせかけます。これにより生体時計の時計遺伝子が誘導され、生体時計が後ろに動きます。だから、朝起きにくくなります。このように、夜に光にあたることは、時計遺伝子の発現を変化させてしまうのです。

生命のあらゆる階層でリズムのネットワークを作る時計

時計は、どのように生体機能に関わるのでしょうか？ 全遺伝子の中で、どれくら

いの数の遺伝子がリズム的に発現しているのかというのが、はじめに検索されました。その結果、全身の細胞のどこでも、時を司るわずか数個の時計遺伝子は、全遺伝子の5-10%にあたる数千もの遺伝子を周期的に発現させていることがあきらかとなりました。なお最近の検索では、最近の検索で、直接時計遺伝子が関与するのは全遺伝子の1-2%で、残り4-8%は間接的であることがわかりました。

もっとすごいことが、最近の質量分析を利用したメタボロームの解析からわかりました。分析可能な数百にも及ぶ物質のうち、24時間リズムを示すのが40%にもぼるのです。したがって生体リズムを示すことが当たり前であり、私たちは24時間周期で絶えず変動しているのです。身体には生理的に内部環境を一定の状態に保つホメオスタシスがありますが、24時間の周期でこの定常状態が変動する、いわば動的平衡状態を示しているのです。

当然この代謝の変動は、エネルギー代謝や細胞周期などに反映されます。いや、細胞の活動時間を司っている時間装置である細胞時計は、エネルギー代謝や細胞周期を時間オーダーで管理していると言って良いでしょう。近年の急速な研究の展開で、エネルギー代謝、老化、時計に関与する遺伝子が相互に分子レベルで関係することが明

らかとなりました。このことは、時計機構の異常が、きわめて多くの細胞の機能異常を伴う可能性を示唆しています。

狂った時計は病気の原因となるのか

上に述べましたように、最近の、時計遺伝子の研究の進展により、従来から知られていた睡眠・覚醒やホルモン分泌だけでなく、脂質代謝、細胞分裂や骨形成の24時間リズムを司っている遺伝子が時計遺伝子によってコントロールされていることがわかってきました。すなわち、メタボリックシンドロームやガンや骨粗鬆症など近年増加が著しい疾患も、体内時計と深くかかわっていることが、遺伝子レベルで明らかとなってきているのです。2-3例をあげて説明してみましょう。

例えば、血圧は昼夜変動することは良く知られています。また、高血圧の罹患率が昼夜交代勤務者において高いとの統計があります。しかし、実際に体内時計と高血圧を結びつける分子機序についてはこれまで長らく不明でありました。最近我々は、時計遺伝子であるCry1とCry2を失い、中枢も末梢も全身のリズムが消失している遺伝子改変マウス（以後Cry-nullマウスと呼びます）を用いてリズム異常に関連する病態を検索しました²⁾。その結果、Cry-nullマウスは副腎皮質球状層からの過剰

なアルドステロン分泌によって食塩感受性の高血圧を示すことを見出しました。DNA マイクロアレイ解析を用いて原因分子を探りましたところ、副腎の球状層に特異的に発現する新しいタイプの 3β 水酸化ステロイド脱水素酵素 (3β -HSD) が Cry-null マウスで過剰産生されていることが分かりました。興味深いことに、この新 3β -HSD 遺伝子は時計遺伝子に直接制御を受けて 24 時間周期の発現リズムを示しますが、時計機能を完全に失った Cry-null マウスでは一日を通して常に高いレベルで発現が維持され、その結果として惹起された 3β -HSD の活性の上昇が球状層におけるアルドステロン合成を増大させていたのです。以上の結果は、時計遺伝子である Cry が副腎球状層特異的 3β -HSD の発現制御を介して正常なアルドステロン産生の維持に寄与していることを示しており、このパスウェイの異常がリズム失調に伴う食塩過剰摂取時の高血圧の発症機序において極めて重大なリスク要因となっている可能性が高いと言えます。これはマウスの実験ですが、我々は、ヒトにおいてもこれにあたる新しいサブタイプを単離いたしました。現在、この生体時計に制御される新酵素が食塩感受性高血圧にどの程度関与しているのかを検索中です。

また、発癌に関しても、リズム異常との

関係が取り沙汰されています。乳癌の疫学的データは、生体リズムの異常により発癌頻度が上がるとされています。また、乳癌の頻度は米国、西欧、日本などの西洋化が進み、人工照明下で暮らす傾向の強い先進国で高いし、途上国でも西洋化に伴ってリスクが上昇する傾向にあります。もっと興味深いことに、時差環境下で勤務する国際線航空乗務員に発症率が高いとされます。ただ、航空乗務員は放射線を浴びることが原因とも考えられますが、地上勤務でも、シフトワーキングが常態である病院勤務者に乳癌の発症率が高い傾向があることはやはり、生体リズム異常と発癌との関連を想起させます。また男性でも、シフトワーカーの男性では、前立腺がんの発症率が有意に高いと報告されていますので、ホルモンと関係のある癌には生体リズムが関係するのかも知れません。

癌に関しては、発症よりも、治療の方が生体リズムと関係があると言えるかも知れません。フランスの F. Levi 先生は、抗がん剤 5-FU が午前 4 時に投与すると、生体への副作用が最も少なく、癌細胞へのダメージは最も大きいことを見つけ、癌化学療法的时间治療を確立しました。これは生体リズムを利用した癌治療で、この時間治療と在宅治療とを組み合わせることで、大腸癌の肝転移に大きな成果を上げられてい

ます³⁾。

リズム異常は石の上の雫

生体時計は、35億年前海に現れた生物が進化の過程で獲得した基本形質であり、ヒトでも細胞の代謝のほとんどに関与しています。でも、生体リズムが乱れたからと言って、すぐ病気になるわけではありません。でも、あなどっては駄目です。この異常が長期に続けばどうなるのでしょうか？ 生体リズム異常による病気の発症は、石の上に落ちる雫のようなものです。一滴の水は、どうもできない。しかし、これが何百日も何千日も同じ石を打ち付けたら、石に窪みができるかもしれない。生体リズム異常も急ではなく、何十日も何百日もいや何千日も続けばどうなるのか？ 経済の激変で、現状でも3人に1人と言われる交代勤務者や5人に1人と言われる長時間労働者は、これからも増えるばかりと予測されています。また、平均寿命(82.9歳、2010年)は急速に延び、人類の経験したことのない未曾有の領域に達しており、リズムの異常な生活を何十年も続けるひとも増えていることでしょう。だからでしょうか、生体リズムの異常に伴うのは、高血圧、メタボリック症候群、糖尿病、癌など生活習慣病と呼ばれる一群の疾患です。これらはいずれも、その

原因が特定できず、直接的な発症の契機もわからず、「慢性に」経過する病気で、生体リズム研究は、これらの疾患の解明や治療に全く新しい展開をもたらす可能性のあるインパクトのある研究分野であるといえます。

リズムはなぜ存在するのか

以上、生体リズムの地球における発生から、現在の生活や病気における役割まで、駆け足で見て参りました。最後に、このリズムに対する夢想で本稿を終わりたいと思います。かくも普遍的にリズムがあるということは、生体の生存に取って時間予知が好都合であったからこのシステムは現在も残っていると言えるのでしょうか、私は一旦出来上がった極めて強固な時間システムは、生物(ヒト)にとってもっと根源的に重要な意味を持つようになったのではないかと夢想します。「同じ川に二度入ることはできない」は、古代ギリシアの哲人ヘラクレイトスのことばとして知られています。この川の流れは時間の比喩であり、我々はただ単にそこにいただけでなく、来し過去からまだ来ぬ未来に向かってただよう時間的な存在であることを示しています。「地球」で生まれた生命が過酷な1日周期の自然環境の変動に適応して獲得した生体時計は、最も根源的な「時間」の仕組

みとして、未来にも続く確固とした時間枠を形成します。その時間軸で我々は「今」を知り、投機し得る存在として、己の一瞬の命を生きているのではないのでしょうか。

文 献

- 1) Yamaguchi, S., et al.: Science **302**, 1408-1412 (2003)
- 2) Doi, M., et al.: Nature Med. **16**, 67-74 (2010)
- 3) Levi, F.: Lancet Oncol. **2**, 307-315 (2001)

感想 『体内時計と時差の科学』:岡村 均教授

- 細胞内で時間が刻まれているのが、実際に可視化されていてとても面白かったです。普段意識していませんでしたが、夜間の明るい光は生体リズムに大きく影響を与えていることがわかり、少し明るさに意識して生活しようとおもいます。
- 生命の誕生から1日24時間というリズムは殆ど全ての生命体に刻み込まれていて、現代の人類においても例外ではない。規則正しい生活が健康に良いとわかりました。
- どうして夜になると眠くなるのか？どうして昼間は長く寝られないのか？これまでそういった漠然とした話は特に理由はないが、人間の体は自然とそうなっているのだろうと気にもかけてこなかった。しかし、今回の講義を聞いてこれらの話の内容が今の時代はサイエンスとなって説明されていることに驚いている。特に人間の体の中には体内時計なるものが存在し睡眠などの生体リズムをコントロールしていること、そしてその体内時計自身は時計遺伝子と呼ばれる遺伝子によってさらに制御されているということは新しい発見だなと思った。これまで漠然とした話として済ませられてきた領域が遺伝子レベルで解明されたことはとてもすごいことだと思った。
- 体内時計によってホルモンや受容体が活発に動く時間帯が異なるということが勉強になりました。
- 体内時計が病気と関係してくるという話が特に興味深かった。自分の生活習慣を反省した。
- 科学は、良い事ばかりだけではなく、常に悪い事も招くとは、体内時計のお話をお聞きして、言い得て妙だと思いました。昔は、夜は寝るのが当たり前でしたが、24時間煌煌と電灯が光り輝く現代において、体内時計との時差が身体を蝕む時代になりました。京都の竹を使ったとは言え、恨むぜエジソン。長い年月を経て、生きる為の体内時計というシステムを構築してきましたが、ライフサイクルの変化により、それが仇となってしまうのは、皮肉な結果です。何はともあれ、健康を保つには、体内時計に合わせるのが言わずもがなです。将来、体内時計を自由に合わせる事の出来る技術進化が起こる事を期待に胸を膨らませ、夢を見る時間に体内時計を合わせてみたいものです。
- 非常に面白い講義でした。私たちは、普通に昼夜の変化の中で生活していますが、地球上で誕生した生物(大腸菌、バクテリア以外)が、地球の自転という比較的早い周期でおこる温度、明暗等の変化に適応するために時計遺伝子の働きを獲得してきたことは、実は地球の環境は過酷だという事ではないかと思いました。近代社会は、電気の発明でいつでも明かりをとることができ、昼夜のリズムを簡単に乱すこととなります。真夜中に働く方に特有な疾患があるなどの事からも、今後この分野の研究は興味深いです。
- 体内時計が朝起きたときにリセットされること、光と密接に関係することが興味深かったです。講義でもありましたが、現代では夜間勤務や不規則勤務に従事する人が多く、夜明るい場所も増えています。人類がこの生活を続けたら、時計遺伝子はどうなるのか考えさせられました。また、「時差ぼけ」が、時差の変化があつて数日後に起こることやそのメカニズムが、自分の体験と合わせてよくわかりました。体内時計やリズムのずれがリズム疾患や、大きな病気の原因となるこ

とが分かりました。健康に暮らし、勤務するため規則正しい生活を心がけたいと思います。

- 時差ボケの話は海外旅行経験時に自分でも苦しめられたことがあるので、その分子メカニズムをある程度説明していただけたので大変興味深かった。とくに 24 時間周期でタンパク質の挙動する様子を可視化している映像はとても面白かった。ただ、いろいろなバックグラウンドの職員がいるからしょうがないかもしれないが、今年岡村先生が発表された RNA の修飾に関する論文など直近の研究のお話もできれば聞きたかった。
- 自分自身のからだについてという内容ということで一層興味深かった。単に一人の人間であったり、一つの種ということではなく、地球の自転、地球の公転なども密接な関わりがあるということから、我々は宇宙から生まれたのだという事を実感した。
- マクロな意味で体内時計というものを意識していましたが、実際には遺伝子として存在していることを知ることが出来て興味深かったです。生活リズムの変化が今後もたらすかもしれないリスクについて生活習慣病とともに、社会的にもっと注目されるべきであると感じました。
- この話は個人的に凄く興味深かった。というのも、睡眠不足なこともあるので、実際にどれくらい寝るのが健康には良いのかといったことが前々から気になっていたからだ。話を聞いた結果、心掛けているのが部屋の明るさである。夜の光はちょっと暗めに設定して、寝るときは全て消して寝るように気をつけるようにしてから、実際に夜はすっと眠れるようになった。
- 人の生活サイクルは太陽とともに活動していたが、エジソンの白熱球の発見により夜の活動が劇的に増えた。このことによりいろんな弊害も増えた。不眠症や代謝異常など・・・実際、自分の現在の生活も明かりがなくては生活できないので、リスクは高いのだろう・・・自分の生活リズムを考え直すきっかけの講義になった。
- 人と太陽(光)の不思議や神秘を考えさせられる内容の講義であった。
- 体内時計のしくみがわかってよかった。
- 起きた時間でリセットされ、起きてから 16 時間後に眠くなることについて、よく勉強になりました。また、それにともない規則正しい生活が重要であることについても、よく勉強になりました。
- この講義の内容も自分からするとかけ離れている内容かと思いきや、色々と考えさせられることが多々あった。体内時計のリセット、睡眠をとることにより、リセットされることや起床してから 16 時間後に人は眠くなることなど、興味深く聞き入った。
- 時計遺伝子というものがある、という驚きから、体内時計についてまさか動物を用いた観察実験データが出てくるとは思わず非常に興味深かったです。
- 体内時計に関わる遺伝子の存在と遺伝子が身体に作用する影響を知ることが出来ました。体内時計は普段の生活に密接に関わっているので大変ためになりました。時差ボケが体内時計と実時間のズレから引き起こされているということなので意図的に体内時計をずらす手段が確立されて欲しいと思います。
- 昼夜のリズムに従うのが良いと、科学的に証明されつつある。すごい研究だと思う。
- 生きていく上で時間遺伝子は無くてはならない物で、それに逆らうことは難しいということが分かりました。

- アルギニンバゾプレッシンが体内のリズムの仕組みに対して大きな役割を果たしており、それをコントロールする事が出来れば、睡眠障害や生活習慣病の解消につながるという講演であった。という事は、それらから来るメンタルバランスの乱れも解消出来るようになるかもしれないと思った。
- とても興味深く拝聴した。よく考えれば当たり前の話なのだが時差ぼけは環境時計と体内時計のずれから発生するものだと説明され、今までそんなことを考えたこともなかったのなるほどと思った。また、夜光にあたることは時計遺伝子の発現を変化させてしまうとのことであったが、自分自身携帯をスマホに変え、周りが暗くても寝る直前まで携帯をいじってしまうことが多くなり、それだけでもだいぶ時計が狂ってきているのかなと思っ少し控えようと思った。
- 人体の体内時計の複雑な仕組みの説明を受けました。脳にある小さな視交叉上核が体のすべての時計を担っているのは驚きです。また、視覚から入る強い光の刺激が、結果として視交叉上核に刺激を与え、体内時計を狂わせてしまうことも興味深いものでした。先生はコンビニを例に説明されました。夜煌々と輝くコンビニに行くと、目が冴えるだろうと。面白おかしく聞ける話ですが、要はそれほど強い光というものに、体内時計に強い影響を与える力があることを理解しました。一見、業務とは関係ない話かもしれませんが、日々の生活サイクルの中で極めて重要なことであり、また業務においても自身の調子を常にベストコンディションにするためにも、非常に興味深く聞かせていただきました。
- 体内時計についての情報具体例について勉強することができました。生活習慣病の予防について役に立つのではと思われます。
- 私は生物系なので今回のお話はちょっとベーシックでしたが、幅広い受講者のためにはこのレベルの講義となるのは仕方ないかと感じました。
- 時計遺伝子について、興味を持てた。電気の発明から時計遺伝子に変化が生じて、新しい病気が出てきたことに対して、納得できる点があった。今後、それらの治療の研究に時計遺伝子が活躍することを期待する。この講義を聴き、生活リズムの重要性を学び、自分の生活リズムを健康維持のために正していこうと思った。
- 人間だけでなく様々な生物が細胞一つ一つに時計遺伝子を持って、リズムを刻んでいるとは驚きました。情報システムは NTP でシステム内の時間を管理しているのですが、視床下部と細胞の関係と NTP サーバとクライアントの関係が似ているので興味深かったです。
- 体内時計という言葉は何となく分かっていたつもりだったが、最先端の研究を紹介していただき、初めて知ったことの連続で、とても興味深く、面白かった。
- 普段意識しない体内時計についてのお話を伺った。細胞の中に時計遺伝子という時を刻む仕組みがあることを知った。長い年月に渡る人工照明での生活は病気を発症させやすいことを知り、生活リズムの安定が大変重要であり、今後気を付けていきたいと思った。
- 身体中のすべての細胞が時計遺伝子をもっていて、リズムを刻んでいる、という話が印象に残った。



講義:岡村教授



質疑応答