

# 体内時計が刻むリズムと講義中の居眠りの関係を考えてみる

榊原 啓之・田中 航  
(宮崎大学 農学部) (宮崎大学大学院 農学研究科)

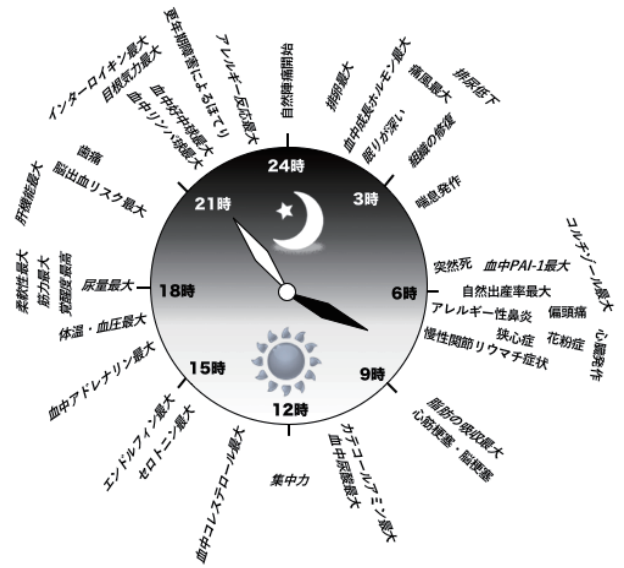
## はじめに

大学で講義をしていると、よく寝ている学生を見かける。教壇に立っている立場からすると、腹立たしく感じたりもするが、学生たちが眠ってしまうぐらいに退屈な講義をしている自身にも問題があるのではとのジレンマに陥ったりもする。講義中の居眠りを予防する手法はいろいろあるが、本稿では、体内時計が刻むリズムについて解説をしたのち、講義室の照度と居眠りの関係について論じたい。

## 1. 生体リズムとは

### (1) ヒトの生体リズム

私たちは日々の生活を送る中で、体内時計の存在を意識することはまずない。しかしながら、体の中で生じる多くの生命現象には、1日の中で活性や濃度が高まる時間帯が確かに存在している。図1は、1日を時計に見立て、疾患リスクが高まる時間帯や生体因子の体内濃度が高まる時間帯を図示したものである。例えば、血中の成長ホルモン濃度は真夜中に、コルチゾール（糖質コルチコイド）や Plasminogen Activator Inhibitor-1 (PAI-1) の濃度は明け方に、コレステロール濃度は昼過ぎに高まる。疾病リスクに目を向けると、心臓発作や花粉症、アレルギー鼻炎のリスクや症状は明け方に、心筋梗塞や脳梗塞などの血栓閉塞性疾患のリスクは早朝の時間帯に高まる。PAI-1は、血液凝固で生成したフィブリンを溶解する反応を触媒するプロテアーゼ（プラスミノゲン活性化因子）を特異的かつ即時的に阻害することで、線溶反応の開始段階を制御する因子である。したがって、PAI-1の濃度が上昇すると血栓が生じやすくなり、その結果、血栓閉塞性疾患が惹起されやすい状態となる（関と細野, 2015）。このように、早朝の時間帯に血栓閉塞性疾患の発症率が高まるのは、PAI-1の濃度が明け方に高まることと無関係ではないだろう。さておき、このように私たちの体の中では、意識せずとも様々なリズムが



1日の中で、生体成分の濃度や応答、疾病リスクの高まる時間帯があることを示している。フォスター&クライツマン（訳/本間）「生物時計はなぜリズムを刻むのか」2006を参考に作成。

図1 ヒトの生体リズム

刻まれている。

### (2) 生体リズムの発見

では、体の中でリズムが刻まれているという現象はいつ頃発見されたのだろうか。人類の過去を十分に知ることが不可能な時代、つまり原史時代の人は知っていたのだろうか？その時代でも体の中では様々な事象がリズムを刻んでいた、これは間違いない。しかし、人がそのリズムに気づいたのはごく最近の話である。SmolenskyとLambergの著書では、発見された時の様子が次のように述べられている（Smolensky and Lamberg, 2000）。興味深い話なので、紹介したい。

フランスの天文学者であるド・メラン博士（Jean-Jacques d'Ortous de Mairan, 1678–1771）は、ある晴れた夏の朝、目覚めのコーヒーを飲みながら窓辺においたオジギソウのプランタを眺めていた（図2）。以前から、オジギソウは夜になるとお辞儀し（眠り）、朝になると葉を持ち上げる（起床）就眠動作を示すこ



図2 オジギソウが示す就眠リズムから体内時計の存在の可能性が発見された

とは知られていた。このような背景もあり、ド・メラン博士は、オジギソウに向かって「おはよう、一緒に目覚めたね」と話しかけた。この時代、オジギソウの就眠動作は、太陽の動きと連動していると考えられていたのだが、この時、彼はある疑問にたどり着く。「本当に君は太陽の光に反応しているのかな?」「なぜ、君は人と同じ時間に起きることができるのだろうか?」「太陽光が差し込まない場所に置いたら、君はどうなるのだろうか?」ド・メラン博士はおもむろに窓辺のプランタを持ち上げ、その足で、遮光できる戸棚の中にプランタを置いてみた。博士の仮説はこうだ。「もし、オジギソウが太陽光に反応して葉の開閉を行っているのであれば、戸棚に入れた後、閉じることはできても開くことはできないはずだ」果たして、その夜、博士は戸棚を開けてオジギソウを観察し、予想通り葉は頭を垂れていること(眠りにについていること)を確認した。翌朝、ドキドキしながら戸棚を開けた博士は驚いた。太陽光が差し込んでいない戸棚の中で、昨夜は頭を垂れていたオジギソウが葉を持ち上げて開いていたのである。その後、何度も暗闇の中でオジギソウの開閉を観察した結果、一つの結論、すなわち「オジギソウの就眠には太陽光は関係ない。太陽光とは無関係のところ、オジギソウは外界の時間を知り、たとえ恒常的に暗闇の中に置かれても、外界が朝の時間帯になると葉を開き、外界が夜の時間帯になると葉を閉じる」ことを見出した。つまり、オジギソウの体内には時間を測る何かが存在しているのだと。ド・メラン博士がこの現象を報告したのは、今から約300年前のことである(de Mairan 1729)。「体内時計」と

という言葉が使われるようになるのは、それから約230年後のことであるが、このように体内時計が刻むリズムを最初に発見した(報告した)人物はド・メラン博士だとされている。

### (3) 生体リズムを測定する

私たちの身体の中でリズムが刻まれていることは、電子体温計1本で、比較的簡単に測定することができる。具体的には、起床直後(7時)から睡眠時(24時)まであらゆる時間帯に体温を記録し、その情報を図示してみるとよい。1週間も続けていると、起床直後の体温が最も低く、その後、上昇を始め、午後遅くに最高値に到達し、そのあとは睡眠時刻へ向けて低下していくことがわかる(榎原 2013)。

## 2. 講義中の眠気に与える要因

### (1) 睡眠

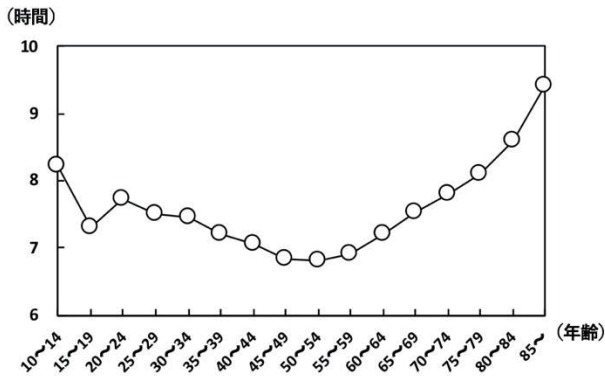
私たちは、起きている間は脳を酷使しており、使いすぎるとオーバーヒートする(限界を超える)。これを防ぐために、呼吸や心拍などの生命維持に必要な部分を除いて、脳の活動を停止させ、脳に休息を与える行為が睡眠である。つまり、睡眠は脳を発達させた動物たちにとって、生存のために欠くことのできない行動であり、昼夜のリズムが規則的に交代する環境に同調し、活動と休息のリズムを繰り返すことが生物にとって最も基本的な生存戦略であったと考えられている(井上 1999)。故に、上述した体内時計を体内に整備して、昼夜サイクルに同調できるように仕組みられているわけである。

### (2) 講義中の居眠り

大学で講義をしていると、よく寝ている学生に出会う。それも、一昔前であると、居眠りをしているのはたいてい教室の後ろの方に着席している学生であったが、最近の傾向として、教室の前方中央部に堂々と居眠りをしている学生に遭遇し、教壇に立っている教員側が居心地が悪い感にとらわれることも多い。

講義中に寝なければならぬぐらいに、大学生の睡眠時間は他の年齢層と比較して少ないのだろうか?調べてみると、40歳台後半と比較して大学生は長い時間を睡眠に当てていることがわかる(図3)。日中眠くなるのは、おそらく慢性的な睡眠不足という概念ではなく、不規則な生活習慣が原因ではないだろうか。

ところで、講義中の居眠りが顕著なのは、午後の時



総務省 統計局 社会生活基本調査 (2016年) より

図3 年齢に見た平均睡眠時間

間帯である。午後の眠気は昼食を食べた直後だからとの考え方もあるが、昼食を早めに摂っても、昼食を抜いても午後には普段と同じ時刻に眠気が生じることから、午後の眠気は人類に共通に見られる状態、つまりそのような生体リズムが私たちの体の中に備わっていると考えた方が良い (林 2011)。とはいえ、何とかして講義中の居眠りを防ぎたいと考えるところである。

### (3) 眠気に影響を与える教室内の照度

講義中の眠気に与える環境要因を調べた研究によると、低照度環境は生理的にリラックスさせ、眠気を誘引させる可能性が高いようである (室井ら, 2003)。では、教室の照度の基準はどのように定められているのだろうか。

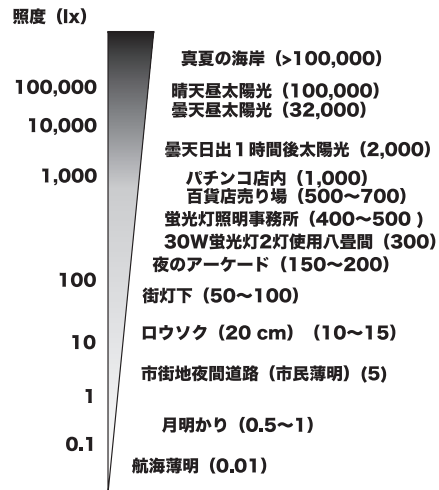
教室の照度は、学校保健安全法 (昭和 33 年法律第 56 号) 第 1 項の規定に基づき、学校環境衛生基準が以下のように定められている (平成 21 年 4 月施行)。

- (ア) 教室及びそれに準ずる場所の照度の下限値は、300 lx とする。また、教室及び黒板の照度は、500 lx 以上であることが望ましい。
- (イ) 教室及び黒板のそれぞれの最大照度と最小照度の比は、20 : 1 を超えないこと。また、10 : 1 を超えないことが望ましい。
- (ウ) コンピュータ教室等の机上の照度は、500 ~ 1000 lx 程度が望ましい。
- (エ) テレビやコンピュータ等の画面の垂直面照度は、100 ~ 500 lx 程度が望ましい。
- (オ) その他の場所における照度は、工業標準化法 (昭和 24 年法律第 185 号) に基づく日本工業規格 Z 9110 に規定する学校施設の人工照明の照度基準に適合すること。

つまり、教室の照度は 300 lx が下限値である。図 4

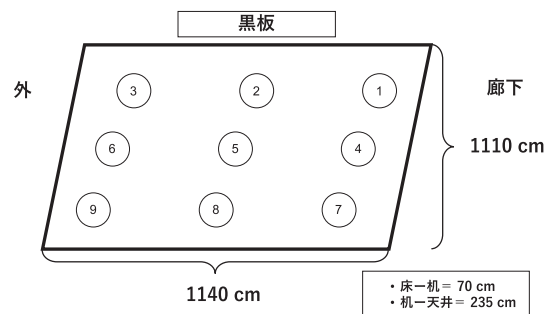
に、様々な環境中の照度をまとめている。あくまでも目安であるが、300 lx というのは 30 W 蛍光灯 2 つを灯した八畳間程度である。それよりも低照度となると、夜のアーケードが 150 ~ 200 lx、街灯下 50 ~ 100 lx が該当する。

さて、最近の講義中の教室内の照度環境を頭に描いていただきたい。おそらく、多くの教員が、プロジェクターを利用するためにカーテンを閉め、そして教室



こよみハンドブック, 大阪市立科学館より

図4 様々な環境中の照度



測定日: 2019 年 1 月 11 日 13 時 (曇り)  
測定装置: 紫外線・日照量・照度計 TM-208 (ケニス株式会社)  
野外の照度: 11,500 lx

- 測定条件: (1) カーテン開, 照明全点灯
- (2) カーテン閉, 照明全点灯
- (3) カーテン開, 照明両サイドのみ点灯+プロジェクター
- (4) カーテン閉, 照明全消灯+プロジェクター

図5 農学部教室 A の照度環境

表 1 教室内照度 (lx)

測定値	測定位置								
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
(1)	240	320	300	250	270	280	240	240	260
(2)	230	270	250	200	260	230	170	210	180
(3)	170	50	160	160	50	160	130	40	140
(4)	11	8	9	2	3	2	1	2	2

内の照明を落としているのではないだろうか。そこで興味あるのは、教室内の照度はプロジェクターを使用する時としない時でどのような違いがあるか、である。

2019年1月11日の午後に農学部のある教室Aにて、光環境の測定を行なった。この日は曇天であり、野外の照度は11,500 lxであった。教室を9等分し、(1)～(4)の条件下で、机の上に置いた照度計の数値を記録したところ、カーテンを開けた状態(1)では、教室内の照度は300 lx弱であった。なお、晴天の日(野外照度:42,000 lx)にカーテンを開けた窓際で測定すると、照度は2,300 lx程度であった(2018年11月8日)。次に、カーテンを閉め、照明をすべて点灯した状態で測定すると、250 lx程度となった(2)。部屋の明かりを極力落とさずに、プロジェクターが見える状態、すなわち、部屋の半分の照明のみを点灯すると(3)、教室内の照度は点灯している照明のある付近では高く(150 lx程度)、照明がない付近では低い(50 lx程度)。さらに、照明をすべて消灯し、プロジェクターを点灯すると(4)、プロジェクターが映写するスクリーンは見やすくなるが、教室内の照度は数lx～10 lx程度と極めて暗くなる。数lxというのは、月明かりの下やろうそくを灯した環境が該当する(図4)。このような薄明かりの低照度環境は、生理的にリラックスさせ、眠気を誘引させる可能性が高いと考えて良い。また以上の結果は、講義中にプロジェクターを利用する時に教室内の照明を落とすと、文部科学省が基準としている300 lxを満たすことが困難になることを示唆している。

## おわりに

本稿では、教室内の照度の観点から、講義中の居眠り防止の可能性を紹介した。プロジェクターは講義をする者からは便利なアイテムであるが、部屋を暗くしなければならぬことを考えると、聴講する者の眠気の観点からは避けた方が無難であるのかもしれない。しかし、現状ではプロジェクターを利用しないスタイルの講義へ戻ることは極めて困難と思われる。一方で、部屋を暗くすることなく、鮮やかに映像を映し出すことができる強い照度力を持つプロジェクターが販売されており、財源が許すのであれば交換されることを提案したい。

## 文 献

Jean-Jacques de Mairan, 1729, "Observation

botanique," *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie*, 35.

Smolensky, M., and Lamberg, L., 2000, "The Discovery of Inner Clocks," *Body Clock Guide to Better Health*, Holt Paperback (New York), 23–29.

井上昌次郎, 1999, 「睡眠の基礎」『初心者のための睡眠の基礎と臨床』1–8.

榊原啓之・青島良輝・山崎隼輔・下位香代子, 2013, 「栄養素の消化・吸収機構に関与している体内時計」『New Food Industry』55, 1–8.

関泰一郎・細野崇, 2015, 「血液の凝固・線溶とメタボリックシンドローム, 生活習慣病」『化学と生物』53(6), 374–380.

林光緒, 2011, 「授業中の居眠り」『心理学ワールド』53, 27–28.

室井真里・伊師真理子・垣鏑直, 2003, 「照度と室温の複合条件が昼食後の眠気に及ぼす影響に関する実験的研究」『日本建築学会大会学術講演梗概集』447–478.

ラッセル・フォスター, レオン・クライツマン (訳/本間徳子), 2006, 『生物時計はなぜリズムを刻むのか』日経BP社.

## 謝 辞

本稿で使用したデータの作成に際し、眞名子幸氏と松山弘希氏に作業を手伝っていただいた。この場を借りてお礼申し上げます。

## 著者の貢献度

本論文の教育実践に関する部分は、すべて榊原啓之が担当した。田中航は、図5および表1のデータ収集と解析を担当したが、学生を直接指導するような教育実践には関与していない。