

# サーカディアンリズムとその応用

松田 杏奈, 滝野 天嶺  
 Anna MATSUDA, Takamine TAKINO

## 1 はじめに

東日本大震災以降、節電のため照明を減灯するオフィスが増加している。これにより事務作業を行うための照度が不足し、暗く陰鬱な空間になっているオフィスが増加してきた。実際、照度が下がると覚醒感が低下し、知的生産性が下がるとされている。節電に配慮しながら快適に仕事ができる環境で、生産性を高めようと考えられてきた。そこで、サーカディアンリズムの導入が注目されている。

## 2 サーカディアンリズムとは

### 2.1 サーカディアンリズムの概要

“circadian” という言葉は、1959 年に Halberg によって提唱された。人には生理的周期を維持するために、生物時計というものが備わっている。生物時計には周期の期間により、さまざまなリズムがある。例えば、心拍は周期が 0.3~1.0 秒であり、睡眠周期は約 90 分でリズムを刻んでいる。サーカディアンリズムとは、生物時計の中でもおおそ一日の間隔で周期を刻む反応のことを言う。

### 2.2 サーカディアンリズムがもつ機能

サーカディアンリズムは精神活動、体温、ホルモン分泌、および神経活動など、人の大半の生理現象に見られる。特に体温がもつサーカディアンリズムに影響され、我々の睡眠と覚醒は一定の周期を持つ。なぜなら、我々は体温が高くなったときに目覚めを感じ、体温が低くなったときに眠気を感じるからである。人は高低 2 つの体温のピークにより朝と夜を迎える。睡眠におけるサーカディアンリズムを Fig. 1 に示す。

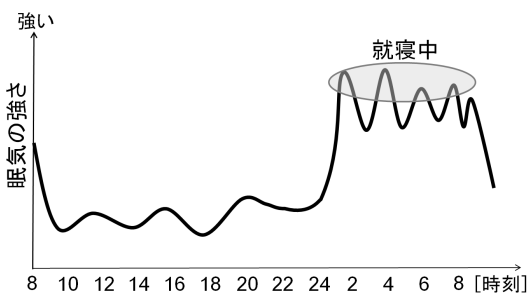


Fig.1 睡眠のサーカディアンリズム<sup>1)</sup>

心拍数、ホルモンの血中濃度、気分や記憶能力、および筋肉の収縮力も時間帯によって異なる。例えば、握力は夕食時が最も強く、午前 3 時ごろがもっとも弱い。また、興奮した状態において分泌されるアドレナリンの分泌量は昼間に高くなる<sup>2)</sup>。いくつかの生体機能のうち、サー

カディアンリズムにおけるおおそのピーク時間の例を Fig. 2 に示す。

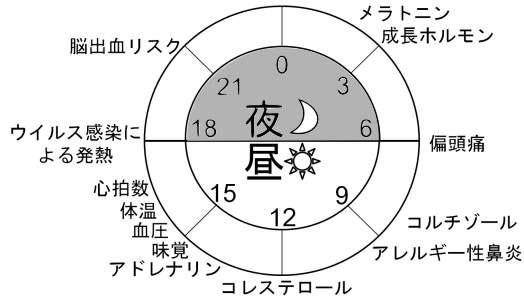


Fig.2 生体機能のピーク時間<sup>3)</sup>

### 2.3 サーカディアンリズムにみられる特徴

- 自律性：光や温度という環境の昼夜変化がない条件下でも、ある一定の周期を持ったリズムを示す。このように周期を持ってリズムが継続することをフリーラン（自由継続）と呼ぶ。
- 温度補償性：サーカディアンリズムは環境温度によってほとんど変化しない。
- 遺伝性：サーカディアンリズムは個体の経験や学習によって後天的に獲得されたものではなく、遺伝子に情報として備わっている。
- 同調性：異なるサーカディアンリズムをもつ人とも、同じ周期のリズムを刻む。

## 3 サーカディアンリズムの応用例

### 3.1 サーカディアンリズムに配慮した環境制御

サーカディアンリズムの応用例として、病院やオフィスなどの空間への導入事例が挙げられる。例えば、入院患者向け照明制御システムが開発されている。本システムは LED 照明の明るさを調節し、昼間の明るさや夜間の明るさを再現することで、サーカディアンリズムを整える。本システムの目的は、単調な入院生活で乱れがちなサーカディアンリズムの維持を図ることにより、生活サイクルの安定をサポートすることである。サーカディアンリズムの維持は患者の快適な空間づくりに貢献し、治癒力を高めることができる。本システムを用いた場合の、一日の照度と色温度の変化を Fig. 3 に示す。

また、建物北側の太陽光の入りにくいエリアや天窓の取れないフロアなど、病室に限らず待合ホールや廊下など多くの場所に活用可能である。今後はサーカディアンリズムを整えて睡眠障害に対処する効果が期待されている<sup>4)</sup>。

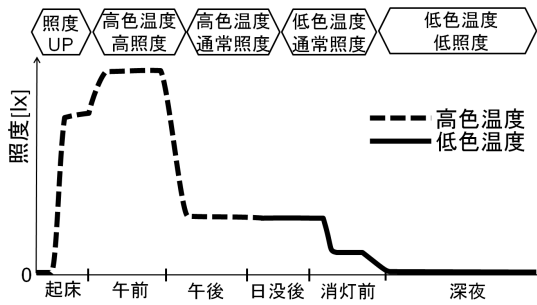


Fig.3 照度と色温度の変化<sup>3)</sup>

オフィスにおいても普段どおりに働くだけで、健康的なサーカディアンリズムをつくりだせるような環境作りを目指している。朝から正午では高照度・高色温度の光とすることで人の覚醒を促し、夕方以降は低照度・低色温度の光として人の覚醒を抑える。そして、夜間の休息と睡眠に向けた準備を促す。空調についても、室温などを細かく自由に設定できる機能を用いて、空気に変動を与える。このことにより、深部体温の健康的なサーカディアンリズムを作り出している<sup>5)</sup>。

### 3.2 サーカディアンリズムとコンディショニング

生体のサーカディアンリズムとうまく同調して運動あるいはトレーニングをすることによって、より有効に運動能力を向上させることが可能となる。例えば、持続力の向上を目指した自転車運動の実験では、開始時間 9 時、15 時、および 20 時の 3 つの異なるグループのうち、15:00 のグループが最も能力の向上がみられたと報告されている。これには、自律神経である交感神経と副交感神経の働きが影響していると考えられている。

人の身体は日中の活動時、激しい活動を行っている時に活性化する交感神経が緊張して体温、心拍数、血圧、酸素摂取量、および血糖などが増加し、これにより活動能力が高まる。一方、夜間の休息時は副交感神経が働き、リラックスした状態でエネルギーを貯蓄する。つまり、交感神経の緊張が最も高まる時間帯にトレーニングをすることによって、より高いトレーニング効果が得られるといえる。逆に休息を取るべき夜中に運動することは、運動能力の低下や身体各機能に悪影響を及ぼす原因になる<sup>6)</sup>。

### 3.3 サーカディアンリズムと病気

例えば、花粉症状であるくしゃみ、鼻づまり、目の充血、および目のかゆみは朝食前が一番ひどく、昼食時まで和らぐことがない。喘息や呼吸困難は、昼間よりも深夜から早朝にかけて発作が起きやすい。これらは身体の免疫系に変動があることが関係している。1971 年に、フランスの医師アラン・ラインバークとテキサス州の環境科学者マイケル・スモレンスキーは次のような実験を行った。外部環境から完全に遮断し、エアコンを作動させた部屋に喘息患者を隔離し、炎症を引き起こす化学物質に対する彼らの気道の反応を調べた。その結果、昼間よりも深夜から早朝に喘息発作が起きやすいことが分

かった。この、人の呼吸機能が低下する時間帯をモーニングディップという。この実験により、サーカディアンリズムが患者の免疫系に深く関わっていることが明らかになった<sup>2)</sup>。

この研究をもとに開発されたのが、喘息治療用テープ製剤という治療薬である。このテープに含まれる成分が神経を刺激し、気管支を拡張して咳を抑え、呼吸を楽にする。実際にこのテープを身体に貼ると、8 時間後に効果が現れる。寝る前に貼ると、モーニングディップと呼ばれる発作が起きやすい時間帯に効果が現れる。サーカディアンリズムに合わせ、薬を必要な時に、必要な量を送るのである<sup>7)</sup>。

## 4 まとめ

健康なサーカディアンリズムは、色温度、照度、および昼夜のメリハリなどの光環境を考慮することで作り出すことができる。我々にとってサーカディアンリズムは、睡眠のリズムやホルモン分泌など、あらゆる生体の現象に関わりながら影響を及ぼしている。しかし、現代社会においてはサーカディアンリズムが規則正しく作用しているケースが少なくなっている。コンビニエンスストアをはじめ、24 時間営業の店舗やサービスの増加とともに夜型の生活を送る人が増加してきた。都会の住宅の多くは朝日が十分に射し込まない環境に置かれている。サーカディアンリズムを用いた照明は病院やオフィスでは積極的に取り入れられているが、私たちの生活にまだまだ普及されていない。最近では家庭向けにサーカディアンリズムを取り入れた製品開発が行われている。今後は一般の家庭に普及されることにより、我々の生活がより快適なものになるのではないだろうか。

また、一日のサーカディアンリズムのパターン増加と春夏秋冬のシーズン対応も含めた生物時計に関する研究により、より我々の生活を快適にする環境づくりが期待される。

## 参考文献

- 1) 特集 3 心地良い目覚めと眠りを「あかり」で導く：小泉産業株式会社。  
<http://www.koizumi.co.jp/csr/2007/closeup/sleep01.html>.
- 2) 青木清、からだの時間学、hbj 出版局、第 1 刷発行、1989.
- 3) 生体リズムと時間薬理学。  
[http://www.waseda.jp/wias/achievement/bulletin/data/y-edagawa\\_2010.pdf](http://www.waseda.jp/wias/achievement/bulletin/data/y-edagawa_2010.pdf).
- 4) サーカディアンリズムと無線通信技術を融合した「スマートホスピタルライティングシステム」を共同開発、実証実験を開始- 戸田建設。  
<http://www.toda.co.jp/news/2013/20130222.html>.
- 5) 体内時計のリズムに配慮したオフィス。  
[http://www.isco.gr.jp/pdf/kaihou\\_232.pdf](http://www.isco.gr.jp/pdf/kaihou_232.pdf).
- 6) ダイエット・フィットネス情報館。  
[http://www.diet-body.com/circadian\\_rhythm.html](http://www.diet-body.com/circadian_rhythm.html).
- 7) 医薬品 経皮吸収型テープ製剤 - メディカル製品 - 製品一覧 - 製品情報 - 日東電工。  
<http://www.nitto.co.jp/product/datasheet/medical/001/>.