

# 発達睡眠生理学

神山 潤

## はじめに

筆者が仲間とともに子どもの早起きをすすめる会のHP (<http://www.hayaoki.jp>) を立ち上げたのが2002年4月。さらに文部科学省は「早寝早起き朝ごはん」運動を開始、東京都をはじめとする自治体も様々に「生活習慣改善プロジェクト」を立ち上げ、「早寝早起き朝ごはん」の知名度は全国規模となった。では子どもたちの実情は改善されたのであろうか？ 確かに一時よりは多少改善に向かったかもしれないが、大人の眠りに対する理解は相変わらず十分ではない。日本人の睡眠時間は過去45年間で51分減り、今や日本は世界有数の短時間睡眠国となった。しかも日本は週に50時間以上労働する就業者比率が世界で唯一25%を超えている残業立国でありながら、日本の労働生産性はOECD（経済協力開発機構：Organisation for Economic Co-operation and Development）加盟30カ国の平均以下、先進国の中では最下位だ。一生懸命努力をしている気にはなっているのかもしれないが、実際には睡眠不足で心身の充実はならず、頑張りが空回りしているわけだ。結局は眠りを大切にしないことによるツケを払わされていることになる。大人が眠りを大切にしない社会で子どもが眠りを大切にすることは難しい。本稿では睡眠の生理について、発達という視点から概説する。

## 1. 睡眠覚醒リズムの発達

睡眠覚醒リズムの発達を見るには睡眠日誌が有用だ。睡眠日誌は横軸1行を1日24時間として、寝たところに線を引いて作成する。図1<sup>1)</sup>は健康な赤ちゃんの生まれた直後から生後半年過ぎまでの睡眠日誌で、1mとある生後1カ月までの睡眠は細切れだ。これは赤ちゃんが短時間の寝たり起きたりを繰り返していることを示している。生後2カ月ないし3カ月以降、朝の起床時刻、夜の就床時刻が一定し、昼間に覚醒が、夜間に睡眠がまとまってくる。

生後1~3カ月のあたりでは、右下に向かう「流れ」が見て取れる。これは、ヒトが脳の中に持っている時計—生体時計—の1日の長さが地球の1日の長さ（24時間）よりもわずかに長いがために生じる現象である。実は通常私たちは誰も朝の光を浴びることで、大多数のヒトで周期が24時間よりも長い生体時計（脳内の視交叉上核と呼ばれる部位に存在）の周期を短くして地球時刻に合わせるという操作を無意識のうちに毎日行っている。この朝の光による作用を同調作用と呼ぶ。ヒトは周期が24時間よりも長い生体時計の周期を、朝の光を浴びることで短くして、周期24時間の地球時刻に同調させて生きている。このことからすると、睡眠日誌に認める変化は次のように考えられている。①生まれて間もなくは生体時計の働きが睡眠日誌の上でははっきりしない。②生後1カ月を過ぎると、生体時計の働きが睡眠日誌でも捉えられるようになるが、朝の光によって、周期を短くする同調という機能が未だ十分には機能せ

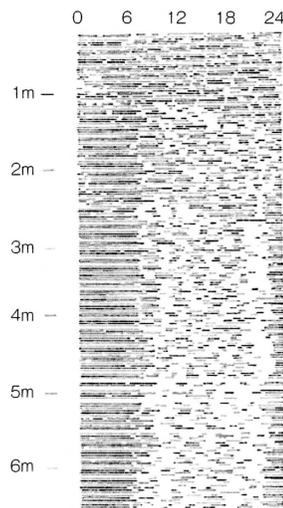


図1 健康児の睡眠日誌の一例（瀬川, 1987<sup>1)</sup>）

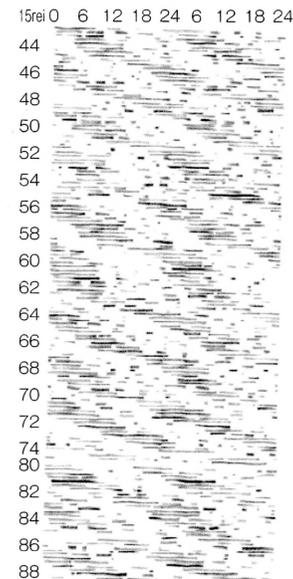


図2 知覚障害児の睡眠日誌の一例（瀬川, 1985<sup>2)</sup>）

ず、生活リズムが日々少しずつ遅くズレる。③生後3カ月近くになると、朝の光による同調作用が機能し、24時間周期での生活が可能となり、起床時刻、就床時刻が一定してくる。

なお眠りではレム睡眠とノンレム睡眠とが繰り返し現れ、レム睡眠と浅いノンレム睡眠の時には寝がえりなど体の動きが増える。そして体が動いた後はしばしば「覚醒」する。つまり夜中に何回か眠りが浅くなり、場合によっては目も覚めることはごくごく普通の現象である。ただ夜中に目が覚めてもその時に気付くこともあるが、気付かないこともある。また夜中に目が覚めたことに気づいたとしても、朝になってそのことを覚えていない時もある。「夜寝付いたら朝までぐっすり眠る」わけではない。そして成人では平均すると90~100分毎に眠りが浅くなるこの周期も、新生児では40分前後、1歳で50分、2歳で70分、5歳で80分と短い。つまり幼小なほど短い周期で「覚醒」する。この事実は妊娠中から養育者に知らせておく必要がある。さもなければ、生後1カ月の赤ちゃんが1時間ごとに目を覚ますことを気にし、「うちの子は寝ない！」と親御さんが心配する可能性があるからである。

## 2. 環境因子の影響

図2の睡眠日誌<sup>2)</sup>では右下に向かう「流れ」が持続している。この図は生まれつき視覚障害のある人の睡眠日誌である。目の不自由な人の場合、この図のように右下に向かう「流れ」が持続してしまう場合がある。光刺激が生体時計に届かず、「同調」機能が発揮されないことによる、と考えられている。なお右下に向かう「流れ」は生体時計が光に影響されずに自由に振舞っていることで生ずるため、自由な、フリー、活動、つまりはフリーランとも呼ばれる。

このように赤ちゃんの生活リズムは、細切れからフリーラン、そして24時間周期へと変化するが、すべての赤ちゃんがこのような変化を示すわけではない。大阪大学の島田教授らの研究によると、典型的なフリーランを呈する赤ちゃんは7%程度という<sup>3)</sup>。そして現実には生後1カ月には昼夜の区別が明確になる赤ちゃんもいるし、祖父母に養育され、ほとんど外出することがなく、生後6カ月になってもフリーランしていた赤ちゃんを診察させていただいたこともある<sup>4)</sup>。私が診た赤

筆者：東京ベイ浦安市川医療センター

ちゃんの場合は、地球が24時間で動いているという情報 (time cue) が赤ちゃんに伝わっていないことが原因と考えられるが、どのような赤ちゃんが昼夜の区別が早くつくのか？あるいはどのような赤ちゃんがフリーランを示すのか？についてはまだよく分かっていない。同じ島田教授のグループの研究では、妊娠末期のお母さんが早く寝ることで、生後1カ月時の赤ちゃんの夜間の睡眠時間が長くなることが示されている。ヒトでも胎児期から母親の生活リズムへの同調が始まっていることが示唆される研究結果である<sup>5)</sup>。妊婦の生活リズムが赤ちゃんの睡眠覚醒リズムの発達に影響している可能性は十分に考えられよう。

夜泣きがひどいと7カ月の女の子のお母さんが診察に訪れた<sup>6)</sup>。パートナーも協力的だが2時間以上続けて寝ることはない、という。ただお話を伺ってわかったのは、母親はくたびれ果て、昼間は赤ちゃんともども寝てしまっている、ということだった。申し訳なかったが、昼間にもっと遊んでは？出来たら外に連れ出しては？と助言した。その後母親は意を決して昼間に活動を始め、その後は昼夜の区別が赤ちゃんにもついてくれた。昼間に寝ていては、夜になったからといって眠ることができるわけではない。昼と夜との区別をキチンと赤ちゃんに伝えることが大切である。そこで過剰な昼寝が夜ふかしをもたらし、との指摘がなされている。確かに私も様々な場面で「夜ふかしになるなら、お昼寝は早めに切り上げて」と述べてきた<sup>4)</sup>。しかし日本の赤ちゃんの睡眠時間は1日の総量だけではなく、昼寝の長さも世界最短なことが最近分かった<sup>7)</sup>。世界には日本よりももっと昼寝をしているのに、子どもたちが早く寝ている国 (ニュージーランド、オーストラリア、英国、米国、カナダ、タイ、フィリピン、インドネシア、中国) がある。この差異を生物学的な要因のみで説明するのは難しい。子どもたちの夜の入眠環境についての国際比較が必要であろう。

1歳6カ月の女の子が眠らない、夜中に何度も目が覚めると母親が外来を訪れた<sup>4)</sup>。確かに夜中に何度も目を覚まし、そして元気に遊びだしてしまい、また夜中に大好きなバナナを何本も

食べる、とのことであった。そこで食に焦点をあてて質問し、わかったことは、この赤ちゃんは「食卓」の経験がないということであった。この赤ちゃんに好き嫌いがあると母親は信じきっていて、赤ちゃんが食べたい、と言ったときに、時間も場面も関係なく食べさせてしまっているという。そこで次のように伝えた。「食卓を囲んで、食事を楽しむようにしてみてもどうですか？食事の時間を決め、一緒に食卓を囲み、一緒に話をしながら食べてください。ただテレビを見ながらはダメですよ。」1カ月後、1日3食となったこの赤ちゃんは夜もきちんと寝てくれていた。視床下部背内側部の神経細胞は食事摂取を48時間記憶している。腹時計の脳内メカニズムである。食は生活リズムの形成に大きな役割を果たしている。

2歳を過ぎた双子の赤ちゃんが寝てくれない、と切羽詰まった表情でご両親が来院された<sup>8)</sup>。妊娠36週で出生、周産期には大きな問題はない元気な双子である。5カ月の頃から夜泣きがひどいという。父親が夜型で、深夜の帰宅で必ず目を覚ます。保育園には行っていない。保健師さんや臨床心理士に相談しても朝起こすように言われるのみという。起床は5~6時、6時30分朝食、その後10時まで部屋遊び、10~14時はお昼寝、その後昼食、午後はお散歩、買い物をし、夕食は19時、入浴して21時30分就床、23時起床し、1時の父親の帰宅で元気になって遊び、就床は3時、父親は朝7時には出社。一人が寝そうでも一人が元気だともう一人を起こしてしまう。かなり大変そうである。週末の様子を聞いてみると、起床9時、朝食後父親も一緒に外出、帰宅後早めの夕食、入浴して、パパと遊んで21時就床、夜泣きはなしという。さらに平日の昼間の過ごし方にヒントがあった。平日のお散歩はバギーで、バギーの中で二人は寝ているという。「土日の夜は眠れていそうだから、普段もう少し昼間に疲れるといいですね。あとお父さんよろしくね」「はい、もう少し早く帰るようにします。」とお父さん。「どうしたら二人が昼間に疲れるか、いろいろと考えてみてくださいね。体力ばかりでなく頭も疲れさせてくださいね」とお話をした。1カ月後の外来で、母親は前回外来の翌日からバギーを封印したという。双子を歩かせるのだから大変である。たっぷり歩

表1 夜型の問題点

報告者 (報告年)	対象	夜型では…
Yokomakuら (2008)	東京近郊の4-6歳 138名	問題行動が高まる可能性
Giannottiら (2002)	イタリアの高校生 6631人	注意力が悪く、成績が悪く、イライラしやすい。
Wolfsonら (2003)	中学生から大学生	夜ふかし朝寝坊で学力低下。
Gauら (2004)	台湾の4-8年生 1572人	moodiness (気難しさ、むら気、不機嫌) との関連が男子で強い。
原田 (2004)	高知の中学生 613人	「落ち込む」と「イライラ」の頻度が高まる。
Caciら (2005)	フランスの学生 552人	度合いが高いほど衝動性が強い。
Gainaら (2006)	富山の中学生 638人	入眠困難、短睡眠時間、朝の気分の悪さ、日中の眠気と関連。
Gauら (2007)	台湾の12-13歳 1332人	行動上・感情面での問題点が多く、自殺企図、薬物依存も多い。
Susmanら (2007)	米国の8-13歳 111人	男児で反社会的行動、規則違反、注意に関する問題、行為障害と関連し、女兒は攻撃性と関連する。
国際がん研究機関 2006		発がん性との関連を示唆

くと寝てくれたという。父親も帰宅を早くしてくれ、すると早く寝てくれた。ただどうしても遅くなってしまう日もあるという。そうすると父親の帰宅で目が覚めてしまうそう。でも「ずいぶん寝てくれるようになりました」と母親。多少コツをつかみ始めてくださったようである。

昼夜の区別のない、いつも明るい環境に置いておくと、生体時計の中の神経細胞同士のリズムの同調が、大人のマウスでも新生児のマウスでも難しくなる<sup>9,10)</sup>。昼の明るさと夜の暗さが生体時計には大切なのであろう。

### 3. 睡眠覚醒リズムが心身発達に及ぼす影響

睡眠覚醒リズムの乱れが心身発達に及ぼす悪影響については種々の指摘がある。実際朝型に比べる夜型の方が、問題行動が多く、成績も不良であることが世界各国から報告されている (表1)。夜ふかしの悪影響を筆者は以下の3つにまとめた<sup>4)</sup>。

①時差ぼけ：大多数のヒトで周期が24時間よりも長い生体時計の周期は、朝の受光で短縮するが、夜の受光では延長する。つまり夜の受光増加と朝の受光減少で、生体時計と地球時刻とのずれが拡大し、時差ぼけ状態となる。その結果不適切

な時期に眠気と不眠が生じ、疲労し、食欲や意欲が低下し、作業能率は低下し、活動量が低下する。活動量低下はリズムミカルな筋肉運動 (歩行、咀嚼、呼吸) の低下も招き、心を穏やかにする神経伝達物質と考えられているセロトニンの活性低下が危惧されるほか、肥満、アルツハイマー病、慢性疲労症候群のリスクも高める。

②明るい夜：明るい夜の悪影響の1つ目は①でも触れた、生体時計の周期を遅らせ、地球時刻とのズレを拡大させることである。もう1つは酸素の毒性から細胞を守り (抗酸化作用)、リズム調整作用、性的成熟抑制作用、体温低下作用、眠気をもたらし作用を有するメラトニン分泌を抑制することだ。さらにある特殊な条件下でのことになるが、生体時計の機能を停止させてしまう場合もあるという。

③睡眠不足：夜ふかしでは睡眠時間が減る。そして睡眠不足では脳機能も身体機能も低下し、太り、生活習慣病のリスクは増し、意欲も低下し、生存の質が低下する。睡眠不足は様々な重大事故も引き起こす。睡眠不足は心身のリスクで、万病のもとである。

なお、眠りを貯めること (寝だめ、あるいは貯金ならぬ貯眠) はできないが、日々の眠りの不足

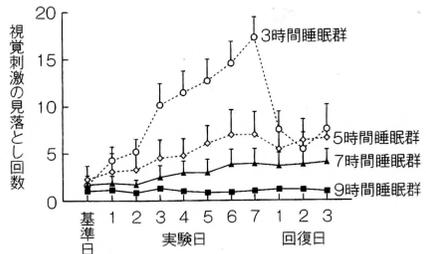


図3 短縮睡眠の作業能力に及ぼす蓄積的な影響 (Belenky et al., 2003<sup>11)</sup>)

基準日(睡眠8時間)、実験日(各条件の睡眠時間)、回復日(睡眠8時間)。縦軸は視覚刺激が示されてから0.5秒たっても反応できなかった(見落とし)回数を表す

という負債(借金ならぬ借眠)は次第に貯まる。そして貯まった借眠は早めに返せばよい、と筆者は思っていた。ところが借眠をすること自体が問題、という気になるデータを知った。(図3, 図4)<sup>11, 12)</sup>。2つのグラフとも縦軸は作業能力の指標としての「視覚刺激に対する見落とし回数」を示している。視覚刺激が提示されてから0.5秒たっても反応できなかった場合を「見落とし」としてカウントしている。図3では睡眠時間が短くなるにつれ、見落とし回数が増えていることがわかる。そして興味深いのは、図3, 図4ともに睡眠時間を8時間に戻した回復日でも、見落としの回数が基準日のレベルにまで戻っていない点である。貯まってしまった借眠のツケは、寝れば戻る、わけではないようである。借眠をしないことが何より大切といえる。

#### 4. 睡眠覚醒リズム確立のために大切にすべきこと

ヒトは寝て食べて出して初めて脳と身体の働きが充実する昼行性の動物である。快眠の条件は快食、快便、快働である。この4者は密接に関連している。どれか1つの調子がいま一つの時には他の3者のことにも注意を払ってほしい。

さらに「入眠儀式」に注目してみる。「入眠儀式」とは「寝るまでの段取り」あるいは「寝る準備」である。寝るという行動は非常に無防備で、ある意味危険きわまりない行動である。そこで身の回

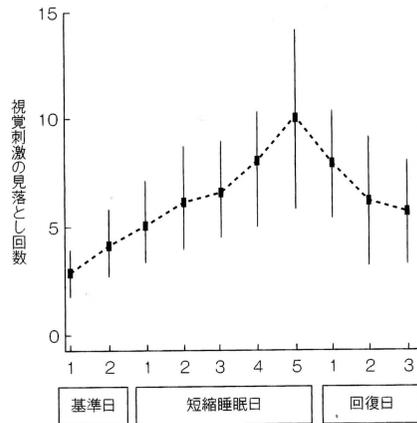


図4 短縮睡眠の前中後の作業能力 (Åxelsson et al., 2008<sup>12)</sup>)

基準日(睡眠8時間)、短縮睡眠日(睡眠4時間)、回復日(睡眠8時間)

りの安全を確認し、安心しないと「睡眠中枢」が働くことができない、というような仕組みがあるのではないかと筆者は考えている。「睡眠中枢」が働くためには安全の確認が大切で、一定の手順を無事に踏むことができるほどに安全だと、自分で確認する作業が入眠儀式というわけである。方法や手順は、もちろん人それぞれだが、入眠儀式を取り入れることで、赤ちゃんが夜、よく寝られるようになったことが報告されている<sup>13)</sup>。いろいろと各家庭で工夫していただき、それぞれの赤ちゃんに適した各家庭独自の入眠儀式を編み出していただくことが重要である。

#### おわりに

現代社会の価値観は多様である。それぞれのご家庭で大事に考えることは微妙に異なろう。ただしヒトは寝て食べて出して初めて、脳と身体の働きが充実する昼行性の動物なのである。昼と夜との区別をキチンと赤ちゃんに伝えることが、子どもの発達には重要であることを理解していただきたい。さらに1日は24時間と決まっている。様々な親御さんご希望の中で、決してご自身のそしてひいてはお子さんの眠りに関する優先順位が

表2 スリープヘルス

基本	付帯事項
・朝の光を浴びること	眠気を阻害する嗜好品、環境を避けること
・昼間に活動すること	(カフェイン、アルコール、ニコチン、過剰なメディア接触)
・夜は暗いところで休むこと	
・規則的な食事をとること	

高くはないことを危惧する。是非とも眠りの優先順位を今よりも3~4位は高めていただきたいと切望する。スリープヘルス(表2)とともに忘れていただきたい事項である。

#### 文 献

- 1) 瀬川昌也：睡眠機構とその発達。小児医学, 20: 828-853, 1987.
- 2) 瀬川昌也：自閉症児とサーカディアンリズム。神経進歩, 29: 140-153, 1985.
- 3) Shimada M, Takahashi K, Segawa M, et al.: Emerging and entraining patterns of the sleep-wake rhythm in preterm and term infants. Brain Dev, 21: 468-473, 1999.
- 4) 神山 潤：総合診療医のための「子どもの眠り」の基礎知識。新興医学出版, 2008.
- 5) 早瀬麻子, 島田三恵子, 乾つばらほか：妊娠末期から産後の母親の生活リズムと乳児の睡眠覚醒リズムとの関連。小児保健研究, 67: 746-753,

2008.

- 6) 神山 潤：睡眠の生理と臨床 改訂第2版。診断と治療社, 2008.
- 7) Mindell JA, Sadeh A, Wiegand, B et al.: Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. Sleep Med, 11: 274-280, 2010.
- 8) 神山 潤：眠りの話—小児科 Wisdom Books。中山書店, 印刷中.
- 9) Ohta H, Yamazaki S and McMahon DG: Constant light desynchronizes mammalian clock neurons. Nat Neurosci, 8: 267-269, 2005.
- 10) Ohta H, Mitchell AC and McMahon DG: Constant light disrupts the developing mouse biological clock. Pediatr Res, 60: 304-308, 2006.
- 11) Belenky G, Wesensten NJ, Thorne DR, et al.: Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study. J Sleep Res, 12: 1-12, 2003.
- 12) Axelsson J, Kecklund G, Akerstedt T, et al.: Sleepiness and performance in response to repeated sleep restriction and subsequent recovery during semi-laboratory conditions. Chronobiol Int, 25: 297-308, 2008.
- 13) Mindell JA, Telofski LS, Wiegand B, et al.: A nightly bedtime routine: impact on sleep in young children and maternal mood. Sleep, 32: 599-606, 2009.