

睡眠生理の基礎知識



Jun Kohyama

神山 潤

東京ベイ浦安市川医療センター 管理者

昭和56年東京医科歯科大学医学部医学科卒業、平成12年東京医科歯科大学大学院助教授、平成16年東京北社会保険病院副院長。平成20年同院長。平成21年より現職。日本小児神経学会評議員、日本睡眠学会理事・評議員。子どもの早起きをすすめる会 (<http://www.hayaoki.jp>) 発起人。

主な著書に『睡眠の生理と臨床』（診断と治療社）、『子どもの睡眠』（芽ばえ社）、『ねむりのはなし』（福音館書店 共訳）、『ねむり学入門』（新曜社）等。

「眠りについての誤解」を手掛かりに睡眠生理の基礎を概説する。

眠りに関する3つの誤解

眠りについては大きな誤解が3つある。「夜寝入ったら朝までぐっすり眠る」、「子どもは夜になったら寝る」、「睡眠時間をとればいつ寝ても良い」の3つだ。

まず、「夜寝入ったら朝までぐっすり眠る」だが、夜寝たからといって朝まで同じ眠りの状態が続くわけではない。深い眠りもあれば浅い眠りもある。夢を見ているときもあれば、そうでない時もあり、様々な眠りが繰り返し現れて朝になる。誰かの寝姿を朝までビデオに撮って、朝になってそれを早回ししてみると、寝返りの回数等外見を見ただけでも夜中に何回か眠りが浅くなったことが解る。その際脳波も同時に記録すると、外見上眠りが浅いと思われる時期に一致して、脳波も覚醒時とほぼ区別のつかない脳波となる。外見だけでなく、脳波上も覚醒と判断される状態が現れるわけだ。ただしそのときにその方自身が目が覚めたと自覚するかといえば、気がつく時もあるれば気がつかない時もある。また仮にそのときには気がつ

いたとしても、それを朝まで覚えているかといえば、覚えているときもあれば、覚えていないときもある。

重要なのは、夜中に何回か眠りが浅くなることは、極々普通のことだ、という点だ。何回ほど眠りが浅くなるかということ、成人だと4、5回、平均でいうと90分から100分ごとに眠りが浅くなる。ただ、90分から100分というのは成人の値で、小児はもっと短い周期で眠りが浅くなる。新生児だと40分、1歳だと50分、2歳で70分、5歳で80分というデータもあるが、要するに小さい子どもほど短い周期で眠りが浅くなる。このことは出産前の若いご夫婦にはぜひとも知っておいていただきたい。赤ちゃんは「夜寝入ったら朝までぐっすり眠る」と信じていた若いご両親にとっての現実には、パニック以外の何物ではなからう。

次の誤解「子どもは夜になったら寝る」については睡眠日誌が参考になる。睡眠日誌は横軸が1日で、1日1行で寝たところに線を引いて作成する。図1左は、赤ちゃんが生まれたあるご家庭にお願いして、赤ちゃんが寝た、とご家族が感じたときに線を引いていただいで作成した睡眠日誌で、生直後から、生後6ヶ月過ぎまでの記録である。生直後の赤ちゃんは3、4時間眠ると授乳し

図1 睡眠表

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.



瀬川昌也, 小児医学, 1987, No.5.

瀬川昌也, 神経進歩, 1985, No.1

てまた眠る。生後3-4か月になると朝の起床時刻と夜の就寝時刻が一定してくる。しかしその間、生後1-2ヶ月の部分を見ると、線が右下に走っていることが見て取れよう。これがフリーランと呼ばれる現象だ。「自由に活動する」という意味だが、「生体時計」がフリーランしている、という言い方をする。

「生体時計」は誰もが脳の中に有し、この時計の動きで睡眠覚醒を含む様々な概日リズムを呈する生理現象がコントロールされている。地球の1日は24時間だが、生体時計の1日は大多数のヒトで24時間より若干長い。平均すると24.5時間ほどの周期と考えられている。例えば完全に遮光された部屋に筆者が閉じ込められたとする。完全に遮光されて明るさも一定、時計も無いとなると、筆者は地球が24時間で動いていることを知ることができなくなり、自分の脳の中の生体時計に従って生活を始める。それは24時間よりは若干長い周期で動くことになる。誰かがそんな筆者をマジックミラーを通して観察すると、筆者の生活時間が毎日少しずつ、具体的には筆者の生体時計の周期で24時間よりも長い分だけ、遅くずれていく事が観察される。これがフリーランだ。しかし筆者は現実にはフリーランしていない。それは筆者が毎日自分の生体時計の周期を短くして地球時間に合わせる作業をしているからだ。ただこれは何も筆者が特別にやっているわけではなく、誰もが行って

いる。その際に利用しているのが朝の光だ。誰も無意識のうちに朝の光を浴びることで周期が24時間よりも長い生体時計の周期を短くして、地球時間に合わせるという作業を行っていることがわかっている。図1右は生まれながらに目の不自由な方の睡眠日誌だが、フリーランが持続している。光刺激が生体時計に伝わらないことにより、このような状態に陥ることがある。光が生活リズムを整える上で重要であることを感じていただければと思う。

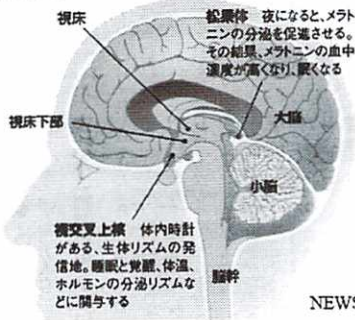
以上のことを知った上でもう一度睡眠日誌の変化を見よう。新生児期はまだ生体時計が機能していないが、生後1-2ヶ月になり生体時計が動き始めても、生体時計の周期を、朝の光を使って短くする「同調」、或いは「リセット」という作業がまだできず、その結果フリーランをしてしまう。生後3-4か月になると朝の光を使って生体時計の周期を短くすることができるようになり、朝の起床時刻と夜の就寝時刻がほぼ一定してくる。言い換えれば生後1か月の段階ですでに右下に向かってフリーランしていることがわかる。つまり生体時計が24時間より長い周期で動き出しているわけだ。生体時計の周期が24時間より長いということは、夜ふかしと朝寝坊をしやすい体のつくりになっている、ことを示している。つまり子どもだから夜になったら寝る、というのは、生体時計の周期からすると根拠のない話となる。

では、なぜ子どもだから夜になったら寝る、と言われるようになったかと言えば、それはおそらくは多くの方が経験論で理解できようが、誰でも体を動かして疲れれば早く眠くなる、ということであろう。つまり昼間の行動が重要なのだ。ただ最近の子どもたちがおかれている状況を考えると、不審者の問題であったり、交通事情であったり、テレビ、ビデオ、ゲームの普及等々要因は様々だが、子どもたちの昼間の活動が十二分に保障されているとはとてもいえない。すると生体時計の周期が前面に出て、夜になっても子どもたちが眠れない状況も生じてしまうかもしれない。ただこれは異常ではなく、ヒトという動物の生理からすれば正常な反応とも言える。なお生体時計は

図 2

「目覚まし時計」は脳にある

人間の生体リズムをコントロールする体内時計は、1日約24.5時間のサイクルになっている。そのため脳の視交叉上核が毎朝、太陽の光を視覚で認識することによって生体リズムを1日24時間に調整している。



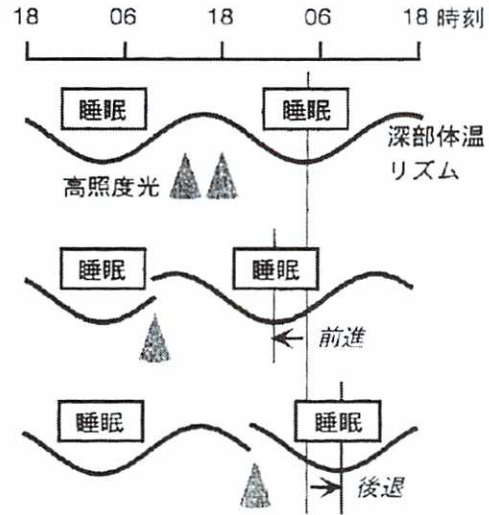
NEWSWEEK 1998. 9. 30

脳の中の視交叉上核に存在する(図2)。

図3は体温が24.5時間の周期で動いていることを示している。通常体温は朝に最低となり、午後から夕方にかけて最高となる。体温が24.5時間で動いている時に、昼間に光を浴びていても光の影響で体温のリズムの位相が変わることはない。ところが最低体温の直後、つまり朝に光を浴びると、その24.5時間の周期が短縮して24時間になる。これが朝の光による同調作用だ。ところが最低体温の前、つまり夜中に光を浴びると、24.5時間の生体時計の周期が延長する。こうなると生体時計と地球時間との間にもともとある0.5時間のずれが、さらに拡大する。そのずれは朝の光で修正されるが、夜ふかしをしていると、朝寝坊して朝の光を

図3 光がリズムに与える影響

(内山真. 概日リズム睡眠障害. 睡眠学、日本睡眠学会編、東京:朝倉書店 2009:p. 518-31 p 521)



浴び損ねがちとなる。つまり夜ふかし、朝寝坊では生体時計と地球時間のずれが拡大するわけだ。生体時計と地球時間とのずれが大きくなると、これは時差ぼけ状態で、とても体調が良いとは言えない。つまり三つ目の誤解「睡眠時間をとればいつ寝ても良い」は正しくはなく、ヒトは夜に眠ることが望ましいのだ。実際夜ふかし朝寝坊が極端な夜型生活では様々な問題点が生じることが最近報告されている(表1)。

朝の光に関する誤解

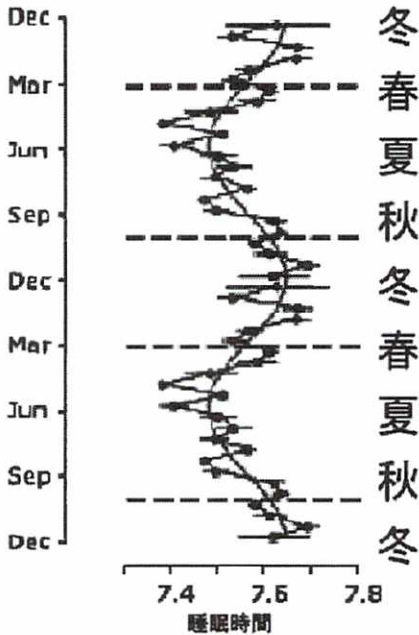
ここまで「朝の光」が生体時計に大切、と強調してきたが、生体時計に与える光の影響としては最低体温を記録したあと数時間の光が、生体時計の周期を早める効果がある。そして体温は通常朝最低値を記録する。ところが昼夜逆転をさせてしまっているような場合がある。この場合、体温の概日リズムまでもが異常をきたし、体温リズムの振幅が小さくなり、場合によっては最低値、最高値を呈する時刻が通常とは異なってしまっている場合もある。このような際に

表 1 夜型生活の心身への影響

報告者(報告年)	対象	夜型では…
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、短い睡眠時間、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。

図4 睡眠時間の季節変動

Kantermann T et al. 2007 Curr Biol 17 1996-2000



は、どの時刻に光を浴び、どの時刻には浴びないようにすべきかは、体温リズムを見て考える必要が出てくる。つまりは体温を記録し、そのトラフ(最低ポイント記録時刻)を確認した後、目的に合わせて、光を浴びる時間を決めることとなる。

同様な考察は時差ぼけ対策にも必要だ。時差ぼけの程度には個人差も大きいですが、飛行の方向による影響が大で、通常東へ向かう方が西へ向かうよりも症状が強い。これは東方飛行では1日が短くなり、リズムを同調させるには、周期が24時間よりも長い生体時計を通常の24時間よりもさらに短くさせなければ現地時間に同調できないことによる。例えばシンガポールから日本への東方飛行を考える。時差は2時間、飛行時間は8時間とする。シンガポール出発を10時とするとこのとき日本は12時となる。日本到着時、シンガポール時刻は18時だが、日本は20時だ。つまり飛行者はこの日を22時間で過ごさなければならない。周期が24時間よりも長い生体時計は周期を伸ばすことは比較的容易で、通常夜ふかしと朝寝坊は楽にできるのであった。このために東方飛行はつらいが、周期を伸ばして現地時間に同調させる西方飛行では同調が容易にできることとなる。なお当然のことだが、

東方飛行では出発地の朝にあたる時刻の受光が生体時計の周期を短くすることで、西方飛行では出発地の深夜に当たる時刻の受光が生体時計の周期を長くすることで、それぞれ同調を容易にする。

朝の光の大切さを紹介してきたが、光の影響を脳が受けている実感は乏しい。そこで図4を見ていただきたい。これはドイツのデータだが、2年間にわたって睡眠時間を調べた結果だ。ヒトという動物の睡眠時間は夏には短く、冬には長い、ことがわかる。筆者も、「うちの子は夏至に日に一番早起きで、冬至の日が一番の寝坊なんです、いいのでしょうか？」と質問されたことがある。答えは「ヒトという動物として当然の季節変動ですね」だ。ヒトという動物は無意識のうちに、太陽の季節変動に影響されている動物なのだ。

なお夜ふかし早起きでは、生体時計と地球時刻とのずれは解消されるかもしれないが、睡眠時間が減る。寝不足では認知能力やひらめきが悪くなり、生活習慣病(高血圧、糖尿病等)関連の変化が生じ、肥り、風邪をひきやすくなり、精神機能や気分にも悪影響が生じる。寝不足は心身にとって大いなる脅威だ。

スリープヘルス

表2は2006年に全国養護教員会が小中高で尋ねた調査結果だ。寝不足だと思うか、という問いにハイと答えたのは小学生で約50%、中学生で約

表2

Q：寝不足だと思う、Ans：ハイ

小学生(1522人) 47.3%

中学生(1497人) 60.8%

高校生(928人) 68.3%

2006年全国養護教員会調べ

寝不足の原因

●小学生(720人)

- ①眠れない(43.8%)、②テレビ・ビデオ(39.3%)、
- ③勉強(26.3%)、④家族の寝る時刻が遅い(22.6%)、
- ⑤本・マンガ(21.9%)

●中学生(910人)

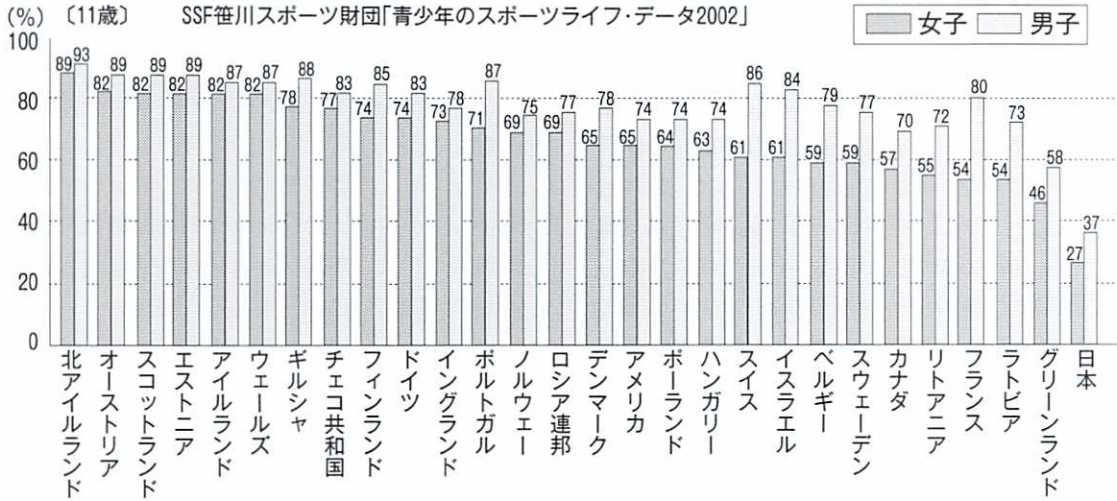
- ①テレビ・ビデオ(44.5%)、②勉強(32.2%)、
- ③眠れない(31.1%)、④本・マンガ(25.9%)、
- ⑤電話・メール(23.3%)

●高校生(634人)

- ①電話・メール(42.4%)、②テレビ・ビデオ(38.8%)、
- ③眠れない(27.1%)、④勉強(23.2%)、
- ⑤本・マンガ(21.0%)

図5 日本の子どもは世界で一番身体をうごかしていない

『活動的な身体活動』週2回以上実施者の国際比較



週2回以上30分以上心拍数が120を超える運動

60%、高校生で約70%。ハイと答えた中で寝不足の理由を尋ねた結果は表に示す通りだ。この結果解釈についてぜひお願いしたいのは、間違えてもこの結果を小中高生は「眠れない」のだ、睡眠障害だ、医者に行かねば、とは解釈しないで欲しい、ということだ。

若干の説明を要しよう。寝不足の理由からも寝不足の原因に過剰なメディア接触が関わっていることが想像できる。夜になっても過剰なメディア接触で明るい環境にあればメラトニン分泌は抑制される。メラトニンは起床後14-16時間して、暗くなると松果体から分泌される物質で、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、眠気をもたらす作用等が知られている。また日本の子どもの運動不足は世界有数だ。(図5は11歳児の運動)。昼間は身体を動かさず、夜も明るいところで過ごし、メラトニンの分泌が抑えられれば、ヒトという動物の生理として眠れるわけがない。正しい診断は不適切な睡眠衛生となる。そして不適切な睡眠衛生に対する適切な対応は睡眠導入剤ではない。適切な睡眠衛生(スリープヘルス;表3)の徹底に尽きる。すなわち①朝の光を浴びること、②昼間は明るい環境で身体を動かすこと、③夜は暗い環境で休むこと、④定期的に食事をとること、だ。追加項目としては、不適切な薬

物使用、過剰なメディア接触の回避がある。正常な覚醒状態を維持するための睡眠が不足し、攻撃性の高まり、注意・集中力・意欲の低下、疲労、落ち着きのなさ、協調不全、倦怠、食欲不振、胃腸障害等のほか、不安や抑うつも生じ得る状態が睡眠不足症候群だが、スリープヘルスからの逸脱による睡眠不足症候群例が相当数あると感じている。不登校の原因に、朝の起床困難、夜の不眠が多いことを背景に、睡眠日誌の活用で、児童生徒の眠りに対する自覚を促し、成果を挙げている教育現場がある。スリープヘルスの確認を怠って夜間の不眠のみ着目して睡眠導入剤を投与しても効果は上がらない。睡眠導入剤は本質を見極めてから用いたい。

2例紹介しておく。授業中に良く寝てしまうという13歳の女子中学生。肥満があり、当初睡眠時無呼吸症候群を疑われて他院で終夜睡眠ポリグラ

表3 スリープヘルスの基本

- ①朝の光を浴びること
 - ②昼間は明るい環境で身体を動かすこと
 - ③夜は暗い環境で休むこと
 - ④定期的に食事をとること
- 追加項目：不適切な薬物使用、過剰なメディア接触の回避

フィーも施行されたが、睡眠時無呼吸症候群は否定された。入眠時レム睡眠も認めていないことから、ナルコレプシーも否定的と考えた。3、5、6時間目によく眠くなり、試験中にも寝てしまったとのことで、ご本人も授業中に眠くなるのを抑えたい、と強く希望しての外来受診であった。身体所見では肥満以外に問題はなかった。朝は6:30に起床、朝食をとり、7時には家を出る。自転車、電車、バスを乗り継いで8時には学校に到着する。週2回は塾、1回はクラブ活動がある。0時就床を目指しているが、実際には就床後も携帯電話をかなりの時間操作している。これまでの経験からご本人が自ら、8時間寝ると大丈夫、早く寝ると起きていられる、とおっしゃっており、睡眠不足症候群を疑った。0時就寝を目指すとは言うものの、実行できず、学校で校則に反して使用していた携帯電話を取り上げられた後、昼間の眠気は消失した。スリープヘルスからの逸脱(過剰なメディア接触)による不眠がもたらした睡眠不足症候群と考えた。

朝起きることができないという17歳の男子高校生。高校2年になったばかりの4月に「朝起きることができない」を主訴に外来を受診。高1の秋から特にきっかけなく朝起きることが難しくなった。0時に就床し、20時間寝ることもあった。夜中に食事を2度取ることもあるという。睡眠日誌をつけていただいたところ、生活リズムは不規則であったので、時間をかけてスリープヘルスを説明した。その結果、朝食と夕食の規則性を心がけ、パソコンを夜はやらないようにし、早く寝るようにした。そして睡眠日誌記録からも早く寝ると朝起きることができると実感した。睡眠日誌を手がかりに、外来での受け答えの中では明らかにできなかったスリープヘルスからの逸脱(不規則な食事、夜間のパソコン)に自ら気づき、生活リズムの乱れを最小限に食い止めることができた例であった。

以上小中高生を例にスリープヘルスの重要性について述べたが、これはすべからく成人以降にも当然当てはまる。いまや世界有数の短時間睡眠社会となってしまった日本は、また世界最長の残業立国であり、かつ労働生産性は先進国で最低とな

り、毎年3万人を越える自殺者をここ12年連続して記録している。

お父さん眠れていますか?と眠れない事態に陥った方々に脅しをかけるのではなく、普段からスリープヘルスを心がけるよう、社会全体で取り組むことが何より大切なのではないだろうか。さらにはもっとも身近な自然である身体をないがしろにしている面々が、エコや地球環境保護を声高に語っている。筆者には非常に奇異な図に見えるのだが、読者にはどうであろうか。

入眠儀式

睡眠の開始に一定のものや状況がないと入眠できない状態をいう。6割前後の乳児になんらかの「儀式」があり、子どもの問題と捉えがちだが、普段から入眠儀式を意識しておくことは成人にも重要だ。寝るという行動は非常に無防備で、ある意味危険極まりない行動だ。身の回りの安全を確認し、安心しないと「睡眠中枢」が機能しない、という機構の存在を筆者は想像している。眠るためには、「これで安心して眠れる」という自分なりの確信を寝る前に持つことが大切で、決まり切った段取りをこなす、ということが安心を確信するには大切なのであろう。一定の手順を無事に踏むことができるほどに安全だ、と自分で確認するというわけだ。

歯を磨く、寝間着に着換える、翌朝の衣類をそろえる、CDをかける、明日の持ち物を確認する、マッサージ、等々方法や手順はもちろん様々だが、普段から自分なりの段取りを意識しておきたい。緊張や悩みのせいで眠れなくなること自体は、人間としてはごくごく自然な反応だ。そんなときにも普段からの入眠儀式が緊張を和らげることに一役買ってくれるかもしれない。

おわりに

筆者は子どもの早起きをすすめる会とISMSJに関わっている。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、以来7回のシンポジウム、2回の早起きコーディネーター養成講習会を開催してき

た。この間文部科学省は「早ね、早おき、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、「早ね、早おき、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の不足から、私どもの趣旨が十分に広まっているかについてはまだまだ大いに疑問が残るところだ。そこで2010年という節目の年に、これまで異なる時期に開催していたシンポジウムと、講習会とを同時期に開催し、さらに情報交換の場も設け、関係者が広く問題点を共有し、今後の子どもたちの生活環境の改善を図る場としたいと考え、「子どもの早起きをすすめる会 全国フェスタ2010」を企画した。日頃の活動の成果を持ち寄るとともに、身近な問題点、疑問点、悩みを共有する場としても是非ともご活用いただきたい。奮ってのご参加をお待ち申し上げます。

実はこの企画、第2回のISMSJと同時開催する。ISMSJとはIntegrated Sleep Medicine Society Japanの略で、日本語表記は日本臨床睡眠医学会としている。ISMSJは、質の高い睡眠診療の基盤作りのために、職種を問わず、「睡眠医学」と「その周辺領域のプライマリ・ケア」とを理解し、医療全体の適確なプロセスをコーディネートできる人材の育成に力を注いでいる。日本の多くの学会が、専門分野の研究を基盤におき、国民の健康増進に寄与することが目的としているのに対して、ISMSJは、睡眠障害(sleep disturbance)を予防すること、そして睡眠関連疾患(sleep disorders)に苦しむ人々に介入、治療することを結果(outcome)と定め、その手段としての医療を担う人材育成を基盤におき、「睡眠医学」を学び研究する場を設けることに重点を置いている。Integrated Sleep Medicine Society Japanの「Integrated」は、統合的な睡眠の知識を備え、睡眠に関する医療全体を統括できる人材づくりという学会の方針を表しており、日本語表記である日本臨床睡眠医学会の「臨床」は上記で述べたoutcomeを示している。

皆様のご支援とご参加をお待ち申し上げます。

なおISMSJの後援団体であるNPO法人Osaka Sleep Health Network(OSHNet)もスリープヘルスに関する正しい知識の普及、調査研究、社会啓発、次世代人材の育成の推進を通じて、あらゆる年齢層の人々が良い眠りと目覚めを実現し、より充実した生活が送れるよう寄与することを目的とし、主として関西地区でスリープ・スクール、PSG睡眠塾、睡眠症例検討会、講演会等を開催している。こちらへの奮ってのご参加もお待ち申し上げます。