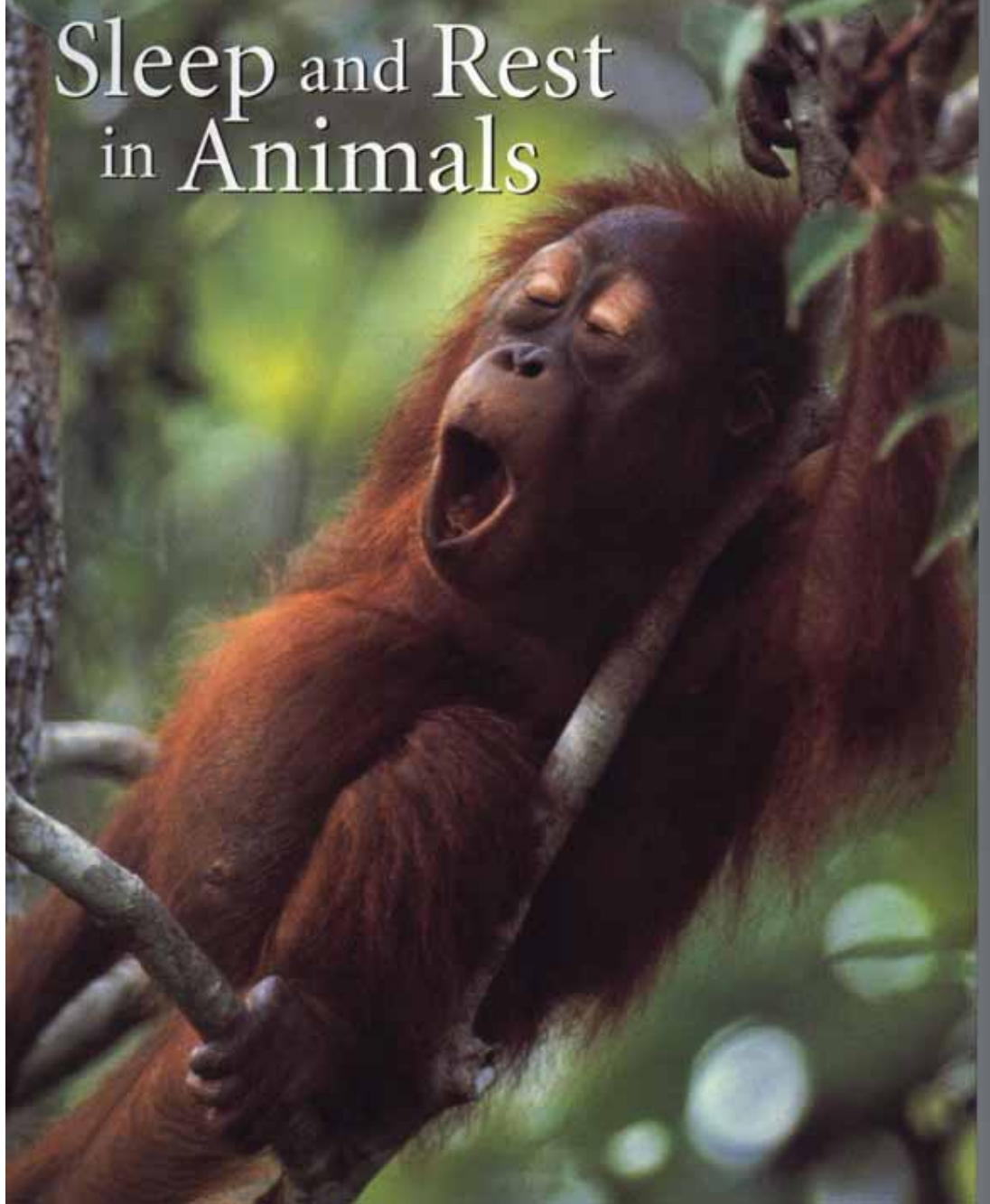


Sleep and Rest in Animals



Corine Lacrampe: Sleep and Rest in Animals. L'Iconoclaste, Artegrafica, Italy, 2002

節足動物

- ガ, ハチ, ゴキブリ, ハエ、そしてサソリで、それぞれ特有な姿勢で周期的に静かになり、刺激への反応性が減弱し、また速やかに覚醒に戻ることができる状態のあることが知られています。

ショウジョウバエの眠り

ショウジョウバエには活動が減り、活動を促す刺激の域値が高まる状態があり、かつこの不活発な状態が急に变化し活発になる。不活発な状態を阻害すると、ハエはより長い時間不活発となる。

またショウジョウバエもカフェインやメタアンフェタミンにより活発となり、高齢になると不活発な状態が細切れとなる。**つまりショウジョウバエの不活発な状態はヒトの眠りとかなり類似している (Colwell 2007)。**

ショウジョウバエではfuminという遺伝子が発見された (Kume et al, 2005)。

この遺伝子に変異があるショウジョウバエは刺激への感度が高く、ひとたび活動を始めると活動が長く持続する。さらに通常のショウジョウバエに認める、「眠りと考えられる状態」を奪うことで生ずるその後の眠りの増加を認めない。

ところがこのfumin遺伝子に欠陥のあるショウジョウバエは眠りにくいにもかかわらず、その寿命は健全なショウジョウバエと変わりがない。**つまりfumin欠損ショウジョウバエは、眠らなくとも早死にしない。**

ところが睡眠時間が少なく短命なショウジョウバエも発見された。睡眠時間が通常の野生株の3分の1しかないものの、覚醒時の行動には野生株と差異がなく、睡眠を制限してもその影響をほとんど受けない短時間睡眠株 (minisleep; mns) である。

そしてこの**mnsは通常のハエよりも寿命が短かった** (Cirelli et al 2005)。

つまり、眠りと考えられる状態が少なくとも早死にしないハエも、眠りと考えられる状態が少ないと早死にするハエもいる。

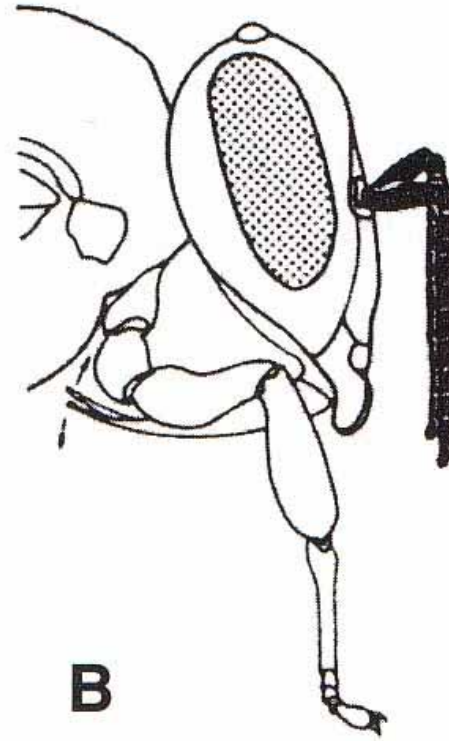
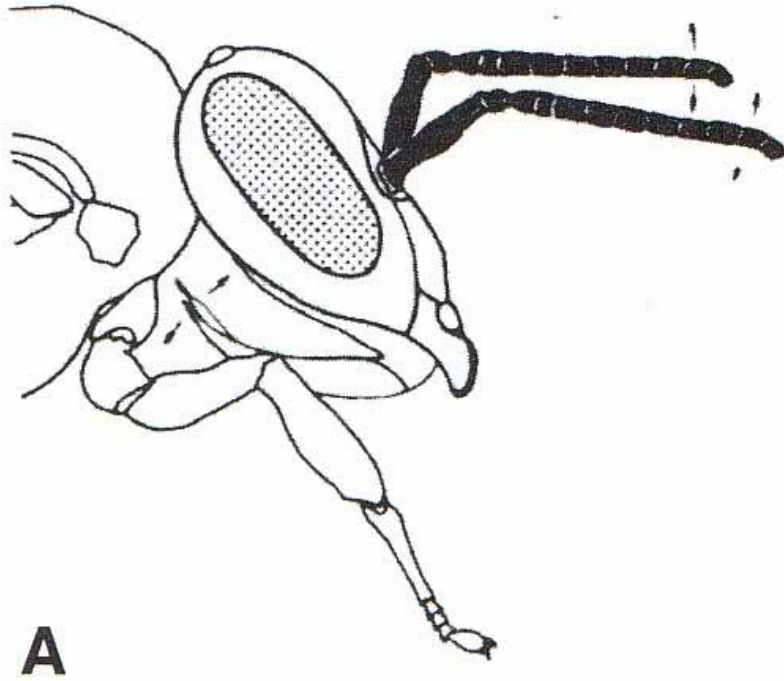


FIGURE 6. Wakefulness (*A*) and sleep behavior (*B*) in the bee, observed during the day and night, respectively. Note the lowered head position and immobile, drooping antennae in the sleeping bee. In comparison to wakefulness, bees in the sleep posture have higher arousal thresholds. Reprinted from Kaiser W: Busy bees need rest, too: behavioural and electromyographical sleep signs in honeybees. *J Comp Physiol A* 163:565–584, 1988; with permission.

Rattenborg NC, Amlaner Jr CJ. Phylogeny of sleep:
In Lee-Chiong Jr TL, Sateia MJ, Carskadon MA, eds,
Sleep Medicine, Hanley & Belfus Inc, Philadelphia, 2002, 7-22.

爬虫類，両生類，魚類

- ・爬虫類，両生類，魚類である時点を“睡眠”と考える手がかりは覚醒域値の高まりです。
- ・ある種のサメやマグロのように泳ぎ続けていないと生きていけない種は眠らないと考えられています。
- ・カメの脳幹網様体の神経細胞活動が検討され、その多く(22/23)はカメが静かなときにはその発火頻度が、活動しているときに比べて減弱するという(Eiland et al., 2001)。
- ・ただし活動不活発時に周期的な神経細胞活動の周期性はなく、レム睡眠期の存在を推測させるような周期的な睡眠状態の変化は確認できていません。
- ・水族館などで飼育されているカツオは水面近くに仰向けになって浮かんで眠るという報告があり、一日中休むことなく泳ぎ続けているブリは、夜間泳ぐ速度が昼間の15%下がるという報告がされています。



Corine Lacrampe: Sleep and Rest in Animals. L'Iconoclaste, Artegrafica, Italy, 2002

鳥類

- ・鳥類では眠る時の特有の姿勢が知られ、徐波睡眠期とレム睡眠期とが確認されている。
- ・アホウドリやカモメなど**飛び続けている鳥類は半球睡眠**をすることができ、飛びながら眠ることが出来ると想像されているが、技術的な制約から未だ確認がなされていない。
- ・ある種の鳥類では片側の脳半球が徐波睡眠を呈する(片側半球の徐波睡眠: Rottenborg 2000)。
- ・後述する水生哺乳類同様の睡眠で、片目を閉じ、閉じた側と反対側の脳が徐波睡眠を呈する。ただし閉眼側の脳波の低周波数成分のパワー(覚醒の度合い?)は、両眼を開けていた時よりは高いと報告されている。
- ・この閉眼側の脳が従来の定義で言う「覚醒」にあるのか、それとも未知のstateを呈しているのかは今後の課題だ。
- ・なお鳥類のレム睡眠の量と回数は哺乳類よりも少なく、ある鳥類では1エピソードの長さがノンレム睡眠の2.5分に対し、レム睡眠は9秒という報告もある(Amlaner, 1994)。
- ・Rattenborg らは毎年春と秋に約4,000キロメートルを移動する習性をもつミヤマシトド(*Zonotrichia leucophrys gambelii*)で学習・記憶能力を調べ、非移動期間には一晩睡眠を制限しただけでも正確さと反応性が損なわれるものの、移動期間中には睡眠時間が2/3に減少しても同じ作業の正確さと反応性が保たれると報告した(PLoS Biol. 2004 Jul;2(7):E212.)。
- ・脳内機構の詳細は不明だが、おかれた**状況によって眠りの重要度が変わる可能性**を示唆している。この脳内機構の解明は、ヒトにとっても新たな生存戦略の開発に繋がる可能性がある。

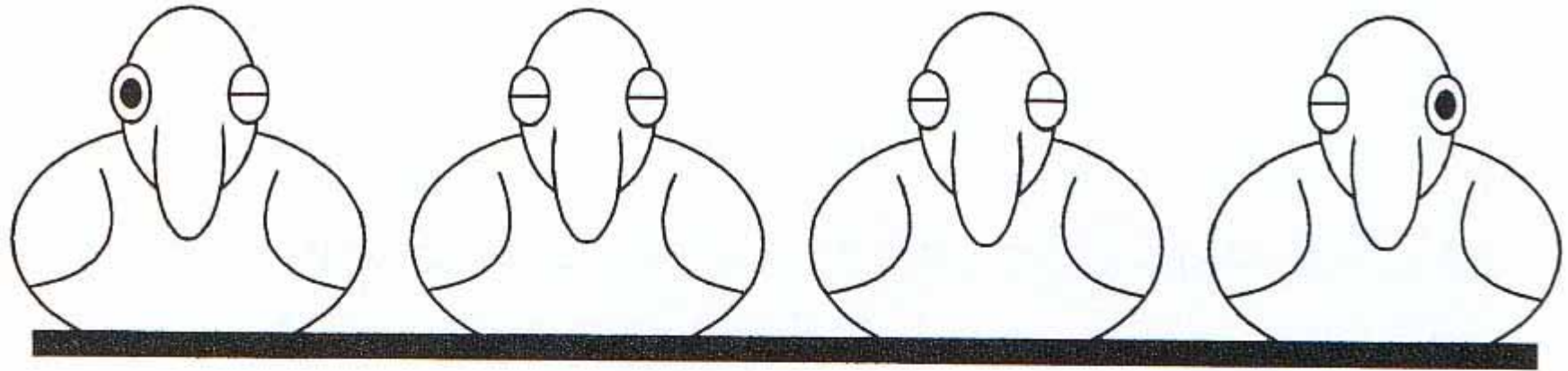


FIGURE 5. Schematic depicting the effect of position in the group on unihemispheric sleep in ducks sleeping in a row. Ducks at the ends of the row perceive greater risk and therefore spend more time sleeping unihemispherically with one eye open and show a preference for directing the open eye away from the other ducks, as if watching for approaching predators. Adapted from Rattenborg et al: Half-awake to the risk of predation. *Nature* 397:397–398, 1999; and Rattenborg et al: Facultative control of avian unihemispheric sleep under the risk of predation. *Behav Brain Res* 105:163–172, 1999.

THE DOLPHIN'S HALF-SLEEP



Corine Lacrampe: Sleep and Rest in Animals. L'Iconoclaste, Artegrafica, Italy, 2002



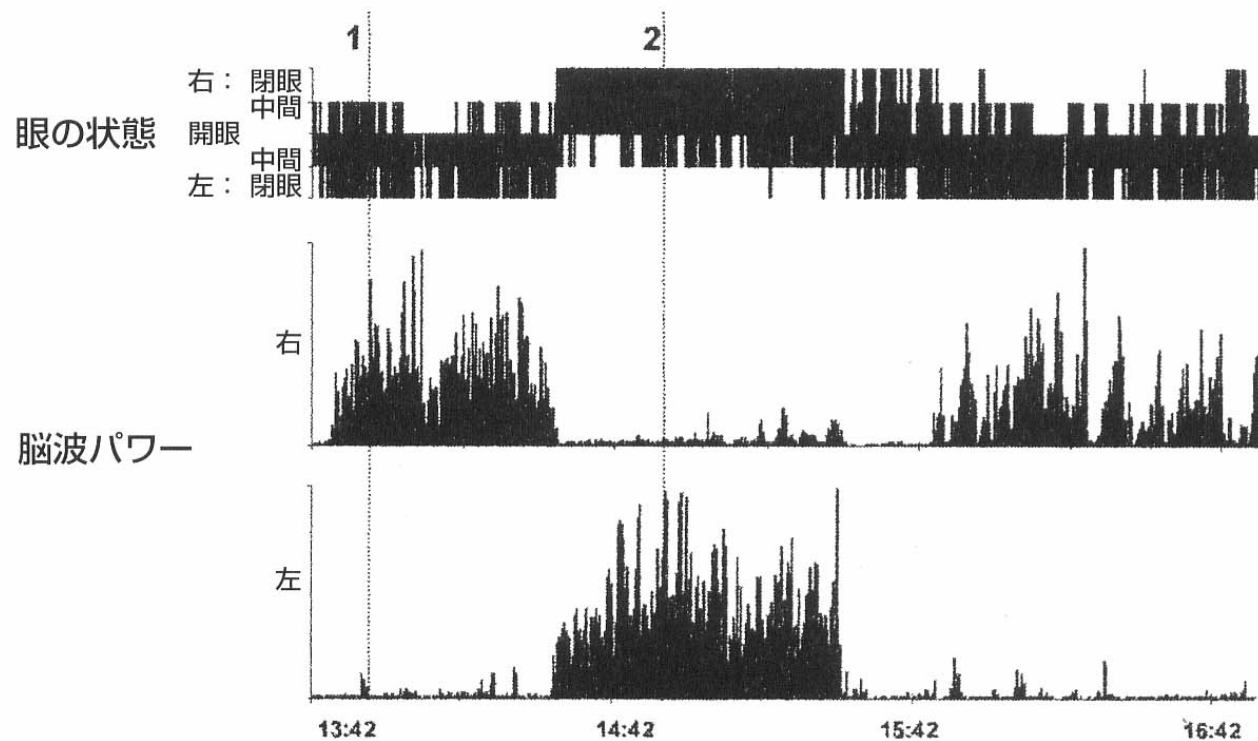
Corine Lacrampe: Sleep and Rest in Animals. L'Iconoclaste, Artegrafica, Italy, 2002

水生哺乳類

- 水生哺乳類のうちクジラ目(イルカ,クジラ)では片側の脳半球が徐波睡眠パターンを呈し,もう一方の半球は覚醒パターンの脳波を示すことができる(Rattenborg & Amlaner, 2002)。
- これらの状態の時,彼らは呼吸するために水面近くで静止しているかゆっくり泳ぐかしており,片眼は開眼している。そして,開眼している目の反対側の脳半球は通常覚醒している(Lyaminら, 2002) (図6)。
- なおクジラ目ではレム睡眠はほとんど観察されていない(Lyaminら, 2000)。
- マナティーも片側半球の徐波睡眠を呈する(Mukhametovraら, 1992)。
- アザラシやアシカでは水中生活時と陸上生活時とで眠りが異なる。水中生活時にはクジラ目同様片側半球の徐波睡眠を呈し,レム睡眠はほとんど認めないが,陸上生活時には両側の脳半球が徐波睡眠を呈し,レム睡眠も認めると報告されている(Lyamin et al 1996)。
- いずれにしても鳥類,水生哺乳類で認められる片側半球の徐波睡眠は,睡眠が局所的に生じうる現象であることを示したわけで,極論すれば,常に脳のある部分を覚醒に保っているわけだ。生物にとっては新たな生存戦略となる可能性がある。

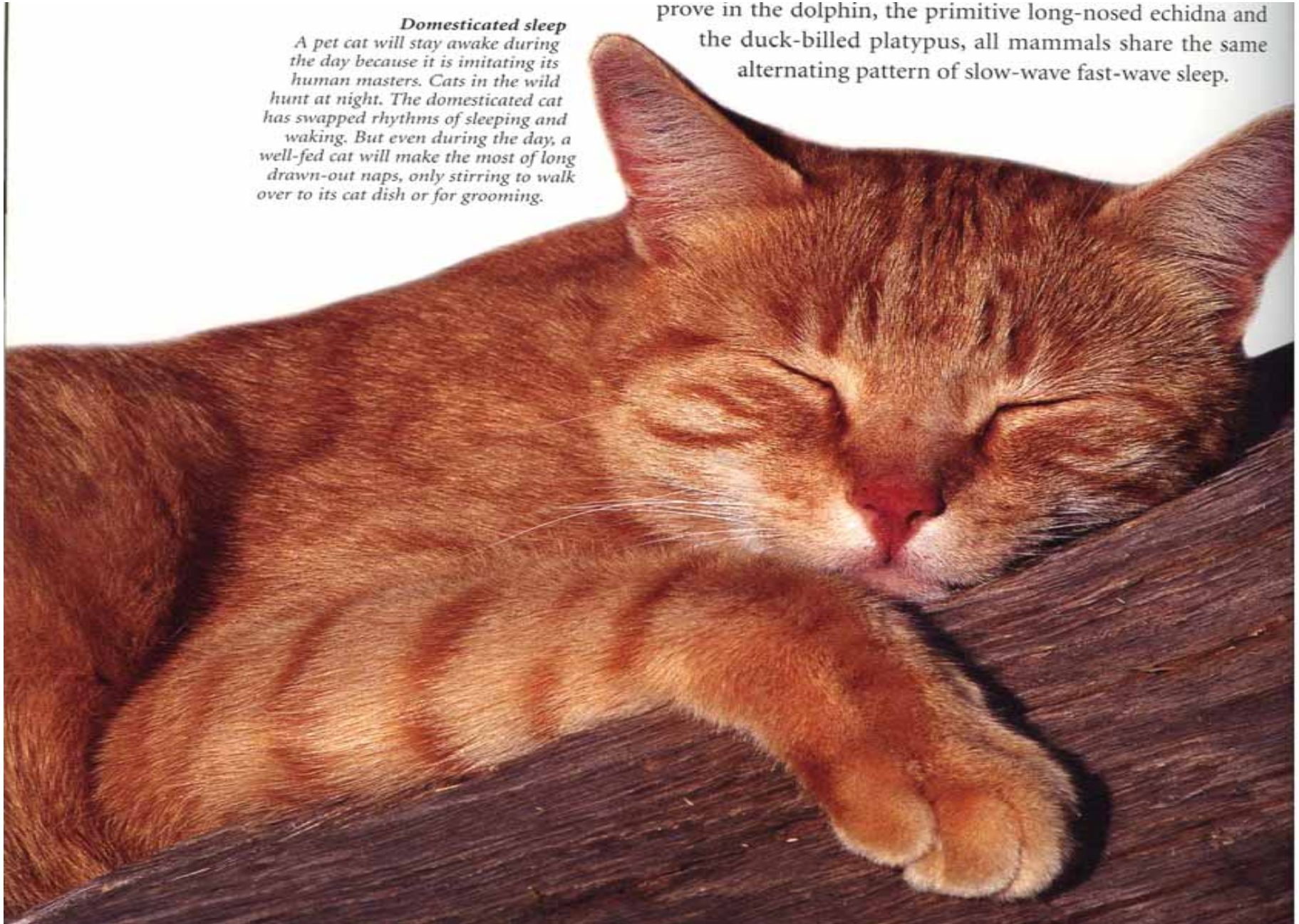
図6 白クジラの目と脳波の関係
 右側の脳波パワーが高い際（1）には左目が閉じ、左側の脳波パワーが高い際（2）には右目が閉じている。1では左脳が覚醒しており、2では右脳が覚醒していると考えられる。

Lyamin OI, et al: Unihemispheric slow wave sleep and the state of the eyes in a white whale. Behav Brain Res 129:125-129, 2002 を改変



Domesticated sleep
A pet cat will stay awake during the day because it is imitating its human masters. Cats in the wild hunt at night. The domesticated cat has swapped rhythms of sleeping and waking. But even during the day, a well-fed cat will make the most of long drawn-out naps, only stirring to walk over to its cat dish or for grooming.

prove in the dolphin, the primitive long-nosed echidna and the duck-billed platypus, all mammals share the same alternating pattern of slow-wave fast-wave sleep.



Corine Lacrampe: Sleep and Rest in Animals. L'Iconoclaste, Artegrafica, Italy, 2002

哺乳類

- 陸生哺乳類を概観する。Jerome Siegel は「哺乳類の眠りの機能解明のてがかり」という論文の要旨を「哺乳類の眠りの機能はまだわかっていない。多くの説が、ノンレム睡眠の役割はエネルギー保持と神経系の回復にあるとしている。
- レム睡眠に関しては、睡眠中の周期的な脳の活性化、局所の回復過程、感情面の調整を役割とする仮説がある。
- 哺乳類全体を見回すと、眠りの量と性質は、年齢、身体の大きさ、陸生か水生かといった生態環境、食餌、睡眠場所の安全性に関連している。
- 眠りは多くの機能を完遂するために有効な時間で、睡眠の違いはこれらの多くの機能が種によって異なるであろうことを示唆している。」とまとめ、
- さらに本文では、
- 「日中の睡眠量は肉食獣で多く、雑食獣が続き、草食獣では少ない。」
- 「草食獣では眠りの量は身体大きさと反比例する。」
- 「単孔目や水生哺乳類を除くと、哺乳類は徐波睡眠とレム睡眠を呈するが、眠りの周期の単位時間は身体が小さく、脳が小さいほど短く、1周期の時間は例えばアジアゾウは1.8時間だが、ブラリナトガリネズミでは8分 (Zepelin et al 2005)」と指摘している。
- なお系統発生的に比較的原始的と考えられているフェレットではレム睡眠量が多いと報告されている (Jha, et al, 2006)。

主な陸生哺乳類の1日の睡眠時間(レム睡眠)

ウマ	3.0	(0.5)
ゾウ	4.0	(?)
キリン	4.5	(0.5)
ヒト	8.0	(2.0)
マントヒヒ	9.5	(1.0)
ネコ	12.5	(3.0)
ラット	13.0	(2.5)
コウモリ	19.0	(3.0)

- コウモリは洞窟の天井からぶら下がって眠り,
- キリン・ゾウ・ウマは身体を地面に横たえたり,あるいは立ったまま首をたらしして眠る.
- 徐波睡眠はどちらの姿勢で眠っても生じ,レム睡眠は地上に横たわった時にのみ認める.
- 有蹄類は目を部分的にあけて眠るが,これは敵の襲来をすばやく察して逃げるためだと想像されている.

動物はみな眠るのか？

Do all animals sleep?

Jerome M. Siegel

Department of Psychiatry, School of Medicine, University of California, Los Angeles and Neurobiology Research (151-A3), VA-GLAHS, North Hills, CA 91343, USA



Figure 1. Light sleepers: animals that show little or no sleep during migrations, in the postpartum period or throughout their lives. (a) Commerson's dolphin; (b) bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*; (c) and (d) killer whale *Orcinus orca* being born; (e) bullfrog *Rana catesbeiana*; (f) white-crowned sparrow *Zonotrichia leucophrys*. *Rana catesbeiana* photo courtesy of James Harding; killer whale photos courtesy of SeaWorld, San Diego.

Box 1. Sleep, but not as we know it

Despite relatively few detailed comparative studies of sleep physiology, many species differences have been identified even within the mammalian line. Human stage 4 non-REM sleep is linked to growth hormone secretion. Disruption of stage 4 sleep in children is thought to be linked to short stature. However, in dogs, growth hormone secretion normally occurs in waking, not sleep [66]. In humans, arousal threshold is lowest in REM sleep, but in rats it is highest in this state [67–69]. Erections have been shown to be present during REM sleep in humans and rats [70], however the armadillo has erections only in non-REM sleep [71]. Blood flow and metabolism differ dramatically between neocortical regions in adult human REM sleep [72,73], although most animal studies seem to assume that the neocortex behaves as a unit during sleep. Lesions of parietal cortex and certain other regions prevent dreaming in humans, even in individuals continuing to show normal REM sleep as judged by cortical EEG, suppression of muscle tone and rapid eye movements [74]. Humans before age 6 do not have dream mentation, perhaps because these cortical regions have not yet developed [75]. The physiological signs of REM sleep in both the platypus [52] and the related monotreme, the short-nosed echidna, [76] are largely restricted to the brainstem, in contrast to their propagation to the forebrain in adult placental and marsupial mammals. These findings make it questionable whether non-human mammals that have REM sleep, all of which have cortical regions whose structure differs from that of adult humans, have dream mentation. REM sleep is present in all terrestrial animals that have been studied, but so far, signs of this state have not been seen in cetaceans. A substantial variation in the response to sleep deprivation is seen between humans of similar age and health [77]. All of these findings illustrate the inadequacy of comparing sleep across and within species in isolation from ecologic variables by simply dichotomizing it into REM and non-REM sleep and measuring hours of sleep.