

# 臨床心理学特講 8

## 「眠りを疎かにしている日本社会」

眠りに関する基礎知識を得たうえで、「ヒトは寝て食べて始めて活動できる動物である」との当然の事実を確認し、現代日本が抱えている問題のかなりの部分に、我々が動物であることの謙虚さを失い、眠りを疎かにしたことの報いが及んでいることを認識していただければと思います。そして願わくばこの講義が皆さんの今後の生き方を考える際の一助になれば幸いです。

|    |       |                 |
|----|-------|-----------------|
| 1  | 4月27日 | オリエンテーション       |
| 2  | 5月11日 | 眠りの現状           |
| 3  | 5月18日 | 眠りを眺める          |
| 4  | 5月25日 | 眠るのは脳           |
| 5  | 6月 1日 | 寝不足では・・・        |
| 6  | 6月 8日 | 眠りさえすればいつ寝てもいい？ |
| 7  | 6月15日 | サマータイム          |
| 8  | 6月22日 | 眠りと物質、様々な眠り     |
| 9  | 6月29日 | Pros/Cons       |
| 10 | 7月 6日 | Pros/Cons       |
| 11 | 7月13日 | 睡眠関連病態          |
| 12 | 7月20日 | 眠りの社会学 -SHT     |
| 13 | 7月27日 | まとめと試験          |

## Take home message 3

夜ふかしでは心も身体も調子はよくない。

# ○か×かで答えてください。

- ほぼ毎日、新聞を読む。 10.6%
- 以下の誤答率は毎日新聞を読もう(8.3%)が、読むまい(8.9%)が差なし。
  
- 日本は朝鮮半島で戦争をしたことがある。 誤答14.1 %  
白村江の戦い(663)、秀吉の朝鮮出兵(1592~98)
- 日本は中国と戦争をしたことがある。 誤答 5.9%  
日清戦争1894~95年
- 日本はロシアと戦争をしたことがある。 誤答 5.9%  
日露戦争1904~05年
- 日本はアメリカと戦争をしたことがある。 誤答 9.4%  
日本の宣戦布告1941年12月8日。真珠湾攻撃。  
1945年3月10日 東京大空襲  
1945年6月23日 沖縄戦終結  
1945年8月広島(6日)長崎(9日)原爆投下。  
1945年8月15日日本はポツダム宣言受諾。敗戦

# クイズ ○か×かで答えてください。

- 日本の労働生産性は主要先進7カ国で最下位
- 日本の交通事故での死者は年間1万人
- 日本の自殺者数は年間1万人
- 乗るなら飲むな
- 寝だめはできる
- 寝る子は育つ
- 寝ないと太る
- 乗るなら眠れ

# テレビ番組の感想 1

子どもの夜ふかしを批判している自分が夜ふかし、親がタイムマネジメントできていない、すべての人が睡眠をしっかりとることで活気ある社会を実現、親は楽で都合良かったから放置、親がしっかりしないと子どもはすくすくと育たない、子どもを早く寝させることができない親社会環境に今の時代なってしまった、睡眠を軽く見てはいけない、子どもは遊ぶことが大切、眠りの大切さを親に知らせる機会が必要、自分が親だったら悲しい、子育てを甘く見れない、子どもの教育はしっかりと、将来のために心にとめておきたい、親がしっかりしないと子どもは育てられない、親としての自覚不足と無責任、頭ではわかっているけどなかなか実践できない、大人と社会の責任、親の義務、大人がしっかりと眠らなくては、私はきちんと眠る子どもを育てたい、かわいそう、大人の勝手な都合で子どもの眠りを奪うには絶対にあってはならない、本当に子どもを心配していたのならもっと早くどうにでもできた、自分の生活を見直そう、中年の男性に似ているな、睡眠時間は無駄だと今まで思っていた、私たちも赤ちゃんより速度は遅いとしても成長しています、睡眠への意識の低さ、子どもが小さいうちだけでも子どもの生活に合わせて生活をして欲しい、育児放棄、

# テレビ番組の感想 2

育児を怠っている、悪いのは子どもたちを育てる大人、教育の必要性と重要性を感じた、私の親は責任をもって私が正常に育つように毎日努力してくれたのだ、私も子どもを産んだら絶対に9時までに寝かせよう、親たちは自分の子どもたちを守るため自分の生活習慣を変えるべき、睡眠は家庭環境や親の意識に大きく左右される、早い時間に寝ないとよい睡眠はとれない、夜ふかしだけではない問題、8時か9時には寝かしつけられ両親に感謝、子どもを大事に思うなら甘やかすだけではだめ、子どもを守り寝ましつけるのは大人、外で光を浴びることは大切、他人事ではない、私が母親になったときちゃんと子どものライフスタイルと自分のライフスタイルを分けて考えてそだててあげることができるのかどうか不安、テレビをあんなに近くで見ることにも問題、親は世間やゲームなどの機械類のせいによらず、自分たちの行動をきちんと見直す必要がある、外で遊ぶ自然と遊ぶが子どもには大切、実は親が夜眠くなるようにしてくれていた、社会構造も原因、今の親は子どものことを第一にかんがえなくて、自分のいいように生活している、番組の両親にイライラ。

# 臨床心理学特講 8

## 「眠りを疎かにしている日本社会」

眠りに関する基礎知識を得たうえで、「ヒトは寝て食べて始めて活動できる動物である」との当然の事実を確認し、現代日本が抱えている問題のかなりの部分に、我々が動物であることの謙虚さを失い、眠りを疎かにしたことの報いが及んでいることを認識していただければと思います。そして願わくばこの講義が皆さんの今後の生き方を考える際の一助になれば幸いです。

|    |       |                 |
|----|-------|-----------------|
| 1  | 4月27日 | オリエンテーション       |
| 2  | 5月11日 | 眠りの現状           |
| 3  | 5月18日 | 眠りを眺める          |
| 4  | 5月25日 | 眠るのは脳           |
| 5  | 6月 1日 | 寝不足では・・・        |
| 6  | 6月 8日 | 眠りさえすればいつ寝てもいい？ |
| 7  | 6月15日 | サマータイム          |
| 8  | 6月22日 | 眠りと物質、様々な眠り     |
| 9  | 6月29日 | Pros/Cons       |
| 10 | 7月 6日 | Pros/Cons       |
| 11 | 7月13日 | 睡眠関連病態          |
| 12 | 7月20日 | 眠りの社会学 -SHT     |
| 13 | 7月27日 | まとめと試験          |



DEC. 29 1921 11 45 43



# ヒトの状態 (State)

## 脳波、眼球運動、筋活動で定義

|    |        |        | 脳波               | 眼球運動  | 筋活動   |
|----|--------|--------|------------------|-------|-------|
| 覚醒 | 活発     |        | $\beta$ 波        | 急速・穏徐 | 活発    |
|    | 安静     |        | $\alpha$ 波       | 急速・穏徐 | 活発    |
| 睡眠 | レム睡眠   |        | 低振幅              | 急速    | 消失    |
|    | ノンレム睡眠 | 睡眠段階 1 | $\alpha$ 波が50%以下 | 穏徐    | 活発    |
|    |        | 睡眠段階 2 | 紡錘波              | なし    | やや低下  |
|    |        | 睡眠段階 3 | 高振幅徐波が<br>20%以上  | なし    | 低下    |
|    |        | 睡眠段階 4 | 高振幅徐波が<br>50%以上  | なし    | かなり低下 |

# 眠りを記録する。1/13

- 今は**脳波、目の動き(眼球運動)、そして筋肉活動**を指標として、眠りを観察します。
- ヒトの行動はまず大きく**眠りと覚醒**とに分けられます。
- 眠りはさらに大きく二つ、つまりは**レム睡眠とノンレム睡眠**とに分けられ、さらに**ノンレム睡眠は1から4までの4段階**に分けられます。

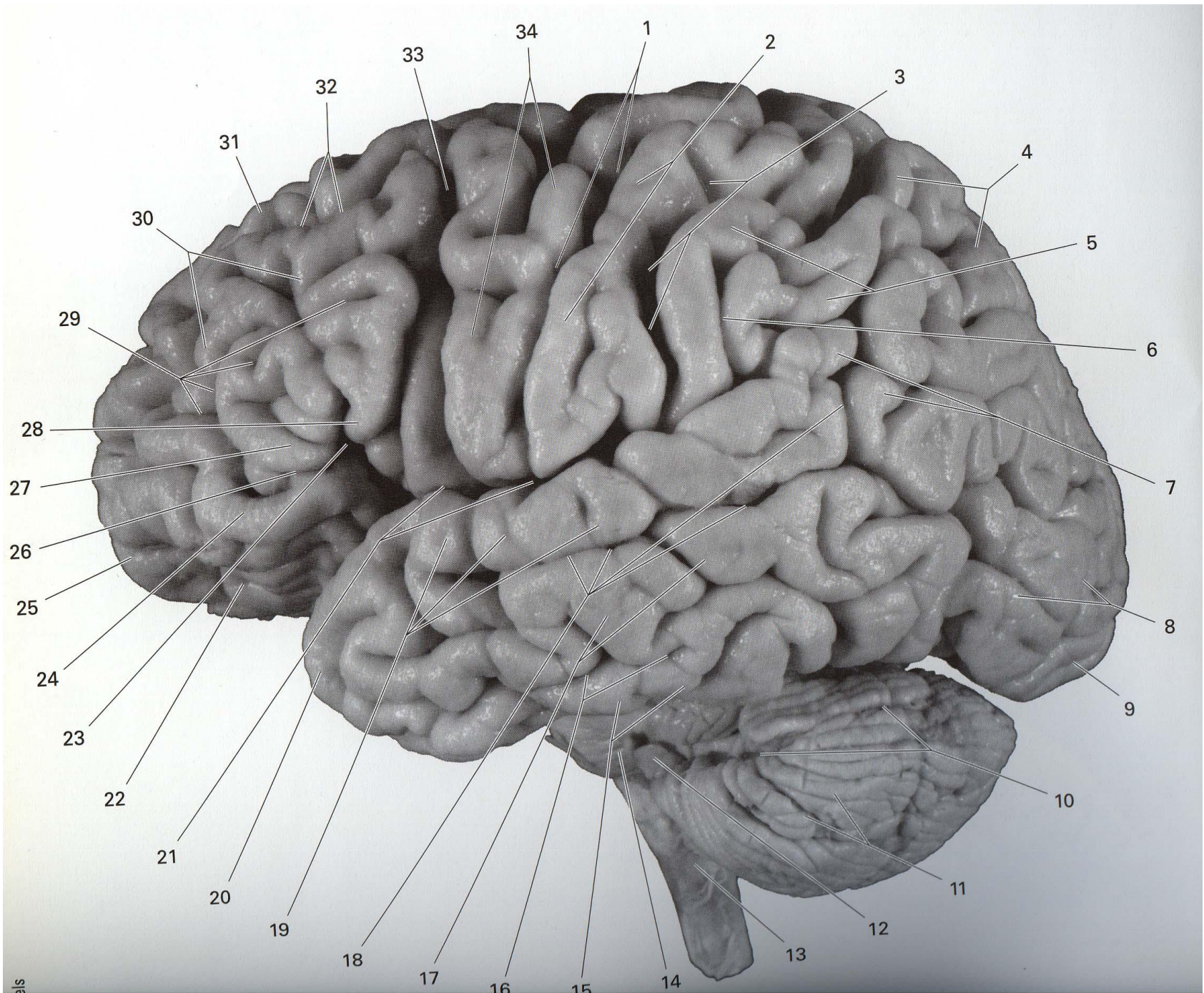
## 眠りを記録する。2/13

- まず脳波です。基本的には脳波も心電図と同じです。脳も心臓も電気信号を絶えず出しています。その電気信号を増幅して見えるようにしたものが心電図であり脳波です。
- 心電図の時には心臓の周りに電極をくっつけますが、脳波の時には脳の周り、つまりは頭に電極をくっつけます。脳波では頭全体に20個ほどの電極をつけます。

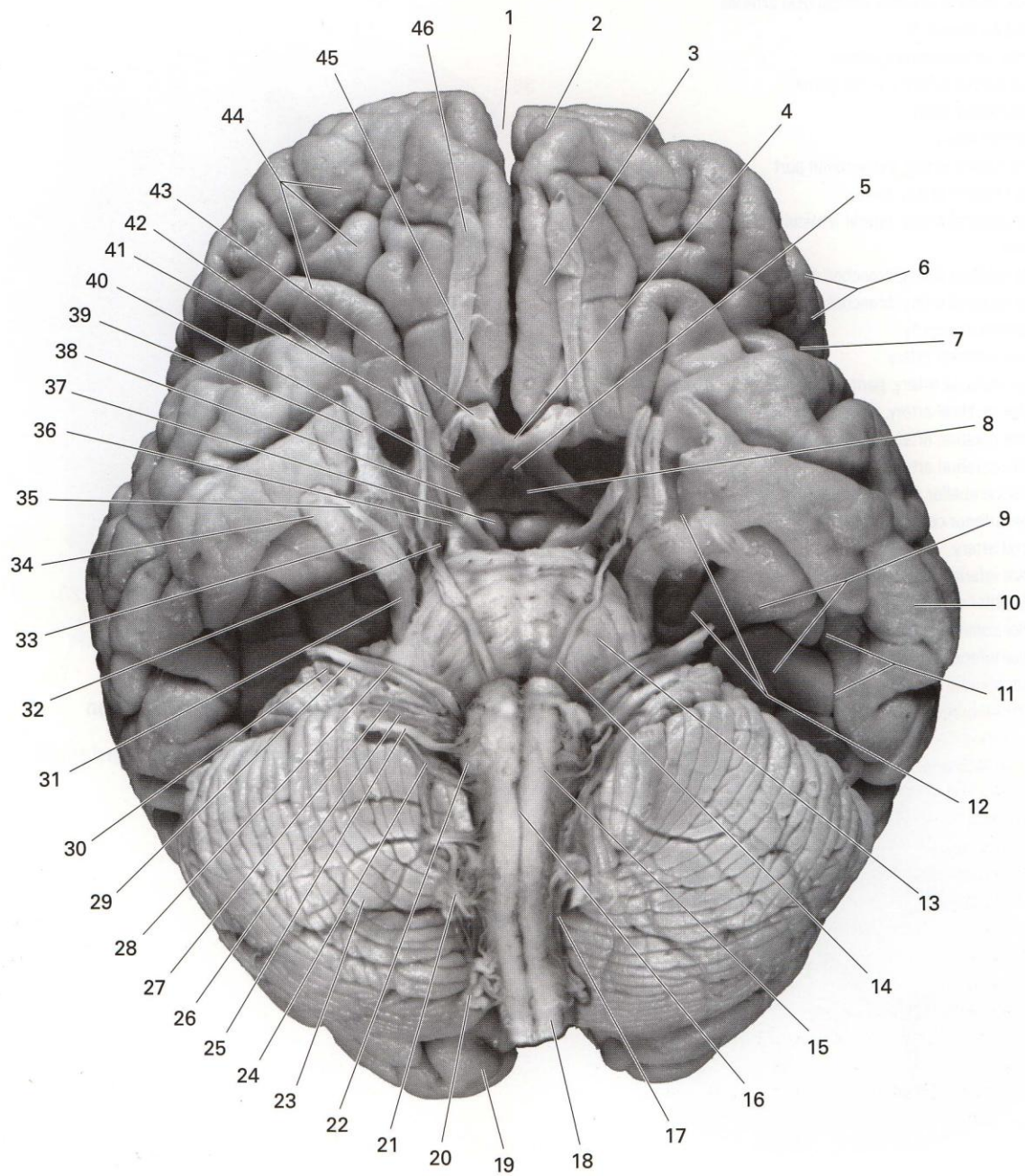
# 眠りを記録する。3/13

- 当然心電図と同じでこの電極から電気を流したりするわけではなく、あくまで**脳が発する電気信号を捕らえる**ことが目的です。
- 心電図でも脳波でも、波を記録しますが、波は二つの場所の間の電位の差を示します。基本となるのは耳たぶにつけた電極と脳につけた電極との間の電位差です。おでこ、頭のとっぺん、頭の後ろ、など決められた場所の右側の電極と右側の耳たぶとの電位差の波、脳波を見ます。左側もありますから、全体で20ほどの脳波が同時に記録されます。

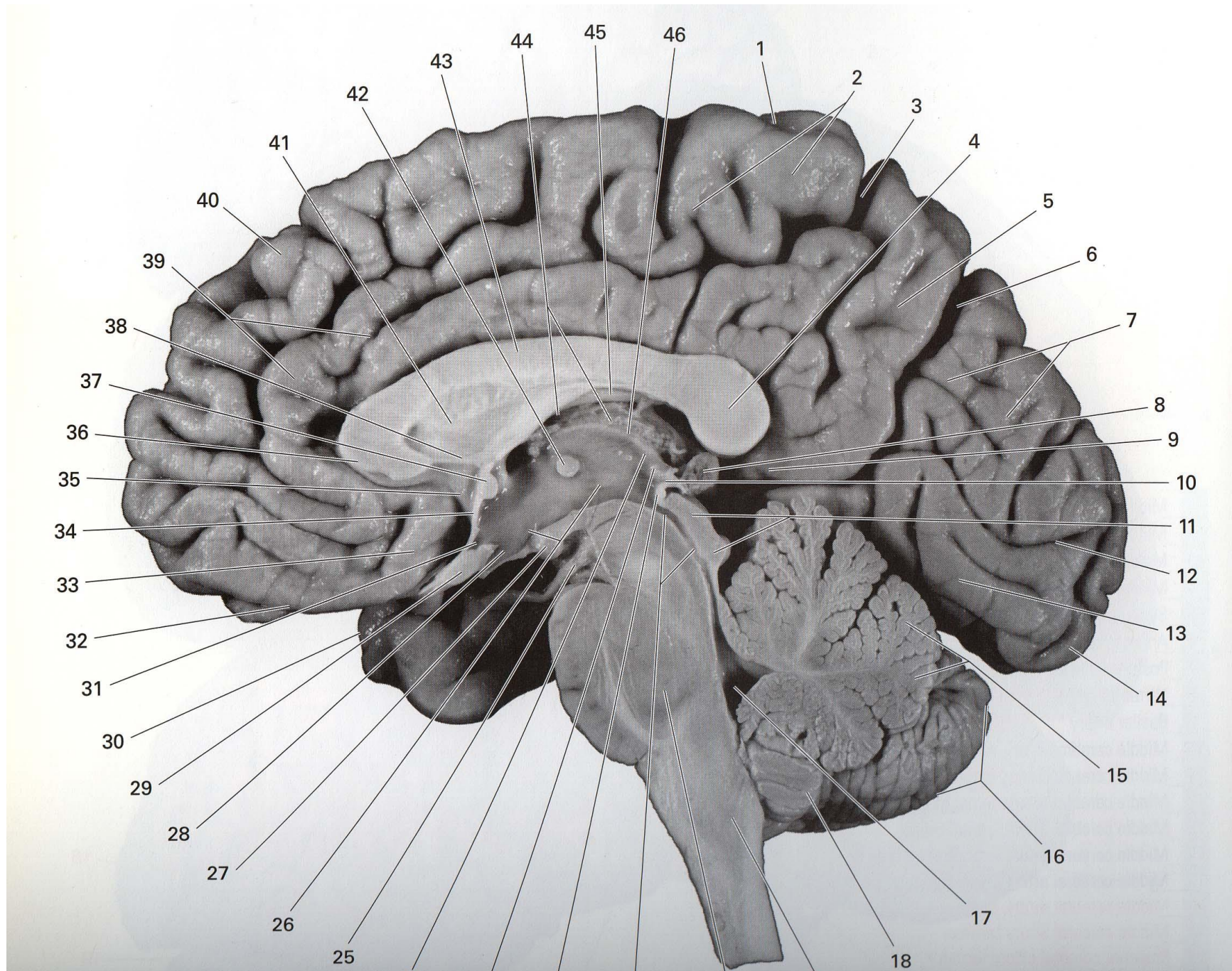














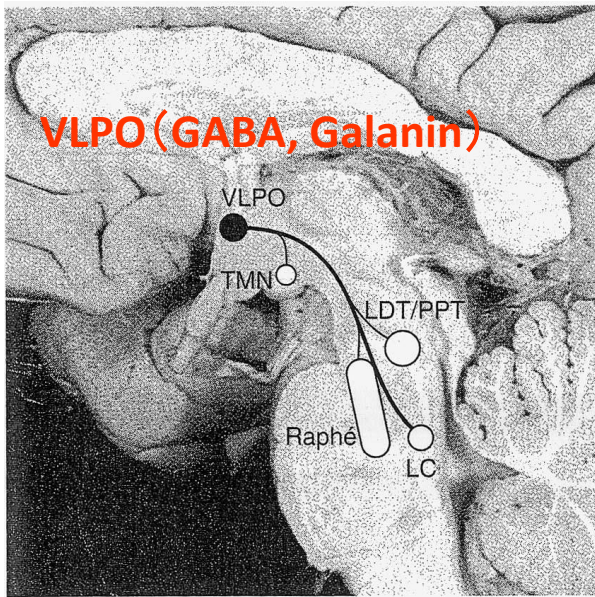


図 32 腹側外側視索前野 (ventrolateral preoptic area: VLPO) からの投射をヒト脳の正中矢状断面に示す

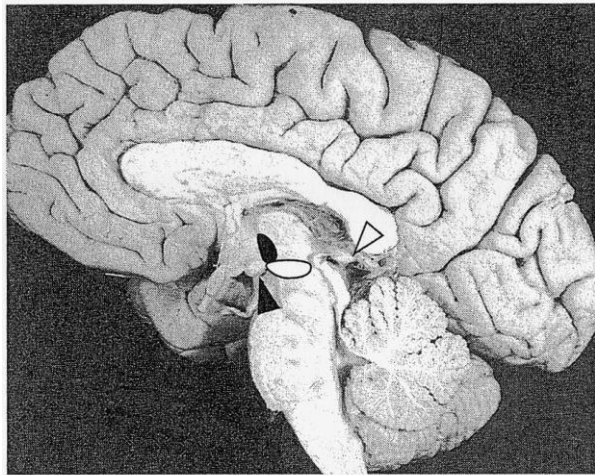
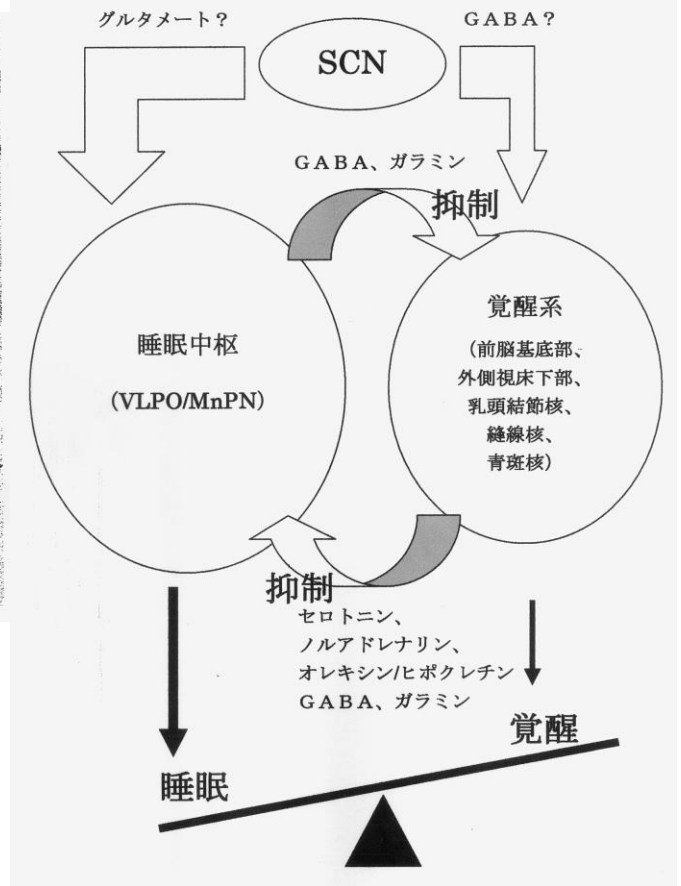
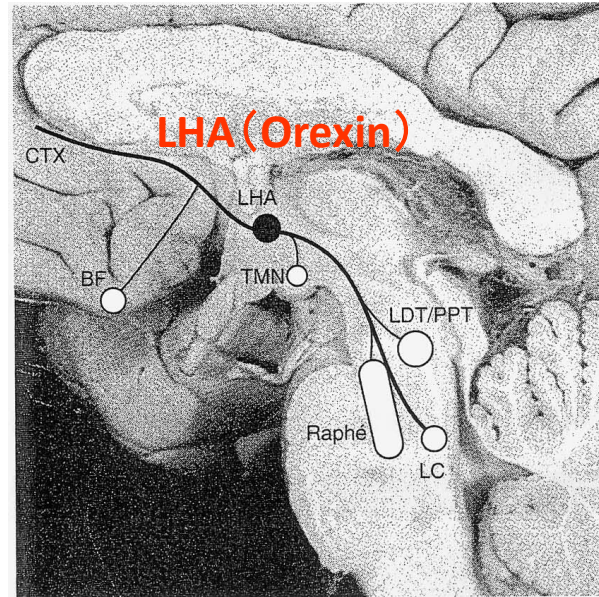


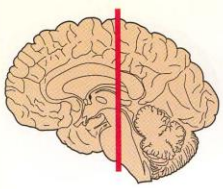
図 31 Economo の睡眠調節中枢を示すヒト脳の正中矢状断面  
白抜き部分の病変が傾眠をもたらす、黒塗りの部分の病変が不眠をもたらす。白抜きの矢頭は松果体を、黒塗りの矢頭は乳頭結節を示す。



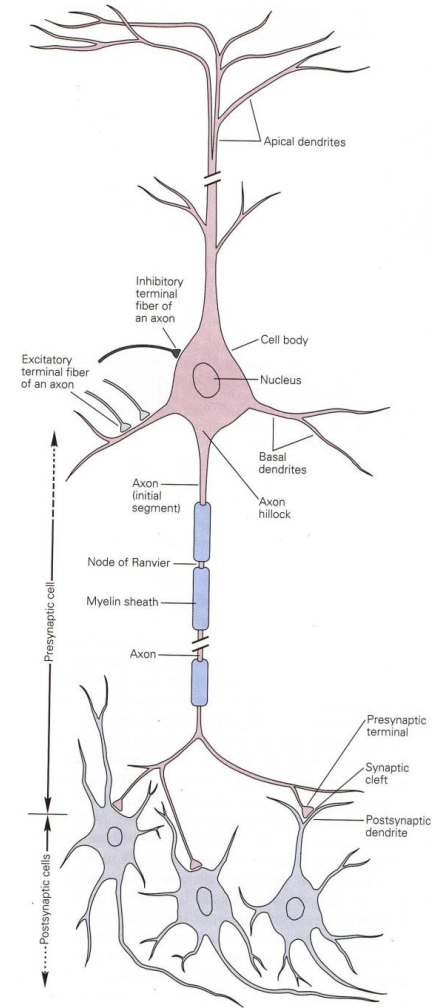
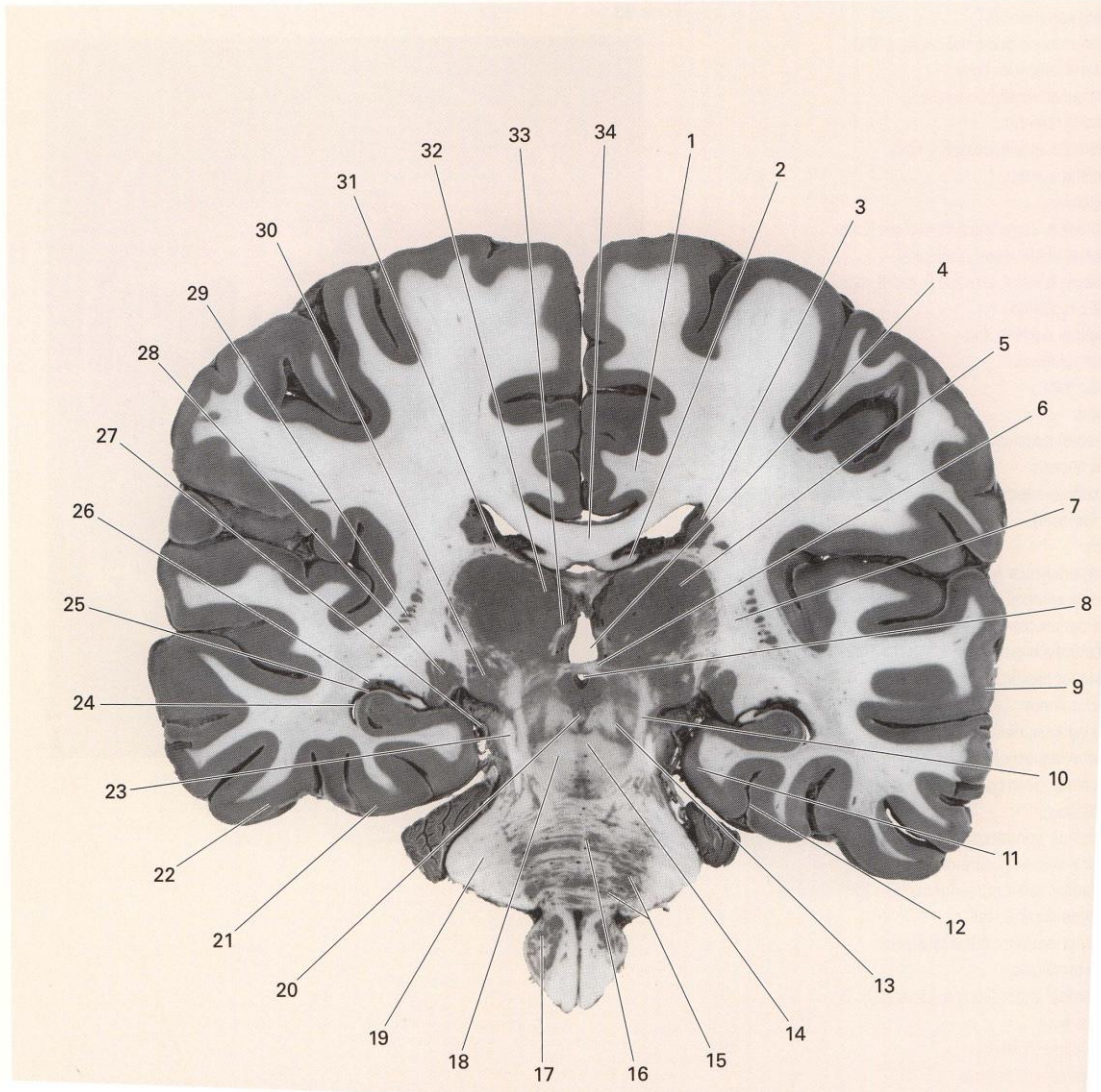
黒塗り病変で不眠 →  
睡眠中枢 (視床下部前部)  
VLPO (GABA, Galanin)

白塗り病変で傾眠 →  
覚醒中枢 (視床下部後部)  
TMN (Histamine)、LHA (Orexin)





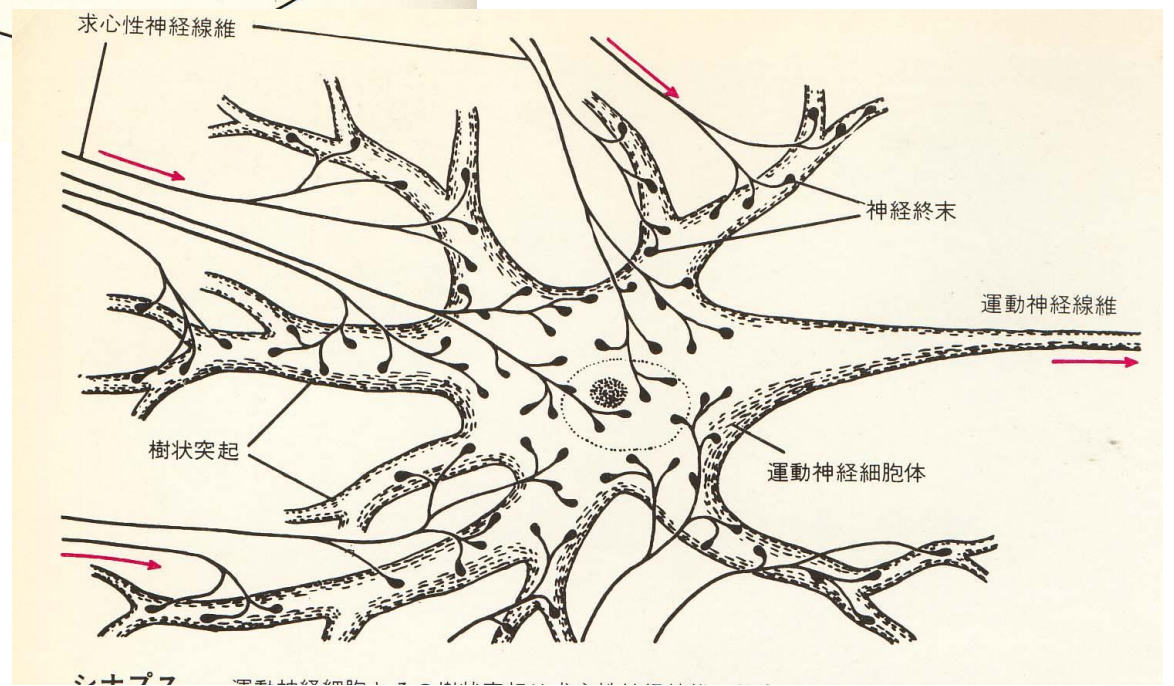
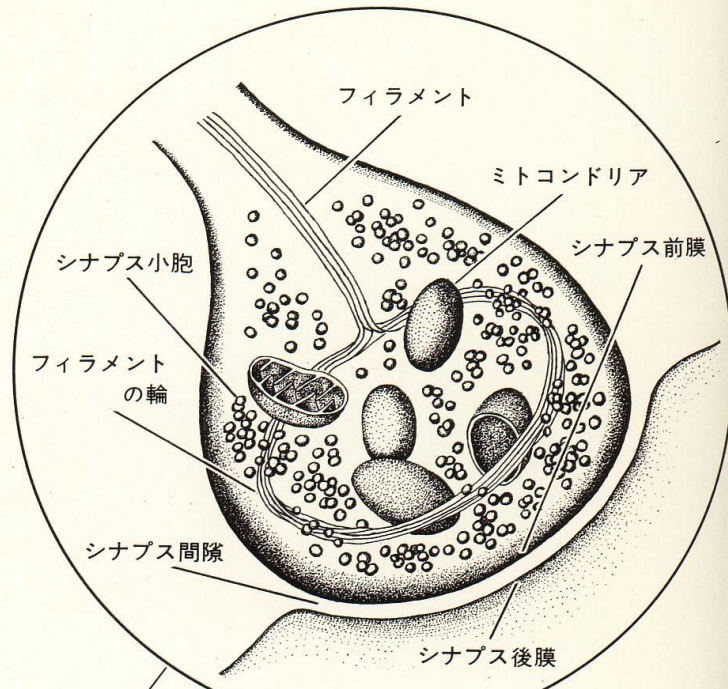
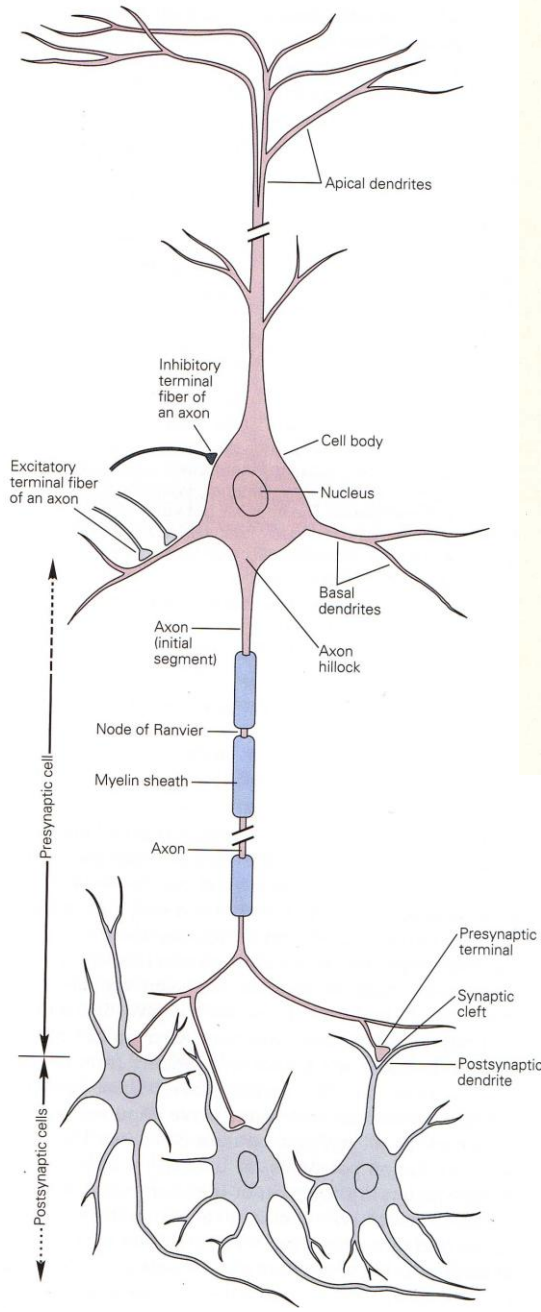
# Coronal Section Through Posterior Commissure (1X) with Vessel Territories (0.7X)



**大脳の上層は灰白質(神経細胞)**  
**大脳の下層は白質(神経線維)**

# 神経細胞とシナプス

## シナプスは神経細胞の情報伝達の場

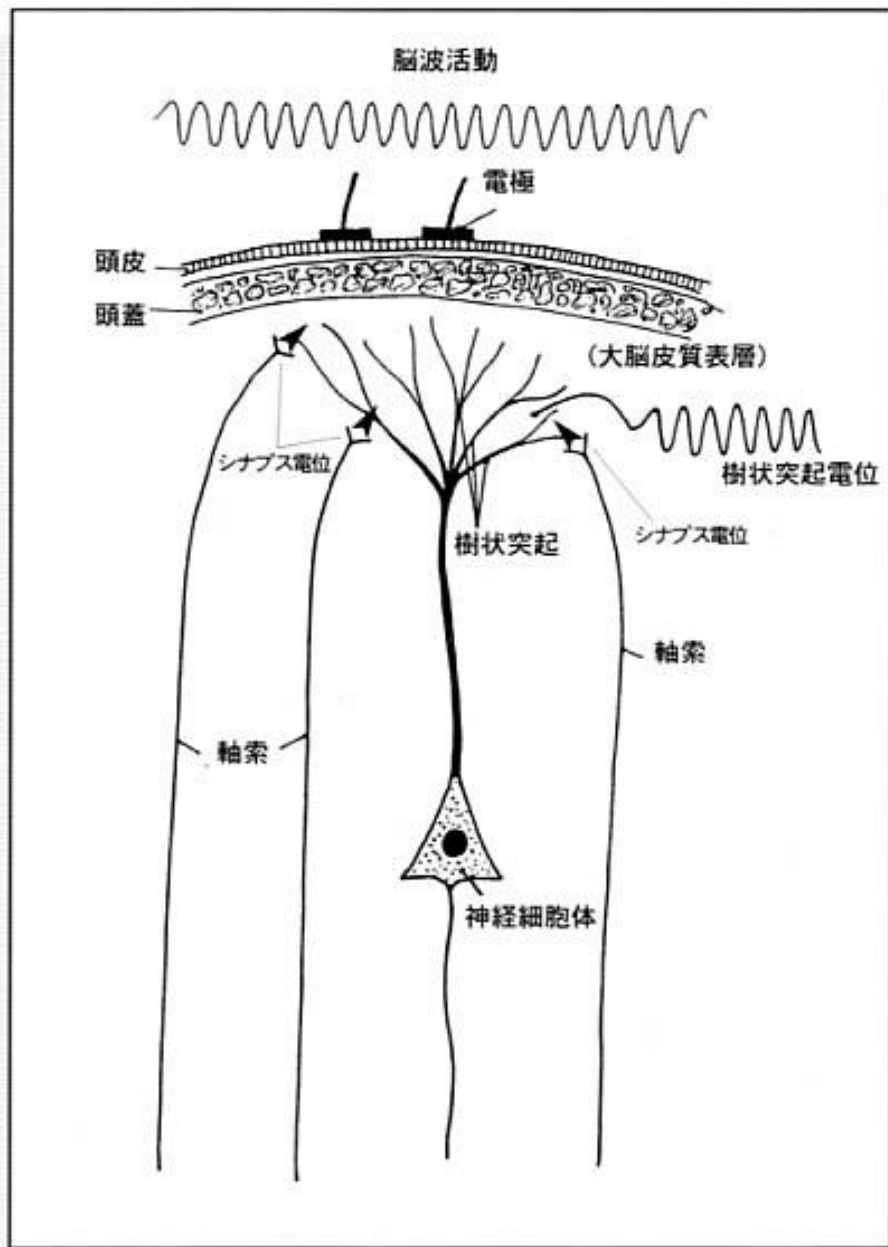




たとえば手を握ろう。そう考えると、脳のなかの手を握ろうという意思を司る神経細胞が活動します。神経細胞が活動するという事は、活動電位が生じることで、この活動電位は神経細胞から伸びるひも一軸策一を伝わり、途中いくつかの神経細胞を経由して、最終的には大脳の表層の灰白質のなかの運動野と呼ばれる場所にある手の運動を司る神経細胞との接続部分であるシナプスに到達します。

シナプスというのは神経細胞から伸びる軸策の先っぽと、別の細胞、今の場合は運動野にある手の運動を司る神経細胞ですが、その細胞との間にあるごく狭い隙間のことです。軸策の先っぽに活動電位が到着すると、軸策の先っぽから神経伝達物質が放出されます。シナプスに出た神経伝達物質は、シナプスに面した神経細胞の表面にある受容体にくっつきます。すると神経伝達物質の種類等に応じて神経細胞が影響を受けます。この場合は運動野にある手の運動を司る神経細胞に活動電位が惹起され、その活動電位が、今度は大脳の運動野の神経細胞から伸びる軸策が延々と脊髄の中を伝わって脊髄の前のほうの部分にある運動細胞とのシナプスにまで到達します。

運動細胞から伸びる軸策は手を握ることに関わるいくつかの筋肉に向かって伸びています。ですから運動細胞で発生した活動電位は筋肉に伝わり、「手を握る、という」運動となるのです。



人間の脳には約140億個存在する神経細胞には、大脳皮質の表面近くに多数の樹状突起がある。この突起に生じたシナプス電位・後電位などの総和の電位変動を頭皮上から誘導し増幅したものが脳波。

図. 脳波は皮質表層の樹状突起電位を頭皮上で記録したものである。  
 (Medical Neurosciences IIIrd Ed, 1994より引用・改変)

# 眠りを記録する。4/13

- 実際の脳波を説明します。基本は「**覚醒安静閉眼時には後頭部を中心に安定してアルファ( $\alpha$ )波と呼ばれる波が出現する**」です。
- 覚醒安静閉眼時、とは起きていて、安静にして、目を閉じている状態です。
- $\alpha$ 波という言葉は聞かれたことのある方も多いと思います。リラックスしているときに出る脳波、といった紹介のされ方がよくされます。
- $\alpha$ 波は1秒間に8－13回ほど繰り返す波です。

23:03:00

C3-A2

脳波

O1-A2

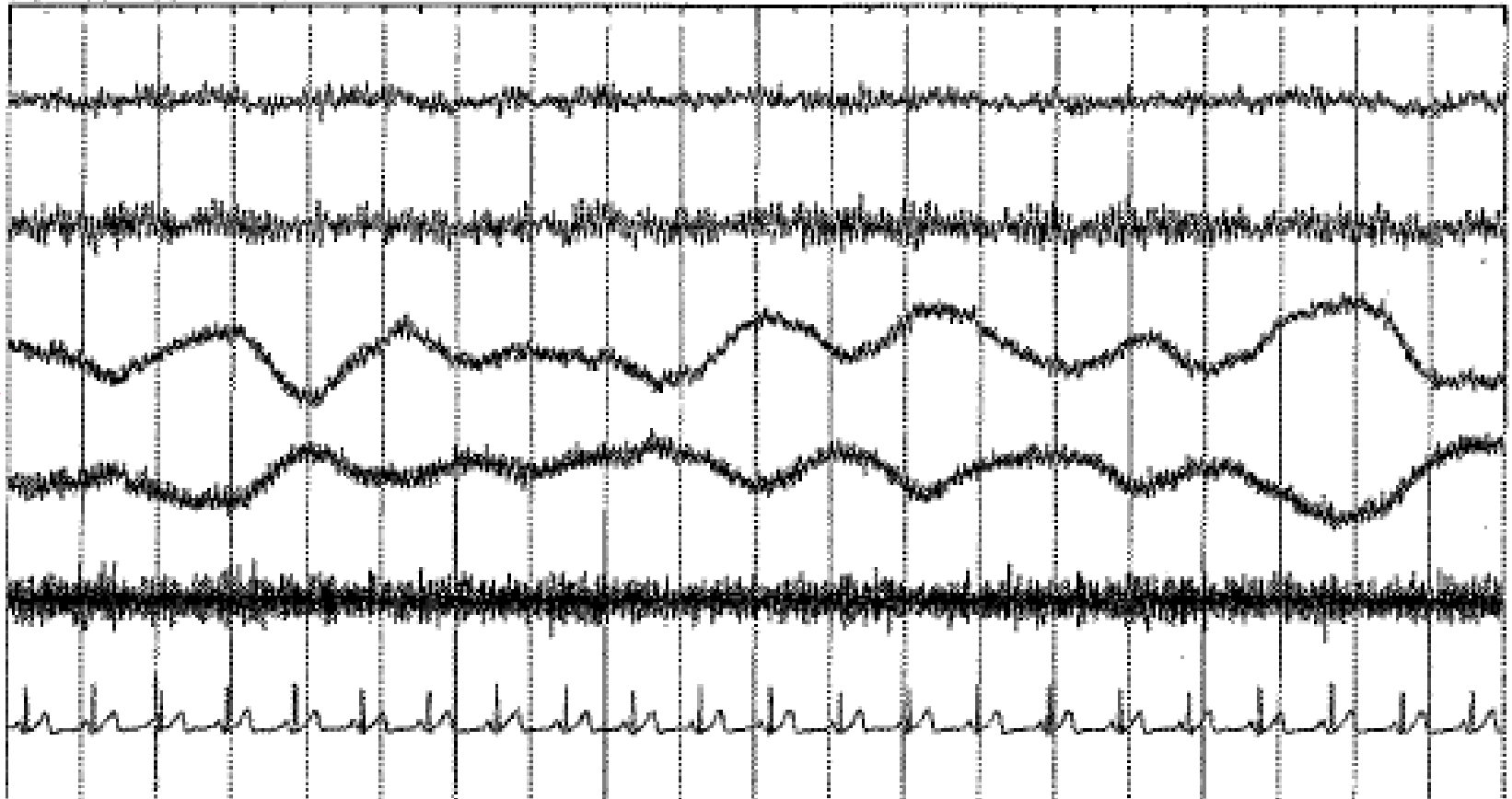
L-A2

覚醒 眼球運動

R-A2

筋活動 EMG

心電図 ECG



# 眠りを記録する。5/13

- 眠くなると $\alpha$ 波が減ってきます。すると睡眠段階1と判定します。
- 睡眠段階1では、目は左右にゆっくりと動くのです。これを Slow Eye Movement 呼びます。
- なお眼球に角膜側をプラスとし網膜側をマイナスとする電位があるので、目を挟むように左右に電極を配置すると、右を向けば右側の電極に網膜よりはプラスに帯電した角膜が近づくわけで、右側の電極に左の電極に比べてプラスの電位差が生じます。当然左を向けば逆の電位差が生じます。この電位差を記録することで目の動きが分かるのです。

23:05:40

C3-A2

O1-A2

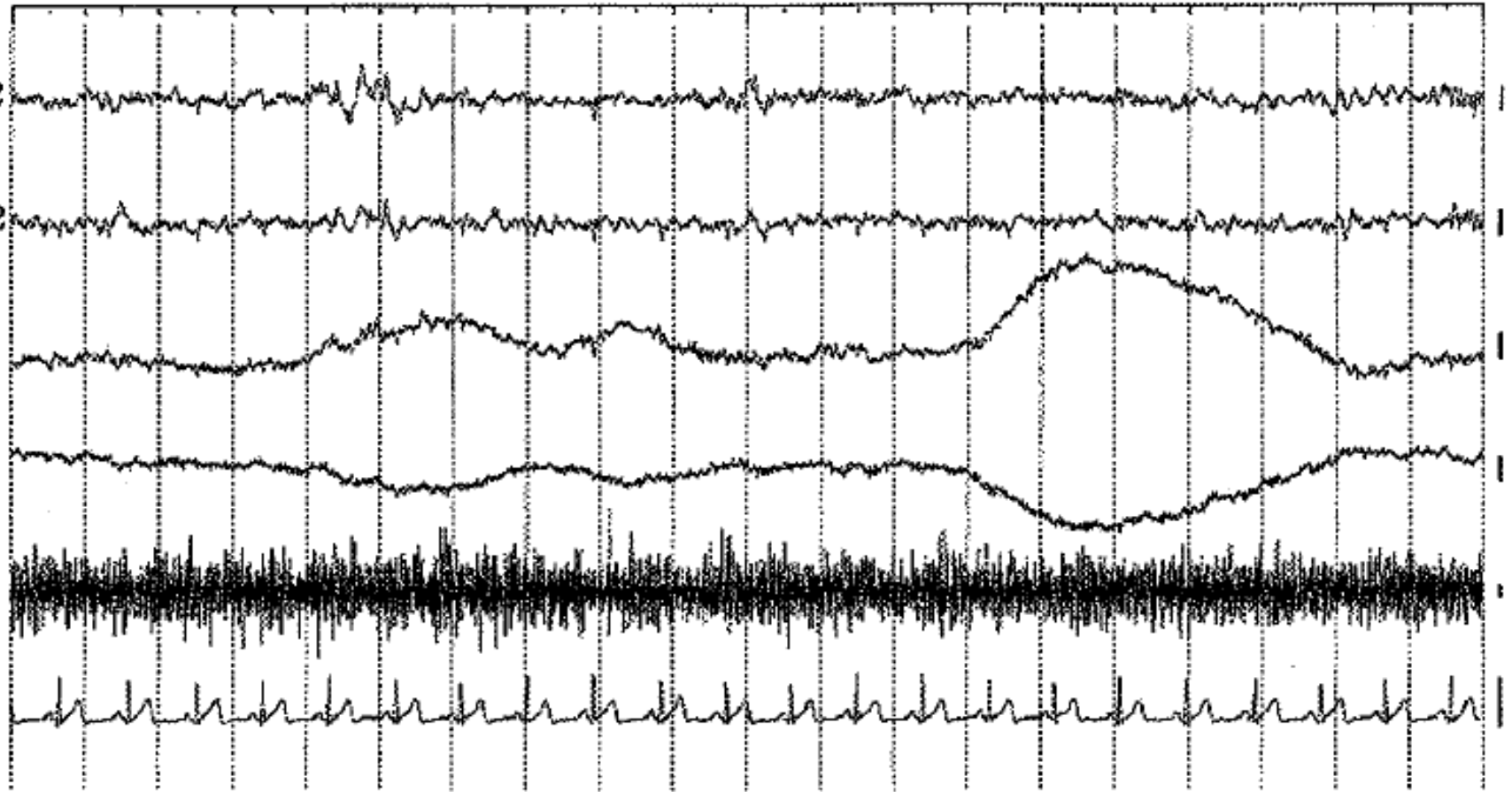
L-A2

R-A2

EMG

ECG

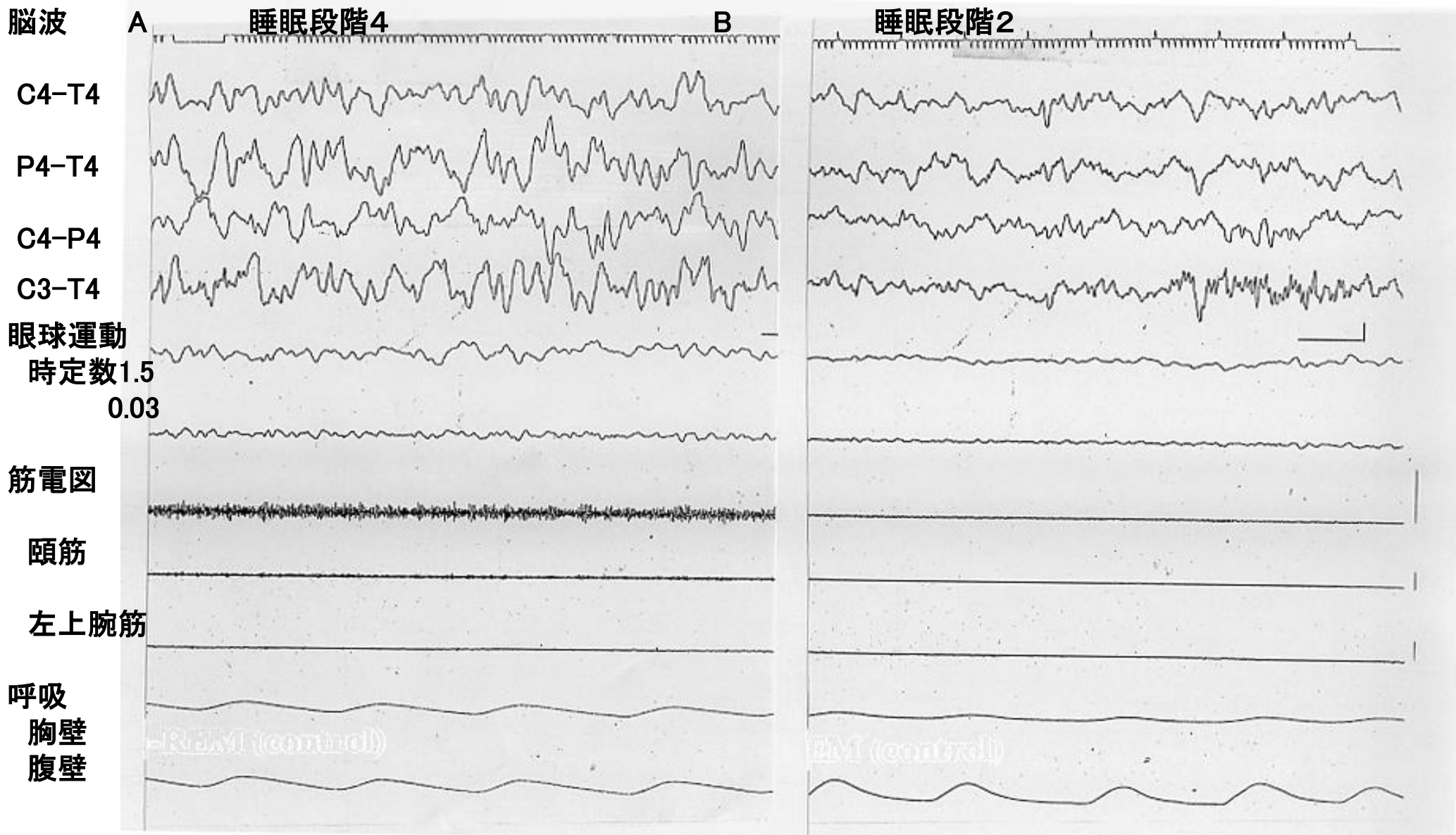
段階 1





## 眠りを記録する。6/13

- 眠りがもう少し深くなると、睡眠**紡錘波**と呼ばれる特徴ある波が見られるようになって、この波がみられると**睡眠段階2**と判定します。
- 睡眠段階1では必ずしもすべての人が眠ったと感じるわけではないのですが、**睡眠段階2に入ると、ほとんどすべての人が眠ったと感じる**ようです。
- **睡眠段階3・4は徐波睡眠段階とも呼ばれる深い眠り**で、この段階に入るとなかなか起こすことが難しくなります。脳波は1秒間に3回ほどしか繰り返さない波、徐波、が大半を占め、しかも波の高さ(振幅)が高い(大きい)ことが特徴で、**高振幅徐波**、と呼びます。



## 眠りを記録する。7/13

- なお**ヒトの脳波は大まかに言って左右対称**です。右の脳では $\alpha$ 波が見られ、左の脳では高振幅徐波がみられる、ということはないわけです。
- ここまで述べた**睡眠段階1-4は、ノンレム睡眠**にあたります。ノンレム睡眠とはレム睡眠ではない、という意味です。

## 眠りを記録する。8/13

- ではレム睡眠とは何かと云えば、**急速眼球運動 (Rapid Eye Movement) を伴う睡眠**という意味で、英語の頭文字をとってREM(レム)睡眠と称されます。
- **レム睡眠のときの脳波は高さの低い波が特徴**です。明らかなアルファ波や睡眠紡錘波は見られません。
- 振幅が低いとは、実は脳細胞が活発に活動していることの証しなのです。ちなみに起きているときの脳波の振幅も当然低い、ということになります。逆に言うと、睡眠段階3・4、すなわち徐波睡眠段階の波は振幅が高いことが特徴でした。これは脳細胞の働きがそれほど活発ではないということを示しています。

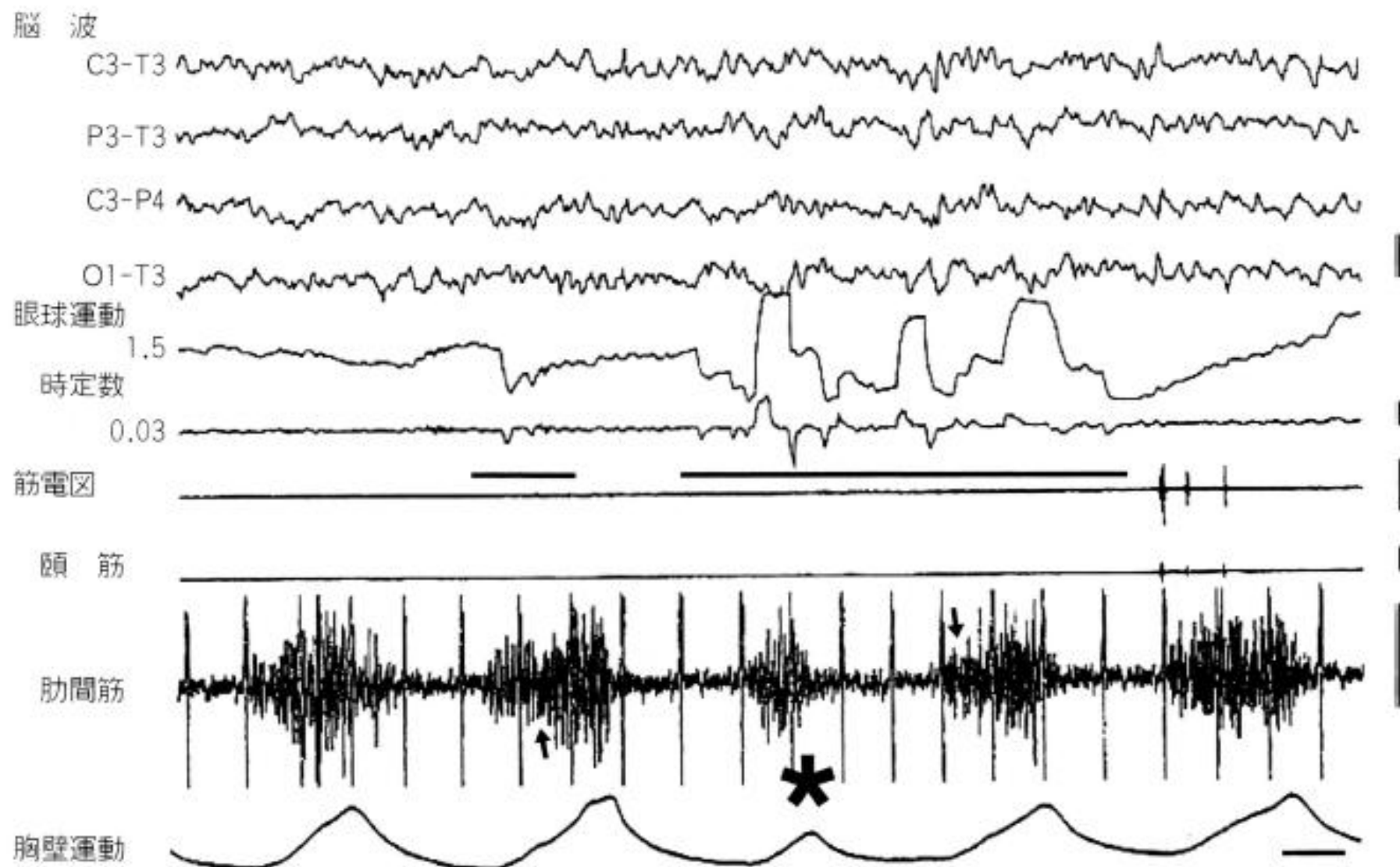


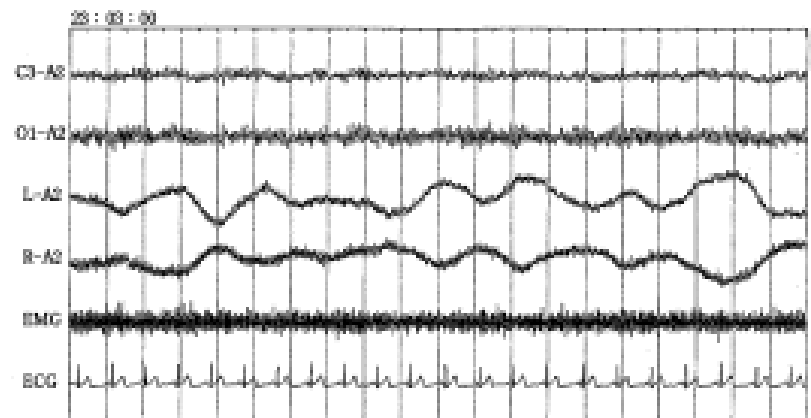
図2 レム睡眠期のポリグラム

急速眼球運動出現時に肋間筋の筋放電が抑制（矢印）、あるいは短く（\*）なり、\*部では胸壁の動きも小さくなっている。

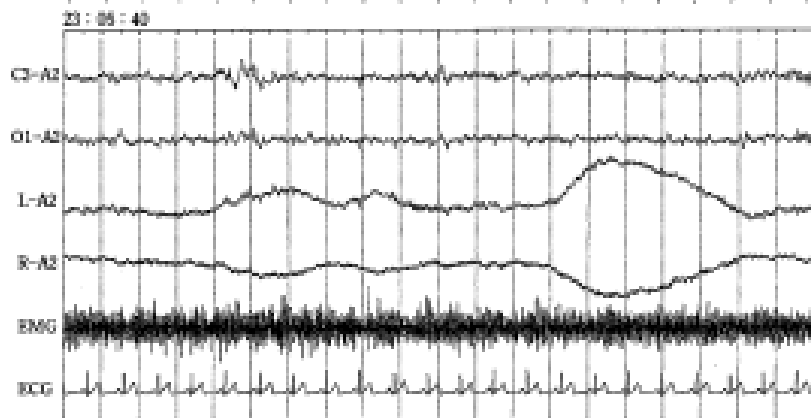
## 眠りを記録する。9/13

- レム睡眠の時に急速眼球運動 (Rapid Eye Movement) が見られます。
- さらにレム睡眠のときには**全身の筋肉の働きが抑えられています。**
- またレム睡眠の時に起こすと、**80%以上の人**が夢を見ていたと報告するので、レム睡眠のときには夢を見ていると考えられています。
- つまり**レム睡眠中にはRapid Eye Movementが見られ、脳が活発に働いて脳波が低振幅化して、夢を見ているが、全身の筋肉の働きが抑えられているので体を動かすことはできない、のです。**

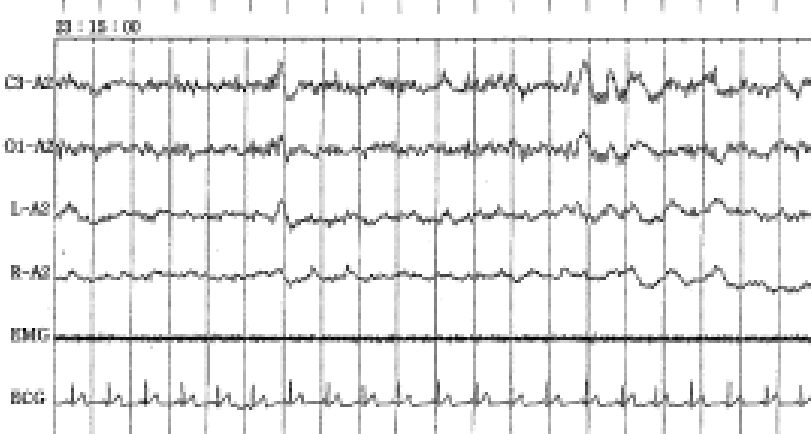
覚醒



段階 1



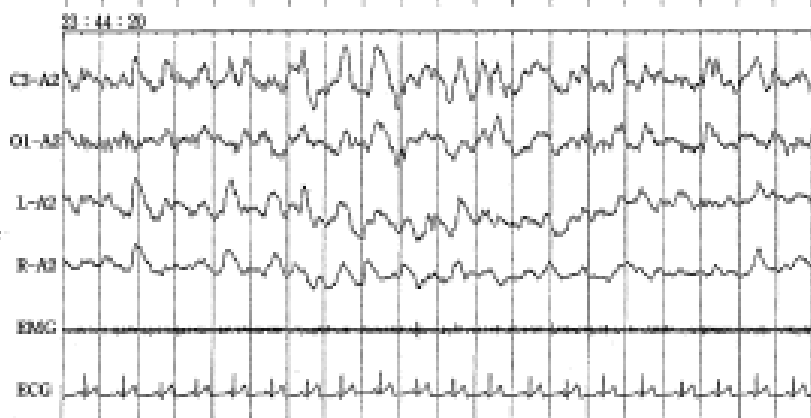
段階 2



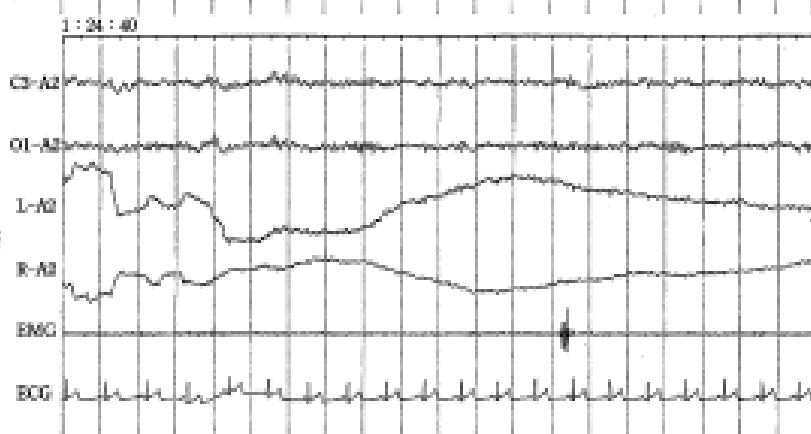
段階 3



段階 4



レム睡眠



## 眠りを記録する。10/13

- 夢については**ノンレム睡眠期に起こした場合にも夢を見ていた、と報告する方はいる**のですが、その割合がレム睡眠の時に起こした場合よりは低く、また夢内容の生き生きさが乏しいと言われています。
- 夢といっても**明晰夢**とよばれる極めてリアルな夢をしばしば見る人もいます。ただ普通の夢と明晰夢との違いや、どうして夢をみるのか、といった基本的な夢のメカニズムについてはまだほとんどわかっていません。



## 眠りを記録する。11/13

- またレム睡眠の時には呼吸や心拍、血圧は不規則になり、平均すると呼吸数や心拍数、それに血圧はノンレム睡眠の時よりは高くなっています。一方**深いノンレム睡眠である徐波睡眠の時は、深い周期的な呼吸をゆっくりと繰り返しており、寝返りなどの体の動きも少なく、心拍や血圧も安定しています。見るからによく眠っているな、深い眠りだな、という状態です。**

# 眠りを記録する。12/13

- レム睡眠とノンレム睡眠とは、夜の眠りの中で繰り返して現れます。普通寝入ってすぐはノンレム睡眠で、すぐに深い睡眠段階4の眠りとなります。しばらくすると眠りは浅くなります。その後レム睡眠も現れます。一晩の眠りの最初に現れるレム睡眠の長さは5分ほどで、その後またすぐにノンレム睡眠になります。2回目3回目4回目とレム睡眠の長さは次第に長くなり、起きる直前のレム睡眠の長さは20分を越えることもあります。逆に深いノンレム睡眠は明け方にはほとんど現れなくなります。

# 眠りを記録する。13/13

- レム睡眠とノンレム睡眠とはこのように周期的に現れ、この繰り返しは一晩に4-5回見られます。そして**レム睡眠とノンレム睡眠とが現れる周期は大人では平均すると90分程度**とされています。なお**赤ちゃんの方がこの周期は短く、生まれたばかりの赤ちゃんでは40分前後、1歳で50分、2歳で70分、5歳で80分とする研究報告もあります。**
- **眠りの中でレム睡眠の占める割合は高齢者よりは赤ちゃんの方が多い**ことが分かっています。

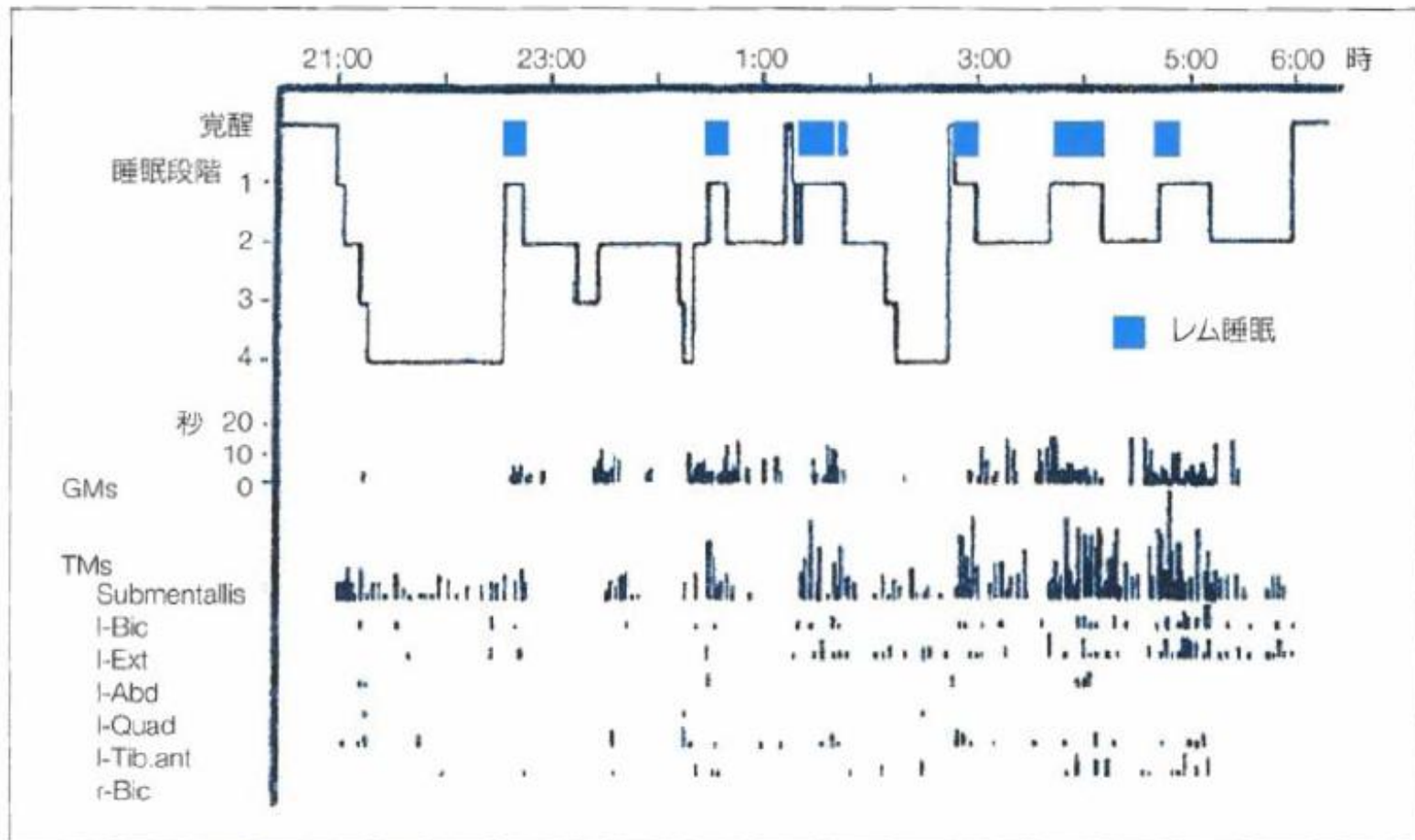


図 1-3 4 歳女兒の一晩の睡眠経過図

GMs (gross movements, p. 16 参照)：持続が 2 秒以上の体幹筋を含む広範な動き。睡眠後半に頻度が増している。TMs (twitch movements, p. 16 参照)：持続 0.5 秒以下の一過性の筋放電。これも睡眠後半で頻度が増している。Submentallis：頤下筋。l-Bic 左上腕二頭筋。l-Ext：左前腕伸筋群。l-Abd：左腹直筋。l-Quad：左大腿四頭筋。l-Tib.ant：左前脛骨筋。r-Bic：右上腕二頭筋。

このように眠りは少なくとも 3 つの生体现象を同時に記録することで分類されます。複数の生体现象を同時に記録する記録法あるいは検査をポリグラフィーと言ひ、ポリグラフは測定装置、ポリグラムは記録されたデータを意味します。このようにして得た記録をもとに一晩の眠りの経過をまとめます。図は 4 歳女兒の一晩の眠りの経過を示します。この年齢になると基本的な睡眠構築は成人とほぼ同じです。

# ヒトの状態 (State)

## 脳波、眼球運動、筋活動で定義

|    |        |        | 脳波               | 眼球運動  | 筋活動   |
|----|--------|--------|------------------|-------|-------|
| 覚醒 | 活発     |        | $\beta$ 波        | 急速・穏徐 | 活発    |
|    | 安静     |        | $\alpha$ 波       | 急速・穏徐 | 活発    |
| 睡眠 | レム睡眠   |        | 低振幅              | 急速    | 消失    |
|    | ノンレム睡眠 | 睡眠段階 1 | $\alpha$ 波が50%以下 | 穏徐    | 活発    |
|    |        | 睡眠段階 2 | 紡錘波              | なし    | やや低下  |
|    |        | 睡眠段階 3 | 高振幅徐波が<br>20%以上  | なし    | 低下    |
|    |        | 睡眠段階 4 | 高振幅徐波が<br>50%以上  | なし    | かなり低下 |

## Take home message 4-1

眠りを眺めるポイントは、  
目の動きと脳波と筋肉。

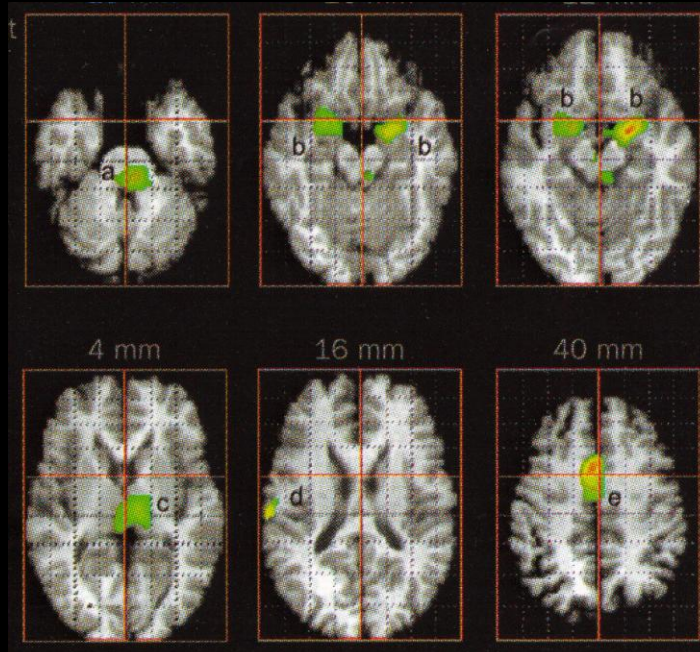
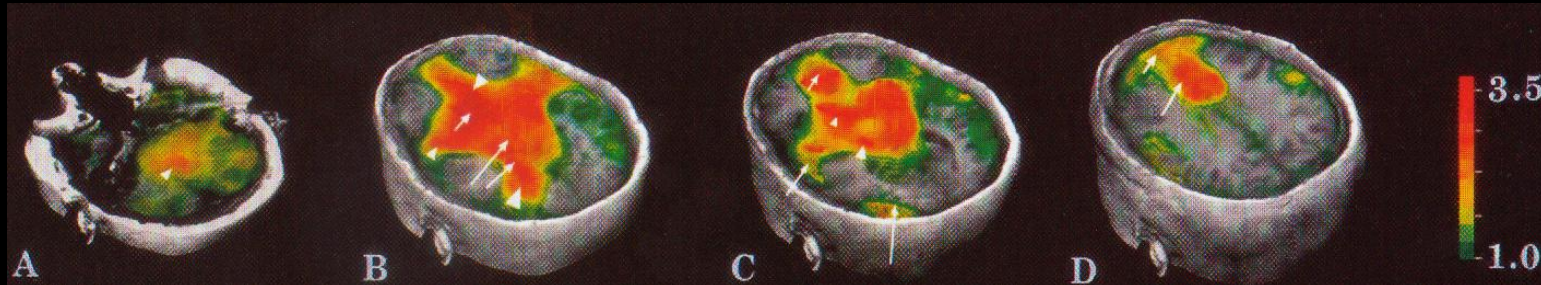
レム睡眠中に脳はどうなっているか？



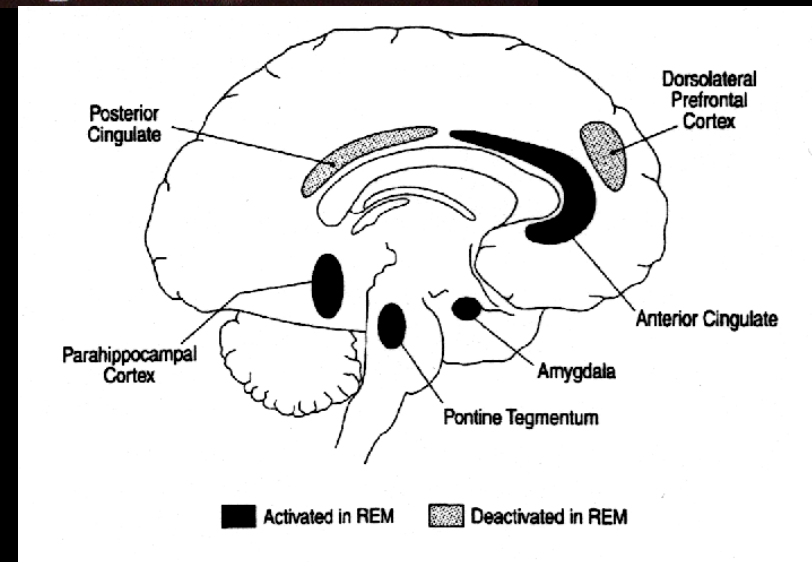
# PET studies on REM Sleep and brainstem

Activations of pontine tegmentum, amygdala and secondary optic area are known during REM sleep.

Braun et al 1997



Maquet et al 1996



Hobson et al 1998



# 睡眠中の血流（脳活動） PETによる研究

|                      | 浅いノンレム睡眠               | 深いノンレム睡眠                                   | レム睡眠                                       |
|----------------------|------------------------|--|--|
| Maquet et al, 1997   |                        | ↓; 橋, 中脳, 大脳基底部, 眼窩前頭皮質                    | ↑; 橋被蓋部, 左視床, 扁桃体, 前帯状回<br>↓; 前頭連合皮質, 後帯状回 |
| Braun et al 1997     |                        | ↓; 脳幹, 視床, 前脳基底部, 前頭/頭頂連合皮質                | ↑; 二次視覚野<br>↓; 前頭連合皮質                      |
| Kajimura et al, 1999 | ↓; 橋, 小脳, 視床, 被殻, 前帯状回 | ↓; 浅いノンレムでの低下部+ 中脳, 視床下部, 前脳基底部, 尾状核, 後帯状回 |  |
| Summary              |                        | ↓; 橋, 視床, 前脳基底部, 連合皮質                      | ↑; 橋被蓋部, 扁桃体, 二次視覚野<br>↓; 連合皮質             |

PET: ポジトロン断層法: [陽電子](#) 検出を利用したコンピューター [断層撮影](#) 技術



# 神経細胞の中の遺伝子が活性化すると、蛋白質の発現が亢進。

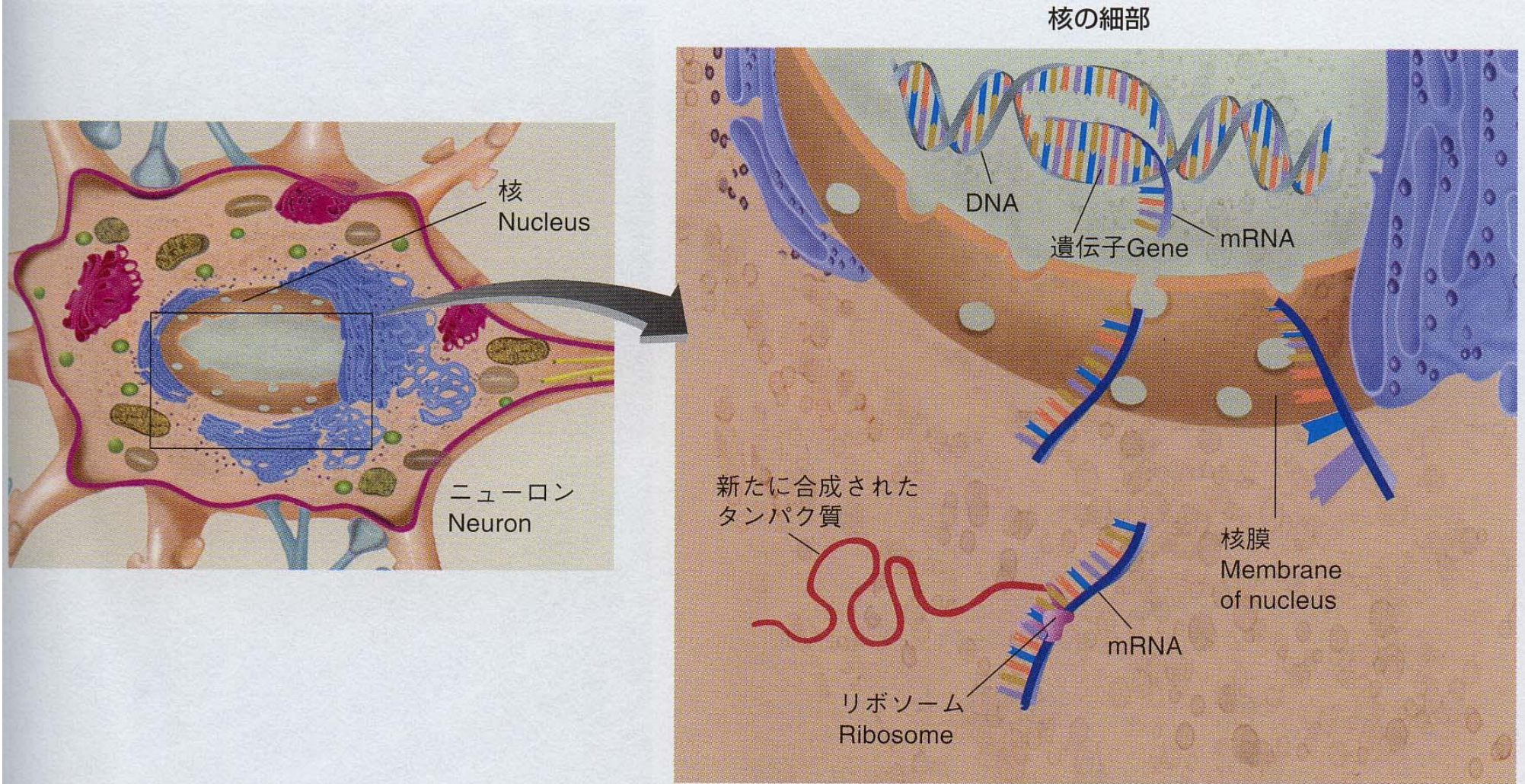


図 2.6

タンパク質の合成. 遺伝子が活性化すると、メッセンジャー RNA 分子に情報のコピーが作られる。メッセンジャー RNA は核を離れ、リボソームに付いて、そこでタンパク質が合成される。



## Sleeping to Reset Overstimulated Synapses

The purpose of sleep is one of the toughest puzzles in biology. Some scientists think animals slumber primarily to save energy. Others have proposed that sleep has special relevance for learning and memory. A newer hypothesis borrows from both ideas, suggesting that sleep dials down synapses that have been cranked up by a day's worth of neural activity. Because stronger synapses use more energy and take up more space, the thinking goes, this synaptic cooldown helps conserve both energy and precious real estate in the brain. It also ensures that synapses don't max out and lose the ability to grow stronger if they're called upon to encode some new experience into memory the next day.

In this week's issue, two studies with fruit flies provide what some researchers say is the most compelling evidence to date for this provocative hypothesis. One finds that levels of several synaptic proteins increase during wakefulness and decline during sleep; the other finds a similar rise and fall in synapse number. "Together, these findings very clearly demonstrate that one major function of sleep is to reduce, on a structural level, synaptic connectivity in the brain," says Jan Born, a neuroscientist who studies sleep at the University of Lübeck in Germany and was not involved with either study.

The so-called synaptic homeostasis hypothesis was first pro-

posed by a team of researchers at the University of California, San Diego, in 1999. It was based on the observation that transmitter release, declined after flies had a chance to sleep. This pattern held up even when flies slept at odd hours, confirming that the proteins fluctuate with the sleep-wake cycle, not the time of day.

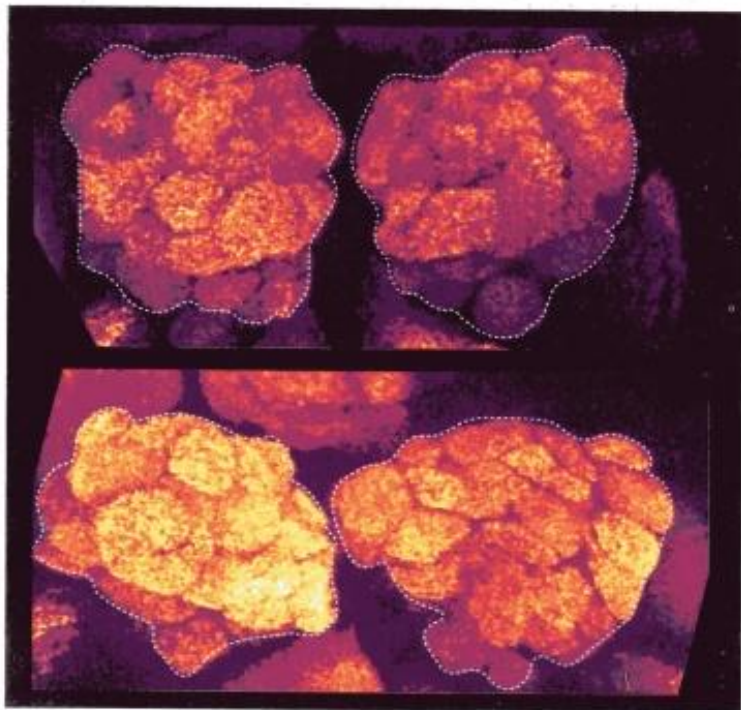
The second paper, on page 105, describes changes in synapse number during sleep. But the experiments weren't conceived as a direct test of the synaptic homeostasis hypothesis, says senior author Paul Shaw of Washington University in St. Louis, Missouri. Instead, the goal was to investigate how daytime activities influence subsequent sleep. Shaw's lab had previously found that flies sleep

enough to restore increased sleep after social enrichment.

These findings provide an intriguing link between two major regulators of sleep, Cirelli says. The circadian clock tells animals when to sleep, she explains, but the duration of sleep depends on how long they've been awake and what they've done during that time. The new findings suggest that some of the same cells and genes involved in regulating the circadian clock may also be involved in sensing sleep need.

In the same paper, Donlea and colleagues also report findings that seem to support the synaptic homeostasis hypothesis: They found that the same social experiences that increase the need for sleep also increase the number of synapses between lateral ventral neurons and their partners in the brainstem. After sleep, synapse numbers had declined.

Together, the two papers provide compelling evidence for synaptic downscaling during sleep, says Robert Stickgold, a neuroscientist at Harvard University who was initially skeptical of Tononi and Cirelli's hypothesis. Even so, Stickgold thinks it's unlikely that downscaling happens only during sleep or that synaptic strengthening is limited to waking hours. Human and rodent studies have suggested, for example, that sleep may be important for consolidating newly formed memories (*Science*, 9 March 2007, p. 1360), a process



**Sleepless synapses.** After 16 hours without sleep (bottom panel), synaptic protein levels increase (indicated by warm colors) in the fruit fly brain.



## Sleeping to Reset Overstimulated Synapses

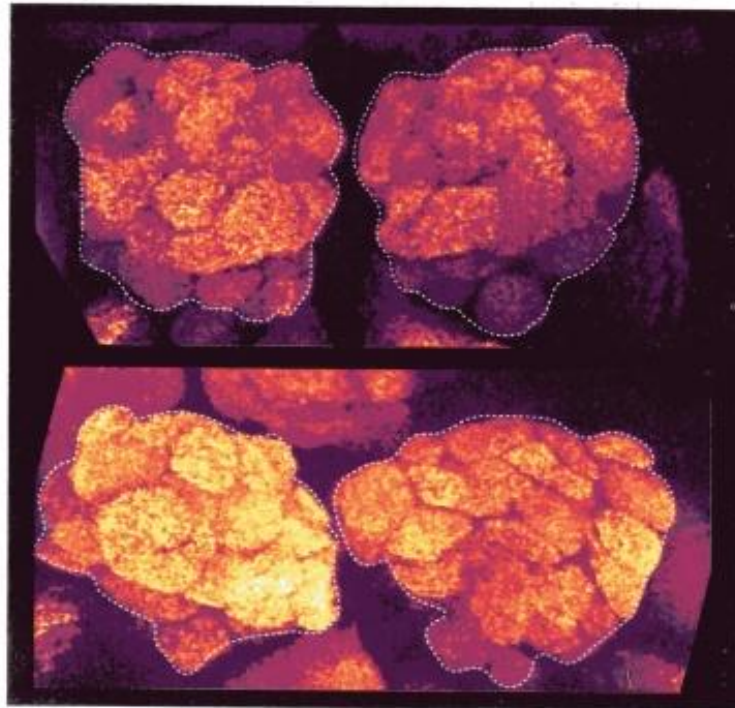
The purpose of sleep is one of the toughest... transmitter release... declined after flies had a... enough to rest... 1... 8...

ショウジョウバエでは、複数の神経連結（連絡）蛋白質の発現が覚醒後に亢進し、睡眠後に低下する。

out and lose the ability to grow stronger if... lab had previously found that flies sleep... they're called upon to encode some new experience into memory the next day.

In this week's issue, two studies with fruit flies provide what some researchers say is the most compelling evidence to date for this provocative hypothesis. One finds that levels of several synaptic proteins increase during wakefulness and decline during sleep; the other finds a similar rise and fall in synapse number. "Together, these findings very clearly demonstrate that one major function of sleep is to reduce, on a structural level, synaptic connectivity in the brain," says Jan Born, a neuroscientist who studies sleep at the University of Lübeck in Germany and was not involved with either study.

The so-called synaptic homeostasis hypothesis was first pro-



**Sleepless synapses.** After 16 hours without sleep (bottom panel), synaptic protein levels increase (indicated by warm colors) in the fruit fly brain.

also report findings that seem to support the synaptic homeostasis hypothesis: They found that the same social experiences that increase the need for sleep also increase the number of synapses between lateral ventral neurons and their partners in the brainstem. After sleep, synapse numbers had declined.

Together, the two papers provide compelling evidence for synaptic downscaling during sleep, says Robert Stickgold, a neuroscientist at Harvard University who was initially skeptical of Tononi and Cirelli's hypothesis. Even so, Stickgold thinks it's unlikely that downscaling happens only during sleep or that synaptic strengthening is limited to waking hours. Human and rodent studies have suggested, for example, that sleep may be important for consolidating newly formed memories (*Science*, 9 March 2007, p. 1360), a process

# Local sleep and learning

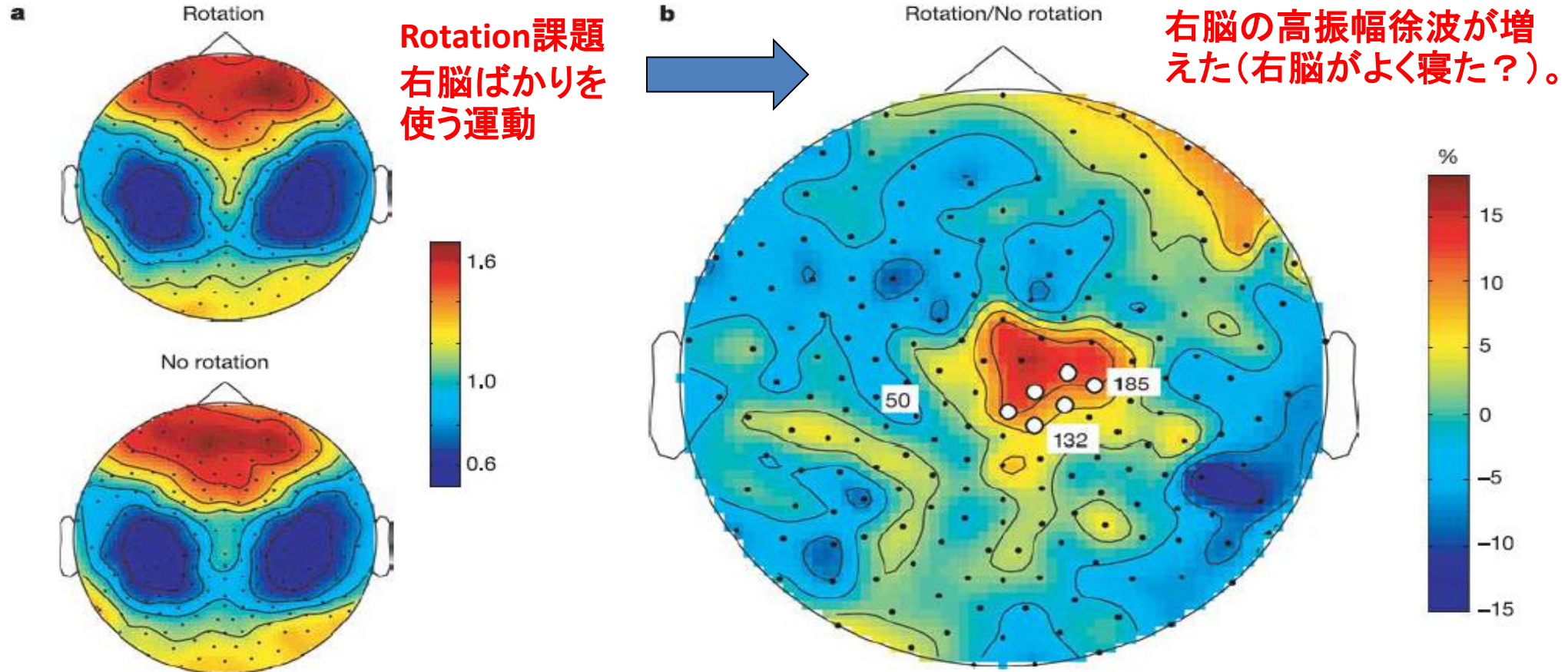
Reto Huber<sup>1</sup>, M. Felice Ghilardi<sup>2</sup>, Marcello Massimini<sup>1</sup> & Giulio Tononi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychiatry, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53719, USA

<sup>2</sup>Center for Neurobiology and Behavior, Columbia College of Physicians and Surgeons, New York, New York 10032, USA NATURE | VOL 430 | 1 JULY 2004 |

特定の脳領域のみを利用する学習課題を課すことで、その領域での徐波睡眠活動量が局所的に増大した。

さらに学習の後に起こるSWAの局所的増大は、睡眠後の課題成績の増進と相関していることもわかった。

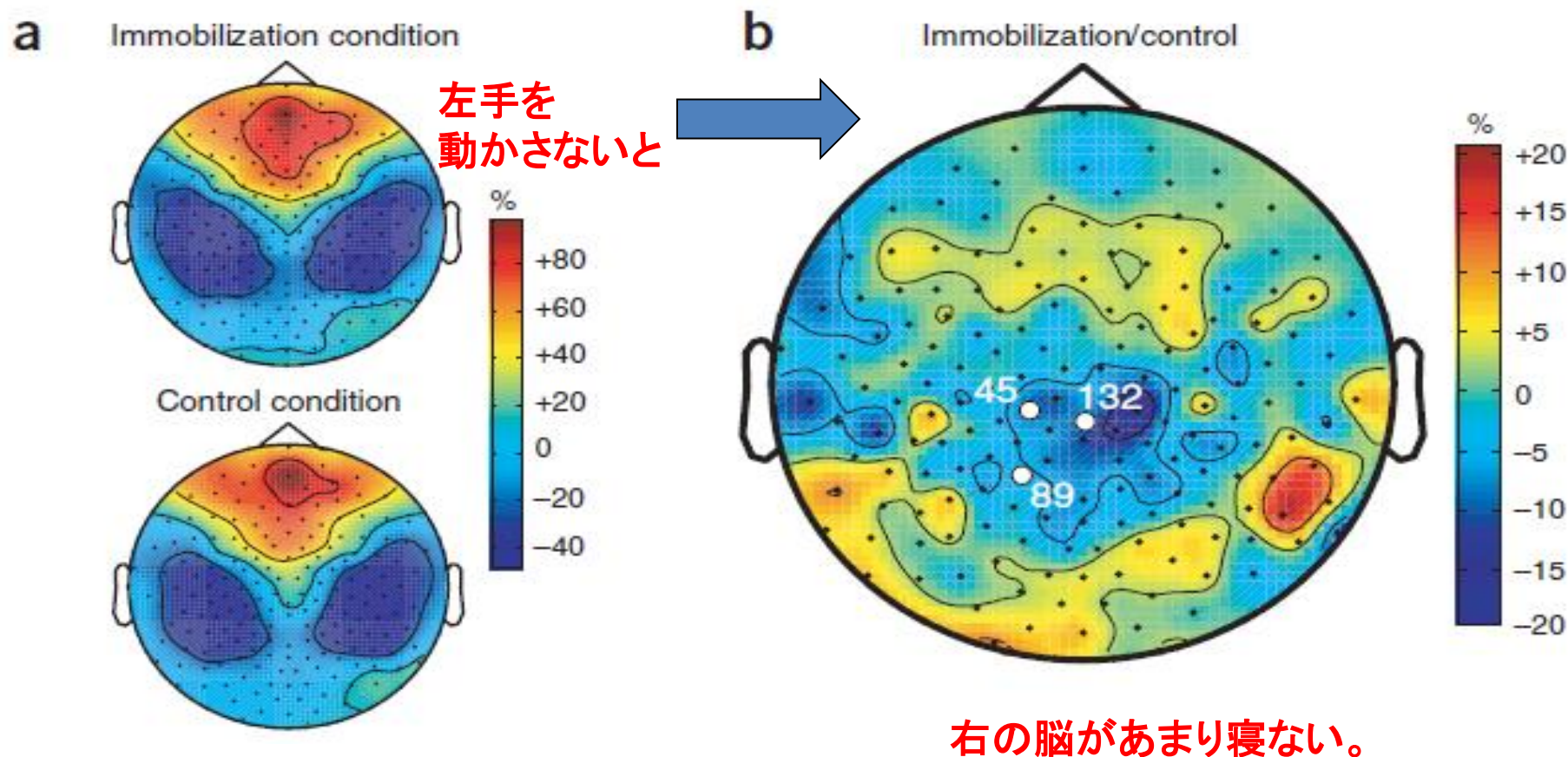




# Arm immobilization causes cortical plastic changes and locally decreases sleep slow wave activity

Reto Huber<sup>1</sup>, M Felice Ghilardi<sup>2</sup>, Marcello Massimini<sup>1</sup>, Fabio Ferrarelli<sup>1</sup>, Brady A Riedner<sup>3</sup>,  
Michael J Peterson<sup>1</sup> & Giulio Tononi<sup>1</sup>

NATURE NEUROSCIENCE VOLUME 9 | NUMBER 9 | SEPTEMBER 2006



# Local sleep in awake rats

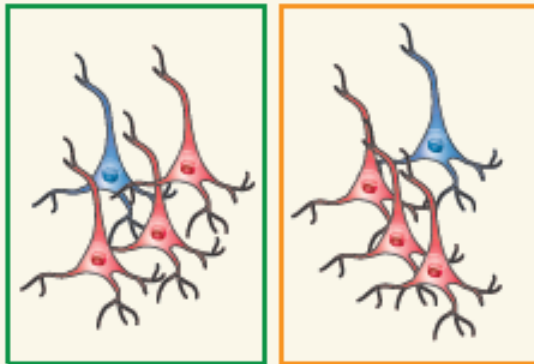
28 APRIL 2011 | VOL 472 | NATURE | 443

## Sleepy neurons?

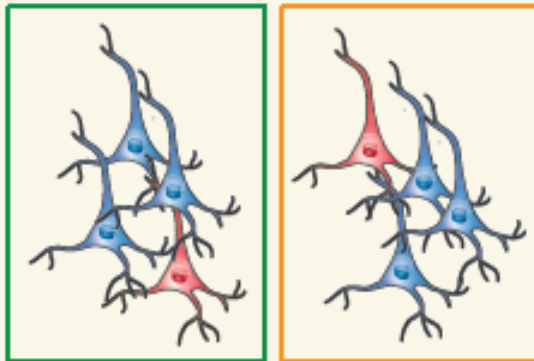
A study in rats suggests that individual neurons take a nap when the brain is forced to stay awake, and that the basic unit of sleep is the electrical activity of single cortical neurons. [SEE ARTICLE P.443](#)

28 APRIL 2011 | VOL 472 | NATURE | 427

**a Awake**  
Sleep pressure low  
Performance errors low



**b Asleep**  
Sleep pressure reducing

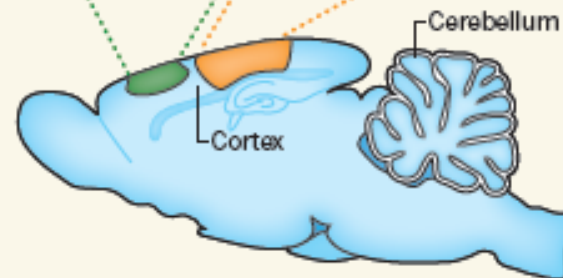


**c Forced awake**  
Sleep pressure high  
Performance errors high



Motor cortex

Parietal cortex



**Figure 1 | Neuronal activity in the rat brain.** **a**, In the awake brain, when the pressure to sleep is low, most neurons in the motor cortex and the parietal cortex are in the ON state (red), as defined by their electrical activity. Only a few are in the OFF electrical state (blue), which is associated with sleep. **b**, In the sleeping brain, the converse is true. **c**, Vyazovskiy *et al.*<sup>6</sup> report that in awake, sleep-deprived rats, the number of cortical neurons in the OFF state correlates with the pressure to sleep, and that the rats make more errors than fully awake rats in performing a task associated with neurons in the motor cortex. The presence of neurons in the OFF state in the motor cortex did not correlate with the presence of such neurons in the parietal cortex, suggesting that the observed 'switching off' of individual neurons during sleep deprivation is not coordinated across the whole brain.

# Local sleep in awake rats

28 APRIL 2011 | VOL 472 | NATURE | 443

In an awake state, neurons in the cerebral cortex fire irregularly and electroencephalogram (EEG) recordings display low-amplitude, high-frequency fluctuations. During sleep, neurons oscillate between 'on' periods, when they fire as in an awake brain, and 'off' periods, when they stop firing altogether and the EEG displays high-amplitude slow waves. However, what happens to neuronal firing after a long period of being awake is not known. Here we show that in freely behaving rats after a long period in an awake state, cortical neurons can go briefly 'offline' as in sleep, accompanied by slow waves in the local EEG. Neurons often go offline in one cortical area but not in another, and during these periods of 'local sleep', the incidence of which increases with the duration of the awake state, rats are active and display an 'awake' EEG. However, they are progressively impaired in a sugar pellet reaching task. Thus, although both the EEG and behaviour indicate wakefulness, local populations of neurons in the cortex may be falling asleep, with negative consequences for performance.

Take home message 4-2

Sleep is of the brain,  
by the brain,  
and for the brain (Hobson JA).



# Sleep is of the brain, by the brain and for the brain

J. Allan Hobson<sup>1</sup>

Sleep is a widespread biological phenomenon, and its scientific study is proceeding at multiple levels at the same time. Marked progress is being made in answering three fundamental questions: what is sleep, what are its mechanisms and what are its functions? The most salient answers to these questions have resulted from applying new techniques from basic and applied neuroscience research. The study of sleep is also shedding light on our understanding of consciousness, which undergoes alteration in parallel with sleep-induced changes in the brain.

"government of the people, by the people, for the people"は「人民から構成する、人民による、人民のための行政」という意味。1380年にイギリスで出版された旧約聖書にジョン・ウイクリフが序文として書き込んだ文章であり、牧師のセオドア・パーカーが著書で紹介したのを引用したものと思われる。ゲティスバーグ演説



# 眠るのは脳

- : 課題 : あなたが脳を感じるとき。

# 臨床心理学特講 8

## 「眠りを疎かにしている日本社会」

眠りに関する基礎知識を得たうえで、「ヒトは寝て食べて始めて活動できる動物である」との当然の事実を確認し、現代日本が抱えている問題のかなりの部分に、我々が動物であることの謙虚さを失い、眠りを疎かにしたことの報いが及んでいることを認識していただければと思います。そして願わくばこの講義が皆さんの今後の生き方を考える際の一助になれば幸いです。

|    |       |                 |
|----|-------|-----------------|
| 1  | 4月27日 | オリエンテーション       |
| 2  | 5月11日 | 眠りの現状           |
| 3  | 5月18日 | 眠りを眺める          |
| 4  | 5月25日 | 眠るのは脳           |
| 5  | 6月 1日 | 寝不足では・・・        |
| 6  | 6月 8日 | 眠りさえすればいつ寝てもいい？ |
| 7  | 6月15日 | サマータイム          |
| 8  | 6月22日 | 眠りと物質、様々な眠り     |
| 9  | 6月29日 | Pros/Cons       |
| 10 | 7月 6日 | Pros/Cons       |
| 11 | 7月13日 | 睡眠関連病態          |
| 12 | 7月20日 | 眠りの社会学 -SHT     |
| 13 | 7月27日 | まとめと試験          |

# クイズ ○か×かで答えてください。

- 日本の労働生産性は主要先進7カ国で最下位 ○
- 日本の交通事故での死者は年間1万人 × (4914, 2009)
- 日本の自殺者数は年間1万人 × (31690, 2010)
- 乗るなら飲むな ○
- 寝だめはできる ×
- 寝る子は育つ ○
- 寝ないと太る ○
- 乗るなら眠れ ○