

# 臨床心理学特講 8 「眠りを疎かにしている日本社会」

1	9月29日	オリエンテーション	
2	10月6日	眠りの現状1	はじめに & 1章
3	10月13日	眠りの現状2	2, 3章
4	10月20日	眠りを眺める(ぜひ見てほしいビデオ)	4, 5章
5	10月27日	寝不足では?	6, 7章
6	11月10日	いつ寝てもいい?	8, 9章
7	11月17日	眠りと物質	10, 11章
8	11月24日	様々な眠り	12, 13章
9	12月1日	睡眠関連疾患	14, 15章
10	12月8日	眠りの社会学 1	16章、附録、おわりに
11	12月15日	眠りの社会学 2	追加事項
12	12月22日	眠りの社会学 3	追加事項
13	1月12日	研究発表	
14	1月19日	試験	

睡眠時間がコロナで伸びたことがいいことなのか悪いことなのか？  
研究発表の進捗状況の報告、審査基準の策定状況の報告。11月24日

# Take home message

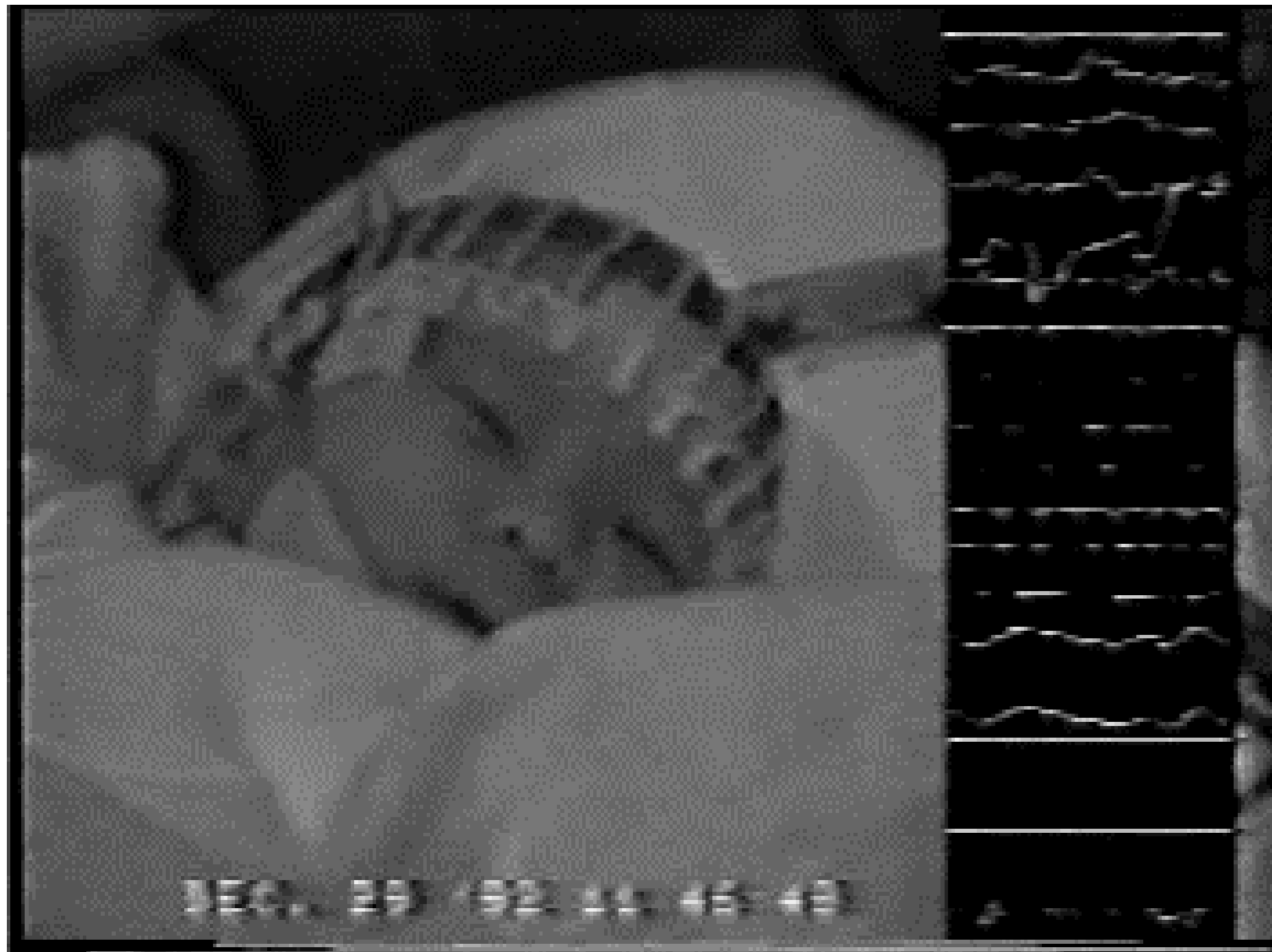
- 日本は大人も子どもも短睡眠時間  
**日本は「睡眠負債大国」 → 睡眠健診が必要（上田2021）**
- 今後の宿題；では短睡眠時間は問題なのだろうか？
- 次回は眠りの観察と眠りと脳の話
- ご自身の母子手帳を手に入れて！

# 頭の体操

- 3人グループに分かれます。Breakout room.
- 話す順番を決めてください。
- テーマを全員あてのメッセージでお伝えします。
- 30秒考えます。
- その後一人30秒で話をしてください。
- 30秒ごとに全員あてのメッセージをお伝えします。

# 読後感

- 難しかった。寝ている間にも目が動いているのは衝撃的。赤ちゃんはレムノンレム周期短くレム睡眠長いのにびっくりした。急速眼球運動があると浅い眠りと思った。夢を見ていることが多い。ノンレムはリラックス。
- 眠りを客観的に見ることは普通はない。
- ノンレムに区別あることに驚いた。
- 脳波検査を知った。
- スマホのアプリ使っている。
- 睡眠の要素として目と筋肉もあることを知った。
- 赤ちゃんは夢を見るのか？
- レムノンレムの区別がスマホでもつく！？
- 夢の記憶。



REC. 29 152 34 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	N1	$\alpha$ 波が50%以下	穏徐	活発
		N2	紡錘波	なし	やや低下
		N3	高振幅徐波が20%以上	なし	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**N1からN3までの3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。



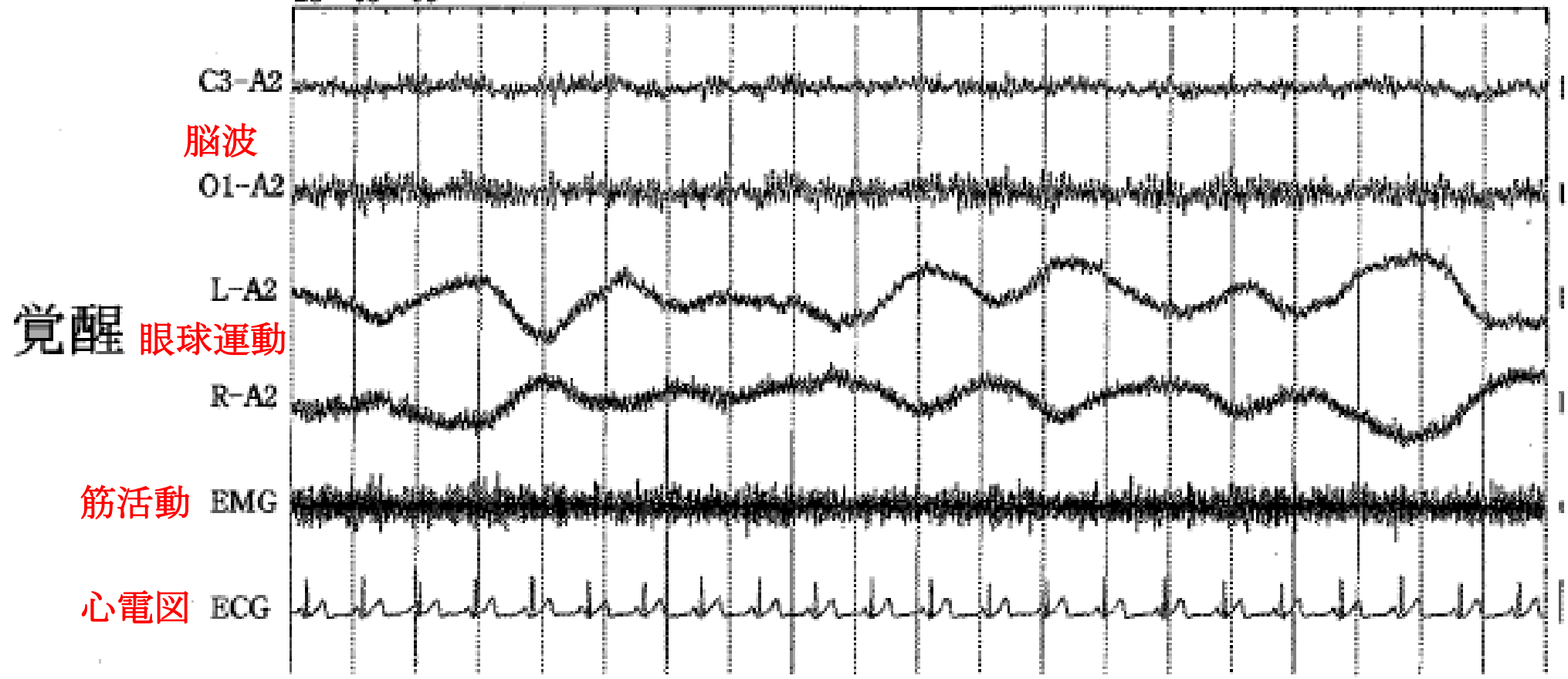
# 眠りを記録する。3/13

- 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、頭の前、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。

# 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



# 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N1と判定します。
- N1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

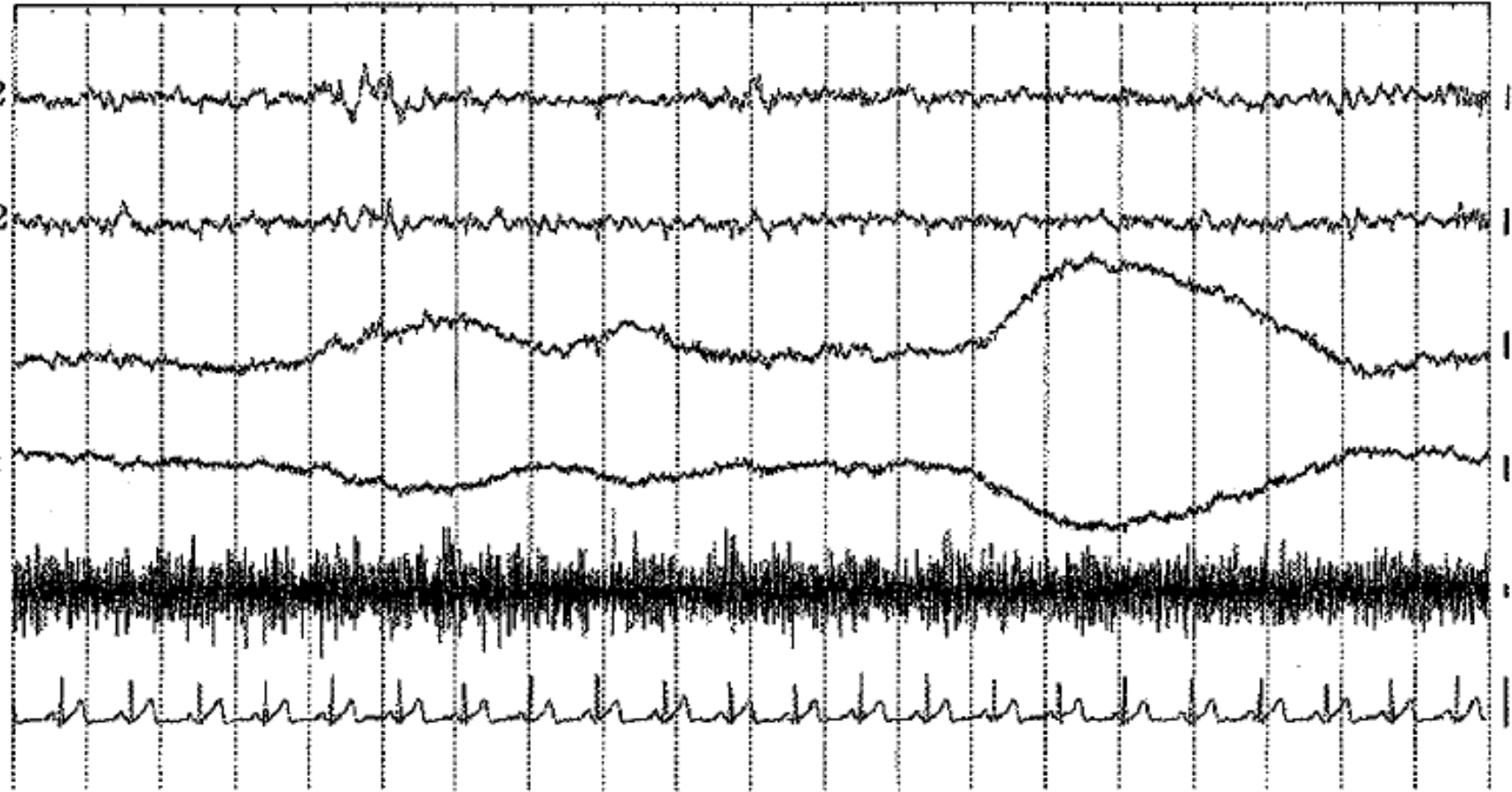
L-A2

R-A2

EMG

ECG

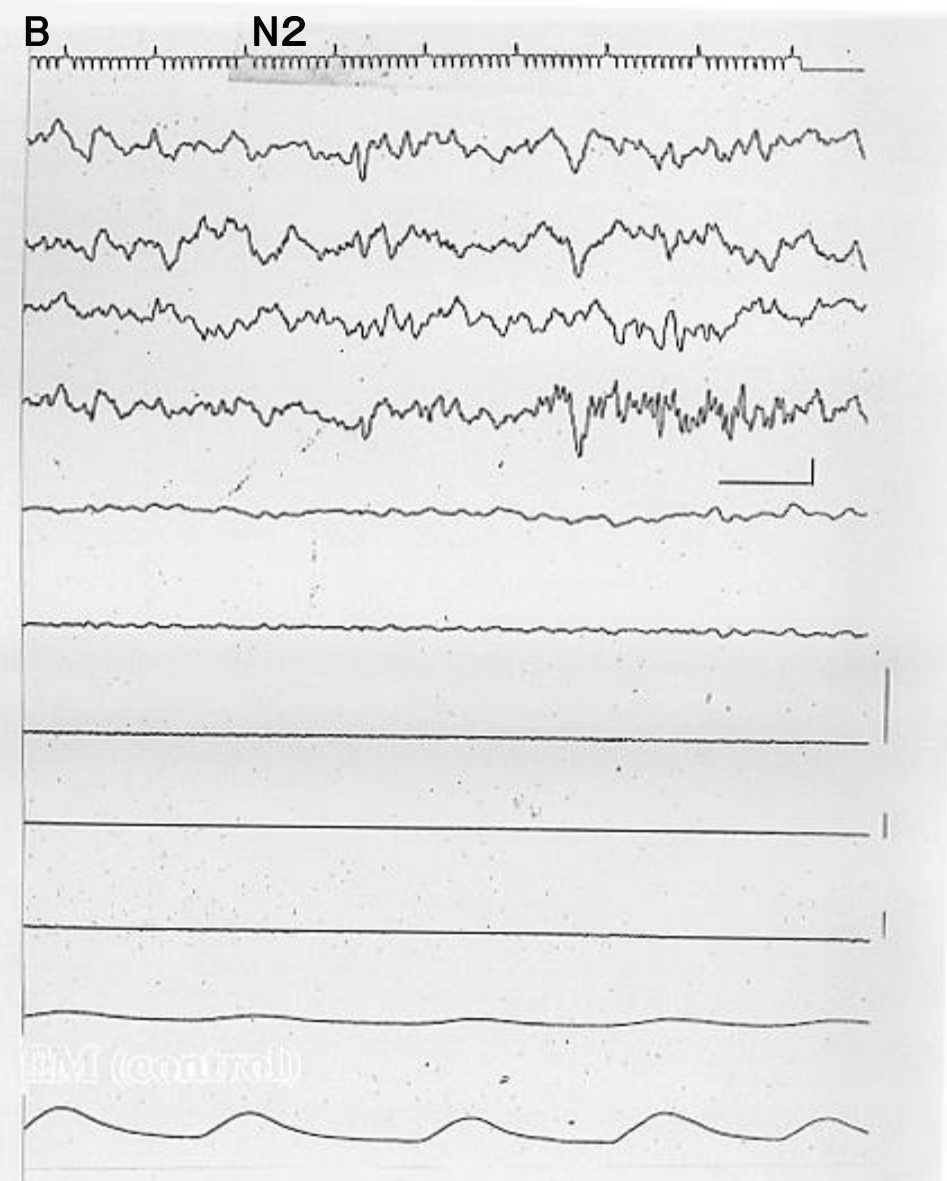
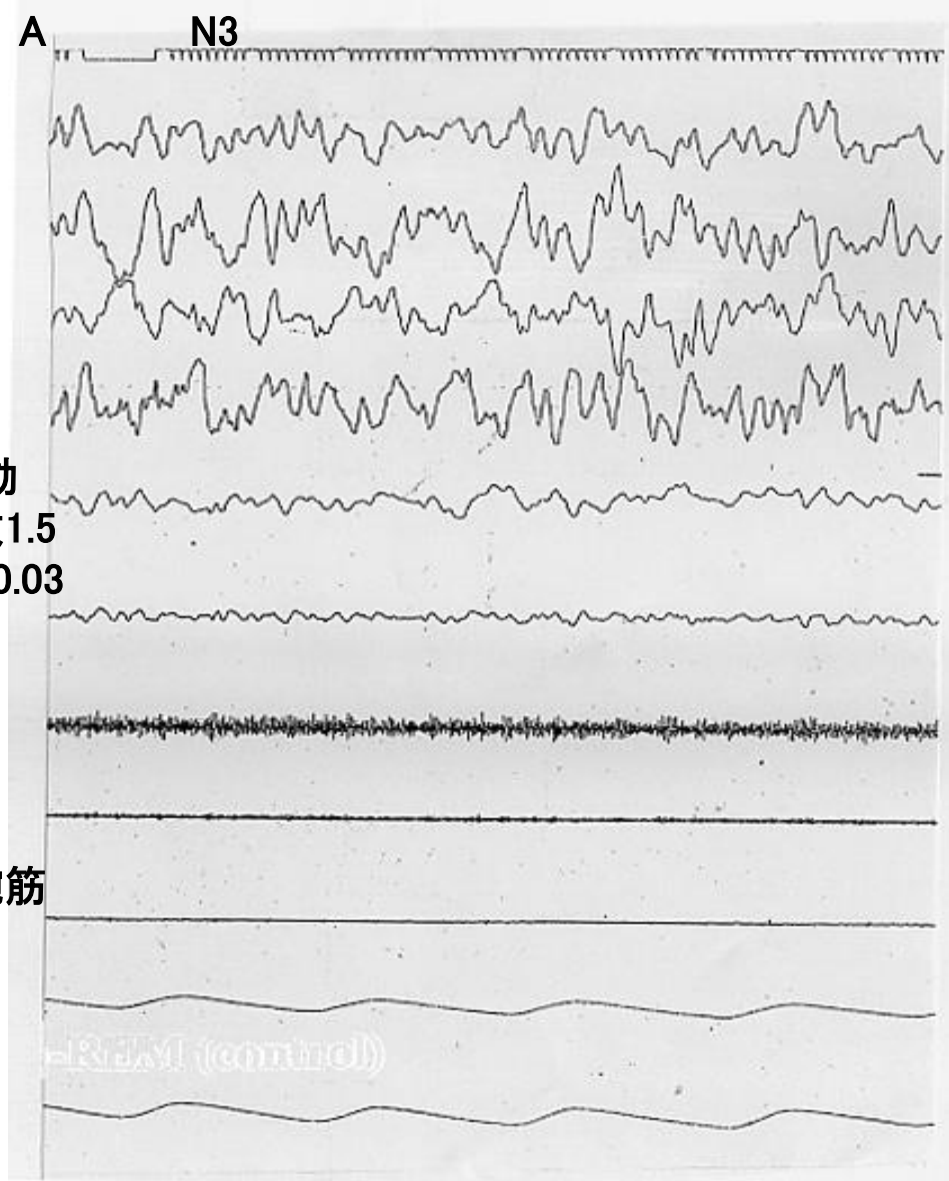
N1



# 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**N2**と判定します。
- N1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、**N2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。
- **N3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**、と呼ばれます。

脳波



# 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**N1-3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、N3、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。

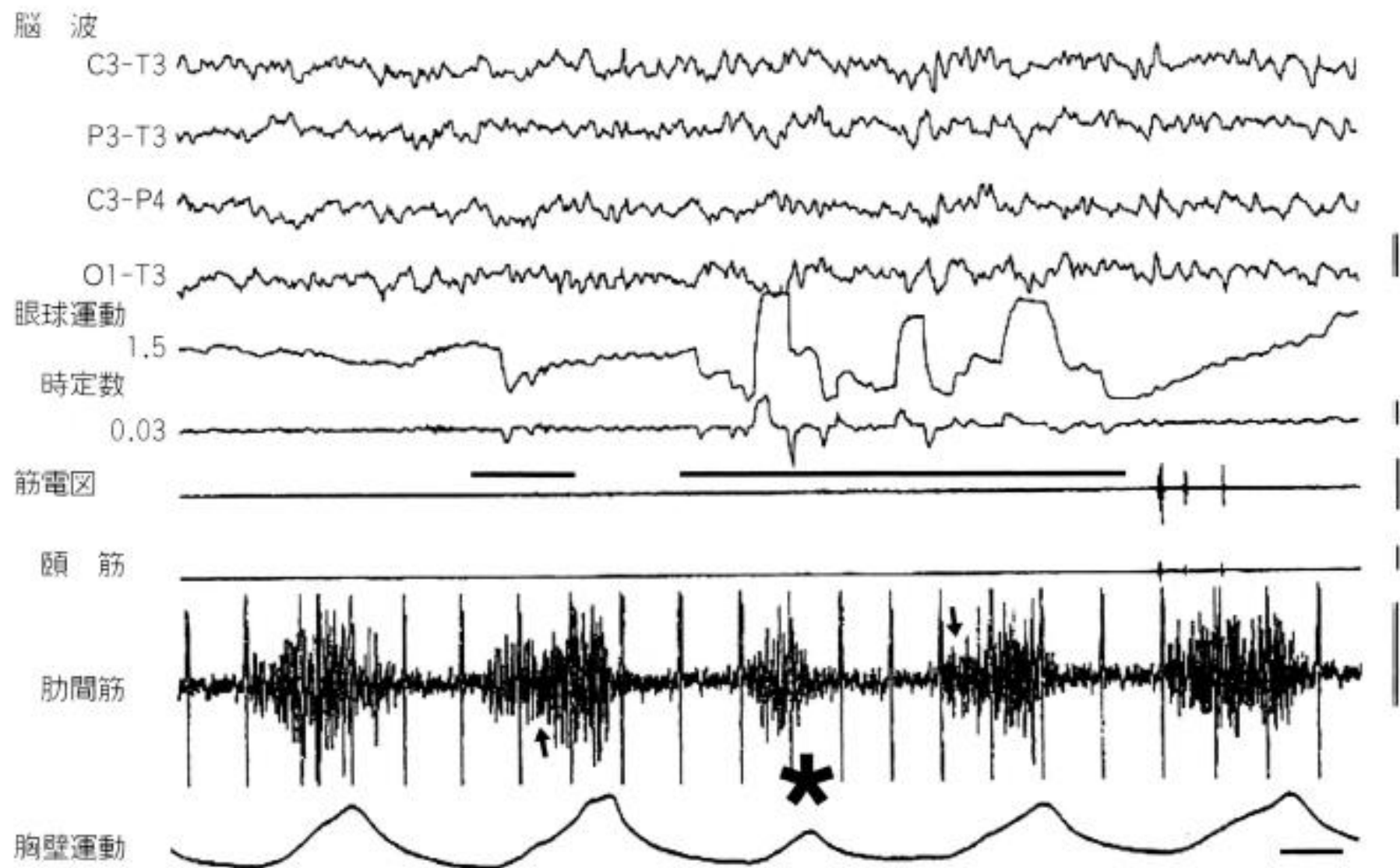


図2 レム睡眠期のポリグラム

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。

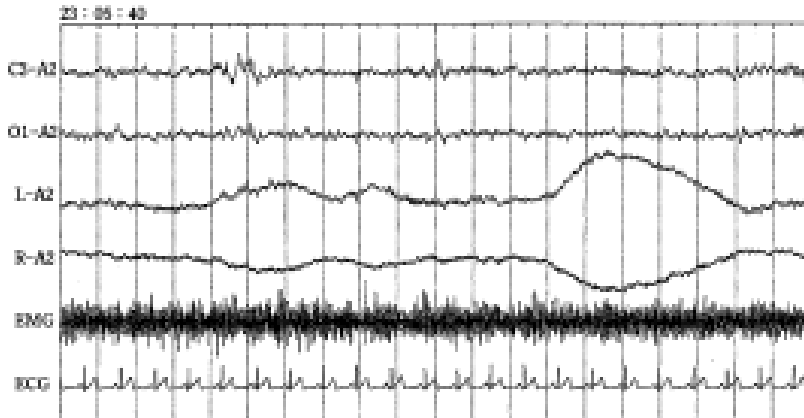
# 眠りを記録する。9/13

- 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



N1



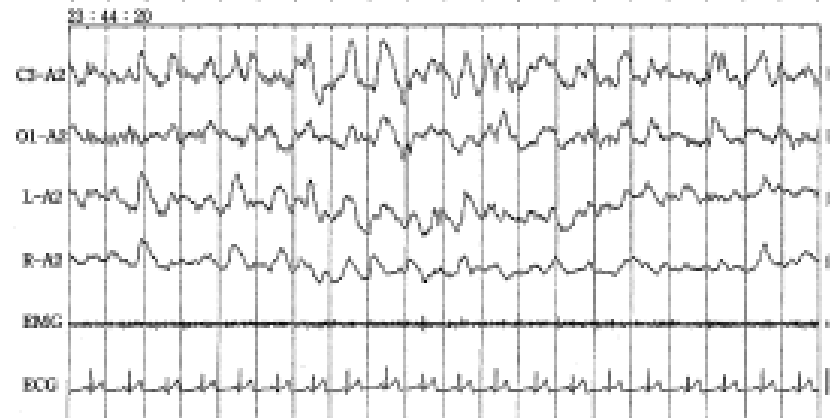
N2



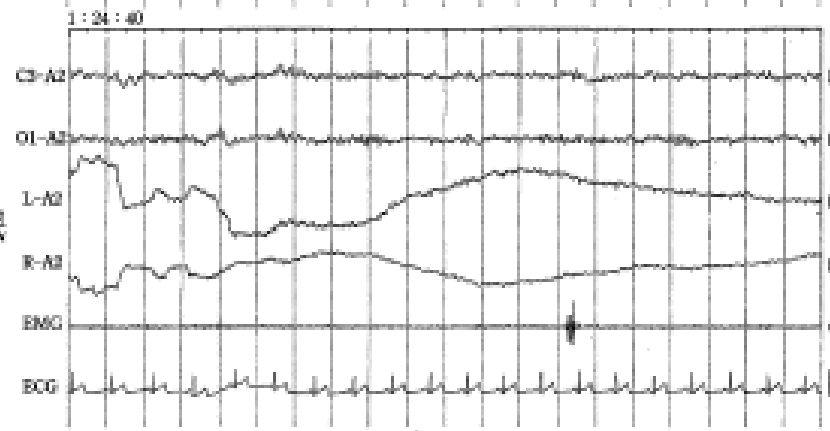
N3



N3



△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N3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N3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(N3)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分程度と言われています。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。



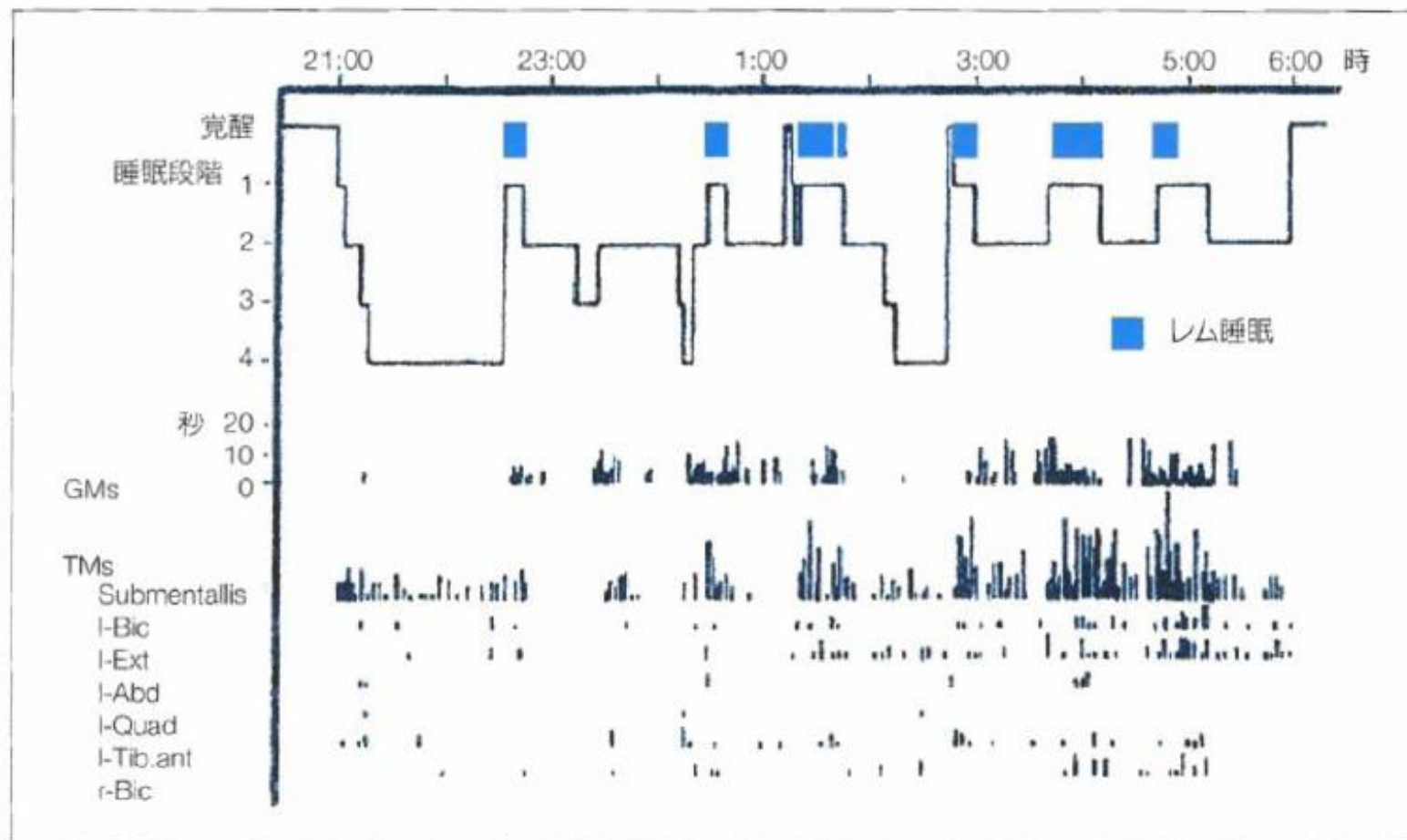


図 1-3 4歳女児の一晩の睡眠経過図

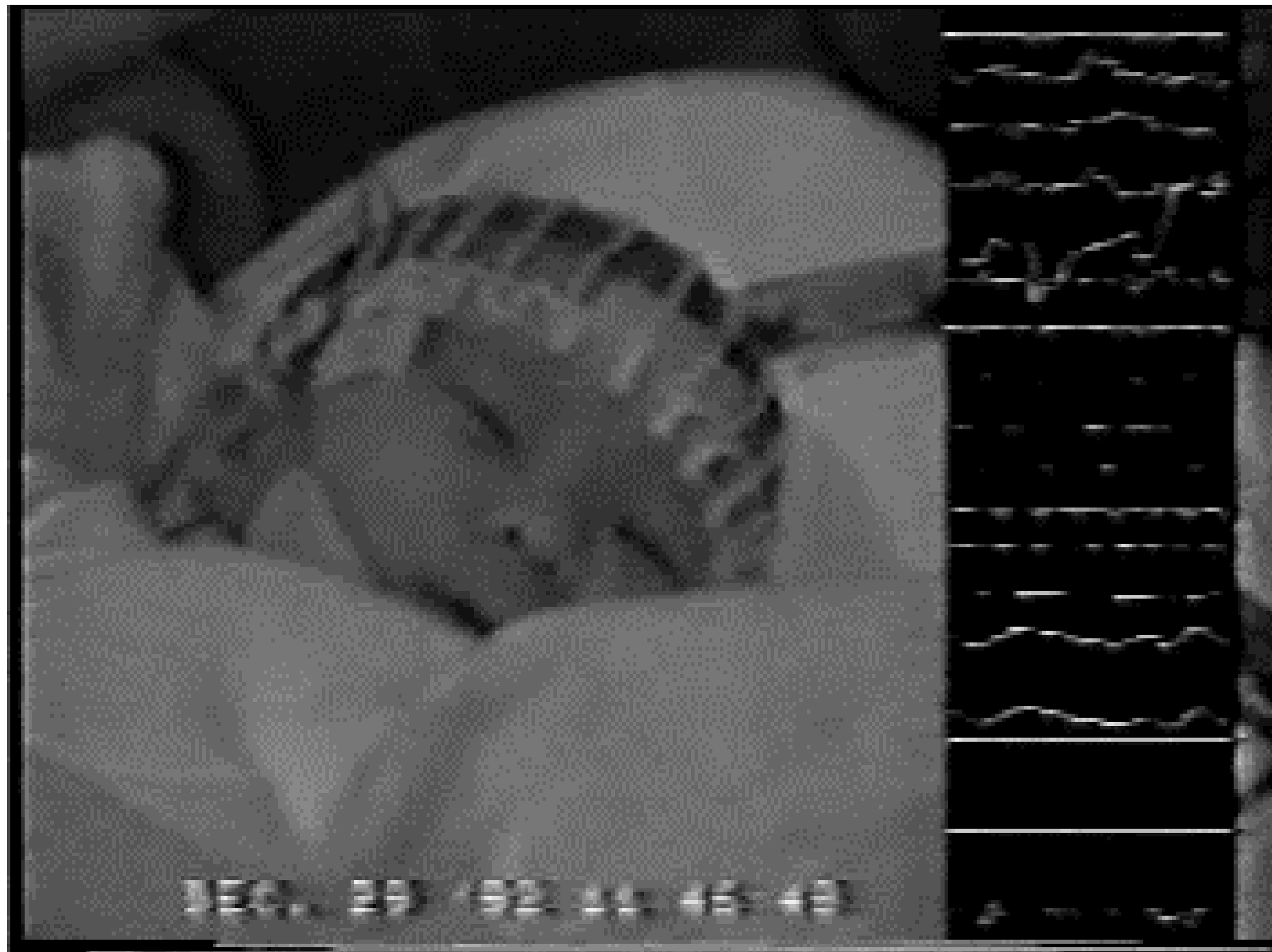
GMs (gross movements, p. 16 参照)：持続が2秒以上の体幹筋を含む広範な動き。睡眠後半に頻度が増している。TMs (twitch movements, p. 16 参照)：持続0.5秒以下の一過性の筋放電。これも睡眠後半で頻度が増している。Submentallis：頤下筋。l-Bic：左上腕二頭筋。l-Ext：左前腕伸筋群。l-Abd：左腹直筋。l-Quad：左大腿四頭筋。l-Tib.ant：左前脛骨筋。r-Bic：右上腕二頭筋。

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い、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歳女児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。

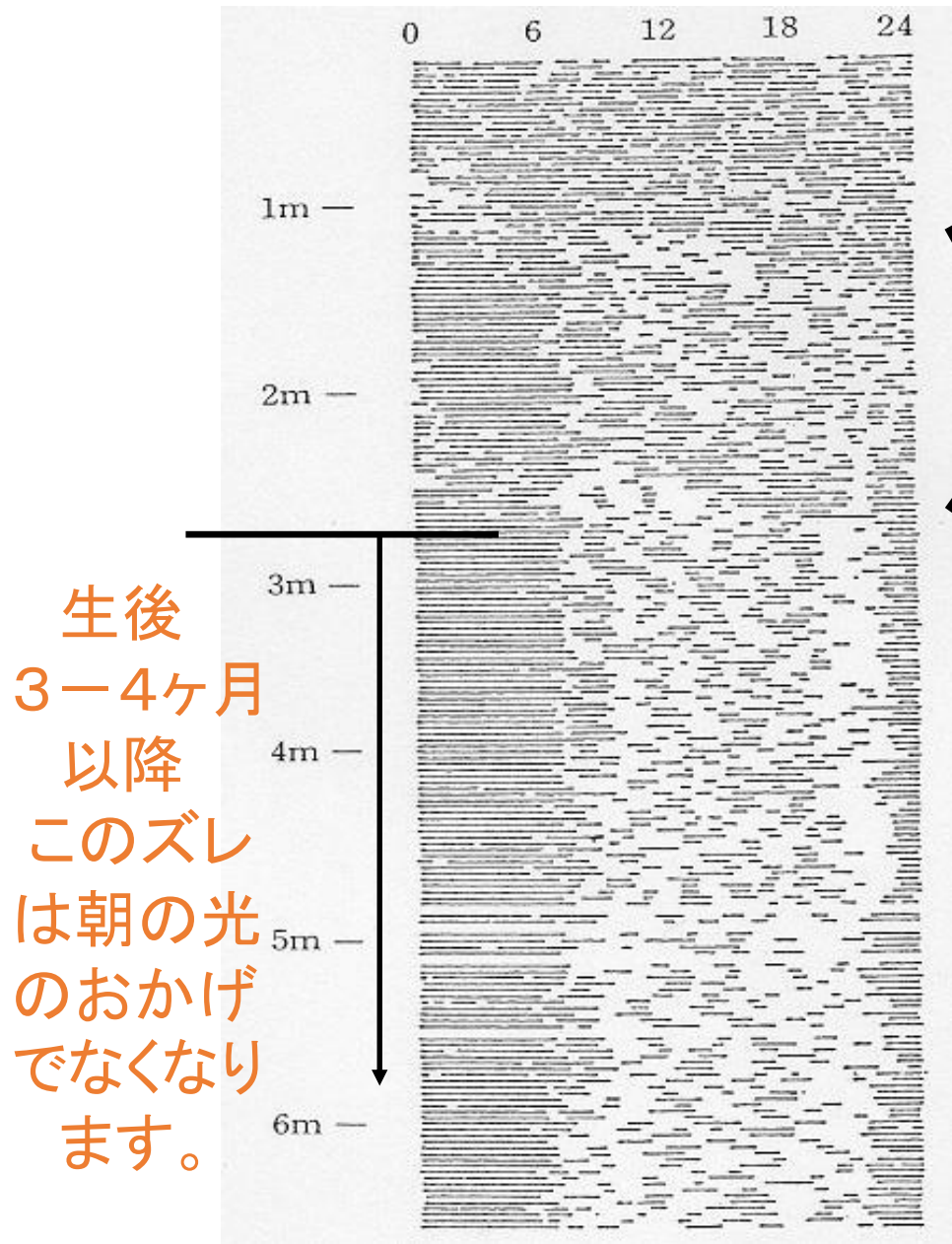
# ヒトの状態 (State)

## 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	N1	$\alpha$ 波が50%以下	穏徐	活発
		N2	紡錘波	なし	やや低下
		N3	高振幅徐波が20%以上	なし	低下



REC. 29 152 34 45 43



生後  
3-4ヶ月  
以降  
このズレ  
は朝の光  
のおかげ  
でなくなり  
ます。

生体  
リズムが  
毎日  
少しずつ  
遅く  
ずれます  
(フリーラン)。

生体時計が自由  
(フリー)に  
活動(ラン)する。

このズレは  
生体時計  
と  
地球の周期  
との差です。

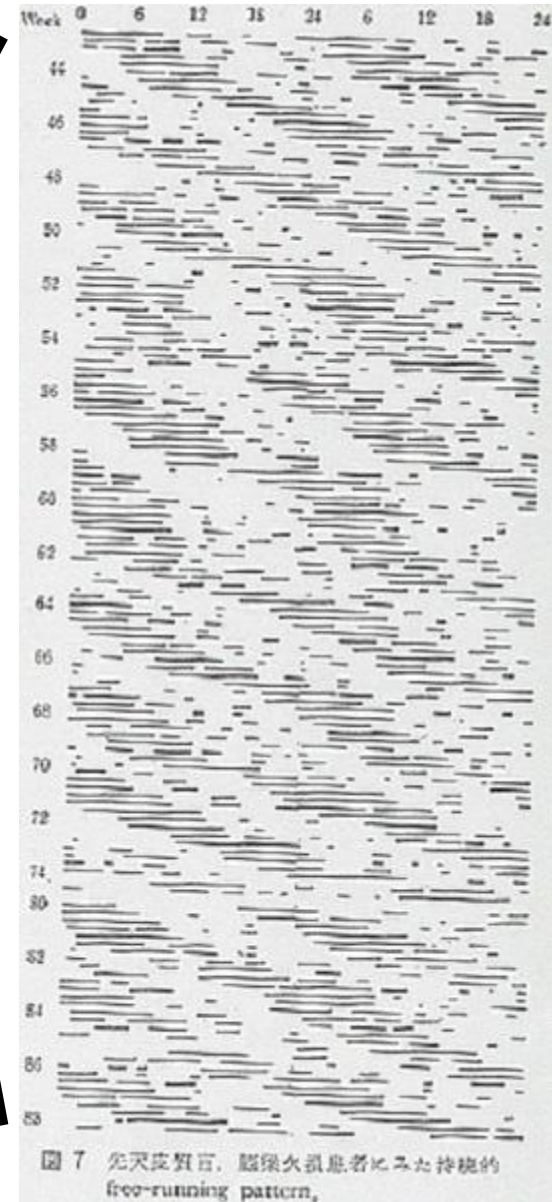
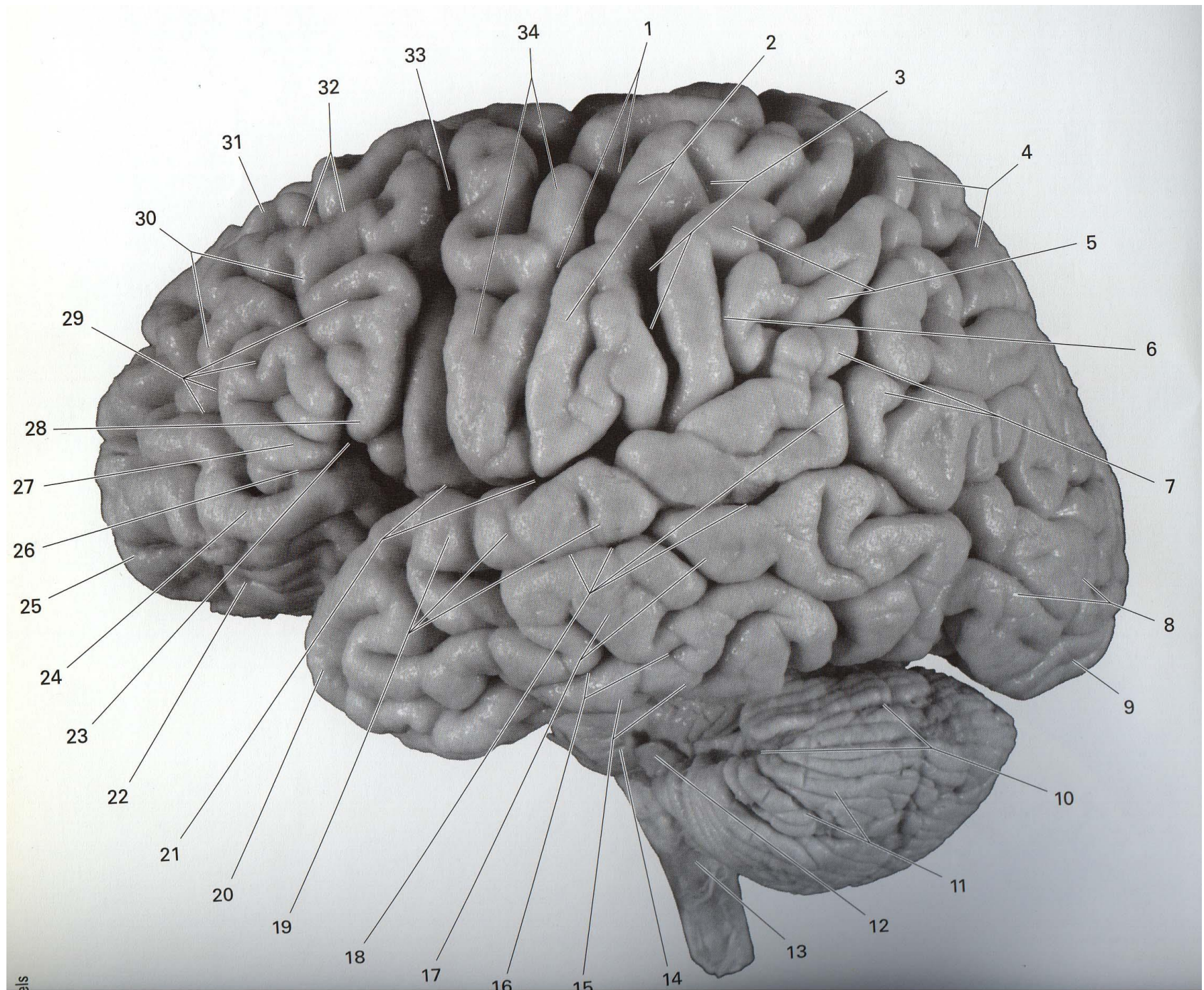


図7 先天失聴盲、脳癱火損患者にみえた持続的 free-running pattern.

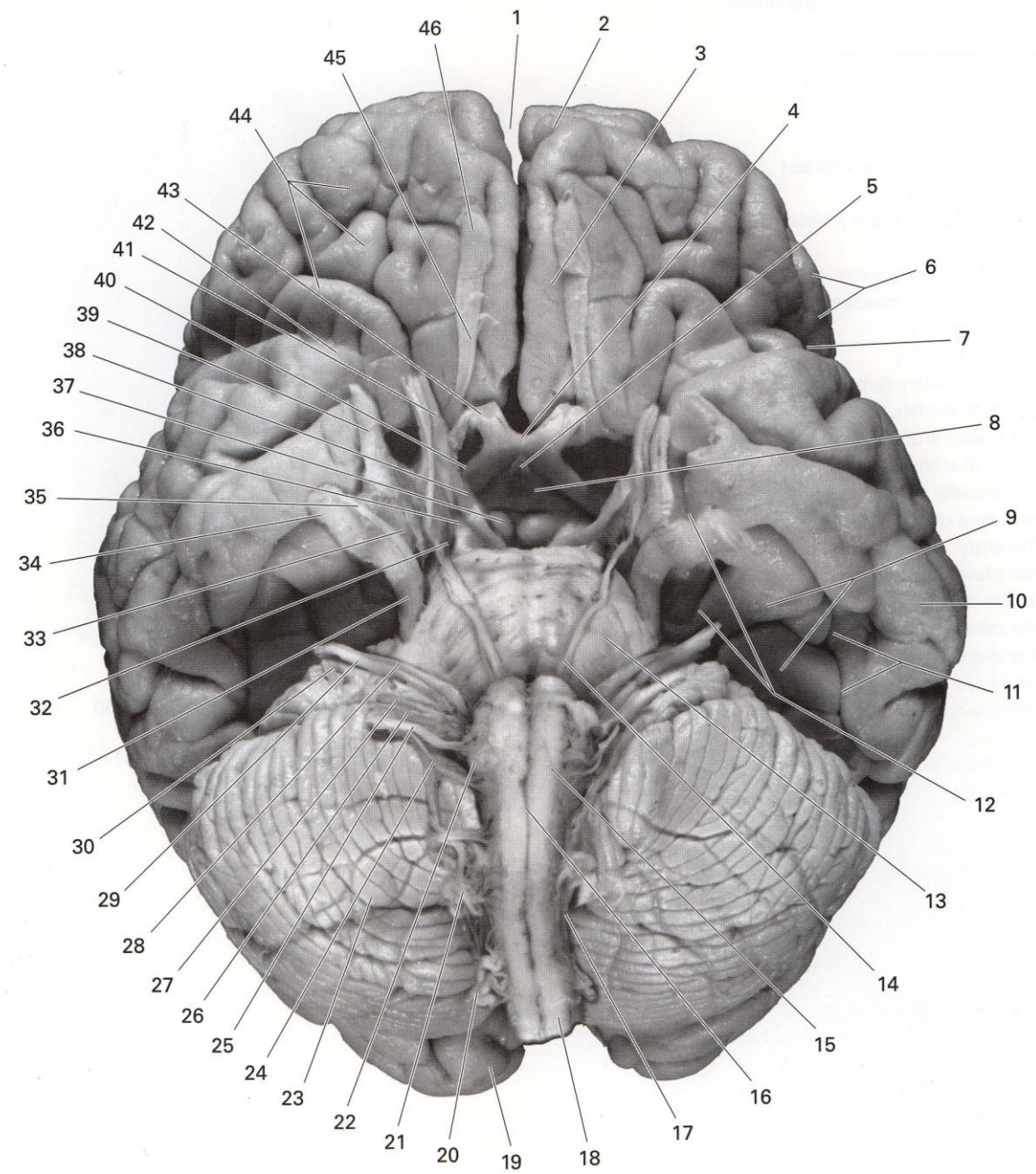
# 母子健康手帳

- [http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11900000-Koyoukintoujidoukateikyoku/s2016\\_10.pdf](http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11900000-Koyoukintoujidoukateikyoku/s2016_10.pdf)
- “母子健康手帳” を検索
- 母子健康手帳について | 厚生労働省 をクリック
- 母子健康手帳について
- 母子健康手帳の様式について
- PDF 省令様式 [3,630KB] をクリック

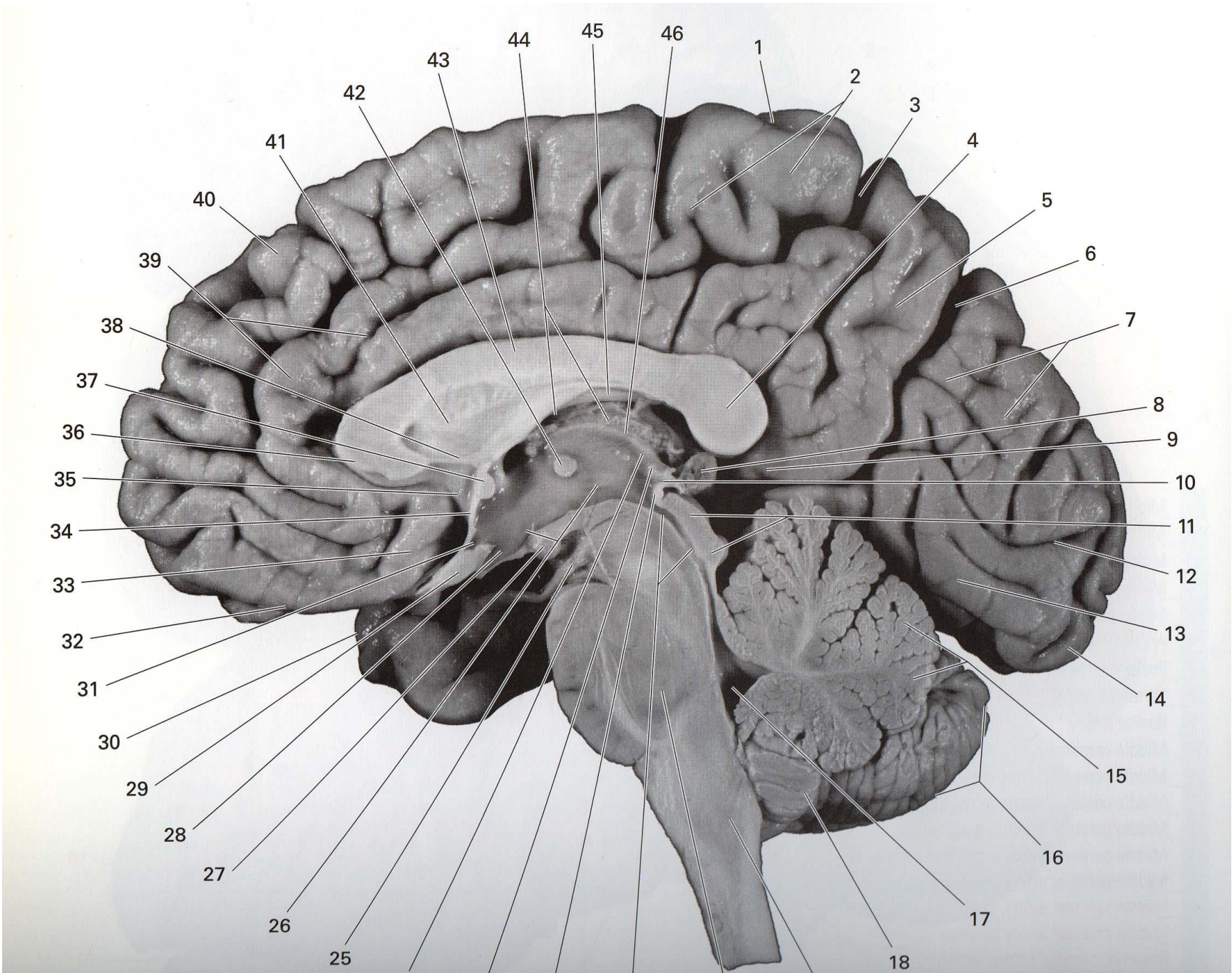




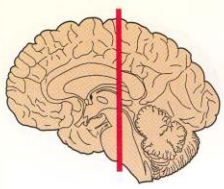




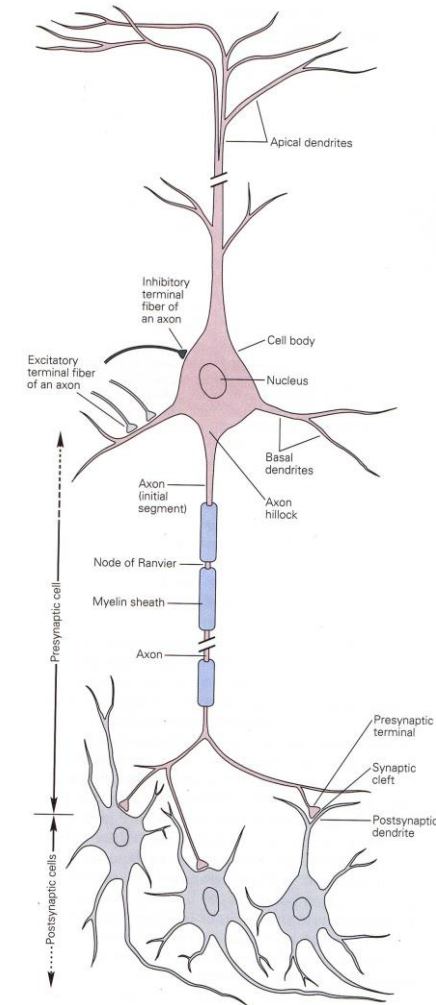
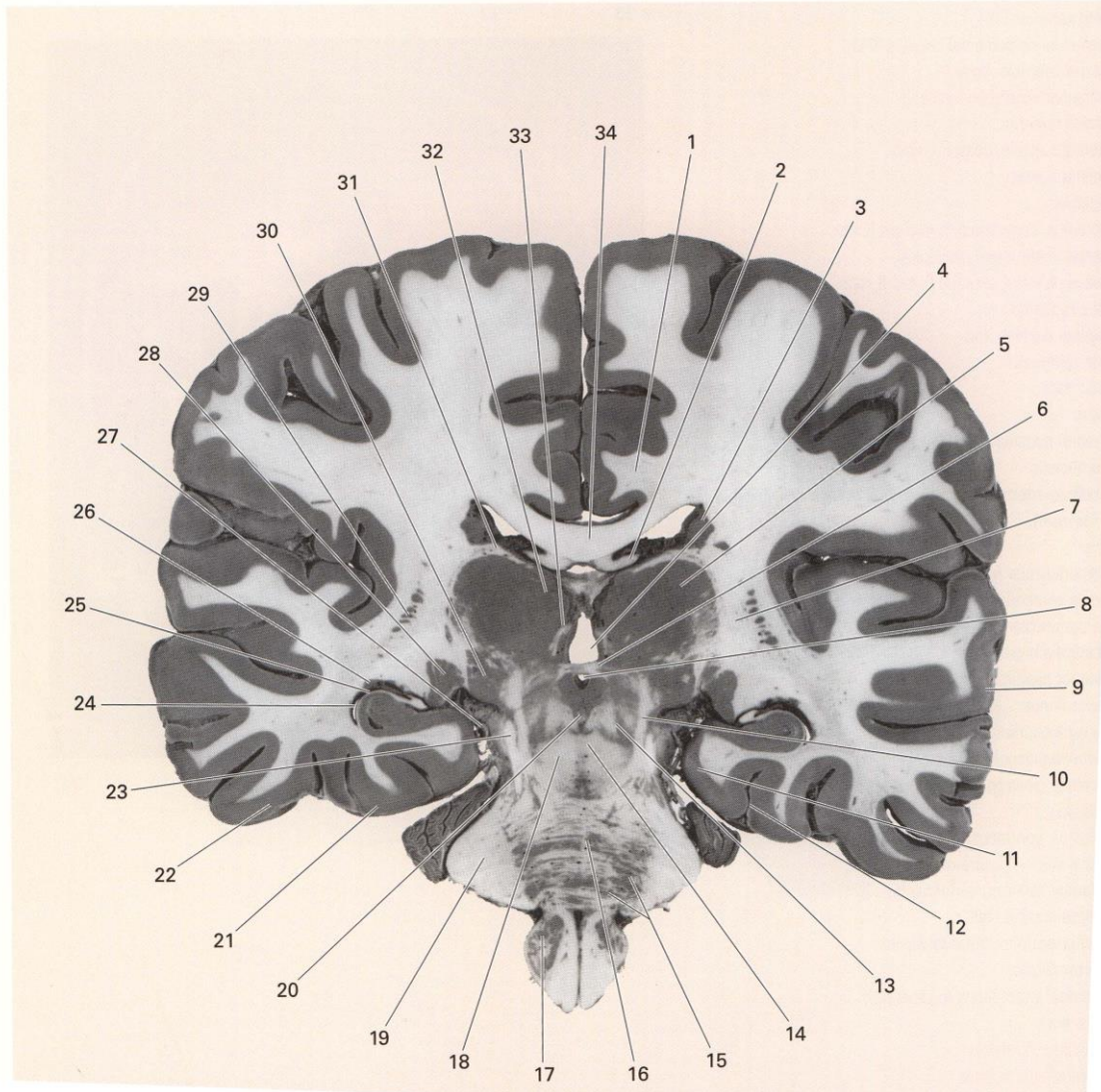




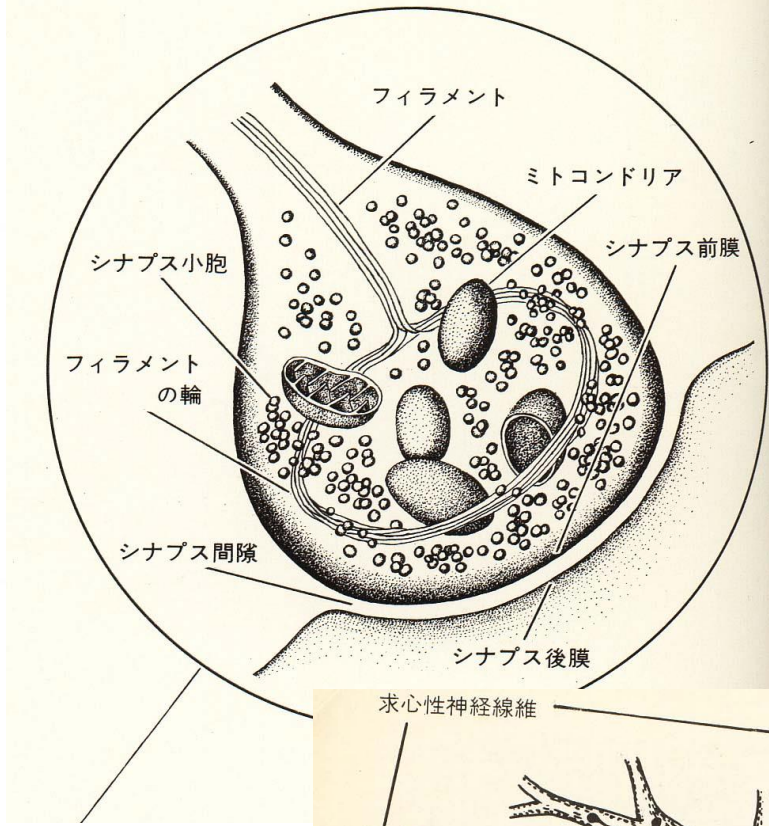
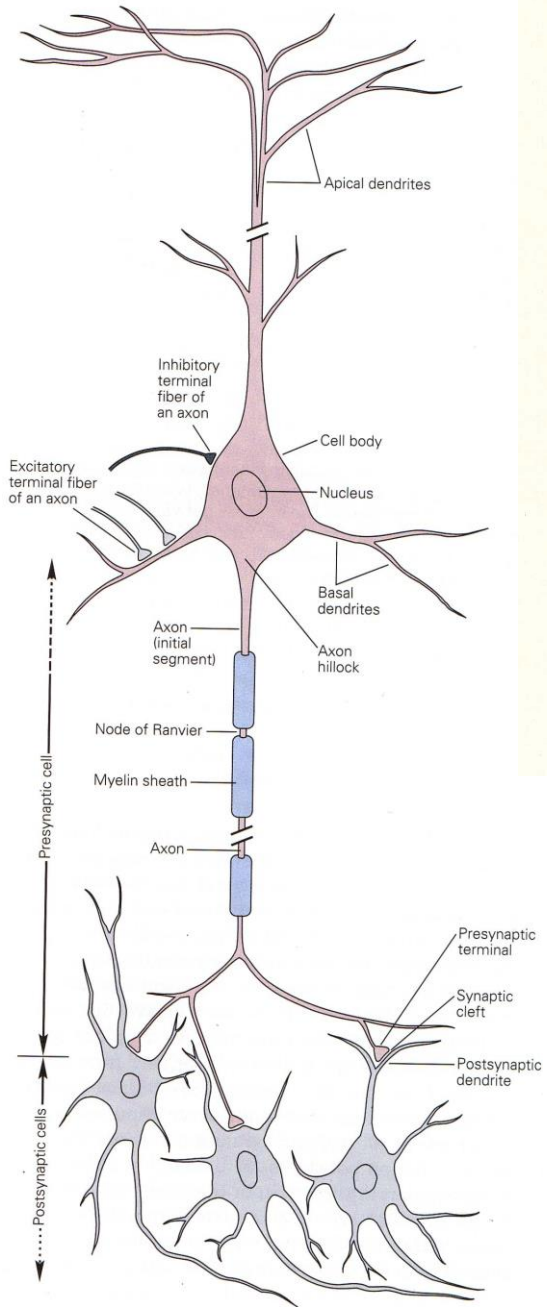




## Coronal Section Through Posterior Commissure (1X) with Vessel Territories (0.7X)

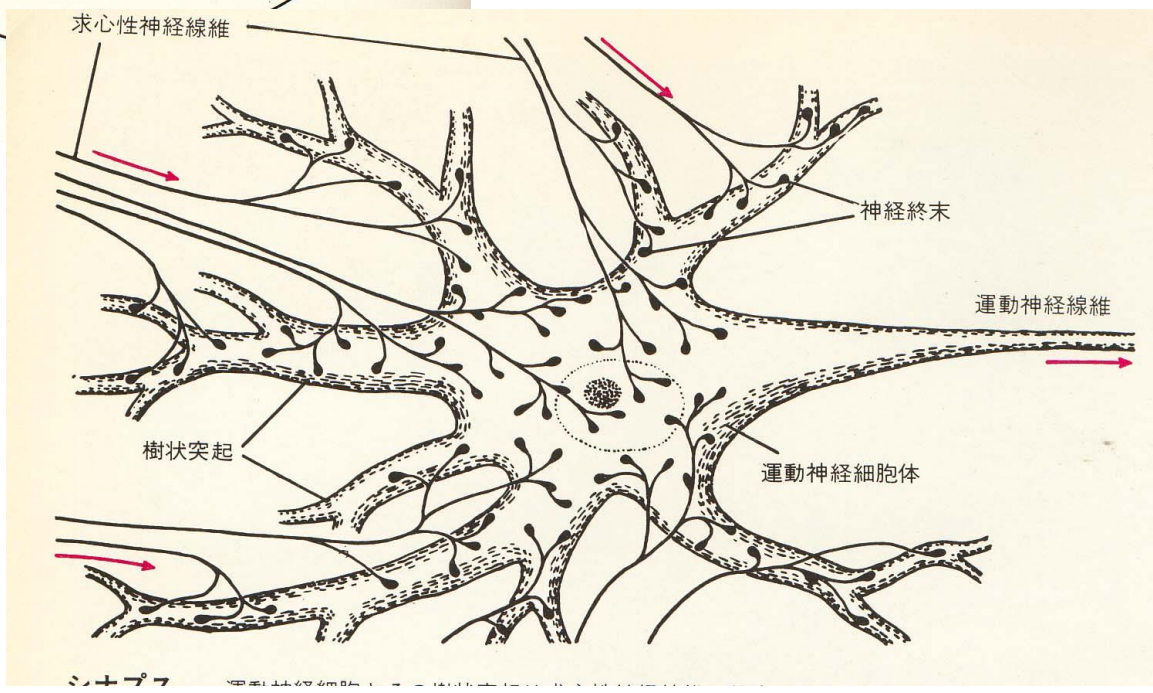


大脳の上層は灰白質(神経細胞)  
 大脳の下層は白質(神経線維)



# 神経細胞とシナプス

シナプスは神経細胞の情報伝達の間

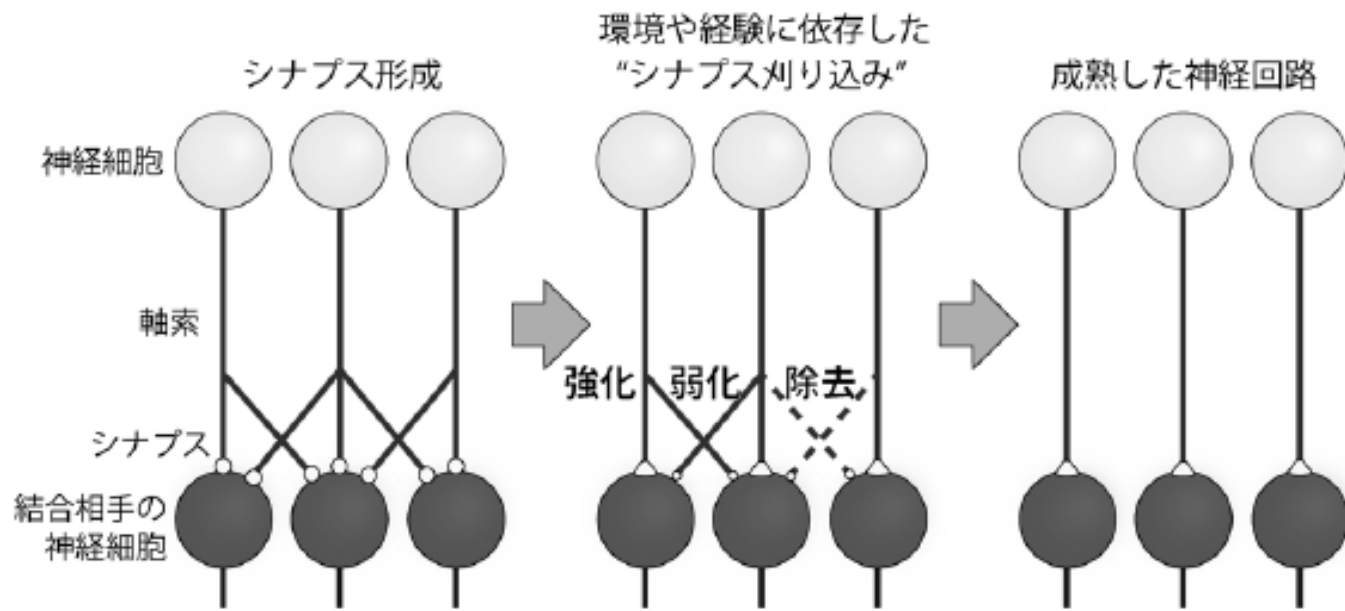




たとえば手を握ろう。そう考えると、脳のなかの手を握ろうという意思を司る神経細胞が活動します。神経細胞が活動するということは、活動電位が生じることで、この活動電位は神経細胞から伸びるひも一軸策一を伝わり、途中いくつかの神経細胞を経由して、最終的には大脳の表層の灰白質のなかの運動野と呼ばれる場所にある手の運動を司る神経細胞との接続部分であるシナプスに到達します。

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。



**図1** 生後発達期に起こる神経回路の再編成の概念図

出生直後に盛んにシナプス形成が起こり、その密度は成熟動物の神経系よりもずっと高くなる。その後、環境や経験などの外界からの刺激に対応して、必要なシナプス結合は強化され、一方で不必要な過剰シナプス結合は弱められ、最後には除去される（シナプス刈り込み）。生き残った必要なシナプスだけが維持され、機能的でむだの少ない成熟した神経回路ができ上がる。

### 生後発達期の小脳におけるシナプス刈り込みのメカニズム

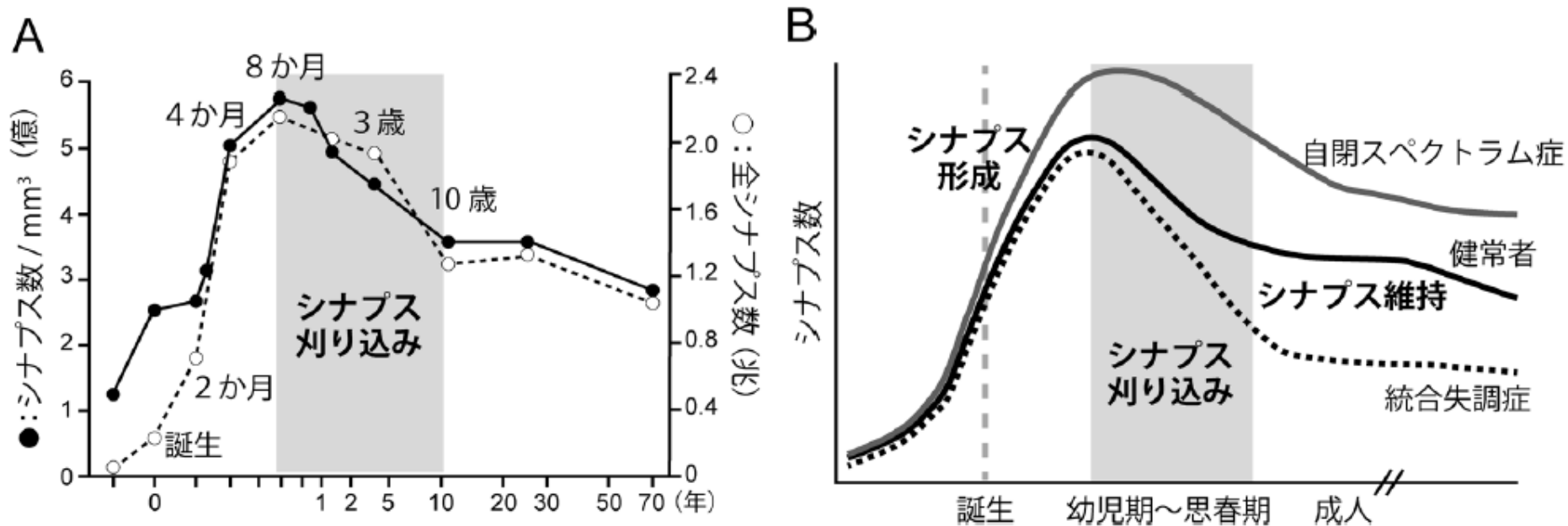


図2 ヒト大脳皮質におけるシナプス数の発達変化と精神疾患患者でみられるその異常  
 (A)ヒトの大脳皮質視覚野のシナプス密度(●)と全シナプス数(○)の発達変化を示した (Huttenlocher, et al., 1982<sup>5)</sup>より改変). (B)ヒトの大脳皮質の樹状突起のスパイン数(シナプス数)の発達変化について, 自閉スペクトラム症患者(グレー線), 統合失調症患者(点線)と健常者(黒線)の3群間で比較した (Penzes, et al., 2011<sup>6)</sup>より改変). 自閉スペクトラム症の患者の脳では生後のシナプス密度が一貫して高く, シナプスの過剰形成と刈り込みの障害があることが予想される. 一方, 統合失調症の患者の脳では幼児期~思春期以降にシナプス密度が低く, シナプス形成は正常だが, その後に過剰なシナプス刈り込みが起こっていると考えられている.

ノンレム睡眠がシナプス形成に関連

(Yang, et al., Science, 2014)

レム睡眠がシナプスの刈り込み(選択)に関連

(Li et al., Nat Neurosci, 2017)

生後発達期の小脳におけるシナプス刈り込みのメカニズム

渡邊 貴樹, 上阪 直史, 狩野 方伸

Published in final edited form as:

*Science*. 2014 June 6; 344(6188): 1173–1178. doi:10.1126/science.1249098.

## Sleep promotes branch-specific formation of dendritic spines after learning

Guang Yang<sup>1,2</sup>, Cora Sau Wan Lai<sup>1</sup>, Joseph Cichon<sup>1</sup>, Lei Ma<sup>1,3</sup>, Wei Li<sup>3</sup>, and Wen-Biao Gan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Skirball Institute, Department of Neuroscience and Physiology, New York University School of Medicine, New York, NY 10016, USA

<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, New York University School of Medicine, New York, NY 10016, USA

<sup>3</sup>Drug Discovery Center, Key Laboratory of Chemical Genomics, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055 China

when multiple tasks are learned. Neurons activated during learning of a motor task are reactivated during subsequent non-rapid eye movement sleep, and disrupting this neuronal reactivation prevents branch-specific spine formation. These findings indicate that sleep has a key role in promoting learning-dependent synapse formation and maintenance on selected dendritic branches, which contribute to memory storage.

運動に関する作業で活性化した神経細胞は、その後のノンレム睡眠中にも再活性化され、この再活性化を抑制すると樹状突起に特異的なspine 形成が抑制されることから、ノンレム睡眠が学習に関連したシナプス形成と記憶に関連する樹状突起の選択の維持に重要。

脳には1千億を超えるとも言われる神経細胞(ニューロン)が、それぞれに1マイクロメートル(1ミリメートルの1000分の1)ほどの大きさの「シナプス」と呼ばれる結合を形成して、情報のやり取りを行っています。このシナプスはシナプス前ニューロンと呼ばれる情報を送る側のニューロンの軸索終末と、シナプス後ニューロンと呼ばれる情報を受ける側のニューロンの樹状突起の間で作られます。シナプスを形成している樹状突起側に特別にできる構造をスパイン(棘)と云うのですが、このスパイン(棘)が記憶形成時に伸びたり縮んだりすることがわかってきました。

(日本脳科学関連学会連合脳科学豆知識)

## REM sleep selectively prunes and maintains new synapses in development and learning

Wei Li<sup>1,2,#</sup>, Lei Ma<sup>1,2,#</sup>, Guang Yang<sup>3</sup>, and Wenbiao Gan<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Drug Discovery Center, Key Laboratory of Chemical Genomics, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen, 518055, China

<sup>2</sup>Skirball Institute, Department of Neuroscience and Physiology, New York University School of Medicine, New York, NY 10016, USA

<sup>3</sup>Department of Anesthesiology, New York University School of Medicine, New York, NY 10016, USA

- 1) REM睡眠時間は発達期に長く、その時多くのスパインが形成される。
- 2) 学習時にスパインは増加するが、REM睡眠に入るとスパインが剪定され、数が減る。
- 3) スパインが剪定されることで、次の学習でスパインが新しく発生しやすくなる。
- 4) 発生や学習で新しくできたスパインを追跡すると、REM睡眠はスパインを一部のスパインを長期間維持する方向に働く。
- 5) REM睡眠時に樹状突起で見られるカルシウム流入はNMDA型グルタミン酸受容体の活性化を通じてスパインの剪定と、増強の両方に関わる。  
とまとめられる。

睡眠中に脳はどうなっているか？



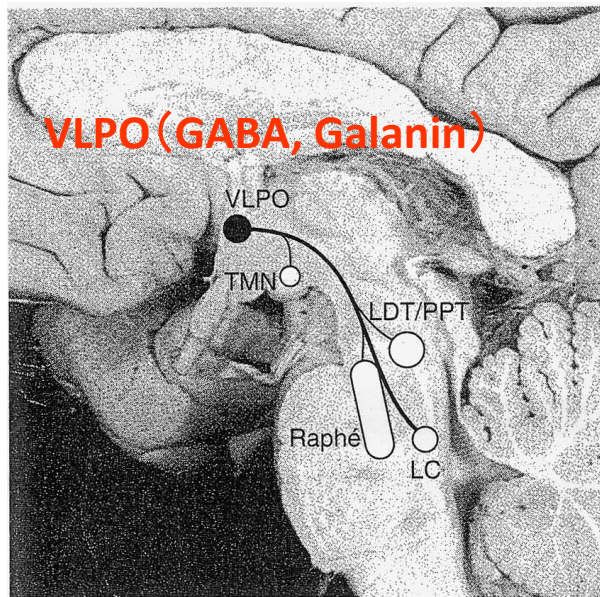


図 32 腹側外側視索前野 (ventrolateral preoptic area: VLPO) からの投射をヒト脳の正中矢状断面に示す

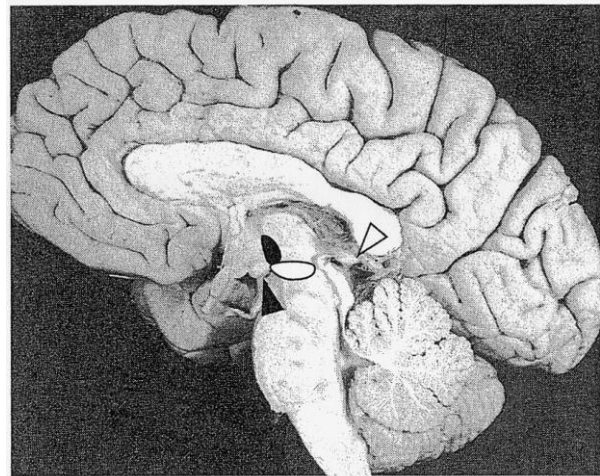
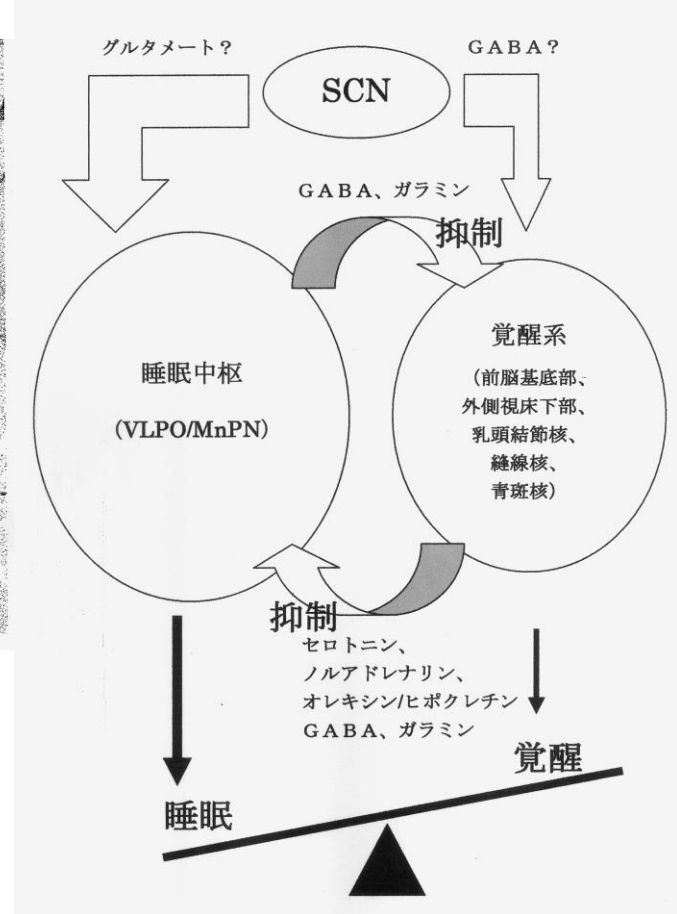
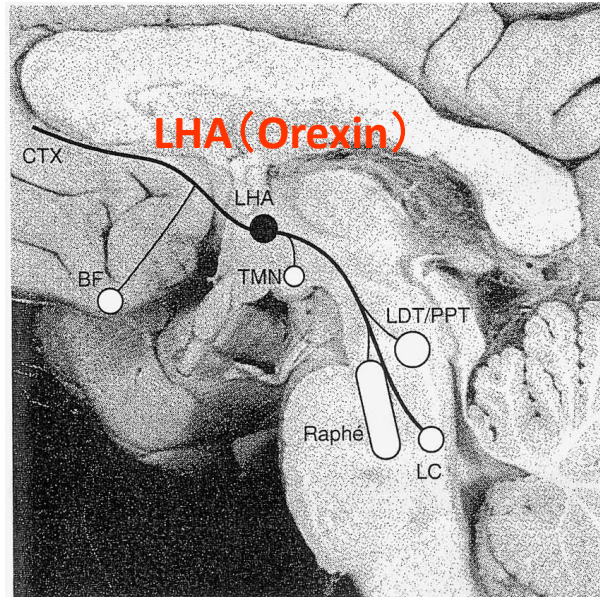


図 31 Economo の睡眠調節中枢を示すヒト脳の正中矢状断面  
白抜きの部分の病変が傾眠をもたらす。黒塗りの部分の病変が不眠をもたらす。白抜きの矢頭は松果体を、黒塗りの矢頭は乳頭結節を示す。



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)

# Take Home Message

- 眠りを眺めるポイントは脳波と目の動きと筋肉、そして眠るのは脳。