

—その4： 記憶その2「海馬と記憶、睡眠・夢の役割」—

記憶：自分にとって必要な情報だけを抽出して類型化して蓄える  
＝現実とは現実ではなく脳が解釈する電気信号（脳は本当の現実を見ていないという事実）

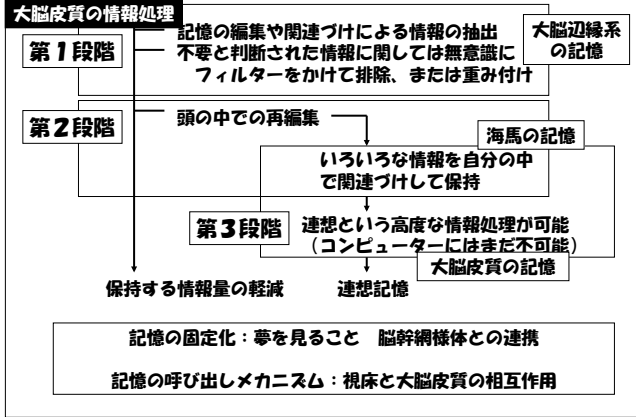
夢ってなんでみるの？

- ・記憶と脳の情報処理の特徴
- ・海馬の記憶と神経発火パターン、老年性健忘
- ・技の記憶
- ・記憶の固定化と夢  
睡眠の意味、夢の役割  
夢分析について
- ・記憶を思い出すということ

澤田 誠 環境医学研究所 脳機能分野

「記憶」まとめ

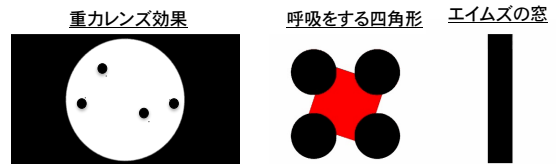
知覚情報（感覚記憶）を丸ごと保持すると情報量は膨大化する



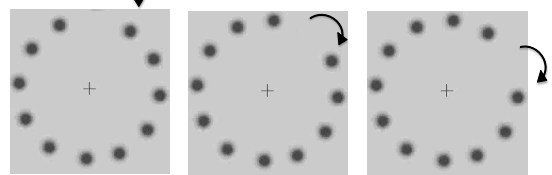
「現実とは何か？」「それは脳が解釈する電気信号に過ぎない」  
(映画「マトリックス」より：自分の信じてきた世界の記憶が模造品であったことを知らされた主人公のネオは、自己存在の足場を失って不安・恐怖・不信・否認といった様々な感情の起伏の中で葛藤し、受け入れざるを得ない現実を前にして嘔吐する。)



脳は見たままを認識していないという証拠



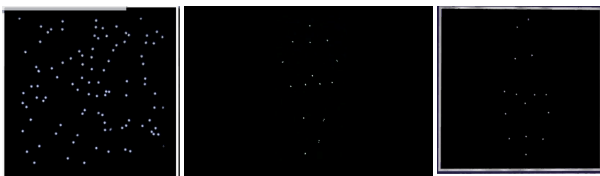
ライラックチェイサー：無いものが見える、あるものが見えなくなる  
ピンクの円が順番に点滅するだけなんです...



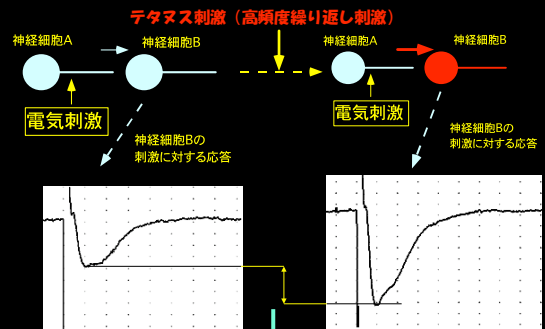
脳による主観的解釈の利点

3種類のバイオリジカルモーション

ノイズからの抽出      付加情報の投影      解釈の条件



シナプスの可塑性について



応答の増大 = 神経の可塑性

### 記憶はどうやって作られるのか:海馬の記憶

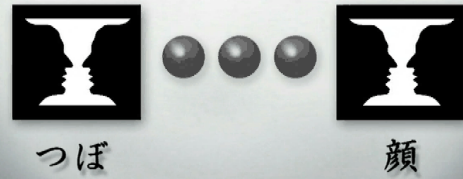
7/36



記憶の回路形成：感覚野で要素に分割された情報を統合してまとめる  
インデックス化：形成した記憶の回路は要素情報でも活性化して記憶全体を呼び起こす

### 神経の活動パターンとインデックス：記憶の意味

8/36



神経には自発活動パターンがあり、意味を認識できるパターンをとったとき記憶という情報として認識できる。このパターン=意味が記憶のインデックスで、海馬の記憶のもとと考えられている。

### 海馬の脳トレ：記憶の呼び出し

9/36

まず、3文字の単語を6つ記憶します。  
その後、二桁の数字から3つつ引くという暗算をすぐにします。そしてその後にはじめに覚えた単語を思い出して見ます。

### 答え合わせ

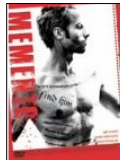
10/36

### 海馬の記憶と大脳辺縁系の記憶

11/36

海馬が壊れると記憶が短時間しか持たなくなる=順行性健忘

例) 映画「博士の愛した数式」「50回目のファーストキス」「メント」



順行性健忘の患者さんに意地悪をする実験を行ったところ、意地悪をされたことはまったく覚えていなかったが、当人が初対面と思っているその相手がはじめから「いやなやつだ」と感じてしまう。

#### 海馬の記憶と大脳辺縁系の記憶の違い

大脳辺縁系は、生命の危機的状況を細かく記憶する。この記憶は、次に同じような場面に遭遇したとき、より正確に判断して、生命を守る可能性を少しでも高めようとするための記憶学習でもある。

### 老化と海馬

12/36



海馬の神経細胞は酸素不足に極端に弱いため小さな虚血性の症状が起こると神経が死滅してしまう。老人になるとこれが蓄積して海馬が機能しなくなる。



技の記憶：大脳基底核と小脳による記憶  
 記憶するのに時間がかかる、忘れにくい、無意識下でも稼動する  
 知識・思い出の記憶：海馬が関与する

なぜ夢を見るのか？

夢はどのようにときに見るのか？

—夢を見たり見なかったりするのなぜ？

夢を覚えていないのはどうして？

—起きると夢を忘れるのはなぜ？

—覚えている夢、忘れる夢、一部覚えている夢の違いは？

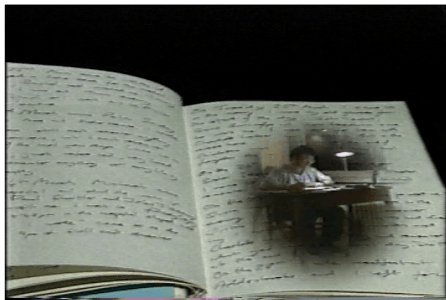
内容が支離滅裂

- ・悪い夢、良い夢について。精神状態の反映？
- ・歯が抜ける夢
- ・空を飛ぶ夢
- ・時間に間に合わない夢
- ・志望校を落ちる夢
- ・見たこともない場所が出てくる

同じ夢を何度も見ることはあるのは？

正夢は本当にあるの？

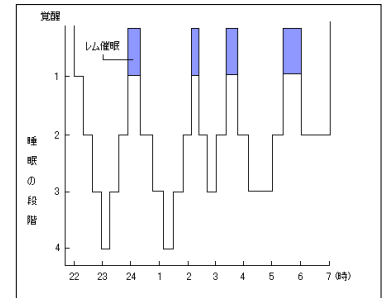
まず、次の動画を見てみましょう。少し疑問が解消しませんか？



- ・海馬の記憶は数十分から数日で消えてしまう
- ・夢が大脳皮質の記憶回路に記憶を固定化する
- ・睡眠中に脳幹網様体の信号により記憶の回路がランダムに活性化：これが夢
- ・記憶回路は過剰に刺激され、適切でないシナプス結合が排除される

ノンレム睡眠

ステージI：傾眠状態。  
 脳波上、覚醒時にみられたα波が減少し、低振幅の電位がみられる。  
 ステージII：脳波上、睡眠紡錘 (sleep spindle) がみられる。  
 ステージIII：低周波のδ波が増える。20% - 50%  
 ステージIV：δ波が50%以上。



レム (REM) 睡眠

- ・急速眼球運動 (Rapid Eye Movement) の見られる睡眠である。
- ・脳波は比較的早いθ波が主体となる。
- ・この期間に覚醒した場合、夢の内容を覚えていることが多い。
- ・レム睡眠中の脳活動は覚醒時と似ており、エネルギー消費率は覚醒時とほぼ同等である。

参考：脳波の種類

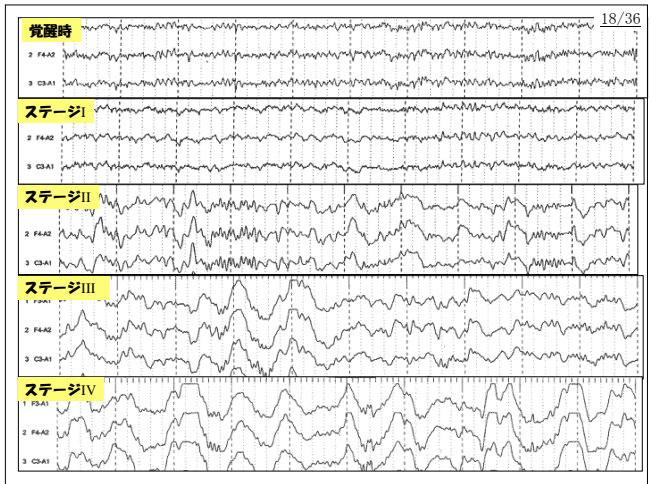
ヒト・動物の脳は、常に様々な周波数からなる電気の振動を発生している。周波数帯域ごとに以下のように名前が付けられており、それぞれ異なる生理学的な意義を有している。

- ・デルタ波 δ (デルタ)：1~3Hz
- ・シータ波 θ (シータ)：4~7Hz
- ・アルファ波 α (アルファ)：8~13Hz
- ・ベータ波 β (ベータ)：14~30Hz
- ・ガンマ波 γ (ガンマ)：30~64Hz
- ・オメガ波 ω (オメガ)：64~128Hz
- ・ロー波 ρ (ロー)：128~512Hz
- ・シグマ波 σ (シグマ)：512~1024Hz

一般に健康者では、安静・閉眼・覚醒状態では後頭部を中心にα波が多く出現する。

また睡眠の深さ(睡眠段階)は脳波の周波数などに基づいて分類されている。

- ・シータ(θ)波・・・ 睡眠の段階1の時の脳波
- ・デルタ(δ)波・・・ 睡眠の段階3~4の時の脳波
- ・アルファ(α)波・・・ 安静・閉眼・覚醒状態
- ・ベータ(β)波・・・ 緊張・イライラしている時



19/36

### なぜ睡眠があるのか：睡眠の生物学的意味

断眠ラットの実験；2～3週間の断眠で死亡する  
 極端な衰弱と体温調節の不良、脳では視床に損傷が起きる

断REMネコの実験：  
 3週間ぐらいから睡眠異常＝覚醒状態からすぐにREMに陥る  
 4～10週間で行動異常がおこる  
 断REMヒトの場合：寝覚めが不機嫌、疲労感が残る

- 省エネ：休息、体温調節には必須  
 活動すると体温上昇-動かなくして放熱する  
 → 脳の場合はそれほど省エネとはならない！  
 REM睡眠時はむしろ活動が上昇してしまう
- 補修と成長  
 → 睡眠時（特にREM睡眠）は体が麻痺している状態  
 = 生存のためには非常に危険な状態  
 \*それでもREM睡眠があるのは重要な意味があるはず

20/36

### 睡眠の役割：眠る脳と眠らせる脳

なぜ[眠る脳]は眠る必要があるのか：  
 第4段階の深い眠りが全体の1/3、少なくとも2時間はないと疲労が回復したという実感は得られない

#### 睡眠の役割

1. 大脳の休息  
 眠りの状態というのは、脳全体が休息しているわけではない  
 睡眠時に休息する脳「眠る脳」と睡眠時にも活動し続ける脳「眠らせる脳」に区分できる  
 \*ただし、「休息」といっても活動が止まるわけではない！  
 ウィークデイが覚醒状態だとすると睡眠は休日のようなもの  
 「眠る脳」：大脳、小脳など。  
 「眠らせる脳」：間脳、中脳、延髄など呼吸や心臓など生命の維持にかかわる働き
2. 情報の整理と記憶の定着
3. 夢による精神のバランス
4. 下垂体内分泌系の活性化  
 睡眠不足は美容の敵：成長ホルモンを分泌して、筋肉や骨格の成長を促したり、皮膚の新陳代謝を高める
5. 免疫力を高める

21/36

### 睡眠時（特にREM）の脳の活動

活動が落ちる部位：前頭連合野で覚醒時の-25%  
 （入眠時には全体に5～15%程度低下する）  
 活動が上昇する部位  
 視覚連合野 +/-（覚醒時と同等）、REM睡眠では+5～10%  
 扁桃体、辺縁系 +15%  
 大脳基底核 +10%  
 脳幹網様態 +20%

つまり睡眠時に脳は休んでいない（眠っていない！）

睡眠時(特にREM)	覚醒時
脳幹Ach優位：脳全体が活性化しやすい (特に辺縁系、視覚・運動・感情の中枢)	青班核NE(中脳5-HT)優位 ：前頭葉が活性化(集中しやすい)
辺縁系 > 前頭前野	辺縁系 < 前頭前野

- REM睡眠時は強い運動抑制（延髄の運動中枢の抑制）：全身麻痺状態
- 勝手なイメージがランダムに作られる
- 新しい情報（その日起きていたときの記憶）が再現されやすい

一体何が起きているのだろうか？／何が行われているのだろうか？

22/36

### 睡眠時（特にREM）の脳の活動

- 全身麻痺状態
- 勝手なイメージがランダムに
- 起きていたときの記憶が再現

感覚入力OFF  
 つじつまあわせのストーリー展開＝夢  
 記憶として想起されやすい順序

脳は麻痺している状態で、ランダムなイメージと過去の記憶を組み合わせて新しいストーリーを生成している。これを「夢」と呼ぶ。

脳は麻痺している状態で、ランダムなイメージと過去の記憶を組み合わせて新しいストーリーを生成している。これを「夢」と呼ぶ。

夢を見ているときの脳は昼間の体験から感情を伴う情報を引き出しそれをマインドセットに結びつける作業をしている  
 生存に利するため、マインドセットは常に最新でなければならない  
 この作業は睡眠時の入力オフライン状態でやるのが効率が良い！

情報の取捨選択が重要  
 記憶の整理統合の家庭で起こるストーリーのつじつまあわせが夢

- ①生存のためのリハーサル
- ②マインドセット形成 -- 人格形成
- ③要らない情報を排除＝忘れること 脳にとっては重要な機能  
 トラウマの自己治癒＝夢のもう一つの役割

23/36

### ①夢は生存のためのリハーサル；睡眠学習の実態 その1

1980年 M. Jouvetの実験 (フランス語の論文なので読んでない)  
 睡眠中のネコの運動抑制を解除する手術；ネコは眠ったまま獲物をとる動作、追跡行動  
 2001年 M Wilsonの実験：

**Temporally Structured Replay of Awake Hippocampal Ensemble Activity during Rapid Eye Movement Sleep**  
 Nature, Vol. 29, 145-150, January 2001  
 Kenway Louie and Matthew A. Wilson\*

ラットに円形迷路を走らせてえきを与える行動をさせた後のREM睡眠時に覚醒時の行動と同じパターンの神経興奮が起こり、しかもそれが起こったほうがえきをとりやすくなった(学習効果があった！)

24/36

### nonREM睡眠中の夢

nonREMでは体は起きているときの状態に近い：寝返りやいびきがある  
 nonREMで起こされた場合、25%程度は夢を見ている  
 (nonREMでは大脳の働きがさらに低いので  
 夢を見ていると覚えていない可能性も大きい)

\*刺激を受ける脳の部位が異なるため、REM睡眠とは違った効果があるといわれている

- ・楽器や技術的な学習効率の増大
- ・絵画など芸術的なもの

**<脳>ぐっすり眠っても記憶可能 睡眠学習に応用も 米大学**  
 11月20日13時36分配信 Yahoo ニュースより

ぐっすり眠っている人の脳に刺激を与えることで、特定の記憶を強化できることを、米ノースウエスタン大のチームが実験で確かめた。睡眠学習への応用も期待できそうだ。20日付の米科学誌サイエンスに掲載された。【元村有希子】

睡眠中の脳が大量の情報を取捨選択して定着させていることは、脳が働いて体が休んでいる浅い眠りの「レム睡眠」中と考えられていたが、脳も体も休んでいる「ノンレム睡眠」中では、詳しくは分かっていなかった。



**Strengthening Individual Memories by Reactivating Them During Sleep** SCIENCE VOL 326 20 NOVEMBER 2009 25/36

＜脳＞ぐっすり眠っても記憶可能  
睡眠学習に活用も Yahoo News

19～24歳の男女12人に実施した。コンピュータ画面のさまざまな場所に、割れたグラスやヘリコプター、猫など50種類の絵が順番に現れ、絵を表示している間には関連する音を聞かせて、表示位置覚えてもらった。

その後、絵を表示された位置に戻す作業を行ったところ、あとでcueを与える絵と与えない絵と表示位置からの誤差はなかった。

別の12人に同じ学習をさせ、昼寝の代わりに別の作業をしながら25個の音を聞かせた。2度目のテストの成績は、音を聞かせた絵とそうでない絵との間では差は見られなかった。

睡眠中に音を聞かせた25個の方が、聞かせなかった25個より表示位置を正確に覚えていた。しかし被験者は、睡眠中に音を聞いた認識がなかった。

②マインドセットの修正：人格形成 26/36

意識の発達と夢の相関

- 9歳までの子供：夢を覚えている確立は30%程度
- 5歳までの夢：平板なイメージ、動物が出てくる、食べている夢、昼寝をしている夢などが多い
- 5歳以下で視力を失った人は夢を覚えていられない確立が高くなる
- 7歳までに視力を失った人は夢が7歳時点のイメージが強く残る (7歳時点の昼間見たイメージが中心) =連想があまり無い夢

夢の発達は意識の発達より遅い

- 夢に自分自身が出てくるのは11歳以降：自我の目覚めと一致

大人のレベルの夢はおよそ11歳以降となる (ただし個人差大きい)

新しい環境に慣れる働き

新しい環境のイメージを視覚的に記憶する  
=位置記憶 - 動物にとっては位置情報は生命維持に必須の情報  
視覚的イメージを連合する頭頂葉に障害があると夢を見ない (REM睡眠は起こる)

27/36

夢の効果・役割

- ①無意識の願望充足：無意識の願望を充足させる働き  
フロイト＝「抑圧されている欲望が夢となって現れてきている」
- ②補償機能：意識的態度やパーソナリティ特性の偏りを補償する働き  
ユング＝「夢は考え方の偏りを防ぎ、心のバランスをとる」
- ③浄化機能：不快な感情を浄化するのはたつき  
過去の苦痛な体験や、心的外傷を夢のなかで再体験することにより、現実で体験している苦痛を和らげたり、不満を解消する効果がある
- ④問題解決や創造性：問題解決や創造性を補助するの働き  
ミシンの発明者エリクス・ハウ＝ミシンの一番の問題点であった針をどうするかの問題を未開人が穴のあいた槍を持っている夢をヒントに解決  
ブルム・ストーカー＝カニを食べ過ぎてみた悪夢をもとに吸血鬼ドラキュラを書いた  
ドイツの科学者フリードリヒ・ケクレ＝夢の中で尾を咥えた蛇を見た事で、ベンゼン環の分子構造を解明する糸口を見つけた

28/36

“夢”とは、無意識からの自分自身へのメッセージ

なぜ夢を見るのか？ → 記憶の固定化に必要。  
その過程において、ランダムな記憶の想起と新しい記憶の無意識 (情動フィルター) を通した固定化する記憶の選別過程であるため。

夢はどういうときに見るのか？  
夢を見たり見なかったりするのなぜ？

- 夢は毎晩見ている (REMがある限り)
- 見なかった、覚えていない、というのは
  - 規則正しい睡眠が確保
  - 情動からの警告がない充足した生活を送っている
  - 情動フィルターが働いていない

夢を覚えていないのはどうして？ → 記憶として残す必要がない  
起きると夢を忘れるのはなぜ？ → 捨てられる記憶の部分を含む  
記憶の回路が形成されない

覚えている夢、忘れる夢、一部覚えている夢の違いは？ → 睡眠の深さのどの時点で目を覚ますかによる  
無意識の警戒信号のレベルの違い

29/36

夢判断、夢分析

フロイトによって提唱された (1900)。フロイトは「抑圧されている欲望が夢となって現れてきている」と考え、夢の内容を意識に上らない無意識下の情報として捉える手法とした。

分析や判断は無意識の願望の象徴となるアイテムとシチュエーション、ストーリー展開などに基づく解釈によってなされる。

悪い夢、良い夢について。精神状態の反映？  
精神状態というよりは無意識と意識の相互作用により発生する  
意識が認識する内容的な「良い、悪い」は必ずしも無意識の「良い悪い」と一致しない。  
情動反応を伴う (たとえばびっしょり汗をかいたか、大声をあげて目を覚ます) いわゆる悪夢には「補償機能」や「浄化機能」を持つ場合が多い

同じ夢を何度も見ることはあるの？  
無意識の「主張」が強かったり、主張にもかかわらず意識が問題点を改善できない場合には繰り返すことがおおい  
浄化機能に関連する夢は繰り返すことがおおい

正夢は本当にあるの？  
無意識が作るマインドセットでの情報処理判断の結果、意識が見落としていた点を統合するとある予測が成り立ち、それが夢として現れた場合は、意識が正夢と感じる

30/36

歯が抜ける夢：比較的多い夢。

歯＝成長、発展、転換、衰退のイメージ (赤ちゃんに歯が生えて子供で生え変わり、老人で抜けること)

歯が生える：成長、成熟に向かっていく/自分自身の自信を得る/回復しようとしていることと暗示

歯が抜ける：自分自身の能力に疑念、不安を感じ始めていること、自分自身の衰え、老化を感じ始めていることを暗示

ただし、シチュエーションによっては生え変わりの前段階であることもあり、変化や改革、その希望・期待を暗示する

空を飛ぶ夢：希望の拡大か現実逃避、上位願望や優越意識

空高く飛ぶ：困難や障害が克服できる兆し / 周囲からの束縛や規制もなく自由に自分らしく行動すること

低空飛行：どこかに無理がある、実はまったくの無計画な予定がある、幼稚な幻想による行動

地面に近いところを飛んでいる：現実の問題から目をそらすことができないことを暗示

時間に間に合わない夢：何に遅刻するかが重要

- ・会社・学校に遅刻：サボりたい気持ちがまったくない場合は学校や会社に行く必要のなかった幼少の頃への憧れ、つまり自由でいたいという願望の現われ
- ・デートに遅刻：恋人の気持ちがわからなくなっている暗示／または相手の意思表示の見落としの暗示
- ・現実的な思いが夢となってあらわれていることも多い（翌日の重要会議に遅刻する夢など）
- ・いつも時間がないと焦っている人は遅刻の夢を見やすい
- ・欠席、欠勤の夢：大切なことをしそこなった、やり残したことがある、という悔恨の気持ちの裏返し

志望校を落ちる夢

試験の夢：自分の能力に不安を感じていることを暗示していることが多い

見たこともない場所が出てくる：シチュエーションによる一般的にマインドセットの変形として

ちょっと意外な夢の解釈

殺人・殺す・殺される夢

夢の中の「殺す」は、無意識レベルでの自己治癒や、生まれ変わりを暗示。誰かを殺す夢、誰かに殺される夢は、幸運な夢

火事の夢

結構ラッキーな夢。特に、火事になっているのが自分の家で、しかも燃え方もこれ以上ないというくらいに勢い良く燃えている夢ならば、超ラッキー。喜びごととか、商売繁盛とか、なにか思いもよらない幸運が訪れる暗示

犬の夢

夢に出てくる犬は、自分のパートナーや従う者を表す一方で、敵を表しているときがある

結婚の夢

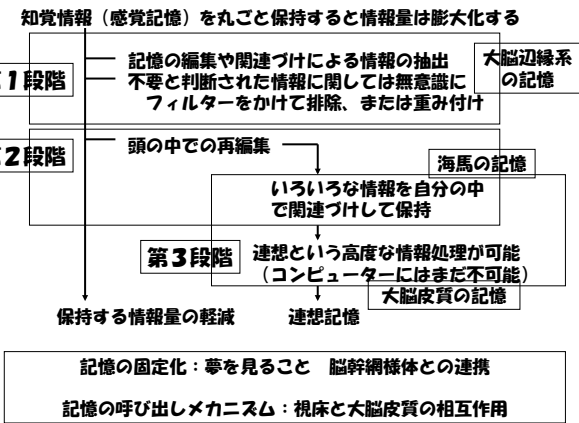
結婚の夢は、自分自身が結婚に関してどのように感じているかをあらわしている

記憶はどのようにして思い出されるか



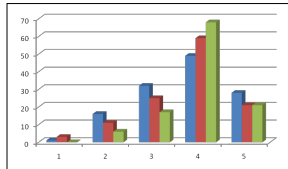
記憶を思い出すということは「視床」などから発する神経刺激によって大脳皮質の記憶の回路が刺激された状態。

「記憶」まとめ



前回のアンケートより

難しかったですか？ - Yes: 3回目 20.0% (23人/115人)



2回目 32.8% (39人/119人)

1回目 38.6% (49人/127人)

- ・速度が速い.....1人
- ・風のバックより白が見やすい.....1人
- ・飛ばした映像が見たい.....1人
- ・環状に入るには?.....1人

→ 環境医学研究所は学部の所属はありません。研究員登録すれば学生でも研究できます。卒論で研究する場合は所属学科の教授と相談してください。大学院は医学系研究科ですが、基本的には他研究科でも受け入れ可能です。

希望するテーマ

- ・認知症と脳の構造 ----- 6回目にやる予定です
- ・血液型と脳 ----- 血液型による性格識別は似非科学的なので、
- ・睡眠と脳 (授業中寝ないコツ) -- 本日説明しました
- ・トラウマを直す方法 (2人) ----- 本日だいたい説明しました
- ・夢に関すること (正夢、色つきの夢など3人) - 本日だいたい説明しました
- ・アハ体験、恋愛中の脳を詳しく、脳のしななど

講義3回目の気になる意見

- ・脳の記憶容量に関して・・・5人
    - \* 脳はバククしないのか? / サヴァンのヒトの記憶がいっぱいになったら?
  - ・男女の脳について・・・9人
    - \* 性同一性障害の人の脳は?
    - \* 脳の重さの差と機能について
    - \* アンドロジェンシャワーで神経が死ぬのに男の脳が大きいのはなぜ?
    - \* 男女の脳の差についてもっと知りたい (2人)
  - ・サヴァン・天才関連・・・14人
    - \* サヴァンは男に多い? / 自閉症で無いサヴァンは? / 後天的サヴァンで欠落する機能?
    - \* サヴァンは天才ではない。ひらめきこそが天才。
    - \* サヴァンはいやな過去も忘れるのか? / 能力の違いは傷害を受ける部位の違い?
    - \* サヴァンの脳を調べるとどうして人の脳のマカニズムかわかるのか?
    - \* サヴァンの人が記憶した本について感想を持っているのか?
- 化学伝達はあるのか? どうしてシナプス間隙があるのかかわからない。電気信号と化学物質による信号の特徴は?