

## 探索行動の神経生理学的研究

—新奇事態でのネズミの脳皮質と皮質下の脳波変化を中心として—

今川（貝沼）峰子

### 実験目的

急に新奇な事態におかれたネズミは、あまりその事態が新奇だとすぐには探索行動を起こしませんが、その後さかんにあたりを探索しはじめるようになり、さらに時間の経過とともに探索行動を起こさなくなってきました。この場合、心理学では探索動因という動因の概念を設けて説明していますが、その探索動因の内容には、いろいろな側面があります。例えば、不安、驚き、興味という意識状態や、探索行動を解発するネズミの過去経験の内容といった心理的側面、さらに血圧の上昇、心拍の増大、脳の活動という生理的側面までいろいろ含んでいます。

私の研究は、脳の電氣的生理現象の一つの指標である脳波から、探索動因の生理的側面を明らかにしようとするものです。

具体的な目標としては、新奇な事態におかれたときのネズミが探索行動をしている際にどこの部位が中心的に変化しているかということと、ネズミの行動から推論される意識状態と脳波がどう対応しているかを調べることです。

### 実験手続きおよび実験方法

以上の二つのことを調べるためには、なるべく探索動因が生じていると仮定出来るような実験事態をつくる必要があります。

そこで新奇刺激としては、まだ経験したことのない探索箱全体が新奇刺激の場合と、ある特定の事物、この実験では動物のおもちゃが新奇刺激の場合の二つをつくりました。

次にある事態で探索動因が生じていると仮定出来るのは、刺激条件で個体が経験していない新奇刺激を使い、さらに観察によってその観察の結果、探索的な行動が生起していることから判断します。探索的な行動とは、ネズミの場合 sniffing（かぐ）や walking（四肢を使って歩く）、standing up、または rearing（後足だけで立ちあがる）という行動からです。ところがこのような行動のときは、かならずしも、新奇な事態を探索する探索動因が生じているとは限りません。したがって、次のようなことを考慮して実験をする必要があります。

まず最初に、飢えているとき、のどが渇いているときに、ネズミは新奇な場所でなくともさかんに sniffing

しますし、動き回ります。このため実験の直前まで水とエサを十分に与えておきました。次にネズミには活動のリズムがあり、活動期になると新奇な刺激がなくともさかんに動き回ります。そこで実験に使う名大環研のネズミの活動のリズムを測定しました。この結果から活動性が高いのは、23時から2時までで、特に活動性が低くなるのは、12時から17時の間です。この結果を考慮にいれ、活動性が特に低い12時から17時に実験をし、一般的活動性による動き回るとい行動を出来るだけ排除しました。次に新奇性がなくなるとネズミはねそべってしまいますが、寒いとなかなかねそべりません。温度による行動の変化を統一するために、実験室は、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 内に保つようにしました。

以上のように実験条件をできるだけおさえおいて予備実験をしました。この予備実験の目的は、何日間 start box に入れておけば慣れるのかを調べることと、行動を分類することです。この結果1日30分ずつ6日間 start box に入れることにしました。行動分類は次の通りです。

表1

かぐ	コーナーをかぐ 床をかぐ コーナーと床以外をかぐ
かく	前足で頭をかぐ 前足で顔をかぐ 後足で頭、顔、身体をかぐ
なめる	
動く	場所の移動 Uターン、方向転換 同一場所で動く もぞもぞ動く 頭をもたげて、首だけを振る
じっとしている	頭を身体につけて丸くなっている 身体をのぼしてねそべっている 頭をもたげてじっとしている 鼻を側壁におしつけてじっとしている
のび上がる	

以上から目的で意図したような探索動因が仮定出来る

ような実験事態がつくられていたならば、この実験の予想として次のようなことがいえます。あまり新奇だと、不安や情緒的混乱を起し探索行動がおさえられています。その後しだいに探索するようになり、さらに時間が経てきますと全く慣れて探索行動が生じなくなります。逆にねそべるといふ行動は、時間の経過とともに増加してきます。

新奇さがあまり強くないと、驚きとか、興味という意識状態にあり、新奇な事態に直面した直後が、探索行動の頻度が高く、その後は慣れて、しだいに減少し、全く生じなくなります。逆にねそべるといふ行動や、眠るといふ行動は、時間の経過とともに多くなってきます。

次に脳波の予測ですが、心理学の分野では、意識状態と脳波の関係を調べた研究はおもに人の皮質脳波で、皮質下のはほとんどありません。ところが意識に関係する脳の賦活系の中核は、皮質ではなくて皮質下に存在していることが生理学の分野で明らかになってきています。このために皮質下の脳波もとる必要があります。脳波面の予測は、生理学の研究知見例から、ネコの脳波を引用しますと、興奮時には、皮質では低振幅速波、海馬が5~7c/secのsynchronizeした波がみられますが、おちついた状態では、皮質は低振幅速波、海馬がdesynchronizeした波がみられます。これを後の結果と比較してゆくことにします。

実験方法——W系とMP×SD系のネズミの雄10匹を使いました。このネズミの頭蓋に、皮質の脳波を観測するための銀ボール4本と、皮質下の脳波を観測するための、40~50 $\mu$ のアンマ針を5本とりつけた電極を慢性的に植え込みました。植え込む部位は、皮質、中脳網様体、視床、視床下部、海馬です。

実験箱は、横60cm、縦12cm、高さ20cmの箱を使い、はしから身すなわち20cmのところをドアをつけ、20cmの狭い方をstart boxに、40cmの方を探索箱としました。片面はガラスをとりつけ、透視出来るようにし、これをカメラからテレビモニターに写して観察しました。

実験スケジュールは、慢性電極を植え込んだ手術をしてから6日後、まずstart boxに慣れさせるために、1日30分づつ6日間、start boxに入れました。その後探索実験に入りました。この探索実験は、まず5分間start boxのドアをあけ、65分間自由探索を許し、脳波記録と、行動観察を行ないました。探索実験を6日間つづけた後、探索箱におもちゃの動物を入れました。この新奇刺激実験は、探索実験の手続きと同じで、4日間行ないました。

実験が終わったら、ネズミの脳をとり出し、ホルマリン

につけ、脳の切片をつくり、どの部位にアンマ針が入っていたのかを確かめました。

### 実験結果および考察

まず最初に行動の面ですが、sniffing, walkingという探索行動と関連した行動は、時間の経過とともに減少し、逆に慣れてくると増加してくると思われるlyingという行動は時間の経過とともに増加していました。さらに探索実験の第1日目、ドアを開いた直後、ネズミにとってその事態があまり新奇だと、脱糞が観察されますが、それがなかったことから、この実験では、驚き、興味をひき起こす程度の新奇性があった実験事態だと考えられます。

第2に、脳波がどのように変化しているかについては、一応次のようなことがいえます。脳波予測として、ネコの興奮状態のときの脳波は、皮質が低振幅速波、海馬が5~7c/secのsynchronizeした波になっていました。この実験のネズミの場合は、興奮状態という意識段階そのものよりも、むしろある特定の行動のときに、皮質が低振幅速波、皮質下の海馬、中脳網様体、視床で6~9c/secのsynchronizeした脳波パターンが観測されました。ある特定の行動とは、新奇な刺激をネズミがかいだり、新奇な事態を歩き回ったりする時です。

これに対して、身体や前足をなめたり、頭をかいたりする時には、皮質が低振幅速波、海馬がdesynchronizeした脳波パターンを示しました。

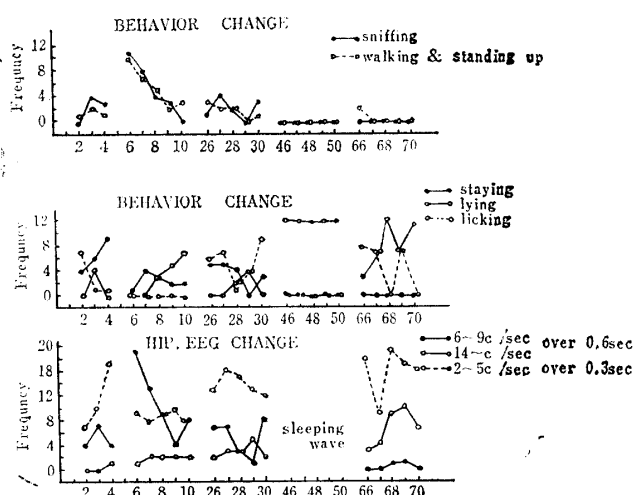
そこで脳波と行動が、時間の経過とともにどう変化しているのかをみるために、海馬の脳波にしぼり、海馬の脳波を5~2サイクルの波、6~9サイクルの波、10~13サイクルの波、14サイクル以上の速波の4種類に分類し、これらが、時間の経過とともにどのように変化しているのかを示したのが図1です。

横軸は分で、縦軸は頻度を示しています。上と中のグラフは、行動の変化を示したものです。下のグラフは、海馬の脳波の変化を示したものです。このグラフから、かく、歩く、のびあがるという行動の変化と、下の海馬の6~9c/secの脳波が対応していることがわかりました。

海馬のsynchronizationは、探索行動と関連するような行動のときと、さらに行動は、頭をもたげてじっとしているという行動のときではあるが、ドアを開けた直後急に驚いて注意するという状態のときにみられました。

しかし他の行動のときも、もう少しおさえるために、ネズミの終夜脳波をとりました。この場合は、ネズミを十分ならせた箱に入れ、一日中観察しました。この実験

図 1



結果をも含めて、私が行なった一連の実験でわかったことは次のようなことです。

第1に皮質が低振幅速波、海馬が6~9 c/secの synchronize した波、また視床、中脳網様体もやや

synchronize していますが、このような脳波パターンを示すのは、新奇な事態を動物がかいだり、歩いたりするときです。

第2には、皮質が低振幅速波、海馬、視床、中脳網様体が desynchronize した脳波パターンが観測されるときは、頭をもたげてじっとしている、前足、身体をなめる、かく、エサを食べる、水を飲むという行動のときです。

このことから、探索行動と関係のある行動、かぐとか歩くという行動は、特に海馬を中心とした synchronization と関係していることがわかりました。しかし探索行動に海馬がどのような機能的役割りを果たしているのか、まだわかりません。

第3に驚きを伴った注意状態のときに、海馬に6~9 c/sec の synchronize した波が観測されました。

第4には、海馬の synchronization が単に新奇事態での探索行動だけではなく、歩くという行動のときには、新奇な場所であろうと、慣れた場所であろうと、synchronize していました。