

Title	ハト用電極の作製および植え込み法
Sub Title	Preparation and implantation of electrodes in the pigeon
Author	渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru) 横山, 浩司(Yokoyama, Koji) 伊藤, 正人(Ito, Masahito) 佐藤, 方哉(Sato, Masaya)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1972
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.12 (1972.) ,p.89- 92
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	資料
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000012-0089

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

ハト用電極の作製および植え込み法*

Preparation and Implantation of Electrodes in the Pigeon

渡辺 茂, 横山浩司, 伊藤正人, 佐藤方哉
Shigeru Watanabe, Kohji Yokoyama,
Masahito Ito & Masaya Sato

我々は1970年10月以来、ハトにおける脳の電気現象と行動との関係を研究しつつあるが、ハトを用いたこの分野の研究は報告例が少数であり、特に本邦では乏しい為、本稿ではこの目的の為に開発された慢性電極の作製、植え込み法とそれによる記録の例を報告する。

脳の電気現象のうち、我々が主に指標としているのは誘発電位 (evoked potential) と自発性電気活動 (いわゆる脳波) であり、いずれも神経要素電位の様に細かい部位からの導出ではなく、比較的広い範囲の電気活動を把握するものである。

脳の電気現象を行動との対応において研究する場合には、電気現象測定のために生体にかかる負担をできるだけ軽減し、通常の状態での行動を損なわない様にする事が必要である。殊に我々はスキナー・ボックスでのオペラント行動を扱っているので、電極、コード等によって行動が変容する事は避けなくてはならない。その為に我々はスキナー・ボックスを改良して、強化を受ける際にハトがフィーダーに首をつっこまなくても良い様に、フィーダーをボックス内に呈示する事にした。しかし、問題はむしろ電気現象記録の為に電極等を如何に軽量化するかと云う点であり、この種の試みは安藤(1962), Pomeroy, R. L. 等(1968) によってもなされている。

電極の作製法

我々の用いた電極の作製に必要な材料は以下のものである。すなわち、無線通信用7ピンコネクタ(コーラス)、エナメル銀線(径0.2mm)、アンマ針(径0.2mm)、ポリチューブ(外径1.2mm)、時計用ネジ(径1.0mm)、ワニス、ビニローゼ、シアン・アクリル系瞬間接着剤(ハイロック)、エポキシ系接着剤(クイック・セット)である。

まず、コネクタに銀線をハンダ付けする。その際にコネクタのハンダ付けする部分を、若干切り取って小さくし、銀線のエナメルを剝離しておく。銀線の長さは導出したい部位によって異なるが、2~3cmもあれば充分であろう。次に、銀線の先に銀ボールを作るか、又はアンマ針を付けるが、銀ボールは表面導出用、アンマ針は深部導出用である。銀ボールは銀線の先端を熱して、径1mmの球を作れば良い。(実際の手順としては先に銀ボールを作ってから銀線を適当な長さに切ってコネクタに付ける。) アンマ針はあらかじめ脳地図(Karten & Hodos, 1967)で導出したい部位までの深さを調べて、それより2~3mm長く切っておく。この長くした部分がハンダ付けとポリチューブの為に使われる。針と銀線のハンダ付けは慣れない内は若干手間取るが、慣れれば難しい事ではない。この場合も銀線のハンダ付けする部分のエナメルは剝離しておく。次に針の根元、つまりハンダ付けしてある所に1.5~2.0mmの長さのポリチューブを通し、瞬間接着剤で固定する。このチューブが頭蓋骨に入る部分で、ここから先が実際に脳内に挿入される部分であるから、ここで再度針の長さを調整する。この針電極は通常、深部導出用であるが、針を短かくして表面導出に用いる事も可能である。

この様にしてコネクタの7つのピン全部に電極が接続されたら、次に絶縁作業に移る。絶縁材としてはワニスとビニローゼを用いる。まずアンマ針をワニスの中に静かに入れ、チューブの際まで浸す。チューブにワニスがつくと、外径が大きくなるので注意する。そのまま、静かに針を引き上げる。この動作を何回か繰り返すと針は先端を除いて絶縁されるが、勿論これはテスターで確認す

* 三田生理心理研究グループ資料1。

る必要がある。もし先端も通電しない時にはシンナーをつけた口紙で先を引っかければ良い。銀線の部分はビニローゼで、やはり何回か塗っては乾かす作業を繰り返す。銀ボールは銀線につながっている方の後半分をビニローゼで絶縁する。最後にコネクタを頭蓋に立てる為の柱をつける。これは径3 mm程のプラスチックの棒(例えばプラスチックのハンを切ったもの)の先に時計ネジを瞬間接着剤でつけたもので、ネジは1.0~1.5 mm位の長さに切っておく。この様な柱をコネクタから3 mm位出る様にコネクタの側面にエポキシ系接着剤で固定する。ついでに銀線とコネクタの接合部も接着剤で固定すれば完成である。図1に完成した所を示す。この重量は約2 gである。並んで示してあるのは急性用電極で、一本のアナマ針を注射針に通し、絶縁したもので、誘発電位の実験に用いている。

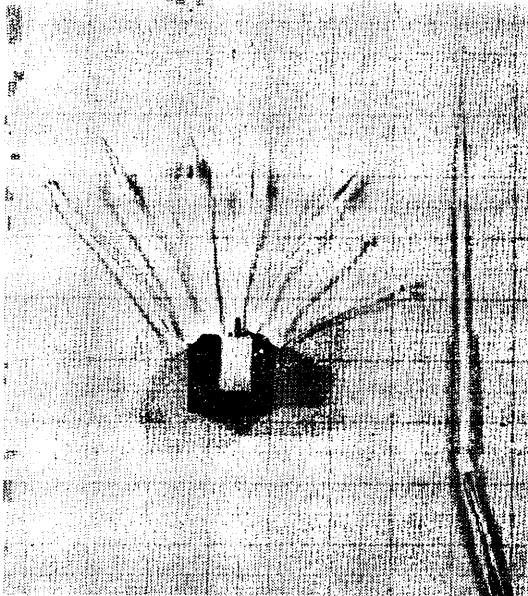


図1 慢性電極(左)と誘発電位用急性電極(右)

植え込み法

次に植え込み法に移る。必要な器具は手術用具、注射器の他に、脳定位固定装置(現在は成茂製のラッテ用のものを用いている)、ドリル(径1.0 mmと1.2 mm)、スポンゼル(止血剤)、デンタルセメント、エポキシ系接着剤、キシロカイン、ネムブタール等である。まず、ハトの体重に応じたネムブタールを腹腔注射する。(0.04 cc/100 g)。麻酔のきいた所で頭部の羽毛を切り、固定装置に固定する。我々の用いている脳定位固定装置はラッテ用のものであるが、ヘッド・ホルダーの高さを変えて

ハト用に改良してある。座標はKarten & Hodos (1967)の脳地図に従う。肢と体はビニールテープで固定する。固定が終わったらキシロカインを頭部に皮下注射して局部麻酔をする。その後、切開をするが、はじめは大きめに切開した方がやり易い。切開したら皮膚を拡げ、頭蓋骨を良く拭う。この段階で正中線と定位装置の座標のズレ、脳全体の大きさを調べ、挿入部位を補正する。挿入部位は脳地図で決めておくが、個体差があるので、余り地図にこだわらずに挿入し、実験終了後に組織標本で部位の確認をすれば良い。

挿入部位が決ったら頭蓋にしるしをつけ、ドリル(径1.2 mm)で穴を開ける。ドリルの柄は専用のものでも有柄針の柄でも良いが、一般的には軽い方が使い易い。ハトの頭蓋は多孔質状である為、ラッテ等のつもりでドリルを使うと思わぬ失敗をする事がある。ドリルの先端が頭蓋を貫くと、手に抵抗を感じるから、静かに一回転させながら上に引き上げれば良い。こうすれば硬膜を傷つける事なく穴が開けられるが、何等かの原因で出血等のあった場合はスポンゼルを穴に入れれば良い。不閃電極用の穴は前頭部に開け、これは頭蓋を貫く必要はない。

電極用の穴を開け終わったら、コネクタの時計ネジの為の穴(径1.0 mm)をあける。これは小脳の上あたりの骨の厚みのある所に1 mm程度の深さで開ければ良い。ハトの骨が多孔質状であるので、ネジによる固定を疑問視する見方もあるが、やはり、ネジでコネクタを立てておくとの作業が楽である。コネクタの方向は体軸と垂直に交わる様にする。固定はネジのみでは不完全であるので、デンタルセメントを塗っておく。電極挿入はコネクタが完全に固定されてから行う。挿入する時はポリチューブを骨の厚さ分だけ残してピンセットで持って完全に挿入する。特に深部導出用のものは静かに一気に行わねばならない。銀ボール電極は穴に押し込む様にして脳表面に電極が接触する事をこころがける。挿入時に出血等あれば、これを完全に拭いてからデンタルセメントで固定する。デンタルセメントが固まった所で、銀線をまとめながら全体をエポキシ系接着剤で固定する。最後に縫合すれば植え込み完了である。手術後2~3日はベニシリンを注射する。回復期間は5~7日間で充分と思われる。

記録例と今後の問題点

以上の様な慢性電極を植え込んだ所を図2に示す。この個体はコネクタを体軸に沿って立ててあるが、この点は植え込みの所で述べた様に垂直に交わる様にした方が便利である。

図3はスキナー・ボックスに電極を植え込んだハトを入れた所で、通常の電極をつけていないハトの行動と変わらない。ただし、ボックス内を動く内に電極から脳波計の入力箱までのコードが引っかかる事があるので、注意しなくてはならない。我々はスキナー・ボックスと刺激

呈示装置をシールド・ルームに入れ、実験者はシールド・ルームの外からモニター・テレビでハトを観察しながら操作を行う様にしている。

図4は実際に脳波を記録したもので、不閃電極を前頭部の骨中に入れ、単極誘導で記録したものである。部位



図2 慢性電極を植え込んだハト



図3 スキナー・ボックス内のハト

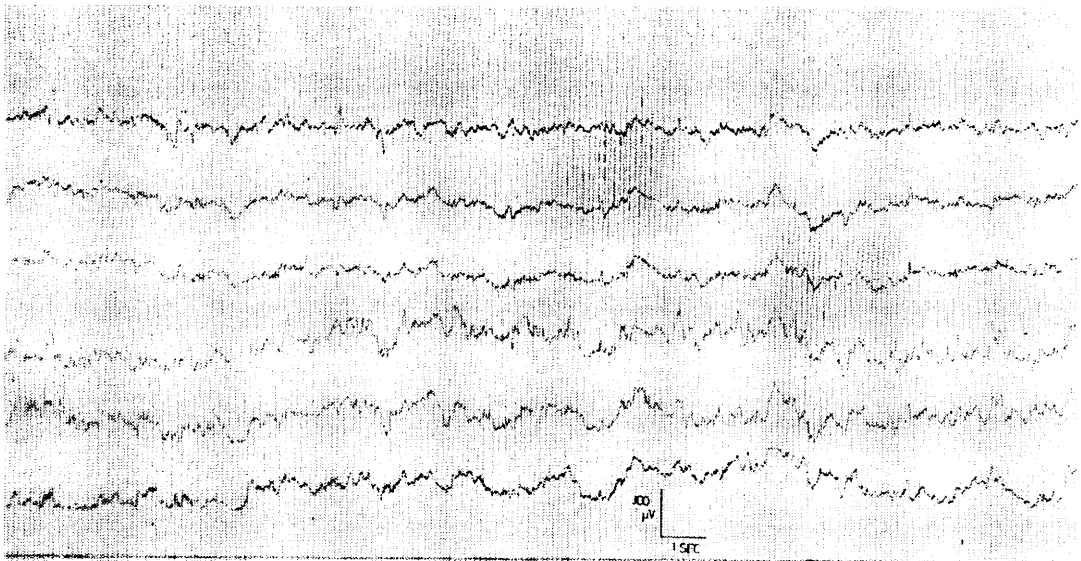


図4 慢性電極による脳波記録 (スキナー・ボックス内平静時)

上からチャンネル 1, 2, 3, 4, 5, 6。1, 2, 3 は表面導出, 4, 5, 6 は深部導出による。

の同定はまだ行っていないが、座標の上からはチャンネル1は Hyperstriatum の前方、チャンネル2が後方、チャンネル3は Cortex, チャンネル4は Hippocampus, チャンネル5は Optic tectum, チャンネル6は Nucleus rotundus からの導出をねらったものである。なお、記録は日本光電の多用途監視記録装置によるものである。

この様に、我々の使用している慢性電極は特に生体の行動を損ねる事なく、電気現象を把える事が出来るが、7ピンコネクタの内いくつかを他の測度、例えば心搏数用に用いる事も可能で、その様な時には、ビニール被覆線の先に時計ネジをつけたものを心搏用電極として、コネクタから皮下を通し、胸部に固定すれば良い。

電極の耐久性は植え込み後2-3ヶ月で、通常の実験には一応さしつかえない。今後の問題としては、絶縁材料の剝離、生体に及ぼす影響が考えられる。この為、ガラ

ス管による絶縁が考察されているので(松田, 1970)、我々も今後検討を加えて行きたい*。

引用文献

- 安藤 滋 (1962): 小動物の慢性的脳波記録簡便法. 名大環境医学研究所年報, 14, 26-27.
- Karten, H. J., & Hodos, W. (1967): *A stereotaxic atlas of the brain of the pigeon (Columba livia)*. Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press.
- 松田 伯彦 (1970): 脳刺激用、脳波記録用および皮質下破壊用ガラス毛細管電極の作製法. 動心年報, 20, 41-45.
- Pomeroy, L. R., & Welch, A. J., (1968): Brain electrode preparation for gross EEG monitoring of large chick samples. *EEG. clin. Neurophysiol.*, 24, 386-387.

* 電極作製に当っては名古屋大学環境医学研究所の杉本助男助教授はじめ、同研究所六部の方々の助力に負う所が極めて大であり、ここに謝意を表する次第である。