

Title	ハトにおける視覚誘発電位
Sub Title	Visual evoked potential in the pigeon
Author	伊藤, 正人(Ito, Masahito) 横山, 浩司(Yokoyama, Koji) 渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru) 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.93- 96
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-00000012-0093

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.

ハトにおける視覚誘発電位*

Visual Evoked Potential in the Pigeon

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

脳の電気活動には、いわゆる脳波 (EEG, 脳電図) のような自発性活動と明確な外部刺激によって誘発される活動とが区別される。後者を誘発電位と称するが、例えば、感覚性誘発電位 (sensory evoked potential), 直流偏位 (D. C. Shift) 直接皮質反応 (Direct Cortical response), 脳梁電位 (transcallosal potential) などは、いずれもこれである。

誘発電位を定義すれば、反応に先行する明確な外部刺激が存在すること、ほぼ 200 m sec~500 m sec ほどの一過性の比較的速い現象であること、しかもそのパターンが比較的安定していること、となろう。この比較的速い現象をさらにいくつかの成分に分けることができる。従来の知見によると、感覚性誘発電位の初期成分 (一次反応) は、感覚経路の求心性のインパルスによるものであり、これに対して、後期成分 (二次反応) は、非特殊な求心性のインパルスの拡散によるものといわれている。すなわち一次反応は、知覚性のものを表わしており、二次反応は、情動的あるいは覚醒的なものを表わしているといえる。

学習と感覚性誘発電位との関係については比較的多くの研究がなされてきたが、未だ一致した知見を得るに至っていない (Fleming, 1967, Sommer-Smith & Morocutti, 1970)。われわれは、学習の生理学的基礎を求めて、ハトを用いた視覚誘発電位による研究を計画しつつあるが、その基礎データとなる視覚刺激と視覚誘発電位との関係を、異った性質の刺激や脳のさまざまな部位で分析を行なっている。ここに報告する実験もそのような意図にねざしたものである。

被験体としてのハトは、鳥類の特徴である比較的良好

発達した視覚機能を持っているため、視覚刺激を用いるばあいには、きわめて好都合である。また色光刺激を使用できることは、大きな利点であり、色光刺激を用いた研究は数多い。さらに視神経交叉 (optic chiasma) が完全交叉しているという解剖学的事実は、両眼間転移、記憶貯蔵などの研究にとっては、有用であると思われる。実験的行動分析 (experimental analysis of behavior) の分野では、すでにハトのデータがかなり集積されており、その意味から生理学的実験のデータとの比較が行ないやすいと思われる。

鳥類では、一般に線状体 (striatum) がよく発達しており、大脳の全面をおおっている。したがって哺乳類の脳とは、その解剖学的構造を異にしている。ハトにおける Optic tectum は、構造的には哺乳類の上丘 (superior colliculus) に、機能的には外側膝状体 (lateral geniculate body) にそれぞれ相当するといわれている。

ここでは、ハトの Optic tectum における視覚誘発電位が刺激強度といかなる関係を持つものであるかを吟味する目的で以下の実験を行なった。

装置および手続

被験体としてすでに実験歴のあるデンショバトを用いた。

デンショバトを脳定位固定装置 (ラッテ用を若干改良したもの、ハトでも十分に使用できる) に無麻酔で固定し、キシロカインで頭部を局部麻酔した後、頭皮および頭蓋骨を除去し、脳表面を露出させる。この際、露出する脳表面は刺激を与える眼の反側半球に限られる。露出した脳表面から急性用電極 (電極については、渡辺、横

* 三田生理心理研究グループ資料 2

山, 伊藤, 佐藤, 1972 を参照されたい。) を Optic tectum に挿入する。Karten & Hodos (1967) によれば, Optic tectum は, 正中線から左右に 5~6 mm, 前後は 0 点から前方へ 6 mm, 深さ 10 mm に相当する。ほぼこの数値に従って若干の補正を行ないながら挿入する。

刺激は, 閃光刺激を用い, 閃光部とハトの受容器との距離は 40 cm で一定に保った。閃光刺激は, キセノン放電管を使用した光音刺激装置 MS-2PS (日本光電) によって提示する。1 回の閃光時間は $10 \mu\text{sec}$ である。この閃光刺激は, 生体電気用ブラウン管オシロスコープ VC7 (日本光電) および連続撮影装置 PC-2B (日本光電) と同期しており, 閃光刺激によって誘発される反応をオシロスコープで観察しながら, 同時に写真撮影を行なうことができる。

同時記録している EEG がほぼ安定したら急性電極の部位を確認するために閃光刺激を提示する。安定した誘発電位が得られたら実験を開始する。

閃光刺激の強度は, コダック ND フィルターを組み合わせ, 標準刺激 (320 Watt), 以下その 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, の各刺激強度を 5×5 のラテン方格に従って提示する。それぞれの刺激強度で誘発された反応は, すべて記録重ね合わせ法により, 5 回重ね合わせて撮影された。このばあい, 閃光刺激の提示間隔は約 1 sec で一定に保つようにする。刺激の交代および閃光の提示は実験者が手動で行なった。

実験はすべて防音シールドルーム内で行なわれ, シールドルームは, 準暗室状態におかれた。実験装置はシールドルームの外に置かれ, そこで操作された。

実験終了後, ただちに被験体の脳を 10% ホルマリンで固定し, 電極の位置を確認する。

結果および討論

各刺激強度で誘発された反応のパターンを図 1 に示してある。これから明らかなように, 各刺激強度で得られた反応は, 安定したものであった。ただし, -3, -4 の各刺激強度では, 成分をわけることが困難であったので, 以下の分析の対象からははずすことにした。以下の分析では, 誘発反応の振幅と潜時をとりあげ, 振幅については, 3 成分, 潜時については, 4 成分をその対象とした。ここでの数値は, 一刺激強度毎, 25 反応の平均値を用いた。(5×5 のラテン方格で刺激を提示したので, 同一刺激強度で 5 回重ねの写真が 5 枚得られていることになる。)

振幅については, 図 2 に示されているように, 物理的刺激強度の対数に比例して減衰している。なかでも A_1

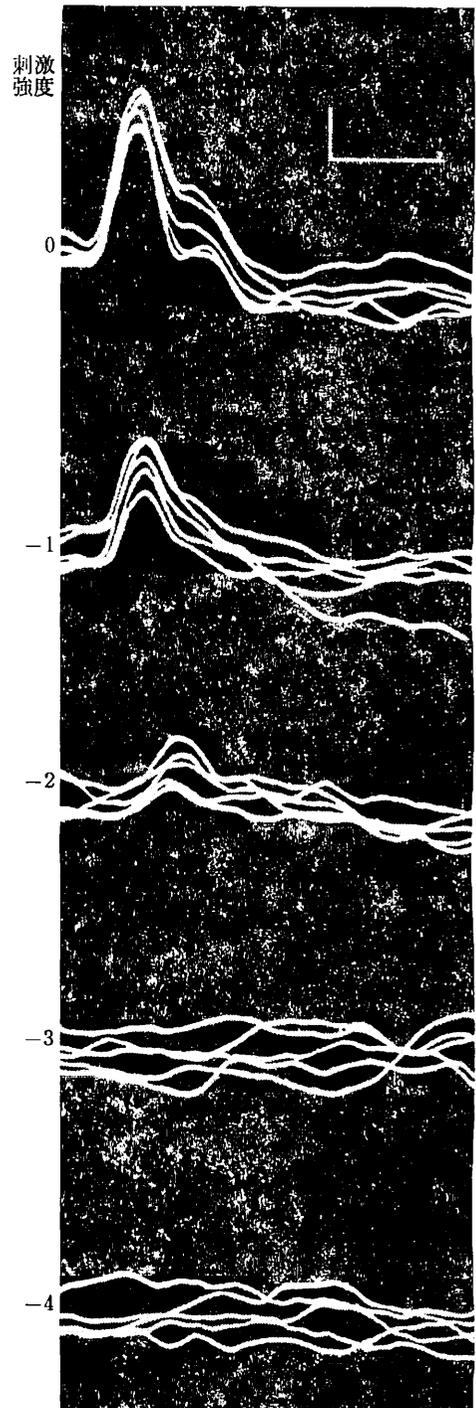


図 1 各刺激強度によって誘発された反応のパターン
Calibration は縦 $100 \mu\text{V}$, 横 50 msec.
写真左端は, 刺激提示時点を示す

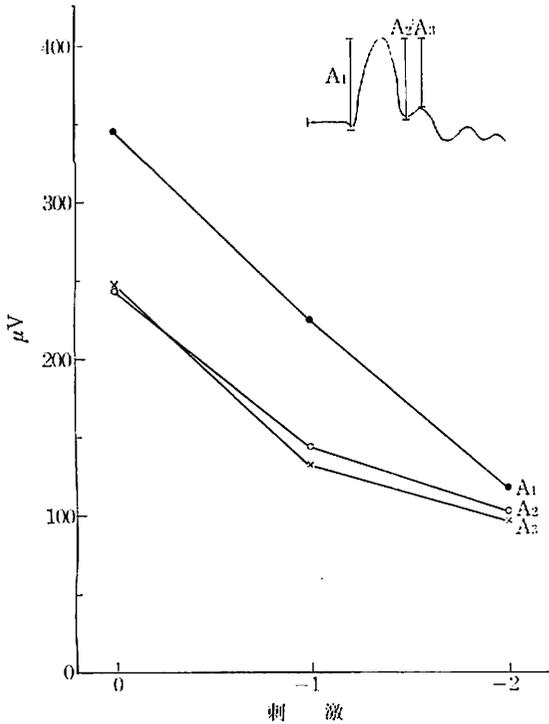


図 2 各刺激強度における各成分の振幅。横軸は標準刺激に対する刺激強度の比率を対数変換したもの。

できわめて顕著であり、 A_2 、 A_3 もほぼ同様の傾向を示しているといえる。振幅も同様に対数変換をほどこすと、 A_3 ではほぼ直線となるようであるが、他の成分では若干異なる結果が得られた (図 3)。

潜時については、物理的刺激強度のみ対数変換すると、図 4 に示されるように、刺激強度 0 から -1 ではそれほど大きな変化を示さないが、-1 から -2 ではその変化が顕著であり、いずれも潜時が長くなっている。ただし L_1 では、他の潜時に比較して、刺激強度による変化は少ない。一般に、刺激強度が弱まると潜時が長くなり、特に L_2 、 L_3 、 L_4 のような比較的大きな振幅までの潜時は、その影響が顕著である。

刺激強度 -1 のばあいには、振幅で標準刺激のときのおおよそ $2/3$ になるが、潜時では、ほとんど大きな変化を示していない。刺激強度 -2 では、振幅はさらに小さくなり、潜時が急に長くなるという変化を示す。

以上の結果を物理量と感覚量の問題としてながめてみると、ハトの Optic tectum ではいかなる法則に従って刺激強度という物理量が誘発電位に変換されるのかと

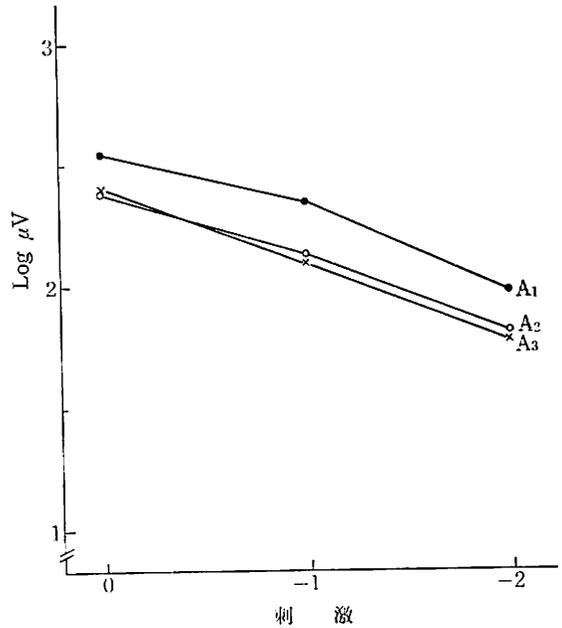


図 3 各刺激強度における各成分の振幅。両軸とも対数変換を行なったもの。

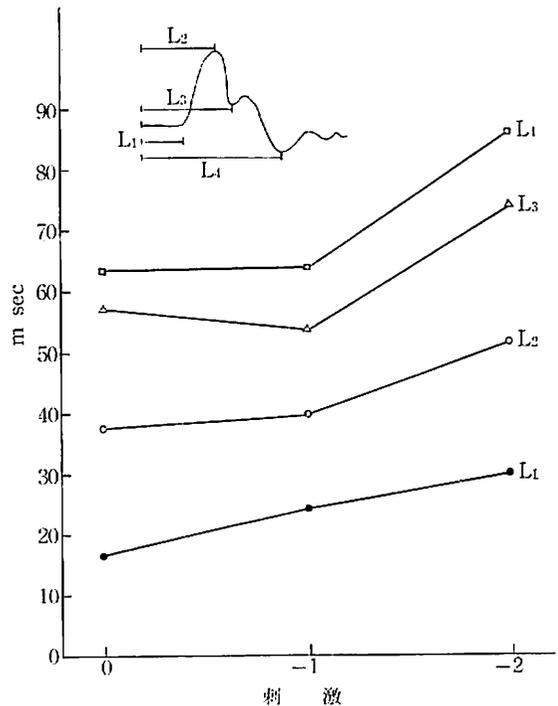


図 4 各刺激強度における潜時の変化。

いう大変興味深い問題が出てくる。物理量と感覚量との関係については、すでに Weber-Fechner の法則、さらに近年、Stevens によってべき関数 (power function) の法則が提出されている。Weber-Fechner の法則によれば、感覚量は物理量の対数に比例するものと考えられており、Stevens のべき関数では、感覚量の対数と物理量の対数とが直線関係を示す。

図 2 では、物理量のみが対数変換されており、Weber-Fechner 流の分析による結果が示されているといえる。このばあい、 A_1 ではほぼ直線関係が得られている。逆に、両変数とも対数変換した図 3 では、 A_2 がほぼ直線関係を示しているといえよう。

潜時については、物理的刺激強度のみの対数変換の結果だけであるが、 L_1 ではほぼ直線関係が得られている (図 4)。

以上の結果から、どちらの法則がよりあてはまりがよいかを決めることは困難である。現在の限られたデータでは、大まかな傾向を示すことしか出来ないであろう。さらに実験データを集積し、反応の他の成分をも分析の対象に入れ、そのうえで関数形を決定し、どちらの法則がよりあてはまりがよいかを決める手続きが必要であろう。今回は、若干の実験データを示すだけにとどめ、その理論的考察は別の機会に譲りたい。

今回の分析は比較的安定した誘発電位の得られた一羽

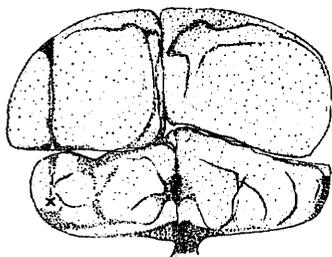


図 5 電極の挿入された部位(×印)。

についてのものであり、部位は図 5 に示されている通りである。

以上、ハトの Optic tectum における刺激強度と誘発電位との関係について報告してきたが、部位の確認の技術的問題など解決しなければならない事柄があるが、それは別にしても、Optic tectum の層 (layer) のちがいによる誘発電位の変化 (Robert & Cuénod 1969, a, b), Tectal Commissures による tectum 間の関係、さらに tectum 以外の部位、例えば、Nucleus Rotundus, Ectostriatum, さらに Hyperstriatum での分析など残されている問題は多い。

引用文献

- Fleming, D. E. 1967. Amplitude relationships between evoked potential Components during trace Conditioning. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 23, 449-455.
- Guilford, J. P. 1954. Psychometric methods. 秋重義治監訳, 精神測定法, 培風館。
- Karten, H. & Hodos, W. 1967. *A stereotaxic atlas of the brain of the pigeon (Columba livia)*. Johns Hopkins Press.
- Robert, F. & Cuénod, M. 1969 a. Electrophysiology of the Intertectal Commissures in the pigeon. 1. analysis of the pathway. *Exp. Brain. Res.*, 9, 116-122.
- Robert, F. & Cuénod, M. 1969 b. Electrophysiology of the Intertectal Commissures in the pigeon. 2. Inhibitory Interaction. *Exp. Brain. Res.*, 9, 123-136.
- Sommer-Smith, T. A. & Morocutti, C. 1970. Cortical and Subcortical evoked potentials during Conditioning. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 29, 383-391.
- 渡辺, 横山, 伊藤, 佐藤, 1972. ハト用電極の作製および植え込み法。慶大大学院社会学研究科紀要, 12, 89-92.

* 本研究は鈴木成生君の協力を得た。