慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	ハトの線条体における視覚誘発電位
Sub Title	Visual evoked potentials in the hyperstriatum of the pigeon
Author	高田, 孝二(Takada, Koji) 渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru) 小美野, 喬(Omino, Takashi) 横山, 浩司(Yokoyama, Koji)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1973
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.13 (1973.) ,p.79- 83
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	資料
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069 57X-00000013-0079

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.

ハトの線条体における視覚誘発電位*

Visual Evoked Potentials in the Hyperstriatum of the Pigeon

高田孝二，渡辺　茂，小美野喬，横山浩司

Koji Takada, Shigeru Watanabe, Takashi Omino & Kohji Yokoyama

有機体の行動の生理心理学的な解明をするにあたって，その感覚径路に関する知見を得ることは必須の前提である。感覚径路の研究法としては，従来，変性法 (degeneration method) による組織学的研究と，誘発電位 (evoked potentials) を用いた電気生理学的研究とが行われてきた。後者については，さらに，神経を直接電気刺激する方法と，受容器を外界から自然刺激する方法とに二分される。

これらの手法は，たがいに相補的なものであるが，行動との関連においては，自然刺激による誘発電位を用いる方がより直接的な意義を持つと思われる。

ハトの視覚系については，比較的多くの研究がなされており，変性法を用いたものとしては Cowan, et al. (1961), Powell & Cowan (1961) など，電気刺激による誘発電位の実験としては，Revzin & Karten (1966/67) 森 (1970) など，また閃光刺激によるものでは Robert & Cuenod (1969), Parker & Delius (1972) などをあげることができる。

今日では，Fig. 1 に示されるように，retina—optic tectum—nucleus rotundus—ectostriatum の径路（以下 Te-E 投射路と略する）と，retina—dorsolateral anterior thalamic complex—hyperstriatum の径路（Th-H 投射路と略する）の二系が考えられている。

Te-E 投射路については，Powell & Cowan (1961) が変性実験のデータに基づいて，nucleus rotundus から paleostriatum augumentum に至る径路を報告しているが，ectostriatum を最終到達部位とする方が有力であると思われる（例えば Pritz, et al., 1972)。

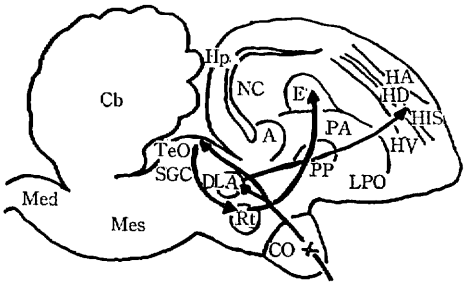

Fig. 1　ハトの視覚径路

A: archistriatum, Cb: cerebellum, CO: optic chiasma, DLA: dorsolateral anterior thalamic complex, E: ectostriatum, HA: hyperstriatum accessorium, HD: hyperstriatum dorsale, HIS: hyperstriatum intercalatus superior, HP: hippocampus, HV: hyperstriatum ventrale, LPO: lobus parolfactorius, Med: medulla, Mes: mesencephalon, NC: neostriatum caudale, NI: neostriatum intermedium, PA: paleostriatum augmentatum, PP: paleostriatum primitivum, Rt: nucleus rotundus, SGC: stratum griseum centrale, TeO: tectum opticum, 矢印は径路を示す。(Parker & Delius, 1972)

Te-E 投射路は哺乳類における retina—superior colliculus—nucleus lateral posterior thalami—circumstriate cortex の径路に，Th-H 投射路は，いわゆる geniculostriate system にそれぞれ対応すると考えられている。従って，optic tectum は構造的には哺乳類の superior colliculus に相当するが，機能的には

* 三田生理心理研究グループ資料 6

lateral geniculate body の役割を果たしているとする説（例えば Mello, et al., 1963 など）は，現在では必ずしも支持されない。

一方，脳の一部の除去がハトの行動，特に学習に及ぼす影響を研究する除去実験では，Th—H 投射路の最終到達部位である hyperstriatum の除去によって，ハトの視覚学習の形成・保持に一定の障害が生じることが報告されている (Zeigler, 1963; Pritz, et al., 1972; Macphail, 1971)。又，Te—E 投射路でも optic tectum 除去 (Cohen, 1967)，nucleus rotundus 除去 (Hodos & Karten, 1966) による視覚学習の障害が認められている。現在までの所，視覚径路を系統的に破壊した実験はなく，径路上の各中継部位がどの様な行動上の機能を担っているかは明らかにはなっていない。

我々はハトを用いて，除去や Spreading Depression の行動に及ぼす効果を吟味しつつあるが，同時に，条件づけに伴う視覚誘発電位の変化に着目している。本実験の目的の一つは，この種の研究のための基礎的データとして，視覚学習において重要な意味を持つと思われる hyperstriatum における，閃光刺激による誘発電位のパタン，潜時，振幅などを検討することである。

又，optic tectum では，単眼に閃光を与えた場合，その呈示方向によって両側性に誘発電位が得られる場合があり (Mello, 1965; Mello, et al., 1963)，hyperstriatum においても同様な現象が認められるかどうかをも併せて吟味するものである。

方　　法

被験体として，デンショバトを用いた。デンショバトをハト用コルセットで保持し，脳定位固定装置に無麻酔で固定する。キシロカインで局部麻酔したのち，頭皮及び頭蓋骨を除去し，両半球にわたって前脳部を露出する。右眼を遮蔽し，左眼は開眼状態で眼瞼をカンシで固定する。又，脳表面の乾燥を防ぐために，dura 上に流動パラフィンを塗布する。

誘発電位の導出は，右半球（刺激眼の反側）前脳部 dura 上に置かれた銀ボール電極によった。不関電極は，眼球運動などによる影響を避けるために，小脳近傍の比較的厚い頭蓋骨内に置く。電極等を設置したハトを，Fig. 2 に示す。

刺激は，キセノン放電管を用いた光音刺激装置 MS—2 PS（日本光電製）による閃光刺激を，Kodak Wratten Filter #45（主波長 481.5 nm）を通して呈示する。1 回の閃光時間は 10 μsec (32 watt) であり，また反復

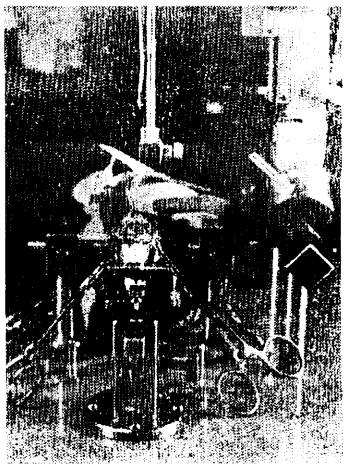

Fig. 2 誘発電位導出中の被験体

呈示の場合の刺激間隔は約 10 sec である。

閃光部と眼球との距離は 15 cmに保ち，脳地図 (Karten & Hodos, 1967) を参照して電極の位置を移動し，hyperstriatum 上で最大振幅で安定した誘発電位の得られる部位を求める。こうした部位が得られた後，閃光刺激を Fig. 3 に示されるような 3 方向から呈示して誘

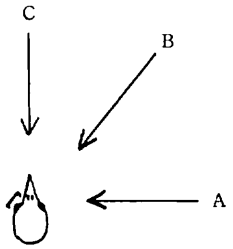

Fig. 3 刺激呈示位置

発電位を記録し，さらに電極を正中線に対して対称な被刺激眼の同側半球の位置に移して同様な手続をくりかえす。（通常，被刺激眼と同側半球で誘発電位を測定する場合，電極は一方の半球に固定し，被刺激眼を変えるのであるが，脳定位固定装置が左眼への閃光刺激を遮るために，今回はこうした方法を用いた。）

記録は，生体電気用ブラウン管オシロスコープ VC-7，及び連続撮影装置 PC—2B（いづれも日本光電製）を用い，5 回重ねあわせと単発で撮影を行なった。

被験体は，完全暗室状態で白色雑音が流されたシールドルーム内におかれ，閃光の呈示位置の移動と電極の移動以外の操作は，全てシールドルーム外でなされた。

結　　果

各刺激呈示位置によって得られた，両半球における，典型的なパタンの誘発電位を Fig. 4 に示す。これは一個体のものであるが，全被験体とも，同様な単相性の波形を示した。しかし一般に同側半球においては，閃光刺激に同期して生起する安定した誘発電位は見られなかった。

潜時については，起点から最初の変極点までを L_1，最大振幅までを L_2 とし，その分析結果を Fig. 5 に示す。1個体 4〜7 回の掃引を3個体について平均したものがプロットしてあるが，刺激呈示位置による差は L_1，L_2 とも殆んど認められない。

一方，反側半球，同側半球での潜時を比較すると，差が顕著であり，全体をまとめて平均すると，同側半球では反側半球に対し，L_1 については 7.7 msec，L_2 については 17.1 msec の遅れになる。バラツキは反側半球，同側半球とも一定に認められるが，同側半球から導出された場合の方がバラツキが大きい。

振幅については，最初の変極点（第1成分 A_1）では現象が不安定であった為，第2成分である最大振幅（A_2）のみを解析の対象とした。

潜時と同様に振幅に関して3個体の平均を Fig. 6 に示す。反側半球からの記録では，刺激呈示位置Bによるものが最大であり，次いで，C，Aの順であった。一方，同側半球からは，反側半球からの誘発電位の半分程度の振幅しか認められず，又，刺激呈示位置による差は殆んど見られなかった。データのバラツキは両半球ともかなり大きく 50〜200 μV の範囲であった。

考　　察

ハトの hyperstriatum における視覚誘発電位については Parker & Delius (1972) がタングステン電極を脳組織内に挿入して，双極誘導で測定を試みている。彼等の結果によれば，hyperstriatum 表層では誘発電位は認められず，深部から導出するにつれて，より明瞭な現象が記録される。最も顕著な誘発電位は hyperstriatum ventrale で検出されるが，その下部の neostriatum では，全く検出されない。

一方，我々は，本実験において，dura 上からの銀ボール電極による単極誘導を行なっており，Parker & Delius (1972) より広い範囲の電位変化を測定していると云う相違はあるが，極めて明瞭な単相性の誘発電位を hyperstriatum から検出している。Parker らは脳表面からの導出は行なっていないので，直接問題にする事は

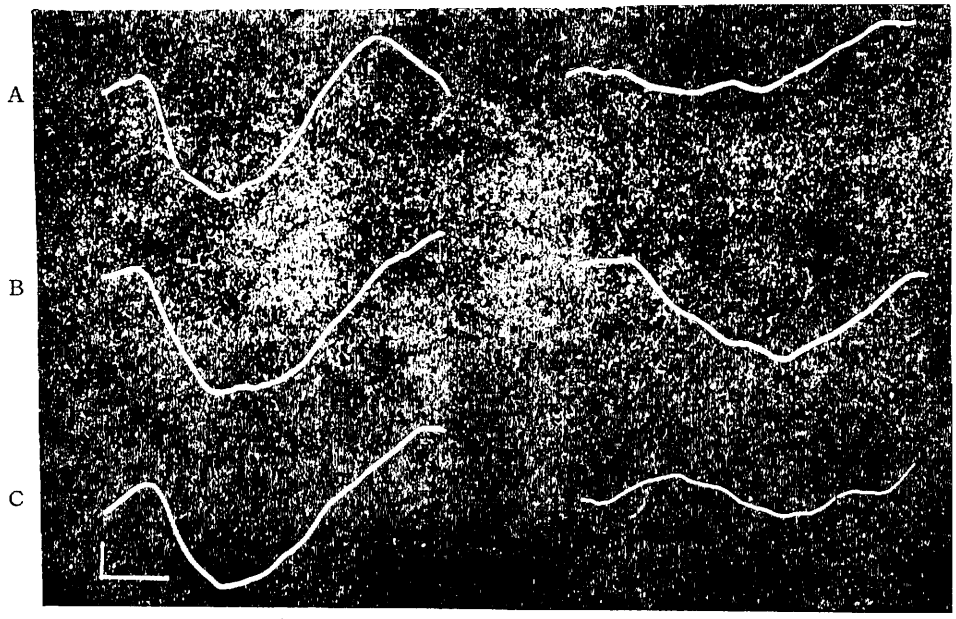

Fig. 4 視覚誘発電位

A, B, C, は夫々刺激呈示位置を示す。Calibration は 100 μV, 40 msec.

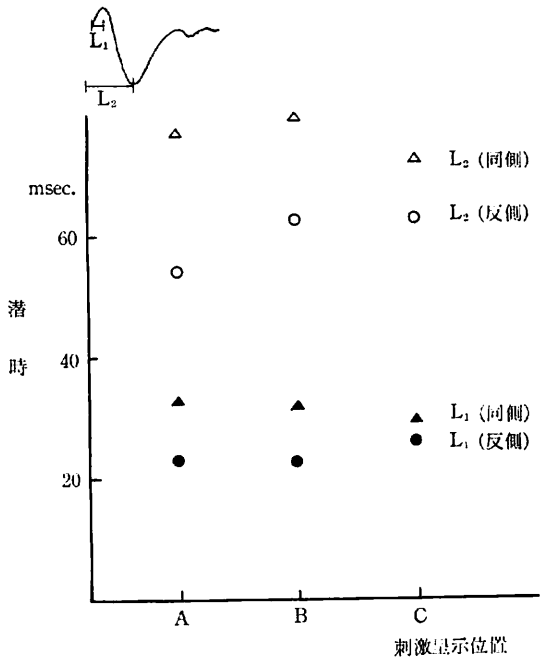

Fig. 5 各刺激呈示位置に依る平均潜時

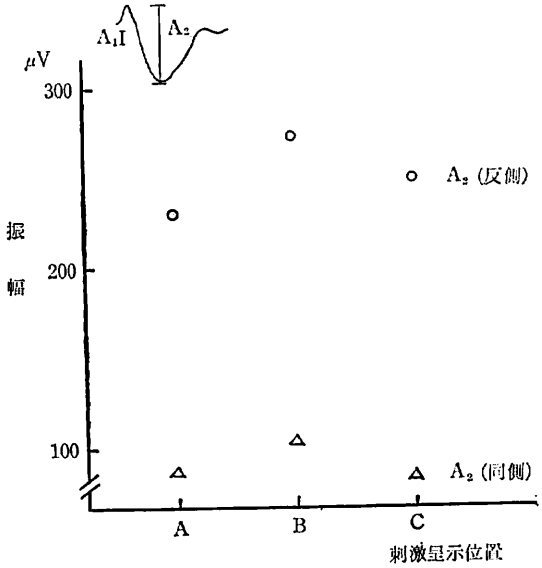

Fig. 6 各刺激呈示位置に依る平均振幅
A_1: 第1成分 A_2: 第2成分

出来ないが，今後，我々も局所的な電位変化を分析して行きたいと思っている。

刺激呈示位置の効果は，反側半球での誘発電位の振幅についてのみ認められたが，被験体の受容器の位置での刺激強度の測定を行なっていないので，これが，刺激の呈示方向それ自体によるものか，呈示方向の変化に伴う強度の変化によるものか若干疑問が残る。

dorsolateral anterior thalamic complex から両側性に hyperstriatum へ上行する径路は解剖学的には同定されていない。従って，Th—H 投射路において，dorsolthalamus から両半球の hyperstriatum への投射は，論理的には，いくつか考えられる。例えば，1) thalamus から片半球の hyperstriatum へ限局して視覚情報が伝達される，2) thalamus からは片半球に限局した伝達があるが，その後，何らかの commissure を介して他半球の hyperstriatum へ視覚情報が伝達されると云った可能性である。。

本実験において，閃光刺激を与える受容器の同側半球から検出される現象が，極めて不安定である事は，視覚情報の伝達が，反側半球の hyperstriatum にかなり限局されている事を示唆するが，わずかながらも，同側性に誘発電位様のものが検出される事から，第1の可能性は少い様に思われる。

次に，もし，同側性に検出される誘発電位が，反側半球に伝達された視覚情報が何らかの commissure を介して転送されたものとすれば，同側半球での誘発電位は，反側半球でのそれに比べて，より多くの潜時を必要とするであろう。事実，commissure を介して両側性に検出されている optic tectum での誘発電位では，反側，同側で約 15 msec の差が認められている (Robert & Cuenod 1969)。本実験のデータでも，同側半球の hyperstriatum で誘発電位様のものが検出される場合には，片側半球のそれより 5-10 msec の遅延があり，この事から，第2の可能性，即ち，hyperstriatum においても，commissure を介して他半球へ視覚情報を伝達する径路がある事が考えられる。

今回の実験は，前述した様にバラツキが大きく，ここで報告したデータのみからは，thalamus-hyperstriatum の径路について結論めいた事は云い難い。

今後は，固定装置や電極の改善とともに，電気刺激の利用や commissure section 等によって，より多角的に研究を進める事が必要であろう。

引 用 文 献

Cohen, D. H. 1967 Visual intensity discrimination in pigeons following unilateral and bilateral tectal lesion. *J. comp. physiol. Psychol.*, 63, 172-174.

Cowan, W. M., Adamson, L. & Powell, T. P. S. 1961 An experimental study of the avian visual system. *J. Anat.*, 95, 545-563.

Hodos, W. & Karten, H. J., 1966 Brightness and pattern discrimination deficits in the pigeon after lesion of nucleus rotundus. *Exp. Brain. Res.*, 2, 151-167.

Karten, H. J. & Hodos, W. 1967 *A stereotaxic atlas of the brain of the pigeon.* John Hopkins Press.

Macphail, E. M. 1969 Avian hyperstriatal complex and response facilitation. *Communications in Behavior and Biology*, 4, 129-137.

Macphail, E. M. 1971 Hyperstriatal lesion in pigeons, *J. comp. physiol. Psychol.*, 75, 500-507.

Mello, N. K. 1965 Reply to Cumming. *Science*, 149, 1519-1520.

Mello, N. K., Erwin F. R. & Cobb S. 1963 Intertectal integration of visual information in Pigeon: electrophysiological and behavioral observations. *Bol. Inst. Estud. med. biol.*, 21, 519-533.

森 滋夫 1970 鳩の網膜視蓋投射系の電気生理学的基礎 環境医学研究所年報, 22, 21-26.

Parker, D. M. & Delius J. D. 1972 Visual evoked potentials in the forebrain of the pigeon. *Exp. Brain. Res.*, 14, 198-209.

Powell, T. P. S. & Cowan W. M. 1961 Thalamic projections upon the telencephalon in the pigeon. *J. Anat.* 95, 78-109.

Pritz, M. B., Mead W. R. & Northcutt R. G. 1972 The effects of Wulst ablations on color, brightness and pattern discrimination in pigeons. *J. comp. Neurol* 140, 81-100.

Revzin, A. M. & Karten, H. J. 1966/67 Rostal projections of the optic tectum and nucleus rotundus in the pigeon. *Brain Res.* 3, 264-276.

Robert, F. & Cuenod, M. 1969 Electrophysiology of the intertectal commissures in the pigeon. *Exp. Brain Res.*, 9, 116-136.

Zeigler, H. P. 1963 Effects of endbrain lesions upon visual discrimination learning in pigeons. *J. comp. Neurol*, 120, 161-181.