

Title	ハト用不分極電極の作製及び適用例：線条体における緩電位変動
Sub Title	Construction and application of non-polarizable electrode for the pigeon : steady potential shifts in hyperstriatum
Author	高田, 孝二(Takada, Koji) 伊藤, 正人(Ito, Masahito) 渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1974
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.14 (1974.), p.91- 94
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-00000014-0091

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.

ハト用不分極電極の作製及び適用例*

— 線条体における緩電位変動 —

Construction and Application of Non-Polarizable Electrode for
the Pigeon

— Steady Potential Shifts in Hyperstriatum —

高田孝二 伊藤正人 渡辺 茂**
Kohji Takada, Masahito Ito & Shigeru Watanabe

脳内電気活動の分析において、自発性電気活動(脳波)、明確な外部刺激によって誘発される誘発電位 (evoked potential) などとともに、脳波の基本電位の変動 (baseline shift) が、大脳における電気活動の指標のひとつとして、従来、問題とされて来た。

この基本電位の変動は、DC potential (O'Leary & Goldring, 1959), slow potential (Brookhart, Arduini, Mancina, & Moruzzi, 1951), steady potential (Vanaspupa, Goldring, O'Leary & Winter, 1958), bioelectric baseline shift (Rowland & Goldstone 1963) など、様々な名称で呼ばれて来たが、現在では、緩電位変動 (steady potential shift) に統一されつつあり (Rowland, 1968), 以下それを用いる。

緩電位変動の生理学的機序に関しては、皮質の錐体細胞における樹状突起と他の部分との分極の差によるとする説 (O'Leary & Goldring, 1959) と、グリア細胞をその起源とする説 (Orkand, Nicholls, & Kuffler, 1966 など) の、2説があり、未だ明らかではない。

この変動は、皮質においては 1 mV の範囲内のものであり、受容器を外界から自然刺激する事によって、又、神経を直接電気刺激する事によっても、生ぜしめられる。

緩電位変動それ自体に関しては、(1) 刺激呈示により誘発され、刺激の除去とともにただちに基線に戻る場合、及び、(2) 刺激の除去後も一定時間持続する場合、の2種類に分けられる。(1) は皮質への特殊投射系、(2) は汎性投射系によって維持される、と考えられている。

条件づけと緩電位変動との対応に関しては主として古典的条件づけの手法によって検討されている。これによれば、条件刺激の単純な繰返しによって変動は減衰するが、条件刺激と無条件刺激とを対呈示する強化工作によって再び変動は大きくなる。この様な、古典的条件づけにともなう緩電位変動を規定する要因としては、様々なものが考えられているが、(例えば Rowland & Goldstone, 1963; Rowland, Bradley, School, & Deutschman, 1967; Marcynski & Sherry, 1972 など) 多くの実験が何を従属変数とするか、という点について曖昧であり、又、独立変数の統制も充分ではない。従って現在迄のところ、条件づけとの対応に関して明確な事は述べられない。今後、実験条件の厳密な統制とともに、他の生理学的測定との関連を吟味しつつ、条件づけと緩電位変動との対応を明らかにして行く必要がある。

拡張性抑制 (Spreading Depression, 以下 SD と略す) にともなう緩電位変動は、Leao (1944) が最初に報告したが、これは変動幅が 5~15 mV という大きなものであり、自然刺激による変動とは発現機序を異にし、あるいは生理学的な現象ではないかも知れない、といわれている。(相川, 1970, SD 下の緩電位変動の様相に関して、これを参照されたい) しかしながら、この現象は、可逆的でありしかも一時的な除皮質効果を持つ為、半球間転移の研究などに多く用いられている (例えば Nadel & Buresova, 1969; Bures & Rustova, 1971 など)。

我々は数年来、デンシヨバトを被験体として、SD や

* 三田生理心理研究グループ資料 8

** 不分極電極の作製に関しては、名古屋大学環境医学研究所の杉本助男、木田光朗の両氏をはじめ、第5部門、第6部門の方々によくの御示唆をいただいた。記して感謝いたします。

誘発電位を指標とする実験を行って来た。ハトにおける緩電位変動の研究は, Durkovic & Cohen (1966, 1968), Bures, Fifkova, & Marsala (1960), Shima (1964) などがあるが, それらはいずれも, 電極作製の仕様に関してはあまり明らかではない。そこで, 本稿では, 緩電位変動を指標とする実験のために, 我々が改良した不分極電極の作製法及びその適用例について報告する。

簡易ハト用不分極電極の作成

緩電位変動測定のためには, 導出電極を不分極化しておく必要があり, その様な不分極電極としては, 普通, 甘汞電極 (calomel electrode), もしくは銀一塩化銀電極 (Ag-AgCl electrode) が用いられる。これらはいずれも, 電極中に難溶性の金属塩が不溶のまま存在しているため, 電極内を電流が流れても電極電位が変化せず, 起電力を忠実に読みとる事が可能である。

ここで述べる Ag-AgCl 電極の作成に関しては, Rowland (1961, 1968), Wurtz (1965) などの文献があるが,

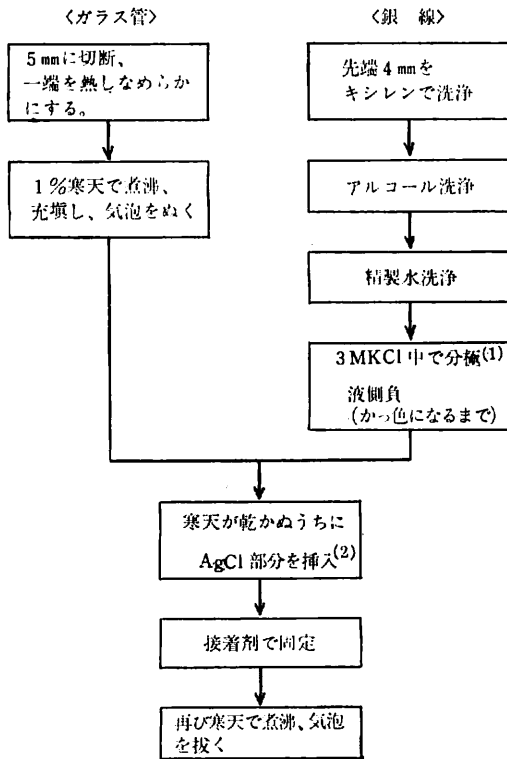


図 1 不分極電極作製流れ図

- (1) 普通の乾電池などの炭素棒を用いると良い。
- (2) AgClはほんのわずかな接触でも剝離してしまうので, 取扱いは充分注意せねばならない。

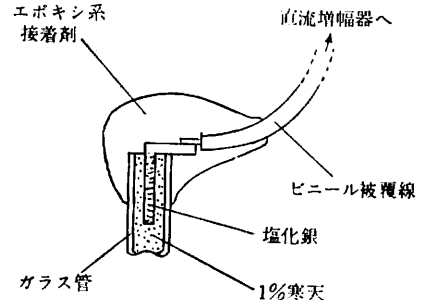


図 2 不分極電極断面図

それらはサル, ネコなど, 脳の比較的大きな実験動物用に考案されたものであるため, 我々はそれらを改良し, ハトなどの小動物用の不分極電極の作製を試みた。

材料は, ガラス管 (1 mm in O. D.×5 mm), 純銀線 (0.3 mm in O. D.), 寒天末, Ringer-Tyrode 液である。

作製手順は図 1 に, また, 完成した電極の断面図を図 2 に示した。

電極の“出来”を検査するには, ランダムに選んだ 2本の電極を Ringer 液 (もしくは生理食塩水) 中に浸して, その電位差を読めば良い。電極間の電位差が小さく, また動揺が少なければ, それは 2本の電極が均斉であるという事であり, 同時にそれらの電極の良さを保証していると考えられる。電極間の電位変動が 10 μV/min 以下であれば使用に耐えると見なして良いであろう。

この様にして作製された電極の適用例として, 次に KCl の注入による, ハトの線条体における緩電位変動を取り上げる。

電極の適用例

被験体はデンショバト 9羽。緩電位変動の導出には Ag-AgCl 電極, 脳波の導出には Ag-AgCl 電極もしくは銀ボール電極を用いた。KCl を注入する半球と, 正常な半球における脳波及び緩電位の変動を比較するため, 各電極は両半球のほぼ対照的位置に置かれた。

電極の植え込み法は, 渡辺, 横山, 伊藤, 佐藤 (1972) と同様である。導出部位は両半球の線条体の表面, すなわち, 前後 6~12 mm, 正中線から左右に 2~4 mm の範囲である。また, 不関電極は銀ボールを用い, 前頭骨中に置いた。

SD は, 小美野, 渡辺, 伊藤, 高田 (1973) の方法によって, 30% KCl 7.5 μl を片半球に注入して生ぜしめた。緩電位変動は, 直流アンプ (日本光電製 RM-80) を介し, 単極もしくは双極誘導によって記録した。



図3 単極誘導による緩電位変動, スケールは横軸1分, 縦軸10 mV。

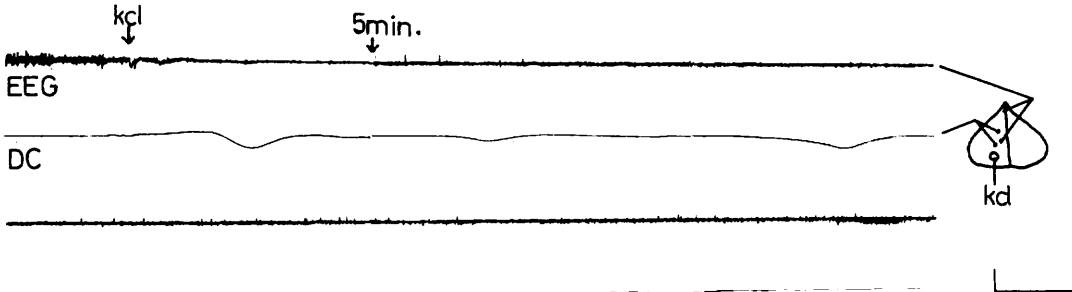


図4 双極誘導による緩電位変動及び EEG の変化, スケールは横軸1分, 縦軸は10 mV の緩電位変動を示す。

結 果

単極誘導した場合の KCl 注入半球での緩電位変動の例を図3に示す。注入後約1分で陰性方向へ約7 mV 変動する相が見られる。その後、緩電位はゆるやかに基線へ戻るが、約6分後に2回目の変動を生じ、約4~5分の間隔をもって数回の陰性方向への変動を繰り返す。一方、他半球では、注入半球の様な変動は見られなかった。

双極誘導の場合の緩電位変動と脳波との対応を図4に示す。KCl 注入直後に脳波振幅の減衰が見られ、約1分後に緩電位は陰性へのゆらぎを生じ、それに続いて陽性方向への変動が見られる。緩電位は、単極誘導の場合と同様に数分間の間隔をおいて変動を繰り返すが、単極誘導の場合と異なり、陽性方向へのゆれの方がはるかに大きく、また、時間の経過とともに変動が減衰した。脳波振幅の減衰は、緩電位変動が認められなくなったのちも持続していた。また、他半球の緩電位、脳波振幅には、KCl 注入による顕著な効果は見られなかった。

ハトの線条体において KCl による SD の現象を報告した例は少なく、Bures et al. (1960), Shima (1964) があるのみである。それらによれば、緩電位変動の開始は、同じ電極からの脳波振幅減衰に先立っているが、SD が生じる時間は、導出部位と KCl 注入部位との距離に関係するので、同一電極から緩電位ならびに脳波を記録していない我々のデータとは一致しない。Bures et al. や Shima においても、緩電位変動は何回か反復して生

じ、かつ脳波振幅の回復に先立ってこれが生じなくなっている。後者に関しては我々のデータにおいても同様の現象が認められるが、前者に関しては、変動が1回しか生じない場合がしばしば認められた。

非抑制半球の現象に関しては、ハトでは報告がないが、ネズミでは、抑制半球の緩電位変動に同期した変動が認められている (Cofold, 1965; Crow, Peternovich, & Carew, 1973 など)。今回の報告には非抑制半球における現象を示さなかったが、抑制半球の変動と同期しないまでも、KCl 注入後、何らかの変動が非抑制半球に見られる場合があり、今後の検討が必要であろう。

また、KCl 濃度による緩電位変動の反復回数並びに変動間々隔の変化については、ネズミを用いた Crow et al. (1973) の報告があるが、この点に関しても、今後、検討を続けたい。

引用文献

- 相川貞男 1970 いわゆる Spreading Depression について. 精神医学研究所業績集 第17輯, 1~10.
 Brookhart, J. M., Arduini, A., Mancina, M., & Moruzzi, G. 1958 Thalamocortical relations as revealed by induced slow potential changes. *Journal of Neurophysiology*, 21, 499-525.
 Bures, J., Fikova, E., & Marsala, J. 1960 Leao's spreading depression in pigeons. *Journal of comparative Neurology*, 114, 1-10.
 Buresova, O., & Nadel, L. 1970 Interhemispheric

- transfer in the rats. *Physiology and Behavior*, **5**, 849-853.
- Buresova, O., Bures, J., & Rustova, M. 1971 Conditions for interhemispheric transfer of initially lateralized visual engram in hooded rats. *Journal of comparative and physiological Psychology*, **75**, 200-205.
- Cofold, D. 1965 Interhemispheric spread and graded responses in spreading cortical depression. *Psychonomic Science*, **2**, 343-344.
- Crow, T. J., Peterovich, L., & Carew, T. J. 1973 Electrophysiological correlates of cortical spreading depression. *Behavioral Biology*, **8**, 219-226.
- Durkovic, R. G., & Cohen, D. H. 1966 DC potential activity in a nervous system lacking neocortex: the pigeon telencephalon. *Anatomical Record*, **154**, 341.
- Durkovic, R. G., & Cohen, D. H. 1968 Spontaneous, evoked and defensively conditioned steady potential changes in the pigeon telencephalon. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, **24**, 474-481.
- Leao, A. A. P. 1944 Spreading depression of activity in the cerebral cortex. *Journal of Neurophysiology*, **7**, 359-390.
- Marczynski, T. J., & Sherry, C. J. 1972 Induction of sleep and "Reward contingent positive variation" by photic stimuli in the cat. *Experimental Neurology*, **34**, 103-114.
- Nadel, L., & Buresova, O. 1969 Interocular transfer in the hooded rat. *Physiology and Behavior*, **4**, 613-619.
- O'Leary, J. L., & Goldring, S. 1958 Changes associated with forebrain excitation processes: DC potentials of the cerebral cortex. In Field, J., Magoun, H. W., & Hall, V. E. (Eds.), *Handbook of physiology*, Amer. Physiol. Soc., Washington, **1**, 315-328.
- 小美野高, 渡辺 茂, 伊藤正人, 高田孝二. 1973 デンショバトにおける Spreading Depression のレスポナント行動におよぼす効果. 慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要 第 13 号, 85-90.
- Orkand, R. K., Nicholls, J. G., & Kuffler, S. W. 1966 The effect of nerve impulses on the membrane potential of glial cells in the central nervous system of amphibia. *Journal of Neurophysiology*, **29**, 788-806.
- Rowland, V. 1961 Simple non-polarizable electrode for chronic implantation. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, **13**, 290-291.
- Rowland, V. 1968 Cortical steady potential (Direct current potential) in reinforcement and learning. In Stellar, E., & Sprague, J. M. (Eds.), *Progress in physiological psychology*, Academic Press, New York, **2**, 2-72.
- Rowland, V., & Goldstone, M. 1963 Appetitively conditioned and drive-related bioelectric baseline shift in cat cortex. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, **15**, 474-485.
- Rowland, V., Bradley, H., School, P., & Deutschman, D. 1967 Cortical steady potential shifts in conditioning. *Conditional Reflex*, **2**, 3-22.
- Shima, I. 1964 Behavioral consequences of striatal spreading depression in pigeons. *Journal of comparative and physiological Psychology*, **57**, 37-41.
- Vanasupa, R., Goldring, S., O'Leary, J. L., & Winter, D. 1959 Steady potential changes during cortical activation. *Journal of Neurophysiology*, **22**, 273-284.
- 渡辺 茂, 横山浩司, 伊藤正人, 佐藤万哉. 1972 バト用電極の作製および植え込み法. 慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要, 第 12 号, 89-92.
- Wurtz, R. H. 1965 Steady potential shifts during arousal and deep sleep in the cat. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, **18**, 649-662.