

植込電極による人脳病態生理学的研究

第5報 視床脳波，特に電気刺戟時所見を中心として

佐藤 恵 一
SATO-KEIICHI

弘前大学医学部精神医学教室（主任 和田豊治 教授）

(23. X. 1959受付)

いとぐち

人脳病態生理学的研究の一環として植込電極による直接電気刺戟法を取りあげ、その手技・或いは前頭葉皮質下部刺戟所見・視床部刺戟時の臨床像の変化、及び個々の脳波所見についてはすでに第1～4報に於いて述べたが、ついで視床部に於ける直接電気刺戟時の脳波所見を総合し、その臨床像との相関について検討を行なった結果を述べる。なお、被検者は精神分裂病者17例である。

実験成績

I 安静時脳波所見

A) 視床部安静時脳波所見：視床部の脳波所見は、前頭葉皮質下部のそれほど多岐に亘るものようではない。いまそれを総合すると、およそ次の如く分類される。

1) α 波様脳波律動。

これはほぼ全症例に於いて記録されたものであり、およそ振幅 $20\sim 60\mu V$ ・振動数 $8\sim 9$ /秒である。しかし2～3例に於いては $6\sim 7$ /秒のもの、或いは $9\sim 10$ /秒のものが認められた。附図1は $6\sim 7$ /秒のしかも $100\mu V$ 程度の high voltage のものであり、 $4\sim 5$ /秒の徐波が混合して発来している例である。

2) Sharp wave

$60\sim 70\mu V$ の sharp wave が α 波様脳波律動に混合して発来している場合も認められた。しかし sharp wave が発来している場合は、一般に α 波様脳波律動は 10 /秒より多い振動数の場合が多い。附図2はその1例である。

3) 徐波

附図1でもみられるが、 $4\sim 6$ /秒の振動数で振幅が $50\sim 100\mu V$ の pattern が α 波様脳波律動に混合して発来している場合もあった。これは時には前頭葉皮質部、或いは皮質下部に H V S (high voltage slow activity) の発来が認められる場合に散見されることがある。即ち、それと同期性に視床部に徐波が出現しているのである。

4) $1.5\sim 2$ /秒大徐波

この pattern は症例により異なり、個人差があったが、電極が皮質下部 $8\sim 9$ cmと言った比較的深部になるに従って著明な pattern として観察された。附図6右側皮質下部 $8.5\sim 9$ cm間の誘導にそれがみられる。

5) 低電圧速波 (LVF)

この pattern は時折 α 波様脳波律動の間に発来しており、 $15\mu V$ 以下の振幅で、 $15\sim 20$ /秒の振動数のものである。

B) 前頭葉皮質下部脳波と視床脳波との関係。

安静時では視床部脳波と前頭葉皮質下部脳波との間に特に著明な関係は認められなかった。

前頭葉皮質下部脳波所見では、その電極の固定部位により多種の pattern を観察し得たが、前頭葉皮質下部に spike wave, sharp wave や H V S と呼ぶ pattern が著明に発来している場合でも、これが視床部に伝播しているような所見を認めることが出来なかった。しかしながら、前頭葉皮質下部硬脳膜上誘導に於いて H V S の発来が認められる時にこれに同期性に視床部に H V S が混合して発来する所見は屢々認められた。

C) 頭皮上記録脳波と視床脳波との相関。

安静閉眼時に於いては、頭皮上誘導脳波と視床部脳波との間でも、特に著明な相関を認める事が出来なかった。しかし、開眼させると、附図 3 に示す如く、頭皮上誘導、視床部誘導共に反応を示し、頭皮上の α 波は抑制されるのは勿論のこと、視床部に於いてもその α 波様脳波律動は抑制される。しかし同図でもわかる様に、前頭葉皮質下部脳波では、著明な変化は特に認められなかった。

II 光刺戟時並びに麻酔時の脳波所見

A) 光刺戟時脳波所見：前頭葉皮質下部脳波所見では開眼一閉眼による変化を認めることが出来なかったが、視床部では α 様脳波律動が抑制される所見を得たので、さらに閃光刺戟を加えた場合の変化を追究した。

刺戟条件は 3~30/秒の閃光 (Buffington; 100,000 燭光; 100 μ sec) を眼前 15cm の位置より加えたが、その場合、頭皮上誘導脳波と同様に視床脳波律動が増強されることがあった。附図 4 に示したのはその例である。然しこの場合には電極部位が問題であり、特に著しい所見を示さない部位もある。したがってその所見の発来に関係を持つ部位に撰択的に発生すると考えられる。次の附図 5 に示したのは、閃光刺戟を加えた処、視床部誘導脳波全般に亘り著しい evoked potential の発来

が認められた例で、閃光と同時に不規則な spike-wave-complex, 或いは H V S が発来している。かかる例もあったことは上述の考えを更によく裏付けるであろう。尚刺戟条件では 3~15/秒の間の刺戟効果が著しかった。

以上の如く視床部に対する光刺戟時の脳波所見では、その電極の固定部位、或いはその誘導部位によって異なるが、頭皮上誘導脳波に同期してほぼ同様の反応を示すことは否めないところである。

B) 麻酔時脳波所見：3%の Ravonal 水溶液を 10 秒間 1 cc の速度で静脈内に注入した所見では、附図 6 の如く、頭皮上・視床部・前頭葉皮質下部を問わず、高振幅波が出現し、ゆるやかな基線の動揺の上に spindleburst を生ずる。麻酔時に於ける脳波上の変化は、和田等・大熊等・石川、その他諸家の述べている如くで、我々の場合も一般に認められている所見と大差がなかった。しかし少数に於いては、Ravonal の注入によって前頭葉皮質下部では、前述の所見と同様の高振幅律動・spindle burst が認められるのにもかかわらず、視床部及び頭皮上誘導では振幅数が増加しても、基線の動揺と同時に、その振幅が逆に減少する所見を呈する場合があった。しかし臨床像は他例と同様に深麻酔状態を呈している。

III 電気刺戟時所見

我々の刺戟条件 (即ち 50/秒・パルス巾 10.0msec・5~45volts) では、刺戟最中の記録は artifacts のため不可能に近く、背景電圧自動補償型直流増幅器を使用しても余り満足な結果を得ることが出来なかった故、刺戟時脳波所見とは言っても、主として刺戟終了直後のものに限って述べることにする。

A) after-discharge 像

前頭葉皮質下部を刺戟した場合に於ける after-discharge の状態は一定した pattern を認める事が出来なかったのに対し、視床部

の刺戟時に発生する pattern は個人差はほとんどなく、ほぼ一定した所見が全症例について認められる事が出来た。刺戟を加えた時に先ず発生するのは、刺戟部位に焦点を持つ不規則な型の HVS であり、これは刺戟直後に発生し、10秒～60秒後には次第に規則的な型をとる。

HVS に混して spike wave 或いは sharp wave が認められる場合もある。(附図参照)

この pattern はその後 1.5～3/秒の律動性 HVS に移行して行き、時間の経過と共にその HVS の振幅は次第に減少し、約10分後には基本律動にかえる。ところで、前述の rhythmic HVS と言った after-discharge は、我々の例では約90%が 2/秒 HVS であった。刺戟部位にこの 1.5～3/秒 rhythmic HVS が発生している際には、基本波は全然認められず、又この discharge に重疊して発生することもない。

この after-discharge が減衰して行く途中で再び同部位に電気刺戟を加えると、その振幅が増加する。又一定部位にこの HVS が発生している際に、他の部位を刺戟すると、その部位にも新たに after-discharge を発生せしめる事が可能である。

以上のように、視床部に於ける after-discharge の発生する部位は、刺戟部位にはほぼ限定される状態であるが、しかし時には after-discharge が反対側の前頭葉皮質下部深層に伝播し、その部位に同期性の HVS を示す例もみられた。それらの像の例として附図 8 を参照されたい。

B) after-discharge と刺戟電圧・刺戟時間との関係

第1報・第4報で述べた如く、刺戟を加えている最中に電流が遮断された状態を示す場合には、必ず脳波記録では after-discharge が発生しているのが認められた。ところで

after-discharge の発生するに要する刺戟電圧は、個人差・電極固定部位による差が若干認められるが、その最低値は我々の刺戟条件

(即ち 50/秒パルス巾 10msec.) ではほぼ 2.5 volts 附近であって、それ以上の電圧では after-discharge をいつでも発生せしめる事が出来た。又 after-discharge の発生する迄に要する刺戟時間であるが、これは電圧を 5 volts から徐々に上昇させて 25 volts 附近迄上昇させた場合と、25 volts 附近で急速に通電して刺戟を行なった場合では、発生の時間が異なっている。即ち、徐々に電圧を上昇させた場合には、その刺戟として加えられる平均電流値は徐々に増加して行き、電圧が凡そ 25 volts を超えた処で、急激に電流が遮断され after-discharge の発生が認められる。しかし急速に 25 volts 以上の電圧を加えた場合には、一旦その電流値は、前の場合よりも遙かに大きく流れ、ついで次第に低下し、遂には遮断された状態を呈し、そこで after-discharge が発生する。従って、徐々に電圧を上昇させた場合には刺戟電圧と平均電流値より、after-discharge の発生せしめ得る閾値を知る事が出来るが、急速に刺戟を加えた場合にはそれが困難である。我々は徐々に電圧を上昇させて after-discharge の発生する閾値を求め、次いでその電圧で急速に通電するという方法で常時 after-discharge を観察し得た。(第1報参照)。

C) 電気刺戟時の意識状態と after-discharge 像との関係

まず after-discharge の発生する迄の間に於ける意識の状態像をみると次のようである。即ち、前頭葉皮質下部の時同様、電鍵を叩かせながら刺戟を行う方法と、計算の遅速を測定する方法を利用した。前頭葉皮質下部と視床部との間で刺戟例に於ける電鍵叩速度は第1図・1に示す如くである。刺戟を開始すると、刺戟知覚のため一時叩数が中断されるが、その後は電圧を徐々に上昇させてもその速度はあまり変化を示さない。30 volts 附近になると意識の溷濁と共に手の振顫が著明となり、叩く速度は遅れ、且つ不規則となる。40 volts では、意識の著明な溷濁と共に

全身の強直性痙攣を生じ、為に中止されている。

第 I 図・II は直接に頭初より 25volts で刺戟を加え、その後に電圧を上昇させた場合の例である。刺戟部位は前同様、前頭葉皮質下部と視床部の間であるが、刺戟開始と同時に顔をゆがめ、手に振顫を生じ、それと共に速度の遅れが目立つ。電圧を上昇すると次第に不規則性を増し、30volts で全身強直状態となり、意識障害の発現と共に電鍵より一時手を離れた（この時に after-discharge の発来を認めた）。刺戟電流量も減少していた（電流遮断の状態を呈して電圧を更に上昇させても電流は流れない）。

被検者はやがて再び電鍵を持ったが、完全に意識は恢復せず、図に示す如き叩き方をしていた。従って、刺戟によって after-discharge が発来する前に、全身性強直状態乃至は短時間の意識溷濁状態を生じた場合には、その後 after-discharge の発来中において意識の恢復迄に或る程度の時間的経過を必要とするものと考えられる。

又我々は、両側の前頭葉皮質下部深層と、両側の視床部 7.5cm との間で通電方向は前頭葉皮質下部→視床部として、両側同時に刺戟を行い、その場合に於ける計算能力の変化も追究してみた。1 例に 2 桁の数字の加算を行わせた処、刺戟前 10 問の平均は 9.89 秒で誤りが 3 であったものが、刺戟下（即ち 25volts で通電し、直後より after-discharge の発来を認めたが、そのまま通電を継続）での加算では、10 問の平均が 8.95 秒で誤りが 2 であった。しかも加算終了後では頭の具合がさっぱりしたと言っていた。通電終了後 10 分目で脳波所見に after-discharge がみられず、しかも基本波も未だ記録されない時期に同様の計算を行わせたところ、10 問の平均が 7.80 秒で誤りがなかった。この事によっても、視床部に 1.5~3/秒の rhythmic HVS (after-discharge) が発来されている間は、少なくとも意識に著しく高度の障害もたらされる

とは断定することは出来ないものようである。

D) 痙攣発作と視床部脳波所見との関係。

前頭葉皮質に対して電気刺戟を加え、その後強直性間代性痙攣発作を発生せしめた場合の脳波所見は附図 9 の通りである。刺戟部位で著明な spike wave の発来が認められても、視床部では刺戟と同半球の視床部に HVS・sharp wave が認められ、反対側視床部では低振幅徐波がみられるにすぎない。刺戟部位の spike wave が spike-wave-complex に移行した時期、即ち臨床像では間代性痙攣の状態を示す時期に、始めて視床部に於いても spike-wave-complex が発来している。痙攣発作が始まってより、視床部に spike-wave-complex の pattern が認められる迄には約 20 秒の時間を要す。なお、これ等の全ての pattern は間代性発作の終了と共に消失する。

E) 欠神 (absence) 状態

すでに述べた如く、意識状態は限局性の after-discharge の発来後に於いてはほぼ清明に近いと考えられるが、刺戟中に於いては意識溷濁或いは意識喪失等の状態像が瞬時みられることがある。特に短時間に然も高電圧で刺戟した場合、刺戟部位及び刺戟電圧にもよるが、一種の欠神状態を呈し、その後において after-discharge の発来を認める事が屢々認められた。即ち、刺戟を加えた場合に軽い強直状態となり、正臥位で顔面が後方に引かれ、顎が前方に出た状態となり、両手・両下肢共に伸展した状態を数秒間とるが、after-discharge の発来と共に忽ち旧位に復する場合がある。いまひとつは、刺戟を加えた場合に、四肢に著明な変化なく、眼瞼だけが開いたままの状態を呈し、その後すぐ現われる after-discharge の発来と共に旧態に復する場合である。この様な恰も absence 様 (LENNOX の言う精神運動発作の tonic state に当る) 発作像を呈する場合は、15 volts~25volts の間の刺戟で after-discharge

が発来する場合に主として認められた。かかる場合はrhythmic HVSが現われる迄の間には特有な脳波所見がみられなかった。

F) 長時間刺戟時の脳波像

脳波所見，特に閉眼安静時記録に関する限りでは振幅の低下を除くと，症状の改善に伴う著明と思われる変化は特になかった。術後2～3ヶ月目においてもそうであった。

考 按

視床部の脳波所見については，すでに1938年に GRINKER⁹⁾等の報告があり，1949年には JASPER¹²⁾ の視床の網様体の研究，HAYNE¹⁰⁾ のてんかんに対する研究，MAYERS¹¹⁾ のパーキンソン氏病に対する研究等があり，その後手技の発達に伴って種々の立場より，動物或いは人脳に対して研究が行なわれて来た。そして手術時を利用した視床部脳波記録，植込電極法による皮質下部脳波記録・視床部脳波記録等も普通に行なわれるようになった。

視床部に於ける安静時脳波所見に於いては，秋元等¹³⁾・石川¹⁴⁾は， α 波が記録され，視床の上部では6～8/秒のゆるい波を認め，皮質下部7cmの部位では規則的な α 波，8cm以下の部位では1/秒の基本波がこれに重疊していると述べている。われわれも，これとほぼ同様の所見を認めることが出来た。切替は精神分裂病者について記録した視床部誘導脳波では，その律動は頭皮上誘導と相応・対応している様であり，1) α 波の連続，2) α 波と β 波との混入，3) β 波だけ多く見られると言った3型に分類している。われわれが陳旧性精神分裂病者について認めた所見は前述の如くであり，ほとんどが8～9/秒の α 波様脳波律動のみであって，速波はわずかにその α 波様脳波律動の間に記録し得ただけであった。彼の所見は主として緊張病型，或いは寛解状態の患者について述べられているが，然しそのような病型の差というよりは植込電極による慢性実験を我々が行なった為かと思われる。

また electrostimography の前後を比較して，それにより症状の改善された例と不変であった例について検討するに，いづれも電極植込の直後とその除去前の視床脳波を比較しても特に変化はなかった。大熊等²⁵⁾が手術時に多電極針を用いて記録した深部脳波所見で，視床部の単極誘導では規則正しい50～200 μ V・10/秒前後の α 波の連続が主で，速波があまり目立たず，多極誘導では振幅のきわめて小さい α 波と，不規則な速波が認められたことを報告している。いづれにせよ，視床部に於ける α 波様脳波律動の発来は，どのような場合でも見られる所見と言い得よう。石川¹⁴⁾は視床部を刺戟して痙攣を生じた例を脳波で追究しているが，われわれは視床部と他の部位（即ち前頭葉皮質・前頭葉皮質下部）との間の刺戟で，てんかん性痙攣の発来を認めることが出来たとは言え，視床部間の単独刺戟では after-discharge の発来が多い反面，視床部を焦点とするてんかん性痙攣を殆んど観察出来なかった。

麻酔時の脳波所見は，1942年に COHN¹⁹⁾ と KATZENBOGEN²⁰⁾ による Barbiturate を使用した詳細な報告があつて以来，HAYNE¹⁰⁾ 等・KNOTT²¹⁾ 等・BICKFORD²¹⁾ 等その他の研究があり，我国でも島蘭・大熊等の追究がある。Barbiturate による麻酔時に於いては，その皮質・皮質下部の示す脳波所見は，速波が発来し，これが徐々に振幅を増加すると言う。この場合，皮質が先に速波を生じ，次いで頭皮上誘導にそれが認められる時期になると，視床部に於いても速波が出る。次いで Barbiturate burst と呼ばれる pattern となる。これが諸家の認めている麻酔時に於ける脳波変化である。しかしわれわれのような所見，即ち視床部のみが振幅減少を来たした例は余り見受けられない。この現象は更に追究を要するものと思われる。刺戟を加えた後に発来する after-discharge の殆んどが2/秒近辺の律動性HVSの像をおびることは興味深い。

この after-discharge の発来部位は、視床部刺戟では主として刺戟部位に局定されており、前頭葉皮質下部深層の場合の如くに他部位に伝播することは殆んどないことも興味深い。

しかしながら、視床部位に固定した他の電極よりは、after-discharge が記録されないのは何故であろうか。てんかん性痙攣発作の際にはその発作波の伝播は、その、発焦点が前頭葉皮質であっても速やかに視床部に達することより考えると、視床部に於いてわれわれが観察した after-discharge は、唯単に視床部の一部分に於ける局在的な電気活動の変化としか考えられない。

終りに視床部 after-discharge と意識との相関にふれると、after-discharge がみられても特に著明な意識の障害が併存していないことが知られた。換言すれば、視床の一部に discharge が生じて、それは必ずしも意識に強い影響を与えないことである。after-discharge の発現前には瞬間的な意識消失が生ずることは臨床的にも認められたが、かかる症状は petit mal absence に似ているとは言え、脳波上ではそれに特有な 3/sec. rhythmic spike-and-wave complex がみられない。従って視床部電気刺戟によって生ずる意識障害の機序は本来の petit mal absence とは異なったものと言わざるを得まい。それと同時に、focal 2/sec. rhythmic HVS という after-discharge が必ずしも absence 様症状とも相関があるとは断じ得られない所であるが、この点は臨床像と脳波像とを比較する場合には一応検討しておかなければならない知見とは言い得まいか。

結 論

視床部及び前頭葉に対して電気刺戟を加えた場合の脳波所見とその臨床像との相関について追究し、次の如き結果を得た。

1) 視床部安静時脳波所見：主として記録されたものは α 波様脳波律動であり、sharp

wave 徐波、低電圧速波等も若干認められた。前頭葉皮質下部所見との間に強い相関性はない。しかし開閉眼試験では陽性で脳波の抑制がみられる。

2) 閃光刺戟に於いては、視床部脳波の律動が増強し evoked potential の発来が認められた例もあった。麻酔時の所見は諸家の報告と一致していたが、時には臨床像は深麻酔の状態、視床脳波に振幅が減少する例があった。

3) 視床部電気刺戟直後に発来する視床脳波は不規則な高電圧徐波であり、漸次 1.5~3/秒の律動の高電圧徐波に移行し、次第にその振幅を減少し、その後基礎波の発来をみる。

この after-discharge を発来せしめる最低値は 25volts (50/秒・パルス巾 10msec.) 近辺であった。また、after-discharge と意識障害とは必ずしも常に併存するとは限らない。しかし after-discharge の発来前に意識溷濁がすでに生じている場合には after-discharge の発来後も意識の回復には若干時間を要するものようであった。他部位刺戟によって生じた痙攣時の脳波所見は、刺戟部位の所見との間では spike-wave-complex の発来する迄の時間は、視床部では遅れがあることが認められた。

4) 長時間刺戟を治療法としてみると、それを行なった後に於ける脳波像の変化は振幅の減少以外には特に著変がなかった。

拙筆に当り、恩師和田教授の御指導に深謝する。本論文の要旨は第54回日本精神神経学会総会に於いて発表した。なお、本研究は文部省科学研究費の補助による。

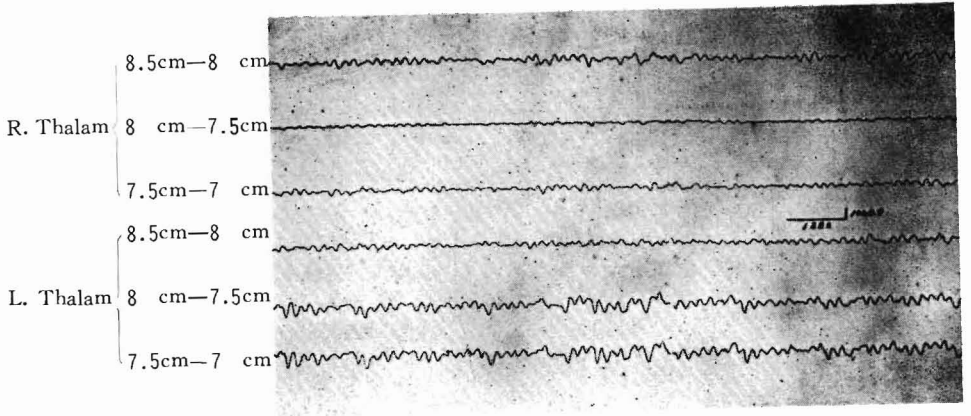
文 献

- 1) BECKER, H.C., & FOUNDS, W.L., PEACOCK, J.A.S.M., HEATH, R.G., LIWELLYN, R.G., & MICKEL, W.A. : EEG Clin. Neurophysiol., 1957, 9, 533.
- 2) BICKFORD, R.G., PETERSEN, M.C., DODGE, H.W., JR., & SEM-JACOBSEN, C.W. : Proc. Mayo-Clin., 1953, 28, 181.

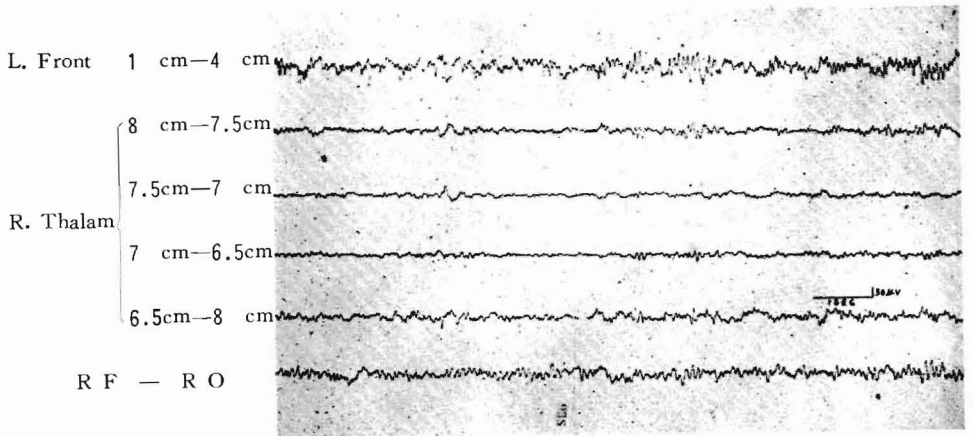
- 3) BICKFORD, R.G.: *Neurology*, 1957, **7**, 467.
- 4) DELGADO, G.M.R., HAMLIN, H. & CHAPMAN, W.P.: *Confinia neurol.*, 1952, **12**, 315.
- 5) DODGE, H.W., BICKFORD, R.G., BAILEY, A.A., HOLMAR, C.B., & PETERSEN, M.C., SEM-JACOBSEN, G.W.: *postgraduate Medicine*, 1954, **15**, 291.
- 6) HEATH, R.G.: *Studies in Schizophrenia*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1954.
- 7) SEM-JACOBSEN, C.W., PETERSEN, M.C.: *Proe, Mayo-Clin.*, 1953, **28**, 166.
- 8) 和田豊治: 臨床脳波, 金原出版, 昭和32年.
- 9) GRINKER, R.R., & SEROTA, H.: *J. Neurophysiol.*, 1938, **1**, 573.
- 10) HAYNE, R., BELINSEN, L. & GIBBS, F.A.: *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1949, **1**, 437.
- 11) MEYER, M.: *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1949, **1**, 435.
- 12) JASPER, H.H.: *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1949, **1**, 405.
- 13) 秋元, 野村, 松井, 石川, 中川, 松下: 間脳の機能と臨床, 石橋俊実編, 医学書院, 1954.
- 14) ISHIKAWA, O.: *Folia Psychiat. Neurol. Jap.*, 1957, **11**, 128.
- 15) 切替: 間脳の機能と臨床, 石橋俊実編, 医学書院, 1954.
- 16) 和田, 佐藤, 内ヶ崎: 総合医学, 昭和27年, 9, 8.
- 17) 荒川, 宇都宮, 佐藤: 診療, 昭和28年, 6, 6.
- 18) 貫, 末綱, 熊田: 臨床と研究, 昭和27年, 29, 4.
- 19) COHN, R., & KATZENBOGEN, S.: *Proe. Soc. Exper. Biol. Med.*, 1942, **49**, 560.
- 20) KNOTT, J.R., HAYNE, R. & MEYERS, H.R.: *AMA Arch. Neurol. psychiat.*, 1950, **63**, 526.
- 21) BICKFORD, R.G., FAULCONER, A., Jr., SEM-JACOBSEN, C.W.: *Proc. Staff. Meet. Mayo Clinic.*, 1953, **28**, 162.
- 22) 島園, 大熊, 福田, 平井, 山根: 間脳の機能と臨床, 石橋俊実編, 医学書院, 1954.
- 23) 島園: 精神誌, 1951, **53**, 169.
- 24) OKUMA, T., SHIMAZONO, Y., FUKUDA, T. & NARABAYASHI, H.: *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1954, **6**, 269.

附図1 α 波様脳波律動 (視床部). 但し

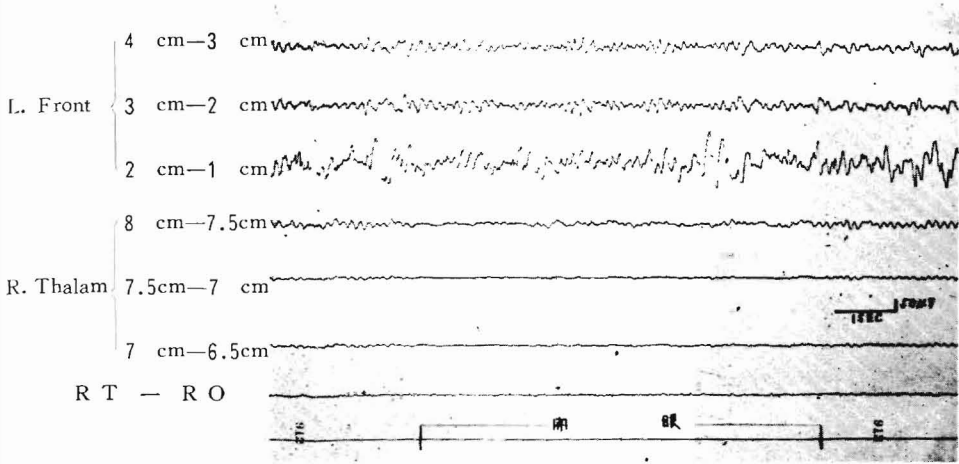
R : 右半球, L : 左半球, F : 前頭, T : 側頭, C : 後頭, TH : 視床.



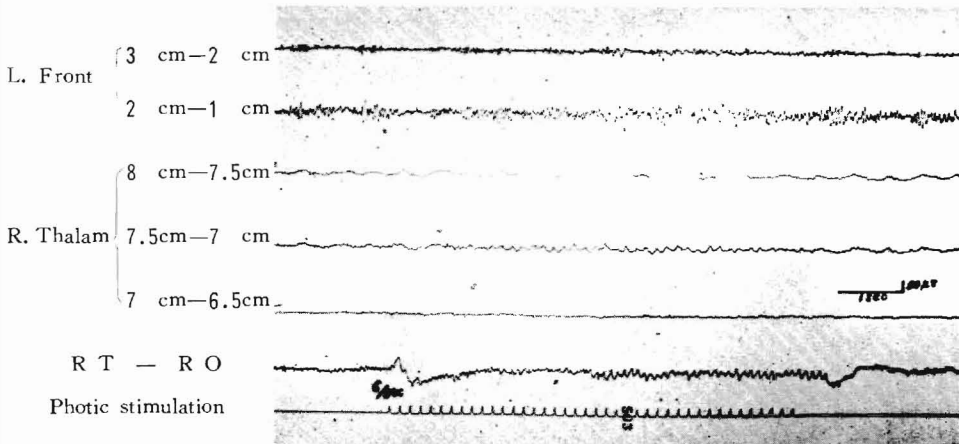
附図2 Sharp wave (視床脳波)



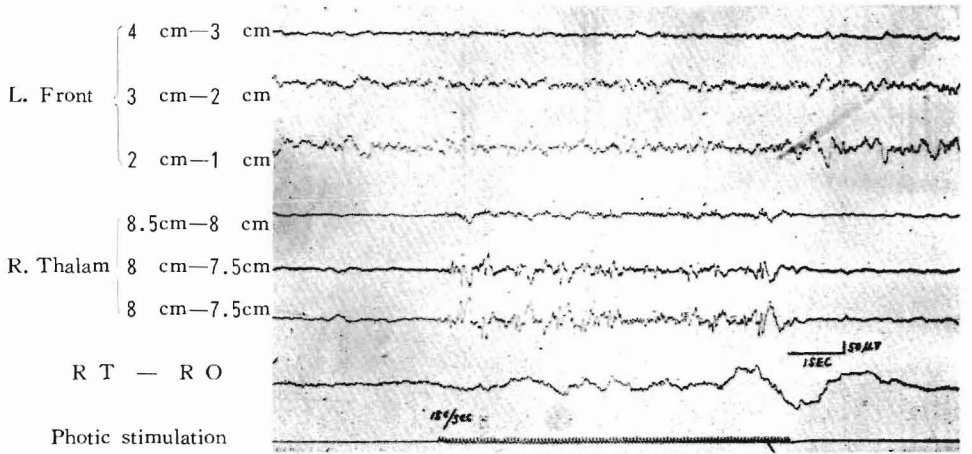
附図3 開眼時の脳波所見 (説明本文)



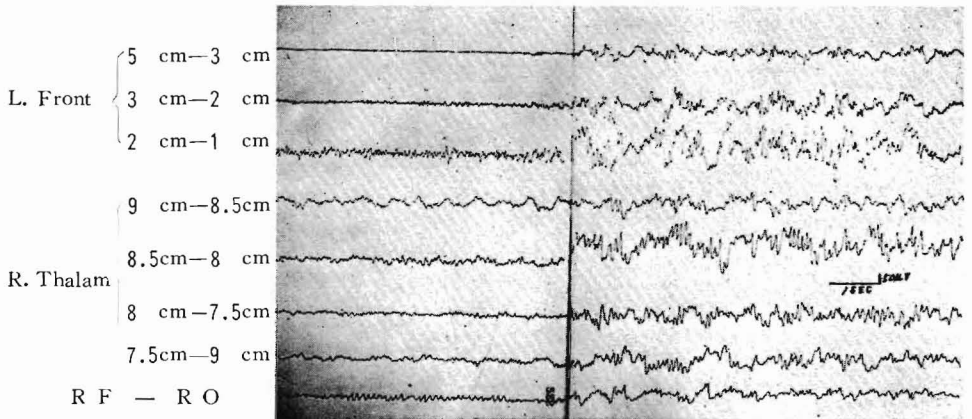
附図4 光刺激時脳波所見 (説明本文)



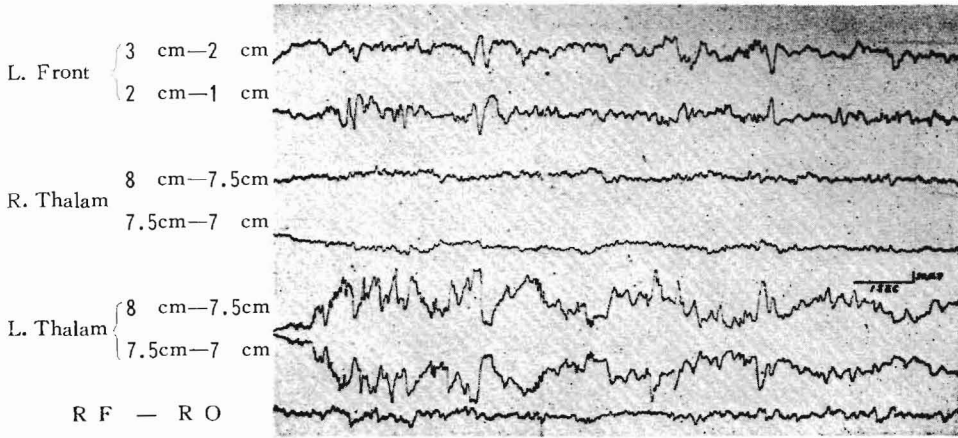
附図5 光刺激時脳波 (著しい evoked Potential の例)



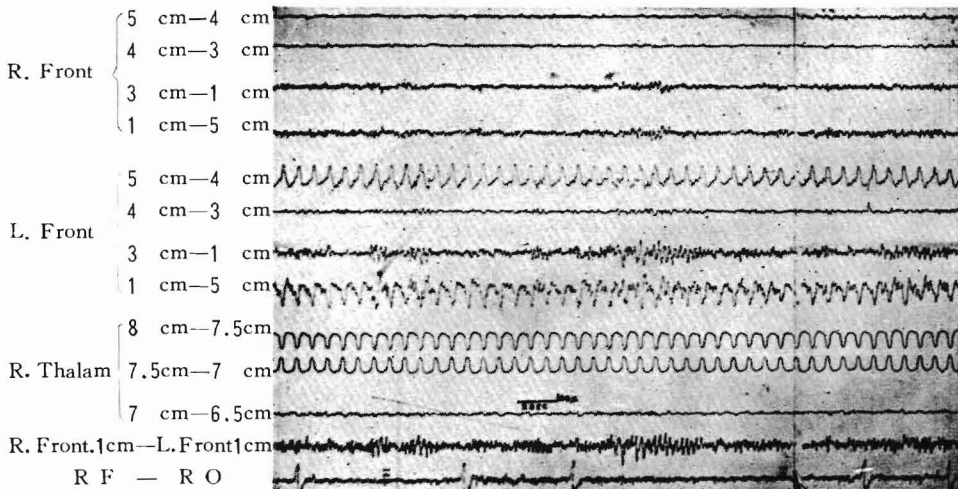
附図6 麻醉時脳波所見. 左は覚醒時, 右は麻醉時.



附図7 視床刺戟直後の脳波像
(刺戟部位 L. Thalamus 7.5cm—R. Thalamus 7.5cm)

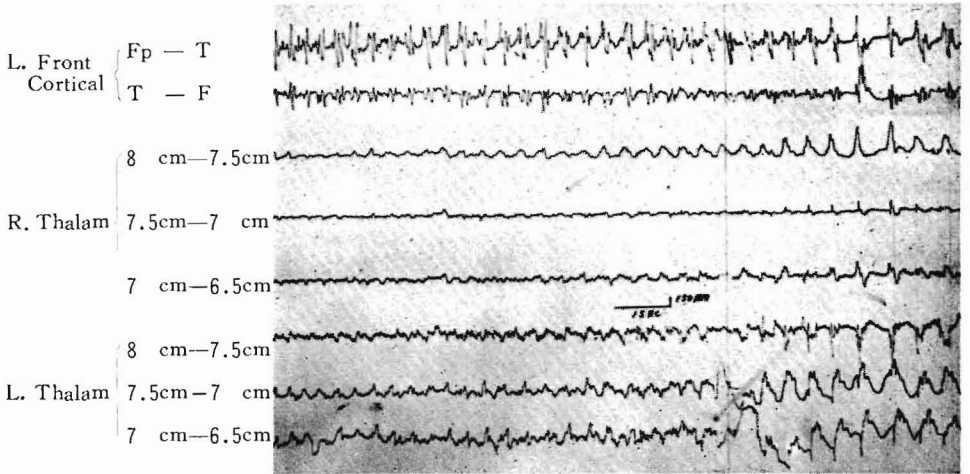


附図8 視床刺戟時の after-discharge
(rhythmic HVS とその伝播)



(刺戟部位 R. Thalamus 7.5cm—R. Frontal 3cm)

附図9 痙攣発作時の脳波 (刺戟部位 L. Frontal Cortical)



第1図 前頭皮質下部，視床間刺戟時の電鍵打叩速度。

上線は電圧，下線は打叩状態

