

日本

# 生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

28巻 4号 1966

綜 説

鈴村正勝：子宮筋の収縮について……………147

原 著

寺田栄一：発汗におよぼす Adrenaline の作用……………176

中村久吾・川崎 匡・丸山直滋：生理学用電子計算機のための spike  
弁別回路……………184

短 報

〔会報〕 林 香苗名誉教授略歴，林 香苗先生をしのぶ…………… 巻頭

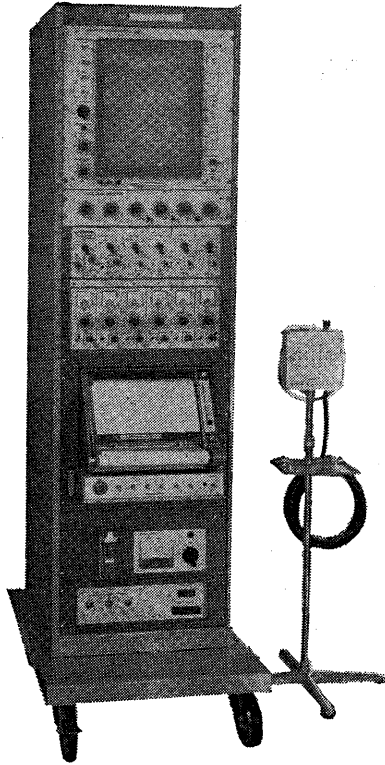
生理学将来計画委員会構成の報告……………195

第7回国際生化学会議のお知らせ……………195

〔編集後記〕……………196

日本生理誌  
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



基礎医学の研究に

最高水準のエレクトロニクスを!

ポリグラフ PG-602形

脳波  
心電図  
筋電図  
血圧  
呼吸流速  
呼吸流量  
気管内圧  
精神電流現象  
呼吸曲線  
指尖脈波  
単位細胞電位  
心音  
酸素飽和度  
体温

主要製品

脳波計 脳波分析装置 筋電計 ポリグラフ ベッドモニター ハートスコープ フィジオグラフ 医用テレメータ オシログラフ各種



三栄測器株式会社

東京都新宿区柏木1-89(伊藤ビル) Tel (363)8251代

各科領域における

健保適用

37.10.1より

耐性

ブドウ球菌感染症に



医薬は萬有

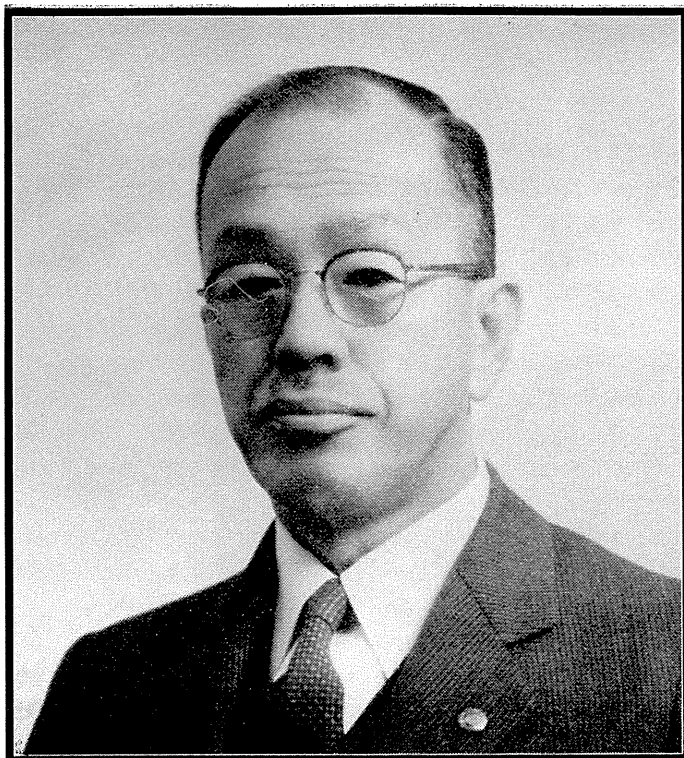
内服用・注射用・新合成ペニシリン

スタフシリン-V

STAPHICILLIN-V (メチルフェニルイソキサゾリルペニシリンナトリウム)

内服用(錠剤・カプセル)・筋注用

製造発売元 萬有製薬株式会社 東京都中央区日本橋本町2-7



### 林 香 苗 名 誉 教 授 略 歴

本 籍 徳島県小松島市前原東51	昭和10年2月 英、仏、米国を経て帰朝
明治31年9月8日 本籍地にて出生	昭和15年10月 満洲国へ2ヵ月間出張
明治44年4月 徳島県立中学校入学	昭和18年5月 岡山医科大学教授
大正5年3月 同校卒業	昭和23年7月 岡山医科大学常任委員
大正5年4月 岡山医学専門学校入学	昭和24年8月 岡山大学附属図書館医学部分館長
大正9年3月 同校卒業	昭和29年10月 岡山大学一般教養委員会委員並に委員長
大正9年8月 岡山県病院助手	昭和31年5月 第33回日本生理学会総会当番幹事
大正11年9月 岡山医科大学助手，生理学教室勤務	昭和32年4月 岡山大学評議員
昭和2年7月 岡山医科大学講師	昭和36年10月 依願免本官
昭和3年7月 岡山医科大学助教授	昭和36年11月 岡山大学名誉教授
昭和4年2月 医学博士学位授与	昭和39年4月 日本生理学会特別会員
昭和8年1月 生理学研究の為独逸国へ留学	昭和40年12月2日 逝去，正三位勲二等に叙せらる

## 林 香 苗 先生をしのぶ

林香苗先生は明治31年9月8日、徳島県小松島市前原に生れ、徳島県立中学校をへて岡山医学専門学校に入学、大正9年に卒業された。卒業後暫らく寛内科学教室へ入局され、その後研究生活を希望されて大正11年生理学教室へ入り、生理学を専攻された。当時は医科大学に昇格し舟岡教授の後任として慈恵より生沼教授が着任されて間もない頃で、現在呉の脈研で活躍されておられる西丸先生や、故奥山先生などがおられ、以来生沼先生の指導をうけ色々な意味でその感化をうけられた。

助手時代、血液ガス、不応期、生物発光などの研究をされ、昭和2年西丸講師留学のため、生沼教授の研究介助の役割をひきうけられて以来、忠実な助手として研究に従事された。昭和8年1月渡欧し、先ず Bonn 大学生理学教室で Ebbecke 教授の指導で、高水圧による筋収縮に関する実験の準備をされ、Innsbruck 大学生理学 v. Brücke 教授に導かれて、神経の時値について実験研究し、更に昭和9年秋、英国 Cambridge 大学生理学教室の J. Barcroft の胎児血行に関する実験の血液ガス分析を手伝われた。昭和10年3月帰朝、その夏、富士山頂の実験にたずさわって以来、低圧生理学の研究に明け暮れること8年、恩師生沼教授の停年退官の後を受けつがれた。就任勿々、時局の要請もあり、成層圏飛行に人体機能を適応させる方策確立に目標をおき、教室備付けの低圧タンクを使用し、1/4~1/5 気圧で人体活動を正常近く保つ方策、急降下爆撃等と関連して強度の角加速度の身体に及ぼす影響を検討された。

敗戦により、研究設備の全部が灰となり、また航空禁止で研究の熱意も消えさられたものと思われるが、その後航空医学の研究は断絶し、代りに前記独逸留学時代手を染められた高水圧の生活組織に対する作用を研究されるに至った。然しその装置は短時日には完成せず、その間平行して研究されたものに、人の瞳孔反射路の研究と平滑筋に対する Adrenalin の逆作用の機序に関する実験がある。特に瞳孔反射路の研究は奥山博士の提唱した反射路に偶然疑がかかったのに始まり、その後西田により

完成されるに至ったものである。その他音の方向識別能の研究、人体呼吸死腔に関する研究もあり、之等は後述の生理学計数編纂の必要上なされたものである。

高水圧の実験研究は、昭和21年から始まり、最も長く、最も多数の研究員が参与したものである。高水圧に関する研究業績は、日本生理誌23巻6号にその大略が述べられているので省略するが、実験の対象となったものは極めて広範囲にわたっている。以上戦前戦後を通じてみると、航空医学、高水圧の研究と、“環境圧と生体の関係に対する諸問題”を攻究されているといえよう。

直接の研究面以外でも、先生は昭和7年国際十進分類の医学の部の翻訳を本邦で始めてなされ、国際十進分類の必要を紹介された。また昭和9年生沼教授のすすめにより日本解剖学生理学計数をまとめられ、更にその後も引続き地味ではあるが非常なる努力を払われて、遂に昭和31年「日本人並に日本産実験動物の解剖学および生理学計数」を編纂された。これは前記高水圧の研究と共に、先生の代表的業績であり、研究者に非常な便を与えている。

先生は昭和36年退官されてからは、全く学界から離れられ、文字通り晴耕雨読の生活を故郷小松島にてなされておられた。生来の健康と相まって末長く長寿を全うされると思っていたが、突然昨夏御自身で上腹部に腫瘤を触れられ、数カ月の療養にて昨年12月2日逝去された。意識は最後までしっかりしておられ、平素からのすべての現象を科学的に、合理的に解釈されるという態度を終始貫ぬかれたので、周囲の者はその返答に窮することが屢々であった。

先生は幼少より秀才の誉高く、中学校、医専時代とすべて首席で通された非凡の方であり、その頭の廻転のよさは定評があった。その人となりは、曲ったことが大嫌いであり、極めて厳格であったが、また非常に温か味のある、義理堅い方でもありました。

ここに謹んで御冥福をお祈りいたします。

(西田 勇)

綜 説

子宮筋の収縮について 612. 627 : 612. 731. 1

鈴 村 正 勝\*

On the uterine contractility  
Masakatsu Suzumura

Ⅰ. 結 言

子宮筋の収縮は、分娩時には産道、胎児および附属物と共に分娩の3要素として重大な役目をもっているのにもかかわらず、最近までその研究は極めて少なかった。しかるに ME の進歩により臨床的研究は著しい進歩を遂げるに至り、Reynolds<sup>1)</sup>、Caldeyro-Barcia<sup>2)</sup>、C'sapo<sup>3)</sup>、Barnes<sup>4)</sup> 等の諸学者およびその協同研究者の相次ぐ勢力的な研究は誠に目をみはるものがある。私たちが既に20年に近くこの方面の研究を行い、今年3月産婦人科学会において宿題報告として総括発表を行なった。この発表はあくまでも臨床家の立場からの研究であって、基礎的な生理学的な立場からは極めて不完全なものであることは自から認めている。しかし臨床家の立場からはこのような点に興味を持ち、このような研究を行った結果について専門家の方々の御批判をいただくことは、今後の私達の研究の進展に大に役立つことと思われたので、敢えて本文の御要求に応じた次第である。

Ⅱ. 基 礎 編

A. 子宮筋の構造

まず系統発生的に、家兎・豚・牛および馬の4種類の子宮(図1)について硝酸を用いる Kreilkampf<sup>5)</sup> 法によって、左右子宮角の融合の状態、子宮筋構造の変化を検索した。子宮角は

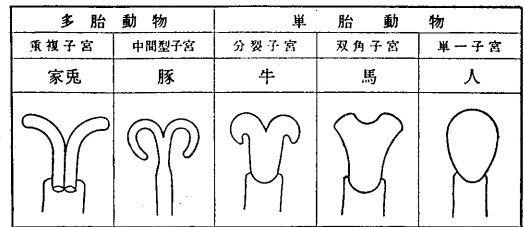


図1. 哺乳動物子宮の系統発生的関連図

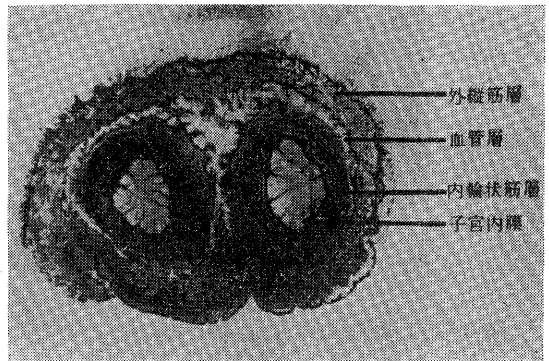


図2. 家兎子宮頸部横断像

左右子宮角対向面には縦走筋のないことに注意。血管層は部位により発達の種類はいろいろである。

外縦走筋と内輪状筋とからなり、その中間に血管層がある(図2)。内輪状筋は構造上に著しい変化を示さないが、外縦走筋は多胎動物では一層からなっているが、単胎動物になると2~3層からなる。この内外両層を連絡する筋線維束は多胎動物では認められないが、牛になると出現し、馬では著明になり、血管層も発達する。左右子宮角は中央で融合して子宮体部を形成するが、家兎では内輪状筋は左右角それぞれ独立して本来子宮体部は形成されてい

\* 日本医科大学附属第1病院産婦人科教室  
Department of Obstetrics and Gynecology,  
Nippon Medical School, Tokyo, Japan

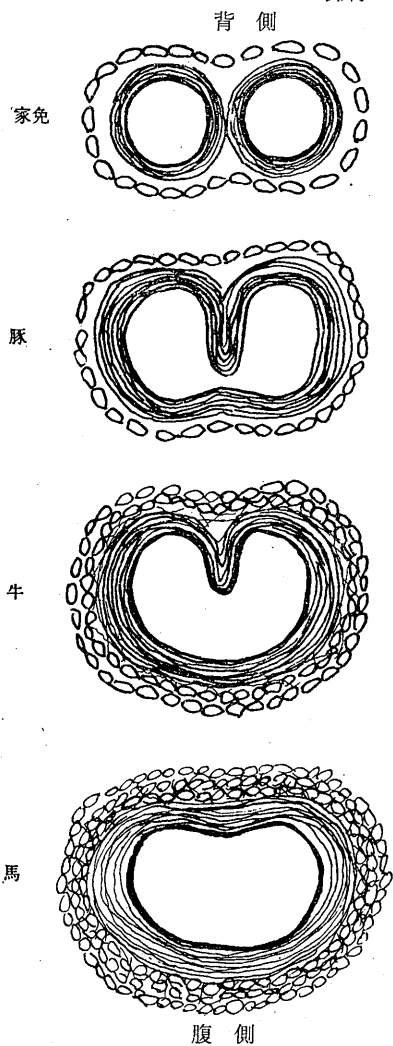


図 3. 子宮体部横断の各動物間の比較模式図

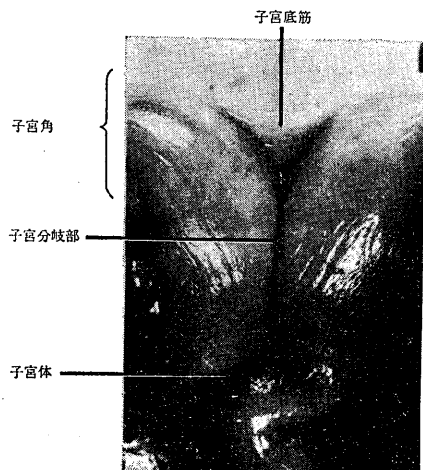


図 4. 豚子宮角分岐部を背側面から見た図

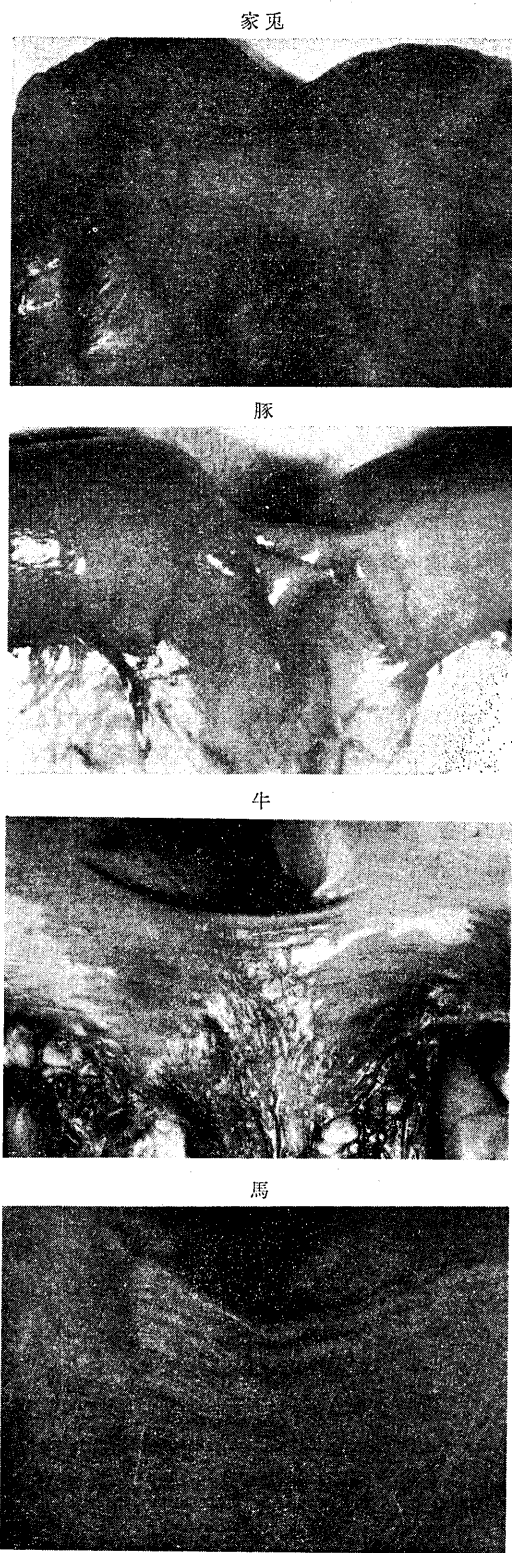


図 5. 子宮底筋の比較

い。豚では腹側の内輪状筋が融合し、左右子宮腔が1個になるが、背側の内輪状筋は楔状中隔を形成する。牛ではこの中隔が短くなり、馬ではこの中隔も消失して大きい1個の子宮腔を形成する(図3)。外縦走筋も左右子宮角を連絡する筋線維を出して連絡し、豚では子宮三角部を形成し(図4)、馬ではこの部に輪状筋も加わって子宮底筋をつくっている(図5, 6)。子宮広間膜からも外縦走筋に筋線維をおくり、その数と長さが増加する。単胎動物になると子宮角は短縮し、子宮体部が短かく太くなる(図7)。かくの如き子宮筋の発育の結果としてのヒト子宮筋の構造を観察すると、一応の類似性がある。

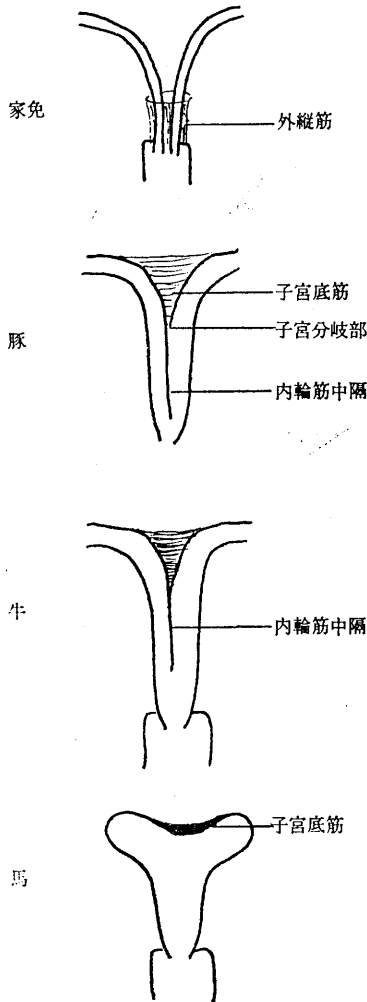


図 6. 子宮体部背面側面観の各動物間比較模式図

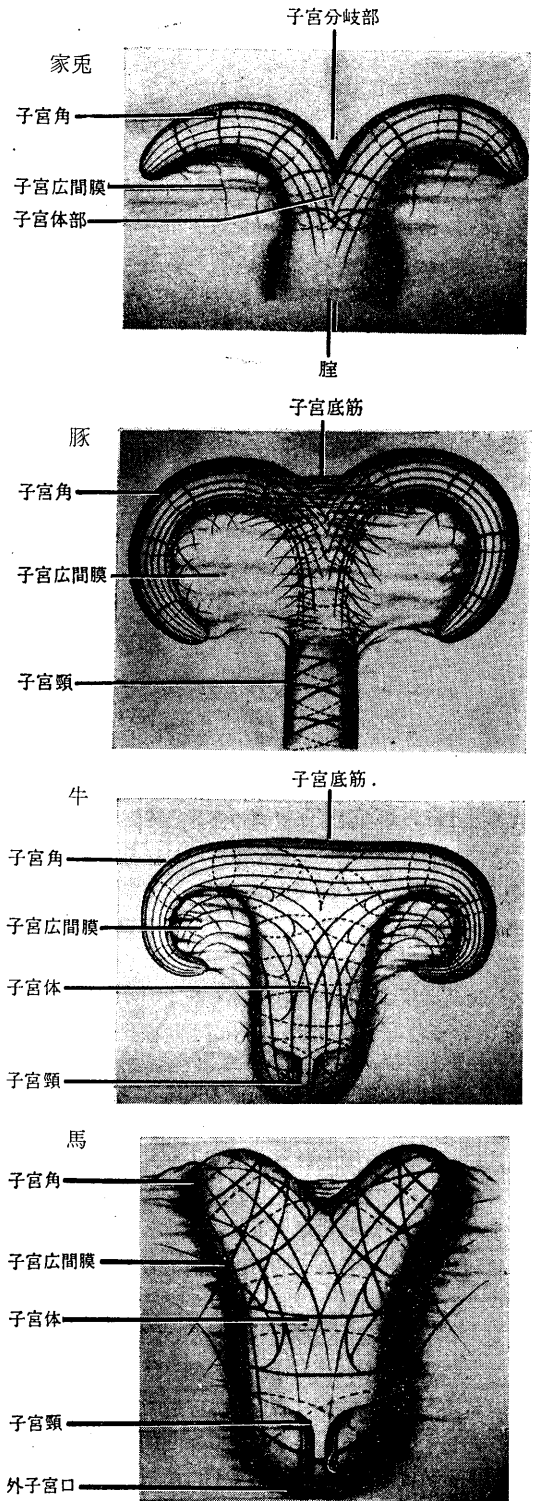


図 7. 子宮筋構造 (腹側よりの模型図)

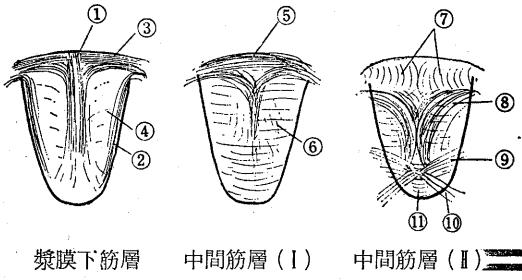


図 8. ヒト子宮筋構造模型

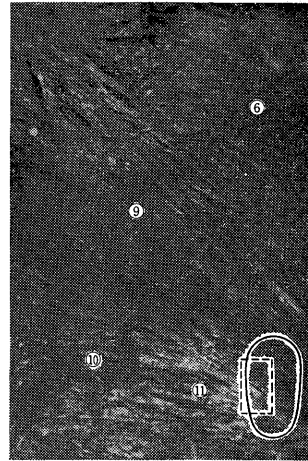


図11. ヒト子宮筋中間層

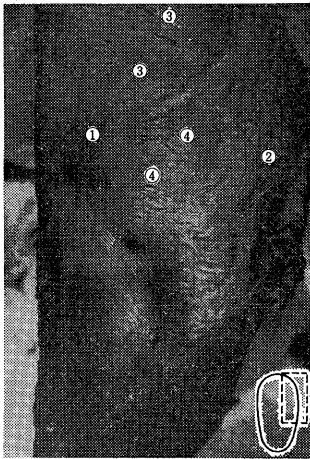


図 9. ヒト子宮漿膜下筋層

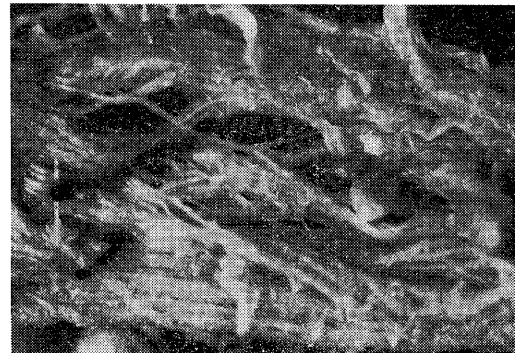


図12. ヒト子宮中間層 interlacing

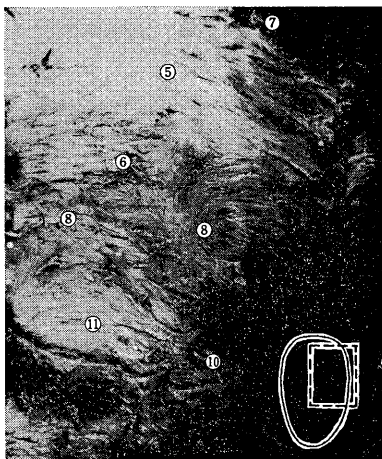


図10. ヒト子宮筋中間層



図13. ヒト子宮粘膜下筋層

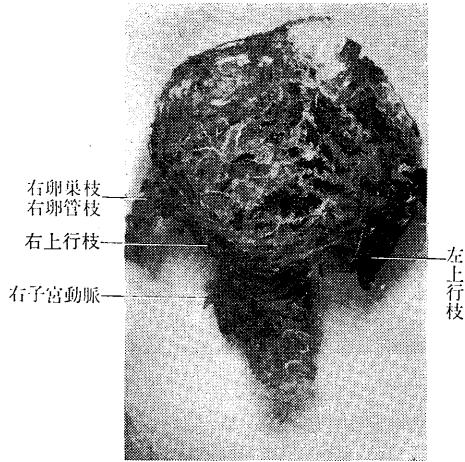


図14. ヒト子宮動脈

左頸部の欠損部分は筋腫のため

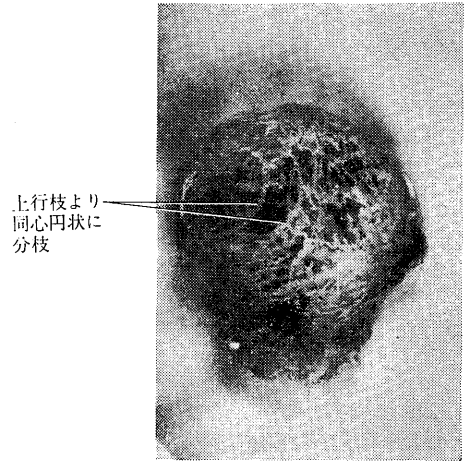


図17. ヒト子宮角動脈

子宮の前壁, 右子宮卵管角を中心に同心円状に分布するラセン状動脈

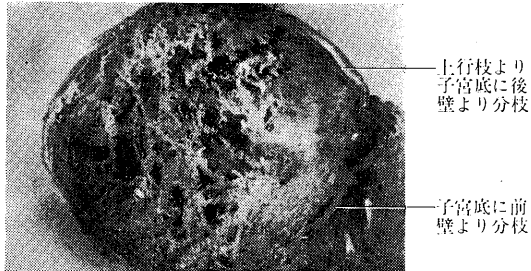


図15. ヒト子宮底動脈

子宮底に上行枝より分枝する状態

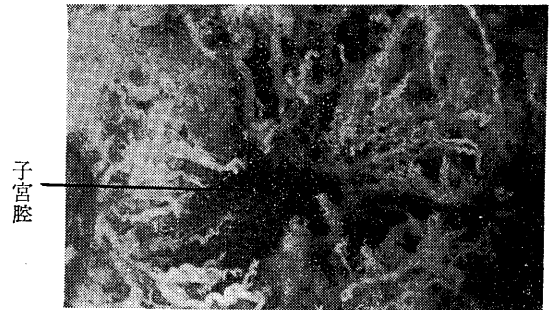


図18. 子宮頸管動脈

子宮腔を子宮頸部よりみる. 子宮腔に向いほぼ直角に進入する血管がみえる

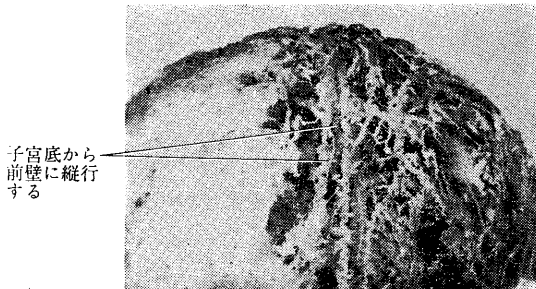


図16. ヒト子宮底動脈

子宮底より子宮体前壁に縦走するラセン状動脈

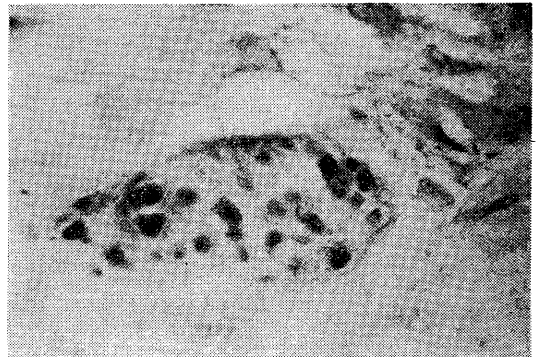


図19. ヒト子宮頸傍神経節

MAO 活性 ヒト・頸癌第1期  
後陰門蓋頸部端にみられる神経節  
核陽性, 陰性神経節細胞が混在している (100×)



図20. ChE 活性神経

ChE 活性 ヒト・子宮筋腫  
仙骨子宮靭帯頸部端にみられる神経節 (400×)

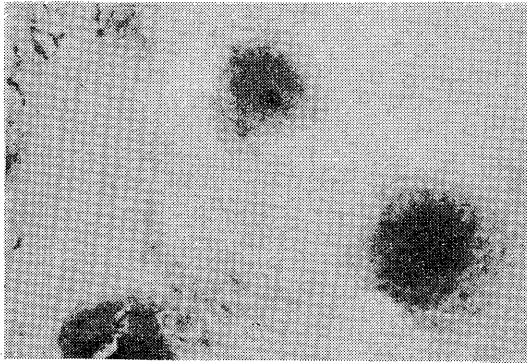


図21. ヒト MAO 活性神経節細胞

MAO 活性 ヒト・頸癌第1期  
基靭帯頸部端にみられる核陽性型神経細胞と核陰性型神経細胞 (400×)

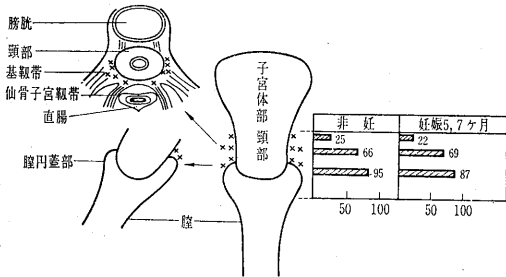


図22. ヒト子宮頸傍 ChE 活性神経節細胞

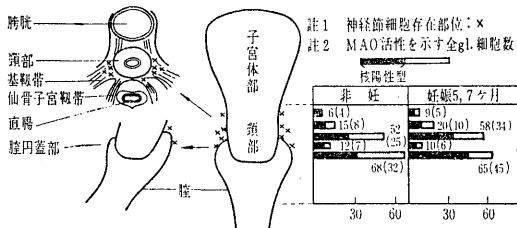


図23. ヒト・子宮頸傍 MAO 活性神経節細胞



図24. ヒト子宮神経線維

ヒト体部前壁妊娠40週. 筋層内を比較的ゆるく迂曲して走る神経線維束 (600×)



図25. ヒト子宮神経線維

ヒト頸部. 細い植物線維束に含まれる太い1本の知覚線維 (1500×)



図26. ヒト子宮内植物神経性終網

ヒト頸部, 筋層結合織内の植物性終網 (1500×)

る。ヒト子宮筋は漿膜下筋層、中間筋層および粘膜下筋層に分けられる(図8)。漿膜下筋層は、③子宮底筋表層、①中央および②側方の縦走筋、④その中間の筋層からなり主に縦走筋である。これに円靱帯からの筋線維が混入する(図9)。中間筋層は最も厚く、走行も複雑である。⑤子宮底筋、⑥子宮輪状筋、⑦卵管角の輪状筋、⑧円靱帯から弧状に走る筋層、⑨子宮広間膜から内下方に走る筋層、⑩仙骨子宮靱帯からの筋層からなり(図10, 11)、上部には輪状筋が多く、中部は筋束が交錯し、下部にがけて interlacing をつくる。(図12)。子宮下部は不完全な輪状筋からなり、一部螺旋走行を呈する。粘膜下筋層は粘膜面に斜めに終る緻密な緻密な筋束からなる(図13)。子宮筋構造を全体としてみると子宮底筋とこれと直交する縦走筋が明かな走行を示すが、他は複雑な走行を示し、収縮に際しては前2者が収縮力に方向を与え、他の筋束は収縮力を発揮し、子宮壁を補強する作用があるように思われる。また腸管筋線維は螺旋走行をとるが、子宮はむしろ輪状筋である。子宮筋線維の走向と共に、子宮動脈系の走向を合成樹脂アクリロンの注入により追求した(図14)、子宮動脈は子宮頸部側壁に入って子宮腔部に頸枝を出した後、子宮側壁を迂曲蛇行して上行し、子宮前、後壁に8ないし13本、子宮底の前後壁にも1本づつ動脈枝を出し(図15)。また卵巣動脈とも吻合する。子宮体に入った動脈枝は内上方にすすみ、螺旋状になり、子宮体中央において比較的太い吻合を形成する。この吻合枝は前壁から子宮底を通過して後壁に縦走する4~5本の血管になる(図16)。また子宮卵管角を中心とした同心円状の動脈が子宮体部から子宮底にかけて存在する(図17)。これらが中間層の血管を形成し、この表層に漿膜下血管層、深層に粘膜下血管層がある。表層は緻密な血管網からなり、細い螺旋動脈が網目模様をつくり、中間層に連絡する。深層は子宮体部の太い螺旋動脈から分岐した子宮腔にほぼ垂直に螺旋状または迂曲蛇行する小

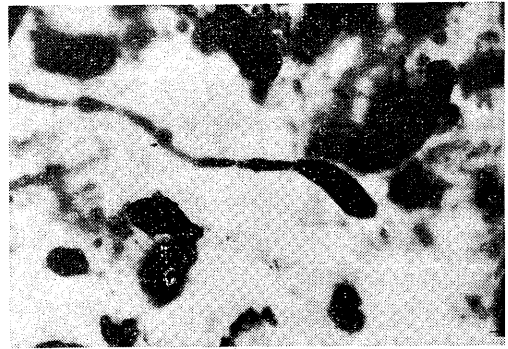


図27. ヒト子宮内知覚神経終末  
ヒト頸部筋層結合織内の先端が膨隆して終わる知覚終末(1500×)

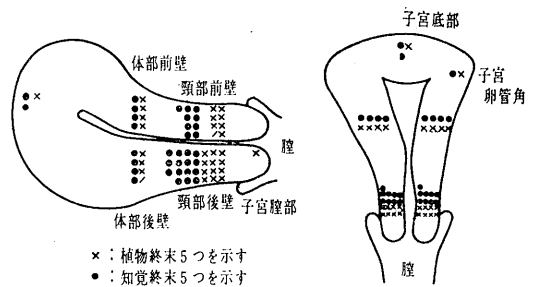


図28. ヒト・子宮(非妊)筋層内の神経終末の分布状態

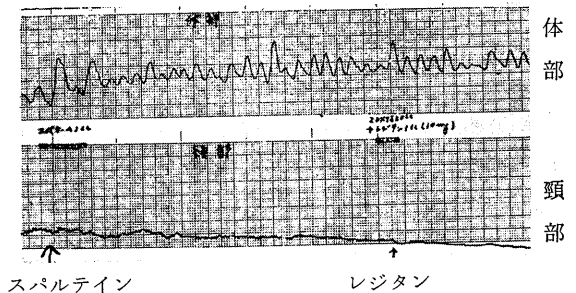


図29. レジタンのヒト子宮に対する作用

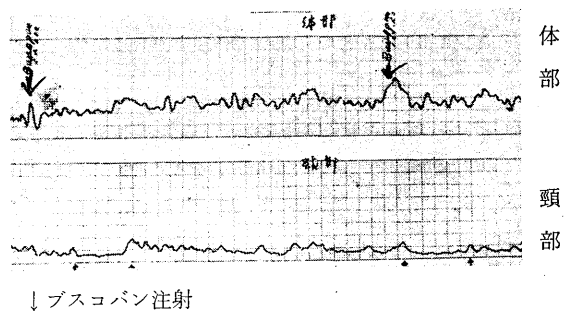


図30. ブスコパンのヒト子宮頸管に対する作用

動脈からなり、相互に吻合して血管網をつくっている (図18).

子宮神経は子宮頸部後壁に神経節のかたまりがあり、10ないし20個の神経節細胞からなる (図19). この細胞は cholinesterase 活性 (図20), monoamineoxydase 反応活性 (図21) を示し、副交感神経性と思われる前者が交感神経性と思われる後者の2~3倍多い<sup>6)</sup> (図22, 23). この神経節から出た神経線維は分岐しながら結合組織、血管と平行して頸管壁の表層、深層に入り次第に細くなる. この神経線維は大部分細い植物神経であるが (図24), その中に太い知覚神経を混在する (図25). 自律神経線維は筋細胞または結合組織細胞に接する植物性終末<sup>7)</sup> (図26, 27) に終り、知覚神経は非分岐性または単純分岐性の終末として筋線維束または結合組織内に終る. このような神経要素は子宮頸部特にその後壁に多く認められ、子宮体部には少なく、頸部の1/4程度である (図28). 粘膜層にも認められる. 膣には少なく、卵管卵巢の周囲には神経細胞はなく、神経線維が認められる. かくの如く子宮頸部に神経支配があることは形態学的に推定されるが、子宮体部には神経要素も少ないので、神経の影響は少ないのではないと思われる.

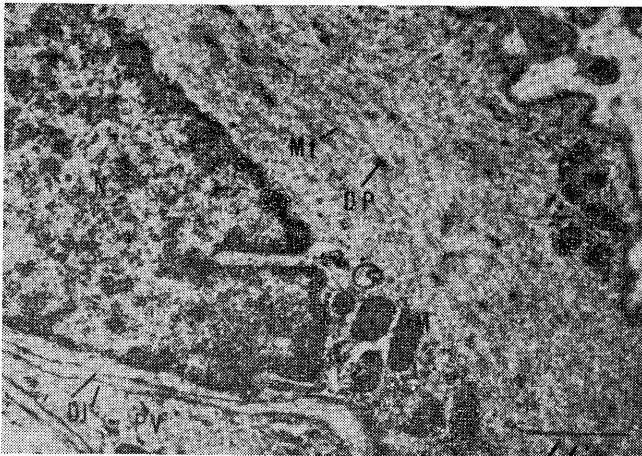


図31. 妊娠家兎子宮筋細胞非妊角

Epon 包埋 水酸化鉛染色 妊娠家兎 非妊角×20,000  
 Mf = myofilament                    DJ = desmosome like junction  
 DP = dense patch                    M = mitochondria  
 PV = pinocytotic vesicle            N = nucleus

る. この点について子宮体部と頸部とに2個の小バロンを挿入して実験した結果、副交感神経遮断剤 risitan (図29) および buscopan (図30) によって子宮頸部の弛緩を認めたが、子宮体部には影響が少なかったので、神経要素の組織所見とほぼ一致するものと思われる. すなわち、神経支配は頸部においては存在するが、体部においては微力であり、子宮筋の自動能が主であろうと云える. また自律神経末梢が筋細胞に終るもののほかに、結合組織内に存在することも興味ある事実であって、その終末と云われる末梢から更に細い線維が出ているのか、或いは humoral の支配を行なうのか、または結合組織にも神経支配があるのか、私には全く不明であって今後の研究を要する点である. また知覚性終末も極めて簡単なものであって、所謂 Keiffer 小体<sup>8)</sup> 等の感覚器官を見出せなかった. 子宮収縮に伴う産痛がこのような器官によって感受されるであろうかということには疑念なきを得ない. しかればこの知覚終末の任務はということになると、これも将来の問題である.

子宮筋細胞の超微細構造<sup>9)</sup> についてみると、横紋筋と異なり、原形質内に myofilament が平行して走るのが多く認められるが (図31), その相互間の連絡については不明である. この myofilament は去勢によって減少するが、妊娠すると増加し、glycogen も著明に増加する. 筋細胞間の連絡としては desmosome 様構造が見られ、妊娠すると細胞間に interdigitation が加わり<sup>10)</sup> (図32, 33, 34), 極めて強固になるが、しかし原形質の結合は認められない. 必ず細胞膜によって明かに境されている. このことは妊娠、分娩時には協調性の収縮が多くなることと関係があるように思われる. なお残念ながら現在までの所、子宮筋細胞と神経要素との連結は電子顕微鏡によって確認出来ていない. このように筋細

胞同志の連絡は細胞膜を通じて行ない、子宮筋は融合細胞ではないようである (図35).

B. 子宮筋の生化学

1. 収縮蛋白については東大江橋教授<sup>11)</sup>の指導により行なった. 家兎子宮筋漿を表1のよ

うな方法により抽出した. actomyosin (AMと略) の adenyI-triphosphatase (ATP-ase と略) 活性は AM 抽出液に ATP を加えて遊離する P を Fiske-Subba Rout<sup>12)</sup> 法により比色定量して測定した. AM 粘度の ATP 感受性は容量約 5 ml,

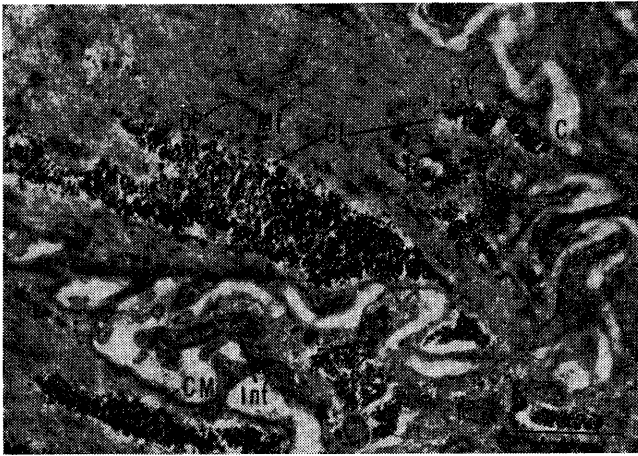


図32. 妊娠家兎妊娠角筋細胞

Epon 包埋 水酸化鉛染色 妊娠家兎妊娠角  $\times 20,000$   
 CM = Cell membrane      C = collagen  
 Int = interdigitation      Gl = glycogen



図33. 妊娠家兎非妊娠角子宮筋細胞  
 Epon 包埋 水酸化鉛染色 妊娠家兎 非妊娠角  $\times 80,000$

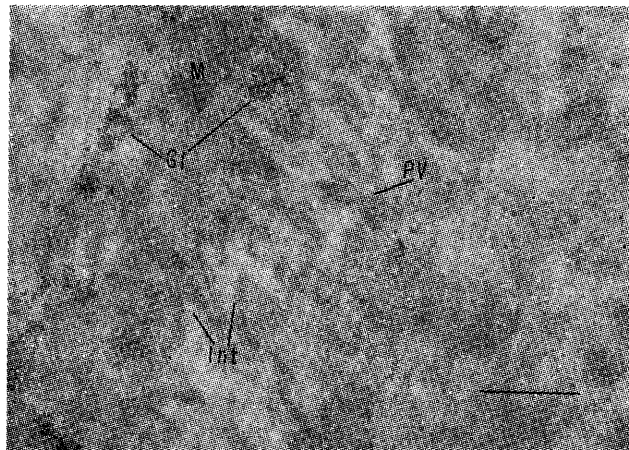
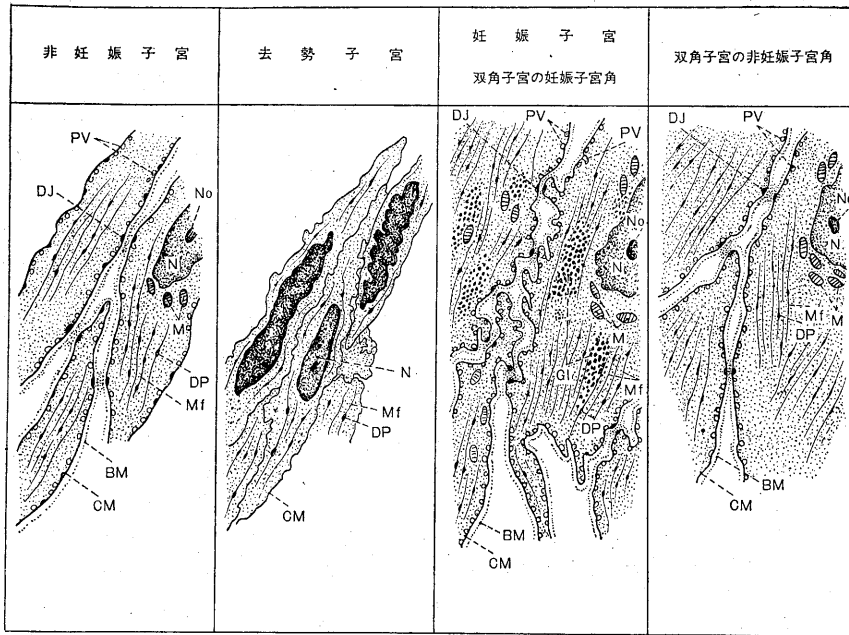


図34. 妊娠家兎非妊娠角子宮筋細胞  
 Epon 包埋 水酸化鉛染色 家兎子宮 (分娩直前)



各々の図は同倍率にて示した  
 PV pinocytotic vesicle  
 Mf myofilament  
 BM basement membrane  
 N nucleus  
 DP dense patch  
 CM cell membrane  
 No nucleolus  
 GI glycogen  
 DJ dermosome-like junction  
 M mitochondria

図35. 家兎子宮筋の電顕像模型図

表 1. Actomyosin 抽出法

子宮筋粥

- ① 3倍 0.6 M KCl, 10 mM NaHCO<sub>3</sub>
- ② homogenized (30秒ずつ) Blander 計 2分  
↓ 1時間放置
- ③ 20分 9000 × 10000 g

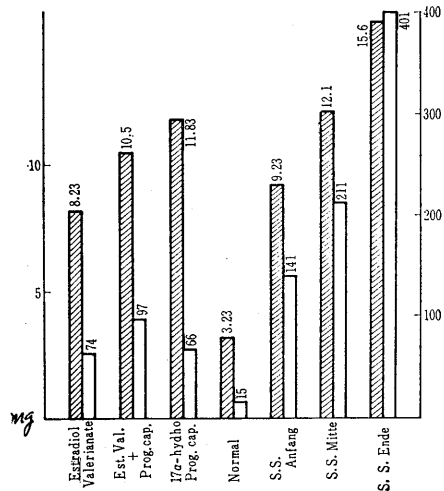
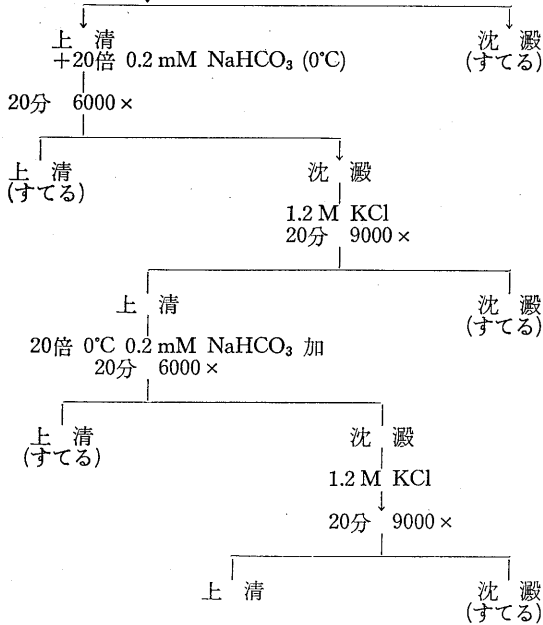


図36. 子宮筋の Actomyosin 量

斜線: 子宮重量 1g における AM 量 (mg)  
 白線: 子宮全体における全 AM 量 (mg)

流下時間40秒の粘度計を用いて計測し、超沈澱は江橋による日立 spectrophotometer<sup>13)</sup>を用いて観察した。その結果次の成績を得た。(1)家兎子宮筋の粗 AM 量は estrogen (est.) によって増加し、E. P. ホルモン, progesterone (prog.) によりさらに増加した。妊娠すると著明に増加し、末期には子宮には 400 mg の AM が含まれる

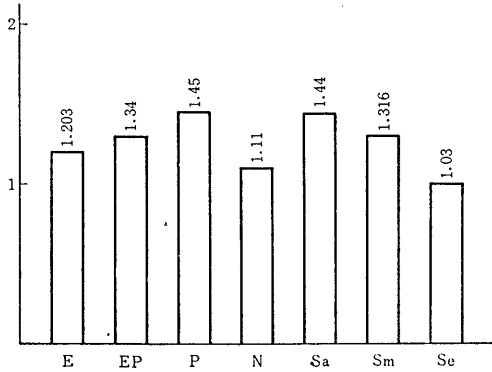


図37.

家兎子宮筋 Actomyosin 溶液の蛋白濃度  
 E = Estradiol valerianate  
 EP = Estradiol valerianate + Progesterone capronate  
 P = 17- $\alpha$ -hydro. prog. capronate  
 Sa = 妊娠初期  
 Sm = 妊娠中期  
 Se = 妊娠末期

表 2.

家兎子宮筋 Actomyosin の ATP-ase 活性

実験条件 実験材料	0.6 M KCl pH 8.5 CaCl <sub>2</sub> 0	0.6 M KCl pH 8.5 10 mM CaCl <sub>2</sub>	0.1 M KCl pH 6.8 10 mM CaCl <sub>2</sub>
	Estradiol Valerianate	0.0168	0.0456
17- $\alpha$ -hydroxy prog. Cap	0.0125	0.0404	0.0139
Est. Valerianate + Prog. Cap	0.0199	0.0501	0.0214
normal	0.0159	0.0509	0.0196
S. S anfang	0.0168	0.0479	0.0172
S. S mitte	0.0189	0.0528	0.0202
S. S Ende	0.0192	0.0648	0.0326

( $\mu$  moles/min. mg)

(図36). (2) 子宮筋の AM は灰白色を呈し、骨髄筋の AM と比べると粘稠性が少ない。(3) 粗 AM 中の蛋白量は妊娠時, est. 投与により減少し, prog. で増加する (図37). (4) AM の ATP-ase 活性は est., prog. によって高まり, prog. により減弱する (表 2). (5) AM 粘度の ATP による低下 (ATP 感受性) は, est. によって増加し, prog., E. P. ホルモンでは低下が少なく, 妊娠特に末期には低下の急激な増加を示す (図38). (6) 試験管内の収縮と云われる超沈澱は est., E. P. ホルモンによって強くおこり, prog. は弱く, 妊娠により増大し, 特に末期には著明な増強を示した (図39).

2. 子宮筋の電解質：収縮に際し、重大な役目を受け持つ電解質の組織内の消長を見ることは収縮を理解するために必要と考えたので、

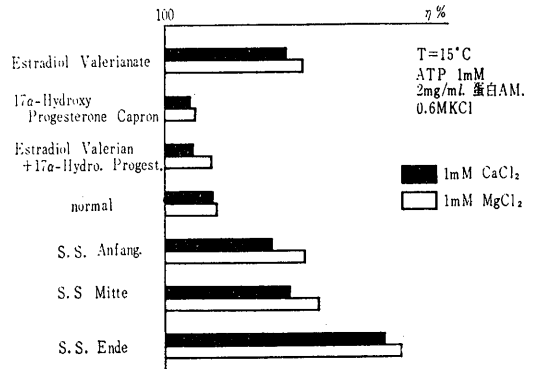


図38.

家兎子宮筋 Actomyosin の ATP 感受性 (ATP による粘度低下)

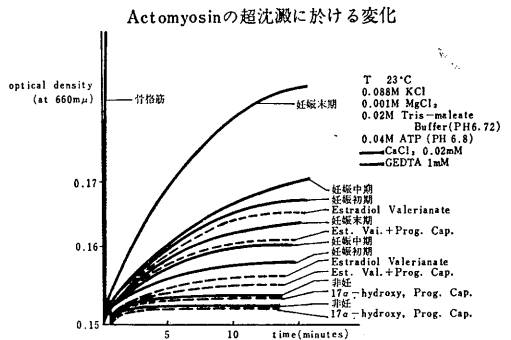


図39. 家兎子宮筋の超沈澱

家兎子宮筋の Na および K を湿式灰化後 flame-photometer によって測定し、血清電解質を flame-photometer (Na および K) および柳沢法<sup>14)</sup> (Ca および Mg) により測定した。その結果 (図40), (1) 血清 Na は妊娠しても変化せ

ず、血清 K は妊娠末期には減少の傾向を示す。血清全 Ca, 透析性 Ca は妊娠に伴い減少し、血清全 Mg は反対に増加する。(2) 子宮角の Na と水分量は妊娠10日では増加するが、それ以後は減少し、非妊時と差がなくなる。子宮下部の

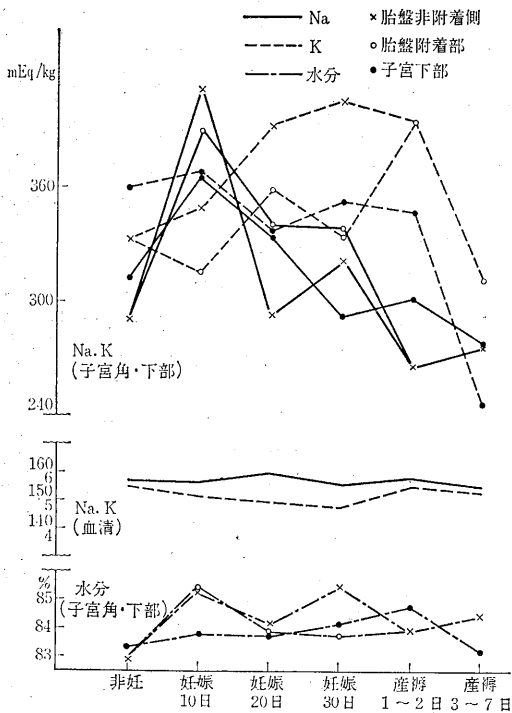


図40.

家兎子宮及び血清の Na, K 及び水分の変動

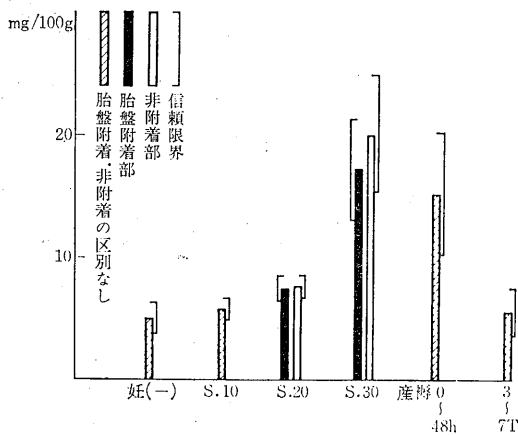


図41.

家兎子宮筋の Creatine 磷酸

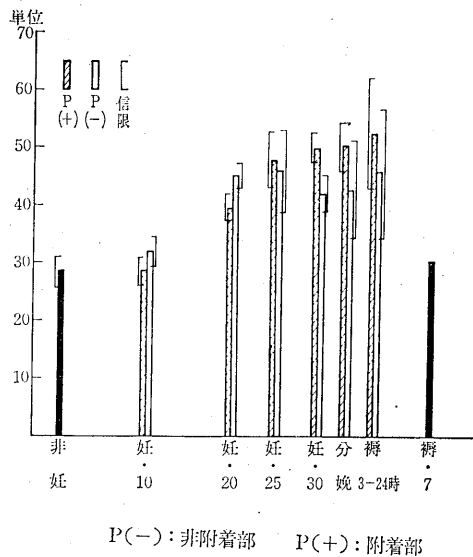


図42.

家兎子宮筋の Phosphorylase

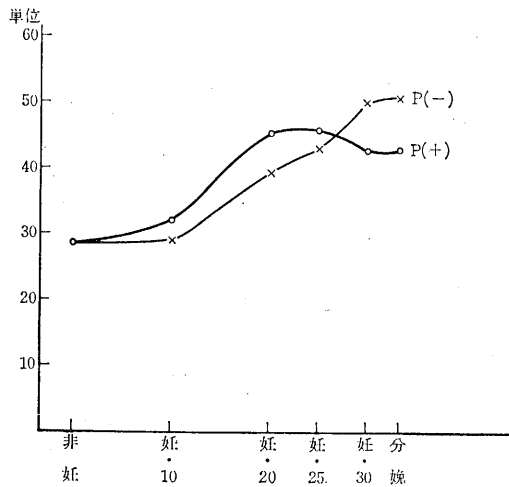


図42. (1)

家兎子宮筋の Phosphorylase

Na には変動がないが、水分量は妊娠30日に増加する。(3) 胎盤附着部の K は変動が少なく、非附着部では20日以後増加する。子宮下部では産褥に入ってKが減少する。(4)このような妊娠に伴う電解質の変化と、細胞内電位との関係については後に考案したい。

3. 子宮筋の高エネルギー磷酸化合物

子宮筋の中に含まれる creatine 磷酸 (PC) を高橋<sup>15)</sup>、金井<sup>16)</sup>法により定量した。(1) PC は非妊家兎子宮 100g に平均 5.0mg 含まれている。去勢によって 1/3.5 に減少し、est. によって増量するが、prog. による増量は少ない。両者併用すると est. 単独より多くなるが、prog. を過剰にすると、かえって減少する。(2) 妊娠によって増量し、妊娠末期には非妊時の3倍になる。胎盤附着部の PC は非附着部に比し少ない(図41)。(3) ヒト子宮筋 100g 中には 2.6mg の PC が含まれ、妊娠すると増量し、末期には子宮体部は非妊時の2~2.5倍、子宮下部は 1.5 倍に増量する。(4) ATP の変動もほぼ PC に同調する。

4. 子宮筋の phosphorylase, aldolase

Sutherland<sup>17)</sup>法および武内<sup>18)</sup>法により定量した。(1) 非妊家兎子宮筋 0.1g 中に平均 28.5 単位の phosphorylase が含まれている。去勢により 1/2 以下に減少し、est., E. P. ホルモンにより増加するが、prog. による増加は少ない。(2) 妊娠すると増加し、妊娠末期には非妊時の 1.5~1.8 倍となる。その増加は、中期までは胎盤附着部に多いが、妊娠25日頃からは非附着部に多くなる。分娩後 3~24時間で最高となり、7日後には非妊時の値に戻る(図42)。(3) 組織化学的にも定量による所見を確認した。(4) ヒト子宮筋においても家兎と同様の傾向を示し、妊娠3ヶ月で非妊時の3倍になった。子宮底の方が子宮下部より多く含まれ胎盤附着部と非附着部との差は家兎より少なかった。

表 3. 家兎子宮筋の Progesterone

	非妊	妊娠20日		妊娠30日		産褥	
		胎盤附着部	胎盤非附着部	胎盤附着部	胎盤非附着部	1~2日	3~7日
例数	3	6	6	8	10	4	3
平均値	0.04	0.16	0.06	0.64	0.45	0.30	0.23
最高値	0.07	0.65	0.15	1.47	1.05	0.49	0.37
最低値	0.02	0.01	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00
不偏分散	0.0009	0.059	0.0034	0.2332	0.103	0.0455	0.0294
F <sub>o</sub>		0.56	0.28	4.33	4.54	4.06	2.23
F		5.59	5.59	5.12	4.84	6.61	7.71

表 4. ヒト子宮筋の Progesterone

		I 群		II 群		III 群	
		胎盤附着部	胎盤非附着部	胎盤附着部	胎盤非附着部	胎盤附着部	胎盤非附着部
例数	7	7	6	6	12	13	
平均値	0.86	0.25	2.84	1.53	0.65	0.75	
最高値	2.60	1.0	7.29	6.59	2.60	2.69	
最低値	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	
不偏分散	0.87	0.14	24.837	12.021	0.466	0.598	
F <sub>o</sub>		2.60		0.70		0.01	
F		4.65		4.96		4.28	

- I 群 妊娠17週以前
- II 群 妊娠31~38週
- III 群 妊娠39~42週

表 5. 妊娠週数別の子宮筋 Progesterone

(a) 胎盤附着部と非附着部の検討 (II 群)

		陣痛発来前		陣痛発来後	
		胎盤附着部	非附着部	胎盤附着部	非附着部
例数	3	3	3	3	
平均値	2.54	2.55	3.14	0.51	
最高値	7.29	6.59	6.3	0.7	
最低値	0.01	0.06	1.02	0.24	
不偏分散	16.924	11.962	7.913	0.059	
F <sub>o</sub>		0.00		2.54	
F		6.61		6.61	

(b) 胎盤附着部と非附着部の検討 (III 群)

		陣痛発来前		陣痛発来後	
		胎盤附着部	非附着部	胎盤附着部	非附着部
例数	3	3	9	10	
平均値	1.49	0.19	0.37	0.9	
最高値	2.6	0.41	1.7	2.69	
最低値	0.5	0.00	0.00	0.00	
不偏分散	1.115	0.043	0.389	0.653	
F <sub>o</sub>		4.41		2.86	
F		6.61		4.45	



子宮筋収縮のための energy を供給する glycogen を分解する phosphorylase は、CP または ATP と消費を共にするであろうと考えて検索を加えた所、必ずしも一致しなかった。すなわち CP は妊娠末期に急増するが、phosphorylase は妊娠25日頃が最高であり、しかも CP は胎盤非附着部に多かったが、phosphorylase は妊娠25日までは胎盤附着部の方が多かったのである。このことは、glycogen が胎盤附着部に多いことと相俟って、CP は子宮筋収縮の energy の供給者であることは明かであるが、glycogen およびその解糖系酵素はこれのみではなく胎児への energy 補給にもあたっていることを推定せしめるものである。

#### 5. 子宮筋の性ホルモン

性ホルモンが子宮内膜に周期的変化を与えて月経を発生させることは一般に認められていることであるが、子宮筋に対しても著明な作用のあることは Knaus<sup>19)</sup> 以来多くの人の認めるところである。しかし子宮筋の中に含まれる prog. 量について報じたのは Barnes<sup>20)</sup> 等が最初である。私たちが家兎およびヒト子宮筋の prog. 量を gas-liquid-chromatography により定量した。(1) prog. は非妊家兎子宮筋 1g 中に平均 0.04  $\mu$ g 含まれ、去勢後、est. 投与後には証明されないが、prog., E. P. ホルモン投与後には 0.1~1  $\mu$ g 証明された。(2) 妊娠すると、20日には胎盤非附着部 0.06  $\mu$ g, 附着部 0.16  $\mu$ g, 胎盤 0.09  $\mu$ g, 30日にはそれぞれ 0.45  $\mu$ g, 0.64  $\mu$ g, 2.0  $\mu$ g と増加する。分娩後にも子宮筋には2日後で 0.3  $\mu$ g 含まれている(表3)。(3) ヒト子宮筋では、胎盤非附着部に妊娠初期 0.25  $\mu$ g, 37週 1.52  $\mu$ g, 末期 0.75  $\mu$ g, 胎盤附着部では中期までは非附着部より多く、末期には同じになる(表4)。37週では陣痛発生後の非附着部の prog. のみが減少を示しているのに対し、予定日前後では全般的に減少し、陣痛発生前の胎盤附着部のみが高い(表5)。(4) 家兎の場合には妊娠30日にかけて急増し、しかも妊娠前半期には胎盤にも証明されなかった。これに対し、ヒト子宮筋では妊娠37週頃が最高となり、予定日頃になると減少する。しか

も胎盤附着部は妊娠末期になっても高濃度に prog. を有しているが、陣痛発生後の例では減少している。すなわちヒトの場合には prog. 特に胎盤附着部の prog. が少なくとも予定日になると陣痛開始後は減少している点において、prog. の減少が陣痛発生を来するという Csapeo 等の prog. block<sup>3)21)</sup> 説に一致するが、37週のヒト子宮では陣痛発生後にも胎盤非附着部の prog. は減少するが、附着部は減少しないこと、および妊娠末期になってはじめて prog. を産生する家兎胎盤の prog. 産生能力が、分娩直前に下降しないこととは prog.-block 説に反しているようである。

私たちは、子宮収縮を研究するためには、子宮筋における種々の因子を同時に検索することが大切であると考え、上述のような項目について、教室の全力を与えて同時に研究を行なった(図43, 44, 45, 46)。採り上げた項目は多岐に亘っているが、勿論これで充分ではなく、多くの点において遺漏があるのは誠に残念であった。

私たちの採り上げた項目の研究成績は、既に報告された成績と一致するものも多かったが、しかし多くの点において新発見を生じた。これらの成績は、次に述べる子宮収縮の成績と一致する所が多かったが、しかしまた矛盾する所も2~3あった。特に子宮筋の電解質は子宮筋の電気生理的な成績と一致しなかったので、電解質の変化を説明するのに当惑した。しかし、子宮には骨骼筋と異なり、結合組織および血管が豊富なことを考え合わせるにおよんで、この子宮筋と結合組織との量的関係によって電解質の変化を説明しようと試み、組織学的には証明し得たが、次には生化学的に確認しようと考えている。

#### C. 子宮筋の収縮

子宮筋の収縮を見るために、私たちは主として穿刺法を用いた。また子宮筋の電気生理的な変化は、剔出子宮片の超微小電極法により細胞内電位を計測し、また in situ 子宮の細胞外電位を観察した。

### 1. 子宮筋の収縮

現在までの発表は、剔出子宮によるものが多く、生体子宮では balloon によるものが多かった。私たちはなるべく自然に近い状態で実験することを意図したが、それには生体子宮が適当と考えた。また、胎盤附着部と非附着部との相異というような部位的な相異を観察するには balloon 法は不適当である。そこで、私たちは穿刺法を用いた。そしてこの成績と balloon 法によって得た臨床成績とを対照して私たちの研究成績に誤りのないようにつとめた。

#### a. 実験方法

穿刺法は C. H. Hendricks<sup>22)</sup>が行なった open-end-tube 法にヒントを得て行なったものであ

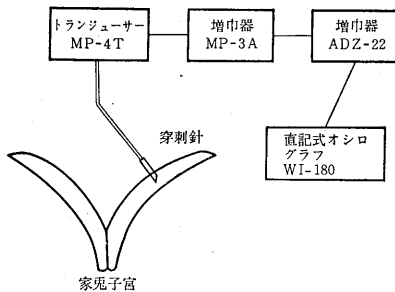
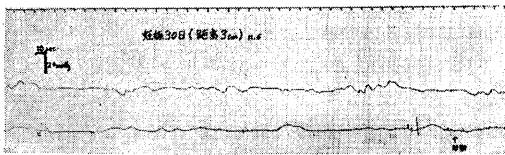
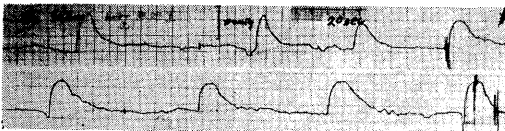


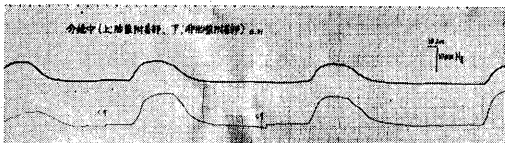
図47. 穿刺法 (模型図)



F 波 妊娠30日



L 波 発情期



G 波 分娩中 (上-胎盤附着部, 下-胎盤非附着部)

図48. 家兎子宮収縮波

る。家兎子宮筋層内に内径 0.8 mm の穿刺針を挿入し、この針に硬質の polyethylen 管 50 cm、および内径 5 mm のテフロン管 1 m を接続する。あらかじめこの管腔は 10 単位 1 cc のわりに heparin を加えた生理的食塩水を満しておく。このようにして穿刺針の先に加わる局所の子宮収縮圧を transducer (日本光電 MP-4 T) に導き、電流に変換する。この電流を増巾し、直記式 oscillograph に記録した (図47)。本法によって穿刺を行なった場合、少なくとも肉眼的には穿刺による収縮は認められなかったし、組織学的にも殆んど変化がなかった。また子宮筋でも家兎の場合には極めて薄く固定が困難であったので、穿刺針に平行して緊縛した釣針を固定に用いた。家兎は背位に固定し、無麻酔で開腹して子宮を露出した。この開腹部は 25~30°C の生理的食塩水を浸したガーゼで被って冷却を避けた。

#### b. 実験動物

2~3 kg の単一系家兎 (武田) を使用した。まづ無処置の家兎子宮収縮を観察し、去勢, estrogen, progesterone 投与による影響を観察し、さらに妊娠、分娩および産褥時の収縮の変化を検索した。

#### c. 実験成績

子宮収縮はその波形から F 波, L 波および G 波に分類した。F 波は不規則な 15 秒内外の小さい収縮であり、L 波は比較的規則正しい収縮で 10~25 秒つづく。G 波はさらに規則的な収縮で 20~50 秒である (図48)。

(1) 無処置の子宮収縮は発情期と思われる頃には平均 9.0 mmHg, 51.2 秒の周期をもって L 波があらわれ、F 波も認められる。発情後期になると F 波がなくなり、L 波も不規則になって平均 7.2 mmHg に減少する。静止期には L 波はさらに小さく平均 2.4 mmHg となった。

去勢後 3 週間すると、子宮は小さくなり、収縮は全くみられない。

この去勢例に estrogen として estradiol benzoate (Ed.) を 1 日 20 μg 筋注すると、子宮重量

は投与量の増加につれて増加し、子宮収縮もまた増加する。すなわち 20~40 μg ではL波の振幅は平均 3.7 mmHg, 60~80 μg では平均 8.6 mmHg, 100~120 μg では 12.1 mmHg, と最高を示し、それ以上投与すると 160 μg では 5.1 mmHg, 200 μg では 1.9 mmHg, と減少する。(図49)(表6)。この間F波は少量投与では認められた(80 μg までは8例中4例)が、100~120 μg では認められなくなり、140 μg 以上では再び出現し6例中4例に認められている。またEd.投与19例中の10例のL波に50秒前後の周期性を認めた。

この est. に対し、去勢後直接 prog. を投与すると、子宮重量は増加せず、収縮も殆んど見られず、F波がわずかに認められた。

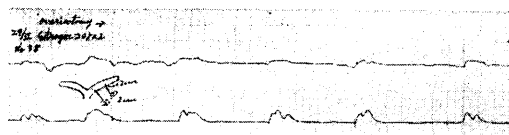


図49. 1. Estradiol 20 μg 2日間投与

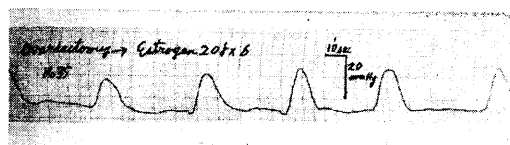


図49. 2. Estradiol 20 μg 6日間投与

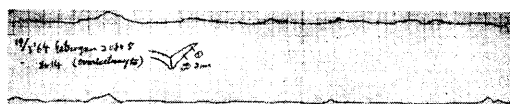


図49. 3. Estradiol 20 μg 8日間投与

図49. 家兎子宮収縮

表 6. Estradiol による家兎子宮収縮の高さ

処置の方法	N	X mmHg	u <sup>2</sup>	信頼限界		F <sub>0</sub>	F	有意差
				上限	下限			
去勢	3	0	0	0	0			
Ed. 20~40 μg	4	3.7	18.81	10.6	0	2.08	6.61	なし
Ed. 60~80 μg	4	8.6	2.00	9.9	7.3	4.23	5.99	なし
Ed. 100~120 μg	4	12.1	4.02	15.3	8.9	10.28	5.99	あり
Ed. 140~160 μg	3	5.1	6.47	11.4	0	16.80	6.61	あり
Ed. 180~200 μg	3	1.9	2.81	6.1	0	6.67	7.71	なし

$$F_0 = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2 \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot (N_1 + N_2 - 2)}{(n_1 u_1^2 + n_2 u_2^2)(N_1 + N_2)} \quad 5\% \text{危険率}$$

F : F 表の値

表 7. 妊娠家兎子宮収縮の高さ (G波)

妊娠時期	N	X mmHg	u <sup>2</sup>	信頼限界		F <sub>0</sub>	F	有意差
				上限	下限			
妊娠 10~15日	5	2.0	10.85	6.1	0	0.13	5.32	(-)
妊娠 20~22日	5	2.8	61.05	7.6	0	0.46	5.32	(-)
妊娠 30日	5	4.2	6.25	7.3	1.1	0.33	5.59	(-)
妊娠 51, 32日	4	5.0	1.70	7.1	2.9	23.26	6.61	(+)
分娩中	3	10.7	3.43	15.3	6.1	0.6	4.84	(-)
産褥	10	8.3	101.49	15.5	1.1			

また, Ed. 20  $\mu\text{g}$  を3日間投与した後に prog. を 200  $\mu\text{g}$  2~3日間投与してもL波は完全に消失しF波のみとなった. この場合には一旦増量した子宮は小さくはならなかった. さらに Ed. 20  $\mu\text{g}$  3日間投与して8 mmHg 前後の収縮を発生している家兎に E. P. ホルモン (Ed. 20  $\mu\text{g}$  + prog. 200  $\mu\text{g}$ ) を1~3日間投与すると, 子宮重量は多少増加するが, 収縮のL波は徐々に減少し遂には消失する. これは prog. 単独の方が一層著明であった.

(2) 妊娠, 分娩および産褥時の家兎子宮収縮にはF波とG波とが見られた. F波は妊娠各期にみられ, G波は妊娠中期以前には少ないが, 後期から分娩にかけて100%に見られる. その高さは表7に示した如く, 分娩中には最高となり, この planimeter (plan.) 値も279.8 mmHg 秒となった. 陣痛周期も分娩中は約80秒, 産褥では96.6秒にもなった. 胎盤附着部筋層の収縮は胎盤非附着部筋層より小さく, 分娩中もこの傾向が見られた(図48G波, 表8)が, 有意差ではなかった. 子宮収縮波の伝播速度は分娩中が最も早く毎秒12~50 mmになり, 2点で同時収縮も生じ, 陰側へも卵管側へも向う.

(3) Oxytocin に対する感受性は妊娠が

すすむにつれて徐々に陽性率が増加し, 末期から産褥にかけては感受性が認められる.

2. 子宮筋の電気生理

(A) 子宮筋細胞内電位

子宮筋の微小電極法による細胞内電位の研究には1954年 Woodbury<sup>23)</sup>等, Thiersch, West, Landa<sup>24)</sup>, 徳田<sup>25)</sup>, Goto, Csapo<sup>26)27)</sup> 等の報告がある.

単一系成熟家兎, 成熟ラットおよびヒト子宮筋を用い, 尖端約 0.5  $\mu$  以下の 50 M $\Omega$  前後の電極を flexible に装着し, 日本光電製微細電極用増巾器 (M 2~3 A) を用い Braun 管 oscilloscope および直記式記録計により観察した. 同時に U 型 strain-gauge による mechanogram を用いた. その成績をまとめると次の如くなる.

(1) 家兎細胞内静止電位は妊娠初期50 mV 平均 41.7 mV, 中期 55 mV 平均 50.7 mV であり, 末期には 52.9 mV 平均 48.1 mV となり, 特に胎盤附着部はそれより高く 55.6 mV 平均 51.3 mV となる. 活動電位も妊娠末期には上昇する. 妊娠初期の放電は小さく規則的であるが, 中期ではそれ程増大せず spike の高さも不均一であり, 放電頻度は減少する. 妊娠

表 8. 家兎子宮収縮 (胎盤附着部と非附着部)

	収縮の高さ (mmHg)		収縮のPI値 (mmHg sec)		持続時間 (秒)		周 期 (秒)	
	非附着側	附着部	非附着側	附着部	非附着側	附着部	非附着側	附着部
妊 娠 15 日	7.6	7.6	100.5	102.5	34.1	32.7	53.9	54.4
妊 娠 20 日	5.5	4.8	64.8	56.7	31.5	29.5	69.3	69.1
妊 娠 31 日	3.5	2.7	38.1	32.0	32.5	32.7	55.7	56.4
分 娩 時	11.9	8.7	505.0	323.6	80.6	76.3	126.0	125.5
$\bar{x}$	7.1	6.0	177.4	128.7	44.7	42.8	76.2	76.3
$u^2$	12.94	7.39	48441.09	17735.78	574.75	501.05	1148.39	1116.03
信 頼 限 界	12.8~1.4	10.3~1.7	527.1~0	341.3~0	82.8~6.6	78.4~7.2	130.0~22.4	129.4~23.2

- 1) 非附着側と附着部の収縮の高さの比較:  $F_0 = 2.83 < F = 5.54$  (10%危険率)
- 2) 非附着部と附着部の収縮のPI値の比較:  $F_0 = 1.22 < F = 5.54$  (10%危険率)
- 3) 非附着側と附着部の収縮の持続時間の比較:  $F_0 = 4.02 < F = 5.54$  (10%危険率)
- 4) 非附着側と附着部の収縮の周期の比較:  $F_0 = 0.19 < F = 5.54$  (10%危険率)

$$F_0 = \frac{(\sum x)^2}{N} \times \frac{1}{u_2} \quad (F: F \text{ 表値}, x: \text{非附着側と附着部との差})$$

末期には著しく増大し、spike の高さも均一化して収縮曲線に一致して一定した放電群を形成した。しかし胎盤附着部の活動電位は小さく spike の高さも不均一であって、非附着部のように安定した放電群を得られなかった (図50, 表9)。

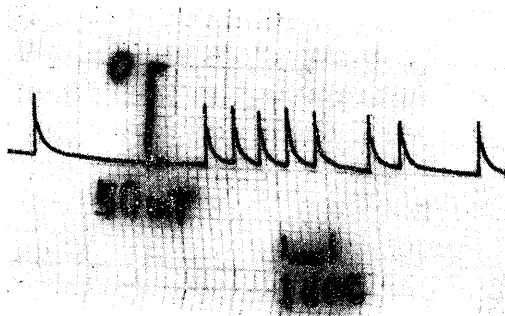
(2) 家兎とラットの妊娠による細胞内電位の変動はいずれも同一傾向を示したが、ラットの方がやや小さい (表10)。

(3) ヒト子宮筋では子宮底部で静止電

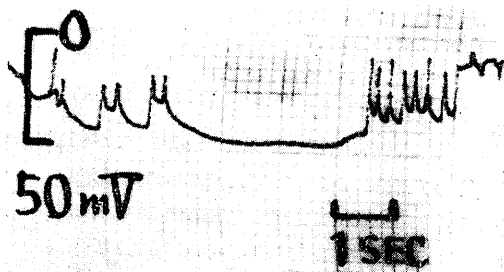
位 43.8 mV 平均 39.6 mV を記録したが、活動電位はとれなかった。

(B) 子宮筋細胞外電位

単一家兎子宮を使用し、電極としては200 $\mu$ の鋼線の先端を王水にて溶解し、先端部を残してカシュー塗料にて絶縁したものを用いた。誘導法は双極誘導を用い、時定数は0.01とした。また同時に strain-gauge または私たちの穿孔法による mechanogram を併用した。その成績は次の通りである。

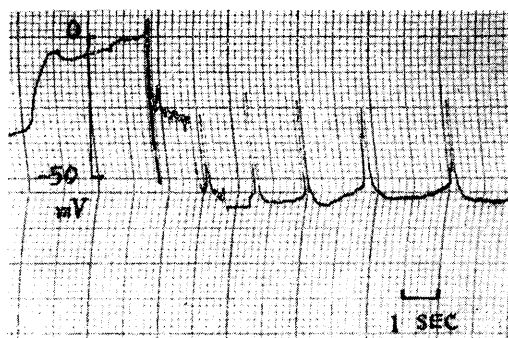


(1) 胎盤非附着部

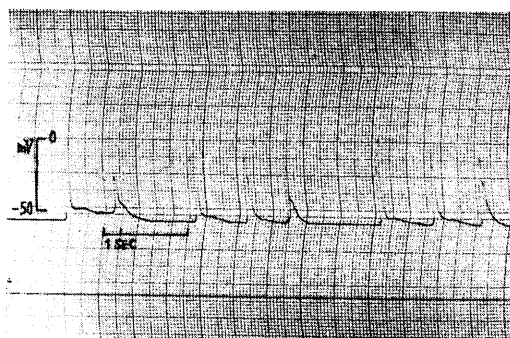


(2) 胎盤附着部

図50. 妊娠30日家兎子宮筋細胞内電位



(1) Pacemaker potential



(2) Myo-myosin junction potential

図51. 妊娠21日ラット子宮筋細胞内電位

表 9. 妊娠家兎子宮筋細胞内電位

(mV)		妊娠10日		妊娠20日		妊娠30日	
		胎盤非附着部	胎盤附着部	胎盤非附着部	胎盤附着部	胎盤非附着部	胎盤附着部
静止電位	平均	41.7	50.7	48.1	51.3		
	min~max	35.0~50.0	45.9~55.0	40.6~52.9	45.0~55.6		
活動電位	平均	20.6	21.6	32.5	26.3		
	min~max	16.7~25.0	14.0~28.6	15.0~38.9	16.7~35.0		

表10. 妊娠ラット子宮筋細胞内電位

(mV)		妊娠10日	妊娠15日	妊娠21日
静止電位	平均	36.9	44.5	42.4
	min~max	30.0~45.0	38.9~50.0	27.0~50.0
活動電位	平均	18.0	20.9	30.0
	min~max	15.0~22.0	15.0~27.8	18.0~50.0
	Overshoot	(-)	(-)	2.0

(1) 非妊正常子宮では小さい単発性の spike が認められるにすぎず、最大振巾は50  $\mu\text{V}$  であって mechanogram による収縮と同記した。去勢するとこの spike 放電もなくなる。Estradiol 120  $\mu\text{g}$  投与で最も大きい 100  $\mu\text{V}$  の spike が多くなり burst もみられる (図52)。Prog. 単独では spike の振巾は減少するが, est. 120  $\mu\text{g}$  + prog. 500  $\mu\text{g}$  では単発する spike と burst を形成する2つの pattern が認められる (図53)。Burst は est. 単独より短かく間歇は長いようである。Prog. 量を増加すると振巾は更に低下し間歇も長くなる (表11)。

(2) 妊娠中の spike discharge (図54) には単発する spike と burst を形成する2つの

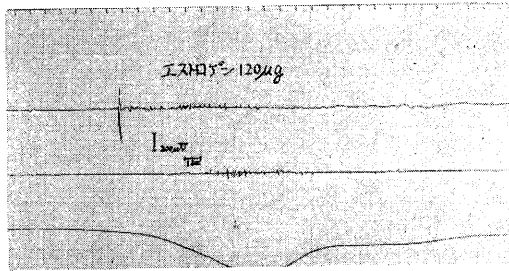


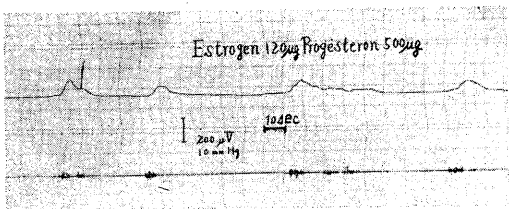
図52.

非妊家兎子宮筋細胞外誘導 (estradiol 投与)

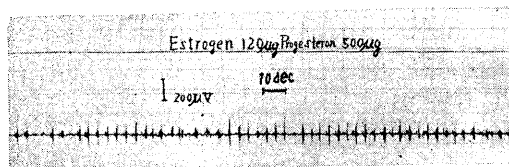
子宮体部 (電極間距離 2 cm)

上段 活動電流 中段 活動電流

下段 収縮曲線 (strain-gauge)



(1)



(2)

図53.

上段 収縮曲線 下段 活動電流  
非妊家兎子宮筋細胞外誘導 (est. + prog.)

pattern が認められた。妊娠初期, 中期では単発性の spike が多く, 振巾は 100  $\mu\text{V}$  から 250  $\mu\text{V}$  と増大し, 特に強い収縮時には burst を形成した。末期では振巾は 500  $\mu\text{V}$ , burst は 20~32秒に増大する。分娩時には spike, burst の振巾が増大し, 間歇も短くなる。また胎盤附着部と非附着部との spike discharge には殆んど相異が認められなかった。また相隣る胎囊から誘導した spike discharge は全く異なっており, 各胎囊は別個に収縮しているようである。また妊娠10日では 0.5 cm 離れた2点からの誘導が異なっていたが, 妊娠30日では 1.5 cm 離れた2点の曲線に対応性が認められたが, 5 cm 離れると全く対応がなかった。穿刺法では分娩中に 5~8 cm の距離に対応がみられていることと多少の相異が認められた。産褥に入ると, 振巾は減少するが, 20時間後に再び大きくなり, 48時間を境に減少する。

(3) 収縮の伝播速度は非妊時には

表11. 家兎子宮筋細胞外誘導

	実験動物	burst の持続時間	周 期	振 巾
非妊	Estrogen 120 $\mu\text{g}$	4.9 (sec)	38.3 (sec)	100 ( $\mu\text{V}$ )
	Es. 120 $\mu\text{g}$ P 500 $\mu\text{g}$	4.5	70.1	100
	Es. 120 $\mu\text{g}$ P. 1000 $\mu\text{g}$	4.1	82.3	80
妊 娠	妊娠10日		13.8	100
			9.3	200
	妊娠20日	20.0	55.0	250
	妊娠30日	32.6	51.2	500
分 娩		12.0	38.0	870
		15.1	50.4	950
産 褥	産褥12時間	体部 31.8	77.1	410
	産褥12時間	左卵管 39.8	98.8	220
	産褥20時間	50.0	141.1	500
	産褥30時間	体部 21.7	64.2	210
	産褥30時間	55.5	193.8	250
	産褥30時間	頸部 43.4	118.1	250
	産褥48時間	37.0	105.5	300
	産褥7日	5.8	55.5	75
	産褥7日	13.0	95.3	80
	産褥7日	左頸部 15.3	65.5	80

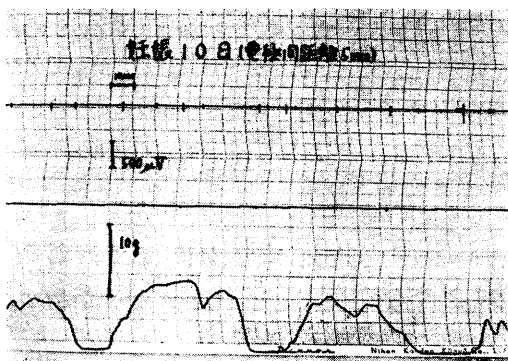


図54. (1) 妊娠10日

子宮体部  
上段 中段 活動電流  
下段 収縮曲線 (strain-gauge 収縮下向き)

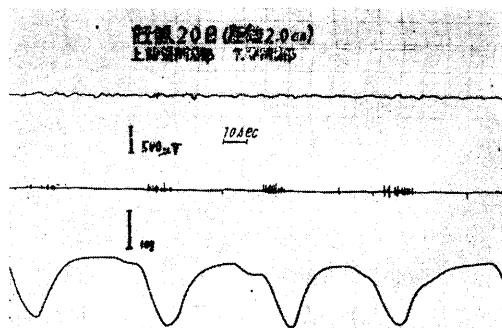


図54. (2) 妊娠20日

上段 中段 活動電流 下段 収縮曲線

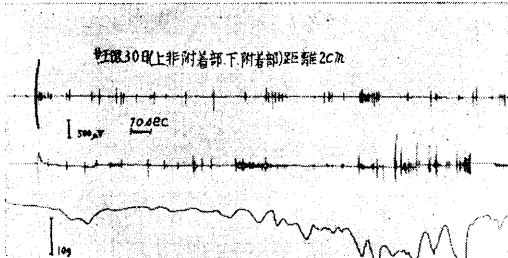


図54. (3) 妊娠30日

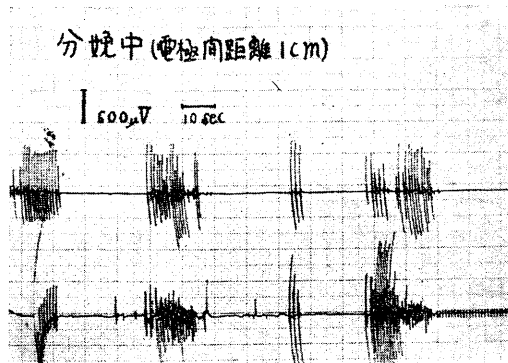


図54. (4) 分娩中

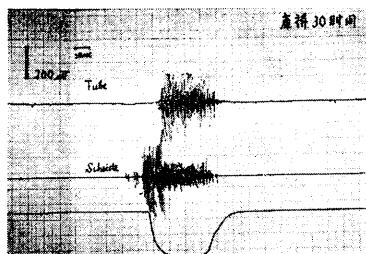


図54. (5) 産褥30時間

子宮体部 上段 卵管側 中段 陰側 (1cm)  
下段 収縮

図54. 妊娠家兎子宮筋細胞外誘導

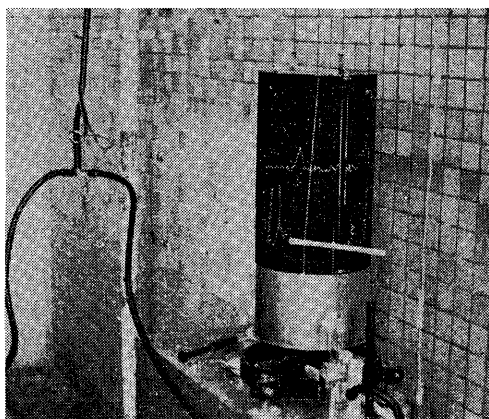


図55. Balloon 法

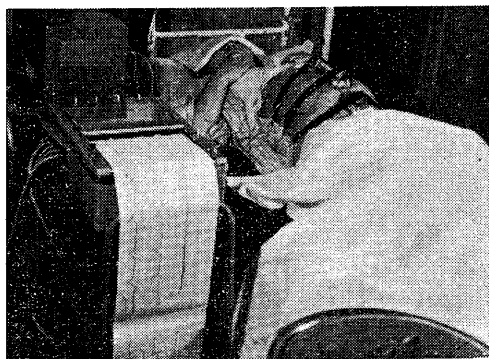
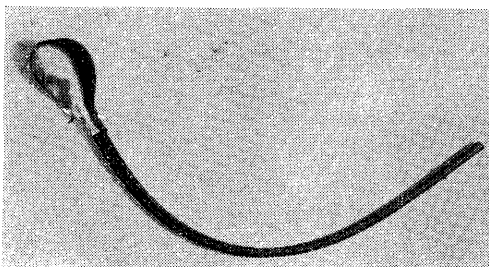


図56. Guard-iring 式外測法

2.1~4.8 mm/秒であり、末期には 80 mm/秒と早くなり、上行性、下行性両方向の伝播が認められた。

3. 家兎子宮筋の収縮についてはその他に剔出子宮片による oxytocin 定量法にはやや精確をかくことを認め、また oxytocin に対する感受性を検討した。更に oxytocin を分解する oxytocinase の1つとみられる l-cystin-aminopeptidase の変動を検討したが、紙数の関係もあり割愛する。

### Ⅲ. 臨 床 編

ヒト子宮収縮運動については、balloon法(図55)、Guard-ring 式外測法(図56)、穿刺法(図47)を用いて検索した。

検査項目は子宮収縮、子宮収縮剤、無痛分娩時の子宮収縮および子宮収縮の母児におよぼす影響についてであるが、紙数の関係上生理学的に興味のある2、3の事項について述べたい。

#### 1. Balloon 法による子宮収縮の変化

非妊、妊娠、分娩および産褥時の子宮収縮の

高さ、回数および plan. 値を図57に示した。

(a) 振巾：月経時は 14.0 mmHg であって相当高いが、増殖期には 5.4 mmHg となり、分泌期には 3.1 mmHg となる。妊娠時初期および中期には月経時よりも低いが、分娩第1期に入ると急増して平均 44 mmHg、第2期には 49 mmHg となって、児を娩出する。産褥に入ると漸次減少するが、4日には 53 mmHg と最高となり、その後漸減した。平均分娩時間は初産婦11時間34分、経産婦5時間02分であるから、陣痛開始から娩出までの子宮収縮圧の合計は初産婦 2777 mmHg、経産婦は 2215 mmHg であった。なお妊娠初期の収縮は人工中絶後のものであるから、実際の収縮は穿刺法の値に近いものと思われる。

(b) 収縮回数：非妊時には不規則であり、月経時は少なく毎10秒間に 10.9回であるが、増殖期、分泌期には18回程度となる。妊娠初期には早く細かい収縮波が平均21回(毎10分)、やや大きい波が 8.4回にみられたが、中期には 3.6回に減少し妊娠末期までつづく。分娩第1期は

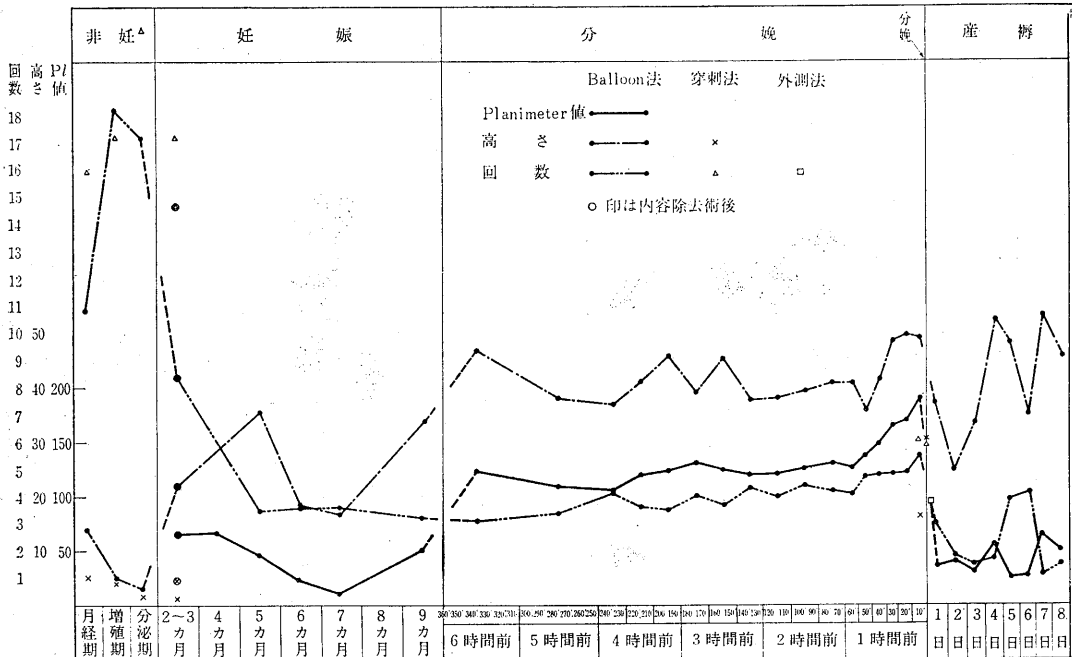


図57. 子宮収縮 (Planimeter 値, 高さ, 収縮回数)

3～4回であるが、第2期には4.7～5.5回に増加する。胎児娩出後には10分前後の生理的休息があると云われているが、実際には平均1.2分(信限1.6～0.9分)(棄却限界5.1分)後には毎10分間4.4回の周期で陣痛がみられ、平均3.4回後に胎盤が娩出した。胎盤娩出直後収縮回数は3回となりその後減少し、5、6日後に増加した後減少した。全分娩時間中の収縮回数は平均

分娩時間から計算すると、初産婦285回、経産婦189回であった。

(c) Planimeter値：振巾を時間で積分した値、すなわち収縮曲線といわゆる子宮トーンスによってかこまれる面積の値は、妊娠初期(中絶後)は68 mmHg分と大きい、5、6ヶ月には20～10 mmHg分と低下し、9ヶ月には50 mmHg分と上昇する。分娩第1期には100～140 mmHg分、第2期には148～191 mmHg分に増加する。産褥初期には下降するが、第5～7日には増加する。分娩経過中のplan. 値の合計は初産婦4926 mmHg分、経産婦3819 mmHg分と計算される。

私たちはballoon法を主として用いたが、これに外測法および穿刺法による値を参考にし、確実を期した。

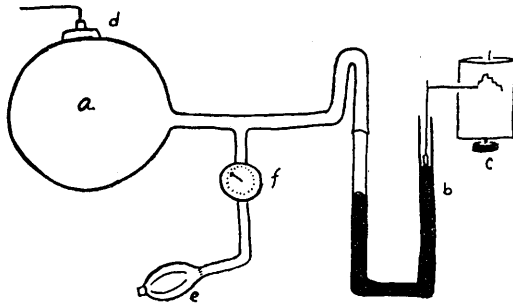


図58. 内・外測法の模型 (I)

- a) ゴム嚢
- b) 水銀圧力計
- c) キモグラフィオン
- d) 外測計
- e) 空気ポンプ
- f) 圧力計

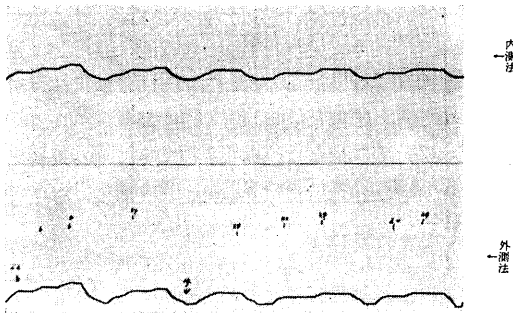


図59. 図58による曲線

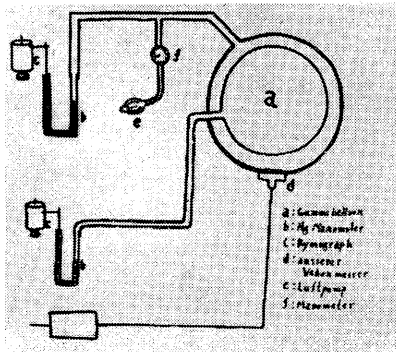


図60. 内・外測法の模型 (II)

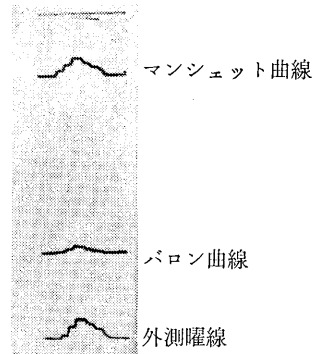


図61. (1) マンシユットに圧を与えたとき

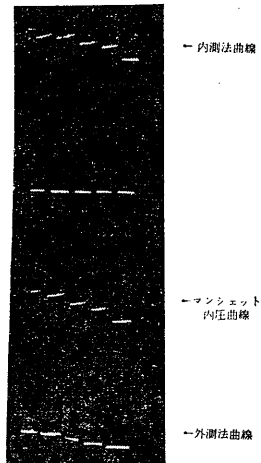


図61. (2) パロン内測曲線に圧を与えたとき

図61. 図60による曲線

2. 外測法による観察

(a) 外測法による収縮曲線は実際に何を表現しているのか、その解釈には多くの問題がある。そこで、まず図58の如きゴム囊 (a) を用いた実験により、このようなものでは外測、内測共に同一曲線を描いた (図59)。次に図60の如きゴム囊の周囲にマンシュットを巻いて実験したところ、マンシュット内圧の変化は外測計には同じ変化を記録したが、内圧曲線はやや低くか

った (図61 (1))。次にゴム囊内の圧を変化させたが、マンシュット内圧は同じように変化したが、外測曲線は少し減衰している。このように外測曲線は外測計の直下の変化に忠実であるが、さらにその内部の変化はやや鈍感につたわるように思われる (図61 (2))。

次に帝王切開時に切開創の近くに外測計をあて、その直下の子宮筋に穿制法を行ない、また羊水穿刺をし、同時に balloon 法を行なって、4 誘導曲線を比較した結果、図62に示す如く、外測曲線は筋層内穿刺曲線に最も似ていることを示し、また同図右の如く、筋層内曲線の低い

表12 妊娠週数と子宮収縮の部位による変化

	9カ月前半	9カ月後半	10カ月前半	11カ月後半	11カ月前半
底	1 (14%)	2 (18%)	12 (52%)	26 (76%)	18 (60%)
中	1 (14%)	4 (36%)	7 (30%)	1 (3%)	5 (17%)
下	4 (57%)	3 (27%)	1 (5%)	4 (12%)	5 (17%)
同	1 (14%)	2 (18%)	3 (13%)	3 (9%)	2 (7%)

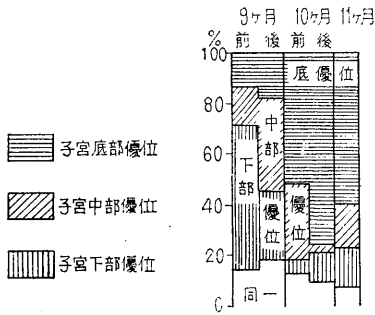


図62. 子宮底優位の妊娠中の変化

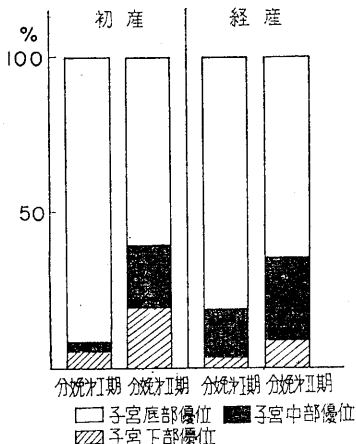


図63. 子宮底優位の分娩時の変化

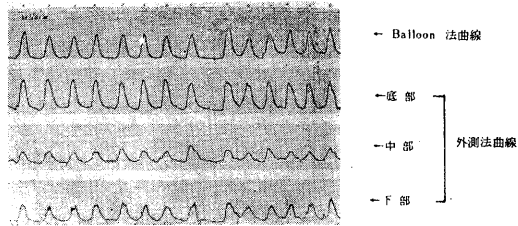


図64. 子宮底優位曲線  
分娩第1期子宮収縮曲線 (底>下>中)

表13. 正常分娩時子宮収縮伝達方向

	底部より	中部より	下部より
初産第1期	86.6%	7.6%	5.5%
初産第2期	85.6%	7.3%	7.1%
経産第1期	78.5%	7.1%	14.3%
経産第2期	77.9%	17.4%	3.5%

表14. 分娩時子宮収縮伝達速度

cm/sec	例数
→ 1.0	10
→ 1.5	28
→ 2.0	57
→ 2.5	40
→ 3.0	3
→ 3.5	89
→ 4.0	4
→ 5.0	8
→ 7.0	3

場合には羊水圧曲線に似ていると云える。すなわち、外測曲線はその直下の子宮筋の状態を示し、その部が弛緩しているときには子宮内圧の変動に影響されることを模型によっても実際にも示した。

(b) 子宮底優位

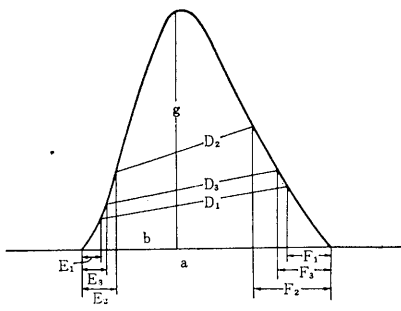
子宮底・中・下部の3誘導を妊娠末期から、分娩時に行なって得た曲線を分析した成績は次の如くである。表12に示すように妊娠9カ月では少数が子宮底優位であったが、10カ月に入ると半数は子宮底優位となり、その後半では76%が子宮底優位になっている(図62)。これが分娩になると第1期(20例, 687収縮)(図63, 64)では子宮底の強い収縮は93.4%(信限94.8~91.7%)であり、中部の強い収縮は3.8%, 下部の強いのは2.8%に過ぎないし、全例共子宮底の強い収縮が多いので、子宮底優位型と云えよう。第2期(21例397収縮)では子宮底の強い収縮は61%に減少し、子宮中部の強い収縮18.6%, 下部の強い収縮20.4%と増加してお

り、子宮底優位な症例6例, 中・下部の優位なもの6例, 中間型9例となっている。経産婦(7例)については第1期にもすでに中部優位が多く、第2期では初産婦より中間型が少ない。異常分娩については分娩第1期7例中底部の強い収縮の多いものが5例, 中・下部の強い収縮が多いものが2例であり、第2期になると7例中6例が下部優位となった。

(c) 子宮収縮の伝達: 表13に正常分娩例の伝達方向を示したが、外測法によっては子宮底に最も早く収縮のあらわれたものが80%前後を占め、下部から上方への収縮伝達は10%前後で少ないようである。また伝達速度は平均2.7cm/秒であった。

3. 子宮収縮の自覚

Balloon 法による子宮収縮曲線の分娩各期における分析と、触診および自覚、痛覚による収縮との関係を調査し、その結果をまとめたのが表15、図65である。各項目には個人差が大であった。私たちは臨床的に陣痛を表現するのに触



- a 収縮時間
- b 上昇時間
- g 収縮の強さ
- D<sub>1</sub> 自覚による収縮時間
- D<sub>2</sub> 痛みとして感ずる収縮時間
- D<sub>3</sub> 触診し得た収縮時間
- E<sub>1</sub> 収縮開始から自覚までの時間
- E<sub>2</sub> " 痛みとして感ずるまでの時間
- E<sub>3</sub> " 触診し得るまでの時間
- F<sub>1</sub> 自覚消失より弛緩までの時間
- F<sub>2</sub> 痛みとして感じなくなつてより弛緩までの時間
- F<sub>3</sub> 触診不能時より収縮弛緩の強さ
- H<sub>1</sub> 自覚開始時の収縮の強さ
- H<sub>2</sub> 痛み始めた時の収縮の強さ
- H<sub>3</sub> 触診し得た時の収縮の強さ
- I<sub>1</sub> 自覚消失時の収縮の強さ
- I<sub>2</sub> 痛みとして感じなくなつた時の収縮の強さ
- I<sub>3</sub> 触診不能になつた時の収縮の強さ

図65. 子宮収縮の自覚調査事項

表15. 子宮収縮と自覚  
(記号は図65による)

	平均値 秒	信頼限界		平均値 mmHg	信頼限界	
		上限	下限		上限	下限
a	110 119	122 139	98 99	g	44 49	47 42
b	41 34	44 40	37 28			
D <sub>1</sub>	69 68	81 82	57 54			
D <sub>2</sub>	48 46	59 52	37 40			
D <sub>3</sub>	64 57	72 61	56 53			
E <sub>1</sub>	10 12	13 15	6 8	H <sub>1</sub>	6 9	9 12
E <sub>2</sub>	21 19	25 21	17 16	H <sub>2</sub>	17 20	21 27
E <sub>3</sub>	14 15	17 19	11 11	H <sub>3</sub>	9 10	6 14
F <sub>1</sub>	27 29	31 36	23 22	I <sub>1</sub>	10 11	14 14
F <sub>2</sub>	42 39	48 47	36 31	I <sub>2</sub>	19 20	21 26
F <sub>3</sub>	34 35	40 38	30 32	I <sub>3</sub>	14 15	17 21

1は陣痛自覚, 2は痛みの自覚, 3は触診  
上段 分娩第1期 下段 分娩第2期

診による陣痛時間、間歇時間を用いているが、これらは個人差が大きだけでなく、臨床的の陣痛時間は、実際の収縮時間の3/5であり、自覚陣痛時間は2/3、痛みは2/5である。したがって実際の間歇時間の上に陣痛時間の残りが加

算されて臨床的の間歇時間になっているので、臨床的の間歇時間の意義には問題がある。そこで私たちは臨床的の陣痛開始時間が触診または自覚によっても他の項目に比して個人差が小さいので、臨床的の陣痛開始時間を基準にして2陣痛の間隔を陣痛周期(図66)として用いることを提案した。

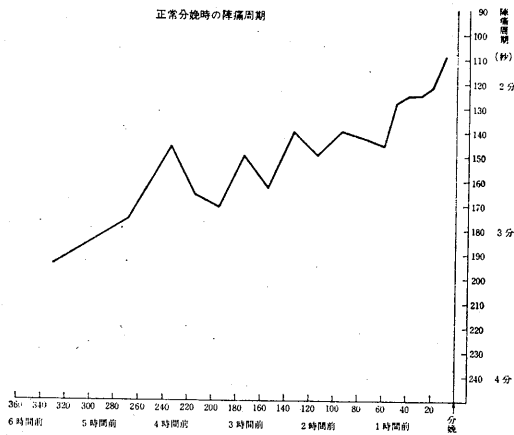


図66. 陣痛周期

表16. 穿刺法による子宮収縮

例数	高さ mmHg	持続 秒	回数 毎10分	
				高さ
非月経時	4	5.2	23.1	16.0
増殖期	6	4.6	19.4	17.3
妊分泌期	9	1.0	11.0	21.1
妊初期	7	0.9	10.8	17.3
娠初期(中絶後)	7	4.8	18.7	14.7
分児娩出前	3	16.2	63.6	6.2
娩児娩出後	10	15.5	55.1	8.2

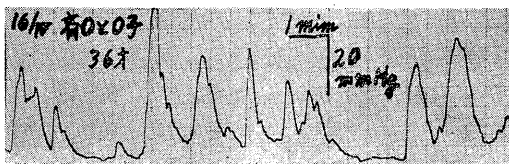


図67. (1) 月経時



図67. (2) 増殖期



図67. (3) 分泌期

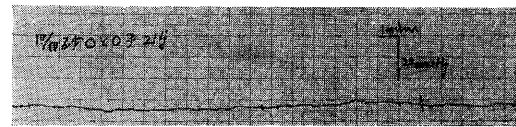


図67. (4) 妊娠初期

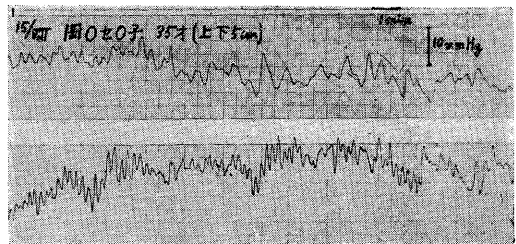


図67. (5) 卵管流産後

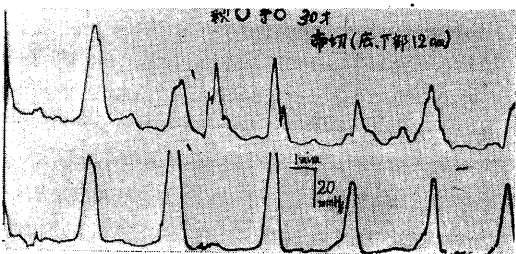


図67. (6) 分娩時(協調性収縮)

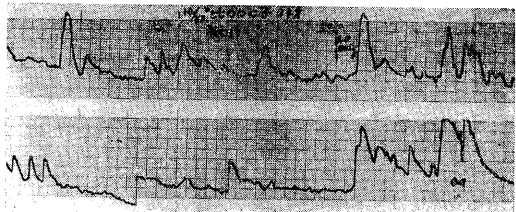


図67. (7) 分娩時(非協調性)

図67. 穿刺法による子宮収縮曲線

また、収縮自覚開始時の収縮の強さは6 mmHg, 自覚消失時の強さは10 mmHg であって両者間に差がある。

4. 穿刺法

(a) 動物実験と同じ装置 (図47) を用いて開腹時の子宮収縮を記録した。非妊時の子宮収縮は balloon 法曲線よりやや小さいようである (表15)。なお balloon 法の場合には所謂 tonus からの高さをもって振巾としたが、穿刺法の場合には基線に動揺があるので、収縮波の最大点から垂線を下して、その収縮波の振幅をその

強が全例に見られた。これは分泌期だけでなく、妊娠初期にも同様であった。なお黄体の周囲を挾把して体液循環をとめても同様に収縮の増強がみられたので、おそらく黄体からの prog. の流出が遮断されたために、子宮収縮抑制がとれて増強されたものと思われる。なお prog. の

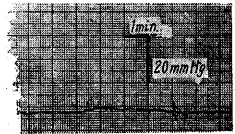
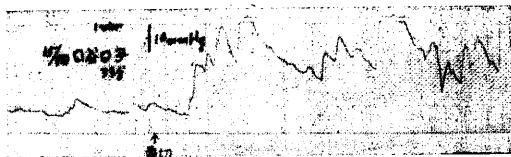
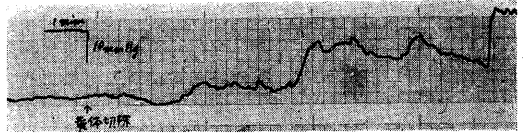


図68 妊娠時の黄体切除

宮収縮穿刺法

附：28巻3号173頁右側図68下段の図の上に本図をおはり下さい

(1) 非妊時

No.	黄体切除前の収縮			黄体切除後の収縮				変化までの時間秒	黄切前後の高さの比
	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	Tonus mmHg		
2	2.0	14.4	20.0	2.4	30.6	16.0	+20	30	12.0
5	0.8	13.8	18.0	2.3	37.2	15.0	+ 9.3	90	2.9
8	0.9	13.9	17.5	5.1	31.2	14.0	変化なし	114	5.0
13	0.4	12.7	18.0	2.7	12.0	14.5	+18.3	96	5.7
22	1.8	4.9	28.0	4.4	12.1	20.0	変化なし	32	2.4
$\bar{X}$	0.8	11.9	20.3	3.4	24.6	15.9		72.4	5.6

(2) 妊娠時

No.	黄体切除前の収縮			黄体切除後の収縮				変化までの時間秒	黄切前後の高さの比
	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	Tonus mmHg		
31	1.6	3.6	18.5	5.6	15.1	14.0	+23	15	3.5
34	1.3	12.1	17.0	2.4	23.7	15.0	+10	72	1.8
12	3.3	4.9	26.5	8.8	9.5	18.0	+22	200	2.7
29	3.2	23.0	20.0	6.5	33.6	13.5	変化なし	144	2.0
30	4.2	35.4	22.0	7.5	49.5	15.0	+ 8.7	72	1.8
$\bar{X}$	2.7	15.8	20.8	6.2	26.3	15.1		100.6	2.4

また、収縮自覚開始時の収縮の強さは6 mmHg、自覚消失時の強さは10 mmHg であって両者間に差がある。

4. 穿刺法

(a) 動物実験と同じ装置 (図47) を用いて開腹時の子宮収縮を記録した。非妊時の子宮収縮は balloon 法曲線よりやや小さいようである (表15)。なお balloon 法の場合には所謂 tonus からの高さをもって振巾としたが、穿刺法の場合には基線に動揺があるので、収縮波の最大点から垂線をおろし、その収縮波に隣接する収縮波との境の最低点を結び直線との交点より上の高さをもって振巾とした。穿刺法曲線を図67に示した。

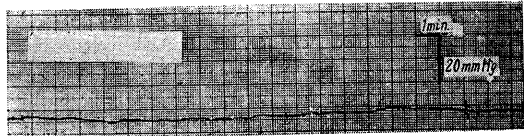
(b) 黄体切除後の子宮収縮 (図68, 表17)

開腹時に黄体を切除すると平均 72.4秒 (信限 120.3~24.5秒) 後に tonus の上昇、収縮の増

強が全例に見られた。これは分泌期だけでなく、妊娠初期にも同様であった。なお黄体の周囲を挾把して体液循環をとめても同様に収縮の増強がみられたので、おそらく黄体からの prog. の流出が遮断されたために、子宮収縮抑制がとれて増強されたものと思われる。なお prog. の



分泌期



妊娠初期

図68. 黄体切除後の子宮収縮穿刺法

表17. 黄体切除後の子宮収縮

(1) 非妊時

No.	黄体切除前の収縮			黄体切除後の収縮				変化までの時間秒	黄切前後の高さの比
	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	Tonus mmHg		
2	2.0	14.4	20.0	2.4	30.6	16.0	+20	30	12.0
5	0.8	13.8	18.0	2.3	37.2	15.0	+ 9.3	90	2.9
8	0.9	13.9	17.5	5.1	31.2	14.0	変化なし	114	5.0
13	0.4	12.7	18.0	2.7	12.0	14.5	+18.3	96	5.7
22	1.8	4.9	28.0	4.4	12.1	20.0	変化なし	32	2.4
$\bar{X}$	0.8	11.9	20.3	3.4	24.6	15.9		72.4	5.6

(2) 妊娠時

No.	黄体切除前の収縮			黄体切除後の収縮				変化までの時間秒	黄切前後の高さの比
	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	高さ mmHg	持続秒	回数/10分	Tonus mmHg		
31	1.6	3.6	18.5	5.6	15.1	14.0	+23	15	3.5
34	1.3	12.1	17.0	2.4	23.7	15.0	+10	72	1.8
12	3.3	4.9	26.5	8.8	9.5	18.0	+22	200	2.7
29	3.2	23.0	20.0	6.5	33.6	13.5	変化なし	144	2.0
30	4.2	35.4	22.0	7.5	49.5	15.0	+ 8.7	72	1.8
$\bar{X}$	2.7	15.8	20.8	6.2	26.3	15.1		100.6	2.4

作用は6時間以上を要するとされており、このように短時間に影響があらわれることは予想外であった。

### (c) 収縮の協調性

図67の(6)に示したように2カ所からの誘導で極めて相似した曲線の得られる場合もあるが、多くは(5)、(7)の如く、全く別個或いは一部異なった収縮が営まれている。分娩時の子宮収縮には(6)の如き協調性がみられるが、非妊時、妊娠時の子宮収縮は部位により全く別個の収縮を行なっていると思われる。

また帝王切開時に子宮中部と子宮下部の切創の2cm上方との2カ所から誘導し、oxytocin 5単位を切開創の近くの筋層内に注射したが、下部には収縮がおり、子宮中部の収縮増強は少なかった(図69)。また卵管間質部妊娠例の妊娠部筋層と非妊部(子宮底)筋層との2カ所から誘導し、その中間にoxytocin 1単位を筋注

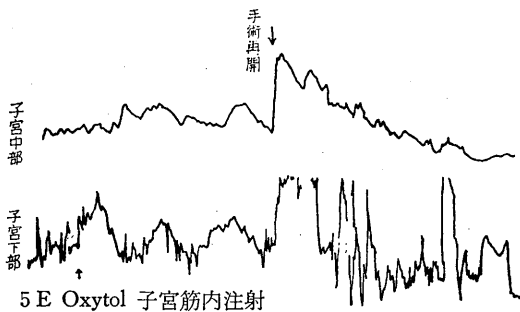
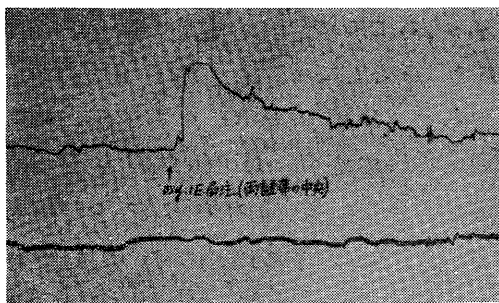


図69. 帝切時 Oxytocin 注射



上段 子宮底 下段 左卵管角(絨毛附着部)

図70. 卵管間質部妊娠の子宮収縮

したところ非着床部は収縮し、着床部は収縮しなかった(図70)。このような現象は絨毛着床部には prog.-block が作用して oxytocin の作用を妨害したためとも考えられ、前項の黄体切除実験と共に prog.による収縮抑制を証明したことになる。しかし、帝切例の場合には距離の問題か或は淋巴行または血行の方向によるのではないかとも思われる。

なお現在は穿刺法と同じ装置を用い、針をつけないで、子宮腔に polyethylen 管のみを挿入する私たちの所謂挿管法を用いて実験中である。

### 5. 子宮収縮の母・児に及ぼす影響

詳細は省き、結論だけ述べると、20mmHg以上の収縮が30秒以上継続すると、胎児心拍数は変動し易くなる。40mmHg以上の収縮が長くつづく、胎児は著明な徐脈をおこす。なお子宮収縮によって母体の心拍数は減少し、血圧は上昇するが、脳圧はそれ程影響されないようである。

### 6. 陣痛発来機序

陣痛発来については多くの学説があるが、最近では子宮底優位説<sup>28)</sup>、自律神経ないし子宮頸部説<sup>29)30)</sup>および prog.-block 説<sup>21)</sup>がある。しかし子宮底優位になるのは妊娠末期からであり、自律神経が分娩時に急激に転換するとは考えにくい。また prog.-block は妊娠維持のために必要であり、かつまた実際に存在することを私たちが証明したが、prog.-block の消退が陣痛発来をもたらすという Csapo 等の説にはにわか賛成しがたい。

## IV. 結 論

私たちは、収縮測定法として balloon 法、穿刺法を開発し、さらに筋構造、組織内 prog., 子宮神経支配、血管等についてささやかながら新見を加え得たものと信ずる。しかし私たちの研究から結合組織、胎盤機能、各種酵素等についての問題が新しく生じ、さらに今回は未完成の研究課題が多くあって、私たちの力が不足していたことを痛感し、今後一層の努力をする所存である。

## 文 献

- 1) Reynolds, S. R. M. (1949) *Physiology of the uterus* Paul B. Hoeber
- 2) Caldeyro-Barcia (1958) *Uterine contractility in Obstetrics.*
- 3) Csápo (1956) *Am. J. Anat.* **98**, 273
- 4) Barnes (1963) 第14回日産婦総会特別講演 (熊本)
- 5) Kreilkamp, B. L., Boyden (1946) *Anat. Record.* **76**, 485
- 6) 吉川・等; 赤堀四郎編 酵素研究法 4巻 36頁
- 7) Koppen, R. K. (1950) *Arch. gynäk.* **177**, 354
- 8) Keiffer (1932) *Bull. Acad. med. Belg* **12**, 319 (1)より引用)
- 9) Jaeger (1963) *Arch. Gynäk.* **199**, 173
- 10) 亀谷 (1963) *J. Electronmicroscopy* **12**, 100
- 11) 江橋 (1961) *J. Biochemistry* **50**, 30
- 12) Fiske, C. H., SubbaRow (1927) *Science* **65**, 201, (1929) **70**, 381
- 13) 江橋 (1963) *J. Biochemistry* **55** (2号),
- 14) 柳沢 (1955) Ca および Mg の新定量法と代謝 文光堂 東京
- 15) 高橋 (1955) *生化学* **26**, 690
- 16) 金井・等 (1955) *生体の科学* **7**, 49
- 17) Sutherland, E. G. (1955) *Methods in Enzymology* **1**, 215
- 18) 武内・等 (1956) *東京医事新誌* **37**, 9
- 19) Knaus (1953) *Die Physiologie der Zeugung des Menschen*
- 20) Barnes 等 (1962) *A. J. O. G.* **84**, 1207
- 21) Csápo (1961) Progesterone and the defence-mechanism of pregnancy. Ciba Foundation
- 22) Hendricks, C. H. (1962) *A. J. O. G.* **83**, 890
- 23) Woodbury, McIntyre (1954) *Am. J. Physiol.* **177**, 355
- 24) Thiersch, Lang West (1959) *Am. J. Physiol.* **196**, 901
- 25) 徳田 (1964) 第16回日産婦学会特別講演
- 26) Goto, Csapo (1958) *Biol. Bull.* **115**, 335
- 27) Goto, Csapo (1959) *J. Gen. Physiol.* **43**, 455
- 28) Reynolds (1948) *Bull. Johns Hopkins Hosp.* **82**, 446
- 29) Bayer, Hoff (1951) *Arch. Gynäk* **180**, 140, (1959) **193**, 248
- 30) 九嶋・一条 (1963) *産婦世界* **14**, 675

原 著

発汗におよぼす Adrenaline の作用 612. 792. 4 : 615. 361. 45

寺 田 栄 一 \*

Effects of adrenaline on human sweating

Eiichi Terada (*First Department of Physiology, Nagoya University, School of Medicine*)

Effects of systemically administered adrenaline on human sweating were investigated. A small dose of adrenaline (0.05~0.2 mg) was injected subcutaneously during sweating, while sweat rate was recorded continuously by means of resistance hygrometry.

A small dose of adrenaline injected subcutaneously did not increase sweat rate, but had no effect or exhibited an inhibitory one on sweating, except for that on sweating during and after exercise. In the latter cases, sweat rate began to increase in 3 to 10 min. following adrenaline injection, and its increase lasted for about 40 min. to more than one hour. Such a long facilitatory effect of adrenaline sweating may hardly be considered to be due to its primary effect, but may be secondary to its effect on metabolic changes associated with exercise. [J. Physiol. Soc. Japan (1966) 28, 176-183]

1. 緒 言

ヒトの発汗の分泌神経は交感神経であるがコリン作働性で、副交感神経の末梢を興奮せしめる pilocarpin や acetylcholine で著明な分泌が起り、これを麻痺せしめる atropine で分泌が止まる。汗腺を支配する交感神経の末梢から acetylcholine が分泌されていることは 1934 年 Dale と Feldberg によって確かめられた。彼等はヒトの eccrine 腺と同様の汗腺を持つネコの後肢蹠からの静脈血の中に、腹部交感神経節を刺激したとき acetylcholine が遊離されることを明らかにした<sup>1)</sup>。

一方, adrenaline の汗腺におよぼす作用は甚だ複雑で、特にヒトの発汗に対する作用は明らかでない点が多い。ヒトでは発汗時に adrenaline を皮下注射すると、著明な全身の一過性発汗抑制がみられる<sup>2)</sup>。しかしウマでは adrenaline により著明な発汗促進がみられることが 1916 年 Muto により明らかにされた<sup>3)</sup>。近年 Evans 等

はウマの発汗と adrenaline の関係について詳細な研究を行ない、ウマの発汗が体液性に調節されていることを明らかにした<sup>4)5)6)</sup>。Evans 等によればウマに adrenaline を静脈注射すると全身に発汗がみられ、静脈注射された adrenaline はすみやかに消退するが、これにより起された発汗は 18 分ないし 20 分間続く。ウマには温熱性発汗はみられず、運動時のみ発汗する。運動後血漿中の adrenaline 濃度は安静時に比して 78% 増加し、18 分ないし 20 分後にもとのレベルにもどる<sup>4)</sup>。また、ウマの発汗は交感神経刺激により抑制され、交感神経切断によって促進される。すなわちウマの発汗は神経支配がなく、血中 adrenaline 濃度により調節されているという。交感神経刺激および切断の効果は、それによる血管の収縮および拡張が原因であるという<sup>5)</sup>。

ヒトの汗腺も adrenaline を電流輸送または皮内注射により皮膚に直接作用させると局所発汗を起すことが知られている。このことは 1936 年市橋により最初に認められ<sup>7)</sup>、その後多くの研究者により確かめられた<sup>8)~14)</sup>。この adrenaline による局所発汗は ergotamine, dibenamine

\* 名古屋大学医学部第 1 生理学教室  
〔昭和 41 年 2 月 7 日受付〕

等の adrenergic blocking agent で抑制され、cholinergic blocking agent はこれを抑制しない。すなわち adrenaline による局所発汗は汗腺を支配するコリン作働性の交感神経末梢を介して行なわれるのではなく、adrenaline の汗腺に対する直接作用によって行なわれるものと考えられている。しかしヒトでは adrenaline を皮下注射等により全身的に作用させたときは発汗の促進はみられず、上述の adrenaline による局所発汗は生理的な現象ではなく、ヒトの日常の発汗において主要な役割を演ずるものではないと考えられていた<sup>2)15)</sup>。

しかるに最近久野は adrenaline の発汗におよぼす作用を精査し、adrenaline がヒトの発汗にも重要な役割を持っていることを主張している<sup>16)17)18)</sup>。久野によればヒトの発汗は交感神経の支配を受けているが、汗腺自体はウマなどの汗腺と同様 adrenaline に対する感受性を持っている。ヒトに adrenaline を皮下注射したとき一過性発汗抑制がみられるのは adrenaline が汗腺の分泌を抑制するためではなく、adrenaline による血管収縮のためである。そして汗腺の adrenaline に対する感受性は血管のそれよりもはるかに高いから、血管が収縮しない程度の少量の adrenaline (0.1 ないし 0.3 mg) を発汗時に皮下注射すれば発汗量は著しく増大するという。

本研究は久野の少量 adrenaline 皮下注射による発汗促進実験を追試し、皮下注射により全身的に与えられた adrenaline は温熱性発汗に対しては促進作用なく、運動中および運動後の発汗に対してのみ促進作用があることを明らかにしたものである。

## II. 実験方法

実験は1963年11月から1964年6月までおよび1965年1月から3月までの間に、19才から35才までの健康な男子13名について合計66回行なった。

発汗量の測定は、我々の教室で考案した装置<sup>19)</sup>(Fig. 1) を用いて行なった。20 cm<sup>2</sup> の皮膚面

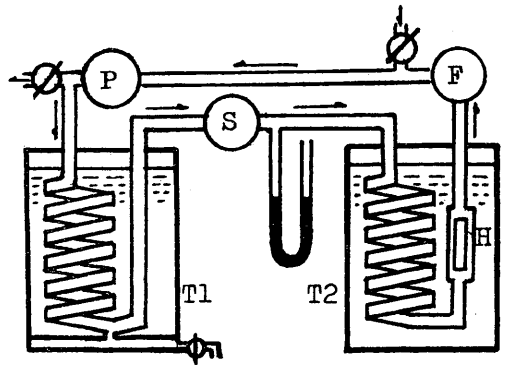


Fig. 1.

Diagram of the apparatus for continuous recording of sweat rate. Air, of which the absolute humidity has been preset to low one in the thermostat (T 1), is passed over the area in a enclosed cup (S) covering 20 cm<sup>2</sup> of the skin area tested. Effluent air is led to a resistance hygrometer (H) placed in a thermostat (T 2). The thermostats, (T 1) and (T 2), are controlled at -2-10°C and 20-35°C, respectively. P : air pump, F : flow meter.

を覆う cup をコロジオンで皮膚面に固定し、その中へ湿度既知の乾燥空気を通す。Cup で覆われた皮膚面から出る水分は乾燥空気によって蒸発され鋭感湿度計 (エース研究所製) に導びかれる。鋭感湿度計を打点式記録器 (山武ハネウエル計器製) に接続して発汗量を連続記録した。被験者を我々の教室で考案した人工気候室<sup>20)</sup>に入れ上半身を裸体にして前胸部、背、前腕等のうち1カ所または2カ所の発汗量を記録した。被験者は、運動中の発汗を測定した場合以外は椅子に腰かけさせ、皮膚圧迫による発汗の変動<sup>21)</sup>を避けるために、実験中軀幹部が椅子の背もたれ、肘かけ等に触れないように注意した。

大量発汗、中等度発汗、少量発汗のそれぞれにおよぼす adrenaline の影響をみるために、人工気候室の温度は 30°C ないし 39°C の間で種々の温度について実験を行なった。湿度は 55% ないし 70% の間で一定に保った。実験中の人工気候室内の温度変動は ±1°C 以内、湿度の変動は ±4.5% 以内であった。人工気候室の自動温度調節による温度変動は ±0.2°C ないし 0.3°C であるが、この程度の温度変動でも発汗

量はその影響を受けて増減し, adrenaline 注射による発汗の変動の判定が困難になる場合があるので, 多くの実験では室内に装置されたヒーターを実験者が室外から点滅することによって温度調節を行なった. この場合の温度変動は  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  以内であった.

被験者が人工気候室に入ってから発汗が始まるまでの時間は季節によって差があり, 個人によっても異なるが, 冬期では平均約30分で発汗しはじめ, 1時間後に発汗量は一定になる. 被験者が実験前に運動した場合はこの潜時は短かく, 6分ないし7分で発汗しはじめ, 約30分後に一定になる. 被験者の入室後1時間以上たつて発汗量がほぼ一定になってから adrenaline 0.2 mg ないし 0.05 mg (1000倍溶液 0.2 cc ないし 0.05 cc) を上腕に皮下注射した. Adrenaline は第一製薬製ボスミンまたは三共製薬製塩化アドレナリンを使用した, 両者の間に効果の差

は認められなかった. また, 0.15 mg 以下の注射実験のうち数例では注射液量を等しくするために adrenaline 溶液を生理的食塩水で稀釈して 0.2 cc にして皮下注射を行なったが, その発汗におよぼす効果は稀釈せずに注射した場合と同様であった.

実験は安静時, 運動時, 運動後, 温浴後の発汗について行なった. 安静時発汗の実験のうち3例について同時に血圧を測定し, 3例について反射式光電容積脈波計を用いて皮膚の血管運動の同時記録を行なった. 対照実験として, 同量の生理的食塩水の皮下注射を安静時発汗, 運動後発汗のそれぞれについて数例行なった.

### Ⅲ. 実験結果

#### A. 安静時発汗

被験者が実験前に運動せず, 実験中にも安静であった場合 (以下安静時発汗という), adrenaline 0.2 mg ないし 0.05 mg の皮下注射により発汗の一過性抑制を示したものの12例, 発汗量が不変であったものの18例, adrenaline の効果が不確実で促進とも抑制とも判定出来なかったものの12例で, 発汗の促進を示した例は皆無であった. 不確実例は実験中精神性発汗を起したり, 人工気候室の温度変動が大きすぎて ( $\pm 0.3^\circ\text{C}$  以上) 発汗量が大きく変動したために, adrenaline の効果が不明確であったものである.

Adrenaline 注射で発汗が減少する場合は, 注射後2, 3分で発汗量は急速に減退しはじめ, 約10分後に最低となり, 20分後にほぼもとのレベルにもどる (Fig. 2).

反射式光電容積脈波計による測定では adrenaline 注射により皮膚の血流量に変化は認められなかった. また, adrenaline 0.2 ないし 0.1 mg を注射すると, 多くの人は心悸亢進等の自覚症状を訴えるが, 自覚症状の強さと発汗量の変動との間に特別な関係は認められなかった.

注目すべきことは, 11月から3月までの冬期に行なった安静時発汗の実験27例中 adrenaline 注射により発汗量の一過性抑制を示したものが12例あったのに対し, 4月末から6月初旬にか

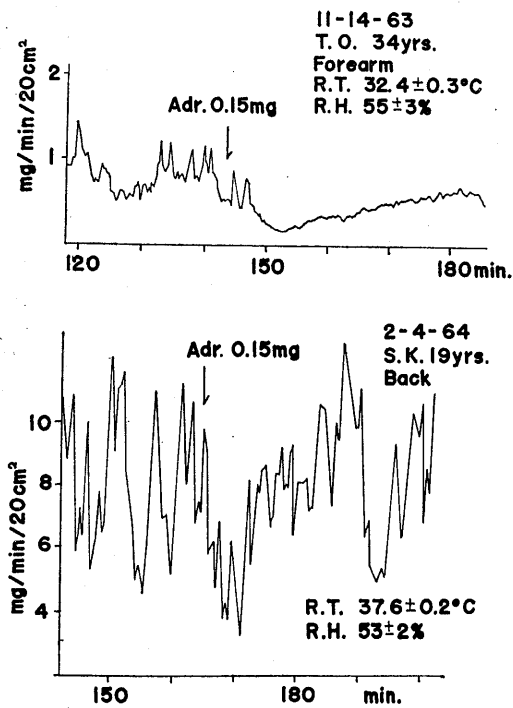


Fig. 2.

Effects of subcutaneous injection of adrenaline (0.15 mg) on sweat rate at rest. Note that sweat rate is decreased following the injection.

けて行なった同じ実験15例のうち adrenaline 注射により発汗量の一過性抑制を示したものが皆無であったことである。

### B. 運動後の発汗

本実験の初期に、午前中運動を行なった被験者が、午後の実験で adrenaline 注射により発汗促進を示したことがあったので、この発汗促進は実験前に運動したことに原因があるのではないかと考え、運動後の発汗について adrenaline 注射実験を行なった。

被験者を運動（なわとび、ランニング、重量挙げ、ハンドボール、テニス等）を行なった後人工気候室に入れて実験を行なった場合（以下運動後発汗という）、adrenaline 注射により発汗促進を示したもの6例、不変であったもの9例、促進とも抑制とも判定出来ない不確実なもの2例で、発汗抑制を示したものはわずか2例であった。

発汗促進を示す場合は、安静時発汗にみられる一過性抑制に比して adrenaline の影響は長時間続く。注射後3分ないし10分で発汗量は徐々に増大しはじめ、20分ないし30分で最高値に達し、その後徐々に減少する。60分後でもなお発汗上昇が続いている場合もある (Fig. 3)。

### C. 運動時発汗

実験中被験者に自転車エルゴメーターで運動させた場合、3例の実験を行ない、そのうち2例は adrenaline 注射により運動時発汗の場合と同様の発汗促進を示し (Fig. 4)、1例は不変であった。

### D. 温浴後発汗

前述の運動時および運動後発汗にみられる adrenaline 皮下注射による発汗量の増大が、運動により発汗性が高まったことにも原因があるのではないかと考え、被験者を実験前に入浴させ、発汗性を上昇させてから実験を行なった。2例の実験を行なったが、いずれも安静時発汗の場合と同様 adrenaline 皮下注射により一過性の発汗抑制をみるのみであった (Fig. 5)。

### E. 安静時発汗

運動後発汗において、人工気候室の温度を変

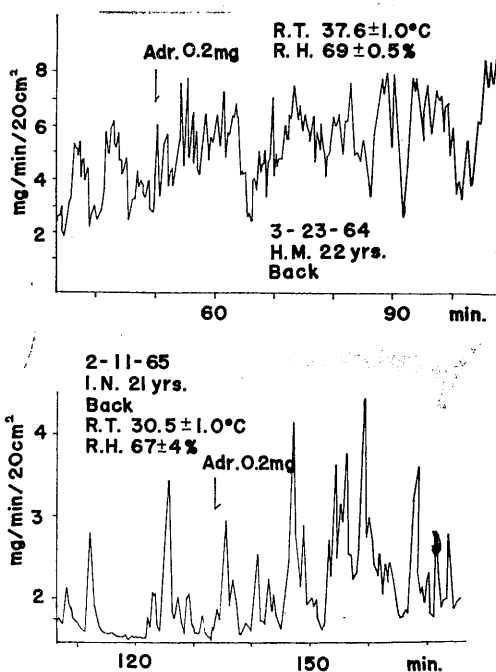


Fig. 3.

Effects of subcutaneous injection of adrenaline (0.2 mg) on sweat rate after exercise. Note that sweat rate is increased following the injection.

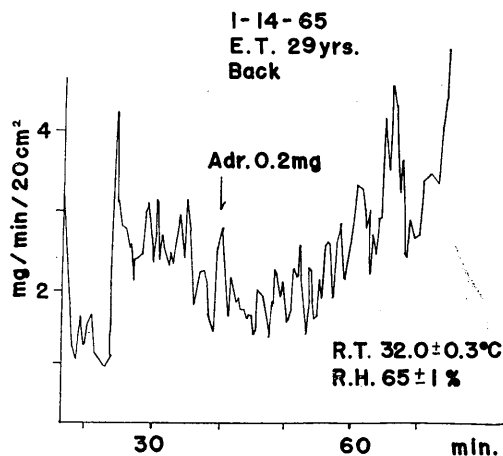


Fig. 4.

Effects of subcutaneous injection of adrenaline (0.2 mg) on sweat rate during exercise. Note that sweat rate is increased following the injection.

えて、大量発汗を起しているとき、中等度発汗のとき、少量発汗のときそれぞれについて実験を行なったが、adrenaline の発汗抑制および促

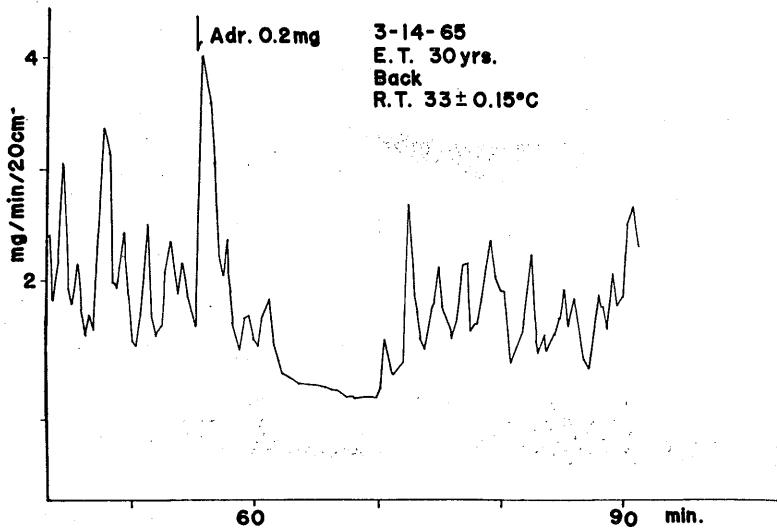


Fig. 5.

Effects of subcutaneous injection of adrenaline (0.2 mg) on sweat rate after hot bath. Note that sweat rate is decreased following the injection.

Table 1.

AVERAGE SWEAT RATE (mg/min/20 cm <sup>2</sup> )	ADRENALINE SUBCUT. INJ. DOSE (mg)	EFFECT ON SWEAT RATE		
		--	0	+
~2	0.2	4	2	3
2~5	0.1	1	2	2
	0.15~0.2	3	7	3
5~	0.05~0.1	1	1	2
	0.15~0.2	2	1	6
AFTER EXERCISE				
~2	0.2	1	1	2
2~5	0.2	4	2	
5~	0.1	1		
	0.2	4	2	2
DURING EXERCISE				
	0.2		1	2
AFTER HOT BATH				
	0.2	2		

進効果と発汗量の間特別な関係は認められなかった (Table 1).

F. 対照実験

生理的食塩水 0.2 cc の皮下注射を行なったが、注射による痛覚刺激のための精神性発汗と思われる軽度の一過性発汗増大を示したのみであった。

以上の結果を Table 1 にまとめて示す。

IV. 考 察

本実験の示すように、ヒトの発汗では、adrenaline を皮下注射により全身的に作用させたとき発汗が促進されるのは、運動時および運動後の発汗に限ってみられる現象と思われる。

安静時の発汗は、血管の収縮を来たさないと考えられる 0.2 mg 以下の adrenaline 皮下注射<sup>16)17)18)</sup>でなお一過性抑制を示す。この発汗の抑制は、ごく一過性であることからみて、やはり血管収縮に原因するものであろう。0.2 mg ないし 0.1 mg の adrenaline を皮下注射すると、多くの被験者は軽度の心悸亢進を訴え、10mmHg 程度の血圧上昇も認められるので、この程度の adrenaline 量でも循環器系にある程度の影響をおよぼし、皮膚の血管収縮も起ると考えられる。しかしこの血管収縮は、反射式光電容積脈波計を用いて皮膚の血管運動を同時記録しても全く変動が認められない程度であり、また、被験者が心悸亢進を全く感じない程度の少量の adrenaline (0.05 mg) を皮下射してもなお一過性発汗抑制がみられるので、この発汗抑制は血管収縮に原因するのではなく、adrenaline の直

接作用である可能性も否定出来ない。Haimovici<sup>9)</sup>によれば、adrenaline による血管収縮は発汗量を変化させるほどでないという。

安静時発汗すなわち温熱性発汗は、上述のように adrenaline 皮下注射により促進されることはなく、adrenaline は全身的に与えられたときは温熱性発汗に対して促進作用を持たないものと思われる。

なお、11月から3月までの冬期に行なった実験では安静時発汗27例中12例が adrenaline 皮下注射により一過性減少を示したのに対し、4月末から6月初旬にかけて行なった同じ実験15例のうち発汗抑制を示した例が皆無であったことは、汗腺または血管の adrenaline に対する感受性が季節によって異なることを暗示しているのではないかと想像される。

安静時発汗で adrenaline 皮下注射により発汗促進を示した例が皆無であったのに対し、運動後発汗では19例中6例、運動時発汗では3例中2例が発汗促進を示した。この発汗促進が運動そのものに原因するもので、運動による発汗性の上昇に原因するものでないことは、高温により大量発汗を起させた場合や温浴により発汗性を上昇させたときの実験において、adrenaline 皮下注射により発汗が促進されず、逆に一過性抑制を示したところから明らかである。

運動時および運動後発汗にみられる adrenaline の発汗促進作用は、安静時発汗にみられる一過性抑制に比して長時間（60分以上）続くのが特徴である。また、運動の効果も長時間続き実験の1時間ないし2時間前に運動を行なった場合でもなお発汗は adrenaline により促進される。

Cohen等<sup>22)</sup>によれば、血中の adrenaline はすみやかに分解され、静脈注射された adrenaline の半減期は1分ないし2分であるという。皮下注射された adrenaline も血中に入ればすみやかに分解され、皮下組織から吸収される時間を考慮に入れても、その作用時間にはおそらく安静時発汗にみられる一過性発汗抑制が続く時間（約20分）を越えない程度であろうと思われる。

従って運動時あるいは運動後発汗に見られる1時間以上にも亘る adrenaline の促進作用は、adrenaline の直接作用とは考えられない。Adrenaline は生体の自律機能に広範な作用をおよぼす。Baltzan等<sup>23)</sup>によれば、注射された adrenaline は、その直接作用のほか他の hormone を分泌させたり、血中の代謝産物の濃度を変化させることによって、二次的作用を起すことを考慮しなければならないという。この場合も、おそらく運動中あるいは運動後の代謝過程に adrenaline が変化をおよぼし、この変化が発汗を促進させるのであろう。

なお、運動後発汗の実験中2例が adrenaline 注射により発汗の一過性抑制を示したが、その1例は、運動後発汗実験の初期（第2回目）の例で、午前中に運動を行なった被験者について午後3時頃行なった実験であった。他の1例は、実験の15分前にランニングを行なった例であるが、いずれも運動量が軽度であったためあるいは運動によって起された代謝過程の変化からの回復が早く、運動の効果が充分でなかったものと思われる。

以上の事実は、運動中および運動後の発汗に adrenaline が関与していることを推定させる。久野によれば、哺乳類の発汗器官は原始的な汗腺から2つの方向に発達し、それぞれの最も発達したものがヒトとウマの汗腺であるという。すなわち、ウマの発汗は体液性（血中 adrenaline 濃度）に調節され運動時の体温調節だけを行ない、高温時に発汗しないが、ヒトの発汗は神経によって調節され、運動時にも高温時にも発汗を行なう。しかしヒトの汗腺もまたウマの汗腺と同様に adrenaline に対する感受性を持ち、運動時には副腎から分泌された adrenaline が全身の汗腺に作用して大量の発汗を起させるといふ<sup>18)</sup>。

運動時の発汗の特徴は、その潜時がきわめて短かく、大量の発汗が起ることである。W. van Beaumontと Bullard<sup>24)</sup>によれば、高温によりあらかじめ発汗している状態で運動を行なうと、運動開始後1.5秒ないし3秒で発汗量が増大す

る。潜時がこのように短いことは、運動による発汗促進が中枢神経を介する反射によって行なわれることを示しているという。Robinson 等<sup>25)26)</sup>によれば、運動中の発汗量は筋温および筋肉から流出する静脈内の血液温に比例するので、これらの内部にある thermoreceptor を介する反射が考えられるという。運動時の発汗にはおそらくこのような反射も関与しているであろう。特に運動開始時にみられる急速な発汗量の増大には反射が重要な役割を持っているものと考えられる。しかし、運動中の持続的発汗および運動後の発汗には adrenaline もまた関与しているものと考えられる。

## V. 要 約

ヒトの発汗に対する adrenaline の作用を精査する目的で、少量の adrenaline (0.2 ないし 0.05 mg) を発汗中に皮下注射し、発汗量の変動を観察した。

A. 安静時の発汗は、adrenaline 注射により一過性の発汗減少を示すかまたは不変であった。

B. 入浴により大量の発汗を起させたあとの発汗は、安静時発汗と同様 adrenaline 注射により一過性減少を示した。

C. Adrenaline 皮下注射により発汗が促進される現象は、運動時および運動後の発汗にのみみられた。

D. Adrenaline を皮下注射により全身性に与えた場合は、温熱性発汗に対しては促進作用なく、運動性発汗にのみ促進作用があるものと思われる。このことは、運動性発汗には adrenaline が関与していることを示していると考えられる。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った高木健太郎教授に深甚なる感謝の意を表します。また、実験の御指導を賜った小川徳雄講師、技術的な御援助を受けた小林守氏および御協力を頂いた神戸大学医学部整形外科学教室村田秀雄氏に感謝の意を表します。

## 文 献

1) Dale, H. H. & Feldberg, W. (1934) The chemical

- transmission of secretory impulses to the sweat glands. *J. Physiol.* **82**, 121-128
- 2) Kuno, Y. (1956) Human perspiration. Charles C. Thomas, Springfield
- 3) Muto, K. (1916) Über die Wirkung des Adrenalins auf die Schweissekretion: zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der doppelsinnigen Innervation der Schweissdrüsen, *Mitt. a. d. med. Fak. d. k. Univ. zu Tokyo*, **15**, 365-386 (Rothman, S. (1954) *Physiology and biochemistry of the skin*. Chap. 6 166 The University of Chicago Press, Chicago より引用)
- 4) Evans, C. L., Smith, D. F. G. & Weil-Malherbe, H. (1956) The relation between sweating and the catechol content of the blood in the horse. *J. Physiol.* **132**, 542-552
- 5) Bell, F. R. & Evans, C. L. (1956) The relation between sweating and the innervation of sweat glands in the horse. *J. Physiol.* **134**, 421-426
- 6) Evans, C. L. (1957) Sweating in relation to sympathetic innervation. *Brit. Med. Bull.* **13**, 197-201
- 7) 市橋貞三 (1936) 電流輸送に依る諸薬物の汗腺に対する作用並に卓効ある局所制汗法 (前篇) 諸発汗並に制汗薬の効力試験 *満州医学雑誌* **25**, 1401-1422
- 8) Haimovici, H. (1948) Evidence for an adrenergic component in the nervous mechanism of sweating in man. *Proc. Soc. Exper. Biol. & Med.* **68**, 40-41
- 9) Haimovici, H. (1950) Evidence for adrenergic sweating in man. *J. Appl. Physiol.* **2**, 512-521
- 10) Janovitz, H. & Grossman, M. I. (1950) The response of the sweat glands to some locally acting agents in human subjects. *J. Invest. Dermat.* **14**, 453-458
- 11) Janovitz, H., Sonnenschein, R. R. & Grossman, M. I. (1949) Adrenotropic receptors of the human skin. *J. Invest. Dermat.* **12**, 205-206
- 12) Sonnenschein, R. R. (1949) Local sweating in man induced by intradermal epinephrine. *Proc. Exper. Biol. & Med.* **71**, 654-656
- 13) Sonnenschein, R. R., Kobrin, H. & Grossman, M. I. (1949) Further observations on local action of epinephrine on human sweat glands. *Am. J. Physiol.* **159**, 591-592
- 14) Wada, M. (1950) Sudorific action of adrenaline on the human sweat glands and determination of their excitability. *Science* **111**, 376-377
- 15) Rothman, S. (1954) *Physiology and biochemistry of the skin*. Chap. 6, Sweat secretion. 167, The University of Chicago Press, Chicago
- 16) Kuno, Y., Yamada, T. & Ohara, K. (1962) A preliminary note on the humoral sweat secretion

- in human caused by adrenaline. Proceedings of the Japan Academy **38**, 227-230
- 17) 久野 寧 (1964) 人体発汗の機構と研究雑話 大阪市立大医学誌 **13**, 1-16
- 18) 久野 寧 (1963) 汗の話 光生館
- 19) Ogawa, T., Terada, E., Kobayashi, M. & Takagi, K. (1965) Variations of the electric conductivity of the skin in relation to sweating. Jap. J. Physiol. **15**, 296-309
- 20) 高木健太郎・熊沢孝郎 (1963) 人体実験用環境調節装置 空気調節 衛生工学 **37**, 52-57
- 21) Takagi, K. & Sakurai, T. (1950) A sweat reflex due to pressure on the body surface. Jap. J. Physiol. **1**, 22
- 22) Cohen, G., Hollard, B., Sha, J. & Goldenberg, M. (1959) Plasma concentrations of epinephrine and norepinephrine during intravenous infusion in man. J. Clin. Invest. **38**, 1935-1941
- 23) Baltzan, M. A., Andres, R., Cader, C. & Zierler, K. L. (1965) Effects of epinephrine on forearm blood flow and metabolism in man. J. Clin. Invest. **44**, 80-92
- 24) van Beaumont, W. & Bullard, R. W. (1963) Sweating: Its rapid response to muscular work. Science **141**, 643-646
- 25) Robinson, S. (1962) The regulation of sweating in exercise. Advances Biol. Skin. **3**, 152-162
- 26) Robinson, S., Meyer, F. R., Newton, J. L., T'sao, C. H. & Holgersen, L. O. (1965) Relations between sweating, cutaneous blood flow and body temperature in work. J. Appl. Physiol. **20**, 575-582

生理学用電子計算機のための spike 弁別回路 612. 014. 421. 087. 1

中村 久吾・川崎 匡・丸山 直滋\*

Pulse discriminator for computer analysis of physiological data

Kyugo Nakamura, Tadashi Kawasaki and Naoshige Maruyama  
(Brain Research Institute, Niigata University School of Medicine)

Input circuits for computer analysis of unit discharge were designed.

1) For off-line analysis, a magnetic tape recorder was used. In order to use a low-cost recorder and low-cost magnetic tape, an input monitoring system and a sort of multiplex recording system, which was accomplished by using a simple mixer, were employed.

2) In order to discriminate impulses from various noises, an amplitude discrimination method was used, which was accomplished by using a sort of Schmitt circuit.

[J. Physiol. Soc. Japan (1966) 28, 184-193]

はじめに

種々の生体の電気現象、例えば脳波、心電図等の slow wave や筋電図、unit activity 等の spike に就て従来それぞれ適当な統計処理理論が考えられてきた (Landahl, 1, Hagiwara, 2, Gerstein & Kiang, 3).

特に中枢神経系の神経活動を取り扱う場合現象的にも機序を考える上にもなかなか複雑で理論的取り扱いが困難なために、統計的観点からの data 処理の必要性が痛感される。最近中枢の unit activity を長時間にわたって安定に記録することができるようになり、多量の data が得られるようになった。それに伴い data を統計的に処理するためには迅速且つ正確な計算が要求され、遂に生理学専用の電子計算機が開発されるまでになった。生理学専用の電子計算機は現在のところ LINC., ENHANCETRON. および CAT 等が知られている。現在我国に輸入されている CAT (Saper, 4) は脳波や誘発電位等の平均波形を主目的に設計されていることおよび on-line analysis 専用の仕様になっているので spike を取り扱う研究には多少不便である。そこで我々は東芝と協力し数年前から主に中枢神経系の unit activity の研究を主目的とした生

理学専用の電子計算機の開発を試み、昭和39年暮東芝工場に於て完成し現在使用中である。

この計算機は digital 型電子計算機で、第1図に示す動作を行なうことができる。入力は原則として磁気記録機から与えられるが on-line で行うことも可能になっている。unit activity の分析では同一の data を種々の分析法で検討したい場合が多く CAT 等の型の計算機を用いる場合でも磁気 tape に記録した data を計算機にかける方が便利と思われる。また CAT 等の計算機に spike の data を入れる場合当然 spike と雑音の弁別回路 (Glaser, 5, Mac Cann & Ray, 6) が必要となる。これらの点に就いて我々が上記計算機の入力回路設計に試みた方法を記載し参考に供したい。

[A] 生理学用電子計算機 (DS-1007 A 新大脳研式東芝製) の動作

現在我々が使用している計算機は次の6種類の統計処理ができる。

1) 反応分布

1回の分析時間を予め dial で調節した  $n$  個 (区間総数  $n=10\sim 400$ ) の等区間 (区間巾  $t=0.1\sim 100$  msec) に分け、これら各区間に入る spike の数を各区間毎に別々に求め、preset counter で予め設定した  $j$  回 (回数  $j=1\sim 10000$ ) の試行に就いて各区間に属する spike の数を区間毎に集計し  $h_1^j, h_2^j, \dots, h_n^j$  の histogram として表示する。第2図 (A) 参照。

\* 新潟大学医学部脳研究所生理  
〔昭和41年2月7日受付〕

2) Spike 間隔時分布

Spike 間の時間々隔を測定し、時間々隔が  $t$  以内のものを  $h_{i1}$  個、 $t$  以上  $2t$  以内のものを  $h_{i2}$  個、……、 $(n-1)t$  以上  $nt$  以内のものを  $h_{in}$  個として求め histogram として表示する。第 2 図 (B) 参照

3) Spike 間隔時 diagram

Spike が出現する度に前の spike より時間々隔に相当する高さの histogram を時間軸上のその spike の位置に描く。第 2 図 (C) 参照。

4) 潜時分布

刺激後最初に起る spike までの時間の分布を 2) と同様の解析方法に従って分類し、histogram で表示する。

5) 潜時記録

個々の潜時を 10 進法で print する。

6) 平均波形

誘発電位を一定時間間隔で sampling し、各点の縦軸振巾を pulse の数に変換し、1) の反応分布の解析法に準じ各区間のパルス数を積算し再び D-A 変換することにより平均波形を算出する。第 2 図 (D) 参照。

このうち 6) の分析は誘発電位等 slow potential を取り扱う

ものであるが、今回は 6) 以外の spike 分析の入力回路に就いて tape recorder に記録するための入力回路(記録機入力回路)と tape recorder 再生出力を計算機に入れるための入力回路(計算機入力回路)とに分けて記述する。

[B] 記録機入力回路の概要

[1] 各分析に必要な記録要素

Spike の記録はどの分析にも必要である。この他反応分布、潜時分布および潜時記録では計

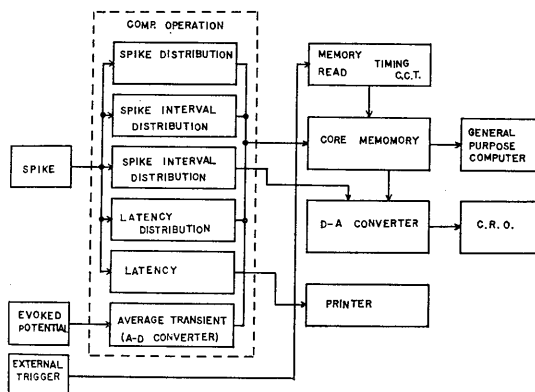


Fig. 1. Block diagram of the physiological computer.

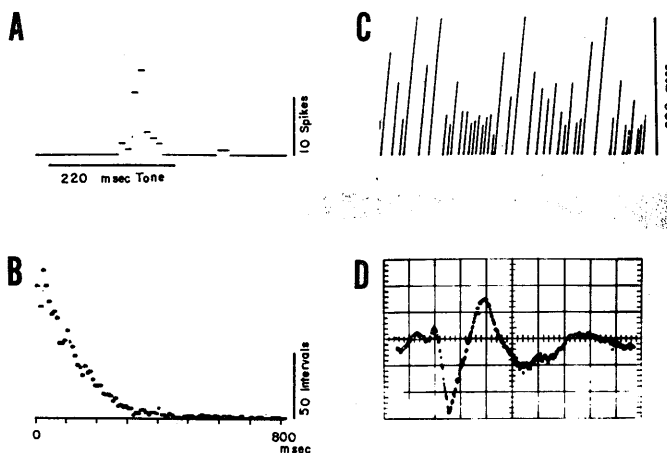


Fig. 2. Examples of C.R.T. display of the physiological computer output. A : spike distribution of unitary discharges responding to tone stimuli recorded from the medial geniculate body. B : interspike interval distribution of the spontaneous discharges obtained from the motor cortex. C : interspike interval diagram of the spontaneous discharges obtained from the motor cortex. D : average evoked potentials of 100 responses to tone stimuli recorded from the cerebellar cortex.

算機を駆動するための外部 trigger pulse が必要である。更にこれらの分析には各種の刺激が用いられるため、計算結果に就いて生理学的な考察を加えるのに役立つよう刺激の開始点および持続時間を明確に記録し且つ刺激の大凡の時間波形をも記録できることが望まれる(以後 stim. sig. と記す)。Stim. Sig. の代りに ECoG (Electrocorticogram) の記録が望まれる場合もある。更に計算機の操作を正確に能率よく行な

うため記録内容に関する comment を記録したい。Spike 間隔時分布および spike 間隔時 diagram では ECoG (または stim. sig.) および comment の記録が望まれる。以上 5 つの記録のうち最も重要なものは spike であり、雑音の混入をできるだけ避けなければならないため我々は tape recorder の 2 channel のうち 1 channel を spike の記録専用に割り当て spike 以外の記録に残りの channel を用いている。以上を表記すると第 1 表の如くなる。

## [2] Tape recorder

記録機入力回路を構成する際の最大の難関は電子計算機に入力信号を与える磁気記録装置に市販の音声記録用 tape recorder を使用しなければならない点にあった。即ち使用する tape recorder が spike 波形を忠実に記録でき、しかも計算に必要な他の情報を全て記録し得るような channel の磁気記録装置であれば困難な問題はない。しかし各実験室に 1 台づつと計算機室にも一台備えるという我々の理想からすればこの種の装置はひどく高価なものであり、また経常費の点でも余り単価の高い磁気 tape では data を永久保存する程多量に使用できない等の理由から実際には高級の音声記録用の tape recorder 程度が限度であった。そこで S/N の改善や多種の信号の同時記録等の困難な問題と対決することになるが、始めに我々の使用している tape recorder の公称特性の主なるものを以下に掲げておく。

### TEAC R-313 型 tape recorder

録音方式：交流 bias 方式

第 1 表

分析の種類	記録の種類	
	第 1 channel	第 2 channel
反応分布 潜時分布 潜時記録	spike	trigger pulse stim. sig. (または ECoG) comment
spike 間隔時分布 spike 間隔時 diagram	spike	ECoG (または stim. sig.) comment

変調方式：AM 変調  
tape 巾：1/4 吋  
tape speed：38 cm/sec  
総合周波数特性：40 c/s~15 kc/s  $\pm 3$  db以内  
S/N：50 db, 尖頭録音 level (3%歪み点)

に対して

wow, flutter：0.15% Wrms 以下  
line 入力：100 k $\Omega$ , 不平衡 -20 db  
line 出力：600  $\Omega$ , 平衡 +4 dbm

[3] Spike の記録 (第 1 channel に於ける記録)

Spike は誘導する unit が異なる度に種々の原因によってその電気信号としての性質は異なる。特に振巾に関して 100  $\mu$ V から 10 mV の差異は極く普通に観察される。従って上記 100  $\mu$ V から 10 mV の変異に対して入力調節をせずして tape recorder に記録させるとすれば、最大入力を予め 10 mV に調節する必要がある。S/N を公称通り 50 db としても 100  $\mu$ V の spike と tape recorder 雑音の差は僅か 10 db となる。入りに既に乗っている雑音を加えると実際には 500  $\mu$ V 以下の spike は雑音との弁別が不可能となる。また不都合なことに spike の時間経過は一過性であるため tape recorder の VU-meter で監視調整することもできない。そこで我々は tape recorder line 入力に cathode ray oscilloscope (以後 CRO と呼ぶ) 垂直軸出力を供与し、CRO 管面垂直軸上の一定偏位 (実際には管面直径の約 1.5 倍) に対する垂直軸出力を tape recorder の最大入力 (入出力特性の直線性を保てる最大入力) になるように予め tape recorder line 入力調整端子によって調節しておく方式を採用している。この方式に従えば spike が CRO 管面上で楽に観察できる程度の振巾を示している時は常に S/N 30 db 以上を容易に実現し得る。即ち spike の大きさが変わった時に CRO 管面上で見易いように垂直軸増巾器の利得を変えてやれば、同時に tape recorder 入力も上記適正入力 (S/N 30 db 以上) に変わったことになる。電気刺激の際生ずる artefact のように極めて大きい pulse 状の雑音それ自体は計算

機入力回路の項で述べるように計算時うまく除去されるので殆んど問題にならないが tape recorder の過渡特性に関連して記録機出力には数十 msec にもわたる減衰振動を伴うようになる場合がある。またこのように過大な不均衡 pulse 入力 は tape recorder の record head に残留磁気を残す可能性もある。これを避けるため tape recorder 入力の最大レベル即ち CRO 管面直径 1.5 倍に相当する垂直軸出力を限度として tape recorder 入力を clip するように clipper 回路を設けてある。上記の spike 記録方式を採用する場合、CRO を記録専用で使用すれば、CRO 垂直軸出力の周波数特性も直流までは必要でない。記録時および計算時の両方に同一の CRO を使用せざるを得ない場合には、計算時の垂直軸出力回路に厳格な要求があるため垂直軸出力回路は次節計算機入力回路の項で詳述するような特性を備えねばならない。上述のように tape recorder の入出力振巾特性は入出力回路設計の基本になるので、公称特性に頼らず 1 台毎に自分で測定する必要がある。実際の測定でかなりのバラツキが見られた。

#### [4] 第 2 channel に於ける記録

第 2 channel には trigger pulse, stim. sig. (または ECoG), および記録内容に関する comment 等を記録している。Comment とその他の信号は切り替えて記録しているが、trigger pulse と stim. sig. (または ECoG) は同時に記録している。Mistripper を避けるためには他の信号に比して trigger pulse を充分大きな level で記録する必要がある。そのために第 2 channel の動作域を直線性の保てる範囲に選らび、trigger pulse をこの範囲一杯に入れ、stim. sig. (または ECoG) は上記範囲の半分を動作域とするようにした。上記入力を満足させるためには電気刺激では、刺激の振巾を無視して刺激の位置と持続のみを表示できるように上記の規定範囲に充分収まるような一定振巾で刺激装置より pulse を取り出した。ECoG または音刺激等では、全て CRO 第 2 channel で監視し管面直径

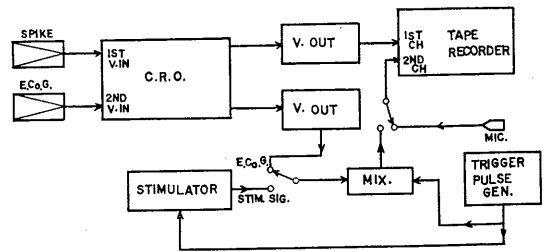


Fig. 3.

Block diagram of the input circuit for the tape recorder.

1.5 倍相当の垂直軸出力が上記条件を満足するようにして且つ clipper 回路を通した。この CRO 第 2 channel 垂直軸出力と電気刺激信号とは切り替えになっており、どちらか一方が混合回路で trigger pulse と混合され、更にこの混合回路の出力と comment が切り替えによって第 2 channel に記録される。この方式で問題となったのは trigger pulse の入力 level に対して stim. sig. および ECoG の働作域をどの範囲に選ぶかであった。最小限に必要なことは trigger pulse が stim. sig. や ECoG の谷に乗った時でもこれらの最大振巾より大きくなければならない。我々の経験では正確な triggering を行なわせるために最小限 ECoG および stim. sig. の働作域の 2 倍に trigger pulse の入力 level を選ぶ必要があった。また trigger pulse に対する働作域を非直線性の level まで広げたり、trigger pulse に 90% 下降点で 1 msec を超えるような巾の広い pulse を用いるといずれも再生 trigger pulse 波形が振動性のものになり正確な triggering を損う結果となった。次に comment のための音声記録は計算機に所定の計算を行なわせるよう operator に指示を与えるのが第 1 の目的なのだから data 収録を一時中止して単独に記録するのが望ましい。なお音声単独の記録といえども入力 level に注意して stim. sig. および ECoG の場合と同一の働作域で記録する必要がある。これは comment 聴取時の mistripper を避け計算機の実際的な操作を円滑にするため重要である。第 3 図は記録機入力回路の block 図を示す。

[C] 計算機入力回路の概要



は trigger pulse として計算機へ送られるかまたは dot pattern の場合は直接出力監視用 CRO へ送られる。一方 comment を聞く時は speaker につながれ、ECoG または stim. sig. を観察したい時には入力用 CRO につながる。

#### [D] 回路設計の具体例

前記入力回路の概要で提示した具体的回路としては CRO 垂直軸出力回路および振巾比較器が必要である。日本製の CRO には垂直軸出力回路は設置してないものが多く、設置してあっても capacitor で直流を断っている。これは計算機入力回路には不適當である。我々の場合計算機時は特別に設計された振巾比較器が電子計算機に内蔵されており、計算機附属の CRO には直結結合の垂直軸出力回路を備えている。しかし記録時には日本光電製 VC-5 型および VC-6 型 CRO を用いており、これら CRO には垂直軸出力回路が設置してないため記録専用 capacitor 結合の垂直軸出力回路を設計製作した。また日本光電製 VC-7 型 CRO も用いているが、これも垂直軸出力回路が設置してないため新しく垂直軸出力回路を設計製作しなければならなかった。これには dot pattern (後述) を描かせるために計算時にも用いられる直結結合の垂直軸出力回路を増設した。また振巾比較器は真空管を用いたものと transistor を用いたものを試作した。計算機入力回路の場合 CRO 垂直軸出力回路の設計は振巾比較器の入力特性などに合わせて行なわれる必要があるので先ず振巾比較器に就いて述べる。

##### [1] 振巾比較器

第5図は HEWLETT-PACKARD 社製の pulse counter の入力回路を流用し、これに critical level adjuster を増設したものである。 $T_1$ 、 $T_2$  は bistable multivibrator を形成し、 $T_3$ 、 $T_4$  は比較の忠実さを高めるための比較増巾器を形成しており、 $T_1$ 、 $T_2$  に対して強い正帰還をかけている。VR1 が critical level の調節端子で、VR2 および VR3 は半固定で VR1 の可変範囲に対して回路が安定でしかも出力 pulse をできるだけ大きくするよう調節するの

に役立つ。この回路の特徴の一つはできるだけ低周波側まで平坦な帰還がかかるよう回路定数を設定していることである。しかしこれだけの配慮を払っても実際の spike は時間経過の速いものから遅いものまでかなりの範囲にわたるため、振巾比較器に一定の critical level を保たせることすなわち全ての spike が丁度 CRO 管面上の基準線を寄切った時点でパルスを立てせることは困難である。この比較基準線の変動は主として回路の正帰還量の変動に基くものであるが、帰還回路が容量と抵抗とで形成されているため spike の時間経過が緩やかなもの程帰還量は大中に減小することになり、大きな比較基準線の変動を引き起す。そこで予め CRO 垂直軸出力を増巾して spike の電圧時間変化率 ( $dV/dt$ ) を適当な速さにまで上げておくことが有効になる。我々の場合 spike 用振巾比較器にこの考え方を適用し、CRO 垂直軸出力を管面 1 cm の beam の偏位に対して 2 V (2 V/cm) 程度に増巾している。この結果比較基準線の変動を殆んど CRO 管面の beam の巾の中に収めることができる。この振巾比較器の critical level 調節器の可変範囲は入力換算で約 20 V あるので 2 V/cm の垂直軸出力で基準線を管面上 10 cm 移動させることができる。基準線を管面中央に固定することにすれば更に垂直軸出力の増巾を上げることができ、従って精度も上げることができる。

振巾比較器の出力は計算機用入力とする他にいわゆる dot pattern を描記させることにも利用される。即ち第4図に示したように先ず monostable multivibrator を駆動させ一定の振巾および巾の矩形波に変換し、これを CRO Z 軸変調回路へ送る。かくして CRO 管面上に spike に対する輝点を得られ、CRO の掃引方向と直角の方向に film を走らせるようにしてこれを写真撮影することによって dot pattern が得られる。この際 monostable multivibrator の出力は使用する CRO の Z 軸変調回路に勿論合わせなければならないが、矩形波の巾が特に重要で我々の場合 200  $\mu$ sec に選んでいる。巾を広く

すると dot が連らなってしまい spike firing の temporal pattern を詳細に描記させるという dot pattern の目的から外れ、狭くすると dot の輝度を上げることが困難になって不明瞭な写真しか得られなくなる (第 6 図参照).

第 7 図は transistor を用いた振巾比較器で電子計算機に内臓されているものである. この回路の critical level 調節器の可変範囲が CRO 管面上の下端から上端に beam を偏位させた時の垂直軸出力電圧差を cover するようにすれば管面上任意の位置に基準線を設定できる. このために CRO 垂直軸出力は管面 1 cm の偏位に対し 1 V (1 V/cm) になっている. この transistor を用いた回路で特に注意を要するのは set 電圧と reset 電圧にかなりの差 (いわゆる hysteresis) があることで, CRO 管面上では beam が上向きに寄切る時の基準線と下向きに寄切る時の基準線とでは管面に換算して約 1 cm の差を生ず

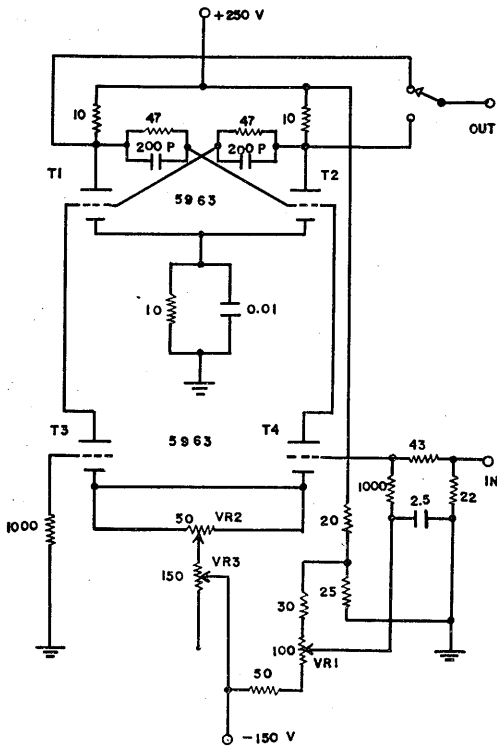


Fig. 5.

Circuit diagram of the amplitude comparator.  
Resistance : kΩ Capacitance : μF

る. このため spike の振巾が 1 cm 以下の時上向きの基準線を寄切るようにすると下向きの基準線を寄切ることができなくなり, 振巾比較器は上向きの critical level を寄切った際に生じた一定状態を維持し続ける. この結果引き続いて同様な振巾の spike がきてもこれに対応した出力 pulse を得ることができなくなる. これを避けるため一つの方法として CRO 垂直軸出力を増巾することが考えられる. 今仮りに CRO 管面 1 cm 当りの垂直軸出力を更に 10 倍増巾すれば振巾比較器の hysteresis を CRO 管面に換算すると 1/10 に抑えることができる. しかし一方 critical level 調節器の可変範囲が管面 1/10 の偏位にしか相当しなくなり, 管面上の基準線は 1 cm 強しか動かさない. Artefact 用振巾比較器の場合この程度の変換範囲では実用にならない. Artefact 用と spike 用で別々の垂直軸出力を用いればよいのであるが, 現在我々は垂直軸出力の増巾は 1 V/cm のままにして使用時に CRO 内臓増巾器の利得を上げることによって常に spike を少なくも 3 cm 以上に振らせてこの問題を避けている. 前述の真空管を用いた振巾比較器では hysteresis は管面換算で約 3 mm となっている.

[2] CRO 垂直軸出力回路

CRO 垂直軸出力回路に関して計算機入力回路に用いる場合は既に述べたように, CRO 管面上の一定水平線を振巾比較器の critical level

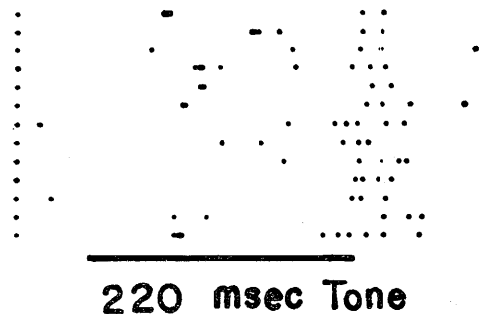


Fig. 6.

Dot pattern (see text). The dots at the extreme left of this figure signify the triggering of the sweep.

に対応させるために垂直軸出力回路は直結結合でなければならない。しかし記録時 tape recorder 入力と結ぶためだけであるなら capacitor 結合で充分である。

先ず計算機入力回路として用い得るよう VC-7 型 CRO に増設した直結の垂直軸出力回路に就いて述べる。VC-7 の垂直軸増巾器は平衡型増巾回路で、従って偏向方式は push-pull 型になっている。振巾比較器の入力は不平衡となっているが、単に VC-7 内臓の平衡型増巾器出力端子の一方と接地の間から振巾比較器の入力を取り出すわけにはゆかない。何故ならば増巾器は零入力時に両端子とも接地から +100 V 程度持ち上っている。また増巾器自体の平衡比はかなり悪い。CRO として用いられている場合は両偏向板間の電位差で beam の偏位が決まるのでこのことは問題にならないが、垂直軸出力として用いるためには困ることになる。即ち垂直軸増巾器

入力の plus 端子・接地間に +aV を与えた場合と minus 端子・接地間に -aV を与えた場合とでは、beam の偏位は全く等しいのに、増巾器出力端子の一方と接地間の電圧でみると両者はかなり異っている。また VC-7 管面上の beam の垂直偏位に対する垂直軸増巾器の出力電圧は 0.7 V/cm である。一方真空管 5963 を用いた低周波入力用振巾比較器では前述の如く少くも 2 V/cm 程度にまで増巾する必要がある。

以上 3 つの理由から垂直軸出力回路には次のような差働増巾器を用いている。第 8 図に実際に使用している回路図を示す。T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> は差

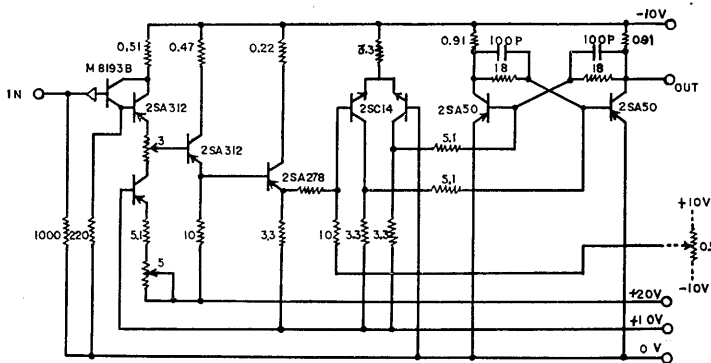


Fig. 7.

Circuit diagram of the transistorized amplitude comparator. Resistance : kΩ, Capacitance : μF

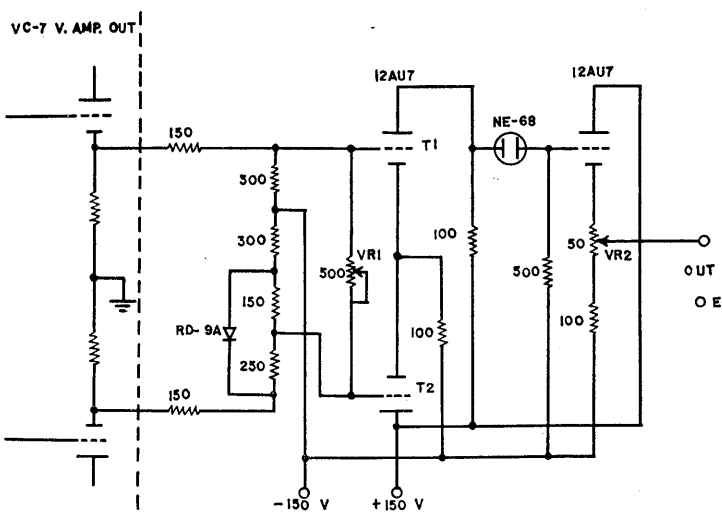


Fig. 8.

Circuit diagram of the vertical output attachment for VC-7. Resistance : kΩ, Capacitance : μF

働増巾器で中増巾率双 3 極管の 12 AU 7 を用いている。Cathode 共通抵抗に 100 kΩ を用いているが、この程度で実用上充分 CRO 管面の beam の偏位に比例する不平衡出力が得られた。VC-7 既設の垂直軸増巾器平衡出力端子の正負両端子ともに零入力時接地電位から +100 V 持ち上っているため、これと垂直軸出力回路との段間結合は抵抗分割回路の一端を -150 V 安定化電源 (VC-7 の電源利用) に落す方法をとる、更に微細な bias 調整のために差働増巾器平衡入力端の片側に定電圧 diode を用いている。即ち diode の両端には入力信号に無関係に

一定電位差が保たれているので、この間の抵抗分割比を変えることによって直流電位だけを変えることができる。回路図では小型にするため実測によって決めた値の固定抵抗を用いてあるが可変抵抗を用いてもよい。VR1 は利得調節、VR2 は出力零 level 調整端子でいずれも半固定にして用いている。前述のように振巾比較器の適正入力を CRO 管面換算で 2 V/cm に定めているため、垂直軸出力回路の総合利得が 10 db になるよう VR1 を調節している。この回路は +B、-B 両電源を必要とすることに難点があるが、本質的に自己平衡性を有しているためかなり余裕のある設計ができる。

次に記録機入力回路専用で使用している VC-5型および VC-6 型 CRO の垂直軸出力回路に関して述べる。両 CRO の垂直軸増巾器出力は次のような共通の問題点があった。即ちその第 1 は出力 impedance が高く、内臓の垂直軸増巾器の出力端子より配線を引き出すと浮遊容量のために CRO 自体の高周波特性を著しく低下

させた。第 2 に垂直軸増巾器平衡出力に同相、同振巾のかなり大きな hum があるため増巾器が比較的良好に平衡のとれた出力を送り出しているにも係わらず単に片側の出力を垂直軸出力に利用することができなかった。第 3 に両 CRO 垂直軸増巾器出力は接地電位から +300V 強持ち上っていた。しかし記録機入力回路専用であるため垂直軸出力回路との段間結合は capacitor 結合でよいのでこの点問題はないが、一方記録機入力回路に用いるためには垂直軸出力を CRO 管面管径の 1.5 倍の beam の偏位に相当する大きさに clip する必要がある。

以上の諸問題に対処するため第 9 図に示すような垂直軸出力回路を設計試作した。第 9 図 (A) は垂直軸増巾器出力を取り出すために出力 impedance を下げるための回路で、CRO 内部に増設しなければならないため小型化の必要があり transistor を用い emitter follower にしている。この回路は幸いなことに動作域の上下端の両方で鋭い cut off 特性を持っていて

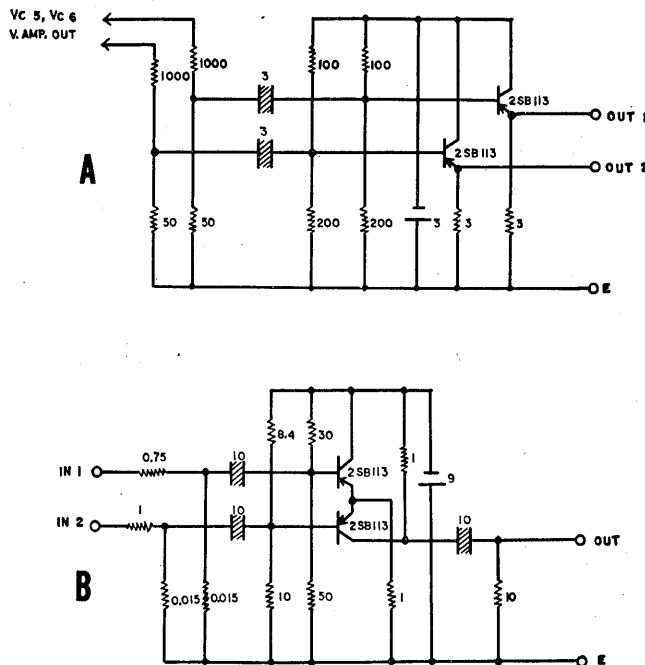


Fig. 9. Circuit diagram of the vertical output attachment for VC-5 or VC-6 (see text). Resistance : kΩ Capacitance : μF

clipperとしても優れている。この回路の動作域は電源電圧によって定まる（但し電源電圧を変えたと bias もそれに応じて変えなければならない）。Hum を除くための差働増巾器は前述の VC-7 用の真空管を用いた回路でよいが、第9図(B)に transistor を用いて試作した回路例を示した。

### 終　　り　　に

本稿に記した例でも明らかなように今後種々なる機器の入力監視用に CRO を用いる場合が増々多くなるものと思う。このような場合に CRO 垂直軸出力を用いることが極めて便利な方法であり、そのためには CRO 管面 beam の偏位に直流まで正確な比例関係にある垂直軸出力回路をどの CRO でも備えていることが望ましい。この点各 maker に強く要望する次第である。

### 文　　献

- 1) Landahl, H. D. (1941) Theory of the distribution of response times in nerve fibers. *Mathematical Biophysics*, **3**, 141-147
- 2) Hagiwara, S. (1954) Analysis of interval fluctuation of the sensory nerve impulse. *Jap. J. Physiol.*, **4**, 234-240
- 3) Gerstein, G. L. & Kiang, N. Y.-S. (1960) An approach to the quantitative analysis of electrophysiological data from single neurons. *Biophysical Journal*, **1**, 15-28
- 4) Saper, L. M. (1963) On-line auto-and cross-correlator realized with hybrid computer techniques. From paper presented at the Bio-Medical Electronics Session of the 1963 International IEEE Convention.
- 5) Glaser, E. M. (1962) An automatic system for processing microelectrode data. *IEEE Trans. on Bio-Medical Electronics*, BME-9 NO. 2, 190-194
- 6) McCann, G. D. & Ray, C. B. (1963) Computers and data processing for nervous system research. *IEEE Trans. on Bio-Medical Electronics*, BME-10 NO. 2, 48-56
- 7) Wall, P. D. (1959) Repetitive discharge of neurones. *J. Neurophysiol* **22**, 305-320

## 短 報

## 〔会報〕

## 生理学将来計画委員会構成の報告

1965年5月25日(岐阜)の常任幹事会は将来計画委員会の設置を決定、本川弘一委員長、勝木保次、時実利彦副委員長を選出し、この3名の正副委員長によって生理学委員会が組織されることとなり、翌26日の評議員会に承認を求めて可決されました。(日本生理誌 27 (7), 384).

のち、正副委員長の委嘱および全国8地区における選挙により将来計画委員が、また正副委員長に委嘱されたワーキングメンバーとして専門委員が決まりましたので報告いたします。

## 生理学将来計画委員会構成

委員長 本川 弘 一

副委員長 勝木 保 次

同 時 実 利 彦

## 将来計画委員

望 月 政 司

和 田 正 男

高 木 貞 敬

松 田 幸 次 郎

内 藪 耕 二

真 島 英 信

竹 中 繁 雄

高 木 健 太 郎

井 上 章

吉 村 寿 人

福 原 武

問 田 直 幹  
将来計画専門委員

島 村 宗 夫 (北大)

藤 野 和 弘 (札幌医大)

小 川 哲 朗 (東北大)

加 濃 正 明 (千葉大)

五十島 長太郎 (慈恵医大)

久 保 田 鏡 (東大)

塚 原 伸 晃 (東大)

豊 田 順 一 (慶大)

金 子 章 道 (慶大)

竹 中 敏 文 (医歯大)

山 岸 俊 一 (医歯大)

大 山 浩 (金沢大)

渡 辺 惇 (岐阜大)

山 本 宗 平 (名古屋大)

伊 藤 嘉 房 (名古屋大)

品 川 嘉 也 (京大)

片 岡 喜 由 (京大)

亘 弘 (大阪大)

磯 本 昭 夫 (大阪大)

曾 我 美 勝 (山口大)

菅 野 義 信 (広島大)

緒 方 道 彦 (九大)

森 田 弘 道 (九大生物)

(事務局) 小 幡 邦 彦 (東大)

熊 田 衛 (東大)

以 上

生理学将来計画委員会

## 第7回国際生化学会議のお知らせ

このたび第7回国際生化学会議組織委員会委員長島藪順雄氏より表記の件について下の如く連絡がありましたのでお知らせいたします。

## 記

日本学術会議は国際生化学連合の要望に基き標記国際会議を下記“会議計画”に従い東京で開催いたします。

本組織委員会では、この会議のアナウンスメントを4月に発行し、広く内外の関係学者に周知いたしたいと存じます。ついては貴学会会員各位

に、この会議の概要をお知らせ下さると同時に、貴学会会員でアナウンスメント入手希望者数を取りまとめて下記連絡先宛お知らせ下さるようお願いいたします。

日本生化学会会員には本組織委員会から日本生化学会を通じて配布しますので、貴学会会員でかつ日本生化学会会員の方は直接日本生化学会の方に申出下さい。

なお、アナウンスメントは、貴学会会員については貴学会を通じて配布していただく予定でありますので念のため申し添えます。

連絡先：東京都台東区上野公園

日本学術会議事務局調査課国際会議係

電話：821-3751 内線52

担当者：田中益穂・小菅吉治

1) 会議計画

i) 会議開催期日について

1967年8月19日(土)～25日(金)とする。

ii) 会場について

学術的会議の会場：東京プリンスホテル，ホテルニューオータニ

開会式：2会場とする

閉会式：いずれかのホテルの大ホール

iii) 会議日程

(下記表参照)

iv) サイエントیفイック・プログラムについて

特別講演：開会式に1会場で2題ずつ計4題行なう。

シンポジウム

1. Structure and function of biopolymers
2. Biosynthesis of biopolymers
3. Mechanism of enzyme action
4. Biological organization
5. Metabolic control

6. Bioenergetics

7. Morphogenesis and developmental biochemistry

コロキウム

1. New methods for the study of fine structure of protein.

2. Electron spin resonance spectroscopy in biochemistry

3. Tryptophan metabolism

4. Biochemistry of C-P compounds

5. Biochemical transformation of cholesterol and its control

6. Molecular basis of antigen antibody reaction

7. Cosmobiology and geobiochemistry

8. Animal venoms and active peptides

9. Histone

一般講演

一般講演は現在広く行なわれている生化学本来の分野を網羅する。

v) 財務について

会費：国内正会員 12000円

国内準会員 7000円

海外正会員 35ドル

海外準会員 20ドル

	午 前	午 後
8月19日(土)	登 録 (於ホテル)	登 録 (於ホテル)
20日(日)	登 録 (於ホテル)	開 会 式 (未 定)
21日(月)	シンポジウム コロキウム (於ホテル)	一 般 講 演 (於ホテル)
22日(火)	シンポジウム コロキウム (於ホテル)	一 般 講 演 (於ホテル)
23日(水)	小旅行 & 研究室訪問	
24日(木)	シンポジウム コロキウム (於ホテル)	一 般 講 演 (於ホテル)
25日(金)	シンポジウム コロキウム (於ホテル)	一 般 講 演 閉 会 式 (於ホテル)

〔編集後記〕

このところ毎号の様に雑誌の体裁などに変更があるのにお気づきでしょう。編集委員会が毎号の

出来ばえを自己批判した結果の現れです。皆様の御意見をお聞かせ下さい。

(戸塚武彦)

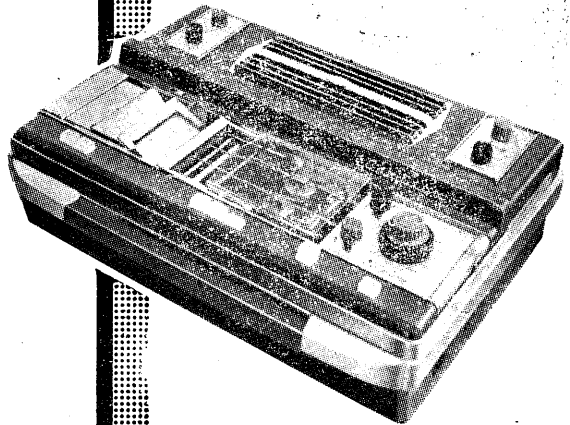


## 豊富な経験から生 れた最新の心電計

### 二要素同時記録式 心電計RS-200A型

心電図に心音・脈波・血圧・呼吸波などを併記して総合診断を行うことが新しい心電計の在り方になりました。本器はこの目的に副うよう凡ゆる便宜を考慮して製作された二要素同時記録式心電計の最新型であります。

優れた電気的特性 / 極性切換装置による交流障害の防除 / 連続長時間使用に耐えるファンモータ / 研究実験に便利な記録紙残量指示機構 / 使い易く能率的な複式誘導選択装置と自動インスト装置 / 長時間監視用にブラウン管出力端子の装備 / 心電図以外の生体電気現象の記録に必要なプリアンプ及びマイクアンプ用入力端子の装備



# 福田エレクトロ株式会社

東京都文京区本郷 2-35-8

電話 (814) 1211 (大代表)

札幌 / 旭川 / 釧路 / 函館 / 弘前 / 秋田 / 盛岡 / 仙台 / 山形 / 福島 / 立川 / 埼玉 / 神奈川 / 金沢 / 静岡 / 名古屋 / 京都 / 大阪 / 神戸 / 岡山 / 米子 / 広島 / 宇部 / 高松 / 徳島 / 松山 / 高知 / 福岡 / 佐賀 / 長崎 / 熊本 / 宮崎 / 鹿児島 / 久留米 / ニューヨーク / ハンブルグ / 台中

# 生理学大系 全10巻 全12冊

予約募集

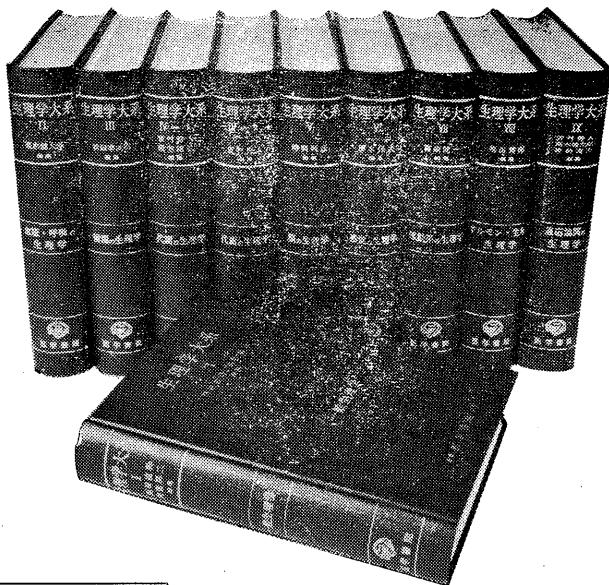
9月30日 締切

医学研究の著しい進歩に伴い、各専門領域の分化進展は極めて多岐にわたり、昨日の知識は今日すでに役立たない有様である。生理学の領域においてもまさしく然りであり、生命現象の多面的な解析と把握、およびその知識の臨床応用の拡充は瞳目に値する飛躍の段階に入った

すなわち分子生理学、情報処理、生物物理学、生体工学、空間生理学、神経および膜生理学、病態生理学、体育生理学等の発展がそれであり、この機をとらえて生理学最新の研究の全貌を集大成した水準の高い体系的編述が各方面から強く要望されるゆえんである。

この要請にこたえ、今回、綿密周到な検討と十分な準備のもとに、全10巻の「生理学大系」が企画され、基礎ならびに臨床医学者の研究と臨床に資することになった。その構成は「一般生理学」「血液・呼吸」「循環」「代謝」「脳」「感覚」「運動系」「ホルモン・生殖」「適応協関」の各生理学をもつて系統づけられた。

昨年日本において初めて開催された国際生理科学会議の成果をもふまえ、さらに本年5月開催の第43回日本生理学会総会を期し、その全貌を発表すると同時に、第1回配本を開始する運びとなった。各巻の編集・執筆は日本の生理学会の第一線の学者および関連領域の専門研究者の協力を得て成った。十余年に一度の規模の本企画が短時日の間に完結し有終の美をなし、学界を裨益することを祈念する。



第1回配本 5月下旬刊

第7巻 運動系の生理学 編集 藤森 聞一  
B5・頁828・図413・写真38/定価 ¥ 9,000 全巻予約特価 ¥ 8,100

第2回配本・8月 第8巻 ホルモン・生殖の生理学

■全10巻の内容と編集責任者 1・I 一般生理学I 問田直幹・内菌耕二 1・II 一般生理学II 問田直幹・内菌耕二  
2 血液・呼吸の生理学 高木健太郎 3 循環の生理学 松田幸次郎 4・I 代謝の生理学I 吉村寿人・緒方維弘 4・II 代謝の生理学II 吉村寿人 5 脳の生理学 時実利彦 6 感覚の生理学 勝木保次 7 運動系の生理学 藤森聞一 8 ホルモン・生殖の生理学 福田篤郎 9 適応協関の生理学 吉村寿人・高木健太郎・猪飼道夫 10 総索引

■ 全巻予約特価 約100,000円  
全巻定価 約120,000円

全巻予約者に限り第10巻＝総索引をさしあげます  
ご注文は申込期限までに最寄りの書店または本社販売部小売係宛お申込み下さい。お支払い方法は配本ごとに各分冊の全巻予約特価代金をいただきます。

■ B5判 総アート 総頁約10,000 図5,000 表1,000

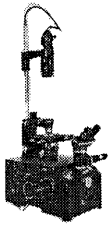


医学書院

東京・文京・本郷  
振替東京 96693

# Nikonの侍たち

世界最高の  
倒立万能顕微鏡！



倒立顕微鏡M型

■ニコンが世界ではじめて完成した本格的なしかも広範囲の研究用顕微鏡です。独創的設計による高性能・多能性・耐久性は従来の概念を根底からくつがえす画期的なもので医学・生物学全般にわたり、特に組織培養に適しており、また金属用としては本格的な金属顕微鏡として最高度の機能を有しております。尚、生物用・金属用いづれも専用付属品を備え、さらにS型用付属品の他各種付属品によって、驚異的な機能を発揮いたします。

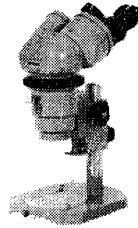
ニコンの代表選手！



顕微鏡S型・S-Ke型

■ニコン顕微鏡の代表選手としてすぐれた性能を発揮いたします。分解力抜群のレンズ系と小ネジ一本にまで精密技術の粋を駆使したメカニズムを有します。用途別に使い分けのできる豊富なアクセサリも大きな特色です。顕微鏡写真・映画撮影装置・金属・干渉位相差装置・プロジェクションスクリーン・投影装置などのため、52種の対物・接眼レンズと32種の付属品をもち、万能のための条件をそろえております。

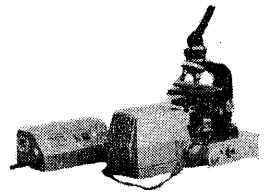
医学界・産業界・科学教育  
の目となって！



実体顕微鏡

■ニコン実体顕微鏡は、本来の解剖顕微鏡としては勿論、医学全般・生物学・産業界・科学教育の分野で広く使われその機能を十分に発揮しています。スタンダードなSM型の他に、その普及型としてSM5型、変倍をズーム式にしたSMZ型の3機種が揃っております。ご用途に合わせてお選び下さい。

ニコンの最新鋭機！



蛍光顕微鏡装置

■蛍光および位相差の同時検鏡が可能です。  
■強烈な紫外線光源(200W 東芝製超高压水銀灯・オスラム HBO200W と全く同じ)と高能率の光学系(F:1.4の高性能コレクターレンズおよびNA1.4の高開口数コンデンサー)によって明るい蛍光像が得られます。  
■高倍率から低倍率までターレット切替えて容易に暗視野蛍光観察ができます。  
■組込み式光源装置のため、いつでも同じ明るさが得られます。  
■豊富なフィルター群はすべての蛍光観察に適しています。

販売代理店

(株)いわしや 森田器械店  
株式会社 三啓  
株式会社 小沢製作所  
大阪光学機械株式会社  
猪原商会  
大熊商会

札幌市北八条西5の1 TEL (71) 3231~2・4649  
東京都文京区本郷2の17-7 TEL (813) 5501~5  
名古屋市東区東袋町2の2 TEL (951) 5331  
大阪市北区梅田7の3(梅田ビル5階) TEL (312) 6031  
広島市国泰寺町2丁目3番31号 TEL (41) 2703・7737  
福岡市馬出大学前1の1108 TEL (65) 4831(代)

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 28, No. 4 (1966)

Originals

Eiichi Terada : Effects of adrenaline on human sweating .....176

Kyugo Nakamura, Tadashi Kawasaki and Naoshige Maruyama : Pulse discrimination  
 for computer analysis of physiological data.....184

編集兼  
 発行人

東京都文京区本郷七丁目三の一号  
 東京大学医学部生理学教室内  
 戸塚武彦

印刷者  
 印刷所

山形県鶴岡市馬場町甲三  
 中村作右衛門  
 鶴岡印刷株式会社

発行所

東京都文京区本郷七丁目三の一号  
 東京大学医学部生理学教室内  
 日本生理学会

定価  
 振替東京八六四三〇  
 百五拾円

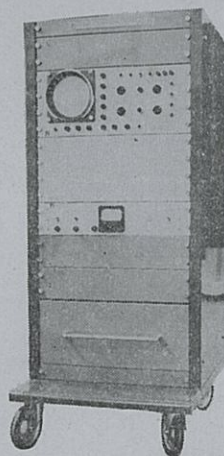
# 専門メーカーが誇る医用電子装置 \* \*

当社は医用電子機器総合メーカーとしてエレクトロニクスを用いた各種診断装置を製作販売しております。  
 医用電子機器のことならなんでも当社にお問い合わせください。

## データ処理用電子計算機

ATAC-401型

- デジタル型ON-LINE処理方式
- 4現象の平均値化解析
- アナログデジタル両出力方式
- 諸アクセサリーの完備
- 入力アダプタ
- リセット装置
- プリセット・カウンタ
- 振幅一時間変換装置
- トリガパルス発生器
- パルスディスクリミネータ
- 振幅ディスクリミネータ
- 付属装置用ケース



# 日本光電工業株式会社

札幌営業所	札幌市豊平三条3-12 美好ビル(81) 5706	大坂営業所	大坂市北区南森町11 第1ビル(351) 2531-7
仙台営業所	仙台市二日町1 新産業ビル(25) 1395	広島営業所	広島市中町9番3-301 新川場ビル(21) 2506
東京営業所	東京都新宿区角筈2-84 スタンドビル(342) 0231-8	福岡営業所	福岡市浜小路26 浜小路ビル(29) 7931-4
名古屋営業所	名古屋市中種区覚王山通り7-1 田代ビル(751) 7176-9	出張所	弘前/新潟/金沢/岡山/熊本/鹿児島