

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

51巻

2号

1989

鎌倉勝夫先生を偲んで

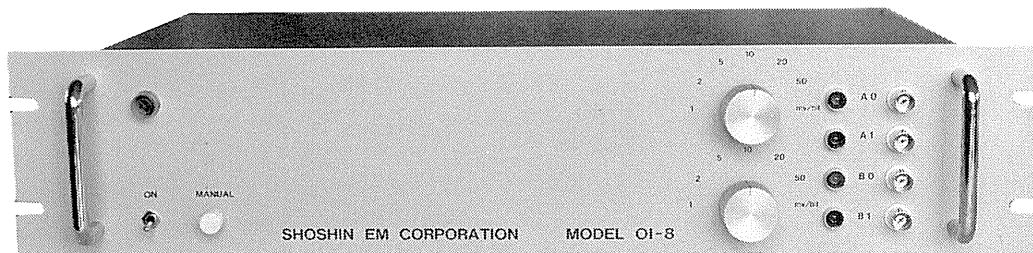
総 説

寺嶋真一：赤外線感覚系の研究	65
学会抄録 第39回西日本生理学会	74
お知らせ 公益信託成茂神経科学研究助成基金平成元年度助成先の募集について	95
日本生理学教室史下巻御購入のすすめ	95
第20回(1989年度)三菱財団自然科学研究助成応募要領	96

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

生理学, 薬理学の研究実験に!!
Trigger入力により各種パルス及びファンクションを出力!!



コンピュータースティムレーター OI-8型

¥298,000

既生概念に囚れないシンプルな意匠のコンピュータースティムレーターOI-8型は
外観からは想いもつかない高性能な電気刺激装置です。

特長

NEW

- ・信頼性の高いマイクロプロセッサ制御
- ・RS232Cシリアルインターフェースにて外部からの制御可※
- ・内部トリガー, 外部トリガー, マニュアルトリガーの3つのトリガー入力の完備
- ・発生波形はシングルパルス, ダブルパルス, P/4パルスモードを持ち, 正弦波, 三角波, 台形波, ランプ波です。
- ・256シーケンスまでの反復出力可能
- ・出力最大振幅は $\pm 0.128V$ (1mV/bit) から $\pm 6.4V$ (50mV/bit)
- ・パルス幅は100マイクロ秒から256秒で可変可能

※ コンピューター, 又はCRTディスプレイが必要です。
(ハンドヘルドコンピューターでも可)

製造・販売



ショーシンEM株式会社

〒444 愛知県岡崎市羽根東町2丁目8番地の5 福樹ビル
TEL. (0564) 54 - 1 2 3 1 代表
FAX. (0564) 54 - 3 2 0 7



鎌倉 勝夫 奈良県立医科大学名誉教授略歴

明治42年10月1日	山形市で出生	昭和23年3月	奈良県立医科大学教授
昭和11年7月11日	大阪帝国大学医学部卒業	昭和24年7月	日本体力医学会評議員
昭和11年9月	大阪帝国大学医学部副手（第一生理）	昭和25年1月	（昭和50年3月まで） 奈良学芸大学講師
昭和13年1月	応召，陸軍軍医として勤務 （昭和18年1月まで）	昭和25年10月	（昭和27年3月まで） 奈良県立医科大学付属図書館長
昭和18年10月	大阪帝国大学医学部大学院特別 研究生（第一生理）	昭和28年4月	（昭和37年10月まで） 天理短期大学講師
昭和19年9月	医学博士の学位授与（大阪帝国 大学）	昭和30年10月	（昭和31年3月まで） 日本航空（宇宙）医学心理学会 評議員（昭和44年10月まで）
昭和20年8月	徳島医学専門学校講師（生理学）	昭和32年11月	日本医学図書館協会会長表彰
昭和20年12月	徳島医学専門学校教授 （昭和21年8月まで）	昭和39年4月	奈良女子大学非常勤講師 （昭和42年3月まで）
昭和21年8月	日本生理学会評議員 （昭和50年3月まで）	昭和40年4月	日本生理学会常任幹事 （昭和42年3月まで）
昭和21年12月	奈良県立医学専門学校教授（生 理学）	昭和46年12月	奈良県立医科大学学長代行

	(昭和47年1月まで)	昭和52年4月	東大阪市公害センター専門員 (昭和55年3月まで)
昭和50年3月	奈良県立医科大学教授退官		
昭和50年4月	大阪府立女子大学非常勤講師 (昭和54年3月まで)	昭和55年4月	大阪女子学園短期大学学長 (昭和59年3月まで)
昭和50年4月	奈良県知事より感謝状授与	昭和56年11月	勲三等旭日中綬章受章
昭和50年5月	奈良県立医科大学名誉教授	昭和63年9月8日	逝去

鎌倉勝夫先生を偲んで

鎌倉勝夫先生は、明治42年10月1日、山形市上町で出生され、旧制山形中学、山形高校を経て昭和11年に大阪帝国大学医学部を卒業された。以来、先生のホーム・グラウンドは一貫して関西にあったにかかわらず、終生、出生の地山形を無二の土地とされ、折にふれて山形の風土を楽しげに語るのを常とされた。

卒業と同時に故久保秀雄教授の門を敲かれ、酸化還元電位の研究に従事された。新しい生理学を標榜した当時の久保研究室には、清新の気が漲り、多くの俊秀と競いあい日夜研究に没頭された由、これも折にふれ先生のよく話されたところである。しかし、昭和12年7月にはじまった戦争の火の手は否応なく先生にも及び、昭和13年からの5年間、陸軍軍医として弘前陸軍病院その他に勤務された。この間、高校時代の学生運動歴が祟って、永らく衛生軍曹のまま止めおかれたこと、生理学から遠ざかるのは辛かったが、医学全般への眼を開かれたこと等、よくされた話が懐かしく思い出される。

昭和18年には再び研究室に復帰され、ハイポキシア耐性に関する戦時研究に従事された。先生後年のハイポキシアに関する一連の研究は、ここに胚胎していると思われる。20年8月15日、ちょうど敗戦の日付で徳島医専の講師、ついで年末には教授となられたが、翌年夏には退官、同じく年末には奈良医専の教授、23年3月からは奈良医大の教授として、以後28年にわたって生理学講座、ついで生理学第一講座を主宰された。

敗戦からの数年間、憶えばモノの無い時代であった。戦争末期に新設の医学校において、研究と教育の態勢を調えるためには、筆舌に尽し難い御苦労があったと承っている。やがて世の中もやや落ち着き、新進気鋭の中馬一郎助教授(現阪大名誉教授)も着任され、教室員もおいおいに増えて万事が軌道に乗り出したのは、20年代も終りの頃であったろうか、この頃から先

生の研究テーマは、ウレタンのハイポキシア耐性増強効果にしばられ、これに関連する広汎な成果を精力的に発表されたことは、なおわれわれの記憶に新しいところである。

先生は、学生の教育にはきわめて熱心、かつ厳しい方であった。冬の早朝、火の気のない教授室で講義の準備をしておられたお姿、乏しい予算を工面して実験示説をされた先生のお姿は今も私の脳裡に鮮明である。講義は独特の哲学に裏打ちされ、その名調子には思わず皆が聞き惚れたものであった。

また学内の要職を種々歴任されたが、なかんずく初代館長として連続12年間、付属図書館の基礎づくりをされたこと、廃校の瀬戸際に立たされていた奈良医大を、県当局との粘り強い折衝により存続整備の方向に転換させられたこと等、奈良医大にとっては忘れることのできない大きな寄与をされた。学外においても、いくつかの学会に関係されたが、生理学会にあっては昭和40年からの2年間、常任幹事としてその運営に参画された。

先生は生涯、一野人を以て世に処された。したがって高校生時代のみならず、一貫して世俗の権力には反対の姿勢を示された。そのために、ずいぶん人とも衝突された。しかし、その結果、修復できぬ蟠りを後に遺されることはあまりなかった。やはり、山形の土に根ざす心のぬくもりの故であろうか、それでも最近はずいぶんと機鋒も圓くなられ、われわれ第2生理同窓会の催しにも喜んで出席されて、孫弟子どもを相手に楽しい一時を過ごされた。その矢先の本年5月、腹部の激痛を訴えて突然奈良医大付属病院に入院され、闘病3ヶ月の後、9月8日午後3時、逝去された。享年79歳であられた。

謹んで御冥福をお祈りする。

(榎 泰義記)

赤外線感覚系の研究

寺嶋 真一

(琉球大学医学部第二生理学教室)

A study of the infrared sensory system. Shin-ichi TERASHIMA (*Department of Physiology, University of the Ryukyus School of Medicine*)

I. はじめに(歴史)

マムシ類 (crotaline snakes) の赤外線受容器は California 大学の Bullock 教授とその共同研究者によって⁷⁾ 1952年に発見された。彼らはガラガラヘビのピットに分布している神経線維を電気生理学的に調べ温線維であることを証明した。わずかな赤外線照射による温度上昇で応答が得られるので Bullock はこの感覚器を赤外線受容器と名付けた^{5,8-9)}。電気生理学的に測定された赤外線刺激の閾値は 0.1 mw/cm^2 であるが⁷⁸⁾、行動学的閾値はこれよりもはるかに低い値と考えられる。Noble and Schmidt⁶³⁾の行動実験は視覚を失ったガラガラヘビが電流を流した電球とそうでない電球を識別するというものであった。この時の電球と環境との温度差は 0.2°C 以下であった。彼らはこの器官は外界の物体、特に獲物の温度を知る為の受容器と結論した。Bullock は彼らの行動実験の論文を読んで、この受容器が赤外線に関する受容器であることの見当をつけたのである。

II. マムシ類の赤外線受容器

ピットはマムシ類のヘビの眼の下にある左右一対のくぼみである。ピットの中にはピット膜と呼ばれる受容器膜が張られて、内腔を上下の2腔に分けている。ピット膜の成り立ちは胎生期の組織学から調べられた⁵²⁾。二つの水平に隣り合ったピットのうちの尾側のものが、吻側のピットの下側に延びる形で成長し、一つのピットの上腔と下腔の2腔に成る。ピット膜は上下の腔の仕切りが厚さ $15 \mu\text{m}$ と非常に薄くなったものである⁷²⁾。この厚さはマムシ類の楕円形をした赤血球の長径よりもなお短い。

ピットの入口は吻側のピットのもので使用され、尾側の下腔を形成しているピットの元の入口は眼の前に残っていて小さく閉じている。ピットの入口はピット膜よりも小さく、ピットに投射される電磁波により生ずる入口の影がピット膜の上にてできる²³⁾。

このピット膜の中に温線維が密に分布している。温線維は三叉神経の有髓線維 (直径 $5 \sim 7 \mu\text{m}$ ^{10,79)} の末梢端で第一枝と第二枝から供給される。哺乳類の温線維は無髓(C線維:ネコ³⁵⁾; ラット, イヌ, ネコ⁴²⁾) であるが、マムシ類の温線維は有髓であるところが異なっている。

総数約 7,000 本の感覚神経線維がピット膜の周りから万遍なく膜の中心に向かって侵入している。ピット膜内には毛細血管も豊富である。血管は網目状を呈し神経の走行には関係ない。これらの血管は神経終末に豊富な栄養を供給するとともに、ピット膜上の温熱像の残像を消して受容器の解像力を高めているものと考えられる。ピット膜の中で神経層は血管層に対して外界側(表層)に存在する。自由神経終末の大きさは直径 $40 \mu\text{m}$ で、枝分かかれは存在しない⁷⁹⁾。つまり温線維の受容領は1ニューロン当たり1個である⁷⁶⁾。

電子顕微鏡所見で目立つことは、温線維の終末内部はミトコンドリアで埋め尽くされていることである^{2,40,53,79)}。また、Schwann 細胞をとり囲んで無髓の細かく枝分かかれした神経終末が神経塊を形成していることである。終末神経塊はピット膜内部において神経束の外界側において外界から入射する電磁波を受けやすくなっている。これより先に Cordier¹³⁾ は光学顕微鏡による検索によりピット膜の中に大きな実質細胞 (parenchyma cells) を認めたがこれは Sch-

wann 細胞のことであるらしい。

Ⅲ. 末梢神経系の組織学

マムシ類の場合はピット膜は三叉神経節の第一枝と第二枝を介して有髄線維を受ける。

三叉神経節細胞は二つの起源の感覚細胞から成る。一つは neural crest origin で、他の一つは placodal origin である。

この区別とは別に神経節内部には小型で濃染する細胞体と、大型で淡い色に染まる細胞が目立つ存在である。ニワトリの胎児の神経系について調べた Hamburger²⁵⁾ は大型の細胞が placodal origin で、小型の細胞が neural crest origin であると考えた。

温細胞、侵害受容細胞は neural crest origin であると考えられている¹²⁾が、我々の研究によれば三叉神経節の感覚細胞は形態学上どちらにも分類できないものが多い。マムシ類の場合には三叉神経節の細胞のサイズは大, 中, 小あり, 赤外線細胞は中型 (20~39 μm) の細胞である⁴⁹⁾。第1枝では神経節細胞の直径が 19 μm 以下が多く, 第2・3枝 (マムシでは第2節と3節は融合している) では20~29 μm が最も多い。

Ⅳ. 静的応答と動的応答

温線維の自発発射の発射間隔は一定の温度の下では一定である¹⁷⁾。この自発発射を静的応答という。静的応答は18°C~33°C で存在する¹⁷⁾。静的応答は赤外線細胞により差異はあるが25°C 付近で最大発射頻度に達し, 1秒間に20発程度の規則的な発射を示すものが多い。

温線維と冷線維の区別は最大発射頻度を示す温度にあるのではなく, 温度の上昇時に興奮するか, 下降時に興奮するかの区別による。ちなみに静的応答の最大発射頻度を起こす温度はハブの温線維では25°C, ネコの冷線維では32°C である。しかし, 一個体においては最大発射頻度を起こす温度は例外なく温線維の方が冷線維よりも高い。

赤外線受容器は温度の上昇変化に対して発射頻度を増す。これゆえに赤外線受容器の感覚線

維は温線維で, この応答を動的応答と呼ぶ。動的応答はしばらく後に新しい温度に順応して静的応答に戻る。この受容器は遅順応性である。動的応答の最高感度も静的応答の最高発射頻度での温度と同じである。温線維終末はピット膜のわずかな温度上昇に応ずるようになっていてから, 温水などの強い刺激にはすぐに飽和してしまう。この時, 温線維は突発波と沈黙を繰り返す。

他の動物においても, 温線維は規則的な自発発射を示す(ネコ³⁷⁾)。これとは対照的に冷線維は特有な periodic bursts を示す(サル⁴¹⁾; ネコ³⁾)。この現象はマムシ類のピット内の温線維⁷⁷⁾についても, また冷線維 (Terashima, unpublished observation) についても例外ではない。(表1参照)

V. Specialist と Spurious thermoreceptor

温度受容器には温線維と冷線維があり, それぞれの中に機械刺激に応ずるもの (spurious thermoreceptor) と応じないもの (specialist) がある。これらの例を表1に示す。

我々は温度受容器の bimodal unit を spurious thermoreceptor, また, unimodal unit を specialist と呼ぶことにしている。

機械受容器にも温度刺激に応ずるもの (spurious mechanoreceptor) と, 応じないもの (specialist) がある。これら温度に応ずるものの中には温度上昇に応ずるものと, 温度降下に応ずるものがある。

温度刺激と機械刺激の双方に応じる線維 (thermal and mechanical unit: T+M unit) の bimodal unit は spurious thermoreceptor であり, かつ spurious mechanoreceptor とも呼べるものであろうが, どちらが本務であるのかを決める手段がない。

赤外線受容器の温線維中にも specialists に混って沢山の spurious thermoreceptor (閾値 20 mg) が存在するようであるが, まだこのあたりの検索は進んでいない。ネコで調べたところ

表1. 機械受容器, 温度受容器, 機械+温度受容器の自発発射様式の比較

機械受容器 (specialist)	: silent (マムシ類, Terashima, unpublished observation)
温度受容器 (specialist)	
冷線維: periodic bursts (サル, Iggo, 1969) ⁴¹⁾	periodic bursts (ラット, Hellon et al., 1975) ³¹⁾
	periodic bursts (ネコ, Braun et al., 1980) ³⁾
	periodic bursts (マムシ類, Terashima, unpublished observation)
温線維: regular discharges (ネコ, Hensel and Kenshalo, 1969) ³⁷⁾	regular discharges (マムシ類, Terashima and Goris, 1983) ⁷⁷⁾
	irregular discharges (ボア, Hensel, 1975) ³⁴⁾
機械+温度受容器 (spurious thermoreceptor)	
spurious 冷線維: regular discharges (ネコの Type II, Burton et al., 1971) ¹¹⁾	regular discharges (サルの Type II, Iggo, 1969) ⁴¹⁾
	silent (リスザル, Poulos and Lende, 1970) ⁶⁴⁾
	silent (ネコの Type I, Burton et al., 1971) ¹¹⁾
spurious 温線維: regular discharges (マムシ類, Terashima, unpublished observation)	silent (パイソン, De Cock Buning et al., 1981 c) ¹⁸⁾

ろでは spurious thermoreceptor は必ずしも specialist に比べて温度刺激に対する感度が悪いとは限らない¹¹⁾.

赤外線受容器の中にある温線維の受容領は点状で一点⁷⁶⁾, 規則正しい自発発射がある⁷⁷⁾. アカゲザルの specialist の温線維も (かつまた冷線維も) 点状で一線維一点で, しかも, 機械刺激には応じない³⁶⁾. 機械刺激にも応ずるサルの spurious 冷線維⁴¹⁾ の場合と同様に, マムシ類の赤外線受容器の中には機械刺激に応ずる温線維がある (Terashima, unpublished observation). 他の動物にみられる冷線維の specialist (periodic bursts) 対 spurious thermoreceptor (regular discharges) の組み合わせの場合とは違って, 温線維は双方とも規則的な発射があるために発射様式からは, これらの区別はできない. マムシ類の specialist としての機械受容器は自発発射がないので赤外線受容器のものとは容易に区別できる.

ハブの三叉神経節を例にとると, 温線維は冷線維とならんで自発発射を持つ数少ない線維の一つである. 侵害線維(ピン刺激に応ずるもの), 圧線維 (100 mg の von Frey hair に応ずるも

の), 触線維 (10 mg の von Frey hair) などはニューロン数は多くとも自発発射は持たない沈黙の線維である.

VI. 受容機序

赤外線は電磁波であるが, 視覚器のように光化学反応による刺激の変換機序がないので, ピット膜の中に特殊な光化学物質は存在しない. 刺激の変換機序は物体が電磁波を吸収することにより生ずる熱上昇による. この感覚に可視光が関係しないことを Harris and Gamow²⁶⁾ は証明した. 彼らは純粋な赤外線を出す炭酸ガスレーザー(波長 10.6 μm) 刺激を与えて, 視蓋に誘発される電位をとらえた.

ピット膜内からは起動電位の記録が可能である^{27, 78)}. 温熱を起動電位に変える変換機序は知られていない. 赤外線検知のためのゴーレイ検知機(Golay radiometer)のように赤外線により暖められた内腔の気体圧力によりピット膜が変形してこれを感知するものかとも疑いが持たれた. しかし, Bullock and Diecke⁸⁾ はピット膜に孔をあけて上下2腔を交通させ, なお応答が得られることから, この種の可能性を否定し

た。赤外線受容器の狭義の適合刺激（この動物が情報源としている刺激）は近赤外線である。人から出る赤外線の波長は $10\ \mu\text{m}$ 程度のところにエネルギーの最高値がある。温水を刺激に使った時の電気生理学的閾値は 0.003°C である。この感度は他の動物と変わらない。これらの特殊なヘビが感度が良いのはピット膜の熱容量が小さいからである。ネコでは温線維は Ca^{+2} により活動化され、冷線維は逆に抑制される³⁸⁾。赤外線受容器に対する Ca^{+2} の影響もまた同様のものになることであろう。

VII. 中枢神経系の組織学

Molenaar⁵⁶⁾ は1974年に赤外線受容器を持つヘビに特有な三叉神経のもう一つの感覚核について報告した。この核は延髄の三叉神経の下行路核の外側に存在するので、外側下行路核(nucleus descendens lateralis)と名付けられた。これとは独立に Schroeder and Loop も同核を赤外線一次中継核として延髄中に発見した⁶⁷⁾。外側下行路の線維は外層と内層の二層に区別され、内層は三叉神経の A_3 線維で、外層は迷走神経の C線維で成り立っている⁵⁵⁾。この C線維は P物質を多量に含んでいる^{43,71)}。

A_3 線維は赤外線の一次求心線維である。このような A_3 線維の求心終末は明小胞を含んでいて、核内の main neuropil の中で樹状突起とシナプスを作る。かつまた、この A_3 線維は多形小胞といくらかの有芯小胞を持つターミナルの後シナプスになっている。この種のシナプスが作るシナプス前抑制が、延髄の赤外線細胞の受容野に抑制野⁶⁸⁾を形成するのであろう。外側下行路核には大 ($20\sim 30\ \mu\text{m}$) と小 ($5\sim 8\ \mu\text{m}$) の細胞がある⁶¹⁾。マムシ類では外側下行路核から熱核に求心線維を送る⁵⁵⁾。

C線維の方は迷走神経の一次線維であって⁴⁸⁾、核内から出てきたと思われる小さな樹状突起と外側下行路周辺の neuropil 中でシナプスを作る⁵⁵⁾。この種の neuropil は *Agkistrodon piscivorus piscivorus* では核の外側に位置し、*Crotalus ruber* と *Crotalus horridus horridus* では

核の内側に位置する。

外側下行路核内には serotonin が少ない⁶⁰⁾。

熱核(nucleus reticularis caloris)は延髄網様体の中の腹外側部にある^{24,45)}。熱核から視蓋に行く線維は、熱核視蓋路(nucleus reticularis caloris-tectal tract)を作って延髄腹側を他側へ渡り被蓋の外側表面近くを背側に向かい Ramon の 7a に入る⁶¹⁾。赤外線に関する刺激情報は同側の外側下行路核(三叉神経脊髄路核の尾側亜核の外側にある)、同側の熱核(外側下行路の腹外側にあたる網様体の中にある)、対側の視蓋(上丘)と進む。このことは他の動物の温熱情報が視床を経由して(ラット³³⁾)、大脳皮質の体性感覚野(S1)に送られる(ラット³²⁾)のと大きく違っている。Stanford et al.⁶⁹⁾は外側下行路核、熱核、視蓋の線維の結合関係を調べた。外側下行路核、熱核には細胞内に acetylcholine がある⁶¹⁾。Kusunoki et al.⁵¹⁾は succinate dehydrogenase, monoamine oxidase および acetylcholinesterase の分布をマムシと赤外線受容器を持たないアオダイショウで比較した。

Schroeder⁶⁶⁾ はさらにガラガラヘビについて視蓋から上位中枢への投射を検索した。

VIII. 中枢神経系の生理学

外側下行路核のニューロン発射は規則的でない⁷⁵⁾。この点で一次求心線維のものとは対照的である⁷⁷⁾。ニューロンの受容野は興奮野と抑制野を持っている⁶⁸⁾。他の体性感覚入力はなく、干渉も起こさない。この点で他の体性感覚の2次ニューロン(cf. Broton et al., 1988⁴⁾)と著しく違っている。

熱核のニューロンは Gruberg et al.²⁴⁾と Kishida et al.⁴⁵⁾により記録された。詳しい応答様式はまだ調べられていない。

視蓋からの単一ユニットは Goris and Tera-shima²²⁾により記録された。視蓋では stratum griseum centrale に赤外線細胞が存在する⁶¹⁾。

視蓋ニューロンの自発発射はまばらで、温熱物体の動きに対する不規則で敏感な応答が顕著

である。この種の応答様式は、この動物の温熱物体に対する行動¹⁶⁾と深い関係があるようである。

視蓋上には赤外線感覚の地図がある。前(視野)が吻側に、上(視野)が内側に投射されている。この配列は視覚と同じである^{29,73)}。視覚細胞は全て深さ 600~700 μm の所にあり、赤外線細胞は80%のものが深さ 500~1,200 μm の所にある⁴⁴⁾。

視蓋では赤外線感覚と視覚の間にさまざまな度合いの干渉が起こる⁶²⁾。赤外線刺激と視覚刺激の影響をほぼ平等に受ける細胞と、不平等に受けるもののが知られている。影響を平等に受ける cell には赤外線刺激のみでも、視覚刺激のみでも応ずる or cell と、赤外線刺激と視覚刺激の両方を受けて初めて応ずる and cell がある。影響を不平等に受ける細胞の中には、視覚刺激により強く応じる infrared-enhanced visual cell と infrared-depressed visual cell があり、赤外線刺激により強く応ずる細胞には visual-enhanced infrared cell と visual-depressed infrared cell がある。

ピットから入った刺激情報は視蓋の細胞を興奮させてその細胞体へのグルコースの取り込みを盛んにする。このことは [¹⁴C] deoxyglucose の実験で確かめられる¹⁾。熱電球で刺激すると誘発電位は視覚に関する層よりも赤外線に関する層で大きい。誘発電位の振幅は細胞体のある場所よりも入力終末のある部位で大きいので、視蓋内の [¹⁴C] deoxyglucose の分布は誘発電位のそれとは一致しない。

IX. 受容野と受容領

ピット器官はレンズのないカメラ(針孔写真機)と同じ構造をしている。ピットの入口が大きいので像視はできないが赤外線の照射方向はかなり正確に判断できる。行動実験によれば、視覚を妨げられたガラガラヘビの方向感覚の誤差は5度以内ということである⁶²⁾。Tanaka et al.⁷⁰⁾はハブ (*Trimeresurus flavoviridis*) が夜行性動物であることを示した。マムシの捕食行動

も調べられ、温熱刺激は覚醒相と摂食相で重要な働きをしていることがわかった¹⁶⁾。

Dullemeijer はガラガラヘビを使った実験から、運動と静止の区別はピットにより行われると結論した²⁰⁾。

中枢神経系の実験に関して、Hartline のグループは受容器の空間の受容野を測定し、Tera-shima のグループは受容器の中のピット膜上の受容領を測定した。中枢ニューロンの受容野も受容領も上位中枢に進むにつれて次第に変化する。

受容野の測定によると三叉神経節では直径 35~55¹⁹⁾、外側下行路核では直径 25~35⁶⁸⁾、視蓋では直径 25~70²⁰⁾ である。外側下行路核と視蓋の細胞では空間に抑制野と興奮野を検出できる。興奮野と抑制野は隣合わせに並ぶが、その機序は明らかでない。

ピットの外から赤外線をただ漫然と当てていたのでは、鮮明な受容野は得られない。われわれは一つの受容野はピット膜上の温線維終末の位置(受容領)とピットの入口の相対的位置関係で決まると考えて、受容領の検出を試みた。受容領を検出する為に我々は赤外線でない可視光のエネルギーを使って刺激した。これにより刺激部位が肉眼で確認可能となる。

He-Ne レーザー・ビーム(波長 632.8 nm, 総エネルギー 2mw)を表面鏡の凹面鏡を使って絞り込んで 40 μm のスポットを作る。これをマニピュレータに載せてピット膜上を走査する。赤外線ユニットを微小電極で記録しながら、応答のあるピット膜上の部位(受容領)を実体顕微鏡で観察しながらスケッチする。三叉神経節、同側の外側下行路核、(同側の熱核)、対側の視蓋(上丘)と受容領の拡大は進む。

受容領の測定では三叉神経節ニューロンでは直径 40 μm ⁷⁶⁾、外側下行路核ニューロンでは直径 470~640 μm ⁷⁵⁾、視蓋ニューロンでは直径 500~1,000 μm ⁷⁴⁾ となる。この値は中枢への収束の大きさを反映しているとみることができる。

X. 赤外線受容器を持つ動物

三叉神経束中に多数の温線維を持つ動物を調べてみると、ヘビの中でもクサリヘビ科の中のマムシ亜科^{8,21)}とオオヘビ科に限られている⁶⁾⁸²⁾。マムシ亜科のヘビはピット膜のあるピットを持ち、マムシ、ハブ、ガラガラヘビ、ヌママムシなどがあり、オオヘビ科の仲間にはピット膜のないピット、またはピットを全然持たないものなどがある。ニシキヘビ(パイソン)、ボアがこの中に入る。パイソンには上顎と下顎にピットがあって、ピット膜はなくただピットの底から 30 μm 下の上皮内に神経終末が存在するばかりである⁸¹⁾。オオヘビ科の場合は三叉神経の3枝全てが関係する。

ボアなどは温線維を持っていてもピットがない。クサリヘビ科のヘビは全て有毒、オオヘビ科のものは無毒で分類学上お互いに関係している。

Hensel³⁴⁾はボアの赤外線受容器の性質を調べた。ボアの温線維は機械刺激には応じない。4年に及ぶ異なる温度下でのボアの長期飼育による結果で、赤外線受容器の自発発射頻度は環境温度の影響を受けることが明らかになった³⁹⁾。パイソンの温線維は機械刺激にも応ずる bimodal neuron である^{18,60)}。Molenaar et al.⁵⁹⁾は外側下行路核中からの単一ユニット記録に成功して、上(3つのピット)下(2つのピット)の顎に存在する5個のピットから同時に入力を受けているユニットを記録した。このことは一次中継核において既に大きな収束のあることを示している。

Molenaar はパイソンの菱脳を調べ、外側下行路核を明らかにした^{57,58,60)}。オオヘビ科の場合もマムシ亜科の場合と同様に外側下行路核の周囲には迷走神経からのC線維が来ている⁴⁶⁾。Ros⁶⁵⁾はパイソンを使って温度検出の行動実験を行った。

オオヘビ科のヘビとマムシ亜科のヘビはおのおの独立に赤外線感覚系を発達させてきたようである。これらは末梢神経系の違いもさること

ながら、中枢神経系においても大きな違いがみられる。マムシ亜科のヘビには外側下行路核と視蓋の間に熱核があるが、オオヘビ科のヘビには熱核がない^{24,45)}。Meszler⁶⁴⁾は電顕と光顕を使ってオオヘビ科の外側下行路核をマムシ亜科のものとは比べて、1) 外側下行路の近くの marginal neuropil の中で無髄の求心線維が細い樹状突起とシナプスを作ること、2) 視蓋に線維を送っている大型の細胞がマムシ亜科の熱核にある視蓋求心線維を出す大型細胞と類似していることなどを認めている。

上下の顎に多数のピットを持つパイソンの受容野の視蓋上での再現は複雑である。各一つのピットの投射に関してはマムシ亜科の場合と同じく前(視)野が吻側、上(視)野が内側に視蓋上に再現される。したがって、ピット膜の部位としては前部が尾側、上部が外側に投射されていることになる。これは視覚の場合と同じである。各ピットの位置関係については前方のピットが視蓋上の吻側に、後方のピットが視蓋上の尾側に並ぶ^{28,30)}。これは体性感覚の投射形式と同じである。

De Cock Buning¹⁵⁾はボア、パイソン、マムシを使って、視蓋のニューロン発射を基準にして、それぞれの赤外線受容器の感度を比較した。熱線刺激の検出感度はマムシ(ピット膜あり)、パイソン(ピット膜なし)、ボア(ピットなし)の順(それぞれ 2.57, 14.28, 42.28×10^{-6} cal/cm²·s) にすぐれていた。von Düring⁸¹⁾は *Boa constrictor* の赤外線受容器を電子顕微鏡を使って明らかにしたが、やはり受容器は自由神経終末であった。

捕食行動に関して赤外線受容器のないヘビでは振動受容器が、赤外線受容器の代わりをはたしている¹⁴⁾。

脊椎動物で中枢神経の中に赤外線感覚系を持つことが現在証明されているものはヘビだけである。それも極一部のヘビだけである。吸血コウモリにも類似のものがあるのではないかと行動実験の結果から予測され⁵⁰⁾、この感覚に関係すると推測される核が延髄中に発見されている⁴⁷⁾。

文 献

- 1) Auker, C. R., Meszler, R. M. & Carpenter, D. O. (1983) Apparent discrepancy between single-unit activity and [¹⁴C] deoxyglucose labeling in optic tectum of the rattlesnake. *J. Neurophysiol.* **49**, 1504-1516
- 2) Bleichmar, H. & De Robertis, E. (1962) Submicroscopic morphology of the infrared receptor of pit vipers. *Z. Zellforsch. Mikroskop. Anat.* **56**, 748-761
- 3) Braun, H. A., Bade, H. & Hensel, H. (1980) Static and dynamic discharge patterns of bursting cold fibers related to hypothetical receptor mechanisms. *Pflügers Arch.* **3**, 1-9
- 4) Broton, J. G., Hu, J. W. & Sessle, B. J. (1988) Effects of temporomandibular joint stimulation on nociceptive neurons and nonnociceptive neurons of the cat's trigeminal subnucleus caudalis (medullary dorsal horn). *J. Neurophysiol.* **59**, 1575-1589
- 5) Bullock, T. H. (1953) Comparative aspects of some biological transfers. *Fedn Proc. Am. Socs exp. Biol.* **12**, 666-672
- 6) Bullock, T. H. & Barrett, R. (1968) Radiant heat reception in snakes. *Communications in Behavioral Biol. Part A 1*, 19-29
- 7) Bullock, T. H. & Cowles, R. B. (1952) Physiology of an infrared receptor—the facial pit vipers. *Sci.* **115**, 541-543
- 8) Bullock, T. H. & Diecke, F. D. J. (1956) Properties of an infra-red receptor. *J. Physiol.* **134**, 47-87
- 9) Bullock, T. H. & Faulstick, D. A. (1953) Some properties of unit warm receptors. *Fedn Am. Socs exp. Biol.* **12**, 22
- 10) Bullock, T. H. & Fox, W. (1957) Anatomy of the infra-red sense organ in the facial pit of pit vipers. *Quart. J. Microscop. Sci.* **98** (part 2), 219-234
- 11) Burton, H., Terashima, S. & Clark, J. (1972) Response properties of slowly adapting mechanoreceptors to temperature stimulation in cats. *Brain Res.* **45**, 401-416
- 12) Christenson, J., Boman, A., Lagerbäck, P.-Å. & Grillner, S. (1988) The dorsal cell, one class of primary sensory neuron in the lamprey spinal cord. I. Touch, pressure but no nociception—a physiological study. *Brain Res.* **440**, 1-8
- 13) Cordier, R. (1964) Sensory cells. In: Brachet, J. & Mirsky, A. E. *The Cell*, Vol. VI, Chap. 5, Academic Press, New York, 313-386
- 14) De Cock Buning, Tj. (1983 a) Thermal sensitivity as a specialization for prey capture and in feeding snakes. *Amer. Zool.* **23**, 363-375
- 15) De Cock Buning, Tj. (1983 b) Thresholds of infrared sensitive tectal neurons *Python reticularis*, *Boa constrictor* and *Aghistrodon rhodostoma*. *J. comp. Physiol. A* **151**, 461-467
- 16) De Cock Buning, Tj., Goris, R. C. & Terashima, S. (1981 a) The role of thermosensitivity in the feeding behavior of the pit viper, *Aghistrodon blomhoffi brevicaudus*. *Jpn. J. Herpetol.* **9**, 7-27
- 17) De Cock Buning, Tj., Terashima, S. & Goris, R. C. (1981 b) Crotaline pit organs analyzed as warm receptors. *Cell. Mol. Neurobiol.* **1**, 69-84
- 18) De Cock Buning, Tj., Terashima, S. & Goris, R. C. (1981 c) Python pit organs analyzed as warm receptors. *Cell. Mol. Neurobiol.* **1**, 271-278
- 19) De Salvo, J. A. & Hartline, P. H. (1978) Spatial properties of primary sensory neurons in Crotalidae. *Brain Res.* **142**, 338-342
- 20) Dullemeijer, P. (1961) Some remarks on the feeding behaviour of rattlesnakes. *Proc. Kon. Ned. Acad. Wat. Amst.* **64**, 383-396
- 21) Goris, R. C. & Nomoto, M. (1967) Infrared reception in oriental crotaline snakes. *Comp. Biochem. Physiol.* **23**, 879-892
- 22) Goris, R. C. & Terashima, S. (1973) Central response to infrared stimulation of the pit receptors in a Crotaline snake, *Trimeresurus flavoviridis*. *J. exp. Biol.* **58**, 59-76
- 23) Goris, R. C. & Terashima, S. (1976) The structure and function of the infrared receptors of snakes. In: Iggo, A. & Ilyinsky, O. B. *Progress in Brain Res. Vol. 43, Somatosensory and Visceral Receptor Mechanisms* 1st ed. Elsevier, Amsterdam, 159-170
- 24) Gruberg, E. R., Kicliter, E., Newman, E. A., Kass, L. & Hartline, P. H. (1979) Connections of the tectum of the rattlesnake, *Crotalus viridis*: an HRP study. *J. comp. Neur.* **188**, 31-41
- 25) Hamburger, V. (1961) Experimental analysis of the dual origin of the trigeminal ganglions in the chick embryo. *J. exp. Zool.* **148**, 91-124
- 26) Harris, J. F. & Gamow, I. R. (1971) Snake infrared receptors: thermal or photochemical mechanism. *Sci. N. Y.* **172**, 1252-1253
- 27) Hartline, P. H. (1974) Thermoreception in snakes. In: Fessard, A. *Electroreceptors and Other Specialized Receptors, Handbook of Sensory Physiology*, Vol. III/3, Springer, Berlin, 297-312
- 28) Hartline, P. H. (1984) The optic tectum of reptiles: neurophysiological studies, In: Vanegas, H. *Comparative Neurology of the Optic Tectum*, 1st Ed., Plenum, New York, 601-618
- 29) Hartline, P. H., Kass, L. & Loop, M. S. (1978) Merging of modalities in the optic tectum: infrared and visual integration in rattlesnakes. *Sci.* **199**, 1225-1229

- 30) Haseltine, E. C. (1978) Infrared and visual organization of the tectum of boid snakes. Doctoral dissertation, Indiana Univ., Bloomington
- 31) Hellon, R. F., Hensel, H. & Schäfer, K. (1975) Thermal receptors in the scrotum of the rat. *J. Physiol.* **248**, 349-357
- 32) Hellon, R. F., Misra, N. K. & Provins, K. A. (1973) Neurons in the somatosensory cortex of the rat responding to scrotal skin temperature changes. *J. Physiol.* **232**, 401-411
- 33) Hellon, R. F. & Mitchell, D. (1975) Convergence in a thermal afferent pathway in the rat. *J. Physiol.* **248**, 359-376
- 34) Hensel, H. (1975) Static and dynamic activity of warm receptors in *Boa constrictor*. *Pflügers Arch.* **353**, 191-199
- 35) Hensel, H., Iggo, A. & Witt, I. (1960) A quantitative study of sensitive cutaneous thermoreceptors with C afferent fibers. *J. Physiol.* **153**, 113-126
- 36) Hensel, H. & Iggo, A. (1971) Analysis of cutaneous warm and cold fibers in primates. *Pflügers Arch.* **329**, 1-8
- 37) Hensel, H. & Kenshalo, D. R. (1969) Warm receptors in the nasal region of cats. *J. Physiol.* **204**, 99-112
- 38) Hensel, H. & Schäfer, K. (1974) Effects of calcium on warm and cold receptors. *Pflügers Arch.* **352**, 87-90
- 39) Hensel, H. & Schäfer, K. (1981) Activity of warm receptors in *Boa constrictor* raised at various temperature. *Pflüger Arch.* **392**, 95-98
- 40) Hirose, K. (1980) Electron microscopic observations on the pit organ of a crotaline snake, *Trimeresurus flavoviridis*. *Arch. Histol. Jpn.* **43**, 65-77
- 41) Iggo, A. (1969) Cutaneous thermoreceptors in primates and sub-primates. *J. Physiol.* **200**, 403-430
- 42) Iriuchijima, J. & Zotterman, Y. (1960) The specificity of afferent cutaneous C fibers in mammals. *Acta Physiol. Scand.* **49**, 267-278
- 43) Kadota, T., Kishida, R., Goris, R. C., Kusunoki, T. & Terashima, S. (1985) Substance P-immunoreactive fibers in the trigeminal sensory nuclei of snakes with infrared sensitivity. *Neurosci. Res. Neradn Suppl.* **1**, S99
- 44) Kass, L., Loop, M. S. & Hartline, P. H. (1978) Anatomical and physiological localization of visual and infrared cell layers in the tectum of pit viper. *J. comp. Neur.* **182**, 811-820
- 45) Kishida, R., Amemiya, F., Kusunoki, T. & Terashima, S. (1980) A new tectal afferent nucleus of the infrared sensory system in the medulla oblongata of Crotaline snakes. *Brain Res.* **195**, 271-279
- 46) Kishida, R., De Cock Buning, Tj, & Dubbeldam, J. L. (1983) Primary vagal nerve projections to the lateral descending trigeminal nucleus in Boidae (*Python molurus* and *Boa constrictor*). *Brain Res.* **263**, 132-136
- 47) Kishida, R., Goris, R. C., Terashima, S. & Dubbeldam, J. L. (1984 a) A suspected infrared-recipient nucleus in the brainstem of the vampire bat, *Desmodus rotundus*. *Brain Res.* **322**, 351-355
- 48) Kishida, R., Yoshimoto, M., Kusunoki, T., Goris, R. C. & Terashima, S. (1984 b) Vagal afferent C fibers projecting to the lateral descending trigeminal complex crotaline snakes. *Exp. Brain Res.* **53**, 315-319
- 49) Kishida, R., Terashima, S., Goris, R. C. & Kusunoki, T. (1982) Infrared sensory neurons in the trigeminal ganglia of crotaline snakes: transganglionic HRP transport. *Brain Res.* **241**, 3-10
- 50) Kürten, L. & Schmidt, U. (1982) Thermoperception in the common vampire bat (*Desmodus rotundus*). *J. comp. Physiol. A* **146**, 229-233
- 51) Kusunoki, T., Kishida, R., Kadota, T. & Goris, R. C. (1987) Chemoarchitectonics of the brainstem in infrared sensitive and nonsensitive snakes. *J. Hirnforsch.* **281**, 27-43
- 52) Lynn, W. G. (1931) The structure and function of the facial pit of the pit vipers. *Am. J. Anat.* **49**, 97-139
- 53) Meszler, R. M. (1970) Correlation of ultrastructure and function. In: Gans, C. *Biology of the Reptilia*, Vol. 2, Academic Press, London, 305-315
- 54) Meszler, R. M. (1983) Fine structure and organization of the infrared receptor relays: lateral descending nucleus reticularis caloris in the rattlesnake. *J. comp. Neur.* **220**, 299-309
- 55) Meszler, R. M., Auken, C. R. & Carpenter, D. O. (1981) Fine structure and organization of the infrared receptor relay, the lateral descending nucleus of the trigeminal nerve in pit vipers. *J. comp. Neur.* **196**, 571-584
- 56) Molenaar, G. J. (1974) An additional trigeminal system in certain snakes possessing infrared receptors. *Brain Res.* **78**, 340-344
- 57) Molenaar, G. J. (1977) The rhombencephalon of *Python reticulatus*, a snake possessing infrared receptors. *Neth. J. Zool.* **27**, 133-180
- 58) Molenaar, G. J. (1978) The sensory trigeminal system of a snake in the possession of infrared receptors. II. The central projection of the trigeminal nerve. *J. comp. Neur.* **179**, 137-152
- 59) Molenaar, G. J., Fizaan-Oostveen, J. L. F. P. &

- Van Der Zalm, J. M. (1979) Infrared and tactile units in the sensory trigeminal system of *Python reticulatus*. *Brain Res.* **170**, 372-376
- 60) Molenaar, G. J. & Fizaan-Oosteven, J. L. F. P. (1980) Ascending projections from the lateral descending and common sensory trigeminal nuclei in python. *J. comp. Neur.* **189**, 555-572
- 61) Newman, E. A., Gruberg, E. R. & Hartline, P. H. (1980) Infrared trigemino-tectal pathway in the rattlesnake and in the python. *J. comp. Neur.* **191**, 465-477
- 62) Newman, E. A. & Hartline, P. H. (1982) The infrared "vision of snake". *Sci. Am.* **246**, 98-107
- 63) Noble, G. K. & Schmidt, A. (1937) Structure and function of the facial and labial pits of snakes. *Proc. Am. Phyl. Soc.* **77**, 263-288
- 64) Poulos, D. A. & Lende, R. A. (1970) Response of trigeminal ganglion neurons to thermal stimulation of oral-facial regions. I. Steady-state response. *J. Neurophysiol.* **33**, 508-517
- 65) Ros, M. (1935) Die Lippengruben der Pythonen als Temperaturorgane. *Jena. Z. Med. Naturw.* **70**, 1-32
- 66) Schroeder, D. M. (1981) Tectal projections of an infrared sensitive snake, *Crotalus viridis*. *J. comp. Neur.* **195**, 477-500
- 67) Schroeder, D. M. & Loop, M. S. (1976) Trigeminal projections in snakes possessing infrared sensitivity. *J. comp. Neur.* **169**, 1-14
- 68) Stanford, L. R. & Hartline, P. H. (1980) Spatial sharpening by second-order trigeminal neurons in crotaline infrared system. *Brain Res.* **185**, 115-123
- 69) Stanford, L. R., Schroeder, D. M. & Hartline, P. H. (1981) The ascending projection of the nucleus of the lateral descending trigeminal tract: A nucleus in the infrared system of the rattlesnake, *Crotalus viridis*. *J. comp. Neur.* **201**, 161-173
- 70) Tanaka, H., Mishima, S. & Abe, Y. (1967) Studies on the behavior of *Trimeresurus flavoviridis*, a venomous snake on Amami Oshima Island in regard to speed of movement, nocturnal activity and sensitivity to infrared radiation. *Bull. Tokyo Med. and Dent. Univ.* **14**, 79-104
- 71) Terashima, S. (1987) Substance P-like immunoreactive fibers in the trigeminal sensory nuclei of the pit viper, *Trimeresurus flavoviridis*. *Neurosci.* **23**, 685-691
- 72) Terashima, S. & Goris, R. C. (1974) Electrophysiology of snake infrared receptors. In: Kerkut, G. A. & Phillis, J. W. *Progress in Neurobiology*, Vol. 2, Part 4, Pergamon Press, Oxford, 311-332
- 73) Terashima, S. & Goris, R. C. (1975) Tectal organization of pit viper infrared reception. *Brain Res.* **83**, 490-494
- 74) Terashima, S. & Goris, R. C. (1971) Receptive area of an infrared tectal unit. *Brain Res.* **101**, 155-159
- 75) Terashima, S. & Goris, R. C. (1977) Infrared bulbar units in crotaline snakes. *Proc. Jpn. Acad., Ser. B* **53**, 292-296
- 76) Terashima, S. & Goris, R. C. (1979) Receptive area of primary infrared afferent neurons in crotaline snakes. *Neurosci.* **4**, 1137-1144
- 77) Terashima, S. & Goris, R. C. (1983) Static response of neurons of crotaline snakes-normal distribution of interspike intervals. *Cell. Mol. Neurobiol.* **3**, 127-137
- 78) Terashima, S., Goris, R. C. & Katsuki, Y. (1968) Generator potential of Crotaline snake infrared receptor. *J. Neurophysiol.* **31**, 682-688
- 79) Terashima, S., Goris, R. C. & Katsuki, Y. (1970) Structure of warm fiber terminals in the pit membrane of vipers. *J. Ultrastr. Res.* **31**, 494-506
- 80) Terashima, S., Kishida, R., Goris, R. C., Kusunoki, T. & Kadota, T. (1983) Similarities and differences between the common trigeminal system and infrared sensory system of crotaline snakes in transganglionic HRP transport and histochemistry. 29th IUPS Abstracts pp. 135
- 81) Von Düring, M. (1974) The radiant heat receptor and other tissue receptors in the scales of upper jaw of *Boa constrictor*. *Z. Anat. Entw. Gesch.* **145**, 299-319
- 82) Warren, J. W. & Proske, U. (1968) Infrared receptors in the facial pits of the Australian python, *Morelia spilotes*. *Sci.* **159**, 439-441

第 39 回 西 日 本 生 理 学 会

日 時：昭和63年11月26日(土)13:30~18:00
27日(日)9:00~13:30

会 場：鹿児島東急ホテル
当 番：鹿児島大学医学部第一生理学教室(反町 勝), 同第二生理学教室
(橋村三郎)及び歯学部口腔生理学教室(笠原泰夫)

*印は非会員を示す

A 1. 電子伝達フラビン蛋白のアポ蛋白と FAD の解離会合機構

佐藤恭介, 二科安三, 志賀 潔 (熊本大, 医, 第一生理)

電子伝達フラビン蛋白(ETF)はミトコンドリアにおいて数種の脱水素酵素から電子伝達系への電子移動を媒介する酵素で, 二つの異なるサブユニットとFADとが結合してホロ酵素を形成している。ETFの電子伝達機能の発現・調節はFADとアポ蛋白との相互作用による。この相互作用を解明するため本研究ではブタ腎ETFのアポ蛋白とFADとの再結合の分光学的測定により解離会合機構を調べた。

FADに対してアポ蛋白が大過剰の条件で結合させると, その反応は擬一次反応であった。高濃度のアポ蛋白を稀釈すると, 時間とともに見かけの速度定数(kobs)は小さくなりやがて一定の値に落ちついた。この事は, アポ蛋白はサブユニットの単量体・二量体平衡として存在し, 二量体がFADと結合する事を示唆する。事実, 稀釈した濃度が低いほどkobsの減少の割合は大きかった。

FAD大過剰の条件で結合させると二相性の反応曲線が得られた。第一相は擬一次反応であるので二量体アポ蛋白とFADとの結合反応である。第二相は一次反応であった。この事から, アポ蛋白にはサブユニットの単量体・二量体平衡だけでなく, 何らかの一分子反応も含まれていると考えられる。

A 2. プロスタグランジン D₂ の副腎皮質ホルモン分泌促進作用

*三根由美, 相川忠臣, 松本逸郎, 嶋田敏生 (長崎大, 医, 第一生理)

プロスタグランジン D₂ (D₂) はヒスタミン, 血小板活性化因子 (PAF) と同様にアレルギー, 炎症の重要なケミカルメディエーターである。95%O₂+5%CO₂で飽和した人工灌流液でモルモット副腎を灌流し D₂ を投与すると, 1 μM と 10 μM の濃度で有意のコーチ

ゾール分泌促進がみられた。しかしその分泌促進効果は PAF (10⁻⁸M) とヒスタミン (10⁻⁵M) のコーチゾール分泌促進効果と比較するとかなり小さいものであった。D₂ (10⁻⁵M) を二度投与すると二度目の分泌促進効果は小さく PAF と同様にタフィラキシンがみられた。D₂ と構造のよく似た F₂α (10⁻⁵M) と E₂ (10⁻⁵M) についてコーチゾール分泌促進効果を調べたところ, F₂α は D₂ (10⁻⁵M) より軽度の分泌促進を示し, E₂ はほとんど促進効果を示さなかった。アレルギー, 炎症の重要なケミカルメディエーターである D₂, ヒスタミンおよび PAF は抗アレルギー, 抗炎症作用を持つグルココルチコイドを分泌させることによって, 軽いうアレルギーや炎症が局所から全身へ波及するのをふせいでいるものと思われる。

A 3. アンジオテンシン II のラット脳室内投与による腎交感神経活動の抑制反応

金 秀吉, 河南 洋, 林田嘉朗, 中村 正*, 山下 博 (産業医大, 第一生理・応用生理*)

アンジオテンシン II (A II) は中枢性血圧上昇作用を持つ。その機序として, 主に薬理学的研究により交感神経活動の亢進が考えられているが, 交感神経活動を直接記録して, 脳室内投与の A II の効果を調べた研究は数少なく, またその結果は一致していない。そこで, ウレタン・クロラロス麻酔した雄ラットを用いて, 側脳室内投与の A II の腎交感神経活動に及ぼす効果を調べた。A II (10 ng) の投与によって, 血圧上昇 (9.6±0.8 mmHg, n=11) と腎交感神経活動の減少 (14±2.0%) が見られた。心拍数は有意な変化を示さなかった。血圧と腎交感神経活動の反応の閾値は約 100 pg であり, 持続時間は 15~30 分であった。A II の拮抗剤であるサララン (200 ng) の前投与で, A II (10 ng) による反応は有意に減弱した。圧受容器からの求心線維を切断したラットでも, 正常ラットと同程度の A II による腎交感神経活動の抑制反応が見られた。このことは, 腎交感神経活動の抑制は血圧上昇による二次的なもの

でないことを示す。これらの結果より、脳室内投与の AII は、AII リセプターを介して直接腎交感神経活動を抑制すると結論される。このことは、中枢性 AII による血圧上昇は交感神経系の全身の亢進によるものでないことを示唆している。

A 4. イヌの左心房圧上昇に伴う腎交感神経活動と尿中 Na 排泄量の変化

三木健寿, 林田嘉朗*, 白木啓三(産業医大, 第二生理・応用生理*)

【目的】意識下のイヌを用い、慢性留置バルーンカテーテルにて左心房圧 (Pla) を上昇させ、左心房伸展受容器が腎交感神経活動 (RSNA) および尿量 (\dot{V}), Na 排泄量 ($\text{UNa } \dot{V}$) 調節に果たす役割について検討した。

【方法】8頭の雌雑イヌを用い、RSNA を、慢性留置ステンレススティール電極にて測定した。実験は、60分の対照期、60分のバルーンカテーテルによる Pla 上昇期および60分の回復期よりなる、血液および尿を20分毎に採取した。

6頭のイヌについて、Randall の方法により心臓神経切除を行い、同様の実験を行った。

【結果・考察】Pla 上昇(約 8 mmHg)により、 \dot{V} は 5.4 倍、浸透圧活性物質排泄量 ($\text{Uosm } \dot{V}$) は 1.4 倍、 $\text{UNa } \dot{V}$ は 4.6 倍に増加した。RSNA は、Pla 上昇により約 75% 低下した。一方、心臓神経を切除したイヌでは、Pla の約 8 mmHg の上昇にもかかわらず、 \dot{V} , $\text{Uosm } \dot{V}$, $\text{UNa } \dot{V}$ および RSNA に有意な変化は観察されなかった。以上より、左心房の伸展受容器は、腎交感神経を介し、尿中 Na 排泄量調節に重要な役割を果たしていると考えられる。

A 5. 培養ウシガエル交感神経節細胞の膜電流

時政孝行, 赤須 崇 (久留米大, 医, 第二生理)

単離したウシガエル交感神経節細胞より whole-cell patch-clamp を行なった。ピペット内液の組成 (mM) は KCl, 100; EGTA, 1; Na_2ATP , 5; MgCl_2 , 4; HEPES, 2.5 (pH 6.9~7.2)。静止電位は約 -63 mV, 活動電位の振幅は約 120 mV であった。 K^+ 電流としては、いわゆる遅延整流、M-電流および A-電流が確認され、M-電流の活性化閾値および逆転電位は、それぞれ -65 mV と -93 mV であった。A-電流は 1 mM の 4-AP により 85% 以上抑制された。-70 mV より過分極側では、時間と共にゆっくり増大する内向き電流が観察された。定常状態の活性化曲線は、-90 mV に中

点および 7~9 mV の膜電位依存性係数を有し、これらの値は外液の K^+ 濃度に比較的非依存性であった。併し、定常状態に於ける最大コンダクタンスは、外液 K^+ 濃度の増大に比例して増大した。この内向き電流は過分極により活性化される Na^+/K^+ -電流で、-50 mV 付近に逆転電位が存在した。逆転電位は外液 K^+ 濃度 10 倍の変化に対し、約 30 mV 脱分極側に移動し、外液 Na^+ 濃度の減少に伴い過分極側に移動した。内向き電流の活性化の結果、定常状態の電流-電圧曲線は内向き整流を示し、この整流現象は低濃度の Cs^+ (0.01~0.03 mM) により選択的に抑制されたが、 Ba^{2+} (2~3 mM) には感受性がなかった。

A 6. ウサギ膀胱壁内神経節のコリン性伝達に対するセロトニンの作用

赤須 崇, 西村俊彦, 鶴崎政志 (久留米大, 医, 第二生理)

ウサギ膀胱の副交感神経節において、コリン性伝達に対する 5-hydroxytryptamine (5-HT) の作用を細胞内電極法を用いて検討した。節前神経線維を電気刺激すると、ニコチン性伝達による fast EPSP が発生する。5-HT (0.3~30 μM) を灌流液に投与すると、fast EPSP は一過性の抑制にきつづいて 60~120 分わたる増強がみられた。この間にシナプス後膜のニコチン性受容体感受性は変化しなかった。Quantal analysis の結果、5-HT は一回刺激により節前神経終末から放出される acetylcholine (ACh) を一過性の抑制の後、増強した。この作用は 5-HT の直接作用であり catecholamine の作用を介するものではない。Ketan-serin や ICS 205-930 はこの 5-HT の作用を阻害しなかった。Spiperone は 5-HT による抑制作用を選択的に阻害し、その結果増強作用のみが観察された。8-OH-DPAT は、抑制作用のみを示した。したがって受容体は 5-HT₁ タイプに属するが、5-HT_{1A} タイプではないことが示唆される。5-HT の ACh 放出促進作用は IBMX (10 μM) 存在下で著明に増強され、forskolin (10 μM) や cyclic AMP (1-6 mM) 誘導体の投与により著明な ACh 放出の促進が生じた。以上の結果から、5-HT₁ 受容体刺激は adenylyate cyclase 系を活性化させ、それによって ACh の放出を促進したものと考えられる。

A 7. ウサギ膀胱壁内神経節(VPG)細胞に賦与されたカルシウム依存性 K^+ コンダクタンス (G_K-Ca)

西村俊彦, 時政孝行, 赤須 崇 (久留米大, 医, 第二生理)

VPG は副交感神経系に属し, 膀胱利尿筋を興奮性に支配している. この VPG 細胞より微小電極法を用い, 膜電位を記録した. 無 Ca^{2+} /高 Mg^{2+} 溶液灌流により, 1) 膜入力抵抗の増大を伴う脱分極の発生, 2) 自発性過分極電位 (SH) の消失, 3) スパイクに続く緩徐な過分極性後電位 (slow AHP) の消失が起こった. クレブス溶液中での逆転電位は, おおの-82±3 mV ($M \pm SEM$, $n=3$), -90±2 mV ($n=10$)および-89±3 mV ($n=3$)であった. 微小電極より EGTA を注入すると膜入力抵抗の増大を伴う脱分極, SH の消失が認められたが slow AHP は軽度抑制されたのみであった. アバミン (0.5~5 nM) およびクラレ (30~300 μM) 投与により, SH および slow AHP が抑制されたが, 静止膜電位 (RMP), 膜入力抵抗およびスパイクには変化がなかった. 低濃度 TEA (0.3~3 mM) 投与は, RMP, 膜入力抵抗に著明な変化を生じることなく, SH 振幅を軽度抑制し, スパイクの持続時間を延長すると共に slow AHP を増強した. これ等の結果より, 持続的に活性化され RMP に寄与する G_K-Ca , 自発的, 周期的に活性化される G_K-Ca およびスパイクに伴って活性化される G_K-Ca が存在すると結論した. これらの G_K-Ca はその活性化により膜電位を過分極させ, 細胞の興奮性を調節していると考えられる.

A 8. ウサギ膀胱壁内神経節(VPG)細胞の Ca 電位に対するノルアドレナリンの作用

鶴崎政志, 赤須 崇 (久留米大, 医, 第二生理)

われわれは, VPG 細胞におけるカテコールアミンの抑制作用について検討し, すでに活動電位再分極相の Ca 依存性 hump を noradrenaline (NA) が α_2 -adrenoceptor を介して抑制することを見出している. そこで今回, より詳細な検討を加えたので報告する. VPG 細胞において, 1 μM -TTX, 10 mM-TEA 存在下で発生させた TEA-potential は, NA (500 nM-2 μM) で抑制された. さらに, 500 nM-TTX, 50 mM-TEA 存在下に voltage clamp 法により記録した Ca 内向き電流も同様に, NA (1 μM) により著明に抑制された. また, I-V 曲線を用いた解析より, NA が Ca 内向き電流を膜電位に依存せずに一様に抑制すること

が見出された. この抑制は α_2 -antagonist である yohimbine (1 μM) で選択的に拮抗された. また, α_2 -agonist である UK-14304 (1 μM) によって NA と同様の抑制が認められた. これらから NA の抑制作用は α_2 -adrenoceptor を介するものと考えられた. さらにこの Ca 内向き電流は ω -CgTX (500 nM) により抑制された. したがって, NA は α_2 -adrenoceptor を介して ω -CgTX 感受性の Ca -channel を抑制すると考えられる.

A 9. 味溶液刺激が上頸神経節細胞の電気的活動に及ぼす影響

米村健一, 竹井 学*, 國武孝人, 石河延貞 (宮崎医大, 医, 第一生理・小児科*)

ウレタン麻酔下のラットの口腔全体を味溶液で刺激し, 心拍数と血圧の変化を記録すると共に, 細胞内微小電極法により単一上頸神経節細胞の電気的活動の変化を記録した. 実験はすべて 100% O_2 を吸気とする人工呼吸下で行い, 終末呼吸 CO_2 濃度が 4% 前後になるように換気量を調節した.

1. 大部分 (55例中36例: 65%) の上頸神経節細胞は非刺激時にも自発的に活動電位を発射し, その発射頻度の平均値は 1.92 Hz であった.

2. 1~2 M の食塩の刺激により, 節細胞の活動電位発射頻度は約 20~40% 増加すると共に, 心拍数と血圧もそれぞれ約 10~20/分と 10~20 mmHg 上昇した. 塩酸にも同様の刺激作用があり, 30~60 mM の濃度で活動電位発射頻度は約 40~50% 増加し, 心拍数と血圧はそれぞれ約 20~30/分と 25~30 mmHg 上昇した.

3. 少数例 (35%) の節細胞では非刺激時の自発性活動電位の発射はなかったが, 上記濃度の食塩および塩酸の刺激に反応して活動電位を発生することが認められた.

4. 味溶液刺激に反応した節細胞の割合は 19例中 10例 (53%) であったが, 尾の有鉤ピンセットによる pinch 刺激に反応した割合は 14例中 12例 (86%) であった.

A 10. カエル味神経応答に対するイオン透過抑制剤の効果

副田博之, 作道富士雄, 鍛冶屋浩, 野田憲一 (福岡歯大, 口腔生理)

味刺激による舌背粘膜のイオン輸送が味覚の発現に関与すると数種の動物で報告されている. このイオン

輸送と味覚の関連を知るため、胆嚢や腸などの消化管粘膜でカチオン輸送の特異的な抑制剤である triaminopyrimidine (TAP) の味神経応答に対する効果を調べた。実験はすべて中枢神経系を破壊した食用ガエルを用い、舌咽神経活動を指標として行った。

TAP は神経活動に何ら影響を与えない濃度 (1 mM) で食塩とその類似塩による応答を可逆的に抑制した。その割合は NaCl, KCl, LiCl で大きく、choline Cl や TMA Cl では小さかった。TAP による食塩応答の抑制は TAP の濃度に比例し、また、同一濃度の TAP はいずれの食塩濃度による応答をも抑制した。さらに、食塩応答発生中に TAP を投与すると、応答は投与期間のみ著明に抑制された。一方、TAP と同様な作用をもつ amiloride は、TAP と同一濃度で一過性の神経応答がみられ、その後の食塩応答に抑制がみられたが、TAP による抑制に比べて小さかった。

結果が示す TAP の強力で可逆的な食塩応答に対する抑制効果は、消化管粘膜におけるカチオン輸送の抑制と一致し、食塩刺激によるカエル舌背粘膜の Na 輸送が味神経応答の発生に深く係わっていることを示唆する。

A 11. ラットの三叉神経に対する Capsaicin の効果について

小林仁一 (九大, 歯, 第一補綴)

成熟ラット (ウイスター10 W 以上) をベントバルビタールとケタミン麻酔下に、三叉神経節 (TG) と眼窩下神経 (ION) を露出し、ツボクラリンで非動化し、EMG 完全消失後、TG 刺激に対する逆行性応答を ION から記録した。応答の速い成分は閾値 $20 \mu\text{A}$, 0.1 ms , 伝導速度 25 m/s で、A 線維群活動であり、遅い成分は閾値 0.4 mA , 0.8 ms で伝導速度 0.8 m/s であり、C 線維群活動と考えられる。

Capsaicin を 1 または 2% の oil emulsion で局所投与すると A 線維群活動には全く変化がみられなかったが、C 線維活動は濃度および作用時間に依存して抑制された。1% 濃度では 3 分以内に応答振幅は 50% 以下に減少し、2% では 15% 以下に減少した。作用後にリンガーで洗浄後次第に回復した。

以上から Capsaicin は C 線維群に特異的に作用し、可逆的であることがわかった。

A 12. ハブの三叉神経節のニューロン

寺嶋真一 (琉球大, 医, 第二生理)

ハブ (*Trimeresurus flavoviridis*) の三叉神経節内の感覚細胞を光学顕微鏡を使って観察した。第二・第三の三叉神経節は 9,000 個以上の細胞からなり、最小は $15 \mu\text{m}\phi$, 最大は $75 \mu\text{m}\phi$ であった。赤外線細胞は中型の細胞 ($20\sim 38 \mu\text{m}\phi \cdot \text{ave. } 27 \mu\text{m}\phi$) であることを HRP の細胞内注入により確認した。感覚ニューロンから細胞内記録をしながら、自然刺激を与えてそのニューロンの感覚の種類を同定した。赤外線ニューロンは 30 Hz 程度の応答時に過半数の abortive spikes を出した。侵害ニューロンの正常スパイクの直前に abortive spikes が出る場合が見られたので、二本以上の軸索のあることも考えられる。関節ニューロンの細胞体は教科書では中脳にあるとされているが、この神経節内で記録された。この細胞には abortive spikes は見られなかった。これら 3 種のスパイクは abortive spikes に関して対照的で、軸索の形態に違いがあるものと考えられる。25°C の室温で独特の grouping bursts を発する冷ニューロンを 1 例細胞外記録で得た。この細胞の受容野は pit organ の中に存在することが確認された。これらの細胞の他に、触ニューロン (abortive spikes なし)、振動ニューロン (abortive spikes なし)、感覚の種類を判別できないニューロンなどを記録した。

A 13. 遅順応性皮膚機械受容ユニット応答に対する直流刺激の効果

山下由朗, 小川 尚 (熊本大, 医, 第二生理)

カエル足底部皮膚を支配する 2 種類の遅順応性機械受容ユニットに対し、リングル寒天を満たしたガラス管を介して受容野に直流通電 (1 秒) を行なった。Ft-I ユニットは陽極電流で機械刺激に対すると同様不規則放電を示し、Ft-II ユニットは陰極電流で規則的持続放電を示した。両ユニットとも電流刺激に対する受容野は圧刺激に対する受容野とほぼ一致し、機械刺激に対する感受性の最も高い所で電流刺激応答も最大となった。圧刺激に対する応答との干渉を調べると Ft-I ユニットでは陽極通電で圧刺激に対する応答の増加、陰極通電で抑制を、Ft-II ユニットでは逆の現象を生じ、何れも両応答は加算的であった。Ft-I ユニットの応答は側線器官や味覚ユニットなど二次感覚細胞をもつユニットに、Ft-II ユニットは筋紡錘の応答に類似している。以上の結果から、Ft-II ユニットでは受容器電流もしくは起動電流と陰極通電電流とが加算して放電数が増大し、一方、Ft-I ユニットでは二次感覚

細胞(メルケル細胞)のシナプス面の脱分極性電流と陽極通電電流とが加算することにより、伝達物質放出の増大、そして放電数の増加を生じると考えられる。

A 14. ヘビ毒 (*Bothrops erythromelas*) の凝固活性

丸山真杉, 須見洋行, 津島弘文, *川辺京子, 松岡泰夫, 杉木雅彦, 浜井啓子, 池田隆造, 森本規義, 浜砂重仁, 江藤 靖, 林みき枝, 美原 恒 (宮崎医大, 第二生理)

ブラジルにおけるヘビ咬傷の第一原因である *Bothrops* 属のヘビの中で、ブラジル北西部に分布し、その地方でのヘビ咬傷の原因と考えられる *Bothrops erythromelas*(Be)の Venom について、その凝固活性等を *in vitro* および *in vivo* 実験にて検討した。その結果、Be venom の Minimum Coagulant Dose(MCD) は人血漿を使用した場合は $4.5 \mu\text{g/ml}$ と現在知られている *Bothrops* 属の中で最も強い凝固活性を示した。しかし、Fibrinogen を使用した MCD は検出できず、他の *Bothrops* 属の Venom と異なり、thrombin 様酵素を含まず、強い Factor II および Factor X 活性化因子を含むことが明らかになった。ラットを使用した *in vivo* 実験において、Be Venom は著明な Fibrinogen 減少、血小板の減少を伴う DIC 様の病変を引き起こすことが示された。また、venom 投与後早期に二次性の血中線溶活性の亢進が惹起された。この線溶活性の亢進は、血栓形成による臓器不全の防御因子として重要である可能性が示唆された。

A 15. 各種実験動物由来血小板のヒスタミン含有量

野口修二, 垣花 脩, 玉城 昇, 小杉忠誠(琉球大, 医, 生理第一講座)

血小板由来ヒスタミンの生理学的、病態生理学的意義については未だ十分に知られていない。最近、アレルギー反応における血小板の役割と意義が明らかになってきている。血小板由来のヒスタミンのアレルギー反応における意義を明らかにするのに先立ち、ヒト、ウサギ、モルモットの洗浄血小板由来ヒスタミン、多血小板血漿 (PRP) および血漿中ヒスタミン量の測定を行った。洗浄血小板の作製は渡辺らの方法に準じたが、最終浮遊液として Timmons らの HEPES buffer を用いた。ヒスタミン量の測定は Shore の方法に準じた。ヒトおよびモルモットの洗浄血小板数の測定は、Brecher-Cronkite 法を用いて算定した。PRP お

よび洗浄血小板の数は、 $30 \times 10^6/\mu\text{l}$ 付近に調整した。血小板含有のヒスタミン測定に際しては、20 KHz, 2分30秒間の超音波処理後遠心し、その上清のヒスタミン量を測定した。ヒト洗浄血小板のヒスタミン含有量は $1.29 \pm 0.31 \text{ ng/ml}$ (Mean \pm S. D.), モルモットでは $198.8 \pm 12.4 \text{ ng/ml}$, ウサギでは $3.8 \pm 0.15 \mu\text{g/ml}$ であった。PRP 中のヒスタミン含有率を100%とするとウサギでは血漿中のヒスタミン含有率は16.3%, 洗浄血小板の含有率は77.6%であった。洗浄血小板のヒスタミン含有量は3者のうちウサギが最大であった。

A 16. Fibrinogen の PAF による血小板凝集に及ぼす影響

垣花 脩, 野口修二, *黄 光武, *Pasquale Morena 小杉忠誠 (琉球大, 医, 生理第一講座)

ヒト血小板の ADP による凝集反応には血液蛋白質の fibrinogen, von willebrand factor が必須であることはすでに知られている。われわれはウサギの洗浄血小板を用いて、ウサギ洗浄血小板凝集に対する血液蛋白質の影響を検討した。ウサギ洗浄血小板の作製は渡辺らの方法に準じた。fibrinogen の精製は Doolittle らの方法に準じて行った。Platelet activating factor (PAF) は Avanti 社製の凍結乾燥粉末を用いた。最大凝集率50%を示す PAF 濃度は多血小板血漿で $3.4 \times 10^{-9} \text{ M}$, 洗浄血小板で $6.8 \times 10^{-10} \text{ M}$, fibrinogen 添加の洗浄血小板では $3.4 \times 10^{-10} \text{ M}$ であった。一方、洗浄血小板の ADP による凝集は全くみられなかった。しかしながら、fibrinogen の洗浄血小板の添加では ADP 濃度が 10^{-8} M にて最大凝集率が24%であった。最近、生体材料の PAF 濃度の測定に洗浄血小板を用いる例が多い。このような場合には、洗浄血小板に fibrinogen の混在があると PAF 濃度は高値となる。したがって、ADP による血小板凝集がみられないことを確認して、洗浄血小板を用いなければならない点が明らかとなった。

A 17. 終板器官および視束前野ニューロンにおける PGE₂ 反応性の特徴

松田拓二, 中島敏博, 掘 哲郎, 栗山和文 (佐賀医大, 第一生理)

感染時などに末梢血中に放出された内因性発熱物質 (IL-1, インターフェロン, TNF) は視束前野 (POA) の温度ニューロンの活動を变化させることにより発熱を起す。血中の内因性発熱物質はそのままの形では脳内

に移行しないため、如何にして POA 温度ニューロンへ信号が送られているかが問題となる。これに関して、内因性発熱物質が脳室周囲器官の一つである終板器官(OVLT)のグリア細胞に作用し、プロスタグランジン(PGs)を放出させ、それが局所のニューロンに働くことにより、信号伝達が行われるという仮説がある。そこで OVLT および POA ニューロンの PGE_2 に対する反応性を別々のスライス標本で調べた。その結果、OVLT ニューロンには POA ニューロンと比較して次の3つの特徴が見られた。① PGE_2 に対する反応の閾値は OVLT ニューロンの方が低い。② OVLT ニューロンでは PGE_2 に対して長潜時、長持続時間の反応を示すものが約1/3あるが、POA ニューロンには殆どない。③ OVLT の温ニューロンは PGE_2 により活動が抑制されるものが多いが、POA ニューロンでは温度反応との相関はない。これらの結果は前記の仮説に少なくとも矛盾していない。

A 18. アンジオテンシン II および III の視床下部温度ニューロンへの効果

井上智洋, 中島敏博, 堀 哲郎, 清原壽一 (佐賀医大, 第一生理)

脳内アンジオテンシンシステムは水電解質調節や循環調節に関与しているが、以前報告したように体温調節との関与も示唆されている。最近、脳内では AII だけでなく AIII も活性型ではないかと考えられるようになったので、POA や OVLT ニューロン活動に対する AII および AIII の作用機序を脳スライス標本を用いて解析した。得られた結果は次のとおりである。① POA の温ニューロンは AII および AIII の局所投与で活動が増加し冷ニューロンは抑制された。② AIII は AII より低濃度で効果を発現した。③ その結果はサラランでブロックされた。④ ベスタチンを用い AIII の代謝を阻害すると AII, AIII の効果は増強された。⑤ アマスタチンを用いて AII より AIII への変換を阻害すると AIII の効果は影響受けず AII の効果は消失した。⑥ OVLT でも AII, AIII は POA と同効果を示し且つ低濃度で効果を発現した。以上より① POA の AII, AIII は温度ニューロンに対し体温を下げるように働いている。② POA のアンジオテンシンシステムにおいては、AIII の方が活性型であり、③ OVLT でも AII, AIII は POA におけるのと同様の効果を示し且つ POA に比べて低濃度で効果を発現する。

A 19. カリウム脱分極によるラット脳切片の燐化合物の変化

*武居光雄, 河野義久, 山田和広(大分医大, 第一生理)

ラット脳切片(4匹分, 乾燥重量 0.4 g)を重炭酸ナトリウムバッファークレブス液で灌流しながら高カリウムクレブス液を作用させて膜を脱分極し、エネルギー代謝状態の経時変化を燐 NMR 法を用いて調べた。4秒間隔の測定を64回加算しスペクトルを得た(時間分解能 4分)。

60 mM カリウム作用による脱分極の結果クレアチン燐酸(PCr)の減少、無機燐酸(Pi)の増加が認められ、正常クレブス液に戻すと10~15分間で回復し、再現性もみられた。また細胞内 pH の酸性化への傾向も認められた。これらは脳切片に特有ないわゆるカリウム効果のためと思われた。

Na-K-ATPase を阻害するウアバイン(0.1~1.0mM)の作用下で60 mM カリウム液に置換した後も同様に PCr の減少と Pi の増加がみられた。また、テトロドトキシン (10^{-6} g/ml)の作用下でも同様な結果が得られた。

高カリウムによる PCr および Pi の変化はカリウム濃度に依存した。

A 20. アメフラシ神経節細胞の GABA 反応に於ける律速段階について

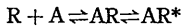
池本清海, 尾野恭一, 吉田篤哉, *小田雅男, 赤池紀生 (九大, 医, 生理)

アメフラシ神経節細胞をジスパーゼで処理して単離し、吸引電極法を用いて細胞内かん流および膜電位固定を行なった。外液瞬時交換法を用いて GABA を急速に投与して Cl 電流を誘発し、Cl チャネル活性化の律速段階を考察した。この方法により正確な用量-作用曲線が得られ、GABA 結合の Hill 係数は1であることがわかった。低濃度 GABA による脱感作過程で脱感作されずに残っているチャネル数の全体に対する比率を求めることにより、GABA 受容体-チャネル複合体は単一種から成ることがわかった。下に示す反応の律速段階について次の3つの仮定が成り立つ。

- 1) steady state assumption
- 2) rapid binding assumption
- 3) rapid isomerization assumption

GABA 濃度を上げていくと活性化速度は飽和に達し、rapid binding assumption が成り立つことが示さ

れた。このことから、律速段階は isomerization であることがわかった。



A 21. 外液瞬時交換法によるラット海馬錐体細胞の IK (Ca) の観察

吉田篤哉, 池本清海, 尾野恭一, *小田雅男, 赤池紀生 (九大, 医, 生理)

IK(Ca)は多くの組織で知られているが, 神経細胞においては活動電位の後過分極がその指標とされており, 単一チャンネル電流記録の報告は少ない。

われわれは酵素を用いてラット海馬錐体細胞を単離し, パッチ電極法により inside-out membrane patch を作製した。外液瞬時交換法を用いて, 細胞膜内側面の Ca 濃度を急速に変え, いわゆる BK channel を活性化した。このチャンネルのコンダクタンスは約250 pS であり, 細胞内側面の TEA によって速いブロックを受けた。パッチ膜内側面の Ca 濃度変化は, 約10ms で完了した。12.6 μ M Ca 投与時の EGTA-Ca の結合時定数は約40ms であり拡散速度より遅い。Ca 濃度上昇後, IK (Ca) の活性化は delay をもって始まり, S 字状の時間経過で peak に達した。これらはこのチャンネルの Ca にたいする Hill 係数4に由来するものと思われる。

神経細胞の活動電位は数 ms で再分極するから, この channel は, 活動電位の再分極には関与しないことが示唆された。

A 22. 海馬 CA 1 錐体細胞の Ca 依存性脱分極電位

東 英穂, 松成重之, 西彰五郎 (久留米大, 医, 第一生理)

モルモット脳スライス標本の海馬 CA 1 錐体細胞では, Ca influx によって生じる電位依存性電位として, Ca spike, spike に引続き生じる slow depolarization (depolarizing plateau potential) および低閾値で活性化される transient depolarization の三種の電位変化が記録できた。Ca spike と depolarizing plateau potential は Co (2mM) あるいは Cd (0.5mM) で抑制されたが, transient depolarization は Cd に抵抗性があり, Ni (2mM) によって抑制された。有機 Ca アンタゴニストは depolarizing plateau potential, transient depolarization, Ca spike の順序で抑制効果を示したが, 同時に Na spike と spike afterhyperpolarization をもその振幅を減少させた。evoked

IPSPs も Ca アンタゴニストによって抑制されたが, アンタゴニストの抑制順位と最小有効濃度は, Na spike のそれと一致した。一方, evoked EPSP は抑制されなかった。Ca アゴニスト, Bay K, CGP 28392, YC 170 (1 μ M) は depolarizing plateau potential, Ca spike, Na spike, シナプス電位を抑制したが, transient depolarization は逆に増強された。 ω -Conotoxin (5 μ M) は Ca spike のみを抑制した。以上の結果から, channel subtypes を考察した。

A 23. ラット海馬錐体細胞の IK (Ca) に対する抗精神薬の作用

*小田雅男, 池本清海, 吉田篤哉, 尾野恭一, 赤池紀生 (九大, 医, 生理)

フェノチアジン系抗精神薬は鎮静作用を有すると同時にてんかん患者のけいれんいき値を低下させる。また, これらの薬剤は calmodulin inhibitor としても知られている。

われわれはラット海馬錐体細胞を単離して inside-out membrane patch を作製し, 細胞内側面に12.6 μ M の Ca イオンを投与して IK(Ca) を誘発した。外液瞬時交換法を用いて trifluoperazine を細胞内側面に投与すると, IK(Ca) の open probability (p) が低下した。mean patch current を指標にして抑制をみると +20 mV において $K_D = 1.4 \mu$ M, $n = 1$ であった。その作用には膜電位依存性があり, 細胞内側面から0.48の膜内に結合した。この作用は, fast block を起こして single channel current の減少を示す, $n = 2$ の w-7 や w-5 のそれと異なるものであった。

Ca-K channel protein の active site は calmodulin のそれと異なることが示唆された。また, IK(Ca) は神経細胞の発火の順応において重要な役割を果たすので, この抑制は, この薬剤によるけいれんいき値以下作用の一因をなすものと思われる。

A 24. 単離小脳プルキンエ細胞の T-型 Ca 電流

若森 実, 金田 誠, 赤池紀生, 池本清海* (九州大, 医, 第一生理・第二生理*)

Ca 電流の研究は末梢神経細胞, 培養細胞を用いたものが多く, 中枢神経細胞を用いた研究はほとんど行われていない。今回われわれは, ラット小脳プルキンエ細胞を単離し, 膜電位固定下に細胞体より記録した T-型 Ca 電流の生理学的・薬理学的性質を検討した。保持電位を -100 mV とし, 脱分極刺激を与えると,

-60 mV 付近に閾値を有し、-20~-30 mV でピークに達する T-型 Ca 電流が得られた。また実験開始直後には L-型 Ca 電流も記録された。T-型 Ca 電流の活性化および不活性化の時定数は、ともに脱分極刺激を大きくするにしたがって小さくなった。T-型 Ca 電流は保持電位を -50 mV にするとほぼ完全に不活性化され、一方 -100 mV から 0 mV への脱分極刺激でほぼ完全に活性化された。不活性化からの回復は保持電位に依存し、保持電位 -120 mV では 7 秒でほぼ完全に活性化された。各種 2 価イオンは用量依存性に Ca 電流を抑制し、その抑制の強さの順は $\text{La}^{3+} > \text{Cd}^{2+} = \text{Zn}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+}$ であった。また有機 Ca 拮抗薬による抑制も用量依存性で、抑制の順は flunarizine > nicardipine > D-600 > diltiazem であった。以上の結果は中枢神経系の T-型 Ca チャンネルの薬理学的性質が、末梢や培養神経細胞のそれとは異なることを示唆する。

A 25. Brain Natriuretic Polypeptide (BNP) の視床下部ニューロンに対する作用

山本繁樹, 稲永清敏, 松尾寿之*, 山下 博(産業医大, 第一生理・宮崎医大, 生化学*)

すでに、われわれは Atrial Natriuretic Polypeptide (ANP) が視床下部ニューロンに対して抑制効果を示すことを報告した。最近脳内で発見された脳ナトリウム利尿ホルモン Brain Natriuretic Polypeptide は脳室内投与により ANP と同様にバゾプレッシン放出や飲水行動を抑制することが報告されている。今回、ラット視床下部スライス標本を用いて視床下部 (第 3 脳室前壁側部 (AV 3 V) と視索上核 (SON) ニューロン) に対する BNP の作用に関して検討した。その結果、BNP は約 30% の AV 3 V ニューロンに対して抑制作用を示した。その抑制効果は濃度反応的に濃度が高くなるにつれて増加した。閾値は $10^{-10} \sim 10^{-11}$ M であった。次に、SON ニューロンに対する BNP の効果を調べた。バゾプレッシン分泌に関与すると考えられる Phasic ニューロンおよびオキシトシン分泌に関与すると考えられる Non-Phasic ニューロンのいずれに対しても無反応であった。つまり、BNP は SON ニューロンに対して直接に作用していないことが判った。

ANP と BNP の抑制効果を比較したところ、その効果は同程度であり両者に相違は認められなかった。

以上の結果より BNP の作用はバゾプレッシン分泌ニューロンに直接作用するのではなく、脳室周囲系を

介して、作用を発現することが示唆された。

A 26. 脊髄後角ニューロンとセロトニン

赤池紀生, 村瀬一之*, 福田敦夫, 白崎哲哉, 中川尚志(九大, 医, 生理・福井大, 工, 情報*)

脊髄後角で求心性神経終末 (A δ や C 線維) から遊離される伝達物質の一つとして近年興奮性アミノ酸も有力視されるようになってきた。ところで、セロトニン (5-HT) は遠心性に上位中枢からこの脊髄後角に投射し、鎮痛に関与するとされていたが、その詳細な機序は不明であった。本研究では幼若ラット (1~2 週令) の脊髄後角の I~III 層と IV~VI 層より後角ニューロンを単離し、これに対する興奮性アミノ酸 NMDA の効果が 5-HT によってどのように修飾されるのかを検討した。5-HT は 10^{-15} M の低濃度より濃度依存性に NMDA の興奮性応答を抑制した。その 5-HT の抑制効果は 5-HT_{1A} 受容体の拮抗薬スピペロンによって消失した。また 5-HT 効果は 5-HT_{1A} アゴニストの 8-OH-DPAT によっても発現した。以上の知見は脊髄後角の細胞の大小や、得られた層の違いによって影響されなかった。これらの結果は 5-HT が脊髄後角ニューロンに直接作用して痛みなどの抑制を行っている可能性を示唆する。

A 27. ネコ脊髄側角ニューロンに対する noradrenaline (NA) の作用

井口敏恵, 吉村 恵, *Polosa, C.*, 西彰五郎(久留米大, 医, 第一生理・McGill Univ., Physiol., Canada*)

交感神経節前ニューロンにおいて、NA (20~50 μ M) は spike 再分極相 hump の抑制、slow afterhyperpolarization (slow AHP) の抑制と afterdepolarization (ADP) 誘起をきたす。今回、これらの作用がいかなる receptors によって仲介されるかを調べた。いずれの作用も propranolol に影響されなかった。NA agonists のうち phenylephrine (40 μ M) は spike に何ら影響を与えず、slow AHP を抑制すると共に ADP を誘起した。一方、clonidine (40 μ M) は spike shoulder を抑制したが、ADP を誘起しなかった。Yohimbine (1 μ M) は NA の spike shoulder 短縮作用と ADP 誘起作用を遮断したが、slow AHP 抑制作用は遮断しなかった。prazosin (0.5 μ M) は NA の slow AHP 抑制作用と ADP 誘起作用を抑制した。以上の結果は、NA が α_1 -receptor を介して slow AHP を抑制し、 α_2 -receptor を介して spike shoulder を短縮し、 $\alpha_{1,2}$ -

receptor を介して ADP を誘起していることを示唆する。

A 28. 延髄嚙下運動関連ニューロンの活動様式

松瀬敏章, 梅崎俊郎, 堀 哲郎, 清原壽一 (佐賀医大, 第一生理)

嚙下の中枢コントロール機構は, 延髄網様体に存在するとされているが, その詳細はよくわかっていない。われわれは, 同側上喉頭神経からの入力を受け, 嚙下時に一過性の活動変化を示すニューロン活動を記録した。そしてその活動様式から, Type I, II, III, の3つに分類した。

Type I のニューロンは, 孤束核内部で記録され, 同側上喉頭神経からの monosynaptic な入力を受けている細胞である。Type II のニューロンは, 同側上喉頭神経からの polysynaptic な入力を受け, 嚙下に同期した一過性の活動変化を認める細胞であり, 主に孤束核の腹側および腹外側の延髄網様体にて記録された。Type II のニューロンの中には, gallamine 非動化後も, 嚙下時と同様のニューロン活動を示す細胞も確認され, 嚙下運動の一次的なパターン形成に関与している事が想像された。Type III のニューロンは, 反回神経などの運動神経刺激に対して, 逆行性応答を示す運動ニューロンであり, おおのこの嚙下関連筋へ指令を出している。

これらの3つのタイプのニューロンの活動によって, 嚙下という, 非常に複雑な一連の運動が, 時間的にも, 空間的にも, ほとんど誤まる事なくコントロールされていると考えられる。

A 29. ラット室傍核の神経分泌細胞における反回性抑制の存在

上田陽一, 笠井聖仙, 山下 博 (産業医大, 第一生理)

ウレタン・ α -クロラロース麻酔下の雄ラットを用いて, 下垂体後葉に投射する視床下部室傍核の相動性自発放電ニューロンと非相動性自発放電ニューロンの神経活動に及ぼす下垂体基部刺激の効果を調べた。逆行性活動電位を誘起する閾上刺激後には約40%(13/31個)の非相動性ニューロンで自発放電の活動電位発生後の休止期間よりも長い抑制期間が見られた。閾下刺激後には少数(2/31個)の非相動性自発放電ニューロンで自発放電頻度の減少が見られた。相動性自発放電ニューロンでは, ほとんど変化なかった。相動性自発放電ニ

ューロンはバゾプレッシン分泌ニューロンと対応し, 非相動性自発放電ニューロンにはオキシトシン分泌ニューロンが含まれていると考えられている。したがって, ラット室傍核のオキシトシン分泌ニューロンを含む非相動性自発放電ニューロンにおいて反回性抑制が存在し, オキシトシンの分泌調節に寄与している可能性が示唆された。

A 30. ラット視床下部外側野 (LHA) における 1-oleoyl-2-acetyl-glycerol (OAG) の効果

甲斐之尋, 大村 裕*(九大, 医, 第一生理・富山医薬大, 和漢薬研*)

われわれは, 感染や炎症時にマクロファージより産生分泌されるインターロイキン1 (IL-1) が摂食行動を抑制すること, 空腹時に比して摂食後に脳脊髄液中の線維芽細胞増殖因子 (FGF) が $10^3 \sim 10^5$ 倍増加し, その FGF が摂食を抑制することを報告してきた。IL-1 や FGF は, 視床下部外側野 (LHA) に存在するグルコース感受性ニューロン (GS) に直接作用して長潜時, 長持続の抑制効果を引き起こすが, その作用メカニズムについては不明な点が多い。そこでわれわれは麻酔下ラット, 多連微小電極を用いて, 人工合成のホルゴールエステルである 1-oleoyl-2-acetyl-glycerol (OAG) の効果を LHA のニューロンの細胞外記録49個を行なうことでそのメカニズムについて推論した。16個 (38%) のニューロンが長潜時, 長持続の抑制効果を呈し, この反応は IL-1 および FGF の効果と酷似していた。この OAG の抑制効果は imipramine および mepacrine により減少され, protein-kinase C と phospholipase A_2 の関与が考えられた。

A 31. ウサギ小脳虫部第 VII 葉皮質への入力

*岡原圭三, 西丸直子(大分医大, 生理学)

小脳虫部後葉皮質の限局した部位 (lobule VII) が循環系を抑制的に制御していることを電気生理学的研究から明らかにした。しかし, この部位への入力についてはその詳細は十分解明されていない。本研究では HRP の逆行性標識法を用いて, この部位への求心性線維の投射について検討した。ウサギを用い, 小脳虫部第 VII 葉皮質 (片側) を中心に HRP を電気泳動法あるいは圧注入法により注入, 24~48時間生存させた後, 灌流固定し, 摘出した。60 μ m の連続切断を作成, TMB 法で HRP の発色処理を行い, 小脳の注入部位および延髄の逆行性標識細胞の分布を観察した。

その結果、小脳虫部後葉 VI および VII 葉は対側下オリブ核の内側副核 (MAO) の尾側から登上線維入力を受ける。更に MAO の最尾側から吻側に沿って VI, VIIa, VIIb へと順に投射し、MAO の内側からは小脳の VII 葉の内側へ、外側からは外側へおの投射していることが明らかになった。また、苔状線維入力の起始核と思われる逆行性に標識された延髄諸核は楔状束核、薄束核、網様体外側核尾側部、舌下神経核、舌下神経周囲核群、孤束核、内側縦束、三叉神経脊髄路核、および網様体核であり両側性に見られた。

A 32. ラット視床基底核ニューロンの上行性ならびに皮質性入力応答

三島和夫, 太田雅博 (九大, 歯, 口腔生理)

従来、ラット視床基底核 (VB) には介在ニューロンはないか、極めて少ないとされてきた。今回応答パターンから、主細胞と異なり、内側毛帯刺激で高頻度発火応答を示すニューロンが区別され、介在ニューロンに相当する。このニューロン群は記録した総ニューロンの 24~25% であり、ネコの VB やラットの外側膝状核の介在ニューロンの割合に匹敵する。また、フィールド電位の実験よりこの介在ニューロンが抑制性であることが示唆される。

同側皮質 (iCx) 刺激と異なり、対側皮質 (cCx) 刺激では主細胞を逆行性に刺激せず、VB への皮質遠心性入力だけが賦活される。この興奮性皮質遠心性投射領域は皮質、VB 共に限局し、上行性投射領域と一部重なっていた。cCx 条件刺激で上行性伝達系への影響を見ると、促進後抑制の経過をたどる。促進の時間帯は cCx 刺激で誘発される陰性フィールド電位の時間経過に一致する。抑制後は周期的な回復を示し、主細胞は促進と回復時に発火し、介在ニューロンは抑制に一致して発火した。

皮質遠心性入力により賦活される VB ユニット応答は iCx と VB の結合様式に依存し、4つのタイプに分類され、いずれも 2 連刺激で増強される。VB での増強過程は VB-iCx 反響回路の存在を示し、漸増反応の基本的な機序となっていると考える。

A 33. ラット歩行運動開始時の条件音刺激に対する線条体ニューロン応答

清水宣明, D. J. Woodward*, 大村 裕** (九大, 医, 生理・Univ. Texas Health Sci. Ctr.*・富山医薬大, 和漢薬研**)

予告音 (800 Hz, 60 dB) によりトレッドミル (TM) 上を歩行するよう訓練したラット線条体より単一ニューロン活動を記録した。検索ニューロンの 48% (171/360) は予告音に対し興奮性応答を示した (median = 50 ms)。この興奮性応答は、消去過程において減弱し、またそれまで未経験の高周波数音 (3.5 KHz) を予告音として用いたときにも消失した。これらニューロンの 78% は歩行運動中にも活動の上昇が見られた。グルタミン酸受容体の拮抗薬である glutamic acid diethyl ester (200 mg/Kg, ip) によって予告音による興奮性応答は投与後 60 分で対照の 50% に減弱したが、歩行運動中の活動上昇 (TM 反応) には変化がなかった。一方、TM 反応はドーパミンの拮抗薬である trifluoperazine の電気泳動的投与によって有意に阻害され、 α -methyl-p-tyrosine 投与 (200 mg/Kg, ip) によっても投与後 3 時間で対照の約 20% と有意に抑制された。以上の結果は、条件音刺激および歩行運動時にグルタミン酸およびドーパミンは直接あるいは間接的に線条体ニューロン活動の調節に関与していると考えられる。

B 1. 十二指腸平滑筋の非アドレナリン性抑制性電位と筋層間神経叢ニューロンへの 5HT の作用

大川博通 (山口大, 第一生理)

消化管平滑筋でみられる非アドレナリン性非コリン性抑制性電位をひきおこす伝達物質については、いまだ不明である。今回は、非アドレナリン性抑制性電位の大きさを指標として、5HT の効果を検討した。十二指腸縦走筋・輪走筋からフィールド刺激で生ずる非アドレナリン性抑制性電位を記録した。この電位の大きさは、アトロピンなどでその大きさを増す。さらに 5HT 添加により増大がみられた。アトロピン非処理標本でも、電位の増大がみられた。一方、5HT 処理による促進性接合部電位の発生はなかった。アトロピン・メチセルジド処理後では、5HT による電位の増大はみられなかったが、シプロヘプタジン処理後の 5HT では減少がみられた。縦走筋の自発性活動電位は 5HT により、その頻度を増加した。筋層間神経叢ニューロンの自発性スパイクを細胞外記録し、この電位に対する 5HT の効果も検討した。5HT 処理では著明な効果はなかったが、初期にスパイク発生を抑制する傾向がみられた。これらの結果から、5HT が非アドレナリン性抑制性神経の伝達物質放出に促進的に作用することが示唆された。

B 2. ラット門脈の自発収縮について

立石修三, 今永一成, 坂本康二(福岡大, 第一生理)

門脈圧亢進症においては, 血管内圧が上昇し, 伸展が加わった状態となっていることが考えられる。そこで, 今回, 正常ラット門脈の基礎的性質を調べる目的で, 自発活動を示す門脈の収縮, および収縮頻度に対する伸展 $[Ca^{++}]_0$, $[K^+]_0$, $[Na^+]_0$ の影響を検討した。

約300gの雄性 Wistar rat から摘出した門脈を縦切りにし, 約5.0×3.5mmの大きさの標本とした。収縮は縦方向を記録し, Krebs solution にて灌流した。収縮の大きさは, ある単位時間当りの大きさを平均し, 収縮頻度に関しては, ある単位時間当りの収縮の数を平均した。

伸展増加につれ, 収縮, および, 頻度は共に増加した。 $[Ca^{++}]_0$ 2.5mM で生体長の200%, $[Ca^{++}]_0$ 7.5mM で生体長の180%伸展で最大の収縮が得られ, それ以上の伸展で, 収縮は減少した。伸展によるこの収縮増大は, $[Ca^{++}]_0$ の濃度の増加と共に増強されるが, 頻度は不変であった。また, 180%伸展時, $[Na^+]_0$ と50% (choline Cl 置換, atrophine 10^{-6}) に減少すると, 収縮は, tonic の増大は認めたものの, phasic 層は減少し, 頻度は著明に増加した。さらに, $[Ca^{++}]_0$ 増加により, 収縮は増強されるが, 頻度はむしろ減少した。180~200%伸展時, $[K^+]_0$ 濃度の増加に伴い, 収縮, および収縮頻度は, 共に増加がみられた。

これらのことより, 収縮の大きさは, 強く $[Ca^{++}]_0$ 濃度に関与し, 頻度は, 膜電位に依存しているものと考えられる。

B 3. 低カリウム血症ラットヒラメ筋における K^+ activity の変化

長岡良治, 山下 智, 赤池紀生** (鹿児島大, 教養, 体育, 生物*・九州大, 医, 第一生理**)

本研究では, 低カリウム血症ラット生体標本を用いて, その SOL 筋の $a[K]_i$ (遊離形の筋細胞内 K^+ activity) の変化をイオン選択性電極法により測定し, われわれが先に報告した炎光分析法で得られた $[K]_i$ (遊離形と結合形を合わせた細胞内総 K^+ 濃度) の値と比較検討した。SOL 筋の $[K]_i$ 値の減少は低カリウム血症の始まる初期の段階から起ったが, $a[K]_i$ 値は低カリウム血症が進行し, $[K]_i$ がかなり減少する K^+ 欠乏投与2週間後までその正常値が保たれ, その後急速に減少した。正常ラット SOL 筋の膜電位と Nernst の式から導出した K^+ 平衡電位との間に有意差はなか

ったが, 低カリウム血症がある程度進行すると, 膜電位は K^+ 平衡電位を起えて過分極した。低カリウム血症時に減少した SOL 筋の $a[K]_i$ は坐骨神経の除神経により正常方向に回復したが, その程度は $[K]_i$ のそれとの間で差異がみられた。 $a[K]_i$ の変化と電気発生性 Na ポンプとの相関について論議した。

B 4. ラット長指伸筋およびヒラメ筋を支配する運動神経細胞の酸化酵素活性の差異

宮田浩文, 河合洋祐 (山口大, 教養, 保健体育)

速筋線維の多いラットの長指伸筋 (EDL) および遅筋線維の多いヒラメ筋 (SOL) を支配する α 運動ニューロン (MN) の細胞体直径と酸化酵素活性レベルを比較検討した。

3匹のウイスター系雄ラット (体重250~300g) の右 EDL と左 Sol に蛍光色素 Fast Blue を $8 \mu\text{l}$ ずつ注入し, 逆行性に支配 MN をラベルした。色素注入7日後に脊髓を摘出して, $5 \mu\text{m}$ と $15 \mu\text{m}$ の凍結切片を作成し支配 MN を同定した。同定に用いた切片に DPNH-diaphorase 染色を施し, 染色像の濃淡を画像解析装置により定量して酸化酵素活性レベルを評価した。さらに, 筋の酸化酵素活性レベルを同様な方法を用いて算出した。

EDL, Sol 支配の MN 細胞体の平均直径には有意差は認められなかった。MN の酸化酵素活性レベルは厚さ $5, 15 \mu\text{m}$ いづれの切片においても Sol に比べ EDL の方が高い傾向にあり, $5 \mu\text{m}$ 切片においてはその差がより大きくなった。各筋線維タイプの平均酸化酵素活性レベルと筋線維組成(本数比)から算出した全筋の酸化酵素活性レベルは, EDL の方が Sol に比べ高い傾向にあり, 支配 MN の酸化酵素活性レベルと対応する結果が得られた。

B 5. 骨格筋収縮におよぼす Ca^{2+} 拮抗剤の効果

河田 溥, 波多江純真 (福岡大, 医, 第二生理)

糖隔絶通電法を用いてカエル (ニホンアカガエル) 骨格筋 (半腱様筋) の単収縮および拘縮張力におよぼす nifedipine ならびに verapamil の効果を検討した。まず収縮の外液 Ca^{2+} 依存性を調べるため, 筋を 3mM Mg で置換した無 Ca^{2+} 液 (1mM EGTA 添加) で灌流すると単収縮は速やかに45%に減少し, Ca^{2+} 依存性・非依存性の2成分からなることがわかった。Tetrodotoxin を含む液中で1秒の脱分極通電により生ぜしめた最大張力に匹敵する拘縮も無 Ca^{2+} 液中で約

75%に減少し、外液 Ca 依存性を示した。

次に nifedipine ($3 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-5}$ M) を投与すると単収縮・拘縮ともに増強したが、この増強効果には外液 Ca が必要であり、無 Ca 液中においては増強効果はみられずかえって抑制効果に転じた。Verapamil (10^{-5} M) の灌流によってもほぼ同様の効果が観察された。これらの結果から、少なくとも nifedipine は骨格筋に対し外液 Ca 依存性の増強効果と非依存性の抑制効果を発揮するものと推定された。

B 6. 外液急速交換法による T 管機能の検討

藤城直二, 河田 溥 (福岡大, 医, 第二生理)

骨格筋の興奮収縮連関では、筋細胞表面に発生した活動電位は横行小管に伝播し、収縮を生じる刺激となるとされている。今回われわれは二つの実験より、この説の検討を行った。材料として日本アカガエル半腱様筋より取り出した単一筋線維を用いた。第一に、単一筋線維にワセリンとラノリンを塗布した標本を作成し、両端の腱の間で電気刺激を行った。その結果、塗布しきれなかった部分の単収縮、強縮がわずかに残るのみで収縮は殆ど生じなかったが、120 mM KCl で刺激するとかなり強い収縮が発生した。このことは、電気刺激で横行小管は活動電位を発生しないことを示唆している。第二に、単一筋線維を無 Na^+ 液とリンガー液の入った槽の間を移し換えることで、外液を急に換えると同時に強縮刺激を行い反応を調べた。リンガー液から無 Na^+ 液としたとき、筋表面 Na^+ の拡散による表面膜興奮性の消退が収縮を抑制するまでの時間と、無 Na^+ 液からリンガー液に換えたときに Na^+ が拡散して収縮が発生するまでの時間を比較すると、両者の時間はほぼ同じとなり、また後者で発生する張力は五割程度であった。これらのことは、横行小管内に活動電位が伝播しなくても収縮が発生し、そのとき発生する張力がかなりあることを示唆した。

B 7. 摘出ヒト心房筋静置膜電位に対する起電性 Na-K pump の関与—細胞内 K^+ 活性測定による検討—

迫 秀則, 今西 愿, 有田 真, *調 巫治*, *葉玉 哲生* (大分医大, 医, 第二生理・第二外科*)

摘出ヒト心房筋の静置膜電位は正常 Tyrode 液 ($\text{K} = 5.4$ mM) 下で平均 -44 mV と浅く、標本による差が大きい ($-36 \sim -75$ mV)。一方細胞内 K^+ 活性 (aki) は平均 98.6 mM で標本による差は小さく、他種

正常心筋細胞内 K^+ 活性と大差ない。すなわち、膜の起電性 Na-K pump 活性を検討するには、膜電位より aki を指標にした方がより適切と思われる。当該標本に、正常 Tyrode 液下静置状態において、dihydroouabain (10^{-6} M) を添加すると aki は平均 3 mM 有意に減少した。また、外液 K 濃度を 5.4 から 0.5 mM に減少すると aki は平均 8.9 mM 有意に減少した。これらの aki の減少は、静置状態において作動していた Na-K pump が抑制された結果生じたと考えられた。他方、0.5 mM K 液で20分間灌流後、外液 K 濃度を 5.4 mM へ増加すると、aki は平均 10.8 mM 有意に増加するが、この aki の増加は、dihydroouabain 存在下、または低温 (22°C) 条件下において有意に抑制された。これは、dihydroouabain および低温により Na-K pump が抑制された結果起ったと考えられた。以上の結果より、ヒト心房筋静置膜電位を規定する一因子として、起電性 Na-K pump が関与していると考えられた。

B 8. Streptozotocin 糖尿病ラットの心室筋活動電位持続時間の延長

*野辺靖基, 青峰正裕, 有田 真 (大分医大, 第二生理)

【目的】糖尿病ラットの心室乳頭筋の活動電位および収縮張力を正常群ラットと比較検討した。

【方法】streptozotocin (65 mg/kg) およびクエン酸バッファー静注により糖尿病群および正常ラットを作成した。静注後30~40週の各群の左室乳頭筋をタイロッド液で灌流し、その活動電位を微小電極で、等尺性張力をストレンゲージで測定した。刺激頻度は 0.2-5 Hz を用いた。

【結果】(1) 90%再分極時活動電位持続時間 APD (APD_{90}) は低頻度刺激 (0.2 Hz) において糖尿病群が正常群に比し長かったが、高頻度刺激では差がなかった。すなわち、刺激頻度を増加した時の APD_{90} の短縮率は、糖尿病群が正常群に比し大であった。(2) 50%再分極時の APD (APD_{50}) も低頻度刺激 (0.2-1 Hz) で糖尿病群が正常群に比し長かった。また、正常群の APD_{50} は刺激頻度を増加すると延長したが、糖尿病群では不変であった。(3) 糖尿病群の time-to-peak tension, 1/2 relaxation time は正常群に比し延長していた。(4) 糖尿病群の APD_{90} - 発生張力の関係は正常群のものと異なった。

【結論】糖尿病ラット心室筋においては、収縮要素

だけでなく膜電流、とくに一過性外向き電流に異常のあることが示唆された。

B 9. Isoproterenol による脱分極心房筋活動電位 \dot{V}_{max} の抑制作用に対する Acetylcholine の拮抗作用

程 元娜, 青峰正裕, 有田 真 (大分医大, 医, 第二生理)

急性心筋梗塞時の不整脈発生に, 虚血部心筋間質の K^+ とカテコラミン濃度上昇が関与していると考えられている。今回, K^+ 脱分極モルモット心房筋を用いて, isoproterenol (ISP) による活動電位最大立ち上がり速度 (\dot{V}_{max}) 抑制作用に対する自律神経作動薬 acetylcholine (ACh) の効果を検討した。標本を 13.5 mM K^+ , 1.8 mM Ca^{2+} を含む 36.5°C タイロッド液で表面灌流し, 0.2 Hz で電気刺激しながら微小電極により活動電位を記録した。ISP (0.1 μ M) は活動電位の $\dot{V}_{max, fast}$ を有意に減少し, $\dot{V}_{max, slow}$ を有意に増加した。また, ACh (0.1 μ M) はこの ISP 作用に拮抗したが, atropine (0.1 μ M) 存在下ではこの ACh の拮抗作用は消失した。外液 Ca^{2+} 濃度を 0.36 mM および 0.072 mM に減少すると ISP の $\dot{V}_{max, fast}$ 抑制作用は Ca^{2+} 濃度に依存して有意に増強し, 一方 ACh による拮抗作用は減弱した。 Ca^{2+} 拮抗剤 D 600 (1 μ M) によっても同様な結果が得られた。さらに百日咳毒素で前処置 (150 μ g/kg 心腔内注射48時間後) したモルモット心房筋においては, この ACh の拮抗作用は消失した。これらの結果から, ACh による拮抗作用の発現には, 細胞内 Ca^{2+} 濃度および GTP 結合蛋白 (Gi) が密接に関与していることが示唆された。

B 10. モルモット心室筋細胞における epinephrine 誘発電流

松岡 達*, 野間昭典 (九大, 医, 第二生理, 鳥取大, 医, 第一内科)

Whole-cell 膜電位固定したモルモット単一心室筋細胞に対して, 細胞外液に 0.5 μ M epinephrine を与えると -40 mV の保持電位において内向き電流が生じ, 膜コンダクタンスが増加した。ランプ波より求めたこの epinephrine 誘発電流の電流電圧曲線は, 外向き整流性を示し, 内向きおよび外向き両方向に流れた。外液 140 mM Na, 内液 166 mM Cs 存在下で逆転電位は -19 ± 3.1 mV ($n=10$) であった。200 ms の矩形波パルスで記録したこの電流は時間非依存性であった。電極

内灌流法を用いて 100 μ M cyclic AMP 細胞内液を灌流すると, 膜コンダクタンスが増加し, epinephrine 誘発電流と同様の外向き整流性と逆転電位を示す電流が記録された。したがって epinephrine は細胞内 cyclic AMP レベルの上昇を介してこの電流を発生すると考えられた。細胞外液 Na を Li, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba で置き換えて epinephrine 誘発電流の逆転電位を測定することからイオン透過定数を求めたところ, $P_{Li} : P_{Na} : P_{K} : P_{Rb} : P_{Cs} = 1.2 : 1 : 1.3 : 1.4 : 1.7$, $P_{Cs} : P_{Ca} : P_{Sr} : P_{Ba} = 1 : 0.5 : 0.6 : 0.6$ であった。この電流のイオン選択性は低いと考えられる。

B 11. モルモット単離心室筋 ATP 依存性 K チャネルの ATP による開閉機序の解析

鷹野 誠, *秦 達意, 野間昭典 (九大, 医, 第二生理)

ATP 依存性 K チャネルの ATP による開閉機序を解析するために, 細胞内側液の ATP 濃度を瞬時に変化させる方法を開発した。このオイルゲート法では, 厚さ約 1 mm の隔壁と, オイルを満たした細隙により 2 種類の溶液を完全に隔て, この細隙を通してインサイドアウトパッチ電極を動かすことにより, 細胞内側液を交換する。パッチ膜はピペット開口部より数 μ m 陥凹しており, この部分の溶液はオイル中でも保持され, チャネル活動は失われることはない。パッチ電極がオイル間隙を抜け, 新しい溶液と接すると, パッチ電極内の ATP 濃度は拡散によって, 100 ms 以内で新たな濃度に達する。細胞内側液の ATP 濃度を 0 mM から瞬時に増加させると, このチャネルを流れる電流は単一指数関数的に減少した。その時定数は ATP 濃度に反比例して小さくなった。従来, 心筋の ATP 依存性 K チャネルでは Hill 定数は 3 であるといわれていた。しかし, 今回の実験結果は, 開状態のチャネルに 1 分子の ATP が結合することにより, チャネルが閉じるというモデルで説明でき, その反応速度定数を直接求めることができた。

B 12. パッチクランプ記録時のナトリウムチャネル不活性化曲線のシフト

君付 隆, 光家 保, 野間昭典 (九大, 医, 第二生理)

CELL ATTACHED PATCH RECORDING により, モルモット単離心室筋細胞の単一ナトリウムチャネル電流を記録すると, 脱分極パルス電位が一定にも

かかわらず、ギガシール形成後1分の経過でチャンネル不活性化が速くなる現象がみられた。同時に、保持電位が静止電位付近の場合、チャンネル活動は次第に減少した。定常状態に達した後、正常タイロッド液中で不活性化曲線を測定したところ、過分極側へのシフトが認められた。シフトの程度には約10 mVの細胞による差が認められ、静止電位の違いによる誤差が考えられたので、外液を高カリウム液としたが、やはり細胞による差がみられた。また活性化ゲートの電位依存性についても、不活性化曲線と同様の負電位側へのシフトが認められた。細胞内環境は正常に保たれていると考えられるので、シフトはパッチ電極を膜に接着する操作によると考えられた。ギガシール形成直後にみられた不活性化速度の上昇とチャンネル活動の減少は、不活性化ゲートの過分極側へのシフトで説明された。

B 13. アルコールとアセトアルデヒドの心臓作用

後藤昌義 (中村学園大, 食物栄養)

食用ガエルの灌流心臓および摘出心房筋標本においてエチルアルコールを主とする低級アルコール、またアセトアルデヒドを主とする低級アルデヒドの作用を、心電図、張力、膜電位、膜電流を指標と比較検討した。

灌流心臓でアルコール類は 3×10^{-2} %以上で収縮張力の単純抑制、心拍数の減少、また1 %以上では洞房、房室ブロック、不整脈を生じたが、洗浄による可逆性に優れていた。これに対しアルデヒド類は単純抑制のみならず、低濃度($10^{-3} \sim 10^{-2}$ %)で張力増強、高濃度抑制を示すものがあり、その作用濃度はアルコールより数十倍低く、可逆性が悪い。この増強、抑制の2相性作用には交感、副交感神経からの伝達物質放出が関与し、アトロピン(10^{-7} M)プロプラノロール(10^{-7} M)で消失し、単純抑制に変化した。また春秋による年周期的な変化も認められ、春ガエルは秋ガエルよりも2相性変動が著しいことが判明した。

膜電位、膜電流レベルではアルコールの抑制は $I_{Ca} > I_{Naf} > I_X > I_{K1}$ の順に強く、アトロピン、プロプラノロール存在下のアルデヒドでは、上記のほかの特異的な I_{K1} の異常整流特性の消失が認められた。アルデヒドの作用における交感・副交感神経の関与は体質、状況によるアルコール飲用時の多様な興奮・抑制作用の出現に関係するものと推測された。

B 14. 心電図 RR 間隔変動のスペクトル分析とその3次元表示による自律神経活動の評価法

國武孝人, 石河延貞 (宮崎医大, 医, 第一生理)

極端な血流動態の変化や明かな徐脈頻脈を起さず、呼吸性不整脈にだけ変化を与えるような弱い刺激条件下でおこる自律神経活動の推移を評価する方法を検討した。安静臥位にある成人から心電図 RR 間隔と呼吸運動を約12分間記録し、一区画が256秒で16秒ずつずらした合計32区画について窓関数を掛け合わせFFTによるスペクトル分析を行ないそれを3次元表示した。刺激前後のスペクトルを一つ一つで比較する従来の方法と異なり、この方法では記録開始から6.4分後に30秒の刺激を行なうと32区画のうち1~8区画は刺激が含まれず21区画の中央に刺激が含まれ26~32区画でまた刺激を含まなくなる。しかしその間はFFTの性質上漸次推移していくので最大効果が発生した時刻が推定できる。RR 間隔の分析では約0.01 Hz と約0.3 Hz にピークをもつ2周波数帯域を32区画のそれぞれについて積分することにより、徐脈頻脈の程度、呼吸性不整脈の経時的な振幅変化が観察できた。また呼吸運動の分析のピークが約0.3 Hzの周波数帯域の積分値の変化と合わせると、呼吸運動の大きさと呼吸性不整脈の振幅との関係が定性的ではあるが推測できた。顔面の冷刺激を行なった時の結果を例示した。

B 15. 高圧酸素吸入による呼吸、循環の変化

今田育秀, *合志清隆, *上村秀彦 (産業医大病, 高気圧治療)

高酸素血症では酸素の直接作用で血管が収縮し循環量が減少すると言われている。循環系には炭酸ガス分圧の影響も考えられ、高酸素血症で炭酸ガス分圧が変化しないとは考えにくい。そこでわれわれは健康男子あるいは脳神経外科の依頼で高圧酸素治療を行った患者について、2.5気圧100%酸素吸入時の経皮酸素分圧、炭酸ガス分圧(P_{tCO_2})、心拍出量、心拍数(HR)、血圧、呼吸数を、患者では頭蓋内圧(ICP)も経時的に測定し、血管収縮機構について検討を行った。 P_{tCO_2} は高圧下でも動脈血炭酸ガス分圧の動きに比較的良く一致したが、酸素吸入を開始すると呼吸が促進され、3~5分の遅れで P_{tCO_2} は空気呼吸時と比較すると有意に低下した。心拍出量、HR共に低下し、平均末梢血管抵抗は増加、脳血流量の指標となるICPも低下した。HR、ICPの低下は30秒後には始まっており、初期の血管収縮は炭酸ガス分圧低下より酸素分圧上昇による

ものと考えられた。しかし、途中で意識的に呼吸をゆっくりしてもらい P_{iCO_2} が上昇すると ICP も上昇し、高酸素血症でも炭酸ガス分圧の効果は大きく、酸素吸入中循環量低下が持続するのは炭酸ガス分圧が低下するためと考えられた。

B 16. 低酸素環境は体位変換時耐性を減少させるか?

佐川寿栄子, 岩元 純, 田島文博, 三木健寿, 白木啓三 (産業医大, 第二生理)

低気圧環境 (高度 3,700 m) で 14 名の健康男子被験者に 70 度傾斜体位変換負荷 (70° passive head-up tilt) を 10 分間与えた時の循環機能を経時的に測定し、正常気圧でのそれと比較検討した。傾斜に伴って収縮期および拡張期血圧共に低気圧環境下で低下が顕著となった。正常気圧では、head-up tilt の間平均動脈圧は一過性の低下の後に徐々に回復して tilt 前値に戻ったのに対し、低気圧環境下では徐々に低下し、tilt 10 分目には 12% の有意な減少を示した。また失神例も低気圧環境で増加した。低気圧環境では血圧変動 (ΔSBP) に対する心拍数 (HR) の応答 ($\Delta HR/\Delta SBP$) が正常気圧に比べて有意に低下した。head-up tilt による心拍出量および大腿皮膚血流量の低下は両気圧環境の間で同等レベルであった。総末梢血管抵抗は tilt により正常気圧で 46% 増加したのに対し、低気圧環境では 5% の増加で著明に抑制された (PL 0.01)。一方前腕血管抵抗の増加は両気圧環境で同等であった。

以上の結果より、低気圧に伴う低酸素環境はヒトの体位変換時耐性を明らかに減少させることが判明した。さらに低気圧環境では体位変換時、皮膚および前腕に代表される骨格筋領域以外の血管収縮性の低下が起きることが示唆された。

B 17. 日常生活時の必須エネルギー消費量

緒方道彦 (九大, 健康科学センター)

1987 年夏ネパール王国の山村と都市近郊農村における調査において、次の三点が確認された。

① 加齢とともに血圧が上昇するという現象が、都市化の進行に伴うものであること。

約 1200 名を対象とする調査において、WHO 基準による高血圧発症頻度は山村, 0.7%, 農村, 6.0%, であったが首都カトマンズ (70 万) は 9.9% である。(日本では 15~25%) 特に山村住民には加齢に伴う血圧上昇傾向も認められない。

② 食塩摂取量が第一義的な要因ではないこと。

医学的(血液生化学分析, 分割尿法)ならびに栄養学的(食事量実測, サンプル分析)にみて, 食塩量は両村間のみならず日本人に対しても有為な差はない。

③ 日常生活における身体活動量の意義があること。

体力科学的(最大酸素摂取量, 間接法)には, 山村住民の平均は日本の国体選手レベルであるが, 首都近郊の農村住民になると日本の一般成人と同等であった。

調査結果と動物ならびにヒトにおける研究からみると, 栄養所要量と同じく日常生活における身体活動量にも, 進化遺伝的な至適所要量があり, その量は一日当たり 5~10 km の歩行量相当であると考えられる。

B 18. 北極経由飛行時の光環境のシミュレーションに対する概日リズムの同調過程

*奥村美代子, 山崎昌廣, 佐々木隆(熊本大, 医, 遺伝研, 生体制御)

東向きの飛行では, 告時因子の位相が前進するので, 生体リズムの位相も原則的にはこれに追従して前進する。しかし極圏では最大の告時因子である光環境の周期性は季節により激変するので, 再同調が位相の前進によって達成されるとはかぎらない。

極圏を経由する飛行中に旅行者がさらされる光環境の経時的変化を追跡するために, 任意の地点, 任意の時刻における太陽の位置を天球座標上に与えるプログラムを開発した。これによって光環境のシミュレーションが可能となるので, ラットを用いて運動の概日リズムの同調過程を, 各季節にわたり, 周極ルートおよび直行ルートについて観察した。

告時因子の位相を東向きに 15 時間前進, ついで西向きに 15 時間後退させた周極ルート往復のシミュレーションでは, いずれの段階でも生体リズムは後退によって同調した。告時因子を 9 時間後退, 前進させた直行ルート往復でも結果は同じであった。しかし 18 時間の前進, 後退実験の第 2 段階では前進するものと後退するものが相半ばした。このことから, 再同調には旅行中の光環境よりも到着後のそれの方が影響が大きく, しかも 6 時間以上のリズムの位相前進が期待されるような条件では, 再同調はむしろ後退によって達成される傾向があることがあきらかになった。

B 19. 輝点運動刺激によるベクトル視覚誘発電位

安部紀一郎, *川村房子, *百富真由美, *尾花英輔

(熊本大, 医療短大, 生理)

後頭極の左 3 cm に C 電極, C の上 6 cm に A 電極, A の右 6 cm に B 電極, A の前 6 cm に D 電極をおいた。AB (左右)・AC (上下)・AD (前後) 軸から, 右・上・前を+として双極導出で脳波を記録した。ディスプレイ中央に視軸を固定させ, 輝点を左右または右左方向に 480 msec で掃引し, 64回平均加算して誘発電位を記録した。輝点自体による誘発電位を除くため, 左右方向掃引と右左方向掃引の誘発電位との差をとり, これから立体的リサーチ図形(ベクトル環)を描くと, 著明なベクトル環が掃引開始後 250~530 msec に生じた。ベクトルは, 左右方向掃引では左から右へ, 右左方向掃引では右から左へ大きく動いたが, 前後・上下方向には動かなかった。輝点を眼で追わせると, 眼球運動は掃引開始後 370 msec から始まった。視軸を固定して輝点を上下に 420 msec で掃引すると, 掃引方向にかかわらず著明なベクトル環が掃引開始後 240~440 msec に描かれた。ベクトルは, 上下方向掃引では上後方から下前方に動き, 下上方向掃引では下前方から上後方に動いたが, 左右方向には動かなかった。輝点を眼で追わせると, 下上方向掃引での眼球運動(掃引開始後 380 msec)は上下方向掃引でのそれ(450 msec)よりも早く始まった。

B 20. 自己統制法における意識状態とその背景

林田嘉朗, 富田小百合, *池見 陽(産業医大, 応用生理)

自己統制法(SRM)を施行すると不安感の減少などの心理学的効果をもたらすことがわかってきたが, 今回, SRM がもたらす被検者の vigilance について脳波, CNV および大脳 DC 電位を用いて調べた。

その結果, SRM は脳波の beta 波の減少, theta 波の増加をもたらしたが alpha 波の変化は観察されなかった。また SRM 中の CNV 振幅の減少がみられたが, 反応時間およびエラー数は対照時と変わらなかった。drowsy state では脳波の alpha 波の減少, theta 波の増加がみられた。SRM 時と同様に, CNV の振幅の減少がみられたが, 反応時間およびエラー数の増大があった。さらに, 大脳 DC 電位は SRM により過分極方向へのソフトを示した。

以上のことにより SRM 時の vigilance は drowsy から睡眠に至る連続線上にない relaxed alertness の状態であることが示唆された。

B 21. シスプラチンおよびアポモルフィンによる嘔吐に対するメチルプレドニゾロンの効果

松本逸郎, 相川忠臣, *神田哲郎*, *原 耕平*(長崎大, 医, 第一生理・第二内科*)

Cis-platin (CDDP) 誘発の嘔吐と食欲不振およびアポモルフィン誘発の嘔吐に対するメチルプレドニゾン(MP)の抑制効果を確かめる目的で雄のイヌを用い本実験を行った。予めペントバルビタール麻酔下で右心房内に二腔式血管カテーテルを装着しておき, 無麻酔・無拘束下で CDDP(1.5 mg/kg)を静脈より 10 min 間で投与すると 5 時間以内に 90%の動物が嘔吐し, 平均 8.22 ± 1.25 回/Dog の嘔吐を起こした。CDDP 投与の翌日の摂食量は 444.4 ± 22.4 g/日から 65.0 ± 20.4 g/日に激減した。CDDP 投与の十分前より MP を連続投与(10 mg/kg and 49.8 mg/kg/H, 5 時間点滴投与)すると 30.0%の動物が嘔吐したが, 嘔吐した動物数および平均嘔吐数 (2.00 ± 1.51 回/Dog) は有意に減少した。また CDDP 投与翌日の摂食量も MP 投与によって 355.0 ± 33.6 g/日と著しく改善した。アポモルフィン(10 μ g/kg)は総ての動物に嘔吐を誘発し, 投与後 30 分以内に 2.75 ± 0.45 回/Dog の嘔吐を起こしたが, MP は AP 誘発性嘔吐を抑制しなかった。CDDP 投与によって嘔吐した動物および MP 投与によって嘔吐が抑制された動物の混合静脈血中のカテコールアミン, プロスタグランディン E&F, 抗利尿ホルモン, 浸透圧は有意な変化が観察されなかった。アポモルフィン誘発性嘔吐の前後で ADH とエピネフリンは有意に上昇した。

B 22. 外側視束前野破壊の飲水・摂食行動への影響

大坂寿雅, 河野精一郎, 山下 博(産業医大, 医, 第一生理)

視床下部外側視束前野には浸透圧感受性ニューロンが多く存在していることを以前われわれは報告した。これらは飲水行動になんらかの役割を担っていることが予想されたので, この部位にカイニン酸を微量(0.15 μ g, 75 nl)注入して神経細胞を破壊し行動の変化を調べた。実験にはウイスター系雄ラットを用い, 個別飼育して飲水量・尿量・摂食量・体重を連日測定した。カイニン酸注入群(KA 群, N=7)は, 手術した当夜より自発的飲水量の増加がおき, 翌日には術前の約 4 倍量である平均 110 ml の飲水をした。その後 KA 群の飲水量はしだいに回復していったが, 対照群(N=8)に比べて 7 日間には有意に多飲であった。尿量は飲水量

を反映して、KA 群では希釈尿を多量に排泄した。摂食量は KA 群の方が対照群に比して少量であった。体重は両群で差異は認められなかった。注入後 3 週間以降に、飲水・摂食行動を誘起するような負荷を加えて反応を調べた。その結果、24 時間絶水後の飲水や高張食塩水の腹腔内注入に対する飲水は KA 群は対照群よりも多量であった。一方、摂食行動には変化がみられなかった。これらの結果から、外側視束前野は正常時には浸透圧の上昇に起因する飲水行動に対して抑制的に働いていることが示唆された。

B 23. ラットの歯牙の損傷が咬筋の日常活動に及ぼす影響

平川輝行, 本田栄子, *原 巖, 中原 敏 (九歯大, 生理)

多数の被験者に咬頭嵌合位で両側歯列を噛みしめさせ、両側咬筋の筋電図を記録してみると、約 50% の者に、左右の咬筋筋電図の振幅に 20% 以上の差異が認められた。このような両側咬筋の筋活動の差異がどのような原因で生じるかを明らかにするために、ラットの両側咬筋の筋電図を記録し、まず歯牙の損傷の影響を調べた。

実験には wistar 系ラットを使用した。頭蓋骨に電極固定装置を歯科用セメントで接着した。筋電図導出用電極はテフロン被覆の直径 50 μ のステンレス燃り線を電極固定装置から両側浅部咬筋筋腹中央部まで導き、その断端を固定した。歯牙の損傷は片側の第一臼歯を歯頸部から切除した。

筋電図の記録は歯牙の損傷前および損傷後 1 週間ごとに行なった。1 回の記録は、数時間から 24 時間以上連続して行なった。

臼歯切除側の筋電図は振幅および積分値が減少した。歯牙の損傷後 1 週間目で、振幅は健常側の 63%、積分値は 82% であった。また、臼歯切除によって、咀嚼リズムは大きく乱れ、咀嚼サイクルは長くなり、連続咀嚼回数と一定時間内の咀嚼回数は減少した。これらの変化は経日的に若干回復した。しかし、摂食行動の日内変動には大きな変化はなかった。

B 24. 温度刺激による血中プロラクチンの変動

松本孝朗, 小坂光男, *山内正毅, 中村孝一, 大渡伸, 土屋勝彦, *楊 果杰, *李 嘉明 (長崎大, 熱帯医研, 環境生理)

プロラクチン(PRL)のヒトにおける生理作用は、妊

娠、授乳に関する作用以外、特に男性における作用は明らかでない。PRL の分泌は、視床下部からの PIF (PRL 分泌抑制因子) と PRF (PRL 分泌促進因子) の二重支配を受けている。運動や種々のストレスによる血中 PRL の増加が報告されているが、温度刺激の影響の検討は乏しい。今回、温度刺激時の(暑熱・寒令)血中 PRL の変動を検討した。

【結果】①環境温 20℃, 28℃ 下の最大酸素摂取量の 50% の運動負荷にて血中 PRL の変化を認めなかったのに対し、サウナによる暑熱負荷(40~50℃)にて PRL の有意な増加(16.0 \pm 7.2 \rightarrow 19.3 \pm 6.7 ng/ml, n=10, p<0.02)を見た。②2.3 km, 160 分の遠泳(水温 28.5℃)により、口腔温はほぼ不変であったが、PRL は 21.7 \pm 8.4 \rightarrow 11.6 \pm 6.5 ng/ml, n=13, p<0.01 と有意な低下を認めた。③28.5, 34, 40℃ 水中への頸下浸水により、口腔温は 1.5℃ 低下, 0.6℃ 低下, 2.1℃ 上昇し、PRL はそれぞれ低下, 不変, 増加を示した。PRL は平均体温との間に高い相関を示した。

【結語】PRL の温度因子依存性分泌調節機構の存在が示唆される。

B 25. 加速度計による身体活動エネルギー測定の有効性

山田誠二, *中島清春*, *門司幸一*, 林田嘉朗 (産業医大, 応用生理・人工気象室*)

【目的】身体活動によるエネルギー消費量の安易で、安価で、正確な測定方法の検討を目的として、加速度計による身体活動エネルギー測定の有効性について検討した。

【方法】被験者は、大学生(男 10 名, 女 10 名)の 20 名で、トレッドミルにて、男子は時速 2 km/hr~10 km/hr の 9 段階。女子は時速 2 km/hr~9 km/hr の 8 段階の速度で漸増的に、各 10 分間ずつ運動負荷を行った。この運動負荷時のエネルギー消費量を呼気ガス分析による熱測定法と加速度計による熱測定法について検討した。加速度計による熱量測定器としては、市販されている KENZ Calorie Counter を使用した。

【結果】運動速度が 4~6 km/hr の領域では、加速度計による熱量測定では、ほぼ直線的に上昇するのに対して、呼気ガス分析では、指数関数的に増加する傾向を示した。10 km/hr の速度では、加速度計が飽和し、測定熱量がほぼ一定の値しか取らないので除外したが、安静時から、9 km/hr までの両者の相関は、 $y = 0.98x + 0.31$ ($r = 0.937$, $n = 183$) と、よい相関関係がみ

られた。以上より、加速度計による熱量測定法は、日常身体活動による消費エネルギーの測定には使用可能である。

B 26. 運動筋直上の皮膚防熱度は減少しているか？

田島文博, 佐川寿栄子, *Y. S. Park, 白木啓三 (産業医大, 第二生理)

生体組織の全防熱度は筋肉および皮膚の防熱度の和である。この内、筋肉の防熱度は運動強度と共に減少するが、運動筋直上の皮膚の防熱度はどのように変化するかは不明である。今回、中枢温の変化を伴わず運動局部だけの皮膚温が上昇したときに、その部位の皮膚防熱度が変化するかどうかを検討した。健康成人9名に、右前腕を浸水させ、水温を26~36℃に一定の速さで上昇させた。安静時および、無負荷および、1, 1.5 kg の負荷で、手関節の屈曲運動をさせた時の代謝性熱産生量、食道温、皮膚温、組織放熱量、および皮膚血流量を測定した。この程度の局所的運動では、熱産生量、食道温は安静時と差がなかった。組織放熱量が0になる時の皮膚温より皮下組織温を求めた結果、1.5 kg 負荷時には有意に上昇した。浸水させた右前腕の皮膚血流量は、今回の水温範囲では変化しなかった。皮膚防熱度はそれぞれ、安静時 0.064 ± 0.004 (平均±SE)、無負荷運動時 0.068 ± 0.006 、1 kg 負荷運動時 0.066 ± 0.005 、1.5 kg 運動時には $0.060 \pm 0.004 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ で各グループ間に差はみられなかった。したがって、中枢温を上昇させない程度の局部運動では、運動筋直上の皮膚防熱度は減少しないことが判明した。

B 27. 潜水時の体熱平衡にもたらすウェットスーツの効果

白木啓三, 岩元 純, 佐川寿栄子, 田島文博, 三木健寿 (産業医大, 第二生理)

【目的】 潜水作業中の体組織およびウェットスーツの防熱度を独立して評価するために皮膚およびウェットスーツ表面からの放熱量および表面温度を連続して測定した。

【方法】 9名の健康男子被験者を使い気圧調節室で1, 2および2.5気圧をシュミレートした環境でウェットスーツを装着させて実験を行った。作業は水中エルゴメーターを用いて強度を2および2.5 met に設定した。

【結果および考察】 組織防熱度は気圧によって変化

せず運動強度の増加と共に低下するのに反しウェットスーツの防熱度は潜水深度が増すと減少した。臨界水温(T_{cw})は潜水深度に応じて上昇する、これはウェットスーツからの放熱量が増加することによる。各深度の T_{cw} での運動時の組織防熱度を比較すると身体部位によって組織防熱度に差が生じた。すなわち体幹部では運動強度による差がみられないのに、四肢では高い運動強度では著しく低下する。これを運動による四肢でのカウンターカレント熱交感の低下による結果であると考察した。

B 28. 発熱時に出現する急性相反応の神経性調節

坂田義行, 渡辺達生, 村上 恵 (山口大, 医, 第二生理)

発熱の原因物質である内因性発熱物質 (EP) はインターロイキン-1 (IL-1) と同一分子であり、この IL-1 は発熱だけではなく、種々の生体防衛反応をひき起こすが、その1つに急性相反応 (APR) があることが知られている。この APR は Crude EP の静脈内投与によってのみならず脳室内投与によっても発現することから、脳への直接作用によっても発現することが推察される。そこでこの仮説を検査するために、ウサギの39ヶ所の脳部位に chemode を留置し、Crude EP を微量投与 ($2 \mu\text{l}$) した時、発熱反応ならびに APR が発現するか否かを調べた。

その結果、体温上昇をひき起こした脳部位は視床前野・前部視床下部 (PO/AH) と中隔野の内側部に密集していた。また APR の指標である血漿微量金属 (鉄, 亜鉛, 銅) 濃度ならびに白血球数の変動を起こした脳部位は上記各部位の比較的的内側に多く存在した。しかしながら、発熱発現部位であっても必ずしもそれが APR 発現部と一致はしなかった。ついでヒト・リコンビナント IL-1 α ならびに IL-1 β を用いても検したが発熱反応ならびに APR 発現の脳部位は Crude EP の場合と同様であった。以上の結果から、EP/IL-1 は脳に直接作用することによっても APR をひき起こすことが明らかとなった。

B 29. 発熱時の下垂体・副腎系活動

渡辺達生, 坂田義行, 村上 恵 (山口大, 医, 第二生理)

種々の炎症反応に際して、内因性に産生、放出される Interleukin-1 (IL-1) は、発熱を発現させるだけでなく、下垂体・副腎系を活性化して、ACTH やコルチ

コステロンの分泌を増加させる事が知られている。一方、近年、IL-1は、アラキドン酸カスケードを賦活して、その代謝産物の一つである prostaglandin E (PGE) が final mediator として発熱を発現させるものと解されて来た。そこで、今回は、IL-1により発現する ACTH 増量反応に PGE が関与しているかどうかを検討した。その結果、1) IL-1 α (5 μ g/kg & 15 μ g/kg) をラットの静脈内に投与すると一相性発熱が起こると共に ACTH 反応が発現する事、2) IL-1 α (15 μ g/kg) により発現する発熱反応と ACTH 反応は、PG 合成害剤である indomethacin により抑制される事、さらには、3) PGE₂ (25 ng & 100 ng) を視床前野・前部視床下部に局所投与すると、一相性発熱が発現すると共に、血漿 ACTH レベルの著明な上昇が観察される事が分かった。以上の結果から、発熱の final mediator と解されて来た PGE が、ACTH 反応発現においても刺激因子として働いているものと解される。

B 30. 脳オピオイド系と natural killer 細胞

森 俊憲, 海塚安郎, 掘 哲郎, *永山 在明* (佐賀医大, 第一生理・微生物*)

最近、脳と免疫系の間には、両方向のコミュニケーションがあり相互に影響しあっていることが注目されるようになった。リンパ球のなかでも抗原認識を必要とせず、腫瘍細胞やウイルス感染細胞を障害する natural killer (NK) 細胞の活性は種々の情動ストレスにより抑制される事が人や動物で知られている。その少なくとも一部は内因性オピオイドの関与がある事が想像されている。そこで内因性オピオイドの1つ β -Endorphin (β -End.) の NK 活性に及ぼす効果を調べた。

Wistar 系ラットに β -End. 脳室内投与および経静脈投与を行ない、投与後3時間の NK 活性を Standard Chromium Release Assay によって求めた。得られた結果は次のとおりである。① β -End. 50 μ g, 25 μ g 脳室内投与では、用量依存性に NK 活性を有意に抑制する。② β -End. 50 μ g 静注では、NK 活性は抑制されない。③ 脳室内投与の β -End. 25 μ g による NK 活性抑制はナロトレキソン 10 mg/kg 皮下投与の前処置にてブロックされる。④ morphine 40 μ g 脳室内投与では、 β -End. 脳室内投与と同様に NK 活性は抑制される。

以上の結果は、脳オピオイド系が免疫担当細胞の1

つである NK 細胞へ強い影響を及ぼすことを示している。

B 31. ラットの尾部の生長に対する環境温度の影響

土屋勝彦, 小坂光男(長崎大, 熱帯医研, 環境生理)

ラットの尾部は、放熱器官として重要である。本研究では、特に尾部表面積 (TS) に対する飼育温度の影響を検討した。生後6週 of Wistar 系雄ラットを各6匹ずつ3群に分け、暑熱順化群 (H群, 30 $^{\circ}$ C, r. h. 50%), 寒冷順化群 (C群, 10 $^{\circ}$ C) および対照群 (N群, 24 $^{\circ}$ C, r. h. 50%) とした。Nembutal 麻酔 (35 mg/kg, i. p.) のもとで、体重(BW), 体長(Naso-anal length, NAL), 尾の長さ(TL), および直径を計測し、これらに基づいて総体表面積(TBS=9.1 \times BW^{2/3})および TS を計算で求めた。温度順化開始時(6週齢)での TL の平均値 (Mean \pm S. E.) は H群, C群および N群の順に 14.7 \pm 0.3 cm, 14.9 \pm 0.2 cm および 14.7 \pm 0.3 cm であり, TS は 21.5 \pm 0.5 cm², 21.6 \pm 0.5 cm², および 21.5 \pm 0.7 cm² であった。それから 11.5週間後 (17.5週齢) では, TL は同様の順で 20.8 \pm 0.5 cm, 19.2 \pm 0.4 cm および 21.4 \pm 0.3 cm で, TS は 41.1 \pm 1.4 cm², 34.0 \pm 1.2 cm², および 42.6 \pm 0.8 cm² であり, C群における TL および TS の値は, N, H群のそれらに比較して有意に小さかった。さらに総体表面積に対する尾部表面積の割合 (TBS/TS \times 100) は, 17.5週齢において H群, C群および N群の順に 7.5 \pm 0.2, 6.4 \pm 0.1 および 7.4 \pm 0.3 となり, C群の値は N, H群に比し, 有意に小さかった。尾部表面積の割合の減少は, 寒冷環境での体温調節にとって有利な変化と考えられる。

B 32. アルゴンレーザー加温によるウサギ脳組織内の3次元温度分布の解析

大渡 伸, 小坂光男(長崎大, 熱帯医研, 環境生理)

レーザー光は、波長が短い電磁波で、波長により熱作用を有する。アルゴンレーザーを石英ガラスファイバーで導光し、ウサギ脳組織内に照射し、脳組織の局所加温を試みた。この局所加温法では、ファイバー内の Power 減衰は僅かで、ファイバー先端の脳組織がスポット状に局所加温される。

まずアルゴンレーザー (Power: 45, 70, 100, 130 mW; 10 min) を直径 0.4 mm の石英ガラスファイバーでウサギ脳組織に照射した結果、100, 130 mW の照射時に、照射中心部に凝固壊死その周辺部に熱性浮腫が認められた。しかし 70 mW では細胞変性は観察されなかつ

た。また、視東前野の繰り返し局所加温 (45 mW, 10 min) により、誘発された熱放散反応量は減弱しなかった。

次にアルゴンレーザ (Power: 10, 15.2, 20.3, 25.4 mW; 10 min) をウサギ脳組織に照射し上昇温度の3次元分布について解析を行なった。照射中心からの距離に対する温度上昇は指数関数に有意な相関が認められた。また、上昇温度の等温度分布は、ファイバー先端より前方部では照射方向に長い楕円体、後方部では球に近似された。これ等の結果から、10~25.4 mW で任意の Power で3次元温度分布のシュミレーションが可能となった。

B 33. 発熱時の脳温と脳血流量の相関

小坂光男, 大渡 伸, 松本孝朗, 土屋勝彦, 中村孝一, *楊 果杰, *陳 啓明, *李 嘉明(長崎大, 熱医研, 環境生理)

(1) ウサギに LPS (3 $\mu\text{g}/\text{kg i. v.}$) を投与して発熱反応を誘起し各種体温調節反応指標の相関を検索した。直腸温 Tre は 0.5°C の上昇, 視床下部温 Thy は 0.76°C の上昇を認め, 視床下部血流量 BFhy は約20%の上昇, 中脳網様体血流量 BFrF は28%の上昇を認めた。Tre の上昇と BFhy の増加は $Y=0.34 X+0.03$ ($n=42$, $r=0.682$) で相関し, Thy の上昇と BFhy の増加は $Y=0.28 X$ ($n=42$, $r=0.797$) で相関, BFrF と BFhy の増加は $Y=0.45 X$ ($n=42$, $r=0.656$) の相関を示した。

(2) ウサギを 30°C・60% rh, 10°C, 25°C・60% rh のそれぞれ暑熱・寒冷・対照三群の環境に4週間の温度順化した後, LPS 発熱物質を静注したところ, BFhy および BFrF の増加は暑熱, 寒冷順化群では対照群に比して小さな変化にとどまり, Habituation 現象を示した。(3) 暑熱・寒冷・対照三群のウサギに 40°C, 15°C, 25°C・60%rh の全身温度刺激を加えたところ, 40°C 暑

熱刺激時, 対照ウサギにみられた BFhy 20%の増加は暑熱・寒冷順化ウサギは5~8%の変化にとどまり, (2)の結果と同様に Habituation 現象を示した。以上(1)(2)(3)の結果から温度順化の形成過程における脳血流変化の影響を体温調節, 発熱機序の上から検討した。

B 34. 低濃度 Sr, Ba による分離クロム親和性細胞からのカテコラミン放出機構

山神和比己, 西村茂人, 矢田俊彦, 反町 勝 (鹿児島大, 医, 第一生理)

ウシ副腎髄質より得た初代培養クロム親和性細胞を用い, 低濃度の Sr^{++} , Ba^{++} によるカテコラミン(CA)放出, および予め細胞に負荷した ^{45}Ca の流出速度を検討した。0.2 mM Sr^{++} , 0.1 mM Ba^{++} による CA 放出, ^{45}Ca 流出の増加は, 外液 Na^+ 濃度に依存し, また添加した 1 mM Mg^{++} により, 抑制された。ウァバイン (0.1 mM) 処理により, CA 放出, ^{45}Ca 流出は著しく増強されたが, この増強も外液 Na^+ 濃度に依存した。1 mM Mg^{++} による抑制は, ウァバイン存在下では消失した。Bay-K-8644 (10^{-6}M) 存在下では, CA 放出, ^{45}Ca 流出共に増強されたが, Mg^{++} 1 mM 存在下では, この増強は, ほとんど見られなかった。 Sr^{++} 作用の Bay-K-8644 による増強は, 外液 Na^+ 濃度に依存したが, Ba^{++} 作用の増強は, 低 Na^+ 濃度下でも部分的に出現した。以上の結果から, Sr^{++} , Ba^{++} による CA 放出は, Na^+ 透過性の上昇の結果, 細胞内に蓄積した Na^+ の流出に伴う Sr^{++} , Ba^{++} の流入によりひきおこされ, この際 Sr/Ca, Ba/Ca 交換が生ずると考えられた。 Sr^{++} 作用の, Bay-K-8644 による増強は, 細胞内 Na^+ 流出にカップルした Ca^{++} 流入経路の活性化によるが, Ba^{++} 作用の増強には, 膜電位依存性 Ca チャネルの活性化の関与も一部考えられた。



【お知らせ】

公益信託成茂神経科学研究助成基金 平成元年度助成先の募集について

当基金は、下記募集要項により助成先を募集致して居ります。応募御希望の向は、受託者にお問合せ下さい。

記

〔募集要項〕

1. 助成対象および助成額

- (1) 神経科学の研究に対する研究費の補助，奨励金の交付

助成額 総額 120万円以内

- (2) 神経科学に関する講演会・研究集会等の開催，外国学者の招聘又は論文発表・図書の刊行等に対する費用の補助

助成額 総額 40万円以内

- (3) 神経科学に関する海外の学会に参加する為の渡航費の補助

助成額 総額 40万円以内

2. 応募資格

特に制限はないが、銓衡に当っては、若年の研究者を優先する

3. 応募期限 平成元年 4 月末

4. 助成決定の時期 平成元年 5 月の予定

公益信託成茂神経科学研究助成基金

受託者 三菱信託銀行本店営業部

東京都千代田区丸の内 1-4-5

電話 03-212-1211

担当 横川 内線 4135

日本生理学教室史下巻御購入のすすめ

日本生理学会
教室史編集委員会
委員長 望月 政 司

すでに日本生理学教室史 下巻の完成に近いことを報じましたが、昭和63年12月21日刊行の吉日を迎えました。

昭和33年5月以来の日本生理学百年史事業はここに完結しました。下巻は若い教室、研究室の活気に溢れた創成の喜びが記述され一読に価するものと信じます。

日本生理学会会員すべてが上巻と共に座右の書にし

て頂きたいと思えます。

上巻 定価 25,000円 (会員は 20,000円)

下巻 定価 20,000円 (会員は 16,000円)

申し込み先

日本生理学会

〒113 東京都文京区本郷 3-30-10 布施ビル

電話 (03) 815-1624

振替口座 東京 3-86430

第20回(1989年度)三菱財団自然科学研究助成応募要領

1. 助成の趣旨

最近の自然科学の進歩はめざましく、各学問分野の研究の深化はもとより、分野間の相互作用により、つぎつぎに新たな研究領域が誕生しつつあります。このような状況のもとで、本事業は、これらの基礎となる独創的、かつ先駆的研究とともに、既成の分野にとらわれず、すぐれた着想で新しい領域を開拓し、やがてその国際的発展に先導的役割を担う萌芽ともなる研究に期待して助成を行なうことを趣旨としています。

本年度は、下記の分野を重点として助成の対象と致しますが、すぐれて独創的なものはそれ以外の研究でも積極的にとりあげられます。

なお、この助成金は、研究達成のため十分に活用できるように、その使途をとくに制限致しません。

2. 重点対象分野

- (1) 実験方法の開発・改良に関する研究
- (2) 工学における境界分野の基礎研究
- (3) 新しい工学的システムとデバイスの基礎研究
- (4) 宇宙科学における基礎研究
- (5) 新しい物質・材料の作成・物性に関する基礎研究
- (6) 生物活性物質の基礎研究
- (7) 発生系における細胞の行動と遺伝子発現の制御に関する研究
- (8) 遺伝と環境の両因に主眼をおいた諸種疾患の本態に関する基礎研究
- (9) 個体、臓器および組織各レベルにおける機能要因に関する総合的研究
- (10) 脳・神経組織の機能的構築に関する基礎研究

3. 助成の金額と期間

イ. 金額

総額約2億2千万円を予定、1件2千万円以内

(本年度は25件程度を目標とします。)

ロ. 期間

1年を原則とします。研究計画の都合上継続を必要とする場合は、毎年提出された申込書に基づき選考致します。

4. 応募方法

当財団所定の申込書に必要な事項をご記入のうえ、正1通、副9通(コピー)を当財団宛ご送付願います。申込書の右上欄に研究題目のコード番号を記入して下さい。(別添コード表ご参照) 申込書用紙はご請求あり次第お送りいたしますが、コピーした用紙をご使用いただいても結構です。なお、申込受付確認のため、返信用葉書(宛先:申請者住所並びに名称)を同封して下さい。財団事務局にて受付日・受付番号を記入の上ご返送致します。

5. 応募締切日

1989年4月10日(月)必着(極力早めにお出し下さい。)

6. 選考方法

下記委員からなる選考委員会において選考のうえ、9月上旬開催予定の当財団理事会で決定します。

植村泰忠(委員長)	上村 洸
江橋節郎	猪瀬 博
堂山昌男	芝 哲夫
森 亘	竹内郁夫
大澤利昭	(敬称略)

7. 助成金の贈呈

1989年10月(予定)

8. 申込書送付先

財団法人 三菱財団

〒100 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号
(三菱ビルディング15階)

電話 東京(03)214-5754番

〔編集後記〕

本号では追悼文，“鎌倉勝夫先生を偲んで”（榎 泰義先生記）が掲載される運びとなりましたが、次号以降も故学会人の追悼文が続いて掲載の予定と聞及んでおります。心から哀悼の意を表し、御冥福をお祈りいたします。またこのところ本誌で生理学会員の訃報に次々と接してまいりました。五島治郎、山本 清、鎌倉勝夫、関 園子、一木正則、福田邦三、若林 勲（敬称略）の諸先生方であり、学会にとって大きな損失でありました。折しも日本生理学教室史下巻が手許にとどきまして、日本の生理学の歩み、全国の生理学教室の歴史、そして自分の教室の歴史やこれからのありか

たについて考える好機ともなりました。私自身も教室を預り5年になってしましまして、研究者、教育者として反省する好機でありました。この冬新瀉は、はやくに一度寒気におそわれましたがその後は予期に反して暖冬となり雪のない正月を迎えましたがみなさまの所ではいかがでしたでしょうか。とはいえ老人には順応しにくかったのでしょうか、年賀欠礼を例年になくたくさん受けとった次第です。年度末は教官として学内で雑用が多くなりますが、そろそろ4月の日本生理学会大会（岡山）参加の準備でも忙がしくなりつつあることと思います。みなさまの御健勝をお祈りいたします。

（本間信治記）

— 編 集 委 員 —

酒 井 敏 夫(幹 事)	林 秀 生	真 野 範 一
登 坂 恒 夫	松 井 洋 一 郎	平 野 修 助
薮 英 世(北海道)	丹 治 順(東 北)	本 間 信 治(関 東)
小 野 武 年(中 部)	藤 本 守(近 畿)	村 上 恵(中・四国)
堀 哲 郎(九 州)		



PCMデータ・プロセッサ

MODEL PCM-DP16

It's been replaced, but still same priced.

モニター用のマイク入力と内蔵スピーカーを付けました。



※上の写真のVTRは組合せ例

PCM-DP16はPCMオーディオ・プロセッサが、直流成分は記録できないものを、直流から広域に亘って記録できる様に周波数帯域を変更したものです。この装置により、カレントクランプ、パッチクランプ、ボルテージクランプを含めた生理学現象のあらゆるアナログ・データをPCM信号に変換できます。PCM-DP16を使用して、市販のVTRを高性能なデータ・レコーダーとして用いることができます。また、市販のVTRテープにて長時間の記録が可能なので、大量のデータを安価にて記録できます。大きな特徴のダイナミック・レンジによって従来から多くの研究室で使用されている高価なFMテープ・レコーダーにとって代わることができます。

◆ 特 長 ◆

1. SN比が良く（80dB程度）記録データが劣化しない。
2. 周波数特性が良い。
3. 長時間の記録ができる（最大でVHS 8H, β 5H, 8ミリVTR 4H）。
4. 記録密度が高い（0.3Gbyte/H）。
5. 入出力レンジが±10VあるのでコンピューターのA/D基板との接続が容易。
6. 低価格。



日本総代理店

ショーシンEM株式会社

〒444 愛知県岡崎市羽根東町2丁目8番地の5 福樹ビル
TEL (0564) 54-1231 番代表
FAX (0564) 54-3207 番

新しい研究の仕方

提案いたします

今までは装置、用具などの性能に合わせて
研究計画を立てていませんでしたか。

我々は貴方の研究に合わせて、装置の仕様
を決めさせていただきます。



new

Medical Research Equipment Co. Ltd.

明邦交易株式会社

MEIHO KOEKI CO., LTD.

生体信号解析処理装置

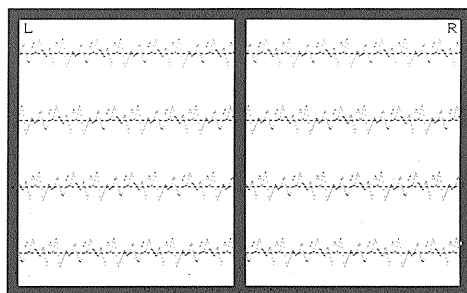
——脳波解析・心電図解析——

本システムはポリグラフなどの生体信号増幅器に接続して脳波、心電図等の生体信号をモニターし real time に解析することが可能であり、またその結果をレーザービーム・プリンター（オプション）や熱転写型高字質プリンター（標準）に出力できる。

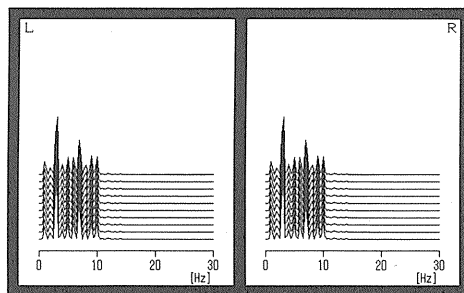
〈システム概要〉

高性能マイクロコンピューター、高分解能A/D変換装置およびソフトウェアから成り立っていて、これらを組み合わせることにより信号の周波数解析（下図）、異常信号の解析などを行う。目的にあったソフトウェアを選択することで脳波、誘発脳波、心電図、筋電図、心音図、体温、網膜電図、眼振図のモニターおよび各種の処理が可能である。

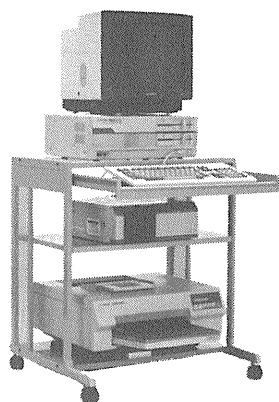
下図は、脳波をFFT処理し、結果を時系列に表示したものである。



脳 波



脳 波 解 析



〈M. R. E社のご案内〉

医学、薬学領域に起こる新しい問題あるいは困難な問題を方法論の面から検討し、それらの問題を電子・機械領域の先端技術と、我が社の Know-How を持って解決し、研究者に提供しています。また、電気現象の解析のみならず、各種計測制御、研究用の装置、用具を各々の目的に合わせて受注開発いたします。

Medical Research Equipment Co., Ltd.,

Hongo 5-24-6, Bunkyo, Tokyo, 113 JAPAN

Phone: 81-3-814-2161 Facsimile: 81-3-814-2162 Telex: 02723831 MRE JPN J

〒113 東京都文京区本郷 5-24-6

総代理

明邦 交 易 株 式 会 社

〒104 東京都中央区銀座 6-9-7

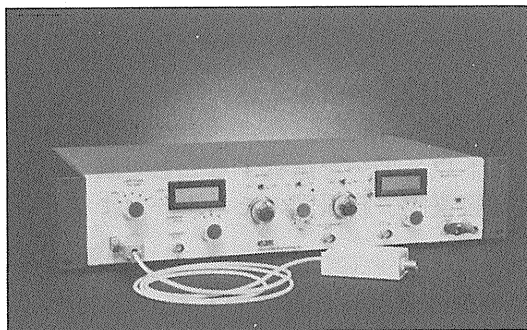
TEL: 03-573-3591 FAX: 03-572-1705

TLX: 2523552 MEIHOJ J



General Bio-Engineering社より

Large-Current Whole-Cell Clamp 新登場。

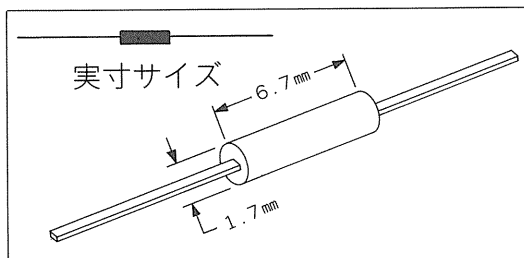


MODEL HAY-1 Whole-cell Clamp

ノイズを極限まで減らして面倒な周波数補償を不要にした使いやすい1,000nAの大電流Whole-cell Clampが可能です。シリーズ、レジスタンスの補正も容易で心筋のNaチャンネルの研究にも最適です。微小電流用プローブもあります。

MODEL AM-2 (Single型)

10年以上の長期にわたって不変の支持を誇るバイオダイレクトロニクス社のAMシリーズ微小電極用増幅器。電極挿入を容易にするプッシュボタン発振器などいろいろ便利な機能が喜ばれています。差動型のMODEL AM-4もあります。



生理学用アンプ、pHメータ等の科学機器に欠かせないハイインピーダンスアンプに最適な精密超高抵抗器。10MΩから10GΩまでローノイズ。シャント容量を0.08pFに押さえてあり、負性温度係数、超高抵抗にもかかわらず、大きさは1.7mm×6.7mmという超小型ですからプローブの設計も容易です。

お問合せは

ゼネラル バイオ エンジニアリング社総代理店

宮満産業

岩手県宮古市宮町3丁目10-16

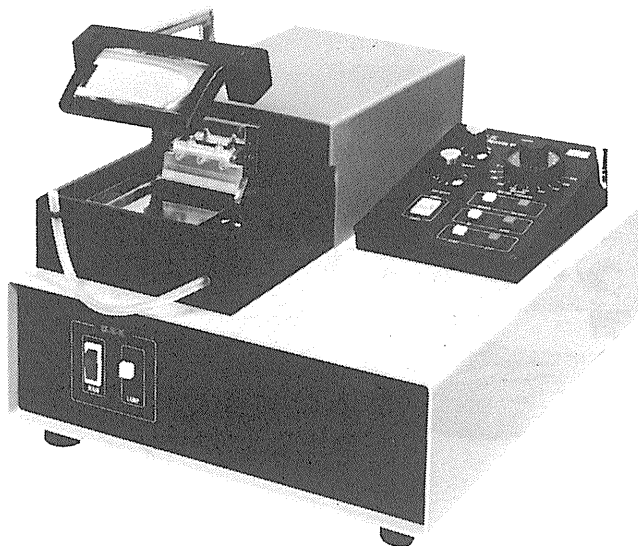
TEL 0193-64-1965

FAX 0193-64-1964

D.S.K

新鮮脳のスライス作製に!

Automatic



未凍結切片作製装置

マイクロサイザー MICROSLICER

DTK-3000W

生理・薬理学の分野において、主に電位差測定にラット、ネコなどの新鮮脳切片(200~500 μ m)が用いられています。従来は、カミソリの刃をつかった手作業、あるいは未凍結切片作製のミクロトームを使用していましたが、切片の厚さが一定しなかったり、切片作製に膨大な時間がかかり、大きな切片や薄い切片が切りにくいという難点がありました。「マイクロサイザー-DTK-3000W」は、これらの欠点を克服し、先生方のニーズにこたえるべく開発されました。

【特長】

- ラットはもちろんネコ・サル of 全脳までも貼付可能なワイドな試料台(70 \times 70mm)。
- 新鮮脳で約50 μ m、固定(ホルマリン・グルタル等)組織で10 μ mの均一な薄さで連続切片作製可能。
- 試料台の任意上昇(5~1,000 μ m)の自動化により、作業時間が一層短縮され、また操作性が格段にアップ。

【姉妹機】

DTK-1000・DTK-2000・DTK-3000

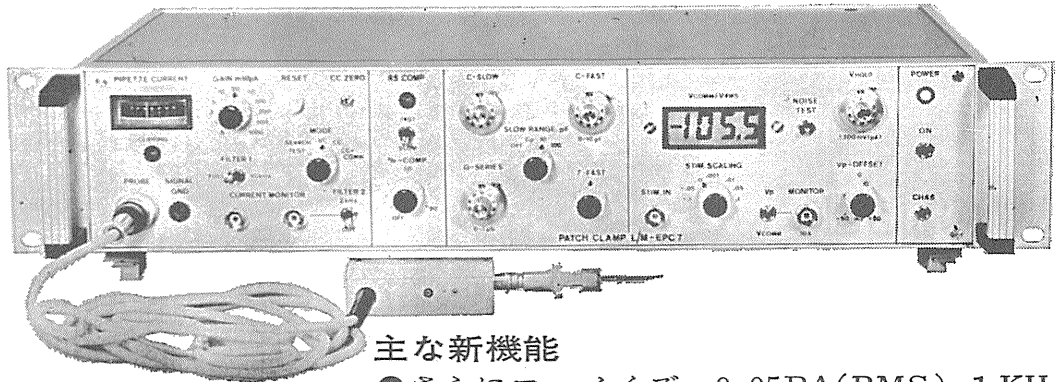
堂阪イーエム

本社・工場/〒601-11 京都市左京区静市市原町1032の3
電話 (075) 741-3069

新製品 F.J.Sigworth・E. Neherのオリジナル

西独リスト社

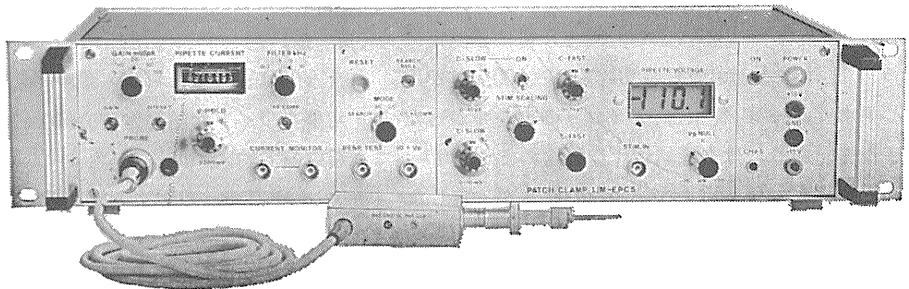
パッチクランプシステム EPC-7



主な新機能

- さらにローノイズ 0.05PA(RMS) 1 KHz
0.30PA(RMS) 10KHz
- 2レンジ切換 50GΩ 200PA
500MΩ 20nA
- R_s COMPENSATION 1~100MΩ
- 独自のTRANSIENT CANCEL機能

姉妹機 EPC-5型



東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号 コイダビル4F
TEL 03(258)1641(代)

西日本地区発売元



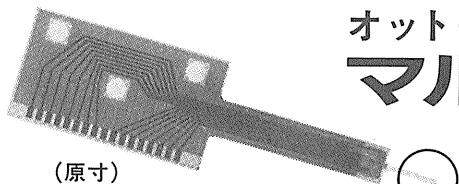
WORLD MEDICAL CO., LTD.
株式会社 ワールド・メデカル

〒461 名古屋市東区葵1丁目25番1号 ニッシンビル701
TEL 052(937)7060

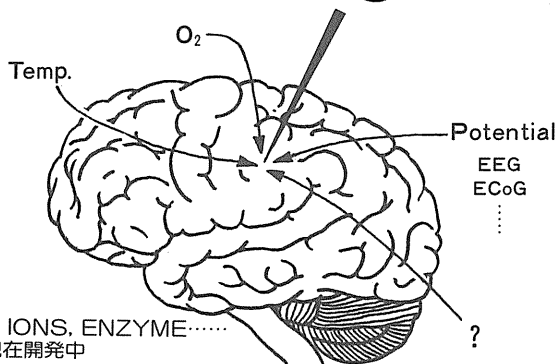
IN VIVO 組織内 PO₂/Temp./Potential測定用
1本の電極に6~16個のセンサーが装着されています。

OttoSensors
CORPORATION

オットーセンサー マルチセンサー電極



(原寸)



pH, IONS, ENZYME.....
等現在開発中

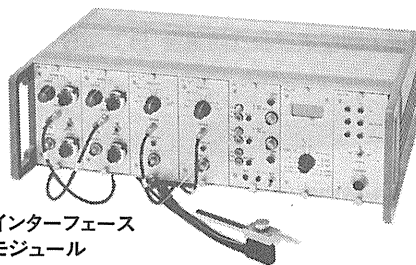
〈応用〉

- Extracellular Measurements
- 脳内深部 EEG/PO₂/Temp. のモニター
- 心筋内のマルチ測定
- 各種組織内の代謝活性の研究

オットーセンサーのマルチセンサー電極は生体組織中の代謝活性ターターをできるだけ多く収集する目的でデザインされています。

1本の電極に6~16個のセンサーが装着されており、表面部位から深部組織の各種生体現象を連続的にマルチ・チャンネル測定します。

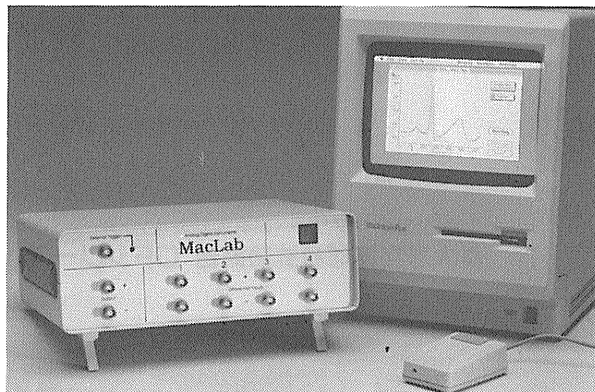
オットーセンサーには現在“TOP”センサーと呼ばれる温度/O₂/ポテンシャル 各2センサー装着プローブをはじめ、ポテンシャル(9~16ch)プローブ、温度(6ch)プローブ、O₂(6ch)プローブの4種類を発売しております。また、現在開発中のセンサーとして、pH、各種イオン、Enzymes 各種糖類等があり、幅広いパラメータの測定が研究されております。



インターフェイス
モジュール

MacLab™ マックラブ システム

コンピューターコントロールによるデータの収集から解析、処理まで…… MacLabは単なるA-Dコンバーターではありません! A-D, D-Aコンバータ、CPU、RAM、差動アンプを内蔵したインターフェイスです。



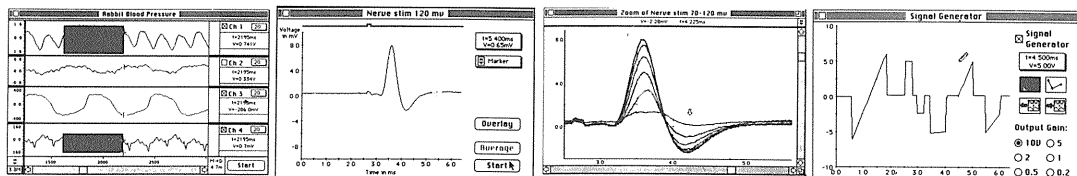
アナログデジタル Inst.

使いやすいで定評のある
マッキントッシュコンピュータシステムとの
連係でデータの収集から処理までOK!

- ストレージスコープ、シンクロスコープ機能
- シグナルジェネレーター、スティムレーター機能
- オーバーレイ、多機能トリガー機能
- 多チャンネルチャートレコーダー
- X-Yレコーダー
- シグナルエディター
- ズーム、微分、積分、その他

現在開発中

- 高速フーリエ変換(FFT)
- FFT & X-Yプロット
- インターバルヒストグラム等ニューロパッケージ



日本総代理店

BRC

バイオリサーチセンター株式会社

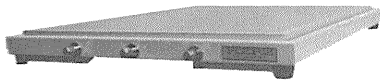
本社 名古屋市中区東横2-10-21(錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX 052(932)6755
東京 東京都江戸川区東葛西5-1-15(第2類長ビル403号) ☎03(878)6471

HERZ

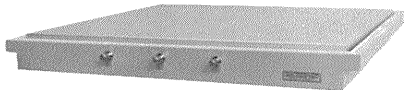
「最先端技術」に直結する 「ヘルツの防振システム」

HERZ「卓上型空気ばね式防振台」「大形空気ばね式防振台」「光学実験台・フラットベンチ」は、国公立試験研究機関、大学及び民間各産業における基礎技術開発また、工場における品質管理・検査等、先進産業に大きく貢献しております。

研究室や工場検査室で簡便に使用できる「卓上型空気ばね式防振台」は、過去5年間で3,000台を上回る納入実績を誇っており、また「大形空気ばね式防振台」に使用される「光学ベンチ」は、社内生産をしているため国内外で最大の「10m×2m」までの面積まで製作しております。



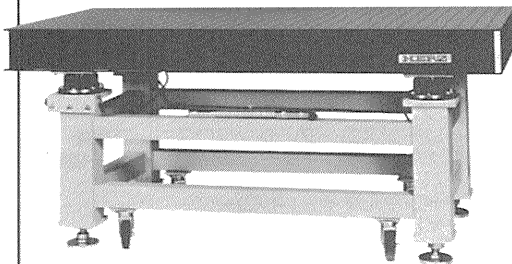
●卓上型空気ばね式防振台 ST-45



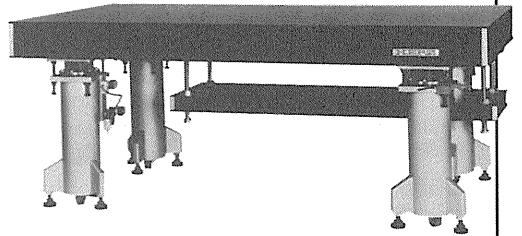
●卓上型空気ばね式防振台 ST-65



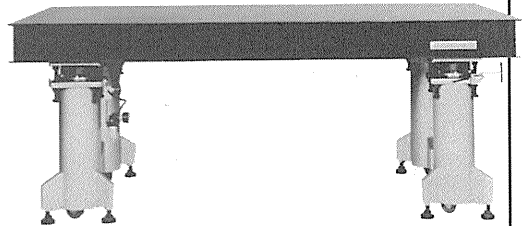
●卓上型空気ばね式防振台 LHA-300



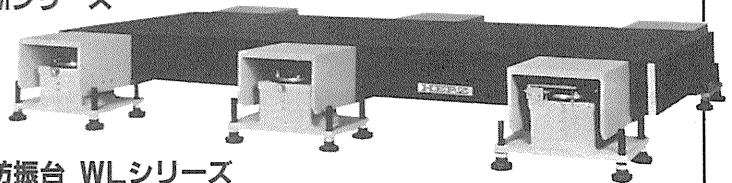
●大形空気ばね式防振台 LA・LMシリーズ



ダンピングフリー(固有振動数コントロール付)
●大形空気ばね式防振台 DFBシリーズ



ダンピングフリー(固有振動数コントロール付)
●大形空気ばね式防振台 DFシリーズ



大重量機器搭載用
●大形空気ばね式防振台 WLシリーズ

「空気ばね式防振台」「フラットベンチ」のカタログご請求、お問い合わせは営業部宛ご連絡下さい。

ヘルツ工業株式会社

営業部 〒252 神奈川県藤沢市遠藤1739-1番地
TEL. 0466(88)1301 FAX. 0466(88)3273

本社 〒252 神奈川県藤沢市遠藤1980番地
工場 TEL. 0466(88)3311

イメージングリサーチ社製

新製品

Muromachi

定量的オートラジオグラフィーシステム MCID型

Image Analysis for Bioscience

本システム(MCID型)は、近年、脳神経科学分野における画像診断の基礎的研究法として、極めて適切な手法となったオートラジオグラフィー法による脳組織代謝・循環の測定、レセプタバインディング等を、定量的に計測するために開発されたシステムです。

本システム(MCID型)は、画像制御用コンピュータユニット、画像処理用イメージングボード、画像表示ユニット、画像入力用CCDカメラ、デスクトップ型イルミネータ、データ・プリンタ、画像カラーハードコピーカメラ等の最新の高性能ハードウェア部と、現在、脳神経科学分野において最も必要とされている解析プログラムを内容とした システム・プログラム(BRS2MS-DOS版)から構成され、まさに脳神経科学者が待望したシステムといえるでしょう。

オートラジオグラフィーによる

- Regional cerebral blood flow
 - Local cerebral glucose utilization
 - Local cerebral protein synthesis
 - Receptor binding
- の定量に!!



カタログ・資料、及び商品デモについては、ご一報下さい。

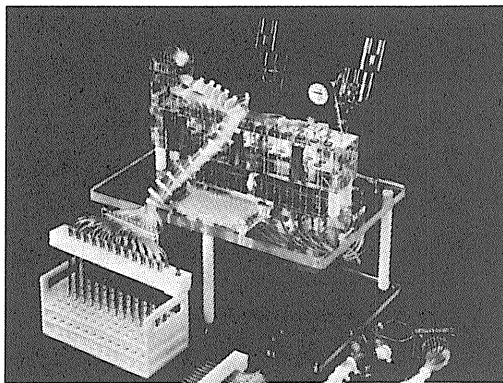
日本総代理店 **室町機械株式会社** 〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル ☎03(241)2444(代)
 〒532 大阪市淀川区西中島5-7-19 第7新大阪ビル ☎06(302)1277(代)

新発売

BRANDEL

あのブランデルがついに日本にやって来た!

レセプタ・バインディング・アッセイ用 セルハーベスタ



本装置は、セル・ハーベスタのトップメーカーである米国ブランデル社が開発したレセプタ・バインディング・アッセイ用のハーベスタであり、世界中で愛用されています。

■主な特長

- 時間と労力を大幅に節約できます。
 - 一度に12本(M-12R)、24本(M-24R)又は48本(M-48R)のサンプルを均一にフィルトレーションできます。
 - 試験管(10mm-16mm O.D.)で使用できます。
 - オプションのHot-Cold Valveを使用することにより、放射性廃棄物を集めることができます。
- *レセプタ・バインディング・アッセイ用以外のセルハーベスタも各種取扱っておりますので、詳しくはカタログを御請求下さい。

Muromachi

米国ブランデル社 日本総代理店 **室町機械株式会社** 〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル ☎03(241)2444(代)
 〒532 大阪市淀川区西中島5-7-19 第7新大阪ビル ☎06(302)1277(代)

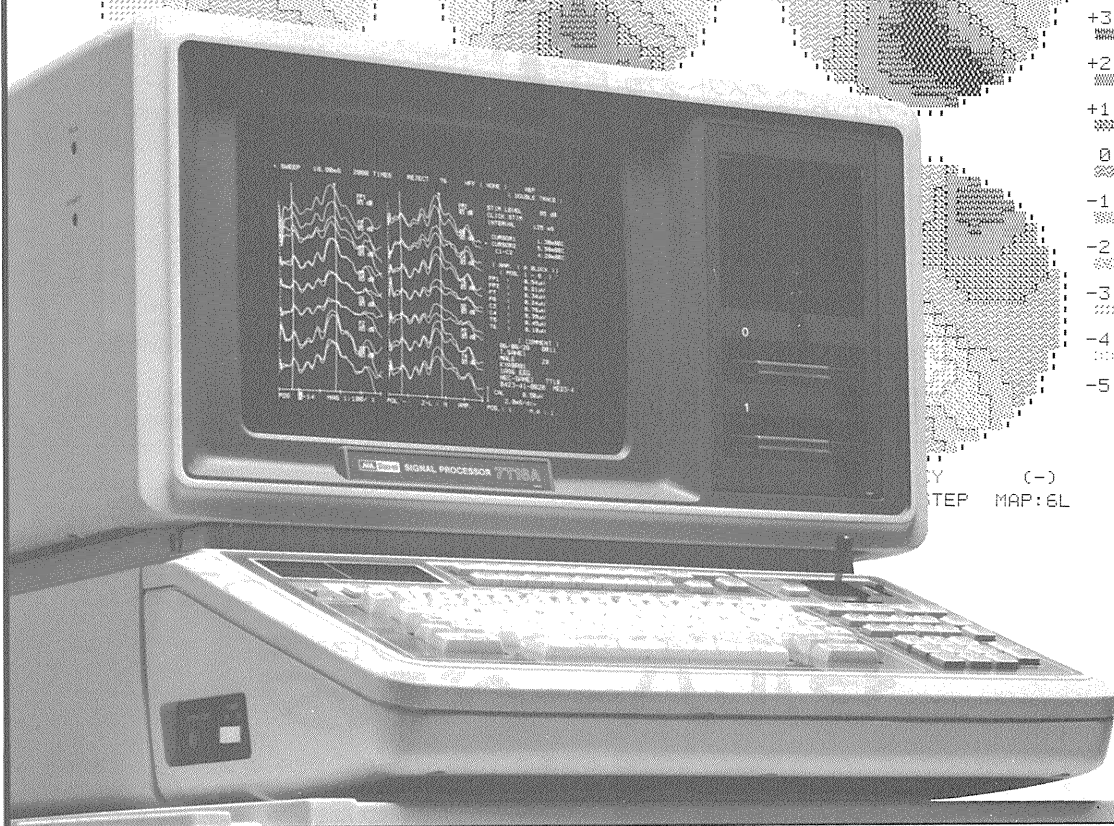
先進技術を医療に

Human-touch Technology

936 μ S

1ms

スピードが、グラフィックが、
生体信号処理をかえた。



オンラインの多チャンネル生体信号処理を実現した、シグナルプロセッサのベストセラー7T17。その実績と実力のすべてを受け継ぎながら、一段と成長した最新鋭機が7T18Aです。定評ある処理スピードはさらに向上、実装メモリも4Mバイトにパワーアップして適応領域がグンと拡大しました。きめ細かな画面表示はサーマルプリンタでハードコピーがとれます。生体信号処理用Signal-BASICの特殊コマンドが強化され、優れたフレキシビリティと共に高次の解析をサポートしています。

※三栄レポートNo.38 (Signal-BASICの応用例集) 他、各種資料が用意されております。担当営業員までご請求ください。

多チャンネル高速データ処理装置

シグナルプロセッサ

7T18A 医療用具承認番号60B第1891号



日本電気三栄

医用電子機器販売本部 / 東京都文京区本郷3丁目42番6号
(NKDビル) 〒113 電話03(5684)1413



AMERICAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY

アメリカ生理学会学術誌



アメリカ生理学会は、約100年の歴史を誇る世界的に権威ある学会であります。

生理学の研究の進歩、発展の中で常に研究業績の最先端を追求し、数多くの由緒ある学術雑誌を発行しております。これらの雑誌も100年の節目を迎え新しい飛躍が期待されます。

*89創刊

American Journal of Physiology-Consolidated	月刊	¥192,000
*AJP-Lung Cellular and Molecular Physiology	月刊	¥10,000
*AJP-Heart and Circulatory Physiology	月刊	¥52,000
*AJP-Renal, Fluid and Electrolyte Physiology	月刊	¥45,000
*AJP-Endocrinology and Metabolism	月刊	¥37,000
*AJP-Gastrointestinal and Liver Physiology	月刊	¥38,000
*AJP-Cell Physiology	月刊	¥35,000
*AJP-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology	月刊	¥41,000
Journal of Applied Physiology	月刊	¥93,000
Physiological Reviews	季刊	¥36,000
Journal of Neurophysiology	月刊	¥68,000
The Physiologist	隔月刊	¥7,000

*印は航空貨物（エアカーゴ）で送られます。

■1989年「円」価格は、変更されることがあります。なお、消費税は含まれておりません。
■お問い合わせ、カタログ請求等は、本社「マーケティング部」までお願い致します。

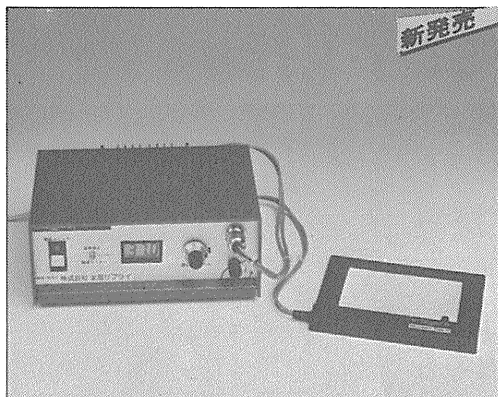
〈日本総代理店〉 **ユサコ株式会社**

-USACO®-

本社 〒105 東京都港区新橋1丁目13番12号堤ビル ☎(03)502-6473
営業所：大阪 ☎(06)344-6624 名古屋 ☎(052)931-2601
筑波 ☎(0298)23-1773

至適温度で生体組織の顕微鏡観察が容易。

顕微鏡用透明加温板



新発売

マイクロウォーム・プレート®

デジタル表示
設定温度モニター付

DC-MP10DM

特許出願中

【特徴】

- フィードバック方式による精密温度コントロール。
- 徹底的なシールドによる電氣的ノイズカット。

【用途】

- 各種細胞の定温培養状態の観察や電位測定。
 - 精子の活力検査や受精卵培養状態の至適温度下での観察。
 - 生体組織に対する薬理作用の観察。
 - 小動物(マウス、ラット)の生体電流測定。
- ◎保温カバーケース(00²混合ガス導入口付): オプション

- 温度設定 室温~50℃(±0.2℃at 37℃)
- 温度表示 デジタル(1/10℃)
- 加温板寸法 DC-MP10DM/84×106mm(厚サ1mm)

安定した一定温度の透明加温板!

マイクロウォーム・プレート® (Microwarm Plate) は、透明なガラス板の面全体が発熱体で温度むらのない均一な表面温度を示します。コントローラで表面温度を自動制御しますので、至適温度で長時間の観察等ができる画期的な万能型顕微鏡用透明加温板です。

- ご注文は貴研究室のお取引業者を通し、お申込みください。
- ご不明な点は本社営業部にお問合せください。
- 仕様変更等の試作品のお問い合わせやお申込みは営業部宛にご相談ください。

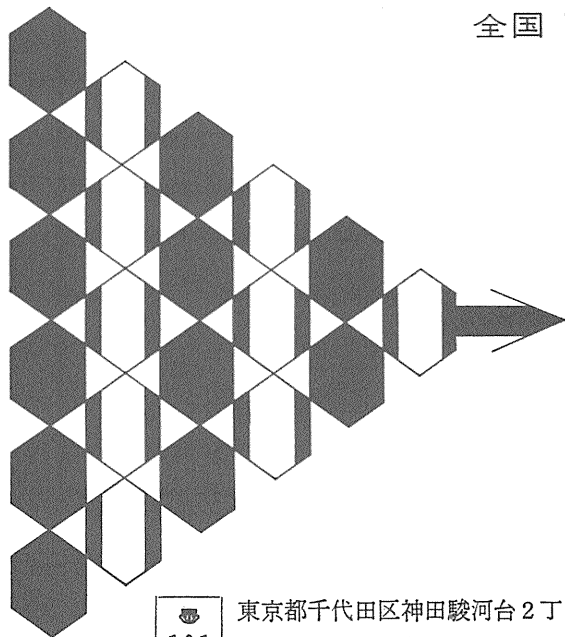
KITAZATO

製造: 株式会社 北里サプライ

本社営業部 ● 静岡県富士宮市舟久保町12-6 〒418
Tel.0544(27)8831 Fax.0544(27)6060

全国 医学・薬学・化学・雑誌広告取扱

本誌 広告 取扱



各学会の雑誌、抄録、プログラム及び名簿等の印刷並に広告掲載のお世話を致します

広告代理店



101

東京都千代田区神田駿河台2丁目9番地

電話 (292) 6961 (代表)

日本医学広告社

さらに機能充実 メモリオシロスコープ VC-11

■大型7インチCRT

大きくて明るく鮮明な単ガンCRTの採用で見やすさ抜群。

■A/D変換10ビット

分解能の向上により忠実な波形が再現できます。

■専用オプション群でグレードアップ可能

- ・反応加算、ヒストグラム解析装置：アブレイジ(4ch)、ヒストグラム(1ch)
- ・ディスクメモリ装置：記憶容量(100画面 3.5インチフロッピー)
- ・データ収録用インターフェイス

■4チャンネルメモリ内蔵

4チャンネル同時に記憶可能。
(2チャンネル時1024ワード、4チャンネル時512ワード)

■4波形セーブ可能(1チャンネル)

異なる条件下での波形の相互比較が容易にできます。

■メモリ読み出し時のX軸拡大可能(×5)

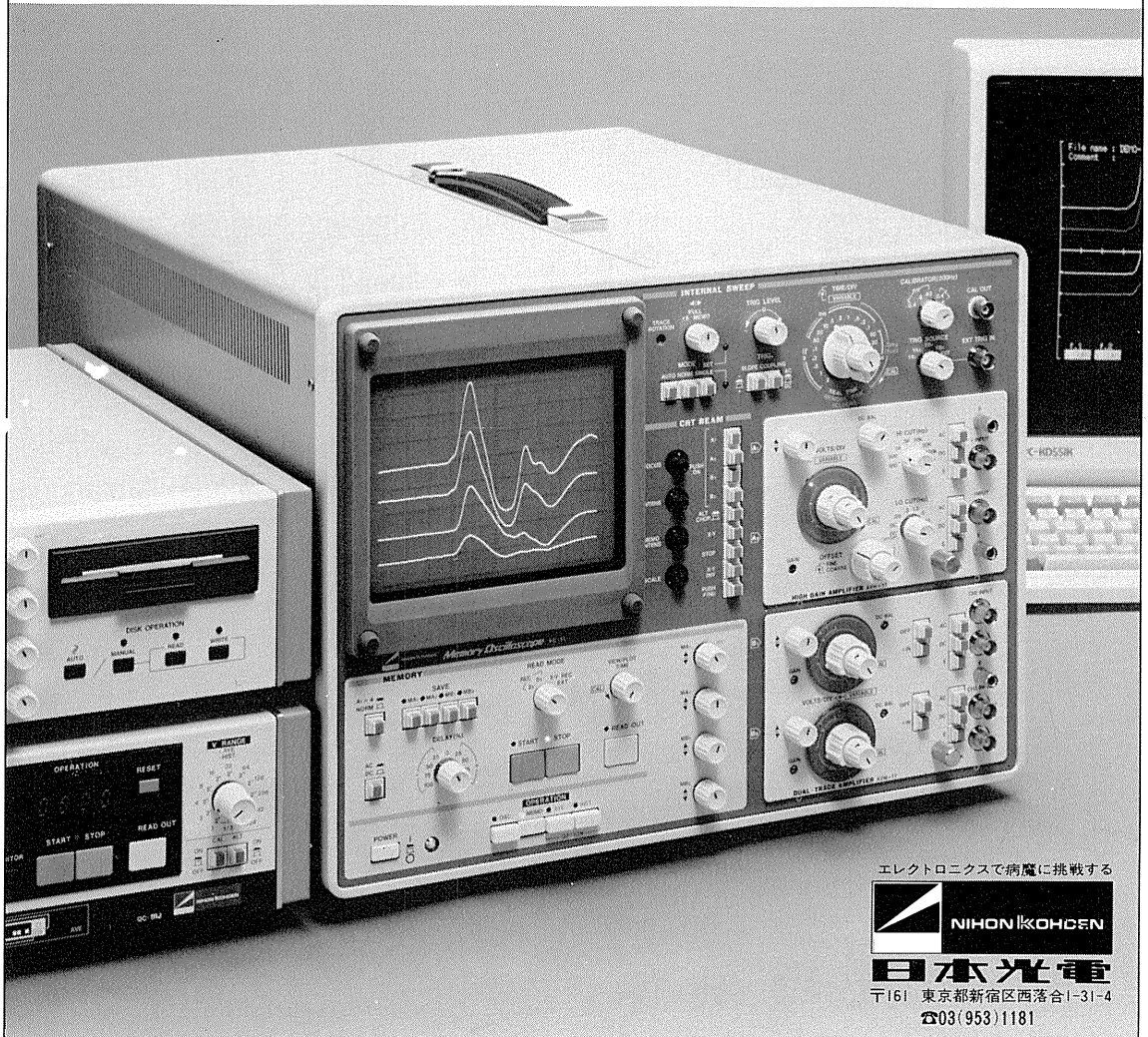
波形の細部を拡大して観測することができます。

■パソコン用インターフェイス内蔵

パラレルインターフェイスを内蔵。オプションでRS-232Cも用意。

■ユニットアンプは全部で5種類

ひずみ圧力用、2チャンネル生体電気用増幅器を新設。



エレクトロニクスで病魔に挑戦する



日本光電

〒161 東京都新宿区西落合1-31-4

☎03(953)1181

J. Physiol. Soc. Japan. Vol. 51, No. 2 (1989)

Review

TERASHIMA, S.: A study of the infrared sensory system.....65

平成元年 一月二十日印刷

編集人兼
 酒井敏夫

酒井敏夫

印刷所

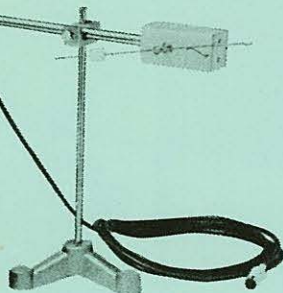
三浦経夫
 鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会

電話
 代替
 東京一八五
 三七八六
 百四三
 円〇四

KN-259 生体用変位計 PAT.P



トランスジューサーと増幅器からなる、微小変位測定装置です。これまでキモグラフィオン・ヘーベルを用いて行なっていた測定を電気的測定におきかえることにより、取扱いの簡便さ、再現性および信頼性を高めました。

- 測定範囲 0～50mm (±25mm)
 (中心軸より100mmの時)
- 分解能 無限大
- 最大摩擦トルク 50mg・cm以下
- 直線性 ±3%
- 出力インピーダンス 5KΩ以下
- 校正器 10mm
 極性切換スイッチ付

理化学器械・基礎医学器械・実験動物飼育機械器具・薬学研究器械・医科器械一般



株式会社

夏目製作所

〒113 東京都文京区湯島2丁目18番6号
 電話 03 (813) 3 2 5 1 (代表)
 FAX 03 (815) 2 0 0 2