

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

54巻

2号

1992

原 著

- 有馬利昭, 藤野和宏: E-C coupling の input site の微小構築とその動態59
- 学会抄録 第227回生理学東京談話会.....75
- 生理学の広場 The Sherrington Room Library for the History of Neuroscience 7th
Annual Report Oct. 1990-Sept 1991.....79
- お知らせ 第2回フェジィ論理と神経ネットワークに関する国際会議.....83
第40回国際航空宇宙医学会議開催のお知らせ.....84
- 事務局から.....85

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

新登場



リスト＝ヘカ
パッチクランプシステム
EPC-9

ベストセラー EPC-7 で世界を席巻したリスト社の会心作
噂のパッチクランプ・ワークステーションがついに登場です

- ◆パッチ/フォールセル用アンプ、スティミュレータ、デジタルオシロスコープを
インテグレート、これらをアタリ・コンピュータによりコントロールします
- ◆パワフルなデータ・アクイジション、さらに専用の解析ソフトによって、データの
観察・収集から編集、解析、プリントアウトまで、完璧なネットワークを誇ります

※ 詳しい資料を下記へご請求ください

リスト社 日本総代理店
EPC-9 西日本地区発売元

 ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1-14
ショーシンビル2F

TEL. 0564-54-1231
FAX. 0564-54-3207

EPC-9 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3-10-3
コイダビル4F

TEL. 03-3258-1641
FAX. 03-3258-1657

E-C coupling の input site の微小構築とその動態

有馬利昭・藤野和宏
(防衛医科大学校生理学第一講座)

A quantitative approach to understand the ultramicro-structure responsible for input mechanism in excitation-contraction (E-C) coupling, on the basis of physio-morphological observations.

Toshiaki ARIMA and Masahiro FUJINO (*1st Department of Physiology, National Defense Medical College, Tokorozawa, Saitama 359, Japan*)

Our morphophysiological studies using concanavalin A-ferritin (Con A-F) have indicated that: (1) an out- and up-ward movement of a movable structure at the luminal surface-portion of the T-tubular membrane opposite the feet initiates contraction; (2) the grade of the movement depends on that of depolarization; (3) the movable structure is essentially a 'moving arm', which is fixed in wall of T-tubules at its fixed end and is able to be bound to the Con A-moiety of Con A-F particle about at its free end. Calculation based on molecular morphology and behaviour of Con A-F particle revealed following points: If (a) the origin of coordinate be the intersection of longitudinal center line of foot and the surface of T-tubular membrane in the transverse section of the tubules, (b) the fixed point of the arm is exactly on the surface of T-tubular membrane, and (c) the movement takes place in the transverse direction to the longitudinal axis of T-tubules, (1) the location of the center point of the movement of the moving arm is at 5.4 nm in the outside direction from the origin, (2) the arm is about 4 nm in length and moves by about 2.4 nm up- and out-ward at its free end upon about complete depolarization.

key words: excitation-contraction coupling, transverse tubule, feet, concanavalin A, moving arm

I. 序—E-C coupling input site の实在—

PGO (phenylglyoxal) を含む Ringer 液に一定時間浸した (PGO 処理) 後, Ringer 液に戻したカエル単一筋線維は, 正常な静止電位と 15 mM caffeine に対する機械的応答 (caffeine contracture) の能力を持っているにもかかわらず, 脱分極に対する収縮 (Kによる K-contraction) 能力をかなりの程度に失い (興奮収縮連関, excitation(E)-contraction(C) coupling の抑制)^{8,10}, 更にこの抑制は PGO 処理後 normal Ringer 中放置数時間の経過後もほとんどそのまま保たれていた⁸. 物質により E-C coupling が不可逆的かつ選択的に抑制されるということは, 結合しているはずのこの PGO を示標とすることにより, その結合部, つまり E-C cou-

pling に決定的役割を担うであろう機能系に, 物質的アプローチ, つまり機能物質の同定が出来ることを意味している. そこで, われわれは ¹⁴C-PGO で処理したカエル骨格筋, つまり PGO により E-C coupling が選択的に抑制されている筋から, PGO と結合しているタンパクを抽出する一連の実験を行なって, E-C coupling の機能を担うタンパクが实在し, それは約 30 kD の分子量を持ち, 糖タンパクである, 等の結果を得た. 更に, PGO による E-C coupling の抑制が, 筋細胞の外液と接する膜表面部位への PGO の結合によって生じていることも明らかとなった¹². これらのことは, E-C coupling を担う機能系, ないしタンパク系を糖に注目して細胞外から調べて行く (アプローチ) ことが出来ることを意味している.

これに基づいて, われわれは glucose-mannose (Glc-Man) 系の糖を持つ糖タンパクに結合する concanavalin A (Con A) を用い一連の

実験を行なった。その結果 Con A は E-C coupling の input 機構に不可逆的に結合することが分かった¹¹⁾。このことは、筋細胞の外液と接する形質膜面に E-C coupling の為の部位、つまり E-C coupling の input site があり、Con A がそれを選択的に結合していることを意味している。そこで ferritin と結合した Con A (Con A-F) を用い電子顕微鏡的に観察したところ、その部位は transverse tubule (T管) 膜の外表面で、しかも feet 付着部に相当しているという著明な事実が証明された¹⁴⁾。現在までに知られた限りでは、このことは feet が E-C coupling の為の外表面から terminal cisternae (TC) までの通路、即ち path way、であるとい

うことに対するほとんど直接的な証明であり、更に勿論、証明された Con A 付着部位が E-C coupling の input site であることの直接の証明である。

この点に注目して行なった E-C coupling input site の behaviour に関する実験から、図 1 の結果が得られた¹⁶⁾。この成績は、形質膜が脱分極すると feet に関して plot した膜表面上における ferritin の位置が、feet 結合部の少し右寄り (即ち、T管の中央寄り) から左方向 (T管の外側) に移動していることを明らかに示している。このことは E-C coupling input site においては、膜が脱分極すると何らかの構造の文字通り機械的な動きが生じているのだという

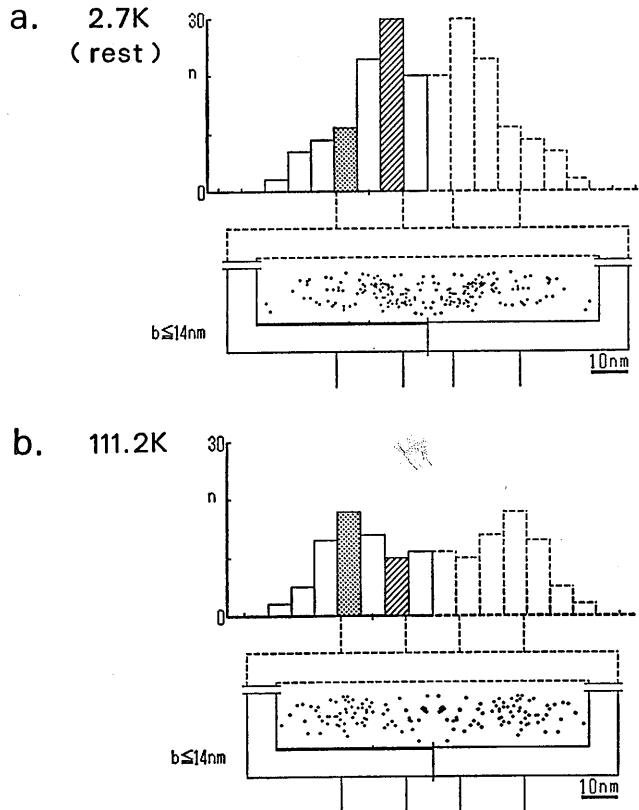


Fig. 1. Histograms to show both a close relation to Con A-F locations to junctional portions between T-membrane and foot, and a noticeable dependence of the relation to the grade of membrane depolarization, using single fibers of frog skeletal muscle, Con A-F-treated single fibers were fixed under both the resting condition (a) and the influence of almost complete depolarization produced by K-solution containing K⁺ of 111.2 mM concentration, which is indicated beside histogram¹⁶⁾(b).

著明な事実をクローズアップさせたことになる。換言すれば、この site は膜電位変化に応じて指針が動く“電位計”として振舞っており、そのタンパクは正に電位計を形成していることを意味していると思われる。更に、この動きは PGO で完全に止められることが証明された¹⁵⁾。このことは先述の抽出タンパク (PGO-protein) がこの部位にあり、それが膜電位に応じて変形していることを直接的に示していると解される。

形質膜における input site での機械的動きという事実、かつ又、この研究の発端であった筋細胞の E-C coupling process の最初の step としての電気-機械変換という新たな事実、更に又、trans-membrane control における新しい方式の提示、等これら諸点の重要性から、われわれは Con A-F の ferritin の動きを更に詳しく検討し、動く実体の振舞いの有様を正しく結論づけねばならないと考えた。何故なら、位置の示標として観察される ferritin は Con A 分子に結合している、この分子が input site の実体に結合しているという関係にあるから、ferritin の動きは実体の動きの言わば影であることになるからである。

基本的な事実と観察測定値に基づきこの実体の振舞いを解析した結果、E-C coupling の input につき1つの結果を得た。それは以下の通りである。

① feet 中心軸の延長と T 管膜表面との交点を原点とすると、Con A の結合部位は、静止の状態では、原点より T 管外側方向へ 2.2 nm、膜表面より 2.3 nm の高さの所に存在する。

② 形質膜がほぼ完全に脱分極した条件では、その結合部位は原点から T 管外側方向へ 4.1 nm、膜表面より 3.7 nm の高さの所に認められる。

③ Con A の結合点は、その結合の性格から、K 脱分極によってある実体上を移動するとは考えられず、結合点を介し Con A を担う実体そのものが脱分極によって運動する、と考えられる。観察された ferritin 位置の分布から、

その移動実体は、固定端が膜の構造体に結合し、自由端が Con A を結合し得る1つの可動腕であり、その自由端の位置は膜の分極の度合いに依存して決定される可動腕の回転量によって決定される、と推定される。従って、静止時と脱分極時の Con A 結合点の位置は、固定端を中心として自由端が描く円弧上の2点と解される。

④ 上述の固定端が T 管膜表面に存在し、かつ又、この運動の方向が T 管横断面に対し真横であると仮定すると、その固定端の位置は原点より外側 5.4 nm 付近であると推定される。

以上の結果を導いた経過を以下の項目に分けて記載する。

- (1) 解析の基礎となる基本事項
- (2) 解析手続き
- (3) 解析結果と議論
- (4) 結び

II. 解析の基礎となる基本事項

ニホンアカガエル後肢第4・5趾屈筋より分離した単一速筋線維 (太さ 50~100 μm , 長さ 1~2 mm) を用いた。Ringer (K 濃度 2.7 mM, 2.7 K と記載) 中にある線維に pH 5.6 の条件で Con A-F (43~57 mg/ml) を10分間与え、1時間の洗浄後に1%, 更に10分後3% glutaraldehyde による化学固定を行なった。このときの buffer を含めた固定液の浸透圧を、1% glutaraldehyde 液でカエル正常 Ringer の浸透圧の約1.1倍、3% glutaraldehyde 液で約2.4倍とし、最初の固定時(1~2秒以内)に正常 Ringer 液からの浸透圧の差で生じるかもしれない微小形態変化を防ぎ、その後通常用いられる十分な濃度による固定を行なった。この手続きによる電子顕微鏡像(電顕像)(最終20万倍の写真像)から得られた ferritin 位置の度数ヒストグラムが静止状態 (rest と記載) のものである。従って、この時の ferritin 粒子の位置は膜電位約 80~90 mV の時の膜に把持された ferritin 粒子の位置を示している(図1の a)。この図では T 管左半分を実測で得られた ferritin の分布

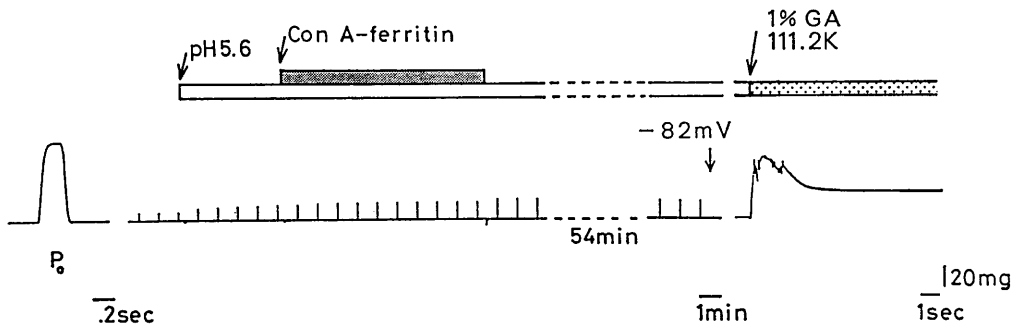
をプロットし、右はその反転である。また一方、60分の洗浄 (2.7 K) 後、正常な膜電位であることを確認した後、111.2 mM K (111.2 K と記載) を含む 1% glutaraldehyde 液と交換することによって膜を脱分極させ、その K 濃度に応じる最大張力を発生させている状態で固定 (図 2) した triad 像から得た ferritin 粒子の位置に関するヒストグラムが図 1 の b である。このとき固定の速さから、観察対象となる triad 像は E-C coupling の活性化状態で固定されたものと考えられる¹³⁾。

前記 glutaraldehyde 固定の後、定法により処理を行ない triad の電顕写真を得、それより位置の測定を行なう場合、意味ある測定が可能な triad のみをいくつかの妥当な一般的 criteria を設けて選定した。即ち、測定を行なった triad はすべて T 管の正しい横断面となる観察者の視線に直角のもののみであり、また feet は左右上下正しく 4 個配置されているもののみである。ferritin の位置の測定は 20 万倍の写真上で feet 中心軸の延長と T 管膜表面との交点を原点とし、その点から ferritin の中心点まで

を実体顕微鏡 (10~16 倍) 下で測定することにより行なった。

計測する ferritin の中心には直径 5.5 nm の水酸化鉄を主体とする electron dense な核があり、これが電顕像としては黒い点として見え、20 万倍の写真上でその径は約 1 μm となる。電顕 (日本電子製 JEM-100 C, サイドエントリ-ゴニオメーター使用) の分解能は 0.45 nm であるが、その分解能の限界による ferritin 像への影響は核周囲の均等なボケとなるだけで中心点の位置の決定にはさほど影響がないが、原点の決定及び計測時に用いるスケールの分解能 (20 万倍の写真上で 50 μm, 倍率換算で 0.25 nm) を考慮すると、1 点の ferritin の計測には数 Å の誤差が生じているものと思われる。しかし Con A と糖鎖との結合点を決定するときは、多数の ferritin の分布状態から判断しているので、その一点一点の測定誤差による影響は小さくなる。図 3 に ferritin の核 (その中心点は写真上で ●), 原点 (同じく ⊙), 及び計測方向 (a, b, c) を示す。

電顕で観察測定する粒子は ferritin 中心の



1% GA : 1% glutaraldehyde

111.2K : 11.8mM KH_2PO_4
49.7mM K_2HPO_4

Fig. 2. To show the procedure to both treat a single fiber with Con A-F and produce membrane-depolarization followed immediately by fixation. The fiber was immersed in Ringer containing Con A-F during the shadowed range and transferred at 1% GA 111.2 K to a solution containing 11.8 mM KH_2PO_4 , 49.7 mM K_2HPO_4 (final K : 111.2 mM) and 1% glutaraldehyde.

electron dense な核である。その核の周囲を分子量 18.5 kD の subunit 24 個で構成される apoferritin が囲み、その全体の分子量は約 750 kD, pH 4~10 の間で安定で、全体の径は 11 nm となる。一方 Con A は中性で 4 か所 (25.5~27 kD の subunit 4 個で構成), 酸性で 2 か所 (同じく 2 個) ある糖結合部位で糖タンパク等の糖鎖と結合しているものと考えられ、その大きさは 2 量体で約 $8.4 \times 4.0 \times 3.9$ nm とされている²²⁾。よって電顕で観察した ferritin の核、即ち図に plot した ferritin の中心点より糖結合部位、つまり E-C coupling の input site までは数 nm 以上の距離があり、その部位の実際の位置及び動態を知る為には、この距離を常に念頭に置いて考える必要がある。

Con A は lectin の中ではその化学構造、及び立体構造が最も良く調べられており^{4,5,22)}、糖タンパクとの相互作用では Glc-Man 系の

asparagine (Asn) 結合型糖鎖と強く結合する lectin として広く用いられている。Con A の糖結合部位はその測定精度から確定はしていないが X 線回折の結果よりほぼ図 4 の矢印で示した所と理解されている^{1,6,19)}。Con A 分子は中性で 4 量体、実験を行なった酸性 (pH 5.6) で 2 量体であるが、2 量体は 4 量体をその長軸に沿って半分に割った構造であり長軸方向の長さには差がない。ferritin の分子形状はほぼ球形と考えられ、球面のどの部分に Con A が結合しても核中心からその ferritin-Con A 結合点までの距離は同じと考えられるが、回転楕円体状の subunit を組み合わせた Con A では、その結合部位を特定しなければ核中心から Con A-糖鎖結合部位までの距離を決定できない。用いた Con A-F は SIGMA 社製のもので分子量約 110~120 kD (α subunit, 4 量体と解される) の精製した Con A と ferritin とが中性で glu-

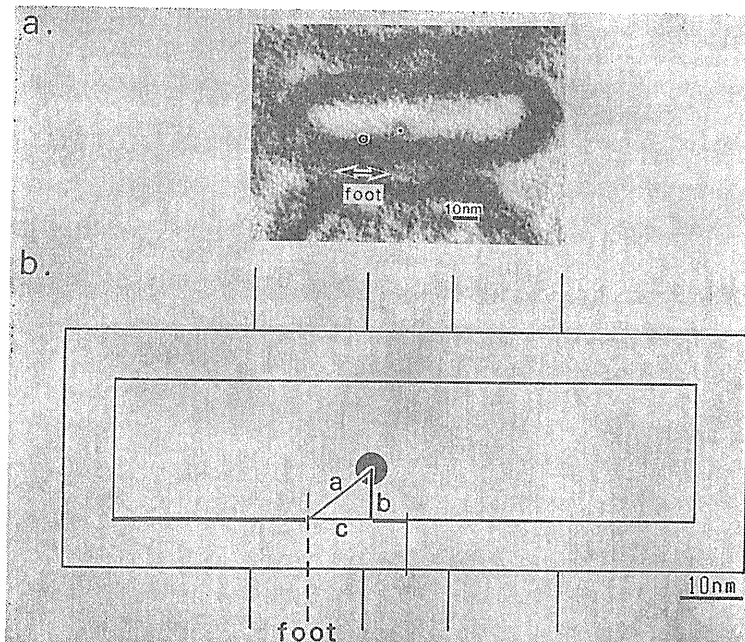


Fig. 3. To explain the procedure to determine locations of Con A-F particle on T-membrane in transverse sections of T-tubules in electronmicrograph (a). As is shown in diagrammatic expression (b), the distance of center (● in electronmicrograph) of ferritin-moiety from the surface of T-membrane (—) was expressed as a point in the rectangular coordinate system, of which origin (○ in a) is the intersection of two lines, the foot-axis (----) and T-membrane surface.

taraldehyde を介し架橋結合していて、そのモル比はロットにより差があり、およそ1.1:1から1.4:1(Con A:ferritin)であり free の Con A 及び ferritin を含んでいないとされている。

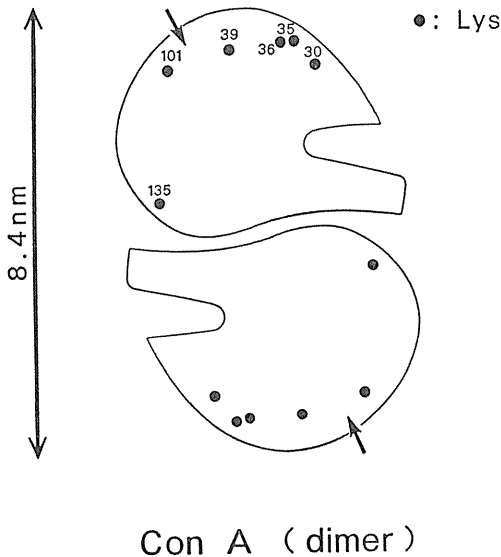


Fig. 4. A diagrammatic expression of a Con A-dimer, which exists under the condition at pH 5.6, where the present studies were conducted. Respective arrows indicate the portion where sugar-binding takes place.

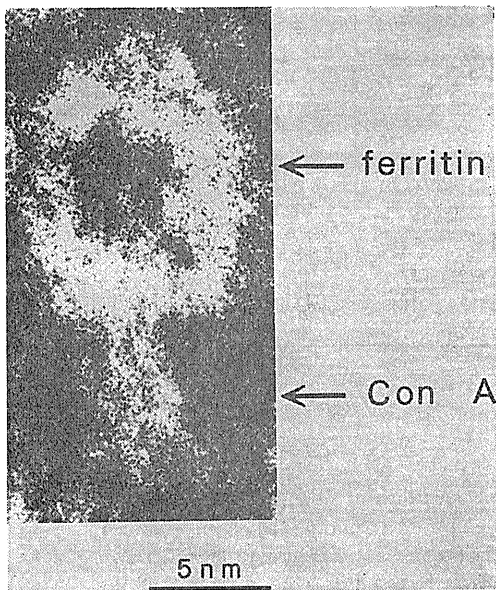


Fig. 5. Electronmicrograph of one Con A-F molecule treated with PTA-negative staining.

図5にその negative staining (PTA 染色) 像を示す。

タンパクと glutaraldehyde の結合様式は一般に lysine(Lys)との架橋結合が主であると理解されており²¹⁾, Con A の Lys の位置が Con A と ferritin の結合点であると考えられる。Con A には 1 subunit (237 個のアミノ酸残基) あたり12個の Lys があり、中性 4 量体のとき四次構造形成に関与する Lys 3 個, subunit 間に挟まれて存在する Lys 3 個を除き 6 個の Lys が 1 subunit 表面に露出し²²⁾, ferritin との結合に関係しているものと考えられる(図4)。その結合点は図4を見るかぎり, Con A 分子の長軸両端付近に Lys の集合があることから, この部分に apoferritin(モル比で Lys 7.5%)が結合している可能性が一番高いと考えるのが妥当と思われる。更に, この結合点は長軸極点より少し内側にあることから Con A 分子は ferritin 上で少し倒れるように結合しているものと思われる。negative staining 像(図5)もその形態を示している様に見える。この ferritin-Con A 結合点と Con A-糖鎖結合点はほぼ一致した所にあることから, ferritin と結合した方の subunit 側での糖結合の可能性は低く, Con A-F の糖結合点は ferritin との結合にあずからない方の subunit 側, つまり実験を行なった酸性(2量体)で一か所であると思われる。

以上のことから, いくつかの不確定要素はあるものの ferritin の中心点から Con A の糖鎖結合部位までの距離を 2 量体で 11 nm とした。この距離を 0.1 nm 単位でより正確に決定することは出来ないが, 他に 0.1 nm 単位で表示される数値があり, その数値と組み合わせて検討するときは 11 nm を 11.0 nm として扱った。よって, この 11 nm を根拠として決定される数値, 例えば Con A-糖鎖結合部位等の位置に関しては 0.1 nm 単位の変更がありうる。

尚, 同じ高電子密度標識化合物である colloidal gold は 5 nm の核に対して 6~8 個の Con A が結合していると考えられ, その結合部位の不明確さもあり, 核中心から糖鎖との結合

点までの距離に Con A-F ほどの一定性を求めることは困難と考えられ、この実験には用いなかった。

III. 解析手続き

図6のaは Con A-F と糖との結合状態を立体的に現わした概念図である。この図の様に1か所の結合点に対し Con A-F の ferritin の中心点は、半径 11 nm の半球の球面上に分布することになる。このとき Con A-F が 2π 方向に何の制限も受けずにランダム分布したとすると、ferritin の中心点は図6のbの○●で示した様な位置にあることになる。この図で○は半球手前面側、●は半球裏面側(影で表示した面)に分布していることを意味する。電顕で観察する場合は、この図の“目”の位置から水平に2次元的な分布として見ることになる。図6のcは、結合した Con A-F を100個とし、球面上にランダムに分布させ、それを2次元的に見たものであるが、このとき個数 n が十分に多ければ、打ち上げ花火を地上から見るかのように円周に近い所ほど多くの点が観察され、その輪郭が明らかになる。また Con A-F の結合方向が規定され、その結合方向の変動範囲に制限が加わると図6のdの様な分布がありうる。

これらのことを念頭に置き、コンピュータの画面上に約300万倍に拡大して描いたT管と観察して得られた ferritin の分布(図1), 及び図7に示した傘状の軌跡表示盤(可変な軌跡判定ゲージ)を重ね合わせ、Con A と糖鎖との結合点の座標(c, b)を0.1 nm 単位で、T管feet面垂直軸に対する Con A-F の結合角度の中央値(傾斜角) θ_1 , 及びその結合角の変動範囲(開き角) θ_2 をそれぞれ1°単位で ferritin の分布に合うように調整し、T管膜上に存在する糖鎖、糖タンパクの位置と Con A の結合方向を決定した。

電顕で観察される像は、切片の厚さ(約20~80 nm)内に存在する全ての構造物の像が一つの面に投影したものであるので、feet の場合はその切片の厚さ内の奥行方向に存在する1~3

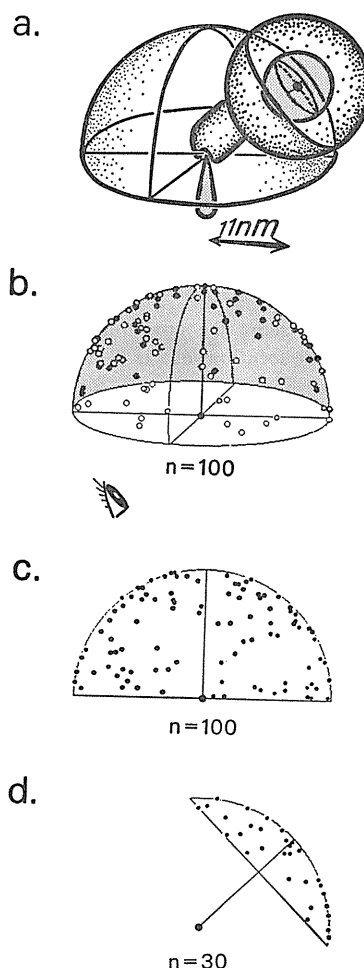


Fig. 6. a. A bird's-eye-view to show hemispherical expression of a locus of positions capable of locating of center of ferritin-moiety of one Con A-F molecule under the condition where the molecule is bound to a saccharide () fixed onto a plane constituted from T-tubular membrane and is moved by thermal agitation.

b. A hundred positions capable of locating of center of ferritin-moiety in one Con A-F molecule at the surface of the locus-hemisphere mentioned in a. Empty circles exist at the surface of this side of the sphere, and solid circles do at that of the other side.

c. A projection of 100 afore-mentioned positions onto a plane, showing that whole projected points are contained in a semicircle.

d. A projection of 30 positions onto this paper-plane under the condition where movement of the bound Con A-F molecule is restricted within a range around an axis along this paper-plane, indicating that whole projected points constitute approximately a plano-convex figure.

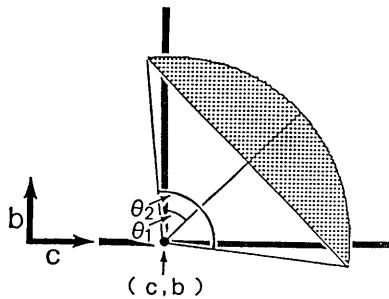


Fig. 7. To show the procedure to determine the saccharide locations at the T-membrane. The locations are indicated by the saccharide-Con A-F junction which is induced on the basis that the plano-convex figure (called plano-convex plate representing a range of distribution of positions capable of locating of ferritin-center), which is to be constituted of measured points, gives the junctional points (see also Fig. 6 d).

個 (切片の厚さによる) の feet が大体同じ場所 (本実験の像選択基準では可及的に正しく同じ場所) に重なって投影していることとなる。この事情は ferritin 像についても成り立つはずであるので、その分布から特定された Con A-糖鎖結合点の位置についても同様なことが言える。よって切片の厚さの奥行方向も含めた後述の議論 (本頁末尾) では、重なった 1 列の feet (1~3 個の feet) 及び糖鎖をそれぞれ 1 単位の feet 及び 1 単位の糖鎖と表現した。

IV. 解析結果と議論

図 1 の a (静止状態) を見ると ferritin の多くは T 管 feet 面の feet 周辺に分布しているのが見られ、更にその分布からはいくつかの特徴的なキーポイントを見つけることが出来る。それは、(1) 例外的な何点かを除くとその分布は波状にいくつかの円弧が連なっている様に見える、(2) feet 直上の少し T 管内側方向に寄った所に特徴的な多数の ferritin の集合があり、(3) feet 上部には ferritin の存在しないデルタ状の空白域がある、等である。これらの特徴を先述の解析手続きに基づき判断すると次の通りとなる。波状のいくつかの円弧の中心にはその 1 つ 1 つに Glc-Man 系の糖鎖、糖タンパクないしその

subunit が存在していることを意味する。そのうち feet 直上にある糖鎖、糖タンパクが Con A に対し特に強い affinity を持っている。また、feet 上部にデルタ状の空白域が存在する理由は、ここに electron less dense な物質が存在していると考えたよりも、feet 直上に存在する Con A に対し強い affinity を持った糖鎖、糖タンパクと Con A-F との結合状態がその結合開き角 θ_2 に強い制限を受け、また傾斜角 θ_1 も右方向に大きく傾斜している為と考える方が妥当である。

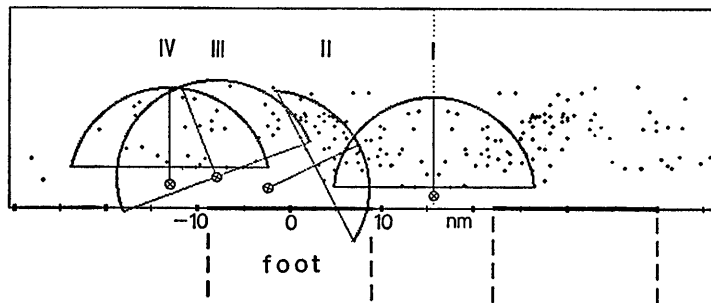
この様な解釈の基で、静止の状態の分布に軌跡表示盤を重ね描いたものが図 8 の a である。数点の例外的な ferritin を除くとその分布はほぼ 4 つの群に分けられる。それらの群を右から I, II, III, IV 群とすると I 群は左右の feet 間の中央に位置し、その開き角 θ_2 は広く Con A-F の結合方向にはあまり制限は無い様に見える。次の II 群は他の群に比べ ferritin の数及び θ_1, θ_2 に特徴的な差違が見られる。即ち、Con A-F の結合方向は右に大きく傾き、更に $63^\circ \pm 60^\circ (\theta_1 \pm \theta_2 / 2)$ の範囲にこの群の ferritin のほとんどが含まれる。残りの群は ferritin の数が少なく、また特徴的な規則性を見つけることは出来ないが、まとめて 1 つの群で説明するには分布が広すぎるので III 群、IV 群と分けた。その内 III 群は弱く左傾斜している様に見えるが、IV 群に至っては傾斜の有無は判断出来ない。このように ferritin の集合が 4 群あるということは、左右の feet 中央に存在し両 feet に共通の群である I 群も含めると、1 単位の feet 周辺には T 管内腔側に Glc-Man 系の糖鎖、糖タンパクないしその subunit が 4 単位存在していると解される。一方、糖鎖、糖タンパクも切片の厚さ内に feet と同数重なっていると考えると、1 つの foot につき 4 個の糖鎖、糖タンパクないしその subunit となるが、そう考える方が E-C coupling の入力機構が成立する上からも妥当と思われる。図 8 中の ⊗ で示した点は Con A と糖鎖との結合点 (c, b) を現わし、糖鎖、糖タンパクの位置が決定される。

図8のbは同様に111.2Kによる収縮活動状態で固定(図2)したときの ferritin の分布に軌跡表示盤を重ねたものである(図1のbと同一分布). 図1のbの様に収縮中で固定した場合の ferritin の分布を見ると, II群が左に移動し, III, IV群と混ざり合い, それぞれを明確に分離することは出来ない. 一方, II群がその制限された開き角 θ_2 のまま移動したとすると, それらの分布の一部に特に密度の高い場所が存在するはずであるが, その様な場所が見当たらないことから, II群は左移動と同時に結合方向に自由度が増したか,あるいはタンパク及び糖鎖が平面的に真横にのみ移動せずある程度自由な方向に動いた可能性が考えられる. 原因が前者であれば, Con A-糖鎖結合点を中心に Con A-F が熱運動するとき, 傾斜に依存してその運動範囲の制限の増減が見られるのかもしれない. この他に ferritin の観察できる域内, 即ち筋細胞表面より約 $5\mu\text{m}$ 内部のT管中まで(そ

れより内部のT管には Con A-F の分子形状が大きく, また結合した Con A-F 自身が障害となることから侵入出来ない)で化学固定が完全には同期していなかったこと, また各 input site の電位変化に対する感受性の差, なども予想され, それらが分布の広がりに影響を与えていることも考えられる.

次に feet 面に対しての高さ方向(b)についても検討した. 左右の feet 間の距離(feet 中心軸から中心軸)を FF とすると feet 中心軸から左(外側)方向 FF/4 の範囲における高さ(b)方向の度数分布を現わしたものが図9の a-①(2.7K), b-①(111.2K)である. このヒストグラムを見ると収縮活動状態(111.2K)の時は静止状態(2.7K)に比べ特に 10 nm 以上の所の度数の増加が目立つ. また feet 中心軸より右(内側)方向 FF/4 の範囲のヒストグラム(図9の a-②, b-②)を見ると活動状態では静止状態のときに比べ全体的に度数が減少し, 特に

a. 2.7K
(rest)



b. 111.2K

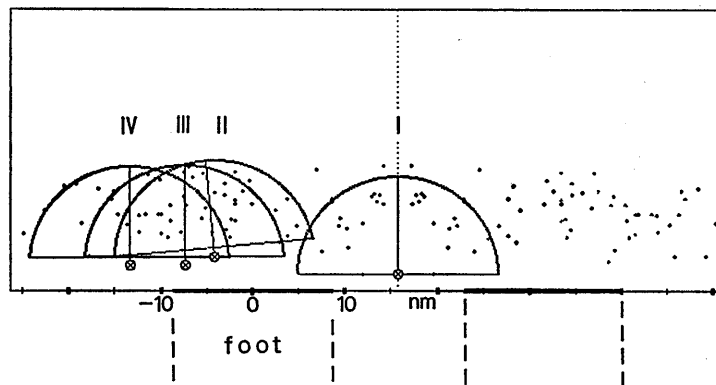


Fig. 8. To show that (1) there exist 4 plano-convex plate regardless of the grade of membrane polarizations, resting (a) and almost complete depolarization (b), and (2) the plate locating almost just on foot (II) is moved remarkably (outward) upon depolarization.

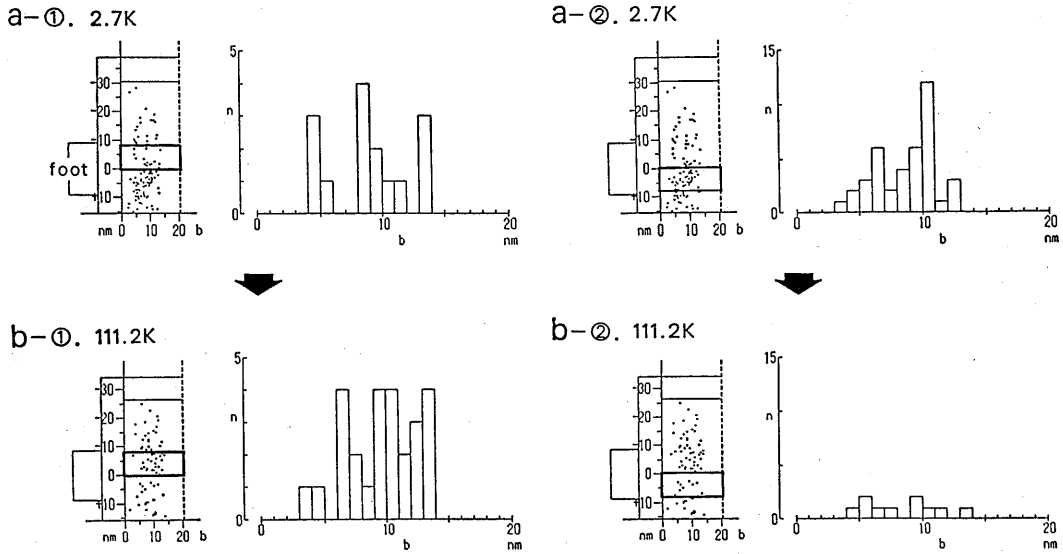


Fig. 9. To show that detected positions of ferritin in Con A-F molecule move in a group out- and up-ward above the foot upon depolarization. With respect to a group (a-①) of ferritin-positions, which exists over the range from the longitudinal foot-axis (0) to an outward point apart from a quarter of a distance (FF) between next foot-axis to each other, numbers of the positions, both total and higher, increases upon depolarization (b-①). With respect to the other group (a-②, b-②), which exists inward but otherwise similarly, the situation is reverse from (a-①, b-①).

10 nm 付近が顕著である。これは、この付近にあった ferritin がT管膜の脱分極に伴い feet 左側の 10 nm 以上の度数増加に加わっていることを示唆する。

これらのことを考え合わせると、II群の ferritin は形質膜の脱分極に応じ feet 直上右下から左上へ円弧を描く様に移動したと考えるのが最も理解しやすく、また確かな様である。この動きが円弧に沿った移動だとすると、II群の ferritin の移動量、約 10 nm に比べ糖鎖、糖タンパクの移動量はかなり小さなものとなるであろう。表 1 は図 8 で得られた数値 c , b , θ_1 , θ_2 及び各群に属する ferritin の個数 N を表示している。表中の II群の c 及び b からその Con A 結合部の移動の距離は 2.4 nm ないしそれ以上となるが、これだけの距離をタンパクないし糖鎖が斜め上に直線的に並行移動したとは考えにくく、また II群の傾斜角 θ_1 が脱分極により立ち上がっている様に見えることも考え合わせると、その運動の中心点となる定点は膜寄りであ

Table 1. Grouping of Con A-F —saccharide binding positions obtained experimentally and characterization of each group.

	Group	c (nm)	b (nm)	θ_1 (°)	θ_2 (°)	N
2.7K	I	15.7	1.5	0	171	22
	II	-2.2	2.3	63	120	38
	III	-7.9	3.4	-21	178	19
	IV	-13.1	2.5	0	158	13
111.2K	I	15.8	1.8	0	179	15
	II	-4.1	3.7	-5	168	(29)
	III	-7.4	3.2	0	173	(15)
	IV	-13.4	3.0	0	173	(10)

って、そこを中心に糖鎖自身あるいはタンパクも含めて円弧を描く様に右下から左上に移動しているものと考えられる。もし、その定点がT管膜表面に存在し、その運動の方向がT管横断面に対し真横であるとする、その位置は移動した2点を直線で結んだ辺を底辺とする二等辺三角形の頂点となる図10の◎で示した所、即ち原点より外側方向約 5.4 nm の所となる。しか

し、Con A-糖鎖結合点の位置には数 Å の誤差が存在(図中の破線で示した丸の半径は 0.5 nm)する為、その定点の位置にはある程度幅があるものと思われる。また逆に、この定点の位置が確定しない以上この動く実体の三次元的な移動の方向は推定出来ない。少なくとも言えることは、T管横断面に対し垂直方向にのみ移動していることはないと言うことである。

表1のNは各群に含まれる ferritin の個数を表示しているが、2.7 K の場合は隣の群どうしが重なっているとき、その重なっていない所に存在する点のそれぞれの密度を求め、その密度の比と同じ割合で重なっている所に存在する ferritin を分配し、おおよその値とした。また 111.2 K の場合はⅡ、Ⅲ、Ⅳ群の振り分けは静止(2.7 K)の値と同じ割合とした。この表からも明らか様に、Ⅱ群以外の群には静止状態から活動状態にかけて著明に動いているものは今のところ見当たらない。本稿では触れていないが、この内の1つ、Ⅲ群は収縮の不活性化過程に関与している事が明らかにされつつあるが^{20,24}、他の2つに関しては未だ確たる証明を見出すには至っていない。

図11は表1の数値をコンピューターに入力し、その数値の範囲内でランダムに ferritin を分布させたものの一例である。また、そのシミュレーションで得られた分布を高さ方向(b)の

ヒストグラムとして描記させたものが図12である。いずれの図を見ても点の分布、ヒストグラムとも実測で得られた結果(図1, 図9)に近似しており、この測定値の確からしさが裏付けられているものと思われる。このシミュレーションは半径 11.0 nm の球面上にそれぞれの群の規定された制限の範囲内でランダムに分布させて作成したが、もしその結合方向に新たな法則性があるとすれば、その様な factor を加えシミュレートすることによって、もっと実測に近い分布になるものと思われる。

これらの実験成績を踏まえて次に E-C coupling の入力機構の機序を推定する。いま foot 直上の T管膜から可動な腕が一本斜めに突き出ていると考える(図13)。この腕の基部に +charge が1個、その極近くの膜部位にも +charge が1個ある。これらの間の斥力によって腕は膜から遠ざかる傾向をもつにもかかわらず、静止電位による電場内の強い力に沿って膜に近づけられるから、腕は限りなく膜に倒れ近づき平衡に達して静止する(静止位置)。ここで脱分極(興奮)により内向きの電場が消失すると電気的な力として +charge 間の斥力だけが存在するから、その斥力により腕は膜から遠ざけられ、従って外向きに立ち上がり、この動きは恐らく構造的限界点で終るのであろう(収縮位置)。再分極ではこの逆の事態が進行し、腕は

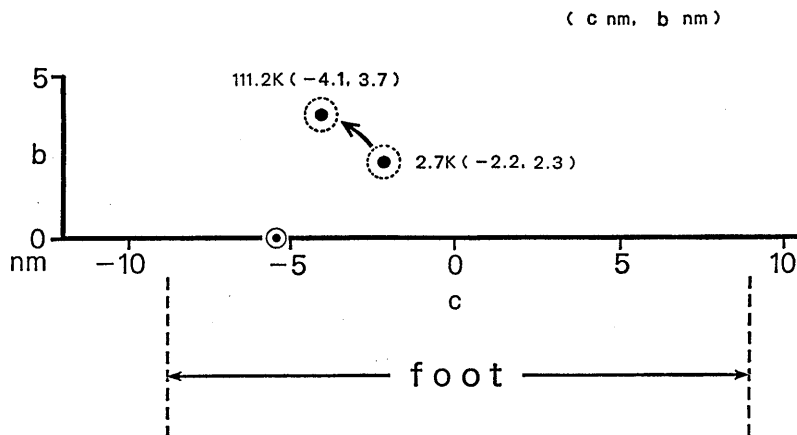


Fig. 10. Positions of both saccharide binding portion which should exist near free end and fixed end of the moving arm.

倒れて始めの静止の平衡位置に戻る。1回の活動電位による単収縮では腕のこのような運動あるいは往復運動によるものであろう。E-C coupling の第一段階であるこの電気-機械変換はこの仕組みで成立しているものと思われる。ここに PGO が存在すると、この腕は架橋的に膜に固定され、脱分極が生じても全く腕が動き得ないから E-C coupling は完全に抑制される。

このような charge を持った腕の運動は、電気的には電流の存在に他ならない。即ち、われわ

れの観察結果によって見出された E-C coupling 活動の本質である腕の機械的運動には電流が付随する。従って、PGO 作用についても PGO にはこの電流発生を抑制する能力があると換言出来る。Schneider と Chandler²⁸⁾ が検出した膜の脱分極に応じて生じ、かつ PGO によって抑制された⁷⁾ 外向きの電流は、恐らくわれわれによって証明されたこの T 管膜の E-C coupling input site 由来の電流を含んでいると解してよいであろう。

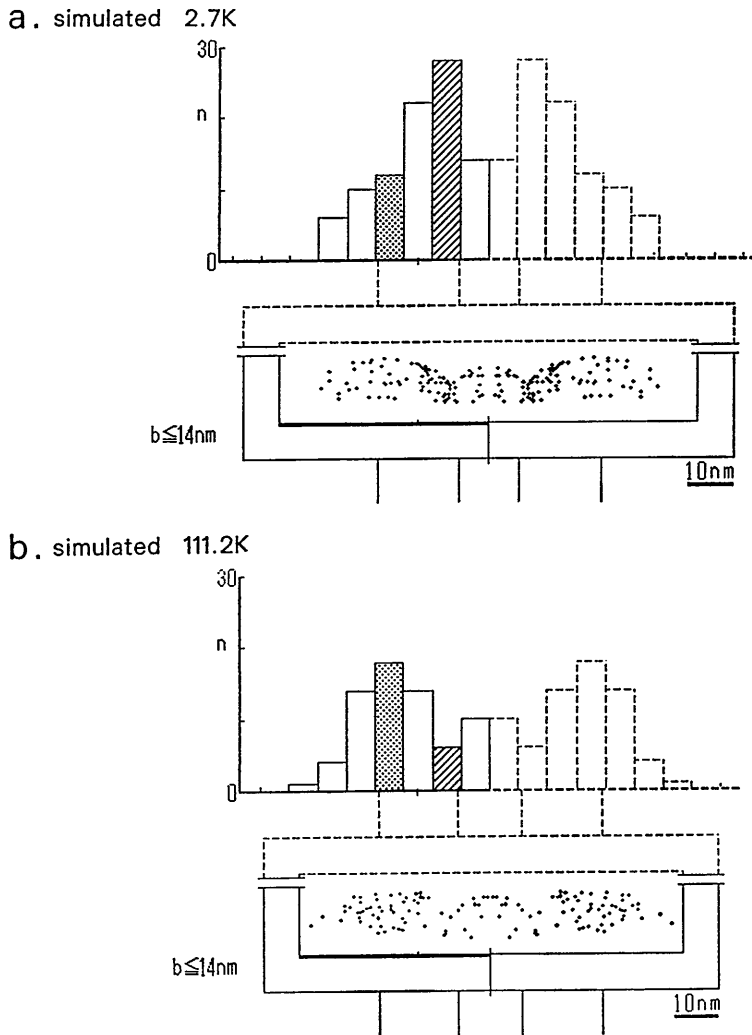


Fig. 11. Foot-relation-histogram to show possible ferritin-positions, which were obtained by means of calculation on the basis that the respective positions bound by the four Con A-F molecules are located as obtained experimentally.

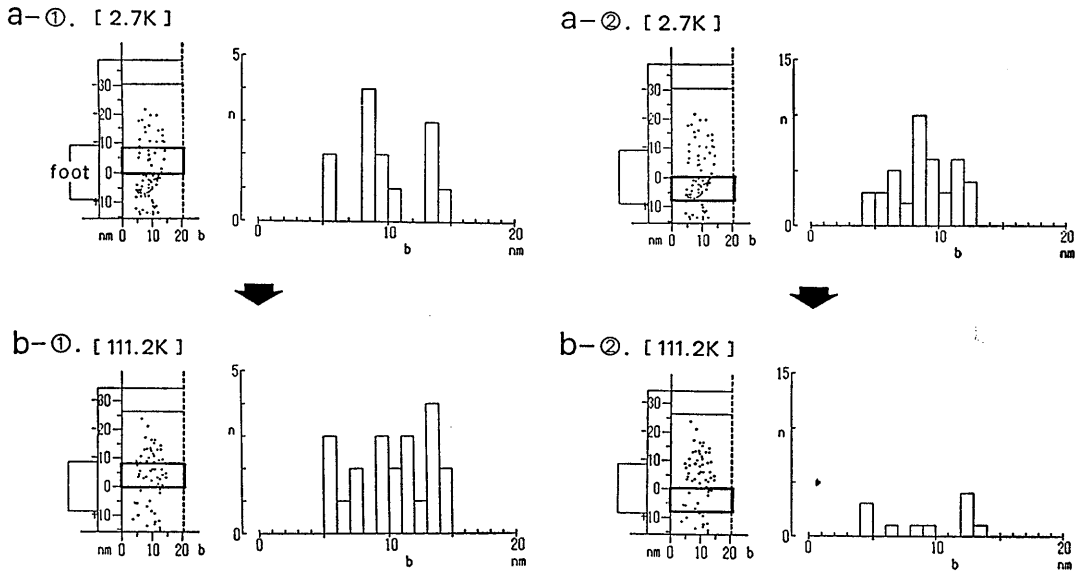


Fig. 12. Similar figures to Fig. 9, which were, however, obtained from Fig. 11 prepared by calculation.

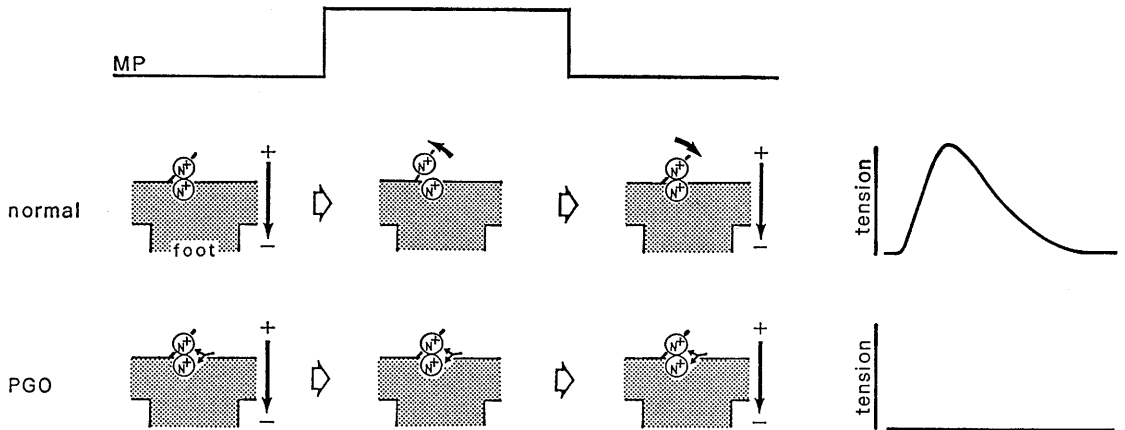


Fig. 13. A diagram to explain how input apparatus functions to give rise to contraction and is inhibited by PGO (P-Glyoxal).

V. 結 び

(1) 筋細胞表面形質膜の興奮, 即ち脱分極が, 細胞内の収縮要素, 即ち収縮タンパクの活動を惹き起こす過程(興奮収縮連関, excitation(E)-contraction (C) coupling) の機序を明らかにする一連の実験から, われわれは PGO(phenylglyoxal) と Con A (concanavalin A) の各々が細胞外から作用して, 細胞形質膜に存在する

E-C coupling の input site に結合付着することを見付け出した^{11,12)}. 前者 (PGO) を用いて, われわれはその input site を構築する細長いタンパク (PGO-protein) を抽出し, これが PGO により一点で折れ曲がることを見出した¹⁷⁾. また, その PGO-protein のモノクローナル抗体が E-C coupling を抑制することも分かった¹⁸⁾. 一方, 後者 (Con A) に ferritin の結合した Con A-F を用い, ferritin の電子顕微鏡 (電頭) 的

な観察から間接的に Con A の位置を知る手続きによって、われわれは膜表面 (T管膜外表面) の Con A 結合部には脱分極によって機械的に動く構造があることを生理-電顕的に見出した¹³⁻¹⁶⁾。このことは形質膜の E-C coupling input site には、一種の電気-機械変換器あるいは生体電位計と言える構造があるという著明な事実を意味する。しかしこの実体の動きは ferritin の観察からの言わば間接的な判断であるので、本稿では E-C coupling input の膜表面における動く実体 (可動実体) の振舞いを ferritin 測定値から解析し導こうと試みた。

(2) この解析に用いた観察値とその測定値等は次の通りである。

① feet 中心軸の延長と T管膜表面との交点を原点とし、そこから ferritin 中心までの距離を、原点からの横方向つまり T管横断面長軸方向 (c) (T管内側方向を +, 外側方向を -), T管膜からの高さ方向つまり T管横断面短軸方向 (b) とに分離し、数 Å の分解能で測定した。

② ferritin 中心から Con A の糖結合点までの距離を、その分子形状と糖結合位置、及び ferritin-Con A 結合位置から 11 nm とし、その Con A-F-糖結合点を一分子あたり実験を行なった pH 5.6 で一か所であるとした。その距離 11 nm を 0.1 nm 単位で正確に決定することはできないので、可動実体の Con A 結合位置に関しては 0.1 nm 単位の変更がありうる。

③ Con A-糖鎖結合点 (c, b) を 0.1 nm 単位で、Con A-F の T管 feet 面垂直軸に対する結合角度の中央値 (傾斜角) θ_1 , その結合角度の変動範囲 (開き角) θ_2 を 1° 単位で決定した。

(3) この解析に際し準備した考え方は次の通りである。

① この可動実体は一定条件では何ら変化せず、膜の電位変化によってのみ (電位計の指針のように) 動く。

② 可動実体の円弧運動の中心点ともなる

膜に存在する定点・固定端は静止状態、活動状態とも不動であるとする。

③ Con A-F は行なわれた一連の実験中、同一の分子形態を保ち、可動実体との結合点を中心に、方向に無関係に熱運動している。(しかし、実測データからその運動範囲にはある程度制限がある様で、特に可動実体が膜に対し大きく傾斜しているときは、その結合方向に対する制限は大きいと解される。)

(4) 以上に基づいて解析し、次の結果を得た。

① 可動実体の位置 (Con A-糖鎖結合点として)

	c	b
静止状態 (2.7K)	:-2.2 nm	2.3 nm
活動状態 (111.2K)	:-4.1 nm	3.7 nm

② 可動実体の移動距離 (T管内側方向から外側方向への真横の移動と仮定した場合、Con A-糖鎖結合点の移動距離として)

2.7K → 111.2K

横方向 (c 方向)	: 1.9 nm
高さ方向 (b 方向)	: 1.4 nm
直線距離	: 2.4 nm

③ 可動実体の固定端の位置 (②の仮定の上に、その固定端が T管膜表面に存在するとした場合)

c : -5.4 nm 付近

④ 固定端から可動端上の Con A-糖鎖結合点までの長さ (③の仮定に基づいた場合)
約 4 nm

(5) これらの結果から次の様な議論が可能であろう。

① PGO は上記の動きを完全に抑制し、そのとき興奮収縮連関も完全に抑制されていることから、feet 直上に存在する電位変化に応じて動く糖タンパクは PGO-protein そのものであり、膜の電位変化に応じたタンパクの分子形態の変形が E-C coupling の始まりである。つまり、PGO-protein そのものが可動実体である。

② E-C coupling input site において、脱分極によって生じた機械運動は Con A 結合

部でおよそ 2.4 nm 以上の移動となるが、固定端付近でのその移動距離は当然小さなものとなるであろう。その割合、いわば減長率とも言える数値を仮に 1/10 とすると 2.4 Å 以上の機械的変化を PGO-protein 本体が受け取ることになる。抽出した PGO-protein の長さは triadic gap に匹敵する長さを持つから、ほぼこの量の機械的信号はこのタンパクを介し直接 TC に到達していることが推定される。われわれは既に PGO-protein の長さ (約 28 nm) に相当する細 filament が triadic gap に存在する事を電顕的に preliminary ではあるが見つけている^{2,3)}。

③ この可動実体は膜電位の場に対する振舞いから +charge を持っているはずである。従って、脱分極したことによる可動実体の動きは、電気的には外向き電流と換言出来る。一般に、電流は測定出来てもそのままではその由来や回路を示さない。電流を charge の動きと言い変えた Schneider らの観察した extra charge は、本質的には、E-C coupling に関係するものを含むこと以外、不明の電流と言わなければならない。われわれの観察から彼らの電流は、われわれの示した可動腕の動き、即ち電気的には可動腕の動きによる電流を一部含んでいるとして初めて意味を持つであろう。

謝 辞

発表にあたり、共同研究者の防衛医科大学校生理学第一講座長谷川千史助手、原野貴美江技官及び同校電子顕微鏡室市来やよい技官並びに同校歯科口腔外科高橋雅幸助手の御協力に感謝致します。

文 献

- 1) 阿部勇吉, 石井信一(1985) レクチンと細胞生物学, 1版, コンカナバリンA. 講談社サイエンティフィク, 東京, 16-36
- 2) Arima, T., Yamada, C., Harano, K., Fujino, M., Takahashi, M. & Sano, S. (1990) Behavior of fine structure of feet accompanied by contractile responses in skeletal muscle fibers of frog, *R. japonica*. *Jpn. J. Physiol.* **40**, S241-S241
- 3) Arima, T., Hasegawa, C., Harano, K., Fujino, M., Takahashi, M. & Sano, S. (1991) A longitudinal fine structure within feet and its role in triggering excitation-contraction (E-C) coupling in skeletal muscle fibers of the frog, *R. japonica*. *Jpn. J. Physiol.* **41**, S286-S286
- 4) Becker, J. W., Reeke, Jr., G. N., Wang, J. L., Cunningham, B. A. & Edelman, G. M. (1975) The covalent and three-dimensional structure of concanavalin A. III. Structure of the monomer and its interactions with metals and saccharides. *J. Biol. Chem.* **250**, 1513-1524
- 5) Cunningham, B. A., Wang, J. L., Waxdal, M. J. & Edelman, G. M. (1975) The covalent and three-dimensional structure of concanavalin A. II. Amino acid sequence of cyanogen bromide fragment F₈. *J. Biol. Chem.* **250**, 1503-1512
- 6) Derewenda, Z., Yariv, J., Helliwell, J. R., Kalb (Gilboa), A. J., Dodson, E. J., Papiz, M. Z., Wan, T. & Campbell, J. (1989) The structure of the saccharide-binding site of concanavalin A. *EMBO J.* **8**, 2189-2193
- 7) Etter, E. (1990) The effect of phenylglyoxal on contraction and intramembrane charge movement in frog skeletal muscle. *J. Physiol.* **421**, 441-462
- 8) Fujino, M., Sato, Y., Arima, T. & Takai, H. (1983) Phenylglyoxal (PGO) and sites for excitation-contraction (E-C) coupling in skeletal muscle cells of frog, *R. japonica*. *J. Physiol. Soc. Japan* **45**, 507-507
- 9) Fujino, M., Arima, T., Sato, Y. & Takai, H. (1985) Suppression of action of some excitation-contraction (E-C) uncoupling agents and mechanism in E-C coupling in single skeletal muscle fibers of frog, *R. japonica*. *J. Physiol. Soc. Japan* **47**, 519-519
- 10) Fujino, M. (1986) Inhibition of excitation-contraction (E-C) coupling by acrolein and phenylglyoxal (PGO) in single fibers of amphibian skeletal muscle. *Proceedings of the International Union of Physiological Sciences XVI*, 270-270
- 11) Fujino, M., Arima, T. & Sato, Y. (1986) Site responsible for excitation-contraction (E-C) coupling on T-tubular membrane of skeletal muscle fibers of frog, *R. japonica*. *J. Physiol. Soc. Japan* **48**, 327-327
- 12) Fujino, M., Arima, T. & Sato, Y. (1986) Inhibitory effect of acrolein on excitation-contraction coupling in frog skeletal muscle fibres. *J. Muscle Res. Cell Motility* **7**, 281-281
- 13) Fujino, M., Arima, T., Shinohara, K., Harano, K. & Tokunaga, K. (1987) Inhibition of excitation contraction (E-C) coupling by concanavalin A

- (Con A) in single skeletal muscle fibers of frog, *Rana japonica*. *J. Physiol. Soc. Japan* **49**, 489-489
- 14) Fujino, M., Arima, T., Harano, K. & Shimada, N. (1988) Inhibition of excitation-contraction coupling by concanavalin A in single skeletal muscle fibres of frog. *J. Muscle Res. Cell Motility* **9**, 283-283
 - 15) Fujino, M., Arima, T., Harano, K., Goto, M., Seno-o, M. & Shimada, N. (1988) Functional structure of in-put site for excitation-contraction (E-C) coupling in skeletal muscle fiber of frog, *R. japonica*. *J. Physiol. Soc. Japan* **50**, 525-525
 - 16) Fujino, M., Arima, T., Yamada, C., Harano, K., Takahashi, M., Goto, M. & Seno-o, M. (1989) External sites responsible for excitation-contraction (E-C) coupling mechanism in single skeletal muscle fibres of frog. *Proceedings of the International Union of Physiological Sciences XVII*, 186-186
 - 17) Fujino, S., Fujino, Masako, Satoh, K., Nakai, T., Kado, T., Fujino, M. & Arima, T. Solubilization, physiological role and localization of a key protein (31.5 kD) to excitation-contraction coupling process of frog skeletal muscle cells, using phenylglyoxal. *Proceedings of the International Symposium on Excitation-Contraction Coupling in Skeletal, Cardiac and Smooth Muscle*. Plenum, New York, in press
 - 18) Fujino, S., Satoh, K., Nakai, T., Togashi, K., Kado, T., Arima, T. & Fujino, M. Solubilization and the physiological role of a key protein in the mechanism of the excitation-contraction coupling process of frog skeletal muscle cells, using phenylglyoxal. *Experientia*, in press
 - 19) Hardman, K. D. & Ainsworth, C. F. (1976) Structure of the concanavalin A-methyl α -D-mannopyranoside complex at 6-Å resolution. *Biochemistry* **15**, 1120-1128
 - 20) Hasegawa, C., Arima, T., Harano, K., Fujino, M., Takahashi, M. & Sano, S. (1991) Inactivation and input mechanism responsible for excitation-contraction (E-C) coupling in single skeletal muscle fibers of the frog (*Rana japonica*). *Jpn. J. Physiol.* **41**, S 283-S 283
 - 21) 金関 恵 (1982) 医学・生物学電子顕微鏡観察法, 1版, 化学固定剤の性質と固定機序. 丸善, 東京, 106-134
 - 22) Reeke, Jr., G. N., Becker, J. W. & Edelman, G. M. (1975) The covalent and three-dimensional structure of concanavalin A. IV. Atomic coordinates, hydrogen bonding, and quaternary structure. *J. Biol. Chem.* **250**, 1525-1547
 - 23) Schneider, M. F. & Chandler, W. K. (1973) Voltage dependent charge movement in skeletal muscle: a possible step in excitation-contraction coupling. *Nature* **242**, 244-246
 - 24) Yamada, C., Arima, T., Harano, K., Fujino, M., Takahashi, M. & Sano, S. (1990) Contraction-control and input-mechanism responsible for E-C coupling in single skeletal muscle fibers of frog, *Rana japonica*. *Jpn. J. Physiol.* **40**, S 240-S 240

第227回 生理学東京談話会

日 時：平成3年11月9日(土)
 会 場：東京医科歯科大学歯学部
 当番幹事：中村嘉男

*は非会員を示す

〔一般口演〕

1. 発声に関するネコ脳幹神経機構の解析

坂本尚志, 山中康久*, 遊座 潤*, 和田 研*(千葉大, 医, 生理第一・耳鼻咽喉科*)

発声時の下位脳幹および脊髄にある呼吸筋および咽喉筋支配運動細胞に対する上位中枢による制御機構を解析するために, 除脳ネコ標本において上位脳幹電気刺激により発声を誘発する実験モデルの開発を行った。

ハロセン麻酔下に上丘前縁と乳頭体後縁を結ぶ線に沿って除脳し, 麻酔から回復後, 脳定位固定装置を用い, タングステン微小電極(直径 200 μm , 0.5~1 M Ω)を中脳, 橋に刺入し, 連続微小刺激 (0.2 ms, 25~80 μA , 60~100 Hz, 5~10 s)を加えた。声門開大筋である後輪状披裂筋, 閉鎖筋である甲状披裂筋, 横隔膜, 腹直筋より 50 μm ステンレスワイヤ電極により筋電図を導出記録し, 誘発された音声は音響音声学的手法により除脳前の自発発声と比較, 解析した。

橋錐体路背側部および内側毛帯腹側部近傍の橋網様体腹外側部 (A 1.5-P2, LR 4.0~5.0, H-5.0~-5.5)の局限した部位に加えた刺激により, 音声開大筋・閉鎖筋活動が呼吸筋活動と一致して交互に増強し, 発声が誘発され, 刺激の停止とともに発声は停止した。誘発された音声の基本振動数は除脳前の自発発声とほぼ同様な値を示す例が多かったが, 共鳴振動数の分布は必ずしも自発発声と同様なパターンを示すとは限らなかった。

2. 新生ラット摘出脳幹-脊髄標本における延髄呼吸性ニューロンからの whole-cell recordings

鬼丸 洋 (昭和大, 医, 第二生理)

新生ラット摘出脳幹-脊髄標本は, Suzue (1983, 1984) によって初めて記録され, とくに呼吸中枢の神経機構の研究に極めてすぐれた実験系であるが, 従来のガラス微小電極を用いての延髄呼吸性ニューロンからの細胞内記録は非常に困難であった。我々は,

whole-cell recording 法を, この標本の延髄呼吸性ニューロンの細胞内記録に適用した。電極内溶液 (mM) は, 130 K-gluconate, 10 EGTA, 10 HEPES, 1 CaCl₂, 1 MgCl₂ (pH 7.2~7.3)を用いた。電極にかかる圧力をコントロールすることによって, 電極先端が多少汚れてもギガオームシールを得ることが可能であり, 比較的まばらに (又は深いところに) 存在するニューロンからの記録にも適していた。

これまで延髄側腹外側部の吸息性ニューロン, 及びリズム形成ニューロンである Pre-I ニューロンを中心に解析を行っている。シナプス後電位の解析により, 吸息性ニューロンは, Pre-I ニューロンから, 興奮性入力を受けているもの, 抑制性入力を受けているもの, 入力をほとんど受けていないものに分類された。方法上の最も重要な問題は, バッチ電極を介しての細胞質成分の流出の膜特性への影響であり, どのような組成の溶液が最も適しているかの検討が必要とされる。

3. 顕微フーリエ変換赤外呼吸スペクトルによるウサギ動脈内壁の解析

會沢勝夫, *河部博文, *黒岩ゆかり, *林 潤一*, *佐藤秀昭*, 齊藤 矯** (東京医大, 第二生理・杏林大, 高齢医学*・生物学**)

高コレステロール血症ウサギを実験動物とし, 動脈硬化部位に親和性を持っているポルフィリン系の光感受性物質の蛍光を血管内視鏡蛍光スペクトル解析装置を用いて観測し, 存在部位の確認を行ってきた。今回, 動脈内皮細胞と中膜の弾性繊維との間に集積している動脈硬化部位の脂質状態を顕微フーリエ変換赤外吸収スペクトル装置により解析した。高コレステロール餌を食べさせ12週, 大動脈弓部を取り出し生理的食塩水で洗浄後, 厚さ 10 μm の凍結切片にし, 洗浄して CaF₂ のスライドガラスに張った。この標本の各部位に直径 100 μm のスポット照射し, 赤外吸収スペクトルを観測した。硬化部位は 2925~2852 cm⁻¹ に -CH₂- のピーク, 1733 cm⁻¹ に -C=O エステル結合ピーク,

1650 cm^{-1} にアミド I, 1537 cm^{-1} にアミド II, タンパク質のピークに重なる 1468 cm^{-1} に $-\text{CH}_2-$ のピーク及び 1380 cm^{-1} に $-\text{CH}_3$ のピークが観測された。硬化部位の各ピークからタンパク質のピークを差引くと、コレステロールが脂肪酸とエステル結合したピークと一致した。しかし、中膜の弾性繊維からは 1733 cm^{-1} の $-\text{C}=\text{O}$ エステル結合ピークは殆ど観測されず、2800~2950 cm^{-1} のピークも小さく、タンパク質のピークが主であった。

4. 交換神経による末梢神経の血流調節

佐藤昭夫 (東京都老人研, 自律神経)

末梢神経が正常な機能を発揮するためには末梢神経への血流が適切に調節されることが重要と考えられる。末梢神経への血液供給は神経内の血管 (vasa nervorum) によって行われる。末梢神経は、神経上膜、神経周膜、神経内膜で囲まれており、末梢神経を支配する動脈は神経上膜を貫いて神経内に入り、神経線維束を囲む神経周膜の回りやその中に血管網を作る。そこからの分枝が神経内膜中で毛細血管床を形成し、神経線維に酸素や栄養を供給する。これらの vasa nervorum の神経支配に関し、神経上膜と神経周膜の血管周囲にアドレナリン作動性線維が分布することが Lundborg (1970) によって示された。近年、vasa nervorum にはさらに VIP, SP, 5-HT, NPY などを含む神経が分布することも明らかにされており、末梢神経血流の神経性調節機構に関する研究が進みつつある。演者らは最近 laser Doppler 血流計を用いてラットの坐骨神経血流を連続的に測定し、腰部交感神経幹の電気刺激によって坐骨神経血流が刺激頻度依存性に著しく減少すること、さらにこの反応が α アドレナリン受容体を介して生じることを明らかにした。演者らの実験結果を含め末梢神経の血流調節に関する最近の知見を紹介する。

Ref: Neurosci. Lett. 1991, in press.

5. ヒトの単一 α 運動神経活動の記録

*長尾正範, *角田尚幸*, 田中勲作** (順天堂大, 医, 神経・金沢大, 医, 神経内科*・東京都神経研, 病態神経生理**)

ヒトの単一 α 運動線維の活動電位を microneurogram を用いて記録した。更に、おのおの単一 α 運動神経伝導速度を測定した。手関節部及びその 4~6 cm 近位部の 2 点でタングステン微小電極を経皮的に正中

神経束内に刺入した。更に、母指対立筋の等尺性随意収縮中に記録した単一神経筋単位発射活動をトリガーとして、2 点の神経束内電位記録を同時加算し、この神経筋単位活動に対応する単一遠心性発射活動を得た。2 点を通過する神経発射活動の時間差と 2 点間の距離からその伝導速度を算出した。健常 7 例から得られた 100 ケの α 運動線維の伝導速度は一峰性に 33~66 m/s に分布をした。更に、報告されている線維直径との対立から scaling factor について考察を行った。また、異なる Recruitment order を持つ神経筋単位間でそれぞれの伝導速度との対比を行い、ヒトでも発火順位と伝導速度の間にサイズの原理の成立することを示した。

6. 随意眼運動に伴う小脳半球部プルキンエ細胞の発射活動

真野範一, 渋谷英敏, 伊東由美 (東京都神経研, 神経生理)

小脳半球部と眼球運動との関係については、Ron & Robinson (1973) の研究以降、全く研究されておらず、忘れられた状態にある。我々は、サルに視標追跡眼運動を訓練し、二頭のサルで小脳半球後部を中心にプルキンエ細胞の細胞外単一ニューロン発射を眼球運動と同時に記録した。又、訓練された課題運動の他に、自発性眼球運動、視機性眼振、前庭刺激などに伴うプルキンエ細胞の発射活動も記録した。又、実験中に明らかに眼球運動と一致して変化している細胞の発射を記録した所で微小電流を流し、マーキングを行った。その結果以下の知見を得た。①急速眼球運動をおこなう時に著明な発射頻度の変化をするプルキンエ細胞は、半球部の第 I, IIa 脚 (Crus I, IIa) に限局して存在する。②半球部で記録される細胞の中の 2/3 は急速眼球運動に 20~100 ミリ秒先行して発射頻度を変化する。③上下、左右のどの方向への眼球運動でも定性的には同じパターンの発射をする。④訓練された課題外の自発性急速眼球運動、視機性眼振の急速相の時にも発射頻度を変化する。しかし、緩徐追跡眼球運動時には変化しない。⑤どのプルキンエ細胞も、水平及び垂直回転による前庭刺激には応答しない。

7. サル頭頂連合野の手指操作関連ニューロンの選択性

酒田英夫, 村田 哲, 加世田正和, *泰羅雅登 (日大, 医, 第一生理)

サル頭頂連合野には手の操作運動に関連して活動するニューロン群がある。これらのニューロンが手指運動の視覚的制御に果たす役割を明らかにするために、数種類のスイッチを操作する課題をサルに訓練し、操作中のニューロン活動を記録して分析した。視覚的要素を除外するために暗室内で同じ課題を行わせ暗室内でも操作運動に関連した活動の増加を示すものを手指運動関連ニューロンと名づけた。これらはさらに暗室内で反応が減少する視覚・運動型と減少しない運動優位型に分けられた。

これらのニューロンの多くは操作対象に関して高い

選択性を示した(47/95)。今回は、4種類のスイッチについて操作課題と注視課題に関連する活動を明暗両条件で比較した。50個の視覚運動型ニューロンの大部分(38/50)は明るい部屋でも暗室内でも同じ対象に最適の反応を示した。また25個の視覚・運動型ニューロンは対象を注視するだけでも反応した。しかもその大部分は操作課題でも注視課題でも同じ対象に最適の反応を示した。以上の結果は頭頂連合野のニューロン群が手の運動パターンを対象の形や大きさにマッチさせるために重要な役割を果たしていることを示唆する。

平成2年度 生理学論文表題集 (1990) 53巻 号外 317~318

川崎医科大学第一生理学教室 脱落分追加

1989脱落分

- A. H. Kita and E. Yasugi-Nagaoka (1989) Catecholamine secretion from bullfrog adrenals in response to osmotic changes. *Comp. Biochem. Physiol.* **94 A** : 539-548

1990脱落分

- A. 1. K. Narita, F. Kawasaki and H. Kita (1990) Mn and Mg influxes through Ca channels of motor nerve terminals are prevented by verapamil in frogs. *Brain Res.* **510** : 289-295
2. K. Narita, F. Kawasaki and H. Kita (1990) Spontaneous and evoked transmitter release after concanavalin A treatment are affected differently by hypertonic low calcium solutions at frog neuromuscular junction. *Brain Res.* **512** : 33-39
- C. 1. F. Kawasaki, H. Kita and K. Narita (1990) Increases in the amplitude of miniature end-plate potentials produced by different stimuli at frog neuromuscular junctions. *Jpn. J. Physiol.* **40** (Suppl.) : 124
2. K. Narita, H. Kita and F. Kawasaki (1990) Characteristic effects of Mg on post-tetanic decay of miniature end-plate potential frequency in frogs. *Jpn. J. Physiol.* **40** (Suppl.) : 124

[生理学の広場]

The Sherrington Room Library for the History of Neuroscience
7th Annual Report Oct.1990-Sept 1991

The Sherrington Library collection is still growing with over 200 items being added to the collection in the past year. The cataloguing of these and the other uncatalogued stock onto OLIS (Oxford University Library System) has been proceeding. Help with the backlog of material was needed and a library assistant from another Departmental Library was employed for an hour a day for 6 months. This has resulted in 90% of the stock having machine readable records ready to be transferred to the University Library Computer. The Librarian will commence transferring these records in the coming year and anyone with access to OLIS either locally or through the Joint Academic network (JANET) will be able to discover the depth and extent of the collection.

Dr Edwin Clarke has been busy during the year advising on acquisitions from various booksellers and the British Library Booknet Scheme. During his visits to the Library he has been working on the donation from Hugh Sinclair's estate and discovering some of the gems within it. A list indicating the broad dimensions of the gift is attached to this report, and a more detailed listing will be available at a later date. An enquiry from Dr. Mark Chapman, a theologian researching into Sherrington's involvement into the Troeltsch affair had been unanswered until some very interesting cuttings and manuscript were found within the donation. (Professor Troeltsch, a German theologian had expressed militaristic views prior to the First World War in Sherrington's presence and Sherrington, therefore, was unwilling to welcome him to England after the war.)

Last November a celebration was held to commemorate the 50th anniversary of the publication of Sir Charles Sherrington's book of the Gifford lectures "Man on his Nature". Sir John Eccles, one of Sherrington's most distinguished pupils, who has made an analytical evaluation of "Man on his Nature", was able to attend as guest of honour as the celebration coincided with his visit to Oxford to give a series of lectures at Manchester College.

An exhibition of Sherrington's five books was mounted with a complimentary booklet prepared by Dr Edwin Clarke, The Honorary curator and Mrs Linda Atkinson, the Librarian. (The booklet was sent out with last years annual report). A further small exhibit was made showing some of the most interesting items from the H.M. Sinclair donation.

During the drinks reception, the first Sherrington Room Librarian, Dr Connie Martin presented to Professor Colin Blakemore a banner she had discovered in the basement of the British Association for the Advancement of Science. The banner is embroidered with the coat of arms of Kingston upon Hull and has Sherrington's name and the date 1922; this was the year that Sir Charles was president of the Association so this must have been a banner made for their annual meeting in that city, maybe for heading the Presidential Procession. The banner now hangs in the corner of the Sherrington Room.

Professor Blakemore had arranged for a splendid dinner in Magdalen College to follow the drinks reception. The dinner was a replica of one held in 1957 to celebrate the centenary of the birth of Sir Charles Sherrington and five of the original dinner guests, Sir John Eccles, Professor David Whitteridge, Professor Charles Phillips, Dr George Gordon and Dr Brian Lloyd, were able to attend. A copy of the original menu card and guest list and last November's card is appended to the back of this report.

Professor Charles Phillips gave a large number of his books to Dr. Michael Brown with instructions that he should give them to the most appropriate library. Dr Brown decided to give the Sherrington Room the first pick of the books and we are extremely grateful to have received more than 100 very useful books. Among the collection was MacDoanld Critchley's The Parietal Lobes which the Librarian had been unable to obtain for the library despite two previous searches. Dr. Derek Bergel retired from the Department and gave us some of his books but these still have to be sorted and catalogued.

Dr Michael Miller, the first graduate student to make extensive use of the Sherrington Room Library has obtained a post as Head Tutor of the new college that is being set up in Japan by Saint Catherine's College.

The year ends with the departure of Linda Atkinson to another University Library and the welcoming of a new Librarian, Wendy Saywood. Wendy is a pharmacology graduate from Bristol with an M.Sc.in Information Studies from Sheffield. She was previously Librarian in the Mathematical Institute in Oxford and is thus familiar with much of the Oxford Library systems. Unlike the previous two Librarians, Wendy will be working full time and this should enable her to devote more time to the Sherrington Collection. Under her guidance, with the valued advice of Dr Clarke the Sherrington Room should go from strength to strength.

A Summary of the Contents of the Donation from Hugh Sinclair

Letters, Papers etc

CSS correspondence with H.M. Sinclair, Denny-Brown, E.G.T. Liddell

Miscellaneous letters to CSS

Papers, letters and memorabilia concerning various honours accorded to CSS, including receiving his Nobel Prize (1932), the Oxford Waynflete Chair, his Order of Merit (1924), and the GBE (1922).

Miscellaneous papers and correspondence concerning German Militarism

Letters to CSS on his 90th birthday and tributes to him

Letters of condolence on the death of CSS, obituaries and appreciations of his life and work

Papers concerning the sale of CSS reprint collection to H.M. Sinclair

CERS Correspondence with Lord Cohen, Yale University, concerning memoirs to CSS

3 copies of the University of Liverpool Recorder

Photographs of CSS and others

Manuscripts of CSS writings, including poetry, and reprints of articles

Bibliography of CSS

Cup presented to CSS by St. Thomas's Hospital Football Club

Reprints of articles from CSS's reprint collection

Several books including:

The Spinal Cord, reprinted from Shaefer's Physiology, interleaved copy with authors notes

Shaefer's Textbook of Physiology owned by CSS

Two copies of CSS's Integrative Action of the Nervous system (one in Russian)

CSS's Life's Unfolding (2 copies), The Brain and its Mechanism, The Endeavour of Jean Fernel
Selected writings of CSS, edited by Denny-Brown

The President	
Lord Adrian	
Dr. R. S. Airken	
Dr. C. G. Phillips	
Prof. A. L. Hodgkin	
Prof. E. G. T. Liddell	
Prof. J. C. Eccles	
Dr. W. A. H. Rushton	
Dr. R. S. Creed	
Sir Francis Walshe	
	The Vice-President

Sir Henry Dale
 Sir Lindor Brown
 Dr. G. Gordon
 Prof. D. Whitteridge
 Sir Howard Florey
 Dr. W. Holmes
 Mr. B. B. Lloyd
 Prof. L. J. Witts
 Sir Russell Brain



Magdalen College

Dinner to celebrate
 the centenary of the birth of
 Sir Charles Sherrington

Wednesday, 10 July
 1967

The President	
Dr William Atkinson	
Mrs Andree Blakemore	
Professor Charles Phillips	
Mrs Peggy Gordon	
Sir John Eccles	
Mrs Gweneth Whitteridge	
Professor Colin Blakemors	
Mrs Clare Stein	
Mr Brian Martin	
Mrs Linda Atkinson	
Lord Dainton	
	The Vice President

Lady Helena Eccles
 Dr George Gordon
 Mrs Reinhild Lloyd
 Professor David Whitteridge
 Mrs Ruth Hubel
 Dr John Stein
 Mrs Elizabeth Feltham
 Dr Brian Lloyd
 Mrs Cynthia Phillips
 Professor David Hubel
 Dr Connie Martin



Magdalen College

Dinner to celebrate the
 fiftieth anniversary of
 the publication of
 Sir Charles Sherrington's
 'Man on his Nature'

註：文中 Blakemore 教授が Magdalen College で晩餐会を計画されとあり、その附録に出席者の顔ぶれが示されていました。晩餐会のメニューは割愛させていただきました。(酒井)

【お知らせ】

— 論 文 募 集 —

第2回ファジィ論理と神経ネットワークに関する国際会議

開催期間：1992年7月17日～22日

開催地：福岡県飯塚市

主催：財団法人ファジィシステム研究所 (FLSI)
国際ファジィシステム学会 (IFSA)

目 的

第2回ファジィ論理と神経ネットワークに関する国際会議を1992年7月17日～22日の期間、福岡県飯塚市にて開催いたします。この国際会議を主催いたします財団法人ファジィシステム研究所は、ファジィ論理、神経ネットワーク、カオスといった21世紀のコンピュータサイエンスに関する研究活動の推進を目的に、1990年3月に設立されました。第1回国際会議は、1990年に同じく飯塚市にてこれらの概念の融合を目的に開催されました。今回の第2回国際会議では、講習会、本会議、デモ等の各セッションを通じて、これらの概念の融合を現実のものとするを目的としています。

対象分野

- ◆不確定性測定
- ◆ファジィ・モデリング
- ◆近似推論
- ◆ファジィ・ハードウェアとファジィ・コンピュータ
- ◆ファジィ制御
- ◆ファジィ関係方程式
- ◆ファジィ・クラスタリング
- ◆ダイナミカル・ファジィシステム
- ◆カオティック・ファジィシステム
- ◆多目的意思決定
- ◆組み合わせ最適化
- ◆多値論理
- ◆アナログ・アーキテクチャ
- ◆マン・マシン・コミュニケーション
- ◆不確かな情報を取り扱うロボティクス
- ◆自然言語
- ◆特殊言語
- ◆特殊アーキテクチャ

- ◆分散メモリ
- ◆連想記憶
- ◆学習アルゴリズム
- ◆自己組織化
- ◆認識
- ◆認知
- ◆神経ネットワークの設計とその評価
- ◆ニューロ・コンピュータ
- ◆神経ネットワークの電子回路、光回路、分子回路による実現
- ◆ファジィシステムおよびニューラルシステムの安全性、信頼性、フォールトトレランスと雑音耐性
- ◆知識獲得と知識表現
- ◆ファジィ論理と神経ネットワークを用いた診断システム
- ◆適応システム
- ◆ファジィ論理、神経ネットワーク、カオスの医療への応用
- ◆神経ネットワークのカオス
- ◆神経ネットワークの応用
- ◆シミュレーテッド・アニーリング
- ◆非線形ダイナミクス
- ◆カオス・ハードウェア及びカオス・デバイス

論文申込方法

明確な結論と、できれば象徴的な図、写真、表、数式等を含む1000～2000語のアブストラクトをご提出ください。

※アブストラクトには、必ず次の事柄をご記入ください。

1. 論文のタイトル
2. 著者名、所属、住所
3. 連絡者氏名
4. 連絡者の電話番号、FAX番号
5. 提出論文の対象分野

(上記の対象分野から選んで下さい)

(2分野以上にわたる場合には、最も適当なものを最初にお書き下さい)

6. セッション名
(通常セッション, ポスターセッション, デモ
のいずれか)

採択された論文は, プロシーディングス用に4頁の論文に拡張して提出していただきます。また, 特別セッションのご提案も歓迎します。ご提案は, 下記の連絡先まで。

期 日: 講習会 1992年7月17日, 18日
本会議及びデモ 1992年7月19日~22日
スケジュール:
申 込 今すぐ
アブストラクトの提出
1992年1月15日
論文の採否通知 1992年2月28日

カメラレディ・ペーパー(4頁)の提出

1992年4月15日

使用言語: 英語

提出先及び問い合わせ先

〒820 福岡県飯塚市大字横田820-1

財団法人 ファジィシステム研究所

理事長 山川 烈(九州工業大学教授)

T E L 0948-24-2771

F A X 0948-24-3002

お急ぎの場合は T E L 0948-29-7712

F A X 0948-29-7742

(九州工業大学情報工学部)

第40回国際航空宇宙医学会議開催のお知らせ

第40回国際航空宇宙医学会議は国際航空宇宙医学アカデミーと日本航空宇宙環境医学会の主催のもとに平成4年10月に東京で開催されることになりましたのでご案内申し上げます。

開催日時・場所

平成4年10月5日(月)~8日(木)

高輪プリンスホテル(東京港区)

メインテーマ

航空と宇宙に於ける人間

—21世紀に向けての医学と技術—

(Man in Aviation and Space—Medicine and Technology for the 21st Century.—)

セッションテーマ

1. 臨床航空医学(Clinical Aviation Medicine)
2. 宇宙医学(Space Medicine)
3. 航空・宇宙環境生理学
(Aerospace Environmental Physiology)
4. 航空・宇宙心理学(Aerospace Psychology)
5. 航空・宇宙飛行士の選抜, 訓練, 健康管理
(Crew Selection, Training and Health Maintenance)
6. 環境医学(Environmental Medicine)

7. 航空宇宙医療(Aerospace Medical Care)

8. 有人宇宙ステーション技術

(Manned Space-station Technology)

9. 海洋医学(Undersea Medicine)

10. 航空宇宙科学に於ける人間工学

(Human Factors in Aerospace Science)

11. 航空安全(Flight Safety)

12. その他(Others)

公用語

英語, フランス語, 日本語

参加登録料

	参加者	同伴者
平成4年7月31日以前	40,000円	16,000円
平成4年8月1日以降	50,000円	20,000円

本国際会議に関する御質問, 参加, 演題申し込みは下記事務局へお問い合わせ下さい。

東京慈恵会医科大学宇宙医学研究室内

第40回国際航空宇宙医学会議事務局

〒105 東京都港区西新橋3-25-8

電 話 03-3433-1111 内線 2295~2296

F A X 03-3431-2666

事務局から

刊行書お知らせ

お求め下さい

◎The Japanese Journal of Physiology

(Vol. 41, Supplement, 1991)

The Proceedings of the 67th Annual Meeting March 7-9, 1991 (Kyoto)

J. J. P. 購読者でなくても求められます。御希望の方は以下にお申し越し下さい。

〒113 東京都文京区本郷3-30-10 布施ビル
 日本生理学会
 電話 03-3815-1624
 定価 会 員 1,000円
 非会員 2,000円
 残部 30部

◎平成2年度 生理学論文表題集 (1990)

(日本生理学雑誌 53巻号外) 1冊 定価 5,000円也

◎日本生理学会編 生理学総説集 上・下 1セット 定価 6,000円也

◎日本生理学会編 新・生理学実習書 南江堂版 定価 4,200円也

日本生理学会評議員 早稲田大学教授 新美良純君は、
 平成3年12月25日にご逝去されました。ここに謹んで哀悼の意を
 表します。

〔編集後記〕

立春もすぎましたが、今日も日本海側、山岳地帯で降雪が続いています。また、全国的に風邪が流行し、各地に乾燥注意報が出ています。お体には最も悪い条件が重なっています。それにもかかわらず、今の時期は各大学で入試が行なわれ、先生方にも大変忙しく毎日をお過しのことと存じます。

本号は原著が一編掲載されて居ります。機能的変化

と形態学的変化とを結びつけた生理学上意義ある論文として読ませていただきました。

また、残念なことに新美良純教授の訃報が知らされました。心から先生のご冥福をお祈り申し上げます。

編集会議でも話題になりましたが、本誌への原著の投稿が減少して居ります。奮って投稿されることをお願い申し上げます。

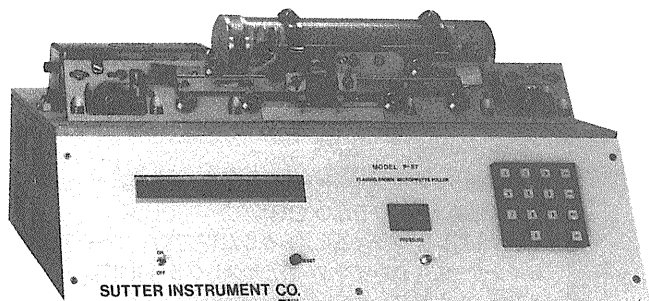
(野口鉄也)

— 編 集 委 員 —

酒井敏夫(幹事)	登坂恒夫	松井洋一郎
野口鉄也	野村正彦	神田健郎
藪英世(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)	片岡喜由(中・四国)
有田眞(九州)		

サッター/マイクロピペット・プラー(微細電極作製器)

P-87

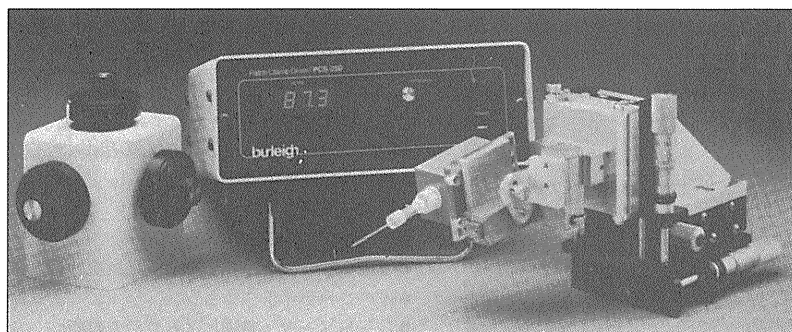


プラーにかけては世界にその名を馳せる米国サッター社量産モデルの最高峰です。世界の研究者から圧倒的な支持を受ける抜群の信頼性は、他の追従を許しません。

- ◆ヴェロシティ・センサの搭載で、ガラスの粘度を検知。ヒータ温度、プル張力、冷却時間・エア圧とあわせ5次元コントロールを実現、比類ない再現性を獲得しました。
- ◆ルーピング機能を搭載し、短テーパー・大径チップのパッチ電極作製を最も得意とします。
- ◆ガラス管の素材・サイズ・厚さにかかわらず、最適のヒータ温度を瞬時に検出できる「ランプ・テスト」機構を装備。
- ◆最先端のマイクロプロセッサ・プログラムによって複雑なノウハウを身近なものにすると同時に、10ものプログラムを記憶します。

バーレイ/パッチクランプ・マイクロポジショニング・システム

PCS-1000



パッチクランプに不可欠の絶対安定性と、数々の専用機能を携えて、ついに上陸。

- ◆ドリフト・フリー、バックラッシュ・フリーの3次元ピエゾ駆動により、驚異的な安定性を獲得しました。
- ◆ヘッドステージを「クラムシェル方式」の回転体として電極の脱着を簡易化。交換後もポジションを再確保します。
- ◆オリンパス IMT-2、ニコン TMD 専用マウントを設定。

サッター社 日本総代理店
バーレイ社製 PCS-1000型 日本総発売元

 ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤浜町蔵西1-14
ショーシンビル2F
TEL. 0564-54-1 2 3 1 FAX. 0564-54-3 2 0 7

バーレイ社 日本総代理店

MARUBUN CORPORATION
 丸文株式会社

第4事業本部 電話 03 (3648) 9 3 1 8
営業第2部 FAX 03 (3648) 9 3 9 8
南砂事業所 〒136 東京都江東区南砂3-3-4

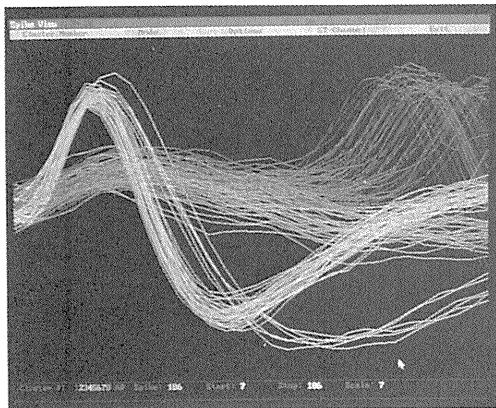
多チャンネル用
シングルユニット解析システム

Discovery™

BrainWave社製

Discovery(ディスカバリー)は、IBM-AT仕様のコンピュータを使った多チャンネル・シングルユニットの解析レコーディングシステムです。

オンラインでユニット信号を、Peak値、Vallay値、タイム、スパイクHigh等の8項目によりクラス分け(Cluster Cutting)します。分類したクラスは、後で様々な解析法で処理したり再分類できる画期的なシステムです。

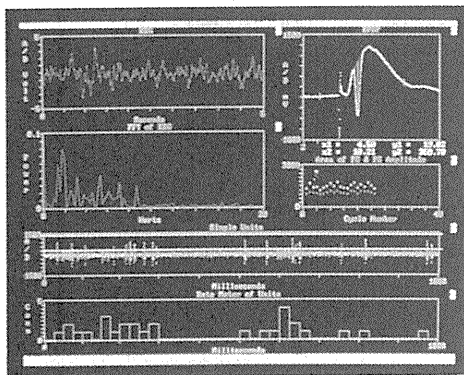


- 各種ヒストグラム、スパイクソート、アベレージング等の解析処理の他に、TTL入出力により外部機器と連動させて測定できます。
- 25種類のスパイクソート・ライブラリーを用意。
- 交叉相関ヒストグラム(XCR)。
- ペリイベント・スティムヒストグラム(PETH、PSTH)。
- インタースパイク・インターバルヒストグラム ISIT。
- ジョイントヒストグラム。
- 各種イベントフラグのメッセージ。
- アベレージ、スパイクソート。
- カットファイル、各種データのASCIIファイルの作成。
- 波形パラメータリストの作成。
- ハードコピーに対応。
- Spike Channelは4ch/EEG、EMGの連続記録は6ch。
- プログラムのカスタムサイズも可能。

脳波及び生体信号記録解析システム(IBM-AT仕様)

Experimenter's WorkBench™

ワークベンチシステムは、EEG、ECG、EMG等のあらゆる生体信号を取り込み、オンラインで解析する優れたシステムです。豊富なコマンドファクションを持ち、順に組み合わせるだけでディスプレイ、演算処理、記録等の実験解析処理が自在で、作業系の自動化ができます。



《メインコマンド》

ACQUIRE	DISPLAY	ANALYZE
RECORD	STIMULATE	RESET
TIME	UP DATE	TEST
PAUSE	他数十種のアナログ機能	

《応用》

- シングルユニットの記録
- EMG、EKG、ERG
- EEGのFFT解析
- 心血管研究
- Evoked Potential
- Dose-Response Curve
- Synaptic potential
- 薬理学研究

BrainWave社
日本総代理店

BRC

バイオリサーチセンター株式会社

本社：名古屋市東区東桜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(3878)6471

神経科学研究機器



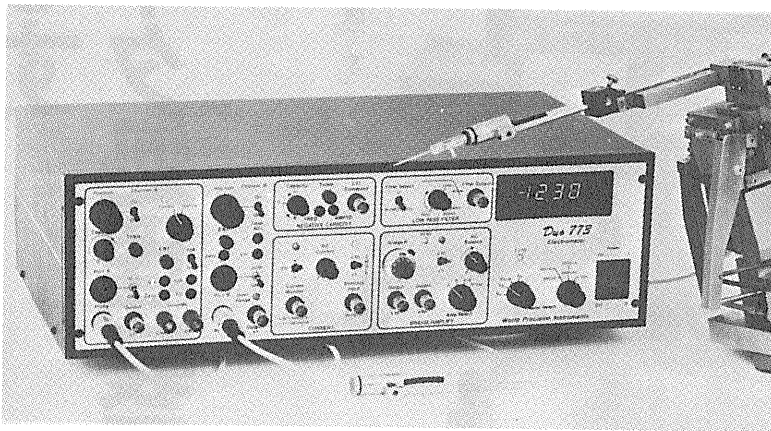
〈新製品シリーズ〉 低価格・高性能で新発売

■微小電極用増幅器

デュアルマイクロプローブシステム Duo 773

デュアルマイクロプローブシステムは、Aチャンネル（高入力カインピーダンス 10^{15} ）で細胞内イオン活性の測定ができ、Bチャンネルでは、単一電極にて電位誘導と定電流通電ができます。

2本の微小電極を使用して、細胞内の様々な研究ができる画期的な装置です。

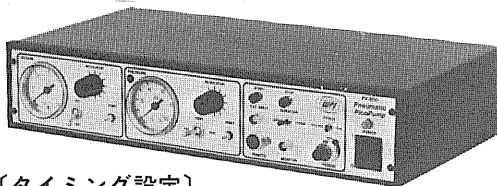


《新機能》

- アンプ内蔵の小型軽量入力プローブ
- キャパシタンス補償
- アクティブフィルター
- 通電機能
- カレントモニター
- ブリッジバランス

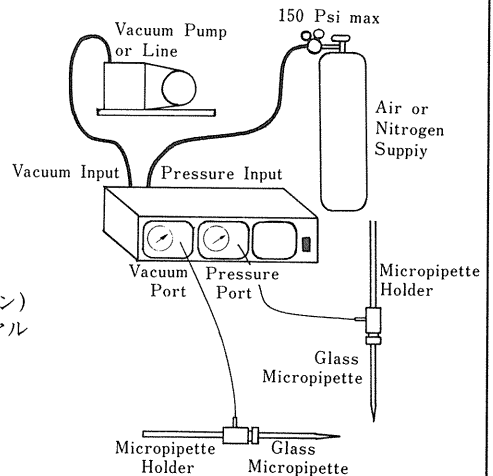
■細胞内／細胞外用マイクロインジェクション 気圧式ピコポンプ

Pneumatic PicoPump PV-820/PV-800



〔タイミング設定〕

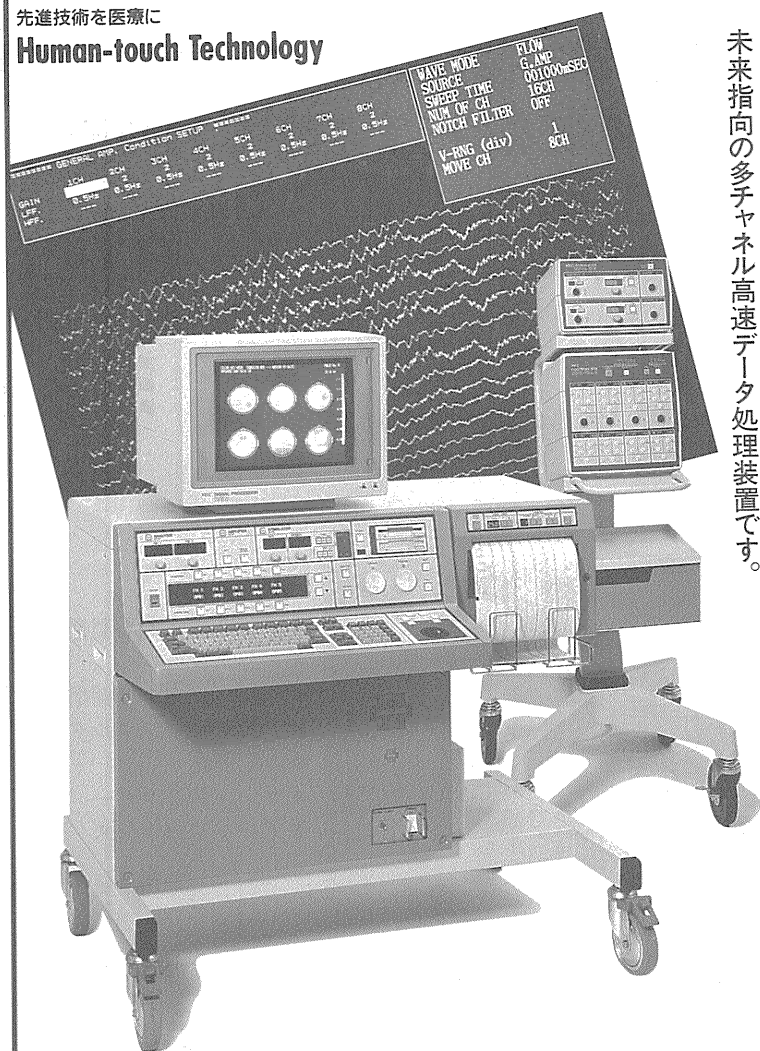
- 期間モード GATED (入力シグナルによる)
TIMED (内蔵時計による)
- パルス始動 手動、外部入力及びフットスイッチ(オプション)
- パルス幅 TIMED モードで10msec~10sec(10回転ダイヤル設定) 最低設定幅は設定圧による。
(ex. 8msec at 0 psi, 3msec at 100psi)
- 精 度 フルスケールの0.1%
- 外部入力 +5 VTTL-compatible (BNC)
- モニター出力 +5 VTTL-compatible (BNC)



バイオリサーチセンター株式会社

本社 名古屋市東区東桜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 頼長ビル403号) ☎ 03(3878)6471

先進技術を医療に
Human-touch Technology



計測もこなし、
高機能データ処理装置

アップした処理機能に加えて、
生体アンプや各種の刺激装置を内蔵し、
計測から処理までを可能とした
未来指向の多チャンネル高速データ処理装置です。

- 外部機器と接続するための汎用アンプ(最大32ch)の他に、生体アンプ(8ch)や刺激装置を内蔵し、計測からデータ処理までを一体化させた充実のオールインワンシステム。
- 高解像度(1024×768)15インチカラーディスプレイによる忠実・鮮明な表示。
- ダイレクト波形記録(最大32ch、200mm/s紙送り)も可能な高精度サーマルレコーダ。
- 光磁気ディスク(オプション)による大容量データのファイリング。
- 大容量の内部メモリ(最大32Mバイト)
- 7T18シリーズのソフト資産を継承。signal-BASICで作成したプログラム、データが利用可能。
(ソフトによっては一部変更が必要です)

多チャンネル高速データ処理装置

シグナルプロセッサ

DP1100

医療用具承認番号02日第0190号



日本電気三栄

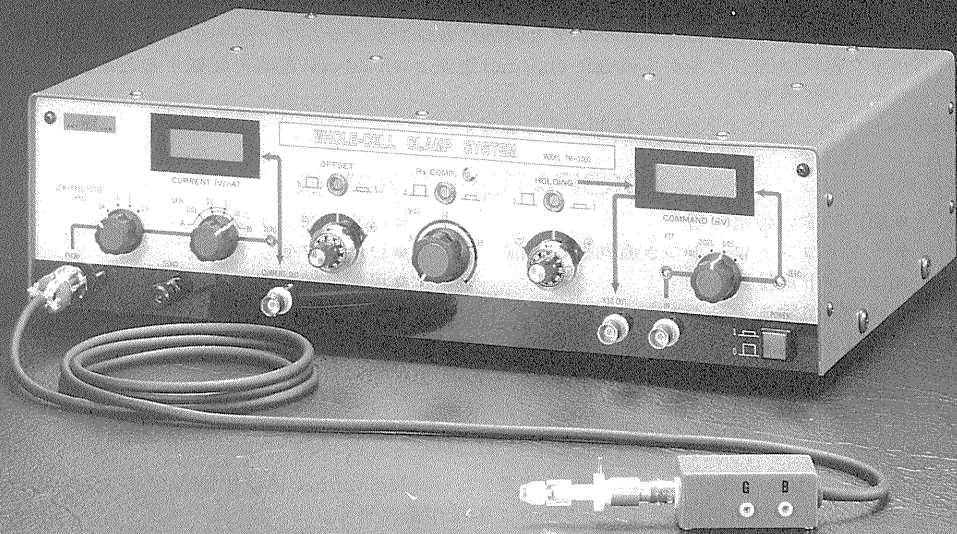
東京都文京区本郷3丁目42番6号
(NKビル) 千113 03(5684)1411

Whole-Cell Clamp System

MODEL

TM-1000

- 人間工学的なデザイン、簡便で確実な動作。
- 安全性の高い直列抵抗の補償。(Rs:0~20M Ω)
- ダイナミックレンジの大きなオフセット及びホールド電圧設定。



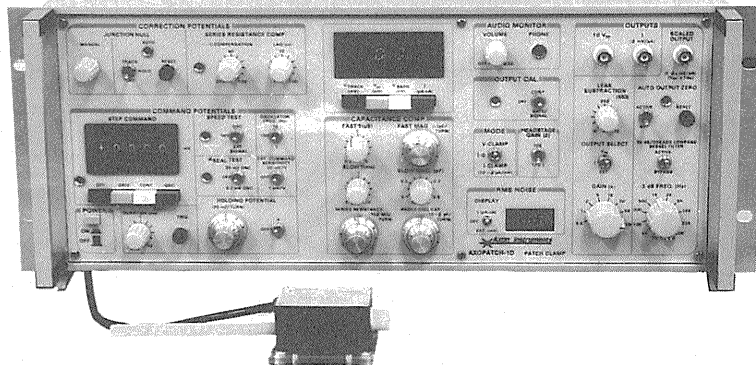
※2点支持タイプ(メカニカルドリフトフリー)の電極ホルダー標準装備。



株式会社 アクトME研究所

〒173 東京都板橋区大谷口北町89-8-202 TEL:03-3554-5946

AXOPATCH-1D PATCH CLAMP



低ノイズ ハイスピード 安定性と信頼性

AXOPATCH-1Dはsingle-channelパッチクランプとwhole-cellクランプするために開発された増幅器です。極めて低いノイズ・レベルと素早い応答力を特徴としています。重要な部分はハイブリッド化により完全シールドされています。

AXOPATCH-1Dはボルテージクランプと同様にカレントクランプ・モードでも作動します。フィードバック抵抗は同じセルからsingle-channel電流とwhole-cell電流を記録するため、リモートコントロールができます。

CV4ヘッドステージは下記の3種類があります。

AXOPATCH-1Dの特徴

- 使いやすい容量補償
- ラグ・コントロールつき直列抵抗補償
- コマンド電位発生器
- 接合電位除去
- RMSノイズモニター
- ZAP (パッチ膜破壊)
- 可変出力ゲイン
- DCオフセット除去
- 可変低域通過ベッセルフィルター
- シールテスト
- オーディオモニター
- 漏れ電流除去

AXOPATCH-1Dのヘッドステージ

CV4 1/100 whole-cellクランプ (20 nAまで) とsingle-channel電流を記録するためのものです。50 GΩと500 MΩのフィードバック抵抗があります。

CV4 0.1/100 大きなセル (200 nA;>>100 pF) のwhole-cellクランプとsingle-channel電流を記録するためのものです。50 GΩと50 MΩのフィードバック抵抗があります。

CV4B 0.1/100 人工膜からsingle-channel電流を記録する為の特別なヘッドステージです。大きなコマンド電圧の間、サチレーションを防ぐために外部から50 GΩと50 MΩのフィードバック抵抗でコントロールできます。(大きなセルのヘッドステージと同型です)

西日本地区発売元



INTER MEDICAL CO., LTD.

株式会社 インターメディカル

本社/〒461 名古屋市中区葵一丁目25番1号
TEL (052) 937-7060/0 FAX (052) 937-5423
TLX 444-3603 WDMC J
東京支社/〒157 東京都世田谷区粕谷三丁目32番16号
製造営業部 アビタシオン千歳鳥山102号
TEL (03) 5384-6387 FAX (03) 5384-6487

東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 フィジオテック

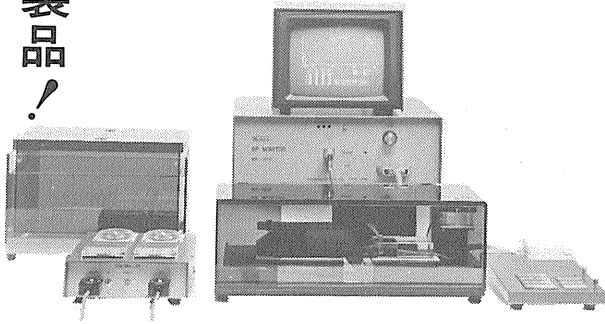
〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号
コイダビル4F
TEL (03) 3258-1641(代)

BP MONITOR MK-1000

マウス・ラット用 非観血式血圧測定装置

●収縮期血圧/●平均血圧/●拡張期血圧(計算値)/●脈拍数……を測定する

新製品
!



- 特長
- ①カフの加圧、減圧により生ずる脈波の消失・出現・最大振幅を検出し、その時のカフ圧を記憶して、BP_s、BP_m、BP_d(計算値)を測定します。
 - ②操作は簡単に5つのモードを選択し測定します。

モード1	自動	加圧時	BP _s	—	—	HR
モード2	自動	減圧時	BP _s	—	—	HR
モード3	手動		BP _s	—	—	HR
モード4	自動	減圧時	BP _s	BP _m	(BP _d)	HR
モード5	手動		BP _s	BP _m	(BP _d)	HR
 - ③脈拍信号を音で聞くことができます。(音量調節可)
 - ④データは音の静かなサーマルプリンタにより打ち出され、測定データとその平均値の他に、日付、動物番号、体重、使用モードも印字されます。
 - ⑤アニマルホルダはダークブラウンのアクリルで出来ており、極カストレスがかからないように工夫されています。
 - ⑥計測チャンバー内には糞尿受け用のプラスチックケースがセットされている為クリーニングが容易です。
 - ⑦RS232C出力が標準装備されています。

Muromachi

総発売元 **室町機械株式会社**

本社：〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目2-1
TEL 03(3241)2444 FAX 03(3241)2940
大阪営業所：〒532 大阪市淀川区西中島5丁目7番19号
TEL 06(302)1277 FAX 06(302)5026

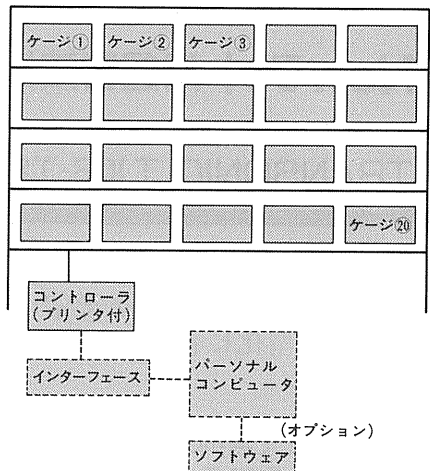
ホームケージ・アクティビティ システム

MODEL MK-3000

ラットを飼育ケージに入れたままの状態①自発運動量②飲水③摂食の3つの基本的な生活行動及び④立ち上がり行動を自動的に測定するために設計された装置であり、サーカディアン・リズムの研究に偉力を発揮します。

《主な特長》

- ケージの両サイドにフォトビームセンサーを内蔵したボックスが取り付けられており、動物の移動を検知します。また、センサーの高さは変えることができます。
- 飲水、摂食、立ち上がりの検出はそれぞれ専用のセンサーで行ないます。
- 飼育ケージにはステンレスケージを採用しており、排泄物は下のトレイに落ちるように設計されているので長期の測定にも支障をきたしません。
- 1台のインターフェースで20ケージ迄の測定ができます。
- 飼育室から離れた場所で計測ができます。(パソコンとインターフェースの最大距離は約1km)
- プリンタは標準装備されています。
- オプションとしてデータ集録・解析プログラム及びベリオドカルキ(周期計算プログラム)も用意されています。



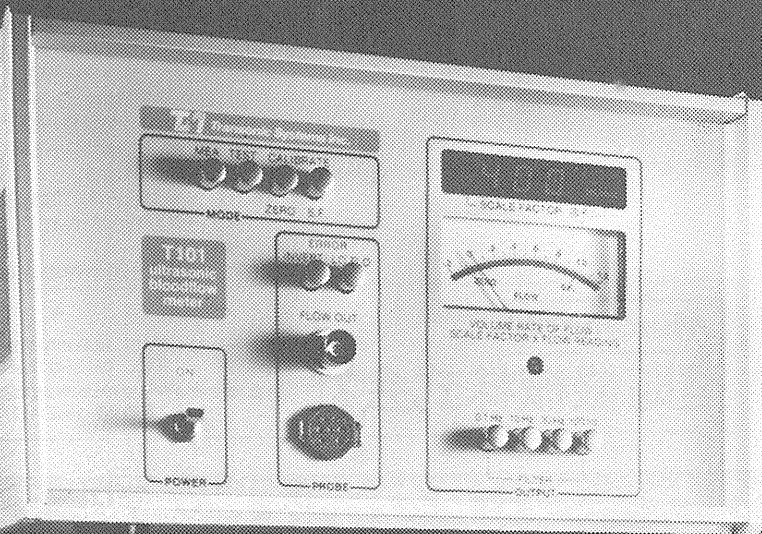
Muromachi

総発売元 **室町機械株式会社**

本社：〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目2-1
TEL 03(3241)2444 FAX 03(3241)2940
大阪営業所：〒532 大阪市淀川区西中島5丁目7番19号
TEL 06(302)1277 FAX 06(302)5026

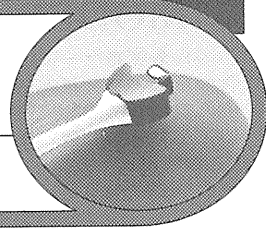


ラットの血管径0.5^m/_mから
血流量測定が可能に!!



Newラット用超音波トランジットタイム血流計

TRANSONIC T106・T206



米国トランソニックシステムズ社では、小血管での血流測定の御要望に応えプローブの小型化に着手し、このたび実現いたしました。

〈特長〉

- ・血管に対して無拘束で血流量(ボリュームフロー)が測定できます。
- ・最小血管0.5^m/_mφから測定が可能です。
- ・フルスケール5^{ml}/_{min}に対し、0.05^{ml}の分解能があります。

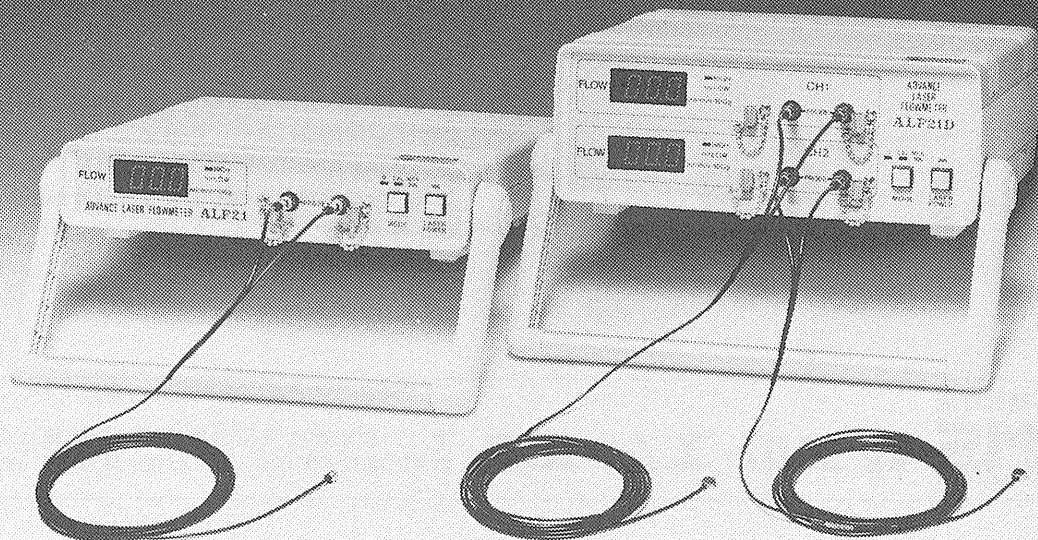
- ・ラットのMESENTERIC・A, RENAL・A及びFEMORAL・Aなどの小血管測定に最適です。
- ・急性・慢性(埋め込み)での測定が可能です。
- ・測定状態を知らせるメッセージ機能内蔵

お問い合わせは、ME事業部直通

TEL. (03) 3664-6271

アドバンスレーザー血流計

ALF21シリーズ



ALF21

(シングルチャンネルモデル、FLOW×1チャンネル)

ALF21D

(デュアルチャンネルモデル、FLOW×2チャンネル)

ALF21R

(リサーチモデル、FLOW、MASS、VELOCITY表示)

ALF21M

(モニターモデル、アラーム機能付)

特長

- ワイドダイナミックレンジなので測定レンジの切り換えがいりません。
- レーザー光なので電磁ノイズの影響を受けません。
- マルチプローブ、温度センサー付プローブ等多くのバリエーションを準備し、幅広い用途への対応が可能です。

Advances in Advance Medicine... Advance Co., Ltd.

カタログ・資料請求及びデモ、試用の御要望は弊社ME事業部まで

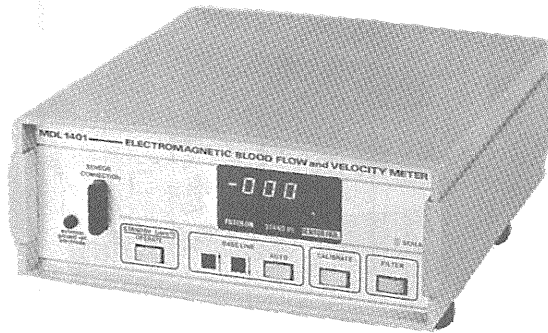


株式会社アドバンス ME事業部

〒103 東京都中央区日本橋小舟町5-7
TEL.03(3664)6271 FAX.03(3667)9523

SKALAR サイン波 電磁血流計 MDL 1401

超小型軽量プローブにより、ラットの心拍出量から門脈、肝、腎動脈まで急性及び慢性実験用として安定した測定が可能となりました。



サイン波電磁血流計 MDL 1401

スカラー社製 サイン波電磁血流計 (MDL 1401) はサイン波励磁により、低雑音 (0.12 μ Vrms) 低ドリフト (2%以内) 及び超小型軽量プローブ (0.5mm ϕ) が可能となり、急性実験はもとより、慢性実験にも安定した測定ができる画期的な血流計です。

日本総代理店

LMS
Laboratory & Medical Supplies

株式会社 エル・エム・エス

デモのご依頼等、お気軽にご相談下さい。

〒113 東京都文京区湯島2-22-10 後藤ビル
☎03-3833-0910(代) FAX(03)3833-5910(代)

ラットから犬までの血圧を自動測定できます！

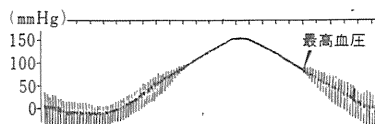
米国 NARCO 社製

非観血式血圧測定装置 PE-300

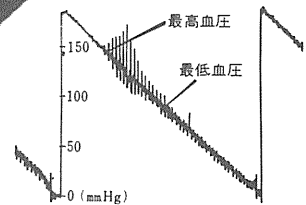
本装置は高感度トランスジューサーを用いてラット及びマウスの尾動脈よりパルスを検出し、非観血的に最高血圧を自動測定するものです。PE-300は発売以来、研究者の皆さまに好評を得ており、さらにアクセサリーを交換すれば各種動物の最高および最低血圧を自動測定できます。

■特徴

- ①マウス・ラットの最高血圧を簡単に測定できます。
- ②カフの交換により、犬・猿・人間等の最高血圧及び最低血圧の測定が可能です。
- ③本体は一般のチャート・レコーダ等にも容易に接続できます。
- ④極めて再現性の高い血圧測定装置です。



<RATの血圧データ>



<DOGの血圧データ>

株式会社 エル・エム・エス

〒113 東京都文京区湯島2丁目22番10号 後藤ビル
TEL (03)3833-0910(代) FAX (03)3833-5910(代)

生理学・薬理学・脳神経科学用研究機器

マウス

ラット

ネコ

……

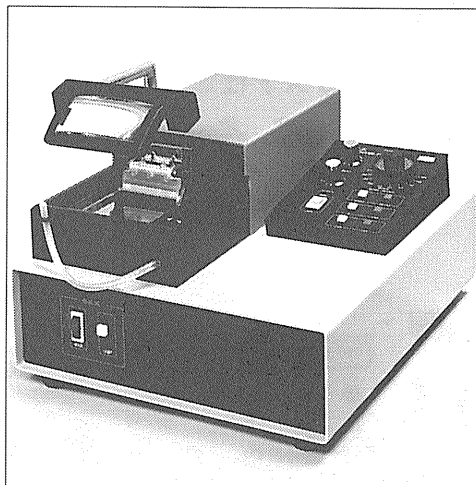
新鮮脳 50 μ m 70×70の
固定組織 10 μ m ワイド試料台
で全脳もOK

電子顕微鏡用未凍結切片

全自動作製装置

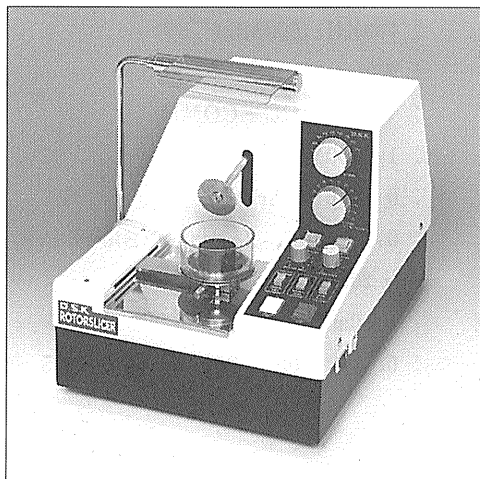
D.S.Kマイクロスライサー

DTK-3000W



- 刃の作動方式に滑走式(PAT)を採用し、上下振動もなく、スムーズに均一な連続切片をすばやく作製します。
- 刃の往復数が自由に変えられるため、軟かい組織や、不均一な組織でもとても切りやすくなりました。
- 低温で薄切するための冷却槽を装備しています。

生きのいい脳組織(海馬)の均一な薄切標本70~800 μ mが液中で連続して容易に得られます。



脳組織(生体)専用薄切標本

自動作製装置

D.S.Kロータースライサー

DTY-8700

- 丸刃回転方式(PAT.P)の素晴らしい切れ味ですばやく作製します。
- 組織の薄切の厚さ、刃の回転速度、下降速度の三つをセット、あとはスタートボタンを押すのみ。

★詳しい資料・文献・デモンストレーションは下記までご請求ください。

製造発売元

D.S.K 堂阪イーエム

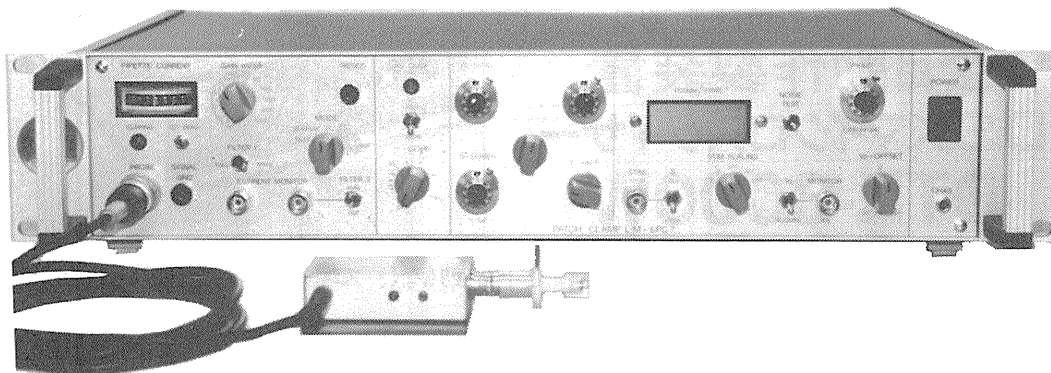
〒601-11 京都市左京区静海市原町1032-3

TEL (075) 741-3069 FAX (075) 741-3026

実績 No.1!! 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*



■ 主な性能

- ノイズレベル (rms) : 0.05pA 1KHz, 0.30pA 3KHz
- 電流レンジ : 200pA (50G Ω), 20nA (500M Ω)
- 周波数応答 : 100KHz (500M Ω)
- 電位増幅度 : X10
- 測定モード : VC, CC, CC+COMM
- Rs補償 : 1-100M Ω
- 容量補償 : 0-10pF (First)
: 0.2-10pF, 2-100pF (Slow)
- ホールド電位 : ± 200 mV
- オフセット電位 : ± 50 mV
- コマンドレベル : 0, .1, .05, .001, -.1, -.05

日本総代理店 / 西日本地区発売元



ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤浜町蔵西1番地14ショーシンビル
TEL (0564) 54-1231(代) FAX (0564) 54-3207

東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 フィジオテック

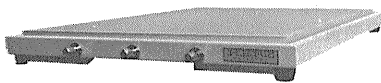
〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号コイダビル4F
TEL (03) 3258-1641(代)

HERZ

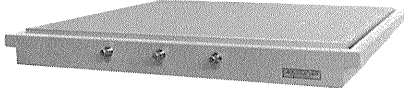
「最先端技術」に直結する 「ヘルツの防振システム」

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。



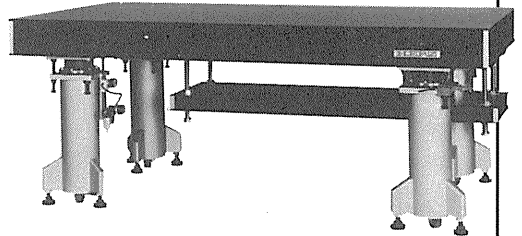
●卓上型空気ばね式防振台 ST-45



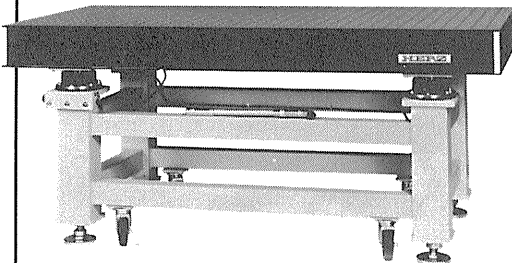
●卓上型空気ばね式防振台 ST-65



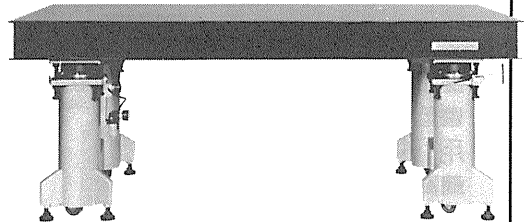
●卓上型空気ばね式防振台 LHA-300



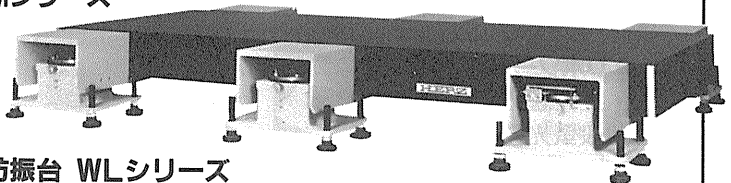
ダンピングフリー(固有振動数コントロール付)
●大形空気ばね式防振台 DFBシリーズ



●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 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

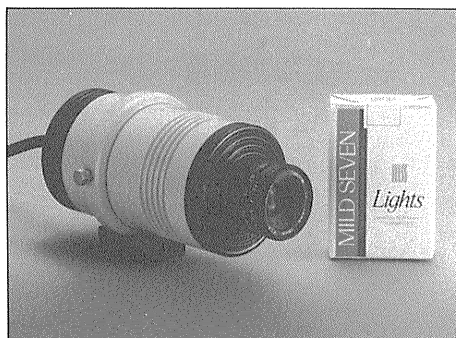
本社 〒252 神奈川県藤沢市遠藤1980番地
工場 TEL. 0466(88)3311

顕微鏡用超高感度テレビカメラ

DAS-512

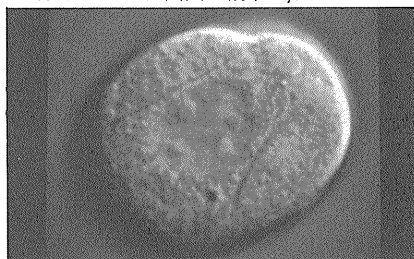
DAS-512はカメラヘッド分離型の顕微鏡用超高感度のテレビカメラです。微弱光のイメージをリアルタイムで撮影できるため、生体構造を動的に研究する手段となり、高倍率、高感度撮影に依り、顕微鏡による研究の新しい処方が生まれます。

DAS-512の小型カメラヘッド



DAS-512による撮影例 (モニターからの接写)

- ▼ウシ副腎髄質クロマフィン細胞の微分干渉像
Zeiss Axiovert35 対物レンズ100×(NA=1.4)
・付加レンズ4X 画面の縦巾20μm



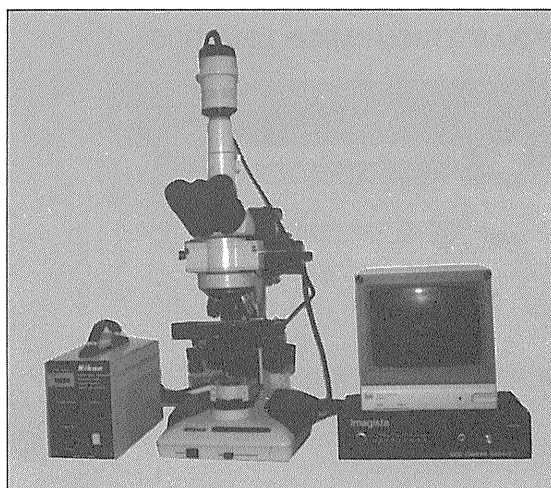
(写真提供：岡崎国立共同研究機構 生理学研究所
細胞器研究系 寺川 進 先生)

特 長

- 超高感度：最低照度 10^{-2} Lux(G1タイプ)
 10^{-4} Lux(G2タイプ)
- 小型、軽量：66mm径 125mm長 700g
- 低残像

用 途

- 高倍率光顕用途
 - ・ 高倍率微分干渉像の撮影
 - ・ 高倍率蛍光像の撮影
 - ・ 微分干渉像と蛍光像の同時撮影
 - ・ 蛍光染色されたDNA、アクチンの撮影
- 暗視野光顕法用途
 - ・ リボソームの溶液中での動的観察
 - ・ 生体超分子の動的観察
- 一般蛍光顕微鏡用途
 - ・ レシオイメージング(Ca^{2+} pH測定等)
 - ・ 免疫蛍光



ニコン落射式蛍光顕微鏡との組み合わせ

株式会社 イマジスタ

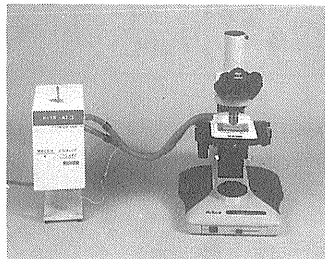
東京都中央区富沢町5-5住友生命日本橋富沢町第2ビル
〒103 株式会社 ピアス内
TEL.03-5640-1958 FAX.03-5640-1957

生体細胞や物性の研究に!!

KITAZATO®

新発売 **冷却タイプ**

マイクロクール・プレート® PAT.P
(顕微鏡用透明冷却板)



マイクロクール・プレートは、室温から-25℃(MC-100)の範囲で霜(曇り)を防止した状態で設定した温度に自動制御します。電子冷却方式の為液体窒素が不要で、更に60mmシャーレーあるいはスライドガラスがセットできる広い透明冷却面となっています。

※加温・冷却兼用タイプもあります。

	冷却タイプ		加温・冷却兼用タイプ	
形式	MC-10F	MC-10R	MD-10F	MD-10R
冷却板形状	平型	丸型	平型	丸型
冷却板厚さ	2mm (穴開加工可能)			
設定温度範囲	室温より3℃ (室温22℃)		3℃ ~ 45℃ (室温22℃)	
制御温度精度	±0.5℃		±1.0℃	
冷却方式	電子冷却			

※室温から-25℃タイプも特注製作します。

加温タイプ

マイクロウォーム・プレート® PAT.P
(顕微鏡用透明加温板)

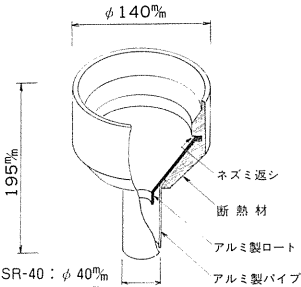


透明なガラス板の面全体が発熱体ですので、むらのない均一な表面温度を保ちます。透明プレート面は、設定した温度に自動制御されますので安定した至適温度で組織や細胞等の生体試料又、精子の活動度や卵子、授精卵等の細胞を直接観察したり、操作のできる画期的な万能型顕微鏡用透明加温板です。

- | | |
|---------------|-------------|
| MP-10DM | 汎用タイプ |
| MP-100DM | // |
| MP-30DMHシリーズ | 高温タイプ |
| DC-MPI0DMシリーズ | 精密・ノイズレスタイプ |
| TC-MPI0DM | 丸型・中座セットタイプ |
| MPW-10DM | マイクロプレートタイプ |

新発売 **凍結実験を安全に!**

セーフティー・ロート® PAT.P
(液体窒素用安全ロート)



SR-40: φ40mm
SR-16: φ16mm
液体窒素を保存用タンクへ安全に移し替える事ができます。アルミ製ロートを断熱材で被覆し、更に、ネズミ返しの機能付きですので、液体窒素の蒸散逆流の危険がなく、安全性・操作性にきわめて優れております。液体窒素保存用タンクの口径により2種類あります。

- SR-40: φ40mm (アルミ製パイプ外径)
SR-16: φ16mm (//)

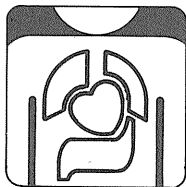
お問い合わせ及びご要望は営業部にお願いします。

製造 株式会社 北里サプライ
本社・営業部 静岡県富士宮市三豊平1429 〒418
TEL.0544(27)8831 FAX.0544(27)6080
東京出張所 TEL.03(3903)7410

TOTAL PLANNING

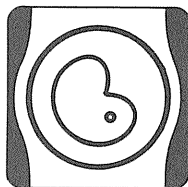
トータル・プランニング

- 医学専門誌・抄録・プログラム・名簿等の広告取扱い及び企画作製
- 広告・パンフレット等の企画・制作
- 医学会情報・各種医学関連統計データのご提供
- 学術研究論文の投稿代行

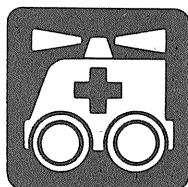


■内科

- 皮膚科・泌尿器科
- 眼科・耳鼻咽喉科・歯科
- 看護・助産婦
- 基礎・検査・衛生

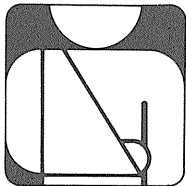


■産婦人科



■総合

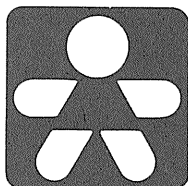
- 化・理・工学
- 医科器械・設備・病院



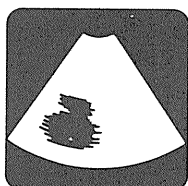
■外科・整形外科



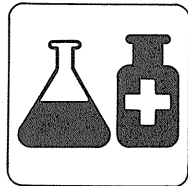
■脳・精神・神経科



■小児科



■放射線・画像診断・レーザー



- 薬学
- 保健・体育・産業衛生
- 栄養・食品学

Medical Advertising Agency

日本医学広告社

〒101 東京都千代田区神田駿河台2-9
TEL.03-3292-6961(代表) FAX.03-3295-2134

Waverly Press

免疫学の分野を網羅した
国際的に権威あるオリジナル学術誌!

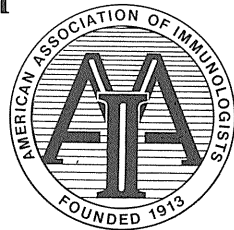
THE JOURNAL OF
IMMUNOLOGY®

Official Journal of The American
Association of Immunologists

Editor-in-Chief: Ethan M. Shevach

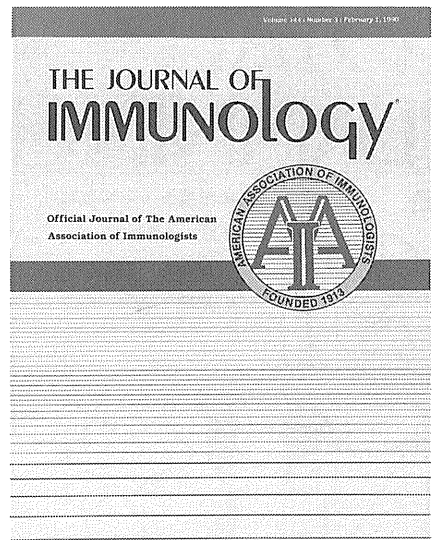
Assistant to the Editor-in-Chief: Deborah C. David

Managing Editor: Joseph F. Saunders



★免疫学の専門誌

本誌はアメリカ免疫学会の正式機関誌であり、
細胞免疫学、免疫化学、分子生物学、遺伝学、
病理学、微生物学、腫瘍、移植に関連する免疫
学の幅広い原著論文を収録しています。



★24回発行

'92年購読料 個人 ¥54,600/年(船便)

'92年購読料 法人 ¥81,900/年(船便)

注) 航空便でも購読可能です。

■表示「円」価格は、消費税抜き価格です。 ■詳細は、本社「代理店業務グループ」までお問い合わせ下さい。

<日本総代理店>

USACO®

ユサコ®株式会社

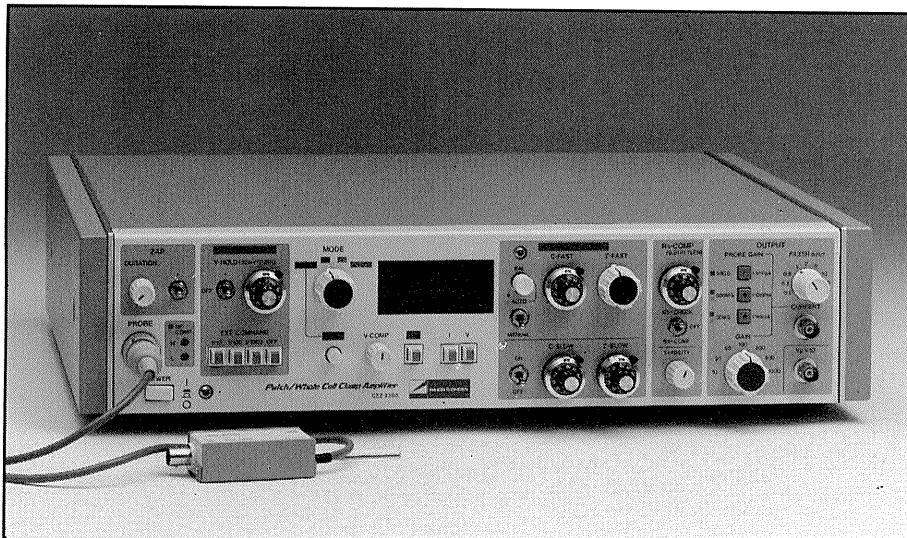
本社：〒105 東京都港区新橋1丁目13番12号堤ビル

☎(03)3502-6471 FAX (03)3508-0770

営業所：大阪☎(06)344-6624 名古屋☎(052)931-2601 筑波☎(0298)23-1773

実験研究用機器の

トータル供給をめざして！

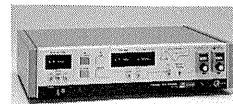


細胞膜の研究用

パッチ/ホールセルクランプ用増幅器 CEZ-2300

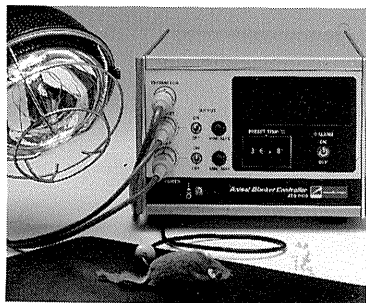
パッチクランプ法に加え、ホールセルクランプ法（小型細胞全体の膜電位固定法）までプローブの交換無しで測定可能、セルアタッチレコーディングからホールセルレコーディングまで効率よく実験が行えます。

- ・同一プローブ内で50GΩ/500MΩの電流検出抵抗切り換え可能
- ・電極容量の補正がワンタッチ
- ・4次ベッセルフィルタを内蔵、より低雑音に



三角波発生装置 SET-2100

高精度のパルス発生器と、デジタル回路の組合せにより、長時間の三角波を精度よく発生します。細胞内電位測定装置を使用して、細胞膜の順応作用、IVカードなどの測定を行う場合の必需品です。

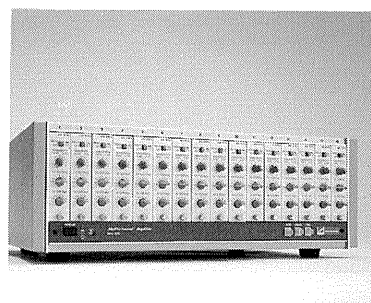


麻酔下の小動物用

体温制御装置 ATB-1100

赤外線ランプとヒーター入りブラケットの2方向からの加温で精度の高い温度制御ができます。

しかも、小動物はブラケットにくるまれていませんので、状態の確認もしやすく、電極等の取り扱いも容易です。



生体信号一般用

多チャンネル増幅器 MEG-6100

生体信号用高感度増幅器を用途に合わせて最大16チャンネルまでコンパクトに構成できます。4・8・16チャンネルの各入力箱を用意。

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(5996)8028 宣伝課

詳しい資料を用意しております。
当社までお気軽にご請求下さい。

