

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

51巻

10号

1989

総 説

川喜田健司：針灸刺激の末梢受容機序とツボの関連……………303

原 著

尾崎昭弘：ヒトの外受容性振動誘発指屈曲反射に対する鍼灸刺激の抑制機序……………316

教 育

松波謙一，川島 卓：BASIC を使ったサル慢性実験用プログラム I. 遅延反応課題
制御用プログラム……………329

会 報

第109回 JJP 編集委員会議事録……………337

お 知 ら せ

第4回研究助成候補者推薦要領(財団法人ブレインサイエンス振興財団)……………337

第4回塚原仲晃記念賞受賞候補者推薦要領(財団法人ブレインサイエンス
振興財団)……………338

第3回海外派遣研究助成候補者推薦要領(財団法人ブレインサイエンス
振興財団)……………338

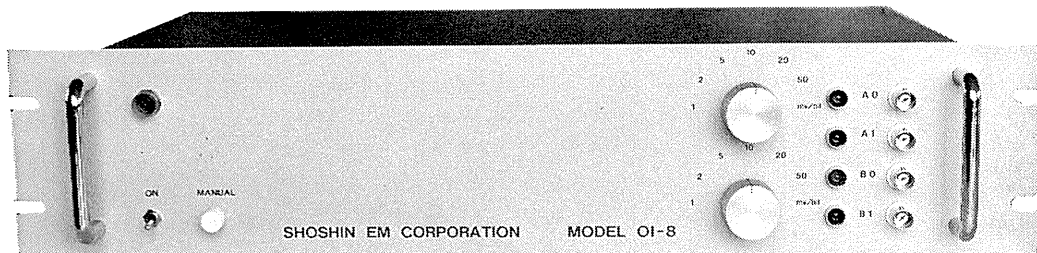
第3回海外研究者招聘助成候補者推薦要領(財団法人ブレインサイエンス
振興財団)……………339

1990年度山田科学振興財団研究援助候補推薦要領……………339

日英合同生理学会(第1報)……………340

日本生理学会会費払込みについてのお願ひ……………342

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

〒444-02 岡崎市赤波町蔵西1-14
TEL. (0564) 54-1231 代表
FAX. (0564) 54-3207

17. 体性・化学感覚

- 下行性中脳水道周囲灰白質ニューロン活動に対するオピオイドの作用. 戸田一雄(東京医歯大, 歯, 生理)
- ラット体知覚領障害後のバレル野の再構成. 伊藤宗之(愛知コロニー研, 生理)
- 脊髄後角広作動域ニューロン活動に対する緊張性下行性抑制. 鶴岡正吉, 李 青錦*, 松井愛子, 松井洋一郎(昭和大, 歯, 口腔生理・首都医学院, 神経生物*)
- 視床における歯根膜機械受容ニューロンの三次元構築. 刈田啓史郎, 田端孝義(東北大, 歯, 生理)
- 水泳運動によるマウス錘内筋線維でのグリコーゲン枯渇. 藤墳規明, 吉村篤司, 藤墳チエ(名大, 医, 第二生理)
- 水泳トレーニングによるラット錘内筋線維型の転移. 吉村篤司, 藤墳チエ, 藤墳規明(名大, 医, 第二生理)
- 筋紡錘感覚神経終末無髓部細胞膜内の大径粒子と伸張応答. 伊藤文雄, 藤墳規明, 吉村篤司, 曾我部正博(名大, 医, 第二生理)
- ラット視蓋前核前核ニューロンの内側毛帯刺激に対する応答性. 永田 徹, 林 泰正(兵庫医大, 第二生理)
- 味質によるあと味の相違. 堀尾 強, 河村洋二郎(甲子園大, 栄養, 生理)
- カエル舌下面の味覚器について. 本田栄子, 平川輝行, 中村修一, 中原 敏(九歯大, 生理)
- ウシガエル舌乳頭の機能動作. 尾島光栄(日歯大, 東京, 生理)
- カエル水応答の膜電位依存性. 岡田幸雄, 宮本武典, 佐藤俊英(長崎大, 歯, 生理)
- 味受容膜の透過性は塩応答に関与する. 佐藤俊英, 宮本武典, 岡田幸雄(長崎大, 歯, 生理)
- 脂質平面膜に再構成したカイコガアンテナのイオンチャネル. 高栗雅之, 吉井清哲, 栗原堅三(北大, 薬学)
- ウシガエルにおける選択的味細胞一味神経シナプス結合. 吉井清哲, 笠岡憲一, 栗原堅三(北大, 薬学)
- カメ嗅覚応答の塩依存性. 庄司隆行, 柏柳 誠, 栗原堅三(北大, 薬学)
- イモリ単離嗅細胞の持続的匂刺激に対する応答の減衰と Ca イオン. 倉橋 隆, 渋谷達明(筑波大, 生物科学)
- ネコの嗅覚弁別学習に及ぼす前頭前野破壊の効果. 小川陽一, 豊田ふみよ, 元木沢文昭(奈良医大, 第一生理)
- 嗅球ニューロンのにおい応答に影響を及ぼす刺激のパラメーター. 元木沢文昭, 小川陽一(奈良医大, 第一生理)
- 食塩刺激によるカエル舌背粘膜のイオン輸送. 作道富士雄, 副田博之(福岡歯大, 生理)
- 舌咽神経節内ニューロンの分布: コバルト・リジン法. 長井孝紀(帝京大, 医, 第一生理)
- 糖刺激に対するラット鼓索神経応答の成長に伴う変化. 前田慎二, 原田秀逸, 笠原泰夫(鹿児島大, 歯, 口腔生理)
- 魚類終脳における味/触覚野. 丸井隆之, 笠原泰夫(鹿児島大, 歯, 口腔生理)
- 若年ラット大脳皮質味覚ニューロンの受容特性. 村山伸樹, 小川 尚*, 長谷川佳代子*, 大串 幹*(熊本大, 工, 電気情報・熊本大, 医, 第二生理*)
- 無麻酔ラット鼓索神経応答における唾液の役割. 松尾龍二, 山本 隆(阪大, 歯, 口腔生理)
- ラット結合腕傍核細胞の応答性と大脳皮質味覚野からの遠心性制御. 清光義隆*, 松尾龍二, 山本 隆(阪大, 歯, 口腔生理・歯科麻酔*)

針灸刺激の末梢受容機序とツボの関連

川喜田 健 司
(明治鍼灸大学生理学教室)

Peripheral mechanisms of acupuncture and moxibustion stimulation and their relations to the characteristics of acupuncture points. Kenji KAWAKITA (*Department of Physiology, Meiji College of Oriental Medicine, Hiyoshi, Funai, Kyoto 629-03*)

I. はじめに

針刺激による鎮痛効果の発現機序に関する研究は、中国に於ける針麻酔の報告以来世界的な規模で展開され、数々の知見が明らかになってきている。その中で最も注目を浴び、かつ精神的に研究されてきたことは、脳内の内因性オピオイドと下降性痛覚抑制路に関連した針鎮痛の中枢機序である。言うまでもなく、針鎮痛の研究は、脳内の内因性オピオイドの発見、脳内の局所通電刺激による鎮痛 (SPA, Stimulation Produced Analgesia)、脳内へのモルヒネの局所注入による鎮痛及び下降性痛覚抑制路の解析等の研究成果^{4,19,80)}をふまえ、針通電刺激以外に経皮的神経刺激 (TENS: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) や末梢神経束の電気刺激による鎮痛発現の機序に関する研究としても発展してきた^{64,74,90,111)}。その中で明らかにされた知見から、針鎮痛の中枢機序に関してはすでに数多くの総説が発表されている^{1-3,8,22,23,30,48,77,94)}。

しかし、針灸医学研究の極めて重要な課題とされながら、これまでの膨大な針鎮痛の研究の中でほとんど手付かずになっているのが、いわゆるツボの問題である。針鎮痛に関する多くの研究は、刺激部位とされているツボの問題にほとんど立ち入る事なく、末梢神経の求心性線維に関する議論に終始してきた。針通電法や神経束の直接電気刺激などの電気刺激で得られた結果から類推されることは、末梢神経における神経線維の種類であり、特定の求心性神経線維を刺激したときの鎮痛効果発現の中枢機序の解明

のためには役立つ方法であるが、ツボの問題を考える上では適当な方法ではない。また、従来の針の研究の多くは、針鎮痛という言葉で表現されるように、針刺激によって起こる鎮痛効果発現の機序の解明に限定されていた。そこでは、針灸医学と並び称せられている灸の問題は全く考慮されておらず、また針灸刺激の鎮痛効果以外の生体機能に対する効果について十分に研究が進んでいるとは言えない。針灸医学を確立するうえにおいて重要な問題は、単に針鎮痛にとどまらず、より広い意味において針灸刺激の質を考え、生体機能に対する効果を研究してゆく事であろう。

本稿は、これまでの針麻酔以後の研究から考えられる針灸刺激の末梢受容機序と、いわゆるツボとして実際に臨床家が診断点、治療点として用いている部位の特性との関連について考察を行なったものである。

II. 針灸刺激とはなにか

従来の東洋医学の教科書の記載では、針刺激と灸刺激をことさら区別することなく、漢方薬を用いる薬物療法と針灸刺激を用いた物理的刺激性による治療を両輪とするのが一般的となっている^{69,86,89)}。しかし、針灸刺激として常に併記されているものの、針刺激、灸刺激とは何であるかを明確に規定することは容易なことではない。針灸の刺激方法には多種多様な手技が知られているが^{71,86)}、全ての方法を逐一検討することが本稿の目的ではないので、ここでは豪針を用いた置針、捻針、雀啄、針通電法を針刺激、モグサを用いた直接灸を灸刺激として議論

を進めてゆくことにする。

この針灸刺激の具体的な刺激の質を考えると、前者は細い金属針で皮膚を貫き深部組織まで刺入する機械的刺激、後者はモグサと呼ばれる植物の線維を皮膚上で燃やす熱刺激であり、両者の物理的性質は大きく異なっている。この違いは、生理学的にそれらの刺激に対応する受容器、求心性線維を考える上において極めて重要な問題である。しかし、臨床面からみると両刺激の区別はあまり厳密なものとは言えず、針灸を併用する臨床家だけではなく針または灸のみを用いる臨床家もあり、それぞれが共通する刺激部位としていわゆるツボを利用して患者を治療しているのが現状である¹⁶⁾。言い換えれば、同一の刺激部位に対して両刺激がよく似た効果をもたらすと考えられる。この臨床上の事実、針灸刺激の末梢受容機序を考えるうえに大変示唆に富むものである。

同一刺激部位に与えた二種類の刺激がよく似た効果をもたらすとすれば、両者に共通する刺激の質を考える必要がある。ここで注目すべきことは、針灸刺激いずれも侵害的な要素を含んでいる事である。針の刺入は明らかに組織を損傷させ、灸刺激も皮膚上でモグサを燃やすのであるから程度の差はあれ火傷を起こすことに異論はないであろう。このような侵害的な刺激を受け止める受容器として考えられるのが侵害性受容器である。これまで、代表的な侵害性受容器として解明がすすんでいるものに、高閾値機械受容器とポリモーダル受容器がある⁵¹⁾。熊澤はその総説の中で、針鎮痛の機序を侵害受容器の一種であるポリモーダル受容器を入力とするネガティブフィードバック系の賦活であるとする仮説を提唱し⁴⁸⁾、その仮説に基づいて行った我々の一連の研究もそれを裏付けている^{38~35)}。そこで、本稿では、まずこのポリモーダル受容器の針灸刺激の受容器としての可能性から検討を行なう。

A. 針灸刺激の受容器としてのポリモーダル受容器の可能性

ポリモーダル受容器は、その名前の由来のご

とく、侵害レベルの機械、熱及び化学（発痛物質）刺激のいずれにも応答する受容器^{46,47)}で、近年、炎症時の疼痛もこの受容器を介して発現することが明らかとされ、注目されている受容器である^{52,54)}。このポリモーダル受容器の反応性の詳細については、熊澤の最近の総説⁵⁴⁾に詳しいが、ここでは針灸刺激の受容器としての可能性に関連して、着目すべき点を挙げておきたい。

この受容器は侵害受容器として知られており、針の刺入のような機械刺激、灸のような熱刺激のいずれにも良く応答し、また、侵害受容器でありながら、組織損傷を伴わないような刺激強度においても十分興奮する広作動域ニューロンである。針刺激、灸刺激と呼ばれる刺激方法は、極めて多様であり、常に侵害的な刺激強度を用いている訳ではないが、このポリモーダル受容器の広作動域ニューロンとしての性質は針灸刺激時の受容器にふさわしいものである。また、この受容器は刺激に対する反応の再現性が悪く、容易に感作されたりタキフィラキシー（速成耐性）を生じることから正確な痛覚情報を上位中枢に伝えるという面では極めて不適当なものと考えられる。

そして、深部組織のポリモーダル受容器の刺激と考えられる筋の細径線維の条件刺激が呼吸、循環系に強い修飾作用をもたらすこと^{42,49,50,68)}、またポリモーダル受容器の適刺激と考えられる炎症を起こした関節の機械的刺激が血圧、心拍数などの自律神経系や内分泌系に大きな影響を与える^{81,82)}ことなどから、この受容器は体性感覚系というよりはむしろ自律神経系、内分泌系への入力として働いていることが推測されている^{50,51)}。また、ポリモーダル受容器の選択的刺激が内因性オピエートの関与する鎮痛を発現すること³⁵⁾、さらに内因性オピエートは免疫系に種々の影響を与えていることも明らかにされており^{39,53)}、内因性鎮痛系や免疫係への入力としての可能性も極めて高いものである。

一方、針通電刺激や神経の条件刺激が血圧降下作用^{12,25,41,57,114)}や、種々の内分泌器官の働

きを促進すること⁶¹が知られている。また臨床的にも針灸刺激は単に鎮痛効果をもたらすばかりでなく、自律神経系や内分泌系、免疫系にも影響を与え、生体の調節機能を高める作用を持つとされる^{61,69,86,89}。この点においても針灸刺激とポリモーダル受容器刺激の効果には類似する面が多い。

さらに、最近、神経原性の炎症の原因としてポリモーダル受容器の効果器としての働きが注目されている^{40,54}。ポリモーダル受容器の興奮により軸索反射を介して逆行性に受容器末端から Substance P もしくは CGRP (カルシトニン遺伝子関連ペプチド) が放出され、血管からの血漿浸出を促すほか一連の炎症過程を引き起こすと考えられている。このことは、針灸刺激部位の周囲にフレアが生じることや、Substance P や CGRP の静注によって生じる血流の増大と類似した現象が、針通電刺激で引き起こされること²⁸を無理なく説明出来るものである。

一方、この受容器は、形態学的には自由神経終末で特に際立った構造物を持たず⁴⁴、全身にわたり、皮膚、筋、筋膜、内臓などの諸組織に存在するとされている^{45~47}。このポリモーダル受容器の形態学的特徴は、これまで、さまざまな説がツボと特殊な構造物を関連させてきた中であって^{20,96,112,115}、ツボの部位に神経、血管以外に特徴的な構造物は認められないとする見解がその後の研究では支配的であること^{6,17,18,62,75,79,106}、ツボの分布が全身に及んでいること^{69,86}、針灸刺激を加える部位は皮膚のみならず深部組織にまで及んでいることなどの事実との関連においても矛盾しないものである。

この様に、針灸刺激の受容器としてポリモーダル受容器の可能性は極めて高いと考えられる。そこで、次にこれまでの針灸刺激に関する報告について、ポリモーダル受容器に関連づけて検討してゆくことにする。

B. 針灸刺激時の求心性入力への解析

針灸刺激時の求心性入力を神経生理学的手法で解析した研究によれば、ネコの深腓骨神経に

筋の針刺激や圧刺激に応じ、刺激後も持続の長い後発火を示す無髄神経線維が見いだされている¹¹⁰。また、ネコの筋神経の Group III 群は、針の筋への刺入、高張食塩水の注入、および筋の強縮で発火頻度を増すことが知られている⁷²。筋からの細径線維受容器の大半はポリモーダル受容器と考えられており⁴⁶、筋の単収縮や強縮が起こっている状態で、細径線維受容器が興奮すること^{31,72}は、針通電刺激の条件とその求心性神経の関連を考える上で極めて重要な点である。

一方、灸刺激での受容器の興奮性を直接調べた研究はないが、灸刺激を熱刺激の一種として考えると、その反応性に関する実験データは膨大なものがある。その主なものは皮膚のポリモーダル受容器であり⁴⁵、そのほかにも、熱侵害受容器、温度受容器、感作された高閾値機械受容器が興奮することが知られている⁵¹。皮膚のポリモーダル受容器は主として無髄神経の支配を受け、熱刺激によく応じ、繰り返し刺激によって閾値が低下したり反応性が増加する感作現象が起こることなどが知られており⁴⁵、灸刺激の場合によく用いられる同一部位に繰り返し施灸する手技⁷¹と対応させると大変興味深い性質である。

また、針灸刺激時の組織の機械的損傷や火傷にともなって、種々の内因性発痛物質が産生され、ポリモーダル受容器が直接刺激される他、プロスタグランジンなどの化学メディエーターが産生され、受容器の興奮性を高めること^{52,54}や、この受容器自身が神経原性炎症の原因となることを考えると、皮内針に代表されるような微弱な針刺激により極めて顕著で持続的な効果が生じることを理解しやすい。

一方、針刺激に関しては、単に筋のポリモーダル受容器や細径線維受容器ばかりでなく皮膚や深部組織の太い神経線維に支配される機械受容器も興奮することが報告されている^{24,60,76}。しかし針灸刺激の持つ意味を考える事なく、単にインパルスの増加が認められたからといって、それらの機械受容器を針灸刺激と結び付け

るのは早計である。すでに述べてきたように、低閾値機械受容器は熱刺激には反応しないことから、針灸刺激に共通する受容器としての資格を持たないこと、また、その多くは特殊に分化した構造物を持っており、これまでのツボに関する形態学的研究の結果が、特殊な構造物の存在を否定している事実^{17,75,106)}と相容れないように思われる。

これまでの神経生理学的手法による、針灸刺激に対する受容器の解析結果から、針刺激があらゆる種類の機械受容器を興奮させ得ることは明らかである。その中で針刺激のみに応じる特殊な受容器の存在は否定されているが、全ての機械受容器を針刺激と結び付けることにも問題がある。そこで考えなければならないのが、針刺激時の質的特徴としての得気と呼ばれる感覚の質とそれをもたらす求心性入力との関連である。

C. 針刺激で誘発される諸現象

針刺激時に生じる独特の感覚は、得気と呼ばれ、鎮痛効果や治療効果を発現させる為には、きわめて重要とされている^{73,88)}、この得気は酸脹重麻の4つの種類に区別されているが、これらの得気の種類と深部組織の関連を神経束、血管、骨膜、筋膜、腱等の機械的刺激で調べた結果からは、酸脹重麻の感覚は単純に一つの組織に対応せず、複合感覚として現れるとされている⁸³⁾。また同様の結果が断肢術を行う前に色素を詰めた針電極を挿入し得気の起こった部位の組織検索を行った実験からも報告されている⁸⁴⁾。このように得気の種類を特定の組織構造に対応させることは困難であるが、得気発現時の求心性活動電位との関連を調べる方法として、微小神経電図法(Microneurography)と微小刺激法(Microstimulation)^{100,101)}を用いることは可能である。

ヒトの深部組織からの入力に関する研究はきわめて困難であるが、ブラジキニンの筋注にตอบสนองするポリモーダル受容器と考えられるA δ 線維が針刺激にも応じ、その時の被験者の感覚は得気に似た鈍い深部痛覚であったとされてい

る²¹⁾。またヒトの筋膜の受容器からの神経活動を記録し、同一電極で微小電流を流した実験では深部痛覚特有の感覚と関連痛を観察している¹⁰¹⁾。一方、針刺激で得気が生じたときには有髄のGroup II, III群線維がよく反応したとする報告もある^{24,105)}。このような微小神経電図法による解析は、得気の解析には有用であるが、記録されている神経の興奮を中枢神経における知覚と対応させるには十分な注意が必要である。この得気が深部痛覚に近い性質であることは、脊髓損傷の患者において深部痛覚の脱失例に顕著な得気の減弱、消失がみられること¹³⁾、また阻血によって有髄の太い神経線維の伝導遮断を行なった際、深部痛覚と共に得気が最後まで残っていることから推察されている^{85,112)}。

一方、この得気を筋収縮との関連から調べた報告もある。ヒトでいわゆるツボと称する所に針を刺入してゆくと、手下感と呼ばれる感覚が刺入部位の皮膚におかれた実験者の指に一種の筋緊張の変化として感知され、この手下感の大きさと被験者の得る得気の大きさに相関があることが報告されている⁸⁷⁾。また絶縁した針を記録電極としてツボに刺入してゆくと局所的な筋放電(穴位筋電図)が記録できる場合があり、この筋電図の大きさと得気の間にも相関があるとされている⁸⁷⁾。この筋電図は脊髓を介する反射性電位であるとされているが、詳細には不明な点が多い。

この様に、針刺激時の現象には単に受容器の直接刺激効果だけではなく、脊髓反射を含んだ筋収縮時の細径線維受容器の二次的興奮もその発現に関与していることが示唆されている^{82,66)}。また、針灸刺激が軸索反射による神経原性炎症を引き起こし、種々の化学メディエーターが末梢受容器の興奮性を高めることやフレアーを生じること、針灸刺激の作用機序を考える上で重要な点である。

一方、針灸刺激の末梢機序に関して、最も多くの知見が得られているのは、刺激によって得られた鎮痛効果の程度、その性質によってその刺激部位や求心路を解析する方法である。そこ

で、次に、鎮痛効果発現を指標とした求心性神経の解析結果について検討する。

D. 針鎮痛の発現と深部組織の関与

針刺激がおもに深部組織の受容器を刺激していることは、すでに得気や手下感との関連からも明らかであるが、針鎮痛の研究においても深部組織由来の求心性入力の実験的必要性が報告されている^{7,10)}。ヒトのツボと呼ばれる部位の捻針刺激で鎮痛効果が生じるが、そのツボに分布する筋枝のブロックで鎮痛効果は完全に消失し、皮枝のブロックは無効であった¹⁰⁾、また同様の実験が動物でも行われ深部受容器の関与が示唆されている^{7,41)}。その他、針通電刺激や神経刺激で生じる筋収縮が循環系へ大きく関与することも知られ^{15,41)}、針麻酔時の針通電刺激条件として、筋が十分収縮することが必要とされている^{9,41,77,88,93)}ことも深部組織由来の求心性神経の重要性を示唆するものといえよう。

E. 細径線維の刺激による鎮痛

ヒトの末梢神経を経皮的に通電刺激した時の鎮痛効果を指標にすると、2-10 Hz の低頻度刺激では、耐痛閾値直下の強い刺激において顕著な鎮痛効果がみられている^{26,64)}。また動物実験においても、脊髄の侵害性視床投射ニューロンに対する末梢神経刺激の抑制効果は $A\beta$ 線維より $A\delta$, C 線維を興奮させた時の方が強いこと¹⁴⁾、また開口反射に対する抑制効果を指標とした実験で、陽極遮断法を用い $A\delta$ 線維の選択的条件刺激を行い、針通電刺激と類似した効果が得られることが報告されている³⁴⁾。以上のような神経の通電刺激実験では、無髄の神経線維を興奮させるためには極めて強い電気刺激が必要となり、太い神経線維の興奮は多くの場合避けられず実験上不都合な点が多い。そこで、深部組織に対する熱刺激、化学刺激（高張食塩水の筋注、ブラディキニンの動注）のような自然刺激により細径線維受容器を興奮させると、強電気刺激時と似た鎮痛効果が生じることが知られており^{33,35,38)}、その入力系としてはポリモーダル受容器が挙げられている。さらに針鎮痛に関与する求心性入力の脊髄上行路は、痛覚や温

度感覚と共通する前側索とされている¹¹⁾ことなど、針鎮痛の末梢機序と痛覚系の入力との密接な関連が強く示唆されている。

痛覚刺激によって鎮痛が発現することは針鎮痛以外にもいくつか知られており¹⁰⁹⁾、その一つに DNIC(Diffuse Noxious Inhibitory Control) と呼ばれる現象がある^{55,56)}。この現象は、脊髄後角の広作動域ニューロンが全身の皮膚、深部組織の侵害的な機械、化学及び熱刺激によって抑制されるといふもので、その機序には内因性の痛覚抑制系の関与も明らかにされており、針鎮痛との関連も示唆されている⁵⁶⁾。そのほかにも侵害性の刺激が鎮痛効果を生じる現象として、FSIA(Foot Shock Induced Analgesia)が知られている。グリッドを介して強い電流刺激を足底にあたえるとその刺激パターンによって、また刺激部位の違いによってオピエート、非オピエートの関与するさまざまな鎮痛が発現することが報告されている^{95,107,108)}。この FSIA はストレスによる鎮痛の一種であり針鎮痛とは区別されるべきであるが、いずれにせよ、針刺激、ピンチまた電気ショックのいずれでも、痛覚刺激が鎮痛効果を発現させることは明らかである。

痛覚刺激による痛覚の抑制系が内因性に存在することは、脳内局所通電による鎮痛(SPA)、モルヒネの脳内微量注入による鎮痛が、いずれも従来痛覚伝導路として考えられていた部位とよく一致して生じること、また神経解剖学的研究からも痛覚系に痛覚入力痛覚を抑制するような回路が存在することなどからも強く示唆されるものである^{4,109)}。このことは、生体の持つ普遍的な制御機構の一つとして痛覚系にもネガティブフィードバック系が存在することを示すといえよう。しかし、この痛覚抑制系がきわめて複雑であることはすでに多くの研究が明らかにしているところであり、どの様な鎮痛系が針灸刺激によって賦活されているのかはツボとの関連において更に検討を必要とする問題である。

F. 太い神経の刺激による鎮痛

太い神経を興奮させると鎮痛効果が生じることは、怪我をしたときその周辺の皮膚を擦ると痛みが和らぐといった経験からも十分推察できるものであり、痛覚のゲートコントロール説誕生の背景となった事実である⁶³⁾。また、この理論に基づいて TENS が臨床において鎮痛効果を目的として行われてきており一定の効果を挙げてきている^{3,67,103)}。また、振動刺激で太い神経線維を興奮させると鎮痛効果を生じることも知られている¹⁰⁴⁾。そこで、末梢神経の通電刺激による鎮痛の末梢機序として、太い神経線維の関与を示唆する報告があるのは当然といえる^{29,60,74,76,98)}。しかし、そのような刺激を針刺激に含めることの妥当性については十分な検討が必要と思われる。

末梢神経の通電刺激に関しては TENS という方法論的に確定したものがあらず、単に表面電極のかわりに針電極を用いたことをもって、針通電刺激として針刺激と同義的に用いることは、本来の針刺激の問題を考える上では問題が多い。そこで、無用の混乱を避けるためにも針刺激と TENS をはっきりと区別し、針刺激は灸刺激に対応する侵害的な質をもった刺激に限って用いるべきだと考える。

ここでは、針鎮痛に関して太い線維の関与を示唆してきた研究について、その論拠について検討を加えてみたい。針鎮痛に関連して、経穴 A β 線維説が提唱されており⁹⁸⁾、その根拠には、針通電刺激の強さと鎮痛の程度の関係から有髄の比較的太い神経(A β 線維)を興奮させた時と、それ以上に刺激強度をあげて細径線維(A δ 線維)を興奮させた時に鎮痛効果に差がなかったことが挙げられている⁹⁸⁾。しかし、針通電刺激に伴う筋の筋収縮による Group III, IV の細径線維受容器が二次的に興奮していること^{32,41,66,72)}、また、神経束中の A δ 神経のみを陽極遮断法を用いて選択的に条件刺激しても開口反射の抑制がみられること³⁴⁾から、A β 線維のみが関与すると結論づけるには無理がある。またツボの部位に A β 線維が多いとの所見も

あるが⁶⁰⁾針刺激は必ずしも神経幹の直接刺激ではないので、それをもってツボと A β 線維を関連づけることの論拠としては十分ではない。

針刺激を末梢神経の電気刺激に置き換えて解析する方法は、定量的であり一見科学的であるかのように見えるが、実際の針刺激との間には大きな隔りがある。電気刺激で直接細径線維を興奮させると、不可避的に太い神経を興奮させると共に極めて強い電流刺激が必要である。しかし、実際には弱い機械刺激でも細径線維受容器は興奮しうること、また通電刺激時にも筋収縮にともなう細径線維受容器の興奮が起こっている可能性は高く、電気刺激の結果を解析するには十分な注意が必要である。

III. ツボとはなにか

針灸刺激の受容機序を考えるときに、最も大切とされながら、今もって不明なものにツボの問題がある。ツボに関してはこれまでいくつかの仮説が紹介されてきている^{20,70,75,96,112)}が、いずれも十分な実験的裏付けのあるものではなく、意見の一致を見るには至っていない。本稿で経穴という言葉避けてツボと表現するのは、経絡、経穴を支える理論体系は、それ以前の素朴な経験の積み重ねとしてあったはずのツボ群をなんらかの社会的、思想的、哲学的背景に基づいて人為的に体系化した可能性が高いように思われるからである。確かに、針刺激が循経感伝現象(PSC, Propagated Sensation along Channels)と呼ばれる経絡の走行に沿った感覚事象を引き起こす場合があることが報告されているが³⁷⁾、それは、経絡の線引きに役立ったものとは考えられるが、そのまま経絡理論を支えるものでない。そこで、ここでは経絡、経穴の問題は一時棚上げにして、率直に人間のからだに現れる兆候としてのツボを現象として見てゆくことから始める。

A. 臨床家に対するアンケート調査の解析

ツボの問題を考える上で最も参考になるのは、やはり針灸の臨床家のツボの捉え方であろう。臨床の場において刺激の部位であるツボ

を、何を指標として見いだすかというアンケート調査は、わが国においてすでにいくつも行われており^{16,38,97)}、そのなかで概ね一致した結果としては、いわゆる古典に記載されている経穴をその記載の方法に従って取穴すると言うより、圧痛点や反応点と呼ばれる周囲の組織となんらかの違いがある部位を見いだしてそこに針灸刺激を加える臨床家が多いことが明らかとなっている。但し、圧痛点、反応点などを全身くまなく探す訳ではなく、いわゆる経穴の近傍を目安にしており、圧痛点、反応点といったものが、いわゆる経穴と呼ばれてきた部位もしくはその近傍に出現しやすいことを示唆するものと言えよう。ともかく、これらのアンケート調査結果は、ツボの問題の一部は、圧痛点、反応点の問題として解析出来ることを示している。

一方、中国に於いても、圧痛点を阿是穴としてツボの一種として用いている⁸⁶⁾他、針麻酔後に報告されている新穴のほとんどが経験的に見つけられた圧痛の出やすい部位であること⁸⁸⁾などから、ツボと圧痛点の密接な関連は、日本の臨床家だけに特有な観点ではないことは明らかである^{86,88,91)}。

B. 圧痛点とツボの関連

圧痛点とツボの関連について、Melzack らは、筋筋膜疼痛症候群 (Myofascial Pain Syndrome) の患者に現れるトリガーポイントの出現部位が、71%という高い率でいわゆる経穴部位に一致したとしている⁶⁵⁾。彼らはツボとの部位の誤差を 3 cm と大きくとっているが、それにしてもその一致率の高さが持つ意味は重大である。なぜなら、針灸医学とは全く無縁の診断治療体系の中に、ツボと極めてよく似た部位に圧痛点が見いだされることは、圧痛点の出やすいパターンが人体に備わっていることを示唆するからである。トリガーポイントと称される部位は単なる圧痛点ではなく、特定のパターンを示す関連痛の出現、触知出来る帯状の硬結 (palpable band) の存在、局所単収縮反応 (local twitch response) の発現などがその特徴とされている¹⁰²⁾。このトリガーポイントという概念は、ツ

ボを考える上に大変興味深いものであるが、その生成機序には不明な点が多い^{5,102)}。ここでは、筋筋膜疼痛症候群に限らず結合織炎等の筋痛を主訴とする症例においては特定の部位に圧痛点が出現し易いことが報告されているを指摘するにとどめておく⁶¹⁾。

一方、内臓疾患時に発現する圧痛点は、古くより疾患の鑑別に用いられたほど、臨床的には馴染みの深いものであり、特定の部位に圧痛点が出現することをもってそれぞれ発見者の名を冠して診断点として教科書にも記載されている⁴⁸⁾。このような場合の圧痛点の発現機序として、内臓一体性反射による筋緊張の亢進 (筋性防御) からくる持続的な筋痙攣による組織損傷、血流不全による組織変性などが可能性として挙げられているが、まだ不明な点が多い^{27,98,116)}。いずれにしても、圧痛点では局所的に痛覚閾値が低下している部位であり、その原因として局所炎症による痛覚受容器の感作が挙げられている¹¹⁶⁾。

過度の運動や内臓疾患時の筋性防御は、筋の持続的収縮、筋線維の損傷をもたらし、局所炎症過程で産生されるプロスタグランディンをはじめとする種々のケミカルメディエーターのためにポリモーダル受容器の感受性が高まり、通常なら痛みと感じない圧刺激で痛覚を覚える部位、すなわち圧痛点が形成されると考えられる。圧痛点をポリモーダル受容器の感作している部位と考えると、ツボとして圧痛点を刺激部位に選ぶことは、このポリモーダル受容器の感受性が高まっているところを選び、そこに針灸刺激を行うことでより刺激効果を高めることを意味しており、針灸で言われるところの診断点即治療点という一見不可解な治療方法も、理解出来るものである。

C. 針鎮痛におけるツボの有効性

ツボを規定する方法の一つとして、その部位の有効性を用いることが考えられる。しかし、針鎮痛の実験において、ツボのもつ有効性を他の部位と厳密に比較した研究は極めて少ない。その理由として、薬物試験のプラシーボのよう

な対照実験が組めないこと、ヒトにおいてさえツボには不明な点が多い中で、実験動物におけるツボの位置をどのように決めるかという問題が未解決なこと、更に、ヒトでは得気があれば鎮痛効果が起こることが知られ⁷³⁾、部位差より得気の有無が重視されることが挙げられる⁸⁸⁾。しかし、このような条件にあっても、ツボ刺激のほうが効果が大きかったとする実験成績もあり^{7,9,99)}、何らかの基準を設けることによってツボと非ツボの違いを明確に出来る可能性は考えられる。

一方、ラットの前脛骨筋への針通電刺激をツボ刺激とし、腹直筋への刺激を非ツボ刺激として針鎮痛の中樞機序の解明がなされている⁹³⁾。その内容は総説⁹⁴⁾に詳しいので省略するが、ヒトの前脛骨筋にいくつかのツボがあるが空間的にはツボの記載されていない部位のほうが広く⁸⁶⁾、また腹直筋にもツボの記載は見られ、前者をツボ、後者を非ツボとすることには無理があるように思われる。研究の内容からすればツボと非ツボの比較としてでなく、前脛骨筋と腹直筋からの入力による鎮痛機序の比較として考察すべきものとする。

D. ツボと皮膚の電気抵抗減弱部との関連

ツボを電気抵抗の減弱部位であるとする考えも良く知られている^{27,70,78)}。この考えの理論的根拠としては、石川⁷⁷⁾や中谷⁷⁰⁾の研究が挙げられるが、いずれも内臓疾患時の反射性の交感神経の緊張からくる血流不全、皮脂腺分泌の亢進を理論的根拠とした興味深いものであるが、その実証的裏づけの点においては不十分な点が多い。この皮膚の電気抵抗減弱部位の測定方法に関する議論の詳細は別稿³⁶⁾を参照していただき、ここでは、針刺激部位としてのツボと電気抵抗の減弱部位がどのように関連づけられるかという点について検討したい。

皮膚の電気抵抗と汗腺の活動を関連させることは、生理学的には最も妥当な考えであり⁹²⁾、内臓疾患時に脊髄分節性に汗腺活動に由来すると考えられる低電気抵抗部位が出現することも報告されている¹¹³⁾、しかし、ウサギに実験性腹

膜炎を作成すると耳介の浅層を走る静脈に沿って低電気抵抗点が現れる⁵⁹⁾ことは、全ての低電気抵抗点を汗腺活動のみと関連付けることが出来ないことを示している。更に局所炎症過程における細静脈からの血漿成分の漏出が皮膚の電気抵抗を減弱せしめる可能性は高く、必ずしも汗腺活動だけを低電気抵抗部位の発現の原因と考える必要はないことを示すものといえよう。しかしこの方面の研究はまだ不十分であり、今後更に検討が必要と思われる。

IV. おわりに

これまで針灸医学の研究では、ツボや針灸刺激の持つ複雑性を全く考慮せず神経の電気刺激に置き換えてしまうか、またはその特殊性を強調する余り解析不可能の印象を与える両極端のものが多く、針灸刺激の質とツボの関連について解析的に考察を加えたものは見られない。本稿ではポリモーダル受容器を中心にして針灸刺激とツボの問題を考察し、針灸刺激の共通性、ツボと圧痛点の関連性、診断点即治療点とする治療原則などを無理なく説明することが出来たと考える。本稿では針刺激と灸刺激の共通性に着目して考察を行ってきたが、このポリモーダル受容器は針灸刺激ばかりではなくいわゆる指圧にも応じる可能性は高く、その機序を考える上で興味深い。一方、針灸刺激が各々独自の効果をもたらす可能性を完全に否定することも出来ない。しかし、その時の両刺激は触圧刺激と温熱刺激に対する効果として針灸刺激とは別の観点から解析する必要があると思われる。

また、ツボを圧痛点と同じものと仮定することは、経絡や経穴の観点からは問題が多いが、針灸刺激の質的問題との関連において極めて妥当なものであり、圧痛点以外のさまざまなツボに関連した現象、反応点、硬結等もポリモーダル受容器を中心にして解析出来る可能性も高いと考える。しかし、圧痛点が特定の部位に出現する機序、経絡との関連などについては今後更に検討が必要と思われる。

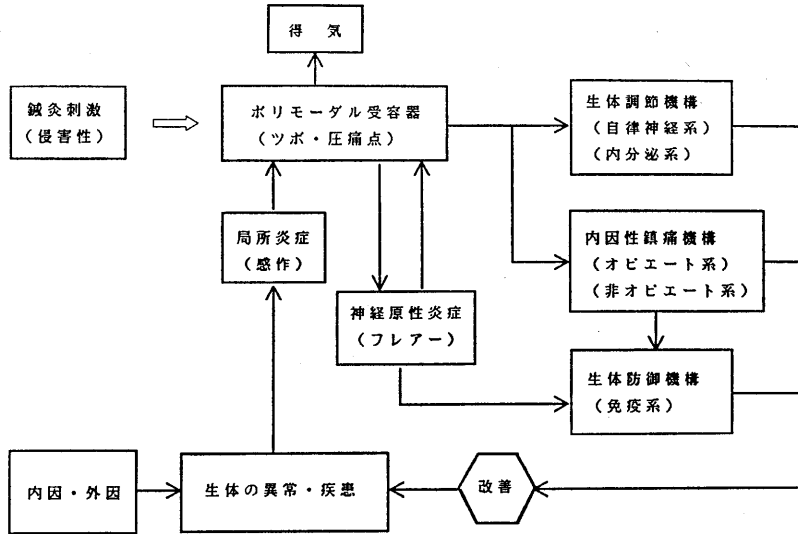


図1. 針灸刺激の受容・作用機序とツボ(圧痛点)の関連性をポリモーダル受容器を中心に模式的にまとめたもの。

V. ま と め

これまでの鎮痛の研究から明らかになった針灸刺激の末梢受容機序とツボとの関連についてポリモーダル受容器を中心にして考察を行ない、図1にその概略をまとめた。針灸刺激は直接または筋収縮を介してポリモーダル受容器を興奮させ、その求心性入力は何気を生じ、中枢性に内因性痛覚抑制系を賦活し、オピエート系、非オピエート系を介する鎮痛をもたらす。またその興奮は、自律神経系、内分泌系に対する入力系として作用し循環、呼吸の修飾や内分泌腺の活動を調節する他、オピエート系を介して免疫系にも影響を与える。また、針灸刺激は微小な組織の損傷をもたらし、その過程で産生される種々の化学メディエーター（プロスタグランジン等）は、ポリモーダル受容器の興奮性を高めるだけでなく、その興奮は軸索反射により神経原性炎症を引き起こし、フレアーを生じ、持続的な刺激効果をもたらす他、免疫系にも影響を与える。以上、針灸刺激は生体の持つさまざまなフィードバック機構を介してその効果を現わすと考えられ、その主要な入力としてポリモーダル受容器の関与が考えられる。

一方、種々の内臓疾患、運動器疾患によって反射性に形成される局所炎症部位の受容器感作現象が圧痛点生成の機序と考えられ、ツボと圧痛点の類同性、針灸刺激とポリモーダル受容器の密接な関連は、この受容器の感作現象を環として診断点即治療点とする針灸医学に特徴的な治療原則を理解可能とする。

謝 辞

本稿の論旨は、全日本鍼灸学会研究委員会基礎班における過去数年にわたるワークショップでの討論を経て形成されたものである。熊澤孝朗前委員長をはじめ班員各位に深謝する。また、文献の整理にあたり多大な協力をいただいた、橋本辰幸氏、中村行雄氏、中園義孝氏に深謝する。

引用文献

- 1) 相川貞男(1973)針麻酔と痛みの生理. 慶応医学, 50, 463-478
- 2) 相川貞男(1978)針刺激効果の神経生理. 総合リハ, 6, 783-798
- 3) Andersson, S. A.(1979)Pain control by sensory stimulation in J. J. Bonica, J. C. Liebeskind & D. G. Albe-Fessard, Eds. Advances in Pain Research and Therapy, Vol3, Raven Press, New York, pp. 569-585
- 4) Basbaum, A. I. & Fields, H. L.(1978)Endogenous pain control mechanisms : review and hypoth-

- esis. *Ann. Neurol.* **4**, 451-462
- 5) Bonica, J. J.(1957)Management of myofascial pain syndromes in general practice. *JAMA* **164**, 732-738
 - 6) Chan, S. H. H.(1984)What is being stimulated in acupuncture : evaluation of existence of a specific substrate. *Neurosci. Biobehav. Rev.* **8**, 25-33
 - 7) Chan, S. H. H. & Fung, S. J.(1975)Suppression of polysynaptic reflex by electro-acupuncture and a possible underlying presynaptic mechanism in the spinal cord of the cat. *Exp. Neurol.* **48**, 336-342
 - 8) Chang, H. T.(1973)Integrative action of thalamus in the process of acupuncture analgesia. *Sci. Sinica* **16**, 25-60
 - 9) Cheng, R., Pomeranz, B. et al.(1980) Electro-acupuncture elevates blood cortisol levels in naive horses : sham treatment has no effect. *Int. J. Neurosci.* **10**, 95-97
 - 10) Chiang, C. Y., Chang, C. T., Chu, H. L. & Yang, L. F.(1973) Peripheral afferent pathway for acupuncture analgesia. *Sci. Sinica* **16**, 210-217
 - 11) Chiang, C., Liu, J. T., Pai, Y. & Chang, S. (1975) Studies on spinal ascending pathway for effect of acupuncture analgesia in rabbits. *Sci. Sinica* **18**, 651-658
 - 12) Chiu, D. T. J. & Cheng, K. K. (1974) A study of the mechanism of the hypotensive effect of acupuncture in the rat. *Am. J. Chin. Med.* **2**, 413-419
 - 13) 重慶医学院生理教研組(1978)針感与神經系統關係的初步分析, 中国針刺麻醉研究資料選編. 芸林出版, 香港 pp. 324-329
 - 14) Chung, J. M., Lee, K. H., Hori, Y., Endo, K. & Willis, W. D.(1984)Factors influencing peripheral nerve stimulation produced inhibition of primate spinothalamic tract cells. *Pain* **19**, 277-293
 - 15) Clement, D. L., Pelletier, C. L. & Shepherd, J. T. (1973) Role of muscle contraction in the reflex vascular responses to stimulation of muscular afferents in the dog. *Circ. Res.* **33**, 386-392
 - 16) 出端昭男, 小川卓良(1979)アンケートの集計結果. *医道の日本*, **423**, 9-45
 - 17) Dornette, W. H. L.(1975)The anatomy of acupuncture. *Bull. N. Y. Acad. Med.* **51**, 895-902
 - 18) Dung, H. C.(1984)Characterization of the three functional phases of acupuncture points. *Chin. Med. J.* **97**, 751-754
 - 19) Field, H. L. & Basbaum, A. I. (1978) Brainstem control of spinal pain transmission neurons. *Ann. Rev. Physiol.* **40**, 217-248
 - 20) 藤原 知(1967)経路の発見. 創元社 大阪
 - 21) 後藤和廣, 桜井運雄, 鹿児島裕, 岩倉博光(1988) ヒト筋肉細径求心性線維 (A δ) の活動の記録. *日本疼痛学会誌*, **3**, 36
 - 22) Han, J. S. & Terenius, L.(1982)Neurochemical basis of acupuncture analgesia. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **22**, 193-220
 - 23) He, L. F. (1987) Involvement of endogenous opioid peptides in acupuncture analgesia. *Pain* **31**, 99-121
 - 24) Hebei Coll. New Med. (1978) An analysis of receptors and afferent fibers of acupuncture points of neikuan, hoku, and tsusanli in human subjects. *Acta Zool. Sinica* **24**, 58-64.
 - 25) Hoffmann, P. & Thoren, P.(1986)Long-lasting cardiovascular depression induced by acupuncture-like stimulation of the sciatic nerve in un-anaesthetized rats. Effects of arousal and type of hypertension. *Acta Physiol. Scand.* **127**, 119-126
 - 26) Holmgren, E.(1975)Increase of pain threshold as a function of conditioning electrical stimulation. *Am. J. Chin. Med.* **3**, 133-142
 - 27) 石川太刀雄(1962)内臓体壁反射. 医学書院, 東京
 - 28) Jansen, G., Lundeberg, T., Kjartansson, J. & Samuelson, U. E.(1989)Acupuncture and sensory neuropeptides increase cutaneous blood flow in rats. *Neurosci. Lett.* **97**, 305-309
 - 29) Jorum, E. & Shyu, B. C. (1988) Analgesia by low-frequency nerve stimulation mediated by low-threshold afferents in rats. *Pain* **32**, 357-366
 - 30) Kaada, B.(1976)Neurophysiology and acupuncture : a review. In J. J. Bonica et al(eds)Advances in Pain Res. & Therapy Vol.1, Raven Press N. Y., pp. 733-741
 - 31) Kaufman, M. P., Longhurst, J. C., Rybicki, K. J., Wallach, J. H. & Mitchell, J. H.(1983)Effects of static muscular contraction on impulse activity of group III and IV afferents in cats. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.* **55**, 101-122.
 - 32) Kawakita, K. & Funakoshi, M.(1981)Role of the subsequently activated receptors in electro-acupuncture of the rat. *Am. J. Chin. Med.* **9**, 164-170
 - 33) Kawakita, K. (1981) Role of the polymodal receptors in acupuncture analgesia of the rat. *Com. Med. East & West* **6**, 312-321
 - 34) Kawakita, K. & Funakoshi, M.(1982)Suppression of the jaw-opening reflex by conditioning A-delta fiber stimulation and electro-acupuncture in the rat. *Exp. Neurol.* **78**, 461-465
 - 35) Kawakita, K.(1982)Suppression of jaw-opening reflex of rats by intraarterial administration of bradykinin. *Nagoya Med. J.* **26**, 179-191
 - 36) 川喜田健司(1982)皮膚の低電気抵抗点に関する文

- 献的, 実験的考察. 全日本鍼灸学会誌, **31**, 406-412
- 37) 川喜田健司(1984)経絡現象の研究の方向をさぐる全日本鍼灸学会誌, **33**, 333-337
 - 38) 川喜田健司(1986)硬結について一質問表の回答に関する中間報告一. 全日本鍼灸学会誌, **36**, 36-41
 - 39) Kay, N., Allen, J. & Morley, J. E. (1984) Endorphins stimulate normal human peripheral blood lymphocyte natural killer activity. *Life Sci.* **35**, 53-59
 - 40) Kenins, P. (1981) Identification of the unmyelinated sensory nerves which evoke plasma extravasation in response to antidromic stimulation. *Neurosci. Lett.* **25**, 137-141.
 - 41) Kline, R. L., Yeung, K. Y. & Calaresu, F. R. (1978) Role of somatic nerve in the caudiovascular responses to stimulation of an acupuncture point in anesthetized rabbits. *Exp. Neurol.* **61**, 561-570
 - 42) Kniffki, K. D., Mense, S. & Schmidt, R. F. (1981) Muscle receptors with fine afferent fibers which may evoke circulatory reflexes. *Circ. Res.* **48**, Suppl. **1**, 25-31
 - 43) 近藤台五郎, 川上 澄(1972)ベッドサイドの腹部の診かた. 5版 南山堂, 東京
 - 44) Kruger, L., Kumazawa, T., Mizumura, K., Sato, J. & Yeh, Y. (1988) Observations on electrophysiologically characterized receptive fields of thin testicular afferent axons: a preliminary note on the analysis of fine structural specializations of polymodal receptors. *Somatosensory Res.* **5**, 373-380
 - 45) Kumazawa, T. & Perl E. R. (1977) Primate cutaneous sensory units with unmyelinated(C) afferent fibers. *J. Neurophysiol.* **40**, 1325-1338
 - 46) Kumazawa, T. & Mizumura, K. (1977) Thin-fibre receptors responding to mechanical, chemical, and thermal stimulation in the skeletal muscle of the dog. *J. Physiol. (Lond.)* **273**, 179-194
 - 47) Kumazawa, T. & Mizumura, K. (1977) The polymodal receptors in the testis of the dog. *Brain Res.* **136**, 553-558
 - 48) 熊澤孝朗(1978)ハリ麻酔の作用機序について. 臨床生理, **8**, 413-419
 - 49) Kumazawa, T., Tadaki, E. & Kim, K. (1981) Naloxone effects on the blood pressure responses induced by thin-fiber muscular afferents. *Brain Res.* **205**, 452-456
 - 50) Kumazawa, T. (1981) Nociceptors and autonomic nervous control, *Asian Med. J.* **24**, 632-656
 - 51) 熊澤孝朗(1984)痛みの末梢機構. 高木, 山村監修 東洋医学を学ぶ人のために. 医学書院, 東京, pp. 150-159
 - 52) Kumazawa, T., Mizumura, K. & Sato, J. (1987) Modulations of testicular polymodal receptor activity: Implication of receptors in inflammatory pain. In: Schmidt, R. F., Schaible H. G., & Cahle-Hinz, C. *Fine Afferent Nerve Fibers and Pain*, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, pp. 147-157
 - 53) Kumazawa, T. (1988) Opioids and autonomic functions under abnormal environments, *Environmental Med.* **32**, 1-20
 - 54) 熊澤孝朗(1989)痛みとポリモーダル受容器. 日本生理学雑誌, **51**, 1-15
 - 55) Le Bars, D., Dickenson, A. H. & Besson, J. M. (1979) Diffuse Noxious Inhibitory Controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurons in the rat. *Pain* **6**, 283-304
 - 56) Le Bars, D., Dickenson, A. H. & Besson, J. M. (1979) Diffuse Noxious Inhibitory Controls (DNIC). II. Lack of effect on non-convergent neurons, supraspinal involvement and theoretical implications, *Pain* **6**, 305-327
 - 57) Lee, D. C., Lee, M. O. & Clifford, D. H. (1974) Cardiovascular effects of acupuncture in anesthetized dogs. *Am. J. Chin. Med.* **2**, 271-282
 - 58) Lewis, T. (1942) *Pain*. Macmillan Press Ltd, London
 - 59) Li, C. T., Chang, P. L., Hsu, L. H. & Yang P. L. (1973) Survey of electrical resistance of rabbit pinna during experimental peritonitis. *Chin. Med. J.* **53**, 428-433
 - 60) Lu, G. W., Liang, R. Z., Xie, J. Q., Wang, Y. S. & He, G. R. (1979) Role of peripheral afferent nerve in acupuncture analgesia elicited by needling point Zusanli. *Sci. Sinica* **22**, 680-692
 - 61) MaCain, G. A. (1988) The concept of primary fibromyalgia (Fibrositis), *Pain* **33**, 273-287
 - 62) Mann, F. (1977) *Scientific aspects of acupuncture*, William Heiemann Med. Book LTD, London
 - 63) Melzack, R. & Wall, P. D. (1965) Pain mechanism: a new theory. *Science* **150**, 971-979
 - 64) Melzack, R. (1975) Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. *Pain* **1**, 357-373
 - 65) Melzack, R., Stillwell, D. M. & Fox, E. J. (1977) Trigger points and acupuncture points for pain: correlations and implications. *Pain* **3**, 3-23
 - 66) Mense, S. & Stahnke, M. (1983) Responses in muscle afferent fibres of slow conduction velocity to contractions and ischemia in the cat. *J. Physiol. (Lond)* **342**, 383-397
 - 67) Meyer, G. A. & Fields, H. L. (1972) Causalgia treated by selective large fibre stimulation of peripheral nerve. *Brain* **95**, 163-168
 - 68) Mizumura, K. & Kumazawa, T. (1976) Reflex

- respiratory response induced by chemical stimulation of muscle afferents. *Brain Res.* **109**, 402-406
- 69) 長濱善夫(1961)東洋医学概説. 創元社, 大阪
- 70) 中谷義雄(1953)経穴経路の本態について. *日本東洋医学会誌*, **3**, 39-49
- 71) 尾崎昭弘(1987)鍼灸臨床手技の実際. 医歯薬出版, 東京
- 72) Paintal, A. S.(1960)Functional analysis of group III afferent fibres of mammalian muscles. *J. Physiol. (Lond.)*. **152**, 250-270
- 73) Peking Acupuncture Anesthesia Co-ordinating Group.(1973)Preliminary study on the mechanism of acupuncture anesthesia. *Sci. Sinica*. **16**, 447-456
- 74) Pertovara, A., Kemppainen, P. et al.(1982) Dental analgesia produced by nonpainful, low-frequency stimulation is not influenced by stress or reversed by naloxone. *Pain* **13**, 379-384
- 75) Plummer, J. D.(1980) Anatomical findings at acupuncture loci. *Am. J. Chin. Med.* **8**, 170-180
- 76) Pomeranz, B. & Paly, D.(1979)Electro-acupuncture hypalgesia is mediated by afferent nerve impulses: an electrophysiological study in mice. *Exp. Neurol.* **66**, 398-402
- 77) Pomeranz, B.(1987)Scientific basis of acupuncture In G. Stuz & B. Pomeranz (Eds) *Acupuncture Textbook and Atlas*, Springer-Verlag, Berlin, pp.1-34
- 78) Reichmanis, M., Marino, A. A. & Becker, R. O.(1975) Electrical correlates of acupuncture points. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* **22**, 533-555
- 79) Reichmanis, M. & Becker, R. O.(1978) Physiological effects of stimulation at acupuncture loci: a review. *Comp. Med. East & West*, **6**, 67-73
- 80) Reynolds, D. V.(1968)Surgery in the rat during analgesia induced by focal brain stimulation. *Science* **164**, 444-445
- 81) Sato, A. & Schmidt, R. F.(1984) Changes in blood pressure and heart rate induced by movements of normal and inflamed knee joints. *Neurosci. Lett.* **52**, 55-60
- 82) Sato, A., Sato, Y. & Schmidt, R. F.(1986) Catecholamine secretion and adrenal nerve activity in response to movements of normal and inflamed knee joints in cats. *J. Physiol. (Lond)* **375**, 611-624
- 83) 上海中医研究所形態組, 生理組 & 上海中医学院基礎部(1978)穴位針感部位の組織結構観察. 中国針灸麻醉研究資料選編, 芸林出版, 香港, pp.293-295
- 84) 上海中医研究所経絡針灸研究室一組ら(1978)人体穴位針感の形態学観察, 針灸麻醉臨床和原理. 芸林出版社, 香港, pp.205-209
- 85) 上海中医研究所経絡針灸研究室一組ら(1978)人体穴位針感の生理学観察, 針灸麻醉臨床和原理. 芸林出版社, 香港, pp.210-211
- 86) 上海中医学院編(1974)針灸学. 人民衛生出版社, 北京
- 87) 上海生理研究所針灸研究組(1973)“得気”時針刺部位の筋電活動. *中華医学雑誌*, **53**, 532-535
- 88) 上海生理研究所針灸研究組他(1972)針灸麻醉. 上海人民出版社, 上海
- 89) 代田文誌(1972)鍼灸治療基礎学. 医道の日本社, 横須賀
- 90) Sjolund, B. H. & Eriksson, M. B. E. (1979) The influence of naloxone on analgesia produced by peripheral conditioning stimulation. *Brain Res.* **173**, 295-301
- 91) 杉 充胤訳(1975)ツボ診断法. 2版, 医道の日本社, 横須賀
- 92) 高木健太郎(1978)からだの中の電気のはなし. 健友社, 東京
- 93) Takeshige, C. (1985) Differentiation between acupuncture and non-acupuncture points by association with analgesia inhibitory system. *Acup. & Electro-Ther. Res. Int. J.* **10**, 195-203
- 94) 武重千冬(1987)鍼麻酔の鎮痛発現機序. *日本生理学雑誌*, **49**, 83-105
- 95) Terman, G. W., Shavit, Y., Lewis, J. M., Cannon, J. T. & Liebeskind, J. C.(1984)Intrinsic mechanisms of pain inhibition: Activation by stress. *Science* **226**, 1270-1277
- 96) Thomas, O. L.(1981) The autochthonous plexuses: possible acupuncture receptors. *Am J Acupuncture* **9**, 139-144
- 97) 戸部宋七郎編(1986)圧痛点による診断と治療及び指頭感覚. *医道の日本*, **45**, 113-744
- 98) Toda, K.(1978) Effects of electro-acupuncture on rat jaw-opening reflex elicited by tooth pulp stimulation. *Jpn. J. Physiol.* **28**, 485-498
- 99) Toda, K., Suda, H., Ichioka, M. & Iriki, A.(1980) Local electrical stimulation-effective needling points for suppressing jaw opening reflex in rat. *Pain* **9**, 199-207
- 100) Torebjork, H. E. & Ochoa, J. L. (1980) Specific sensations evoked by activity in single identified sensory units in man. *Acta Physiol. Scand.* **110**, 445-447
- 101) Torebjork, H. E., Ochoa, J. L. & Schady, W. (1984) Referred pain from intraneural stimulation of muscle fascicles in the median nerve. *Pain* **18**, 145-156
- 102) Travell, J. G. & Simons, D. G.(1983)Myofascial Pain and Dysfunction. The Trigger Point Manual, Williams and Wilkins, Baltimore MD
- 103) Wall, P. D. & Sweet, W. H. (1967) Temporary abolition of pain in man. *Science* **155**, 108-109
- 104) Wall, P. D. & Cronly-dillon, B. A. (1960) Pain,

- itch and vibration, A. M. A. *Archive of Neurol.* **2**, 365-375
- 105) Wang, K., Yao, S., Xian, Y. & Hou, Z. (1985) A study on the receptive field of acupoints and the relationship between characteristics of needle sensation and groups of afferent fibres. *Sci. Sinica* **28**, 963-971
- 106) 渡 仲三, 黒野保三, 石神龍代, 平松由江, 堀茂, 中村弘則, 馬淵良生, 堀田康明, 石樽克範 (1982) 経穴の實在の有無証明のための実験的, 形態学的研究. *全日本鍼灸学会誌*, **31**, 310-314
- 107) Watkins, L. R., Cobelli, D. A., Faris, P., Aceto, M. D. & Mayer, D. J. (1982) Opiate vs non-opiate footshock-induced analgesia (FSIA) : the body region shocked is a critical factor. *Brain Res.* **242**, 299-308
- 108) Watkins, L. R., Cobelli, D. A. & Mayer, D. J. (1982) Opiate vs non-opiate footshock-induced analgesia (FSIA) : Descending and intraspinal components. *Brain Res.* **245**, 97-106
- 109) Watkins, L. R. & Mayer, D. J. (1982) Organization of endogenous opiate and nonopiate pain control systems. *Science* **216**, 1185-1192
- 110) Wei, R., Zhang, S. & Feng, J. (1978) Activation of unmyelinated muscle afferents by acupuncture or pressure exerted on muscle. *Acta Zool. Sinica* **24**, 21-28
- 111) Woolf, C. J., Mitchell, D. & Barrett, G. D. (1980) Antinociceptive effect of peripheral segmental electrical stimulation in the rat. *Pain* **8**, 237-252
- 112) 西安医学院針麻基礎理論研究組 (1978) 合谷区穴位針感感受器及伝入線維類別. *中国針刺麻醉研究資料選編*, 芸林出版社, 香港, pp. 316-323
- 113) Yamagata, S., Ishikawa, M., Saijo, M., Fukushima, S., Musamune, K., Takahashi, T. & Nagasaki, A. (1976) A diagnostic re-evaluation of electric skin resistance, skin temperature and deeper tenderness in patients with abdominal pain. *Tohoku J. Exp. Med.* **118** Suppl **1**, 183-189
- 114) Yao, T., Andersson, S. & Thoren, P. (1982) Long-lasting cardiovascular depression induced by acupuncture like stimulation of the sciatic nerve in unanesthetized spontaneously hypertensive rats. *Brain Res.* **240**, 77-85
- 115) 山下九三夫, 与五沢利夫, ダニエル山口, 新納義晴 (1980) 経穴の概念—主としてニボイエの経穴論紹介—. *日良自律誌*, **25**, 185-192
- 116) Zimmermann, M. (1988) Physiological mechanisms of pain in the musculoskeletal system, In E. Emre & H. Mathies (Eds) *Muscle Spasms and Pain*, Parthenon Publishing Group Limited, Lancs, pp. 1-17

ヒトの外受容性振動誘発指屈曲反射に対する鍼灸刺激の抑制機序

尾 崎 昭 弘
(明治鍼灸大学東洋医学教室)

Inhibitory mechanism of acupuncture and moxibustion stimulation on the exteroceptive vibration-induced finger flexion reflex in man. Akihiro OZAKI (*Department of Oriental Medicine, Meiji College of Oriental Medicine, Hiyoshicho, Funaigun, Kyoto 629-03, Japan*)

This study indicates that acupuncture and moxibustion stimulation on one side can inhibit Exteroceptive vibration-induced finger flexion reflex (VFR) produced by vibration on the surface of the skin of fingers of both hands. This was thought to be due to that transmission of impulses in the spinal cord producing VFR was inhibited bilaterally, when unilateral acupuncture or moxibustion stimulus was applied. The degree of inhibition with acupuncture and moxibustion stimulation was, in decreasing order, electroacupuncture (insulated needle), electroacupuncture (stainless needle), leaving needle, indirect moxibustion and cold moxibustion in the ipsilateral side, and the order of the leaving needle and the indirect moxibustion was reversed in the contralateral side. By investigating the effects of stimulation of meridian points and their neighboring places, the location of stimulation where VFR was effectively inhibited was found. Furthermore, the role played by the organization metamerism was demonstrated. Also prostaglandin was considered to mediate the effects of acupuncture stimulation on VFR. Concurrent stimulation of the Hégū (LI4) and Bāihui (GV 20) did not inhibit VFR. In many of the subjects with no manifestation of VFR, VFR occurred when acupuncture stimulus was applied to the Bāihui.

key words : exteroceptive vibration-induced finger flexion reflex, inhibition, acupuncture, moxibustion, meridian points.

I. はじめに

持続的な高頻度振動刺激を、ヒトの骨格筋や腱に皮膚上から与えると、その筋は不随意的に収縮し、振動と共に収縮は増強する。これは緊張性振動反射 (Tonic Vibration Reflex, TVR) と名付けられた (Hagbarth, K.-E., Eklund, G., 1966.¹²⁾). この反射は、高頻度振動刺激に筋紡錘の一次終末が選択的に反応するという Bianconi, R. & Van Der Meulen, J. P.¹¹⁾のネコでの知見に基づき、Ia 求心性神経と α 運動ニューロンの経路で起こる固有反射の活動と考えられた。^{4, 6, 12, 16, 47)}

しかし、1978年になって Eklund, G. ら⁷⁾が、示指皮膚の高頻度振動刺激でも示指屈筋が収縮するという屈曲反射を見出し、振動部の皮膚の

局所麻酔でこの反射が消失することから、これを外受容性振動誘発指屈曲反射 (Exteroceptive Vibration-induced Finger Flexion Reflex, VFR) と名付けた。この示指 VFR は、経穴 (外関: TE 5) の鍼 (はり) 刺激により、その発現が抑制されることが Homma, I. ら (1980)¹³⁾により指摘された。その後 Homma, S. ら¹⁵⁾は手に握った偏心型振動器による振動により把握力が増強する振動誘発把握反射 (Vibration-induced Grasp Reflex, VGR) を見出し、この VGR も腕関節や肘関節に近い同側前腕部の経穴 (外関: TE 5, 手三里: LI 10, 曲池: LI 11, 四瀆: TE 9) の鍼刺激で抑制されることを明らかにした。また Ozaki, A. ら^{31, 32)}は、鍼による VFR の抑制効果について、鍼刺激部位 (四肢, 体幹, 頭頸部) の差異, 鍼刺激方法の差異, 異なる二部位の経穴の同時鍼通電刺激による VFR の抑制の加重効果などを研究した。最近、微小神経電図

法が開発され、その手法で求めた触感覚神経や筋紡錘求心性神経の単一神経線維発射は、それぞれの受容器以外の箇所での置鍼中、その数が減少していないことから、鍼刺激による同側 VFR の抑制は末梢からの反射誘発入力減少にもとづくものでなく、経穴からの求心性作用により脊髄内シナプス反射活動が抑制されることであると Homma, S. ら^{17,18)}により報告された。

一方、鍼鎮痛に関する研究も大きな展開をみせてきているが、末梢の刺激条件によってさまざまな内因性疼痛抑制機構が作動し、鎮痛を生じていることが明らかになってきた^{25,26,41)}。一般に、屈曲反射は痛みのような侵害刺激からの逃避を目的とした防御反射であり、VFR はこの防御反射とその loop を共有している¹⁴⁾と考えられている。このことから、痛み、VFR および鍼鎮痛の三者の関連がよりクローズアップされてきている。

鍼による同側 VFR の抑制や鍼鎮痛に関して、今日ではかなりよく知られるようになってきた。本研究においては、左右の手指の同時皮膚振動により両側性に誘発された VFR が、一側の鍼灸刺激により両側性に抑制されることが見出され、この両側性 VFR の抑制機構を研究した。そのため、抑制効果に対する経穴と経穴隣

接点の刺激の部位差、鍼灸刺激法の相違、インドメタシン服用による VFR の抑制への拮抗作用などの基本的事項を詳細に検討し、脊髄内介在ニューロンに及ぼす神経性抑制効果としてその機序を考察した。

Ⅱ. 方 法

健康成人男女(19~41歳)34名を対象とした。被験者には、あらかじめ実験の趣旨、手順などを説明し、最も楽な姿勢で椅子に座らせて振動刺激に慣れさせ、両手共比較的安定した反射が出現するように努めた。

A. 前腕、手の固定と角度

肘関節は約 120° 屈曲位とし、被験者の両手はサーモプラスチックプリント(穴あき)で手掌を上にして前腕約 70° 回外位、手関節は基本肢位(0°)に固定し、マジックバンドで止めた(Fig. 1)。

B. 筋電図と屈筋張力の測定

事前に超音波断層像で確認した両手の浅指屈筋の最も厚い筋腹上の皮膚に、直径 10 mm の皿電極を電極間距離 3.0 cm で貼布し、双極誘導にて表面筋電図を導出した。この部で筋電図用針電極を使用すると、鍼刺激とまぎらわしくなるので、筋電図記録のための針電極の使用を

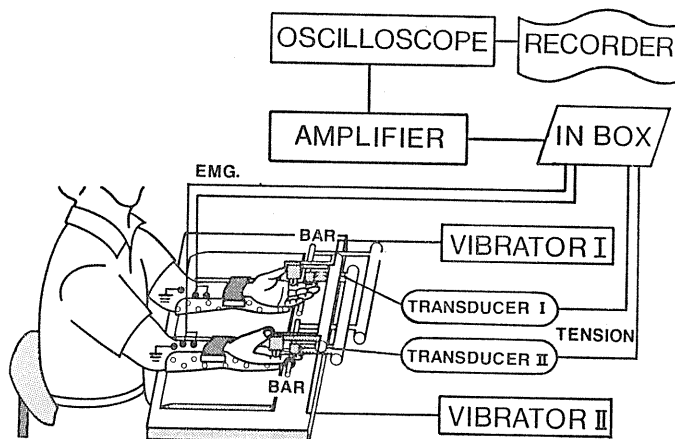


Fig. 1. Method of experimentation.

The VFR of both hands is recorded using transducers placed on the skin surface on top of the joint of the second finger(index finger). The frequency of vibration stimulus was 100 Hz, width 1 mm, with 30 seconds in a seated position, rested and with eyes closed.

避けた。VFRの出現時は、当該電極により筋電図が誘発されることを確かめた。

振動により発生する屈筋張力は、第2指掌側の指先の真上に固定した圧トランスジューサーで検出した (Fig. 1)。なお、両手の被験指 (示指) は、圧トランスジューサーのあて方が一定になるように、特製の支持棒で下から軽く支えた (Fig. 1)。また、被験指が接触する支持棒部分には、屈筋張力出現時に指が左あるいは右にズレないようにガイドをつけ、圧トランスジューサーに正しく接触するようにし、ほぼ等尺性に筋張力発生を計測した。

C. 振動刺激と振動部位

左右の手指の皮膚振動刺激には、最も大きな屈筋張力が得られた周波数 100 Hz³¹⁾を用いた。振動発生器は振動子が上下にピストン運動するタイプのものを用い (振幅 1 mm)、安静閉眼にて30秒間、第2指 (示指) の基節骨体部の掌側皮膚 (Fig. 1) に振動を与え、VFRを誘発した。

D. 鍼灸刺激条件と経穴

鍼灸刺激効果の検討は、3回以上のVFRの誘発で、反射の出現が安定してみられる被験者 (変動幅±15%以内)で行った。

鍼は20号・40ミリのステンレス鍼と20号・40ミリの絶縁鍼 (先端を除いてアクリル樹脂で絶縁)を用い、10 mm 刺入した。鍼通電する場合には、直径 10 mm の血電極を不閃電極として、①周波数 2 Hz³⁾、パルス幅 200 μ sec の矩形波、または、②45 Hz⁴³⁾、パルス幅 200 μ sec の矩形波を通電知覚閾値の電圧 (約 3 V~9 V) で5分間行った。但し、この二方法のいずれでも5分間の刺激中に通電知覚閾値が上昇し、通電知覚がなくなるので、通電電圧を上げた。灸は市販の温筒灸と冷灸を用いた。

経穴は東洋医学的視点より、示指を走行する経絡 (手の陽明大腸経: Large Intestine Meridian) またはその近隣経絡 (手の少陽三焦経: Triple Energizer Meridian, 手の太陰肺経: Lung Meridian) の要穴で、古来より手指の疼痛、痙攣、麻痺などに効果があるとされる合谷: Hégū (LI 4)、外関: Wàiguān (TE 5)、さら

に肘臂掣痛 (前腕や肘がひきつって痛むこと) など効果があるとされる尺沢: Chízé (L 5) を用いた。合谷隣接点は、合谷の外方 (母指寄り) 10 mm とし、孔最隣接点は、孔最: Kǒngzui (L 6) の直上 20 mm 中樞寄りとした。なお、各種刺激条件の相違を検討するにあたって、抑制効果が最も著明であった合谷 (LI 4) を用いた。また、一定の時間をおいて繰り返し振動しても反射の出現がみられない者に対して、百会: Bǎihuì (GV 20) を鍼刺激した。百会を用いたのはこの部が古来から三陽五会するところで、「醒神、醒腦」 (脳の機能を正常に戻すことであり、迷いの状態を悟りの状態に戻すこと。醒は、さます、さめる、さとの意味)、「開竅 (開腦または健腦) 寧神」 (開竅は、意識障害や人事不省の状態を元に戻すこと。寧神は、ヒステリー、狂躁などを静め心を平静にすること)、「平肝息風」、「昇陽固脱」等に効能ある経穴とされているので³⁰⁾、VFRの出現を促すものと期待して試みた。上記の合谷と百会の二経穴同時刺激も行い、合谷による抑制が緩和されるかを調べた。

E. 局所麻酔とインドメタシン (インテパン® SP) の服用

合谷 (LI 4) の局所麻酔にはキシロカイン (1%)を用いた。インテパン® SP (カプセル)²⁹⁾ は、コランテル (1.0 g, 1錠) とともに毎食後3日間服用し、服用中にVFRに対する鍼刺激の抑制効果が減弱されるか否かを検討した。

F. 反射の抑制率の算出

反射の抑制率の算出にあたっては、本実験の直前に各被験者共、30秒間の振動刺激を3回以上行い、計測された最大屈筋張力 (図2の↑) の平均値を求め、鍼灸刺激後に計測した1回測定値との割合を抑制率として算出した。

III. 結 果

A. 左右の手指の同時皮膚振動により誘発されるVFR

左右の手指の同時皮膚振動により誘発されたVFRの張力曲線の波形には、振動開始後、

①急激に立上がり、一定の張力を保持するタイプ (Fig. 2A). ②緩やかに立上がり、一定の張力を保持するタイプ (Fig. 2B). ③非常にゆっくりと張力が漸増するタイプ (Fig. 2C). ④長い潜時の後、張力が漸増するタイプ (Fig. 2D). ⑤張力曲線の出現をみないタイプ (Fig. 2のE, F)があり、左右のVFRの張力曲線の出現様式に個人差をみとめた。ただし、同一の被験者での左右の張力曲線の波形、振幅の差異はほとんどみられなかった。また、反復試行でも再現性があった。なお、左右ともにVFRの出現が著明にみられた被験者では、試行回数が増加するに伴い、次第に最大屈筋張力が増大する現象を観察したが、一定の期間をおきながら十数回の

試行を繰り返すと、ある段階でそれ以上の増大を認めず、ほぼ一定した最大張力の発現となった。

また、張力の発生をみないタイプの被験者については、一定の期間において数十回反復試行してもまったくVFRが出現しないタイプと、日をかえて反復試行を数回繰り返すと徐々にVFRが出現し、安定した反射の発現となるタイプがあった。本研究では、Fig. 2の矢印に示すような30秒間の振動中最大を示す張力を測定した。

B. 同側および対側VFRの発現を抑制する各種の鍼灸刺激

同側および対側VFRに対する右合谷 (LI4)

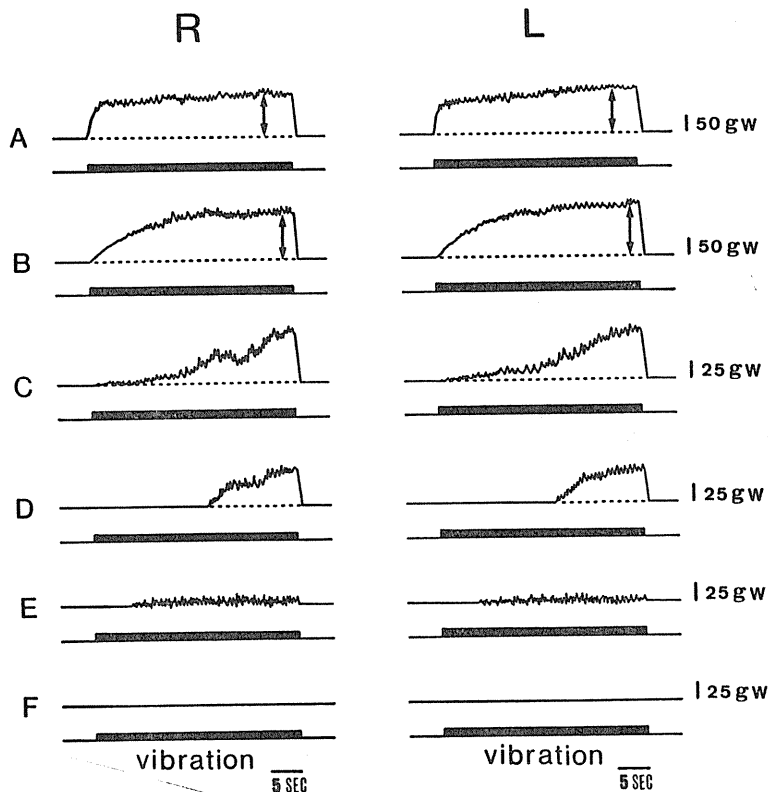


Fig. 2. Tension curves of VFR of both hands.

A: tension increases rapidly, and then remains constant tension. B: tension increases slowly, and then remains constant. C: tension increases very slowly. D: tension begins to increase after a long latency. Both E and F are types in which the tension curves do not appear.

The arrows in the diagram represent the point of greatest tension in the flexor muscle.

または左右合谷同時鍼灸刺激時の最大抑制率を、各種の鍼灸手法別に比較して示したのが Fig. 3 である。

Fig. 3 に示すように、VFR の抑制は右合谷、左右合谷同時鍼灸刺激のいずれでも左右両側でみられ、抑制効果に差はなかった。両者とも最

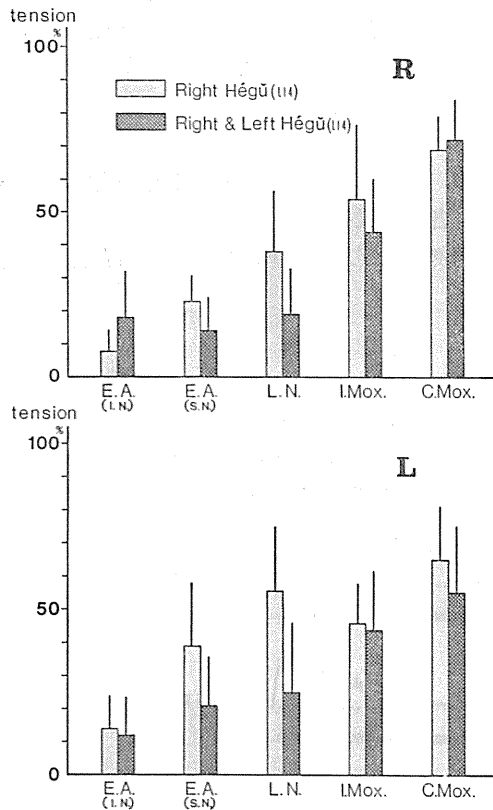


Fig. 3. Acupuncture stimulus inhibiting of VFR in both hands.

Grey box indicates the maximum percent inhibition of VFR tension of the right(R) and left(L) hands during stimulation of Hégū(LI4) on the right side.

Black box indicates the maximum percent inhibition of VFR tension of the right(R) and left(L) hands during simultaneous stimulation of Hégū on both sides.

- E. A. (I. N.) : Electroacupuncture (Insulated needle)
- E. A. (S. N.) : Electroacupuncture (Stainless needle)
- L. N. : Leaving needle
- I. Mox. : Indirect moxibustion
- C. Mox. : Cold moxibustion

大の抑制を示している。右合谷刺激時の同側 VFR の抑制率について、鍼と灸(温灸)を比較すると、鍼刺激の最大の抑制が平均値約92%であるのに対し、灸(温灸)刺激の最大の抑制は平均値約46%であり、抑制は鍼刺激で強く、灸刺激で弱かった ($p < 0.01$)。一方、右合谷刺激時の対側 VFR の最大の抑制は、鍼刺激で平均値86%、灸刺激で平均値約55%であった。

同側 VFR の抑制効果に対する鍼灸刺激(右合谷)の手法別では、①鍼通電(絶縁鍼) > ②鍼通電(ステンレス鍼) > ③置鍼 > ④温灸 > ⑤冷灸の順であったが、対側 VFR の抑制では置鍼と温灸の順だけが逆となった。絶縁鍼の通電は、同側および対側 VFR の発現を最も強く抑制した。また、ステンレス鍼の通電あるいは置鍼で刺激した場合には、対側(左:非刺激側)への抑制効果よりも $p < 0.05$ の有為差をもって同側(右:刺激側)の方が強く抑制された。灸で右合谷を刺激した場合には、このような同側および対側 VFR の抑制効果の相違は、明確でなかった。

左右合谷の同時刺激による加重効果は、ステンレス鍼の通電と置鍼で著明に認められた ($p < 0.01$)。しかし、灸刺激と絶縁鍼の通電では明確でなく、さらに後者では一側刺激時より左右同時刺激の方が、回復時間が早くなる傾向にあった。

なお、VFR の抑制効果に対する一側合谷の低頻度(2 Hz) 鍼通電と中頻度(45 Hz) 鍼通電の差異は、明確でなかった。

C. 同側および対側 VFR の発現を抑制する一側の鍼刺激部位

各種鍼灸手法による VFR の抑制の検討(Fig. 3)で最も強い抑制効果を示した絶縁鍼を用いて、右手と右前腕の前面、後面に位置する経穴や経穴隣接点の筋内へ直刺で 10 mm 刺入し、周波数 2 Hz、パルス幅 200 μ sec の矩形波で 5 分間、単極鍼通電(知覚閾値の電圧)したときの部位別抑制率を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 に示した手背の A は、合谷(LI4)であり、A' は合谷隣接点(合谷の外方 10 mm で母

指寄り)である。合谷刺激により同側(Fig. 4のR)では平均値(91.7±6.6)で約92%。対側(Fig. 4のL)では平均値(85.8±10.2)で約86%の抑制を認めた。また同側(刺激側)では、AとA'の最大抑制率(平均値)に多少の差異を認めたが、対側(非刺激側)ではほとんど差を認めなかった。なお、抑制からの回復は左右ともA'のほうがAより速かった。

前腕では、Fig. 4のB(外関:TE5)の部位の刺激で、左右のVFRの著明な抑制を認めた。

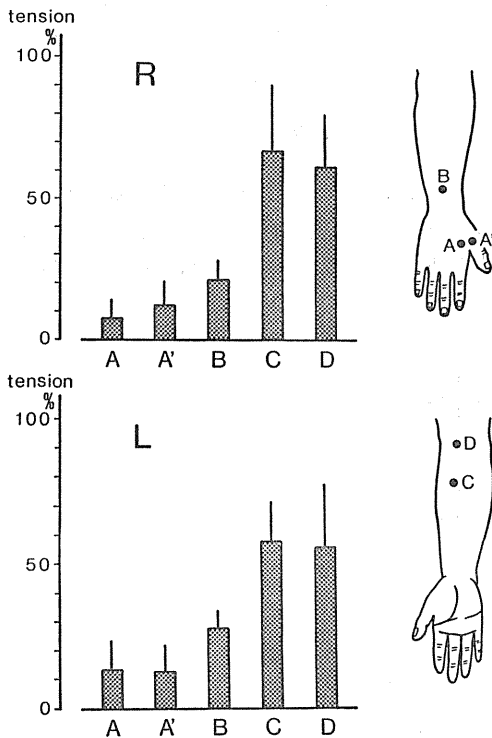


Fig. 4. Acupuncture points on the right-hand that inhibited VFR in both hands. R: stimulated side(ipsilateral)of VFR, L: non-stimulated side(contralateral)of VFR. A: Hégu (LI4), A': neighboring place of the Hégu (10 mm lateral from the Hégu and towards the thumb), B: Wàiguān (TE5), C: neighboring place of the Kōngzui (20 mm central from the Kōngzui), D: Chǐzé (L5). When A, A' and B, were stimulated, VFR was remarkably inhibited, but inhibition of VFR was not so strong when C and D, in the upper part of the anterior forearm, were stimulated.

しかし、前腕前面上部のC(孔最隣接点), D(尺沢:L5)の刺激では、両手ともにVFRの抑制が弱かった。

D. 鍼刺激によるVFRの抑制効果を減弱する局所麻酔とインドメタシン

合谷(LI4)の鍼通電後にみられる同側VFRの抑制効果が、合谷の局所麻酔やインドメタシン(インテバン®SP-カプセル)服用時に減弱されることを示したのがFig. 5である。

Fig. 5に示すように、合谷に鍼通電するとVFRは著明に抑制された。しかし、この部を局所麻酔すると、鍼通電効果は全く認められなくなった。また、インドメタシン服用により鍼刺激によるVFRの抑制効果が平均値(n=6)で約27%減弱された。この鍼刺激によるVFRの抑制効果の減弱は、局所麻酔の効果が消滅した後やインドメタシン服用中止後には認められな

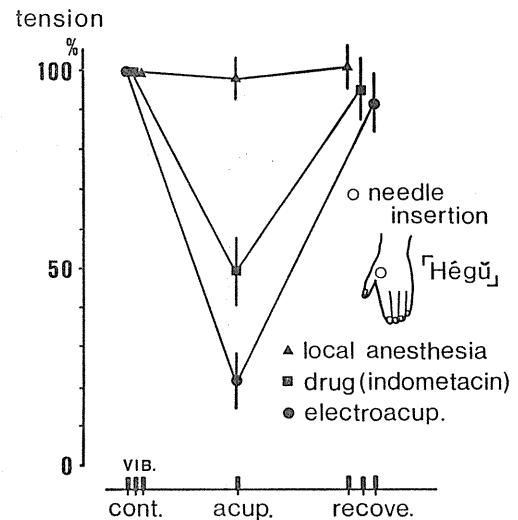


Fig. 5. Inhibition of response to acupuncture stimulation during administration of indometacin and local anesthetic. Inhibition of VFR with electroacupuncture at Hégu (LI4) (●) was not observed when a local anesthetic was administered in this area (▲). During the administration of indometacin, the inhibitory effect of electroacupuncture was reduced by approximately 27% (■). Inhibition of VFR by electroacupuncture disappears when the local anesthetic had worn off, and when the administration of indometacin was stopped.

かった。

E. 鍼刺激による VFR の抑制効果を減弱する経穴の組合せ同時刺激

Fig. 6 は、合谷 (LI 4) の鍼刺激による VFR の抑制効果が、経穴の組合せ同時刺激により、同側のみならず対側でも減弱されることを示す。

Fig. 6 に示すように、右合谷の単極鍼通電刺激 (45 Hz, 5 分) では、刺激終了直後から同側 (○), 対側 (●) とともに著明な抑制効果が認められ、約 30 分でほぼ元の状態に回復した。一方、VFR がよく出現する被験者では、百会 (GV 20) に単極鍼通電刺激 (45 Hz, 5 分) をしても同側、対側とも何等の効果もみられなかった (■)。さらに、合谷と百会に同時単極鍼通電刺激 (45 Hz, 5 分) を行うと、同側のみならず対側でも VFR の抑制が起らず、合谷の単独鍼刺激時にみられた VFR の抑制効果が認められなかった (▲)。

F. VFR の出現をみないタイプに対する「百会」の鍼刺激効果

Fig. 7 は、反復試行しても VFR の出現をみないタイプの被験者 20 名を対象として、百会 (GV 20) に鍼刺激を行い、経時的に屈筋張力の出現状況を観察した結果を示す。

Fig. 7 に示すように、百会の置鍼により 8 例で徐々に VFR が出現し、刺激後 10 分では屈筋張力が平均値で約 18 gw, 刺激後 20 分では約 29 gw, 刺激後 30 分 (抜鍼直前) では約 42 gw に増大した。しかし、抜鍼後は次第に屈筋張力が小さくなり、抜鍼後 25 分では平均値で約 10 gw となった。なお、12 例では明確な屈筋張力の出現が認められなかった。

IV. 考 察

今日までに、一側に与えた鍼刺激が同側 (刺激側) VFR を著明に抑制することが知られている^{13,18,31,32)}。Homma, I.¹⁴⁾ は、鍼刺激が外受容

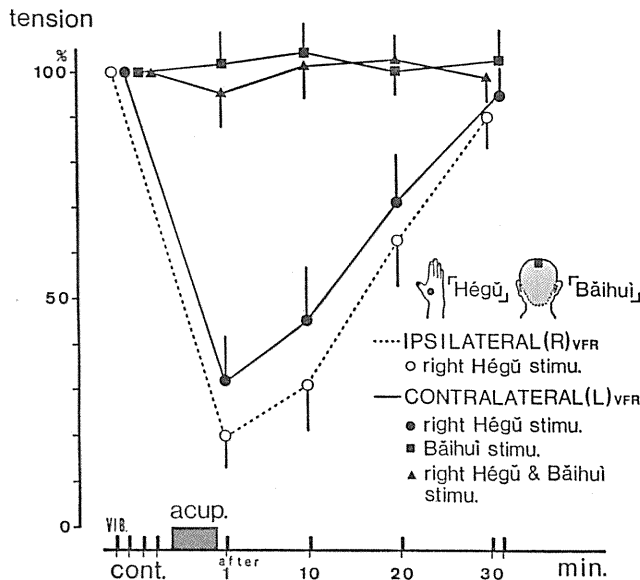


Fig. 6. Combination of meridian points concurrent stimulus that blocks the inhibition of VFR by acupuncture.

When Hégu (LI 4) was stimulated by electroacupuncture, VFR was inhibited on both sides (○, ●). Electroacupuncture at Bāihu (GV 20) did not inhibit VFR (■). With simultaneous electroacupuncture at both of these points, the inhibition of VFR on the contralateral side seen during stimulation of Hégu did not occur (▲). Similar effects were seen on the ipsilateral side.

性の多シナプス反射弓を介したゆるやかな興奮過程を示す VFR を抑制するとしている。Homma, S. ら¹⁸⁾は、振動刺激と運動単位発射との間の相互相関を調べ、同側 VFR の抑制時に脊髄内シナプス反射活動が抑制されることを見出し、鍼刺激が最終出力である α 運動ニューロンの興奮性を低下させると結論している。このように、同側 VFR の抑制はよく知られているが、対側 VFR の応答については、まだ研究されていない。本研究においては、ヒトの一侧の経穴に与えた鍼灸刺激が、対側 VFR の誘発を著明に抑制することが見出された。これは、VFR を誘発するインパルスの脊髄内における伝達が、対側の鍼灸刺激により抑制されたことを示唆している。

A. 鍼灸刺激による同側および対側 VFR の抑制

経穴に与えられた鍼灸刺激による受容—伝達機構は、今日までの鍼鎮痛の研究^{25,26,41)}の進展でかなり判明してきた。鍼刺激の受容に低閾値機械受容器、高閾値機械受容器、ポリモーダル受容器、灸刺激の受容に高閾値機械受容器、ポ

リモーダル受容器、温度受容器がそれぞれ関与し^{21,23,27)}そのインパルス伝導に A β 線維^{5,28,45)}や A δ 線維、C 線維^{9,10,11,24)}が関与することなどが知られている。一方、鍼灸刺激は侵害性の要素を有していると考えられている^{10,11,21)}。侵害刺激が脊髄反射を誘発する場合に、同側の肢の屈筋反射と反対側の肢の伸筋反射を起こすという交叉性伸張反射の考えは、Sherrington³⁸⁾の研究以来よく知られていることである。脊髄内の左右連絡を示す近年の知見としては、脊髄後角の屈曲反射求心性線維(Flexion Reflex Afferents, FRA)の収束ニューロンが反対側からの入力により抑制を受けること²⁰⁾、同側のピンチや熱刺激に応じる脊髄 V 層の広作動域ニューロン(Wide Dynamic Range Neurons, WDRN)や特異的侵害受容ニューロン(Nociceptive Specific Neuron, NSN)の反応が、鏡像的關係にある反対側の対象部位の刺激で抑制されることなどが知られている⁸⁾。さらに、この対側部の刺激は、A β 、A δ 、C 線維が関与するいずれの強さでも WDRN、NSN の抑制をみることも知られている⁸⁾。今回の研究で、一侧の鍼灸刺激が

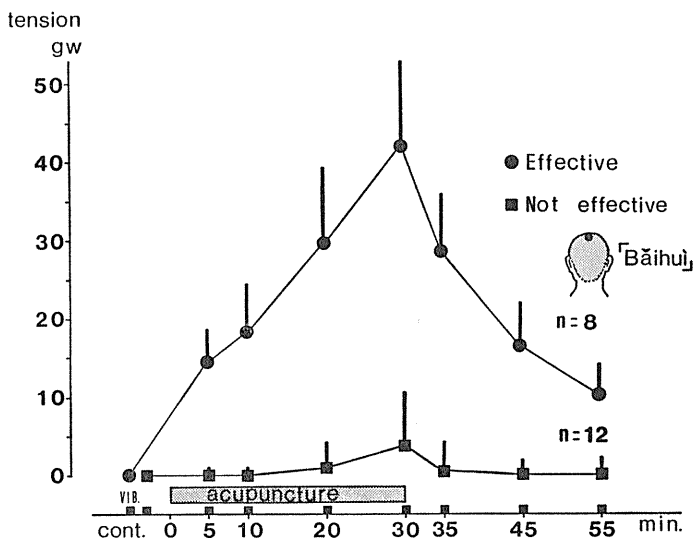


Fig. 7. The effectiveness of acupuncture stimulation of Bāihui on subjects in which VFR was not induced.

VFR was induced by acupuncture at Bāihui(GV 20) in 8(●) out of 20 subjects in whom VFR could not be induced by repeated testing.

同側のみならず対側の VFR の発現を抑制することが見出され、また、鍼灸刺激部位の局所麻酔でその抑制が完全に消失することも明らかにされたが、鍼灸刺激においては上記の受容器や求心性線維を介して、同側のみならず対側の脊髄反射機構に働きかけ、両側性に VFR の抑制を起こしたと考えられる。

本研究においては、鍼刺激と灸刺激で VFR に対する抑制効果に大きな差異が見出された (Fig. 3)。今回用いた鍼刺激は、10mm 刺入を条件としていることより、いずれの手法も皮膚、筋などに小さい傷害を生じ、侵害性機械刺激を与えると考えられる。一方、灸刺激 (温灸) は最高温度 $48.6 \pm 2.4^\circ\text{C}$ 、最高温度到達時間 133.8 ± 12.1 秒、 45°C 以上の温熱持続時間 54.8 ± 16.3 秒という温熱刺激特性を示す温筒灸³⁹⁾ 3 壮であり、この種の温筒灸は侵害性熱刺激を起こすことが知られている。最近、一次感覚神経終末内に含有されるサブスタンス P (SP) は侵害性機械刺激により、ソマトスタチン (SOM) は侵害性熱刺激により脊髄後角内で分泌されるといわれている³⁷⁾。これらのことから、鍼と灸 (温灸) でみられる VFR の抑制効果の差異は、上述の侵害性機械刺激か侵害性熱刺激かの相違に基づくものと考えられる。ただ VFR にみられる抑制は、すべて侵害性要素によって引き起こされているものではない。例えば本研究では、鍼灸手法の相違による VFR の抑制効果は、同側では絶縁鍼の通電 > ステンレス鍼の通電 > 置鍼 > 温灸 > 冷灸という結果を得ている。VFR の抑制効果には刺激の種類、質、量などの違いが考えられる。絶縁鍼の通電は主に深層組織 (筋) を刺激し、ステンレス鍼の通電は表層組織 (皮膚) を刺激している。絶縁鍼もステンレス鍼も皮膚に対する侵害性要素に関しては同等であるが、両者で抑制効果が異なることは、両鍼による刺激の深度が異なることに起因していると考えることができよう。一方、鍼通電に対し置鍼の場合を考えてみると、置鍼^{10, 11, 21)} では刺入時と抜鍼時にのみ持続の短い末梢神経活動が記録されるのみで、刺入中はほとんど応答がみら

れない。このことから、置鍼の場合には侵害性要素による VFR の抑制が少ないと考えられる。温灸と冷灸については、ともに表層の皮膚刺激という面で共通点を有するが、抑制を及ぼす中枢機構内での相違によるものと考えられる。

近年、痛覚刺激が生体に加わるとアミン類 (ヒスタミン、セロトニンなど)、ペプチド類 (ブラジキニン、サブスタンス P など)、脂質 (主にプロスタグランジン: PG)、電解質 (主にカリウムイオン) などの内因性発痛物質が末梢組織中に産生遊離し、発痛等に関与することが知られている⁴⁰⁾。本研究では、インドメタシン服用中に、鍼刺激による VFR の抑制効果が平均値 ($n=6$) で約 27% 減弱したが (Fig. 5)、これはプロスタグランジンが何等かの形で、鍼の作用機構に関与することを示したのと考えられ、痛み受容器の感作作用が強い物質と考えられている PG⁴⁰⁾ の関与が示された点で重要といえる。

また、鍼通電においては鍼鎮痛が起こることが知られているが低頻度通電では後効果が長く、オピオイド拮抗剤のナロキソン投与により減弱すること⁴⁰⁾、高頻度通電 (100 Hz 以上) では後効果が短く、通電期間中のみ現れ、セロトニンの拮抗物質であるメチセルジッドで拮抗されることが報告されている^{2, 3, 30, 34, 42)}。このように、鍼通電においては中枢における二種類の液性の鎮痛機構があることが示されている。一方、Toda, K. ら⁴⁴⁾ は動物実験 (ラット) で、中頻度と低頻度の刺激では鎮痛効果にはあまり差異がないが、中頻度 (45 Hz) では視床下部のセロトニンの増加、L-エンケファリンの減少が認められ、低頻度 (5 Hz) では下垂体前葉の L-エンケファリンとダイノルフィンの増加、視床下部内側基底部のダイノルフィンの増加、視床下部の β -エンドルフィンの減少を認めたとしている。しかし本研究では、中頻度 (45 Hz) と低頻度 (2 Hz) の鍼通電であったが、両通電頻度の差では VFR の抑制にはあまり差異がみられなかった。

B. 刺激の部位差と分節外の経穴の鍼刺激による同側および対側 VFR の抑制効果

本研究においては、手背、前腕後面、前腕前面の分節内経穴の鍼刺激の部位差により同側および対側 VFR の抑制に相違が認められた (Fig. 4)。一方、分節外経穴の鍼刺激でも同側 VFR の抑制効果に相違のあることが知られているが³¹⁾、本研究で用いた分節外経穴 (百会:GV 20) では、同側のみならず対側 VFR の抑制効果が認められなかった (Fig. 6)。

Toda, K. ら⁴⁶⁾は、鍼刺激による開口反射 (ラット) の抑制効果が刺鍼部位によって相違することより、三叉神経脊髄路尾側亜核をモデルにその機序仮説を立て、三叉神経領域と同一分節内の経穴に鍼通電を行うと、 $A\beta$ 線維を伝導するインパルスによってシナプス前抑制とシナプス後抑制が誘発されるとした。分節外の経穴に鍼通電した場合は、シナプス前抑制がほとんど発現されず、シナプス後抑制が優位に起こると考えられている。また、下行性疼痛抑制系を介する鍼鎮痛においては、シナプス後抑制が起こり、分節内、分節外経穴いずれの鍼通電後でも長い抑制効果がみられるとした。

一方、この下行性疼痛抑制系を介する鍼鎮痛については、最近 Pomeranz, B. ら³⁵⁾が、触刺激と侵害刺激の両者に応じる脊髄後角 V 層の Wide Dynamic Range Neurons (WDRN) の活動は、鍼刺激中は触刺激により影響を受けず侵害刺激により抑制されることを報告し、鍼刺激効果はシナプス前抑制により生じるという考えを提唱している。

上に述べたことから、今回、身体各部の刺激によりみられた VFR の抑制効果の部位差は、末梢入力部位の相違に起因する中枢での抑制機構の差異として理解される。一方、本研究において、より狭い領域に限定した経穴と経穴隣接点を刺激したときの VFR の最大抑制率と回復時間の差異についても検討したが、最大抑制率の差異は明確でなかった。しかし、VFR の正常値への回復時間は経穴刺激の方が遅く、経穴隣接点刺激の方が速かった。

現時点で上記の差異の機序をも含めて、経穴と経穴隣接点の相違、経穴の広がりや深さの問題などについては、まだ定量的に十分検討されていないので不明である。しかし最近、鍼刺激で鎮痛を起こす部位が経穴で、鎮痛を起こさない部位が非経穴であり、経穴と非経穴に末梢の特別な組織学的相違がなくても、それぞれに連なる中枢神経経路によって区分されるとする考え⁴¹⁾や、経穴は面積あるいは体積をもつとする考え²²⁾などが提唱されている。

C. VFR の出現の個体差と百会の鍼刺激

同一被験者での VFR の左右の張力曲線の波形、振幅の差異は小さく、どの被験者も左右同様の張力曲線の出現を示した。しかし、各被験者間では張力曲線に五つのタイプがあり、波形、振幅に相違が認められた (Fig. 2)。このような個体差は、VFR と同質の多シナプス性反射と考えられている TVR でもみられており、被験者の精神的緊張、意志、被験筋の緊張の程度、姿勢、薬物、各種疾病などのいずれかの要因が反映すると考えられている³⁹⁾。

他方、振動刺激により発生中の VFR (ヒト) が他肢の各種の随意運動で抑制されることが知られている³¹⁾。また、振動刺激により発生中の TVR (ネコ) が、振動と対側の中枢神経系の諸種の部位の刺激により抑制または促進されることが知られている⁹⁾。したがって、VFR にみられる個体差は、VFR の反射回路に対する上位中枢からの下行性干渉の程度の大きさの差異が、主要な要因と推測される。

本研究では、ヒトの合谷 (LI 4) と百会 (GV 20) の二経穴同時鍼通電刺激時には、同側のみならず対側でも VFR の抑制が起こらないことが明らかにされたが (Fig. 6)、これは、合谷刺激時の VFR の抑制に関与している介在ニューロンが、異なる分節の百会の鍼刺激により神経性の影響を受け、合谷刺激時にみられる反射の抑制を除去したためではないかと考えられる。このことは、VFR が出現しない被験者に百会の鍼刺激を与えると、これを誘発する傾向にあるということからも首肯されるところである。すな

わち、本研究で VFR の出現をみないタイプの被験者が、百会の鍼刺激中に20例中8例で出現するようになったが(Fig. 7). これは、古くからこの部が精神安定などに作用するとされていることから、百会の鍼刺激が VFR に効果的に働き、VFR の誘発を阻害する要因を除去したのではないかと考えられる。

V. 結 語

左右の手指の皮膚のそれぞれの振動により誘発された外受容性振動誘発指屈曲反射 (VFR) について、一側の鍼灸刺激が及ぼす影響を検討した。

1. 一側合谷 (LI 4) に与えた鍼灸刺激は同側および対側 VFR を抑制し、鍼灸刺激が神経性に左右両側に脊髄内屈曲反射弓に働くことが示された。

2. 鍼灸刺激による抑制の大きさは、同側では、鍼通電(絶縁鍼) > 鍼通電(ステンレス鍼) > 置鍼 > 温灸 > 冷灸の順であり、対側では、置鍼と温灸の順だけが逆であった。なお、左右合谷を同時に鍼刺激した場合には、VFR の抑制の加重効果がステンレス鍼の通電と置鍼で著明にみられた。

3. 合谷、外関 (TE 5)、合谷隣接点の刺激で同側および対側 VFR の強い抑制を生じ、尺沢 (L 5)、孔最隣接点の刺激では強い抑制がみられなかった。このことより、本反射を効率的に抑制する特定部位があり、同一分節内経穴の鍼刺激による VFR の抑制効果が最も大きかった。

4. インドメタシン服用中に鍼刺激効果が約 27% 減弱し、VFR に対する鍼刺激効果発現に PG 系が関与する可能性が示唆された。

5. 合谷と百会 (GV 20) を同時に単極鍼通電すると、同側および対側 VFR ともその抑制効果がみられなかった。また、VFR の発現をみない被験者の百会に鍼刺激を行うと、20例中8例の被験者で VFR の出現が観察された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、生理学的立場から御校閲、

御助言を賜りました荒木辰之助京都大学医学部第一生理学教室教授、西川弘恭明治鍼灸大学生理学教室教授、岩瀬善彦京都府立医科大学名誉教授 (明治鍼灸大学名誉教授)、東洋医学の立場から御助言を賜りました芹澤勝助筑波大学名誉教授に深く感謝致します。

文 献

- 1) Bianconi, R. & Van Der Meulen, J. P. (1963) The response to vibration of the end organs of mammalian muscle spindles. *J. Neurophysiol.* **26**, 177-190
- 2) Cheng, R. S. S. & Pomeranz, B. (1979) Electroacupuncture analgesia could be mediated by at least two pain-relieving mechanisms; Endorphin and non-endorphin systems, *Life Sci.* **25** (23), 1957-1962
- 3) Chung, J. M., Fang, Z. R., Cargill, C. L. & Willis, W. D. (1983) Prolonged, naloxone-reversible inhibition of the flexion reflex in the cat. *Pain* **15**, 35-53
- 4) De Gail, P., Lance, J. W. & Neilson, P. D. (1966) Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **29**(1), 1-11
- 5) Dickhaus, H., Pauser, G. & Zimmermann, M. (1978) Hemmung im Rückenmark, ein neurophysiologischer Wirkungsmechanismus bei der Hypalgesie durch Stimulationsakupunktur. *Wien. K. Wschr.* **90**(2), 59-64
- 6) Eklund, G. & Hagbarth, K. -E. (1966) Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp. Neurol.* **16**, 80-92
- 7) Eklund, G., Hagbarth, K. -E. & Torebjork, E. (1978) Exteroceptive vibration-induced finger flexion reflex in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **41**, 438-443
- 8) Fitzgerald, M. (1982) The contralateral input to the dorsal horn of the spinal cord in the decerebrate spinal rat. *Brain Res.* **236**, 275-287
- 9) 藤田稠清 (1980) TVR に対する上位中枢刺激の影響—特に筋緊張亢進に対する中枢神経刺激療法の基礎的検討として—。脳波と筋電図, **8**(4), 199-207
- 10) 後藤和廣, 鹿兒島裕, 竹内龍平, 平岡一雅, 岩倉博光 (1983) ヒト皮膚 C 線維および A δ 線維求心性神経活動の研究. 全日本鍼灸学会雑誌, **32**(3), 195-203
- 11) 後藤和廣, 鹿兒島裕, 竹内龍平, 桜井運雄, 岩倉博光 (1984) ヒト皮膚求心性神経活動と鍼・灸刺激との関係. 全日本鍼灸学会雑誌, **34**(2), 94-99

- 12) Hagbarth, K. -E. & Eklund, G. (1966) Motor effects of vibratory muscle stimuli in man. In : Granit, R. (Ed.), *Muscular afferents and Motor Control*. Nobel Symposium I. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 177-186
- 13) Homma, I., Endo, Y. & Sakai, T. (1980) Inhibitory effect of acupuncture on the vibration-induced finger flexion reflex in man. *Neurosci. Lett.* **19**, 209-212
- 14) 本間生夫 (1983) 振動誘発反射とハリ. *臨床病理*, **57**, 136-145
- 15) Homma, S. & Homma, I. (1982) Inhibitory effect of acupuncture on the vibration-induced grasp reflex in man. *Neurosci. Lett.* **32**, 209-212
- 16) Homma, S., Kanda, K. & Watanabe, S. (1971) Monosynaptic coding of group Ia afferent discharges during vibratory stimulation of muscles. *Jpn. J. Physiol.* **21**, 405-417
- 17) Homma, S. & Nakajima, Y. (1979) Input-output relationship in spinal motoneurons in the stretch reflex. In : Granit, R., Pompeiano, O. (Ed.), *Reflex control of posture and movement*. Prog. Brain Res. 50, Elsevier, Amsterdam, 37-43
- 18) Homma, S., Nakajima, Y. & Toma, S. (1985) Inhibitory effect of acupuncture on the vibration-induced finger flexion reflex in man. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **61**, 150-156
- 19) Homma, S., Hori, Y. & Yonezawa, T. (1986) The antagonistic effects of naloxone on acupuncture inhibition of the vibration-induced grasp reflex in man. *Neurosci. Lett.* **61**, 227-232
- 20) Hongo, T., Jankowska, E. & Lundberg, A. (1968) Postsynaptic excitation and inhibition from primary afferents in neurones of the spinocervical tract. *J. Physiol.* **199**, 569-592
- 21) 出野陽二, 川喜田健司 (1986) 鍼灸刺激の末梢受容機序に関する神経生理学的研究. *明治鍼灸医学*, **2**, 47-53
- 22) 岩瀬善彦 (1987) 経穴は点ではない. 皮膚感覚は物語る. *明治鍼灸医学*, **3**, 101-111
- 23) Kawakita, K. (1982) Role of the polymodal receptors in acupuncture analgesia of the rat. *Comp. Med. East and West* **6**(4), 312-321
- 24) Kawakita, K. & Funakoshi, M. (1982) Suppression of the jaw-opening reflex by conditioning A-delta fiber stimulation and electroacupuncture in the rat. *Exp. Neurol.* **78**, 461-465
- 25) 熊澤孝朗 (1978) ハリ麻酔の作用機序について. *臨床生理*, **8**, 413-419
- 26) 熊澤孝朗 (1978) ハリ麻酔の作用機序について—II. その中枢性機序は?—. *臨床生理*, **8**, 505-516
- 27) Kumazawa, T. & Mizumura, K. (1977) Thin-fibre receptors responding to mechanical, chemical, and thermal stimulation in the skeletal muscle of the dog. *J. Physiol.* **273**, 179-194
- 28) Lu, G., Liang, R., Xie, J., Wang, Y. & He, G. (1979) Role of peripheral afferent nerve fiber in acupuncture analgesia elicited by needling point zusanli. *Sci. Sin.* **22**(6), 680-692
- 29) 前田忠男, 武仲 宏, 山平良也, 野口 豪 (1973) インテパン® SP. 住友化学(特集号) I, 19-25
- 30) Mayer, D. J., Price, D. D. & Rafii, A. (1977) Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone. *Brain Res.* **121**, 368-372
- 31) 尾崎昭弘, 浅田 博, 岩瀬善彦, 熊本賢三 (1984) 皮膚の振動刺激による外受容性振動誘発指屈曲反射の性質と鍼刺激効果. *東洋医学とペインクリニック*, **14**(4), 181-191
- 32) 尾崎昭弘, 浅井光裕, 熊本賢三, 浅田 博, 岩瀬善彦 (1984) 外受容性振動誘発指屈曲反射を指標とした経穴の組合せ鍼刺激効果. *全日本鍼灸学会誌*, **33**(4), 339-346
- 33) 尾崎昭弘 (1987) 温灸(温筒灸)の温熱刺激特性. *明治鍼灸医学*, **3**, 85-99
- 34) Pomeranz, B. & Chiu, D. (1976) Naloxone blockade of acupuncture analgesia endorphin implicated. *Life Sci.* **19**, 1757-1762
- 35) Pomeranz, B., Cheng, R. & Law, P. (1977) Acupuncture reduces electrophysiological and behavioral responses to noxious stimuli: pituitary is implicated. *Exp. Neurol.* **54**, 172-178
- 36) 山西医学院李丁, 天津中医学院編 (1986) 針灸経穴辞典. 東洋学術出版社, 千葉, 385-386
- 37) 佐藤公道 (1988) 疼痛と神経ペプチド. *最新医学*, **43**(11), 2346-2350
- 38) Sherrington, C. S. (1910) Flexion reflex on the limb, crossed extension reflex, and reflex stepping and standing. *J. Physiol.* **40**, 28-121
- 39) 島村宗夫 (1980) TVR (Tonic Vibration Reflex). 中西孝雄, 島村宗夫編, *臨床神経生理学入門—その基礎と臨床的応用—*. 真興交易医書出版部, 東京, 205-210
- 40) 高倉高明, 森健次郎, 佐藤昭夫編 (1988) Pain—痛みの基礎と臨床—. 朝倉書店, 3-184
- 41) 武重千冬 (1987) 針麻酔の鎮痛発現機序. *日本生理学雑誌*, **49**(3), 83-105
- 42) 武重千冬編 (1986) 動物実験による針の鎮痛発現機序に関する研究. 昭和大学医学部第一生理学教室(発行), 東京, 1-355
- 43) Toda, K., Ichioka, M. & Iriki, A. (1980) Effective conditions of electroacupuncture stimulation for suppressing tooth pulp-evoked jaw-opening reflex in the rat. *Bull. Tokyo. Med. Dent. Univ.* **27**(2), 111-119
- 44) 戸田一雄 (1983) 針鎮痛の神経生理学的基礎. 紫羅, **31**(5), 7-16

- 45) Toda, K. (1978) Effects of electroacupuncture on rat jaw opening reflex elicited by tooth pulp stimulation. *Jpn. J. Physiol.* **28**, 485-497
- 46) Toda, K. & Iriki, A. (1981) Inhibitory actions produced by local electrical stimulation in the caudal spinal trigeminal nucleus in rat. *Brain Res. Bull.* **7**, 169-174
- 47) 山中 力 (1964) 人体筋紡錘に対する高頻度振動の効果. *千葉医学会誌*, **40**, 338-346

〔教 育〕

BASIC を使ったサル慢性実験用プログラム

I. 遅延反応課題制御用プログラム

松 波 謙 一・川 島 卓
(岐阜大学医学部反射研究施設反射生理学部門)

はじめに

サルに限らず、慢性実験を行うには、動物の行動をきちんと制御する必要がある。コンピュータの出現はこの制御を容易にした。特にパーソナルコンピュータの機能の向上は、以前なら、ミニ・コンピュータでアセンブラを使わなければできなかった事までも、可能とした。安価で使いやすい周辺機器の出現は、その適用範囲を更に広げた。

BASIC はアセンブラやC言語と異なり、誰にでも使える使いやすい言語である³⁾。しかし、1) 処理速度が遅いこと、2) 時間処理が弱いこと一などがあって、慢性実験のプログラムには、アセンブラ、フォートラン、C言語を使う傾向が多かった。しかし、これだと、その研究室に、コンピュータに強い人がいればよいが、いないと、プログラムを書くということは、(特に医学部出身の人間にとっては)仲々、大変なことになる。その上、慢性実験の動物制御用プログラムは、動物の癖や学習の習熟度に合わせて、ちょっとした所を、まめに変えて使いたくなるものなので、誰でも自分で直せたらと思うものである。この点、BASIC はコンピュータに不慣れな人にとっても最適の言語である。もっとも、BASIC は、易しいために、コンピュータに詳しい人からは馬鹿にされることもあるが、これも BASIC が易しいということの証明に他ならず、BASIC にとっては名誉なことだろう。

ところで、BASIC の処理速度に関する難点は、BASIC COMPILER(BASIC C)の出現でかなり改善された。時間処理も1秒単位であった TIME \$ 命令も、10ミリ秒単位で計測できる BASIC 用のプログラムが発表され、時間分解能がよくなった⁴⁾。この為、動物行動の制御プログラムについては、アセンブラやC言語をあえて使わずとも BASIC を用いて、ほとんど問題がなくなった。

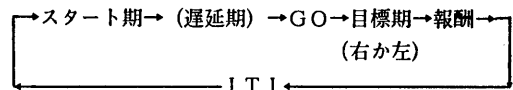
この論文では、カラーディスプレイ上に表示した光点 (curser)、スタート位置、目標位置、GO 信号、ブ

ザー音等を BASIC で制御した、サルの遅延反応用のプログラムを示す。AD コンバータや I/O ポートの取り扱い方、タイマーの使い方など、制御に必要な基本技術が示されているので、初心者向けの学習プログラムとして使うなど、広い応用が可能と考える。

遅延反応課題の手順

カラー・ディスプレイ・スクリーン(スクリーン)の前にサルを座らせる。サルとディスプレイの間に、ハンドルとジュース用のノズルがある。

プログラムを RUN すると、スクリーン上の中央(スタート位置)と目標を示す赤い正方形が点滅する(図1)。サルがハンドルを中央の正しい位置にもってくると、スタート位置と目標は点滅することなく示される。ハンドルの動きは光点(丸)として表示される。以下、次のブロック・ダイアグラムに添って課題が行われる。



サルが遅延、GO、目標期のいずれかで誤りを犯せば、RESUME 命令により、最初のスタートからやり直さなければならない。又、RANDOM 命令を使い、目標を右か左に出すことができる(今回は紙面を節約する為に、右目標の場合しかプログラムとしては書いてないが、左目標を追加するのは容易だと思う)。

システム構成

ハードウェア: パーソナルコンピュータ (PC 9801 NEC), 1台。カラーディスプレイ (N 5913, NEC: 但し私たちは古い富士通のカラーモニター (MB 27301) を使用している)。できれば白黒のモニター (PC-8050 n, NEC) がもう一台あると、便利である。AD コンバータ (AD 12-16 S(98), コンテック), 1枚⁵⁾。パレル入出力モジュール (PIO-16/16(98), コンテック),

1枚²⁾。ソレノイドバルブ(直動式2ポート弁, AB31-01-4; 口径PT 1/8, DC 24V:CKD株式会社), 1個。ソレノイドバルブ制御用トランジスタ(2SD 234, 大電流用。2SC 981 電流増幅)。 (図2)。

ソフトウェア:MS-DOS N88BASIC (インタプリタ, コンパイラ:NEC, マイクロソフト) Version 5.0 以前のもの。(Version 6.0 では Timer の部分が動かない事がある。)

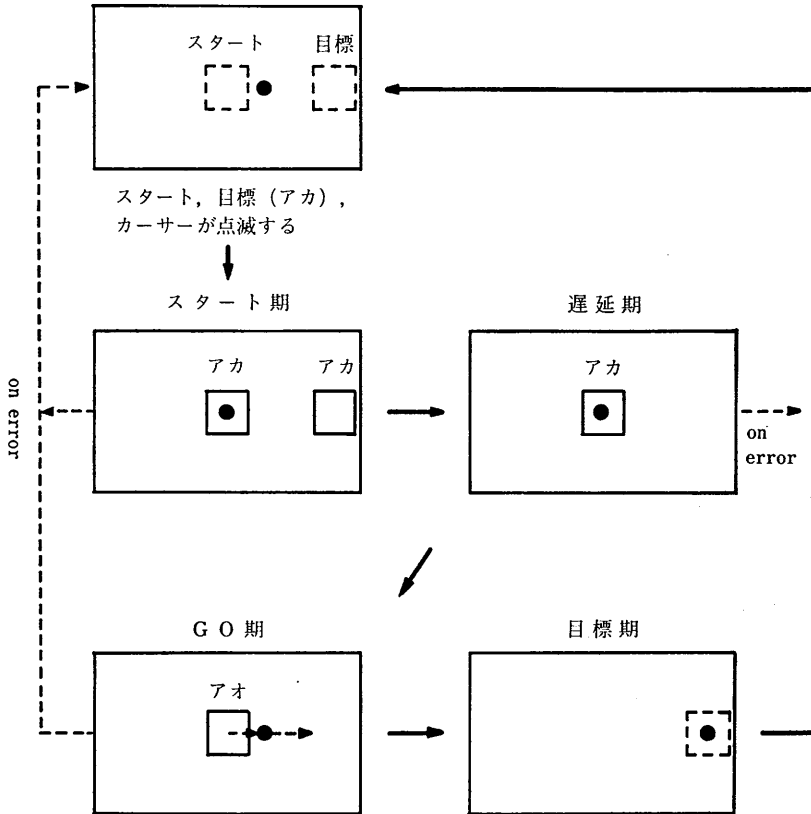


図1. スクリーン上の手掛り刺激の時間変化

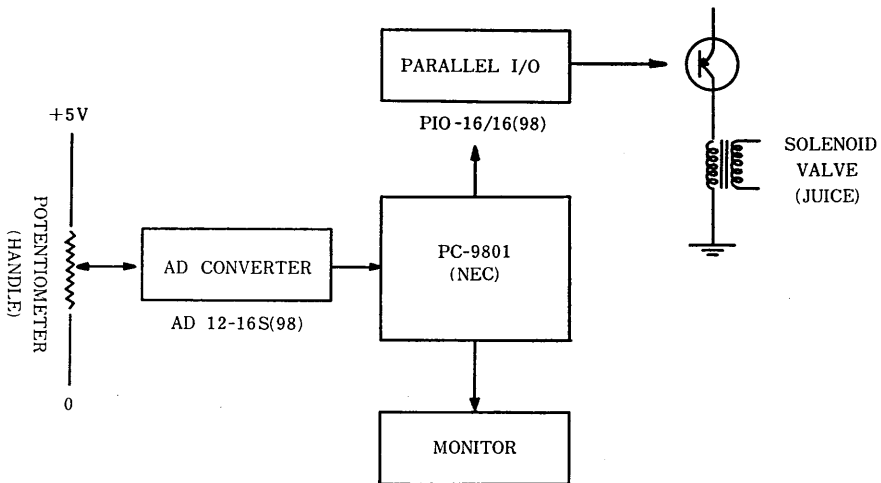


図2. ブロック図

フローチャート

この遅延反応課題の手順をフローチャートで示したのが図3, 4である。これに添って書かれたプログラムは最後に示す。詳しいコメントをプログラム中に書き込んである。

プログラムについてのコメント

最初にコンパイルについて注意しておく。Compiler にかけるプログラムは save する時、SAVE "DE-LAYR", A の型で、extension の A をつけ、アスキー

型で save しておく必要がある。次いで、system に戻り、system から BASIC COMPILER を BASIC C↵ (↵はリターンキイ)で走らせ、コンパイルを開始する。

(1) SET の箇所、スクリーンの区分(WIDTH 命令)、スタート位置、目標位置の大きさ(PS1, PS2)、各時間の長さ(TS=1.5秒+Var, TT=2.5秒, TD=5秒、反応時間=3秒、ITI=1秒、ジューズは FOR LOOP で20回)、スポットの形(丸)を指定している。

(2) AD SET で AD コンバータをセットする。(3) LEFT-RIGHT の所では、乱数を使い、左右を決めている(但し、今回は紙面を節約する意味で、右目標の

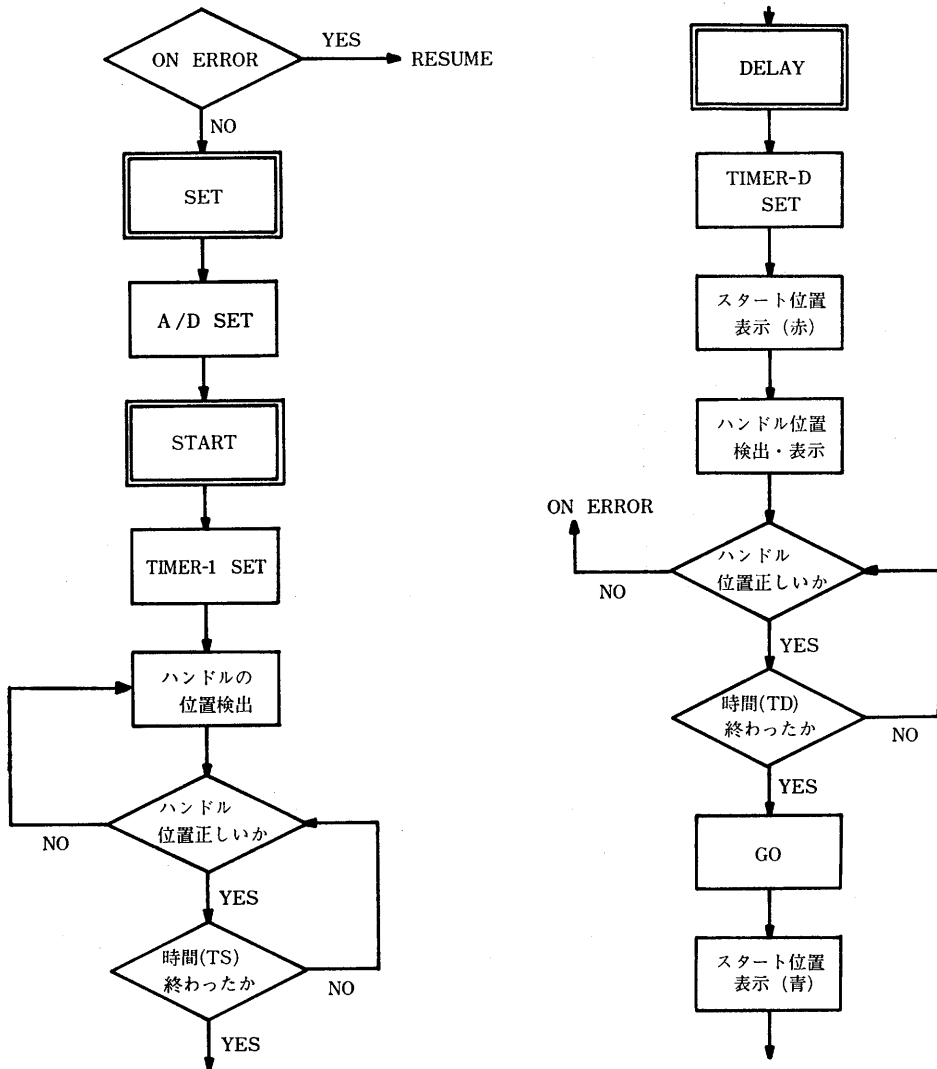


図3. フローチャート(1)

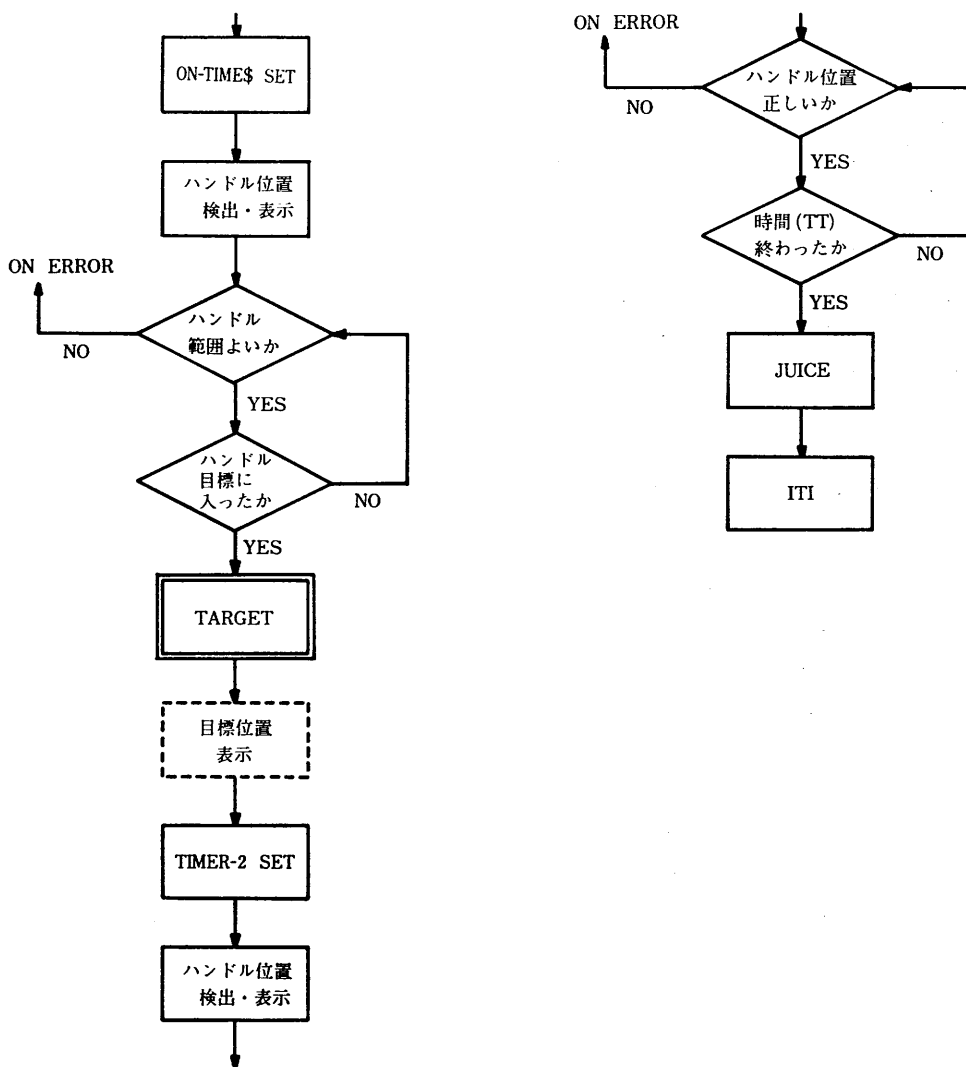


図4. フローチャート(2)

プログラムだけを示している。従って、左目標の手順を付け加えると、その分のサブルーチンを増やさなければならない。(4)所々に“MONITOR”とコメントした行があるが(920行, 1080行), これはADコンバータで得たB, B1の値をスクリーン上に表示して, ADコンバータが正しく作動しているかどうかを見ているだけなので, プログラムが完成したらアポロストロフィー印(′)で文章化するなり消去すればよい。しかし, プログラムを作る途中では, 便利なテクニックである。(5)AD-CONVERTER サブルーチンの所で, 3230行に $B=639-0.4137 * AN\%$; $B1=39-0.025857 *$

$AN\%$ となっているが, このB, B1を使うと, cursorは右方向に動く。3240行のB, B1(文章化をはずして)を使えば, 左方向に動く。

猶, コピーをお望みの方は, 新しいフロッピー(5インチ又は3.5インチ)を送ってくだされば, 折り返し, コピーしたフロッピーを送ります。

文 献

- 1) CONTEC 株式会社, AD 12-16 S (98): インテリジェント型アナログ・デジタル変換モジュール解説書(1986)

- 2) CONTEC 株式会社, PIO-16/16 (98) : 絶縁型パ
ラレル入出力モジュール解説書(1985)
- 3) 日本電気株式会社, PC-9801 VF/VM BASIC リ
ファレンスマニュアル(1985)
- 4) 安田充久, BASIC で書かれた, リアルタイムカ
ウンタ, インタバルタイマー, THE BASIC 6 月
号152-155(1988)

```

10 'NAME:DELAY-R
20 'SAVE "DELAYR",A
30 'THE PROGRAM USES TIMER
40 '
50 '===== MAIN =====
60 '
70 '----- SET -----
80 RUN 90
90 CONSOLE 0,25,0,1
100 ON ERROR GOTO *RESUM
110 CLS 3
120 'WIDTH 80,25: COLOR 7,0
130 '
140 PS1=40: PT1=40
150 PS2=PS1/2: PT2=PT1/2
160 ' PS1,SIZE OF START; PT1, SIZE OF TARGET
170 '
180 TS=1.5: TT=2.5: TD=5
190 ' TS=TIME IN START ZONE. TT=TIME IN TARGET ZONE. TD=DELAY TIME.
200 ' IN ORDER OF 0.1 SEC.
210 '
220 TR=3: ITI=1: TJ=20
230 ' TR AND ITI ARE DETERMINED BY TIME$/ON-TIME$ ROUTINE
240 ' TR=LIMIT OF REACTION TIME
250 ' ITI=ITI (SEC). TJ=JUICE TIME (BY NUMBER OF FOR-LOOP)
260 '
270 TB1=10: TB2=10 'BEEP TIME IN START &TARGET ZONES.
280 T9=20 'DURATION OF SPOT ILLUMINATION
290 E$=CHR$(236): B$=CHR$(255) 'SPOT MARK
300 '----- ADSET -----
310 ' A/D CONVERTER SET
320 ' Hardware Reset "ICW 0"
330 OUT &HD2,&H80 ' Hard Ware Reset "ICW 0"
340 FOR I=1 TO 200 : NEXT I
350 '
360 ' Software Reset "OCW 0"
370 '
380 OUT &HD1,&H0
390 FOR I=1 TO 10 : NEXT I
400 '
410 ' Timer Set "OCW 2"
420 '
430 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H43 ' Timer High byte set
440 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H42 ' Timer Mideum byte set
450 OUT &HD0,&H1 : OUT &HD1,&H41 ' Timer Low byte set
460 OUT &HD0,&H1 : OUT &HD1,&H40 ' Base Timer set
470 '
480 ' Gain Set "OCW 3"
490 '
500 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H80 ' Gain set for 0 ch
510 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H81 ' Gain set for 1 ch
520 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H82 ' Gain set for 2 ch
530 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H83 ' Gain set for 3 ch
540 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H84 ' Gain set for 4 ch
550 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H85 ' Gain set for 5 ch
560 OUT &HD0,&H0 : OUT &HD1,&H86 ' Gain set for 6 ch

```

```

570 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H87 ' Gain set for 7 ch
580 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H88 ' Gain set for 8 ch
590 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H89 ' Gain set for 9 ch
600 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8A ' Gain set for 10 ch
610 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8B ' Gain set for 11 ch
620 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8C ' Gain set for 12 ch
630 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8D ' Gain set for 13 ch
640 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8E ' Gain set for 14 ch
650 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H8F ' Gain set for 15 ch
660 '
670 ' Mode set "OCW 1"
680 '
690 OUT &HDO,&HO : OUT &HD1,&H21 ' AUTO INC. 0-15 ch
700 FOR I=1 TO 10 : NEXT I
710 '----- LEFT OR RIGHT -----
720 'GOSUB *RANDOM
730 'IF R>5 GOTO 730 ELSE 2640 '2640 MUST BE CHANGED
740 'IF LEFT TARGET ROUTINE IS USED
750 '----- START -----
760 CLS: WIDTH 40, 25
770 GOSUB *T.INIT
780 GOSUB *RANDOM
790 SSS=R/5
800 TSET=TS+SSS 'EITHER OF TSET IS SELECTED
810 'TSET=TS
815 TT$="START"
820 GOSUB *ON.TIME ' TIMER-1 SET
830 LINE(320-PS1,100-PS2)-(320+PS1,100+PS2),2,B,&HFFFF 'START FRAME
840 LINE(318-PS1, 99-PS2)-(318+PS1, 99+PS2),2,B,&HFFFF '
850 LINE(520-PT1,100-PT2)-(520+PT1,100+PT2),2,B,&HFFFF 'RIGHT TARGET
860 LINE(518-PT1, 99-PT2)-(518+PT1, 99+PT2),2,B,&HFFFF '
880 GOSUB *ADCON
890 LOCATE B1,12: PRINT USING "!";E$ 'SPOT ON
900 FOR T=0 TO 9: NEXT T
910 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";B$ 'SPOT OFF
920 'PRINT B1 'MONITOR
930 IF 320-PS1>B GOTO 880
935 IF 320+PS1<B GOTO 880
940 GOTO 880
945 '
950 *TIME1.OUT
960 '----- DELAY -----
970 CLS 3
980 GOSUB *T.INIT
990 TSET=TD
995 TT$="DELAY"
1000 GOSUB *ON.TIME ' TIMER-D SET
1010 LINE(320-PS1,100-PS2)-(320+PS1,100+PS2),2,B,&HFFFF 'START FRAME
1020 LINE(318-PS1, 99-PS2)-(318+PS1, 99+PS2),2,B,&HFFFF '
1040 GOSUB *ADCON
1050 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";E$
1060 FOR T=0 TO T9: NEXT T
1070 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";B$
1080 'PRINT B 'MONITOR
1090 IF 320-PS1>B GOTO 80
1095 IF 320+PS1<B GOTO 80
1100 GOTO 1040
1110 *TIMED.OUT
1120 '----- BEEP1 -----
1130 BEEP 1: FOR T=0 TO 10*TB1: NEXT T: BEEP 0
1140 '
1150 '
1160 '----- GO PERIOD -----
1170 LINE(320-PS1,100-PS2)-(320+PS1,100+PS2),5,B,&HFFFF 'BLUE(GO SIGN)
1180 LINE(318-PS1, 99-PS2)-(318+PS1, 99+PS2),5,B,&HFFFF '

```

```

1190 'LINE(520-PT1,100-PT2)-(520+PT1,100+PT2),2,B,&HFFFF      'RIGHT TARGET
1200 'LINE(518-PT1, 99-PT2)-(518+PT1, 99+PT2),2,B,&HFFFF
1205 SS9=3
1210 GOSUB *TIME0
1220 ON TIME$=TIME0$          GOSUB 80
1230 TIME$ ON
1240 'TSET=TR
1245 'TT$="GO"
1250 'GOSUB *ON.TIME-R
1260 FOR I=0 TO 100
1270 GOSUB *ADCON
1280 IF B<320-PS1 GOTO 80
1290 IF B>520+PT1 GOTO 80
1300 IF 520-PT1<B GOTO 1360
1310 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";E$
1320 FOR T=0 TO T9: NEXT T
1330 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";B$
1340 NEXT I
1350 '----- TARGET PERIOD -----
1360 TIME$ OFF
1370 CLS 3
1380 LINE(520-PT1,100-PT2)-(520+PT1,100+PT2),2,B,&HFFFF
1390 LINE(518-PT1, 99-PT2)-(518+PT1, 99+PT2),2,B,&HFFFF
1400 GOSUB *T.INIT
1410 TSET=TT
1415 TT$="TARGET"
1420 GOSUB *ON.TIME          'TIMER-2 SET
1440 GOSUB *ADCON
1450 IF B<520-PT1 GOTO 80
1460 IF 520+PT1<B GOTO 80
1470 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";E$
1480 FOR T=0 TO T9: NEXT T
1490 LOCATE B1,12: PRINT USING"!";B$
1500 GOTO 1440
1510 *TIME2.OUT
1520 '----- BEEP2 -----
1530 *BEEP2
1540 BEEP 1: FOR T=0 TO TB2: NEXT T: BEEP 0
3000 '----- JUICE -----
3010 FOR I=0 TO TJ
3020 OUT &HD6,2
3030 NEXT I
3040 OUT &HD6,0
3050 '----- ITI -----
3060 CLS 3
3070 SS9=1
3080 GOSUB *TIME0
3090 ON TIME$=TIME0$  GOSUB 80
3100 TIME$ ON
3110 GOTO 3100
3120 END
3130 '===== SUBROUTINES =====
3140 '
3150 '----- AD CONVERTER -----
3160 *ADCON
3170 'conversion start
3190 OUT &HD1,&HF5 ' GATE on timer trig
3200 IF (INP(&HD1) AND &H80)<>&H80 THEN 3230
3210 AL=INP(&HD2): AH=INP(&HD3)
3220 AN%=((AH AND &HF)*256+AL)
3230 B=639-.4137*AN%: B1=39-.025857*AN%
3240 'B= .4137*AN%: B1=.025857*AN%
3250 RETURN
3350 '----- TIMER END SET -----
3360 *TIME0

```

```

3370 T$=TIME$
3380 HH=VAL(LEFT$(T$,2))
3390 MM=VAL(MID$(T$,4,2))
3400 SS=VAL(RIGHT$(T$,2))
3410 TTO=3600*HH+60*MM+SS
3420 SS=SS+SS9
3430 FOR I=0 TO 1
3440 MM=MM+SS*60: SS=SS MOD 60
3450 HH=HH+MM*60: MM=MM MOD 60
3460 DD=DD+HH*24: HH=HH MOD 24
3470 NEXT
3480 HH1=INT(HH/10):HH0=HH MOD 10
3490 MM1=INT(MM/10):MM0=MM MOD 10
3500 SS1=INT(SS/10):SS0=SS MOD 10
3510 SS1=SS1+48:SS0=SS0+48:HH1=HH1+48:HH0=HH0+48:MM1=MM1+48:MM0=MM0+48
3520 SS1$=CHR$(SS1): SS0$=CHR$(SS0)
3530 MM1$=CHR$(MM1): MM0$=CHR$(MM0)
3540 HH1$=CHR$(HH1): HH0$=CHR$(HH0)
3550 TIME0$=HH1$+HH0$+" "+MM1$+MM0$+" "+SS1$+SS0$
3560 RETURN
3660 '----- TIMER INITIALIZE -----
3670 *T.INIT
3680 DEF FNE(X)=PEEK(X)+PEEK(X+1)*256
3690 DEF SEG=0: AD=8*4
3700 SEG8=FNE(AD+2): A=FNE(AD): DEF SEG=SEG8
3710 FOR I=A TO A+100
3720 IF PEEK(I)=%H2E THEN 3740 '2E FF OE -- --
3730 NEXT: BEEP: END
3740 IF FNE(I+1)<>%HEFF THEN BEEP: END
3750 AD8=FNE(I+3) 'OFFSET ADDRESS OF TIME COUNTER
3760 RETURN
3770 '
3780 '----- TIMER -----
3790 *ON.TIME
3800 TSET1=INT(TSET/655.36)
3810 TSET2=CINT(TSET*100-TSET1*65536!)
3820 TSET$=RIGHT$("000"+HEX$(TSET2),4)
3830 IF TT$="START" GOTO 3860
3840 IF TT$="TARGET" GOTO 3870
3850 IF TT$="DELAY" GOTO 3880
3860 ON TIME$="04:00:00" GOSUB *TIME1.OUT :GOTO 3890
3870 ON TIME$="04:00:00" GOSUB *TIME2.OUT :GOTO 3890
3880 ON TIME$="04:00:00" GOSUB *TIMED.OUT :GOTO 3890
3885 ' "04:00:00" ; DUMMY TIME
3890 TIME$ ON
3900 DEF SEG=SEGPTR(7): POKE &H47A, TSET1+1
3910 DEF SEG=SEG8: POKE AD8, VAL("&H"+RIGHT$(TSET$,2))
3920 POKE AD8+1, VAL("&H"+LEFT$(TSET$,2))
3930 RETURN
3940 '----- RANDOMIZE -----
3950 *RANDOM
3960 T$=TIME$
3970 S=VAL(RIGHT$(T$,2))
3980 RANDOMIZE (S)
3990 R=INT(RND*10)
4000 'PRINT R 'MONITOR
4010 RETURN
4020 '----- RESUME -----
4030 *RESUM
4040 RESUME 80
4100 END

```

〔会報〕

第109回 JJP 編集委員会議事録

日時：平成元年5月27日(土) 2:00 p.m.～4:00 p.m.

場所：学会誌刊行センター分室

出席者：広重委員長，金子，菅野，星，本田各委員

- 1) 前回議事録について
原案どおり承認された。
 - 2) 論文審査状況等について
各委員より審査状況の報告ならびに説明があり，また第39巻第2号，第3号掲載論文を確認した。
 - 3) Minireview 執筆予定者の確認がされた。
 - 4) 日本生理学会大会時の発表分野の分類について，星委員より原案が提出され，検討した。JJP 編集委員会として次期開催校あてに，分類案を提出することとした。
 - 5) 日本生理学会としての動物実験に関するガイドラインを JJP に掲載することとした。
 - 6) 常任幹事会に提出した JJP 編集委員選出規定改訂案が承認されなかったことが報告され，今後とも検討を続けることとした。
- 次回期日：平成元年7月29日(土) 2:00 p.m.～
学会誌刊行センター分室において開催予定

〔お知らせ〕

第4回 研究助成候補者推薦要領

財団法人 ブレインサイエンス振興財団

1. 趣旨

ブレインサイエンス研究分野において，独創的で国際的評価に値する研究を即成する。研究分野は，脳神経に関する実験研究のみならず理論・モデリング研究をも含む。候補者は，単独であっても，また共同研究であってもよいが，なるべく若い研究者の推薦を希望する。

2. 研究助成金

助成額は1件100万円，助成件数は8件以内とする。

3. 推薦者

- (1) 関係各学会代表責任者または所属機関の長とする。
- (2) 当財団の理事および評議員とする。

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る。

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し，当財団に提出する。(複写用紙を用いてもよい)

6. 推薦締切日

平成元年12月20日(水)とする。

7. 選考の方法

選考委員会において選考し，理事会において決定す

る。

8. 採否の通知

平成2年3月末日までに推薦者あて，採否を通知する。

9. 助成金の交付

助成決定者に対しては，平成2年5月末日までに研究助成金を送呈する。

10. 助成金の使途

助成金は，推薦書記載の通り使用することを原則とする。なお，経理報告書を平成3年4月中に提出すること。

11. 成果の報告

研究の成果については，平成3年4月中に成果報告を当財団に提出するものとする。また，財団主催の研究会において発表を御願いする。助成金による研究を専門誌に発表する場合には，“財団法人ブレインサイエンス振興財団(英文の場合は，Brain Science Foundation)の助成による”旨を書き添えること。

推薦書提出先および連絡先

財団法人 ブレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重州2丁目6番20号

電話 (03) 273-2565(直通)

第4回塚原仲晃記念賞受賞候補者推薦要領

財団法人 ブレインサイエンス振興財団

1. 趣旨

生命科学の分野において優れた独創的研究を行っている45歳以下の研究者(国内外を問わない。)に対して塚原仲晃記念賞を贈呈する。

2. 褒賞金

贈呈件数は2件以内とし、賞牌ならびに副賞(100万円)を贈呈する。

3. 推薦者

- (1) 関係各学会代表責任者または所属機関の長とする。
- (2) 当財団の理事および評議員とする。

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る。

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し、当財団に提出する。

(複写用紙を用いてもよい。)

6. 推薦締切日

平成元年12月20日(水)とする。

7. 選考の方法

選考委員会において選考し、理事会において決定する。

8. 選考結果の通知

平成2年3月末日までに推薦者および受賞者あて通知する。

9. 塚原仲晃記念賞の贈呈その他

贈呈決定者に対して、別途通知する。

推薦書提出先および連絡先

財団法人 ブレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重州2丁目6番20号

電話 (03) 273-2565(直通)

第3回海外派遣研究助成候補者推薦要領

財団法人 ブレインサイエンス振興財団

1. 趣旨

我が国におけるブレインサイエンスの研究の促進を図るため、国際学会、シンポジウム等への参加、あるいは短期間(6ヶ月以内)の共同研究のための研究者の海外派遣を助成する。

ただし、平成2年4月から平成3年3月の間に出発出来るものに限る。

2. 助成予定額

- (1) 予算として150万円を計上している。
- (2) 1件あたりの助成額は、往復の航空運賃を主とし、50万円を限度として若干件を助成する。

3. 推薦者

- (1) 関係各学会代表責任者または所属機関の長とする。
- (2) 当財団の理事および評議員とする。

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る。

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し、当財団に提出する。

(複写用紙を用いても良い。)

6. 推薦締切日

平成元年12月20日(水)とする。

7. 受入先の承諾書

受入先の承諾書(学会、シンポジウム等参加の場合は、参加証明書または招待状の写を、短期の共同研究の場合は、受入機関または共同研究者の手紙の写)を添付すること。

8. 選考の方法

選考委員会において選考し、理事会において決定する。

9. 採否の通知

平成2年3月末日までに推薦者あて採否を通知する。

10. 助成金の交付

助成決定者に対しては、平成2年4月以降に出発時期に応じて送呈する。

11. 助成金の使途

助成金は、推薦書記載のとおり使用することを原則とする。

12. 成果の報告

帰国後2カ月以内に派遣の成果について、報告書を当財団に提出すること。

推薦書提出先および連絡先

財団法人 プレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重州2丁目6番20号

電話 (03) 273-2565(直通)

第3回海外研究者招聘助成候補者推薦要領

財団法人 プレインサイエンス振興財団

1. 趣旨

プレインサイエンス研究分野において、独創的テーマに意欲的に取り組んでいる外国人研究者の招聘(旅費または滞在費)を助成する。

ただし、助成金は、外国人研究者を招聘する受入責任者に交付する。

2. 招聘の時期

平成2年4月1日から平成3年3月31日の間に外国の研究者を招聘するもの。

3. 助成予定額

(1) 予算として100万円を計上している。

(2) 1件あたりの助成額は、往復の航空運賃または滞在費とし、50万円までを限度として必要額を助成する。

4. 推薦者

(1) 関係各学会代表責任者または受入責任者の所属機関の長とする。

(2) 当財団の理事および評議員とする。

5. 推薦件数

1 推薦者から1件に限る。

6. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し、当財団に提出する。

(複写用紙を用いても良い。)

7. 推薦締切日

平成元年12月20日(水)とする。

8. 選考の方法

選考委員会において選考し、理事会において決定する。

9. 採否の通知

平成2年3月末日までに推薦者あて採否を通知する。

10. 助成金の交付

助成決定者に対しては、平成2年4月から必要に応じて受入責任者に送呈する。

11. 助成金の使途

外国人研究者招聘助成金は、推薦書記載のとおり使用することを原則とする。

12. 成果の報告

招聘の成果について、招聘後2ヶ月以内に受入責任者より報告書を当財団に提出すること。

推薦書提出先および連絡先

財団法人 プレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重州2丁目6番20号

電話 (03) 273-2565(直通)

1990年度**山田科学振興財団研究援助候補推薦要領****援助の趣旨及び内容**

1. 本財団は、自然科学の基礎的研究に対して研究費の援助をします。実用指向研究は援助の対象としません。

2. 援助額は1件あたり300~700万円、総額6,000万円。援助総件数は10件程度ですが、学会からの推薦及び本財団関係者からの個人推薦の中から選考

します。

3. 援助金を給与にあてることはできませんが、他の使途は自由です。

4. 援助金の使用期間は、贈呈した年度及びその次の年度の計2年度間とします。

推薦方法

- イ. 推薦者 本財団が依頼した学(協)会の代表者
- ロ. 推薦件数 1 推薦者ごとに2件以内
- ハ. 推薦手続 推薦者は、以下の書類を整え、ご送付願います。
 1. 所定の推薦書用紙又はその写しに必要事項を記入したもの 4部
 2. 添付書類(研-5 ページ参照)

記載上の注意

- イ. 紙面不足のときには、同型同大の別紙で追加して下さい。
- ロ. 研-1 ページ欄外の脚注には記入しないで下さい。
- ハ. 代表研究者は、所属のある場合、当該所属の長から本援助の申込をすることについての承諾を得て下さい。

推薦締切期日 本財団へ推薦書が到着する締切期日は1990年3月31日です(学会締切1990年2月末日)。

選考方法 選考委員会において選考のうえ、理事会が決定します。

選考結果の通知 1990年7月迄に推薦者及び代表研究者等にあてて通知します。

援助金の贈呈 選考結果の通知後、適時贈呈します。

推薦書送付先及び連絡先

財団法人 山田科学振興財団
(Yamada Science Foundation)
〒544 大阪市生野区巽西1丁目8番1号
電話 大阪(06)757-3311(代表)

研究の成果又は会計の報告

援助金の受領者に対して、必要に応じ、研究経過、

研究成果、又は会計について報告書の提出又は発表を求めます。

付

- イ. 援助金の使途を変更する場合には、予め本財団の承諾を得て下さい。
- ロ. 研究成果を文書によって発表される際には、本財団(財団法人 山田科学振興財団, Yamada Science Foundation)の援助による旨を記載し、報文の類いにあつてはその別刷1部、また著書の類いにあつてはその1部をご寄贈願います。
- ハ. ご提出いただきました推薦書及び添付書類は、お返しいたしません。

研究者各位へ

推薦者の項に対応する学(協)会は次記のとおりです。学(協)会により締切期日及び募集方法等が異なりますから、代表研究者は応募の際、各学(協)会にお問い合わせ願います。

日本天文学会	日本生理学会
日本物理学会	日本遺伝学会
応用物理学会	日本分子生物学会
日本金属学会	日本動物学会
地球電磁気・地球惑星圏学会	日本細胞生物学会
日本化学会	日本生物物理学会
高分子学会	日本発生生物学会
日本農芸化学会	日本植物生理学会
日本薬学会	日本植物学会
日本生化学会	日本免疫学会

日英合同生理学会(第1報)

日本生理学雑誌51巻8・9号に掲載されておりますように、第66回日本生理学会評議員会・総会におきまして日英合同生理学会の当番幹事として私が選出されましたので、日英合同生理学会のこれまでの準備状況をお知らせし、今後この欄をかりてお知らせしていくつもりです。1989年8月16日付で英国生理学会集會担当常任幹事の Dr. D. Cotterrell から私宛てに手紙が送られてきましたので、それに添ってこれまでの準備状況をお知らせ致します。

1. 期日

1991年7月19日(金)および20日(土)

会場、宿舎、夕食会などの予約の都合によって、場合によっては多少変更があるかもしれない。

2. 場所

ケンブリッジ大学

3. 発表申込み締切り予定日

1991年1月

4. 抄録の受けと発表の形式は英国生理学会の規制による。即ち、口演後に会場の出席者の挙手によって

その発表が The Journal of Physiology に掲載するのに適切であるかどうかを決める。今回は、日本生理学会会員も英国生理学会会員と同様の投票権を有する。

5. 発表の際特に留意しなければならない点は、実験動物の取扱いである。英国の実験動物取扱い規定は大変厳しく、副座長は主として発表者の実験動物の取扱い特に麻酔法を厳しく判定するので注意を要する。この点に関しては、現在 Dr. D. Cotterrell に関係資料を請求しているので第2報以降で詳しくお知らせする予定である。

6. 会費その他の払込み

予稿、予約書類および食料、宿泊料、参加費の前払いは、英国に直送するのではなくて、1991年4月中旬までに菅野のところに全て送っていただき、全部まとめたうえで私が英国に送るという手続きを要求されている。

7. 学会日程

7月19日 午前は口演、午後は実験示説とポスター、夕方にはレセプションとディナーが予定されている。

7月20日 午前中から午後1時まで口演

口演とポスターの研究分野には特別な制限はないが、場合によっては特定の主題の発表をまとめることも考えられる。この詳細は1990年1月ぐらいに詳しく発表する。

8. 合同生理学会に先立ち、1991年7月17日(水)と18日(木)にサテライトシンポジアを開催することが予定されている。これらのシンポジアの演者は予め招待される。シンポジアの予稿は合同生理学会予稿集に収録されるが、The Journal of Physiology には掲載されない。現在、予定あるいは申込みがあるシンポジアは下記のとおりである。

分 泌 世話人 Manchester 大学
R. M. Case 教授

心 筋 世話人 Oxford 大学 D. Noble 教授
光受容器 世話人 Cambridge 大学
Dr. P. McNaughton
神経内分泌 世話人 Dr. R. G. Dyer (このシン
ポジウムは Cambridge 市
郊外の Babraham 校で開催
される。)

日英合同生理学会は以上のような内容で開催にむけ準備が進められておりますが、この合同生理学会の最初の企画は昨年2月に Case 教授が生理学研究所(岡崎)の研究会に参加された折に私との間で話合われ、Case 教授は1991年9月 Manchester での開催を強く希望されており、これまで英国側の日程と開催場所の調整に少し時間がかかり、上述のような決定をみた次第です。今年のヘルシンキでの国際生理学会の折に、産業医大・山下 博先生が Dr. D. Cotterrell に直接お会いになり、具体的計画が進展しました。紙上をかりて感謝致します。

さしあたって日本からこの合同生理学会に参加するご希望の方のおおよその人数を知りたいと思いますので、教室あるいは研究室単位でご希望の方および同伴予定の方の氏名、あるいは人数だけでも下記宛て今年の10月31日までにお知らせいただければ幸いです。その際、この合同生理学会に対するご希望やサテライトシンポジアなどの計画も付記していただきたいと思えます。

〒060

札幌市北区北18条西9丁目

北海道大学獣医学部獣医生理学講座

菅野 富夫

TEL 011-716-2111(内線5199)

FAX 011-717-7569

日本生理学会会費払込みについてのお願い

本年度会費 7,000円未納の方には振替用紙を封入してございます。ご納入下さいますようお願いいたします。本会の年度は1月～12月です。退会の場合、前年度11月末日迄に御連絡下さい。

所属の変更等で会誌の発送先を変更なさる場合には、何卒事務所にお知らせ下さるようお願いいたします。

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番

お詫び

第51巻8・9号1989には、第66回日本生理学会大会目次を掲載しましたが、17. 体性・化学感覚中の2A1445～3A1430(予稿集)が欠落してしまいました。

就きましては、その分を印刷し本号(10号)に差しはさみしましたので、265頁に追加添付して下さい。

〔編集後記〕

残暑、なお厳しき候、日本生理学雑誌、51巻10号をおとどけいたします。総説は川喜田健司教授のご寄稿です。針灸医学研究の分野において極めて重要な課題とされながら、従来の針鎮痛の研究でほとんど手付かずになっているのが、いわゆるツボの問題であります。この事につきましての、御労作であります。原著は尾崎昭弘教授のVFRの鍼灸刺激による抑制についての論文であります。教育論文は、松波謙一教授、川島卓講師御共著の実験動物を用いての慢性実験の動物制御用プログラムにおけるbasicの有用性について、の貴重なご寄稿をいただきました。その他、会報、お知らせ等を掲載し内容豊かな号となりました。

挨拶が遅れましたが、小生、旭川医大の黒鳥教授の後任として平成元年4月より編集委員のご指名をいただきました数であります。仕事始めはJpn. J. Physiol.のsupplement(大会抄録掲載)原稿のレフェリーでありました。アブストラクトホームとはいえ、件数も多く、額に汗しつつ丁寧に朱を入れさせていただきました。このsupplementを通して日本の生理学界の現状、アクティビティ等を諸外国に知ってもらう訳ですから大変緊張いたしました。

学会会員各位におかれましてはヘルシンキのIUPSコンGRESS、また欧州各地で開催されました各専門分野のサテライトシンポジウムなども終えられ、ホッとされている頃か？あるいはホッとする暇もなく教育研究に大車輪という所でしょうか？

今年は、当札幌医科大学が指名されまして、第9回国内医科大学視察と討論の会をお世話いたしました。懸田理事長はじめ医学教育振興財団のお歴歴と、全国の各医科大学等より、臨床、基礎含めほぼ2名ずつの教授方、100名余御参加をいただきました。卒前、卒後教育、入試制度、一般、基礎、臨床の各教育過程、国試対策、学生による教育の評価、あるいは病院経営に至るまで、札幌医大としましては我身の全てを晒しての話題提供、という事でした。第一日目の夜、日本生理誌の2名の編集委員をも含めて、生理学担当の6名の教授をお迎えし、一夜サッポロビールを豪快に干しながらの生理学の在り方等につきましての、活発な且つ熱い意見交換は、きわめて貴重なものでありました。

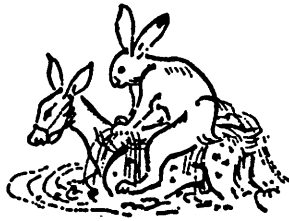
開道120余年来、500万の北海道民ひとしく熱望してまいりました青函トンネルもめでたく貫通いたしました。政治、経済、文化などにいわゆるトンネル効果が大いに期待されている所ですが、学術面でも人間の交流でも又研究費補助なども、そうあって欲しいと思っております。

台風一過、科学研究費補助金申請の季節となりました。ワープロと電卓相手の経済大国ニッポンにふさわしい、祈りを込めての作業が始まります。これが終わりますと、宮崎医科大学で開催されます第67回日本生理学会大会の演題締め切りが、まさに迫ってまいります。

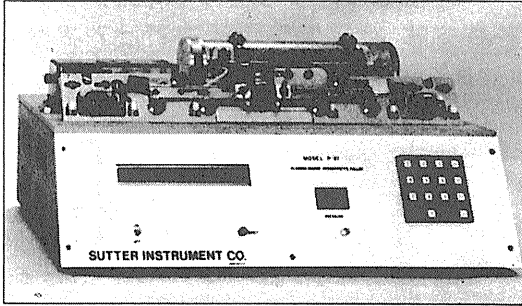
諸事万端、生理学会会員各位の一層の御発展を心より祈念いたします。(藪 英世)

— 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
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)	村 上 恵(中・四国)
堀 哲 郎(九 州)		



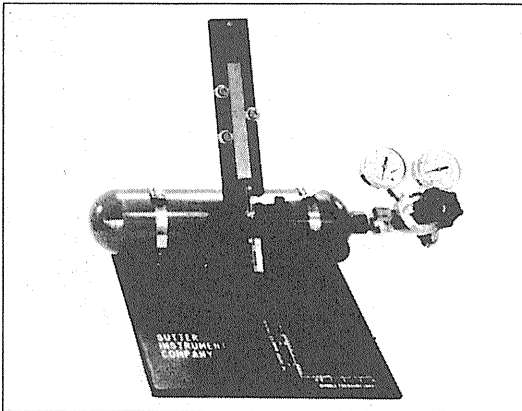
マイクロ・インジェクション手法にとっては、良好な微小電極の入手が必須条件です。



米国サッター社製プラーP-87型は、下記1, 2の電極を1台で作成します。

1. 細胞内に注入するための先端部が鋭利な電極。
(標準で0.06ミクロンを出荷の際に引き、SEMにての写真を添付してきます。)
2. ホールドさせるための先端部を鈍化させ、陰圧にて吸収する電極。

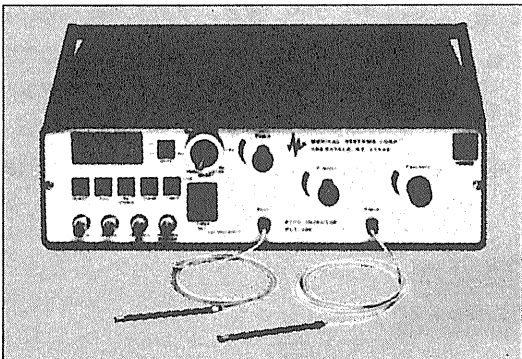
マイクロ・インジェクション手法にとっては、チップ径の測定が必須条件です。



米国サッター社製チップ径測定装置LW-87型は、従来の電極抵抗値より推測する方法に比べ正確で、下記の特長があります。

1. ガラス電極を破壊せずにチップ径の測定ができる。
2. 電子顕微鏡での測定が必要ありません。
3. 電極の材質や形状、とくに内径/外径比に影響なく測定できます。

マイクロ・インジェクション手法にとっては、正確な圧力と時間が出せるインジェクターが必須条件です。



米国メディカル・システム社製ピコ・インジェクターPLI-100型は、完全なデジタル化により、その精度は他社製品を圧倒します。

《特長》

1. 供給ガス圧に含まれる油、水分等を除去する入力フィルターを標準装備。
2. ピペットをはずさずに注入薬物を吸引し、インジェクションができるフィル機能。
3. ピペットが詰まった際に威力を発揮するクリアリング機能。



ショーシンEM株式会社

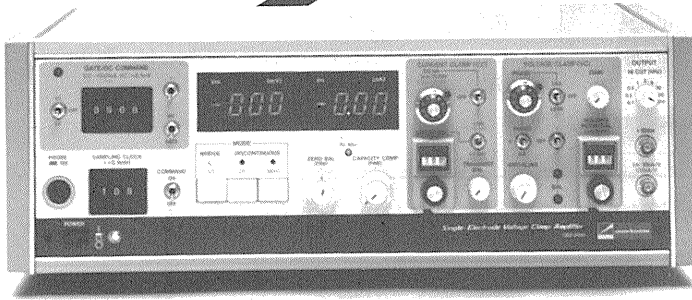
〒444-02 岡崎市赤浜町蔵西1-14

TEL (0564) 54-1231 代表

FAX (0564) 54-3207

単電極膜電位固定用増幅器 CEZ-3100

サンプリング法により1本の電極で電圧クランプ、電流クランプができます。従来の2電極法ではできなかった微小細胞に最適です。

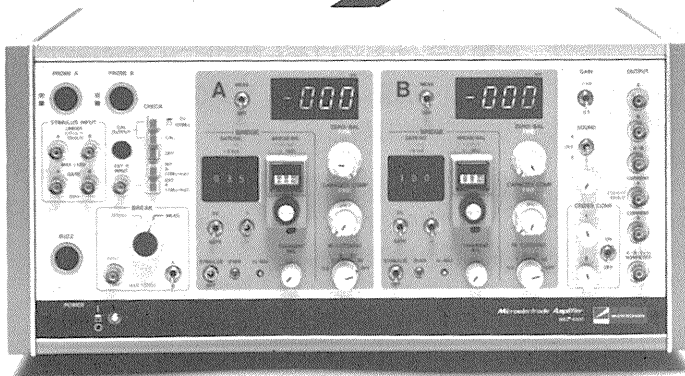


本装置は、単電極ボルテージクランプ SEVCに必要な種々のコントロール機能を使いやすくまとめました。同時にブリッジ法、サンプリング法によるカレントクランプも可能ですので、1台で単電極の誘導から電流クランプ、電圧クランプまでの全てができます。

- 特長
- 低入力容量、ローノイズの専用小型プローブ
 - サンプリング前の波形モニタ可能
 - SEVCでの正確なホールディングポテンシャルの設定可能
 - 多様な刺激コマンド設定部
 - 電極刺入を容易にするバズ機能(オプション)

微小電極用増幅器 MEZ-8300

一段と使いやすく、高機能化された2チャンネル型の微小電極用増幅器です。



本装置は、完全2チャンネルのマイクロアンプで、プローブの小型化をはじめとして使いやすさを追求したものです。プリアンプ、カレントクランプアンプとして幅広くお使い頂けます。プローブは3種類用意してありますので目的に応じて選べます。

- 特長
- 2チャンネルとも誘導、通電が可能
 - マニピュレータに直接取付可能な3種類の小型プローブ
 - クロス・コンベンション可能
 - 電極チェックが簡単です。
 - 電極の刺入状態が音によりモニタできます。
 - 電極刺入を容易にするバズ機能(オプション)ができます。

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
☎03-95311181

先進技術を医療に

Human-touch Technology

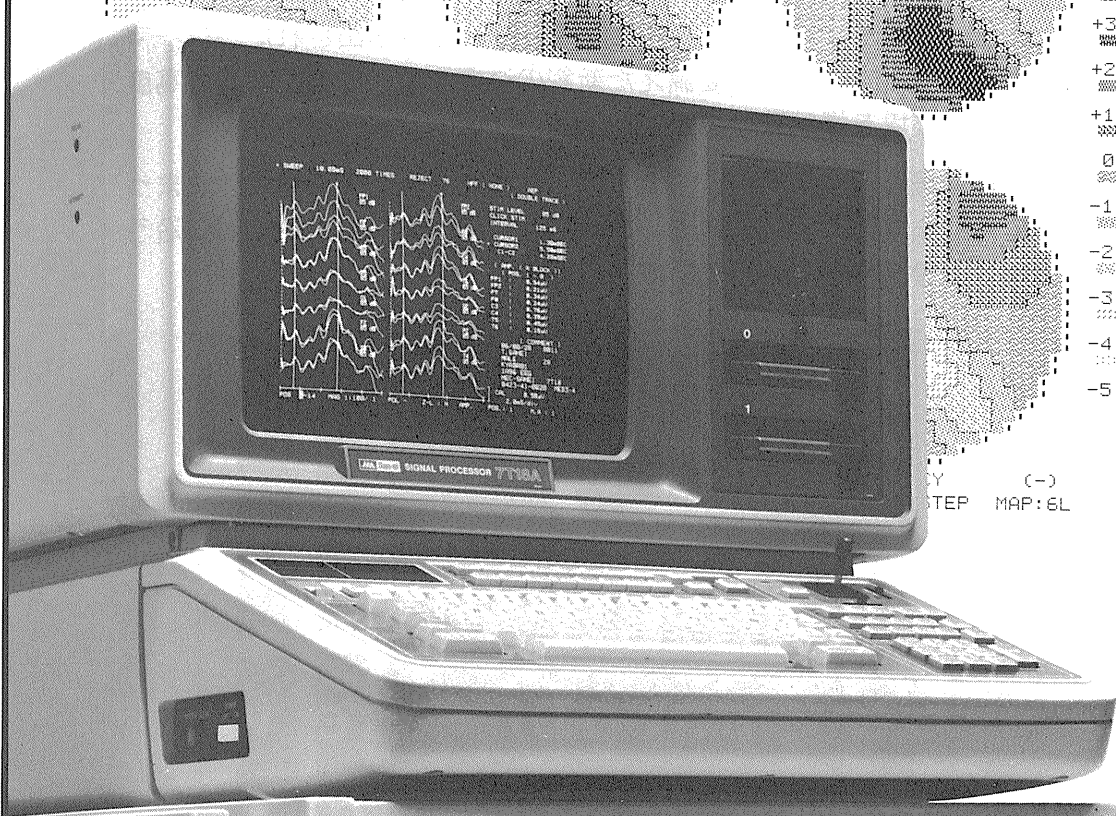
936μS

1ms

スピードが、グラフワークが、
生体信号処理をかえた。

+5
+4
+3
+2
+1
0
-1
-2
-3
-4
-5

Y (-)
TEP MAP: 6L



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



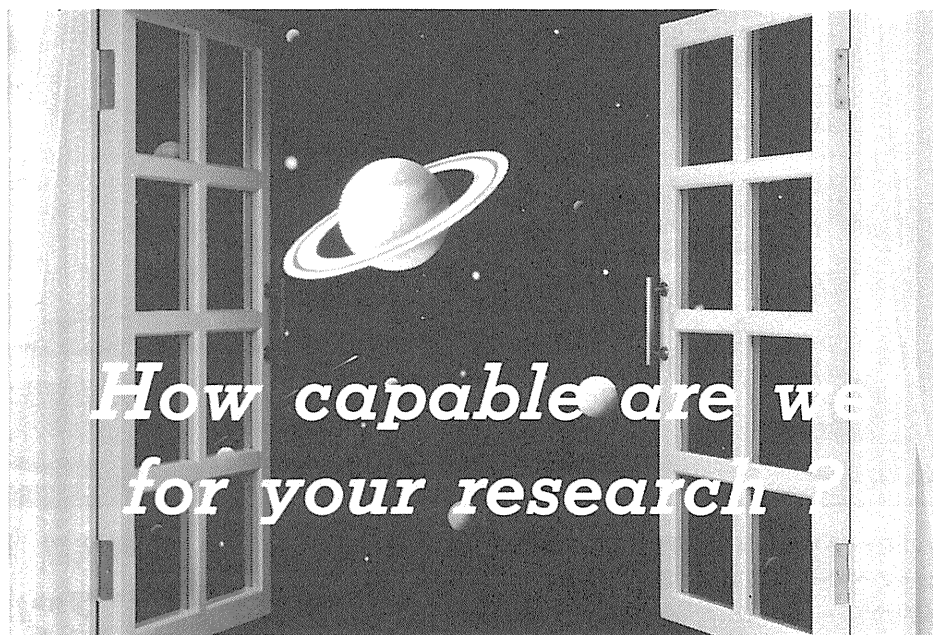
日本電気三栄

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 ☎03(5684)1413

MRE-明邦交易は、新しい 研究手段を提供したいと考 えています。

先進のコンピューター技術と経験に基づいて生み出された、マン-マ
シン インターフェイスを備えた新鋭の装置を使っての能率的で高度
な研究環境を提供致します。

生体信号処理システムについては、基本的なシステム構成は決まっ
ておりますが、解析の詳細については、個々の先生方の希望に沿う
形で、設計させていただいております。



輸入・開発・製造元

Medical Research Equipment Co., Ltd.

総販売元

明邦交易株式会社 メディカルシステム部

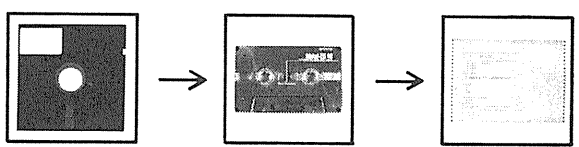
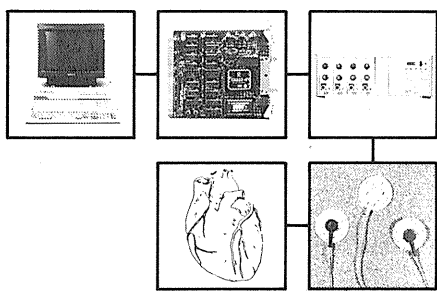
〒104 東京都中央区銀座6-9-7

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

MRE-明邦交易が現在販売している生体信号処理システムの中から、心電図解析、脳波解析を例として示します。心電図に対しては、R-Rヒストグラム、R-RのFFT解析、アベレージングなどの解析、脳波に対しては、16CHまでのモニター、FFT、相関解析、アベレージング、マッピングなどの解析が可能です。本システムは、既にお手持ちの心電計、脳波計、ポリグラフなどに接続して使用することも可能です。

心電図解析 A. システムα

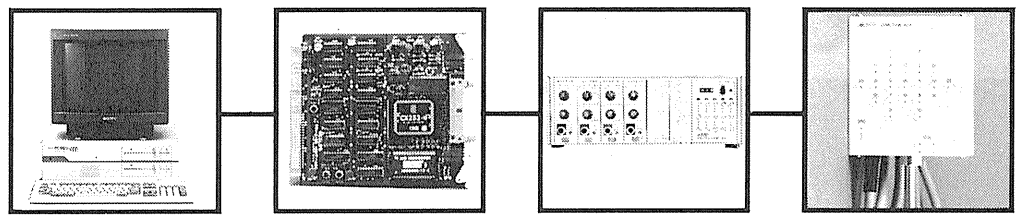
B. システムβ



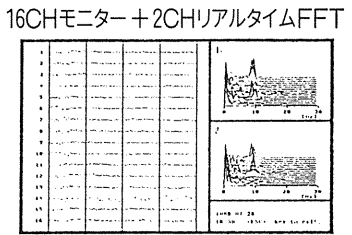
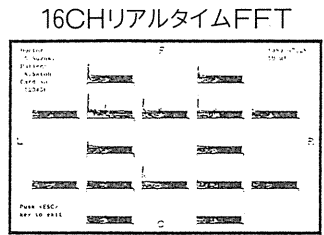
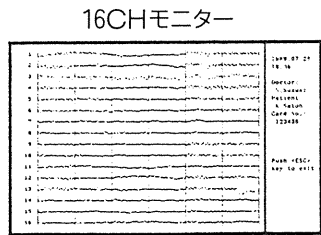
主な取扱製品

- 生体信号処理システム
- ラット記憶研究用放射状迷路
- ホルター心電図解析ソフト
- 小型直流電源(CH.BEHA社、西独製)
- 小型ソリッドステート負荷装置(◇)
- エレクトロカニューラスリップリング(開発中)
- 薬理学、生理学研究用各種システム

脳波解析



表示画像の一例 (印字装置への出力も可)



イメージリサーチ社製

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一部と、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**

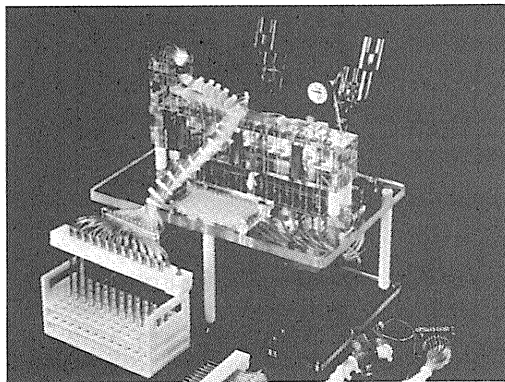
〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル ☎03(241)2444(代)
〒532 大阪市淀川区西中島5-7-19 第7新大阪ビル ☎06(302)1277(代)

新発売

BRANDEL

あのブランドールが 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ドー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

米国ブランドール社
日本総代理店

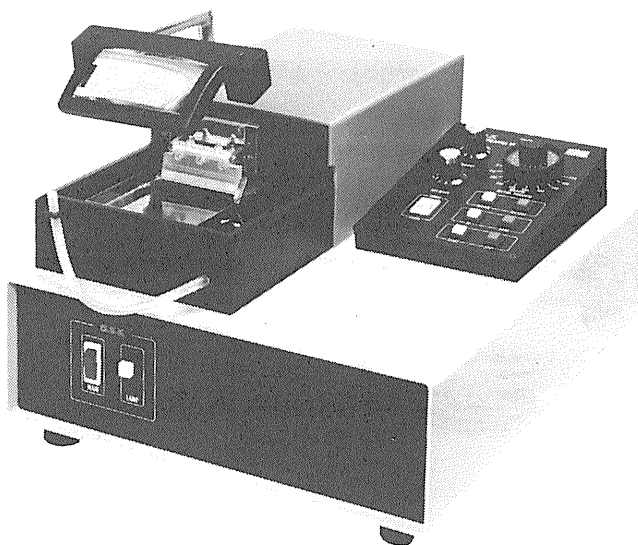
室町機械株式会社

〒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)

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マイ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・サルの全脳までも貼付可能なワイドな試料台(70×70mm)。
- 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 京都市左京区静海市原町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

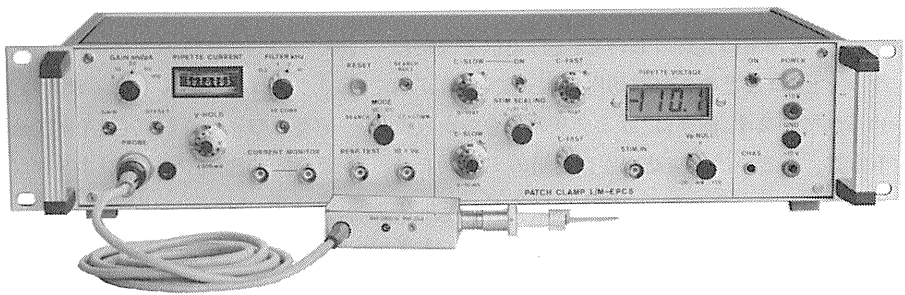
パッチクランプシステム EPC-7



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6番2号トリサクビル5F
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

神経科学研究機器



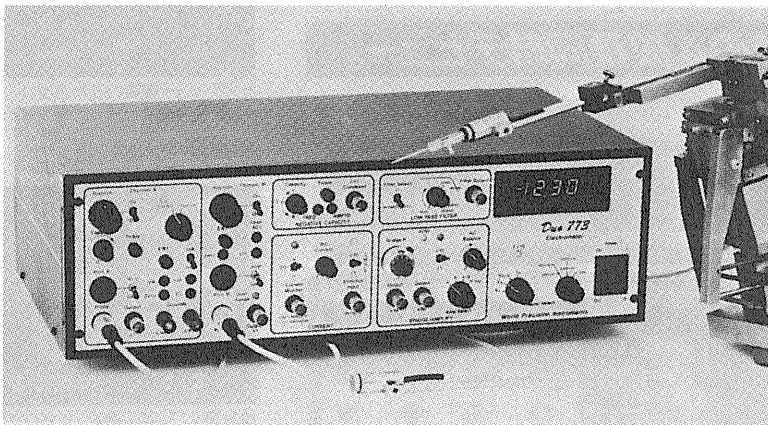
〈新製品シリーズ〉 低価格・高性能で新発売

■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。

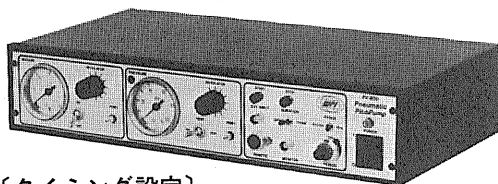


《新機能》

- 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

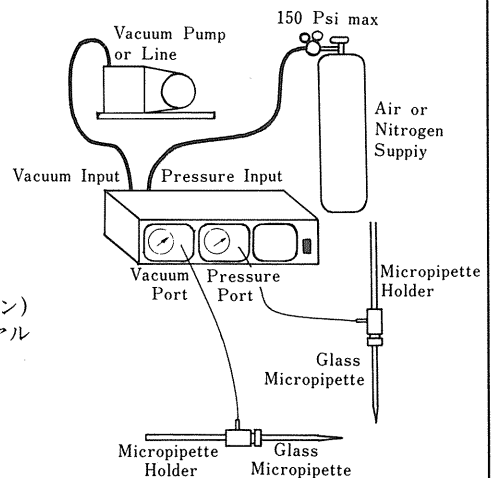
■細胞内／細胞外用マイクロインジェクション 気圧式ピコポンプ

Pneumatic PicoPump PV-820/PV-800



〔タイミング設定〕

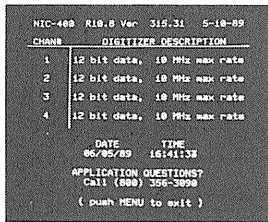
- 期間モード GATED(入力シグナルによる)
TIMED(内蔵時計による)
- パルス始動 手動、外部入力及びフットスイッチ(オプション)
- パルス幅 TIMEDモードで10msec~10sec(10回転ダイヤル設定) 最低設定幅は設定圧による。
(ex. 8msec at 0 psi, 3msec at 100psi)
- 精 度 フルスケールの0.1%
- 外部入力 +5 VTTL-compatible (BNC)
- モニター出力 +5 VTTL-compatible(BNC)



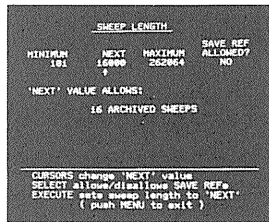
BNC

バイオリサーチセンター株式会社

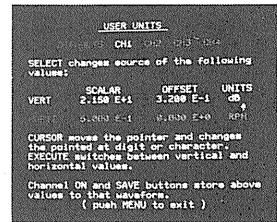
本社 名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX 052(932)6755
東京 東京都江戸川区東葛西5-1-15(第2 頼長ビル403号) ☎ 03(878)6471



4チャンネル入力:各チャンネル毎に独立したA/D、メモリ



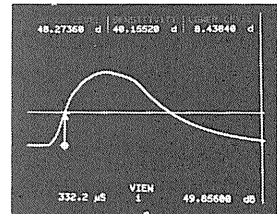
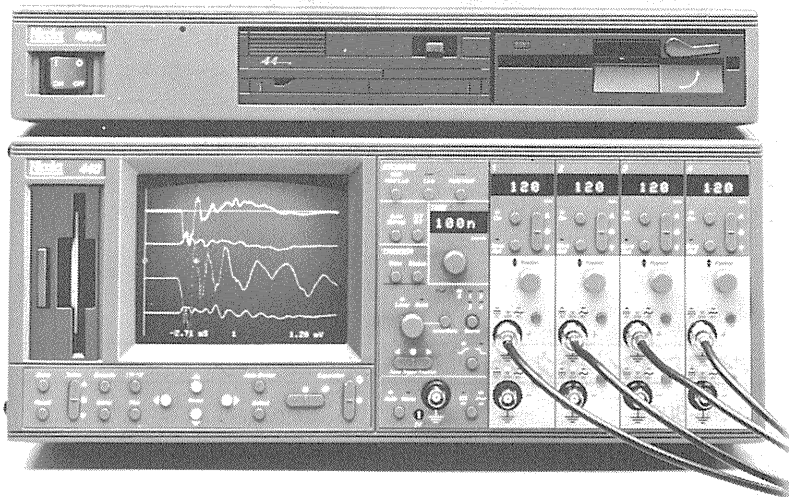
256Kワード/ch:最大1Mワードを自由にメモリ分割(16分割例)



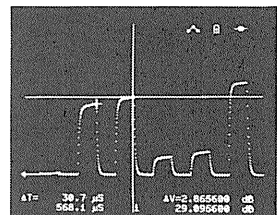
工学単位変換機能:各チャンネル毎に任意の単位、オフセット値を設定

4ch同時入力、256Kワード/ch、ハード・ディスク搭載。

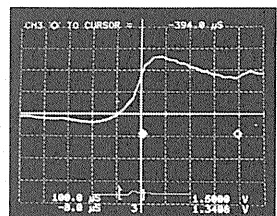
高速/高分解能の4機種同時デビュー。



トリガ・ビュー機能:トリガ感度、レベル、極性を画面に矢印と数値で表示



相対値(ΔT, ΔV)測定:任意の点間の時間、電圧差を表示



エレクトリック・グリッド表示:画面下部に拡大インジケータで全体像表示

System 400シリーズは256Kワード/ch(最大1Mワード)のロングメモリを搭載した高性能デジタル・オシロスコープです。この大容量メモリにより、高速サンプリングで長時間の4現象を同時に連続して測定・処理することができます。さらに、大量データを扱うためのハード・ディスク・オプション、各種インターフェイス群やMS-DOSフォーマットの採用など従来にはない機能を満載しています。波形解析演算は、ニコレーの豊富なライブラリからフロッピー・ディスクで供給。リンク機能で信号捕捉から演算までの連続自動測定も行えます。また、任意に設定した単位でデータを直読する工学単位変換機能や"OR"トリガ機能、ユニークな波形拡大インジケータなど、より使いやすさを追求したシステム設計です。System 400シリーズは高速タイプ、高分解能タイプそれぞれに2チャンネル、4チャンネル入力カタイプの合計4機種。アプリケーションに応じて選択ください。

〈仕様〉

モデル	430	440	450	460
チャンネル数	2 ch	4 ch	2 ch	4 ch
入力方式	差動入力		シングルエンド	
垂直分解能	12ビット(0.025%)		8ビット(0.4%)	
サンプリング速度	10MS/秒(100ns)		200MS/秒(5ns)	
メモリ容量	64Kワード/ch(256Kワード/ch オプション)			
定価(消費税別)	¥2,700,000	¥3,800,000	¥2,200,000	¥3,500,000

デジタル・オシロスコープ

System 400 シリーズ



ハード・ディスク・オプション:44Mバイトの脱着式バルヌイ・ディスク搭載

Nicolet

ニコレー・ジャパン株式会社

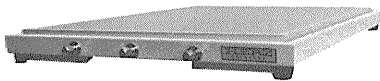
INSTRUMENTS OF DISCOVERY 〒153 東京都目黒区東山1丁目1番2号 東京 ☎03(715)2551・大阪 ☎06(863)1550・名古屋 ☎052(741)2151

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。



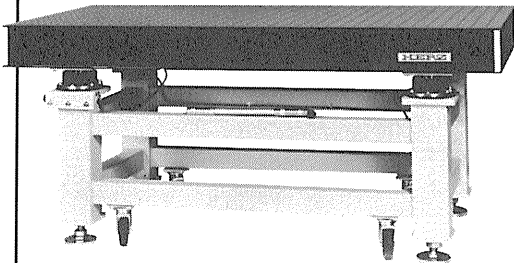
●卓上型空気ばね式防振台 ST-45



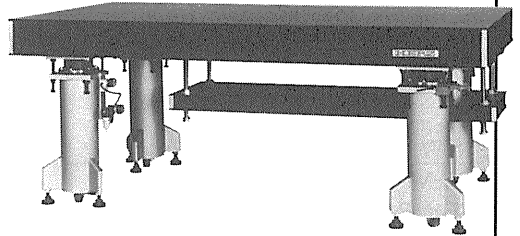
●卓上型空気ばね式防振台 ST-65



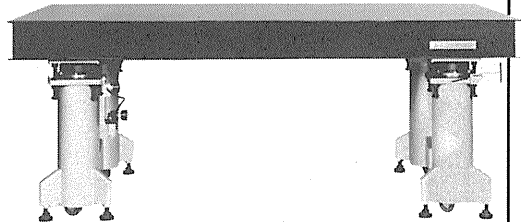
●卓上型空気ばね式防振台 LHA-300



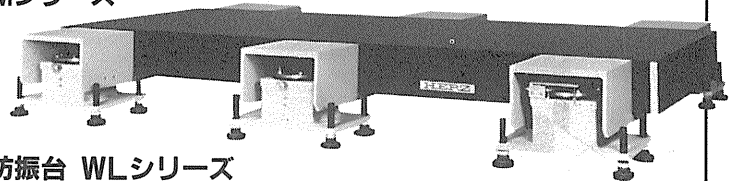
●大形空気ばね式防振台 LA・LMシリーズ



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

KITAZATO®

顕微鏡用透明加温板

マイクロウォーム・プレート®

Microwarm Plate PAT. P

NEW DCシリーズ



安定した一定温度のもとでの細胞培養や、細胞電位。
又、小動物の生体電流の精密測定に。

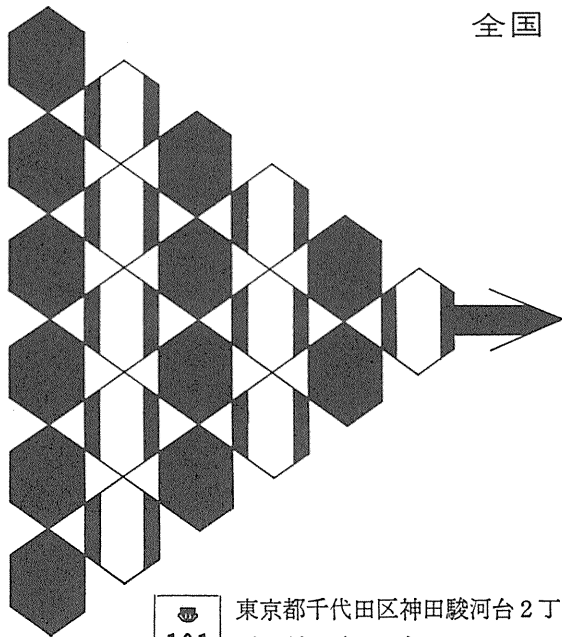
- 安定した一定温度の透明加温板
透明なガラス板の面全体が発熱体で、フィードバック方式によりガラス面の温度を精密にコントロール(±0.2°C)。又、定温状態における歪が改善されました。
- 細胞培養時や微生物の観察・研究に
- 細胞電位や小動物の生体電流の精密測定が可能
プレート、コントローラーともに特殊なシールド加工を行い、電気的なノイズを徹底的にカットしました。それにより、単一チャンネル電流を精度よく測定記録できます。(ノイズレベル：1kHzフィルター使用時で0.3pA、2kHzフィルター使用時で0.6pA)
※特殊仕様のご要望はご相談下さい。

NEW DCシリーズ	加温面の大きさ	ガラスの厚さ
DC-MP10DM	84×106mm	1.0mm
DC-MP100DM	170×255mm	1.0mm
DC-MP300DM	170×255mm	3.6mm

製造 株式会社 北里サプライ

発売元 株式会社 北里サプライ
営業部 ●静岡県富士宮市万野原新田3518-7 〒418
TEL.0544(27)8831 FAX.0544(27)6060
東京出張所 ●東京都北区赤羽2-70-4-201 〒115
TEL.03(903)7410

全国 医学・薬学・化学・雑誌広告取扱
本誌 広告 取扱



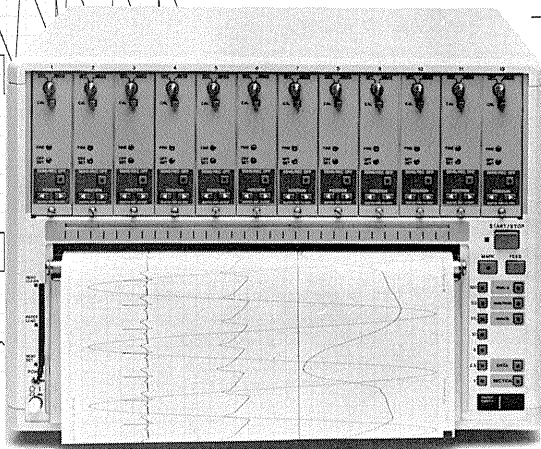
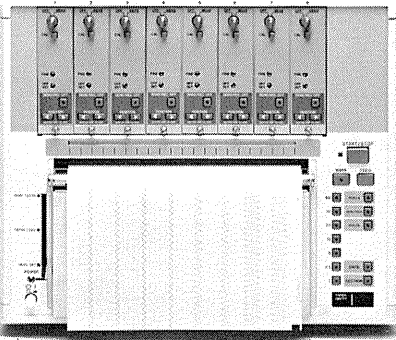
各学会の雑誌、抄録、プログラム及び名簿
等の印刷並に広告掲載のお世話を致します

広告代理店

東京都千代田区神田駿河台2丁目9番地
101 電話 (292) 6961 (代表)

日本医学広告社

RTA-1200(8ch)



RTA-1300(12ch)

ポリグラフィックな記録に新時代を拓く。

サーマルアレイレコーダ

RTA-1000シリーズ

RTA-1100(4ch)

RTA-1200(8ch)

RTA-1300(12ch)

最大12チャンネル、記録幅は300mm(RTA-1300)。

DC~10KHzの高f特性、ワイドな記録速度1mm/h~200mm/s。

RTA-1100(4ch)

サーマルアレイテクノロジーを極めて、いま新登場。

RTA-1000シリーズは、シグナルコンディショナ(●バッファアンプ ●直流アンプ ●高感度直流アンプ ●交流アンプ)を搭載、各種電気現象などを搭載、鮮明・高忠実度記録。

ダイナミックなオーバラップ記録も、インパルス等の高速記録も、昼夜にわたる長時間の超低速記録も、自在にこなします。

しかも、アンプと一体化してコンパクト、コストパフォーマンスもグンとアップしました。

ポリグラフィックな記録に新時代をもたらす、魅力のサーマルアレイレコーダです。

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 宣伝課

詳しい資料を用意しております。
お気軽にご請求下さい。

