

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

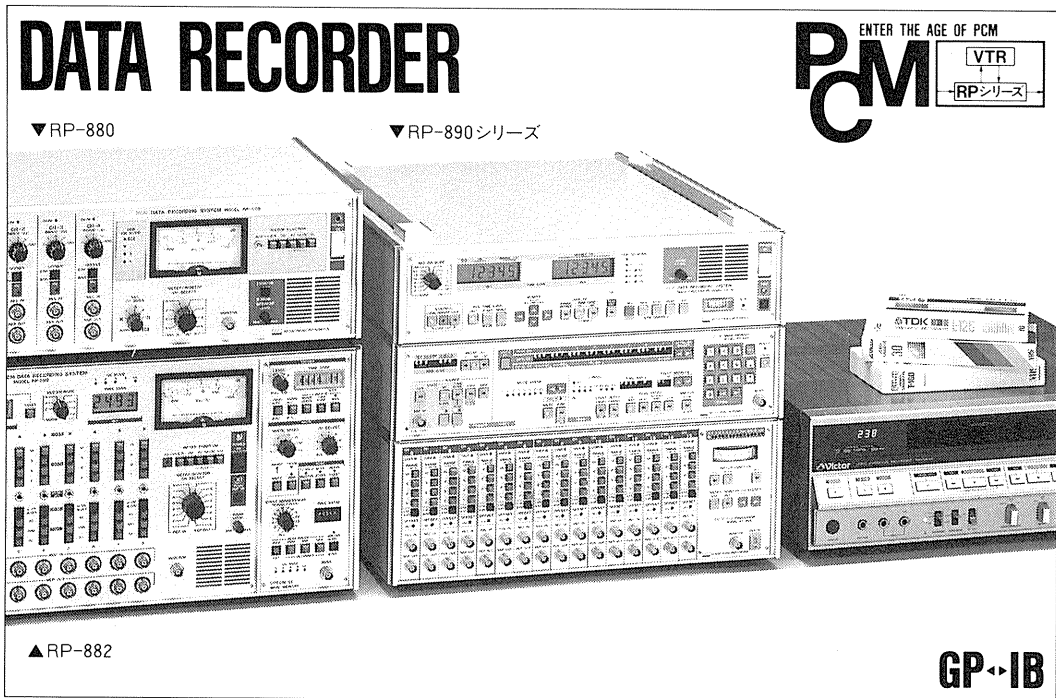
47巻

11号

1985

田村喜弘京都大学名誉教授・島根医科大学名誉教授略歴	703
総説	
板東武彦：焦点調節系と瞳孔調節系の中樞神経支配	705
原著	
中野慶子，市河三太，駒林隆夫，井沢鉄也，坪井 実：イヌ顎下腺における酸素摂取の 亢進とアミラーゼおよびシアル酸分泌との連関について	718
海外だより 「The international symposium to debate current issues in thermal physiology」に出席して(村上 恵)	727
生理学の広場 生理学会のむかし話(若林 勲)	729
お知らせ RAMBIOS 購読のおすすめ(亙 弘)	731
会報 JJP 編集委員会委員の選出法規定	731
第86回 JJP 編集委員会議事録	732
JJP Technical Note についてのお知らせ(JJP 編集委員会)	732
第63回日本生理学会大会(山形)当番幹事からのお知らせ	733

エヌエフのデータレコーダが
PCM方式なのは、
PCMにしか出来ないことが、
いろいろあるからです。



エヌエフの《PCMデータレコーディングシステムRPシリーズ》なら、

- ① データの品質が素晴らしい。〔テープ、メカ性能に影響されないPCM方式だから〕
- ② ランニングコストが安い。〔市販のVTRやカセットテープを使うシンプル・システムだから〕
- ③ 多現象の同時記録ができる。〔最大128チャンネルまで拡張可能だから〕
- ④ 取扱いが簡単。〔ゼロ点調整などが不要だから〕

など、PCM方式の圧倒的な利点の上に、エヌエフならではのアイデアが満載されています。

《PCMデータレコーディングシステムRPシリーズ》には、

- 4チャンネルの普及モデル《RP-880》
- 8チャンネルの標準モデル《RP-882》
- 多チャンネルの最高級モデル《RP-890シリーズ》

が用意されています。詳細は、045-542-0411まで、お気軽にお問い合わせください。

エヌエフ

株式会社エヌエフ回路設計ブロック

本社・工場：横浜市港北区綱島東6-3-20 〒223 TEL.045(542)0411(営業直通)
札幌011(281)4120 水戸0292(52)4411 千葉0472(43)3161 西東京0425(73)1277
名古屋052(701)3136 大阪0726(23)5341 広島082(263)8431 福岡092(411)4301



田村喜弘 京都大学名誉教授 略歴
島根医科大学名誉教授

大正3年3月13日	和歌山市金谷に生まる	昭和39年4月	岐阜大学評議員
昭和10年3月	第四高等学校卒業	昭和44年4月	京都大学教養部教授
昭和16年3月	京都帝国大学医学部医学科卒業	昭和47年10月	京都大学体育指導センター所長
昭和16年4月	京都帝国大学医学部副手	昭和51年12月	京都大学名誉教授
昭和17年2月	京都帝国大学医学部助手	昭和51年12月	島根医科大学副学長
昭和21年6月	京都帝国大学医学部講師	昭和59年3月	島根医科大学副学長任期満了
昭和23年3月	京都帝国大学医学部助教授	昭和60年9月6日	心筋梗塞のため、京都大学付属 病院で逝去
昭和36年1月	岐阜県立医科大学教授（生理学 第二講座担当）		従三位に叙せられ、勲二等瑞宝 章を授与さる
昭和39年4月	岐阜大学医学部教授		

田村喜弘先生を偲んで

我が国の運動生理学の先駆者の一人として尊敬し、また同門生として公私共に45年間の親交を続けてきた先輩を失った深い悲しみは、とうてい筆舌に尽くせるものではありません。

まさに青天の霹靂ともいふべき出来事は、1985年8月16日に起こりました。京都大学体育指導センターの一室で、WHO 世界健康百科を監修執筆中に心筋梗塞発作をおこされ、直ちに京大付属病院へ入院されたのですが、3週間の闘病生活の後、9月6日、薬石効無く世界されました。CCUでの治療が効を奏し、一時はリハビリ・プログラムを組まれていたほどであったし、平素も健康そのものと思われていただけに、関係者一同の驚きは大変なものでした。

田村先生の業績は「体力ならびに疲労の研究」など、スポーツ医学領域で極めて高く評価されているところですが、そのほかにも一専門分野にとどまらず、医学教育全般の近代化や改善についても大きな功績を残されました。戦中戦後の混乱期にあって医学教育カリキュラム改善、生理学学習の充実などの難問題に取り組み、また国立滋賀医科大学設立に際しては創設準備委員会の専門委員として参画され、さらに島根医科大学副学長として、今日の同大学の磐石の基盤を築かれるなど、日本医学会への貢献度は並々ならぬものがありました。

それらのことは先生の深い学識と円満な人格が織りなす人徳に加えて、生来、人々の陣頭に立って指揮統率する天賦の才があったためと思います。すでに学生時代から友人間でも信望厚く、第四高等学校では名寮長として知られ、京都大学医学部同窓生の会では常任幹事を代表して全員掌握の重責にあったことを見ても頷けるところです。

先生の業績に関しては上記の略歴が物語っており、いまさら多くを語る必要もないので、履歴に現われていない先生のプロフィールの幾つかを記して、生前を

偲ぶよすがとしたいと思います。

先生は几帳面な人でした。幼少の頃から毎日欠かさず続けておられた日記からも、その一端がうかがえます。今回入院されてからも病床にあり乍ら、毎日の出来事を細々と書き綴られており、臨床検査をされた項目とその時間まで克明に記されていました。入院中は表向き面会謝絶で、誰にも知らせないで欲しいと言われていましたので、已むを得ない時だけベッドサイドまで忍んで行って、手短かに連絡していました。最後に先生の顔を見たのは何日であったか、どうしても思い出せなかった私ですが、最近、病床での日記を拝見する機会を得て、あらためて感嘆し涙したものです。「8月28日午後5時、万井君来る……」と、何時もよりやや乱れた字体ではありましたが明瞭に記されていたからです。

先生は花作りが好きでした。庭に出て四季の花の世話をするのが何よりの楽しみであったようです。それも盆栽趣味ではなく、大地に根をおろした草花が気に入っておられました。

先生には写真趣味がありました。学会などで一緒に旅行した後では、いつも裏面に撮影の日と場所まで記入したスナップ写真を戴いたものです。

先生は食べ物では蕎麦が好きでした。

タバコも好きでした。コーヒーが特に好きでした。しかし、のみ過ぎないようにと、気の毒なくらい気を付けておられたのに……。思い出は尽きません。

田村先生、残念ながら幽冥境を異にした今日、再びあい見ることは叶いませんが、きっと先生愛用の風呂敷の中に日記帳とカメラを携え、花畑の小道を独り旅しておられることでしょう。今はもう、タバコもコーヒーも、気にしないで、好きだけ召し上がって下さい。

(京都大学名誉教授 万井正人)

焦点調節系と瞳孔調節系の中樞神経支配

板 東 武 彦
(山梨医科大学第一生理学教室)

Neuronal control of lens accommodation and pupillary movement.
Takehiko BANDO (*Department of Physiology, Yamanashi Medical College*)

I. はじめに

焦点調節と瞳孔調節は鮮明な網膜像を得るために重要な役割を果たしている。焦点調節は自律神経系の支配下に水晶体の屈折力が変化して起こる。一方、瞳孔については対光反射と近見反射の2つが知られる。対光反射により過大な光刺激による網膜の損傷が防がれ、近見反射により焦点調節時に起こる焦点深度の減少・レンズ収差の増大など眼の光学特性の劣化が補償される。内眼筋運動である焦点調節および瞳孔調節の2つに外眼筋運動である輻輳運動を加えた3者の間には強く連関した反射運動がみられ、近見反応と呼ばれる。近見反応の結果、特に意識に上る努力を要せず、接近する視対象の単一で鮮明な視覚像が維持できる。

焦点調節をはじめ内眼筋運動については多くの生理学的・形態学的・心理学的研究がある^{3) 26) 30) 68) 74)}。しかし、その中樞神経支配についての知識は充分ではなく、古くから議論が絶えなかった。最近、幾つかの実験グループからサルあるいはネコを用いた生理学的あるいは形態学的な研究報告がなされ、大阪大学の塚原教授を中心に我々のグループも、ネコを用いて焦点調節系・瞳孔調節系について研究を行ってきた。

焦点調節（および瞳孔の近見反射）は自律神経系の支配を受ける反射でありながら、奥行きに関係する視覚情報をその入力とし、大脳の支配を受けることが示唆されている。また近見反応の連関を通じて輻輳運動系とも密接に関係し、この連関が大脳内で起こる可能性も高い。したがって、焦点調節を中心とした内眼筋運動系は大脳を含む視覚運動反射のモデル系としての一般性を持ち得ると考えられる。

II. 近見反応

焦点調節を起こす契機となる視覚刺激は網膜像のぼけであるが、近見反応による連関により、両眼視差によっても焦点調節が引き起こされる（輻輳性焦点調節）^{3) 26) 30)}。むしろ日常の両眼視の条件では両眼視差により輻輳系が早期に駆動され（潜時はほぼ 200 msec）、その結果輻輳性焦点調節が応答の早い部分で重要な役割を果たしている。しかし像のぼけのみを契機として焦点調節が起こることも知られている（潜時は 300~400 msec 程度、個々の応答の変動は大きい）²²⁾。この時には逆に両眼視差がなくとも、像のぼけによって輻輳運動が起こる（焦点調節性輻輳）。したがって焦点調節系と輻輳系の連関は双方向性であると思われる^{3) 26)}。瞳孔の近位反射は焦点調節と強い連関を持つが、輻輳刺激によっては引き起こされない⁴⁾。

III. 焦点調節と瞳孔調節の末梢機構

水晶体は規則正しく配列した線維が弾性を持ったカプセルに包まれた構造を持ち、外力が加わらなければ球形に近い形をとる^{3) 26) 30)}。通常は水晶体はその赤道面に付着しているチン氏帯の張力によって引き伸ばされて扁平（楕円体）になっている。安静時の焦点は無遠と近点（若年者では眼前 25 cm 程度）との間、おおまかに 1 m 程度の所にある⁶⁸⁾。内眼筋の1つである毛様筋が収縮するとチン氏帯の張力が減少し、水晶体が厚くなる。このとき水晶体後面の曲率も多少変り、また水晶体が全体として前方へ移動するが、霊長類の場合には主として変化するのは水晶体前面の曲率である³⁰⁾。ただしネコなどでは水晶体の前方への移動が大きく、む

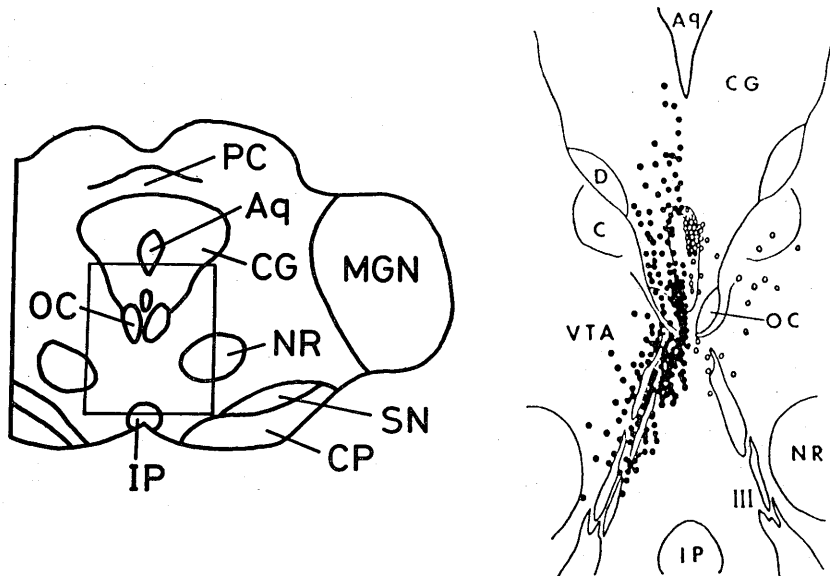
しる屈折力変化の主たる原因となる。ネコの場合、1.7ジオプターの屈折力の増加に対して水晶体が0.57 mm 前方へ移動する(ヒトではレンズの前方への移動は0.1 mm 程度である)⁵⁰⁾。水晶体屈折力 F は式 $F=n/H$ で定義される³⁰⁾。ただしここで n は硝子体の屈折率、 H は水晶体の後焦点距離(m)である。水晶体屈折力の単位はジオプター(メートルの逆数)である。

毛様筋は副交感神経系の節後線維である短毛様体神経の支配を受ける。節前ニューロンは中脳の動眼神経副交感核にあり毛様神経節を経由して毛様筋に至る。毛様筋に対する交感神経の支配も報告されている⁶⁸⁾が、その寄与はあっても小さいようである³⁾²⁶⁾。瞳孔は瞳孔括約筋により縮小し、瞳孔散大筋により散大する。前者は毛様筋と同様に副交感神経の支配を受け、後者は頸部交感神経節を経て交感神経の支配を受ける⁴⁴⁾。ネコの毛様神経節には網膜の光刺激には応じ小脳の電気刺激に応じない細胞と、逆に小脳の電気刺激に応じ網膜の光刺激には応じな

い細胞との2種類があり、各々瞳孔系と焦点調節系に関係することが示唆されている³⁶⁾。毛様神経節の細胞の96~97%が短毛様体神経の切断によって変性する一方で、虹彩切除によって変性する細胞は3~4%程度である⁷⁴⁾。したがって毛様神経節細胞の大部分は毛様筋を支配すると考えられる。

IV. 中脳副交感動眼ニューロン

焦点調節あるいは縮瞳を支配する毛様神経節の節前細胞(副交感動眼ニューロン)は中脳の動眼神経核吻側部のEdinger-Westphal(EW)核および前中核(anteromedian nucleus)にあるとされてきた⁷⁴⁾。最近、ネコについてこれとは異なる結果が報告された⁴⁵⁾⁶⁴⁾⁷⁰⁾。すなわち、毛様神経節の節前線維にHRPを浸透させ、逆行性に節前細胞を染めると、染色された細胞はEW核や前中核には局限されず、むしろEW核のすぐ背外側の中心灰白質および腹外側の腹側被蓋野(ventral tegmental area)に多く見出さ

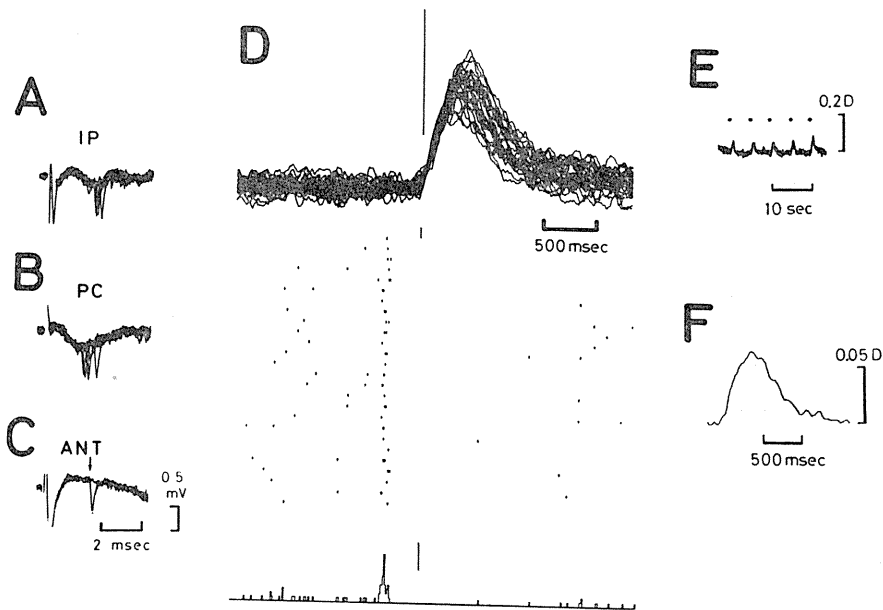


第1図. 副交感動眼ニューロンの中脳内分布. 左側, 中脳の前頭断面. 矩形で囲まれた部分が右側に拡大してある. 右側, 黒丸は HRP 法により毛様神経節から染色された細胞, 白丸は脊髄から染色された細胞の位置を示す. PC: 後交連, Aq: 中脳水道, CG: 中心灰白質, C: カハールの間質核, D: Darkschewitsch の核, CP: 大脳脚, IP: 脚間核, MG: 内側膝状体, NR: 赤核, OC: 動眼神経核, SN: 黒質, VTA: 腹側被蓋野, III: 動眼神経根. (文献70より改変)

れた(第1図). EW核の細胞の多くは脊髄や小脳に注入された HRP を含む一方で, 毛様神経節に HRP を注入した場合には染色されず, 副交感動眼ニューロンではないと考えられている²⁰⁾⁶⁶⁾⁷⁰⁾. 一方, サルを用いた同様の実験ではほぼ定説どおり副交感動眼ニューロンがEW核・前中核に限局されていた¹⁾¹⁹⁾.

私たちは麻酔下のネコの中脳細胞の細胞外記録を行い, 焦点調節(水晶体屈折力の変化)と同期して活動する細胞(以後, 中脳 AC ユニットと呼ぶ)を見出した⁸⁾¹⁰⁾. 焦点調節はキャンベル型高速赤外線オプトメータでモニターした. 中脳 AC ユニットは小脳中位核および後交連の刺激によって駆動された. またその一部は毛様神経節の節前線維の刺激により逆行性に賦活される(すなわち毛様神経節に軸索を送る)ことによって副交感動眼ニューロンとして同定された(第2図). これらの副交感動眼ニューロンの伝導速度は 8 m/sec であり, 自律神経系の節

前線維の中では最も速いグループに属する. 内眼筋運動および輻輳運動の間には, 上に述べたように近見反応に基づく連関があり, 焦点調節に関係するニューロンのみでなく瞳孔調節あるいは輻輳運動に関係するニューロンも焦点調節の応答とみかけ上同期して活動すると考えられる. したがって中脳 AC ユニットのなかには瞳孔ニューロンあるいは輻輳ニューロンが含まれる可能性がある. 中脳 AC ユニットは, 小脳中位核の刺激により駆動されることを基準として瞳孔調節系の細胞と区別された. この区別の根拠は, 1) 水晶体の屈折力は小脳中位核の刺激で増加するが³³⁾, 2) 小脳刺激では散瞳が誘発されるのみで縮瞳はみられない³⁶⁾³⁹⁾ことである. また輻輳運動を支配するニューロンの軸索は毛様神経節を経由することはない(いわゆる Perlia 核ではなく, 外転神経核あるいは動眼神経核のニューロンが輻輳運動を支配する⁴⁷⁾⁷⁴⁾). したがって, 中脳 AC ユニットのうち, すくな



第2図. 中脳副交感動眼ニューロンと焦点調節. A-B. 小脳中位核刺激(IP), 後交連刺激(PC)によるスパイク電位. C. 毛様神経節刺激による逆行性スパイク電位 (ANT). 閾値刺激ではほぼ50%の確率で潜時の安定したスパイク電位が生起することを示す. D. 焦点調節と細胞活動. 上から, 水晶体屈折力の変化(上むきが増加, 水晶体屈折力変化の生起時刻を基準として重描きしてある.), スパイク生起時刻のラスタ表示, ヒストグラム. E. 細胞記録部での微小刺激による誘発応答. F. Eの応答の加算平均. (文献10から改変)

くとも逆行性に同定された副交感動眼ニューロンは焦点調節と関係するニューロンであると結論された。なお中脳 AC ユニットの記録部位で微小刺激を行うと水晶体の屈折力の増加がみられた。中脳 AC ユニットの記録部位は、焦点調節の増加に平均 270 msec 先行してその活動が増加した。毛様神経節刺激によって誘発される焦点調節応答の潜時は平均 240 msec であった。

焦点調節に関係した中脳細胞活動は覚醒サルの動眼神経核近傍でも記録された⁴¹⁾。焦点調節はやはり赤外線オプトメータでモニターされた。Judge らの実験では、光学系の工夫により網膜像のぼけ（視標の大きさの変化がない条件での視標の位置の奥行き方向の変化を刺激として与える）と両眼視差とを分離して視覚刺激を行い、焦点調節ニューロンと輻輳ニューロンを区別した。瞳孔調節については考慮されていない。またこれらのニューロンが副交感動眼ニューロン、すなわち中脳からの出力細胞かどうかは調べていない。中脳焦点調節ニューロン活動の焦点調節に対する先行時間は 100~125 msec であり、短毛様体神経の刺激により誘発される焦点調節応答の潜時は約 80 msec であった。

中脳ニューロン活動の変調が焦点調節の応答に先行する時間は Judge らと較べて私たちの得た値の方が長い。差がみられる原因の第一の可能性は、一方は覚醒サルに視標を注視させた実験、他方は麻酔下のネコでの実験であり、実験条件および標本が異なることである。しかし、末梢神経刺激による誘発応答の潜時もネコの方がサルより長く、焦点調節に対する中脳ニューロン活動の先行時間から末梢神経刺激による応答の潜時を差し引いた時間（近似的には中脳内で消費された時間）はサルでもネコでもほぼ同様である。このことを考慮すると、サルとネコの間でみられた時間差は水晶体屈折力変化の末梢機構の差（Ⅲ 参照）を反映する可能性が大きい。サル、ネコいずれも末梢神経刺激による誘発応答の潜時は体性神経系のそれと較べると長い。潜時の長さは毛様神経節内のシナプス遅延時間や短毛様体神経での伝導時間あるいは

短毛様体神経と筋の間のシナプス遅延時間のみでは説明できない。潜時の大半は毛様筋の収縮や水晶体の変形・移動に費されたと思われる。

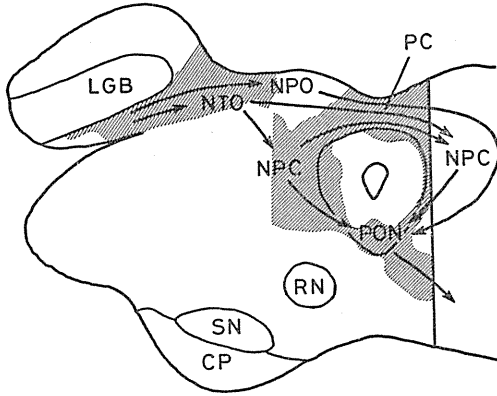
瞳孔の変化と同期して活動する中脳ニューロンも報告されている⁵⁸⁾⁵⁹⁾。しかし、これらのニューロンと焦点調節あるいは輻輳運動との関係は検討されていない。また副交感系の節前ニューロンである証拠も乏しい。視覚系のニューロンが光刺激により誘発される瞳孔の光応答とみかけ上同期して活動する可能性は充分考えられ、また中脳に視覚系のニューロンが多いことを考慮すると、これらのニューロンが瞳孔調節と関係するというより直接的な証拠が必要であると思われる。瞳孔調節の場合も焦点調節系と同様に末梢神経刺激による応答の潜時間が長い。ネコの短毛様体神経刺激による縮瞳で 180 msec、交感神経刺激による散瞳では 230 msec という潜時間が報告されている⁶⁷⁾。

ネコで私たちが得た焦点調節系の副交感動眼ニューロンは EW 核の外側線および中心灰白質の腹側部に見出された。この位置は HRP 法で染色されたネコの毛様神経節前細胞の背側部のものとほぼ一致する。おそらく HRP 法で染められた 2 群の細胞のうち背側部のものが焦点調節に関係するのであろう。動眼神経核全体を考えると、焦点調節に関係する副交感ニューロンは主としてその吻背側部にある。

V. 中脳内神経経路

副交感動眼神経核に至るまでのネコ中脳内の神経経路は Hultborn ら³⁵⁾が短毛様体神経の誘発電位をモニターしながら、刺激電極を中脳内で系統的に移動させ検索している。彼らの結果によると瞳孔の対光反射系については網膜から伝導速度の遅い線維が視蓋前野へ至り、ここで中継された後、後交連（一部交叉、一部非交叉）・内側中脳被蓋を経て動眼神経副交感核に至る（第 3 図）。この結果はこれまで知られていた経路と一致する⁴⁴⁾。視蓋前野での中継核の可能性としては nucleus pretectalis olivaris (NPO) と nucleus of the optic tract (NTO)

が考えられる。NPO については：1) 網膜からの線維が NPO に終わる³⁷⁾⁷¹⁾。また NPO では光照射中、持続的な ON 反応を示す細胞が記録され、その記録部位で刺激を行うと瞳孔の縮小



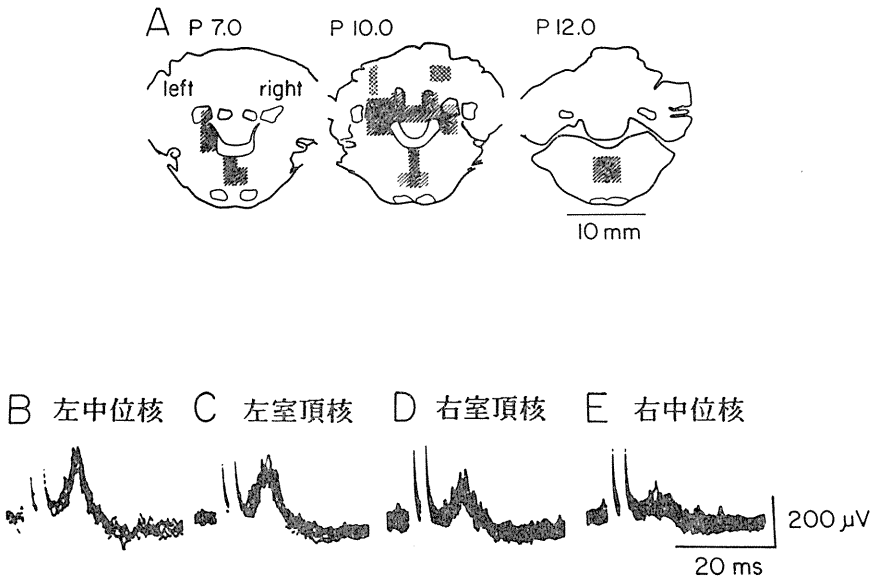
第3図. 中脳内での瞳孔の対光反射系の神経経路の模式図. 斜線は Hultborn ら (文献35) の刺激実験で短毛様体神経電位が誘発された領域. この領域に NPO がどの程度含まれるかは明らかではない. NPC: Nucleus of the posterior commissure, NPO: Nucleus pretectalis olivaris, NTO: Nucleus of the optic tract, PC: 後交連, PON: 副交感動眼神経核, LGB: 外側膝状体, PN: 赤核, CP: 大脳脚, SN: 黒質.

が見られる⁷¹⁾. 2) NPO から動眼神経副交感核に対する投射が存在する¹⁷⁾²³⁾⁶³⁾ことが知られている. また NTO については網膜から NTO および nucleus of the posterior commissure (NPC) を経由して副交感動眼神経核に至る投射路があることが報告されている. 瞳孔の近見反射系については知見が乏しいが, Lowenfeld⁴³⁾は臨床所見の解析などにより, 対光反射系と同じ経路をたどると考えている.

一方視蓋前野腹側の一部を刺激すると, 短毛様体神経電位のうち焦点調節に関係する要素のみが得られる³⁵⁾. 視蓋前野への入力経路は明らかでない. 視蓋前野から副交感動眼ニューロンに至る経路の刺激では短毛様体神経誘発電位のうち, 焦点調節・瞳孔調節に対応する2つの要素がともに得られる. したがって焦点調節系の視蓋前野以降の出力経路は瞳孔の対光反射系と同様であると思われる.

VI. 小 脳

小脳および小脳核を刺激して, 毛様筋の支配神経—短毛様体神経—の誘発電位を記録した実



第4図. 小脳と焦点調節. A. 垂直と45度の角度をなす脳幹断面. 斜線の部分から焦点調節に関する短毛様体神経電位が誘発された. 数字は脳定位固定装置の座標. B-E. 小脳核刺激により誘発された短毛様体神経電位. (文献36から改変)

験³⁵⁾,あるいはオプトメータを用いて水晶体の屈折力の変化³⁸⁾を記録した結果によるとネコ小脳核のうち,対側中位核・両側室頂核の刺激が焦点調節の誘発に有効であり,同側中位核の刺激効果は弱かった(第4図).外側核(歯状核)刺激は無効であった.潜時の検討から焦点調節系の副交感動眼ニューロンは1~2シナプス性に小脳核の投射を受けると思われる.また覚醒ネコの小脳中位核に焦点調節に先行して活動する細胞が見出されている⁷⁾.これらの結果から小脳が焦点調節系に関係すると考えられるが,その役割は明らかでない.

HRP法を用いた研究によるとネコの小脳核は中脳のEW核に直接に投射せず,これより外側の中心灰白質腹側部(副交感動眼ニューロンがみられる部分,IV参照)に投射する²⁴⁾⁶⁵⁾.小脳核から視蓋前野のnucleus of the posterior commissure(NPC)に対する直接の投射が報告されており²⁴⁾⁶⁵⁾,NPCからは中心灰白質腹側部への投射があるので(IVおよび第3図参照),小脳核はNPCを経由して副交感動眼神経核と2シナプス性に結合する可能性もある.

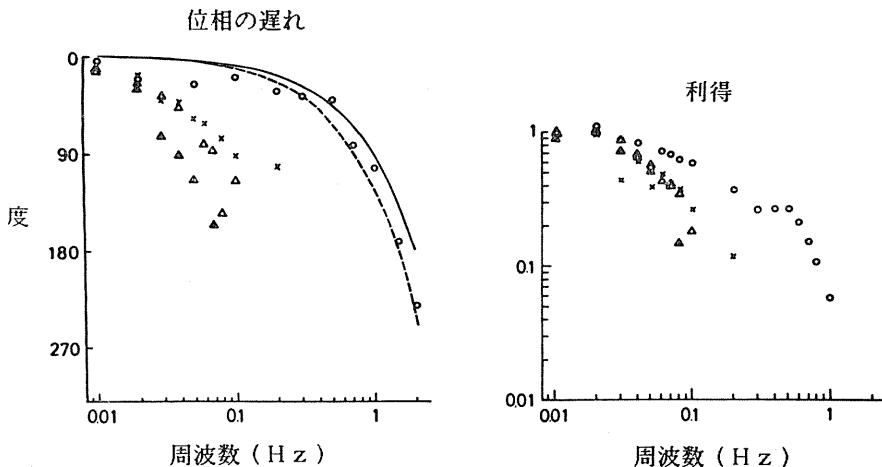
一方,ネコの瞳孔系では小脳の破壊により対光反射系の高周波応答特性が低下する³⁹⁾(第5

図).すなわちこの系では小脳は瞳孔の応答速度の遅れ—たとえば神経系内での情報処理や筋収縮に起因する—を補償していると考えられる.

一方,小脳核あるいは小脳皮質の刺激では瞳孔の縮小は起こらず,散大のみがみられる³⁶⁾³⁹⁾.電気生理学的な結果と上記の対光反射系の入出力関係についての解析とがどのように対応するかについては明らかではない.

焦点調節系と瞳孔系に関する入力小脳へ至る経路は明らかでない.視標の動きに応答する細胞がネコ橋核吻背側部に見られるが⁵⁾,橋核のこの部分は外側上シルビウス視覚領(LS領)を含む大脳視覚領から投射を受ける²⁾⁶⁾.この部分の橋核は小脳に投射する¹⁸⁾³²⁾ので焦点調節に関する神経信号が大脳LS領から橋核を経由して小脳に至る可能性がある(Ⅶおよび第10図参照).

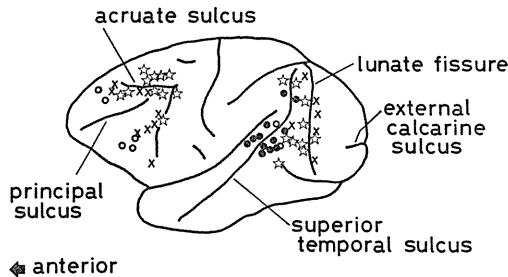
サル・ネコの苔状線維やPurkinje細胞に視標の奥行き方向の動きや両眼視差に対して応答するものが見られ²⁷⁾⁴⁸⁾,これらの線維や細胞と焦点調節系ないしは輻輳運動との関係が示唆されてもいるが,その根拠は充分ではなく,またこの苔状線維の起源についても明らかではない.



第5図. 瞳孔の対光反射についてのボード線図. 刺激光量の正弦波状の変調による瞳孔面積の変化と,変調周波数の関係を示す.位相の遅れは刺激光量の変調からの瞳孔応答の遅れを度であらわし,利得は瞳孔応答の大きさを低周波でのそれによって標準化してある.位相の遅れは小脳破壊後にみられる応答の潜時の延長(250 msec→350 msec)のみでは説明できない.○は正常ネコ,△,▲,×は小脳あるいは小脳核を破壊したネコについて示す.(文献39から改変)

Ⅶ. 大脳と焦点調節

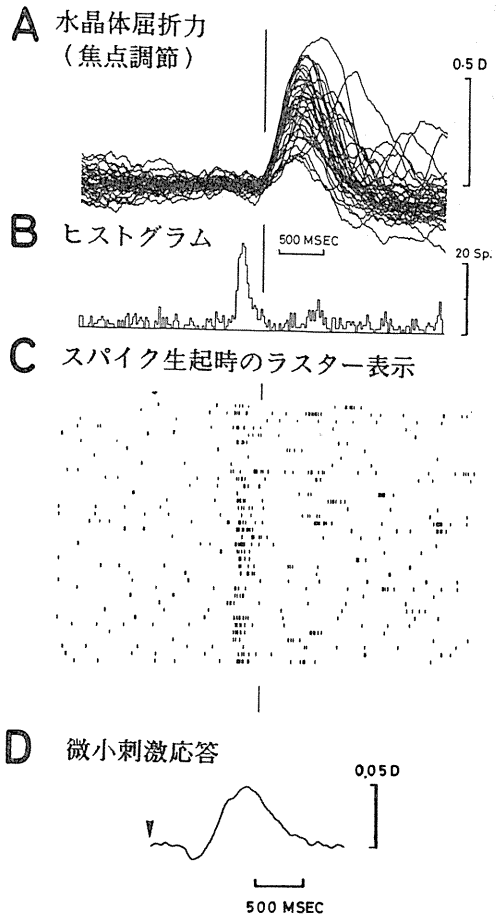
焦点調節に大脳が関係することはサルを用いて Jampel⁴⁰⁾ が示した。彼は軽いエーテル麻醉下のサルの上側頭溝周囲の大脳表面を刺激し、近見反応の3つの単位運動のすべて—焦点調節・輻輳・縮瞳—が起こることを観察した(第6図)。前頭葉の刺激では輻輳や縮瞳はみられた



第6図. 焦点調節, 輻輳運動, 瞳孔応答を誘発するサル大脳領域の分布。表面刺激によって誘発された応答の種類は●, 焦点調節+輻輳+縮瞳, ○, 輻輳+縮瞳, ☆, 散瞳, ×, その他の眼球運動。焦点調節は上側頭溝の周辺からのみ得られている。(文献40に基づく)

が, 焦点調節はみられなかった。この実験では方法上の制約のため, 連続刺激によって生じた定常的な焦点調節の変化のみが観察され, また屈折力の減少や1ジオプター以下の増加は検出できなかった。さらに比較的強い電流を用いて表面刺激を行ったため, 刺激される範囲が広く, 大脳のどの領域からこれらの運動が誘発されたかを定めることは困難であった。ちなみにサルの上側頭溝周壁にはMT(middle temporal visual area)や, MST(medial superior temporal area)と呼ばれる視覚領域が知られている⁴⁶⁾。

私たちは, ネコの後頭葉吻外側部にある外側上シルビウス視覚領(LS領)³¹⁾⁵²⁾の一部(PMLS野およびPLLS野)で焦点調節の変化と同期して活動の変調を示す細胞(以後大脳ACユニットと呼ぶ)を見出した(第7図)⁹⁾¹¹⁾。焦点調節(水晶体の屈折力の変化)は中脳の場合と同様に赤外線オプトメータを用いてモニターした。大



第7図. ネコ大脳焦点調節ニューロンと水晶体屈折力の変化。A. 水晶体屈折力の変化の重描き(上向きが増加)。クロラロス麻酔下で自発的にみられた水晶体屈折力変化の生起時間を基準として重ねてある。B-C. スパイク電位の生起時間のラスタおよびヒストグラム。基準は水晶体屈折力の生起時間。Aの応答と対応する。この場合, 細胞活動は焦点調節に約400 msec先行している。D. ユニット記録部で記録電極を通して通電して誘発された水晶体屈折力の変化(10回の加算平均の結果)。矢印は刺激の時点を示す。(文献11)

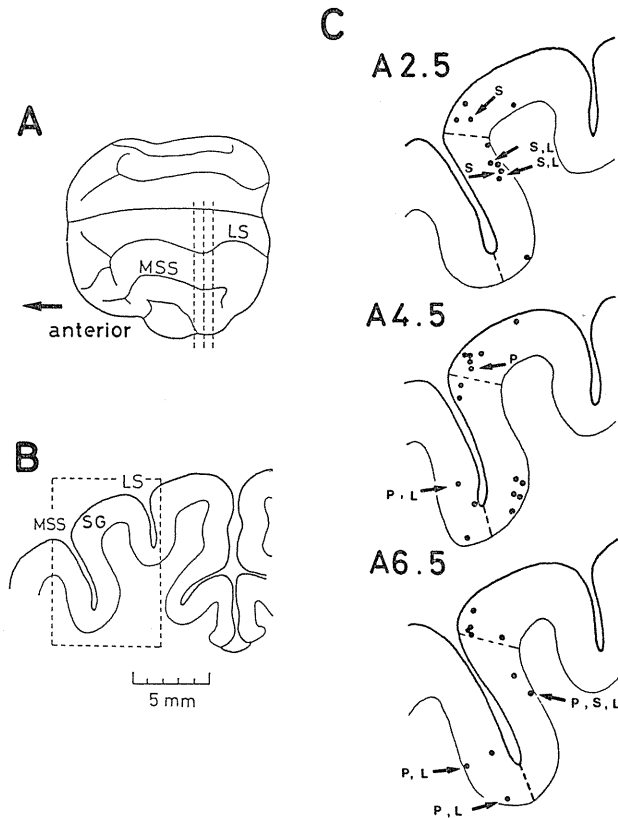
脳ACユニットの大部分は水晶体の屈折力増加に同期して活動し, ごく一部の細胞が屈折力減少に同期した。大脳ACユニットは焦点調節の増加に平均340 msec先行して活動の変調を示した。大脳ACユニットの一部は視床後外側(LP)核・視蓋前野あるいは上丘の刺激により逆行性に賦活され, したがって, これらの部位

に軸索を送っていると考えられる。また大脳 AC ユニットの記録部で微小刺激を行うと水晶体の屈折力の増加が誘発された。

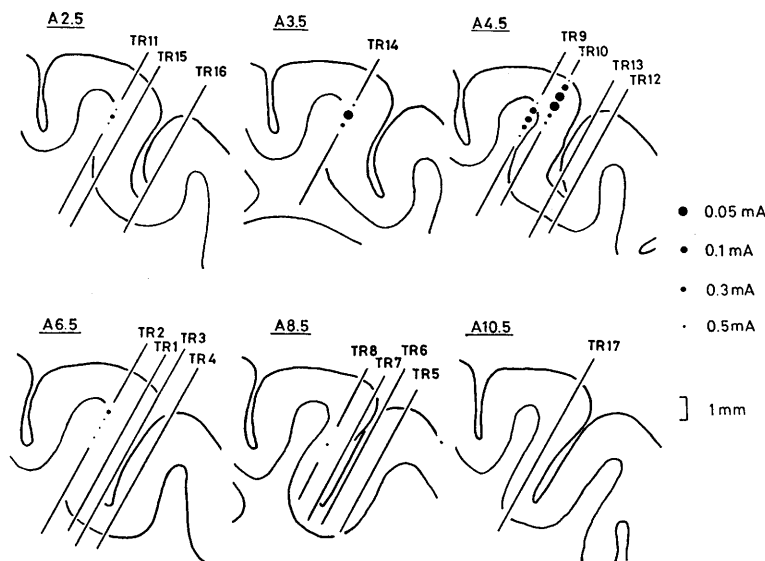
LS 領はネコの後頭葉吻外側部にある高次視覚領の一つであり、17野から入力を受け、18野・19野をはじめとする大脳の幾つかの領域と相互結合をし、また視床 LP 核を經由して上丘・視蓋前野からも入力を受ける。LS 領のニューロンの受容野特性、視覚応答の性質、対網膜部位局在などはよく調べられ、その一部は光学的に与えた両眼視差や視標の大きさの変化に応答する²¹⁾⁶¹⁾⁶⁹⁾。すなわち、奥行きに関する視覚情報処理に関する可能性がある。また

PMLS 野から視蓋前野および上丘に投射があることは形態学的にも生理学的にも報告されている¹⁶⁾³⁸⁾⁴²⁾⁴⁹⁾⁵⁶⁾。

中脳の場合と同様大脳 AC ユニットのうちに焦点調節とみかけ上同期して活動するが、実は瞳孔調節や輻輳運動に1次的に関係する細胞が含まれている可能性がある。このため、脳内刺激の効果を利用して大脳 AC ユニットの瞳孔系と関係する可能性を検討した。赤外線瞳孔計を用いて瞳孔面積をモニターしながら LS 領の系統的な刺激を行うと、PMLS 野の一部から瞳孔の縮小が誘発された（以後、PMLS 縮瞳野と呼ぶ¹²⁾。したがって PMLS 縮瞳野で記録された



第8図. ネコの左外側上シルビウス視覚領付近での焦点調節ユニットの分布. A. ネコ大脳背側表面. 点線はCに示す3つの断面の部位を示す. B. 大脳の前頭断面. 点線で囲まれた部分がCで拡大されている. C. 焦点調節ユニットの記録部位. 矢印は上丘(S), 視蓋前野(P), 視床 LP 核(L)から逆行性に同定されたユニットを示す. 点線は各々, PMLS 野と外側上シルビウス回あるいは PLLS 野との境界線である. LS: 外側溝, MSS: 中上シルビウス溝, SG: 外側上シルビウス回. 数字は脳定位固定装置の座標. (文献11)



第9図. ネコの右外側上シルビウス視覚領付近で左側瞳孔の縮小を誘発する領域. 黒丸の大きさは刺激の閾値を示す. 数字は脳定位固定装置の座標. 斜めの直線は電極の軌跡であり, その上で黒丸の記されていない部分は閾値が高い. (文献12)

大脳 AC ユニットについては瞳孔調節に関係する可能性を除外できない. しかし焦点調節に同期して活動する細胞は中上シルビウス溝の浅い部分から深い部分までの内側壁全体を占める領域から記録される (第8図). 一方, PMLS 縮瞳野は中上シルビウス溝内側壁の浅い部分に局限され, 前後方向にも 2~3mm と局限されていた (第9図). このため, 大部分の大脳 AC ユニットは瞳孔応答は誘発されず水晶体屈折力の増加が誘発される領域で記録されたことになり, それゆえに瞳孔系よりは焦点調節系と関係が深いと考えることができる. 一方, 輻輳運動については, 私たちの実験では調べていないので, 大脳 AC ユニットが輻輳運動系と1次的な関係を持つ可能性は除外できない.

大脳への焦点調節系の入力経路は明らかでない. 焦点調節の契機となるのは網膜像のぼけであり, また近見反応を介して両眼視差も焦点調節を引き起こすが, いずれにしても複雑な神経情報処理を必要とすると思われる. また網膜像のぼけの場合は焦点が遠近いずれの方向へずれたかは他の視覚情報 (たとえばレンズの収差・視標の明度や大きさの変化あるいは立方体の稜

の見え方のような立体視に関係する要素) を加味しなければ知ることはできない. これらの視覚刺激のうちどれを優先して使うかについては個人差が大きく, また状況によって変わり得るようである²²⁾²⁸⁾⁶²⁾⁶⁸⁾. これらの知識から視覚入力経路はかなり複雑であることが推測される.

奥行きに関する視覚刺激に応ずる細胞は焦点調節に関係する可能性がある. 視標の奥行き方向の動きあるいは位置の変化 (または光学的装置を工夫して与えた両眼視差の変化) に対して応答する細胞活動はサルやネコの第1次視覚領, 18野, また外側上シルビウス視覚領 (ネコ) など高次視覚領や頭頂連合領で見出されている²⁸⁾⁵³⁾⁵⁵⁾⁶⁹⁾. また視覚領で得られた誘発電位の潜時が視覚刺激のぼけの程度によって変化することも報告されている⁶⁰⁾. 残念ながらこのような細胞活動と焦点調節ないしは輻輳運動との関係は明らかではなく, 今後の研究が必要である.

VII. 大脳と瞳孔調節

大脳破壊により対光反射が変化しないこ

と⁴³⁾、また瞳孔の近見反射の潜時 (320 msec) は対光反射のそれよりも 80 msec 程度長く、焦点調節の潜時 (300 msec) に近い²²⁾ことなどから、大脳の縮瞳野は近見反応に関係すると推測されている。刺激により縮瞳を誘発する大脳領域は前頭葉および後頭葉¹⁵⁾⁴⁰⁾に知られていたが、瞳孔応答と細胞活動との関係について調べた報告はみあたらない。

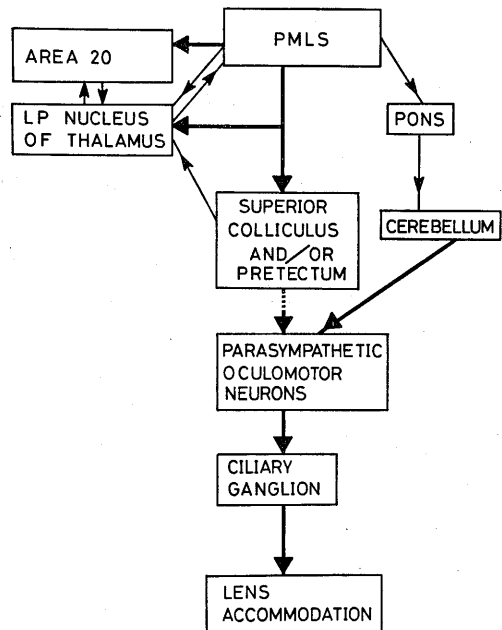
PMLS 縮瞳野 (VII参照) は大脳吻外側部の中上シルビウス溝内側壁の浅い部分にあるが、この領域にも大脳 AC ユニットがみられることは上述のとおりである。したがって PMLS 縮瞳野は焦点調節に関係する領域と重なっている可能性がある。ただし縮瞳に強く関係する細胞でも近見反応のため、焦点調節と同期した活動を示すと思われるので、この領域が焦点調節と縮瞳の双方に関係するかどうかはさらに検討しなければならない。そのためには、たとえば、瞳孔応答と水晶体屈折力との同時測定を行いながら、PMLS 縮瞳野を刺激し、低い刺激電流で2つの応答のいずれが得られるか調べる必要がある。もし焦点調節にも縮瞳にも関係するならば、近見反応にみられる焦点調節系と瞳孔系との間の連関をもたらず中樞神経機構を解く鍵がこの領域で見出される可能性があると考えられる。

PMLS 野との線維連絡があるネコの大脳領域²⁵⁾のうちで大脳後頭葉後外側部の20野³¹⁾⁷²⁾は古くから強力な縮瞳野であることが知られていた¹⁵⁾⁵⁷⁾。PMLS 縮瞳野から脳幹の縮瞳域へ至る出力経路が20野を経由する可能性を検討するため、赤外線瞳孔計で瞳孔面積をモニターしながら20野の局所破壊・局所冷却を行い PMLS 縮瞳野から誘発される応答の変化を調べた。その結果 PMLS 縮瞳野の出力の一部は20野を経由することが示唆された¹³⁾¹⁴⁾。形態学的には PMLS 野から20野へ至る経路としては直接の投射の他に視床 LP 核を経由する経路も可能である⁵⁴⁾⁷³⁾。また PMLS 野から視蓋前野 NPO 核への投射も知られているので⁸⁸⁾、PMLS 縮瞳野から直接、脳幹の瞳孔領域に至る経路が存在

する可能性もある。

K. 展 望

内眼筋運動の中樞神経支配について神経結合を中心として、ある程度の知見が蓄積されてきた (第10図)。これらの知見は内眼筋運動の中樞神経支配の機構を研究するための不可欠な基礎であると考えられる。内眼筋運動の神経調節について統一的な理解が可能な段階には達していないが、しかし焦点調節および瞳孔の近見反射に大脳・小脳が重要な関係を持つことは示されたと思われる。次に、このような神経結合が内眼筋運動、特に焦点調節の動的な機構に果たす役割を明らかにして行かなければならない。さらに、焦点調節系と強い連関を持つ輻輳運動系についても研究を進め、大脳内でのこれら内眼筋、外眼筋運動系の間一すなわち近見反応一の神経信号の流れを推定することは興味深いと思



第10図. ネコ外側上シルビウス視覚領を中心とした焦点調節・縮瞳に関係する神経結合。太線は私たちのグループが実験を行った部分、細線は形態学的あるいは神経生理学的な報告に基づいた神経結合で、焦点調節あるいは縮瞳と関係する可能性はあるがその関係が現在は明らかでないものを示す。点線の部分は直接の結合が証明されていない。

われる。このためには、近見反応に関係するいくつかの領域の神経活動の間の関係を検討することが必要であるが、これらの運動の空間的な自由度が限られていることがその解析のために有利に働くと思われる。焦点調節、および近見反応の各要素運動間の連関についてはヒトを被験者とした生理学的ないしは心理学的な研究が多数行なわれており³⁾²⁴⁾²⁶⁾²⁸⁾³⁰⁾³⁴⁾⁵¹⁾⁶²⁾、その成果を神経生理学的研究の解釈あるいは結果の予測に用いることもできよう。

謝 辞

ここに引用した私たちの研究に対して与えられた文部省科学研究補助金・日本脳神経財団研究助成金・内藤記念財団科学奨励金による援助に謝意を表す。

本稿の図の製作・実験の補助等につき山梨医大・金野郁雄氏に謝意を表す。

文 献

- 1) Akert, K., Glicksman, M. A., Lang, W., Grob, P. & Huber, A. (1980) The Edinger-Westphal nucleus in the monkey. A retrograde tracer study. *Brain Res.* **184**, 491-498
- 2) Albus, K., Donatè-Oliver, F., Sanides, D. & Fries, W. (1981) The distribution of pontine projection cells in visual and association cortex of the cat: An experimental study with horseradish peroxidase. *J. Comp. Neur.* **201**, 175-189
- 3) Alpern, M. (1969) Accommodation. In H. Davson (ed.), *The Eye*, vol. 3, *Muscular Mechanisms*, pp. 217-249, Academic Press, New York
- 4) Alpern, M. (1969) Types of movement. In H. Davson (ed.), *The Eye*, vol. 3, *Muscular Mechanisms*, p 132, Academic Press, New York
- 5) Baker, J., Gibson, A., Glickstein, M. & Stein, J. (1976) Visual cells in the pontine nuclei of the cat. *J. Physiol.* **255**, 415-433
- 6) Baker, J., Gibson, A., Mower, G., Robinson, F. & Glickstein, M. (1983) Cat visual corticopontine cells project to the superior colliculus. *Brain Res.* **265**, 227-232
- 7) Bando, T., Ishihara, A. & Tsukahara, N. (1979) Interpositus neurons controlling lens accommodation. *Proc. Jap. Acad.* **55**, Ser. B, 153-156
- 8) Bando, T., Tsukuda, K., Yamamoto, N., Maeda, J. & Tsukahara, N. (1981) Mesencephalic neurons controlling lens accommodation in the cat. *Brain Res.* **213**, 201-204
- 9) Bando, T., Tsukuda, K., Yamamoto, N., Maeda, J. & Tsukahara, N. (1981) Cortical neurons in and around the Clare-Bishop area related with lens accommodation in the cat. *Brain Res.* **225**, 195-199
- 10) Bando, T., Tsukuda, K., Yamamoto, N., Maeda, J. & Tsukahara, N. (1984) Physiological identification of midbrain neurons related to lens accommodation in cats. *J. Neurophysiol.* **52**, 870-878
- 11) Bando, T., Yamamoto, N. & Tsukahara, N. (1984) Cortical neurons related to lens accommodation in posterior lateral suprasylvian area in cats. *J. Neurophysiol.* **52**, 879-891
- 12) Bando, T. (1985) Pupillary constriction evoked from the posterior medial lateral suprasylvian (PMLS) area in cats. *Neurosci. Res.* **2**, 472-485
- 13) Bando, T. (1984) Pupilloconstrictor areas in the parietooccipital cortex in the cat. *J. Physiol. Soc. Jpn.* **46**, 445
- 14) Bando, T. (1985) The facilitatory and inhibitory effect of cortical area 20 on the pupilloconstriction responses evoked from PMLS area in the occipital cortex of the cat. *Neurosci. Res.* **1**, S161
- 15) Barris, R. W. (1936) A pupillo-constrictor area in the cerebral cortex of the cat and its relationship to the pretectal area. *J. Comp. Neur.* **63**, 353-368
- 16) Berson, D. M. & McIlwain, J. T. (1983) Visual cortical inputs to deep layers of cat's superior colliculus. *J. Neurophysiol.* **50**, 1143-1155
- 17) Breen, L. A., Burde, R. M. & Loewy, A. D. (1983) Brainstem connections to the Edinger-Westphal nucleus of the cat: a retrograde tracer study. *Brain Res.* **261**, 303-306
- 18) Brodal, P. (1983) Principles of organization of the corticopontocerebellar projection to crus II in the cat with particular reference to the parietal cortical areas. *Neuroscience* **10**, 621-638
- 19) Burde, R. M. & Loewy, A. D. (1980) Central origin of oculomotor parasympathetic neurons in the monkey. *Brain Res.* **198**, 434-439
- 20) Burde, R. M., Parelman, J. J. & Luskin, M. (1982) Lack of unity of Edinger-Westphal nucleus projections to the ciliary ganglion and spinal cord: a double-labeling approach. *Brain Res.* **249**, 379-382
- 21) Camarda, R. & Rizzolatti, G. (1976) Visual receptive fields in the lateral suprasylvian area (Clare-Bishop area) of the cat. *Brain Res.* **101**, 427-443
- 22) Campbell, F. W. & Westheimer, G. (1960) Dynamics of accommodation responses of the

- human eye. *J. Physiol.* **151**, 285-295
- 23) Carpenter, M. B. & Pierson, R. J. (1973) Pretectal region and the pupillary light reflex. An anatomical analysis in the monkey. *J. Comp. Neur.* **149**, 271-300
 - 24) Carpenter, M. B. & Strominger, N. L. (1964) Cerebello-oculomotor fibers in the rhesus monkey. *J. Comp. Neur.* **123**, 211-230
 - 25) Cavada, C. & Reinoso-Suarez, F. (1983) Afferent connections of area 20 in the cat studied by means of the retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. *Brain Res.* **270**, 319-324
 - 26) Davson, H. (1972) *Physiology of the Eye*. pp. 397-413, Churchill Livingstone, Edinburgh
 - 27) Donaldson, I. M. L. & Hawthorne, M. E. (1979) Coding of visual information by units in the cat cerebellar vermis. *Exp. Brain Res.* **34**, 27-48
 - 28) Ferster, D. A. (1981) Comparison of binocular depth mechanisms in areas 17 and 18 of the cat visual cortex. *J. Physiol.* **311**, 623-655
 - 29) Fincham, E. F. (1951) The accommodation reflex and its stimulus. *Brit. J. Ophthalmol.* **35**, 381-393
 - 30) Fry, G. A. (1959) The image-forming mechanism of the eye. *Handbook of Physiology. Neurophysiology I*, Chapter 27, 647-670, American Physiological Society
 - 31) Heath, C. J. & Jones, E. G. (1971) The anatomical organization of the suprasylvian gyrus of the cat. *Ergebn. Anat. Entwickl.-Gesch.* **45**, 1-64
 - 32) Hoddevik, G. H., Brodal, A., Kawamura, K. & Hashikawa, T. (1977) The pontine projection to the cerebellar vermal visual area studied by means of the retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. *Brain Res.* **123**, 209-277
 - 33) Hosoba, M., Bando, T. & Tsukahara, N. (1978) The cerebellar control of accommodation of the eye in the cat. *Brain Res.* **153**, 495-505
 - 34) 細川靖彦, 笠井 健, 辻 三郎, 藤井克彦 (1974) 眼の焦点調節に於ける制御機構. 医用電子生体工学研究会資料, MBE 74-18
 - 35) Hultborn, H., Mori, K. & Tsukahara, N. (1978) The neuronal pathway subserving the pupillary light reflex. *Brain Res.* **159**, 255-267
 - 36) Hultborn, H., Mori, K. & Tsukahara, N. (1978) The cerebellar influence on parasympathetic neurones innervating intra-ocular muscles. *Brain Res.* **159**, 269-278
 - 37) Hutchins, B. & Weber, J. T. (1985) The pretectal olivary nucleus of the cat: evidence for a two-tailed structure. *Brain Res.* **331**, 150-154
 - 38) Hutchins, B., Weber, J. T. & Updyke, B. V. (1983) Projections from the middle suprasylvian visual areas to the pretectal complex of the cat. *Anat. Rec.* **205**, 88
 - 39) Ijichi, Y., Kiyohara, T., Hosoba, M. & Tsukahara, N. (1977) The cerebellar control of the pupillary light reflex in the cat. *Brain Res.* **128**, 69-79
 - 40) Jampel, R. S. (1960) Convergence, divergence, pupillary reactions and accommodation of the eyes from faradic stimulation of the Macaque brain. *J. Comp. Neur.* **115**, 371-400
 - 41) Judge, S. J. & Cumming, B. G. (1983) Brainstem neurons related to accommodation and vergence. *Neurosci. Abstr.* **9**, 1087
 - 42) Kawamura, S., Sprague, J. M. & Niimi, K. (1974) Corticofugal projections from the visual cortices to the thalamus, pretectum and superior colliculus in the cat. *J. Comp. Neur.* **158**, 339-362
 - 43) Loewenfeld, I. E. (1969) The Argyll Robertson Pupil, 1869-1969. A critical survey of the literature. *Surv. Ophthalmol.* **14**, 199-299
 - 44) Loewenstein, O. & Loewenfeld, I. E. (1969) The Pupil. In Hugh Davson (Ed.), *The Eye*, vol. 3, Muscular Mechanisms, 255-337, Academic Press, New York
 - 45) Loewy, A. D., Saper, C. B. & Yamodis, N. D. (1978) Re-evaluation of the efferent projections of the Edinger-Westphal nucleus in the cat. *Brain Res.* **141**, 153-159
 - 46) Maunsell, J. H. R. & Van Essen, D. C. (1983) The connections of the middle temporal visual area (MT) and their relationship to a cortical hierarchy in the macaque monkey. *J. Neurosci.* **3**, 2563-2586
 - 47) Mays, L. E. (1984) Neural control of vergence eye movements: convergence and divergence neurons in midbrain. *J. Neurophysiol.* **51**, 1091-1108
 - 48) Miles, F. A., Fuller, J. H., Braitman, D. J. & Dow, B. M. (1980) Long-term adaptive changes in primate vestibuloocular reflex. III. Electrophysiological observations in flocculus of normal monkeys. *J. Neurophysiol.* **43**, 1437-1476
 - 49) Ogasawara, K., McHaffie, J. G. & Stein, B. E. (1984) Two visual corticotectal systems in cat. *J. Neurophysiol.* **52**, 1226-1245
 - 50) O'Niell, W. D. & Brodkey, J. S. (1969) Linear regression of lens movement with refractive state. *Arch. Ophthalmol.* **82**, 795-799
 - 51) O'Neill, W. D., Sanathanan, C. K. & Brodkey, J. S. (1969) A minimum variance, time optimal, control system model of human lens accommodation. *IEEE Trans. SSC-5*, 290-299
 - 52) Palmer, L. A., Rosenquist, A. C. & Tusa, R. J. (1978) The retinotopic organization of lateral suprasylvian visual areas in the cat. *J. Comp. Neur.* **177**, 237-256

- 53) Poggio, G. F. & Talbot, W. H. (1981) Mechanisms of static and dynamic stereopsis in foveal cortex of the rhesus monkey. *J. Physiol.* **315**, 469-492
- 54) Raczkowski, D. & Rosenquist, A. C. (1983) Connections of the multiple visual cortical areas with the lateral posterior-pulvinar complex and adjacent thalamic nuclei in the cat. *J. Neurosci.* **3**, 1912-1942
- 55) Sakata, H., Shibutani, H. & Kawano, K. (1980). Spatial properties of visual fixation neurons in posterior parietal association cortex of the monkey. *J. Neurophysiol.* **43**, 1654-1672
- 56) Segal, R. L. & Beckstead, R. M. (1984) The lateral suprasylvian corticotectal projection in cats. *J. Comp. Neur.* **225**, 259-275
- 57) Shomura, K., Kuchiiwa, S. & Sukekawa, K. (1982) Two pupilloconstrictor areas in the occipital cortex of the cat. *Brain Res.* **247**, 134-137
- 58) Sillito, A. M. & Zbrozyna, A. W. (1970) The activity characteristics of the preganglionic pupilloconstrictor neurones. *J. Physiol.* **211**, 767-779
- 59) Smith, J. D., Masek, G. A., Ichinose, L. Y., Watanabe, T. & Stark, L. (1970) Single neuron activity in the pupillary system. *Brain Res.* **24**, 219-234
- 60) Sokol, S. & Moskowitz, A. (1981) Effect of retinal blur on the peak latency of the pattern evoked potential. *Vision Res.* **21**, 1279-1286
- 61) Spear, P. D. & Baumann, T. P. (1975) Receptive-field characteristics of single neurons in the lateral suprasylvian visual area of the cat. *J. Neurophysiol.* **38**, 1403-1420
- 62) Stark, L. (1968) *Neurological Control Systems-Studies in Bioengineering*, pp 185-230, Plenum Press, New York
- 63) Steiger, H.-J. & Buttner-Ennever, J. A. (1979) Oculomotor nucleus afferents in the monkey demonstrated with horseradish peroxidase. *Brain Res.* **160**, 1-15
- 64) Sugimoto, T., Itoh, K. & Mizuno, N. (1977) Localization of neurons giving rise to the oculomotor parasympathetic outflow: A HRP study in cat. *Neurosci. Lett.* **7**, 301-305
- 65) Sugimoto, T., Mizuno, N. & Uchida, K. (1982) Distribution of cerebellar fiber terminals in the midbrain visuomotor areas: an auto-radio-graphic study in the cat. *Brain Res.* **238**, 353-370
- 66) Sugimoto, T., Itoh, K. & Mizuno, N. (1978) Direct projections from the Edinger-Westphal nucleus to the cerebellum and spinal cord in the cat: a HRP study. *Neurosci. Lett.* **9**, 17-22
- 67) Teridiman, J., Smith, J. D. & Stark, L. (1971) Dynamic analysis of pupil with light and electric stimulation. *IEEE Trans, SMC-1*, 239-251
- 68) Toates, F. M. (1972) Accommodative function of the human eye. *Physiol. Rev.* **52**, 823-863
- 69) Toyama, K. & Kozasa, T. (1982) Responses of Clare-Bishop neurons to three-dimensional movement of a light stimulus. *Vision Res.* **22**, 571-574
- 70) Toyoshima, K., Kawana, E. & Sakai, H. (1980) On the neuronal origin of the afferents to the ciliary ganglion in the cat. *Brain Res.* **185**, 67-76
- 71) Trejo, L. J. & Cicerone, C. M. (1984) Cells in the pretectal olivary nucleus are in the pathway for the direct light reflex of the pupil in the rat. *Brain Res.* **300**, 49-62
- 72) Tusa, R. J. & Palmer, L. A. (1980) Retinotopic organization of areas 20 and 21 in the cat. *J. Comp. Neur.* **193**, 147-164
- 73) Updyke, B. V. (1981) Projections from visual areas of the middle suprasylvian sulcus onto the lateral posterior complex and adjacent thalamic nuclei in cat. *J. Comp. Neur.* **201**, 477-506
- 74) Warwick, R. (1954) The ocular parasympathetic nerve supply and its mesencephalic sources. *J. Anat.* **88**, 71-93

イヌ顎下腺における酸素摂取の亢進とアミラーゼおよびシアル酸分泌との関連について

中野慶子・市河三太・駒林隆夫*

井沢鉄也*・坪井実*

(昭和大学医学部第二生理学教室・東京薬科大学第二薬理学教室*)

Studies on the relationship between the oxygen uptake and the release of amylase and sialic acid. Keiko NAKANO, Santa ICHIKAWA, Takao KOMABAYASHI*, Tetsuya IZAWA* and Minoru TSUBOI* (*Department of Physiology, School of Medicine, University of Showa, Shinagawa-Ku, Tokyo 142. Department of Pharmacology, Tokyo College of Pharmacy, Hachioji, Tokyo 192-03, Japan**)

The relationship between the oxygen uptake and the release of amylase and sialic acid induced by pilocarpine was investigated in dog submandibular glands.

1. Pilocarpine dose-dependently stimulated the oxygen uptake. The dose required for the maximal response was 10 μ M.

2. The release of amylase and sialic acid induced by pilocarpine was inhibited by the addition of iodoacetic acid, malonic acid, 2, 4-dinitrophenol, antimycin A or sodium azide. The oxygen uptake induced by pilocarpine was significantly inhibited by iodoacetic acid, malonic acid, antimycin A or sodium azide. On the other hand, 2, 4-dinitrophenol further stimulated the oxygen uptake by pilocarpine.

3. The increase in the oxygen uptake or the release of amylase and sialic acid induced by pilocarpine was significantly inhibited by ouabain.

4. The Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio in the microsomal fraction of dog submandibular glands was dose-dependently increased by pilocarpine.

5. The Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio induced by pilocarpine was significantly inhibited by ouabain, antimycin A, oligomycin or 2, 4-dinitrophenol.

6. The pilocarpine-induced Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio was significantly inhibited by the removal Ca^{2+} from the medium or the addition of 2 mM EGTA.

7. These results suggest that the increase in the oxygen uptake by pilocarpine is profoundly involved in the energy supply for the process of amylase and sialic acid release. In particular, the energy supply demanded for the activation of Na^+ pump may play a role in the mechanism by which pilocarpine induces the oxygen uptake.

key words: dog submandibular gland, oxygen uptake, release of amylase and sialic acid, Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio

I. 緒 言

唾液の分泌は主として自律神経系によって調節されている。鼓索神経に電気刺激を加えると、顎下腺からの唾液流出速度が増加し、これに伴って熱産生や酸素需要量も増加し、代謝の亢進が惹起される(井上⁶⁾⁷⁾, Murakami²⁰⁾). また、神経刺激と同様にアドレナリン作動薬やコリン作動薬を顎下腺の切片に作用させると、アミラーゼやシアル酸、 K^+ の分泌、ならびに酸

素摂取の亢進が観察される。アドレナリン作動薬によるアミラーゼの放出は β -アドレナリン受容体を、 K^+ の放出は α -アドレナリン受容体を介して亢進する。一方、コリン作動薬によるアミラーゼや K^+ の放出はムスカリン受容体を介して惹起されると考えられている(Selinger et al.²⁹⁾, Batzri & Selinger²⁾, Leslie et al.¹⁶⁾, Jirakulsomchok & Schneyer¹⁰⁾, Komabayashi et al.¹²⁾¹⁴⁾, Watson et al.⁸⁶⁾, 坂本ら⁸¹⁾). アドレナリン作動薬による酸素摂取の亢進は α および β の両受容体を、コリン作動薬による亢進はムスカリン受容体を介して惹起される(Koma-

bayashi et al.¹²⁾³¹⁾, Stewart et al.³²⁾).

分泌細胞へのエネルギーの供給は細胞機能の調節において重要である。そしてエネルギーの持続的な供給は色々な分泌物の分泌に必須なものと思われる。Furuyama et al.⁴⁾, Tanaka et al.³⁴⁾らはエネルギー産生系において重要な役割を持つクレアチンリン酸が顎下腺に高濃度に存在すること、ならびにそれらの関連酵素であるミトコンドリア、クレアチンキナーゼが存在することを報告している。これらの報告は唾液の分泌がエネルギー消費を伴うことを示唆している。前述したように各種の刺激によって惹起される酸素摂取の亢進が腺分泌の亢進と平衡してみられることから、両者間に何らかの連関機構(分泌—代謝亢進連関機構)が存在すると考えられる。しかし、これに関して検討した報告はきわめて少ない。

今井³⁾はイヌ顎下腺の灌流液中の Na^+ を除去すると、鼓索神経刺激による分泌電位ならびに唾液分泌が抑制されることを報告している。また、リンゲル液からの Na^+ の除去はイソプロテノールやピロカルピンによるアミラーゼ放出ならびに酸素摂取が抑制されることも知られている(Watson et al.³⁷⁾, 坂本³¹⁾ら)。このことは受容体の活性化に基づいて起る Na^+ の influx や efflux が重要な役割を持つことを示唆している。細胞膜において Na^+ 勾配の維持に関連を持つ Na^+ , K^+ -ATPase は顎下腺のミクロゾーム分画に見られ、しかも高活性を示すことが知られている(Schwartz & Moore²⁸⁾, Hall et al.⁵⁾)。中垣²⁵⁾はイヌ顎下腺を用いた ³H-ウワバインの結合実験から、³H-ウワバインの grain 密度は導管細胞で最も高いが、漿液腺および粘液腺細胞にも見られることを報告している。腺細胞における Na^+ , K^+ -ATPase は基底膜や側面膜、腺腔側膜に存在する。さらに Bogart³⁾も同様なことを組織学的にラット顎下腺細胞において報告している。これらの Na^+ , K^+ -ATPase はおそらく分泌に関係すると考えられる。Petersen & Poulsen²⁶⁾, Martinez¹⁸⁾, Martinez & Cassity²¹⁾²²⁾らは β -アドレナリン作動薬やコ

リン作動薬による唾液分泌量が Na^+ ポンプの阻害薬であるウワバインによって強く抑制されることを報告している。

本研究は in vitro 条件下においてピロカルピン刺激時に惹起される酸素摂取の亢進とアミラーゼやシアル酸分泌との連関機構を究明する目的で、エネルギー代謝阻害薬や Na^+ ポンプ阻害薬などを用いて検討したものである。

II. 実験方法

実験材料には雑種イヌ(雌雄, 7~15 kg)の顎下腺を用いた。顎下腺の摘出はチオペンタール Na (80 mg/kg) を静注後に行った。その後顎下腺は氷冷した Krebs-Ringer phosphate buffer (pH 7.4) に浸漬し、被膜を除去した。

A. 酸素摂取の測定

顎下腺は Stadie-Riggs slicer で厚さ 0.5~0.8 mm の切片にした。酸素摂取量の測定は Warburg 検圧計を用いて行い、主室に組織切片約 100 mg を 3 ml の Ringer 液に浮遊させ、純酸素気相, 37.5°C の恒温条件で 10 分間の preincubation を行った後に添加物を加え 1 時間連続的に行った。

B. アミラーゼおよびシアル酸放出の実験

顎下腺切片(約 100 mg)は 4 ml の Ringer 液に浮遊させ、37.5°C で 60 分間 incubation した。その後 Ringer 液を濾過し、濾液がアミラーゼおよびシアル酸の測定に用いられた。アミラーゼの測定は Bernfeld 法¹⁾, シアル酸の測定は Svennerholm²⁷⁾の resorcinolhydrochloric acid 法に従って行った。アミラーゼの活性は Somogyi 単位にして示した。

C. Na^+ , K^+ -ATPase の測定

顎下腺の細小片(約 2 g)は各種の薬物を含む 50 ml の Ringer 液の入っているマイヤーフラスコに浮遊させた。Incubation は 37.5°C, 純酸素気相の基で 60 分間行った。Incubation 後 Ringer 液はナイロンメッシュ(極径 200 μm)を用いて濾過し、顎下腺の細小片を採集し、 Na^+ , K^+ -ATPase activity の測定試料とした。 Na^+ , K^+ -ATPase の測定は Nakao et al.²⁴⁾, Schwartz

& Moore²⁸⁾らの方法に従って実施した。すなわち、細小片は 20 ml のホモジネーション buffer (0.32 M sucrose, 5 mM EDTA, pH 7.4) に加え、ヒスコトロン (日本精密) でホモジネートした。懸濁液は 4 °C の冷却遠心器で 3,300 × g で 20 分間の遠心を 2 回行った。1 回目の上清と 2 回目の上清を 17,000 × g で 20 分間遠心し、その上清を得た。その後、その上清は 100,000 × g で 60 分間超遠心し、ミクロゾーム分画が得られた。ミクロゾーム分画は氷冷した蒸留水 4 ml に懸濁し、4 ml の NaI 溶液を加えた。30 分後に氷冷した蒸留水を 25 ml 加えた懸濁液は 20,000 × g で 30 分間遠心され沈澱物が得られた。この沈澱物は 5 mM EDTA (pH 7.4) で 3 回洗浄された。沈澱物に氷冷した蒸留水 2 ml を加えて酵素液が調製された。

Na⁺, K⁺-ATPase の specific activity は 1 時間の incubation (37.5 °C) で遊離する無機リン量から求めた。Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio は [(Na⁺, K⁺, Mg²⁺-activity) - (Mg²⁺-activity)] ÷ (Mg²⁺-activity) によって求めた。酵素液の蛋白質の定量は Lowry et al.¹⁵⁾ による比色法を用いて行った。

D. 薬物

使用した薬物はピロカルピン (三晃製薬), オリゴマイシンおよびウワバイン, アンチマイシン A (Sigma), 2, 4-ジニトロフェノールおよびマロン酸, ヨード酢酸, アジ化ナトリウム (和光純薬工業), チオペンタール Na (田辺製薬) であった。

III. 結 果

A. イヌ顎下腺の酸素摂取に及ぼす各種濃度のピロカルピンの影響

ピロカルピン添加による酸素摂取は時間の経過とともにほぼ直線的に亢進する。Fig. 1 は各種濃度のピロカルピンを添加した時の酸素摂取量の変化を示したものである。ピロカルピンによる酸素摂取量は添加量に応じて増加が認められた。最大の効果は 10 μM ピロカルピンで認められ、control level の約 2.4 倍の増加が観察

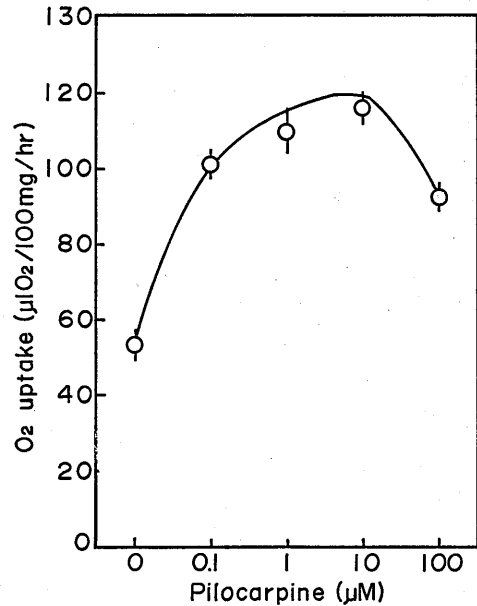


Fig. 1. Dose-response curve for the effects of pilocarpine on the oxygen uptake in dog submandibular gland slices. Each point represents the mean ± S. E. for seven experiments.

された。

B. ピロカルピンのアミラーゼ, シアル酸の放出作用および酸素摂取の亢進作用に及ぼすエネルギー代謝阻害薬の影響

以前の報告¹³⁾において、著者らはイヌ顎下腺からのアミラーゼおよびシアル酸の放出が時間の経過に伴って増加すること、ピロカルピンによるこれらの放出は添加量に応じて増加し、10 μM ピロカルピンで最大効果が見られることを確認した。以上のことから以後の実験は 10 μM ピロカルピン存在下で実施した。

Table 1 はピロカルピンのアミラーゼ, シアル酸の放出作用および酸素摂取の亢進作用に及ぼす解糖系ならびに酸化的リン酸化反応阻害薬の影響を示したものである。ピロカルピンによるアミラーゼおよびシアル酸の放出はアジ化ナトリウム, マロン酸, ヨード酢酸, 2, 4-ジニトロフェノールならびにアンチマイシン A によって有意に抑制された。2, 4-ジニトロフェノールは呼吸開放作用によって酸素摂取をさらに亢進させた。一方、アンチマイシン A やアジ化ナト

Table 1. Effects of the inhibitors of energy metabolism on the oxygen uptake or the release of amylase and sialic acid induced by pilocarpine.

Conditions	Release		
	Amylase (Unit/100 mg/hr)	Sialic acid ($\mu\text{g}/100 \text{ mg/hr}$)	Oxygen uptake ($\mu\text{l O}_2/100 \text{ mg/hr}$)
Control	0.032 \pm 0.005	31.5 \pm 1.1	62.5 \pm 2.4
10 μM pilocarpine	0.127 \pm 0.007	60.9 \pm 2.3	117.3 \pm 2.4
+ 1 mM iodoacetic acid	0.045 \pm 0.005*	36.9 \pm 2.2*	43.7 \pm 1.1*
+ 5 mM sodium azide	0.088 \pm 0.004*	18.0 \pm 1.7*	46.4 \pm 0.9*
+10 mM malonic acid	0.092 \pm 0.007*	32.9 \pm 2.5*	67.3 \pm 4.0*
+10 μM 2, 4-dinitrophenol	0.071 \pm 0.006*	60.0 \pm 2.0 N. S.	142.3 \pm 3.7*
+100 μM 2, 4-dinitrophenol	0.047 \pm 0.003*	32.8 \pm 2.3*	159.2 \pm 3.3*
+3.8 μM antimycin A	0.049 \pm 0.005*	25.3 \pm 0.7*	37.7 \pm 1.9*
+38 μM antimycin A	0.038 \pm 0.003*	23.5 \pm 0.8*	22.9 \pm 1.0*

Each value represents the mean \pm S. E. for seven experiments.

* $p < 0.01$. N. S. : not significant.

Table 2. Effects of ouabain on the oxygen uptake or the release of amylase and sialic acid induced by pilocarpine.

Conditions	Release		
	Amylase (Unit/100 mg/hr)	Sialic acid ($\mu\text{g}/100 \text{ mg/hr}$)	Oxygen uptake ($\mu\text{l O}_2/100 \text{ mg/hr}$)
Control	0.030 \pm 0.003	28.5 \pm 3.1	58.3 \pm 2.7
10 μM pilocarpine	0.115 \pm 0.006	41.8 \pm 2.3	117.0 \pm 2.2
+100 μM ouabain	0.067 \pm 0.009*	22.4 \pm 1.2*	81.1 \pm 2.6*
+ 1 mM ouabain	0.059 \pm 0.005*	21.1 \pm 4.3*	78.3 \pm 1.8*

Each value represents the mean \pm S. E. for seven experiments. * $p < 0.01$.

リウム, ヨード酢酸はピロカルピンの酸素摂取の亢進作用を著明に抑制した。

C. ピロカルピンのアミラーゼならびにシアル酸の放出作用と酸素摂取の亢進作用に及ぼすウバインの影響

Table 2 は Na^+ ポンプ阻害薬のウバインの影響を示したものである。10 μM ピロカルピンによるアミラーゼおよびシアル酸放出の亢進は 100 μM および 1 mM のウバインの追添加によって有意に抑制された。また、酸素摂取の亢進作用も同様に著明に抑制された。

D. 顎下腺のミクロゾーム分画の Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio に及ぼす各種濃度のピロカルピンの影響

Fig. 2 は各種濃度のピロカルピン刺激を施した組織の Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio の

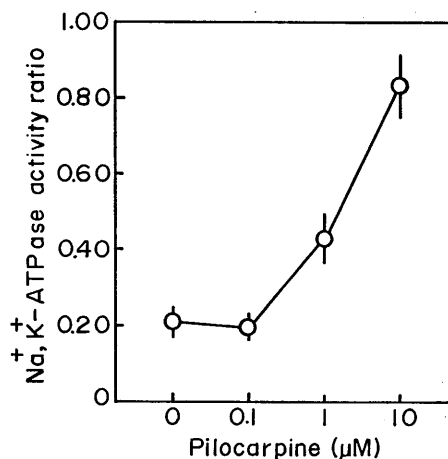


Fig. 2. Dose-response curve for the effects of pilocarpine on the Na^+ , K^+ -ATPase activity ratio. Each point represents the mean \pm S. E. for seven experiments.

変化を示したものである。Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio はピロカルピンの添加用量に依存して増加が観察された。10 μM ピロカルピンでは control level の約4.3倍の増加であった。

E. ピロカルピン刺激時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio に及ぼすエネルギー代謝阻害薬の影響

Table 3 は アンチマイシンAおよびオリゴマイシン, 2, 4-ジニトロフェノールの Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio に及ぼす影響を示したものである。ATP 産生を抑制すると考えられているアンチマイシンA, オリゴマイシンおよび2, 4-ジニトロフェノールはピロカルピンによる Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio を著明に抑制した。

Table 3. Effects of the inhibitors of energy metabolism on the Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio induced by pilocarpine.

Conditions	Na ⁺ , K ⁺ -ATPase activity ratio
Control	0.233±0.023
10 μM pilocarpine	0.841±0.127
+4.5 μM antimycin A	0.200±0.009*
+5 μM oligomycin	0.241±0.013*
+100 μM 2, 4-dinitrophenol	0.203±0.022*

Each value represents the mean±S.E. for seven experiments. * p<0.01.

F. ピロカルピン刺激時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio に及ぼすウワバインの影響

Fig. 3 は各種濃度のウワバインを追添加した時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio を示したものである。ピロカルピンによる Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio の増加は0.01, 0.1および1 mM ウワバインのいずれの濃度でも著明に抑制され、その抑制率は1 mM ウワバインで約72%であった。

G. ピロカルピン刺激時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio に及ぼす Ca²⁺ の影響

Table 4 はピロカルピン刺激時の Na⁺, K⁺-ATPase に及ぼす Ca²⁺ の影響を示したもので

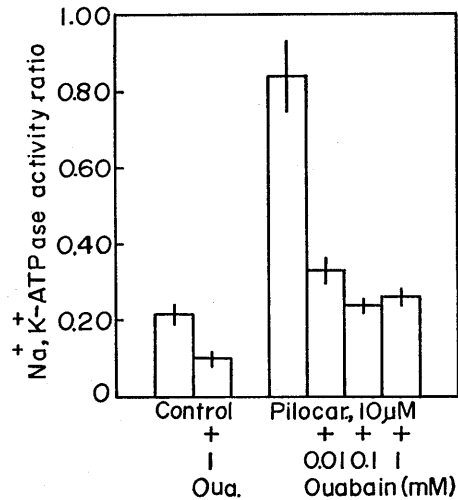


Fig. 3. Effects of ouabain on the Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio induced by pilocarpine. Each column represents the mean±S.E. for seven experiments.

Table 4. Effects of Ca²⁺ removal on the Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio induced by pilocarpine.

Conditions	Na ⁺ , K ⁺ -ATPase activity ratio
Control	
Normal medium	0.233±0.023
10 μM pilocarpin	
Normal medium	0.841±0.127
Ca ²⁺ -free medium	0.367±0.021*
Ca ²⁺ -free+2 mM EGTA medium	0.271±0.018*

The Ca²⁺-free medium had essentially the same electrolyte composition as the Na⁺-containing medium, except that the CaCl₂ was omitted. Each value represents the mean±S.E. for seven experiments. * p<0.01.

ある。

Ca²⁺ を除去した Ringer 液および Ca²⁺ を除去し、さらに 2 mM EGTA を加えた Ringer 液においてピロカルピン刺激時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio は正常な Ringer 液の場合と比較して著明に抑制された。単に Ringer 液から Ca²⁺ を除去した時の Na⁺, K⁺-ATPase activity ratio の抑制率は56%を示した。一方、さらに 2 mM EGTA を添加した場合の抑制率

は約68%であった。

IV. 考 察

唾液腺において、アミラーゼやシアル酸、 K^+ から放出ならびに酸素摂取の亢進は自律神経薬や種々のペプチドの添加によって観察される。これの作用は α および β アドレナリン受容体、ムスカリン受容体ならびにペプチド受容体などのそれぞれの受容体を介して惹起する(Selinger et al.²⁹), Leslie et al.¹⁶), Jirakulsomchok & Schneyer¹⁰), Liang & Cascieri¹⁷), Tsuboi et al.³⁵)。アドレナリン作動薬およびコリン作動薬によるアミラーゼや K^+ の放出ならびに酸素摂取の亢進機序において Ca^{2+} やcyclic AMPなどが重要な役割を持つことは数多く報告されている(Schramm & Selinger³⁰), Leslie et al.¹⁶), Watson et al.³⁶), 坂本ら³¹), Komabayashi et al.¹⁴)。アドレナリン作動薬やコリン作動薬の添加時に観察される酸素摂取の亢進が分泌現象といかなる関連を持つかは興味のあるところである。イヌ顎下腺においてJamieson & Palade⁹)は腺外分泌細胞におけるチモゲン顆粒からの分泌物の放出はエネルギー消費を伴い、それらのエネルギー供給はミトコンドリアから行われていることを報告している。Terroux et al.³³)は鼓索神経刺激でみられる唾液分泌が組織でのエネルギー消費の増加と関連していることを報告している。さらに彼らは分泌液の増加が唾液分泌速度の広い範囲にわたって酸素摂取の増加と一致していることを示した。

Petersen & Poulsen²⁶)はネコ顎下腺の分泌および分泌電位は2, 4-ジニトロフェノールの添加8分後に抑制されることを報告し、分泌にエネルギー供給の必要性を示唆している。また、本実験において観察されたピロカルピンによる酸素摂取の量-反応曲線は前報¹³)で示したアミラーゼならびにシアル酸の量-反応曲線と類似している。さらに、分泌時にエネルギー供給が必須なことはピロカルピンによる酸素摂取および分泌がアンチマイシンAやアジ化ナトリウ

ム、マロン酸などの酸化的リン酸化反応の阻害薬によって抑制されることから推察される(Table 1)。

Shwartz & Moore²⁸), Hall et al.⁵)はラットやイヌの顎下腺において Na^+ , K^+ -ATPase activityが高活性を示すことを報告している。最近、Miyamoto & Ohshika²³)はラット耳下腺の Na^+ , K^+ -ATPase activityがイソプロテレノールの添加によって増加することを報告している。本実験においてもピロカルピン添加が Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioを増加させることを確認した(Fig. 2)。この Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioはエネルギー代謝阻害薬で抑制されることより、エネルギー供給系に強く依存していると考えられる(Table 3)。

ラット顎下腺の灌流実験において、イソプロテレノールやアセチルコリンによる唾液分泌の流出量はイオン輸送阻害薬のプロセミドやエタクリン酸、ウワバインによって抑制される(Martinez & Cassity²¹22))。特にウワバインによる抑制は他の阻害薬と比較して最も大きい。ウワバインは流出量を抑制するばかりでなく、唾液は含まれる Na^+ や K^+ の濃度の変化も引き起す。ウワバインの抑制効果は腺細胞に存在する Na^+ , K^+ -ATPaseが唾液分泌に関与するメカニズムの基本的なものの1つであることを示唆している。本実験において、ピロカルピンのアミラーゼやシアル酸の放出ならびに酸素摂取の亢進作用はウワバインによって強く抑制された(Table 2)。さらにピロカルピンの Na^+ ポンプの活性化もウワバインによって強く抑制された(Fig. 3)。これらの結果はピロカルピン刺激時の酸素摂取の亢進が Na^+ ポンプ作動に伴うエネルギー供給に深く関連していることを示唆している。また、アミラーゼやシアル酸の放出過程に Na^+ ポンプの活性化が重要な役割を持つことを示唆している。

Koelz et al.¹¹), Miller & Nelson¹⁹)らはラット耳下腺においてアドレナリンやイソプロテレノールによるアミラーゼ放出と Ca^{2+} uptakeとの間に密接な関係があることを報告している。

著者らはすでにアドレナリン作動薬やコリン作動薬, サブスタンスPなどによって惹起する酸素摂取の亢進は細胞内外 Ca^{2+} の存在に依存することを報告している(Komabayashi et al.^{12,14}), 坂本ら³¹). このように各刺激薬による分泌促進および酸素摂取の亢進に Ca^{2+} が重要な役割を持つことは示唆されているが, Ca^{2+} の調節因子については不明点が多い. 本実験では, ピロカルピン刺激時の Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioが Ca^{2+} の除去によって著明に抑制された(Table 4). これらの結果から, ピロカルピンの受容体の活性化に伴って起る Na^+ ポンプの活性化が何らかの機構を介して Ca^{2+} の挙動と密接な関係を持ち, Ca^{2+} が Na^+ ポンプの調節因子の1つであると考えられる. しかしながら, Na^+ ポンプと Ca^{2+} がどのようなlink機構を持っているかはさらに検討しなければならない.

以上の結果より, 著者らは, 分泌刺激時に惹起する酸素摂取の亢進は Na^+ ポンプ作動に伴うエネルギー供給が1つの要因と推察したが, さらに開口分泌に至るまでの分泌顆粒の移動に伴うエネルギーの供給や環状核酸の生合成などのための基質の供給が考えられることから, さらに検討しなければならないと考えている.

V. 要 約

イヌ顎下腺を用いて, ピロカルピン刺激時に惹起される酸素摂取の亢進とアミラーゼやシアル酸の分泌との連関を究明する目的で次の結果を得た.

1. ピロカルピンの酸素摂取の亢進作用は添加量に依存して観察され, 最大効果は $10 \mu\text{M}$ の添加で認められた.
2. ピロカルピンのアミラーゼおよびシアル酸の放出作用はヨード酢酸, マロン酸, 2, 4-ジニトロフェノール, アンチマイシンA, アジ化ナトリウムによって著明に抑制された. さらに酸素摂取量は, 2, 4-ジニトロフェノールの添加によって促進されたがヨード酢酸やアジ化ナトリウム, マロン酸, アンチマイシンAの添加で

有意に抑制された.

3. ピロカルピンのアミラーゼおよびシアル酸の放出作用ならびに酸素摂取の亢進作用はウワバインによって著明に抑制された.

4. ミクロゾーム分画における Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioはピロカルピンによって量一反応的に増加を示した.

5. ピロカルピンによる Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioの増加はウワバインおよびアンチマイシンA, オリゴマイシン, 2, 4-ジニトロフェノールなどによって有意に抑制された.

6. ピロカルピンによる Na^+ , K^+ -ATPase activity ratioの増加は Ca^{2+} を除去したRinger液ならびに2 mM EGTAを含むRinger液では著明に抑制された.

7. 以上の結果より, ピロカルピン添加時に惹起する酸素摂取の亢進はアミラーゼやシアル酸放出過程へのエネルギー供給に深く関与するものと思われる. 特に Na^+ ポンプの活性化に伴うエネルギーの供給が酸素摂取の亢進機序に含まれる1つの大きな要因と考えられる.

文 献

- 1) Bernfeld, P. (1955) Amylase α and β . In: Methods in Enzymol., vol. I, ed. by Colowick, S. P. & Kaplan, N. O., Academic Press, New York, 149-158
- 2) Batzri, S. & Selinger, Z. (1973) Enzyme secretion mediated by the epinephrine β -receptor in rat parotid slices. Am. J. Physiol. **248**, 356-360
- 3) Bogart, B. I. (1975) Secretory dynamics of the rat submandibular gland: An ultrastructural and cytochemical study of the isoproterenol-induced secretory cycle. J. Ultrastruct. Res. **52**, 139-155
- 4) Furuyama, S., Abe, M., Yokoyama, N., Sugiya, H. & Fujita, Y. (1980) Mitochondrial creatine kinase in rat submandibular gland. Int. J. Biochem. **11**, 259-264
- 5) Hall, S. H., Siegel, I. A. & Izutsu, K. T. (1972) (Na^+ + K^+)-ATPase activity in the dog submandibular gland. Arch. Oral Biol. **17**, 1737-1744
- 6) 井上太郎(1958)唾液腺灌流による唾液分泌機転に関する研究(第2報)唾液腺の酸素消費量について. 日本生理誌 **20**, 442-452

- 7) 井上太郎(1958)唾液腺灌流による唾液分泌機転に関する研究(第3報)唾液分泌機転のエネルギー論的研究. 日本生理誌 **20**, 734-743
- 8) 今井雄介(1965)イヌ顎下腺分泌に関する研究, 第2報 唾液分泌及び分泌電位に及ぼす灌流液イオン交換の影響と分泌時の腺組織のイオン出納について. 日本生理誌 **27**, 313-324
- 9) Jamieson, J. D. & Palade, G. E. (1971) Condensing vacuole conversion and zymogen granule discharge in pancreatic exocrine cells: Metabolic studies. *J. Cell Biol.* **48**, 503-522
- 10) Jirakulsomchok, D. & Schneyer, C. A. (1979) Effects on rat parotid amylase and Ca of α - and β -adrenergic sympathetic stimulation. *Am. J. Physiol.* **236**, E371-E385
- 11) Koelz, H. R., Kondo, S., Blum, A. L. & Schulz, I. (1977) Calcium ion uptake induced by cholinergic and α -adrenergic stimulation in isolated cells of rat salivary glands. *Pflügers Arch.* **370**, 37-44
- 12) Komabayashi, T., Sakamoto, S. & Tsuboi, M. (1979) Effects of adrenergic agonists on the oxygen uptake and amylase output in rat submandibular gland slices. *Jpn. J. Pharmacol.* **29**, 707-713
- 13) Komabayashi, T., Nakano, K., Nakamura, T. & Tsuboi, M. (1983) Stimulation of amylase and sialic acid releases from dog submandibular gland slices by pilocarpine or high K⁺ medium: A possible role of calmodulin for their releases. *Jpn. J. Physiol.* **33**, 921-930
- 14) Komabayashi, T., Nakano, K., Izawa, T., Nakamura, T. & Tsuboi, M. (1984) Effects of Ca²⁺ and calmodulin antagonists on the oxygen uptake induced by acetylcholine or substance P in rat submandibular gland slices. *Jpn. J. Pharmacol.* **36**, 441-447
- 15) Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. & Randall, R. J. (1951) Protein measurements with the folin reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265-275
- 16) Leslie, B. A., Putney, J. W., Jr. & Sherman, J. M. (1976) α -Adrenergic, β -adrenergic and cholinergic mechanisms for amylase secretion by rat parotid gland in vitro. *J. Physiol.* **260**, 351-370
- 17) Liang, T. & Cascieri, M. A. (1981) Substance P receptor on parotid cell membranes. *J. Neurosci.* **1**, 1133-1141
- 18) Martinez, J. R. (1971) Action of ouabain on submaxillary secretion in the dog. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **178**, 616-624
- 19) Miller, B. & Nelson, D. L. (1977) Calcium fluxes in isolated acinar cells from rat parotid: Effect of adrenergic and cholinergic stimulation. *J. Biol. Chem.* **252**, 3629-3636
- 20) Murakami, M. (1979) Measurement of heat production in dog submandibular gland. *Jpn. J. Physiol.* **29**, 491-507
- 21) Martinez, J. R. & Cassity, N. (1983) Effect of transport inhibitors on secretion by perfused rat submandibular gland. *Am. J. Physiol.* **245**, G711-G716
- 22) Martinez, J. R. & Cassity, N. (1984) Effect of ouabain and furosemide on saliva secretion induced by sympathomimetic agents in isolated, perfused rat submandibular glands. *Experientia* **40**, 557-559
- 23) Miyamoto, A. & Ohshika, H. (1985) Isoproterenol inhibition of potassium release from rat parotid gland. *Jpn. J. Pharmacol.* **38**, 305-311
- 24) Nakao, T., Tashima, Y., Nagano, K. & Nakao, M. (1965) Highly specific sodium-potassium-activated adenosine triphosphatase from various tissues of rabbit. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **19**, 755-758
- 25) 中垣育子(1981)イヌ顎下腺腺房細胞における(Na⁺-K⁺)-ATPaseの分布について. 日本生理誌 **43**, 213-225
- 26) Petersen, O. H. & Poulsen, J. H. (1967) Inhibition of salivary secretion and secretory potentials by g-strophanthin, dinitrophenol and cyanide. *Acta Physiol. Scand.* **71**, 194-202
- 27) Svennerholm, L. (1957) Quantitative estimation of sialic acid. IIA colorimetric resorcinolhydrochloric acid method. *Biochim. Biophys. Acta* **24**, 604-611
- 28) Schwartz, A. & Moore, C. A. (1968) Highly active Na⁺, K⁺-ATPase in rat submaxillary gland bearing on salivary secretion. *Am. J. Physiol.* **214**, 1163-1167
- 29) Selinger, Z., Batzri, S., Eimerl, S. & Schramm, M. (1973) Calcium and energy requirements for K⁺ release mediated by the epinephrine α -receptor in rat parotid slices. *J. Biol. Chem.* **248**, 369-372
- 30) Schramm, M. & Selinger, Z. (1975) The functions of cyclic AMP and calcium as alternative second messengers in parotid gland and pancreas. *J. Cyclic Nucl. Res.* **1**, 181-192
- 31) 坂本清也, 市河三太, 駒林隆夫, 坪井 実(1981)ラット顎下腺の酸素摂取におよぼすアドレナリン, ノルアドレナリンおよびピロカルピンの影響. 日本生理誌 **43**, 469-478
- 32) Stewart, D. J., Pon, D. J. & Sen, A. K. (1983) Cholinergic stimulation of ouabain-sensitive respiration in rat submandibular gland. *Am. J. Physiol.* **245**, G364-G368
- 33) Terroux, K. G., Sekelj, P. & Burgeo, A. S. (1959) Oxygen consumption and blood flow in

- the submaxillary gland of the dog. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**, 5-15
- 34) Tanaka, H., Sugiya, H. & Fujita, Y. (1983) Studies on creatine kinase in rat submandibular gland. *Int. J. Biochem.* **15**, 297-302
- 35) Tsuboi, M., Komabayashi, T. & Nakano, K. (1983) Stimulation of the oxygen uptake by substance P in rat submandibular slices. *Jikeikai Med. J.* **30**, 171-175
- 36) Watson, E. L., Williams, J. A. & Siegel, I. A. (1979) Calcium mediation of cholinergic-stimulated amylase release from mouse parotid gland. *Am. J. Physiol.* **236**, C233-C237
- 37) Watson, E. L., Friedman, J. & Siegel, I. A. (1980) Mediation of β -adrenergic stimulated amylase release from mouse parotid gland. *Life Sci.* **26**, 1919-1926

〔海外だより〕

「The international symposium to debate current issues in thermal physiology」に出席して

1985年6月23日から28日まで、「温熱生理学における重要課題についての国際シンポジウム」が、これまで温熱生理学研究の中心拠点として、国際的にそのリーダー役を果たしてきた、ユール大学ピールズ研究所の主催で、同大学講堂で行われた。同研究所が創立50周年を迎えることと、同研究所の所長として、またIUPSのThermal CommissionのChairmanとして長い期間活躍してきたJames D. Hardy教授の傘寿を祝ってのもよおしでもあったようである。参加者はアメリカ、西独、フランス、カナダ、オーストラリア、英国、日本、南ア、デンマークの各国から参集し、シンポジウムの行われた期間、ユール大学ールド・キャンパス内のDurfee Hallという学生寮一同大学に入学した新入生が、最初の一年間生活する寮に滞在した。日本からは、阪大中山教授、山梨医大入来教授、それに私山口大村上の3人で、参加者は全てオーガナイザーの招待によるものであった。

御存知の通りに、温熱生理学は広い守備範囲を持っているが、今回重要課題として取り上げられたのは、体温調節、発熱、それに暑熱と循環の問題に限られていた。そうして本シンポジウムに最も特徴的なことは、これらの諸問題をカバーする6つの命題が予め決められ、各命題についてproponent, opponent, discussantが各2名ずつ指定されており、proponentとopponentはそれぞれ20分間の持ち時間で主張し、あるいは反対意見を述べ、80分間で一度発表を中断して、30分間のモーヒー・ブレイクをとりながら、聴取者は発表者の意見を消化し、頭を冷した後、2名のdiscussantの討論口演を皮切りに、フロアからもまた発表者自身も加わって、100分間討論するといった形式がとられた。この間の進行はmoderatorが司会進行をつとめることになる。全体の討論が始まるに先だって、オーガナイザーから各発表者は、それぞれの立場に立って命題の討論を進めるための発表なり、討論なりをするように、特に自分の実験成績や考え方だけを主張する場にしないようにと要請された。筆者には、このような形式のシンポジウムの経験は全くなかったが、終了してみると各命題についての対立点や考え方がすっきりと整理された感があると同時に、今後

の研究目標あるいは研究方向についても、各人の理解に応じておぼろげながら浮んでくるように感じられた。後日オーガナイザーの一人に聞いたところでは、to debateを今シンポジウムの主眼にして、このような形式をとったとの事であった。百科辞典によると、「ソクラテスはその門弟達との間で、このような激しい独特な問答法で、相手の矛盾を暴露して相手に自己の無知を自覚させ、その自覚から出発して参加者と共に、真の普遍的な知識なり道徳なりに到達しようと努めた」と記載してあるが、その彼も後日反対派に告発され死刑の宣告を受け、毒杯をあおって自殺したそうで、最終日に行われたユール大学総長招待の宴席で、発熱研究では高名なBeeson門下のAtkins教授がホストとして講演したが、その中でこのシンポジウムで激しくdebateした皆さんは、ソクラテスの故事に倣うと、毒をあおって死ぬことになるが、とのジョークが出ていた。

さて6つの命題についてももう少し詳しく説明してみると、発熱研究に関するものが2セッション行われた。すなわち第一のものは、「発熱は、生体にとって有利な反応である」という命題にDinarello(米)とKluger(米)がproponentに、Banet(独)とBlatteis(米)はopponentに、そしてDuff(英)と筆者がdiscussantで討論が行われた。発熱時には、体温上昇と共に“acute phase response”と呼ばれる血中微量成分やある種の血清蛋白の変動を主とした防衛反応が起り、両者が一緒になって働くことが、発熱の有利な作用に大きく関与していることをKlugerはこれまで主張してきている。またDinarelloは、発熱と同時に起こる免疫反応の強化に、内因性発熱物質(endogenous pyrogen, EP)そのものが、Interleukin-1(IL-1)として働いていることを主張してきているが、今回はこのEP/IL-1なる物質のアミノ酸配列を遺伝子工学的に明らかにすると共に2ヶ所の遺伝子によって生成されることを報告していた。かかる主張に対して、これを全面的に否定できる論説を、どなたも張ることはできなかったが、これまでの主張の中にある矛盾がいくつか指摘されていた。その一つとして、例えば発熱に伴う体温上昇は、IL-1のヘルパーT細胞増殖を助長する

といった増幅作用を介して、生体防衛反応に与ると理解されているが、実際に生体で体温上昇の発現する時期と、ヘルパーT細胞増殖期との間には、大きなズレがあることなどである。

第2番目の命題として、「プロスタグランディンEは、発熱のメディエーターであるか、否か」という問題である。これには Atkins(米)が moderator となり、proponent としては Bernheim(米)と Stitt(米)が、opponent としては Coceani(加)と Mitchell(南ア)が、discussant は Blatteis(米)と Hellon(英)が夫々活躍した。Miltonらによって1960年代に、発熱発現にはプロスタグランジンがメディエーターとして働いているとする prostaglandin(PG) theory が提唱されたが、PG に関する研究の進展に伴って多数の研究が行われ、現在では PGE がメディエーターとして働いていることについては、広く受け入れられている。しかし発熱時の体温上昇は、この PGE だけでは説明できない所が多々あり、この他に如何なる物質が関与しているかが関心事になっているが、このセッションでもこの点について激しい討論がなされた。PG の代謝産物にそれを求める人、他の未知の蛋白質ないしペプチドにそれを期待する人などいたが、近い将来その結果を期待することができよう。しかし体温調節研究の戦略の一つとして、発熱といった側面からアプローチすれば、体温調節の中枢機序の究明もより促進されるのではないかと期待され、研究が続けられてきたが、免疫学者や病理学者さらには感染病学者の研究参加によって、発熱領域は急速にその生物学的全貌が明らかになってきている現状であり、今後の展開は単に体温調節の中枢機序究明に止まらず、より広い視野からの意味づけが期待される。

筆者の出席した第3番目のセッションは、「単一ニューロンによるアプローチは、体温調節の究明に今後とも貢献できるか」という命題についてであった。このセッションでは proponent に Boulant(米)と中山教授、opponent に Hellon(英)と Pierau(独)、discussant は Eisenman(米)と Werner(独)が指名された。しかしこの命題の討論に参加した、上記6名はいずれも平素から single neuron study によって、多数の研究報告を行ってきており、その有用性を十二分に認識している人達ばかりであって、opponent は討論し難いようにみられ、結果をどう解釈するかについ

てを議論していた。結論としては、この手技そのものは、体温調節発現機序究明に極めて有用な武器であるとの評価であった。以上の3セッションの間に、「心臓充満圧は、暑熱ストレスに対する反応形成に、律速因子として働くか」という命題と、「運動時の皮膚血管反応にとって、非温熱性因子は重要か」の命題について、昨年開催されたロスアンゼルスオリンピックの経験をふまえた討論がなされていたが、筆者の専門外の領野でもあり、見当違いの論評になる恐れもあることから、この両命題についてはこれ以上の紹介は、差し控えることにしたい。

最終日の午前中に、最後の命題「体温調節の暗箱モデルは、研究を続けていく上でなお十分な価値があるか」についての討論がなされた。本課題の proponent は、Simon(独)と Werner(独)が、opponent には体温調節の最初の暗箱モデルとして、adjustable set temperature theory を提唱した Hammel(米)と、それに Jessen(独)が、discussant には Mitchell(南ア)と Stolwijk(米)が指名され、入来教授が moderator で意見の交換がなされた。生体の種々の機能調節のなかで、体温調節の暗箱モデルが一番最初に提唱されたこと、その後提唱された種々の暗箱モデルのうち、Stolwijk らのヒトについてのモデルが、人間の宇宙旅行計画の成功に際して沢山の資料を提供し大きく貢献していることなどから、暗箱モデルの有用性が高く評価されてきたことが主張された。続いて体温調節のいろいろな側面からの研究によって、沢山の情報が得られるようになるにつれ、モデルそのものも変わっていく可能性が論じられていた。しかし否定的な意見は全くみられなかった。

このようにして5日間をわたる国際シンポジウムは終了したが、その合間にもたれた小旅行や夕食会、さらには banquet などを通して、各研究者間の personal communication はさらに深められ、各個人の研究の進め方の背景にある何物かを感じることができたように思えたのは思わぬ収穫であった。日本でも1962年、阪大中山教授の御世話で、討論形式ではなかったが、国際シンポジウムが開催され、若手研究者にも大きな刺激となったが、近い将来日本で再びこのようなシンポジウムが開催されることを強く期待し、稿を閉じることにしたい。(村上 憲)

【生理学の広場】

生 理 学 会 の む か し 話

I

こういう題で先輩先生の手書かれたものは日生誌の34巻に載せられている。私が大学を出て生理学教室に入れて頂いたのは大正14年で、翌年の第5回日本生理学会（東大）以来の会にはたいてい出席した。今日とは会員の数もたいへんなちがいであるし、そのほかいろいろのちがいがあ

はじめの間は出席者の人数も少なかったので（100人位か）ひとつの講義室で間に合った。いつも主催校の講義室で行ったので時間の合間にその教室の研究室を見学させて頂く便宜があった。各研究室どうしは親戚づきあいをしているような感じだった。講演時間はベルの合図で区切ったが、すこし頑張って第3のベルまでシャベル人もあった。大きな音を用意した当番教室があって、演者が驚いてベルにお辞儀するという愛嬌もあった。スライドなどというものはなかったから、T字形の図掛けを沢山に用意して演者の替わる毎に掛りの人がとりかえるのは時間もかかりお気の毒であった。何枚もの図を重ねてひとつの図掛けに貼って上からはがすが普通で、なかなか堂に入ったものだった。（このT字形の図掛けは福田邦三先生の案出によるとか）

掛図がスライドに替ったのは大戦後アメリカの学者にならったのだと思う。最初アメリカの学者でも、大版のガラスのスライドを持って来る人があり、東大でもそれに合う映写機を探すのに苦労したことを記憶する。落してヒビの入ったスライドを見せられたこともある。ある工学部の先生が医学部で話をするにはスライドでなければならぬかといったことがあった。医学界ではいち早くスライド映写をとり入れたのだと思う。

今日ではスライド映写のやり方も堂に入ったものとなり混雑の心配もない。講演が始まるや否や暗室になるので会員は演者の顔を憶える暇もなくまた疲れた人は睡魔に襲われ易い。また睡っても人目につくことがすくない。

講演はどこでもマイクを使用するから昔のように疲れる心配がないのはありがたい。

スライド以前の学会では大きな模造紙に表や図をか

いて丸めて持って行く。学会間際の東京駅では竹刀を手にして仕合に行くような恰好の研究者がヤアヤアと顔を合わせた。戦後はスライドになって学会間際に現像をして汽車の窓でそれを乾かすという勇士もあったとか。

話はもとに戻る。一学会一会場で間に合わなくなるのは当然であるが、一挙に多くの会場をつくったのは第15回を倉敷の労研でひらいた暉峻義等先生だった。あそこには女工さん達の教室がいくつも並んでいるので難なく実行され、各演者の講演時間も自由にとれセカセカとベルで追立てることがなかった。暉峻先生はノーベル賞だねということになった。

予稿集について言えばかなり思い思いの形式だった。後には海外に倣って短冊形のものでポケットにはいる形も行われたが、今日では日生誌判となった。倉敷では半紙の上半に講演要旨を刷り下の半分はblankにしてメモできるように工夫されていた。少々重くなるが暉峻先生のアイディアだった。

年一回の学会ではあき足らぬというので秋に小学会というのを開くようになったのは大戦の頃で、仙台で行われ藤田教授が感覚生理学の教育示説をなされたのは大へん有益であった。先生が多年学生に見せられた装置を公開されたのである。

II

戦争中は休会であったが、戦後再会されたのは新潟の学会だったかと思う。食糧事情が極度に悪かったので学会が終るや否や汽車に乗らなければ翌日食べ物なかった。呉の学会はその翌年だろうか。閩屋が横行する時代だったので、東海道線のさる駅で汽車をとめ、乗客をホームに下して所持品を検査するということがあった。呉では瀬戸内海を案内され腹を出して浮んでいる日本海軍の軍艦の痛ましい姿を見た。呉の仮校舎の広島大学は移されて今は広島市にある。呉の広島大学は火災直後進駐軍の施設跡に設けられたのでその話は西丸先生にお願いしたい。

学会場でのデモンストレーションについては会員も少なかったので映画よりも実物を見せられた。大正15年の学会は東大で開かれ、例の減衰実験が隣室で行わ

れた。京大のSさんが神経にマスイをかけるデモをやられたが時間がたってもどうしてもマスイがかからず遂にデモができなかった。反対説のK先生がその机の前にすっと立っておられたが、座長さんがあまり関係の深い人が真正面に居るとマスイが効かなくなるのではないかと、とざれ言を言って幕となった。どうしてそうなったか不明であるが、それは本質には何の関係もないことと思う。京大では藁の吟味を喧しくいわれて報告の劈頭に「——新鮮活潑にして強大なるガマを用い——」と誰方も言われたのが耳に残っている。たしか京都御所で採取させて貰ったという巨大なガマを見せられたことがある。それから後、慶大では多くの藁を携えシベリア鉄道をわたって国際会議へ持って行かれたことがある。御苦労は大へんなものと思われる。

東北大学の佐武先生のアドレナリンの研究も印象に残っている。副腎静脈から採血するのに無麻酔無緊縛のイヌを用いるため予め脊髄後根を切断して置くので、外科医のような装束の先生（映画だったろうか？）が現われイヌは先生になつて首を廻して手術の創口をペロペロ舐めようとするのであった。

腹窓法をデモされた新潟の福原さんも外科医のような恰好であられ、そこを俯っている何羽もの兎を抱き上げて腹窓を示されたことも思い出される。それは小腸運動のスターリンク法則に対する批判のためであった。また京大に居られた大塚藤吉教授はセルロイドでなくガラスのシャーレを膜窓に利用し交換可能なものを作り卵巣の観察ができるようになった。

ある年の学会だった。K大I先生の教室で心臓の活動をキモグラフの映画で示されたのを見てどうも合点がゆかなかった。後で助手をして居られたTさんにフィルムを裏返しにして写したのでないかとお尋ねしたら、どうしてわかったと訊かれた。キモグラフの廻り方が逆方向に写ったからである。私は前に天谷千松先生のお話をきいて居た。曰く「僕は世界中どこにも逆廻りをするキモグラフィオンを見たことはない。唯一ヶ所某大学で例外を見たが」とのことだった。それを思い出したのであった。ユーモラスな先生だった。

デモのことを日本語で供覧という。その前には示説ともいった。内科の入沢達吉先生は示説の方を好まれたが流行には勝てなかったらしい。

ディスカッションを討論という。いかにも果し合いのような感じがするので生化学の柿内三郎先生の御意見で意見を交換する——交見といわれ、生化学会では交見といっていた時代があった。

討論者のなかにはヤツケルつもりの人もないわけではない。親しい研究者どうしであればそれも悪くはないが、誘導訊問的な質問をして最後に陥し穴に落すようなことは感心しない。今日の学会ではこの種の質問者は居なくなったように思う。

III

学会のふるい思い出をつづきさせて頂く。京大の正路倫之助先生といえば『分子運動論的物理化学』の著者であり、医用生理学の重要性を重視し吉村寿人氏と医科生理学の大著を編まれ、また京大定年後満州チャムス医専学長ののち神戸医大の学長をつとめられた先生である。パラシュートで低圧の上空からとび出してどの位の時間耐えられるかという採血実験のデモや、寒冷時シャツ一枚で労働に耐えるという体験談までも記憶に残っている。

その大先生の隠し芸のことである。第10回（昭和6年）長崎の学会の懇親会は地元の先生のお計らいで二つ（？）の座敷をぶちぬいて盛大に催された。その位の人数で一杯だった。

宴たけなわとなるや、誰かが三味線を持ち出し正路先生の御出場を懇請した。先生辞退し切れず座敷の中央に坐って三味線を構えられた。左右に待るのが同じく三味線を持つ地元の芸者さん。何か曲の打ち合せをされてピンジャンと演奏がはじまった。大兵肥満の先生であるが撥のさばきもさわやかで何の知識もない私にも感嘆之を久しくするのであった。料亭の人が大もとどりの鬘を持ち出して演奏中の先生の頭に乗せた。先生はニコニコして演奏をつづけられた。前代未聞のこの席末に列することができたのは私の幸福だった。曲が終ると拍手が止まず、地元の若い人達が声をあわせてショモヤレショモヤレというアンコールをつづけた。

古きよき時代の一齣であった。

正路先生は東大の臨床に居られた頃にこの稽古に通われたそうである。大兵肥満の先生は学会ではいつも食券二枚を求められたそうである。日本生理学教室史（上）598頁によると、先生は直情径行、自他を律するに厳格とあるが、大戦中生理学会でお目にかかった時

は別人かと思うほど齎せて居られた。国民の食料を制限する食券制度のいたましい結果であった。

因みに生理学会々員中三味線の弾ける人に今ひとり

戸塚武彦先生がある。(今日はどうか?) 先生の父君は上野の音楽学校の上原先生(岩波文庫『俗楽旋律考』の著者)であるから不思議はない。

(若林 勲)

【お知らせ】

RAMBIOS (Review Articles in Molecular Biosciences)

購読のおすすめ

小谷正雄先生により、レビュー文献が濃縮情報であり、その重要性を喚起されたのは、20年も前のことでした。この趣旨にそった RAMBIOS (RAMBIOS 刊行会編: 紀伊国屋書店) が誕生しました。

本誌は、生理学、生化学、薬理学、生物物理学、分子生物学および免疫学の分野におけるレビュー文献のみを対象とした索引誌で、約60のレビュー文献収録誌から約1200文献(年)を採録しております。内容は各文献の書誌事項のほか、キーワード、キーワードおよび文献の性格を表す性格語を付す等、題目からだけで

は伺いしれない内容を推測されるよう配慮してあります。特に広い概念を表す(上位)キーワード、キーワードを採用しております。

自分の読みたいレビュー文献を捜し出すことは、容易ではありません。本誌を研究室に常備し、文献を簡単に捜す手段として活用されることを希望しております。RAMBIOS は、A4判、年4回刊行され定価は9,000円ですが、日本生理学会会員には2割引となります。

(文責 RAMBIOS 運営委員 亘 弘)

【会報】

The Japanese Journal of Physiology

編集委員会委員の選出法規定

1. JJP 編集委員会とは下記の8研究領域に対し選出された各1名の委員によって構成される。

- | | |
|--------------|------------|
| (1)筋生理 | (6)興奮膜生理 |
| (2)中枢神経生理 | (7)分子、細胞生理 |
| (3)腎、体液、消化生理 | (8)感覚生理 |
| (4)呼吸生理 | (9)循環生理 |
| (5)内分泌生理 | (10)環境生理 |

2. 編集委員の選出は次の手続きによって行い。

a. 常任幹事会において上記の各領域毎に、3名の委員候補者を評議員の中から選出し、これを全評議員に通知する。

b. 各評議員は上記の研究領域より自己の専門分野に関連のある研究領域三つ以内を選び、それらの領域

から各1名を選んで投票する。各領域において得票数の最も多い者をもって委員とする。同一得票数のものが2名以上の場合は常任幹事会の意見によって決定する。

c. 編集委員長は編集委員の互選による。

3. 編集委員の任期は4年で2年毎の半数改選とし重任をさまたげない。但し編集委員長の任期は2年とし重任を認めない。

4. 編集委員に選ばれたものが、長期出張その他の理由により編集業務を遂行し得ないことが明らかになった場合には、編集委員長は委員会の議を経て代行をおくことができる。代行の任期は上記理由の存続する期間とする。

第 86 回 JJP 編集委員会議事録

日 時：昭和60年7月20日(土) 2:00 p.m.~4:00 p.m.

場 所：日本生理学会事務室

出席者：星委員長，入沢，大村，菅野，酒井，佐藤，中山，
広重各委員および近江，高橋(JJP 編集事務局)

1. 前回議事録について

一部字句を訂正の上承認された。

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，第35巻4~5号掲載論文を確認した。

3. JJP アンケート調査の取り扱いと JJP のありかたについて

アンケートに寄せられた意見のうち，前回議題にのぼった Technical Note の新設について，更に具体的な話し合いがなされ，第36巻からの新設を目指すこと

とした。

4. ミニレビュー執筆依頼状に対する返答状況について，星編集委員長から報告がなされた。

5. その他

1) 中国，東欧等の研究機関に JJP を寄贈する件について，リストアップされた研究機関の中から Central Medical Library (Bulgaria) など5か所を選び，1年間無償で JJP を送ることとした。

2) JJP の脚注の日本語著者名は第35巻4号から掲載しないこととした。

JJP Technical Note についてのお知らせ

Jpn. J. Physiol. では36巻(1986)より，新に Technical Note のカテゴリーを設け，論文を募集することに致しました。新しい研究法あるいは顕著な方法の改善に関する論文の投稿を歓迎致します。なお投稿規定は

Short Communication と同じですので Jpn. J. Physiol. の Instructions to Authors を参照下さい。

JJP 編集委員会

日本生理学会評議員 横浜市立大学名誉教授 小川義雄君は，
昭和60年10月9日ご逝去されました。ここに謹んで哀悼の意を表
します。

第63回日本生理学会大会(山形)当番幹事からのお知らせ

第63回日本生理学会大会(山形)では、大会プログラムと日生誌による英文抄録集が大会前に配布されます。そのため英文抄録の提出期限が1月11日(土)までとなっていますので御注意下さい。なお、大会プログラムは大会参加者全員に(参加費6,000円)大会本部より配布されます。英文抄録は、従来からの生理学会全員の他に、新たに生理学会へ入会される方及び大会参

加費と臨時会費の計9,000円を支払った方に配布されます。また、大会当日、受付でも大会プログラム及び英文抄録集を求めることができます。

第63回日本生理学会大会当番幹事

望月政司
加藤宏司

【編集後記】

上山教授から編集委員を引継がせていただきました林です。よろしくお願いたします。

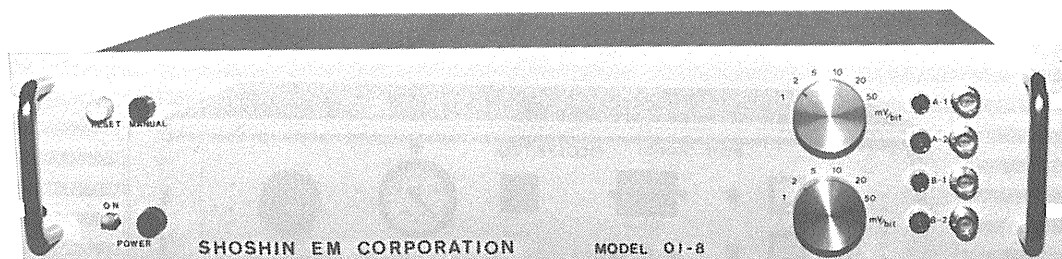
本号には、運動生理学の先駆者であられた田村先生への追悼文、焦点および瞳孔の調節系についての板東教授の総説、顎下線についての中野氏の原著、村上教授の温熱生理のシンポジウムについての「海外だより」、若林先生の〔生理学の広場〕の懐旧談、Jpn. J. Physiol. での Technical Note 欄の創設のお知らせ、

などが掲載されています。会員の皆様の貴重な情報源として日本生理誌が機能を果たしているのは喜ばしい事です。私はかつて Woods Hole の図書室で日本生理誌を見た時になんとも懐かしかった事を憶えています。日本生理誌の発行部数3,500部のうちで海外に送られている部数は、USA 7, 中国 5, USSR 3, 英国 2, カナダ 2, 以下 Korea, イタリア, オランダ各1その他個人会員に10部程度だそうです。交流の輪がさらに広がり日本生理誌が一層隆盛になる様に切望しています。(林 秀生)

編 集 委 員

酒井敏夫(幹事)	林秀生	真野範一
登坂恒夫	中村嘉男	平野修助
黒島晨汎(北海道)	西山明德(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)		

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

¥260,000

既成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

- 信頼性の高いマイクロプロセッサー制御
- 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。

製造・販売

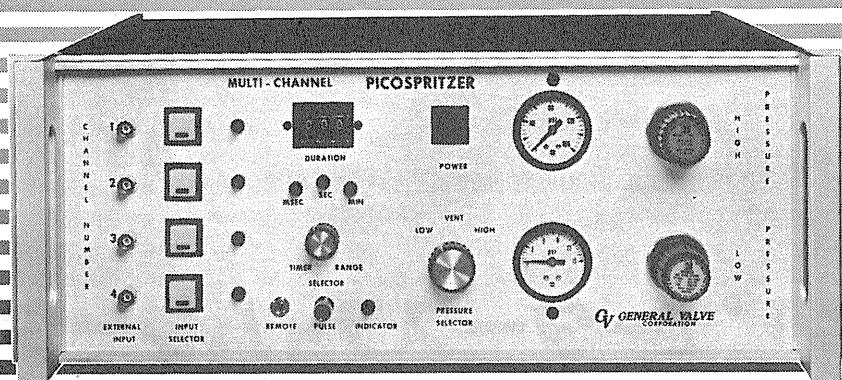


ショーシンEM株式会社

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

PICOSPRITZER

圧力駆出に依る細胞内及び細胞外に
極微量(ピコリター単位)試薬押出装置



4 channel PICOSPRITZER

PICOSPRITZER は標準ラックに取り付ける事が出来ます。

繰り返し連続使用が可能で、駆出量は設定時間と圧力調整に依り任意に変える事が出来ます。

PICOSPRITZERに依る圧力駆出装置はイオン泳動法に依る注入方法に比較して神経組織に対する電氣的な影響を心配する必要が全くありません。

本装置は御使用に際し直ちに稼動出来ます様必要な物は全て用意されて居り、亦廉価で経済的に御使用頂けます。

PICOSPRITZERにはSingle channel用、multi channel用があります。

■仕様

電 源 : 115 V A.C. · 50, 60 Hz

電 流 : 1 Amp. max

消費電力 : 15 watts. max

電 源 コ ー ド : 8 feet

操 作 圧 力 範 圍 : 0-100 PSIG

圧 力 パ ル ス 信 号 : 2 ms ~ 999 ms

タ イ ム マ ー ク シ グ ナ ル : 1 ~ 30 mv

GV GENERAL VALVE CORPORATION

日本韓国総代理店 ユニバーサルシステム コントロールズ株式会社

本 社 〒150 東京都品川区東五反田 5-28-12 東商ビル6F

TEL 03-447-3581(代)

大阪営業所 〒532 大阪市淀川区西中島6-1-26 大旺第一ビル407号

TEL 06-305-0335(代)

名古屋営業所 〒464 名古屋市中村区則武1-10-6 側島ノリタケビル506号

TEL 052-452-1923(代)

熊本営業所 〒862 熊本市白山2-1-1 白山堂ビル303号

TEL 096-366-5100

和光事業所 〒351 埼玉県和光市新倉2042

TEL 0484-65-2401

「ラットの脳を生のまま 薄切します。」

末凍結切片作製装置

マイクロスライサー

DTK-3000

凍結や包埋の操作なしに組織切片が作製できるマイクロスライサーが全自動になりました。

今取り出した脳を試料台に貼りつけるだけで、あとはこのマイクロスライサーDTK-3000におまかせ下さい。すばらしい切片を作製します。



★ ステッピングモーターの採用により試料台の上昇(5~100 μ m)が自動化され、切片がより正確な厚さで連続的に作製できるようになりました。

★ マイクロスライサーは、手動型(DTK-1000)と半自動型(DTK-2000)があります。

D.S.K. 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

高度化する細胞電位の研究に

MEC細胞電位計測システム



ME-3241

ガラス電極など微小電極をもちいた各種細胞電位の研究に、高い精度と使いやすい機能をもつ機器ラインをそろえています。

2点間の電位差をダイレクトに示す

差動型微小電極用増幅器

ME-3241 差動増幅器内蔵 デジタル直読 刺激通電機構つき

色素注入も可能な高性能タイプ

微小電極用増幅器

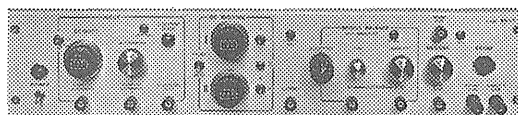
ME-3221 DCシフト 2chDCバックシング 刺激通電機構つき

高い精度をもたらすデジタル設定

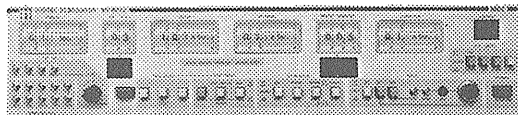
デジタル刺激装置

ME-6012 出力モード4種 時間パターン4種 振幅変調可能

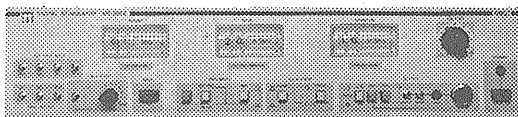
ME-6052 ダブルパルス出力 MIXING機構つき



ME-3221



ME-6012



ME-6052



株式会社

エム・イー・コマーシャル

本社：〒166 東京都杉並区和田3-54-11 ☎(03)317-1451(代表)

大阪営業所 ☎(06)380-2601 福岡営業所 ☎(092)474-1878 広島営業所 ☎(082)292-3581 名古屋営業所 ☎(052)451-3255

alzet® ミニ浸透圧ポンプ

alzet®ミニ浸透圧ポンプは、マウス、ラット、イヌ、サル等の実験動物の皮下、あるいは腹腔内に埋め込むことができ、厳密に制御された流量で薬物を体内に連続注入できる小型自動ポンプです。埋め込み後は体液の浸透圧により、一定流量で連続的に動物体内の全身系又は、脳内、脊髄、静脈等の局部へ目的の薬物をデリバリーできる画期的なポンプです。



モデル	2001	2002	2ML1	2ML2	2ML4
輸液流速 ($\mu\text{el/hr at } 37^\circ\text{C}$)	1	0.5	10	5	2.5
リザーバー容量 (μel)	200	200	2000	2000	2000
サイズ	長さ (cm)	3.0	3.0	5.1	5.1
	直径 (cm)	0.7	0.7	1.4	1.4
総容量 (m el)	1.0	1.0	6.5	6.5	6.5
重量 (g)	1.1	1.1	5.1	5.1	5.1

日本総代理店

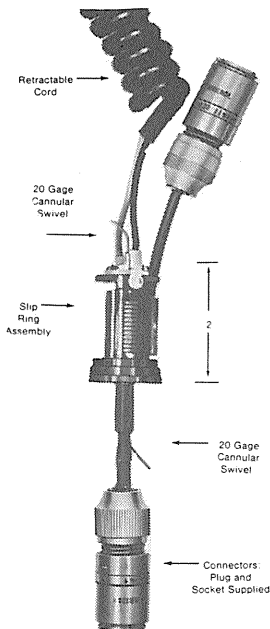
Muromachi

室町機械株式会社

本社 〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目3番地 ☎03-241-2444
大阪営業所 〒541 大阪市東区道修町3丁目17 高原ビル ☎06-229-8260

Airflyte Electronics Co.

ELECTRO-CANNULAR SLIP RING



エアフライト社のカニューラ・スリップ・リングは、動物の脳波を連続的に記録したり、体液を抽出することができ、動物がケージの中で動き回っても、動物に接続されているリード線やプローブはねじれたり、もつれたりすることはありません。このスリップ・リングは、脳波研究、慢性的カニューレーション、EEG記録、リション作成、および、これらの関連研究に最適のものです。

●電気的特性 電流：1 μA ~ 1 A/ring
電圧：1 μV ~ 115V/ring
絶縁抵抗：500M Ω 以上(500V DCの時)

●機械的特性 トルク：
12circuit assembly is less than 1/2in-oz.
including 20 gage swivel
寿命：10,000,000回転以上
重量：57グラム以下（リトラクタブルコードを付けない時）

FOR SMALL ANIMAL ELECTROPHYSIOLOGY

日本総代理店

Muromachi

室町機械株式会社

本社 〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目3番地 ☎03-241-2444
大阪営業所 〒541 大阪市東区道修町3丁目17 高原ビル ☎06-229-8260

NEC San-ei

936 μ S

スピードが、グラフックが、
生体信号処理をかえた。



オンラインの多チャンネル生体信号処理を実現した、シグナルプロセッサのベストセラー7T17。その実績と実力のすべてを受け継ぎながら、一段と成長した最新鋭機が7T18です。定評ある処理スピードはさらに向上、実装メモリも1Mバイトにパワーアップして適応領域がグンと拡大しました。きめ細かな画面表示はサーマルプリンタでハードコピーがとれます。生体信号処理用Signal-BASICの特殊コマンドが強化され、優れたフレキシビリティと共に高次の解析をサポートしています。また、ルーチン用として各種のアプリケーションプログラムも用意されていますので、臨床から基礎研究まで幅広い対応が可能です。

多チャンネル高速データ処理装置

シグナルプロセッサ 7T18

明日の健康と福祉を守る



日本電気三栄

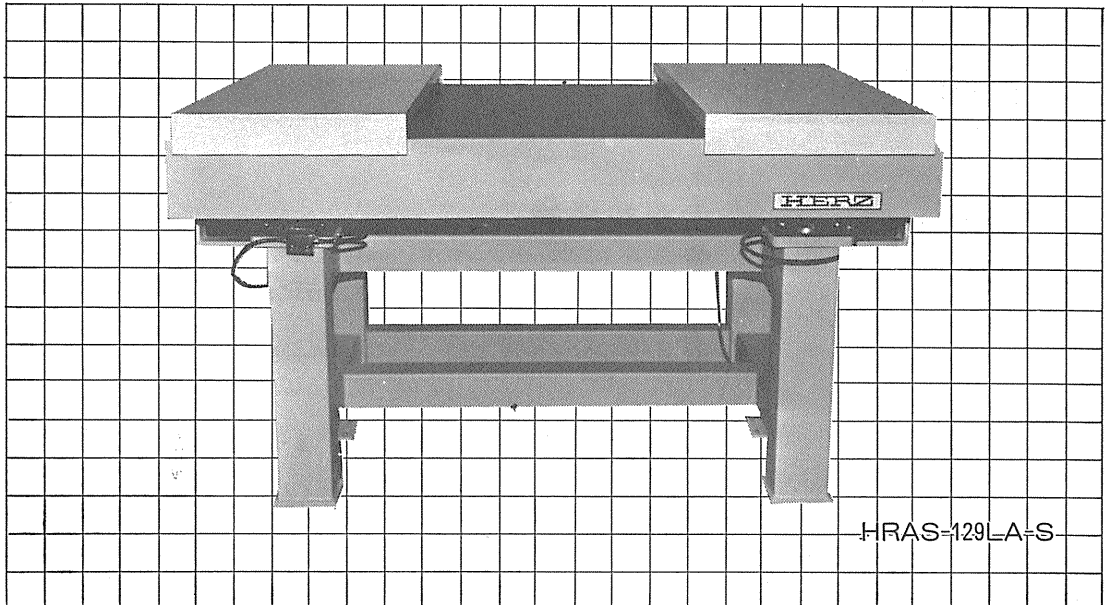
〒160 東京都新宿区大久保1-12-1 ☎03(209)0811(代表)

HERZ

大形空気ばね式防振台 (微小電極用空気ばね式防振台)

ヘルツ大形空気ばね式防振台は、生理学・薬理学の分野に多く使用されている「微小電極装置」を搭載する為に開発されました。

防振性能はレーザー機器用空気ばね式防振台と全く同一であり性能において変わらず、また操作性についても「搭載盤保護枠」を設け、さらに防振性能を損なわぬよう「肘当台」を具備しております。機器配置による「水平アンバランス」は「自動水平レベルセンサー」により自動的に水平を保ちます。



HRAS-129LA-S

仕様

寸法mm

項目 \ 形式	HRAS-107LA-S	HRAS-129LA-S
固有振動数	約1.7Hz	
防振方式	HERZ空気ばね	
制振方式	オルフィスによるエアードンピング	
搭載盤寸法	1000×700	1200×900
外形寸法	1060×800×750	1260×1000×750
搭載可能重量	200kg	
全体重量	130kg	155kg
付属品	肘当台および保護枠(本体に取付)	
その他	空気源は御客様にてご用意ください。	

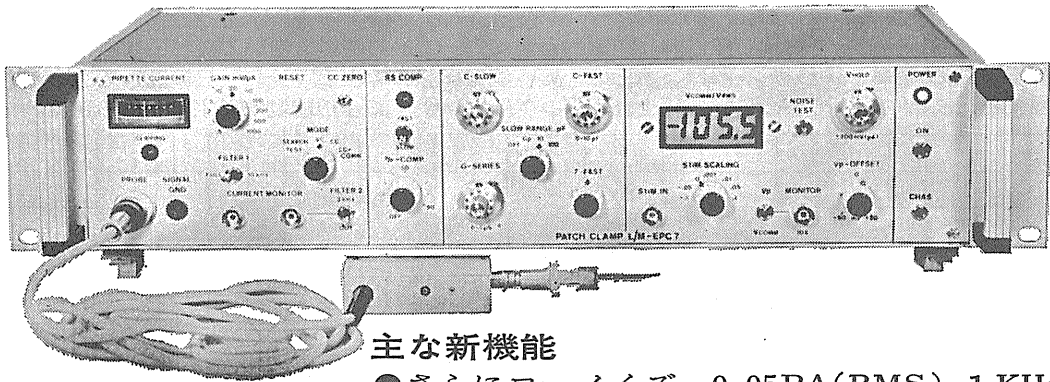
ヘルツ工業株式会社

〒252 神奈川県藤沢市遠藤 1 9 8 0
TEL.0466-88-1301(代) FAX.0466-88-3273

新製品 F.J.Sigworth・E. Neherのオリジナル

西独リスト社

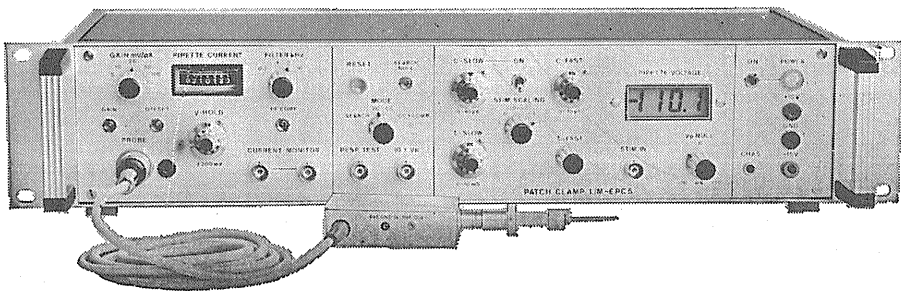
パッチクランプシステム EPC-7



主な新機能

- さらにローノイズ 0.05PA(RMS) 1 KHz
 0.30PA(RMS) 10KHz
- 2レンジ切替 50GΩ 200PA
 500MΩ 20nA
- Rs 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

筋感覚の科学

—運動のたくみさをさぐる—

伊藤文雄(名古屋大学医学部教授)著

B5判 428頁 定価 8,500円 送料 350円

人間(哺乳動物)から昆虫までの筋感覚に関するすべての機構についてその研究の歴史と現在までを解明し、将来への見通しを述べた成書。

末梢・中枢神経機構に関する最新の知見および、骨格筋やその制御神経系の疾患・薬物効果、筋伸張受容器の機械受容変換過程等広い範囲にわたって論じられているので臨床医・体育生理学者・脳神経研究者等にも興味深いものとなっている。

目 次

1章 歴史と現状の概観	14章 腱器官からの反射と中枢への投射
2章 哺乳動物における筋紡錘の比較形態学	15章 関節受容器
3章 γ 運動神経制御のない哺乳類筋紡錘の応答特性	16章 骨格筋内III、IV群感覚神経の機能
4章 錘内筋線維とその終板	17章 鳥類と爬虫類における筋受容器
5章 γ 運動神経活動による求心性放電様式の修飾	18章 両生類と魚類における筋受容器
6章 β 運動神経支配	19章 無脊椎動物における筋受容器
7章 γ 運動ニューロンとその活動	20章 機械受容器の変換・符号化機構
8章 γ 運動ニューロンの反射活動	21章 頭部の筋受容器とその機能
9章 高位中枢からの γ 運動ニューロン制御	22章 頸、項(うなじ)と胸の筋受容器
10章 筋紡錘からの求心性投射(脊髄)	23章 ヒトの筋紡錘活動
11章 筋紡錘からの求心性投射(脳)	24章 振戦、クローヌス、緊張性振動反射
12章 反射活動と筋紡錘の寄与	25章 自律神経支配と温度効果
13章 腱器官	26章 ヒトの筋知覚
	27章 病 態
	28章 筋受容器に対する薬物効果
	29章 個体発生(再生)

◆好評既刊書◆

- 人工臓臓の基礎と臨床
近藤達平監修・伊藤要・七里元亮編集
- 臨床医学概論—放射線診療学入門
玉木正男・林 文子 著
- 臨床随想—診る・考える
祖父江逸郎 著

B5判 8,000円 送料 300円

B5判 3,500円 送料 300円

四六判 1,800円 送料 300円

御注文はなるべくお近くの書店へお申し込み下さい。小会へ直接お申し込みの場合は、恐れ入りますが、定価の他に送料を加えて下さい。

財団法人 名古屋大学出版会

〒464 名古屋市中千種区不老町1
名古屋大学構内
TEL (052) 781-5027
振替 名古屋2-11638

差動型エレクトロメータ

Model FD-223

細胞および微小組織間隙におけるイオン (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻) PH等の測定用差動型エレクトロメータです。また2つの独立したプリアンプを備えていますので各プリアンプからの出力により、異なる2点の同時測定も可能です。



- 操作しやすい小型プローブ
- 高入力抵抗 (1 × 10¹⁵ Ω)
- 低入力リーク電流 (1 × 10⁻⁴ A, 20°C)
- ドリフトシールドによる低入力容量 (1 pF TYP)

上皮細胞の短絡電流 (Short Circuit Current) 測定用

Model DVC-1000

ボルテージ/カレントクランプ

膜電位の変化によって生じる短絡電流を直接測定できるデュアルタイプのボルテージ/カレントクランプで、一つはコントロール用で他方は試験用に使います。

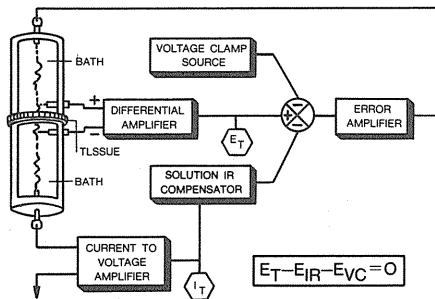
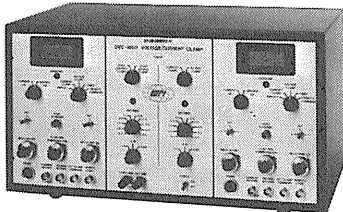


Fig. 1. Operational diagram of voltage clamp device.

細胞内イオン測定用

イオン・エクステンジャー

● CATIONS

- IE-010..... H⁺
- IE-110..... Na⁺
- IE-120..... Mg⁺⁺
- IE-190..... K⁺
- IE-202..... Ca⁺⁺

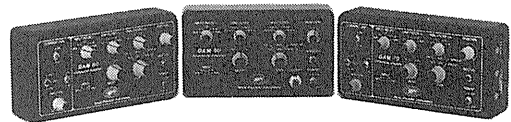
● ANIONS

- IE-170..... Cl⁻
- IE-310..... HCO₃⁻

細胞外ユニット電位, EEG, ECG, EMG等の生体電気現象測定用

差動型交流前置増幅器

Model DAM-40, DAM-50, DAM-60, DAM-70
DAM-80



DAM Series Amplifiers

- 入力抵抗.....10¹² Ω以上 差動入力
- 入力リーク電流...50 pA以下
- 増幅度.....100倍 1000倍 10000倍 (AC)
10倍 100倍 1000倍 (DC)
- 弁別比.....100dB 50/60Hz
80dB 1 KHz
- ノイズレベル(入力換算)
ACアンプ...0.4 μVrms (2.0 μVp-p), 0.1~100Hz
DCアンプ...30 μVp-p, 10KHz

W. P. I. 社
日本総代理店

バイオリサーチセンター株式会社

本社 〒461 名古屋市東区白壁 1 丁目45番地白壁ビル808号 ☎(052)951-3271
 大阪 〒551 大阪市大正区三軒屋東5丁目6番7号和田ビル305号 ☎(06)552-0301
 東京 〒134 東京都江戸川区東葛西5丁目1番15号第2頼長ビル403号 ☎(03)878-6471

科学技術をアシストする

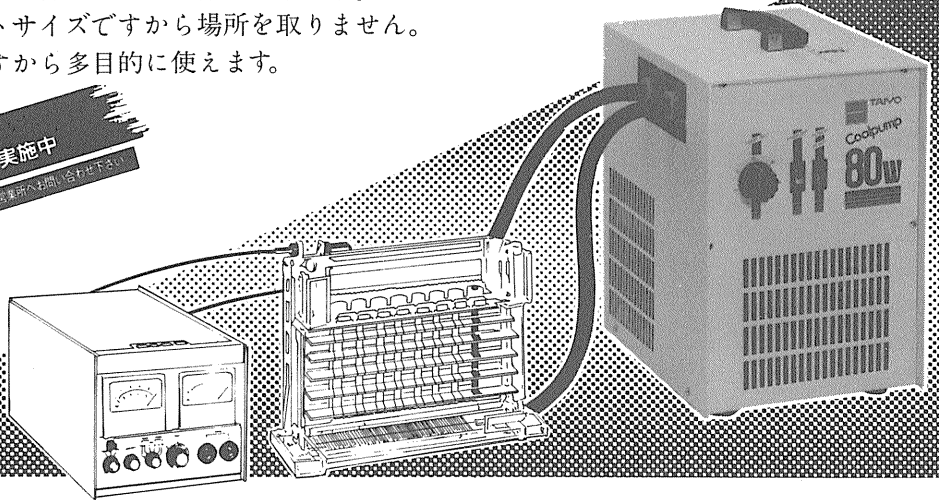
TAITEC[®]
TAIYO

電気泳動装置の冷却に最適!

冷水循環機 Coolpump 80w 150w

- 呼び水ポンプ付ですから操作は簡単です。
- コンパクトサイズですから場所を取りません。
- 循環式ですから多目的に使えます。

クールポンプ
キャンペーン実施中
詳しくは弊社、最寄りの営業所へお問い合わせ下さい。



ゲルの染色・脱色に、低速性能抜群!

小型振とう機 R-I mini

(レシプロ振とう)

R-II mini

(ロータリー振とう)

- 抜群の低速性能を持ち、しかも20～200回/minの広い範囲で使用できます。
- A-4版サイズの小型振とう機ですから取所を取りません。
- 便利な30分タイマーが付いています。



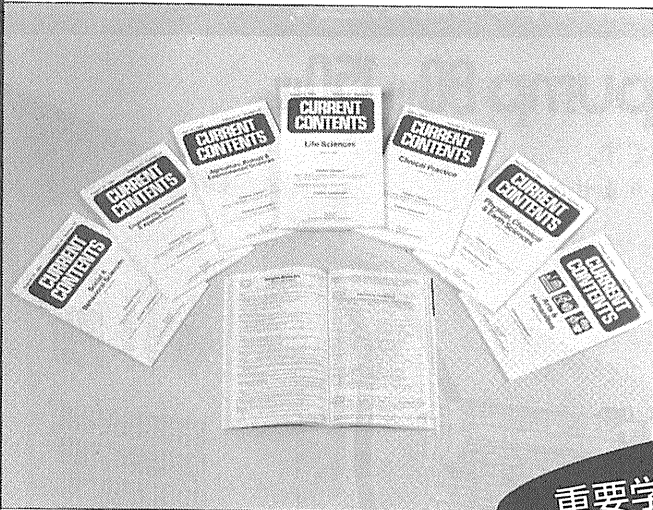
TAITEC
科学機器

大洋サービスセンター株式会社

本社 千101 東京都千代田区神田佐久間町2-11 ☎03 (861)2151代

東京 ☎03 (861)2151代 埼玉 ☎0489(88)8347代 筑波 ☎0298(52)3481代 富山 ☎0764(22)4484代
名古屋 ☎052(762)9611代 大阪 ☎06 (353)6401代 広島 ☎082(291)2058代 福岡 ☎092(882)1341代

CURRENT CONTENTS



1. 毎号50～300ページ A5版
2. 毎号巻末に著者の住所録が掲載され、リプリントの請求が可能。
またリプリントの在庫がない場合は、発行元に依頼すれば約2週間て入手可能(有料)。
3. スピードに重点をおいており、すべて航空貨物便で到着し、米国で発行後7～12日でお届けできます。
4. 英文誌以外のものについては英訳付。
5. 週刊。

重要学術誌の発行前目次速報

Life Sciences

対象誌数 1,130以上

対象分野 血液 行動科学 生化学 植物
臨床医学 細胞学 菌学 内分泌学
昆虫 実験医学 一般生物学
遺伝 老人病 長寿学 栄養
免疫 微生物 分子生物学
神経科学 有機化学 生理 病理
小児科 薬化学 薬学 製薬
放射科学 外科 獣医 動物
他

Clinical Practice

対象誌数 810以上

対象分野 アレルギー 麻酔 泌尿 外科
放射学 公衆衛生 予防医学
精神病学 物療及びリハビリテーション
看護学 産婦人科 内科
核医学 神経 ガン 病理 病院管理
足病学 眼科 職業病
皮膚学 開業医 耳鼻咽喉科
法医学 肛門 臨床心理 整形外科
外科 胸部外科 他

- Physical, Chemical & Earth Sciences
- Engineering, Technology & Applied Sciences
- Agriculture, Biology & Environmental Sciences

- Social & Behavioral Sciences

● Address Directory ('86創刊)

- (1) Science and Technology ¥117,300/年
- (2) Social Sciences & Arts Humanities... ¥66,300/年
- (1)、(2)併読は ¥166,000/年となります。

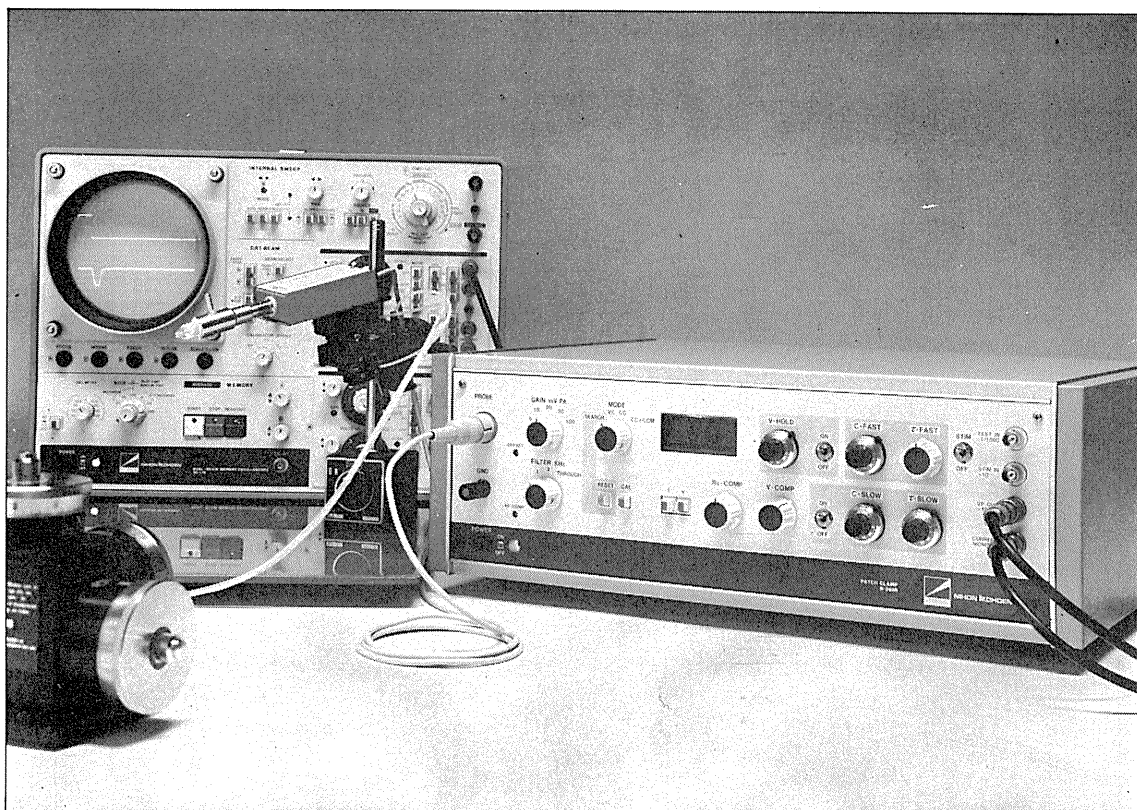
■1986年「円」価格は、版元の都合によって、変更されることがありますので、予めご了承下さい。

■ご注文・お問い合わせは直接本社「代理店業務部」までお願いいたします。

USACO[®]

〈日本指定代理店〉 **ユサコ株式会社**

本社 〒105 東京都港区新橋1丁目13番12号堤ビル ☎(03)502-6471(代表)
 大阪営業所 〒530 大阪市北区堂島1丁目2番2号日昭ビル ☎(06)344-6624(代表)
 名古屋営業所 〒461 名古屋市東区榑木町3丁目63番地 ☎(052)931-2601(代表)
 筑波営業所 〒300 土浦市富士崎1丁目7番21号和光ビル ☎(0298)23-1773(代表)



パッチクランプ法にこの一台!

New パッチクランプ用増幅器

S-3666

〈特長〉

1. Whole-cell clamp時にクランプ速度を補正できます (series resist comp.)。
2. head stageの容量を補正するtransient cancellationは、fastとslow (OFF付) が有り、電極に応じて補正できます。
3. シールを確認するために、command inputとは別に、test pulse input ($\frac{1}{1000}$ OFF付) が付いています。
4. 分極電圧を自動的に補正します (search mode)。
5. 入力回路の高域特性をcheckするための三角波発生回路を内蔵しています。
6. 電極ホルダが付属しています。

〔定価 40万円〕

エレクトロニクスで病魔に挑戦する



日本光電

本装置の外観・仕様は改善のため、お断りなく変更することがあります。予めご了承ください。

東京都新宿区西落合1-31-4 ☎03(953)1181

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 47, No. 11 (1985)

Review

BANDO, T.: Neuronal control of lens accommodation and pupillary movement.....705

Original

NAKANO, K., ICHIKAWA, S., KOMABAYASHI, T., IZAWA, T. and TSUBOI, M.:
 Studies on the relationship between the oxygen uptake and the
 release of amylase and sialic acid.....718

昭和六十年十月二十日印刷

編集
 兼
 行人

酒井敏夫
 東京都文京区本郷三丁目一〇
 布地ビル(四階)
 日本生理学会

印刷者

三浦経夫
 山形県鶴岡市山王町一四一四
 鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会
 〒113 東京都文京区本郷三丁目一〇
 布地ビル(四階)

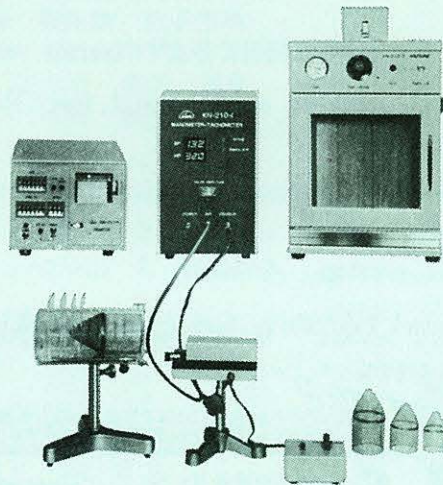
電話
 八五一六一二
 一六四三〇
 三〇四
 振替
 東京
 七〇八
 百四
 円四

ラット尾動脈圧・脈拍測定装置 KN-210

非観血的にラットの尾動脈圧を測定するデジタル血圧計です。

NEW RAT TAIL MANOMETER-TACHOMETER SYSTEM

- 加圧時測定方式
- 再現性抜群
- ワンタッチ測定



- 構成
- KN-210-1 血圧計・脈拍計
 (センサー、コントローラー付)
 - KN-210-2 ラット固定器
 - KN-210-3 予熱箱
 - KN-210-4 プリンター

理化学器械・基礎医学器械・実験動物飼育機械器具・薬学研究器械・医科器械一般

株式会社 夏目製作所

〒113 東京都文京区湯島2丁目18番6号
 電話 03 (813) 3251 (代表)