

日本

# 生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

40巻

4号

1978

短 報

佐々木世智子：ヒトの頭皮上から導出された大脳緩電位の時間的経過……………	83
岡田勝彦，山田真一，革島康雄，北出文夫，藤本 守，窪田隆裕：微小電極法 による肝の細胞内 $K^+$ 濃度と電位の測定について……………	86
第24回生理学中部談話会……………	89
Jap. J. Physiol. 掲載論文の和文表題 (Vol. 27, No. 5 (1977))……………	106
会 報 第42, 43回 JJP 編集委員会議事録……………	107
学会案内 第3回国際睡眠学会のお知らせ……………	107
学会事務局より……………	108

日本生理誌  
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

新発売

NRC:Donryu<sup>®</sup>

Barrier System Animal(SPF)



ドンリュウラット T.D 967394  
Donryu-rat T.D 995227

Donryu-rat を開発した日本最大のラット専門ブリーダー、  
日本ラットは BS(Barrier System)Donryu<sup>®</sup> を発売いたしました。

特長

- 吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- 性周期 4 日で安定。Skin Graft 高率。
- 温順、発育良好、飼育容易。
- 毒性、栄養、薬理、内分泌その他、  
広く用いられます。

〈生産品目〉

Barrier System Animal(SPF)

Conventional Animals

NRC:Donryu<sup>®</sup>

Donryu<sup>®</sup> Wistar

Buffalo S H R



日本ラット株式会社

〒336 埼玉県浦和市根岸608-3  
TEL (0488) 61-6850・6401

## J J P 投 稿 ガ イ ド\*

**JJPの概要** JJP (Japanese Journal of Physiology) は、日本生理学会がその事業の1つとして編集を行っている、生理学一般についての英文の国際学術誌です。現在の発行部数は約1,300で、その半数近く(約600)が海外へ送られ、日本の生理学の業績を代表する雑誌としての責務を負っています。雑誌は隔月に1号が刊行され、1年6号で1巻となり、昭和26年の創刊以後、現在までに26巻が発行されました。刊行業務は学会誌刊行センターが、また会員・購読業務は日本学会事務センターが行っています。

**投稿者の資格** JJPには誰でも投稿出来ます。日本生理学会の会員である必要はなく、海外からの投稿も受理します。

**採択する論文の種類** JJPは生理学一般に関する優れた論文を採択し、出版します。残念ながら、受理した論文のうち約20%が掲載されないで終了します。その多くのものは、一定のレベルに達していないという査読者(referee)の判定を受けたためですが(iiiページ参照)、そのほかに、次のような場合がありますので注意して下さい。

1) 理論のみを含み、実験の報告を全く含まないもの。このような論文は他に専門誌がありますので(例えば、J. Theor. Biol.), ふつう採択されません。

2) 臨床的応用が主目的なもの。これは臨床医学の雑誌に投稿して下さい。

3) 既に出版された報告。JJPの日本語の「投稿規定」(ivページ参照)には、「他に出版されたことのないオリジナルなもの」と規定されています。論文の内容が、以前に出版されたものと同じかどうかの判定は編集委員に任せられますが、全く同一の図や表を再び使用するようなことは原則として認められません。以上のことは、以前の出版が日本語の雑誌であった場合にも適用されますので注意して下さい。

4) 動物実験についての注意が不完全なもの。最近、実験動物の取扱いについての世論は、厳しさを増す一方です。論文には、実験動物に対して不必要な苦しみを与えることを避けるために採用した方法を、具体的に Methods の中に記載する必要があります。クラーレおよびこれに類する薬

物は、麻酔薬とはみなされません。この注意を怠った研究の報告は、内容に価値のあるものでも採択出来ないことがあります。

**原稿の送り先** 〒113 東京都文京区弥生 2-4-16, 学会センタービル内, 学会誌刊行センター, JJP 編集部. 電話 (03) 815-0416

**原稿の形式** これについては、「投稿規定」(iv ページ)の中に詳しく述べられています。最近号のJJPを見れば、大体のことは簡単に知ることが出来ます。

**論文の長さ** 特に制限はありません。超過ページ代は現在廃止されています。しかし、論文は「同じ内容に対しては短いほど良い」というのが原則で、長い論文を大論文と考えるのは全く時代遅れです。簡潔な英文を書く方法は、論文の書き方についての解説書にいろいろと出ています(「英文について」の項を参照)。

**投稿者の所属機関名** 同じ機関が異なった英語名で呼ばれることは、海外の読者に大きな迷惑を及ぼし、国内の郵便局にも余計な負担をかけます。自分の所属する機関の英語名は、できるだけその機関が公式に発行した英文パンフレットなど、印刷されたもので確認して下さい。

**所属機関の Address** これは読者からの別刷請求の際、宛名として使用されます。機関は大きいので、番地はふつう省略しますが、郵便番号はぜひ必要で、国名(Japan)の前にコンマなしで入れます。次の例を参考にして下さい。

Department of Physiology  
Tohoku University School of Medicine  
Sendai, 980 Japan

Department of Physiology  
School of Medicine, Juntendo University  
Bunkyo-ku, Tokyo, 113 Japan

Institute of Higher Nervous Activity  
Medical School, Osaka University  
Kita-ku, Osaka, 530 Japan

日本人からの投稿の場合には、連絡先として、住所・氏名・電話番号を日本語で付け加えて下さい。日本語による氏名は、JJPに脚注として印刷されます。

**論文の題名** 題名は、読者がその論文を読むべきか否かをきめる第一の手がかりとなるので非常に重要です。また、Biological AbstractsやCurrent ContentsのSubject Indexは、題名から作製され

\* この投稿ガイドおよび投稿規定は、希望者に無料で送ります。学会誌刊行センターに御連絡下さい。

ます。題名には、自分の論文の読者がどのような単語を手がかりとして索引を探すかを考えて、言葉を選ぶ必要があります。しかし、一方、長い題名は目次を読む読者の労力を増加させ、読みとばされる結果になるので、一般には、12 words 以下で題名を作るのが適当とされています。また、JJP では subtitle を持った題名の論文は受理しない方針です (iv ページ「投稿規定」参照)。

**Abstract** これは、著者に論文の概要を理解させるためにきわめて重要なものですが、同時に、これだけ本文から切りはなされて多くの抄録誌に掲載され、広い範囲の読者の目にふれるという役割も持っています。それで、Abstract はそれだけで独立して理解されるように書く必要があります。略語は広く認められているもの (例えば、Biological Abstracts の No. 1 の略語表を参照) 以外は、定義してから使用しなければなりません。また、具体的な内容を含まない叙述、例えば、“The significance of these findings is discussed.” というような文章は意味がないので避けなければなりません。

**英文について** 我々日本人にとって、英語の論文を書くことは非常に困難なものですが、情報交換のためには何とか乗り越えなければならない壁です。我々にとって一番確実な英作文は、できるだけ簡単な構文を使用し、具体的な事実を卒直に表現することと思われませんが、この方向は、最近の科学英語のガイドが目指していることでもあるようです。論文の書き方についての参考書としては、次のようなものが著名ですので、どれか1つを選んで眼を通していただきたいと思います。

- 1) Council of Biology Editors (1972)  
CBE Style Manual, 3rd ed., American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C., 297 pp.
- 2) O'Connor, M. and Woodford, F.P. (1976)  
Writing Scientific Papers in English, Elsevier, Amsterdam, 108 pp.
- 3) Woodford, F. P. (1968)  
Scientific Writing for Graduate Students, Rockefeller Univ. Press, New York, 190 pp.

次の辞書は名詞を中心として例文が豊富に記載されており、前置詞や冠詞の選択に必要なものです。

- 4) 勝俣銓吉郎 (昭和33年) 英語活用辞典, 研究社, 東京, 1525 pp.

次の辞書も例文から成立していますが、化学英語であるだけ生理学者には特に高い利用価値があります (生理学会でもこのような辞書を持ちたいものです)。

- 5) 千原秀昭他編 (1973) 化学英語の活用辞典, 化学同人, 京都, 622 pp.

英文を書くに当たって、最近、ほとんどすべてのガイドブックで強調されている点は、「簡潔に」、「具体的に」、「受動形を避けよ」というような点ですが、この思想の基礎を作った次の小冊子は非常な名著です。

- 6) Strunk, W., Jr. and White, E. B. (1972)  
The Elements of Style, 2nd ed., MacMillan, New York, 78 pp.

**文献表** 形式は「投稿規定」を参照して下さい。引用は論文の内容に直接関係するものに限り、引用数をいたずらに増加させないようにして下さい。綴りや巻号は必ずオリジナルと比較して確認して下さい。

**図の作り方** 詳細は上記の文献 1), 2) にゆずりますが、現在、JJP では1ページの端から端までを通して使う組み方 (全段組) をとっていますので、横長の図の方が、縦長の図よりもスペースを利用できることを御承知下さい (図の側方に活字を組むのは高価になりますので、ほとんど行われません)。

図のレタリングは著者が行って下さい。字の大きさは、印刷したのち少なくとも 1.5 mm は必要です。最近の JJP を見て、どの程度に縮小して印刷されるかを考え、余裕をもった大きさを字を入れていただくようお願いします。

**アート紙の使用** 電顕写真など、微細な構造を示す必要のある図については、制限つきでアート紙を使用することがあります。もし、著者の側で、この図は特にアート紙に印刷したい、という希望のある場合には、学会誌刊行センターに連絡して下さい。この場合は、費用は著者負担となります (1枚2ページ分につき2万円程度)。

**カラー写真の印刷** これは必ず著者負担となり、しかも非常に高価なので事前に学会誌刊行センターとよく打ち合わせて下さい。

**単位系について** 日本文の「投稿規定」では国際単位系 (SI) が推薦されています。この単位系の使用は、いま各国で強力に推進されているようですが、我が国の生物・化学系の欧文雑誌では、JJP を除いては、はっきりと規定されていないようです。この場所で単位系についての詳しい議論

を行うことはできませんが、最も頻度の高い記号について2,3の注意を記しておきます。

定義	記号	注 意
$10^{-10}$ m	Å	SI単位でないが廃止しない
$10^{-9}$ m	nm	$\mu\mu$ , $m\mu$ は廃止
$10^{-6}$ m	$\mu\text{m}$	$\mu$ は廃止
$10^{-6}$ g	$\mu\text{g}$	$\gamma$ は廃止
$10^{-6}$ l	$\mu\text{l}$	$\lambda$ は廃止
$\text{s}^{-1}$	Hz	cps は廃止

**編集委員会での投稿論文処理の概要** 投稿者から学会誌刊行センターに原稿が到着した日が、受理の日として記録されます。編集委員長はその論文の属する分野に従って、受持ちの編集委員を決め(編集委員の表を参照)、原稿は直ちにその編集委員に送られます。編集委員は論文の内容を見て、その分野の専門家数名(普通は2名)を査読者として選択し、査読を依頼します。査読者は論文を読んで批評し、また採択すべきか否かについて意見を述べます。編集委員は査読者の意見を参照しながら編集委員としての意見をまとめ、委員長に報告します。改訂の要求なしに採択される論文はほとんどなく、論文は編集委員の意見とともに著者に一たん戻されるのが普通です。著者が改訂した論文は、再び編集委員の審査にかかり、これで良い、となった時には学会誌刊行センターに送られます。学会誌刊行センターでは、著者に対し「論文掲載御通知」という葉書でこのことを通知します。論文は学会誌刊行センターで編集の専門家による細部のチェックを受けたのち印刷所に送られます。校正刷が出来ますと、校正刷・別刷注文書・索引原稿の記入用紙が著者に届けられ、著者がこれらを返送しますと、あとは雑誌の出版と別刷の配達を待つだけになります。

編集委員が査読者の意見に基づいて、論文を却下すべきことを委員長に報告したときには、最終決定は次の編集委員会に持ちこすことになっています。編集委員会は2カ月に1度しか開かれませんが、著者は何の通知も受けないうまま、決定を長く待たされることがあります。この場合、最終決定の前に委員長の責任において、編集委員のレベルで却下という判定がされたことを著者に通知する慣例になっています。この場合でも、最終決定は編集委員会の審議によることはいうまでもありません。

**索引の原稿** JJPの第6号の巻末に、著者索引と事項索引が付けられますが、事項索引の原稿は

著者によっていただきます。記入用紙・作成上の注意・例などは校正刷とともにお送りします。

**投稿から出版までの時間** これは、上記の論文審査に要する時日、および投稿数によって大きく変動しますが、最近1年間の状況では、改訂のないときに約3~4カ月となっています。

**投稿に要する費用** JJPの掲載料は無料で、超過ページ代も廃止されましたので、投稿自身には費用はかかりません。アト紙を希望したときは、1枚(2ページ)につき約2万円の費用がかかります。現在の別刷代は次の通りです。

ページ	100部	150部	200部	250部	300部
1-6	9,000	11,000	13,000	20,000	27,000
7-10	12,000	14,000	16,000	24,000	32,000
11-14	15,000	17,500	20,000	28,000	36,500
15-18	18,000	20,500	23,000	31,000	40,000

(小書留送料を含む)

**JJPの編集方針についての意見・希望** 各編集委員に具申して下さい(学会誌刊行センターでもお取次いたします)。

**JJP編集委員** (任期4年, 2年ごとに半数改選)

一般生理 星 猛 東大・医・生理  
 中枢神経 岩間 吉也 阪大・医・高神研  
 興奮膜 °渡辺 昭 東医歯大・医・生理  
 環境内分泌 吉村 寿人 兵庫医大・生理  
 感覚生理 勝木 保次 生物科学研究機構  
 筋生理 真島 英信 順天堂大・医・生理  
 呼吸生理 高木健太郎 名古屋市大  
 心臓脈管 入沢 宏 広島大・医・生理  
 (°印は委員長, 2年ごとに交代)

**JJPの購読申し込み** 購読料は1年(1巻6号, 郵送料を含む) 6,000円です。下記にお申し込み下さい。

〒113 東京都文京区弥生 2-4-16  
 学会センタービル内  
 日本学会事務センター  
 電話 (03) 815-1903

**JJPの投稿原稿の送り先と投稿後の原稿についての問い合わせ**

〒113 東京都文京区弥生 2-4-16  
 学会センタービル内  
 学会誌刊行センター, JJP編集部  
 電話 (03) 815-0416

(以上の投稿ガイドは、昭和52年6月現在の状況に基づいて、JJP編集委員会で作成しました。)

## JJP 投稿規定

### 投稿原稿と送付先

- 1) 論文は他に出版されたことのない内容で、かつ英文で書かれたものとする。
- 2) 論文原稿は図と表を含め3部(うち1部はオリジナル, 2部は複写でよい。ただし複写で不鮮明な図の場合は印画紙焼きとする)を下記宛書留で送付する。
- 3) 送付先: 〒113 東京都文京区弥生2-4-16  
学会センタービル内  
学会誌刊行センター,  
JJP 編集部  
電話 (03) 815-0416

### 原稿作成上の注意

- 1) 原稿はダブルスペースで標準タイプ用紙にタイプしたものとする。原稿の第1枚目は別紙として、まず英文で表題、著者名、所属研究機関名(省略しないこと)、機関住所(郵便番号を Tokyo, 113 Japan のように都市名のあとに入れる)を記し、次に和文で、表題、著者名、連絡先(電話番号とも)を記す。最後に本文、図、表の各枚数、running title (表題を簡略にしたもの、活字とスペースで 40 letters 以下)を書く。
- 2) 論文の表題として、Part I とか Report I といったシリーズ形式は避け、また副題も極力避けて、その論文固有の表題のみとする。
- 3) 本文は簡潔に要領よく書き、下記の順序に記載する。  
Abstract (250 words 以下, 作り方は Biological Abstracts の1月号に載っている Guide to the preparation of citations and abstracts for biological abstracts に従う), Introduction, Method(s) and Material(s), Results, Discussion, Acknowledgement, References, Legends of figures.  
文献は不用なものは避け、論文に不可欠のものをよく吟味・厳選して引用する。また、実験成績を図と表に重複して記載してはならない。  
原稿は、各用紙の下端余白の中央に第1枚目(表題の紙)からページを付す。図の裏側には図の番号および著者名を鉛筆で記入する。
- 4) 表はそれぞれ別紙にタイプする。

5) 原図は墨書きする。写真は鮮明なものに限る。カラー写真の場合は、実費を著者が負担する。

6) 本文原稿の左側余白に図・表の挿入場所を赤字で指示する。

7) 脚注はなるべく避けて本文に記載するのが原則とするが、必要な場合は脚注番号をつけ、下部余白に線を引き、その下にタイプする。本文中の該当箇所にも、同じ脚注番号をつける。

8) 本文中に引用する文献は著者名(キャピタル)、発行年(同年に2つ以上同一人の文献のある場合は、a, b, c の記号をつける)を( )に入れて記入する。文献リストは著者名、発表年、表題、刊行物名、巻、ページの順に記載する。著者名が3名以上の場合は本文中では(KATSUKI et al., 1970)のように最初の著者名のみで他は略すが、文献リストには全員の名をその given name の頭文字と共に記載する(単行本中の論文の引用も同じ)。

<例>

BROWN, D. (1965) Thyroxine stimulation of amino acid incorporation into protein of skeletal muscle *in vitro*. *Endocrinology*, 78: 1252-1254.

KATSUKI, Y., HASHIMOTO, T., and YANAGISAWA, K. (1970) The lateral-line organ of shark as a chemoreceptor. *Adv. Biophys.*, 1: 1-51.

TOKIZANE, T. (1965) Studies on the paradoxical phase of sleep in the cat. *In: Progress in Brain Research*, ed. by TOKIZANE, T. and SHADÉ, J. P. Elsevier, Amsterdam, Vol. 21 B, pp. 230-268.

文献リストの著者名はアルファベット順(同一人の場合は、年代順)にならべる。未発表文献ならびに私信は文献リストに入れず、本文中の引用に止める。

9) 文献リストに引用する定期刊行物の名称の略字は Index medicus の毎巻 No. 1 に記載された List of index の例にならう。

10) 単位および単位記号は原則として日本生理学雑誌 28 巻 142 ページ(昭42)に記された国際単位系による。

## ヒトの頭皮上から導出された大脳緩電位の時間的経過

佐々木 世智子 (弘前大学医学部第一生理学教室)

**The time course of the cerebral slow potential in man** Sechiko  
SASAKI (Department of Physiology, Hirosaki University, School of Medicine, Hirosaki)

大脳に存在する緩徐な電位 (slow potential, SP) についての研究は Arduini<sup>1)</sup>により報告されて以来すでに数多くの研究が報告されている。最近、間中と佐野ら<sup>2)3)</sup>は直流電位を定常電位 (stationary potential) と緩変動電位 (slowly changing potential) とに分類した。他方、生理的に変動する SP については、尾崎と佐々木ら<sup>4)5)6)</sup>の報告があり、視覚誘発電位との関連性の面から検討し、SP は視覚誘発電位のおそい反応がより密接に関与することを明らかにした。しかし大脳 SP の発生とその生理学的意義については、ニューロン説<sup>7)</sup>やグリア細胞説<sup>8)</sup>、血液脳関門説<sup>9)</sup>などの諸説があり統一された見解はまだない。直流電位を測定記録するためには、分極性において安定した不分極電極の作製や、電極装着状態の変化などにいろいろの問題点があり、長時間安定した記録を続けることは困難であるとされている。しかし大脳緩電位変動を種々の条件下に測定するためには、その前段階の直流電位が長時間安定したものでなければ、誘発された緩電位変動を正確な数値として測定することができない。そこで今回の研究は、calomel 不分極電極を使用し、覚醒時におけるヒトの頭皮上から導出された SP を約60分間連続測定し、その時間的経過について検討したものである。

実験対象は年令22才から46才までの健康成人男女16名で、そのうち4名は2度被験者とした。安静背臥位に臥床させた被験者の鼻根部を不関電極とし、探索電極を頭頂部にして単極導出とした。この場合、頭頂部の電位が鼻根部に対して陰性の電位の時に上向きに振れるように接続した。1対の calomel 不分極電極を作製

し、内径2mmの飽和 KCl 寒天ブリッジを介して高感度直流増幅器 (三栄測器製1117型) で増幅し、紙送り速度のおそいコロナグラフ (三栄測器製8A12型) とペンレコーダにて記録を行なった。なお、この calomel 不分極電極は分極電圧が+1 mV 前後で数ヶ月間ほぼ安定し、1から3°C位の室温の変化ではほとんど分極電圧に影響を受けなかった。さらに SP 導出時には脳波 (頭頂部-耳重)、呼吸曲線も同時記録し、ポリグラフ的に観察した。SP を測定する際には、損傷電位、変形電位、塩電位さらに発汗による電位変化の影響などいろいろの問題点が考えられる。このため、頭皮への負傷をさけるために脱毛せずに有髪のままの状態 で電極装着を行なった。さらに、頭皮上の皮膚温の変化による電位を検討するために頭頂部にサーミスタを接触させて約60分間の SP 測定中の観察を行ない、ほとんど変化のないことを確かめた。変形電位、塩電位についても次の点について注意した。電極と頭皮との接触部が外力により影響を受けないように飽和 KCl で溶いたベントナイトを一定量、同じ面積になるようにはりつけ、その中に軽く寒天ブリッジを接触させた。

図1のAには頭頂領域の頭皮上に電極を装着直後から約60分間の連続記録が示されている。まず、上段は前半30分間の記録であるが、SP 波形はかなり頻繁に陽性方向へと移動していることを示す。a, b, c, d はそれぞれ SP 波形の移動した分を基線へ修正した時の補償器の数値であり、これより calomel 不分極電極の分極電圧分を差引いた値を SP 値とした。下段は後半30分間の記録波形であり、前半に比較しかなり安定した傾向を示した。図1のBには脳波、呼吸曲線と同時記録し、ポリグラフ的に記録された SP が示されている。脳波にはα波が観察さ

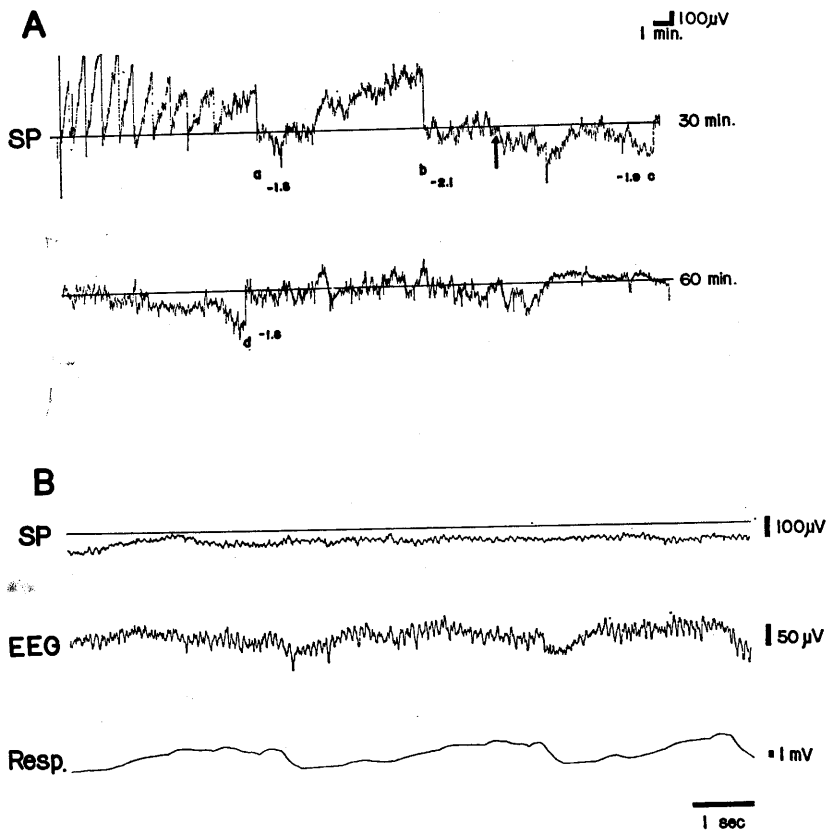


Fig. 1. Time course of cerebral SP led from parietal region. A, continuous SP record separately illustrated for initial (upper trace) and subsequent 30 minutes (lower trace), respectively, after lying of a subject in supine position. Recording level was adjusted by compensator at a, b, c and d. B shows SP, electroencephalogram (EEG) and respiratory movement (Resp.) for a period marked by an arrow in A.

れ、覚醒安静状態であることがうかがわれる。また、脳波には呼吸性動揺がみられるが、SP に対する影響はほとんどみとめられない。SP はやや陽性への変動を示しているが持続的なものではなく、たえず陽性かまたは陰性への変動がみられた。図2は縦軸に SP 値を、横軸に時間をとり、各時間における SP 測定値をプロットしたものである。この図に示されたように、約30分経過するまでは数値にかなりのばらつきがみられ、60分後では、20例中17例までが $+3\text{ mV}$  から $-3\text{ mV}$  までの範囲内に落ち着くことが示された。ヒトの頭皮上からの SP については、佐野によると $+10\text{ mV}$  から $+30\text{ mV}$  の陽性電位が存在すると報告されている<sup>10)</sup>。今回

の報告は、種々の条件下における大脳緩電位変動を観察する前段階として、まず覚醒安静状態において、頭頂領域頭皮上から導出された SP の時間的経過を測定し、測定値に影響をおよぼす種々の問題点について検討したものである。以上の成績では、陽性のみの値を示すものや、陰性だけの値を示すもの、また同一被験者においても時間経過にしたがって陽性から陰性へ、陰性から陽性へと移行する場合もみられた。しかし、安静臥床後60分間経過の記録では20例中17例中までは約 $\pm 3\text{ mV}$  の範囲内の数値を示すことが明らかにされ、佐野らの報告している $+10\text{ mV}$  から $+30\text{ mV}$  という高い電位はえられなかった。

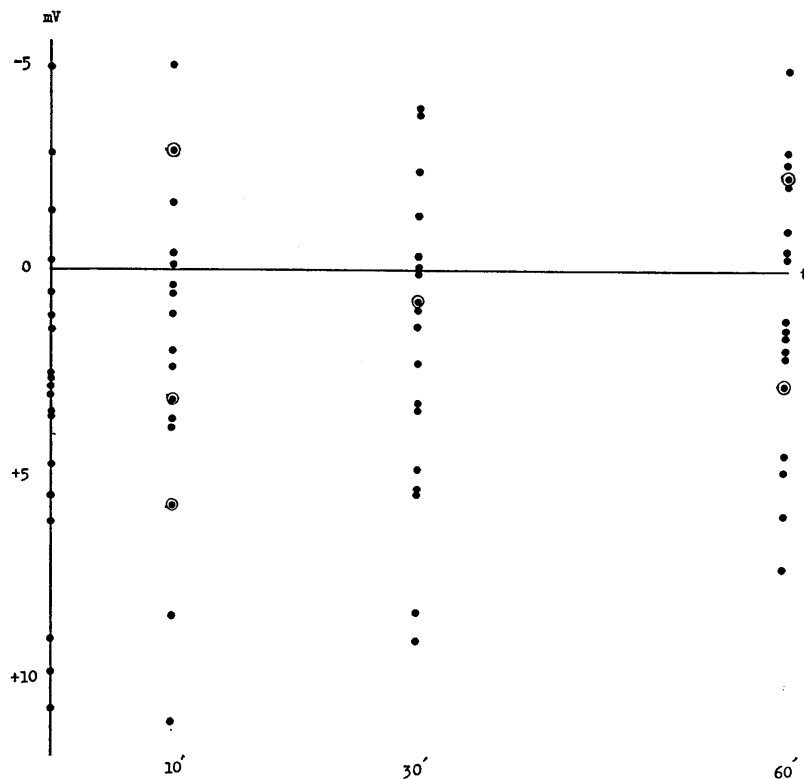


Fig. 2. Values of parietal SP in 20 subjects (ordinate) plotted at 10, 30 and 60 minutes after lying of respective subjects (abscissa). ● is double reading to same value of SP.

以上の実験結果から、頭頂領域における頭皮上から導出されたSPは約±3 mVの範囲内にあることが明らかにされた。そして、頭皮上から安定したSPを導出する場合には、電極を装着後すくなくとも30分以上観察することが必要であり、その条件下で生理的に変動するSPを測定することが望ましい。今後、種々の条件下に例数を重ねてSPの発生と生理学的意義についてもさらに検討を加えるつもりである。

#### 文 献

- 1) Arduni, A., Mancina, M. & Mechelse, K. (1957) Slow potential changes elicited in the cerebral cortex by sensory and reticular stimulation. *Arch. ital. Biol.*, **95**, 127-138
- 2) 間中信也, 佐野圭司(1973) 脳定常電位—その性質と発生機序. *臨床脳波* **15**, 494-499
- 3) 間中信也, 佐野圭司(1973) 脳定常電位の発生機序. *脳と神経* **25**, 1265-1273
- 4) 尾崎俊行, 藤原克三(1965) 大脳の緩電位変動測定に関する2, 3の知見について. *日本生理誌* **27**, 416-417
- 5) Ozaki, T., Sasaki, S. & Fujimori, Y. (1968) On the cerebral slow potential changes caused by rhythmic flash stimulation, with special reference to photically evoked EEG responses. *J. Physiol. Soc. Japan* **30**, 183-184
- 6) Ozaki, T., Sasaki, S. & Itoh, H. (1968) Slow potential changes in the cerebrum related to frequency of flash stimulus. *J. Physiol. Soc. Japan.* **30**, 995-996
- 7) O'Leary, J. L. & Goldring, S. (1964) DC potentials of the brain. *Physiol., Rev.*, **44**, 91-125
- 8) 菅谷英一(1972) グリア細胞—生理学より. *神経進歩* **16**, 87-92
- 9) Tschirgi, R. D. & Taylor, J. L. (1958) Slowly changing bioelectric potentials associated with the blood-brain-barrier. *Am. J. Physiol.*, **195**, 7-22
- 10) 佐野圭司(1968) 臨床脳波学の進歩—相関分析, 誘発電位, 直流電位. *神経進歩* **12**, 419-436

**key words** : time course, slow potential, man.

## 微小電極法による肝の細胞内 $K^+$ 濃度と電位の測定について

岡田勝彦, 山田真一, 革島康雄, 北出文男,

藤本 守\*, 窪田隆裕\*

(大阪医科大学外科学教室・第二生理学教室\*)

**Intracellular potassium concentration and membrane potentials in the rat liver** Katsuhiko OKADA, Shinichi YAMADA, Yasuo KAWASHIMA, Fumio KITADE, Mamoru FUJIMOTO\* and Takahiro KUBOTA\* (*Department of Surgery, Osaka Medical College • Department of Physiology, Osaka Medical College\**)

肝細胞機能に関する生理学的研究は、形態学、生化学的研究に比して不明な点が多い。最近微小イオン電極を用いて細胞内の  $K$ ,  $Cl$  などを *in situ* で測定し、同時に細胞内電位と共に経時的に観察することが可能となった。

微小イオン電極を用いた研究は Walker<sup>13)</sup> がカリウムイオン交換剤を使用して、その理論と作製法について報告したのが最初であり、Lux & Neher<sup>9)</sup> によって発展させられた。また最近 Khuri<sup>7)</sup> が2連型イオン微小電極を用いて腎細胞を直接穿刺した論文を發表している。

藤本ら<sup>3)</sup> はカリウムまたは、クロール選択性2連微小電極を独特の方法で開発、その生物的应用を發展せしめた。

著者らは今回正常肝細胞のイオン動態を知る目的で2連微小  $K^+$  電極を用いて、肝の微小穿刺を行ない、細胞内  $K^+$  と膜電位の同時測定を行なって若干の知見をえたので報告する。

実験動物は Wistar 系雄ラット (150~200 g) を使用し、エーテル麻酔にて開腹し、肝の一部を切除後摘出し、厚さ 1.0 mm 以下にスライスし、ただちにチャンバー内の灌流液に浸した。灌流液は Krebs-Ringer Bicarbonate Solution で、閉鎖的に循環した。灌流液の温度を  $31^{\circ}C$  とし、pH を 7.4 に調節し、混合ガス (95%  $O_2$ , 5%  $CO_2$ ) にてバブリングを行ない、一定条件に維持した。

微小電極よりの電位測定とその記録には2連型微小電極の  $K^+$  活量 ( $a_K$ ) および膜電位 (PD) に

より行ない、計測脚からの出力は Differential Electrometer (Keithley Instruments 604型) に入れ、その出力をデジタルとアナログの両方表示とした。詳細は Kubota<sup>8)</sup> を参照した。

2連型  $K^+$  選択性微小電極の作製および計算は Fujimoto & Kubota<sup>4)</sup>, 岡田<sup>10)</sup> によった。実験使用微小電極は次の基準を満足するものを使用した。

1.  $K^+$  に対する反応 ( $K^+$  活量10倍変化に対する起電力 (EMF, mV) の勾配 (Slope): 50 mV 以上。

2.  $K^+$  選択性 ( $K/Na$ ) (等モルの  $Na^+$  に比べて  $K^+$  に何倍の反応を示すかの指数): 80/1 以上。

3. 反応時間 (電極を標準液に浸した時のたち上り時間 (rise time), 最大反応幅の 5% レベルより 95% に移行するまでの時間): 2 秒以下。

4. 先端直径 (電極ティップ外径):  $1\mu$  あるいはそれ以下。

5. ティップ電位 5 mV 以下。

微小穿刺はチャンバー内で 20~30 分保存したスライス肝の表面から、マイクロマニプレーター (成茂科学, MM 3 型に MO-81 型ステップモーター駆動装置を装着したもの) で行なった。肝の穿刺に先だって、Ringer 液の  $K^+$  電位を  $K^+$  電極を用いて測定しておく。比較電極には 3 M  $KCl$  寒天ブリッジを使用した。

2連微小電極が明らかに細胞に穿刺されているかは、膜電位が  $-30$  mV 前後で、 $K^+$  電極が同時に反応し矩形波を示すもので、少なくとも 3 分以上安定しているものをデーターとした。

予備的に Ling-Gerard 型 3 M KCl 微小電極による正常群ラットの膜電位の測定を行なったが、平均  $-31.7 \pm 2.8$  mV (S. D., N=99) であった。菅野<sup>6)</sup> はシロネズミの正常肝細胞では  $-29.6 \pm 7.1$  mV と報告し Beigelman & Thomas<sup>1)</sup> は  $-22 \sim -29$  mV の範囲にあったとしており、われわれのスライス肝の膜電位は比較的高く切片標本としてはかなり良い状態に維持されていたことによると思われる。しかし in situ の肝標本では一般的には  $-40 \sim -60$  mV (Williams<sup>14)</sup>, Shiba<sup>12)</sup>), とスライス実験に比べて高いとされている。以上の in situ とスライスによる膜電位の差が生ずる原因は肝細胞の膜電位が anoxia<sup>11)</sup> に敏感であるという事実によるであろうし、またホルモンの影響<sup>2)</sup> も関係しているかもしれない。さらに、切片標本では肝細胞内のイオン濃度の減少<sup>14)</sup> によって膜電位が低下するのではないかと考えられる。

次に 2 連型  $K^+$  選択性微小電極による測定であるが、図 1 は細胞内に  $K^+$  電極が穿刺されているデータである。細胞内には約 7 分間挿入され、PD は平均  $-29$  mV で細胞内電位は  $-70$  mV で、K 活量は平均 87.0 mM であった。

また図 2 は 2 連型  $K^+$  選択性微小電極による細胞内の PD と  $K^+$  濃度を示している。PD は平均  $-28.5 \pm 2.4$  mV (S. D., N=30) で、 $K^+$  濃度は平均  $124.3 \pm 10.3$  mEq/L (S. D., N=30) であった。なお  $K^+$  濃度の計算は  $K^+$  活量が  $93.2 \pm 7.7$  (S. D., N=30) であり、活量係数を 0.75 と仮定すれば水 1 L 当り  $124.3 \pm 10.3$  mEq となる。

PD の測定値が Ling-Gerard 型電極に比べて約 3 mV 低い値となっているが、これは 2 連型イオン電極のティップ電位が若干高いためかもしれない。ラット小腸や両生類腎においても、

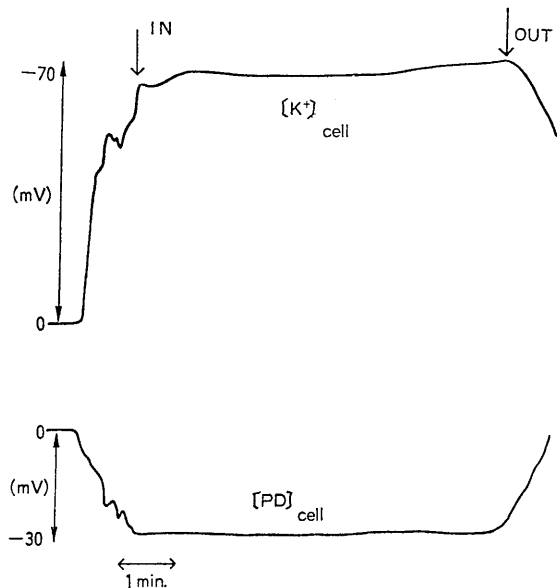


Fig. 1. Simultaneous recording of the intracellular ionic potential of potassium and membrane PD with a double-barreled potassium-selective microelectrode.

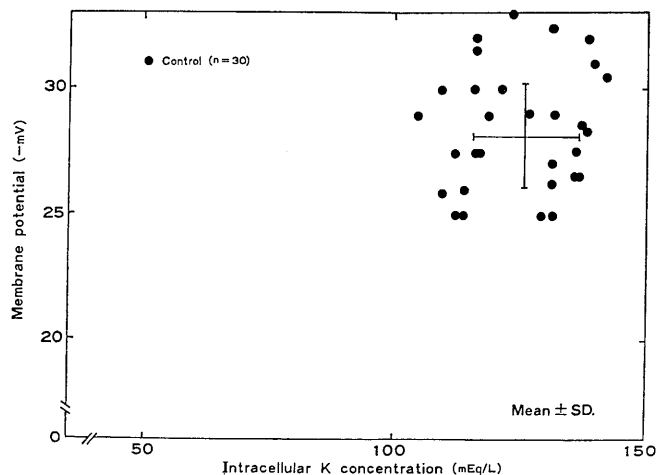


Fig. 2. Membrane potential and potassium concentration in rat liver cells. The mean value and standard deviation presented as cross mark was  $124.3 \pm 10.3$  mEq/L for the intracellular K concentration and  $-28.5 \pm 2.4$  mV for the membrane potential.

イオン電極の実験では Ling-Gerard 型電極に比べて膜電位が 2~3 mV 低い傾向が観察されている。

次に細胞内の  $K^+$  濃度の妥当性について考察すると,  $^{42}K$  を用いたアイソトープ実験<sup>5)</sup> では 125 mEq/L という報告があり, われわれの 124 mEq/L とほとんど差異を認めていない。

さらに肝細胞の  $K$  の平衡電位を計算してみると約 -87 mV である。この値は実測膜電位の -28 mV よりはるかに大きく, 肝細胞における  $K$  は電気化学的勾配に逆らって,  $K$  が取り込まれていることが明らかである。

われわれは今まで肝細胞における膜電位や  $K^+$  濃度を測定してきたが, 強力な抗癌剤, 特に Mitomycin C では PD が約 6 mV の低下,  $K$  濃度は約 18 mEq/L の減少, 5-fluorouracil では PD が約 7 mV の低下,  $K$  濃度は約 21 mEq/L の減少が認められている, しかしこれら抗癌剤を中止すると, PD,  $K$  濃度が回復する。

またイオン輸送阻害剤 (Ouabain など) や酸化還元系の阻害剤 (KCN など) の投与によっても同様なことが証明されている。

以上これらの薬剤投与による肝細胞の障害の程度がある程度予想され, それと共に細胞内イオン調節機構の動態が今後注目される。

#### 文 献

- 1) Beigelman, P. M. & Thomas, L. J. (1972) Liver cell potential. In vitro effects of metabolic inhibitors, cardiac glycosides, and hormones. *J. Memb. Biol.*, **8**, 181-188
- 2) Claret, M., Coraboeuf, E. & Ehrhart, J. C. (1966) Modification des potentiels transmembranaires hépatiques du rat sous l'influence de la thyroïdectomie et de la surrénalectomie. *C. r. seanc. Soc. Biol.* **160**, 476-479
- 3) Fujimoto, M., Kubota, T. & Okada, K. (1975) Electrochemical study of proximal potassium transport in the amphibian kidneys with double barreled potassium microelectrode. *Proc. 6th Int. Congr. Nephrol.*, abstr. No. 178
- 4) Fujimoto, M. & Kubota, T. (1976) Physicochemical properties of a liquid ion exchanger microelectrode and its application to biological fluids. *Jap. J. Physiol.*, **26**, 631-650
- 5) Graf, J. & Peterlik, M. (1976) Mechanism of transport of inorganic ions into bile. The hepatobiliary system fundamental and pathological mechanisms. Ed. by W. Taylor. p.55. New York.
- 6) 菅野義信 (1966) 肝癌細胞の電気生理学. 生体の科学 **17**, 191-198
- 7) Khuri, R. N., Agulian, S. K. & Kalloghlian, A. (1972) Intracellular potassium in cells of the distal tubule. *Pflügers Arch.*, **335**, 297-308
- 8) Kubota, T. & Fujimoto, M. (1978) Seasonal change of membrane potential across the proximal tubular epithelium in bullfrog kidneys. *Jap. J. Physiol.* **28** (No. 2) in press.
- 9) Lux, H. D. & Neher, E. (1973) The equilibration time course of  $[K^+]_0$  in cat cortex. *Pflügers Arch.*, **17**, 190-215
- 10) 岡田勝彦 (1977) 食用蛙腎近位尿細管における  $K$  輸送に関する利尿剤の効果. 日本腎臓誌 **19**, 1-19
- 11) Schanne, O. & Coraboeuf, E. (1966) Potential and resistance measurements of rat liver cells in situ. *Nature, Lond.* **210**, 1390-1391
- 12) Shiba, Y., Muneoka, Y. & Kanno, Y. (1977) Energy requirement for the maintenance of membrane potential in rat liver cell in situ. *Jap. J. Physiol.*, **27**, 185-193
- 13) Walker, J. L. (1971) Ionic specific liquid ion exchanger microelectrodes. *Anal. Chem.*, **43**, 89A-93A
- 14) Williams, J. A., Withrow, C. D. & Woodbury, D. M. (1971) Effects of ouabain and diphenylhydantoin on transmembrane potentials, intracellular electrolytes and cell pH of rat muscle and liver in vivo. *J. Physiol.*, **212**, 101-115

**key words** :  $K^+$  selective microelectrode, intracellular  $K^+$ , liver cell  $K^+$  and PD.

## 第 24 回 生理学 中部 談話会

日 時：昭和52年 9月30日 (金), 10月 1日 (土)

会 場：愛知県労働者研修センター

当番幹事：愛知県心身障害者コロニー発達障害研究所生理学部門 清野茂博

### 1. 脳切片によるサイクリック AMP 生成と膜のイオンチャンネル

藤川道代, 永田 豊 (名古屋保衛大, 医, 生理)

脳ではサイクリック AMP (c-AMP) の濃度が高く, 合成系と分解系の酵素活性も高い為, transmitter の second messenger として働いているという仮説が唱えられている. 一方, 大脳皮質切片に脱分極剤を作用させると, 切片内 c-AMP が増加することが知られている. そこでわれわれはモルモットの脳皮質切片を用い, 膜の Na<sup>+</sup> や K<sup>+</sup> の ion-channel の状態を変化させた時の, c-AMP 生成量を測定した. Veratridine は神経膜の Na<sup>+</sup>-channel を開くことにより脱分極を起すが, 脳切片の c-AMP も著明に増加させる. さらに Na<sup>+</sup>-channel を block する tetrodotoxin を作用させると, 増加した c-AMP は対照のレベルまで低下した. しかし medium 中の Na<sup>+</sup> を除くと veratridine による c-AMP 生成増加はみられず, Na<sup>+</sup> の動きと c-AMP 生成とが共軛関係にあることが推察される. 一方 K<sup>+</sup>-channel を block する tetraethylammonium は K<sup>+</sup>-rich あるいは gramicidin で増加した c-AMP 生成には影響を与えず, また medium から Na<sup>+</sup> を除いても抑制効果は認められなかった. このことから脱分極時の c-AMP 生成の増加は神経膜の Na<sup>+</sup>-channel と K<sup>+</sup>-channel の両者に関係し, それらは多少異った機構で働いている可能性が示唆された.

### 2. 白鼠脳切片と synaptosome への D-glucose anomer 取り込みの特異性

安藤正人, 難波経篤, 永田 豊 (名古屋保衛大, 医, 生理)

われわれはすでに D-glucose の脳切片への取り込みは  $\beta$ -anomer が  $\alpha$ -anomer よりも優先しておこなわれることを報告した. 今回は synaptosome への anomer の取り込みの特異性を脳切片と比較しながら検討した. 組織中ではほとんど代謝を受けない 2-deoxy-D-glucose の取り込みは最初の 5 分間では, D-glucose とほぼ同様におこ

ることから短時間の incubation では代謝よりも取り込み過程が主としておこっていることが推定された. Synaptosome による D-glucose anomer の取り込みは, 切片の場合と同様  $\beta$ -anomer の優先性が見られ, 膜の anomer affinity もまた  $\beta$ -anomer に高いことが示された. 膜を脱分極させる K<sup>+</sup>-rich medium 中では切片で示された取り込みの著明な増大は, synaptosome ではほとんど見られなかった. しかし Ca<sup>2+</sup>-free medium 中では切片の場合と同様 glucose の取り込みの増加が見られ  $\beta$ -anomer/ $\alpha$ -anomer 比は対照とあまり変わらなかった. 一方糖輸送系を阻害する phlorizin の添加あるいは Na<sup>+</sup>-free medium 中では切片も synaptosome も共に糖取り込みの抑制効果を示し, 切片で見られた  $\beta$ -anomer 優先性は synaptosome では認められなかった. このような synaptosome での anomer 取り込みの特異性の低下は, 脳切片と異って細胞相互間の有機的連絡を失った状態で, 膜の性質に何らかの変化がおこってくる可能性が示唆される.

### 3. アドレナリン (AD) による脳のエストロゲン感受性の増加

柳瀬昌弘 (愛知医大, 第二生理)

雌雄ラットを用いた行動試験において, 雄の 20 回の mount に対して雌の示した lordosis 反応の数の百分率を求め, 雌の発情行動の指標とした. 去勢雌ラットでは lordosis 反応は全くみられず, 2  $\mu$ g の estradiol benzoate (EB) を連日皮下投与すると LQ は次第に上昇し, 6 日後からほとんど 80 以上に達する. 2  $\mu$ g EB 投与後の LQ の推移は, 27 g のパイプ洗端につめた EB の微量結晶を視索前野に植え込んだ時の LQ の推移に一致し, また, EB を視索前野に植え込みさらに 3 日後プロジェステロン (P) の微量結晶を中脳部網様体あるいは尾状核に植え込むと短時間に LQ は著しく増加する. Lordosis の誘発は, 脳への性ホルモン作用の指標であるが, 去勢雌ラットに 2 g EB を 1 回皮下投与し 48 時間後 0.5 mg P によって誘

発される LQ は  $30.0 \pm 5.2$  (mean  $\pm$  S. E.) であったが、 $2 \mu\text{g}$  EB とともに  $50 \mu\text{g}$  AD を同時投与すると 48 時間後  $0.5 \text{ mg P}$  によって誘発された LQ は  $74.5 \pm 5.2$  と著しく増加した。AD のこの効果は、EB 投与と同時に投与した時にのみ観察された。以上の結果から、AD は、EB の脳への作用の初期に作用して、lordosis behavior を高めることが認められた。

#### 4. Blood-aqueous barrier (BAB) の蛋白透過機序の解析

山本宗平, 伊藤嘉紀 (名大, 医, 第一生理)

実験動物としてウサギを用い、ウレタン麻酔下で背位に固定して実験した。 $^{59}\text{Fe}$ -globulin を tracer として後眼房-前眼房灌流を行い房水の Bulk-Flow を測定するとともに、静注した  $^{131}\text{I}$ -RISA の房水中出現濃度を測定し、アルブミン輸送量を計算で求め、さらに血漿 RISA 濃度と房水 RISA 濃度の比を求めた。Diamox  $20 \text{ mg}$  を静注すると房水の Bulk-Flow は減少するがアルブミン輸送量には影響がなく、房水 RISA 濃度は上昇した。 $0.02\%$  ouabain の眼房内投与によって、房水の Bulk-Flow は減少したがアルブミン輸送量には影響がなく、房水 RISA 濃度は著明に上昇した。これらの結果から、BAB を通過する水・電解質の channel とアルブミン通過の channel は異なるといえよう。アルブミン輸送が物理的機序によるか化学的機序によるか不明であるので、測定値を X-Y 座標にプロットした Bulk-Flow-アルブミン輸送量曲線を解析した。皮膚の局所的熱刺激あるいは頸部交感神経幹電気刺激によって、刺激前後で曲線の微係数が変化した。すなわちこれらの刺激によって、アルブミン透過の facility が増加することがわかった。

#### 5. アミノ酸および関連物質の補体抑制作用について

高田由美子, 有本之嗣, 峯田周幸, 須見洋行, 高田明和 (浜松医大, 第二生理)

各種アミノ酸および関連物質の補体の classical pathway と alternative pathway に対する作用をしらべた。Classical pathway の活性は全溶血補体価 ( $\text{CH}_{50}$ )、補体の前半部の活性を調べる C (1, 4, 2)  $\text{H}_{50}$ 、C1 esterase の N-acetyl-L-tyro-

sine ethyl ester (ATEe) の加水分解能によって測定した。Alternative pathway の活性は、ウサギ赤血球が alternative pathway を活性化し、その結果溶血するのを利用して  $\text{AP}_{50}$  を測定した。放線菌からとれた protease inhibitor である leupeptin は classical pathway の前半部、特に C1 esterase を阻害したが alternative pathway を阻害しなかった。したがって両 pathway の共通の後半部である C 3-9 を阻害しない事もわかった。SH 化合物である cysteine, homocysteine, glutathione は  $\text{CH}_{50}$ , C (1, 4, 2)  $\text{H}_{50}$ ,  $\text{AP}_{50}$  の何れも強く阻害し C1 esterase も強く阻害した。炭素鎖六つ前後のアミノ酸類では arginine と lysine が  $\text{CH}_{50}$ , C (1, 4, 2)  $\text{H}_{50}$ ,  $\text{AP}_{50}$  に対して、抗線溶物質である epsilon aminocaproic acid (EACA) や tranexamic acid (t-AMCHA) よりも強い抑制作用を示した。これらは補体の前半部を抑制するが C1 esterase の阻害は弱いので C1 の活性化部、または C3 convertase を抑制すると思われる。

#### 6. 下等脊椎動物松果体の感色性スパイク応答

田畑満生, 森田之大 (浜松医大, 第一生理)

摘出したヤツメウナギの松果体から、紫外線と短波長刺激に対しては抑制され (抑制型応答)、長波長刺激に対しては興奮を示す (興奮型応答) 感色性ユニットを細胞外記録し、スペクトル感度を計測した。抑制型応答 (4 ユニット) では  $360 \text{ nm}$  附近に最も感度が高く、高波長になるにつれて急激な感度減少を示した。興奮型応答 (16 ユニット) の最大感度波長は  $505 \text{ nm} \sim 550 \text{ nm}$  の間にみられるが、そのうちの 12 ユニットは  $510 \text{ nm} \sim 530 \text{ nm}$  の間に分布した。抑制性波長 ( $360 \text{ nm}$  あるいは  $362 \text{ nm}$ ) と興奮性波長 ( $543 \text{ nm}$  あるいは  $605 \text{ nm}$ ) とを同時刺激し、その反応パターンから両応答のスペクトル感度の感度差を求めたところ、peak 値比較 ( $360 \text{ nm}$  と  $525 \text{ nm}$ ) では抑制型応答の方が約  $3.5 \log \text{ unit}$  感度が高かった。 $300 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$  の範囲で計測した松果体背側の頭蓋骨の optical density で両応答のスペクトル感度曲線を補正するとその差は約  $2.4 \log \text{ unit}$  となった。松果体の神経節細胞には光受容細胞が直接シナプスを形成しているため、感色体の場合には少なくとも 2 種類以上の光受容細胞が単一の神経節細胞にシナプスしている可能性が考えられる。

### 7. コいの視神経節細胞の応答特性と受容野

御手洗玄洋, 後藤倬男\* (名大, 環医研, 第五部・教養, 心理\*)

コいの視神経節細胞の機能と形態との関連を詳細に検討することを目的として, その遊離網膜から暗・明両順応条件下での細胞内・外のインパルス応答を記録し, 応答型と受容野構成との関係, 受容野中心領域の大きさによる分類およびそれらの色光応答特性などを観察した。細胞外63個, 細胞内16個の応答単位より, 以下の結果をえた。

- 1) 受容野中心領域の直径は, 0.1 mm 以下から 2.00 mm 以上にわたる 5~6 種に分布していた。
- 2) それらは, 明順応条件下で縮小する傾向を示していた。
- 3) 色光の変化に伴う受容野構成の特徴については, Wagner ら (1963) や Spekrijse ら (1972) の結果とは異なり, 長波長光に反応する中心領域の方が大きい (Green < Red) ことが知られた。
- 4) 中心領域の直径が 0.3 mm 以下の細胞については, 細胞内記録が困難であったことから, 各細胞の応答より求められた中心領域の直径の分布が細胞の相対的な大きさと平行していることが示唆された。

### 8. リチウム (Li) 置換低 Na 溶液灌流で見られる ERG の変化について

森 滋夫, 浅野俊樹 (名大, 環医研, 第五部)

カエルおよびコいの遊離網膜の視細胞側を, コリンまたは Li で置換した低 Na 溶液 (10~30% Na) で灌流し ERG を観察したところ, コリン溶液では反応全体が次第に小さくなるだけであるが, Li 溶液では b 波が振幅の増大, 減少をくりかえしながら小さくなり, 同時に off 応答が次第に顕著となった。この off 応答への影響は, 正常溶液にもどし b 波が回復した後も数十分にわたり残った。Li 溶液で波形に変化が生じた後コリン溶液にかえると反応はそのまま小さくなり, 最初コリン溶液で反応を小さくしておき Li 溶液にかえると, b 波は一時的に回復しやがて off 応答が著明となる。これらのことは, コリンと Li とでは網膜への作用機序が明らかに異なることを示している。また, Li 溶液で見られるこのような変化は, アスバルテート (10 mM) で分離した P III についても認められることから, 視細胞に起源するものと考えた。水平細胞では, Li 溶液により膜

電位が深くなり, 光による過分極性応答が消失するとともに, off 時, スパイク様の脱分極性応答が現われ次第に大きくなった。この応答はコリン溶液によりすみやかに消失した。

### 9. 網膜の水平細胞と視神経節細胞との機能的連絡

御手洗玄洋, 榊原 学, 高木貞治, 高林 彰 (名大, 環医研, 第五部)

網膜の単一水平細胞に通電し光応答時のような膜の分極を行うと, 近傍の視神経節細胞応答が誘発されることはすでに知られている。水平細胞から神経節細胞への経路として水平細胞→双極細胞→神経節細胞, 水平細胞→アマクリン細胞→神経節細胞の二つが考えられ, これらを明らかにするためまず水平細胞, 神経節細胞の入出力関係を解析した。コいの遊離網膜を用い, 外水平細胞の膜電位を種々のレベルに固定した際の神経節細胞の応答型や潜時を観察し両者間連絡を再検討した。受容野中心の小光点 (0.25 mm) 刺激で分類した ON, OFF, ON-OFF, の 3 型とも水平細胞の過分極でもそれぞれ同じ型の応答を示すものと, 逆の反応を示すものが観察された。同じ型の応答を示すもので光により定常的な反応をするものを II 型, 逆の型の応答し光では過渡的に反応するものを I 型とした。I 型のものでは分極の時間的変化にのみ応答し, 膜電位変化の過渡的効果は定常的効果を抑制する。II 型は電流刺激に対しても常に定常的にしか応答せず, 過渡的応答を示すものはなかった。

### 10. カルマン・フィルターによる視覚微小電位の検出

中村孝文, 森田之大 (浜松医大, 第一生理)

生体からの微小電位を検出する場合, 生体および測定系からの雑音の為, 検出が困難な事が多い。例えば, 視覚誘発電位の測定時には, 従来, 100~200回の加算平均を行ない信号を取り出している。しかし, この方法では時間がかかり, 被検者への負担が大きくなり, 測定範囲も限られる。そこで, われわれはカルマン・フィルターによる信号検出を試みた。このフィルターは線形動的システムの構造および雑音の性質が既知の時に, システムからの出力信号を推定する手段として用いられ

るもので、誤差のノルムの2乗の期待値を最小にする意味で最適なフィルターであり、工学的分野で広く用いられている。正弦波状に輝度に変化するパターンによる誘発電位は、ほぼ正弦波と見なせる事から、この電位を線形動的システムの出力とし、観測信号はこれに雑音加わったものであると仮定すれば、カルマン・フィルターを用いる事ができる。雑音を白色と仮定して試みた結果、10~50回程度の加算平均値を用いればよく、雑音の分散や直流レベルに誤差を含んでいても、あまり影響されない事が判った。しかし、 $\alpha$ 波の影響が残る場合は雑音は有色となる為、フィルターは最適ではなくなり、この場合は加算回数を増して $\alpha$ 波を除き、雑音を白色化しなければならない。

### 11. 試作した TV pattern generator と、lock-in analyzer による VECP の記録

安達恵美子, 瀬木和雄, 森田之大 (浜松医大, 第一生理)

1. 工業テレビにデジタル電子回路を組み、各種パターンを発生しうる視覚刺激装置を開発した。縦縞、横縞、市松模様、同心円環、などのパターンは、内部または外部から、正弦波、矩形波で、反転または、同相変調、変調幅、頻度、輝度変換が随意である。2. 1の装置を用い、特に格子縞刺激パターンに対する、ヒトの視覚誘発電位(VECP)を、工業用 lock-in analyzer を生体に応用して記録した。この lock-in analyzer を用いた場合、パターン反転頻度の2倍の周波数で、一定の位相関係をもった VECP が検出され、S/N改善の目的で通常用いられる加算平均器に比べ、S/Nがより高く、また、記録時間も、より短縮された。欠点として、検出波形のアナログの評価が不可能であるが、現実に検出信号の振幅のみを目的とする場合には、有意義であると考えた。3. 1, 2を使用し、ヒトの視覚空間周波数特性を、VECPにて検討したところ、コントラスト閾値は、1.5 c/deg で最小値を示し、この値よりも低、または高空間周波数領域では、閾値の上昇がみられ、自覚的閾値の測定結果との一致をみた。

### 12. 実習としての慢性動物実験の生理学教育上の効果

清水 強 (名古屋保健大, 医, 生理)

生理学実習の方法についてはさまざまな議論が行われてきているが、それらはいずれも従来の実習の型から大きく踏み出しておらず、いわゆる急性型の実験を中心とした実習を基本としている。この種の実習は生体を分析的に理解する方法としては必要なものであり、また生理学の教育上効果的でもあるが、生体の諸現象を総合的にとらえる訓練には必ずしも適切とはいえない。しかも生理学教育の中では講義の補助的立場を越えることは困難であるし、医学生の生体ないしは医学に対する学習意欲を十分刺激しているともいい難い。しかし、医学生のための生理学教育においては個々の構造機能の相互関係を生体全体の立場から認識できるような学習の場も必要である。そういった学習の場を提供するには無菌手術をとり入れた中型以上の哺乳動物を使った慢性動物実験が非常に適していることが今回再認識された。すなわち、著者の実際の指導体験とそれらの実習参加者に対して後年行われたアンケート結果の分析とから、この類の慢性動物実験実習が生理学教育、ひいては基礎医学教育全体のまとめとして医学教育的効果が高く、また、それをカリキュラムに採用する際考えられる諸問題も決して解決困難なものではないという結論をえた。

### 13. 光電変換器による血管径測定法とその脈管生理学的応用

坂口正雄\*, 大橋俊夫, 東 健彦 (長野高専, 電気\*・信州大, 医, 第一生理)

従来より、灌流実験や生体内実験において血管径を測定する試みはかなり行なわれている。それらは、1) ストレンゲージ形の変位変換器を応用する方法 (Mallos 1962), 2) 差動トランスを用いる方法 (Peiper 1968) の二つに大別することができる。ところが、これらの方法はトランスジューサを血管に接触させて使用するために血管を損傷したり、不均一に拘束する等難点が多かった。そこで、われわれは最近光電変換器として注目されているイメージセンサの高分解能 (25  $\mu\text{m}$ ), 安定性に着目して非接触型の血管径測定装置を試作した。本装置を定圧灌流下のイヌの腎動脈に適用し、各種内圧時における円筒状標本の noradrenaline に対する反応性を比較検討した。その結果、灌流圧が約 75 mmHg のときに最大の外径変

化を示し、その径変化は灌流圧がその値より増加しても低下しても減弱してゆく傾向を認めた。さらに、ネブタール麻酔下のイヌの総頸動脈に本装置を装着し、内圧変化と外径変化を *in vivo* の状態で測定した。本装置は、その精度の点においても従来のトランスジューサより優れていると思われる。

#### 14. 動脈モデル内血流攪乱のスペクトル解析

福嶋孝義, 菊池克和, 東 健彦 (信州大, 医, 第一生理)

血管壁に対する血流攪乱の力学的作用を検索するために、狭窄血管モデルを用いた水流実験を行った。血管モデルとして、48, 62, 75%狭窄の軸対称狭窄管を用い、レイノルズ数 ( $\bar{R}e = UD/\nu$ ,  $\bar{U}$ : 断面平均速度,  $D$ : 管径,  $\nu$ : 動粘係数) が 500~4,500 の範囲の定常流と拍動流について、渦吐き出しの周波数測定と乱れの強さの解析をおこなった。流速測定は熱フィルム流速計により行い、乱れの解析には実時間スペクトル分析器を使用した。その結果、定常流では渦吐き出しの周波数  $f$  と狭窄部の管径  $d$  と平均速度  $\bar{U}_{orf}$  で作ったストローハル数  $St = fd/\bar{U}_{orf}$  は各狭窄管とも一定の値  $St = 0.19$  であることが明らかになった。また、乱れの強さは渦の崩壊がおこっている位置でもっとも強く、その程度は狭窄が強い程、また  $\bar{R}e$  が高い程高くその位置は狭窄度と  $\bar{R}e$  に依存する。一方、拍動流では拍動毎に形成される渦輪の崩壊により乱流が狭窄下流に発生しているが、もっとも強い乱れは、定常流のように狭窄度と  $\bar{R}e$  に依存しておらず、狭窄のすぐ下流にあることが判明した。そして、こうした乱れは著しく限局された形式で存在することが明らかになった。以上の成績をもとに、局在性血管病変の発生機序を考察した。

#### 15. 脳血行制御時の小循環動態について—肺動脈流量と大動脈流量の相違

林 実, 望月峻成, 宮川 清 (信州大, 医, 第二生理)

前回脳血行制御時における中心静脈圧・肺動脈圧・左房圧・体血圧の同時測定した。その結果、体血圧の上昇に伴い左房圧は 120 mmHg より上昇に向い、次いで肺動脈圧が上昇した。下降して

いった中心静脈圧は限界に達すると上昇した。今回は、大動脈流量 (AF), 肺動脈流量 (PF), 中心静脈圧・体血圧の同時測定を行った。なお、流量は電磁流量計 (Narco 社製) を用い、肺動脈および大動脈の起始部にプローブを設置し測定した。ウサギ 5 個体, 15 実験例の結果をまとめた。はじめ AF が PF より僅かに多いが体血圧 110~120 mmHg ではほぼ同じ流量となる。130 mmHg では AF・PF 共に下降に向うが PF はその程度が小さく両者の流量は逆転した。140 mmHg になると AF はさらに下降し、PF との差は一層大きくなる。中心静脈圧は下降に向っていたのが上昇に向う。また、体血圧振動時には中心静脈圧と PF の時間的關係は逆位相となっていた。以上より、体血圧形成に関しそのレベルが低いときは末梢血管収縮のみならず心臓も active に働いている。そして高い圧レベルでは末梢血管収縮による抵抗の増加が大きくなり、after load の上昇が PF と AF との解離がみられるのではないかと思われる。

#### 16. 血圧振動時、脳血行遮断時の心拍出量の分布

宮川 清, 竹内 亨, 林 実 (信州大, 医, 第二生理)

側圧負荷実験、すなわち脳血流を 1 本の総頸動脈のみで司どらせ、そこに一定の側圧を負荷して催起される血圧振動はこうした条件下での生命維持機構の一つの現われと解釈される。本実験は、各臓器とくに脳が血圧振動時に対象時の何%の血流を受けているかを知ることが目的に行ったものである。 $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{85}\text{Sr}$  で標識をほどした直径 13.2  $\pm$  0.9  $\mu$  の microsphere を血圧振動時、脳血行遮断時と、それぞれの対照時に左心房に注入を行い各臓器への microsphere の分布をそれぞれの場合比較した。血圧振動時のように非定常状態ではこの程度の大きさの microsphere は毛細管を通り抜けて、循環してしまうという結果をえた。しかしこの結果から少なくとも心拍出量分布の順位がえられ、次のようである。心>胃>脳>肝>皮膚>腸管>腎>膀胱>胸以外の頭部組織>子宮>脾。このように脳への血行を阻碍しているにも拘わらず心・脳が上位にあること、腸管、腎、脾が下位にあることから後者の臓器群の血管床は前者の臓器群の血液補給のため貢献を強いられている

という形になっている。脳血行遮断時にも脳を除いて同様の系列がえられている。脳血行遮断時のように比較的定常的な場合にはこの程度の大きさの *microsphere* でよいと考えられる。

### 17. 体血圧振動に伴う交感神経の振舞い

金井浩三, 宮川 清 (信州大, 医, 第二生理)  
ウサギで脳血流量を制御し, 体血圧に振動を起こした時, 交感神経活動を導出し, 調圧神経を介する血管壁受容器から中枢への求心性の入力が交感神経活動におよぼす影響に関して検討した。なお神経活動は, 腎神経, 頸部交感神経より遠心性活動を導出した。まず調圧神経が *intact* での血圧振動時には, 交感神経活動は振動と同じ周期で放電が増減し, 振動の水準が高まるにつれ, 明瞭な群放電を示す。この時, 持続時間最大11秒の *silent period* が存在した。放電は振動の下降脚の途中から開始, 次第に頻度を増し, *peak* の手前, すなわち脳血流量が再開した時点で反射的に停止し *silent period* が続く。次に両側の迷走神経および減圧神経を切断すると, 放電頻度, *silent period* の持続時間ともに減少し, 振動は非常に起きにくく, 体血圧水準が上昇する例もある。この場合, 群放電はなく *tonic* なものとなる。振動が起こった場合, 放電頻度は, ほぼ一定で, *silent period* は減少する。頸部交感神経の振舞いも腎神経とほぼ同様であった。このような実験において調圧神経を介する中枢への求心性の入力は血圧の上昇に対してはその抑制がきかない。しかし血圧の下降に際してはじめて有効となり *silent period* の持続時間の延長に役立っており, 体血圧振動をより大きくするように働いているものと思われる。

### 18. 加齢と心臓との関係について

伊藤秀三郎, 富田公博 (早大, 教育)  
健康者の心臓の働きを, 加齢的に考えてみよう。健康的に心臓を取扱うマスター2段階テストを用いて, 今回は男子の各年齢層に渡って検討した。マスター2段階テストの手技は次の如くである。1) 被験者を椅子に座らせ, 安静時の心電図を記録する(3分間)。2) 階段の上下運動を1回とし, 1回は6動作である。第6動作で回れ右をして折り返す。3) 階段の昇降回数は, 年齢, 性

別および体重から, 前の如く求める。4) 運動時の心電図を記録する(3分間)。5) 被験者を運動後ただちに椅子に座らせ, 回復時の心電図を記録する(6分間)。

かくて実験からえられた成績は次の如くである。負荷の心臓への影響は, 幼老齢において顕著である。回復時期については, 年齢的には大差がないが, 回復時期の回復程度は, 加齢と共に増加する。尚, 各年齢層の被験者数は6名以上である。

### 19. Dobutamine の選択的陽性変力作用

今永一成, 金田能子, 宮川紀子, 根来 尚 (金沢医大, 第二生理)

Dopamine (dop) の誘導体である dobutamine (dob) の温血動物心筋への作用を *in situ*, *in vitro* から dop, isoproterenol (isop) と比較した。その結果, dob は麻酔開胸犬の血圧に影響をほとんど与えず, 心拍数 (y) と心室壁収縮力 (x) の変化よりえられた回帰直線の勾配は, isop で  $y=0.37x$ , dop で  $y=0.10x$ , dob で  $y=0.11x$  であった。

3者は摘出犬右心室乳頭筋の *input resistance* へ影響を与えないが収縮力は濃度依存性に増強させ *overshoot* の増大, *plateau level* の上昇, 90% APD を短縮させる。ところがこれらによって高  $K^+$  (21.6 mM) 液中で誘発される収縮力は isop より強く, この時活動電位の *plateau level* のより強い上昇を伴う。3者同程度の陽性変力作用を示す濃度において, isop のウサギ洞結節細胞の歩調取り電位の放電頻度促進効果は, dob, dop, のそれを著しく上廻り, これは緩徐脱分極の傾斜の増加に一致する。また isop ( $10^{-7}$  g/ml) と dob ( $1 \times 10^{-6}$  g/ml) によって誘発される静止ウサギ心房細胞の活動発現時にみられる膜の振動電位の出現時間とその振動数はそれぞれ,  $40 \pm 5$ ,  $82 \pm 5$  秒,  $5.5 \pm 0.2$ ,  $4.2 \pm 0.4$  Hz であった。これらの全ての効果は  $\beta$ -遮断剤にて完全に消失する。尚 dob の効果は reserpine 処理で消失しないが dop のそれは消失する。以上により心筋  $\beta_1$ -受容体には少なくとも  $K^+$  と  $Ca^{++}$  に関して異なるイオン背景をもつ二つのメカニズムがあることを示唆する。

### 20. 心筋細胞膜の振動電位の性質・特に部位差

について

今永一成 (金沢医大, 第二生理)

Aconitine や isoproterenol による心筋細動発生メカニズムを電気生理学的に細胞レベルから追究した結果, 細動の終局と活動停止細胞が自発活動を起す過程に必ず膜電位の振動現象が観察され, この振動電位 (Os) は 10 mV 程度の振幅を, 細動時の活動電位放電頻度とほぼ一致する振動数をもつことから, 細動発生の主因の一つである異所性歩調取りの本態であるとともに, 自発興奮に関与しているものと考えられた。しかし, これら薬物によって誘発される Os の最大の振動数は, Purkinje で約 10 Hz, 心房の傍歩調取り細胞 (ALP) で約 6 Hz, いわゆる細動がみられない洞結節細胞 (SP) で約 3 Hz のように部位差がみられる。いずれにおいても膜電位は振幅を変化させるが, 低温・代謝阻害剤・ $Mn^{++}$ ,  $Ca^{++}$ 拮抗剤などは振幅を減少させるとともに著しく振動数をも減少させる。また ALP の振動電位 (ALPOs) の振動数は高  $K^+$  液で減少するのに対し, SP でのそれ (SPOs) では, 増加の相がみられる。 $Mn^{++}$  に対し ALPOs の振動数の減少は振巾の減少より著しく, SPOs ではむしろ振巾の減少が著しい。これらのことは, この Os は心筋細胞の代謝や,  $Ca^{++}$  電流に依存しており, さらに洞結節細胞の Os の性質が ALP や Purkinje 線維の Os のそれらと異なることは細動発生のメカニズムを知るうえに興味あるところであろう。

## 21. 食用ガエルの呼吸における $CO_2$ 抑制反応 榊原吉一 (千葉大, 医, 第二生理)

カエルの呼吸の  $CO_2$  抑制反応の生理学的役割を追求する一環として,  $CO_2$  sensor の局在性について研究を行なったので報告する。Nose mask を考案し, それを用いた実験により体表と気道に  $CO_2$  sensor が存在することが明らかになった。これらのうちでより呼吸と特異的關係の深いと思われる後者にまず焦点を当てた。喉頭の吻端を結紮し, 肺に両側性カニューレを着け肺・喉頭に 6%  $CO_2$  負荷を与えても, あるいは内鼻口をさまざまな方法で閉鎖し, 両側性口腔内カニューレを通し 6%  $CO_2$  を通じても呼吸は抑制されなかった。内鼻口の代わりに外鼻口を閉鎖した時, したがって口腔内カニューレにより鼻腔に 6%  $CO_2$

負荷を与えると強い, 反射的な呼吸抑制反応がえられた。なお嗅上皮に分布している嗅神経, 三叉神経を切断し, 術後 3~7 日間繰り返し nose mask を通し  $CO_2$  負荷 (5, 14%) を与えても抑制反応はなかった。

以上の結果より両神経が鼻腔内  $CO_2$  により興奮した求心性インパルスを中枢に伝え呼吸抑制を誘起することがほぼ証明できた。この点をさらに確かめ, 且つこれらの神経の生理学的役割を検討する第 1 歩として両神経の中枢端に電気刺激を与えた。いずれも呼吸を抑制した。またその反応の特徴を  $CO_2$  負荷時, あるいは低酸素刺激時の呼吸反応の特徴と比較し, これらの神経を介した  $CO_2$  の呼吸抑制反応の, カエル特有の呼吸型の発現との関連性について考察した。

## 22. 運動による炭酸ガス解離曲線の推移について

宮村実晴, 本田良行\* (名大, 総合保健体育センター・千葉大, 医, 第二生理\*)

19名の正常被験者 (18~32才) について, 安静・最大下 (720 kg·m/min, 5分) および最大 (all out) の負荷時における全血総炭酸 ( $C_{CO_2}$ ) と  $P_{CO_2}$  の関係を求めた。1) 安静時における  $CO_2$  解離曲線は, Root の示したいわゆる標準曲線よりやや低く, またスロープもやや flat であった。これは被験者の Hb 含有量が安静時で  $14.20 \pm 0.77$  g/dl とやや低かったためと推察された。2) 運動により解離曲線の位置は著明に低下したが, スロープには大きな変化はなく, 最大負荷時にわずかに低下する傾向が見られた。3) 解離曲線は  $C_{CO_2} = aP_{CO_2}^2 + bP_{CO_2} + C$  の 2 次式が,  $\log C_{CO_2} = a \log P_{CO_2} + b$  の 1 次式よりも, 実際のデータに適合することが認められた。4)  $C_{CO_2}$  のうち  $[HCO_3^-]$  の占める割合は, 80~90% であった。5) Henderson-Hasselbalch 式と血液の緩衝値  $\beta$  を  $d[HCO_3^-]/dpH$  で表わす関係式より  $d[HCO_3^-]/dP_{CO_2}$  を求めた。これと, 実験式よりえられた  $dC_{CO_2}/dP_{CO_2}$  と比較すると大凡一致した。したがって, 実験式のスロープは, 大凡上記の理論式で説明できると思われる。6) 運動時において, 解離曲線のスロープに変化のないのは, Hb の増加によるの増加と,  $[HCO_3^-]$  の減少による影響が相殺効果をおよぼしたためと考えられた。

### 23. 水温 0~40°C でのラットの遊泳持続時間とエネルギー基質の変動

平田耕造, 永坂鉄夫, 毛利元彦, 菅野康幸 (金沢大, 医, 第一生理)

水温 (Tw) 0~40°C でのラットの遊泳持続時間と,  $\dot{V}O_2$ , 直腸温 (Tre), 血中乳酸量, 遊泳不能直後の肝および筋グリコーゲン量からみたエネルギー基質の変動について追究した。遊泳持続時間は低水温時極端に短かく, Tw = 0°C では5分, 10°C では10分, 20°C では30分と Tw の上昇につれて次第に延長し, 30°C では24時間を越えるものもあり, 平均20時間であった。40°C では80分まで短縮した。遊泳不能直後の Tre は Tw = 0°C では28°C, 10°C では25°C, 20°C では23.5°C と低体温を示した。Tw = 40°C では42.5°C まで上昇した。肝グリコーゲンは Tw = 0~20°C で僅かに, 30, 40°C では著明に減少しほぼ0に近い値を示した。血中乳酸量は Tw = 0, 10°C で高く, 20~40°C では対照値と変わらなかった。遊泳中の  $\dot{V}O_2$  も Tw = 0, 10°C では低く, 極端な低体温による呼吸循環系の抑制のため遊泳不能になったものと考えられ, Tw = 30°C では肝グリコーゲン, 皮下脂肪量の激減のため, エネルギー基質の枯渇により, Tw = 40°C では高体温とそのため代謝の異常亢進によるエネルギー基質枯渇の双方により遊泳不能となったものと推測した。

### 24. MAM 投与の時期を異にした実験的小頭症ラットの明度弁別学習

永吉道子, 田丸政男, 松谷天星丸, 野村正彦\* (名古屋保衛大, 医, 総医研, 発達生理・生理\*)

Methylazoxymethanol をラットの妊娠11, 13, 15, 17, 19, 21日目に20 mg/kg を1回だけ腹腔内注射し実験的小頭症ラットを作った。MAM はラットの胎生期の脳皮質の組織発生期に neuroblast の分裂期にあるものを障害し, 神経細胞を脱落し, 小頭症を発現する。ラットの妊娠日を変えて MAM を投与し, 脳皮質の細胞構築の異常がそれぞれ異なる脳を作り, 神経細胞の欠損の違いが, 成熟後の脳の DNA 含有量と明度弁別学習に如何なる影響をもたらすかを比較検討した。脳半球の DNA 含有量は対照群のそれに比し, 15日投与, 13または17日投与, 11, 19および21日投与群ではそれぞれ約60%, 約80%, 90%以上保持

という値を示した。弁別学習テストの成績は正解率が85%以上を3日間維持できたものを学習完成とした場合, 学習完成までに要した日数は, 1群の平均値で示すと対照群-16.2日, 11日群-24.2日, 13日群-25.0日, 17日群-15.6日, 19日群-19.6日, 21日群-20.9日であり, DNA 量を細胞数の生化学的指標とした場合, 脳半球の有する細胞数の減少の割合と学習テストの成績とは平行するものではなかったが, 胎生の早い時期に MAM の障害を受けたものは他の実験群よりやや成績が劣る傾向が示され, 脱落した神経細胞の影響が考えられた。

### 25. 雌ラットの明度弁別学習におよぼす卵巣剔除の影響

野村正彦 (名古屋保衛大, 医, 生理)

学習能力に影響をおよぼすホルモンの働きを検討するため, 雄・雌および性周期発現前に卵巣剔除したラットの3群を3ヶ月令に成育させた後, operant 型明度弁別学習を行った。スキナー箱のレバーを押し餌ペレットをうる shaping の過程で, 雌は雄の1.34倍, 卵巣剔除群は1.26倍の時間を要した。次に明度弁別学習過程では, 明るい明度呈示時にレバーを押せば餌をうる正反応 ( $R^+$ ) 数と, この100分の1明度呈示時にレバーを押しても餌をえられない誤反応 ( $R^-$ ) 数として, それぞれ20秒間10回ずつ光呈示した。1日1施行ずつ30日間連続学習を行った。総反応数 ( $R^+ + R^-$ ) は雄が各施行平均103回に対し, 雌は63回, 卵巣剔除は76回であった。正反応率  $\{R^+ / (R^+ + R^-)\}$  は雄が18日目で85%に到達したのに対し, 雌は30日目に至る間85%以下であり卵巣剔除群は18日目に85%に達した。消去過程では雄は12日目に反応数10回以下の基準に達したのに対し, 雌は16日目, 卵巣剔除群は10日目であった。すなわち雌ラットの卵巣剔除により, shaping・弁別消去の過程で, とともに学習能力促進を示唆する結果をえた。

### 26. 覚醒睡眠諸中枢間の信号伝達の動態

佐藤豊彦, 江口国博, 渡部和成 (愛知学院大, 歯, 生理)

諸種の覚醒睡眠中枢の複雑な相互関連によって初めて覚醒睡眠諸相が発現すると考えられているが, それを証拠立てるデータは極めて乏しい。わ

れわれは、ある中枢から別の中枢への信号伝達の有効度を尺度として、中枢相互間の関連を調べるために、慢性ネコの脳幹の覚醒睡眠諸中枢の電気刺激に応答する他の中枢ニューロンの単位放電を記録した。検索は中脳網様体賦活系、縫線核、青斑核および橋延髄の巨大細胞性網様体核について行った。逆説睡眠に入ると、応答スパイク数の変化には特定の傾向は見られないが、背景放電頻度の増加による S/N 比の減少がほとんどの場合に認められるので、逆説睡眠の成立には各中枢間の相互支配能の減弱が重要と考えられる。これは各中枢内のニューロンの自律的活動の解放を意味すると共に、逆説睡眠に特有な諸現象の出現のための重要な基礎と思われる。徐波睡眠に入ると、縫線核と中脳網様体賦活系との相互間では、記録しているニューロンの背景放電数の減少に基く信号伝達の S/N 比の増大と、誘発性放電数の減少に基く S/N 比の減弱という、二つの特徴が認められた。

#### 27. 豊環境、貧環境で飼育されたラットの睡眠、覚醒

瀬尾美佐子、清野茂博（愛知県心身障害者コロニー）

SD系ラットの雄を用い、Rosenzweigらの方法にしたがって、生後50日齢から30日間、豊環境(12匹)と貧環境(12匹)で飼育した。Enriched condition (EC)では、大ケージに群居させ、数種の遊具を、とりかえながら与える。Isolated condition (IC)では、小ケージに独居させ、遊具は与えず、同胞を見たり触れたりすることも無い。30日を終えたのち、慢性電極をうえこみ、回復をまって、24時間ポリグラフをとり、覚醒(Ar)、徐波睡眠(SS)、逆説睡眠(PS)にわけて分析した。その後open fieldテストを、1日5分間、5日行なった。最後に殺して、後頭皮質の厚さ、脳その他の臓器の重量を測った。24時間に対する% Arと% SSには差がなかったが、% PSとPSの平均持続時間は、ECで有意の増大がみられた。PSの持続時間について分布をみると、ICでは短時持続のものが多く、逆にECでは長時持続のものが多くことがわかった。PSの出現回数には差がない。Open fieldテストでは、通過区画数ambulationが第1日目においてのみECで増加、脱糞数と後肢立ち

の数には差がなかった。

#### 28. 微小な誤差補正運動と運動野ニューロン活動

浜田生馬、久保田 競（京大、霊長類研、神経生理）

サルに手関節による視覚性トラッキングを学習させ、誤差補正を行う時の運動に伴う手領域の運動野の錐体路ニューロン (PTN) の活動を解析した。サルは一定の待ち時間のあと所定のスタート位置からランプで指示された目標位置まで手関節の屈曲または伸展によってハンドルを動かして、目標位置で一定時間保持する。運動中のハンドルの位置もランプの点滅によってサルに知らされる。タスク実行中に5~50%の試行で過度の運動や目標位置でのハンドルの保持の失敗などがおこり、その結果微小な補正運動が行われる。記録中にこのような補正運動のおこったPTN 52個について解析したところ、1) ほとんどのPTNは、微小な補正運動に先行して相反的なスパイク発射パターンを示した。2) このスパイクの発射頻度は運動の変位、速度から予想されるものより高かった。以上の事実は運動野PTNが運動の精密なコントロールに関与していることを示している。

#### 29. サル LH レバー押し摂食応答ニューロンのグルコース感受性

佐々木和男、村本健一郎、西野仁雄、小野武年（富山医薬大、医、生理）

サル摂食中枢（視床下部外側野、LH）、前頭眼窩回 (OBF) および皮質運動野 (MC) ニューロンのレバー押し摂食行動に対する応答、各部位間の連絡関係およびLHニューロンのブドウ糖など種々薬物に対する感受性を調べた。その結果、i) 約3分の1のLHニューロンにはレバー押し前1.6~0.8秒間に著明な活動の上昇、ii) 逆にOBFおよびMCのPTニューロンではこの時期に活動の抑制、iii) OBFおよび扁桃核基底核 (AL) 刺激によりLHニューロンで比較的短潜時の興奮性応答とそれに続く抑制-興奮の応答、iv) LH刺激によりOBFニューロンには逆行性スパイクとそれに続く興奮または抑制の応答がみられた。さらにv) サルLH内にもブドウ糖により活動の抑制されるブドウ糖感受性ニューロンが存在し、しかも

レバー押し前 1.6~0.8 秒に著明な活動の上昇を示すことが判明した。以上からレバー押し前 1.6~0.8秒にかけて活動の上昇を示す化学受容ニューロンを有する LH 内マイクロ神経回路が、“動機づけ”の発生に、LH ニューロンと OBF, AL および MC ニューロン間の密接な連絡すなわちマクロ神経回路が、“統合”に、さらに LH と MC の直接相互間連絡が、“表出”に重要な役割を果たすであろうと推察した。

### 30. ラット視交叉上核ニューロン活動の調節について

村本健一郎, 佐々木和男, 西野仁雄, 小野武年 (富山医薬大, 医, 生理)

クロラロース・ウレタン麻酔下のラットで視床下部視交叉上核 (SCN) ニューロンへの視覚系からの入力, それらニューロンの頸部交感神経 (CSN) を介する出力および薬物感受性を調べた。そして SCN-CSN 系の松果体機能調節における役割を考察した。1) 30~50% Horseradish peroxidase 溶液 3~5  $\mu$ l の一側眼球内注入により視交叉より分枝した細い線維の両側性投射が判明した。また視神経の電気刺激は SCN ニューロンの過半数に興奮または抑制を起こした。一方 SCN には他部位に比してセロトニン (5-HT) 含有量が多く, その起源は縫線核と考えられている。縫線核の刺激は SCN ニューロン活動を抑制した。

2) 視神経刺激により興奮をうけるニューロンの多くは縫線核刺激により抑制された。また, これらニューロンは電氣的に微量投与した 5-HT によりその活動が抑制された。3) 光, 視神経, および SCN 刺激はいずれも CSN 放電を抑制した。以上から, 光による松果体活動の抑制は, 光→SCN→CSN→松果体系における SCN から CSN への抑制が関与していると考えられる。

### 31. 視覚領皮質から外側膝状体への投射のニューロン構成と機能

津本忠治, O. Creutzfeldt\*, C. Legendy\* (金沢大, 医, 第二生理・マックスプランク生物物理化学研, 神経生物\*)

大脳皮質視覚領 (VC) から外側膝状体 (LHN) への投射の機能的意義を調べる為, 両者のニューロン活動を, ネンプタル麻酔, ガラミン非動化の

ネコで同時記録した。次に, VC ニューロンを, 微小電気泳動的に与えたグルタミン酸によって興奮させ, その時の LGN ニューロンの自発性発射および光刺激に対する反応性発射の変化を観察した。さらに, 両ニューロンの自発性発射の相互相関ヒストグラムを作成し, ニューロン間接続を解析して, 次の結果をえた。1) LGN ニューロンは, その受容野が VC ニューロンの受容野の中心部にあれば興奮性, 周辺部にあれば抑制性の影響を後者から受ける事が多い。2) VC-LGN 投射は, 主に, 皮質第 6 層にあり非常に大きい受容野をもつ複雑細胞から LGN の X 細胞に単シナプス性に終る。

### 32. ネコ視覚野・連合野誘発電位—光量変化による比較

林 雄一郎, 渡辺 悟, 時々輪浩穂 (岐阜大, 医, 反射研, 生理)

[目的] 視覚野・連合野の視覚情報処理の差異の検討。[方法] ケタミン 25 mg/kg 筋注, ガラミンで無動化, 散瞳, 暗順応したネコ眼前 20 cm のスクリーン上に 19 から 0.04 foot-Lambert の diffuse-light を作り刺激とし, ケタミン投与 2 時間後から銀ボール電極を用い monopolar で硬膜上から視覚誘発電位 (VEP) をとり 200 msec にわたり 40 回加算平均した。[結果] 6 匹からえた  $V_{11}$ , Visual-area of suprasylvian sulcus ( $V_{ss}$ =Clare-Bishop), posterior & anterior medial suprasylvian association area (PMSA, AMSA), anterior lateral association area (ALA), pericruciate association area (PCA) での VEP の初めの陽性波 ( $P_1$ ) と陰性波 ( $P_2$ ) につき種々の輝度における peak latency (PL) と amplitude (A) の平均値の linear regression を比較した。PCA での  $P_1$  の PL の傾きすなわち遅延度は他の領野の 2~3 倍, また A の傾きすなわち減衰度は 1.5~2 倍であり, ALA での  $P_1N_1$  (peak to peak) の A の減衰度は  $V_{11}$  の 2 倍で他に比し強い。したがって ALA と PCA は光に対する反応の仕方が他の領野とは異なることが示された。

### 33. ニワトリ終脳の視覚性誘発電位に対する線条体伝播性抑制の影響

大川隆徳, 山本典子 (岐阜大, 医, 第一生理)

ガラミン非動化成雌ニワトリに 0.6 Joule, 1 Hz の閃光刺激をくり返し (5~50回) 与えるとその終脳表面 (wulst) に 11 msec の短潜時 (peak latency) で応ずる低振幅 (10  $\mu$ V) な陽性成分 (P1), つづいて 2, 3 の小さな陰性-陽性成分 (N1, P2, N2, P3), さらに 40~60 msec の潜時をもち比較的振幅の高い 100~300  $\mu$ V の “N” 陰性波, ついで 90  $\mu$ V 前後の緩徐な (140~280 msec) “P” 陽性波が反応加算解析装置 (ATAC) 上に抽出・表示される。通常, 閃光刺激器 (日本光電製) は刺激のさいに小さな音を伴うので, この音刺激 (1 Hz) のみを与えた例では wulst 終脳上に全く反応を示さない。換言すれば, 上述の電位は視覚性に誘発されることが確認できた。そこで, 25% KCl を新線条体に 1~2  $\mu$ l 注入して伝播性抑制を誘発させ, その間の視覚性誘発電位の変化を追究した。その結果, KCl 注入後 1 分 30 秒で “N” 陰性波および “P” 陽性波はその振幅を減少しはじめ, 2 分後では “N” 陰性波の振幅は著明に減少 (約 75%) し, 次いでその振幅は漸増し, 5~7 分後には投与前 (200  $\mu$ V) に近い値を示した。他方, 閃光刺激の直後に誘発される小さな陽性-陰性成分 (P1, N1, P2) の波形および振幅は明らかに伝播性抑制の影響を受けなかった。また, 網膜電図 (a, b 波) は伝播性抑制発現中その波形および振幅の変化は認められなかった。

#### 34. ネコの皮質前庭野 (2 V) 入力における干渉について

時々輪浩穂, 林 雄一郎, 渡辺 悟, 水谷哲郎\* (岐阜大, 医, 反射研, 生理・名大, 医, 脳外\*)

ネコの area 2 v は前庭感覚のほか, 体性感覚をも受容する。視覚情報が同部で前庭入力の受容に干渉し, それが細胞内記録からおそらく IPSP と反跳により, その最もありうる起源は上丘であろうことをすでに報告した。そこで, さらに皮膚, 関節覚を加え, 視覚 (閃光), 前庭覚 (対側外側半規管枝の電気刺激) が同部でどう受容されるかを単一細胞記録で調べた。まず, 前庭刺激に回答する細胞の分布は前庭核の電気刺激でえられた範囲より狭く, その腹側部を占めた。前庭刺激に対する応答様式から各細胞は E 型-初期興奮 (5~10 ミリ秒) 後抑制 (100~150 ミリ秒) を示す-

I 型-初期より 150 ミリ秒程度の抑制のみを示す-, および何ら反応しないもの (N 型) に分類された。皮質層では 200~400  $\mu$ m で大多数が N 型, 400~800  $\mu$ m で I 型が多く, 800  $\mu$ m 以下で E 型が多かった。各型とも約半数で対側体性感覚入力との convergence が認められたが, E 型は専ら上眼瞼の体毛刺激に回答するものであった。体性感覚受容の分布は woolsey の SI 復原によく合った。視覚性応答は小数の細胞でのみみられ, I 型がより強く干渉をうけるようであったが, 不安定なものが多かった。細胞の機能分化による column 構造ははっきりしなかった。

#### 35. 嗅皮質切片のシナプス前抑制

中条 正 (金沢大, 医, 第二生理)

ラットの嗅皮質から表面に平行に 0.36 mm の厚さの切片を作製し, 人工液中に保った。外側嗅索を電気刺激すると, 切片の表面から外側嗅索の活動電位と皮質細胞のシナプス活動を表わす電位変動が記録される。さらにその後持続約 50 ミリ秒の陰性波が発生する (LN 波), この LN 波は出生時には見られず, 生後 10~18 日の間に誘発されるようになる。LN 波の発生中, 外側嗅索の活動電位は抑制され, LN 波がシナプス前抑制を表わす電位であることが示唆される。LN 波はピクロトキシンや Cl 欠除液中で消失する。また, 外側嗅索の活動電位はガンマアミノ酪酸 (GABA) によって抑制される。このことからシナプス前抑制を起す伝達物質は GABA であろうと思われる。LN 波はペンチレンテトラゾールやペニシリンによって消失する。これらの薬物は外側嗅索に対する GABA の作用を遮断しないので, シナプス前抑制を起す神経回路の介在細胞に働くと考えられる。ドーパミンは LN 波を選択的に増大させ, シナプス前抑制回路中のシナプス伝達を促進すると思われる。

#### 36. ヒトの筋トーンヌ低下時の筋紡錘活動

間野忠明, 山崎良比古\*, 鬼頭伸和\*, 御手洗玄洋\* (浜松医大, 第二生理・名大, 環医研, 第五部\*)

ヒトの筋トーンヌの制御に関与する筋紡錘からの求心性入力とそれを支配する  $\gamma$  運動ニューロン活動の役割を知ることを目的として, ヒトの小脳

障害と大脳基底核障害に伴う筋トーン低下時の筋紡錘活動を観察した。筋トーン低下筋の筋紡錘一次終末単一求心線維の発射活動を先端の直径約  $1\ \mu\text{m}$  のタングステン微小電極により導出し、dynamic と static な伸張感受性、錐外筋活動との共同性などを分析した。その結果、小脳障害およびある種の大脳基底核障害による筋トーン低下筋の筋紡錘一次終末の dynamic と static な伸張感受性と、随意収縮または不随意収縮（異常運動）時の錐外筋活動との共同性は正常筋のそれと有意の差異を示さないことが確かめられた。このためヒトの中脳神経病変による筋トーン低下時にも筋紡錘からの求心性入力やそれを支配する dynamic と static な  $\gamma$  運動ニューロン活動は必ずしも障害されていない、 $\alpha$  運動ニューロンと  $\gamma$  運動ニューロンとの共同活動性 ( $\alpha$ - $\gamma$  連合) の機序も保持されているものと思われる。これらのことからヒトの筋トーン制御には単シナプス性の伸張反射活動は重要ではなく、脊髄内の介在ニューロンやより上位の中枢をも含む多シナプス性の伸張反射活動が重要な関与をするものと推定される。

### 37. 随意運動の直後に生じる H 波の抑制について

山崎良比古, 鬼頭伸和, 御手洗玄洋, 間野忠明\* (名大, 環医研, 第五部・浜松医大, 第二生理\*)

ヒトの随意運動直後のヒラメ筋の H 波の変化を観察した。すばやい低屈動作および背屈動作を自発的に実施すると、主動筋の筋放電停止直後に H 波の著しい抑制がみられ、その振幅は低屈直後には安静時の約 50%, 背屈直後には約 30% となり、この抑制効果は長く持続した (低屈時に約 1.4 sec, 背屈時に 1.5 sec)。この現象と動作との関連を分析したところ、H 波の抑制は、1) 動作の off に関係し、動作の on とは相関しなかった。

2) 動作の off が低屈からの弛緩時にも、背屈からの弛緩時にも認められた。3) Off 動作の速度と強度に関係し、すばやい弛緩、強い収縮からの弛緩時程顕著であった。

### 38. 尿中トリプシンインヒビターの新しい定量法、およびその応用

須見洋行, 鈴木美佐代, 高田由美子, 高田明和 (浜松医大, 第二生理)

Casein agar-plate 法を改良した新しい尿中トリプシンインヒビター (UTI) の定量法を開発した。一定量のトリプシン (sigma, type II, 25 mM  $\text{Ca}^{++}$ ) を吸収、固定化した濾紙片 ( $4.8 \times 4.8\ \text{mm}$ ) に  $5\ \mu\text{l}$  の尿を吸収させ、これを 0.05% casein agar-plate ( $10\ \text{mM}\ \text{Ca}^{++}$ ) 上にのせ、 $37^\circ\text{C}$  インキュベーション後、その lysis area より UTI 活性を測定する。同方法は、基質あるいは酵素を変えらるのみで血中の各種インヒビター測定にも応用でき、測定値はすでに報告した試験管法 (H. Sumi et al. (1978) J. Physiol. Soc. Jap., 39, 53) とよく相関し、より操作が簡単、且つ多数の検体処理が可能となった。同方法を用い、各種腎疾患の尿中 UTI とウロキナーゼ (UK) 活性 (fibrin agar-plate 法) を比較した結果、正常 (UTI, 4.2 U., UK, 11.3 IU/ml; UTI/UK=0.37) に比し腎疾患 (56 検体) の UTI は一般に高く、逆に UK は低く UTI/UK=1.63 であった。特に尿毒症では UK 排泄量が低く、UTI/UK=70.0 の高値を示した。尿中 UK は最近腎由来であることが確認されており、また UTI は血液 (inter- $\alpha$ -trypsin inhibitor) 由来であることを考慮し、今後同方法が腎機能測定に有効な手段となるものと思われる。

### 39. ヒト尿中のプラスミンインヒビターの研究

鈴木美佐代, 須見洋行, 高田明和, 高田由美子 (浜松医大, 第二生理)

ヒト尿中のプラスミンインヒビター (UPI) を分離しトリプシンインヒビター (UTI) との関係を検討した。正常ヒト尿 11 中には 16 U の UPI (1 U はミドリ十字 1 C. U plasmin を完全抑制する活性) が存在し pevikon block 電気泳動にて少なくとも 4 種が分離できる。このうち④側に泳動される 3 種の UPI は trypsin を阻害した trypsin-sepharose に可逆的に吸着され UTI と一致すると思われた。一方すでに報告した方法にて 2 種の UTI を高純度精製し (UTI-I; MW 6.7 万 S.A. = 14,58 U/mg protein, UTI-III; MW 2.3 万 S.A. = 1438 U/mg protein) UPI 活性を測定したところ 1 UPI-U の活性に UTI-I は 1380 U, UTI-III は 1114 U 要した。またこれら UTI は免疫電気泳

動にて血中の inter- $\alpha$ -trypsin-inhibitor と抗原性を同じくすることがわかった。ところが Davis の方法により disc 電気泳動すると UTI-I は血清 prealbumin 分画に 1本の蛋白帯, UTI-III は血清  $\beta$ -globulin 分画に 3本の蛋白帯となつてあらわれおのおの活性も蛋白帯の位置に一致した。等電点電気泳動では UTI-I は pH 2.0 に trypsin inhibition および plasmin inhibition を示し UTI-III は pH 4.5 に両活性を示した。以上より UTI-I と UTI-III は物理化学的性質を異にする物質であり両者とも plasmin inhibitor であることがわかった。

#### 40. 尿中の凝固関連物質

有賀康裕, 福岡尚文, 須見洋行, 高田由美子, 高田明和 (浜松医大, 第二生理)

正常ヒト尿を Arg-sepharose による吸着, sephadex G-50によるゲル濾過, および collodion bag (M. W. = 13,200) を用い濃縮しえられた尿蛋白のヒト thrombin (ミドリ十字) に対する効果を検討した。結果: 尿中には thrombin に作用し, 同酵素の Bz-Phe-Val-Arg-PNA (S-2160) 分解能および凝固活性に対する促進作用をもつ物質の存在することが確認された。同物質は熱, および pH に対し極めて安定な蛋白であり, trypsin, ficin, DNAase などの酵素処理では安定であるのに対し, collagenase, elastase では活性の消失がみられた。また, 有効な濃縮法を検討するために, 各種イオン交換樹脂を用いたところ, DEAE-sephadex column を用いて溶出すれば, 本物質の濃縮の可能なことがわかった。また, 同物質は BaSO<sub>4</sub> に吸着しないことや sephadex G-100 を用いたゲル濾過法を用いて分子量を測定したところ, 分子量は数万の物質であることなどから, すでに報告されている青木らの尿中 prothrombin 活性化物質とは異なる新しい凝固関連物質であることが推測された。

#### 41. 発汗刺激としての中枢温と末梢温度感覚の相互関係

大原孝吉, 奥田宣明, 磯部芳明 (名古屋市大, 医, 第二生理)

ニホンザルの一般有毛部に見られる温熱性発汗について, 末梢皮膚温度感覚刺激ならびに中枢温

度上昇の両者の中枢活動の入力としての有効性を比較検討する目的で実験を行なった。21~23°C の比較的低温の人工気候室内でモンキーチエアに固定, 無麻酔のサルの下肢を 45°C の温水槽に浸して全身の発汗を誘発させ, その際の前腕屈側部における発汗量 (SR), ならびに中枢温 (T<sub>c</sub>, 視床下部温または直腸温) を連続記録した。皮膚温度感覚刺激 (S<sub>w</sub>) の量を色々に変えた条件下で (一側または両側下肢温浴による加温皮膚面積の変化, 神経切断による無感覚肢の温浴) 発汗開始の閾値中枢温, ならびに中枢温上昇に伴う発汗増加度 ( $\Delta SR/\Delta T_c$ ) を求めた。両下肢温浴 (S<sub>w</sub> 大), 一側下肢温浴 (S<sub>w</sub> 小), 除神経肢温浴 (S<sub>w</sub> = 0) の発汗の閾値中枢温はそれぞれ, 39.52 ± 0.20, 39.56 ± 0.28, 39.94 ± 0.27°C であった。また  $\Delta SR/\Delta T_c$  で測られた中枢の感受性は, 健常一側肢温浴時を 1.0 とすると健常両側肢温浴では 0.58 ± 0.08, 除神経一側肢温浴では 1.63 ± 0.74 であった。以上のことより, ニホンザルの温熱性発汗において, 末梢皮膚の温感覚, ならびに中枢温度上昇の両者が中枢活動の入力として有効であり, かつ, 末梢の温感覚の小さな程中枢の局所温上昇に対する感受性 (利得) が大になる如き関係にあることが推測された。

#### 42. 亜熱帯地方出身者の汗の拍出頻度特性

小川徳雄, 朝山正巳, 伊藤路子, 宮側敏明 (愛知医大, 第二生理)

温熱性発汗にみられる汗の拍出は全身に同期し, かつその頻度 (F<sub>sw</sub>) は定常状態において室温 (T<sub>a</sub>) と高い相関にあり, 発汗量 (S<sub>w</sub>) も F<sub>sw</sub> と直線関係にある。したがって F<sub>sw</sub> は中枢性の発汗神経活動度を反映していると考えられる。さらに, T<sub>a</sub> に対する F<sub>sw</sub> の関係は暑熱に対する発汗中枢機構の興奮性を現わし, また F<sub>sw</sub> に対する S<sub>w</sub> の関係は発汗神経活動に対する汗腺の分泌活動能を示すと解される。われわれは数年来, 上記関係を示標として, 暑熱馴化に伴う発汗機能の変化の中枢性・末梢性機序の分析を試みてきたが, 今回は亜熱帯地方出身者と日本本土出身者との間で, この関係を夏季に比較し, 前者は後者に比べ, T<sub>a</sub> の上昇に対する F<sub>sw</sub> の増加度は低く, 一方 F<sub>sw</sub> の増加に対する発汗量の増加度は大きいことを認めた。この結果は, 運動熟練者の未熟練

者との比較結果に酷似し、このことより、長期暑熱馴化により、暑熱に対する発汗中枢の反応は慣れによってむしろ鈍化し、汗腺の活動能は増大していると推定される。

#### 43. Direct calorimeter の試作とそれによるラット放熱量の24時間変動

永坂鉄夫, 菅野康幸, 平田耕造, 毛利元彦, 高野成子 (金沢大, 医, 第一生理)

Hat field turner (HFT) 熱流束測定板を利用して、小動物用の direct calorimeter を試作し、ラットの放熱量を12~24時間にわたって追跡した。測定されるラットの全放熱量は、いわゆる定常状態では、 $H_{Ldry} + H_{Llat} + H_{Lwet}$

$H_{Ldry}$ : HFT 熱流束測定板で測定したもの

$H_{Llat}$ : 最終的に空気への伝導によって失われるもの (流入-流出気温差と気流量から計算)

$H_{Lwet}$ : 蒸散によって失われたもの (湿度計の読みと気量から計算)

であるが、巻線抵抗を熱源にしたこの熱量計の較正では、 $H_{Ldry}$  は水温、気温 20°C 下で、1.07 mV/Watt であったが、熱源を calorimeter 下面に近づけて測定すると 1.45 mV/Watt と感度がおち、HFT 板の数の不足による不備が指摘された。しかし、ケージによる動物行動の抑制、放射線反射板の挿入、使用動物の大きさの統一など使用上の注意をすれば、ほぼ満足のいく結果の再現性をえた。約 250 g のラットで気流 1 l/min の下では、その全放熱量は日中平均 6.8 W/kg、夜間 8.8 W/kg であり、 $\dot{V}_{O_2}$  からみた変化と極めてよく類似した。そのうち  $H_{Ldry}$  は 65~73%、 $H_{Lwet}$  は 26~34% であったが、 $H_{Llat}$  は 1% 以内でほとんど無視できるほど小さかった。

#### 44. 低酸素馴化によるラットの体水分 distribution と蒸散量の変化

永坂鉄夫, 林 正男, 平田耕造, 菅野康幸 (金沢大, 医, 第一生理)

低酸素馴化ラットが示す産熱・放熱機構の変化から、低酸素馴化が動物の暑熱適応機構にいかなる干渉、修飾をおよぼすかを追求する目的でこの実験を行った。12%  $O_2$  下で 2~3 週間飼育し、低酸素馴化完成後の wistar 系ラットを、25~35°C

の環境温 ( $T_a$ ) に暴露した時の  $\dot{V}_{O_2}$ 、蒸散量、尿量の変化を測定した。 $T_a$  35°C では、対照ラットの  $\dot{V}_{O_2}$  は中性温度域下での値にくらべて有意に増加したが、低酸素馴化ラットでは  $\dot{V}_{O_2}$  の増加がなく、却って減少する例が多い。蒸散量は  $T_a$  35°C で共に上昇するが、低酸素馴化ラットでの上昇率は、対照に比べて有意に小さく、高温馴化ラットなどが示すといわれる変化と類似の変化を示した。Evans blue 法による血漿量と、Na-ferrocyanate 法による細胞外液量は、馴化の過程で共に著しく減少する。したがって馴化後の蒸散量あるいは尿量の減少はこの体内水分量の不足の二次的効果としても説明しうるが、また、唾液腺、腎臓等末梢効果器の ADH, aldosterone などに対する感受性の変化のおきている可能性も考えうるので、将来これらについても検討する。

#### 45. Testosterone の体温維持におよぼす影響について

毛利元彦, 永坂鉄夫 (金沢大, 医, 第一生理)

Wistar 系成熟ラットおよび生直後より18時間以内に testosterone propionate 50  $\mu$ g/0.05 ml を皮下に投与し、連続非発情ラットを作製し、生後 58~62 日目に実験を行なった。実験動物を -10°C の ice box の寒冷環境下に 12:00~24:00 までの 12 時間または直腸温が 25°C に低下するまで曝露し、その間の直腸温の変動を追究した。副腎、卵巣、精巣摘除および副腎 plus 精巣または卵巣摘除後 4 日目に寒冷環境下に曝露した。その結果、正常および連続非発情動物を寒冷曝露すると、直腸温は低下した。卵巣、精巣摘除動物では、直腸温の低下がみられず、軽度の上昇か有意な変動を示さなかった。一方、副腎摘除動物では直腸温は著しく低下を示し、正常動物の雄では 401 $\pm$ 40 min、雌では 440 $\pm$ 15 min で直腸温は 25°C まで低下した。連続非発情動物では 293 $\pm$ 27 min、雄では 347 $\pm$ 40 min で 25°C まで低下した。副腎と卵巣または精巣同時摘除動物では、正常動物および androgenized 動物の雄ともに曝露時間が 516 $\pm$ 39, 500 $\pm$ 36 min と著しく延長した。他方、正常動物の雌では 312 $\pm$ 13 min と著しく短縮し、連続非発情動物では逆に 330 $\pm$ 12 min と延長した。以上の結果より、寒冷環境下における体温維持には副腎が大きな役割を演じているが、同時に性ホル

モンも副腎との関係において体温維持機構に影響をおよぼしていることが示唆された。

#### 46. キリギリスの聴覚の神経特性

八木 寛, 石塚 智\* (富山大, 工, 電気・九大, 医, 生理\*)

キリギリスの聴覚器官は左右の前肢脛節にあり, 脛節前面に, 外気と通じた形で, おのおの, 一對の穴となっている。この奥に, 聴器である鼓膜器官がある。この鼓膜器官から伸びる双極細胞の軸索がまとまって中枢へ上行している。この双極細胞の軸索である聴覚神経に, 0.1 mmφの金属電極を前肢脛節にあけた穴を通して, 直接あて, その電気活動を測定した。電気活動は50~20 kHzの正弦波を刺激として speaker を通して与えた時の神経インパルス応答を検出, 記録した。キリギリスの発火応答は2種のインパルス発火群からなっている。一つはキリギリスの単一音に対する応答であり, もう一つは音を構成する音パルス列間隔に対応している。また, 200~17 kHzの外音に対する鼓膜器官の応答特性を測定してみると, 1~2 kHzのところで, 音に対する閾値が急激に低下し, 10~15 kHzでわずかに増大する。10 kHz以上の周波数では, 余り, 閾値が増大せず, 抑制のかけがいが悪いことを示している。次に, 音圧とインパルス頻度の関係を, 1秒あたりのインパルス数を自動的に測定する回路で測定してみると, 音圧が高くなると, スパイク数の増加がみられるという, Weber-Fechnerの法則が, ここでも正しいことを示している。次に腹部第6神経節の上で神経を切断し第5-第6神経節間に0.1 mmφ Ptの電極をつけ, 200 Hz以下の音刺激に強く反応する感覚細胞の存在が示唆される。

#### 47. 1周期音刺激によるカエル聴覚1次神経応答

須貝外喜夫, 大山 浩, 矢野二郎, 沢田さつき (金沢医大, 第一生理)

ウレタン麻酔下のヒキガエルおよびウシガエルの両生類乳頭支配神経から実体顕微鏡直視下で持続500 msecの正弦波 burst 刺激で求めた tuning curve (TC) の多くは best frequency (BF) で鋭い谷をもち BF から遠ざかるにつれて閾値の上昇が次第にゆるやかとなる。これらで burst 刺激と

同周波数の正弦波 1 周期を刺激に用いると, BF では約 20 dB の閾値の上昇がある。BF±100 Hz 付近での閾値の上昇は 10 dB 程度, さらに離れた周波数では burst と 1 周期音刺激との閾値は同一となる。全体として 1 周期音刺激による TC は, burst 刺激による TC よりも平坦となり BF の決定は困難である。刺激音の周期数を増すと共に, TC は鋭くなり 8~10 周期で 500 msec の burst による TC と同一になる。また burst による原 TC がそれ程鋭くない線維に関しては, 1 周期音刺激による BF での閾値の上昇は数 dB に止まるが, 1 周期音による TC は, 結局鋭い TC を持つ線維のそれと同様に平坦なものとなる。以上の結果から, 1 周期音刺激では機械-電気変換系の変形は小さく, 周期数の増加によるエネルギーの蓄積によって初めて十分な大きさの機械的変形が生じる, 各振動毎に伝達物質が放出されシナプス間隙濃度が閾値に達する, 放出機構に temporal facilitation が存在するなどのことが示唆される。

#### 48. カエル両生類乳頭における周波数局在 (tonotopic organization) について

大山 浩, 矢野二郎, 須貝外喜夫, 沢田さつき (金沢医大, 第一生理)

ウシガエルの聴覚器の一つである両生類乳頭について, 矩形波クリック刺激および正弦波 burst 刺激による支配神経の反応を記録し, また光顕レベルでの組織観察を行った。クリック刺激の位相と強度とに対する反応特性から, 特徴周波数 (BF) 300 Hz 以下, 500~600 Hz および 600~750 Hz の 3 群の線維が区別できる。平均潜時はそれぞれ 2.9, 2.0 および 2.4 msec であった。これは周波数局在をもつ乳頭感覚斑局所への, 音圧振動波及時間および支配神経の線維長を反映するものと考えられる。組織像では有毛細胞に音圧の振動を伝えるのに重要と思われる被蓋膜は乳頭感覚斑前部によく発達しているが, 感覚斑中央部の有毛細胞とは sensing membrane で密接な結合を持つように見える。後部では不明瞭な matrix 構造が連絡している像が見られる。乳頭支配神経は感覚斑中央部付近で扇状に開いて有毛細胞を支配する。そのため感覚斑中央部と両端までの神経線維長には 300~500 μ の差がある。上の電気生理学およ

び形態学的データの解析は、両生類乳頭でも場所による周波数分析が行なわれ、感覚斑前、中央、後部が中潜時高 BF、短潜時中間 BF および長潜時低 BF 線維群に支配されていることを示唆している。

#### 49. 通電針麻酔に関与する求心性神経の活動電位について

川喜田健司，船越正也（岐阜歯大，口腔生理）

ラットの後肢の針通電や総腓骨神経の電気刺激によって、支配筋に誘発筋電図の H 波が記録される強さ（閾値 1.4~2.5 倍）で低頻度の矩形波刺激（5~10 Hz，持続 1 msec）を加えると、歯髄、尾尖部の電気刺激により誘発される脳波、vocalization は抑制され、Tail flick 法による痛覚閾値も上昇した。このような鎮痛効果のえられる条件で総腓骨神経を電気刺激したときの神経の活動電位を、ネンプター麻酔下のラットの坐骨神経から記録すると、A 線維の活動電位は記録されたが C 線維の活動電位は記録されなかった。なお C 線維の活動電位を記録するためには、上記の刺激の約 20 倍の強さが必要であった。このことから総腓骨神経の電気刺激によって生じる鎮痛効果には、C 線維は関与していないと考えられる。次に、針を穴位に刺入、捻針した時に生じる単一神経線維の活動電位を検索した結果、筋紡錘からの Ia 線維、その他深部の機械的受容からのもの、皮膚の触刺激に応じるものが針の刺入、捻針によく反応したが、針刺激により鎮痛効果に関与する求心性神経線維の決定には、今後さらに検索する必要がある。

#### 50. Multi-fiber 記録による鞅丸の polymodal receptor の反応

水村和枝，熊沢孝朗（名大，医，第一生理）

皮膚および筋で報告されている polymodal receptor は、痛みの受容の他に、自律系諸機能の調節に関与している可能性が示唆されており、鞅丸においてもこの受容器を興奮させるような機械的刺激や化学物質の適用により呼吸の変化を生じた。しかしその変化は抑制とそれに続く促進とあり、対応する 2 種の求心線維が想定された。ユニット放電記録からは上精巣神経の求心線維の 90% 以上が polymodal receptor からのものであり、

他のものはわずかであった。ユニットの検索は機械的刺激を用いているため、皮膚で報告されているような true thermoreceptor などを見落している可能性があるため、multi-fiber で放電を記録して比較した。機械的刺激に対しては 30 g ( $\phi$  1 cm) 前後から応じ、bradykinin に対しては  $3 \times 10^{-9} \sim 10^{-8}$  g/ml から反応がみられ、 $5 \times 10^{-7}$  g/ml で最大反応を生じた。熱刺激には 40°C 前後からわずかに放電が増え、40~45°C の間で大幅に増大した。冷刺激に応じた例は少なく、その温度は 15°C と低かった、など、bradykinin の反応が 1 ケタ低い濃度域に移った点を除き、時間経過および弱刺激域で弱い反応、強刺激域で非常に大きい反応という強さ-反応関係とともに polymodal unit の反応の平均とよく似ていた。また true thermoreceptor のようなものは見出されなかった。

#### 51. 神経束活動の相互相関法による解析

長谷川泰洋，堀田 健（名古屋市大，医，第一生理）

相互相関法・fixed delay 法 (Siminoff, 1964) は末梢神経束から束全体の活動を記録する方法として有効であるが、その方法としての特性、すなわち相互相関関数の持っている情報の生理現象との対応づけは充分には研究されていない。今回計算機シミュレーション実験でその性質のうち特に雑音との関係について調べ、実際の実験と比較検討し、次の結論をえた。1) 神経信号の存在する場合、その神経の伝導速度と導出に使った電極の間隔で決定される相互相関関数の遅れ時間 ( $\tau$ ) に高いピークが現われる。そのピークの短時間相関関数の時間経過にともなう変化は、神経放電頻度の変化と高い相関性を示す。2) 相互相関関数は極めて雑音に対して有効で、雑音が増加してもピークの位置、パターンには影響がほとんどでない。3) 相互相関関数のピークの両側に負の相関値をもつ部分が出現する。これは神経放電頻度から言うと偽の値である。4) 実際の実験系では雑音の性質が悪く、二つの導出系は同相雑音が含まれている。これに対しては周波数領域でのフィルターが比較的有効ある。

#### 52. Inverse problem concerning impulse

## interaction in branching nerve fiber

伊藤嘉房 (名大, 医, 第二生理)

1本の求心線維が複数の符号化素子をもち、ある素子で発生したインパルスは軸索反射により他の素子にも侵入するとしよう。各素子に至る分枝がそれ程長くはないときそれらは同時にリセットされると考えてよい。この場合、各インパルスを発生した素子を何らかの方法で判別できるなら相互汗渉の結果としての求心インパルス列を解析することにより、各素子が他より汗渉を受けない場合に発生する筈のインパルス列のインタバルの内因的確率分布を知ることができる (23回中談, 54回総会)。各素子に至る分枝が長く、軸索反射に要する時間を無視しえない場合、インパルス列は時系列として非常に複雑となるにもかかわらず上記の結果を拡張して解析することができる。ある素子に至る分枝の途中で伝導方向を区別してインパルスを記録できるとする。その素子からのインパルスが通過後、時間  $t$  を経て再び同じインパルスが通過する確率を  $p(t)$ 、他のインパルスが来る確率を  $q(t)$  とすると、その素子の内因的確率分布は

$$f(t) = u(t) \exp \left[ - \int_0^t u(s) ds \right],$$

ただし

$$u(t) = p(t) / \int_0^{\infty} \{p(s) + q(s)\} ds,$$

にて与えられる。この方法は中枢ニューロンの性質の解析に応用可能であろうと思われる。

## 53. Air gap method で記録されたカエル筋紡錘の generator potential

伊藤文雄, 小松由紀夫 (名大, 医, 第二生理)

トノサマガエル半腱様筋から筋紡錘とその感覚神経を単一分離した。有髄神経末端を air gap にかけて、両側の Ringer pool からカロメル電極で電位を記録した。通常 air gap 間の抵抗は 25 M $\Omega$  前後であった。筋紡錘の両端は等速度で等長だけ差動伸張した。その間、実体顕微鏡下で神経の移動は認められなかった。斯くして記録された起動電位と伝播性スパイク放電の振幅はそれぞれ 0.5 mV と 15 mV に達した。テトロドトキシンでスパイク放電を除いた後、起動電位のみを観察できた。その起動電位は dynamic phase と static phase に区別でき、その経過はスパイク放電頻度の phase にほぼ一致しているようにみえた。この起動電位が真のものか artifact かを判定するために、起動電位の reversal level を観測した。神経 air gap を bridge の一部に組み込んで、通電中の起動電位を記録した。神経末端は直径 0.1~0.2  $\mu\text{m}$ 、長さ 100  $\mu\text{m}$  以上に達する無髄線維が数本あるため、空間固定ができず、したがって電位固定もできない。電流固定でえられた reversal level は 25~40 nA 脱分極電流で観察された。この結果、ここで記録された起動電位は真のものと考えられる。

## The Japanese Journal of Physiology 掲載論文の和文表題

## Vol. 27, No. 5 (1977)

**1. Comparison of physical characteristics, body temperature and basal metabolism between Thai and Japanese in a neutral temperature zone, 525-538.**

タイ人と日本人の体格および中和温域における体温と基礎代謝の比較

S. HORI, M. OHNAKA\*, K. SHIRAKI\*, J. TSUJITA, H. YOSHIMURA\*, N. SAITO\*\* and M. PANATA\*\*\* (堀 清記, 大中政治\*, 白木啓三\*, 辻田純三, 吉村寿人\*, 斎藤 昇\*\*, M. パナタ\*\*\*: 兵庫医大, 生理・徳島大, 医, 栄養\*・京大病院\*\*, Mahidol 大, タイ\*\*\*)

**2. Electrical potentials of the subtektorial space in the guinea pig cochlea, 539-549.**

モルモット蝸牛の蓋膜下腔電位

Y. TANAKA, A. ASANUMA, K. YANAGISAWA and Y. KATSUKI\* (田中康夫, 浅沼厚, 柳沢慧二, 勝木保次\*: 鶴見大, 歯, 生理, 東京医歯大\*)

**3. Mobilization of cellular calcium and contraction-relaxation of vascular smooth muscle, 551-564.**

血管平滑筋の収縮弛緩と結合カルシウムの動員

K. YAMASHITA, T. TAKAGI\* and K. HOTTA (山下かなへ, 高木卓爾\*, 堀田 健: 名古屋市立大, 医, 生理・外科\*)

**4. Cardiac arrhythmia induced by electrical stimulation of the fastigial nucleus in cats, 565-567.**

ネコの室頂核の電気刺激による心不整脈

T. F. HUANG (黄 廷飛: 台湾国立大, 医, 生理)

**5. The effect of Na, K and Cl ions on**

**the resting membrane potential of sinoatrial node cell of the rabbit, 577-588.**

ウサギ洞房結節細胞の静止膜電位におよぼす Na, K および Cl イオンの影響

I. SEYAMA (瀬山一正: 広大, 医, 第一生理)

**6. Role of connectin in the length-tension relation of skeletal and cardiac muscles, 589-600.**

骨格筋および心筋の長さ-張力関係におけるコネクチンの役割

S. MATSUBARA and K. MARUYAMA\* (松原三郎, 丸山工作\*: 慈恵医大, 第二生理 (現在 金沢医大)・千葉大, 理, 生物\*)

**7. Effects of norepinephrine on uptake and oxidation of plasma free fatty acids on cold-acclimated rats, 601-616.**

寒冷馴化ラット血漿遊離脂酸のとりこみと酸化におよぼすノルエピネフリン効果

K. MORIYA\*, H. MAEKUBO\*\* and T. HIROSHIGE (森谷 潔\*, 前久保博士\*\*, 広重 力: 北大, 医, 第一生理・北大, 教育\*・北大, 医, 内科\*\*)

**8. The effects of motortrigeminal denucleation on rat masticatory muscles, 617-641.**

ラット咀嚼筋の三叉神経運動核破壊効果の組織学的ならびに生理学的研究

T. HIRAIWA (平岩徳一: 九大, 歯, 生理)

**9. Properties of excitable sites in the squid axon membrane as revealed by use of chemical stimulants and a spectrum analyzer, 643-655.**

化学的刺激およびスペクトル分析器によるイカ巨大線維膜の興奮部位の性質の研究

I. TASAKI (田崎一二: Lab. Neurobiol., National Inst. Mental Health, U. S. A.)

## [会報]

## 第42回JJP編集委員会議事録

日時：昭和52年9月17日(土)午後2:00~3:00

場所：学会センタービル5階会議室

出席者：渡辺委員長，星，岩間，勝木，高木各委員

(刊行センター：山田，山崎)

1. 前回議事録について：原案どおり承認された。
2. 原稿審査について：各委員より審査状況の報告ならびに説明があり，第27巻4号，5号の掲載論文を確認した。
3. 海外講読料の値上げについて：第28巻からrateの関係により，海外講読料の値上げを行なう旨，刊行センター山田より説明があり，承認された。
4. 投稿ガイドについて：岩間，吉村委員の付け加えによって，書き改めたものを印刷にまわすことになった。渡辺委員長が校正をする。
5. JJP style について
  - No. 6 の表紙に Index Issue を入れる。
  - 背に毎号のページ数を号数の後に入れる。
  - Contents の style を変える。
  - 毎ページ，あるいは2ページごとに巻号を入れる。

## 第43回JJP編集委員会議事録

日時：昭和52年11月12日(土)午後2:00~3:00

場所：学会センタービル5階会議室

出席者：渡辺委員長，星，真島，勝木，岩間，入沢各委員

(刊行センター：山崎)

1. 前回議事録について：3項「講読料」を「海外講読料」に訂正，また，4項「付け加えを書き込み」を「付け加えによって」に訂正し，承認された。
2. 原稿審査について：各委員より審査状況の報告ならびに説明があり，第27巻6号の掲載論文を確認した。
3. JJP の style について
  - 表題は大文字と小文字の混合とし，偶数ページ右下に Jap. J. Physiol. 奇数ページ左下に巻・号・年数を入れる。
  - Contents については表題を先に，名前を後にすることなどが討議され，次回に決定することとした。

(次回は1/21(土)午後2:00~)

## [学会案内]

## 第3回国際睡眠学会のお知らせ

国際睡眠学会は4年毎に開かれます。次回の第3回国際睡眠学会は，1979年7月27日(金)より7月31日(火)までの5日間にわたって，日本(東京)で開催されます。この学会の母体は国際的な睡眠研究のため組織である Association for Psychophysiological Study of Sleep (APSS) であり，

今回は日本睡眠学会 Japanese Society of Sleep Research (JSSR) が主催して開かれるものです。

この第3回国際睡眠学会の組織委員会は，懸田克躬(名誉会長)，島蘭安雄(会長)，松本淳治(副会長)，大熊輝雄(総務小委員会委員長)の各教授をはじめとして，わが国で睡眠研究にたづさわって

いる多数の研究者によって構成されています。

第3回国際睡眠学会でのシンポジウムやワークショップのテーマなどについては、決まり次第お知らせします。尚、詳しい資料を希望される方

は、組織委員会事務局長 阿住一雄 (〒183 東京都府中市武蔵台2-6, 東京都神経科学総合研究所 Tel 0425-75-0101) まで御連絡下さい。

[学会事務局より]

## 日本生理学会会費払込のお願い

昭和53年度会費5,000円をまだお送り下さらない方がございます。おいそがしいのでついお忘れのことと存じますが、会費は学会の使命達成のための活動の唯一の原動力であることをご理解下さいまして、何卒ご協力のほどよろしく御願い申し上げます。また、52年度の会費(5,000円)が未納の方もありますので、この方は特に至急をお願いいたします。送金用の振替用紙は本誌40巻1号に添付してあります。ご利用下さい。

尚、教室、研究所など2人以上の会員がおられるところでは、まとめてお払込いただければ手数料その他で経済的でございます。

お払込は必ず郵便振替又は現金書留郵便でお願いします。

〒113 東京都文京区本駒込2-28-21  
東洋文庫内 日本生理学会事務局  
振替口座東京 3-86430  
電話 03-945-2840

### [編集後記]

年に一度のいわば編集会議総会が今年も新潟の大会で行われました。日頃は編集に関する御意見を直接御伺いする機会も少ないまま、在京のメンバーで事を運んでいる次第です。例年のことですがこの席でも本誌に関し、日頃マンネリに陥って思い付かなかった名案、あるいは又、毎回会議で話題にのぼりながら現実の問題として解決案の見付からぬ事柄に対する問題提起など有意義なものでした。ままならぬ浮世のこととて、結局はほとんどの問題が経理に絡み、新しい企画の実行と会員の負担の増加との板挟になってしまいます。

例年掲載されている生理学論文表題表も御協力を頂いてその原稿を御送り下さる会員の皆様の労力や口伝えの評判から考えますとその存在意義は一応認められている様で、又、我々も同じ意見で

す。

しかし、その通算紙数も全国各研究機関のものとなりますと相当な数となり、これが又経理を圧迫する一つの要素になっておりますのも事実です。

最近は印刷代、別刷代の支出が多く大学の可能となっている様ですので掲載分に応じて各研究単位に応分の御協力を御願いし、一方、何等かの形でその御協力が目に見える形を取り度いと云う意味で極く少数ですがその別刷をお届けするという案も出ました。

この細やかな別刷も使い様では何かの役に立つことと思います。歴年毎の教室の活動記録の一部に利用するとか。

この案に対する御批判をお寄せ下さい。

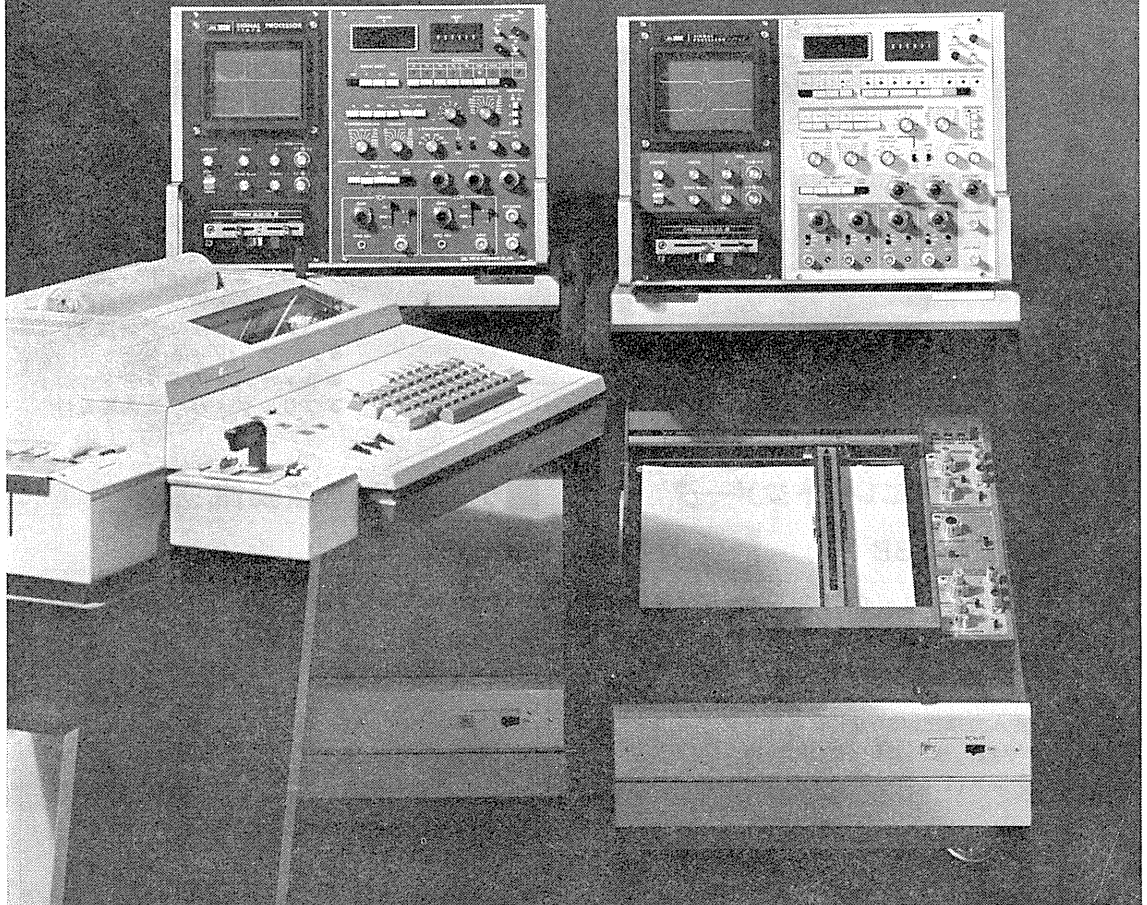
(村田計一)

### 編集委員

塚田 裕三(幹事)	入内島 十郎	酒井 敏夫
植村 慶一	戸塚 武彦	大島 知一
村田 計一	菅野 富夫(北海道)	星 猛(東北)
新島 旭(関東)	角 忠明(中部)	品川 嘉也(近畿)
及川 俊彦(中・四国)	河田 溥(九州)	

ますます機能が拡張、データ処理装置の決定版

# シグナルプロセッサ



7T07A ●メモリ 4K ●入力数2ch.  
7T08 ●メモリ 8K ●入力数4ch.

ソフトウェアがさらに充実、処理プログラムは100種類を突破しました。メモリは最大16Kまで内蔵可能で、ほとんどのアナログデータの統計処理が可能です。

主なプログラム/アベレージ (アーチファクトクリア付、オルタネート加算、CNVなど各種)、パワースペクトル(2ch)、コリレーション、ヒストグラム及びバリエーション(各種)、フーリエ変換・逆フーリエ変換、回帰直線係数、スペクトルアレイ等。

明日の健康と福祉を守る

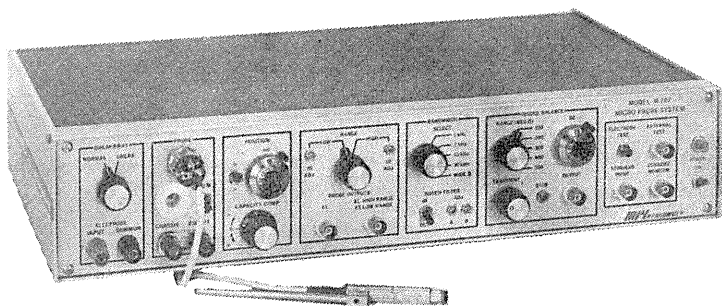
 SAN-EI **三栄測器**

本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 〒160 ☎03 (209)0811(代)  
工場 東京都小平市天神町1-5-7 〒187 ☎0423(41)0821(代)

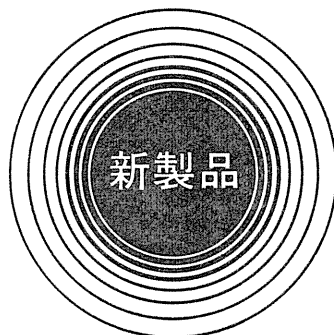
# 微小電極増幅器 マイクロプローブ・システム

## MODEL M-707

好評のM701型に、新しくバンド幅フィルター、ブリッジ・バランス選択スイッチ、プローブ・テスト機構が組込まれ、一層使いよくなった最高級の微小電極増幅器です。



MODEL M-707 ¥660,000



- ミニチュア・プローブ
- カレント・インジェクション
- プローブ・テスト
- ブレーク・アウェイ機能付
- バンド幅フィルター付
- ノッチ・フィルター
- 低ノイズ・低ドリフト
- ブリッジ・バランス SW付

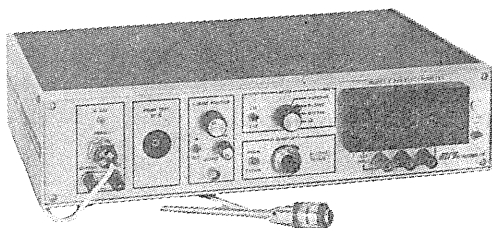
## ■ プローブ・エレクトロメータ

### MODEL F-23B

新製品

マクロ及びマイクロ・イオン電極、pH電極等に最適の高性能エレクトロメータです。測定値はデジタル表示で直読でき、mV表示とpH表示の両方が可能です。

極めて高入力抵抗( $10^{15}\Omega$ )のプローブ・エレクトロメータであり、低入力リーク電流( $10^{-14}\text{A}$ )低入力キャパシタンス(1.0pF以下)となっています。



MODEL F-23B ¥585,000

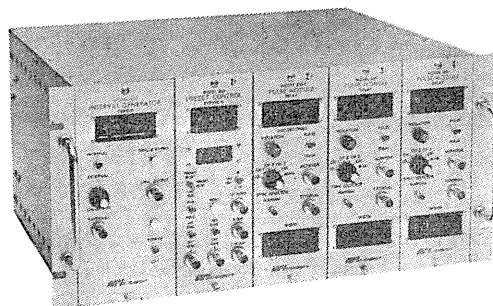
## ■ デジタル刺激装置

### SERIES 800

時間設定をすべてデジタル化した極めて高精度のマルチ・チャンネル刺激装置です。

プラグイン方式を採用しているため、柔軟性があり、操作も極めて簡単です。

本器は800シリーズ・アイソレータと共に使用され、電気生理学、薬理学研究に最適の装置です。



SERIES 800 STIMULATOR

日本総代理店



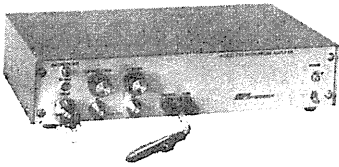
**東海医理科**  
TOKAI IRIKA CO., LTD.

本社 東京都千代田区内神田3-6-2 トリサクビル  
〒101 TEL (03) 254-0052 (代表)  
大阪営業所 大阪市東淀川区南方町2-24-1  
〒533 TEL (06) 322-6792 (代表)

## ●MICROELECTRODE AMPLIFIERS

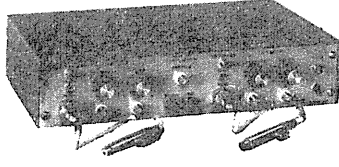


■マイクロプローブ・システム



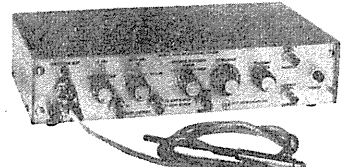
MODEL M-725 ¥273,000

■マイクロプローブ・システム



MODEL M-750 ¥476,000

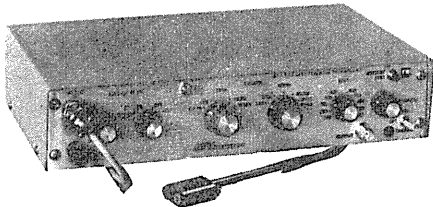
■マイクロプローブ・システム



MODEL M-701 ¥580,000

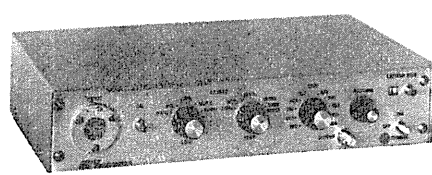
## ●DIFFERENTIAL AC AMPLIFIERS

■ディファレンシャルACアンプ



MODEL DAM-5A ¥325,000

■ディファレンシャルACアンプ



MODEL DAM-6A ¥260,000

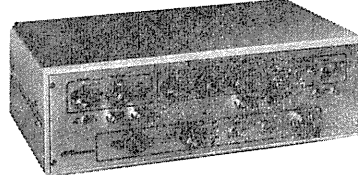
## ●STIMULATORS

■アナパルス・スティミュレータ



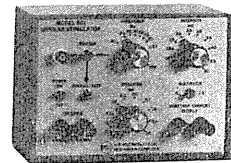
MODEL 301T ¥465,000

■アナパルス・スティミュレータ



MODEL 301A ¥480,000

■バイポーラ・スティミュレータ

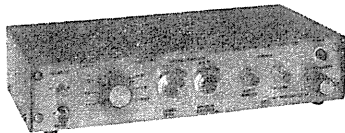


MODEL 601 ¥185,000

## ●SIGNAL ANALYSIS

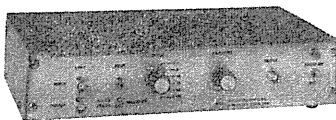
■マイクロイオンフォリシス・プログラマー

■ウインド・ディスクリミネータ

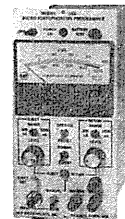


MODEL 120 ¥250,000

■スコープラスタ・ステッパー



MODEL 140A ¥280,000



MODEL 160 ¥260,000

日本総代理店



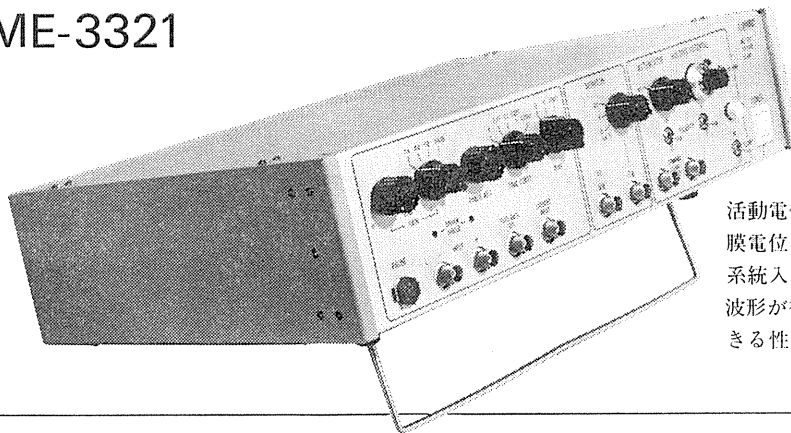
**東海医理科**  
TOKAI IRIKA CO., LTD.

本社 東京都千代田区内神田3-6-2 トリサクビル  
千101 TEL (03) 254-0052 (代表)  
大阪営業所 大阪市東淀川区南方町2-4-1  
千533 TEL (06) 322-6792 (代表)

膜電位固定法に必要な機能をフルに搭載

## ボルテージクランプユニット

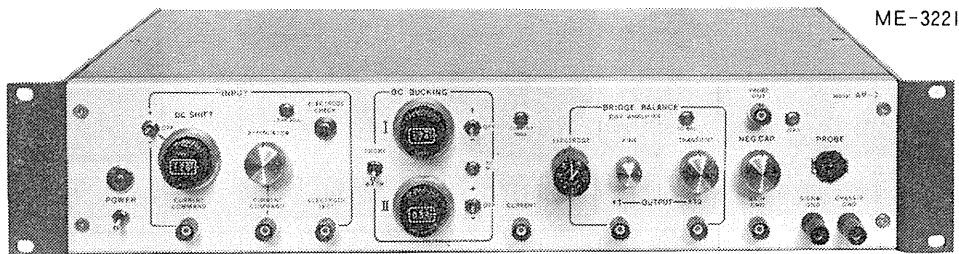
ME-3321



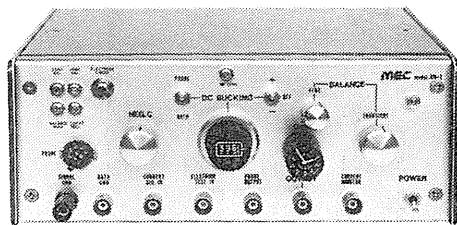
活動電位発生のメカニズムを追求する膜電位固定法のための専用装置で、2系統入力を組み合わせた複雑なクランプ波形が得られ、高抵抗の電極を使用できる性能をもっています。

電極抵抗の高い実験にも抜群の威力

## 微小電極用増幅器 ME-3200シリーズ



ME-3221



ME-3211

ME-3221 通電回路・DCシフト・2ch DCバックリングつき

ME-3211 通電回路つき

●細胞電位の研究をおこなうために特に設計された装置で、1000M $\Omega$ までと広範囲の電極が使用できます。

●差動増幅器を内蔵しています。

●ME-3221は、色素注入が可能なDCシフトなど、高度な機能を盛り込んでいます。



株式会社

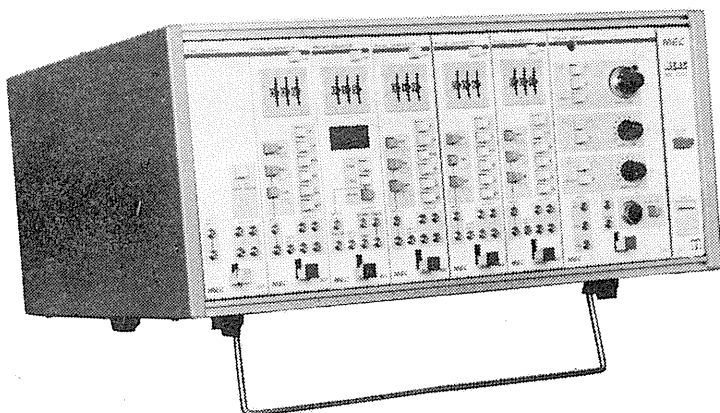
**エム・イー・コマーシャル**

本社 〒167 東京都杉並区上荻1-15-13 柴ビル内 ☎(03)391-2203(代)  
 大阪営業所 〒543 大阪市天王寺区鶴差町14-14 ☎(06)763-3691

ME機器の機能をシステムデザイン

# MEAC

メアックシステム  
ME-2100シリーズ



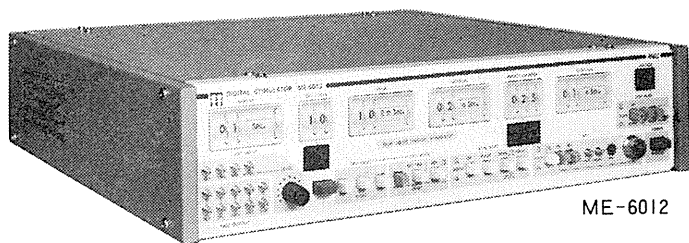
個々の装置として別れていた専用機能を有機的にユニット化し、用途に応じてひとつの装置として組みあげることができるシステムです。

★構成ユニット

- 301—トリガ
- 302—パルスジェネレータ
- 303—プリセットカウンタ
- 304—パワーアンプ-A
- 305—ステップパルスジェネレータ
- 306—プログラマブルジェネレータ
- 307—タイムマーカ
- 308—パワーアンプ-B
- 309—オーディオモニタ
- 310—ウインドディスクリミネータ
- 311—マルチカウンタ
- 312—パワーアンプ-C

高度化する電気生理学に対応する

# デジタル刺激装置 ME-6000シリーズ



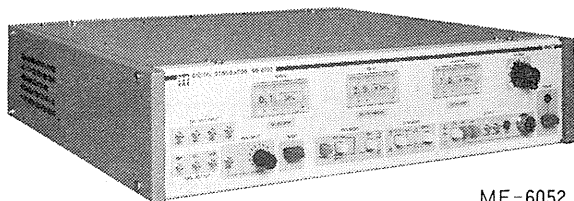
ME-6012

## 研究用高級機 ME-6012

- 階段波やステップ波に至る4種の刺激電圧パターンを持っています。
- 各設定部をトリガで動作させることができ、豊富な刺激時間パターンをつくりだせます。
- 出力電圧がデジタル設定できます。

## 実用機 ME-6052

- 水晶発振子とデジタルスイッチの使用により、波形精度そのものは高級機と同一できわめて高精度です。
- 設定された時間間隔のダブルパルスが得られます。
- 外部装置との組み合わせが容易です。



ME-6052



株式会社

# エム・イー・コマーシャル

本社 〒167 東京都杉並区上荻1-15-13 柴ビル内 ☎(03)391-2203(内)  
大阪営業所 〒543 大阪市天王寺区船場町14-14 ☎(06)763-3691

# 静岡協の受託試験研究所

医薬，食品添加物，農薬，化粧品，化学物質等の諸物質に関する安全性試験をお引受けいたします。

生産から試験終了まで、一貫してSPF施設で実施

## ＜ 受 託 項 目 ＞

- ◇ 一般毒性試験
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 組織標本の作成並びに検査

## 株式会社 生物科学技術研究所

〒430 静岡県浜松市葵町95番地の10 TEL(0534)36-1957

## —Barrier System(SPF) 実験動物の生産販売—

### SPF動物

クローズドコロニー生産

マウス Slc:ddY (国立予防衛生研究所)

マウス Slc:ICR (Charles River )

マウス Slc:C3H/He (東大医科学研究所)

近交系生産

マウス BALB/cCr Slc (東大医科学研究所)

マウス C57BL/6Cr Slc ( )

マウス C3H/He Slc ( )

マウス DBA/2Cr Slc ( )

交雑系生産

マウス SLC-CDF<sub>1</sub> (東大医科学研究所)

マウス SLC-BDF<sub>1</sub> ( )

クローズドコロニー生産

ラット Slc:SD (Charles River )

ラット Slc:Wistar (東大医科学研究所)

ラット Slc:Wistar/ST ( )

ラット Slc:Fischer(F344)(Charles River )

ラット HOS®:Donryu (星野試験動物飼育所)

### Conventional動物

クローズドコロニー生産

マウス Std:ddY (国立予防衛生研究所)

ラット Std:Wistar (東大医科学研究所)

ラット Std:Wistar/ST ( )

モルモット Std:Hartley (国立予防衛生研究所)

ハムスター Std:Golden ( )

カニクイザル アカゲザル 輸入検疫9週間経過後出荷

## 静岡県実験動物農業協同組合

〒435 静岡県浜松市小池町1616番地 TEL(0534)63-0865(代)

生理学の研究・実験に  
柔軟性あふれる  
多目的電気刺激装置

# システムスティムレータ

Model SEN-6000シリーズ

筋・神経・細胞等への電気刺激を、さまざまなパターンで行えます。当社製ポリグラフシステムと共通設計となっているため、アンプユニット、2次処理ユニット、表示ユニット等と組み合わせて、システムの使用が可能です。

- 構成ユニット
- トリガパルス発生器
  - 2CH増幅器
  - パルス列発生器
  - パルス発生器
  - 階段波発生器
  - 出力増幅器
  - サイクル型タイサ
  - 音声増幅器
  - パルスカウンタ
  - ランダムパルス発生器

エレクトロニクスで病魔に挑戦する

 **NIHON KOHDEN**  
**日本光電**  
東京都新宿区西落合1-31-4 ☎03(953)1181

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 40, No. 4 (1978)

Short communications

SASAKI, S. : The time course of the cerebral slow potential in man .....83

OKADA, K., YAMADA, S., KAWASHIMA, Y., KITADE, F., FUJIMOTO, M.  
and KUBOTA, T. : Intracellular potassium concentration and  
membrane potential in the rat liver.....86

昭和五十三年三月二十日印刷

編集兼  
発行人

塚田裕三  
東京都文京区本駒込二丁目八十二番  
東洋文庫（新館三階）  
日本生理学会

印刷者  
印刷所

山形県鶴岡市山王町一四の二四  
三浦経夫  
鶴岡印刷株式会社

発行所

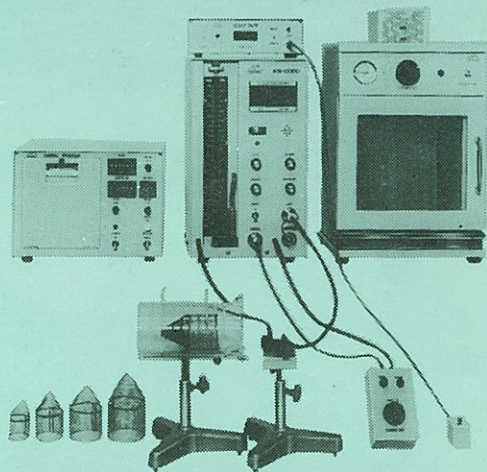
〒一三三  
東京都文京区本駒込二丁目八十二番  
東洋文庫  
日本生理学会

電話  
振替  
定価  
東京  
三  
三  
百  
五  
十  
三  
円  
九  
四  
五  
一  
二  
八  
四  
〇〇



# ラット尾動脈圧測定装置 KN-209

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。



実験動物解剖器具・一般研究実験器械器具・動物実験器械器具・動物飼育管理器具

株式会社 夏目製作所

東京都文京区湯島2丁目18番6号  
電話 03(813)3251(代表)