

日本

# 生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

54巻

5号

1992

原 著

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 春日井啓悦：クレアチンキナーゼアイソザイムによる心筋細胞内エネルギー代謝の評価 | 187 |
| 学会抄録 第14回生理学コンピュータ研究会                   | 199 |
| 会 報 平成4年度第1回日本生理学会教育委員会議事録              | 203 |
| 生理学の広場 IUPS Newsletter                  | 204 |
| お知らせ 平成4年度生理学における実験手技に関する研究会            | 206 |
| 日本学術振興会王子セミナー募集要項                       | 206 |
| 千里ライフサイエンス技術講習会(第2回)                    | 207 |
| 第7回生体・生理工学シンポジウムの開催と講演募集のお知らせ           | 208 |
| 日本医師会医学賞・日本医師会医学研究助成                    | 209 |
| 財団法人日産科学振興財団研究助成                        | 209 |
| 「生物リズム研究会」会員登録と第9回研究会開催のお知らせ            | 212 |
| 国際シンポジウム ライフサイエンスの進展とこれからの健康            | 212 |
| 山田科学振興財団1993年度長期派遣援助申込要項                | 213 |
| 山田科学振興財団1993年度短期間来日援助申込要項               | 214 |
| 山田科学振興財団1993年度研究援助候補推薦要項                | 214 |
| 山田科学振興財団1992年度短期間派遣援助申込要項               | 215 |
| 全日本生理学会会員の皆様へ                           | 217 |

日本生理誌  
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

新登場



リスト＝ヘカ  
パッチクランプシステム  
EPC-9

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

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

※ 詳しい資料を下記へご請求ください

リスト社 日本総代理店  
EPC-9 西日本地区発売元

 ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1-14  
ショーシンビル2F

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

EPC-9 東日本地区発売元

*(Physio-Tech)*  
株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田3-10-3  
コイダビル4F

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

## クレアチンキナーゼアイソザイムによる心筋細胞内エネルギー代謝の評価

春日井 啓 悦

(聖マリアンナ医科大学第二生理学教室)

### Evaluation of energy metabolism on the myocardium analyzing of creatine kinase isoenzymes in rats.

HIROYOSHI KASUGAI (*Department of Physiology, St. Marianna University School of Medicine, 2-16-1 Sugao, Miyamae, Kawasaki, Kanagawa 216, Japan*)

The purpose of this study is to evaluate the efficiency of energy metabolism in the myocardium by means of the activities of creatine kinase (CK) and CK isoenzyme following age-related change in the heart and experimental heart failure. Wistar strain male rats aged from 3 weeks to 57 weeks after birth were used. The main experimental results obtained are as follows. (1) There were differences in the compositions of CK isoenzyme of the ventricular, atrial, and papillar muscles. No apparent variation, however, was noted among the basal portions of the left and right ventricular muscles, free wall of the left ventricle, and apex. (2) Compositions of CK isoenzyme analyzed from the ventricle and atrium were clearly different. The level of CK-B subunit activity of the ventricular muscle was highest level in the 5-week-old rat, and subsequently dropped significantly in the 24-week-old rat. Thereafter, the level gradually increased with aging. Dramatic change in the energy metabolism in the myocardium occurred in rats more than 3 weeks old. (3) Decrease in activity of m-CK but increase in activity of succinate dehydrogenase analyzed from the ventricular muscle of experimental heart failure induced by monocrotaline was recognized.

From these results, the author assumed that the trend of the composition of CK isoenzyme is one of the indices in the determination of the regulation of energy metabolism of the myocardium.

**key words** : myocardium, heart failure, creatine kinase isoenzyme, energy metabolism, aging

### I. 緒 言

クレアチンキナーゼ (CK ; EC 2. 7. 3. 2.) およびその基質であるクレアチンリン酸 (PCr) は心筋および骨格筋などの筋肉組織に豊富に含まれ、これら CK と PCr は筋細胞内エネルギー代謝において重要な働きを担っている<sup>3,26)</sup>。CK は可溶性分画に 3 種類 (CK-MM, -MB, -BB), ミトコンドリア分画に 1 種類の isoenzyme (m-CK) が存在することが知られている<sup>21,30)</sup>。可溶性分画の isoenzyme には臓器特異性があり<sup>26)</sup>、心筋では CK-MB 活性値が他の臓器に比して高いことから、血液中に逸脱した CK-MB 活性は心筋梗塞などの心筋傷害の有効な指標として考えられている<sup>21)</sup>。

4 つの CK isoenzyme はそれぞれ異なった触媒特性および存在部位を有している<sup>38,39)</sup>。CK-MM は筋原線維および筋小胞体膜などの膜系に結合し、収縮に伴い利用された ATP を PCr から再合成している<sup>37)</sup>。CK-MB および CK-BB はその特異的な存在部位および機能は明らかではないが、両 isoenzyme は CK-MM に比して ADP および PCr に対するミカエリス定数が低いこと、また pH の低下による反応の低下が低いことなど、ATP 再合成能力は CK-MM より優れていると考えられている<sup>40,41)</sup>。また、m-CK はミトコンドリア内膜外側に結合しており、機能的には酸化的磷酸化と共役してミトコンドリア内で合成された ATP の高エネルギー磷酸基を細胞質中へ放出している<sup>2,17)</sup>。

れ異なった分布をしており、実際に機能的に異なる心房と心室では CK isoenzyme の構成比率に差異が存在することが報告されている<sup>16)</sup>。また、CK isoenzyme 構成比率は、心肥大、心筋症あるいは冠動脈病変を反映して変化することが示されている<sup>7,14)</sup>。心不全においては m-CK 活性の低下、心肥大と冠動脈硬化症により CK-MB 活性が上昇することが報告されている<sup>15)</sup>。さらにインスリンなど種々のホルモンによっても変動する<sup>28,36)</sup>。

すなわち、CK とその isoenzyme を分析することにより心筋各部位における代謝状況は適切に評価できると考えられる。本研究では、加齢および実験的心不全による心筋細胞内エネルギー代謝状態の変動を CK とその isoenzyme 構成から検討することを目的とした。

## II. 実験方法

### A. 実験動物

実験には生後3週齢より飼育を開始した Wistar 系雄性ラット72匹を用いた。まず加齢による変化を検討するため、3週齢(4匹)、5週齢(6匹)、14週齢(8匹)、24週齢(6匹)、51週齢(6匹)および57週齢(7匹)まで飼育を行ったラットを実験に供した。次に、心不全状態における変化を検討するために4週齢のラットを35匹用いた。すべてのラットは sodium pentobarbital (30 mg/kg 体重) 腹腔内麻酔下にて心臓を摘出した。血液を完全に除去し、湿重量を測定後、5週以上の週齢のラットは Fig. 1 に提示したように10ヶ所(各約10mg)から試料を摘出し、3週齢は左右乳頭筋を除く8ヶ所から採取した。各試料中の CK 活性およびその isoenzyme の分析を行なった。

### B. 心不全モデル

心不全モデルはモノクロタリンを用いて作成した。モノクロタリンは肺血管床に障害を与え、投与後20日程度で明瞭な右心室肥大を呈してくる<sup>18)</sup>。通常1ヶ月程度で心不全を起こしてくることが知られている。ラットをモノクロタリン投与(M)群(15匹)、モノクロタリン非投与

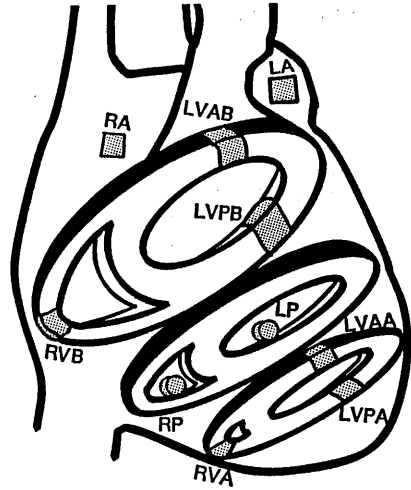


Fig. 1. Sampling portions of heart muscle.

RVB: right ventricular base,  
RVA: right ventricular apex,  
LVAB: left ventricular anterior base,  
LVAA: left ventricular anterior apex,  
LVPB: left ventricular posterior base,  
LVPA: left ventricular posterior apex,  
RA: right atrium,  
LA: left atrium,  
RP: right papillary muscle,  
LP: left papillary muscle.

(C)群(15匹)および対象(SC)群(5匹)に分類した。4週齢の時点においてM群にはモノクロタリンを 0.5 ml (30 mg/kg 体重)<sup>11)</sup>を、一方C群には0.9%生理食塩水を同量皮下注射し、投与後10日(5匹)、20日(3匹)および1ヶ月後(4匹)にC群(各5匹)と共に実験に供した。実験を通してモノクロタリン投与により3匹のラットが死亡し、適宜除外した。SC群は4週齢の時点で実験に供した。麻酔下にて、心臓を摘出し、さらに左右心室の自由壁と心室中隔壁に分離し試料とした。各試料中の CK 活性と succinic dehydrogenase (SDH) の分析を行なった。

なお、すべてのラットは温度22~23℃、湿度50~60%、12時間の明暗周期で飼育を行った。水および飼料は自由摂取とした。

### C. 分析方法

試料は摘出後即座にガラスホモジナイザーを用いて CK 活性測定のために 0.1 M potassium phosphate buffer pH 7.2, 10 mM glutathione,

4℃<sup>29)</sup>により, SDH 活性測定のために M/30 sodium phosphate buffer pH 7.4, 4℃<sup>6)</sup>によりそれぞれ完全にホモジナイズし, 冷却遠心分離 (CK: ×45,000g, 30分, 4℃, SDH: ×3,000g, 20分, 4℃) した上清をそれぞれの分析に用いた.

CK isoenzyme の分離は, まずミトコンドリア分画の isoenzyme である m-CK を phenyl Sepharose CL-4B (Pharmacia 社製) を用いた hydrophobic interaction column chromatography<sup>39)</sup> により行った. さらに可溶性分画の isoenzyme は Mercer の方法<sup>24)</sup> によるイオン交換 column chromatography (Sephadex A-50: Pharmacia 社製) により分離した. 総 CK 活性値および各分画の活性値の定量は, GSCC (ドイツ臨床化学会) 準拠法に基づいた CK-NAC モノテスト (ペーリンガーマンハイム山之内社製) を用いて行い, international unit (I. U.)/mg protein にて表示した. CK-B unit の算出は Yamashita & Yoshioka<sup>44)</sup> により, 次式を用いて算出した.

$$CK-B = 1/2(CK-MB) + 2(CK-BB)$$

CK-B : CK-B unit 活性値  
(I. U./mg protein)

CK-MB : CK-MB 活性値  
(I. U./mg protein)

CK-BB : CK-BB 活性値  
(I. U./mg protein)

SDH 活性の定量は, Cooperstein らの方法<sup>6)</sup>に基づき cytochrome C の減少率を 550nm, 25℃にて分光学的に検出し, μmoles/min/mg pro-

tein にて表示した. また, CK および SDH の比活性算出のためのタンパク質の定量は色素結合法によるバイオラッドプロテインアッセイキット (Bio-Rad 社製) により行った.

すべての測定値は平均値±標準誤差で示し, その差の検定は Student *t*-test を用いて行い, 危険率 5%以下をもって有意とした.

### Ⅲ. 結 果

#### A. CK isoenzyme の心筋内分布

各週齢における体重および体重に対する心臓湿重量の値は Table 1 に示した. 加齢に伴い両者共に増加する傾向が認められた. 心臓の体重比は 5 週齢以降変化は少なく, 0.3~0.4% の値が示された. 心筋の 10ヶ所における総 CK, m-CK, CK-MM, CK-MB および CK-BB 活性値を Table 2 に示した. 総 CK 活性値は 5 週齢において左心房 (LA) に対して左心室前心尖部 (LVAA), 左心室後基部 (LVPB) および右心室心尖部 (RVA) が有意に高値を示した (*p*<0.05) もの, 各週齢において各部位間に活性値に有意な差は認められなかった. m-CK 活性値は, 各週齢において右心房 (RA) および LA に比して 3 週齢では左心室後心尖部 (LVPA), 5 週齢では右心室基部 (RVB), RVA, 左心室前基部 (LVAB), LVAA, LVPB (LA に対してのみ), 左心室後心尖部 (LVPA), 14 週齢では右乳頭筋 (RP) を除く全ての部位 (左乳頭筋は RA に対してのみ) で, 24 週齢では LVPA, RVB (LA に対してのみ), LVPB (RA に対してのみ), 51 週齢では LVAB, 57 週齢では RP および RVA を除く全ての部位で有意に高値を示した (*p*<0.05). 各部位における m-CK 活性値は, 統計学的に有意な左右差は認められなかったものの, 右の 2ヶ所および左の 4ヶ所をまとめそれぞれ右心室および左心室筋とした場合, 左心室は右心室に比して高値を示す傾向にあった (Fig. 2). CK-MM 活性値では, 3 および 5 週齢においてのみ部位間の差が認められ, 3 週齢において LA に比して RVB, LVAA が, RA に比して LVAA が高値を示した (*p*<0.05).

Table 1. Body weight and heart weight of rats of various ages.

| Age (weeks) | n | body weight (g) | heart weight (g) | heart/body |
|-------------|---|-----------------|------------------|------------|
| 3           | 4 | 62±3            | 0.4±0.4          | 0.7%       |
| 5           | 6 | 146±2           | 0.8±0.0          | 0.5%       |
| 14          | 8 | 444±65          | 1.7±0.1          | 0.4%       |
| 24          | 6 | 454±43          | 1.6±0.3          | 0.4%       |
| 51          | 6 | 615±62          | 1.7±0.3          | 0.3%       |
| 57          | 7 | 756±73          | 2.0±0.2          | 0.3%       |

The values are given as means±SEM.

Table 2. Activities of total creatine kinase (CK) and CK isoenzyme of heart muscles from rats of various ages.

| Age        | Position   | total CK                 | m-CK                      | CK-MM                      | CK-MB                     | CK-BB                     |
|------------|------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 3 W (n=4)  | RVB        | 16.77±1.99               | 1.28±0.48                 | 13.20±1.70 <sup>2)</sup>   | 0.40±0.20                 | 1.89±0.67                 |
|            | RVA        | 13.68±3.90               | 1.38±0.67                 | 9.02±2.83                  | 0.21±0.11                 | 3.06±0.76                 |
|            | LVAB       | 19.29±5.02               | 1.42±0.72                 | 16.01±4.11                 | 0.24±0.08                 | 1.63±0.49                 |
|            | LVAA       | 16.97±2.54               | 1.35±0.40                 | 13.87±1.71 <sup>1,2)</sup> | 0.17±0.08                 | 1.58±0.52                 |
|            | LVPB       | 17.82±4.91               | 1.89±0.58                 | 13.02±3.45                 | 0.20±0.12                 | 2.71±0.89                 |
|            | LVPA       | 16.50±3.96               | 1.52±0.42 <sup>1)</sup>   | 13.09±3.05                 | 0.18±0.08                 | 1.70±0.90                 |
|            | RA         | 12.06±2.26               | 0.34±0.12                 | 7.47±1.67                  | 0.27±0.09                 | 3.98±1.10                 |
|            | LA         | 9.42±2.85                | 0.52±0.24                 | 6.46±1.84                  | 0.17±0.08                 | 2.28±1.02                 |
| 5 W (n=6)  | RVB        | 14.06±1.61               | 1.31±0.17 <sup>1,2)</sup> | 9.80±0.91 <sup>1,2)</sup>  | 1.18±0.58                 | 1.77±0.30 <sup>2)</sup>   |
|            | RVA        | 15.47±1.86 <sup>2)</sup> | 0.97±0.10 <sup>1,2)</sup> | 11.08±1.37 <sup>1,2)</sup> | 1.10±0.36                 | 2.33±0.28                 |
|            | LVAB       | 14.16±1.31               | 1.32±0.28 <sup>1,2)</sup> | 10.32±0.95 <sup>1,2)</sup> | 0.79±0.20                 | 1.73±0.43 <sup>2)</sup>   |
|            | LVAA       | 14.03±1.02 <sup>2)</sup> | 1.18±0.19 <sup>1,2)</sup> | 10.20±0.87 <sup>1,2)</sup> | 0.83±0.20                 | 1.83±0.14                 |
|            | LVPB       | 14.77±1.15 <sup>2)</sup> | 1.04±0.21 <sup>2)</sup>   | 10.83±1.10 <sup>1,2)</sup> | 0.39±0.07                 | 2.51±0.31                 |
|            | LVPA       | 12.56±0.80               | 0.96±0.11 <sup>1,2)</sup> | 9.24±0.71 <sup>1,2)</sup>  | 0.53±0.04                 | 1.83±0.17 <sup>2)</sup>   |
|            | RA         | 11.30±1.15               | 0.49±0.05                 | 7.07±0.54                  | 0.57±0.17                 | 3.18±0.58                 |
|            | LA         | 10.78±0.86               | 0.46±0.07                 | 6.64±0.41                  | 0.50±0.13                 | 3.20±0.43                 |
| 14 W (n=8) | RP+        | 17.56±3.17               | 0.61±0.26                 | 11.64±3.30                 | 2.32±1.02                 | 2.99±0.69                 |
|            | LP         | 12.91±1.65               | 0.74±0.24                 | 9.62±1.30                  | 0.84±0.22                 | 1.72±0.26 <sup>2)</sup>   |
|            | RVB        | 15.91±0.85               | 1.70±0.12 <sup>1,2)</sup> | 12.04±0.66                 | 0.35±0.11                 | 1.09±0.28 <sup>1)</sup>   |
|            | RVA        | 16.48±2.17               | 1.75±0.33 <sup>1,2)</sup> | 13.78±1.98                 | 0.27±0.05 <sup>1)</sup>   | 0.68±0.17 <sup>2,4)</sup> |
|            | LVAB       | 14.17±1.91               | 2.14±0.33 <sup>1,2)</sup> | 12.21±1.01                 | 0.30±0.04 <sup>1)</sup>   | 1.07±0.17 <sup>1)</sup>   |
|            | LVAA       | 16.06±2.05               | 2.18±0.31 <sup>1,2)</sup> | 13.81±0.88                 | 0.48±0.17                 | 1.30±0.22 <sup>1)</sup>   |
|            | LVPB       | 15.25±1.18               | 2.08±0.31 <sup>1,2)</sup> | 12.47±0.93                 | 0.30±0.03 <sup>1)</sup>   | 1.10±0.11 <sup>1)</sup>   |
|            | LVPA       | 15.12±1.13               | 2.17±0.22 <sup>1,2)</sup> | 12.26±0.81                 | 0.32±0.05 <sup>1)</sup>   | 1.03±0.17 <sup>1,2)</sup> |
| RA         | 15.32±1.84 | 0.33±0.05                | 11.78±1.66                | 0.71±0.16                  | 2.93±0.46                 |                           |
| LA         | 13.35±1.41 | 0.47±0.10                | 10.74±1.33                | 0.45±0.11                  | 1.90±0.37                 |                           |
| RP         | 17.47±3.31 | 1.32±0.61                | 15.08±3.53                | 0.45±0.21 <sup>2)</sup>    | 0.88±0.14 <sup>2,3)</sup> |                           |
| LP         | 17.43±2.38 | 2.57±0.62 <sup>1)</sup>  | 13.41±2.06                | 0.37±0.07                  | 1.37±0.10 <sup>1,2)</sup> |                           |

|            |      |            |                           |            |           |                             |
|------------|------|------------|---------------------------|------------|-----------|-----------------------------|
| 24 W (n=6) | RVB* | 19.33±5.55 | 1.19±0.33 <sup>2)</sup>   | 17.27±5.12 | 0.17±0.04 | 0.70±0.20                   |
|            | RVA  | 15.11±4.29 | 0.98±0.40                 | 13.44±3.72 | 0.16±0.04 | 0.52±0.18                   |
|            | LVAB | 16.48±4.10 | 1.37±0.50                 | 14.10±3.62 | 0.17±0.04 | 0.84±0.14                   |
|            | LVAA | 13.86±4.48 | 1.11±0.38                 | 11.73±3.95 | 0.12±0.03 | 0.90±0.23                   |
|            | LVPB | 14.08±2.18 | 1.12±0.20 <sup>1)</sup>   | 11.75±1.85 | 0.21±0.06 | 0.99±0.19                   |
|            | LVPA | 16.08±2.90 | 1.14±0.22 <sup>1,2)</sup> | 13.11±2.53 | 0.27±0.09 | 1.56±0.85                   |
|            | RA   | 11.12±3.09 | 0.34±0.23                 | 9.47±2.76  | 0.21±0.07 | 1.11±0.26                   |
|            | LA   | 13.12±1.91 | 0.43±0.11                 | 11.09±1.71 | 0.20±0.04 | 1.41±0.49                   |
|            | RP*  | 14.34±3.66 | 0.37±0.28                 | 9.70±3.85  | 0.18±0.08 | 4.09±0.92 <sup>1,2,3)</sup> |
|            | LP   | 18.65±2.95 | 0.88±0.27                 | 15.99±3.11 | 0.17±0.05 | 1.61±0.57                   |
| 51 W (n=6) | RVB  | 16.49±1.98 | 1.41±0.50                 | 13.62±1.75 | 0.40±0.12 | 1.06±0.16 <sup>1,2)</sup>   |
|            | RVA  | 15.79±1.38 | 1.08±0.32                 | 13.10±1.20 | 0.25±0.05 | 1.35±0.29 <sup>2)</sup>     |
|            | LVAB | 14.43±1.34 | 1.32±0.37 <sup>1,2)</sup> | 9.91±1.24  | 0.55±0.34 | 2.64±1.23                   |
|            | LVAA | 14.05±1.36 | 2.45±1.00                 | 10.20±1.64 | 0.26±0.05 | 1.14±0.35 <sup>1)</sup>     |
|            | LVPB | 18.14±1.72 | 1.96±0.70                 | 14.01±1.45 | 0.43±0.10 | 1.74±0.07                   |
|            | LVPA | 13.69±1.21 | 1.22±0.44                 | 10.57±1.02 | 0.31±0.05 | 1.59±0.29                   |
|            | RA   | 14.64±1.99 | 0.35±0.13                 | 10.77±1.53 | 0.54±0.19 | 2.98±0.67                   |
|            | LA   | 13.69±1.78 | 0.30±0.09                 | 11.10±1.52 | 0.33±0.05 | 1.97±0.29                   |
|            | RP   | 16.59±1.34 | 0.97±0.35                 | 12.35±0.91 | 0.18±0.06 | 3.10±1.06                   |
|            | LP   | 15.65±1.73 | 0.78±0.32                 | 11.75±1.20 | 0.35±0.08 | 2.76±0.70                   |
| 57 W (n=7) | RVB  | 15.93±1.87 | 1.55±0.29 <sup>1,2)</sup> | 12.38±2.04 | 0.29±0.05 | 1.71±0.20                   |
|            | RVA  | 16.64±2.47 | 1.34±0.31                 | 13.30±2.21 | 0.29±0.05 | 1.71±0.40                   |
|            | LVAB | 13.70±1.49 | 1.83±0.44 <sup>1,2)</sup> | 10.21±1.48 | 0.24±0.03 | 1.42±0.32                   |
|            | LVAA | 17.35±1.23 | 1.76±0.31 <sup>1,2)</sup> | 13.09±1.39 | 0.36±0.05 | 2.14±0.35                   |
|            | LVPB | 15.89±1.33 | 1.33±0.26 <sup>1,2)</sup> | 12.14±1.51 | 0.36±0.05 | 2.06±0.42                   |
|            | LVPA | 15.86±1.95 | 1.70±0.28 <sup>1,2)</sup> | 11.77±1.95 | 0.32±0.07 | 2.08±0.26                   |
|            | RA   | 16.59±2.23 | 0.36±0.10                 | 12.90±1.96 | 0.42±0.08 | 2.90±0.95                   |
|            | LA   | 12.27±2.22 | 0.37±0.07                 | 10.27±2.27 | 0.24±0.04 | 1.38±0.28                   |
|            | RP   | 16.38±2.09 | 1.43±0.50                 | 12.30±1.82 | 0.25±0.05 | 2.40±0.59                   |
|            | LP   | 14.72±2.12 | 1.20±0.35 <sup>1,2)</sup> | 11.65±1.89 | 0.31±0.10 | 1.56±0.41                   |

The values are given as means±SEM.

1) Significantly different from RA (p<0.05), 2) Significantly different from LA (p<0.05), 3) Significantly different from LP (p<0.05), 4) Significantly different from LVAA & LVPB (p<0.05), 5) Significantly different from LVAA & LP (p<0.05). n : Number of animals (+ : 5 W : RP (n=4), 24 W : RVB (n=5), RP (n=3)). Abbreviations are the same as in Fig.1.

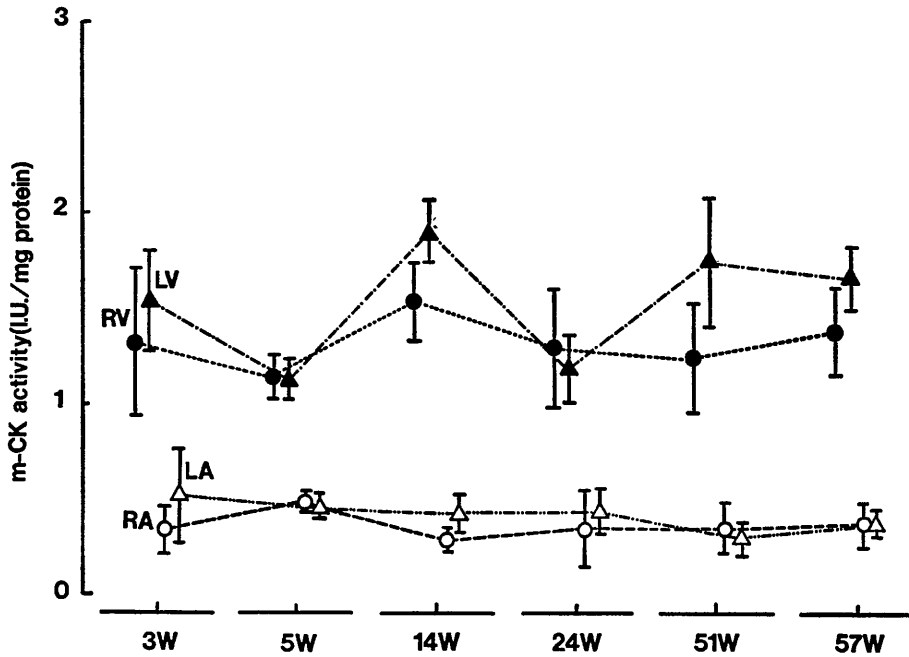


Fig. 2. Activities of m-CK of the ventricular and atrial muscles of rats of various ages. The values are given as means  $\pm$  SEM. See text for details. RV : right ventricle, LV : left ventricle, RA : right atrium, LA : left atrium.

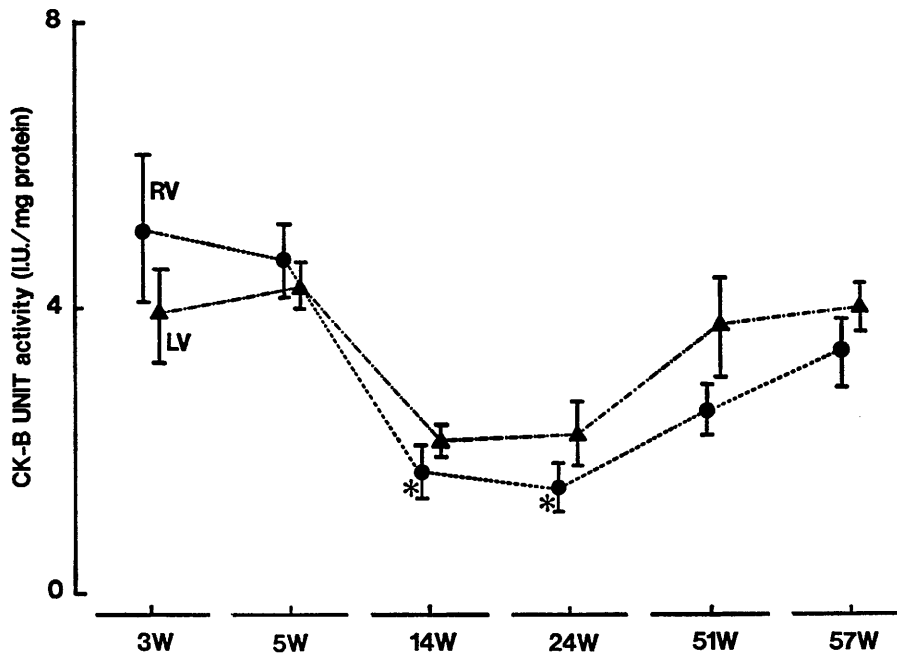


Fig. 3. Activities of creatine kinase (CK) B-unit in the ventricular muscle of rats of various ages. The values are given as means  $\pm$  SEM. \* Significantly different from 5-week-old rats (5 w) ( $P < 0.05$ ). See text for details. RV : right ventricle, LV : left ventricle.

5週齢では、RA および LA に対して RVB, RVA, LVAA, LVAB, LVPB, LVPA がそれぞれ有意に高値を示した ( $p < 0.05$ ). CK-MB

活性値では14週齢においてのみ部位間に有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められ、RA に対して RVA, LVAB, LVPB, LVPA が、LA に対して RP

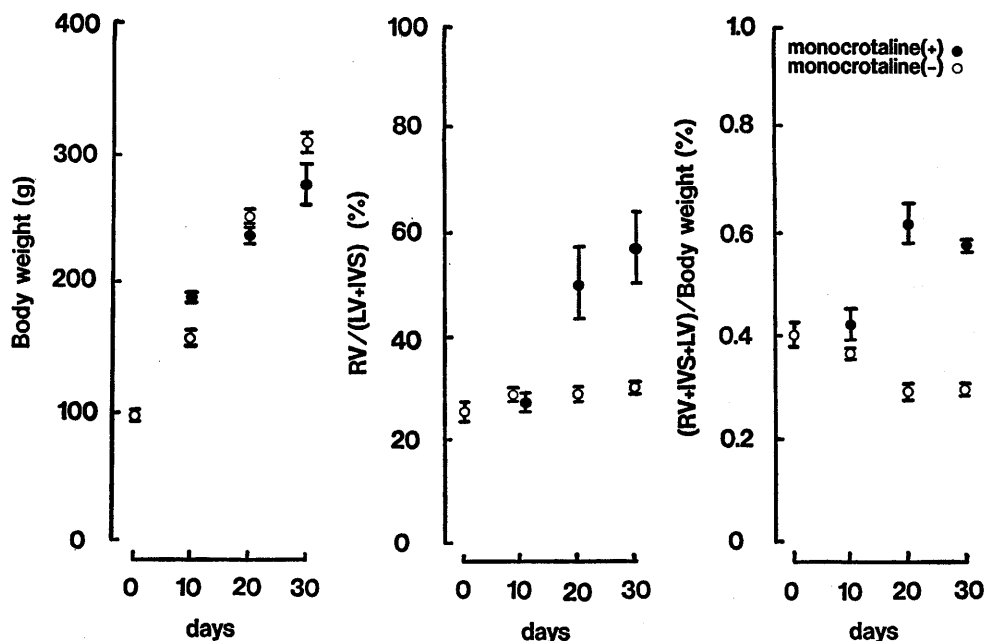


Fig. 4. Effects of monocrotaline on the body weight and heart muscles. The values are given as means  $\pm$  SEM. RV : right ventricle, LV : left ventricle, IVS : intraventricular septum.

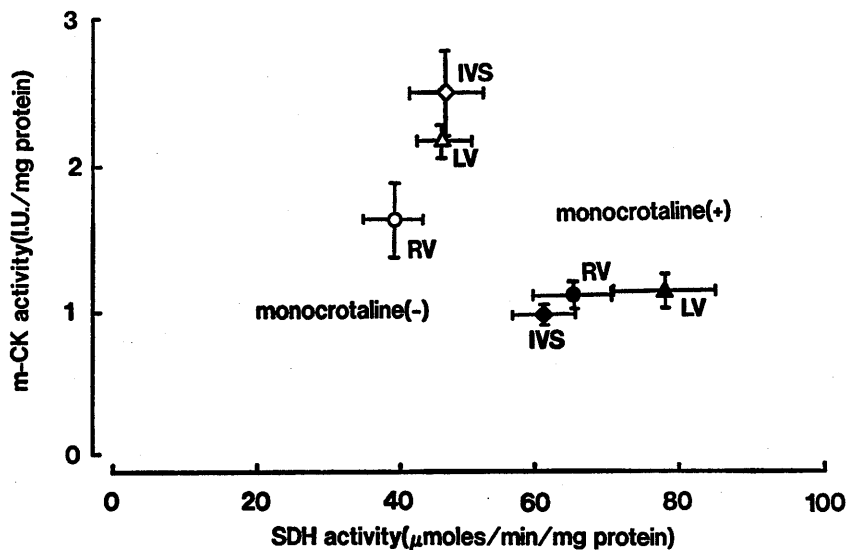


Fig. 5. Correlation of activities of m-CK and succinate dehydrogenase (SDH) from heart muscles treated with monocrotaline. The values are given as means  $\pm$  SEM. Abbreviations are the same as Fig. 4.

が高値を示した。CK-BB 活性値は、3週齢で RA に対して RVB, LVAB, LVPB, 5週齢では RA に対して RVB, LVAB, LVPB, LVPB および左乳頭筋(LP)が、LA に対して RVA, LVPB, RP, LP に対して RP が、LVAA と LVPB に対して RVA がそれぞれ有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。さらに、CK-BB 活性値では24週齢で RP が RA, LA, LVAA, LP に対して、51週齢で RA に対して RVB, LVAA が、LA に対して RVB, RVA が有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。以上より、心筋各部位における CK isoenzyme 構成は、機能的に異なる左右の心室筋および左右の心房筋との間に顕著な差が認められることが示唆された。加齢により各 isoenzyme 活性値の変動は m-CK および CK-BB において顕著に認められたが、総 CK, CK-MM および CK-MB 活性値には明らかな変動は観察されなかった。

### B. CK-B unit

CK-BB および CK-MB 活性は、CK-M subunit 合成に対する CK-B subunit 合成の比率により決定される<sup>7)</sup>ことから、本研究では B-subunit 活性の変動について検討した (Fig. 3)。左心室 (LVBA+LVAA+LVBP+LVAP) および右心室 (RVB+RVA) の間には有意な差は認められないが、3週齢および5週齢では右室が左室に比して高値を示したが、14週以降では逆に、左室が右室に比して高い傾向を示した。CK-B unit は両心室共に14および24週齢で低下し、51および57週齢では活性値が上昇する傾向が認められた。右室で認められた14および24週齢における CK-B unit の値は、3および5週齢の活性値に比して有意に低いものであった。しかしながら、左室における変動は統計学的に有意なものではなかった。

### C. 心不全モデル

モノクロタリン投与により体重の増加が抑制される傾向が認められた。右心室湿重量の (左心室湿重量+中隔壁湿重量) に対する割合は、時間経過と共にM群においてのみ上昇が認められ、右心室肥大が生じていることが示唆され

た。心室筋湿重量の体重に対する割合においてもC群では加齢に伴い減少する傾向を示したが、M群では逆に上昇する傾向を示した (Fig. 4)。モノクロタリン投与後1ヶ月における総 CK 活性値は、C群で  $17.66 \pm 4.21$  I.U./mg protein, M群で  $13.79 \pm 2.94$  I.U./mg protein (mean  $\pm$  SEM) と総 CK 活性値の低下が認められた。右心室、左心室および心室中隔壁における m-CK 活性値と SDH 活性値の関係を Fig. 5 に示した。モノクロタリン投与により m-CK 活性値は有意な低下および SDH 活性値の上昇傾向が認められた。左右の心室および心室中隔壁において統計学的に有意な差は認められなかった。しかし、C群においては m-CK 活性値、SDH 活性値共に右心室に比して左心室が高値を示す傾向にあったが、モノクロタリン投与により左右心室の m-CK 活性値に差は認められなくなった。

## IV. 考 察

総 CK 活性値は、骨格筋において速い収縮に必要な突然のエネルギー要求に応え得る筋細胞内のエネルギー貯蔵能を示していると考えられている<sup>32)</sup>。一方、心筋組織における総 CK 活性値は動物種間に差異が認められ、総 CK 活性値、CK-MB 活性値および PCr 含有量はエネルギー消費量あるいは心拍数に反比例することが報告されている<sup>16)</sup>。本研究において総 CK 活性値に加齢による明らかな変化は認められなかったことは、加齢に伴う心筋におけるエナジेटクスすなわち心筋に懸かる物理的な負担度 (エネルギー要求量) に対する心筋の機能的容量の比に大きな変化は生じなかったためと考えられる。本稿では示していないが、8週齢において総 CK 活性値の顕著な増加が生じることを認めた。このことは、ラットにおける8週齢は性成熟期であり、この時期に心筋代謝に大きな変動が生じている<sup>1,22,25)</sup> ことを示唆するものであると考えている。また、モノクロタリン投与により総 CK 活性値の低下が認められた。モノクロタリンは肺の毛細血管床を破壊することによ

り、右心室圧が上昇し右室肥大を生じさせ、さらに肺におけるガス交換率が低下し、全身的な hypoxia におちいり心不全に至ると考えられている<sup>11,18)</sup>。本研究でもM群では典型的な右室肥大と腹水の貯留が認められ心不全状態であったことが推察される。心筋において CK isoenzyme 構成は、CK-MM がおよそ70%、CK-MB が5%、CK-BB が15%および m-CK が20%であり、総 CK 活性値の変動はその主たる isoenzyme である CK-MM 活性値に左右される。CK-MM は筋原線維に結合し、ミオシン ATPase 活性と密接な関係にある<sup>2,20)</sup>ことから、総 CK 活性値は心不全における心臓の活動水準の低下に伴い減少したものと考えられる。このような総 CK 活性値の低下は、持久性トレーニングを负荷した骨格筋にも認められる<sup>32,42)</sup>が、そのメカニズムは依然として不明である。Yamashita & Yoshioka<sup>44)</sup> は総 CK 活性値の低下は解糖系の鍵酵素である phosphofructokinase (PFK) 活性値の低下を伴うことから、解糖系機能との密接な関係を示唆している。

m-CK はミトコンドリア内膜外側に結合し<sup>9,30)</sup>、酸化の磷酸化によって生成される ATP と共役して細胞質中に高エネルギーリン酸基を放出する機能を有しており、ミトコンドリアの酸素消費量は m-CK を介して制御されている<sup>34,35)</sup>。m-CK 活性は citrate synthase 活性との正の相関関係にあり<sup>34)</sup>、組織の酸化の代謝能力の指標になり得る。本研究の結果では、心室筋および心房筋共に m-CK 活性値は左側が高値を示す傾向にあり、また心房筋に比して心室筋で高い m-CK 活性値が認められたことから、左心室および左心房筋は右心室および右心房筋に比して、さらに心房筋は心室筋に比して酸化的能力に優れていることが示唆される。心室筋では加齢に伴い m-CK 活性値は大きく変動することが観察され、この変動は左心室に顕著であった。左心室における全身に血液を送り出すポンプとしての機能を遂行するための物理的な需要量と容量とのバランスが変化し、この変化をミトコンドリアにおけるエネルギー産生量を増加

することにより対応しているのだろう。また、心筋各部位における m-CK 活性値は報告されているラット骨格筋の値<sup>42,43)</sup>に比しておおよそ3倍の値であることから、心筋は骨格筋に比べ酸化的能力に富んだ組織であることが推察された。一方、心不全状態ではこの m-CK 活性値は低下することが報告されており<sup>15,19)</sup>、本研究の結果と一致する。m-CK と同様にミトコンドリアに存在する SDH 活性は逆に上昇する傾向が認められた。このことは、hypoxia によりミトコンドリアにおける ATP 産生系酵素の合成が促進されるが、モノクロタリンの薬理作用によりクレアチンあるいは PCr 含有量が著しく低入し、ATP 輸送系である m-CK の機能が失われることによるかもしれない。また、クレアチンは心筋蛋白合成において重要であることも報告されている<sup>18)</sup>。このようなミトコンドリアの脱機能化が心不全発生の一因とも考えられる。さらに、この m-CK 活性値の低下と SDH 活性値の上昇は心筋全般に生じていることから、心不全における心機能の低下は心筋全般に生じる現象であることを示唆するものであると考えられる。

心臓においては、発生学的に早期に発現する B-unit を含む CK-MB が他の組織に比して多く存在する<sup>10)</sup>。B-unit は、高血圧症などのような慢性的な過負荷状態あるいは心筋梗塞症などの虚血性心疾患においても増加する<sup>14,31,33)</sup>。また CK-MB および CK-BB 活性の上昇は、筋細胞の崩壊・再生過程においても認められる<sup>27)</sup>。これら CK-MB および CK-BB 活性の増加は、CK-B unit 合成の増加によるものである<sup>7)</sup>。CK-MB および CK-BB は、CK-MM に比して局所血流低下による細胞内環境の変化に対して優れた適応性を有している<sup>28,40)</sup>。すなわち血流分布の不均衡状態では、筋肉の代謝状態が鋭敏に変化することが考えられ、明らかな冠動脈の狭窄が認められなくとも、B-unit 活性の増加が引き起こされることが考えられる。本研究の結果では、B-unit 活性は3および5週齢では右心室が左心室に比して高値を示したも

の、他の週齢において左心室が高い値を示した。心筋細胞の代謝および収縮特性は出生直後1週の間に着しく発達し<sup>12)</sup>、生後3週齢から8週齢にかけて蛋白合成ならびにミトコンドリアの酸化酵素が増加することが報告されている<sup>1)</sup>、<sup>22)</sup>。さらに、性成熟期を前後に骨格筋において収縮特性あるいは代謝特性など様々な変化が生じる<sup>4,5,8,23)</sup>ことから、左右心室筋の機能的役割にも大きな変化が生じる可能性を示唆するものであると考えられる。また、加齢によりB-unit活性は一旦低下し、再び上昇することが認められたが、3および5週齢におけるB-unit合成と性成熟後のB-unit合成のメカニズムの差異によるものと考えられる。すなわち、性成熟以前は発達過程における細胞のターンオーバーがB-unit合成を促進し、性成熟後は血圧上昇などによる細胞外刺激に対する心筋細胞の適応現象であるのかも知れない。

心室筋の基部、自由壁、心尖部の3部位間における総CK活性およびCK isoenzyme構成に明らかな差は認められなかった。モノクロタリン投与による心不全における総CKおよびm-CK活性の低下ならびにSDH活性の上昇もまた心筋全般に認められた。このことは心室筋は1つの単位として機能し、そのエネルギー代謝も心室筋全体として挙動することを示していると考えられる。臨床場面において心筋バイオプシーより得られる心室筋の部分標本のCK isoenzymeをはじめとする様々な分析結果により、心室筋全体の機能および代謝を適切に評価することができるであろう。

## V. 結 論

本研究は、3週齢から57週齢のWistar系雄性ラットを用いて、加齢および実験的心不全に伴う心筋細胞内エネルギー代謝の変動をCKとそのisoenzyme構成により検討・評価し、以下に示す知見を得た。

1) 心室筋、心房筋および乳頭筋において総CK活性値ならびにCK isoenzyme構成に差が認められた。しかし、心室筋の基部、自由壁、

心尖部の3部位間に総CK活性値ならびにCK isoenzyme構成に明らかな差異は観察されなかった。

2) 心室筋と心房筋におけるCK isoenzyme構成は大きく異なるものであった。

3) 心室筋におけるCK-B unit活性値は、5週齢で最高値を示し、24週齢にかけて大幅な活性値の低下を示し、その後加齢に伴って漸増する傾向にあった。

4) 実験的心不全により、m-CK活性値の低下とSDH活性値の上昇が認められた。

以上のことから、CK isoenzyme構成は心筋各部位における機能的特徴を反映し、心筋代謝の指標としてCK isoenzyme構成の有用性が示された。また、加齢に伴う心筋細胞のエネルギー代謝は性成熟期を境に大きく変換することが示唆された。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導を賜りました聖マリアンナ医科大学第二生理学教室吉岡利忠主任教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、始終直接御指導いただきました山下勝正先生に深謝いたします。また、御協力、御援助をいただいた第二生理学教室教室員の方々に感謝致します。また、生理学教室に於ける実験的研究の機会を賜りました聖マリアンナ医科大学第二内科学教室須階二郎主任教授および村山正博教授に感謝申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) Abo Zeit-Har, S. A. & Drabota, Z. (1975) The development of mitochondrial oxidative enzymes in rat heart muscle. *Physiol. Bohemoslov.* **24**, 289-296
- 2) Bessman, P. J., Yang, W. C. T., Geiger, P. J. & Erickson-Viitanen, S. (1980) Intimate coupling of creatine phosphokinase and myofibrillar adenosinetriphosphatase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **96**, 1414-1420
- 3) Bessman, S. P. & Geiger, P. J. (1981) Transport of energy in muscle: The phosphorylcreatine shuttle. *Science* **211**, 448-452
- 4) Close, R. (1964) Dynamic properties of fast and slow skeletal muscles of the rat during development. *J. Physiol.* **173**, 74-95
- 5) Close, R. I. (1972) Dynamic properties of mammalian skeletal muscles. *Physiol. Rev.* **52**, 129-197
- 6) Cooperstein, S. J., Lazarow, A. & Kurfess, N. J.

- (1950) A microspectrophotometric method for the determination of succinic dehydrogenase. *J. Biol. Chem.* **186**, 129-139
- 7) Fontanet, H. L., Trask, R. V., Haas, R. C., Strauss, A. W., Abendschein, D. R. & Billadello, J. J. (1991) Regulation of expression of M, B, and mitochondrial creatine kinase mRNAs in the left ventricle after pressure over load in rats. *Circ. Res.* **68**, 1007-1012
  - 8) Garlick, P. J., Maltin, C. A., Baillie, A. G., Delday, M. I. & Grubb, D. A. (1989) Fiber type composition of nine rat muscles. II. Relationship to protein turnover. *Am. J. Physiol.* **257** (Endocrinol. Metab. 20), E 828-E 832
  - 9) Gellerich, F. & Saks, V. A. (1982) Control of heart mitochondrial oxygen consumption by creatine kinase: The importance of enzyme localization. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **105**, 1473-1481
  - 10) Hall, N. & DeLuca, M. (1975) Developmental changes in creatine phosphokinase isoenzymes in neonatal mouse hearts. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **66**, 988-994
  - 11) Hayashi, Y., Hussa, J. F. & Lalich, J. J. (1967) Cor pulmonale in rats. *Labo. Invest.* **16**, 875-881
  - 12) Hoerter, J. A., Kuznetsov, A. & Ventura-Clapier, R. (1991) Functional development of the creatine kinase system in perinatal rabbit heart. *Circ. Res.* **69**, 665-676
  - 13) Ingwall, J. S. (1976) Role of creatine in the regulation of cardiac protein synthesis. *J. Cell Biol.* **68**, 159-163
  - 14) Ingwall, J. S. (1984) The hypertrophied myocardium accumulates the MB-creatine kinase isozyme. *Eur. Soc. Cardiol.* **5**, 129-139
  - 15) Ingwall, J. S., Kramer, M. F., Fifer, M. A., Lorell, B. H., Shemin, R., Grossman, W. & Allen, P. D. (1985) The creatine kinase system in normal and diseased human myocardium. *N. Engl. J. Med.* **24**, 1050-1054
  - 16) Ingwall, J. S. (1991) Whole-organ enzymology of the creatine kinase system in heart. *Biochem. Soc. Transc.* **19**, 1006-1010
  - 17) Jacobus, W. E. & Saks, V. A. (1982) Creatine kinase of heart mitochondria: changes in its kinetic properties induced by coupling to oxidative phosphorylation. *Arch. Biochem. Biophys.* **219**, 167-178
  - 18) Kajihara, H. (1970) Electron microscopic observations of hypertrophied myocardium of rat produced by injection of monocrotaline. *Acta Path. Jpn.* **20**, 183-206
  - 19) Khuchua, Z. A., Ventura-Clapier, R., Kuznetsov, A. V., Grishin, M. N. & Saks, V. A. (1989) Alterations in the creatine kinase system in the myocardium of cardiomyopathic hamsters. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **165**, 748-757
  - 20) Krause, S. M. & Jacobus, W. E. (1992) Specific enhancement of the cardiac myofibrillar ATPase by bound creatine kinase. *J. Biol. Chem.* **267**, 2480-2486
  - 21) Lang, H. & Wurzburg, U. (1982) Creatine kinase, an enzyme of many forms. *Clin. Chem.* **28**, 1439-1447
  - 22) Lewis, S. E. M., Kelly, F. J. & Goldspink, D. F. (1984) Pre- and post-natal growth and protein turnover in smooth muscle, heart and slow- and fast-twitch skeletal muscles of the rat. *Biochem. J.* **217**, 517-526
  - 23) Maltin, C. A., Delday, M. I., Baillie, A. G. S., Grubb, D. A. & Garlick, P. J. (1989) Fiber-type composition of nine rat muscles. I. Changes during the first year of life. *Am. J. Physiol.* **257** (Endocrinol. Metab. 20), E 823-E 827
  - 24) Mercer, D. W. (1974) Separation of tissue and serum creatine kinase isoenzymes by ion-exchange column chromatography. *Clin. Chem.* **20**, 36-40
  - 25) Nagai, T., Kobayashi, K., Harada, K., Iwagaki, S. & Sakai, T. (1979) Changes in lipid composition in developing myocardial muscle. *Jikeikai Med. J.* **26**, 201-207
  - 26) Neumeier, D. (1981) Tissue specific and subcellular distribution of creatine kinase isoenzymes. In: Lang, H. *Creatine kinase isoenzymes*, Springer Verlag, New York, 1439-1447
  - 27) Sadeh, M., Stern, L. Z., Czyzewski, K., Finley, P. R. & Russell, D. H. (1984) Alterations in creatine kinase, ornithine decarboxylase and transglutaminase during muscle regeneration. *Life Sci.* **34**, 483-488
  - 28) Popovich, B. K., Sayen, R. & Dillmann, W. H. (1991) Insulin responsiveness of CK-M and CK-B mRNA in the diabetic rat heart. *Am. J. Physiol.* **261** (Endocrinol. Metab. 24), E 377-E 381
  - 29) Saks, V. A., Chernousova, G. B., Smirnov, V. N. & Chazov, E. I. (1974) Study of energy transport mechanism in myocardial cells. *Circ. Res.* **34** & **35** Suppl. III, 138-149
  - 30) Scholte, H. R., Weijers, P. J. & Wit-Peeters, E. M. (1973) The localization of mitochondrial creatine kinase, and its use for the determination of the sidedness of submitochondrial particles. *Biochim. Biophys. Acta* **291**, 764-773
  - 31) Sharkey, S. W., Elspeger, K. J., Murakami, M. & Apple, F. S. (1989) Canine myocardial creatine kinase isoenzyme response to coronary artery occlusion. *Am. J. Physiol.* **256** (Heart

- Circ. Physiol. 25), H 508-H 514
- 32) 清水邦明, 藤谷博人, 山田幸宏, 山下勝正, 吉岡利忠 (1991) 持久性運動負荷による骨格筋クレアチンキナーゼの変動ならびにその細胞内局在の特徴. 聖マリアンナ医大誌 **19**, 43-49
  - 33) Smith, S. H., Kramer, M. F., Reis, H., Bishop, S. P. & Ingwall, J. S. (1990) Regional changes in creatine kinase and myocyte size in hypertensive and nonhypertensive cardiac hyperirrophy. Circ. Res. **67**, 1334-1344
  - 34) Sylven, C., Jansson, E., Kallner, A. & Book, K. (1984) Human creatine kinase isoenzymes and logistics of energy distribution. Scand. J. Clin. Lab. Invest. **44**, 611-615
  - 35) Sylven, C., Lin, L., Kallner, A., Sotonyi, P., Somogyi, E. & Jansson, E. (1991) Dynamics of creatine kinase shuttle enzymes in the human heart. Eur. J. Clin. Invest. **21**, 350-354
  - 36) Veksler, V. I., Murat, I. & Ventura-Clapier, R. (1991) Creatine kinase and mechanical and mitochondrial functions in hereditary and diabetic cardiomyopathies. Can. J. Physiol. Pharmacol. **69**, 852-858
  - 37) Wallimann, T., Schnyder, T., Schlegel, J., Wyss, M., Wegmann, G., Rossi, A. M., Hemmer, W., Eppenberger, H. M. & Quest, A. F. G. (1989) Subcellular compartmentation of creatine kinase isoenzymes, regulation of CK and octameric structure of mitochondrial CK: important aspects of the phosphoryl-creatine circuit. In: Paul, R. J., Elzinga, G. & Yamada, K. Progress in Clinical and Biological Research Vol. 315, Muscle Energetics, Alan R. Liss, Inc., New York, 159-176
  - 38) Wallimann, T., Wyss, M., Brdiczka, D., Nicolay, K. & Eppenberger, H. M. (1992) Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis. Biochem. J. **281**, 21-40
  - 39) Weselac, R. J. & Jacobs, H. K. (1983) Separation of cytoplasmic and mitochondrial isoenzymes of creatine kinase by hydrophobic interaction chromatography. Clin. Chim. Acta **134**, 357-361
  - 40) Witteveen, S. A. G. J., Sobel, B. E. & DeLuca, M. (1974) Kinetic properties of the isoenzymes of human creatine phosphokinase. Proc. Natl. Acad. Sci. USA **71**, 1384-1387
  - 41) Wong, P. C. P. & Smith, A. F. (1976) Biochemical differences between the MB and MM isoenzymes of creatine kinase. Clin. Chim. Acta **68**, 147-158
  - 42) 山下勝正, 吉岡利忠, 渡辺雅之 (1990) トレーニングによるラット骨格筋および心室筋 creatine kinase isoenzyme composition の変動. 体力科学 **39**, 189-197
  - 43) Yamashita, K. & Yoshioka, T. (1991) Profiles of creatine kinase isoenzyme compositions in single muscle fibres of different types. J. Muscle Res. Cell Motility **12**, 37-44
  - 44) Yamashita, K. & Yoshioka, T. (1992) Activities of creatine kinase isoenzymes in single skeletal muscle fibres of trained and untrained rats. Pflüger Arch. (in press)

## 第14回生理学コンピュータ研究会

日 時：平成4年4月1日(水)

場 所：秋田大学

世話人：土居勝彦，高橋英嗣（山形大，医，第一生理）

### 1. MSX パソコンを用いた Pulse generator の試作

佐藤茂基，筒井泉雄（生理研，生体膜）

電気生理学実験に不可欠な装置の1つとしてパルスジェネレータがある。市販のパルスジェネレータは一部のコンピュータコントロール型の任意波形発生器を除き，ほとんどがデジタル IC の組み合わせでできていて融通性に欠けている。また，コンピュータコントロール型も多くは GPIB や RS 232 C 制御型であり，相応の宿主コンピュータやオプションボードを必要とする。今回は市販品としては最も廉価な部類のコンピュータの1つである，MSX パソコンを用いていわゆる Walter Stumer 型のパルス発生器を作成した。D/A コンバータとして12ビット D/A である DAC 80 (デitel)を用い，回路をパターン化して MSX の拡張スロットに直接スロットインする型のボードを制作した。プログラムは MSX-C で書かれていて，若干の手直しで PC 98 上でも動作可能である。

静止電位，保持電位，最終クランプ電位，脱分極の割合を入力することによって，任意のステップパルスプロトコルを発生させることができる仕様となっている。パルスの最小幅は割り込みを禁止すると最小 24 $\mu$ 秒まで制御可能で，生理実験に用いるのに十分な条件を備えている（基板パターン無償配布）。

### 2. Lab Master AD/DA ボードを用いたパッチクランプ用インターフェイスボックスの製作 —いかにリーズナブルな価格でシステムをつくるか—

筒井泉雄，古家喜四夫，佐藤茂基，榎本浩一\*（生理研，生体膜・島根医大，第二生理\*）

いかに安価に生理学実験用のシステムを組み上げるかというのは，生理学を志す弱者にとって常に重要な問題の1つである。

今回はパッチクランプ用ソフト pCLAMP (AXON 社：日本総代理店：インターメディカル) の導入にともない，データ取込みに必要とされる，AD/DA ボードとコンピュータ間のインターフェースを作成したので，それについて報告する。pCLAMP を使用するに

は AD/DA ボード (Lab Master AD/DA ボード：Scientific Solution 社) とボードを IBM クローンとつなぐためのインターフェースが必要である。AXON 社から AD/DA ボードを含んだインターフェースとして TL-1 シリーズが出されているが，実際に用いられている Lab Master AD/DA ボードの約2.5倍の価格が設定されている。また，IBM クローン用のマザーボードから 100 本近い平行線を引き出して TL-1 に接続しなければならない。このうち半数の50本はグランド及び実際のデータ取り込みには使用されていない線である。今回は必要な信号線を IBM クローン内部でプリント基板を用いてエンコードし50本とし，取り込みインターフェースボックスの所で再びコネクタの信号線に合わせてデコードし，IBM クローンから引き出すコードを50芯のフラットケーブル1本とすることができた。結果としてほぼ BNC の価格+ $\alpha$  程度で AD/DA を含めたインターフェースボックスを完成することができた。pCLAMP ソフト，Lab Master DA/AD ボード，安価な IBM-AT クローン (386 SX, 16 MHz 等) を直接輸入業者より購入し，インターフェースボックスを自作することにより，装置全体で市価の1/3~1/4程度でシステムを作成することができた ('92/4 現在)。ソフトとして DAGAN 社のソフトを用いるか，又は Public Domain のソフト等を使用すればもう少し安価にシステムを構築することも可能である (インターフェース基板用パターン無償配布)。

### 3. Whole-Cell Clamp 電流の自動計測，解析プログラム

榎本浩一（島根医大，生理）

ニューロンの電気活動の計測と電流分析では，膜電位のステップ変化またはランプ変化に伴う電流の大きさの計測を行うことになる。計測のプロトコルは各研究者でほとんど同一と考えられるが，ソフトウェアは各研究者が自作していたのが現状であった。筆者も NEC と A/D (カノープスアナログプロ)，D/A (アドテック) の組み合わせで動作する膜電位のステップ変化，電流計測，I/V プロットのソフトを開発した。このソ

フトはフリーウェアとして提供できる。

最近 IBMPC-AT クローンの国内価格が正常化したので、筆者の装置も PC-AT 互換コンピューターとラボマスター (ボードのみ) を使用したシステムに変更途上にある。DOS/V で今までのデータ (ワープロ、実験データ) をそのまま移行可能、しかもアメリカ製の市販計測ソフトが使用でき、費用も NEC を使うシステムより安価にすませられる。

#### 4. Macintosh による赤血球変形能の測定 一輪郭抽出の自動化の試み一

山西茂喜, 立石憲彦, 鈴木洋司, 前田信治(愛媛大, 医, 第二生理)

赤血球に外力が加わったときの変形現象は微小な血管における通過や血液粘度に影響するため、赤血球の変形能を測定することは循環動態を研究する上で重要である。私達は赤血球の変形能をレオスコープによって測定している。これまでレオスコープで捕えた画像はカメラで写真に撮り、焼き付けた後、デジタイザーで読み取っていた。これを今回、Macintosh を用いて、ビデオで画像をとらえるとともに赤血球変形能の測定を半自動化することを試みた。

レオスコープでえられた赤血球の変形像をビデオカメラで撮り、画像取り込みボード (24STV, RasterOps) を通じて Macintosh へ取り込んだ。赤血球の輪郭は新たに開発したソフトウェアで抽出した。赤血球辺縁の1点と赤血球外の1点を指定し、両者の平均濃度の点を赤血球内外の境界点とする。その点から反時計回りに同じ濃度の点を検出し、赤血球の輪郭を抽出した。そして、赤血球の最大縦径と横径を計算し、出力する。出力結果は表計算のソフトウェアにて処理をおこなった。

Macintosh はデータ形式が統一されているため、他のソフトウェアとのデータの互換が容易である。そのため開発するプログラムは必要最小限のもので良くなった。また、開発したプログラムのユーザーインターフェースの統一が取れたものとなった。

#### 5. マイクロコンピュータによるヘモグロビン酸素平衡データの実時間収集と解析

今井清博 (阪大, 医, 第一生理)

筆者達が開発したヘモグロビン酸素平衡曲線自動記録装置では、酸素分圧をクラーク型酸素電極で、また、酸素飽和度を分光光度計で吸光度変化として、それぞ

れ検出して、X-Y 記録器上に連続曲線として記録する。従来は、この曲線から両軸の値を目で読みとり、キーボード入力を経てコンピュータによる解析を行っていた。

今回、この装置に NEC 社製マイクロコンピュータ PC-98 XA を接続し、データの実時間収集並びにそれに続く一切の解析を行うためのオンラインシステムを開発した。インターフェースの 12-bit A/D 変換器の内、CH1 を吸光度信号の、CH2 と CH3 とを酸素分圧信号の取り込みに用いている。ダイナミックレンジの広い酸素分圧信号 (0.01~760 mmHg) をカバーするため、2つの CH を低レンジ用と高レンジ用にソフト的に切り換えている。曲線一本当たりの観測点の数は約60である。スクリーンの上で、曲線の上端と下端を二次関数で外挿して、吸光度変化を酸素飽和度に変換する。平衡曲線に Adair の式を非線形最小二乗法でフィットさせて、四段階平衡定数や他のパラメータの値を求める。結果を Hill plot などで表示する。プログラムは MS-DOS 上の BASIC で書き、コンパイルして処理速度の向上を計った。

#### 6. 単離心筋細胞内局所酸素レベルのデジタルイメージング

高橋英嗣, 土居勝彦 (山形大, 医, 第一生理)

細胞内の酸素分圧は一樣ではなく、酸素消費部位であるミトコンドリア近傍で大幅に低下している可能性がある (例えば Jones, 1986)。今回は、ラットより分離した単一心筋細胞を用い、ミオグロビンを酸素プローブとした顕微分光法をビデオ強化顕微鏡 (VEM) システムに適用することで、このような細胞内酸素レベル不均一性の画像化を試みた。光源 (メタルハライドランプ) からの光を、光導管によりステッピングモーターで回転するターゲットに取り付けた干渉フィルタ (中心波長 415 nm および 435 nm) に導き 2 種の単色光を得た。試料を透過し細胞質ミオグロビンの酸素化状態に応じた吸光を受けた光を VEM システム (C2400, 浜松ホトニクス) で光電変換した後、フレームバッファ (SuperCVI, カノーブス) を介しコンピュータに取りこみ、それぞれの波長での透過光強度と酸化ならびに還元ミオグロビンの分子吸光係数から、ミオグロビン酸素飽和度を各ピクセル毎計算し、疑似カラー表示した。今後本システムを用い低酸素あるいは虚血状態における細胞内酸素分圧分布を調べたい。

## 7. $V_m$ と $[Ca^{++}]_i$ の同時測定

伊藤憲一, 宮川博義, 井上貴文, 加藤宏司(山形大, 医, 第二生理)

本システムは, 単一神経細胞の細胞内カルシウム濃度と膜電位を, 同時に計測するために設計された装置である。脳薄切標本を, 正立顕微鏡のステージに固定し, ガラス電極で Ca 蛍光指示薬の注入と膜電位の記録を行う。カルシウムの測定には, 顕微鏡にマウントされた微弱光の検出が可能なランダムアクセスカメラ(浜松フォト)を用いる。膜電位と Ca 蛍光データは, 一つのコンピュータに取り込まれ処理され, 記録媒体に保持される。従って, シナプス入力などによる速い膜電位変化に伴うカルシウムの変化を追跡することができる。また, カルシウムの静止状態(刺激前)での濃度を計算するために, 波長が 380 nm と 360 nm の励起光に切り換えて測光する。このように, ミリ秒のオーダーの変化と, 分のオーダーの変化を同時に記録できることはシナプスの可塑性などの長期的変化をモニターする必要がある系には, 有効な手段であると思われる。さらに膜電位の記録方式として動的メモリー割付を行っているので, 高速 A/D 変換で 20~30 秒間記録できる。以上このシステムは, 汎用性よりも専用性指向のシステムで, 目的を限定すればその効果が充分期待できる。

## 8. 顕微鏡像 Z 軸データの連続取り込み

小原正裕, 寺川 進(生理研, 機能協関)

内分泌細胞や外分泌細胞内の分泌顆粒の動きを測定するために, 光学的なスライス像が得られる微分干渉顕微鏡を利用し, その Z 軸方向の顆粒の運動情報を得ることを試みた。

測定システムは, 顕微鏡のフォーカシング軸にロータリーエンコーダを取り付け, そのパルス数をカウンター回路で計数すると同時に回転方向の検出信号を複製し, それらの信号を入出力ボードを介してパソコンに送る。パソコン内では, 作成したソフトによりパルス数と回転方向の信号から, パルスの増減コントロールと軌跡を求める処理を行い, 結果を GPIB 制御された画像処理装置に転送する。これらにより, 細胞の画像に重ねて, パルス数と顆粒運動の軌跡をモニター画面上に連続的に表示させるようにした。

今回のシステムにより, 今まで測定が不可能であった顆粒の Z 軸方向の追跡がリアルタイムで可能となり, またその応用として, 細胞の厚さの測定や観察面

の高さの記録が可能となった。

## 9. 高速フーリエ変換法による蛋白質リン酸化モチーフの分析

高橋 敬, 池尾一穂\*(島根医大, 第一生理・国立遺伝研, 集団遺伝\*)

一般に蛋白質の性質はそのアミノ酸残基の持つ疎水性と親水性を指標にしたハイドロパシーによって表現できる。3次構造を2次的にイメージングするもので抗原決定基の予測などに広く用いられている。演者らは線溶酵素の一種であるウロキナーゼ(uPA; プラスミノゲン活性化因子)とその受容体の分子細胞生物学的な検討を行っている。癌細胞表面 uPA は2種類の酵素によりセリンとチロシンがリン酸化されその表面での生理学的なモジュレーションに関与している事が分かってきた。uPA は複数ドメイン構造からなり, N-末端からそれぞれグロースファクター様(G), クリングル(K), プロテアーゼ(P)ドメインと呼ぶ。P はプロ酵素を活性化し, 細胞外マトリックスを分解する。G は受容体に結合しシグナル伝達を介して細胞増殖を促進する。G と K を含む N-末端(ATF)の性質はリン酸化により大きく変化する事が予測されるのでハイドロパシーのシミュレーションを行なった。得られたパターンは波動として近似し高速フーリエ変換プログラムにより分析した。その結果振動発信器類似構造を想定可能な3本の特異的な周波数スペクトラムが得られた。そのうち1本はリン酸化チロシンに特異的であり, 1次構造マップと比較するとKによるシグナルに相当した。G はセリンとチロシンのシグナルに関連した。この方法はドメイン構造に課せられた機能部位(モチーフ)の探索に有効であると考えられる。

## 10. 膜輸送の熱力学的回路

今井雄介(大阪医大, 第一生理)

パソコンの最近の発展でいかに複雑な計算も高速で行えるようになってきた。さて我々は生物という複雑なシステムを研究しているが, このときコンピュータを使つてのシミュレーションは有効である。しかし上皮膜輸送という現象一つを取り上げてみてもコンピュータ以前に, 複雑システムの理論的取り扱いの可能性を検討する必要がある。複雑システムをモデル化する手段として回路網熱力学の結合枝グラフ法がある。今回は結合枝グラフで膜輸送系がいかにモデル化でき, コンピュータ上でどのようにシミュレート出来るかを

報告した。この方法は複雑システムの理論的取り扱いの一典型例となる。まず複雑なシステムを概念的に細分化してゆき、局所の各種の熱力学的パワー過程に細分する。パワー過程は無効となるパワー散逸、有効なパワー蓄積、パワー変換と外部からのパワー流入として素子で表現する。これら素子群を用いて膜および溶液区画の各々を再構成してモジュールを作る。モジュールの組み合わせで上皮膜輸送モデルを作り上げる。結合枝グラフで出来たモデルからは連立微分方程式が導出でき、シミュレーション可能となる。素子過程から組み上げていくこの手段を取れば、化学反応を含むような非常に複雑な熱力学的システムのモデル化にも拡張することができる。

### 11. 生体リズムのモデリング

中尾光之, 山本光璋 (東北大, 工, 生体情報工学)

これまで生体リズムの研究においては、実験とモデル化が協調的に行われ多くの成果がもたらされてきた。ここでは、ヒトの睡眠-覚醒リズムのモデルについて概観するとともに、我々が睡眠の体温調節機能に着目して構成したモデルについても言及した。これまでに提案されたモデルは大きく分けて(1)睡眠-覚醒におけるリズムの側面を重視して構成された結合振動子系によるもの(2)睡眠-覚醒の恒常性機能に着目して構成されたものがある。我々はこれら2つの側面を自然に結合したモデルを実際の神経生理学的な知見を基に提案した。これは2つのサーカディアン振動子と睡眠調節機能を有する温度感受性ニューロンを主な構成要素としている。計算機シミュレーションによれば、断眠時の体温や眠気のダイナミクスや、レム-ノンレム・サイクルが良好に再現され、モデルとして妥当なものであることが確認された。このモデルはリズム機

構の内部構造に関するいくつかの仮定を含んでおり、それらのリアリティを確認する場としても有効であると思われる。コンピュータがデータ収集装置以外にも、研究者の思考のための道具建てとして有効であることを示した。

### 12. キネジスのシミュレーション —ワラジムシは湿った所を「好む」か?

亀田和夫 (北大, 歯, 生理)

動物がある場所に集まってくる行動について教科書などでは tropism (走性, 向性) だけでなく kinesis (キネジス, 無指向運動性) が原因の場合があるとしている。北海道に多く見られるワラジムシは暗湿所に群がっているが、それは一定の方向性によるのではない、と説明される。かれらの運動性が湿潤な場所では少なく、乾燥地で激しく運動していたものが偶然湿所に入り込むと、そのまま動かなくなって居着く、とするのである。

これは巧妙な説明であるが、実際に全く方向性なくて群がりうるのか? という疑問が起る。そこでシミュレーションを試みた。機種は ATAC-450 で、その内蔵 CRT 上に32個の点をランダムに散らばせ、この点で個体を代表させた。例えば中心からの距離が大きいほど一回の移動量が多いようにプログラムした。同機の打ち出すランダム関数によって移動方向と移動量の変異幅が定められた。

パラメタの取り方によって集合が早く起こる場合と、ほとんど起こらない場合があることが分かった。また内蔵の疑似ランダム関数に規則性がある、使用方法には注意が必要なことがあった。またシミュレーションと実際の動物行動との比較は今後の問題である。

〔会報〕

## 平成4年度第1回日本生理学会教育委員会議事録

日時：平成4年4月2日(木)12:00~13:30

場所：秋田ニューグランドホテル

出席者：富田忠雄(名大), 加藤正道(北大), 佐藤 誠(岩手医大), 入来正躬(山梨医大), 栗原 敏(慈恵医大), 金子章道(慶大), 中野昭一(東海大), 安原基安(関西医大), 松村幹郎(川崎医大), 小坂光男(長崎大), 今永一成(福岡大)

欠席者：小山生子(女子医大), 高田明和(浜松医大), 久野 宗(京大), 榊村純正(鳥根医大)

1. 第69回日本生理学会大会における教育シンポジウム“医学部教育課程の改革と生理学教育”について確認した。

2. 第2回アジア大洋州生理学会議が1994年に上海で開催される。その際、医学教育に関するシンポジウムを計画しているので、日本生理学会からシンポジストを推薦して欲しいとの要請が Rahamimoff 教授 (イスラエル) からあったので、tentative speaker として栗原委員を候補者として推薦した。

3. 新・生理学実習書について入来委員より報告があった。新・生理学実習書は旧版の実習書と同じ程度に売れている。今後も、学生の参考書として積極的に紹介して欲しい旨、富田委員長に総会の際、発言してもらおうこととなった。

4. 生理学実習書 advanced course に関するアンケート調査について、入来委員より説明があった。入

来委員より提出されたアンケート案を検討して手直した。また、調査を早急に実施することになった。調査結果を十分活用するよう佐藤委員より要望があった。

5. 本年度も生理学実験手技に関する講習会を、生理学研究所で開催する予定である旨、富田委員長から報告があった。すでに生理学研究所への申請は採択され、生理学研究所の責任者は山岸教授である。日程の詳細は未定だが、本年8月下旬か9月上旬の予定。

6. 佐藤委員より他大学の医学教育の現状を知ることが必要であるとの発言があり、今後、教育委員会の委員が自校の卒前・卒後教育の現状を紹介し、勉強することになった。

7. 次回の委員会で第70回日本生理学会大会における教育シンポジウムの内容について検討することとした。

〔生理学の広場〕



## XXXIIND CONGRESS OF PHYSIOLOGICAL SCIENCES, GLASGOW

1-6TH AUGUST 1993

### CONGRESS NEWSLETTER - 1

This is the first of a series of newsletters to be issued as the organisation of the 1993 Congress proceeds. It is being circulated to all those involved in the Congress organisation, to editors of Society newsletters and Society secretaries around the world. If you are an editor or secretary please feel free to copy any or all of the material for circulation via your newsletter or other means of distribution. If you wish to translate the material, please do so. In this case, please let the Congress Office have a copy of your translation. We have a particular reason for this request which we hope will become evident to everyone at the Congress.

### The Scientific Programme

#### 1. Symposia

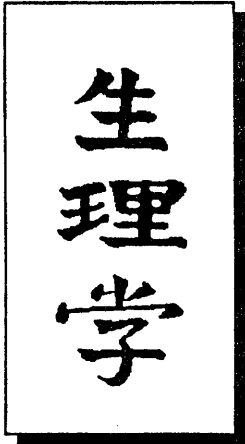
From over 300 suggestions received from all over the world, the International Programme Committee has identified the topics and organisers of over 90 Symposia. These Symposia constitute one major part of the scientific programme. The Symposia are linked into 25 parallel themes with some Symposia common to more than one theme. Individual Symposia vary in length from half-a-day to five days and the speakers and content of each Symposium will be determined by the Symposium organisers as in small specialist meetings.

#### 2. Posters

The **POSTERS** will form a central feature of the Congress, in much the same way as they are featured at meetings like American Neuroscience. The prime space on the Conference Centre site will be allocated to the Posters, with ample facilities nearby for informal discussion (whiteboards, discussion tables, coffee etc.). Some Posters will also be incorporated into the Programme of Symposia. We will be asking everyone who submits a Poster to say to which Symposium their Poster is relevant. In addition to the Symposia you will find listed in the Final Announcement, we also intend to organise some more informal Symposia once the Poster abstracts have been received. These Symposia will attempt to highlight some of the growing points that no Programme Committee can fully anticipate. Poster discussion sessions have been incorporated into some previous Congresses but this is the first time that whole symposia will be planned after the Poster Abstracts have been received. If you want your field to feature, it is in your interests to submit a Poster, even if you do not think that it falls strictly within the field of an advertised Symposium. For the first time therefore, the Posters will in part determine the Symposium Programme.

### The Trade Exhibition

There will be a **TRADE EXHIBITION** placed near the Poster and Coffee areas. We are approaching the makers and distributors of "State of the Art" apparatus, software, books etc. If you are associated with a Company that might have an interest in exhibiting, please contact the Congress Organisers.



### The Congress Book

The Congress Book will be called **"THE LOGIC OF LIFE"** : The Challenge of Integrative Physiology. An international team of authors has been invited to write essays for this volume, which seeks to define the role of Physiological Science at a time when so much information at the molecular and cellular levels needs integrating into our understanding of whole cells, organs, systems, organisms and even species. The book will first be published at the Congress, where it will be distributed free to Members as part of the Registration Package. The title is based on a literal meaning translation (Life-Logic-Study) of the Chinese characters for "Physiology". The calligraphy shown here was done by the Korean artist Kim Hyun-Seung.

### Conference Venues

Since the International Programme Committee met at Glasgow University in July 1991, and expressed the wish that a substantial part of the Congress activity should be sited there, plans have been in hand to hold at least half the parallel Symposia at the University and to provide a shuttle service between this and the main Congress site at the Scottish Exhibition and Conference Centre (SECC). The main poster sessions associated with all Symposia, as well as the Trade Exhibition will be centred at the SECC. The sites are within a mile of each other (less by foot, 1.5 miles by road) so this should not be a problem. Both sites are within two miles of the city centre.

### Social Events

**Congress Dinner:** The organisers hope that the majority of delegates will attend this gala event on Thursday, 5th August. There are plans afoot to extend the catering capacity of the University campus with marquees in the quadrangles as well as using the large halls.

Those Symposia Chairmen who wish a special dinner to be organised for their delegates have been asked to give notice of this in time for the Final Announcement. There are a variety of attractive venues in and around the city for such groups, or for independent outings.

A tour company will offer half-day and whole-day visits to places of scenic, historic and other interest and there will also be pre and post-Congress tours.

The Local Organising Committee will be glad to hear from potential delegates, via the Conference Secretariat (CEP Consultants Limited, 26-28 Albany Street, Edinburgh EH1 3QH), of any special activities or visits which they would like us to assist in arranging.

### Childcare

If there is sufficient demand, care will be provided for infants and children up to 15, for a reasonable charge, by trained personnel in a creche/children's room at the Congress site during working hours.

**Denis Noble, FRS**  
Chairman of the Organising Committee

March 1992

[お知らせ]

## 平成4年度生理学における実験手技に関する研究会

今年度も実験手技の講習会を下記の要領で開催する予定にしています。希望される方は応募して下さい。資格の制限はありません。生理学会員であることが望ましいが、必ずしも必須の条件ではありません。

1. 実施期間：1992年8月25日(火)～27日(木)
2. 実施項目：
  - a. バッチクランプ法(約10名)
  - b. 細胞内  $Ca^{2+}$  光学測定法(約6名)
  - c. ビデオ顕微鏡法と画像処理法(約4名)
  - d. 組織培養法(約4名)
3. 参加費：
 

実習費として5,000円(宿泊費、食費、懇親会費は別)

### 4. 申し込み先：

〒444 岡崎市明大寺町字西郷中38  
 生理学研究所 山岸俊一教授  
 電話 0564-55-7830, F A X 0564-52-7913

申し込みの書式は自由ですが、次の項目を記入して下さい。

- (1) 参加希望項目
- (2) 所属・職・氏名
- (3) 電話(およびF A X)

### 5. 申し込み期間：

6月15日より7月15日まで

(参加者が多数の場合には選考します)

日本生理学会教育委員会

委員長 富田忠雄

## 日本学術振興会王子セミナー募集要項

——平成5年度及び平成6年度開催——

平成4年3月 日本学術振興会

### 1. 趣 旨

「王子セミナー」は王子、十条、本州の3製紙会社が、我が国洋紙製造100年を記念して、学術振興に寄与するため財団法人藤原科学財団に寄与した資金によって、日本学術振興会がその事業を同財団に代って行うことになったものである。

この事業を実施するため、本会は、セミナーの開催を希望する研究者から申請を受け付け、採択を決定したものについて、開催に必要な経費を援助する。

### 2. 応募資格

我が国の大学等学術研究機関に所属する常勤の研究者。

### 3. 対象分野

自然科学の全分野。

### 4. セミナーの要件

対象となるセミナーは、平成5年度(平成5年4月1日から同6年3月31日)又は平成6年度(平成6年4月1日から同7年3月31日)に開催するもので、次の各要件を満たしていること。

- (1) セミナーは、学問的に水準の高いものとし、そのテーマはなるべく基礎的なもので、関連分野の発展の契機となるようなものであること。
- (2) 参加者が、セミナー開催期間中起居を共にすることを原則とし、計画された講演・討論のほか、個人的な討論など自由な雰囲気での学問的交流と人間的接触を深め、永続する協力の基盤を作るようなものであること。
- (3) 参加者は50人程度までとし、外国人研究者が相当数(参加者の5分の1以上)含まれるものであること。なお、アジア諸国からの若い専門研究者の参加並びに国内の優れた研究実績を有する若い専門研究者の参加を奨励する。
- (4) セミナーの開催地は、日本国内であること。
- (5) セミナーの開催に必要な経費は、300万円～1,000万円であること。
- (6) このセミナーの開催のための募金等は行わないものであること。

## 5. 採択予定件数

平成5年度に開催するもの 2件  
平成6年度に開催するもの 1件

## 6. 本会が支給する経費

セミナー開催に直接必要な経費として本会が認めたもので、その費目は次のとおりとする。

### (1) 会議準備費

会議準備費は、セミナー開催の準備のために必要な国内旅費、印刷製本費、通信運搬費、会議費、賃金、消耗品費、雑役務費等とする。

### (2) 国外参加者旅費

国外参加者旅費は、航空費、滞在費及び必要な場合は交通費とし、次の基準により援助することができる。

(ア) セミナー参加を特に要請する者については、旅費全額

(イ) その他の参加者のうち必要な者については、旅費の一部

### (3) 国内参加者旅費

国内参加者旅費は、交通費（出発地から開催地までの往復鉄道賃等）、日当及び宿泊料とし、次の基準により援助することができる。

(ア) セミナー参加を特に要請する者については、旅費全額

(イ) その他の参加者のうち必要な者については、旅費の一部

### (4) 本会合経費

本会合経費は、セミナー開催期間中に必要な組織責任者等旅費、印刷製本費、通信運搬費、会議費、レセプション経費、賃金、消耗品費、雑役務費等とする。

## 7. 申請の方法

王子セミナー開催希望者は、次の書類を所属機関長

を經由して本会に提出すること。

(1) 王子セミナー申請書 原本1部とその写し4部 (A4判使用のこと)

(2) 申請シール

(注)王子セミナー申請書には必ず開催年度を記入すること。

## 8. 申請受付期間

平成4年5月1日～同年5月30日

## 9. 選考及び通知

本会の王子セミナー委員会で審査のうえ、その結果を平成4年9月頃開催責任者ならびに機関長に通知する。

## 10. 組織責任者とその義務

申請が採択された場合は、申請者が組織責任者となる。組織責任者は、セミナーを企画し、運営し、次の事項を処理するとともに本会との連絡に当る。

(1) 実施計画書の提出

(2) 実施報告書及び収支決算報告書の提出（セミナー終了後2カ月以内）

(3) 準備から終了に至るセミナー開催に関するすべての事項

備考：セミナーが北海道苫小牧市で開催される場合には、会議場、宿舍などについて便宜をはかることができる。

### 申請書提出先・連絡先

〒102 東京都千代田区麹町5-3-1 ヤマトビル

日本学術振興会事業課

電話 (03) 3263-1721(代)

セミナーの事前の準備期間の必要性にかんがみ、翌年度開催のセミナーのほか、翌々年度開催予定のセミナーについても申請を受け付けることとしています。

## 千里ライフサイエンス技術講習会 第2回

### 神経科学-(1) 神経細胞内カルシウムの測定法

### (2) mPNA の卵母細胞への注入とその機能発現

日時：平成4年9月3日(木)、4日(金)

場所：大阪大学医学部(大阪府吹田市山田丘2-2)

主催：財団法人 千里ライフサイエンス振興財団  
大阪大学医学部

協賛：株式会社千里ライフサイエンスセンター  
プログラム：

1. 神経細胞内カルシウムの測定法

2. mRNA の卵母細胞への注入とその機能発現

講師：

大阪大学医学部解剖学第2講座

遠山正彌教授(コーディネーター)

木山博資助教授

島田昌一助手

大阪大学医学部付属バイオメディカル

研究教育センター高次神経医学部門

塩坂貞夫助教授

高橋正紀先生

受講料：10,000円

(テキストは別料金(4,000円程度)とさせて頂きます)

定員：30名(申し込み多数の場合、抽選とさせて頂きます)

参加申込締切：1992年6月末日

参加申込方法：①氏名②勤務先、所属、役職名、所在

地、〒、電話、FAX番号を明記の上、葉書またはFAXで下記宛お申し込み下さい。参加費は参加決定後にご請求致します。

申込先：

【平成4年6月まで】

〒565 大阪府豊中市新千里東町1-4-1

阪急千里中央ビル9階

TEL(06)871-5535 FAX(06)871-5530

【平成4年7月から】

〒565 大阪府豊中市新千里東町1-4-2

千里ライフサイエンスセンタービル

TEL(06)873-2001 FAX(06)873-2002

(財)千里ライフサイエンス振興財団

技術講習会係

担当：松尾・江口

## 第7回生体・生理工学シンポジウムの開催と講演募集のお知らせ

主催：計測自動制御学会

企画：生体・生理工学会

協賛(交渉中)：日本ME学会、電子情報通信学会、電気学会、テレビジョン学会、情報処理学会、システム制御学会、バイオメカニズム学会、日本人間工学会、日本ロボット学会、日本機械学会、精密工学会、日本音響学会、日本生物物理学会、神経回路学会、人工知能学会、視聴覚情報研究会(AVIRG)、日本生理学会、日本脳波・筋電図学会、日本神経科学学会、日本体力医学会、日本体育学会、日本生体磁気学会

生体の優れた機能は様々なレベルのシステムの巧妙な働きに支えられている。こうした機能を解明するには生理学、生物学的なアプローチだけではなく、計測・制御・情報工学のあらゆる手法を駆使して知識の欠落部分をうめ、システムとしての働きを解き明かす工学的なアプローチが有望視されている。あわせてその成果を応用し、工学にインパクトを与えることへの期待も大きい。本シンポジウムはこれらの角度からの優れた研究成果を集め、生体機能の基礎科学および応用について議論する場を作ることを目指している。今回は

次のテーマに関する演題を募集する。

1. 生体・神経システムの非線形解析
2. 神経系における時間情報処理
3. 視聴覚系の情報処理
4. 明るさ・色知覚の神経機構
5. 神経細胞の機能モデルと生理
6. 神経回路網の自己形成・自己増殖・自己組織
7. ニューラルネットによる生体機能の内部表現
8. 生体リズムゆらぎとその機能的意義
9. 生体システムの制御・呼吸・循環系
10. 生体情報の計測と解析
11. 能の活動源推定／解析
12. 感覚と人工センサ
13. リハビリテーション生理工学
14. 仮想現実と生体システム
15. 運動の中枢制御メカニズム

期日：平成4年11月26日(木)、27日(金)、28日(土)

会場：豊橋技術科学大学

〒441 愛知県豊橋市天伯町字雲雀ヶ丘1-1

電話(0532)47-0111

演題申込：右の申込用紙に必要事項を記入し、査読用論文要旨A4一枚を添えて下記へお送り下

さい。

- 1) 講演の採否はプログラム委員会にお任せ下さい。
- 2) 発表者の1人は主催または協賛団体の会員であることが必要です。
- 3) 講演時間を確保するため、同一グループによる類似の発表はご遠慮下さい。
- 4) 申し込まれた題目、発表者（連名者を含む）の変更はご遠慮下さい。

申込締切：平成4年6月30日(火)必着

採択通知：平成4年8月20日(木)プログラム委員会で査読後、採否を決定致します。

講演時間：討論を含め20～30分程度を予定しております。

す（プログラム決定次第ご連絡致します）。

論文原稿：A4、4頁または6頁を選択（そのままオフセット印刷致します）。書式は採択通知と共にお送り致します。

原稿締切：平成4年9月30日(水)必着

参加費：主催、協賛学会員 8,000円(論文集を含む)  
 会員外 10,000円(論文集を含む)  
 学生 2,000円(論文集なし)

論文集：5,000円(校費支払可能)

懇親会：11月27日(金)ホリディ・イン豊橋 3,000円

申込先：〒113 東京都文京区本郷1-35-28-303

(社)計測自動制御学会

電話 (03) 3814-4121

## 日本医師会医学賞・日本医師会医学研究助成

### 1. 日本医師会医学賞

- (1) 1名当り 300万円
- (2) 基礎医学部門・社会医学部門・臨床医学部門を通じ計3名におくられる。
- (3) 貴機関からの推薦数は各部門各1名以内

### 2. 日本医師会医学研究助成費

- (1) 1件当り 150万円
- (2) 基礎医学部門・社会医学部門・臨床医学部門を通じ計15件におくられる。
- (3) 貴機関からの推薦数は各部門を通じ3件以内

### 3. 注意事項

- (1) 締切 平成4年7月7日(本会必着)
- (2) 推薦書は黒インク・黒ボールペン(青インク・青ボールペン不可)又はワープロでご記入ください。
- (3) 推薦書の「部門」欄には「基礎」「社会」「臨床」のいずれか(研究機関にて所属されている部門)をご記入下さい。

(4) 被推薦者は日本医師会会員であることが条件です。所属医師会を必ずご記入下さい。

(5) 推薦書の「研究内容」の欄は、推薦者の立場でお書き下さい。

(6) 「医学賞」候補には業績をあらわす主要文献を必ず添付するほか、外国におけるその方面の研究についての文献名一覧(10点程度)をご添付ください。

(7) 推薦者は、全国医科大学長・大学医学部長、日本医学会分科会長、関係研究機関長(別紙参照)に限ります。推薦書の「推薦者」欄には必ずいずれかの所属長名をご記入ください。

(8) 推薦書送付先

〒113 東京都文京区本駒込2-28-16

日本医師会生涯教育課宛

◎封筒のオモテに「医学賞」もしくは「助成費」推薦書在中と朱筆ください。

## 財団法人 日産科学振興財団研究助成

### 助成の対象

#### I. 研究の内容

対象とする範囲は、主として例示あるいは類似する分野について、基礎研究および応用研究に助成します。とりわけ、課題1～3については、広く人文科学、

社会科学の分野を含めた先駆的・独創的ならびに学際的な研究を期待しております。

1. 人間と機器との係わりに関する研究  
(重点助成課題)

機器やシステムは、人間に多くの利便を与えている

反面、特に疎外感をもたらし、リスクを伴うこともある。これらを人間になじみやすく安全なものにするためには、人間の特性や機能の本質的な理解を起点とした学際的な研究が極めて重要である。

- 1—a マン・マシン・インターフェイスにおける人間の心理学・生理学的基礎ならびに応用的な研究
- 1—b 高密度社会における機器やシステムの人間生活への影響に関する研究
- 1—c 身障者、高齢者などの運動・感覚・思考機能の支援など福祉・健康工学的な研究

## 2. 資源・エネルギーに関する研究

資源・エネルギーの有限性はもとより、地球的規模での問題へと進展しているが、地域の自然や社会の状況に適した小規模な技術の開発や、人間生活を視野にいたしたアプローチが国際的にも重要である。このような視点から廃棄物のリサイクルや無公害化、代替資源・ソフトエネルギーの開発とその利用等に関する研究を期待する。

## 3. 自然環境および都市環境に関する研究

自然環境の破壊が急速に進展し、生態系に著しい変化と影響を及ぼし、他方、人口の過半数が都市に集中し、人間活動のあり方が問われている。これらの課題を踏まえて、人間と共存する自然環境の分析と評価および持続的利用のための環境保全、ならびに人間—自然系のあり方を総合的に把握し、人間環境、特に都市環境の解析と改善に関する研究を期待する。

## 4. 新しい機能材料の研究

先端技術の成否が特殊な機能を持つ材料によって左右される場合も少なくない。例えば、耐熱高強度材料、特殊な機能を持つ電子材料、生体類似機能を持つ材料などである。一方、環境の保全やリサイクルなど環境に適合しやすい材料も求められている。従来に比して極めて優れているか、あるいは特殊な機能を持つ新材料創製のための基礎的な研究を期待する。

## 5. 生命現象に関する研究

バイオサイエンスは主に微生物およびバイオ細胞を使って急速に進展してきたが、細胞レベルだけでなく動物の行動や知覚に関する個体レベルの研究へ進展している。その中で特に生命の仕組みや生体情報など高等生物なかんづく人間のバイオサイエンスに関する基礎的ないしその応用に関する研究を期待する。

## II. 研究の種別

助成の対象となる研究は、その内容により一般研究(A)、一般研究(B)、奨励研究の三つに区分しています。なお、一般研究(A)、一般研究(B)については、若手・中堅の研究者の積極的な応募を歓迎します。

### ◆一般研究(A)

総合研究として、学術的・社会的意義が高く、先駆的でいくつかの専門領域にわたる学際的共同グループ研究に助成します。

研究期間は原則として2～3年ですが、テーマによっては4年になることも認めます。

### ◆一般研究(B)

大きな発展の可能性を内蔵する課題の前段階的な研究  
(次頁へ続く)

## 研究助成要約

| 研究の種別        | 一般研究助成                                                                                           |                                            | 奨励研究助成                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
|              | (A)                                                                                              | (B)                                        |                         |
| 研究の性格        | 研究が長期にわたる学際的グループ研究(共同研究に限る)                                                                      | 大きな発展の可能性を内蔵する課題の前段階的研究あるいは短期間の研究(共同研究に限る) | 若手研究者による萌芽的・独創的研究(個人研究) |
| 1件当りの助成金額    | 1,500万円限度                                                                                        | 300万円限度                                    | 200万円限度                 |
| 助成金の総額(採択件数) | 約12,500万円(10件程度)                                                                                 | 約4,000万円(15件程度)                            | 約5,500万円(35件程度)         |
| 助成金の支払期間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成5年度(5/4～6/3)を助成第1年度とする。</li> <li>・助成期間2～3年*</li> </ul> | 平成5年度に交付<br>助成期間1年*                        | 同左<br>助成期間1年            |

\* 助成期間にかかわらず研究期間は研究の種別の説明を参照のこと。

究、あるいは比較的短期間に研究の成果が期待できる共同研究に助成します。前者の場合は研究成果によって一般研究(A)による継続助成も考慮します。

研究期間は原則として1年ですが、テーマによっては2年になることも認めます。

#### ◆奨励研究

若手の研究者（概ね35歳以下）が自から計画した研究課題を推進する有望な個人研究に助成します。特に、博士号取得後の研究基盤確立のための支援を重視します。

研究期間は1年。

※同種のテーマで学術研究費または他の財団の研究助成金などに申請している方(共同研究者としても)は、重複申請はできるだけご遠慮下さい。とくに理由がある場合は申請書にその状況を明記して下さい。

※申請者が営利を目的としている機関に所属している場合は、助成の対象となりません。

### Ⅲ. 研究の態様について

#### ◆共同研究

専門を異にする代表研究者と共同研究者（含む外国人）が、緊密な連携のもとに行われる研究を期待します。

特に一般研究(A)については同一研究室だけの共同研究は除きます。

#### 応募要領

##### ◆申請方法

当財団指定の各学会・協会経由（推薦）を必要としますので、申請書はそれらの学・協会宛に提出願います。なお、資料の請求は裏面を参照下さい。

※課題1～3に関して、人文・社会科学領域の研究で応募したい場合は、別途事務局まで相談下さい。

##### ◆推薦の枠

一般研究(A)、(B)については、各々2件以内計4件の推薦を各学・協会にお願いしております。

奨励研究については、各学・協会とも原則として申請のあった全件の推薦をお願いしております。

##### ◆締切日

学会・協会から当財団への推薦締切は平成4年8月31日(月)です。各学・協会の受付締切は、これより1～2ヶ月以上早いところもあるようです。詳しくは各学・協会へ直接早目に問い合わせください。

#### 選考

当財団の選考委員会において厳正に選考の上、平成5年2月開催予定の理事会で正式に決定します。また

その結果は、各学・協会を通して速やかに連絡いたします。

応募書類は返却いたしませんので、予めご承知おきください。

#### ◆申請用紙

申請用紙は郵送料相当分の郵便切手を同封のうえ当財団研究助成係宛ご請求下さい。

(一般研究用、奨励研究用を明記のこと)

| 部 数 | 普通郵便    | 速達郵便    |
|-----|---------|---------|
| 1   | 1 7 5 円 | 3 8 5 円 |
| 2～3 | 2 5 0 円 | 4 6 0 円 |
| 4～6 | 3 6 0 円 | 6 7 0 円 |

#### 助成金の費目

助成金は当該研究に必要な設備、備品費、消耗品費、旅費、謝金、その他に分れております。

- 設備・備品費……研究に必要な機器(装置)器具、備品等の費用。  
なお、汎用的な機器類などはご遠慮下さい。
  - 消耗品費……試験・実験に用いる各種材料、部品、薬品類などの費用。
  - 旅 費……研究のために必要な出張費(交通費、宿泊費、雑費)。
  - 謝 金……研究のために臨時に雇った人の費用(試験、実験、観測、採取、記録、整理などの謝金)あるいは研究に関する業務の一部を委託した場合の費用。
  - そ の 他……上記以外に必要なとされる費用。  
主なものとしては、会議費(借室料)、調査資料代、機械・設備などの借料、通信費、その他諸雑費。
- 次の費用は助成金の対象となりません。
- 研究室の運営管理に必要な費用。
  - 研究の成果の発表を目的として行う報告書の刊行、シンポジウム等の開催費用。

#### 資料請求・問い合わせ先

財団法人 日産科学振興財団研究助成係  
〒104 東京都中央区銀座6-17-2 木挽館  
T E L (03)3543-5597(代表)  
F A X (03)3543-5598

## 「生物リズム研究会」会員登録と第9回研究会開催のお知らせ

昭和59年に発足しました「生物リズム研究会」は本年度より会費制を導入して、新たな発展を期する事になりました。現在、会員の再登録と新規会員の募集を行っております。年会費は2,000円です。詳細につきましては事務局へお問い合わせ下さい。

第9回生物リズム研究会を下記の要領で開催致します。

- 会 期：平成4年9月25日(金)午後から  
平成4年9月26日(土)全日  
会 場：日本都市センター  
東京都千代田区平河町2-4-1

会 長：高橋康郎

(東京都神経科学総合研究所)

尚、25日(金)は、第7回臨床時間生物学研究会との共催でシンポジウム「体内時計と光」(仮題)が行われます。

生物リズム研究会事務局

中島秀明

〒770 岡山市津島中3-1-1

岡山大学理学部生物学教室

T E L 0862-52-1111(420)

## 国際シンポジウム ライフサイエンスの進展とこれからの健康

—千里ライフサイエンスセンタービル竣工記念—

- 会 期：平成4年10月15日(木)～16日(金)  
会 場：千里ライフサイエンスセンタービル・ライ  
フホール (地下鉄御堂筋線千里中央駅前)  
(大阪府豊中市新千里東町1-4-2  
T E L 06(873)2001)

主 催：(財)千里ライフサイエンス振興財団  
後 援：(株)千里ライフサイエンスセンター  
プログラム：

10月15日(木)10:00～

- 招待講演 「日本におけるバイオメディカルサイ  
エンス進展の歴史的背景と今後の国際的  
役割」  
石坂公成  
(ラホヤ・アレルギー免疫研究所所長)
- 招待講演 「未定」  
利根川 進  
(マサチューセッツ工科大学教授)  
—昼 食—
- 招待講演 「心と行動の脳機構の解明に向けて」  
伊藤正男  
(理研・国際フロンティア研究システ  
ムシステム長)
- 招待講演 「遺伝子工学の臨床的応用」  
高久史磨  
(国立病院医療センター院長)

- 招待講演 「循環器病の予防について」  
尾前照雄  
(国立循環器病センター総長)  
—レセプション—  
10月16日(金)9:00～
- 招待講演 「発癌研究の歴史と展望」  
花房秀三郎  
(ロックフェラー大学教授)
- 招待講演 「プリオン病の分子生物学」  
チャールズ・ワイスマン  
(チューリッヒ大学教授)
- 招待講演 「医学の進歩とクオリティオブライフ」  
柳田邦男  
(評論家)

《公用語 日本語・英語：一部同時通訳》

参加方法・参加費：

|                      |         |
|----------------------|---------|
| 大学、官公庁               | 25,000円 |
| 主催・後援団体会員、賛助会員       | 30,000円 |
| 一般                   | 45,000円 |
| 学生                   | 15,000円 |
| (講演要旨集、レセプション費、税を含む) |         |

申込締切：9月30日(水)、定員(440名)になり次第

申込方法：①氏名②勤務先・所属・役職名・所在地  
(〒・電話・FAX番号)③振込予定日を明  
記の上、FAX(又は書書)で下記宛お申込

み下さい。参加費は、お申込み後三和銀行・本店・普通 No. 1811008・国際シンポジウム事務局へお振り込み下さい。ご入金確認後領収書兼参加証をご送付致します。

申込・問合せ先：(財)千里ライフサイエンス振興財団・国際シンポジウム事務局

【平成4年6月30日まで】

〒565 豊中市新千里東町1-4-1

阪急千里中央ビル9階

TEL 06(871)5535

FAX 06(871)5530

【平成4年7月1日以降】

〒565 豊中市新千里東町1-4-2

千里ライフサイエンスセンタービル8階

TEL 06(873)2001

FAX 06(873)2002

## 山田科学振興財団 1993年度長期間派遣援助申込要項

### 援助の趣旨

本財団は、自然科学の基礎的分野における重要かつ独創的な研究に従事する研究者を国外に派遣し、学識を交換して学術の国際交流を促し、又研究を共ににして相互に研究の学際的あるいは国際的進展を図る等のために、高度の研究活動を実施しつつある新進研究者若干名を、協同研究への直接参加を主目的として、長期間(通例6ヵ月～1ヵ年間)派遣するための渡航費、滞在中の国内旅費、滞在費等の援助を行います。

### 援助金額

イ. 本年度の総額：短期間派遣援助と併せて4,500万円の子定

ロ. 使 途：渡航費、滞在中の国内旅費、滞在費

### 申込手続

イ. 所定の用紙又はその写しに必要事項を記入して下さい。

ロ. 直接指導者又は所属機関長による本申込及び本研究に対する評価又は推薦の文書

ハ. 派遣中の具体的な研究計画書及びそれを本人が英、独或は仏訳したもの

ニ. 受入先の発行した招聘状及び受入受諾を確認する約定書

ホ. 派遣先と交わした申込者又はこれに代る人からの往復書信等の連絡文書

ヘ. 研究報告のリスト

ト. イ～ヘ. はおのおの3部(オリジナル1部、写し2部)ずつご送付願います。

### 記載上の注意

イ. 紙面不足のときは、同型同大の別紙で追加して

下さい。

ロ. 外国人名は、フルネームを活字体で書き、読み方をフリガナで示して下さい。邦人名にはフリガナを付けて下さい。

### 申込期限

1992年11月30日(1993年4月1日～1994年3月31日に出発予定の方)

### 選考方法

選考委員によって選考の上、理事会が決定します。

### 選考結果の通知

申込者に宛てて通知します。

### 援助金の贈呈

申込者に宛てて適時贈呈します。

### 申込書送付先及び連絡先

財団法人 山田科学振興財団

(Yamada Science Foundation)

〒544 大阪市生野区巽西1丁目8番1号

電話 大阪(06)757局3311(代表)

### 付 記

イ. 援助金の使途を変更するときには、予め本財団の承諾を得て下さい。

ロ. 申込者には、援助による成果について報告書を提出して頂きます。

ハ. 成果について刊行する場合には、本財団の援助による旨書き添え、その別刷1部をお送り下さい。

ニ. ご提出頂いた申込書は返却致しません。

## 山田科学振興財団 1993年度短期間来日援助申込要項

### 援助の趣旨

本財団は、自然科学の基礎的分野における重要かつ独創的な研究に従事し、高度の研究業績を持つ在外の研究者が、学識を交換して学術の国際交流を促し、又研究を共にして、相互に研究の学際的あるいは国際的進展を図る等を目的として、短期間(通例3カ月以内)来日するための援助を行います。

但し、単に学会・集会のみ参加を目的とするものは除きます。

### 援助金

- イ. 本年度の総額：1,500万円の予定
- ロ. 使 途：渡航費、滞在中の国内旅費、滞在費

### 申込手続

- イ. 所定の用紙又はその写しに必要事項を記入して下さい。
- ロ. 招聘状、推薦書、連絡の往復書信、申込者及び来日者の業績一覧表、その他申込者に於て補足説明を要すると判断される場合は、その説明書を添付して下さい。
- ハ. イ. ロ. 共おのおの3部ずつご送付願います。

### 記載上の注意

- イ. 紙面不足のときは、同型同大の別紙で追加して下さい。
- ロ. 外国人名は、フルネームを活字体で書き、読み方をフリガナで示して下さい。邦人名にはフリ

ガナを付けて下さい。

### 申込期限

1992年11月30日  
(1993年4月1日～1994年3月31日に来日予定の方)

### 選考方法

選考委員によって選考の上、理事会が決定します。

### 選考結果の通知

申込者に宛てて通知します。

### 援助金の贈呈

申込者に宛てて適時贈呈します。

### 申込書送付先及び連絡先

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

### 付 記

- イ. 援助金の使途を変更するときには、予め本財団の承諾を得て下さい。
- ロ. 申込者及び来日者には、援助による成果について報告書を提出して頂きます。
- ハ. 成果について刊行する場合には、本財団の援助による旨書き添え、その別刷1部をお送り下さい。

## 山田科学振興財団 1993年度研究援助候補推薦要項

### 援助の趣旨及び内容

1. 本財団は、自然科学の基礎的研究に対して研究費の援助を致します。実用指向研究は援助の対象としません。
2. 援助額は1件当たり300～700万円、総額6,000万円、援助総件数は10件程度ですが、学会からの推薦及び本財団関係者からの個人推薦の中から選考致します。
3. 援助金を給与に充てることは出来ませんが、他の使途は自由です。
4. 援助金の使用期間は、贈呈した年度及びその次の年度の計2年間とします。

### 推薦方法

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

### 記載上の注意

- イ. 紙面不足のときには、同型同大の別紙で追加して下さい。
- ロ. 代表研究者は、所属のある場合、当該所属の長

から本援助の申込をすることについての承諾を得て下さい。

#### 推薦締切期日

本財団に推薦書が到着する締切期日は1993年3月31日です。

#### 選考方法

選考委員会において選考の上、理事会が決定します。

#### 選考結果の通知

1993年7月迄に推薦者及び代表研究者等に宛てて通知します。

#### 援助金の贈呈

選考結果の通知後適時贈呈致します。

#### 推薦書送付先及び連絡先

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

#### 研究の成果又は会計の報告

援助金の受領者に対して、必要に応じ、研究経過、研究成果、又は会計について報告書の提出又は発表をして頂きます。

#### 付 記

イ. 援助金の用途を変更する場合には、予め本財団の

承諾を得て下さい。

- ロ. 研究成果を文書によって発表される際には、本財団(財団法人山田科学振興財団, Yamada Science Foundation)の援助による旨を記載し、報文の類にあってはその別刷1部、また著書の類にあってはその1部をご寄贈願います。
- ハ. ご提出頂きました推薦書及び添付書類は、お返しいたしません。

#### 研究者各位へ

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

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

## 山田科学振興財団 1992年度短期間派遣援助申込要項

#### 援助の趣旨

本財団は、自然科学の基礎的分野における重要かつ独創的な研究に従事する研究者を国外に派遣し、学識を交換して学術の国際交流を促し、又研究を共にして相互に研究の学際的あるいは国際的進展を図る等のために、高度の研究業績を持つ研究者を、講演、討論等を主目的として、短期間(通例3ヵ月間以内)派遣するための渡航費の援助を行います。

#### 援助金額

- イ. 本年度の総額：長期間派遣援助と併せて4,500万円の予定
- ロ. 使 途：渡航費

#### 申込手続

- イ. 所定の用紙又はその写しに必要事項を記入して下さい。

- ロ. 集会の内容を紹介する文書 例えば、集会のサーキュラー及びプログラム等
- ハ. 講演・発表等の要旨
- ニ. 派遣先と交わした申込者又はこれに代る人からの往復書信等の連絡文書
- ホ. 研究指導者又は所属機関長の推薦書
- ヘ. 最近3カ年間の研究報告リスト
- ト. イ〜ヘ. はおのおの3部(オリジナル1部、写し2部)ずつご送付願います。

#### 記載上の注意

- イ. 紙面不足のときは、同型同大の別紙で追加して下さい。
- ロ. 外国人名は、フルネームを活字体で書き、読み方をフリガナで示して下さい。邦人名にはフリガナを付けて下さい。

**申込期限**

出発予定日より4ヵ月以前の月の15日（例：10月に出発予定の時は6月15日が申込期限に当ります）

**選考方法**

選考委員によって選考の上、理事会が決定します。

**選考果結の通知**

申込者に宛てて通知します。

**援助金の贈呈**

申込者に宛てて適時贈呈します。

**申込書送付先及び連絡先**

財団法人 山田科学振興財団

(Yamada Science Foundation)

〒544 大阪市生野区巽西1丁目8番1号

電話 大阪 (06) 757局3311(代表)

**付 記**

- イ. 援助金の使途を変更するときには、予め本財団の承諾を得てください。
- ロ. 申込者には、援助による成果について報告書を提出して頂きます。
- ハ. 成果について刊行する場合には、本財団の援助による旨書き添え、その別刷1部をお送り下さい。
- ニ. ご提出頂いた申込書は返却致しません。

## 全日本生理学会会員の皆様へ

日本生理学会々員名簿を作成致しますので、本誌4号綴じ込みの用紙に必要事項を書き込み、日本生理学会事務所に送って下さい。

この会員カードの英文の記述はIUPSやFAOPS用に使用されることがあります。

### 書き込みにおける注意事項

1. 用紙の太線枠組の中は必ず記入すること
2. 英文はタイプする
3. 専門分野は必ず新しい専門分野分類表の中より一つだけを選ぶこと  
但し記入欄が狭いので表の右側の略記表示を使用すること
4. 41円切手をお忘れなく
5. 締切期限：平成4年7月10日（用紙は4月号にあります）

### 研究分野分類表

| 研究分野分類                                                                                      | 略記表示   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Cellular & molecular physiology (細胞・分子生理)                                                | 細胞・分子  |
| 2. Transport across cell membrane (膜輸送)                                                     | 膜輸送    |
| 3. Heart & circulation (心臓・循環)                                                              | 心臓・循環  |
| 4. Respiration (呼吸)                                                                         | 呼吸     |
| 5. Blood (血液)                                                                               | 血液     |
| 6. Kidney & body fluids (腎・体液)                                                              | 腎・体液   |
| 7. Gastrointestinal functions (消化・吸収)                                                       | 消化・吸収  |
| 8. Muscle physiology (筋)                                                                    | 筋      |
| 9. Ionic channels & receptors (イオンチャンネル・レセプター)                                              | チャンネル他 |
| 10. Neurons & synaptic functions (ニューロン・シナプス)                                               | シナプス他  |
| 11. Sensory functions (感覚)                                                                  | 感覚     |
| 12. Motor functions (運動機能)                                                                  | 運動     |
| 13. Higher CNS functions (高次中枢機能)                                                           | 高次中枢   |
| 14. Autonomic nervous functions (自律神経)                                                      | 自律神経   |
| 15. Behavior & biological rhythm (行動・生体リズム)                                                 | 行動・リズム |
| 16. Neurochemistry (神経化学)                                                                   | 神経化学   |
| 17. Endocrine glands & hormones (内分泌)                                                       | 内分泌    |
| 18. Reproductive physiology (生殖)                                                            | 生殖     |
| 19. Development, growth & aging (発生・成長・老化)                                                  | 発・成・老  |
| 20. Nutrition, energy metabolism & body temperature (栄養・代謝・体温)                              | 栄・代・温  |
| 21. Exercise physiology (体力)                                                                | 体力     |
| 22. Environmental physiology (環境)                                                           | 環境     |
| 23. Pathophysiology (病態生理)                                                                  | 病態生理   |
| 24. Miscellaneous-modelling & simulation, methodology, history, etc.<br>(その他：モデリング・研究法・歴史等) | その他    |

## 〔編集後記〕

うっとうしい梅雨の季節となりました。会員の皆様には如何お過しでしょうか。

少々刊行が遅れましたが、54巻5号をお手元にお届けいたします。本号には原著1編、生理学コンピューター研究会の学会抄録、生理学の広場には IUPS Newsletter および数多くのお知らせが掲載されています。

先般、お手元にお届けしました本誌54巻4号には、日本生理学会会員名簿を作成するための「名簿作成用会員カード」が綴じ込んであります。締切期限は平成4年7月10日ですのでお忘れなく投函下さるようお願い

致します。カード書き込みの注意事項は54巻4号184頁および本号217頁に掲載されております。

今、編集委員会では総説についてフロッピーによる投稿を検討しています。山口・藤本両先生のご努力によって、実現が可能となってきました。よりよい印刷として仕上げるよう検討を進めたいと考えています。

各研究室からお寄せいただきました生理学論文表題集の原稿の大部分は印刷のため鶴岡印刷へ送りました。

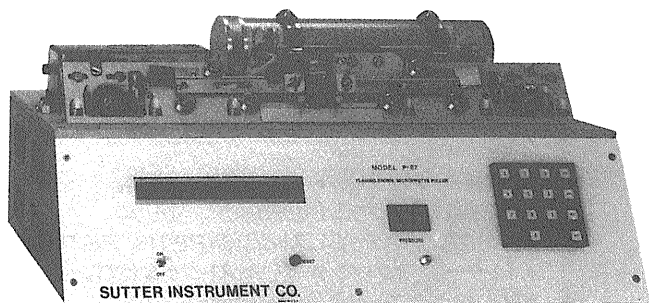
編集委員会では会員の皆様からの原著の投稿をお待ちしています。奮って投稿されることをお願い申し上げます。  
(松井洋一郎)

## — 編 集 委 員 —

|          |         |            |
|----------|---------|------------|
| 酒井敏夫(幹事) | 内野善生    | 松井洋一郎      |
| 野口鉄也     | 野村正彦    | 神田健郎       |
| 藪英世(北海道) | 丹治順(東北) | 本間信治(関東)   |
| 松波謙一(中部) | 藤本守(近畿) | 片岡喜由(中・四国) |
| 有田眞(九州)  |         |            |

# サッター/マイクロピペット・プラー(微細電極作製器)

## P-87

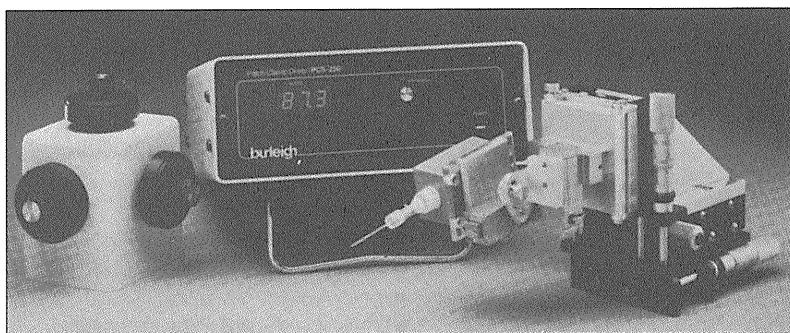


プラーにかけては世界にその名を馳せる  
米国サッター社量産モデルの最高峰です。  
世界の研究者から圧倒的な支持を受ける  
抜群の信頼性は、他の追従を許しません。

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

# バーレイ/パッチクランプ・マイクロポジショニング・システム

## PCS-1000



パッチクランプに不可欠の  
絶対安定性と、数々の専用  
機能を携えて、ついに上陸。

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

サッター社 日本総代理店  
バーレイ社製 PCS-1000型 日本総発売元

 ショーシンEM株式会社

〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1-14  
ショーシンビル2F  
TEL. 0564-54-1231 FAX. 0564-54-3207

バーレイ社 日本総代理店

**MARUBUN CORPORATION**  
 丸文株式会社

第4事業本部 電話 03 (3648) 9318  
営業第2部 FAX 03 (3648) 9398  
南砂事業所 〒136 東京都江東区南砂3-3-4

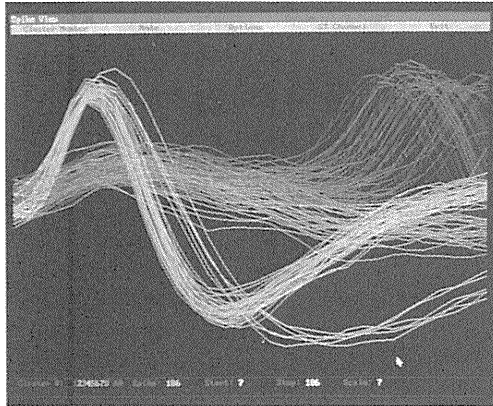
多チャンネル用  
シングルユニット解析システム

# Discovery™

BrainWave社製

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

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

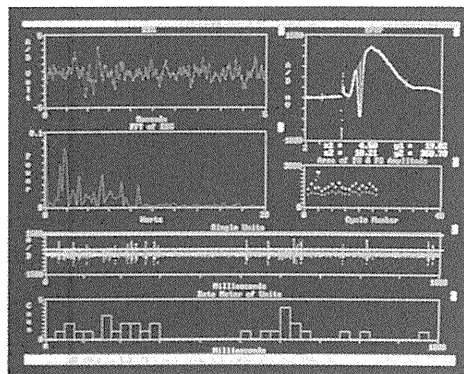


- 各種ヒストグラム、スパイクソート、アベレージング等の解析処理の他に、TTL入出力により外部機器と連動させて測定できます。
- 25種類のスパイクソート・ライブラリーを用意。
- 交叉相関ヒストグラム(XCR)。
- ペリイベント・スティムヒストグラム(PETH、PSTH)。
- インタースパイク・インターバルヒストグラム ISIT。
- ジョイントヒストグラム。
- 各種イベントフラグのメッセージ。
- アベレージ、スパイクソート。
- カットファイル、各種データのASCIIファイルの作成。
- 波形パラメータリストの作成。
- ハードコピーに対応。
- Spike Channelは4ch/EEG、EMG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

脳波及び生体信号記録解析システム(IBM-AT仕様)

# Experimenter's WorkBench™

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



- Peak及びPeak to Peakの検出。
- 刺激誘発反応の解析。
- 周波数解析(FFT)。
- アベレージング、スムージング。
- プロット及びカーブフィッティング。
- イベントディテクション。
- レートメータ、各種ヒストグラム解析。
- 微分、積分、可変エリア値、面積等の波形演算処理。
- タイム及びループコントロール。

〈メインコマンド〉

|         |              |         |
|---------|--------------|---------|
| ACQUIRE | DISPLAY      | ANALYZE |
| RECORD  | STIMULATE    | RESET   |
| TIME    | UP DATE      | TEST    |
| PAUSE   | 他数十種のファンクション |         |

〈応用〉

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

BrainWave社  
日本総代理店



バイオリサーチセンター株式会社

本社：名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX.052(932)6755  
東京：東京都江戸川区東葛西5-1-15(第2頼長ビル403号) ☎03(3878)6471

# 神経科学研究機器



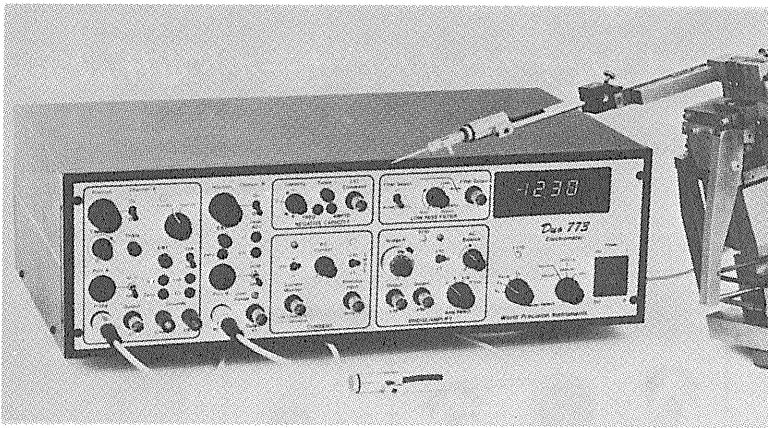
## 〈新製品シリーズ〉 低価格・高性能で新発売

### ■微小電極用増幅器

#### デュアルマイクロプローブシステム Duo 773

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

2本の微小電極を使用して、細胞内の様々な研究ができる画期的な装置です。

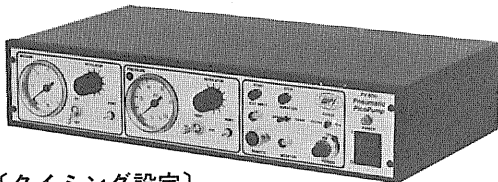


#### 《新機能》

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

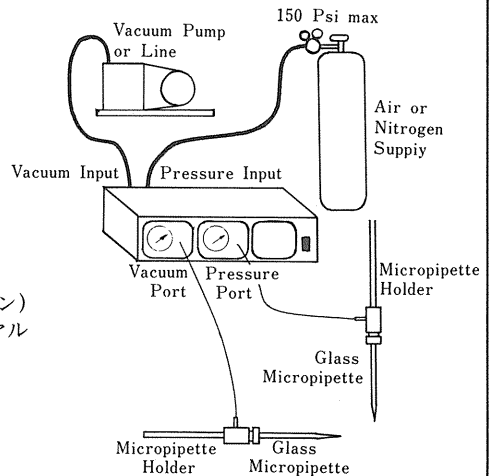
### ■細胞内／細胞外用マイクロインジェクション 気圧式ピコポンプ

#### Pneumatic PicoPump PV-820/PV-800



#### 〔タイミング設定〕

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



## バイオリサーチセンター株式会社

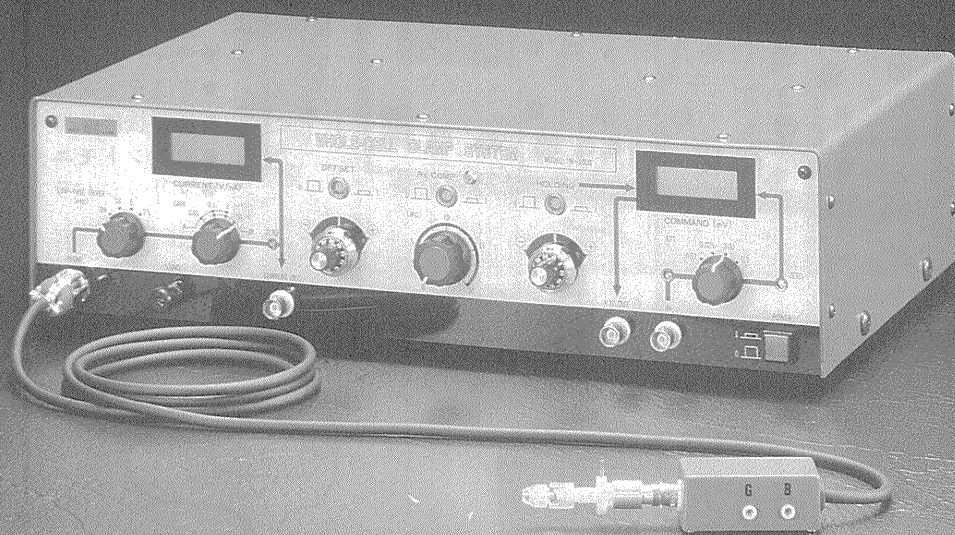
本社 名古屋市東区東桜2-10-21 (錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX 052(932)6755  
東京 東京都江戸川区東葛西5-1-15 (第2 頼長ビル403号) ☎ 03(3878)6471

# Whole-Cell Clamp System

MODEL

TM-1000

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



※2点支持タイプ(メカニカルドリフトフリー)の電極ホルダー標準装備。



株式会社 アクトME研究所

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

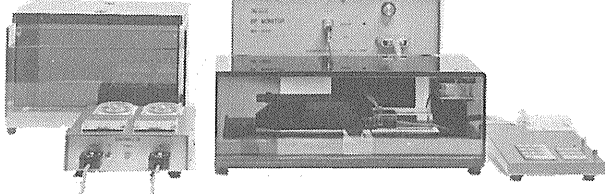
BP MONITOR MK-1000

マウス・ラット用

# 非観血式血圧測定装置

●収縮期血圧/●平均血圧/●拡張期血圧(計算値)/●脈拍数……を測定する

新製品



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

|      |    |     |                 |                 |                    |    |
|------|----|-----|-----------------|-----------------|--------------------|----|
| モード1 | 自動 | 加圧時 | BP <sub>s</sub> | —               | —                  | HR |
| モード2 | 自動 | 減圧時 | BP <sub>s</sub> | —               | —                  | HR |
| モード3 | 手動 |     | BP <sub>s</sub> | —               | —                  | HR |
| モード4 | 自動 | 減圧時 | BP <sub>s</sub> | BP <sub>m</sub> | (BP <sub>d</sub> ) | HR |
| モード5 | 手動 |     | BP <sub>s</sub> | BP <sub>m</sub> | (BP <sub>d</sub> ) | HR |

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

Muromachi

総発売元 室町機械株式会社

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

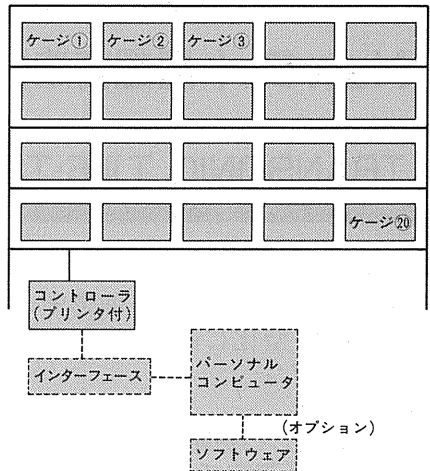
## ホームケージ・アクティビティ システム

### MODEL MK-3000

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

〈主な特長〉

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



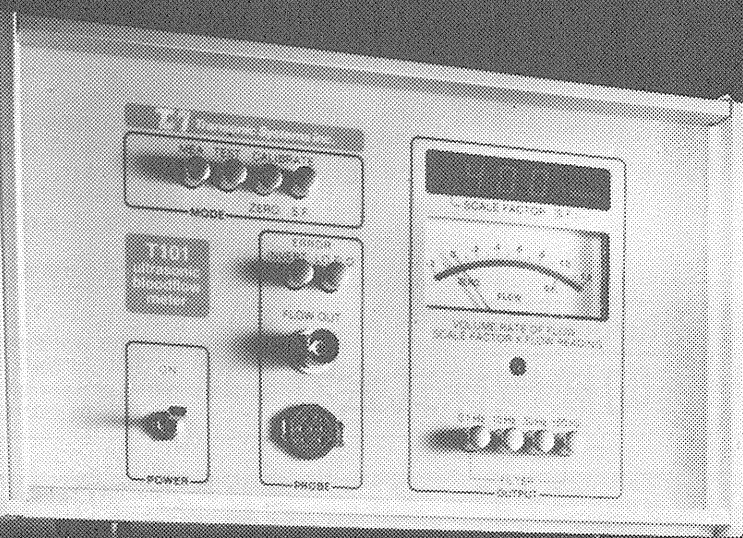
Muromachi

総発売元 室町機械株式会社

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

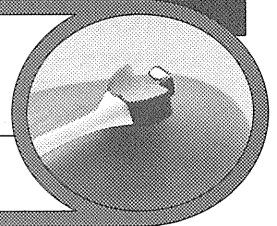


ラットの血管径0.5mmから  
血流量測定が可能に!!



## Newラット用超音波トランジットタイム血流計

TRANSONIC T106・T206



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

### 〈特長〉

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

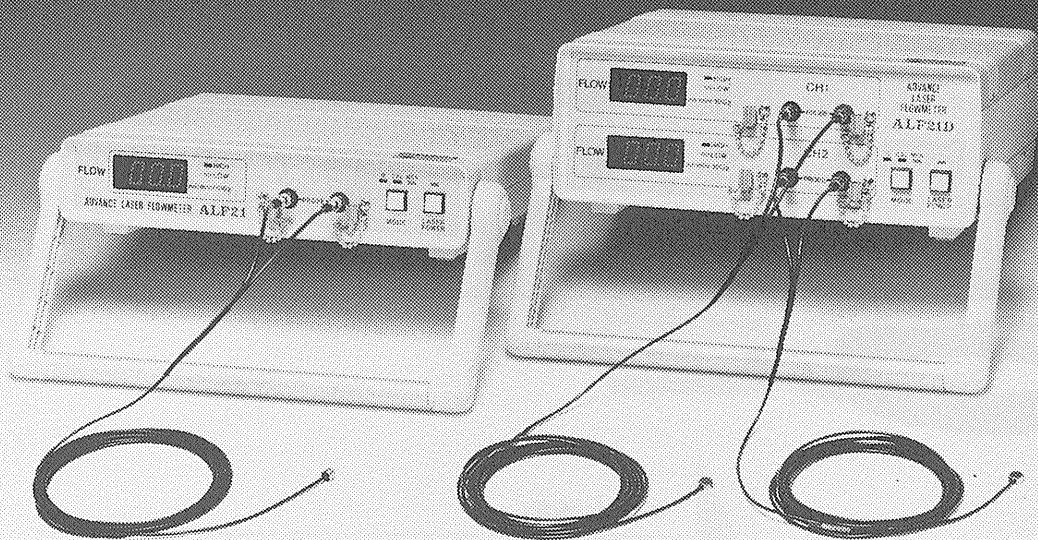
- ラットのMESENTERIC・A, RENAL・A及びFEMORAL・Aなどの小血管測定に最適です。
- 急性・慢性(埋め込み)での測定が可能です。
- 測定状態を知らせるメッセージ機能内蔵

お問い合わせは、ME事業部直通

TEL. (03) 3664-6271

# アドバンスレーザー血流計

## ALF21シリーズ



### ALF21

(シングルチャンネルモデル、FLOW×1チャンネル)

### ALF21D

(デュアルチャンネルモデル、FLOW×2チャンネル)

### ALF21R

(リサーチモデル、FLOW、MASS、VELOCITY表示)

### ALF21M

(モニターモデル、アラーム機能付)

### 特長

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

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

カタログ・資料請求及びデモ、試用の御要望は弊社ME事業部まで



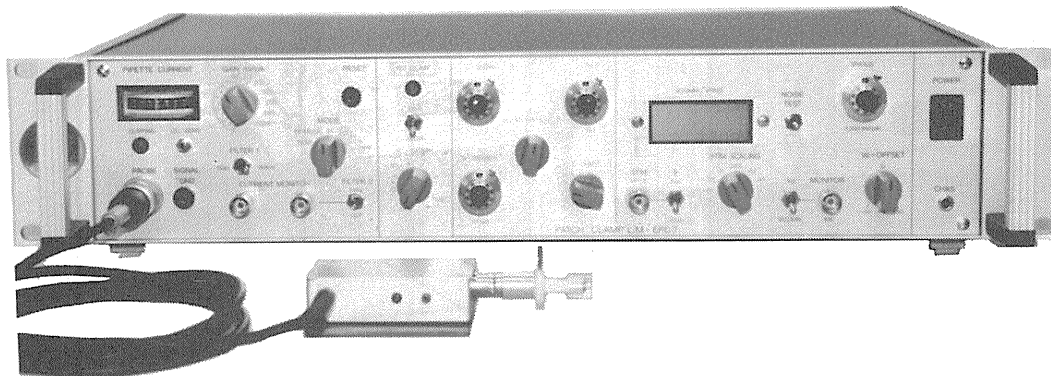
株式会社アドバンス ME事業部

〒103 東京都中央区日本橋小舟町5-7  
TEL03(3664)6271 FAX03(3667)9523

# 実績 No.1!! F.J. Sigworth, E. Neher のオリジナル

西独リスト社

## パッチクランプシステム EPC-7



### ■ 主な性能

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

日本総代理店/西日本地区発売元



ショーシンEM株式会社

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

東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 フィジオテック

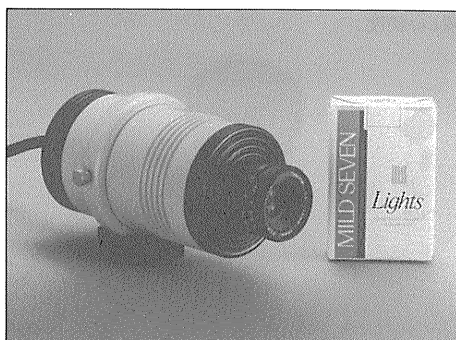
〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号コイダビル4F  
TEL(03)3258-1641代

## 顕微鏡用超高感度テレビカメラ

### DAS-512

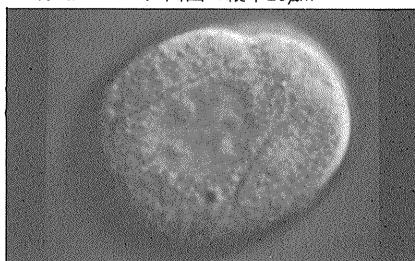
DAS-512はカメラヘッド分離型の顕微鏡用超高感度のテレビカメラです。微弱光のイメージをリアルタイムで撮影できるため、生体構造を動的に研究する手段となり、高倍率、高感度撮影に依り、顕微鏡による研究の新しい処方生まれます。

#### DAS-512の小型カメラヘッド



#### DAS-512による撮影例 (モニターからの接写)

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



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

#### 特長

■ 超高感度：最低照度  $10^{-2}$  Lux (G1タイプ)  
 $10^{-4}$  Lux (G2タイプ)

■ 小型、軽量：66mm径 125mm長 700g

■ 低残像

#### 用途

##### ■ 高倍率光顕用途

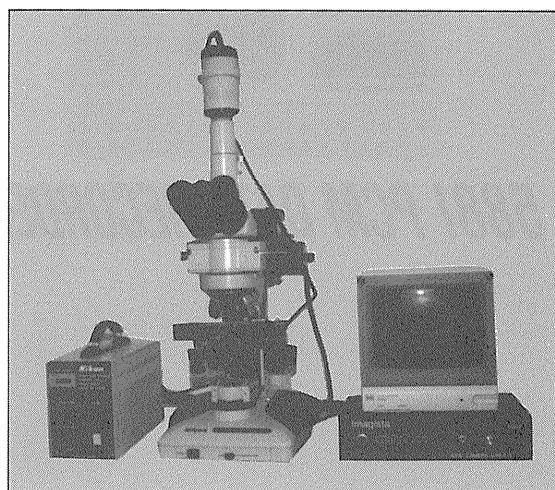
- ・ 高倍率微分干渉像の撮影
- ・ 高倍率蛍光像の撮影
- ・ 微分干渉像と蛍光像の同時撮影
- ・ 蛍光染色されたDNA、アクチンの撮影

##### ■ 暗視野光顕法用途

- ・ リボソームの溶液中での動的観察
- ・ 生体超分子の動的観察

##### ■ 一般蛍光顕微鏡用途

- ・ レシオイメージング (Ca<sup>2+</sup> pH測定等)
- ・ 免疫蛍光



ニコン落射式蛍光顕微鏡との組み合わせ

株式会社 イマジスタ

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

# サヨナラ 紙記録。

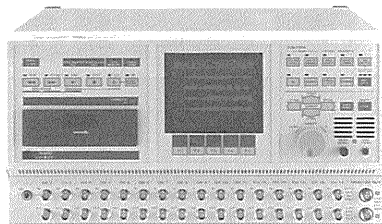
- ★DATテープ1本に、最長120日間も連続記録。★#!
- ★それを、わずか2時間53分で高速再生。●\*!!
- ★トリガ/タイマ記録で、異常現象だけの自動記録もOK。!!!

5881PCMデータレコーダは、DAT技術を応用したPCM(パルス符号変調)方式のデータレコーダで、

★#! ●\*!! !!!のほか、

- ▶ S/N比(信号対雑音比)は80dB(約10,000倍)を上回る素晴らしい精度。
- ▶ パワフル&ユニークなメモリ波形表示で外部計測器不要。
- ▶ テープ交換中でも次のテープに記録。
- ▶ 見たいデータがすぐ見つかる縦横無尽のサーチ機能。
- ▶ デジ・アナ混在記録。▶ 強力なGPIB。

などをはじめとする記録&解析にやさしい機能を、このスペースでは書ききれないほど満載しています。



## 5881 PCM DATA RECORDER

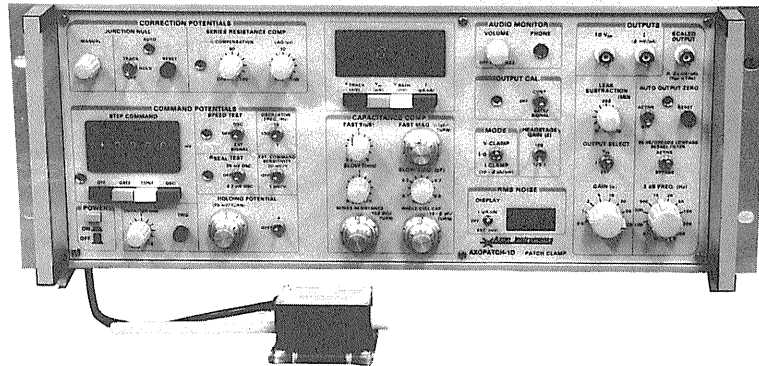


●お問い合わせはお気軽に。  
045-545-8111

# エヌエフ

株式会社 エヌエフ回路設計ブロック  
横浜市港北区綱島東6-3-20 〒223 ☎045(545)8111 (営業直通)

# AXOPATCH-1D PATCH CLAMP



低ノイズ      ハイスピード      安定性と信頼性

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

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

CV4ヘッドステージは下記の3種類があります。

## AXOPATCH-1Dの特徴

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

## AXOPATCH-1Dのヘッドステージ

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

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

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

西日本地区発売元



INTER MEDICAL CO., LTD.

株式会社 インターメディカル

本社/〒461 名古屋市中区東一丁目25番1号  
TEL (052) 937-7060 FAX (052) 937-5423  
TLX 444-3603 WDMC J

東京支社/〒157 東京都世田谷区柏谷三丁目32番16号  
製造営業部      アビタシオン千歳鳥山102号  
TEL (03) 5384-6387      FAX (03) 5384-6487

東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 フィジオテック

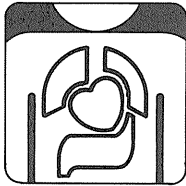
〒101 東京都千代田区内神田 3丁目10番3号  
コイダビル4F

TEL (03) 3258-1641(代)

# TOTAL PLANNING

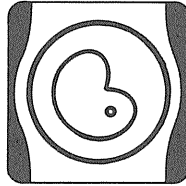
トータル・プランニング

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

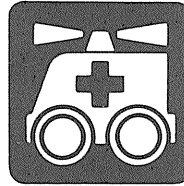


■内科

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

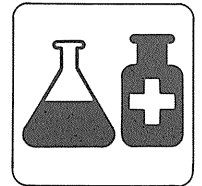


■産婦人科

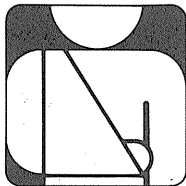


■総合

- 化・理・工学
- 医科器械・設備・病院



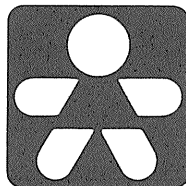
- 薬学
- 保健・体育・産業衛生
- 栄養・食品学



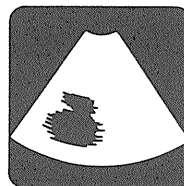
■外科・整形外科



■脳・精神・神経科



■小児科



■放射線・画像診断・レーザー

Medical Advertising Agency

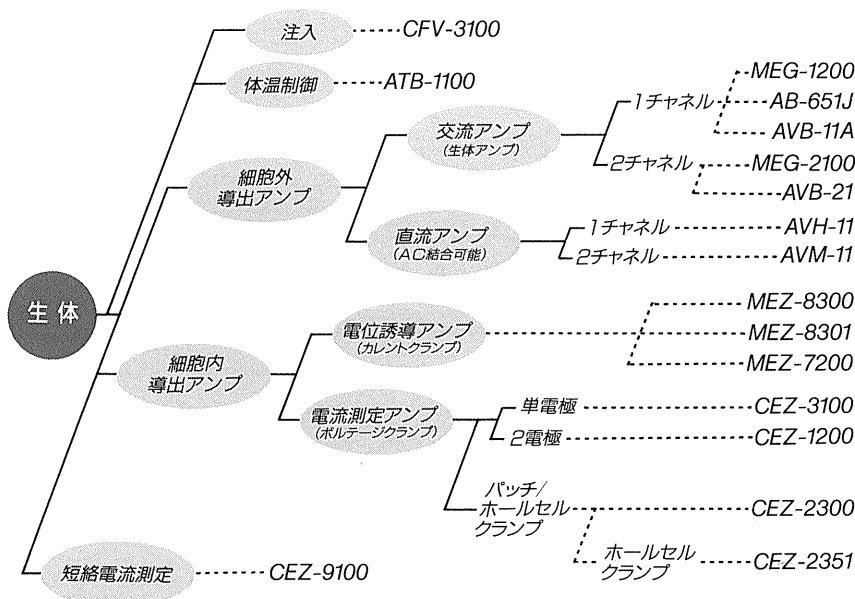
## 日本医学広告社

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

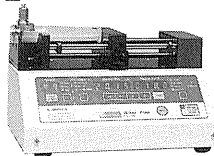
# NIHON KOHDEN

電気生理学分野では刺激・反応誘導という手法だけでなく、人為的に細胞膜を制御して膜電流を詳細に分析する方法が広く行われています。  
これらに応えるべく、日本光電ではアンプ・刺激装置など各種実験用機器を豊富に用意、最適の機器をお選びいただけます。

## 微小電極用増幅器 膜電位固定装置 刺激装置



## 動物実験関連装置

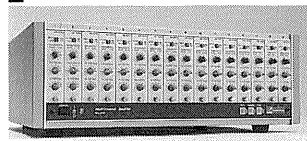


動物用シリンジ式  
輸液ポンプ  
CFV-3100

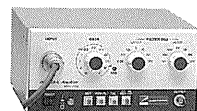


体温制御装置  
ATB-1100

## 生体信号一般用



多チャンネル増幅器 MEG-6100



高感度増幅器 MEG-1200

実験研究用機器の

トータル供給をめざして!

# 日本光電

〒161 東京都新宿区西落合1-31-4  
☎03(5996)8028 宣伝課

カタログをご希望の方は宣伝課宛ご請求下さい。

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 54, No. 5 (1992)

**Original**

KASUGAI, H.: Evaluation of energy metabolism on the myocardium analyzing of  
 creatine kinase isoenzymes in rats.....187

編集兼  
 発行人

酒井敏夫

東京都文京区本郷三丁目三〇番一〇  
 市地ビル(四階)  
 日本生理学会

印刷所

印刷者  
 鶴岡印刷株式会社  
 〒九九七  
 山形県鶴岡市山王町一四一三四

発行所

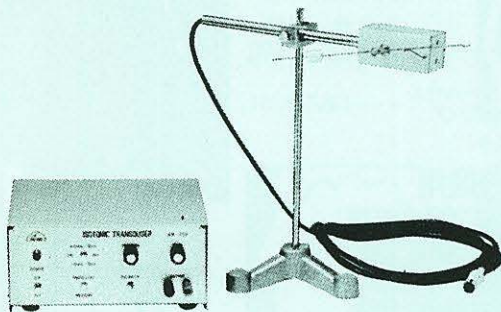
日本生理学会  
 〒一一三  
 東京都文京区本郷三丁目三〇番一〇  
 市地ビル(四階)

振替  
 口座

東京  
 三〇三  
 三六八  
 一八四  
 一四五  
 一六二  
 三〇三  
 九四  
 円番

# KN-259 生体用変位計 PAT.P

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



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

理化学器械・基礎医学器械・実験動物飼育機械器具・薬学研究器械・医科器械一般



株式会社

夏目製作所

〒113 東京都文京区湯島2丁目18番6号

電話 03 (3813) 3251 (代表)

FAX 03 (3815) 2002