日本生理誌・第58巻7・8号・平成8年8月1日発行（毎月1日発行）
〔昭和27年5月6日　第3種郵便物認可〕

ISSN：0031-9341

日本生理学雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

58巻　7・8号　1996

第74回日本生理学会大会案内（第2報）
〔巻頭言〕　神田健郎：基礎科学としての生理学…… 239
第73回日本生理学会大会を振り返って…… 241
第73回日本生理学会大会記念写真…… 247
INFORMATION 249
CALENDAR 258
RECORDS 259
OPINION 278

実験技術講座
シリーズ「ビデオマイクロスコープ（VEC-DIC）」
堀　英明・川上　倫・竹中敏文：光学顕微鏡による軸索輸送の測定法…… 283
宮川博義・中村　健・高木　博・渡部重夫・平沢孝枝：
Infra-red differential interference contrast（IR-DIC）法による脳スライスの観察 … 301

統計処理法講座
シリーズ「医学統計処理の問題点」
栗谷典量：医学統計処理の問題点　―誤用のはなしIII― …… 307

原　著
小河繁彦・岡本　啓・山崎先也・飯田治三・福田　俊・家森幸男・田口貞善：
脳卒中易発症高血圧自然発症ラットにおける骨格筋の組織化学的・生化学的特性―… 321
山内秀樹：退行性筋萎縮に対する防止法としての筋運動と
アナボリックステロイド投与の効果…… 331

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

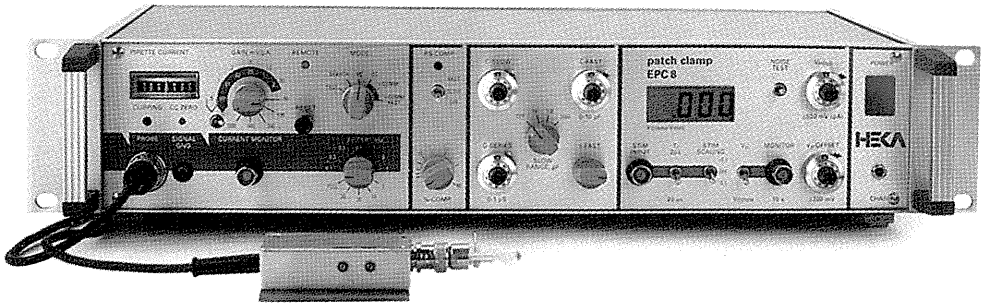
日本生理学会

HEKA

EPC-8

Windows 95. NT対応

New!! パッチクランプ・システム



EPCシリーズの最新作・EPC-8は、名器EPC-7の正統な後継器として、数々の進歩を刻みました。

- 従来からご要望の多かったホールド電圧のレンジを±500mVまで、オフセット補正電圧を±200mVまで、それぞれ大幅に拡大しました。
- ヘッドステージを、EPC-7の2抵抗型からEPC-9と同等の3抵抗型へグレード・アップ。測定レンジを拡大し、大容量の細胞(1000pF)にも対応します。
- 7ポール/12ステップの高性能フィルタを新設。
- ファースト・カレント・クランプやダブル/トリプル・パッチにも対応。
- 専用のインターフェイス+ソフトの追加により、パルス・ジェネレーションに始まる一連のデータ収集・解析をコンピュータ上で実行可能。
  さらにゲイン、モード、フィルタのスイッチなどをソフト上から遠隔操作できます。
  ソフトは、新たにWindows対応版もリリース。

☆フル・コンピュータ・コントロールのEPC-9もいっそう完成度を高め、ますます円熟。

～～～ 詳しい資料をご請求ください ～～～

HEKA社 日本総代理店
EPCシリーズ 西日本総発売元

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

EPCシリーズ 東日本総発売元

(Physio-Tech)
株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田2-6-11
若松ビル2F
TEL. 03—3258—1641
FAX. 03—3258—1657

第74回日本生理学会大会案内（第２報）

第74回日本生理学会大会を下記の通り開催致します．
多数ご参加下さいますようお願い致します．

当番幹事　森　田　之　大
高　田　明　和
寺　川　　進

1．会　期　　**1997年３月26日(水)～28日(金)**

2．会　場　　**アクトシティ浜松（ＪＲ浜松駅東隣，徒歩２分）**

3．申込み締め切り期限

参加，発表申込み期限は，1996年11月５日(火)(**必着**)です．期日を厳守して下さいますようお願いします．

4．大会申込み

1) 参加申込みの書類として，参加申込書(郵便振替用紙)(A-1)・大会用名簿(A-2)・受取通知書(A-3)が本号に綴込まれていますので，必要事項をご記入下さい．また，**予稿集郵送用「ゆうパック」ラベル**が入れてありますので，そのお届け先欄に貴教室(研究室)の住所をお書き下さい．以上の書類は，後述の書類(B-1，2，3)とともに教室(研究室)単位でまとめて手続きをして下さい．

2) 大会参加費は8,000円です．また，英文校閲のための費用は一演題につき1,500円です．必要事項を参加申込書(A-1)にご記入の上，ご送金下さい．なお，事務手続き上一旦納入されたお金は返却に応じかねますので，ご了承下さい．

5．写真申込み

記念写真代は，1,000円です．参加申込書(A-1)にご記入の上，ご送金下さい．綴込みの大会用名簿(A-2)，記念写真郵送用ラベル(A-4)にも必要事項を記入して郵送して下さい．事務手続上一旦納入されたお金は返却に応じかねますので，ご了承下さい．

6．発表申込み

1) **発表者(連名発表者を含む)は，日本生理学会の会員および臨時会員に限ります．発表申込み前に新規入会または臨時入会の手続きを必要とされる方は，綴込みの葉書に必要事項をご記入の上，本年の会費(正会員8,000円，臨時会員4,000円，挟込みの振替用紙を使用)とともに，日本生理学会事務局宛(〒113 東京都文京区本郷3-30-10布施ビル，電話：03-3815-1624，FAX：03-5684-2539)にお送り下さい．学部学生及び大学院生には会費の割引があります．詳しくは，日本生理学会事務局までお問い合せ下さい．**

2) 研究室あたりの演題数は無制限と致します．但し同一研究者が演者(またはシンポジスト)として発表するのは一題に限ります．

3) 綴込みの予稿集抄録用紙(B-1)・索引用氏名一覧表(B-2)・連絡書(B-3)に必要事項を書込み(B-1，2は記入例を参照)，**予稿集抄録用紙(B-1)および索引用氏名一覧表**

(B-2)のコピー6部とともに大会事務局(浜松医大)にお送り下さい．予稿集抄録用紙(B-1)は，そのまま写真製版されます．

4) さらにB-1およびB-2に記入された内容をテキストファイル形式にして，教室(研究室)単位で一枚のフロッピーディスクに納めて大会事務局(浜松医大)にお送り下さい．また，フロッピーディスクの替わりにE-mailでの登録も受付けます．E-mail addressはphys74@hama-med.ac.jpです．プログラム編集用に使用致します．いずれの場合でも予稿集抄録用紙は印刷して，必ず郵送してください．

なお，フロッピーディスクは各教室(研究室)でご用意下さい．3.5インチまたは5インチのフロッピーディスクでお送り下さい．ワープロソフトは何を使用されても結構ですが，必ずテキストファイル形式でお願いします．また，フロッピーディスクのラベルに，所属機関名・使用コンピュータ名をお書き下さい．

7．発表形式

1) 一般演題はポスターのみですが，各シンポジウムで一般演題から1～2演題を採択します．シンポジウムでの発表を希望される場合はシンポジウム希望に○印を付け，希望するシンポジウムの番号を記載してください．ご希望に添えない場合もございますが，ご了承下さい．またシンポジストに予定されている方も，シンポジウム希望に○印をつけ同様にお申込み下さい．

2) ポスターは，縦160 cm×横120 cmの範囲に収まるようにお願い致します．演題番号用に，左上に縦18 cm×横26 cm(B5用紙相当)の余白を残しておいて下さい．またポスター発表では，一定の時間帯に3分程度の口頭説明をしていただきます．説明の際プロジェクターやOHPは使用しません。

8．シンポジウム発表とポスター発表の英文抄録

英文抄録はJapanese Journal of Physiology(JJP)に掲載致します．今号に綴込みの英文校閲用抄録原稿用紙(C-1)の注意事項および裏面の記載例に従って英文抄録原稿を作成し，発表当日会場の抄録受付にコピー2部を添えてご提出下さい．日本生理学雑誌およびJJP編集委員会で英文校閲後，校閲済み原稿とともに「清打用原稿用紙」をお送りいたします．

9．宿泊　交通について

日本旅行浜松支店に斡旋を依頼致しましたので，別掲の旅行案内に従ってお申込み下さい．

10．グループディナーについて

グループディナー開催予定の世話人の方は，10月31日(木)までに大会事務局へ参加予定者数・会費などを連絡して下さい．会場をお世話致します．

11．その他

各種テクニカルセミナー等を予定しています．詳細は，予稿集でお知らせ致します．

綴込み書類の提出期限・提出方法一覧表

	書類名	提出期限	提出方法
A 大会参加申し込み 記念写真申し込み	(1)A-1　大会参加申込書（郵便振替用紙）	平成8年11月5日	振込
	(2)A-2　大会用名簿 (3)A-3　受取通知書 (4)A-4　記念写真郵送ラベル (5) 予稿集郵送用「ゆうパック」ラベル	平成8年11月5日 （必着）	郵送
B 発　　表 申し込み	(6)B-1　予稿集抄録用紙 (7)B-2　索引用氏名一覧表 (8)B-1, 2 のコピー６部 (9)B-3　連絡書 (10) 予稿集抄録・キーワード・索引用氏名一覧表を収録したフロッピィディスク（*E-mail でも可）	平成8年11月5日 （必着）	郵送 (*E-mail)
C	(11)C-1　英文校閲用抄録原稿用紙 （およびコピー２部） (12)　校閲済原稿返信用封筒 (C-1 の註を参照して演者でご用意下さい)	発表当日	受付へ

A 欄の２）～５）、B 欄の６）～１０）は、一括して郵送して下さい。

郵送先：〒４３１－３１
静岡県浜松市半田町３６００
浜松医科大学　生理学教室内
第７４回日本生理学会大会事務局
（Fax・Tel：０５３－４３５－２２４８）
（E-mail：phys74@hama-med.ac.jp)

発表申込み書類の記入要領

発表申込み用に，**予稿集抄録用紙(B-1)・索引用氏名一覧表(B-2)・連絡書(B-3)**が綴込まれています．「記入例」を参考にして必要事項を記入して下さい．

1．予稿集抄録用紙(B-1)：抄録原稿は，そのまま写真製版致します．

1) 演題名・所属・氏名および発表内容の要約(本文)を，予稿集抄録用紙(B-1)にワープロで枠からはみ出さないように印刷して下さい．まず「演題名」を書き，行を変えて「所属・氏名」を記入して下さい．次に，抄録をお書き下さい．なお，**演者名にはアンダーラインを引いて下さい．10または12ポイントの文字をお使い下さい．**

2) 日本生理学雑誌と Japanese Journal of Physiology の分類は統一されています．下の[表1]に示した項目から第1および第2希望を選び，その分類番号を記入して下さい．

3)「キーワード」と「使用動物種」を記入してください．**「キーワード」は3語以内(英語・半角)**を記入し，「使用動物種」は該当項目番号を○で囲んで下さい．

4) 発表形式の希望欄では，シンポジウムでの発表を「a．希望する」「b．希望しない」のいずれかを選んで下さい．**シンポジウムでの発表を「a．希望する」の場合は該当するシンポジウム名を表2より番号でお選び下さい．**ご希望に添えない場合もありますが，発表形式の決定は大会事務局に任せて下さいますようお願い致します．

5) 動物実験を日本生理学会の「生理学領域における動物実験に関する基本的指針」(日本生理学雑誌 53(1), 1991)に沿って行ったことの確認のために，**予稿集抄録用紙(B-1)の所定の欄に演者の署名をお願い致します．**

2．索引用氏名一覧表 (B-2)

演者および連名発表者全員の氏名を英字と漢字にて御記入下さい．また，正会員・臨時会員のいずれか該当する方に○を付けて下さい．英字は半角を使用して下さい．

3．連絡書(B-3)

演題名と演者名を該当欄に記入して下さい．大会プログラムが決まり次第，分類番号・演題番号・発表形式・発表日・会場・発表時刻をお知らせ致します．

4．プログラム編集用に，予稿集抄録用紙(B-1)と索引用氏名一覧表(B-2)の鮮明なコピーを6部お送り下さい．

5．フロッピーディスクあるいは E-mail での B1 及び B2 の内容の送付に際しては，分類番号(第1希望及び第2希望)，抄録原稿，キーワード，使用動物種，索引用氏名一覧表の順に**テキストファイル形式**でお願いします．分類番号，キーワード，索引用氏名一覧表はコンマ区切りで，また使用動物種は番号で記入してください．

[表1]

1．Cellular & molecular physiology（細胞・分子生理）
2．Transport across cell membrane（膜輸送）
3．Heart & circulation（心臓・循環）
4．Respiration（呼吸）

5. Blood（血液）
6. Kidney & body fluids（腎・体液）
7. Gastrointestinal functions（消化・吸収）
8. Muscle physiology（筋）
9. Ionic channels & receptors（イオンチャネル・リセプター）
10. Neurons & synaptic functions（ニューロン・シナプス）
11. Sensory functions（感覚）
12. Motor functions（運動機能）
13. Higher CNS functions（高次中枢機能）
14. Autonomic nervous functions（自律神経）
15. Behavior & biological rhythm（行動・生体リズム）
16. Neurochemistry（神経化学）
17. Endocrine glands & hormones（内分泌）
18. Reproductive physiology（生殖）
19. Development, growth & aging（発生・成長・老化）
20. Nutrition, energy metabolism & body temperature（栄養・代謝・体温）
21. Exercise physiology（体力）
22. Environmental physiology（環境）
23. Pathophysiology（病態生理）
24. Miscellaneous : modelling & simulation, methodology, history, *etc.*（その他：モデリング・研究法・歴史・など）

[表2] シンポジウム及びオーガナイザー

1) オルガネラ膜の分子細胞生物学
　丸山芳夫(東北大医学部第1生理)
2) 開口放出の分子機構：モデルの生理学的検証
　山口和彦(杏林大医学部第2生理)
　寺川　進(浜松医大光量子医学)
3) 膜輸送関連分子から上皮組織機能への統合
　岡田泰伸(生理研機能協関)
4) 心筋の興奮収縮連関機構とその調節
　野間昭典(京都大医学部細胞機能制御)
　栗原　敏(慈恵医大第2生理)
5) 虚血反応の臓器特異性と類似性
　有田　眞(大分医大生理)
6) 呼吸の神経性統合
　本間生夫(昭和大医学部第2生理)
　福田康一郎(千葉大医学部第2生理)
7) 血栓の形成と溶解
　浦野哲盟(浜松医大第2生理)
　梅村和夫(浜松医大薬理)

8) 腎機能研究の最前線
河 原 克 雅(北里大医学部生理)
窪 田 隆 裕(大阪医大第2生理)
9) 筋収縮の現状と問題点　－分子からヒトまで－
山 田 和 廣(大分医大生理)
杉　晴 夫(帝京大医学部生理)
10) シナプス伝達と細胞内 Ca^{++} ダイナミクス
久 場 健 司(名古屋大第1生理)
11) ニューロン死のメカニズム
西 野 仁 雄(名古屋市大医学部第2生理)
片 岡 喜 由(愛媛大医学部第1生理)
12) 視覚，嗅覚における順応のメカニズム
金 子 章 道(慶応大医学部生理)
13) 網膜と松果体　－細胞・分子生物学的関連－
森 田 之 大(浜松医大第1生理)
14) 痛みの生理　－病態痛機序の解明への展望－
熊 澤 孝 朗(名古屋大環境研)
15) 空間認知と手の運動
酒 田 英 夫(日本大医学部第1生理)
丹 治　順(東北大医学部第2生理)
16) 脳内増殖因子と学習記憶
大 村　裕(日本臓器)
17) 細胞内情報伝達系から見た神経の可塑性　－最近の研究動向－
畠 瀬　修(香川医大生理)
18) 内臓機能の自律神経による調節のメカニズム
熊 田　衛(東京大医学部生理)
佐 藤 昭 夫(都立老人研)
19) サーカディアンリズムの細胞・分子機構
本 間 研 一(北海道大医学部第1生理)
20) 神経伝達物質研究の新局面
小 幡 邦 彦(生理研神経化学)
21) GnRH ニューロン研究の現状
佐久間康夫(日本医大第1生理)
22) 生理学研究法の新展開
松 井 秀 樹(岡山大医学部第1生理)
徳 田 雅 明(香川医大生理)

特別シンポジウム(公募ではありません)
1) 教育シンポジウム
高 田 明 和(浜松医大第2生理)
2) 実験動物シンポジウム
久保田　競(日本福祉大)

（記入例）

(B-1) 予稿集抄録用紙

希望発表形式 （希望するものに○を付けて下さい）	希望するシンポジウム番号	分類番号（記入要領・表１参照） （シンポジスト予定者以外）	
a. シンポジウムでの口演発表を希望する		第１希望	第２希望
(b) シンポジウムでの口演発表を希望しない		１１	１７

松果体光受容細胞の光応答における環状ヌクレオチドの影響

浜松医科大学・第一生理[1]、静岡大学・電子科学研究科[2]

浜松一郎[1]、静岡二郎[1]、浜名三郎[2]

光受容性松果体の光応答機構における環状ヌクレオチドの関与の有無を調べるため、二次ニューロンからのスパイク電位を指標にして８Ｂｒ－ｃＧＭＰ、ｃＡＭＰを投与し、その光応答を検討した。その結果培養液中に３ｍＭの８Ｂｒ－ｃＧＭＰを加えた場合、非感色性応答及び感色性応答の抑制性応答がほとんど見られなくなり、９ｍＭでは感色性応答の興奮性応答も減弱した。

キーワード （英字・半角３語以内）	pineal organ	photoreceptor	cyclic nucleotide

使用動物種 （○を付けて下さい）	1. ヒト　2. サル　3. イヌ　4. ネコ　5. ウシ　6. ウサギ 7. ラット　8. マウス　9. モルモット　10. ニワトリ　11. カエル
	(12.) その他（動物種を記入してください）　カワヤツメ

動物の取り扱いは日本生理学会の「生理学領域における動物実験に関する基本的指針に添って行った。

（演者自著）

浜松一郎

(B-2) 索引用氏名一覧表　「会員」欄には、正会員は正、臨時会員は臨に○を付けてください（英字は半角）

	姓 (Family name)	名 (Forename)	会員		姓 (Family name)	名 (Forename)	会員
英字	Hamamatsu	Ichiro	(正)	英字			正
漢字	浜松	一郎	臨	漢字			臨
英字	Shizuoka	Jiro	(正)	英字			正
漢字	静岡	二郎	臨	漢字			臨
英字	Hamana	Saburo	正	英字			正
漢字	浜名	三郎	(臨)	漢字			臨
英字			正	英字			正
漢字			臨	漢字			臨

(B-1) 予稿集抄録用紙

希望発表形式 （希望するものに○を付けて下さい）	希望するシンポジウム番号	分類番号（記入要領・表1参照） （シンポジスト予定者以外）	
a. シンポジウムでの口演発表を希望する b. シンポジウムでの口演発表を希望しない		第1希望	第2希望

キーワード （英字・半角3語以内）			

使用動物種 （○を付けて下さい）	1. ヒト　2. サル　3. イヌ　4. ネコ　5. ウシ　6. ウサギ 7. ラット　8. マウス　9. モルモット　10. ニワトリ　11. カエル
	12. その他（動物種を記入してください）

動物の取り扱いは日本生理学会の「生理学領域における動物実験に関する基本的指針に添って行った。

（演者自著）

（B-2）索引用氏名一覧表　「会員」欄には、正会員は正、臨時会員は臨に○を付けてください（英字は半角）

	姓 (Family name)	名 (Forename)	会員		姓 (Family name)	名 (Forename)	会員
英字			正	英字			正
漢字			臨	漢字			臨
英字			正	英字			正
漢字			臨	漢字			臨
英字			正	英字			正
漢字			臨	漢字			臨
英字			正	英字			正
漢字			臨	漢字			臨

きりとり線

（A－2）

大会用名簿

研　究 機　関	教室名 部門名
〒　　－ 住　所	
電　話（　　）　　－　　（内線　　）	FAX（　　）　　－
連　絡 代表者	

名簿（下記の注意事項に従って記入して下さい）

① 氏　　名	② 大会参加	③ 正会員	④ 臨時会員	⑤ 非会員	⑥ 演者	⑦ 連名発表	⑧ 写真希望	① 氏　　名	② 大会参加	③ 正会員	④ 臨時会員	⑤ 非会員	⑥ 演者	⑦ 連名発表	⑧ 写真希望
								⑨合計人数	A 人	人	人	人	B 人	人	C 人

1. ①には、**大会参加者の氏名および大会に不参加でも連名発表者になっている人の氏名をすべて記入して下さい。**
2. 大会に参加される方は②に○印を記入して下さい。参加費 8,000円を納入して下さい。
3. ③④⑤のいずれか該当する欄に○印を記入して下さい。
4. ⑥には演者の方が○印を記入して下さい。英文校閲にかかる費用として一題につき 1,500円を納入して下さい。
5. ⑦には連名発表者の方が○印を記入して下さい。
6. ⑥および⑦は、**正会員または臨時会員である方に限ります。**非会員で発表者（連名発表者を含む）である場合は、速やかに日本生理学会事務局（〒 113 東京都文京区本郷 3 -30-10 布施ビル、電話：03-3815-1624, FAX：03-5684-2539）に正会員または臨時会員の入会手続きをしておいて下さい。
7. ⑧には記念写真を希望する方が○印を記入し、記念写真郵送用ラベル（A－4）を一緒にお送り下さい。また、写真代金 1,000円を納入願います。
8. ⑨のA、B、C欄は受取通知書（A－3）の同欄と一致した数字が入ります。ご確認下さい。
9. **一旦納入された費用は、事務手続き上返却に応じかねますので、ご了承下さい。**

きりとり線

（A－4）　記念写真郵送用ラベル

〒　　－

住所

氏名

（B－3）　連　絡　書

（＊のところを記入して下さい。）

＊演題名
＊演者名

お申込みの上記演題について、次のように決定しました。

分類番号	
演題番号	

（英文校閲用抄録用紙（C－1）には
上記の演題番号を記入して下さい。）

日	会場	時　分

（シンポジウム　ポスター）

裏面に宛名を明記して
切手を貼って下さい。

第74回日本生理学会大会事務局
〒431-31
静岡県浜松市半田町3600
浜松医科大学　生理学教室内
FaX・TeI：053-435-2248
E-mail：phys74@hama-med.ac.jp

（A－3）　受取通知書

□内に必要事項を記入して下さい。

所属	

郵便払込（A－1）

大会参加費……	8,000円×	A	人＝	円
JJP英文抄録校閲費 ……	1,500円×	B	人＝	円
記念写真代 ……	1,000円×	C	人＝	円

合計　　円

大会用名簿（A－2）……		枚
受取通知書（A－3）……		枚
記念写真郵送用ラベル（A－4）……	C	枚
ゆうパックラベル ……		枚
予稿集抄録用紙（B－1，2）……	B	枚
B－1，2のコピー（6部）……	B	組
連絡書（B－3）……	B	枚
フロッピーディスク……		枚

上記 確かに受領いたしました。

平成8年　　月　　日

裏面に宛名を明記して
切手を貼って下さい。

第74回日本生理学会大会事務局
〒431-31
静岡県浜松市半田町3600
浜松医科大学　生理学教室内
FaX・TeI：053-435-2248
E-mail：phys74@hama-med.ac.jp

郵便はがき

50円切手を貼ってください

□□□-□□

□□□-□□

郵便はがき

50円切手を貼ってください

□□□-□□

□□□-□□

き ---- り ---- と ---- り ---- 線

（C－1）　　英文校閲用抄録原稿用紙

分類番号	演題番号	連絡先電話・FAX番号
		電話：（　　）　　－ 内線（　　）
		FAX：（　　）　　－

注意事項

1) 裏面の「作成様式」を参照して、この用紙にご記入下さい。
2) 大会当日に、この「英文校閲用抄録原稿用紙」と校閲後の返却のための返信用封筒(角形3号: 216 × 277 mm)に**切手130円分を貼付**したものを大会の受付に提出して下さい。なお、返却用封筒には、演者の氏名・郵便番号・住所を記入し、封筒の左下に演題番号(連絡書Ｂ－３）を参照)を**朱書き**しておいて下さい。
3) *Japanese Journal of Physiology* 掲載用の清打用紙は、校閲済み「英文校閲用抄録原稿用紙」と共にお送り致します。

Japanese Journal of Physiology
掲載英文抄録原稿(英文校閲用)作成様式

下記の記入例を参考にして、**用紙の枠内に12ポイント、ダブルスペースで打って下さい。**

題名と氏名は大文字で、氏名にはアンダーラインを引き、所属・住所と本文の間は１行あけて下さい。

EFFECTS OF 8Br-cGMP AND 8Br-cAMP ON THE LIGHT RESPONSES OF THE PINEAL PHOTORECEPTOR

HAMAMATSU, I.[1], SHIZUOKA, J.[1], & HAMANA, S.[2]

Department of Physiology, Hamamatsu University School of Medicine[1], Hamamatsu 431-31; Graduate School of Electronic Science and Technology, Shizuoka University[2], Hamamatsu 432, Japan

This study investigated the possible involvement of cyclic nucleotides in the light response mechanism of the pineal photoreceptor. Pineal organs of river lampreys (*Lampetra japonica*) were placed in superfusion culture. The organs were treated with 8 bromo-cGMP (8Br-cGMP) or 8Br-cAMP for 1 hour before light stimuli, and the light responses....

臨 時 会 員 申 込 書

ふりがな 会 員 名			
所属先名			
所 在 地			
TEL		FAX	
有効期間	平成 9 年 3 月26日から 1 年		
大 会 名	第74回 日本生理学会大会（於：浜松）		

日本生理学会入会申込書

ふりがな 氏 名		ローマ字 NAME	姓(Family Name), 名
年入会	明・大・昭　年　月　日生　男・女	学位	最終学歴　大学　学部　年卒業 大学院　在学中　年修了
勤務先	名称(和文)　職名		
	名称(英文)　TEL ( )		
	所在地(和文) 〒　FAX ( )		
	所在地(英文) 記入例・愛知県AICHI, 名古屋市NAGOYA…郵便物の届く程度に　JAPAN		
	E-MAIL ADDRESS		
自宅	和文 〒　TEL ( )		
	英文　JAPAN　FAX ( )		
通信及び雑誌送先	勤務先　自宅	専門分野	紹介評議員　㊞

新規入会及び臨時会員の申込みは

日本生理学会事務局へお送り下さい。

1．下記の申込葉書に必要事項をご記入の上、本年の会費（正会員8,000円、臨時会員4,000円、挟込みの振替用紙をご使用下さい）とともに、日本生理学会事務局宛にお送り下さい。

2．臨時会員の有効期間は、今回の大会の初日平成 9 年 3 月26日から 1 年間で、その期間内の地方会にも有効です。

但し、1年後の次回の大会時には改めて申込んで下さい。

上記の臨時会員の有効期間を銘記しておいて下さい。

郵便はがき

50円切手を貼ってください

113-□□

東京都文京区本郷三―三〇―一〇

布施ビル

日本生理学会御中

郵便はがき

50円切手を貼ってください

113-□□

東京都文京区本郷三―三〇―一〇

布施ビル

日本生理学会御中

宿泊・航空券の案内

この度は、第74回日本生理学会大会が浜松市におきまして開催されますことを心よりお祝い申し上げます。今回ご出席の皆様のご宿泊等を、日本旅行浜松支店にてご斡旋させて頂くことになりました。つきましては、詳細を下記の通りご案内申し上げます。なお、この時期は観光シーズンでもありますので早めにご予約賜りますようお願い申し上げます。

1. 宿泊のご案内

【宿泊期間】平成９年３月23日(日)～３月28日(金)

【宿泊条件】１泊朝食付き、税金、サービス料込み（お一人様）

ホテルタイプ	ホテル名	部屋タイプ	宿泊料金
A.浜松市内 都市型ホテル	オークラアクトシティーホテル グランドホテル 名鉄ホテル	シングル	10,000 ～ 12,000
		ツインの１人利用	13,000 ～ 14,000
		ダブルの１人利用	13,000 ～ 14,000
B.浜松市内 ビジネスホテル	コンコルドホテル、明治屋 マルコーイン、フィットネス330 ホテル米久、三井アーバンホテル ホテルルモンド、ホテルブケ東海 サゴーホテル、サゴーターミナル	シングル	7,000 ～ 9,000
C.舘山寺温泉 弁天島温泉	（日本旅行にて 決めさせて頂きます）	２名 ～ ５名	12,000 ～ 18,000 （１泊２食付）

＊宿泊ホテルのご希望については、お申込順に予約致しますが、ご希望通りにならない場合もありますのでご了承下さい。

＊浜松市内のホテルの宿泊可能人員（シングル・ツイン客室約1000部屋）に限度がございますので、順次隣接都市にお願いする場合があります。舘山寺、弁天島温泉もご用意致しております。

＊弁天島駅まではＪＲ浜松駅又は駅前よりＪＲで約10分です。舘山寺までは、バスで50分です。

＊二人一部屋をご希望の方は備考欄にお書き下さい。

2. 航空券のご案内

＊平成８年６月１日より国内線の新運賃制度が導入されました。
本大会に参加される皆様にも、その割引体制にて対応させていただきます。

＊新運賃制度の事前購入割引は、通常は料金の20％～40％の割引率でお求めになれます。

＊新運賃制度の事前購入割引のキャンセル料は25％～60％の高い率になり更に予約後の変更は出来ない場合が多いのでご注意下さい。

＊航空券の予約開始は２ケ月前からです。

3. お申込み手続きおよび精算方法について

❶ 申込み受付締切日：平成９年２月７日(金)

❷ 申込み方法：別紙申込書に必要事項をご記入の上ファクシミリにてお申込み下さい。
なお通信費として１件につき500円を申し受けます。

❸ お支払い方法：お申込み締切後、宿泊予約券・航空券と同時に請求書を送付致します。

〔振込先銀行〕　第一勧業銀行　浜松支店
普通口座　１２４８１７３
口座名　日本旅行浜松支店

4. お申込み後の取消・変更について

❶ お申込み後の取消し、変更につきましては下記料金を申し受けます。
＊宿泊（一件につき下記取消料をいただきます。）

取消日	15日前～５日前	４日前～２日前	前　日	当日(不泊・開始後)
宿　泊	1,000円	2,000円	宿泊代金50％	全　額
観　光	旅行代金の20％	旅行代金の30％	旅行代金の40％	全　額

＊航空券については各航空会社の規定の取消し料金についてお申し受けます。

❷ 取消料清算後の返金につきましては振込にて手続きを致しますので、取消・変更の際、銀行名と口座名をお知らせ下さい。（返金の際の振込手数料はご負担願います。）

お申込み・お問合せ先
日本旅行浜松支店
第74回日本生理学会大会宛　担当　野元、松下、西村
〒430　静岡県浜松市田町329－20
ＴＥＬ：０５３－４５５－０５４３
ＦＡＸ：０５３－４５５－４６４０

エキスカーションのご案内

Aコース：浜名湖開春楼と志摩スペイン村（旅行代金 36,000円）

＊志摩磯部からの近鉄代金は含まれません。

3/27 (木)	学会　会場 ═══ 浜名湖観光ホテル　開春楼（泊） 16:30頃　17:00頃
3/28 (金)	ホテル═伊良湖港〰鳥羽港═志摩スペイン村═志摩磯部 15:57 ┼┼┼┼┼┼ 近鉄特急 18:15 上本町 8:30　10:00　10:25　11:25　12:00(昼食・入場券) 15:15　15:30　15:52 ┼┼┼┼┼┼ 名古屋 17:44

Bコース：浜松スポットめぐり（旅行代金 15,000円）

3/28 (金)	オークラ アクトシティホテル浜松 ═══ まつり会館 ═══ 都田テクノポリス ═══ 9:00　9:20　10:00　（車　窓） 奥浜名湖遊覧 舘山寺ホテル九重 ═══ 舘山寺 〰〰〰 舘山寺 ═══ 浜松駅 12:00（昼食）13:00　14:00　14:30　15:30

ご旅行条件

＊この旅行は㈱日本旅行主催旅行約款に基づく他、以下のとおりとなります。

＊各コース共添乗員が同行致します。

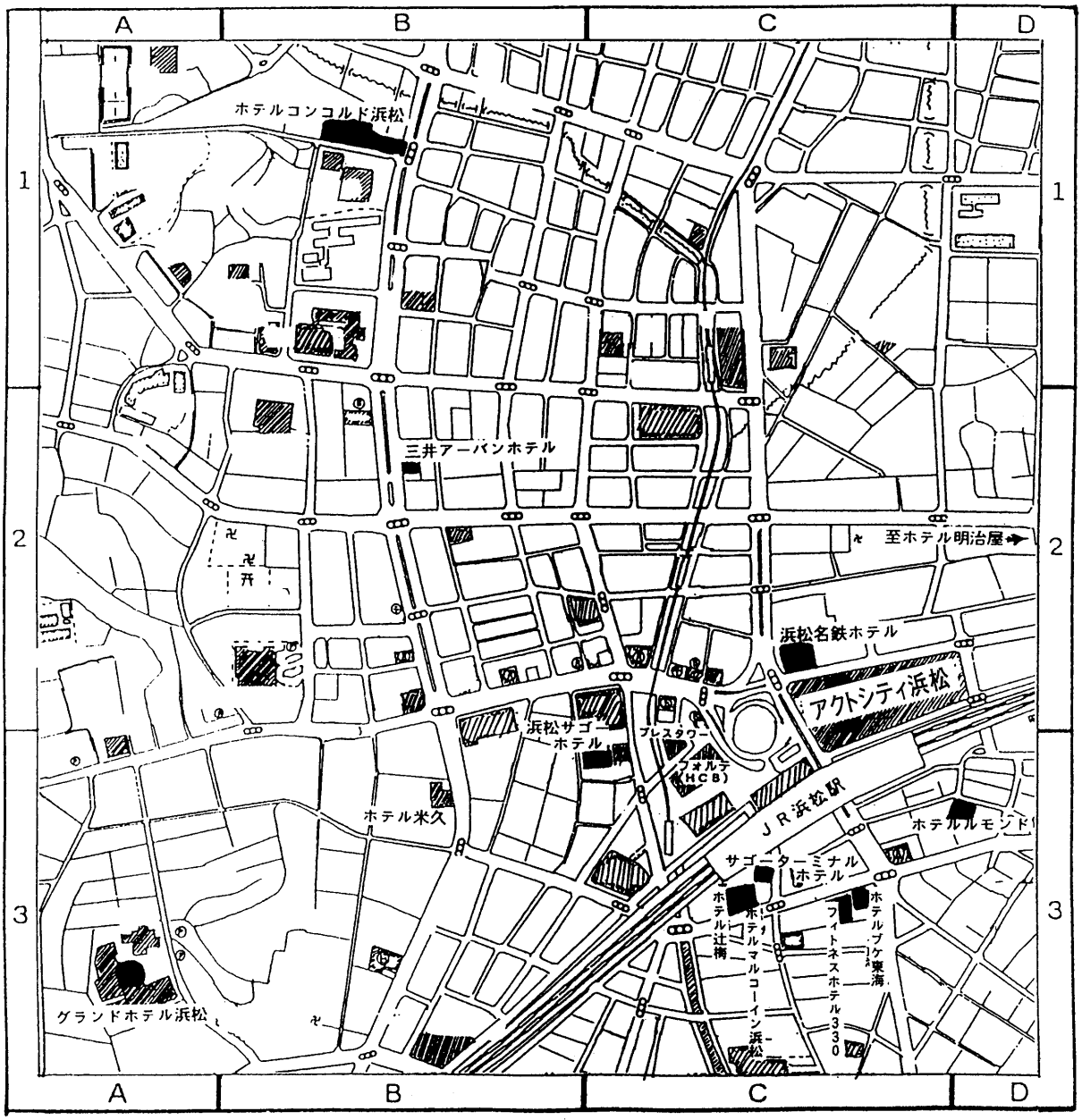
＊最少催行人員はA・Bコースとも30名様です。催行人員に満たない場合は中止する場合もございますので、予めご了承願います。

＊Aコースの宿泊は4～5名一部屋の相部屋利用となります。なお2～3名一室ご希望の方は、お一人様3,000円の追加で承ります。（申込書にその旨ご記入下さい）

＊旅行費に含まれるもの。

（旅程表中の交通費（志摩磯部からの近鉄は含みません。）
宿泊費・食事代・入場拝観料・諸税と旅行傷害保険料）

浜　松　市　街（中心部）



	ホ　テ　ル　名	所在地		ホ　テ　ル　名	所在地
1	オークラアクトシティホテル浜松	2—C	8	ホテル ブケ東海	3—C
2	グランドホテル浜松	3—A	9	ホテル 辻梅	3—C
3	ホテル コンコルド浜松	1—B	10	ホテル マルコーイン浜松	3—C
4	浜松名鉄ホテル	2—C	11	ホテル 明治屋	2—D
5	浜松サゴーホテル	3—B	12	ホテル 米久	3—B
6	サゴーターミナルホテル	3—C	13	ホテル ルモンド	3—C
7	フィトネスホテル330	3—C	14	三井アーバンホテル	2—B

第74回 日本生理学会　宿泊・交通等申込書

お申込日　　月　　日

フリガナ		TEL	
代表者氏名		FAX	
郵送物送付先			

宿泊者氏名		性別	宿泊希望日						希望ホテルタイプ			〈備考欄〉ツイン希望の場合同室の方の名前記入
			3/23	3/24	3/25	3/26	3/27	3/28	第1希望	第2希望	第3希望	
例	ニチリョ タロウ 日旅　太郎	男		○	○				A	B	C	
1												
2												
3												
4												
5												
6												

＊エキスカーション申込み欄

参加代表者名		参加合計人数	名
参　加　日	月　　日	参加希望コース	A・B　○で囲んで下さい

＊航空機申込み欄

	御利用者氏名	利用日	年令 性別	区　　間	発時間帯	備　　考
例	〈航空機の場合〉 日旅　太郎	3/26	28才 男	札幌 → 名古屋	AM 10:00頃	
1						
2						
3						
4						

（注）所定の欄で記入できない場合には、コピーでも結構です。

申込締切日
平成９年
２月７日㈮

申込送付先

日本旅行浜松支店
第74回日本生理学会大会宛　担当　野元、松下、西村
〒430 静岡県浜松市田町329－20
ＴＥＬ：053－455－0543
ＦＡＸ：053－455－4640

き り と り 線

目　　次

第74回日本生理学会大会案内（第2報）

〔巻頭言〕　基礎科学としての生理学（神田健郎）…… 239

第73回日本生理学会大会を振り返って…… 241
第73回日本生理学会大会記念写真…… 247

INFORMATION

上原記念生命科学財団　平成8年度上原賞(研究業績褒賞)受賞候補者推薦要項…… 249
第11回研究助成候補者推薦要領…… 249
第11回塚原仲晃記念賞受賞候補者推薦要領…… 250
第10回海外研究者招聘助成候補者推薦要領…… 251
第10回海外派遣研究助成候補者推薦要領…… 251
千里ライフサイエンスセミナー「遺伝子診療」…… 252
千里ライフサイエンスセミナー　ブレインサイエンスシリーズ　第9回
「脳の接着因子―基礎と病態―」…… 253
脳の世紀プログラム…… 254
日本医学会だより…… 254
第23回比較心電図研究会…… 256
第12回 ^{13}C 医学応用研究会開催のご案内…… 256
第1回酸素ダイナミクス研究会…… 256
国立循環器病センター流動研究員募集…… 257
広島大学総合科学部生体行動コース・人間行動研究講座で助手1名が公募…… 257

CALENDAR

主な学会開催日程…… 258

RECORDS

会員消息…… 259
日本生理学会平成8年度第1回常任幹事会議事録…… 261
第73回日本生理学会大会評議員会・総会議事録…… 266
日本生理学会会則…… 274
第145回 JJP 編集委員会議事録…… 277

OPINION

一私立医科大学における卒後教育の問題点（栗原　敏）…… 278

基礎医学から見た臨床医学制度改革の問題点

—若手生理学者育成への影響—（瀬山一正）…… 279

基礎医学研究の健全な進展のために（濱　　清）…… 280

実験技術講座

シリーズ「ビデオマイクロスコープ(VEC-DIC)」

堀　英明・川上　倫・竹中敏文：光学顕微鏡による軸索輸送の測定法…… 283

宮川博義・中村　健・高木　博・渡部重夫・平沢孝枝：

Infra-red differential interference contrast (IR-DIC) 法

による脳スライスの観察…… 301

統計処理法講座

シリーズ「医学統計処理の問題点」

栗谷典量：医学統計処理の問題点　—誤用のはなしⅢ—　…… 307

原　　著

小河繁彦・岡本　啓・山崎先也・飯田治三・福田　俊・家森幸男・田口貞善：

脳卒中易発症高血圧自然発症ラットにおける骨格筋の

組織化学的・生化学的特性…… 321

山内秀樹：退行性筋萎縮に対する防止法としての筋運動と

アナボリックステロイド投与の効果…… 331

巻頭言

基礎科学としての生理学

東京都老人総合研究所
中枢神経部門　神田健郎

巻頭言を書くようにとの依頼を戴き，思いも掛けないことなので驚いた．私にそんなものが書けるのかと，思案しているうちに時間が経ってしまい，断ることも出来なくなってしまった．とまれ，普段考えていることを纏めてみることにした．西欧において発達した近代合理主義の下で，科学は急速な進歩を遂げて来た．その要素還元論の立場に立てば，分子や個々の細胞の働きとその相互の作用から個体の行動や記憶，認知などの高次の脳機能が理解できることになる．その意味では，分子生物学や分子遺伝学の発達は我々に強力な研究手段を与えてくれたことになる．そこで，生理学で大切なのは，上位のシステムの働きが下位のシステムの機能からどの様に説明できるのかの視点であり，全体が単なる部品の総和以上のものであるなら，そこにどの様な原理・原則が働いているのかを明らかにしていくことであろう．ただ，分子から脳の高次機能までの道のりの遠さと広がりの膨大さを考えると，これを理解するには新たな概念が必要になって来るものと思われる．一方，カオスや量子現象から脳を理解しようとするアプローチも試みられているが，現段階では，前者の立場の人が大部分だろう．

さて，生理学会は設立当初から，その運営システムにおいても，また，大会における研究発表の形態の上でも，会員個人を皆平等に扱おうとして来たとのことである．時代と共に社会の要請が変わり，組織が大きくなると，変革を迫られている面もあるが，個人を尊重するという点は，科学の発展が本来個人の独創性に拠っている事を考えると大切なことと思う．大学の貧困，研究費の不足に対して大型プロジェクトが次々にスタートするようである．絶対的な研究費の不足，研究機器の大型化・高額化を考えると歓迎すべきことである．また，適当なテーマの下に比較的短期間に成果を上げるべく，そこに力を集中する意義は大きい．しかし，増額分が全て大型プロジェクトに廻ってしまい，それに研究領野が集約されてしまうようでは問題である．現在の時流には乗っていなくとも，大型のプロジェクトにそぐわなくとも，独創性に富み，且つ，価値ある仕事をしている人がいるはずである．この様な中からも次の代を担う研究者と研究が育って来る可能性がある事を忘れてはならない．新しい芽を如何に育てるかが重要である．この様な観点に立てば，科学研究費(総合研究・一般研究)の枠を広げ，採択率を上げると共に，それほど高額でなくとも，3年間同額の支給を受けられるようなものもあると良いのではないか．また，若手中心の

状である．しかし今回，長引く不景気のもと協賛が思うように得られず，本来なら外注で済ませる仕事までも教室員が自ら抱えることになってしまった．

自分達の参加費だけで学会を運営するのが本来の姿であろう．運営を質素にして援助に頼る部分を徐々に減らしていく努力を，続けるべきではないだろうか．

当日の運営

スライド映写機・音響機器などの機材の調達と学会運営を，学会専門業者に依頼することにした．数社から見積もりを取った上で，依頼事項を限界まで絞り込んだ．また，当日のアルバイト要員は，約70名の福井大学の学生に頼んだ．少数の福井医科大学の職員と学生の応援もお願いした．当日運営の成功の鍵は学生アルバイトであったと思っている．私たちが考えて作成したマニュアルに忠実に働いてくれたばかりでなく，自分達の創意工夫も織り込んで運営に当たってくれた．学生の真剣な働きぶりを見て，生理学会大会の運営を学会専門業者に任せ過ぎるのは，かえって学会の活力をそぐことになると感じた．

口頭発表者には，使用された「スライド・ホルダー」を差し上げた．これはプラスチック製で二つに折り畳め，持ち運びに便利である．10枚のスライドを使用するという原則は定着しているので，各種の学会に使用していただけるのではないだろうか．

各部署間の連絡は，各責任者がトランシーバを持って行ったが，PHS を使用した方が便利であったかとも思っている．また，大会事務の補助のためにコンピュータとプリンタを本部に設置したが，突然の掲示や連絡など使う頻度は高く，これは不可欠であった．

天候は，もっとも心配したものであった．日本海側に位置する福井では，春先悪天候の日が多く，会期3日間のうち1日か2日は雨が降ることを覚悟して傘袋を用意したが，ほんのわずか雨が降ったに留まったのは幸いだった．しかし，季節外れの寒波が襲ったのは予想外で，4月の福井としては31年振りの積雪となった．機器展示とポスター発表を行った広い体育館は足元から冷えたが，防災上暖房器具を持ち込むことができず，寒い思いをさせてしまった．大学のセントラルヒーティングは3月末で切られていたので，口演会場や休憩室には急拠石油ストーブを調達して配置したが，それでも寒い思いをされた方が多くおられたことと思われる．ままならぬ天候のこととはいえ，あらためてお詫び申し上げたい．

休憩室

休憩室では初めての試みとして，菓子を出すことにした．国際学会で時にビスケットが供されることに倣ったのである．総合受付近くの休憩室は，満員であることが多かった．他の休憩室は机が動かせないために，談話に不便であり余り利用していただけなかったのが残念であった．

機器展示・ポスター

全面的に，学会運営とは別の専門業者に任せた．機器展示とポスター発表を同じ場所で行うようにするため，体育館をその会場とした．過去の学会で両会場を別にしたために，機器展示会場を訪れる人数が激減したという経験から，業者が強く要望したためであった．午前・午後と2回のポスター発表を行ったためにあわただしかったが，予想以上に多くの方々が活発な議論をしておられるのが印象的であった．多数の演題をこなすためには，ポスター発表の割合を増やすことが重要だと感じた．

物産展・おろしそばの試食

多くの大会で行っているように，福井県名産品の展示販売を小体育館で行った．また，福井県池田町の越前そばを，3日間で1,000食，無料で試食していただいた．越前そばは大根おろしといっしょに食べるので「おろしそば」という名がついており，本来，冷たくて腰があって硬いのが特徴である．ところが，学会当日は寒かったためか温かいそばの注文が多く，茹で過ぎて柔らかくなってしまっていたのが残念であった．手違いから，約束の無料1,000食に達するまでに一部の人から料金をいただいてしまい，申し訳ないことをした．

会員チェック・臨時会員

生理学会の会則によれば，生理学会の会員でなければ生理学の地方会および大会での発表は行えない．ところが前年度の名古屋大学より，会員かどうかのチェックを行ったところ，会員でないのに発表者になっているケースが多数あったので，会員

チェックを生理学会本部で行ってもらうようにとの助言をいただいた．それに従って本部と交渉し，今回は会員チェックの大部分を本部にお願いした．

また，臨時会員の資格は会費を払ってから1年間有効であるために，いつ払われたかをいちいち調べる煩わしさがあり，これも改善事項として名古屋からの申し送りがあったが，会則そのものを変更しない限りどうしようもなかった．事務手続きを簡略化するには，国際学会で通常行われているように「臨時会費はその会合でのみ有効である」という会則変更を加える必要がある．

フロッピィディスクでの発表申込

発表順序の決定・人名やキーワードの索引作成・予稿集の編集などを効率よく行うには，会員からの情報をコンピュータで扱える状態で得る必要があることから，初めてフロッピィディスクによる申込を取り入れた．

NEC・IBM互換機・マッキントッシュの3機種のコンピュータを準備し，フロッピィディスクでの申込のほとんどの場合に対応できるものと考えた．テキスト形式で送っていただくように依頼したのであるが，実際には「一太郎」「ワード」「マックライト」などのワープロソフトを使用してそのまま保存したものが全体の3分の1程を占めていた．また，「松」などの古いソフトの使用も見受けられた．このようなことは予想されていたので，主なワープロソフトは購入しておいた．困ったのは，初期のワープロ専用機を使用して作成された抄録で，その特殊性のために，どのコンピュータやソフトを使用してもファイルを読むことはできず，OCR(文字読み取りソフト)を使用して原稿から文字を直接コンピュータで読み取った．フロッピィディスクによる申込が初めてであったための混乱であり，相当に時間を取られた．

データベースの作成・予稿集編集

受け付けた演題・発表者・各種索引を作成する際，基となるデータベースがあれば便利である．フロッピィディスクでの申込をお願いしたのは，このデータベース作成のためであった．マッキントッシュ版の「ファイルメーカー Pro」を用いて福井医大の学生にフロッピィディスクのデータを入力してもらったが，かなりの時間を要した．しかし，でき上がったデータベースは，問い合わせの応答などにも利用できたし，演題の整理・演題発表順序の決定・各種索引の作成・予稿集の版下作成などに大いに威力を発揮したので，時間をかけて作った価値は充分にあった．

従来の予稿集の人名索引は漢字を主体にして並べた電話帳形式であり，外国人氏名は別編集であった．以前から難読氏名の存在に気付いていたので，ルビを振ることを真剣に考えた．その結果，外国人氏名と一体化させるために，ヘボン式の英字による併記を採用した．この人名索引によって，「あー，あの人の名は，こう読むのか」と気付かれた方も多いのではないだろうか．読み方を示したのは今回が初めてだが，継承していただきたいものである．また，使用動物種とキーワード索引は前年度の名古屋大会に倣って作成したが，データベースなしに手作業で作成された名古屋大学の方は苦労されたことと思う．

発表申込様式の検討

今回はフロッピィディスクによる発表申込を採用したが，既述のようにいくつかの問題が生じた．これらは，回を重ねてこうした申込様式に慣れてくれば，容易に改善できるものである．しかし一方で，コンピュータを介したネットワークの構築が目ざましく進んでいる今日，新たな発表申込様式として，電子メールや後述するインターネットの利用が考えられる．

電子メールの利点は，受け取った文字データをそのままコンピュータ処理できることである．したがって，電子メール上で予め決まった書式を用いて申込を行えば，受け側のデータベース作成も容易である．通信および手続き上の間違いを避けるためには，自動的に確認メールを送るように電子メールのプログラムを組んでおけば良い．電子メールの欠点は上付や下付文字などの特殊文字の転送ができないことだが，そのような文字の前後に特別な文字命令を付け加えてもらえば，受け取った側で簡単に元の文字へ変換できる．さらに，郵便を利用しなくても良いので，費用の軽減だけでなく手続きの迅速化にもつながるのである．電子メールによる発表申込は既に日本物理学会などで実施されており，生理学会

でも近い将来に利用すべき方法だと思われる．

インターネットの利用

ここ数年来，日本でのインターネット利用が急速に発展している．私たちは，生理学会大会の運営にもインターネットを利用する時期が到来したと判断し，ホームページの開設に取りかかった．前例がないだけにデザインになどに苦労したが，コンピュータに詳しい福井医大3年生の真崎竜邦君が，私たちの希望に沿ってホームページを熱心に作成してくれた．多くの方からインターネットの導入に対してお誉めの言葉をいただいたのが，大きな励みとなった．

次回主催校である浜松医科大学から，私たちのホームページのプログラムを受け継ぎたいというお申し出があったので，承諾した．そのプログラムに改訂を施して次々と開催校に受け渡していただければ，生理学会大会のホームページが充実したものになるだろう．

今回のインターネット利用にあたり，残念ながら実施を断念した以下の二点を，次回以降に考えていただければと思う．まず第一に，発表申込にインターネットを利用することである．インターネットのホームページに発表申込の書式を示し，そこに必要事項を書き込むようにすれば，統一された記載内容が得られ，データベース作成を含めて演題の整理に便利である．今回，インターネット上でアンケートを実施したが，それと同様にすれば良い．インターネットが利用できない人には，電子メールまたはフロッピィディスクを使用していただく．第二点は，英語版ホームページの作成である．日本生理学会大会を国際化するためには，英語による記載が不可欠である．今回のホームページの記載は日本語のみであった．英語版の作成も考えたのだが，肝心の抄録の大部分が日本語であったために，実施を見送った．もし，次回のホームページで英語版をも作成されるならば，予稿集用の抄録を英語で送っていただく必要がある．しかし，質の高い英文抄録を掲載するには，どうしても英文校閲を経なければならず，短時間での英文校閲が可能かどうかが大きな障壁となろう．

「日本生理学雑誌」への原稿・生理学会大会予稿集作成

前年度3月の名古屋大会の視察から準備を始めた頃は比較的静かであったが，2回目の名古屋大学取材を終え，それらをもとに日本生理学雑誌に掲載する「第2報（大会の概要・抄録募集要項・宿泊予約などの告知）」の原稿に取り掛かった5月中頃から急に忙しくなった．前述したように，フロッピィディスクでの申込の通知が大きな変更点であった．また，予稿集のサイズを初めて国際標準のA4版とした．従来のB5版よりもサイズを大きくして，少しでも1ページ当たりの情報量を増やし，予稿集を薄くしようと考えたからである．これに伴い，抄録記入用紙の様式にも変更を加えた．従来の抄録記入用紙の青枠は印刷の青インクに黒色が混入していて，写真製版時にこの枠を消すために強いフィルターをかける必要があり，結果として予稿集の印刷が不鮮明になっていた．前年度の名古屋からこの点を知らされていたし，福井の印刷業者も容易にその欠陥を指摘したので，様式の変更を機に，「日本生理学雑誌」の印刷を担当している鶴岡印刷に純粋の薄青インクを使用してもらった．今回の予稿集の抄録は，以前のものよりも少し鮮明になっていると思う．純粋薄青インクの使用は，是非継承していただきたい．

予稿集の編集・組版・校正などをすべて印刷業者に任せるとその経費は大きく，計上している予算の相当部分を使い果たしてしまうことがわかった．そこで，自分達で大部分の編集を行い，印刷精度の高いプリンタで光沢紙に印刷したものを版下として印刷業者に渡すことにした．ただし，会員からの予稿原稿はそのまま写真製版する慣例なので，それだけは印刷所に切り貼りを依頼した．このように，会場の地図を含めてすべての版下を自分達で作成したので膨大な労力を要したが，費用を大幅に節約することができた．

特別講演

IUPS の推薦により，Denis Noble, Edward R. Weibel, Harvey V. Sparks, Erwin Neher の4教授に講演をお願いした．福井大学の250名収容の講義室を用意したが，不充分だと判断したので，向いの同サイズの講義室にて同時中継を行った．いずれの講演も好評であったが，特にノーベル賞受賞者である

Neher 教授の講演は立見を含めて約600名の方が来聴され，部屋に入りきれずに聴くことを断念された方がおられたので申し訳なかった．また，Noble 教授は，スライドだけではなくビデオとコンピュータ投影も併用され，動画による説明が印象的であった．特別講演の一部は，地元のテレビニュースで放映された．

教育シンポジウム・動物シンポジウム

教育シンポジウムでは，若手生理学者の減少に対する危倶感と，義務化されようとしている卒後臨床研修がますます医学部出身者の生理学への進出を妨げるとの懸念から，熱心な討論がなされた．

動物シンポジウムにおいても，NIH が新しく提唱刊行した動物実験のガイドラインをもとにして討議が行われた．

グループディナーおよび研究会

前年度の名古屋大会では，日英合同生理学会のためにグループディナーは開催されなかったが，今回は従来通りに実施した．グループディナーとコンピュータ研究会の世話人の方とは電子メールで頻繁に連絡を取り合い，開催内容および変更点はインターネットのホームページで会員の皆様に詳細にお知らせした．予稿集の原稿を印刷所に渡す時点では具体的な内容の決定までに至らないグループが多かっただけに，インターネットでの情報提供は有益であったと思う．レストランや温泉でグループディナーを開催されたグループが3つあった．このように，ホテル以外の会場を使用されるのも，懇親という観点から良いと思える．

まとめ

生理学会大会は数十年に1度しか回って来ないために，各校は運営に不慣れであり，不必要な苦労や無駄が避けられない．大学の規模の大小に拘らず生理学会大会を行なうには，大会運営方法のノウハウを生理学会本部で蓄積するのが良いと思われる．各年度の当番校は，そのノウハウを引き継ぎ，生理学会本部の助言を得ながら運営の準備に当たるのである．そうすれば，当番校の負担は軽減されることになろう．

今回の福井大会では，いくつかの新しい試みを取り入れた．それらの試みが成功したかどうかは別として，生理学会大会の運営を見直すきっかけとなればと願っている．また，実行を断念した問題点を記載しておいたので，次年度以降に解決していただければ幸いである．福井までお越し下さった生理学会の会員の皆様に感謝しつつ，稿を終える．

第73回　日本生理学会大会　　平成８年４月３日～４月５日　於 福井大学

INFORMATION

上原記念生命科学財団
平成8年度上原賞（研究業績褒賞）受賞候補者推薦要項

1. 候 補 者

生命科学，特に健康の増進，疾病の予防および治療に関する次の分野において，独創的な内容の研究に従事し，本分野の研究の進展に顕著な功績をあげ，活躍中の研究者（共同研究の場合は主たる研究者を対象とするが，異なる研究グループによる共同研究の場合には，連名であってもよい）．

(1)栄養学，(2)薬学一般，(3)基礎および臨床医学(東洋医学を含む)，(4)社会医学(体力医学を含む)

2. 推 薦 者

(1) 主要学会に推薦を依頼する．

(2) 既上原賞受賞者に推薦を依頼する．

(3) 当財団の役員および評議員に推薦を依頼する．

3. 推薦件数

1推薦者から1件とする．

4. 褒賞の方法

1件につき，正賞（金牌）および副賞1,000万円を贈呈する．2件以内．

5. 名　　称

この褒賞は「上原賞」(英文名 “Uehara Prize”)と呼称する．

6. 推薦方法

所定の用紙に記入し，当財団に送付する．

7. 推薦締切日

平成8年9月10日とする．

8. 選考方法

当財団選考委員会において選考し，理事会・評議員会で決定する．

9. 褒賞の贈呈

平成9年3月11日の贈呈式において贈呈する．

10. 推薦用紙送付先および連絡先

財団法人　上原記念生命科学財団
〒171 東京都豊島区高田3丁目25番3号
電話03-3985-3500

第11回研究助成候補者推薦要領

(寄附行為第4条第1号，研究助成事業)
平成8年6月
財団法人　ブレインサイエンス振興財団

1. 趣　　旨

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

2. 研究助成金

助成額は1件80万円，助成件数は8件とする．

3. 推 薦 者

(1) 関係各学会代表責任者または所属機関の長とする．

(2) 当財団の理事および評議員とする．

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る．(但し，所属機関の長の場合を除く)

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し，当財団に提出す

る．(複写用紙を用いてもよい)

6. 推薦締切日

平成8年11月29日㈮とする．

7. 選考の方法

選考委員会において選考し，理事会において決定する．

8. 採否の通知

平成9年3月末日までに推薦者あて，採否を通知する．

9. 助成金の交付

助成決定者に対しては，平成9年6月末までに研究助成金を送呈する．

10. 助成金の使途

助成金は，推薦書記載の通り使用することを原則とする．なお，経理報告書を平成10年4月中に提出すること．

11. 成果の報告

研究の成果については，平成10年4月中に成果報告を当財団に提出するものとする．また，財団主催の研究会において発表を御願いする．助成金による研究を専門誌に発表する場合には，“財団法人ブレインサイエンス振興財団(英文の場合は，Brain Science Foundation)の助成による”旨を書き添えること．

推薦書提出先および連絡先

財団法人　ブレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重洲2丁目6番20号

電話(03)3273-2565(直通)

第11回塚原仲晃記念賞受賞候補者推薦要領

(寄附行為第4条第2号，研究助成事業)

平成8年6月

財団法人　ブレインサイエンス振興財団

1. 趣　旨

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

2. 褒 賞 金

贈呈件数は原則として1件とし，賞牌ならびに副賞(100万円)を贈呈する．

3. 推 薦 者

(1) 関係各学会代表責任者または所属機関の長とする．

(2) 当財団の理事および評議員とする．

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る．(但し，所属機関の長の場合を除く)

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し，当財団に提出する．(複写用紙を用いてもよい)

6. 推薦締切日

平成8年11月29日㈮とする．

7. 選考の方法

選考委員会において選考し，理事会において決定する．

8. 選考結果の通知

平成9年3月末日までに推薦者および受賞者あて通知する．

9. 塚原仲晃記念賞の贈呈　その他

贈呈決定者に対しては，別途通知する．

推薦書提出先および連絡先

財団法人　ブレインサイエンス振興財団

〒104 東京都中央区八重洲2丁目6番20号

電話(03)3273-2565(直通)

第10回海外研究者招聘助成候補者推薦要領

(寄附行為第4条第3号，研究助成事業)
平成8年6月
財団法人　ブレインサイエンス振興財団

1. 趣　旨

ブレインサイエンス研究分野において，独創的テーマに意欲的に取り組んでいる外国人研究者の短期間(3ケ月以内)の招聘を助成する．

ただし，助成金は，外国人研究者を招聘する受入責任者に交付する．

2. 招聘の時期

平成9年4月1日から平成10年3月31日の間に外国の研究者を招聘するもの．

3. 助成予定額

1件あたりの助成額は，往復の航空運賃を主とし，30万円までを限度として必要額を若干件助成する．

4. 推薦者

(1) 関係学会代表責任者または受入責任者の所属機関の長とする．

(2) 当財団の理事および評議員とする．

5. 推薦件数

1推薦者から1件に限る．(但し，所属機関の長の場合を除く)

6. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し，当財団に提出する．(複写用紙を用いても良い)

7. 推薦締切日

平成9年1月17日(金)とする．

8. 選考の方法

選考委員会において選考し，理事会において決定する．

9. 採否の通知

平成9年3月末日までに推薦者あて，採否を通知する．

10. 助成金の交付

助成決定者に対しては，平成9年4月から必要に応じて受入責任者に送呈する．

11. 助成金の使途

外国人研究者招聘助成金は，推薦書記載の通り使用することを原則とする．

12. 成果の報告

招聘の成果について，招聘後2ケ月以内に受入責任者より報告を当財団に提出すること．

推薦書提出先および連絡先

財団法人　ブレインサイエンス振興財団
〒104 東京都中央区八重洲2丁目6番20号
電話(03)3273-2565(直通)

第10回海外派遣研究助成候補者推薦要領

(寄附行為第4条第3号，研究助成事業)
平成8年6月
財団法人　ブレインサイエンス振興財団

1. 趣　旨

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

ただし，平成9年4月から平成10年3月の間に出発出来るものに限る．

2. 助成予定額

1件あたりの助成額は，往復の航空運賃を主とし，30万円までを限度として必要額を若干件助成する．

3. 推 薦 者

(1) 関係学会代表責任者または所属機関の長とする.

(2) 当財団の理事および評議員とする.

4. 推薦件数

1推薦者から1件に限る.(但し,所属機関の長の場合を除く)

5. 推薦方法

所定の用紙に必要事項を記入し,当財団に提出する.(複写用紙を用いても良い)

6. 推薦締切日

平成9年1月17日㈮とする.

7. 受入先の承諾書

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

8. 選考の方法

選考委員会において選考し,理事会において決定する.

9. 採否の通知

平成9年3月末日までに推薦者あて採否を通知する.

10. 助成金の交付

助成決定者に対しては,平成9年4月以降に出発時期に応じて送呈する.

11. 助成金の使途

助成金は,推薦書記載のとおり使用することを原則とする.

12. 成果の報告

帰国後2ケ月以内に派遣の成果について,報告書を当財団に提出すること.

推薦書提出先および連絡先

財団法人　ブレインサイエンス振興財団
〒104 東京都中央区八重洲2丁目6番20号
電話(03)3273-2565(直通)

千里ライフサイエンスセミナー
「遺　伝　子　診　療」

日　　時：平成8年9月6日㈮午前10時～午後5時
場　　所：千里ライフサイエンスセンタービル
5階ライフホール
(地下鉄御堂筋線千里中央駅北口すぐ)
(大阪府豊中市新千里東町1-4-2)
主　　催：財団法人　千里ライフサイエンス振興財団
協　　賛：株式会社　千里ライフサイエンスセンター
コーディネータ：
大阪府立成人病センター総長　豊島久真男
京都大学医学部教授　森　　徹
プログラム：

1. 遺伝子治療の現状と今後の展望
   1) アデノシンデアミナーゼ欠損症における遺伝子治療
      北海道大学医学部助教授　崎山幸雄
   2) 遺伝子治療に関する諸問題
      a) アデノ随伴ウイルス(AAV)ベクターの可能性　　自治医科大学教授　小澤敬也
      b) 遺伝子治療におけるリポフェクションの開発と応用
         大阪大学細胞生体工学センター助教授　金田安史
2. 遺伝子診断の現状と今後の展望
   1) 免疫関連疾患と遺伝子診断
      九州大学生体防御医学研究所教授　笹月健彦
   2) がんの遺伝子診断：現状と展望
      東京大学医科学研究所教授　中村祐輔
3. 遺伝子診療を適切に進める会
   生命誌研究館副館長　中村桂子
4. 遺伝子診療体制はどうあるべきか
   京都大学医学部教授　森　　徹

参 加 費：(講演要旨集含む)
会　員：6,000円
(但し,大学,官公庁,主催・協賛団体会員)
非会員：8,000円

学　生：3,000円
定　員：300名
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，郵便またはFAX で下記宛お申し込み下さい．参加費は申込後に大和銀行千里中央支店普通預金 No. 4601085 財団法人千里ライフサイエンス振興財団口座宛お振込下さい．なお振込の際，振込者名の前に K 1 とご記入下さい．ご送金確認次第，領収書兼参加証を送付致します．
申 込 先：㈶千里ライフサイエンス振興財団セミナー係
〒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 8 階
TEL (06) 873-2001
FAX (06) 873-2002
担当：桜井・林

千里ライフサイエンスセミナー　ブレインサイエンスシリーズ　第9回
「脳の接着因子 ―基礎と病態―」

と　き：平成 8 年10月 9 日㈬10：00～17：00
と こ ろ：千里ライフサイエンスセンタービル
5 階ライフホール
(地下鉄御堂筋線千里中央駅北口すぐ)
(大阪府豊中市新千里東町1-4-2)
主　催：財団法人　千里ライフサイエンス振興財団
協　賛：株式会社　千里ライフサイエンスセンター
コーディネータ：　大阪大学医学部　遠山正彌
プログラム：
1．はじめに
大阪大・医　遠山正彌
2．カドヘリンによる神経回路の区画化
京都大大学院・理　竹市雅俊
3．終脳特異的細胞接着分子テレンセファリンの構造と機能　大阪医大　吉原良浩
4．神経細胞接着分子コンタクチンの機能とその細胞内シグナル伝達系　奈良先端大　武内恒成
5．細胞接着分子 L 1 の構造と機能の解析
慶応大・医　武田泰生
6．ロイシン・リッチ・リピート・ファミリーの脳における発現　大阪大・医　高木　勉
7．脳腫瘍の進展におけるインテグリンの関与
大阪大・医　松浦成昭
8．おわりに
大阪大・医　遠山正彌
受 講 料：(講演要旨集含む)
会　員：6,000円
(大学，官公庁，主催・協賛団体会員)
非会員：8,000円
学　生：3,000円
定　員：300名
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，郵便またはFAX で下記宛お申し込み下さい．受講料は申込後に住友銀行千里中央支店普通預金 No. 128278・財団法人千里ライフサイエンス振興財団口座宛お振込下さい．なお振込の際，振込者名の前にB 9 とご記入下さい．ご送金確認次第，領収書兼参加証を送付致します．
申 込 先：㈶千里ライフサイエンス振興財団セミナー係
〒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 8 階
TEL (06) 873-2001
FAX (06) 873-2002

脳の世紀プログラム

平成8年10月2日(水)
国立教育会館・虎ノ門ホール

1) 開会挨拶　10：00～10：10
2) 特別講演　司会　理化学研究所　甘利俊一
宇宙から脳へ
高輝度光科学研究センター放射光研究所　小田　稔
10：10～11：10
3) 脳を知る　司会　東京大学医学部　宮下保司
脳と遺伝子　東京大学理学部　堀田凱樹
11：10～11：50
——昼休み——
脳と運動　東北大学医学部　丹治　順
13：20～14：00
4) 脳を創る
司会　東北大学金属研究所　澤田康次
脳とカオス　東京大学工学部　合原一幸
14：00～14：40
神経回路モデルによる気象予測
NTTヒューマンインタフェース研究所　曽根原　登
14：40～15：10
——休　憩——
5) 脳を守る
司会　国立精神神経センター　杉田秀夫
脳血管障害の医学
大阪大学医学部　柳原武彦
15：30～16：10
免疫性神経疾患の医学
国立精神神経センター　田平　武
16：10～16：50

主　催：脳の世紀推進会議
代表　伊藤正男・事務局　外山敬介
問い合わせ先：けいはんな　TEL 0774-95-5111
クバプロ　TEL 03-328-1689

日本医学会だより

1996年5月 No. 15

第25回日本医学会総会

第25回日本医学会総会(会頭：高久史麿，副会頭：伊藤正男・吉岡守正・森岡恭彦，準備委員長：矢崎義雄)は，東京において1999(平成11)年4月2日(金)～4日(日)までの3日間にわたり，学術講演が開催される．また展示は，1999(平成11)年3月27日(土)～4月5日(月)までの10日間にわたって開催される．

会場は学術講演に東京国際フォーラム(有楽町)を，また総合医学展示には東京国際展示場(有明)を予定している．

総会のメインテーマは「社会とともにあゆむ医学—開かれた医療の世紀へ—」で，シンボルマークもこのテーマにふさわしい，人間のあゆむ姿が図案化され，社会の人々とともに新たな世紀に向って進む医療・医学のイメージが象徴されている．また総会の大きな目標として，4年に1回，医学・医療の進歩の成果を広く社会に問う大イベントとして，関係者のみならず，国民全体が健康を考えるよい機会となることを目指している．

第63回日本医学会定例評議員会

第63回日本医学会定例評議員会が，1996年2月27日(火)に開催された．挨拶に立った森亘日本医学会長は「今日の現実についても十分に弁えながら，むしろ将来にわたっての理想をもとに物事を進め，日本の医学・医療に何等かの貢献をしたいと考えている」と述べ，日本医学会の進むべき姿勢を示した．

なお，同日に日本医学会役員の選挙が行われ，日本医学会長に森亘，副会長に石田名香雄(基礎)，小泉明(社会)，高久史麿(臨床)の3名がそれぞれ再選された．

また，幹事(16名)は，約半数の9名の任期満了に伴う改選が行われた．

会長，副会長(3名)の任期はともに，1996年4月1日から1998年3月31日までであり，幹事(半数改選)は2000年3月31日までである．

第105回日本医学会シンポジウム

「骨粗鬆症—病態，診断，治療の進歩—」が，1996年7月3日(水，10：00～17：30)に日本医師会館大講堂で開催される予定である．

本シンポジウムの組織委員は，黒川清，折茂肇，井上哲郎の3氏である．参加希望者は，日本医学会あてに葉書で申し込まれたい．参加費は無料．また本シンポジウム記録集は，希望者に謹呈する予定．詳細は事務局まで．

プログラムの概要は，下記のとおり．

Ⅰ．骨粗鬆症の病型と病態：骨の構造と機能から

1．骨の構造と機能/中村利孝(産業医大・整形外科学) 2．骨細胞の機能と骨粗鬆症の病態/松本俊夫(東大・内科学) 3．骨粗鬆症の病型/森井浩世(阪市大・内科学)

Ⅱ．骨粗鬆症の症状と診断

4．骨粗鬆症の症状と診断基準/井上哲郎(浜松医大・整形外科学) 5．骨構造と骨量の評価法/福永仁夫(川崎医大・放射線医学) 6．骨代謝マーカーその他の特殊診断法(種々のマーカー，遺伝子診断など)/清野佳紀(岡山大・小児科学)

Ⅲ．骨粗鬆症の予防と治療

7．骨粗鬆症の予防と早期治療/折茂　肇(大蔵省東京病院) 8．骨粗鬆症の治療の目標と効果の判定/白木正孝(成人病診療研究所) 9．薬剤療法：その適応と選択/板橋　明(埼玉医大・中央検査部)

新規加盟学会審査制度検討委員会報告書

日本医学会では，平成6年より分科会として新規加盟を希望する学会に対する加盟申請審査のあり方を検討し，この度，報告書が出された．

本年度から新方式による新規加盟の審査を行うことが機関決定している．加盟申請の公示は平成8年5月15日に行い，7月31日で申請を締切る．

報告書の審査基準として，a．分科会としての独自性と必要性，b．会員構成，c．活動性，評価，d．国際性，e．運営，f．総合的な判断などをあげている．

審査は新規加盟審査委員会で審議検討した結果につき，協議会，幹事会の議を経て評議員会で審議し，その上で決定を行うこととしている．加盟への申請書は，日本医学会あて請求されたい．

医学用語管理事業

本会の医学用語管理委員会は，最近，文部省の学術用語制定事業「医学用語標準化の調査研究」の作業を中心に行い，医学用語標準化のための円滑な方法等を検討した．

「医学用語標準化の調査研究」の重点は，文部省から依嘱された標準医学用語制定のための作業を行うことにあり，最終目標は文部省「学術用語集医学編を出版することにある．その作業方針として「日本医学会医学用語辞典・英和・和英」に日本医学会各分科会の医学用語集を加え，これらを基に医学用語の編纂をした．上記「用語集」に含まれるべき医学用語の選定は，次の3つの基準の基本的な用語を優先とした．(1)新聞など一般社会において利用される可能性のある医学用語，(2)医学以外の学会で利用される可能性のある医学用語，(3)法令などに出現する医学用語である．なお，選定された用語の一覧は報告原案として，文部省に1996年3月末に提出した．

医学賞・医学研究助成費

1989年より，標記の医学賞・医学研究助成費の選考は，日本医師会から日本医学会に委託されている．医学賞・医学研究助成費についての候補者の推薦は，4月下旬に日本医学会各分科会長，全国大学医学部長・医科大学長，その他諸関係機関長に依頼した．

各要項の概略は，下記のとおり．

医学賞要項

1．日本医師会医学賞は，日本医師会会員で，医学上重要な業績をあげたものに授与する．

2．本賞は，毎年1回，基礎医学・社会医学・臨床医学を通じ計3名に授与する(副賞は1名500万円)．

医学研究助成費要項

1．日本医師会医学研究助成費は，日本医師会会員で，医学上将来性に富む研究を行っているものに授与する．

2．本助成費は，毎年1回，基礎医学・社会医学・臨床医学を通じ15件に授与する(1件200万円)．

各機関長からの推薦は，医学賞は各部門1名，助成費は各部門を通じ3件以内としていただきたい．

第23回比較心電図研究会

シンポジウム
「心室細動―最近の知見―」

日　時：平成8年9月7日(土)　午後1時～6時
場　所：順天堂大学医学部2号館6階階段教室
　　(御茶ノ水駅新宿寄り改札口下車3分)

1．細動・除細動の細胞電気生理
　　児玉逸雄(名古屋大学環境医学研究所)
2．心室細動発生機構のシミュレーション解析
　　岡崎　修(国立国際医療センター循環器科)
3．心室の受攻性
　　村川裕二(東京大学医学部第2内科)
4．心筋虚血灌流モデルにおける血行動態および心電図所見
　　中越一郎(宇部興産株式会社宇部研究所医薬研究部)
5．特発性心室細動の機序
　　大西　哲(東京女子医科大学心臓血圧研究所循環器内科)
6．乳頭糞線虫の寄生による牛の突然死
　　中村義男，平　詔享，広瀬　昶
　　(農林水産省家畜衛生試験場研究1，3部)

当番世話人：岩根久夫(東京医科大学)
　　若尾義人(麻布大学獣医学部)
参加自由：参加費 2,000円(当日受付)
問い合わせ先：〒113 東京都文京区弥生1-1-1
　　東京大学農学部比較病態生理学教室内
　　比較心電図研究会事務局
　　TEL 03-3812-2111 内線5389，5391
　　FAX 03-5800-6925

第12回 ^{13}C 医学応用研究会開催のご案内

日　　時：平成8年11月16日(土)
会　　場：聖マリアンナ医科大学病院　別館8階講堂
発表会幹事：大原裕康(聖マリアンナ医科大学第三内科)
参加費：3,000円(非会員4,000円)
演題募集：^{13}C 標識化合物の in vivo(呼気テスト等)，in vitro 医学応用に関する演題を広く募集します．演題を出される方は，下記へご連絡下さい．
　　〒216 神奈川県川崎市宮前区2-16-1
　　聖マリアンナ医科大学
　　第三内科学教室内　中川禎介
　　TEL 044-977-8111(内3149)
　　FAX 044-976-8941
演題締切：平成8年9月14日(土)　必着
応募資格：演者，共同演者 ^{13}C 医学応用研究会の会員に限ります．下記にて，入会の手続きをお願いします．
　　日本学会事務センター
　　〒113 東京都文京区本駒込5-16-9
　　学会センター C21
　　TEL 03-5814-5810
　　FAX 03-5814-5825

第1回酸素ダイナミクス研究会

日　時：1996年9月28日(土)
場　所：東京都新宿区信濃町35
　　慶應義塾大学病院大会議室(新棟11階)
連絡先：〒990-23　山形市飯田西2-2-2
　　山形大学医学部第一生理
　　高橋英嗣
　　電　話：0236-33-1122 ext. 5213
　　FAX：0236-28-5215
　　E-mail eiji@med. id. yamagata-u. ac. jp
　　WWW ホームページ
　　http ://133.24.136.253/Oxygen Dynamics/Oxygen Dynamics. html

国立循環器病センター流動研究員募集

資　　格：授用日において，原則として35歳未満の者で，大学(学部を問わない)卒業後２年以上の研究歴を有する者，又はこれに準ずる者.

研究課題：次の研究課題の一つを専攻する.

1. 生体内情報の伝達及び制御機構の解明
2. 動脈硬化・血栓ならびにその関連疾患の遺伝・環境因子の解明
3. 高血圧と心臓血管病の関連についての病態解析
4. 臓器置換に関する研究・開発
5. 循環器疾患の診断・治療法の評価

募集人員：若干名

採用日：平成４年４月１日

任用期間：１年度ごとの評価により，３会計年度を限度として再採用を行う.

願書締切：平成８年10月31日(火)＜必着＞

願書請求先：〒565 大阪府吹田市藤白台5-7-1
国立循環器病センター研修係
TEL：06-833-5012(内線2216)
(切手を190円分同封して下さい.)

広島大学総合科学部生体行動コース・人間行動研究講座で助手１名が公募

専門分野は生理科学で，生体恒常性の維持機構に興味を持ち，動物の環境適応機構について分子レベルから個体レベルに亘って，広い視野で捉えられる方が望まれています．応募条件は35歳未満の方で，学位取得者もしくは１年以内に確実に学位が取得できる方になっています．提出書類は，1) 履歴書(写真貼付)，2) 研究業績リスト及びその別刷又はコピー，3) 業績内容の要約(本人によって書かれたもので2000字以内)，4) 応募理由と今後の研究計画(本人によって書かれたもので2000字程度)，5) 所属学会及び活動状況，6) 本人について照会できる方２名の名前・住所・電話番号，7) その他本人が必要と思うもの，となっています．応募締め切りは８月31日(土)(消印有効)です．封筒に「生理科学教官応募書類在中」と朱書きし，簡易書留で送って下さい．発令予定は10月です．なお当学部は講師以上も公募制をとっており，助手からの昇任制度はありません.

書類提出先：〒739 東広島市鏡山1-7-1
広島大学総合科学部長　生和秀敏

問合先：本学部内　安藤正昭
TEL 0824-24-6569(ダイヤルイン)
E-mail mando@ipc. hiroshima-u. ac. jp

CALENDAR

主な学会開催日程

開催日（演題締切）	名称	会場	連絡先
96. 8.11-16	XII TH INTERNATIONAL BIOPHYSICS CONGRESS	AMSTERDAM：	XII th International Biophysics Congress ☎＋31(0)20-549-1212 TELEFAX：＋31(0)20-646-4469
96. 8.18-23 (95. 9.30)	1996年国際膜会議（ICOM '96）	横浜：パシフィコ横浜	㈱アイシーエス企画内事務局　関・中島 ☎03-3272-7981　FAX：03-3273-2445
96. 8.24	第4回　日本発汗研究会総会	仙台：東北大学医学部 艮陵会館	信州大学 第一生理　大橋 ☎0263-35-4600(5172) FAX：0263-36-5149
96. 9. 1- 4	第3回国際脳卒中学会議	ミュンヘン：	㈱ワールドミーティング ☎03-3350-0363　FAX：03-3341-1830
96. 9. 6	千里ライフサイエンスセミナー 「遺伝子診療」	豊中：千里ライフサイエ ンスセンタービル	千里ライフサイエンス振興財団セミナ係 ☎06-873-2001　FAX：06-873-2002
96. 9. 9-11	日本神経回路学会第7回全国大会	名古屋：名古屋大学	名古屋工業大学 知能情報システム ☎052-735-5468
96. 9.18-20	第12回神経研国際シンポジウム 記憶研究の最前線―遺伝子から脳へ	東京：アルカディア市ケ谷	都神経研 調査課　黒田 ☎0423-25-3881(4104)
96.10. 2	第4回脳の世紀シンポジウム	東京：国立教育会館 虎ノ門ホール	けいはんな TEL：0774-95-5111 クバプロ TEL：03-328-1689
96.10. 9	千里ライフサイエンスセミナー ブレインサイエンスシリーズ 「脳―の接着因子―基調と病態」	豊中：千里サイフサイエ ンスセンタービル	千里ライフサイエンス振興財団セミナ係 ☎06-873-2001　FAX：06-873-2002
96.10.24-25	第43回中部日本生理学会	岐阜：県民文化ホール 未来会館	岐阜大学 医学部 第二生理 ☎058-267-2227　FAX：058-267-2962
96.10.25-26	第47回西日本生理学会	福岡：福岡県歯科医師会館	福岡歯大 口腔生理　副田 ☎092-801-0411　FAX：092-801-4909
96.10.29-31 (96. 7.31)	1996年日本味と匂学会大会 （第30回味と匂のシンポジウム）	大阪：ＫＫＲホテル大阪	阪大 人間科学部 行動生理　山本 ☎06-879-8049　FAX：06-879-8050
96.11. 8-10	第9回日本体力医学会スポーツ医学研修会　第3回	東京：東京慈恵医科大学	㈶学会事務センター内 体力医学会研修会係 ☎03-5814-5800
96.11.27-29	第11回生体・生理工学シンポジウム	大阪：大阪大学 吹田キャンパス	㈳計測自動制御学会 ☎03-3814-4121
96.12. 5- 6	膜シンポジウム '96	京都：京都大学薬学部	大阪大学 基礎工学部 化学工学 ☎06-850-6250　FAX：06-850-6254
97. 5.17-23	OHOLO 41 st CONFERENCE PROGRESS IN ALZHEIMER'S AND PARKINSON'S DISEASE	ISRAEL：	Abraham Fisher, Ph. D., Israel Inst Bio Res ☎972-8-381603　FAX：972-8-401094
97. 6.30- 7. 5	XXXIII INTERNATIONAL CONGRESS OF PHYSIOLOGICAL SCIENCES	St. PETERSBURG：	Juhani Saari CONGREX P. O. Box 35 FIN-00621 Helsinki Finland ☎358-0-752-3611　FAX：752-0899
97. 9.15-19	第5回「NOと生物学」に関する 国際会議	京都：国立京都国際会館	滋賀医大 薬理　岡村 ☎0775-48-2181　FAX：0775-48-2183

＊*INFORMATION* とこの欄への記載をご希望の方は開催日の3ケ月前までに事務局宛お送り下さい.

RECORDS

会　員　消　息

＜新　入　会　員＞

氏名	勤務先（電話・FAX）	〒	自宅住所　（専門分野）	E-MAIL ADDRESS
井上　徹	大阪大学 医学部 第二生理 06-879-3611・06-879-3619	590	大阪府堺市出島町2-7-46-406	
五十里　彰	富山医科薬科大学 薬学部 薬物生理 0764-34-2281(2666)・0764-34-5051	930-01	富山県富山市古沢445	
犬養尚子	発達障害研究所 0568-88-0811・0568-88-0829	487	愛知県春日井市石尾台6-17-4 クレール石尾台A101	
浦田　繁	明治鍼灸大学 生理 0771-72-1181・0771-72-0326	622	京都府船井郡園部町小山東町島所40-1 西山マンション202	
太田利彦	札幌医科大学 011-611-2111(2273)・011-612-5861	064	北海道札幌市中央区南5条西 12-1297-7　シャルマン512 402号	tohta@sapmed. ac. jp
加藤寿章	藤田保健衛生大学短期大学 0562-93-2610・0562-93-0290	453	名古屋市中村区中村中町3-38	tkato@fujita-hu. ac. jp
小島　至	群馬大学 生体調節研究所 0272-20-8835・0272-20-8893	371	群馬県前橋市文京町1-1-7-301	ikojima@sb. gunma-u. ac. jp
岸　隆司	聖泉短期大学 0749-43-3600・0749-43-5201	520	滋賀県大津市南郷5-14-14-204	
清水貴浩	富山医科薬科大学 薬学部 薬物生理 0764-34-2281(2668)・0764-34-5051	930-01	富山県富山市古沢758-3 コーポ泰山A231号	
杉内友理子	東京医科歯科大学 03-5803-5153・03-3894-4123	116	東京都荒川区西日暮里6-54-7	ysugiuchi. phyl@med. tmd. ac. jp
鈴木一雅	千葉大学 医学部 耳鼻咽喉科 043-226-2030・043-226-2034	284	千葉県四街道市美しが丘1-14-11	
鈴木康夫	北海道大学 医学部 第二生理 011-706-5041・011-717-5286	064	北海道札幌市中央区南10条西20丁目 1-25-20	
田中　晋	大阪大学 歯学部 第一口腔外科 06-876-5711(2257)	562	大阪府箕面市小野原東3-1-23-305	
成川圭太	佐賀医科大学 耳鼻咽喉科 0952-31-6511・0952-31-5076	849	佐賀県佐賀市鍋島3-7-2-215 シャトレ鍋島Ⅱ2215号	
西川　覚	京都大学 脳統御医科学認知行動脳科学 075-753-4485	602	京都市上京区東堀川一条下る主計町 2-4-802	
野瀬清孝	宮崎医科大学 第一生理 0985-85-0870・0985-85-5805	889-16	宮崎県宮崎郡清武町正手1-80-5	
長谷川佳代	藤田保健衛生大学 総医研 平滑筋 0562-93-2481・0562-93-1808	451	名古屋市西区花の木3-8-7	
長谷川桜子	筑波大学大学院 心身障害学研究科 0298-53-4595	204	東京都清瀬市野塩1-186-1 コーポ西原3-201	
畑　忠善	藤田保健衛生大学 総医研 平滑筋 0562-93-2481・0562-93-1808	457	名古屋市南区大堀町19-3	

氏名	勤務先（電話・FAX）	〒	自宅住所	（専門分野）	E-MAIL ADDRESS
花川一郎	昭和大学 医学部 脳神経外科 03-3784-8605	114	東京都北区豊島2-2-6		
松尾隆和	タバイエスペック株式会社 環境設備部 06-358-4741	617	京都府向日市上植野町樋爪6-4 安井マンション3-D		
松村伸治	浜松医科大学 053-435-2234・053-435-2235	434	静岡県浜北市沼130-1 メゾンフルール102		shinjim@hama-med. ac. jp
松本睦子	広島大学 医学部 保健学科 082-257-5555・082-257-5344	731-51	広島県広島市佐伯区五日市5-14-2		
宮崎博文	愛媛大学 医学部 第一生理 089-964-5111・089-964-0863	791-02	愛媛県温泉郡重信町志津川1625		himiya@m. ehime-u. ac. jp
籾山俊彦	長崎大学 医学部 第二生理 0958-49-7035・0958-49-7036	852	長崎県長崎市松山町6-10 鈴木ビル202		
矢代泰章	信州大学 医学部 第一生理 0263-35-4600・0263-36-5149	390-03	長野県松本市大村358 中野様方		physlfi@gipac. shinshu-u. ac. jp
山田　博	筑波大学 生物科学研究科 0298-53-4821	305	茨城県つくば市天久保3-12-11 グランドハイツ206		s945131@ipe. tsukuba. ac. jp
山田陽一	札幌医科大学 第一生理 011-611-2111・011-612-5861	062	北海道札幌市豊平区平岸1条10丁目 4-11-601		YYAMADA@MED. HOKUAZ. AC. JP

＜転勤・移動＞

氏名	勤務先名	勤務先(TEL・FAX)	E-MAIL ADDRESS
天貝裕地	奥羽大学 歯学部 生物	0249-32-8931(5141)・0249-33-7372	
綾　皓二郎	石巻専修大学 理工学部 基礎理学科	0225-22-7716(3114)・0225-22-7746	aya@isenshu-u. ac. jp
安藤裕明	情報処理センター	05616-2-3311	
井上浩義	吉富製薬㈱ 創薬第二研究所	0979-23-8975	
小野桂市	奈良教育大学	0742-27-9231	
尾野恭一	秋田大学 医学部 薬理	0188-33-1166(3222)	
岡田二郎	九州大学 理学部 生物	092-642-2315	
梶野大典	兵庫医科大学 第一生理	0798-45-6398	
片岡洋祐	京都大学 医学部 第二生理	075-753-4353	
勝田新一郎	福島県立医科大学 第一生理	0245-48-2111(2122)・0245-49-3788	
苅部英寿	旭川大学女子短期大学部	0166-48-3121	
設楽宗孝	電子技術総合研究所 情報科学部	0298-58-5833　・0298-58-5849	shidara@etl. go. jp
須佐見憲史	中京大学 心理学研究室	052-832-2151(2309)・052-835-7144	CXW02467@niftyserve. or. jp
菅谷公男	琉球大学 医学部 泌尿器科	098-895-3331(2458)・098-895-5090	
関野祐子	群馬大学 医学部 行動分析	0272-20-8052	
曽我美　勝	岐阜大学 医学部 第二生理 名誉教授	058-267-2227　・058-267-2962	
田中和夫	エーザイ㈱ 開発二部 資料統解室	03-3817-5726	
出浦滋之	河村病院	058-241-3311	
寺尾　晶	大阪バイオサイエンス研究所 分子行動生物学	06-872-4851	
中園嘉巳	青山学院大学理工学部	03-5384-1111	
西村俊彦	東海大学 医学部 第一生理	0463-93-1121(2522)	
西山明徳	愛知瑞穂大学短期大学部		
能勢　博	信州大学 医学部 加齢適応研究センター	0263-35-4600(5340)	
丸山芳夫	東北大学 医学部 第一生理		
沼田憲治	千葉県救急医療センター	043-279-2211　・043-266-9006	

日本生理学会平成8年度第1回常任幹事会議事録

日　時：平成8年4月2日(火)　13：30～17：30
会　場：ユアーズホテル(福井市)
出席者：有田　眞，伊藤正男，植村慶一，小澤瀞司，小野武年，岡　宏(当番幹事)，加藤正道，金子章道，菅野義信，工藤典雄，久保田競，熊澤孝朗，熊田　衛，栗原　敏，黒島晨汎，佐藤昭夫，佐藤　誠，菅　弘之，瀬山一正，高田明和(次回当番幹事)，高橋國太郎，丹治　順，津本忠治，寺川　進(次回当番幹事)，中島祥夫，中野昭一，永坂鉄夫，西山明徳，根来英雄(当番幹事)，畠瀬　修，福田　淳，藤本　守，本郷利憲，本間研一，松尾　理，三浦光彦，森田之大(次回当番幹事)，森本武利，富田忠雄，山下　博
欠席者：入来正躬，久場健司，堀　哲郎，薮　英世
議　長：岡　宏(当番幹事)

〈報告〉

1．庶務報告(本郷庶務幹事)：会員について，平成7年11月～平成8年2月の入会133名，退会69名，自然消滅193名，現在の会員総数3,576名，(一般会員3,324名，特別会員34名，名誉会員2名，準会員182名，寄贈交換34件)であることが報告された．

前回の常任幹事会以後に，特別会員　福原　武氏，三田俊定氏，評議員　細見　弘氏が逝去された旨報告され，追悼の辞が述べられた．

日産科学振興財団学術研究助成一般研究に，椛秀人氏(鹿児島大)が採択され，内藤記念研究成果刊行助成金候補者に杉　晴夫氏(帝京大)，加藤記念研究者育成助成金候補者に小田島潤一氏(岩手医大)，山田科学振興財団研究援助候補者に南部　篤氏(都神経研)と持田澄子氏(東京医大)を，それぞれ推薦した事が報告された．

協賛・後援については，日本学術協力財団シンポジウム「脳波双極子追跡による脳電位発生源の研究」の共催，日本膜学会第18年会(1996年5月)の協賛，日本医学物理学会第13回研究発表会(1996年7月)の協賛，日本電子顕微鏡学会第7回電顕サマースクール1996(7月)の後援が報告された．

その他の事項として，生理学会事務局に電子メール(j 90259@sinet. ad. jp)が開設されたことが報告された．

2．会計報告(熊田会計幹事)：平成7年度(1月1日～12月31日)の決算報告があり，承認された．

3．日本生理学雑誌編集報告(金子編集幹事)：平成7年度は57巻1～12号(8・9号合併)の11冊(総ページ数499)を発行し，平成8年度は3月2日の時点で58巻2号まで発行し，5号まで編集作業を終了していることが報告された．また，本誌の発行形態の変更について，①従来通りの製本した会誌は年4回(1，4，7，10月)発行し，残り8回は製本せず現在のブルーページの内容と広告を掲載すること，②形態を変更しても，名称は現在のままとすること，③大会で承認が得られれば直ちに変更を実施(58巻6号より)すること，④業績表題集は従来通り別冊として発行すること，⑤郵送料を節約するために，第四種郵便物(学術刊行物)の認可を申請中であり，7月頃に認可される予定であること，が報告された．

4．JJP 編集委員会報告(金子委員長)：平成8年2月29日の時点で45巻6号まで発行し，46巻2号までの編集作業を終了していること，46巻1号よりA4版(2段組)とし，表紙のデザインを一新したこと，A4版化に伴い，別冊料金を改訂したこと，また，カラー図版をページチャージ無しで掲載することになったこと，査読者名一覧を巻末に掲載して謝意を表することとした旨報告された．

投稿状況について，平成7年度は101件の投稿があり，このうち65％が採択されたこと，平成7年度はインパクトファクターが低下したこと，が報告され，会員が質の高い論文を投稿してくれることを望む旨の要請がされた．ついで平成7年度決算見込み

および平成8年度予算について報告された.

入沢賞受賞論文について，選考経過および結果が報告された．JJP編集委員，庶務，会計，編集の3幹事で構成する選考委員会において，今回はシステムを扱った分野の論文と分子細胞レベルの分野の論文を各1編ずつ選考することを申し合わせたこと，選考方法として各選考委員が持ち点を保有し，対照となる論文に点数をつけて推薦する方法(3点，2点，1点をつけた論文をそれぞれ1編，2編，3編推薦)を取り，その結果10点以上の高得点を獲得した論文が4編となり，投票の結果，分子細胞レベルの分野の論文として，高橋恭一氏(広島修道大学)の“GABA-Induced Chloride Current in Catfish Horizontal Cells Mediated by Non-$GABA_A$ Receptor Channels”(45巻3号 p 437～456)，システムを扱った分野の論文として小山なつ氏(滋賀医科大学)の“Differential Inhibitory Mechanisms in VPL versus Intralaminar Nociceptive Neurons of the Cat: I. Effects of Periaqueductal Gray Stimulation”(45巻6号 p 1005～1027)の2編に決定した旨報告された.

5．評議員の選考について(高橋委員長)：評議員選考委員会において，有資格の評議委員候補者38名の推薦を決定した旨，報告された.

6．選挙管理委員会報告(佐藤委員長)：本年は常任幹事(任期3年)の改選期であり，各地区所属の評議員の中より地区単位で選挙をおこない，開票の結果下記の当選者を庶務幹事に報告した旨報告された.

次期日本生理学会常任幹事(定員)五十音順

北海道地区(2名)	黒島晨汎，本間研一
東北地区(2名)	佐藤　誠，丹治　順
関東地区(5名)	伊藤正男，小澤瀞司，工藤典雄，中島祥夫，三浦光彦
東京地区(7名)	植村慶一，金子章道，熊田　衛，栗原　敏，佐藤昭夫，高橋國太郎，本郷利憲
中部地区(5名)	入来正躬，小野武年，熊沢孝朗，富田忠雄，永坂鉄夫
近畿地区(4名)	津本忠治，福田　淳，松尾　理，森本武利
中国四国地区(3名)	菅　弘之，瀬山一正，畠瀬　修
九州地区(3名)	有田　眞，堀　哲郎，山下　博

7．研究費委員会報告(佐藤委員長)：3年前に行われた科学研究費の分科細目の変更(神経筋肉生理学が生理学の分科から複合領域の神経科学の分科に移動)に伴い，生理学者への研究費の配分状況について追跡調査した結果，文部省の科学研究費全体が増加しているなかで，生理学者への研究費の配分も増加していること，神経科学の分科においても変更前と同様の比率で生理学者への配分が行われていること，が報告された．また，委員会としての今後の方針を議論した結果，環境科学の重要性が高まっていることから環境生理学の充実が必要であるという考えと，生理学と神経科学との接点が今後重要になるという考えの，二とおりの考えが提出され，今後3年間は環境生理学の充実を計っていくという結論に到達した旨報告された.

8．教育委員会報告(栗原委員長)：日本生理学雑誌に連載中の生理学実験技術法講座に関して，“細胞内 Ca 測定”は全て原稿入手済みであり，現在，次の連載予定の“ビデオマイクロスコープ法”の原稿待ちの状態である．更にその次の連載として“分子生物学に関する講座”を立案している旨報告された．また，統計学に関する講座を近々連載開始する予定であることが報告された.

本年度の生理学研究所における実験技術トレーニングコースを共催することが確認され，生理学研究所の森教授がお世話くださることになっていること，また，同コースの既受講者に対する追跡調査を検討していることが報告された.

「MCQ による生理学問題集」を刊行し，2月現在で795部売れていることが報告された．第73回日本生理学会大会の教育シンポジウム「若手生理学者養成の問題点—卒後研修との関係—」の開催を確認した旨，報告された.

IUPS の教育委員会から，次回の IUPS でワークショップを開催したいので日本生理学会会員にも参加して欲しいとの申し入れがあったので，日本生理学雑誌に案内を載せる予定である旨報告された.

9．会則委員会報告(加藤委員長)

会則改正案について検討したとの報告がされた(内容については議題として審議).

10．動物実験に関する委員会報告(久保田委員長)：昨年度，動物実験に反対する人の活動は殆ど無かったこと，1995年末に NIH より動物実験に関

する新しいガイドライン(Guide for the Care and Use of Laboratory Animals)が刊行され，本大会の動物実験に関するシンポジウムでこのガイドラインの解説をおこなうことになっており，その打ち合わせを委員会でおこなったとの報告がされた．また，出版社から和訳を出したいとの打診があり，委員会としては非常に具体的で分かり易いガイドラインなので前向きに考えているとの報告がされた．

11．生理学用語委員会報告(植村委員長)：南江堂から発行予定の「生理学用語集」の改訂作業について下記の報告がされた．

1) 各編集委員および専門委員の協力によって，9月末に全委員の第一次案が出そろい，南江堂でとりまとめ，コピーを全委員に配布し，検討をお願いした．2) 用語集の改訂について，日本生理学雑誌の巻頭言で会員にアピールし，関連学会にアンケート調査した結果を各委員に参考資料として配布した．3) 昨年12月16日に委員会を開催し，生理学用語集改訂の問題点の検討を行った．4) 委員会の方針に従って，各委員の分担部分を再検討し，それをまとめて原案を作成し，各常任幹事，関連学会等の関係方面の意見を聞き改善する予定である．

12．国際交流委員会報告(伊藤委員長)：前回常任幹事会にて4名の名誉会員候補が出されているが，JJP 編集委員会からの提案で Charles Edwards 博士を追加候補とする旨の報告がされた．また，西彰五郎委員から，病気のため交代したいとの要望が出されている旨，報告された．

13．日本医学会報告(植村評議員)：第63回日本医学会定例評議員会(1996年2月)の報告がなされた．1) 第24回日本医学会(名古屋，1995)の終了報告と第25回日本医学会(東京，1999年3月～4月，会頭高久文麿氏，副会頭　伊藤正男氏，坂上正道氏，矢崎義雄氏)の準備状況説明．2) 日本医学会新規加盟学会審査制度検討委員会の報告．3) 日本医学会会長，副会長の任期満了に伴う改選が行われ，会長に森　亘氏，副会長に石田名香雄氏，小泉　明氏，高久文麿氏の各氏が再選された．

14．日本学術会議第7部生理科学研究連絡委員会報告(本郷委員長)：第16期，第3回委員会(平成7年12月20日)において，本郷委員長が第7常置委員会に出席し，IUPS について説明したこと，日本学術協力財団の学術シンポジウムに本間三郎教授応募の企画が認められたこと，が報告された．また，議事として，文部省科学研究費審査委員会の年齢制限について，特に生理学会のように委員を選挙で公正に選出している場合は60歳以下と制限することは適切でないと考える旨，第4常置委員会に対して意見を述べることとしたこと，第32回宇宙空間科学コスパー総会開催の副申に生理研連として協力したことが事後承認されたこと，「生理学の動向と展望」について，委員長と三幹事で作成したたたき台をもとに討論したこと，が報告された．また，逝去された細見　弘氏の後任委員としてとして菅　弘之氏を選任したことが報告された．

15．国際生理科学連合(IUPS)報告(伊藤会長)：1996年4月5日～7日 IUPS 執行委員会(出席者：M. Ito, E. Neher, E. Weibel, H. Sparks, D. Noble, S. Orsoni)を福井ワシントンホテルにて開催すること，また Neher, Weibel, Sparks, Noble の4氏は4月4日～5日の第73会日本生理学会大会で講演を行う予定であること，が報告された．1997年のサンクトペテルブルクでの IUPS 大会に，日本生理学会からも積極的に参加して欲しいとの要請があった．

16．アジア大洋州生理科学連合(FAOPS)報告(伊藤会長)：1996年10月24日～25日にタイのパタヤで理事会および執行委員会を開催予定であること，これに先だってパタヤで第一回アジア大洋州神経科学学会(FAONS)が開催予定であること，FAOPS の Research Commission よる11月マレイシアのクアラルンプールでの immunoassay のワークショップに，日本からも講師として参加して欲しい旨の要請があったこと，第4回 FAOPS 大会は1998年シドニイ開催の予定であること，が報告された．また，伊藤会長の任期は1998年までなので，日本生理学会からどなたか委員として参加してほしいとの要請がされた．

17．第74回(平成9年)日本生理学会大会の準備状況報告(森田当番幹事)：会期は平成9年3月26日(水)～28日(金)で，会場はアクトシティコングレスセンター，発表形式はシンポジウムおよびポスター発表(一般演題としての口演発表は行わない)とすること，シンポジウムでの発表者は，各シンポジウムのオーガナイザーがポスター演題の中から選ぶこと，シンポジウムのテーマは公募し，20シンポジウムを予定していること，ポスター発表はグループ単位で

おこない，一定時間帯に口頭発表を行うこと，また，テクニカルシンポジウムとランチョンセミナーも予定していること，学会前後に国際シンポジウムを企画していること，シンポジウム，テクニカルシンポジウム，ランチヨンセミナー，テクニカルシンポジウム等の企画申し込み締め切りは5月31日(金)とすること，一般演題申込みの締切は11月5日(火)とすること，第73回大会に引き続いてインターネットを利用する予定で，ホームページを準備中であること，が報告された．

18．第73回(平成8年)日本生理学会大会準備状況報告(岡当番幹事)：4月3日(水)～5日(金)の三日間を会期として福井大学にて開催予定であり，4月2日現在の登録参加者数は1,513名，演題数が896題（口演発表：310題，ポスター発表：586題）であり，Neher, Weibel, Sparks, Noble の4氏による特別講演を予定していること，教育シンポジウムとして高久史麿先生，濱　清先生，瀬山一正先生，栗原　敏先生の講演を予定していること，動物実験に関するシンポジウムとして久保田競先生等による1995年末に刊行された NIH のガイドラインの内容紹介を予定していること，が報告された．

19．その他の報告(本郷庶務幹事)：1995年に比較生理生化学学会から日本生理学会の紹介記事を学会誌に掲載したい旨の申し入れがあり，3幹事で相談して，紹介記事を執筆し，その記事が上記学会誌に掲載されたことが報告された．

〈**議題**〉

1．前回議事録の承認(本郷庶務幹事)：日本生理学会平成7年度第2回常任幹事会議事録が示され，承認された．

2．役員の改選(本郷庶務幹事)：選出方法について説明が行われた後，当番幹事の選挙権について議論された．慣例として，当番幹事は役員の選出にあたって投票権を行使していなかったが，「生理学会会則の第10条から判断すると投票権があると思われる」という意見が出された．それに対し，「当番幹事は議長にあたるから投票しないのは当然である」あるいは，「三年に一度しか投票をしないのだから，その年に当たった当番幹事に投票権を与えるのは不公平である」「当番幹事と他の幹事は選出方法が違い，別の範疇に属する」等の意見が出され，決着がつかず継続審議事項となった．今回は，慣例に従って当番幹事は投票を行わないこととした．

役員の改選：投票を行い，佐藤昭夫選挙管理委員長および根来英雄当番幹事が開票を行い，以下の新役員が選出された．庶務幹事：本郷利憲，会計幹事：栗原　敏，編集幹事：金子章道，監事：植村慶一・高橋國太郎，評議員選考委員会委員長：高橋國太郎，選挙管理委員会委員長：佐藤昭夫，会則委員会委員長：熊田　衛，研究費委員会委員長：森本武利，国際交流委員会委員長：金子章道．また，教育委員会委員長は同委員会で高田明和氏が推薦され，常任幹事会で承認された．

3．平成8年度予算案について(熊田前会計幹事)：日本生理学会平成8年度予算案が提示，承認され，総会に諮られることになった．

4．特別会員の推薦について：及川俊彦氏，中山沃氏の推薦書が提出され，畠瀬幹事，菅幹事からそれぞれ推薦の辞が述べられ，総会において両氏を特別会員に推薦することが承認された．

5．名誉会員の推薦について：伊藤国際交流委員会委員長より Charles Edwards 氏の推薦が提案され，金子 JJP 編集委員長から推薦の辞がのべられた．審議の結果，前回常任幹事会にて推薦が決定している4氏に加えて，Charles Edwards 氏を名誉会員に推薦することが承認された．

6．名誉会員推薦の手続きについて(本郷庶務幹事)：平成7年より名誉会員の運用の仕方を変更したことにともなって推薦方法についての問い合わせが多くなったため，推薦手続きを文章化することが本郷庶務幹事より提案され，その原案を審議した結果承認された．

7．評議員の推薦について(高橋委員長)：新評議員候補者として推薦のあった38名を評議員会において評議員に推薦することが承認された．

8．賛助会員の依頼について(熊田前会計幹事)：募集趣意書，賛助会員要項，賛助会員入会申込み書の原案が提出，説明され，承認された．ただし，税制上の優遇措置に関する受け皿は現在のところ設けていないので，将来的に検討していくことになった．

9．若手会員の会費優遇について(熊田前会計幹事)：若手会員を力付け，若手会員数を増やすという主旨で，学部および大学院学生を対象として，会費の優遇措置を採ることが提案された．会費を

5,000円とするが，扱いは正会員と同じとすること，但し，会費の払い込みに際して学会事務局より専用の払い込み用紙取り寄せて，指導教官の署名，捺印を受けて手続きすること，が提案され，承認された．

10．会則の改正について(加藤前委員長)：会則委員会から以下の会則改訂案が説明，提案され，審議の結果，承認され，総会に諮られることとなった．①会則第5条に「賛助会員」の語と「賛助会員は本会の趣旨に賛同し，本会を支援する個人または団体とする．」の一文を追加する．②〈会費に関する事項〉に「但し在学中の者については年額5,000円とする．」の文を追加する．

11．JJP Biophysics のセクション新設について(金子委員長)：JJP に生物物理学(bio physics)の分野を新設し，担当する編集委員を日本生物物理学会に依頼して推薦してもらい，常任幹事会にて審議し，総会に諮って選任したい旨の提案がなされ，承認された．更に，生物物理学会に編集委員の推薦依頼をしたところ，同学会会長から大阪大学基礎工学部の葛西道生教授を推薦されたとの報告がされ，同氏をJJP の生物物理学部門の編集委員(任期は平成11年まで)に選任することが承認された．この議題について，生理学会会員でない人が編集委員になることに問題はないかという議論が出されたが，外部の人を編集委員に入れることは JJP の活性化につながるので良いとの意見が多数出された．また，将来的にJJP を国際的な雑誌にするために，編集委員長に権限を与えて外国人に編集委員として加わってもらうことも積極的に検討していくべきであるという意見が提出された．

12．JJP 月刊化について(金子委員長)：JJP の掲載論文の数，量が増大する傾向にあるので，隔月刊である JJP を年10冊とし，supplements を含めて年12冊としたい，即ち月刊としたいという提案が出された．その際の財政的見通しとして，購読者数を増加出来れば現行の9,000円あるいはもう少し安価にできる可能性があること，購読者数の増加は評議員で JJP を購読していない人と一般会員に購読を促進することで対処可能であることが説明され，継続審議事項となった．

13．第75回(平成10年)日本生理学会大会の当番校について(本郷庶務幹事)：金沢大学が担当することが提案，承認され，総会へ諮ることとなった．

14．その他(本郷庶務幹事)：村上元彦氏から，最近カラースライドが増加しているが，視覚障害者にとって非常に見にくい場合があるので，カラースライド作成のガイドラインを会員に徹底してはどうかとの提案がされた旨報告された．これを受けて，日本生理学雑誌に注意事項として記載すること，当番幹事がこれを考慮することおよび次回当番幹事に申し送りすること，が提案され，承認された．

第73回日本生理学会大会評議員会・総会議事録

日　時：平成8年4月4日(木)　16：40～18：00
場　所：福井大学

〈評議員会・総会報告〉

1．平成8年度第1回常任幹事会報告(岡当番幹事)：平成8年4月2日(火)に平成8年度第1回常任幹事会が行われ，主な事項として常任幹事および役員の改選が行われたことが報告された．地区別の常任幹事および常任幹事会の各担当幹事，監事，各委員会委員長は表1のとおりである．

2．庶務報告(本郷庶務幹事代理金子編集幹事)：会員数について表2のとおり報告があった．なお，特別会員の福原　武氏，三田俊定氏，評議員の細見弘氏の3名が物故会員となられた旨，報告され，追悼の辞が述べられた．

3．会計報告(熊田前会計幹事)：平成7年度決算報告(表3)について説明があり，監事の監査を受け，常任幹事会で承認された旨報告され，総会で承認された．次に，平成8年度予算案(表4)が提示，説明され，総会で承認された．会費の確実な納入と自動振り込み化への協力が要請された．

4．日本生理学雑誌編集報告(金子編集幹事)：平成7年度57巻の編集結果(表5)，および58巻の編集について報告された．教育委員会の企画，援助によってシリーズで掲載している「生理学実験技術法講座」のうち，「パッチクランプ」のシリーズが終了し，各方面より好評をいただいた旨報告され，教育委員会委員長 栗原　敏氏ならびに執筆者の各氏に謝辞が述べられた．また，中国神経解剖学会より本シリーズを中国語訳し，同学会会員にも普及させたい旨の要請があり，編集委員会より執筆者の各氏に打診したところ，全員から快諾が得られたので，同学会に対して承諾の返事をした旨報告された．次に，日本生理学雑誌の刊行費が学会の会計のかなりの部分を占めていることから，本誌の発行形態の変更について検討してきた結果，①従来通りの製本した Full Size の会誌は年4回(1，4，7，10月)発行し，残り8回は製本せず現在のブルーページの内容と広告を新聞形式で掲載すること，②形態を変更しても，名称は現在のままとすること，③業績表題集は従来

表1　日本生理学会常任幹事
＜任期平成8年4月～平成11年改選時＞

〈地区別〉		
北海道地区	黒島晨汎	本間研一
東北地区	佐藤　誠	丹治　順
関東地区	伊藤正男	小澤瀞司
	工藤典雄	中島祥夫
	三浦光彦	
東京地区	植村慶一	金子章道
	熊田　衛	栗原　敏
	佐藤昭夫	高橋國太郎
	本郷利憲	
中部地区	入来正躬	小野武年
	熊沢孝朗	富田忠雄
	永坂鉄夫	
近畿地区	津本忠治	福田　淳
	松尾　理	森本武利
中国四国地区	菅　弘之	瀬山一正
	畠瀬　修	
九州地区	有田　眞	堀　哲郎
	山下　博	
〈常任幹事会〉		
庶務幹事	本郷利憲	
会計幹事	栗原　敏	
編集幹事	金子章道	
会計監事	植村慶一	・高橋國太郎
ＪＪＰ編集委員会委員長		金子章道
評議員選考委員会委員長		高橋國太郎
選挙管理委員会委員長		佐藤昭夫
会則委員会委員長		熊田　衛
教育委員会委員長		高田明和
研究費委員会委員長		森本武利
動物実験に関する委員会委員長		久保田　競
国際交流委員会委員長		金子章道
用語委員会委員長		植村慶一
賞選考委員会委員長		本郷利憲

表2　日本生理学会庶務報告

(平成7年12月末現在)

会員	
一般会員	3,451名
特別会員	35名
名誉会員	2名
準会員	
学校図書館	101部
研究所・書店	86部
寄贈及び交換	
外国	21部
国内	13部
合計	3,709

特別会員(35名)

井上　章	伊藤真次	伊藤　龍
市岡正道	岩瀬善彦	岩間吉也
内薗耕二	岡本彰祐	河村洋二郎
後藤昌義	纐纈教三	佐藤昌康
酒井敏夫	須田　勇	杉　靖三郎
鈴木達二	銭場武彦	高木貞敬
中馬一郎	塚田裕三	問田直幹
名取禮二	中村治雄	永井寅男
長嶋長節	西田　勇	福原　武
古河太郎	本間三郎	松下　宏
松本淳治	三田俊定	望月政司
山田　守	吉井直三郎	

(尚，福原武氏は平成8年1月21日逝去されました)

名誉会員(2名)

Sir John Eccles

Tasaki Ichiji

通り別冊として発行すること，④郵送料を節約するために，第四種郵便物(学術刊行物)の認可を申請中であり，7月頃に認可される予定であること，が報告され，総会で承認された．

5．JJP 編集委員会報告(金子編集委員長)：平成8年2月29日の時点で45巻6号まで発行し，46巻2号までの編集作業を終了していること，46巻1号よりA4版(2段組)とし，表紙のデザインを一新したこと，A4版化に伴い，別冊料金を改訂したこと，また，カラー図版をページチャージ無しで掲載することになったこと，が報告された．投稿状況について，平成7年度は101件の投稿があり，このうち65%が採択されたこと，平成7年度のインパクトファクターが多少低下したこと，が報告され，会員が質の高い論文を多数投稿してくれることを望む旨の要請がされた．次いで，JJP Biophysics セクションの新設についての説明がされ，担当する編集委員を日本生物物理学会に依頼して推薦してもらい，常任幹事会にて審議し，総会に諮って選任することが常任幹事会で決定され，生物物理学会に編集委員の推薦依頼をしたところ，同学会会長から大阪大学基礎工学部の葛西道生教授を推薦され，同氏を JJP の生物物理学部門の編集委員(任期は平成11年まで)に選任することが常任幹事会で承認されたことが，報告され，総会で承認された．

6．評議員の選考について(高橋委員長)：平成8年度評議員候補者として38名(表6)の推薦があり，評議員会において全員が承認された．また，評議員候補の有資格者がある場合には是非推薦してほしい旨の要望があった．

7．選挙管理委員会報告(佐藤委員長)：平成8年度文部省科学研究費審査委員候補者の選挙を行い，その結果を庶務幹事に報告して，日本学術会議に推薦したこと，選出結果は次号生理学雑誌に掲載予定である旨報告された．また，常任幹事の選挙を行い，表1のとおりの31名の常任幹事を選出し，庶務幹事にこれを報告した旨が報告された．

8．研究費委員会報告(佐藤前委員長)：3年前に行われた科学研究費の分科細目の変更(神経筋肉生理学が生理学の分科から複合領域の神経科学の分科に移動)に伴い，生理学者への研究費の配分状況について追跡調査した結果，文部省の科学研究費全体が増加しているなかで，生理学者への研究費の配分も増加していること，神経科学の分科においても変更前と同様の比率で生理学者への配分が行われていることが，報告された．科学研費細目のキーワードの改定案を学術会議の生理研連を通して提案してきたが，日本学術会議の方で未だに変更手続きが済んでいないので，引き続き申請していただけるよう常任幹事会に要請してある旨報告された．また，委員会としての今後の方針を議論した結果，環境科学の重要性が高まっていることから環境生理学の充実が必要であるという考えと，生理学と神経科学との接点が今後重要になるという考えの，二とおりの考え

表3　日本生理学会平成7年度決算報告

（自 平成7年1月1日　至 平成7年12月31日）

収　入

	7年度予算	7年度決算		
A 前年度繰越金	2,359,346円	2,359,346円		
B 平成7年度収入	34,776,750	38,148,304		
(内訳)			差額	備考
会費	26,484,000	30,258,000	+	
購読料	1,725,750	1,442,500	−	
論文掲載料	500,000	236,746	−	
広告料	3,100,000	2,761,224	−	
会誌分冊売	10,000	13,945	+	
預金利子	50,000	48,322	−	
日本医学会奨励金	200,000	200,000		
印税	30,000	524,809	+	用語集/実習書/MCQ
論文表題集	2,500,000	2,606,000	+	
雑収入	150,000	56,758	−	
A＋B 合計	**37,136,096**	**40,507,650**	+	

支　出

(内訳)	7年度予算	7年度決算	差額	備考
会誌印刷代	14,000,000円	15,538,419円	+	56.11～57.10
会誌発送代	3,880,000	4,635,484	+	サプルメント
編集会議費	130,000	86,693	+	日本生理学雑誌
校正料	120,000	46,230	+	同　上
原稿料	20,000	10,000	+	同　上
大会援助費	900,000	900,000		福井医科大学
事務室使用料	2,885,400	2,885,400		12ケ月
事務室光熱費	307,000	301,184	+	
通信費	1,100,000	835,246	+	
事務費	1,100,000	794,417	+	
備品	50,000	21,630		3.5インチHD
会合費	330,000	317,691	+	幹事会，委員会
旅費	1,500,000	1,361,600	+	同　上
人件費	4,800,000	4,757,048	+	アルバイト含む
社会保険	430,000	492,848	+	
職員退職金積立	120,000	120,000		
論文表題集	2,300,000	2,294,889	−	
国際交流基金	250,000	250,000		
FAOPS会費	285,000	312,000	+	
雑費	180,000	77,044	+	献花，清掃，他
予備費	2,448,696	200,000	+	教育，FAOPS旅費
合計	**37,136,096**	**36,237,823**	+	
平成7年度繰越金		4,269,827		

表4　日本生理学会平成8年度予算

（自 平成8年1月1日　至 平成8年12月31日）

収　　入

	8年度予算	備　　考
A　前年度繰越金	4,269,827円	
B　平成8年度収入	34,002,000	
(内　訳)		
会　　費	26,412,000	会費8,000円×3,450×0.9＋臨時会費
購　読　料	1,710,000	準会費9,500×200×0.9
論文掲載料	250,000	
広　告　料	2,700,000	
会誌分冊売	10,000	
預　金　利　子	40,000	第一勧業銀行等
日本医学会奨励金	200,000	
印　　税	30,000	生理学実習書，用語集，MCQ 問題集
論文表題集	2,500,000	
雑　収　入	150,000	
A＋B　合　計	**38,271,827**	

支　　出

(内　訳)		備　　考
会誌印刷代	14,000,000円	57巻11号～58巻10号，サプルメント
会誌発送代	4,000,000	同　上
編集会議費	100,000	日本生理学雑誌
校　正　料	120,000	同　上
原　稿　料	50,000	同　上(会員外)
大会援助費	900,000	浜松医科大学
事務室使用料	2,935,350	12ケ月＋更新料
事務室光熱費	307,000	12ケ月
通　信　費	1,000,000	会誌外通信
事　務　費	1,000,000	コピー，事務雑費
備　　品	70,000	
会　合　費	330,000	常任幹事会，委員会
旅　　費	1,500,000	同　上
人　件　費	5,100,000	アルバイト含む
社会保険	500,000	
職員退職金積立	120,000	
論文表題集	2,300,000	
国際交流基金	250,000	
ＦＡＯＰＳ会費	330,000	$3000(￥110)
雑　　費	180,000	
予　備　費	3,179,477	委員会活動費
合　　計	**38,271,827**	

表5　日本生理学会雑誌第57巻(平成7年度)編集報告

57巻1～12号(8・9号合併)発行11回
57巻総ページ数　499ページ

<内　訳>	編
巻　頭　言	10
INFORMATION	99
CALENDAR	11
RECORDS	25
PROFILE	19
TRENDS	7
生理学実験技術法講座	11
原　　著	4
実　験　法	1
研　究　法	1
学　会　抄　録	7

尚，業績表題集は別冊として刊行

が提出され，今後3年間は環境生理学の充実を計っていくという結論に到達し，新委員長に森本武利氏を推薦することを決め，常任幹事会で同氏が選出された旨報告された．

9．教育委員会報告(栗原前委員長)：日本生理学雑誌に連載中の生理学実験技術法講座の“細胞内Ca測定”は後1回で連載を終了し，次の連載として“ビデオマイクロスコープ法”を計画していること，更に次の連載として“分子生物学に関する講座”を立案している旨の報告がされた．また，最近論文投稿時に統計処理が不十分である為に却下されるケースが多々あることを考慮し，教育委員会としては“易しい統計学に関する講座”を近々連載することも立案しており，久留米大学小児科の栗谷典量先生に執筆依頼をしており，近々連載が始まること，が報告された．また，本年度も学部学生，大学院生，若手研究者を対照とした生理学研究所における実験技術トレーニングコース(7月15日～19日，講演と実習)を共催することが決定しており，生理学研究所の森教授がお世話くださることになっていること，詳細については日本生理学雑誌に案内が掲載される予定であること，が報告された．また，教育委員会では「MCQによる生理学問題集」を文光堂より刊行し，2月現在で795部売れていることが報告された．第73回日本生理学会大会3日目に教育シンポジウム「若手生理学者養成の問題点—卒後研修と

表6　ＪＪＰ論文投稿状況

(1996年2月22日現在)

月	新規投稿数	掲　載　数	返却数
平成7年3月	11(2)	Vol. 45—2	1(0) o
4	13(6)	10+MR1	5(3) p
5	6(2)	Vol. 45—3	7(2) q
6	9(0)	12+R1	2(1) r
7	6(1)	Vol. 45—4	3(0) s
8	4(0)	12	2(0) t
9	6(1)	Vol. 45—5	0(0)
10	5(2)	16+R1	0(0)
11	5(1)	Vol. 45—6	1(0) u
12	6(2)	10+R2	1(0) v
平成8年1月	7(1)	Vol. 46—1	2(1) w
2	5(0)	9+MR2	4(0) x
合　計	83(18)	69+R7	28(7)

平成8年2月審査中原稿数：25(5)

(　)内は Short Communication＋Technical Note 数

【返却理由概要】
o (却　下) 1論文
p (取下げ) 1論文，(却下) 4論文
q (取下げ) 1論文，(却下) 6論文
r (却　下) 2論文
s (取下げ) 1論文，(却下) 2論文
t (却　下) 2論文
u (却　下) 1論文
v (却　下) 1論文
w (取下げ) 2論文
x (却　下) 4論文

の関係—」を開催する予定であることが報告された．IUPSの教育委員会では次回のIUPSでワークショップを開催する予定であり，日本生理学会の教育委員会のメンバーが数人参加することになっており，更に，日本生理学会会員にも参加して欲しいとの申し入れがあったので，日本生理学雑誌に案内を載せる予定であるとの報告がされた．

10．動物実験に関する委員会報告(久保田委員長代理岡当番幹事)：1995年末に動物実験に関する新しいガイドライン(Guide for the Care and Use of Laboratory Animals)がNIHより刊行され，第73回日本生理学会大会3日目に開催予定の動物実験に関するシンポジウムでこのガイドラインの解説をする

表7　平成8年度日本生理学会新評議員名簿

(敬称略)

氏名	所属・職名	氏名	所属・職名
伊古美文隆	信州大学医学部第一生理・講師	高木厚司	九州大学医学部第一生理・助手
岩田幸一	日本大学歯学部生理・講師	高野一夫	東京慈恵会医科大学第二薬理・講師
永福智志	富山医科薬科大学医学部第二生理・助手	鷹股亮	京都府立医科大学第一生理・助手
岡孝和	九州大学医学部第一生理・専修生	武幸子	九州大学医学部第一生理・助手
梶谷文彦	川崎医科大学医用工学・教授	武田守	日本歯科大学歯学部生理・講師
川井真	東京慈恵会医科大学第二生理・助手	辻岡克彦	川崎医科大学生理・教授
木島博正	名古屋大学理学部物理学・教授	富沢一仁	香川医科大学第一生理・助手
木村直史	東京慈恵会医科大学薬理第二・助教授	橋本聡子	北海道大学医学部第一生理・研究生
久保川学	大阪医科大学第二生理・講師	濱清	生理学研究所・所長
桑木共之	東京大学医学部第二生理・助手	福島順子	北海道大学医療短期大学部・助教授
小林敏生	東京商船大学保健管理センター・助教授	福田敦夫	名古屋市立大学医学部第二生理・助教授
小山なつ	滋賀医科大学第一生理・助手	本郷賢一	東京慈恵会医科大学第四内科・助手
古賀一男	名古屋大学環境医学研究所・助教授	宮岡洋三	新潟大学歯学部口腔生理・助手
佐伯周子	日本歯科大学生理・助手	森禎章	大阪医科大学第二生理・助手
佐々木誠一	茨城県立医療大学医科学センター・教授	柳瀬尚人	愛媛大学医学部第一生理・助手
柴田政章	山梨県環境科学研究所・主幹研究員	山口文徳	香川医科大学第一生理・助手
須川誠	中外製薬㈱探索研究所・主任研究員	山下勝正	聖マリアンナ医科大学第二生理・助手
田中正史	東京慈恵会医科大学第二生理・助手	湯山徳行	神奈川歯科大学生理・講師
多久和陽	東京大学医学部脈管病態生理・助教授	陸雲飛	岡山大学医学部・助手

予定であることが報告がされた.

11. 生理学用語委員会報告(植村委員長):用語委員会では10数年ぶりに用語集の改訂を行うこととなり,現在作業を進めており,8名の編集委員と37名の専門委員の協力により第一次案が出そろい現在南江堂でとりまとめて編集中であること,今後の方針として,各委員の分担部分を再検討し,それをまとめて原案を作成し,委員会で全体の見直しを行うとともに関係方面の意見を聞き改善して,最終案を完成する予定であること,が報告された.

12. 特別会員および名誉会員の推薦について(本郷庶務幹事代理金子編集幹事):特別会員候補として大村　裕氏,中山　沃氏,及川俊彦氏,の推薦があり,堀幹事代理佐藤幹事,菅幹事,畠瀬幹事,からそれぞれ推薦の辞が述べられ,評議員会・総会において3氏を特別会員とすることが承認された.名誉会員候補として Edward R. Perl 氏(米), Eckhart Simon 氏(独),有村　章氏(米), Robert F. Schmidt 氏(独), Charles Edwards 氏(米)の推薦があり,熊澤幹事,小坂評議員,森本幹事,佐藤幹事,金子JJP 編集委員長からそれぞれ推薦の辞が述べられ,評議員会・総会において5氏を名誉会員にすることが承認された.平成7年より名誉会員の運用の仕方に変更が生じ,日本生理学会誌57巻に掲載されているが,推薦手続きについては特別な取り決めがなかったので,全体の数は20名程度とし,年数をかけて徐々に増やしていくこと,分野および地域的なバランスが必要であるということ,等を考慮して推薦手続きを文章化することが今回の常任幹事会にて申し合わせ事項として決定された旨報告された.具体的内容は日本生理学会雑誌に掲載予定であるが,要点としては,推薦に先だって推薦者はその意向を庶務幹事に申し入れること,庶務幹事は上述の事項の調停について説明を行い,調停が済んだ後に推薦書等の資料を学会宛に提出すること,学会としては毎年の7月末日を提案の締め切りとし,秋の常任幹事会にて承認をし,その前に国際交流委員会にて予備審査をする,という手続きを踏むこと,が報告された.

13. 学生の会費優遇について(熊田委員長):若手

会員を力付け，若手会員数を増やすという主旨で，学部および大学院学生を対照として，会費の優遇措置を取ることが提案された．すなわち会費を5,000円とするが，扱いは正会員と同じとすること，但し，会費の優遇措置を受けようとする場合には学会事務局から専用の払い込み用紙を取り寄せ，指導教官の著名，捺印を受けて手続きすること，が提案され，承認された．

14．賛助会員について(熊田委員長)：一般企業ないしは個人より寄付を募集し，生理学会の有用な新しい活動，特に若手の養成や発展途上国との国際交流等に使用することを主旨として賛助会員の制度を設けることが提案された．賛助会員の会費は一口年5万円とし，賛助会員は日本生理学会の定期刊行物を受け取ることができ，学会時の展示の優先的取り扱いを受けられ，日本生理学雑誌への広告掲載時に優先的取り扱いを受けられることとする，ことが提案され，承認された．また，賛助会員の募集に関して評議員の積極的協力が要請された．

15．会則の改正について(熊田委員長)：会則の改正案(表7)が提示，説明され，評議員会・総会で承認された．

16．日本学術会議生理研連委員会報告(本郷委員長代理佐藤委員)：第16期，第3回委員会(平成7年12月20日)において，本郷委員長が第7常置委員会に出席し，IUPS について説明したこと，日本学術協力財団の学術シンポジウムに本間三郎教授応募の企画が認められたことが，報告された．また，文部省科学研究費審査委員会の年齢制限について，特に生理学会のように委員を選挙で公正に選出している場合は60歳以下と制限することは適切でないと考える旨，第4常置委員会に対して意見を述べることとしたこと，第32回宇宙空間科学コスパー総会開催に生理研連として協力することにしたこと，「生理学の動向と展望」についての要望書を学術会議に提出することを検討中であること，が報告された．また，逝去された細見　弘氏の後任委員としてとして菅弘之氏を選任したことが報告された．

17．国際生理科学連合報告(伊藤会長代理金子編集幹事)：4月5日～7日の日程で IUPS 執行委員会(出席者：M. Ito, E. Neher, E. Weibel, H. Sparks, D. Noble, S. Orsoni)を福井ワシントンホテルにて開催中であることが報告された．また，1997年のサンクトペテルブルクでの IUPS 大会に，日本生理学会からも積極的に参加して欲しいとの要請があった．

18．アジア大洋州生理科学連合報告(伊藤会長代理金子編集幹事)：1996年10月24日～25日に，タイのパタヤで理事会および執行委員会を開催予定であること，これ先だって，バタヤにて第一回アジア大洋州神経科学学会(FAONS)が開催予定であること，11月には FAOPS の Research Commission によりマレイシアのクアラルンプールで immunoassay のワークショップが開催される予定で準備が進められていること，第4回大会は1998年シドニー開催の予定であること，が報告された．

19．第73回(平成8年)日本生理学会大会報告(岡当番幹事)：学会開催前の登録参加者数は1,513名，当日参加者数が4月4日現在で163名であり，参加者総数は1,676名となったこと，演題数が896題(口演発表：310題，ポスター発表：586題)であり，Neher, Weibel, Sparks, Noble の4氏による特別講演を開催したこと，教育シンポジウムとして高久史麿先生，濱　清先生，瀬山一正先生，栗原　敏先生の講演を予定していること，動物実験に関するシンポジウムとして久保田競先生を中心として1995年末に刊行された NIH のガイドラインの内容紹介を予定していること，が報告された．

20．第74回(平成9年)日本生理学会大会の準備状況報告(森田当番幹事)：会期は平成9年3月26日(水)～28日(金)で，会場はアクトシティコングレスセンター，発表形式はシンポジウムおよびポスター発表(一般演題としての口演発表は行わない)とすること，シンポジウムでの発表者は，各シンポジウムのオーガナイザーがポスター演題の中から選ぶこと，シンポジウムのテーマは公募し，20シンポジウムを予定していること，シンポジウムでの口演を希望する場合には申し込み時にその旨記入する欄を設けるのでそこに記入していただく予定であること，ポスター発表はグループ単位でおこない，一定時間帯に口頭発表を行うこと，また，テクニカルシンポジウムとランチョンセミナーも予定していること，学会前後に国際シンポジウムを企画していること，シンポジウム，テクニカルシンポジウム，ランチヨンセミナー，テクニカルシンポジウム等の企画申し込み締め切りは5月31日(金)とすること，演題申込みの締切は11月5日(火)とすること，発表演題数の制限は設

けないが同一研究者による発表は一演題とすること，第73回大会に引き続いてインターネットを利用する予定で，ホームページを準備中であること，が報告された．

21．第75回(平成10年)日本生理学会大会の当番校について(本郷庶務幹事代理金子編集幹事)：平成8年第1回常任幹事会において第75回(平成10年)日本生理学会大会の当番校が金沢大学に決定したことが報告された．

22．JJP 平成7年度優秀論文(入澤賞)表彰(金子編集委員長)：JJP 編集委員，庶務，会計，編集の3幹事で構成する選考委員会で選考がおこなわれ，今回はシステムを扱った分野の論文と分子細胞レベルの分野の論文を各1編ずつ選考することを申し合わせたことと，選考方法として各選考委員が持ち点を保有し対照となる論文に点数をつけて推薦する方法(3点，2点，1点をつけた論文をそれぞれ1編，2編，3編推薦)を取り，その結果10点以上の高得点を獲得した論文が4編となり，分子細胞レベルの分野の論文として高橋恭一氏(広島修道大学)の“GABA-Induced Chloride Current in Catfish Horizontal Cells Mediated by Non-$GABA_A$ Receptor Channels”(45巻3号 P 437-456)，システムを扱った分野の論文として小山なつ氏(滋賀医科大学)の“Differential Inhibitory Mechanisms in VPL versus Intralaminar Nociceptive Neurons of the Cat: I. Effects of Periaqueductal Gray Stimulation”(45巻6号 P 1005-1027)の2編に決定した旨報告された．表彰が行われ賞状と副賞が両氏に授与された．

23．その他(本郷庶務幹事代理金子編集幹事)：前回の当番幹事(名古屋大学：熊沢孝朗，富田忠雄，渡邊　悟，曽我部正博の4氏)を代表して熊沢孝朗氏から今大会当番幹事に対して謝辞が述べられた．

日本生理学会会則

（平成8年4月2日改定）

現　行	改　正　案
1．本会は日本生理学会と称する．	
2．本会は生理学の進歩発展をはかることを目的とする．	
3．本会は毎年1回大会を開いて会員の業績を発表討議し，総会および評議員会を開いて会務を評議する．大会の開催は前もって全会員に通知し演題を募集する．なお会員は各所在地において適宜地方会をつくり，業績を発表討議することができる．	
4．本会は会員の原著，大会および地方会の演題あるいは抄録を発表するため邦文機関誌の日本生理学雑誌を発行し，欧文の The Japanese Journal of Physiology を編集する．	
5．会員は正会員，特別会員，名誉会員，準会員，臨時会員とする．	**5．会員は正会員，特別会員，名誉会員，準会員，賛助会員，臨時会員とする．**
正会員は，本会の趣旨に賛同する同学者で評議員の紹介あるものに限る．学会および機関誌に業績を発表することができ，また日本生理学雑誌の領布を受ける．	
特別会員は多年本会に功労のあった会員で，評議員から推薦され総会の賛同によって定められる．	
名誉会員は，本会に多大の貢献のあった外国人で，評議員から推薦され総会の賛同によって定められる．	
準会員は学校，図書館，研究所等の団体で会誌の領布のみを受ける．	
	賛助会員は本会の趣旨に賛同し，本会を支援する個人または団体とする．
臨時会員は，一年間に限り本会の主催する大会および地方会に会員と連名で業績を発表することができる．	
会員の会費は別に定める．	
6．本会の役員には評議員，常任幹事，監事および当番幹事がある．	
7．評議員は本会の中核となる会員であって，評議員の推薦により選考委員会を経て評議員会に附議	

して決定される．

評議員会は毎年大会の際開催され本会に必要の事項を評議する．

評議員会は地区別に定数の常任幹事を選出し，日常および緊急の会務を委嘱する．

8．常任幹事の中に庶務・会計・編集等幹事をおく．

9．常任幹事会で選ばれた2名の監事が本会の会計を監査する．

10．当番幹事は大会の開催を引受けた評議員であって，大会の一切の事務を行なう．大会終了後次回当番幹事に事務引継を行なって任期を終わる．この任期中は常任幹事会・評議員会および総会を招集しこれを司会する．

11．常任幹事会は必要に応じて各種の専門委員会を設け委員を委嘱することがある．必要に応じその委員は常任幹事会に出席し専門事項の審議に参加する．

12．本会の会計年度は毎年1月に始まり12月に終わる．

13．本会の事務報告は総会および日本生理学雑誌に発表する．

14．本会の事務所は東京都文京区本郷3-30-10布施ビル(4階)内におく．

15．本会則を変更するには評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない．

附　則

〈常任幹事会に関する事項〉

全国を8地区に分け，常任幹事は各地区の評議員の互選により選出される．地区及び定員は下表による．任期は3年とし重任を妨げない．各地区の評議員は，地区の定員に相当する数以内の氏名を所定の投票用紙に記入して投票を行う．投票は無記名とする．投票用紙に同一氏名を複数記入した投票は無効とする．得票数同数の場合は入会順，年長順に順位を決定する．欠員を生じた場合は，常任幹事会の議を経た後，次点者を以てこれにあてることができる．この場合の任期は前任者の残任期間とする．選挙事務は選挙管理委員会に委嘱する．選出された常任幹事の氏名は日本生理学雑誌上に報告する．

幹事の選出区分	定員（計31名）
北海道地区	2名
東北地区	2名
関東地区(新潟を含む・東京を除く)	5名
東京地区	7名
中部地区	5名
近畿地区	4名
中国四国地区	3名
九州地区	3名

〈会費に関する事項〉

正会員の会費は年額8,000円とする．特別会員・名誉会員の会費は免除される．準会員の会費は年額9,500円とする．臨時会員の会費は年額4,000円とする．

正会員の会費は年額8,000円とする．但し在学中の者については5,000円とする．特別会員・名誉会員の会費は免除される．準会員の会費は年額9,500円とする．臨時会員の会費は年額4,000円とする．

内　規

1) 評議員選考基準：多年本会員として在籍し相当の生理科学の業績発表があり，満5年以上の研究歴があるもので本会評議員の推薦がなければならない．
2) 評議員は The Japanese Journal of Physiology を購読するものとする．
3) 会費滞納の会員は会員の資格が自然消滅する．
4) 庶務幹事は必要な場合に限り日本生理学会代表と称することができる．
5) 本会に次の常置委員会をおく．日本生理学雑誌編集委員会，The Japanese Journal of Physiology 編集委員会，評議員選考委員会，選挙管理委員会．
6) 文部省科学研究費補助金審査委員候補者の選出方法は別に定める．

第145回ＪＪＰ編集委員会議事録

日　時：平成８年２月24日(土)　午後２：00～４：00
場　所：学会誌刊行センター　５Ｆ会議室
出席者：金子委員長，岡田，高橋，森本，黒島，福田，杉，山下，
酒田，菅 委員，本郷庶務幹事（入沢賞選考委員）

1) 前回の議事録を原案通り承認した．
2) 原稿の審査，編集状況並びに発行状況に関する報告が行われた．
3) Ａ４版表紙デザインを最終的に確認，表紙に掲載する図を検討した．
4) 改訂された別刷代を承認した．
5) 生物物理セクションのエディターの選出方法を決定した．
6) 平成７年度入沢賞候補論文の選考をおこなった．

OPINION

—私立医科大学における卒後教育の問題点

東京慈恵会医科大学　生理学講座第2　栗　原　敏

卒後研修の義務化が基礎医学者養成にどのような影響をおよぼすのかという問題には，各大学に共通の問題と，創立理念が異なる私立医科大学にはそれぞれ個別の問題があると思われる．ここでは，慈恵大学の研究者育成において重要な役割を担っている大学院の教育課程と研究者育成との関係を考察した．

本学では昭和60年に大学院制度を改革した．その主な改革点は次の通りである．(1)大学院生は大学院委員会に所属し，そこから各教室に派遣される．これは，臨床系大学院生がともすると臨床教室の意向で十分に研究ができないことがあるので，大学院委員会が院生の身分を保障するという意味がある．各大学院生は大学委員会から各講座に派遣されていることになる．(2)研究はできるだけ基礎医学教室で行うことを奨励．臨床系大学院生は臨床教室ではなく基礎医学教室で研究を行い，将来の研究の基礎を作るように指導している．(3)大学院１年目は，数カ月の共通カリキュラムと，その後の，選択カリキュラムにあてる．共通カリキュラムは講義と実習とからなり，実習は微細形態学的手法，生化学的手法，分子生物学的手法，それに情報科学などについて行われる．(4)臨床系大学院に入学するものは，２年間の臨床研修終了後でなければ入学できない．これは，臨床各科の大学院入学時期の足並みを揃えると同時に，臨床経験を通して研究のテーマをみつけてから大学院の研究を始めるという意味がある．基礎系大学院はもちろん卒業後すぐに入学可能である．(5)大学院は将来，本学の研究活動を担う研究者を養成し，院生は少数精鋭とする．原則として，毎年，各講座２名までとする．

このような大学院制度のもとに，毎年，10数名の大学院入学者があり，そのうち，基礎系大学院に進むものはそのうち約14％程度である．しかし，臨床系大学院生のほとんどが基礎医学教室にきて研究するので，基礎医学教室の構成員の中で院生の占める割合は約22％であり，研究組織の中の重要な人的資源となっている．また，90％以上の大学院修了者が，本学の臨床，または基礎医学教室に残っているので定着率は高く，現在のところ学位取得のためだけの大学院ではないといえる．また，臨床系大学院終了後，基礎医学教室に入った者もあり，基礎医学教室での研究経験は将来の進路にも大きな影響を与えている．

このような状況の中で，卒後研修の義務化はどのような影響を与えるであろうか．本学では，臨床系大学院は２年の研修後に入学することになっているので，研修の義務化（あるいは必修化）が２年間に限られるなら，この点だけでは大きな影響は臨床系大学院にはないであろう．但し，これが学会認定医，専門医制度と関連して，いわゆる後期研修が必修化されると影響は無視できなくなる．認定医や専門医にはそれを満たす臨床系経験が必要とされるので，大学院に在籍しているとこれらの資格を取得するためには時間的に遅れをとり，臨床医としてはデメリットになると思われる．また，初期研修後，認定医や専門医を取得してから研究を始めると，研究者としてのスタートが遅すぎるのではないかということも問題となる．更に，基礎系大学院に入り，その後，臨床に進む可能性がある者にとっては，いつでも研修が受けられることが望まれる．さらに，基礎医学教室在籍の大学院生が診療を行うときには研修を受けていなくても，指導者のもとなら保健診療が可能であるというような配慮も必要になってくるのではないかと思われる．何れにしろ，これらの問題を明確にしておくことが重要であろう．研修医の身分が十分に保障されていなければ，研修そのものの実があがらないと思われる．

生理学者の後継者育成の問題はいつでも教育委員会の話題になっている．その中の大きな問題は，医

学部出身の後継者をいかに育成するかという点と，他学部出身の方をいかにして教育スタッフとして育成していくかという点にあると思われる．本学の教員について調べたところ，生理系基礎医学教室の医学部出身者の占める割合は約60％である．講師，助手ではこの比率はもっと低くなる．本学は私立医科大学としては，本学出身の基礎医学研究者が比較的多いとされている．しかし，卒業生の大部分は臨床医を志向している．その中で，基礎医学教室に入る学生はその教室の研究に魅力を感じたり，あるいは本学出身の先輩がいて研究以外の面でも啓発されたことが契機となっていることが多い．現在，学部教育に基礎配属を採り入れ研究を体験させたり，我々の教室では学生と昼食会を行ったりして，基礎医学への興味を高めるように努力している．基礎医学への導入には学生との人間的なつながりが重要であり，そのつながりが継承されているのが古い歴史をもった本学の特徴といえるかもしれない．

基礎医学から見た臨床医学制度改革の問題点
―若手生理学者育成への影響―

瀬　山　一　正

近代医学は人間の構造機能を自然科学の原理に基づいて理解し，全ての疾患治療に当たってこの原理に則って医療行為が行なわれる事を目ざして来た．しかしながら現在科学的裏付けを持った医療行為は全体の10％に過ぎないともいわれている．従って医学を自然科学の一分野として確立するためには自然の謎の解明に向けての努力が我々に一層求められていると思う．人間の疾患は自然の貴重な情報源であるから，臨床の現場の問題は基礎医学の研究の主要な課題であるはずだ．それをもとに生まれた基礎研究成果は疾患の治療・医療技術の改善として臨床の場へ還元されて始めて医学の科学的進歩が保証されるといえよう．この循環的連携を確立し維持する事によって近代医学の目的を達成するためには，基礎医学は常に若い人の参加を得て創造的問題解決能力を備えていなければならない．そこで今日人材の臨床医学への偏在を考慮すれば，臨床医学教室から如何にして人材の不足している基礎医学教室に人を還流するかが事の成否の一つの鍵を握っていると言える．我々の医学部で臨床の人々と協力をして試みた人材の流れをつくる取り組みは　1）臨床教室において基礎教室の研究を宣伝する機会を持った．2）年間を通じて学生と定期的セミナーを持った．3）意欲のある学部学生を研究に参加させた．これらの経験を通じて解った事は臨床と基礎の間の人的交流に対する制度的垣根をできるだけ低くして置く事である．最近の臨床医学における制度改革（卒後臨床研修制度の義務化と専門医制度）は永い年月若手医師を制度内に拘束し人材交流に影響を及ぼす恐れがあるので私見を述べてみたい．この二つの動きは臨床医学の内容の充実を計る事なので大変結構であるが，その実施に当たっては一体となって医学を支えている基礎医学の意向も反映されるべきであろう．我が国の医学部白書 '95(医学部長病院長会議)には「研修期間の義務化による基礎医学と臨床医学の間の人の移動の制約と実質的に大学院教育の二年の遅れによる基礎医学系大学院進学者にとって研究開始年齢の底上げとなる」とあるが，これは基礎医学者の懸念と一致している．又厚生省医療関係者審議会臨床研修部会から卒後臨床研修目標の具体的な提案がなされているが，この提案を見るとかなりの部分が卒前教育カリキュラムの中に包含する事で対応出来るのではないかと思われる．この案の中には医師免許取得後に行われるべき観血的処置もあるがこれも現在の制度の中で卒後研修プログラムの改善で解決出来ると思える．各医学部では今大綱化の下カリキュラムの改正が進行中なので，卒前卒後プログラムの改善の好機である．従って臨床研修検討小委員会により設定された目標は提案されている研修期間の延長を短縮して達成出来るのではないだろうか．次いで認定医専門医制度について基礎医学から見て懸念する点は次の二点である．先ず認定規準か

ら見る限り各学会は現在臨床の現場で使われている疾病治療技術の習得の確認で満足している事である．このような学会の姿勢は若い医師が専門的な技術を身に付ける事のみに腐心し深く疾病の実体を考えない態度を助長する．これらの医療技術は基礎医学や周辺科学の進歩により変わり得るのである．学会は若い医師に基礎医学を主とする生物科学によってこれら技術が如何に裏付けられているかという事を理解するよう求めるのが妥当ではないだろうか．関連基礎医学との交流を促すために早急に出来る次の専門医規定の見直し，即ち 1) 基礎系の学術雑誌への投稿及び基礎系学会への出席を認定条件の中に入れる． 2) 基礎系大学院在学期間を研修期間に算入する事をお願いしたい．第二の懸念は46もの学会が専門医制度を導入しているがはたしてそれだけ必要なのだろうか．各専門医資格の取得にはそれぞれ時間が必要であり人を拘束する結果人的交流の妨げにもなりうるのである．

基礎医学の中でも生理学は臨床医学と協力して人類共通の財産である医学に対してさらに財産を追加する事を目標に努力して行かねばならないと思う．

基礎医学研究の健全な進展のために

濱　　清

現在私が勤務している生理学研究所には基礎医学，特に生理学，解剖学などの分野でかかえている問題点が集約されているので，今日与えられた機会を利用して過去に経験したインターン制度失敗の歴史を踏まえながら，臨床研修制度の制度上の問題点，基礎医側の問題点，臨床側への要望などをお話ししてみたいと思う．

優れた医師を育てることが医学教育の主要な目的であることは言うまでもないが，同時に次の世代の医学教育を支える人材を育てることも，これに劣らず大切なことである．また，優れた医学教育，優れた医療は基礎医学研究だけでなく，広く他の基礎科学研究，先端技術研究の進歩に支えられてはじめて成り立つことを考えると，臨床研修の問題も，教育，研究の問題を抜きにして議論を進めてはならないと思う．

1) 生理学研究所の現状と本日の話題に関係ある問題点：

1960年代から生理学会の中で人体基礎生理学研究所設立の要望が高まり，論議が重ねられ1977年，生理学研究所と基礎生物学研究所が一緒に岡崎の地に発足した．このあたりに実は今日の問題解決のひとつの鍵があると思う．分子機構論に重点をおく基礎生理学研究所と人体基礎生理学研究に重点をおく生理学研究所の役割分担の意味をもう一度考えてみる必要があろう．

生理学研究所では、発足以来の内部的な申し合わせにより，所内での内部昇進をみとめていない．そのため人事の交流は極めて活発であり，現在全国の大学で，多数の生理研出身の教授，助教授が活躍している．一方若い生理学研究者の補充をどうするかは，特に学部を持たない生理研にとってきわめて重大な問題である．生理学研究所には総合大学院大学の博士コースがあるが，修士コースがない．医学博士のコースもあるが，学部も病院もない．このため現在ＭＤの大学院生は大部分が他大学からの依頼をうけた大学院生である．このような事情のため，臨床研修医制度の影響は医学部の生理学教室よりもさらに深刻なものがあると受け止めている．

2) インターン制度と基礎医学：

私が医学部を卒業した終戦直後，占領軍の指導で突然インターン制度と医師国家試験が導入された．これは全く寝耳に水の話で大きなショックであった．受け入れ側の大学病院，国公立病院にも指導体制，カリキュラム，生活の保証など全く準備がされていなかった．私が，インターンをした医学部病院では，終戦前10年間位の間に卒業した先輩たちが戦地から復員してきており，どの医局も超満員だった．その人達に交じって，足手まといになりながらの研修であり，まともなトレーニングを受けたとは思わ

ない．一方，国公立病院では定員が無いために手足が極度に不足しており，これを補う重宝な補助員として使われた．勿論，しっかりしたカリキュラムなどは無く，体系的な教育を受けることはできなかったが，大学病院では期待できない臨床経験を積むことはできたようで，私達大学病院組をうらやましがらせたものである．勿論，インターンのための身分，生活の保証は一切なく，その間どうして生き存えることが出来たか不思議なくらいである．このように私達はかなりひどい扱いを受けたが，それでも当時のインターン制度が私にとって全く無意味であったとは思わない．私が解剖をやるようになったのも，インターンで医局を廻るうちに人の病気の治療をするためには人の体の構造と生理機能をしっかり勉強し直す必要があると痛感したからである．脳外科をめざしていた私は，インターンを終えるとすぐ解剖の石沢政男教授の所で組織学の勉強をはじめた．もともと臨床へいくための勉強だったが形態学の魅力に引かれてそのまま解剖学を続けることになったわけである．

勿論，当時でも例外的にははじめから基礎医学の研究をめざしておられた方々もあり，生理学の入澤宏先生，解剖学の永野俊雄先生は確かインターンはなさらなかったと聞いている．しかしながら，医学部学生の大部分はもともと医師になるために医学部に入っているのだから，その人達が基礎医学をやるについてはかなり重要な動機が必要である．私に身近な方としては，東大名誉教授の山田英智先生と群大医学部長の石川春律教授は共に整形外科の大学院学生としてスタートして解剖学者となられた．共に基礎医学者の学風に引かれて解剖教室に行かれたのであって，単に整形外科と解剖が仕事の上で関係が深いというだけのことではない．２つの教室の教授間に学者としての信頼関係があり，何よりも解剖学教室の側に学者として尊敬に価する石沢政男教授が居られたことが決定的だったと思う．そこで科学者の心構えと研究の面白さを教えて頂き，基礎医学に止まられたのである．

3) インターン制度の崩壊：

昭和40年代のはじめ，インターン問題が紛糾していた頃，私は阪大医学部で４年間教務委員長，カリキュラム委員長を勤めた．毎年３月になるとインターン反対のストライキ計画が出され，立場上学生と激論を闘わせたが，制度の不備を熟知していたので心の重い論争であった．

当時悪名の高かったインターン制度は発足以来20年近く経過していたが，受け入れ側の体制はトレーニングよりむしろ医師の代用として使う方向に定着し，研修のためのプログラムの整備，インターン生の生活，身分の保証など，20年前に比べて殆ど進んでいなかった．そのため執拗なインターン闘争が拡がり，ついにインターン制度をつぶし，さらに不毛な学園紛争へとエスカレートしていった．医学部卒業者の大学院ボイコット運動は全国的に拡がり，その結果現在も医学部卒業生の中から基礎医学を支える研究者が充分に育ってきていないという重大な影響を残している．このことは人の命のしくみに最も近い研究を行う生理学の分野では特に重要な意味をもっている．他の生命科学の分野と同様に生理学の分野でも分子生物学的な手法による研究が盛んに行われ，この領域での PhD の方々の貢献は計り知れないものがある．然しながら，これと同時に医学の基礎としての生理学のためにはベッドサイドの経験を経た目で生理現象を捉えることのできる研究者が研究の一方を支えていることが必要なのである．

4) この問題解決のための試み：

先日ある学会で，アメリカの医学教育体制の中でも，臨床医学の発展のために必要な基礎医学研究所に従事するＭＤが極めて少なくなった．人の命を対象とする医学の基礎研究には医学教育を受け，臨床経験を経た人の参加が是非必要であるという問題指摘を聞いた．その対策として幾つかの Medical School で MD，phD コースが開かれている．これは臨床研修コースの途中で３年間，全く臨床をはなれて基礎科学の研究に従事することを認めて PhD を与えるというものであり，その間勿論 NIH その他から奨学金を与えて生活を保証する．また，医学部学生に基礎医学に興味を持たせ医学教育の質を高めるために医学部コースの途中で臨床に入る前に２年間基礎医学研究室で研究に従事した後，臨床コースに戻ることを保証することも行われている．その間勿論奨学金がついている．この場合，アメリカでのシステムでは，国，公共団体或いは財団などが必ず責任をもって奨学金を出していること及び PhD を持つことが臨床医の経過の上で評価されていることの２点を強調しておきたい．

私は，インターン制度には色々の問題点があったが，問題点の解決を努力すべきであって，つぶすべきでは無かったと思っている．今度の研修制度にしても日本の臨床医療の質の向上のために必須であるならば反対する理由はないと思う．但し，前の失敗を繰り返さないように，教育指導の体制，カリキュラム，研修生の身分，生活の保証などの問題点を充分に検討し，実施可能の目処をつけてから発足する必要がある．インターン制度の失敗は単に臨床研修制度だけでなく基礎医学全般に大きなダメージを与えたことを銘記すべきである．ちなみに20年前のインターン闘争の頃，インターン生が要求していた生活保証の金額は月額，わずか5万円，インターン生の全人数はわずか3千人であった．臨床研究生の立場は司法研修生に似てるので司法研修生の身分，生活の保証は参考になるとおもう．

5) 基礎医学に携わる側の問題点：

今，我々にとって大切なことは臨床医学に携わる人との間の学問的な信頼関係を築き直す努力をすることだと思う．その中のひとつに基礎医学者にmedicalな視点あるいは命に対する尊敬の念が欠けていることへの反省がある．その上で我々基礎医学者が臨床の人達から学問的に尊敬されるだけの力をつけること，医学部学生にとって魅力のある基礎医学をつくることが，医学部出身者の基礎ばなれ，生理学ばなれに対する一番確実で且つ一番早い解決策であると考えている．基礎側の反省と同時に，臨床教室の側でも医学の進展を共に支える立場に立って，基礎研究への理解を深められることを強く希望する．

6) おわりに：

日本に優れた医療体制をつくりあげていくためには学部教育，卒後研修，研究体制およびそれらを支えるスタッフの養成のすべての面で大きな改革と強化が必要であることは誰も疑わないと思う．ただ，そのうちのどれかだけを改革し，強化してもその結果他の部分が落ち込むようでは思うような結果は期待できない．すべての面に目を配った実効のある改革が必要なのである．基礎医学研究だけについて考えると，まだ充分とはとても言えないが，この3～4年の間に研究費，設備の面では随分改善された．ところが一方で研究者に一番大切な「研究をする時間」は年と共に少なくなってきている．研究以外の用事が多すぎるのである．その意味で研究環境は悪くなってきていると言える．私が若い研究者の身分，生活の保証をといったのは，研究をしたい人に他のことに煩わされずに研究に打ち込めるための時間と生活を保証することが必要だということである．若い人を大切にしなければ学問は育たない．大切にするとは学問，研究に打ち込む時間と身分，生活を保証するということであり，甘やかすのとは別の次元のことである．

〔日本生理誌（1996）**58**, 283-300〕

シリーズ「ビデオマイクロスコープ(VEC-DIC)法実験技術講座」

光学顕微鏡による軸索輸送の測定法

堀　英明・川上　倫*・竹中敏文
（横浜市立大学医学部生理学第一・*北里大学医学部生理学）

Ⅰ．はじめに

軸索輸送の研究はWallerが神経軸索を切断すると遠位側が死滅することを見出したことが始まりと言われている[1]．その後，放射性同位元素の生物領域への応用が進むとともに軸索輸送研究にもこの手法が取り入れられ，現在も使われている．このRIを用いた間接的手法は，RIでマークしたアミノ酸などを細胞内に注入し，細胞内で生合成されたRIを含む物質の輸送を経時的に軸索で観察する手法である．この研究方法は主として，細胞骨格系の蛋白を輸送する遅い軸索輸送の解析を行うために必要不可欠な手法である．

一方，光学顕微鏡を用いた軸索輸送の研究が直接的観察法である．すなわち軸索内を移動するオルガネラやそれより小さな物を直接目視しながら研究する手法である．これが可能になったのは1980年代に入ってからのことである．これは無染色の標本に明暗のコントラスト差をつけ，標本を生かしたままで観察することのできる微分干渉顕微鏡の実用化と，急速に発展を遂げたエレクトロニクスによって，ビデオカメラを介した顕微鏡の観察像を「画像処理」できるようになったためである．このAllenのビデオ増感顕微鏡法により軸索輸送の研究は飛躍的に進歩した[2-7]．標本を生かしたままの状態で，微小管のレール上をオルガネラが移動する様子をディスプレイに映し出すことが出来るようになり，軸索輸送のメカニズムの発見へと繋がった．生理学的にも培養細胞系を用い神経伝達物質による軸索輸送の制御機構の解明などに用いられている[8-13]．現在軸索輸送の研究を推進する上でビデオ増感顕微鏡法は，微細な物質の動的変化を連続的に観察しうる点から必要かつ最も適した手法の一つであると考えられる．

ここではビデオ増感顕微鏡法に用いる装置の解説と，使用上の注意点，それに若干の応用例について述べる．

また軸索輸送の観察系に用いる装置は，使用する顕微鏡やビデオカメラの違いにより2種に分けることが出来る．すなわち通常の明視野系の観察に用いるビデオ増感コントラスト顕微鏡（VECM, Video-intensified contrast microscopy）と蛍光像を得るビデオ増感蛍光顕微鏡（VIFM, Video-intensified fluorescence microscopy）である．軸索輸送の研究に基本的な手法はVECMであり，VECMを習熟すればその延長としてVIFMも扱えるから，ここではVECMを中心に解説する．

Ⅱ．VECMの装置

VECMは光学顕微鏡により得られる分解能250 nmをはるかに越える細胞内の微小構造を生きたまま動的状態で観察することを目的としている．例えば，軸索輸送で輸送される粒子のレールとなる直径25 nmの微小管の観察をはじめ，細胞内小器官等の動きを連続的に観察することが出来る．この装置は他のビデオ顕微鏡法と同様に，光学顕微鏡・ビデオカメラ・イメージプロセッサ・ディスプレイ・記録装置より構成されている（図1）．

図2は，平均直径5 nmの金コロイド粒子をVECMにより観察したものであり，超微細粒子の観察が可能であることを示す．

A．光学顕微鏡

AllenがVECMに最適な顕微鏡システムと

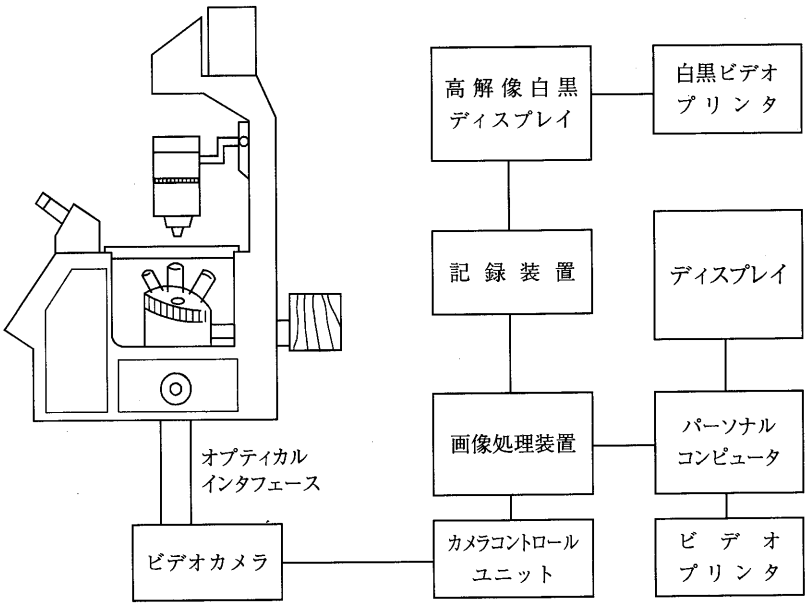


図1. ビデオ増感顕微鏡法のシステム構成

して見出したのが，ノマルスキー微分干渉顕微鏡である．この顕微鏡の特徴は，2枚の偏光フィルタ(ポラライザとアナライザ)とコンデンサレンズの光源側と対物レンズの後方に置かれたノマルスキープリズムを用いていることである．すなわち焦点面の標本に対し分解能以下のShear量でかつ互いに直交する振動面の2本の光線を当てることにより，標本の持つ屈折率の違いを2本の光線の位相変化量の差として表し，アナライザ通過後に明暗の差として描出する[14]．光学顕微鏡としては最高の解像度を持ち，コントラスト・明度とも低い欠点はビデオ増感で補うことが出来たのである．原理の詳細については他の項目に譲り，ここでは軸索輸送の観察で必要な高倍観察に適する倒立型ノマルスキー微分干渉顕微鏡の部品設定を中心に記す．

顕微鏡本体は以下の項目を満たすものが望ましい．①レンズ系での光の吸収が少なく，歪みが少ないこと．すなわち光路をミラー等によりあまり曲げず，対物レンズの直下にオプティカルインタフェースを設置できるタイプで，無限遠設計のものが良い．②出来る限りポラライザ・アナライザ・ノマルスキープリズムを含む光学系の精度が高いこと．③後述するが，分解能は対物レンズの開口数により決定される．ゆえになるべく大きな開口数のレンズが使用可能な顕微鏡本体であること．④高倍率で観察を行うときには，わずかな振動も大きい影響を及ぼすので，振動に対し強いことが必要となる．

以上4点を満たす顕微鏡本体であるなら，どこの製品でも問題はないが，購入時から比較的手を入れずに済む製品として，カールツァイス社製のアキシオバート135が薦められる(著者らは同社の旧型アキシオマート，並びにビデオポートが横側にあるアキシオバート35を使用している)．

また超高倍率(12インチディスプレイ上10,000～20,000倍)で観察を行うためには，対物レンズの最大倍率は60～100倍のものが必要で，さらに顕微鏡の対物レンズとオプティカルインタフェース間に，1～2.5倍程度の可変式の変倍装置が付いているものが良い．

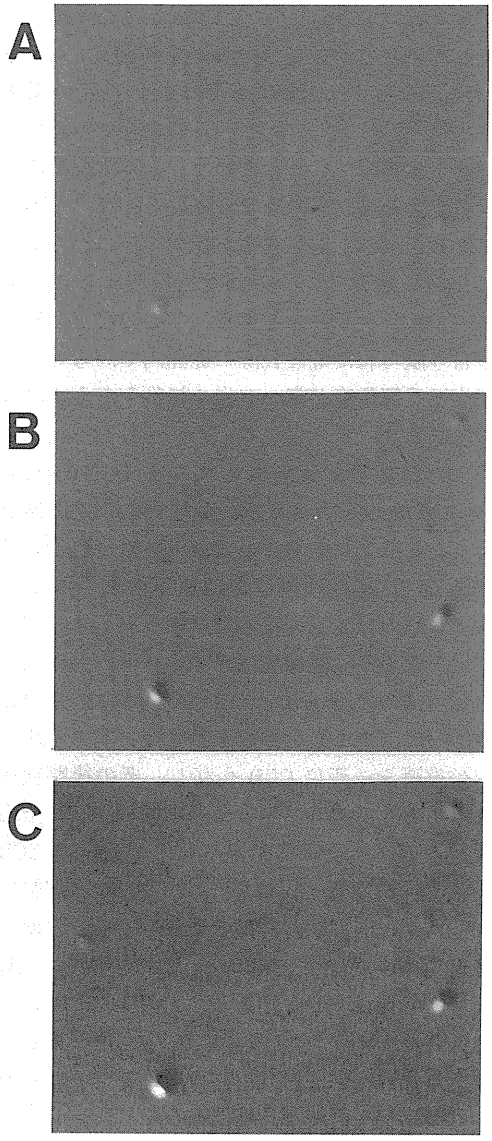


図2．　VECMによる金コロイド粒子の観察例
A：アナログ増感のみの画像.
B：積算と背景減算処理を行ったもの.
C：デジタルコントラスト増強後.

B．光源と電源装置

多くの光学系部品を用い，高倍率で観察する微分干渉顕微鏡は，光量が不足勝ちになる欠点を持っている．その欠点をカバーするために光源には100 W石英ヨードランプをフィラメント形状を選択して使用する．更に明るい光源が必要な場合には，50 Wまたは100 Wの直流水銀ランプ，あるいは75 Wキセノンランプを用いる．このとき，光源の熱エネルギーによる試料の熱害対策を配慮しなければならない．また，ビデオカメラの種類によって感度が異なるから，使用目的に応じてカメラと光源の組み合わせを選択する．使用するカメラの分光感度曲線を考慮しながら，光源側に適切な光学フィルタを挿入し，標本に有害な波長をカットすることが必要になる．しかし実際に長時間観察を行うためには，なるべく弱い光で観察することが秘訣である．

ちなみに著者のモットーは「明るく安定した細胞に優しい光を如何に作るか」である．安定した光を必要とする理由は，顕微鏡より得られた微小な輝度差の光をイメージプロセッサにより増幅するため，わずかな電源変動に伴う光源の輝度変化が大きな影響を及ぼすからである．そのため電源の安定化装置(NIF 回路設計社など)を光源トランスの前段に入れて使用している．

C．対物レンズとコンデンサレンズ

対物レンズは顕微鏡の分解能を決定する重要な要素となる．分解能は $\lambda/(2\cdot NA)$で表される．ここでλは入射する光の波長，NAは対物レンズの開口数である．すなわち開口数のなるべく大きなレンズを使用する．さらに収差補正が適切になされていることである．この2点を満足するのは，プランアポクロマート系のレンズである．筆者らはツァイス社の顕微鏡を主に用いているため，同社の63倍開口数1.4もしくは100倍1.3を使用している[12]．このときコンデンサレンズの開口数も対物レンズに合った大きなものを使用しなければ，対物レンズの性能を引き出しきれない．ただし以上の条件を満たす対物レンズの作動距離は0.1 mm程度しかなく，観察用チャンバを含めた工夫が必要である．

D．オプティカルインタフェース

VECMを始めるとき，顕微鏡とイメージプ

ロセッサは最高レベルの機器を用意する場合が多いと思われるが，カメラヘッドと顕微鏡を結ぶ，このパーツにまで気配りをしている場合は少ないのではないだろうか．しかし顕微鏡で得られた像をカメラヘッドに導く役割をはたすオプティカルインタフェース(TV チューブとも言う)は，顕微鏡並みの明るさや，収差の抑制など精度にこだわる必要がある部分である．これを自ら設計・製作することも可能であるが，光工学の知識を必要とし，あまり一般的ではない．顕微鏡本体を購入するときに，その本体専用に設計されたCマウント式(テレビカメラマウント)のオプティカルインタフェースが存在するものを選ぶことで解決できる．このとき同じ会社のどの顕微鏡にも接続できるタイプのものもあるが，このような汎用型 TV チューブは，使用する顕微鏡の分解能の100％全てがテレビカメラに正確に伝わるか疑問がある製品もあるので，顕微鏡会社に相談することが望ましい．またインタフェースは複数の倍率のものが用意されているものが良い．なおインタフェースによっては，チューブ内の壁に光が反射し，ディスプレイ画面上に光むらやリング状の模様を生じることがある．そのときにはビデオカメラの前に絞りを入れるか，チューブ内をつや消しの黒に塗ることにより解決できる．

E．ビデオカメラー撮像管と CCD カメラー

顕微鏡で得られた画像(二次元データ)を電気信号(一次元データ)に変換し，画像処理装置へ情報を入力する重要な装置である．

軸索輸送観察に用いるビデオカメラの規格は，日常生活で馴染み深い TV 放送の規格と同じ NTSC (national television system committee)方式の撮像管をよく用いる．撮像管は真空管の一種で，受光面(光電面)の光陰極に生じる光電子を陽極に捕獲して電流に変換する．撮像管の画像情報を電気信号に変換する過程では，カメラの受光面を水平方向の走査線で区分けし，1本づつを走査していくことにより二次元情報の一次元化が行われる．NTSC 方式では走査線は525本あり，1つおきの走査線を走査し，2回の走査で1枚の画像を形成する．言い換えると1/60秒の最初の走査で荒い画像(フィールド)を作り，2回目の走査で1回目の隙間を走査してもう1枚のフィールドを得る．両者を合わせたものをフレームと呼び，1秒間に30枚(正確には29.97枚)描かれる．このように2回の走査で1つの画像を構成することを2：1インタレースと言う．この方法は，放送と言う限られた電波資源の範囲内で，ちらつきが少なく解像度が高い映像を提供するためのものである．

一方撮像管とは方式の異なる CCD(Charge coupled device)カメラは，受光面に光電変換を行うシリコンフォトダイオードと電荷結合素子である CCD の組合わせにより構成されている．これの分光感度特性はフォトダイオードの感度で決まり，解像度はダイオードの受光面での数によって決まる．CCD 素子での画像の読み出しは，タイミングを合わせフォトダイオードの電荷を一斉に CCD へ移し，その後順次送り出す方式である．すなわち画像データは全画素同一のタイミングで得られる．通常の CCD カメラは撮像管と同様に1フレームの時間(フレームレート)は1/30秒であるので，この間の時間(蓄積時間)での光の変化は平均化され，時間分解能も1/30秒である．ただし CCD カメラのフレームレートは TV 規格と異なるものや，可変のものがあり，蓄積時間を長くしたものは高感度・低時間分解能となる．

軸索輸送の研究に用いるビデオカメラは，以上2つのどちらの原理でも，以下に記す解像度・感度・時間分解能・ノイズ特性，その他をクリアできれば問題はない．

1．解像度

システムの絶対的な解像度(空間的分解能)は，使用する光学系に左右されるが，ビデオカメラ以降の電気系での解像度も重要なファクターとなる．

ビデオカメラそのものは，撮像管も CCD も空間分解能の高いものが製作されているが，

ディスプレイと記録装置に市販のものを用いることがコスト的に有利なため，商用 TV 放送の規格(国内では NTSC)に合わせて出力するものが一般的である．NTSC では走査線数が525本であるため，垂直解像度はこれを越えることが不可能である．水平解像度は，商用放送の場合，輝度信号の周波数帯域幅は 4.2 MHz であるので，これを水平同期周波数 15.73 kHz で割り，2 (白黒2値)を掛けて得られる，約530本が限界値である．実際には走査線の帰線時間や走査線位置の再現性，にじみなどが総合されて，水平・垂直とも300本程度が商用放送で得られる分解能の限界ということになる．

これに対し，実験室のシステムでは放送電波のような制約がないから，輝度信号の周波数帯域幅を広げることが可能で，モノクロ映像を扱う場合には 10 MHz 程度まで取ることによって水平解像度が800本のカメラも市販されている(浜松 C 2400-16 など)．この場合，ネックになるのはビデオ記録装置の帯域幅で，民生用のビデオレコーダなどは商用放送の帯域幅を前提にしているため，再生した画像の解像度が記録前よりも明らかに低下する．ディスプレイは水平解像度900本以上という高解像度のものがある(浜松 C 1846-04)．

垂直解像度は走査線という上限があるが，全体の解像度は水平解像度を高くすることで向上するから，より小さな粒子を描出するためには使用するビデオカメラの水平解像度の高いものが良い．多くの場合カメラの解像度は画像周辺部より中心部分で高いので，中心付近での解像度を中心解像度として表示している．

表1．　ビデオカメラの諸元：浜松ホトニクス社による．

型　名	使用撮像素子	特長・用途	性能								
			観察波長域 Typ. (nm)		水平中心解像度 Typ. (TV本)	図形歪 (A) Max. (内接円内%)	シェーディング (B) Max. (内接円内%)	残像 (C) Typ. (%)	ガンマ (D) Typ.	S/N Min. dB(p-p/r.m.s.)
【撮像管タイプ(1インチ)】										
C2741-01	カルニコン	可視域用	400～750	❶	750	±1.0	10 (20)	10	0.95	50
-02	シリコンビジコン	高感度 可視～近赤外域用	400～1050	❷	600	±1.0	10 (20)	12	1.0	50
-03	赤外ビジコン	赤外域用	400～1800	❸	600	±2.0	20 (40)	60	0.6	46
-05	紫外ビジコン	紫外域用	200～750	❹	700	±1.0	10 (20)	20	0.95	50
-06	サチコン	低残像、可視域用	400～700	❺	750	±1.0	10 (20)	3	0.95	50
-07	ニュービコン	可視域用	400～800	❻	700	±1.0	10 (20)	20	1.0	50
-07ER	ニュービコン	可視～近赤外域用	400～950	❼	700	±1.0	10 (20)	20	1.0	50
-08	SIT	高感度、可視域用	400～850	❽	500	±3.0	20 (40)	7	1.0	48
-16	スーパーハーピコン	高感度、可視域用	400～700	❾	800	±1.0	10 (20)	3	1.0～0.5	50
【撮像管タイプ(2/3インチ)】										
C2741-51	カルニコン	可視域用	400～750	❿	600	±2.0	20	5	0.95	40
-53	赤外ビジコン	赤外域用	400～1800	⓫	550	±2.0	20	40	0.6	40
-55	紫外ビジコン	紫外域用	200～750	⓬	700	±2.0	20	10	0.95	40
【CCDタイプ】										
C2741-73	1/3インチCCD	小型、低残像、可視域用	400～920	⓭	570	±0	—	—	0.45～1.0 (3段階)	56
-75	1/2インチCCD	小型、低残像、可視域用	400～920	⓮	570	±0	—	—	0.45～1.0 (3段階)	56
-77	2/3インチCCD	小型、低残像、可視域用	400～920	⓯	570	±0	—	—	0.45～1.0 (3段階)	52

Ⓐ 画面高を直径とする内接円内の値．
Ⓑ 画面高を直径とする内接円内にて，シェーディングコレクタを用いた補正後の値．( )内は補正前の値．
Ⓒ 入射光停止3フィールド(50 ms)後の値．
Ⓓ 光強度に対する信号電流のリアリティ．

近年，分解能を高めたハイビジョン方式のテレビカメラが商用 TV 放送局で使われだしているが，限られた需要であるため非常に高価で実験室向きではない．

2．感度と時間分解能

ビデオカメラの感度は，紫外から赤外の全波長と特定波長に対する感度(分光感度)の2種類がある．前者は撮像できる最少光量(lx)で，後者は単一波長の入射光量に対する出力電流で表される．参考に浜松ホトニクス社製撮像管のデータを示す(表1)．

この表に示すように，撮像管の種類により肉眼とは異なった分光特性を持っていることが分かる．

軸索輸送を観察する際，12インチディスプレイ上10,000倍前後の倍率を必要とする．倍率の上昇に反比例して，顕微鏡より得られる光量は減少する．またノマルスキー顕微鏡では，コントラストを強めようとすると画像は暗くなってしまう．生物材料をより生理的条件下で観察するには，種々の細胞に対する熱を含む“光”による障害が大きな問題となる．そこでビデオカメラの感度が重要なファクターとなる．ビデオカメラの分光感度は使用している顕微鏡から得られる波長領域に合って感度の高いものを選択し，カメラ直前でのフィルタ処理など光量のロスに繋がることは避けなければならない．さらに倍率を上げるほど，軸索輸送される移動粒子を的確に捉えるために時間分解能が問題になる．NTSC 方式撮像管の場合，時間分解能は1/30秒であるのでほぼ問題はないが，CCD カメラでは感度を上げるために蓄積時間を長くする必要があり，蓄積時間の延長は速い粒子を検出できなくするばかりでなく，後の画像改善のための処理にも困難を生じる．

3．ノイズ特性

軸索輸送観察用の顕微鏡画像はかなり暗いことは前項に記した．ビデオカメラで問題となるノイズは，まず光の揺らぎに伴うショットノイズがあるが，このノイズは光量の平方根に比例して増加するので，感度が比較的高いビデオカメラを使用すれば減らすことが出来る．一方，光量に依存しないノイズとして，ビデオカメラ本体の光電面や電子回路から発生するものがある．電子回路が発生するノイズは，市販されているものでは無視することが出来る．撮像管が発生するノイズを暗電流と呼び，直流的なものと交流的なものがある．直流的なものは固定パターンノイズとして出現するので，後述の画像処理により取り除くことが出来るが，交流的暗電流は処理画像の画質の低下に結び付く．

これらビデオカメラから発生するノイズの“少なさ”を表すのが、S/N 比である．これは通常デシベル単位、20 log(S/Nrms)で表す．S は信号の電圧，Nrms はノイズの実効電圧である．ビデオカメラで得た画像を画像処理しフレーム加算やコントラスト強調を行うには，なるべく S/N 比の良いビデオカメラを選択する必要がある．

4．その他の特性

ガンマ(γ)特性はビデオカメラの入射光量に対する出力電圧の関係を示し，$\gamma=1$ を標準に1未満では明るい部分，1より大きいと暗い部分のコントラストが強くなるが，画像処理によってγ特性は必要に応じて補正できるので，特に注意を払わなくて良い．

ビデオカメラの残像は，入射光が途切れた後も出力信号が残る現象である．残像は速い速度で移動している粒子の速度計測に誤差を生じる原因となることがある．性能上の数値は，入射光を切って 50 ms 後の出力信号が，入射光があるときの出力信号の何%であるかを示している．CCD カメラの場合この現象は問題にならないが，撮像管を使用する際にはこの値のなるべく小さなものを選ぶべきである．

5．軸索輸送の研究に用いるビデオカメラの実際

以上記したように選択すべきビデオカメラは高感度で，S/N 比が高く，残像が少なく，比較的高解像度なものとなる．筆者らは10数年来撮像管式のビデオカメラを中心に使用してきた経験から，7,000倍前後の倍率で観察するには，

波長領域が400～750 m 前後と広く，分光感度特性が550～650 nm の間で高くて，S/N 特性他のファクタもほぼ満足できることから，カルニコンまたはニュービコンカメラを使用している．10,000～20,000倍の倍率で観察するときには，受光面の光量の低下が著しいことと，システムとしての分解能の向上のために，分光感度特性が低波長側にあるハーピコンカメラを使っている．すなわち顕微鏡の光源光量を上げず，細胞への光の害を最小限にとどめ顕微鏡画像のコントラストを最大限に得ることが出来る．このカメラの特性は図3に示すように，従来の撮像管に比し500 nm 付近で約20倍感度が高い．このカメラは緑の波長に最大感度を持ち，

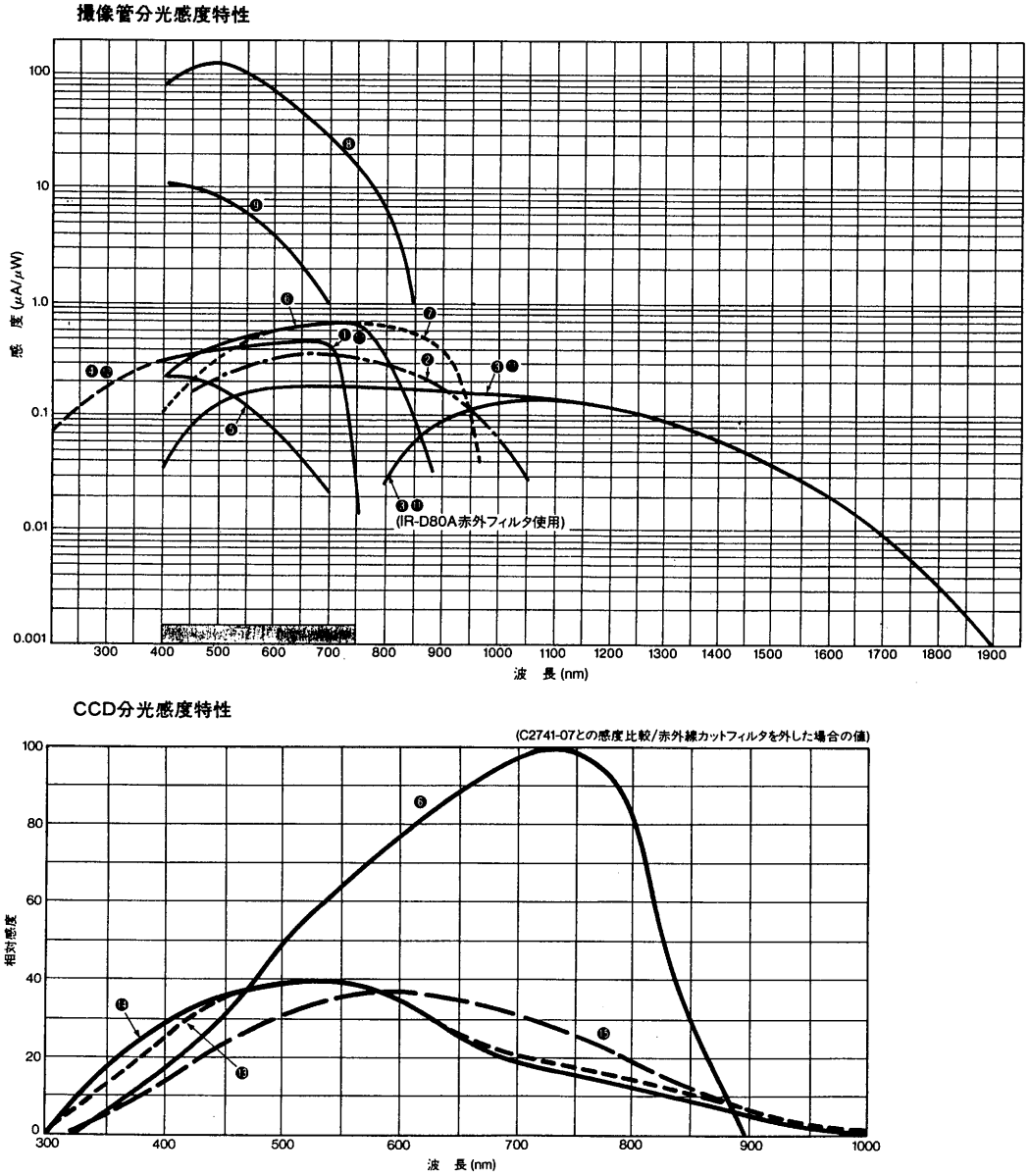


図3．　ビデオカメラの分光感度特性
白抜き数字は，表1中のカメラ型番に対応している．
浜松ホトニクス社による．

FITC を蛍光染料に用いる一般の蛍光撮像にも，SIT (silicon intensified target) カメラほどの感度はないものの，感度を上げて使えば使用可能である．S/N 特性は少々低いが，残像はカルニコンよりも少なく解像度は高いので，倍率を20,000倍近くに上げても軸索輸送される微小な速い粒子を捉えることが出来ている．SIT は解像度と S/N 特性が劣る(表1)が，感度が高い(図3)ので VIFMに向いている．

現状において CCD カメラは，小型・軽量で残像が無いのが利点であるが，水平解像度がカルニコンやニュービコンよりも劣り，感度は同等である．また ICCD (intensified ccd) カメラは一般的に画像の品位が低く，C-CCD (cooled ccd) カメラは光の蓄積時間が長いため時間分解能が不足する．今のところ CCD カメラは7,000倍ほどまでの倍率で軸索輸送を観察するなら使用可能であるが，更に高倍率(10,000倍以上)での観察にはより高感度・高分解能の CCD カメラが開発される必要がある．

その他ビデオカメラに関しては，画像処理装置とのマッチングの問題もあるので，同一会社の製品が良い．代表的メーカとして，世界的に顕微鏡画像処理の草分けである浜松ホトニクス社がある．同社のビデオカメラには撮像管・CCD ともに生物材料を VECM で観察するのに適したカメラが多く見られる．中でも前述のハーピコンカメラや，高分解能 CCD であるデジタルカメラ等は，超高倍率で研究を進めるための必需品であると言える．

なお，撮像管領域ではハイビジョン化，CCD カメラの領域では高分解能・高解像度化が進んでいるが，近い将来にはビデオカメラから記録装置に至るまでフルデジタル化することが予想される．

F．イメージプロセッサ

ビデオカメラからの映像信号にデジタル的な様々の処理を行うのがイメージプロセッサで，ビデオコンピュータ・画像処理または解析装置とも呼ばれる．イメージプロセッサ内では，映像は全てデジタル信号として扱われる．すなわち2次元の位置情報は画素として分割され，一つの画素の輝度情報は2進数のビットで表現される．デジタル化によって画像処理が容易となり，ノイズは減少し，再現性も高くなる．

ただし後述するように動画のデータ量は非常に大きいため，市販のイメージプロセッサでは，内部の演算はデジタルで行い，出力時にはアナログ信号である NTSC に再変換している．

ここでは筆者らが実際に使用している，浜松ホトニクス社製 C1966 または ARGUS-20 について使用法を説明する．コンピュータは日進月歩なので，画像処理コンピュータの代表的メーカである浜松ホトニクス社でも常に新製品を発表しているから，最新の機種については同社システム第2営業部(工業計測)小楠俊彦氏または第1営業部(生物系)片岡卓治氏に問い合わせて欲しい(電話053-452-2141)．

1．アナログ増強

デジタル的にコントラスト増強をする前に，最初にアナログのビデオ信号の状態でコントラスト増強を行う．2段階に分けて行う理由は，市販のデジタル画像処理装置では AD 変換の分解能が8ビット(256階調)程度と小さいので，コントラスト増強をデジタルだけで行うには不足するためである．無理なデジタル増強を行うと，画面全体が最高階調の白になってしまう．もし14ビット(16,384階調)から16ビット(65,536階調)の AD 変換器を持つ画像処理装置を用いることが出来れば，すべてデジタルで処理することも可能であるが，非常に高価なシステムとなる．

アナログ増強回路は，普通カメラコントロールユニットの中に組み込まれている．

ゲイン(GAIN)調節はビデオ信号を電気的に増幅し，その結果コントラスト「明暗差」と明度の両方が上昇する．オフセット(OFFSET)調節は，ビデオ信号から一定レベルの信号を差し引く処理をし，その結果バックグラウンドが引かれて全体の明度が減少し，コントラスト「明暗比」は増大する(図4)．この二つをうまく調

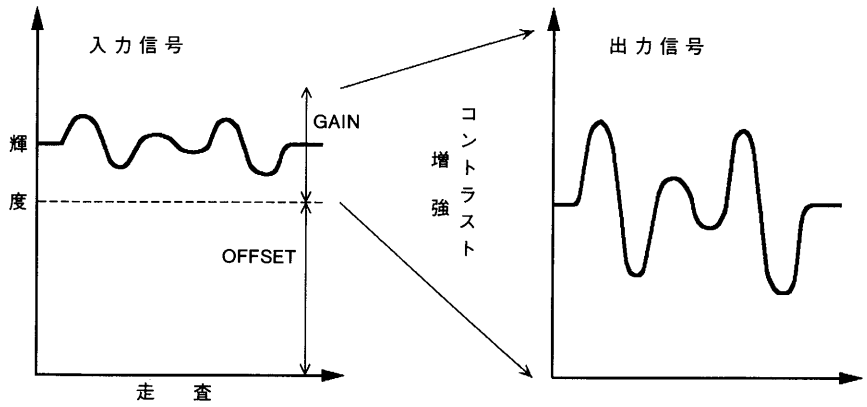


図4．　コントラスト増強の原理

節することで，最良の画像を得ることが出来る．カメラコントロールユニットには感度(SENSITIVITY)調節がある場合があるが，これは撮像管の電極電圧を大きくすることによって感度を高めている．なるべく高く設定するのが画像の質を高める手段であるが，撮像管の寿命との兼合いになるから，メーカと相談して設定を決めていただきたい．

実際に，顕微鏡からの画像をビデオ入力するところから，解説して行こう．

まず，デジタル的な処理はパスするよう設定しておく．具体的には画像処理装置の出力を「RAW」にすれば良い．顕微鏡像を接眼レンズにて肉眼で確認した後，一度照明を落としてから光路をビデオカメラ側に切り替える．それからゆっくりと照明を上げていく．ほとんどのカメラコントローラには，適正入力レベルを表示するインジケータがあり，これがしっかり点灯する光量でもっともＳＮ比が高い映像が得られる．絶対に過大入力インジケータを点灯させてはならない．先に述べたように光には細胞毒性があるから，カメラの適正入力レベルの光では細胞が傷害されることがある．この場合は適切なフィルタを光学系に挿入するのが正しい解決法であるが，光量を若干減らして適正レベルインジケータが点灯しない状態でも，ディスプレイ上に判別可能な映像が得られていれば増強処理によって観察に耐える記録が行える場合が多い．

ゲインとオフセットの調整は，原則的には，最初にオフセットをゼロ，ゲインを最少にしておき，適当な明るさが得られるまでゲインを上げ，その後オフセットで背景光を除去して，もっともコントラストが良い状態に設定する．オフセットを上げすぎると，全体が黒くなってしまう．それからゲインとオフセットを交互に調整して最良の画像が得られるようにする．

実際には，後でデジタル的コントラスト増強を行うから，この段階ではそれほど鮮明な画像を追求する必要はなく，むしろオフセットを上げすぎて細部の情報まで削ってしまわないように気をつける必要がある．またこのときに設定したゲインとオフセット値は次回以降の観察においてほとんど再調整の必要がない．逆に，これを変更するとデジタル的な処理に大きな影響を与え，面倒な再調整が必要になってしまうので，実験中は触らないように注意する．光路系を変更したときなどには，再調整する．

最近のカメラコントローラには，シェーディング補正回路が内蔵されるようになってきた．シェーディングとは，カメラに入光するレンズ系の特性のために，画像中心に比べて画面周辺の光量が低下する現象である．これは後で述べるバックグランド補正によってもある程度補正することが出来るが，バックグランド補正が減算処理であるのに対し，シェーディング補正は

除算処理なので理想的な補正方法である．シェーディングは低倍の画像を観察するときに顕著であり，超高倍システムでは無視できることが多いが，カメラ自体の持つ感度むらや，顕微鏡の照明むらを補正するためにもシェーディング補正は有効である．

2．デジタル増強と画質改善処理

a．積算処理

1枚(フレーム)の画像は，多くのランダムノイズを含んでいる．そのため1フレームだけを観察すると(静止画)かなりざらついた画面となる．またノイズは以後の画像処理を行う上で障害ともなる．ランダムなノイズは平均化すれば $1/N$ に減少するから，積算処理は画像品位の向上にかなり有効な方法である．ただし積算するほど時間分解能は低下してしまう．

浜松ホトニクスの画像処理装置では，静止画用に“ACCUMULATION(ARGUS-20)”または“INTEGRATION(C 1966)”，動画用として“ROLLING AVERAGE”と“JUMPING AVERAGE(C 1966のみ)”がサポートされている．ACCUMULATION または INTEGRATION では，単純なフレームの加算と平均化が行われる．ROLLING AVERAGE は軸索輸送測定に通常使用している処理で，リアルタイムに以下の演算を行う．

$$Vn = Vn_{-1} + (Vin - Vn_{-1})/P$$

Vn ＝出力画像

Vn_{-1} ＝1フレーム前の出力画像

Vin ＝入力画像

P ＝アベレージングのパラメータ

つまり積分回路と似た処理を行っているわけで，この方法ではノイズを減らすためにパラメータを大きくすると，残像が多くなって移動する物体の観察が困難になるので，観察する物体の速度に合わせて適切なパラメータを与えなければならない．軸索輸送の観察に適したパラメータは，2または4である．

JUMPING AVERAGE は与えたパラメータだけフレームを蓄積して，最後のフレームの加算と平均化が終わったときのみに出力が行われる．例えばパラメータが4なら，1秒間に7.5コマしか出力されない．つまり，「コマ落ち」してしまうので，動きが滑らかではなくなる．しかしノイズ除去効果は ROLLING AVERAGE よりも強力である．

もしリアルタイムに平均化が出来れば，よりノイズが少なく残像が少ない画像が得られるわけだが，そのためにはフレームメモリが1つ余分に必要で演算も複雑になるため，サポートされていないのが残念である．

b．バックグランドサブトラクション

光陰極の蒸着むら・傷・ごみ・焼き付き・光電素子の暗電流といったものが原因となって，カメラの撮像面の決まった位置に決まった大きさのノイズが表れる．これを固定ノイズと言う．この固定ノイズのパターンを記録しておき，映像から差し引けばノイズはキャンセルされる．これが背景減算(background subtraction)である．この処理には，顕微鏡のごみや先に述べたカメラの感度むら・照明むらを軽減する効果もある．固定ノイズは意外に大きいものなので，デジタルコントラスト増強をする上で大きな障害となるから，背景減算は増強前の処理として必須である．

浜松ホトニクスの製品では，積算処理と背景減算は連動して設定するようになっている．

(1) 積算方法を選択する．

JUMPING AVERAGE か ROLLING AVERAGE を選ぶ．機種によっては JUMPING AVERAGE はサポートされていないものもある．

(2) 積算パラメータを設定する．

できれば積算無し(パラメータ1)が望ましいが，ノイズがあって観察が困難なときには，2や4もやむを得ない．逆に8以上を選択して移動する物体を消してしまうことも可能ではある．

(3) 背景減算のパラメータ設定．

「背景」として記憶する画面も1フレームではノイズを含むから，ある程度平均化が必要なので，何フレーム積算するかを設

定する．通常８フレーム程度で良い．

また入力画像から背景を減じると，減算した結果はゼロを中心として分布し，マイナスの数値はすべて真っ黒になってしまう(C 1966 のように符号を無視する演算を行う場合には白に近い灰色になる)から，ある任意の値(オフセット)を加えて正常な画像とする．これは127が８ビットの中間値であるが，後の増幅を考慮して，100程度の値を設定すると良い．

機種によっては，背景を記憶するメモリと，減算結果を表示するメモリを設定する必要があるものがある(C 1966)．

(4) 減算処理の実行．

まずは背景画面を取得する．ほとんどの場合，単に顕微鏡の焦点をずらして，画面に光学系のむらとごみだけが映るようにすれば良いが，細胞体のような大きな屈折率を持つ物体が近傍にあるときには，視野を移動してから背景を取得する．その後画像処理装置の背景処理を「START」すると，背景画面が記憶される．同時に表示映像が減算処理後の画像である「PRO」に切り替わる．ここで顕微鏡の焦点を試料に合わせ直す．

c．コントラスト増強処理

デジタル的なコントラスト増強も原理的にはアナログ増強と変わらない．

ただし最新の ARGUS-20 の場合，OFFSET と GAIN で設定するのではなく，出力画像の黒レベルを「LOW」(OFFSET に相当する)，白レベルを「HIGH」(OFFSET＋GAIN に相当)で設定するようになっている．

3．種々の画像処理

イメージプロセッサを用いれば，画像の２値化・微分・白黒反転・擬似カラー化・長さや面積の測定といったことが容易に行える．これらについては軸索輸送の研究には関連が薄いので割愛する．ただし以上の処理は不可逆的なものが多く，一度失われた情報は取り戻せないので，一次的に記録したものについて行うべきである．またコントラスト増強と他の処理は共通の回路で行われるものが多く，その場合同時処理は出来ない．

G．記録装置

軸索輸送の速度などの移動粒子の測定は，記録した画像データを用いて行う．また再画像処理にも用いられる．記録装置は単に忠実に記録再生できるだけでなく，測定が容易かつ正確に行えるものが望ましい．この点から記録装置に要求される性能と機能は以下の通りである．

① イメージプロセッサより得られる画像情報がいかに良くとも，記録装置の性能が劣るとデータとして生きてこなくなる．得られる画像情報の時間分解能・コントラスト・解像度並びに S/N 特性等，今まで述べてきた項目を満たすデータを出来る限り忠実に記録・再現できる装置が必要である．

② 培養神経細胞の神経線維を用いて軸索輸送の実験をする場合，ステージ上で観察と観察の間に薬物の投与等を行いながら30分から90分間の実験を行う．記録媒体を入れ換えずに全体を記録したいから，60分以上の録画が可能なものが望ましい．

③ いかに忠実に記録できても，計測を実施するためには，画像の歪みを出さずにデータの可変速再生(静止画像を含む)が出来る装置でなくてはならない．

現在以上の３点を満たす記録装置として一般的に用いられているのがビデオテープレコーダ(VTR)である．その他，光ディスクを用いた記録装置(SONY・CRV レコーダ等)は画質は素晴らしいが，記録時間の問題と時間当たりに掛かる経費が高いことが上げられ，日常の使用にはあまり適さない．またパソコンを用いた方法も記録時間やデータの保存法を考えれば，今後使用が可能となるのではないかと考えられるが現状では不向きである．ただし，浜松ホトニクス社などはデジタルカメラと称して，CCD カメラの出力を直接パソコンに出力するものを開発しており，パソコン側の画像記憶容量と書き

込み速度の問題が改善されれば普及すると思われる．

1．ビデオテープレコーダ

VTR は家庭用(S-VHS や 8 mm ビデオ)，業務用(S-VHS, U マチック，β-カム)，放送局用(βカム，D-1・D-2・D-3 方式デジタルビデオ)の 3 種に分類され，記録方式の違いにより個々の名称が付けられている．

家庭用 VTR は信号帯域幅が狭く，出力信号も完全な NTSC 規格になっていないので，業務用または放送局用 VTR から記録再生装置を選択する．その際，輝度信号帯域が広く S/N 特性の良いものが良い．計測精度は記録された画質と再生時の機能により決定されるので，放送局用の VTR は高価ではあるが望ましい．筆者らは昨年まで市販されていた 3/4 インチカセットテープを用いた放送局用 U-マチック SP・VTR を使用しているが，これの後継機種は 1/2 インチテープを使用したベータカム SP・VTR である．この VTR は U マチックと異なり，輝度信号と色信号を分離して，それぞれ専用のヘッドで別々のテープトラックに記録するアナログコンポーネント記録方式を取り，メタルテープの使用による EM キャリア周波数の上昇など，U マチックよりも録画画質の向上が認められる．また放送局用としては最も廉価である点で薦められる．

また再生速度の再現性についても放送局用が理想的である．画像の再生は，データの観察・計測・再画像処理に利用されるが，その際再生装置に必要とされる機能に，デジタル式タイムベースコレクタ(TBC)による時間軸誤差(ジッター)補正機能と再生信号の標準 NTSC 信号化がある．VTR はモータを含むメカニカルな機構を用いているため，記録時と再生時の機械的誤差やテープの伸びによる誤差を生じる．TBC はこの誤差を補正し，揺らぎの無い映像信号を発生するので，計測および再処理に欠かせない．さらに TBC はビデオ信号の位相調整・レベル調整・ノイズリダクションなどの機能を持ち，有用である．業務用 VTR 以上の製品には内蔵されているものが多い．

計測時に重要な機能としてノイズレス可変速再生がある．通常の VTR では可変速再生を行うと，録画時のヘッド軌跡と再生時の軌跡が一致しないために画面に特有のノイズと歪みを生じる．これは計測に重大な妨げとなる．歪みやノイズ無しに可変速再生をするには，SONY 社が放送局用 VTR で採用しているダイナミックトラッキング(CT)機構が良い．この方法では再生速度に合わせてヘッドの角度が変わり，静止画像も含め－1～＋3 倍速の間でノイズレスな可変速再生が行える．また松下電気産業の製品の中にも，再生ヘッドにピエゾ素子によるオートトラッキング機構を採用して，－1～＋3 倍速のノイズレス再生が行える機種がある．

軸索輸送の観察データでは，同時刻に，極微小なものから大きなものまで，輝度やコントラストを含め様々の形態の多数の粒子が，異なる速度と様々のパターンで移動している．現在，パーソナルコンピュータを用いる自動計測化へ向けて取り組みを進めているが，用手計測の域に達することは当分有り得ないと思われる．そのため計測精度の向上を図るには，より良い VTR を選ぶ必要性があるわけである．

2．記録のデジタル化の展望

デジタル化の利点を先に挙げたが，問題点は映像が持つ情報量が極めて大きいことから，適切な記録媒体が見当たらないことである．

顕微鏡を用いて，デジタルな記録を行う装置としては，フォトダイオードを多数格子状に配置した“ダイオードアレイ”を用いてデジタル映像を描出する，カルシウム濃度測定や細胞電位測定装置が市販されている．この場合，ダイオードアレイは時間分解能が優れていることで用いられているのであって，空間的にはかなり低解像度(16×16画素程度)なので，細胞内の構造を観察するような実験には用いられない．逆に高分解能を求めると画素数は飛躍的に増大する．例えば垂直・水平の画素数が512であれば，全画素数は26万個に達し，輝度を 8 ビット(512

階調)で表現して，1秒間に30フレームの画像ならば，約8Mバイトの情報量になる．1時間の記録ならば，約30Gバイトになり，現在のパソコンレベルでは扱えないデータ量なのである．

現在のCCDカメラは解像度に問題があるが，製作コストが安価なので，次第に主流となっていくと考えられる．CCDカメラの持つ情報は本来デジタル的であり，NTSCを介せずに処理すれば非常に高品位の映像を得ることが出来る．映像情報に対応した大容量記録媒体の開発とデータ圧縮技術が急速に進んでいるので，高価なVTRに取って代わる記録装置が出現するのも遠くはないと思われる．

Ⅲ．試料の調整

VECMは，微分干渉顕微鏡により得られる画像を処理する以上，観察材料は顕微鏡の光学特性を100%引き出しうるよう，なるべく光の透過性が高く，バックグランドと顕鏡目的の微小管や粒子との屈折率に差がありコントラストが付き易い材料が望ましい．

一つの系は，生化学的に抽出再構成した微小管やモータ蛋白をカバーガラス上に散布し，その上を移動する粒子を直接観察するという軸索輸送の再構成系である[15]．この方法は構成成分の抽出が簡単ではないが，非常に薄い検鏡標本を作れるから観察が容易である．より生理学的な研究方法としては，培養神経細胞を用い，神経線維の中の微小管の上を細胞体から神経線維末端へ向けミトコンドリアなどの細胞内小器官等が輸送されている順向性の軸索輸送と，逆方向，細胞体へ向けての輸送すなわち逆行性の軸索輸送を直接VECMで観察しながら，薬物を投与し，軸索輸送の経時的変化を生理的に実験する手法がある．筆者らはマウスより摘出した，知覚を主体とした脊髄後根神経節(DRG, dorsal root ganglion)，交感神経である上頚神経節(SCG, superior cervical ganglion)並びに海馬を中心にした中枢神経等より摘出した組織からトリプシンやコラゲナーゼ等酵素を用い分離

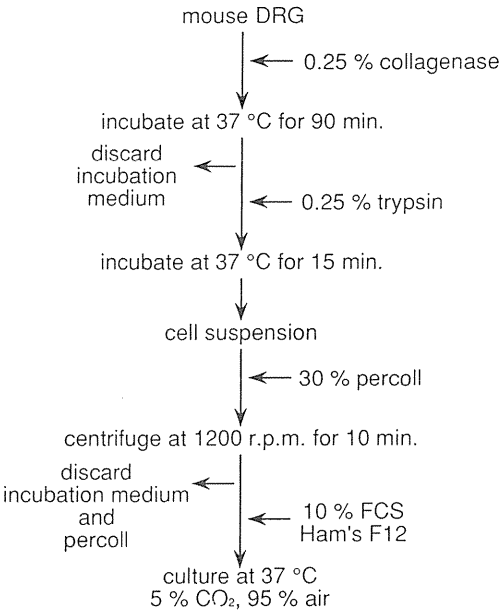


図5．　培養神経細胞の調製法

培養した神経細胞を用いて実験を行っている．培養の具体的流れを図5に示す．培養細胞はコーティングを施したカバーガラスの中心付近に散布する．ここで注意を要するのは2点ある．

①　コーティング材料には，コラーゲン・ポリリジン等多種あるが，観察部位が光学系と直交する水平な面を形成しなくてはならず，薄く均一なコートが得やすい点からポリリジンコートを用いる．

②　カバーガラスの厚さは，使用する対物レンズの作動距離を考慮に入れ，顕微鏡の光学的

表2．　カバーガラス規格表
松浪硝子，一般品標準規格表より．

規格	厚さ(mm)
No. 00	0.06 - 0.08
No. 0	0.08 - 0.12
No. 1	0.12 - 0.17
No. 1S	0.15 - 0.18
No. 2	0.17 - 0.25

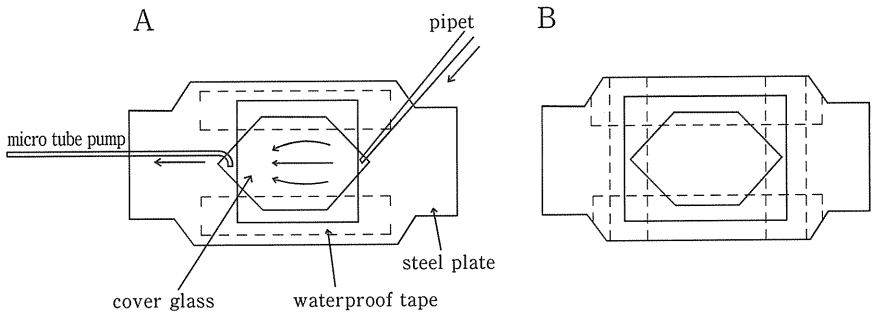


図6． 試料とチャンバの模式図
チャンバは，500 μm 厚の18－8ステンレスを図のように切断したもの．
A：上方より，B：下方より見た図．破線はカバーガラスをチャンバに固定するための防水性テープ．

設計値に合った状態で観察し顕微鏡より得られる画像の歪みをなるべく作らないようにする．筆者らは松浪硝子製 No. 1 のカバーガラスを中心に使用している．表2に同社のカバーガラスの一覧を示した．

カバーガラス上に撒いた細胞は，2～3日間 CO_2 インキュベータで培養して実験に用いる．

A．チャンバと保温装置

顕微鏡のステージ上に細胞をマウントし，10,000倍前後まで倍率を上げて観察する場合，対物レンズとコンデンサフロントレンズの作動距離は短く，かつ両者とも油浸で顕鏡することが多い．この限られた空間で実験操作をなるべく行い易いチャンバを用いる必要がある．図6は,筆者らが使用しているものである．Bはチャンバを下方から見た図で，細胞を培養したカバーガラスが張り付けられている．カバーガラスをチャンバに張り付けるには，防水性の比較的高いクリアテープを用いて行う．Aはチャンバを上方より見た図で，コンデンサレンズを油浸で使用するためのカバーガラスが貼ってあるが，図のように長軸方向に隙間を作る．隙間の片側から実験溶液を注入する．また逆側には吸引ポンプからのノズルを設置し，液交換に供する．チャンバの空間が亀甲型をしているのは，液交換時に渦流を生じにくく，交換効率が良いからである．チャンバの厚みは 500 μm としている．なお液の交換は，液面の変動が画像に影響するので，記録中に行ってはならない．

チャンバを生理的温度に温めるため，ステージを保温する装置が種々市販されているが，構造的な障害や，ノイズの発生源になるなどの問題が付きまとう．図7に示したケージタイプの保温装置は，温度変化が少なく，また湿度も保ち易い．

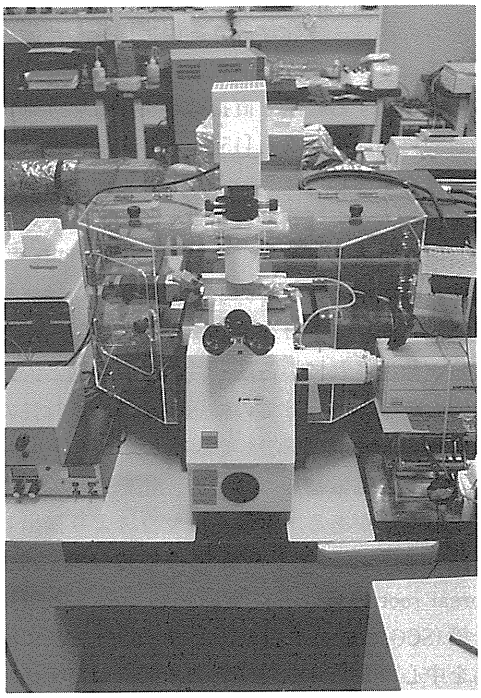


図7． 保 温 装 置

Ⅳ．実験の実際と応用

筆者らは VECM による観察の際，完全な連続記録ではなく，2分間記録して1分間インターバルを置く，断続的な記録としている．インターバル中は照明を消すことで，細胞に対する光の障害を減らすことが出来る．また液交換もこのとき行う．

SCG や DRG に神経伝達物質等受容体関連試薬を投与し軸索輸送を経時的に観察し変化のみられた物質について，軸索輸送を指標に種々のアンタゴニスト・アゴニストを用い機能的に受容体の同定，細胞内メッセンジャ並びにキナーゼ系の決定等，細胞内機能にも踏み込める[8-13]．図8は実際に DRG の神経線維を VECM にて観察した像で，図9は SCG に神経

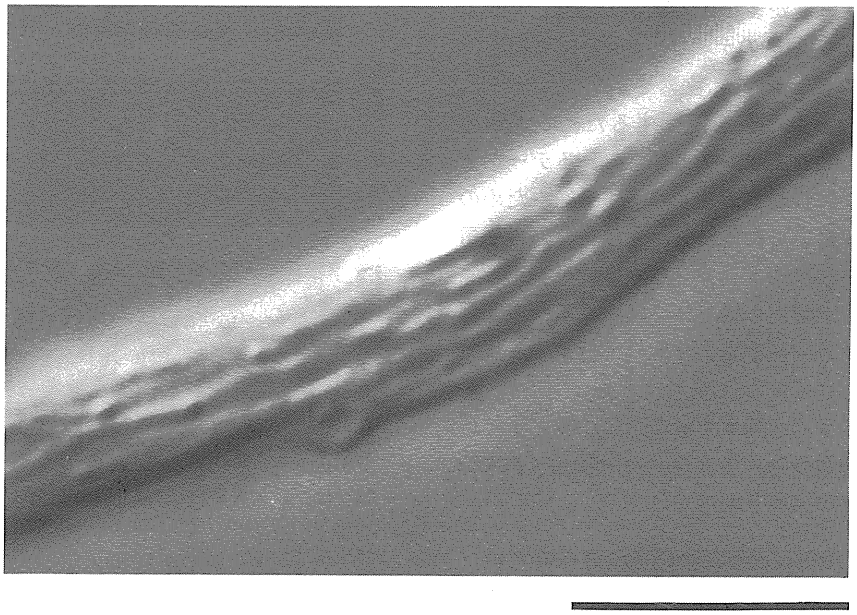


図8．　VECM 神経線維内構造の観察例
バーは 5 μm.

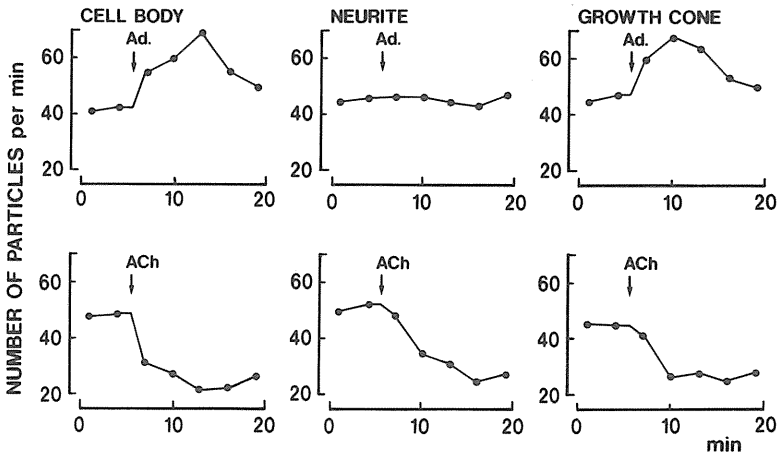


図9．　アドレナリンとアセチルコリンの軸索輸送への影響[12]
マウス上頚神経節細胞の細胞体，神経線維，成長円錐の各部位にアドレナリンまたはアセチルコリンを局所投与したときの移動粒子数の変化．

伝達物質アドレナリンとアセチルコリンを投与したときの軸索輸送される粒子数の変化を示す.

またマイクロマニュピレータとマイクロインジェクタを組み合わせることにより細胞の局所に神経伝達物質を投与し，軸索輸送の変化を指標に受容体の細胞内局在を知ることが出来る[12]. Capsaicin 等の細胞内 Ca イオンの上昇を伴い軸索輸送が変化する試薬の場合，VECM を用いた軸索輸送のデータ，Fura-2 等細胞内カルシウム測定用蛍光色素を用いたデータ，レールとなる微小管を確認するための電顕のデータ等，他の実験手法より得られるデータと複合的に検討し細胞機能との関係を知るための手法として用いられる[16]. 光による障害を積極的に観察した例として，軸索末端をレーザ照射すると，末端から細胞体へ送られる順方向性の輸送が逆方向性輸送よりも早く低下する現象が見付けられている[17].

このシステムを利用することにより電気的現象と軸索輸送の関係等，神経の活動性と軸索輸送の関係への発展も期待される.

V. 蛍光染色による軸索輸送研究—VIFM—

特定のオルガネラに特異的に結合する蛍光染料を用いて，軸索輸送を見る方法である.

このとき顕微鏡本体には落射照明装置と，適切な蛍光フィルタセットを取り付け，また光量を確保するためにアナライザは取り外す. 撮像管には高感度な SIT カメラを用いる. 画像処理の手法は基本的には VECM と同様であるが，蛍光像では光量が非常に低下するため，顕微鏡の拡大倍率は VECM の 2/3 ～ 1/2 に設定し，さらに S/N を上げるために ROLLING AVERAGE パラメータは 4 程度必要である.

図10には，ミトコンドリアに選択的な rhodamine 123 による実験例を示した[18].

VI. 終 わ り に

以上軸索輸送の光学的測定について，微分干渉顕微鏡とイメージプロセッサを用いた VECM を中心に，製品名まで踏み込んで解説した. より優れた機器があるかも知れないが，筆者が実際に使用しているものについて紹介したので，お許し願いたい.

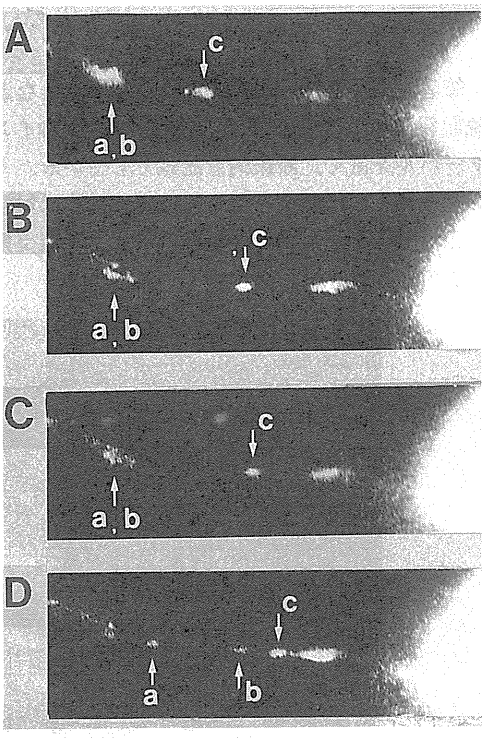


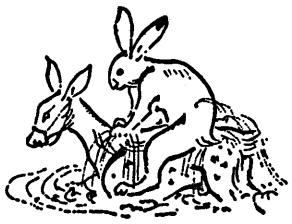
図10. Rhodamine 123 によるミトコンドリアの超生体染色[18]
試料はマウス脊髄後根神経節細胞. A～Dは時間経過で，A：0，B：23，C：40，D：70秒後. バーは 10 μm.

この手法は軸索輸送の研究のみならず，一般の培養系などにも応用できるので，実験の一助となれば幸いである.

文 献

1) Waller A : Experiments on the section of the glossopharyngeal and hypoglossal nerves of the frog and observations of the alteration produced thereby in the structure of their primitive fibers. Philos Trans R Soc Lond **140** : 423-429, 1850.
2) Allen R D, Allen N S & Travis J L : Video-enhanced contrast, differential interference contrast (AVEC-DIC) microscopy : a new method capable of analyzing microtubule-related motility in the reticulopodial network of allogromia laticollaris. Cell Motility **1** : 291-302, 1981.

3) Allen R D & Allen N S: Video-enhanced microscopy with a computer frame memory. J Microscopy **129**: 3-17, 1983.
4) 竹中敏文：コンピューター方式によるビデオ増感コントラスト顕微鏡. 生体の科学 **34**：401-404, 1983.
5) 竹中敏文, 川上 倫：軸索流を見る. Clinical Neuroscience **4**：1058, 1986.
6) 竹中敏文, 川上 倫：細胞運動測定法 "軸索内輸送(AVEC-DIC)". 生体の科学 **39**：496-499, 1988.
7) 川上 倫, 竹中敏文, 堀 英明, 橋本容子：ニューロサイエンスの新しい研究方法 "軸索輸送の測定法". Clinical Neuroscience **13**: 134-135, 1995.
8) Takenaka T, Kawakami T, Hikawa N, Gotoh H & Bandou Y: Neurotransmitter regulation of axoplasmic transport and neuronal growth. Biomedical Res **12**: (S2): 171-172, 1991.
9) Takenaka T, Kawakami T, Hikawa N, Bandou Y & Gotoh H: Effect of neurotransmitters on axoplasmic transport: acetylcholine effect on superior cervical ganglion cells. Brain Res **588**: 212-216, 1992.
10) Takenaka T, Kawakami T, Bandou Y, Hikawa N & Gotoh H: How neurotransmitters affect axoplasmic transport? J J Physiol **43**: (S1): S205-S207, 1993.
11) Takenaka T, Kawakami T, Hori H & Bandou Y: Effect of neurotransmitters on axoplasmic transport: how adrenaline affects superior cervical ganglion cells. Brain Res **643**: 81-85, 1994.
12) Kawakami T, Takenaka T, Hori H, Hashimoto Y & Kusakabe T: Effects of acetylcholine and adrenaline on axoplasmic transport at different regions of mouse superior cervical ganglion cells in culture. Brain Res **683**: 88-92, 1995.
13) Takenaka T & Kawakami T: Signal transduction mechanism responsible for changes in axoplasmic transport caused by neurotransmitters. Neurochem Res, 1996(in press).
14) Lang W: Nomarski differential interference-contrast microscopy. Collection of four articles from ZEISS informations.
15) Vale R D, Reese T S and Sheetz M P: Identification of a novel force-generating protein, kinesin, involved in microtubule-based motility. Cell **42**: 39-50, 1985.
16) Kawakami T, Hikawa N, Kusakabe T, Kano M, Bandou Y, Gotoh H & Takenaka T: Mechanism of inhibitory action of capsaicin on particulate axoplasmic transport in sensory neurons in culture. J Neurobiol **24**: 545-551, 1992.
17) Kano M, Tashiro H, Kawakami T, Takenaka T & Gotoh H: Differential suppression of axoplasmic transport: effects of light irradiation to the growth cone of cultured dorsal root ganglion neurons. Cell and Mol Neurobiol **15**: 297-306, 1995.
18) Takenaka T, Kawakami T, Hikawa N & Gotoh H: Axoplasmic transport of mitochondria in cultured dorsal root ganglion cells. Brain Res **528**: 285-290, 1990.



〔日本生理誌 (1996) **58,** 301-306〕

シリーズ「ビデオマイクロスコープ(VEC-DIC)法実験技術講座」

Infra-red differential interference contrast (IR-DIC) 法による脳スライスの観察

宮川博義・中村　健・高木　博
渡部重夫*・平沢孝枝**
(東京薬科大学生命科学部, *東京大学薬学部, **日本女子大学家政学部)

1. はじめに

脳スライスは神経生理学の標本として20年ほど前に山本長三郎(現金沢大学医学部)らによって導入され, 神経生理学の今日の隆盛をもたらす一因となった[1]. 山本はスライスを用いた研究の初期から微分干渉顕微鏡によって, 無染色スライス内の細胞の観察を試みている[2,3]. 当時の光学系ではかなり薄い(70ミクロン程度)スライスでなければ微分干渉の効果は現れなかった. 一方, Sakmann と Neher 達によって開発されたパッチ電極記録法は[4], 単一細胞, 単一チャネルの活動の電気生理的測定の基本的技術として広く用いられている[5]. パッチ電極記録法は1989年頃からスライス標本内の神経細胞にも適用されるようになり, スライスパッチ法と呼ばれている[6]. スライスパッチ法には, 細胞を見ずに行うブラインドパッチ法と直視同定しながら行う方法とがある. これまでは直視同定のためには正立顕微鏡の微分干渉光学系を用いていた. 最近, この方法の新しい展開として, 微分干渉の観察に近赤外線領域の光を用いる工夫 (Infra-red differential interference contrast 法, IR-DIC 法, 赤外微分干渉法) が行われるようになってきた[7-9]. 本稿では, この IR-DIC 法について解説する.

2. なぜ IR-DIC か

スライス標本内の細胞の観察を困難にしているのはスライス標本の厚さである. 無染色のスライス内の細胞を微分干渉光学系の助けによってコントラストを増強して観察しようとすると, スライスの厚みは 100 ミクロン以上にはできない. しかるに, 生理実験の対象とできるような健康な細胞を含む脳スライスを作成しようとすると, 厚さは 100 ミクロンよりも厚くなる. 単一の神経細胞の細胞体と樹状突起から同時にパッチ電極記録を行うためには数 100 ミクロン, 時には数 1000 ミクロン, にも伸びた突起が切断されずに含まれるようなスライスが必要である. このような場合, スライスの厚みは 300～400 ミクロンになる.

スライスの厚みが微分干渉の妨げになる理由は次の 3 つである. 1) スライスが厚いと光が散乱されてしまい, 散乱光が観察の邪魔をする. 2) スライスが厚いと, 透過する光が少なくなり, 像が暗くなって見えなくなる. 3) スライスが厚いと, 媒質の性質の違いによる光路差が大きくなりすぎて, 干渉すべき光の位相差が大きくなりすぎる. 波長の長い光を用いればこれらの 3 点のいずれについても改善が期待できる. 波長の長い光は, 散乱が少なく, したがって透過が良い. また, 波長が長ければ同じ光路差でも, 位相のずれは小さいのである. しかし, あまり波長の長い光を用いると, こんどは空間解像度が悪くなる. あまり波長の長すぎない近赤外領域の光をもちいれば, より厚いスライス標本内の細胞を, 微分干渉によって観察可能なのである.

近赤外光を用いる顕微鏡観察の利点は, パッチ電極記録法の際の直視観察だけではない. 形態変化の観察や光散乱の観察など幾つかの応用が可能であり, 実際に研究に使われはじめているが, 本稿ではこれについては触れない. 興味

のある方は，参考文献[10-11]を参照されたい．

近赤外光を用いて微分干渉顕微鏡による観察を行うためには，幾つかの装置と注意とが必要となる．以下に順次述べてゆく．

3．一般的注意

波長が 700 nm から 900 nm あたりの近赤外光を光源として用いる．そのために以下の装置と操作が必要である．(図1参照)

3-1．光源：

特別な光源は必要ではない．一般の顕微鏡に附属のタングステンやハロゲンのランプが使用できる．しかし，一般に顕微鏡の光源とコンデンサーとの間には防熱フィルターが入れてある．多くの場合，防熱フィルターは可視光より長波長をカットしてしまうので，この防熱フィルターを交換して，700～900 nm の光も透過するようにする必要がある．

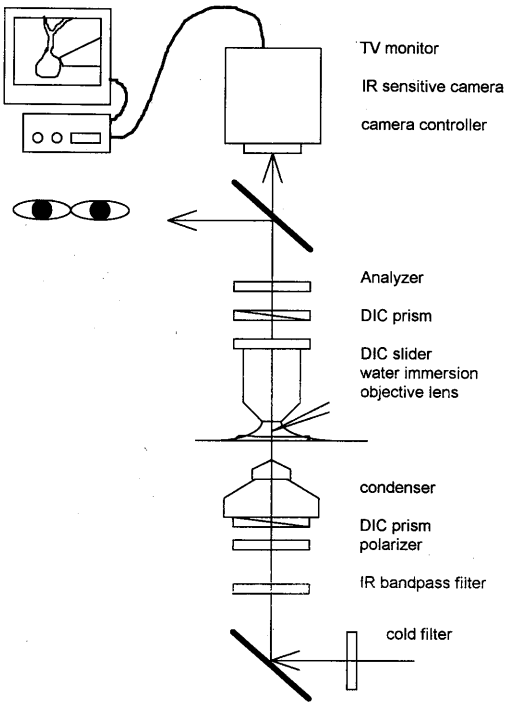


図1．　IR-DIC 法のシステム構成

900 nm よりも長波長をカットする防熱フィルターを介して，光源からの光を顕微鏡に導く．システム構成に応じた適正な近赤外のバンドパスフィルターにより，700～900 nm 付近の波長の光だけを顕微鏡の光路に入れる．DIC スライダーの位置またはアナライザーとポラライザーとの角度を調節して像のコントラストを調節する．正しく微分干渉像を観察していれば，調節に際して像の凹凸の逆転が見られるはずである．赤外に感度のあるビデオカメラ(浜松ホトニクス社製 C 2400-07 ER 等)によって像をとえ，TV モニター上で観察する．

3-2．赤外のバンドパスフィルター：

色々な操作をする際には，可視光で双眼鏡から観察するほうが容易であるが，IR-DIC で観察する際には可視光は邪魔になる．700～900 nm 付近の光だけを透過するフィルターを光路に入れる．我々は顕微鏡のフィールドレンズとコンデンサーとのあいだに干渉フィルターを置いている．実際にどの波長範囲のバンドパスフィルターを選ぶかは，使用する顕微鏡の微分干渉光学系の性質と対物レンズの性質，さらに使用するカメラの感度特性によって異なってくる．フィルターはそれぞれの顕微鏡メーカーに相談すれば入手できるはずである．我々は下記のようなフィルターのメーカーから直接購入している．

SCHOTT(ショット)日本株式会社
〒102 東京都千代田区九段南4-8-13，
自動車会館ビルディング
phone : 03-3239-0851，fax : 03-3230-1564

Omega Optical INC.
3 Grove st., POB 753, Brattleboro, VT 05301
phone : 802-254-2690, fax : 802-254-3937

朝日分光株式会社
〒114 東京都北区上十条2-13-1，
ガーデニア403
phone : 03-3909-1151, fax : 03-3909-1152

3-3．カメラ：

赤外線はヒトの眼には見えないので何等かのカメラが必要になる．市販のビデオカメラの多くは 700 nm あたりよりも長波長側には感度がない．低倍率で観察するだけであれば，通常の CCD カメラの前についている赤外フィルターをはずして使用しても良いが，パッチ電極記録の助けにするのであれば，高倍率のレンズを使用するので赤外の感度の高いものが必要にな

る．赤外に感度のあるカメラとして浜松ホトニクス社製の C 2400-07 ER (Newvicon) や C 5999 (IR-CCD) が使用されている．この 2 機種の比較は次の通り．

C 2400-07 ER (Newvicon)

撮像管を使用していて，大きく重量 (2 kg) がある．

受光面サイズ	12.7×9.5 mm
有効走査線数	485本 (NTSC B/W)
解像度	700 × 485 TV 本

C 5999 (IR-CCD)

CCD カメラであり小型・軽量 (200 g) である．

受光面サイズ	8.8 × 6.6 mm
有効画素数	754 × 484
解像度	570 × 485 TV 本

C 5999 のほうが軽便だが，水平方向の解像度が C 2400-07 ER に比べて 570/700 だけ劣るということになる．C 5999 でも十分な解像度だが，画質は C 2400-07 ER がやや優れている．どちらのカメラもコントローラーにはアナログのコントラスト強調とシェーディング調整の機能がある．パッチ電極記録の助けとするにはこの機能で十分であるが，形態変化等の観察を目的とするのであれば，浜松ホトニクス社製 ARUGUS-20 などの画像処理装置によってディジタルなコントラスト強調を行えば，さらに明瞭な像を得ることができる．

3-4. TV モニター：

画像を見るためのビデオモニターも高解像度のものが必要である．例えば SONY PVM-146 J (水平解像度 1000 TV 本)

4．主要メーカーの顕微鏡についての注意

ZEISS

これまでに IR-DIC 法によって細胞を直視しながらパッチ電極記録を行っている人のほとんどは ZEISS 社の AXIOSKOP もしくは AXIOPLAN を使用している．その場合，多くの人は浜松ホトニクス社製 C 2400-07 ER (Newvicon) というカメラに SCHOTT 社の RG-9 というガラスフィルターを組み合わせて使用している．カメラの波長特性とフィルターの波長特性を掛け合わせると，750～850 nm あたりの波長を使っていることになる．ZEISS の DIC 用ポラライザーが 780 nm あたりよりも長波長側では DIC に必要な偏光能力が落ちてくるという特性から判断すると，750～800 nm 近辺の波長で微分干渉をおこなっているようである．このシステムではスライスの表面から 120 ミクロン程度までの深さの細胞がコントラスト良く観察できる．

われわれは ZEISS 社製の AXIOSKOP-FS に浜松ホトニクスの C 5999 (IR-CCD) というカメラを取り付け，朝日分光社製のバンドパスフィルター (700～800nm) との組み合わせで使用している．上記の組み合わせとの比較を行って見たところ，画質がやや劣るものの，実用上は全く問題が無い．

使用する対物レンズによってコンデンサーを選択する必要がある．われわれは 1.4 Pol のフロントレンズをつけた 0.32 Pol のコンデンサー (44 52 45) に N. A. 0.50-1.4 用の DIC プリズムを装着したものを使用している．

AXIOSKOP-FS はスライスパッチのためにステージではなく鏡筒等が上下するように設計されており特に使い良い．水浸対物レンズが 10 X から 63 X までそろっていること (Achroplan シリーズ)，対物レンズの絶縁にまで工夫がなされていることなど，スライスパッチ用の標準機というところか．

オリンパス

オリンパス社も最近，パッチ電極記録用に BX 50 WI という顕微鏡を開発した．この顕微鏡は対物レンズの明るさ，作動距離において AXIOSKOP よりもすぐれている．また面白いことに鏡筒上下式であるにも関らず鏡筒の上部が本体部分に固定されていて，かなり重量のある装置を鏡筒に取り付けても鏡筒がずり落ちてこない．IR-DIC 法と顕微測光とを組み合わせようとすると，重たいカメラを複数台取り付けることがあるが，その様な際には重要な特徴で

ある．

この顕微鏡に使用できる水浸対物レンズには，1200 nm 付近までの近赤外領域の結像特性に優れたものがある（LUMPl an FL 40 xW/IR N. A. ＝ 0.8，LUMPl an FL 60 xW/IR N. A. ＝ 0.9）．この顕微鏡の微分干渉光学系のポラライザーは 850 nm あたりまで偏光能力があるので，700～850 nm のバンドパスフィルターを C 2400-07 ER または C 5999 と組み合わせることにより IR-DIC 法が可能になる（図 2 A）．このシステムではスライスの表面から 120 ミクロン程度までコントラスト良く観察できる．近赤外対応の対物レンズは，IR-DIC 法に限らず，この近赤外光を用いた顕微測光には適当であろう．

ニコン

筆者はニコンの正立顕微鏡での IR-DIC については経験がないのでコメントできない．ZEISS の AXIOSKOP についてのべた注意を参考にして工夫されたい．ニコンには倒立顕微鏡 TMD 300 をもとに構成された IR-DIC のシステムがある．このシステムのアナライザーとポラライザーは新たに開発されたもので，1000 nm あたりまで偏光能力がある．このシステムを 830-950 nm のバンドパスフィルターと C 5999 (IR-CCD) カメラと組み合わせて使用して見たところ，スライスの底面から 250 ミクロンの深さにある神経細胞の樹状突起が観察でき

図2．A

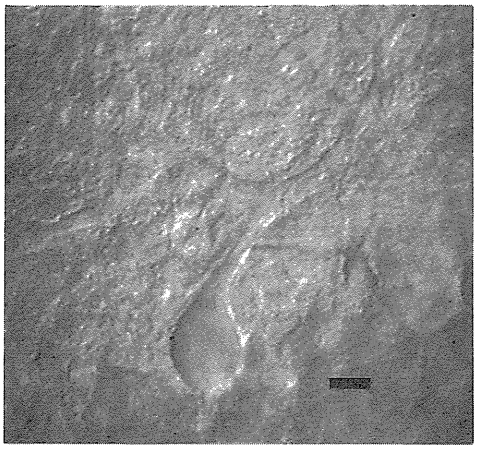


図2．B

図2．　IR-DIC 法によって観察したスライス標本の例
A．ラット小脳プルキンエ細胞　オリンパス社製 BX 50 WI 顕微鏡＋微分干渉光学系，赤外フィルターは 700～850 nm バンドパス，対物レンズは LUMPlanFL 40 xW/IR N. A.＝0.8，カメラは浜松ホトニクス社製 C 2400-07 ER. 2.5 倍の中間レンズ使用．ホールセル電極が細胞体に近い樹状突起部に押し当てられている．スケールバー：10 ミクロン．
B．ラット海馬 CA 1 錐体細胞　ニコン社製 TMD 300 倒立顕微鏡＋微分干渉光学系，赤外フィルターは 830～950 nm バンドパス，対物レンズは Fluor 40 x/N. A.＝0.7 LWD．上に細胞体があり先端樹状突起が下に向かって伸びている．スケールバー：50 ミクロン．

た．波長が他のシステムよりも長い分，より深部の細胞を観察することが出来るようである．より作動距離の長いコンデンサーが使えて，上部からの電極の接近が容易になれば，底面側から観察しつつスライスパッチ記録を行うことが可能かもしれない．(図2B)

5．検鏡の実際の手順

1．ケーラー照明になるように正しく光源とコンデンサーを調整する．
　i．標本にピントを合わせる．
　ii．光源絞りを小さく絞る．
　iii．コンデンサーを上下して，光源絞りの像(8角形に見えるものが多い)が標本と共にはっきり見えるようにする．
　iv．光源絞りの像が視野の中心に来るようにコンデンサーの芯出しを調整する．
2．スライス標本をステージ上の実験槽に置く．実験槽の底部は薄いカバーグラスを使用しなくてはならない．スライドグラスなどの厚みのあるガラスやプラスティックでは干渉効果が起きない．スライスの目的部位を視野の中心部に置く．この作業はIR-DICを使わずに双眼鏡をのぞきながら行うほうがやりやすい．この時，明視野の観察でもコンデンサー絞りを十分に絞り，照明を明るくすると，無染色スライス標本中の細胞の輪郭が良く見える．ただしこの場合にはスライスの表面に存在する細胞しか見えていない．
3．微分干渉光学系の部品を全て光路に入れる．近赤外用バンドパスフィルターも光路に入れる．ここからは双眼鏡をのぞいても何も見えない．TVモニターでないと像が見えないわけである．
4．コンデンサーの開口絞りを最大に開く．視野絞りは視野をカバーする程度に開けておく．
5．DICスライダーの位置，又はポラライザーとアナライザーとの角度を調節して最も高いコントラストの得られる位置をさがす．通常の微分干渉では最も輝度の低くなる位置で最も高いコントラストが得られるのだが，スライスを見るときにはかならずしもそうはならないようである．

6．そ　の　他

Sackmann達のグループは，スライス標本内の単一神経細胞の距離的に離れた二ヶ所から同時にホールセル記録を行っている[12-13]．この技術を可能にしたのはIR-DIC法である．特定の神経細胞の神経突起の数100～数1000ミクロン離れた二ケ所から同時にホールセル記録を行うためには，第一のホールセル記録電極を吸いつけた部位から突起を数100ミクロンたどって第二の記録部位を探さなければならないが，そのためにIR-DIC法が不可欠なのである．

IR-DIC法により神経細胞のスパインが見えるという報告もある[7]．この目的のためには63倍NA 1.4や100倍の対物レンズが使え，かつ目的部位までの距離が短くとれる倒立型顕微鏡を使用すべきであろう．

Luigs & Neumann Feinmechanik und Elektrotechnik GmbH社(Boschstrasse 19, D-40880 Ratingen, Germany, fax : 49 (02102) 442036)では，微分干渉光学系を用いない，新しい原理にもとずく赤外光領域のコントラストシステムを発売している．これはZeissのAxioskop FSに取り付けることが出来る．光源部分に取り付ける装置なので，他のメーカーの顕微鏡にも取り付けることが可能なようである．詳しくは顕微鏡メーカーに相談されたい．

IR-DIC法の助けをかりたスライスパッチ法を顕微測光と組み合わせることがしばしばある．この際には顕微鏡の鏡筒に2台のカメラを取り付けられるようにしなくてはならない．IR-DIC用のカメラから顕微測光用のカメラに光路を切り替えるときに振動を与えると，せっかくできたタイトシールが壊れてしまうので，切替時のショックを軽減する工夫がひつようで

ある．我々は顕微鏡の様々な所にあるバネやボールを取りはずして使用している．

いうまでもないことなのだがスライスパッチ法が成功するか否かは標本細胞の生きの良さにかかっている．IR-DIC 法でスライスを観察すると，スライスの生きの良さ悪さがはっきりと分かる．どのようにみえる細胞が生きており，どのような細胞が死んでいるのかを見極めることが重要である．

参 考 文 献

1) Yamamoto, C. and McIlwain, H.: Electrical activities in thin sections from the mammalian brain maintained in chemically-defined media in vitro. J. Neurochem. **13**: 1333-1343, 1966
2) Yamamoto, C.: Recording of electrical activity from microscopically identified neurons of the mammalian brain. Experientia 31 (1975) 309-311
3) Yamamoto, C., and Chujo, T.: Visualization of central neurons and recording of action potentials. Exp. Brain Res., **31**: 299-301, 1978
4) Neher, E. and Sakmann, B.: Single-channel currents recorded from membrane of denerved muscle fibres. Nature **260**: 799-802, 1976
5) Single Channel Recording. 2 nd Ed., Eds, Sakmann, B. and Neher, E., Plenum press, 1995
6) Edwards, F. A., Konnerth, A., Sakmann, B. and Takahashi, T.: A thin slice preparation for patch clamp recordings from neurons of the mammalian central nervous system. Pflugers Arch, **414**: 600-612, 1989
7) Dodt, H. U. and Zieglansberger, W.: Visualizing unstained neurons in living brain slices by infrared DIC-videomicroscopy. Brain Res., **537**: 333-336, 1990
8) G. J. Stuart, H. U. Dodt, B. Sackmann: Patch-clamp recordings from the soma and dendrites of neurons in brain slices using infrared video microscopy, Pflugers Arch **423**: 511-518, 1993
9) B. Sackmann and G. Stuart: Patch-Pipette Recordings from the Soma, Dendrites, and Axon of Neurons in Brain Slices. Chapter 8, 199-211, Single Channel Recording. 2nd Ed, Plenum
10) Holthoff, K., Dodt, H. U., and Witte, O. W.: Changes in intrinsic optical signal of rat neocortical slices following afferent stimulation. Neurosci. Lett. **10**: 227-230, 1994
11) Dodt H. U., and Zieglgansberger W.: Infrared videomicroscopy: a new look at neuronal structure and function. TINS, **17**: 453-458, 1994
12) G. J. Stuart and B. Sakmann: Active propagation of somatic action potentials into neocortical pyramidal cell dendrites. Nature, **367**: 69-72, 1994
13) N. Spruston, Y. Schiller, G. Stuart, B. Sakmann: Activity-dependent action potential invation and calcium influx into Hippocampal CA 1 dendrites. Science, **268**: 297-30, 1995

〔日本生理誌（1996）**58,** 307-320〕

シリーズ「医学統計処理の問題点」

医学統計処理の問題点

—誤用のはなしIII—

栗谷典量
（久留米大学医学部小児科）

t検定の問題点 2

医学関連の論文・報告書などに使われる医学統計で，誤用の多いt検定(平均値・標準偏差の扱い)について，前回に続いて2つの問題点を取り上げる．

誤用のはなしIでは

① 重複登録(症例とデータ数のアンバランス)

誤用のはなしIIでは

② 非計量値(順序尺度)の計量値扱い．

③ 歪んだ分布の(正規分布でない)データの処理

の3項目を取り上げた．

今回は

④ 比較する二群のデータの分散の差が大きい．(等分散の検定で有意)

⑤ データの対応の有無を無視する．(検定法選択の誤り)

⑥ 多群間の平均値の比較法．(多重比較法の誤解)

の残り3項目中の，④⑤の2項目を取り上げる．

4. 比較する2群の等分散性のチェック

t検定は，2群のデータの分散(variance, バラツキ)に大きな差がない(等分散である)ことを前提として導かれた手法である．分散に差がないことを確認するには，あらかじめF検定と呼ばれる手法で有意差がないことを確認しておく必要がある．目的とする平均値の差の検定の前に，もう一つ別の検定が必要な訳だ．F検定の結果，二つの分散に有意差がなければ，t検定が使える．もし差が有意の場合は，等分散とみなせないので次の(a)または(b)の対策をとる．

(a) 近似法を採用する．

(b) ノンパラメトリック検定を採用する．

などの方法で対処する．

(a) 近似法による法

i Aspin-Welch(Welch)の法

ii Cochran-Cox の法

(Aspin-Welch を略して Welch test と表現することが多い)

この二法に大差はないが Welch の法がよいといわれており多用される．Welch の法の計算は特に煩わしい程のことはないが，自由度に端数がつき，P値の算出が必要となる．

(t分布表には端数自由度の記載がない)

(b) ノンパラメトリック法(よくノンパラと略称される)による法

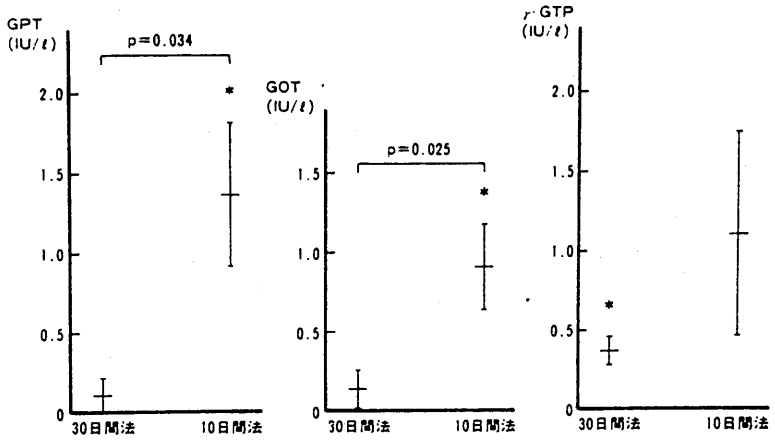
統計的仮設検定の中でも，母集団分布に正規分布など特定の分布を仮定しないで検定を行うものや，母集団分布を仮定するとしても，母数に関してではない仮設の検定をするものをノンパラメトリック「分布によらない(distribution-free test)」検定と称する．代表的手法にカイ二乗検定，フィッシャーの直接確率，ウィルコクソンの順位和検定(マンホイットニイのU検定と同じ理論の検定法)などがある．平均値のt検定が等分散でないために使えないとき，ノンパラ手法ではウィルコクソン順位和検定法が使用できる．この方法を用いるとデータの等分散性に煩わされないですむ．

医学論文中には，等分散性の確認をしないままt検定を行った解析例は多数存在する．統計処理の誤用例として取り上げると際限がない程である．この過りは常に判断や結論に悲劇的な影響を来す程のひどい誤りと言うわけではないが，統計理論的に誤りと定義されていることから無視は避けた方がよいと思う．

誤用例　4－1

肥満児に対する低カロリー食の有用性の研究論文．GPT, GOT, γGTP の減少量が検討の対象であるが，比較グラフの標準偏差の幅をみれば，10日間対30日間療法の2群の分散が等分散でないことが一見してわかる．Student's t test で処理されている．

解析対象の測定値が GPT, GOT, γGTP であるから，等分散性の検討以前に正規性の検討が必要，このデータを直接 t 検定で処理するのは問題．対数に変換して対処するとか，順位検定(ノンパラメトリック法)を考えるなどが基本．



GPT, GOT, γGTP の1日あたりの減少値

誤用例　4－2

2群の尿蛋白を t 検定で比較されているが，分散の差は有意．

(F＝31.250　P＝0.0015**)

両群の発症時検査値比較

	腎不全群	腎機能保持率	
N	3	6	
尿蛋白(g/dl)	3.1±2.5	0.7±0.4	p<0.05
TP(g/dl)	6.4±1.3	6.8±1.0	
CCr(ml/min/1.73 m^2)	70.8±27.7	81.3±73.0	
Cr(mg/dl)	0.83±0.50	0.65±0.37	
ΔCCr/year	5.3±11.0	1.2±5.9	

誤用例　4－3

心音図所見の2群比較の論文．検定は t 検定が使われている．

Q-I/RR の SD は，0.14対0.03，で等分散の検定で F＝21.8851**，等分散でない．差の検定結果は t 検定で P＝0.03*で有意と書かれているが，t 検定は不適当．平均値の差を Welch test でみると，df＝37.6139　t＝0.4117　P＝0.6829 ns となり，有意差は認められず，論文の表現は言い過ぎの誤り．なお，この解析は等分散の問題だけでなく，計算値すべての誤差が桁外れに大きい．プログラム・ソフトの欠陥のチェックが必要．I/RR も同様 F＝83.6159**，等分散でない．

(本論文，表1のP値は，分散の検定と関係なく検定の計算値はすべて誤り)

ダウン群と対照群の心音図所見の関連：表1は各心音図所見について，ダウン群と対照群との比較である．(Q-I)/RRは，ダウン群で 0.16±0.14 sec, 対照群で 0.15±0.03 sec であり(P＝0.03)，(Q-II)/RR は，ダウン群で 0.57±0.08 sec，対照群で 0.61±0.07 sec であり，P＝

0.01 と有意差がみられた．さらに，(I-II)/RR は，ダウン群で 0.47±0.04 sec，対照群で 0.50±0.03 sec で，P=0.006 と有意差があり，ダウン群では同じ程度の肺高血圧では，収縮期の時間が対照群より短縮していたことになる．

II_P/II_A は，ダウン群 1.4±1.0，対照群 1.2±0.9で P=0.40 と有意差はなかった．

表1　ダウン群と対照群の心音所見の比較
II/RR と II_A/II_P に関しては，大動脈成分(II_P)の判別が心音図上不可能な例があったため，ダウン群35例，対照群30例の比較である．

	ダウン群	対照群	t 検定
Q-I/RR	0.16±0.14	0.15±0.03	P=0.03*
Q-II/RR	0.57±0.08	0.61±0.07	P=0.01*
I/RR	0.23±0.06	0.36±0.55	P=0.44
II/RR	0.04±0.02	0.05±0.02	P=0.06
I-II/RR	0.48±0.04	0.50±0.03	P=0.01*
II_P/II_A	1.40±1.00	1.20±0.90	P=0.40

数値：平均値±標準偏差

誤用例　4－4

ラットの心機能の変化の実験．16項目の t 検定を行い12項目が等分散の F 検定で有意差あり，分散に問題はあるが差の検定結果と結論に影響を来した項目はなく，実害は出ていないが，他の検定法を考えては？

ところが 14/16 は TS 群の SD が大きく，うち 10/14 は有意差有り．従って平均値の差だけでなく TS 群のデータはバラツキが大きくなる特性・素因があるのかも．14/16 の偏りは有意(P=0.0042** 2項検定)

Activities of Myocardial Enzyme of Heart Muscles from Rats

	Control group (n=5)	TS group (n=5)	F_0(df=4, 4) P_0 (筆者追加)	t_0(df=8) P_0
SDH(μmoles/min/mg protein)				
RVFW	3.87+0.89	15.34+5.37**	36.4056	−4.7118
			0.0021**	0.0015**
LVFW	8.55+6.50	8.97+1.07	36.9028	−0.1426
			0.0021**	0.8902 n. s.
MDH(I. U./mg protein)				
RVFW	5.98+0.92	10.38+2.93*	10.1428	−3.2037
			0.0227*	0.0125*
LVFW	6.17+0.16	5.88+1.33	69.0977	0.4841
			0.0006***	0.6413 n. s.
LDH(I. U./mg protein)				
RVFW	9.11+1.73	10.50+2.18	1.5879	−1.1168
			0.3326 n. s.	0.2965 n. s.
LVFW	9.92+1.86	9.31+1.93	1.0767	0.5089
			0.4723 n. s.	0.6246 n. s.
PFK(I. U.×10^2/mg protein)				
RVFW	4.12+1.64	6.04+1.92	1.3706	−1.7002
			0.3837 n. s.	0.1275 n. s.
LVFW	8.90+3.80	7.09+1.45	6.8680	0.9951
			0.0444*	0.3488 n. s.

CK (I. U./mg protein)				
RVFW	16.84+1.36	20.83+4.04	8.8244	−2.0930
			0.0290*	0.0697
LVFW	19.07+0.82	22.53+6.10	55.3391	−1.2570
			0.0009***	0.2442 n. s.
m-CK (I. U./mg protein)				
RVFW	0.24+0.03	0.37+0.12	49.0000	−1.3703
			0.0012**	0.2078 n. s.
LVFW	0.31+0.05	0.31+0.10	4.0000	0.0000
			0.1040 n. s.	1.0000 n. s.
CK-MM (I. U./mg protein)				
RVFW	15.60+1.47	19.14+3.44	5.4762	−2.1160
			0.0624	0.0672
LVFW	17.05+1.08	20.03+5.19	23.0934	−1.2570
			0.0050**	0.2442 n. s.
CK-(BB+MB) (I. U./mg protein)				
RVFW	1.01+0.18	1.33+0.67	13.8549	−1.0314
			0.0130*	0.3325 n. s.
LVFW	1.71+0.37	2.20+0.90	5.9167	−1.1260
			0.0567	0.2928 n. s.

The values are given as means±SD. TS, tail suspension rats.
RVFW : right ventricular free wall, LVFW : left ventricular free wall, SDH : succinate dehydrogenase, MDH : malate dehydrogenase, LDH : lactate dehydrogenase, PFK : phosphofructokiase, CK : creatine kinase, m-CK : mitochondrial-CK.
* Significantly different from corresponding control value at $p<0.05$
** Significantly different from corresponding control value at $p<0.01$

5. データの対応の有無によって検定手法が異なる．(検定手法選択の誤り)

t 検定は，適用するデータの種類によって二種類を使い分ける．

(a) 対応のない計量値の場合：2 標本 t 検定，Student's t test (Unpaired)

(b) 対応のある計量値の場合：1 標本 t 検定，Student's t test (Paired)

対応の有無による t 検定の誤りの多くは，対応のあるデータに対して，1 標本検定を使うべきところを，対応のない 2 標本検定を使った誤りである．即ち，データの対応を無視して検定を行う人が少なくないということである．

この種の誤用が発生するのは，対応のないデータと，対応のあるデータの違い(区別)について理解ができていないからである．データに対応がない場合とある場合では，検定法を数式で表現すると違った式になる．対応がない場合の検定法を 2 標本 t 検定，対応がある場合を 1 標本 t 検定として両者は区別されている．同じデータを使っても，もちろん両者の計算結果は異なってくる．特に対応のあるデータに対して対応のない場合の検定法を使って計算すると，正しい計算では有意差があるものが，有意差がなくなるといった事態が起こりうる．(図 3)

対応の有無を一口で言うと，対応があるというのは，二つのデータに共通する条件が働いているということである．患者の治療前のデータと治療後のデータを比較して，治療効果を検討する場合などが典型的だ．同一人の右手と左手の握力，大学入試の成績と大学在学中の成績，いずれもデータ間に共通する条件が認められる対応のあるデータであり，データ数は必ず一致する．したがって同一症例から得られた複数のデータは，必ず対応のあるデータになる．対応のあるデータは，2 つ 1 組で 1 つのデータと数

えるから，1サンプルデータと表現される．もしどちらか一方でも欠測の場合は，1症例の完成データとは見做されない．

ただし，マッチド・ペアと称するデータは同一人から得られたデータではないが，特殊な対応のあるデータの一種と解釈する．これは条件のよく似た症例の組合わせを作り，ペアに組む方法，年齢，性別，体重，重症度など，検討しようとする治療効果に影響を与えそうな因子のバランスを考えてペアを組む．このペアを比較する2群のそれぞれに振り分ける．この前作業により，比較する2群の患者構成は処理法(治療法，投与薬剤など)以外の条件はほどよく統一され，能率よく配分できることを期待した手法である．マッチド・ペアの特種型として，皮膚科でよく見られるパッチテストなどのように，皮膚の複数箇所に異なる処置をする技法もマッチド・ペアに分類される．

これに対して，ランダムに割り付けられた二つのグループの一方にA薬，他方にB薬を投与して二薬剤の治療効果を比較するケースなどが対応のない例になる．A群のaさんがB群の特定の患者のデータに影響を与えることも，逆に影響を受けることも考えられない．2群は独立状態にある．A群の特定患者とB群の全患者との関係はすべて等距離にあると考えるのが妥当である．こうした条件の2組のデータには対応はないとする．したがってA，B2群のサンプル数は任意でかまわない．対応のないデータをグラフ化するとき，図1のような表現は不可能で図2の形にならざるをえない．

一般に対応があるデータに対して，対応を無視して対応のない2標本検定を用いて検定すると，検出力が低下する場合がある(有意差がでにくくなることがある)．これは対応という貴重な情報を放棄したことによる．また，対応があるデータの場合，どのデータとどのデータに対応があるかが特に重要で，組み合らせが狂ったりすると正しい結論は期待できなくなり，結論も変わることがある．図1は，乳児の体重を授乳の前後で比較した例である．授乳後の体重は，授乳前の体重と授乳量で大まかに決まることはすぐに想像がつく．あえて6人の乳児のデータを使い，授乳により乳児の体重が増えるか検定を行ってみる．

	授乳前値 kg	授乳後値 kg
	2.80	2.86
	3.00	3.12
	3.60	3.71
	3.90	3.90
	4.50	4.70
	4.80	4.93
平均値	3.767	3.870　n=6
標準偏差	0.797	0.827

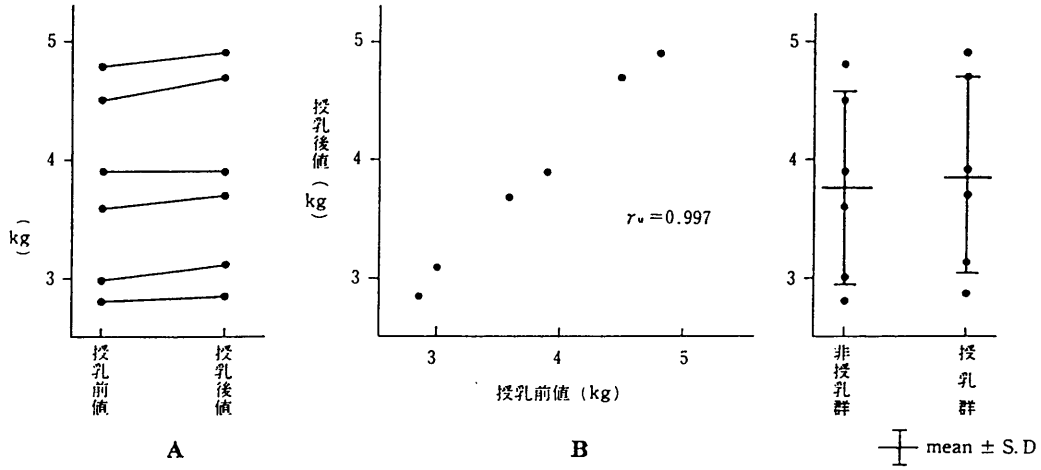
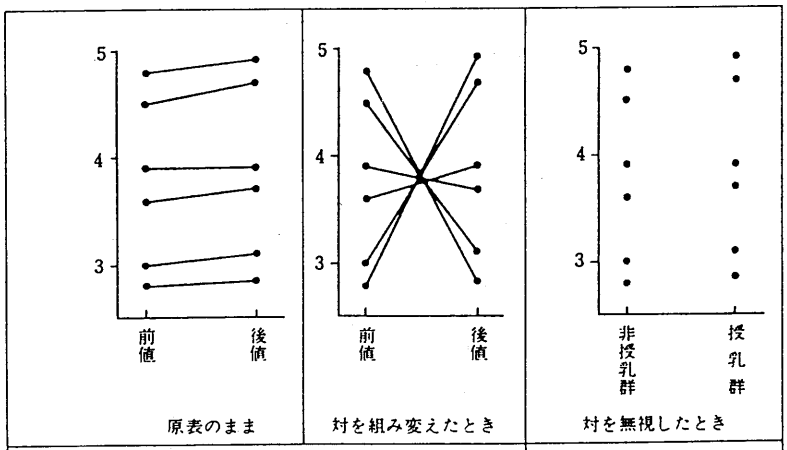


図1．　対応のあるグラフ

図2．　対応のないグラフ



	t 検定 I		t 検定 II
t_o	3.737	0.156	0.220
p_o	0.013^*	0.882^{NS}	0.830^{NS}
n	6	6	12

図3． 対応のあるデータの対を組み変え，無視した検定

同じ乳児の体重を2回測定したデータであるから当然対応のある検定を行う．データの対応を踏まえて Paired t test を行ったところ P＝0.013＊がえられた．「授乳により体重は有意に増加した」という結論である．（図3）

次に同じデータの対応をわざと逆順位に組み換えて同様に Paired t test を行ってみたところ，P＝0.882 が得られた．今度の結論は「授乳により体重が増加するとはいえない」である．（図3中）

授乳前後の平均値±標準偏差は全く同値であるが，2回目の検定では，データの対応の組み換えを行った点が1回目と異なる．対応のある t 検定ではペアの組み合わせの意義が大切なことを認識しておきたい．

今度は，同じデータで対応を無視した場合を見てみよう．この種の誤りは多くの医学雑誌で見られ，特に珍しいことではないが，誤用の程度はかなり重症に属する．6人の乳児の授乳前後のデータの対応を無視して対応のない検定（Unpaired t test）を行ってみると，P＝0.830 と大きくなり有意差はなくなった．（図3右）

これも正しい検定法を選択したときと異なる結論になってしまう．検定法の選択を誤ったため危険率が違ったのは当然として，もうひとつ，見落とせない相違点がある．正しい症例数は6例であるのに，対応を無視したために12例と2倍になっている．

誤用例 5－1

学生の臨床実習前後2回に精神障害に対する態度の意識調査を行い比較したレポートである．データは5段階の評点法で32項目をアンケート方式で収集，比較は実習前群と実習後群の平均値の t 検定を行っている．実習前後のデータであるから当然，対応のある Paired t test で処理さるべきところだが，対応は無視され Unpaired t test で処理されている．さらに，データ数は前 n＝83，後 n＝41 と約半数に減っている．このデータ処理には，同一人の2回の測定データを，二例分のデータとして分割し，両群に組み込まれた例と，1回だけ測定してどちらか一方の群だけに組み込まれた症例が混在している．即ち，このレポートは，症例によりデータ登録数が一定しない解析不適確の資料である．

看護学生の実習前後の精神障害に対する態度

態度項目	実習前 (N=83) 平均得点	(SD)	実習後 (N=41) 平均得点	(SD)	t検定
精神障害の社会生活の自立性					
妄想・幻想のある人でも入院しないで社会生活ができる人も多い	3.14	(0.95)	3.37	(1.01)	
一時的に保護治療するところがあれば通院で生活できる	3.96	(0.77)	3.78	(0.84)	
精神障害者の患者の独居，仲間同士の生活は危険	2.92	(1.06)	3.27	(1.06)	
精神障害者は患者同士の会をつくることはできない	4.40	(0.82)	4.53	(0.66)	
服薬や心身のバランスなどの自己管理はほとんど望めない	3.83	(1.04)	4.00	(0.73)	
精神障害者は福祉工場のようなところでも働けない	4.40	(0.84)	4.56	(0.59)	
精神障害についての性質および原因等					
精神障害は他の病気と同様病気の一種	3.46	(1.19)	3.85	(1.09)	
精神障害者が異常行為をとるのはごく一時期だけである	3.32	(0.99)	3.34	(0.90)	
精神障害者の行動は全く理解できない	3.65	(0.94)	4.02	(0.68)	*
精神障害者は何をするのかわからないので恐ろしい	3.07	(0.88)	4.59	(0.94)	**

誤用例　5－2

第二次性徴開始前後の肥満児の成長ホルモン分泌能の調査の論文.

解析は第二次性徴開始前と後の変化の比較が目的だから，データは当然対応のあるデータ，尺度分類は全て間隔尺度であるから，Pairde t test が適切な手法だが，実際に使われたのは，Unpairde t test である．症例数も前後ですべて不揃い.

入院時のデータ

	第二次性徴		
	開始前(男/女)	開始後(男/女)	p value
暦年齢(歳)	7.1±2.5 (7/9)	13.4±2.7 (9/11)	<0.01
肥満度(%)	69.0±14.7(7/9)	62.5±21.6(9/11)	NS
身長 SD スコア(SD)	1.26±1.30(7/9)	0.11±0.98(9/11)	<0.01
GRF 負荷試験時の GH 値(g/ml)	16.8±11.0(3/7)	15.5±7.5 (7/8)	NS
夜間睡眠中 GH の平均値(ng/ml)	5.9±1.0 (7/8)	6.7±1.9 (7/8)	NS
OGTT 時のインスリン総量(mIU/ml)	297±196 (7/9)	692±490 (9/11)	<0.01
血漿 IGF-I(IU/ml)	1.47±0.60(7/9)	1.97±1.59(9/11)	NS

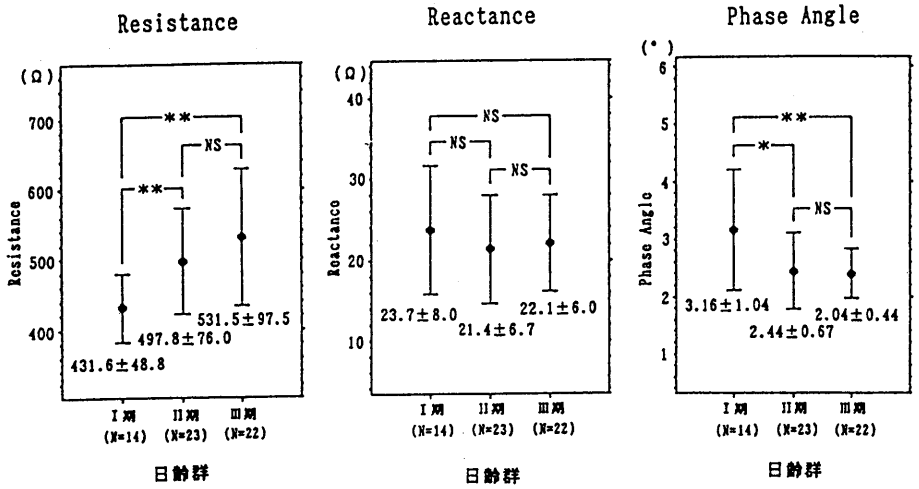
(mean±SD)

誤用例　5－3

低出生体重児23例を日齢によりⅠ群(0～1日)，Ⅱ群(2～4)，Ⅲ群(5～7)の3時点で経時的に身体計測を行い，群間比較を行った論文．使っている検定法は対応のないt検定．時系列データであるから当然対応のあるデータである.

この論文の問題点として　1) 検定法の選択の誤り．2) 症例数の不揃い．3) 多群の平均値の比較法の誤り．の3点に誤りがある．多群比較についての問題は次号で取り上げている.

統計学的解析は two sample t test, Mann-Whitney 検定，χ^2 検定と単相関係を用いた．有意水準は５％以下とした．数値は，平均±標準差で示した．



早期新生児期の日齢での変化

Ⅰ期：日齢０～日齢１，Ⅱ期：日齢２～日齢４，Ⅲ期：日齢５～日齢７，NS：Not Significant，
＊：$p<0.05$，＊＊：$p<0.01$

誤用例　５－４

パソコンソフトの統計ソフトマニュルの誤用例である．例題を見ると手術前，中，後の経時的測定データであるから，対応のある解析が必要なことにすぐ気づく．当マニュアルに記載されている処理法は，対応を無視した，単なる例数不揃いの二元配置分散分析である．この方法は対応のないデータに用いる手法で，正しくは例数不揃いの一元配置・経時的分散分析が適用できる．本マニュアルの解説をみると，対応に対する配慮が全くなされていないことが解る．もしかすると誤って，統計手法とマッチしない例題を取り上げたミスかも知れない．

例題10-2(交互作用のある場合)

腹腔鏡下手術をうけた患者５名を対象に，気腹前，気腹中，気腹後の呼気中二酸化炭素濃度(ETCO2)の測定と，術後に検査された肺塞栓症の有無が吸気中二酸化炭素濃度に影響を与えるかどうかを検討しなさい．

※腹腔鏡下手術：二酸化炭素ガスを腹腔内に充満(気腹)して腹腔鏡を用いて行う手術法

※肺塞栓症：腹腔鏡下手術時の合併症で，肺に二酸化炭素の気泡が詰った状態．

＜準備するデータ＞

肺塞栓	気　腹	ETCO2
あり	前	21.0
あり	中	37.0
あり	中	36.0
あり	後	33.0
なし	前	26.0
なし	中	27.1
なし	中	29.6
なし	中	33.0
なし	後	27.5
なし	前	19.5
なし	中	28.7
なし	中	26.7

肺塞栓	気　腹	ETCO2
なし	後	26.8
なし	前	25
なし	中	27
なし	中	29
なし	中	28
なし	後	25
あり	前	25
あり	中	34.7
あり	中	35.6
あり	中	34.3
あり	中	32.6
あり	後	40.2

＜検定方法＞

① この例題のように2要因で分類される群に複数の測定値がある場合には，繰り返しのある二元配置分散分析法を用いて2要因の影響と交互作用について検定します．(Stat View 4.0 を用いた検定手順については第9章参照)

(結果)

分散分析表：ETCO 2

	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
Embolism	1	131.747	131.747	23.082	.0001
Condition	2	275.941	137.971	24.173	＜.0001
Embolism* Condition	2	71.713	35.857	6.282	.0085
誤　差	18	102.739	5.708		

基本統計量：ETCO 2

効果：Embolism* Condition

	例　数	平均値	標準偏差	標準誤差
Yes, Pre	2	23.000	2.828	2.000
Yes, Suff	6	35.033	1.529	.624
Yes, Post	2	36.600	5.091	3.600
No, Pre	3	23.500	3.500	2.021
No, Suff	8	28.637	2.046	.723
No, Post	3	26.433	1.290	.745

→肺塞栓の有無により呼気中二酸化炭素濃度に有意な差が認められる

→気腹状態により呼気中二酸化濃度に有意な差が認められる

→肺塞栓の有無と気腹状態に交互作用が認められる

誤用例　5－5

5－1と同じ論文であるがこの例は，平均値(計量値)の検定でなく，構成比(計数値)の検定の場合である．データは順序尺度であるから Wilcoxon 1標本検定，Stuart-Maxwel 検定など適用できるが，対応を無視してカイ二乗検定が使われている．この著者は自分が処理しているデータが対応のあるデータであることを認識していないことが読み取れる．論文に書かれている分割表は3群の2時点測定で，3×2の表となっているため，対応のある解析は不能．対応を生かした表にするためには，つぎのような，3×3の表にまとめる事で表現出来る．

この表 X_{11}～X_{33} に適当な数字を当てはめると，30数種類の組み合わせが可能で，P値もそれなりに変化する．論文では有意に変化したと記載されているが，対応を生かした検定結果を見ないことには，結論の書きようがない．

対応のある分割表(3×3)

		実習後 勤務したい	どちらでも	したくない	計
実習前	勤務したい	X_{11}	X_{12}	X_{13}	5
	どちらでも	X_{21}	X_{22}	X_{23}	17
	したくない	X_{31}	X_{33}	X_{33}	19
	計	10	24	7	41

実習後の精神科領域への就業意識

	実習前 (N=41)	実習後 (N=41)	
勤務したい	5	10	$x^2=8.40$ p=0.01
どちらでもよい	17	24	
勤務したくない	19	7	

実習後，看護学生の精神科領域への就業意識は有意の増加を認めた．学生の就業意識は，実習での体験の影響を受けることがわかった．

誤用例　5－6

この誤用例もｔ検定の誤りではないが，対応の有無に対する重篤な誤用例として取り上げた．皮膚科，尋常性乾癬に対するビタミンＤ３軟膏の４濃度の用量設定の予備臨床試験．比較デザインは一被験者毎に，同程度の皮疹４カ所に，４濃度の軟膏を塗布して実施した有用度の比較検定である．評価は，極めて有用，有用，やや有用，どちらともいえない，有用でない，の５段階で判定された順序尺度データである．解析は，症例数を４倍増し（１症例当たりの４データを４症例分に分割）にして，Ｈ検定を用いて比較している．このデータは代表的な対応データである．Ｈ検定は独立多群の（対応のない）データに適用する代表的順序検定法である．従って，この試験デザインでは，絶対に使うことのない検定法である．この解析ではデータの対応は完全に無視されている．なお４軟膏の個々の多重比較（次号で紹介の予定）に使われている Tukey の多重比較部分の誤用の程度は重篤である．

有　　用　　度

薬剤群	極めて有用	有用	やや有用	どちらともいえない	有用でない	合計	有用率*(%)	Kruskal-Wallis 検定	Tukey の多重比較検定
基剤	2 (4.9)	8 (19.5)	14 (34.1)	13 (31.7)	4 (9.8)	41	24.4	p<0.01	p<0.01
25 μg/g	10 (24.4)	15 (36.6)	11 (56.8)	5 (12.2)	0	41	61.0		p<0.01
50 μg/g	16 (39.0)	17 (41.5)	5 (12.2)	3 (7.3)	0	41	80.5		p<0.01
100 μg/g	18 (43.9)	17 (41.5)	4 (9.8)	1 (2.4)	1 (2.4)	41	85.4		

＊有用率：「有用」以上/解析症例数，（）：％

今回の試験では基剤，25 μg/g，50 μg/g および 100 μg/g の４つの試験薬剤を同一患者の皮疹を４カ所に分けた部位へ塗布し，同時比較する方法で試験を行った．

誤用例　5－7

誤用例５―４と同じパソコンの統計ソフトマニュアルの例題である．ｔ検定ではないが，データの対応の無視例である．患者30例に薬物を投与し，１，２，４，８週間後の４時点で連続評価．効果を１：悪化，２：不変，３：やや有効，４：有効，５：著効，の５段階で判定し，“治療期間によって有効率が上昇するが”を検定するのを目的とした例題．本マニュアルの検定方法によると，測定回数は１患者当たり４回であることから述べデータ数30×４＝120を症例数として，投与期間と効果判定結果の関連を相関関係（スピアマン順位相関）を使って判断資料としている．この判断法でも可能かも知れないが，対応データのメリットを放棄しているため著しく効率の悪い方法となっている．

この解析の第一の問題点は１症例当たりの４回の対応のある経時的データが分割されて４症例分のデータに化けてしまい，４回の測定値の連なりの関係が消失してしまっていることである．せっかく４回の連続測

定により入手した貴重な情報(縦断データ)を分割し，対応のない情報(横断データ)に惜しげもなく価値(質)を低下させている点が残念である．こうした大胆で無造作な処理法は“松阪牛の特上肉をミンチにしてしゃぶしゃぶで食べる”ようなやり方である．ミンチにするのがもったいないのは，図1の資料を，図2の解析法で処理していることを指していることは言うまでもない．そもそも，こうした事態に陥るのは，このデータの入力法に考慮が足りないことも原因のひとつである．データ入力時に対応を生かして操作しておくことで避けることも不可能ではない誤用である．この例題のようなデータの入力形式を採ると，データは入力の時点で対応の情報は失なわれてしまう．松阪肉は既にこの時点でミンチに変身する．即ち，このデータ形式(構造)では，症例毎の各時点での評価の連なり(推移)は断ち切られてしまう．つぎの対応を生かしたデータの入力パターンを示しておく．

患者番号	1週間後	2週間後	4週間後	8週間後
1	1	→ 2	→ 5	→ 3
2	5	→ 3	→ 5	→ 5
3	5	→ 3	→ 4	→ 4
4	4	→ 4	→ 3	→ 1
5	1	→ 4	→ 4	→ 2
6	2	→ 1	•	•
7	2	•	•	•
•	•	•		

1：悪化
2：不変
3：やや有効
4：有効
5：著効

このテキストの例題を使ってデータの対応の有無を無視した場合，活かした場合，解析結果にいかに影響するかを説明する．問題を簡単にするために，1週間後と2週間後の効果判定の推移について対応のない検定には Wilcoxon 2 sample test．対応のある検定には Wilcoxon 1 sample test (符号つき順位和検定)を使って違いを比べてみた．

次に示す3種類の検定資料には対応のない場合，例題3—3のデータを用いた．有効，著効などの度数はすべて3種類に共通であるが，検定結果の統計量はそれぞれ異なる．

① 対応のない場合

	悪　化	不　変	やや有効	有　効	著　効	順位和検定
第1週間後	3	13	6	5	3	
第2週間後	2	7	10	7	4	P=0.1462 ns

対応のない場合の検定結果は有意ではない．

② 対応のある場合

このデータベースにはすでに対応の情報が失われているので筆者が適当に対応を組んで検定を試みた．この組み合わせ方次第で，(i) 有意差のある場合，(ii) ない場合，と結果は不規則に変化する．その組み合わせ(対応)の変化によって，統計量(P値)が変化することを観察できる．

(i)

		2週間後						
	判定	1	2	3	4	5	計	符号つき順位和検定
1週間後	1	0	3	0	0	0	3	
	2	0	4	8	1	0	13	
	3	1	0	2	3	2	6	Z=2.5364
	4	0	0	0	3	2	5	P=0.0112*
	5	1	0	0	0	2	3	
	計	2	7	10	7	4	30	

対応のある検定結果で有意差あり．

評価：2週間後の判定は1週間後の判定と比較し有意上昇している．

(ii)

		2週間後						
	判定	1	2	3	4	5	計	符号つき順位和検定
1週間後	1	1	1	0	1	0	3	
	2	1	2	5	3	2	13	
	3	0	3	3	0	0	6	Z＝1.5272
	4	0	1	1	3	0	5	P＝0.1267 ns
	5	0	0	1	0	2	3	
	計	2	7	10	7	4	30	

対応のある場合でも対応の違いによって有意差なし.

評価：2週間後の判定は1週間後の判定と比較し上昇しているとはいえない.

対応のない場合の検定①では有意差なしであるが,対応がある場合は組み合わせによって有意になったり,ならなかったり,検定の結果は一定でない.②の1,2週間後の計の欄の数値は(i)と(ii)は同じである.異なるのは,対応の組み合わせだけである.即ち,対応のある場合,組み合わせ次第で結果はどう変化するのかわからない.対応データでも平均値,頻度が重要なことは当然として,更に推移(対の組み合わせ)の情報が大切であることを認識しておきたい.対応のある縦断データは情報量が豊富であるから活用法次第で強力な解析手段になりうる.この情報は無駄にしたくないものだ.松阪牛はミンチにしないで食したい.

例題3-3(2つの要因の間に相関関係が認められるかどうか)

ある治験薬の効果を判定するため,薬物の投与を開始してから1週間後,2週間後,4週間後,8週間後に効果を判定し,次のように集計された.治療期間によって者効率が上昇するかどうかを検定しなさい.

	悪　化	不　変	やや有効	有　効	著　効
1週間後	3	13	6	5	3
2週間後	2	7	10	7	4
4週間後	2	5	6	10	7
8週間後	2	3	7	9	10

＜準備するデータ形式＞

★列挙データ形式

投与期間・効果判定が順序を示しているので,次の様に整数を割り当てる.

投与期間：1週間を「1」,2週間を「2」,4週間を「3」,8週間を「4」

効果判定：悪化を「1」,不変を「2」,やや有効を「3」,有効を「4」,著効を「5」

期間	効果
1	3
1	5
1	5
1	4
1	1
1	2
1	2
1	4

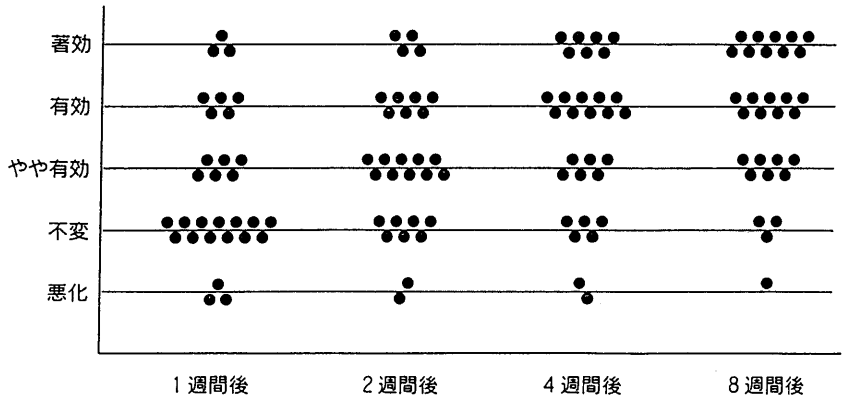
期間	効果
1	4
1	3
1	2
1	1
1	3
1	2
1	1
1	2

期間	効果
2	4
2	2
2	3
2	4
2	3
2	5
2	2
2	3

期間	効果
3	5
3	5
3	4
3	3
3	4
3	5
3	3
3	5

＜検定方法＞

順序関係のある2要因について分割表の形で集計されたデータは，次のような散布図に置き換えて考えることができます．2要因とも飛び飛びの値(離散変数)なので検定にはノンパラメトリック検定を用いることになります．このようなデータについて相関関係が認められるかどうかを検定したいときは，**スピアマン順位相関係数**(Spearmanrnakcorrelation)の検定を行います．



〔日本生理誌（1996）58, 321-330〕

脳卒中易発症高血圧自然発症ラットにおける骨格筋の組織化学的・生化学的特性

小河繁彦・岡本　啓・山崎先也・飯田治三*
福田　俊*・家森幸男・田口貞善
（京都大学大学院人間・環境学研究科，*国立放射線医学総合研究所）

要　旨

本研究では，脳卒中易発症高血圧自然発症ラット（SHRSP）を用いて，骨格筋の生化学的・組織化学的特性について解析を行ない，脳卒中発症における骨格筋の生理学的特性との関連性を明らかにすることを目的とした．ヒラメ筋の筋線維組成比率は，対照群であるウィスター系京都ラット（WKY）と比較して，速筋線維であるFOG線維の比率が有意に高値を示した．一方，単一筋線維を酸化系酵素活性のマーカーであるコハク酸脱水素酵素活性で染色し，その活性を輝度から解析すると，SHRSPのヒラメ筋では，いずれの筋線維タイプにおいても低い活性を示したが，ホモジネートしたヒラメ筋の生化学的定量解析では，逆に有意に高い活性を示した．SHRSPにおける単一筋線維の酸化系酵素活性の低下は，高血圧による毛細血管数の減少や筋血流量の減少によると考えられるが，全筋での酸化系酵素活性の亢進は，高いFOG線維面積占有率による影響をより多く受けていると推察される．

キーワード：SHRSP，筋線維組成比率，筋横断面積，酸化系酵素活性

Ⅰ．緒　　言

骨格筋の筋線維タイプや毛細血管密度，酸化系・解糖系代謝特性，インスリン抵抗性，GULT 4濃度など骨格筋の生理学的特性が運動適応に大きく関与することが報告されている〔1〕．また，これら骨格筋の生理学的特性が，高血圧やインスリン抵抗性，肥満などの疾患によっても変化するとされ〔1〕，骨格筋と心臓循環系疾患の危険因子との関連性が指摘された．心臓循環系疾患のなかでも高血圧は今日の成人病を代表する疾患の一つであり，高血圧に関する骨格筋の組織化学的特性について報告されてきた．Juhlin-Dannfelt et al.〔2〕はヒトの骨格筋（外側広筋）のType I線維と平均動脈血圧との間に負の相関関係があり，速筋線維の比率が大きいほど末梢血管抵抗が大きく，血圧が高いことを報告している．またFrisk-Holmberg et al.〔3〕も高血圧患者に速筋線維の割合が高いことを示した．

SHR骨格筋の組織化学的及び生化学的特性に関する報告によれば，Bachir-Lamrini et al.〔4〕は，4週齢と12週齢のSHRにおける筋線維組成の変化を分析し，正常血圧ラットと比較して両週齢時ともに速筋線維の割合が大きいことを報告した．またFavier et al.〔5〕の7週齢のSHRの報告においても正常ラットと比較して速筋線維の割合が大きいという結果を得ており，高血圧のヒト骨格筋と同様に，SHRの先行研究においても骨格筋の組織化学的特性において差がみられることが確認されている．しかしながら，骨格筋の生理学的特性と循環系疾患との関係についての明確な知見は得られていない．特に高血圧による毛細血管のrarefaction〔6〕や筋血流量の減少〔7〕が，骨格筋の生理学的特性におよぼす影響について十分明らかにされていない．そこで本研究は，SHRのなかでも，特に，高血圧を幼若期に発症し，さらにSHRより血圧は極めて高く，寿命が短い〔8〕脳卒中易発症高血圧自然発症ラット（SHRSP，以下SHRSPと表す）を用いて，骨格筋の生化学的特性及び組織化学的特性，特に酸化系酵素活性について解析を行ない，高血圧における末梢循環系異常と骨格筋の生理学的特性との関連性を明らかにすることを目的とした．

Ⅱ．方　　法

A．実験動物

本実験では，24週齢の脳卒中易発症高血圧自然発症ラット(SHRSP，体重 180 g～212 g)および対照群として正常血圧である Wistar Kyoto ラット(WKY，体重 211 g～261 g)の雌を各20匹用い，それぞれヒラメ筋，長指伸筋について組織化学的，生化学的分析を行なった．SHRSP，WKY ともペントバルビタールナトリウム麻酔下で生化学分析用に右後肢のヒラメ筋および長指伸筋を摘出し，液体窒素で急速凍結した．また組織化学的分析用に，左後肢のヒラメ筋および長指伸筋を摘出し，液体窒素によって冷却してあるイソペンタン液中で急速凍結した．生化学用試料及び組織化学用試料は，分析を行うまで－80℃で保存した．

B．組織化学的分析

1) 筋線維組成比率及び筋横断面積(CSA)

ヒラメ筋および長指伸筋はチャンバー内を－20℃にセットしたクリオスタット(Leica 社製 JUNG CM 1800)により，10 μm の連続横断切片を作成した．そして各横断切片に，myosin ATPase 染色〔9〕とコハク酸脱水素酵素(SDH)染色〔10〕を施し(図１)，筋線維タイプの分類には，Peter et al.〔11〕の方法に基づいて，slow-twitch oxidative (SO)，fast-twitch oxidative glycolytic (FOG)，fast-twitch glycolytic (FG)，SO 線維と FOG 線維の中間タイプ(INT)の４種類に分類し，各標本毎に筋線維組成比率を算出した．また筋横断面積(CSA)は，顕微鏡(日本光学社製 Y 2 F-21)を用いて画像処理装置(ピアス社製 LA-535 FB)へ ATPase 染色切片の映像を取り込み，パーソナルコンピュータ(日本電気社製 PC-9801 RX)で算出した．

2) 単一筋線維の SDH 活性

一定の光度下で，SDH 染色を施した筋横断切片の画像を顕微鏡(日本光学社製 Y 2 F-21)より取り込み，画像処理装置(ピアス社製 LA-535 FB)で各筋線維タイプ別に SDH 活性を測定した．単一筋線維の SDH 活性は，単一筋線維内の全画素の輝度を測定し，それらの平均値を算出して活性度とした．１画素は，約0.4

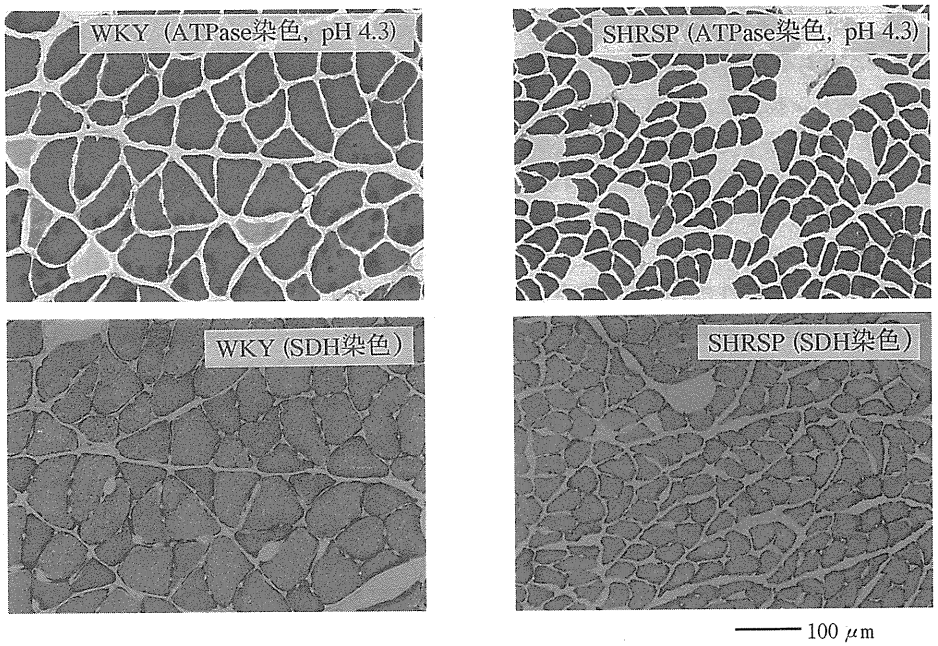


図１．　ATPase 染色及び SDH 染色を施した WKY 群と SHRSP 群ヒラメ筋の筋横断切片

マイクロ平方メーターであり，例えば，筋横断面積が1000マイクロ平方メーターの単一筋線維の SDH 活性は，単一筋線維内の約2500画素の輝度の平均値を示すことになる．輝度は，全て光を透過する明るさを0レベル，全く透過しない明るさを255レベルとして，その間の明度を等分し，Optical Density とした．

C．生化学的分析

ヒラメ筋及び長指伸筋の各全筋の摩砕したサンプルの酸化系酵素活性の指標として Citrate synthase 活性値及び 3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase 活性値を測定した．酵素活性値(Citrate synthase，3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase)の測定は，175 mM KCl，10 mM GSH，2 mM EDTA pH 7.4 の buffer を含む溶液で筋サンプルを摩砕し，Citrate synthase(CS)活性は，Srere〔12〕，3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase(HAD)活性は，Bass et al.〔13〕の方法に基づいて測定を行なった．摩砕は，ミトコンドリアの膜を十分に壊すため，凍結，解凍を3回繰り返した．

D．統計処理

統計処理は分散分析(ANOVA)法を用いた．

Ⅲ．結　　果

A．体重と筋重量，心臓重量

WKY 群と SHRSP 群の体重，筋重量(ヒラメ筋，長指伸筋)，心臓重量を表1に示した．体重は，WKY 群で SHRSP 群よりも19.5%高値を示し，その差は有意であった．また，ヒラメ筋，長指伸筋の両筋重量は WKY 群においてそれぞれ SHRSP 群よりも16.8%，21.1%高値($p<0.01$)を示した．しかしながら体重に対する相対値で比較すると両筋群とも統計的有意差は認められなかった．また逆に，心臓重量については，絶対値，体重に対する相対値は SHRSP 群でそれぞれ WKY 群と比較して25.9%，50.3%高値($p<0.01$)を示し，SHRSP 群において心臓の肥大が確認された．

B．筋線維組成比率

図2にヒラメ筋と長指伸筋の筋線維組成比率

表1．　WKY 群と SHRSP 群の体重とヒラメ筋及び長指伸筋重量，心臓重量

	Body Weight	Soleus		EDL		Heart	
	(g)	(mg)	(mg/100 g B. W.)	(mg)	(mg/100 g B. W.)	(mg)	(mg/100 g B. W.)
WKY	238.7±12.3	92.5±13.5	38.8±5.5	132.0±8.1	55.3±2.3	677.2±32.6	284.1±15.8
SHRSP	199.7± 9.3*	79.2± 4.7*	39.6±1.7	109.0±5.4*	54.6±2.6	852.8±40.0*	427.0± 9.3*

平均値±標準偏差　*$p<0.01$(WKY vs. SHRSP)

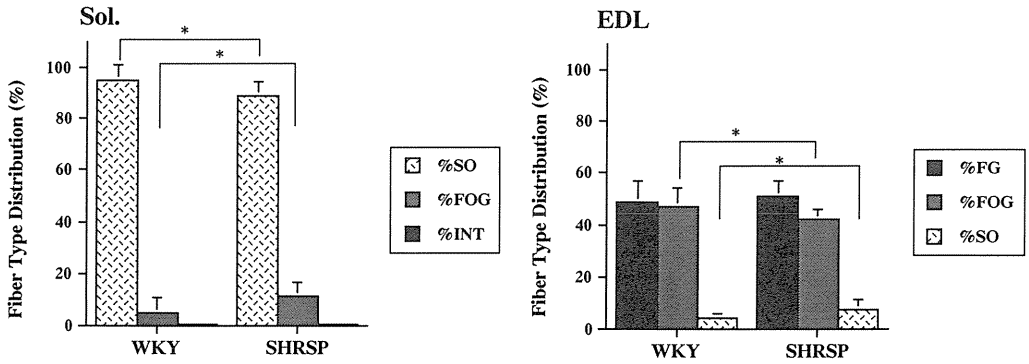


図2．　WKY 群と SHRSP 群のヒラメ筋(Sol.)及び長指伸筋(EDL)の筋線維組成比率．
平均値±標準偏差．　*$p<0.01$(WKY 群 vs. SHRSP 群)

を示した．遅筋であるヒラメ筋において，SO 線維比率は，WKY 群で94.8%，SHRSP 群で88.6%であり統計的有意差が認められた($p<0.01$)．逆に，FOG 線維比率は，WKY 群で4.8%と，SHRSP 群での11.1%に比べ，統計的に有意に低値を示すことが確認された($p<0.01$)．一方，長指伸筋の SO 線維比率は，WKY 群で4.0%，SHRSP 群で7.2%であり，占有比率が小さいにもかかわらず，有意差があった．また FOG 線維比率は，WKY 群で47.2%，SHRSP 群で42.1%であり，有意差が認められた($p<0.01$)．しかしながら，長指伸筋の FG 線維については，WKY 群で48.8%，SHRSP 群で50.8%であり統計的有意差は認められなかった．

C．筋横断面積(CSA)

各群20匹のヒラメ筋と長指伸筋の平均筋線維横断面積の分布を図3に示した．ヒラメ筋の SO 線維横断面積の平均値は，WKY 群で2568.4 μm^2，SHRSP 群で 1561.6 μm^2 であり SHRSP 群の筋横断面積は，WKY 群と比較して有意に39.2%低値を示した($p<0.01$)．また FOG 線維については，WKY 群と比較して SHRSP 群で低値を示すが，統計的有意差は認められなかった．一方長指伸筋では，SO 線維が WKY 群で 794.6 μm^2，SHRSP 群で 672.4 μm^2，FOG 線維は，WKY 群で 1409.1 μm^2，SHRSP 群は 1192.9 μm^2 であり，SHRSP 群は，WKY 群と比較してともに15.4%低値を示した($p<0.01$)．しかしながら，FG 線維については，

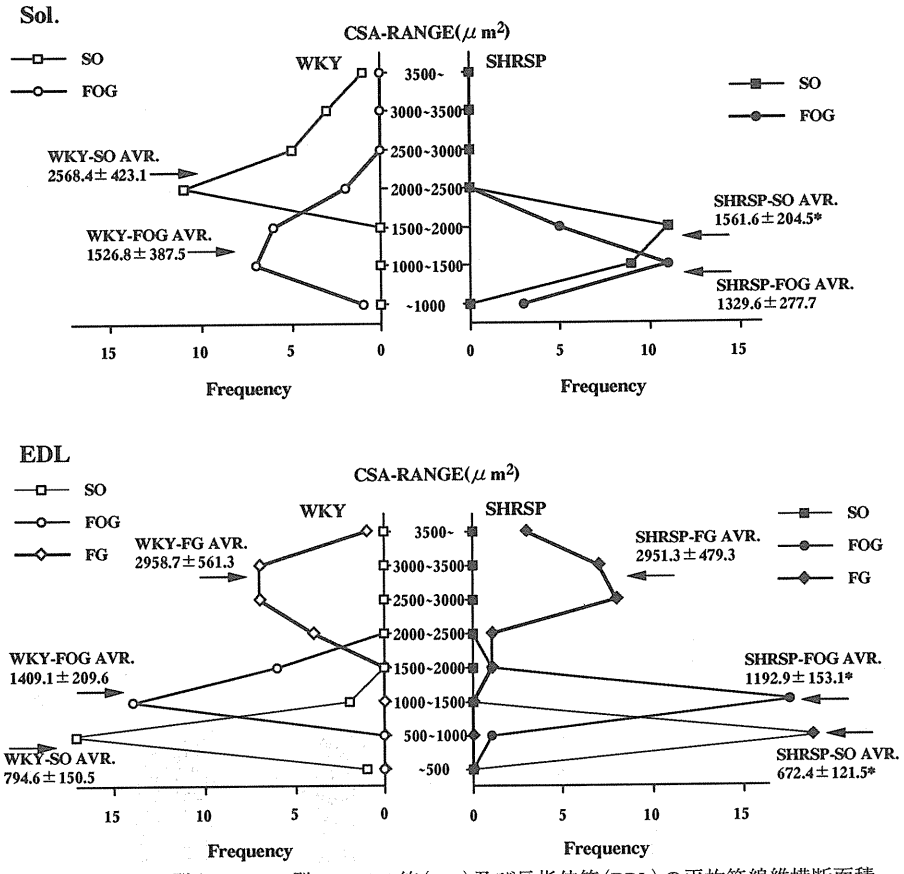


図3．　WKY 群と SHRSP 群のヒラメ筋(Sol.)及び長指伸筋(EDL)の平均筋線維横断面積(CSA)の分布．横軸は個体数分布を示し，縦軸は CSA の範囲を示す．
平均値±標準偏差．*$p<0.01$(WKY 群 vs. SHRSP 群)

SHRSP 群で低値を示したが，統計的有意差は認められなかった．

D．組織化学的分析による単一筋線維の SDH 活性

図4は，各群20匹のヒラメ筋及び長指伸筋の単一筋線維の SDH 活性の分布を示した．ヒラメ筋の SDH 活性では，SO 線維についてみると，WKY 群で平均 139.3±21.4 (O.D.)，SHRSP 群で 131.8±19.9 (O.D.) であり有意差はなかった．FOG 線維は，WKY 群で 173.8±20.8 (O.D.)，SHRSP 群で 151.2±18.1 (O.D.) であり，両群間で有意差がみられた ($p<0.01$)．一方，長指伸筋について，WKY 群では，FG 線維，FOG 線維，SO 線維の順に有意に低値を示したが ($p<0.01$)，SHRSP 群については，SO 線維と FOG 線維間に有意差はなく，FG 線維についてのみ有意差が認められ，他の筋線維タイプより低値を示した ($p<0.01$)．また両群間で SO 線維と FOG 線維及び FG 線維の SDH 活性をそれぞれ比較すると，各筋線維タイプとも WKY 群より SHRSP 群で低値を示す傾向にあった．しかしながら，SO 線維と FOG 線維においては WKY 群と SHRSP 群間に統計的有意差はみられず，FG 線維についてのみ有意差が認められた ($p<0.01$)．さらに，ヒラメ筋と長指伸筋の単一筋線維 SDH 活性を筋線維タイプ別に比較してみると，同じ SO 線維であって

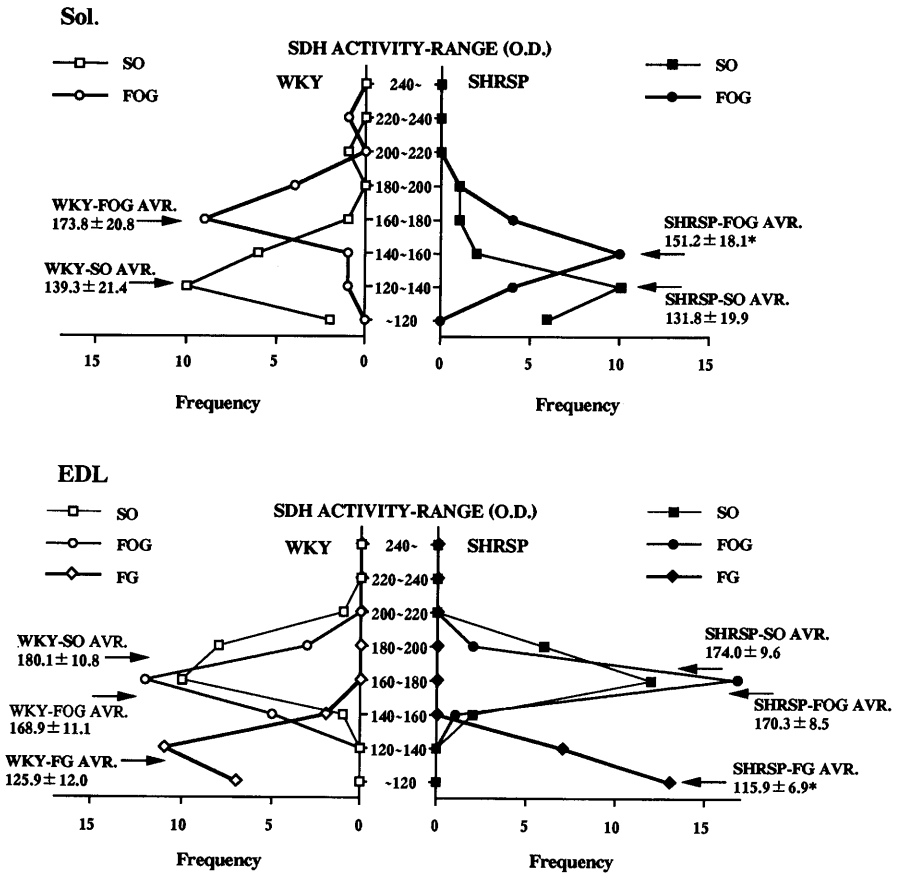


図4．　WKY 群と SHRSP 群のヒラメ筋 (Sol.) 及び長指伸筋 (EDL) の単一筋線維の SDH 活性の分布．横軸は個体数分布を示し，縦軸は O.D. (輝度) でみた単一筋線維の SDH 活性値の範囲を示す．

平均値±標準偏差．*$p<0.01$ (WKY 群 vs. SHRSP 群)

も，長指伸筋の方がWKY群，SHRSP群それぞれヒラメ筋より29.3%，32.0%高いことが認められた($p<0.01$)．ところが，WKY群のFOG線維では，SDH活性に筋の種類の違いによる差がみられなかった．

E．生化学的分析

表2にCS活性の結果を示した．ヒラメ筋のCS活性平均値は，WKY群で25.5 μmoles/g/min，SHRSP群で32.2 μmoles/g/minを示し，有意にSHRSP群が高値を示したが($p<0.01$)，長指伸筋については，WKY群で19.0 μmoles/g/min，SHRSP群で19.4 μmoles/g/minであり，ヒラメ筋でみられた様な両群間の統計的有意差は認められなかった．また，HAD活性(表2)についてもCS活性と同様の傾向を示した．ヒラメ筋のHAD活性は，WKY群で12.1 μmoles/g/min，SHRSP群で14.9 μmoles/g/minを示し，有意にSHRSP群で高値を示した($p<0.01$)．一方，長指伸筋のHAD活性ついては，WKY群で5.3 μmoles/g/min，SHRSP群で6.0 μmoles/g/minであり，CS活性同様，両群間の統計的有意差は認められなかった．

Ⅳ．論　　議

A．体重と筋重量，心臓重量

本研究は，高血圧の発症と骨格筋の組織化学的・生化学的特性の関連性を明らかにするために，ヒトと同じような脳出血や脳梗塞を起こす脳卒中易発症ラット(SHRSP)を用いて検討した．体重，筋重量ともにSHRSP群は，WKY群と比較して低値を示したが，その原因の一つには活動量の差が考えられる．SHRSPラットは，興奮，過敏，凶暴性や不活発性，また肢，特に一方の前肢の持ち上げ運動[8]などによる活動性が低い特徴を有している．骨格筋は，種々の外部環境に即座に適応し，特にSHR骨格筋についても不活動によるatrophy[14]が既に確認されている．しかしながら，骨格筋重量は，体重の相対値でみるとヒラメ筋，長指伸筋ともWKY群とSHRSP群に差はみられず，SHRSPの特徴である活動量の低下が，骨格筋重量に差をもたらすまでには至らなかったと考えられる．このことは，WKY群とSHRSP群における骨格筋の組織化学的特性及び生化学的特性の差異が，活動量による影響よりも，高血圧及び系統差に依存していることを裏付けている．一方，心臓重量は，SHRSP群で有意に高値を示しており，先行研究[15]で報告されている心臓肥大が確認できた．心臓肥大，特に左心室肥大は，運動などの強度の負荷により起こるが，本研究で観察された心臓肥大は，むしろ高血圧による末梢血管抵抗の増大[7]などの末梢循環系異常に起因していると考えられる．

B．筋線維組成比率

筋線維組成比率の顕著な違いは，ヒラメ筋で観察され，SHRSP群において速筋線維であるFOG線維の組成比率がWKY群より高値を示した．SHRのヒラメ筋においては，既に速筋線維の割合が大きいことが報告されいる．Bachir-Lamrini et al.[4]は，4週齢と12週齢のSHRを調査しており，両週齢とも速筋線維であるType IIa線維の割合がWKYと比較してSHRで高いことを示した．またSHRを用いて，

表2．　WKY群とSHRSP群のヒラメ筋及び長指伸筋のCS, HAD活性値

	Citrate Synthase(CS)		3-Hydroxyacyl-CoA-Dehydorgenase(HAD)	
	Soleus (μmoles/g/min)	EDL (μmoles/g/min)	Soleus (μmoles/g/min)	EDL (μmoles/g/min)
WKY	25.5±3.3	19.0±2.3	12.1±1.7	5.3±1.1
SHRSP	32.2±3.8*	19.4±2.4	14.9±2.2*	6.0±1.3

平均値±標準偏差　*$p<0.01$(WKY vs. SHRSP)

トレーニングが骨格筋に与える影響を調査したFavier et al.〔5〕の報告についても同様にType IIa線維の割合がSHRで高値を示すことが報告されている．本研究で得られたSHRSPヒラメ筋の筋線維組成比率は，SHRと同様の傾向を示すことが確認された．このヒラメ筋における筋線維組成比率の変化は高血圧のヒト骨格筋においても観察〔2,3,16〕され，また種々の環境変化においても起こることが報告〔17-20〕されているが，そのメカニズムについては十分な見解が得られていない．しかしながら，SHRにおける速筋線維の支配性の原因の一つにホルモンの関与が挙げられている〔4〕．SHRにおいては，アドレナリン作動性交感神経ホルモン〔21〕や甲状腺ホルモン〔22〕の異常が報告されているが，これらのホルモンは種々のミオシンアイソフォームの出現の調節に関与している．Zeman et al.〔23〕はβ_2受容体アゴニストであるclenbuterolを投与すると，骨格筋線維は，遅筋線維から速筋線維への移行がみられることを報告している．またIanuzzo et al.〔24〕は，甲状腺ホルモンの分泌の亢進による骨格筋線維の速筋化を示しており，これらのホルモンによって筋線維組成比率が影響を受けた可能性が考えられる．一方，先行研究において高血圧患者〔25〕及びSHR〔5〕の骨格筋においては毛細血管数が減少することが指摘されている．特にJuhlin-Dannfelt et al.〔2〕は，速筋線維の比率が大きい者ほど血管抵抗が大きく，血圧が高いことを，さらにLillioja et al.〔26〕は，速筋線維であるType IIb線維が多いほど毛細血管密度が小さく，筋血流量や毛細血管密度と筋線維組成比率との関連性を述べている．言いかえれば，末梢における血流動態が筋線維組成比率の変化に影響していると考えられる．さらに，Baker and Saito〔27〕が指摘するように骨格筋と末梢循環系が同一ニューラル・ネットワーク内で支配されているとすれば，運動刺激による循環系への影響(変容)が大きいと推察される．また，Holmang et al.〔28〕は，SHRにおいて観察されているインスリン抵抗性〔29,30〕が，筋線維組成比率の変化の原因としており，インスリン抵抗性に影響する毛細血管密度の重要性を指摘している．しかしながら，筋線維組成比率の変化は，高血圧によりもたらされるのではなく，骨格筋の組成変化が，毛細血管密度を低下させ，結果として高血圧を導くという指摘もある〔31〕．

C．筋横断面積

本研究において，SHRSP群の筋横断面積が，WKY群と比較して低値を示し，特にヒラメ筋のSO線維(−39.2%)で顕著にみられた．高血圧によるインスリン抵抗性の発現については，既にSHRを用いた研究においても報告されている〔29,30〕．このインスリン抵抗性発現の機序として，インスリン受容体の異常，糖輸送担体の異常，細胞内情報伝達機構の異常，細胞内電解質の異常，筋線維組成の変化，骨格筋内の血流低下，骨格筋内毛細血管密度の低下，その他インスリン拮抗物質などの関与が考えられている〔32〕．特に，高血圧におけるインスリン抵抗性の発現の機序は明らかでないが，毛細血管密度や筋血流量の関わりが重要視されている〔32〕．Weis et al.〔33〕は，インスリン抵抗性を持つラットは，正常ラットより筋横断面積が減少することを報告しており，本研究におけるSHRSP群についても高血圧によるインスリン抵抗性を有すると考えられる．したがってSHRSP群の筋横断面積の低下は，インスリン抵抗性が原因であることが示唆される．インスリン抵抗性によりSHRSPの骨格筋へのグルコース取り込みが低下し，筋線維内での蛋白質の糖への異化作用が促進され，その結果として筋横断面積が低下したと考えられる．

D．単一筋線維のSDH活性 ～組織化学的解析～

先行研究〔19,20〕と同様に，ヒラメ筋では，WKY群，SHRSP群ともSO線維に比較してFOG線維のSDH活性がそれぞれ24.8%，14.7%高値を示した．これはSO線維よりもFOG線維で筋横断面積が小さいことが一つの

要因であり，SDH 活性が筋横断面積の大きさに影響を受けることを示唆している．単一筋線維の SDH 活性は，毛細血管数や筋横断面積に影響を受け，酸素供給は，細胞における酸素拡散面積や距離に依存するが，筋横断面積が小さいほど容易になると考えられる．特に SHRSP は，高血圧による毛細血管数の減少やインスリン抵抗性に伴う筋横断面積の減少が単一筋線維の SDH 活性の低下に影響していると思われる．本研究で，ヒラメ筋の SO 線維では，WKY 群の筋横断面積が SHRSP 群と比較して有意に大きいにもかかわらず，単一筋線維の SDH 活性において WKY 群と SHRSP 群に有意な差がみられなかった．Gray〔34〕によれば SHR ヒラメ筋の SO 線維の筋線維あたりの毛細血管数が，WKY と比較して SHR で低値の傾向を示すことを報告しており，本研究においても SHRSP 群の毛細血管数の減少が考えられる．SHRSP 群のヒラメ筋における SO 線維の筋線維横断面積の減少とこの毛細血管数の減少が，両群間の SO 線維の SDH 活性に有意差がみられない大きな要因であると考えられる．一方，ヒラメ筋の FOG 線維の SDH 活性については，両群間で有意差がみられ，WKY 群で高値を示した．ヒラメ筋の FOG 線維横断面積は，WKY 群と SHRSP 群で有意差を示さないため，この SDH 活性の両群間の差異は，SHRSP 群の毛細血管数の減少が直接的な原因と考えられる．しかしながら Gray〔34〕の報告では，ヒラメ筋の FOG 線維の筋線維あたりの毛細血管数は，SHR と WKY で差がないと報告していることから，ヒラメ筋の FOG 線維の毛細血管数減少の程度は，SHR と SHRSP では異なることが考えられる．長指伸筋については，SHR の全筋における毛細血管数に差が認められないという報告〔4〕があり，本研究においてもヒラメ筋でみられた様な顕著な違いは認められなかった．長指伸筋の SO 線維では，WKY 群と比較して SHRSP 群で SDH 活性が低値を示すが，筋横断面積も同様に SHRSP 群で低値を示すことから，これらの要因が，両群間の単一筋線維の SDH 活性に有意な差がみられなかった原因であると考えられる．

E．生化学的分析

ヒラメ筋についてみると，CS 活性，HAD 活性とも WKY 群と比較して SHRSP 群で有意に高値を示した．Bachir-Lamrini et al.〔4〕は，4 週齢の SHR では，CS 活性と HAD 活性とも WKY と比較して有意に高値を，また12週齢で差がなくなることを示した．そして，4 週齢の SHR と WKY でみられた CS 活性と HAD 活性の差異は，若齢 SHR の毛細血管密度が低いことに起因していると報告している．また Favier et al.〔5〕は，CS 活性と HAD 活性とも SHR と WKY で差がないこと示した．これら先行研究と本研究の結果との不一致は，SHRSP と SHR の差や，週齢の違いであると考えられる．しかしながら，単一筋線維における酸化系酵素活性が，高血圧による毛細血管数の減少により低下するならば，全筋でも CS 活性と HAD 活性が減少することが予想された．しかし，本研究ではこの仮説とは異なる結果であった．この原因としては，筋線維組成比率と筋横断面積が，全筋の酸化系酵素活性に影響していることが考えられる．即ち，SHRSP 群では，SDH 活性の高い FOG 線維の占める割合が，WKY 群と比較して高いこと，また単一筋線維の SDH 活性の比較的低い SO 線維が占める筋横断面積が低いことが原因の一つに挙げられるが，詳しいメカニズムは現在明らかでない．一方速筋である長指伸筋は，CS 活性，HAD 活性とも WKY 群と SHRSP 群で有意な差は認められなかった．これは先行研究〔4〕の結果と一致するものであった．本研究では，長指伸筋における単一筋線維の SDH 活性や筋線維組成比率，筋横断面積，毛細血管数〔34〕は WKY 群と SHRSP 群間に顕著な差が観察されなかったが，これら組織化学的特性が全筋の酸化系の酵素活性の結果に反映されたものと考えられる．

V. ま と め

SHRSP 群と WKY 群の骨格筋において，組織化学的・生化学的特性の差異が確認された．SHRSP 群のヒラメ筋は，WKY 群と比較して，速筋線維の比較的高い比率を有した．また SHRSP 群におけるヒラメ筋の単一 SO 筋線維の横断面積は，WKY 群と比較して，約39.2%低い値を示した．一方，単一筋線維の SDH 活性は，WKY 群と比較して，SHRSP 群のいずれのタイプの筋線維でも低値を示したが，これは，SHRSP 群における高血圧の末梢循環系異常による毛細血管数の減少が一因と考えられる．しかしながら，ヒラメ筋の CS 活性，HAD 活性ともに SHRSP 群で有意に高値を示した．この原因としては，筋線維組成比率と筋横断面積が，全筋の酸化系酵素活性に影響していることが指摘できる．即ち，SHRSP 群では，SDH 活性の高い FOG 線維の占める割合が，WKY 群と比較して高いこと，また単一筋線維の SDH 活性の比較的低い SO 線維が占める筋横断面積が低いことが SHRSP 群で有意に高値を示した原因と考えられる．

謝　辞

本稿で発表した研究の一部は文部省科学研究費(No. 04680124)ならびに文部省宇宙基地利用基礎実験費(U-48)の援助をいただきました．

文　献

1) Bassett, D. R.: Skeletal muscle characteristics: relationships to cardiovascular risk factors. Med. Sci. Sports Exerc. **26**: 957-966, 1994.
2) Juhlin-Dannfelt, A., Frisk-Holmberg, M., Karlsson, J. & Tesch, P.: Central and peripheral circulation in relation to muscle-fiber composition in normo- and hyper-tensive man. Clinical Science **56**: 335-340, 1979.
3) Frisk-Holmberg, M., Essen, B., Fredrikson, M., Strom, G. & Wibell, L.: Muscle fiber composition in relation to blood pressure response to isometric exercise in normotensive and hypertensive subjects. Acta Med. Scand. **213**: 21-26, 1983.
4) Bachir-Lamrini, L. B., Sempore, B., Mayet, M. & Favier, R. J.: Evidence of a slow-to-fast fiber type transition in skeletal muscle from spontaneously hypertensive rats. Am. J. Physiol. **258**: R 352-R 357, 1990.
5) Favier, R. J., Ghaemmaghami, F., Sempore, B., Desplanches, D., Mayet, M. H., Frutoso, J., Gharib, C. & Flandrois, R.: Skeletal muscle adaptation to physical training and beta-adrenergic blockade in spontaneously hypertensive rats. Eur. J. Appl. Physiol. **58**: 652-660, 1989.
6) Prewitt, R. L., Chen, I. I. H. & Dowell, R.: Development of microvascular rarefaction in the spontaneously hypertensive rat. Am. J. Physiol. **23**: H 243-H 251, 1982.
7) Sexton, W. L., Korthuis, R. J. & Laughlin M. H.: Vascular flow capacity of hindlimb skeletal muscles in spontaneously hypertensive rats. J. Appl. Physiol. **69**: 1073-1079, 1990.
8) Okamoto, K., Yamori, Y. & Nagaoka, A.: Establishment of the stroke-prone spontaneously hypertensive rat (SHR). Circ. Res. **34/35**: 143-153, 1974.
9) Padykula, H. A. & Herman, E.: The specificity of the histochemical method for adenosine triphosphatase. J. Histochem. Cytochem. **3**: 170-195, 1955.
10) Nachlas, M. M., Tsou, K., DeSousa, E., Cheng, C. & Seligman, A. M.: Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenyl substituted ditetrazole. J. Histochem. Cytochem. **5**: : 420-436, 1957.
11) Peter, J. B., Barnard, R. J., Edgerton, V. R., Gillespie, C. A. & Stempel, K. E.: Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. Biochemistry **11**: 2627-2633, 1972.
12) Srere, P. A.: Citrate Synthase. Methods in Enzymology, **13**: 3-11, 1969.
13) Bass, A., Brdiczka, D., Eyer, P., Hofer, S. & Pette, D.: Metabolic differentiation of distinct muscle types at the level of enzymatic organization. Eur. J. Biochem. **10**: 198-206, 1969.
14) 小河繁彦，山崎先也，岡本　啓，福田　俊，家森幸男，田口貞善：模擬無重力による高血圧自然発症ラット骨格筋の組織化学的特性及び骨代謝への影響．日本生理学雑誌　**57**：419-426, 1995.
15) Scheuer, J., Malhotra, A., Hirsch, C., Capasso, J., & Schaible, T. S.: Physiologic cardiac hypertrophy corrects contractile protein abnormalities associated with pathologic hypertrophy in rats. J. Clin. Invest. **70**: 1300-1305, 1982.
16) Frisk-Holmberg, M., Jorfeldt, L., Juhlin-Dannfelt, A. & Karlsson, J.: Leg blood flow during exercise in man in relation to muscle fiber composition. Acta Physiol. Scand. **112**: 339-342, 1981.
17) Taguchi, S., Ishihara, A., Itoh, M. & Itoh, K.: Effects of hypobaric hypoxia on the oxidative capacity of the extensor digitorium longus motor

units in the rat. Neurochem. Res. **15**: 923-926, 1990.
18) Taguchi, S., Morii, H. & Ishihara, A.: Effects of body suspension on soleus muscle fibers and spinal motoneurones in the rat. Comp. Biochem. Physiol. **100 A**: 801-803, 1991.
19) Taguchi, S., Ogoh, S., Yamasaki, S., Okamoto, H., Fukuda, S., Tsuchikura, S., Iida, H. & Yamori, Y.: Histochemical property of single muscle fibers in SHR skeletal muscles after body suspension. 11 th ISAS Space Utilization Symposium. 80-83, 1994.
20) Taguchi, S., Ogoh, S., Yamasaki, S., Okamoto, H. & Yamori, Y.: Heavy-ion effect on SDH activity of individual muscle fibers. 12th ISAS Space Utilization Symposium. 107-110, 1995.
21) Yamori, Y. & Lovenberg, W.: Contribution of SHR, stroke-prone SHR and other substrains to progress in basic, therapeutic and preventive medicine-25 Year Collection of References-(1960-1985). WHO Collaborating Center for Research on Primary Prevention of Cardiovascular diseases., 1985.
22) Kojima, A., Kubota, T., Sato, A., Yamada, T., Yamori, Y. & Okamoto, K.: Congentital abnormality of pituitary-thyroid axis in spontaneously hypertensive rats and stroke-prone rats. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **150**: 571-573, 1975.
23) Zeman, R. J., Ludemann, R., Easton, T. G. and Etlinger, J. D.: Slow to fast alterations in skeletal muscle fibers caused by clenbuterol, a β2-receptor agonist. Am. J. Physiol. **254**: E 726-E 732, 1988.
24) Ianuzzo, A. D., Patel, P., Chen, V., O'brien, P. & Williams, C.: Thyroidal trophic influence on skeletal muscle myosin. Nature **270**: 74-76, 1977.
25) Henrich, H. A., Romen, W., Heimgartner, W., Hartung, E. & Baumer, F.: Capillary rarefaction characteristic of the skeletal muscle of hypertensive patients. Klin. Wochenschr. **66**: 54-60, 1988.
26) Lillioja, S., Young, A. A., Culter, C. L., Ivy, J. L., Abbott, W. G. H., Zawadzki, J. K., Yki-Jarvinen, H., Christin, L., Secomb, T. W. & Bogardus, C.: Skeletal muscle capillary density and fiber type are possible determinants of in vivo insulin resistance in man. J. Clin. Invest. **80**: 415-424, 1987.
27) Barker, D. & Saito, M.: Autonomic innervation of receptors and muscle fibers in cat skeletal muscle. Proc. R. Soc. Lond. **B 212**: 317-332, 1981.
28) Holmang, A., Brzezinska, Z. & Bjorntorp, P.: Effects of hyperinsulinemia on muscle fiber composition and capillarization in rats. Diabetes **42**: 1073-1081, 1993.
29) Rao, R. H.: Insulin resistance in spontaneously hypertensive rats. diabetes **42**: 1364-1371, 1993.
30) Swislocki, A. & Tsuzuki, A.: Insulin resistance and hypertension: Glucose intolerance, hyperinsulinemia, and elevated free fatty acids in the lean spontaneously hypertensive rat. Am. J. Med. Sci. **306**: 282-286, 1993.
31) Julius, S.: The hemodynamic link between insulin resistance and hypertension. J. Hypertens. **9**: 983-986, 1991.
32) 島本和明，吉田英昭，平田顯文：循環動態からみた「インスリン抵抗性」と高血圧の「代謝性心血管系疾患」としての特徴. Mebio **11**: 36-40, 1994.
33) Weis, J., Dimpfel, W. & Schroder, J. M.: Nerve conduction changes and fine structural alterations of extra- and intrafusal muscle and nerve fibers in streptozotocin diabetic rats. Muscle and Nerve **18**: 175-184, 1995.
34) Gray, S. D.: Histochemical analysis of capillary and fiber-type distributions in skeletal muscles of spontaneously hypertensive rats. Microvasc. Res. **36**: 228-238, 1988.

〔日本生理誌（1996）58, 331-340〕

退行性筋萎縮に対する防止法としての筋運動とアナボリックステロイド投与の効果

山内秀樹
（東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座内体力医学研究室）

要　　旨

退行性筋萎縮に対する防止法としての筋運動とアナボリックステロイド投与の効果．山内秀樹，米本恭三（東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座内体力医学研究室）

成熟ラットに後肢懸垂（hindlimb suspension, HS）を実施し，活動制限による骨格筋の萎縮に対するアナボリックステロイド（anabolic steroid, AS）投与とアイソメトリック筋運動の影響を検討した．3週間の後肢懸垂により，ヒラメ筋，足底筋ともに最大強縮張力の減少を伴う萎縮が認められたが，その減少率はヒラメ筋で顕著であった．ヒラメ筋においては，筋横断面積あたりの最大強縮張力（Po/MCSA）の減少がみられ，病理組織学的にはragged red fiber（RRF）や筋線維の部分欠損など筋の変性，崩壊が確認された．RRFは筋線維サイズの減少が著明で，組織化学的にはmyofibrillar ATPase染色で酸性，アルカリ側いずれの前処理においても活性を示さなかった．HS期間中のAS投与はアイソメトリック筋運動と同様，HSによる筋萎縮を抑制する効果を示し，とくに速筋の足底筋において大きな効果がみられた．ASやアイソメトリック筋運動はHSによるヒラメ筋の筋線維の萎縮や変性・崩壊を抑制し，Po/MCSAの低下抑制の一要因と考えられた．

以上の結果から，筋萎縮進行過程におけるアナボリックステロイド投与や可能な範囲での筋運動は骨格筋の萎縮を抑制し，筋萎縮に対する防止法として有用であることが示唆された．

key words：筋萎縮，アイソメトリック筋運動，アナボリックステロイド

Ⅰ．緒　　言

筋萎縮は疾病による長期臥床やギプス固定などの活動制限により引き起こされ，日常散見される現象である．筋萎縮に伴う筋力低下は日常生活での身体活動を制限し，Quality of lifeを低下させると思われる．筋萎縮進行過程において筋萎縮を軽減することは萎縮した筋の生理的な筋機能の早期回復を図る一方策と考えられる．それ故，筋萎縮に対する防止法を検討することは臨床医学的に重要な課題であると考える．骨格筋は常に蛋白質の合成と分解が生じており，筋蛋白質合成と分解の動的平衡が分解に傾いた場合に筋萎縮が起こると考えられる．したがって，筋萎縮刺激条件下において，相対的に筋蛋白質合成を高める刺激を与えることにより筋萎縮は軽減されると推測される．

活動制限による筋萎縮は，筋重量，最大筋力の低下に加え，筋線維の構造的な崩壊を伴うこと[1]が報告されている．活動制限期間中の運動負荷による筋萎縮抑制効果については，筋重量，筋蛋白含量，収縮張力の変化からこれまでに多くの報告[2-4]がみられ，筋萎縮に対する筋への機械的負荷の重要性が示唆されている．しかし，活動制限に伴う筋線維の構造的崩壊や変性に対する運動の効果，さらに収縮張力の変化との関連についてはあまり知られていない．

アナボリックステロイド（anabolic steroid；以下AS）はヒト[5]や実験動物[6-8]を対象とした研究から，筋蛋白合成を促進することが広く知られており，運動トレーニングによる筋力増強を促進する効果が示されている．ASの効果は筋の活動状態により影響されること[9,10]が報告されており，活動制限期間と運動トレーニング期間では，筋に対するASの効果は異なる可能性が考えられる．また，活動制限に伴う筋萎縮に対するAS投与の効果を検討した報告では，萎縮を抑制するとする報告[11]や抑制し

ないとする報告[12]など一致した見解が得られていない.

そこで，本研究では，筋萎縮防止法の基礎的資料を得ることを目的とし，実験的な筋萎縮モデルを用い，筋萎縮進行過程における運動負荷ならびにAS投与の退行性筋萎縮に対する効果を収縮機能の変化から検討した.

Ⅱ．研　究　方　法

A．実験動物及び飼育

本実験は「生理学領域における動物実験に関する基本的指針」(日本生理学会制定)に基づいて行った．実験には体重，組織重量の発育変化が安定したF344系雌ラット(4カ月齢)を用いた．発育期の動物を用いた場合，活動制限自体の影響と活動制限による発育抑制の影響が明らかでなく，解釈を複雑にするため，成熟した動物を選んだ．筋萎縮モデルは後肢懸垂法とし，期間は3週間とした．後肢懸垂はローテーションを介して，尾部を後肢が接地しないようにつり上げた状態で，飼育ケージの天井に固定することにより行った．この状態は動物が前肢により360度動き回ることが可能であり，摂餌，摂水には支障のない状態である．実験に先立ち，動物を対照群(control : C, n＝5)，後肢懸垂群(hindlimb suspension : HS, n＝5)，後肢懸垂＋AS投与群(hindlimb suspension＋AS : HS＋AS, n＝7)，後肢懸垂＋運動負荷群(hindlimb suspension＋exercise : HS＋EX, n＝7)の4群に分けた．動物はすべて個別ケージで飼育し，摂餌量を毎日測定した．条件による摂餌量の差を除外するために，各群同一の摂餌量で飼育した．すなわち，C群，HS群ならびにHS＋AS群の懸垂期間中の摂餌量は摂餌量の最も低いHS＋EX群とpair-feedingさせた．摂水は自由とした.

B．AS投与

ASには男性化作用の少ないstanozolol(17β-hydroxy-17α-methylandrostano [3, 2-c] pyrazole, 山之内製薬)を用い，市販のコーン油に溶解し，体重1kg当たり10mgの割合で1日1回，腰部皮下注射にて投与した．この投与量は血清GOTやGPTの異常上昇がみられず，3週間の投与期間では副作用のないことを確認した.

C．運動負荷

運動はExnerら[13]の方法に基づくアイソメトリック運動とした．図1にトレーニング風景を示した．この運動はラットの尾に体重の約50%の重りを付け，傾斜80度の金網の床面で懸垂・維持さるもので，1日1回，30分間，週6日，ラットの活動期に負荷した．先行研究では運動様式として走運動の効果を検討した報告がほとんどである．これは病床での活動制限や運動機能低下において，筋萎縮軽減策として走運動は臨床的な応用として適当でないことやアイソメトリック筋運動は局所筋においても実施可能であり，また，この運動様式の効果を検討した報告は少ないことから，本研究ではアイソメトリック運動を用いた.

D．張力測定

Pentobarbital sodium麻酔下，血流供給を維

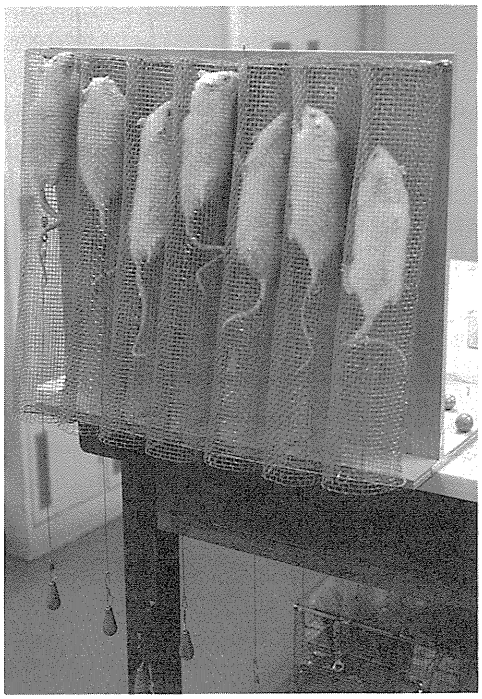


図1．　アイソメトリック運動

持した状態で右足底筋およびヒラメ筋の等尺性収縮張力を間接極大電気刺激(持続時間 0.1 ms の矩形波)により測定した．刺激電極は双極銀塩化銀電極を用いた．測定中，被検筋は37±1℃に維持され，95% O_2，5% CO_2 の混合ガスにて飽和されたリンゲル液中に浸漬された．筋長は最大単収縮張力が得られる長さ(L_0)に固定された．種々の刺激頻度により張力を測定し，頻度に関わらず最高張力を最大強縮張力とした．測定終了後，L_0 を計測し，被検筋を摘出，秤量した．筋横断面積は以下の式から算出された．

筋横断面積(cm^2)＝

$$\frac{\text{筋湿重量(g)}}{L_0(\text{cm}) \times \text{筋密度}^* \times \text{筋線維長・筋長比}^+}$$

*1.056 g/cm^3[14]

+ヒラメ筋では0.5[15]，足底筋では0.37[16]

E．組織染色

張力測定と反対側のヒラメ筋と足底筋を用い，筋腹部の厚さ 10 μm の連続切片を作成し，myofibrillar ATPase, Gomori trichrome 変法，HE 染色を行った[17]．Gomori trichrome 変法染色切片を用い，ヒラメ筋の横断面において筋線維の総数を算出した．

F．統計処理

各群の値は平均と標準偏差で表した．平均値の差の検定は一元配置分散分析および Newman-Keuls の多重比較により行い，5%の危険率をもって有意とした．

Ⅲ．結　　果

A．体重，筋重量，筋横断面積の変化

表1に各群の体重，筋重量，筋横断面積を示した．HS および HS＋EX 群の体重はC群に比べ約15%低値を示したが，HS＋AS 群の体重は5%の低下にすぎなかった．C群に比べ他の3群のヒラメ筋及び足底筋重量は有意に低値を示した．しかし，HS＋EX および HS＋AS 群のヒラメ筋及び足底筋重量は HS 群に比べ有意に高値を示した．体重あたりの筋重量においても同様の傾向を示したが，HS＋AS 群の足底筋の値はC群と差がみられなかった．筋横断面積の変化は筋重量の変化と同様の傾向を示した．

B．筋力特性の変化

表2にヒラメ筋と足底筋の筋力特性を示した．C群に比べ他の3群のヒラメ筋の最大単収縮及び最大強縮張力は低値を示したが，HS＋

表1．　体重及びヒラメ筋と足底筋の湿重量，筋断面積

group		BW (g)	MW (mg)	MW/BW (mg/100g)	MCSA (cm^2)
Soleus					
CONT	(n=5)	168.0±9.1	59.5±5.4	35.4±2.0	0.051±0.004
HS	(n=5)	140.8±4.6^a	37.2±1.9^a	26.4±1.1^a	0.033±0.002^a
HS+AS	(n=7)	159.1±6.6^{a,b}	47.0±5.4^{a,b}	29.5±2.4^{a,b}	0.039±0.003^{a,b}
HS+EX	(n=7)	142.9±7.2^{a,c}	42.5±3.0^{a,b,c}	29.8±2.1^{a,b}	0.039±0.005^{a,b}
Plantaris					
CONT	(n=5)	169.2±10.4	168.8±6.0	96.6±3.7	0.134±0.009
HS	(n=5)	140.8±4.6^a	107.9±8.5^a	76.6±4.4^a	0.087±0.009^a
HS+AS	(n=7)	159.1±6.6^{a,b}	157.1±9.8^{a,b}	98.7±3.5^b	0.122±0.009^{a,b}
HS+EX	(n=7)	142.9±7.2^{a,c}	127.3±4.9^{a,b,c}	89.2±4.1^{a,b,c}	0.113±0.006^{a,b}

値は平均値±標準偏差．CONT：対照，HS：後肢懸垂，AS：アナボリックステロイド，EX：運動，BW：体重，MW：筋湿重量，MCSA：筋横断面積，a，b，c はそれぞれ対照群，後肢懸垂群，後肢懸垂＋AS 投与群との有意差($p<0.05$ by ANOVA & Newman-Keuls test)を示す．

表2. ヒラメ筋と足底筋の筋力特性

group		Pt (g)	Po (g)	Pt/Po (g/g)	Po/MCSA (g/cm²)
Soleus					
CONT	(n=5)	24.8±2.6	117.1±12.8	0.21±0.01	2315±152
HS	(n=5)	13.1±2.1[a]	40.1±4.4[a]	0.33±0.03[a]	1239±178[a]
HS+AS	(n=7)	16.5±1.0[a, b]	55.9±4.2[a, b]	0.30±0.03[a]	1433±103[a, b]
HS+EX	(n=7)	22.5±2.5[b, c]	64.4±6.0[a, b, c]	0.35±0.03[a, c]	1703±170[a, b, c]
Plantaris					
CONT	(n=5)	46.3±1.5	375.3±34.3	0.12±0.02	2809±372
HS	(n=5)	50.8±2.8[a]	269.8±25.4[a]	0.19±0.02[a]	3121±237
HS+AS	(n=7)	42.5±3.4[a, b]	366.0±14.6[b]	0.12±0.01[b]	3015±147
HS+EX	(n=7)	48.1±2.0[c]	328.1±11.7[a, b, c]	0.15±0.01[a, b, c]	2901±194

値は平均値±標準偏差. CONT：対照，HS：後肢懸垂，AS：アナボリックステロイド，EX：運動，Pt：最大単収縮張力，Po：最大強縮張力，MCSA：筋横断面積，a，b，cはそれぞれ対照群，後肢懸垂群，後肢懸垂＋AS 投与群との有意差($p<0.05$ by ANOVA & Newman-Keuls test)を示す.

AS 群と HS＋EX 群の減少率は HS 群に比べ少なかった．また単収縮張力の減少に比べ，最大強縮張力の減少が顕著であったため，単収縮張力・最大強縮張力比は高値を示した．筋横断面積あたりの最大強縮張力(Po/MCSA)はC群に比べ他の3群で低値を示したが，HS＋AS と HS＋EX 群の値は HS 群に比して高値を示した(HS, HS＋AS, HS＋EX 群の減少率はそれぞれ46，38，26%)．

足底筋において，HS 群の最大強縮張力はC群に比べ有意に低値を示したが，ヒラメ筋に比べ減少率は少なかった(ヒラメ筋で66%，足底筋で28%の減少)．またヒラメ筋同様，HS＋AS, HS＋EX 群の最大強縮張力は HS 群に比べ有意に高値を示した．とくに HS＋AS 群の値はC群とほぼ同じ値を示した．単収縮張力・最大強縮張力比について，C群に比べ，HS 及び HS＋EX 群で高値が認められたが，HS＋AS 群ではC群と比べ差がみられなかった．Po/MCSA は各群間で差が認められなかった．

後肢懸垂に伴うヒラメ筋と足底筋の筋重量，筋横断面積，最大強縮張力の変化に対する AS

表3. 後肢懸垂によるヒラメ筋と足底筋の筋萎縮に対するアナボリックステロイドと運動の抑制効果

treatment	muscle	Inhibitory effect (%) MW	MW/BW	MCSA	Po	Po/MCSA
AS	Soleus	44	34	33	21	18
	Plantaris	81	111	75	91	−
EX	Soleus	24	38	33	32	43
	Plantaris	32	63	55	55	−

抑制効果(%)＝(countermeasure 群－後肢懸垂群)/(対照群－後肢懸垂群)×100
略語は表1，2を参照

投与と筋運動の抑制効果をまとめ，表3に示した．ヒラメ筋では筋重量(体重あたりの相対値)，筋横断面積に対するAS投与と筋運動の効果に差はみられなかったが，最大強縮張力(Po及びPo/MCSA)に対する効果は，AS投与に比べ筋運動の方が大きい結果であった．足底筋では，すべての指標に対し，筋運動の効果に比べ，AS投与の効果が顕著であり，その抑制率もかなり高いものであった．また，AS投与と筋運動の効果は総じてヒラメ筋に比べ足底筋で顕著であった．

C．病理組織化学的変化

図2にHS群のヒラメ筋の，図3に各群のヒラメ筋の横断染色像を示した．HS群のヒラメ筋は筋線維サイズの減少だけでなく，大小不同，筋線維の部分欠損，Gomori trichrome染色で赤染される線維(ragged red fiber, RRF)など明らかな筋線維の変性，崩壊が観察された(図2)．RRFは筋線維サイズの減少が著明で，酵素組織化学的にはmyofibrillar ATPase染色で酸性，アルカリ側いずれにおいても失活する特徴を呈した(図2)．HS＋ASおよびHS＋EX群のヒラメ筋では，筋線維サイズの減少や部分欠損などの異常所見はわずかであり，また，RRFは全く観察されなかった(図3)．表4にヒラメ筋の総筋線維数と異常筋線維(RRFや筋線維の欠損を呈する筋線維)の本数比を示した．各群間でヒラメ筋の総筋線維数に差は認められないが，異常筋線維の割合はHS群で顕著に増加し，HS＋ASやHS＋EX群ではその増加はわずかであった．足底筋においては，ヒラメ筋と同様な筋線維サイズの変化が各群間でみられたが，筋線維の変性，崩壊所見は認められなかった．

Ⅵ．考　　察

A．後肢懸垂法による筋の退行性萎縮

本研究で，後肢懸垂により，足底筋ではPo/MCSAに変化がみられなかったが，ヒラメ筋では約50%の低下がみられた．この成績は後肢懸垂により筋重量や筋横断面積の変化などの量的変化だけでなく，質的な変化がヒラメ筋に生じたことを示唆する．この質的変化はRRFや筋線維の部分欠損などの筋線維の変性，崩壊(図2)により裏付けられた．後肢懸垂に伴うヒラメ筋のRRFの出現や筋線維の変性，崩壊は先行研究[1,18]においても示されており，このような筋線維の変性，崩壊を伴う筋原線維蛋白濃度の減少[19]が後肢懸垂ヒラメ筋で生じていると考えられる．

RRFは萎縮が著明で，組織化学的にはmyofibrillar ATPase染色で酸性，アルカリ側いずれの前処理においても失活する特徴を有し

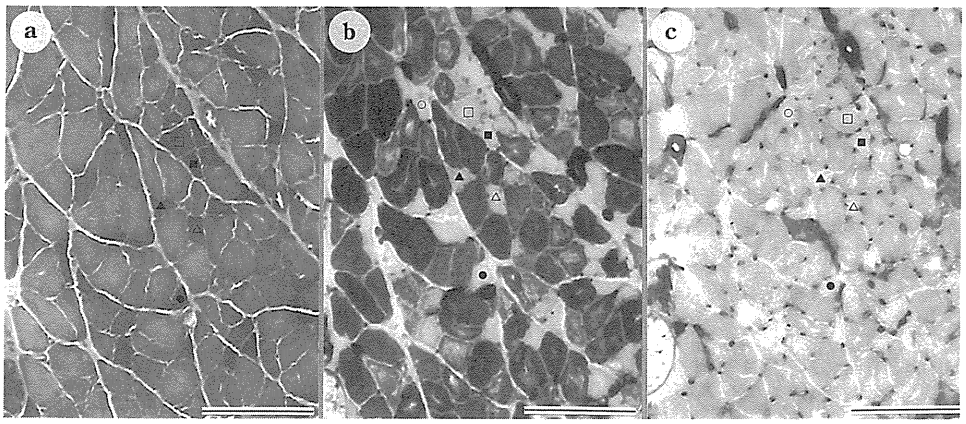


図2．　後肢懸垂ヒラメ筋の横断染色像．左からGomori trichrome変法染色(a)，酸性前処理(pH 4.3)のmyofibrillar ATPase染色(b)，アルカリ前処理(pH 10.4)のmyofibrillar ATPase染色(c)．図中のシンボルはRRFを示し，酸性，アルカリ性いずれの前処理においてATPase活性が失活している．Bar＝100 μm

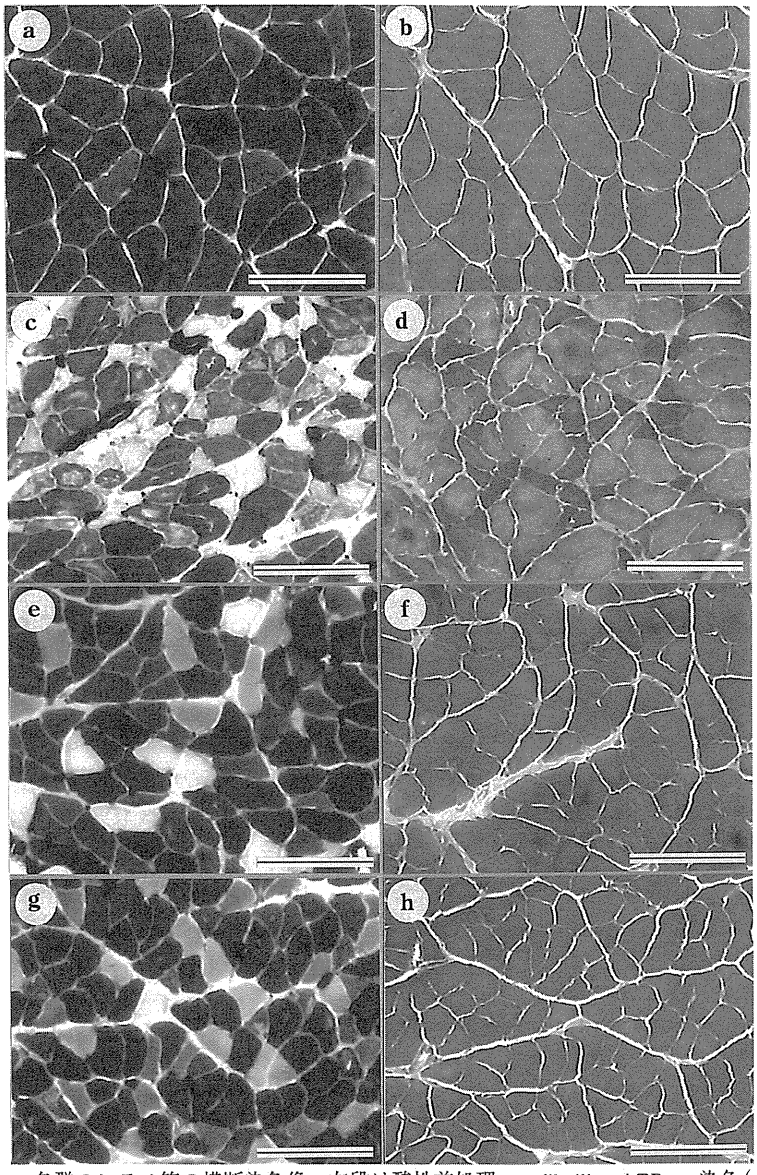


図２．　各群のヒラメ筋の横断染色像．左段は酸性前処理 myofibrillar ATPase 染色(a，c，e，g)，右段は Gomori trichrome 変法染色(b，d，f，h)．上から対照群，後肢懸垂群，後肢懸垂＋運動群，後肢懸垂＋AS 投与群．Bar＝100 μm

ていたのは興味深い．Gomori trichrome 変法染色で赤染するのはミトコンドリアの異常蓄積(数の増加と個々のミトコンドリアの膨化)を意味している[20,21]．また，myofibrillar ATPase 活性の消失は筋原線維の変性と関係していると考えられる．ミトコンドリアの異常蓄積した筋線維では，筋原線維の配列の乱れや変性，消失が著しいことがまれでない[21]．したがって，RRF はどちらが二次的変化なのかは不明であるが，ミトコンドリアの異常蓄積と筋原線維の変性が著しい筋線維であると推察される．

近年，関節固定に伴いヒラメ筋の酸化的ストレスの増加が示され，酸化的ストレスが筋萎縮

表4．　ヒラメ筋の総筋線維数と異常線維の割合

group		total fiber number	% aberrant fiber
CONT	(n=5)	2550±102	0.1± 0.1
HS	(n=5)	2499±222	53.3±15.4[a]
HS+AS	(n=5)	2590±119	9.4±10.7[b]
HS+EX	(n=5)	2581±162	11.7± 6.2[b]

値は平均値±標準偏差．CONT：対照，HS：後肢懸垂，AS：アナボリックステロイド，EX：運動，a，b，c は対照群，後肢懸垂群との有意差($p<0.05$ by ANOVA & Newman-Keuls test)を示す．

を引き起こす一要因であることが報告されている[22,23]．活性酸素種やそれによって生じたラジカルは筋細胞内代謝異常を招来し，筋細胞内環境の変化(pH, Ca, ATP 濃度など)や諸成分の異常化(酸化修飾)を引き起こす[24]．酸化修飾された蛋白質はプロテアーゼに対する感受性が増加し[24-26]，また，プロテアーゼの活性自体も増加するため[27,28]，筋原線維蛋白をはじめとする多くの筋細胞内蛋白の分解処理が速やかに行われると考えられる[24]．したがって，RRF や筋線維の部分欠損など筋線維の変性に対し，酸化的ストレスの増加が関与しているものと思われる．

本研究では，3週間の後肢懸垂により，ヒラメ筋の筋線維の変性所見が観察されたが，総筋線維数に変化はみられなかった．活動制限3週間以降も，筋細胞内蛋白の分解，消化が進行していくのであれば，筋線維数の減少が予想される．しかし，筋萎縮進行過程において，衛生細胞由来の筋線維の新生など筋の再生も生じていること[29]が確認されている．活動制限により筋線維数が減少するかについては，今後，プロテアーゼ活性の変化との関連から，さらに検討を加える必要があろうと思われる．

ともに抗重力筋でありながら，後肢懸垂による影響は足底筋に比べ，ヒラメ筋において顕著であった．この結果は，両筋の筋線維組成の違いによるものと考えられる．成熟ラットのヒラメ筋はほとんどが type Ⅰ 線維で，足底筋は type Ⅱ 線維で構成されている[30]．ヒラメ筋は体重支持(姿勢維持)活動や持続的な運動に対して貢献度が高く[31]，常に活動量の多い筋であるため，活動制限の影響が顕著に現れるものと考えられた．

B．退行性筋萎縮に及ぼす AS 投与と筋運動の影響

本研究で AS 投与やアイソメトリック筋運動は後肢懸垂による最大強縮張力の低下を伴う筋萎縮を抑制することが示された．この結果は筋萎縮進行過程において，筋蛋白合成促進刺激を与えることにより，萎縮は抑制されるというわれわれの仮説を支持する．

後肢懸垂により萎縮した筋では，筋蛋白合成率の低下と分解率の増加がともに生じていること[32-34]が示されている．本研究結果からは，AS 投与や筋運動の筋萎縮軽減効果は後肢懸垂に伴う①筋蛋白合成率の低下の抑制，②筋蛋白分解率の増加の抑制，③両者のいずれに起因するものなのか明らかでないが，筋蛋白代謝の相対的な分解亢進を抑制したものと推測される．

後肢懸垂に伴う筋萎縮に対する AS 投与の効果について，Tsika ら[11]は AS (nandrolone decanoate)投与は足底筋の重量ならびに筋蛋白質含量の減少を抑制したが，ヒラメ筋ではその効果はみられないことを示した．本研究においても，AS の萎縮軽減効果はヒラメ筋に比べ，足底筋で顕著であり，AS の効果が筋線維タイプ依存的である点に関しては Tsika らの結果とよく一致する．速筋は遅筋に比べ，アンドロゲン受容体の数が多いこと[10.35]が認められており，筋による AS の効果の差違は AS に対する感受性の違いによるものと考えられる．しかし，ヒラメ筋に対する AS の効果に関しては，必ずしも一致した結果ではなかった．Tsika らと本研究で，AS(種類や投与量)，懸垂期間(Tsika らは6週間)，被検動物(週齢と系統)などの違いはあるが矛盾の原因については明らかでない．本研究において，AS 投与により，後肢懸垂に伴うヒラメ筋の筋重量や最大強縮張力の低下，さらに筋線維サイズの減少や筋線維の変性・崩壊が抑制されたことから，AS のヒラ

メ筋に対する効果は明らかである．したがって，ASは速筋に比べると効果は低いものの，遅筋のヒラメ筋に対しても効果を示すものと考えた．

Tsikaら[36]は過負荷(腓腹筋とヒラメ筋の切除)あるいは減負荷(後肢懸垂)に伴う足底筋の重量，蛋白含量の変化に及ぼすASの効果を比較し，減負荷状態において，ASの効果が顕著であることを認めた．Bernardら[9]は除神経や神経毒による慢性的な不使用により，速筋のアンドロゲン受容体数の増加を示した．これらの結果はASの効果は筋活動レベルの減少により増大することを示唆している．ASの使用に関しては，効果に性差があること[7]や長期服用による副作用[37]など十分な配慮が必要であるが，活動制限に伴う筋萎縮に対して有効であろうと思われる．

アイソメトリック筋運動の萎縮軽減効果はAS投与と同様，ヒラメ筋に比べ足底筋で大きな効果が得られた．筋による運動効果の差違は運動遂行のための筋の貢献度が筋の種類により異なるためと思われ，先行研究結果[38]と一致する．ヒラメ筋において，Po/MCSAの減少に対する筋運動の抑制効果はAS投与に比べ大きく，また，この結果は筋線維の異常所見の差からは説明できないものであった．Kandarianら[39]は後肢懸垂により細胞間液量の増加がヒラメ筋に生じることを示し，筋肉ポンプ作用の低下によるものであろうと推察している．この推察に基づけば，後肢懸垂に伴う細胞間液量の増加に対し，AS投与は影響を及ぼさないが，筋運動はそれを抑制すると考えられる．したがって，細胞間液量の変化に及ぼす影響の違いにより，Po/MCSAの低下に対して，AS投与と筋運動の効果に差がみられたのかもしれない．

活動制限による筋萎縮に対する運動の抑制効果はこれまでに多く報告されているが，短時間で最も効果的な萎縮軽減のための至適運動条件(運動様式，時間，強度，頻度)に関する明確な解答はない．

ほとんどの先行研究において，筋重量を萎縮の指標として用いていることが，報告間での比較を複雑なものにしている．ヒラメ筋では後肢懸垂に伴う筋萎縮やそれに及ぼす運動やAS投与の効果を比較する際，浮腫，筋線維の変性，結合組織の増加が生じることから，萎縮の指標としては最大強縮張力あるいは筋原線維蛋白含量が妥当であると考えられる[4]．本研究で，最大強縮張力の変化からみた場合，アイソメトリック運動(1日30分間)の抑制効果は32%であった．この抑制率は1日90分間の低強度走運動の抑制効果(筋蛋白含量を指標として，21～23%[4])に比べ高いものである．Sullengerら[42]は低強度持久的走運動を後肢懸垂期間中に1日15分間と120分間，週5日の頻度で行わせた結果，ともに筋萎縮抑制傾向が認められるものの，その効果は同じであったことを示した．Kirbyら[4]は筋損傷の起こらない程度のエキセントリック運動（埋め込み電極による筋直接刺激で，1日分以内)を後肢懸垂期間中に2日に1回負荷したところ，先行研究の運動条件(走運動や駆け登り運動など)に比べ，ヒラメ筋の萎縮を顕著に抑制すること(筋蛋白含量を指標として44%)を示した．これらの先行研究結果や本研究結果は運動様式が異なるものの，筋萎縮防止に対する運動条件として，時間因子より，強度因子が重要であると推察される．筋収縮活動による各種アミノ酸の筋中取り込みや収縮蛋白合成の亢進は筋収縮の活動強度に依存する成績[43]からも，高い筋力発揮レベルの運動(筋収縮活動)が必要なのかもしれない．至適運動(筋収縮活動)強度に関しては，今後，同じ運動(筋収縮)様式で比較検討することにより，明らかにされるものと思われ，今後の検討課題として残された．

極度な身体活動制限によって生じる著明な筋萎縮に対し，AS投与や運動負荷など一つの対処方法による抑制効果には限界があると思われる．日常(活動制限前)から身体活動レベルを高め，やむなく活動制限を余儀なくされた場合には，可能な範囲での筋運動や薬物(AS，抗酸化剤[22,23]など)摂取など複数の対処方法を併用

することにより，効果的な筋萎縮軽減が期待されると思われる．

謝　辞

本稿を終えるにあたり，御指導，御校閲を賜りました東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座米本恭三教授に甚大なる謝意を表します．本研究は文部省科学研究費補助金(課題番号：07780090)により行われた．

文　献

1) Riley DA, Slocum GR, Bain JLW, Sedlak FR, Sowa TE & Mellender JW : Rat hindlimb unloading : soleus histochemistry, ultrastructure, and electromyography. J Appl Physiol **69** : 58-66, 1990
2) Graham SC, Roy RR, West SP, Thomason D & Baldwin KM : Exercise effects on the size and metabolic properties of soleus fibers in hindlimb-suspended rats. Aviat Space Environ Med **60** : 226-234, 1989
3) Herbert ME, Roy RR and Edgerton VR : Influence of one-week hindlimb suspension and intermittent high load exercise on rat muscles. Exp Neurol **102** : 190-198, 1988
4) Kirby CR, Ryan MJ and Booth FW. : Eccentric exercise training as a countermeasure to non-weight-bearing soleus muscle atrophy. J Appl Physiol **73** : 1894-1899, 1992
5) Griggs RC, Kingston W, Jozefowicz RF, Herr BE, Forbes G & Halliday D : Effect of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. J Appl Physiol **66** : 498-503, 1989
6) Egginton S : Effects of an anabolic hormone on striated muscle growth and performance. Pflügers Arch **410** : 349-355, 1987
7) Bates PC, Chew LF & Millward DJ : Effects of the anabolic steroid stanozolol on growth and protein metabolism in the rat. J Endocr **114** : 373-381, 1987
8) Rogozkin V : Metabolic effects of anabolic steroid on skeletal muscle. Med Sci Sports **11** : 160-163, 1979
9) Bernard PA, Rance NE, Fishman PS & Max SR : Increased cytosolic androgen receptor binding in rat striated muscle following denervation and disuse. J Neurochem **43** : 1479-1483, 1984
10) Deschenes MR, Maresh CM, Armstrong LE, Covault J, Kraemer WJ & Crivello JF : Endurance and resistance exercise induce muscle fiber type specific responses in androgen binding capacity. J Steroid Biochem Molec Biol **50** : 175-179, 1994.
11) Tsika RW, Herrick RE and Baldwin KM : Effect of anabolic steriods on skeletal muscle mass during hindlimb suspension. J Appl Physiol **63** : 2122-2127, 1987
12) Witzmann FA : Soleus muscle atrophy in rats induced by cast immobilization : lack of effect by anabolic steroids. Arch Phys Med Rehabil **69** : 81-85, 1988
13) Exner GU, Staudte HW and Pette D : Isometric training of rats- effects upon fast and slow muscle and modification by an anabolic hormone (nandrolone decanoate) I. female rats. Pflügers Arch **345** : 1-14, 1973
14) Murphy RA & Beardesley AC : Mechanical properties of the cat soleus muscle in situ. Am J Physiol **227** : 1008-1013, 1974
15) Roy RR, Baldwin KM, Martin TP, Chimarusti SP and Edgerton VR : Biochemical and physiological changes in overloaded rat fast- and slow-twitch ankle extensors. J Appl Physiol **59** : 639-646, 1985
16) Roy RR, Meadows ID, Baldwin KM and Edgerton VR : Functional significance of compensatory overloaded rat fast muscle. J Appl Physiol **52** : 473-478, 1982
17) 埜中征哉：臨床のための筋病理．日本醫事新報社　東京　第2版 pp 2-14, 1993
18) Templeton GH, Padalino M, Manton J, Glasberg M, Silver CJ, Silver P, Demartino G, Leconey, T, Klug C, Hagler H & Sutko JL : Influence of suspension hypokinesia on rat soleus muscle. J Appl Physiol **56** : 278-286, 1984
19) Thomason DB, Herrick RE, Surdyka D & Baldwin KM : Time course of soleus muscle myosin expression during hindlimb suspension and recovery. J Appl Physiol **63** : 130-137, 1987
20) Black JT, Judge D, Demers L & Gordon S : Ragged-red fibers : a biochemical and morphological study. J Neurol Sci **26** : 479-488, 1975
21) 埜中征哉：臨床のための筋病理．日本醫事新報社　東京　第2版 pp 180-230, 1993
22) Kondo H, Miura M & Itokawa Y : Oxidative stress in skeletal muscle atrophied by immobilization. Acta Physiol Scand **142** : 527-528, 1991
23) Kondo H, Miura M, Kodama J, Ahmed SM & Itokawa Y : Role of iron in oxidative stress in skeletal muscle atrophied by immobilization. Pflügers Arch **421** : 295-297, 1992
24) 伊井邦雄：骨格筋細胞の変性，壊死，崩壊の機序．桧澤一夫，埜中征哉，小沢鍥二郎編集：筋病理学　分光堂　東京 pp 51-61, 1989
25) Awai M, Narasaki M, Yamanoi Y & Seno S : Induction of diabetes in animals by parenteral administration of ferric nitrilotriacetate. Am J Pathol **95** : 663-674, 1979
26) Davies KJA : Protein modification by oxidants and the role of proteolytic enzymes. Biochem Sci Trans **21** : 346-353, 1993.

27) Gecha OM & Fagan JM : Protective effect of ascorbic acid on the breakdown of proteins exposed to hydrogen peroxide in chicken skeletal muscle. J Nutr **122** : 2087-2093, 1992
28) Shang F & Taylor A : Oxidative stress and recovery from oxidative stress are associated with altered ubiquitin conjugating and proteolytic activities in bovine lens epithelial cells. Biochem J **307** : 297-303, 1995
29) Appell HJ : Morphology of immobilized skeletal muscle and effects of a pre- and postimmobilization training program. Int J Sports Med **7** : 6-12, 1986
30) Armstrong RB & Phelps RO : Muscle fiber type composition of the rat hindlimb. Am J Anat **171** : 259-272, 1984
31) Walmsley B, Hodgson JA & Burke RE : Forces produced by medial gastrocnemius and soleus muscles during locomotion in freely moving cats. J Neurophysiol **41** : 1203-1216, 1978
32) Goldspink DF, Morton AJ, Loughna P & Goldspink G : The effect of hypokinesia and hypodynamia on protein turnover and the growth of four skeletal muscles of the rat. Pflügers Arch **407** : 333-340, 1986
33) Jaspers SR & Tischler ME : Atrophy and growth failure of rat hindlimb muscles in tail-cast suspension. J Appl Physiol **57** : 1472-1479, 1984
34) Thomason DB, Biggs RB & Booth FW : Protein metabolism and β-myosin heavy-chain mRNA in unweighted soleus muscle. Am J Physiol **257** : R 300-305, 1989
35) Bricout VA, Germain PS, Serrurier BD & Guezennec CY : Changes in testosterone muscle receptors: effects of an androgen treatment on physically trained rats. Cell Mol Biol **40** : 291-294, 1994
36) Tsika RW, Herrick RE & Baldwin KM : Effect of anabolic steroids on overloaded and overloaded suspended skeletal muscle. J Appl Physiol **63** : 2128-2133, 1987
37) 宮地幸隆：男性ホルモン，アナボリックステロイド，成長ホルモンとスポーツ．臨床スポーツ医学 **5**：1119-1124，1988
38) 山内秀樹，春日規克：ジャンプ及びアイソメトリックトレーニングにともなう骨格筋の機能変化．体育学研究 **37**：87-95，1992
39) Kandarian SC, Boushel RC and Schulte LM : Eleveted interstitial fluid volume in rat soleus muscles by hindlimb unweighting. J Appl Physiol **71** : 910-914, 1991
40) Shaw, SR, Zernicke RF, Vailas AC, DeLuna D, Thomason DB & Baldwin KM : Mechanical, morphological and biochemical adaptations of bone and muscle to hindlimb suspension and exercise. J Biomech **20** : 225-234, 1987
41) Thomason DB & Booth FW : Activity influences on soleus myosin during rodent hindlimb suspension. J Appl Physiol **63** : 138-144, 1987
42) Sllenger SL & White TP : Chronic hypodynamia interruped by exercise : attenuation of soleus muscle atrophy. Med Sci Sports Exer **19** : S 50, 1987
43) Goldberg AL, Etlinger JD, Goldspink DF & Jablecki C : Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. Med Sci Sports **7** : 185-198, 1975

〔編集後記〕

7・8合併号をお届けいたします．夏台風12号は迷走しながら日本列島を駆け抜けて，少なからず被害を及ぼしたようですが，被災された会員の皆様にはお見舞いを申し上げます．最近の世界の各地で起きている大規模な天災は地球環境の破壊がもたらしているのではないかと思われてなりません．

本号では第74回生理学大会案内第2報が掲載されており，また「第73回日本生理学大会を振り返って」と題して，大会運営の顛末を当番幹事の岡　宏，根来英雄両先生から寄稿していただきました．幹事さんの奮闘ぶりが目に見えるようで，あらためて感謝いたします．なお，本号には，常任幹事会，評議員会議事録，庶務会計報告等の生理学会関係の報告が掲載されております．

巻頭言は，東京都老人研・中枢神経部門の神田健郎先生にお願いしました．分子レベルの研究から脳の高次機能を理解するための新たな概念の必要性，科研費の配分法，生理学領域の啓蒙活動に関すること，学会におけるシンポジウムのテーマの選び方など，これからの生理学を発展させるための問題点を指摘されています．

“OPINION”には卒後教育の問題点をテーマに3人の先生がご意見を述べられております．歯科においても臨床研修医制度の検討がなされておりますが，基礎系大学院を希望する者にとって不利にならないような配慮が望まれます．

「ビデオマイクロスコープ実験技術講座」には，「光学顕微鏡による軸策輸送の測定法」「IR-DIC法による脳スライスの観察」の2編が掲載されております．前者にはビデオ増感顕微鏡法の詳細を軸索輸送測定を例に，詳細に記述されており，後者は赤外線微分干渉法の詳細が記載されています．ともに，機器が揃えばすぐに応用できる気がいたします．生きた標本を直視しながら実験を行えることは我々にとって大きな武器になると思われます．

本号に寄稿していただいた先生方のご協力に感謝いたしますとともに，残暑厳しい折，諸先生方のご健康とご健闘をお祈りいたします．

（野崎修一）

編　集　委　員

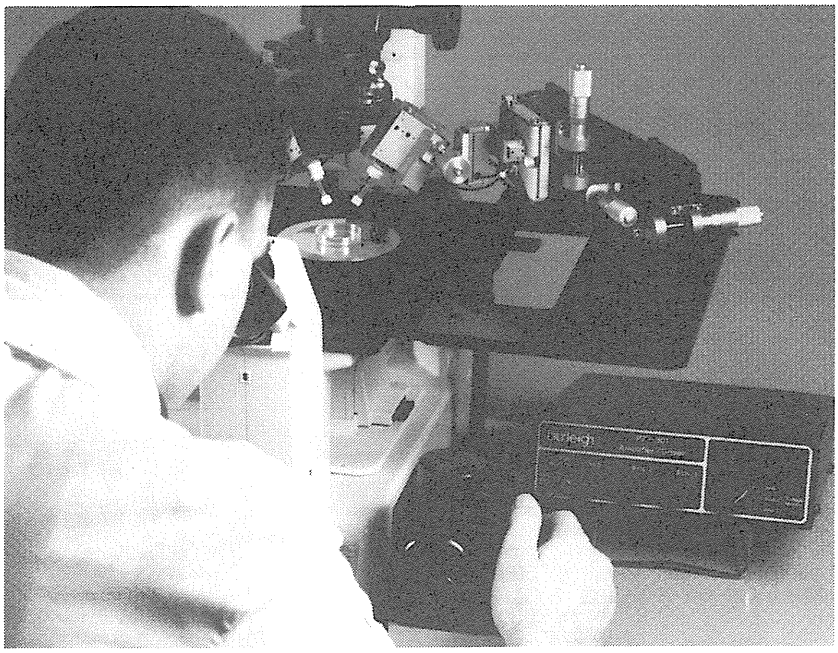
金子章道(幹事)	野村正彦	野崎修一
中島祥夫	佐々木成人	高松　研
青木　藩(北海道)	土居勝彦(東北)	工藤典雄(関東)
小野田法彦(中部)	福田　淳(近畿)	片岡喜由(中・四国)
山下　博(九州)		

burleigh

The Power of Precision
in Life Science.

burleigh 社の patch clamp 用 piezoelectric micromanipulator の new version PCS−3000 シリーズは、微動用のストロークが大幅に長くなりました。

PCS−3400 型	X・Y・Z 軸共 300 ミクロン
PCS−3300 型	1 軸＝300 ミクロン、2 軸＝105 ミクロン
PCS−3200 型	X・Y・Z 軸共 105 ミクロン
PCS−3100 型	1 軸のみの組合せ＝105 ミクロン

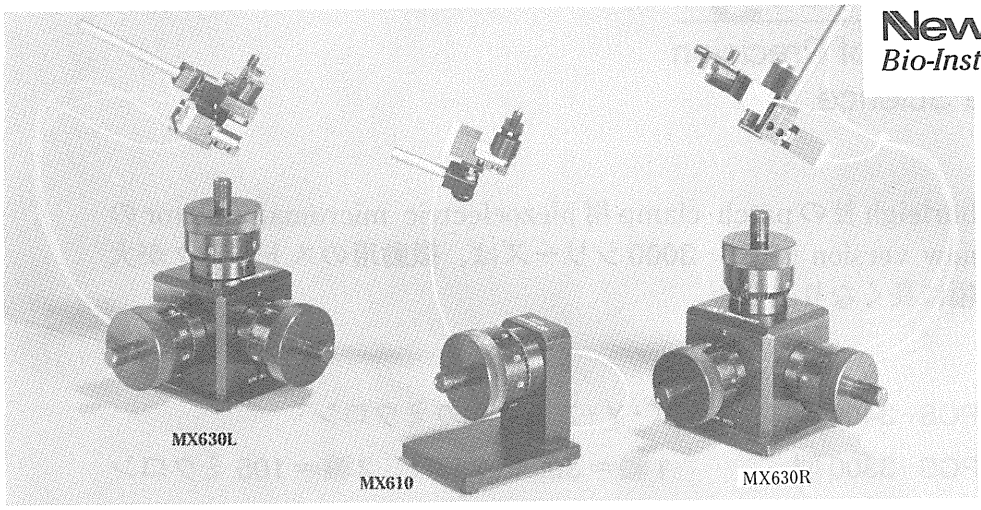


◆詳しい資料をご請求下さい

バーレイ社　日本代理店：
ショーシン EM 株式会社
〒444-02　愛知県岡崎市赤渋町蔵西 1 番地 14
Tel.0564-54-1231　Fax.0564-54-3207

水圧式マイクロマニピュレータ

Newport®
Bio-Instruments



- コンパクトで遠隔操作型
- 低ドリフトで驚くべき安定性
- 高い分解能
- スムーズで応答性に優れた駆動
- 顕微鏡や粗動マニピュレータへのセッティングが簡単

ニューポート社の高性能、低ドリフト型MX-610及びMX-630シリーズの水圧式マイクロマニピュレータは、他社で見られる多くの技術的な問題点を解消しました。手動調節による駆動は円滑で応答性に優れ、Intracellularやパッチクランプの長時間記録をはじめ、マイクロインジェクションや超精密細胞刺入に理想的なマニピュレータです。同社独自の設計により定温下でのドリフトを1μm/時以下に抑え、精密なポジショニングが十分な駆動距離から得られます。水圧式のメリットは、油圧システムに比べ熱膨張率が2～3倍低い水の特性を利用したものです。

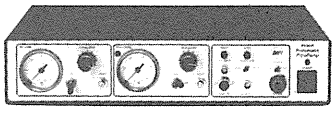
信頼と実績のヴァリエーション。直販システムで一層お求めやすくなりました。

WPI製品ダイレクト販売のお知らせ!

円高差益還元
大巾プライスダウン

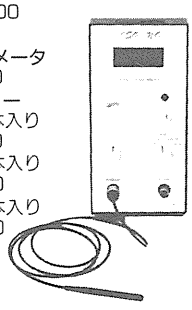
弊社は米国WPI社の日本総代理店として、長年研究者の皆様にひとかたならぬご愛顧を頂いてまいりました。このたび、今春のWPI日本支社開設に伴い同社との協力・連携のもと、ユーザの皆様にダイレクト販売を実施させていただきます。中間マージンカット・円高差益還元により、従来定価を大幅に下回る特別ご奉仕価格は、必ずや皆様にご満足頂けることと存じます。(直販価格はWPI英文カタログに記載)

何卒この機会に、ぜひ弊社のダイレクト販売システムをご活用下さいますようご案内申し上げます。詳細は弊社WPIダイレクト販売課までお気軽にお問合わせ下さい。

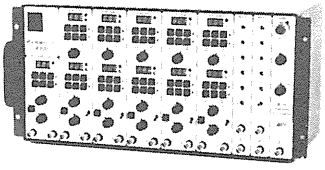


- 気圧式ピコポンプ
  (マイクロインジェクション用)
  PV-800/820 ¥279,000
  PV-830 ¥370,000

- DAM-80 差動型前置増幅器
  ヘッドフローブ付き
  ¥277,200



- ISO-NO NOメータ
  ¥699,000
- ガラスキャピラリー
  IB100F-4 500本入り
  ¥8,000
  IB120F-4 350本入り
  ¥8,000
  IB150F-4 225本入り
  ¥9,000



- A-300 マルチチャンネル刺激装置
  ¥699,000
- 電極ホルダー ¥6,400～
- バッチ用電極ホルダー ¥17,000
- 電極ペレット ¥2,000～
- マイクロフィル ¥7,000～

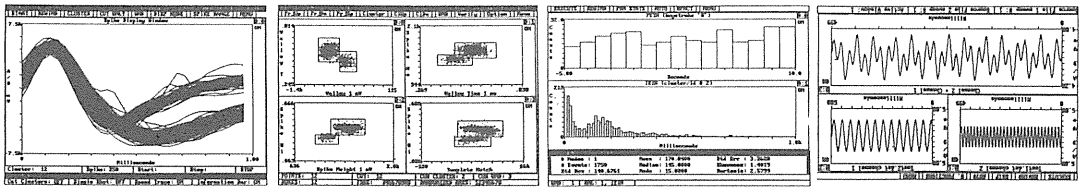
注：価格は税別の納入価格です。送料は別途申し受けます。

BAC バイオリサーチセンター株式会社 WPIダイレクト販売課
本社 名古屋市東区東桜2-10-21 (錦見ビル2F) ☎052(932)6421 FAX052(932)6755
東京 東京都千代田区岩本町2-10-1(オカジマビル) ☎03(3861)7021 FAX03(3861)7022

アナログ信号リアルタイム解析システム　　BrainWave社製

WorkBench & Discovery

ワークベンチ&ディスカバリーシステムは、ＥＥＧ、ＥＣＧ、ＥＭＧ等のアナログ信号、ユニット信号を取り込み、リアルタイムで多種多様な解析が可能な優れたシステムです。豊富なコマンドファンクションを持ち、マウス操作で画面表示、データ記録、演算・解析処理、ユニット分離、印刷等が簡単に自動化できます。



- **ユニット分離**　1つのユニットより12項目もの値を抽出し、最大12のグループに区別します。
- **ヒストグラム**　PETH、IEIH、XCRR、Rate Meter、JPST、Replay、Periodic PETH。
- **波形演算処理**　アベレージング、スムージング、FFT、微積分、刺激誘発反応、可変面積、他多数。
- **波形数値抽出**　Peak to Peak、dv/dtをはじめ、70種類にも及ぶデータ抽出が可能です。
- **ディスプレイ**　オシロスコープ、ヒストグラム、XYプロット、デジタル表示、他多数。

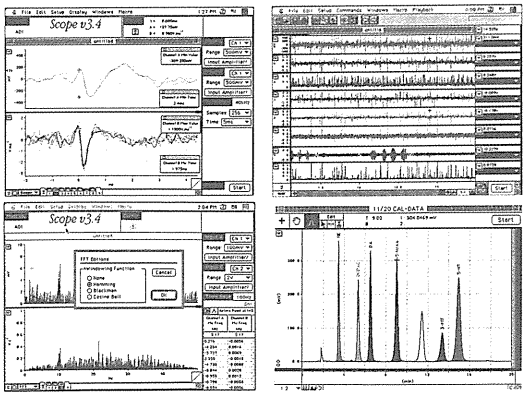
動　作　環　境	IBM PC-ATまたは100%互換機（486DX-33MHz推奨）	
最大サンプリングレート	150KHz（1chに限定）	標準装備
	500KHz（1chに限定）	オプション
最大同時入力チャンネル数	16ch（A/Dボード1 枚使用時）	標準装備
	32ch（A/Dボード2 枚使用時）	オプション

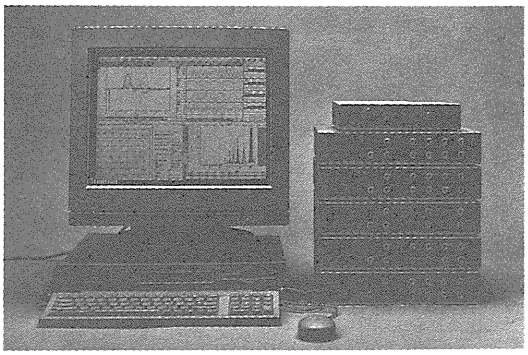
Macintosh専用データ収録・解析プロセッサー

MacLab /4s/8s/16s /2e/4e/8e

高速サンプリング/Sシリーズ新登場 //

最大100KHz(100,000サンプル/秒)でサンプリングが可能！
マックラブ専用アンプを使って、心電、呼吸、脳波等の生体現象の測定記録として、マッキントッシュをポリグラフとして利用できます。





Sシリーズは10KHz-8cH、20KHz-4cH、40KHz-2cHの
連続サンプリングが可能です。
Chartエクステンションにより将来性を含めて大きく機能向上！！！
Chartエクステーションはアドインモジュールで各種専用解析用を開発予定

演算

- 微分、積分…平均、加算平均
- 波形間のSubtract等、四則演算
- 最大、最小(振幅、スロープ、タイム)
- ピークホールド、カウント
- スティムレーダ、シグナルジュネレータ
- レートメータ、ペリオドメータ
- FFT(Real, dB, ハミング処理他)、整流
- スムージング、オートベースライン
- リアルタイムX-Yプロット
- 単位変換、キャリブレーション、演算表示
- タイムベース外部機器コントロール
- ベースライントラッキング

記録

- ハードディスクレコーディング
- オンメモリーレコーディング
- 圧縮記録で長時間記録が可能です（EEGで1MBあたり約2時間 100Hz 1CH）
- SCSI接続により1台のコンピュータで複数台数同時記録が可能（例32cH等）
- ClassicIIからPowerBook、PowerMacまで接続可能

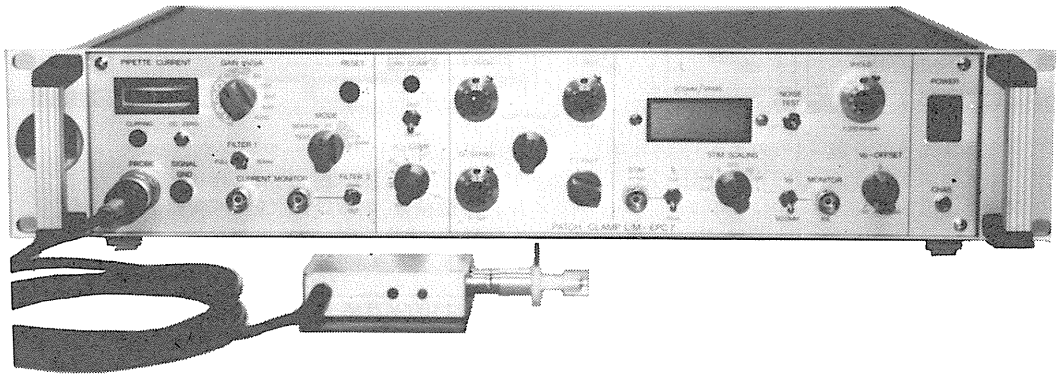
日本総代理店　BRC

バイオリサーチセンター株式会社
本社　名古屋市東区東桜2-10-21（錦見ビル２Ｆ）☎052(932)6421　FAX052(932)6755
東京　東京都千代田区岩本町2-10-1(オカジマビル）☎03(3861)7021　FAX03(3861)7022

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

SEM
ショーシンEM株式会社
〒444-02 愛知県岡崎市赤渋町蔵西1番地14ショーシンビル
TEL(0564)54-1231㈹ FAX(0564)54-3207

東日本地区発売元

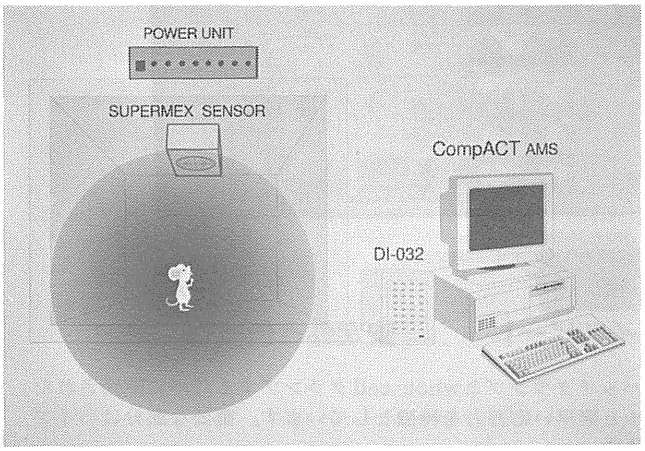
Physio-Tech
株式会社フィジオテック
〒101 東京都千代田区内神田2丁目6番11号 若松ビル2F
TEL(03)3258-1641㈹

ローコスト・マルチチャンネル型
自発運動量測定システム

SUPERMEX®

スーパーメックス

PAT. P



- 小動物（マウス、ラット、マーモセット等）から大動物（イヌ、サル、ブタ）まで自発運動量を測定することが出来ます。
- お手持ちの飼育ケージ、ラック用ケージ、代謝ケージ等を使用することができます。
- マイクロダイアリシスやテレメータ測定等との並行測定を行なうこともできます。
- 感度調整等の煩わしい操作は不要です。
- 従来の自発運動量測定装置に比べ少ない予算で多チャンネルのシステム構成が可能です。
  （価格例：4chシステム ¥1,500,000
  8chシステム ¥2,100,000）
- 標準付属品のインターフェースで32ch、オプションで最大80chまでのデータを集録し、付属の運動量解析プログラムCompACT AMS及び周期計算プログラム（オプション）にてデータの集録、解析を行なうことができます。
- 測定場所から離れた所でデータ集録を行なうことも可能です。
- 増設は簡単にでき、費用も安価です。
- 自発運動量に飲水量を加えた測定システムも用意されております。

★特許出願済みにつき類似品には充分ご注意下さい。

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4-2-1 大辻ビル
TEL 03(3241)2444　FAX 03(3241)2940
大阪営業所：〒532 大阪市淀川区木川東4-5-3長谷興産新大阪ビル
TEL 06 (302)1277　FAX 06 (302)5026

ドラックデリバリーのパイオニア米国アルザ社の

浸透圧ポンプシリーズ alzet®

実験動物の体内に埋め込み 持続的に薬液をデリバリーできます。

モデル	1003D	1007D	2001D	2001	2002	2004	2ML1	2ML2	2ML4
流量(μℓ/hr at 37℃)	1	0.5	8	1	0.5	0.25	10	5	2.5
使用期間(日)	3	7	1	7	14	28	7	14	28
リザーバー容量(μℓ)	100		200				2000		
総容積(mℓ)	0.5		1				6.5		

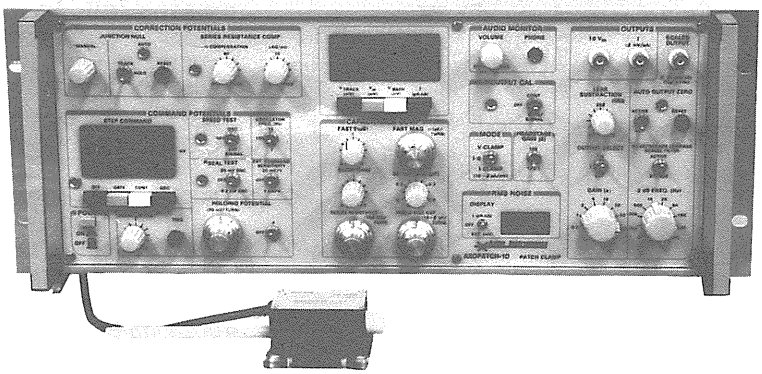
ご質問、資料請求は、下記までご連絡下さい。

Muromachi

日本総代理店 室町機械株式会社

本　　社：〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル ☎03(3241)2444
大阪営業所：〒532 大阪市淀川区木川東4-5-3長谷興産新大阪ビル ☎06 (302) 1277

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。極めて低いノズル・レベルと素早い応答力を特徴としています。重要な部分はハイブリッド化により完全シールドされています。

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

CV4 ヘッドステージは下記の 3 種類があります。

AXOPATCH-1Dの特徴

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

AXOPATCH-1Dのヘッドステージ

CV4 1/100　whole-cellクランプ（20 nAまで）と single-channel 電流を記録するためのものです。50ＧΩと500ＭΩ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。50ＧΩと50ＭΩ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50ＧΩと50ＭΩ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 名古屋市東区葵一丁目25番1号
TEL(052)937－7060(代)　FAX(052)937－5423
TLX 444－3603 WDMEC J
東京支社/〒157 東京都世田谷区粕谷三丁目32番16号
製造営業部　アビタシオン千歳烏山102号
TEL(03)5384－6387　FAX(03)5384－6487

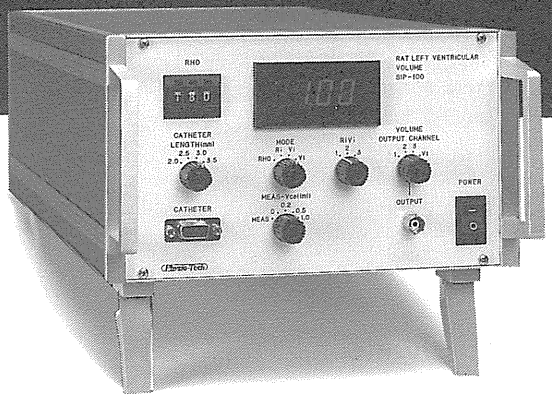
東日本地区発売元

Physio-Tech
株式会社 フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田２丁目６番11号
若松ビル２Ｆ
TEL(03)3258-1641(代)

小動物(ラット)の心室容積を リアルタイムで 連続計測

新開発



●写真は、ラット用コンダクタンスカテーテル

小動物(ラット)心室容積測定装置
SIP-100

《参考文献》

Ito H. et al. Left ventricular volumetric conductance catheter for rats. Am. J.Physiol. 270:H1509-H1514, 1996

東日本地区

(Physio-Tech) (株)フィジオテック

〒101 東京都千代田区内神田2-6-11(若松ビル2F)
TEL 03-3258-1641 FAX 03-3258-1657

西日本地区

SIM (有)エス・アイ・メディコテック

〒582 大阪府柏原市法善寺2-15-19(大発ロイヤルハイム506号)
TEL/FAX 0729-72-2250

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:0～20MΩ)
- 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。

ACT ME LAB. 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

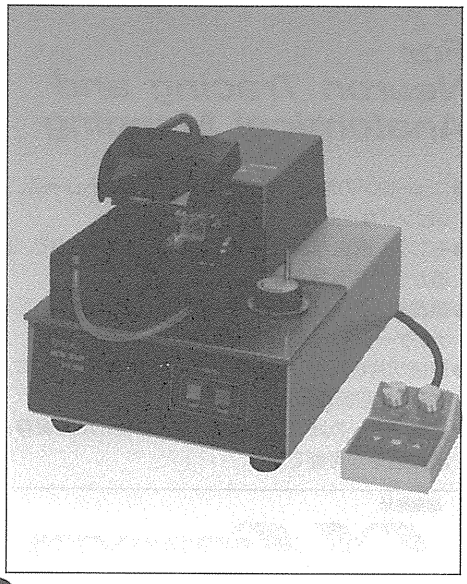
お求めやすい価格で新登場！

新製品

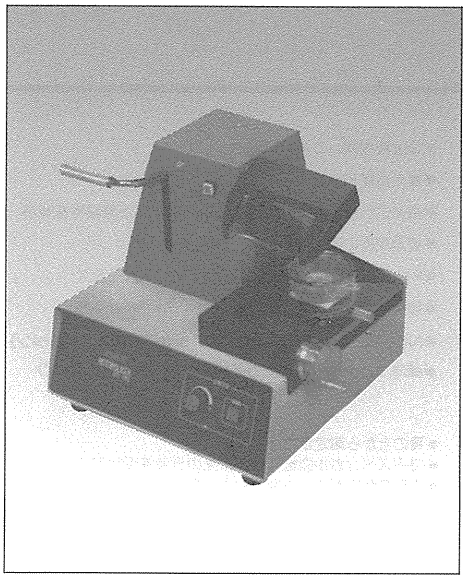
新鮮脳切片作製のための

D.S.K マイクロスライサー®

DTK-1500型・セパレートタイプ



- 新鮮脳の切断面のダメージが、著しく少なくなりました。
- 横振（FREQUENCY）の幅を小さくして、前進スピードを出来るだけおそくする操作を可能にしました。
- セパレート型、コントロール部を独立させる事により生理食塩水、バッファ、水等の浸透を防ぎ、操作性、耐久性がアップしました。
- 刃の作動方式には電磁振動方式を用いず、上下振動のない滑走式（PAT）を採用しています。
- 刃の往複数が自由に変えられるため、柔らかい組織や不均一な組織も切りやすくなりました。



新製品

"生きのいい"脳薄切標本作製装置

D.S.K ロータースライサー®

DTY-7700型・手動式

- 脳組織など、素早く取り出した生きた軟かい生体組織の薄切標本（70ミクロン以上）が容易に得られます。
- 組織の送り幅（薄切の厚さ）、刃の回転速度をセット。
  あとは組織をカンテン台に固定して、手動でレバーを操作し回転刃を下降すればOK。
- 組織の固定も簡単で熟練を要しません。
- 液中で薄切するので、標本が空気中にさらされる時間も短縮され"生きのいい"切片が順序よく回収できます。
- 特製試料トレイ（多孔質セラミックス製バブラー付 PAT.P ）を標準装備。

★詳しい資料・文献・デモンストレーションは下記までご請求ください。

D.S.K 堂阪イーエム㈱

本社・工場/〒601-11 京都市左京区静市市原町1032の3 TEL(075)741-3069 FAX(075)741-3026

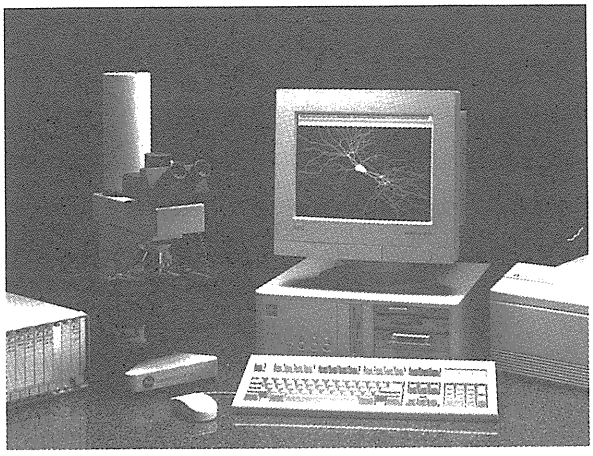
米国マイクロ・ブライト・フィールド社製

ニューロン顕微自動解析システム

MBF-1型

MicroBrightField, Inc.

For Neuron Tracing and Anatomical Mapping



- ニューロンの自動計測、その分枝構造のトレース、マッピングなどができます。
- モニター画面が顕微鏡視野内に表示されるので、迅速かつ正確な操作が可能です。
- 顕微鏡ステージのリモート制御で、組織全体に互るナビゲーションが可能です。
- 連続切片の解析画像を3次元的に再構築し、アニメーション回転表示ができます。
- 各種フォーマットによる画像データファイルの保存と読み込みが可能です。

総発売元

NEUROSCIENCE, INC.

株式会社 ニューロサイエンス

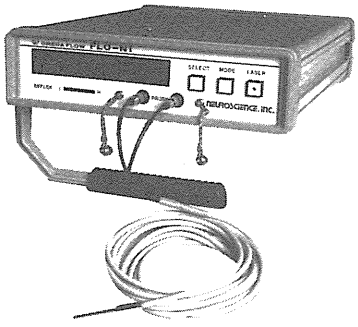
本　社■〒110 東京都台東区台東3－15－1 平和生命ビル
TEL.(03)5688-1061　FAX.(03)5688-1065
大阪支店■〒532 大阪市淀川区西中島6－1－19
TEL.(06) 307-7727　FAX.(06) 307-7727
福岡支店■〒812 福岡市博多区博多駅南4－3－9 アバンダント86
TEL.(092)414-0251　FAX.(092)414-0125

OMEGA FLOW

非接触型レーザー血流計

FLO-N1

組織血流量が測定部位に
触れることなく測定できます。



承認番号：07B第0805号

接触型FLO-01も用意しています。

【特徴】

★非接触	●3cm程度離して測定可能
★広範囲	●最大直径15mm程度円内のサンプルボリューム
★再現性	●接触の影響が無く、広範囲に平均化された再現性を実現
★アーチファクト軽減回路	●被測定部の微妙な動きによる影響を軽減
★豊富な出力	●FLOW, MASS, VELOCITY, REFLEX
★接触用	●接触用プローブも接続可能
★コンピュータ	●NEC製98NOTE又はディスクトップに接続(オプション)
★使い易さ	●標準プローブが小型、ガイド光付き、専用固定器有り

【用途】

★脳	●骨の上から測定ができます。 ●ローズベンガル血栓作成時に光の干渉を受けずに測定できます。 ●深部の特定部位に小型センサーを埋め込んで、無麻酔下で測定が可能です。(接触型)
★神経、脊髄	●接触すること自体問題が有る部位でも簡単に測定できます。
★目(兎、ラット)	●眼球の外から網膜の血流測定が可能です。
★皮膚	●軟膏を塗る、薬液をたらす等の今まで困難であった処置ができます。 ●経日的変化の測定も可能です。
★消化器系臓器	●粘膜に触ること無く測定ができます。 ●水面の上からでも測定が可能です。
★口腔内	●圧迫の影響無く測定ができます。
★その他	●筋肉、内耳、鼻腔内、骨(骨髄)等の測定が可能です。

製造元

オメガウェーブ

総発売元

NEUROSCIENCE, INC.

株式会社 ニューロサイエンス

本　社■〒110 東京都台東区台東3－15－1 平和生命ビル
TEL.(03)5688-1061　FAX.(03)5688-1065
大阪支店■〒532 大阪市淀川区西中島6－1－19
TEL.(06) 307-7727　FAX.(06) 307-7727
福岡支店■〒812 福岡市博多区博多駅南4－3－9 アバンダント86
TEL.(092)414-0251　FAX.(092)414-0125

メラトニン 測定 キット

（研究用試薬）

メラトニンは松果体から分泌されるホルモンで、生体リズムの調節において重要な役割を担っていると考えられています。
ブルマンラボラトリーズ（スイス）のメラトニン測定キットは、血清中、血漿中、唾液中などのメラトニンを高感度にて測定するキットです。

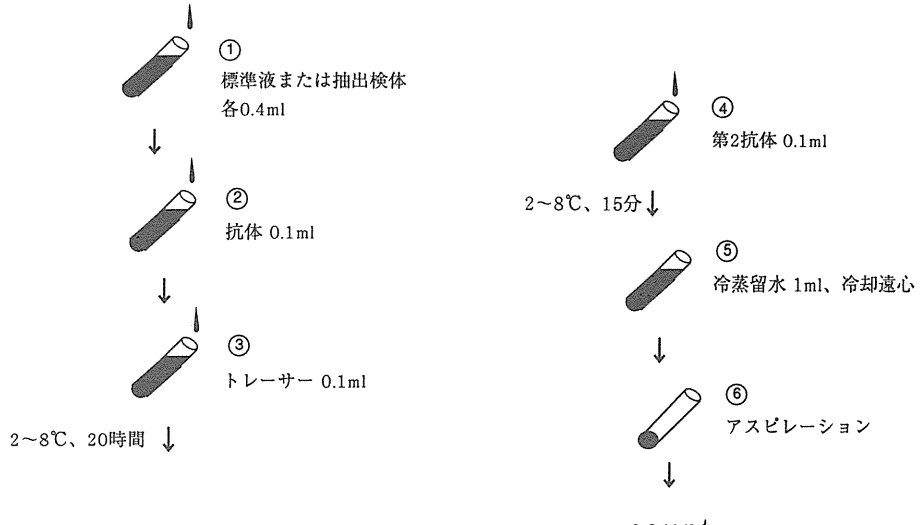
～メラトニン　製品リスト～

RK-MEL　：メラトニン RIA キット (100テスト)
RK-MEL2　：メラトニン RIA キット (200テスト)
EK-MEL　：メラトニン EIA キット (96 テスト)
EK-MEL2　：メラトニン EIA キット (192 テスト)
RK-DSM　：唾液測定用メラトニン RIA キット (100 テスト)
RK-DSM2　：唾液測定用メラトニン RIA キット (200 テスト)

B-MEC　：検体抽出用カラム (10本)
B-SCD　：唾液コレクションチューブ (50本)

これらの製品は全て研究用試薬ですので、臨床診断に用いることは一切できません。

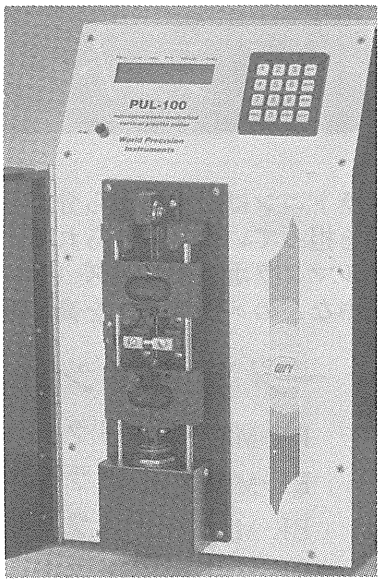
～RIA kitの操作手順概略～



測定範囲：0 pg/ml～50 pg/ml
感　　度：0.3 pg/ml（1.3 pmol/l）

製造元　BÜHLMANN LABORATORIES AG（スイス）
発売元　セティ カンパニー リミテッド
〒107 東京都港区南青山2-2-8 DFビル　電話. 03-3403-0333　ファックス. 03-3404-4472
0796

マイクロピペットプラー
PUL-100



- 縦二方向に引きますので、両ピペットが使えます。
- 数段階にて引くことができます。
- 10種類のプログラムを記憶させられます。
- 電源 100V AC 50/60Hz
  ¥859,000(定価)

ボロシリケイト キャピラリー グラス

	長さ	本入り	外/内径(mm)	型番	価格
Single Capillary	4 in.	500	1.0/0.58	1B100F-4*	¥8,000
Single Capillary	4 in.	500	1.0/0.58	1B100-4	¥6,400
Single Capillary	4 in.	350	1.2/0.68	1B120F-4*	¥8,000
Single Capillary	4 in.	350	1.2/0.68	1B120-4	¥6,400
Single Capillary	4 in.	225	1.5/0.84	1B150F-4*	¥8,800
Single Capillary	4 in.	225	1.5/0.84	1B150-4	¥8,000
Single Capillary	4 in,	125	2.0/1.12	1B200F-4*	¥8,000
Thin-Wall	4 in.	500	1.0/0.75	TW100F-4*	¥8,600
Thin-Wall	4 in.	500	1.0/0.75	TW100-4	¥8,000
Thin-Wall	4 in.	350	1.2/0.90	TW120F-4*	¥8,600
Thin-Wall	4 in.	350	1.2/0.90	TW120-4	¥8,000
Thin-Wall	4 in.	225	1.5/1.12	TW150F-4*	¥8,600
Thin-Wall	4 in.	225	1.5/1.12	TW150-4	¥8,000

＊F-はフィラメント入り

お問い合わせ・カタログのご請求は下記までご連絡下さい。

ワールド プレシジョン インスツルメンツ
〒153 東京都目黒区中目黒1-4-2,702 電話：03-3760-5050 Fax：03-3760-5055

ThermoPlate
サーモプレートMATSシリーズ

TOKAI HIT

顕微鏡観察における温度管理が、適正かつ簡便に行なえます。

コンパクトでスリムな透明発熱プレート専用のコントローラーと、各種顕微鏡にフィットした透明発熱プレートを先生方からのご要望に合わせて、システムとして開発致しました。

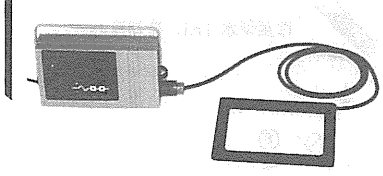
(顕微授精(ICSI)・卵子の補集・精子の活力度検査・組織や細胞など生体試料の観察時における検体の温度管理を、かつてない高品質と使い易さにてお届け致します。)

顕微鏡ステージ自動温度制御システム PAT.P

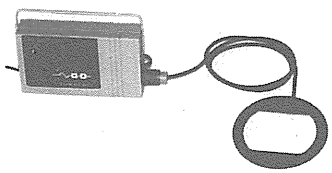
加温タイプ

硬質ガラスを特殊加工した透明発熱プレートにより、検体を適正温度に管理できます。

Sタイプ ◆スタンダード(MATS-55SFT)



Rタイプ ◆スタンダード(MATS-55RT)

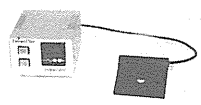


※上記スタンダードタイプに加え、ハイグレードタイプ、ノイズレスタイプ、実体顕微鏡タイプ、薄型タイプ(ホフマン対応型)、高温タイプ等各種取り揃えておりますので弊社までお問い合わせ下さい。

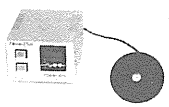
加温・冷却兼用タイプ

電子冷却方式を応用することによりコンパクトで応答性の良い簡易加温冷却システムです。

Sタイプ (MATS-555ST)



Rタイプ (MATS-555RT)



無料借し出しサンプル機をご用意させて頂いております。ご遠慮なくお申し付け下さい。

(株)ニコン製の顕微鏡をお使いの先生方におかれましては(株)ニコンインステックの販売店にても取り扱っておりますのでお問い合わせ下さい。

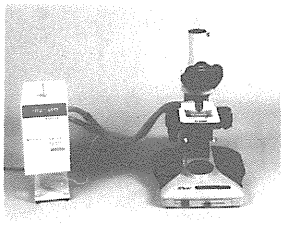
TOKAI HIT
株式会社 東海ヒット
〒418
静岡県富士宮市源道寺町306-1
TEL (0544) 24-6699
FAX (0544) 24-6641

生体細胞や物性の研究に!!

KITAZATO®

新発売 **冷却タイプ** 加温・冷却兼用タイプ

マイクロクール・プレート® PAT.P
〈顕微鏡用透明冷却板〉



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

※加温・冷却兼用タイプもあります。

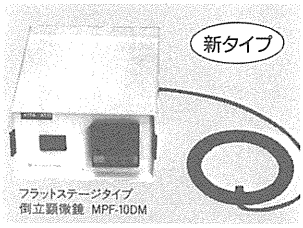
	冷却タイプ		加温・冷却兼用タイプ	
形　式	MC-10F	MC-10R	MD-10F	MD-10R
冷却板形状	平型	丸型	平型	丸型
冷却板厚さ	2㎜（穴開加工可能）			
設定温度範囲	室温より3℃（室温22℃）		3℃−45℃（室温22℃）	
制御温度精度	±0.5℃		±1.0℃	
冷却方式	電子冷却			

※室温から−25℃タイプも特注製作します。

新発売・蛍光／ホフマン対応型

加温タイプ

マイクロウォーム・プレート® PAT.P
〈顕微鏡用透明加温板〉

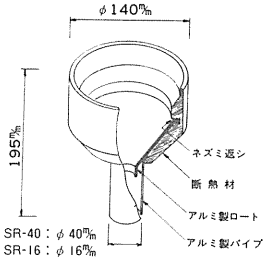


透明なガラス板の面全体が発熱体ですので、むらのない均一な表面温度を保ちます。透明プレート面は、設定した温度に自動制御されますので安定した至適温度で組織や細胞等の生体試料又、精子の活動度や卵子、授精卵等の細胞を直接観察したり、操作のできる画期的な万能型顕微鏡用透明加温板です。

MP-10DM	汎用タイプ
MP-100DM	〃
MP-30DMHシリーズ	高温タイプ
DC-MP10DMシリーズ	精密・ノイズレスタイプ
MPF-10DM	倒立型 丸型・中座セットタイプ
MPW-10DM	マイクロプレートタイプ

新発売 **凍結実験を安全に!**

セーフティー・ロート PAT.P
〈液体窒素用安全ロート〉



SR-40：φ40㎜
SR-16：φ16㎜

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

SR-40：φ40㎜（アルミ製パイプ外径）
SR-16：φ16㎜（　〃　）

お問い合わせ及びご要望は営業部にお願いします。

製造発売元 株式会社 北里サプライ
本社・営業部 静岡県富士宮市三園平1429 〒418
TEL0544(27)6831 FAX0544(27)6060
東京出張所 TEL03(3903)7410

● 蛍光・ホフマン対応型やノイズフリータイプは新カタログをご請求下さい。

エレクトロニクスで病魔に挑戦

NIHON KOHDEN

パッチクランプ／ホールセルクランプの測定に威力を発揮！

細胞膜の研究に

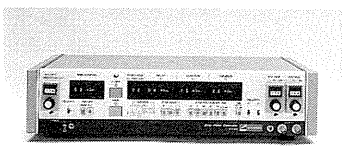
パッチ／ホールセルクランプ用増幅器
CEZ-2400

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

- 同一プローブ内で50GΩ／500MΩの電流検出抵抗が切り換え可能。
- トランジェント補正完了時に、膜容量・シリーズ抵抗が測定可能。
- 4次ベッセルフィルタを内蔵、更にノイズの低減を実現。

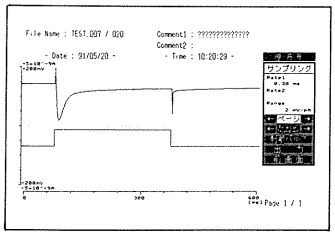
ステップパルスジェネレータ
SET-1201

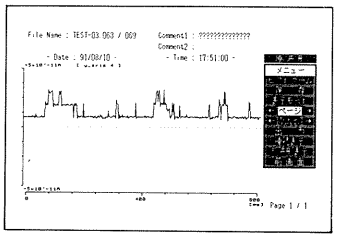
高精度のパルス発生回路と、ステップ電圧発生回路を組み合わせ、パッチ／ホールセルクランプに必要なコマンド信号を高い精度で発生できます。



パッチ／ホールセルクランプ用処理プログラム
QP-120J

パッチクランプ法及びホールセルクランプ法により測定された微小イオン電流のデータを、パーソナルコンピュータ（ＰＣ－98シリーズ）を使用して、保存・解析するためのプログラムです。



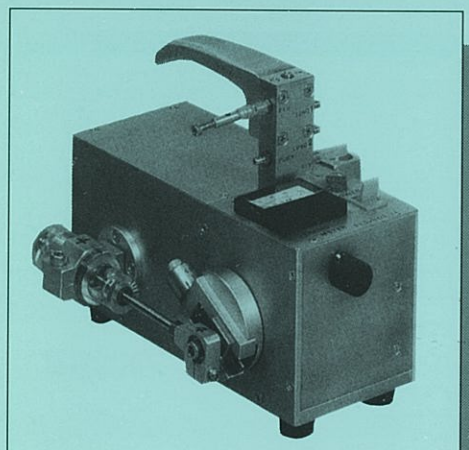


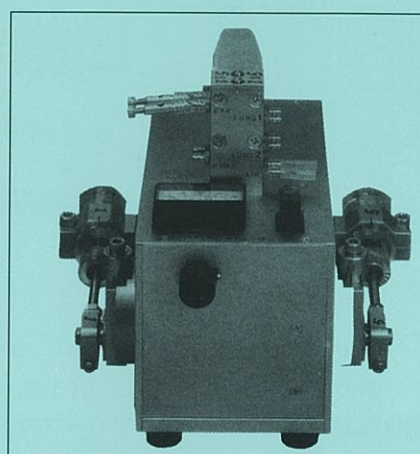
日本光電　〒161 東京都新宿区西落合1-31-4
☎03(5996)8028 宣伝課

カタログをご希望の方は宣伝課宛ご請求下さい。

日本生理誌・第58巻7・8号・平成8年8月1日発行　(毎月1日発行)
〔昭和27年5月6日　第3種郵便物認可〕

KN-55 KN式
小動物人工呼吸器





特　長

- 従来のものより小型でコンパクトに設計された呼吸器です。
- スピードコントロールモーターの採用で呼吸回数は、無段階に連続可変が行なえます。
- タイミング弁の採用で、呼吸気量を正確に設定できます。
- 4種類のシリンダーを交換することにより、呼吸気量を更に精密に設定できます。
  (標準器には希望シリンダー1本付、他はオプション)
- シリンダーが1連式と2連式の2機種があります。

仕　様

シリンダーサイズ	内寸×長さ	容　量
L	φ24×L57mm	約25mℓ用
M	φ20×L57mm	約17mℓ用
S	φ14×L57mm	約 8mℓ用
SS	φ10×L57mm	約 4mℓ用

本体寸法
W95×D215×H120mm

※実用容量はストローク20mmですので異なります。

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　FAX 03(3815)2002
千里技術開発室(千里ライフサイエンスセンタービル11F)
〒565 大阪府豊中市新千里東町1－4－2
電話 06(873)3251　FAX 06(873)2045

編集兼発行人　金子章道　〒113-0033 東京都文京区本郷三丁目三〇番一〇号 布施ビル四階 日本生理学会

印刷者　平田正　〒九九七-〇〇一三 山形県鶴岡市山王町一四-二四 鶴岡印刷株式会社

印刷所

発行所　日本生理学会　〒113-0033 東京都文京区本郷三-三〇-一〇 布施ビル(四階)

電話 (〇三)三八一五-一六一一
FAX (〇三)五六八四-二五三九
振替 〇〇一三〇-八六四三〇九

定価 千円