日本生理誌・第55巻7号・平成5年7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

55巻　7号　1993

第71回日本生理学会大会案内（第2報）

INFORMATION 257

TRENDS 260

RECORDS 262

PROFILE 279

総　説

野村正彦，堀　耕治，田中淳一：IN VIVO MICRODIALYSIS 法による学習行動時の脳内神経伝達物質の定量化…… 281

特別寄稿

田代　裕：京都大学医学部生理学教室における電子顕微鏡の開発史　―笹川久吾・東　昇両先生の貢献―…… 293

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

シングルチャネル・データ
解析用ソフトMAC-TAC、
遂に登場!

ドイツ・ヘカ社／パッチクランプ・システム

EPC-9 Version Macintosh

あの新世代パッチクランプ・システムEPC-9が、新しいパートナー、マックⅡとめぐり逢いました…

◆ドイツが世界に誇る2大オーソリティ、ヘカ社の技術と、マックス＝プランク研究所のオリジナリティ。これらを見事に融合させた数々のパッチクランプ専用デザインで武装しています。

◆アンプ、スティミュレータ、オシロスコープを統合し、マックス＝プランクのノウハウに基づいたソフトウエアと、アップル社のマッキントッシュⅡで駆動します。多彩なユーティリティと使いやすさを高次元で両立させて、すべてのパッチクランパーを強力にサポートします。

※EPC-7でも使えるソフトウエア(Pulse・PulseFit・MAC-TAC)のサンプルをご提供しています.
詳しくは下記へお問合せ下さい

ヘカ社日本総代理店
EPC-9 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-9 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3-10-3
コイイダビル4F
TEL. 03—3258—1641
FAX. 03—3258—1657

第71回日本生理学会大会案内（第２報）

第71回日本生理学会大会を下記の通り開催いたします．多数ご参加下さい．

当番幹事　畠　瀬　　修
細　見　　弘
村　上　哲　英

1．会　期　　平成６年３月24日(木)，25日(金)，26日(土)

2．会　場　　香川県高松市屋島西町1850-1　　四国電力株式会社　総合研修所

3．申し込み締切り期限

参加・発表の申し込み期限は，ともに**平成５年11月６日(土)**(必着)です．

4．大会参加申し込み

1）参加申し込みの書類として，参加申込書(郵便振替用紙裏面)(Ａ―１)，参加申込者名簿(Ａ―２)，受取通知書(Ａ―３)，および予稿集郵送用ラベル(Ａ―４)が本号に綴じ込まれています．必要事項を記入の上，研究室単位ごとに取りまとめて手続きをして下さい．

2）会員は参加費8,000円（新しく入会される方は日本生理学会年会費7,000円と合わせて15,000円，外国人などの非会員の場合は臨時会費3,500円と合わせて11,500円)を参加申込書(Ａ―１)に記入の上，送金して下さい．

5．写真申し込み

1）記念写真代は，1,000円です．参加申込書(Ａ―１)に記入の上，送金して下さい．

2）綴じ込みの大会参加申込者名簿(Ａ―２)，記念写真郵送ラベル(Ａ―５)にも必要事項を記入して後述の書類(Ｂ)とともに郵送して下さい．

6．クルージングの申込について

早春の瀬戸大橋を望むクルージングを３月24日(木)午後５時より行います．会場より桟橋までバスでお送りします．船内では弁当とビール等を用意しております．会費は3,000円で先着500名までといたします（会費には弁当飲物を含んでおります)．学会参加申込時に予約を受け付けます．同伴の方も受け付けますので奮ってご参加下さい．

7．発表形式

以前のご案内ではポスター発表を行うとお知らせいたしましたが，**ポスター発表は取り止めにし，ショートコミュニケーションに変更させて**いただきます．

1）発表は口頭のみとし，次の２種類の形式で行います．

一般口演：従来と同様に15分（口演10分，討論５分）

ショートコミュニケーション：７分（口演５分，討論２分）

時間の関係上，一般口演の演題数には限りがあります．発表形式について教室内での希望順位を発表申込書類の該当欄に記載してください．希望順位に従って，大会本部にて振り分けさせていただきます．

2) **口頭発表にはスライドを一切使用致しませんのでご注意下さい．** スライドにかわり，テレビカメラシステムを使用致します．通常のスライド原稿作成の要領で，A4用紙またはB5用紙に，図または文章をお書きになり，その原稿を御持参下さい．発表制限時間内で終了していただければ，原稿の枚数制限はございません．各原稿を発表台の上に置けば，これを頭上のカメラが撮影し，その画像を正面のスクリーンに映し出し，これを参加者全員で供覧出来るシステムとなっております．このシステムの使用にあたりましてはアシスタントがお手伝い致します．くりかえし申し上げますが，**スライドを御持参なされても使用できませんのでご注意下さい．**

3) ポスター発表及びビデオ発表は行いません．

8. 発表申し込み

1) 研究室あたりの演題数は無制限としますが，演者になれるのは1人一題に限ります．

2) 演者および連名発表者は日本生理学会会員であることが規定になっています．未入会で平成6年度より新しく入会される方は，本号に綴じ込まれている日本生理学会入会申込書，大会参加申込者名簿(A—2)に必要事項を記入の上，大会参加申込書(A—1)で年会費7,000円とともに大会事務局(香川医科大学生理学講座)へお送り下さい．大会事務局が日本生理学会事務局へ入会手続きをとります．

3) 非会員(外国人および外国在留邦人を含む)の方でも，臨時会費を納入すれば正会員と連名で演者あるいは連名発表者になれます．非会員で大会に参加(出席)されなくても，連名発表者になる方は，発表申し込み時に，日本生理学会臨時会費3,500円の納入が必要です．大会事務局(香川医科大学生理学講座)へ送金して下さい．日本生理学会事務局へ登録手続きをとります．

4) 綴じ込みの予稿集抄録用紙(B—1)，索引用カード(B—2)，および連絡書(B—3)に，別掲の「発表申込書類の記入要領」を参照して必要事項を記入し，予稿集抄録用紙(B—1)，索引用カード(B—2)の鮮明なコピー4部とともに大会事務局（香川医科大学生理学講座）宛，郵送して下さい．

9. 発表抄録について

抄録は，Jpn. J. Physiol. に英文で掲載します．英文抄録は編集委員会で校閲訂正した後，一旦演者に返却し，清打ちをしていただきますので，次の要領に従って発表当日，それぞれの会場の受付係に提出して下さい．

1) 本号綴じ込みの英文校閲用抄録原稿用紙(C—1)に，用紙裏面の記載例に従って，タイプもしくはワープロ打ちして下さい．

2) 校閲済原稿返信用封筒（C—2，長形3号の封筒を各自でご用意下さい）の表に住所・氏名を書き，62円切手を貼付して下さい．また封筒の左下に分類番号（発表申込

書の記入要領，1.—3）を参照）と演題番号（連絡書(B—3)を参照）を明記して下さい．

3）英文抄録掲載料を一演題につき1,500円いただきます．参加費用と一緒に振替でご送金ください．

(注) 抄録号の編集にあたる日本生理誌および Jpn. J. Physiol. 編集委員会では次のことを要望しています．

① 英文抄録はオリジナルな内容のものであること．

② 抄録提出者は，その内容について研究責任者からチェックを受けること．

10. ＪＪＰ編集委員会からのお願い

第70回大会(山梨)におきましては，ＪＪＰ用英文抄録の英文校閲を各自の責任においてお願いいたしました．ところが，ＪＪＰ編集委員会を中心に抄録を査読させていただきましたところ，約1/3の抄録に不備を認め，それぞれ著者に修正をお願いすることになってしまいました．ＪＪＰ編集委員会といたしましては，ＪＪＰの質を落とさないためにも英文校閲が必要であること，また，編集委員だけでは英語に自信がもてないことなどから英語を母国語とする生理学研究者に査読を依頼するのが適切であろうとの結論に達しました．

従って，残念ながら第69回大会以前の方法に戻って英文抄録号を編集いたしたいと存じます．なにとぞこのような事情をご理解の上，上記の通り手続きをしていただきますようお願いいたします．

11. 宿泊，交通について

ＪＴＢ高松支店及びコトデントラベルセンターに斡旋を委託しましたので，別掲の旅行案内によって申し込んで下さい．

12. グループディナーについて

もうすでに幾つかのグループよりご連絡がありましたが，より正確を期するために文書（郵便もしくはＦＡＸ）にて事務局へ代表連絡者名，連絡先，希望日時，参加予定者数，会費，必要とする器材（スライド，OHP等）などを9月末日まで大会事務局にご連絡ください．

13. シンポジウムについて

第1報でシンポジウムを公募いたしましたところ，多数の応募をいただきました．現在，事務局で慎重に審議し，オーガナイザーの先生方に交渉させていただいております．採択結果につきましては本誌において後日発表させていただきます．

綴込書類の提出期限，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	A—1	参加申込書(郵便振替用紙) (英文掲載料振込にもお使い下さい)	平成5年11月6日 (必着)	振込
	A—2	参加申込者名簿	平成5年11月6日 (必着)	郵送
	A—3	受取通知書		
	A—4	予稿集郵送用ラベル		
記念写真申し込み	A—5	記念写真郵送用ラベル		
B．発表申し込み	B—1	予稿集抄録用紙 (およびコピー4部)	平成5年11月6日 (必着)	郵送
	B—2	索引用カード (およびコピー4部)		
	B—3	連絡書		
C．発表当日提出書類	C—1	英文校閲用抄録原稿用紙 (およびコピー2部)	発表当日	受付へ
	C—2	校閲済原稿返信用封筒 (演者で用意して下さい 詳細はC—1脚注参照)		

A—2～5，およびBは一括して郵送して下さい．

郵送の宛先

〒761-07　香川県木田郡三木町池戸1750—1
香川医科大学生理学講座内
第71回日本生理学会大会事務局

TEL　0878-98-5111(内線2422)
FAX　0878-98-7107

発表申込書類の記入要領

発表申込書として，**予稿集抄録用紙（B—1），索引用カード（B—2），**および**連絡書（B—3）**が綴じ込まれています．

1．予稿集抄録用紙（B—1）

1）発表題名・発表者所属・氏名（非会員で臨時会費納入の方は名前の右肩に※印をつけて下さい）および発表内容の要約を，予稿集抄録用紙（B—1）に5号活字和文タイプまたはワープロ（24×24ドットマトリックス以上）を用い，枠からはみ出さないように清打（カーボンリボン打抜き）して下さい．手書きは受けつけません．5号活字はこの大きさです．

2）題名欄は，左端からタイプして下さい．**演者氏名には，必ずアンダーライン**を引いて下さい．氏名欄の下の一行は所属，氏名等を書ききれない場合にご利用下さい．

本文は打出しを1字あけて下さい．

3）日生誌分類とJJP分類は統一されています．〔表1〕に示した項目から第1および第2希望を選び，該当する番号を記入して下さい．

〔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・レセプター）
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・歴史等)

(　)：和文による略記表示

4) 教室内での希望順位を該当欄に記入して下さい．順位を参考にして一般口演とショートコミュニケーションに事務局で振り分けをします（順位の若い方から一般口演に割り振っていきます)．

5) 動物実験を行った場合は，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」(日生誌 53(1)，1991) に沿って行ったことの確認が必要です．B—1の所定の欄に**演者の署名**をして下さい．

2. 索引用カード(B—2)

演者ならびに連名発表者全員の氏名にふりがなをつけ記入して下さい．

3. 連絡書(B—3)

演題名，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，演題番号，分類番号，発表形式，発表日，会場および時刻をお知らせします．

4. B—1，B—2の鮮明なコピー4部も同時に郵送して下さい．

（A—2）

大会参加申込者名簿（※の所を記入して下さい）

研究機関※　　教室名部門名※

〒　—　電話（　）—　内線

住所※

連絡代表者※

名簿※（下記の注に従って記入して下さい）

①氏名	②大会参加者	非会員 ③臨時費	非会員 ④生理学会入会	⑤演者	⑥写真	⑦クルージング	①氏名	②大会参加者	非会員 ③臨時費	非会員 ④生理学会入会	⑤演者	⑥写真	⑦クルージング

※⑧合計人数	人	A 人	B 人	C 人	D（小計） 人	E 人	F 人	G 人

〔注〕① **氏名欄には，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全て記入して下さい．**

② 大会に参加（出席）する人は○印を記入して下さい．
参加費 8,000円を納入して下さい．

③ 非会員で臨時会費納入の方は○印を記入して下さい．大会に参加（出席）する人は臨時会費 3,500円 の他に大会参加費 8,000円を納入して下さい．

④ 非会員で生理学会入会希望の方は○印を記入して下さい．大会に参加する人は生理学会新入会員年会費 7,000円の他に大会参加費 8,000円を納入して下さい．別綴の日本生理学会入会申込用紙に記入し同封でお送り下さい．入会手続きを致します．

⑤ 演者の方は○印を記入して下さい．演者おひとりにつき英文抄録掲載料 1,500 円 を納入して下さい．

⑥ 記念写真を希望する方は○印を記入し，写真用ラベル（A—5）を同封でお送り下さい．

⑦ クルージングを希望する方は○印を記入し，予約金として 1 人につき 3,000 円 を納入して下さい．

⑧ 合計人数欄のAは研究室単位に送る大会予稿集の部数，Eは研究室単位の演題数，Fは写真枚数，Gはクルージング参加者数となります．A～Gに記載した人数が書類A—1，A—3～5，及びB—1～3，C—1～2，日本生理学会入会申込書等に記載されたもの，あるいはそれらの必要枚数と一致しているかどうかチェックして下さい．

き り と り 線

(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
臨時会費	3,500円×	B	人＝	円
生理学会新入会員年会費	7,000円×	C	人＝	円
JJP英文抄録掲載料	1,500円×	E	人＝	円
記念写真代	1,000円×	F	人＝	円
クルージング	3,000円×	G	人＝	円
合計				円

大会参加申込者名簿（A－2）		枚
日本生理学会入会申込書	C	枚
郵送用ラベル（A－4）		枚
発表申込書等（B1～3）	E	枚
B－1，B－2のコピー4部		枚
記念写真郵送用ラベル（A－5）	F	枚

上記確かに受領しました。

平成5年　月　日

第71回日本生理学会大会事務局
〒761-07 香川県木田郡三木町池戸1750-1
香川医科大学生理学講座
TEL 0878-98-5111(2422)
FAX 0878-98-7107

(裏面に宛名を明記して切手をはって下さい)

(B－3) 連絡書

(※の所を記入して下さい)

※演題名	
※演者名	

お申し込みの上記発表に関し次のように決定しました。

分類番号	演題番号

(英文校閲用抄録原稿用紙C－1には上の番号を記入して下さい)

口頭，ショートコミュニケーション

3月　日　曜日，大会　日目，　会場，時刻　～

第71回日本生理学会大会事務局
〒761-07 香川県木田郡三木町池戸1750-1
香川医科大学生理学講座
TEL 0878-98-5111(2422)
FAX 0878-98-7107

(裏面に宛名を明記して切手をはって下さい)

(A－4) 予稿集郵送用ラベル

郵便番号

住所

氏名

(A－5) 記念写真郵送用ラベル

郵便番号

住所

氏名

きりとり線

郵便はがき

□□□-□□

切手貼付のこと

郵便はがき

□□□-□□

切手貼付のこと

（B—1）予稿集抄録用紙

教室内希望順位	分類番号	
	第1希望	第2希望

題名	
所属	
氏名	
本文	

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」に沿っておこなった.　　(演者自署)

きりとり線

（B—2）索引用カード

ふりがな	
氏名	

ふりがな	
氏名	

きりとり線

ふりがな	
氏名	

ふりがな	
氏名	

きりとり線

ふりがな	
氏名	

ふりがな	
氏名	

き り と り 線

（C－1）

英文校閲用抄録原稿用紙

各演者は訂正された原稿を所定の用紙に清打ちして，指定された日までに，宛名を書いた受領通知ハガキ(切手貼付)を同封して，Jpn. J. Physiol. 編集部（〒113 東京都文京区本郷7-2-2，学会誌刊行センター分室内）宛返送して下さい．

貴方の清打原稿締切日は1994年　　月　　日(必着)です．

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

注意事項

1) 大会当日に，この英文抄録原稿と校閲済み原稿返信用封筒（長形3号：119×235㎜定形）を受付に提出して下さい．封筒には演者の郵便番号・住所・氏名を明記し，切手を貼付し，さらに封筒の左下に分類番号―演題番号（連絡書(B－3)を参照）を朱書きして下さい．
2) 抄録原稿と引き換えに，Jpn. J. Physiol. 掲載用の清打用紙と原稿受領通知ハガキを，お受け取り下さい．**清打ちは10ピッチ，シングルスペースで行って下さい．**また，印刷効果を高めるために，清打ちには，タイプの場合はカーボンリボンを，ワープロの場合はレーザープリンターを使用して下さい．
3) 校閲用原稿は裏面の様式に従って下さい．

Jpn. J. Physiol.

掲載英文抄録原稿(英文校閲用)作成様式

用紙の枠内に10ピッチ，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・住所と本文との間は1行あけて下さい．臨時会費納入者は名前の右肩に※印を付けて下さい．演題番号，分類番号には連絡書(B—3)でお知らせしたものを記入して下さい．

例

THE DIFFERENTIAL REGIONAL DISTRIBUTION OF A- AND B-SUBUNIT OF CALCINEURIN IN RAT BRAIN. HATASE, O., TOKUDA, M., MATSUI, H., ITANO, T. AND WANG, J.H.

Dept. Physiol., The Kagawa Medical School, Kagawa 761-07, Japan

CaM-dependent protein phosphatase, calcineurin(CaN), is classified as a type 2B phosphatase(1). It consists of a catalytic A-subunit (Mr=61,000) which also contains CaM-binding domain, and a regulatory B-

第71回日本生理学会大会
宿泊・交通のご案内

平成６年３月24日㈭～26日㈯３日間，高松市におきまして首記大会が盛大に開催されますことを心よりお祝い申し上げます．

さて，この度，各地よりご参加されます皆様のご便宜をおはかりするため，宿泊・航空等のお世話・斡旋を弊社にご指名いただきましたので，ここにご案内申し上げますと共に多数の皆様方にご来県いただけますよう準備万端整えましてお待ち申し上げております．

ＪＴＢ高松支店
コトデントラベルセンター

1. 宿泊のご案内

高松市内のホテルを，お１人様１泊朝食付き(税・サービス料込)の学会料金にてご用意いたしました，ご利用下さい．

ａ．宿泊期間　平成６年３月23日～３月26日(４日間)

ｂ．宿泊ホテル名・室タイプ・料金・申込記号

ホテル名	室タイプ	宿泊料金	申込記号
高松グランドホテル・京王プラザホテル・高松国際ホテル・リーガホテルゼスト高松・高松ワシントンホテル・高松東急イン・ロイヤルパークホテル・高松センチュリーホテル	シングル	9,000円～11,500円	Ａ　1
	ツイン	8,000円～10,000円	Ａ　2
	トリプル	8,000円～ 9,000円	Ａ　3
オークラホテル高松・東京イン高松・パークサイドホテル・高松ホワイトホテル・第一イン高松・高松ターミナルホテル・ホテル徳寿・高松シティホテル・大丸イン高松・グリーンホテル川照・ホテルニューフロンティア	シングル	7,000円～ 8,800円	Ｂ　1
	ツイン	6,000円～ 8,000円	Ｂ　2
ビジネスホテルパルコ・ビジネスホテルパレス高松・ビジネスホテルアサノ・ビジネスホテルまるい・サンシャイン高松・ビジネスホテルわかば 他、高松旅館ホテル組合加盟ホテル利用	シングル	5,200円～ 6,800円	Ｃ　1
	ツイン	5,000円～ 6,500円	Ｃ　2

※お申し込み順で配宿しますので，ご希望のランク及び室タイプが満員の場合は，他のランク及び他の室タイプになる場合もございます．

※お申し込みの方が多い場合は，上記以外のホテルになる場合もございます，予めご了承下さい．

2．交通のご案内

◎航空便

学会の日程に合わせて，下記の便を割引運賃にてご用意いたしましたのでご利用下さい．

区　　間	月／日	出発予定時間	割引運賃	普通運賃	申込記号
東　京 ～ 高　松	3／23	14：00～15：00頃	17,500円	21,250円	ア
東　京 ～ 高　松	3／23	16：00～17：00頃	17,500円	21,250円	イ
東　京 ～ 高　松	3／23	18：00～18：30頃	17,500円	21,250円	ウ
福　岡 ～ 高　松	3／23	15：00～16：00頃	13,000円	16,350円	カ
高　松 ～ 東　京	3／26	16：00～17：30頃	17,500円	21,250円	サ
高　松 ～ 東　京	3／26	18：00～18：30頃	17,500円	21,250円	シ
高　松 ～ 東　京	3／27	8：00頃	17,500円	21,250円	ス
高　松 ～ 東　京	3／27	10：00頃	17,500円	21,250円	セ
高　松 ～ 東　京	3／27	12：00頃	17,500円	21,250円	ソ
高　松 ～ 福　岡	3／27	10：00～11：00頃	13,000円	16,350円	タ

※15名以上で，割引運賃になります．（15名未満の場合は、普通運賃適用）

※上記以外の便をご希望の方は，備考欄に月日・区間・便名（時間）をご記入下さい．別途手配いたします．

※決定便（時刻）は，回答時にご連絡いたします．

3. 観光のご案内

Ａコース（瀬戸大橋経由・ＪＲ岡山駅送りコース）　最少催行人員　30名　　6,000円

3／26 （土）	（瀬戸大橋） 会　　場＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝与　　島＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝＝ＪＲ岡山駅 17：00　　17：50　　18：20　　19：20頃

Ｂコース（小豆島島内観光）　最少催行人員　30名　　15,000円

3／27 （日）	高松港〰〰〰〰〰土庄港＝＝＝＝＝＝島内観光＝＝＝＝＝＝土庄港〰〰〰〰〰高松港 9：00　　（銚子渓・寒霞渓・二十四の瞳映画村）　　17：30

Ｃコース（琴平・瀬戸大橋観光）　最少催行人員　30名　　14,000円

3／27 （日）	（昼・遊覧船） 高　松＝＝＝金刀比羅宮参拝＝＝＝与　島＝＝＝中津万象園＝＝＝高松空港 9：00　　16：30

※費用に含まれるもの（Ｂコース及びＣコース）

貸切バス・有料道路・昼食・観光料・添乗員費用

4. お申込手続き及び清算方法のご案内

① お申込手続きについて

別途申込書に必要事項ご記入の上，下記宛　２月24日㈭迄に，ご郵送下さい．

② 清算方法について

お申込頂きましたら，３月上旬頃，宿泊確認票・航空券引換券・観光参加券・及び振込依頼書を同封いたしますので，３月11日㈮までに，請求金額を，下記指定口座にお振込下さい．

（申込書送付先）
ＪＴＢ高松支店　第71回日本生理学会大会係
〒760　高松市鍛冶屋町７－６
ＴＥＬ：0878-51-3055　　ＦＡＸ：0878-21-2177

（振込先）
百十四銀行　本店
普通預金　０１０１９８５
口座名　日本交通公社高松支店

③ 通信連絡費として，お一人様一律500円を加算させていただきますので，ご了承下さい．

5. 変更、取消について

① 宿泊・観光・航空便の取消料

<table>
<tr><th>取消日</th><th>宿泊</th><th>観光</th><th>航空券</th></tr>
<tr><td>３月８日迄に取消</td><td>無料</td><td>無料</td><td>14日前まで無料</td></tr>
<tr><td>３月９日以降～４日前迄</td><td rowspan="2">１人１泊
1,000円</td><td>観光代金の
20％</td><td rowspan="2">(13日以降～４日前まで)
東京便 3,000円
福岡便 2,000円</td></tr>
<tr><td>３日前以降～前々日迄</td><td>観光代金の
30％</td></tr>
<tr><td>前日の取消</td><td>宿泊代金の
50％</td><td>観光代金の
50％</td><td rowspan="2">（３日前以降～出発時間まで）
東京便 6,000円
福岡便 4,000円</td></tr>
<tr><td colspan="2">当日18時迄…… 80％
当日18時以降…… 100％</td><td>旅行参加後の
取消100％</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>出発時間以降払い戻し出来ません</td></tr>
</table>

6. そ の 他

（宿泊・観光・航空便のお問い合わせは）
ＪＴＢ高松支店「第71回日本生理学会大会」係
ＴＥＬ：０８７８－５１－３０５５
ＦＡＸ：０８７８－２１－２１７７
（担当）中津・安部・神内までご連絡下さい．

ホテル案内図

⑴高松グランドホテル
⑵ステーションホテル
⑶ホテル栄楽
⑷ホテル月光園
⑸ターミナルホテル
⑹ホテルニューフロンティア
⑺えびす亭
⑻ビジネスホテルまるい
⑼高松センチュリーホテル
⑽可川ホテル
⑾よし家旅館
⑿グリーンホテル川照
⒀丸福苑
⒁末澤
⒂高松東急イン
⒃ホテル福屋
⒄ ･丸旅館
⒅リーガホテルゼスト高松
⒆高松プラザホテル
⒇ビジネスホテルわかば
(21)ホテル川六
(22)折鶴旅館
(23)ニューグランデみまつ
(24)東京イン
(25)オークラホテル高松
(26) ･清旅館
(27)高松ワシントンホテル
(28)ロイヤルパークホテル
(29)大丸イン
(30)ビジネスホテルアサノ
(31)第 ･イン高松
(32)ビジネスホテルパルコ
(33)ホテル川原
(34)常盤別館
(35)常盤本館
(36)満月荘
(37)シティーホテル
(38)高松ホワイトホテル
(39)銀星旅館
(40)京王プラザホテル
(41)多田荘
(42)ホテルニューワカサ
(43)パークサイドホテル
(44)サンシャイン高松
(45)徳寿ホテル
(46)高松国際ホテル

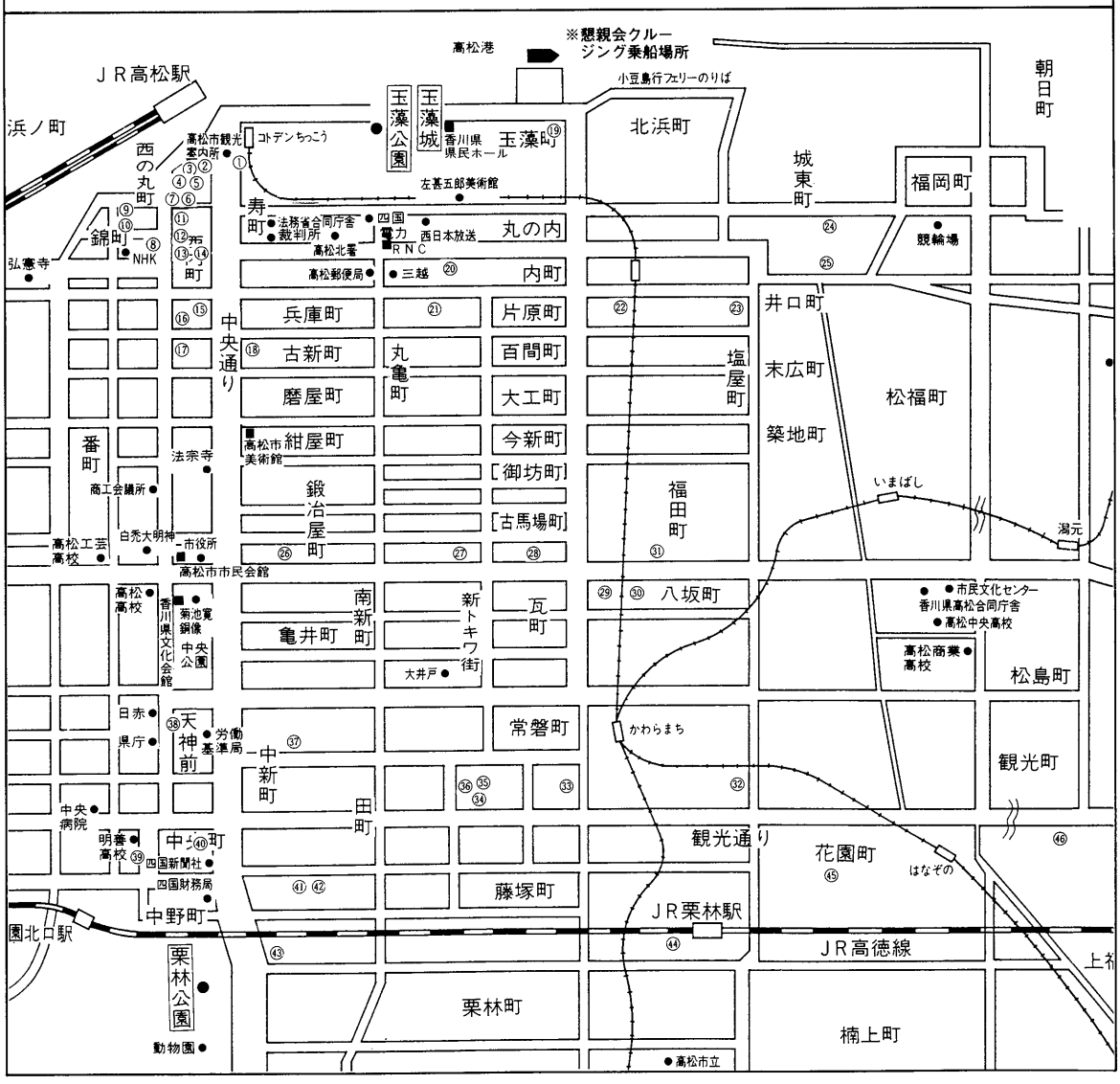
(会場までの交通のご案内)

ＪＲ高松駅～会　場　4 km
タクシー　約20分

琴電(志度線)潟元(カタモト)駅
徒歩10分

又は屋島駅　徒歩10分

高松空港～ＪＲ高松駅
リムジンバス　30分
※バス料金　660円
タクシー　約30分



第71回日本生理学会大会宿泊・交通機関申込書

申込者	フリガナ 氏　名		勤務先	
	勤務先 住　所	〒 TEL　　FAX		

No	フリガナ 氏名	年齢	性別	宿泊日				観光コース	航空便		備考
				3/23	3/24	3/25	3/26		往	復	
例	オオハシ ワタル 大橋　渡	40	男	A1	A1	A1	A1	A	ア	ス	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

切り取り線

目　　次

第71回日本生理学会大会案内（第２報）

INFORMATION

News In Physiological Sciences(NIPS) が購読料半額キャンペーンを実施中 …… 257

第２回日英合同生理学会（第１報）…… 257

1994年度「女性科学者に明るい未来をの会・猿橋賞」の受賞候補者及び研究助成候補者の推薦依頼について…… 258

第13回日本眼薬理学会開催のお知らせ…… 258

第１回アジア微小循環会議のお知らせ…… 259

TRENDS

第70回日本生理学会大会学術シンポジウム

西条寿夫：第70回日本生理学会学術シンポジウムによせて…… 260

RECORDS

「生理学実習書および生理学教育変革の現状についてのアンケート」の結果報告 …… 262

PROFILE

「生理学者群像」(岡田泰伸)…… 279

「生理学者群像」(有田　順)…… 279

総　説

野村正彦，堀　耕治，田中淳一：IN VIVO MICRODIALYSIS 法による学習行動時の脳内神経伝達物質の定量化…… 281

特別寄稿

田代　裕：京都大学医学部生理学教室における電子顕微鏡の開発史　―笹川久吾・東　昇両先生の貢献―…… 293

INFORMATION

News In Physiological Sciences (NIPS) が購読料半額キャンペーンを実施中

News In Physiological Sciences (NIPS) は国際生理科学連合 (IUPS) と米国生理学会 (American Physiological Society) の共同出版という形で発行されている生理学の広い分野をカバーする総説誌で，1985年の発刊以来今年で9年目を迎えます．最近号でその内容を見ますと，Na-K ポンプ，平滑筋収縮，カルシウムの制御，脳循環の制御，腎の自律神経支配など，われわれに興味深い総説が専門領域以外の研究者にも分かりやすく書かれています．また，Biomedical Science における Ethics, 生理学教育，Animal Rights 運動などの諸問題に関する議論など，日常われわれの頭を悩ましている問題のフォーラムもあります．

現在，一般購読料の半額の年間＄30（約¥3,300）で年6冊の雑誌を購読できる特別キャンペーンが実施されており，クレジットカードで申込が出来ます．生理学に関する国際的な動向を知る上でも，また，IUPS の Member Society の会員として IUPS の活動を支援する上からも，ぜひご購読下さるようお勧めいたします．本誌に同封して申込書をお送りいたしますので，ご利用下さい．

お問い合わせは学会事務局まで．

第2回日英合同生理学会（第1報）

第1回日英合同生理学会は，1991年7月18日から20日までの3日間，ケンブリッジ大学において開催され，日本から約80名の参加者があり，学会前の2日間に英国の各地で開催されたサテライトシンポジウムも含めて，実り多い成果をあげることができた．第2回を日本で開催したいという希望は，日英双方から出されていたが，本誌55巻4号に掲載されているように，開催時期について第72回日本生理学会大会の当番幹事と協議したうえで，準備をすすめるようにという常任幹事会の意向であった．この意向をうけて，第72回日本生理学会大会の当番幹事と協議を重ねて次のような具体案を作って英国生理学会国際幹事 O. H. Petersen 教授と集会幹事 J. I. Gillespie 博士に送り，6月末の連合王国（ここでは英国と略称する）生理学会幹事会で検討していただくことにした．

1. 1995年3月27日(月)，28日(火)
   日英合同シンポジウム
   開催場所：生理学研究所(岡崎市)
   当番幹事：菅野富夫，山岸俊一
2. 3月29日(水)
   各種委員会，常任幹事会が予定されており，英国からの参加者のエクスカーションにあてる予定
3. 3月30日(木)
   日本生理学会と英国生理学会の合同シンポジウム
   開催場所：名古屋大学
   当番幹事：富田忠雄教授，熊沢孝朗教授，
   渡辺　悟教授，曾我部正博教授
4. 3月31日から4月2日まで日本生理学会大会

1と3のシンポジウムでは発表・討論ともに英語で行われるが，4には英国からの参加者も英語で発表できるが大会そのものは例年のように日本語が使用される．この案では，大会が合同生理学会によって大きな影響を受けることがなく，英国の生理学者もそれぞれの専門分野の日本の生理学者と実質的な研究交流を行うことができることになると期待される．

1のシンポジウムには，前回のサテライトシンポジウムのテーマであった心筋，下垂体，外分泌，感覚，無脊椎動物神経生理などを当面のテーマと考えられているが，今後，修正や補足を加えて行く．3では，生理学と薬理学とに共通の分野で適切なテーマが選ばれることになる．

1993年6月13日

菅野富夫
山岸俊一

1994年度「女性科学者に明るい未来をの会・猿橋賞」の受賞候補者及び研究助成候補者の推薦依頼について

「女性科学者に明るい未来をの会」(1980年創立)は，自然科学の分野で，顕著な研究業績を収めた女性科学者に，毎年，賞（猿橋賞）を贈呈してまいりました．

1990年度からは，さらに，海外のシンポジウム等に出席し，論文を発表する若手の女性研究者にたいし，研究助成することにいたしました．

賞金と助成金は，1990年3月に本会を母体として新設された，公益信託「女性自然科学者研究支援基金」（受託者東洋信託銀行株式会社）から支出されます．

つきましては，下記の要領により受賞候補者と研究助成候補者の推薦をお願いいたします．

記

猿 橋 賞：

1. 本賞は自然科学の分野で，顕著な研究業績を収めた女性科学者（ただし，下記の推薦締切日で50才未満）に贈呈します．
2. 本賞は賞状とし，副賞として賞金（30万円）をそえます．
3. 本賞の贈呈は1年1件（1名）です．
4. 所定の用紙に受賞候補者の推薦対象となる研究題目，推薦理 由(400字程度)，略歴，主な業績リスト，主な論文別刷10編程度を，本会事務所までお送り下さい．
5. 締切は1993年11月30日(必着)．
6. 第13回の賞贈呈式は，1994年5月，東京において行なう予定です．

研究助成：

1. 海外のシンポジウム等に出席し，論文を発表する女性研究者に対し，研究助成をいたします．
2. 助成金は1件10万円とし，年に数件とします．
3. 所定の用紙に推薦対象者（各締切日において満40才未満）の略歴，研究業績，国際会議名（主催団体，開催場所，年月日），発表論文題目，推薦理由等を記入して，本会事務所までお送りください．
4. 締切は1993年11月末日と，1994年4月末日の2回．

女性科学者に明るい未来をの会
〒166 東京都杉並区高円寺北4-29-2-217
電　話 03-3330-2455(ＦＡＸ兼用)

第13回日本眼薬理学会開催のお知らせ

会　　長：岐阜大医学部眼科　北澤克明教授
日　　時：平成5年9月4日(土)，5日(日)
会　　場：岐阜市文化センター
〒500 岐阜市金町5-7-2
ＴＥＬ 0582-62-6200

特別講演：

Ⅰ．α_1 アドレナリン受容体と眼内平滑筋の神経性反応
(4日11：00～12：00)
福井医大，薬理：村 松 郁 延助教授
座長：東邦大薬，薬理：高 柳 一 成教授

Ⅱ．抗炎症薬と眼の炎症
(4日13：30～14：30)
岐阜大医，薬理：鶴 見 介 登教授
座長：岐阜大医，眼科：北 澤 克 明教授

Ⅲ．網膜神経伝達物質の持つ二面性
(5日10：30～11：30)
東北大医，眼科：玉 井　信教授
座長：京都大医，眼科：本 田 孔 士教授

シンポジウム：

新しい眼治療薬の展望Ⅰ．(4日14：30～17：30)
座長：山梨医大，眼科：塚 原 重 雄教授
昭和大医，第2薬理：安 原　一教授

Growth factor
近畿大医，眼科：西 田 輝 夫講師
大塚製薬赤穂研究所：北 澤 利 記研究員

白 内 障
鳥取大医，眼科：長 田 正 夫助教授
金沢医大，眼科：小 島 正 美助手

緑 内 障
広島大医，眼科：三 嶋　弘助教授
岐阜大医，眼科：谷 口　徹講師

新しい眼治療薬の展望Ⅱ．(5日13：00～15：00)
座長：京都府立医大，眼科：木 下　茂教授

久留米大医，眼科：望 月　学教授

抗ウイルス剤

東京医大，眼科：坂 井 潤 一講師

徳島大医，眼科：塩 田 洋 助教授

免疫抑制剤

千葉大医，第2外科：落 合 武 徳助教授

東京大医，眼科：藤野雄次郎講師

一般講演：演題募集は締切りました．

会　費：当日登録7,000円

事 務 局：〒500 岐阜市司町40

岐阜大学医学部眼科学教室

山 本 哲 也

TEL 0582-65-1241

(EXT 2637 眼科医局)

FAX 0582-65-9012

第1回アジア微小循環会議のお知らせ

The 1st Asian Congress for Microcirculation (ACM' 93)

会　期：1993年9月27日(月)～29日(水)

会　場：千里阪急ホテル及び千里ライフサイエンスセンター

(大阪府豊中市，大阪地下鉄御堂筋線千里中央駅すぐ)

主　催：第1回アジア微小循環会議組織委員会

アジア微小循環連合(AUM)

日本循環器病研究振興財団

プログラム：(注―公用語：英語)

Plenary and special Lectures

B. W. Zweifach (La Jolla) : Interaction of local and systemic controls of microvascular perfusion.

R-J. Xiu (Beijing) : Physiology in traditional oriental medicine.

M. Tsuchiya (Tokyo) : New perspective of organ microcirculation-In vivo digital microscopy.

K. Messmer (Munich) : White cell endothelium interaction in post ischemic organ reperfusion and transplantation.

D. Shepro (Boston) : Current assessment of pericyte function and dysfunction in homeostasis and disease respectively.

R. K. Jain (Boston) : Tumor microcirculation-Role of cancer diagnosis and treatment.

Symposia and Organized Sessions

Traditional oriental medicine and microcirculation.

Leukocyte-endothelial interaction in the organ injury.

Nitric oxide (NO) and microcirculation.

Complexity and heterogeneity of microcirculatory blood flow and microvascular network.

Micro- and macrocirculatory disorders in diabetic disease : new therapeutic approaches.

Geometry of the capillary distribution of organs : with reference to mass transfer process.

Laser-doppler flowmetry in the tissue microcirculation.

Micro- and macrohemodynamical change under artificial pumping.

Newly developed techniques for experimental and clinical microcirculation.

Cerebral microcirculatory disorder at circulatory failures.

Coronary microcirculatory abnormality and vasoactive substances.
Recent advance in the gastric microcirculation.
Blood rheology : clinical implications.

Free communications

Pathophysiology, Oriental medicine, Organ microcirculation, Tumor microcirculation Cell biology, Vasoactive substances, Oxygen transport, Lymph and lymphatics, Rheology and biomechanics, Methodology and new techniques, Clinical treatment, Clinical hemorheology Morphology, Regulation and vasomotion.

Forum : Suggestions and Comments on Microcirculation Research in Asia.
Chairmen and Panelists : T. Kambara (Kumamoto), W-C. Chen (Tianjin), H. Wayland (Pasadena), D. H. Lewis (Linkoping), et al.

連 絡 先：〒565 大阪府吹田市藤白台5-7-1 国立循環器病センター内
第1回アジア微小循環会議事務局
TEL 06-833-5012(内線 2373)
FAX 06-872-7485

TRENDS

〔第70回日本生理学会大会学術シンポジウム〕

第70回日本生理学会学術シンポジウムによせて

富山医科薬科大学医学部第二生理
西　条　寿　夫

ヒトの高次脳機能を解明する方法には，ヒトを直接被験者にした心理学的研究や脳損傷患者を用いた臨床病理学的研究がある．近年では，分子・遺伝子レベルの研究方法や機能的 MRI, PET など脳の非侵襲的機能測定法の発展が相次ぎ，認知・記憶をはじめとする高次脳機能の解明が期待されている．生理学の分野では，従来より種々の認知・記憶課題を行なっているサルやラットの脳からニューロン活動を記録し，行動や刺激との相関を解析する手法が用いられている．近年では，これら他の領域の発展の成果をふまえた巧妙な課題を用いてニューロンの特性(機能)をより詳細に解明する方向に進んでいる．大会2日目には，これら最近の生理学の動向を背景に小野武年教授（富山医薬大・第二生理）の司会により学術シンポジウム“入力情報の記憶・運動出力に関するニューロン”が開催された．本シンポジウムでは，行動を行なっているサルを用い，短期記憶，陳述記憶の形成，長期記憶貯蔵，および手順記憶（あるいは運動に関する記憶）に関与する各領野のニューロン応答を解析した最新の成果が発表された．また，本シンポジウムでは，立ち見の人が多くでる中，活発な質疑討論が行なわれ，近年のヒトの高次脳機能を解明しようという機運の高まりが感じられた．

船橋新太郎教授(京大・総合人間環境適応論)は，眼球運動を用いた短期記憶課題に対する前

頭前野主溝付近のニューロン活動を解析し，遅延期間におけるニューロン応答が刺激の空間内の位置を記憶する過程に関与していることを報告した．また，船橋教授は，それ以外の前頭葉ニューロン応答も総合的に考え合わせ，前頭前野は単なる短期的な記憶バッファーではなく，CPU 的な機能を加味した能動的な作業記憶に関与していることを提案した．つづいて酒井邦嘉助手および宮下保司教授（東大・第一生理）は，複雑な図形の対連合課題に対する下側頭皮質のニューロン応答を解析し，サルの下側頭皮質には学習した特定の図形の組み合わせに応答するニューロンや，図形間の組み合わせに従い前に呈示された図形からその対になる特定の図形を想起するときに応答するニューロンなど，対連合学習の記憶貯蔵（長期記憶）に関与しているニューロンが存在することを報告した．また，図形の種々のパラメーターを変化させた場合，図形の大きさや回転などを変化させるよりは，図形それ自体の形を変化させたときの方が応答性が減弱することを報告し，下側頭皮質におけるニューロン応答が視覚―視覚間の連合記憶を反映していることを示した．小野武年教授（富山医薬大・第二生理）は，小型自動車に乗せたサル海馬体からニューロン活動を記録し，海馬体には，特定物体，サルの居場所，物体が呈示された方向，あるいはこれらのいくつかの組み合わせに特異的に応答するニューロンが存在することを報告した．小野教授は，これらのことから海馬体が事物や事象の認知・記憶系および空間や場所の認知・記憶系からのすべての情報を集めて，これらの情報を相互に関係づけて（連合）記憶するプロセスに関与していることを示唆した．丹治　順教授（東北大・第二生理）は，視覚刺激および記憶に基づいて運動を行なう課題をサルに学習させ，運動野では，個々の運動に直結したニューロンが存在するが，二次運動野（前運動野，補足運動野）では，記憶に基づいて行なう課題に選択的に応答するニューロンが存在することを報告した．

現在，非侵襲的手法が進歩したとはいえ，ヒトでは特殊な場合を除きニューロンレベルでの解析は不可能である．しかし，近年の神経心理学的研究により，動物とヒトでは種は異なるが共通の脳構造を有しており，課題をうまく設定すれば，動物を用いてヒトの高次脳機能に相当する脳機能を明らかにできる可能性が示唆されている．本シンポジウムの主旨は，ヒトに最も近縁なサルを用いてニューロンの応答性を解析し，現在明らかにされつつあるヒトの高次脳機能を単一ニューロンレベルで解明しようという試みである．本シンポジウムの聴講者の一人としてこの試みはある程度成功しているように感じられ，これからの生理学の一つの動向を大いに示唆しているように思う．

司会　小野武年（富山医薬大，医，生理）

1. 空間位置の作業記憶に関与する前頭連合野ニューロン活動
   京都大，総合人間，環境適応
   船橋新太郎
2. 視覚記憶ニューロンと図形連想の機序
   東京大，医，第一生理
   酒井邦嘉，宮下保司
3. 海馬体の空間・場所・エピソード記憶関連ニューロン
   富山医薬大，医，第二生理
   小野武年
4. 記憶された運動の手順に関連するニューロン
   東北大，医，第二生理
   丹治　順

RECORDS

「生理学実習書および生理学教育変革の現状についてのアンケート」の結果報告

日本生理学会教育委員会
小委員会　入來正躬・栗原　敏
佐藤　誠・高田明和

【アンケート用紙内容】

所　属＿＿＿＿＿＿＿＿
氏　名＿＿＿＿＿＿＿＿

□ 国立　□ 公立　□ 私立
□ 医学部生理学講座　□ 研究施設　□ その他

Ⅰ．生理学実習書 basic course につづく advanced course の刊行について

御存知の通り生理学実習書の改訂にあたり，次の2分冊として刊行することとしました．

1) basic course　：学生が実習の際，実際にテキストとして使用されることを目的とする．
2) advanced course：生理学の教育・研究に本質的な重要性をもっているけれども，basic course では扱いえない項目，および生理学の教育・研究の現状の高いレベルを示す項目を取り扱う．

昨年1991年4月に basic course が“新・生理学実習書”として刊行され，御使用頂いています．

一方，advanced course については，basic course が刊行された後に検討することになっています．従って今回のアンケート結果に基づき検討させて頂きます．

(1) Advanced course について

(イ) □ 刊行する必要がある
　　□ 単行書として刊行する
　　□ 日生誌にシリーズとして掲載する
　　□ その他（　　）
　□ 刊行する必要はない

(ロ) 単行書，あるいは日生誌にシリーズとして掲載する場合，どのような項目を希望されますか

(2) すでに刊行された basic course についての御意見

Ⅱ．生理学教育の変革の現状について

医学教育の法改正にともない，あるいはいろいろな社会状勢の変貌により，生理学教育への要望も変わりつつあります．次下の点について御回答下さい．

(1) 法改正にともない，生理学のカリキュラムの改正を行うか否か

□ 行う予定
□ 行っている
□ 行わない

(2) 生理学の講義を実施する時期についておたずねします

・カリキュラムの改正を行う予定又は行っている場合にお答え下さい

	＜法改正前＞	＜法改正後＞	＜希望・理想案＞
・時間数	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間
・時　期	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月
	～＿＿年次＿＿月	～＿＿年次＿＿月	～＿＿年次＿＿月

・カリキュラムの改正を行わない場合にお答え下さい

	＜現　状＞	＜希望・理想案＞
・時間数	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間
・時　期	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月
	～＿＿年次＿＿月	～＿＿年次＿＿月

※なお年次は“6年間一貫教育としての年次”として下さい．従ってこれまでの専門課程1年は，3年次となります．

(3) 生理学実習を実施する時期についておたずねします

・カリキュラムの改正を行う予定又は行っている場合にお答え下さい

	＜法改正前＞	＜法改正後＞	＜希望・理想案＞
・時間数	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間
・時　期	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月
	～＿＿月	～＿＿月	～＿＿月
・様　式	週＿回，＿週間	週＿回，＿週間	週＿回，＿週間

・カリキュラムの改正を行わない場合にお答え下さい

	＜現　状＞	＜希望・理想案＞
・時間数	＿＿＿＿時間	＿＿＿＿時間
・時　期	＿＿年次＿＿月	＿＿年次＿＿月
	～＿＿月	～＿＿月
・様　式	週＿回，＿週間	週＿回，＿週間

(4) カリキュラムを改正する場合，どのような点を改正しますか．例えば教養科目と生理学との連携を考慮しますか（物理学との連携，生物学との連携など）．また，生理学と臨床医学との連携を考えますか．

(5) 小人数制の教育法を生理学教育の中に取り入れますか

☐ 取り入れる予定　理由：

☐ 取り入れている　理由：

☐ 取り入れない　理由：

(6) 選択科目制を取り入れますか

☐ 取り入れる予定　理由：

☐ 取り入れている　理由：

☐ 取り入れない　理由：

(7) 単位制を導入するか否か

☐ 導入する予定　理由：

☐ 導入している　理由：

☐ 導入しない　理由：

Ⅲ．生理学教育の変革の現状についての検討の参考資料として以下の点について御回答下さい

(1) 貴教室の教育分担領域に×印をつけて下さい（複数回答可）

イ）□ 動物機能生理学（神経・筋など）

□ 植物機能生理学（心・腎・肺・肝・胃腸・ホルモン・体液など）

□ その他の生理学（環境・スポーツ・栄養など）

ロ）担当しているものに○をおつけ下さい（複数回答可）

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（イオンチャネル・レセプター）
8. Muscle physiology（筋）
9. Ionic channels & receptors（消化・呼吸）
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・歴史等）

ハ）教育分担領域についての御意見があればお書き下さい

ニ）貴教室の行っている実習の領域のうち該当するものに○をおつけ下さい（複数回答可）

Ⅲ(1)ロ）と同じ表を示した．

ホ）実習の問題点について御意見がありましたら御記入下さい

(2) 貴教室の研究領域に○をおつけ下さい（複数回答可）

Ⅲ(1)ロ）と同じ表を示した．

Ⅳ．生理学教育の評価法についておたずねします

(1) 生理学教育の評価はどのようにして行っていますか

a) 筆記試験のみ

b) 口頭試験のみ

c) 筆記試験と口頭試問

d) 実習なども評価にいれている

① 実習レポート提出：論文形式で提出

② 実習レポート提出：論文形式ではない

③ その他

(2)) ＭＣＱを使っていますか

a) 使っている

全体の何％ぐらい出題しているか

b) 使っていない

その理由

【アンケート結果】

本アンケート調査は，

① 生理学実習書の刊行について，新・生理学実習書 basic course につづく advanced course の刊行について，御意見を伺う，

② 大学設置基準の大綱化に伴う生理学教育の変革の現状について調査し，各大学における検討の資とする，

という2つの目的をもって行われた．

平成3年4月10日に新・生理学実習書 basic course が刊行された．平成3年12月9日に開催された日本生理学会教育委員会（富田忠雄委員長）で，basic course が刊行され，利用され始めた時点で，advanced course 刊行についてアンケート調査を行うこと，アンケート調査は入來正躬，栗原　敏，佐藤　誠，高田明和の小委員会で行うことが決定された．またアンケート調査の機会に，大学設置基準の大綱化に伴う生理学教育の変革の現状などについても調査することとなった．

平成4年4月2日に開催された教育委員会で，アンケート案について検討が行われ，決定された．アンケート内容は前述の通りである．平成4年5月にアンケートを大学医学部ならびに医科大学生理学講座（教室）の各教授あてに発送した．大学単位でなく，教室単位ごと（又は教授ごと）に回答をお願いした．193通発送し，142通の回答を頂いた．回答率74%であった．この機会にアンケート調査への御協力に感謝の意を表しておきたい．

アンケートの解析では，Ⅰ及びⅣについては入來正躬がⅡは栗原　敏が，Ⅲは佐藤　誠と岩手医大第一生理助手高島浩一郎が主に担当した．以下各項ごとに結果をまとめ，報告する．

Ⅰ．生理学実習書 basic course につづく advanced course の刊行について

本項は，advanced course の刊行が必要か否か，刊行するとすればどのような項目を希望するかについて調査することを目的として行われた．

(1) Advanced course について

(イ) 刊行する必要があるか？

刊行する必要がある	106
単行書として刊行する	55
日生誌にシリーズとして掲載する	36
どちらでもよい	15
その他	2
シリーズ，あとで改訂して単行書	1
内容による	1
刊行する必要はない	31
未記入	5

結果を図1に図示した．

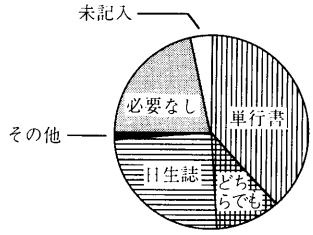


図1．　Advanced course について

(ロ) 単行書，あるいは日生誌にシリーズとして掲載する場合，どのような項目を希望されますか？（日本生理学会の分類に従って分類した）．

（　）内は希望した人数，（　）なしは1名よりの希望

1. Cellular & molecular physiology
   分子生物学(5)，組織培養(8)，細胞分離法(3)，細胞内カルシウム変動（画像解析）(7)，細胞内イオン濃度(4)，薬物微量注入法(2)，遺伝工学的手法(6)，キメラ，トランスジェニック動物
2. Transport across cell membrane
   膜流動性測定，膜電位測定
3. Heart & circulation
   圧・容量曲線による心収縮力の解析，心電図（摘出標本を含む），心エコー，組織血流量測定，多臓器循環法，体位転換
4. Respiration
   中動物の呼吸・循環管理
5. Blood
   血液凝固，線溶，血小板凝集
6. Kidney & body fluid
   利尿と電解質濃度の相関
7. Gastrointestinal fuctions
   腸管吸収，消化管括約筋機能測定
8. Muscle physiology

平滑筋(2)，筋収縮たんぱくの再構成，筋紡錘(2)

9. Ionic channels & receptors
パッチクランプ(23)，イオンチャネル・シングルチャネル(5)，電圧固定(2)，放射性同位元素標識アゴニストの受容体結合解析

10. Neurons & synaptic functions
活動電位記録(3)，誘発電位(2)，LTP などの促通現象

11. Sensory functions
感覚

12. Motor functions

13. Higher CNS functions
脳波，脳磁図，脳の誘発電位(2)，定位脳手術，除脳動物の姿勢反射，大脳皮質の機能局在，体性感覚野や視覚野のニューロン活動，運動野のニューロン活動と微小刺激，ニューロン活動の脳内からの記録・細胞外電位の誘導(2)，慢性実験(運動・感覚)，高次神経機能とニューロン活動，マイクロダイアリーシス(3)，微小圧入法，脳スライス標本・海馬スライス標本(5)

14. Autonomic nervous functions
多臓器交感神経活動の同時記録

15. Behavior & biological rhythm
行動，性行動，脳刺激による行動変化，認知・運動抑制機能の客観的テスト，生体リズム（睡眠—覚醒）

16. Neurochemistry

17. Endocrine glands & hormones
ホルモンの微量測定 RIA，EIA(3)，bioassay，ホルモン細胞内情報伝達メカニズム，下垂体・下垂体門脈系への外科的アプローチ

18. Reproductive physiology

19. Development, growth & aging

20. Nutrition, energy metabolism & body temperature
細胞・組織レベルでの熱産生

21. Exercise physiology
体力

22. Environmental physiology
環境，微小重力環境

23. Pathophysiology
病態生理

24. Miscellaneous
- Modelling & simulation
コンピュータによる各種モデルの解析(Hodgkin-Huxley の式，Cable の式，遺伝子拡散式)，シミュレーションによる解析(活動電位，心電図，電解質平衡，筋の収縮・弛緩)
- Methodology
NMR(2)，特殊電極・センサー，生理データの統計処理法
- etc.
装置使用の安全対策
慢性実験(2)

その他
教育委員会の夏の講習会のテーマ
境界領域を含める(組織，免疫，培養，生化学)
生理学総説集の実習に該当するテーマ
研究法（生理学）とならないよう

まとめ：Advanced course の刊行については，basic course が実際に刊行される以前の調査では，刊行が不必要との意見が多く寄せられていた．しかし basic course が刊行された後に行われた今回の調査では advanced course の刊行を望む割合が増加している．刊行する方向でもう一度検討することとしたい．

(2) すでに刊行された basic course についての御意見

意見なし 63
- 無記入 52
- よんでないから 4
- 特になし 6
- 分からない 1

よい 50
- よい 26
  - 使用している 3
  - 読みやすい，わかりやすい，コンパクトになった．項目や選択がよい 各1
- よいけれど参考書として使う，又は参考になる 24
  - 使う項目が少ないので学生に買わせられない 4
  - 装置が異なる 1

コメント 29
- 項目についてのコメント 16
  - 学生実習向きでない項目がある．
  - 部門によるかたよりがある．
  - 採用出来る項目が少ない．

- 多数校の行っているものから選ぶよう.
- 人を被験者とする実習項目が少ない.
- 臨床面が不足しており，古い.
- 血圧，心音などいわば臨床検査の練習が生理学実習で必要か.
- 統計処理の原理解説は今様でない.
- 「よく使われる実験装置」の項は前版の方がよい.
- 分子生物学の基本実験法を加えるよう.
- 感覚の項が弱い.
- 筋，皮膚，舌（カエル）から求心性活動電位の記録.
- 呼　吸：終末呼気ガス測定や簡単なフローボリウム曲線の項の追加.
- 循　環：血圧聴診でコロトロフ音の記載がない．心音実習に心エコーの併用．脳波は簡単に(診断的価値が低い)．動脈音の意味は少ない.
- 内分泌：システム的観点からの実習項目がほしい．たとえばエストロン投与後の排卵など.
- 原始的な方法でも残した方がいいものがあろう．例　カエルによる Frank-Starling の実験.
- 今回カットされた内容のなかで不可欠の部分があった（例　エネルギー代謝の開放式測定法）．項目の選択が適切であったか疑問が残る.

内容についてのコメント

設問について　2

設問の再検討を，設問の回答を

使用機材について　3

機械がないので実習書を使えない

選択出来るよう変法について記載

その他　3

文献が多すぎる

実習8—1　30匹のラットを実習で使えない

ホルモン測定で RIA は学生が使えない

ELISA（酵素抗体法）を用いては如何

その他

価格が高い　1

頁数が多すぎる　2

教師用がほしい　1

内容を充実させ，改訂版を早く作るよう　2

前版の方がよかった　1

まとめ：生理学実習書は1977年に出版され，第2版改訂書が1983年に出されている．新・生理学実習書は1991年に出版された．数年後には生理学の進歩を取り入れ再び改訂が行われるよう強く要望されている．その際にこれらの意見を生かして頂きたいと思う.

Ⅱ．生理学教育の変革の現状について

この項では，法改正に伴い生理学教育カリキュラムの改正を行うか否か，また，講義，実習の時間，実施時期などの現状と改正案，少人数制教育法，選択科目制，および単位制の導入の可否などについて調べた.

以下，順次それぞれのアンケート結果について報告する.

(1)　法改正に伴う生理学教育カリキュラムの改正について.

	回答数
A．行う予定	70
B．行っている	26
C．行わない	32
D．検討中	3
E．未　定	11

法改正に伴い生理学教育カリキュラムを改正する，および既に行っていると答えたものは，カリキュラムの改正を行わないとするものを大きく上回った．複数解答が可能であったので一部重複しているが，70%以上の生理学教育単位が何らかのカリキュラム改正を行うとしている.

(2)　講義の時間数，実施期間，開始時期について.

これらの質問を，(a)カリキュラムを改正する，(b)改正しないと答えたそれぞれのグループについて行った.

(a)　カリキュラムを改正すると答えたグループ

i)　カリキュラム改正前の講義時間，開始時期，実施期間（図2）

このグループの講義時間は81～100時間が最も多く，ついで61～80時間，101～120時間であった．小数であるが，261～320時間を講義に時間を費やしているところもある.

講義開始時期は3年生の4月，次いで2年生の4月と答えたところが多かった．また，講義実施期間は12か月間，ついで8か月間というところが多かった.

ii)　カリキュラム改正後の講義時間，開始時期，実施期間

カリキュラム改正後の講義時間は61～80時間が最多解答時間であり，41～60時間がそれに続いた．カリ

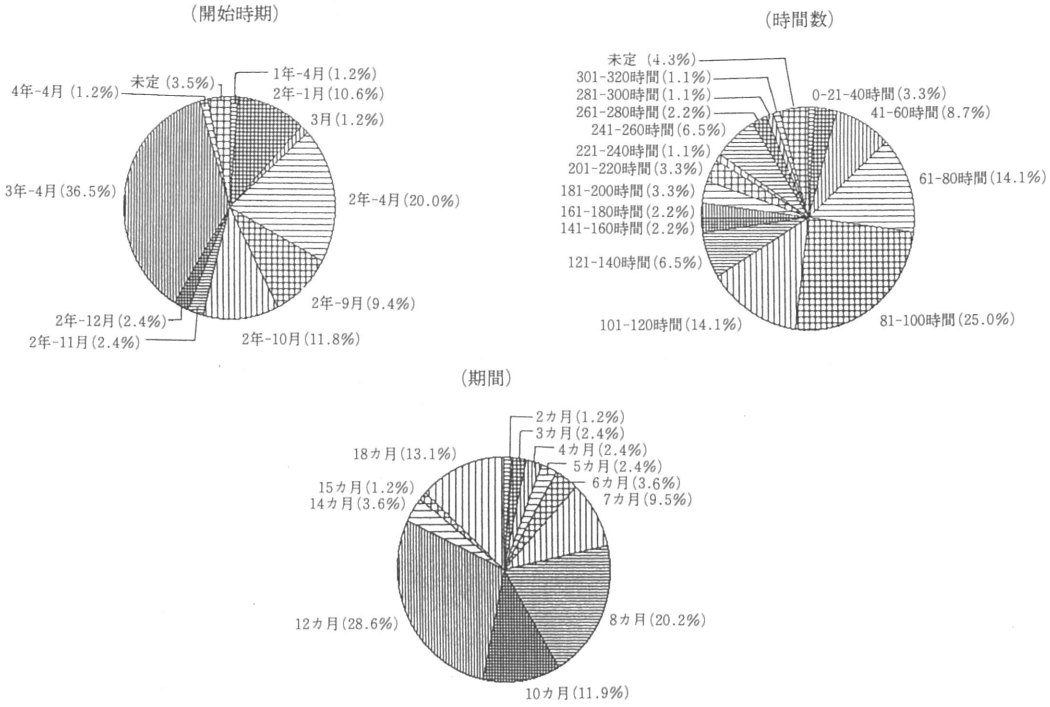


図2.　講義について：改正する(改正前)

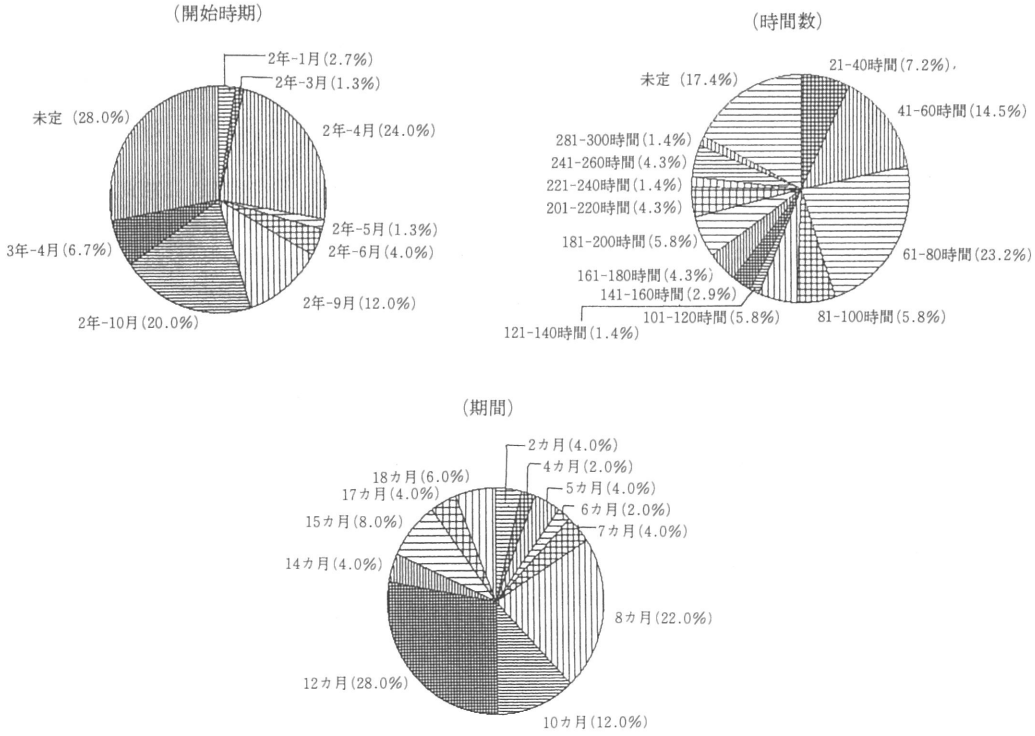


図3.　講義について：改正する(改正後)

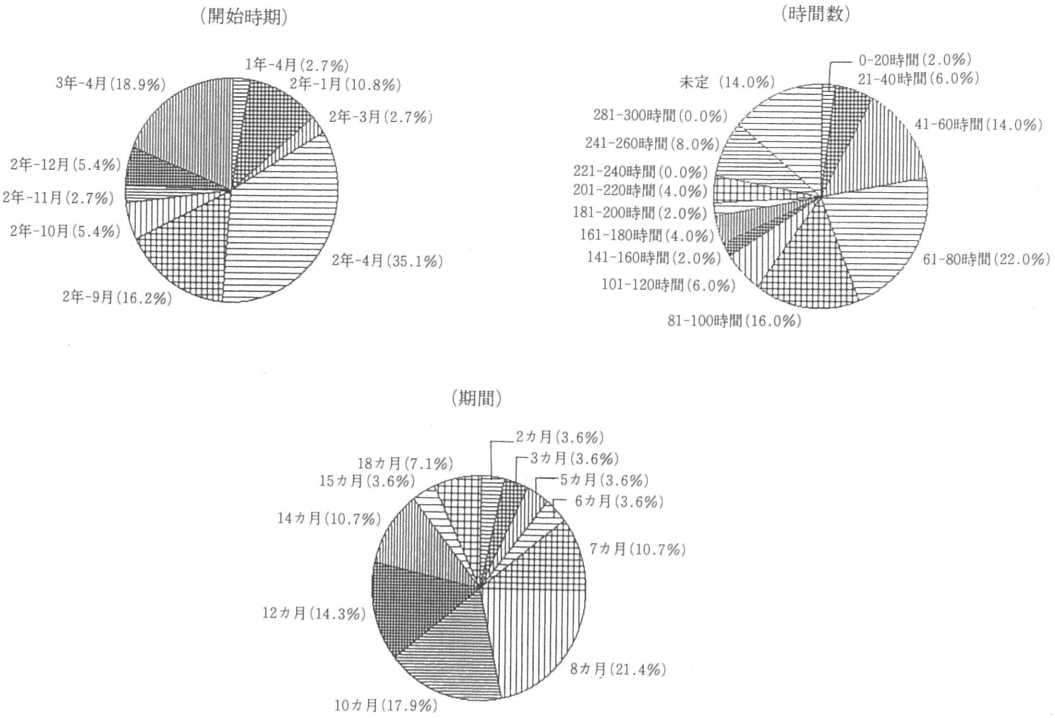


図4.　講義について：改正する(希望案)

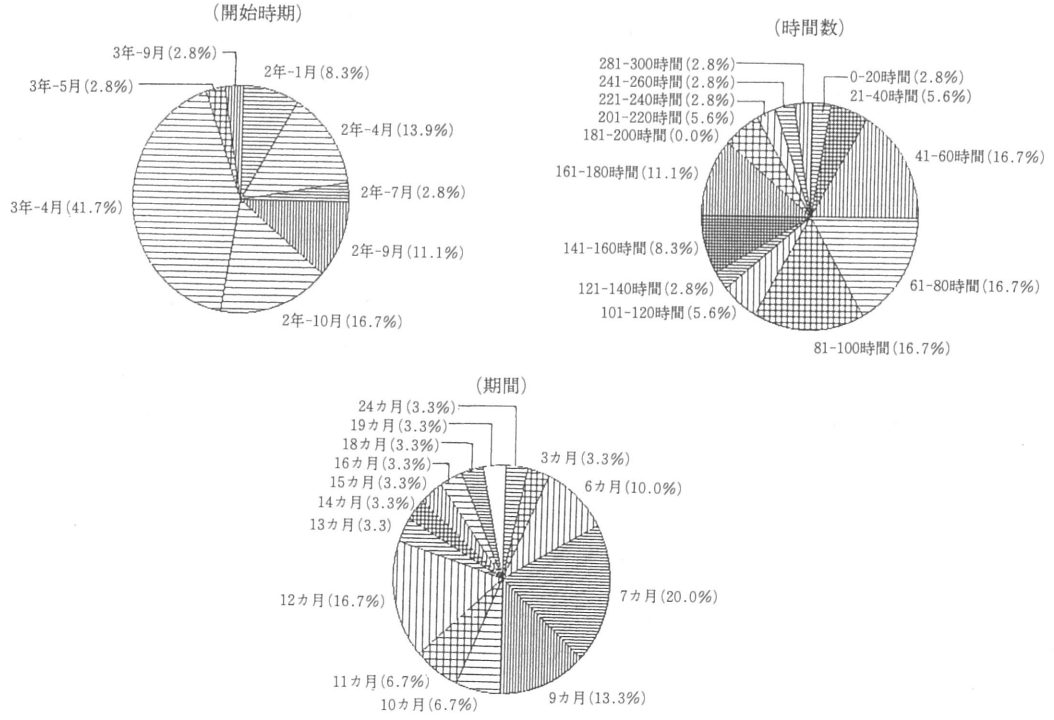


図5.　講義について：改正しない(現状)

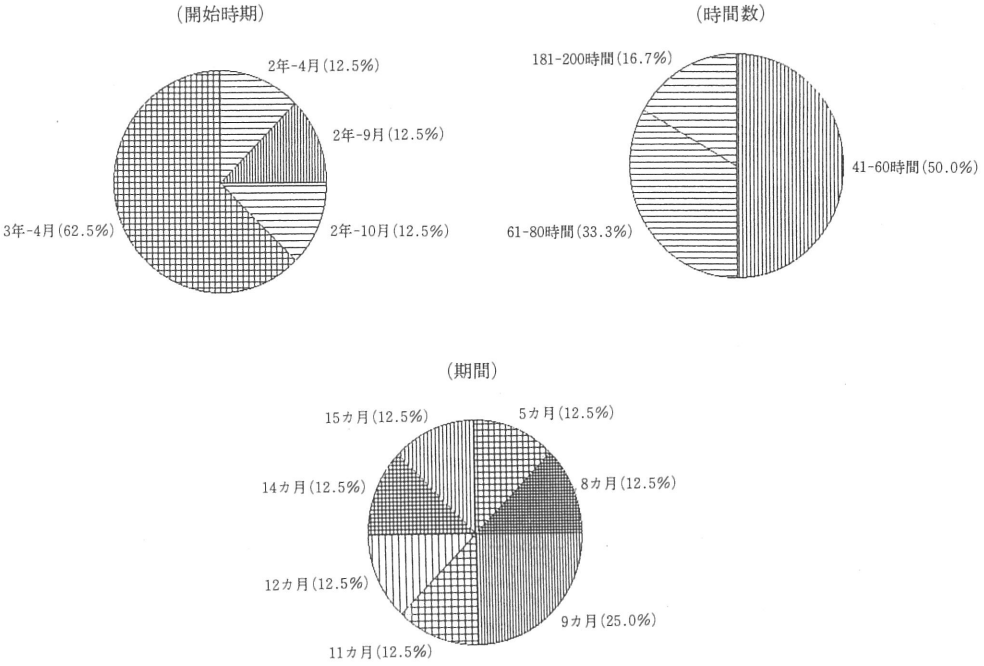


図6.　講義について：改正しない(希望案)

キュラムの改正に伴い，講義時間短縮傾向が伺われる．しかし，改正後も200時間以上講義を行うところがある．開始時期は2年生の4月あるいは10月，9月という解答が多く，2年生から生理学の講義を始めるところが主流を占めている．講義の期間は，12か月，8か月，10か月との解答が多く，約1年かけて講義が行われることがわかる．しかし，6か月以下の短期集中型の講義形態をとるところもある（図3）．

改正するにあたり希望案（図4）は，講義時間数にして約61～80時間，開始時期は2年生4月，期間は8か月から10か月というものが多かった．

(b)　カリキュラムを改正しないグループ

i) 講義時間数，開始時期，期間の現状(図5)

カリキュラム改正を行わないと答えたグループでは，講義時間は41～60時間，61～80時間，および81～100時間が同数で最も多かった．次いで，161～180時間141～160時間となっている．講義は3年生4月，2年生10月あるいは2年生9月から始めているというものが多かった．また，期間は7か月，12か月，9か月であった．

しかし，これらのグループでの希望案は，講義時間は41～60時間，61～80時間で，開始時期は3年生4月，2年生9月か10月，期間は9か月前後であった(図6)．

(3)　実習の時間数，開始時期，期間，様式について．

これらの質問を(a)カリキュラムを改正するグループ，(b)カリキュラムを改正しないグループについておこなった．

(a)　カリキュラムを改正すると答えたグループ

i) カリキュラム改正前の実習時間，開始時期，期間，様式（図7）

カリキュラムをこれから改正すると答えたグループの，改正前の実習時間などは以下のようであった．

実習時間は41～50時間，ついで31～40時間，実習の開始時期は3年生の9月，6月，4月が多く，実習期間は2か月ないし，3か月であった．また，実習様式としては，週2，3回が多い．

ii) カリキュラム改正後の実習時間，開始時期，期間，様式

カリキュラム改正後の実習時間数は，41～50時間ついで31～40時間，開始時期はばらつきが大きく特定できないが，3年生になってから行うとするものが多い傾向にあった．期間は2か月が最も多く，次いで3か月，1か月であった．様式は週に2回が多く次いで，3回，4回行うとするものが多い（図8）．

希望案としては，時間数，開始時期，期間には改正後のカリキュラムと大きな差は見られないが，様式は週，4回，2回つづいて5回と集中して実習を行う意図が見られる（図9）.

(b) カリキュラムを改正しないグループの実習時間，開始時期，期間，様式

i) 実習時間，開始時期，期間，様式の現状（図10）

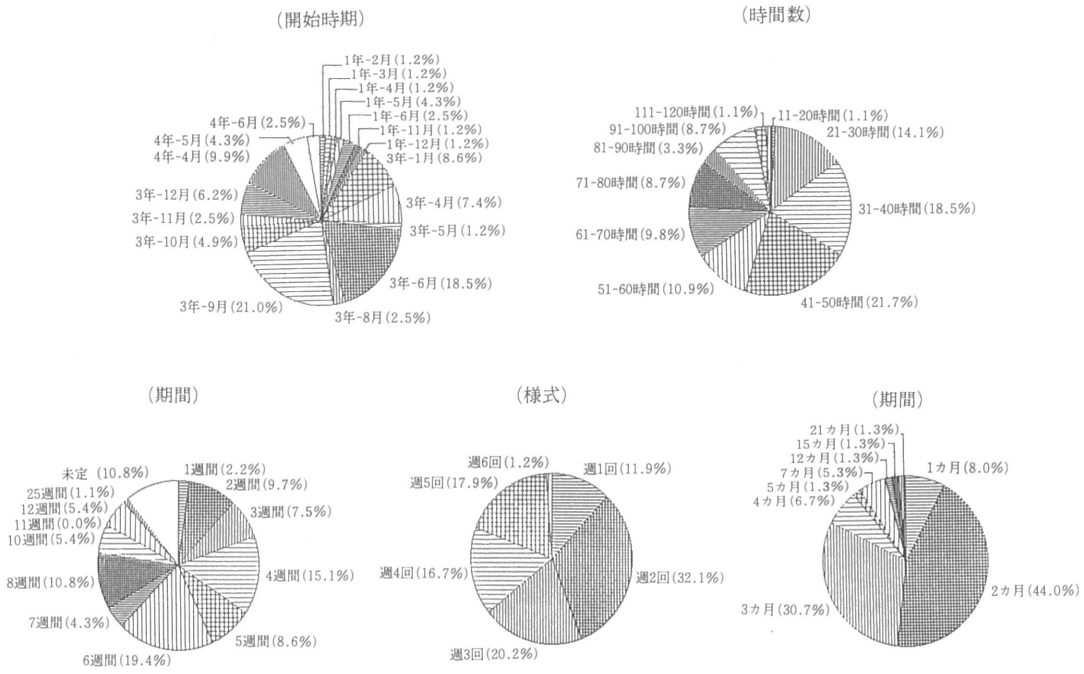


図7.　実習について：改正する（改正前）

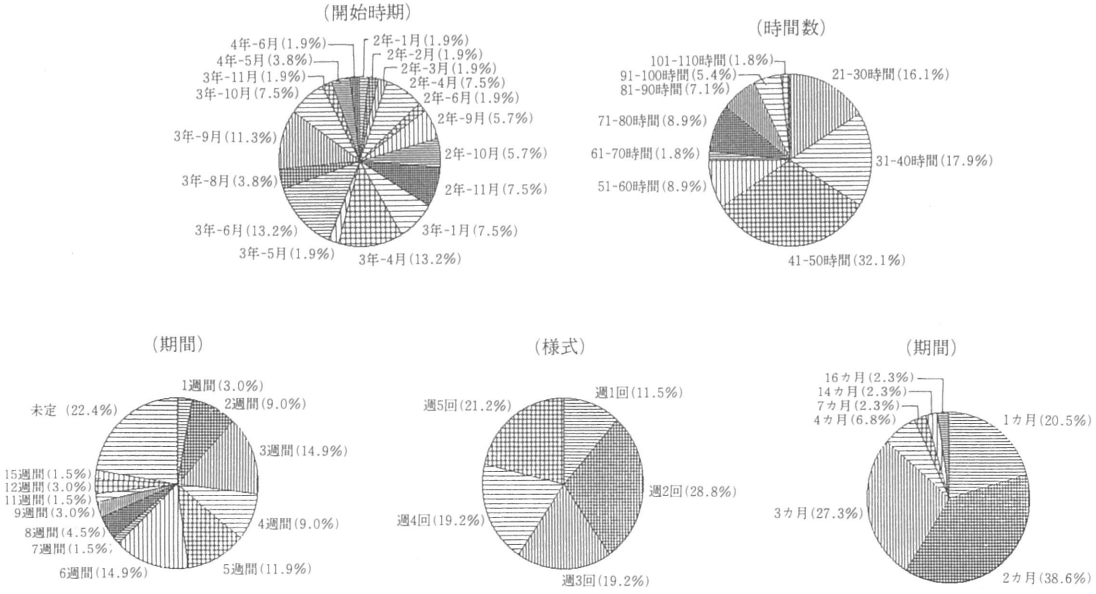


図8.　実習について：改正する（改正後）

実習時間は51～60時間，21～30時間，41～50時間の順であった．開始時期は３年生の９月，10月が多く，２年生に開始するところは少ない傾向であった．期間は２か月が最も多く，次いで３か月，１か月となっている．様式は週２回，５回，４回の順であった．

希望案としては，時間数は31～40時間，次いで41～50時間，21～30時間であった．期間は２か月が最も多い．様式は週４回ないし３回を希望している（図11）．

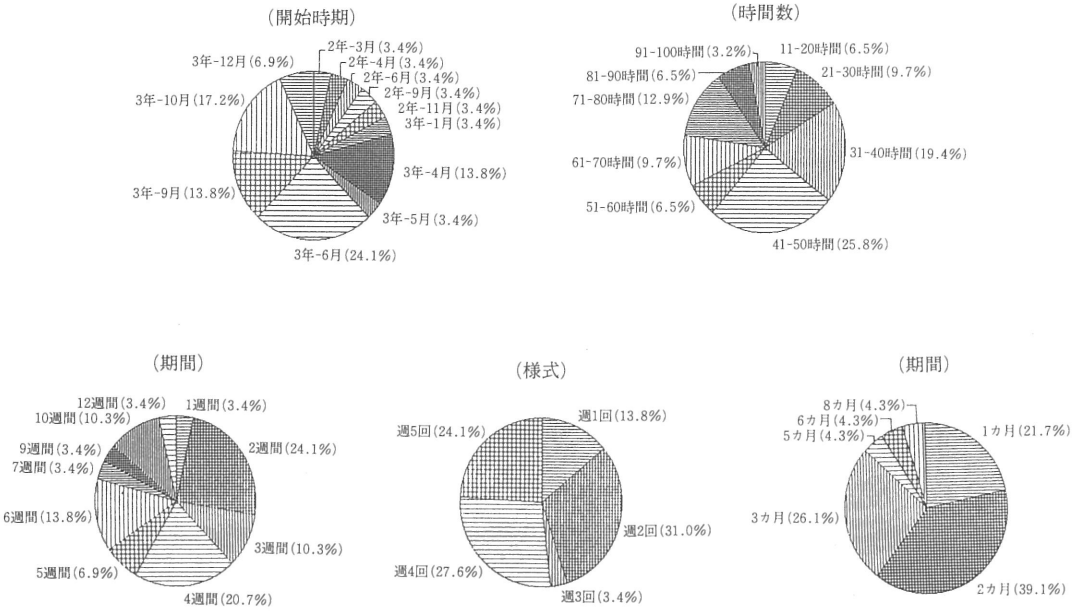


図９．　実習について：改正する（希望案）

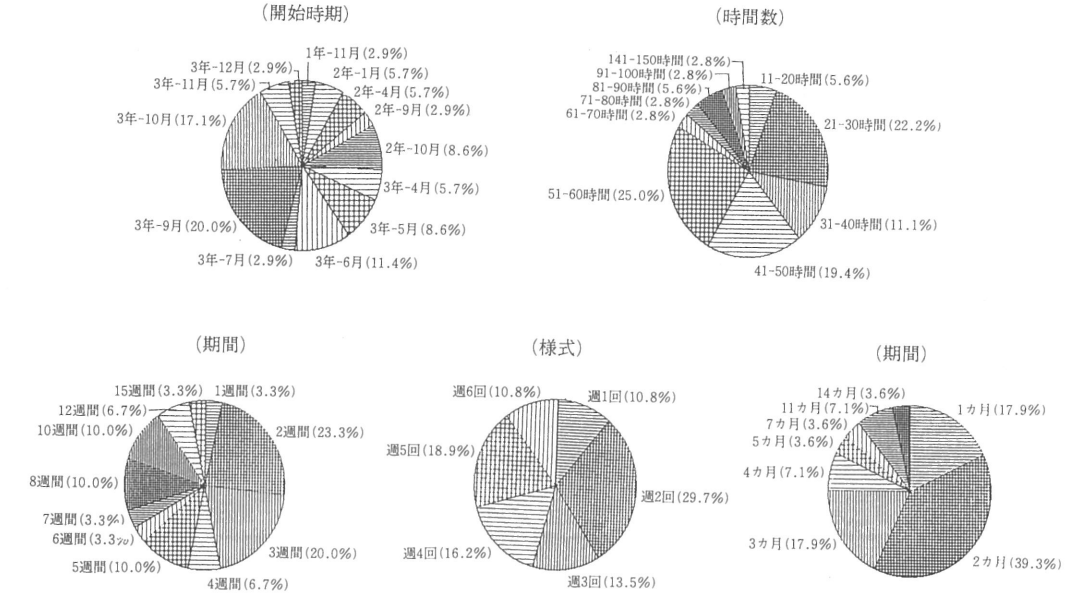


図10.　実習について：改正しない（現状）

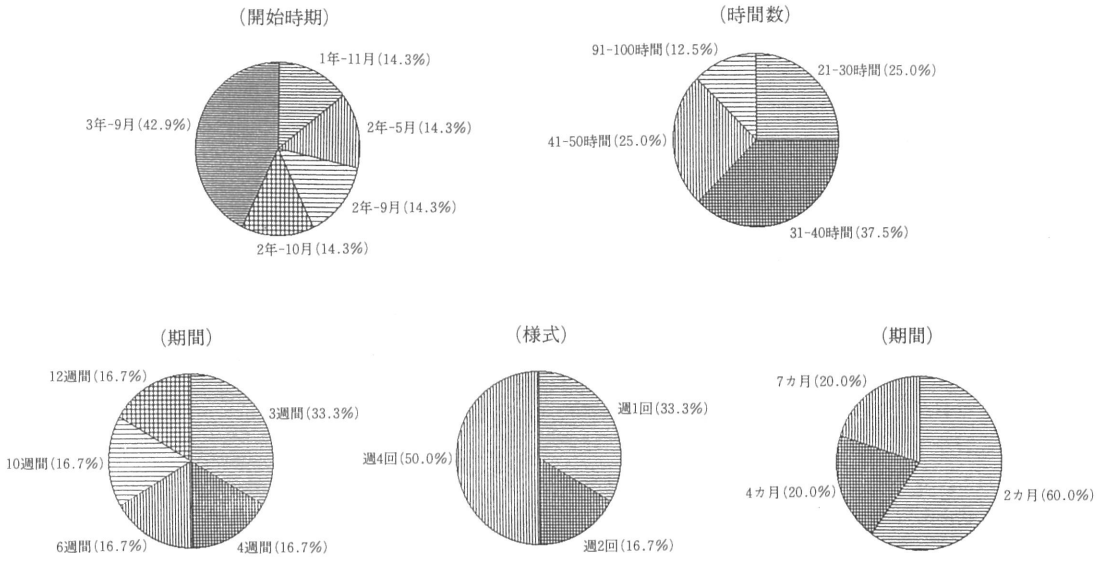


図11.　実習について：改正しない(希望案)

(4)　カリキュラムを改正するにあたりどのような点を改正するか

回答数

A．改正する……79
B．検討中…… 8
C．未回答……55

改正の内容

回答数

(i)臨床との連携を考える……54
(ii)教養科目との連携を考える……36
(iii)基礎医学間の連携を考える……14
(iv)その他…… 2

臨床医学と生理学の連携を考慮，あるいは教養科目との連携を考えるというものが多く，他の学科との連携を行うとするものが多かった．

具体的には，新設科目を作り，教養科目や臨床専門科目との連携を行う，教養科目のうち化学，生物学，物理学，分子生物学，医用電子および情報科学との連携を試みるという回答が見られた．また，解剖学や薬理学との連携を行うとの回答もあった．更に，生理学自身の問題として，講義時間と実習時間の連携を考慮したいという意見もあった．

(5)　少人数制の教育法を生理学教育の中に取り入れるか否か

回答数

A．取り入れる予定……30
B．取り入れている……57
C．取り入れない……46
D．検討中…… 3
E．未回答…… 6

既に少人数制教育を取り入れている，あるいは取り入れる予定が取り入れないを上回った．しかし，教員数の問題などがあり，必ずしも実施は容易ではないとの回答があった．

(6)　選択科目制を取り入れるか否か

回答数

A．取り入れる予定……27
B．取り入れている……15
C．取り入れない……80
D．検討中……10
E．未回答……10

選択科目制を取り入れないとするものが，取り入れる予定，取り入れているよりも多く，選択科目制を採用するところはそれほど多いとはいえない結果であった．

(7)　単位制の導入について

回答数

A．導入する予定……31
B．導入している……13
C．導入しない……62
D．検討中…… 5
E．未回答……31

単位制を導入する予定，あるいは導入しているところより，導入しないとするものが多く，単位制の導入には消極的であることが示された．

以上，アンケートⅡの各項目の集計結果について報告した．全体として次のようなことが言えるのではないかと思う．法改正が一契機となり，カリキュラムを改正するところが多い．改正後には，講義時間が短縮される傾向にある．また，講義開始時期は2年生の春あるいは秋で，今までよりも講義開始時期がやや早くなる傾向にある．また講義はほぼ12か月をかけて行う．実習は講義に遅れて始まり，3年生になってから，2～3か月かけて週2～4回行う．実習は短期間に集中的に行おうとする傾向が見られる．

これに対し，カリキュラムの改正を考えていないところでは，講義時間は41～100時間の間にあり講義は3年生4月か，2年生の秋から始まる傾向が強い．実習時間は51～60時間で，開始時期は3年生になってから行い，講義に遅れて実習を行うことを意図している．

カリキュラムを改正する上で考慮しているのは，臨床専門科目および教養科目との連携である．しかし，少人数制教育法の採用希望は低い．これは，少人数制教育法の利点はよく理解できるものの，教員数の問題，場所の問題など理想と現実の差が大きいことを示唆している．

また，選択科目制，単位制の導入に関しては，消極的な意見が多かった．

Ⅲ．各教室（講座）又は各教授の講義分担領域，実習担当領域及び研究領域

これらの相互関連は生理学教育の変革を検討する際に基本的な問題となるので調査を行った．動物機能生理学(神経・筋など)，植物機能生理学（心，腎，肺，肝，胃腸，ホルモン，体液など)，その他の生理学（環境，スポーツ，栄養など）に分けたときの担当している教育分担領域に○印をつけて頂いた(複数回答可)．更に詳しい専門領域については日本生理学会の分類を用い，該当する領域に○印をつけて頂いた（複数回答可)．

結果を次のようにまとめた．

まとめのⅠ

講義分担領域，実習担当領域及び研究領域を全部ひとまとめにして，各領域を下記の三系に分け，その中の細目に相当する各領域を担当する教室が幾つあるかを集計しテーブルにしてみた．

(全教室数142　担当細目は複数)

神経・筋系

細　目	研究	講義	実習
高次中枢機能	47	69	50
ニューロン・シナプス	43	71	41
感　覚	41	72	58
イオンチャネル レセプター	34	77	27
自律神経	33	80	27
運動機能	26	64	44
行動・生体リズム	20	58	13
筋	18	66	50
神経化学	12	23	4

植物生理系

細　目	研究	講義	実習
心臓・循環	43	79	86
内分泌	24	71	19
消化・吸収	22	74	21
呼　吸	21	72	61
血　液	18	68	45
栄養・代謝・体温	14	61	21
腎・体液	9	73	52
生　殖	6	52	5

一般・環境・保健系

細　目	研究	講義	実習
細胞・分子生理	61	70	33
発生・成長・老化	25	23	2
膜輸送	22	67	26
病態生理	19	42	9
環　境	15	23	6
体　力	8	15	10
その他	6	18	7

まとめのⅡ

学者の専門領域は研究領域であるとすれば専門領域を講義し，或は実習させるのが教育効果が上がり最も

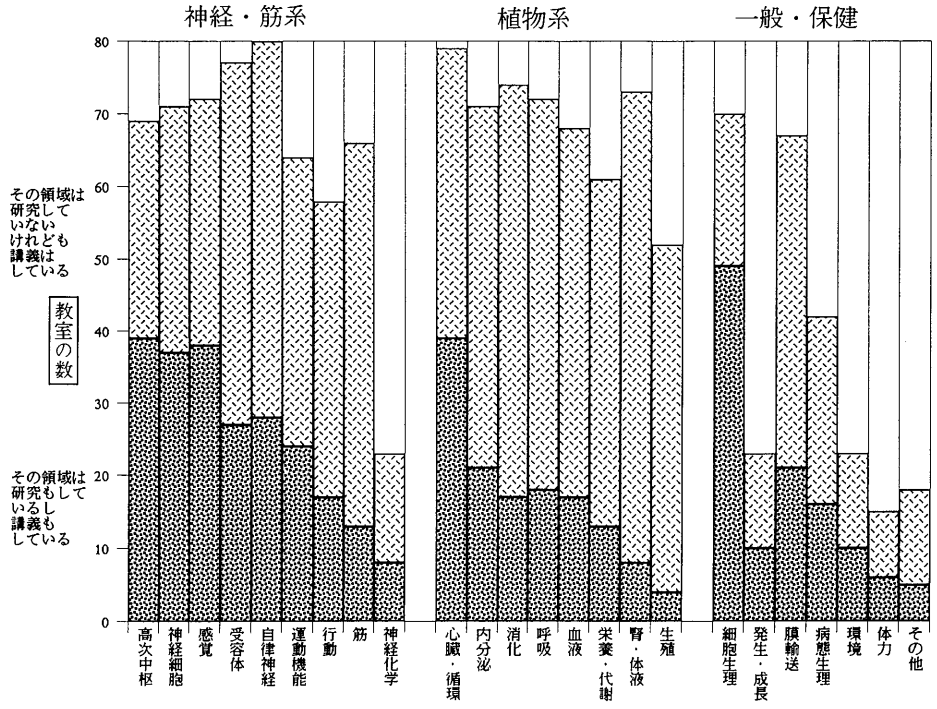


図12.　研究領域と講義領域との関係

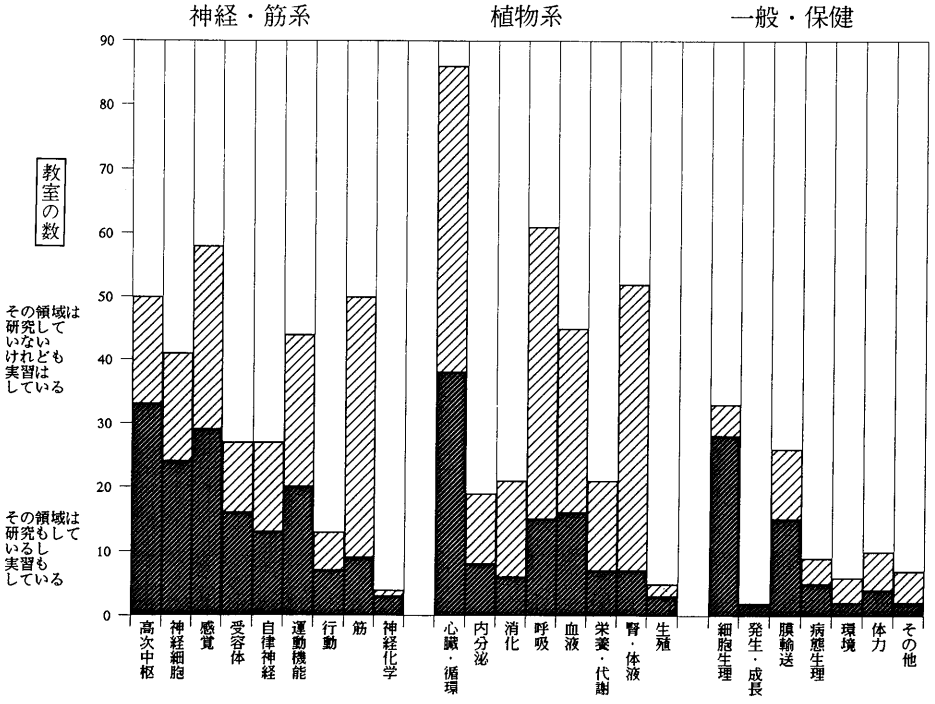


図13.　研究領域と実習領域との関係

理想的である．各細目領域について，上記の理想的教育，即ち，研究領域と講義領域の一致，或は研究領域と実習領域の一致を可能としている教室は幾つあるかを集積し，図12及び図13の如く，棒グラフで現わしてみた．専門外の領域を講義したり実習させたりしている教室の数も重ねて示してある．

専門外の領域の講義を担当している教室の数は専門領域の講義を担当している教室の数より遙かに多く，特に植物機能の中の細目の多くは専門外の教官が教えている事になる．医学部に於ける生理学教育を考えると，より多くの植物生理学者，特に栄養・代謝・腎機能・生殖・発生・成長・環境・体力などの生理学を専攻する学者をもっと養成していく必要があると思う．

専門外の領域の実習をしている教室の数は専門領域内での種目を実習している教室の数と略等しいので講義の場合より遙かにバランスがとれている．実際に行われている実習種目にバラツキがあるが，これはやり易い種目とやり難い種目があるので止むを得ないと思う．

まとめのⅢ

教室又は講座の教育分担が明らかに動物生理系と植物生理系とに二分されている大学と，されていない大学の数との比率を扇形グラフで現わしてみた（全55大学中）（図14）．

この図で黒い扇形は大学側が名目上二分していると言うデータに基づくものであるが，実際の講義担当などでは明瞭に二分されている大学はもっと少ない様である（全校の半分以下）．

図14.　講座が動物系と植物系とに2分されている大学と，2分されていない大学

まとめのⅣ

教育分担領域についての御意見の主なるものは次の通りであった．

＜講座の動物機能と植物機能との分担について＞

○生理学が2講座からなる時は，人事の上で動物と植物とを考慮しないと授業に無理がでる．

○動物と植物と講座単位での分担が理想．乱れる傾向は残念だが，研究発展により植物の領域に動物の機能の関与が明らかになりつつあるので，柔軟な対応が必要となるであろう．

○動物と植物と講座単位で分担している．

○基本的には教室単位で動物と植物と2分しているが，専門領域の場合は融通し合う．

○動物と植物とで重複している多くの分野を如何に協調的にやるかが重要．

○動物と植物と2分するのは，臨床との関係を考えると不適当．2講座とする必要もない．

○動物と植物と2分割するのは，不適当な場合がある．

○特に若手(助手)の参加を弾力的にする必要もあり，育成のため分担の交替も必要．

○教室単位で分担し易いが，教員単位での分担や分担の部分的変更を考えてもよい．

○重複と反復も異視点から見るという価値があると考え，かなり自由に教えている．

○調整しながら分担していても重複する項目ができる．

○神経生理学を教えているが，「自律神経系(末梢)」や「神経機能と免疫」の生理学が脱落しないようにしている．

○動物機能生理学に片寄りすぎないように努力している．

＜専門外領域を講義する事について＞

○医学教育は専門以外の所を教育していくことも大切．

○当然のことながら，研究領域外のことを教えているが，一抹の不安がある．

○生理学全般の新しい知識を得るため，1～2年毎に教室内で分担を交替している．

○専門外の領域は3年毎に入れ替えするのが良いが，面倒からか，実行できていない．

＜その他＞

○教養及び臨床で教育出来るものを分けていくべきと考えています.
○植物分野は広くて大変. また, 内容を基本重視か先端的にするかも悩んでいる.
○細胞分子生理学は生化学等と重複しまた莫大な内容でどの程度教えるか苦慮している.
○講座制でないため, 相談して講義の適任者を決めている.

まとめのV

実習の問題点についての御意見の主なものは次の通りであった.

＜予算及び実習機器について＞

実習に関する予算が不足しているので老朽化している実習機器の更新が出来ないと訴える教室が多く(25), その中の主なものを下記する.

○高度の機器が必要となってきているのに, 更新どころか消耗品の予算すら足りない.
○実習用機器購入費がない事に驚いた. 高価な機器を必要とする実習は諦めるしかない.
○実習費用の不足. 人体実験を主体にせざるを得ない.
○教室費と別枠の実習費がある制度の方が一定額が保証されるのでよい.
○全国を4～5か所に分けて実習用機器の共同利用はできるのではないか.
○コンピューターにAD変換を載せると従来のより費用・分析の点で有利と考える.

＜指導教官の人数について＞

指導教官の人数が不足していると訴える教室が多く(19), その中の主なものを下記する.

○予算と教官の不足は実習の改善にとってクリティカルである.
○教官数, 実習設備に対して学生数が多すぎる.
○10人10グループに分けても人数が多すぎる. チューターと設備が足りない.
○教室員の質と量, 実習費の不足が大きなネックになっている. 弱小大学の悲哀.
○スタッフが不足. 小人数教育が難しい. 1グループ当り10～15人になる.
○教官の不足. スタッフの問題も有る. 文部省等に教育最低人員増を答申する必要あり.
○指導者の不足. MDが少ないので, 臨床面・異常などの設明が不足.

＜実習時間と内容について＞

○月に1度ローテーションさせて多種目教えているが, 1種目を長期実験させても良い.
○時間が足りないので短期で容易であり基礎的かつ本質的な内容の実習項目を選択しているが極めて難しい.
○実験が夜遅くなると翌日の午前に影響するので, 6時に終われるようにしている.
○通常の実習は行なわず, セミナーと実験をしながら, 両者の質的向上を目指している.
○やや古典的なテーマになっている.
○放射線基礎医学講座がないので, その実習も最低レベルだが負担している.
○種目数を2～3増やしたいが物理的に無理.

＜動物実験について＞

○動物使用が制約されてくる可能性があるので, 実習項目の変更などを考えている.
○犬を使えなくなったらかなり実習を変える必要有り.
○動物使用が社会的にも財政的にも困難になるのではないかと強く危惧している.

＜小人数教育について＞

○小人数で行うことと, 実習後の討論が重要.
○小グループにしても消極的な学生は自発的に実験しない.
○統合カリキュラムのため同じ実習項目に100人同時となり困難を感じることがある.

Ⅳ. 生理学教育の評価法について

この項では, 生理学教育で行われている評価法について, 筆記試験と口頭試験の実施状況, MCQ(multiple choice questionaire)の使用状況について御回答頂いた. 教育の実際で参考にして頂きたい.

(1) 生理学教育の評価法はどのように行っています

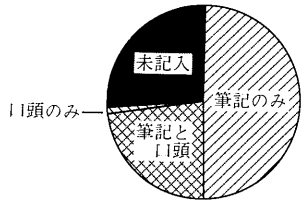


図15. 試験の様式

か（図15）.

筆記試験のみ　69

口頭試験のみ　1

筆記試験と口頭試験　33

（ほかに再試だけ口頭試験　3）

未記入　36

実習なども評価にいれている

実習レポート提出：論文形式で提出　67

論文形式ではない　44

形式記入なし　3

その他　実習は試験のみ（レポート不要）2

レポート提出＋試験*　10

*（実習レポートのほか学術論文の抄読レポート提出；自由課題および小グループセミナーレポート提出　各1を含む）

未記入

(2) ＭＣＱを使っていますか

未記入　14（ＭＣＱとは何の質問3件）

使っている　36

全体の何％ぐらい出題しているか

％	0～10	～20	～30	～40	～50
例数	6	4	14	4	3
％	～60	～70	～80	～90	～100
例数	0	3	0	2	0

ほかに　％不明　1

追試のみ　3

（2人は追試で100％）

前期記述，後期ＭＣＱ　1

記述＋ＭＣＱ 100題　1

使っていない　86

その理由

1. 理論的思考力　13

理論的思考力をそこなう，理論的思考力を評価出来ない

2. 理解の程度の判定とその教育への応用　11

理解度の評価が出来ない　7

合否判定のみで実力のグレーディングに不適当　2

分からない点，何故分からないかが分からない　1

教育効果の判定が難しい　1

3. 表現力　4

表現力をそこなう　4

4. 教育指導への応用　3

きめ細かい指導に役立たない　1

及落判定は知識ばかりではない　2

5. 問題作成上の問題　7

問題作成が難しい，時間がかかる，面倒　5

カンニングがしやすい　2

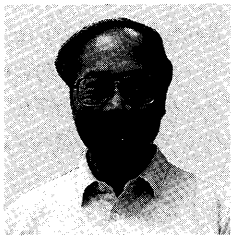
6. その他　必要でない，適当でない　6

7. 記入なし　42

PROFILE

「生理学者群像」

岡　田　泰　伸　君



岡崎国立共同研究機構生理学研究所教授
（細胞器官研究系機能協関部門）
平成４年９月１日就任

① 現在の研究内容

小腸や胃などの消化管上皮細胞においては能動的な物質輸送が多岐にわたる様式によって行われ，この過程にはチャネル，キャリアー，ポンプなどの膜輸送機能分子の動員・活性化が重要な役割を果たしている．すべての細胞は容積調節能を持っているが，とりわけ激しい物質輸送の過程で不断に浸透圧環境の撹乱を受け続けるこれらの上皮細胞においてはこの容積調節能力は極めて重要で，最近この細胞容積調節にも種々の膜輸送機能分子が関与していることが明らかとなった．現在，主として物質輸送や容積調節の過程に関わるイオンチャネルや心筋イオンチャネルの活性化の分子機構についての研究を行っている．

② 将来の研究活動の抱負

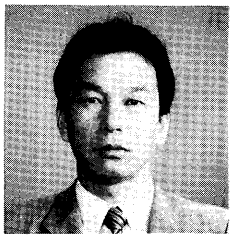
生理学研究の基本はもとより生体反応の「機能」と「機構」を解明する点にあるが，私達は種々の「細胞機能」の「分子機構」について究明して行きたいと考えている．とくにチャネルやキャリアー，ポンプなどの分子挙動とその制御機構，そしてそれら膜輸送分子間の機能的・構造的協関を，あくまで細胞機能との関連の中で，明らかにして行きたい．

③ 生理学教育に対する意見

学生に直に接する機会の乏しい生理学研究所での生活をはじめてみて，学生教育の喜びと重要性がひとしお感じられるようになった．生理学教育の真髄は生体機能の美しさとそのメカニズムの見事さに触れる喜びを伝えることにある．しかしこれは感性的レベルを越えて客観的・論理的にも実現されなければ，現在の「生理学」の“危機”は乗り切れないように思われる．かつて生物物理学の台頭の中で「生体機能とその機序が物理化学の言葉でどこまで語り得るか？」が問われたように，いま分子生物学の隆盛のまっただ中でそれらが「機能蛋白の一次構造の言葉でどこまで語り得るか？」が問われている．この二つの問に真正面から応えていくことが私達のもう一つの教育責任であると考えている．

「生理学者群像」

有　田　　順　君



山梨医科大学教授（第一生理学教室）
平成５年４月１日就任

① 現在の研究内容

1. 下垂体前葉ホルモンの分泌調節：下垂体前葉のプロラクチンあるいは成長ホルモン分泌細胞を用いて，これらのホルモン分泌の視床下部ホルモンに対する反応性を単一細胞レベルで定量することによって，同じホルモンを産生，分泌する内分泌細胞でも分泌刺激に対する反応が異なるという，分泌細胞の機能の不均質性を研究している．また，下垂体前葉に存在する

ペプチドが，どのようなパラクリン調節によってホルモン分泌細胞に対して影響をあたえているかも調べている．

2. 性ホルモンの中枢神経系への作用：卵巣から分泌されるエストロゲンは作用時間依存性に，視床下部のドーパミン神経細胞の機能を修飾している．このエストロゲンの作用機序を，性ホルモンの向神経作用の研究モデルとして調べている．

② 将来の研究活動の抱負

細胞内外のどのような因子が下垂体前葉のプロラクチン細胞の分化および増殖を調節するのか，神経細胞における性ホルモンの活性化および組織化作用が，どのような蛋白誘導に基づくのか，作用機序が全く不明であるプロラクチンがどのようなユニークな情報伝達を持っているか等を研究して行きたい．

③ 生理学教育に対する意見

生理学の理解には，他の基礎医学の知識，特に，解剖学および生化学が必須であるので，これらの分野の講義との関連を今一度検討し，総合的教育を目指す必要がある．

〔日本生理誌 (1993) **55**, 281-292〕

IN VIVO MICRODIALYSIS法による学習行動時の脳内神経伝達物質の定量化

野村正彦・堀　耕治・田中淳一*
(埼玉医科大学第一生理学教室)

In vivo microdialysis for neurotransmitter measurement during learning performance. Masahiko NOMURA, Koji HORI & Junichi TANAKA, *(Saitama Medical School, Department of Physiology)*

はじめに

MICRODIALYSIS 法が現在どの様に用いられているかを紹介して，これらの周辺に関心のお持ちの方々の資料としてお役にたてば倖いだと考え，本論文とした．

実験動物の行動に関心のある方なら，必ず一度は見てやろうと思われるであろう実験の一つに，その行動を調節している脳内の神経伝達物質が，どのような動態を呈し，かつ変化をしているかを知る事がある．もちろん，科学の進歩により今は種々の領域にとどまらず，電気生理学では脳波や心電図の波型がどの様に変化したとか，また，最近の NMR や PET の威力により，腫瘍のありかや，血管の異常から出血部位まで非侵襲的に見る事のできる時代である．しかし，物質その物がどのように変化したかを定量的に調べる事は，残念ながらまだ可能になっていない．しかし，パーキンソン病の患者の脳に，副腎由来の組織を移植して，症状の改善以上に，移植組織から回復に値する充分の神経伝達物質が産生されているのだと言う報告もある．この報告は，表題にある MICRODIALYSIS 法を使用して，人が麻酔もなく，苦痛もなく，日常と寸分も変りなくありのままの状態で，脳内の変化を示したものである．種々の脳に存在する病気は，腫瘍であれ，てんかん発作であれ，また先天性の難治性の疾患等と数知れずある．てんかん発作に悩まされている人，また重傷の難治性疾患の治療を可能にすることは人類の夢である．

もちろんこうした実験には倫理的な問題を残しており，ただ行なえば良いと言う問題ではない．しかし，病気で困っている人々が，実際に存在し，いま病んでいる人は，次に同じ条件で，同じ病気になった人の事を考えて，次代の治療に結びつく協力をしてくれているのである．それらの報告が，現に論文として世に顕されているのを見るにつけ，著者もいろいろ考えさせられる．

本来なら以下のごとく，MICRODIALYSIS の全貌を紹介しなければならないが，一部は既に既存の事実として省略をして全要を記載できない部分もあるので，お許し願いたい．

I．MICRODIALYSIS の歴史と現状

I．MICRODIALYSIS と言う言葉は，DIALYSIS が早くから体液を含めた腎臓疾患等により体液の不均衡是正に対処するべく開発された時期にさかのぼり，以後徐々に種々の目的に応じた要望により確立して来たものである．Gaddum[24] によれば，既に1961年に Push-pull cannulae を使い，生体の内部に灌流液を導入および導出して，体内の活性物質を定量した事が初めである．そして，Bito[10] らはイヌの脳脊髄液，血液を使いアミノ酸を測定した記録が，脳を用いた最初の報告とされている．しかし，この時も DIALYSIS の言葉を使い，MICROは冠していない．1970年代になり，Delgado[18] らはサルを使い脳内に挿入されたプローベを使って長期にわたった観察を行なった．脳内での ^{3}H ラベルした tyrosine から，また ^{14}C ラベルしたブドー糖から種々のアミノ酸への変化を詳細に追及した．また，Nieoullon[61] らはラット

を使い ^{3}H ラベルした tyrosine から dopamine への放射能ラベルの移行から，産生量を見ながら同時に観察をした報告がある．

Kissinger[52]ら，また Mefford[56]は，高速液体クロマトグラフィー（High performance liquid chromatography：HPLC）の分析能の精密度が進歩した事がおおいに貢献し，イヌやサルの大型の動物から小型のラットを使えるようにし，ますます MICRODIALYSIS の意義が増大した．初期は確かに，大型の実験動物による物が多く認められ，幾つかの試みがなされた[9]．Delgadoら[18]や Aggleton & Passingham[2]らのサルを初め，Bradberyら[11]，および Jacobson & Hambergerら[41]のウサギ，Kendrickら[48]のヒツジ，Jarryら[42]のブタ，Brodinら[12]および Sandberg & Lindstrom[71]のネコ等と多岐にわたり行なわれた．また，最近はラットからマウスの極小動物や，ニワトリにも試みられている[46]．プローベを改良する事と並行して，HPLC の分析精度の上昇に伴って，小動物でもかなり限局した小さい部位からの分析が可能になった．従って，組織レベルでも，種々の臓器からの分析が進んでいる．脂肪組織[5]，心筋[4,26]，骨格筋[53]，副腎[55]，胃腸管[14,57]，眼[6]，脊髄[13]から，更に他動物組織からの移植片[45,86]にまで発展しているのが現状である．さらには非動物的組織として，リンゴを分析した記録等がある[22]．

これらの中で，脳はやはり中心的存在で，幾多の研究報告が膨大にある．Ungerstedt & Pycock[80]の報告を初めとして，1970年代から更に1980年代にかけて，Benveniste ら[8]の初めて使った，MICRODIALYSIS の言葉に見られるように，小型化を最大限に利用する研究がにわかに賑やかになった．即ち，実験室内での多用化が実現して来たからである．

人体への応用例も増加しており，神経疾患のみならず多岐にわたり臨床的にも活用されている[28,34,35,58]．

一方，実験系では今までの IN VIVO VOLTAMMETRY 法に替わって，IN VIVO MICRODIALYSIS 法による測定が可能になって，動物が実際に学習を行なっている最中における脳内の物質変化を直接測定する事が可能になった．即ち，動物の学習行動中に，直接脳内の物質変化が測定できれば，測定された物質を学習に関与する物質レベルの変化として，捉える事が可能である．透析膜法とＨＰＬＣの分析能力が上昇し，その定量の再現性が信頼性の高い物となったため，動物を Freely moving の状態で，しかも無麻酔下の状態で測定が可能になり[3,7]，且つ，学習と云う高次の複雑な神経活動を脳内の神経伝達物質を測定する事で，知る事ができるようになった．

この実験は，以上の方法を使って，実際に動物が学習を行なっている最中に，脳内の所定の部位に植込んだ MICRODIALYSIS のプローベを通過させて，灌流する事により，生体から導出して採取した試料の分析を行なう方法である．

今までは動物に学習をさせても，その脳内神経伝達物質の測定は学習後，動物から脳を直接摘出しなければ，測定ができなかった．この事を考えると，今まさに動物が学習実験を行なっている最中に，またその行動の前後に，動物が生きたままの状態で脳内の変化を測定し，脳内物質の変化を経時的に知る事ができると言う，画期的な方法である．

この MICRODIALYSIS 法が確立されるまでには，非常な困難があった．まず，脳を含む生体から，生きたままの条件下で直接，生体内の化学物質を取り出して測定ができる様になったのは，PUSH-PULL 法および IN VIVO VOLTAMMETRY とよばれる，ガラス管を特定の脳組織に挿入して，灌流液を採取し分析したのが初めてである[24,51,66,72,73,78]．

しかし，これは単に酸化還元電位でのみ，モノアミン量を測定する事を可能にした為に，測定可能な物質が 3,4-Dihydroxyphenylacetic acid：DOPAC および 5-Hydroxyindoleacetic acid：5-HIAA に限られていた事である．それでもこの方法が用いられて，幾多の研究報告が

ある．著者も試みた体験があるが，実験動物に学習行動実験を行なわせると，レバー押しをしたり，また餌を食べたりしている行動の最中に，10中9例までのラットが，モノアミン量を測定する以前に，このガラス管を壊してしまい，行動の実験と脳内神経伝達物質を同時に測定する事は，至難の技であった[63]．1970年代に DIALYSIS を生体の採取に使うと言う方法論は，存在していたが，この10年の間に，VOLTAMMETRYに替えて，MICRODIALYSISが改良更には改善されて，急激に利用価値が出てきた[44,71,73,86]．

Ⅱ．MICRODIALYSIS の利用方法

[装置]　MICRODIALYSIS のプローベは，多くの種類の物が工夫されていて，5つの型がある．

1．TRANSVERSE 型[39,54]：これは，脳を含む1つの臓器を左右から貫通させてしまうタイプである．こまかい部位の事を無視すれば，大量の灌流を行なえる利点がある．

2．U字型[15,83]：U字をした部分が透析膜であり，一方向から灌流を行なう．

3．I字型[7,43]：I字型をしたチューブの先端の一部が透析膜に置き換えられた型で，灌流を行なう量は制限されるが，限られた局所を狙って行なえるため，測定の精密度が非常に良い．

4．REMOVABLE 型[31,59]：ガイド型で固定をしておいて，測定時にのみ透析膜のあるプローベに置き換える型 である．手術によりプローベを植え込んだ時点と，実際に測定を行なう時点を，操作できる利点が大きく，最も利用価値のある型である．

5．プローベ本体に側枝の管が別に付いた型[23,75]：最近では，更に側枝の管が別に付いたプローベが考えられ，これにより薬物等を投与しながら，灌流部位での直接効果を調べる試みがなされている．

以上のそれぞれの型は，使用する目的に合わせて使い分けている．まず部位の問題がある．脳に限って述べると，脳のどの部位に装着させるかによる．部位が決れば，次には領域の問題である．即ち，広い部分から採取するのを目的にしているのか，極く小さい限局された部位からだけを考えるかどうかによって種々条件が変ってくる．

これにより，組織内に挿入されるプローベの長さのみで考えても，0.5mm から 8.0mm にも及ぶ物がある．前者は大脳皮質等の比較的表層からの採取であり，後者は視床下部等の脳の深層からの採取を目的にしたものである．そして，後者のながい物では，透析膜の部分を，かなり充分に取る事ができるので，目的に応じては非常に有効である．従って，細胞に接している面積は更に多岐に及び，対象となる細胞の数は，このチューブの円筒を取巻くのであるから，数千から数万倍にもなり得る可能性がある．

また，局在した部位を選びたい時には，透析膜の部分を短くするだけでなく，プローベの外

表―1．　透析膜の物性比較

適　用	膜材質	外径 μm	内径 μm	DALTON	備　考
モノアミン ACh アミノ酸 薬物	再生セルローズ	220	220	50,000	エイコムI型に使用
モノアミン ACh アミノ酸 薬物	クプロファン	172	160	5,000	エイコムU型に使用
ペプチド	ポリスルホン	440	340	最大径 0.2μm	エイコム EPPS-10 プッシュプルに使用
ペチチド	PVA	500	300	最大径 0.2μm	吸着問題がある時に試用

径を小さくする工夫もできる．現存する最小径は，300 μm の外径であり，膜外径は 220 μm といった更に細く工夫がなされている．これらの小型化により，周辺組織その物の損傷が少なくてすむとの配慮がある．

更に，分析する物質により，用いる膜構成を替えなければならない．それぞれの膜の種類と，篩いに掛けられる径の大きさ等を一覧表として，表―1に示した．

灌流液の組成の問題，これはどの種類の電解質を含んだ灌流液を使うか，また電解質濃度をどう変化させるか，人工的な脳脊髄液を使うか等の多種の選択がある．また，これらの液を灌流する流速が問題となる．1分間に1 μl なのか2 μl にするか等で，条件が異なる．温度も重要な因子である．これらの，温度を含めての諸条件は中原ら[60]の総説に詳しいので，参照されたい．

Ⅲ．MICRODIALYSIS の実際例

測定する物質には，早くから脳の機能との関連づけの意味から注目されていたアセチールコリンの報告[3,17,65,79]が非常に多く見られる．また測定の容易さからアミンに関する報告[16,26,31,53,56,76]も同様に多い．さらに，アミノ酸[8,10,13,27]，ペプチド，またはオピオイド[12,20,50,68,81]に及ぶ神経伝達物質と考えられる測定可能な物質は，次々と工夫がなされて来ている．今回ここでは著者らが実際に行なってきたモノアミン系に限って述べる事にした．

A．方　　法

実験には無処置の実験動物を含む検体に，透析膜プローベを挿入する系と，学習課題または自己刺激条件を作製した等の処置を施した実験動物を検体に使用する系とがある．

1．今回は後者である学習課題を修得させた学習終了後のラットを使った例を紹介する．

実験には12週齢の Fischer 344ラットを使い，ラット用スキナー箱にあるレバーを押せば，報酬として餌ペレットが与えられる，正の強化課題下で行なった．ラットの手がかりには，スキナー箱内に設置してあるルームランプの ON および OFF を対応させた．

2．学習課題終了後のラットを麻酔下に，透析膜プローベを挿入する為に，脳内に特定した部位を決定して，脳地図は Paxinos & Watson[67]によった．従って定位脳固定装置のもとにステレオタキシックにガイドカニューレを装着する．脳地図により，ラットを麻酔下に両側の耳に耳固定棒で固定する事から始まる．そして，内耳の固定による基線が決れば，これを BREGMA として，この位置からの距離で，それぞれの目的の部位を決め，定位脳固定装置のもとに3次元に場所が決定できる．そして，目的の点にカニューレの先端を進める．先端の確定が行なえると，定法に従って歯科セメントで固定する．

最も一般的な方法である，当教室で行なっている学習の最中に，試料採取しかつ分析を行なっている実験系の概略図を図―1に示した．また，実際のラット海馬から灌流している MICRODIALYSIS 装置を図―2に示した．

3．学習課題遂行時の脳内神経伝達物質の測定は，手術によりガイドカニューレを装着した第2日目の12時間経過後に，ダミーカニューレを透析膜プローベに替えて，脳内を流速（1 μl/min.）のリンゲル液で灌流を開始する．そして，12時間経過後に流速（2 μl/min.）を替えて，1時間経過中に，サンプリングをして，即座にＨＰＬＣで測定を開始する．そして，ラットをスキナー箱内に移して，更に得られたサンプルは学習をする前の値とした．正確に1時間経過中，20分ずつの3サンプルを採取した時点で，学習課題を負荷する．このとき，スキナー箱内に設置されたレバーが，自動的に前面にスライドして出てくるようにしてある．学習課題は正確に1時間負荷して，この間も20分ずつの3サンプルを採取して，これらを学習中の値とした．次に，レバーを引っ込めて更に1時間経過中，20分ずつの3サンプルを採取して，学習後の値とした．

この間の学習課題は，連日同様に行なうよう

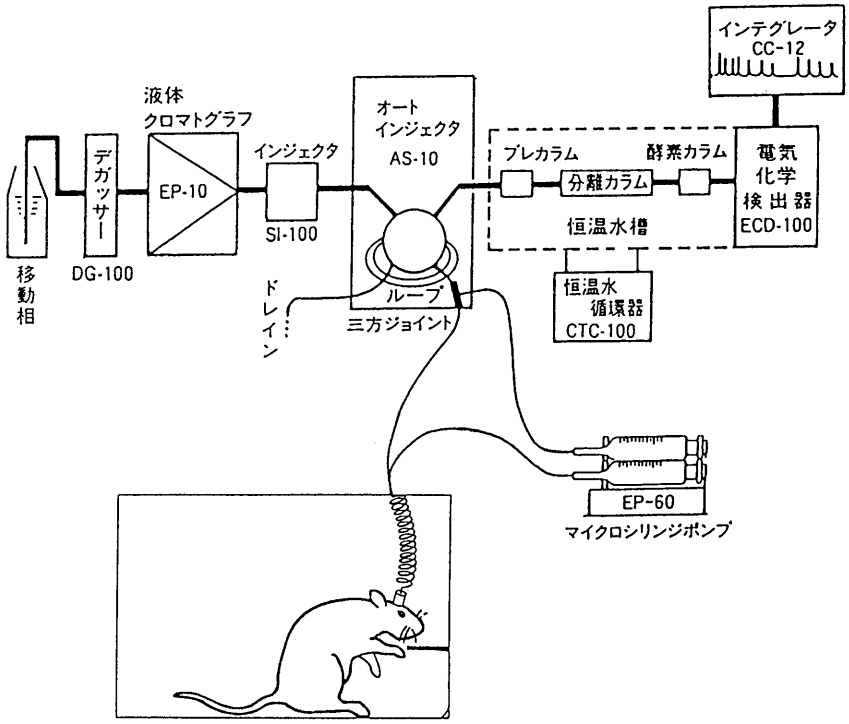


図1．　ラットの脳内にマイクロダイアリーシスチューブを挿入し，固定した後，弁別学習行動課題下で学習を行ないながら灌流液で透析し，回収した後，HPLC で分析定量を行なっている概略図.

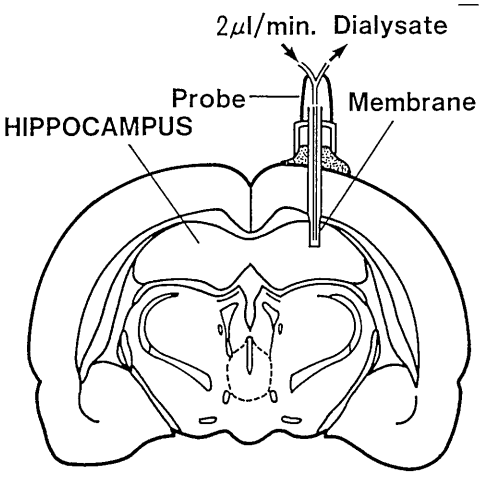


図2．　ラットの海馬にマイクロダイアリーシスチューブを挿入し，固定した後，灌流液で透析した液を回収する手順.

にした，即ち手術日には学習後に手術をして，手術後第1日目は手術後24時間経過時に行ない，また手術後第2日目は学習実験を行なった後，ダミーから透析膜プローベに替え，第3日目には学習中にサンプリングをする本実験を行なうようにした.

即ち，学習の前値の3個体の試料とし，ひき続づきスキナー箱内で学習を1時間行ない，その間の試料を学習値として3個体にした．学習終了後更に1時間，学習課題を行なわないで，灌流して得られた試料を学習の後値として3個体にした．従って，各3条件下の試料は3個体ずつ計9個体存在する.

4．学習課題遂行のみによる因子を明確にする為に，以下の2種類の学習課題を選んだ.

学習課題とは上記1．にあるように，ルームランプの ON および OFF の提示下で，ラット

が学習をする課題を，Multiple Variable Interval 15 Sec. Extinction Discrimination Schedule と呼ぶ(MULT 群)．これは，ON 時にラットがレバーを押せば，平均15秒に1度の餌強化が呈示され，OFF 時には餌強化の呈示が存在しないとする課題である[36,37,40,47,63,64]．

これに対して，もう一つの課題は，ルームランプの ON および OFF の提示は，1．の課題と同様に行なうが，餌強化の呈示は規定をしない課題であって，Mixed Variable Interval 15 Sec. Extinction Discrimination Schedule と呼ぶ[37,38] (MIX群)．これは，スキナー箱内でのレバー押し動作と餌を食べる動作は1．と同様であるが，ルームランプの ON および OFF はラットには対応させていない，即ち，学習課題のみが負荷されていない課題である．

以上の課題を夫々，10匹ずつ2群に分けたラットに試行して，30日間行ない，これらを初期学習とした．

脳内神経伝達物質の測定は，ラットより採取した試料を，20分間灌流して得た 40μl を1試料として，HPLC にて分離分析してかつ定量した．

B．結　　果

1．学習成績

12週齢の Fischer 344 ラットを10匹を1群として用いた．

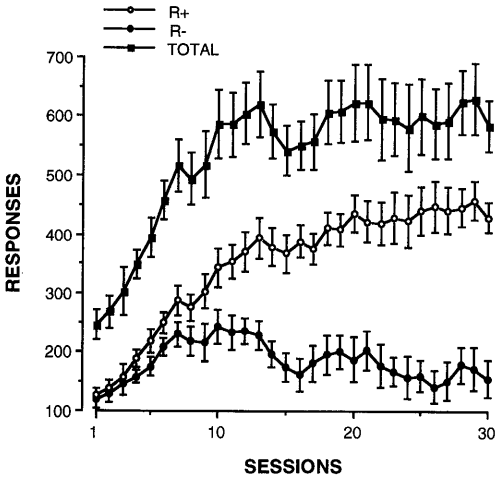


図3．　ラットの弁別学習行動課題下で学習を行なった時に，示した30日間の反応数の変化．

初期学習の30日間の成績を図―3に示した．図中にある白丸は正の反応であり，レバー押しが餌強化される．一方，黒丸は負の反応で餌強化されない．黒四角は総反応数で，両者の和である．そして，正反応率は正の反応数を総反応数で除した値である．

2．脳内モノアミン量

12週齢の Fischer 344 ラットが学習実験を30日間行なった後，MICRODIALYSIS で脳内モノアミン量を測定した．

1) 脳内各部位から採取した試料のうち，海馬，扁桃核および視床前核の，学習の前値および学習中の DOPAC，Homovanillic acid : HVA，および5 HIAA 含有量を図―4に表示した．学習の前値を白のカラムで，学習中を斜線で示し両者を比較した．

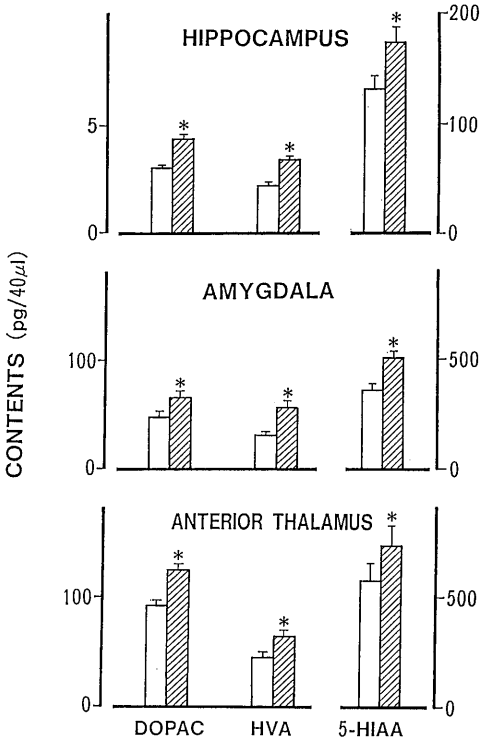


図4．　ラットの弁別学習行動課題下で学習を行なった時の，脳内海馬，扁桃核および視床前核に於ける DOPAC, HVA, および 5 HIAA 含有量の変化．

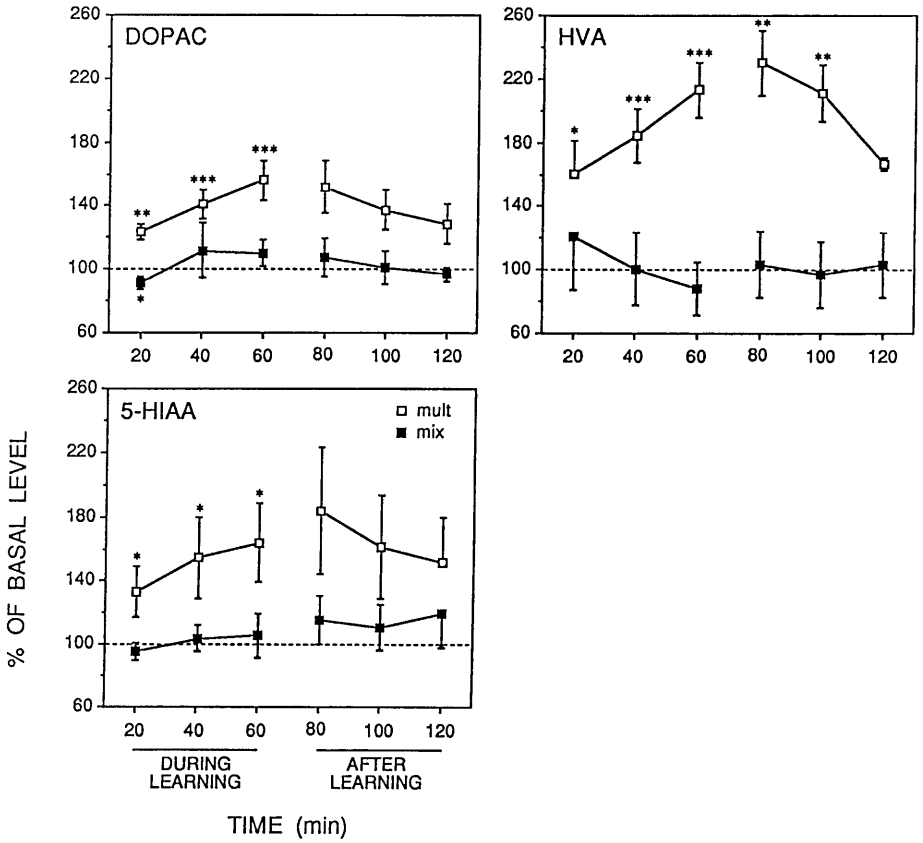


図5．　ラットの弁別学習行動課題下で学習を行なった時の，脳内海馬での学習前時を100とした時の，学習課題負荷中および学習終了後の DOPAC, HVA, および 5 HIAA 含有量の時間経過変化.

2) 脳内海馬部位が著明に変化を示した．そこで，経時的に試料を採取する20分毎に測定した値を，図－5に示した．図中の白四角がそれぞれの値である．学習の前値を100％として，学習の行なっている最中の60分間，および学習の後の60分間のそれぞれ3段階に分けて測定をした実測値である（MULT 群）.

一方，図中の黒四角は学習課題を負荷しなく，スキナー箱内でレバー押しをして餌は普通に食べたラットのモノアミン量は，いずれも変化を示さなかった（MIX 群）.

C．考　　察

学習をして変化をした脳の物質および部位が，何であったかが判明すれば，学習による記憶に関連する物質および部位の推定が可能である．

いま，学習課題を獲得した後，その学習をまさに行なっている最中の動物の脳内から，直接学習により変化した物質が検出し，かつ同定ができればこれらの変化は間違いなく学習による物質の変化である．そして，Dopamine やその代謝物質が，その変動する物自身であり，その中心的な部位は扁桃核を中心にする部位であった[25,49,70,85].

30日間の間，学習をし続づけたラットが，毎日毎回与えられた学習課題の下で，レバー押しをしていると，扁桃核内で Dopamine が増加した．しかも，同じように30日間の間，学習課題ではない課題下で訓練をし続づけたラットは，レバー押しをしても，扁桃核内での Dopamine の増加は見られなかった.

Hernandez & Hoebel[29] および Radhakishun et

al.[69]らの報告によると，スキナー箱にあるレバーを押せば餌が獲得できる事を習得したラットは，脳内側坐核より採取した灌流液中の神経伝達物質の内，Dopamine およびその代謝物質が増加した．しかし，レバーを押しても報酬の餌が獲得できなくすると，これらの増加を認めなかった．即ち，ラットの脳内側坐核より採取した灌流液中の神経伝達物質の変化は，ただ単に，餌を食べた事による変化である事が分かった．

これを解決する意味で，Multiple 課題の学習と Mixed 課題の学習との両者を同時に試行させて，弁別学習課題を行なった事による増加の確証が得られた[36,38]．更に，12週齢の若齢ラットが，学習成績では正反応率が80％を示し，その時の扁桃核内での Dopamine およびその代謝産物の増加が著明に見られた．一方，24ヵ月齢老齢ラットは正反応率が60％前後を示したのに対して，扁桃核内での Dopamine の増加がほとんど見られなかった事は，弁別学習課題を遂行し得ていないと言う疑いのない事実である[65,77]．この事は，更に老化による学習能力低下を，脳内神経伝達物質レベルでも確認でき，かつこれらが相関していた事を強く裏づけするに値する結果である．

Ⅳ．MICRODIALYSIS の将来像

MICRODIALYSIS で種々の物質が測定できる様になった．神経伝達物質として，アセチールコリン，モノアミン，アミノ酸，ペプチド，オピオイド等数えれば枚挙にいとまがない．また，学習行動の様な環境とは異なり，ストレス負荷[1,62]，自己刺激負荷[59]，薬物負荷[68,75]，電気刺激を与える負の学習課題などを考慮すると数しれない種類の変数が考えられる．また，疾患モデルとしての脳虚血[8,32]を作製したり低血糖[78]を起こさせたり，てんかん発作[21]，パーキンソン病[57,74]，等の実験系を使う例等も多数ある．これに反して，治療の目的を持って，組織の移植が試みられている[45,86]．まず，同種間であっても，他臓器から持込む例がある．たとえば，副腎を脳内に移植をする例がある．また，幼弱な生体からの，脳組織その物を，成熟したおとなの生体内の脳内を含めての部位に，移植をする例である．しかし，組織がなお生きていてくれていないと，実験で何を調べているのか無意味になってしまう．データを得る事に際しても，細胞内に高濃度のカリュウムイオンを流し込むとか[33]，またテトロドトキシンによる細胞膜活動への効果を見る[84]等にしても，MICRODIALYSIS の前後周辺を固める，細心の注意が必要である[60]．

しかし，実験系が何であれ，今まで得られなかった多くの情報が得られる事は，Freely moving である事に加えて，無麻酔下で実験ができる利点が大きい[3,30]．

最近，Long term potensiation (LTP) の現象を使って，種々の物質変動の基盤を，分子レベル，または分子下レベルの変化として捉えようとする報告が見られる[82]．また，アルツハイマー病を含む脳の疾患を，神経化学あるいは分子生物学の手法により，それらの解析が，非常な勢で拡大しかつ進んでいる[19]．倖にも学習と言う高次の神経機能に関心を持ち，かつ神経化学的な解析方法を手がけて来た私達の課題は，無尽蔵とも言える．

この MICRODIALYSIS 方法を使う事によって，直接学習を行なっている動物脳内の物質変化を手がかりに，学習行動を制御する基盤の解明に繋がる方向に向けて，更に今後の発展を期待したい．

REFERENCES

1) Abercrombie, E. D., Keefe, K. A., DiFrischia, D. S. & Zigmond, M. J. (1989) Differen tial effect of stress on in vivo dopamine release in striatum, nucleus accum bens, and medial frontal cortex. J. Neurochem. **52**, 1655-1658
2) Aggleton, J. P. & Passingham, R. E. (1982) An assessment of the reinforcing prop erties of foods after amygdaloid lesions in rhesus monkeys. J. Comp. Physiol. Psychol. **96**, 71-77
3) Ajima, A. & Kato, T. (1987) Brain dialysis: detection of acetylcholine in the striatum of unrestrained and unanesthetized rats. Neurosci.

Lett. **81**, 129-132

4) Akiyama, T., Yamazaki, T. & Ninomiya, I. (1991) In vivo monitoring of myocardial interstitial norepinephrine by dialysis technique. Am. J. Physiol. **261**, H1643-H1647

5) Arner, P., Bolinder, J., Eliasson, A., Lundin, A. & Ungerstedt, U. (1988) Microdialysis of adipose tissue and blood for in vivo lipolysis studies. Am. J. Physiol. **255**, E737-E742

6) Ben-Nun, J., Cooper, R. L., Cringle, S. J. & Constable, I. J. (1988) A new technique for in vivo intraocular pharmacokinetic measurements. Archs Ophthal. N. Y. **106**, 254-259

7) Benveniste, H. (1989) Brain microdialysis. J. Neurochem. **52**, 1667-1679

8) Benveniste, H., Drejer, J., Schousboe, A. & Diemer, N. H. (1984) Elevation of the extracellular concentrations of glutamate and aspartate in rat hippocampus during transient cerebral ischemia monitored by intracerebral microdialysis. J. Neurochem. **43**, 1369-1374

9) Benveniste, H. & Huttemeier, P. C. (1990) Microdialysis-theory and application. Prog. Neurobiol. **35**, 195-215

10) Bito, L., Davson, H., Levin, E. M., Murray, M. & Snider, N. (1966) The concentrati on of free amino acids and other electrolytes in cerebrospinal fluid, in vivo dialysis of brain, and blood plasma of the dog. J. Neurochem. **13**, 1057-1067

11) Bradbury. M. W. B., Cserr, H. F. & Westrop, R. J. (1981) Drainage of cerebral inter stitual fluid into deep cervical lymph of the rabbit. Am. J. Physiol. **240**, F329-F336

12) Brodin, E., Linderoth, B., Gazelius,B. & Ungerstedt, U. (1987) In vivo release of substance P in cat dorsal horn studied with microdialysis. Neurosci. Lett. **76**, 357-362

13) Brodin, E., Tossman, U., Ohta, Y., Ungerstedt, U. & Grillner, S. (1988) The effect of an uptake inhibitor (dihydrokainate) on endogenous excitatory amino acids in the lamprey spinal cord as revealed by microdialysis. Brain Res. **458**, 166-169

14) Bunnett, N. W., Mogard, M., Orloff, M., Corbet, H. J., Reeve, J. R. & Walsh, J. R. (1984) Catabolism of neurotensin in interstitial fluid of the rat stomach. Am. J. Physiol. **246**, G675-G682

15) Clemens, J. A. & Phebus, L. A. (1984) Brain dialysis in conscious rats confirms in vivo electrochemical evidence that dopaminergic stimulation release ascorbate. **35**, 671-677

16) Di Chiara, G. (1991) Brain dialysis of monoamines. In : Micodialysis in the neurosciences. Robiinson,T.E. & Justice, J. B. Jr. eds., Elsevier Pub, Amsterdam, 175-187

17) Damsma, G. & Westerink, B. H. C. (1991) A microdialysis and automated on-lineanalysis approach to study central cholinergic transmission in vivo. In : Micodialysis in the neurosciences. Robiinson, T. E. & Justice, J. B. Jr. eds., Elsevier Pub, Amsterdam, 237-252

18) Delgado, J. M. R., DeFeudis, F. V., Roth, R. H., Ryugo, D. K. & Mitruka, B. M. (1972) Dialytrode for long term intracerebral perfusion in awake monkeys. Arch. Int. Pharmacodyn. 198,9-21

19) Denman, R. B., Rosenzcwaig, R. & Miller, D. L. (1993) A system for studying the effect of familial alzheimer disease mutations on the processing of the β-am yloid peptide precursor. Biochem. Biophys. Res. Comm. **192**, 96-103

20) Dourmap, N., Michael-Titus, A. & Costentin, J. (1992) Differential effect ofinterstriatal kainic acid on the modulation of dopamine release by μ-and δ-qopioid peptides : a microdialysis study. J. Neurochem. **58**, 709-713

21) During, M. J. (1991) In vivo neurochemistry of the conscious human brain : intrahippocampal microdialysis in epilepsy. In : Micodialysis in the neurosciences. Robiinson, T. E. & Justice, J. B. Jr. eds., Elsevier Pub, Amsterdam, 425-442

22) Eklund, L. & Collin, A-K. (1991) Microdialysis, a new tool for sampling and manipulationg internal ethylene concentration in apples. J. Plant Physiol. **137**, 375-377

23) rothingham, E. P. & Basbaum, A. I. (1992) Construction of a microdialysis probe with attached microinjection catheter. J. Neurosci. Meth. **43**, 181-188.

24) Gaddum, J. J. (1961) Push-pull cannulae. J. Physiol. **155**, 1-2

25) Grasby, P. M., Frith, C. D., Friston, K. J., Bench, C., Frackowiak, R. S. J. & Dolan, R. J. (1993) Functional mapping of brain areas implicated in auditory-verbal memory function. Brain. **116**, 1-20

26) Hamberger, A. (1989) Microdialysis in clinical diagnosis : amino acid patternsin the temporal cortex and the myocardium. Current Separations **9**, 119

27) Hamberger, A., Berthold, C. H., Karlson, B., Lehmann, A. & Nystrom, B. (1983) Extracellular GABA, glutamate and glutamine in vivo perfusion dialysis of the rabbit hippocampus. IN : Glutamine, Glutamate and GABA in the Central Nervous S ystem. Hertz, L., Kvamme, E., McGeer, E. G. & Schousboe, A. F. eds., Alan R. Liss, New York, 473-492

28) Hamberger, A., Jacobson, L., Larsson, S., Lonnroth, P., Nystrom, B. & Sandberg, M. (1991) Micodialysis techniques for studying brain amino acids in the extracellular fluid : basic and clinical studies. In : Micodialysis in the neurosciences. Robiinson, T. E. & Justice, J. B. Jr. eds., Elsevier Pub, Amsterdam, 407-423

29) Hernandez, L. & Hoebel, B. G. (1988) Feeding and hypothalamic stimulation increase dopamine turnover in the accumbens. Physiol. Behav. **44**, 599-606
30) Hernandez, L., Paez, X. & Hamlin, C. (1983) Neurotransmitters extraction by local intracerebral dialysis in anesthetized rats. Pharmacol. Biochem. Behav. **18**, 159-162
31) Hernandez, L., Stanley, B. G. & Hoebel, B. G. (1987) A small, removable microdialysis probe. Life Sci. **39**, 2629-2637
32) Heron, A., Lasbennes, F. & Seylaz, J. (1993) Adenosine modulation of amino acidrelease in rat hippocampus during ischemia and veratridine depolarization. Brain Res. **608**, 27-32
33) Herreras, O. & Somjen, G. G. (1993) Analysis of potential shifts associated with recurrent spreading depression and prolonged unstable spreading depressioninduced by microdialysis of elevated K^+ in hippocampus of anesthetized rats. Brain Res. **610**, 283-294
34) Hillered, L. & Persson, L. (1991) Micodialysis for metabolic monitoring in cerebral ischemia and trauma : experimental and clinical studies. In : Robiinson, T.E. & Justice, J. B. Jr. Micodialysis in the neurosciences. Elsevier Pub, Amsterdam, 389-405
35) Hillered, L., Persson, l., Ponten, U. & Ungerstedt, U. (1990) Neurometabolic monitoring of the ischemic human brain using microdialysis. Acta Neurochir. **102**, 91-97
36) 堀　耕治, 田中淳一, 野村正彦 (1992) ラットの扁桃核における弁別課題遂行時モノアミンの in vivo dialysis による定量. 第52回日本動物心理学会抄録集 P 27
37) 堀　耕治, 田中淳一, 野村正彦 (1993) パーソナルコンピュータを用いた行動実験制御：状態表記型制御システムＳＮ－ＦＯＲＴＨ／ＭＳＸ. 日本生理学雑誌 **55**, 47-53
38) Hori, K., Tanaka, J. & Nomura, M. (1993) Effects of discrimination learning on the rat amygdala dopamine release: a microdialysis study. Brain Res. (in press)
39) Imperaro, A. & Di Chiara, G. (1984) Transstriatal dialysis coupled to reverse phase high performance liquid chromatography with electrochemical detection : a new method for the study of the in vivo release of endogenous dopamine and metabolites. J. Neurosci. **4**, 966-977
40) Irino, S., Hori, K., Tanaka, S., Yoshimura, K., Kitamura, K., Kubo, H., Hamaguchi, K. & Nomura, M. (1991) Changes in brain monoamine contents determined by in vivo microdialysis during a schedule-controlled learning task in rats. Jpn. J. Physiol. **41**, S204
41) Jacobson, I. & Hamberger, A. (1984) Veratoridine-induced release in vivo and in vitro of amino acids in the rabbit olfactory bulb. Brain Res. **299**, 103-112
42) Jarry, H., Einsparrier, A., Kannpiesser, L., Dietrich, M., Pitzel, L., Holtz,W. & Wuttke, W. (1990) Release and effects of oxytocin on estradiol and progesterone secretion in porcine corpora lutea as measured by an in vivo microdialysis system. Endocri. **126**, 2350-2358
43) Johnson, R. D. & Justice, J. B. (1983) Model studies for brain dialysis. Brain Res. Bull. **10**, 567-571
44) Joseph, M. H. & Hodges, H. (1990) Lever pressing for food reward and changes in dopamine turnover and uric acid in rat caudate and nucleus accumbens studied chronically by in vivo voltammetry. J. Neurosci. Meth. **34**, 143-149
45) Kalen, P., Cenci, M. A., Daszuta, A., Lindvall, O. & Bjorklund, A. (1990) In vivo microdialysis : a new approach for the study of functional activity of grafted monoaminergic neurons and their interaction with the host brain. Prog. Brain Res. **82**, 329-338
46) 金松知幸, 塚田裕三 (1993) インプリンティング行動の生理学的研究—Microdialysis 法を用いて—. 第70回日本生理学会大会予稿集 P 285
47) Kariya, K., Tanaka, J., Hori, K,. Oda, M., Iwaki, M. & Nomura, M. (1992) Learning-associated changes in monoamine release in the rat basal forebrain. Soc. Neurosci. Abst. **18**, 1061
48) Kendrick, K. M., Baldwin, B. A., Cooper, T. R. & Sharman, D. F. (1986) Uric acid is released in the zona incerta of the subthalamic region of the sheep during rumination and in response to feeding and drinking stimuli. Neurosci. Lett. **70**, 272-277
49) Kesner, R. P. (1992) Learning and memory in rats with an emphasis on the role of the amygdala. In : Aggleton, J. P. The amygdala : Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction. Wiley-Liss, Inc., N. Y. 379-399
50) Klitenick, M. A., DeWitte, P. & Kalivas, P. W. (1992) Regulation of somatodendritic dopamine release in the ventral tegmental area by opioids and GABA: an in vivo microdialysis study. J. Neurosci. **12**, 2623-2632
51) Kissinger, P. T., Hart, J. B. & Adams, R. N. (1973) Voltammetry in brain tissue a new neurophysiological measurement. Brain Res. **55**, 209-213
52) Kissinger, P. T., Refshuage, C., Dreiling, R. & Adams, R. N. (1973) An electrochemical detector for liquid chromatography with picogram sensitivity. Analyt. Lett. **6**, 465-477
53) Lehmann, A. (1989) Effects of microdialysis-perfusion with anisoosmotic medi a on extracellular amino acids in the rat hippocampus and skeletal muscle. J. Neurochem. **53**, 525-535

54) L'Heureux, R., Dennis, T., Curet, O. & Scatton, B. (1986) Measurement of endogenous noradrenaline release in the rat cerebral cortex in vivo by transcortical dialysis : effects of drug affecting noradrenergic transmission. J. Neurochem. **46**, 1794-1801
55) Medvedev, O. S., Kuzmin, A. I., Selivanov, V. N. & Sysoev, A. B. (1989) Pharmacological and physiological analysis of catecholamine secretion by the adrenal gland using in vivo microdialysis in the awake rat. Current Separations **9**, 89
56) Mefford, I. N. (1981) Application of high performance liquid chromatography with electrochemical detection to neurochemical analysis : measurement of catecholamine, serotonin and metabolites in rat brain. J. Neurosci. Methods. **3**, 207-224
57) Meirieu, O., Pairet, M., Sutra, J. F. & Ruckerbusch, M. (1986) Local release of monoamines in the gastrointerstinal tract : an in vivo study in rabbits. Life Sci. **38**, 827-834
58) Meyerson, B. A., Linderoth, B., Karlsson, H. & Ungerstedt, U. (1990) Microdialysis in the human brain : extracellular measurements in the thalamus of parkinsonian patients. Life Sci. **46**, 301-308
59) Nakahara, D., Ozaki, N., Kapoor, V. & Nagatsu, T. (1989) The effect of uptake inhibition on dopamine release from the nucleus accumbens of rats during selfor forced stimulation of the median forebrain bundle : A microdialysis study. Neurosci. Lett. **104**, 136-140
60) 中原大一郎，尾崎紀夫，永津俊治 (1991) マイクロダイアリシス法における基本的問題．薬物・精神・行動 **11**, 1-16
61) Nieoullon, A., Cheramy, A., Leviel, V. & Glowinski, J. (1977) An adaptation of the push-pull cannula method to study the in vivo release of ^{3}H-dopamine synthesized from ^{3}H-tyrosine in the rat caudate nucleus. Effects of various physical and pharmacological treatments. J. Neurochem. **28**, 819-828
62) Nisenbaum, L. K. & Abercrombie, E. D. (1993) Presynaptic alterations associated with enhancement of evoked release and synthesis of norepinephrine in hippocampus of chronically cold-stressed rats. Brain Res. **608**, 280-287
63) 野村正彦 (1990) 学習行動時の in vivo voltammetry による脳内モノアミン変動の研究．昭和62年 - 平成元年度科学研究一般研究C研究成果報告書.
64) 野村正彦 (1992) 学習行動と神経伝達物質放出量は相関するか．平成4年度横浜市大リカレントセミナー in vivo microdialysis 法を用いた医薬研究の世界的動向を探る．**4**, 1-5
65) Ogawa, N., Nomura, M., Haba, K., Asanuma, M., Tanaka, K., Hori, K. & Mori, A. (1992) Effects of dihydroergotoxine on central choilergic neuronal systems and discrimination learning test in aged rats. Brain Res. **583**, 229-234
66) O'Neill, R. D., Fillenz, M., Aibery, W. J. & Goddard, N. J. (1983) The monitoring of ascorbate and monoamine transmitter metabolites in the striatum of unanaes thetised rats using microprocessor-based voltammetry. Neurosci. **9**, 87-93
67) Paxinos, G. & Watson, C. (1986) The rat brain in stereotaxic coodinates, Academic Press, Sidney.
68) Rada, P., Pothos, E., Mark, G. P. & Hoebel, B. G. (1991) Microdialysis evidence that acetylcholine in the nucleus accumbens is involved in morphine withdrawal and its treatment with clonidine. Brain Res. **561**, 354-356
69) Radhakishun, K. S., Van Ree, J. M. & Westerink, B. H. C. (1988) Schedule eating inc reases dopamine release in the nucleus accumbens of food deprived rats as assessed with on-line brain dialysis. Neurosci. Lett. **85**, 351-356
70) Rolls, E. T. (1992) Neurophysiology and functions of the primate amygdala. In : The amygdala : Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction. Aggleton, J. P. ed., Wiley-Liss, Inc., N. Y. 143-165
71) Sandberg, M. & Lindstrom, S. (1983) Amino acids in the dorsal lateral geniculate nucleus of the cat-collection in vivo. J. Neurosci. Meth. **9**, 65-74
72) Sharp, T., Maidment, N. T., Brazell, M. P. & Zetterstrom, T. (1984) Changes in mon oamine metabolites measured by simultaneous in vivo differential pulse voltammmetry and intracerebral dialysis. Neurosci. **12**, 1213-1221
73) Sharp, T., Zetterstrom, T., Ljungberg, T. & Ungerstedt, U. (1987) A direct comparison of amphetamine-induced behaviours and regional brain dopamine release in the rat using intracerebral dialysis. Brain Res. **401**, 332-330
74) Skirboll, S., Wang, J., Mefford, I., Hsiao, J. & Bankiewicz, K. S. (1990) In vivo changes of catecholamines in hemiparkinsonian monkeys measured by microdialysis. Exp. Neurol. **110**, 187-193
75) Stahle, L. (1992) Pharmacokinetic estimations from microdialysis data. Eur. J. Clin. Pharmacol. **43**, 289-294
76) Tanaka, J., Hori, K,. Koito, H. & Nomura, M. (1992) Enhanced monoamine release in the median preoptic area following reduced extracellular fluid volume in rats. Neurosci. Lett. **147**, 110-113
77) 田中淳一，堀 耕治，野村正彦 (1992) 弁別学習遂行時のラット扁桃核モノアミン量の推移：老化に伴う変化．神経化学 **31**, 414-415
78) Tossman, U., Wieloch, T. & Ungerstedt, U. (1985) γ-aminobutyric acid and taurine release

in the striatum of the rat during hypoglycemic coma, studied by microdialysis. Neurosci. Lett. **62**, 231-235

79) Ungerstedt, U. (1991) Introduction to intracerebral microdialysis. In : Micodialysis in the neurosciences. Robiinson, T. E. & Justice, J. B. Jr. eds., Elsevier Pub, Amsterdam, 3-22

80) Ungerstedt, U. & Pycock, C. (1974) Functional correlates of dopamine neurotransmission. Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss. **1278**, 1-13

81) Vezzani, A., Ruiz, R., Monno, A., Rizzi, M., Lindefors, N., Samanin, R. & Brodin, E. (1993) Extracellular somatostatin measured by microdialysis in the hippocampus of freely moving rats : evidence for neuronal release. J. Neurochem. **60**, 671-677

82) Weisskopf, M. G., Zalutsky, R. A. & Nicoll, R. A. (1993) The opioid peptide dynorphin mediates heterosynaptic depression of hippocampal mossy fibre synapses and modulates long-term potentiation. Nature **362**, 423-427

83) Westerink, B. H. C. & De Vries, J. B. (1988) Characterization of in vivo dopamine release as determined by brain microdialysis after acute and subchronic implantations : methodological aspects. J. Neurochem. **51**, 683-687

84) Westerink, B. H. C., Tuntler, J., Damsma, G., Rollema, H. & De Vries, J. B. (1987) The use of tetrodotoxin for the characterization of drug-enhanced dopamine release in conscious rats studied by brain dialysis. Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol. **336**, 502-507

85) Wise, R. A. & Rompre, P.-P. (1989) Brain dopamine and reward. Ann. Rev. Psychol. **40**, 191-225

86) Zetterstrom, T., Brundin, P., Gage, F. H., Sharp, T., Isacson, O., Dunnett, S. B., Ungerstedt, U. & Bjorklund, A. (1986) In vivo measurement of spontaneous release and metabolism of dopamine from intrastriatal nigral grafts using intracerebral dialysis. Brain Res. **362**, 344-349

〔日本生理誌 (1993) **55**, 293-302〕

京都大学医学部生理学教室における電子顕微鏡の開発史

―笹川久吾・東　昇両先生の貢献―

田　代　　裕
(関西医科大学第一生理)

1. はじめに

1992年4月，矢田慶治先生(東北大学名誉教授)から手紙を頂いた．それは国際電子顕微鏡学会連合(IFSEM)の依頼を受けて日本における電子顕微鏡(電顕)の発達史を英文で出版するので，京都大学(京大)における初期の歴史を分担執筆するようにとの依頼状であった．

我が国における電顕の発達史については1986年に藤田[3]によって“History of Electron Microscopes 1986”が編集出版されている．しかしその中には京大における電顕の発達史が何故か欠落しており，全く何の記載もない．

京大では戦前から医学部(笹川久吾・東昇)，工学部(加藤信義)，化学研究所(小林恵之助)の3部門がおのおの独立に電顕の開発研究に関与しており，特に医学・生物学への電顕の応用研究は日本で一番早いにも拘らず京大が欠落したのは，上記の大先達の方々がすでに他界されたり，執筆不能の状態に陥られたためではないかと推察される．

矢田先生からの手紙には1930年代から1950年頃までの歴史を書くようにとのことであったが，私は1950年に笹川研に入ったので，それ以前のことはよく知らず，どうしょうかと大いに迷った．

しかし私の定年も近いし，この機会を逃したら京大医学部における電顕開発の正確な歴史は永遠に消えてしまうだろうと思った．それに私は現在も電顕を大いに利用しているが，この契機を作ってくれた方が笹川・東の両先生であることは紛れもない事実である．この仕事は両先生への何よりの供養になるのではないかと考え，矢田先生の依頼を“京大医学部に限って”という条件を付けてお引受することにした．また記述を出来るだけ公平なものとするため，東先生の弟子である大山昭夫教授(関西医大・微生物学)と共同執筆することにした．このようにして出来たのが“Development of Electron Microscopy in Kyoto University Faculty of Medicine”である[43]．

この原稿の執筆に当たっては数多くの資料を集め，また出来るだけ多くの関係者の方々から話を聞くように努力した．しかし上記の英文の原稿の長さには3～4ページという制限があり，詳細な記述は出来ないし，また英文では表現し得ない微妙な問題も多々あった．そこでより詳細な開発史の邦文版を書いたのが本稿である．

本稿には日本学術振興会第10常置委員会第37小委員会(第37小委員会)の記録[37]と資料[44]が役だった．この小委員会に提出された資料で現存しているものには資料番号がつけられているので，これを第N次小委員会（資料N-1，2，3……)という形で記述した．しかし資料が散逸し不明のものはN-Xという形で表現した．また Tadano の“The 37th Subcommittee of Japan Society for the Promotion of Science 1939～1949”[39]，および加藤の“日立の頭脳”[19]も，大いに参考になった．

なお1965年以前に日本で製造された電顕には，試作機を含め，菅田[38]によって略称がつけられ，“Electron microscopies of Japan 1936～1965”にまとめて掲載されている．従って，本稿ではこの略称を使用する．それぞれの電顕の性能については，この本を参照して頂くとよい．

笹川・東の両先生は，不幸にして戦後不仲となられた．そのためか，京大医学部における初

期の電顕研究が記載されている笹川[35]と東[17]著書には,相互に引用が故意に避けられており,真相が不明な問題も多い．このような時には,文献を調べ，かつ関係者の意見を聞くように努力した．しかしそれでも推測に頼らざるを得ない部分もある．もし私の記述に間違いを見つけられた方は遠慮なく連絡して頂きたい．

2. 笹川の大阪高医時代の電顕研究

笹川は1923年(大正12年)に京大医学部を卒業，直ちに京大第二生理(石川日出鶴丸教授)に入り，刺激生理学の研究に従事した．神経の興奮伝導機序に当時二説があり，不減衰伝導説を唱える加藤元一(慶応大・医)と減衰伝導説を支持する石川一門(京大・医)との間に激しい論争があった．笹川は減衰伝導説の立場に立ち，神経生理学の研究に没頭した．

笹川は1928年(昭和3年)大阪高等医学専門学校(大阪高医)の教授に就任し，生理学を担当した．大阪高医では電気生理学とスポーツ医学を専攻し，特に前者に力を注いだ．すなはち，笹川らは陰極線オッシロスコープ(CROS)，心電計，超音波発振装置などを次々に手製し，これを医学・生理学研究に応用した．今日のmedical electronicsを先取りしていたことになる．これらの開発を支えたのは，末永一男はじめ数多くの大阪高医の若手研究者や学生であった．

この中でも特筆すべき研究はCROSによる歪みのない神経活動電流の記録である．CROSの神経生理学への応用については1922年にGasser と Erlanger[5]によってアメリカではすでに報告されていたが，当時本邦にはCROSの市販品はなく，手製する必要があった．笹川は理化学研究所(理研)大河内研究室の渡辺俊平と共同でCROSを作製し，神経活動電流の記録に本邦で最初に成功した(1933年)[46]．この業績は文部省の高い評価を受け，また多くの研究者が見学，あるいは研修に訪れたという[2]．

当時神経生理学の領域では田崎一二らにより単一神経繊維による解析法が開発され，単一神経繊維の超光顕レベルで構造を解析する必要性を笹川らは痛感するようになった．

よく知られているように，ドイツのKnollとRuska[25]はCROSから出発して1932年には電顕を開発し，1933年には10,000倍程度の倍率を持つ電顕を作ることに成功した[45]．このような情報を知り,笹川が電顕を試作し,これを神経・筋生理学の研究に応用したいと考えたのは自然の成り行きであったと思う．特に笹川らはCROSの使用に習熟しており，CROSとは逆に電子線を発散させて結像させれば電顕が出来るというRuskaらの着想には大いに共感したに違いない．

事実笹川らは[29]1939年4月に開催された第18回日本生理学会において“電子顕微鏡の医学生物学への応用”という演題を発表しており，電顕を医学・生物学へ応用する時にはどのような注意をはらわねばならないかについて，具体的な意見を述べている．なおこの研究で使用された電顕は阪大工学部菅田栄治が日本で最初に試作した電顕(OU-No. 1)で，この発表は我が国における電顕の医学・生物学への応用研究の最初の学会発表であろう．

よく知られているように，1939年5月には電顕開発を目的として第37小委員会が瀬藤象二教授(東大・工)を中心に組織された[37]．この小委員会の委員に笹川が選出されたのは当然であって，笹川は医学・生物系では唯一の委員であった．

第1回小委員会(1939年5月6日)で笹川は医学・生物学用電顕として操作が簡便で，真空の影響が少なく，10,000倍程度の倍率を持った機器の開発を提唱している[39,44]．

丁度このような時に登場してくるのが東昇である．東の略歴，業績，人となりについては松本明[27]や吉井善作[47]の追悼文を参照して頂きたい．ここでは必要な事項のみを述べる．

東は1938年3月に京大医学部を卒業，一旦は精神科に入局するが，ここを退局し，11月に微生物学教室(木村廉教授)に入り，1939年3月に大学院生となっている．このとき木村から与え

られた研究課題が“微生物の電顕的研究”であった．東は1939年当時，すでに電顕についてかなりの知識を持っていた．それは東が1939年に書いた“電子物理学と医学ーー電子顕微鏡の理論と輓近の趨勢”という総説[6]を読めば明かであろう．

東にこの研究課題を与えたとき，木村は笹川が電顕開発の計画を進めていることを予め知っており，東に大阪高医の笹川に相談するようにとの助言を与えたものと思われる．事実末永によると1938から1939年にかけて度々東が笹川研を訪れ，3人で電顕開発について色々と話し合ったと言うことである．

笹川は1940年1月30日，石川日出鶴丸の後任教授として京大教授に転任した．従って笹川の電顕開発の場は，それ以後大阪高医から京大医学部生理学教室に移された．そしてこの計画に微生物学教室大学院生の東昇が協力したのである．

3. 京大医学部生理学教室における電顕の試作と改良

第1回第37小委員会で瀬藤委員長は各委員がそれぞれの電顕を試作し，その電顕を用いて独自の研究課題に取り組むことを要請した．工学部であれば兎に角，医学部でこの要請に答えることは中々困難な問題であった．

そこで笹川はCROSの共同研究者である理研大河内研究室の渡辺俊平の協力を仰ぎ，理研で試作機を組み立てることにし，木村と相談の上，東を理研に派遣することにしたものと思われる．これは1939年のことであるが，何月かは不明である．幸いにしてこの作業は順調に進行し，2年足らずで京大医学部電顕1号機KUM-No.1は完成した．東は1940年末には必要な基礎技術を習得し，京大に帰学した．理研に於ける開発の経過は東[17]によって詳しく記載されているので参照されたい．

当時の電顕は振動に極めて弱かったから，笹川は京大生理学教室の1階14号室を電顕室に改造し，コンクリート台を地面から作り，その上にKUM-No.1を設置した．この間の事情も東の著書[17]に詳述されている．なお渡辺は1940年6月20日から第34小委員会の正式の委員に任命された．試作途上のKUM-No.1の外観写真は第6回小委員会(1940年2月24日)において回覧された．また第11回小委員会(1941年1月13日)には笹川は東を同伴して出席し，東を紹介し，KUM-No.1で撮影した酸化クロムとアルミナ粉末の電顕写真を供覧している(資料 11-X)．

さらに第12回小委員会(1941年3月29日)において笹川はヂフテリア菌と葡萄状球菌の電顕像を供覧した(資料 12-X)．この結果は第15回日本微生物学会(1941年熊本)において木村廉，東昇の名前で発表され，また日本医学[20]と日本医事新報に公表された[21]．そして日本医学の別冊は第14回小委員会に提出されている(資料 14-6)．

KUM-No.1の外観と，撮影された細菌の像は何れもTanado[39]およびSugata[38]に引用されているので参照されたい．これらの細菌の像からも明らかなように，細菌の輪郭は見えるものの不鮮明であり，かつ菌体の内部構造は全く不明で，最高加速電圧も50KVに過ぎなかった．そこでKUM-No.1には大幅な改良が加えられることとなった．

主要な改良点は，電子銃，試料支持台，電子レンズ部，写真撮影装置などの改良，磁気遮蔽，電圧調整器の附設，機械的振動除去などである．この改良は島津製作所の全面的な援助を受け，また日立製作所，理化学研究所，横河電気製作所などの支援も得て行われた．この改良機がKUM-No.2である．この改良の結果80KVの加圧が可能となり，菌体の内部構造が観察出来るようになった．またヂフテリア菌や桿菌の鮮明な像が得られた．この結果は第16回日本微生物学会(1942年3月27日　東京)において木村廉，東昇によって発表され，日本医学[22]に公表された．またこの別冊は第20回小委員会(1942年7月11日)に(資料 20-4)として提出されている．

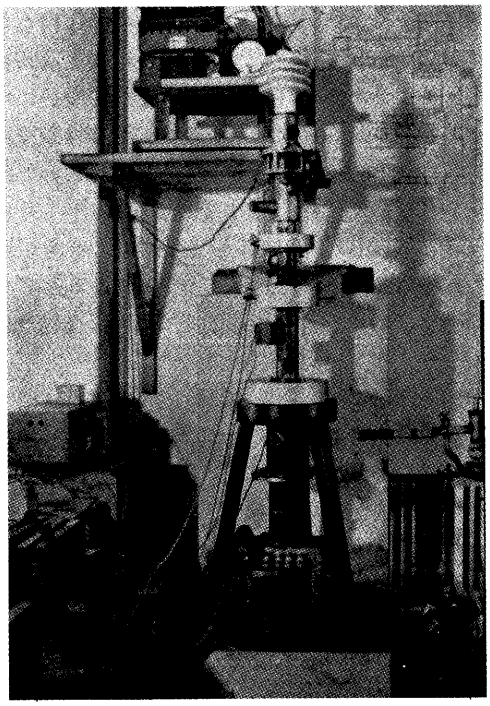


図1．　京大医学部試作電子顕微鏡(KUM-No.3)
笹川・東・渡辺によって試作された第1号機(KUM-No.1)を改良したもので生理学教室1階14号室に設置されていた．
本機の性能：磁界型電顕最高加速電圧 80 KV，常時 50 KV．直接倍率8,000～15,000倍．バックの白壁には電気回路図が貼ってあった．本体の上後には硝子で絶縁された台上にフィラメント用電池が置かれていた．この反対側には14号室の正式の出入り口があり，廊下と続いた．生理学教室員はこの出入り口を利用していた．

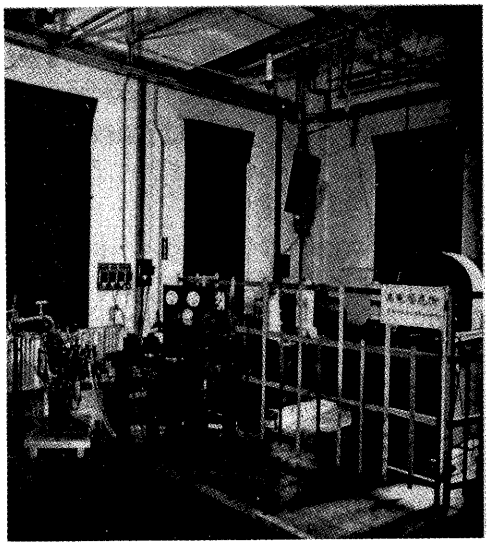


図2．　同左用高圧電源部：14号室の北東部には大きな高圧電源部が置かれていた．高電圧部分は全部むき出しで，高電圧危険の標識が見える．

その後この KUM-No. 2 にはさらに改良が加えられ，1943年には KUM-No. 3 が誕生する(図1，図2)．KUM-No. 3 は当時の我が国の電顕としては最高の性能を持ち，また医学・生物学用に専用しうる唯一の電顕で京大医学部生理学教室(細見泰三ら)と微生物学教室(東　昇，尾崎良克)によって使用された．また学外からも1947年～1948年には武谷健二(九大)，深井孝之助(阪大)らの多数の研究者が見学，あるいは研修に訪れたことが記載され，我が国における電顕の医学・生物学への応用研究に大きく貢献した．

しかし1948年以降，より性能のよい電顕が市販されるようになると急に KUM-No. 3 の使用頻度が低下した．1957年3月笹川は定年退官し，1959年に井上章が着任すると間なく廃棄処分された．今から考えると KUM-No. 3 は適当な資料館に永久保存する価値のある設備であった．このような処置をとらなかったことを笹川・東の両先生に大変申し訳けなく思っている．

4. 京大医学部における電顕の整備

3．でも述べた通り，京大医学部生理学教室で試作されたのは，最終的には KUM-No. 3 であるが，その後色々の会社の試作品ないし市販品が京大生理に納入された．

その第1号機は東芝の静電型電顕 EUL-1 で納入されたのは1942年である．当時東芝では主として静電型電顕の開発を行っていたが，戦争の激化とともに電顕の開発研究を一時中断することとなった．そこで笹川の要請により本機が急遽生理学教室に納入されたのである．

当時の殆どの電顕がそうであったように，本機の操作も難渋を極め，故障の続出であった．本機の担当者は細見泰三(当時大学院生)と古河太郎(当時学生)であったが，古河[4]は退官業績

集の中で“この電顕は私が壊したようなのも”と述べているが，当時の状況では止むを得ないことであった．従って本機では細菌や血小板が観察された程度で，殆ど実用に供されることはなかった．

市販第2号機は1948年に納入された日立HU-4型であった．この電顕は安定した性能を持ったよい電顕で，京大病院電顕センターが誕生する1955年まで京大医学部生理学教室の主力機として使用された．主な使用者は生理学教室の細見泰三，万井正人，村上佑，宮本保，鍋島泰，小倉光夫らである．このほかに他教室の鈎すみ子(解剖)，松本清一(病理，ウイルス研)，市田文弘，古田幸男(内科1)，椹木勇(産婦人科)，鈎三郎(工学部)，中井武(農学部)らによっても使用され，京大における電顕研究の普及に大いに役立った．

市販3号機は1949年に納入されたアメリカ製のRCA-EMCである．本機は日本に2台輸入され，1台は日立製作所に，もう1台は京大生理に設置された．この電顕は極めてコンパクトで，当時の日本の電顕の常識を破る機械であった．専任の技官も付き(井上和夫，のち岡村定彦)，大いに研究に貢献すると期待されたが，故障の連続で殆ど使い物にならなかった．その主な原因は我が国の多湿と電源の変動による電気系統のトラブルで，1950年当時には機器のための恒温室を作るという着想は我が国にはまだ存在しなかったので，このような結果となったのであろう．

以上の通りで，私が笹川研に入った1950年にはKUM-No.3のほかに上記3台，計4台の電顕が設置されており，極めて活気ある教室であった．それに対し，微生物学教室では1948年頃まではKUM-No.3が主として東によって使用されていたが，1948年以後には島津SM-1Bが，また1952年以降は日本電子JEM-3型が借用された．しかし1954年にはJEM-5Cが購入・設置され，微生物学教室の専用機として，東，尾崎らによって使用された．

他方1950年以降になって京大医学部における電顕の需要は急速に高まってきた．笹川はこれに答えるには電顕センターを設置するほかはないと考え，その実現に奔走した．その結果1955年には京大病院電顕センターが作られ，日立HU-10型が購入された．さらに笹川の定年後1960年には京大医学部電顕室が設置された(HU-11)．この2つの施設は京大医学部における電顕研究の拠点となり，その普及に大きく貢献した．

なお1948年12月および1950年3月には電子顕微鏡学会講習会が京大医学部で開催された．その講習録をもとに，電子顕微鏡(1951)が笹川によって編集，出版された[35]．また1952年8月には超薄切片手技講習会が生理学教室で開催されている．

5. 京大微生物学教室における電顕的研究

医学・生物の電顕研究は超薄切片法の出現(～1950年頃)によって大きく様変わりしたので，これを超薄切片法出現以前の前期と，以後の後期に分けて記述するのが妥当であろう．

1) 前期(1939～1950年)

3．でも述べたように，KUM-No.1によってヂフテリア菌と葡萄状菌が，またKUM-No.2によってヂフテリア菌と桿菌が観察され，木村・東によって報告された(1941，1942)[20～22]．

その後東らは嫌気性菌の鞭毛と莢膜，ヂフテリア菌の異小体を観察し，さらに蚕膿病多角体ウイルス，インフルエンザウイルスを観察した．本研究は第17回日本微生物学会(1943年3月名古屋)において講演され，日本医学に公表され[23]，その別冊は第24回小委員会(1943年4月2日)に資料(24-2)として提出されている．この論文は本邦でウイルスを電顕で観察した最初の報告とされている．

1944年には大腸菌，志賀赤痢菌，緑膿菌，霊菌，変形菌，百日咳菌，結核菌，肺炎双球菌など各種の細菌が観察され，菌体内部構造の相違によって細菌を分類しょうという試みが報告され[24]，また東は電子超顕微鏡による微生物の研究という総説を書いている[8]．

京大微生物学教室では戦後も引続き細菌，ウイルスのほかスピロヘータ，リケッチャなどの電顕観察が行なわれたが，東はこれらの結果を総括して第20回日本細菌学会(1947年4月)で報告し，またその内容を最新医学に報告した[9]．この特別講演は日本細菌学会に大きなインパクトを与え，微生物研究における電顕時代の到来を強く人々に印象づけたと吉井は記載している[47]．

2) 後期(1951～1956年)

以上の一連の研究は何れも微生物を電顕用メッシュの上に乗せ，電顕で観察したものである．ウイルスは極めて小さいから，このような方法でも，ある程度の情報を取り出すことが出来る．しかし細菌の内部構造を観察することは出来ないし，まして細胞内における微生物の挙動を観察することは不可能であった．このため1950年当時の電顕の最大の研究課題はいかにして超薄切片を切るかにあった．

この超薄切片法の開発に成功したのはアメリカのPeace, Bakerらであって，その後Porter-Blumその他の超ミクロトームが開発され，アメリカでは1950年頃から超薄切片法が盛んに用いられ始めた．しかし我が国における進歩は遅々たるものであった．どうにもならないと感じた東は1950～1952年 Peace, Baker のもとに留学し，超薄切片法を学び，かつ日本に伝えた[1,11]．帰国後東はバクテリオファージの増殖過程をこの方法を用いて研究し，これを第1回細菌性ウイルスシンポジウム(1952年10月)[12]及び第14回日本医学会総会(1955年4月　京都)で発表した[14]．特に後者はMudd教授(米国ペンシルベニア大学)との日米競演という形となったが，内容的には東が圧勝し，日本人は大いに溜飲を下げたと吉井は記している[47]．

1956年4月，東は京大ウイルス研究所教授となり，ウイルス研に転出した．その後東は1957年5月から1年間日本電顕学会会長を，また1962年～1970年の間国際電顕学会連合の会頭をつとめた．さらに第6回国際電子顕微鏡会議(1966年　京都)の組織委員長を務めるなど，我が国における電顕研究の発展のために大きな貢献をした．なお東には電顕関係の著書や訳本も多い[7,13,15～18]．

6. 京大生理学教室における電顕的研究

生理学教室における電顕開発のハード面の歴史については3，4に記載した．ここではこれらの電顕が生理学教室で如何に研究に利用されたかを記載する．5．におけると同様，前期と後期に分ける．

1) 前期(1940～1950)

第37回小委員会の記録によると、第20回小委員会（1942年7月11日）において笹川久吾・渡辺俊平・東昇連名で電顕の支持膜の作製について報告がなされている(資料 20-3)[44]．

次いで第28回小委員会(1943年11月20日)において，笹川・東は“電子顕微鏡によるその後の結果(資料 28-3)を報告．さらに第30回小委員会(1944年4月)において笹川・東はカーボンブラックの研究”を報告している(資料 30-1)[44]．

このような記録から推察しても，1945年以前に生理学教室において電顕の医学・生物学的研究が活発に行われた形跡はない．その理由として生理学教室における人材不足が挙げられる．1940年に発足した笹川研には1943年には細見泰三が大学院生として入室するが，間もなく応召し研究室を去らねばならなかった．後に残されたのは万井正人，古河太郎らの学生研究員のみであった[4]．もう1つの理由としてKUM-No. 3を生理学教室員が自由に使えなかった事実がある(後述)．

1945年の終戦後，細見泰三は生理学教室に戻り助手の就任，電顕的研究を担当した．1948年にはHU-4が納入され，同時に万井正人，村上佑，宮本保，鍋島泰，小倉光夫らと電顕研究者の人数も増加した．

2．にも記載したが，笹川は電顕の試作当初から神経，筋繊維や線細胞の超微細構造と機能との関係に興味をもっていた．しかし 5．でも述べたように，超薄切片法を用いずに，この

ような問題を研究することは至難の業であった．そこで用いられたのが組織をすりつぶす磨潰法や細胞分画法であった．

神経・筋繊維やコラーゲン繊維の観察のために用いられた磨潰法と言うのは，組織片をBouin 液または10%ホルマリンで24時間以上固定し，水洗した後瑪瑙製の乳鉢で30～60分以上緩やかに擂り潰し，低速遠心し，その上清を電顕メッシュにのせ，電顕で観察するという方法である[30～32]．

笹川と細見は磨潰法を用いてこれらの繊維が何れも幅 20～30 nm の超原繊維から構成され，しかもこの超原繊維の内部に 15～25 nm の粒子が連珠状に配列している像を観察した．線細胞原形質についても 15～25 nm の粒子が最小単位であるという結果を得た[30～32]．

これらの観察結果から笹川と細見は細胞には15～25 nm の電子密度の高い粒子が普遍的に存在し，これが細胞構造の最小構成単位となっていると考え，この粒子を“生活基本小体”と名付けた[30～34]．生活基本小体論については後述する．なおこのほかに低浸透圧溶血に伴う赤血球膜の微細構造の変化が万井[26]によって観察されているが，同様の研究は東ら[10]，丹野[40]によっても報告されている．

2）後期(1951～1957)

1950年以降になって超薄切片法の導入によって肝細胞，膵外分泌線細胞など種々の細胞の超微形態が Porter，Palade，Sjötrand らによって続々と報告されるようになった．

その結果細胞質にはミトコンドリアやゴルジ体のほかに Endoplasmic reticulum (ER) と名付けられた微細構造物が存在することが明かにされた．我が国では ER は小胞体と訳された(渡辺陽之輔)．

1950年笹川研に入った著者は超遠心分画法で得られるミクロソームについて研究した．肝ミクロソームが RNA，蛋白質，脂質から成ることはすでに Claude によって明かにされていたが，その構造は全く不明であった．著者はこの3構成要素の物性から考え，ミクロソームはRNA-蛋白質(RNP：今日のリボソーム)と脂質—蛋白質(lipoprotein)という2種の異質な高分子複合体から構成され，パラーデ顆粒＝RNP，小胞体膜＝lipoprotein であるに違いないと推定した[41]．

田代と小倉[42]は先ずミクロソームが小胞体の断片であることを確認した後，RNase 処理でパラーデ顆粒のみが特異的に消失することを見い出し，上の仮説を証明した．同様の証明は全く独立に Palade と Siekevitz[28]によっても行われたが，我々の発表が少し遅れた．しかしこの研究が契機となって著者はロックフェラー研究所の Palade 研に留学(1961～1963)することになったのである．

さてここで話を笹川の生活基本小体論に戻そう．この説は2つの仮説から成り立っている[30,33,34,36]．

1）細胞には細胞よりも小さい亜単位が存在し，その大きさは 15～25 nm である．すべての細胞構造物(例えば，神経，筋，腱などの超原繊維，細胞質オルガネラ，染色体など)はこの亜単位から構成されており，これを生活基本小体と呼ぶ．

2）生活基本小体は脂質・蛋白質・核酸複合体(liponucleoprotein complex)から成る．1949年にこの仮説が提出された当時は脂質・蛋白質複合体とされたが，後程核酸が加えられた(1955)[36]．

小胞体について考えると，リボソームの直径は ～20 nm であって笹川の基本小体の大きさと一致する．しかし小胞体膜は粒子構造を取らない．また神経繊維や筋繊維が基本小体の連珠から成る超原繊維から構成されるという仮説は，超薄切片の電顕観察によっては支持されなかった．

第2の仮説も小胞体については妥当な仮説であるが，上でも述べたように，小胞体は nucleoprotein (ribosome) と lipoprotein (小胞体膜)の複合体と考えるべきであって，脂質，蛋白質，核酸のコアセルバートといった渾沌とした構造物では決してない．また神経，筋，腱などの繊

維は脂質や核酸を含むことはない．

従って生活基本小体論はその後の研究で十分な支持は得られなかったと結論出来よう．しかしながら，細胞に 10～20 nm 程度の亜単位が存在し，それが重要な機能を果たしているという笹川の着想は決して誤りではなかった．事実リボソームのほかにも重要な機能を持った多くの微小顆粒状の高分子複合体の存在が記載されてきた．例えばミトコンドリアの H^+-ATPase の F1 成分(Green によって elementary particles と呼ばれた)，クロマチンを構成するヌクレオソーム(nucleosomes)，細胞質に見出された蛋白分解酵素複合体であるプロテアソーム(proteasome)，や脂肪酸合成酵素などである．特にヌクレオソームの形態は笹川の予言した構造とそっくりで，著者はヌクレオソームの電顕写真を見て大きな衝撃を受けたことを憶えている．

このように生理学教室における電顕的研究は必ずしも大きな成果を挙げたとは言えないが，笹川は医学・生物学的電顕研究の先覚者であり，我が国における電顕的研究の基礎作りと普及に大きな功績を残したのである．

7. 笹川と東の関係

1938～1939年に笹川が電顕の試作を計画しつつあったころは，笹川と東は極めて良好な関係にあったと思われる．1940年1月に京大教授に就任した笹川は当時すでに第37回小委員会の委員であり，電子工学にも経験と実績があり，また理研の渡辺はじめ全国に多くの知己も持っていた．それに対し，東は1938年に京大医学部を卒業し，1939年に大学院に入学したばかりで，電顕開発に必要な経験，経済力，政治力などはまだ持ち合わせていなかった．しかし東は鹿児島県出身で，薩摩隼人の名に恥じぬ精悍な性質の持ち主で，猛烈な勉強家でもあった[47]．

この意味で笹川・東という組み合わせは電顕を試作するという難事業を遂行するためには，またとない名コンビであったと思う．事実このコンビは HUM-No. 1，No. 2，No. 3 の試作を短期間に完了するという成果を挙げた．1947年までに発表された東の電顕的研究の論文には笹川に対する謝辞が記されている．しかしそれ以後の論文からは謝辞は見当たらない．このように KUM-No. 3 の完成後2人の関係は次第に冷却化し，1959年以降は犬猿の仲と言われるようになってしまった．一体その原因は何であったか．

その第1の理由は KUM の発表の仕方に問題があったのではあるまいか．KUM の試作の責任者は笹川であり，その経費は第37回小委員会から笹川に支払われた研究費によって賄われたと思われる．また設置場所を提供したのも笹川であった．そして試作を実行したのが東であり，これを理研の渡辺が支援した．この成果は第37回小委員会では笹川・東・渡辺の連名で報告されたが，これが雑誌に発表されるときには木村廉，東昇の連名となり，笹川の名前は共同研究者から消えていた．木村は東の指導教授であるが，KUM の開発にどれだけ直接貢献したかは疑問である．笹川，木村，東の3者の間でどのような話し合いがなされたかは今となっては不明であるが，結果としては KUM の開発には木村・東という名前だけが表面に出て，笹川の名前は消えて仕舞った．これは笹川にとって大変不愉快なことであったに違いない．東は自分の著書[17]で KUM を独力で試作したように書いているが，これは誤りである．

第2の理由として KUM-No. 3 は笹川を開発の責任者として開発され，生理学教室に設置されていたにも拘わらず，生理学教室員が非常に使いにくい状況に置かされたらしい．私の直接の指導者であった細見泰三から東に対する不満を度々聞かされたのを覺えている．KUM-No. 3 は何と言っても試作機であり，これを高性能に維持することは中々大変で，東がこの電顕を独占しょうとした気持は分からぬでもない．しかし笹川にとって東のこのような態度は論外で，到底許すことは出来なかったであろう．

第3の理由として笹川と東の性格の相違も考えられる．東の性格の激しさについては吉井が

しく記載している[47]．笹川は親分肌で，包容力もあり，人間として親しみを感じる人であった．しかし大変古風で，所謂仁義を重んじる人であった．

2人の性格はこのようであったから，一旦反目し合うと腹水盆に帰らず，2人は犬猿の仲となってしまったのであろう．

8. おわりに

自然科学の分野で使用されている種々の機器の多くは欧米で原理が考えられ，製品化され，後に我が国に技術導入されて国産化されてきた．電顕が Ruska によって発明されたのは1932のことであり，その後第2次世界大戦が勃発した．そのため欧米からの技術導入は困難で，我が国では殆ど独力で電顕の技術的開発を行わなければならなかったのである．

1940年当時，まだ電顕がどれくらい医学・生物学に役立つか分からぬ時代に，笹川と東がこのような条件下で電顕を試作し、これを医学研究に使った事実はやはり特筆されるべきではないかと思う．そしてこのような土台があったからこそ，終戦後，いち早く日本で市販の電顕が作られ，その後日本の電顕の生産台数が世界第一位という地位を占めることが出来るようになったのであろう．

よく知られているように，電顕はその後医学・生物学の発展に極めて大きなインパクトを与えた．電顕を用いた超微形態学の出現が超高速遠心機とともに細胞生物学の誕生(1960年頃)を媒介した事実はよく知られている通りである．形態学はその内容を一新し，現在では形態を分子レベルで論じることが可能となっている．

電顕の出現は機能学である生理学や生化学の発展にも大きな影響を与えた．例えば筋収縮の収縮機構(スライド説)，細胞の分泌機構，シナプスにおける化学的伝達機構などの解明に，電顕的観察が極めて重要な役割を果たした事実は明白である．今日電顕は医学・生物学の研究のために不可欠で，しかも光顕とともに極めて一般的な技術となっている．

このような現状を考えるとき，戦争中の物質の乏しい中で電顕を試作し，これを医学・生物学の研究に応用した笹川・東両先生の勇気と先見の明には改めて感服させられる．今は亡き両先生の冥福を祈りつつ，この小文を擱筆したい．

謝　辞

本稿を書くについては非常に多くの方々の教えを受け，また資料を提供して頂いた．これらの方々の名前を列記し，心から御礼を申し上げたい．特に末永一男先生には直接お目にかかり，当時の事情を詳しく聞くことが出来た．心から感謝したい．また本稿を日本生理誌の公表する際にお世話になった大阪医大・藤本守教授に深謝したい．

京大生理学教室関係：
井上　章（京大名誉教授）
万井正人（京大名誉教授）
古河太郎（東京医科歯科大学名誉教授）
笹川祐成（近畿大学医学部教授）
鍋島　泰（開　業）
島津威雄（三重大・医・講師）

京大微生物学教室関係：
尾崎良克（滋賀医大名誉教授）
大山昭夫（関西医大教授）

大阪医大関係：
山中太木（大阪医大名誉教授）
末永一男（久留米大学名誉教授）
藤本　守（大阪医大教授）

そ　の　他：
矢田慶治（東北大学名誉教授）
市川　厚（横浜大学医学部名誉教授）

文　献

1) Bishop, F. W., 東　昇(1951)電子顕微鏡用の超薄切片．科学 **21**, 599-602
2) 藤本　守，今井雄介(1983)大阪医科大学生理学教室史．日本生理学教室史上巻　名取礼二ら編，P. 550-566
3) Fujita,H. (editor) (1986) History of electron microscopes 1986. Komiyama Printing Co., Ltd. Tokyo
4) 古川太郎(1987)研究の回顧．東京医科歯科大学生理学教室
5) Gasser, and Erlanger (1922) The cathode ray oscillograph as a means of recording never action

currcnts and induction shocks. Am. J. Physiol. **59**, 473-474
6) 東　昇(1939)電子物理学と医学. 芝蘭. **13**, 79-98
7) 東　昇(訳)(1942)分担. アルデンネ著"超電子顕微鏡"文部省専門. 学務局
8) 東　昇(1944)電子顕微鏡による微生物の研究. 日本細菌誌 **1**, 3-32
9) 東　昇(1947)電子顕微鏡によるスピロヘータ, 特にウイルス, リケッチャの研究. 最新医学 **2**, 301-308
10) 東　昇, 脇坂行一, 水川　勇(1950)電子顕微鏡による血液学的研究第二報. 赤血球に関する研究. 電子顕微鏡 **1**, 32-35
11) 東　昇(1952)細菌を切る方法…宿主細胞内における感染ウイルスの形態学的変化. 科学 **22**, 480-484
12) 東　昇(1953)細菌ウイルスの繁殖様式に関する研究. Virus **3**, 12-15
13) 東　昇(訳)(1954)R. B. Fisher著. "応用電子顕微鏡学"共立出版社
14) 東　昇(1955)電子顕微鏡による細菌性ウイルスの増殖及び成熟過程の研究. 第14回日本医学会総会特別講演集. P.253-265
15) 東　昇(1957)最近の応用電子顕微鏡学. 永井書店
16) 東　昇(編)(1964)医学生物学用電子顕微鏡学. 文光堂
17) 東　昇(1965)電子顕微鏡の世界. 岩波新書
18) 東　昇・遠山　益(1973)電子顕微鏡学実習. 共立出版社
19) 加藤勝美(1991)日立の頭脳. 講談社
20) 木村　廉・東　昇(1941)邦製電子超顕微鏡による細菌学的研究. 日本医学・健康保険. No.3234, 15-17
21) 木村　廉・東　昇(1941)邦製電子超顕微鏡による細菌学的研究. 日本医事新報 **975**, 6-8
22) 木村　廉・東　昇(1942)日本医学・健康保険. No.3285. 8-9
23) 木村　廉・東　昇(1943)電子超顕微鏡による細菌学的研究(第三報)日本医学・健康保険. No.3338. 5-6
24) 木村　廉・東　昇(1944)電子顕微鏡による細菌の二大分類について電子超顕微鏡による細菌学的研究. (第四報)日本医学. No.3366, 8-16
25) Knoll, M., and Ruska, E. (1932) Beitrag zur geometrischen Elektronenoptik. Ⅰ. u. Ⅱ. Ann. d. phys. **12**, 607-661
26) 万井正人(1951)溶血現象の細胞生理学的研究. 電子顕微鏡 **2**, 53-55
27) 松本　明(1983)東　昇博士追悼詞. 日本細菌雑誌 **38**, 53-55
28) Palade, G. E. and Siekevitz, P. (1956) Liver microsomes. An integrated morphological study. J. Biophys. Biochem. Cytol. **2**, 171-200
29) 笹川久吾, 末永一男, 大柴五八郎(1939)電子顕微鏡の医学生物学への応用. 日本生理誌 **4**, 154-155
30) Sasagawa, K. and Hosomi, T. (1949) The electron microscope studies of the elementary body of life. Acta Scholac Med. Univ. Kyoto **96**, 86-101
31) 笹川久吾, 細見泰三(1950)筋肉組織の微細構造に関する電子顕微鏡的研究. 第一編. 横紋筋組織. 電子顕微鏡 **1**, 28-32
32) 笹川久吾, 細見泰三(1950)筋組織の微細構造に関する電子顕微鏡的研究. 第二編. 心筋組織. 電子顕微鏡 198-100
33) 笹川久吾(1950)Elementary body of life日本生理誌 **12**, 学2-3
34) 笹川久吾(1951)Elementary body of life(続)日本生理誌 **13**, 学3-4
35) 笹川久吾 (編)：電子顕微鏡. 本田書店. 京都(1951)
36) 笹川久吾, 広田猛夫, 田代　裕, 辻村加瑞子, 井上康夫, 山根彦二, 鍋島　泰, 曽我美勝, 金沢隆治, 小倉光夫, 加藤幹夫(1955). 生活基本小体論. (続)日本生理誌 **17**, 119
37) 瀬藤象二(1948)日本における電子顕微鏡研究の経過. 島津評論 **5**, 2-4
38) Sugata, E. (1968) Electron Microsocopes of Japan 1936-1965 Maruzen Co. LTD
39) Tadano, B. (1986) The 37th Subcommittee of Japan Society for the Promotion of Science 1939-1947. 文献 1)に掲載
40) 丹野楯彦(1951)赤血球膜の組織構造と物理科学的性質について電子顕微鏡 **2**, 47-49
41) Tashiro, Y. (1957) The fine structure of the submicroscopic cytoplasmic granules (Microsomes or endoplasmic reticulum) in macromolecular order. Acta Scholae Med. Univ. Kyoto **34**, 238-266
42) Tashiro, Y. and Ogura, M. (1957) Studies on the digestion of the cytoplasmic granules by enzymes. Acta scholae Med. Univ. Kyoto **34**, 267-275
43) Tashiro, Y. and Oyama, A. (1993) Development of electron microscopy in Kyoto Imperial University Faculty of medicine. In IFSEM book. The Growth of Electron Microscopy. (Ed. by K. Yada) Academic press. in press
44) 裏　克巳(1983)日本学術振興会第10常置委員会第37小委員会資料. 大阪大学工学部電子ビーム研究施設
45) von Borries and Ruska, E. (1933) Die Abbildung durchstrahlter folien im elektronenmikroskop. Z. f. Phys. **83**, 187-193
46) Watanabe, S. and Sasagawa, K. (1933) Cathode ray oscillogram of action potential of never. Sci Pap Inst. Phys. **21**, 139-148
47) 吉井善作(1989)東　昇先生の思い出. (上), (下)微生物 **5**, 518-524, 621-628

〔編集後記〕

冷夏・長雨・地震・台風など，異常気象の話題にはこと欠かない今日このごろですが，全国の先生方いかがお過ごしでいらっしゃいますか．本号では生理学に関係するいくつかの学会案内・生理学会時のシンポジウムについての報告がInformation, Trendsに記載されております．「生理学実習書および生理学教育変革……」についてのアンケート結果が入来・栗原・佐藤・高田の4先生によりまとめられました．平成4年7月の大学設置基準の一部改正にともない，新カリキュラムへの移行が多くの大学で検討されている今日このごろです．まとめられた結果が全国の大学の状況把握に役立つとお考えの先生も多いかと存じます．

野村・堀・田中3先生による「In Vivo Microdialysis法による学習……」は実験手技を主体にした総説であります．この方面に興味をおもちの先生方はもちろん，知識の幅を広げるという面で多くの先生方に有意義な総説かと思います．田中先生から「京都大学医学部生理学教室における電子……」の特別寄稿をいただきました．これは電子顕微鏡の開発史として重要であると同時に，開発に携われた共同研究者の人間模様がしのばれ，興味深く読ませていただきました．

本号に寄稿していただいた先生方の御協力に感謝致しますと同時に，天候不順のおり，生理学を通じ学問に貢献しておられる先生方におかれましては，どうぞお体をご自愛下さいますようお願い致します．

(内野善生)

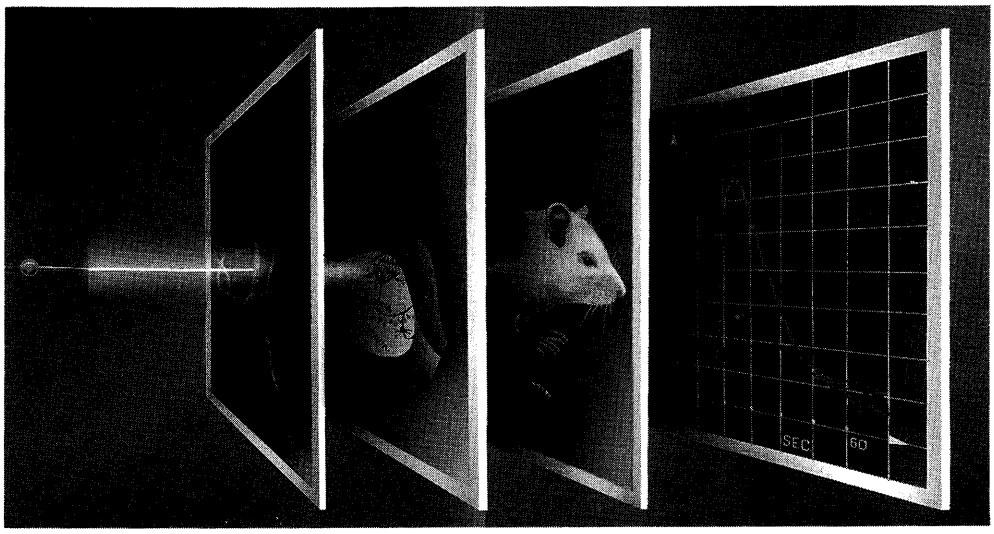
編集委員

金子章道(幹事)　松井洋一郎　野口鉄也
野村正彦　神田健郎　内野善生
青木藩(北海道)　土居勝彦(東北)　工藤典雄(関東)
松波謙一(中部)　藤本守(近畿)　片岡喜由(中・四国)
山下博(九州)

Medical Systems Corp.
THE RIGHT TECHNOLOGY

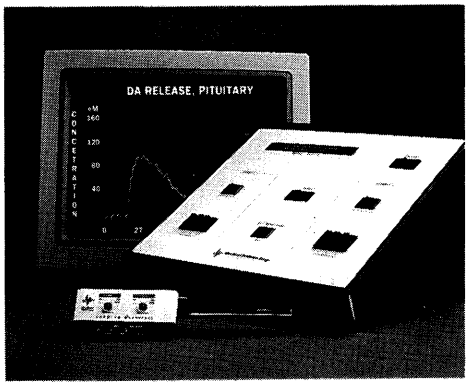
ニューロトランスミッタ濃度測定装置

新登場 IVEC-10



IVEC-10は、神経科学において非常に重要なドーパミン、セロトニン等の各種モノアミン類ニューロトランスミッタの濃度変化を、酸化／還元電流の測定によりin vivo、in vitroを問わずハイ・スピード、リアルタイムでモニタする画期的なシステムです。

- 毎秒1-25回の測定により、急速な現象変化にも追従
- コンピュータによるリアルタイム・データディスプレイおよびデータストレージ
- 低濃度まで測定可能な高感度ハードウェア
- 各種の刺激波形による確実なアミン類の確定
- 個々のカーボン電極のバラツキを完全に克服する、独創的な電極キャリブレーション法
- データの取得から解析、編集、プリントアウトまで、一貫したコンピュータ・コントロール
- 培養細胞、in vivo、in vitroと広い応用範囲



メディカル・システムス社 日本総代理店

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(ショーシンビル)
TEL. (0564) 54－1231番(代表)
FAX. (0564) 54－3207番

Whole-Cell Clamp System

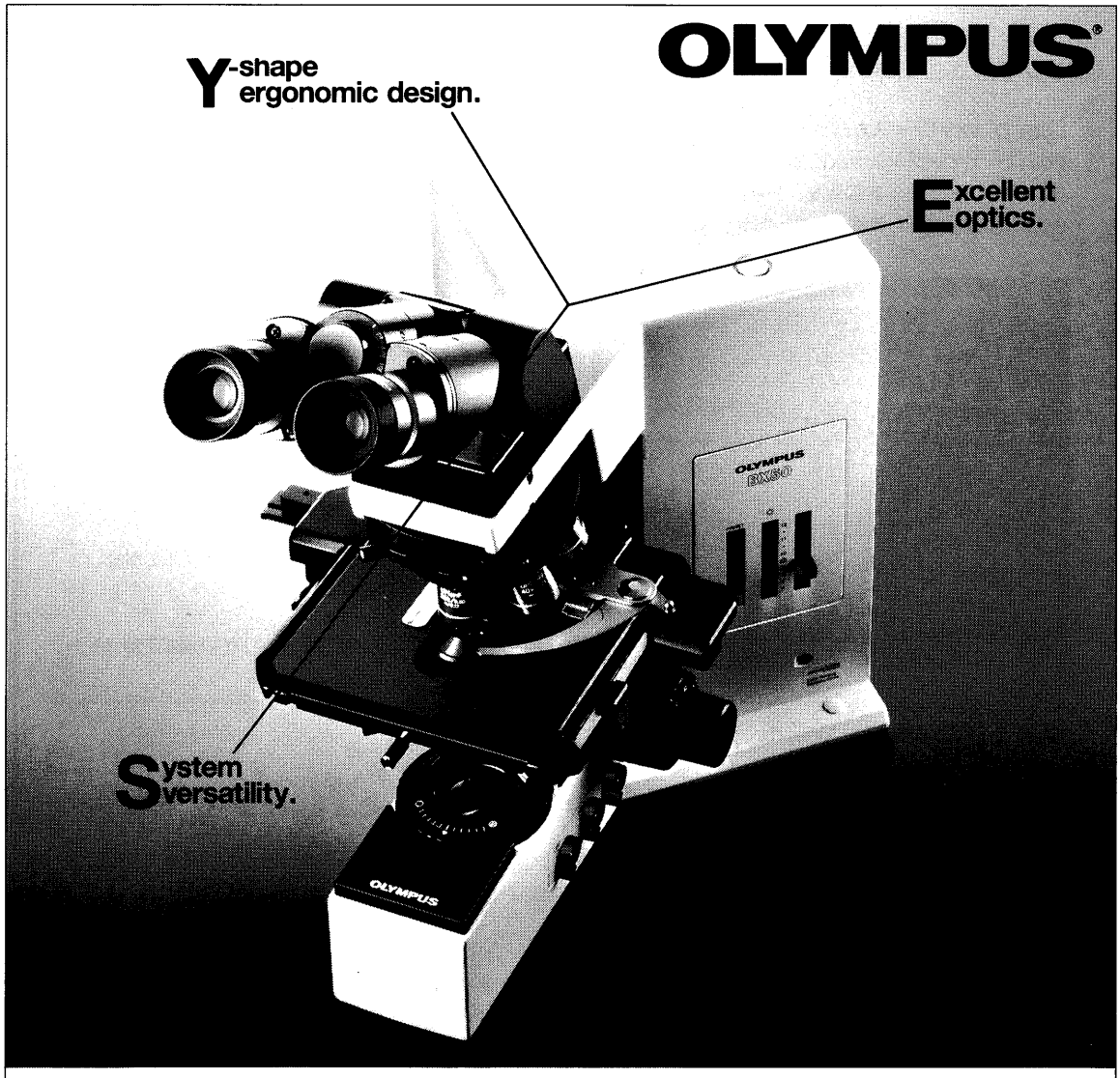
MODEL
TM-1000

- 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



Y·E·S is the answer.

使う人の声と私たちの理想から、この顕微鏡は生まれました。

▌あなたにあった操作性を実現するY-shape ergonomic design

操作がしやすい。見やすい。疲れない。使う人の立場を考えると顕微鏡のフォルムはこうなります。人間工学から生まれた理想のフォルム、それが"Yシェイプ"。ここちよい操作性が体感できます。

▌最上級の観察像を提供するExcellent optics

最上級の見えを実現する"UIS光学系"。70年以上の経験と先端技術から生まれたオリンパスならではの顕微鏡光学システムです。高コントラストでフラットネスの良い観察像を実現します。

▌研究分野のあらゆるニーズに応えるSystem versatility

コンピュータ・シュミレーション(FEM解析)により、フレームの剛性と安定性を大幅アップ。画像処理や、顕微測光、写真撮影装置など、システム・アップ時の信頼性がさらに向上します。

システム生物顕微鏡

BX

BX40/BX50

新　登　場

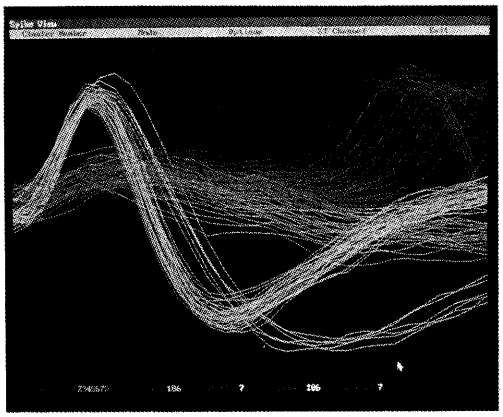
オリンパス光学工業株式会社　販売元：オリンパス販売株式会社

カタログのご請求は、オリンパス販売株式会社 〒101東京都千代田区神田駿河台3-4(龍名館ビル) Tel.03(3251)8971へどうぞ。

BrainWave社製

多チャンネル用 シングルユニット解析システム *Discovery*™

Discovery(ディスカバリー)は、IBM-AT仕様のコンピュータを使った多チャンネル・シングルユニットの解析レコーディングシステムです。
オンラインでユニット信号を、Peak値、Vallay値、タイム、スパイクHigh等の8項目によりクラス分け(Cluster Cutting)します。分類したクラスは、後で様々な解析法で処理したり再分類できる画期的なシステムです。

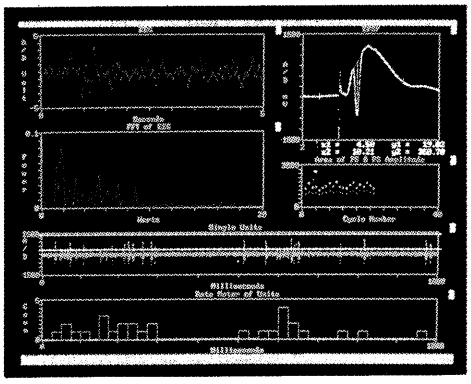


- 各種ヒストグラム、スパイクソート、アベレージング等の解析処理の他に、TTL入出力により外部機器と連動させて測定できます。
- 25種類のスパイクソート・ライブラリーを用意。
- 交叉相関ヒストグラム(XCR)。
- ペリイベント・スティムヒストグラム(PETH、PSTH)。
- インタースパイク・インターバルヒストグラム ISIT。
- ジョイントヒストグラム。
- 各種イベントフラグのメッセージ。
- アベレージ、スパイクソート。
- カットファイル、各種データのASCIIファイルの作成。
- 波形パラメータリストの作成。
- ハードコピーに対応。
- Spike Channelは4ch/EEG、EMG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

脳波及び生体信号記録解析システム(IBM-AT仕様)

Experimenter's WorkBench™

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



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

《メインコマンド》

ACQUIRE	DISPLAY	ANALYZE
RECORD	STIMULATE	RESET
TIME	UP DATE	TEST

PAUSE 他数十種のファンクション

《応用》

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

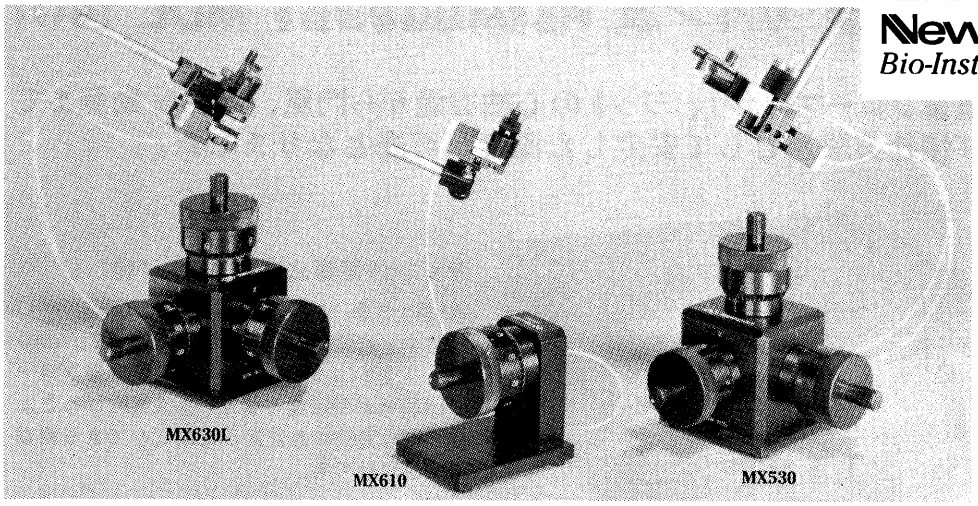
BrainWave社
日本総代理店

バイオリサーチセンター株式会社

本社　名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F)　☎052(932)6421　FAX052(932)6755
東京　東京都江戸川区東葛西6-4-10(第6頼長ビル203号)　☎03(3878)6471

水圧式マイクロマニピュレータ

Newport®
Bio-Instruments

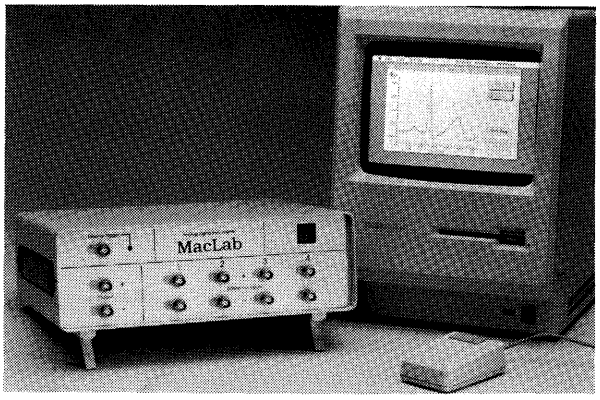


- コンパクトで遠隔操作型
- 低ドリフトで驚くべき安定性
- 高い分解能
- スムーズで応答性に優れた駆動
- 顕微鏡や粗動マニピュレータへのセッティングが簡単

ニューポート社の高性能、低ドリフト型MX-500及びMX-600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。

MacLab™ マック ラブ システム

コンピューターコントロールによるデーターの収集から解析、処理まで…… MacLabは単なるA-Dコンバーターではありません！ A-D, D-Aコンバータ、CPU、RAM、差動アンプを内蔵したインターフェイスです。



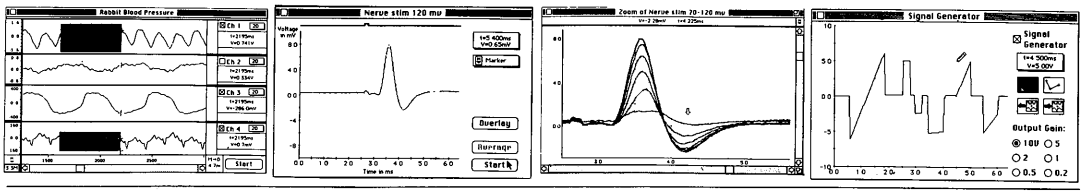
アナログデジタル Inst.

使いやすさで定評のある
マッキントッシュコンピュータシステムとの
連係でデータの収集から処理までOK！

- ストレージスコープ、シンクロスコープ機能
- シグナルジェネレーター、スティムレーター機能
- オーバーレイ、多機能トリガー機能
- 多チャンネルチャートレコーダー
- X－Yレコーダー
- シグナルエディター
- ズーム、微分、積分、その他

現在開発中

- 高速フーリエ変換(FFT)
- FFT & X－Yプロット
- インターバルヒストグラム等ニューロパッケージ



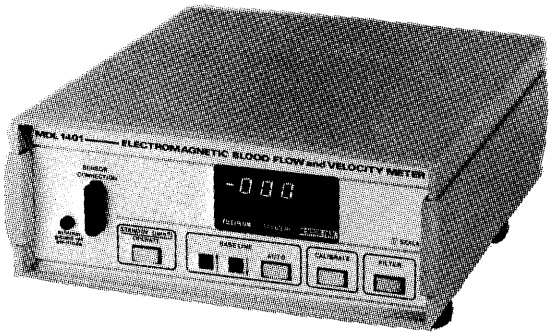
日本総代理店

バイオリサーチセンター株式会社

本社　名古屋市東区東桜2-10-21(錦見ビル2F)　☎052(932)6421　FAX052(932)6755
東京　東京都江戸川区東葛西6-4-10(第6頼長ビル203号)　☎03(3878)6471

SKALAR サイン波 電磁血流計 MDL 1401

超小型軽量プローブにより、ラットの心拍出量から門脈、肝、腎動脈まで急性及び慢性実験用として安定した測定が可能となりました。



サイン波電磁血流計 MDL 1401

スカラー社製 サイン波電磁血流計（MDL 1401）はサイン波励磁により、低雑音（0.12μVrms）低ドリフト（2%以内）及び超小型軽量プローブ（0.5mmφ）が可能となり、急性実験はもとより、慢性実験にも安定した測定ができる画期的な血流計です。

日本総代理店

デモのご依頼等、お気軽にご相談下さい。

UMS Laboratory & Medical Supplies 株式会社 エル・エム・エス

〒113 東京都文京区湯島2-22-10 後藤ビル
☎03-3833-0910㈹ FAX(03)3833-5910㈹

ラットから犬までの血圧を自動測定できます！

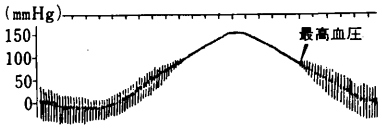
米国NARCO社製

非観血式血圧測定装置 PE-300

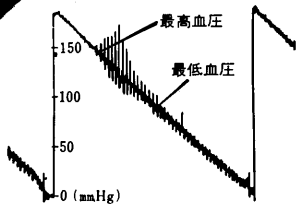
本装置は高感度トランスジューサを用いてラット及びマウスの尾動脈よりパルスを検出し、非観血的に最高血圧を自動測定するものです。PE-300は発売以来、研究者の皆さまに好評を得ており、さらにアクセサリーを交換すれば各種動物の最高および最低血圧を自動測定できます。

■特徴

①マウス・ラットの最高血圧を簡単に測定できます。
②カフの交換により，犬・猿・人間等の最高血圧及び最低血圧の測定が可能です。
③本体は一般のチャート・レコーダ等にも容易に接続できます。
④極めて再現性の高い血圧測定装置です。



〈RATの血圧データ〉



〈DOGの血圧データ〉

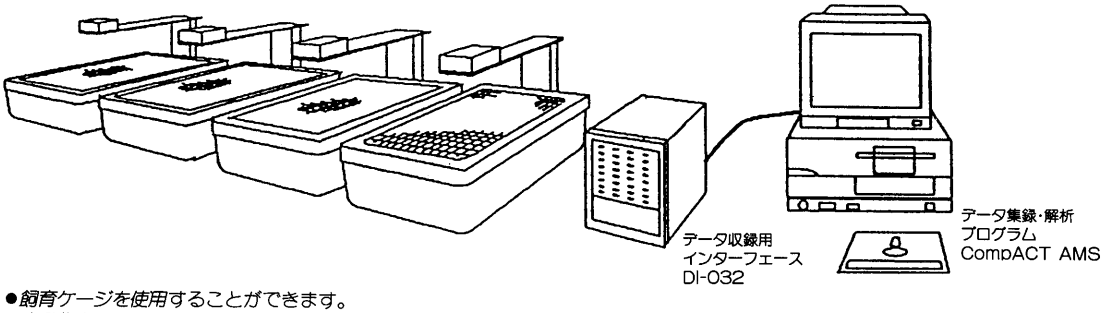
株式会社 エル・エム・エス

〒113 東京都文京区湯島2丁目22番10号 後藤ビル
TEL(03)3833-0910㈹ FAX(03)3833-5910㈹

ローコスト型 自発運動量測定システム

スーパーメックス SUPERMEX

PAT. P.



- 飼育ケージを使用することができます。
- 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、ブタ等)までの自発運動量を測定することができます。
- 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。
  (例：4chのシステム価格 ¥1,500,000.－ 8chで¥2,100,000.－
- 標準で32ch、オプションで最大80chまでのデーターを集録し、附属の運動量解析プログラム(CompACT AMS)及び周期解析プログラム(オプション)にてデータの集録・解析を行います。
- 増設は簡単にでき、1ch増設の費用は約15万円です。
- 測定場所から離れた所でデータ集録を行なうことができます。(パソコンとインターフェースの最大距離は約1km)
- 自発運動量に加え、飲水量及び餌の摂取量の測定システムも御見積り致します。

Muromachi

総発売元 室町機械株式会社

本　　社：〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 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

ラット・マウス用 非観血式血圧測定装置

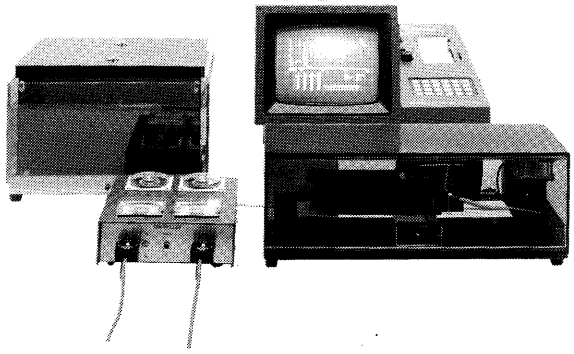
MODEL MK-1100

＊収縮期血圧！

＊平均血圧！

＊拡張期血圧(計算値)！

＊脈拍数！ の安定した測定に



■特長

- 脈拍信号を音で聞くことができます。(音量の調節可)
- 連続測定機能及び高速測定機能の追加により測定時間が大幅に短縮。
- 400mmHg迄加圧可能ですのでSHRSPも測定できます。
- 高速印字機能／全ての測定データは、音の静かな高速一マルプリンタにより約1秒間で打ち出されます。また、平均値の他にSD値も打ち出されます。
- タイムスタンプ機能／データ印字の際に計測時の時間も印字されます。
- 画面コピー機能／付属のプリンタで画面のハードコピーを行なえます。
- マーモセットやスンクスの測定を行なうこともできます。
- R232C出力が標準装備されています。
- センサーの感度はMK-1000型と比較して約5倍アップしています。

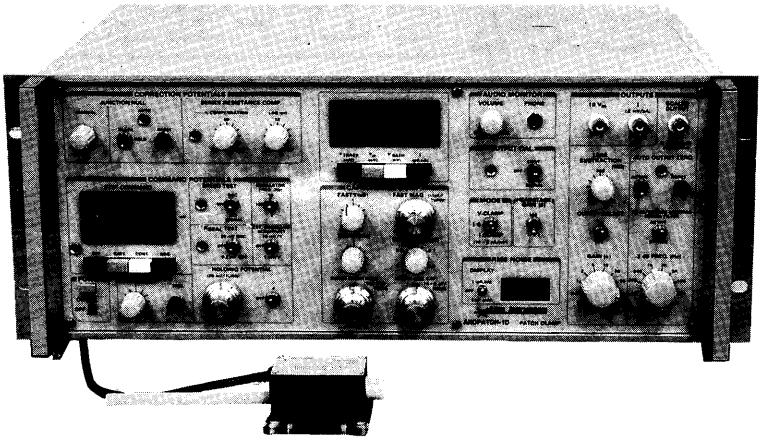
Muromachi

総発売元

室町機械株式会社

本　　社：〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1 大辻ビル
TEL 03(3241)2444 FAX 03(3241)2940
大阪営業所：大阪市淀川区木川東4-5-3 長谷興産新大阪ビル
〒532 TEL 06(302)1277 FAX 06(302)5026

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。50 GΩ と 500 MΩ のフィードバック抵抗があります。

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

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

西日本地区発売元

INTER MEDICAL

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)

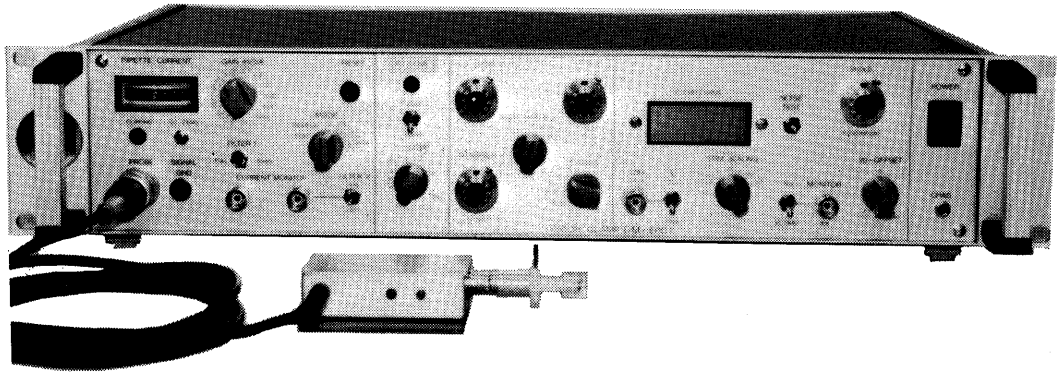
株式会社 フィジオテック

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

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(代) FAX(0564)54-3207

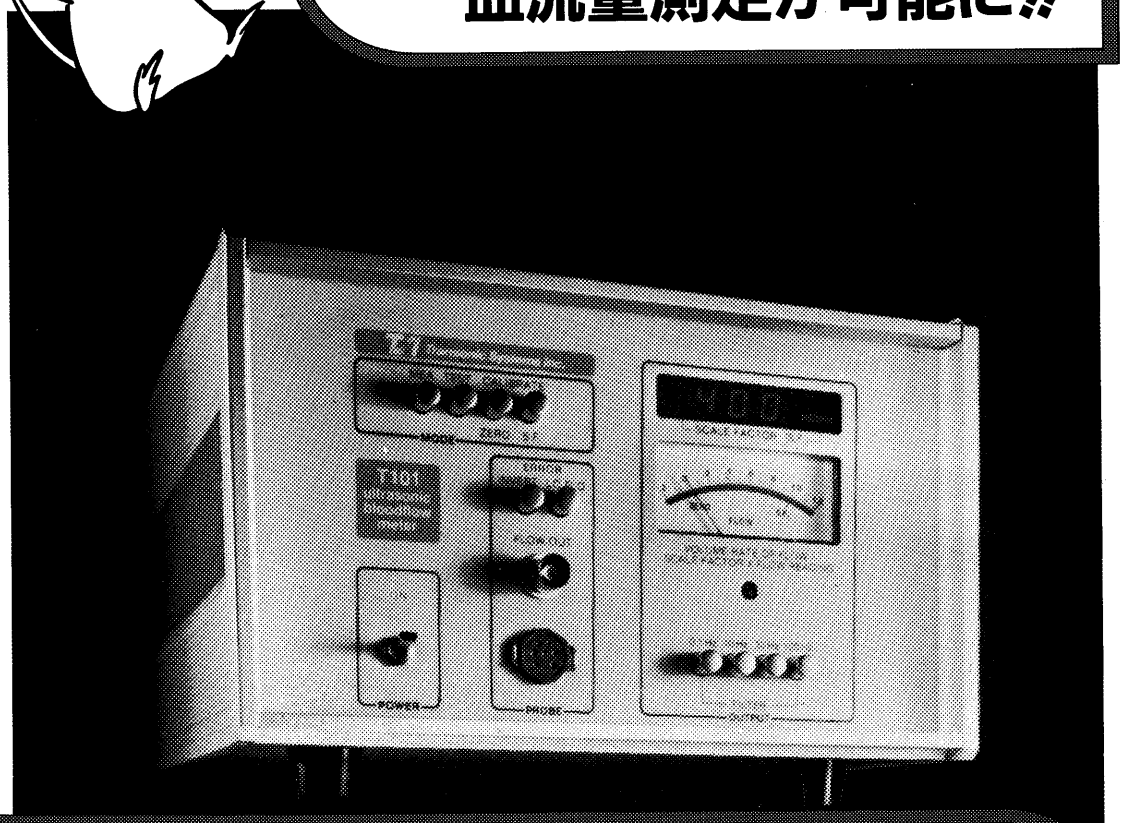
東日本地区発売元

(Physio-Tech)

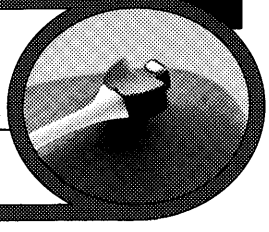
株式会社 フィジオテック

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

ラットの血管径0.5m/mから血流量測定が可能に!!



Newラット用超音波トランジットタイム血流計



TRANSONIC T106・T206

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

〈特 長〉

- 血管に対して無拘束で血流量(ボリュームフロー)が測定できます。
- 最小血管0.5m/mφから測定が可能です。
- フルスケール5ml/minに対し、0.05mℓの分解能があります。
- ラットのMESENTERIC・A, RENAL・A及びFEMORAL・Aなどの小血管測定に最適です。
- 急性・慢性(埋め込み)での測定が可能です。
- 測定状態を知らせるメッセージ機能内蔵

お問い合わせは、ME事業部直通

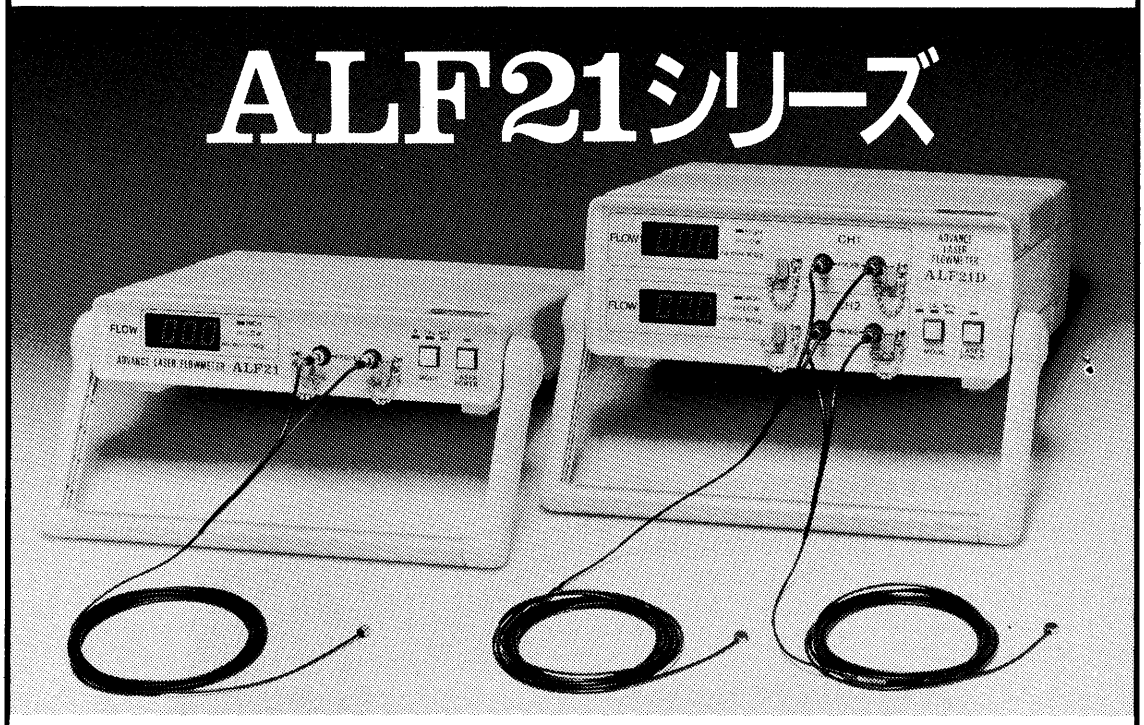
TEL.(03)3664-6271

Transonic Systems Inc.
Excellence in Medical Ultrasound

日本総代理店 株式会社アドバンス ME事業部
〒103 東京都中央区日本橋小舟町5 7

アドバンスレーザー血流計

ALF21シリーズ



ALF21
(シングルチャンネルモデル、FLOW×1チャンネル)

ALF21D
(デュアルチャンネルモデル、FLOW×2チャンネル)

ALF21R
(リサーチモデル、FLOW, MASS, VELOCITY表示)

ALF21M
(モニターモデル、アラーム機能付)

特長

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

Advances in Advance Medicine…Advance Co., Ltd.

カタログ・資料請求及びデモ、試用の御要望は弊社ME事業部まで

ADVANCE 株式会社アドバンス ME事業部
〒103 東京都中央区日本橋小舟町5-7
TEL 03(3664)6271 FAX 03(3667)9523

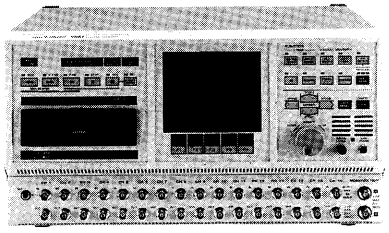
ユニーク&
オリジナル

サヨナラ、紙記録。

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

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

▶S/N比(信号対雑音比)は80dB(約10,000倍)を上回る素晴しい精度。
▶パワフル&ユニークなメモリ波形表示で外部計測器不要。
▶テープ交換中でも次のテープに記録。
▶見たいデータがすぐ見つかる縦横無尽のサーチ機能。
▶ディジ・アナ混在記録。▶強力なGPIB。
などをはじめとする記録&解析にやさしい機能を、
このスペースでは書ききれないほど満載しています。



5881 PCM DATA RECORDER

●お問い合わせはお気軽に。
045-545-8111

エヌエフ

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

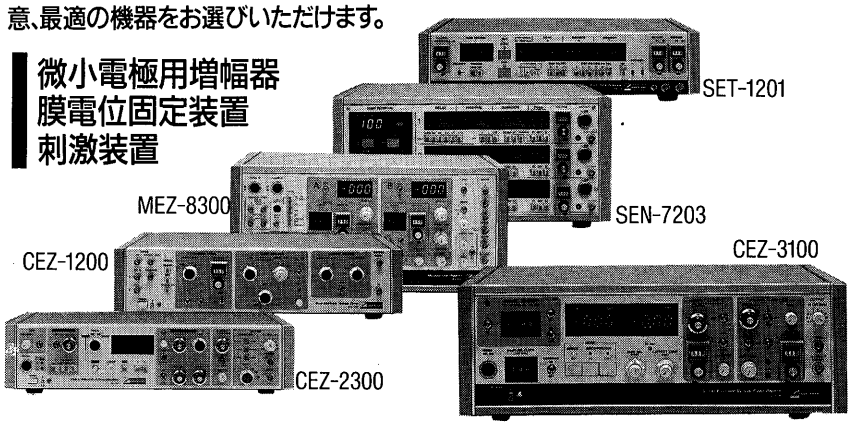
エレクトロニクスで病魔に挑戦

NIHON KOHDEN

実験研究用機器のトータル供給をめざして！

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

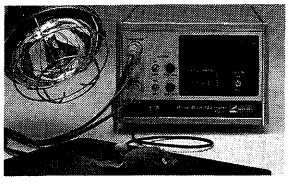
微小電極用増幅器
膜電位固定装置
刺激装置



- 生体
  - 注入 …… CFV-3200・2100
  - 体温制御 …… ATB-1100
  - 細胞外導出アンプ
    - 交流アンプ（生体アンプ）
      - バイオリサーチ
        - JBシリーズ
        - JHシリーズ
      - 1チャネル
        - MEG-1200
        - AB-651J
        - AVB-11A
      - 2チャネル
        - MEG-2100
        - AVB-21
    - 直流アンプ（AC結合可能）
      - 1チャネル …… AVH-11
      - 2チャネル …… AVM-11
  - 細胞内導出アンプ
    - 電位誘導アンプ（カレントクランプ）
      - MEZ-8300
      - MEZ-8301
      - MEZ-7200
    - 電流測定アンプ（ボルテージクランプ）
      - 単電極 …… CEZ-3100
      - 2電極 …… CEZ-1200
        - CEZ-1250
      - パッチ/ホールセルクランプ …… CEZ-2300
        - ホールセルクランプ …… CEZ-2351
  - 短絡電流測定 …… CEZ-9100

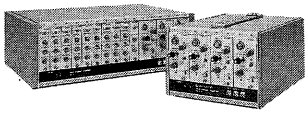
動物実験関連装置

動物実験用
シリンジポンプ
CFV-3200



体温制御装置
ATB-1100

生体信号一般用



多チャネル増幅器 MEG-6116・6108

高感度増幅器 MEG-1200・1251

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55巻7号・平成5年7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〕

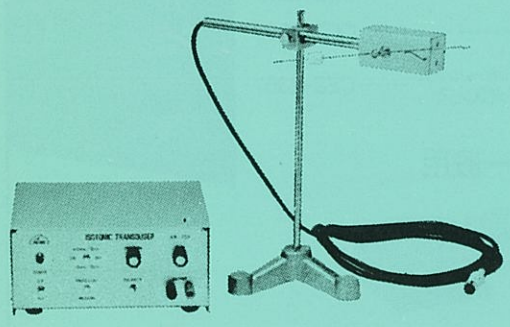
J. Physiol. Soc. Japan Vol. 55, No. 7 (1993)

Review

NOMURA, M., HORI, K., TANAKA, J.: In vivo microdialysis for neurotransmitter measurement during learning performance 281

編集兼発行人　金子章道　東京都文京区本郷三―三〇―一〇 日本生理学会布施ビル（四階）
印刷者　平田正　〒九九七 山形県鶴岡市山王町一四―二四
印刷所　鶴岡印刷株式会社
発行所　日本生理学会　〒一一三 東京都文京区本郷三―三〇―一〇 布施ビル（四階）
振替　東京三―八六四二五
定価　千六三〇円
電話 (〇三)三八一一―一一〇二
FAX (〇三)五六八一―一一〇四

KN-259 生体用変位計 PAT.P



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

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

理化学器械・基礎医学器械・実験動物飼育機械器具・薬学研究器械・医科器械一般

株式会社 夏目製作所
〒113 東京都文京区湯島2丁目18番6号
電話 03(3813)3251　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