

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

51巻

5号

1989

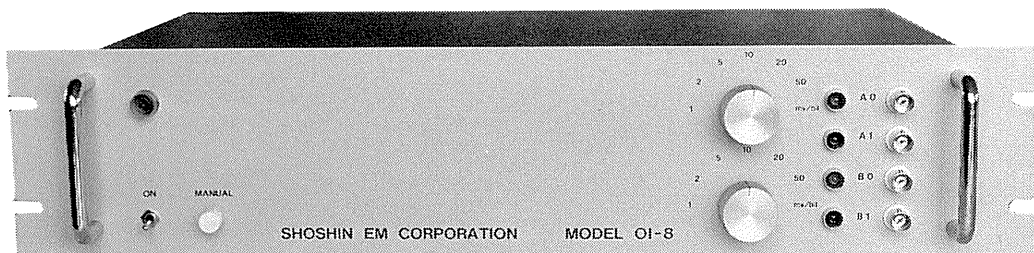
総 説

清水 強：循環調節機能の生後発達	137
学会抄録 第11回生理学コンピュータ研究会	153
会 報 第107回 JJP 編集委員会議事録	157
お知らせ 総合研究大学院大学サマースクール	157
第4回「生体・生理工学シンポジウム」の開催と講演募集のお知らせ	158
第16回日産学術研究助成の募集について	158
山田科学振興財団派遣援助申込要領	159
山田科学振興財団短期間来日援助申込要領	160
三菱化成生命研講演会「筋収縮に関する薬理学の最近の話題」	161
事務局から	161

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会

生理学，薬理学の研究実験に!!
Trigger入力により各種パルス及びファンクションを出力!!



コンピュータースティムレーター OI-8型

¥298,000

既生概念に囚れないシンプルな意匠のコンピュータースティムレーター OI-8型は
外観からは想いもつかない高性能な電気刺激装置です。

特長

NEW

- ・信頼性の高いマイクロプロセッサ制御
- ・RS232Cシリアルインターフェースにて外部からの制御可※
- ・内部トリガー，外部トリガー，マニュアルトリガーの3つのトリガー入力の完備
- ・発生波形はシングルパルス，ダブルパルス，P/4パルスモードを持ち，正弦波，三角波，台形波，ランプ波です。
- ・256シーケンスまでの反復出力可能
- ・出力最大振幅は±0.128V (1mV/bit) から±6.4V (50mV/bit)
- ・パルス幅は100マイクロ秒から256秒で可変可能

※ コンピューター，又はCRTディスプレイが必要です。
(ハンドヘルドコンピューターでも可)

製造・販売



ショーシンEM株式会社

〒444 愛知県岡崎市羽根東町2丁目8番地の5 福樹ビル
TEL. (0564) 54 - 1 2 3 1 代表
FAX. (0564) 54 - 3 2 0 7

循環調節機能の生後発達

清水 強

(福島県立医科大学生理学第一講座)

Postnatal development of regulatory function of the circulation.

Tsuyoshi SHIMIZU (*Department of Physiology, Fukushima Medical College, Hikari-ga-oka 1, Fukushima 960-12*)

I. はじめに

哺乳動物は子宮内環境から母体外に出ると、エネルギー獲得のための栄養源の摂取についてはいまだ介助を要するも、酸素は自力でとるようになる⁸⁴。その際、胎生時に観察された間歇的かつ不規則な胸郭運動は生後直ちに連続的かつ規則的な呼吸運動に変化していき15分以内には肺のガス交換機能がほぼ確立される^{9,12,37,81}。この呼吸機能が遅滞なく行われるためには微妙な呼吸調節系の発動が必要であると同時に、また、肺自体の機能変化はもちろんのこと^{15,51,63}、胎生時に開通していた動脈管や卵円口、静脈管等の循環系のシャントの閉鎖が起こらねばならない。このため、出生と同時に循環動態も著しく変化する^{60,62,91}。この変化を惹起し、かつ、その急激な変化の結果に適応していけるのは、循環系に対する神経性および体液性の調節状態もまた出生前後で大きく変化するからである。

ところで、循環調節機能は胎生時ある種の平衡状態が成立しており、出生とともに変化すると思われるが、出生時既に成熟動物にみられるような水準に質的にも量的にも到達しているのであろうか、あるいは生後もさらに発達していくものであろうか。この疑問に関する研究は1960年代から研究者の関心も少しずつ高まるようになり、過去20年余りの間には系統的な研究も行われ、ヒトを含めた各種高等哺乳動物での知見も比較的多く得られるようになった^{5,30,34,35,58,60}。その間折々に著わされた種々の総説類や成書等^{1,5,21,30,40,60,64,81,82,91,98}にも詳しく論じられているように、それらの知見は種差、研

究方法の違いなどはあってもいずれも哺乳動物の循環調節機能が出生を境とした著しい変化を経て、生後もある時期まで発達していくことを示している。

一方、臨床的には、未熟児における不整脈の発生や乳児の突然死の原因の一端は循環系に関する調節の統合能が十分完成されていないこととか、あるいはその発達に著しい不均衡が生じることなどにあるとも考えられてきた^{55,86}。さらには、また、成熟動物になってみられる循環系の反応は、幼弱期における循環調節機構への環境因子の影響が強く関係しているという報告もある⁸⁹。例えばマウスやラットでの高血圧形成や自然発症高血圧ラット (SHR) の昇圧抑制と栄養供給介助者としての母親との関係なども検討されている。

このように、生理学的にもまた臨床医学上からも胎生期から生後に亘り循環調節機能の発達過程を詳らかにすることが求められている。以下にその生後の発達に関する研究について、従来の動向の一端を、特にその神経性調節を中心に概括してみたい。

II. 安静時における循環動態の生後変遷

安静時の循環動態を示す種々の物理量の生後日数に伴う変化についての報告は多々あるが、系統的かつ詳細に行なわれたものは必ずしも多くはない。また、用いた動物、測定方法あるいは測定時期などさまざまであり、それらの値を同一規準のもとに比較しようとも限らない。しかし、そうした報告の多くが、各因子の絶対値は出生前後での著しい変化を経た後徐々にあるいは急速に各動物種個有の成熟群の値へと近づ

表1. 動脈圧と心拍数の生後変化の例
mean arterial pressure (mmHg)

animal	age										reference
	0	1	2	3	4	8	16	24	32	adult	
	(weeks)										
sheep	—	79.6	81.2	80.0	82.1	78.6	—	—	—	82.9	Assali ⁵⁾
pig	61.6	82.0	100.5	—	—	118.7	—	—	—	130.0**	Gootman ³⁵⁾
rabbit	—	49.0	48.4	59.5	61.6	84.4	78.0	91.2	—	89.0	Shimizu ⁷⁷⁾
dog	—	—	—	—	50.0	54.1	71.6	84.5	90.7	94.0	Magrini ⁴⁸⁾
rat	—	—	—	—	95.0	—	104.0	—	104.0	118.0	Pfeiffer*

<i>heart rate (beats/min)</i>											
sheep	—	224	180	157	158	111	—	—	—	88	Assali ⁵⁾
pig	220	213	201	—	—	166	—	—	—	168**	Gootman ³⁵⁾
rabbit	—	292	311	342	384	320	300	321	—	300	Shimizu ⁷⁷⁾
dog	—	—	—	—	171	150	119	89	74	71	Magrini ⁴⁸⁾
rat(1)	310	380	400	500	—	—	—	—	—	—	Adolph ²⁾
rat(2)	360	415	425	325	—	—	—	—	—	325	Hofer ³⁸⁾

sheep については文献(5)のグラフから読みとった値であり、また、胎生期を3時期に分けると胎生期の平均動脈圧と心拍数は、若い時期より順に、40.0, 49.3, 58.3 mmHg と 189, 190, 184 beats/min である⁵⁾。rabbit の値は文献(77)の結果に未発表資料を加えたものであり、dog と rat(2)については文献(48)と(38)のグラフから平均値として読みとった値である。

* : Pfeiffer C. et al. (1984) Biomed. Biochim. Acta 43, 205-213. ** : Buckley, N. M. et al. (1979) Lab. Anim. Sci. 29, 200-208

いて行くことを示している。成熟動物の示す値に達する時期は同一因子についてみると動物種によって異なり、また同一個体内においても因子毎に異なっている場合もみられる。表1に平均動脈圧と心拍数の変化の例を示した。

Assali ら⁵⁾の一連の研究によると、ヒツジでは、体循環の平均動脈圧は胎生期には体重300~1,500 g の頃の 40 mmHg からその末期で体重 2,700 g 以上になる頃の 58 mmHg まで徐々に上昇し、平均肺動脈圧も体血圧よりやや高い値を保ちながら 48 mmHg から 62 mmHg へと漸増する。しかし、心拍数は 165 beats/min から 185 beats/min の間で非常に一定した値を示す。彼らは β -遮断薬と atropine を投与した結果から胎生期には交感神経および副交感神経の活動性は共に少しずつ増加していることおよびこの遮断による変化は atropine 投与後の方が小さいことを見出したが、胎生期の心拍数の安定機序はこれら自律神経系の活動増加とは独立したものと考えた。しかし、両自律神経系が両者の活動性の平衡を保ちながら発達すると

ころに心拍数を一定にする根本があるとも解釈しうるであろう。ヒツジでは胎生期の動脈圧と心拍数とは正の相関を示し、かつ、母体とは独立して調節されているという⁴⁴⁾。出生後は、平均体血圧は急激に上昇し、およそ生後1週間で成熟動物の値(83 mmHg)に達して以後それを継続する。肺動脈圧は逆に極端に低下し、やはり1週間位で親の値(18 mmHg)になり成熟するまでその値を保つ。因みに、この肺動脈圧の著明な変化は外呼吸の開始とともに肺血管床の拡張が起こり胎生期には全末梢血管抵抗より高かった肺血管抵抗が急激に低下することによるものである⁶⁵⁾。また、心拍数は、生後数日間はいったん急速な増加を示すが、以後週齢の増すにつれて徐々に減少し、6~8週目には111 beats/min と成熟群の値(88/min)の126%まで近づく。この心拍数変化についても Assali ら⁵⁾は生後にみられる自律神経系の活動の変化の大きさは直接関係はなく、むしろ心臓の内在的な機構の変化と関係が強いと考えている。

ヒツジと異なりブタ、イヌ、ウサギでは、生

後、週齢のすすむとともに、動脈圧は漸増し心拍数は漸減していき、かつ一定期間を経た後それぞれの成熟動物の値に近づくという傾向がある。さらに、心拍数の変化の過程には自律神経の活動の変化が影響していることを示唆するものが多い。動脈圧または心拍数に関する限りではそれらが成熟動物の値に近づく時期はブタでは生後8週以後、イヌでは8ヶ月、ウサギでは8週、ラットでは3週位である。但し、ウサギの基礎心拍数は生後4週頃まではやや増加傾向があり3～5週で最大となって、以後減少し成熟値に向かう(図1)。ラットでも同様の傾向のあることが報告されている³⁸⁾。すなわち、2週間まではむしろ増加するが3週目には突然減少し、ほぼ成熟ラットの値になる。この場合交感神経と副交感神経両者の遮断薬を与えておくと生後5日から45日の間は心拍数がほぼ250 beats/min に保たれ変らなかったという。

ヒトもまた動脈圧漸増、心拍数漸減の型を示し、およそ15才頃には成人の値と同じになると考えられているが、生後直後からその早期においてしかも家庭内における安静時の循環動態の値を継時的に長く観察することは現実には必ずしも容易ではない。病院内の記録例では出生直後、最初の産声のあと比較的頻拍となり6時間まで減少しその後徐々にある程度回復する。また、1日目から5日目まではほぼ安定している^{41,81,91)}。最近山崎は1人の乳児の心拍数を出生後早期から家庭で観察を続けているが図2はその生後9週目までの変化である(未発表資料)。これらの例からみると、初日にある程度の値となったあとも2～3週までは睡眠中でもばらつきが大きく不安定であるが、徐々に睡眠中の値も安定していきながらわずかず減少していくようである。

その他各種循環動態因子をみると、例えば、

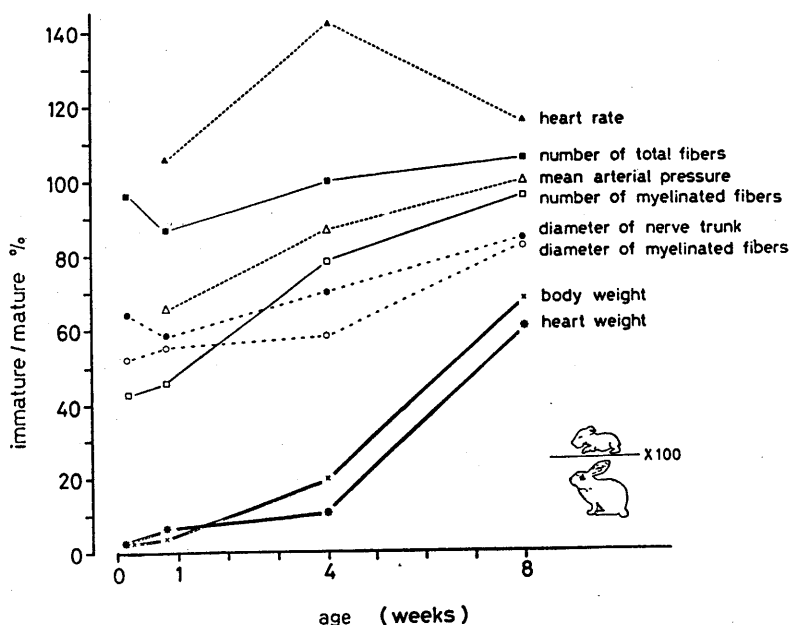


図1. ウサギの動脈圧と調圧神経の生後変化 (清水らによる学会発表資料⁷⁹⁾)

各因子の生後変化を生後22～26週齢の成熟ウサギの値に対する発達率として示してある。神経に関する値は大動脈神経で得られたもので、その線維数は左右両側の合計であらわしてある。平均動脈圧と心拍数はウレタン麻酔下で総頸動脈内にカテーテルを挿入して測定した値である。大動脈神経の有髄線維数と動脈圧のそれぞれの曲線が平行しているが、各週齢につき測定値の例数を増やした結果では両者間に高い相関がみられた^{79,95,96)}。また、体重や心臓重量の発達に比して、大動脈神経の発達の非常にはやいことは興味深いところである。

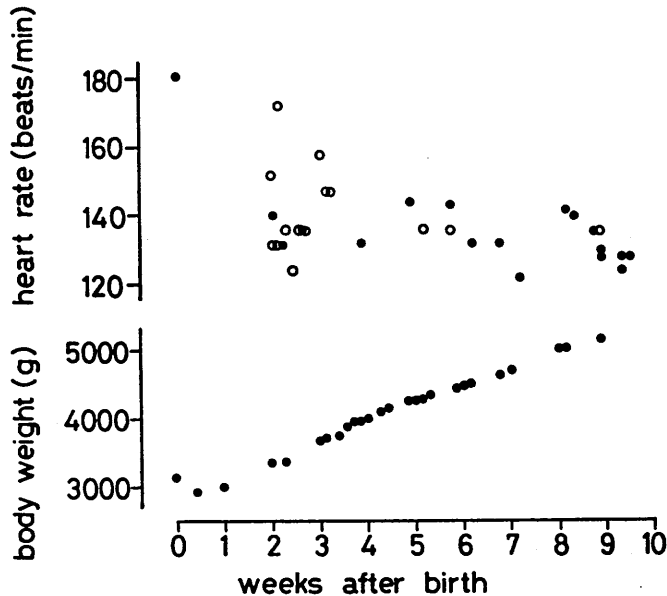


図2. ヒトの心拍数と体重の生後早期の変化 (山崎:未発表資料)

心拍数は自宅における睡眠中の測定値であり、○は日中、●は夜間の値である。0週の測定値は生後1時間以内の値である。なお、記入してはいるが、10週目には昼夜共120 beats/min前後となり一層安定してきている。

イヌでは、心拍出量、血漿量および中心静脈圧は8ヶ月まで徐々に減少していく。その減少率は9ヶ月齢でそれぞれ44, 27, 75%であった。一方全末梢血管抵抗と1回拍出量は動脈圧とともにそれぞれ308, 37および91%の上昇を示す⁴⁸⁾。血液分布も成熟のものとは大分異なる。ブタでは生後直後は肝、肺、腎に最も配分多く皮膚、骨、脳は血液量が最も少ない。発達とともに肺と肝では著しく減少する⁴⁵⁾。ウサギの血液量は4ヶ月齢で著しく減少する⁴⁶⁾。

Ⅲ. 循環調節機構の生後変化に関する研究方法

循環系の調節機能の発達過程を調べるのには種々の方法が用いられているが、基本的には成熟動物でのその機能の追求によく使われる方法が応用されている。安静時の循環動態に至みを与えるための負荷手段としては、動物実験では、総頸動脈閉塞、頸動脈洞内留置バルーンによる内圧上昇や大動脈神経刺激などの圧反射の入力の変化、座骨神経の刺激など体性神経系か

らの入力の変化、循環反射中枢の電気刺激、脱血、hypoxiaあるいはhypercapniaなどの状態への曝露、自律神経作用薬または遮断薬の投与、脳阻血、腎摘出、肺のJ-受容体の刺激などがみられる^{5,18,24,34,57,58,66,77,82,98)}。かつ、これら入力の変化に伴う循環動態の変化や血管運動神経の活動の様子を記録する。出力として最も多くとりあげられるのは心拍数と血圧である。ヒトではcrying, sucking, 体位変換, Valsalva法, 窒息, 授乳, 摂食あるいは加温などによる循環動態の変化を観察することなどが行われる^{82,91)}。

生後発達を検討する循環調節機能の評価方法として著者らはウサギで脳供血遮断法^{52,69)}による脳阻血反応⁷⁸⁾を用いている。この方法は中枢性ならびに末梢性の循環調節能を総動員するものであり、30秒～1分以内の短時間の阻血であれば同一個体でのくりかえしもでき、無呼吸を伴った著明な昇圧と徐脈を中心として極めて再現性の高い循環系の反応をもたらす。従って、発育過程にある体重の著しく異なる動物を用い

での循環調節機能を追求するのにも有用である。

IV. 安静時の心拍数および血圧と自律神経との関係

無麻酔、無拘束下のラットでは安静時心拍数は生後2週目頃までは増加し3週目で急激に減少して成熟動物の値になる³⁹⁾。この心拍数は atropine を注射すると、生後1週目から2週目までは変化はみられないが、3週目では明らかに増加し、1~2週目の値に戻る。また、2週目頃の高頻度の心拍数は propranolol の投与により著しく減少し、ラットが活動してもそれ以上増加を示さない。このことより、ラットでは生後早期には心臓迷走神経活動の関与はほとんどなく、adrenaline 作用性神経の β 作用が安静時心拍数の外来性決定因子として主役をなしているといえる。なお、迷走神経の緊張性活動はみられない生後早期でも REM 睡眠中には間歇的に突然徐脈が出現する。この徐脈は atropine により消失するので迷走神経の機能自体は備わっているといえる。図2のヒトの新生児で2~3週目にみられる少なめの心拍数の中にはこのようなことがあるのかもしれない。ラットのこの現象は3週目にはみられなくなり、逆に、10日目までは発現しないいわゆる“face washing”行動に伴って頻拍がみられるようになる。薬理的テストの結果からは交感神経 β 作用の強い賦活も可能なことが示唆される。

ヒツジでも、心拍数調節に関してその安静時の値を決定する基本因子は内在性のものが重要であるが、自律神経遮断薬を用いて自律神経の活動をみると、胎生期は交感神経優位であるのに対して、生後は副交感神経が圧倒的に優位となることが示されている。但し、ヒツジの場合は副交感神経活動が胎生期から既にわずかずつ増加し、生後1週目には著しく増え、2週目では成熟群と同様の活動を示すようになる⁵⁾。

安静時基礎血圧は α 遮断剤 phenoxybenzamine および節遮断剤 trimethaphan を投与すると、胎生時には発育につれて血圧の低下率が

徐々に増すが、生後は逆に徐々に減少し、8週目では成熟群とほぼ等しくなる。つまり、胎生末期までは末梢血管に対する自律神経支配特に交感神経の α 作用が優位を保ちながら増強していくが、生後の安静時血圧の決定には α 作用の影響力は早期にはまだみられるものの8週頃にはほとんど無関係になる⁵⁾。このことは安静時血圧の決定には末梢血管床自体の発達がむしろ重要なことを示唆するものであり、次のこともそれを支持している。

無麻酔下のイヌで生後1ヶ月から9ヶ月までに亘り追跡した結果によると体重の増加と平均動脈圧あるいは全末梢血管抵抗の上昇との間には高い有意の相関がみられ、かつ3者の間には組織の発育(体重の増加)により組織での比較的な血流需要度が減少し、前毛細血管抵抗が上昇して動脈圧が上昇していくという関係が考えられる。つまり、胎生時の低圧、高流量の状態から比較的な高圧、低流量状態となるものである。これはいわば一種の局所毎の自動調節能の発現であり、同時に単位体重当りの体液量の減少に伴って管内液の動静脈系における再配分が生じる⁴⁰⁾。

なお、安静時の肺動脈圧の決定にとっては肺循環系血管床に対するこれら自律神経の関与が体循環系の場合と同じであるか否かは不明である。また、各臓器への単位重量当りの O_2 供給量は生後7週位までは一定に維持される⁹²⁾。

V. hypoxia, hypercapnia および脱血に対する循環系の反応様式の変化

新生動物に低濃度の酸素混合ガスを吸入させると動脈血 pH は正常に保ったまま PO_2 を減少させると成熟動物での反応とは全く反対に動脈圧は下降し心拍数は多くの場合増加する。腎血流は減少し、頸動脈の流量増加と血管抵抗の減少、大腿動脈の血管抵抗の減少などが起こる。腸管膜動脈の血管抵抗と流量も変化するが一定の方向性はみられない^{34, 35, 97)}。ブタでは生後少なくとも2週までは以上のような反応を示したが2ヶ月齢では動脈圧は上昇し、腎血管と腸管膜動

脈の血管抵抗も増加して成熟型を示した。また、ヒツジでは低酸素曝露時の心拍数の変化は胎生120日以前では有意な変化を示さず120日以後では明らかに徐脈が生じ、これは atropine で抑制され、むしろ反転増加するが、生後2日から3週までは頻脈となる。低酸素状態においては胎生期では交感神経と副交感神経が拮抗的に働くのに対し、生後早期は交感神経優位に働き迷走神経の興奮は起こらないとも考えられるが、むしろ迷走神経が共同作用的に抑制されているとも考えられる⁸⁹⁾。更には、呼吸運動の増強が頸動脈小体の低酸素に対する基本的徐脈反射を弱めた結果ともいえる。なお、胎生期のヒツジについては、72日前では低酸素により心拍数や血圧の上昇はみられないが、胎生後期になると頻脈が生じ易くなる。頸動脈血の O_2 飽和度が20%以下にならないと徐脈が現れないともいい¹³⁾。また、頸動脈小体は生後数分以内に血液ガスに反応するが、成熟動物に比べては未だ弱く¹⁰⁾。1両日は比較的の不活性で3日目から緊張性に呼吸に影響するともいう²⁷⁾。このような感度は頸動脈小体の大きさとも関係するかもしれない¹⁹⁾。

出生後3週以内の幼弱のブタを hypercapnia にすると動脈圧の上昇はみられるが心拍数も増加する。その際、hypercapnia による血液 pH 増加の程度により末梢各血管床の振舞いに違いがみられる。すなわち、pH が7.24 では腎血管と頸動脈の血流量は増加するが血管抵抗の減少はほとんどない。pH が7.06になるとそれらの抵抗は上昇し、血流量は減少する。大腿動脈の流量と抵抗はほとんど変化しない³⁴⁾。

脱血法は循環調節機能の研究にしばしば利用されるが、Mott⁵⁷⁾ は循環系の調節機能の生後発達の定量的分析のためにこの方法を応用した。かつ、生後4~14日齢のウサギでは血圧を5%下げたための脱血量は成熟群より多くを要したことにより出血に対しては幼弱群の方が成熟群よりもむしろ抵抗性があるようにみえた。しかし、循環血液量を基準にした出血量の割合で比べると年齢間の差はなかった。つまり血圧

を保つ機構が成熟群の機能よりは弱いということはないと報告した。しかし Gootman ら³⁵⁾ のブタを用いた成績では出血に対する各血管床の反応は生後一様ではなく、例えば、出血量に対する腎血管の抵抗上昇度は生後2~4日齢より7日齢の方が少なく、腸管膜動脈の抵抗の上昇度は両日齢間で差はない。つまり出血に対する血管収縮の反応性を腸管膜動脈は生後1週後も同様維持するが、腎血管の反応性は既に減弱してくる。このことは生後早期に腎血流は出血があっても比較的保たれ易くなることを示している。また、心拍数増加傾向はより強くなっていく。彼等のデータで計算してみると血圧下降に伴う単位血圧当りの心拍数の増加数は生後2~4日齢より1週齢の方が大きく、特に出血量の少ない時はその値がより大きい。これらのことより生後は血圧の維持に関わる心拍出量を心拍数の増加によって維持しようとする機構が強くなると考えられる。

以上のように血液の PO_2 , Pco_2 の変化や出血に対する反応からみて、生後直後には成熟動物にみられるようなこれらの負荷状態に対する代償能がまだ完成されていないといえよう。

VI. 循環反射機構の生後変化

個体の発達に伴う各種循環反射の変化の有無や違いについては、その入力系、出力系、反射中枢および中枢における入出力の統合についてそれぞれ生後期間別に検討していく必要があるが、多くは入力に対する出力の相互関係をもとに循環反射の強弱を評価し、それらを生後日数に従って比較しており、生後発達につれての反射経路全般の性状の変化はいまだ明らかでない。また、出生前後の個体の発育過程を通して循環反射の開始およびその変遷には動物の種差もかなりあり、その研究手段としての入力系への刺激方法や麻酔、環境の違いなど多数の因子が関係するため、従来の研究結果から哺乳動物全体に共通する傾向を引き出すことは現段階では必ずしも容易ではない^{30, 34, 35, 58, 60, 98)}。

新生動物でも圧反射が緊張性に機能している

ことは大動脈神経と頸動脈洞神経の活動記録から Downing²³⁾ によりウサギではじめて明らかにされた。次いで Bloor¹¹⁾ は幼弱ウサギの大動脈神経を構成する圧受容線維の血圧に対する閾値やその感度は成熟ウサギと差がないことを報告した。その後更に、頸動脈洞内圧を上昇させると洞神経の活動を介して血圧を低下させること、しかし、種々の動物で総頸動脈を一時的に閉塞して生じる血圧の上昇量はいずれも、幼弱群の方が成熟群より少なく、反射感度も低いことなどが見いだされた^{22,30,87,97)}。これらは出生時には頸動脈洞の圧受容器が十分発達していないことを示唆するようにもみえる。しかし、Tomomatsu と Nishi⁸⁵⁾ はウサギの洞神経付頸動脈洞の摘出標本を用いて灌流を行い神経活動を記録し、閾値は幼弱群では 54.6 mmHg と成熟群の 74.2 mmHg より低く、頸動脈洞圧受容器の圧変化に対する感度ないしゲインは幼弱ウサギの方が成熟ウサギより高いことを示した。従って、彼等は、従来いわれるように幼弱動物の頸動脈洞圧反射効果が成熟動物より小さいとすると、その原因は圧受容器の求心性活動が未熟なためではないと考えている。ただ、この場合後述の著者ら^{71,75,79,95,96)}の大動脈神経についての組織学的研究結果を参考にすると、頸動脈洞圧受容器も、彼等の結果からみて確かに質的には十分発達しているといえるであろうが、洞反射の大きさに与かるであろう求心性線維全体の量的な発達がその有髄化の割合なども含め十分か否かは不明である。むしろ量的には未熟であるために反射活動の総合効果としての血圧や心拍数の変化にあらわれる反射効果は小さいかもしれない。

ネコでは成熟後 head-up tilting によって頰脈や末梢血管抵抗の増加とそれに伴う血圧上昇あるいは胸腔内圧上昇によって血圧上昇と末梢血管抵抗増加が生じるが、生後24時間以内ではみられない⁹⁷⁾。ヒトでも生後1週以内の新生児では head-down tilt によって頰脈と血圧下降および前腕血流の減少などが生じる⁹⁰⁾。

循環系は体性神経からの入力によっても影響

をうけるが、幼弱動物ではこうした反応様式にも成熟群とは異なるところがある。例えば、坐骨神経の低頻度刺激によって一般にもたらされる血圧下降と心拍数減少という反応でも、成熟ブタではそれぞれ5~13%、6~18%の減少を示すが、幼弱ブタでは徐脈は生じない。また、高頻度刺激では血圧上昇、心拍数増加が生じるが幼弱群ではその反応量が小さい。また、体性系からの入力を圧反射刺激とか低酸素刺激などと組み合わせてその反応を比較すると、幼弱群でも、これらの入力を中枢で統合する機能は十分備わっていると思われる結果が得られる。しかし、それらの入力をもたらずであろう種々のストレスに対して十分代償するだけの交感神経活動を引き出す力は幼弱動物では弱いであろうという^{30,33,34)}。特に幼弱動物では同質のものより異質の入力を処理する機能が強い。つまり、循環調節系の基礎的興奮活動が低いのもかもしれない。そのため例えば、出生時多くの哺乳動物では血圧が低めであるが、それは血管平滑筋に対する遠心性調節の基本的な活動が低下することによると考えることもできる³³⁾。その際、最近のイヌでの圧反射の研究によると、血圧変化に対する心拍数変化の反応は成熟群の方が幼弱群より明らかに大きいのが、入力系から出力系に至る興奮伝達状況は成熟イヌと幼弱イヌではほとんど差がなくその違いはむしろ心臓への神経支配つまりは心臓における遠心路終末部の発達、恐らくは神経-筋接合部を中心にした局所での発達が未熟なことにあるのではないかという見解がみられる³⁶⁾。それには例えば、交感神経と副交感神経の節前線維からの伝達物質、節後線維でのその受容、両神経の分布の相互関係などの発達の問題として考えられる⁴⁷⁾。しかし、一方では、出生時も個体全体としての発達が極めて未熟でしばしば“embryonic”と表現されるような特殊な動物であるフクロネズミのように、循環調節の神経機構は出生時既に十分発達していて成熟ネズミとほとんど同じ循環反射活動を示すものもある³⁹⁾。

心肺領域の受容器を介する反射についても生

後直ちには成熟型を示さないという。その違いにはやはり動物の種差がみられる^{29,34,66)}。

Veratridine を右心房内または左心室内に注入すると成熟動物では血圧低下、徐脈、特定器官の血管拡張、無呼吸が生じる。この反射は左心室壁内の受容器から迷走神経を介して生じるもので Bezold-Jarisch 反射といわれる^{7,42,99)}。Assali ら⁵⁾はヒツジではこの反射は胎生期末までにはほぼ成熟動物の反応型まで発達すること、胎生初期には成熟型とは全く反対の adrenaline 作用性反応、即ち頻脈、血圧上昇を中枢性に惹起することを見出した。Gootman ら²⁹⁾によればこの反射はブタでは更に生後もまだ発達するという。かつ生後の極早期には心拍数の反応は明白であるが血圧にはまだ影響を与えない。生後1~2週で血圧反応と共に血管拡張反応があらわれる。

肺の毛細血管近傍に存在するといわれる J-受容器 (Juxta-pulmonary capillary receptor) を介する反射は正常呼吸では働かないが肺のうっ血、水腫、微小塞栓、ある種の外来性化学物質などにより強く刺激され、無呼吸、徐脈、血圧低下を起し、更に成熟ネコでは骨格筋の筋緊張をも低下させる。この反応は phenyl diguanide を右心房または肺動脈に注入することによっても惹起される^{34,60,66)}。J-受容器反射はブタでは生後2日目には成熟型として存在し、房室ブロックを伴う不整脈もみられる。しかし、ネコでは1~2週齢までは反応はみられない。この反射に関わる中枢神経系経路の発達が未熟のためと考えられている。

循環中枢自体の活動の生後変化については明らかでないことが多いが、生後1日目から14日目までのブタの脳幹の種々の部位を刺激して血圧、心拍数、各種臓器の局所血流量の変化を観察した結果は、生後日数によって刺激に対するそれら循環動態が変化していくことを示している^{16,30,34,35,49,60,94)}。例えば、延髄背外側網様体の刺激は心拍数を変化させずに血圧上昇と末梢血管各所の抵抗を増加させるし、腹内側では降圧と流量減少を起し、疑核では心拍数を減少さ

せる。これらの反応の大きさは生後日数によって変化する。また、中脳では心拍数増加をもたらす場所もあるが、1週齢以後にはじめてははっきりしてくる。心臓血管運動に影響を与える脳幹部の場所と各部位の刺激に対する循環系の基本的反応様式とは成熟動物でみられるものとおよそ同じであるが、幼弱動物では高炭酸ガス状態あるいは低酸素状態や脱血等の負荷が加わると間脳への刺激に対する反応性が減じ易い^{16,30)}。2~4日齢のブタでは脱血によって間脳刺激による血圧反応は低下するが1週齢では十分その反応性を維持しうる。低酸素負荷は延髄の昇圧部の反応性に対しては影響しない。延髄はいわば低酸素に対して比較的耐性があり、新生期の循環反射を維持する基本部位といえる。生後日数のたつにつれて更に脳幹部の上位の部も徐々に循環調節に重要な働きをするようになるとも考えられる。なお、新生期のブタの皮質運動領野の刺激は循環系に変化を及ぼさない³²⁾。ネコの成熟群では REM 睡眠中に血圧下降と徐脈をみるが、幼弱ネコでは心拍数の増加がみられる。これは副交感神経緊張の低下によるが成熟型になるのは6週齢以後と思われる^{6,26)}。ヒツジでは出生前も睡眠がみられるが循環系の変化は伴わず、出生直後になって随伴するようになる²²⁾。いずれにしても中枢の心臓血管運動領野は生後にわたって発達していくことは明らかである。

循環反射における遠心路の機能の発達については自律神経系の作用薬あるいは遮断薬などを用いた検索が主に行なわれてきた。Assali ら⁵⁾はこれらの薬物を用いたヒツジで胎生期から生後にかけて一連の実験を行い、次のように結論づけている。交感神経系と副交感神経系は胎生期に機能しはじめるが前者の方がはやく発達し、胎生60日では心拍数の調節度で比べると後者の3倍の強さを示す。それが出生と同時に副交感神経の緊張が強くなり、生後2週では成熟型と同じく副交感神経優位となる。末梢血管への緊張性支配は両者共胎生期と比べて徐々に減少し6~8週で成熟動物と同じになり、主とし

て体循環系では norepinephrine に反応し、肺血管床は主として acetylcholine に反応を示す。これら伝達物質に対する感度は生後著しく上昇し、胎生期のシャントの閉鎖に役立つ。しかし、肺血管床は伝達物質に対する反応性を失う。Gootman ら^{30,35}はブタでは生後直後から α および β adrenaline 作用性神経の活動のあることおよび後者に対する受容作用が心臓では出生時既に存在するが血管では α 受容作用に比べるとゆっくり発達することを示した。また、交感神経活動の記録を行い、腹腔神経節と副腎髄質への交感神経活動や大内臓神経におけるその活動が出生時既にみられることも見出した。

Ⅶ. 急性脳阻血時の循環反応の生後変化

脳供血の完全遮断は呼吸性呼吸停止とともに、循環中枢の興奮性をたかめて心臓血管系への交感神経と心臓迷走神経の両者を共に興奮させる。その結果、全末梢血管抵抗の増大、動脈

圧上昇、心拍出量の減少、顕著な徐脈、心収縮力の増強、心筋組織酸素分圧の上昇、各種血管床の収縮など特徴的な循環系の変化が生じる^{52-54,68,69,78,83}。この反応はいわば循環調節機能が総動員された状態であって、生体に生じうる最大反応に近い変化を循環系にもたらす。かつ、くりかえしができ、再現性がよく極めて定量的でもある。著者らはウサギでこの脳阻血反応を用い循環調節機能の生後発達を追求している^{61,70-77,79,95,96}。ウサギに全脳阻血を行って心臓が拍動を停止するまでの血圧と心拍数の反応をみると(図3)⁷⁷、幼弱ウサギでは最大昇圧水準が低く(図4)、それへの到達時間およびプラトー持続時間は短い(図5)、最大昇圧率でみると有意の差はない(図6)。心拍停止に至るまでの時間は成熟群よりはるかに長い(図5)。一方、心拍数は血圧最大値到達時点での徐脈反応は著しく弱く、最小値に到達する時間も長くなるが、最小値の絶対値と減少率は成熟群と差

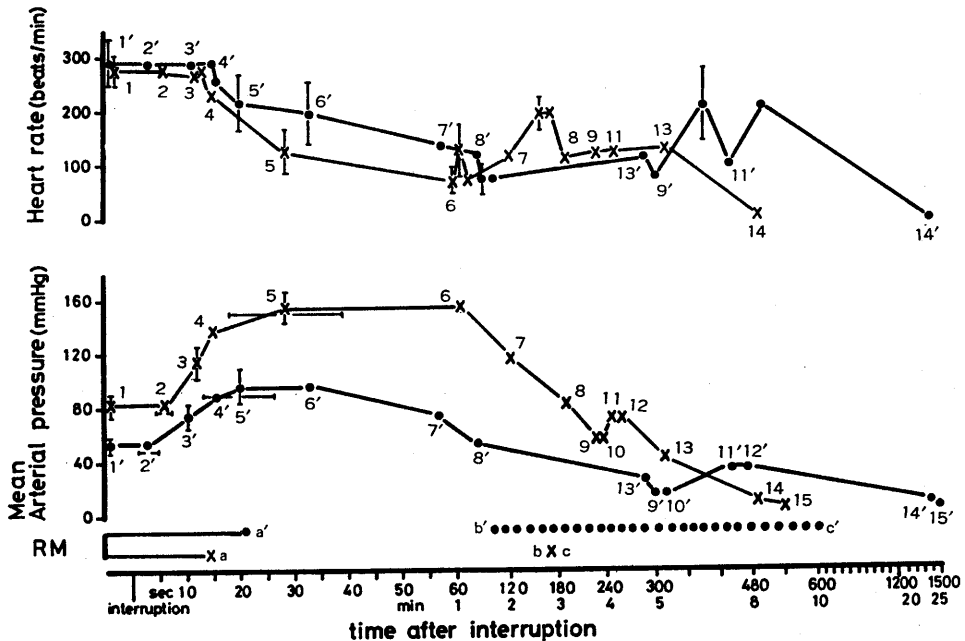


図3. 脳阻血中の血圧、心拍数および呼吸の継時的変化 (清水, 野村⁷⁷)

生後1週齢(●印)と24週齢(×印)のウサギ各6例ずつの平均値および標準偏差を平均動脈圧の変化点について示してある。横軸は脳血流遮断時点からの経過時間で60秒以後は短縮スケールになっている。a, a': 呼吸停止時点, b, b': gasping 様呼吸出現時点, c, c': gasping 様呼吸消失時点, ●, ×: 呼吸については印1つが gasping 1回を示す。

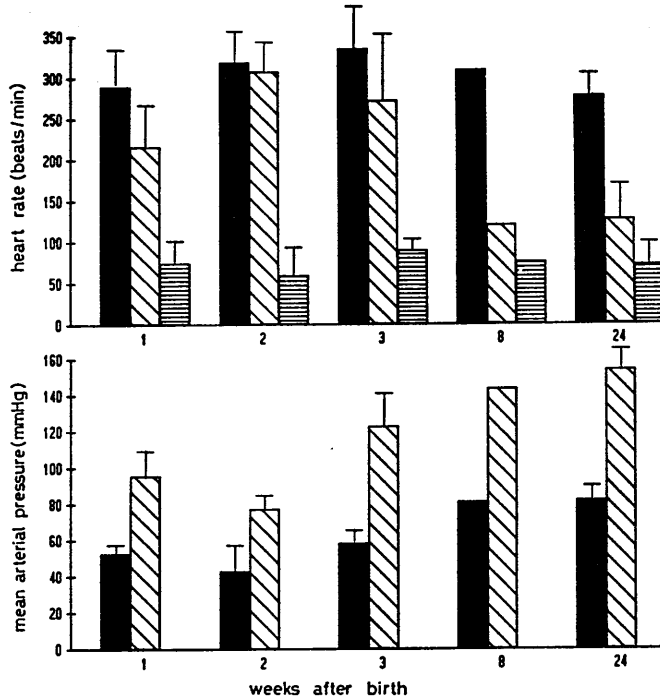


図4. ウサギの週齢に伴う脳阻血性昇圧と徐脈の大きさの変化(清水, 野村⁷⁷⁾の表より作成; 図5~7も同様).

■ 脳阻血前対照値 (図3の1および1'), ▨ 平均動脈圧の最高水準到達時点の値 (図3の5および5'), ▤ 心拍数の最小値. 3週齢迄は動脈圧の基礎値も最大昇圧水準も24週齢より低い. 心拍数の基礎値は3週齢迄やや増加気味であり, 阻血により動脈圧の最高水準に達した時点の徐脈も弱い, 最小心拍数は成熟群と変わらない. 各週齢 (1~24週) の例数は n=6, 4, 6, 2, 6 である(図5~7も同様).

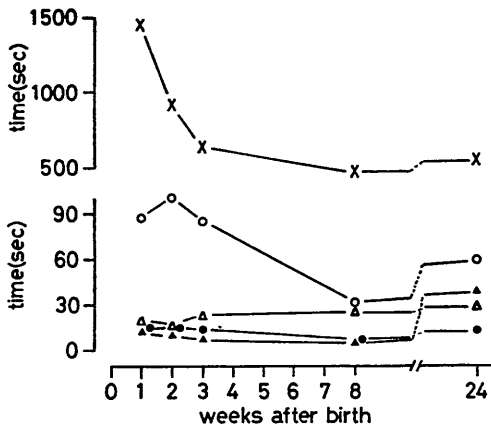


図5. ウサギの脳阻血反応における阻血後反応時間の週齢別変化⁷⁷⁾

●: 心拍数減少(徐脈)開始時間, ○: 心拍数最小値到達時間, x: 心拍停止時間, △: 平均動脈圧最高水準到達時間, ▲: 平均動脈圧最高水準持続時間.

はない(図4, 5, 6). また, 昇圧時の単位血圧当りてみた心拍数の変化量即ち圧反射感度(図7)は, 最大昇圧到達時点でみるとやや低いが, 最小心拍数と最大昇圧水準との関係でみるとむしろ成熟群よりは高い傾向にある.

なお, この徐脈反射では, 内頸動脈系の血流遮断には総頸動脈の閉塞を行うので頸動脈洞圧反射の加算的效果は起こらない. かつ, 切断, 電気刺激および活動電位の記録等の実験結果は, この反射が主に大動脈神経から迷走神経遠心路へと還る vago-vagal reflex であり, 反応の大きさの決定には低酸素による中枢の興奮性の程度も関係してくることを示している. 入力 of 伝達に関しては, 最近 anodal block 法により, 当該徐脈の開始後早期の反応には閾値の低い有髄線維が強く関与し, 徐脈の最大反応の決

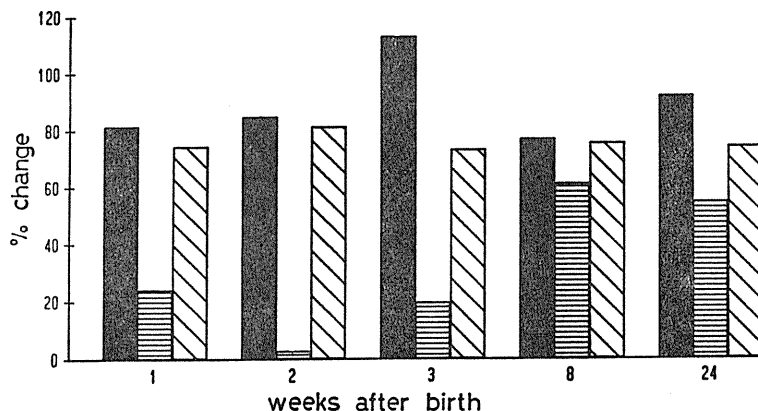


図6. ウサギの脳阻血による動脈圧と心拍数の変化の反応率の週齢による違い⁷⁷⁾

■：脳阻血時の脳阻血前対照値に対する動脈圧の最大上昇率，▨：動脈圧最高水準到達時点における心拍数の減少率，▧：心拍数最大減少率。

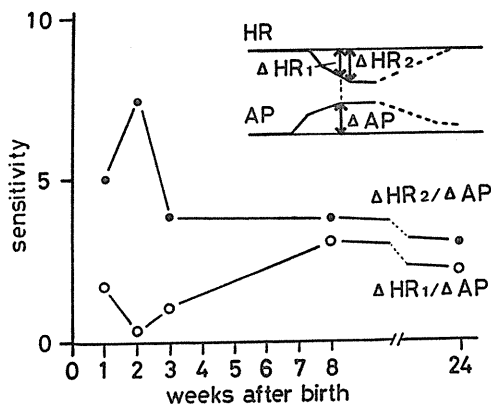


図7. ウサギの脳阻血反応よりみた大動脈神経性圧反射の感度⁷⁷⁾

○—○：脳阻血中に平均動脈圧(AP)が最高水準に到達した時点における感度，●—●：心拍数(HR)最小(最大徐脈)時点における感度(計算には動脈圧の最高水準の値を用いた)

定には無髄線維の役割が大きいことが分かった⁵⁰⁾。また、ウサギの大動脈神経は成熟群と比べて幼弱群では、構成線維総数にはあまり差がないが有髄線維数が少ない(図8)^{71,75,79,95,96)}。従って、血圧の絶対値の低さと相まって、幼弱ウサギでは血圧の最大昇圧水準到達時点における徐脈は弱いけれども、遅れて参加する無髄線維がいったん興奮すれば血圧が下がっても更に心拍数を減ずるのに有効となり、そのため最小値は成熟群と同じになると考えられる。つまり、

求心路としての大動脈神経線維の有髄化は圧反射に重要な意味をもつといえる。ウサギではその有髄線維数は生後8週でほぼ成熟群に近づく(図1, 8)。これらの血圧と心拍数の反応は日齢と共に漸次変化し、プラトー持続時間を除けば生後8週で成熟型に近づくことがわかる(図1, 4, 5, 6, 7, 8)。

以上のことから、ウサギでは出生時既に十分な昇圧機能が備わっており、大動脈神経圧反射機能の発動能力もあるが、いったん調節能の発動された後の平衡状態あるいは循環動態を維持する力は幼弱群では弱いといえよう。特に血圧を高水準に維持し続けることが難しい。その原因は心停止時間は著しく遅いということからみて恐らく末梢血管抵抗の維持力が弱いことが基本にあり、更には、本来心臓の仕事の効率の維持に役立つと思われる徐脈が拡張期圧を一層低下させ、かつ、心拍出量の減少なども加わることによるのであろう。末梢血管抵抗を維持しえぬ原因については、局所血管平滑筋の基本的緊張性や収縮性⁸⁾、交感神経系の緊張性⁴³⁾、血管平滑筋と交感神経節後線維の接合²⁸⁾、中枢の統合能、 α 、 β 受容体⁸⁰⁾などの発達度について検討する必要がある。幼弱ウサギは脳阻血後も心拍動が長く続くが、概して幼弱動物では心臓も酸素欠乏下での生存が長いといわれており⁵⁶⁾、こ

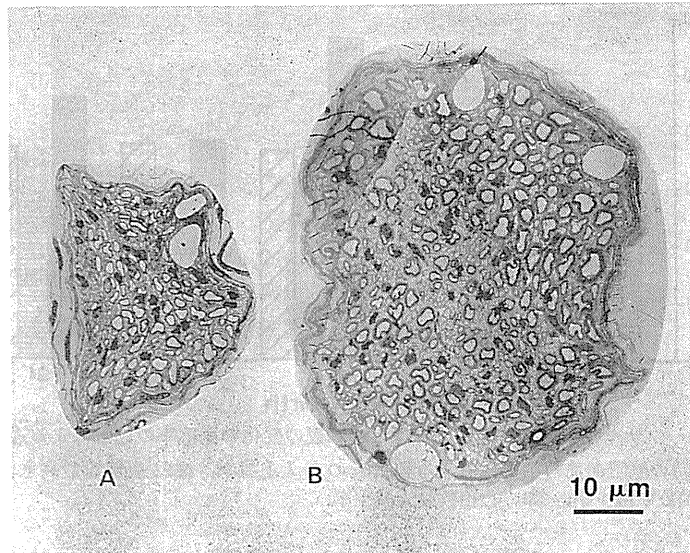


図8. ウサギの右大動脈神経の横断面の電顕図 (山崎, 清水: 未発表資料)

A: 2週齢, B: 8週齢. 8週齢にみられる様相は成熟型に近いものである. 神経束の径, 有髄線維 (黒いふちどりの線維) の太さと数は2週齢に比して著しく増している.

の成績もそれをうらづけている. ウサギでは循環調節の統合能の基本は出生時にはほぼでき上がっており, 生後日数につれそれを常時作動するための統合能の恒常化に向けて発達していく. 8週齢で量的にも成熟型に近づくが末梢血管抵抗維持能はまだ弱い.

VIII. おわりに

生体が子宮内から子宮外に出ることによって遭遇するであろう劇的な環境変化に適応すべく循環調節機能もその出生前後で変化するが, その系は構造上も機能上も成熟動物のもつ様式に完成されているものではなく, 更に引き続き生後もそれぞれの動物に特有の時期まで発達して行くことは本稿で概観した事実から見た通りである. また, これらの事実から推量しうることは, この機能の発達の中心は質的というよりもむしろ量的なものであるということ, すなわち出生時質的には原則としてほぼ整備されているように見える. 今後の研究ではこの両者の面を区別しながら追求することが必要であろう. また, この機能を発達過程にある動物において比較追求していくためには, 調節系のみではなく

循環系各部の局所の発達, 即ち, 組織, 器官自体ならびにそれらと調節系との連絡状態の変化を観察することが必要であろう. 本稿では紙数の関係からそれらの問題に関する研究動向については2, 3の参考文献をあげるにとどめておきたいが, 近年心臓^{4,14,88)}, 肺^{63,93)}および脳^{17,20)}の循環機能の発達についての研究報告が多くなっている. その他の局所循環機構はもちろんのこと, 大血管³⁾や, また循環系に対する体液性調節機構の発達^{25,31,59,67)}の問題も一巻をなす程の課題である.

本論文に述べた著者らの研究の一部は, 厚生省循環器病研究委託費(54公一1, 57公一8)により行われた.

図表を作成し, また, 新生児の脈拍数の測定結果を提供して戴いた大動脈神経圧反射機構の生後発達に関する共同研究者山崎将生氏, 脈拍数測定に御協力下さった山崎雅恵氏, 文献の整理と原稿のタイプで大変御協力戴いた永山千恵子氏, 並びに図表作成に御協力下さった和合治幸, 大河内利康および細貝秀夫の各氏に深く感謝致します.

文 献

- 1) Adams, F. H. (1965) Fetal and neonatal cardiovascular and pulmonary function. *Ann. Rev. Physiol.* **27**, 257-284
- 2) Adolph, E. F. (1967) Ranges of heart rates and their regulations at various ages (rat). *Am. J. Physiol.* **212**, 595-602
- 3) Andresen, M. C., Krauhs, J. M. & Brown, A. M. (1978) Relationship of aortic wall and baroreceptor properties during development in normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Circ. Res.* **43**, 728-738
- 4) Artman, M., Kithas, P. A., Wike, J. S. & Strada, S. J. (1988) Inotropic responses change during postnatal maturation in rabbit. *Am. J. Physiol.* **255**, H 335-H 342
- 5) Assali, N. S. Brinkman III, C. R., Woods, R. Jr., Dandavino, A. & Nuwayhid, B. (1978) Ontogenesis of the autonomic control of cardiovascular functions in the sheep. In : Longo, L. D. & Reneau, D. D. *Fetal and Newborn Cardiovascular Physiology*, Chap. 3, Garland STPM Press, NY & London, 47-91
- 6) Baccelli, G., Albertini, R., Mancina, G. & Zanchetti, A. (1978) Control of regional circulations by the sino-aortic reflex during sleep in the cat. *Cardiovasc. Res.* **12**, 523-528
- 7) Barron, K. W. & Bishop, V. S. (1982) Reflex cardiovascular changes with veratridine in the conscious dog. *Am. J. Physiol.* **242**, H 810-H 817
- 8) Bevan, R. D. (1984) Trophic effects of peripheral adrenergic nerves on vascular structure. *Hypertension* **6**, suppl., III-19-III-26
- 9) Biggers, J. D. (1980) Fetal and neonatal physiology. In : Mountcastle, V. B. *Medical Physiology*, 14th Ed., Chap. 76, The C. V. Mosby Company, St. Louis, 1947-1985
- 10) Blanco, C. E., Dawes, G. S. & Walker, D. W. (1983) Effect of hypoxia on polysynaptic hind-limb reflexes of unanaesthetized fetal and newborn lambs. *J. Physiol.* **339**, 453-466
- 11) Bloor, C. M. (1964) Aortic baroreceptor threshold and sensitivity in rabbits at different ages. *J. Physiol.* **174**, 136-171
- 12) Boddy, K. & Dawes, G. S. (1975) Fetal breathing. *Br. Med. Bull.* **31**, 3-7
- 13) Born, G. V. R., Dawes, G. S. & Mott, J. C. (1956) Oxygen lack and autonomic nervous control of the foetal circulation in the lamb. *J. Physiol.* **134**, 149-166
- 14) Boucek, Jr., R. J., Citak, M., Graham, Jr., T. P. & Artman, M. (1987) Effects of postnatal maturation on postrest potentiation in isolated rabbit atria. *Pediatr. Res.* **22**, 524-530
- 15) Brigham, K. L., Sundell, H., Harris, T. R., Catterton, Z., Kovar, I. & Stahlman, M. (1978) Lung water and vascular permeability in sheep newborns compared with adults. *Circ. Res.* **42**, 851-855
- 16) Broadie, T. A., Davedas, M., Rysavy, J., Delaney, J. P. & Leonars, A. S. (1973) The effect of hypoxia and posterior hyperthalamic stimulation on colonic blood flow in the weanling puppy. *J. Ped. Surg.* **8**, 747-756
- 17) Busija, D. W., Laffler, C. W. & Pourcyrous, M. (1988) Hyperthermia increases cerebral metabolic rate and blood flow in neonatal pigs. *Am. J. Physiol.* **255**, H 343-H 346
- 18) Chevalier, R. L. (1983) Hemodynamic adaptation to reduced renal mass in early postnatal development. *Pediatr. Res.* **17**, 620-624
- 19) Clarke, J. A. & Daly, M. de B. (1985) The volume of the carotid body and periadventitial type I and type II cells in the carotid bifurcation region of the fetal cat and kitten. *Anat. Embryol.* **173**, 117-127
- 20) Cornford, E. M. & Cornford, M. E. (1986) Nutrient transport and the blood-brain barrier in developing animals. *Fed. Proc.* **45**, 2065-2072
- 21) Dawes, G. S. (1969) Foetal and Neonatal Physiology, Chap. 14, Control of the circulation and breathing in the newborn. Year Book Med. Publisher, Chicago, 177-190
- 22) Dawes, G. S., Johnston, B. M. & Walker, D. W. (1980) Relationship of arterial pressure and heart rate in fetal, new-born and adult sheep. *J. Physiol.* **309**, 405-417
- 23) Downing, S. E. (1960) Baroreceptor reflexes in new-born rabbits. *J. Physiol.* **150**, 201-213
- 24) Downing, S. E. (1979) Baroreceptor regulation of the heart. In : Bern, R. M. *Handbook of Physiology*, Section 2 : The cardiovascular system, Vol. 1, The heart, Chap. 17, American Physiol. Soc., Maryland, 621-652
- 25) Drummond, W. H. & Carter, R. L. (1987) Cardiac depressant and circulatory effects of prostaglandin D₂ in developing lambs. *Am. J. Physiol.* **252**, H 374-H 383
- 26) Egbert, J. R. & Katona, P. G. (1980) Development of autonomic heart rate control in the kitten during sleep. *Am. J. Physiol.* **237**, H 656-H 663
- 27) Eyzaguirre, C., Fitzgerald, R. S., Lahiri, S. & Zapata, P. (1983) Arterial chemoreceptors. In : Shepherd, J. T., Abboud, F. M. & Geiger, S. R. *Handbook of Physiology*, Sect. 2, The cardiovascular system, Vol. III, Peripheral circulation and organ blood flow, Part 2, Chap. 16, American Physiol. Soc., Maryland, 557-621

- 28) Gallen, D. D., Cowen, T., Griffith, S. G., Haven, A. J. & Burnstock, G. (1982) Functional and non-functional nerve-smooth muscle transmission in the renal arteries of the newborn and adult rabbit and guinea-pig. *Blood Vessels* **19**, 237-246
- 29) Gootman, P. M., Buckley, B. J., DiRusso, S. M., Gootman, N., Yao, A. C., Pierce, P. E., Griswold, P. G., Epstein, M. D., Cohen, H. L. and Nudel, D. B. (1986) Age-related responses to stimulation of cardiopulmonary receptors in swine. *Am. J. Physiol.* **251**, H748-H755
- 30) Gootman, P. M., Buckley, N. M. & Gootman, N. (1978) Postnatal maturation of the central neural cardiovascular regulatory system. In: Longo, L. D. & Reneau, D. D. *Fetal and Newborn Cardiovascular Physiology*, Chap. 4, Garland STPM Press, NY & London, 93-152
- 31) Gootman, N., Buckley, B. J., Gootman, P. M., Griswold, P. G., Mele, J. D. & Nudel, D. B. (1983) Maturation-related differences in regional circulatory effects of dopamine infusion in swine. *Dev. Pharmacol. Ther.* **6**, 9-22
- 32) Gootman, N., Gootman, P. M., Buckley, N. M., Cohen, M. I., Levine, M. & Spiedberg, R. (1972) Central vasomotor regulation in the newborn piglet (*Sus scrofa*). *Am. J. Physiol.* **222**, G994-G999
- 33) Gootman, N., Gootman, P. M., Crane, L. A. & Buckley, B. J. (1979) Integrated cardiovascular responses to combined somatic and visceral afferent stimulation in newborn piglets. *Biol. Neonate.* **36**, 70-77
- 34) Gootman, P. M., Gootman, N. & Buckley, B. J. (1983) Maturation of central autonomic control of the circulation. *Fed. Proc.* **42**, 1648-1655
- 35) Gootman, P. M., Gootman, N., Turlapaty, P. D. M. V., Yao, A. C., Buckley, B. J. & Altura, B. M. (1981) Autonomic regulation of cardiovascular function in neonates. In: Ciba Found. Symp. **83**, Development of the autonomic nervous system. Pitman Medical, London, 70-93
- 36) Hageman, G. R., Neely, B. H. & Urthaler, F. (1986) Cardiac autonomic efferent activity during baroreflex in puppies and adult dogs. *Am. J. Physiol.* **251**, H443-H447
- 37) Hathorn, M. K. S. (1975) Analysis of the rhythm of infantile breathing. *Br. Med. Bull.* **31**, 8-12
- 38) Hofer, M. A. (1984) Early stages in the organization of cardiovascular control. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **175**, 147-157
- 39) House, E. W., Hoffer, T. & Ross, B. K. (1979) Comparison of cardiovascular reflexes of the newborn and adult opossum. *Biol. Neonate.* **35**, 140-144
- 40) 池ノ上 克(1977)胎児・新生児の Heart Rate. *小児医学* **10**, 633-662
- 41) Kero, P. (1974) Heart rate variation in infants with the respiratory distress syndrome. *Acta Paediatrica Scand. Suppl.* **250**, 10-70
- 42) Krayer, O. (1961) The history of the Bezold-Jarisch effect. *Arch. Exp. Path. Pharmacol.* **240**, 361-368
- 43) Landis, S. (1981) Environmental influences on the postnatal development of rat sympathetic neurons. In: Garrod, D. R. & Feldman, J. D. *Development in the Nervous System, The fifth symposium of the British society for developmental biology*, Cambridge University Press, Cambridge, 147-160
- 44) Lawler, F. H. & Brace, R. A. (1982) Fetal and maternal arterial pressure and heart rates: Histograms, correlations, and rhythms. *Am. J. Physiol.* **12**, R433-R444
- 45) Linderkamp, O., Berg, D., Betke, K., Köferl, F., Kriegel, H. & Riegel, K. P. (1980) Blood volume and hematocrit in various organs in newborn piglets. *Pediatr. Res.* **14**, 1324-1327
- 46) Little, R. A. (1970) Changes in the blood volume of the rabbit with age. *J. Physiol.* **208**, 485-497
- 47) Mace, S. E. & Levy, M. N. (1983) Autonomic nervous control of heart rate: sympathetic-parasympathetic interactions and age related differences. *Cardiovasc. Res.* **17**, 547-552
- 48) Magrini, F. (1978) Haemodynamic determinants of the arterial blood pressure rise during growth in conscious puppies. *Cardiovasc. Res.* **12**, 422-428
- 49) Marshall, A. E. & Braezile, J. E. (1974) Evidence for maturation of myencephalic cardiovascular control in the postnatal pig. *Am. J. Vet. Res.* **35**, 231-236
- 50) Matsumoto, S., Shimizu, T., Yamasaki, M., Kanno, T. & Nagayama, T. (in press) The role of aortic A and C fiber afferents in the brain ischemia-induced reflex bradycardia. (第66回日本生理学会大会抄録) *Jpn. J. Physiol.*
- 51) Meyrick, B. & Reid, L. (1982) Normal postnatal development of the media of the rat hilar pulmonary artery and its remodeling by chronic hypoxia. *Lab. Invest.* **64**, 505-514
- 52) 宮川 清(1955)兎の脳循環の人為的制御の一方。 *日本生理誌* **17**, 299-309
- 53) Miyakawa, K. (1988) Mechanism of blood pressure oscillation caused by central nervous system ischemic response. *Jpn. J. Physiol.* **38**, 399-425
- 54) Miyakawa, K., Takeuchi, T., Shimizu, T., Hayashi, M. & Kanai, K. (1984) Mechanism of blood pressure waves of the third order. In:

- Miyakawa, K., Koepchen, H.-P. & Polosa, C. Mechanism of blood pressure waves, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Springer-Verlag, Berlin, 85-118
- 55) Morgan, B. C., Bloom, R. S. & Guntheroth, W. G. (1965) Cardiac arrhythmias in premature infants. *Pediatrics* **35**, 658-661
- 56) Mott, J. C. (1961) The ability of young mammals to withstand total oxygen lack. *Br. Med. Bull.* **17**, 144-147
- 57) Mott, J. C. (1965) Haemorrhage as a test of the function of the cardiovascular system in rabbits of different ages. *J. Physiol.* **181**, 728-752
- 58) Mott, J. C. (1966) Cardiovascular function in new-born mammals. *Br. Med. Bull.* **22**, 66-69
- 59) Mott, J. C. (1975) The place of the renin-angiotensin system before and after birth. *Br. Med. Bull.* **31**, 44-50
- 60) Mott, J. C. & Walker, D. W. (1983) Neural and endocrine regulation of circulation in the fetus and newborn. In: Shepherd, J. T., Abboud, F. M. & Geiger, S. R. *Handbook of Physiology, Sect. 2, The cardiovascular system, Vol. III, Peripheral circulation and organ blood flow, Part 2, Chap. 23, American Physiol. Soc., Maryland*, 837-883
- 61) Nomura, H. & Shimizu, T. (1981) Difference between the left and the right depressor nerve of newborn rabbits regarding the structure and function. *J. Physiol. Soc. Japan.* **43**, 401
- 62) 小田禎一 (1981) 周生期における肺循環の適応生理. *小児科臨床* **34**, 2041-2048
- 63) Pitt, B. R., Lister, G., Davies, P. & Reid, L. (1987) Correlation of pulmonary ACE activity and capillary surface area during postnatal development. *J. Appl. Physiol.* **62**, 2031-2041
- 64) Rogers, M. C. & Richmond, J. B. (1978) The autonomic nervous system. In: Stave, U. *Perinatal Physiology, Chap. 33, Plenum Med. Book Company, New York and London*, 727-737
- 65) Rudolph, A. M. & Heymann, M. A. (1970) Circulatory changes during growth in the fetal lamb. *Circ. Res.* **26**, 289-299
- 66) Schleman, M., Gootman, N. & Gootman, P. M. with the technical assistance of Crane, L. A. & Buckley, B. J. (1979) Cardiovascular and respiratory responses to right atrial injection of phenyl diguanide in pentobarbital-anesthetized newborn piglets. *Pediatr. Res.* **13**, 1271-1274
- 67) Scott, J. N. & Jenness, L. (1987) Distribution of atrial natriuretic factor in fetal rat atria and ventricles. *Cell Tissue Res.* **248**, 479-481
- 68) Shimizu, T. & Miyakawa, K. (1968) Cardiac output during complete interruption of blood supply to the brain in rabbits. *Med. J. Shinshu Univ.* **13**, 175-190
- 69) Shimizu, T. & Miyakawa, K. (1970) Cardiac output and stroke volume during complete interruption of blood supply to the brain in rabbits. *Med. J. Shinshu Univ.* **15**, 47-70
- 70) 清水 強 (1981) 中枢性血圧上昇に対する心臓の収縮性の変化並びに生後発達に伴う反応差. 厚生省循環器病研究委託費による研究報告集 (昭和55年度) 182-183
- 71) 清水 強 (1984) 大動脈神経と反射性徐脈. *信州医誌* **32**, 127-144
- 72) 清水 強 (1986) 幼弱および成熟家兎における昇圧時の大動脈神経性徐脈反射機構の比較. *脈管学* **26**, 1049
- 73) 清水 強, 花井荘太郎, 平山裕子 (1976) 血圧形成に関する心臓の役割の変遷よりみた循環機能の生後発達. 文部省科学研究費特定研究, 心臓血管系の基礎研究報告書(II) 376-377
- 74) 清水 強, 平山裕子 (1975) 脳血行遮断後の循環呼吸反応と生後日数との関係. *日本生理誌* **38**, 250
- 75) Shimizu, T., Isomura, G. & Miyakawa, K. (1984) Postnatal development of the aortic nerve in rabbits. *J. Physiol. Soc. Japan.* **46**, 510
- 76) 清水 強, 野村裕子 (1978) 循環調節の生後発達に果す減圧神経の役割. *日本生理誌* **40**, 321-322
- 77) 清水 強, 野村裕子 (1979) 急性脳阻血反応からみた循環調節機能の生後発達の様相. *藤田学園医学会誌* **3**, 149-153
- 78) Shimizu, T., Nagayama, T., Kanno, T., Matsumoto, S. & Yamasaki, M. (1987) Effects of acute global brain ischemia on cardiovascular functions and reversibility of these brain ischemic responses in rabbits. In: Ueda, G., Kusama, S. & Voelkel, N. F. *High-altitude Medical Science. Shinshu University, Matsumoto*, 56-60
- 79) Shimizu, T., Yamasaki, M., Kanno, T. & Nagayama, T. (1987) Postnatal development of aortic baroreflex mechanism. *J. Physiol. Soc. Japan.* **49**, 512
- 80) Slotkin, T. A., Levant, B., Orband-Miller, L., Queen, K. L. & Stasheff, S. (1988) Do Sympathetic neurons coordinate cellular development in the heart and kidney? Effects of neonatal central and peripheral catecholaminergic lesions on cardiac and renal nucleic acids and proteins. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **244**, 166-172
- 81) Smith, C. A. (1959) The physiology of the newborn infant, 3rd Ed., Chap. IV. The circulatory system, Charles, C. Thomas Publisher, Springfield, 102-152
- 82) Steinschneider, A. & Richmond, J. B. (1970) The autonomic nervous system. In: Stave, U. *Physiology of the Perinatal Period, Vol. 2, Appleton-Century-Crofts Meredith Cooperation, New*

- York, 859-873
- 83) Takeuchi, T. & Miyakawa, K. (1980) Hemodynamic characteristics of regional vascular beds in cerebral ischemic pressure response. *Jpn. J. Physiol.* **30**, 17-29
- 84) Teitel, D. & Rudolph, A. M. (1985) Perinatal oxygen delivery and cardiac function. *Advances in Pediatr.* **32**, 321-347
- 85) Tomomatsu, E. & Nishi, K. (1982) Comparison of carotid sinus baroreceptor sensitivity in newborn and adult rabbits. *Am. J. Physiol.* **243**, H 546-H 550
- 86) Valdes-Dapena, M. A. (1967) Sudden and unexpected death in infancy: A review of the world literature, *Pediatrics* **39**, 123-138
- 87) Vatner, S. F. & Manders, W. T. (1979) Depressed responsiveness of the carotid sinus reflex in conscious newborn animals. *Am. J. Physiol.* **237**, H 40-H 43
- 88) Vlk, J. (1987) Postnatal development of chronotropic responses to chemical and electrical stimulation of adrenergic nerve endings in the sinoatrial node of the heart of the albino rat. *Physiol. Bohemoslov.* **36**, 385-393
- 89) Walker, A. M., Cannata, J. P., Dowling, M. H., Ritchie, B. C. & Maloney, J. E. (1979) Age-dependent pattern of autonomic heart rate control during hypoxia in fetal and newborn lambs. *Biol. Neonate.* **35**, 198-208
- 90) Walsh, S. Z., Meyer, W. W. & Lind, J. (1974) Human fetal and neonatal circulation: Function and structure, Charles C. Thomas Publisher Springfield, 167-172
- 91) Walsh, S. Z. & Lind, J. (1978) The fetal circulation and its alteration at birth. In: Stave, U. *Perinatal Physiology*, Chap. 8, Plenum Medical Book Company, New York and London, 129-180
- 92) Weismann, D. N. (1982) Tissue oxygen delivery in lambs: effect of postnatal age and acute hypoxemia. *Biol. Neonate.* **42**, 15-21
- 93) Wharton, J., Haworth, S. G. & Polak, J. M. (1988) Postnatal development of the innervation and paraganglia in the porcine pulmonary arterial bed. *J. Pathol.* **154**, 19-27
- 94) Williams, R. L., Hof, R. P., Heymann, M. A. & Rudolph, A. M. (1976) Cardiovascular effects of electrical stimulation of the forebrain in the fetal lamb. *Pediatr. Res.* **10**, 40-45
- 95) 山崎将生, 清水 強(1988)ウサギの大動脈神経線維の生後における有髄化の様相. *日本臨牀* **46**, 2307-2308
- 96) 山崎将生, 清水 強(1988)ウサギの大動脈神経における有髄線維の成長について. *神経組織の成長・再生・移植研究会第3回学術集会抄録集* 23
- 97) Young, M. (1966) Responses of the systemic circulation of the new-born infant. *Br. Med. Bull.* **22**, 70-72
- 98) Young, M. (1963) The fetal and neonatal circulation. In: Homilton, W. F. & Dow, P. *Handbook of Physiology*, Sect. 2, Circulation, Vol. II, 1619-1650
- 99) Zucker, I. H. & Cornish, K. G. (1981) The Bezold-Jarisch reflex in the conscious dog. *Circ. Res.* **49**, 940-948

第11回生理学コンピュータ研究会

日 時：平成元年4月4日(火)14:00~17:00

場 所：岡山大学津島キャンパス

世話人：志賀 健 (大阪大・医・第一生理)

立石憲彦 (愛媛大・医・第二生理)

1. 気道内エアロゾル粒子運動のモンテカルロ法による解析

上田基二, 松井英介*(岐阜大, 医, 第二生理・放射線科*)

エアロゾル粒子は気流場中の粒子の運動方程式にしたがって運動するので, $m \frac{d\vec{r}}{dt} = m\vec{g} - \vec{D}$, $\vec{D} = 6\pi\mu R\vec{V}$ (Stokesの法則), $\vec{V} = \vec{U} - \vec{v}$ (\vec{V} : 相対速度, \vec{U} : 気流速度) より \vec{v} で運動が記述される. タバコの煙の粒径は $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ に分布しているが比重1.0とすると拡散係数は $5.3 \times 10^{-4} \sim 2.8 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$, 拡散による1秒当り移動距離は $3.3 \times 10^{-2} \sim 7.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$ となる. 1回呼吸量 500 ml として, Weibel (1963) データから Alveolar Sac で平均流速 $2.1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$, 気道径 $2.1 \times 10^{-2} \text{ cm}$ を考慮すると, 拡散による粒子移動を無視出来ない. 3次元 Navier-Stokes 方程式を有限要素法で解き, 得られた非定常流速場で, 上記運動方程式と移流拡散方程式を連結して数値的に解き, 粒子の軌跡を求めた. 移流拡散方程式は差分法でモンテカルロ法により解いた. 従来この種の研究では対称二分岐気道モデルが多く用いられたが, 実際の気管支は不同大非対称分岐するものが多く, 分岐が複合している. このような場合でも粒子沈着パターンは, 気道を構成する, 同大等角, 非同大不等角分岐など構成単一分岐の沈着パターンをつなぎ合わせたものに近いことを第5~10分岐にわたる伸展固定肺の実測気道モデルから証明した. 末梢気道では Weibel データをもとに acinus モデル (第16~23分岐) を作成し, 上記計算を行ったが, この場合は, 吸気終了時21~22分岐に達した粒子が呼気開始後0.6秒で気道壁に沈着してしまった. 原因として, 気道壁を剛体として計算していること, 拡散の影響が考えられ, 今後計算法の改良が必要である.

2. BASIC による膜電位変化のシミュレーション—カエル・ランビエ絞輪部のパラメータを用いて—

田中越郎, Peter Arhem*, 中野昭一(東海大, 医, 生理学・カロリンスカ研究所生理*)

細胞の膜電位は, 必ずしも微小電極により直接測定できるとは限らない. そこでわれわれは, 膜電位変化を BASIC を用いてシミュレートしてみた. 方法は, 現在最もよく解析されていると思われるカエルのランビエ絞輪部のデータ¹⁾を用い, Euler 法にて $5 \mu\text{s}$ 毎に計算した. ただし原法¹⁾にある non-specific current は, その値が小さいので省略した. プログラムの大きさは REM 文を含め約 200 行, 4.2 kB であった. コンパイル後の計算所用時間は, 数値演算プロセッサ無しの PC-9801 VX を用い, 2.5 ms のシミュレーションに 14 秒を要した. 結果は, 刺激持続時間と電流の大きさに応じた, 種々の 'passive' な膜電位変化がみられ, 強い刺激では, 'passive' な変化に加え 'active' な変化 (overshoot を伴う活動電位波形) を得た. また Na permeability を 0 にすると 'active' な電位変化が消失し, K permeability を 0 にすると再分極までの時間が延長した. 両者を 0 にすると, 与えた矩形波によく似た膜電位変化を示した. このシミュレーションは非常に手軽にできるので, 交感神経ヘフィールド刺激効果の解析²⁾ など, いろいろな面に応用できると思われる.

References

- 1) Frankenhaeuser, B. & Huxley, A. F. (1964) J. Physiol. **171**, 302-315
- 2) 田中越郎, 中野昭一(1989)第66回日本生理学会大会, 演題番号 229

3. 外分泌システムのシミュレーションについての方法論

今井雄介, 吉田秀世, 宮本 学, 中張隆司, 相馬義郎 (大阪医大第一生理)

唾液分泌のモデル化とシミュレーションについての方法論について検討した. 唾液腺をどう表現し, どう理解するか? ここでシステム論的考察法が役立つ. 今回生体システムを表現する非線形微分方程式の導出法として4段階 Hyper Model 化とシミュレーション法を研究した. 外分泌システムにおける Na, K, Cl, 水等の物質輸送は, その基本過程として流れに共役す

るポテンシャル考えればパワー過程として取り扱えることになる。したがって回路網熱力学の拡張からなるモデル化とシミュレーション法が使える。パワー過程は散逸、蓄積、変換に分類することができる。また各々は抵抗 R 、容量 C 、変換体 TD で表現できる。第一段階として非線形な R 、 C 、 TD 上のパワー過程の数式表現を確立した。第二段階として接続素子が表現するKirchhoff則を用いてモジュールのパワー過程の数式表現である非線形連立微分方程式を導出した。第三段階はモジュールの繋ぎ合わせからなるサブシステムモデルの大きな非線形連立微分方程式を導出した。第四段階ではサブシステムモデルの繋ぎ合わせからなるシステムモデルのさらに大きな非線形連立微分方程式の集合を導出し、その挙動を検討した。今回の研究は輸送現象の研究方向、予測で何が重要な要素か等の展望をあたえ、さらに一般的波及効果があるものと期待している。

4. パソコンを利用した心電図分析の実習

榎本浩一 (鳥根医大, 生理)

昭和56~58年度の本教室の生理学実習で、コンピュータによるアナログデータ処理を試みた。マイクロコンピュータは当時数学科に納入された五台のFM-8使用したが、この機械は本体に8bitA/Dコンバータを付属しており、これだけでアナログデータの取り込みが可能である。心電計の出力にバッファアンプを付け、A/Dに接続した。言語は主にF-BASICで、経験者には6809アセンブラを使用させた。取り込み速度はF-BASICで7msec、アセンブラで0.6msecで、心電図波形取り込みはF-BASICのみで充分であった。半日の実習でほぼ全員が心電図取り込みおよび移動平均による高周波カットまでの目標を達成した。さらに10%程度の学生は不正脈検出プログラムを作成できた。

5. マルチユニット活動のアンプリチュード、インターバル同時長時間計測

鈴木孝紀, 西村靖史, 渡植貞一郎 (麻布大, 獣医, 第二生理)

マルチユニットの活動電位を長時間連続的に記録して分析することは、電気生理学的研究において有益であると考えられる。しかし、活動電位を含む長時間アナログ信号をそのままデジタル変換するには大きなデータエリアを必要とし、現在用いられているマイクロコンピュータレベルのシステムでは、現実的でない。

そこで、アナログ信号からのスパイク電位の発射時刻とアンプリチュードの検出と記憶をリアルタイムに処理することによって、マイクロコンピュータによる長時間分析を可能にすることを試みた。スパイク電位の発射時刻の取得には、インターバルタイマーによるハードウェア割り込みを利用した。また、アンプリチュード検出には、ディスクリミネータからのスパイク発射に同期したトリガー入力によって、スパイク活動時のみ、A/D変換ボードを作動させることにより行った。計測やテスト入力によって、満足のゆくシステムの作動が確認された。アンプリチュードヒストグラムの分析により、マルチユニット計測データから、シングルユニット活動を分離することもある程度可能である。

6. パソコンによる聴覚誘発電位の計測と処理

宇野宏幸 (大阪大, 人間科学, 行動工学)

加算(平均)法は、微弱な生体信号である誘発電位を測定する方法として広く用いられている。また、頭皮上の各電極位置での誘発反応より、振幅あるいは反応潜時に関する等価的分布を二次元的に表示することがおこなわれるようになってきた。そこで、パソコンと周辺装置を組み合わせ、誘発電位の加算平均と波形表示をリアルタイムで処理し、最終的に測定された電位をトポグラフィックに表示する統合的な聴覚誘発電位システムの開発を試みた。

本ソフトウェアは(1)聴覚誘発電位測定部、(2)データ処理部および(3)トポグラフィックマップ作成部から構成されている。聴覚誘発電位測定部では、DMAI/F付きのA/D変換ボードとベータクロック内蔵のD/A変換ボードを用いて、聴覚刺激(クリック)の呈示と誘発電位の取り込みを同時におこなう。データ処理部では、加算データファイルを読み込んで単一波形の表示、複数波形の同時表示および引算波形の計算などをおこなう。また、マップ作成用の振幅データファイルを作成する。トポグラフィックマップ作成部では、 5×5 の格子状の測定点で得られたデータから二変数標本化関数を用いて補間値を計算し、その結果を疑似階調あるいはカラーで表示する。

実際に、本システムをキューカンチョウの聴覚誘発電位(表面電位ならびに終脳の深部電位)の測定に適用し、その有用性を確認することができた。

7. 高速 A/D コンバータ利用による微小血管内血流速度の測定

惣谷昌夫, 季羽 舟, 立石憲彦, 志賀 健*(愛媛大, 医, 第二生理・大阪大, 医, 第一生理*)

高速の A/D コンバータを用いることで, 広い範囲での血流速度を測定できる装置を開発した。この装置を用いてラットの腸間膜の微小血管内の血流速度の測定を試みた。

倒立顕微鏡の接眼部に10本のライトガイドを接続し, ビデオカメラのモニター画面を見ながら血管上にライトガイドを設定した。適当な上流点と下流点の2本を選択し直径 3 μm からの光をフォトマルチプライヤーに導いた。フォトマルチプライヤーで得られた光子数を高速 A/D コンバータを介してコンピュータへ転送した。

高速 A/D コンバータの特長は各入力チャンネルが 32 Kbytes のメモリーを持ち, 最高 10 μsec/data の高速変換が可能なことである。

上流・下流に設定した 2 チャンネルからの光強度変化の時間的なずれ (τ) を計算し, ライトガイド間の距離 (d) から血流速度 (v) を $v=d/\tau$ によって求めた。τ の算出の高速化のために, 4 種のアルゴリズムについて検討をおこなったが, 相互相関法が精度および計算速度の点で優れていた。

ラットの腸間膜の微小血管内血流を測定したところ, 動脈側(内径 10~20 μm)で血管径が大きいところほど血流速度が速いことが観察された。それに対し静脈側(内径 10~30 μm)では血管径が大きくなっても血流速度はほとんど増加しないことが観察された。

8. デジタル画像入力・処理システムを用いたヘモグロビンの色調解析法

橋本正史, 秦 龍二, 渡辺 学, 志賀 健(大阪大, 医, 第一生理)

三管式ビデオカメラとデジタル画像解析機からなる画像入力, 処理システムを用いて, ヘモグロビンの色調を定量的に解析する方法を開発した。

Lambert と Beer の光吸収の基本法則より, 入射光, 透過光の強度をそれぞれ I_0, I , 対象物の濃度を C, 光が通過する対象物の厚さを L とおくと, 一般的に吸光度 OD は次のようになる。

$$OD = -\log I/I_0 = \epsilon CL \dots\dots\dots(1)$$

ここで, 比例定数 ε が吸光係数で, ある波長の光に対し, 物質毎に特定の値をもっている。

三管式ビデオカメラから出力される赤 (R), 緑 (G), 青 (B) の輝度は, (1) 式の I に相当し, それぞれ I(R), I(G), I(B) とおく。2 つの異なる波長領域 i, j (i, j = R, G, B) における OD の差は以下ようになる。

$$\begin{aligned} & -\log I(i)/I_0(i) + \log I(j)/I_0(j) \\ & = -\log I(i)/I(j) + \log I_0(i)/I_0(j) \\ & = CL\{\epsilon(i) - \epsilon(j)\} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

ただし, 白色光を照射した場合は(2)式の $\log I_0(i)/I_0(j)$ の項は消去される。ここで, 仮に $x = \log I(G) - \log I(B)$, $y = \log I(R) - \log I(G)$ とおき, xy 空間にデータを表現した場合, 同一対象物で濃度が異なっておればデータは原点を通る傾き $\{\epsilon(R) - \epsilon(G)\} / \{\epsilon(G) - \epsilon(B)\}$ の直線上に, 濃度に比例して原点から遠くなるように分布する。オキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンの色調は, それぞれ異なる ε をもつことからこの直線の方法(傾き)により区別されることが判明した。

9. コンピュータ制御のビデオデッキの画像処理への応用

小原正裕, 寺川 進 (生理研, 機能協関部門)

当研究部門では, 分泌顆粒の開口分泌の光学顕微鏡による観察を行っているが, 組織全体のゆっくりした動きや細胞内の顆粒運動が, 目的とする開口分泌の観察を困難にしている。そこで, 開口分泌が 30 msec 程度と他の顆粒等の動きより速い現象であることに着目し, 今回のシステム開発となった。このシステムは, コンピュータによって検索・再生・停止等のビデオデッキ連の動作を制御し, 出力画像をイメージプロセッサに入れて, 前後 2 枚の画像の引を算した結果を強調表示させた後, コマどりビデオに連続的に記録するという過程を行わせるものである。この方法により, 連続画像の時間微分が可能となり, 観察対象外の現象は画像を取り込むタイミング(何フレーム毎に取り込むか)を変えることで取り除くことができるので, 目的とする分泌顆粒の開口分泌現象をより明白に記録できた。

今回のシステムではビデオテープを使用するため, 何度も同じ箇所を繰り返し再生するとバーノイズが出やすくなることと, ビデオデッキが時々誤動作する等の問題点があるが, ビデオテープを大容量の NTSC フォーマットの記録媒体として画像処理に活用できるという長所がある。今後は顆粒の開口数をコンピュータによって自動的にカウントするシステムに発展させていきたい。

10. ビデオセンサーによる細胞内 Ca^{2+} 濃度測定法
能見光雄, 江口 務, 久場健司 (佐賀医大, 第二生理)

われわれは従来ウシガエル腰部交感神経節細胞の細胞内 Ca^{2+} 濃度測定に際して, fura-2を負荷した細胞をテレビカメラで映像化し, Ca^{2+} 濃度変化をブラウン管面上で輝度変化に変換し, さらに光電素子につながる光ファイバーをブラウン管面にあて電圧変化に変換していた。この方式は簡便で実用的であるが, 光ファイバーを当てる場所とブラウン管の蛍光面間に距離があるため記録している範囲を広げる欠点を有していた。そこで光電素子の代わりに, 画面の任意の位置に任

意の大きさでウィンドーを作ることができ, そのウィンドー内のビデオ信号のみを抽出するビデオセンサーを製作し, 光電素子方式の欠点を払拭しようと試みた。光電素子方式とビデオセンサーを比較すると, ビデオセンサーは光電素子法が感知できなかった反応も明瞭に記録できることが判明した。ビデオセンサーを利用した細胞内 Ca^{2+} 濃度測定装置は, コンピュータでフィルターの切り替えを行い, 任意のフレーム数の間フィルターを停止させることができ, Ca^{2+} 濃度算出に必要な二波長間の除算機能も備えており, リアルタイムでの細胞内 Ca^{2+} 濃度変化を時間制限なしに記録できる。

〔会 報〕

第107回 JJP 編集委員会議事録

日 時：平成元年1月21日(土) 2:00～4:00 p.m.

場 所：学会誌刊行センター分室

出席者：本田委員長，金子，菅野，酒井，竹内，二宮 各委員

- 1) 前回議事録について
原案どおり承認された。
 - 2) 論文審査状況等について
各委員より審査状況の報告ならびに説明があり，また第39巻第1号掲載論文を確認した。
 - 3) 実験動物に関する英文ガイドラインについて検討し，常任幹事会に提出する文面をきめた。
 - 4) JJP 編集委員選出規定に関して，現実に即さない点がでてきているため検討し，次回委員会までに竹内委員が原案を作成することになった。
 - 5) JJP Supplement 抄録の担当割当については，日生誌，JJP 両編集委員長に一任することとした。
 - 6) 海外購読依頼用パンフレットの国際生理学会会場での配布が認められ，1,000部を送ることとした。
- 次回期日：平成元年3月17日(金)10:30 a.m.～
学会誌刊行センター分室において開催予定

〔お知らせ〕

総合研究大学院大学サマースクール

今年度発足した総合研究大学院大学は七つの国立研究機関（統計数理研究所，高エネルギー物理学研究所，分子科学研究所，国立遺伝学研究所，基礎生物学研究所，生理学研究所，国立民族学博物館）を基盤とする大学院ですが，下記のようなサマースクールを開催します。これは世界の第一線級の研究者の講義等を通じ学術全般の先端的知識に触れるとともに，本学の各研究科・専攻の学生や教官との交流を深めることによって参加者各々が学術研究に対する新しい視点を体得することを狙ったものです。このため本学関係者ばかりでなく外部の大学，研究所，産業界の方々の参加が期待されておりますので奮ってご参加下さい。

期 日：1989年9月4日(月)～6日(木)

場 所：箱根アカデミーハウス

(神奈川県足柄郡箱根町湖尻 160)

内 容：講演およびセミナー

テーマおよび講師

1. 現代科学の展開とその特色
村上陽一郎(東大教養教授)
M. Kasha(Florida State Univ 教授)
上山春平(京都国立博物館長)
2. 科学と技術

西川 哲 治(前高エネルギー物理学研究所長)
J. M. Thomas(Royal Institution 所長)

1. 科学と人間社会
松 永 英(国立遺伝学研究所長)
G. Potter(Royal Society 会長，録画)

4. 数物科学と生物科学
渡 辺 格(慶応大学名誉教授)
J. D. Ebert(Johns Hopkins Univ 教授)
江 橋 節 郎(生理学研究所長)

参加者予定：150名 (およその内訳は本学から学生と教官各50名，学外から50名)

参加登録費：無料 (ただし宿泊は各自ご用意下さい)

参加申込方法：はがきに氏名，所属，連絡先，電話番号を記入してお申込み下さい。収容人数に限りがありますので，抽選などの方法で参加者を絞らせていただくこともありますことを御了承下さい。

申込しめきり：1989年6月30日

申込先または問い合わせ先：

〒444 岡崎市明大寺町字西郷中38

岡崎国立共同研究機構庶務課文書法規係
大学院担当または生理学研究所 小幡邦彦

電話 0564-54-1111 (代)

第4回「生体・生理工学シンポジウム」の開催と講演募集のお知らせ

主催：計測自動制御学会
 企画：生体・生理工学部会
 協賛：日本ME学会，電子情報通信学会，電気学会
 日本神経科学協会，バイオメカニズム学会，
 日本人間工学会，テレビジョン学会，情報処
 理学会，日本ロボット学会，日本機械学会，
 精密工学会，日本音響学会，日本生物物理学
 会，神経情報科学研究会，日本生理学会，日
 本脳波・筋電図学会，日本体育学会，日本体
 力医学会，人工知能学会，視聴覚情報研究会
 (AVIRG)

生体のすぐれた機能はさまざまなレベルのシステムの
 巧妙な働きに支えられている。生体の機能を解明す
 るには生理学・生物学的なアプローチだけでなく，計
 測・情報の分野のあらゆる手法を駆使して，知識の欠
 落部分をうずめ，システムとしての働きを解き明す工
 学的なアプローチが非常に有望視されている。あわせて
 その成果を応用し，工学にインパクトを与えること
 への期待も大きい。本シンポジウムはこれらの角度か
 らのすぐれた研究成果を集め，生体機能の基礎科学お
 よび応用について議論する場を作ることを目指してい
 る。今回はつぎのテーマに関する講演を募集する。

1. 視覚系の情報処理
 (高次視覚機構，連合野，辺縁系，適応特性，時
 空間ダイナミックス，並列処理と統合機構)
2. 触覚系の情報処理
3. 運動系の制御機構
 (運動パターン，スキル，機能代行)
4. 特殊環境における生理工学
 (宇宙開発，海洋開発，無重力，高圧生理)
5. 神経活動の光計測
 (多点同時計測，脳・神経系)
6. 生体磁気
 (SQUID，脳磁図，心磁図，磁気刺激，NMR)

7. 生物の微弱発光
 (生物の発光，微弱発光計測，発光と機能の関連)
8. 学習と記憶
 (シナプスモデル，記憶の工学モデル，パターン
 情報と可塑性，記憶の心理学，エピソード記憶)
9. 神経回路とハードウェア
 (ニューラルネット，非線形問題，電子・光・磁
 気回路)
10. 生体信号処理と解析
11. 生体システム解析

期 日：平成元年11月6日(月)，7日(火)

会 場：国立教育会館
 東京都千代田区霞が関3-2-3
 TEL 03-580-1251

講演申込 申込用紙に200字以内の講演要旨，その他
 の必要事項を記入してお送り下さい。

- 1) 講演の採否は本会にお任せ下さい。
- 2) 発表者の1人は主催または協賛団体の
 会員であること。
- 3) 講演時間(30分を予定)を確保するた
 め，同一グループによる類似の発表はご
 遠慮下さい。
- 4) 申し込まれた題目，発表者(連名者を
 含む)の変更はご遠慮下さい。

申込締切：平成元年6月30日(金)必着

論文原稿：本会規定の用紙で4頁(採択決定後送付)

論文締切：平成元年9月16日(土)必着

参加費：主催，協賛学会員 7,000円(論文集を含む)
 会員外 8,000円(論文集を含む)
 学 生 1,000円(論文集を含まず)
 論文集 4,000円

申 込 先：〒113 東京都文京区本郷1-35-28-303
 (社)計測自動制御学会
 TEL 03-814-4121

第16回日産学術研究助成の募集について

研究助成課題

1. 人間と機器との係わりに関する研究
 (重点助成課題)
2. 資源・エネルギーに関する研究
3. 自然環境及び都市環境に関する研究
4. 新しい機能材料の研究
5. 生命現象に関する研究

研究助成要約

研究の種別	一般研究助成		奨励研究助成
	(A)	(B)	
研究の性格	研究が長期にわたる学際的グループ研究(共同研究に限る)	独創的な短期間の研究または本格的な研究への調査・準備的研究(共同研究に限る)	若手研究者による萌芽的・独創的研究(個人研究)
1件当たりの助成金額	1,500万円限度	150万円～300万円	50万円～200万円
助成金の総額(採択件数)	約12,000万円(10件程度)	約2,500万円(10件程度)	約2,500万円(20件程度)
助成金の支払期間	平成2年度(2/4～3/3)助成第1年度とする。助成期間2～3年	平成2年度に交付助成期間1年	同左助成期間1年
助成金の使途	設備備品費は助成総額の60%程度とする。		

締切日

学・協会から当財団への推薦締切日は、平成元年8月31日(木)。(学会締切日 平成元年8月18日)

山田科学振興財団派遣援助申込要領

援助の趣旨

本財団は、自然科学の基礎的分野における重要かつ独創的な研究に従事する研究者を国外に派遣し、学識を交換して学術の国際交流を促し、又研究を共にして相互に研究の学際的あるいは国際的進展を図る等のため、次のイ。及びロ。の援助を行う。

- イ。高度の研究業績を持つ研究者を、講演、討論等を主目的として、短期間(通例3カ月間以内)派遣するための渡航費の援助
- ロ。高度の研究活動を実施しつつある新進研究者若干名を、協同研究への直接参加を主目的として、長期間(通例3カ月～1カ年間)派遣するための渡航費、滞在中の国内旅費、滞在費等の援助

援助金

本年度の総額 来日援助と併せて6,500万円の予定

申込手続

所定の用紙又はその写しに必要事項を記入し、次のイ。ロ。の各文書あるいはそれらの写しを添え、おのおの3部ずつご送付願います。

- イ。短期間派遣にあつては、1. 集会の内容を紹介する文書 例えは、集会のサーキュラー及びプログラム等 2. 講演・発表等の要旨 3. 派遣先と交わした申込者又はこれに代る人からの往復書信等の連絡書信 4. 研究指導者又は所属機関長の推薦書 5. 最近3カ年間の研究報告のリスト
- ロ。長期間派遣にあつては、1. 直接指導者又は所属機関長による本申込及び本研究に対する評価又は推薦の文書 2. 派遣中の具体的な研究計画書及びそれを本人が英、独あるいは仏訳したもの 3. 受入先の発行した招へい状及び受入受諾を確認する約定書 4. 派遣先と交わした申込者又はこれに代る人からの往復書信等の連絡書信 5. 研究報告のリスト

記載上の注意

- イ。黒インクで明瞭に記入して下さい。
- ロ。紙面不足のときには、同型同大の別紙で追加して下さい。

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

ニ、欄外の脚注には記入しないで下さい。

申込期限

イ、短期間派遣

出発予定日より4ヵ月以前の月の15日

(例：10月に出発予定のときは6月15日が申込期限に当たる)

ロ、長期間派遣

1989年11月30日(1990年4月1日～1991年3月31日に出発予定の方)

選考方法

選考委員によって選考のうえ、理事会が決定します。

選考結果の通知

申込者にあてて通知します。

援助金の贈呈

申込者にあてて適時贈呈します。

申込書送付先及び連絡先

財団法人 山田科学振興財団

(Yamada Science Foundation)

〒544 大阪市生野区巽西1丁目8番1号

電話 大阪 06-757-3311((代)

付

イ、援助金の使途を変更するときには、予め本財団の承諾を得て下さい。

ロ、申込者には、援助による成果について報告書の提出を求めます。

ハ、成果について刊行する場合には、本財団の援助による旨書き添え、その別刷2部をお分け下さい。

ニ、ご提出いただきました申込書は、返却いたしません。

山田科学振興財団短期間来日援助申込要領

援助の趣旨

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

援助金

イ、本年度の総額 派遣援助と併せて6,500万円の予定

ロ、渡航費、滞在中の国内旅費、滞在費等

申込手続

イ、所定の用紙又はその写しに必要事項を記入する。

ロ、招へい状、推せん書、連絡の往復書信、申込者及び来日者の業績一覧表、その他の申込者において補足説明を要すると判断される場合は、その説明書を添付する。

ハ、イ、ロ、共おのおの3部ずつご送付願います。

記載上の注意

イ、黒インクで明瞭に記入して下さい。

ロ、紙面不足のときには、同型同大の別紙で追加し

て下さい。

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

ニ、欄外の脚注には記入しないで下さい。

申込期限

1989年11月30日(1990年4月1日～1991年3月31日に来日予定の方)

選考方法

選考委員によって選考のうえ、理事会が決定します。

選考結果の通知

申込者にあてて通知します。

援助金の贈呈

申込者にあてて適時贈呈します。

申込書送付先及び連絡先

財団法人 山田科学振興財団

(Yamada Science Foundation)

〒544 大阪市生野区巽西1丁目8番1号

電話 大阪 06-757-3311(代)

- 付
- イ. 援助金の使途を変更するときには、予め本財団の承諾を得てください。
- ロ. 申込者及び来日者には、援助による成果について報告書の提出を求めます。

- ハ. 成果について刊行する場合には、本財団の援助による旨書き添え、その別刷2部をお分け下さい。
- ニ. ご提出いただきました申込書は、返却いたしません。

三菱化成生命研講演会 筋収縮に関する薬理学の最近の話題

日 時：平成元年9月14日(木) 14:30~17:45

場 所：三菱化成生命科学研究所

〒194 東京都町田市南大谷11号

交 通：町田駅(小田急線, 横浜線)よりタクシー10分
或は成瀬台行きバス大谷原下車徒歩2分

プログラム：

1. 平滑筋作用薬とカルシウムイオン
高柳 一成 (東邦大・薬)
2. イノシトールリン脂質およびユージストミンによるカルシウム遊離
小林 正紀 (三菱化成生命研)
黄 洋 一 (")

3. 筋収縮蛋白質研究に有用な海産生理活性物質
大泉 康 (三菱化成生命研)
小林 淳一 (")

4. 筋細胞の構造と機能
野々村禎昭 (東京大・医)

参加申し込み：講演会(オーガナイズド・コロキウム)
に参加したい方は、一週間前までに葉書でお知らせ下されば無料で全員参加できます。

連絡先：〒194 東京都町田市南大谷11号

三菱化成生命科学研究所

講演会世話人 大泉 康, 小林 正紀

TEL 0427-24-6225

事務局から

「日本生理学教室史下巻購入のお願い」

既に日本生理学教室史下巻が刊行されました。第51巻第1号に申込用はがきを綴じこんであります。(会員価格16,000円)

この度、日本生理学会事務所にFAXが設置されましたのでお申込みの際ご利用下されば幸いです。何卒よろしくお願いいたします。

日本生理学会

〒113 東京都文京区本郷3-30-10 布施ビル

電話 03-815-1624

FAX 03-5684-2539

〔編集後記〕

岡山における第66回日本生理学会大会は、桜が最も美しい季節で、大いに春の喜びを満喫出来ました。それから2ヶ月、新緑から初夏の陽光が少々強さを意識するようになりました。

その間、編集室には論文表題集用の原稿が続々と届けられ、各教室・研究室のバイタリテイの強烈なことを感じながら、この編集を終え、鶴岡から上京された福山さんに手渡した次第です。すでに、4号編集後記の中で述べましたが、論文表題集の執筆要領の改訂もすでに出来上り、7号に掲載することになりました。同様の執筆要領は、新しい論文表題集の巻末にも掲載しますので御一読願います。

総説は清水 強教授の力作をお送りします。総説執筆の依頼は、先づ地区編集委員の推薦を受け、学会大会時の全国編集委員で検討され、さらに在京編集委員会でもリスト・アップされてから編集幹事から直接執筆

の御依頼を行う順序をとっています。若し、この過程を経ないで投稿されたものは、投稿規定のルールで有料となりますことを改めて申し上げます。総説の評価が高いことは御同慶の至りですが、余りにも予定枚数を超過しますと、学会会計にも影響しますので、この点の考慮をして下さる様お願い致します。

4月から8月までは、各種の情報が多く送り込まれ、月刊誌では処理できないくらいもあります。より速かに情報を送り届けるためには、定期的に日本生理誌が刊行されることが実行されることであると共に、情報を送って下さる方にも予め、早めの余裕を計算して下さると宜しいのです。送って置けば、何んでも掲載してもらえるものとは限りません。

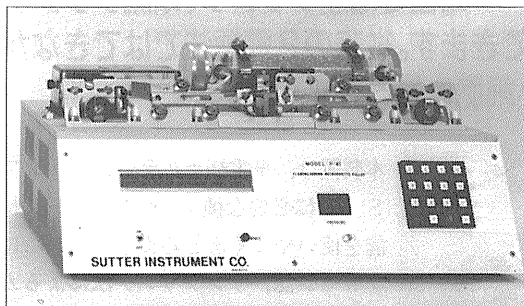
今月も、刊行の迅速さのために編集幹事が、印刷所の状況を踏まえて間髪を入れずに編集後記を書きました。

(酒井敏夫)

— 編 集 委 員 —

酒 井 敏 夫(幹 事)	林 秀 生	真 野 範 一
登 坂 恒 夫	松 井 洋 一 郎	平 野 修 助
蒧 英 世(北海道)	丹 治 順(東 北)	本 間 信 治(関 東)
小 野 武 年(中 部)	藤 本 守(近 畿)	村 上 恵(中・四国)
堀 哲 郎(九 州)		

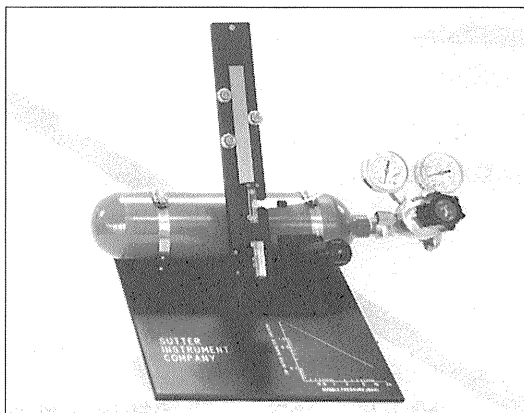
マイクロ・インジェクション手法にとっては、良好な微小電極の入手が必須条件です。



米国サッター社製プラーP-87型は、下記1,2の電極を1台で作成します。

1. 細胞内に注入するための先端部が鋭利な電極。
(標準で0.06ミクロンを出荷の際に引き、SEMにての写真を添付してきます。)
2. ホールドさせるための先端部を鈍化させ、陰圧にて吸収する電極。

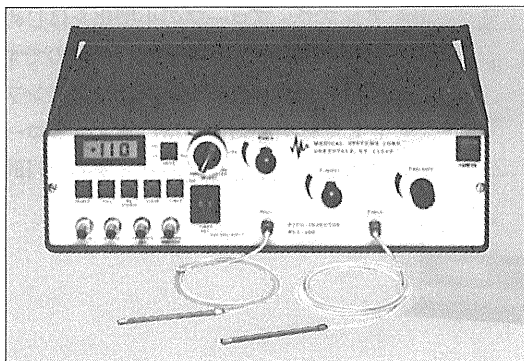
マイクロ・インジェクション手法にとっては、チップ径の測定が必須条件です。



米国サッター社製チップ径測定装置LW-87型は、従来の電極抵抗値より推測する方法に比べ正確で、下記の特長があります。

1. ガラス電極を破壊せずにチップ径の測定ができる。
2. 電子顕微鏡での測定が必要ありません。
3. 電極の材質や形状、とくに内径/外径比に影響なく測定できます。

マイクロ・インジェクション手法にとっては、正確な圧力と時間が出せるインジェクターが必須条件です。



米国メディカル・システム社製ピコ・インジェクターPLI-100型は、完全なデジタル化により、その精度は他社製品を圧倒します。

《特長》

1. 供給ガス圧に含まれる油、水分等を除去する入力フィルターを標準装備。
2. ピペットをはずさずに注入薬物を吸引し、インジェクションができるフィル機能。
3. ピペットが詰まった際に威力を発揮するクリアリング機能。



ショーシンEM株式会社

〒444 愛知県岡崎市羽根東町2丁目8番地の5 福樹ビル

TEL (0564) 54-1231 代表

FAX (0564) 54-3207

単電極膜電位固定用増幅器 CEZ-3100

サンプリング法により1本の電極で電圧クランプ、電流クランプができます。従来の2電極法ではできなかった微小細胞に最適です。



本装置は、単電極ボルテージクランプ SEVCに必要な種々のコントロール機能を使いやすくまとめました。同時にブリッジ法、サンプリング法によるカレントクランプも可能ですので、1台で単電極の誘導から電流クランプ、電圧クランプまでの全てができます。

- 特長
- 低入力容量、ローノイズの専用小型プローブ
 - サンプリング前の波形モニタ可能
 - SEVCでの正確なホールディングポテンシャルの設定可能
 - 多様な刺激コマンド設定部
 - 電極刺入を容易にするバズ機能(オプション)

微小電極用増幅器 MEZ-8300

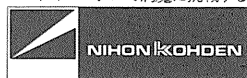
一段と使いやすく、高機能化された2チャンネル型の微小電極用増幅器です。



本装置は、完全2チャンネルのマイクロアンプで、プローブの小型化をはじめとして使いやすさを追求したものです。プリアンプ、カレントクランプアンプとして幅広くお使い頂けます。プローブは3種類用意してありますので目的に応じて選べます。

- 特長
- 2チャンネルとも誘導、通電が可能
 - マニピュレータに直接取付可能な3種類の小型プローブ
 - クロス・コンペンセーション可能
 - 電極チェックが簡単です。
 - 電極の刺入状態が音によりモニタできます。
 - 電極刺入を容易にするバズ機能(オプション)ができます。

エレクトロニクスで病魔に挑戦する

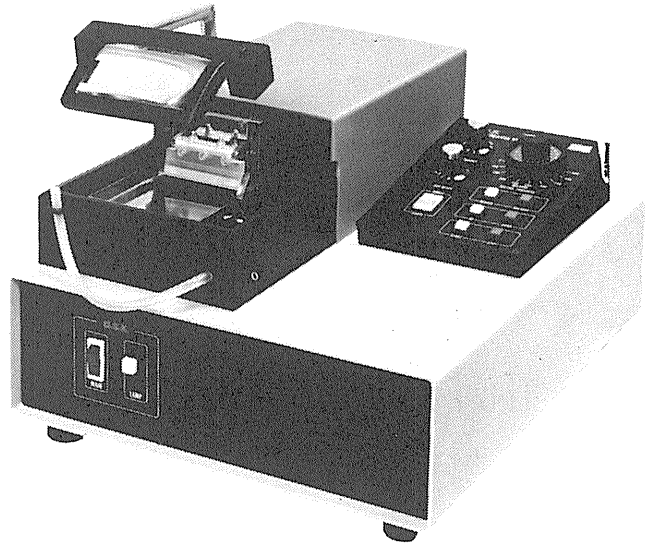


日本光電
〒161 東京都新宿区西落合1-31-4
☎03(953)1181

D.S.K

新鮮脳のスライス作製に!

Automatic



未凍結切片作製装置

マイクロサイザー MICROSLICER

DTK-3000W

生理・薬理学の分野において、主に電位差測定にラット、ネコなどの新鮮脳切片(200~500 μ m)が用いられています。従来は、カミソリの刃をつかった手作業、あるいは未凍結切片作製のマイクロトームを使用していましたが、切片の厚さが一定しなかったり、切片作製に膨大な時間がかかり、大きな切片や薄い切片が切りにくいという難点がありました。「マイクロサイザーDTK-3000W」は、これらの欠点を克服し、先生方のニーズにこたえるべく開発されました。

【特長】

- ラットはもちろんネコ・サルの全脳までも貼付可能なワイドな試料台(70×70mm)。
- 新鮮脳で約50 μ m、固定(ホルマリン・グルタル等)組織で10 μ mの均一な薄さで連続切片作製可能。
- 試料台の任意上昇(5~1,000 μ m)の自動化により、作業時間が一層短縮され、また操作性が格段にアップ。

【姉妹機】

DTK-1000・DTK-2000・DTK-3000

堂阪イーエム

本社・工場/〒601-11 京都市左京区静海市原町1032の3
電話 (075) 741-3069

新しい研究の仕方

提案いたします

今までは装置、用具などの性能に合わせて
研究計画を立てていませんでしたか。

我々は貴方の研究に合わせて、装置の仕様
を決めさせていただきます。

n e w

Medical Research Equipment Co. Ltd.

明邦交易株式会社

MEIHO KOEKI CO., LTD.

生体信号解析処理装置

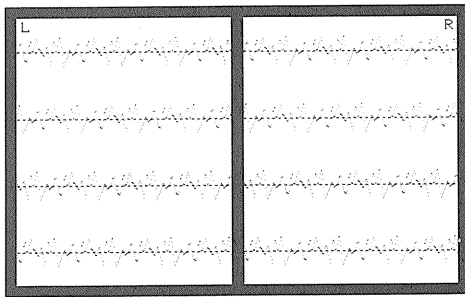
——脳波解析・心電図解析——

本システムはポリグラフなどの生体信号増幅器に接続して脳波、心電図等の生体信号をモニターし real time に解析することが可能であり、またその結果をレーザービーム・プリンター（オプション）や熱転写型高字質プリンター（標準）に出力できる。

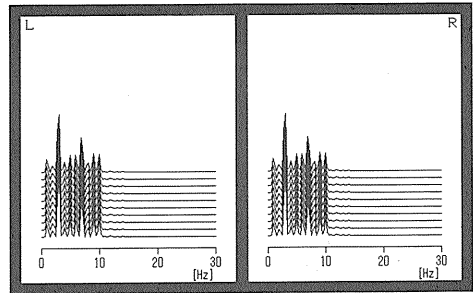
〈システム概要〉

高性能マイクロコンピューター、高分解能A/D変換装置およびソフトウェア一から成り立っていて、これらを組み合わせることにより信号の周波数解析(下図)、異常信号の解析などを行う。目的にあったソフトウェアを選択することで脳波、誘発脳波、心電図、筋電図、心音図、体温、網膜電図、眼振図のモニターおよび各種の処理が可能である。

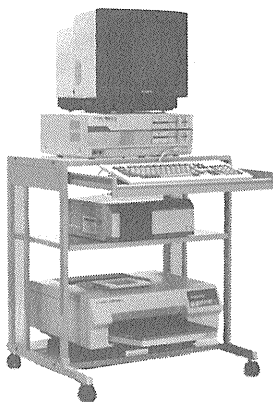
下図は、脳波をFFT処理し、結果を時系列に表示したものである。



脳波



脳波解析



〈M. R. E社のご案内〉

医学、薬学領域に起こる新しい問題あるいは困難な問題を方法論の面から検討し、それらの問題を電子・機械領域の先端技術と、我が社の Know-How を持って解決し、研究者に提供しています。また、電気現象の解析のみならず、各種計測制御、研究用の装置、用具を各々の目的に合わせて受注開発いたします。

Medical Research Equipment Co. Ltd.,

Hongo 5-24-6, Bunkyo, Tokyo, 113 JAPAN

Phone: 81-3-814-2161 Facsimile: 81-3-814-2162 Telex: 02723831 MRE JPN J

〒113 東京都文京区本郷 5-24-6

総代理

明邦交易株式会社

〒104 東京都中央区銀座 6-9-7

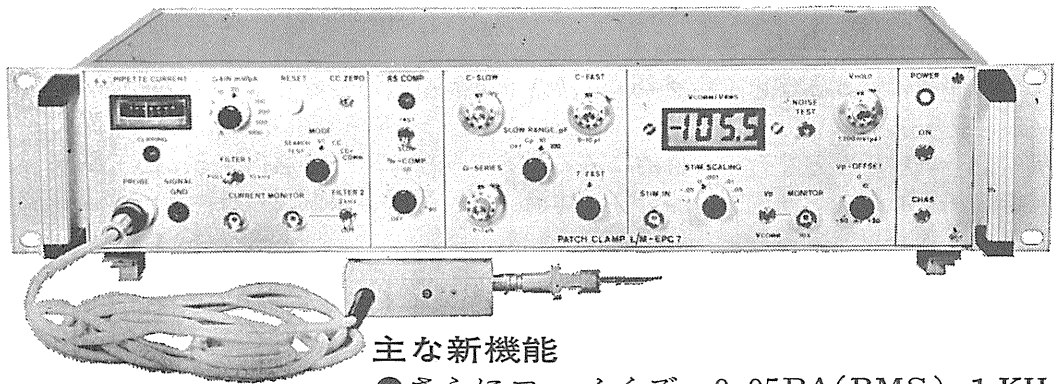
TEL: 03-573-3591 FAX: 03-572-1705

TLX: 2523552 MEIHOJ J

新製品 F.J.Sigworth・E. Neherのオリジナル

西独リスト社

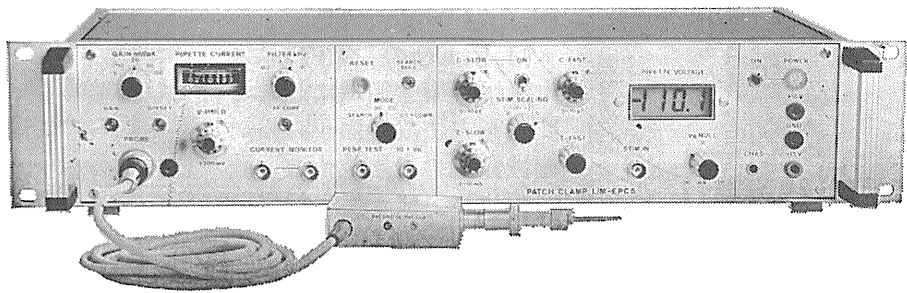
パッチクランプシステム EPC-7



主な新機能

- さらにローノイズ 0.05PA(RMS) 1 KHz
0.30PA(RMS) 10KHz
- 2レンジ切替 50GΩ 200PA
500MΩ 20nA
- R_s COMPENSATION 1~100MΩ
- 独自のTRANSIENT CANCEL機能

姉妹機 EPC-5型



東日本地区発売元

(Physio-Tech)

株式会社 **フィジオテック**

〒101 東京都千代田区内神田3丁目10番3号 コイダビル4F
TEL 03(258)1641(代)

西日本地区発売元

WORLD MEDICAL CO., LTD.
株式会社 **ワールド・メデカル**

〒461 名古屋市東区葵1丁目25番1号 ニッシンビル701
TEL 052(937)7060

イメージングリサーチ社製

新製品

Muromachi

定量的オートラジオグラフィーシステム MCID型

Image Analysis for Bioscience

本システム(MCID型)は、近年、脳神経科学分野における画像診断の基礎的研究法として、極めて適切な手法となったオートラジオグラフィー法による脳組織代謝・循環の測定、レセプタバインディング等を、定量的に計測するために開発されたシステムです。

本システム(MCID型)は、画像制御用コンピュータユニット、画像処理用イメージングボード、画像表示ユニット、画像入力用CCDカメラ、デスクトップ型イルミネータ、データ・プリンタ、画像カラーハードコピーカメラ等の最新の高性能ハードウェア部と、現在、脳神経科学分野において最も必要とされている解析プログラムを内容とした システム・プログラム(BRS2MS-DOS版) から構成され、まさに脳神経科学者が待望したシステムといえるでしょう。

オートラジオグラフィーによる

- Regional cerebral blood flow
 - Local cerebral glucose utilization
 - Local cerebral protein synthesis
 - Receptor binding
- の定量に!!



カタログ・資料、及び商品デモについては、ご一報下さい。

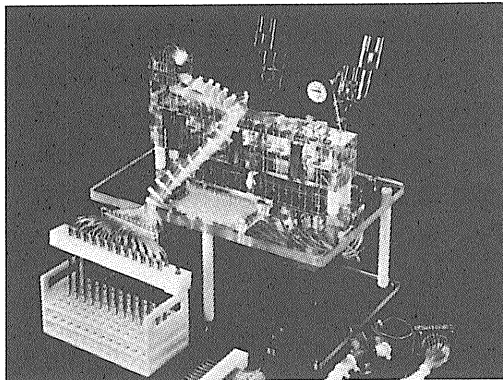
日本総代理店 **室町機械株式会社** 〒103 東京都中央区日本橋室町4-2-1大辻ビル ☎03(241)2444(代)
 〒541 大阪市東区道修町3丁目17 高原ビル ☎06(229)8260(代)

新発売

BRANDEL

あのブランドールがついに日本にやって来た!

レセプタ・バインディング・アッセイ用
セルハーベスタ



本装置は、セル・ハーベスタのトップメーカーである米国ブランドール社が開発したレセプタ・バインディング・アッセイ用のハーベスタであり、世界中で愛用されています。

■主な特長

- 時間と労力を大幅に節約できます。
 - 一度に12本(M-12R)、24本(M-24R)又は48本(M-48R)のサンプルを均一にフィルトレーションできます。
 - 試験管(10mm-16mm O.D.)で使用できます。
 - オプションのHot-Cold Valveを使用することにより、放射性廃棄物を集めることができます。
- *レセプタ・バインディング・アッセイ用以外のセルハーベスタも各種取扱っておりますので、詳しくはカタログを御請求下さい。

日本総代理店

Muromachi

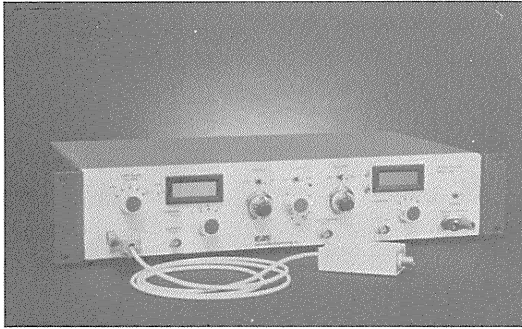
室町機械株式会社

本社 〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目2番1号 TEL 03-241-2444
 大阪営業所 〒541 大阪市東区道修町3丁目17 高原ビル TEL 06-229-8260



General Bio-Engineering社より

Large-Current Whole-Cell Clamp 新登場。

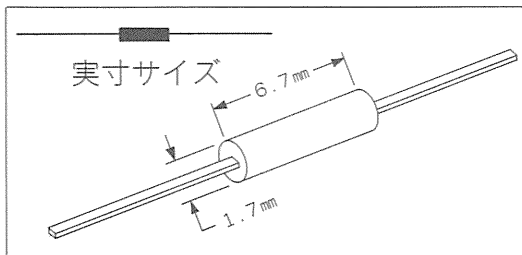


MODEL HAY-1 Whole-cell Clamp

ノイズを極限まで減らして面倒な周波数補償を不要にした使いやすい1,000nAの大電流Whole-cell Clampが可能です。シリーズ、レジスタンスの補正も容易で心筋のNaチャンネルの研究にも最適です。微小電流用プローブもあります。

MODEL AM-2 (Single型)

10年以上の長期にわたって不変の支持を誇るバイオダイナミクス社のAMシリーズ微小電極用増幅器。電極挿入を容易にするプッシュボタン発振器などいろいろ便利な機能が喜ばれています。差動型のMODEL AM-4もあります。



生理学用アンプ、pHメータ等の科学機器に欠かせないハイインピーダンスアンプに最適な精密、超高抵抗器。10MΩから10GΩまでローノイズ。シャント容量を0.08pFに押さえてあり、負性温度係数、超高抵抗にもかかわらず、大きさは1.7mm×6.7mmという超小型ですからプローブの設計も容易です。

お問合せは

ゼネラル バイオ エンジニアリング社総代理店

宮満産業

岩手県宮古市宮町3丁目10-16

TEL 0193-64-1965

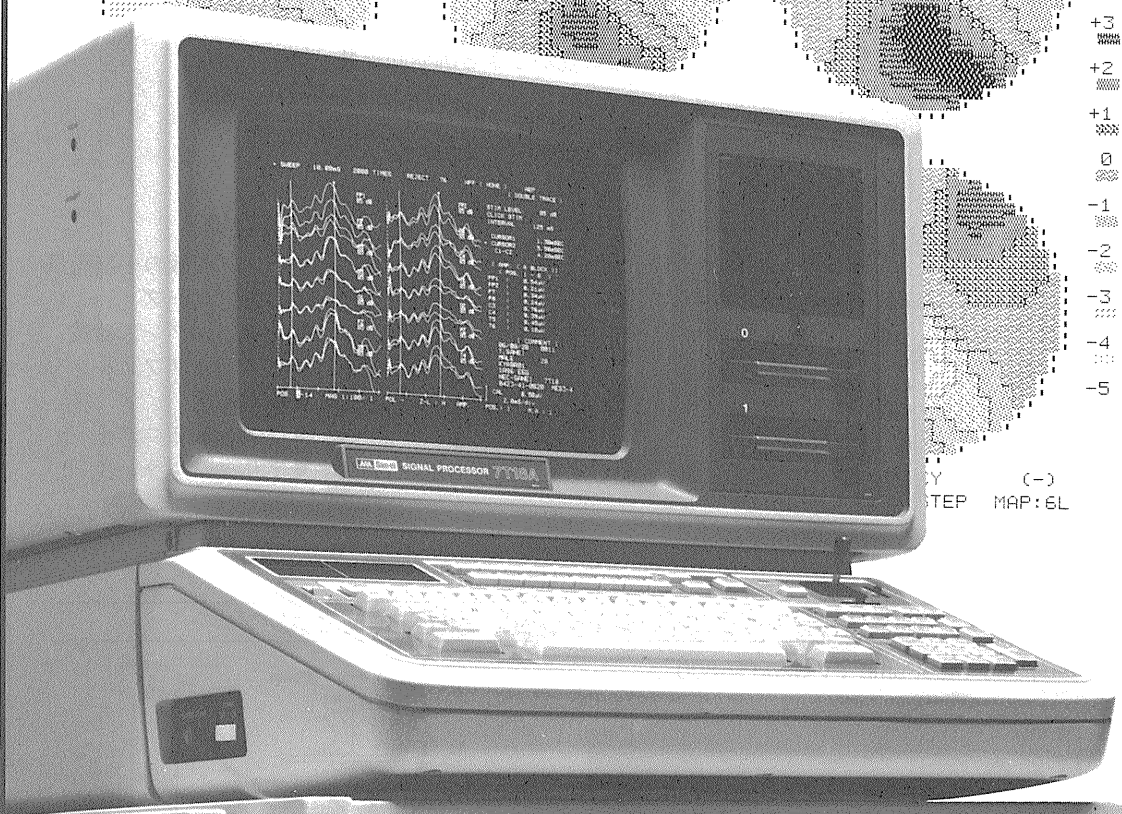
FAX 0193-64-1964

先進技術を医療に

Human-touch Technology

936 μ S

スピードが、グラフィックが、
生体信号処理をかえた。



オンラインの多チャンネル生体信号処理を実現した、シグナルプロセッサのベストセラー7T17。その実績と実力のすべてを受け継ぎながら、一段と成長した最新鋭機が7T18Aです。定評ある処理スピードはさらに向上、実装メモリも4Mバイトにパワーアップして適応領域がグンと拡大しました。きめ細かな画面表示はサーマルプリンタでハードコピーがとれます。生体信号処理用 Signal-BASIC の特殊コマンドが強化され、優れたフレキシビリティと共に高次の解析をサポートしています。

※三栄レポートNo.38 (Signal-BASICの応用例集) 他、各種資料が用意されております。担当営業員までご請求ください。

多チャンネル高速データ処理装置

シグナルプロセッサ

7T18A 医療用具承認番号60B第1891号



日本電気三栄

医用電子機器販売本部 / 東京都文京区本郷3丁目42番6号
(NKDビル) 〒113 ☎03(5684)1413

神経科学研究機器



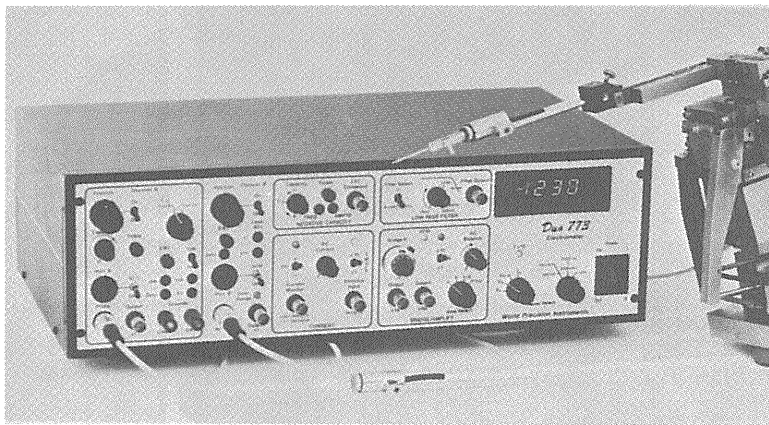
〈新製品シリーズ〉 低価格・高性能で新発売

■微小電極用増幅器

デュアルマイクロプローブシステム Duo 773

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

2本の微小電極を使用して、細胞内の様々な研究ができる画期的な装置です。

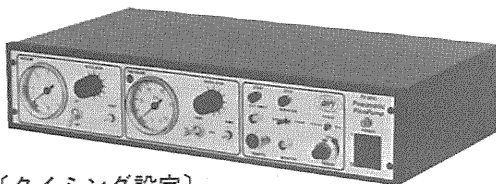


《新機能》

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

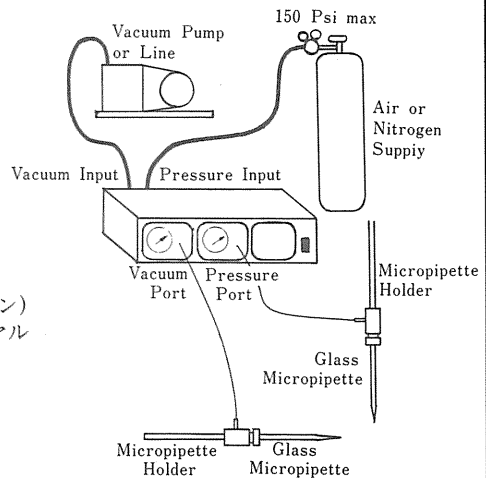
■細胞内／細胞外用マイクロインジェクション 気圧式ピコポンプ

Pneumatic PicoPump PV-820/PV-800



〔タイミング設定〕

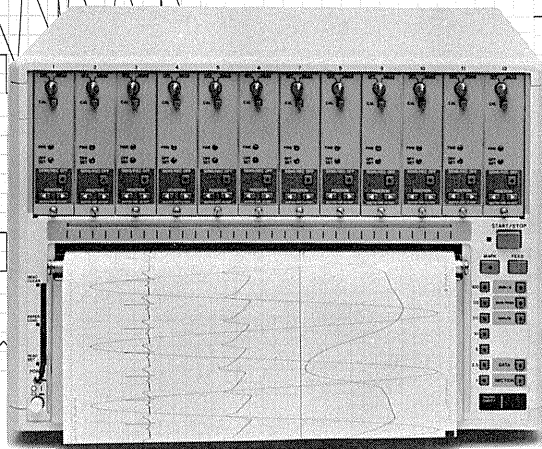
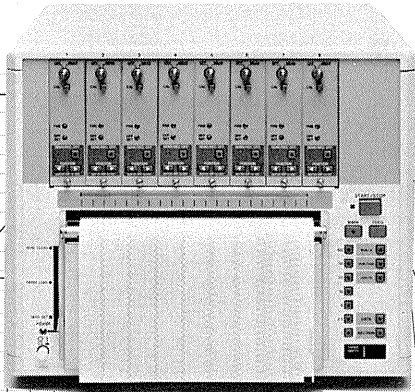
- 期間モード GATED (入力シグナルによる)
TIMED (内蔵時計による)
- パルス始動 手動、外部入力及びフットスイッチ (オプション)
- パルス幅 TIMED モードで10msec~10sec (10回転ダイヤル設定) 最低設定幅は設定圧による。
(ex. 8msec at 0 psi, 3msec at 100psi)
- 精 度 フルスケールの0.1%
- 外部入力 +5 VTTL-compatible (BNC)
- モニター出力 +5 VTTL-compatible (BNC)



バイオリサーチセンター株式会社

本社 名古屋市東区東桜2-10-21 (錦見ビル2F) ☎052 (932) 6421 FAX 052 (932) 6755
東京 東京都江戸川区東葛西5-1-15 (第2 頼長ビル403号) ☎ 03 (878) 6471

RTA-1200(8ch)



RTA-1300(12ch)

ポリグラフィックな記録に新時代を拓く。

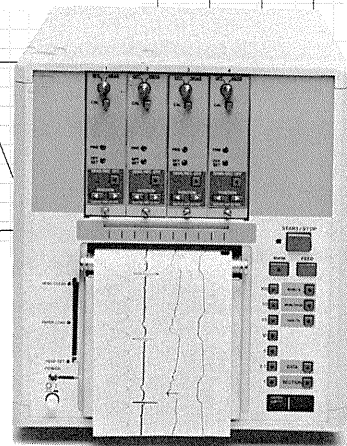
サーマルアレイレコーダ

RTA-1000シリーズ

RTA-1100(4ch)

RTA-1200(8ch)

RTA-1300(12ch)



RTA-1100(4ch)

最大12チャンネル、記録幅は300mm(RTA-1300)。
DC~10KHzの高f特性、ワイドな記録速度1mm/h~200mm/s。

サーマルアレイテクノロジーを極めて、いま新登場。
RTA-1000シリーズは、シグナルコンディショナを搭載、
各種電気現象などを鮮明・高忠実度記録。
ダイナミックなオーバーラップ記録も、インパルス等の高速記録も、
昼夜にわたる長時間の超低速記録も、自在にこなします。
しかも、アンプと一体化してコンパクト、
コストパフォーマンスもグンとアップしました。
ポリグラフィックな記録に新時代をもたらす、
魅力のサーマルアレイレコーダです。

エレクトロニクスで病魔に挑戦する



日本光電

〒161 東京都新宿区西落合1-31-4
☎03(953)1181 宣伝課

詳しい資料を用意しております。
お気軽にご請求下さい。

J. Physiol. Soc. Japan. Vol. 51, No. 5 (1989)

Review

SHIMIZU, T.: Postnatal development of regulatory function of the circulation137

平成元年 四月二十日印刷

編集兼
発行人

酒井敏夫
東京都文京区本郷三丁目一〇番一〇
 日本生理学会

印刷者
印刷所

山形県鶴岡市山王町一四二四
 三浦経夫
 鶴岡印刷株式会社

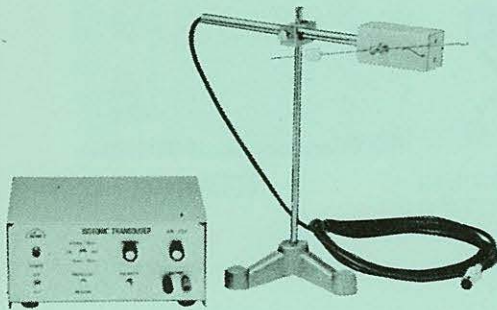
発行所

東京都文京区本郷三丁目一〇番一〇
 日本生理学会

電話
 振替
 郵便
 東京 八一五
 三七八
 六四三
 百〇四
 円

KN-259 生体用変位計 PAT.P

トランスジューサーと増幅器からなる、微小変位測定装置です。これまでキモグラフィオン・ヘーベルを用いて行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 | 5 KΩ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 (813) 3 2 5 1 (代表)

FAX 03 (815) 2 0 0 2