

## 原 著

大脳皮質単一細胞の歯髄性応答電位のデータ  
処理に関するプログラム化の試み鈴木 隆 平 孝 清  
松本 範雄 林 謙一郎

岩手医科大学歯学部 口腔生理学講座\* (主任:鈴木隆教授)

〔受付:1977年1月14日〕

**抄録:** 東北大学大型電子計算機センターの時分割システム(TSS)を活用し、神経系の放電系列を便利で確実に図形処理するためのプログラムを試作した。まず、東芝小型統計用計算機によりネコの歯髄の電気刺激に対する大脳皮質単一ニューロンのヒストグラム(PSTH)を求め、その出力をTSSの読み取り可能なコード(ASCII code)で紙テープにパンチ・アウトする。その後、フォートラン700で作文した上記のプログラムを用い、TSS端末機よりセンター内のドラフターを駆動し、自動的に作図をさせた。その結果、旧来の人手による作図作業よりも数十分の一の労力で迅速に作図できることが確かめられ、プログラムの改変などにより、PSTHの縦軸または、横軸の倍率を調節することができ、効果的作図表現のため種々の利点のあることが報告された。

## 1 緒 言

近年、生理学研究の分野で、その信頼性と高速性のため、電子計算機の利用が多くなりつつある<sup>1),2),3),4)</sup>。概観して、その利用状況は①実験システムの制御と、②データ処理のためと二大別できる。

著者らは、データ処理(作図)を目的として大型電子計算機(以下、電算機と略称する)の利用を試みた。著者らの歯髄刺激に対する大脳皮質体性感覚野の単一細胞の応答(unitary responses)に関する実験<sup>5),6),7)</sup>において、単一細胞の放電系列の性質を表わした大量の記録データが得られるが、従来は単純な手作業により膨大な時間を費して、作図処理を行ってきた。こ

の労力をできるだけ軽減し、能率的で正確な、そして迅速かつ経済的な作図法を探したことが本論文の目的であった。このため、本学教養部に設置されている東北大学大型電算機システム(TSS端末デスク)を用い作図作業を実施してみた。その結果、その所要処理時間が手作業の場合の数十分の以下に短縮することができ、ほぼ、満足するべき成績を得ているので、以下にそのシステムならびにプログラムなどにつき報告する。

## 2 data 型式と code 変換

図1はネコの歯髄を刺激したとき体性感覚野に起る電位変化を皮質単一ニューロンから記録する方法とその装置のブロック・ダイアグラム

An attempt of the programing for the graphical management of the cortical single unit responses to the tooth pulp stimulation.

Takashi A. SUZUKI, Kosei TAIRA, Norio MATSUMOTO and Kenichiro HAYASHI (Department of Oral Physiology, Iwate Medical University School of Dentistry, Morioka 020)

\*岩手県盛岡市中央通1-3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 2:9-21 1977

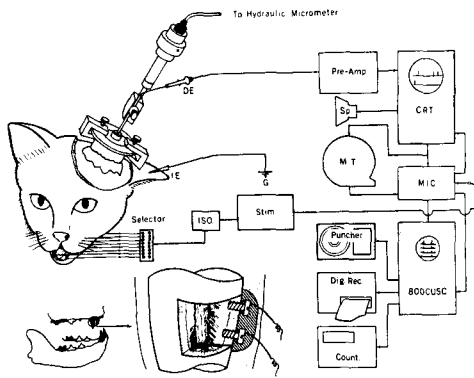
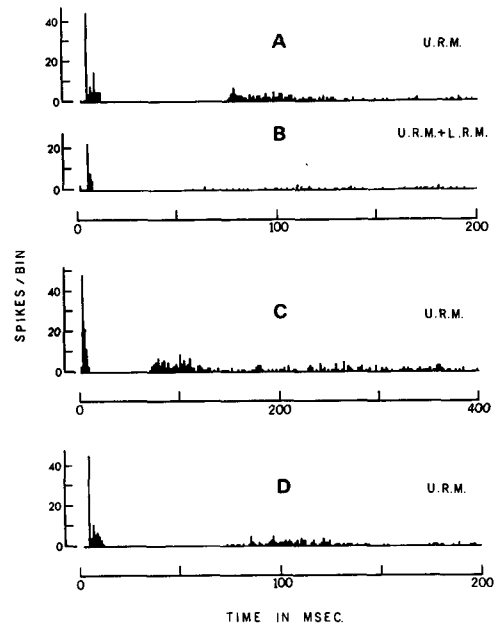


図1 実験システムの模式図

D. E. : 関電極 (タングステン微細電極), I. E. : 不関電極, Pre-Amp. : 前置増巾器, CRT : 陰極線オシロスコープ, Sp : オーディオモニター, MT : 磁気テープ, MIC : レベルスライサー, 800CUSC : 統計処理用小型電子計算機, Puncher : 紙テープパンチャー, Dig. Rec. : デジタルレコーダー, Count. : パルスカウンター, Stim. : 電気刺激装置, ISO. : アイソレーター, Selector : 回路変換器。

を表わしたものである。この方法の詳細な記述は本論文の主旨ではないから、極く簡潔に述べることにする。同図の左下部は歯痛を誘発するため刺激用電極を歯牙へ装着した状態を表わし、左上部はできるだけ生理的条件下で微細電極を用い、皮質単一ニューロンから衝撃放電を誘導する方法を図示している。また、同図の右半分は微細電極の先端 ( $\phi : 2.5\mu$ ) に加わる電位を増巾し、観測、記録する装置 (Pre-Amp., Sp., CRT., MT.) と単一ニューロンから得られた放電系列を計測処理する装置 (MIC., 800 CUSC., Puncher, Dig. Rec., Count.) の模式図を表わしている。ニューロンの放電パターンは歯髄刺激に対し毎回必ず一定とは限らないので、通常は統計処理用小型電算機 (図1—800 CUSC; TOSHIBA, Type EDS-34801M. 以下, CUSC と略称する) を用い、数十回の刺激に対する放電を加算的に処理している。処理内容は poststimulus time histogram (PSTH) の作成課題で、これは歯髄の電気刺激時点からの応答パルス頻度時間分布を表わす。CUSC の全 800チャンネルを  $1/4$  分割して200チャンネルずつ使用し、4通りの異なる trial を行うことができる。



CAT # 62; 1-6. U-117

図2 ネコの大脳皮質単一ニューロンの放電ヒストグラム: (手書きによる)

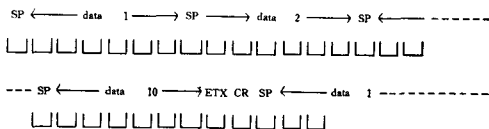
A : 上顎右側大臼歯 (Upper Right Molar) 刺激により得られた単一ニューロンの PSTH,  
B : 上顎右側大臼歯 (Upper Right Molar) および、下顎右側大臼歯 (Lower Right Molar) 同時刺激により得られた PSTH,  
C : 刺激部位は A と同じ、但し掃引時間 400msec (時間軸が 2 倍となっていることに注意),  
D : A の再現性の観察。  
A, B, C, D もに同一のニューロン (ユニット番号 117) から記録している。縦軸: 1 BIN 当りのスパイク数, 横軸: 掃引時間 (msec), 掃引回数 50 回。

従来はこのようにして得た PSTH データをデジタル・レコーダー (図1の Dig. Rec.) に数字として印字し、さらに、この数値を方眼紙にプロットして墨入れをし、縦軸、横軸、単位、実験条件などを記入して図を完成させて来た。図2が上記のごとく手作業で画いた図である。この図は臼歯を刺激したとき体性感覚野 S<sup>1</sup> の或る単一ニューロンより得られた PSTH の実例であり、このニューロンは潜時の短い (約 4~5 msec) initial burst と潜時の長い (約 70~80 msec) after-discharges をもって応答する性質を有することを表わしている。図2—A, C, D は上顎右側大臼歯の単独刺激の PSTH で

各 trial で得たニューロンの activity は殆ど等しいこと、図 2-B は上・下顎右側大白歯の同時刺激で得た PSTH で、その initial burst の高さが約 1/2 となっていることなどが知られよう。この事実は、S<sub>1</sub> のニューロンの或るものには三叉神経の第二枝、および第三枝の pulp afferent の収斂があること、ならびに、その afferent は互に抑制的働きをすることなど生理学的に重要な意義を示唆するが、詳細な説明は他の論文にゆずる。しかしこの種の図表を完成させるには、デジタル・レコーダーで印字後、一枚の作図に要する時間は約十時間以上であった。そこで、この手作業の部分を自動化する方法を熟考した。

まず、市販の XY レコーダーを用いる方法であるが、これは描画精度の点で採用できなかった。つぎに、電算機制御の作図機械を使用する方法であるが、身近かには東北大学大型電算機センター（以下センターと略称する）に drafter があった。種々検討した結果精度の点では問題はないが、遠隔地利用という難点があった。幸い、本学教養部に上記センター time sharing system (TSS) の端末機 (TSS terminal)<sup>9), 10)</sup> が設置されていたので、これを利用して drafter を駆動することとした。

ここで、第 1 に解決すべき点は CUSC 内のデータを端末機に入力する方法である。端末機にはキー・ボード (key board) 入力と紙テープ入力の二方式があるが、本実験で得られるデータの性質上、後者の入力方式を採用することとした。そこで、CUSC の出力コード (code) と端末機への入力コードを一致させ、PSTH データを端末機に入力可能とするため、CUSC からの出力をアスキー・コード (ASCII code) に変換し、両者間にパンチャー (puncher) およびコントローラー (controler) を持続した<sup>11)</sup>。紙テープ・フォーマット (format) はつぎの通りである。



すなわち、1 データ (1 channel の値) を 6 桁にし、その前後にスペース・コード SP をつけ、10 データごとに改行復帰コード ETX, CR をつけて端末機に入力し、同時にプリントするさい、データを他のデータと識別しやすいように工夫した。さらに、数字 0 ~ 9 をマニュアルでパンチするキー・ボードをパンチャーに取り付け、データに対するコメント (comment: 実験条件など) を明記できるようにした。これは作図の際、プログラムで判読し、実験条件、その他を自動的に PSTH の図上に描記させる配慮による。

端末機には上記の紙テープ・データ、それを処理するプログラム、および、センターにサービスを要求するコマンド (command) が入力される。このプログラムとコマンドについては後述する。

### 3 システム

作図処理に関する電算機的全システムを図 3 に示す。本学の端末機 (terminal typewriter)

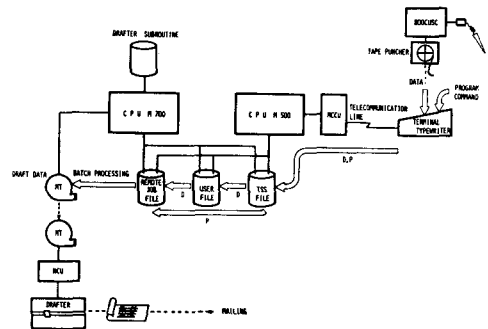


図 3 作図処理に関する電算機全システムのブロック図

TERMINAL TYPEWRITER : TSS 端末機, TELECOMMUNICATION LINE : TSS システムと端末機を結ぶ通信回線, MCCU : 多重通信制御装置, CPU M500, CPU M700 : 大型電算機, TSS FILE, USER FILE, REMOTE JOB FILE : おのおのの情報ファイルを示す, DRAFTER SUBROUTINE : 作図サブルーチン用ファイル, MT : 作図用磁気テープ, NCU : 作図数値制御装置, DRAFTER : 作図機械, 矢印はデータ (D) およびプログラム (P) などの流れを示す。点線は情報がハードウェア的に連結していないことを示す。端末機, ファイル, 磁気テープなどは慣用的な図解的記号法に従った。

とセンターの電算機は通信回線 (telecommunication line) で結ばれており、データ処理のための TSS 運用関係はセンターの電算機 M-500 が、作図実施のための drafter の運用関係は同電算機 M-700 が処理している。ここで一つの問題点は、drafter はセンター内で BATCH 処理<sup>12)</sup> により駆動されるため、端末機から直接 drafter を駆動できない点である。これは次のようにして解決した。すなわち、TSS で常用している TSS FILE にプログラムとデータを入れ、ついで、USER FILE にデータを入れる (後者は BATCH 処理を実行するうえで必要)。そして、端末機より BATCH コマンドを送り、プログラムとデータを REMOTE JOB FILE に入れ、BATCH 処理を依頼することである。この REMOTE JOB FILE と作図用に作られた DRAFTER SUBROUTINE<sup>13)</sup> を用いて、BATCH 処理で作図用磁気テープ (DRAFTER DATA MT)

を作る。さらに、磁気テープを数値制御装置 (NCU) にかけて作図を実行する。この作図結果は郵送により著者のもとへ届けられるようにした。

#### 4 プログラムおよび作図結果

端末機で使用できる言語はコンパイラ言語 FORTRAN-700 のみである<sup>14)</sup>。一方 drafter 用には多くの SUBROUTINE<sup>13)</sup> が作られており、直線、円弧、英・数字などを画く場合、それらの SUBROUTINE を呼び出し、パラメーターを指定して用いることができる。図4は作図処理の作業過程の流れ図 (flow chart) であり、それに従って、FORTRAN-700 で記述したプログラムの全文が表1である。しかし、この112ステップよりなる全文を詳細に解説すると論旨

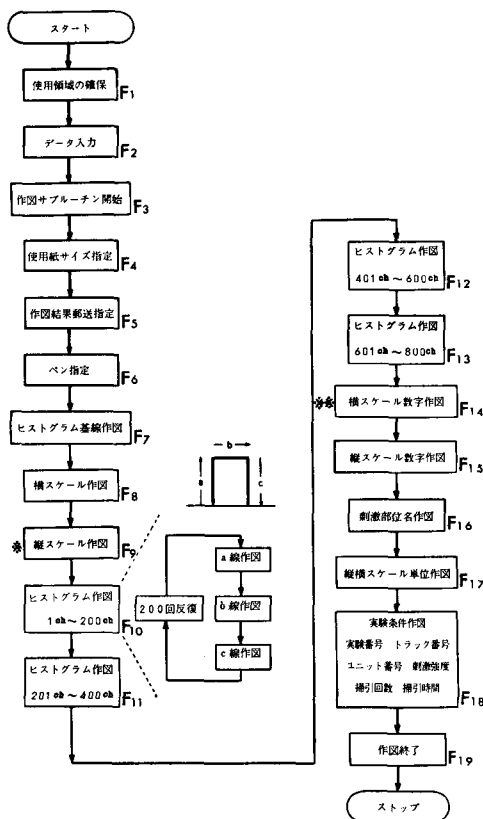


図4 : PSTH 作図のための流れ図 (その1)

ISN	LABEL	FORTRAN STATEMENT
0001		DIMENSION T(6),IS(800)
0002		READ(5,104) (T(I),I=1,6)
0003	104	FORMAT(2A2,A3,3A2)
0004		READ(5,100) (IS(I),I=1,800)
0005	100	FORMAT(10I7)
0006		CALL DRFSTR(1)
0007		CALL DRFMIL
0008		CALL SETPEN(1)
0009		CALL LINE1(50.,50.,250.,50.)
0010		CALL LINE1(50.,120.,250.,120.)
0011		CALL LINE1(50.,190.,250.,190.)
0012		CALL LINE1(50.,260.,250.,260.)
0038		DO 310 I=1,200
0039		A1=FLOAT(IS(I)+50)
0040		CALL LINE1(FLOAT(I+49),50.,FLOAT(I+49),A1)
0041		CALL LINE1(FLOAT(I+49),A1,FLOAT(I+50),A1)
0042		CALL LINE1(FLOAT(I+50),A1,FLOAT(I+50),50.)
0043	301	CONTINUE
0069		CALL ATYPE(50.,25.,7.,:0:,0.,1)
0070		CALL ATYPE(140.,25.,7.,:100:,0.,3)
0086		CALL ATYPE(25.,245.,7.,:60:,0.,2)
0087		CALL ATYPE(25.,315.,7.,:60:,0.,2)
0088		CALL ATYPE(200.,100.,7.,:URM:,0.,3)
0091		CALL ATYPE(200.,310.,7.,:URM:,0.,3)
0092		CALL ATYPE(110.,10.,7.,:TIME:,0.,4)
0097		CALL ATYPE(15.,239.,7.,:BIN:,90.,3)
0098		CALL ATYPE(50.,400.,7.,:CAT=:,0.,4)
0099		CALL ATYPE(50.,390.,7.,:T=:,0.,2)
0108		CALL ATYPE(64.,360.,7.,:T(5),0.,2)
0109		CALL ATYPE(64.,350.,7.,:T(6),0.,2)
0110		CALL DRFEND

図5 : プログラムの抜粋文 (その1) 流れ図(その1)との対応を分りやすくするため、表1の全文から主要点のみを抜粋したもの。

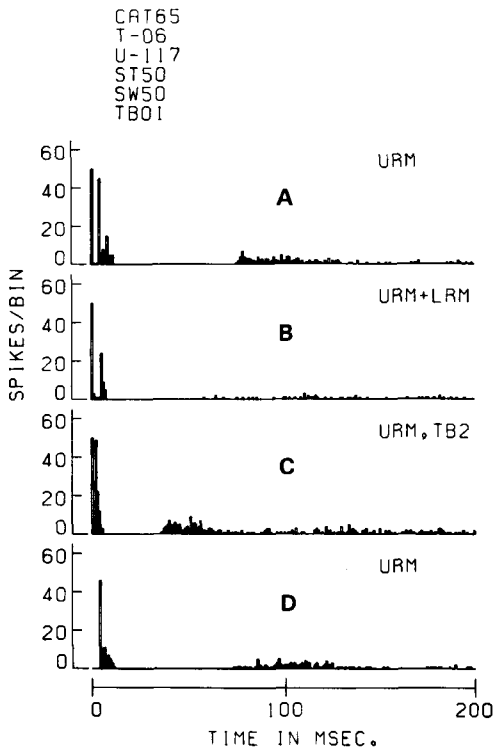


図6: drafterによるPSTH作図結果(その1)  
 図2と同一実験条件のもので、同一データを使用している。URM:上顎右側大白歯刺激, LRM:下顎右側大白歯刺激, CAT 65:ネコの番号, T:電極のトラック番号, U:ユニット番号, ST:刺激強度 50V, SW:掃引回数, TB:1 BIN当りの掃引時間, 縦軸:1 BIN当りのスパイク数, 横軸:掃引時間 (msec)。

が冗漫になるので、図5の如くその主要部分のみ呈示する。また、図6は drafter で作図を実行した結果であって、作図作業の進行がどのようにして行われるかを、図4・5・6の3図を対応せしめて、概略を説明する。

普通、電算機を用いて複雑な作業を行う場合、プログラミングを容易にする目的で、まず

処理内容を平明な言葉で書き、それに矢印をつけて順序づける。これが流れ図である。これを試行錯誤的に検討し最も能率的な処理過程を決める。ついで、この流れ図に従って電算機言語 (computer language) を用いプログラミングを行う。処理過程が複雑になるほど、この流れ図は有益となる。さて、流れ図とプログラムの対応を実例をもって述べる。

図4の流れ図のうち「データ入力」F<sub>2</sub>は図5のプログラムのステートメント ISN 0002-0005に対応しており、ISN 0002, 0003は特に実験データを読む部分である。ISN 0002 READ(5, 104) (T(1), I=1, 6)において、①項は読み込みに使用する機械が端末機テープ・リーダーであることを示す。②項は読み込む形式を指定する LABEL 番号を示す。これはつぎの ISN 0003 のことである。③項 T(1)は読んだ内容を記憶する領域名で、データ内容が実数型であることを示す。④項は領域が T(1), T(2) …… T(6) と区切られていることを示す。また、ISN 0003 104 FORMAT (2A2, A3, 3A2)はデータの読み込み型式を指定するステートメントであり、⑤項は T(1), T(2)の内容が1桁、⑥項は T(3)が3桁、⑦項は T(4), T(5), T(6)が2桁であることを示す。一般に流れ図の1ブロックは数個のプログラム・ステートメントに対応することが多く、ステートメントの各項の符号は電算機と約束された意味もっている。したがって、いま、図4の流れ図のブロック・タイトルを |A| 項に、図5のプログラム・ステートメント・ナンバー (ISN) を |B| 項に、ステートメントのもつ意味の注釈と図6との対応の説明を |C| 項に述べると以下の如くである。

A  項	B  項	C  項
○ 使用領域の確保 F <sub>1</sub>	0001	プログラムで使用する記憶領域の宣言
○ データ入力 F <sub>2</sub>	0002-0005	紙テープ・データ読み込み
○ 作図サブルーチン開始 F <sub>3</sub>	0006	CALL (……) は作図サブルーチンの呼び出し
○ 使用紙サイズ指定 F <sub>4</sub>		
○ 作図結果郵送指定 F <sub>5</sub>	0007	作図を依頼者へ郵送する要請

- ペン 指 定 F<sub>6</sub>      0008      ペンの色を指定する
- ヒストグラム基線作図 F<sub>7</sub>      0009-0012      PSTHの基線を作図する部分  
CALL LINE 1(X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>)は座標(X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>)と(X<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>)の2点を直線で結ぶ命令
- ヒストグラム作図  
1ch~200ch F<sub>10</sub>      0038-0043      図6Dの作図部分。1個の棒グラフを図4のF<sub>10</sub>の如く、  
a. b. cに分解し、それを200個分作図する。以下、F<sub>11</sub>,  
F<sub>12</sub>, F<sub>13</sub>も同じ
- 横スケール数字作図 F<sub>14</sub>      0069-0087      CALL ATYPE(……)は英・数字を作図する命令  
縦スケール数字作図 F<sub>15</sub>      文字の大きさ, 位置, 文字数, 角度などを指定できる
- 刺激部位名作図 F<sub>16</sub>      0088-0091      図6のURM, LRMなど刺激を与えた歯牙の部位を表わす。  
URMはUpper Right Molar Toothの略
- 縦横スケール単位作図 F<sub>17</sub>      0092-0097      図6のTIME IN MSEC や SPIKES/BINの作図
- 実験条件作図  
実験番号   トラック番号  
ユニット番号 刺激強度  
掃引回数   掃引時間 F<sub>18</sub>      0098-0109      図6の実験条件CAT65, T-06, U-117, ST-50, SW-50,  
TB01などの作図  
詳細は図6の註脚参照
- 作 図 終 了 F<sub>19</sub>      0110      作図終了の宣言

図6において、ABCの各PSTH最左端の1本の棒グラフの高さ50は応答パルスの数ではなく、計測加算回数(sweep回数)を表わしている。これはCUSCで任意にクリアすることも可能であり、同図Dはクリアして作図した状態である。この図一枚に要する drafter 作動時間は約7~10分である。

図2と図6を比較すると、表現量には本質的相異はないが、図6の長所をあげると、1)作図時間が非常に速い。2)スケール目盛, 単位, 実験条件などを自動的に記載できる。3)英・数字の形を規格化できる。4)描画精度が高い。などがある。短所は、図の線が細いため図表全体がやや不鮮明な印象を与えることである。

### 5 応用 (頻度振巾, 時間軸などの調節)

上述のプログラムはデータに何ら処理を加えないで、画一的な作図を行なったものである。しかし、単一ニューロンの activity の大小, または、PSTHの性質の相異により、データに種々の変換などを施して観察したい場合がある。つぎにその一例として、PSTHの縦軸伸展, 横軸(時間軸)短縮処理を行った事例について述べる。図7はその流れ図のうち特に図4と大きく異なる部分だけを明記したものである。つま

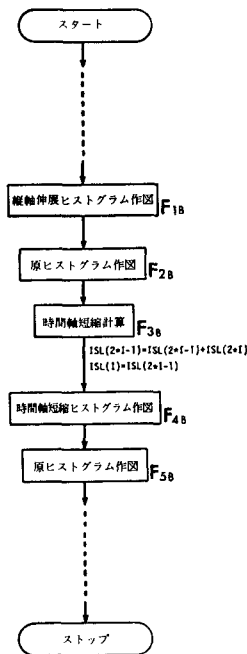


図7: PSTHの頻度振巾や時間軸を調節するための流れ図(その2)  
図4との主要な相異点のみを記載し、図4と区別しやすうにF<sub>1B</sub>よりF<sub>5B</sub>まで番号を付した。

り、同図の点線部は図4の $F_1 \sim F_9$ および $F_{14} \sim F_{19}$ に相当し、データ入力、基線作図、スケール単位作図などの処理は図4の\*印以前および\*\*印以後と共通であるため、その部分を省略することとする。従って、図7では頻度振巾と時間軸調節に直接関係する流れ図だけを $F_{1B}$ より $F_{5B}$ に表わした。表IIはそのプログラムの全文であるが、図8に流れ図の $F_{1B} \sim F_{5B}$ に相当するプログラム文の要点だけ抜粋し、図9に全文(その2)による作図結果を表わしている。前ページの記述法にならい、図7, 8, 9の三図を対応させて述べると以下のごとくである。ただし、流れ図 $F_{2B}$ と $F_{5B}$ は調節作図の結果を元のPSTHと比較するためのものであり、二度、重複するので最後にまとめて記載した。

```

ISN      LABEL FORTRAN STATEMENT
0001      DIMENSION IS(800),ISL(200),T(6)
0002      READ(5,111) (T(I),I=1,6)
0003      111  FORMAT(2A2,A3,3A2)
          |
0051      DO 200 I=1,200
0052      ISL(I)=IS(I)*2
0053      A1=FLOAT(ISL(I)+50)
0054      CALL LINE1(FLOAT(I+49),50.,FLOAT(I+49),A1)
0055      CALL LINE1(FLOAT(I+49),A1,FLOAT(I+50),A1)
0056      CALL LINE1(FLOAT(I+50),A1,FLOAT(I+50),50.)
0057      200  CONTINUE
          |
0059      DO 300 I=1,200
          |
0064      300  CONTINUE
          |
0065      DO 400 I=1,200
0066      ISL(I)=IS(I)
0067      400  CONTINUE
          |
0068      DO 500 I=1,100
0069      ISL(2*I-1)=ISL(2*I-1)+ISL(2*I)
0070      500  CONTINUE
          |
0071      DO 600 I=1,100
0072      ISL(I)=ISL(2*I-1)
0073      600  CONTINUE
          |
0074      CALL SETPEN(1)
0075      DO 700 I=1,100
0076      A3=FLOAT(ISL(I)+50)
0077      CALL LINE1(FLOAT(I+299),50.,FLOAT(I+299),A3)
0078      CALL LINE1(FLOAT(I+299),A3,FLOAT(I+300),A3)
0079      CALL LINE1(FLOAT(I+300),A3,FLOAT(I+300),50.)
0080      700  CONTINUE
          |
0082      DO 800 I=1,200
          |
0087      800  CONTINUE
          |
0130      CALL DRFEND
    
```

図8: PSTHの頻度振巾や時間軸を調節するためのプログラムの抜粋文(その2)  
表IIの主要点を抜粋したもの。

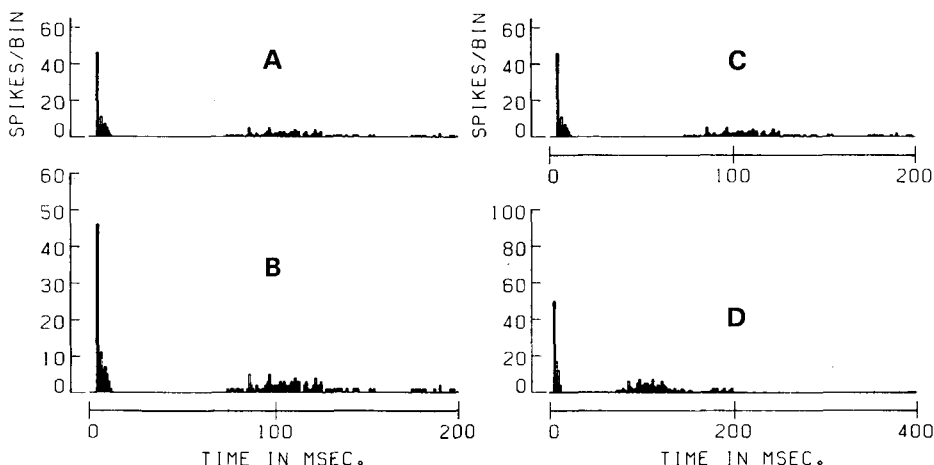


図9: drafterによるPSTH作図の結果(その2)

A, Bは時間軸はそのままにし、頻度振巾を調節した場合を表わす。BはAの縦軸を2倍に伸展したもので、放電パターンがより一層見やすくなった。  
C, Dは頻度振巾はそのままにし、時間軸のみを変えた場合を示す。DはCの横軸を1/2に縮小したものである。  
記録したユニット、および実験条件は他と総べて同じである。

	A  項	B  項	C  項
○	縦軸伸展ヒストグラム作図	F <sub>1B</sub> 0051-0057	
○	時間軸短縮計算	F <sub>3B</sub> 0065-0073	
○	時間軸短縮ヒストグラム作図	F <sub>4B</sub> 0074-0080	
○	原ヒストグラム作図	F <sub>2B</sub> 0059-0064 F <sub>5B</sub> 0082-0087	

ISL(1)=ISL(1)\*|2| が縦方向に 2 倍に伸展する計算であり、ここで□内の数値を任意に設定することにより、PSTH の振巾を任意に設定できる

ISL(2\*I-1)=ISL(2\*I-1)+ISL(2\*I) は PSTH の奇数番チャンネルの値につきの偶数番チャンネルの値を加える計算、ISL(1)=ISL(2\*I-1) は上で計算した奇数番チャンネルの値を番号順につめて並べる計算

F<sub>3B</sub> 時間軸短縮計算の結果の作図部分  
図 9 の D

データに何ら処理を加えない PSTH の作図  
図 9 の A と C

以上は応用の一例に過ぎないが、ほかに、FORTRAN-700 で記述できる処理はすべて可能である。

## 6 drafter の主な仕様

drafter に関する仕様のうち、その主な点のみを以下に述べる。

- 1) ベン速度…軸方向最大 19200mm/min
- 2) 紙サイズ…最大縦 1189mm × 横 820mm  
(約 A 0 版)
- 3) 精度 …
 

}	プログラム命令の最小単位	0.02mm
	処理における総合精度	± 0.075mm
- 4) ペン …ボールペン、線巾 0.3mm  
色は、赤青緑黒の 4 色

## 7 考 察

電算機制御による drafter を用いた実験データの自動的描画を実現する過程において、種々の問題点があったが、それは主につぎの二点に起因する。一つは、動物実験室、端末機、センターがおのおの離れた場所にあるという点、一つは、端末機と drafter の間に BATCH 処理が介入するという点であった。そのため、マシン間の情報媒体の問題、情報の一時的ストアの問題などが生じた。これらの問題は解決され、目的は達せられたが、マン・マシンシステムとしては、改良の余地が十分あると思われる。以下にそれらとも関連したいくつかの点を考察する。

drafter による作図結果はトレーシング・ペーパーにボールペンで画いたもので、手書きに比べて線が細い。drafter による BATCH 処理の前にオペレーターが、他の太いペンに交換できるが、プログラム上では一定のボールペンしか指定できない。学会用スライドなどのために、精度を少し犠牲にしても、もう少し太く demonstrable なペンが望まれる。

つぎに CUSC と端末機の情報媒体には、データの性質上紙テープを使用したのが、これは、入力、出力ともメカニカルなものであり、信頼性、耐久性、保存性の点に問題がある。今後は、小型ディスクパック<sup>15)</sup>などの使用を考える必要がある。

本論文の 2 つの作図例において、一方は 800 個のデータ (図 6)、他方は 200 個のデータ (図 9) を使用して作図しているが、大量のデータを一度に作図処理できれば能率的である。しかし、これは一回に使用できる紙サイズにより制限される。つまり、一つのプログラムで使用できる drafter 紙サイズは決っており、それ以上の範囲に作図する場合は、プログラムを異なる JOB として、オペレーターが紙を移動した後、再スタートしなければならない。これもプログラム上で自動的に操作できることが望まれる。

本システムによる処理時間に関しては、作図データを端末機に入力し、システムに BATCH 処理を依頼するまでは即時に実行され、センターで BATCH 処理をして、作図を行い、さらに郵送で依頼者に届くまでは約三日を要する。従って、一度プログラムをシステムに登録しておけ



ば、端末デスク室へデータを依頼するだけで、作図に費やす時間を、他の研究業務に当てることのできる。また、電算機使用料は、人手で行った場合の人件費に比べて約三十分の一である。

我々は今後、精度も高く、かつ実験条件なども記入されたデータの作図を実験中に観察できるシステムや、図の立体的表現などのプログラム化を考慮中である。

### 8 結 論

東北大学大型電子計算機センターに所属する本学の time sharing system (TSS) を利用し、生理学実験データ（ネコの皮質単一細胞の歯髄応答インパルス系列、特に PSTH）の作図処理を簡易に行う方法を実施、検討した。その結果作図に要する時間は、人手の約数十分の一に短縮され、同時にデータに付随する情報も自動的

に記載できた。さらに、プログラム操作により頻度振巾、時間軸調節など種々のデータ処理も可能になった。本プログラム利用は実験データの精確な記載法としてきわめて有用のものとする。

### 謝 辞

最後に、電算機システム利用に関して貴重なアドバイスを頂いた本学教養部数学教室 一戸孝七教授、ならびに端末機をオペレートして頂いたTSS端末デスク室、南野祐子、伊藤京子、岩清水きぬ子の諸氏に深謝する。

（本論文の要旨は、第9回東北生理学談話会（昭和51年10月23日）、および第2回岩手医科大学歯学会総会（昭和51年11月7日）の2回に分けて発表した。）

表1：プログラムの全文（その1）

MAIN PROG. : MAJNPG REV#: SOURCE PROGRAM LIST COMPILE DATE: 10/12/76(17:02\*07\*)  
 MODY\*024 FORTRAN 700 : 042 OPTIONS: NODBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR, SRC,NOOBJ,MAP,NOCRS,WRN,NOPCH

ISN	LABEL	FORTRAN STATEMENT	LINE#
0001		DIMENSION T(6),IS(800)	
0002		READ(5,104) (T(I),I=1,6)	
0003	104	FORMAT(2A2,A3,3A2)	
0004		READ(5,100) (IS(I),I=1,800)	
0005	100	FORMAT(10I7)	
0006		CALL DRFSTR(1)	
0007		CALL DRFMIL	
0008		CALL SETPEN(1)	
0009		CALL LINE1(50.,50.,250.,50.)	
0010		CALL LINE1(50.,120.,250.,120.)	
0011		CALL LINE1(50.,190.,250.,190.)	
0012		CALL LINE1(50.,260.,250.,260.)	
0013		CALL LINE1(50.,40.,250.,40.)	
0014		CALL LINE1(50.,35.,50.,45.)	
0015		CALL LINE1(150.,35.,150.,45.)	
0016		CALL LINE1(250.,35.,250.,45.)	
0017		CALL LINE1(40.,50.,40.,115.)	
0018		CALL LINE1(40.,120.,40.,185.)	
0019		CALL LINE1(40.,190.,40.,255.)	
0020		CALL LINE1(40.,260.,40.,325.)	
0021		CALL LINE1(40.,50.,48.,50.)	
0022		CALL LINE1(40.,120.,48.,120.)	
0023		CALL LINE1(40.,190.,48.,190.)	
0024		CALL LINE1(40.,260.,48.,260.)	
0025		CALL LINE1(40.,70.,45.,70.)	
0026		CALL LINE1(40.,140.,45.,140.)	
0027		CALL LINE1(40.,210.,45.,210.)	
0028		CALL LINE1(40.,280.,45.,280.)	
0029		CALL LINE1(40.,90.,45.,90.)	
0030		CALL LINE1(40.,160.,45.,160.)	
0031		CALL LINE1(40.,230.,45.,230.)	
0032		CALL LINE1(40.,300.,45.,300.)	
0033		CALL LINE1(40.,110.,45.,110.)	
0034		CALL LINE1(40.,180.,45.,180.)	
0035		CALL LINE1(40.,250.,45.,250.)	
0036		CALL LINE1(40.,320.,45.,320.)	

```

C
0037 CALL SETPEN(1)
0038 DO 310 I=1,200
0039 A1=FLOAT(15(I)+50)
0040 CALL LINE1(FLOAT(I+49),50.,FLOAT(I+49),A1)
0041 CALL LINE1(FLOAT(I+49),A1,FLOAT(I+50),A1)
0042 CALL LINE1(FLOAT(I+50),A1,FLOAT(I+50),50.)
0043 310 CONTINUE
0044 CALL SETPEN(1)
0045 DO 410 I=1,200
0046 K=I+200
0047 A2=FLOAT(15(K)+120)
0048 CALL LINE1(FLOAT(I+49),120.,FLOAT(I+49),A2)
0049 CALL LINE1(FLOAT(I+49),A2,FLOAT(I+50),A2)
0050 CALL LINE1(FLOAT(I+50),A2,FLOAT(I+50),120.)
0051 410 CONTINUE
0052 CALL SETPEN(1)
0053 DO 510 I=1,200
0054 K=I+400
0055 A3=FLOAT(15(K)+190)
0056 CALL LINE1(FLOAT(I+49),190.,FLOAT(I+49),A3)
0057 CALL LINE1(FLOAT(I+49),A3,FLOAT(I+50),A3)
0058 CALL LINE1(FLOAT(I+50),A3,FLOAT(I+50),190.)
0059 510 CONTINUE
0060 CALL SETPEN(1)
0061 DO 610 I=1,200
0062 K=I+600
0063 A4=FLOAT(15(K)+260)
0064 CALL LINE1(FLOAT(I+49),260.,FLOAT(I+49),A4)
0065 CALL LINE1(FLOAT(I+49),A4,FLOAT(I+50),A4)
0066 CALL LINE1(FLOAT(I+50),A4,FLOAT(I+50),260.)
0067 610 CONTINUE
0068 CALL SETPEN(1)
0069 CALL ATYPE(50.,25.,7.,:0:,0.,1)
0070 CALL ATYPE(140.,25.,7.,:100:,0.,3)
0071 CALL ATYPE(240.,25.,7.,:200:,0.,3)
0072 CALL ATYPE(32.,50.,7.,:0:,0.,1)
0073 CALL ATYPE(32.,120.,7.,:0:,0.,1)
0074 CALL ATYPE(32.,190.,7.,:0:,0.,1)
0075 CALL ATYPE(32.,260.,7.,:0:,0.,1)
0076 CALL ATYPE(25.,65.,7.,:20:,0.,2)
0077 CALL ATYPE(25.,135.,7.,:20:,0.,2)
0078 CALL ATYPE(25.,205.,7.,:20:,0.,2)
0079 CALL ATYPE(25.,275.,7.,:20:,0.,2)
0080 CALL ATYPE(25.,85.,7.,:40:,0.,2)
0081 CALL ATYPE(25.,155.,7.,:40:,0.,2)
0082 CALL ATYPE(25.,225.,7.,:40:,0.,2)
0083 CALL ATYPE(25.,295.,7.,:40:,0.,2)
0084 CALL ATYPE(25.,105.,7.,:60:,0.,2)
0085 CALL ATYPE(25.,175.,7.,:60:,0.,2)
0086 CALL ATYPE(25.,245.,7.,:60:,0.,2)
0087 CALL ATYPE(25.,315.,7.,:60:,0.,2)
0088 CALL ATYPE(200.,100.,7.,:URM:,0.,3)
0089 CALL ATYPE(200.,170.,7.,:URM,TH2:,0.,7)
0090 CALL ATYPE(200.,240.,7.,:URM+LRM:,0.,7)
0091 CALL ATYPE(200.,310.,7.,:URM:,0.,3)
0092 CALL ATYPE(110.,10.,7.,:TIME:,0.,4)
0093 CALL ATYPE(145.,10.,7.,:IN:,0.,2)
0094 CALL ATYPE(166.,10.,7.,:MSEC.,:0.,5)
0095 CALL DEGREE
0096 CALL ATYPE(15.,190.,7.,:SPIKES/:,90.,7)
0097 CALL ATYPE(15.,239.,7.,:RIN:,90.,3)
0098 CALL ATYPE(50.,400.,7.,:CAT=:,0.,4)
0099 CALL ATYPE(50.,390.,7.,:T=:,0.,2)
0100 CALL ATYPE(50.,380.,7.,:U=:,0.,2)
0101 CALL ATYPE(50.,370.,7.,:ST:,0.,2)
0102 CALL ATYPE(50.,360.,7.,:SW:,0.,2)
0103 CALL ATYPE(50.,350.,7.,:TB:,0.,2)
0104 CALL ATYPE(71.,400.,7.,:T(1),0.,2)
0105 CALL ATYPE(64.,390.,7.,:T(2),0.,2)
0106 CALL ATYPE(64.,380.,7.,:T(3),0.,3)
0107 CALL ATYPE(64.,370.,7.,:T(4),0.,2)
0108 CALL ATYPE(64.,360.,7.,:T(5),0.,2)
0109 CALL ATYPE(64.,350.,7.,:T(6),0.,2)
0110 CALL DRFEND
0111 STOP
0112 END

```

表 II : PSTHの振巾および時間軸調節を含むプログラムの全文 (その2)

MAIN PRG. : MAINPG REV# : SOURCE PROGRAM LIST COMPILÉ DATE: 10/12/76(15:30\*52")  
 MOD7\*\*024 FORTRAN 700 : 042 OPTIONS: NODBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR,SRC,NOOBJ,MAP,NOCRS,WRN,NOPCH

ISN	LABEL	FORTRAN STATEMENT	LINE#
0001		DIMENSION IS(800),ISL(200),T(6)	
0002		READ(5,111) (T(I),I=1,6)	
0003	111	FORMAT(2A2,A3,3A2)	
0004		READ(5,100) (IS(I),I=1,800)	
0005	100	FORMAT(10I7)	
0006		CALL DRFSTR(2)	
0007		CALL DRFMIL	
0008		CALL SETPEN(1)	
0009		CALL LINE1(50.,50.,250.,50.)	
0010		CALL LINE1(50.,190.,250.,190.)	
0011		CALL LINE1(300.,50.,500.,50.)	
0012		CALL LINE1(300.,190.,500.,190.)	
0013		CALL LINE1(50.,40.,250.,40.)	
0014		CALL LINE1(300.,40.,500.,40.)	
0015		CALL LINE1(300.,180.,500.,180.)	
0016		CALL LINE1(50.,35.,50.,45.)	
0017		CALL LINE1(150.,35.,150.,45.)	
0018		CALL LINE1(250.,35.,250.,45.)	
0019		CALL LINE1(300.,35.,300.,45.)	
0020		CALL LINE1(400.,35.,400.,45.)	
0021		CALL LINE1(500.,35.,500.,45.)	
0022		CALL LINE1(300.,175.,300.,185.)	
0023		CALL LINE1(400.,175.,400.,185.)	
0024		CALL LINE1(500.,175.,500.,185.)	
0025		CALL LINE1(40.,50.,40.,170.)	
0026		CALL LINE1(40.,50.,48.,50.)	
0027		CALL LINE1(40.,70.,45.,70.)	
0028		CALL LINE1(40.,90.,45.,90.)	
0029		CALL LINE1(40.,110.,45.,110.)	
0030		CALL LINE1(40.,130.,45.,130.)	
0031		CALL LINE1(40.,150.,45.,150.)	
0032		CALL LINE1(40.,170.,45.,170.)	
0033		CALL LINE1(40.,190.,40.,255.)	
0034		CALL LINE1(40.,190.,48.,190.)	
0035		CALL LINE1(40.,210.,45.,210.)	
0036		CALL LINE1(40.,230.,45.,230.)	
0037		CALL LINE1(40.,250.,45.,250.)	
0038		CALL LINE1(290.,50.,290.,150.)	
0039		CALL LINE1(290.,50.,298.,50.)	
0040		CALL LINE1(290.,70.,295.,70.)	
0041		CALL LINE1(290.,90.,295.,90.)	
0042		CALL LINE1(290.,110.,295.,110.)	
0043		CALL LINE1(290.,130.,295.,130.)	
0044		CALL LINE1(290.,150.,295.,150.)	
0045		CALL LINE1(290.,190.,290.,255.)	
0046		CALL LINE1(290.,190.,298.,190.)	
0047		CALL LINE1(290.,210.,295.,210.)	
0048		CALL LINE1(290.,230.,295.,230.)	
0049		CALL LINE1(290.,250.,295.,250.)	
0050		CALL SETPEN(1)	
0051		DO 200 I=1,200	
0052		ISL(I)=IS(I)*2	
0053		A1=FLOAT(ISL(I)+50)	
0054		CALL LINE1(FLOAT(I+49),50.,FLOAT(I+49),A1)	
0055		CALL LINE1(FLOAT(I+49),A1,FLOAT(I+50),A1)	
0056		CALL LINE1(FLOAT(I+50),A1,FLOAT(I+50),50.)	
0057	200	CONTINUE	
0058		CALL SETPEN(1)	
0059		DO 300 I=1,200	
0060		A2=FLOAT(IS(I)+190)	
0061		CALL LINE1(FLOAT(I+49),190.,FLOAT(I+49),A2)	
0062		CALL LINE1(FLOAT(I+49),A2,FLOAT(I+50),A2)	
0063		CALL LINE1(FLOAT(I+50),A2,FLOAT(I+50),190.)	
0064	300	CONTINUE	
0065		DO 400 I=1,200	
0066		ISL(I)=IS(I)	
0067	400	CONTINUE	
0068		DO 500 I=1,100	
0069		ISL(2*I-1)=ISL(2*I-1)+ISL(2*I)	
0070	500	CONTINUE	
0071		DO 600 I=1,100	
0072		ISL(I)=ISL(2*I-1)	

```

0073      600 CONTINUE
0074      CALL SETPEN(1)
0075      DO 700 I=1,100
0076          A3=FLOAT( ISL(I)+50)
0077      CALL LINE1(FLOAT(I+299),50.,FLOAT(I+299),A3)
0078      CALL LINE1(FLOAT(I+299),A3,FLOAT(I+300),A3)
0079      CALL LINE1(FLOAT(I+300),A3,FLOAT(I+300),50.)
0080      700 CONTINUE
0081      CALL SETPEN(1)
0082      DO 800 I=1,200
0083          A4=FLOAT( IS(I)+190)
0084      CALL LINE1(FLOAT(I+299),190.,FLOAT(I+299),A4)
0085      CALL LINE1(FLOAT(I+299),A4,FLOAT(I+300),A4)
0086      CALL LINE1(FLOAT(I+300),A4,FLOAT(I+300),190.)
0087      800 CONTINUE
0088      CALL DEGREE
0089      CALL SETPEN(1)
0090      CALL ATYPE(50.,25.,7.,:0:,0.,1)
0091      CALL ATYPE(140.,25.,7.,:100:,0.,3)
0092      CALL ATYPE(240.,25.,7.,:200:,0.,3)
0093      CALL ATYPE(300.,25.,7.,:0:,0.,1)
0094      CALL ATYPE(390.,25.,7.,:200:,0.,3)
0095      CALL ATYPE(490.,25.,7.,:400:,0.,3)
0096      CALL ATYPE(300.,165.,7.,:0:,0.,1)
0097      CALL ATYPE(390.,165.,7.,:100:,0.,3)
0098      CALL ATYPE(490.,165.,7.,:200:,0.,3)
0099      CALL ATYPE(32.,50.,7.,:0:,0.,1)
0100      CALL ATYPE(25.,65.,7.,:10:,0.,2)
0101      CALL ATYPE(25.,85.,7.,:20:,0.,2)
0102      CALL ATYPE(25.,105.,7.,:30:,0.,2)
0103      CALL ATYPE(25.,125.,7.,:40:,0.,2)
0104      CALL ATYPE(25.,145.,7.,:50:,0.,2)
0105      CALL ATYPE(25.,165.,7.,:60:,0.,2)
0106      CALL ATYPE(32.,190.,7.,:0:,0.,1)
0107      CALL ATYPE(25.,205.,7.,:20:,0.,2)
0108      CALL ATYPE(25.,225.,7.,:40:,0.,2)
0109      CALL ATYPE(25.,245.,7.,:60:,0.,2)
0110      CALL ATYPE(282.,50.,7.,:0:,0.,1)
0111      CALL ATYPE(275.,65.,7.,:20:,0.,2)
0112      CALL ATYPE(275.,85.,7.,:40:,0.,2)
0113      CALL ATYPE(275.,105.,7.,:60:,0.,2)
0114      CALL ATYPE(275.,125.,7.,:80:,0.,2)
0115      CALL ATYPE(268.,145.,7.,:100:,0.,3)
0116      CALL ATYPE(282.,190.,7.,:0:,0.,1)
0117      CALL ATYPE(275.,205.,7.,:20:,0.,2)
0118      CALL ATYPE(275.,225.,7.,:40:,0.,2)
0119      CALL ATYPE(275.,245.,7.,:60:,0.,2)
0120      CALL ATYPE(110.,10.,7.,:TIME:,0.,4)
0121      CALL ATYPE(145.,10.,7.,:IN:,0.,2)
0122      CALL ATYPE(166.,10.,7.,:MSEC.,:0.,5)
0123      CALL ATYPE(360.,10.,7.,:TIME:,0.,4)
0124      CALL ATYPE(395.,10.,7.,:IN:,0.,2)
0125      CALL ATYPE(416.,10.,7.,:MSEC.,:0.,5)
0126      CALL ATYPE(15.,190.,7.,:SPIKES/:,90.,7)
0127      CALL ATYPE(15.,239.,7.,:BIN:,90.,3)
0128      CALL ATYPE(265.,190.,7.,:SPIKES/:,90.,7)
0129      CALL ATYPE(265.,239.,7.,:BIN:,90.,3)
0130      CALL DRFEND
0131      STOP
0132      END

```

**Abstract** A brief program of the graphical management of the electrical activities in the nervous system has been prepared for the time sharing system(TSS) installed in Computer Center of Tohoku University. After the poststimulus time histograms(PSTH) of the cortical single unit responses to the tooth pulp stimulation were recorded by a universal statistic computer(TOSHIBA 800 CUSC, Type 34801M), the data inscribed with ASCII code were punched out by a tape puncher. The command, the program composed by FORTRAN-700 language and the data mentioned above were fed to the TSS terminal installed in Iwate Medical University. A numerical controlled drafter established in Center was operated through the telecommunication line by the TSS terminal. The subroutines provided in Center were also used for drafter drawing. It is confirmed that, by using this system, the automatic performance of the PSTH drawing was done accurately and promptly. The time and labor to accomplish the drawing work were extremely reduced in this system. Furthermore, it was reported that magnification of scale in either one of vertical or horizontal axis on the histogram was adjustable by means of reforming of the program and that there are much advantages claimed for this system for the effective representation of the PSTH.

## 参 考 文 献

- 1) 河野真久: 学習実験の計算機制御, 神研進歩 19: 1221-1236, 1975.
- 2) 桐谷滋: 音声科学における観測装置(発音動作の観測), 計測と制御 14: 765-773, 1975.
- 3) Gian, F. P., Frank, H. B., Yves, L and Eugenio, R. S.: Afferent inhibition at input to visual cortex of the cat. J. Neurophysiol. 32: 892-915, 1969.
- 4) 宇都宮敏男: 医用計算機, 医用電子と生体工学 10: 528-529, 1972.
- 5) 鈴木隆, 八幡文和, 平孝清, 松本範雄, 杉山ちか子: 歯髄刺激で誘発されるネコの前頭葉皮質単一ニューロンの応答, 歯基礎誌 17: 493, 1975.
- 6) 鈴木隆, 八幡文和, 平孝清, 松本範雄, 杉山ちか子: 歯痛の皮質投射の研究, 日本生理誌 38: 145-146, 1976.
- 7) 鈴木隆, 平孝清, 松本範雄: 歯髄性痛覚の中樞情報処理過程の研究, 岩医大歯誌 1: 176, 1976.
- 8) Darian-Smith, I., Isbister, J., Mok, H., and Yokota, T.: Somatic sensory cortical projection areas excited by tactile stimulation of the cat: a triple representation. J. Physiol. 182: 671-689, 1966.
- 9) James, T. M.: Design of real time computer system. 1st ed., Prentice-Hall Inc., U.S.A., 1967. 米沢滋訳 リアルタイム, 第14版, 日本経営出版会, 東京, 53-63, 1973.
- 10) 小川, 馬場: タイム. シェアリング. システム, 東北大学大型計算機センター, 1-17, 1970.
- 11) 平松啓二編: ミニコンの応用技法, 第一版, 産報, 東京, 91-106, 1972.
- 12) 東北大学大型計算機センター編: 東北大学MOD7 システムの利用法(その2: 技術編), 東北大学大型計算機センター広報, Vol. 5, No. 3, 38-46, 1972.
- 13) 東北大学大型計算機センター編: Drafter, 東北大学大型計算機センター講習会資料, 7001-1, 6-20, 1973.
- 14) 浦 昭二編: 電子計算機のプログラミング1, FORTRAN入門, 第2版, 培風館, 東京, 1973.
- 15) 情報処理学会編: 電子計算機ハンドブック, 第3版, オーム社, 東京, 6-22, 1968.