

データベース構築促進及び技術開発に関する報告書

健康の自己管理と病気予防データベースの構築

平成3年3月

財団法人 データベース振興センター

委託先 株式会社 コンピュータコンビニエンス



本報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて作成したものである。

序

データベースは、わが国の情報化の進展上、重要な役割を果たすものと期待されている。今後、データベースの普及により、わが国において健全な高度情報化社会の形成が期待される。さらに海外に対して提供可能なデータベースの整備は、国際的な情報化への貢献および自由な情報流通の確保の観点からも必要である。しかしながら、現在わが国で流通しているデータベースの中でわが国独自のものは3割にすぎないのが現状であり、わが国データベースサービスひいてはバランスある情報産業の健全な発展を図るためには、わが国独自のデータベースの構築およびデータベース関連技術の研究開発を強力に促進し、データベースの拡充を図る必要がある。

このような要請に応えるため、(財)データベース振興センターでは日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、データベースの構築および技術開発について民間企業、団体等に対して委託事業を実施している。委託事業の内容は、社会的、経済的、国際的に重要で、また地域および産業の発展の促進に寄与すると考えられているデータベースの構築とデータベース作成の効率化、流通の促進、利用の円滑化・容易化などに関係したソフトウェア技術・ハードウェア技術である。

本事業の推進に当たって、当財団に学識経験者の方々に構成されるデータベース構築・技術開発促進委員会(委員長 山梨学院大学教授 蓼沼良一氏)を設置している。

この「健康の自己管理と病気予防データベースの構築」は平成2年度のデータベースの構築促進および技術開発促進事業として、当財団が(株)コンピュータコンビニエンスに対して委託実施した課題の一つである。この成果が、データベースに興味をお持ちの方々や諸分野の皆様方のお役に立てば幸いである。

なお、平成2年度データベースの構築促進および技術開発促進事業で実施した課題は次表のとおりである。

平成3年3月

財団法人 データベース振興センター

平成2年度データベース構築促進・技術開発委託課題一覧

分野	課題名	委託先
社会	1 形態学的コメントを含む病理データベースのフィージビリティ調査	(株) イ・ビー・オー
	2 災害情報データベース支援環境の構築	(株) 防災都市計画研究所
	3 AV/MARCのための分類索引データベース構築	(株) ダイマティクスサービス
	4 気候情報データベースの構築	(株) エム・エス雪氷研究所
	5 健康の自己管理と病気予防データベースの構築	(株) コルビエ・テクノロジー・システム
	6 シルバーエイジの実態及び生活に必要な情報のデータベース構築のための調査研究	美崎高齢者福祉互助会 美崎生活館
	7 交通事故調査データのデータベース化に関する調査研究	(財) 日本自動車研究所
地域活性化 中小企業振興	8 アジア太平洋交流データベースの話題性の研究	(株) 西日本新聞社
	9 戦略商圈レベルに細分化した地域データと分析・提案手法を統合化した企画支援システムデータベースの構築	ハッシュット情報開発研究会 札幌凸版印刷 (株)
	10 ネットワーク化された地域情報データベースの有効なマネジメントについての調査研究	セントラル開発(株)情報図書館 RUKIT
	11 徳島市中小商業振興データベースの構築	(株) ニューメディア徳島
	12 九州地域の人材情報データベース構築	(財) 九州産業技術センター
海外	13 海外向け国内先端技術分野中堅企業情報英文データベース構築	コムライソフ・ナショナル(株)
	14 海外規格(ソ連邦国家規格)データベースの整備	日本電子計算 (株)
	15 政府開発援助(ODA)に関するデータベースの構築調査	(財) 日本国際協力システム
	16 専門用語データベースシステムの機能に関する調査研究	アイ・エヌ・エス (株)
	17 専門家データベース構築事業	(財) 海外貿易開発協会
技術	18 VAN用データベース管理システムの開発	ソフト (株)
	19 レコードマネジメント用辞書管理システムの開発研究	(株) オフィス総研
	20 建築CAD用拡張可能データベースのプロトタイプ作成	三菱電機(株)
	21 先進複合材料データベース・プロトタイプの作成	(財) 次世代金属・複合材料研究開発協会
	22 マイクロコンピュータのプログラマブル周辺デバイスのデータベース化	(社) 日本システムハウス協会
	23 書誌データベース用ダイナミック・シソーラスの可能性調査と実験	(株) 紀伊國屋書店

目 次

1. 研究・開発の目的と内容	1
1. 1 目的と概要	1
1. 2 実施体制	9
1. 3 実施内容	10
2. カオスアトラクトグラムプロセッサ (CAP: Chaos Attractogram Processor) の目的とシステム構成	18
2. 1 目的	18
2. 2 システム構成と機能	19
3. CAPによるデータ収集と分析	28
3. 1 データ収集の方法と対象	28
3. 2 分析方法	30
3. 3 分析結果とその考察	33
4. まとめと今後の展望	68
4. 1 まとめ	68
4. 2 今後の展望	70
5. あとがき (カオスによる健康・医療システムの展開)	72
【学会発表など】	75
【参考文献】	76

1. 研究開発の目的と内容

1. 1 目的と概要

医療や健康回復の本質は、「自分の健康を自分で管理する」ことにより「日常生活をリズムカルにすすめる」ことである。

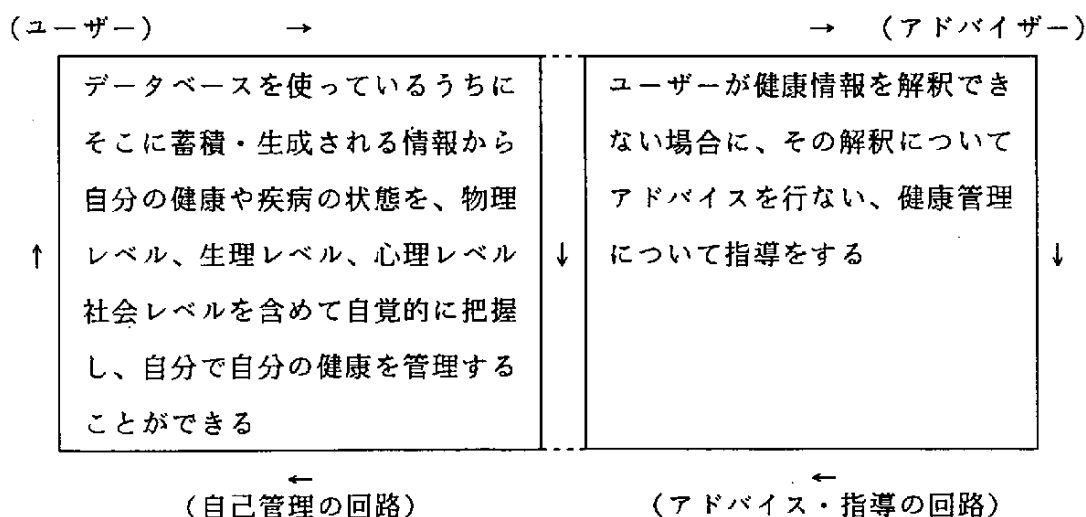
それにもかかわらず、現在の我が国の健康管理についての風潮および医療システムは、次第にこれから遊離し、逆に「自分の健康を他者にゆだねる」結果となっている。

そのため、不健康を指摘する医療従事者と、不健康を指摘された時のみ自分の健康を意識する患者との間にコミュニケーションギャップが生じ、健康管理の本来のあり方とかけ離れた状況を招来している、と言っても過言ではない。

しかしながら、急速な高齢化社会の到来、社会の様々な分野におけるストレスの増大等、これからの我が国の医療を取り巻く環境を考えると、再び「自分の健康は自分で管理する」という原点への回帰が必要とされている。

本事業において構築を目指すデータベースシステムは、このような医療の原点を踏まえて、ホロニックな健康観（Seven Seeds）をもとにして、自分（ユーザー）が自分の健康を管理することを支援するツールであり、基本的に次のコンセプトより成るものである。

表1-1 本データベースシステムの基本コンセプト



この基本コンセプトにもとづいて、我々は従来より「健康の自己管理モデル」（図1-1）を提唱してきた。

「健康」はそもそも主観的なものであり、それを維持してゆくためには、自分の健康は自分で管理するという「健康の自己管理」が基本になる。

ここで問題になるのは健康の捉え方である。我々は「健康の自己管理モデル」の中で健康を「層状構造」として表現した。

現代の医療は、この中でも特に検査データの判定に力を注いでおり、健康を全体として捉える視点や方法に乏しい。

この「健康の自己管理モデル」と「健康の層状構造」を誰でも使えるシステムとして具体化しようとするプロセスで、心電図や体温や血圧などの生理現象と、言語化できない心理現象に表われる体のリズムに着目して分析を進めているうちに、指の脈波から取り出した「カオス」が心身の全体的な健康状態を示していることを発見し、これを「カオスアトラクター（カオス図）」としてコンピュータ上で目に見える形で表わすことに成功した。

「カオス」は普遍的な現象であり、現在さまざまなシステムで見出されているが、生体でのカオスの意義についてはまだ十分な研究がなされていない。臨床的な目的で人体から生体に特有のカオスを取り出して構造を明らかにし、カオスであることの検証を行ったのは、我々が世界で初めてである。

我々はこの「カオス」を比較的容易に取り出し、解析する装置とソフトウェアを開発し、これをCAP（カオスアトラクトグラムプロセッサ）と名付けた。

指先から得たカオスアトラクターは、人に共通の基本構造の上に個人特有の構造を持ち、さらに心身の状態や病気によって変化する。一般的には心理や生理状態が不安定になったり病気になると、形が単純化し大きさが小さくなる。またリズムが機械的、周期的になる。

一方、心拍から得たカオスアトラクターは、心疾患があれば変化するが、心理状態や心機能以外の生理状態は反映しがたい。

すなわち、手指は自体は「部分」であるが、心身の全体機能を反映し得る「全体」である。そして、「全体」は部分の集合ではなく、「部分」は全体がうまく機能することでその機能を発揮する。

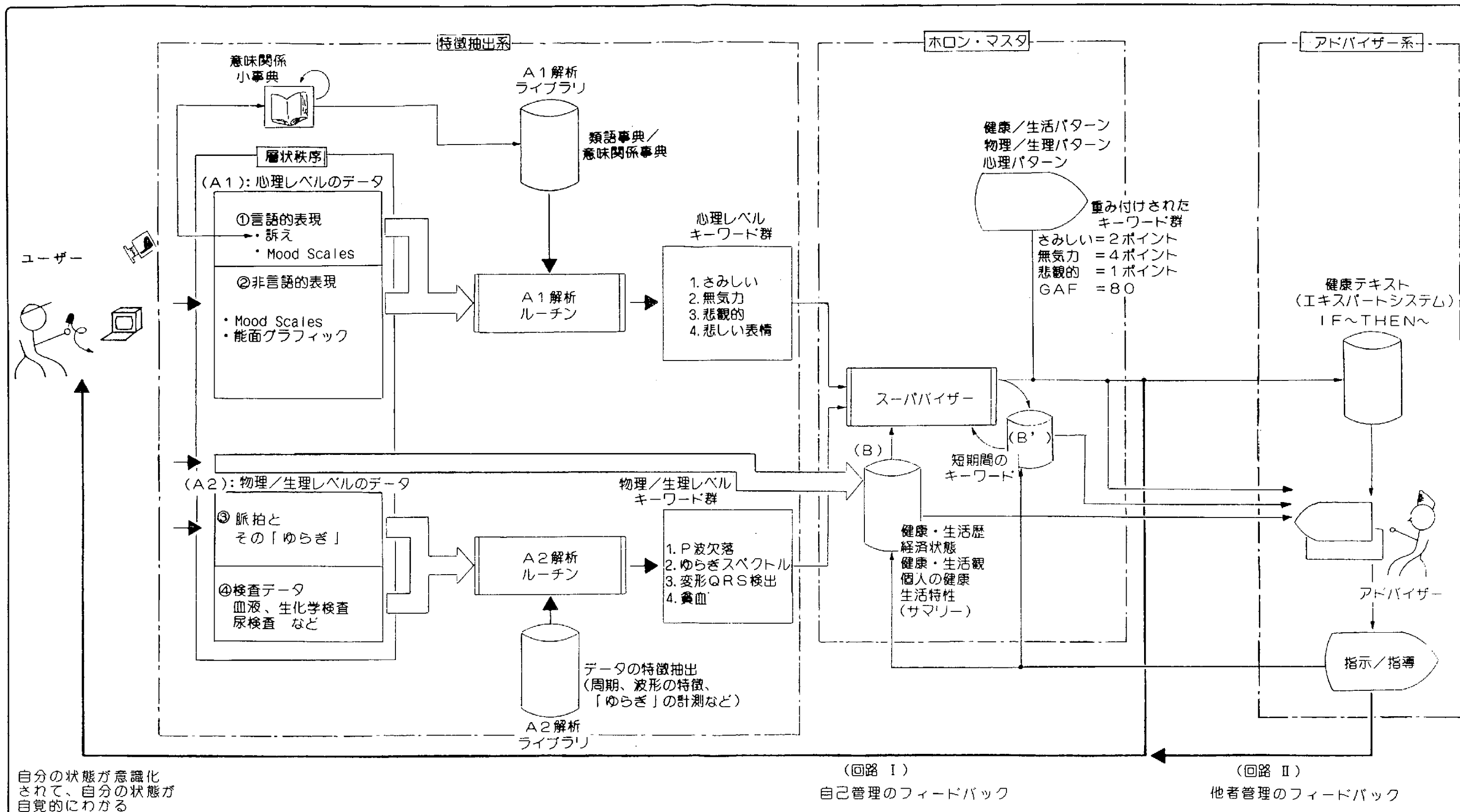


図1-1 健康の自己管理モデル

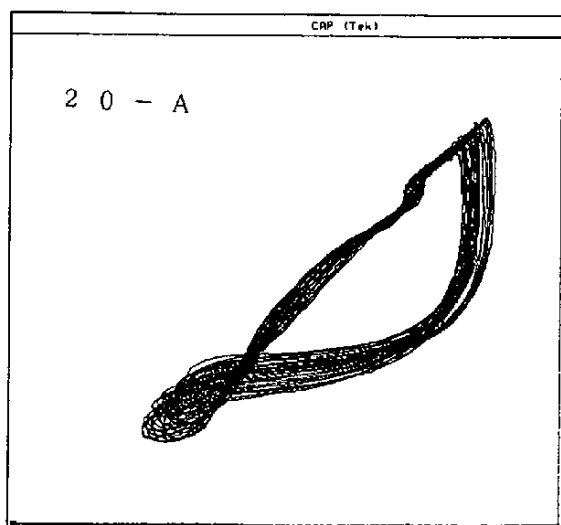
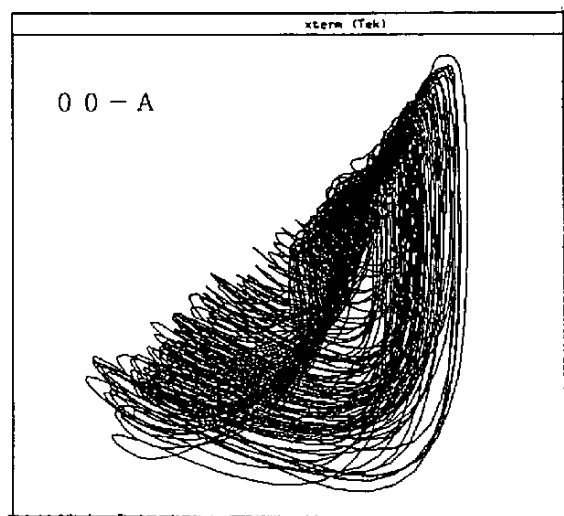


図1-2 指先から取り出した「カオスアトラクター」
(左は健常者、右は老人性痴呆の人)

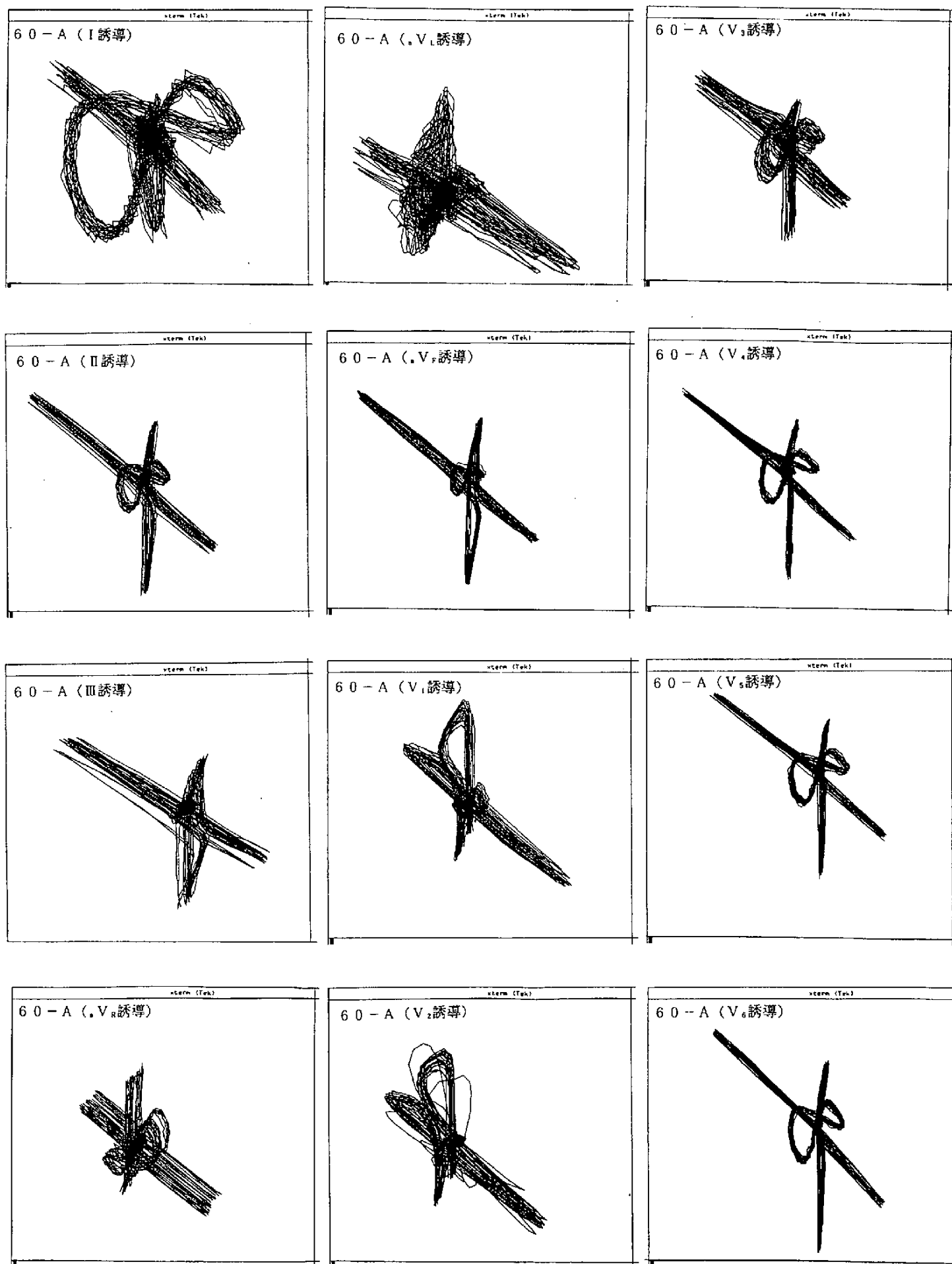


図1-3 心電図から取り出した「カオスアトラクター」

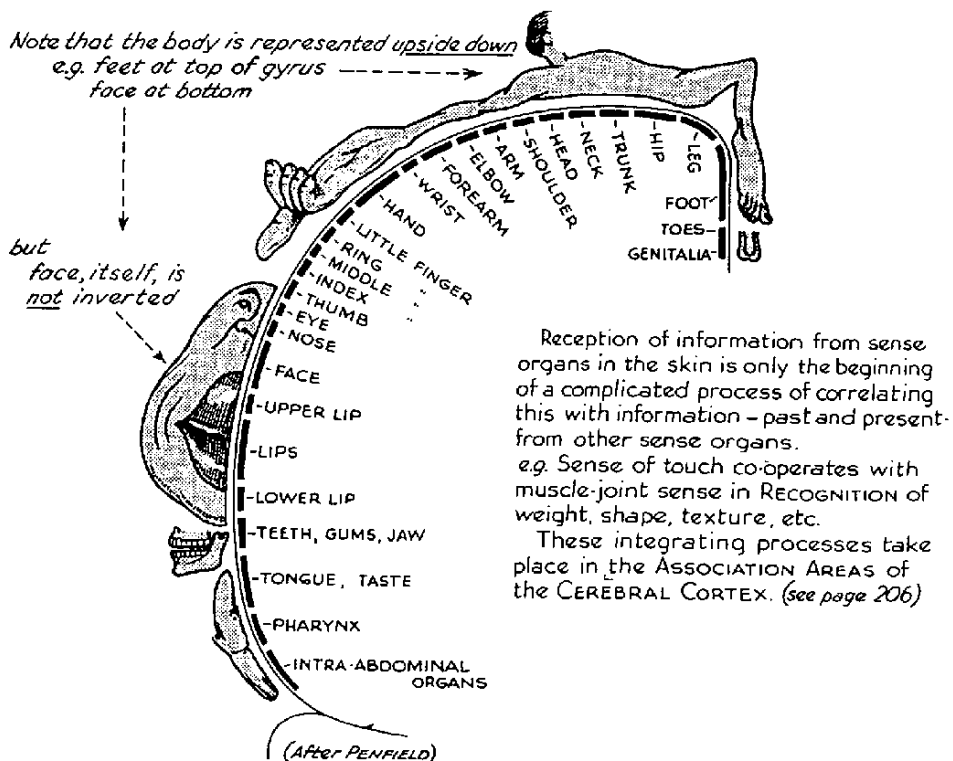
指先には、多数の毛細血管と自律神経が集中し、その働きは、脳の働きと密接な関係を持っているので、意識にのぼらない心理や生理現象をここで見る事が出来る。

従来から医療の分野では、指先は「第2の脳」と言われており、指の機能や構造が脳の機能や構造と並行して進化していることが知られている。また、人の発達過程を見ると、手を動かすことによって自我が形成される。

交通事故や脳出血などで脳が傷ついた場合に、指先を動かすことからリハビリを始めるのもこのことと関係がある。このことは、指の感覚や運動が大腦に占める面積の大きさを見れば理解できる。

SENSORY CORTEX

The 3rd Sensory Neurones (conveying information from the opposite side of the body) synapse with cells in the POST-CENTRAL GYRUS of the PARIETAL LOBE of the CEREBRAL CORTEX. The exact points on this Gyrus at which impulses coming from the different regions of the skin surface terminate are indicated on this coronal view of the Gyrus



Note the relatively large area devoted to FACE (especially lips) and to HAND (especially thumb and index finger) while trunk representation is very small.

図 1 - 4 脳の感覚野に占める身体各部分

MOTOR CORTEX

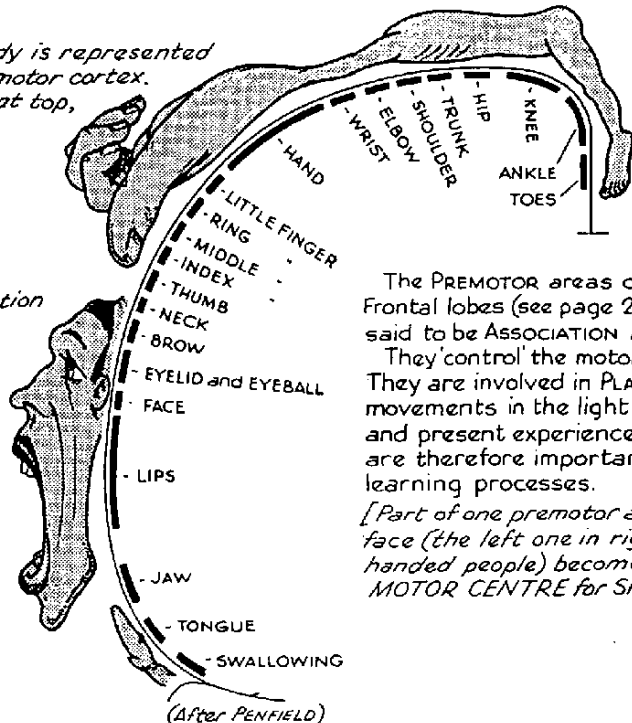
The MOTOR NERVE CELLS which send out impulses to initiate VOLUNTARY MOVEMENT of SKELETAL MUSCLES lie in the PRE-CENTRAL GYRUS of each FRONTAL LOBE in the CEREBRAL CORTEX.

One cerebral hemisphere controls the muscles on the opposite side of the body.

The exact point in the GYRUS where neurones controlling any one part of the body are situated is indicated in this coronal view of the Gyrus.

Note that the body is represented upside down on motor cortex. e.g. feet and legs at top, face at bottom.

Facial representation is probably bilateral and is not, itself, inverted



The PREMOTOR areas of the Frontal lobes (see page 206) are said to be ASSOCIATION AREAS. They control the motor areas. They are involved in PLANNING movements in the light of past and present experience. They are therefore important in learning processes.

[Part of one premotor area for face (the left one in right-handed people) becomes the MOTOR CENTRE for SPEECH.]

Note the large area of the Motor Cortex (and therefore the very large number of neurones) devoted to control of voluntary movements of the HANDS. This enables them to perform complicated movements and to acquire highly intricate skills: similarly with muscles involved in ARTICULATION.

図1-5 脳の運動野に占める身体の各部分

研究・開発にあたっては、臨床経験を有する医師、ナース、物理学者、コンピュータのSEなどでチームを作ったが、これらの異分野で学際的な専門家の集まりがなければこのような成果は出なかったと考えられる。

本研究・開発で開発したシステムでは、測定器に指先を短時間当てるだけで脈波を取り出し、コンピュータで瞬時に解析して心身の状態やストレスの度合いなどを目に見える図形（カオスアトラクター）として表示することが出来る。

これによって心身の健康状態を客観的に把握することが出来、医療の現場で治療やリハビリテーションに広く貢献できると考えられる。

このシステムを使って個人のデータを定期的に収集、蓄積してゆけば、たとえば痴呆やストレスなどの症状が出現する前にそれを知り、予防や早期治療などに役立てることが出来るであろう。

カオスについての理論データやモデルについては沢山の参考文献があり、その中で臨床データを機械的に解析する方法もいくつか提案されている。しかしながら、それらは技術的方法論に問題があり、我々の臨床目的に合うものではないので、そこを研究・開発して実用化を実現した。

本システムは従来の医療機器、たとえば、電子体温計、電子血圧計等と異なり、その人が持つ脳の情報処理機能の一部を見ることになるので、プライバシー保護には十分留意する必要がある。

従って、今後は責任ある医療者を中心とする、学際的なチームによる「メンタルマネジメントデータベース」としての運用を考える必要があろう。

このようなアプローチが、これからの高齢化社会、ストレス社会で問題となる「心と体の健康」を守ることになるものとする。

1. 2 実施体制

本調査・研究においては、以下のメンバーによる委員会を設置し、国立肥前療養所をはじめとする複数の医療機関の協力を得て、上記目的に沿った調査・研究活動を実施した。

(委員長)	田原 孝	国立肥前療養所 医療情報室長・医師
(委員)	津田一郎	九州工業大学 情報工学部知能情報工学科 助教授
	内村英幸	国立肥前療養所 所長・医師
	清岡佳子	国立療養所・福岡東病院附属看護学校 教育主事
	野藤泰昇	株式会社コンピュータコンビニエンス 代表取締役
	岩永浩明	株式会社コンピュータコンビニエンス 技術課長
(事務局)	大崎博治	株式会社コンピュータコンビニエンス システム課
	藤田吉宣	株式会社コンピュータコンビニエンス システム課
	峯苔和実	株式会社コンピュータコンビニエンス 技術課
	村上香緒里	株式会社コンピュータコンビニエンス

1. 3 実施内容

先述の目的に沿って下記のとおり委員会（作業委員会を含む）を開催した。また、これと並行して機器の開発、プログラム作業、データ収集・分析等を進めるためのワーキンググループを編成し、作業を行なった。

(1) 第1回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年7月17日（火）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 事務局より、一昨年度、昨年度に引続き、D P C 殿より事業委託をいただくことになった旨報告し、委員会ならびにワーキンググループ（WG）を構成して指導をいただきたい旨のお願いをして了承を得た。

2) 今年度の研究開発では、昨年度までに実績を得た「脈波データによる心身状態分析データベース」（Chaos Attractogram Processor: CAP キャップ）を中心に「健康の自己管理と病気の発症を予防するデータベース」を構築、試用することになり、そのための具体的作業を確認した。

3) 岩永委員より、D P C 殿との委託契約締結後すでに必要な機器を使用して行なっているデータ収集、分析について報告した。

4) カオスアトラクターの特徴抽出と指標を決定するために、一定の期間岩永委員が九州工業大学に詰め、津田委員の指導を得ることになった。

(2) 第2回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年7月20日（金）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 岩永委員より、九州工業大学に詰めて行なっている作業について報告があり、その内容を分析、検討した。

その結果、これまで収集したデータが生体のカオスであることを確認した。また、これが高齢化社会への対応をも含んだ「健康の自己管理と病気予防データベース」の有効なデータであることが確実となった。

- 2) 研究内容の一部を Nature へ投稿するとともに、森田療法学会で報告することにした。
- 3) 本件に関して特許の取得が可能かどうかを検討することにした。
- 4) 早急に全体会議を開催することを決定した。

(3) 第3回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年8月9日（木）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

- 内 容： 1) 津田委員の指導により、収集した脈波データがカオスであるかどうかの検証を、さらに精度を上げて行なった。
- 2) 収集データのカオスをカオスアトラクターとして表示するプログラムを作成し、収集データの一部に適用し、表示した。
- 3) 上記の過程で、心身の状態によって λ_1 、 λ_2 の値が変化することが判明した。
- これによって、本システムが心身の状態を的確に把握するツールとなりうることの確信を得た。

(4) 第4回委員会（全体委員会）

日 時：平成2年9月4日（火）

場 所：博多シティホテル

- 内 容： 1) 今年度DPC殿に申請した実施計画書の再確認を行なうとともに、これまでワーキンググループ（WG）で実施してきた作業の内容について、各委員より報告した。
- 2) データ収集方法の確認を行なった。
- 3) 機器のポータブル化について議論と確認を行なった。
- 4) Nature 論文の主旨を中心に、これまでの作業で明らかになった本システムの特徴について確認と検討を行なった。
- その中で、本システムが痴呆に関するデータ収集ツールとしても有効性が期待されるとの見解が述べられた。
- 5) 上記の各作業に関する当面のスケジュールを検討した。

(5) 第5回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年9月17日（月）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 健康な新生児から老人までの発達過程を見るための第一段階として、
幼児の脈波データを収集した。

2) Erol Basar (Ed.) : Chaos in Brain Function の記述内容について
検討した。

(6) 第6回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年9月29日（土）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 津田委員、岩永委員より、これまでに収集・蓄積しているデータにつ
いて、カオスアトラクターの特徴の1つである The Largest Lyapu-
nov 数（リアプノフ数）の計算結果について報告した。

2) 心電図データのリアプノフ数を計算するためのプログラムロジックに
ついて検討した。

(7) 第7回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年10月8日（月）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 健康の自己管理と病気予防に関する基本的な考え方と、本課題の実施
においてこれまで得られた結果について、議論と整理を行なった。

2) 本課題の実施において開発した装置及びシステムのレビューを行ない、
特許出願について基本的な考えをまとめた。

3) 開発したシステム（装置）の使用方法について、プライバシー保護の
観点をまじえて議論した。

4) カオス度を測定するリアプノフ数（ λ ）について議論を行なった。

(8) 第8回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年10月16日（火）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) すでに収集したデータのカオス度を測るためのリアプノフ数計算の内容
および結果についてレビューと分析を行なった。
2) 分裂病、神経症、重症心身障害、痴呆老人、心臓疾患、子供のデータ
を追加収集するための計画を立案した。

(9) 第9回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年11月1日（木）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) データ収集・解析の中間結果を確認し、追加収集および解析スケジ
ュールを立案した。
2) データセンシングシステムのポータブル化について検討した。
3) システムの商品化について議論と確認を行なった。
4) システムの運用について議論と確認を行なった。

(10) 第10回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年11月10日（土）

場 所：九州工業大学

内 容： 1) 追加データの収集・解析について内容とスケジュールを確認し、議論
を行なった。
2) 新しく開発する脈波センシングシステムについて議論と確認を行なっ
た。

(11) 第11回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年11月22日（木）

場 所：徳洲会病院、株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：循環器疾患患者の脈波を測定し、データを蓄積した。

(12)第12回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年12月1日（土）

場 所：徳洲会病院、株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：新生児および循環器疾患患者の脈波を測定し、データを蓄積した。

(13)第13回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年12月3日（月）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：国立肥前療養所で11月26日、27日に収集・蓄積した脈波データならびに
徳洲会病院で11月22日、12月1日に収集・蓄積した脈波データを分析し、
データ特性について検討した。

(14)第14回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年12月4日（火）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：国立肥前療養所で11月26日、27日に収集・蓄積した脈波データならびに
徳洲会病院で11月22日、12月1日に収集・蓄積した脈波データを分析し、
データ特性について検討した。

(15)第15回委員会（全体委員会）

日 時：平成2年12月15日（土）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 本システムを商品化するための前提となる論文投稿、学会発表について、報告と議論を行なった。
2) 特許出願に関して報告した。
3) 指先の脈波から得たカオスと心電計（心臓）から得たカオスについて報告と議論を行なった。
4) カオス度を測定するリアプノフ数計算について報告と議論を行なった。
5) これまで収集したデータから46例を取り出し、カオスアトラクターに図番号を付けて比較し、リアプノフ数を検討して議論を行なった。
6) フィールドでの試用を含めた今後の計画について検討した。

(16)第16回委員会（作業委員会）

日 時：平成2年12月27日（木）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 追加開発中の脈波データセンシングシステムについて、(株)ファイトのスタッフにアドバイザーとして参加していただき、機能の検討を行った。

(17)第17回委員会（作業委員会）

日 時：平成3年1月18日（金）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) これまでのデータ収集・分析およびフィールドでの試用から、「生体恒常性」と健康との結び付きに関する概念を変えるべきであるとの結論を得た。

そして我々のアプローチが、健康のセルフケア、セルフヘルプのための効果的なツールであるとの結論を得た。

2) アトラクターのトポロジーについて、次の様な意味付けを行なった。

- ① 健康な人はアトラクターが巻いている。
- ② 健康でなくても、意識が集中していれば巻くかねじれている。
- ③ 疲労すると巻きやねじれがなくなる。
- ④ 病気の人々のトポロジーは、4種類ぐらいのパターンを示す。
- ⑤ 子供については単純で無構造に近い。

3) 本システムを「メンタルマネジメントデータベース」として事業化するための議論を行なった。

4) これまでのデータに関して、リアプノフ数、カオスアトラクター、ポアンカレセクションを整理することにした。

(18)第18回委員会（作業委員会）

日 時：平成3年1月19日（土）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容： 1) 以下の作業を緊急に行なうことにした。

- ① リアプノフ数、ポアンカレセクションの物理的定義

- ② カオスアトラクターと診断の関係付け
 - ③ これまで収集し分析したデータの整理
 - ④ 新しいセンシングシステムのチェック、完成
- 2) 報告書原稿執筆分担を決定した。

(19)第19回委員会（作業委員会）

日 時：平成3年2月1日（金）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：今年度の研究・開発内容についてレビューを行なった。

(20)第20回委員会（作業委員会）

日 時：平成3年2月2日（土）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：1) 新しく開発した脈波センシングシステムについて、機能を検証した。

① これについて、検証と議論を行なった結果、従来のセンシングシステムで採れたデータと波形が異なっているが、それは当然であり、カオスも抽出できているとの結論を得た。

② この差異を前提として今後の商品化を考えると、量産化しやすい新開発システムに性能のよいセンサーを付けたものを我々の標準とすべきであるとの結論に達した。

③ このためにシステムの改良とデータの蓄積、解析をさらに進めることにした。

2) 報告書内容について具体的に議論した。

(21)第21回委員会（作業委員会）

日 時：平成3年2月16日（土）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：データベース蓄積済みのデータ提供者の健康状態、症状とカオスアトラクター、リアプノフ数、ポアンカレセクションとを比較・分析して、とりまとめを行なった。

(22)第 2 2 回委員会（作業委員会）

日 時：平成 3 年 2 月 2 5 日（月）

場 所：株式会社コンピュータコンビニエンス

内 容：報告書原稿について議論し、とりまとめを行なった。

2. カオスアトラクトグラムプロセッサ (CAP: Chaos Attractogram Processor) の目的とシステム構成

2. 1 目 的

エレクトロニクス技術の進展により、脳波や心電等の電氣的な計測結果に基づいて心身状態の診断がなされている。

ところが、現在は脳波図や心電図等、図形化された結果を医師が観察して診断を下すことが行われているだけであり、このデータに内包された秩序にまで逆上って診断を下すという事は行なわれていない。

本システムは、指先（指尖部）から収集した脈波データをEWS（エンジニアリングワークステーション）に取り込んで、それを解析した結果の図形（カオスアトラクター）と、リアプノフ数とよばれる軌道不安定性を示す数値の両方から心身状態を把握しようとするものである。

カオスとは、秩序ある統合体であるコスモスと対比して使われる混沌、反秩序とは異なり、コスモスをも含みうる統合体を意味するものであり、規則や法則性があり、数学的、物理学的に明確に定義された概念であり、法則自体が因果律に従っているにもかかわらず、結果の将来の予測が確率では捉えられない不確定になる現象である。

すなわち、決定論的であるにもかかわらず、実際には僅かな誤差が、非線形的な影響下で増幅されて予測不可能になる現象であり、決定論的に生成されるランダムネスがカオスである。

したがって、カオスは、予測可能性には基本的限界があることを示すと共に、従来確率的にしか捉えられないとされていたかなりの現象が、秩序構造体を導出できるという意味で予測可能であることを示している。

また、カオスの挙動を特徴づけるトポロジーをカオスアトラクターといい、カオスを生成したシステムの挙動が収束する数学的構造体である。

本システムを一般の健康な人、心疾患を持つ人、精神に障害のある人、発達過程にある子供等、約 70人に適用して指尖部から収集したデータを解析した結果、これらのデータが上記に定義されたカオスであり、カオスアトラクターとリアプノフ数の計算結果

とが、それらの人々の脳内情報処理に密接に関係していることを発見、確認した。

指尖部から採取した脈波データが脳内情報処理を通して体や心の状態を敏感に反映しているのは、次の理由によるものと考えられる。

- ① 指尖部には、毛細血管と自律神経とが集中している。
- ② 手は第2の脳といわれ、発生学的に見ると脳の発達と手の発達とが同時進行的に行われている。
- ③ 脳の体性感覚野、運動野に占める手の面積の割合が非常に大きい。

2. 2 システム構成

本システムは次の装置とソフトウェアによって構成されている。(図2-1)

- (1) 脈波センサ
- (2) 演算増幅器 (オペアンプ)
- (3) それらに電力を供給する安定化電源
- (4) A/D変換器
- (5) A/D変換器からのデータを受信し、ハードディスクへ書き込むソフトウェア
- (6) そのデータを読み込み、カオスアトラクターを書くソフトウェア
- (7) リアプノフ数を計算するソフトウェア
- (8) 高速フーリエ変換を行なうソフトウェア
- (9) ポアンカレ写像を見るためのソフトウェア
- (10) リアルタイムにカオスアトラクターを表示するソフトウェア

以下にそれらの装置とソフトウェアの詳細を述べる。

(1) 脈波センサ

脈波センサは一對の発光ダイオードと、フォトランジスタで構成されており、発光ダイオードより出た波長 940nmの赤外線が指尖部に侵入し、指尖部の毛細血管の血流量に左右された反射光がフォトランジスタへとハネ返る。フォトランジスタはそれを電圧の形に変換し、次の演算増幅器へ出力する。

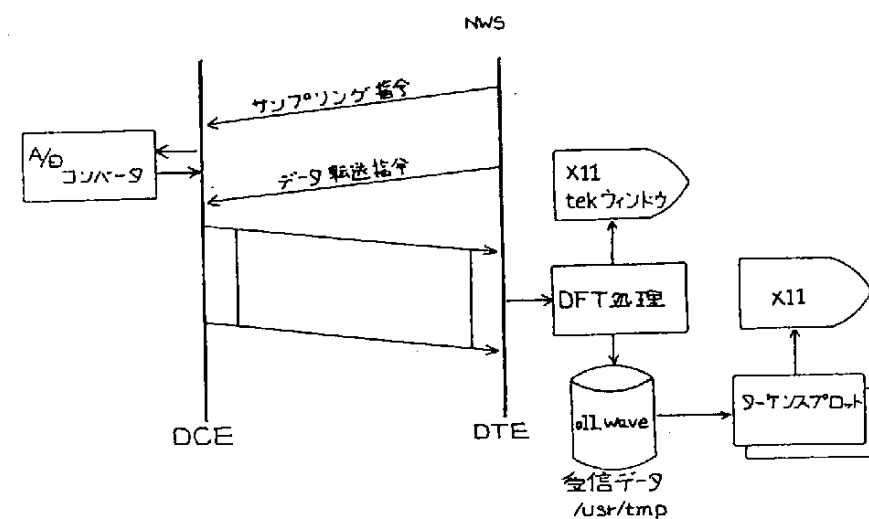
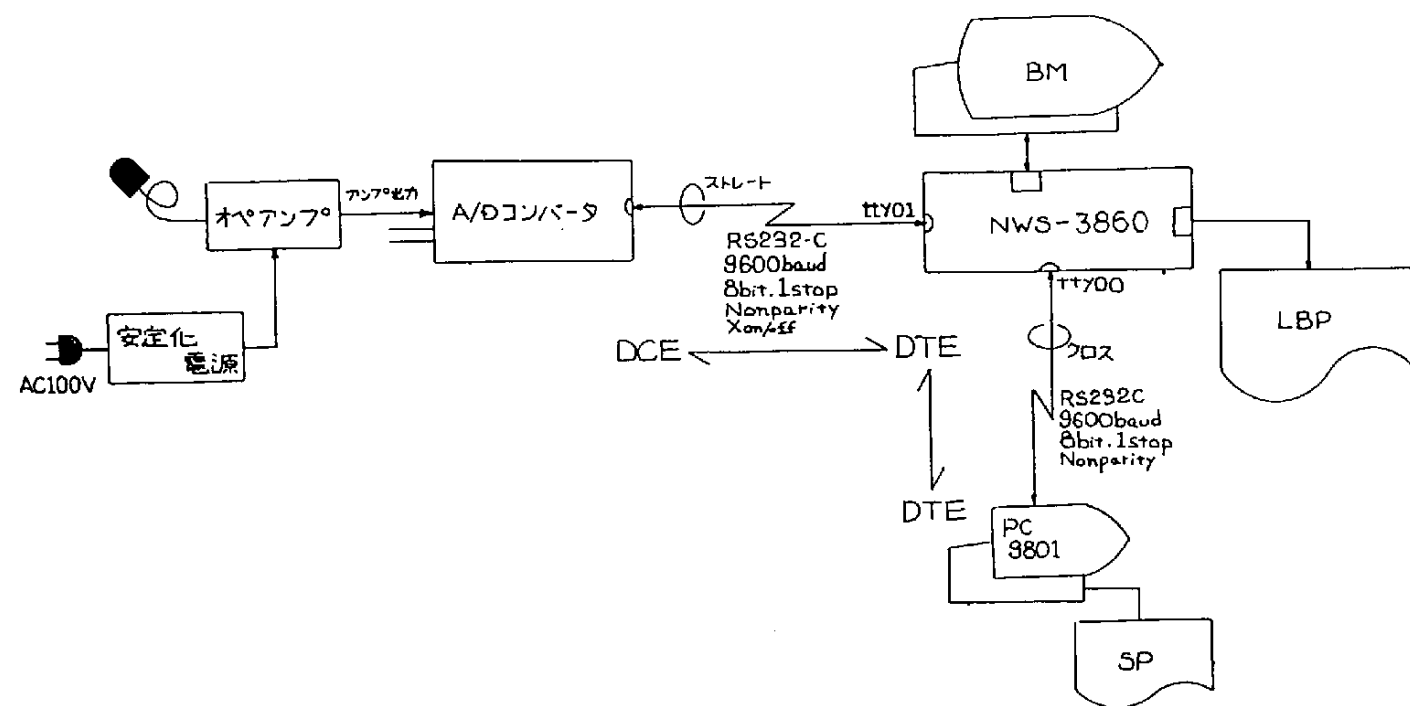


図 2-1 装置の全体構成図

発光ダイオードとフォトトランジスタはビームを鋭く絞る目的で先端に凸レンズが取り付けられている。

センサ全体は外部からの不要な光線の侵入を防ぐとともに、適当な圧力で指に凸レンズを密着させる目的で遮光性のあるスポンジに包まれている。

(2) 演算増幅器

演算増幅器はオペアンプと呼ばれ、直流も増幅できる増幅器である。

本研究開発で製作した演算増幅器は4段結合で構成されており、1段目は入力インピーダンスを高めるための電圧フォロア部、2段目は増幅率約10倍の増幅器、3段目はハムを取り除くためのノッチフィルタ、4段目は増幅率を1～50倍の間で可変できる増幅器で構成されている。またノッチフィルタはQを変えることが出来る。

それぞれの増幅器は非反転増幅回路であり、出力は+8ボルトから-8ボルトまでのバイポーラ動作である。

(3) 安定化電源

安定化電源はセンサと演算増幅器に電力を供給する。センサと演算増幅器は動作条件が異なるため、安定化電源は3種の異なった電圧を安定して供給できるように設計した。また装置の誤動作やノイズの原因を取り除くためのラインフィルタも挿入されている。

センサはいくら先端に凸レンズが付いているとはいえ、人体に直接触れる部分であるため、感電事故等には十分配慮した。短絡、漏電等が起こりにくい回路設計にするとともに、もし起こっても電源部の素子損傷程度で済むように設計した。また、ACインレットにも極性表示を行ない、接地側、充電側の確認が出来るようにした。

(4) A/D変換器

演算増幅器からの出力はこのA/D変換器へ伝えられ、デジタル信号に変換される。分解能は12bitで、サンプリング間隔は5msである。このA/D変換器は内部にCPUを備えており、後述するEWSからのコントロール信号によってサンプリング間隔、サンプル数、データフォーマット、変換の開始、中止指示

を行なうことが出来る。EWSへのデータ転送はRS-232Cを用いており、全二重通信が可能である。

- (5) A/D変換器からのデータを受信し、ハードディスクへ書き込むソフトウェア
このソフトウェアは、実際は後述するソフトウェアの中にも組込まれているが、単体使用することも出来る。

起動時のオプション指定により、サンプリング間隔、サンプル数を設定し、ハードディスク上の特定の位置(/var/tmp)に受信データを書き込む機能を持つ。

- (6) カオスアトラクターを書くソフトウェア

これは次の5本のプログラムより成立っている。

- ① データを3次元空間へ埋め込み、アトラクターを表示する
- ② 4次元空間への埋め込みを行ない、アトラクターを視線方向Aで表示する。
- ③ 4次元空間への埋め込みを行ない、アトラクターを視線方向Bで表示する。
- ④ 4次元空間への埋め込みを行ない、アトラクターを視線方向Cで表示する。
- ⑤ 上記プログラムのデータ点数を制御して見やすいアトラクターを表示する。

これらのソフトウェアにはある程度の共通点があり、その特徴は以下の通りである。

我々がEWSに取り込んだアトラクターは4次元空間に埋め込まれたものである。それを2次元平面に図形表示するためには、4次元空間から3次元空間への射影、3次元空間から2次元空間への射影が必要である。

4次元空間から3次元空間への射影は、4次元空間の4軸のうちの1つの軸を視線方向に一致させることで実現した。

3次元空間から2次元空間への射影は、3軸を2次元平面に書いた時に2次元平面のX, Yと3次元空間のx, y, zの関係づけを行なって実現した。

- (7) リアプノフ数を計算するソフトウェア

アトラクター上の近接する2点が、時間が経過するにつれてどれくらいの割合で離れていくかという指標をリアプノフ数(λ_1)という。

得られたデータがカオスであればこの λ_1 が「正」になる。カオスを生成する方程式がある場合は、得られる解は基本的に無限個あり、任意の場所に測定点を設定することが出来るが、ここでリアプノフ数計算の対象にしたものは実験データであるため、測定点は離散的であり、必ずしも理論的に望ましい位置に測定点が存在するとは限らない。

そこで、ここでは従来のリアプノフ数計算の方法を次のように改良した。

まず、「近接する2点」の定義を厳密に決めなければならない。方程式があれば、ある点に着目した場合、近接する2点は式を解くことにより望む位置に定めることが出来るが、実験データの場合は着目点から一定の距離範囲内にある点を採用することになる。しかし、採用した点が着目点の隣の点なのか、軌道を何周も回って、たまたま近くにきた点なのかを決めることが出来ない。前者の点を採用してしまった場合には、データがほんとうにカオスであっても正しい λ_1 を得ることが出来ない。

そこで基本ベクトルを中心線とする円錐を4次元空間に仮定し、この円錐中に存在する測定点で、軌道方向と直交しているデータのみを計算の対象候補とした。この方法によってより正しいリアプノフ数を計算することが出来る。（「3.2 分析方法」のリアプノフ数の計算方法参照）

λ_1 の計算は次のように行なわれる。

まず適当な開始点（最初のデータ点）を選ぶ。次にこれを基準点Aとして、これに近くて軌道方向と直交しているデータ点Bを検索する。

検索はデータ検索ウィンドウの範囲内に入った最初の点を採用する。この2点で作られるベクトルをV1とする。次にA点が τ 時間だけ経った時の発展したデータ点をA'とし、同様にB点が発展した先をB'とする。このA'とB'で作られるベクトルをV2とする。次にB'に近くて望ましい点B''を探し、この点がV2が作る円錐の中に入るかどうかを調べる。このとき円錐の角度 θ は18度である。

望ましい点が見つかりとV1とV2の伸び率を計算し、2を底とした対数をとって最初の結果とする。もしB''が円錐内に見つからない時はウィンドウの幅を変えて最初から検索をやり直す。検索を続け、ウィンドウの幅が最初に設定した値の2倍より大きくなった時、ソフトウェアはそれ以上のB''点の検索をあきらめ、先に検索したA'を再検索する。

この為ソフトウェアは1つ前のA, B, A', B'座標を記憶しておく必要がある。望ましいA'点が見つかりと τ 時間後のベクトルを作り、再びB'に近接する望ましい点B''を検索する。

これらの一連の試行を行なってもなお望ましい点が見つからない場合には、ソフトウェアはA点をあきらめ、軌道上の次の点を新しいA点として処理を続ける。

望ましい点B''が見つかった場合には、B'を新しいA点に、B''を新しいB点とし、先に述べた処理を収集データのすべてについて行なう。

解が1つ得られるたびにソフトウェアは平均処理を行ない、標準出力に結果を出力する。この出力から収束グラフを得ることができる。

λ_2 は直接計算することが出来ないので、次の方法を取った。

基準点Aを取り、Aに近くて望ましい点Bを取るところまでは λ_1 の方法と同じであるが、もう一つAに近くて望ましい点B'を取る。

この3つの点が τ 時間後どれくらい発展するかを調べる。ここで得られる解は $\lambda_1 + \lambda_2$ であり、この解から先の λ_1 を引くことによって λ_2 が得られる。 $\lambda_1 + \lambda_2$ の計算は面積の伸び率を計算するものであるため、 λ_1 の計算に比べ時間がかかる。ある点について100個の候補があるとする1つの $\lambda_1 + \lambda_2$ を計算するためには1億回の計算が必要になる。

(8) 高速フーリエ変換を行なうソフトウェア

フーリエ変換とはある変動現象を一連の正弦波成分へ分解することを言う。

フーリエ変換は分解した時の各正弦波（周期1の基本波、周期1/2の第2高調波、周期1/3の第3高調波、…）についてそれぞれの振幅と位相をきちんと指定してくれる。

本来フーリエ変換は無限で連続したデータを扱うが、今回のようにデータ数が有限で、しかも離散的なデータをフーリエ変換する場合は「離散的フーリエ変換（DFT）」手法を用いる。これは切り出したデータが無限に連続すると仮定してフーリエ変換を行なうものであるが、特に意識してデータを切り出さない限り、切り出したデータの中に周期が整数倍含まれることは殆どあり得ない。

このようなデータでフーリエ変換を行なうと、データの頭とお尻の接合部に急激な立上がり又は、立ち下がりが存在するため、高い周波数の所にピークが表わ

れる。これを防ぐために「窓関数」処理（ウィンドウ処理）をデータに施す。

ここで採用したのは窓関数のうち Hanning窓と呼ばれる処理である。

解析できる周波数範囲はA/Dコンバータのサンプリング間隔とデータ数から0.1Hz～100Hzである。

(9) ポアンカレ写像を見るためのソフトウェア

指尖部から得られたアトラクターは4次元空間にあるが、我々はこのアトラクターの3次元ポアンカレ写像を表示することにも成功した。

W軸=Const.とし、 $W(t) < W(t+\varepsilon)$ の条件に見合う実験点を抜き出して、1つの3次元ポアンカレ写像を得る。コンピュータの画面上ではConst.の値を小から大へ一定の割合で時間的にスキャンし、その時のポアンカレ写像を表示する。

EWS上は処理速度が早いため、アニメーションのように点のかたまりがディスプレイ上に動いていく様子を見ることができる。

(10) リアルタイムにカオスアトラクターを表示するソフトウェア

このソフトウェアはこれまでに述べたアトラクター描画処理をすべて統合してX Window System, version 11上でマウスを使って操作できるように作られたものである。

このソフトウェアは次の特徴を持つ。

- ① リアルタイム動作が可能である
- ② A/Dコンバータを直接制御して脈波データを取込み、ウィンドウに表示する。
ウィンドウは最大5枚までマップすることができ、各ウィンドウは動作条件のみを共有する。従ってアトラクター描画用のパラメータ等はウィンドウ毎に個別に設定することができる。
- ③ ウィンドウに描画されたアトラクターを6段階に拡大、縮小できる。
拡大比率は起動時に設定することも可能である。
- ④ 4次元空間内での視線方向を、任意の軸から任意の角度で定めることが可能である。

視線方向は単位行列を作ることができるように値を決める必要があるが、ここではそれも自動計算する。

常に3軸以下の視線方向しか与えない時には、「自動計算を行なう軸」を設定することができる。

- ⑤ 3次元空間の x , y 軸と2次元平面の X , Y 軸のなす角、 α , β をウィンドウ毎に設定することができる。
- ⑥ 望ましい視線方向が見つかった時、これをシステムの規定値として登録することができる。
- ⑦ 起動時にデータのサンプリング間隔とサンプル数を指定することができる。
- ⑧ 収集したデータを2次記憶装置へ記憶したり、記憶されたデータを取り出して、アトラクターを描くことができる。
- ⑨ 最大5つまでのアトラクターを1つのウィンドウに重ねて表示することができる。この時ウィンドウのスケールは選択されたアトラクターのうち、最も大きいものが、表示ウィンドウの8割以上を占めるように自動計算される。
- ⑩ ポアンカレ写像を見ることができる。

システムを構成する機器の写真を以下に掲載する。



図2-2 システムを構成する機器

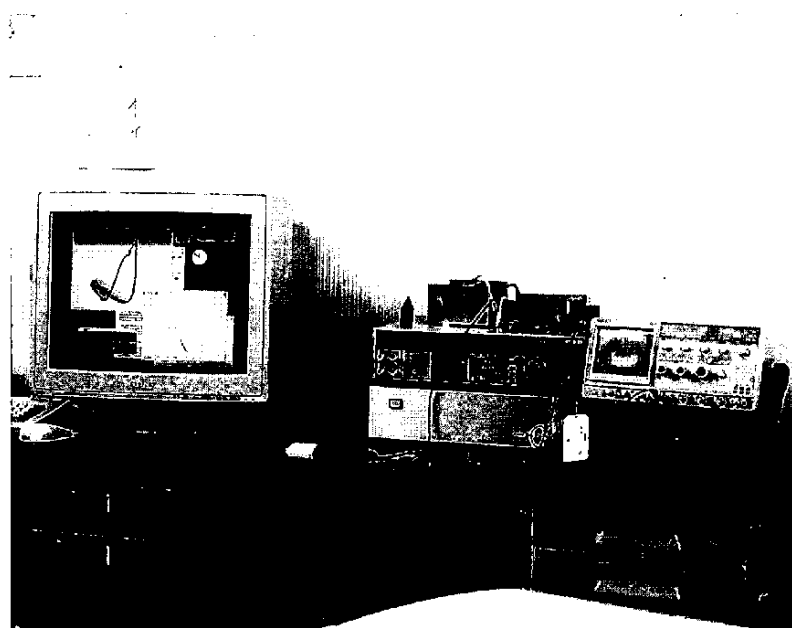


図 2 - 2 システムを構成する機器

3. CAPによるデータ収集と分析

3.1 データ収集の対象と方法

3.1.1 データ収集の対象

データ収集の対象は、生後2日の新生児から86歳の老人まで、男女、心身とも健常な人、心疾患を持つ人、精神症状を持つ人まで、ライフサイクルに沿ったすべての層にわたった。

また、意識を集中した状態からリラックスした状態、健康な状態から植物状態までと、各種の状態を対象にした。

対象人数は約70人で、対象状態数は約2,000症例以上である。

3.1.2 データ収集の方法

データ収集には、当社で開発したカオスアトラクトグラムプロセッサ（CAP：Chaos Attractogram Processor）を用いた。

脈波は手指と足指から測定したが、心身や健康の状態変化は手指が敏感に反映し、足指は反映しなかった。

従って、脈波の測定は手指を用い、また手の各指の脈波から得られるアトラクターは、基本的には同じであったので、左第2指から脈波をとり、カオスアトラクターの分析を行なった。

心拍については、心電図の12誘導をCAPに接続し、アトラクターを得た。

診断や状態像の評価についてはDSM-III-RやICD-10などの診断体系やG.A.F. Scale、B.P.R.S.、G.B.S.その他のオーソライズされた評価尺度を用いるとともに、自覚的及び他覚的な健康状態の評価を行なった。

測定や解析にあたっては、個人のプライバシー保護やインフォームドコンセントに十分留意した。すなわち、測定の意味を本人に十分説明し、可能な限り本人の同意を得るとともに、入院中の人についてはさらに主治医、婦長、施設長の同意を得た。

データ収集にあたっては、次の測定シートを使用した。

指、心

C A P 測定シート

(1) 測定施設 _____ 測定年月日 _____

(2) 対象者氏名 _____ (男・女) 年令 _____ 整理番号 _____

(3) 診断 D S M **III** - R I C D - 1 0

(4) 発病年令 _____

(5) 処方と、現処方になった年月日

(6) Rating Scale

(B.P.R.S., G.B.S., Hamilton Depression Scale, G.A.F., その他)

(7) 測定時の状態

(自覚的)

(他覚的)

(8) 測定の承諾

本人、主治医 ()、病棟婦長 ()

File name:

File number:

Rev:

3. 2 分析方法

本研究・開発においては、カオスアトラクターの測度としてリアプノフ数を、アトラクターのトポロジー解析方法の1つとしてポアンカレセクション（ポアンカレ写像）を用いた。以下にその定義を示す。

(1) リアプノフ数

$$\textcircled{1} \text{ 一般的に力学系 } \frac{d\vec{x}}{dt} = F(\vec{x}) \quad \dots (1)$$

において、2つの近接した軌道 $\vec{x}(t), \vec{x}'(t)$ の平均的分離の度合いを指数関数で測ったものをリアプノフ数という。これを測るには、式(1)の微小変化に対する方程式

$$\frac{d\delta\vec{x}}{dt} = \frac{\partial F(\vec{x})}{\partial \vec{x}} \cdot \delta\vec{x} \quad \dots (2)$$

の変換行列 $\frac{\partial F(\vec{x})}{\partial \vec{x}}$ の固有値の式(1)のもとにおける平均を求めれば良い

n 変数の力学系 $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ では $\frac{\partial F(\vec{x})}{\partial \vec{x}}$ は $n \times n$ 行列になるので、一般には、固有値も n 個存在する。この n 個の平均固有値の組をリアプノフスペクトルという。

② 実際にリアプノフスペクトルを計算するには、少し工夫が必要になる。何故なら、時々刻々変化する固有ベクトルが必ずしも直交しておらず、場合によっては縮退するので、 $\frac{\partial F(\vec{x})}{\partial \vec{x}}$ の固有値を単純に計算して平均すれば良いというものではない。

力学系の位相空間において、最も軌道の分離が激しい方向、2番目に分離の激しい方向… というように、式(1)に従って変化する固有方向を時々刻々追いかけるなければならないからである。

そこで、次の様な方法で、実際は計算することになる(島田、長島の方法)

$$u_i(0) = (0 \cdots 010 \cdots)$$

$$\left\{ \vec{u}_i \right\} \rightarrow \left\{ \delta \vec{x}_i \right\} \rightarrow \left\{ \vec{e}_i \right\} \rightarrow \left\{ \vec{u}_i \right\}$$

直交化

$$\frac{\partial F}{\partial \vec{x}} \text{ で変数} \quad \text{正規化}$$

$$\begin{aligned}
\text{すなわち} \quad \delta \vec{x}_i(t+T) &= \frac{\partial F}{\partial \vec{x}}(\vec{x}(t)) \vec{u}_i(t) \\
\vec{e}_i(t+T) &= \delta \vec{x}_i(t+T) \\
\vec{u}_i(t+T) &= \vec{e}_i(t+T) / \|\vec{e}_i(t+T)\| \\
\vec{e}_2(t+T) &= \delta \vec{x}_2(t+T) - \langle \delta \vec{x}_2(t+T), \vec{u}_1(t+T) \rangle \vec{u}_1(t+T) \\
\vec{u}_2(t+T) &= \vec{e}_2(t+T) / \|\vec{e}_2(t+T)\|
\end{aligned}$$

一般に、

$$\vec{e}_i(t+T) = \delta \vec{x}_i(t+T) - \sum_{j=1}^{i-1} \langle \delta \vec{x}_i(t+T), \vec{u}_j(t+T) \rangle \vec{u}_j(t+T) \quad \dots (3)$$

$$\vec{u}_i(t+T) = \vec{e}_i(t+T) / \|\vec{e}_i(t+T)\|$$

ここで、 $\langle a, b \rangle$ は a と b の内積を表わす。

この時、リアプノフスペクトルは、

$$\lambda_i = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{NT} \sum_{t=0}^{NT} \ln \|\vec{e}_i(y)\| \quad \dots (4)$$

で与えられる

カオスなら λ_i のうち ($i = 1, \dots, n$) 少なくとも一つの値が正になる

③ 我々は、脈波や心臓の拍動の実験データから、リアプノフ数を測った。

実験データは、点列で与えられていること、式(1)の様な運動方程式が予め知られていないことにより式(3)の操作を自動的に行なうのは不可数である。

実験データからリアプノフ数を求める方法はいくつか提案されているが、それぞれ欠点がある。スペクトルを全て一度に求める方法も提案されているがその方法では、仮に正のリアプノフ数が得られても、カオスかピンクノイズ(相関のあるランダムノイズ)かの区別はできない。それ以外の方法でもっとどろくさいが素直なのは Wolf たちが提案した方法である。これは場合によって工夫し直すべき点が多くあるが、うまくやればかなり正確なリアプノフ数が期待される。

我々は、我々の実験データの特殊性を考慮し、Wolf たちの方法に基本的には従い、必要に応じて特別な工夫をすることでこれを改良したアルゴリズムを作った。図の様に、最大リアプノフ数 λ_1 は、基準軌道上のある実数点とそれに近い実数点の2点でベクトル $\delta \vec{x}_1$ を作り、その拡大率の対数 $\ln \frac{\|\delta \vec{x}_1(T)\|}{\|\delta \vec{x}_1(0)\|}$ をサンプリング時間 T 毎に基準ベクトルをとりなおし、平均することで得られる。

第2リアプノフ数は、計算が難しいため、今まで実験データから得た人はいなかった。我々はこの計算にも成功した。基準軌道上の実験点に近い他の2つの実験点を選びオーバーラップしない2つのベクトルのはる面積の拡大率のサンプリング時間 T 毎の平均をとり、それから λ_1 を差引くことで第2リアプノフ数 λ_2 を計算した。

(2) ポアンカレ写像

- ① 図の様に n 次元位相空間において力学系の軌道 $d(t)$ があるとする。この時、 $n-1$ 次元超平面を軌道がある決った位相で切る (例えば図で、 $\vec{x}(t)$ が S を下から上へ突き抜ける) 時、その交点を軌道が切る順に $\vec{z}_1, \vec{z}_2, \vec{z}_3, \dots$ とする。

$\vec{X}(t)$ は n 次元であるから $\vec{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t))$

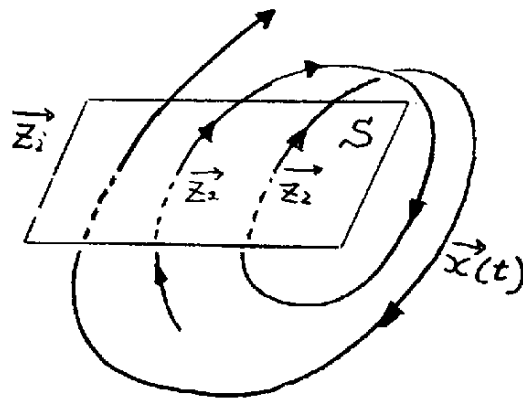
だが、 $\vec{z}_i$ は $n-1$ 次元であるから

$$\vec{z}_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{in-1})$$

である。

この時、 $\vec{z}_i$ から $\vec{z}_{i+1}$ への写像 (可微分写像) が定義できてそれを ϕ とすると

$$\vec{z}_{i+1} = \phi(\vec{z}_i) \text{ である}$$



この ϕ をポアンカレ写像という。

- ② 我々は、脈波や心臓の拍動の実験データを 4 次元力学系へ埋めこんで、カオスアトラクターの構造図を 3 次元へ写像することで視覚化した。さらにカオスアトラクターの構造をよりよく知るもう一つの有効手段として 3 次元ポアンカレ写像を求めた。

埋めこんだ力学空間

$$\vec{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), x_4(t))$$

に対して、 $\equiv (x(t), y(t), z(t), w(t))$

$W = \text{Const.}$ は、3 次元空間を定義する。

そこで、 $W = \text{Const.}$ かつ $w(t) < w(t+\epsilon)$ の条件にみあう実験点列を抜きだせば、それは、一つの 3 次元ポアンカレ写像を与えることになる。

図にこの様にして求めた 3 次元ポアンカレ写像を Const. の値を次々にかえて示した。

計算機の画面上では Const. の値を小から大へ一定の割合で時間的にスキャンし、その時のポアンカレ写像を打ちだしているの、アニメーションの様に、点のかたまりが動いていく様子を見ることができる。

3. 3 分析結果とその考察

脈波と心拍から得られたカオスアトラクターを、図3-1～図3-4に示す。

各図の縦1列(4枚セット)は一人の人の一つの状態を示す。

4枚セットの上部3枚はアトラクターを4次元に埋め込み2次元に投影した図であり、A、B、Cは、それぞれ座標を回転したものである。最下部のDはアトラクターを3次元に埋め込み、2次元に投影した図である。

図3-1には、健常者の各種状態に対応したアトラクターを示した。

図3-2には、意識を集中した例として、各種の「気功」をかけた状態における脈波と心拍のアトラクターを示した。

図3-3には、精神症状がある人(老人性痴呆の人を含む)、心疾患を持つ人、健常な新生児、重症未熟児のデータを示した。このうち「番号00」は健常者である。

図3-4には、対人緊張を症状とする神経症患者の治癒過程とアトラクターの変化を示した。

また、図3-5には、ポアンカレセクションを示した。図3-5(1)は意識を集中したケースであり、図3-5(2)は老人性痴呆のケースである。

脈波のアトラクター

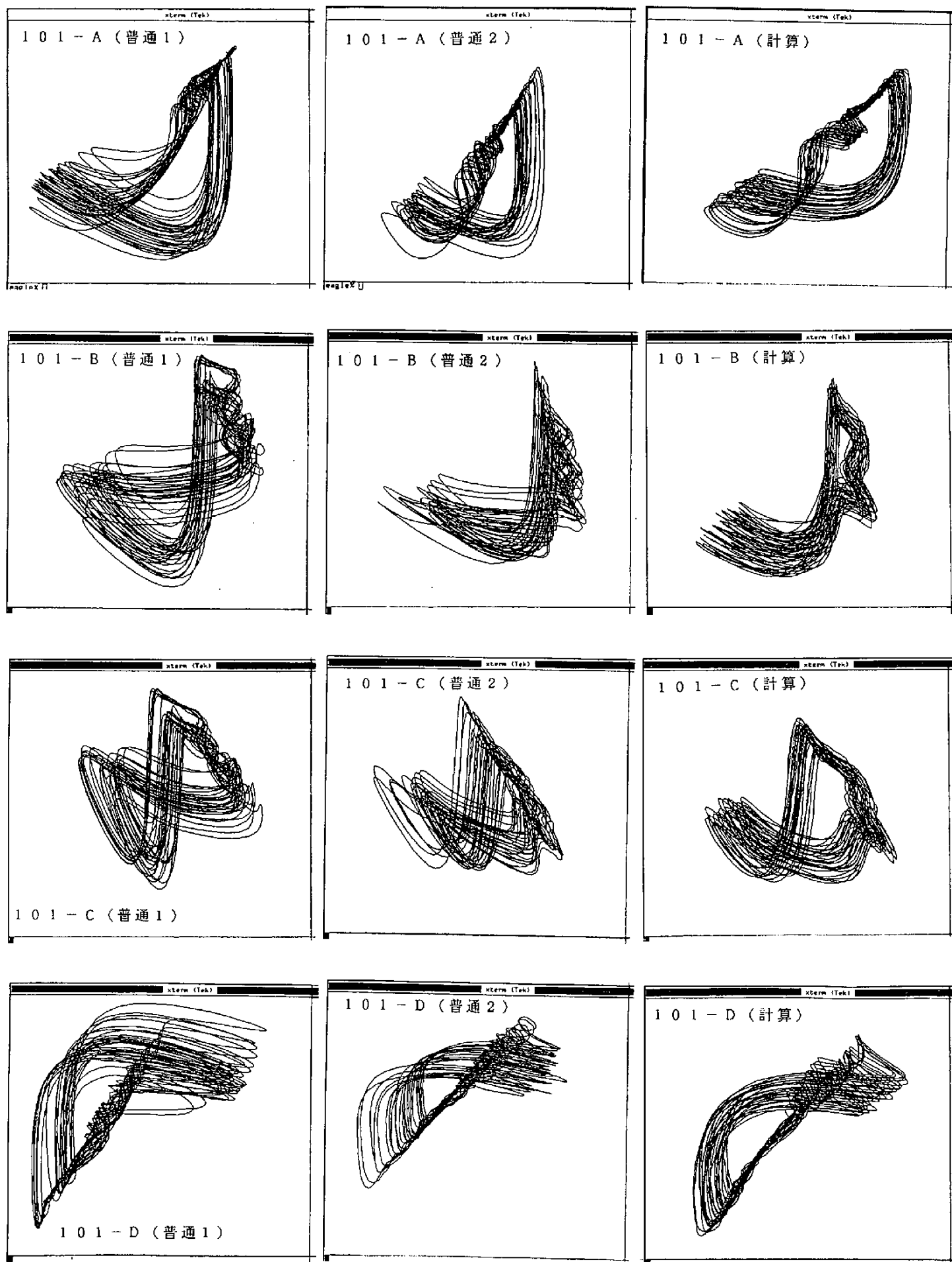
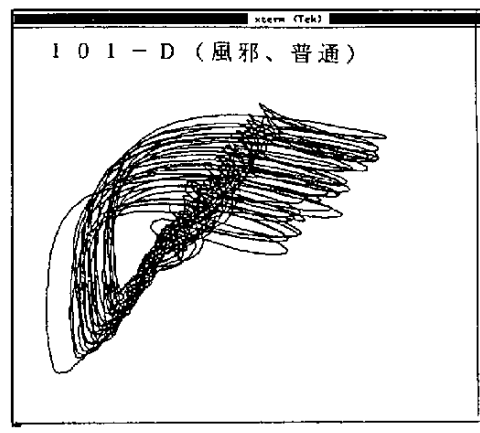
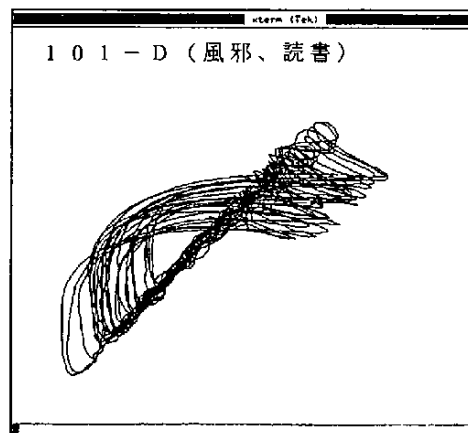
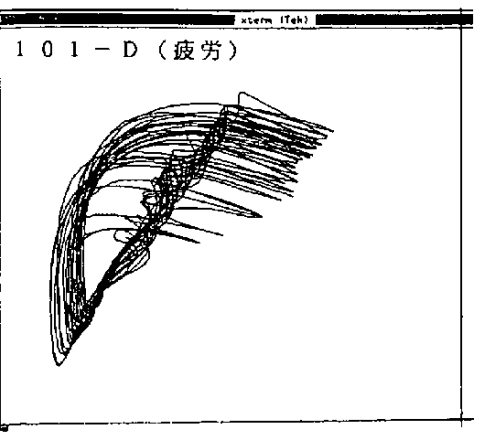
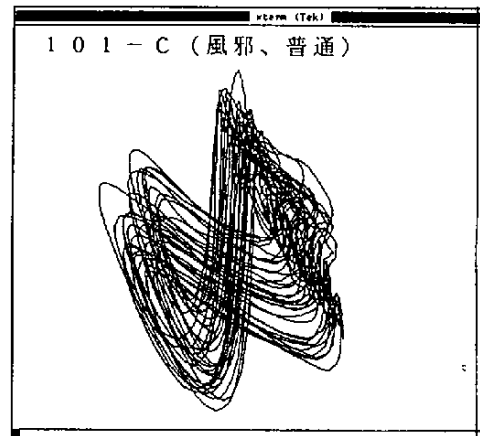
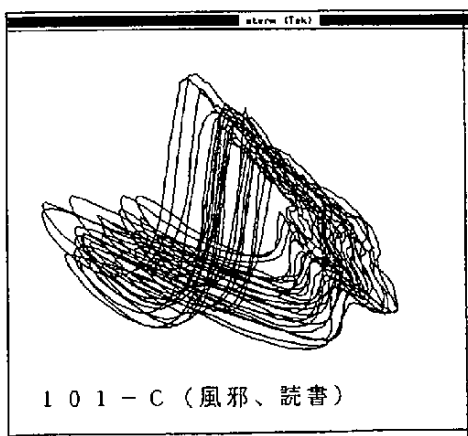
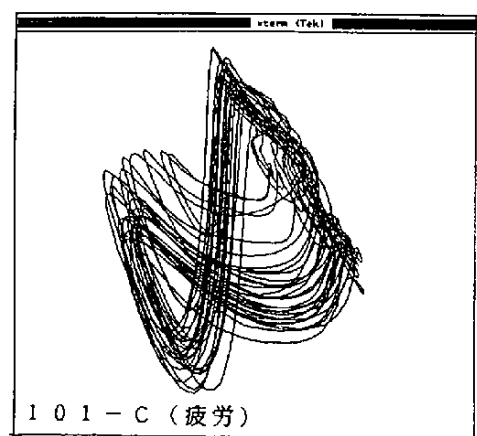
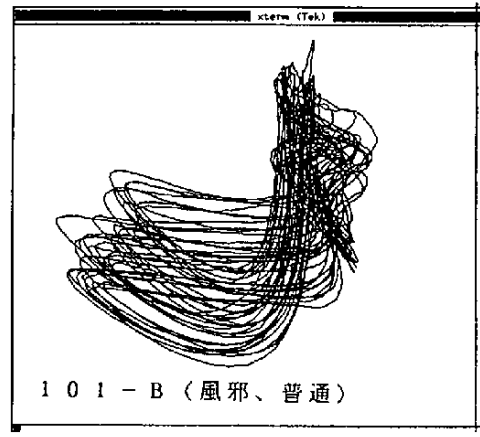
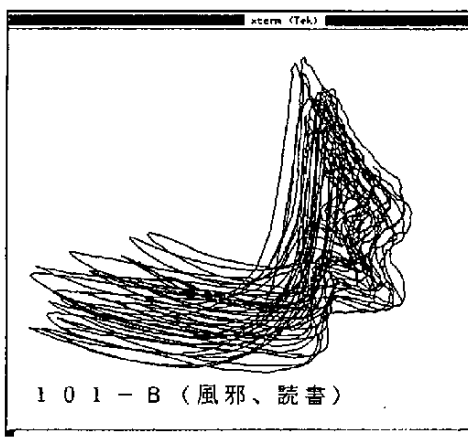
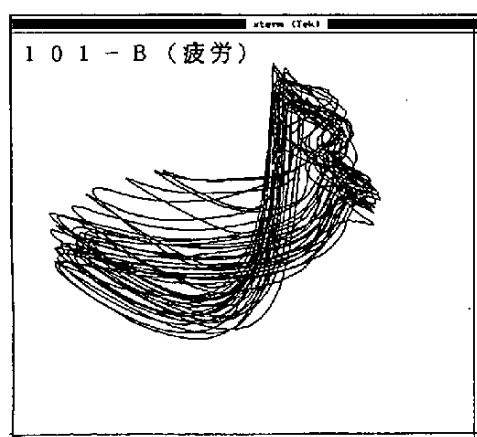
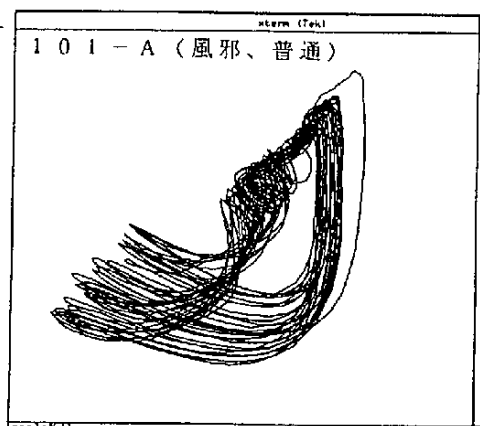
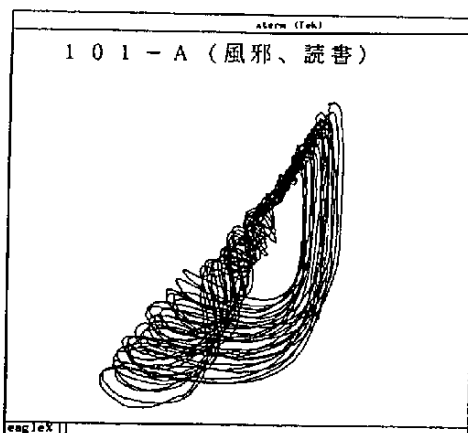
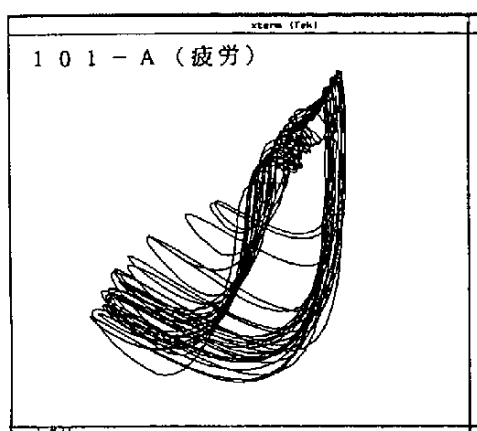
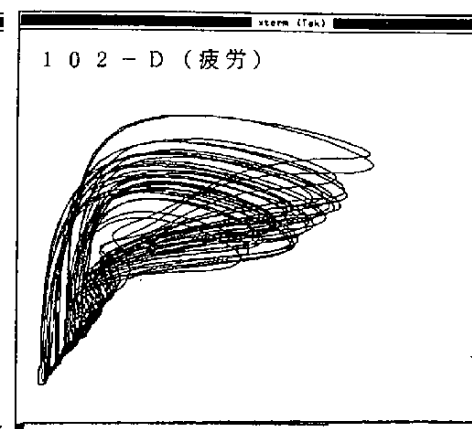
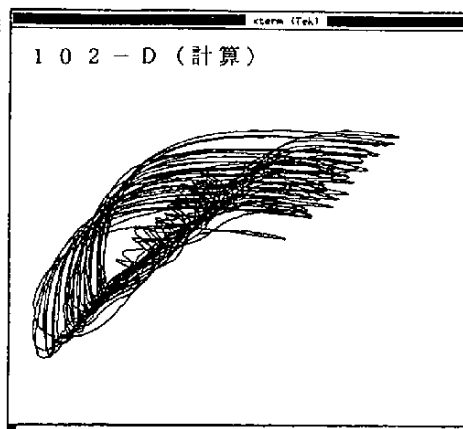
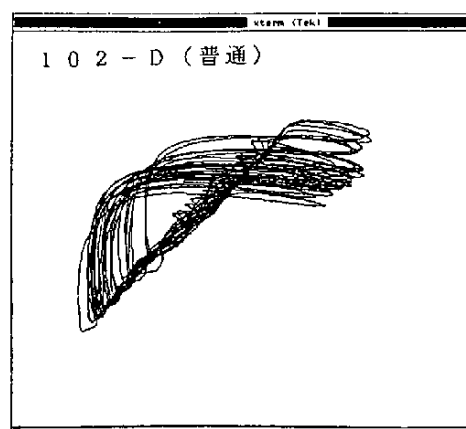
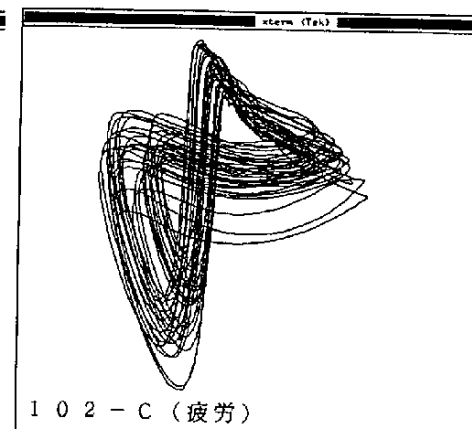
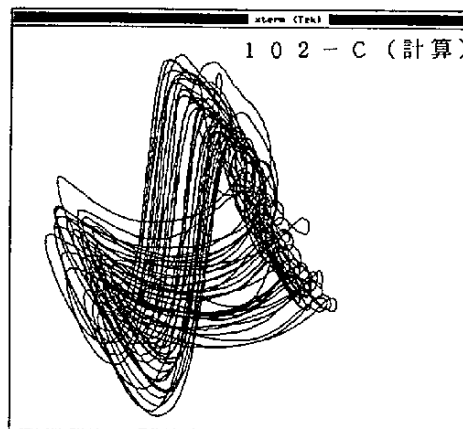
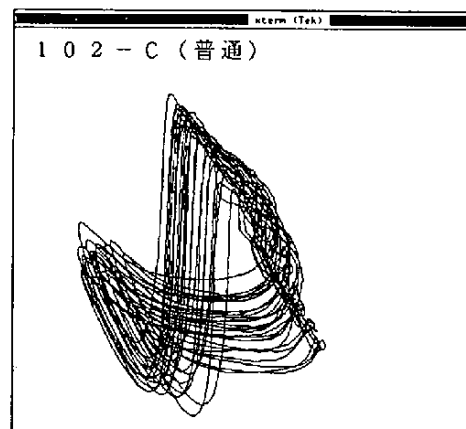
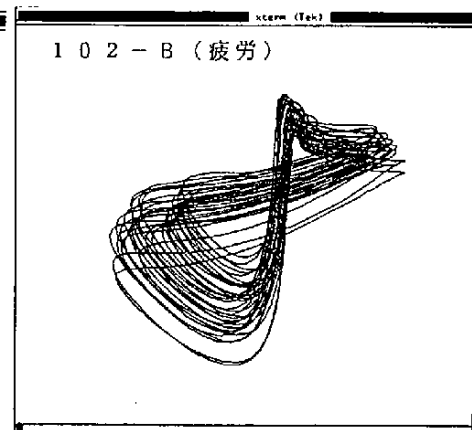
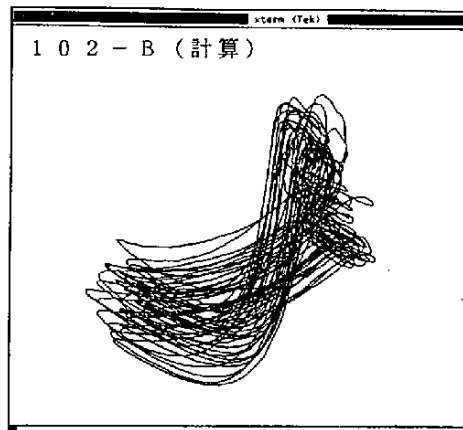
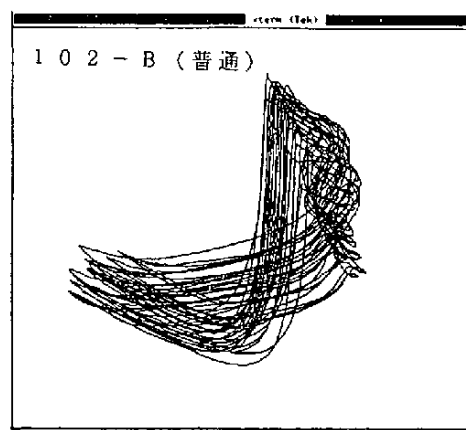
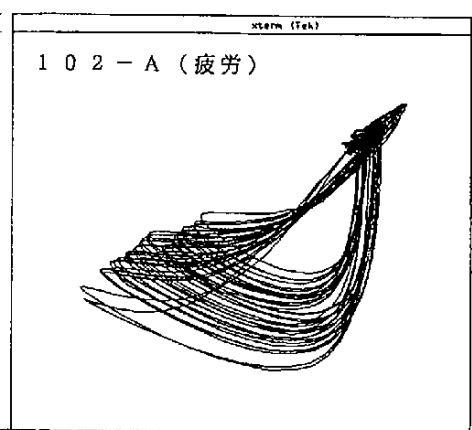
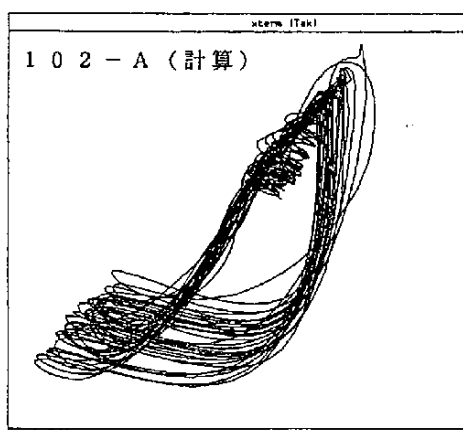
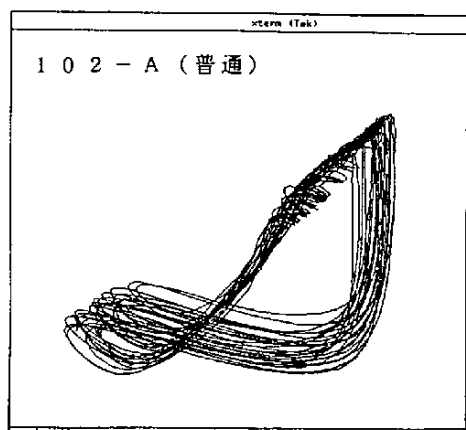


図3-1 健常者の各種状態に対応したアトラクター

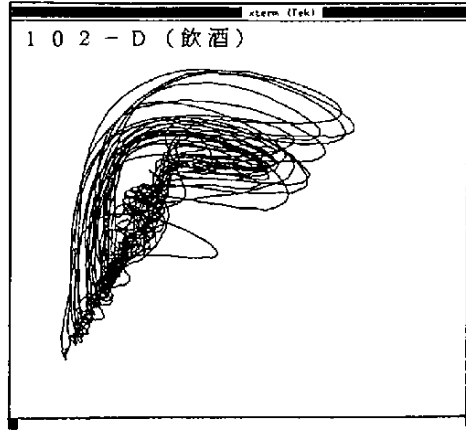
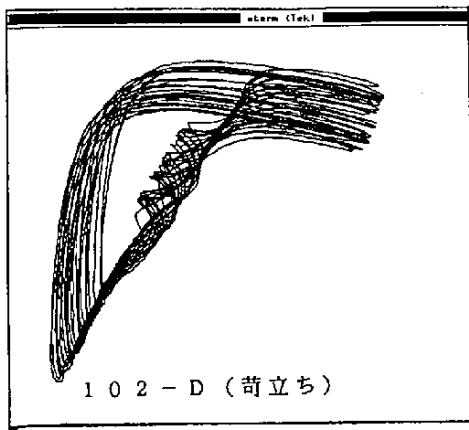
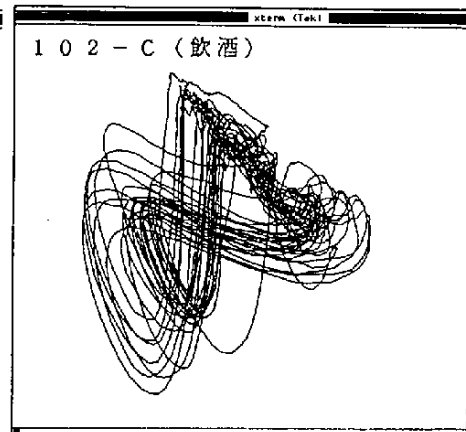
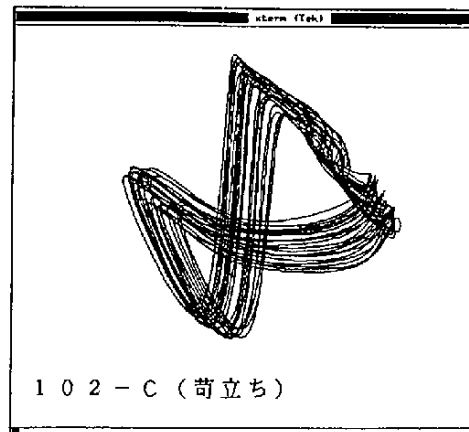
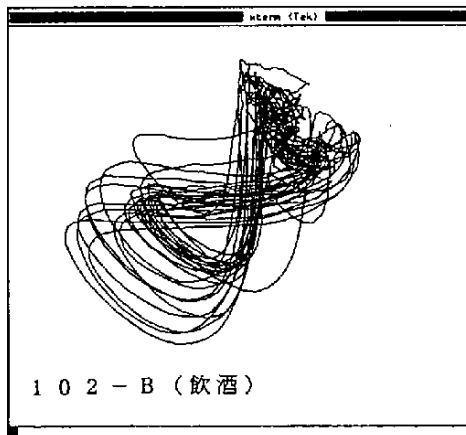
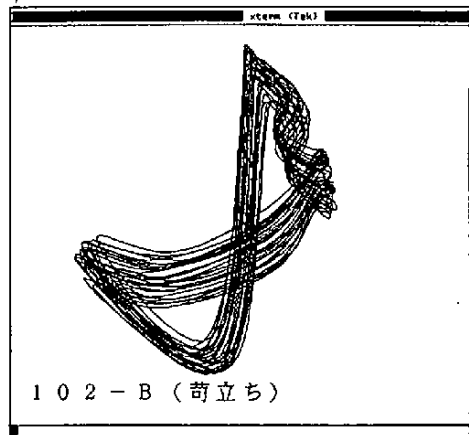
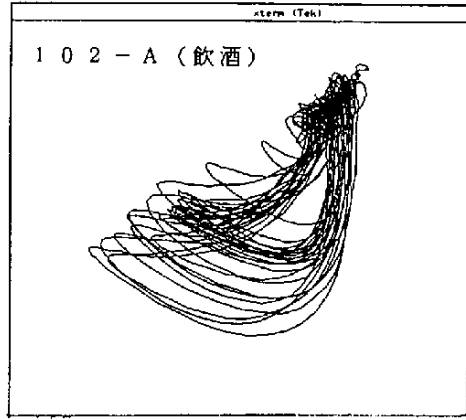
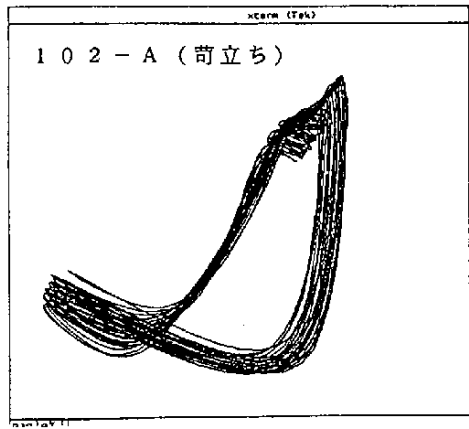
脈波のアトラクター

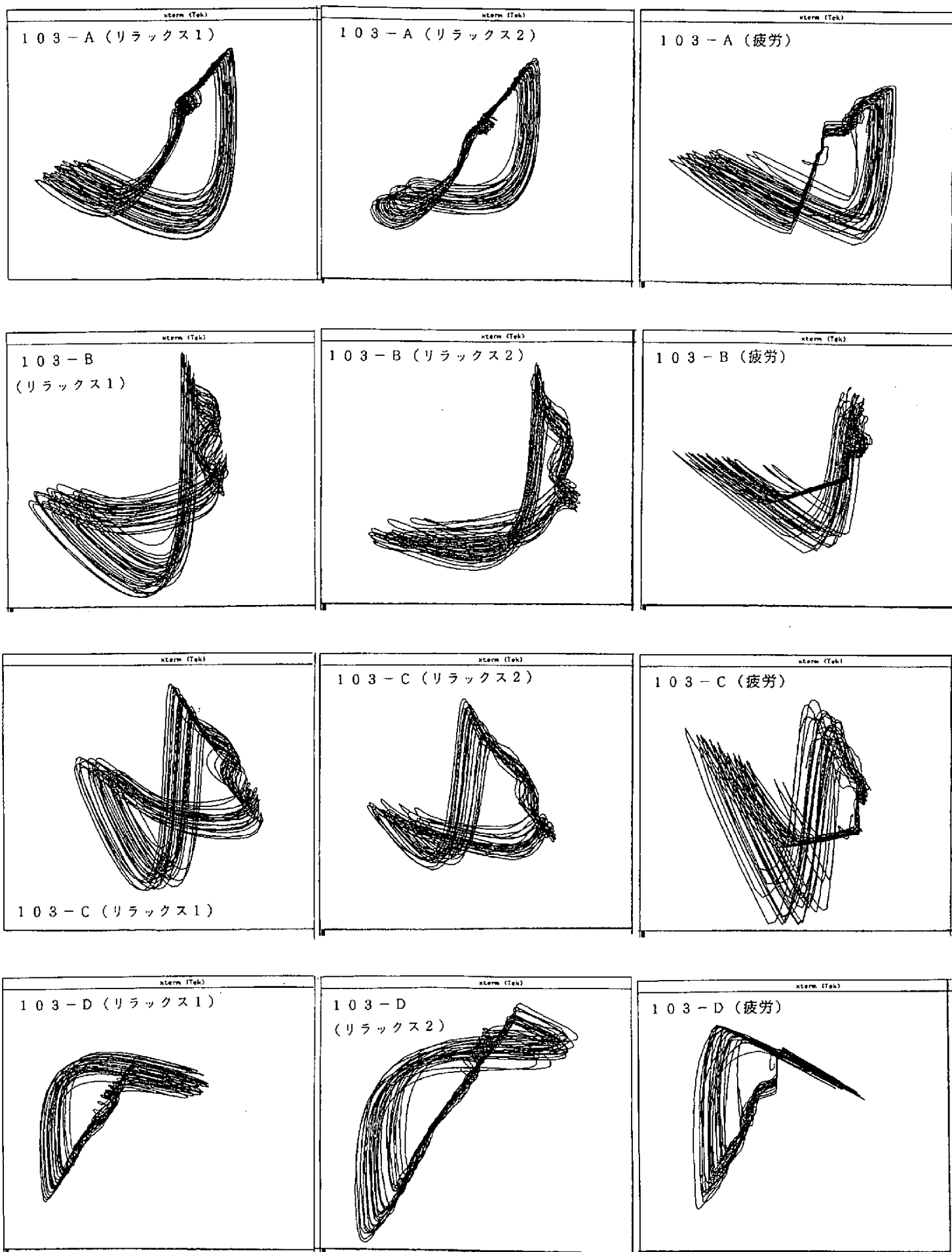


脈波のアトラクター

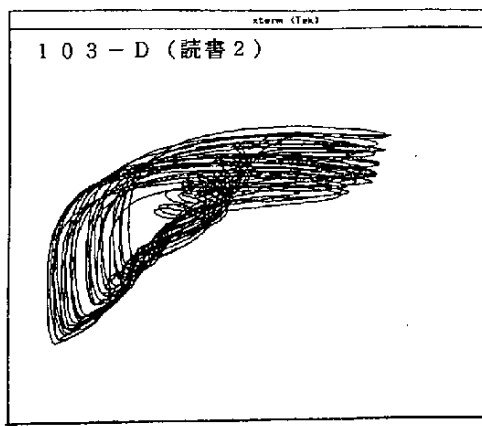
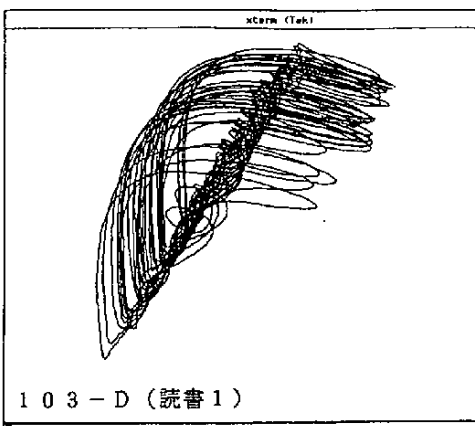
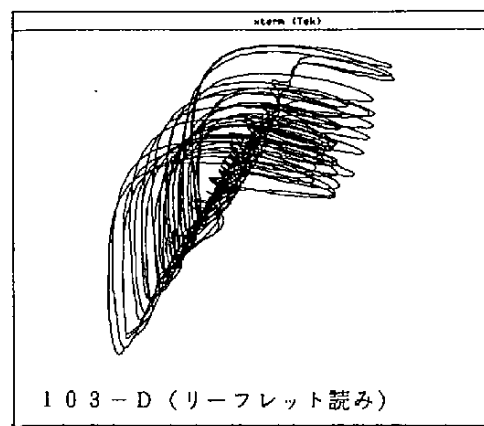
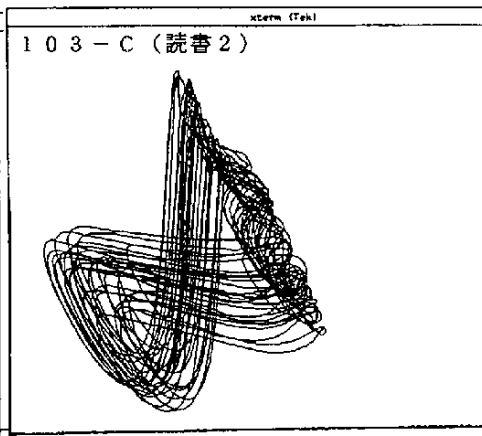
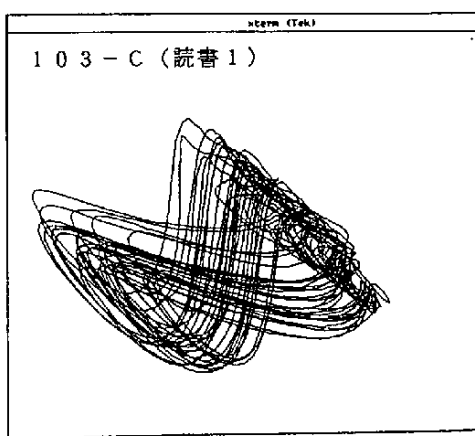
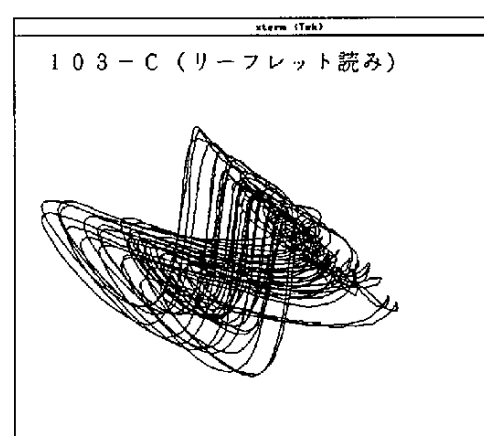
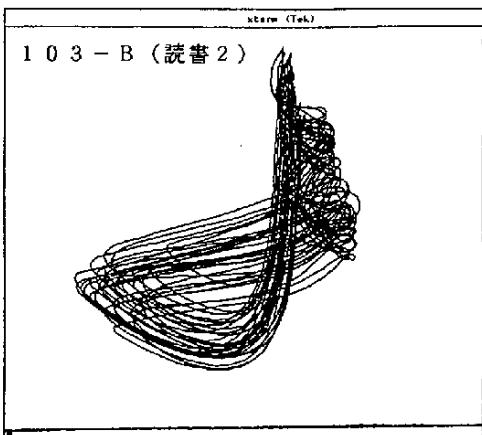
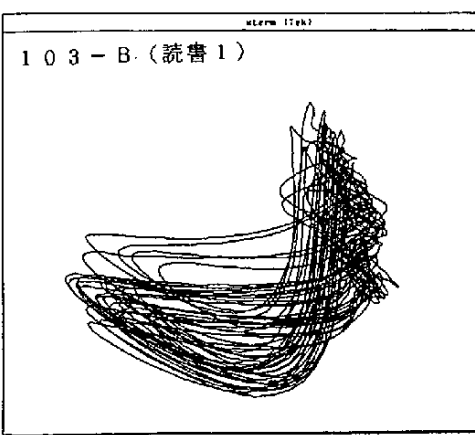
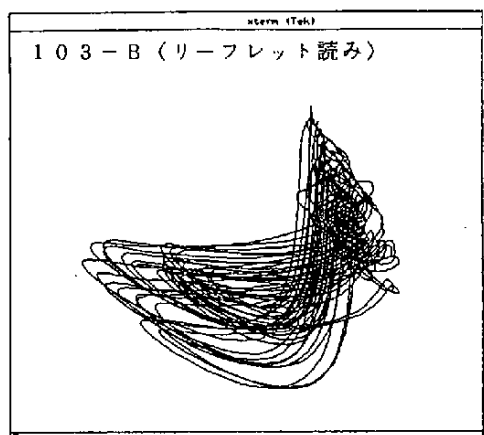
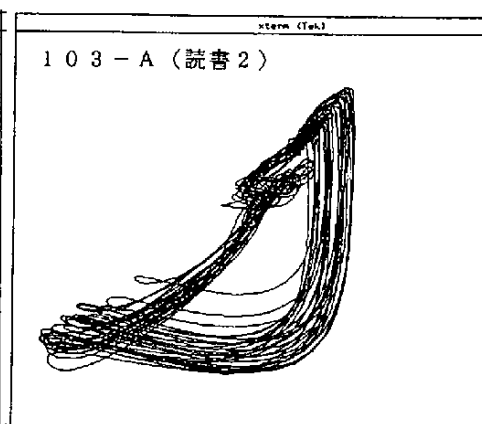
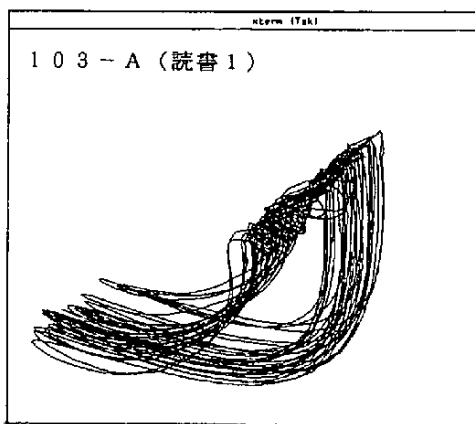
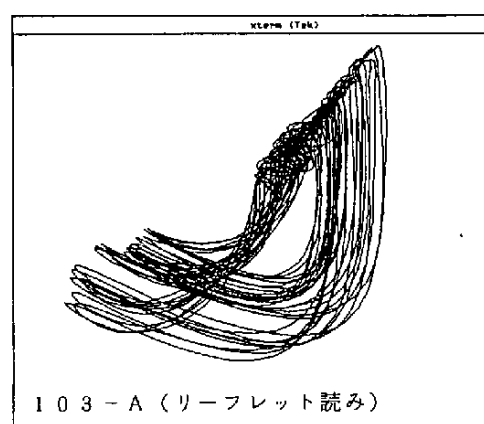


脈波のアトラクター





脈波のアトラクター



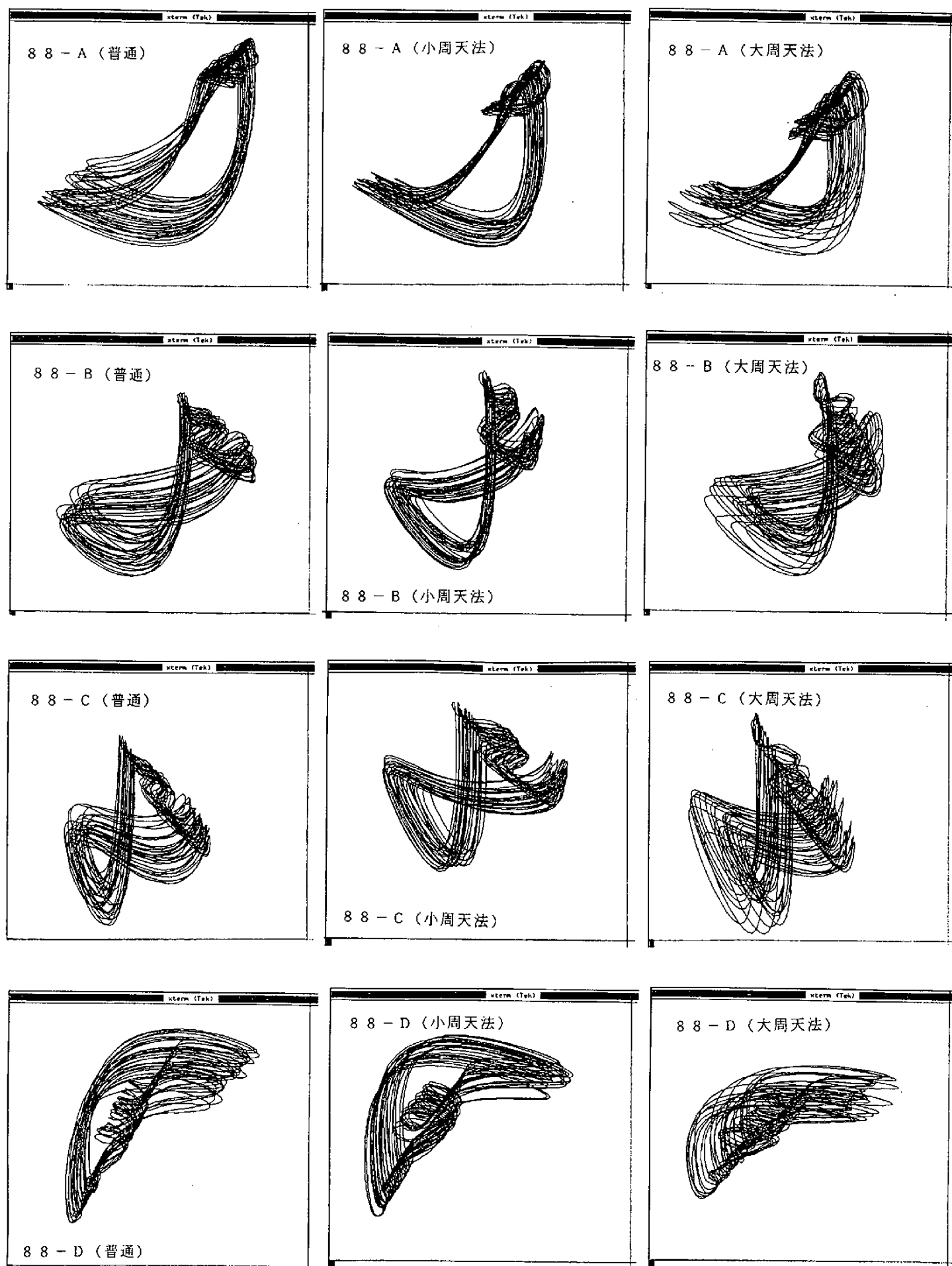
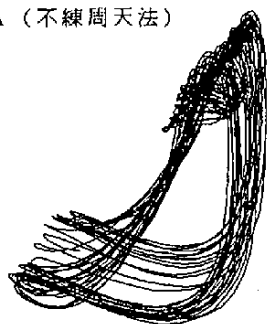


図3-2 各種の「気功」をかけた状態における脈波と心拍のアトラクター

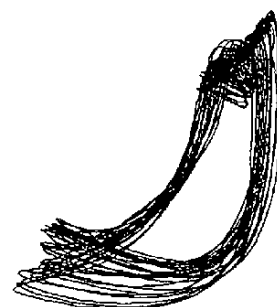
88-A (不練周天法)



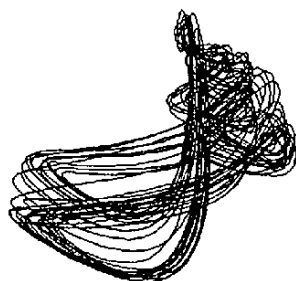
88-A (氣をとばす)



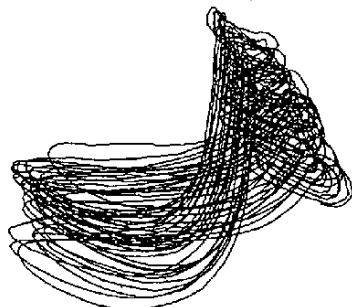
88-A (胎息法)



88-B (不練周天法)



88-B (氣をとばす)



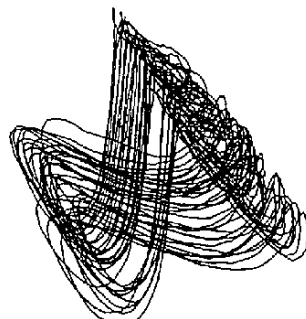
88-B (胎息法)



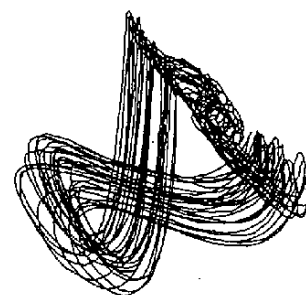
88-C
(不練周天法)



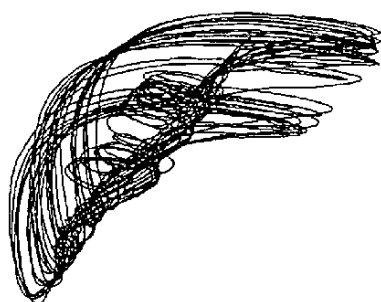
88-C (氣をとばす)



88-C (胎息法)



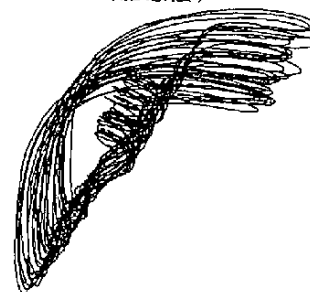
88-D (不練周天法)



88-D (氣をとばす)



88-D (胎息法)



心 拍 の ア ト ラ ク タ ー

88-A C (普通)



88-A C (小周天法)



88-A C (大周天法)



88-B C (普通)



88-B C (小周天法)



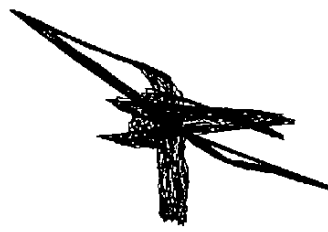
88-B C (大周天法)



88-C C (普通)



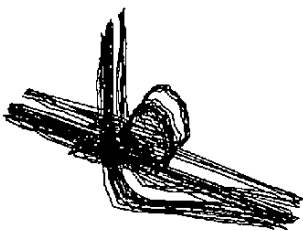
88-C C (小周天法)



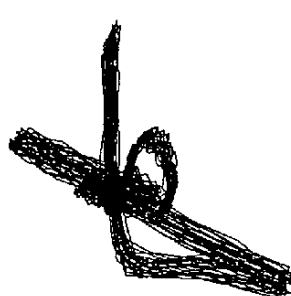
88-C C (大周天法)



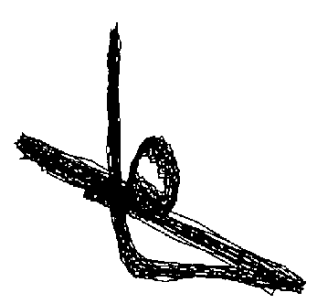
88-D C (普通)



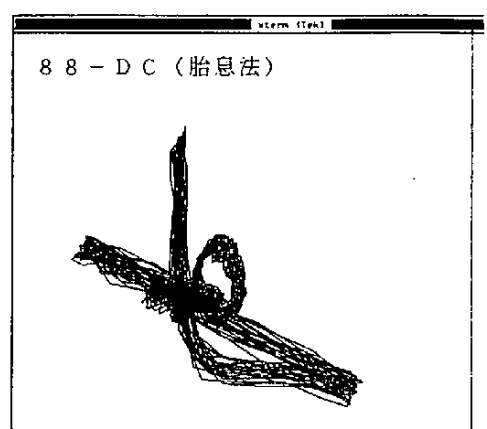
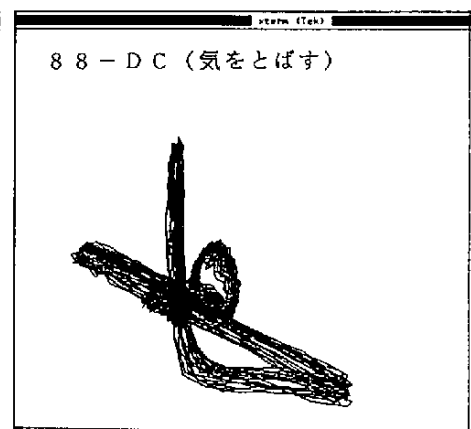
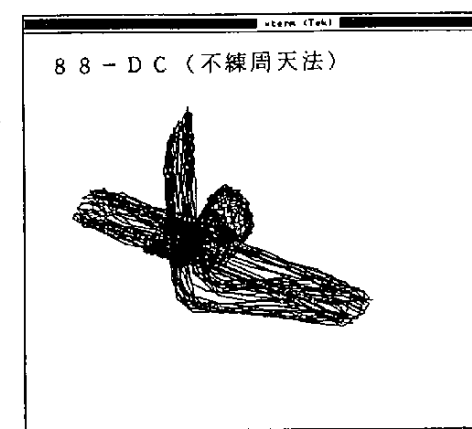
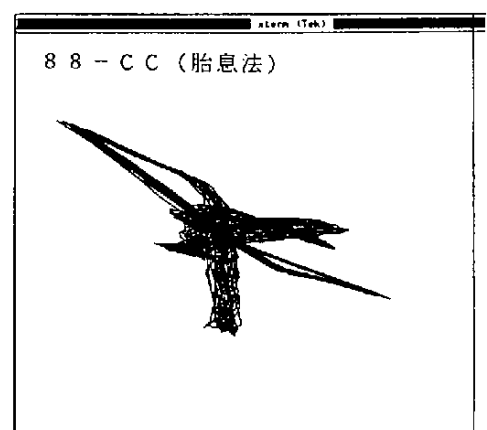
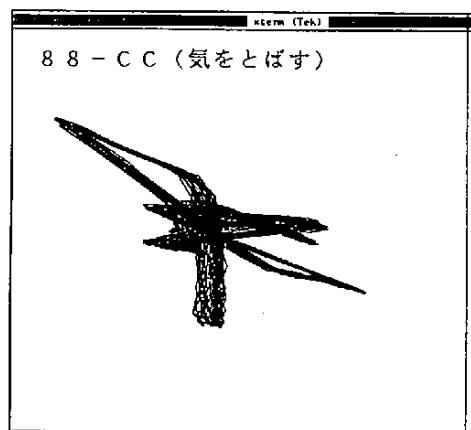
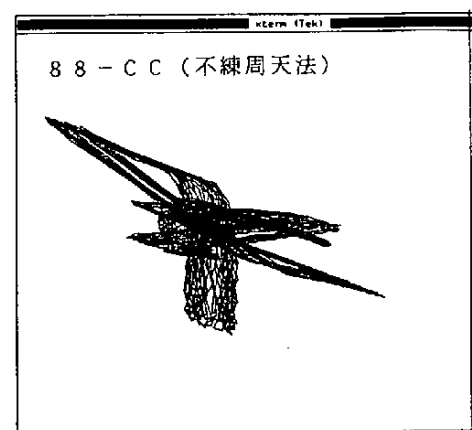
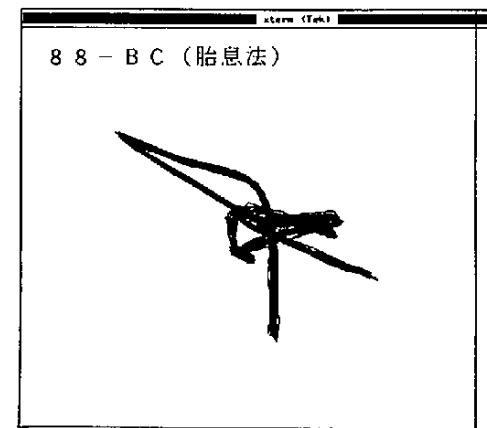
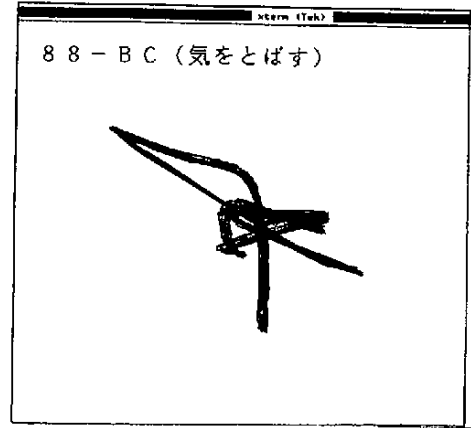
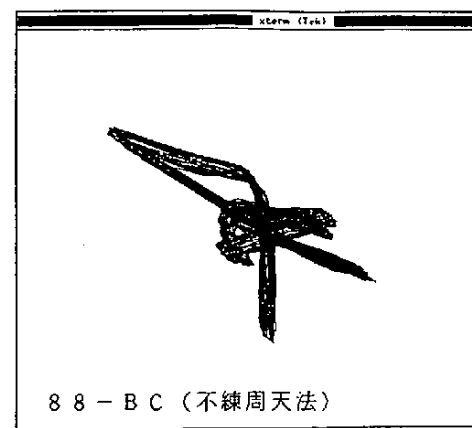
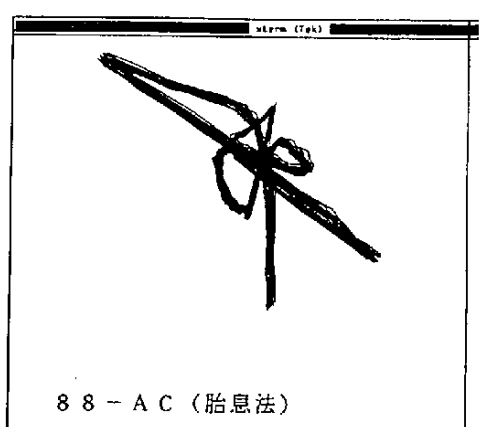
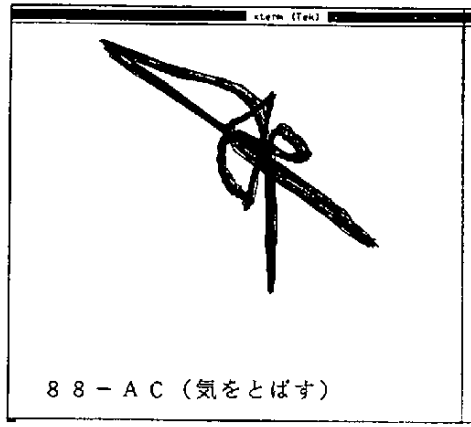
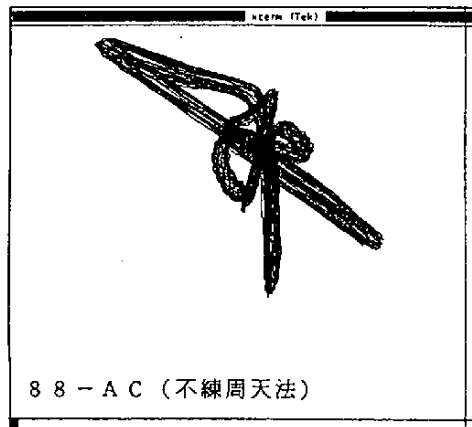
88-D C (小周天法)



88-D C (大周天法)



心 拍 の ア ト ラ ク タ ー



脈波のアトラクター

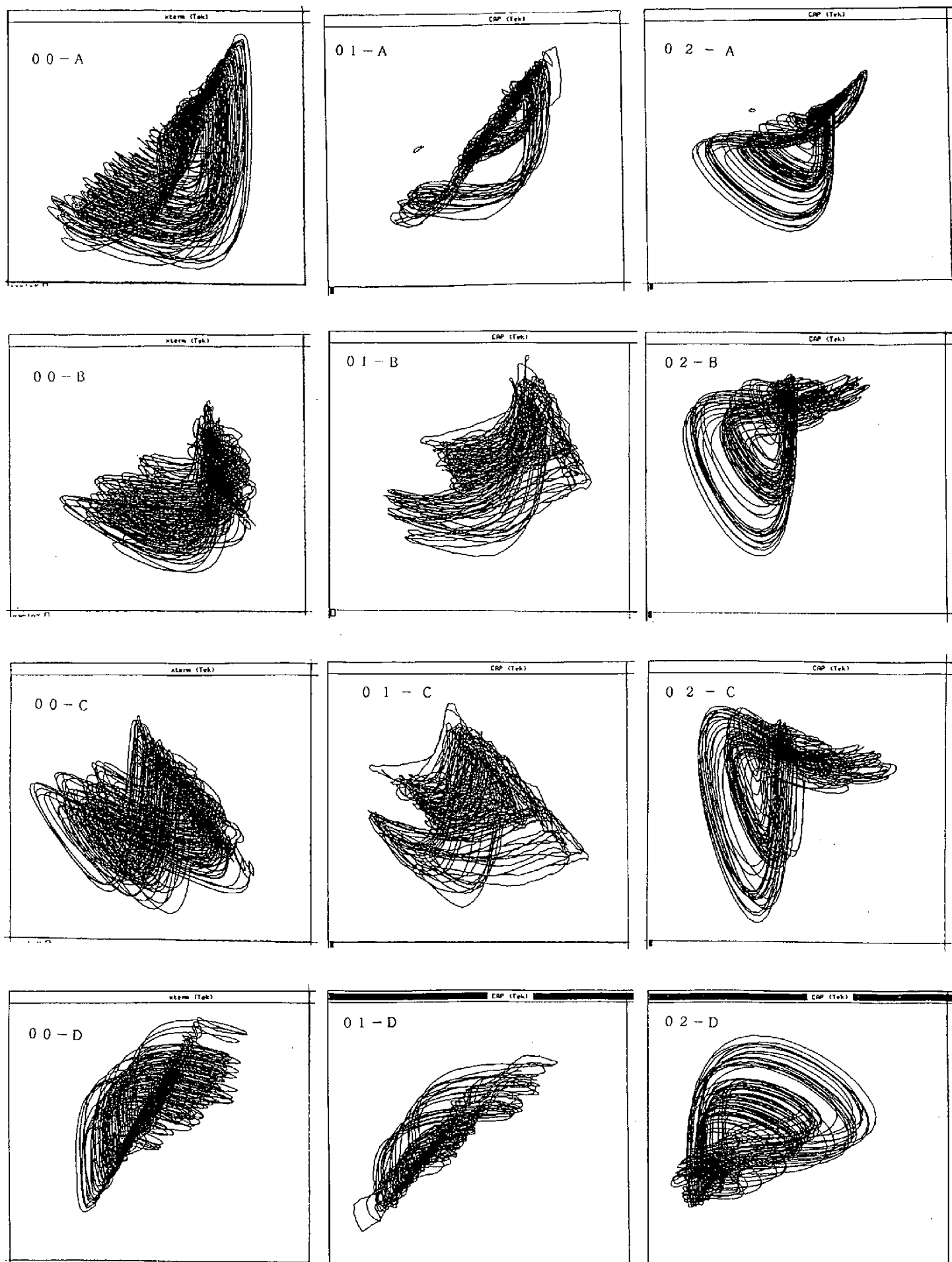
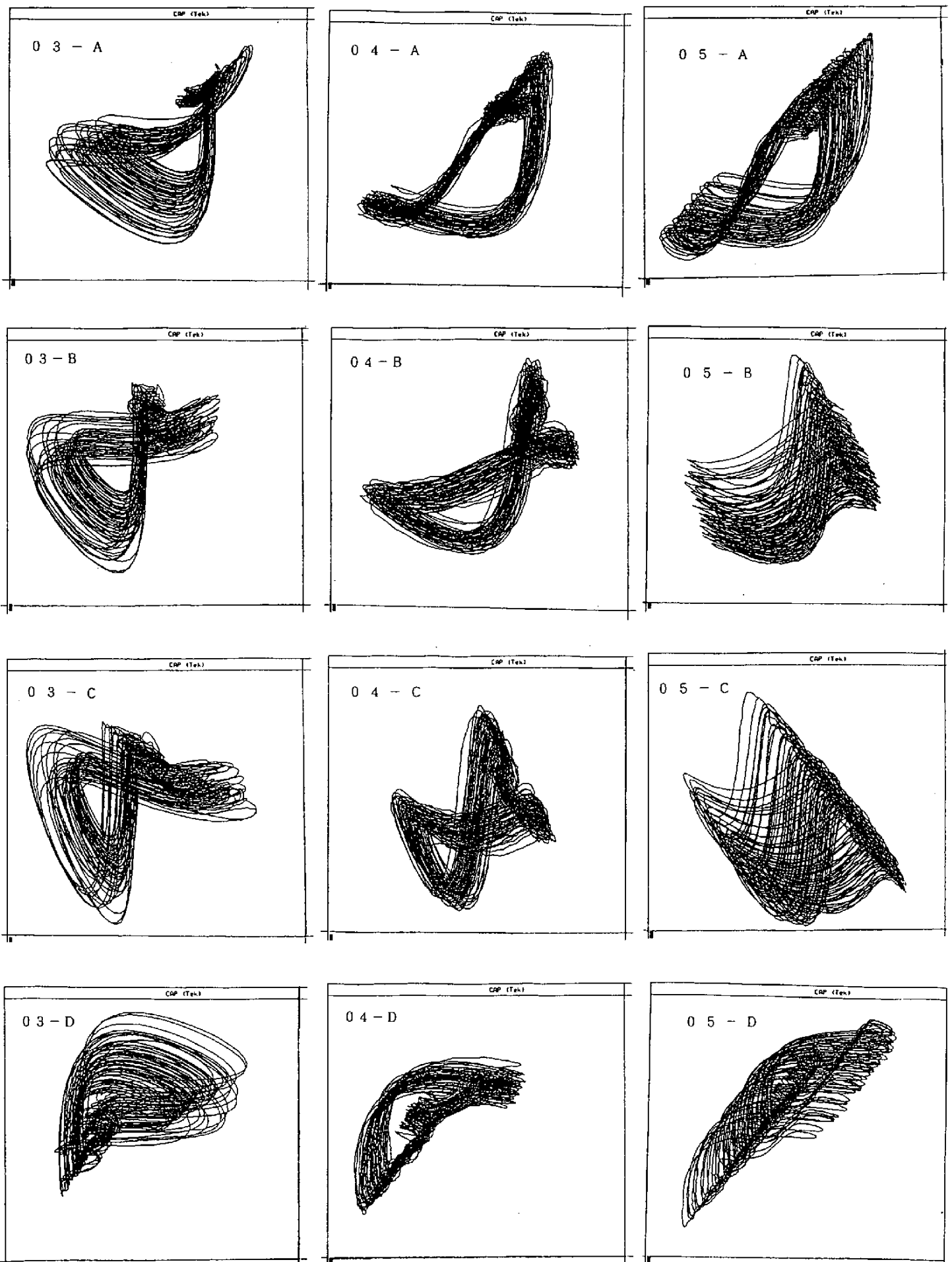
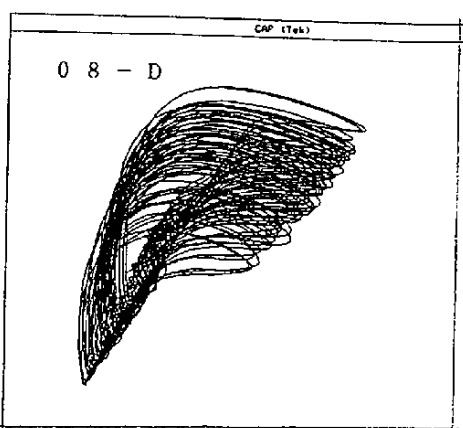
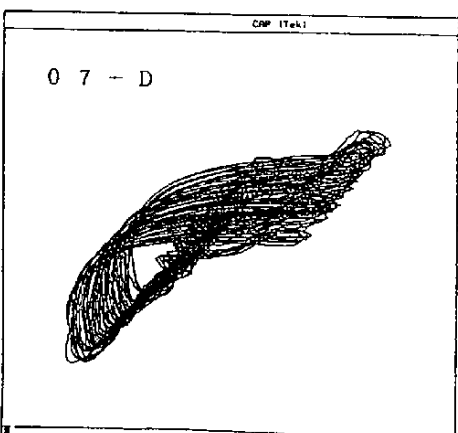
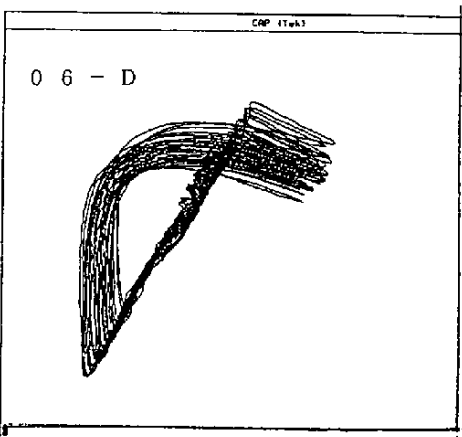
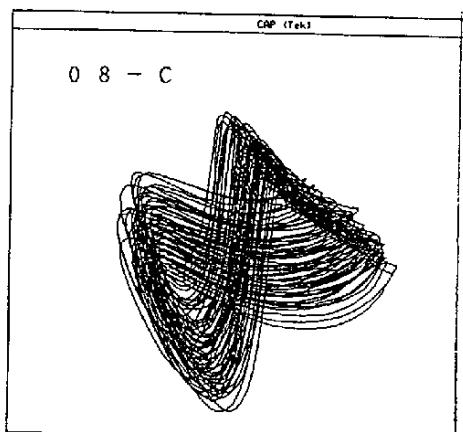
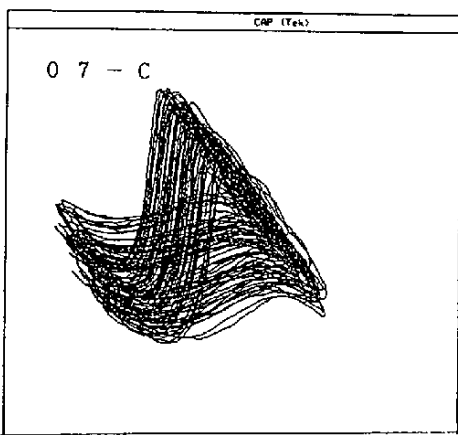
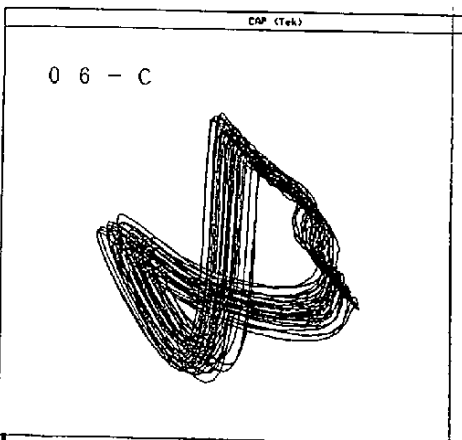
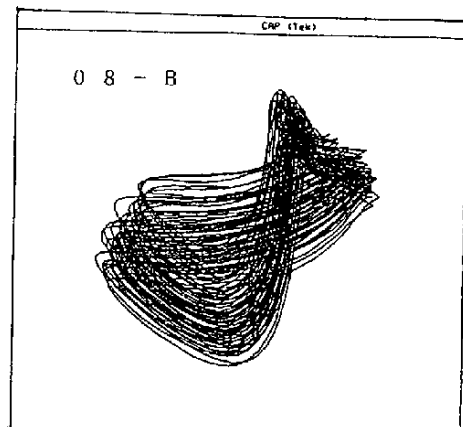
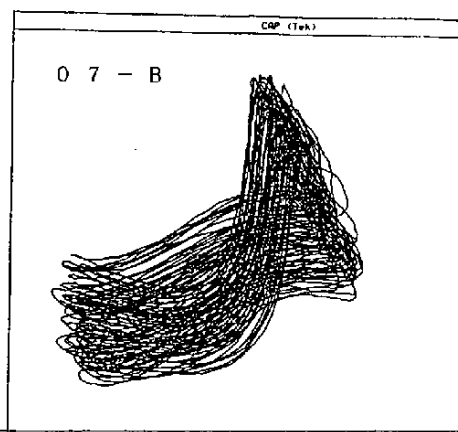
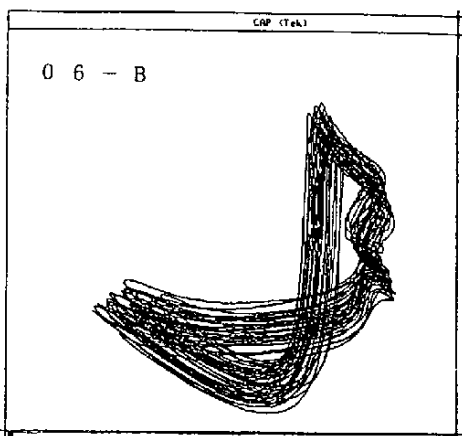
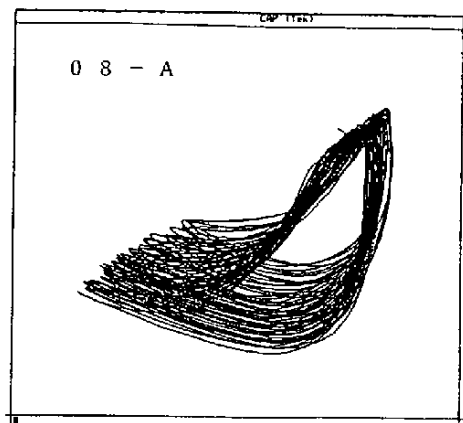
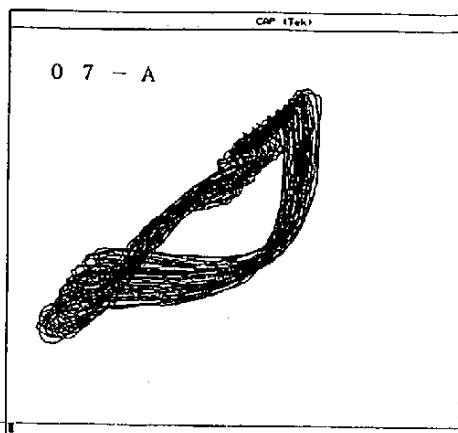
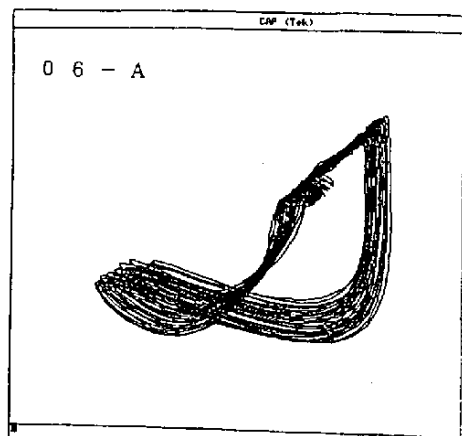


図3-3 精神症状がある人（老人性痴呆の人を含む）、心疾患を持つ人、健常な新生児、重症未熟児のアトラクター

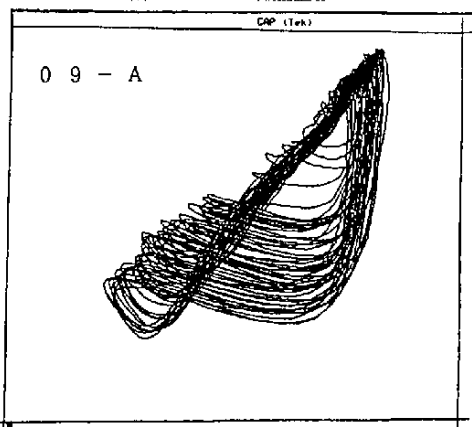
脈波のアトラクター



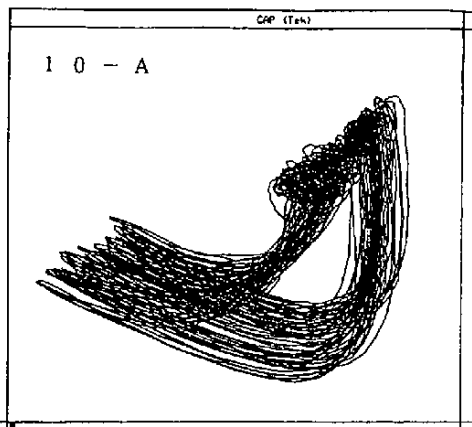
脈波のアトラクター



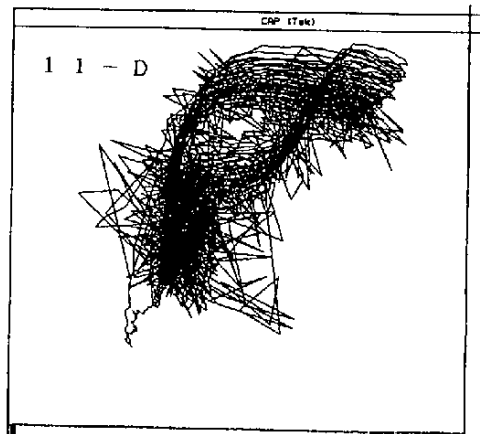
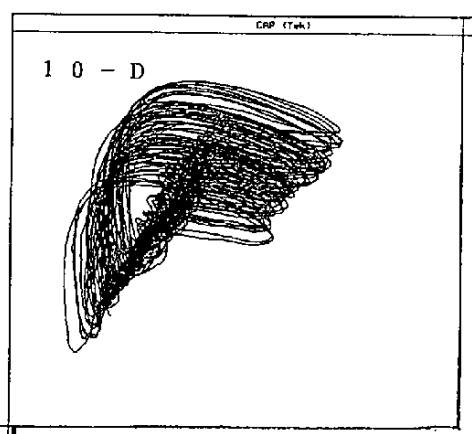
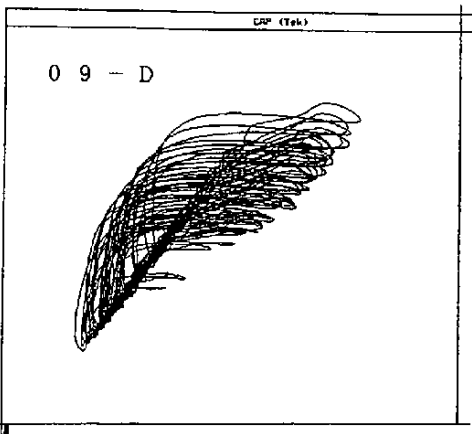
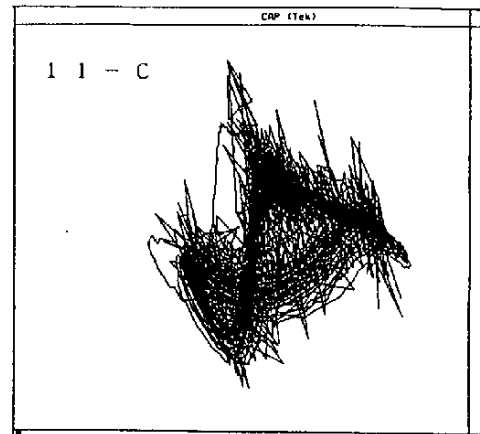
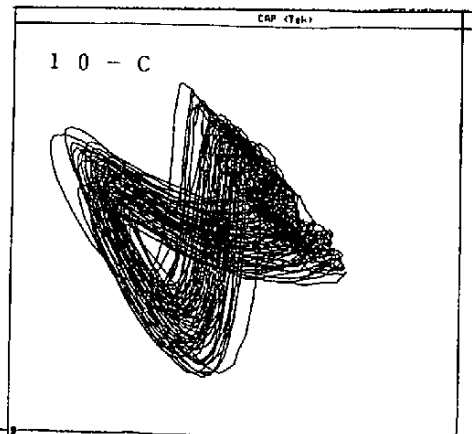
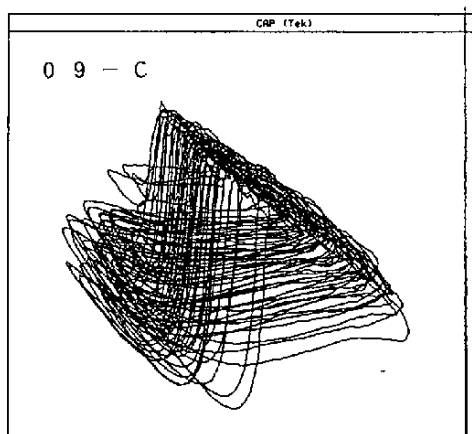
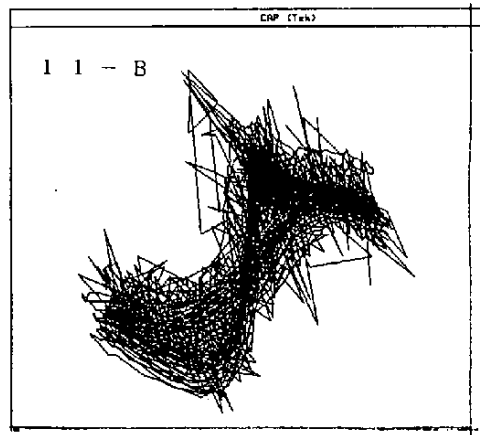
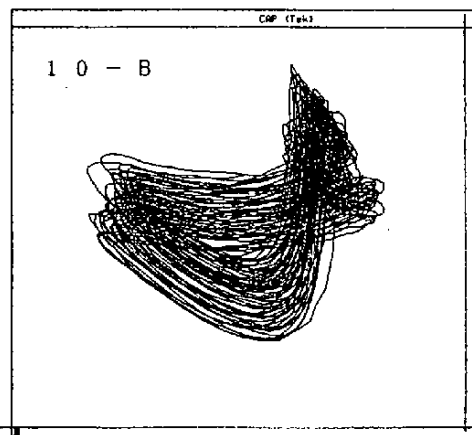
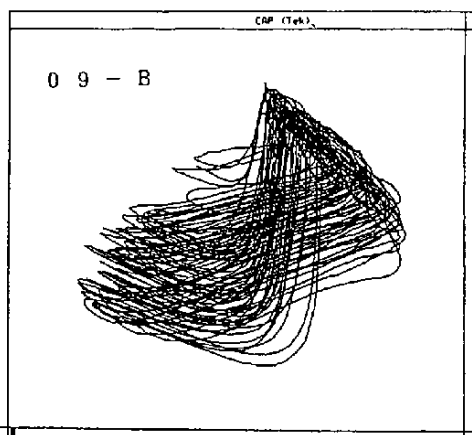
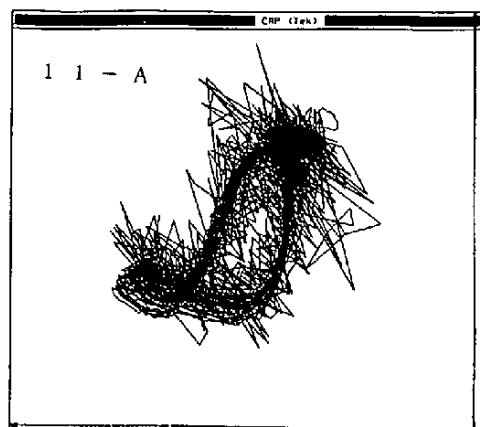
脈波のアトラクター

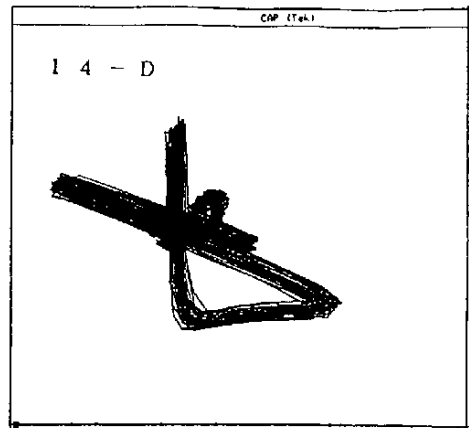
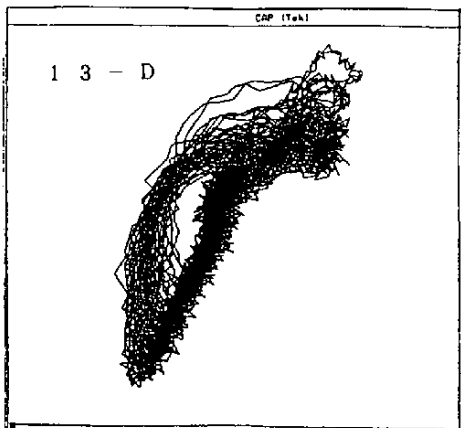
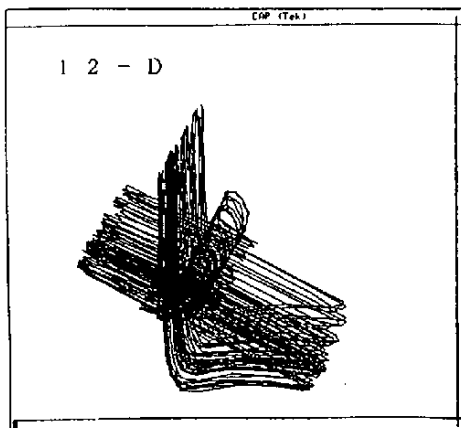
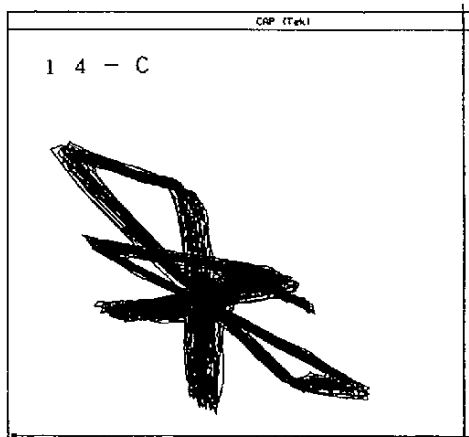
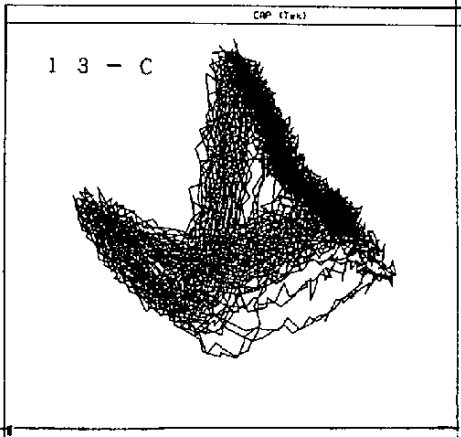
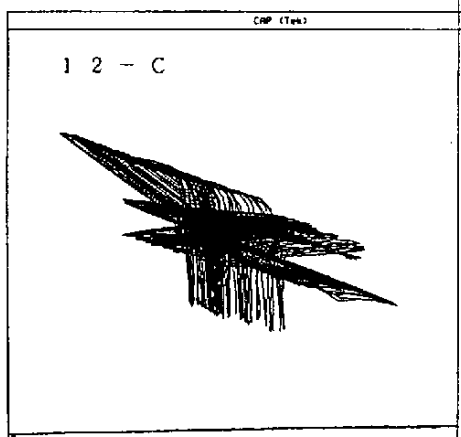
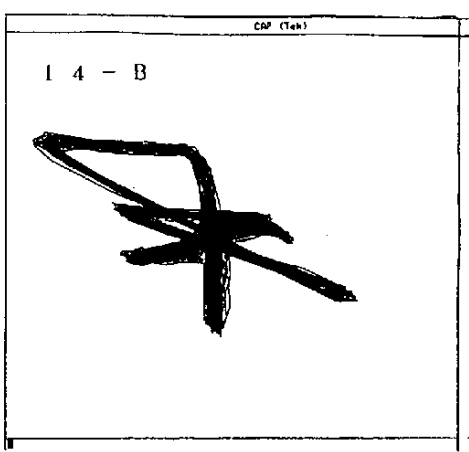
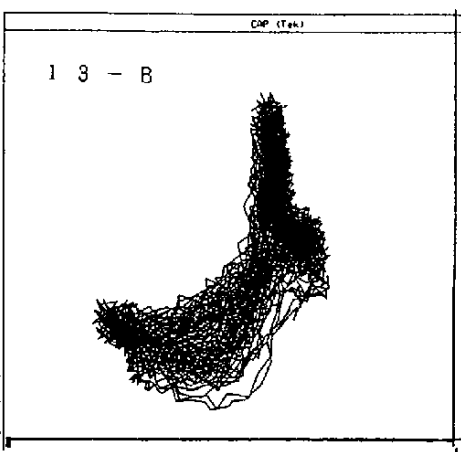
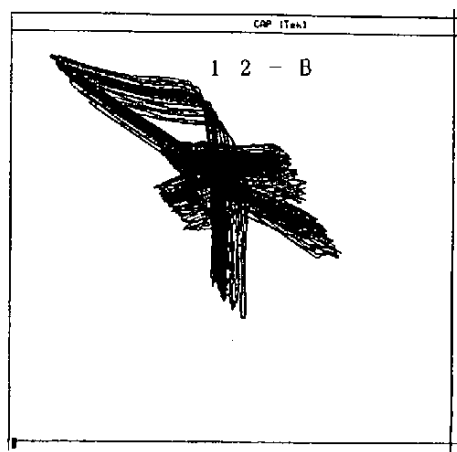
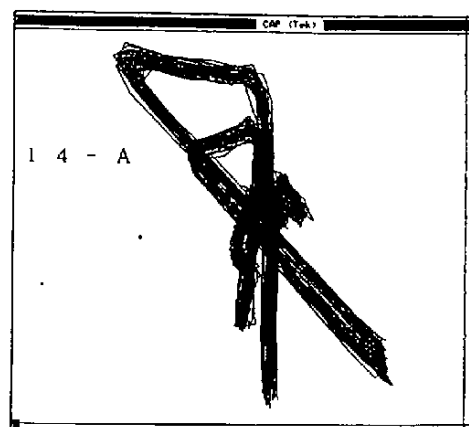
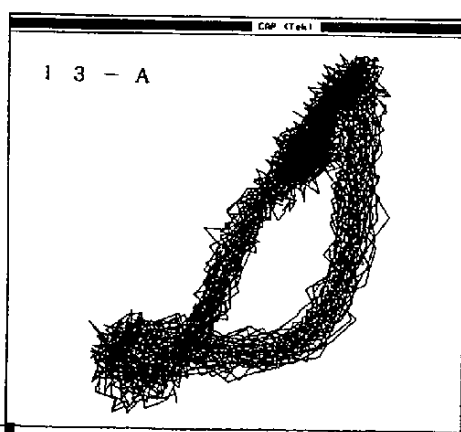
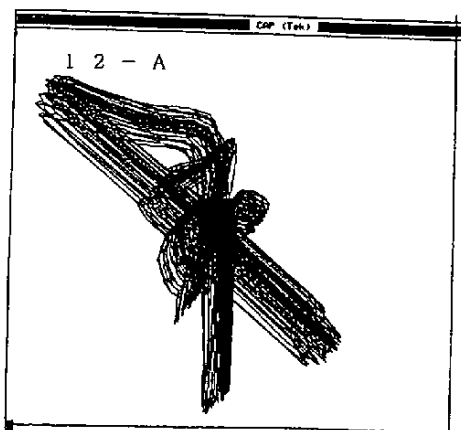


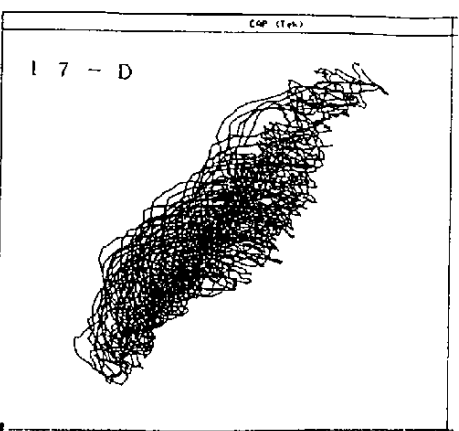
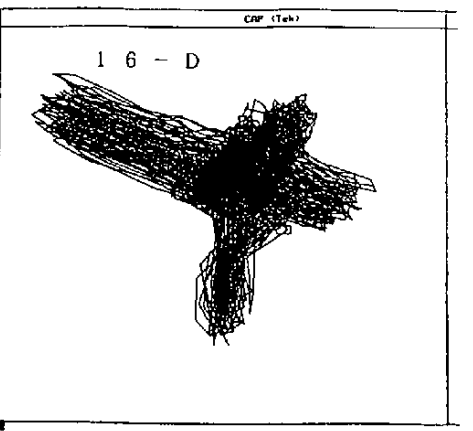
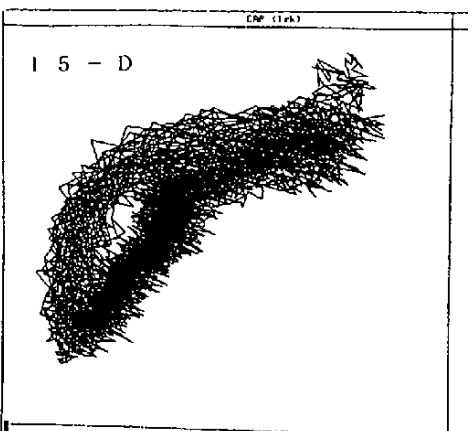
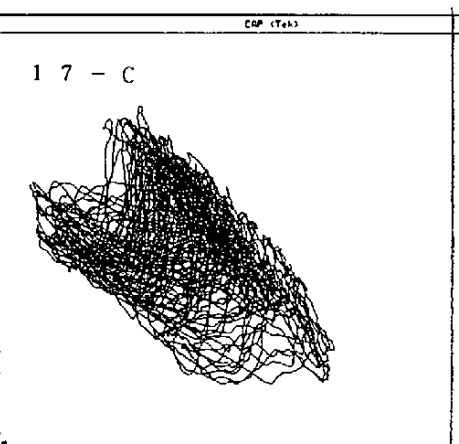
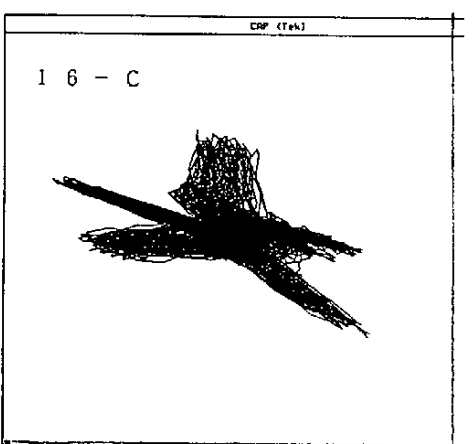
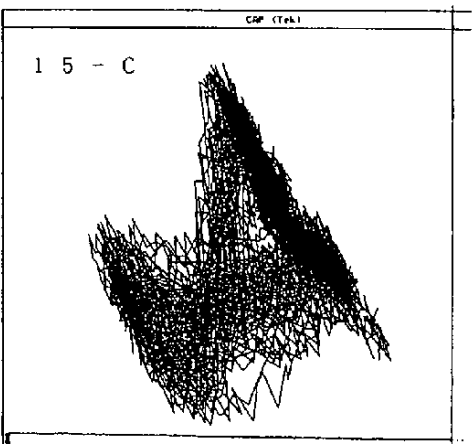
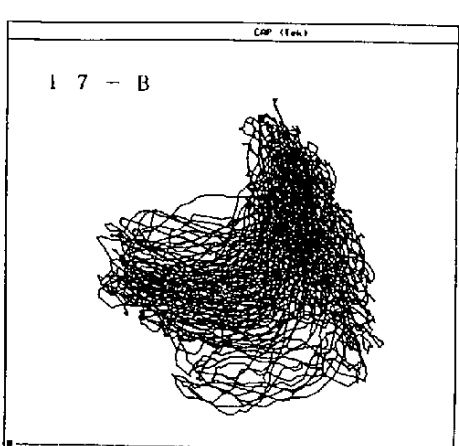
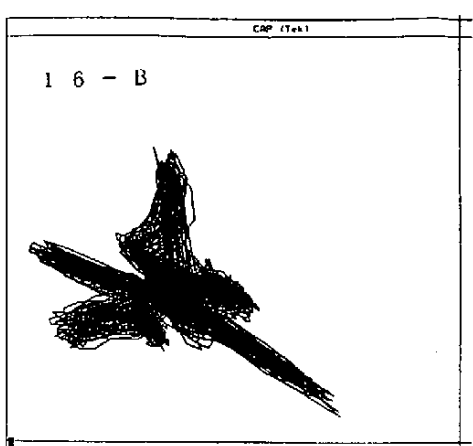
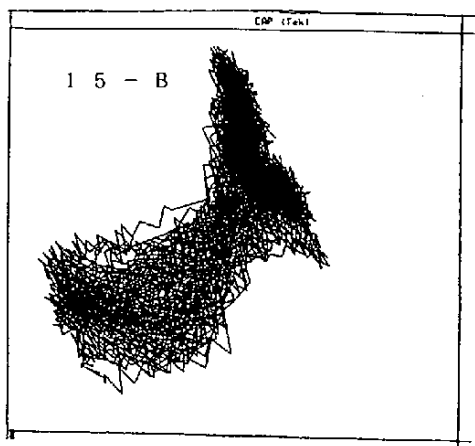
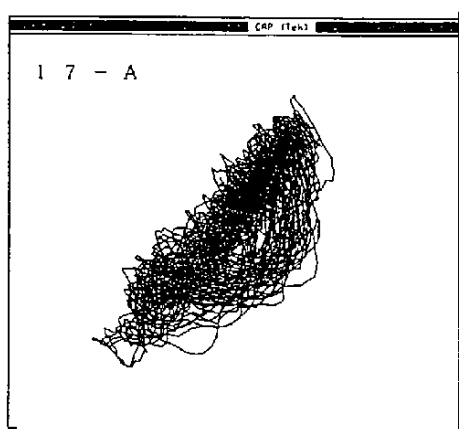
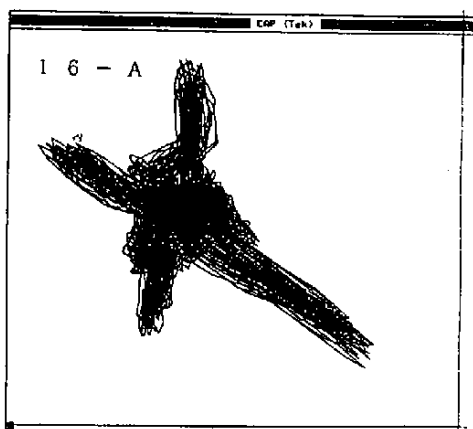
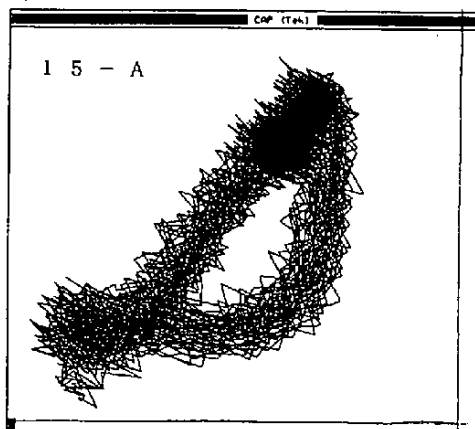
脈波のアトラクター

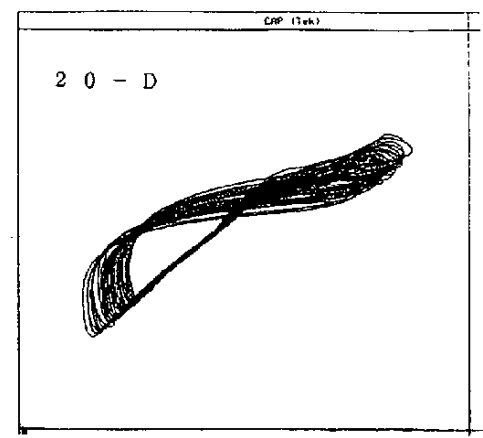
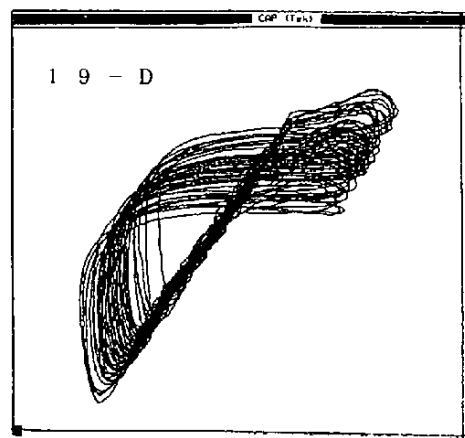
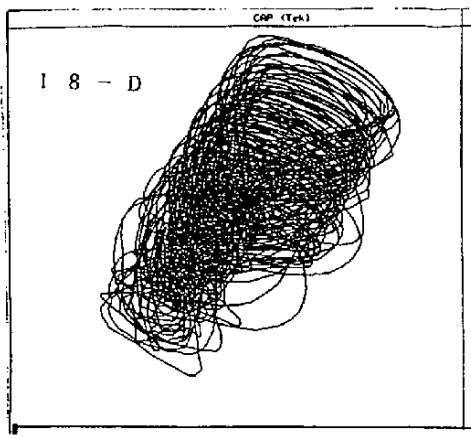
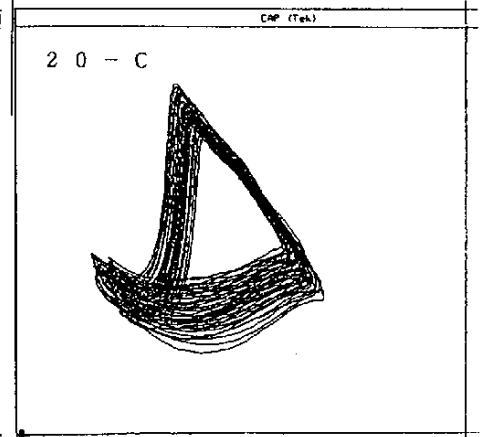
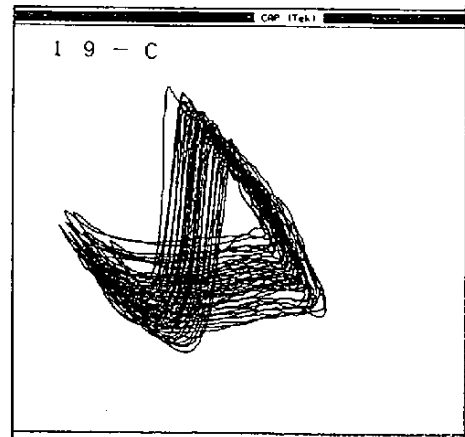
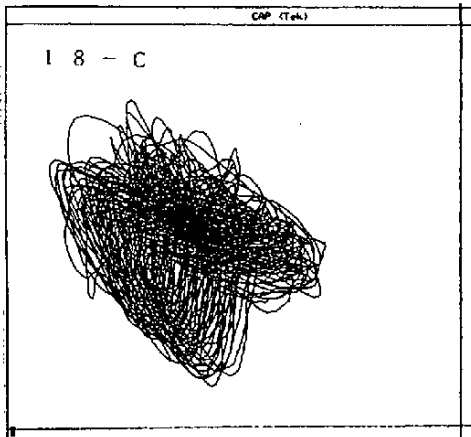
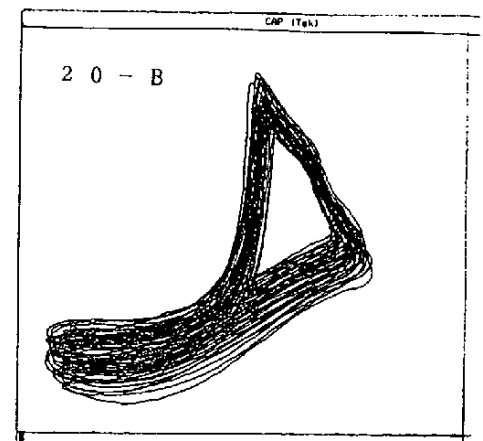
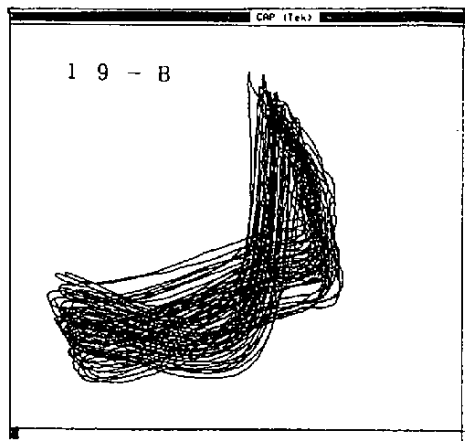
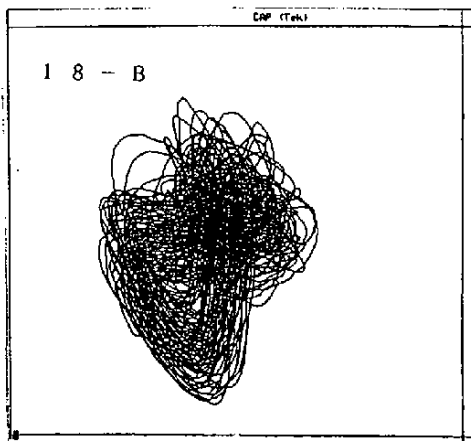
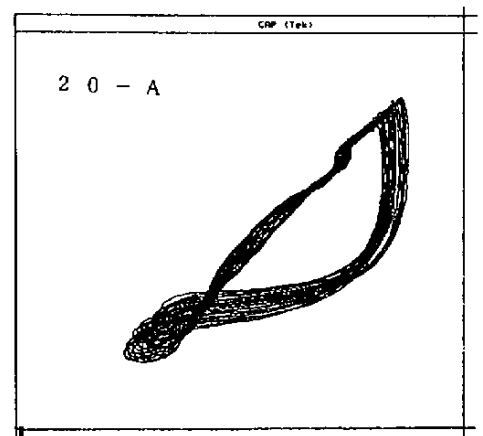
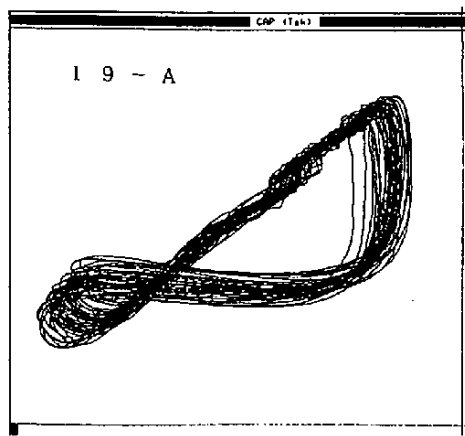
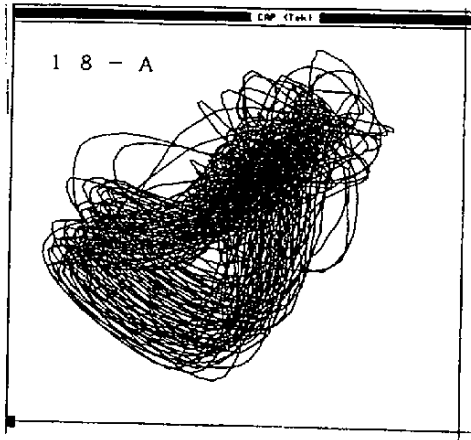


脈波のアトラクター

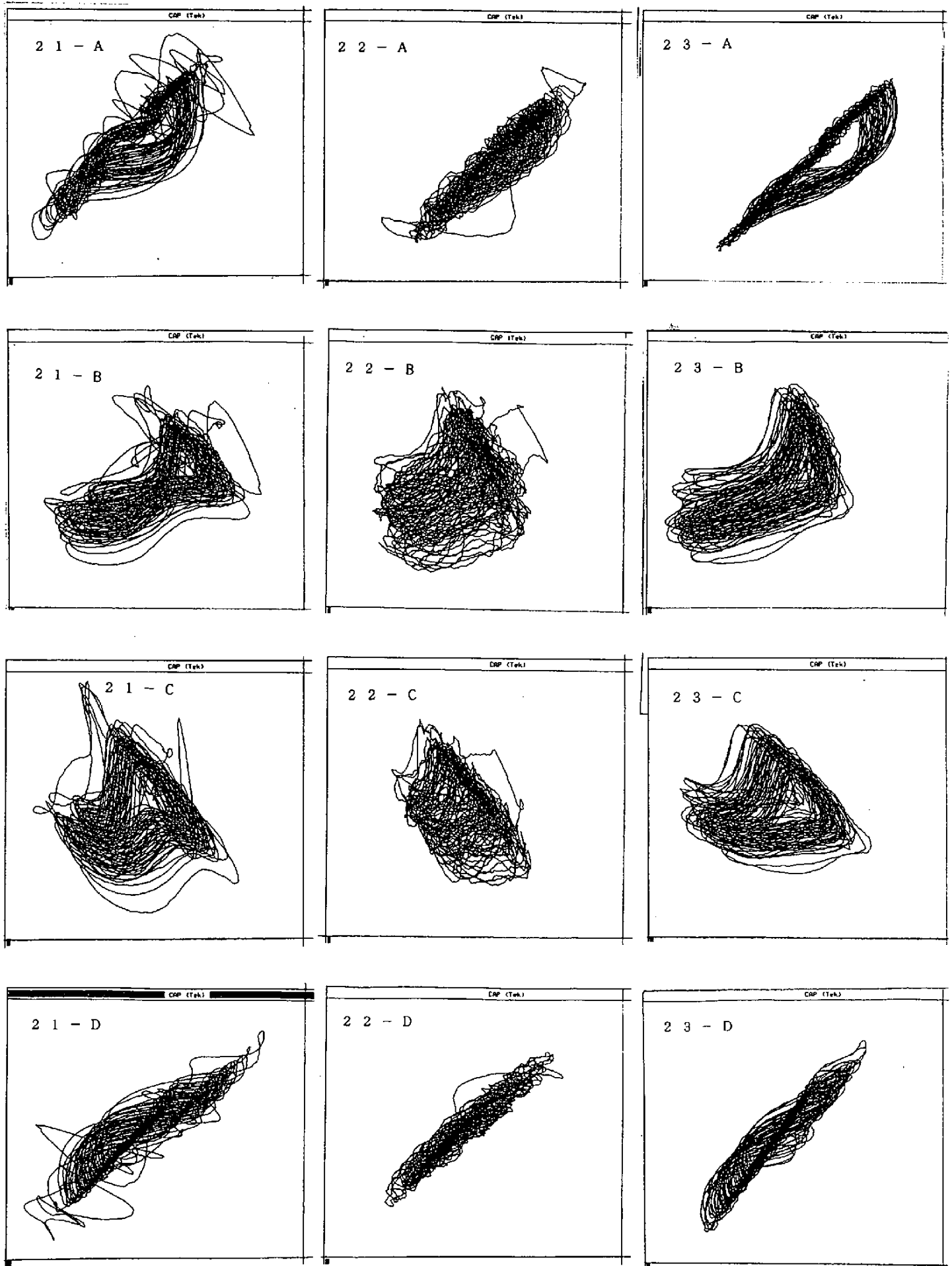


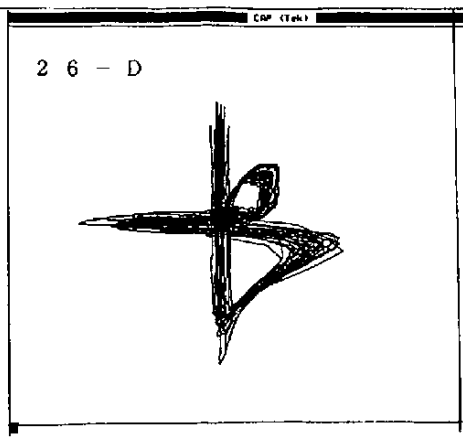
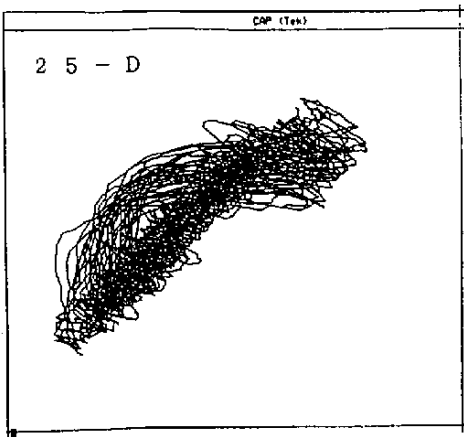
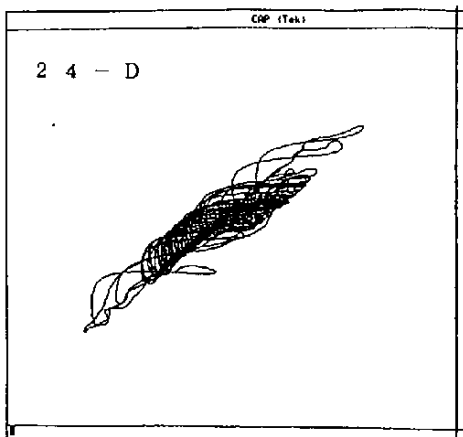
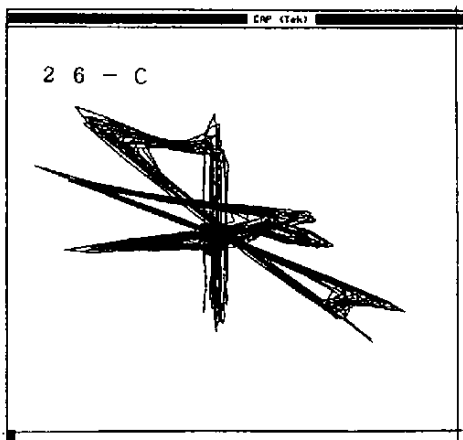
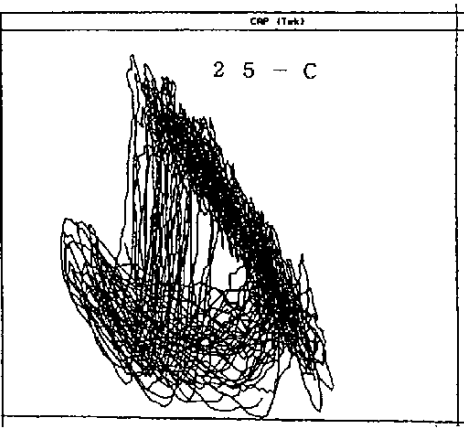
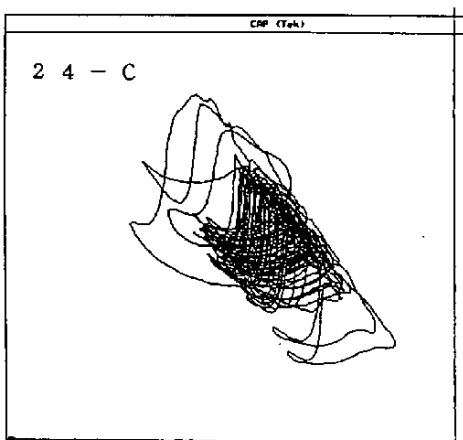
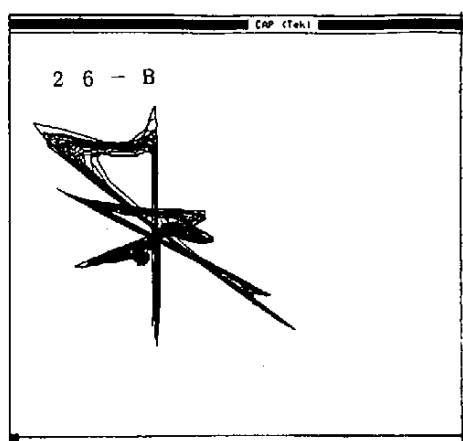
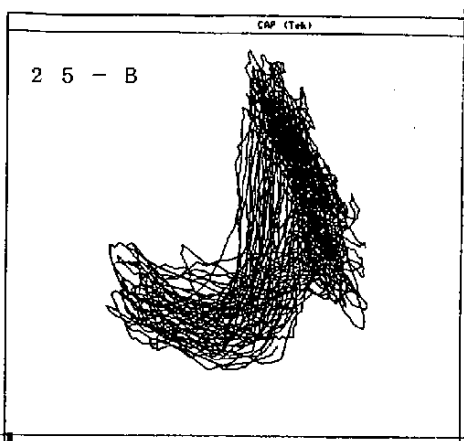
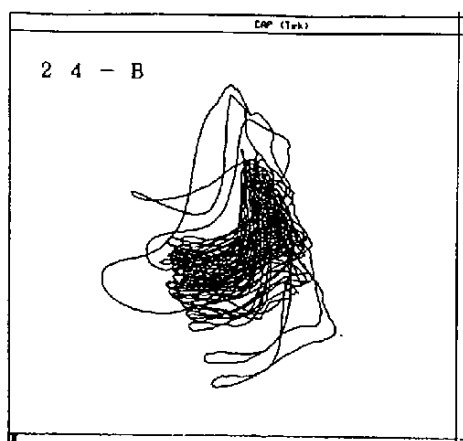
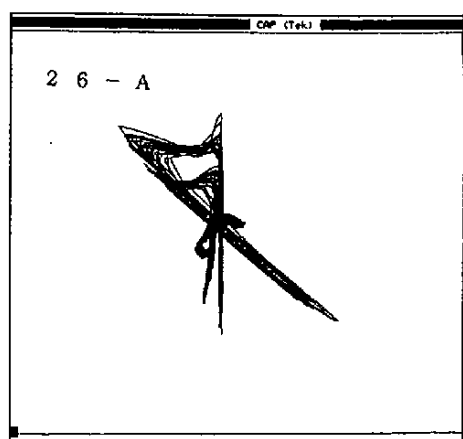
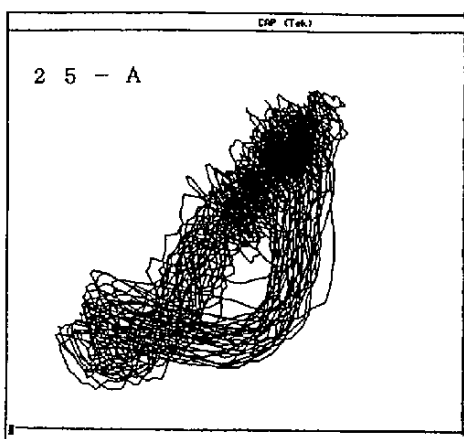
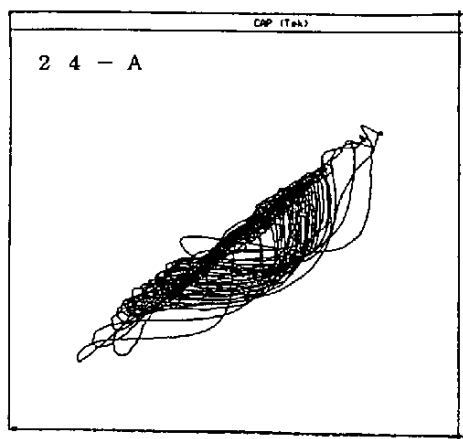


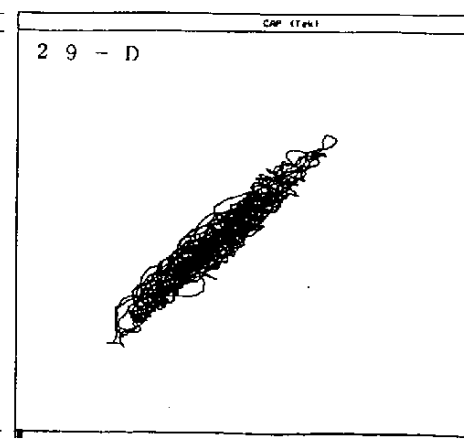
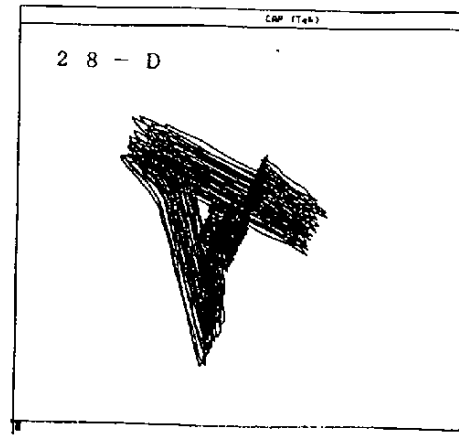
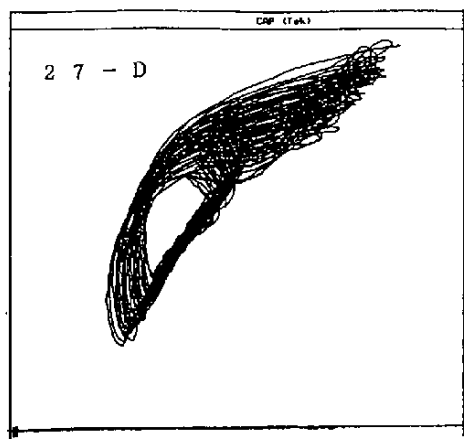
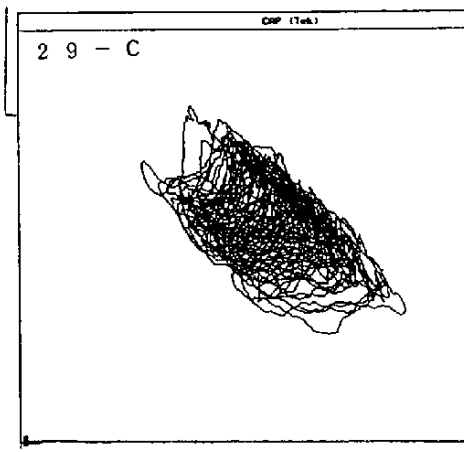
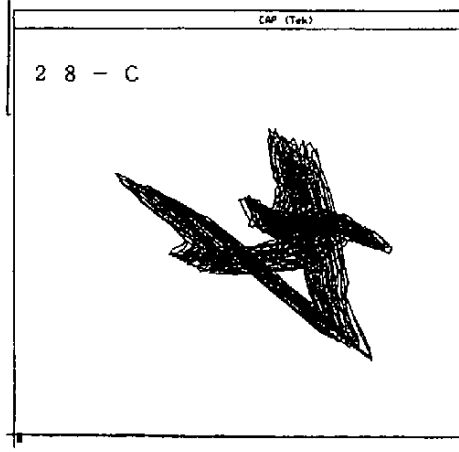
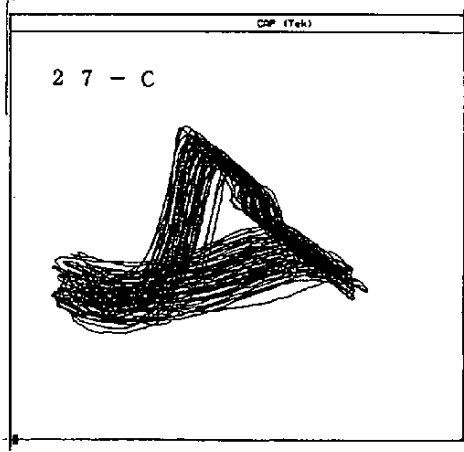
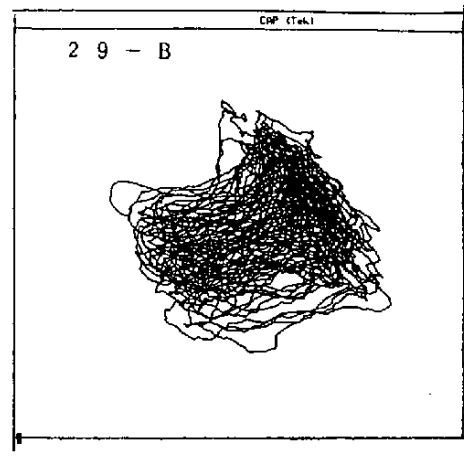
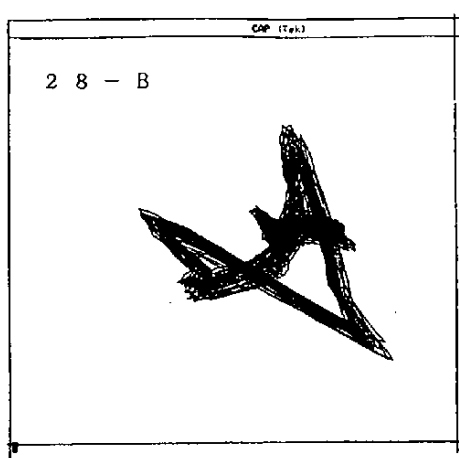
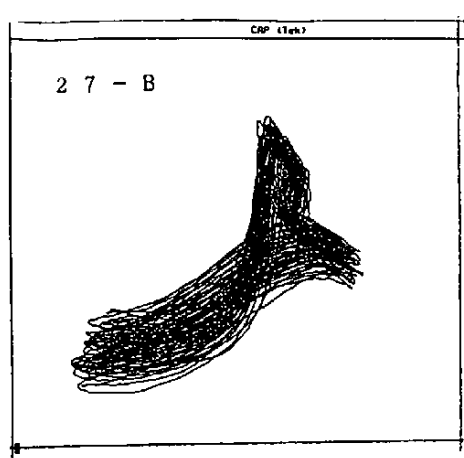
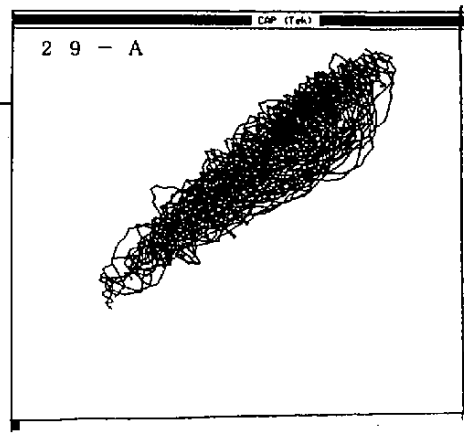
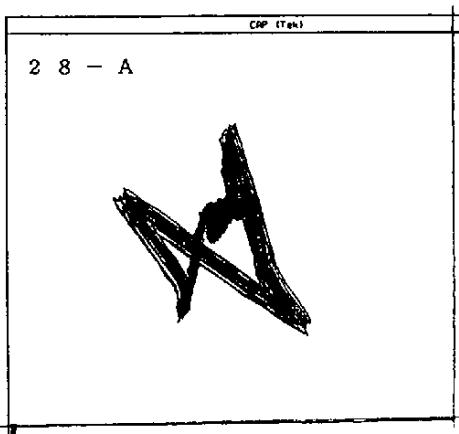
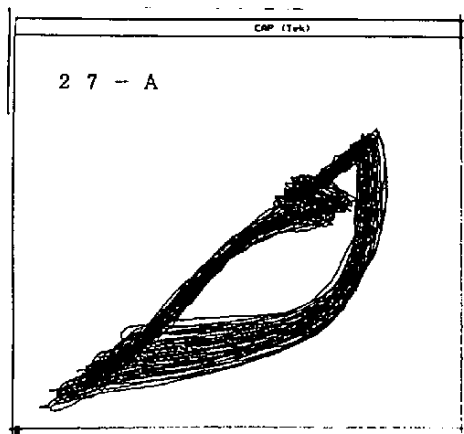


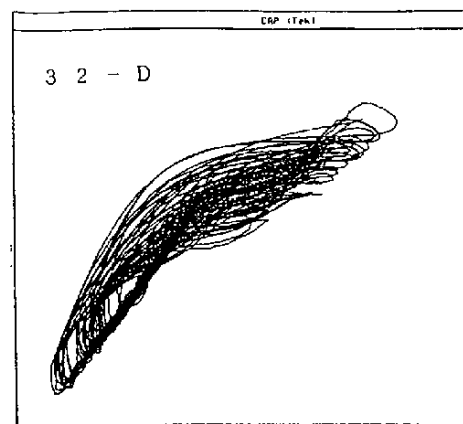
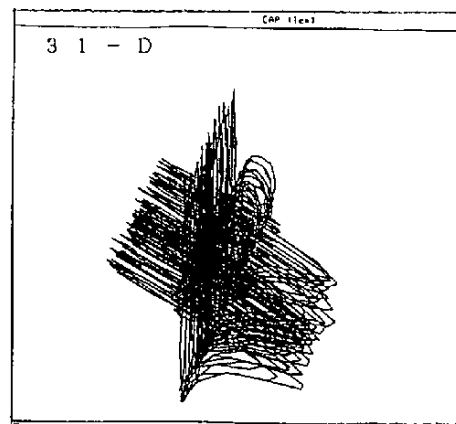
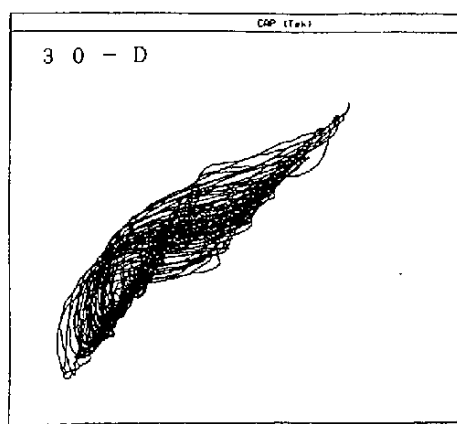
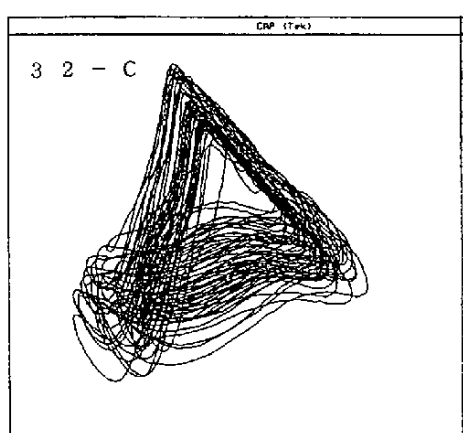
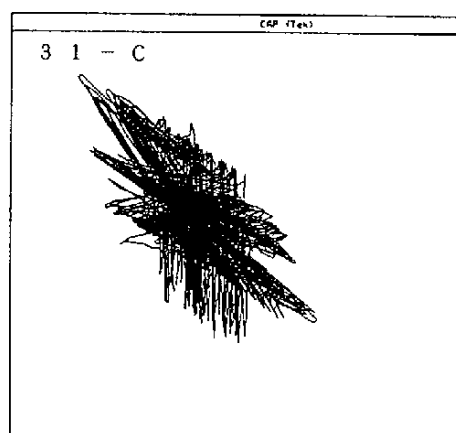
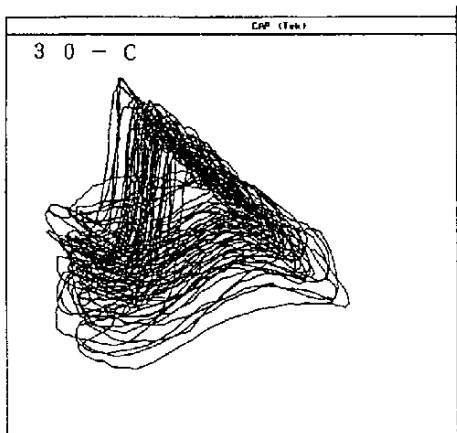
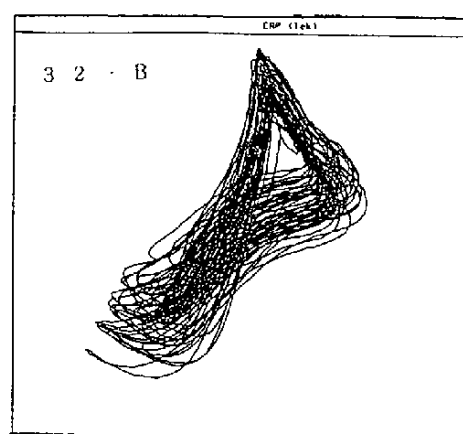
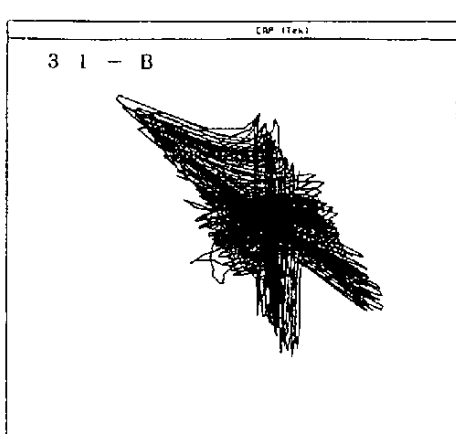
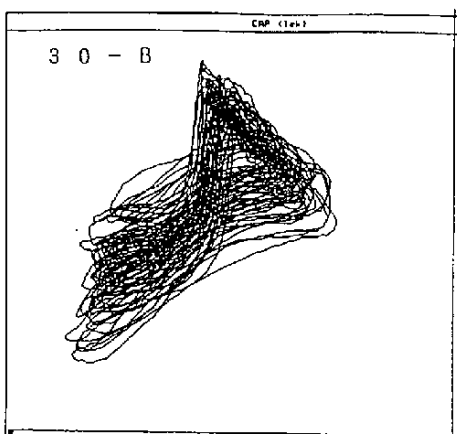
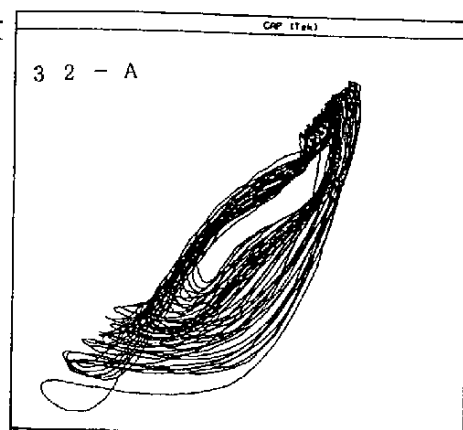
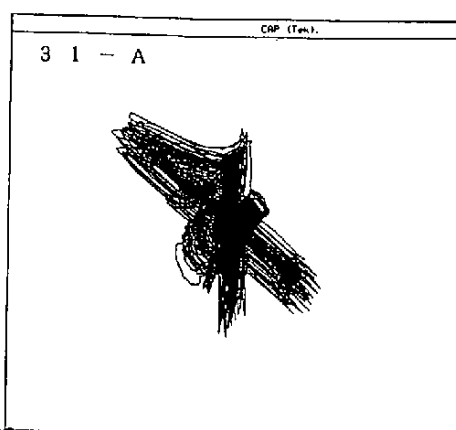
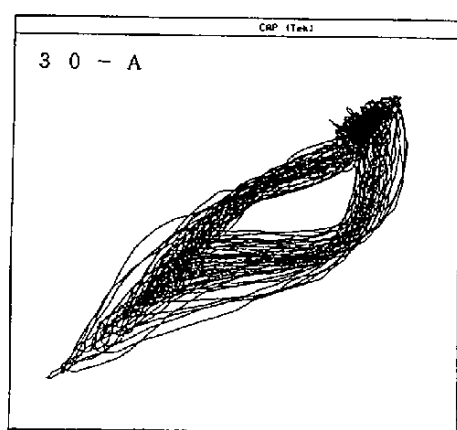


脈波のアトラクター





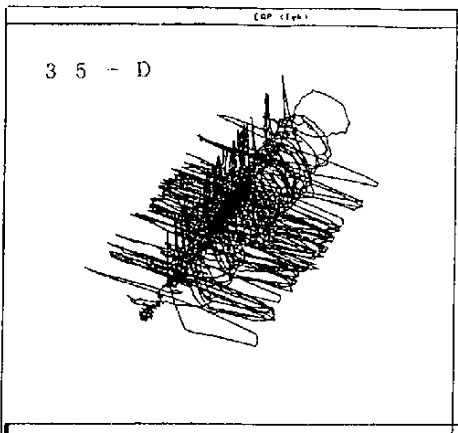
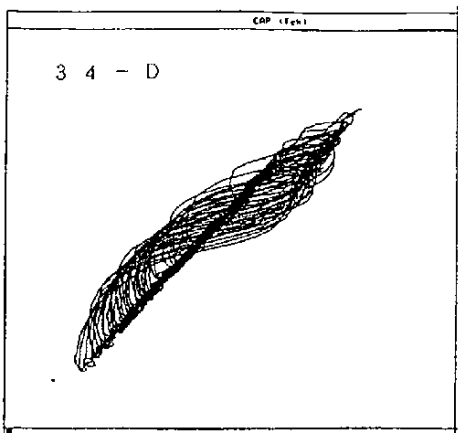
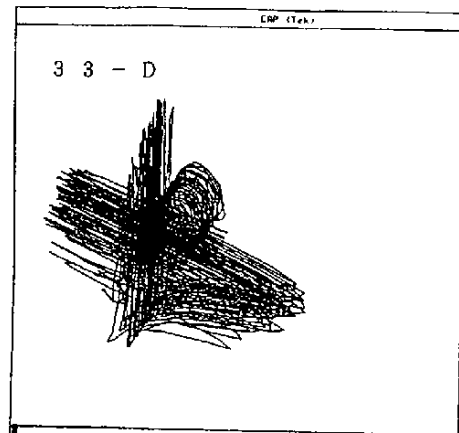
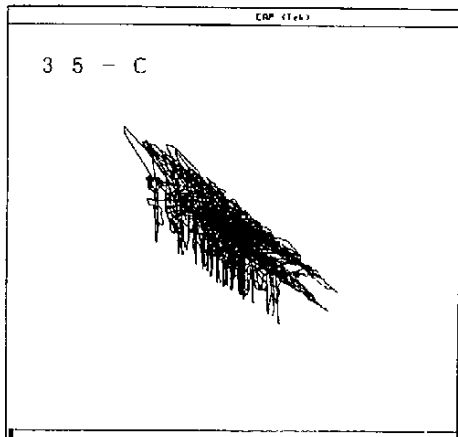
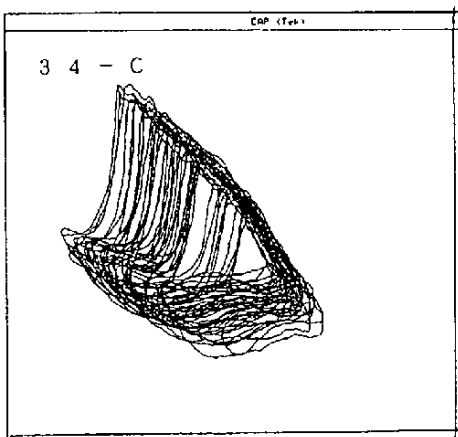
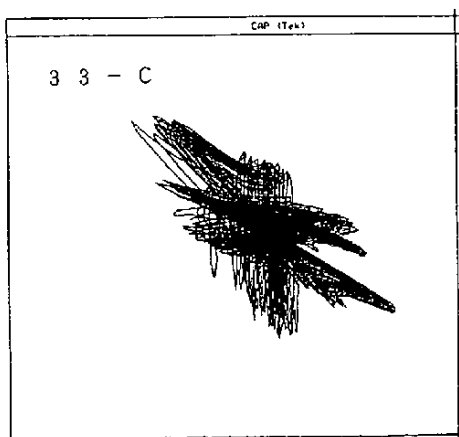
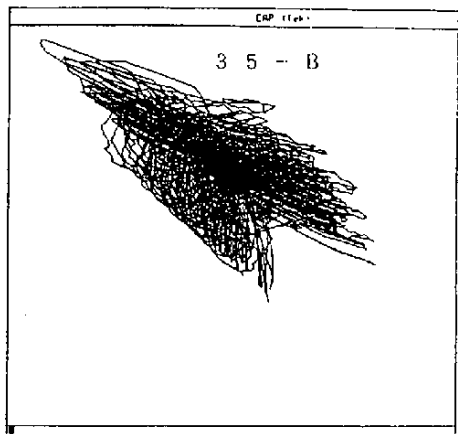
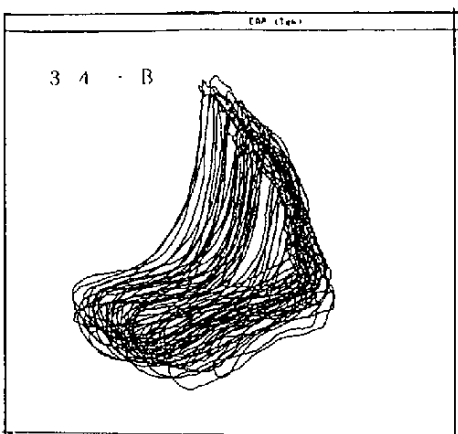
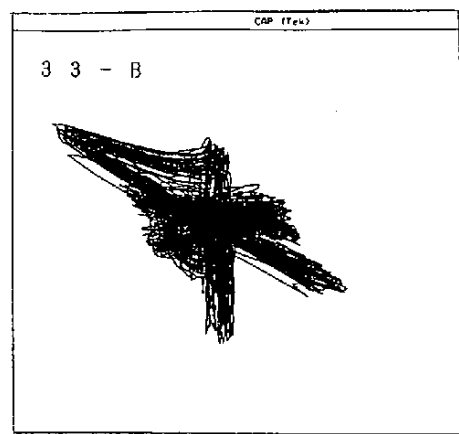
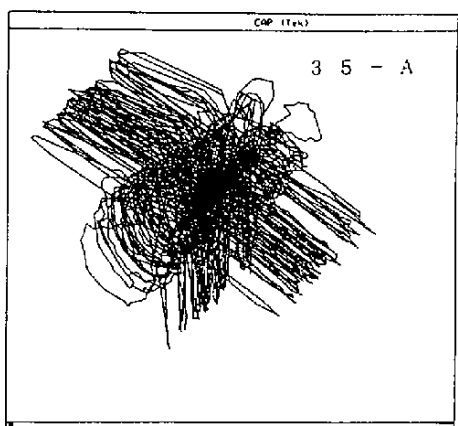
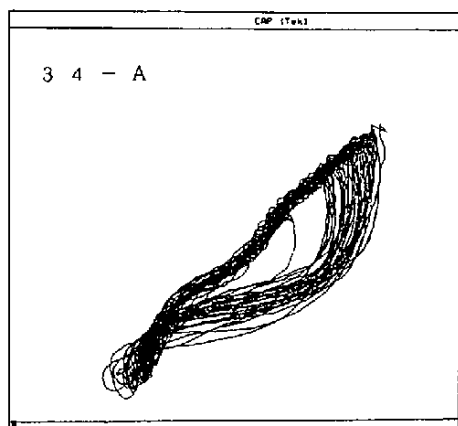
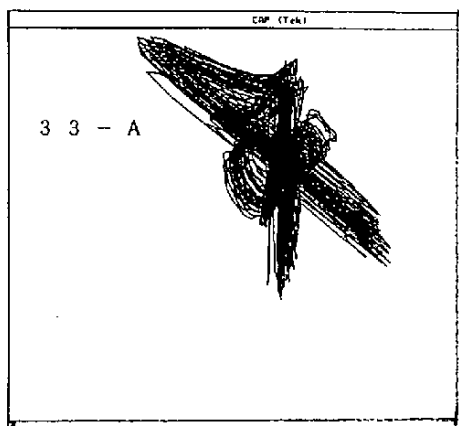




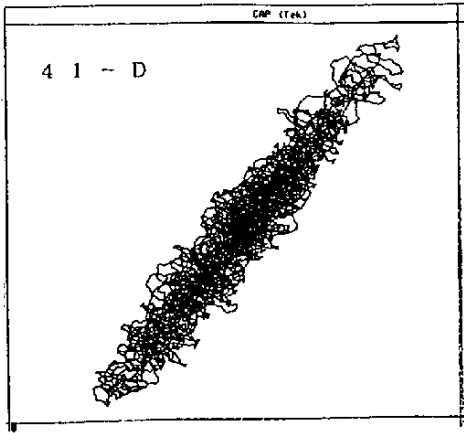
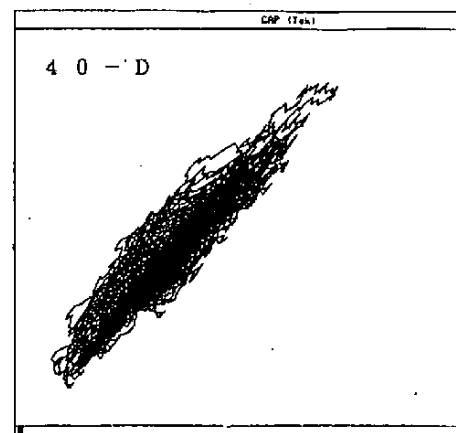
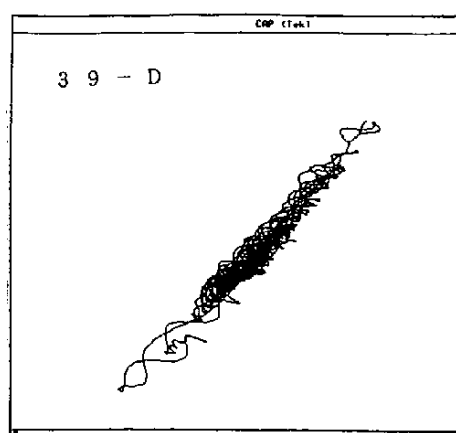
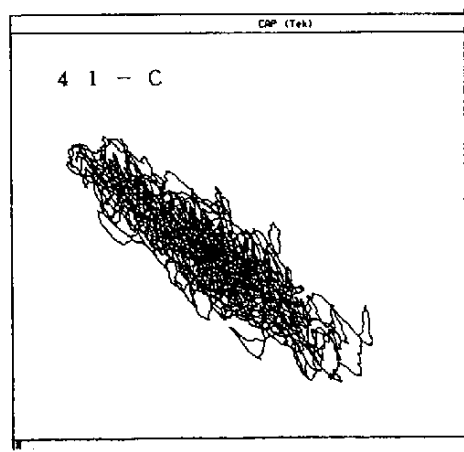
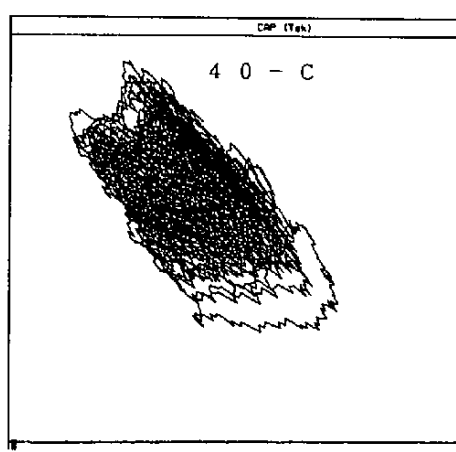
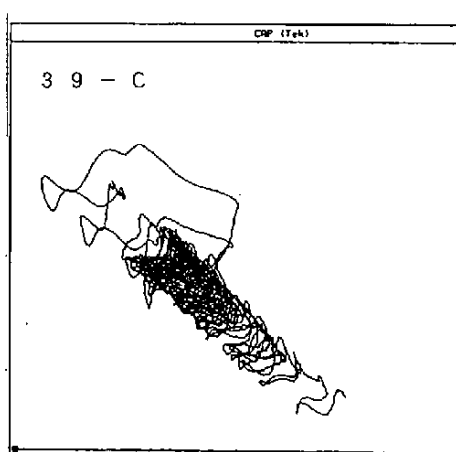
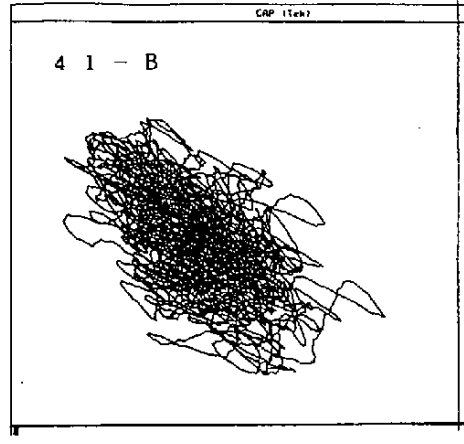
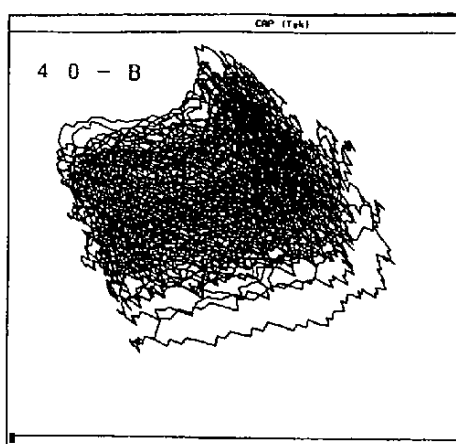
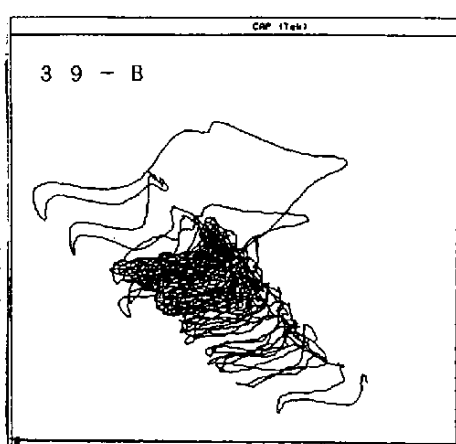
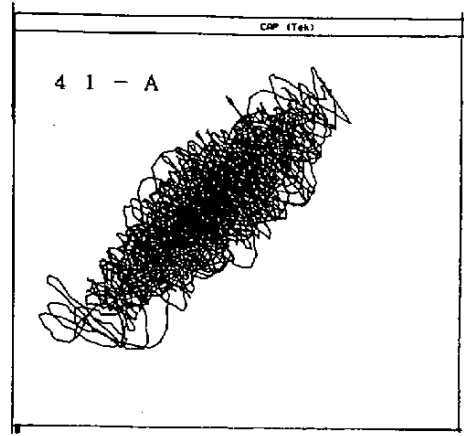
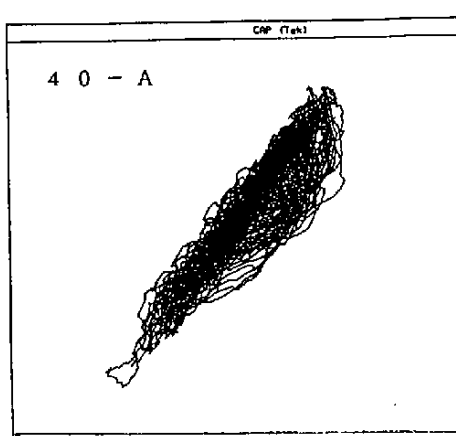
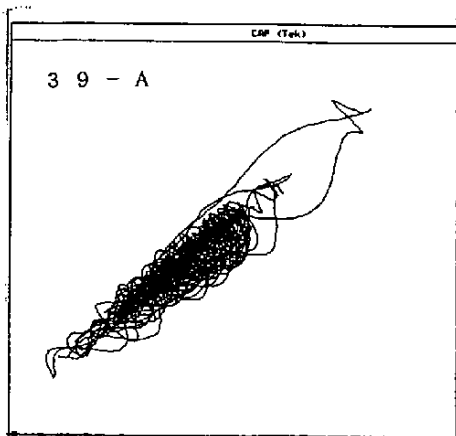
心拍のアトラクター

脈波のアトラクター

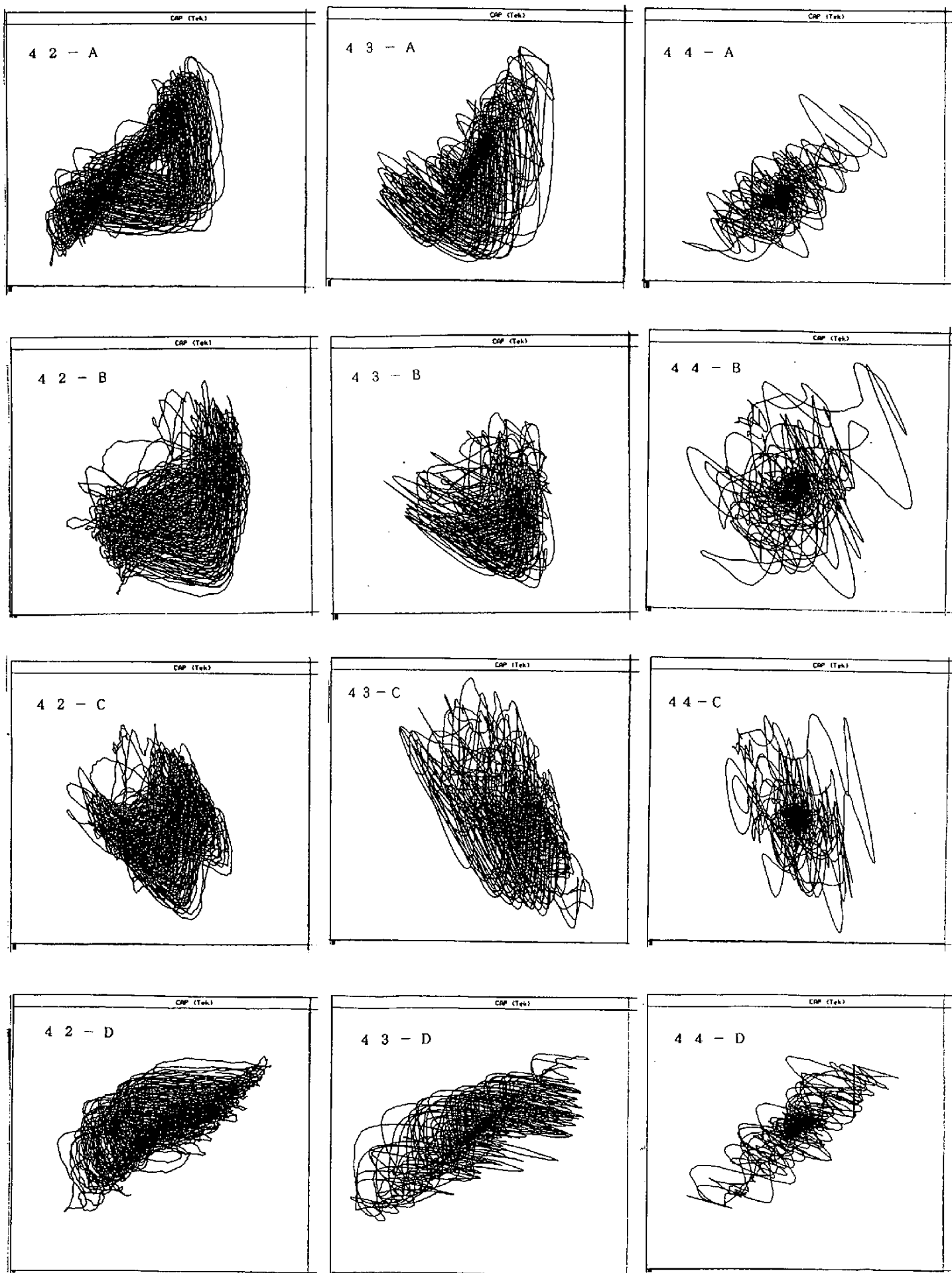
心拍のアトラクター



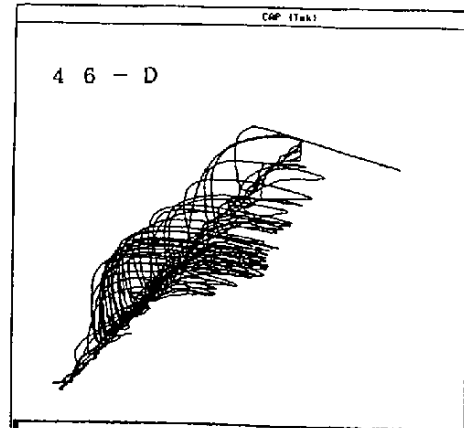
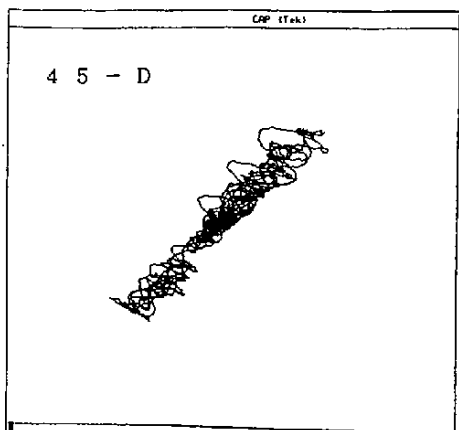
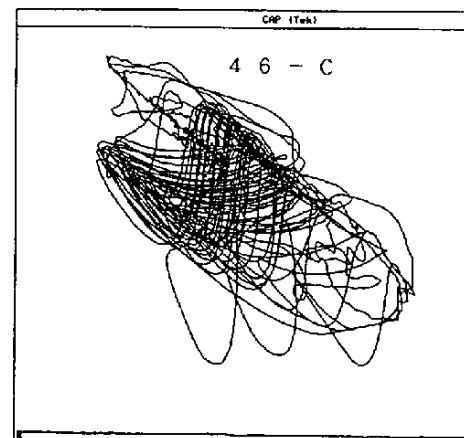
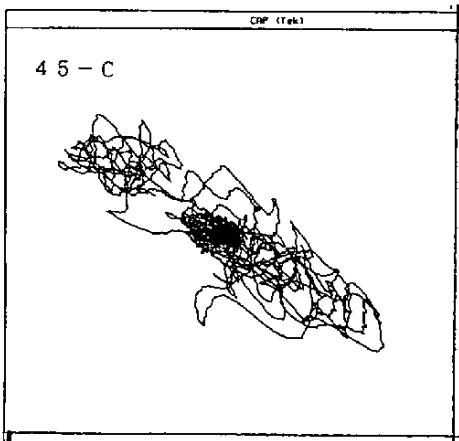
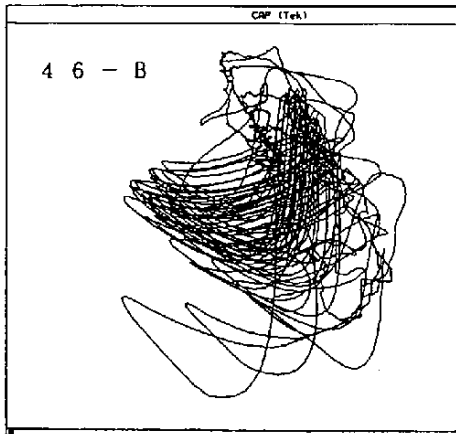
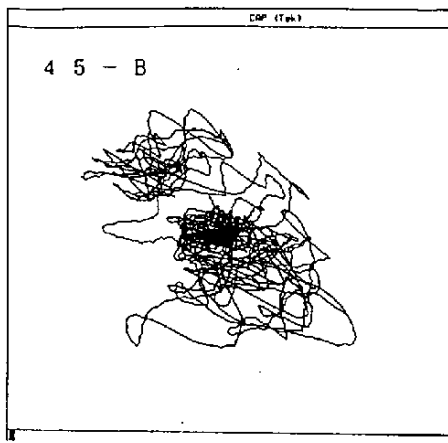
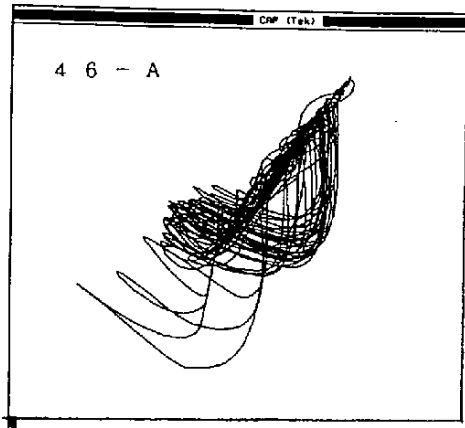
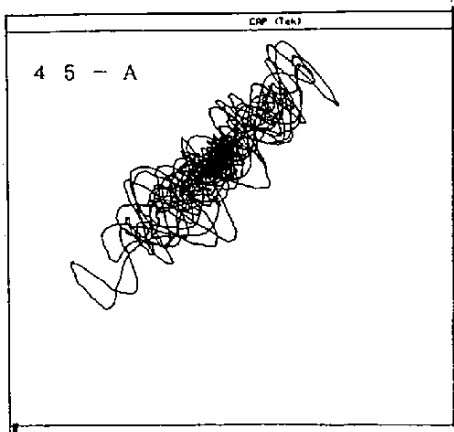
脈波のアトラクター



脈波のアトラクター



脈波のアトラクター



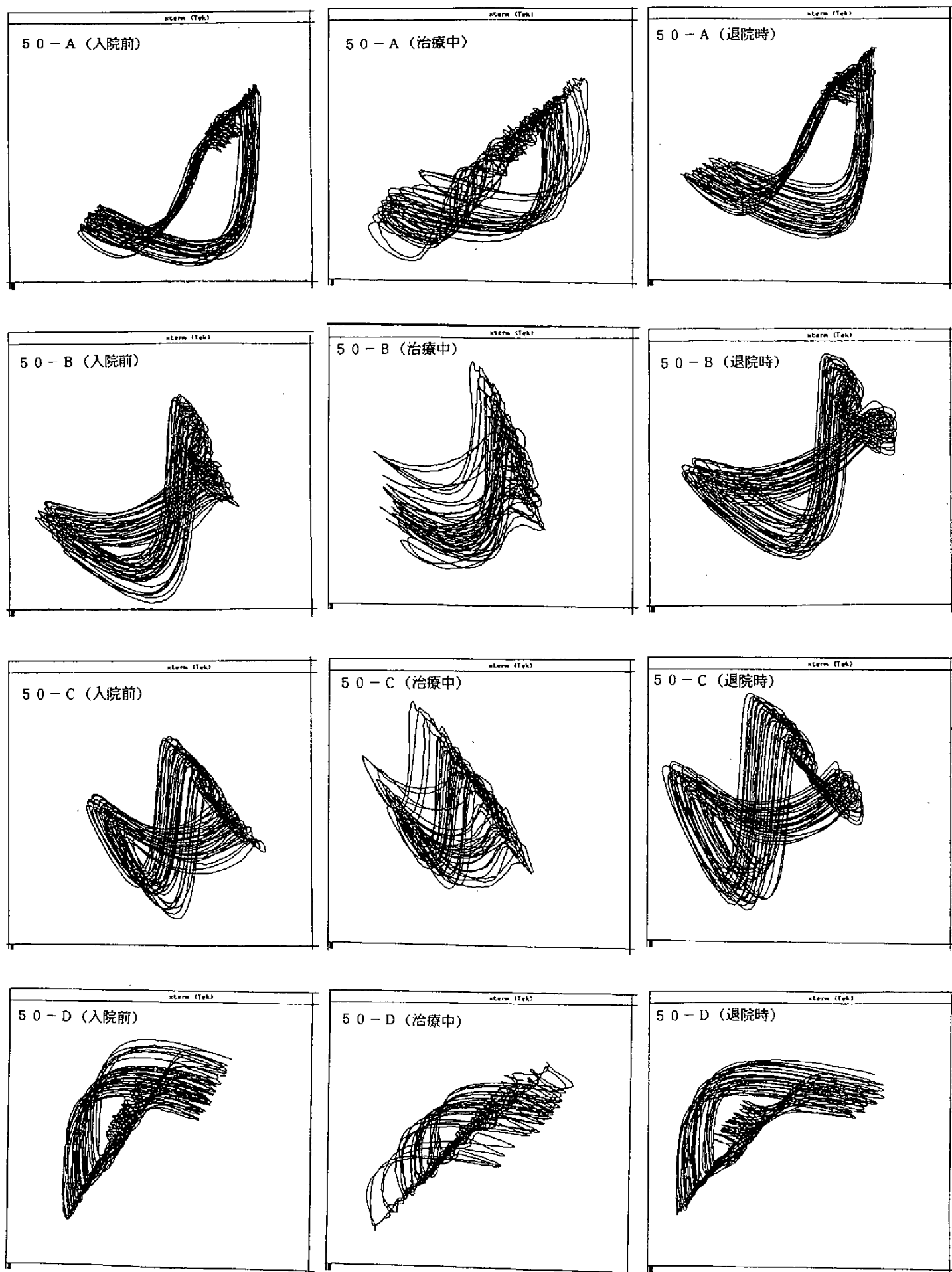


図3-4 対人緊張を症状とする神経症患者の治療過程とアトラクターの変化

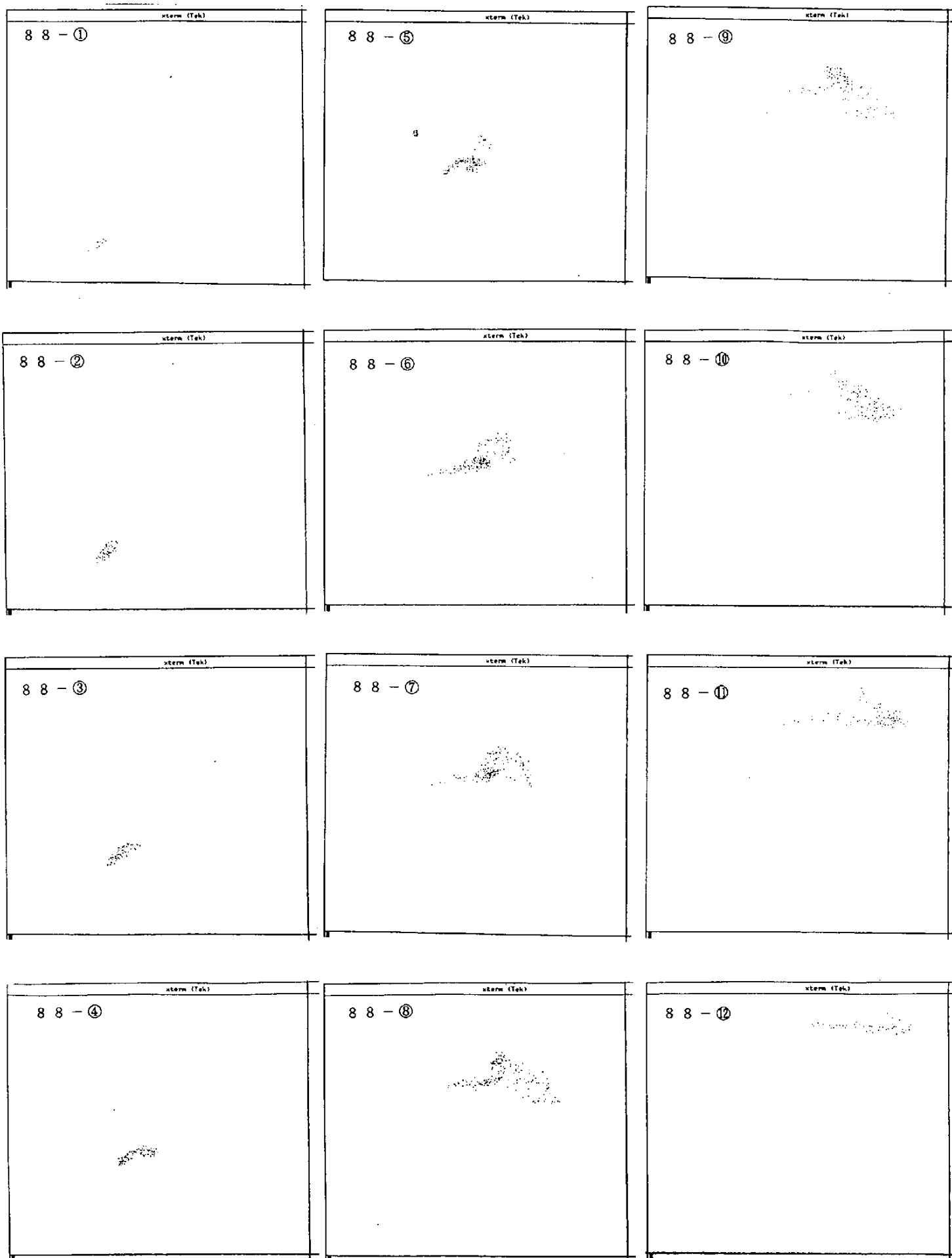
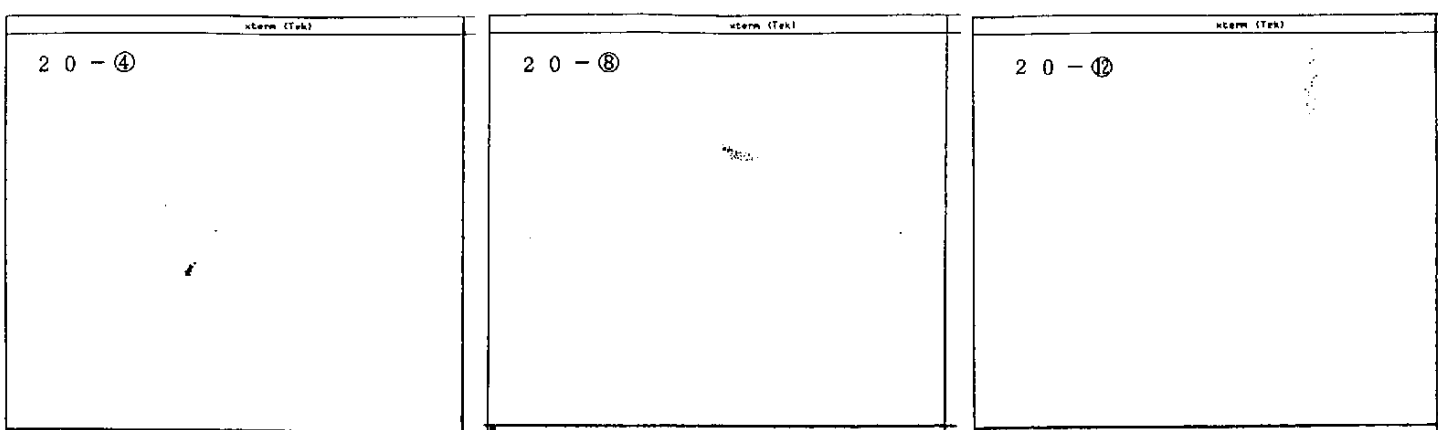
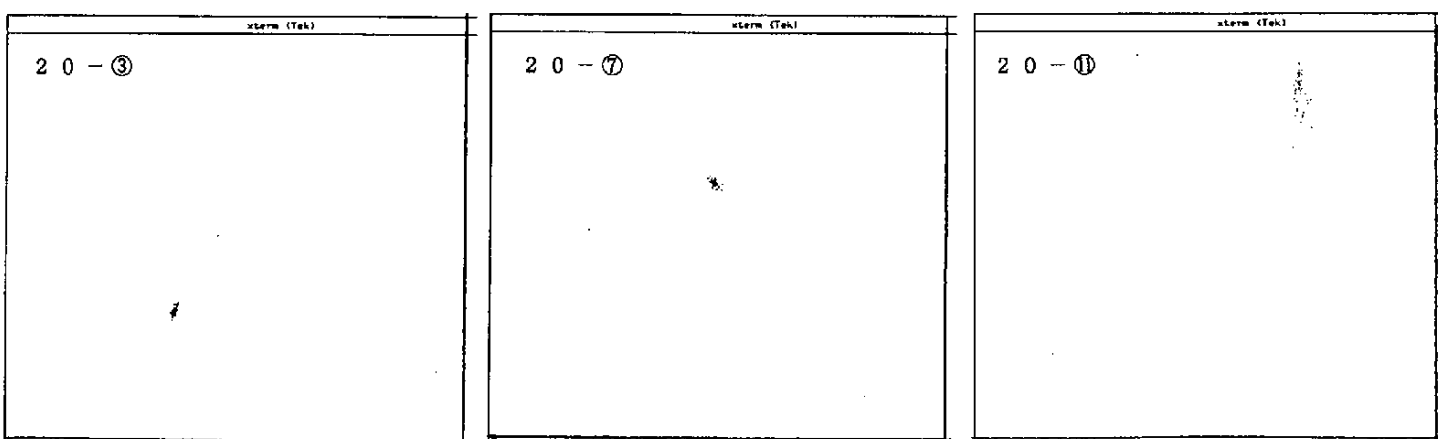
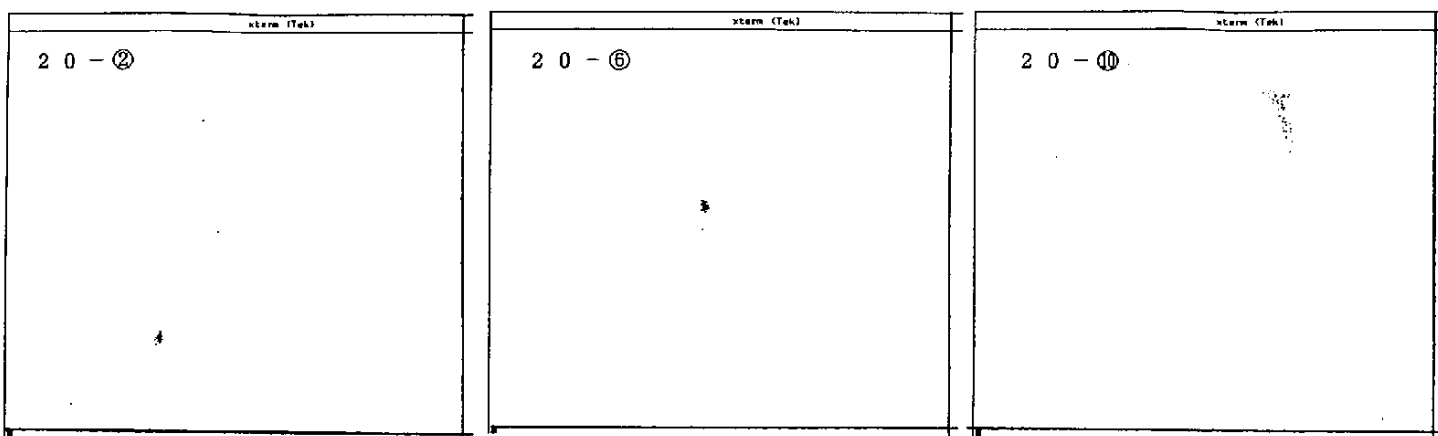
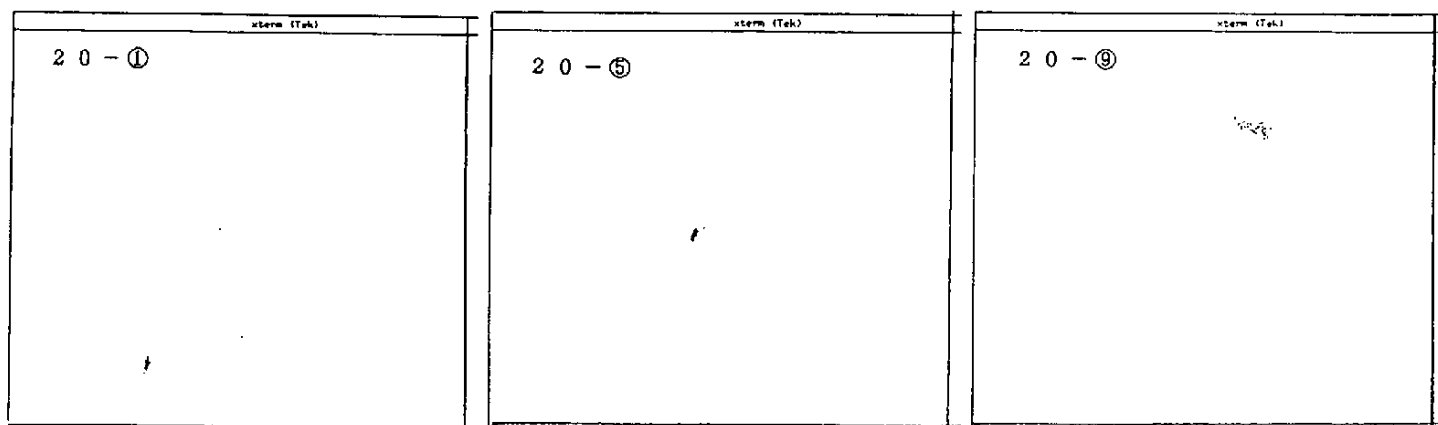


図 3-5 ポアンカレセクション (1)



ポアンカレセクション (2)

表3-1 にリアプノフ数 (λ_1 、 λ_2) の計算値を示した。 λ_3 、 λ_4 については、 $\lambda_3=0$ 、 $\lambda_4<0$ である。

表3-1 リアプノフ数の一覧表 (1)

症 例	λ_1	$\lambda_1 + \lambda_2$	λ_2
NO. 2	3.3 ± 0.2	—	—
NO. 4	4.1 ± 0.3	7.3 ± 0.3	3.2 ± 0.6
NO. 6	4.8 ± 0.3	9.5 ± 0.4	4.7 ± 0.7
NO. 10	(7.2 ± 0.5)	(11.2 ± 0.4)	(4.0 ± 0.9)
NO. 18	3.9 ± 0.3	—	—
NO. 20	6.4 ± 0.1	6.1 ± 0.4	-0.3 ± 0.5
NO. 21	6.9 ± 0.3	10.3 ± 0.3	3.4 ± 0.6
NO. 23	6.5 ± 0.4	8.5 ± 0.5	2.0 ± 0.9
NO. 27	6.0 ± 0.3	6.6 ± 0.4	0.6 ± 0.7
NO. 42	7.2 ± 0.2	13.1 ± 0.5	5.9 ± 0.7
NO. 44	~ 0		

(注) NO. 44 は、雑音に近いので計算のチェックのために計算した。

雑音であれば $\lambda_1=0$ であり、表のリアプノフ数計算のアルゴリズムが正しいことを傍証している。

表3-1 リアプノフ数の一覧表 (2)

症 例	健康状態	データ収集次の状態	λ_1	$\lambda_1 + \lambda_2$	λ_2
NO. 101	健 康	リラックス	9.6 ± 0.2	12.3 ± 0.2	2.7 ± 0.2
NO. 101	健 康	読書(雑誌)	8.1 ± 0.1	10.4 ± 0.4	2.3 ± 0.4
NO. 104	健 康	リラックス	8.6 ± 0.5	13.0 ± 0.5	4.4 ± 0.5
NO. 104	健 康	読書(数学のテキスト)	7.3 ± 0.4	11.8 ± 0.4	4.5 ± 0.4
NO. 104	健 康	読書(マンガの本)	9.1 ± 0.2	12.0 ± 0.2	2.9 ± 0.2
NO. 104	健 康	美しい絵	10.8 ± 0.2	14.7 ± 0.3	3.9 ± 0.3
NO. 50	神経症	治療前(リラックス)	5.8 ± 0.1	10.3 ± 0.2	4.5 ± 0.2
NO. 50	神経症	治療中(リラックス)	10.2 ± 0.2	14.7 ± 0.4	4.5 ± 0.4
NO. 50	神経症	回復後(リラックス)	6.3 ± 0.3	9.1 ± 0.3	2.8 ± 0.3

リアプノフ数の計算値から、脈波からのアトラクターはすべて、少なくとも4次元以上のカオスアトラクターであると結論できる。

また、脈波からのカオスアトラクターは、心身の状態を敏感に反映し、特有のトポロジーを示す。それに対して、心拍からのカオスアトラクターは心疾患には特有のトポロジーを示すものの、精神心理状態を敏感には反映しえない。

脈波から得たカオスアトラクターは、人に共通の基本構造の上に個人に特有の構造を持ち、さらに心身の状態や病気によって変化する。

このことを図3-6に示した。

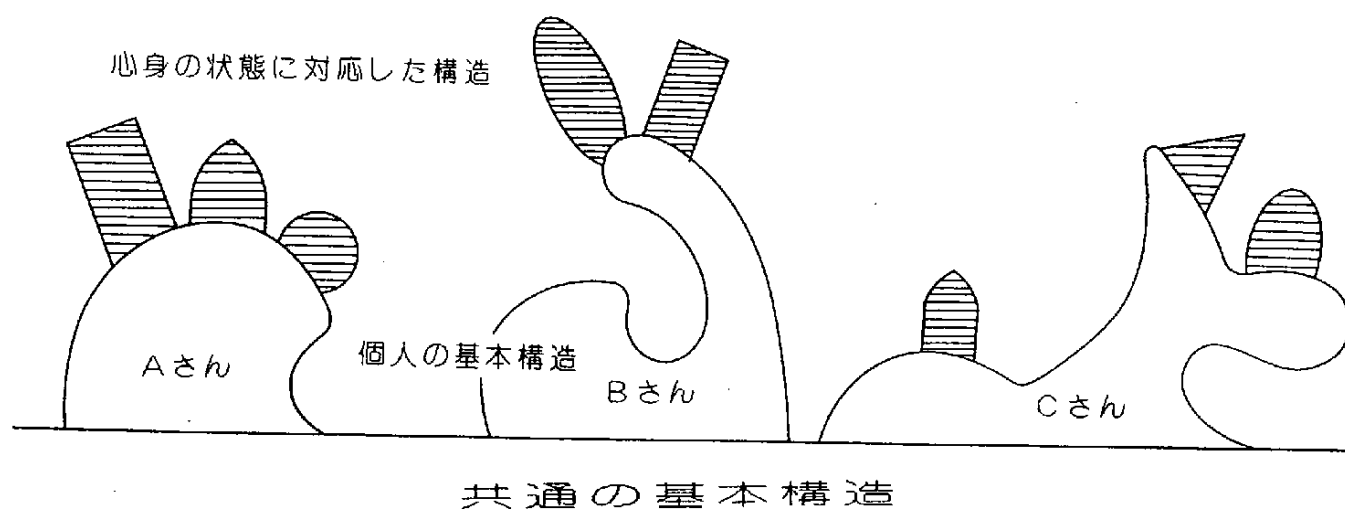


図3-6 カオスアトラクターの層状構造

カオスアトラクターと症例の検討にあたっては、次の分析シートを用いた。

表 3 - 2 カオスアトラクターと症例の分析シート

項目			症例番号	1	2	...	n
ア ト ラ ク タ ー の 属 性	ア ト ラ ク タ ー の ト ポ ロ ジ	4 次元 A					
		B					
		C					
		3 次元 D					
		ポアンカレ セクション					
	ア ト ラ ク タ ー の 測 度	リアプノフ数 λ_1 λ_2 λ_3 λ_4					
症 例 の 属 性	その他の 所見	アトラクター の情動的機能					
	基本項目	年齢、性、服薬等					
		病理的診断					
		機能尺度					
		健康・生活状態 の診断					
	その他の 所見						

脈波からのアトラクターのトポロジーおよびリアプノフ数と心身状態の関係は次のようになる。

- (1) 一般的には心理や生理状態が不安定になったり病気になると、全体構造が単純化無構造化し、大きさが小さくなる。また、リズムに機械的で単調な周期現象があらわれる。すなわち、よりカオス的ではなくなり、リミットサイクルに近づく。一方、健康な状態では、全体構造は複雑でダイナミックであり、局所構造もスクリー形 of 複雑な構造を示す。そしてリズムは脱周期的になる。すなわち、健康な生体は複雑なカオスである。
- (2) 意識を集中するとアトラクターは複雑になり、巻きやねじれがあらわれ、疲労すると形は単純になり、巻きやねじれがなくなる。
- (3) また、意識を集中するとリアプノフ数の $\lambda_1 + \lambda_2$ が小さくなる。それ以外では大きくなる。
- (4) 新生児のアトラクターは単純で無構造に近い。しかし、ある一定の時期から複雑な構造化がおこるようである。
- (5) ボアンカレセクションも上記の構造を裏付ける。(図3-5参照)
- (6) 病気の人 of トポロジーは、次の4種類のパターンを示す。(図3-3参照)
① NO.02 タイプ ② NO.04 タイプ ③ NO.05 タイプ ④ NO.20 タイプ
- (7) 病気の人 of 測度は次の3種類に分類できる。(表3-1参照)
① $\lambda_1 = \lambda_2$ ② $\lambda_2 = 0$ (3次元 of カオスアトラクター) ③ $\lambda_1 > \lambda_2$
- (8) カオスで心身状態を判断する順序はまずトポロジーで分類し、その後測度で分類すべきである。測度については $\lambda_2 = 0$ の場合のみ積極的な評価基準とする。
- (9) NO.20は老人性痴呆であり、アトラクター of トポロジーは単純で機械的な周期現象を示し、測度は $\lambda_2 = 0$ であり、リミットサイクルに近い構造を示している。
- (10) 心身は分離できない。心疾患であっても不健康が続くと精神活動も落ちてくる。また、精神疾患の人 is 身体 of 健康も損われてくる。

以上をとりまとめて、アトラクター of トポロジーと発達、老化、健康、不健康との関係をモデル化すると図3-7のようになる。

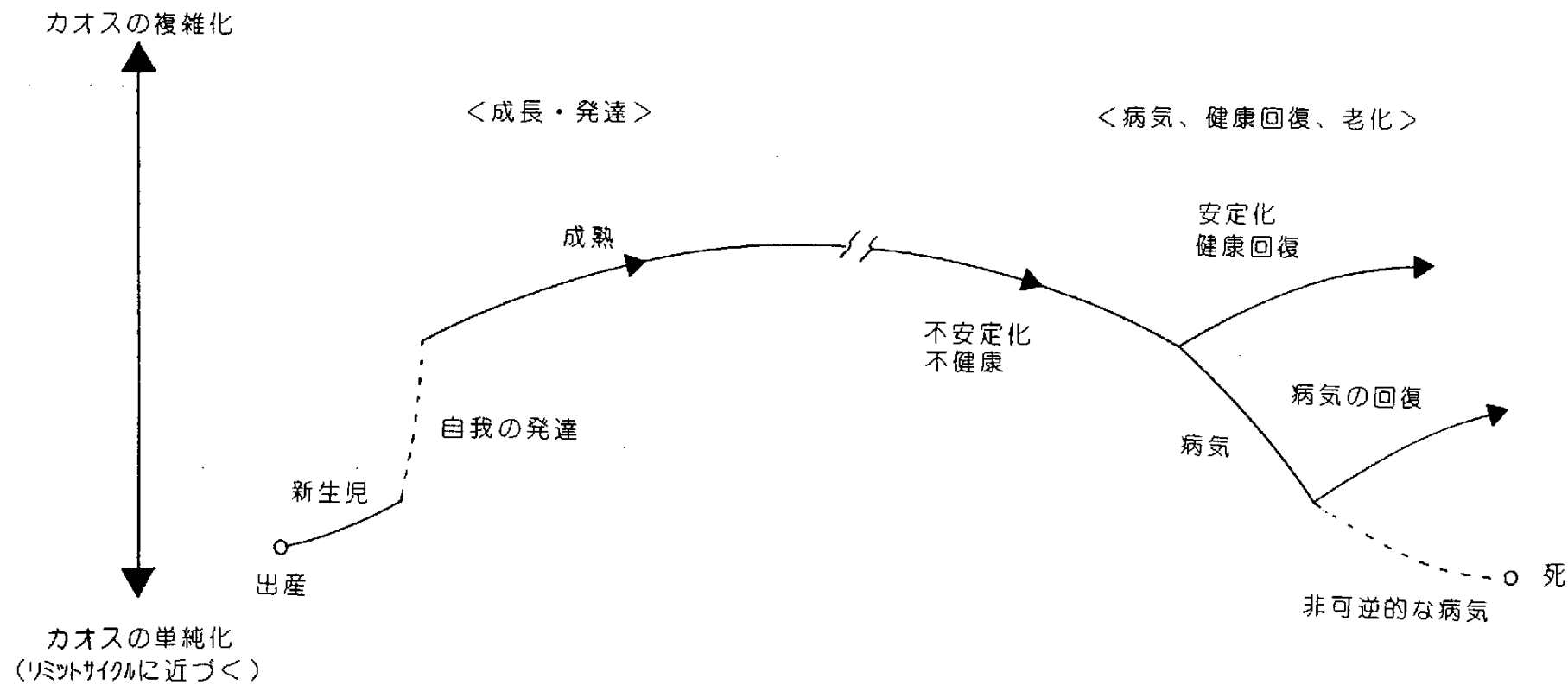


図3-7 カオスアトラクターと成長、発達、健康、病気、老化との関係

従来の医学的診断は、要素還元主義に基づく個別臓器の病理的診断であり、健康の意味を個人の主体的な関連性から切り離して構成されてきた。

それに対して本研究・開発から得られた結果の1つは、健康とは身体的な面や精神・心理的な面にその人を包む自然や社会などの環境との相互作用の中で、ダイナミックな意味的関連性を発見し、その中から生ずる幸福感であるということができる。

そして、病気の回復は以上のような個人的、社会的な現象の意味論的情報のネットワークの中でひとつの意味的関連性を発見し、健康な意味的情報体系に本人を調和的に戻す、あるいは本人が戻る情報過程である。

すなわち、健康とは、個と全体のダイナミックな関係形成と調和的変更である。

このような視点から考えると、現在の「病理的診断」に基づく健康評価に対し「意味論的な健康状態の診断」が必要であり、本研究・開発はそれを可能にする。

また、本システムから得られた結果は、生体恒常性に対する新たなパラダイムの提示につながる。

すなわち、20世紀の生体機能の常識であった「生体機能は変動を出来るだけ少なくして一定のレベルに保つように働く」という生体の恒常性の概念から「生体はカオスに満ち、ある一定の幅でゆらぎ、脱周期的である方が適応性、強靱さ、柔軟性をもたらす」と変更されるべきである。

つまり、従来の医療の常識では生体機能の正常なリズムを狂わせることが不健康や病気や老化をもたらすと考えられているのに対し、逆に規則的で秩序だった反応が増えてくると不健康や病気になるのである。

4. まとめと展望

4. 1 まとめ

本研究・開発における成果は、以下の通りである。

- (1) 脈波及び心拍から、それぞれの器官に特有のカオスと心身状態や病気に対応したカオスを、臨床目的として世界で初めて取り出すことに成功した。
- (2) それらをカオスアトラクターとして視覚的に表現し、その属性（アトラクターのトポロジー、アトラクターの測度）を測定することが出来た。
- (3) (2)はCAPで得られたカオスアトラクターの特徴抽出とその指標を決定するものであることが判明した。
- (4) (3)で得られたカオスアトラクターの特徴と指標は心身の状態や病気の回復過程を敏感に反映する。
- (5) 抽出したカオスアトラクターの特徴及び指標と従来の診断体系との関連付けを行った。
- (6) 以上をコンピュータ上に蓄積することにより、データベースを構築した。
これは「意味論的な健康・生活状態の診断データベースシステム」である。
- (7) このデータベースは「一人一人の健康の鏡」となるデータベースである。
我々は朝、鏡に写った自分の顔を見て健康や心身の状態を直感的に判断している。
それがおおむねあたっているのは、個人個人の健康観や健康歴、生活歴を背景として生活の連続性の中で判断しているからである。
我々が目指すものは、そのような自由な編集と解釈を許し「一人一人の健康の鏡」となり得るデータベースである。
- (8) このようなデータベースは医療が画一化の中で忘れていた、一人一人にとっての健康を示すデータベースになり得る。
- (9) その中で、従来の「病理学的診断」は、我々の提唱した「意味論的な健康・生活状態の診断データベースシステム」の一部を構成するものである。
- (10) 個人について、カオスアトラクターに関するデータを定期的に収集し、上記データベースを構築することにより、痴呆やストレスによる他覚的な症状が出現する前にそれを知り、予知、予防、早期治療、セルフコントロールに役立てることが出来る。

- (11) カオスに基づいた新たな恒常性の概念を提唱した。
- (12) 以上のデータ収集、解析システムを、CAP（キャップ：カオスアトラクトグラムプロセッサ）として商品化する予定である。
- (13) CAPは、脈波から心身の全体的健康状態やストレスの状態を知るだけでなく、個別臓器の状態を把握することも出来る。
すなわち、心電計や脳波計等に接続することにより、カオス心電計やカオス脳波計等としても使用出来る。

4. 2 今後の展望

4. 2. 1 カオスの情報論的機能の明確化

本研究・開発では、カオスの構造的側面と診断及び健康状態との関係を明らかにし、それらをデータベース（「意味論的な健康・生活状態の診断データベース」）として構築した。

カオスは構造を持つとともに、それ自身が情報論的機能を持つ。

今後は臨床的に得たカオスの情報論的機能を明確にしたい。その成果を今回開発したデータベースに加えることにより、「一人一人の健康の鏡」となる「意味論的な健康・生活状態の診断データベースシステム」がさらに強力なものとなる。

これらの研究・開発は、今後の医療の主流となる「健康の自己管理」、すなわちセルフケア、セルフヘルプへの概念規定を具体化するとともにQ.O.L. (Quality of Life) の現実的なツールとなるに違いない。とくに、看護やリハビリテーションへの応用は大きいと考えられる。

4. 2. 2 商品化とメンタルマネジメントデータベース

本システムは、すでにリアルタイム機能を持つ小型プロトタイプ機としての製作を終了している。

さらに、医療の臨床現場でのフィールドワークもほぼ終了し、データベース化も進みつつある。すなわち、商品化の目途はたっている。

しかしながら、本システムは、その人が持つ脳の情報処理機能の一部を見ることになるため、商品化にあたっては、従来の医療機器、たとえば電子体温計、電子血圧計等とは異なり、プライバシー保護に十分な留意をはらう必要がある。

すなわち、装置を小型化し使いやすさを追及するのみならず、使用目的と責任性に応じた提供が必要であると考ええる。

従って、今後は医療者のみならず、学際的で幅広い分野の責任あるチームによる「メンタルマネジメントデータベース」の構築と運用を考える必要がある。

また、本システムは今後の我が国の医療が進もうとする方向と医療情報機器の発達を考慮しながら成長させてゆく必要がある。

例えば個人が近い将来、電子カードとして持つ診療記録や保健記録にこのシステムのデータを入力ことは、大きな意味を持つであろう。

5. あとがき（カオスによる健康・医療システムの展開）

現代の医療、特に日本の医療の在り方を問うとき、最も大きな疑問は「大多数の医師が知識と技術において時代遅れになっていないか」ということではなく、病気にかかっている人間とそれをとりまく環境よりも、「病気のことをよく知っている医師」が多いことであり、さらに「病気の事さえも知らぬ医師」がもっと多いことである。

この様な現代の健康・医療システムを改革するにはそのシステムが依拠している最も基本的な健康観に対処しなければならない。

現在の健康観は、完全な機能をもつ臓器の集合が理想的な健康を実現すると考え、それを強迫的に追及する。従って、自らの健康を他人にゆだねる結果となり、セルフケア、セルフヘルプの途から外れていく。この健康観は要素還元的な因果律のパラダイムに立脚したものである。

もちろん個別臓器の良い機能を否定するわけではない。しかし、臓器の完全な機能の追及が健康の全てではない。そして、個別の部分がうまく機能することは全体がうまく機能してはじめて可能となることである。

「健康」と「病気」は善いこと悪いことの対立ではなく、相補的なものである。「無病息災」ではなく「一病息災」つまり自覚できる病気を抱えていた方が自分に対しても、他者に対してもそして自分を取りまく環境に対しても思慮深くなる。そして、完全無欠はあり得ないから、それを認めようという知恵である。

これは「ゆらぎ」に抗い外界からの変化を避けるのではなく、能力に応じて、心身が「ゆらぎ」にうまく順応するように工夫する姿勢である（カオス的なホメオダイナミックス）。

常識的には「病気」は不法侵入者であり、絶対的な「悪」であり、水際作戦で排除に努めるわけだが、この戦略は他から分離した「単一民族」という幻想の「保育器」に閉じこもろうとする日本の姿勢にぴったりと重なり合う。しかし、仮に、全員が「無菌状態」の中で生活できたとしても、その中で自らの持つ細菌による自家中毒を起こしてしまえば誰が癒しの手を差し伸ばすのであろう。

医療・健康の本質は個人と個人の信頼関係を基本にして、物質として規定される面と他者や環境との関係やプロセスで理解される面の両方を扱うことである。

そして、今後の健康・医療システムは、医師中心から医療者と学際領域の専門家が共同作業する方向へ進むべきである。

このプロジェクトは、心理過程を実体化した技術的成果から新たな健康の枠組（「カオス的な健康観」）を生み出すにいたった。

それは、カオス的なホメダイナミックスの原理に立脚した健康枠組であり、次の3つの視点からなる。

- (1) 健康はダイナミックな関係形成のプロセスである。
- (2) 人間は部分の総和とは異なり、これ以上分割できない全体である。すなわち1単位として機能する個人としての特徴をもつ。
- (3) 人間と環境は互いに補完的である。

このことから次の健康観にいたった。

- (1) 精神と身体は相互に依存しており、いずれも相互に関連し合う部分からなる不可分のダイナミックなシステムであり、環境変化を創造するとともに適応する。
- (2) 健康は身体の部分や臓器が良い機能を現わすことではなく、その集合した機能を超えたものである。
- (3) 従って、健康は単に臓器の故障がないことではない。又それのみを追及することではない。自分自身と身体的、精神的に同調し、さらに自分を取りまく世界とも同調し、ダイナミックなバランスをとっている状態である。
- (4) 健康はダイナミックなバランス状態であるから、一時的な病気や不健康状態を通過することを糧として学習し、成長することができる。
- (5) 健康であるという状態は主観的な経験であり、幸せな状態である。これは文化や社会に規定され、相対的なものである。
- (6) 病気や不健康状態とはダイナミックなバランスや関係形成の破綻である。
- (7) 健康と不健康、病気は相反し矛盾するものではなく、互いに移りかわるダイナミックな相である。
- (8) ヘルスケアが身体の臓器や部分的機能のみに集中すると心身の全体性をゆがめてしまう。従って、現状の健康・医療システムやデータベースは、制限つきで、かつ極めてせまい有効性しか持たない。

このような新たな健康パラダイムはナースィングにはなじみ深いものである。そして病理的な臓器の機能回復という従来のパラダイムを包み込みながら、ナースィングを中心にセルスヘルプやセルスケアの概念を具体化しつつ、21世紀には健康・医療パラダイム

の中心となるであろう。

このような視点から、今回、病理・検査中心のデータベースとは異なる「意味論的な生活健康データベース」をCAPをもとにして開発した。

これは、いわば「生活者としての生活・健康データベース」ともいうべきものであり、脳の情報論的過程を心身の健康状態とリンクさせ、鏡のように映し出したものである。これは健康の自己管理を可能にするだけではなく、ストレス、精神病や痴呆の状態、予測をも可能とする。

今回得られたカオスのトポロジー、測度に加え、今後、カオスの機能を解析することで、さらに質の高いデータベースとして成長するであろう。

それとともに、我々は生体のもつ新たなダイナミズムに目を見張り、生体や自然に関する我々の態度やリアリティーの変更を余儀なくされるであろう。

【学会発表等】

田原 孝、内村英幸、津田一郎、岩永浩明

「森田療法による対人緊張の治療過程とカオスアトラクターの変化」

第8回森田療法学会（1990）

津田一郎、田原 孝、岩永浩明

「循環器系におけるカオスとその生物機能」

カオスとその周辺学会（1990）

内村英幸

「生体とカオス」

週刊医学会新聞（1991年1月7日）

I. Tsuda, T. Tahara & H. Iwanaga

「An observation of chaotic pulsation in human capillary vessels and its dependence on the mental and physical conditions」 (preprint, 1990)

特許出願

「体表面から採取した脈波及び／又は心拍を用いる診断方法並びに装置」

（1990年11月30日）

西日本新聞 朝刊（1991年1月21日）

日本経済新聞 朝刊（1991年1月22日）

NHK総合テレビ モーニングワイド（1991年2月9日）

RKBラジオ 健康歳時記（1991年2月20日）

【参考文献】

- J.P.クラッチフィールド他 カオス：「サイエンス」P.68-P.82 日経サイエンス社
(1987)
- 津田 一郎 カオスの脳観：サイエンス社(1990)
- Erol Basar他 Chaos in Brain Function：Springer-Verlag(1990)
- 合原 一幸 カオス：カオス理論の基礎と応用：サイエンス社(1990)
- 清水 博他 技術と生命の出会い：大蔵省委託研究ソフトノミックス
フォローアップ研究会報告書(1985)
- 清水博、津田一郎他 解釈の冒険：NTT出版(1988)
- 佐々木正人 からだ：認識の原点：東京大学出版会(1987)
- ボーム 宇宙の暗在系－明在系と意識：たま出版(1984)
- 武者 利光他 ゆらぎの医学：秀潤社(1985)
- 武者 利光 ゆらぎの世界：講談社(1988)
- 佐々木、佐伯 アクティブマインド：東京大学出版会(1990)
- 久保田 競 手と脳：伊國屋書店(1989)
- ラリー・ドッシー 時間・空間・医療：めくまーる社(1990)
- 東京大学公開講座 心と脳：東大出版会(1990)
- マーヴィン・ミンスキー 心の社会：産業図書(1990)
- ケン・ウィルバー 意識のスペクトル1, 2：春秋社(1990)
- スティーン・ロック 内なる治癒力：創元社(1990)
- J・ピアジェ 行動と進化：伊國屋書店(1987)
認知科学選書シリーズ：東大出版会(1990)
- 蓮見 清一 気は挑戦する：JICC出版局(1990)
- 原野広太郎 セルフコントロール：講談社現代新書(1987)
- 藤本 修他 メンタルヘルス入門：創元社(1989)
- 斎藤 勇 対人心理の分解図：誠信書房(1988)
- 大沢 真幸 身体の比較社会学Ⅰ：頸草書房(1990)
- 大沢 真幸 行為の代数学：講談社(1988)
- 宗像 恒次 行動科学から見た健康と病気：メジカルフレンド社(1990)
- 岩井 寛 森田療法：講談社現代新書(1987)

- 中川 米造 医療的意識の探究：医療図書出版社（１９８９）
- The American Psychiatric Association DSM-III-R 精神障害の分類と診断の手引き
：医学書院（１９８８）
- 岡堂 哲夫 心理検査学：垣内出版（１９７５）
- Daube, Sandok 臨終神経学の基礎：MEDSI（１９８２）
- McNaught and Callander ILLUSTRATED PHYSIOLOGY:Third Edition（１９７５）
- 井上他 ファジイ理論への道、別冊「数理科学」サイエンス社（１９８８）
- 山川 烈 FUZZY コンピュータの発想：講談社（１９８８）
- 滑川海彦他 データベース：東洋経済新報社（１９８５）
- 片貝 孝夫 データベース事始め：アスキー出版会（１９８８）
- 小碓 輝雄 データベース入門：啓学出版（１９８８）
- 原田 勝他 データベース構築の理論と実際：コロナ社（１９８８）
- 穂鷹 良介 データベース要論：共立出版（１９８６）
- 山崎 データベースの知識：日本経済新聞社（１９８９）
- 木下 凌一 X-Window Ver.11：日刊工業新聞社（１９９０）
- Oliver Jones X Windowハンドブック：アスキー出版社（１９８９）
- インターフェース Archive（アーカイブ）：CQ出版社（１９８７）
- JANET I. EGAN他 UNIXデバイスドライバ：アスキー（１９８９）
- 瓜谷 富三 わかりやすいME：秋葉出版（１９８６）
- 丹野 頼元他 センサの基礎とその応用：森北出版（１９８５）
- 戸川 隼人 計算機のための誤差解析の基礎：サイエンス社（１９８９）
- 南 茂夫 科学計測のための波形データ処理：CQ出版社（１９８８）

—— 禁無断転載 ——

平成3年3月発行

発行 財団法人 データベース振興センター
東京都港区浜松町二丁目4番1号
世界貿易センタービル7階
TEL 03-3459-8581

委託先 株式会社 コンピュータコンビニエンス
福岡市博多区博多駅前3丁目6-1

小森ビル

TEL 092-474-5106

印刷所 トキワ総合印刷株式会社
福岡市南区野間2丁目1-1
TEL 092-552-7851

