

## 第三章 意考過程の計算機シミュレーション

### 3.1 討論學習

#### (1) 學習と評価

前章で作成した思考モデル TM を二組 (TM1, TM2)  
用いると、図3-1のようにして、討論を行なわせることができ  
る。この場合、學習効率を核散行列  $M$  の元の値の変化によって表すと、  
討論過程での學習には、下の3種類がある。

L1型；時刻  $t = 0_k$ ,  $t+1 = 0_j$  が“1”ならば、

$$m_{jk}(t+1) = m_{jk}(t) + \delta_1$$

$$m_{ik}(t+1) = m_{ik}(t) \cancel{+ \delta_1}, \quad i=1, \dots, n$$

L2型；時刻  $t = 0_k$ ,  $t+1 = 0_j$  が“1”ならば

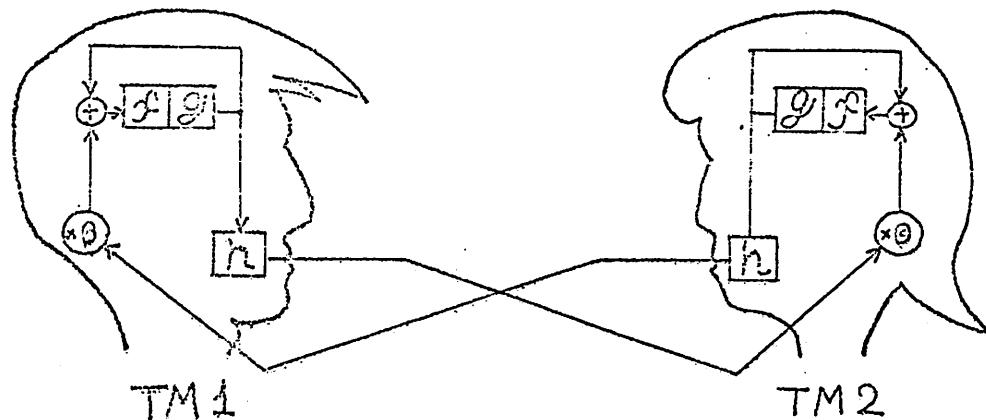


図3-1 討論學習

$$m_{jk}(t+1) = m_{jk}(t) + \delta_z$$

$$m_{ik}(t+1) = m_{ik}(t) \quad / 1 + \delta_z, \quad i=1, \dots, n$$

L3型；時刻  $t = \bar{t}_k$ ,  $t+1 = \bar{t}_j$  の「1たまは」

$$m_{jk}(t+1) = m_{jk}(t) + \delta_z$$

$$m_{ik}(t+1) = m_{ik}(t) \quad / 1 + \delta_z, \quad i=1, \dots, n$$

各オーリスは、 $\sum m_{ik} = 1$  を保持する為である。L1型は自分の考えを強化する場合、L2型は自分の考えに対する相手の考え方を学習する場合、L3型は全く相手の考え方を学習する場合である。

次に、討論学習過程での TM1, TM2 の拡散行列  $M^{(1)}, M^{(2)}$  の変化によって、オーリスの価値観の変化を評価する為の評価関数を以下に定義おく。

まず、 $M^{(1)}, M^{(2)}$  が直接評価するのは、Fの三つである。

$$\text{類似度 } L_{12} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (m_{ij}^{(1)} - m_{ij}^{(2)})^2}$$

$$\text{学習度 } D_s = \sqrt{\sum_{i \neq j} (m_{ij}^{(s)})^2}, \quad s=1, 2$$

$$\text{学習エントロピー } E_s = \sum_{i \neq j} m_{ij}^{(s)} \log_2(m_{ij}^{(s)})^{-1}, \quad s=1, 2$$

類似度  $L_{12}$  は、 $n^2$  次元空間での  $M^{(1)} \times M^{(2)}$  の距離で、両者の価値観の類似度を表し、 $L_{12}$  が減少すれば、両者の考え方が近づいていくと考えられる。学習度  $D_s$  は、学習の蓄積を示し、大きければ思考の固定性を意味するのに対し、学習エントロピー  $E_s$  は出力の可能性を示し、大きければ、思考の柔軟性を意味する。従って、状態数  $n$  個の決定オートマトンの状態遷移行列のまゝの場合は、 $D = \sqrt{n}$ 、 $E = 0$  となる。  
 以上の他に、 $n$  個の問題  $\{I_k\} = \{i_j = 1, \text{ 他 } i_k = 0, k \neq j ; j = 1, \dots, n\}$  を入力として、その出力を応答とするテストを行い、その結果に基づく評価関数を定義する。

説得度  $X_s = (\text{自分の初期応答が変化した回数})$

+ ( $\text{相手の初期応答に転じた回数}$ )

共通応答数  $Y = (\text{TM1 と TM2 の答が同じである問題の数})$

平均応答時間  $Z_s = (\text{各問題での応答までの } f_8 \text{ サイクル数の平均})$ ,  $s = 1, 2$

$X_s$  は、どちらかがどちらかを説得したかを見るもので、 $X_1 \times X_2$  の差が大きい時に有用である。 $Y$  は価値観の相違を表し、討論過程で、 $Y$  が増加すれば、討論の有効性を意味する。 $Z_s$  は、自分の考え方に対する自信の度合を示し、討論過程で、考え方が整理されていくか、

或いは、混乱させられていくかの指標となる。

結局、以上の評価関数をまとめると、 $L_{IZ}(t)$ ,  $Y(t)$  は、討論の有効性、 $D_s$ ,  $E_s$ ,  $Z_s$  は学習効果、 $X_s$  は説得効果を表す。

## (2) 使用プログラムの概略

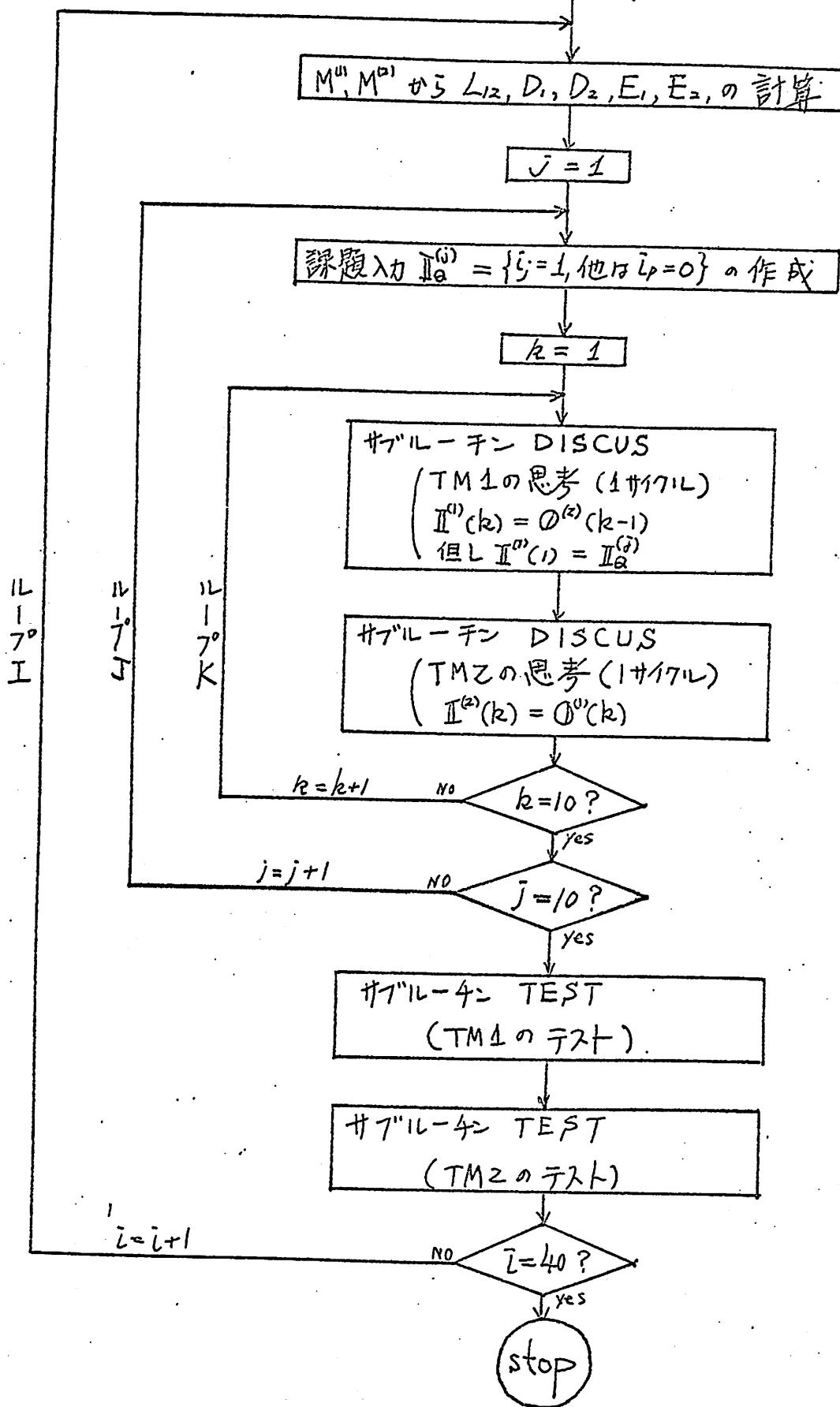
実際に用いたパラメータ値は、 $\alpha=0$ ,  $\beta=1$ ,  $\delta=0.02$ ,  $P=2$ ,  $T=0.5$  の場合を標準値とし、特に断つた限り、これが用いた。パラメータ値変化による影響は、今節(7)において言及される。言語表現可能な概念の数は  $10 \times 10^{\text{at}}$ ,  $M$  は 10 次正方行列、 $I, Q, S, O$  は、10 次元ベクトルとなる。使用した討論学習プログラムは、三つの部分

(a) MAIN (b) ファイル名 = DISCUS (c) ファイル名 = TEST に分かれている

順に説明する。なお、詳細は附録に譲る。

### (a) MAIN

図 3-2 はプログラムを示すが、討論の仕方は、今節(1)で述べた  
公用語入力を議題入力として用いる。各方向について、それを TM1 の  
初期入力とし、10 回の  $\frac{1}{2}$  サイクル数だけ、TM2 と討論を行なう。 $K$   
 $L-70$   $K$  はあたる。議題は 10 個あるので、 $L-70$   $J$  は、10 回繰り返される。



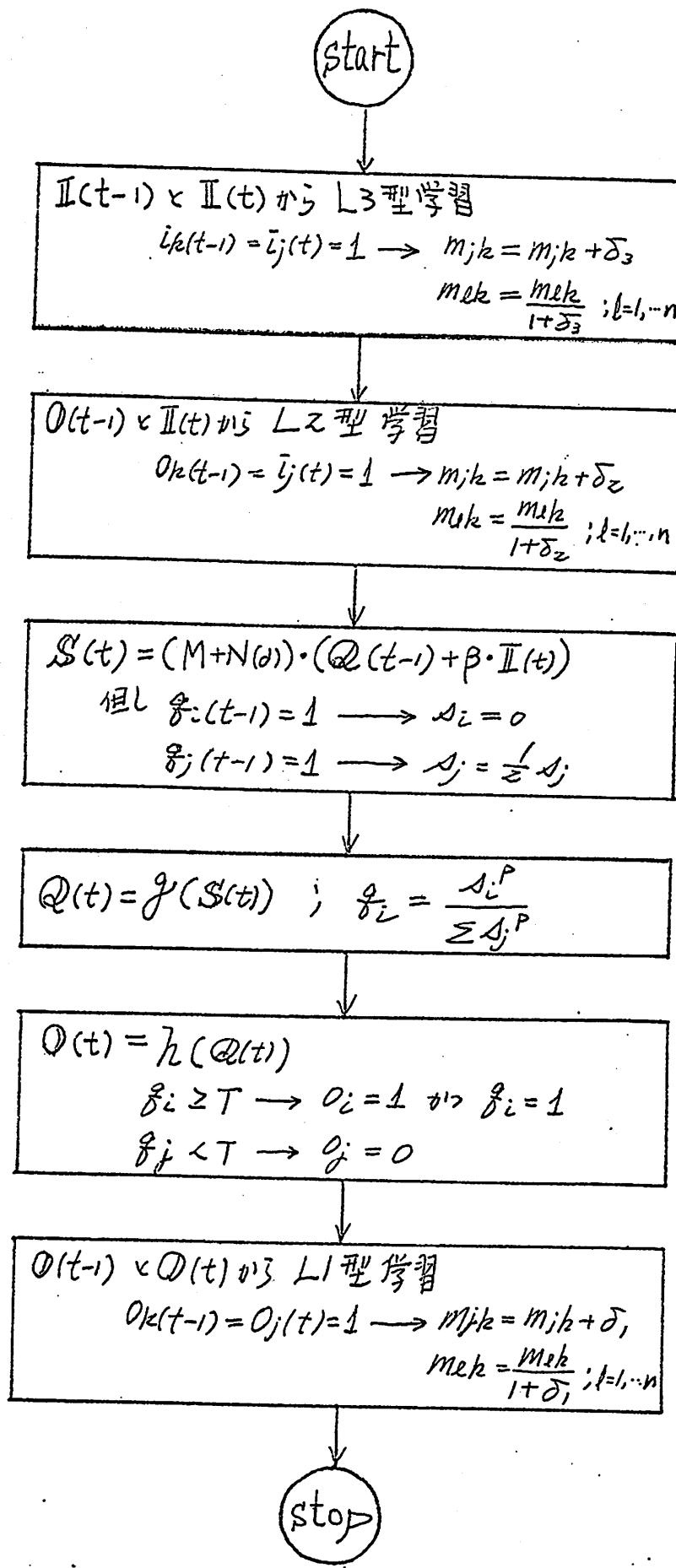


図3-3 「DISCUS」

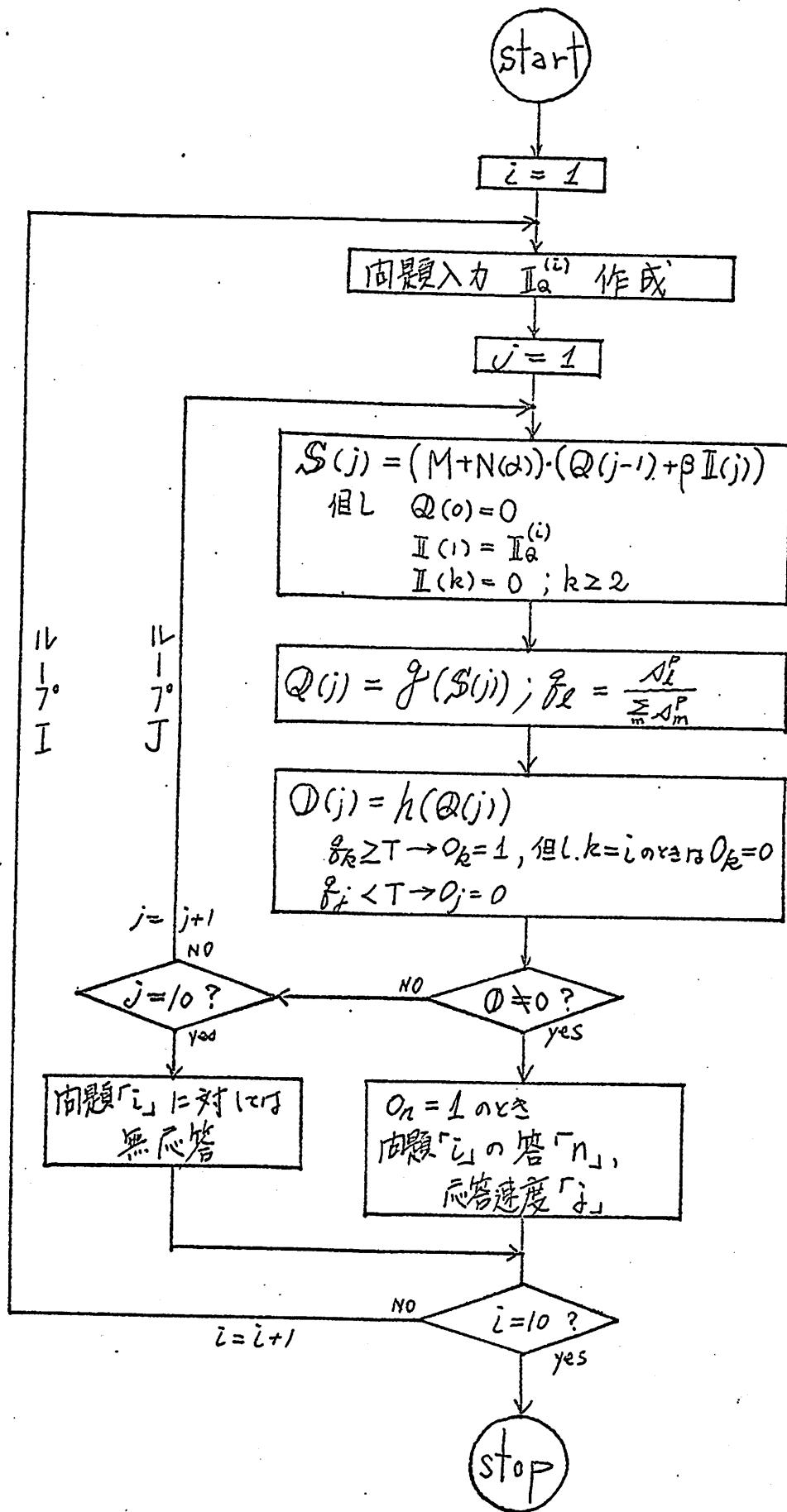


図3-4 「TEST」

これを、討論の1回分にて扱う。そして、1回終了毎に、評価関数  $L_2$ ,  $D_1, D_2, E_1, E_2$ , の計算と、TM1, TM2 のテストを行つた。討論は、普通、40回行なわせることが、途中で「各評価関数が不変」になると、それ以後、討論による学習効果は期待できぬので、打ち切った。

#### (b) サブルーチン DISCUS

図3-3はブロック図を示す。これは、2・1節のサブルーチン1回分にあたり、学習をどのように行なわせるかについての、その都度、明記する。

#### (c) サブルーチン TEST

テストは問題入力  $\{I^{(i)}\}$ , 10回について行った。各回  $I^{(i)}$  を初期入力とし、以後は入力として、出力があるまで  $1L-7^{\circ}J$  を繰返す。10回のうち出力がない時は、無応答、見なし、応答時間は10とした。出力があれば、それを答へし、それまでの  $1L-7^{\circ}J$  の数を応答時間とするが、問題と同一出力は、答へて認めめた。

### (3) $L_1$ 型学習の性質

サブルーチン DISCUS の  $L_2, L_3$  型学習部分を除いて、討論学習を行なう。 $L_1$ 型の性質を調べた。三例の、 $L_{12}, Y$  を図3-5, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> などで

$X_1(10), X_2(10)$  を表3-1に示すが、その  $M(0)$  は (A)  $M''(0) = \alpha I, M^{(2)}(0) = \alpha b$   
(B)  $M''(0) = \alpha T, M^{(2)}(0) = \alpha T'$  (C)  $M''(0) = \alpha T, M^{(2)}(0) = \alpha b$  である。(附録の初期  
係数行列一覧表を参照のこと)。(A) は、TM1 は、 $M''(0)$  が“単位行列”で、全く  
自分の考えを持てないので、初め、 $L_2(t)$  急速に減少し、 $Y$  が増加して、学習効果を  
示していないが、更に  $X_1(10) \ll X_2(10)$  から、TM2 が TM1 を説得したことがわかる。  
(B), (C) は、お互いに、自分の価値観を持っている場合で、 $L_2(t)$  の増加  
傾向を示し、 $Y \leq 2$  と、学習効果は少なくて、一方的説得すな。Z(t) は、  
全体に減少傾向を持ち、考え方が整理されてることを示す。

以上から、L1型の特徴として、次の二点があげられる。

- (i)  $M(0)$  が単位行列に近く、自分の考え方持てない時、学習効果がある。
- (ii) 自分の考え方を、より整理していくよ；な、自己学習効果がある。
- (iii) 性質は、 $M(0)$  が単位行列のよび場合、 $I(t) = O(t)$  となり、事実上、L3型学習をしていることになる。(iv) 性質は、L1型学習アルゴリズムが

	$t$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$X_1, X_2$
A	$Z_1(t)$	10	3.4	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.2	$X_1(10) = 0$
	$Z_2(t)$	2.0	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	$X_2(10) = 11$
B	$Z_1(t)$	1.9	1.9	1.9	2.8	2.6	2.9	2.8	2.6	2.8	2.2	$X_1(10) = 7$
	$Z_2(t)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$X_2(10) = 9$
C	$Z_1(t)$	1.9	1.9	3.7	3.7	3.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	$X_1(10) = 8$
	$Z_2(t)$	2.0	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.3	1.3	$X_2(10) = 7$

表3-1

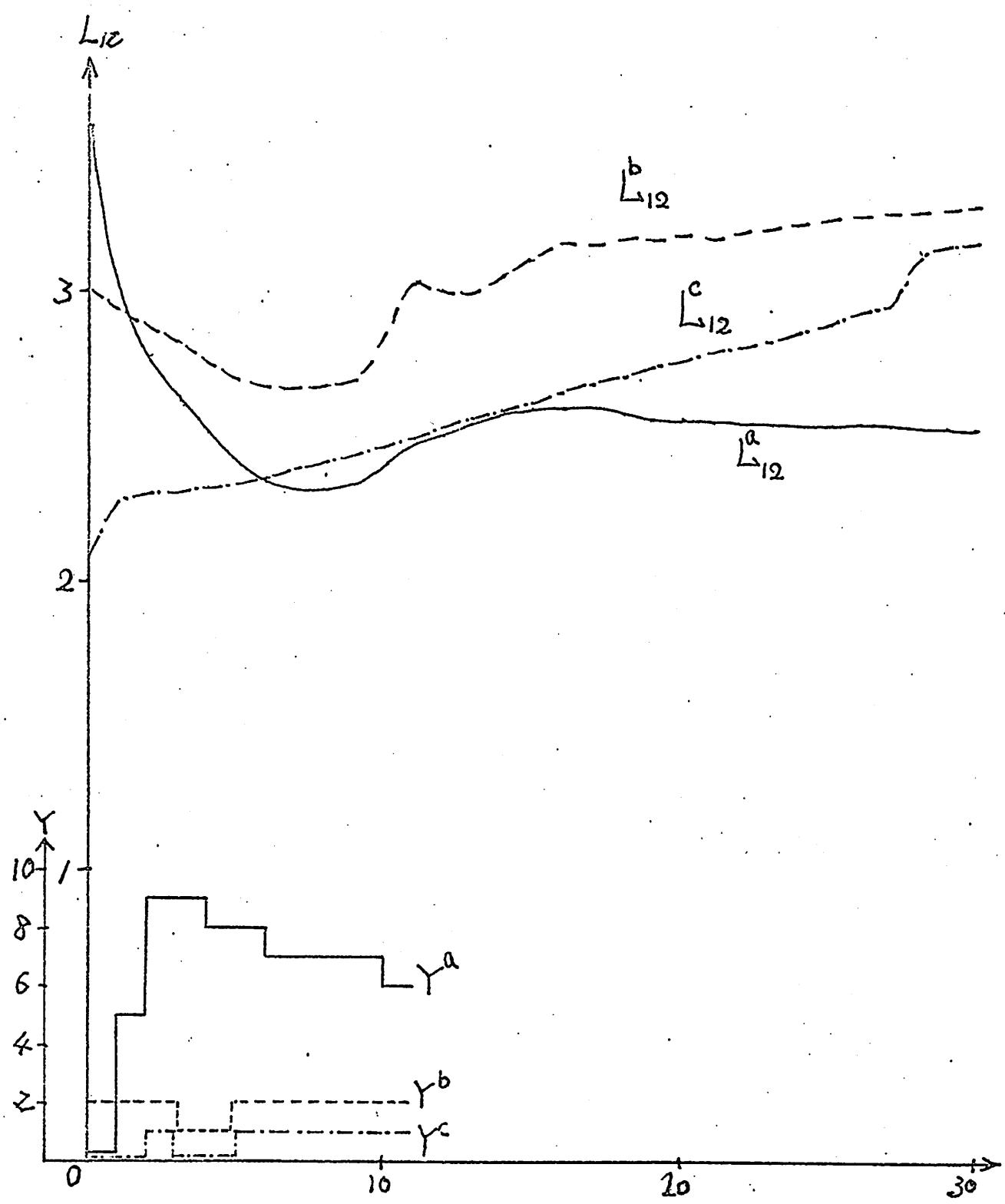


図3-5 L1型学習による討論過程

1.4節で述べた Caramello の、神経網の自己組織化による。

ニューロン型学習の簡単なものにあたるヒヤシからうしは、常に自分の考へによって学習するといふこと。

#### (4) L2型学習の性質

オガルチニ DISCUS の学習を L2型として討論を行ふ。その性質を調べた。結果は 図3-6, 表3-2 で、(A), (B), (C) の各  $M(t)$  は、今第(3) と同一である。この場合に先の L1型と異り、三例とも、 $L_2$  は急速に減少し、 $X_1$  は増加して、学習効果が顕著である。これに L2型が、相手の出入り活性を、直接、学習によってこととする。しかし、自分の発言が、必要条件なので、学習エントロピー E が非常に大きい場合に、発言が少なくて、学習効果も小さくなる。結局、L2型の特徴は、積極的な発言、即ち、学習意欲のある場合では、討論による学習効果は、大であるといふことである。

	t	0	2	4	6	8	10	12	X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub>				
A	Z <sub>1</sub> (t)	1.0	1.0	2.8	2.6	1.4	2.3	2.5	2.5	2.5	2.2	2.4	X <sub>1(10)</sub> = 0
	Z <sub>2</sub> (t)	2.0	1.5	1.9	2.0	2.2	2.3	2.6	2.0	2.1	2.6	2.2	X <sub>2(10)</sub> = 12
B	Z <sub>1</sub> (t)	1.9	4.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4	X <sub>1(10)</sub> = 3
	Z <sub>2</sub> (t)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	X <sub>2(10)</sub> = 16
C	Z <sub>1</sub> (t)	1.9	4.6	5.5	2.8	1.5	1.5	1.4	1.3	1.6	2.2	1.7	X <sub>1(10)</sub> = 4
	Z <sub>2</sub> (t)	2.0	2.0	1.9	1.8	2.8	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	X <sub>2(10)</sub> = 9

表3-2

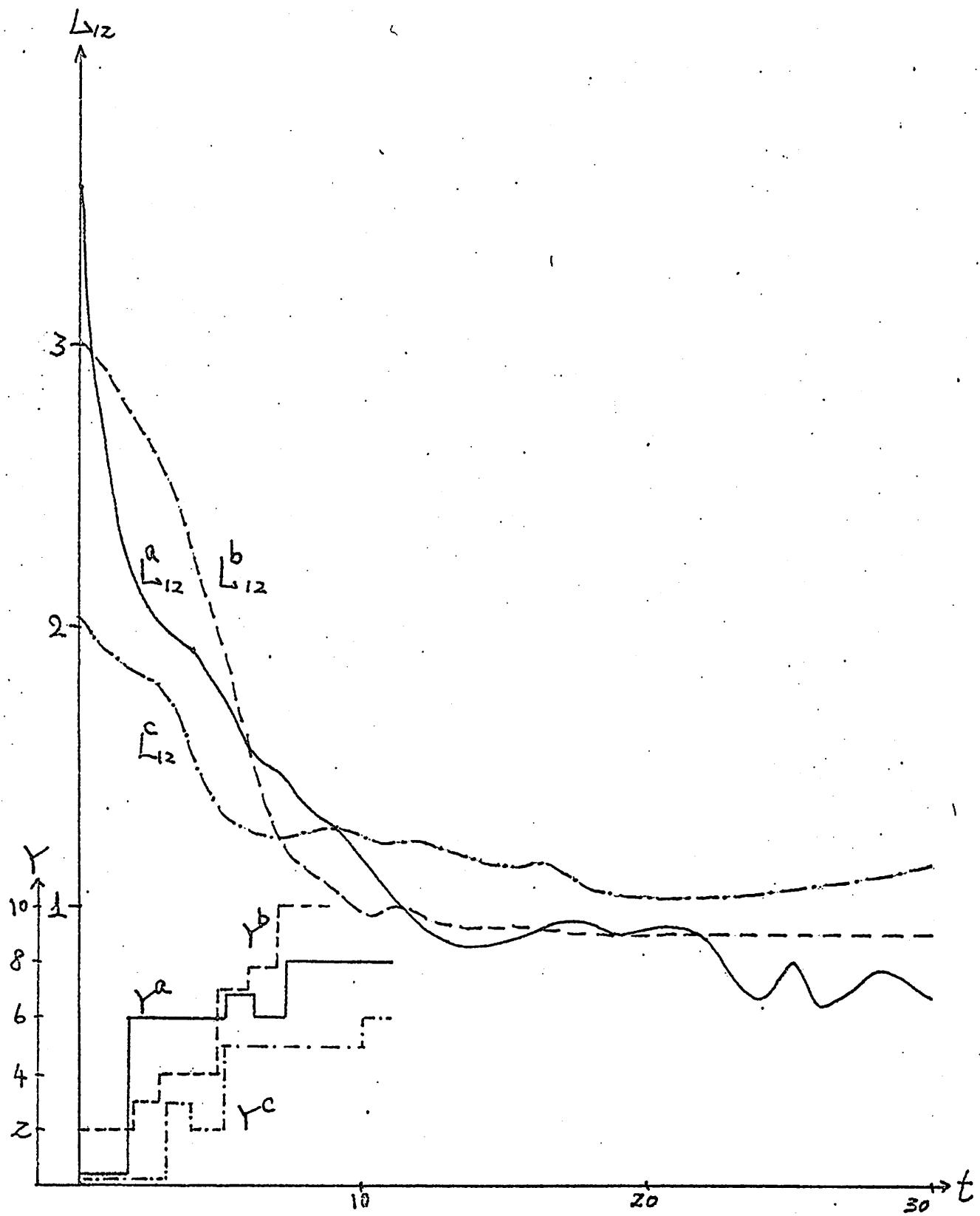


図3-6

なお、(B)で  $X_1(10) \ll X_2(10)$  から TMZ が TMI で完全に説得(T形)になつてゐるのに、 $M^{(1)}(0), M^{(2)}(0)$  は共に  $E^{(1)}(0) \gg E^{(2)}(0)$  の関係が“あつたためか”、詳細は今後(6)における議論に譲る。

### (5) L3型学習の性質

L3型学習の性質を調べるために、(A)  $M^{(1)}(0) = 0.7, M^{(2)}(0) = 0.6$ , (B)  $M^{(1)}(0) = 0.1, M^{(2)}(0) = 0.6$ , (C)  $M^{(1)}(0) = 0.6, M^{(2)}(0) = 0.5$  の3例について、モデル-エンディシスのL1,2型学習を除いて討論を行はせ、結果を図3-7 表3-3に示す。Y(t)は程度差はあるが、割合順位は増加し、学習効果の優劣は表すべく表すが、 $L_{12}^a, L_{12}^c$ は、その割合は減少してゐる。これは、相手の出力系列から学習可能場合、例えば、相手の出力  $O_i(t) = 1$  で、 $O_j(t-1) = O_i(t-1) = 1$  の時、相手の  $M(t)$  の第  $j$  列目は、 $m_{ij} = 1, m_{kj} = 0; k \neq i$  であるから、この場合、Y(t)は実際の相手の  $M(t)$  に近づいて行く。Y=30%の場合は、相手の  $M(t)$  が、Y=10%の場合が

	t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$X_1, X_2$
A	$Z_1(t)$	1.9	2.3	2.9	2.5	1.3	1.3	1.5	1.2	1.2	1	1	$X_1(10) = 6$
	$Z_2(t)$	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	$X_2(10) = 13$
B	$Z_1(t)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$X_1(10) = 20$
	$Z_2(t)$	2.0	1.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$X_2(10) = 0$
C	$Z_1(t)$	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	$X_1(10) = 15$
	$Z_2(t)$	2.3	2.1	2.2	2.0	1.7	1.6	1.6	2.5	2.5	1.9	1.6	$X_2(10) = 5$

表3-3

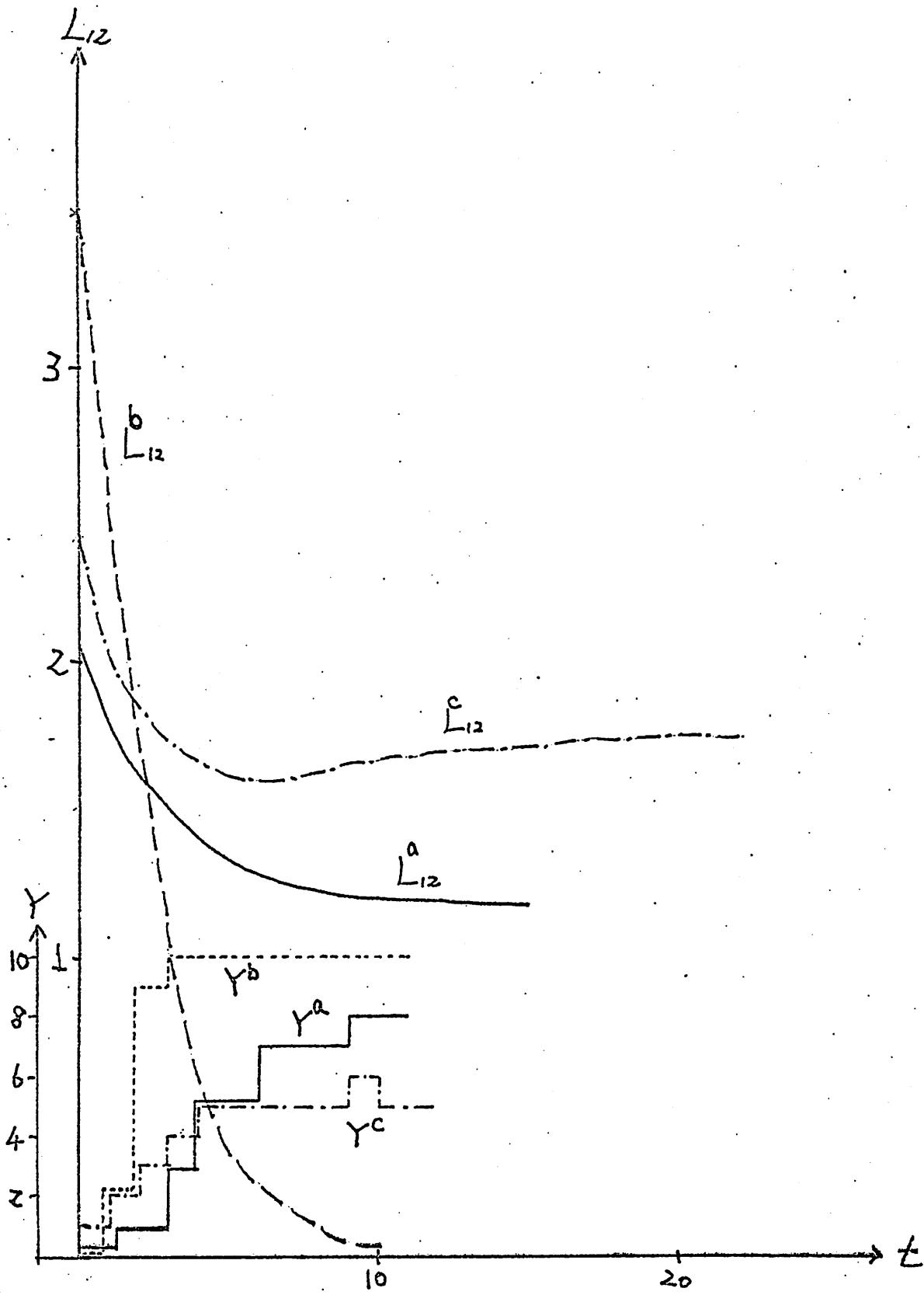


図3-7

ほど人々“TATE”，特に  $L_{12}^c(t)$  で見られるように、途中で  $L_{12}^b$  “増加”してしまう。  
これは、(B) の場合と比較すれば容易にわかるが、(B) では、TM1 の実際の  $M''(t)$   
が、先の仮想的  $M$  と一致してるので、 $L_{12}^b$  の単調減少になってしまふ。左方、  
 $L_{12}^c(t)$  の途中からの增加が、両者の価値観の離反を意味するわけだ。  
これは、 $Y^c(t)$  によって明かれてある。また、 $Y^c(t)$  の飽和時刻と  $L_{12}^c(t)$  の最小値の  
時刻が一致してしまふから、実際的学習は、片の回りで終つてしまふ。

#### (6) 討論学習 I ……“自己主張意欲大なる場合”

実際の日常の討論は、その目的又、参加者の違いによって、種々の  
場合が考えられるが、参加者の心構えと立場点から、分けると、“自己主  
張意欲の大なる場合”と、“学習意欲の大なる場合”に分類できる。  
前者をここで論じ、後者を今節(II)で論じる。

さて、前者の場合、話し手は、自分の意見の正当性を主張することに、相手  
の考え方の誤りを指摘することによって、相手に、自分の考え方を認めさせてもらおうと  
努力する。そこで、このような討論による学習を、次の二つの規則に従って  
行なわせることにする。

規則(i) 自分の発言に対する相手が答えること、自分の考え方を強化する。

即ち、 $O_k(t) = 1$  なら出力の(t) に対して、相手が無応答のとき、

統いて、 $O_j(t+1) = 1$  なら出力の(t+1) が“出やば”，これら二つの出力から、L1型学習を行う。

規則(iii) 相手の発言に対して、自分が答えられないと、相手の答えを学習する。

即ち、 $i_k(t) = 1$  なら入力II(t) に対して、自分が無応答のとき、

統いて、 $i_j(t+1) = 1$  なら入力II(t+1) が“入やば”，これら二つの入力から L3型の学習を行う。

このような自己主張意欲の大きな場合の討論学習を L13型と呼ぶことにする。以後、この L13型討論学習の計算機シミュレーションの結果を分析していく。

(Ex. 1)

初期拡散行列は  $M^{(0)} = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.6 \\ 0.6 & 0.7 \end{pmatrix}$

[討論前の考察]

(i)  $L_{12}(0) = 2.03$  の割合、大きさ、 $Y(0) = 0$  であるから、TM1とTM2の間の価値観は、相反的である。

(ii)  $D_2(0) > D_1(0)$ ,  $E_1(0) \gg E_2(0)$  であるから、TM1に比べて TM2の学習の蓄積が多く、その上、考えもよく整理されており、両者の間に、

明るから 優劣関係 がある。

(iii) しかし、 $Z_1(0) < Z_2(0)$  と、TMZ カ "E\_2(0)" 小さな値に、 $Z_2(0)$  カ "大きめ"。

学習の蓄積に偏りがある為であろう。

### [結果と考察]

図3-8 参照、

(i)  $X_1 < X_2$  で、D, E の変化も TM1 の方が大きく、TM1 カ "TM2 に譲得され" 形である。これは、やはり  $E_1(0) \gg E_2(0)$  カ "原因" と考えられる。

(ii) D の関係は、 $D_1(0) < D_2(0)$  カ "D\_1(30) \approx D\_2(30)" となり、TM1 は、TM2 の考え方を学ぶことで、学習・蓄積を TM2 と同程度に高め、討論の影響が大きいが、TM2 については、 $D_2$  の変化も少なくて、有効でないかった。

優劣関係のある場合、学習効果は、劣等生は大きく現れる。 $Z_1(t)$  の初期の乱れは、劣等生の悲哀が感じられる。

(iii) 相反的な場合は、 $L_2$  カ "あまり減少せぬ"  $Y(t) + b$  となりて、両者の距離の縮まりは少なか。

なお、個別観の変遷過程を具体的に示す為に、TM1, TM2 の 10 回のテストの結果を 時刻 9 時まで、表3-4 にあげておく。図3.7.8.10 において、TM1 カ "TM2 に譲得される" 前に、いざやも、無応答の時期が

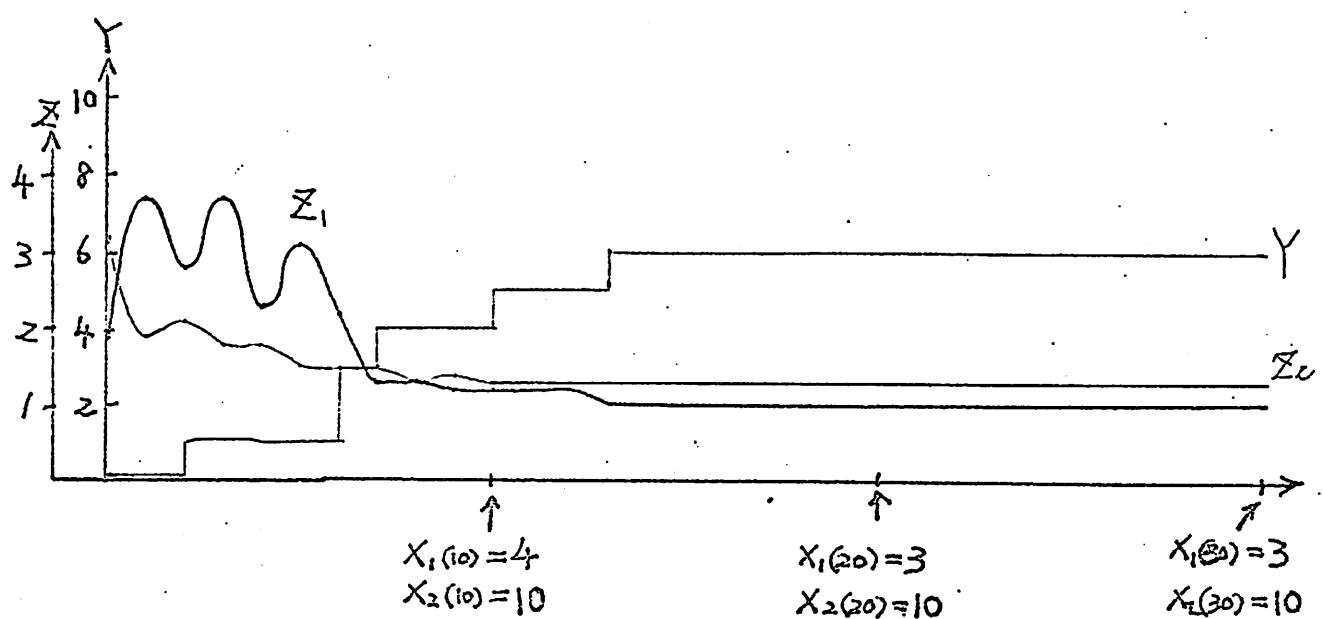
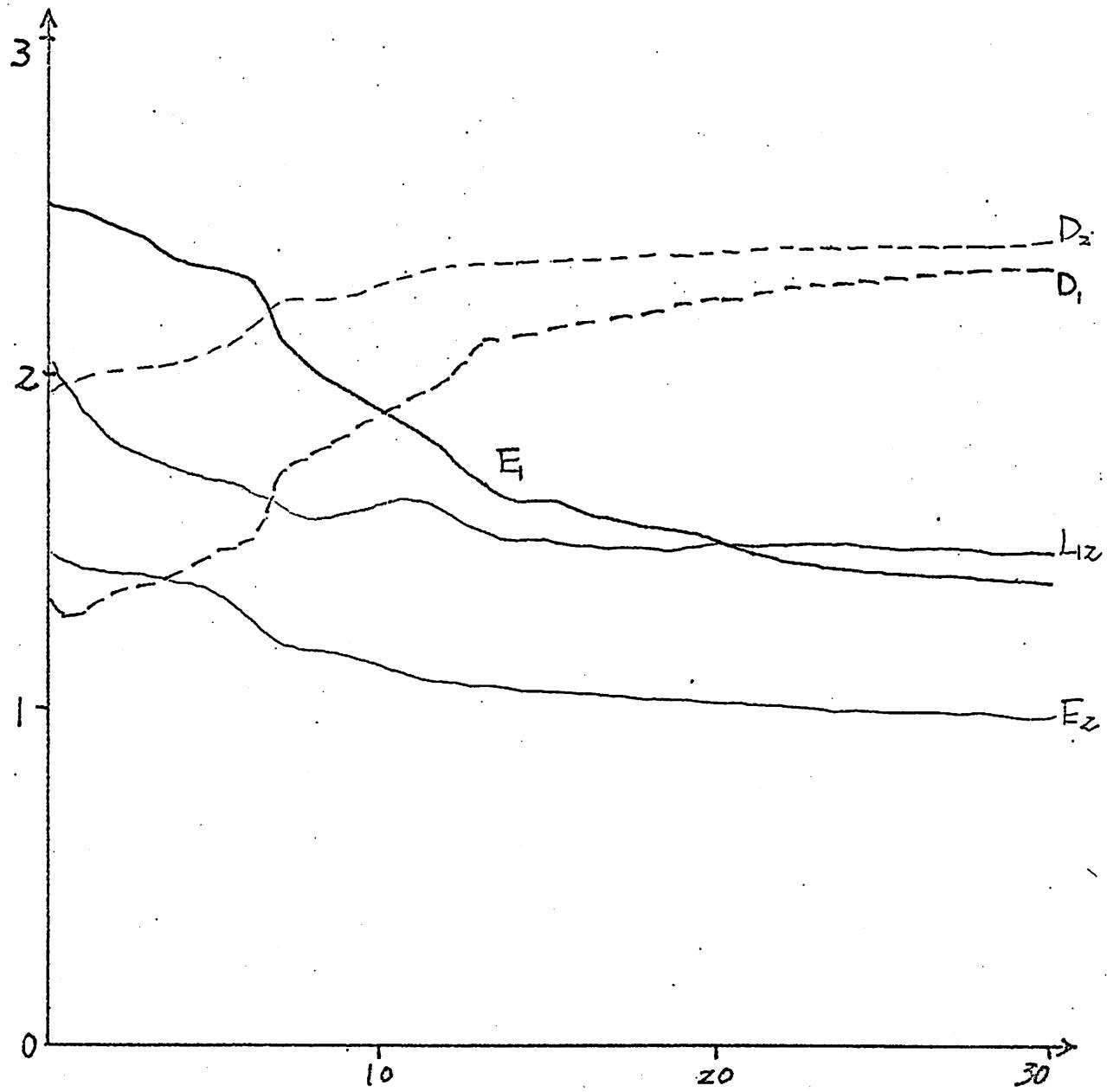


図3-8 L/3型 Ex.1

題目7.13。

(Ex.2)

初期状態行列は  $M^{(0)} = 2M5$ ,  $M^{(2)} = \alpha 6$

	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
問	$r_1$	1	1	-	-	4	4	4	4	3	3
	$a_1$	2	2	-	-	10	10	10	10	10	10
1	$a_2$	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
問	$r_1$	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
	$a_1$	-	-	9	9	9	9	9	9	9	9
6	$a_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問	$r_1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$a_1$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	$a_2$	10	10	7	4	4	4	4	4	4	4
	$r_2$	5	5	4	2	2	2	2	2	2	2

問	$r_1$	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
	$a_1$	9	-	9	9	9	9	9	9	9	9
7	$a_2$	10	10	X0	10						
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問	$r_1$	1	1	1	-	2	1	1	1	1	1
	$a_1$	10	10	10	-	10	F1	F1	F1	F1	7
3	$a_2$	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問	$r_1$	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1
	$a_1$	3	-	-	-	-	F1	F1	F1	F1	F1
8	$a_2$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問	$r_1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$a_1$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	$a_2$	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	$r_2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

問	$r_1$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$a_1$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	$a_2$	10	7	7	7	7	7	10	7	7	7
	$r_2$	5	4	4	4	4	4	8	3	3	3

問	$r_1$	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	$a_1$	7	7	7	7	7	7	7	10	10	10
5	$a_2$	10	8	8	8	8	8	10	1	7	
	$r_2$	6	2	2	2	2	2	2	3	1	2

問	$r_1$	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1
	$a_1$	5	5	5	5	5	-	-	7	7	7
10	$a_2$	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	$r_2$	-	2	5	4	4	1	1	1	1	1

表3-4 Ex.1 の TM1, TM2 のテスト結果,  $\{a\}$  は答,  $\{t\}$  は応答時周  
 ○印は共通正答

### [討論前の考察]

(i)  $L_{12}(0) = 2.46$  イ" Ex. 1 よりも  $\neq$  と 相反的である。

(ii)  $E_1(0) \neq E_2(0)$ ,  $D_1(0) \neq D_2(0)$  イ". Ex. 1 のように 偏序関係 はない。

(iii)  $Z_1(0) < Z_2(0)$  イ", TM2 は、応答時間が少し長"。

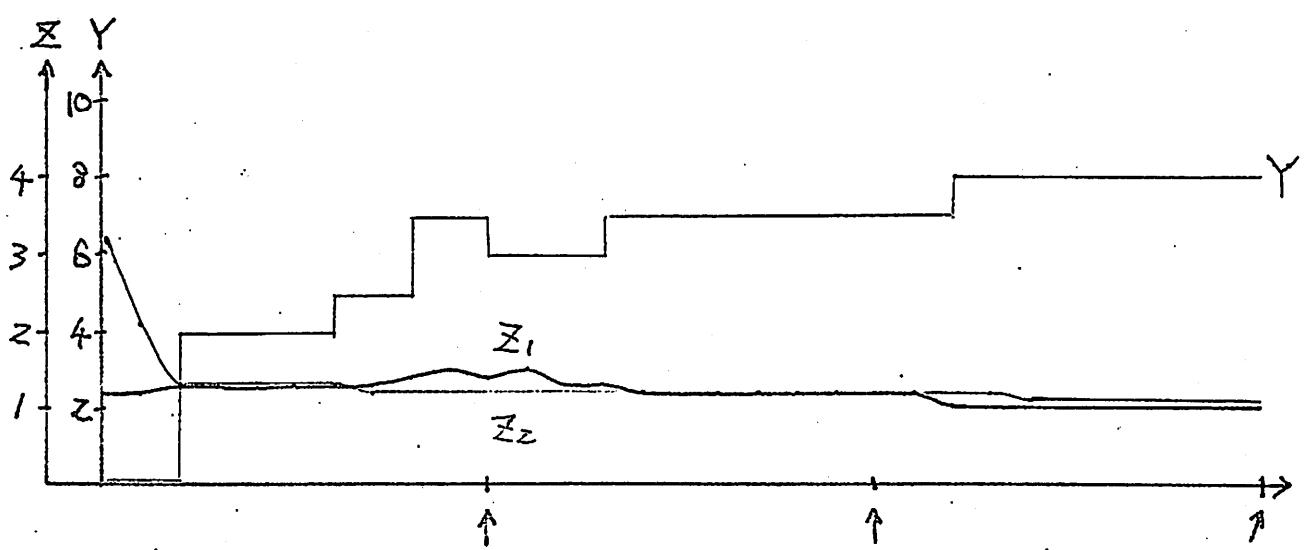
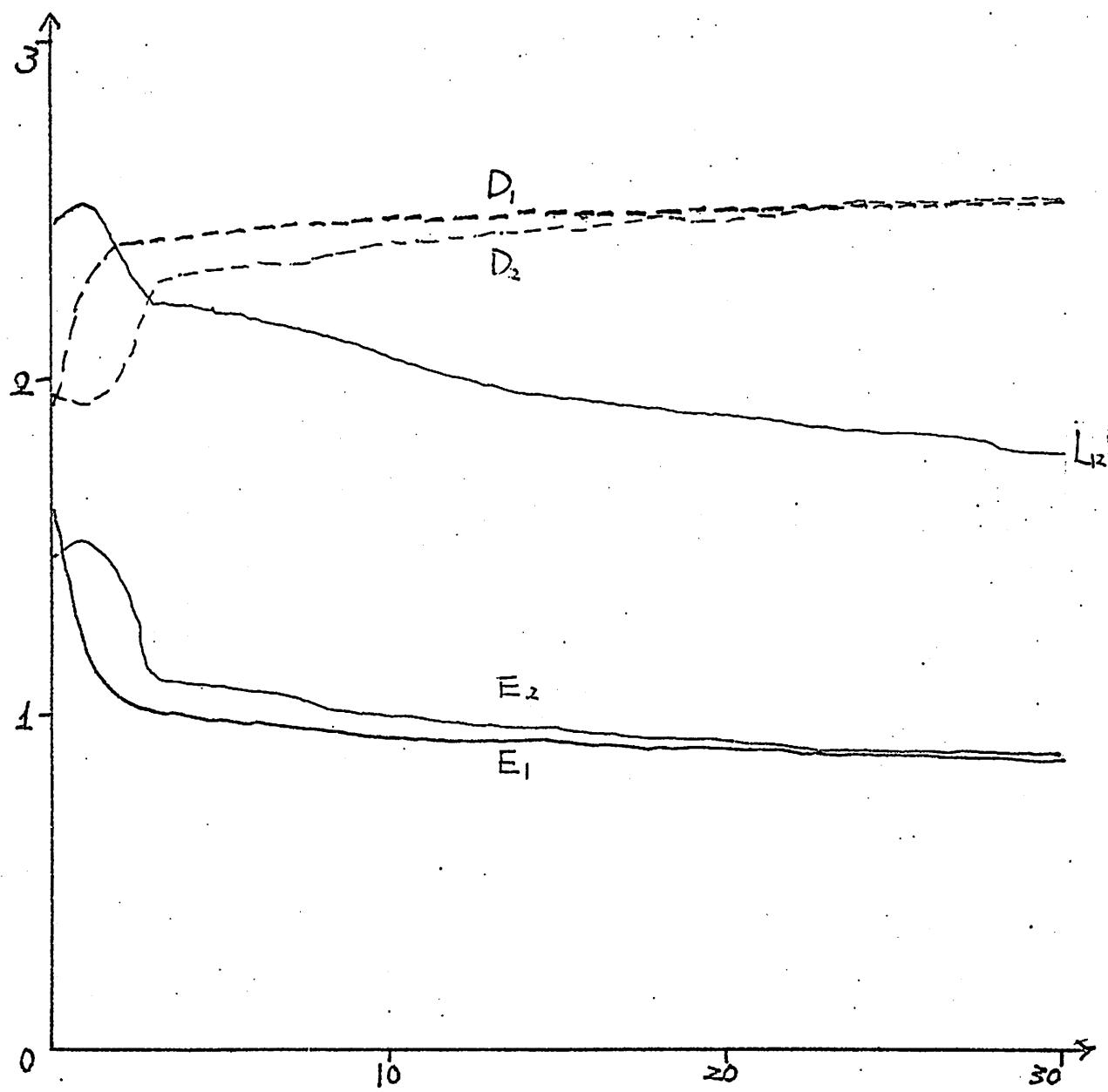
### [結果と考察]

図 3-9 参照。

(i) D 及び E が同程度であるために、学習効果も同程度で、明瞭か一方的説得  $\neq$  ない。だが "  $Z_1(0) < Z_2(0)$  " は差違の為、終始、TM1 が TM2 をシリードしており、 $X(t)$  も、やや  $X_1$  が大きくなっている。

(ii) 相反性なので、Ex. 1 と同様に、 $L_{12}$  の減少が少ない。しかし、Y は 8まで増加しており、かなりの価値観の類似性を示し、討論の有効性は問題ない。

(iii)  $Y(10)$  が  $Y(9)$  に比べて、1だけ減少し、 $Y(t)$  が単調増加でないが、これは、この辺りで  $Z_1(t)$  が少し乱れていることから想像されるが、テストの解答に自信がなく、応答時間の長くかかったりした場合、それが下すたま、相手の解答と同じだったことを起りうるわけだ。そのような共通応答は、その後、角が消えて違うことが考えられる。



$$X_1(10) = 11 \\ X_2(10) = 7$$

$$X_1(20) = 12 \\ X_2(20) = 7$$

$$X_1(30) = 12 \\ X_2(30) = 7$$

図3-9 L13型 Ex.2

(Ex.3)

初期拡散行列 は  $M^{(0)} = 2m8$ ,  $m^{(0)} = 2m7$

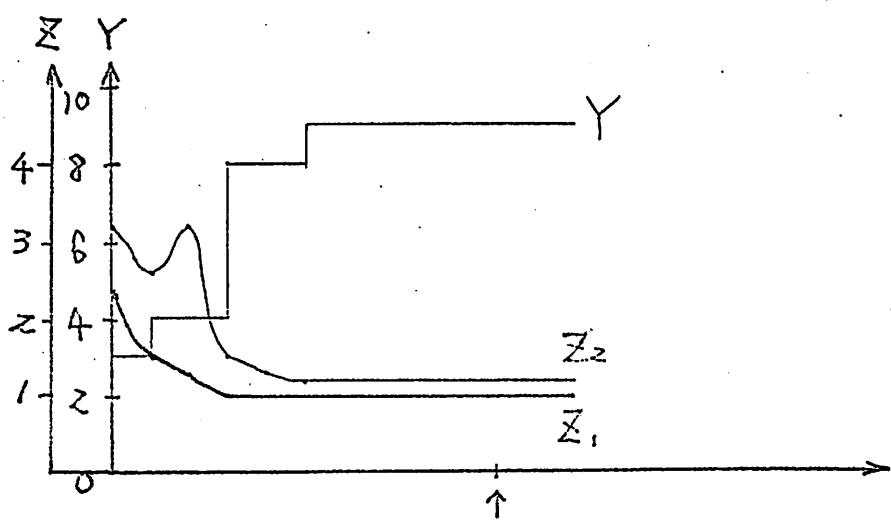
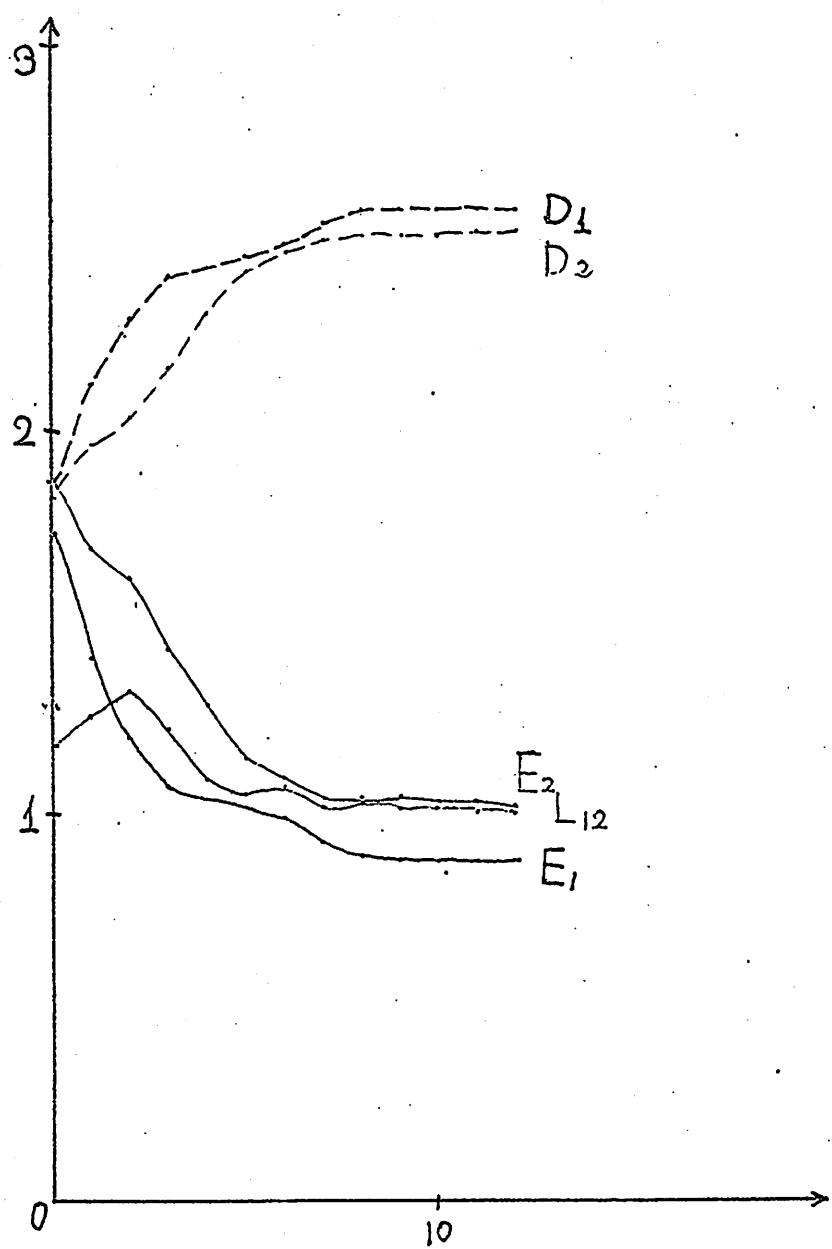
[討論前の考察]

- (i)  $L_{12}(0) = 1.18$  と 小さく、前二例ほど並に、両者の値の観察の類似性を持つ。
- (ii) それは、 $Y(0) = 3\pi$ 、初期値については、かなりの値をとっていることがわかる。
- (iii) D, E は両者、ほぼ同じで、その値も、特に大きくなったり小さくなったりする力が普通と考えられる。
- (iv)  $Z_1(0), Z_2(0)$  が少し大きく、 $Z_1(0) < Z_2(0)$  は、 $E_1(0) < E_2(0)$  に対応する。

[結果と考察]

図3-10 参照。

- (i)  $Y(t)$  は急激な増加を示し、9まで達して、両者の値の観察の類似性一致するところまでいく。D が E の変化も、かなり大きく、学習の蓄積が著しく進む。自分の方がよく整理されたことを物語り、討論による学習効果は、かなりのものがある。
- (ii) Ex.2の場合と、この例と同様ように、TM1とTM2が同程度の導力であるけれども、相反的な場合(Ex.2)には、E, D の初期値のわずかな差は影響なく、最終的に双方共、同程度に学力が高められたものとすらし。



$$X_1(10) = 14$$

$$X_2(10) = 6.$$

图3-10 LB型 Ex.3

類似的かつ学力が同程度の場合には、Eの初期値のわりかな差がある（影響） $t=13$ 。即ち、E、Dの差が広がり気味で、特に、 $X(t)$ を見ると、TM1とTM2を、かなり説得形にした。 $t=3$ 。それは、 $Z_2(t)$ の、初めの大さな乱れか。落ち着いた  $t=3$  の時期は、 $Y(t)$  が大幅に増加して  $t=13$  ではあるまでも、このことは、同じような価値観を持つ者の間では、その討論過程で、傷跡が明るい  $t=3$  の時に、異なる価値観を持つ場合に、傷跡が、あり現れてことを示している。

#### (Ex. 4)

初期拡散行列は、 $M^{(1)}_{10} = m_7, M^{(2)}_{10} = m_8$

#### [討論前の考察]

(i)  $L_2(0) = 0,717$  先の Ex. 3 よりも、小さく、類似性が強い。

(ii) Dが小さく、Eが非常に大きく、相方共、明るい学力が低い。

従て、テストでも、無回答が目立ち、 $Z_1(t), Z_2(t)$  は異常に大きくなっている。相方共、発言が少なくて L13型学習か、かなり難しく思われる。

#### [結果・考察]

(i) はじめ、 $t=6$  近りの時期までは、予想通り、ほとんど討論學習が果たす。

あがっていた。各変数は、初期値からあまり変化しない。

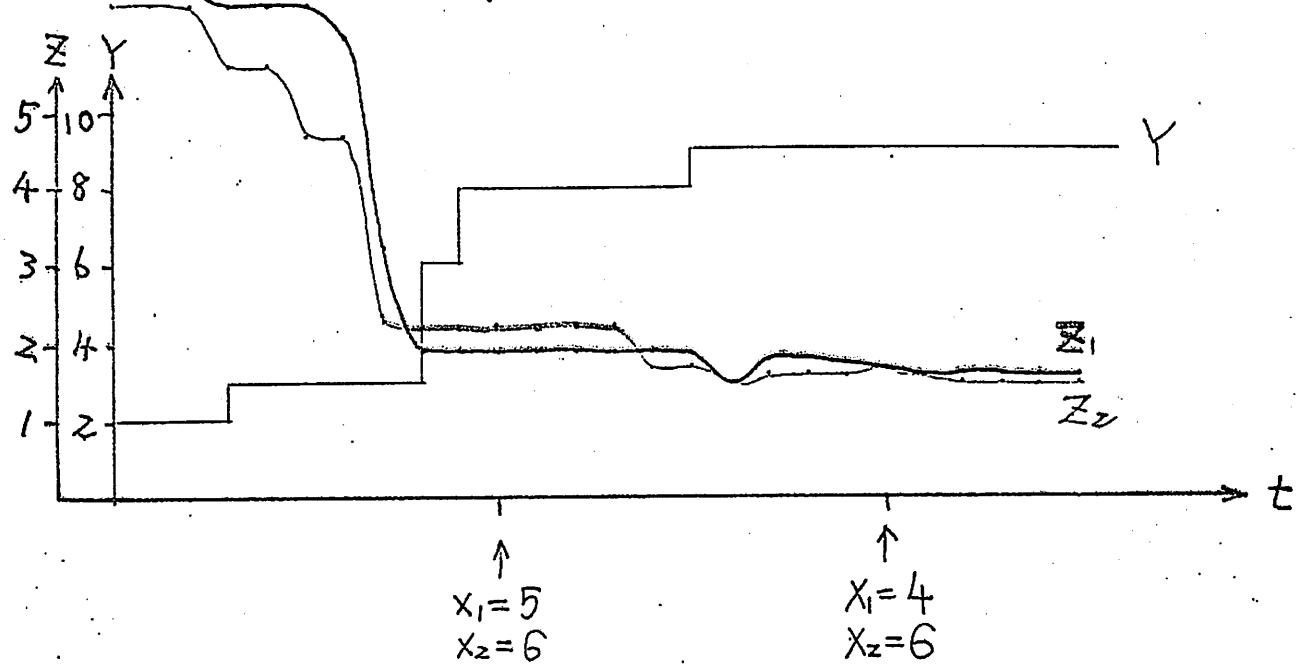
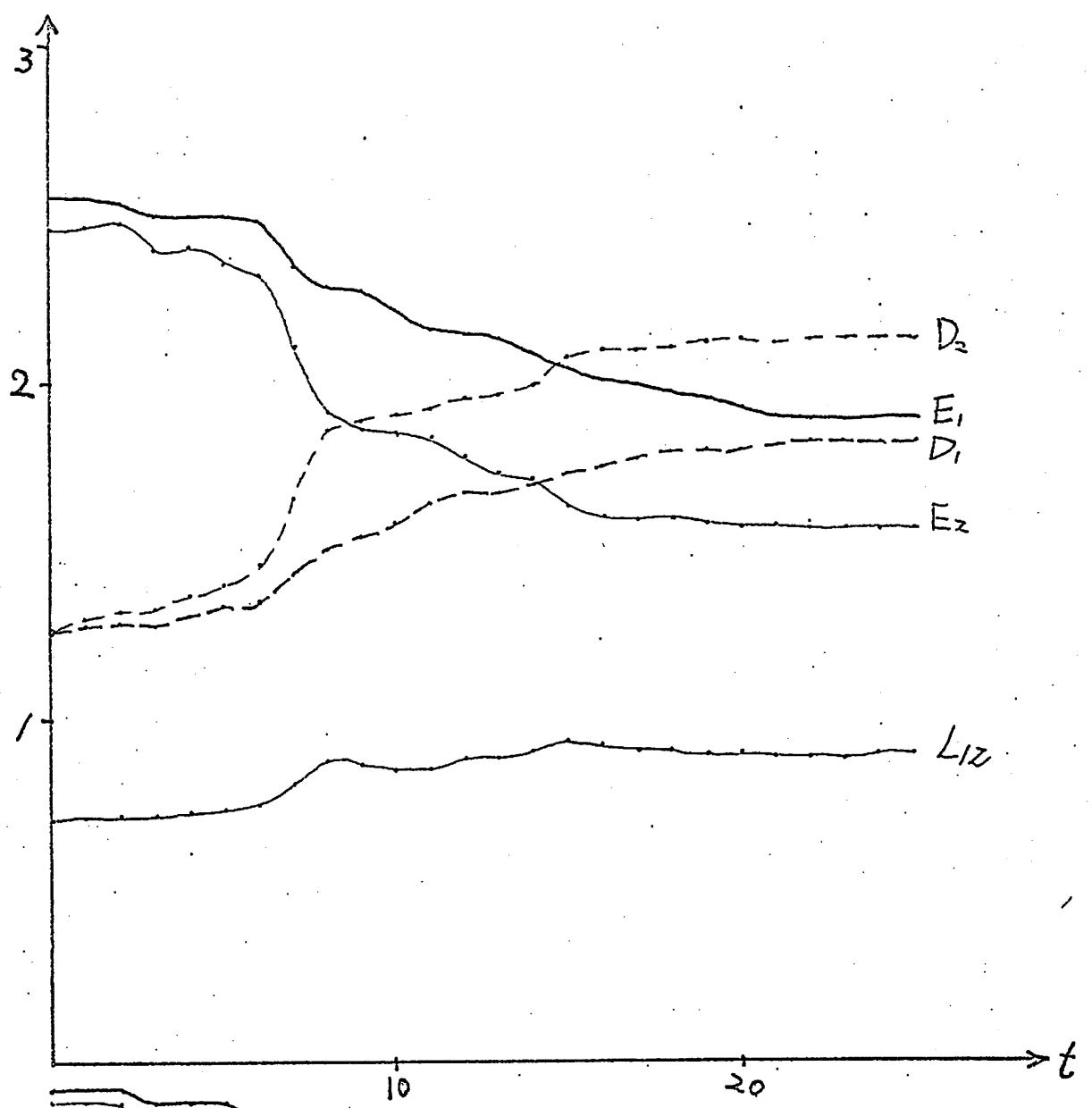


図3-11 LB型 Ex.4

(ii)  $t=6 \sim 7$ で、まず $Z_1(t), Z_2(t)$ が同時に大きく減少し、自説的発言が急激に増加し、L13型学習の素地をつくり出した。

(iii) その後、学習は急速に進み、 $Y(t)$ は9まで達した。(しかし、 $X_1(t), X_2(t)$ が常に1.1~2.2とかからずかのように一方的獲得ではなく、お互に協力して学力を向上させたわけである。

(iv) 同じく類似性のある Ex. 3 と比較してみると、本例の方が初期の学力が著しく劣ってるので、はじめ遅った様相を呈しているが、 $t=6 \sim 7$ で、 $Z(t)$ が小さくなっている後は、似てきている。 $Y$ の急激な増加、すなわち初期の $E(0)$ のわずかの差が、大きく影響を持ち、差を広げ、拡げていくことは、Ex. 3 と同一で、類似性の特徴である。

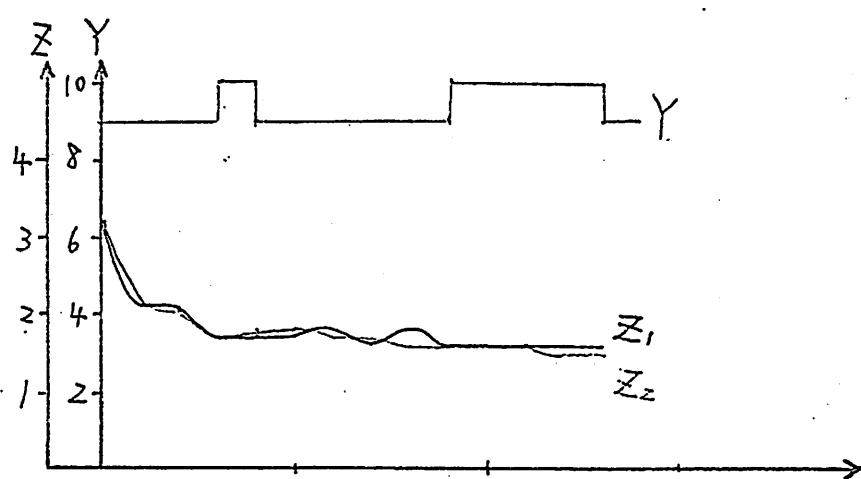
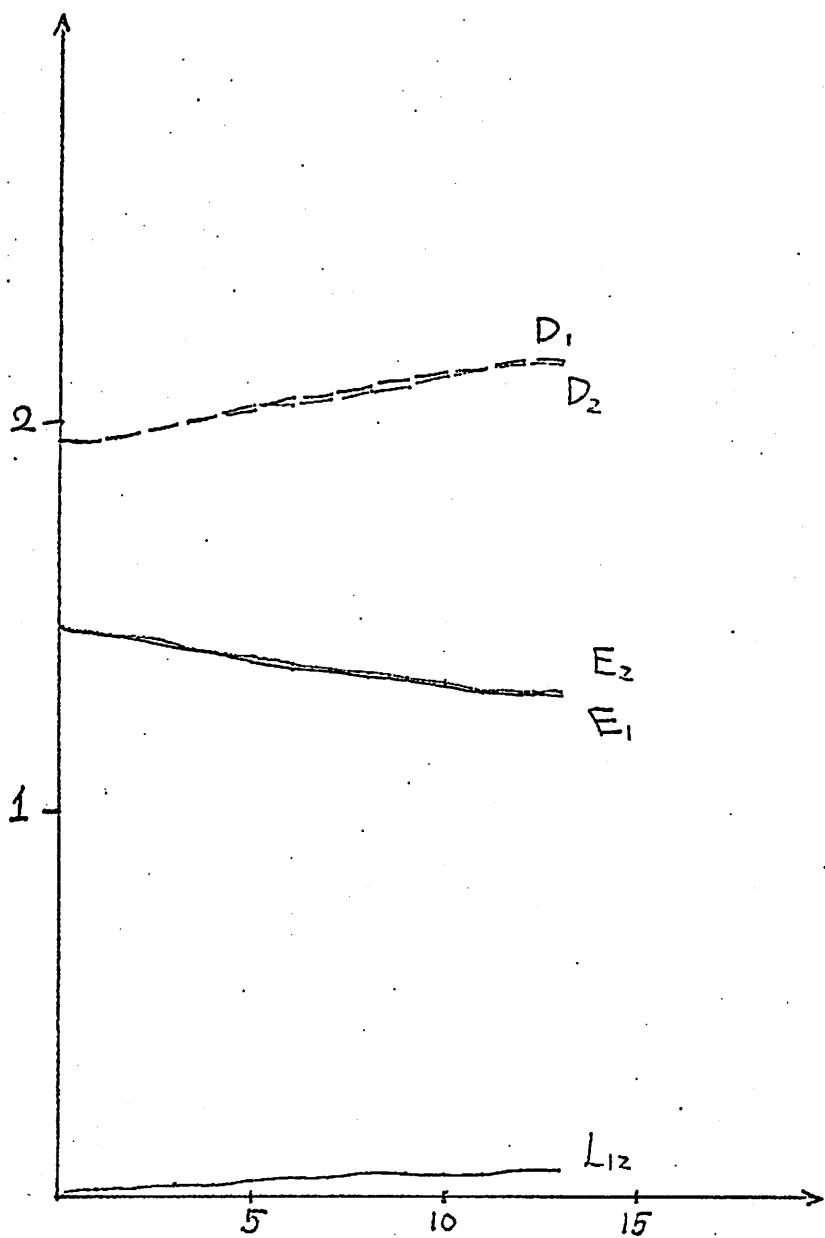
(Ex. 5)

初期拡散行列は、 $M^{(1)}(0) = \begin{pmatrix} 0.6 & 0 \\ 0 & 0.6 \end{pmatrix}$ ,  $M^{(2)}(0) = \begin{pmatrix} 0.6 & 0 \\ 0 & 0.6 \end{pmatrix}$

〔討論前の考察〕

- (i) 類似性の特別な場合で、 $TM_1$ と $TM_2$ が全く合意の場合である。
- (ii) L13型のような論争的討論では、同じ価値観を持つ者の間での討論による初昇に期待できる。

〔結果と考察〕



$$\begin{aligned} \uparrow \\ x_1(10) = 6 \\ x_2(10) = 6 \end{aligned}$$

図3-12 L13型 Ex:5

### 図3-1を参照

(i) 予想通り、学習効果はほとんどないままで、 $t=13$ 分にて討論は終了に至った。これは、価値観が同じなので、自分が発言した事柄については、相手も応答する一方、自分の応答で満足なときは、相手も発言しないために、ほとんどのL1型、L3型の学習の行なわれる余地がないためである。

(ii). しかし、討論が全く無効に行なわれた訳ではなく、 $Z(t)$ からわかるように、はじめは、かたり自信のない部分があつたと思われるが、それが徐々に改善されていくことがわかる。それは、 $X_1(10), X_2(10)$ が共に低下して、 $X_3=X_1+X_2$ も同様。

(Ex. 6)

$$\text{初期拡散行列 } M^{(1)}(0) = b_1, M^{(2)}(0) = b_2$$

### [討論前の考察]

(i) TM<sub>1</sub>は概念 $C_7, \dots, C_{10}$ に関する知識がなく、TM<sub>2</sub>は概念 $C_1, \dots, C_4$ の知識が欠けており、これらの欠けた部分に因する知識を、お互に相手が持っているヒラ 相補的の場合である。

(ii) L13型の学習の性質から考えて、このような相補的な二人の間の討論は、初めて有効に行なわれるものと思われる。

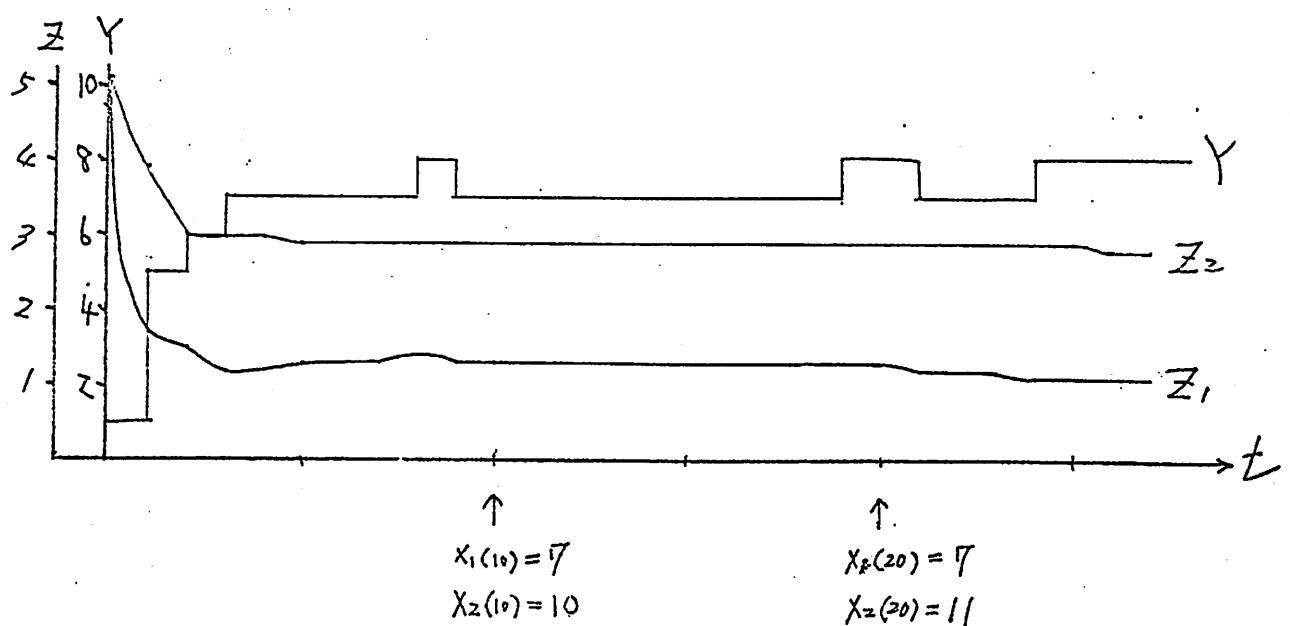
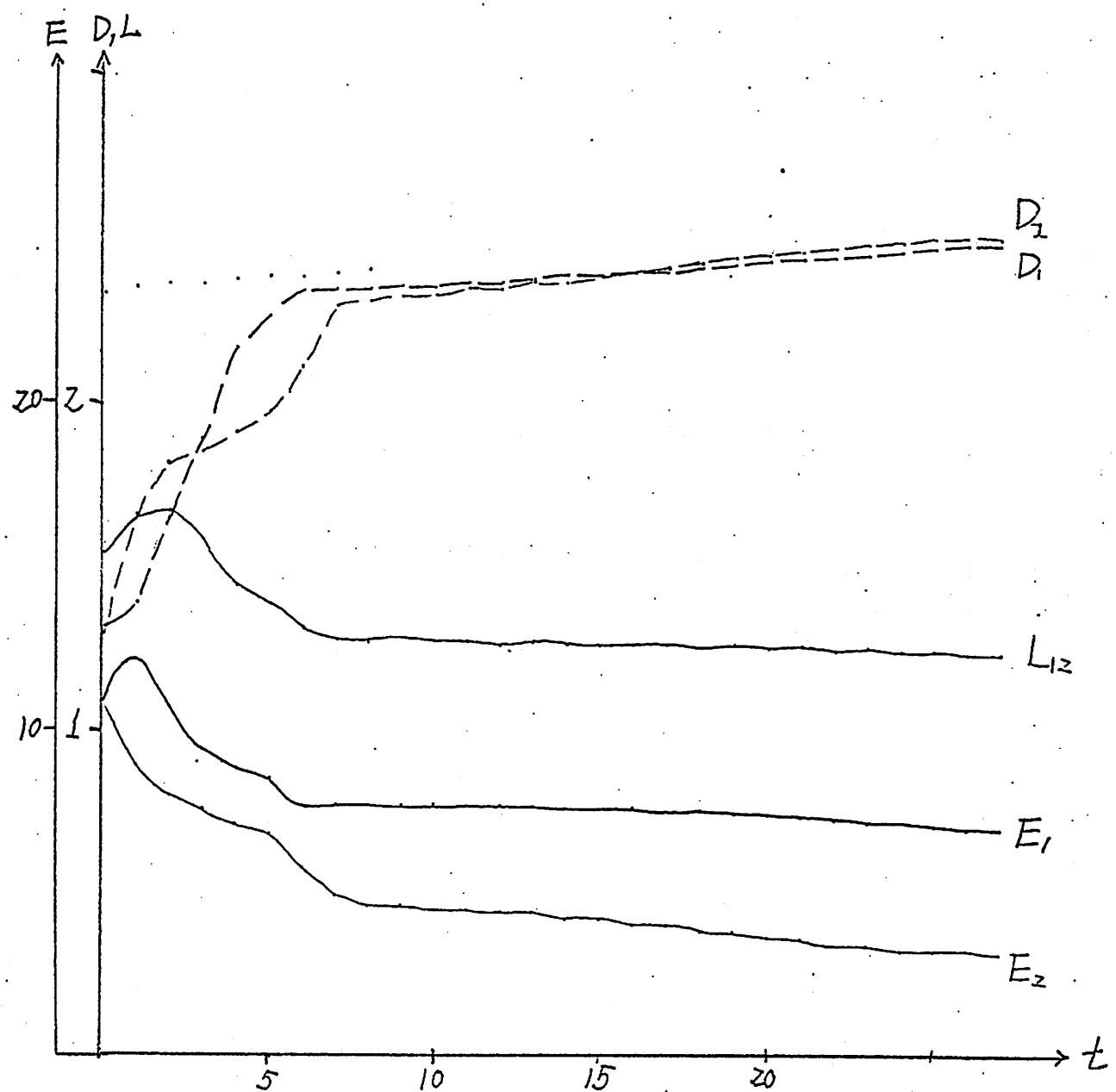


圖3-13 L13型 Ex. 6

## 〔結果・考察〕

図3-13 参照。

(ii) 両者の価値観が相補的であるために、一方の発言に對し、他方に応答するという場合の多ニヤル察せられ。L13型学習が有効に行なわれたため、はじめの2~3回の討論で、各評価函数の急激な変化を示し、 $Y(t) = T$ あたりから、ほとんど学習(?) $\rightarrow T$ 。

(iii) しかし、意に反して、 $Y(t)$ が“10”に達せず、十分相補性が生かされていないのは、 $TM_1$ の初期拡散行列である  $b_1$  (付録参照) を見ればわかるように、 $TM_1$ が、概念  $C_1, C_2$ について発言するとか、ほとんどなく、その結果、 $TM_2$ が、 $C_1, C_2$ について学習する機会を得られなかつたためである。 $Z_2(t)$ が、 $Z_1(t)$ に比べ、相当大きくなっているのも、そのためである。

(iv) 初期状態において  $TM_1$  と  $TM_2$  と、互に差違がないわけか? かくかず、 $E_1(t) > E_2(t)$  の現象があらわれた原因も、やはり(iii)で述べたこと、同じである。即ち、 $TM_2$ は、 $C_1, C_2$ について、学習したことないので、拡散行列にはない。1, 2列目の各成分の、エントロピー計算が0のままであるのに對し、 $TM_1$ の方は、 $C_1, \dots, C_{10}$ について、知識を補充するために、 $E_1(t)$ は  $E_2(t)$ より大きくなつたのである。

(Ex.7)

初期拡散行列  $M^{(0)} = b_3, M^{(0)} = b_4$

### [討論前の考察]

- (i) 本例は、先の Ex.6 よりも更に相補性を強めて、 $TM_1$  は  $C_6, \dots, C_{10}$  について、また  $TM_2$  は  $C_1, \dots, C_5$  について全く知識が欠けており。  
先例では、両者に共に知識を持つ  $C_5, C_6$  が存在したのに對し、ここでは、全く共通部分を持てない。

### [結果と考察]

図3-14 参照

- (i) 定性的傾向は、Ex.6 と同じである。  
(ii) 學習効果は、更に、増加していきながら、やはり、 $TM_2$  は  $C_1, C_2$  を学習しないので、 $E_1 > E_2, Z_1 < Z_2$  と  $T_3, T_4$  である。  
(iii) 今までの多くの例では、もし  $E_a < E_b$  ならば、 $D_a > D_b, Z_a < Z_b$  であり。  
これが常識的であるが、本例のように、 $D_a < D_b, Z_a > Z_b$  と逆になってしまふ場合は、一部が未学習のままで、自分の考え方を整理せていったときに起る現象であり、學習度があまり高くなさま、思考が固定してしまう。

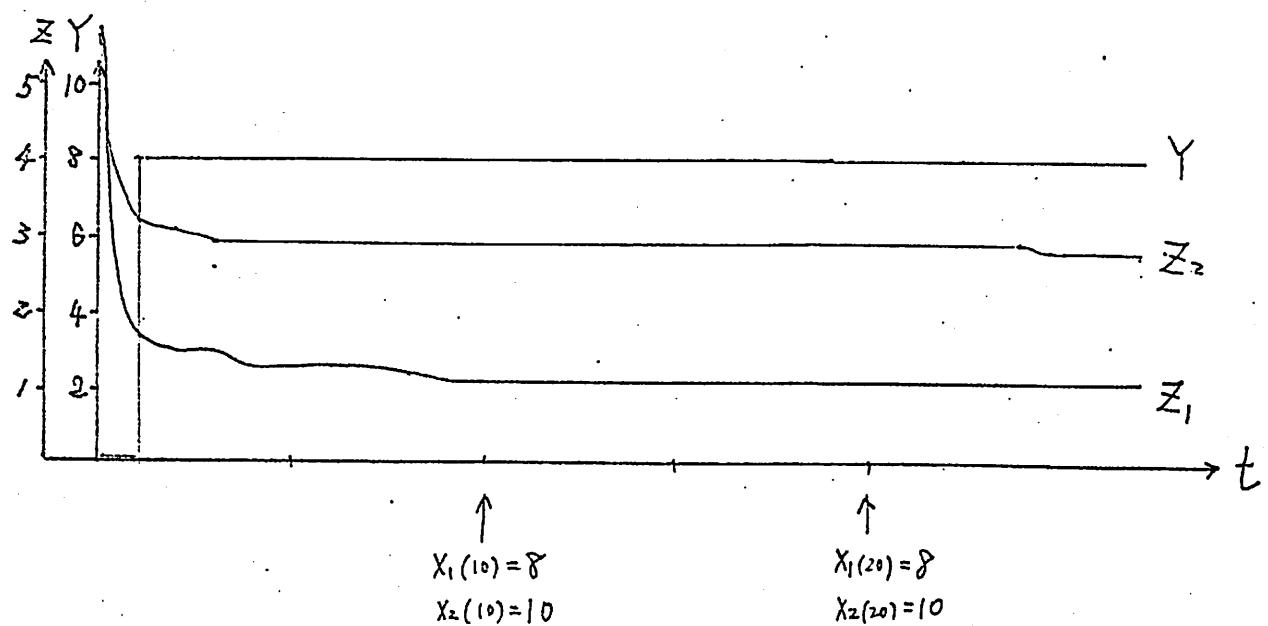
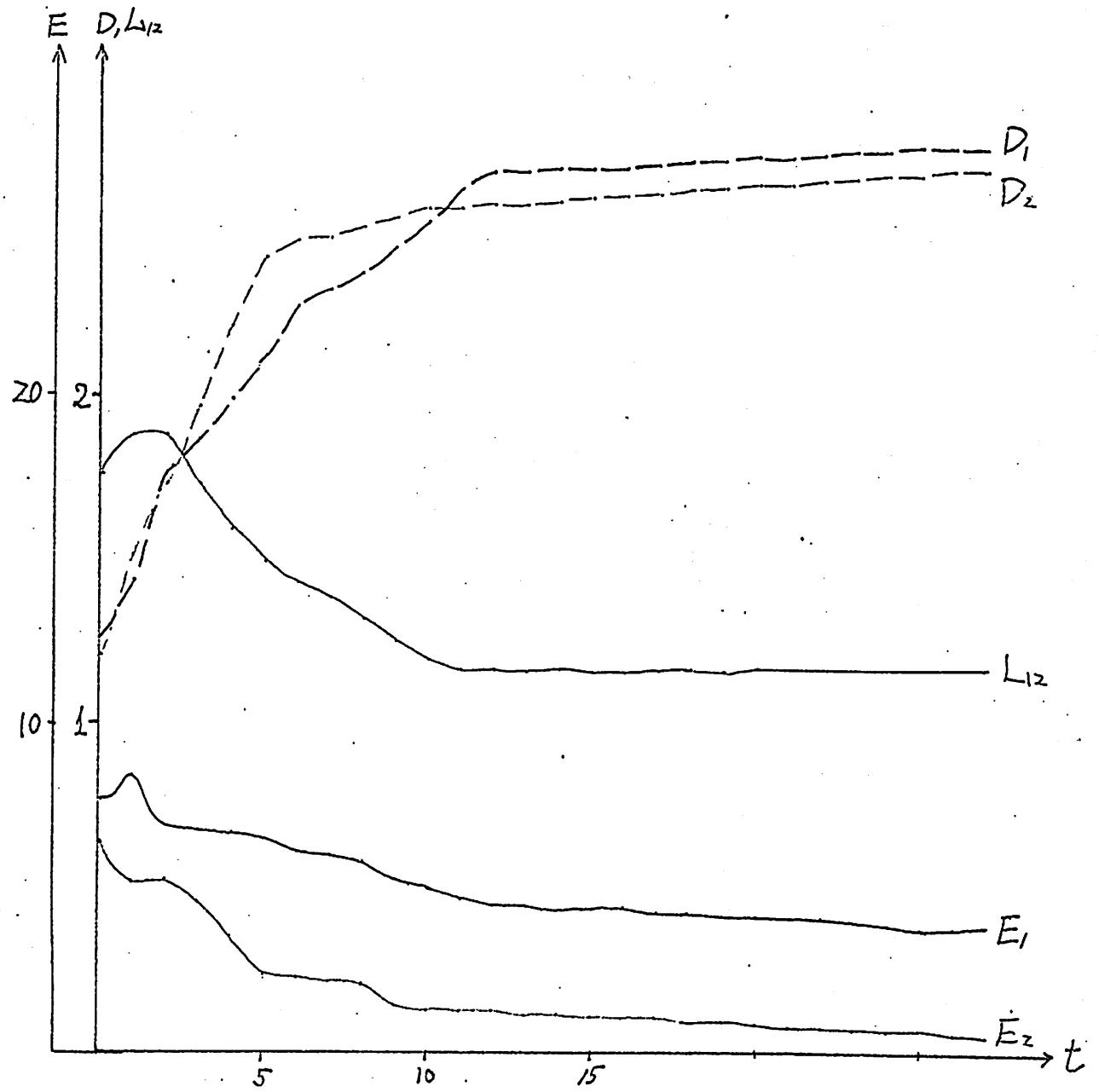


図3-14 U3型 Ex.7

以上で L13 型 討論學習の実験を終了し、相反的価値観を持つ組合せでは、学力の優秀な方が、説得する形になります。一方で、学力差は、討論によって縮まる傾向にあり、劣等な方が学習効果が大きいに対する類似した価値観を持つ組合せでは、逆に、優秀な方が、学習効果が大きく、学力差は、討論前より拡がる傾向にある。これらの結果が、人間社会における現象と、どの程度一致しているかは、その判定を実験心理学、教育心理学に委ねるべきであるが、少くとも、諭争的雰囲気の強・討論においては、妥当な結果であろう。「累端は、累敵よ叶憎」という諺を諺机にすると、少し、ほほ“かる”；似た考えをする者と/or、違った考えの者との方が、討論が“活潑”になる比率が大きい、自分は次回T=1の時は、ひかれ、自分は似た考えの時は、反撥するような心理的傾向が諺机に現れたようだ。

## (7) 討論學習 II --- "學習意欲大なる場合"

ここでは、先の論争的な討論との对照的と、學習意欲の大なる場合へ討論を考える。例えば、少年と先生との対話のようだ。一方が「他方を信頼して、相手の価値観を学ぶ場合」にあたるので、一方は、L2型の學習を行うが、他方は、全く學習は行なはないと考えた。この種の討論を以後、L2T型 (T: Teacher) と呼ぶ。このL2T型は、一方だけが學習不適格・各变数 ( $\alpha, \beta, \delta, P, T$ ) の変化による學習への影響を見ることに専念するのである。このことを、ここでの目的とする。

シミュレーションは、次の4つの場合について行い、变数変化は、 $\alpha$ は4値、 $\beta, \delta, P$ は2値、 $T$ は3値をとて、合計13通りの変化を考えた。即ち、まず「標準値」のまゝ normal とし、二の变数を上上げ変化した場合の変化を調べた。なお、學習しない方を  $TM_t$ 、學習する方を  $TM_s$  と呼ぶことにする。

$$(Ex. 1) TM_t; M^{(t)}(0) = 0.1, TM_s; M^{(s)}(0) = 2P1$$

$$(Ex. 2) TM_t; M^{(t)}(0) = 2P2, TM_s; M^{(s)}(0) = 0.6$$

$$(Ex. 3) TM_t; M^{(t)}(0) = 0.7, TM_s; M^{(s)}(0) = 0.6$$

$$(Ex. 4) TM_t; M^{(t)}(0) = 2m1, TM_s; M^{(s)}(0) = 0.5$$

Ex.1 は、 $TM_t$  が、 $D_{t(0)} = \sqrt{10}$ ,  $E_{t(0)} = 0$  で、完全に考え難理されてる場合、Ex.2, 3, 4 では、 $TM_t$  が「3程度高」学習度でない、Ex.4 では、 $TM_t$  が、あり、学習度が高くなつた。結果は、最も学習効果の大きさと思われる Ex.1 が、Ex.2, 3, 4 よりも、図3-15～図3-26 と許し可載也、Ex.2, 3, 4 は、可載でない。Ex.1 の結果を、補助可意で、各々、図3-27, 3-28, 3-29 は可載でない。

実際は使用したログラムは、 $TM_{\text{A}} = 1$  では、 $\#TIL-7 = \text{DISCUS}$  の L1, 3 学習部分と除く以外は今節(2)通り、また  $TM_t = 1$  では、 $\#TIL-7 = \text{DISCUS}$  か、学習部分をすべて除き、かつ、 $\beta = \infty$  とした

表3-4 Ex.1～Ex.4 の  $Z(t)$  の変化

引数変化	Ex. 1						Ex. 2		Ex. 3		Ex. 4	
	$Z(0)$	$Z(5)$	$Z(10)$	$Z(20)$	$Z(30)$	$Z(40)$	$Z(0)$	$Z(9)$	$Z(0)$	$Z(9)$	$Z(0)$	$Z(9)$
$\alpha = \text{normal}$	1.7	1	1	1	1	1	3.2	1.2	3.2	1.5	2.2	1.9
$\alpha = -0.2$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.8	2.3
$= -0.1$	1	1	1	1.1	1	1	1.3	1.1	1.3	1.1	2.0	1.5
$= +0.1$	5.5	4.6	2.8	1.2	1.1	1	5.5	5.5	5.5	5.5	7.6	10.0
$= +0.2$	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	3.7	8.2	8.2	8.2	8.2	—	—
$P = 1.5$	4.6	2.1	1.9	1.1	1	1	4.7	1.5	4.7	3.1	3.6	6.3
$= 2.5$	1	1	1	1	1	1	1.4	1.1	1.4	1.0	2.0	1.9
$\delta = 0.01$	1.7	1	1	1	1	1	3.2	1.4	3.2	1.5	2.2	1.7
$= 0.04$	1.7	1	1.1	1	1	1	3.2	1.2	3.2	1.1	2.2	1.7
$T = 0.6$	3.3	1.9	1	1	1	—	3.3	1.6	3.3	1.6	4.1	7.6
$= 0.7$	5.0	4.2	2.9	1.2	1.6	1	4.2	1.7	4.2	2.9	8.4	10.0
$= 0.8$	5.0	4.4	4.8	1.5	1.1	1.8	5.8	4.1	5.8	3.2	10.0	10.0
$\beta = 1/3$	1.7	1	1	1	—	—	3.2	1.2	3.2	1.6	2.2	1.8
$= 3$	1.7	1	1.1	1	1	—	3.2	1.5	3.2	1.1	2.2	1.8

アーネスト・テイラー「TEACH」について。

## 〔結果の考察〕

(a)  $\alpha$  变数  $= \pi/4$  (図3-15~18)

$\alpha > 0$  の場合は、討論學習への影響が大きい。これは、大きな悪意度の情報が求められるためである。概念想起が困難となり、表3-4からわかるように、回答時間が長くなるので、L2型學習が困難になるためである。 $\alpha = +0.1$  の場合は、はじめのうちは「ほとんど」、學習が進んで「いつか」が、 $t = 10 \sim 20$  の間で、 $Z(t)$  が「1」に近づき、その後で「急速」に學習が行われ、 $t = 30$  あたりで「1」に近づけられる。一方で、「normal」の場合には「遅」つていい。しかし、 $\alpha = +0.2$  のは、 $t = 40$  ばかりで、なお  $Z(40) = 3.7$  で、學習速度は、極めて遅い。 $Z(t)$  が「もう少し、1に近づけられ」、 $\alpha = +0.1$  と同様に「急速」に學習は進むことが想われる。また、Ex. 4 の例では、全く學習を行っていない。これは、この値を参考して、 $\alpha > 0$  の場合は、その大きさが、ある程度を越えなければ、學習速度は遅く、最終的に「normal」の場合に近づくまで到達するが、あまり大きくなくて、全く學習を行わないといえる。

$\alpha < 0$  の場合には、連想度の小さいものに関する情報が失なわれるので、概念想起が容易になり、表3-4のとおりのように、回答時間が

短くなるので、L2型学習は促進型となる。しかし、学習速度に明確な差があるのは、 $t=10$ あたりで、以後はほとんど同じである。なお、図3-15で  $L_{12}(t)$  曲線をみると、normal, -0.1, -0.2 の  $t$  が  $t=8, 6, 5$  のあたりに屈折点がある。これは、図3-18の  $Y(t)$  曲線と比較してみると、それが  $Y(t) = t$  のあたりで、このことから、共通応答が  $10\%$  以下のところの時点を境にて、討論による学習効果が低減する事を示している。

### (b) P 变数について。(図3-19~22)

P は、意識の覚醒度を表すので、結果は、やはり、Pが大きいほど、学習速度が速くなる。また、その差は、 $P=2$  (normal) と  $2.5$  の場合より、 $2 \times 1.5$  の場合の方が大きくなる。しかし、P=1.5と2.5の場合より、P=1.5の場合の方が、意識の覚醒が弱く、 $t=3$  で討論による学習効果は、大きく低減していることがわかる。(a)で述べた屈折点がある場合も存在し、 $Y(t)$  が  $t=8$  に達した時は、学習度はほとんど同じ程度になってしまい、能率の悪さを時間で補うことは示していない。Ex.4 の例のように、Pが大きいと学習度が低く、TM<sub>0</sub> の場合は、P=1.5と覚醒度が低いと、はじめだけは、討論による学習効果よりも、かえて頭の中を混乱させる現象のようになり、表3-4で、 $Z(0) < Z(9)$  と、応答時間

は、討論によって長く $T_2$ )。 $Y(t)$ 曲線も、途中で減少 $|T=1|$ している。

(c)  $\delta$ について (図3-19~22)

$\delta$ は、学習効果の重みなべて、当然、 $\delta$ が大きくなると学習速度は速くなっている。しかも、例え $L_{12}(t)$ 曲線をみると、 $Y(t)=T$ あたりに存在する屈折点。以前では、 $\left|\frac{dL_{12}(t)}{dt}\right|$ が  $\delta = 0.04, 0.02, 0.01$  の場合  $\frac{3}{10}, \frac{3}{20}, \frac{3}{40}$  であるが、 $\delta \propto \left|\frac{dL_{12}}{dt}\right|$  となる。しかし、屈折点以後では、 $\delta = 0.04$  の場合は、ふらつきが大きく、 $\delta$ の大きの場合には、記憶力のすぐれた面と付和衝同的面をもつてある。一方、 $\delta = 0.01$ と小さい場合には、屈折点以後、他に比べて極端に学習速度が落ちてゐるが、その理由は、不明である。

(d)  $T$ について (図3-23~26)

$T$ は言語化の水準を示し、 $T$ が大きくなると、言語化のために概念想起が十分に明確でなければならぬため、発言が少くなり、回答時間は長くなる。従って、学習速度が遅くなる。しかし、今までの例 ( $\alpha = +0.1, P = 1.5$  など) では、はじめのうち、回答時間が長くて、学習が進まなかつたのも $Z(t)$ が 1 に近づいてゐる。急速に学習が促進されたか、この場合は、 $T = 0.7, 0.8$  をみると、 $t = 20$  あたりで $Z(t)$ が 1 に近く、213 にもかかわらず、依然として、学習は遅い。これは、テストの時は、途中で、入力が入って $t = 20$

ためには、ある程度、自分の考え方整理工行いながら、Tが少し大きくなればZ(t)に影響を与えてやる。討論の時には、途中で入力が次々と入ってくるため、こうした状況の中で、ある程度の想起度を、Tの値下げで高めることは、容易なことではなためと思われる。T=0.5(normal) < 0.6を比べると、予想に反して、  
 $t=13 \sim 16$ あたりで両者が逆転している。この時のY(t)を見ると、前者は8、後者は7へ9へとよくて学習を終っている。このように未学習の課題が二つ以上になると、Z(t)の値が直接受影響してしまう。例えば、拡散行列のオルタ列が  $m_{ik} = 1, m_{jk} = 0$  (但し  $j \neq i$ )、 $j=1, \dots, n$ となるとき、TM<sub>s</sub>が概念「C<sub>k</sub>」を発言しても、TM<sub>t</sub>の応答「C<sub>i</sub>」で学習する可能性がある。逆に、もし、概念「C<sub>k</sub>」は既に学習が完成してしまった場合、「C<sub>k</sub>」を発言しなければ、永久に学習されることはなない。従って、両者とも、「C<sub>k</sub>」が未学習のときに、T=0.5の場合より T=0.6の場合へと、自己「C<sub>k</sub>」を発言する機会は、多くなることは十分であるのであり、そのようなときは、Ex.1のように、T=0.5 < T=0.6の逆転が起こるのである。  
しかし、これはあくまで特別の場合で、一般的には、Ex.2~4でわかるように、Tの値が小さくなるほど、学習速度も速くなる。

(e)  $\beta$  变数 = つれて (図 3-23~26)

$\beta$  は外入力に対する注意度である。はじめの方では、大差ないが、ある程度自分の考え方までの段階 ( $Y(t) = 7 \sim 8$  の頃) になると、 $\beta = 1$  (normal) の場合は、相手の発言と自分の考え方で、五分五分に扱うため、混亂しやすく。

Ex. 3.  $\beta = 3$  のように、相手本位に討論を進めると、 $\beta = \frac{1}{3}$  のように、自分本位に討論を進める方が、学習効果の大い。Ex. 1 のように、学習度  $D(t)$  が最高値 10 に近づくほど、特に自分本位の討論の進め方 Ex. 3.  $\beta$  小の方が学習が進む。その逆に、Ex. 2, 3 はつても言える。一方、Ex. 4 のように、初期の学習度が低い場合は、 $\beta = 3$  と相手本位 (= 1 方) の学習効果が大きくなる結果がでている。

以上、L2T型の討論學習過程における、変数変化の影響を述べてきたが、ここでは、変数の変化が学習効果に与える影響は、直接的ではなく、Ex. 2, 3 (t), Y(t) 等の変化を仲介した間接的である。そこで、2・4節で述べたような、性格表現にまで立入って議論することは困難である。そのためには、学習部分を除いて討論過程を細かに分析していく必要があると思われるが、その場合は、実験者の主觀が強く、介入するほどで避けられる。

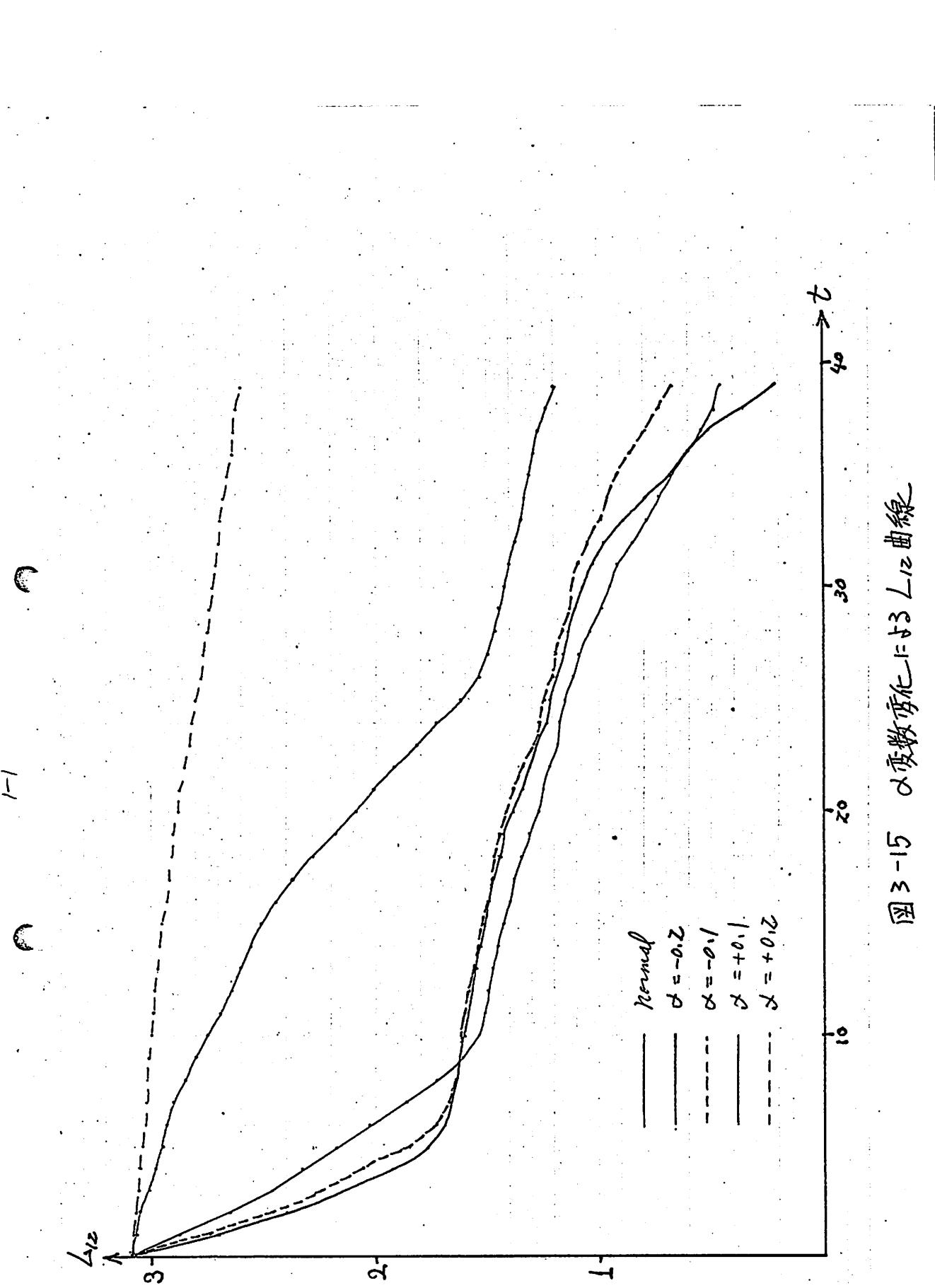


圖 3-15  $\alpha$  變數變化時  $L_{12}$  曲線

1-2

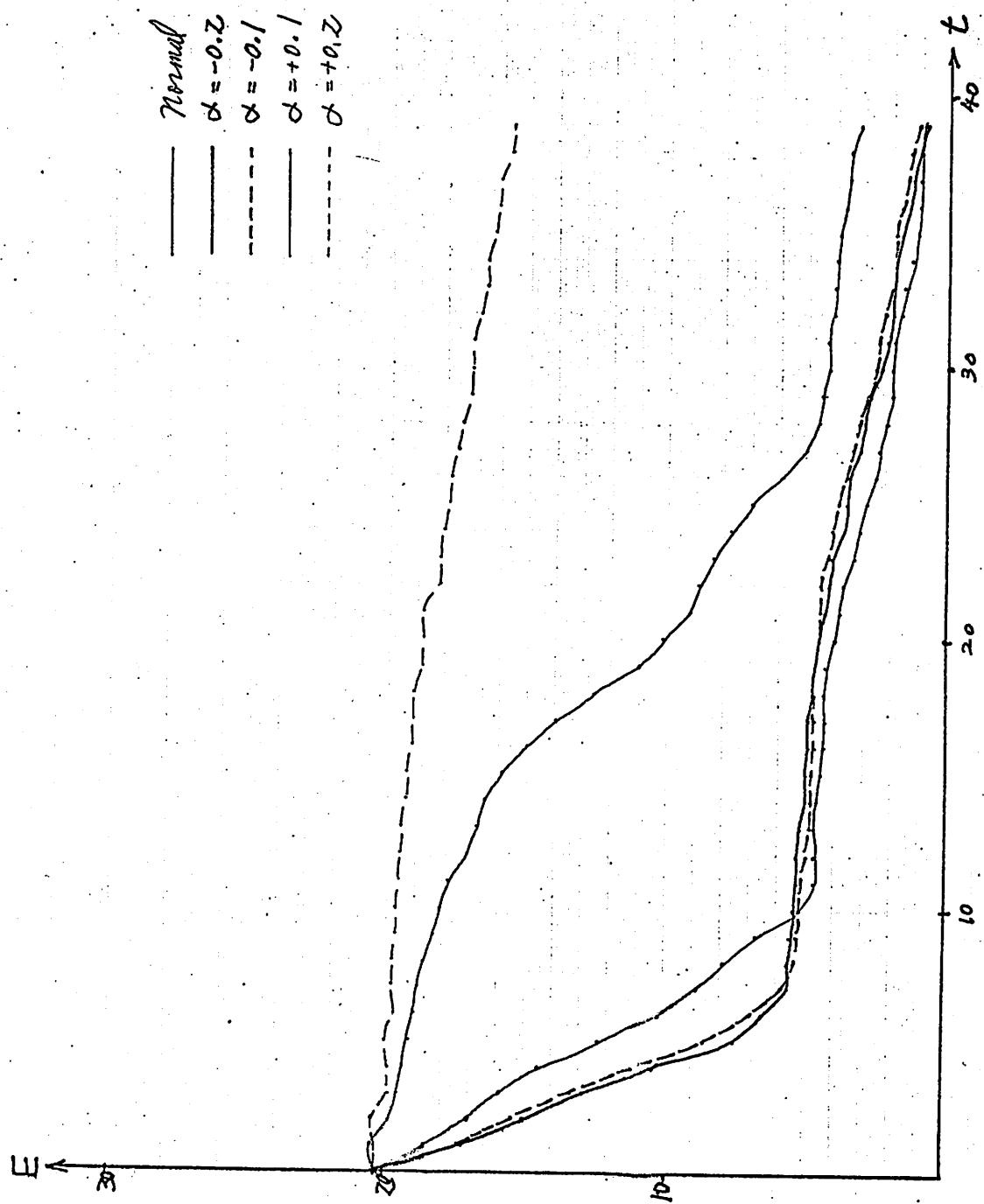
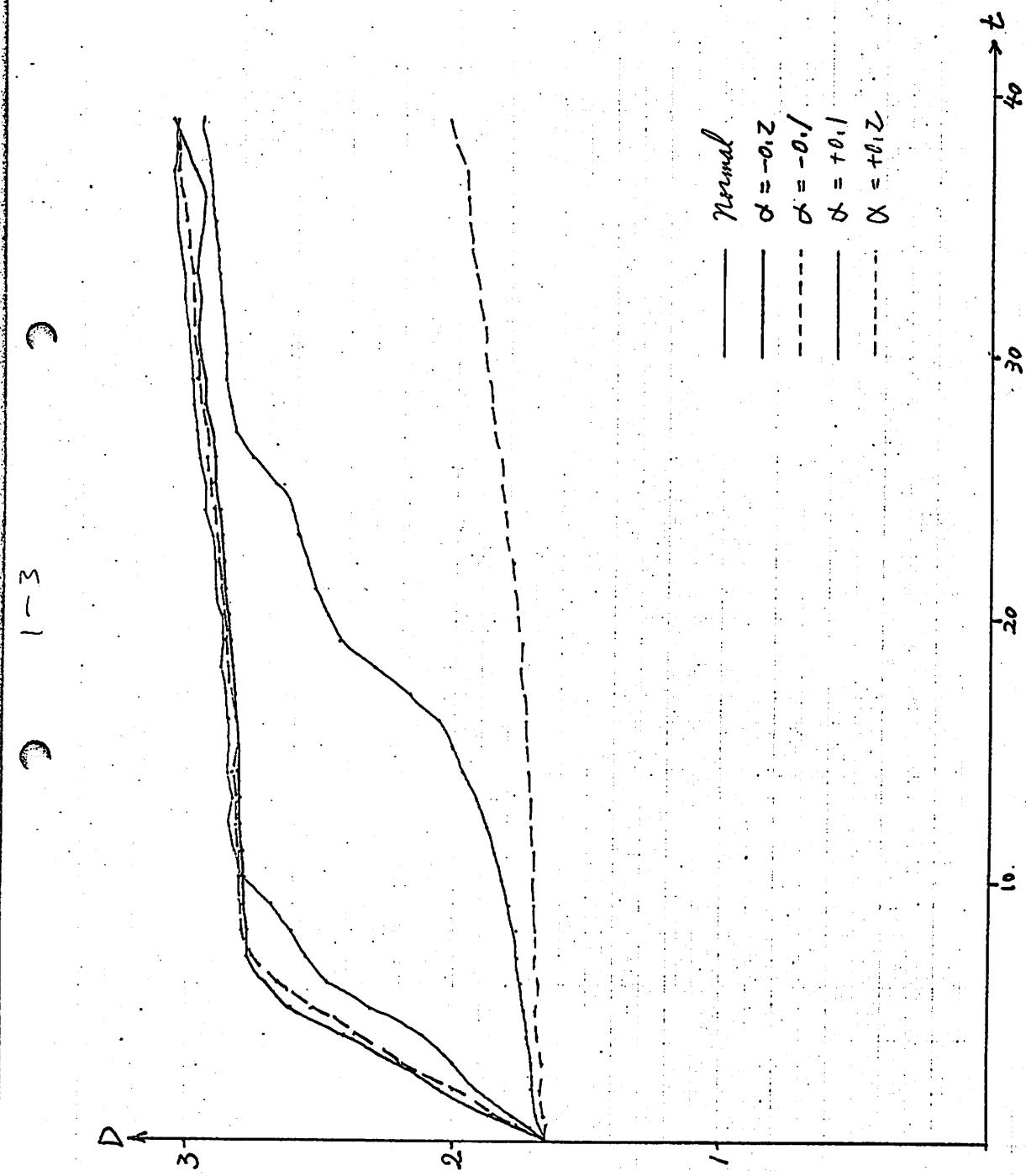


図3-16  $\alpha$ 変数変化 1-53  $E(t)$ 曲線

圖3-17  $\alpha$  線微偏化  $= \pm 3 D(\tau)$  曲線



1-4

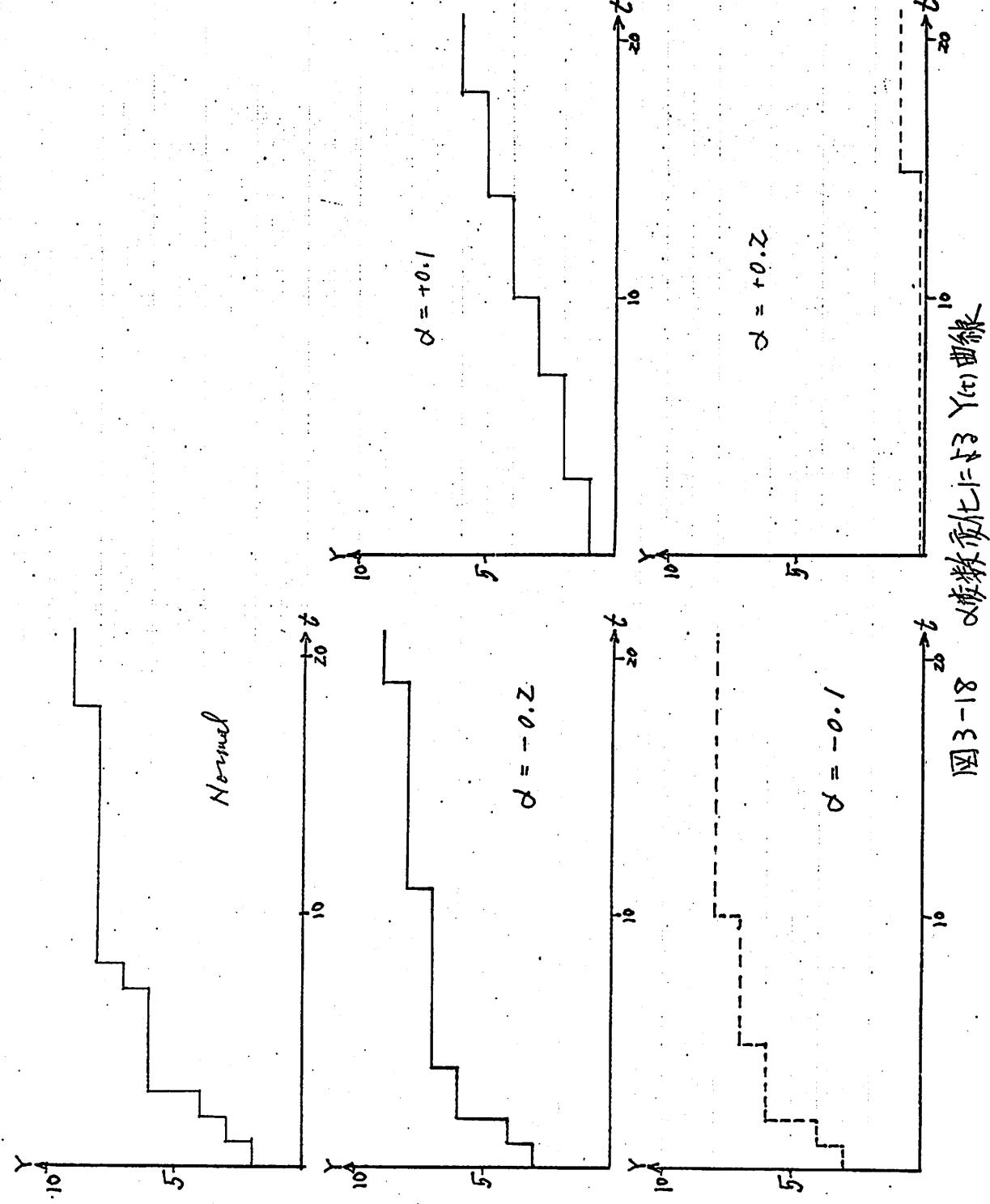


圖 3-18  $\alpha$  及  $d$  繼變化時  $Y(t)$  曲線

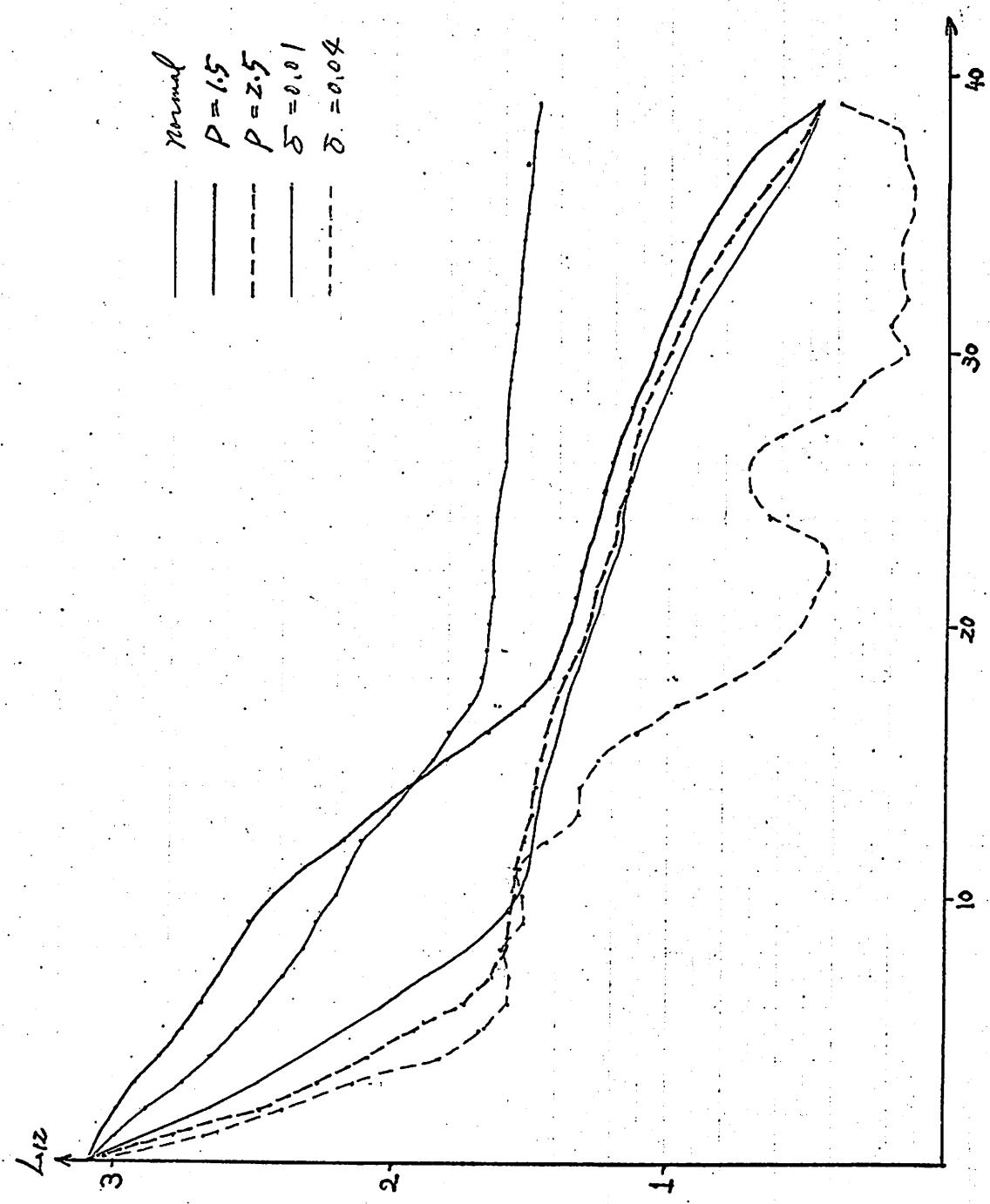


図3-19  $P, \delta$  变数变化による  $L_{12}(t)$  曲線

2-2

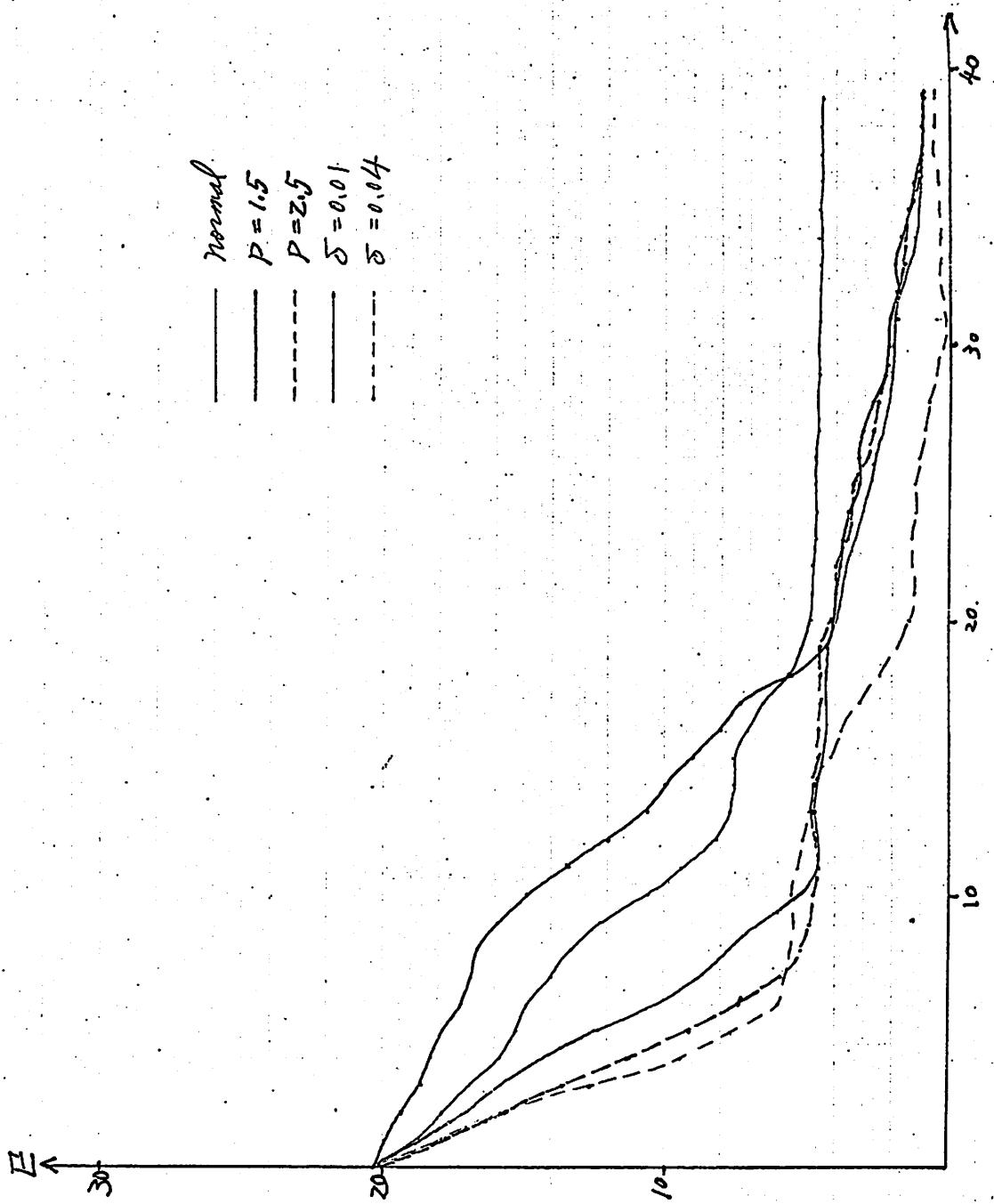
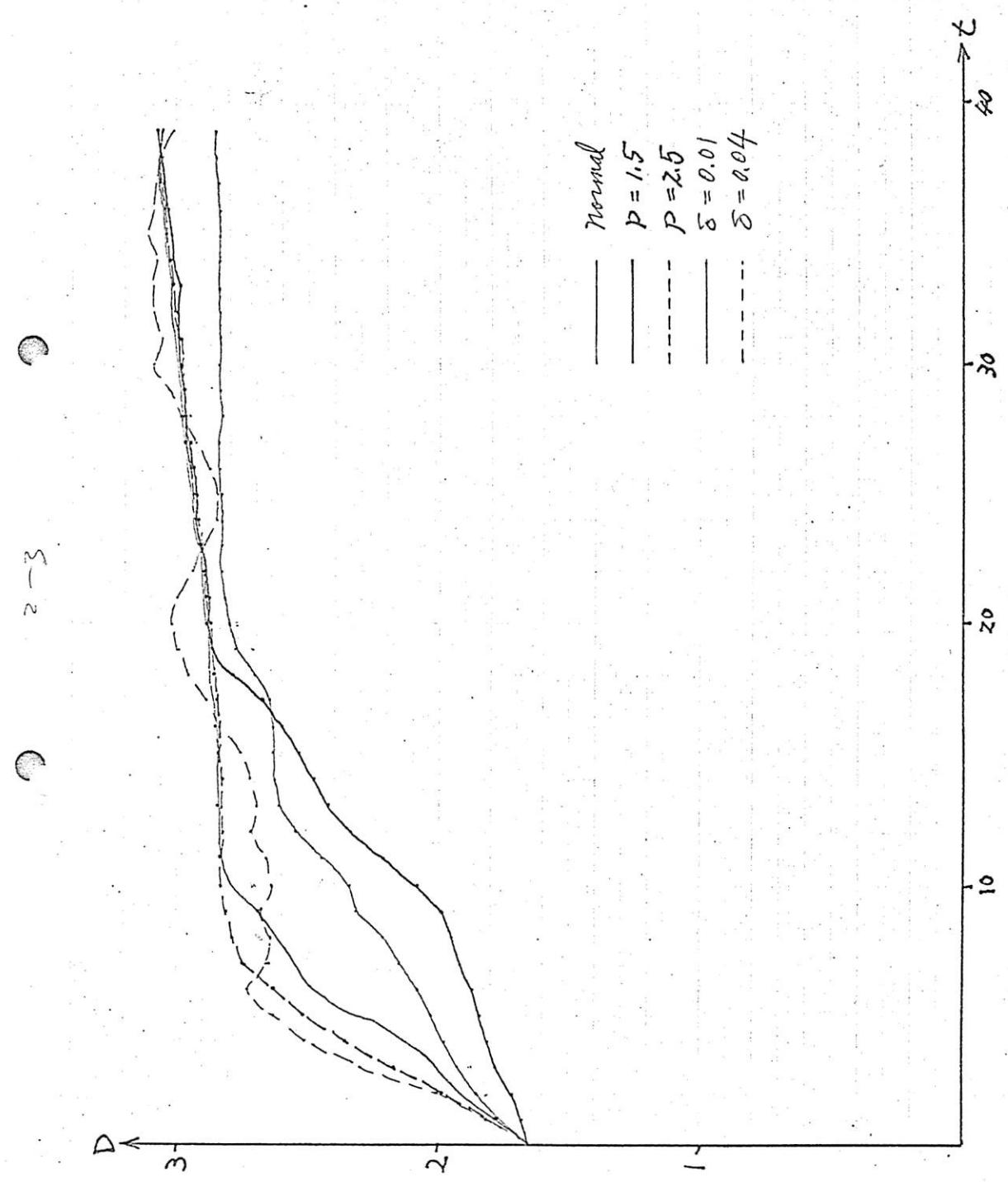


圖3-20  $P, S$  等效變化  $= 53$   $E(t)$  曲線

図3-21 P.5変数変化によるD(t)曲線



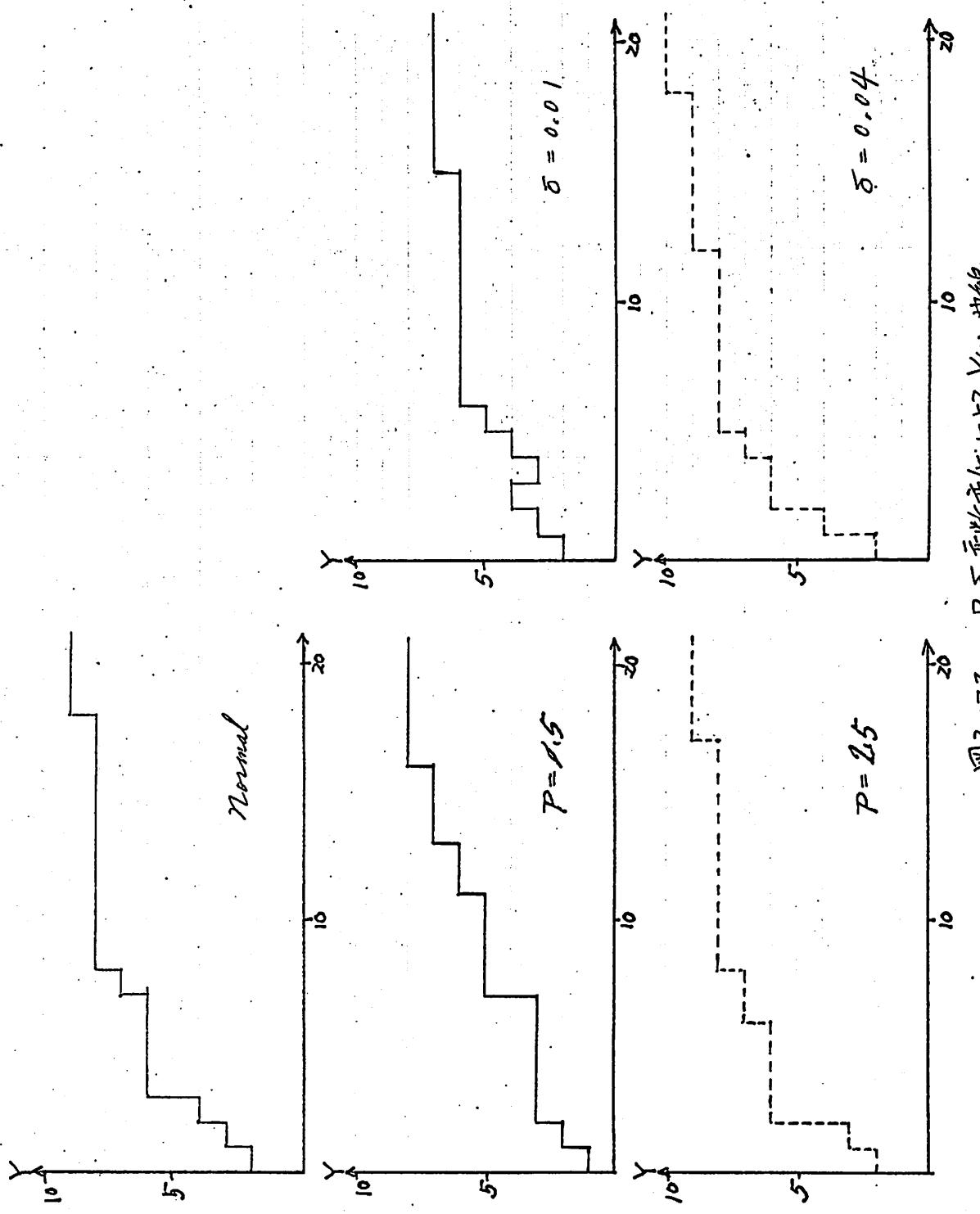
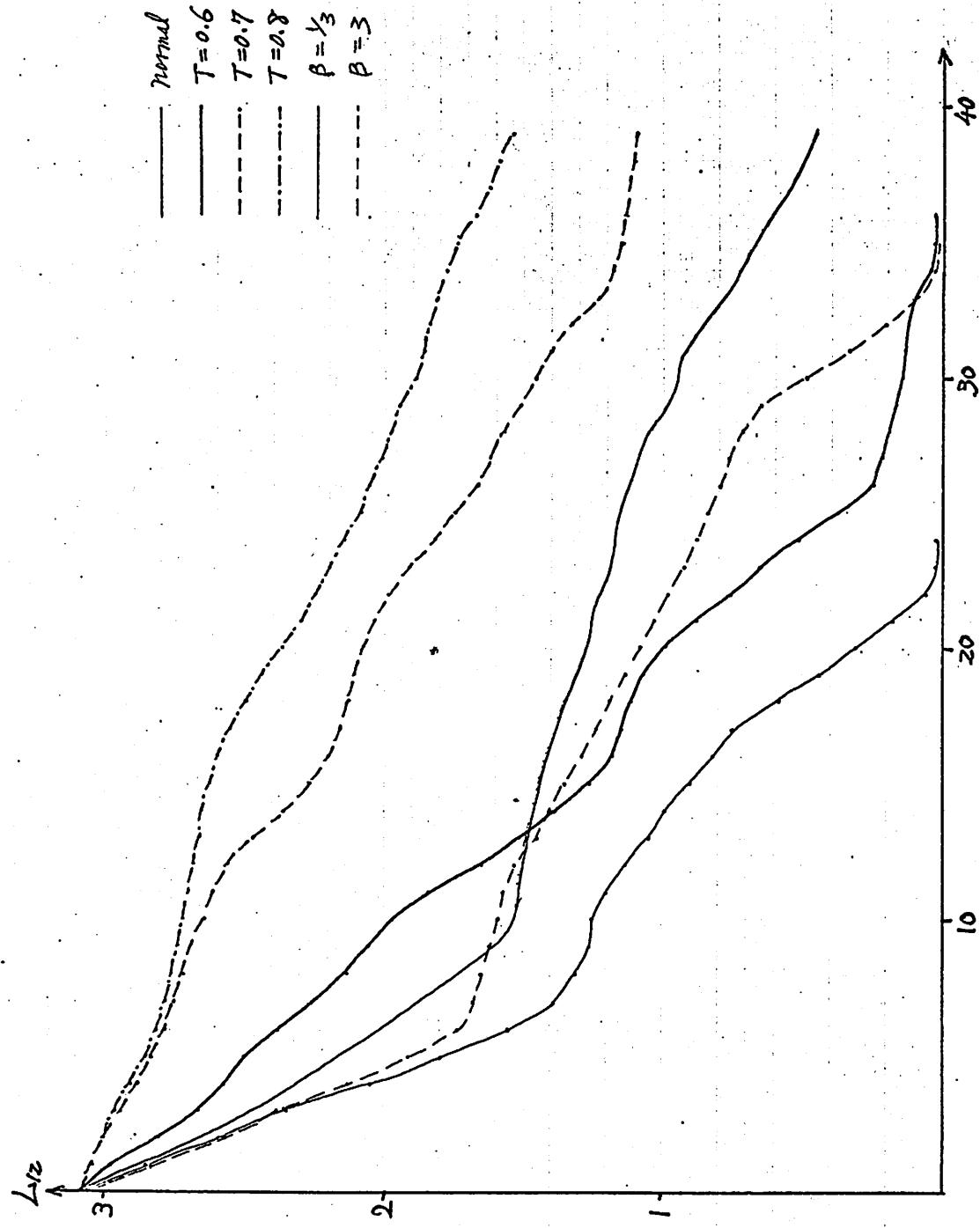


圖3-22 P,S參數變化對 $Y(t)$ 曲線

3-1

図3-23  $T, \beta$  变数变化による  $L_{12}(t)$  曲线

3-2

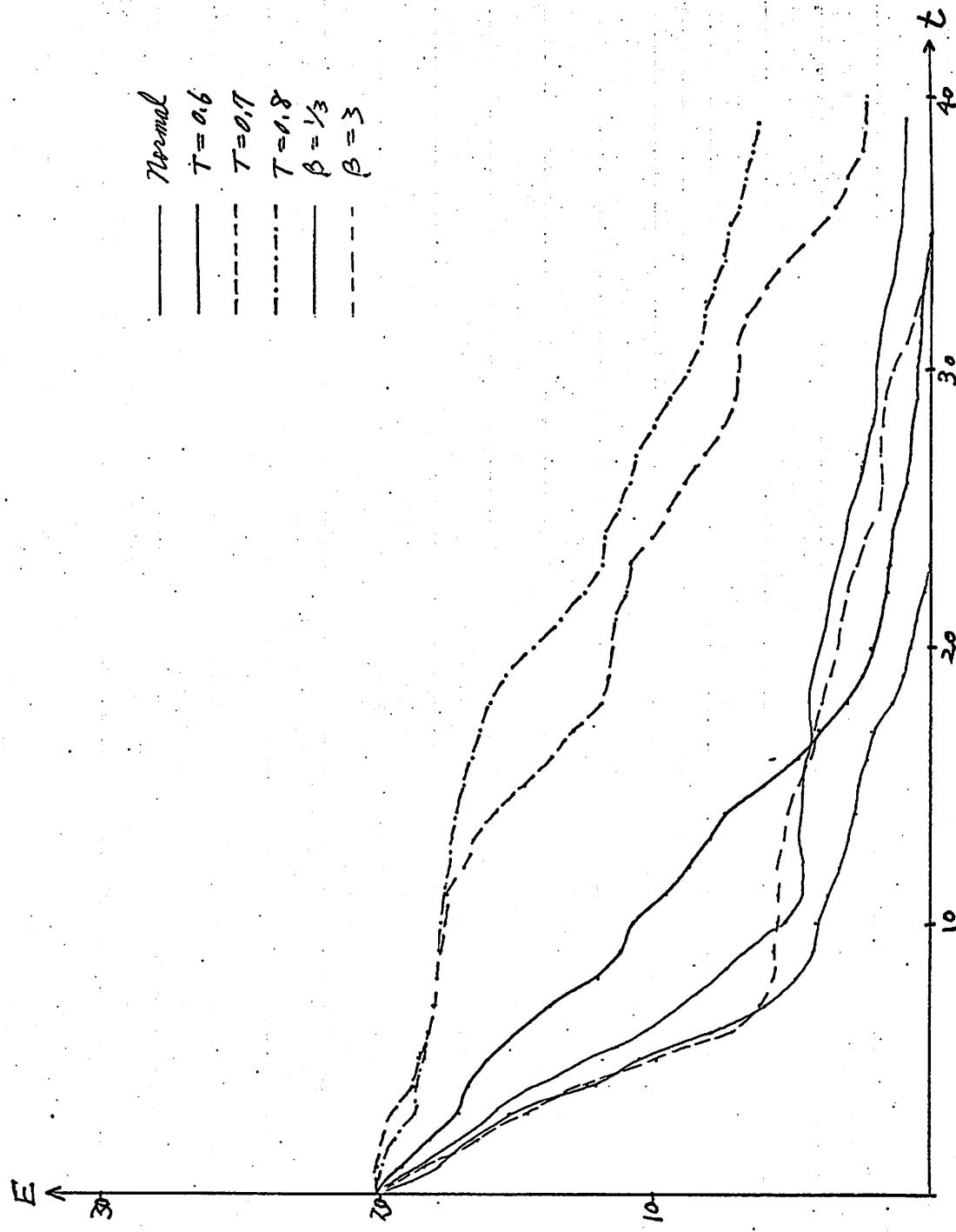


図3-24  $T, \beta$  変数変化による  $E(t)$  曲線

3-3

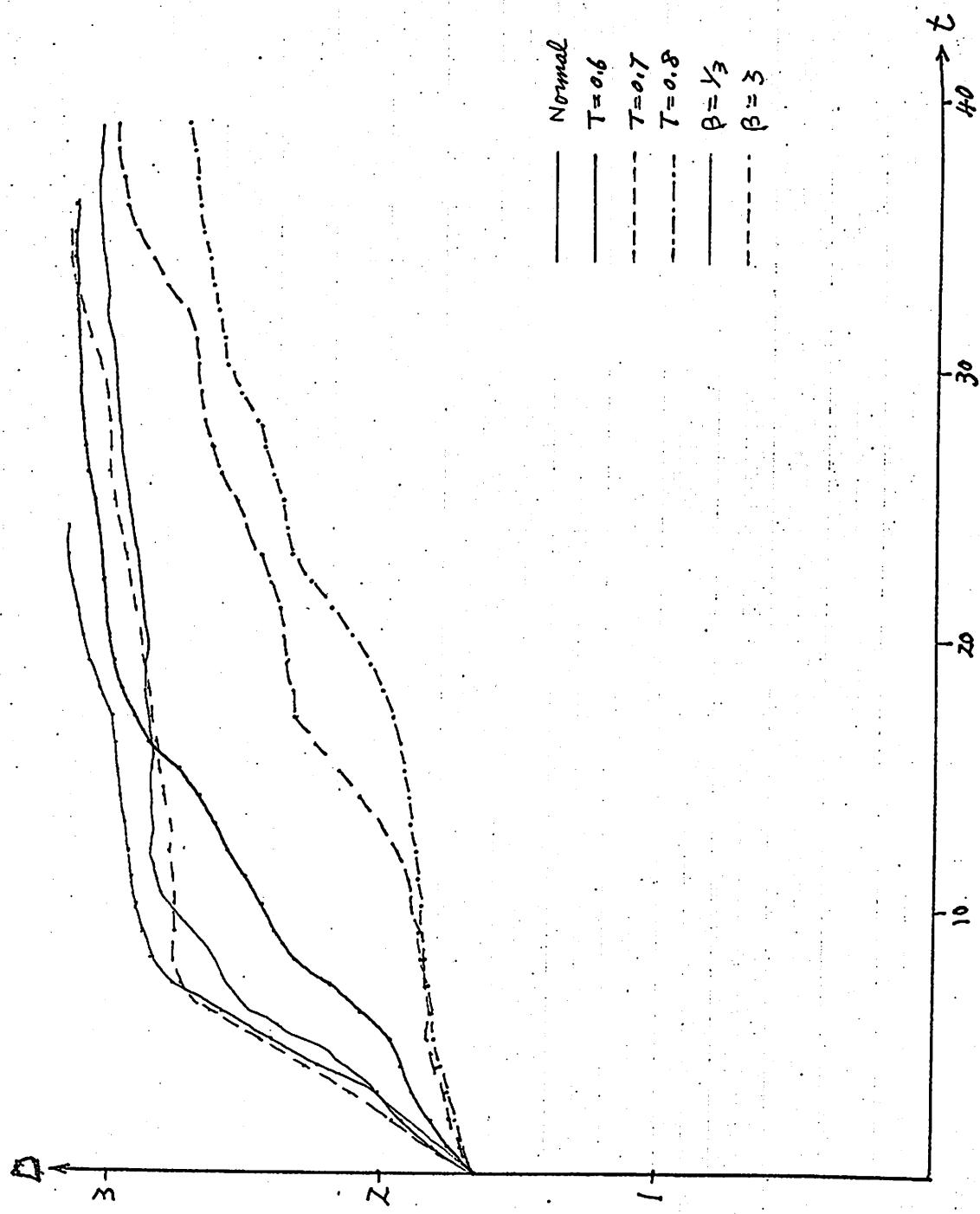


圖3-35  $T, \beta$  變數變化時之  $D(t)$  曲線

C

3-4

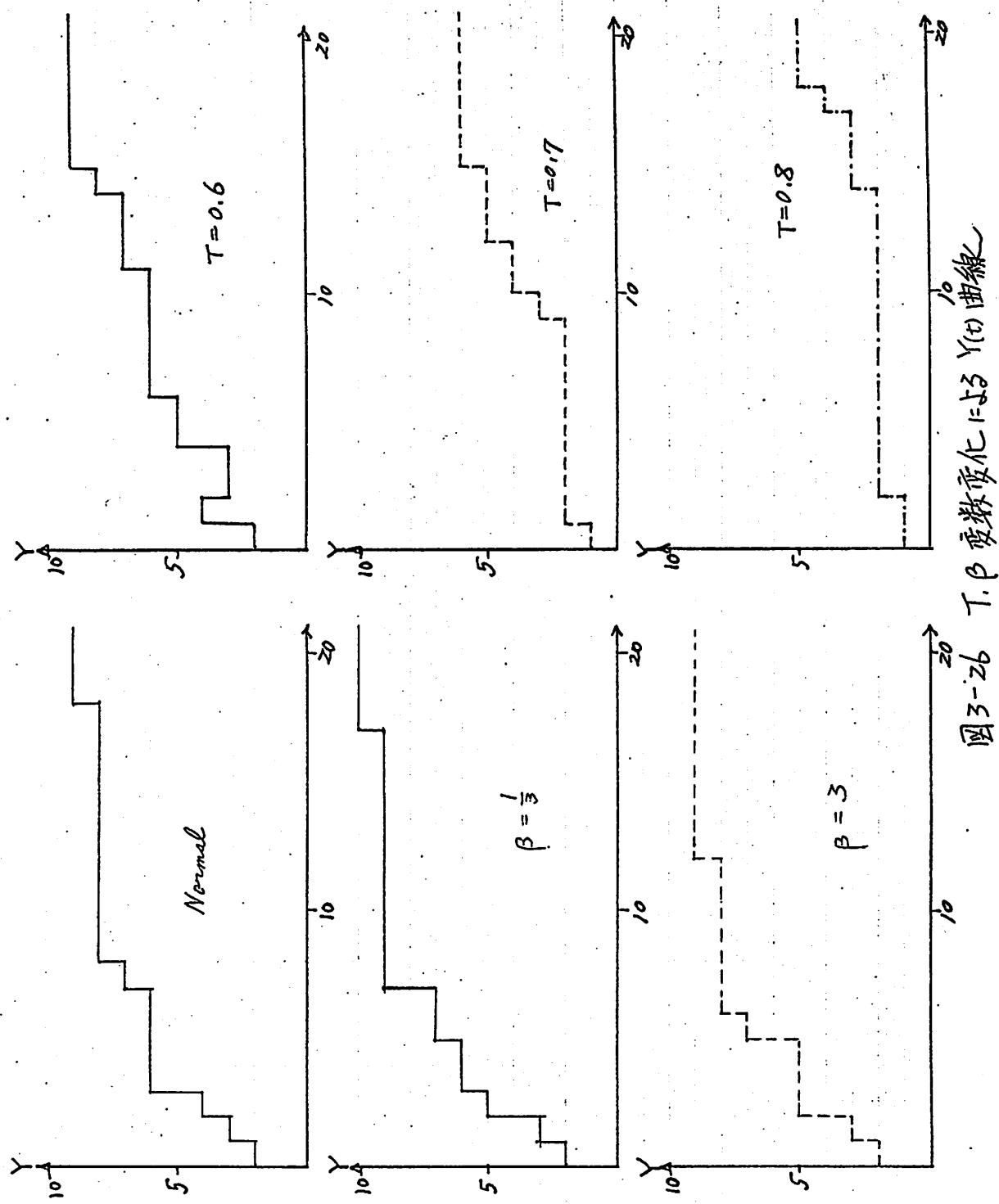


圖 3-26  $T, \beta$  變數變化時  $Y(t)$  曲線

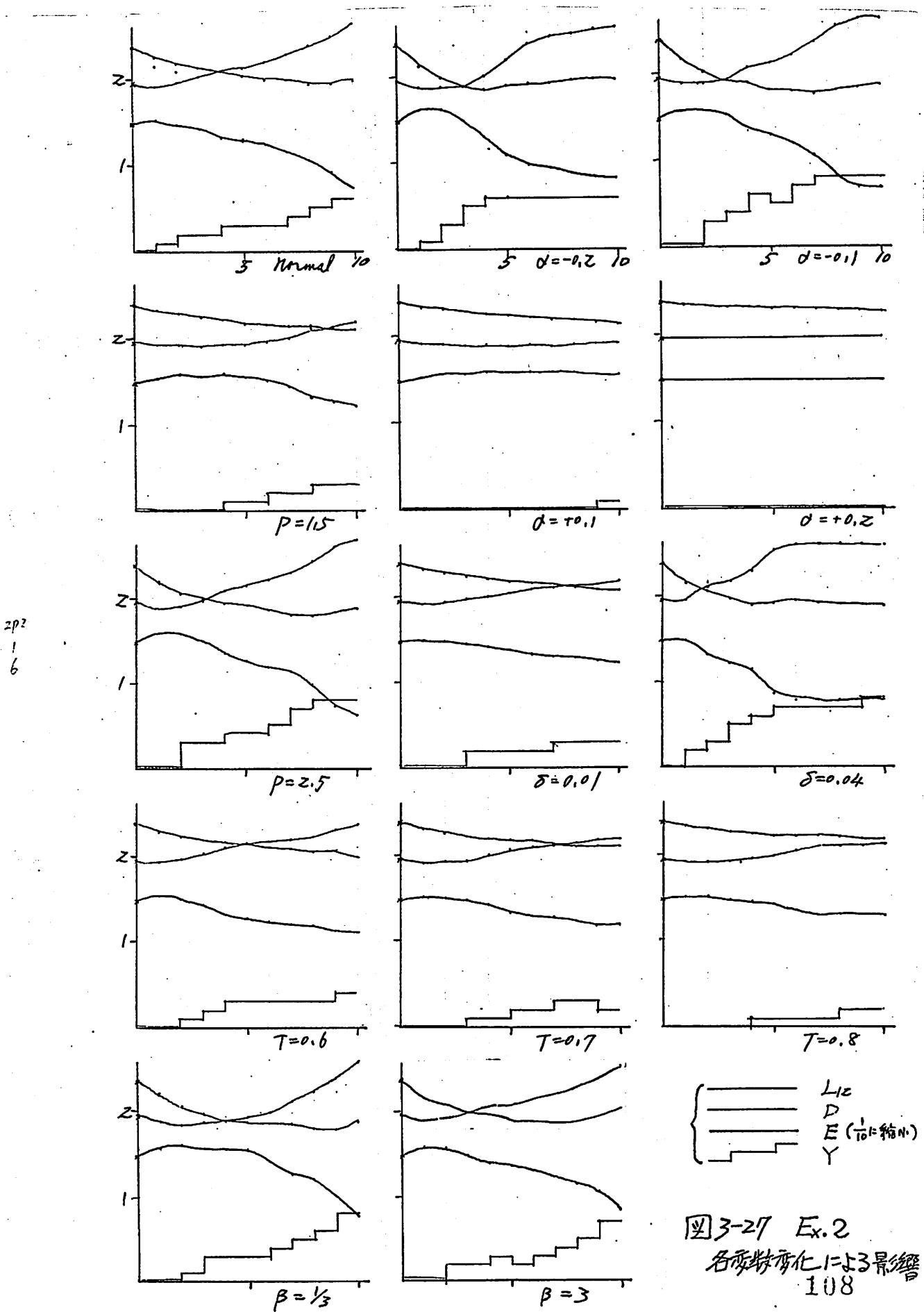


図3-27 Ex.2  
 各参数变化による影響  
 108

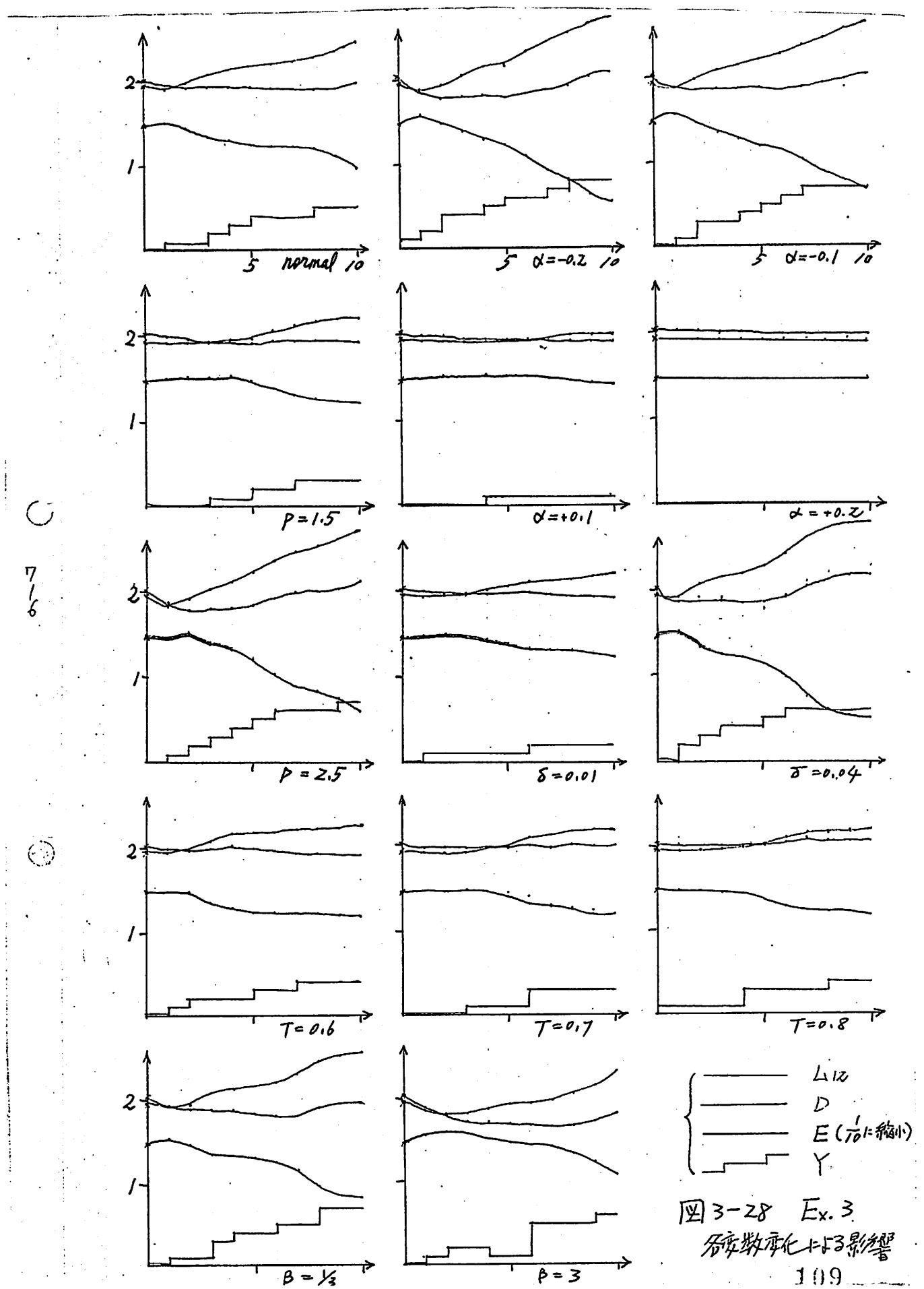


図3-28 Ex. 3  
各参数变化による影響

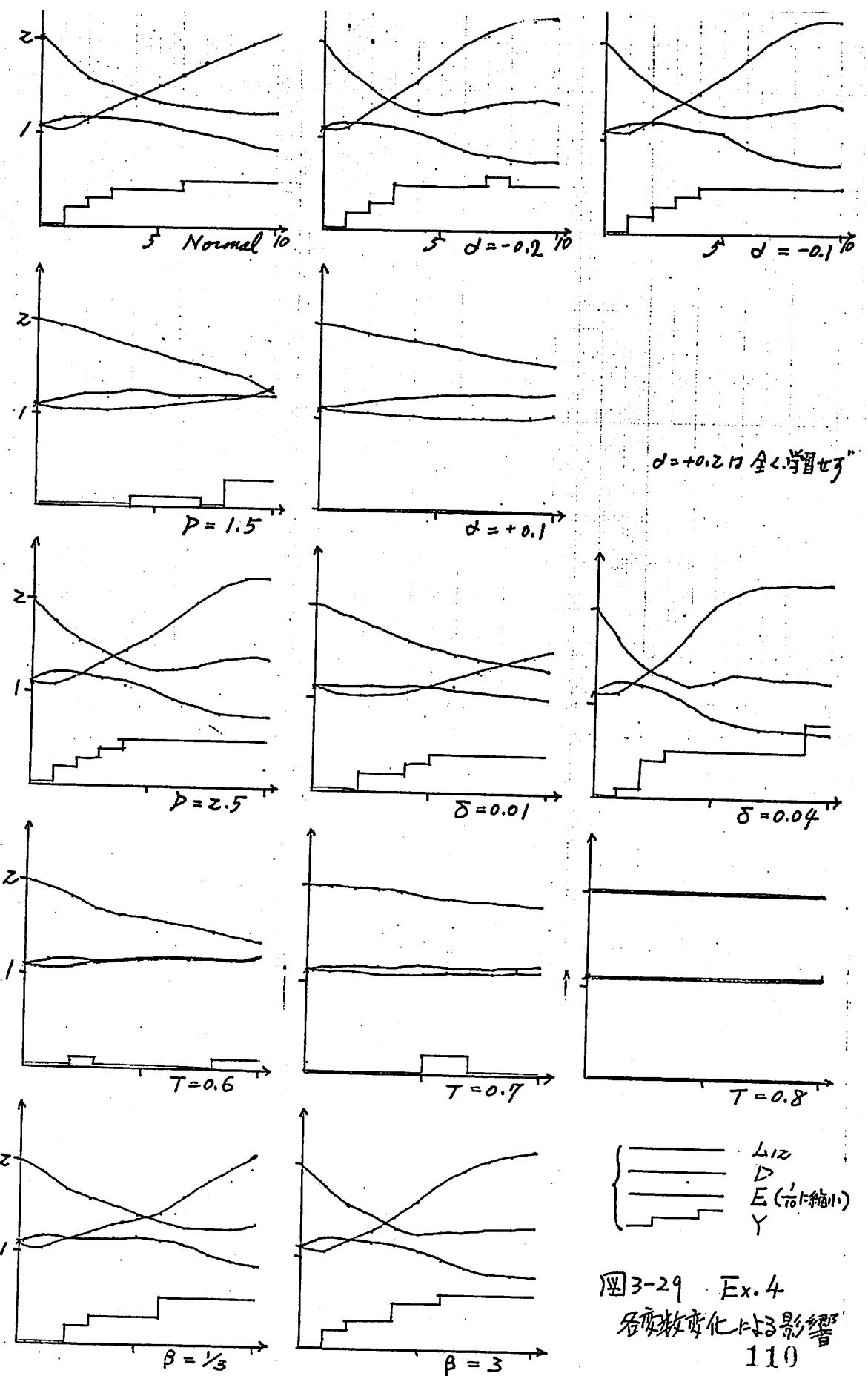


圖 3-29 Ex. 4  
各參數變化對之影響