

カト

DATE

No.

40 MeV linac $\frac{1}{2}$ model 400 MHz linac

中間報告

加藤, 町田

目次

1. SUPERFISHによる空洞計算
2. PARMILA
3. 製作
4. 設計周波数について
5. ドリフト k_z - β のつかない空洞についての測定
6. ドリフト k_z - β のある空洞の mode 及び Q_0, T
7. Effects of freq. tuner
8. Stabilization with post coupler
 - field distribution
 - frequency shift
9. 周波数変化を与える各要因について

40 MeV ライフ用 $\frac{1}{2}$ model 400 MHz linac
中間報告

83年12月16日

加藤
町田

- 目的 1. SUPERFISH による空洞計算及び
PARMILA による linac 設計の検討
2. 空洞の stabilize 用ホストの働きの検討

以上の目的のために 周波数 400 MHz の $\frac{1}{2}$,
15 cell model 空洞を作った。

1] Superfish による 空洞計算

精度向上のため倍精度計算に変換した。

Table 1 に他の計算コードとの比較を示す。

2] PARMILA

倍精度計算に変換し、光速等の普遍定数を
チェックした。

Table 2 PARMILA の入力

3	レ	出力	(製作用にまとめたもの)
4	レ	出力	

3] 製作

寸法は以下の通り

	計算	実測
直径	450.00	450.05 ^{±0.02} mm
長さ	2511.44	2511.1 ^{±0.2} mm

4] 設計周波数について

PARMILAにより作られた cell の大きさを逆に SUPERFISH に入力して計算した。

15 cell の平均周波数 $f_0 = 400.988 \text{ MHz}$

max 401.077 $\rightarrow +89 \text{ kHz}$

min 400.912 $\rightarrow -76 \text{ kHz}$

故に $+0.022\% \sim -0.019\%$ 以内でそろえられる。

15 cell の平均 $Q = 50228$ (for Cu)
38826 (for Al)

5] ドリフト 42-7" の 21 空洞についての測定

測定 mode (TM_{01n}, TM_{11n}, TE_{21n}, TE_{11n}) を
図に示す (Fig. 4)

	計算	測定	誤差
TE ₁₁₁	394.896	394.78	0.029%
Q(TE ₁₁₁) (Al)	37721	22600 (60%)	

$$\left(\frac{Q(\text{Cu})}{Q(\text{Al})} = 1.294, \quad Q(\text{Al}) = 0.773 Q(\text{Cu}) \right)$$

6] ドリフト $\epsilon_2 - \epsilon_1$ をつけた空洞の modes, Q_0 , T

Fig. 60 に TM_{01n} , TE_{11n} , および ステアモードを示す。

Table 5 に $\overset{(TTF)}{\text{Transit time factor}}$ を示す。

Fig. 61 に TTF を示す。

Table 6 に Q_0 を示す。 (TM_{010})

Fig. 62 に Q_0 を示す。 (TM_{010})

Q_0 の計算値は、以下の如く補正した。

SUPERFISH 計算	50228	for Cu
端板を入らざると	42694	(85%)
AR に変換して	33002	(79.3%)

7] Effects of frequency tuner

① Fig. 5, Fig. 6 freq. shift vs tuner length

λ_2 -tuner $\pm 0 \sim 10$ cm を使うとすれば

λ_2 -tuner 中心を 4.5 cm にして,

$$\Delta f = \pm 305 \text{ KHz}$$

② Stabilize した時の freq. tuner の振舞いについては,

① と 同じ特性が得られた。(Fig. 7)

③ post coupler による freq. shift と
freq. tuner によるものが 重ねあわせられているとき
Fig. 8 に示す。

8] Stabilization with post couplers

① field 分布

Fig. 9 に post を入れた時と, post 長 13.5 cm での stabilize した時の field 分布を示す。

Fig. 10 に post 長 ± を変化する時の TM01n モードと post modes とを示す。

Fig. 11 に post 長を変化させた時の field の傾き方を パラメータ D_x で表す。

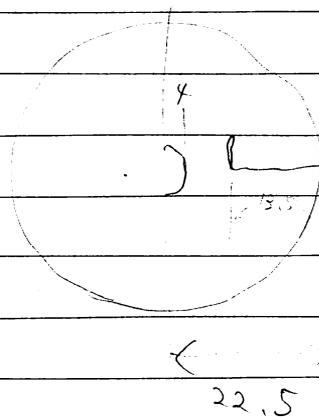
$$\text{但し } D_x = \sum_j |E_j - \bar{E}|$$

② 周波数変化

Fig. 12 に Δf vs post 長 ± を示す。

Table 7 に示すように, stabilize すると

TM010 の f_0 は 230 kHz 幅 33 (大まか 97.9%)



9] f_0 に変化を与える要因は 7112

① 大気中の測定では $\epsilon = 1.0005$ により f が下がる。

$$\frac{w'}{w} = \sqrt{\frac{\epsilon}{\epsilon'}} = 0.99975$$

f_0	Δf
201.07 MHz	-50.25 kHz
401.05	-100.23 kHz

② post coupler による Δf .

a) post を wall から 入れはじめると 周波数は上がる。

b) しかし stabilize する時の Δf の振幅は Fig. 12 に示す如く(なり),

$$\Delta f = +229 \text{ kHz (large tab 使用) とする。}$$

③ 周波数 f_2 -ナーによる Δf

Fig. 5, 6 に示す。

両方向へ可変可能を考慮して $\Delta f = 305 \text{ kHz}$ を与えて使用する。

④ ステムによる Δf

計算すると 700 kHz ~ 1 MHz の大きさになる。

ステム径を変化させて測定予定である。(12月内)

⑤ f_0 に ついて

① 計算値 $f_{cal} = 400.988 \text{ MHz}$

② 実測値 $f_{ex} = 401.040 \text{ MHz}$

air, no tuner, no post

③ 空気補正 $\Delta f_E = -100 \text{ kHz}$

④ ステム補正 $\Delta f_{stem} = +659 \text{ kHz}$

$$f_{ex} = f_{cal} + \Delta f_E + \Delta f_{stem}$$

$$\therefore 401.040 = 400.988 - 0.1 + \Delta f_{stem}$$

$$= 400.888 + \Delta f_{stem}$$

Δf_{stem} は 計算値は $700 \text{ kHz} \sim 1 \text{ MHz}$ と

大きい。

$r=2''$ stem 径を 変化させて 測定の 予定である。

⑥ 40 MeV linac cell calculation の f_0 は 211.7

F_0 operating frequency = 201.065 MHz

f_{cal} calculated freq.

Δf_{post} stabilize による freq. のズレ

Δf_{tuner} tuner を可動中央部に set するたのズレ

Δf_{stem} stem による freq. のズレ

$\Delta f_{coupler}$ hf 入力カプラによる freq. のズレ

(Δf_{ϵ} 空気補正)
とすれば

$$F_0 = f_{cal} + \Delta f_{post} + \Delta f_{tuner} + \Delta f_{stem} + \Delta f_{coupler} + \Delta f_{\epsilon}$$

	400 MHz	200 MHz
f_{cal}	400.988 MHz	?
Δf_{post}	+ 228 kHz	114.5 kHz
Δf_{tuner}	+ 305 kHz	152.5 kHz
Δf_{stem}	+ 659 kHz	329.5 kHz
$\Delta f_{coupler}$	/	/
Δf_{ϵ}	- 100 kHz	0
F_0	/	201.065 MHz

注) $\Delta f_{coupler}$ は AL model 211.7 20 kHz 以下 292" 無視 可也。

SUPERFISH 比較

DTL 20 MeV		KEK version		
(MESH MESH.)				
MESH	SFISH	R4	R8	
f ₀	200.781	200.839	198.965	200.882
Q ₀	85552	86073	85631	86097
Z	70.89	71.22	72.17	70.52
T	.854	.864	.864	.864
T'	.044	.041	.041	.041
S	.427	.414	.413	.413
S'	.056	.055	.055	.055
DTL 40 MeV				
f ₀	200.806	200.974	198.214	200.912
Q ₀	83074	83580	82910	83493
Z	68.18	68.72	70.24	67.99
T	.800	.808	.810	.810
T'	.059	.057	.057	.057
S	.503	.495	.494	.494
S'	.062	.062	.069	.062

Table 2

```

RUN
TITLE
DTLN02
LINAC 1 20.6 401.5 1 1
TANK 1 28.7 -30 .0440 0 0 0 1 2.0 0
      7.0 1 1 0 0 1.5 0 0 0 0
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
SFDATA .1989 .866 .040 .409 .055 .24036 101.43
        .2073 .865 .041 .412 .055 .24790 99.18
        .2122 .860 .043 .420 .056 .25267 101.07
        .2171 .858 .043 .424 .056 .25713 100.70
        .2219 .857 .043 .425 .056 .26114 98.90
        .2267 .856 .043 .428 .057 .26574 97.73
        .2315 .851 .045 .435 .057 .26980 98.90
        .2362 .849 .045 .439 .058 .27423 98.45
        .2409 .843 .047 .447 .058 .27854 99.70
      100
LINOUT
  
```

40 MEV LINAC DESIGN FOR CONSTRUCTION

CELL NUMBER	KINETIC ENERGY	BETA	STEM LENGTH IN CM	TOTAL LENGTH IN CM	TUBE LENGTH IN CM
	20.59999	0.20617			5.79127
1	21.11024	0.20862	15.47598	15.47598	11.69309
2	21.62502	0.21107	15.66363	31.13961	11.79257
3	22.14428	0.21350	15.84617	46.98578	11.89194
4	22.66389	0.21593	16.02693	63.01271	11.99153
5	23.19880	0.21834	16.20856	79.22126	12.09149
6	23.73429	0.22076	16.38829	95.60955	12.19196
7	24.27535	0.22317	16.56711	112.17666	12.28908
8	24.82196	0.22557	16.74797	128.92464	12.38267
9	25.37409	0.22797	16.92832	145.85296	12.47747
10	25.93043	0.23035	17.10567	162.95863	12.57335
11	26.49090	0.23273	17.28237	180.24100	12.66616
12	27.05644	0.23510	17.46043	197.70143	12.75595
13	27.62702	0.23746	17.63726	215.33869	12.84515
14	28.20124	0.23981	17.81274	233.15143	12.93363
15	28.77905	0.24214	17.99290	251.14433	6.51581
	START 1				
	STOP 99				

Table 3

Table 5

Transit Time Factor

measured.

	calculation	no post	post 13.5 tuner 4.5
1	.865	.858	.849
2	.864	.851	.842
3	.860	.849	.846
4	.859	.852	.856
5	.858	.850	.858
6	.858	.844	.834
7	.857	.847	.858
8	.856	.849	.831
9	.856	.847	.862
10	.851	.843	.851
11	.851	.840	.837
12	.850	.838	.835
13	.849	.837	.832
14	.849	.834	.835
15	.843	.839	.841

Table 6

	Q_0	
calculation	33002	
without post	13000	(39% calculation)
with post	13000	
with post $\pm 1\text{mm}$	12600	
" $\pm 3\text{mm}$	11800	$\pm 1\text{mm}$ 程度
" $\pm 5\text{mm}$	11600	端板へ与える perturbationの

Table 7

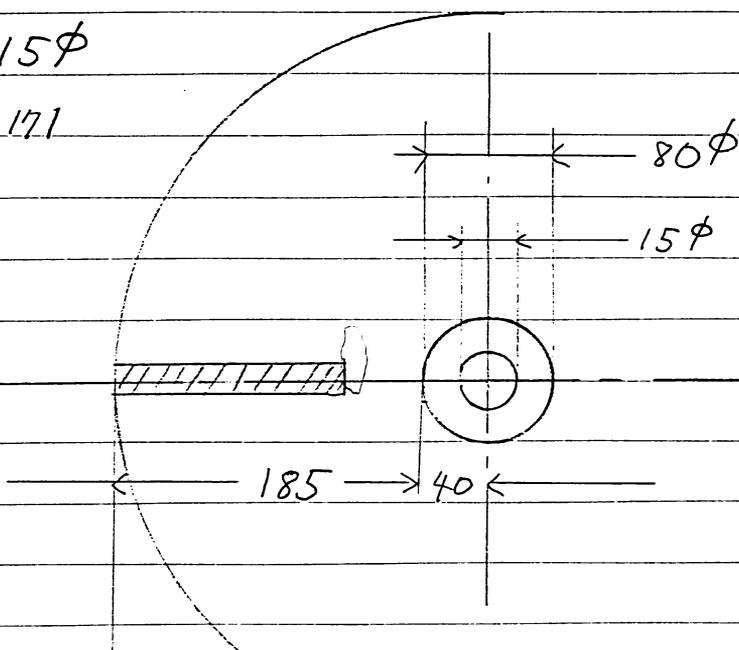
Stabilization 時の f_0 のズレ

	large tab	small tab	tab less
Δf_0 (kHz)	228	267	294
post 長 \pm	13.5 cm	14.4 cm	16.0 cm
perturbation ± 3 mm を 与えた時の Δf_1	229	287	300
$\Delta f_1 - \Delta f_0$	+1	+20	+6

dimension

post 径 15ϕ

post 210-7 171



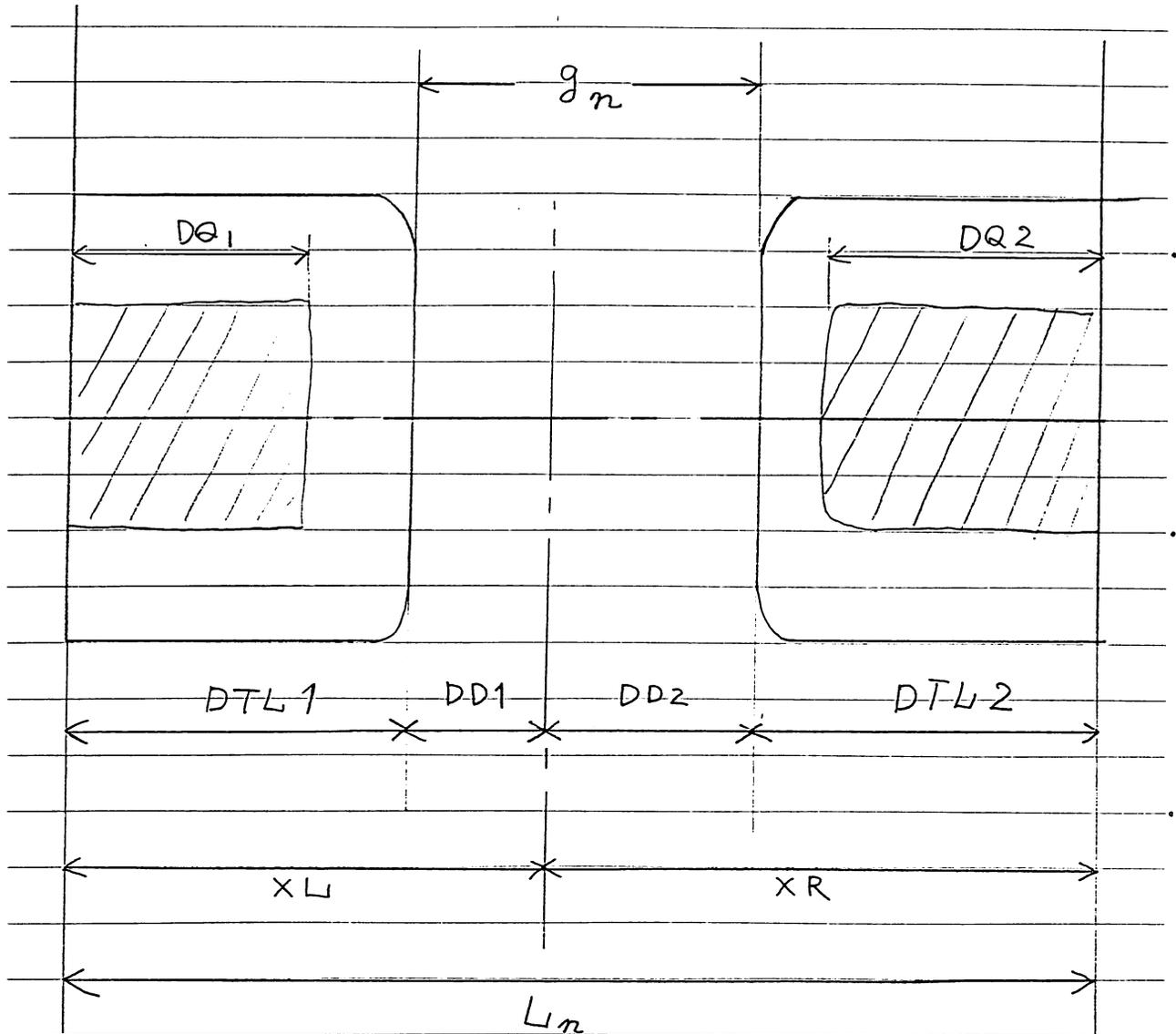
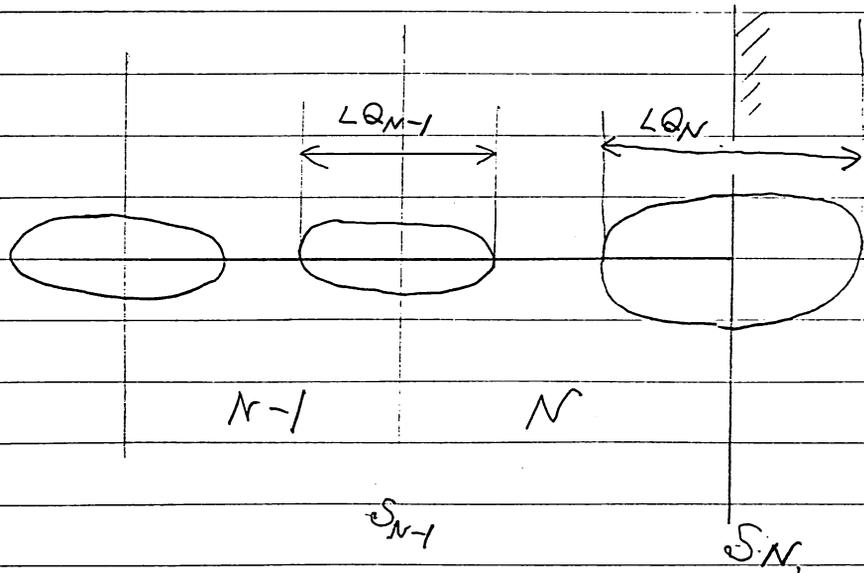
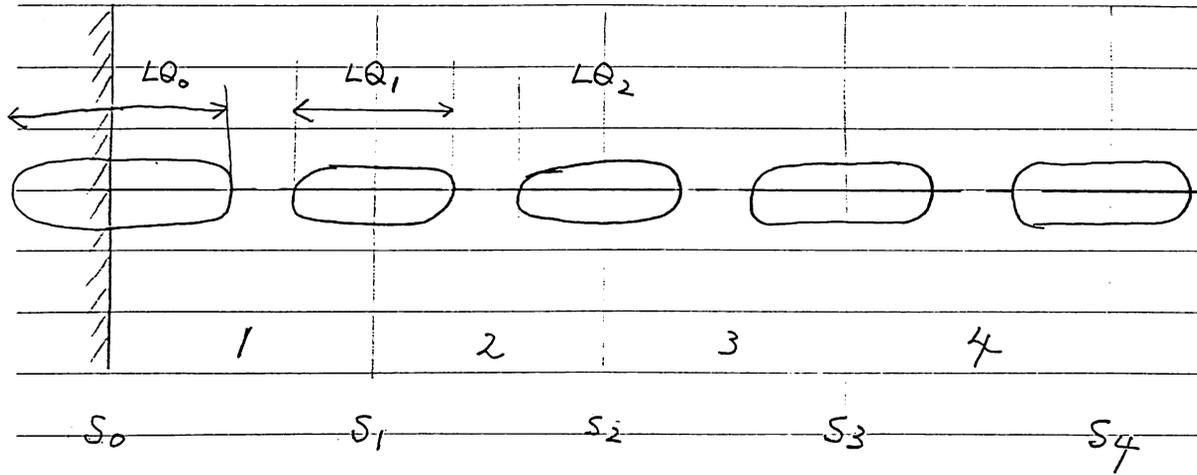


Fig. 1



P.1とP.2の 図の関係は 下記の如し。

これは W_m/L_m の値が CELL1=より2倍なるからである。

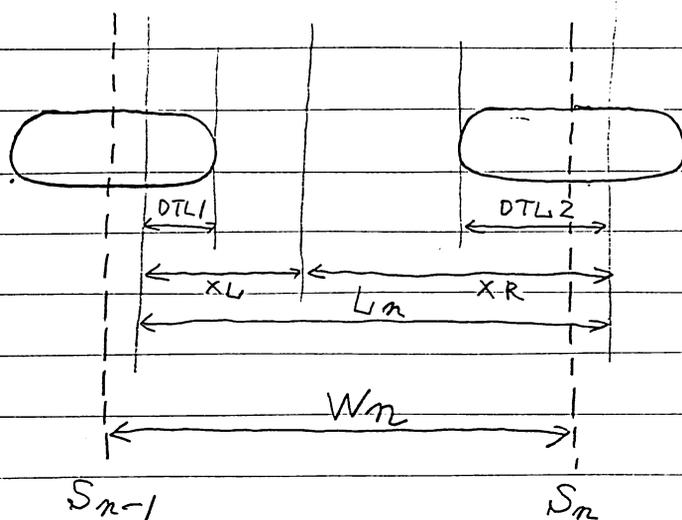
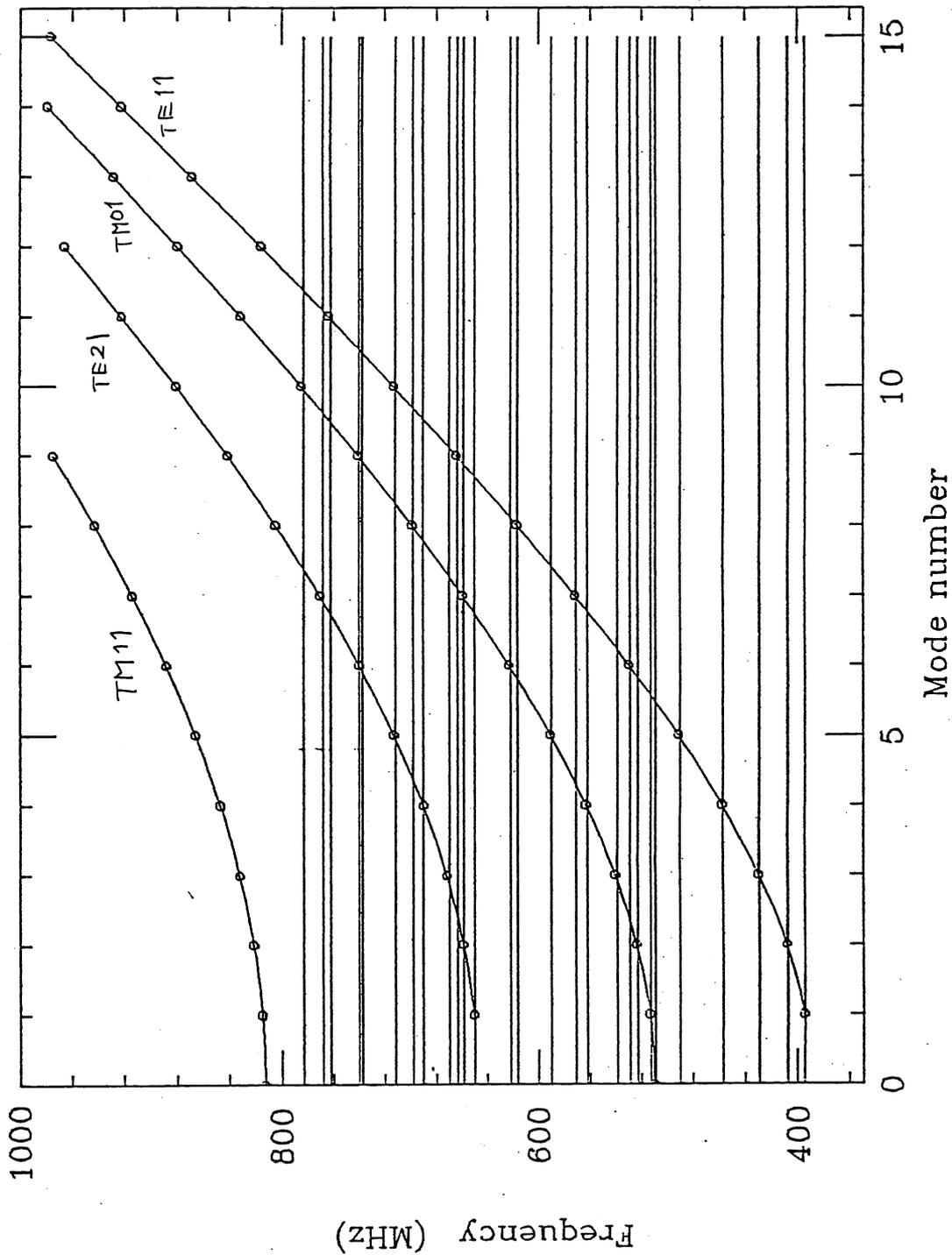


Fig. 2

Dispersion without drift tube



without drift tube

横線は測定値

Fig. 4

Dispersion Curve

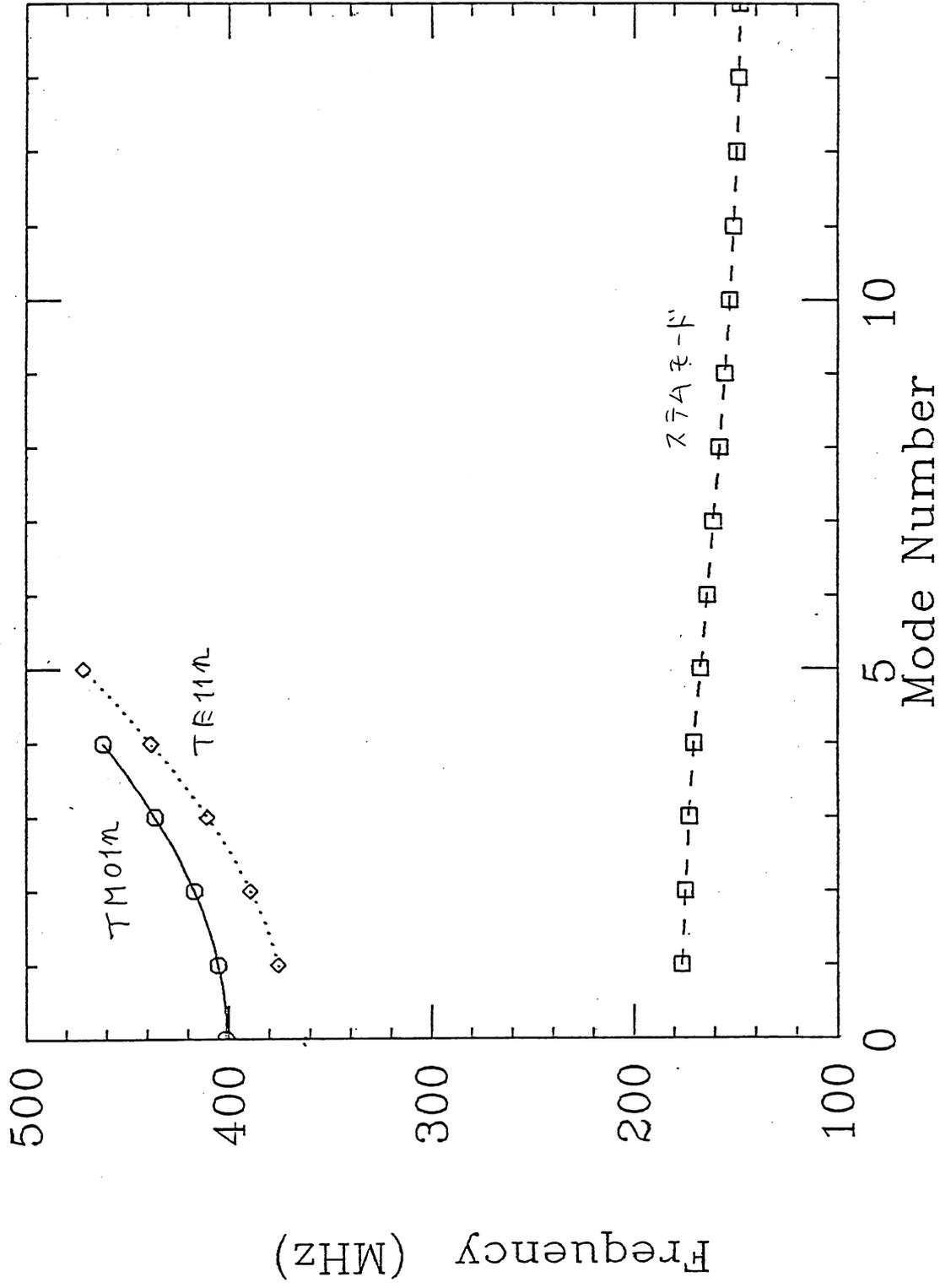


Fig. 60 with drift take

Dispersion Curve

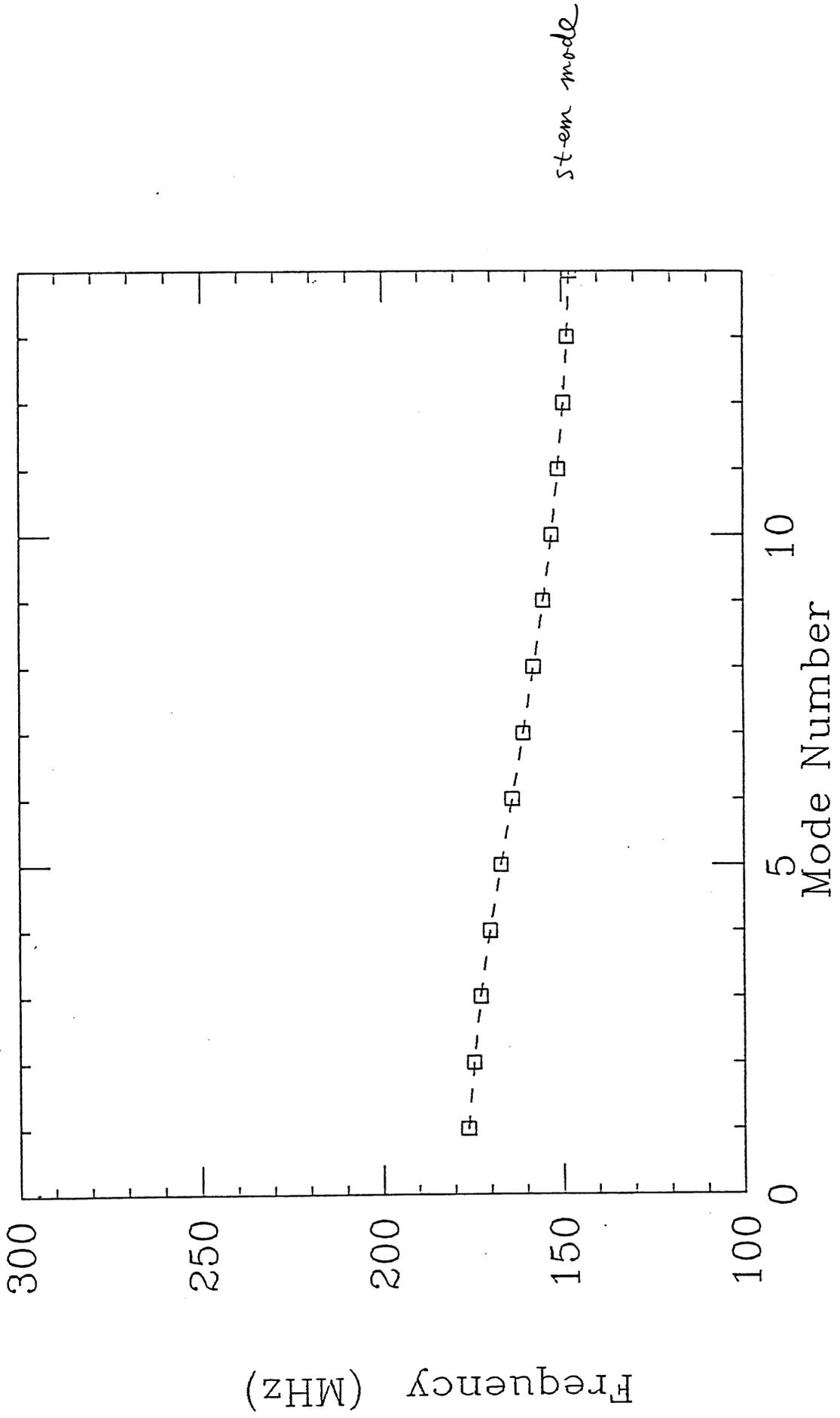


Fig. 60-1

I.I.H.

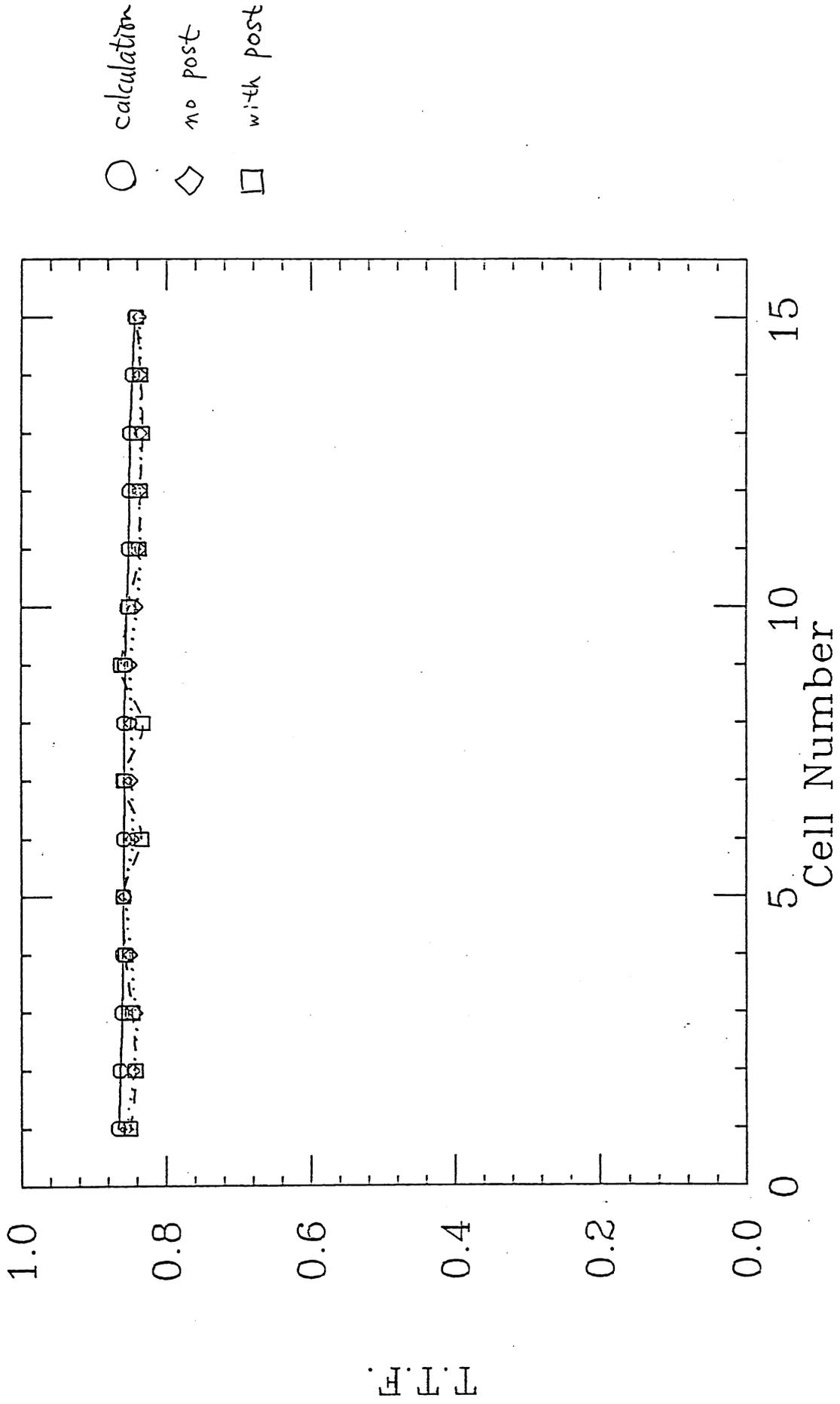


Fig. 61

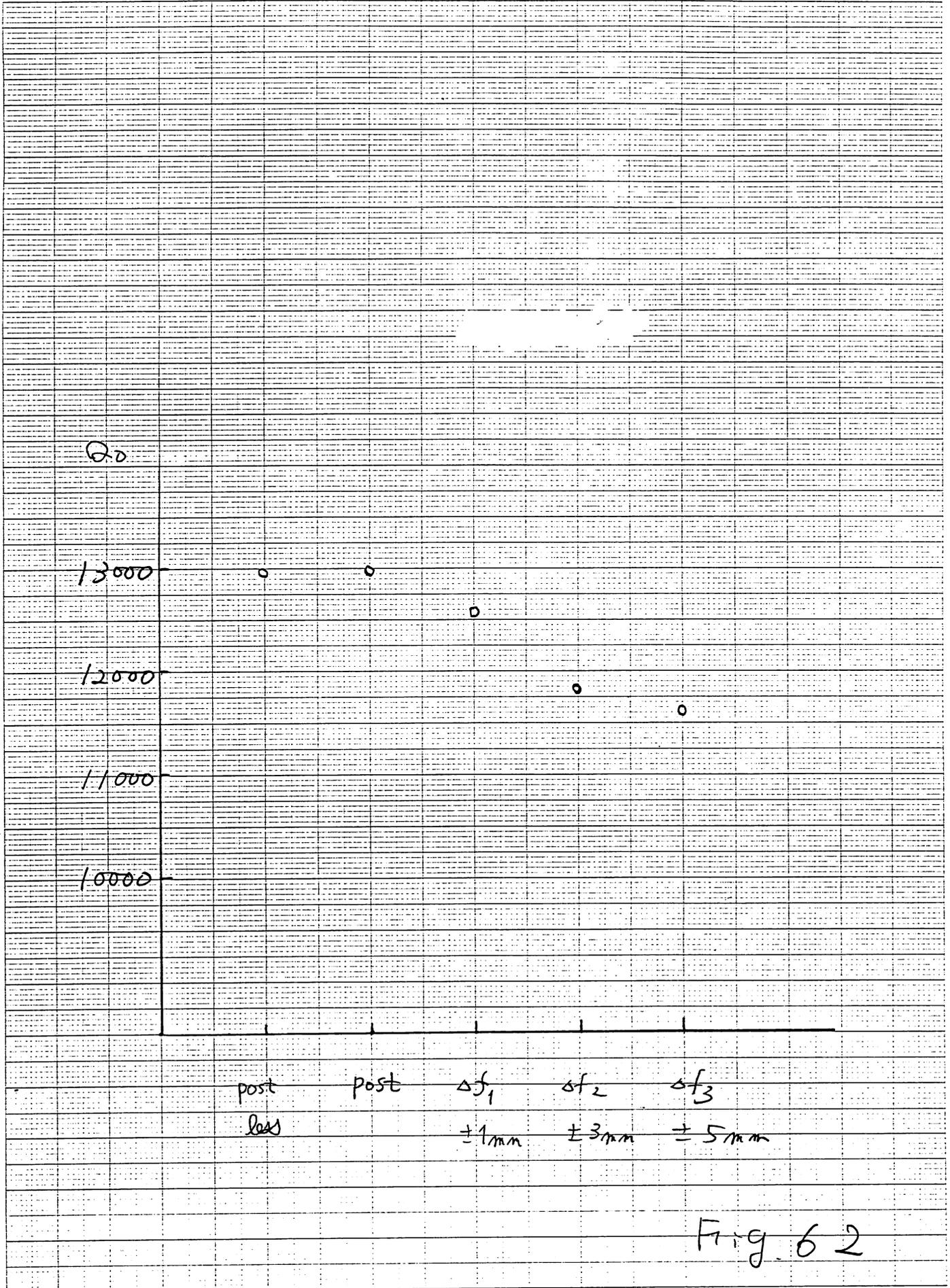


Fig. 62

freq-tuner

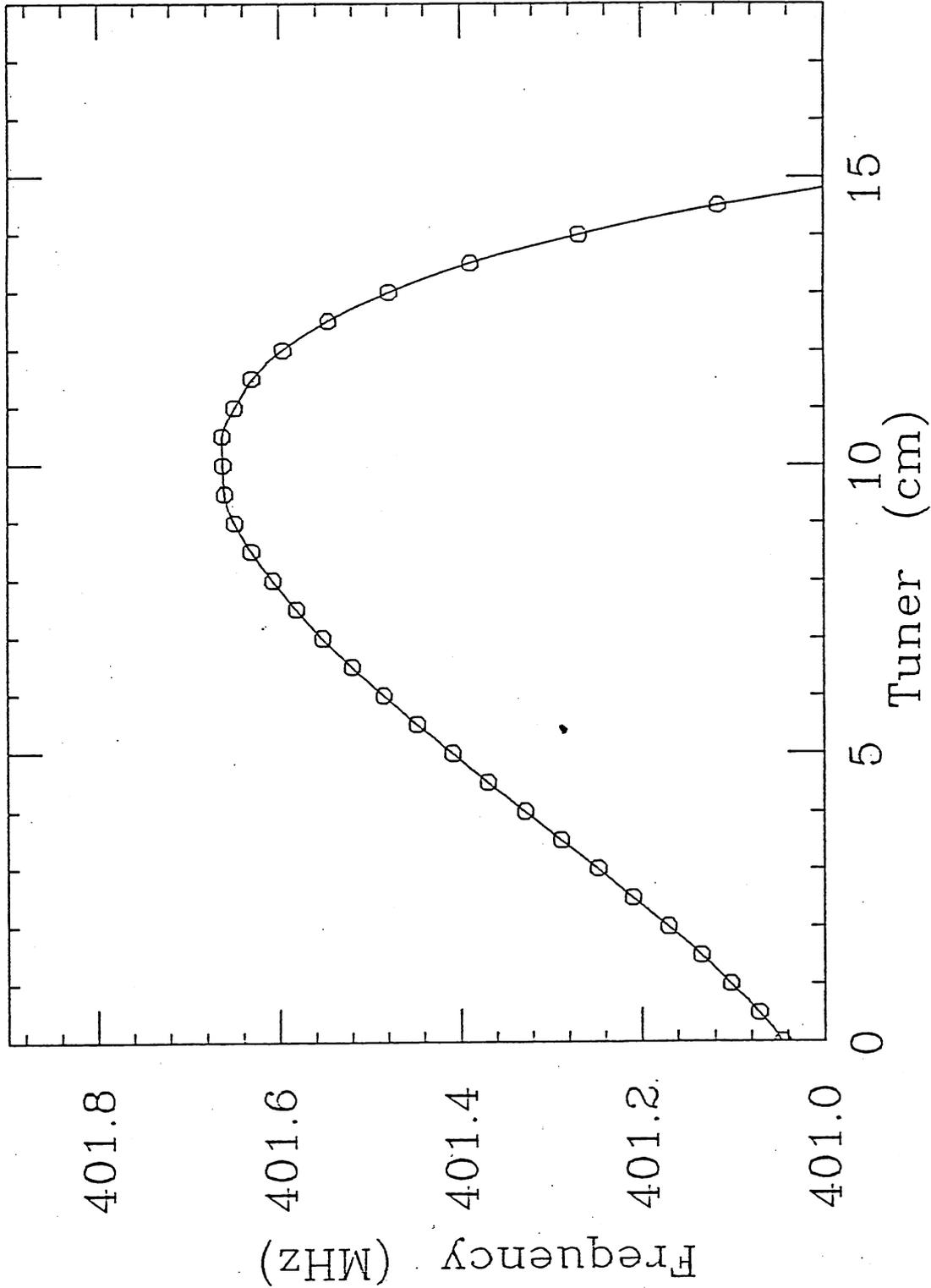


Fig. 5

Frequency shift vs. Tuner

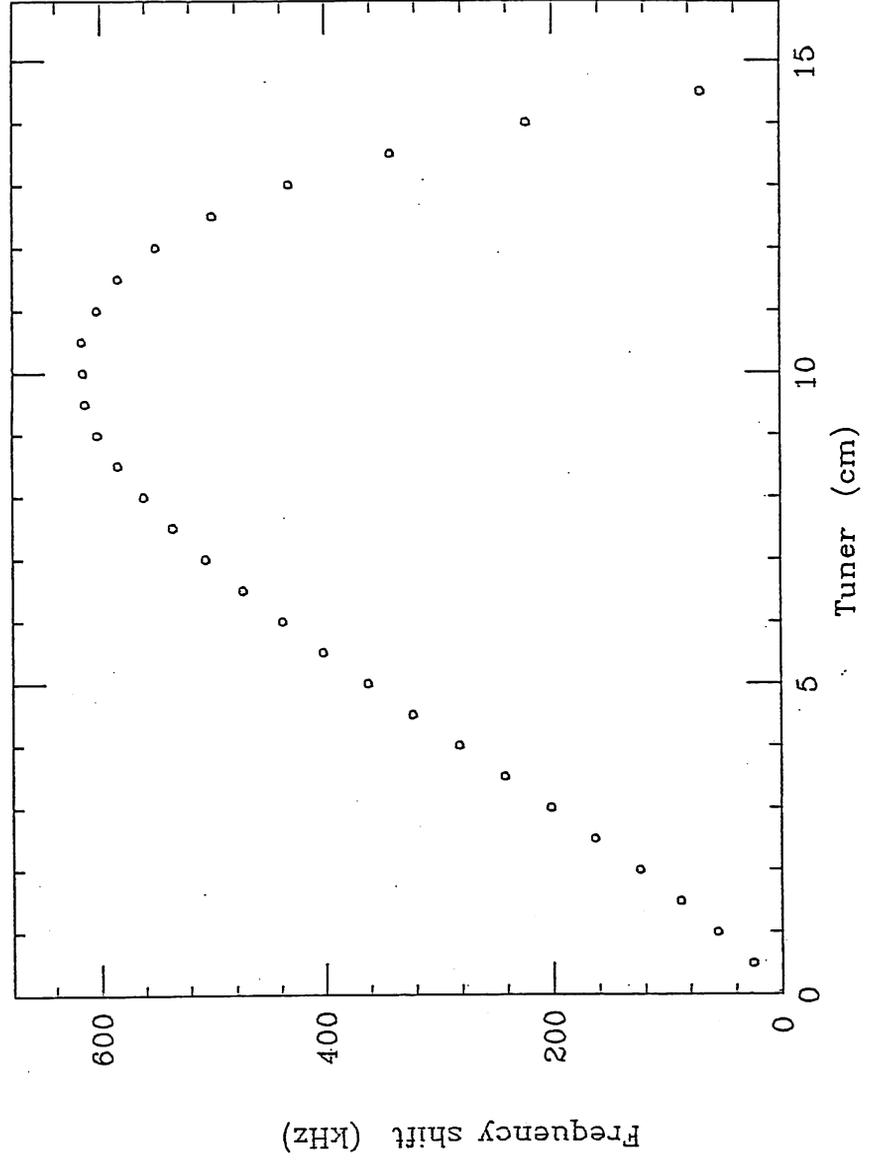


Fig. 6

Post 13. (1111, 1000, 0100), 13.5

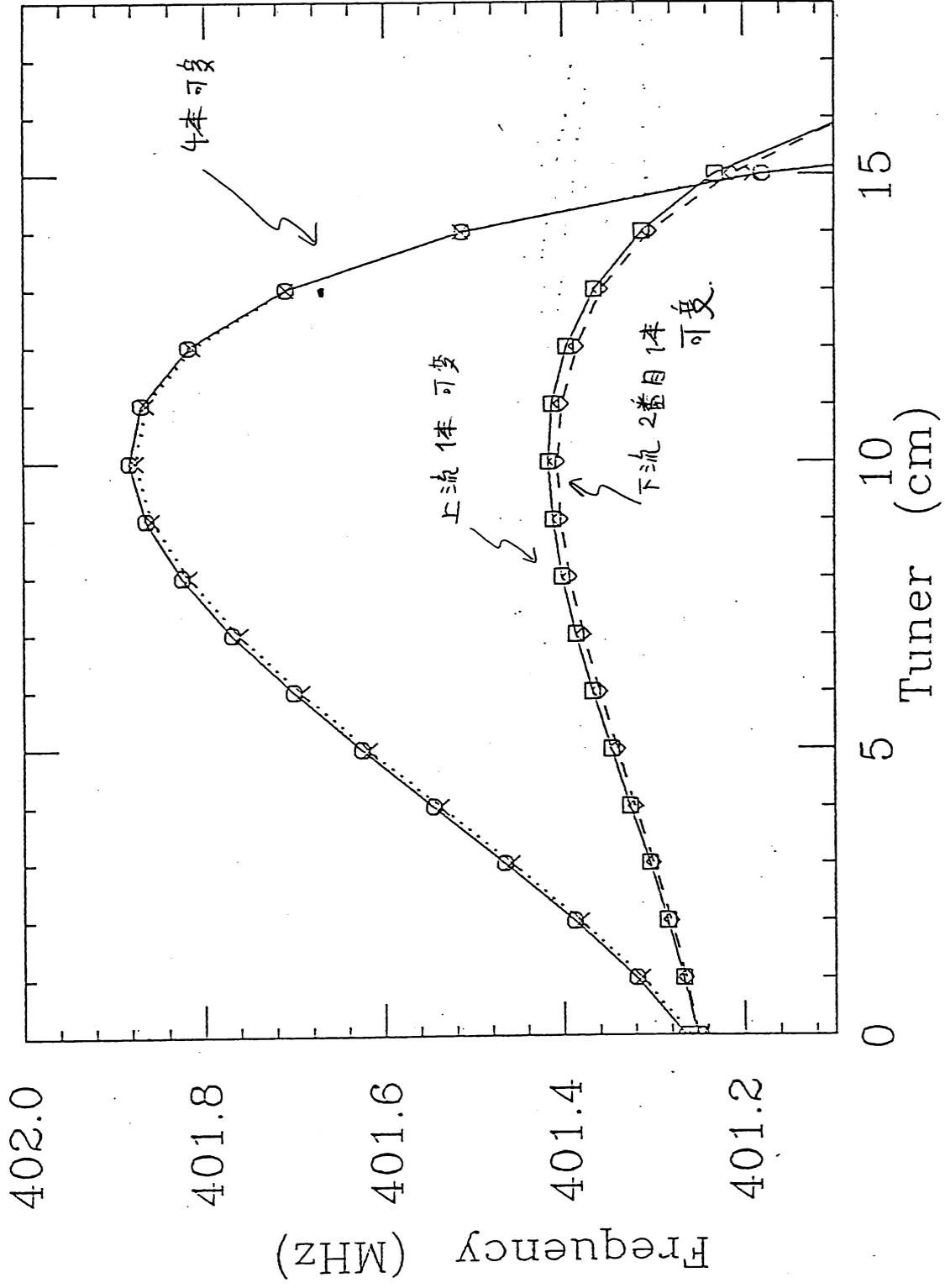


Fig. 7

tuner U, 2, 4, 10 (cm)

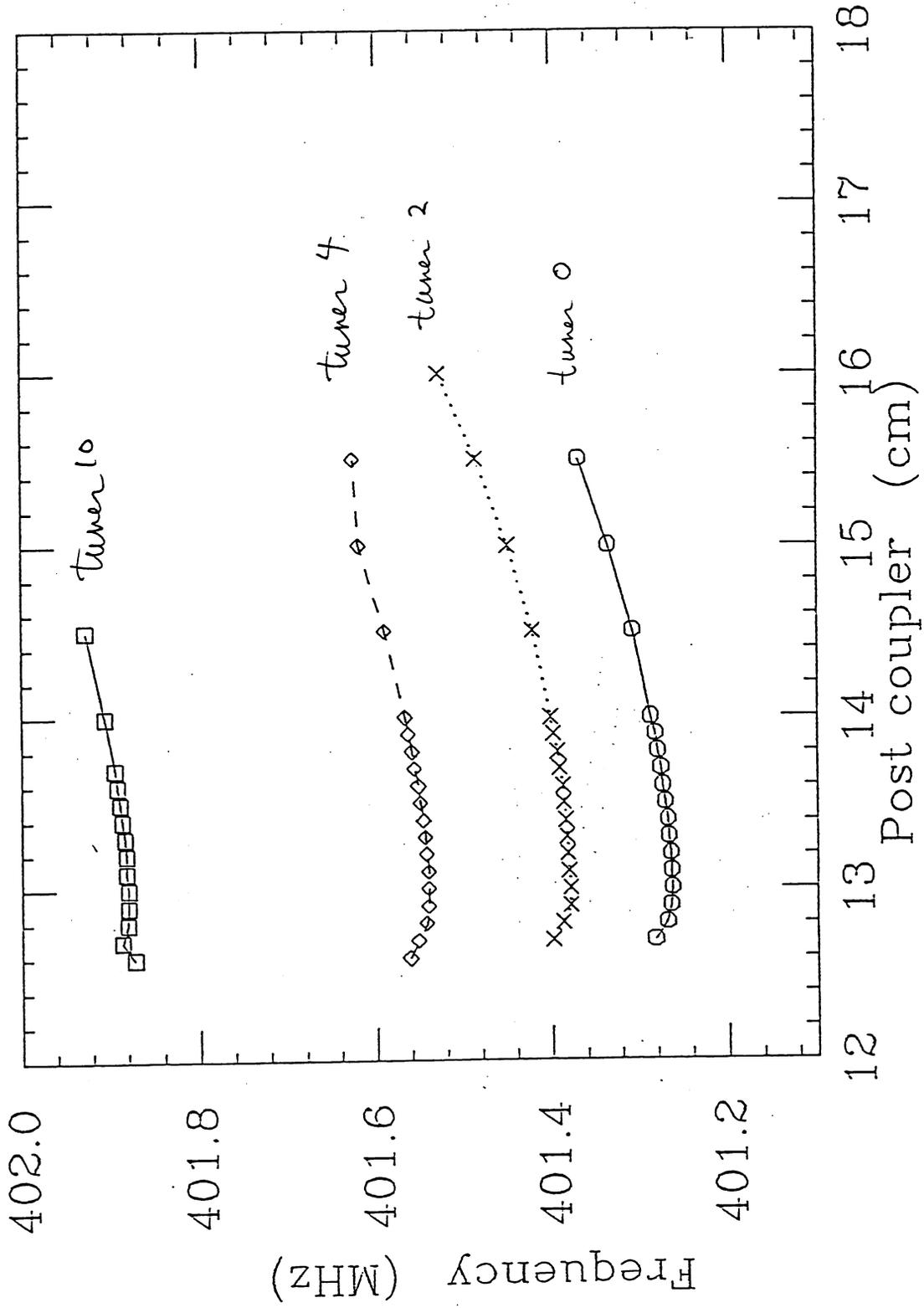


Fig. 8

tuner 4.5 cm²
 ⊕ post 0 cm
 ⊙ post 13.5 cm
 今回に平均値を
 5回測定した平均

Field Distribution : I

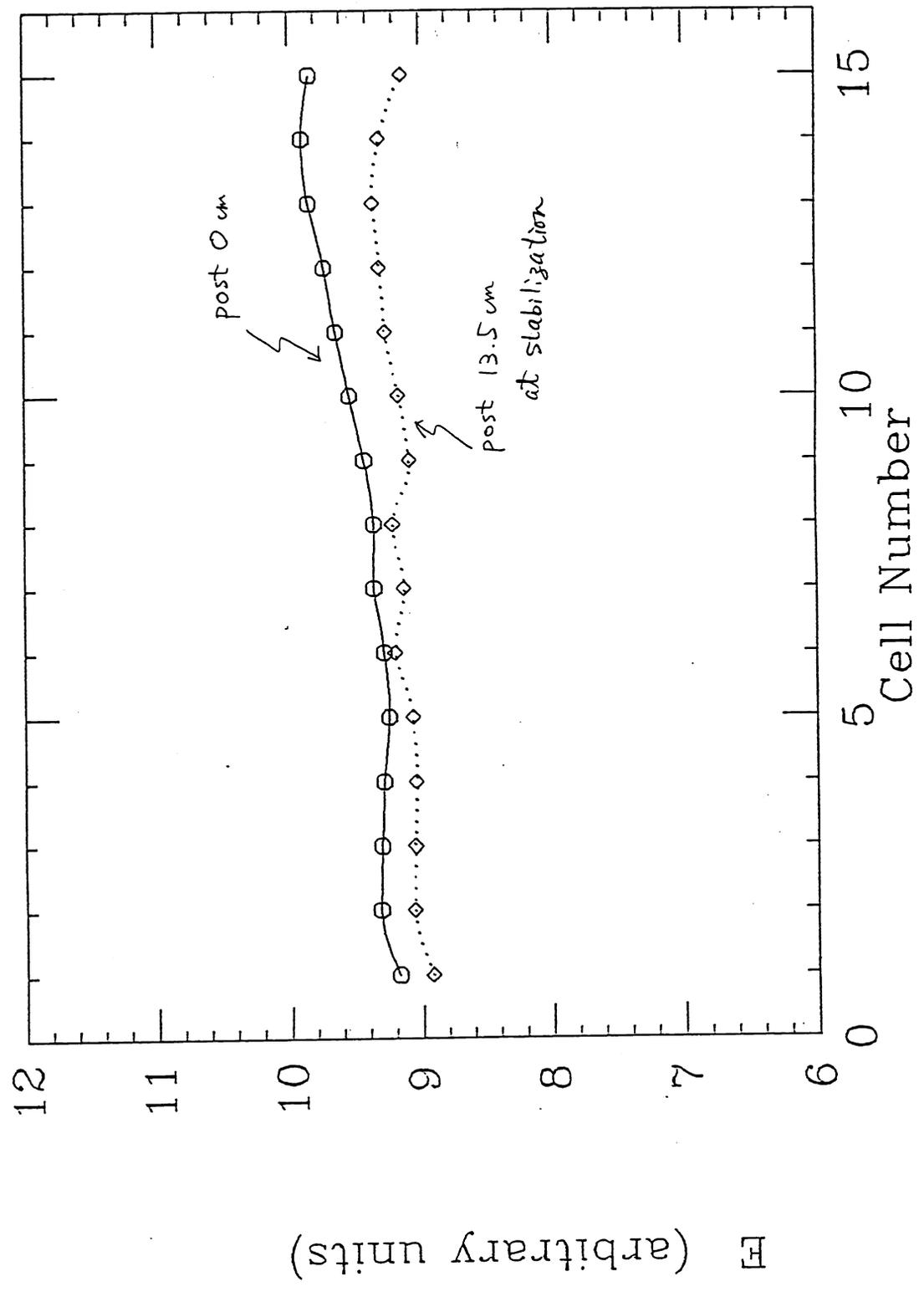


Fig. 9

Dispersion Curve

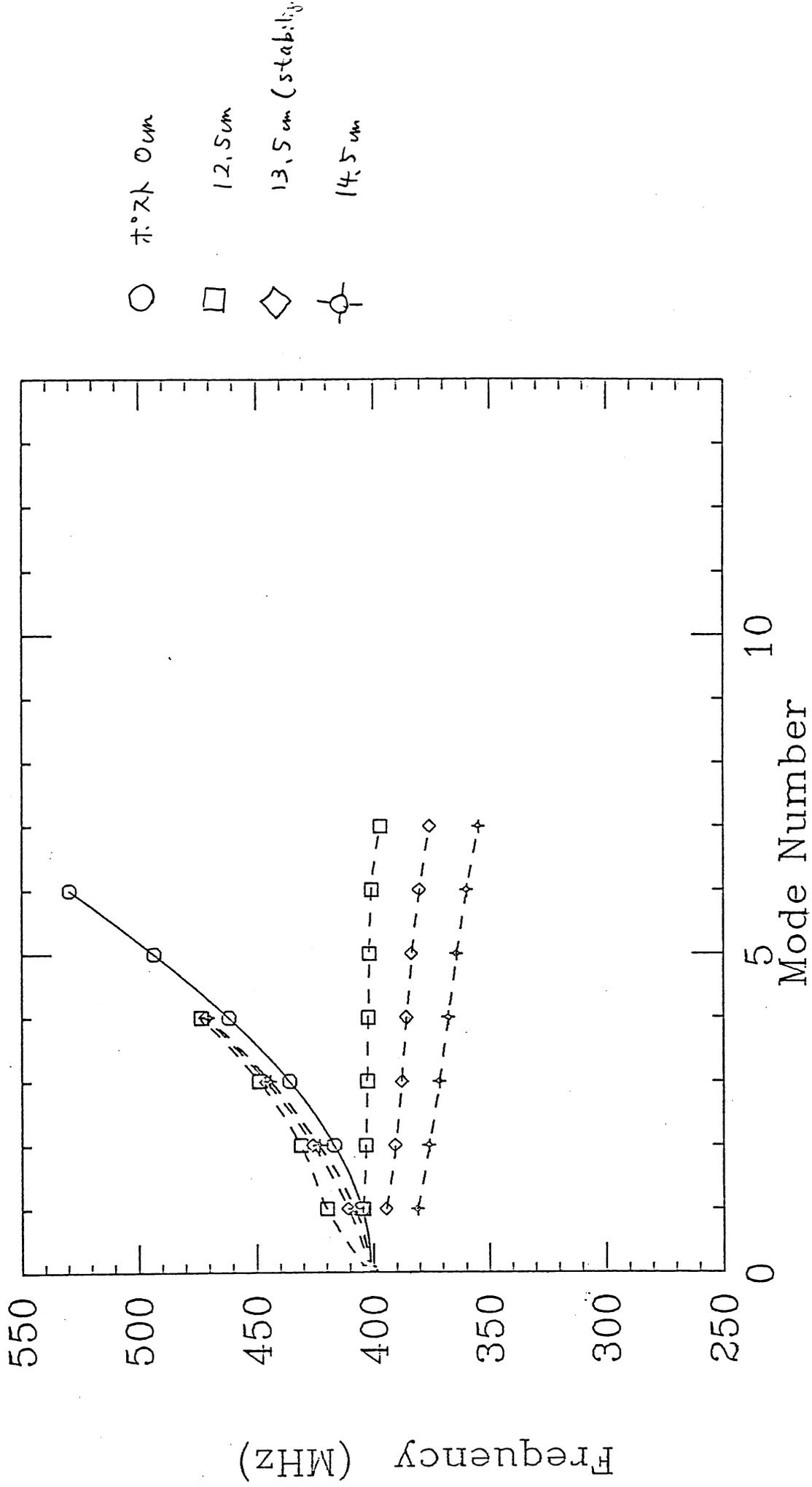


Fig. 10-1

Dispersion Curve

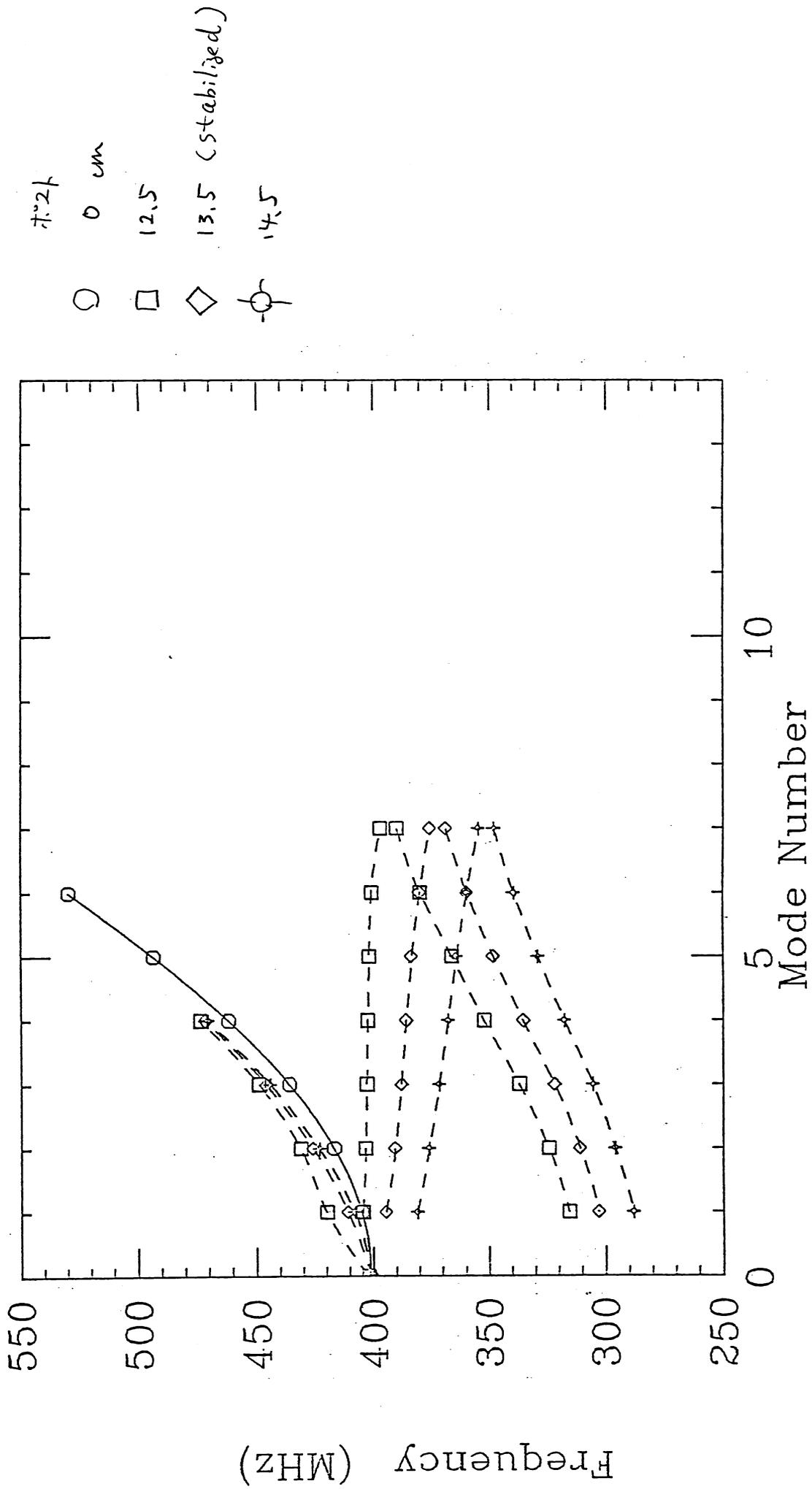


Fig. 10-2

unperturbed

perturbation $\Delta d = \pm$

- \diamond $\Delta d = \pm 1 \text{ mm}$
- \circ $\Delta d = 0$
- \square $\Delta d = \pm 3 \text{ mm}$
- \oplus $\Delta d = \pm 5 \text{ mm}$

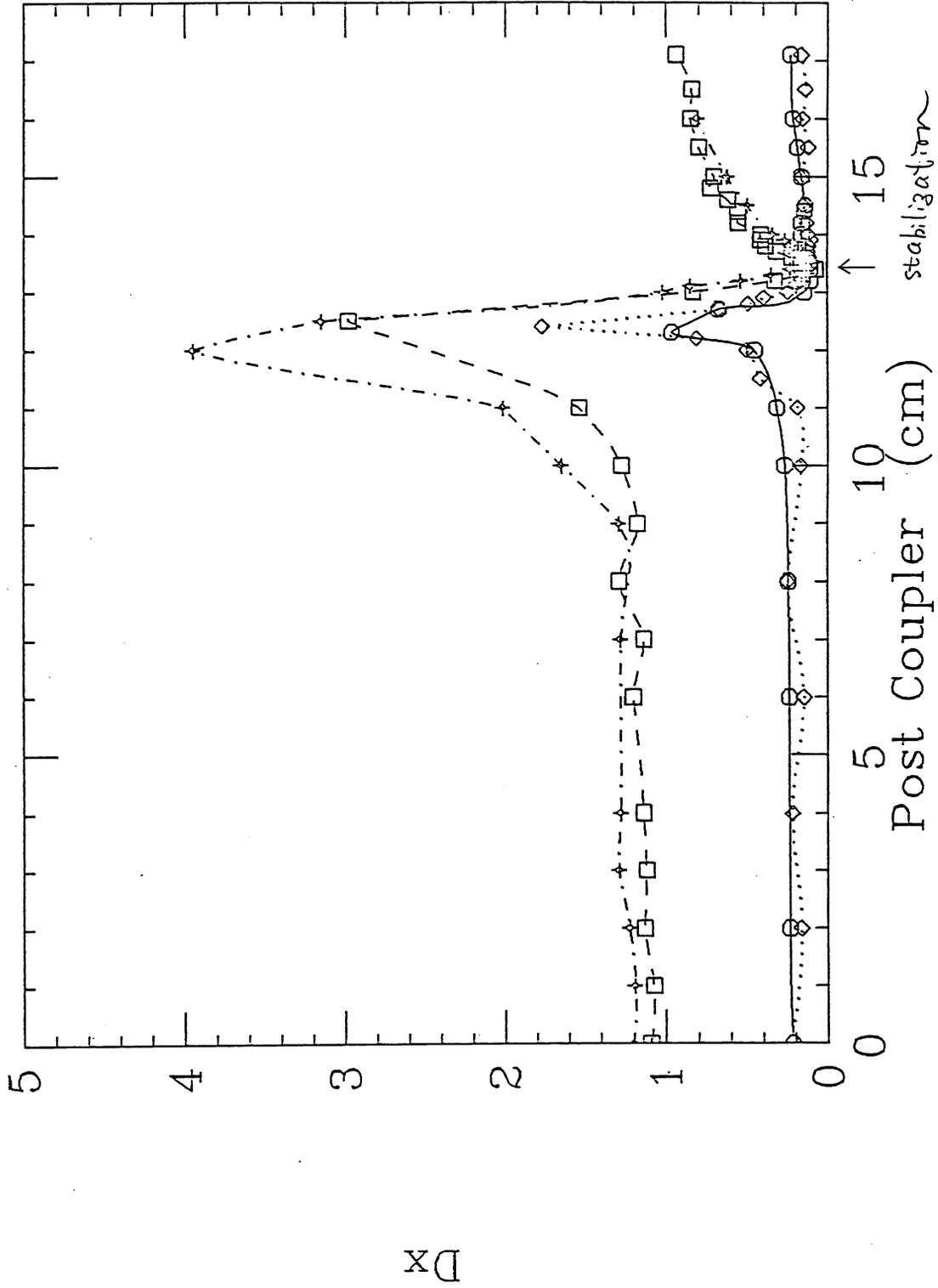


Fig. 11-1

Unperturbed

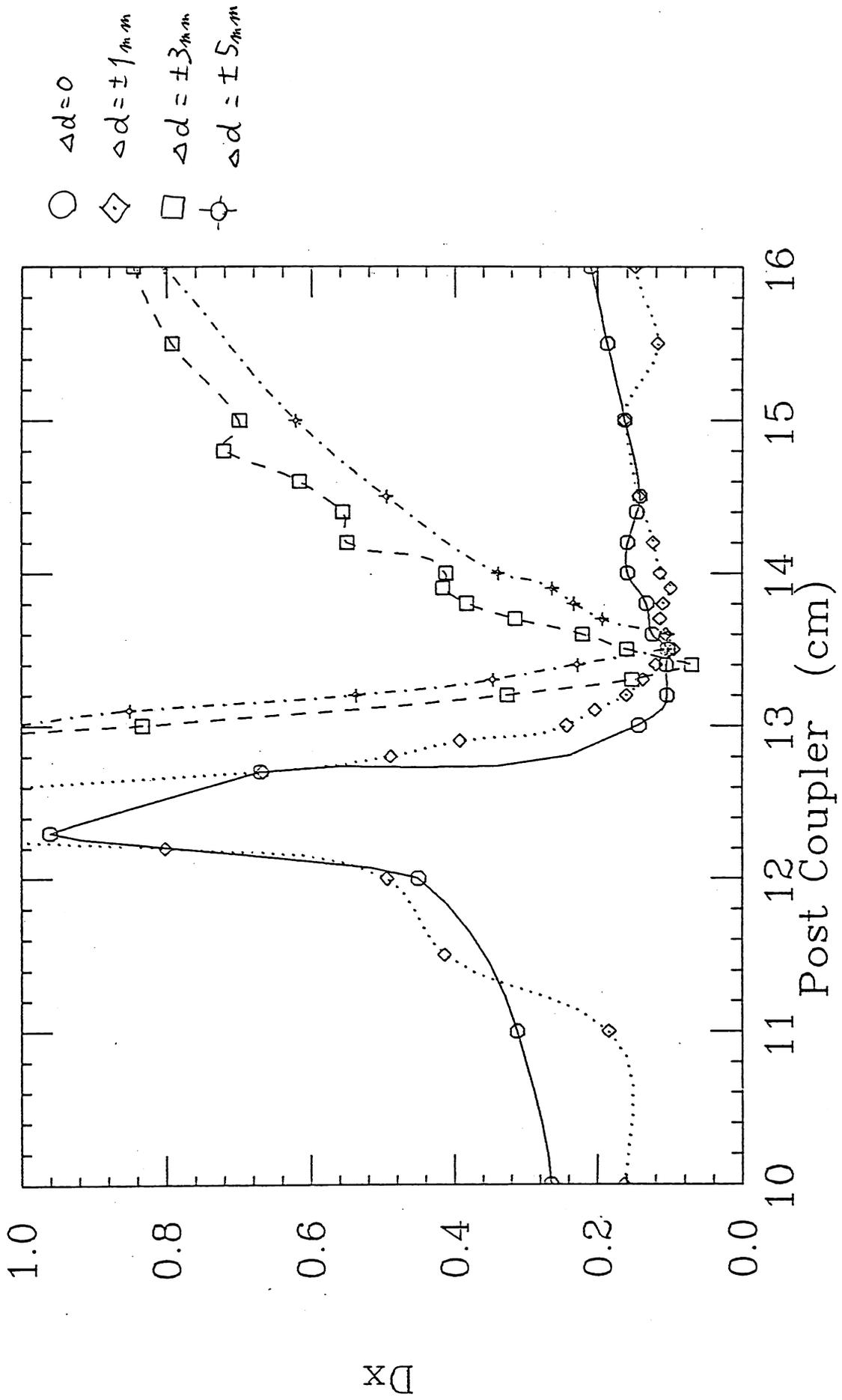
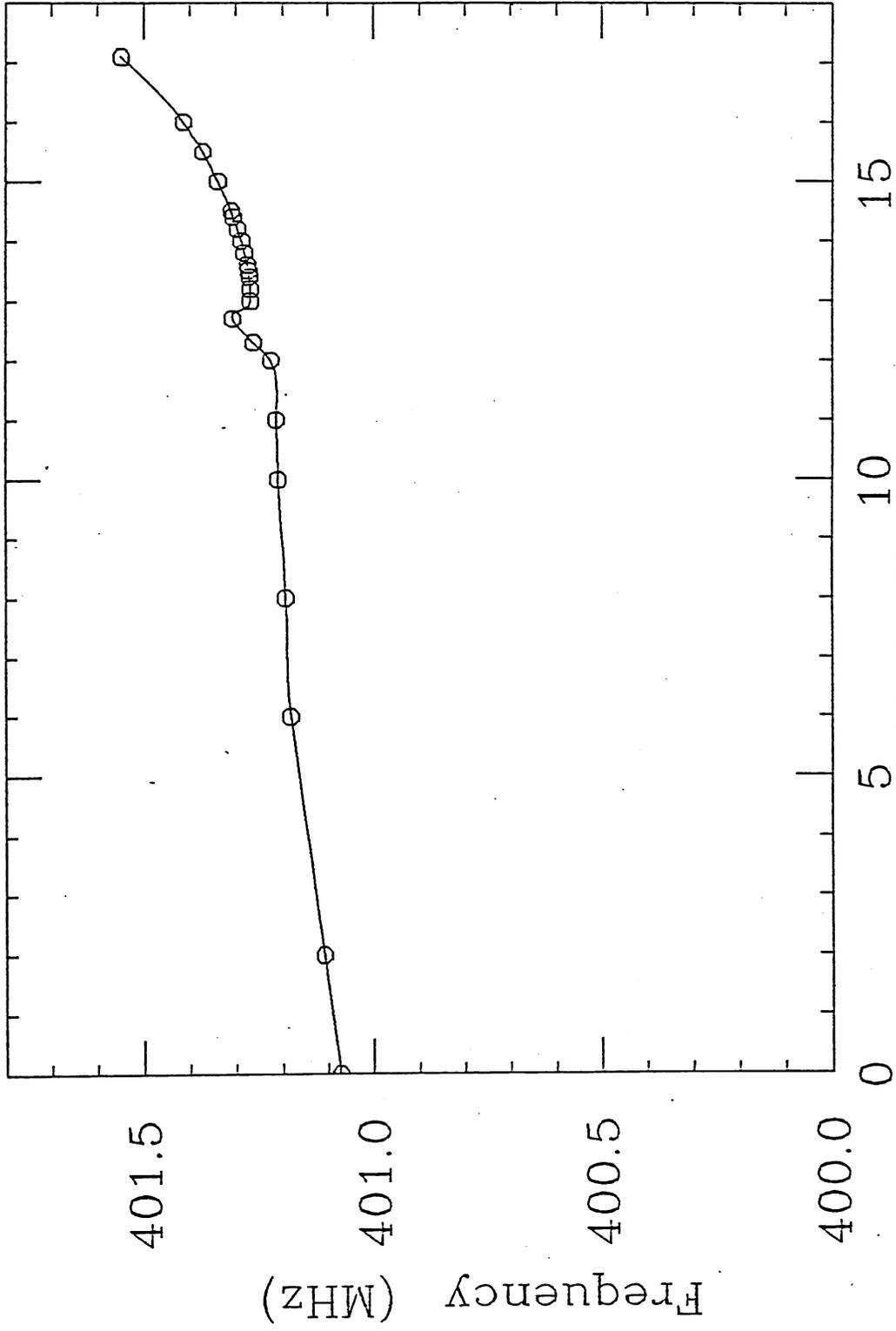


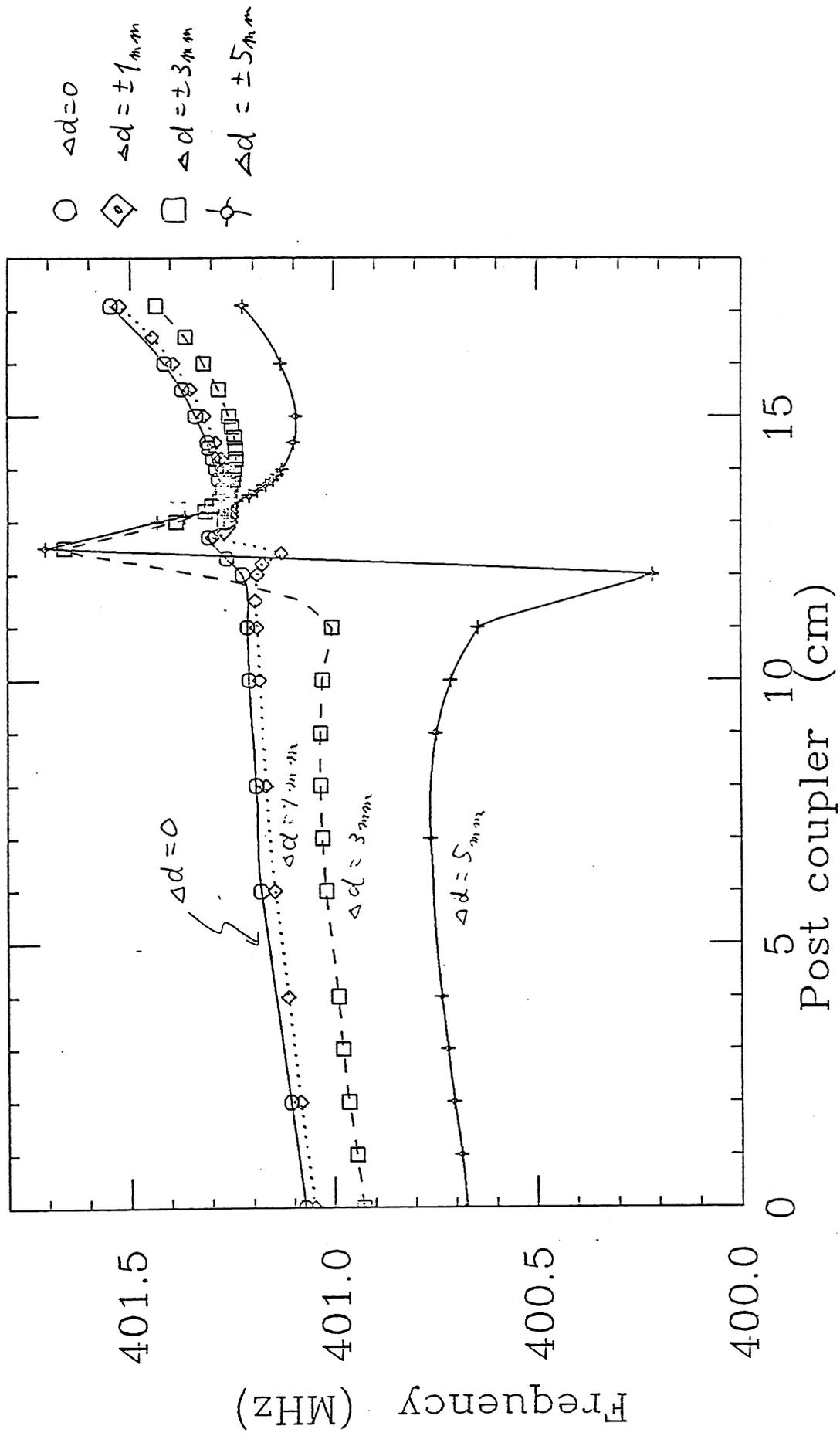
Fig. 11-2

perturbed +U - U



Post coupler (cm) Fig. 12 - 1

Perturbed $\pm U, 1, 3, 5$ (cm)



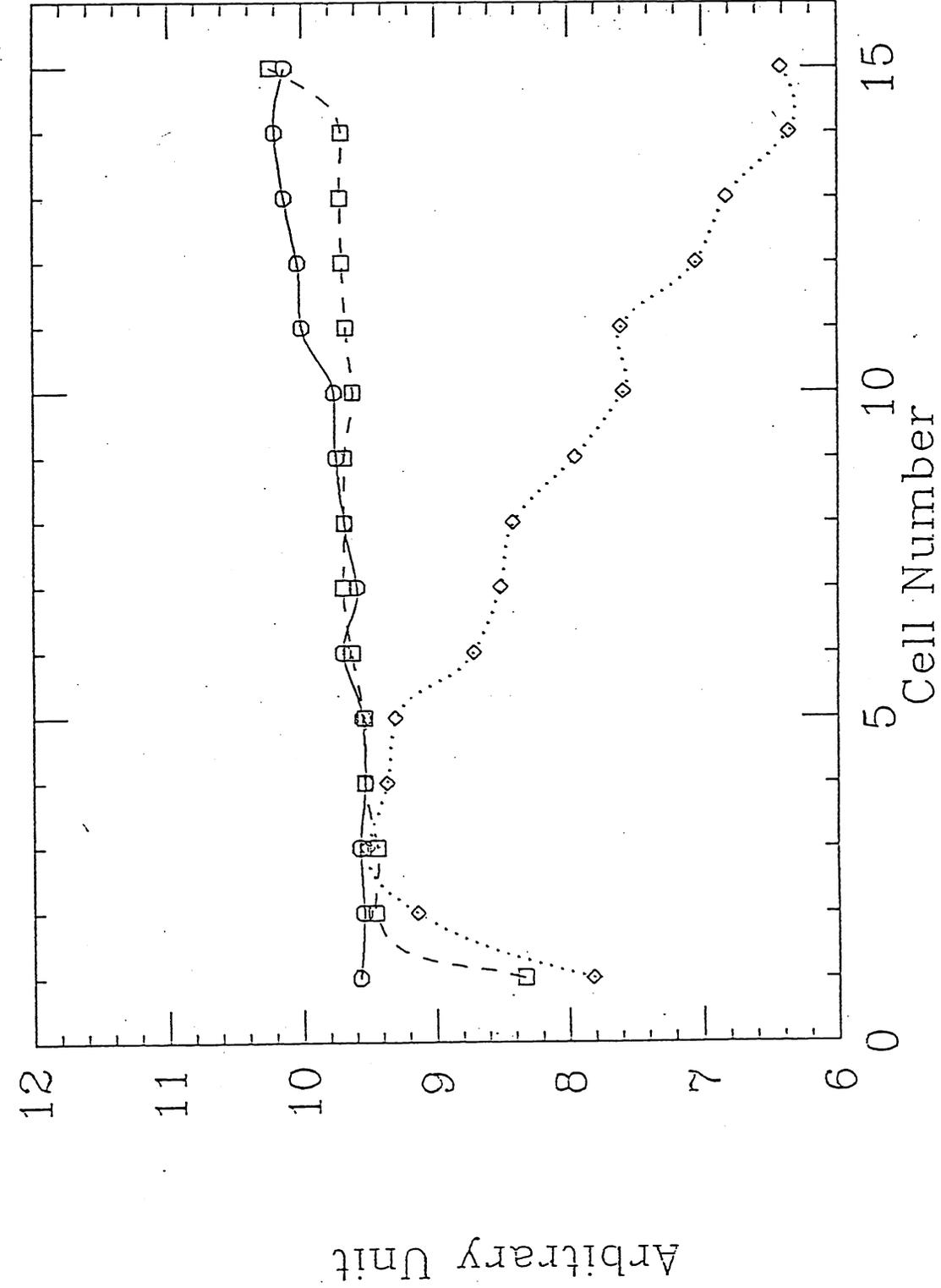
$\Delta d \leftarrow$ 右白端移動の perturbation

Fig. 12-2

(2002)

$\mu = \pm 5 \text{ mm}$
large tabs

Field Distribution : I

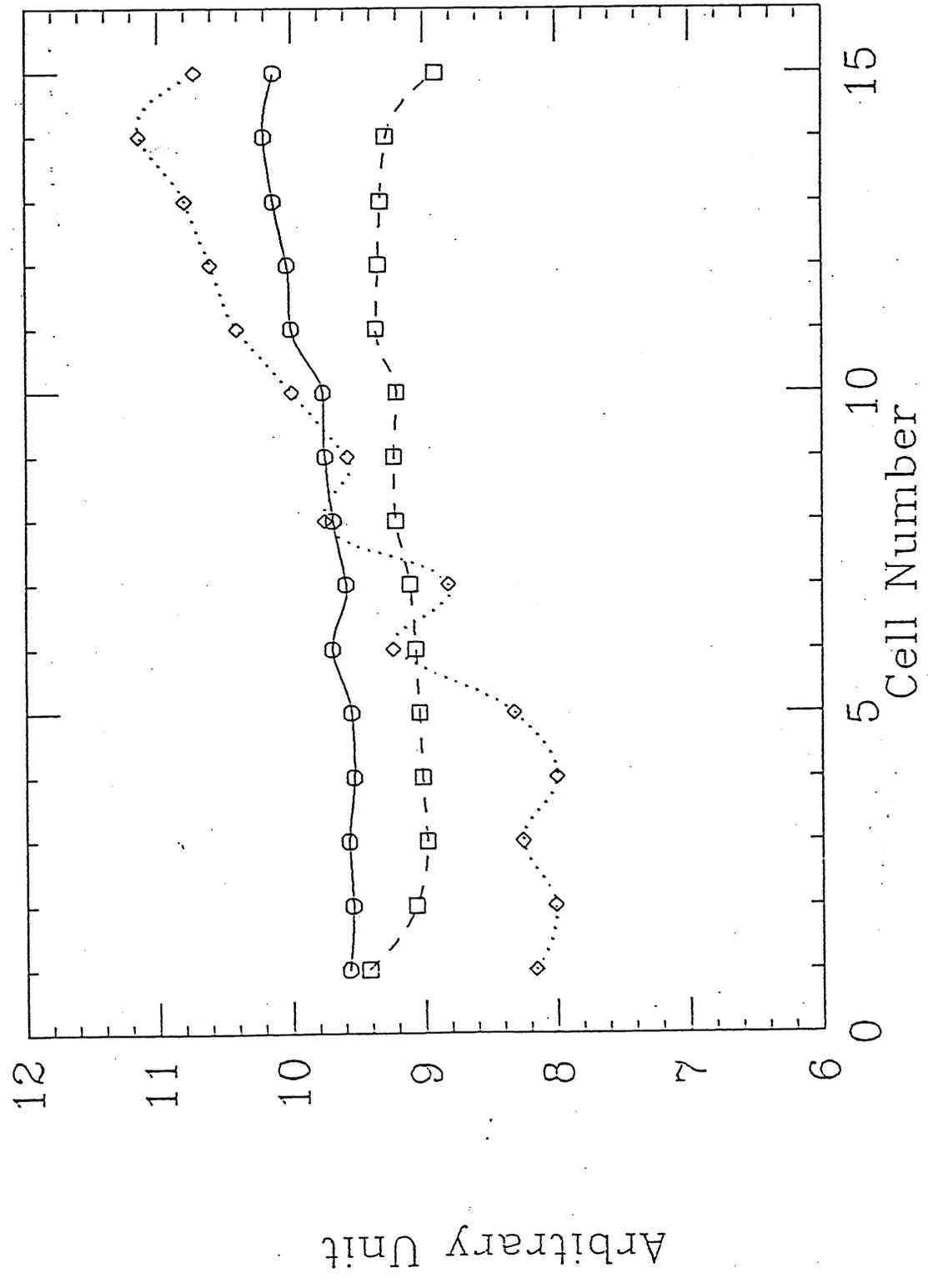


- initial
- ◊ disturbed
- stabilized
- $\Delta d = \pm 5 \text{ mm}$

C. 70
10

$2\sigma \pm 3\text{mm}$
laser tab

Field Distribution : I



- initial.
 - ◇ disturbed
 - stabilized
- $\Delta d = \pm 3\text{mm}$