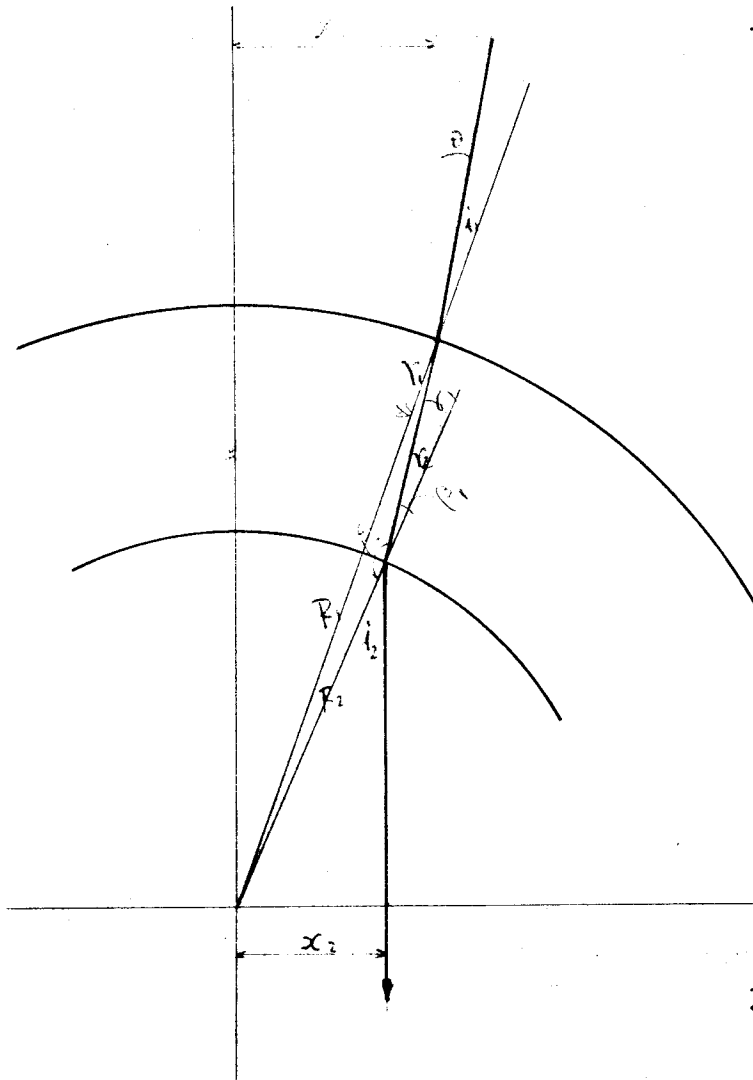


$\theta^\circ$	$3.996 \times 10^6$	$3.984 \times 10^5$	$3.983 \times 10^4$	$1.596 \times 10^3$
$x_1$	0.10006889	1.0006922	10.006931	40.02775
$x_2$	0.1	1.0	10.000	40.000
$x_{sum}$	0.0348716	0.047669	3.478232	

$P_1: 10000 \quad R_2: 992 \quad m = 1.53$

$\theta^\circ$	$2.0258 \times 10^4$	0.17437	$R_1 = 100$
$x_1$	0.050353392	40.3107	$R_2 = 92$
$x_2$	0.05	40	$m = 1.53$

$\theta^\circ$	8.270816	1.23639	$R_1 = 50$
$x_1$	0.0507216	40.9408	$R_2 = 40$
$x_2$	0.05	40	$m = 1.53$



$$\alpha_2 = \sin^{-1} \frac{x_2}{R_2}$$

$$\gamma_2 = \sin^{-1} \frac{1}{R_2} R_1 \sin \alpha_2 = \sin^{-1} \frac{x_2}{R_2}$$

$$\beta_2 = 180^\circ - \gamma_2$$

$$\sin \gamma_1 = \frac{R_2}{R_1} \sin \beta_2$$

$$\gamma_1 = \sin^{-1} \frac{R_2}{R_1} \sin \beta_2$$

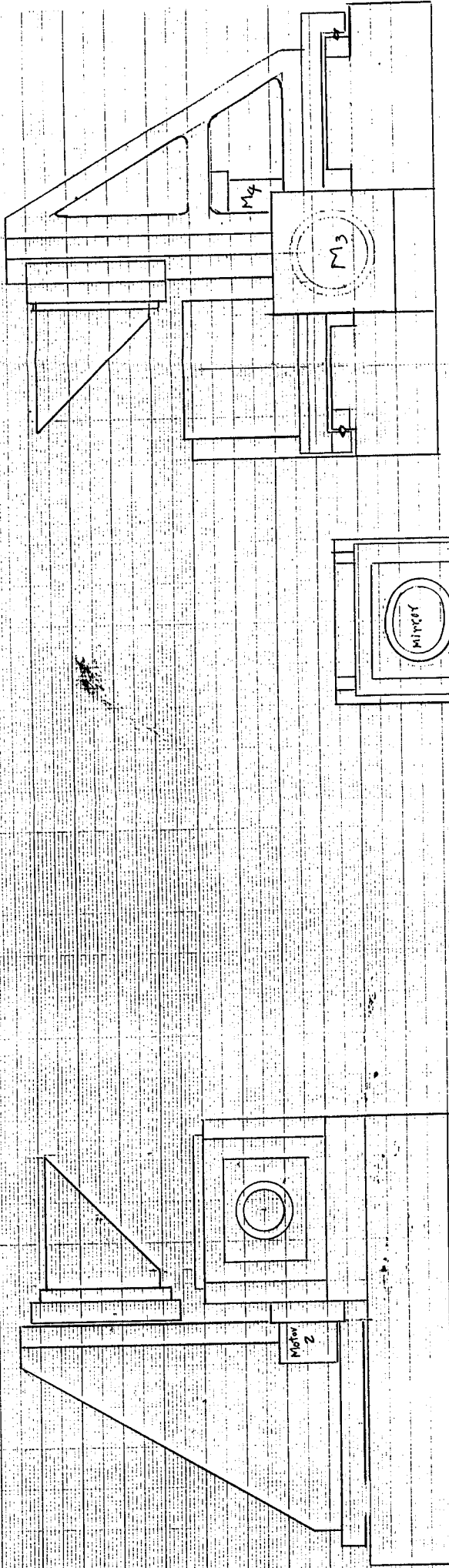
$$\theta_1 = \sin^{-1} \frac{R_2}{R_1} \sin \beta_2$$

$$\theta = \alpha_2 - \alpha_1 + \theta_1 = \alpha_2 - \alpha_1 + \sin^{-1} \left( \frac{R_2}{R_1} \sin \beta_2 \right)$$

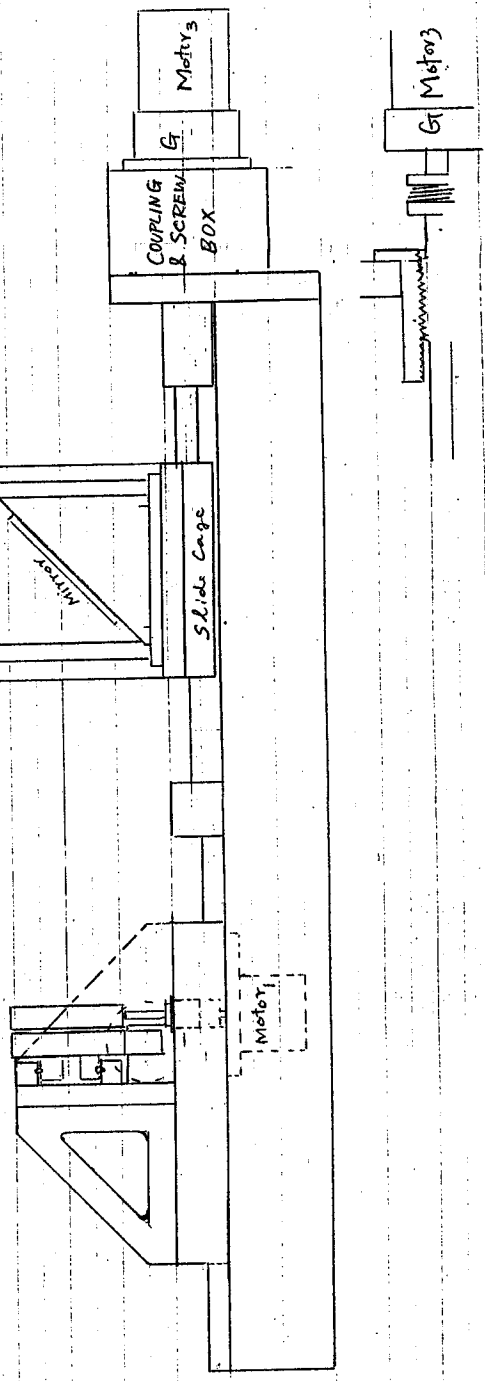
$$x_1 = R_1 \sin \theta$$

1.  $\theta$  の変化率を求めたいとき
2.  $\theta$  の変化率を求めたいとき、 $\alpha_1$  の変化率を求めたいとき

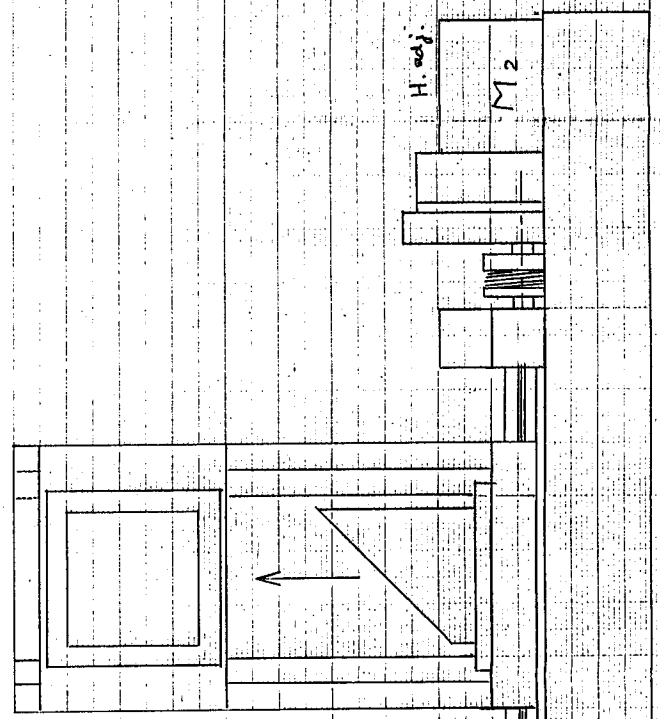
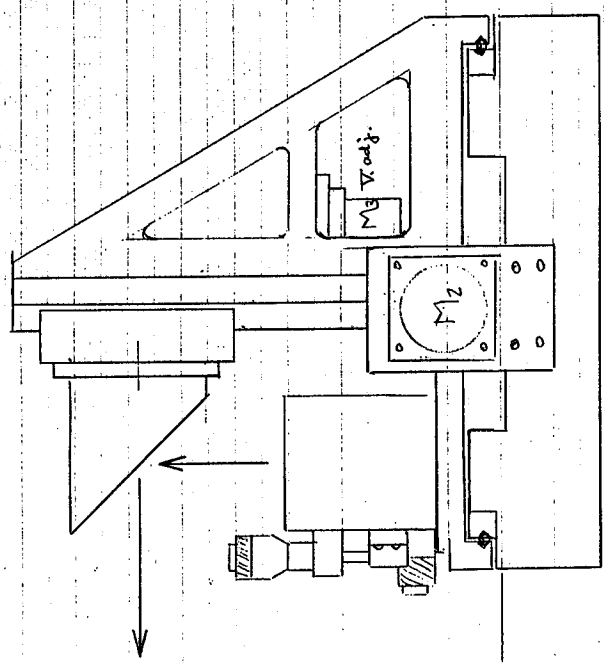
62555



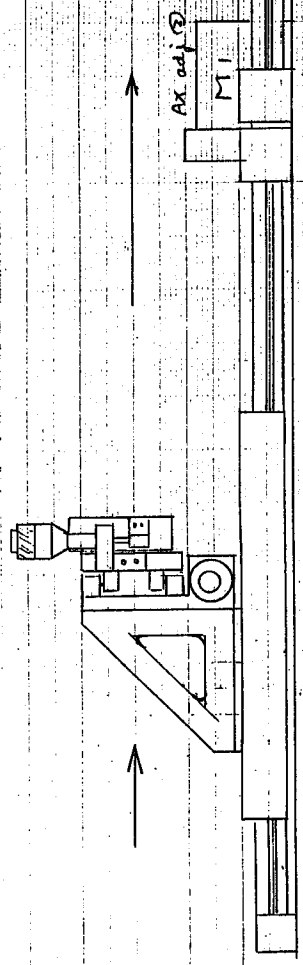
X.Y. Ax. adj.

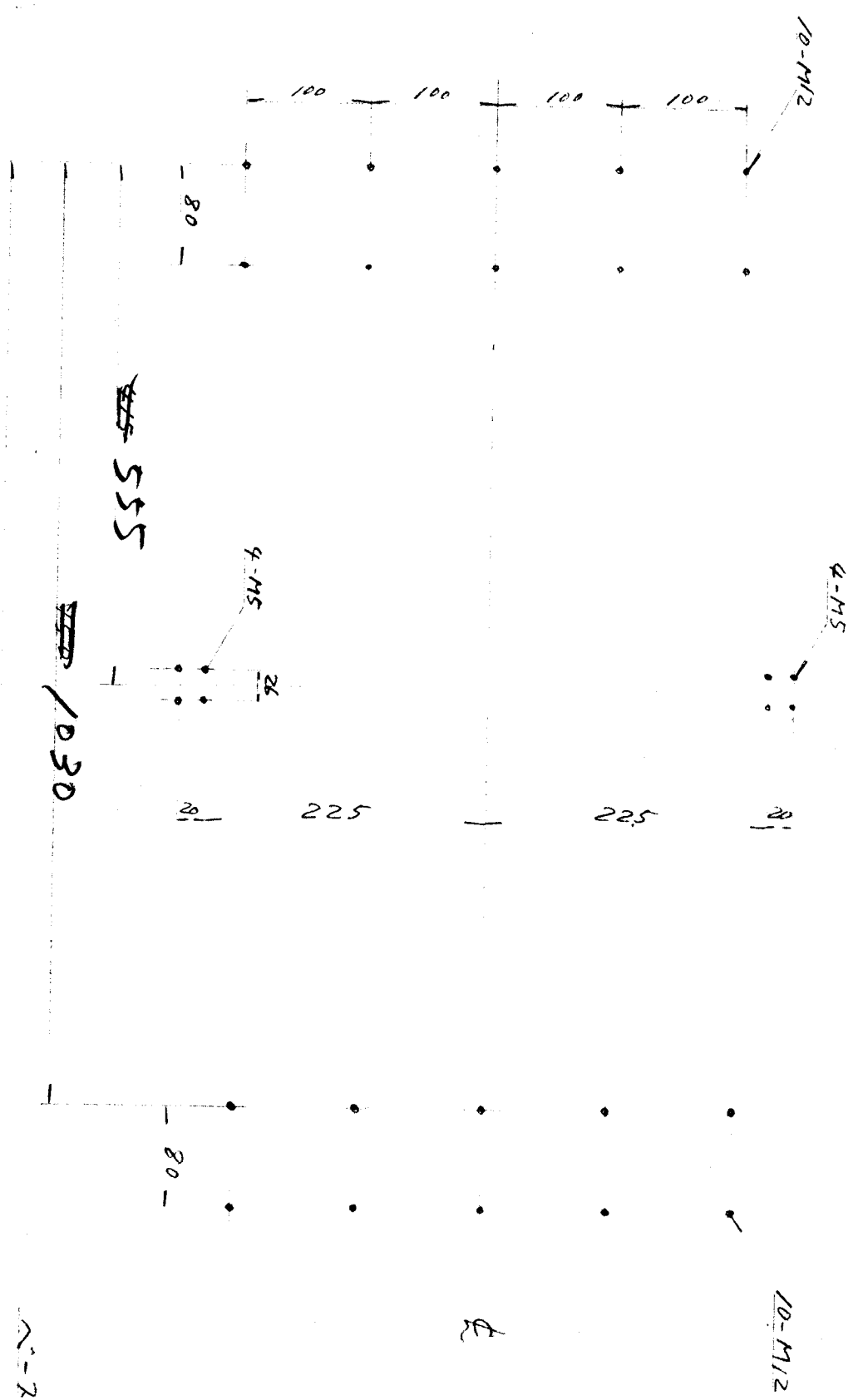


56.5.27 YD



Ax. adj. ①

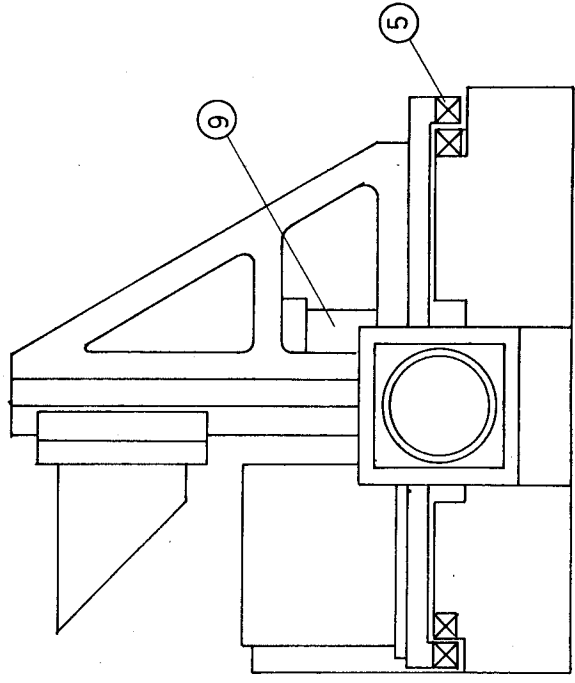
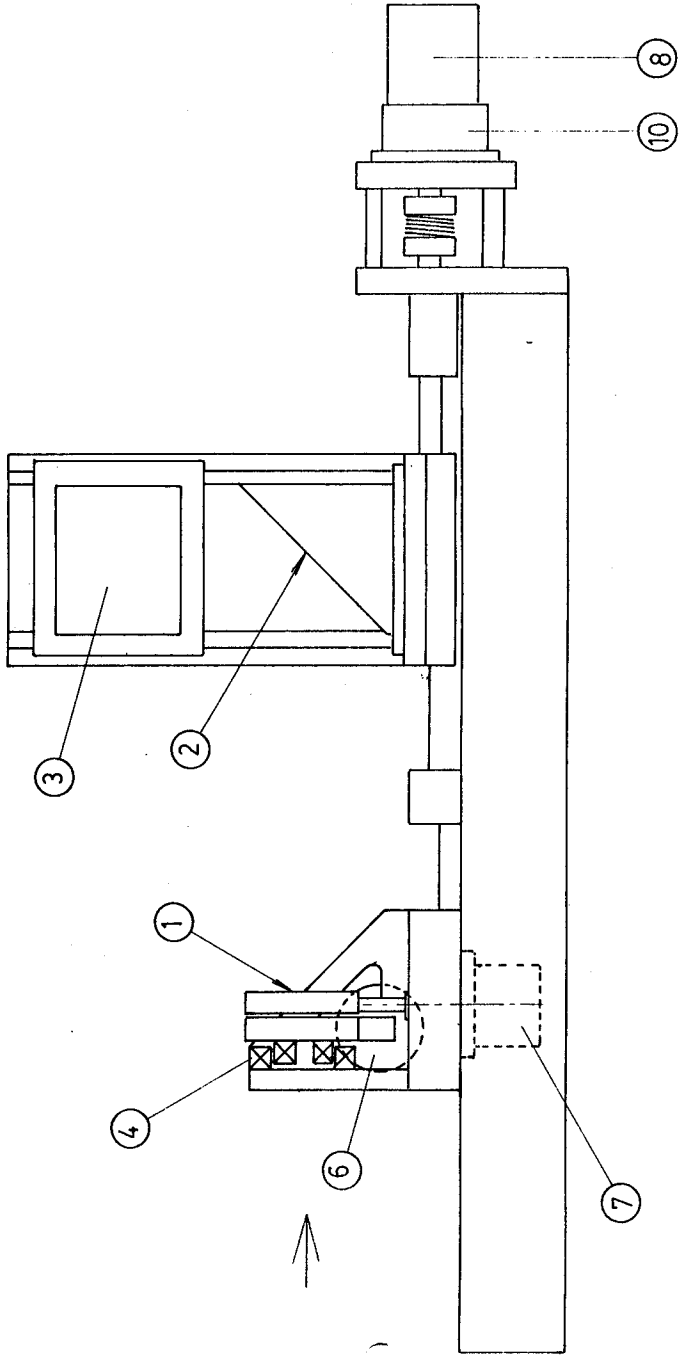




1" = 7 1000x1500 分振り2"以上  
 70L- + 1/2 E 14"

1" = 7 79,70 加2.112  
 102402110  
 1/5

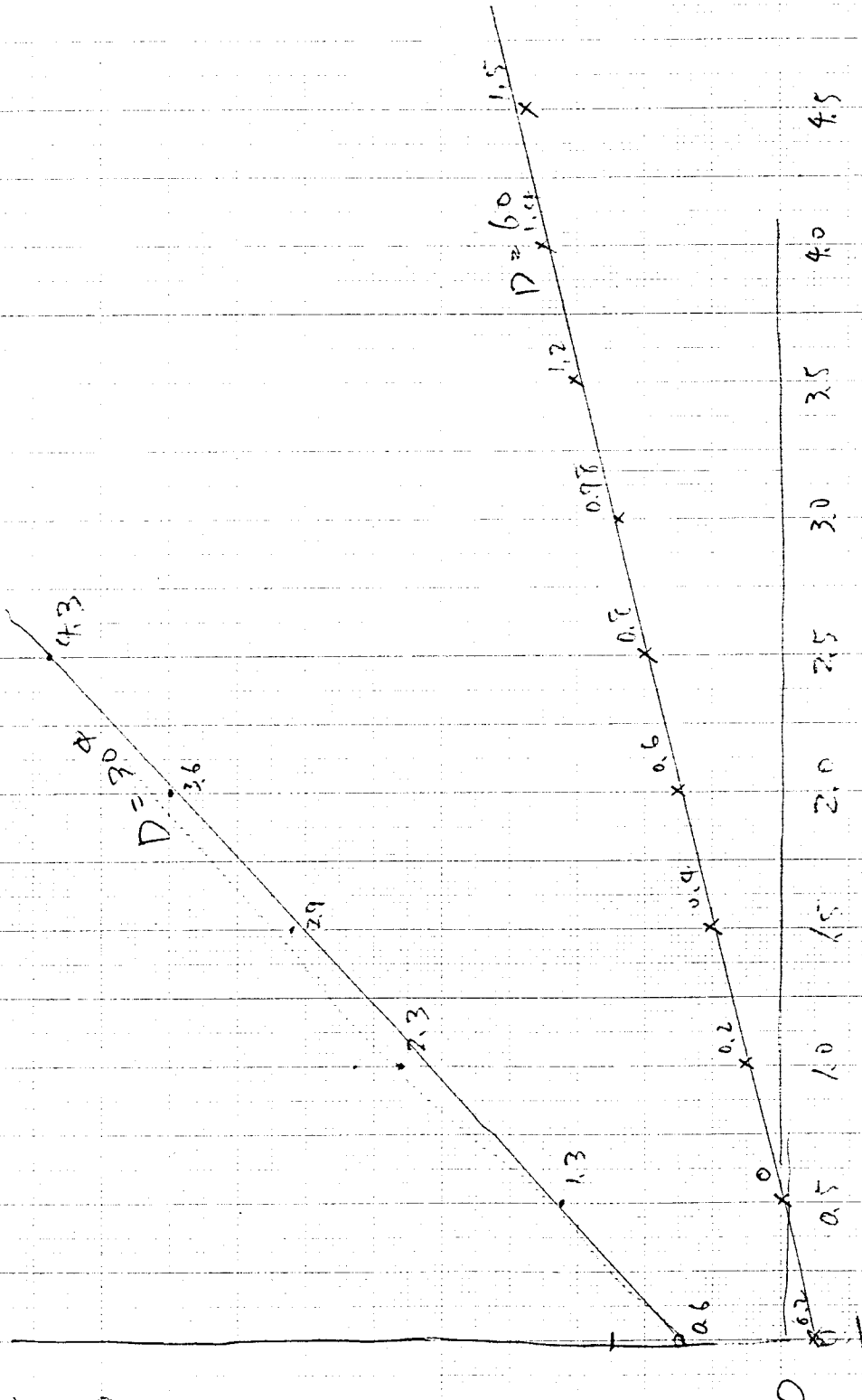
1	光軸調整レンズ
2	X軸調整ミラー
3	Y軸調整ミラー
4	クロスヘッドローラー
5	クロスヘッドローラー
6	Y方向角調整ミラー
7	X方向角調整ミラー
8	X軸調整ミラー
9	Y軸調整ミラー
10	4x4-Box



55.5.29 J.P.  
55.6.10 G.P.

DATE: CASE: ALIGNMENT SYSTEM NO. 1  
 Helium Neon Laser MEC TYPE GLS - 300  
 検出器 - Detector (X) Y

SPOT D = 30 mm



632.8 mm  
 6328A  
 4.4 m x

D = 30 22.5 23 23.5 24 24.5 25  
 D = 60 27 27.5 28 28.5 29 29.5 30  
 56.8 29. 於 KEK 実験院松井 厚也

PF入射器のトンネルの中心線は、加速管の中心線と一致させる必要がある。また、加速管の中心線は、トンネルの中心線と一致させる必要がある。

## §1 序

100メートルを超える Sバント直線加速器のビームラインをテレスコープで高精度にアライメントすることは、加速管のテスラ孔径 ( $\sim 20\mu$ ) による光学的分解能の低下、干渉像、空気揺らぎ等の理由で非常に困難な作業となる。更に長い大型直線加速器では地球の球状を考慮に入れ、架台設計を行う必要がある。SLACの3KMを超える加速器では、電子銃を水平にする様にビームラインを設定すると加速器の終端では地表から高さ<sup>(1)</sup>に約800mmの段差が生ずる。

PF入射器のトンネルも全長520メートルあり、この段差は22mm<sup>(2)</sup>に<sup>(3)</sup>なる。又加速器本体も420メートルあり、その段差は14mm程度生ずる。図2、その他トンネルの床面レベル差も $\pm 10$ mm程度あり、このままでは架台の高さ方向の調整量は全体として40mmを超える恐れがあるので、架台の高さの調整量を最小にする様加速器本体の長さ方向の中央付近が水平になる様にアライメントを行った。図3



加速器の粗設置はアライメントテレスコープで行い、高精度設定はレーザー光で行い、直線に対する設置精度を0.3mm程度にすることを要す。

## 5.2. アライメント方法

（加速器ユニット内作業）

アライメントは、長さ2メートルの加速管4本を約8.5メートルの架台に載せる部分アライメントと、二からのユニット40台を一直線に並べる作業、総合アライメントに分けて行つた。

部分アライメントは、加速管4本を一直線に並べる。光軸と架台上面に設けられた基準面と、架台のアライメント軸の指定された寸法に3本のレーザー光を用いて合致させる作業である。

この詳細はプログラム、25-a-4を参照す。

部分作業終了後、作業場を搬入ヤードから長さ13メートルの特殊車輛で振付場所まで搬送した。図4。

総合アライメントは、粗設置のあとと高精度アライメントの作業に分けて行つた。



### 3. レーザーアライメント装置

レーザーアライメント装置は、レーザー光源と光検出器<sup>検出</sup>で構成される。（レーザー光路システム）  
 レーザー光源は、NEC製 Ne-He レーザー

25 mW を出し、光束カシスで 50 中の

平行ビームになっている。レーザービームの光軸偏向スレ、

×=スカスレンズを上下左右に動かして補正している。

駆動力はインチボーム（尺取虫）構造で行い、最小駆動力

量は  $25 \times 10^3 \mu$  で、補正偏向角は、 $0.1^\circ$  である。

基準標的点に設置された光検出器からの信号を  
 レーザービームの光軸偏向は、ベームラインに設置された  
駆動装置にフィードバックすることによって自動的に補正される。

また、5ヶ所の基準定点を利用して校正される。

又、基準標的点又はレーザー光源の位置の変動は

レーザー光源の構造は、図1に示す。×=スカスレンズ

の光軸補正量は、図1に示す

[ $\alpha = \theta - \beta$  とする]、

$L$  は  $R_1$  と  $R_2$  の合成ベクトルである。  $R_1$  と  $R_2$  の合成ベクトル  $L$  の大きさを  $L$  とし、  $L$  の方向を  $\theta$  とする。  $R_1$  と  $R_2$  と  $L$  は同一平面上にある。

$$d = R_1 + R_2$$

これを  $L$  と  $\theta$  とする。

水平方向からの  $L$  への  $\theta$  の角度  $\theta$  は、次のように計算される。

$L$  の方向  $\theta$  からの  $x_2$  成分  $x_2 = R_2 \sin \theta$  と  $x_1 = R_1 \cos \theta$  とする。

$\theta$  と  $\beta$  の関係は

$$\left[ \begin{aligned} \theta_2 &= \theta_1 + (\theta_1 - \theta_2) \\ \theta_1 &= \theta_2 - \theta_1 + \theta_1 - \theta_2 \end{aligned} \right]$$

$$x_2 = R_2 \sin \theta \quad \theta = \sin^{-1} \frac{x_2}{R_2}$$

$$\sin \theta = \frac{1}{R_2} \sin \theta_2$$

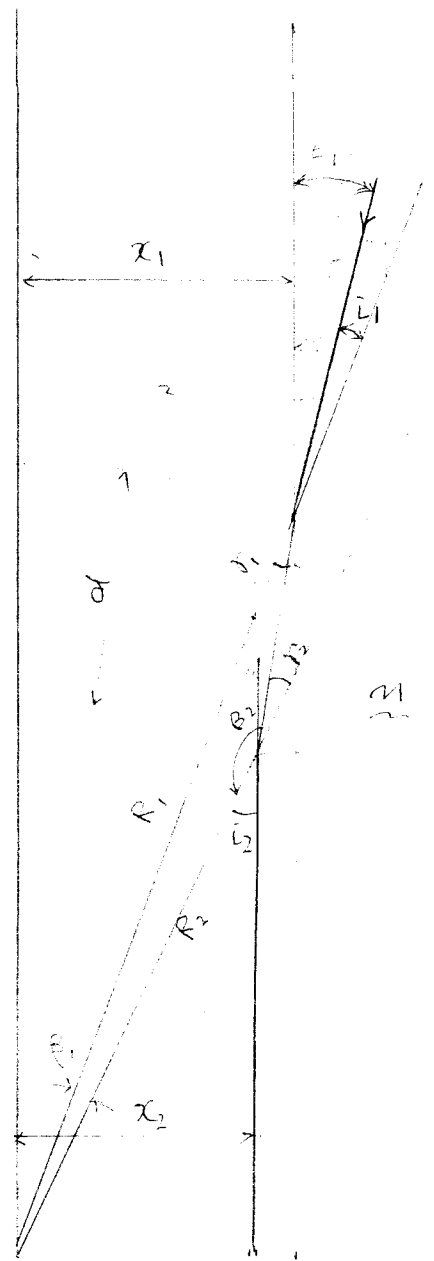
$$\theta = \sin^{-1} \left( \frac{1}{R_2} \sin \theta_2 \right)$$

$$\beta = (90^\circ - \theta)$$

$$\sin \theta_1 = \frac{R_1 \sin \theta_2}{R_2}$$

$$R_1 \sin \theta_1 = R_2 \sin \theta_2$$

$$x_1 = R_1 \cos \theta = R_1 \sin \theta_1$$



$$\theta_1 = (\bar{l}_2 - \bar{l}_1) + (\gamma_1 - \gamma_2)$$

$$\Rightarrow \bar{l}_2 = \text{Sin}^{-1} \left( \frac{\chi_2}{R_2} \right)$$

$$\gamma_2 = \text{Sin}^{-1} \left( \frac{1}{m} \text{Sin} \bar{l}_2 \right) = \text{Sin}^{-1} \left[ \frac{1}{m} \text{Sin} \left( \text{Sin}^{-1} \left( \frac{\chi_2}{R_2} \right) \right) \right]$$

$$\gamma_1 = \text{Sin}^{-1} \left( \frac{R_1}{R_2} \text{Sin} \beta_2 \right) \quad \beta_2 = 180^\circ - \gamma_2$$

$$= \text{Sin}^{-1} \left( \frac{R_1}{R_2} \text{Sin} (180^\circ - \gamma_2) \right)$$

$$= \text{Sin}^{-1} \left( \frac{R_1}{R_2} \text{Sin} \left[ 180^\circ - \text{Sin}^{-1} \left\{ \frac{1}{m} \text{Sin} \left( \text{Sin}^{-1} \left( \frac{\chi_2}{R_2} \right) \right) \right\} \right] \right)$$

$$\bar{l}_1 = \text{Sin}^{-1} (m \text{Sin} \gamma_1)$$

$$\theta_1 = (\bar{l}_2 - \bar{l}_1) + (\gamma_1 - \gamma_2)$$

$$\chi_1 = R_1 \text{Sin} (\theta_1 + \bar{l}_1)$$

$$\Delta \chi = \chi_1 - \chi_2$$

## 〔レーザー光検出装置〕

レーザー光検出素子は、位置検出が出来るように受光面を

4分割して UNIFIED DETECTOR 製の PIN SPOT 9DE  
レーザー光を検出素子に当てるとき それぞれの

用いられる。4素子の信号を (図) に示す如く、処理して

和と差を作り、レーザー光の中心位置をアナログ電圧として出力して

いる。又、素子は ライトダクト中に取付けられ真空中でも

動作する。光検出装置のモーターヘッドは (図) に示す

構造になっている。

#### § 4. 測定結果

アライメントフレスコップによる粗調整の結果は(図)に  
 示す。レーザー光による全2次元架台の<sup>位置</sup>測定には約3時間  
 を要している。レーザー光を用いた高精度アライメントではレーザー  
 光軸に対し0.3mm以下に設置することを要する。

レーザー光の光学系に改良を加えてビーム径を15φ以下に  
 抑えることが出来れば0.1mm程度の設置精度を得ることが  
 出来ると思われる。