PLA - 91 - 21

91 / 11 / 21

1 GeV リ ニ ア ッ ク 検 討 資 料

1 GeV LINAC DESIGN NOTE

題目 (TITLE) レーザーを使ったユニットタンク内ＤＴ整列法案

著者 (AUTHOR) 加藤隆夫

概要 (ABSTRACT)

レーザー測定器を使って、ユニットタンクの中にドリフトチューブを整列させる方法を提案する。

KEY WORDS:

Ion source, RFQ, DTL, CCL, Magnet, Monitor, Beam Dynamics,
Transport, Vacuum, Cooling
Klystron, Low level rf, High power rf, Modulator
Control, Operation, Radiation, Others

高エネルギー物理学研究所 *KEK*

ユニットタンク内ＤＴ整列法

911007 加藤隆夫

目的

ＤＴのＺ方向位置とＸ方向位置及びＹ方向位置を同時に測定する。

Ｚ軸方向測定範囲 700 mm , X,Y方向測定範囲 ±0.5 mm

精度

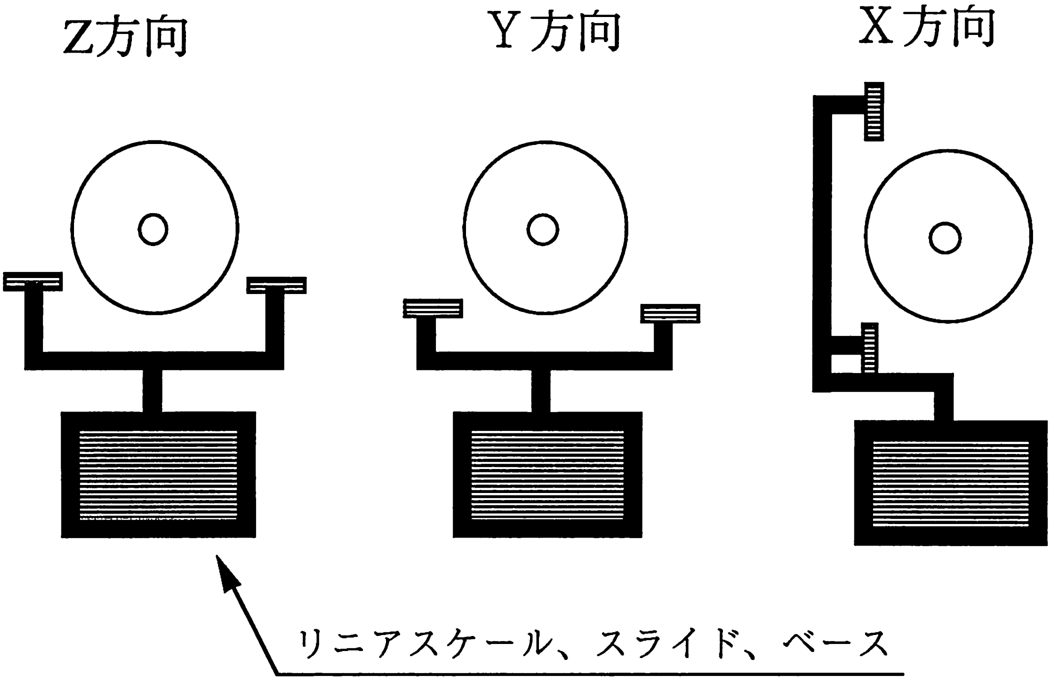
±10 µm

方法 レーザー測定セットを３セット使う。

Ｚ方向 リニアスケールの読みを使う

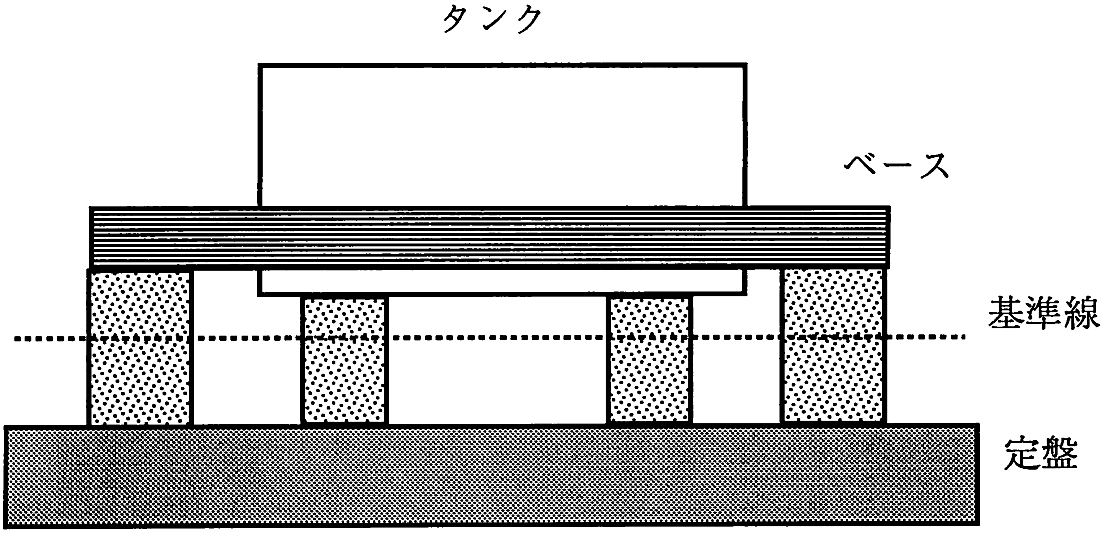
Ｘ、Ｙ方向 測定出力のアナログ値を換算する。測定範囲は±0.5 mm。

測定配置



レーザーは３セットとも１台のスライドに乗せる。

全体配置



タンク脚の基準位置を使って整列させる（ターゲット使用）

ベースは長めに作る（タンクへ入れる作業）

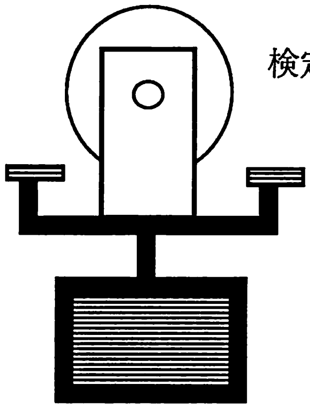
スライドはベースの上の可動テーブルの事。

初期位置の検定

＊測定台の中心軸決め

タンク両側に設定したターゲットを用いる（タンク両側夫々１個、中心軸上）

ビーム軸上のターゲット位置は、タンクの脚基準から設定する。



ターゲットを取付けた検定ブロックをスライドに乗せ、タンク両側のターゲットとそろえる。タンクの両側で行ない（移動させて）、軸と高さを決める。

（スライド＋ベース）は平面度が必要である（再現性確保）。

スライドの水平は水準器にて行なう。

＊Ｙ方向レーザーユニットの設置

レーザーユニット設定位置はＤＴ下面付近（厳密でなくてもよい）とする。

対向ユニットの位置決め（水平、軸との直角度、高さ）は機械精度を利用するのが再現性の点からよい。出力の最大から決めるのはやめる。但し、前もって、機械精度の位置と、出力最大の位置との関係をチェックしておく必要あり。従って、別の保持台に正しくセットして、保持台ごとスライドに固定するのが良い。

＊検定ブロック

スライドに精確に固定（Ｘ方向、Ｚ方向）の要あり。

ターゲットを保持できる事。

スライド底面からターゲット中心までの距離　Ｈ１

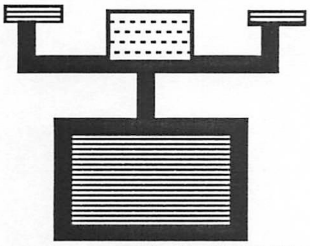
レーザー透過用の切り込みが必要、その高さＨ２は

Ｈ２＝Ｈ１－ＤＴ半径　とする。

この配置でレーザー出力がほぼ中心値になっているようにする。

＊Ｙ方向（ステム方向）レーザーの較正

基準ブロック



基準ブロックを複数個用意して、スライドにおいて、高さと電圧の較正をおこなう。50 µm ステップのブロック。

＊Ｘ方向レーザーユニット

90 度回転する。ほかの考え方はＹ方向と同じ。

できれば、ポスト装着後の隙間の範囲で出来る事が望ましい。

＊Ｚ方向レーザーユニット

測定高さはＤＴ下面から 2 cm 程度上が良い。但しポストの邪魔にならないこと。

Ｚ方向絶対基準位置を決めるためのブロックを用意する。

長さ方向にＤＴを半割とした形状のブロックを作って（ＤＴの曲面の効果を較正する為）、スライドに乗せて、ＤＴ端面位置とレーザー出力を較正する。

問題点

外周基準と内周基準の変換。ベースのたわみと空間の狭さ。

パルス駆動による自動測定。連結タンクの測定。

測定範囲を広げる必要がある時は、Ｚ方向に設定位置をずらして、複数個のレーザーユニットを使用する。

使用ユニットの具体例

レーザー　　キーエンス　LX2－100　３セット

リニアスケール

ＬＭガイド

ベース

ＤＴとＤＴＬの整列案　　　911007　　加藤隆夫

ＤＴ脚の基準位置からビーム軸の中心を決める基準ブロックが必要。このブロックに光学用ターゲットを取付ける。これが安全策。

ＤＴの基準を内周に固執するかしないか？

ＤＴの整列

1）定盤上にて、ダイアルゲージ利用
　　　　x、zは難しい

2）ダイアルゲージとリニアスケールを組み合わせる。

3）光学アラインメント
　　　　普通の方法、z方向は出来ない。

4）３次元測定機利用
　　　　現在設備に難あり
　　　　今年度購入予定の新鋭機種あり

5）レーザー測定
　　　　コストの要あり、発展性あり

6）Ｑ磁場分布利用
　　　　テスト段階、望みなきにあらず
　　　　z方向は出来ない。

7）z方向はスケールを使う。しかしビーム軸を使うのはアクセスが難しい。

ＤＴＬの整列

1）レーザー測定装置（ＰＦ所有）

2）光学アラインメント

3）Ｑ磁場分布利用

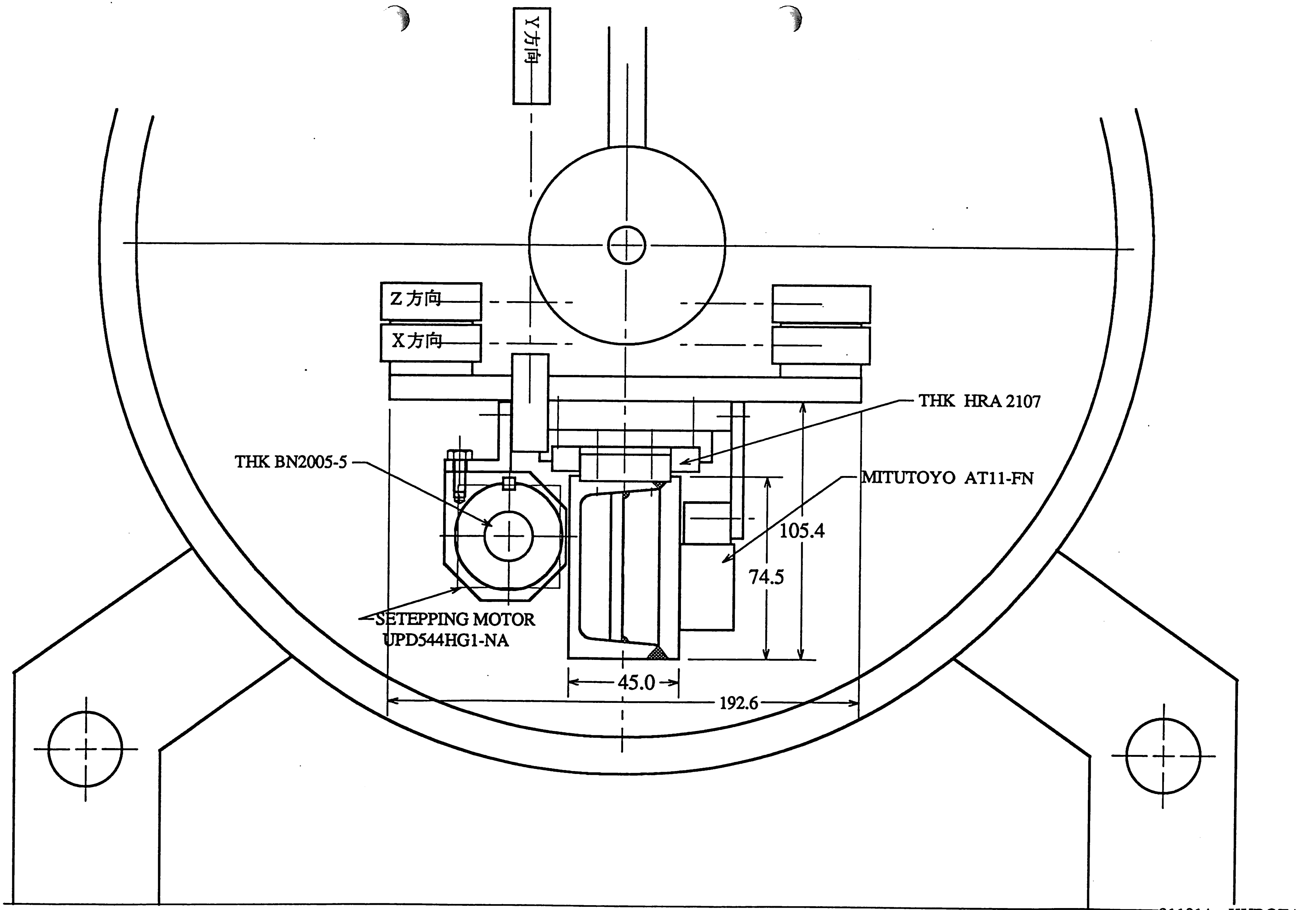
位置整列の為に用意するもの

レーザー測定装置（ＰＦ所有）
　　　　ＤＴＬ脚利用の整列用

ターゲット（テーラーホブソン）
　　用途　ユニットタンクの中心軸決定用
　　　　　レーザー測定装置初期設定用
　　　　　４極磁石画像利用アラインメントの基準

ターゲット（ＤＴビーム穴用）
　　用途　ＤＴの整列用
　　　　　タンクの整列用

定盤　　　ユニットタンクのＤＴ整列



911014 KUBOTA

レーザーによるＤＴＬ寸法測定の為の予備調査

910829 加藤隆夫

結論　有望である。精度は 5 μm を達成できる。
光沢銅の反射の効果は未定。

使用レーザー　レーザー　キーエンス LX2 - 100
精度　5 μm

試験　長さ　17.001 mm のQ 磁石片をQ-magnet 測定用のテーブルを使って測定した。
試験方法　図 1 に示す。

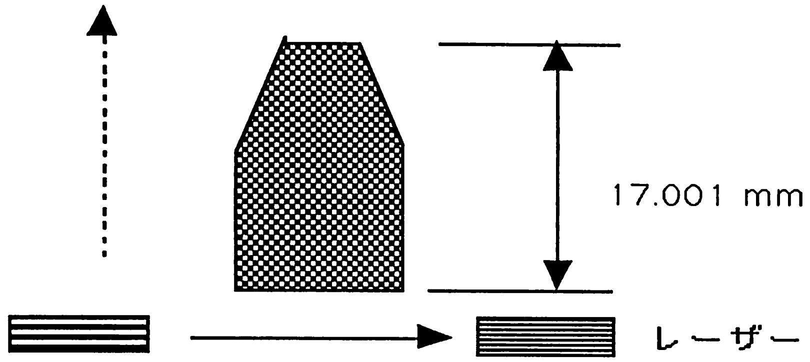


図 1　レーザーと磁石片の位置関係

測定データを図 2 に示す。電圧0.5 V 毎に位置を測定した。

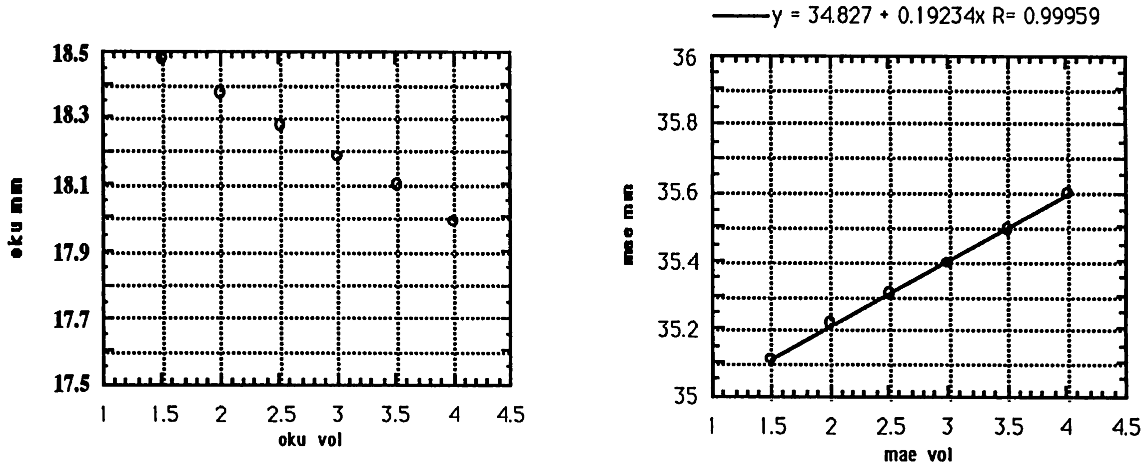


図 2　測定位置と測定電圧の関係

この図より、電圧の短時間測定精度を 0.005 V とすれば、対応する長さの精度は 1μm となる。繰り返し測定の結果では、短期間精度は ±0.005 V 以内に入っており（図３）、又、一日後のドリフトは 0.04 V なので（2.927 V ---> 2.887 V)、対応する位置精度は 8 μm となる。

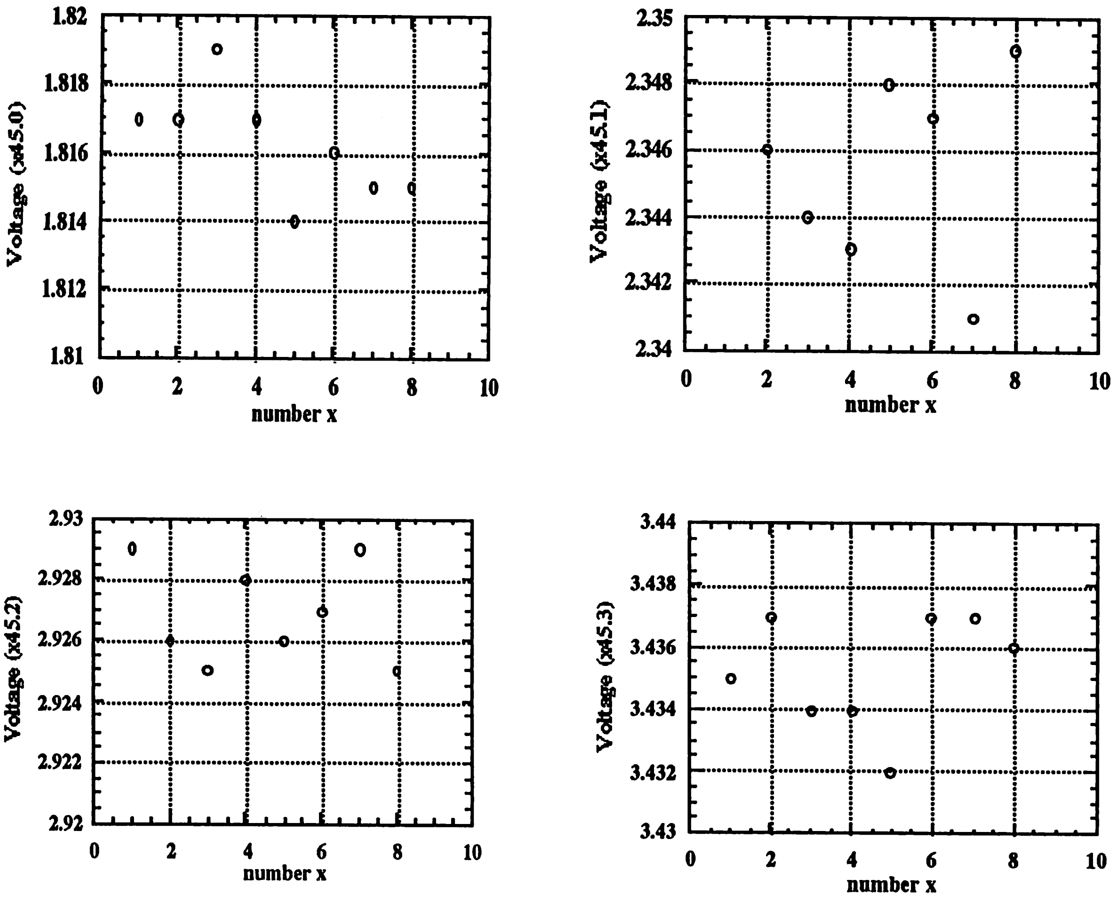


図３　異なる４箇所の電圧測定時の繰り返し精度

電圧が同じという事は　＝　測定される透過光量が等しい事、を意味している。そこで、図２の左図と右図において同じ電圧に対応する長さを差し引きすると、光量が同じ時の（磁石片の下と上の測定条件を同じにした事になる）長さが得られる。即ち、ある電圧の時の、レーザーのビーム幅に起因するオフセットを繰り込んだ形の長さがわかる。結果を図４に示す。この図より、長さ 17.001 mm を正しく測る為には、電圧 2.442 V が得られる位置を測定すれば良い事がわかる。

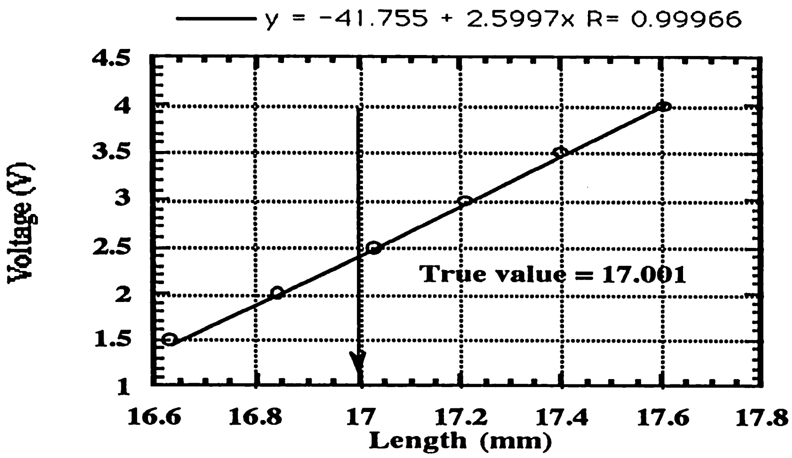


図４　測定電圧と測定長さの関係