

ダイナミックモードのレバーチューン

●はじめに

ダイナミックモードでは、測定に適した周波数（動作周波数）を決め、その周波数位置での振幅の変化をモニターすることで画像を得ます。

レバーチューンでは、この動作周波数とオペレーティングポイントの設定を次のような流れで行います。**動作周波数を共振周波数付近に合わせる**



観察に適したオペレーティングポイントを設定する

・ **動作周波数を共振周波数付近に合わせる**

カンチレバーはそれぞれ固有の振動数（共振周波数）を持っています。レバーチューンで表示されるピークトップがそれに相当します。一般に、このピークトップから少しずらした周波数（傾きが急なところ）を動作周波数に設定します。

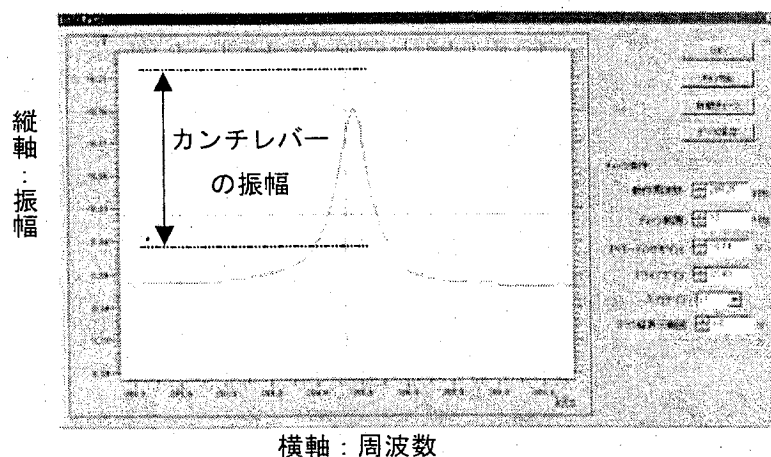
・ **オペレーティングポイントを設定する**

オペレーティングポイントとは、カンチレバーで表面をたたく強さの度合いです。観察が安定して行えるよう、オペレーティングポイントを最適値に設定します。

その手順を次に説明していきます。

・ この基本の設定で使用しているカンチレバーは、ダイナミックモード用推奨品であるナノワールド社製 NCHR です。

・ レバーチューンダイアログに表示されるグラフの縦軸はカンチレバーの振幅に比例した値を示し、横軸はカンチレバーを振動させる周波数を示しています。

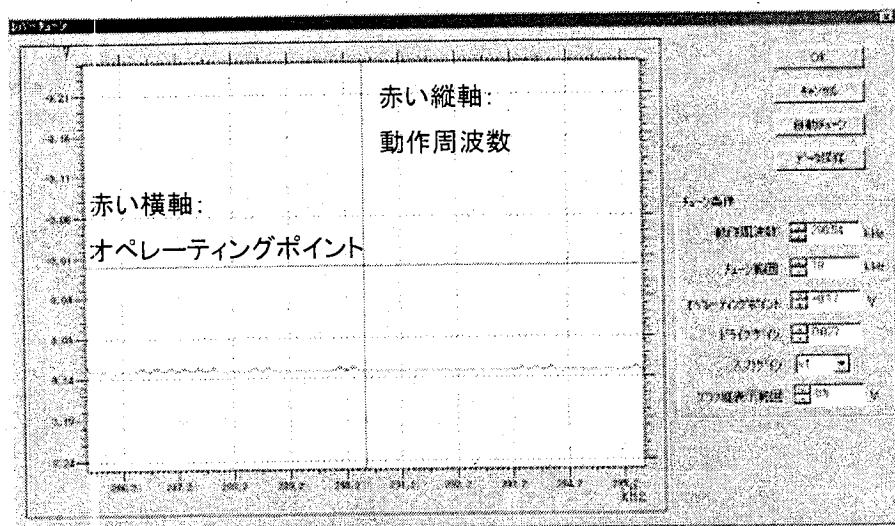


●レバーチューン

■ 1. 自動チューン

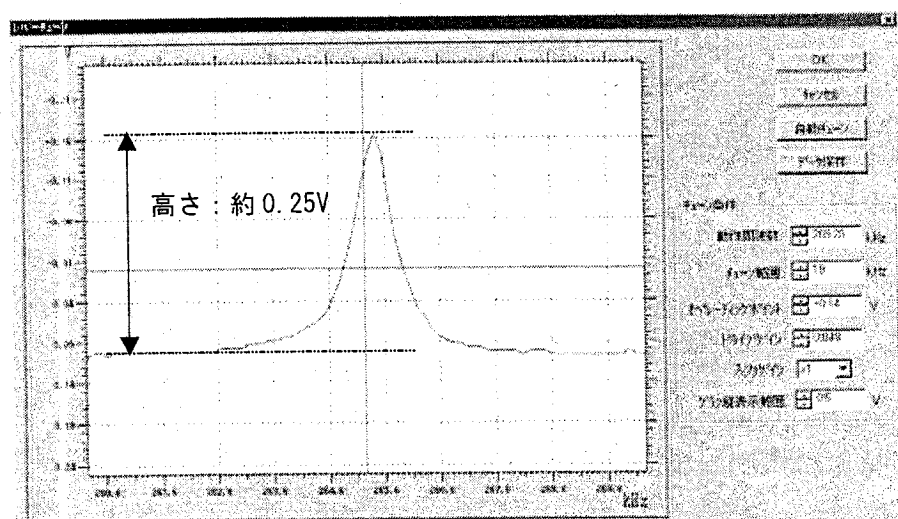
- ① 光軸の調整をした後、**設定** の **レバーチューン** を選択すると、下記のようなレバーチューンダイアログが表示されます。

前回のチューン条件が保存されているので、カンチレバーを交換した場合などは、その条件ではピークが表示されない場合があります。



- ② 自動チューンを押すと、自動的に周波数 300kHz 付近をスイープしてピークを探し、動作周波数とオペレーティングポイントを自動的に設定します。(ピークが現れない場合、光軸調整が正確に設定できていないか、カンチレバーが上手く振動していない可能性がありますので、もう一度それぞれを確認して下さい。)

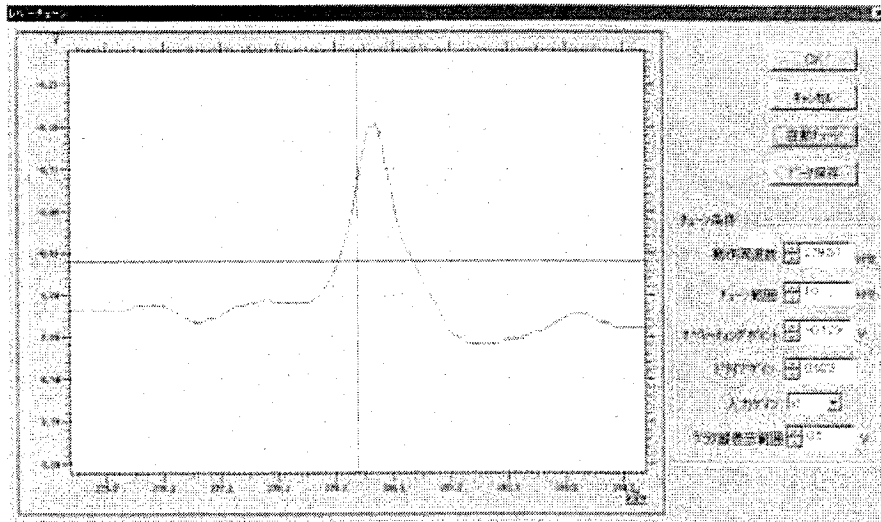
自動チューンの設定で観察できますが、より観察に適した条件にするため、動作周波数とオペレーティングポイントを調整します。



③ 動作周波数の調整

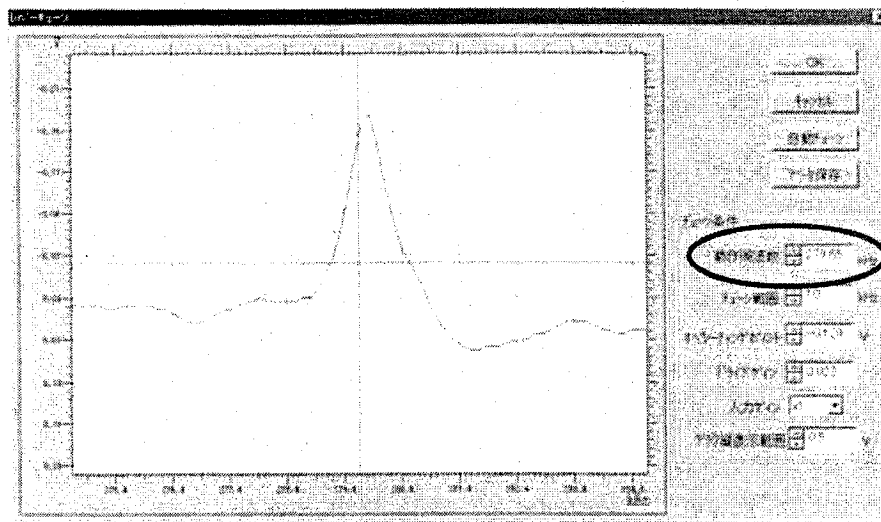
自動チューンで設定された動作周波数が、最適ではない場合に手で調整します。

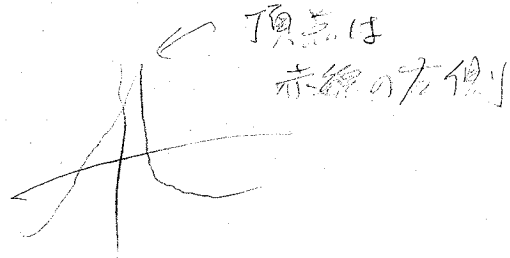
下図は、自動チューンで動作周波数が最適値よりも低く設定された場合です。



赤い縦軸とピークの交点が、ピークの左斜面でピークトップに近く、かつ、傾きが急峻なところになるよう、動作周波数の値を変えてピークを移動させます。

(下図の場合、ピーク全体が左へ移動し、交点がピークトップにより近くなりました。動作周波数の値は0.05kHz 刻み程度で入力し、ピークの移動の様子を見ながら調整して下さい。)



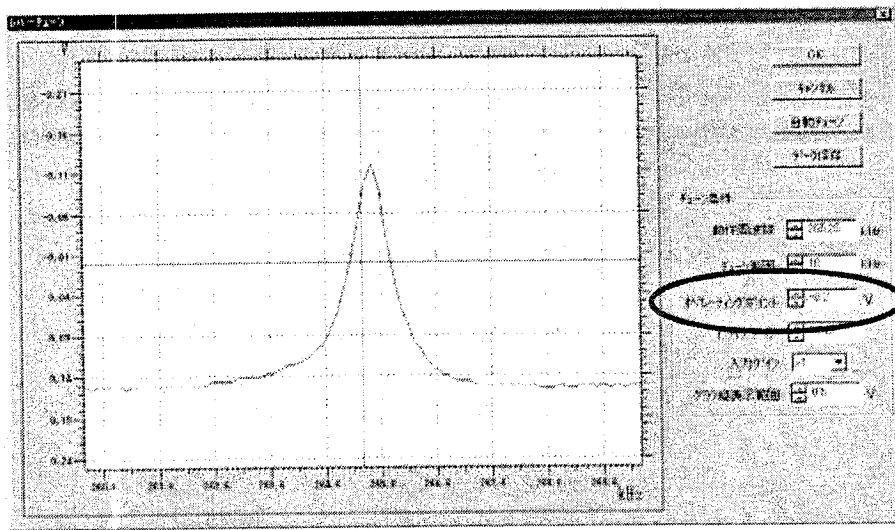


④ オペレーティングポイントの調整

オペレーティングポイントをピーク高さの約半分の位置に調整します。

オペレーティングポイントの値を(－)の方向に大きくすると、ピークは下に移動します。

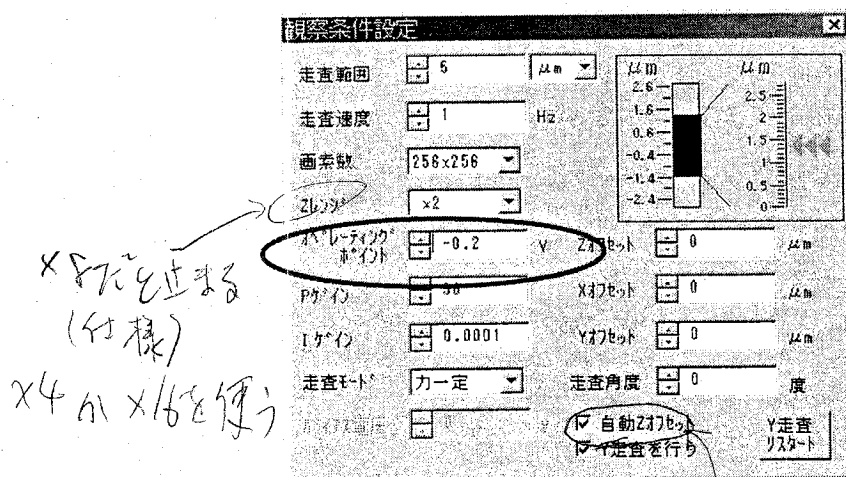
調整が終わると下図の様になります。OK をクリックし、ダイアログを閉じて下さい。

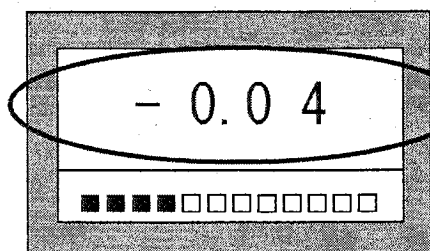


⑤ 最終的なオペレーティングポイントの調整

レバーチューンのダイアログを閉じた後、装置本体の表示パネルを確認して下さい。

パネルの数字が、 $-0.03 \sim -0.06$ の値を示すように、「観察条件設定ダイアログ」のオペレーティングポイントの値を設定してください。▼(下三角)をクリックすると、パネルの値は小さくなります。





表示パネルの数字が、
-0.03~-0.06 になるように調整しま
す。

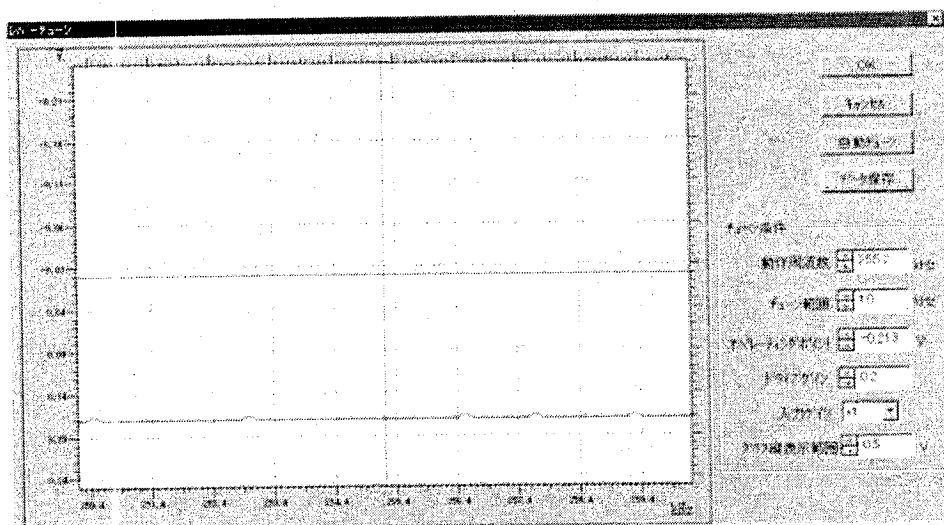
以上でレバーチューンの設定は終了です。
続いて観察を行います。

■ 2. 手動によるレバーチューン

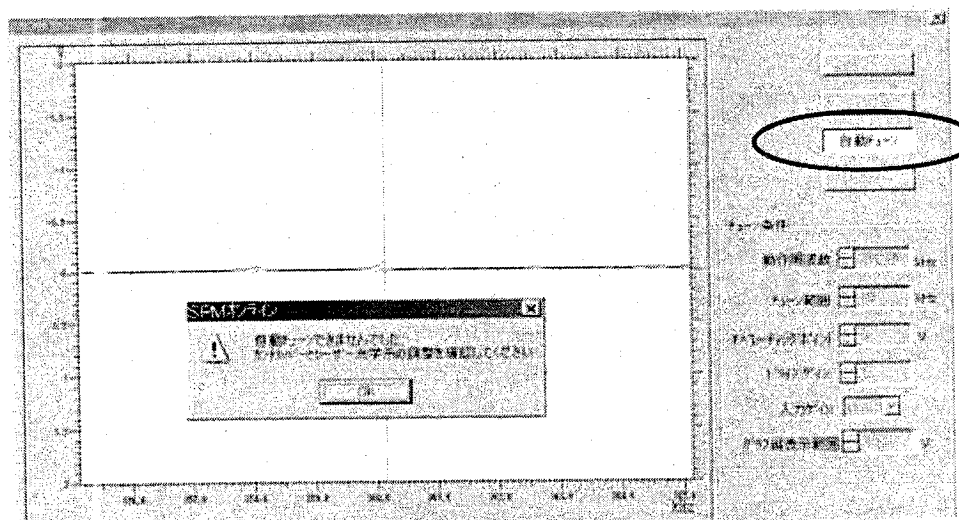
「■ 1. 自動チューン」の「②」、での自動チューンができない場合、手動でピークを探す必要があります。(例：共振周波数が 300kHz よりも低いカンチレバーを使っている。装置のバージョンが J2 以前で、ソフトに自動チューン機能がついてない。など)

下記の説明で用いたカンチレバーは、通常よりも共振周波数が低い 60~100kHz のものです。

- ① 光軸の調整をした後、**設定**の**レバーチューン**を選択し、ダイアログを表示させます。



- ② 仮に、ここで自動チューンをクリックすると、共振周波数 300 kHz 付近を自動的にスイープし、ピークを探し始めます。しかし、このカンチレバーの共振周波数は 60~100kHz で、300kHz 付近にはピークが無いいため、探すことが出来ず、下記のようなメッセージが表示されます。

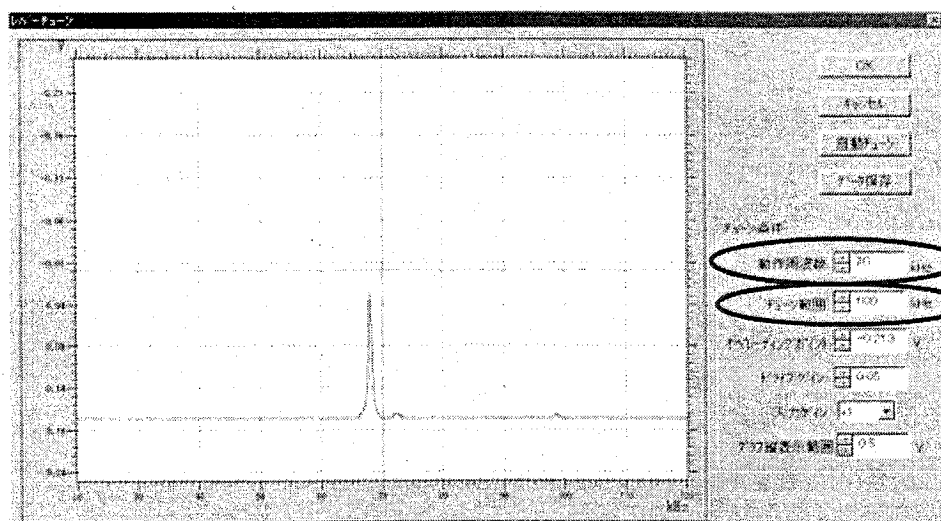


③ 以下、手動で設定する方法を説明します。

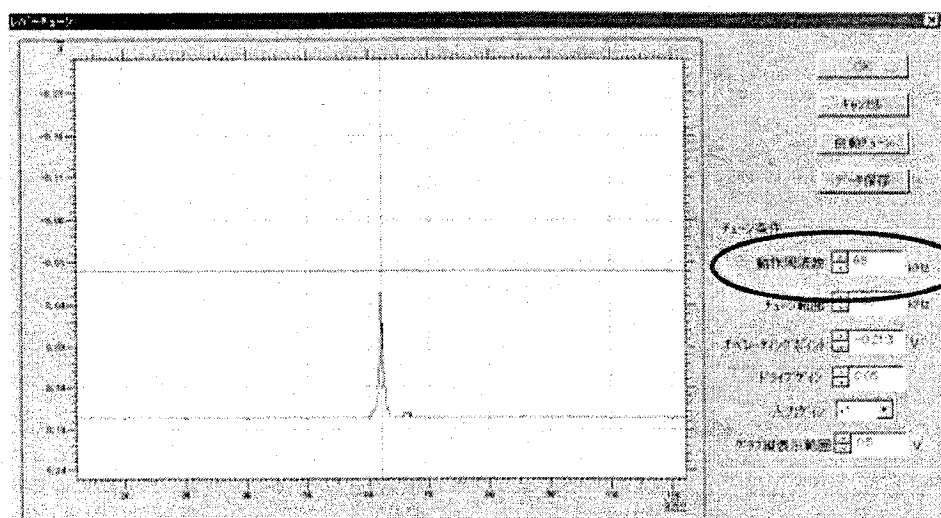
まず、使用するカンチレバーの共振周波数の代表値を、動作周波数の値に入れます。
(この場合、共振周波数が 60-100 kHz のカンチレバーを使用しているため 70kHz を入れています。)

チューン範囲を 100 kHz にしてピークを探します。

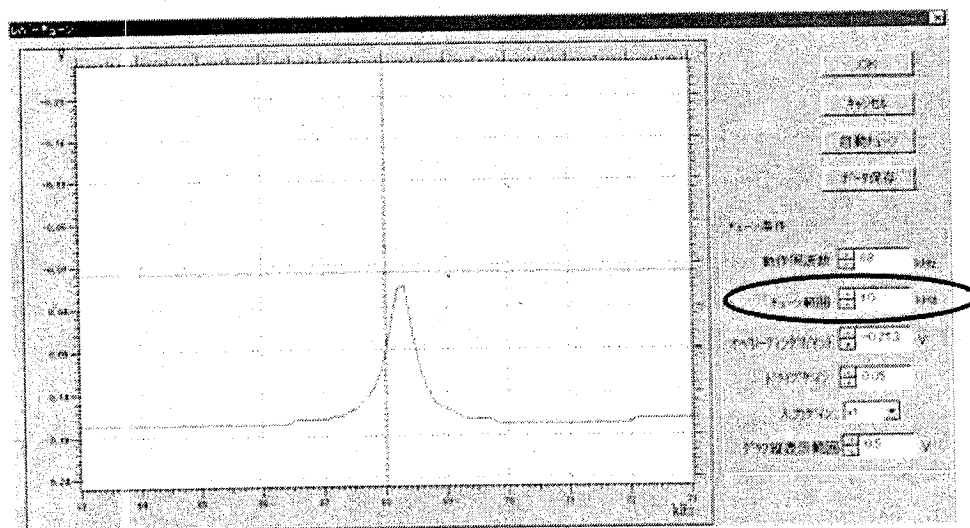
ピークが出ない場合、ドライブゲインの値を大きくします (最大 1)。それでもピークが出ない場合には、カンチレバーが上手く振動していない可能性がありますので、カンチレバーのセットからやり直して下さい。



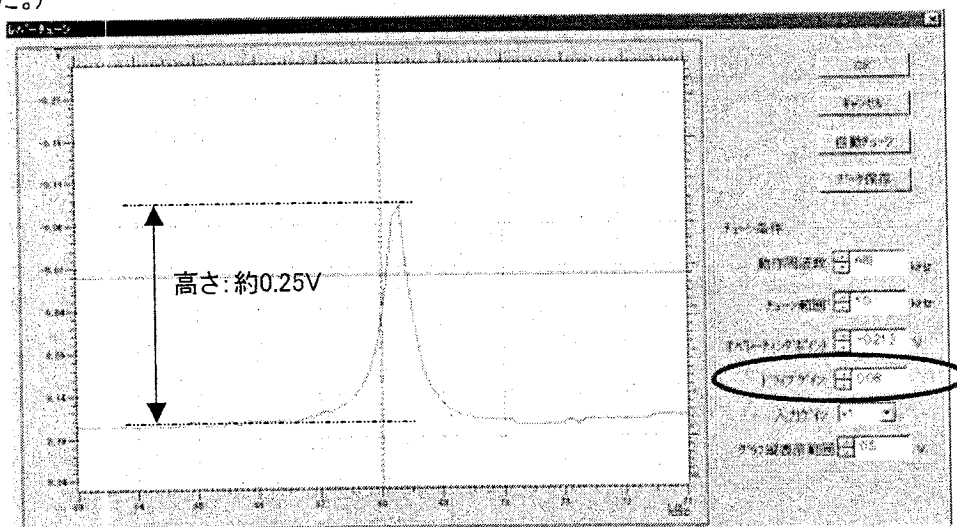
④ ピークが確認できたら、動作周波数の値を変え、ピークを縦の赤軸に近づけます。



- ⑤ チューン範囲を 10kHz に狭め、ピークを大きく表示させます。



- ⑥ ドライブゲインの値を変え、ピークの高さを設定します。(この場合、ドライブゲインの値を大きくして、ピークの高さを通常の観察に使用する程度の約 0.25V に設定しました。)

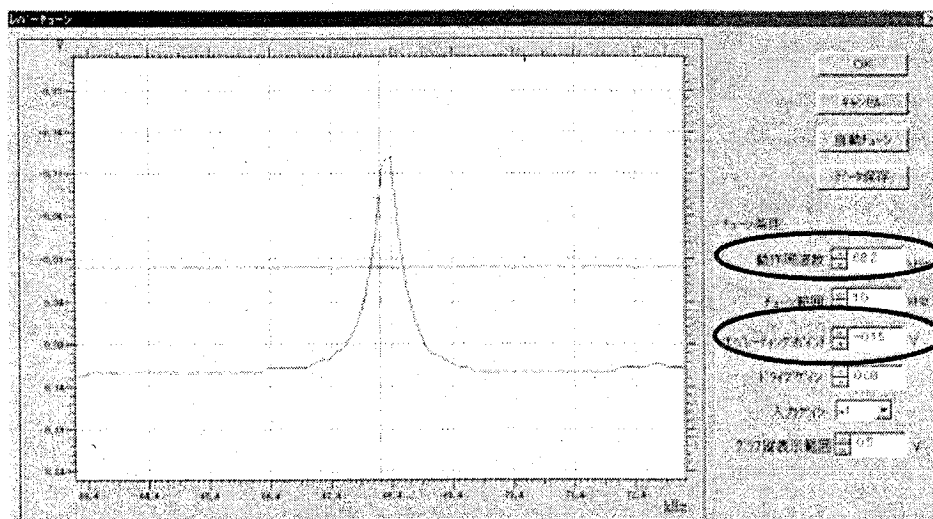


- ⑦ 動作周波数、オペレーティングポイントを、通常の観察と同様に設定します。

動作周波数は、共振ピークの左斜面で傾きが急峻な部分に設定します。

オペレーティングポイントは、ピーク高さの約半分の位置に調整します。

調整が終わると下図の様になります。OK をクリックし、ダイアログを閉じて下さい。

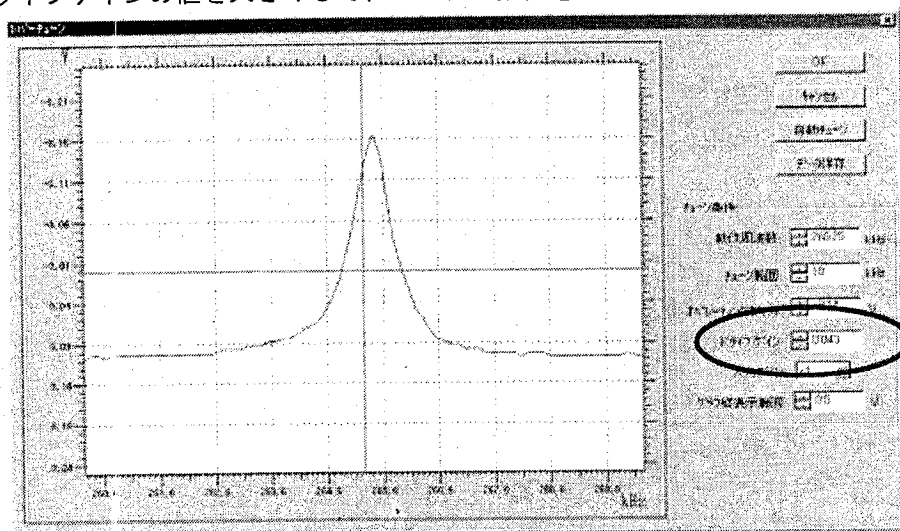


最終的なオペレーティングポイントの調整を行い、観察へ進んでください。

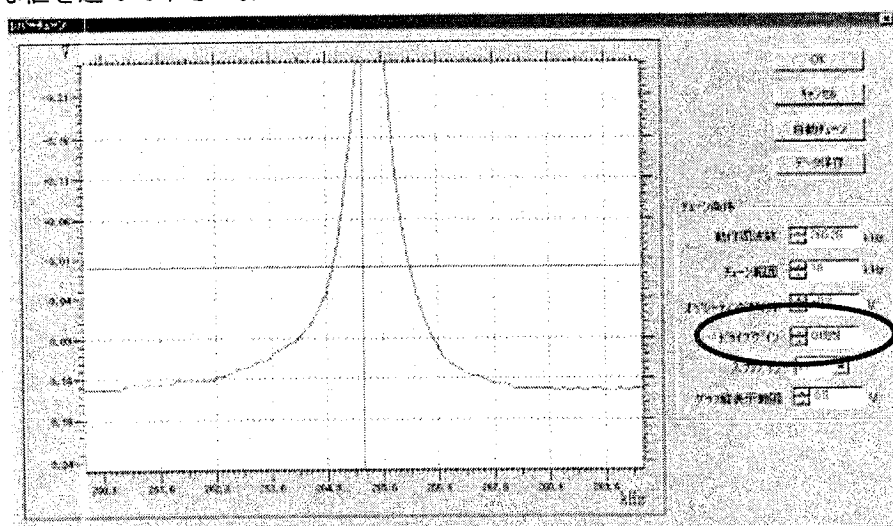
■ 3. パラメータの変更

- ・カンチレバーの振幅を大きくする。
→静電気を帯びやすい試料（ガラス、ポリマーなど）を観察する際に、静電気の影響を受けて上手く観察できない場合。
 - ・カンチレバーの振幅を小さくする。→表面が固い試料（ITO 膜、DLC 膜など）を観察する際に、カンチレバーの磨耗を防ぐため。
- 以下では、振幅を大きく設定する方法を説明します。

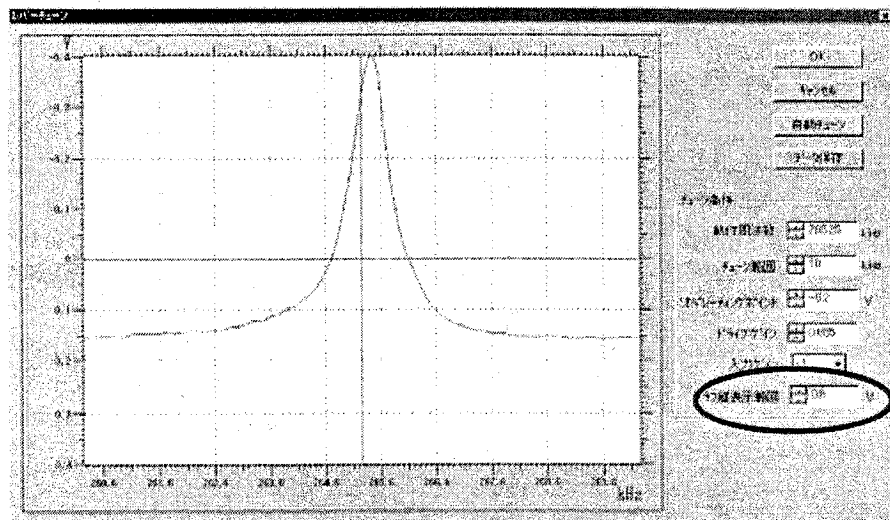
- ① ドライブゲインの値を大きくして、ピークの振幅を大きくします。



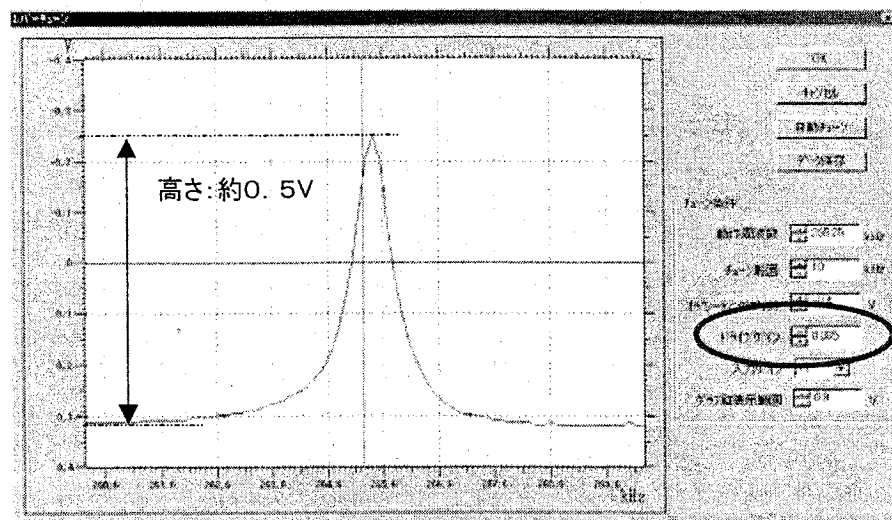
- ② ドライブゲインの値を大きくして振幅を大きくすると、下図のようになります。（この場合は約2倍の0.085を入力しています。大きくする割合は試料によって異なるため、最適な値を選んで下さい。）



- ③ グラフの縦表示範囲の値を大きくすれば、ピーク全体が表示されます。
(この場合は 0.5V→0.8V へ)

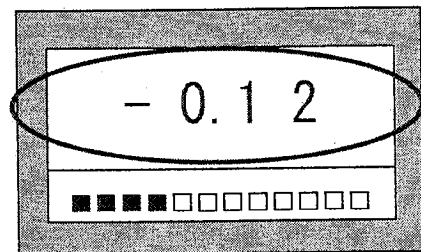
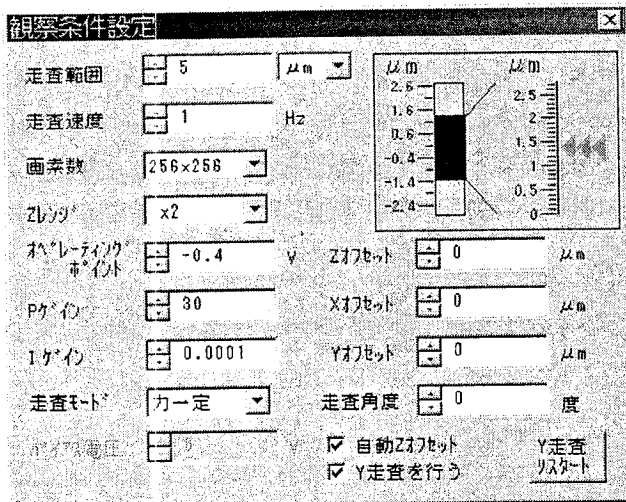


- ④ 動作周波数、オペレーティングポイントの設定の方法は■1. 基本の設定と同じです。
オペレーティングポイントを (-) に大きくして、ピークの半分の高さに設定します。
微調整は次の項目で行いますので、ここでは、一旦、ピークの半分の高さで設定して
ダイアログを閉じて下さい。

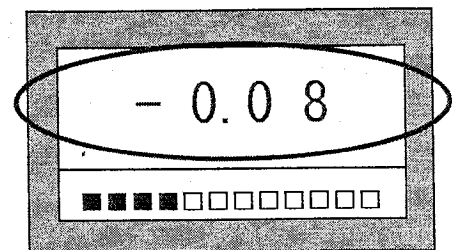
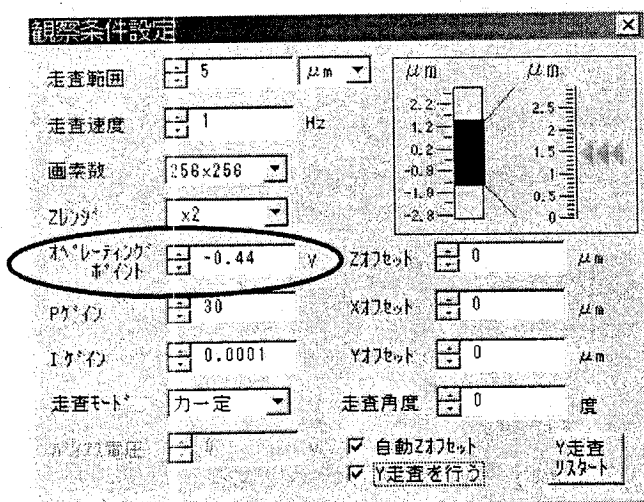


⑤ オペレーティングポイントの調整。

レバーチューンのダイアログを閉じたのち、装置本体の表示パネルを確認して下さい。
振幅が大きくなっているため、表示パネルの値も通常の観察の設定よりも大きくなります。



- ⑥ パネルの数字が、-0.03~-0.10の値を示すように、「観察条件設定ダイアログ」のオペレーティングポイントの値を設定してください。オペレーティングポイントの▼(下三角)をクリックすると、パネルの値は小さくなります。(注意：オペレーティングポイントは試料によって最適値が異なります。)



以上で設定は終わりです。続いて観察に進みます。

縦軸のセンターライン（赤い縦軸）が動作周波数を、横軸のセンターライン（赤い横軸）がオペレーティングポイントを表しています。

- ・ 動作周波数：カンチレバーを加振させる周波数。
- ・ チューン範囲：グラフ横軸の範囲（スイープさせる周波数の範囲）。
- ・ オペレーティングポイント：試料にカンチレバーを押し付ける度合い。
- ・ ドライブゲイン：カンチレバーの振幅の大きさを指定する値。相対値。
- ・ 入力ゲイン：RMS 信号の拡大率。通常 $\times 1$ で使用。
- ・ グラフ縦表示範囲：ピークを表示するグラフの縦軸の範囲。変位検出系の出力。

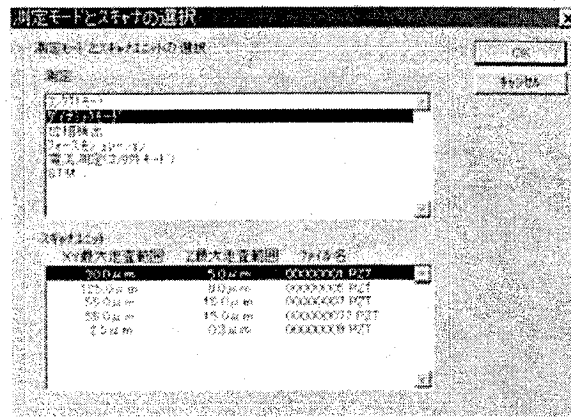
ダイナミックモード光軸調整

ダイナミックモードの光軸調整も基本はコンタクトモードと同じです。

コンタクトモードと異なる点は、オペレーティングポイントの値が異なること、カンチレバーの変位の検出信号としてRMS 値（実効値）が用いられていることです。

●測定モードの選択

オンラインアプリケーションのメニュー「設定」の「モードとスキャナの選択」を選択すると、測定モードとスキャナ選択ダイアログが表示されます。このダイアログで「ダイナミックモード」を選択し、OK ボタンをクリックします。



●光軸調整

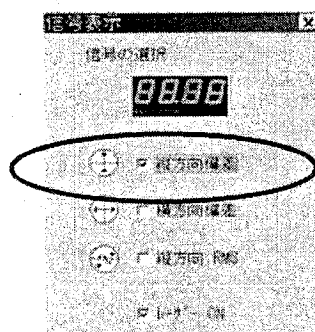
コンタクトモードと同じように、光軸の調整を行います。

- ・ レーザ光をカンチレバーの正しい位置に当てる。 →レーザ調節つまみ（右側のつまみ）
- ・ カンチレバーから反射したレーザ光が、検出器の正しい位置に入るように設定する。
→検出器調整つまみ（左側のつまみ）

■1. パネル表示

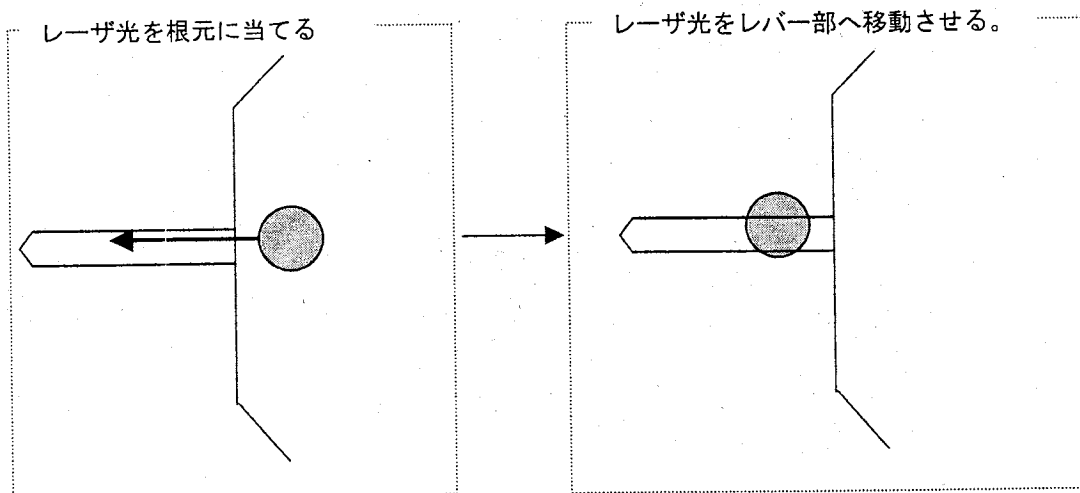
メニュー「設定」の「パネル表示」を選択し、信号表示ダイアログを表示させます。

「縦方向偏差」を選択します。以降の調整に使用するため、このダイアログは表示させておきます。



■ 2. 粗調整 —レーザー光をカンチレバーの正しい位置に当てる—

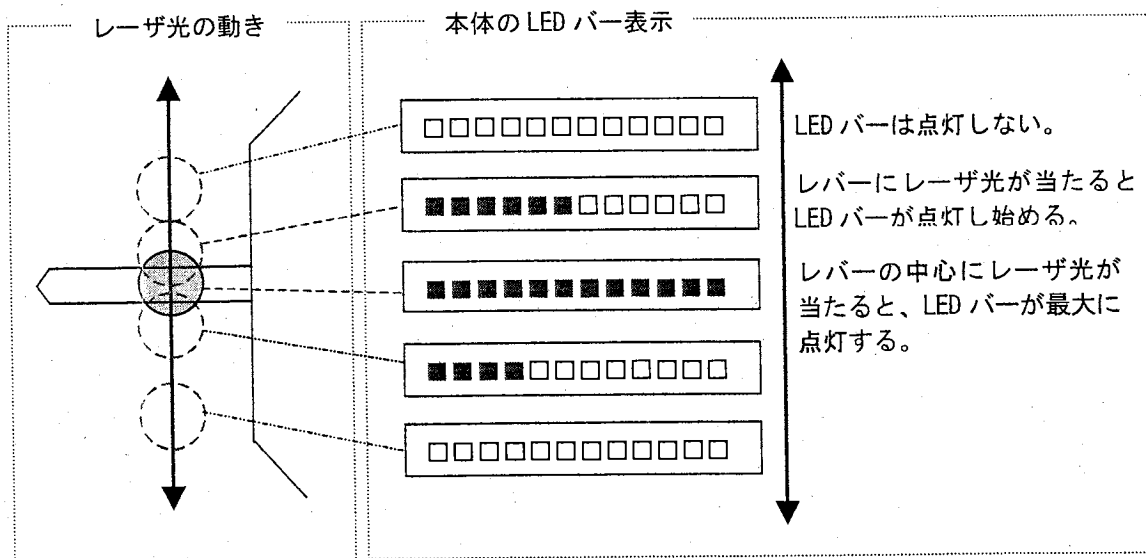
顕微鏡を見ながら、レーザー光をカンチレバーの根元付近に当てて位置を確認し、レバー部へ動かします。（次の項目で微調整しますので、ここでは大体の位置でOKです。）



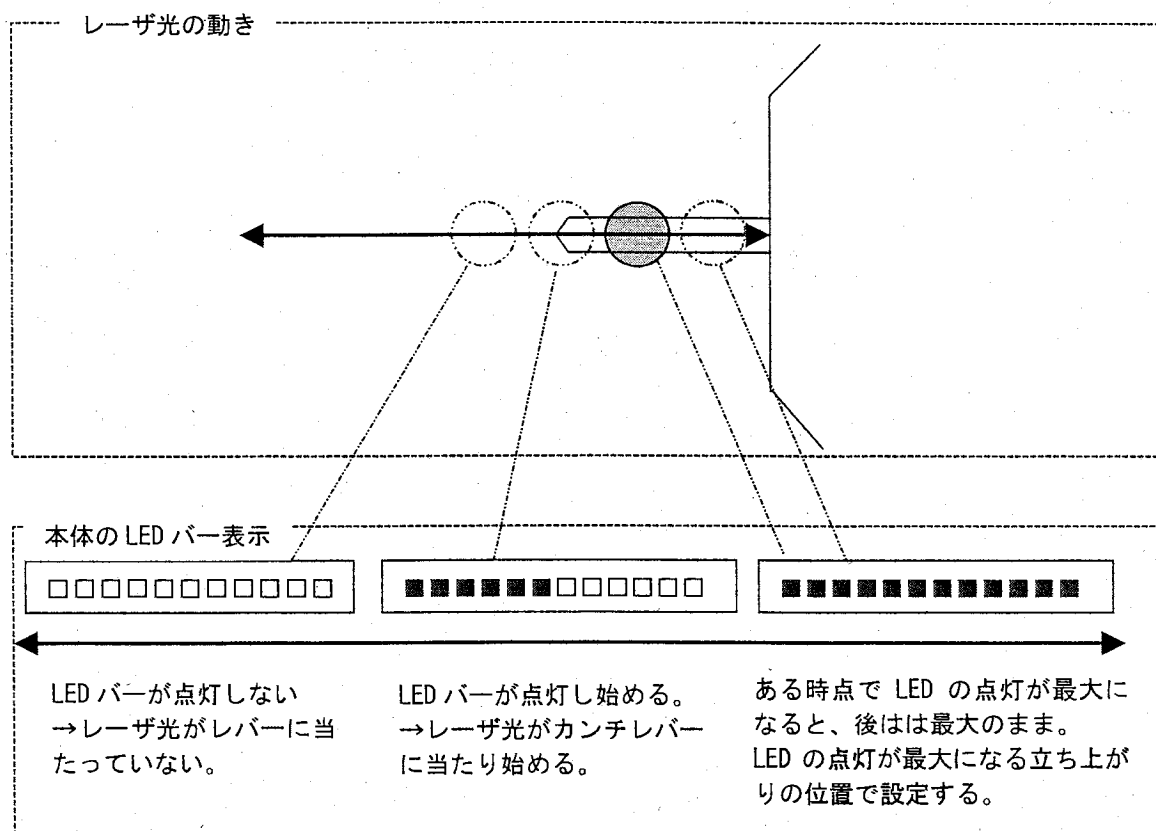
■ 3. 微調整 —レーザー光をカンチレバーの正しい位置に当てる—

レーザー光をレバー部に移動させたら、装置本体のLEDバーを見ながら、位置を微調整します。

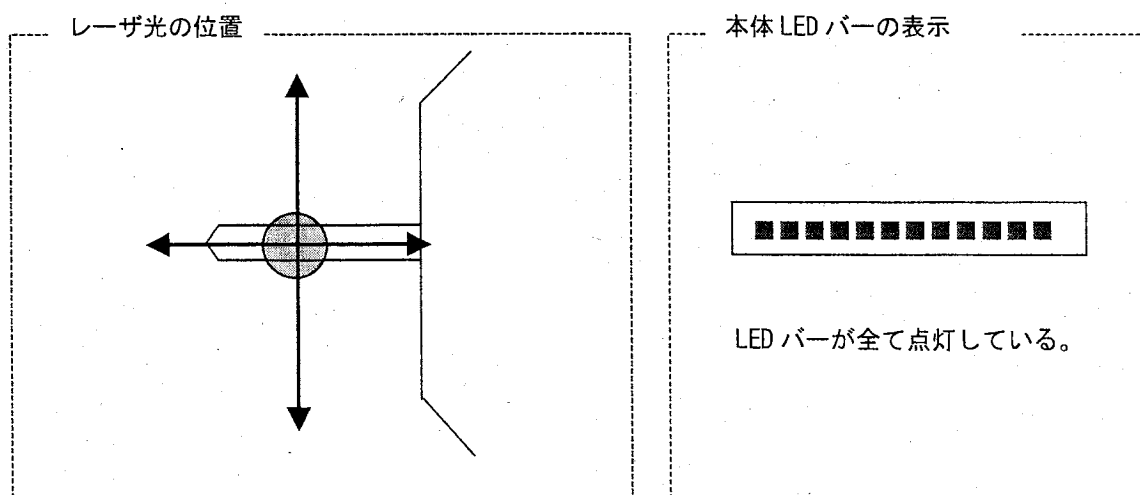
①まず、右手前のレーザー調整つまみでレーザー光を垂直方向に動かし、本体のLEDバーの点灯が最大になる位置にレーザー光を合わせます。



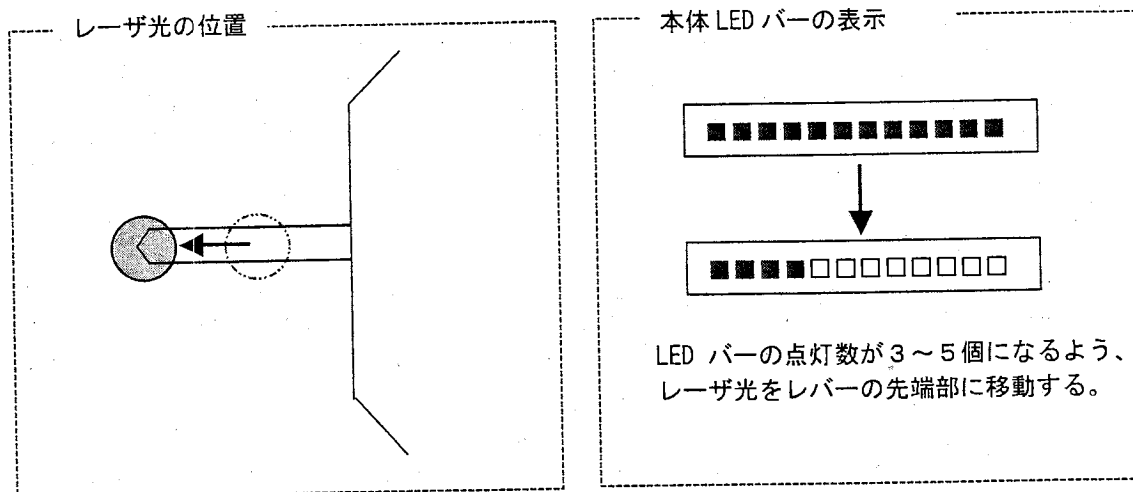
- ②続いて、右奥のレーザ調整つまみで、レーザ光を水平方向に動かし、LEDバーの点灯が最大になる位置に、レーザ光を合わせます。



- ③ 以上の①と②の設定をすることで、縦・横方向の正しい位置にレーザ光が当たります。ここまでの設定は、基本のコンタクトモードと変わりません。



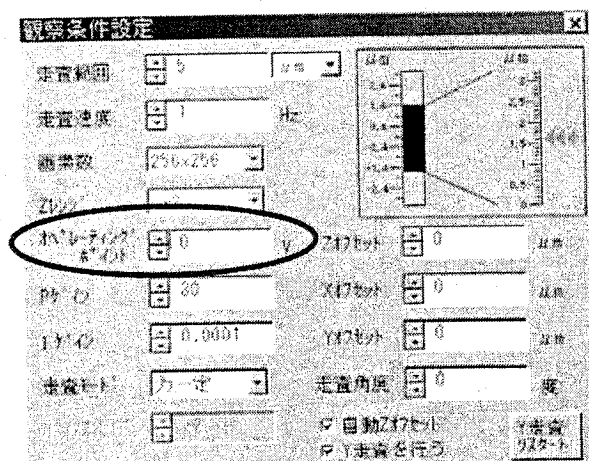
- ④ ③の調整の後、ダイナミックモードでは、本体の信号表示パネルのLEDバーの点灯数が3～5個になるように設定します。これは、信号をより感度良く検出するために行います。LEDバーの点灯数が3～5個になるように、右奥のレーザ調整つまみで カンチレバーの先端へレーザ光を移動させます。



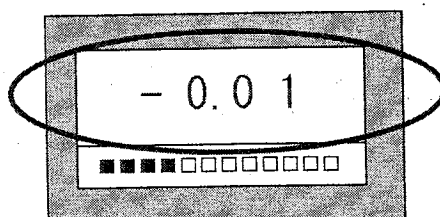
■ 4. 検出器の位置調整

次に、レバーから反射した光が検出器の正しい位置に入るよう、装置本体パネルの数字を見ながら、ヘッド部左の検出器調整つまみを使って調整します。

- ①まず、観察条件設定ダイアログのオペレーティングポイントを0に設定します。

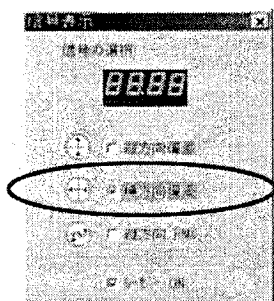


左奥の検出器調節つまみを回し、本体パネルの値を同じく0程度にします。
(パネル表示値の小数点以下第2位は無視して構いません)。

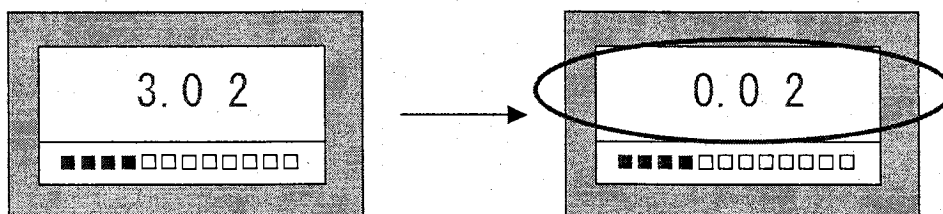


- ②信号表示ダイアログで「横方向偏差」を選択し、左手前の検出器位置調節ツマミで、本体の信号表示パネルが0付近になるように調整します。

横方向偏差を選択すると、カチッという音が生じて、本体の信号表示パネルの数字が変わります。

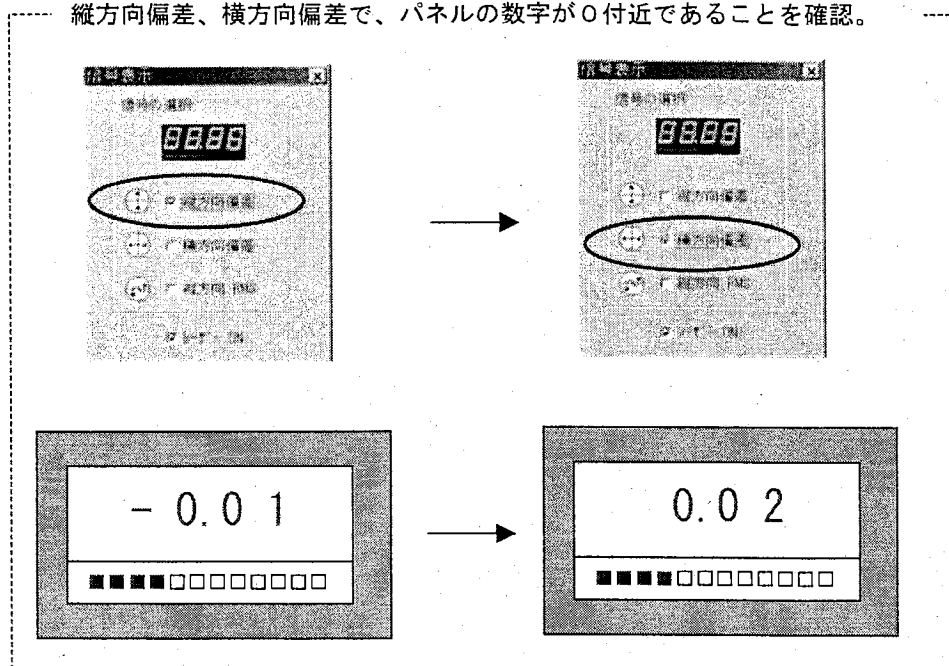


ツマミを回して、パネル表示の数字が0に近くなるように設定します。

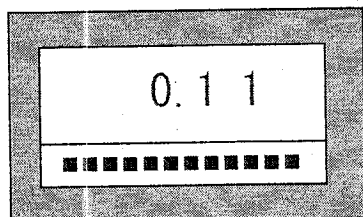
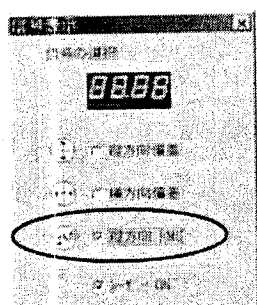


- ③ 本体の信号表示パネルの値が、縦方向偏差・横方向偏差で0付近に調整できていることを確認後、「縦方向RMS」を選択し、信号表示ダイアログを閉じます。

縦方向偏差、横方向偏差で、パネルの数字が0付近であることを確認。



縦方向 RMS を選択。信号表示ダイアログを閉じます。



縦方向 RMS を選択すると、
パネルの数字が変わり、LED バーも
全点灯します。
これで光軸調整は終了です。
その状態で信号表示ダイアログを閉じ
て下さい。

以上で、ダイナミックモードの光軸調整は終わりです。
続いて、レバーチューンの設定を行います。