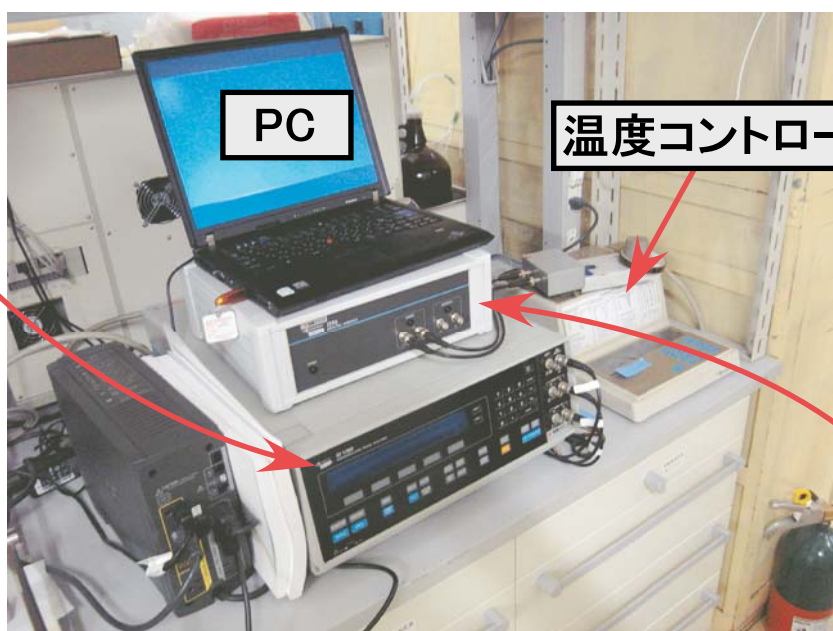


誘電率測定マニュアル

周波数アナライザ(FRA) 1260型

ソーラトロン社の1260型は、 $10\mu\text{Hz}$ ～ 32MHz の周波数レンジにわたって、インピーダンス、ゲイン、位相、グループ・ディレイを1台で分析できるインピーダンスアナライザ(インピーダンス測定器)です。



誘電率測定用インターフェース 1296型

ソーラトロン社製1296型誘電率測定インターフェースは、1260型インピーダンスアナライザや各種周波数応答アナライザと併用して半導体、液晶、誘電材料、などの誘電率、 $\tan\delta$ 等を超低周波から高周波まで高精度に測定し、誘電特性を評価するためのインターフェースです。

通常、インピーダンスアナライザ単体では、計測不可能な $|Z| > 100\text{M}\Omega$ の高抵抗サンプルや $\tan\delta < 10^{-2}$ のような低誘電損失のサンプルでも測定が可能になります。また、温度コントローラをサポートしており温度を可変しての自動測定も可能となります。

1) 測定の準備

パソコンを立ち上げる。

Solartron 1296の電源を入れる。

Solartron SI 1260の電源を入れる。

メラーの電源を入れ、サンプルをセットする。

メラーの測定温度をセットする。

メラー操作例)

"0"→"run"→"140.0"→"stert temp."→"-5.0"→"rate"→"120.0"→"result"→"run"

機械を安定させるために、30～40分間放置。

2) 測定条件の設定及び測定

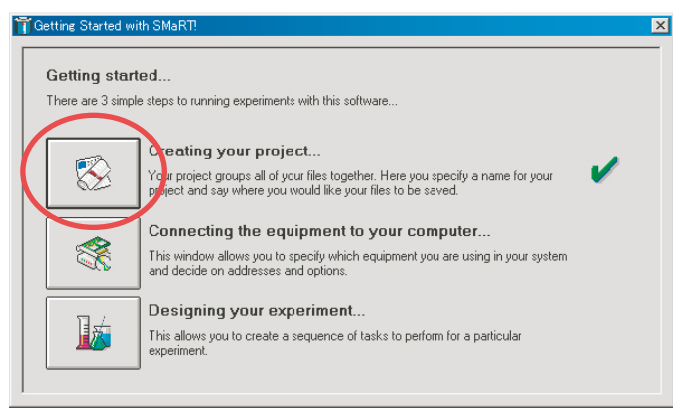
2-1) PC画面上の"SMaRT"アイコンを立ち上げる。



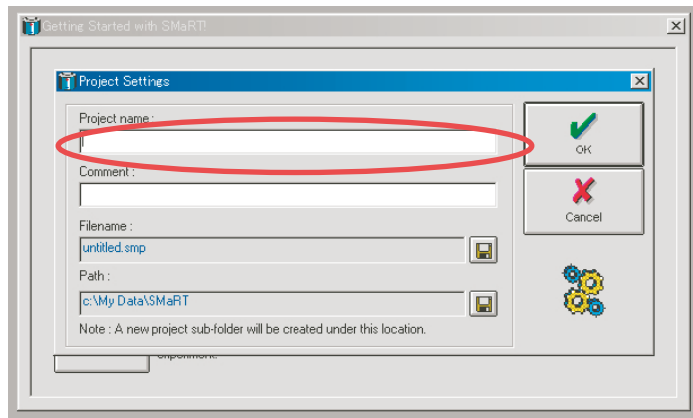
2-2) "Getting start..."をクリック。



2-3) "Creating your project..."をクリック。

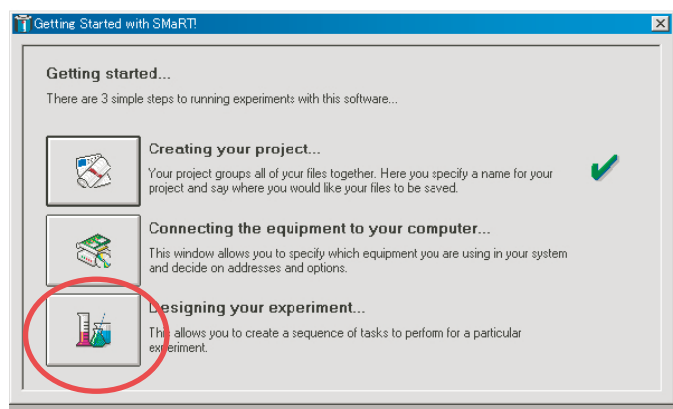


2-4) "Project name"を適当に入力し、OKをクリック。



名前は測定データを保存するフォルダ名になる。

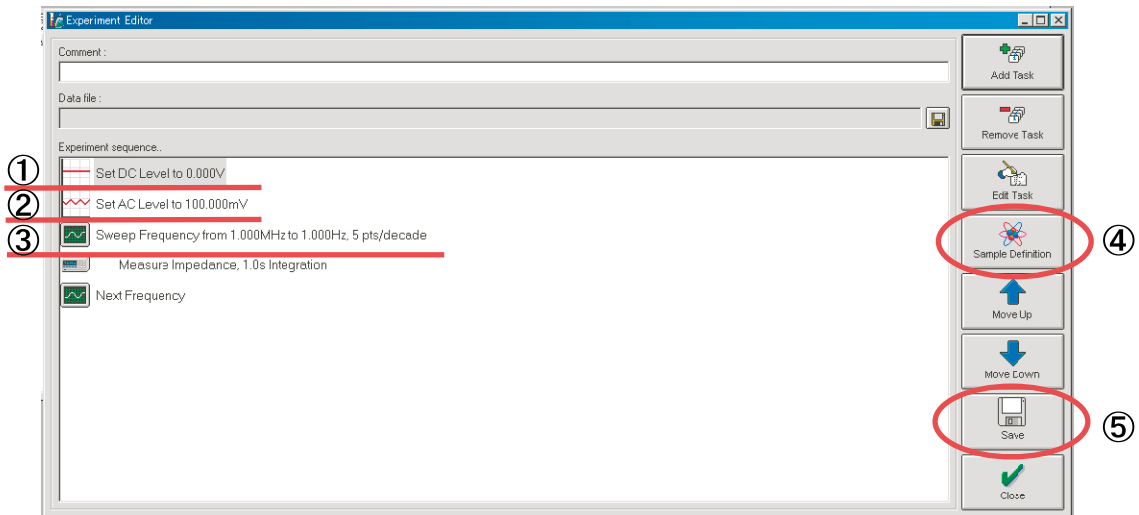
2-5) "Designing your experiment..."をクリック。



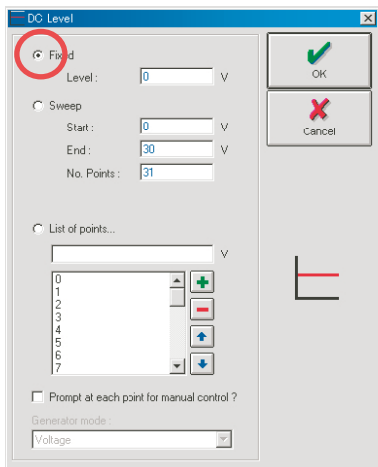
2-6) Experiment Editorの設定 (周波数依存性を測定する場合)

“Designing your experiment...”をクリックすると以下のようなWindowが開く。

①～⑤の手順を踏み、測定条件を設定する。

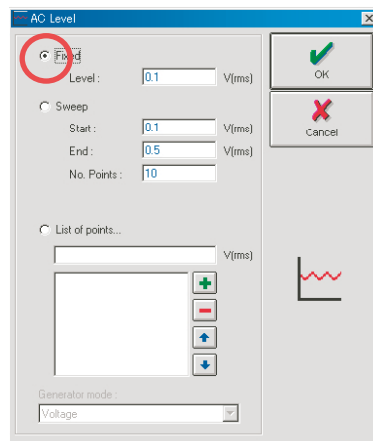


① Set DC Level (バイアス電圧)



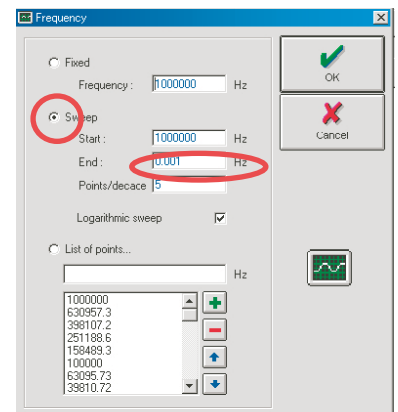
0Vで“fix”にチェックを入れる。バイアス印加時の測定をしたい場合は、測定したい電圧を入力すればよい。
Sweepにチェックを入れれば、バイアス電圧依存性を測定できる。

② Set AC Level (交流電圧)



“fix”にチェックを入れる。大きいAC電圧で測定したい場合は、測定したい電圧を入力すればよい。スタンダードは、0.1Vにする。(ただし配向が乱れない程度の電圧にすること。)Sweepにチェックを入れれば、パルス電圧依存性を測定できる。

③ Set Frequency (周波数の設定)



“Start”(～10MHz)、“End”(～0.01Hz程度)に測定したい周波数域を入力し、“Sweep”にチェックを入れる。スタンダードは、Start(10MHz)、End(0.01Hz)、にする。バイアス電圧依存、パルス電圧依存を測定したいは、周波数を“Fix”(1000～1500Hz)として測定する。

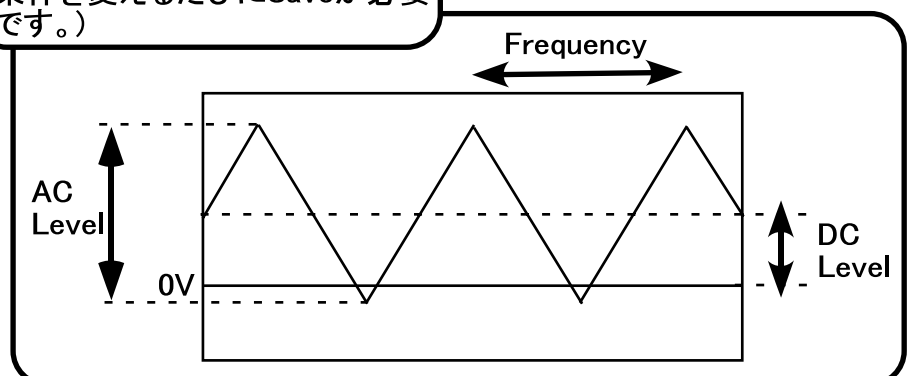
④ Sample Definition



Sample Definitionをクリック、Non-Circular Cross Sectionにチェックを入れ、Sample Thicknessを打ち込む(2 μm厚セルの場合0.002mm)。OKボタンを押す。

⑤ SAVE

Saveをクリックし、測定条件にファイル名を書き、保存。(測定条件を変えるたびにSaveが必要です。)



2-7) 測定開始

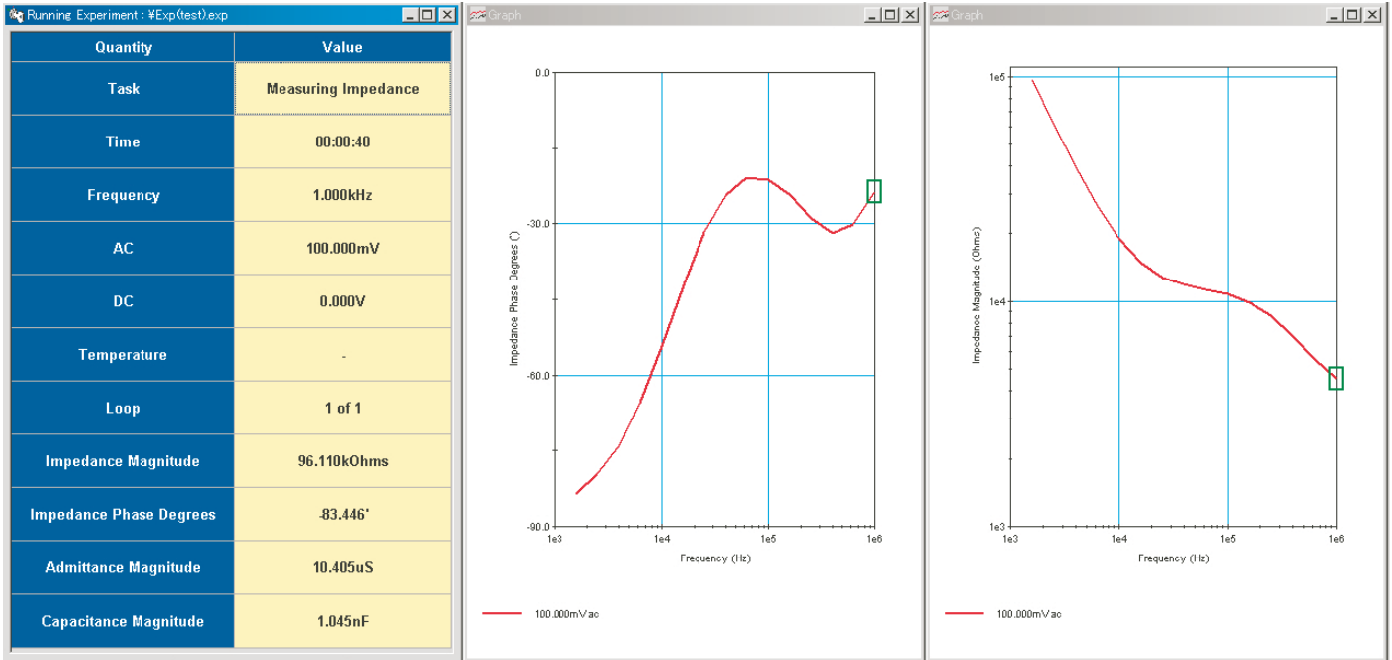


画面上部にある左のスタートアイコンをクリック。

Please choose an experiment to start...から測定条件を選び、Startをクリック。

測定中にリアルタイムに表示するグラフについて聞かれる。
変更する場合は、“はい”特に変更しない場合は、“いいえ”を選択する。“いいえ”でよい。二回聞かれる。

まもなく、測定が開始する。F12を押すと下の状態になる。



測定が終了すると、測定画面が消え、結果が自動的に保存される。

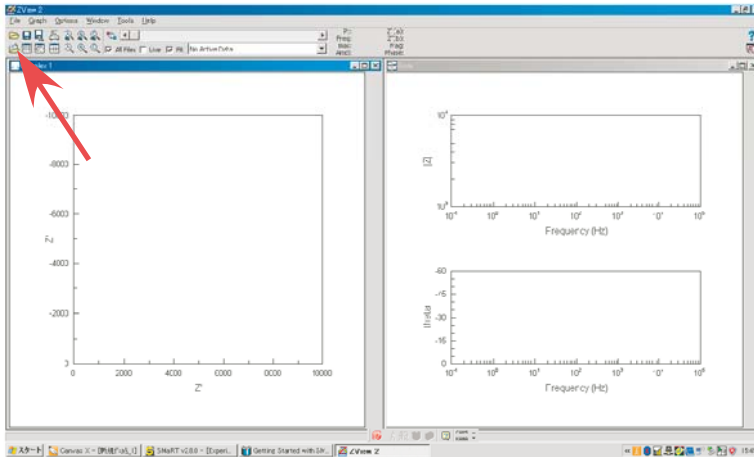
2-8) トラブルシューティング

- 測定時に警告音が鳴るときがあります。無理な測定をする場合によく鳴るようです。(高いバイアス電圧で、低い周波数を測定する時など)
この場合は、測定条件を見直してください。
警告音が鳴ってしまったら、ただちにストップボタンを押し、測定をやめてください。
その後、機械を安定させるために、30~40分間放置してください。

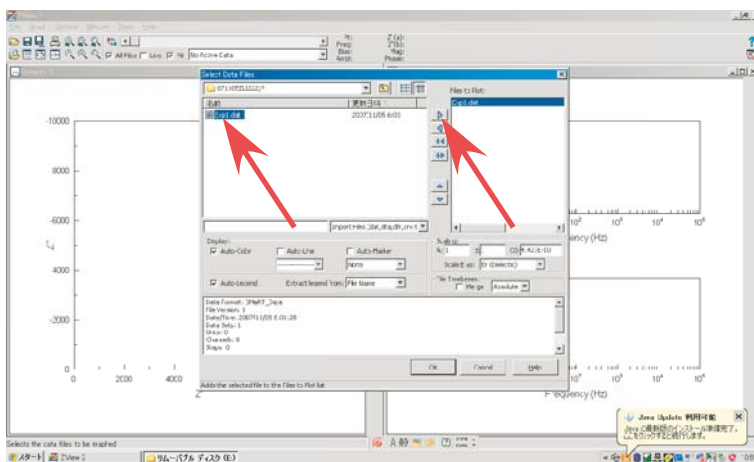


3)解析

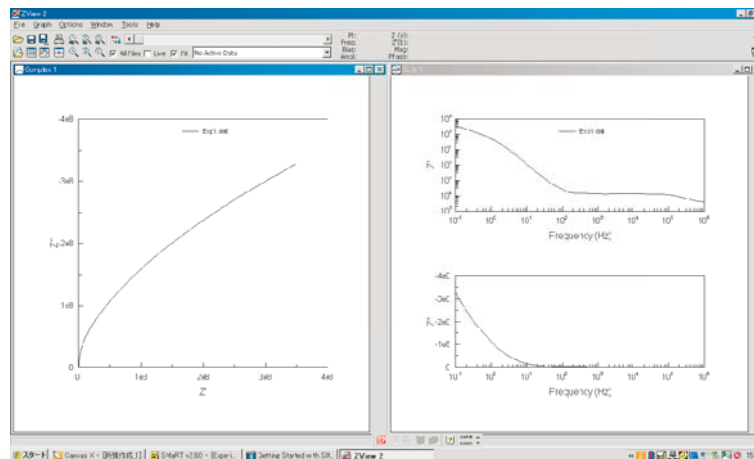
いったんSMeRTを最小化して、デスクトップ上の解析ソフト“ZView”を立ち上げる。



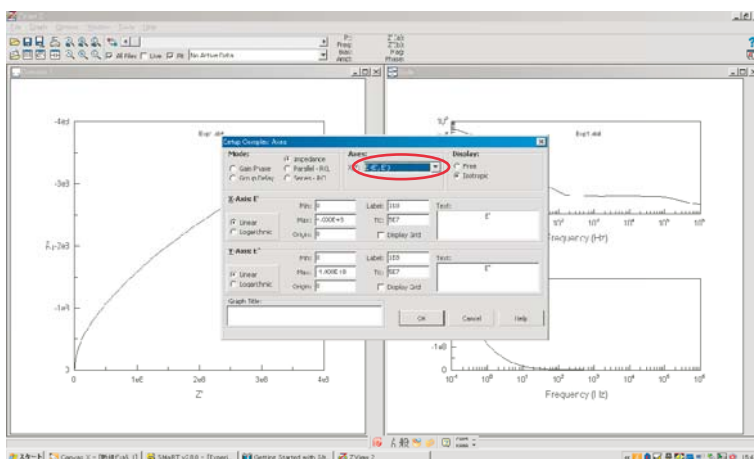
ZViewを立ち上げると右図が現れる。
左上(矢印)をクリックし、測定結果を読み出す。
測定結果のファイルは、
Cドライブ→My Date→SMaRT→測定結果フォルダ
の中に入っている。



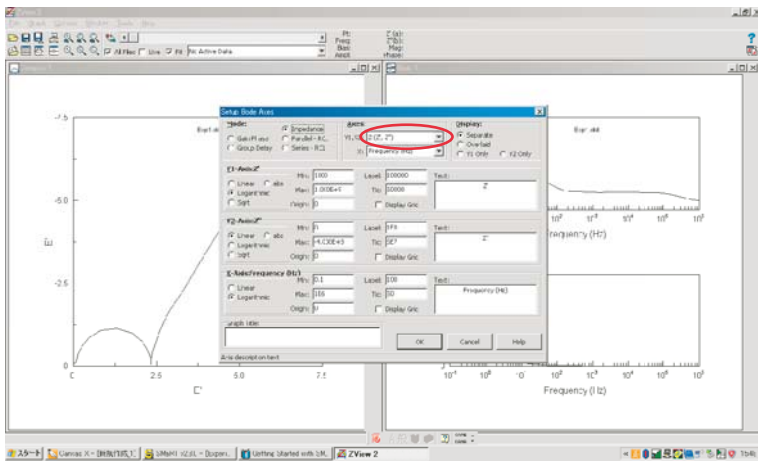
測定結果をえらび、右矢印を押す。測定結果がFile
to Plotの欄にあることを確認したら“OK”を押す。



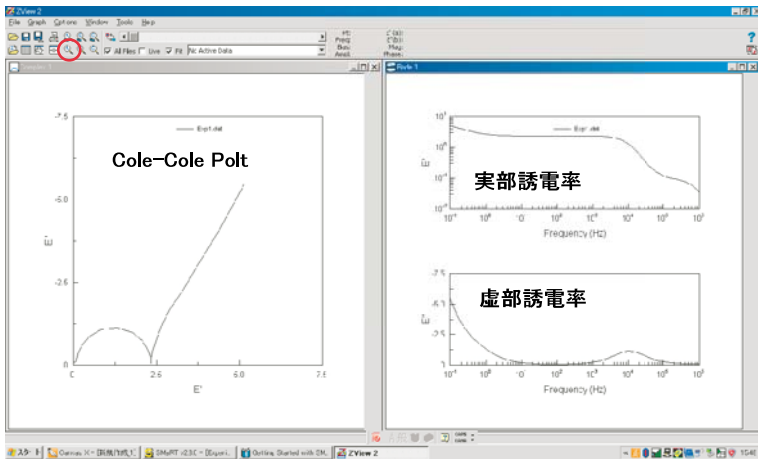
左のような図が現れる。



それぞれ誘電率(ϵ' , ϵ'')の値に変更するため、
まず、向かって左側の図、の画面上で右クリッ
クを押す。Set upを選択すると、左のアイコンが
表示される。赤丸の部分をもE(ϵ' / ϵ'')にして、OK
を押す。

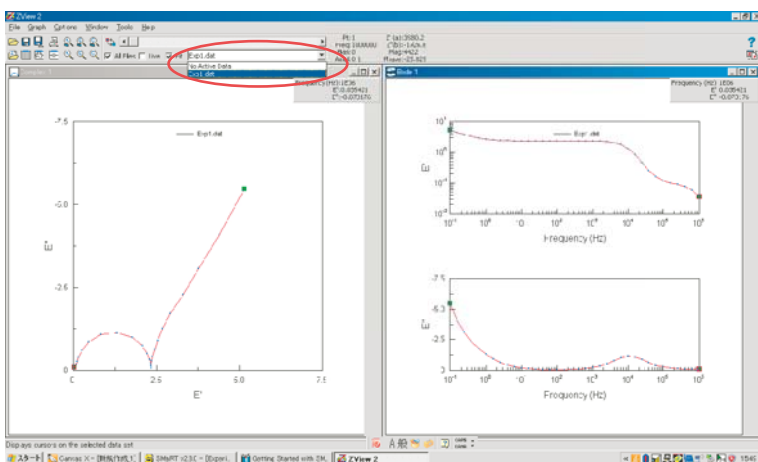


同様に右側のWindow上で右クリックし、Set upを選択する。赤丸の部分にE(E' E'')にし、OKを押す。



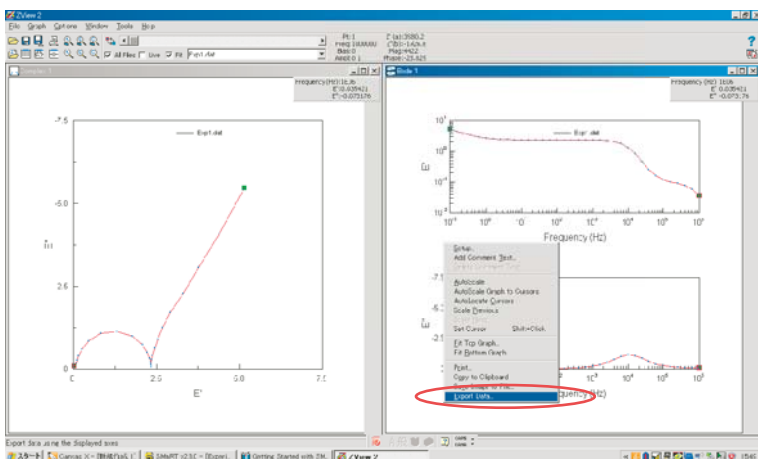
<スケールの変更>

赤丸の“AutoScale Single Graph”を押すと、左の図のようになる。左側がCole-Cole Plot、右上は実部誘電率(ϵ' , 誘電緩和)、右下は虚部誘電率(ϵ'' , 誘電損失)のグラフである。



<データ出力>

データをText形式で出力することができる。まず、赤丸部分から、出力したいデータを選択する。するとグラフの色が変わる。



右Windowもしくは、左Windowで右クリックし、“Export Data”を選択して、ファイル名を入力して、保存する。
Cドライブ→My Date→SMaRT→測定結果フォルダ

4) 終了操作

各アイコンを終了させ、パソコンの電源を落とす。

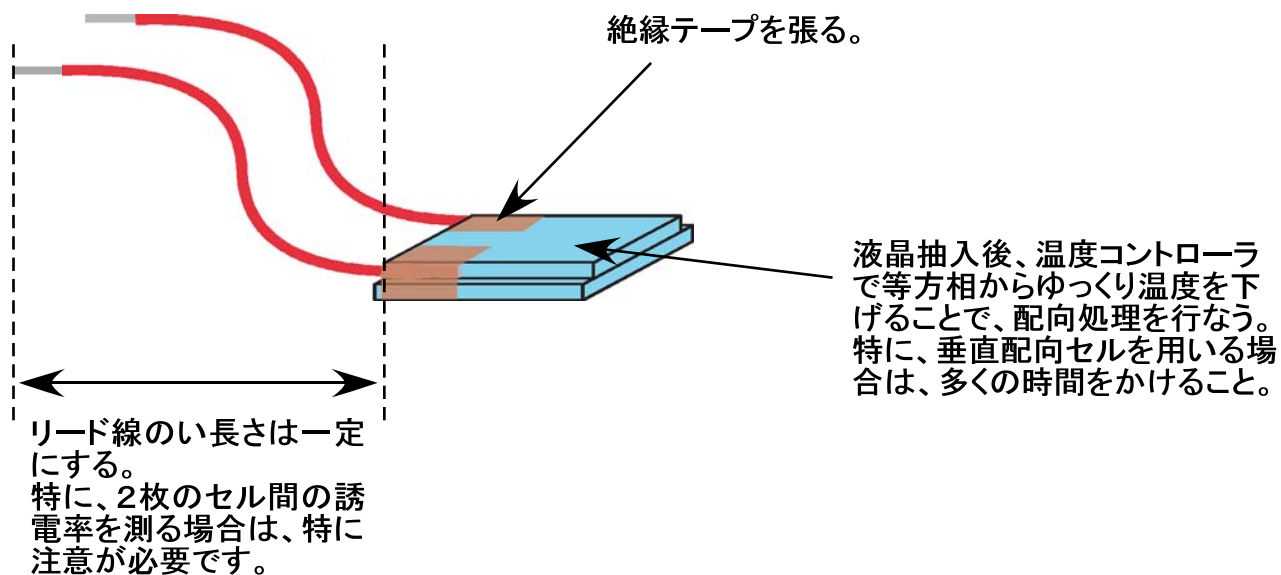
↓
メラーの電源を切る。

↓
Solartron 1296の電源を切る。

↓
Solartron SI 1260の電源を切る。

5) 補足

測定用サンプルの作り方。



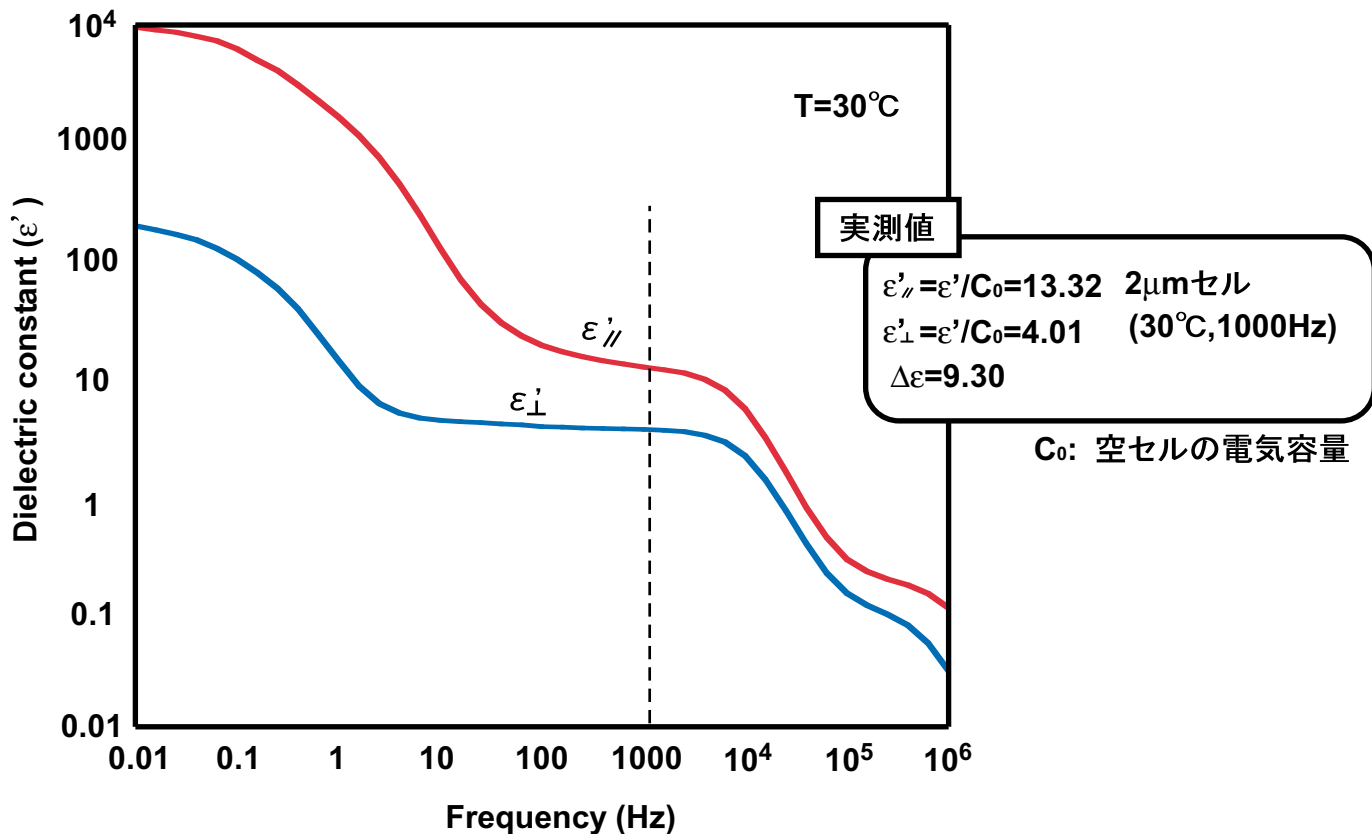
測定例① 正の誘電異方性を持った液晶

Sample; ZLI2293

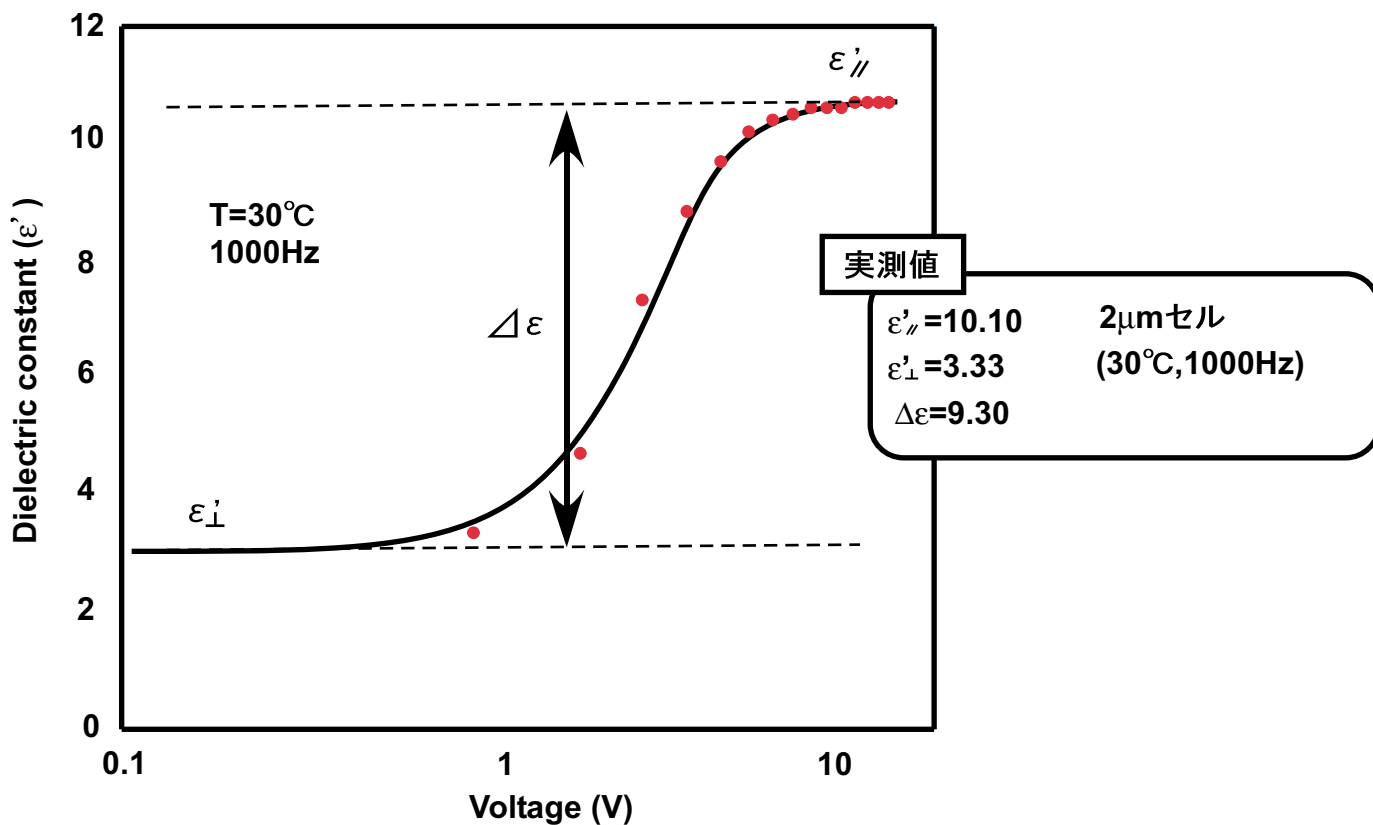
文献値

$\epsilon'_{\parallel} = 14.1$
 $\epsilon'_{\perp} = 4.1$ (20°C, 1000Hz)
 $\Delta\epsilon = 10.0$

○垂直配向セルと水平配向セルを用いて測定した場合。

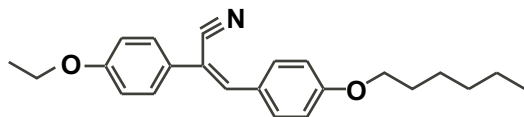


○水平配向セルのみ用いて、液晶分子が垂直配向するのに十分な電圧を印加し、誘電率を求める方法。



測定例② 負の誘電異方性を持った液晶

Sample :



p-ethoxy-p'-hexyloxy- α -cyano-t-stilbene

文献値

$\Delta e = -5.5$ (55°C, 1592Hz)

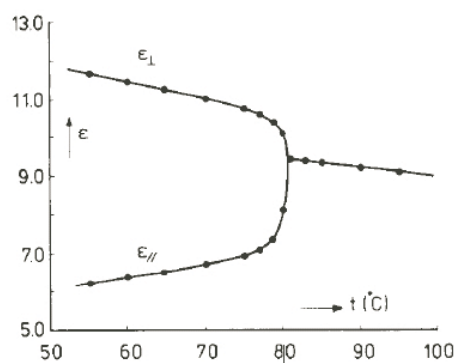
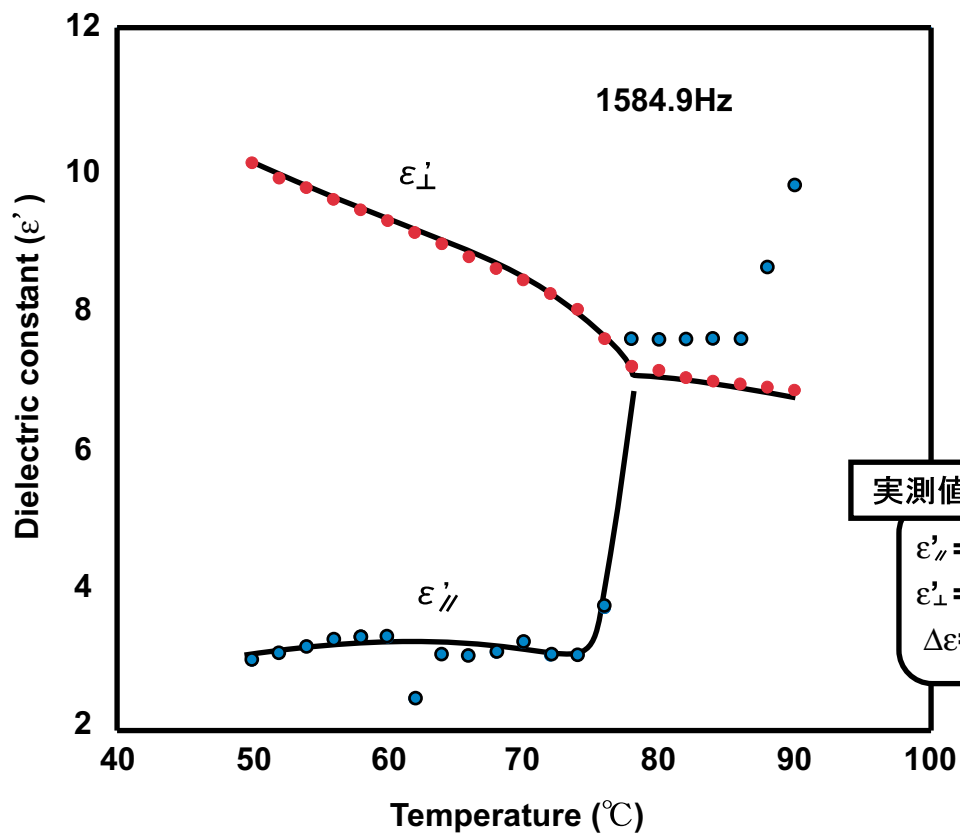


Fig. 1. Static dielectric constants of *p*-ethoxy-*p'*-hexyloxy- α -cyano-*trans*-stilbene.

参考:Phy. Lett. A, 44, 277 (1973)



実測値

$\epsilon'_{\parallel} = \epsilon' / C_0 = 3.30$ 2 μ mセル
 $\epsilon'_{\perp} = \epsilon' / C_0 = 9.94$ (55°C, 1539.2Hz)
 $\Delta \epsilon = -6.64$