

#### 「4. 固体の比熱」のコンピューターによる測定と解析に関する補足説明

本実験では、テキストにあるように熱量計の温度の時間変化を測定するのに曲管温度計を用いていた。しかし、温度変化は比較的早く、また変化量が小さいので読取りが難しかった。そこで、コンピューターを用いて連続的に温度を測定するように改良された。

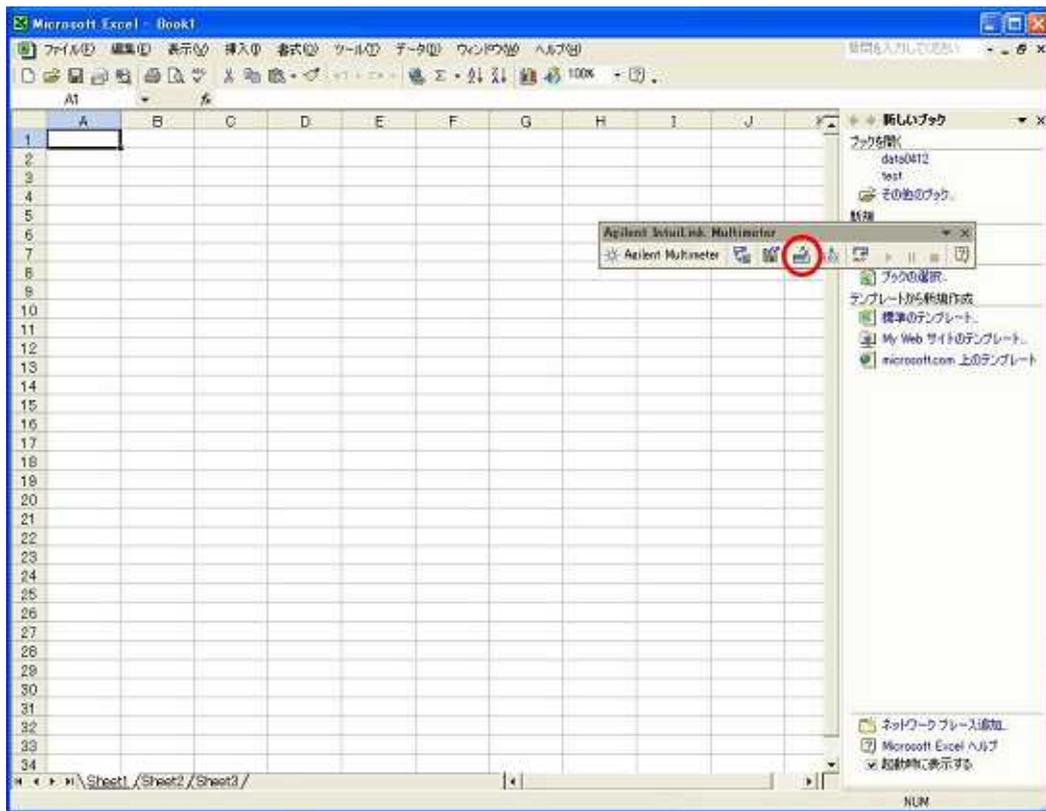
温度計としては曲管温度計の代わりに白金抵抗温度計を用いる。白金抵抗温度計は、白金線の抵抗値が温度に依存して大きくなることを利用した温度計である。室温では温度が 1 K 上昇すると白金の抵抗値は約 0.4 %大きくなる。この白金抵抗温度計の抵抗値をデジタルマルチメーターで測定して温度に換算する。温度計の抵抗値は 0 で 100 と小さくリード線の抵抗を無視できないので、4 端子法により測定する。

#### コンピューターによる測定

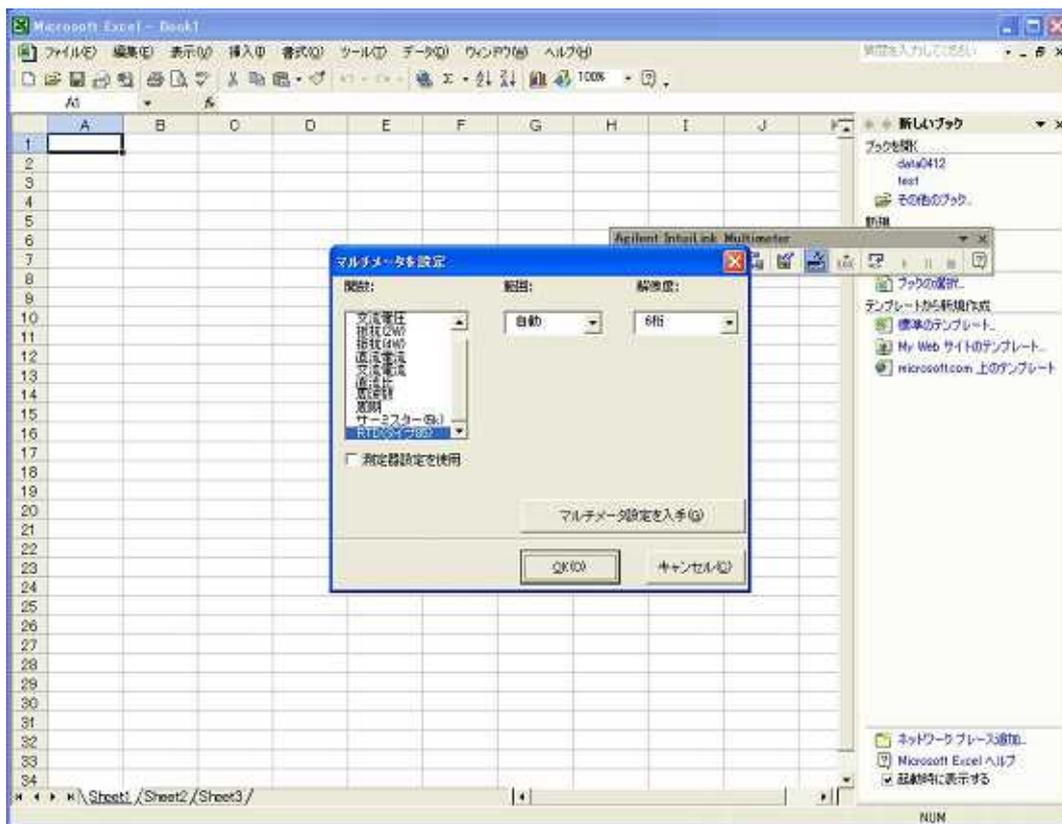
1. マルチメーターの power スイッチを入れる。
2. 「Excel Intuilink マルチメータツールバーアドイン」をダブルクリックする。



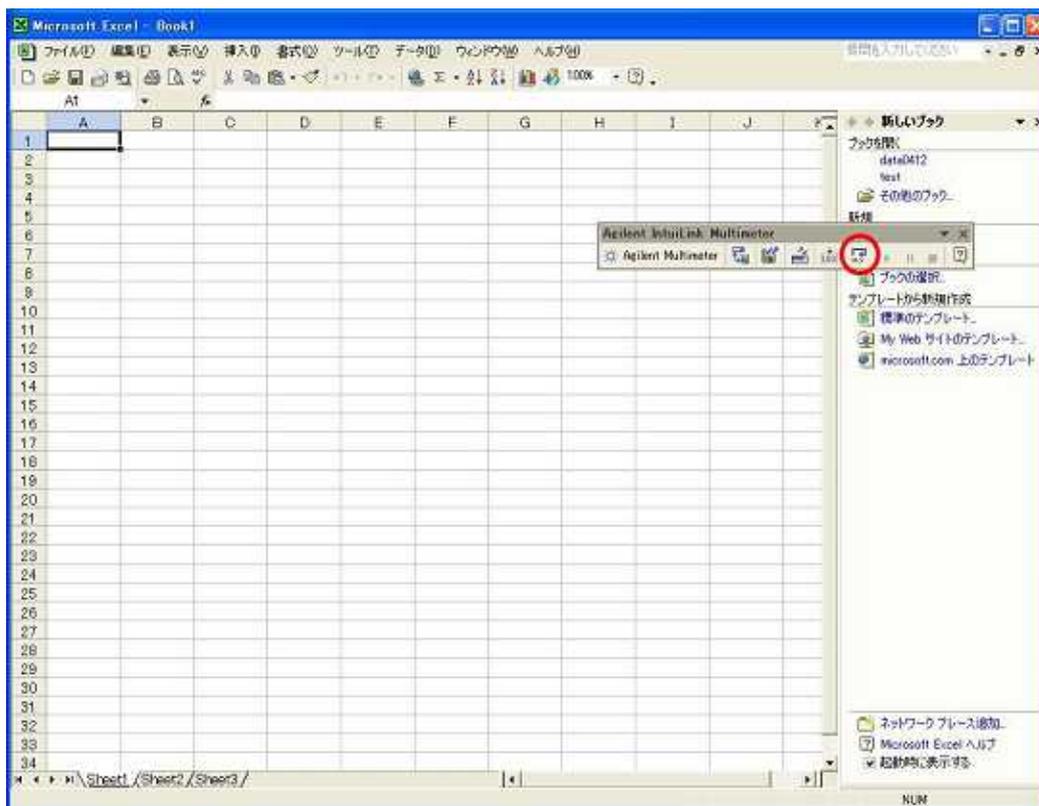
3. Agilent Intuilink Multimeter の設定ボタンをダブルクリックする。



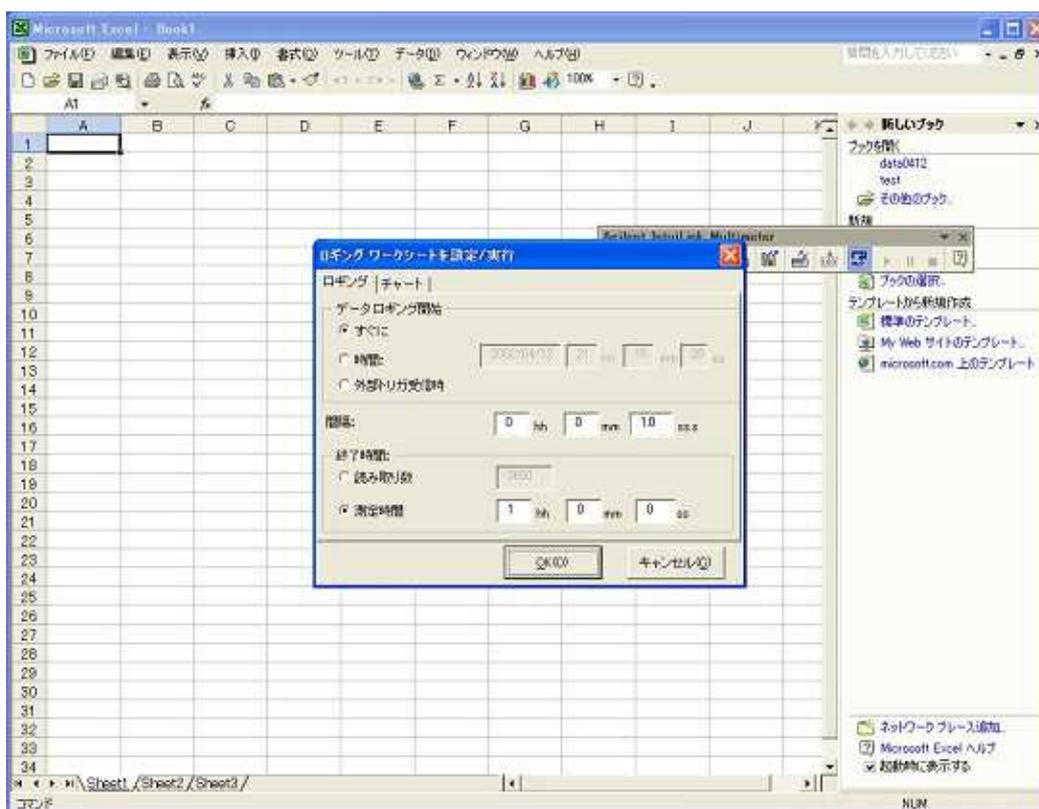
4. 関数を RTD(タイプ 85)、範囲を自動、解像度を 6 桁に設定し、OK ボタンを押す。



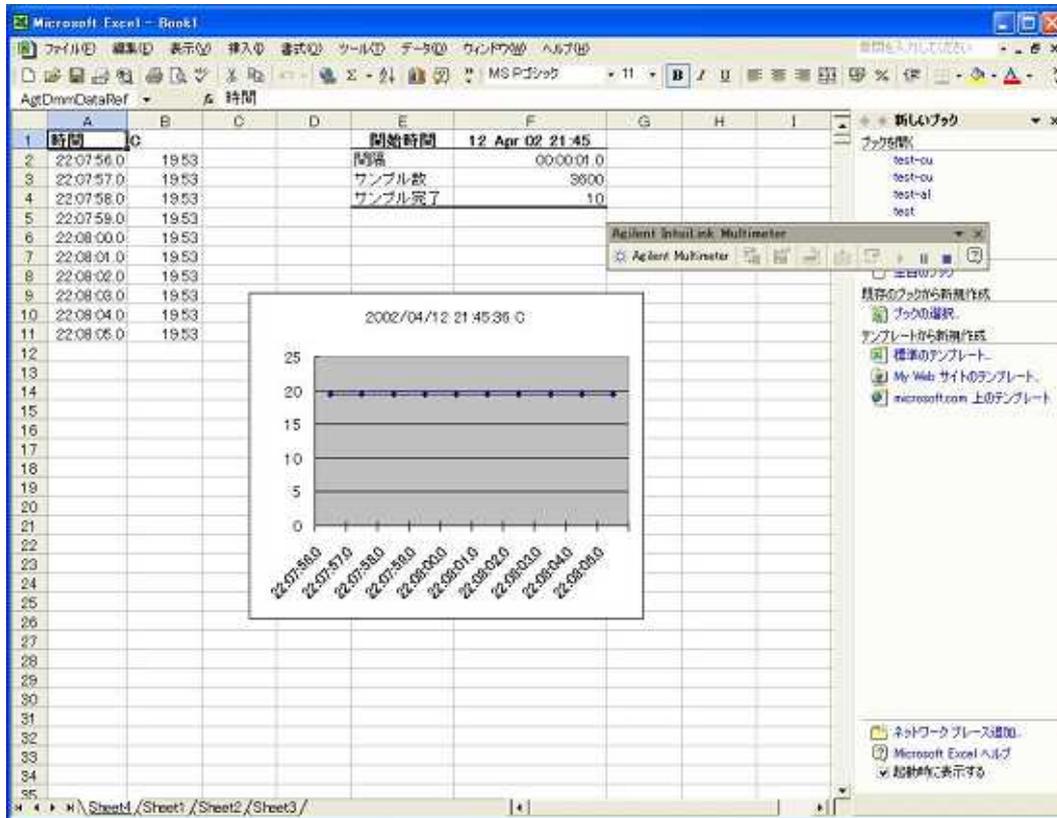
5. Agilent Intuilink Multimeter の「ロギングワークシート設定/実行」ボタンをダブルクリックする。



6. 間隔を 1 s、測定時間は 1 h 程度に設定する。 OK ボタンを押して計測を始める。

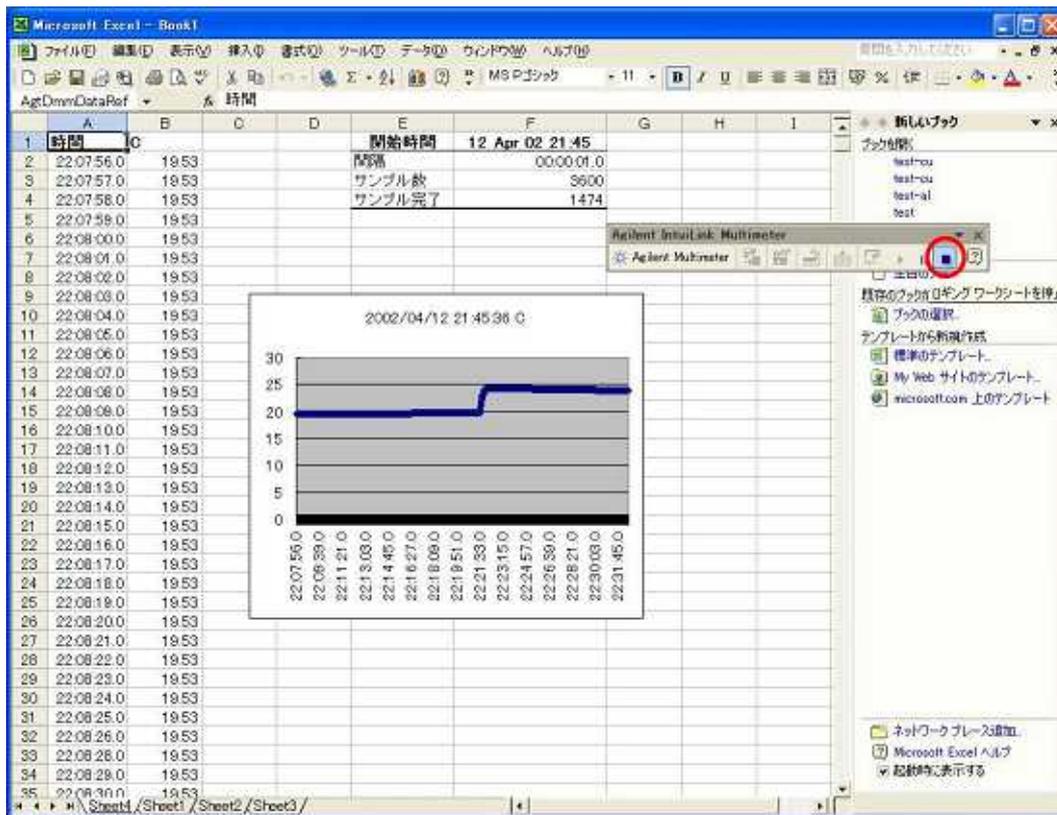


7. 計測が始まる。もし始まらないときは設定を確認する。

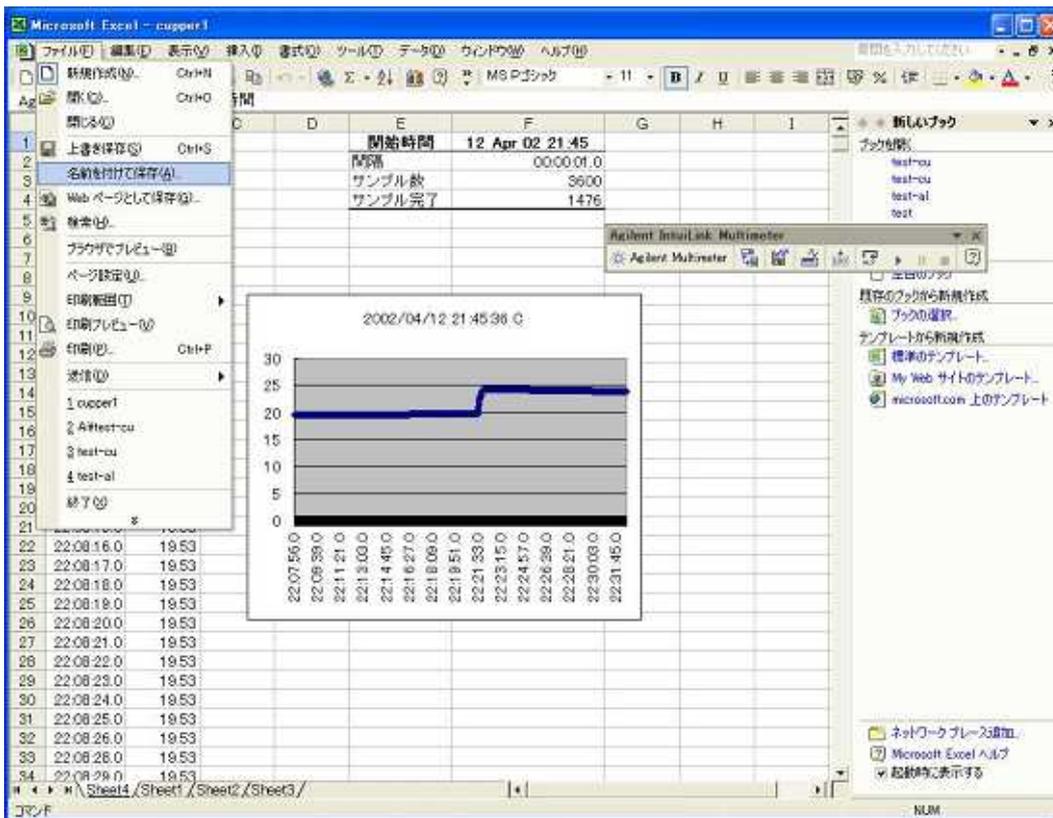


8. 温まった試料を熱量計に入れる。

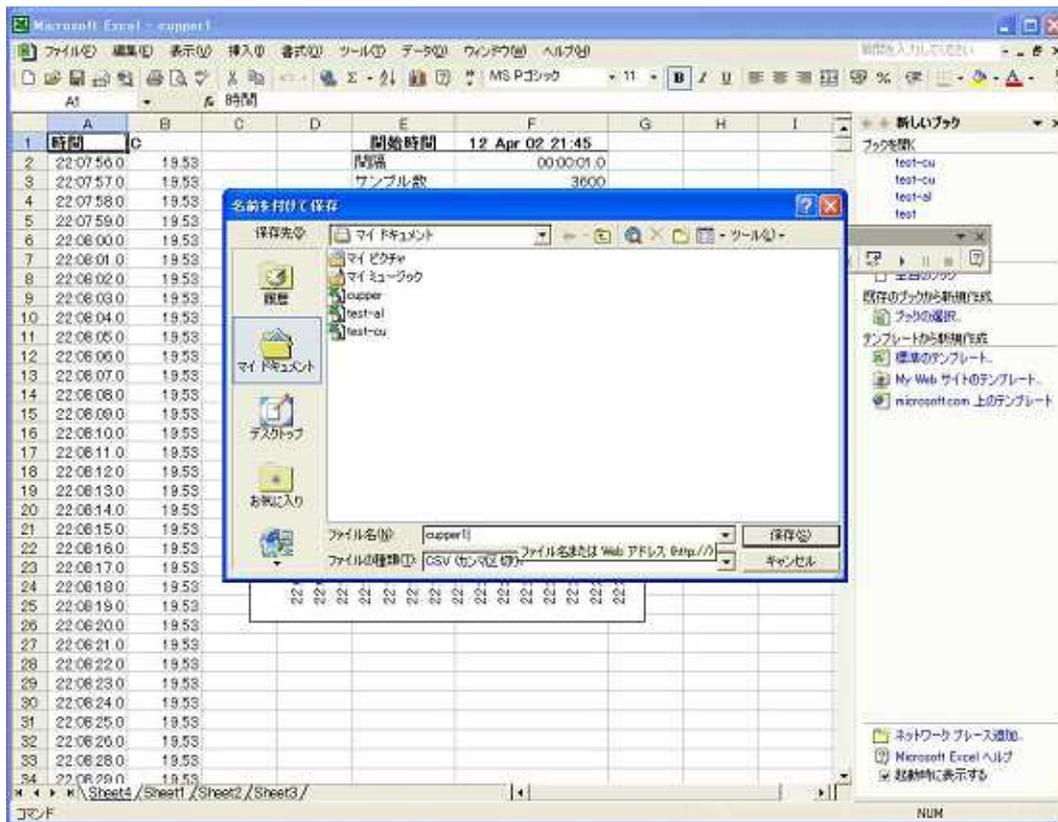
9. 水温が上がって5分程度経ったら、測定終了ボタンを押して測定を終了する。



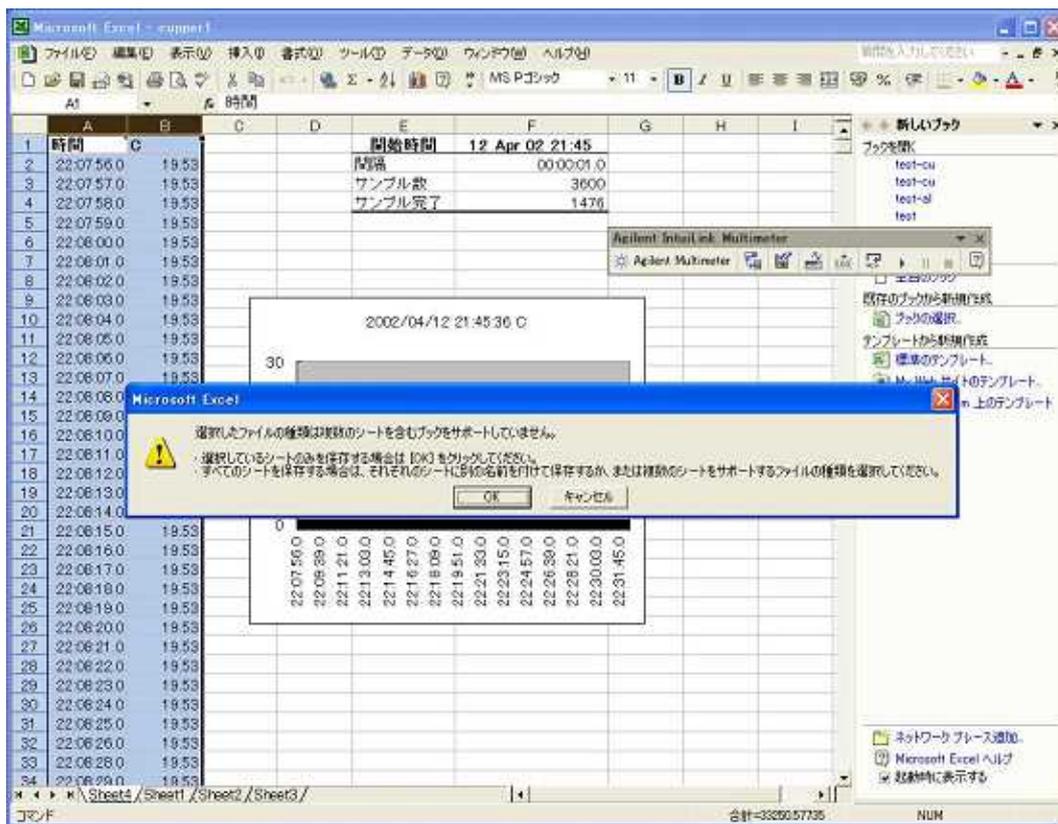
10. 「ファイル」の「名前を付けて保存」を押す。



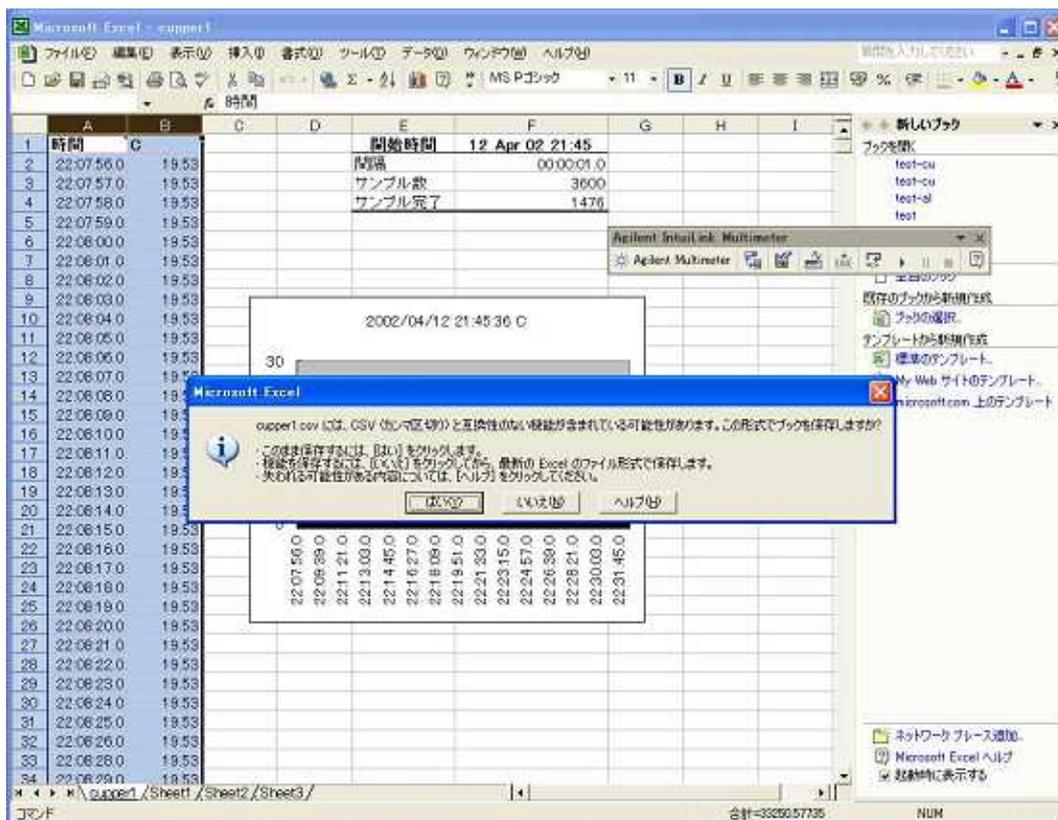
11. 「ファイルの種類」を「CSV(カンマ区切り)」にし、適切なファイル名を付けて OK ボタンを押し、測定データを保存する。



12. 図のような注意が表示されるが、OK ボタンを押す。



13. 図のような注意が表示されるが、OK ボタンを押す。

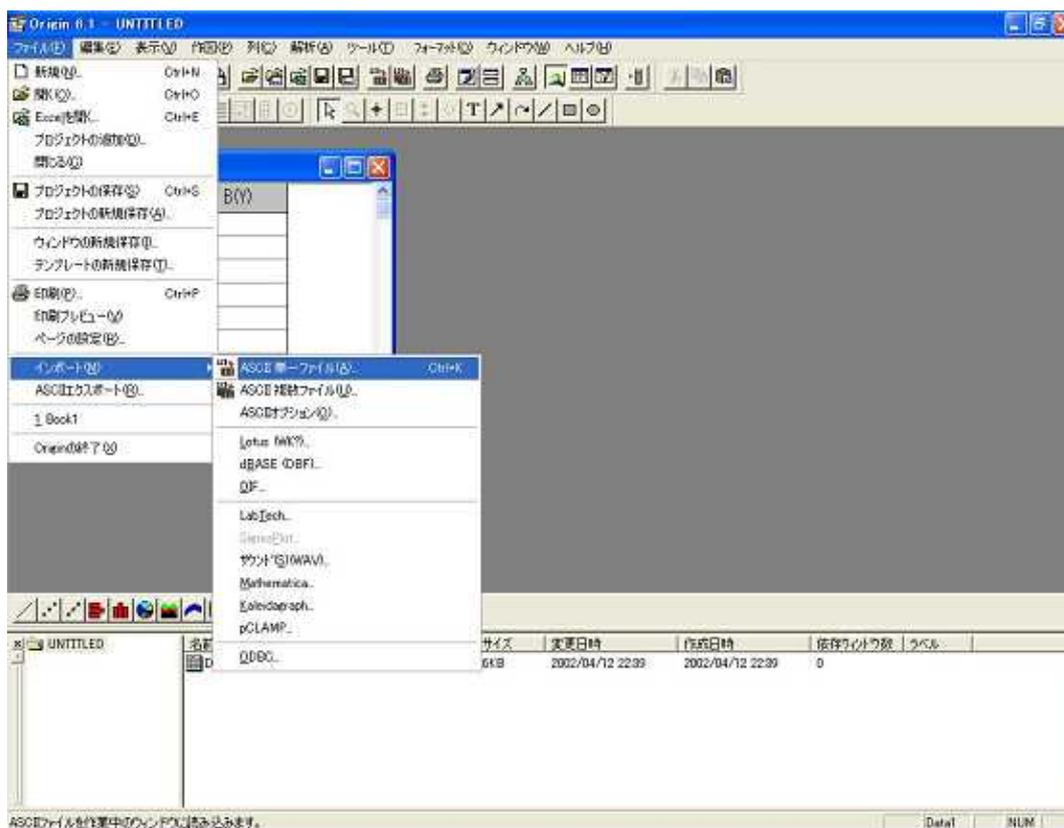


## コンピューターによるデータ解析

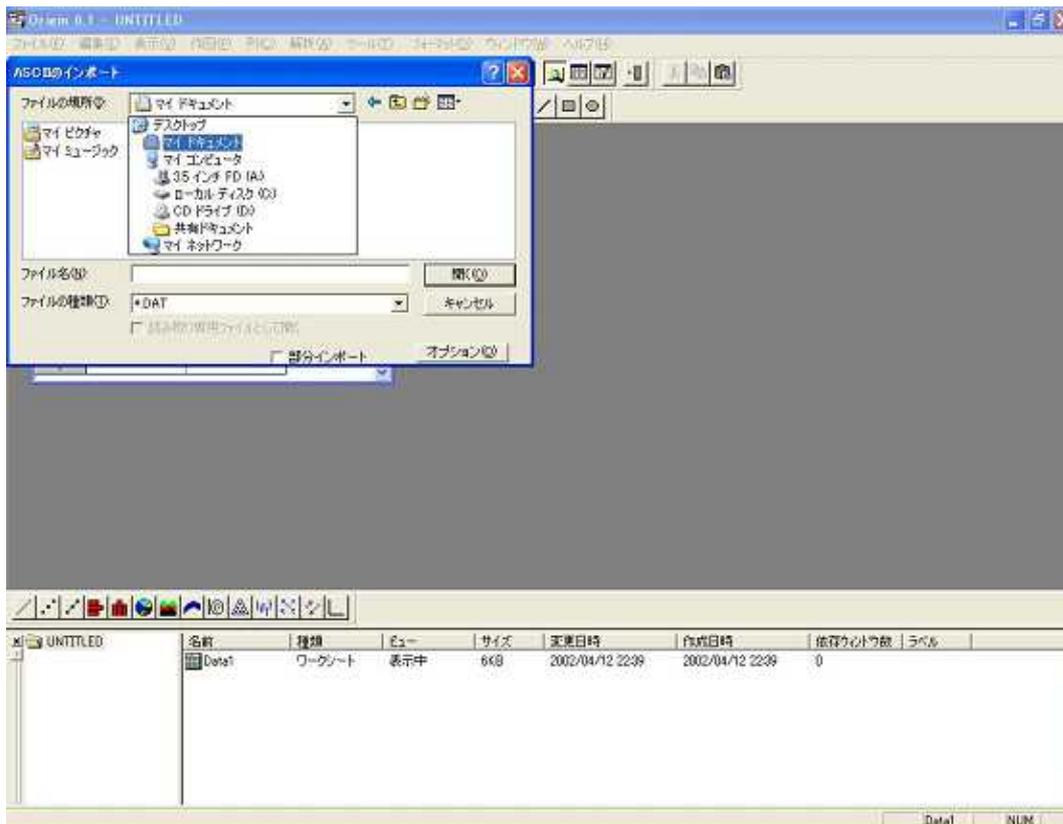
14. 「Origin 6.1J サーバー」ツールバーをダブルクリックする。



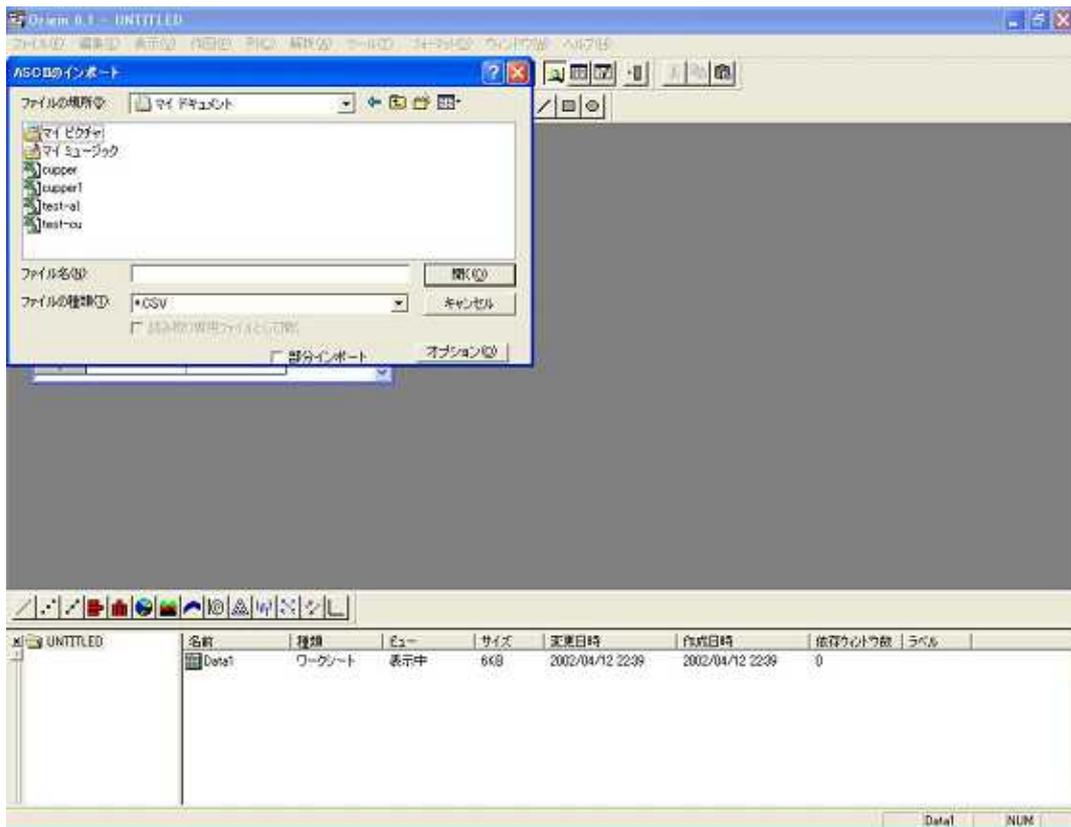
15. 「ファイル」の「インポート」から、「ASCII 単一ファイル」をクリックする。



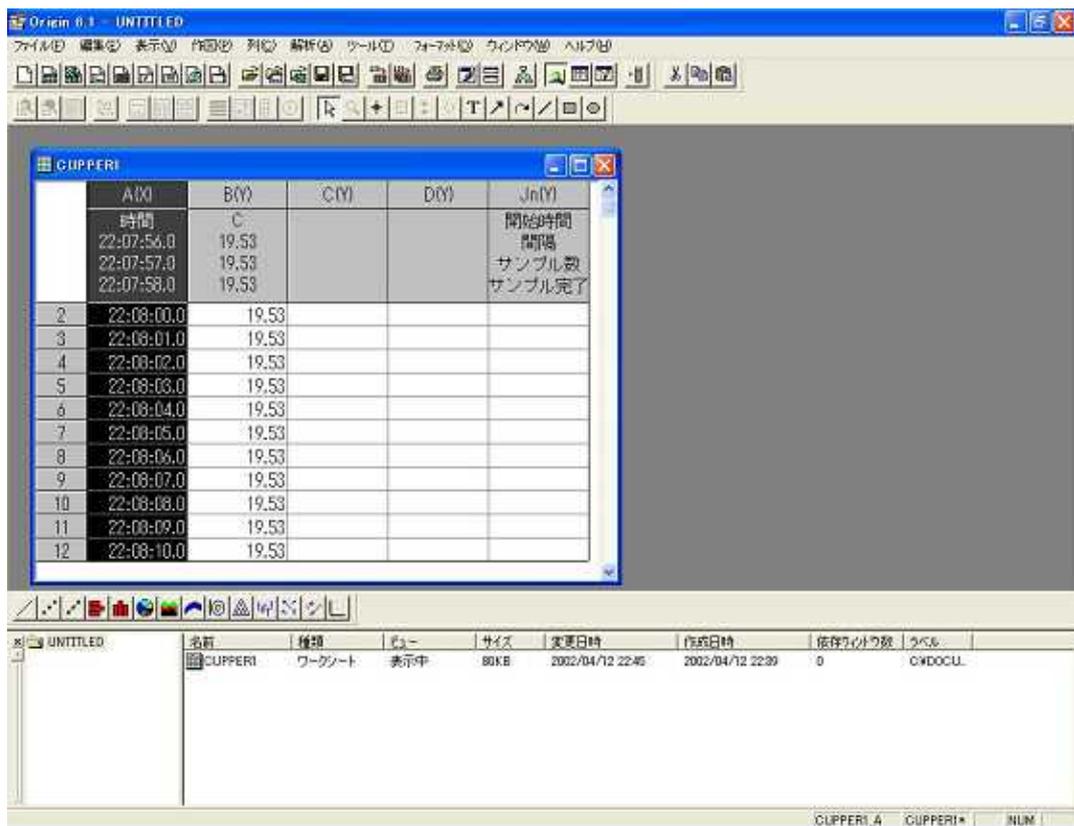
16. 「ファイルの場所」で「マイ ドキュメント」を選び、保存したファイルがあるディレクトリを表示する。



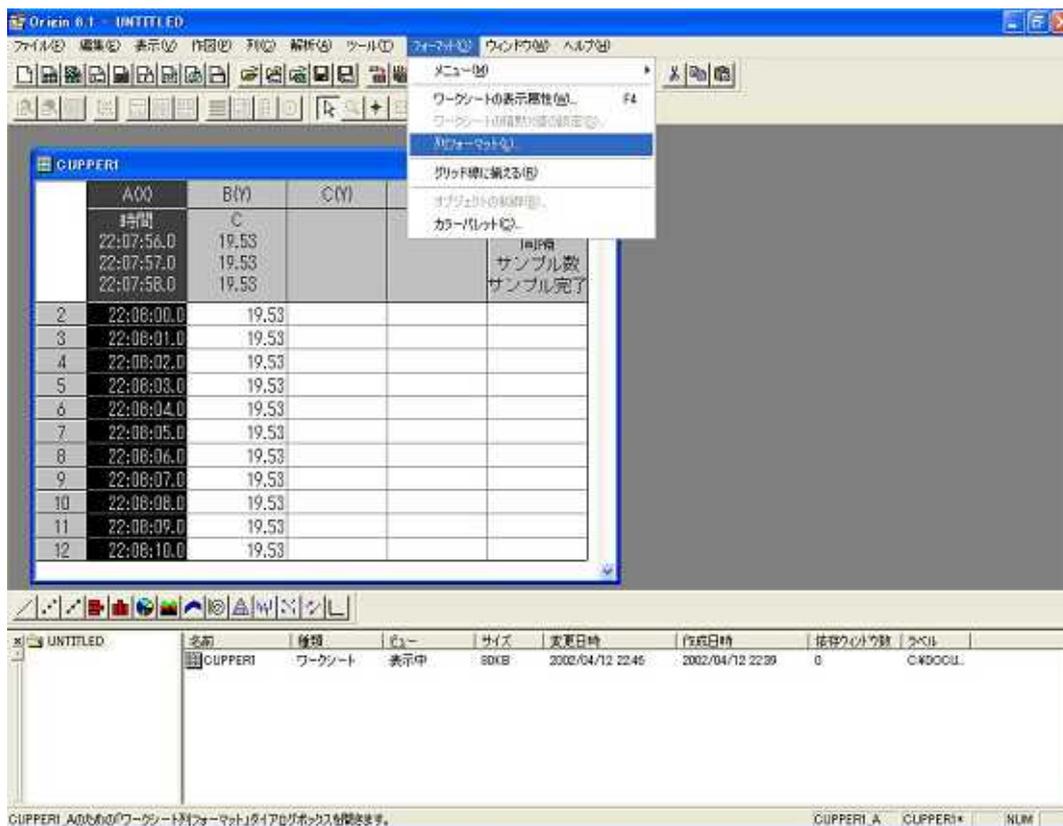
17. 「ファイルの種類」で\*.CSVを選び、CSV形式のファイルを表示する。保存した測定データのファイルを選んで開くをクリックする。



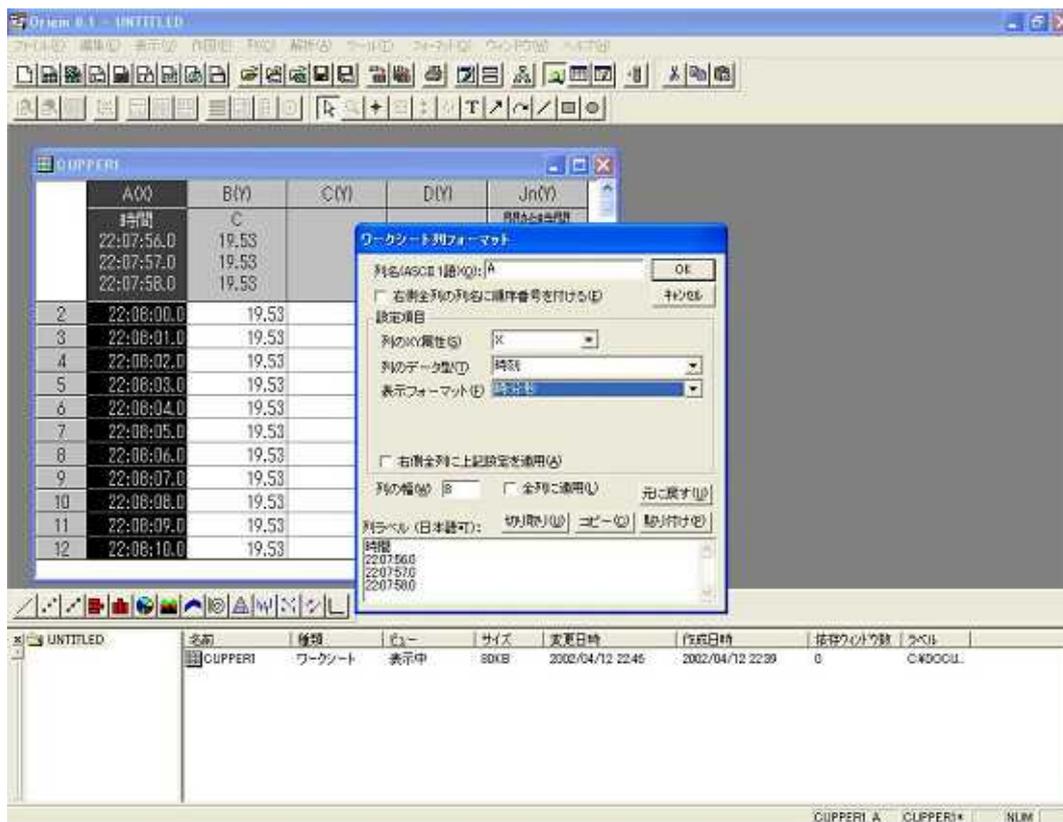
18. 表中の A(X)の部分をクリックし、A(X)列のデータを選択する(背景が黒になる)。



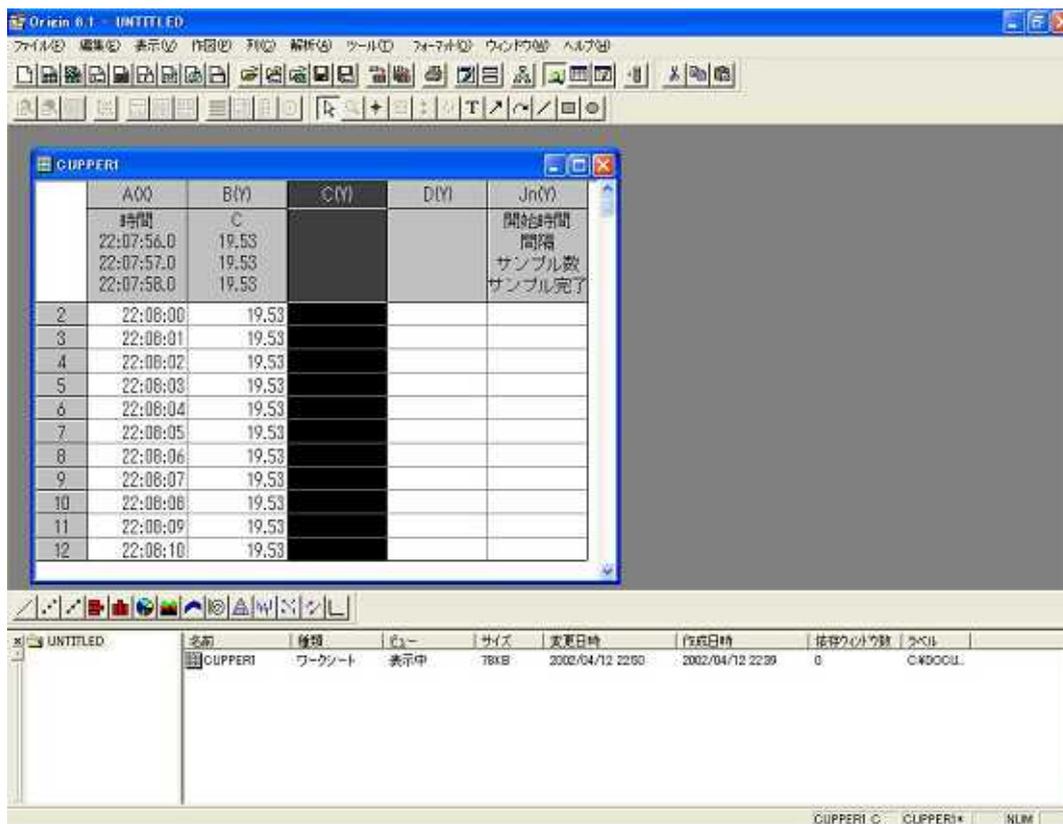
19. 「フォーマット」の「列フォーマット」をクリックする。



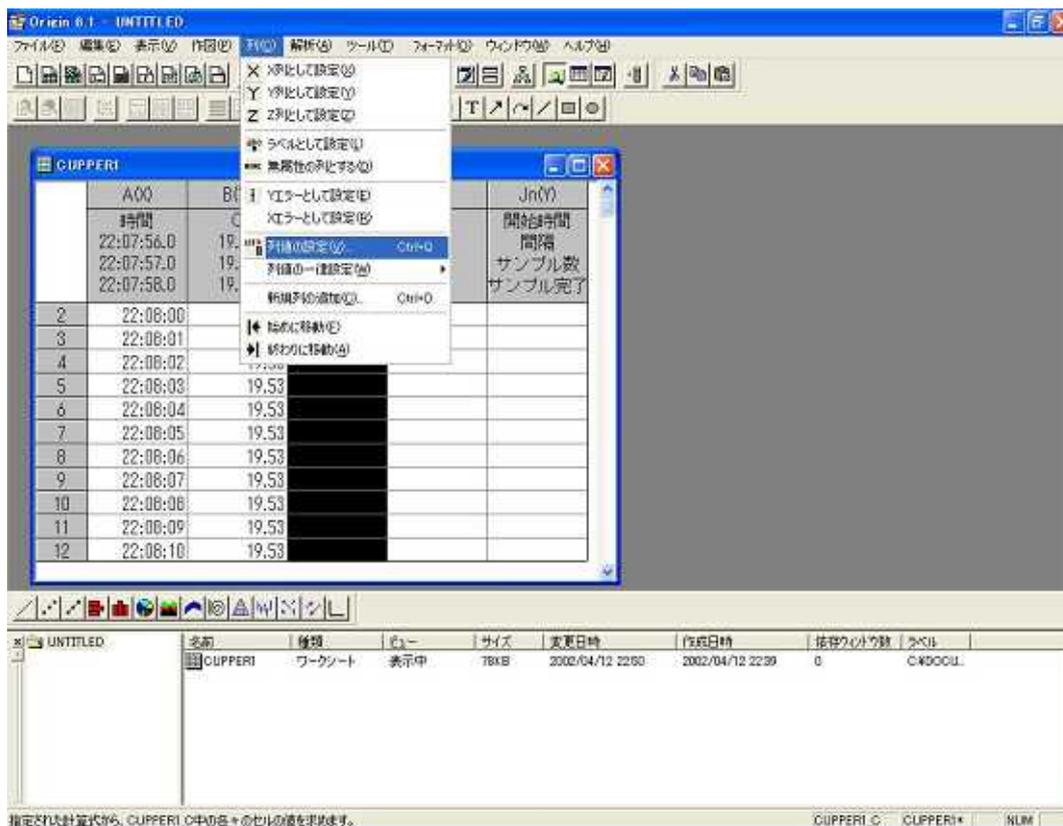
20. 「列のデータ型」を時刻、「表示フォーマット」を「時:分:秒」に変えて、OK ボタンを押す。



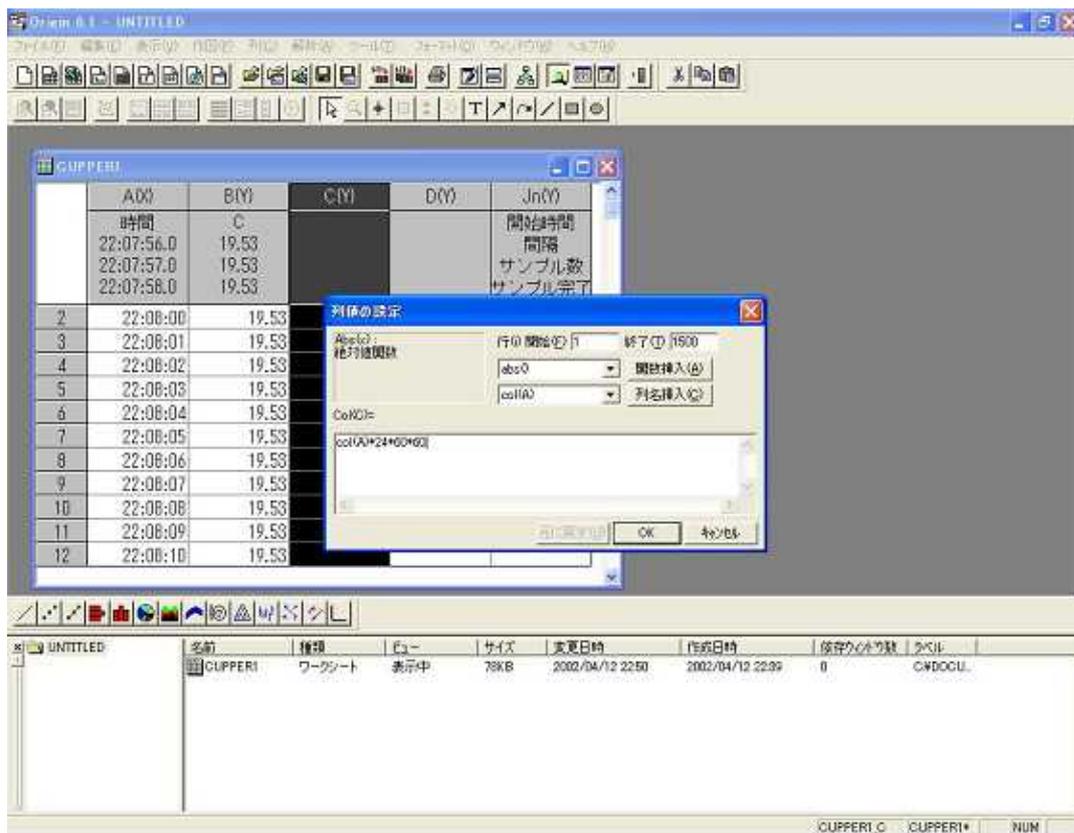
21. 表中の C(Y)の部分をクリックし、C(Y)列を選択する。



22. 「列」の「列値の設定」をクリックする。



23. 時刻を秒単位に換算するため、「Col(C)=col(A)-col(B)」を  
「Col(C)=col(A)\*60\*60\*24」に変えて、OK ボタンをクリックする。



24. A 列の時刻が秒単位に換算されて C 列に代入される。

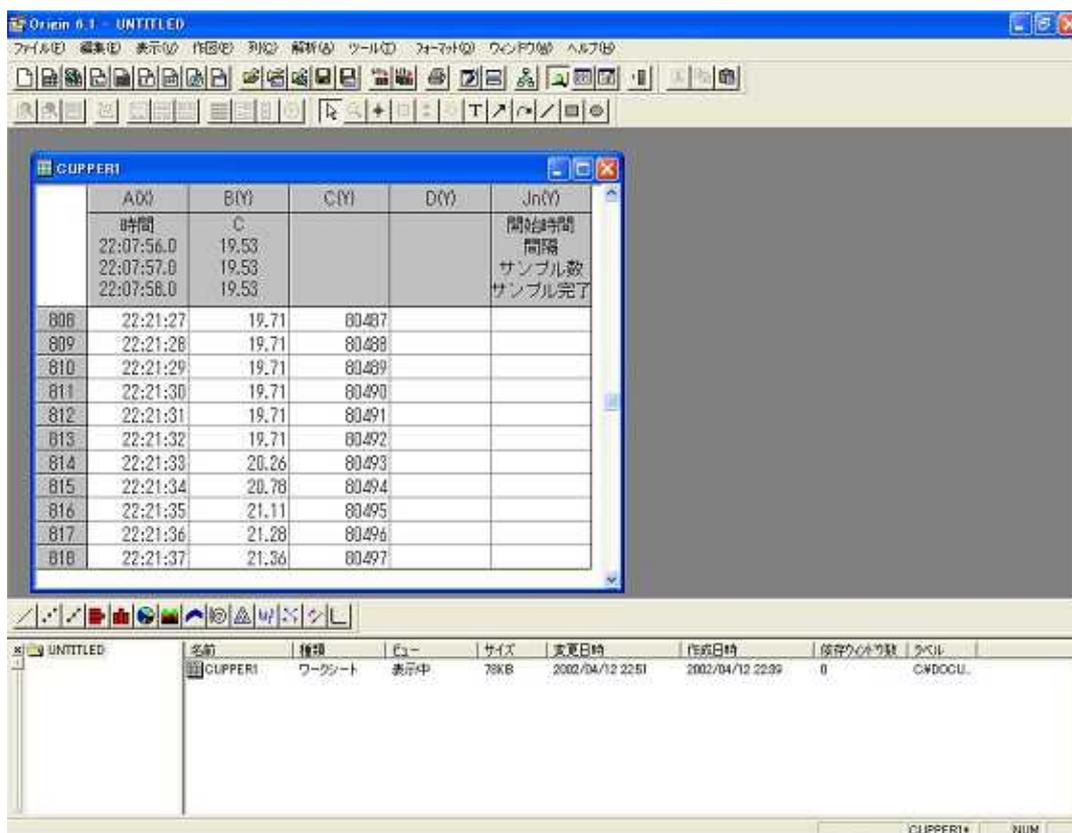
The screenshot displays the Origin 6.1 interface. A window titled 'CUPPER1' contains a data table with the following content:

	A(Y)	B(Y)	C(Y)	D(Y)	Jn(Y)
時間		C			開始時間
22:07:56.0		19.53			間隔
22:07:57.0		19.53			サンプル数
22:07:58.0		19.53			サンプル完了
2	22:08:00	19.53	79680		
3	22:08:01	19.53	79681		
4	22:08:02	19.53	79682		
5	22:08:03	19.53	79683		
6	22:08:04	19.53	79684		
7	22:08:05	19.53	79685		
8	22:08:06	19.53	79686		
9	22:08:07	19.53	79687		
10	22:08:08	19.53	79688		
11	22:08:09	19.53	79689		
12	22:08:10	19.53	79690		

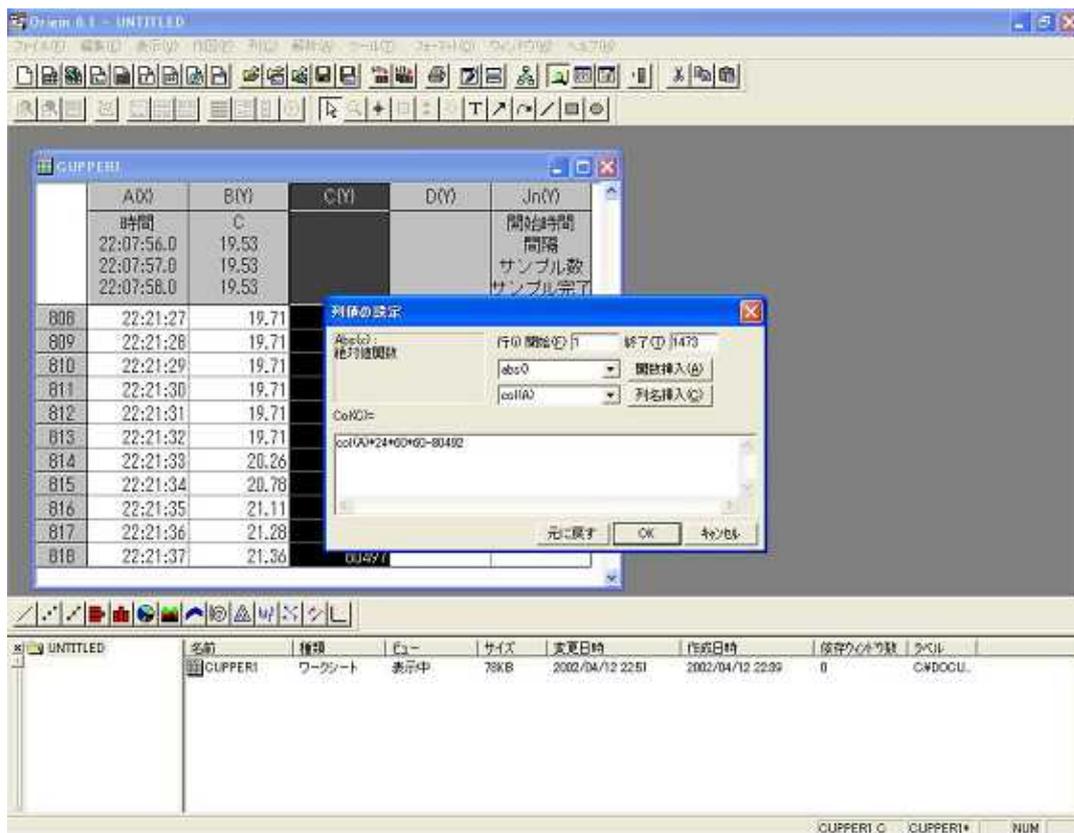
Below the table is a project summary table:

名前	種類	ビュー	サイズ	変更日時	作成日時	依存ファイル数	ラベル
CUPPER1	ワークシート	表示中	78KB	2002/04/12 22:51	2002/04/12 22:59	0	C:\DOCU...

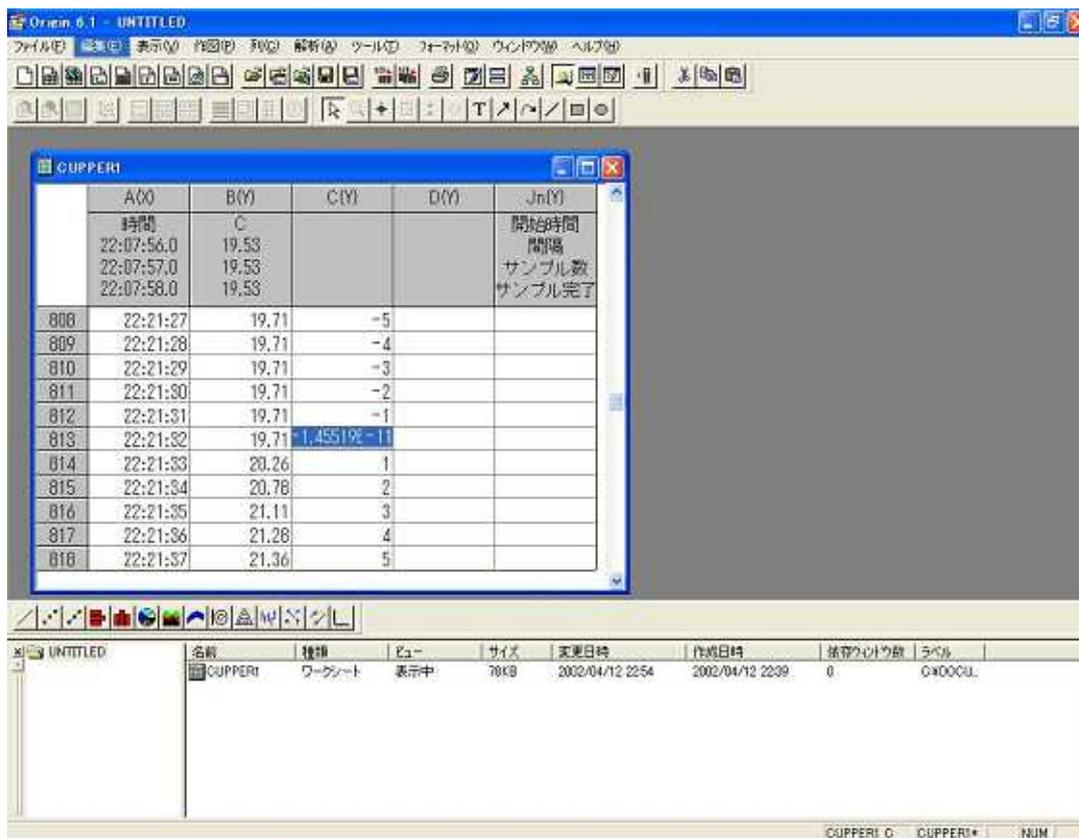
25. 表中の試料を投入して温度が上がり始めた時刻(図では 80492)を探す。



26. 試料を投入した時刻を 0 秒にするため、C(Y)列を選んで「列」の「列値の設定」を開き、先ほど調べた試料投入時間を引いて (図では  $Col(C)=col(A)*60*60*24-80492$ )、OK ボタンをクリックする。

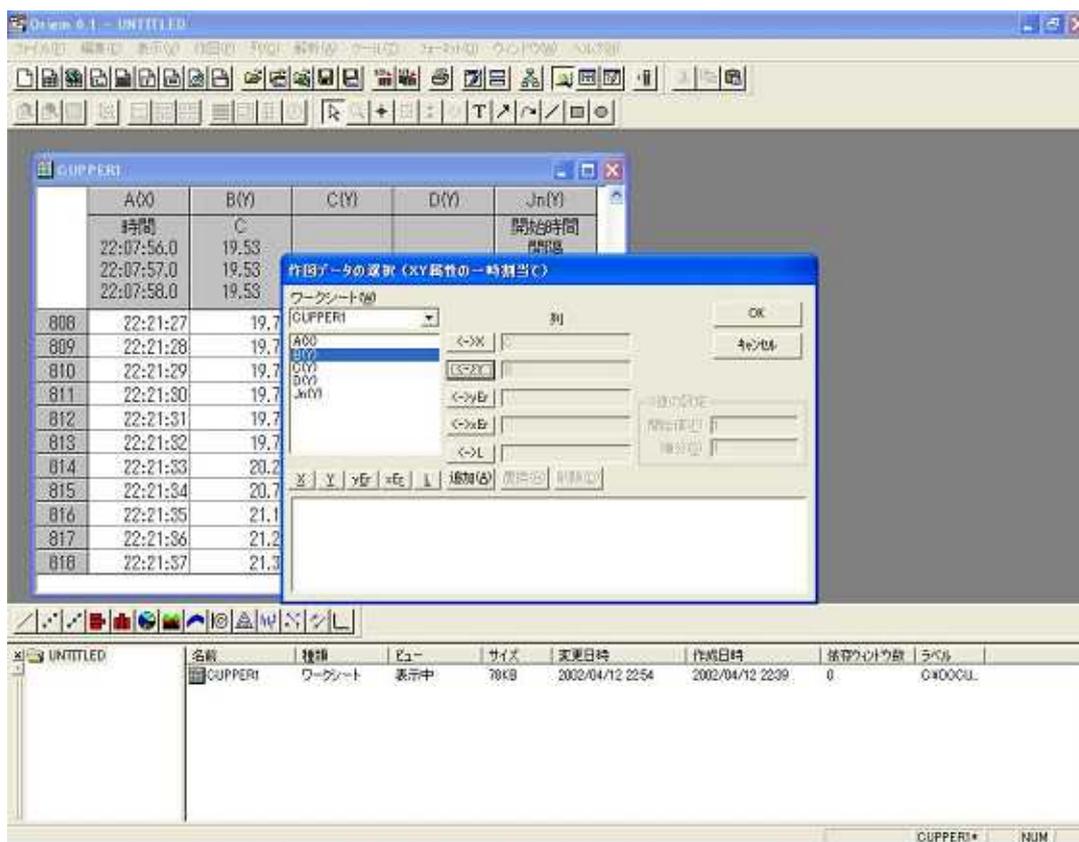


27. 投入した時刻を 0 とする (実際には計算誤差があるので、 $-1.45519E-11$  の様な値が表示される) ように時刻が修正される。

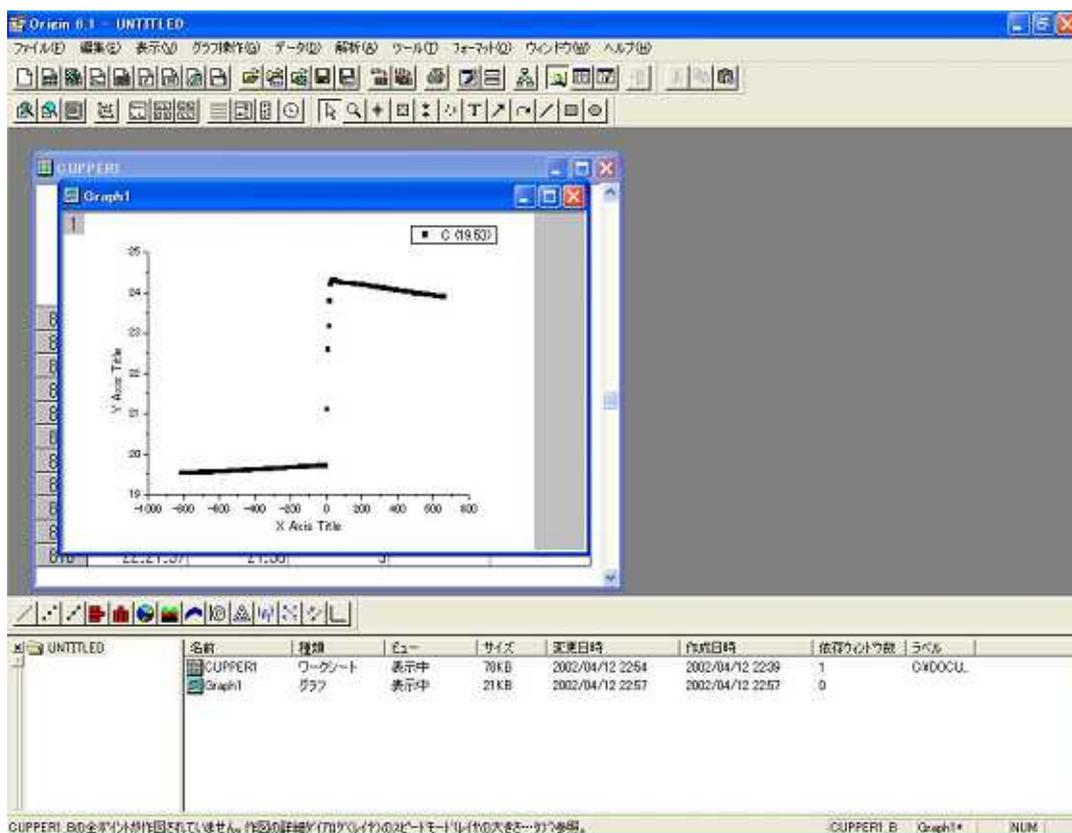


28. 次にグラフとして表示する。まず、表中の C(Y)の部分をクリックして C(Y)列の選択を解除し(背景が白に戻る)、「作図」の「散布図」をクリックする。

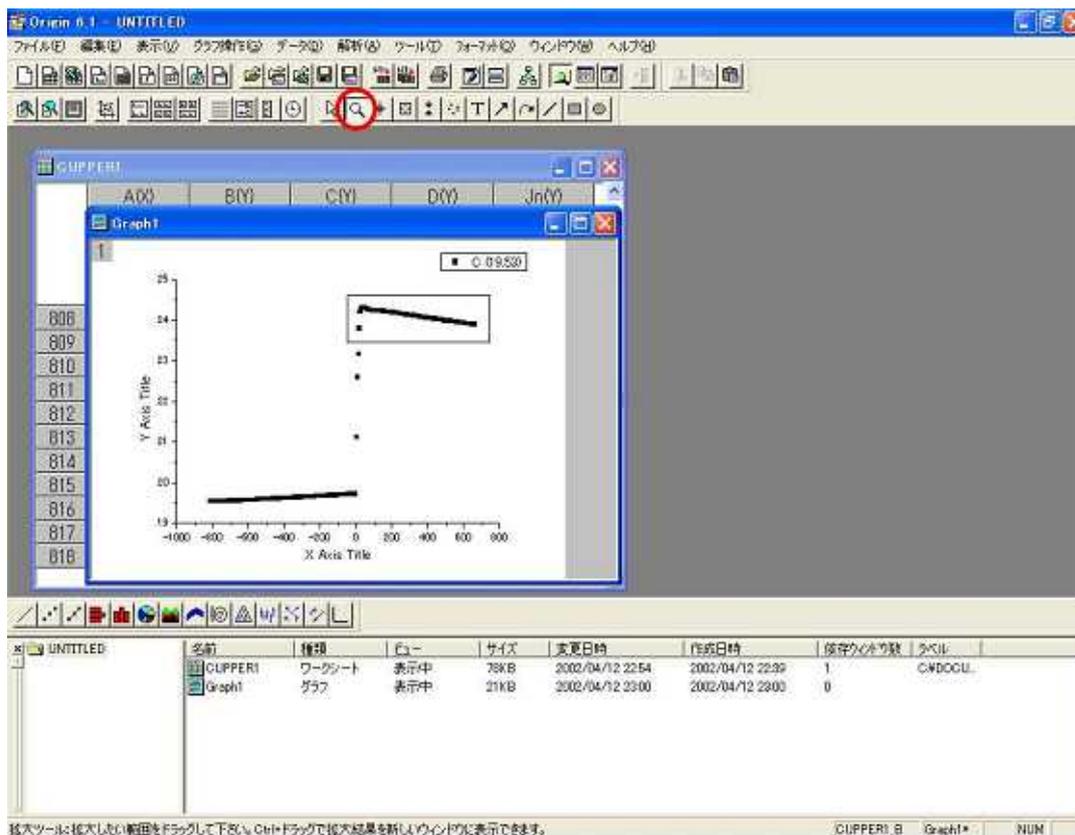




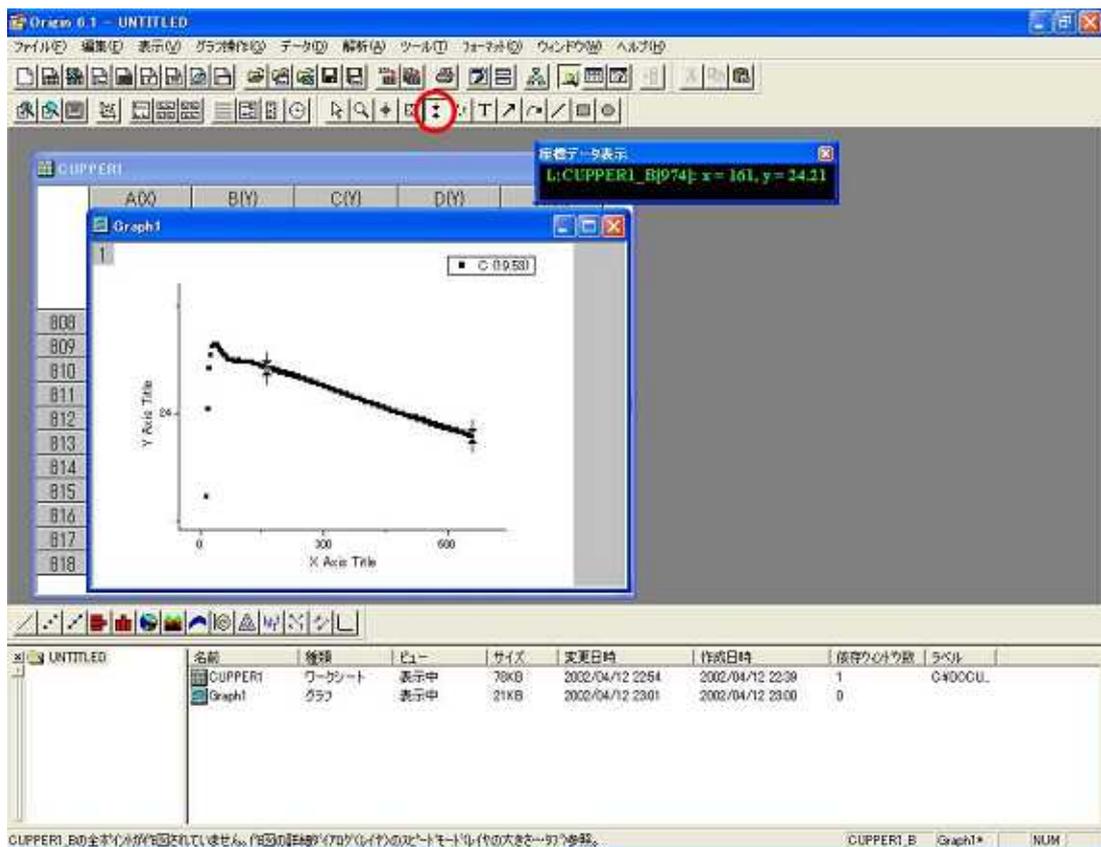
30. 熱量計の温度の時間変化が図示される。



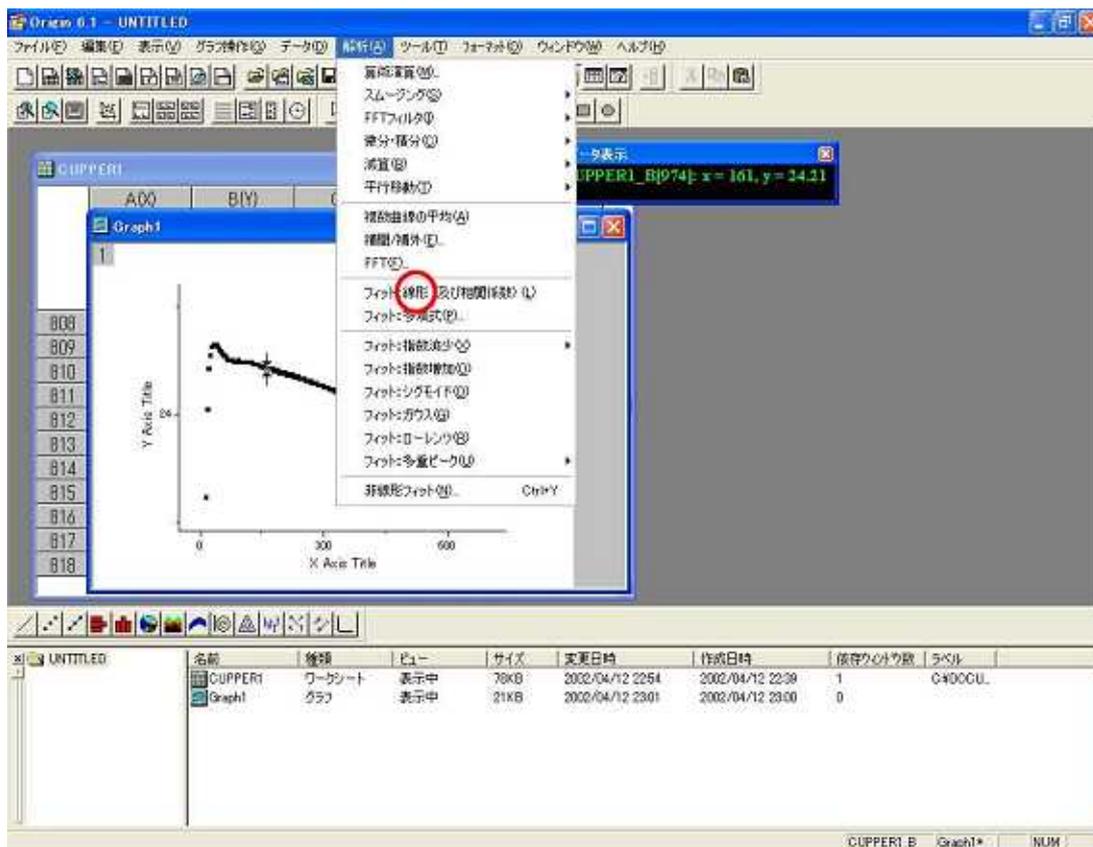
31. 試料を投入して温度が上昇した後の部分を拡大する。虫眼鏡のアイコンをクリックして、拡大したい領域の左上にカーソルを移動させてマウスの左ボタンを押したままにする。押したままで拡大したい領域の右下にカーソルを移動させ、左ボタンを離すとその領域が拡大される。



32. 冷却曲線を直線で外挿して  $t_2$  を求める。まず、データセレクトをクリックする。温度が一定の傾きでゆっくりと下がっていく範囲を選ぶ。キーを押して、「座標データ表示」を「L:XXXXX\_B[XXX]...」と表示させる。Ctrl キーを押しながらキーを押して、一定の傾きでゆっくりと下がっていく範囲の左端に\*印がくるようにする。次に、キーを押して、「座標データ表示」を「R:XXXXX\_B[XXX]...」と表示させる。Ctrl キーを押しながらキーを押して、一定の傾きでゆっくりと下がっていく範囲の右端に\*印がくるようにする。



33. 温度が一定の傾きでゆっくりと下がっていく範囲を選んだら、「解析」の「フィット: 線形 (及び相関関数)」をクリックする。



34. 結果が表示される。求める  $a_2$  の値は A の値 (例: 24.32 ( )) である。

Origin 6.1 - UNTITLED

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) グラフ制作(G) データ(D) 解析(S) ツール(T) フォーマット(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

Graph 1

結果ログ

CUPPERT\_Bの線形回帰:  
 $Y = A + B * X$

パラメータ	値	誤差
A	24.32085	5.13501E-4
B	-6.5561E-4	1.18009E-6

R	標準偏差	N	P
-0.99919	0.00381	500	<0.0001

UNTITLED

名前	種類	ビュー	サイズ	変更日時	作成日時	保存の回数	タブ
CUPPERT	ワークシート	表示中	78KB	2002/04/12 22:54	2002/04/12 22:39	1	C4DOCU
Graph1	グラフ	表示中	21KB	2002/04/12 23:02	2002/04/12 23:00	0	
Linear Fit	ワークシート	非表示	6KB	2002/04/12 23:02	2002/04/12 23:02	1	CUPPERT

CUPPERT\_Bの全データが削除されています。作図の最終XYデータセットのビットモードの大きさ…が変更。

CUPPERT\_B Graph1 NUM