

# モデル 2325 バイポテンシヨスタット

## 取り扱い説明書



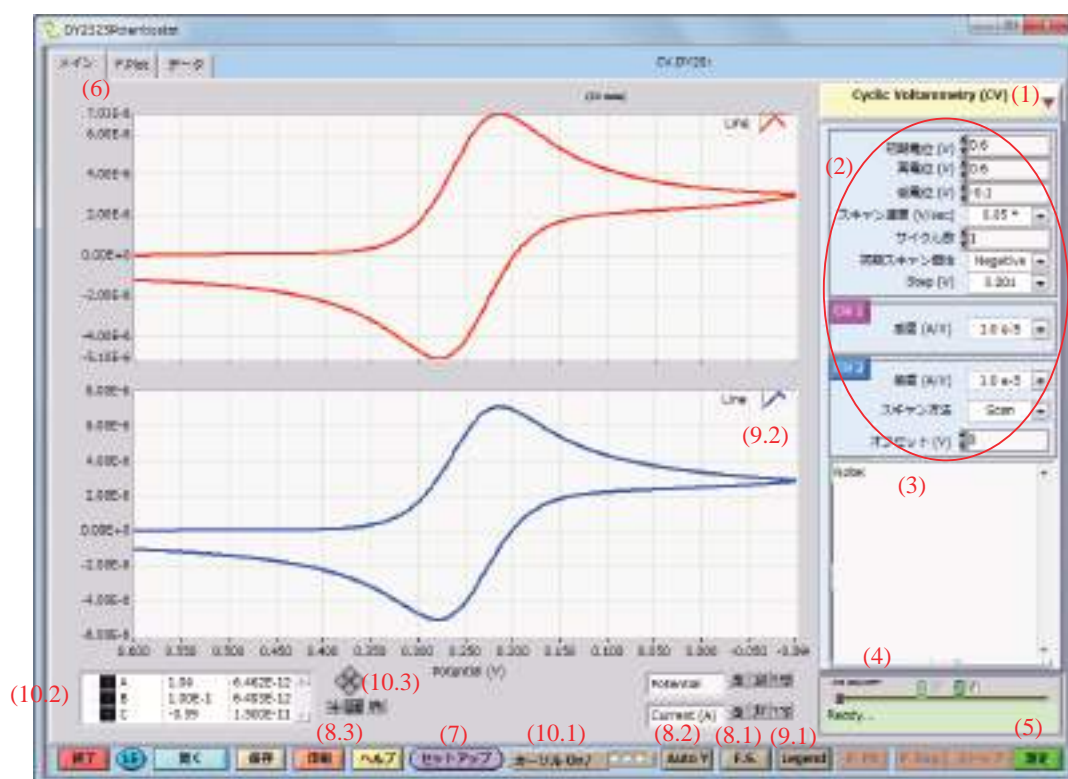
# 内容

モデル 2325 クイックスタート	2
1. 紹介	6
2. スタート	7
3. メインウインドウ	10
3.1. アンペロメトリック i-T (i-T)	13
3.2. サイクリックボルタンメトリー (CV)	15
3.3. リニアースweepボルタンメトリー (LSV)	17
3.4. オープンサーキットポテンシャル (OCP)	19
4. F. Plot ウインドウ	20
4.2. 重ね書き	21
4.3. グラフィック表示設定	22
4.4. カーソル使用方法	25
4.5. カーソル設定	26
4.6.1 チャンネルの選択	30
4.6.2 ローパスフィルター	31
4.6.3 スムージング	32
4.6.4 DC オフセットの除去	32
4.6.5 数学操作	33
4.6.6 プロットセグメント	33
4.6.7 カーソル位置	34
4.6.8 FFT	35
4.6.9 ピーク形状の定義	36
4.6.10 Tafel	37
4.6.11 ピーク電流 Vs. Scan 速度 (平方根) のプロット	39
4.6.12 Koutechy プロット	41
4.6.13 Levich プロット	43
4.6.14 積分、微分	45
5. データウインドウ	37
6. セットアップウインドウ	38
6.1. General	38
6.2. システム	40
6.3. Execution (自動測定)	51
6.2.1 繰り返し測定	52
6.2.2 連続測定	53
6.2.3 プロットスタイル	55
RRDE-3 回転電極測定	42
CS-3A セルスタンドの接続	44
SEC2000 Ver1.2 トリガー信号の取り込み	48
付録 I: 仮想 COM ポートドライバーのインストール	49
付録 II: 仕様	50
付録 III: I/O. ポート	51
付録 IV: 保証規定	52
付録ボルタンメトリー用セル	55
付録参照電極	56
付録カウンター電極	57

## モデル 2325 クイックスタート

- (1) ソフトウェアのインストール (OS はウインドウズ XP/Vista/7, 最低 2GB RAM, 1024x768 解像度のモニターを使用) します。
- 付属 USB メモリーをマイコンピュータで開き、2325-inst フォルダ中の setup.exe をダブルクリックし、モデル 2325 制御ソフトをインストールします。
- USB メモリー中の USB\_Driver フォルダ中の CP210x\_VCP\_Win\_XP\_S2K3\_Vista\_7.exe をダブルクリックしますと、USB ドライバーをインストールします。
- PC の AC アダプターを接続します。機器とコンピューターを USB ケーブルで接続し、PC、機器の順番にスイッチを入れます。
- ウインドウを立上げデバイスマネジャーを開くと、USB コントローラーの中の (Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge) ウィンドウを確認し、自動的にドライバプログラムがインストールされます。数分掛かることがあります)。
- フロントパネルの青 (Power)、緑 (USB) の LED がオンになれば、測定できる状態です。

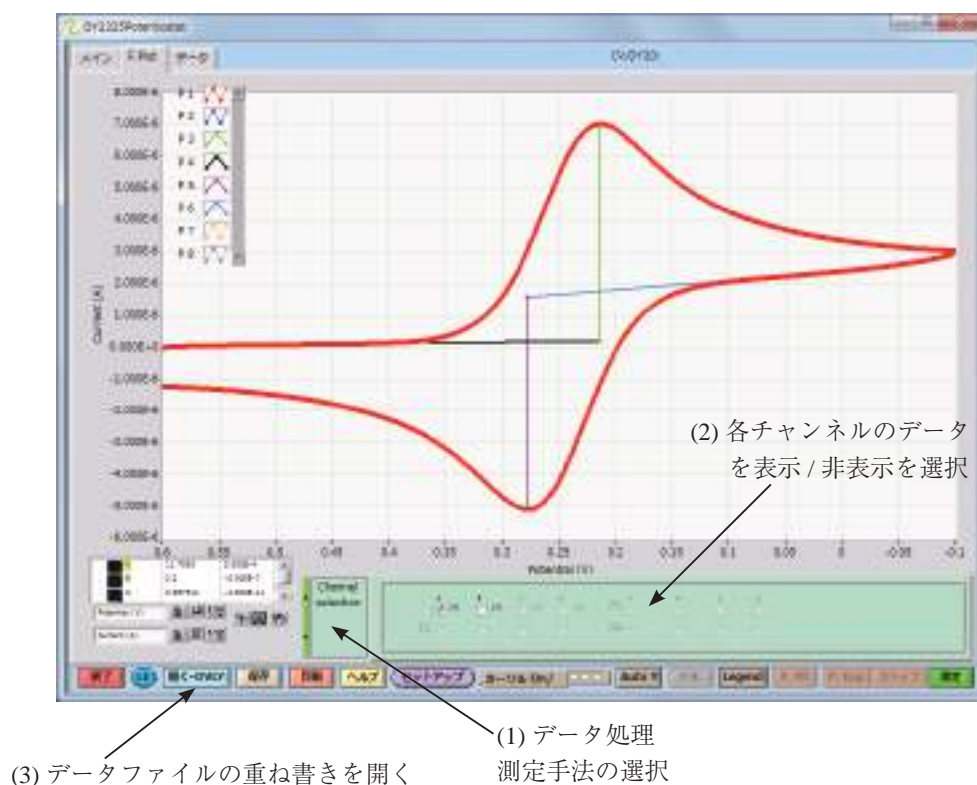
## (2) メインウィンドウ



上記図に記載されている各番号の機能を説明いたします。

番号	機能	番号	機能
(1)	測定手法の選択	(8.1)	フルスケールのプロットを設定
(2)	パラメータの入力	(8.2)	プロットスケールを自動設定
(3)	注の入力	(8.3)	グラフィックツールの拡大、プロット領域を選択するためにマウスで左をクリックする。
(4)	チャンネルの ON/OFF	(9.1)	Legend の ON/OFF
(5)	測定開始	(9.2)	legend を ON にした後、線種の変更をするために左をクリックする
(6)	ウインドウの切替	(10.1)	カーソルの ON/OFF ボタン
(7)	SETUP ウィンドウで条件入力 ページ 38 ~ 41 参照して下さい。	(10.2)	“センターに移動” は右をクリックして選択
		(10.3)	カーソルツールはカーソルを選択、移動

### (3) プロットウィンドウ



### セルケーブルの接続

モデル 2325 のコネクタはねじ込みタイプのコネクタです。セルケーブルはワニ口クリップです。各電極との接続は下図に示します。ワニ口はカラーコード化されています。接続は：

緑色	作用電極
白色	参照電極
赤色	カウンター電極
黄色	第二作用電極



電極ケーブルの接続

### 電源オン

コンピューターとモデル 2325 を USB ケーブルで予め接続しておきます。PC の 2325 ソフトを立上げます。次にモデル 2325 本体の電源を入れますと、2325 本体のフロントパネルの青 (Power)、緑 (USB) の LED がオンになります。この接続で測定が可能となります。測定方法について記載はページ 10 のメインウィンドウの項を参照して下さい。

## 電源投入

送付されてきましたダンボールを開封しますと、

1. AC アダプター
2. セルケーブル、アース線、リモートケーブル
3. マニュアル
4. 電気化学アナライザー本体
5. 注文してある場合、電極関係のセル

本体は交流 100V ～ 230V/50 ～ 60Hz で使用できるよう設計されています。本体の背面をチェックして頂きますと、AC アダプターケーブルを挿入するソケットがあります。出荷前に使用する電源はチェックしてあります。

AC アダプターの電源ケーブルは通常壁にあります電源コンセントに接続します。この時、電源のグラウンドが取れていることを確認してください。グラウンドが取れてい 않으면、ノイズの原因となります。

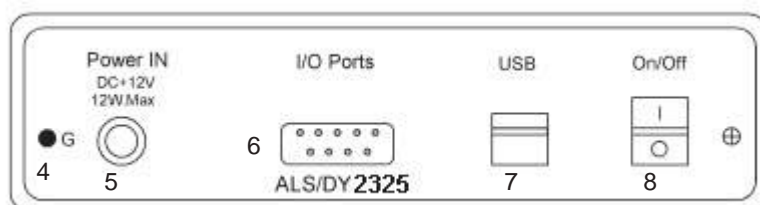
電気化学アナライザーの電源をオンにしますと、前面のインジケーターが点燈します。

### 本体の前面



1. パワースイッチ 用 LED
2. USB 用 LED
3. セルケーブルコネクター

### 本体の背面



4. グラウンド端子
5. 電源ソケット
6. オフジョン端子
7. USB 端子
8. 電源スイッチ

### 必要なシステム構成

オペレーティングシステム :	マイクロソフトウィンドーズ XP/7/8
RAM:	4GB B バイト以上
モニター :	VGA
マウス	USB
シリアル通信ポート :	USB ポート
出力デバイス :	ウィンドウズにてサポートされるプリンター

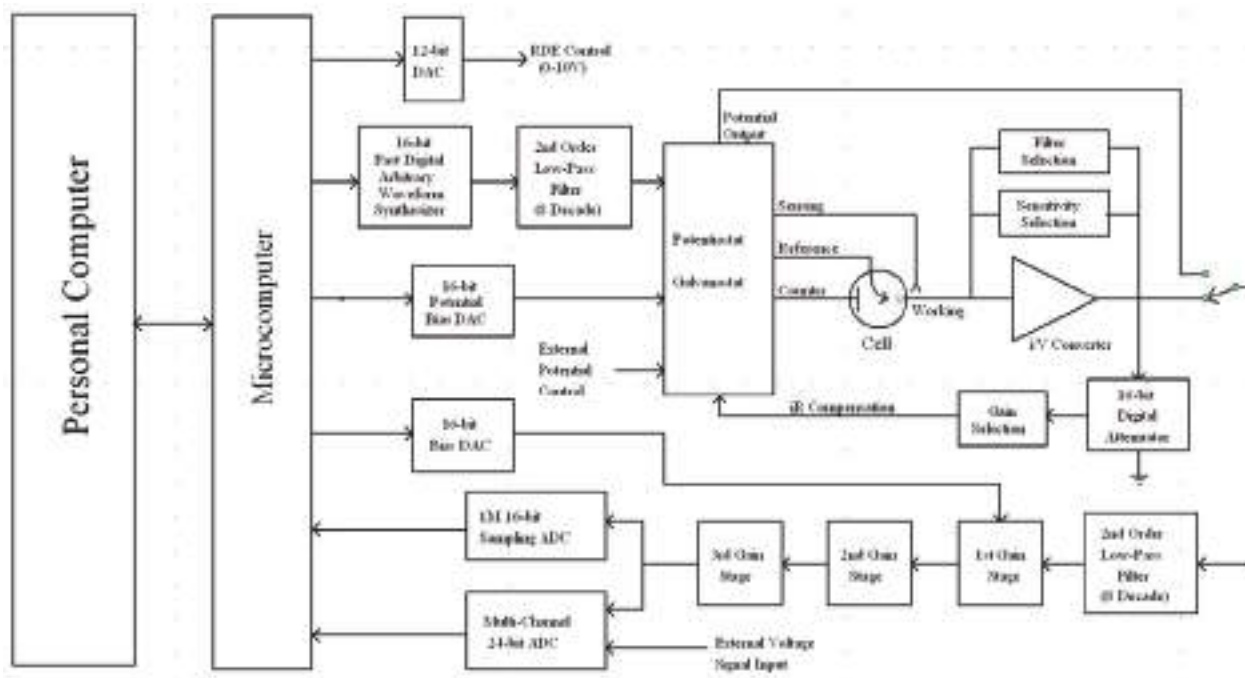
## 本体のセットアップ

1. 本マニュアルに記載した電気化学測定器は専門知識を有する研究者が使用するために設計されています。調整、メンテナンス、修理は本マニュアルを熟読の上行なって下さい。精密な器機ですので、取扱いには十分お気を付けて下さい。修理等のサービスが必要な場合、ビーエーエスにご連絡下さい。
2. 高感度測定を必要とする場合、器機を設置する場所、電源環境等を考慮の上最適な場所に設置してください。化学物質などの影響がなく、水平バランスが取れている実験テーブルをご利用ください。腐食物質、腐食性ガス雰囲気下のような場所は避けて下さい。
3. 本計測器の上に測定用セル等を置いて実験しますと、サンプルの飛散等の危険がありますので、このような測定は避けて下さい。また、器械内部にサンプルが侵入した場合、最寄の代理店にご相談下さい。本体の定期的な清掃は必要ありませんが、本体に水分などが付着した場合など乾燥タオルで拭取ってください。使用しますコンピューターなどの傍には薬品などを行ないよう気を付けて下さい。
4. セルケーブルの腐食が起こらないよう気を付けて下さい。チェック方法としては  $1\text{M}\ \Omega$  抵抗を用いて、 $\pm 1\text{V}$  範囲、感度を  $1 \times 10^{-6}$  とし、最大電流  $\pm 1\ \mu\text{A}$  の直線が得られます。作用電極は抵抗の片端に接続し、カウンター、参照極は抵抗の反対の端に接続します。接続は間違えないよう気を付けて下さい。
5. 実際の電気化学計測を行った時、期待したデータがでない原因は誤ったセルケーブルの接続、参照電極の劣化、作用電極の汚れ等の要因であることが頻繁に見られます。スタンダードサンプルを用いて電気化学データを取るにより、正しい測定を行って下さい。
6. 装置のカバー頻繁に取り外さないで下さい。
7. 使用する試薬に関する MSDS シートを収集し、安全な取扱い方法をマニュアル化することをお勧めします。
8. トラブルが発生した場合、ビーエーエスにお問合せ下さい。装置のハードウェアテストでエラーが頻繁に発生した場合、どのようなエラーが表示されているかをメモにして下さい。その内容をお知らせ下さい。
9. PC に接続する装置の周りにはスペースを空けてください。ファンの空気循環ならびに電極等の取扱いに差し支えない空間を確保して下さい。
10. 電極の接続には付属のセルケーブルを使用して下さい。ワニ口クリップの腐食には気を付けて下さい。接触不良の原因となります。



## 1. 紹介

モデル 2325 は汎用性に優れたエントリーモデルのバイポテンシostat です。本装置にはデジタルファンクションジェネレーター、データサンプリングシステム、ポテンシャル、電流信号用のフィルター、第二ゲインステージ、ポテンシostat を内蔵しています。ポテンシャル制御範囲は  $\pm 4\text{V}$ 、電流範囲は  $\pm 50\text{mA}$ 、出力電圧範囲は  $\pm 10\text{V}$  です。また、電流感度は単体でナノアンペアまで対応していますので、 $10\ \mu\text{m}$  微少電極を用いた電気化学計測を行うことができます。ほとんどの実験のタイムスケール、つまり高速スキャンから低速スキャンまでの電気化学計測に対応します。例えば、サイクリックボルタンメトリー (CV) のスキャン速度は  $0.1\text{mV}$  分解能で  $10\text{V/s}$  にできます。



モデル 2325 は機器の定期的なキャリブレーションは不要です。

モデル 2325 はウィンドウズ環境下で PC により制御できます。操作性に優れ、ユーザーインターフェースを有しています。ヘルプがマニュアルになっていますので、簡単に機器を操作できます。コマンド、パラメーター、オプションは化学者馴染みの深い専門用語を用いました。ツールバーは通常使用するコマンドに簡単にアクセスできます。

モデル 2325 はリングディスク電極 (RRDE) 実験、低電流測定 (sub-picoampere)、センサー前処理、データ採取を行うことができます。研究、教育の用途にご利用頂ける製品です。

モデル 2325 の特長は多くのパワフルな機能を、例えばファイルの取扱い、実験コントロール、柔軟なグラフィック機能、各種データ解析、色指定、フォントの選択、データの書き込み、見ながらのベースライン補正、フーリエ変換、電気化学計測法に関する式の表示などがあります。

また、ALS/CHI にてデータを読み込むことができるように、データ変換ソフトを標準添付しています。

## 2. スタート

### (2.1) インストール

注意 1: モデル 2325 のコントロールソフトウェアは LabVIEW<sup>1</sup> を用いて開発しました。

注意 2: 本インストーラーを実行する前に全てのプログラムを終了して下さい、ウイルススキャンなどのバックグラウンドで動作するアプリケーションはインストールに干渉することがあります。

注意 3: LabVIEW 用ドライバーは開発していません。

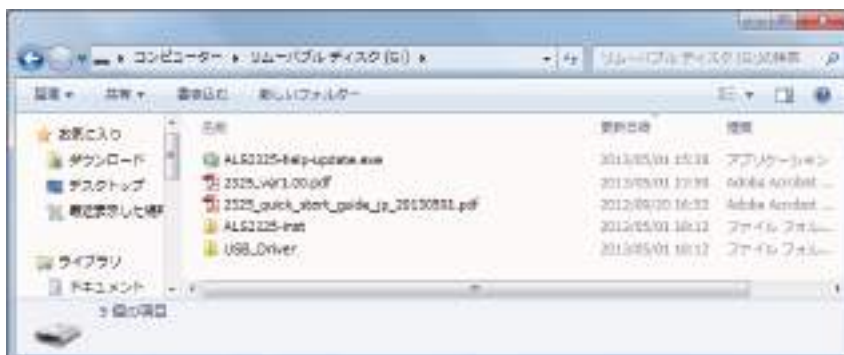
### (2.2) USB メモリーの挿入

ウインドウズ XP/Vista/7 で動作しているコンピューターの USB ポートに USB メモリーを挿入します。

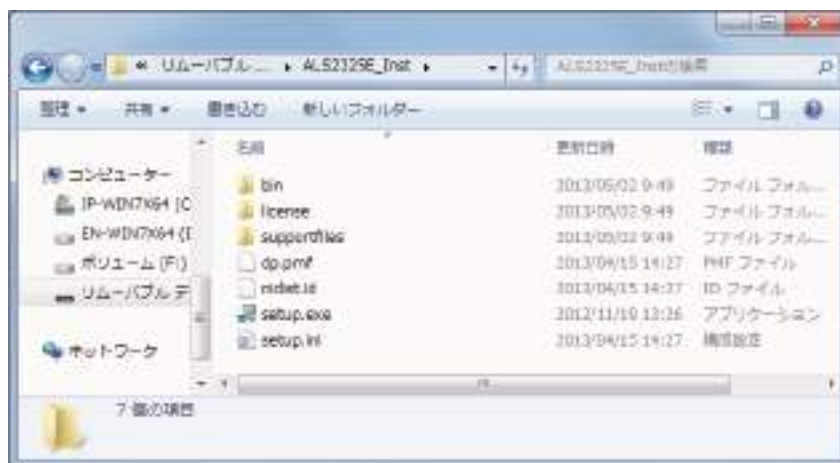
### (2.3) モデル 2325 コントロールソフトをインストール

モデル 2325 専用ソフトの USB メモリーを開くと内部のファイルが表示されます。

USB メモリー内の ALS2325-inst フォルダをダブルクリックで開きます。



Setup.exe をダブルクリックすると、モデル 2325 のコントロールソフトのインストールが始まります。次へのボタンをクリックしていきます。



モデル 2325 ソフトの上記画面が表示されます。



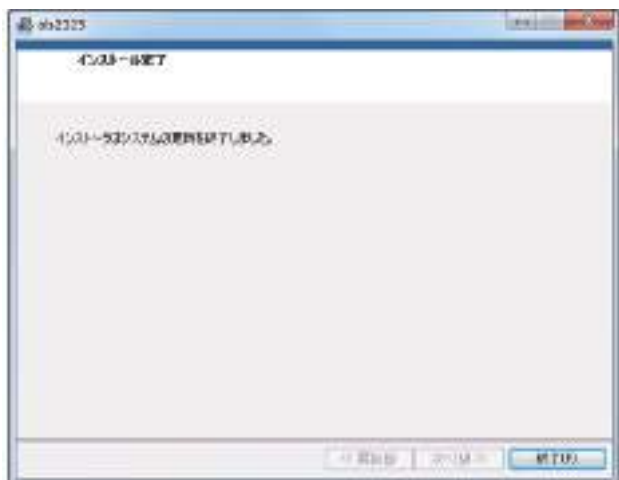




次へのボタンをクリックします。



上記の画面のライセンス契約書に同意します。を選択し、次へのボタンをクリックします。インストールが進み、次の画面終了ボタンを押しますと、インストールが完了します。



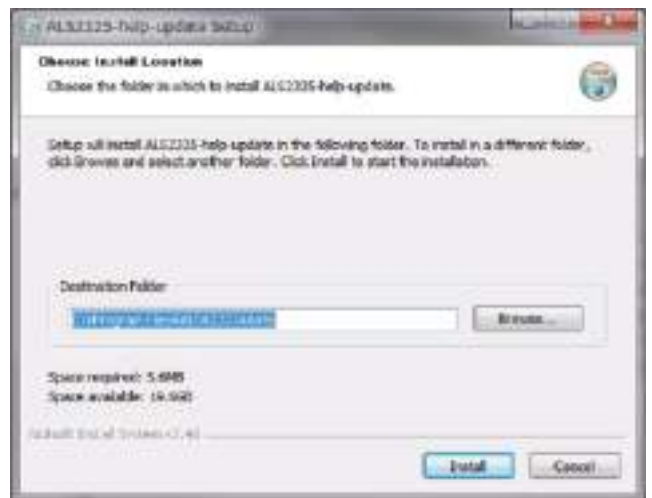
インストーラ完了画面が表示されます。

## (2.4) ヘルプファイルの更新

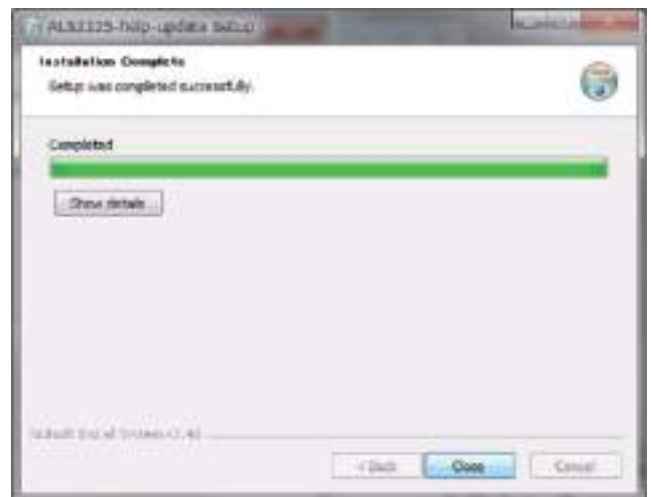
USB メモリー内の ALS2325-help-update.exe をダブルクリックすると ALS2325-help-update Setup 画面が開きます。



1. 下記のモデル 2325 ヘルプインストールウィンドウが開きます。インストールボタンをクリックします。



2. ヘルプファイルを更新します。Installation Complete となったら Close ボタンをクリックして終了します。



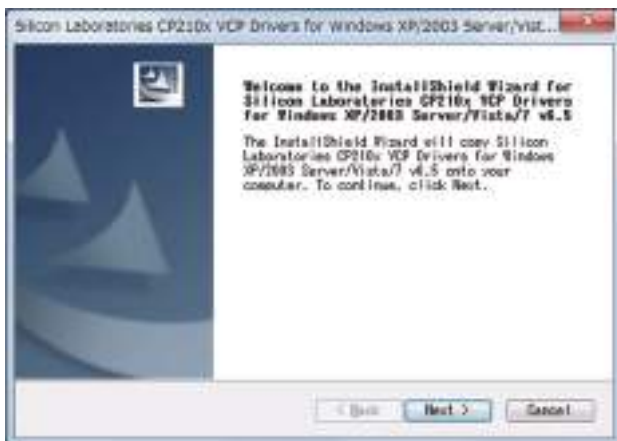
## (2.5) USB ドライバーのインストール



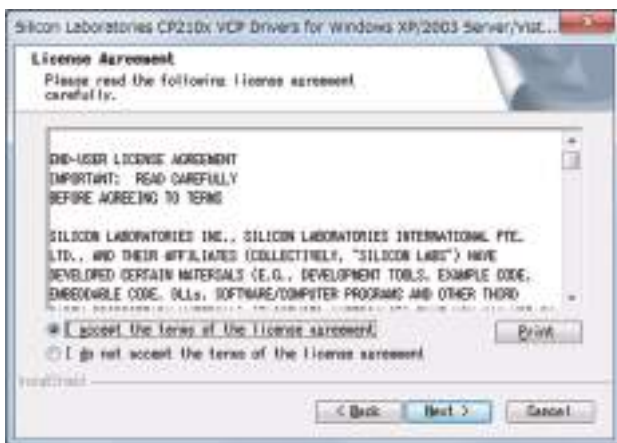
USB フォルダをクリックしますと、CP210x\_VCP\_Win\_XP\_S2K3\_Vista\_7 が表れます。



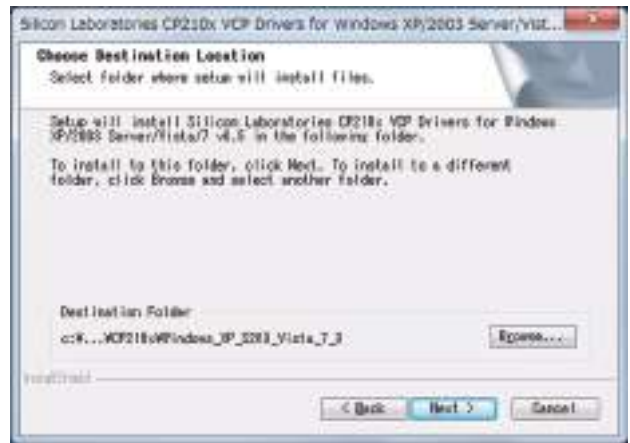
USB ドライバーをクリックすると、インストールが始まります。



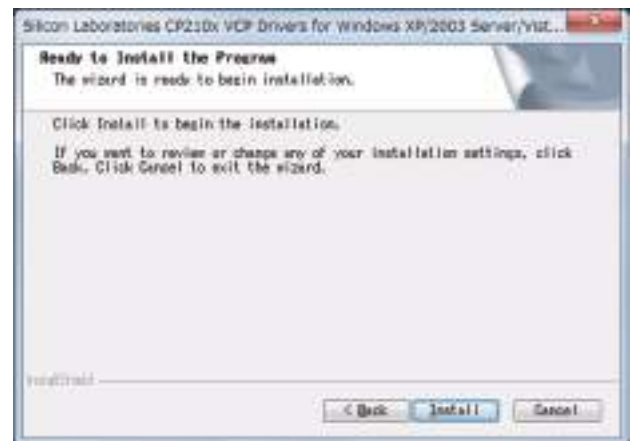
上記画面が表れますので、NEXT ボタンをクリックして下さい。



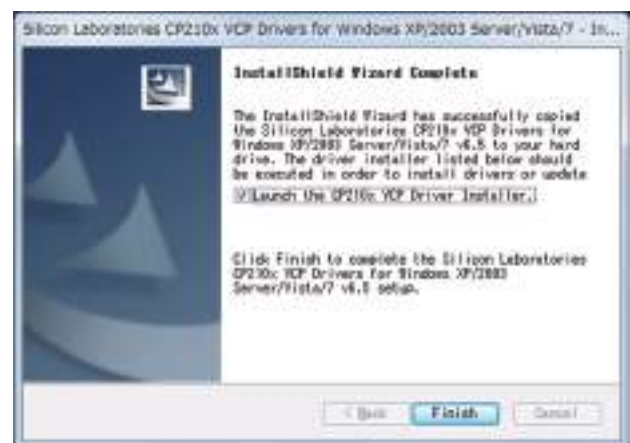
上記の画面のライセンス条件に同意する。を選択し、Next ボタンをクリックします。



ソフトをインストールするためのフォルダを指定します。



Install のボタンを押して、USB Driver がインストールされます。



上記の画面の Finish ボタンをクリックして、USB ドライバーのインストールが完了します。

## (2.6) モデル 2325 のプログラムスタート

フロントパネルの青 (Power)、緑 (USB) の LED がオンになれば、測定できる状態です。モデル 2325 制御プログラムをクリックして、ソフトを立ち上げ、上記メイン画面の右下に Ready が表示すれば、装置と PC の通信は正常な状態です。測定が行えます。

### 3. メインウインドウ

プログラムを開いた時、あるいは測定中、このウインドウが表示されます。実験コントロールパラメーターを入力し、選択したテクニックの実験データを表示する場合に使用します。



- (1) ウィンドウ選択タブはメイン、プロット、データ間の動作ウィンドウを切り替えるために使用します。
- (2) グラフエリアは各チャンネルの記録データを表示するために使用します。データプロットするには2つの方法があります。
  - リアルタイム: ADC サンプリングレートが 200 Hz 以下の場合、リアルタイム実験データを表示します。
  - 終了後: サンプリングレートが 200 Hz 以上の場合、データは最初に機器の SRAM に保存され、測定が終了しますと、コンピューターに移動します。
- (3) 測定手法の選択 (プルダウンメニュー) は実験のテクニックを選択します。
- (4) パラメーターの入力パネルは計画によって適当な値を選んで入力します。選択したテクニックに基づいたパラメーターの変更が行えます。
- (5) 実験のマルチライン記載は条件などの内容を入力
- (6) チャンネルの ON/OFF スイッチはチェックボックスのチェックの有無により各チャンネル (CH1 を除く) を ON/OFF できます。チェックしますと、チャンネルはデータ取り込みの測定中 ON (電極が接続されている) になります。そして測定が終了しますと、OFF になります。“Keep channel on” (セットアップ/システムで) ボタンを選択する場合、測定終了後、選択したチャンネルは ON の状態です。

チャンネル数の色はチャンネルの状態を示します。

赤: チャンネル ON、注意: セルケーブルに触れることは避けて下さい!











緑: チャンネル OFF、電極を変えることができます。

警告: ESD (静電気放電) は 4000 V の高電圧が人体に蓄積され、機器の損傷の原因になります。セルケーブルを取り扱う前に ESD に注意して行って下さい。

黄色: チャンネル OFF、セットアップ/システムの内部ダミーセル試験を選択しますと、全てのチャンネルは内部ダミーセル (1 M  $\Omega$  抵抗) に接続されます。

進行バーと残り時間 ( 秒 ) は測定中表示されます。

(7) システムコマンド：

	測定開始
	データサンプリングがリアルタイムモードの場合、データ採取を停止
	データサンプリングがリアルタイムモードの場合、データ採取を一時停止、クリックしますと、データ採取を再開します。
	リアルタイムモードで測定中の新しいデータのプロットを一時停止、しかし測定器はデータを採取します。クリックしますと、データプロットを再開します。
	チェックする場合、プロット Legend ツールはウインドウの右上の隅に表れます。Legend シンボルを右クリックしますと線種 ( 線色、線種等 ) を変更できます。
	選択した感度に応じてフルスケールレンジでデータを表示します。
	データ表示レンジを自動選択
	3つのボタンは別々に A, B, C カーソルを ON/OFF します。
	フロントコントロールパネルに表れないモデル 2325 コントロールパラメーターを設定します ( 本マニュアルのセットアップウインドウズの項を参照して下さい )。
	ヘルプファイルの表示
	稼動ウインドウの内容を印刷
	<p>このコマンドを用いて2つのテキストファイルを同時に保存できます。“ファイル名.dy20”には実験データと機器の設定パラメーターが保存されます。“ファイル名.txt”には測定データのみ保存します。両ファイルはエクセルで開くことができます。</p> <p>注意：セットアップ/General の Save data-only (*.txt) ファイルをチェックする場合、データファイル ( ファイル名.txt ) のみが保存できます。</p>
	以前保存した機器の設定、データファイルを回復
	最後の測定設定とデータを読み込む
	機器の最新の設定を保存し、終了します。モデル 2325 プログラムを開き、LE ボタンを押した時、これら測定条件の設定は回復されます。



(8) グラフィック表示とカーソルスタイルの設定: グラフィックとカーソルスタイルを変更する際に用います。

グラフィックの拡大:

(a) グラフィックツールの選択



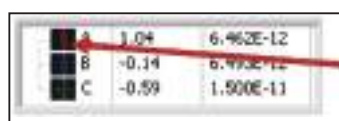
(b) プロット領域を選択するためにマウスをクリックし、マウスボタンを開放します。

X(Y) プロット領域を変更するためにグラフィック表示の軸の両端に必要な数が入力できます。

カーソルの使用:



(a) 3つのカーソル (A, B, & C) はこれら3つのボタン (緑が ON) をクリックすることにより個別に ON/OFF できます。



(b) カーソルを ON にした後、カーソルのプロパティ設定ボタン (A, B, または C), をクリックし、"Bring to Center" を選択します。



(c) カーソルツールを選択し、マウスを使用しプロット上でカーソルを移動します。



(d) これら4つのボタンを使ってカーソルを左右、上下に移動できます。

## ファイル形式

測定データにファイル名を付けて保存する場合、下図は名前を付けて保存するダイアログボックスです。:

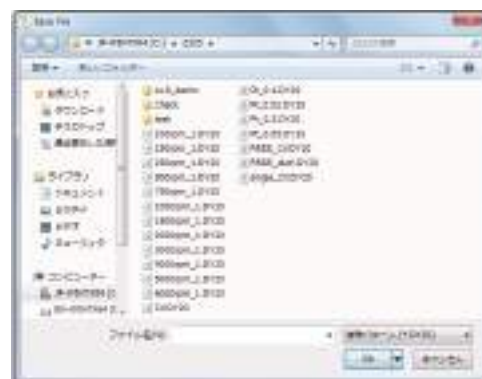
### ファイル名

現在のデータ、変数を保存するために新しいファイル名をタイプします。既に存在するファイル名を入力した場合、システムは警告を発生し、次に進みます。

拡張子は自動的にファイルに付けます。データファイルの場合、拡張子は "dy20" (テキストファイル) です。

### タイプファイルの一覧

開きたいファイルのタイプを選択します。"dy20" のみが利用できます。



### dy20 ファイル内容の一例

#### dy20 のファイル形式

保存したデータファイルの内容を右に示します。テキストエディターなどでデータを開くことができます。エクセルなどもデータを読み込みできますので、自由にデータを加工することができます。

```

==== Cyclic Voltammetry ====
Init E(V):      0.600      5.980000E-1      -8.327476E-7
High E(V):      0.600      5.970000E-1      -7.838523E-7
Low E(V):       -0.100     5.960000E-1      -7.380130E-7
Scan Rate(V/sec): 0.100    5.950000E-1      -7.028695E-7
Number of Circles: 1.000   5.940000E-1      -6.746020E-7
                                     5.930000E-1      -6.409865E-7
                                     5.920000E-1      -6.142469E-7
Sens1 (A/V):     1 e-5     5.910000E-1      -5.913272E-7
Sens2 (A/V):     Off      5.900000E-1      -5.668796E-7
Diff. Scan2 (V): 0.0000    5.890000E-1      -5.454879E-7
  
```

Data start from here:

Potential (V)	i(A) ,CH1
6.000000E-1	-1.042080E-6
5.990000E-1	-9.007426E-7

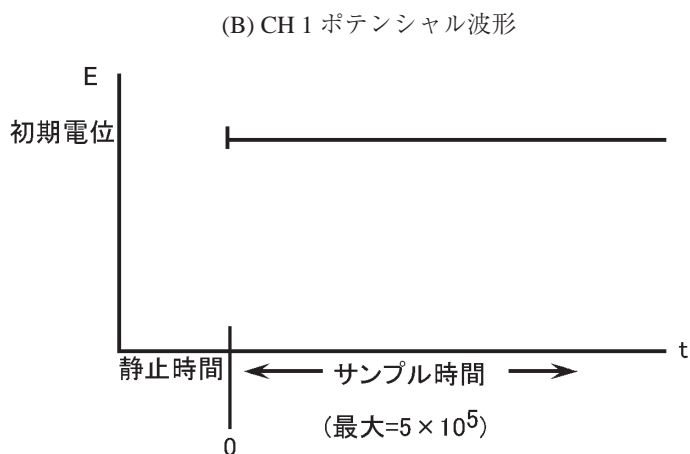
### 3.1. アンペロメトリック i-T (i-T)

アンペロメトリックテクニックは、電流は時間の関数として測定されます。一般的に、このようなテクニックは電流滴定、アンペロメトリックセンサー、フローセル等に使われます。最もシンプルなポテンシャル波形は固定電位です。i-T 測定で使用する定常的な固定電位の波形と典型的な電流応答をそれぞれ (B) と (C) に示します。第二チャンネルには第一チャンネルにオフセット電位を印加できます。(D) を参照して下さい。

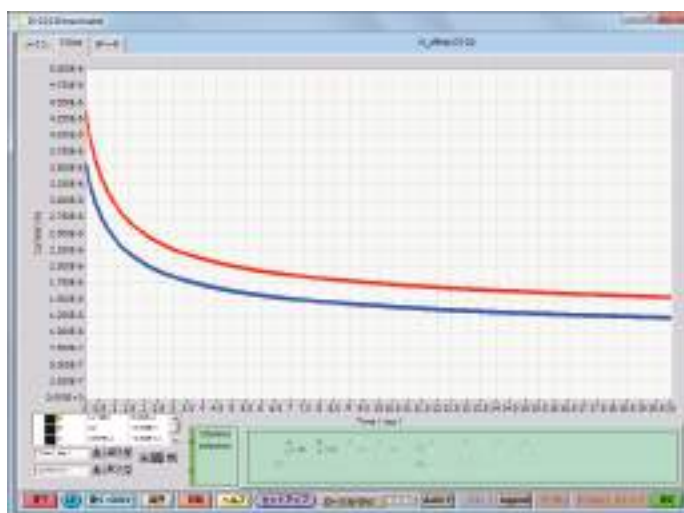
図 . 3.1 アンペロメトリック i-T ユーザインターフェースと波形



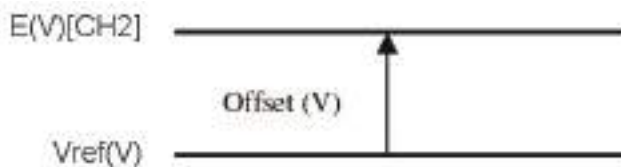
(A) ユーザインターフェース



(C) TB の典型的な電流応答



(D) CH 2 波形 ( オフセットあり ):





## アンペロメトリック i-T のパラメータ

アンペロメトリック i-T (iT) 測定の場合、作用電極の電位は参照電極に対して一定値に維持されます。測定電流は時間の関数として表示されます。

- サンプルング時間： サンプルングする時間は 0.0001 ～ 10 (sec) の範囲内で設定します。  
“\*” サインは特定のサンプルング時間に表れます。0.02 sec より大きい場合、サンプルング時間は自動的に S/N 比を向上するために調整します。
- 測定時間 (sec): トータルのデータサンプルング時間は 0 ～ 65,000 (sec) の範囲内で設定します。  
各チャンネルのデータポイント数 = 測定時間 (sec) / サンプルング時間 (sec)  
各チャンネルは最大 15,000 データ。測定時間が 15,000 以上に設定した場合、サンプルング時間 (sec) はプログラムが自動的に最大許容値にします。
- 初期電位 (V): CH1 作用電極の初期電位 (静止時間も同様) は -4.095 ～ +4.095 (V) の範囲内で設定します。
- G. フィルター： 全てのチャンネルのグローバルフィルター B 設定法  
[Auto] サンプルング時間に応じて各データチャンネルのローパスフィルター ( フィルター B ) のカットオフフィルターは自動的に選択します。

### CH 1:

- 感度 (A/V): 電流測定感度 (Ampere / Voltage) は  $1.0e^{-2} \sim 1.0e^{-8}$  (A/V) 範囲から選択します。
- フィルター： 自動設定

### CH 2:

- 感度： 各チャンネルの電流測定感度は  $1.0e^{-2} \sim 1.0e^{-8}$  (A/V) 範囲から選択します。
- オフセット： 各チャンネルの電位は CH 1 と同電位 + -4.095 ～ +4.095 (V) から設定します。
- フィルター： CH 1 と同じ
- 方法： スキャン 電流測定は CH 1 と同じ

入力したサイクル数あるいは測定時間が最大データポイントを超える場合、測定ボタンを押しますと、Maximum Run Time exceeded ! の注意メッセージが表示され、同時にサイクル数と測定時間の最大値が自動修正されます。



### 3.2. サイクリックボルタンメトリー (CV)

CV テクニックでは、最終電位に達した時、スキャン方向を反転し、同じ電位範囲内で反対の方向に再びスキャンします。フォワードスキャンで生じた電気化学反応の生成物質を逆スキャンで調べることができます。この特徴が CV テクニックが広く使用される主な理由の1つです。

CV では、電位は同じ範囲内で何回も繰り返すことができます。初期電位と、スキャンの方向が反転される高電位と低電位の2つのスイッチングポテンシャル という3つの電位変数が必要です。CV のポテンシャル波形を図 .B に示します。

図 .B に CV の最もシンプルな I – E 曲線を示します。曲線の非対称性は拡散による物質移動により生じます。この曲線の形に影響を及ぼす多数の他の変数があります。例えば、遅い不均一系の電子移動、酸化或いは還元種の不安定性、吸着などです。もし不均一系の電子移動速度が速ければ（実験のタイムスケールと比べて）、そして酸化種還元種両方が安定（実験のタイムスケール上）であるなら、その時、レドックス過程は電気化学的に可逆的と言えます。そのような系の標準レドックスポテンシャルは2つのピークポテンシャル ( $E_{pa}$  と  $E_{pc}$ ) の平均であり、ピークポテンシャルの差は  $57/n$  (mV) です ( $n$  は1モル当たりの移動電子数です)。第二チャンネルには第一チャンネルにオフセット電位を印加できます。図 C, D を参照して下さい。

図 .3.2 CV ユーザインターフェースと波形



(A) ユーザインターフェース

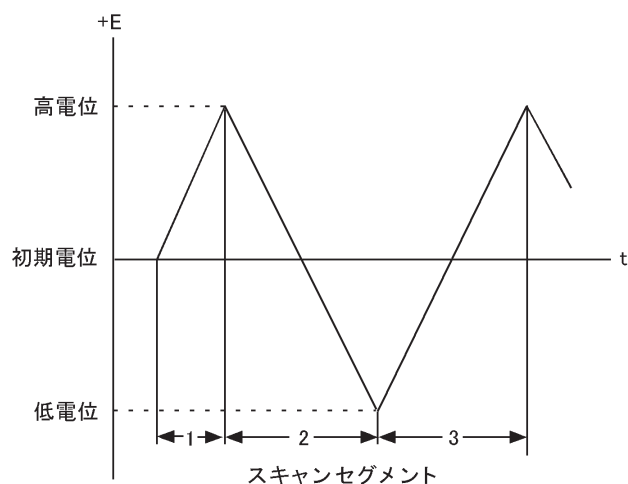
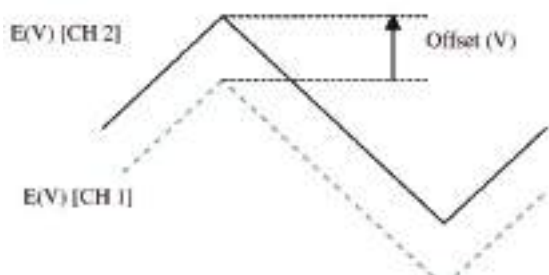
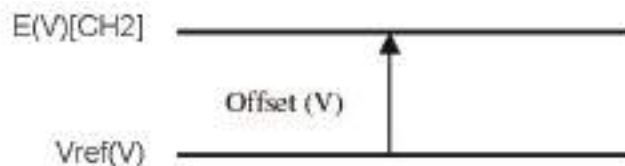


図 B. CV のポテンシャル波形

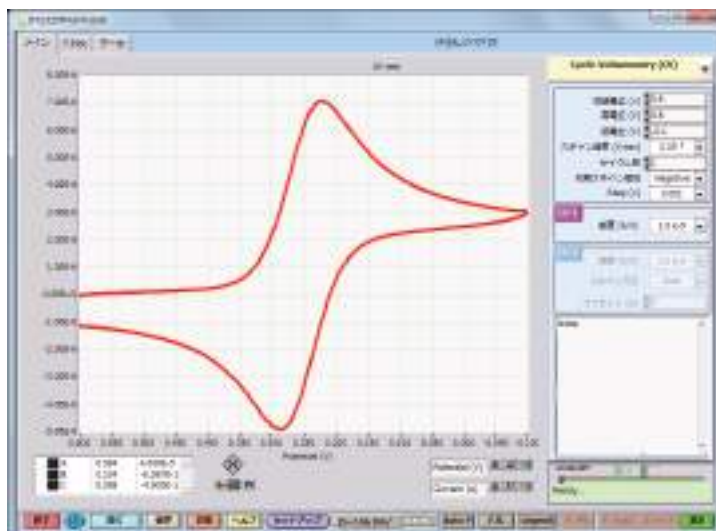
(C) CH 2 波形 (微分スキャン):



(D) CH 2 波形 (定電位):



(E) CV の典型的な電流応答:



## サイクリックボルタンメトリーのパラメータ

初期電位 (V):	CH1 作用電極の初期電位 ( 静止時間中も同様 ) は -4.095 ～ +4.095 (V) の範囲内で設定します。						
高電位 (V):	高電位は -4.095 ～ +4.095 (V) の範囲内で設定します。						
低電位 (V):	低電位は -4.095 ～ +4.095 (V) の範囲内で設定します。						
スキャン速度 (V/sec):	全チャンネルの電位スキャン速度は 0.001 ～ 10 (V/sec) から選択します。 0.05 V/sec 以下の場合、“*” サインはスキャン速度に表れます。このサインはサンプリング時間は自動的に S/N 比を向上するために調整します。メインメニューのセットアップからスキャン速度の任意入力設定をクリックすれば、任意の値を入力できます。						
データポイント:	スキャン速度が 0.1V/s 以下の場合、最大ポイント数は 65,529 となります。リアルタイムにデータ表示します。 スキャン速度が 0.1V/s 以上の場合、最大ポイント数は 15,000 となります。データ表示する場合、表示に遅延が発生することがあります。						
サイクル数:	スキャンサイクル数は 1 ～ 255 の範囲で選択します。この値は高電位と低電位により調べられます。設定が最大値より大きい場合、プログラムは最大許容値に調整されます。						
G. フィルター: [Auto]	全てのチャンネルのグローバルフィルター B 設定法 サンプリング時間に応じて各データーチャンネルのローパスフィルター ( フィルター B ) のカットオフフィルターは自動的に選択します。						
初期スキャン極性	+ 初期電位から高電位に電位スキャン - 初期電位から低電位に電位スキャン						
CH 1:							
感度:	電流測定感度は $1.0\text{e}^{-2} \sim 1.0\text{e}^{-8}$ (A/V) 範囲から選択します。						
フィルター:	自動設定						
CH 2:							
感度 (A/V):	$1.0\text{e}^{-2} \sim 1.0\text{e}^{-8}$ (A/V) 範囲から選択します。						
フィルター:	CH 1 と同じ						
方法:	スキャン: 各チャンネルの電位は CH 1 と同電位 + オフセット (V) 定電位: 各チャンネルの電位はスキャン中オフセット (V) に等しい一定値を保持する						
オフセット	-4.095 ～ +4.095(V) 範囲内でコントロールします。						
	<table><thead><tr><th>方法</th><th>機能</th></tr></thead><tbody><tr><td>スキャン:</td><td>差分スキャンオフセットに設定</td></tr><tr><td>定電位:</td><td>スキャンの一定電位値に設定</td></tr></tbody></table>	方法	機能	スキャン:	差分スキャンオフセットに設定	定電位:	スキャンの一定電位値に設定
方法	機能						
スキャン:	差分スキャンオフセットに設定						
定電位:	スキャンの一定電位値に設定						

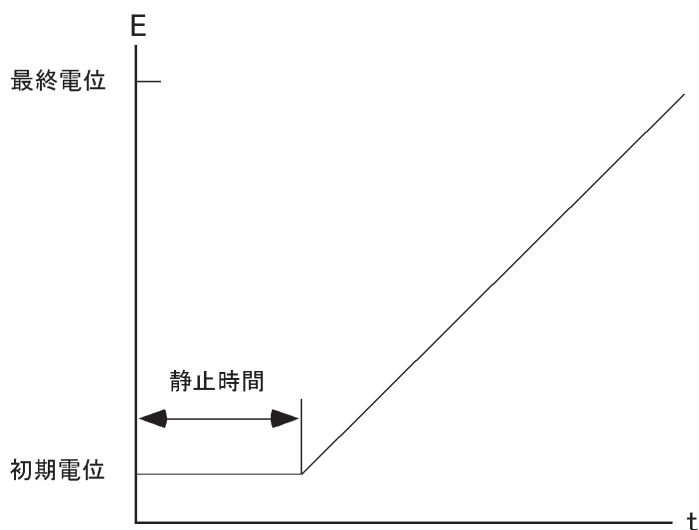
### 3.3. リニアースweepボルタンメトリー (LSV)



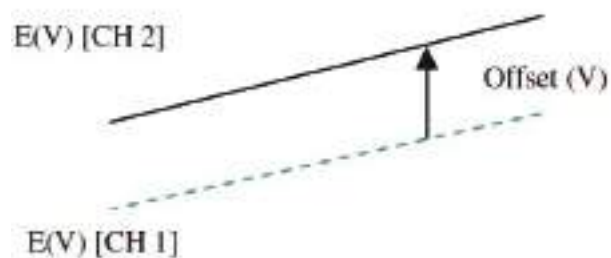
(A) ユーザインターフェース

リニアースweepテクニックでは、電位は一定のスキャン速度で初期電位から最終電位まで直線的に変化させます。電流は印加電位の関数としてモニターされます。簡単な LSV の電位波形を図 B に示します。第二チャンネルには第一チャンネルにオフセット電位を印加できます。図 C, D を参照して下さい。

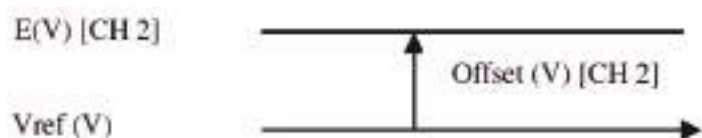
図 .B LSV のポテンシャル波形



(C) CH 2 波形 (微分スキャン):



(D) CH 2 波形 (定電位):



(E) 回転リングディスク電極装置を用いた LSV による典型的な電流応答



## リニアースweepボルタンメトリーのパラメータ

初期電位 (V): CH1 作用電極の初期電位 ( 静止時間中も同様 ) は -4.095 ~ +4.095 (V) の範囲内で設定します。

最終電位: スキャン終了電位は -4.095 ~ +4.095 (V) の範囲内で設定します。

スキャン速度: 全チャンネルの電位スキャン速度は 0.001 ~ 10 (V/sec) から選択します。  
0.05 V/sec 以下の場合、“\*” サインがスキャン速度に表れます。このサインはデータサンプリング速度は自動的に S/N 比を向上するために調整します。メインメニューのセットアップからスキャン速度の任意入力設定をクリックすれば、任意の値を入力できます

データポイント: スキャン速度が 0.1V/s 以下の場合、最大ポイント数は 65,529 となります。リアルタイムにデータ表示します。  
スキャン速度が 0.1V/s 以上の場合、最大ポイント数は 15,000 となります。データ表示する場合、表示に遅延が発生することがあります。

G. フィルター: 全てのチャンネルのグローバルフィルター B 設定法  
[Auto] サンプリング時間に応じて各データーチャンネルのローパスフィルター ( フィルター B ) のカットオフフィルターは自動的に選択します。

### CH 1:

感度: 電流測定感度 (Ampere / Voltage) は  $1.0e^{-2} \sim 1.0e^{-8}$  (A/V) の範囲から選択します。

フィルター: 自動設定

### CH 2:

感度:  $1.0e^{-2} \sim 1.0e^{-8}$  (A/V) の範囲から選択します。

フィルター: CH 1 と類似

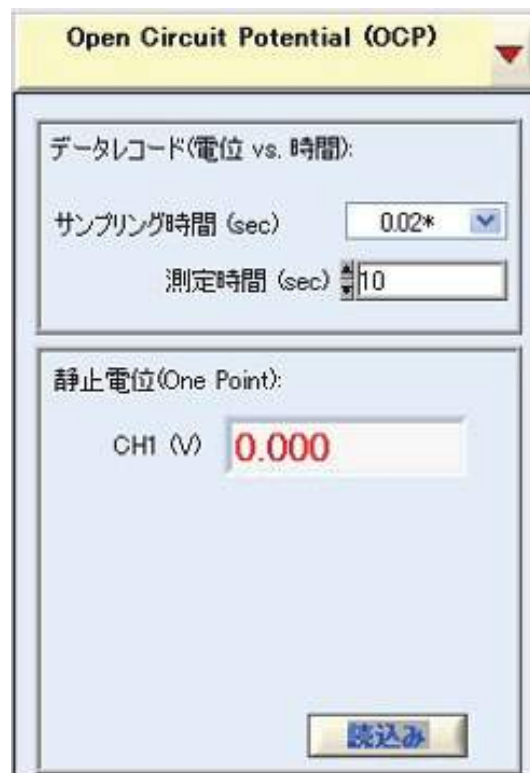
方法: スキャン: 各チャンネルの電位は CH 1 と同電位 + オフセット (V)  
定電位: 各チャンネルの電位はスキャン中オフセット (V) に等しい一定値を保持する

オフセット: -4.095 ~ +4.095 (V) 範囲内でコントロールします。

方法	機能
スキャン:	差分スキャンオフセットに設定
定電位:	スキャンの一定電位値に設定



### 3.4. オープンサーキットポテンシャル (OCP)



(A) ユーザインターフェース

CH 1 での OCP 測定は参照電極 (Re または 2 チャンネルシステムの場合は CE) と作用電極間の電位差の測定です。

(B) CH 1, 2 測定 :

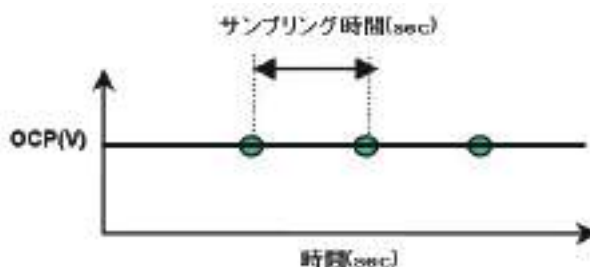


図 .3.4 . OCP ユーザインターフェースと波形

データレコード ( 電位 vs. 時間 )

サンプリング時間 (sec): サンプリング時間は 0.0001 ~ 10 (sec) 範囲から設定し、測定時間も決めて測定ボタンをクリックしますと、記録が開始されます。

測定時間: トータルのデータサンプリング時間は 0 ~ 65,000 (sec) の間で設定できます。

データポイント数 = 測定時間 (sec) / サンプリング時間 (sec)

読み込み 測定電位が表示されます。

データポイント: スキャン速度が 0.1V/s 以下の場合、最大ポイント数は 65,529 となります。リアルタイムにデータ表示します。

スキャン速度が 0.1V/s 以上の場合、最大ポイント数は 15,000 となります。データ表示する場合、表示に遅延が発生することがあります。

入力したサイクル数あるいは測定時間が最大データポイントを超える場合、測定ボタンを押しますと、Maximum Run Time exceeded ! の注意メッセージが表示され、同時にサイクル数と測定時間の最大値が自動修正されます。





## 4. F.Plot ウィンドウ

データサンプリング画面から本ウィンドウに切替えてデータ解析を行うことができます。

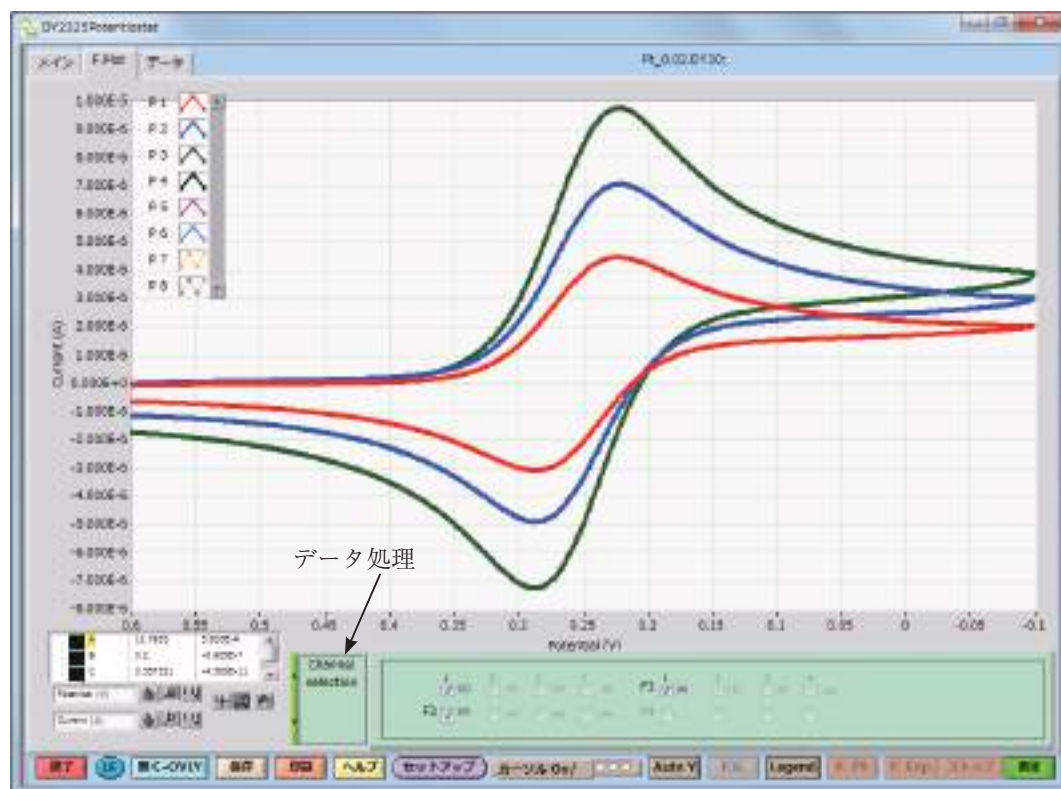


図 . 4 F.Plot ウィンドウの構造

F.Plot ウィンドウの各コマンドについて説明します。

### (1) レジェンド on/off



チェックしますと、プロットレジェンドツールがウィンドウの右上に表れ、レジェンドシンボルの右をクリックしてプロット形式 (線色、線種等) が変更できます。

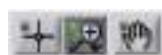
### (2) 重ね書き



保存データを取り込み、現在のデータと一緒に重ね書きが行えます。

### (3) グラフック表示設定

グラフィック表示形式が変更できます。



グラフィックの拡大:

(a) グラフィックツールを選択

(b) プロット領域を選択するためにクリックし、マウスボタンを開放します。



X(Y) プロット領域を変更するためにグラフィック表示の軸の両端に必要な数が入力できます。

プロットの各種表示形式の設定はこれらボタンからコントロールできます。

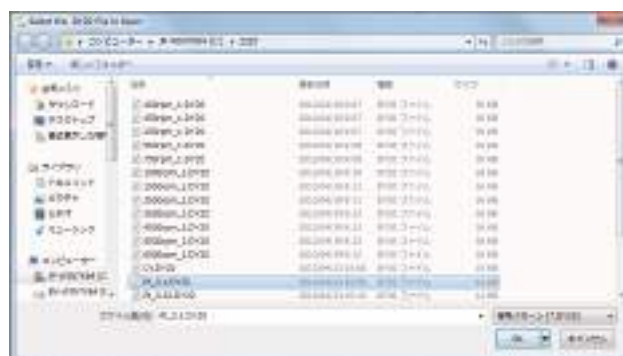


データ表示範囲を自動選択

## 4.2. 重ね書き

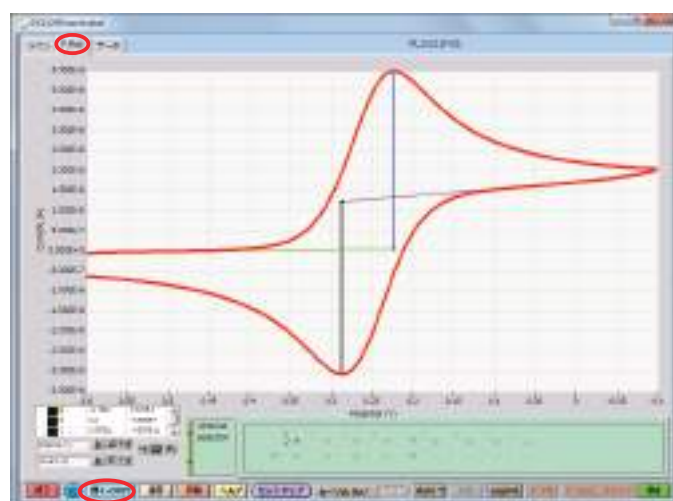
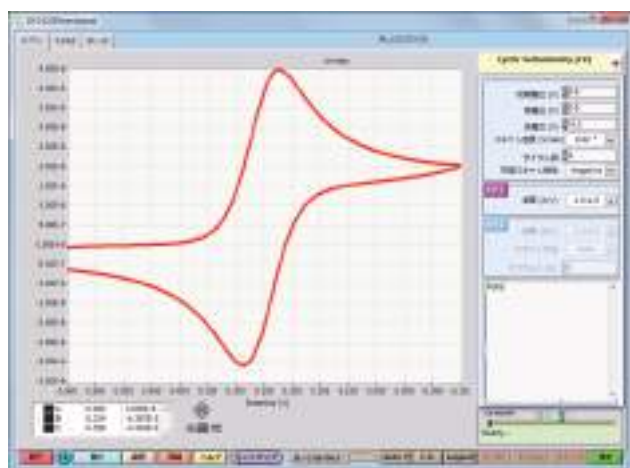
メイン画面の開くをマウスでクリックしますと、データが保存されているダイアログが開きます。

データが登録されているフォルダーから必要なデータを選択し、表示させます。



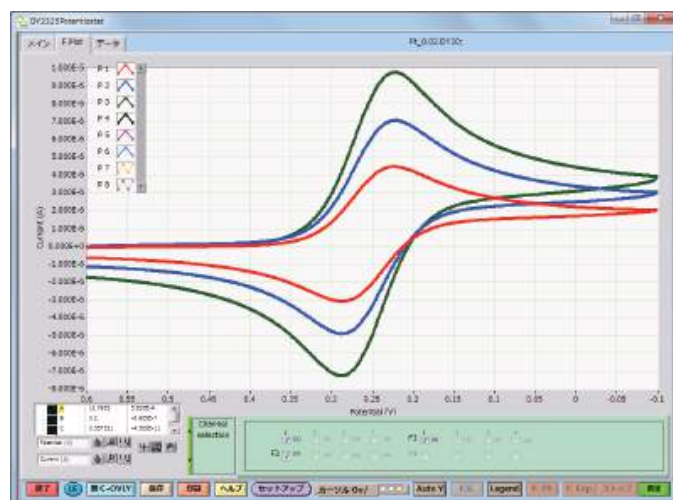
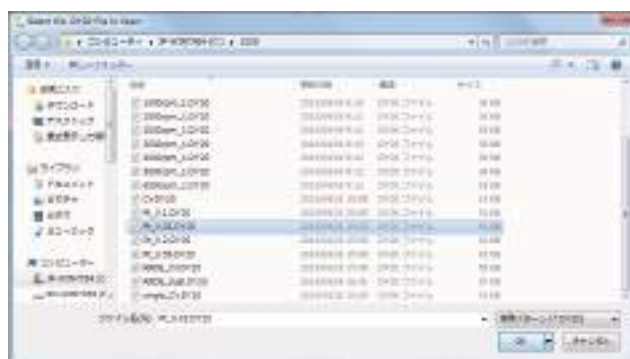
選択したデータは下記の図に示しますような CV データが表示されます。

赤枠で示します FPlot を選択しますと、次の図が現れます。本メニューではデータ処理が行えます。重ね書きを行う場合、開く (ovly) をマウスでクリックし、重ね書きを行うデータを選択します。



データフォルダーから必要なデータを選択し、表示させます。

重ね書きしたいデータは下図に表示されます。

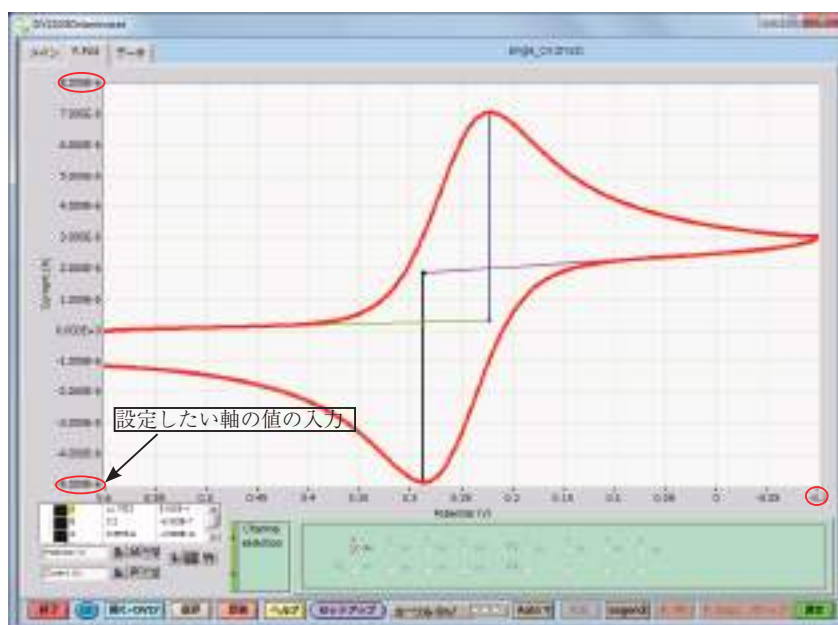


## 4.3. グラフィック表示設定



### 4.3.1. グラフィック表示サイズの変更

#### 4.3.1.1 X, Y 軸のサイズを一定値に変更

X,Y 軸のサイズを一定値に変更する場合、X,Y 軸の両端の数値に当てて、マウスでクリックして、そこに変化したい値を入力して、enter キーを押せば軸のサイズが変更されます。



#### 4.3.1.2 任意的に軸表示サイズの変更

FPlot 画面の左下に  三つのボタンがあり、センターの  ボタンにマウスを当てて左クリックすると 6 つの機能選択が行えます。



マウスで左クリックし、グラフの拡大したい部分をマウスで四角範囲を描きますと、グラフが任意に拡大されます。



マウスで左クリックし、拡大したい部分をマウスで選択すると、グラフの X 軸方向が拡大されます。



マウスで左クリックし、拡大したい部分をマウスで選択すると、グラフの Y 軸方向が拡大されます。



マウスで左クリックすると、元のサイズに戻ります。




グラフの中でマウスを左クリックするとグラフが段階的に拡大する。

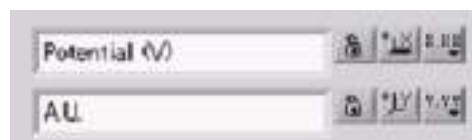


グラフの中でマウスを左クリックするとグラフが段階的に縮小する。

### 4.3.2. プロット（X,Y 軸）表示の設定

#### 4.3.2.1 プロット（X,Y 軸）軸タイトルの変更

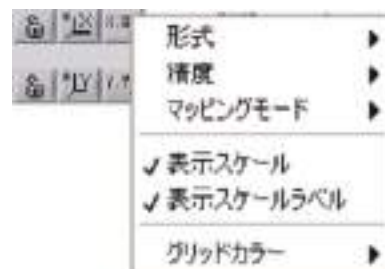
X, Y 軸のタイトルを変更する時白い枠に入力してその後、右側の  を押せば入力した内容は軸のタイトルに入ります。



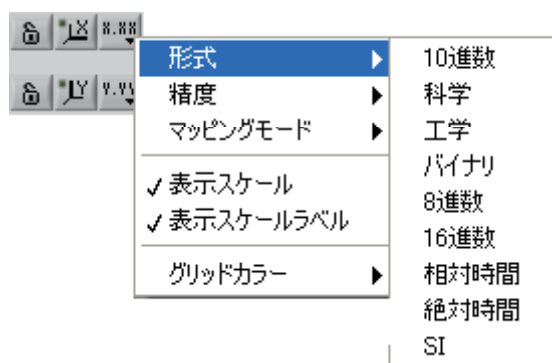
4.3.2.2 X 軸を元のサイズに戻す時、 ボタンを押します。Y 軸を元に戻す時、 ボタンを押します。

#### 4.3.2.3 X,Y 軸（形式、精度、グリッドカラーなど）の設定


X,Y 軸の表示の設定は各々  (X 軸)  (Y 軸) ボタンで行います。例えば、 ボタンをマウスで左クリックすると、右の項目が表れます。各項目の詳細な設定ができます。

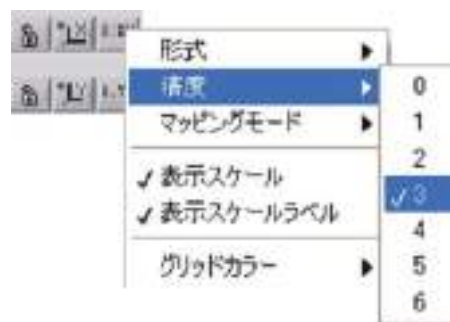


#### 4.3.2.4 形式設定（9 種類）



#### 4.3.2.5 精度設定（7 段階）

軸表示数値の精度設定ですが、例えば、 ボタンから精度 3 を選ぶと、X 軸の数値表示は小数点 3 桁まで表示します。

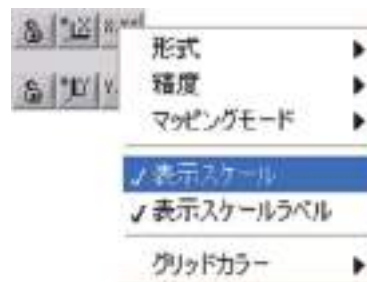


#### 4.3.2.6 マッピングモード



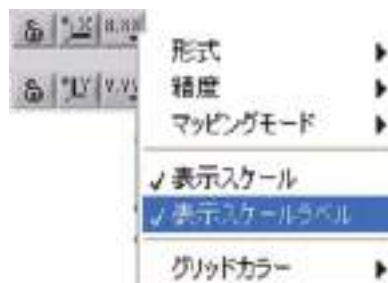
#### 4.3.2.7 表示スケール

デフォルト設定では表示スケールがチェックされています。  
チェックを外すと、軸表示がなくなります。



#### 4.3.2.8 表示スケールラベル

デフォルト設定では表示スケールラベルがチェックされています。  
チェックを外すと、軸表示がなくなります。



#### 4.3.2.9 グリッドカラー





## 4.4 カーソル使用方法

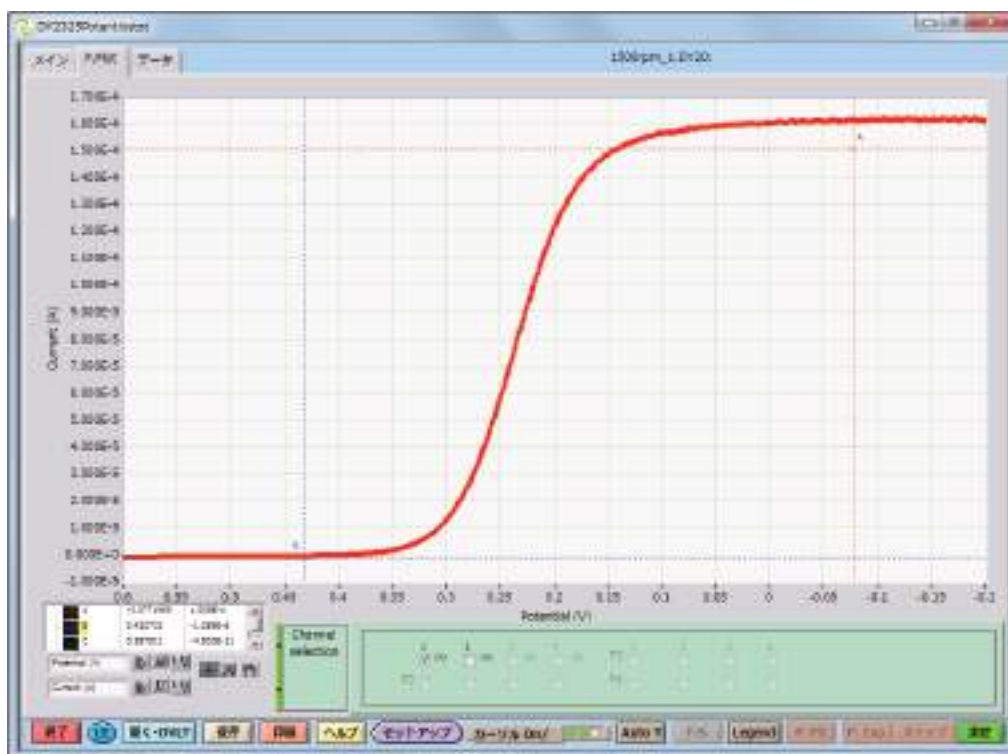
F.Plot の画面の下中央部に **カーソル On/Off** のボタンがあります。右の白い○があり、そこにマウスでクリックすると緑色 **カーソル On/Off** に変化します。

(a) 3つのカーソル (A, B, & C) はこれら3つのボタン (緑が ON) をクリックすることにより個別に ON/OFF できます。

(b) カーソルを移動したい時、枠中の A をクリックするとカーソルは黄色になります。

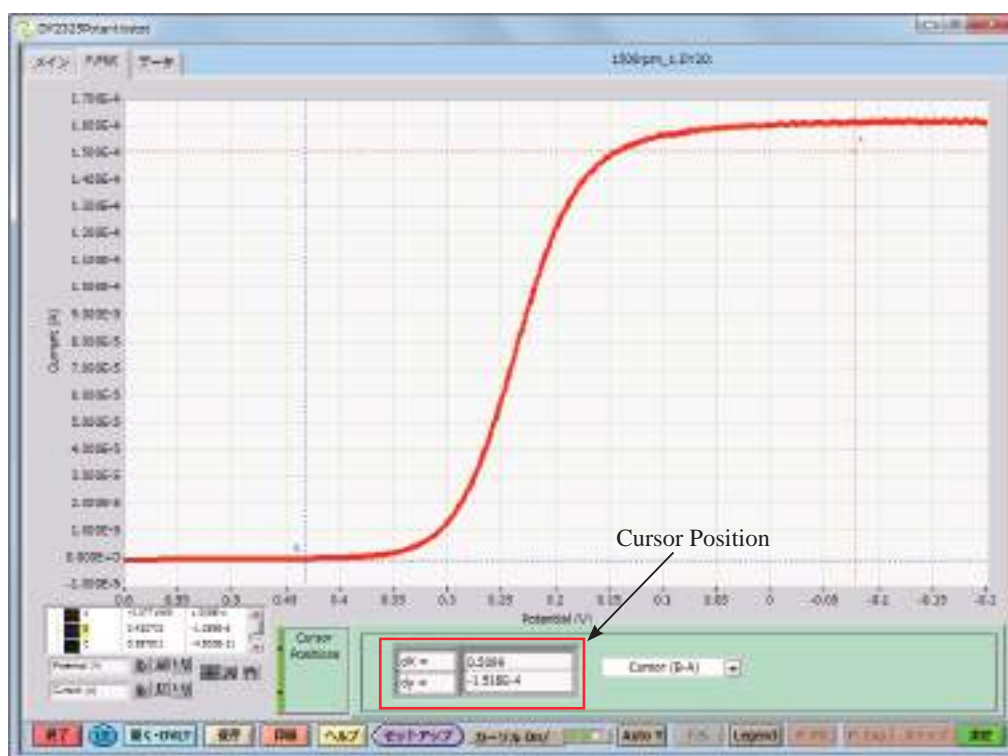
(c) カーソルツールを選択し、マウスを使用しプロット上でカーソルを移動します。

(d) ボタンの右側の四角を押すとカーソルが右に移動します。4つのボタンを使ってカーソルを左右、上下に移動できます。四角のアイコンを押した時、移動方向を示します。








データ上に赤と青の点線が現れます。






カーソル A と B の差は右下の Cursor Position に表示されます。

マウスでカーソルを自由に移動したい時は、 下にあるアイコン  の一番左側の  ボタンを押すと小さい緑が点灯し、この  ようになります。マウスをBカーソルに当てるとBが黄色くなり、マウスでカーソルは自由に移動します。カーソルを微調整したい時、こちらの  ボタンでゆっくり上下左右移動します。

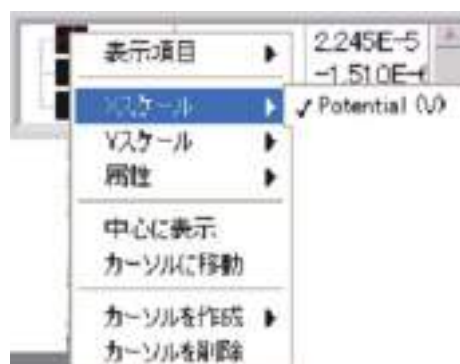
#### 4.5. カーソルの設定

カーソルの設定はカーソルアイコン例えば  にマウスを右クリックして、そうするとカーソルの設定リストが出てきます。そこでカーソルに関する設定を行います。

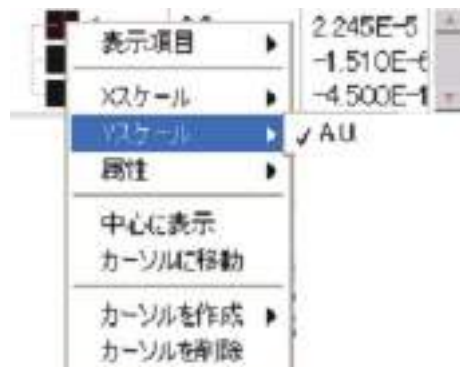
##### 4.5. 1. カーソルバーの表示方法の選択



##### 4.5.2. X軸のスケールの確認



#### 4.5.3. Y軸のスケールの確認



#### 4.5.4 カーソルの属性の設定（色、スタイル、ポイント、ラインスタイル、太さなどの設定）

##### (4.5.4.1) カーソルの色設定



##### 4.5.4.2. カーソルスタイル設定



##### 4.5.4.3. ポイントの設定



##### 4.5.4.4. ラインスタイルの設定




#### 4.5.4.5. 線の太さの設定



#### 4.5.4.6. カーソルがグラフの中心に位置する



#### 4.5.4.7. カーソルをマウスで移動

カーソルに移動を選択した後、マウスでカーソルを自由に移動できます。カーソルバーの右下にある  ボタンは同じ機能を有しています。



#### 4.5.4.8. 新規カーソルの作成

右ダイアログボックスにカーソル作成>解放 をクリックするとデフォルトの A, B, C のカーソル以外に新しいカーソルが作成されます。カーソル作成>シングルプロット をクリックすると、新規作成されたカーソルはプロット上でのみ移動できます。



右図にA, B, Cのカーソル以外にカーソルDとEが追加され、Eはシングルプロットで追加されたのでプロットの上には移動できません。



#### 4.5.4.9. カーソルの削除

カーソルを削除を選択すればカーソルが削除されます。

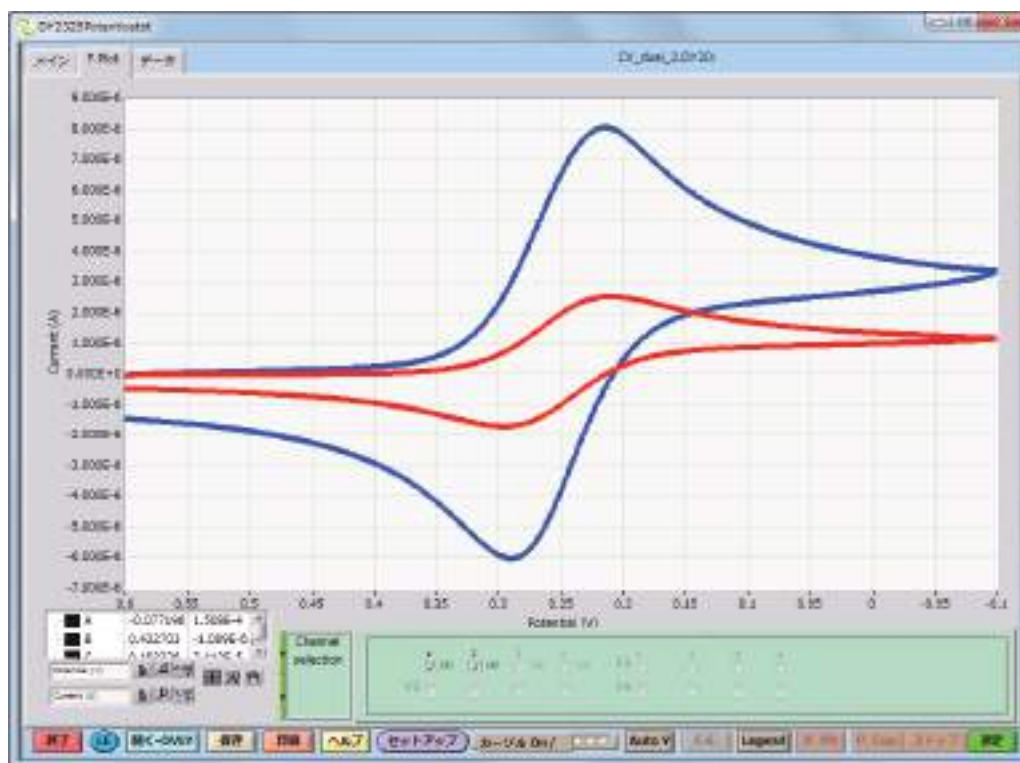


## 4.6. データ処理方法

いくつかのデータ処理方法 [ 下図参照 ] はデータ処理ウインドウで設定した実験データに適用できます。:

### 4.6.1. チャンネルの選択

データチャンネル (1, 2) を表示 / 未表示するために使用します。



プルダウンメニューからデータ処理の選択を行います。



画面に5つの緑のボタンがあり、下記データ処理機能に対応します。

FLT : Low Pass Filter

SM : Smoothing

DC : Remove DC

Math : Math

FFT : FFT



いずれのデータ処理を行われると緑のボタンがピンクに変換されます。例えば、Smoothingを行った後、CH selectionに戻ると、SMのボタンがピンクに変わります。

Reset to Original data の **No** を押すと瞬間 **Yes** 表示に変化し、その後 **No** に戻り、以前行なった Smoothing 処理が消去され、データは元の状態に戻ります。

Smoothing 処理したデータを保存する場合、Save Modified data の **No** を押すとデータファイル保存の画面が表れ、ファイル名を付けて保存できます。



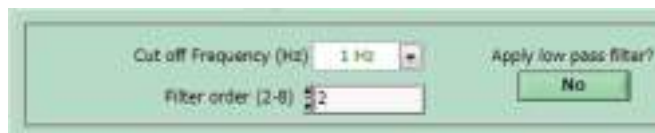
#### 4.6.2. ローパスフィルター

“Yes”を設定する場合、カットオフ周波数が選択できるベータルタイプのローパスフィルターとフィルター次数をデータチャンネルに適用されます。

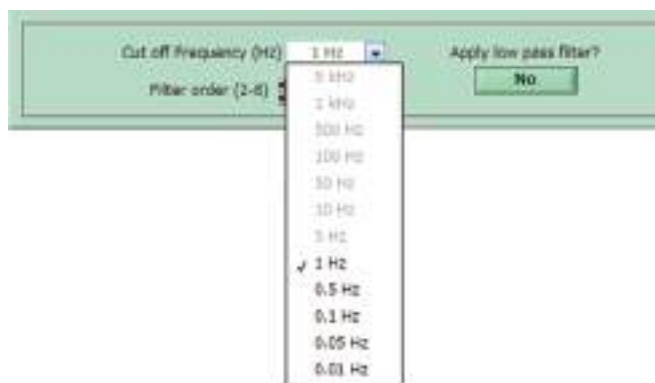
Cut off Frequency (Hz) ボタンをマウスでクリックし、周波数選択のリストが表示されます。使用する Low pass filter の周波数を選択します。

周波数カットする値をリストボックスから選択します。次に、Apply low pass filter の NO ボタンをクリックします。Low pass filter が適用され、下図が表れ、データが処理されます。

Low pass filter 処理を取り消す場合、YES ボタンを押せば元のデータに戻ります。



Cut off Frequency (Hz) 1 Hz  
Filter order (2-8) 2  
Apply low pass filter?  
No



Cut off Frequency (Hz) 1 Hz  
Filter order (2-8) 2  
Apply low pass filter?  
No

- 5 kHz
- 2 kHz
- 500 Hz
- 100 Hz
- 50 Hz
- 10 Hz
- 5 Hz
- ✓ 1 Hz
- 0.5 Hz
- 0.1 Hz
- 0.05 Hz
- 0.01 Hz

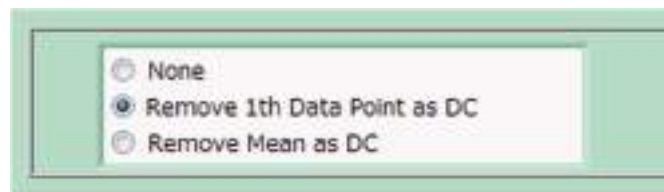


Cut off Frequency (Hz) 1 Hz  
Filter order (2-8) 2  
Apply low pass filter?  
Yes



### 4.6.3. スムージング

データにノイズが目立った場合のスムージング処理ができます。スムージング幅(2～99)を選択し、Data SmoothingのNOボタンを押すと、データのスムージング処理が行われます。下図の表示が現れます。



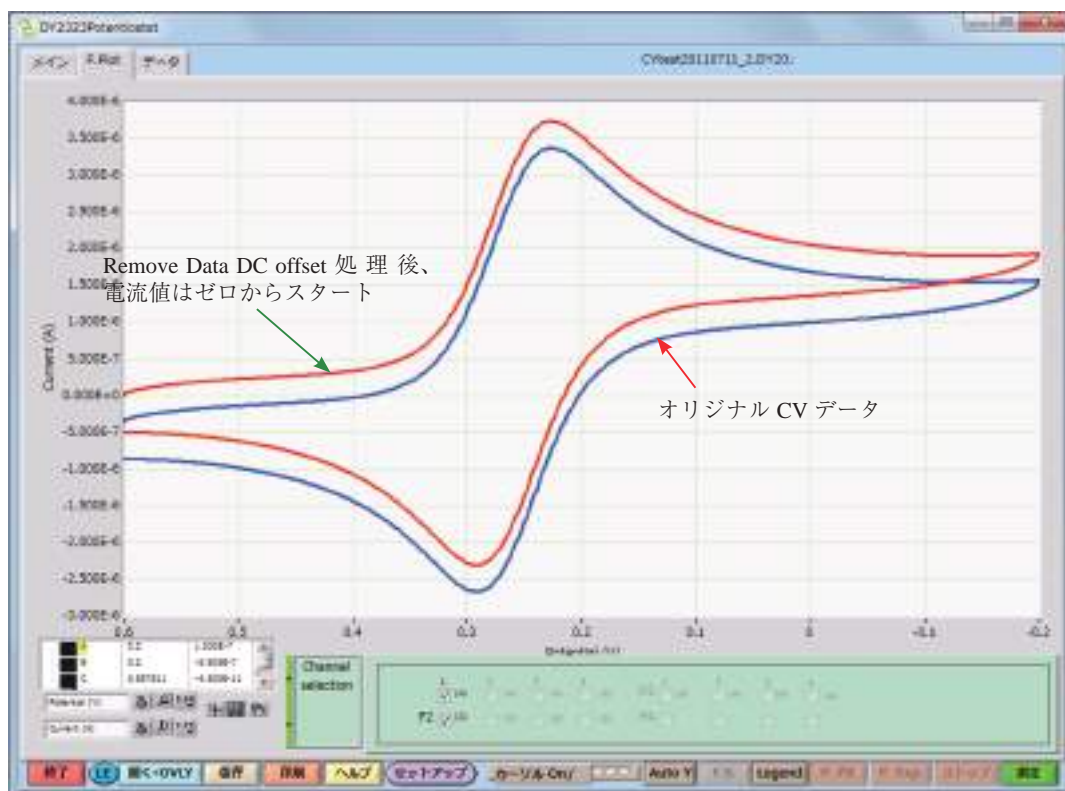
スムージング処理を取り消す場合、YES ボタンを押せば元のデータに戻ります。



### 4.6.4. DC オフセットの除去

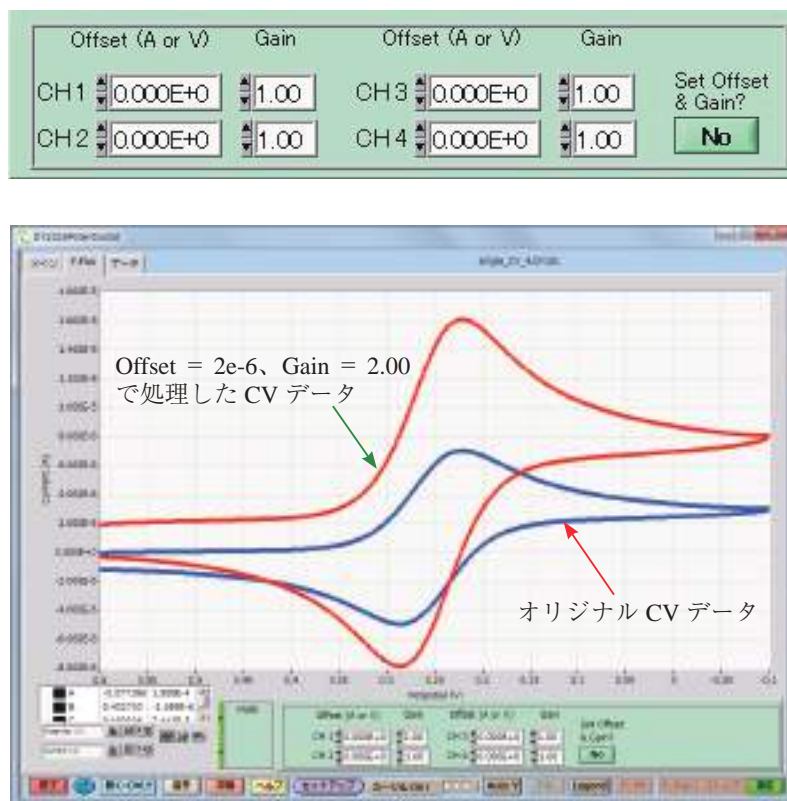
CV 測定スタートの電流が下図のように 0.918 uA の場合、Remove Data DC offset の YES を押せば CV スタート部分の電流が減算され、ゼロになります。

Remove Data DC offset の処理をしたデータを保存し、オリジナルデータと重ね書きすると下図になります。



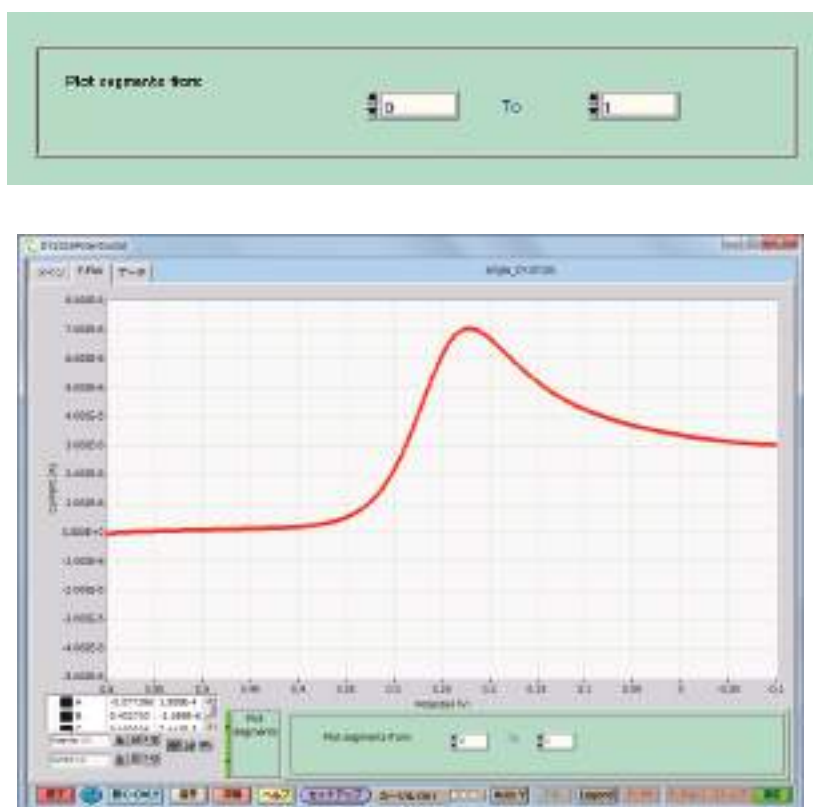
#### 4.6.5. 数学操作

数学計算機能です。モデル 2325 の計算に有効なのは CH1 と CH2 です。Offset (A or V) の欄に数値を入力すると、この数値は縦軸データに加算されます。Gain 欄に数値を入力すると、この数値は縦軸データに乘算されます。Offset =  $2e-6$ 、Gain = 2.00 で処理した CV データとオリジナルデータの重ね書きを下図に示します。





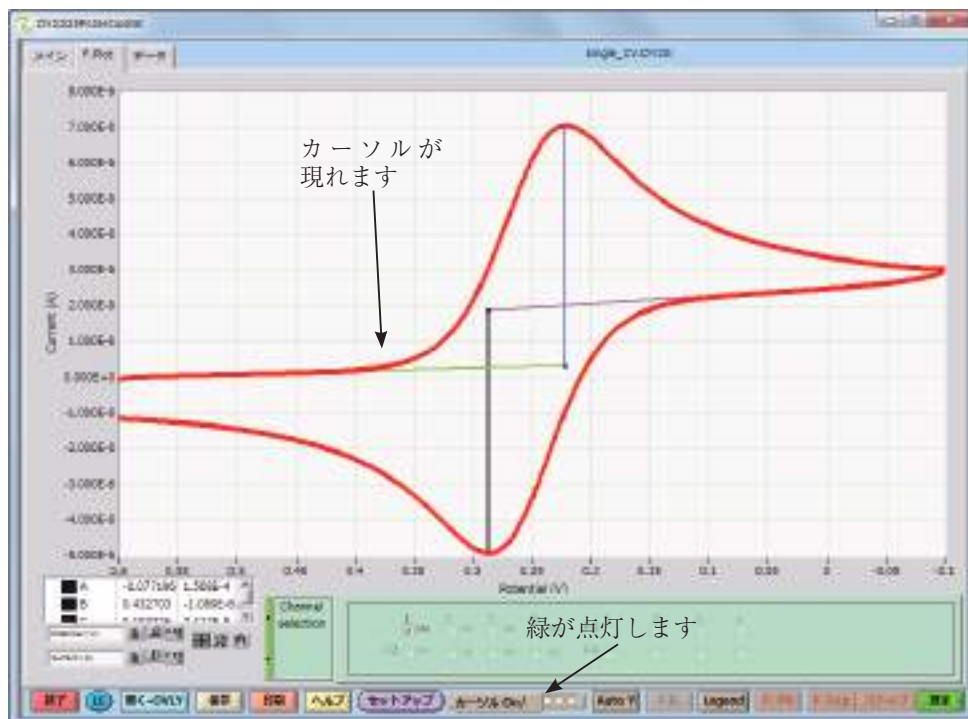
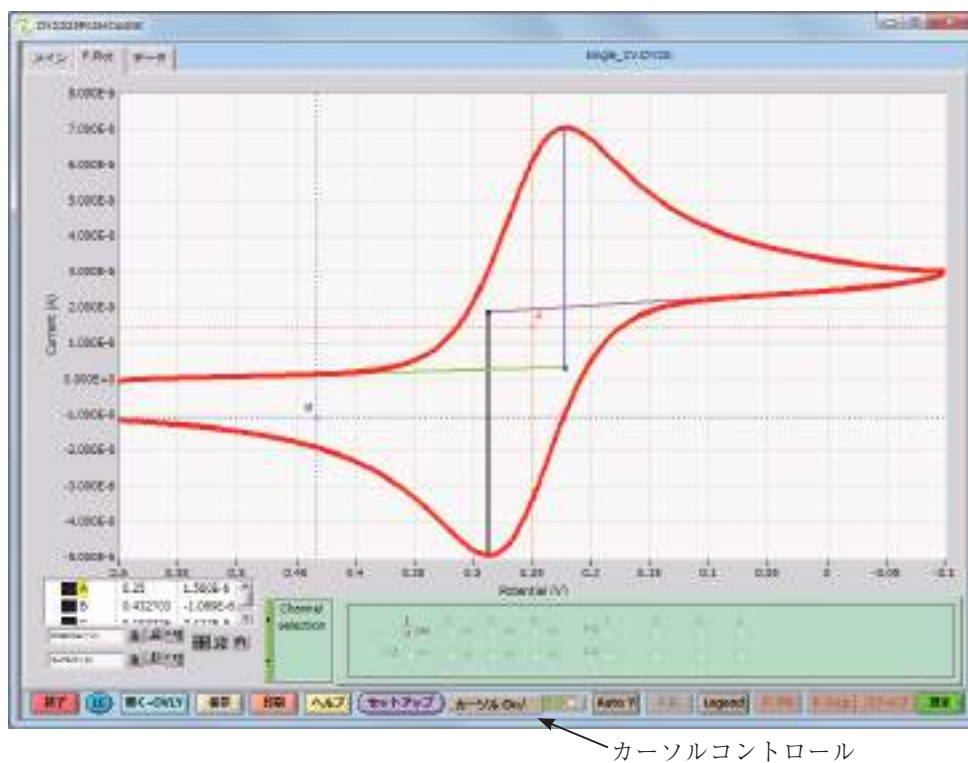
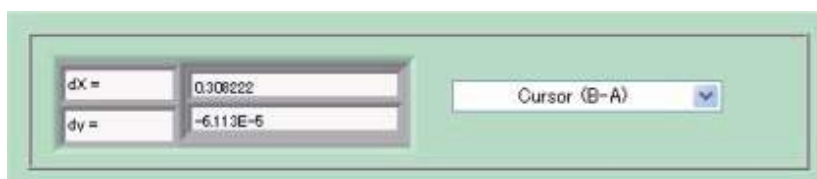
#### 4.6.6. プロットセグメント

CV 測定データ中、グラフに表示したいセグメントの設定例えば、0 to 1 に設定するとセグメント 1 が表示されます。



#### 4.6.7. カーソル位置

アイコン白色のボタン  を押すと、緑色になります。  カーソル (A, B) が画面に現れます。



二つカーソル間の X 軸の差の値 d X と Y 軸の差の値 d Y が右下の枠の中に自動的に表示されます。

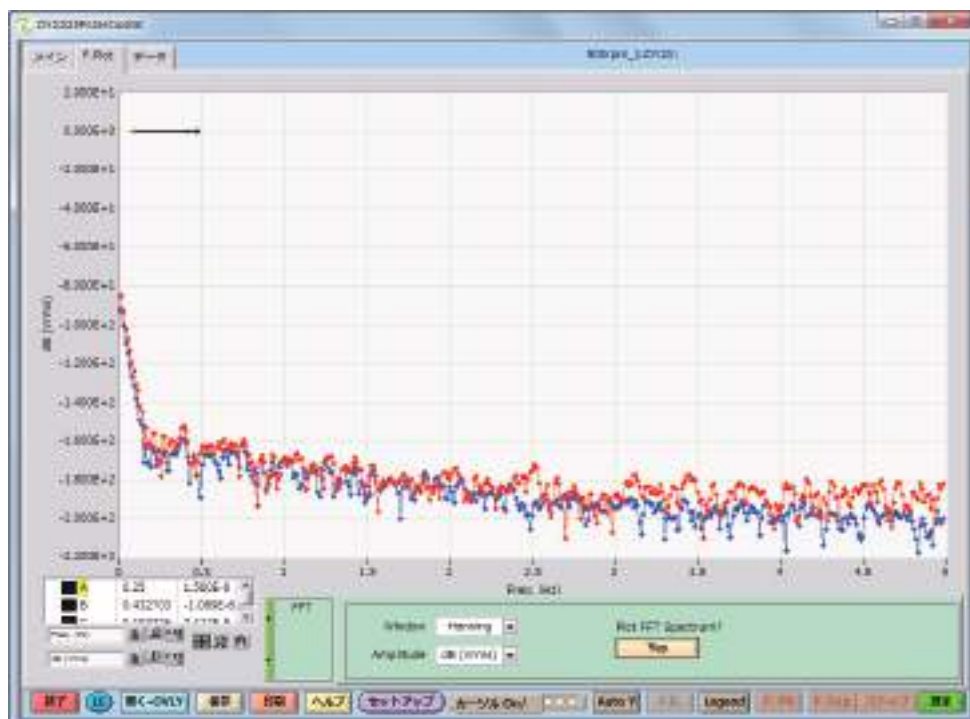
## 4.6.8. FFT

FFT（Fast Fourier Transform）はフーリエ変換機能です。

フーリエ変換の各種ウィンドの選択は **Window** をクリックすると、**Window** のリストボックスが表示されます。必要なテクニックを選択し、**Amplitude** をクリックすると、**Amplitude** のリストボックスが表示され、単位を選択します。



Amplitude のリストボックス



Window と Amplitude の設定が終わった後、Plot FFT Spectrum の NO ボタンを押すと、フーリエ変換されたデータが表示されます。フーリエ変換を取り消す場合、YES のボタンを押せば、オリジナルデータに戻ります。

#### 4.6.9. ピーク形状の定義

ピーク定義の選択機能です。ダイアログをクリックすると、ピーク定義のリストが表示されます。必要なピーク定義を選択します。



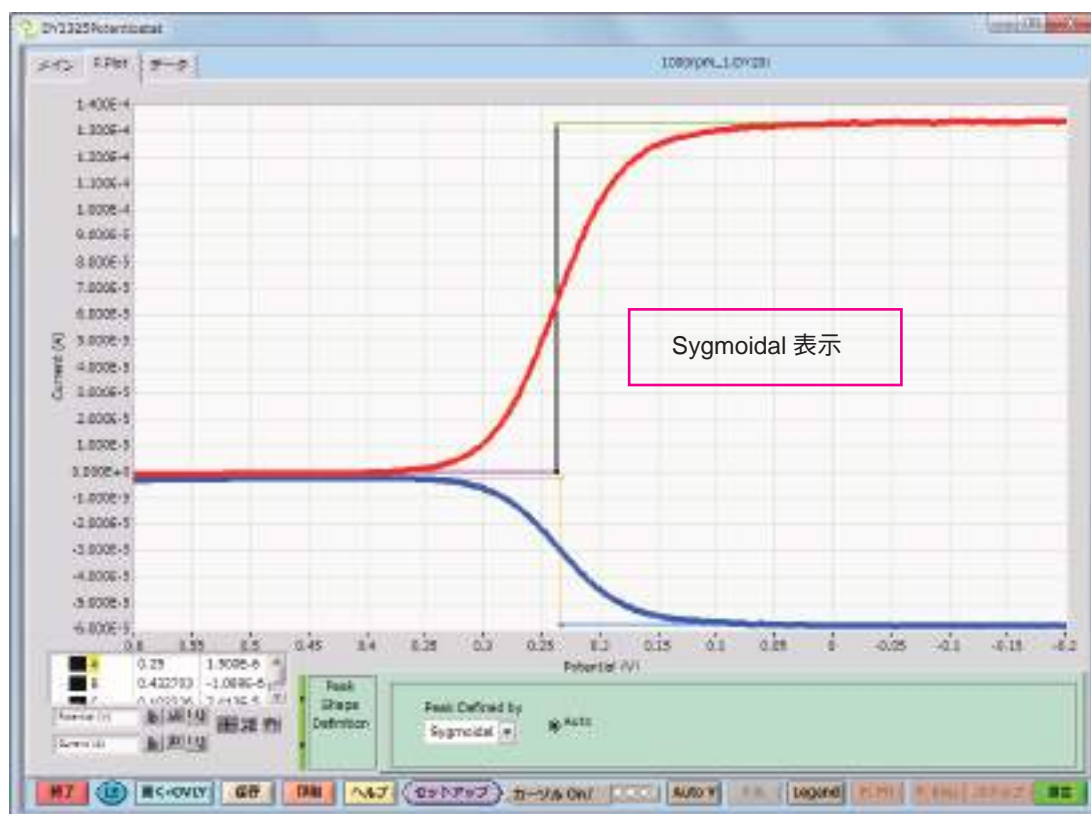
CV 測定のピーク定義は Diffusive を選択します。

吸着など対称的なピークの場合は Gaussian を選択します。

RDE,RRDE など定常電流を定義する場合は Sygmoidal を選択します。

表示したくない場合は None を選択します。

下図に Sygmoidal ピーク定義したデータを示します。





#### 4.6.10. Tafel Plot

ピーク電流がマイナス側に現れている L S V データに対して（この設定はセットアップの電流極性で行います）、この機能を用いると、片対数プロットに変換されます。

カソード部及びアノード部の内部分極曲線をプログラムが自動的に計算します。

Tafel のデータ処理機能は L S V 測定（電流極性：カソード、電位極性：+ 側左のセットアップで測定したデータだけ）に適用します。他の設定とテクニック（CV, I-t）は Tafel データ処理は正しく機能しません。



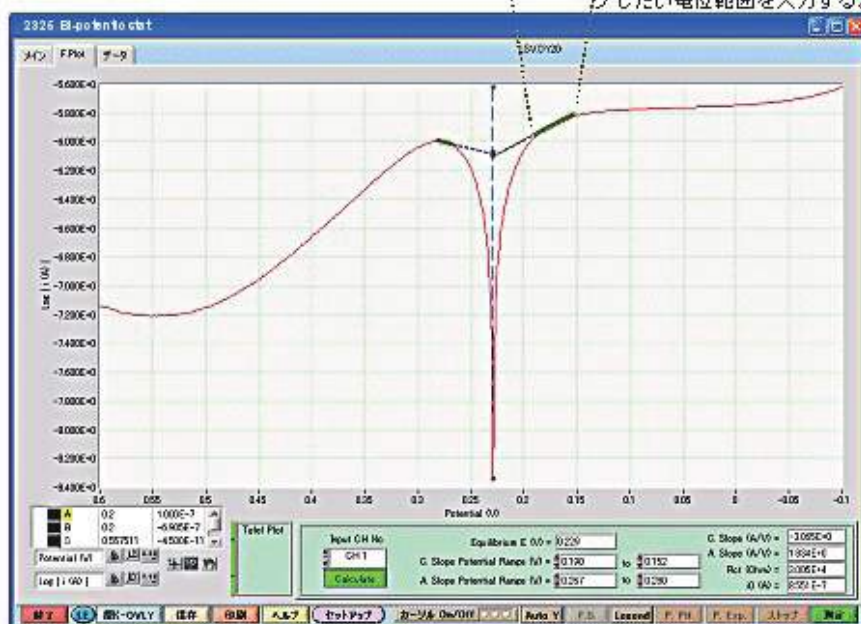
データ選択

b) 電位範囲の選択が決まりましたら、Calculate のボタンを押して、勾配を計算

c) 或は、上下矢印をクリックして勾配を算出するフィッティング範囲を直接調節

d) カソード勾配得るためのフィッティングしたい電位範囲を入力する。

Input CH No.	CH 1	Calculate	Equilibrium E (V) = 0.229	C Slope (A/V) = -3.865E+0	A Slope (A/V) = 1.834E+0	Rct (Ohm) = 3.005E+4	i0 (A) = 8.551E-7
C Slope Potential Range (V)	0.190	to	0.152				
A Slope Potential Range (V)	0.267	to	0.280				



Input CH No. CH 1	Equilibrium E (V) = 0.229	C. Slope (A/V) = -3.865E+0
Calculate	C. Slope Potential Range (V) = 0.190 to 0.152	A. Slope (A/V) = 1.834E+0
	A. Slope Potential Range (V) = 0.267 to 0.280	Rct (Ohm) = 3.005E+4
		i <sub>0</sub> (A) = 8.551E-7

**Equilibrium E (V):** 平衡電位（腐食電位）を表す。

C. Slope Potential Range (V): カソード勾配を得るため、F i t t i n g 行いたい電位範囲を設定する。

数値を入力し calculate ボタンをクリックすると変更されます。

A. Slope Potential Range (V): アノード勾配を得るため、Fitting 行いたい電位範囲を設定する。

数値を入力し calculate ボタンをクリックすると変更されます。

Calculate : フィットティングを行いたい電位範囲が決め、これを押しますと、勾配が算出されます。

C. Slope (A/V): カソード勾配の値

A. Slope (A/V): アノード勾配の値

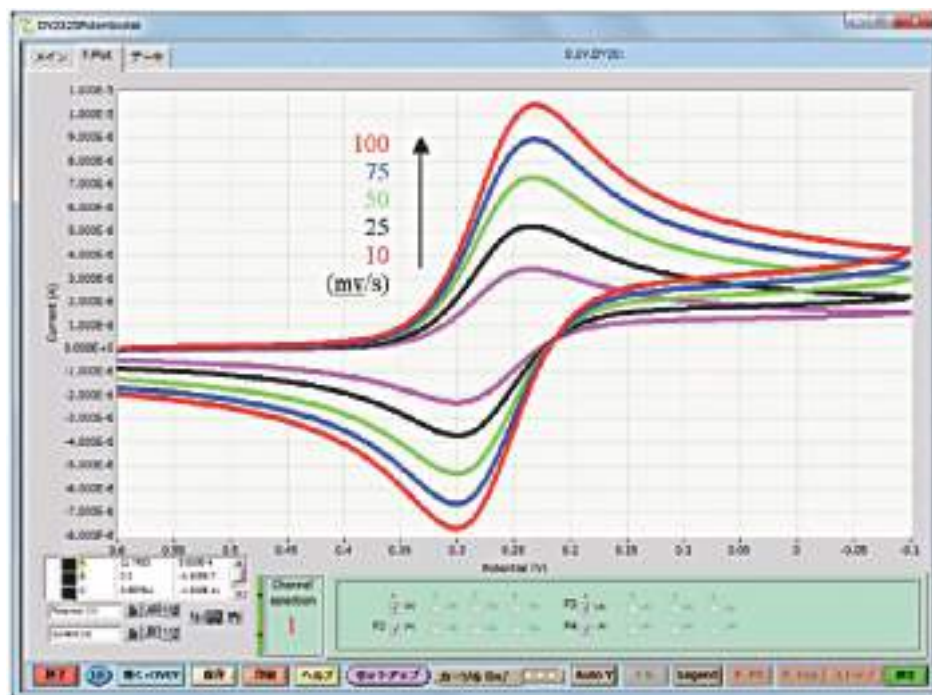
Rct (Ohm): 分極抵抗の値

i<sub>0</sub> (A): 分極抵抗 Rct 値から得られた交換電流密度

#### 4.6.11. ピーク電流 ( 電位 ( 差 ) vs. scan 速度 ( 平方根 ) のプロット

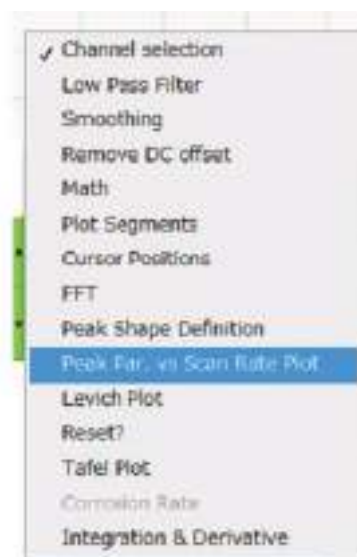
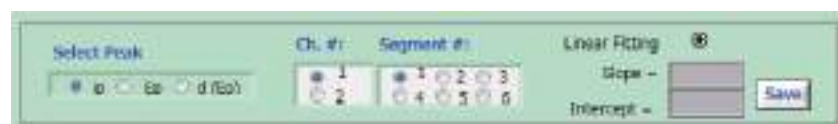
異なる scan 速度で得られた CV に対して各 scan 速度を x 軸に、ピーク電流値  $i_p$  もしくはピーク電位  $E_p$  ( ピーク電位差  $d(E_p)$  ) を y 軸としてプロットし、グラフを表示する機能です。

例えば、5 つの異なる scan 速度と、得られたピーク電流値  $i_p$  との関係をグラフ表示させる場合、下図のように、scan 速度の異なる 5 つの CV を重ね書きします。



データ処理ウインドウ 1 をクリックしますと、下記のウインドウが表れます。

【Peak Par. vs ScanRate Plot】を選択するピーク選択、チャンネル、セグメント、リニアフィッティング、勾配、切片の設定画面が表れます。



Select peak : Scan 速度に対し、プロットさせたいピークの種類を選択します。

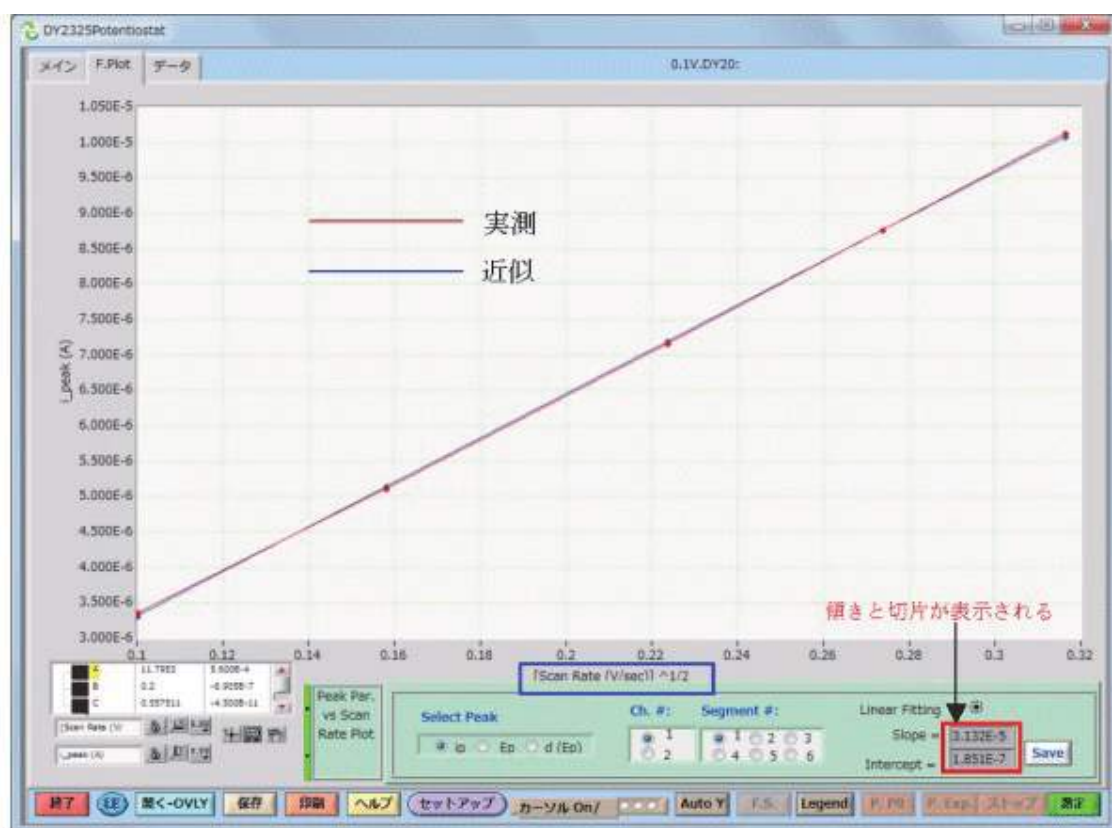
Ch.#, Segment : 抽出したいピークのチャンネル及びセグメントを選択します。

Linear Fitting : 選択すると実測値プロットの近似線が表示されます。

Slope, Intercept : scan 速度対ピーク値のグラフの傾きと切片が表示されます。

SAVE ボタンを押すとプロットされる値 (x,y) を txt. ファイルとして保存できます。

ウインドウでピーク電流  $i_p$ 、Ch.1、Segment 1、Linear Fitting 有りを選択し、プロット画面は下記のグラフとして表示されます。  
x 軸は scan 速度の平方根に固定されています。1 乗などでプロットを行いたい場合には、Excel などのソフトをご利用できます。

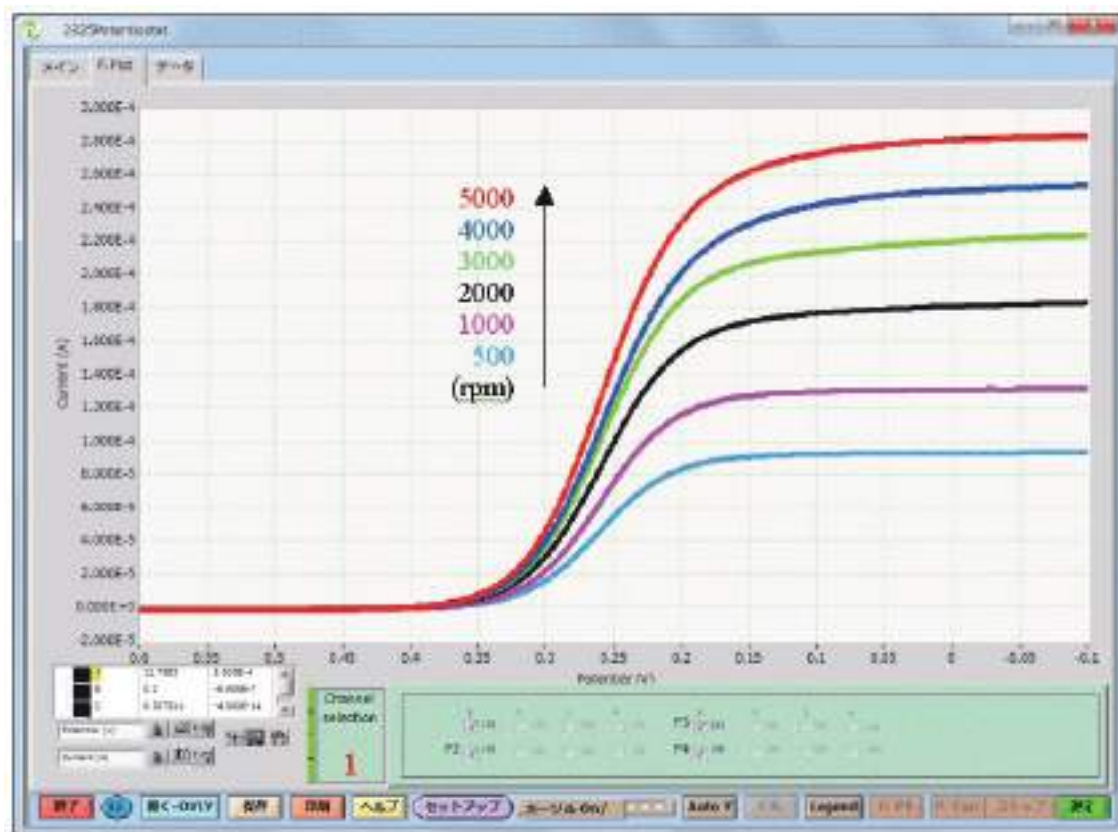




#### 4.6.12.Koutecky-Levich (K-Levich) プロット

回転ディスク電極を用いた対流ボルタンメトリー測定の実験時によく用いられる、Koutecky-Levich (K-Levich) プロットをソフト上で表示させる機能です。その結果から電子数  $n$  を算出します。

測定に用いた反応物は濃度 2 mM で拡散係数は  $7.102 \times 10^{-6}$  と設定する。電極は直径 4 mm のディスク電極を使用し、scan 速度は 10 mV/s。各回転数の 0 V 時の拡散限界電流値と 0.6V 時のバックグラウンド電流値を用いてプロットする。



データ処理ウインドウ 1 をクリックしますと、下記のウインドウが表れます。

【Levich Plot】を選択すると、下記の設定画面が表れます。Linear Fitting? の No をクリックし、Yes にすると各パラメータが入力できるようになります。(No の状態では入力できません。)

No の場合

Yes の場合、求めたいパラメータの条件を入力できます。

- ✓ Channel selection
- Low Pass Filter
- Smoothing
- Remove DC offset
- Math
- Plot Segments
- Cursor Positions
- FFT
- Peak Shape Definition
- Peak Par. vs Scan Rate Plot
- Levich Plot**
- Reset?
- Tafel Plot
- Correlation Rate
- Integration & Derivative



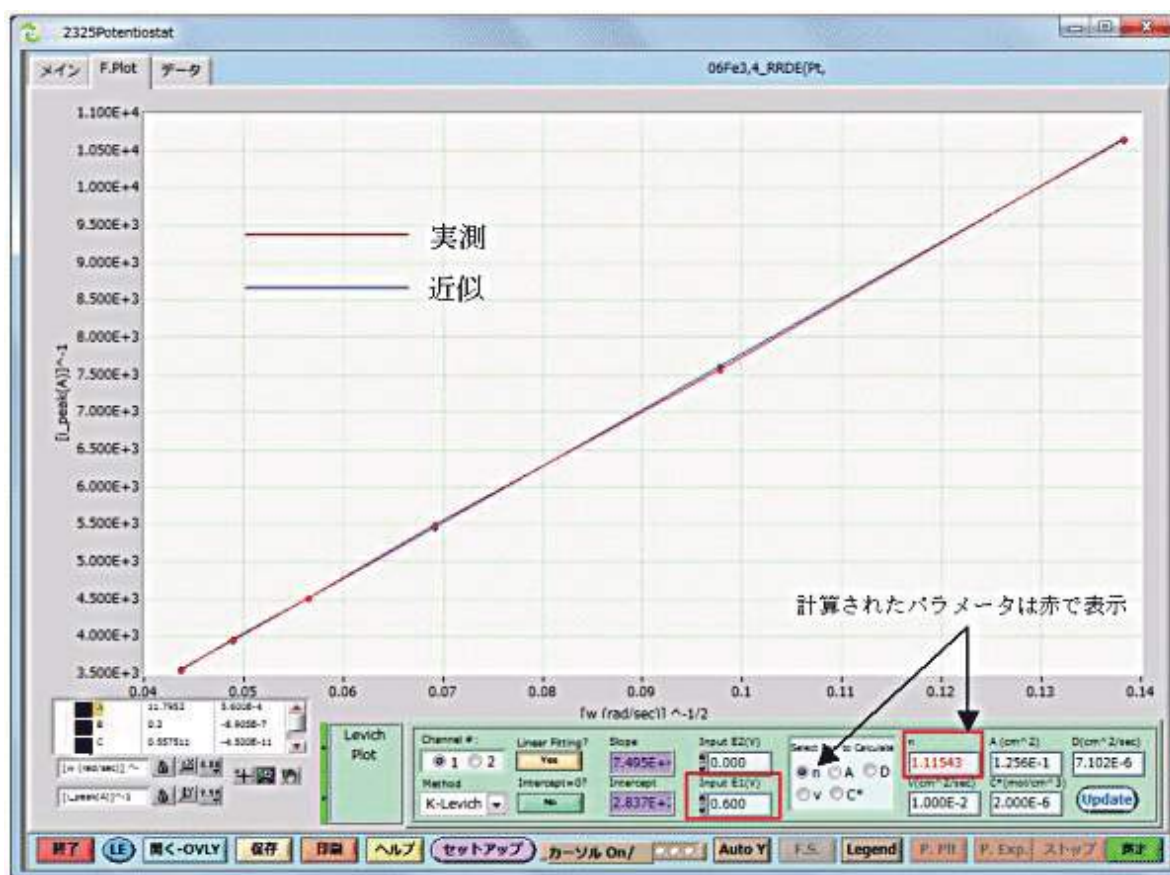
入力パラメータは下記の通り

- Channel # : 測定したチャンネルを選択します。
- Method : K-levich をプルダウンから選択します。(K は Koutechy の略)
- Linear Fitting ? : 近似直線を引くか否かを選択します。
- Intercept = 0? : 切片を 0 にするか否かを選択します。
- Slope, Intercept : プロットされる近似直線の傾きと切片が表示されます。
- Input E2(V) : 拡散限界電流が得られる電位を入力します。
- Input E1(V) : バックグラウンド電流時の電位を入力します。(K-Levich を選択した場合のみ)
- Select Par. to Calculate : 算出したいパラメーターを 1 つ選択します。
- n, A, D, v, C : 反応電子数、電極面積、拡散係数、scan 速度、反応物質の濃度のうち、上の Select Par. to Calculate で選んだパラメータ以外を入力します。算出される値は赤字で表示されます。

Update ボタンを押すとパラメータを修正した時など計算結果の更新を行えます。対流ボルタモグラムから K-Levich プロットを行った結果を以下に示します。

【K-Levich プロット】… パラメータとして電子数  $n$  を求めます。

測定に用いた反応物は濃度 2 mM で 1 電子反応の系。電極は直径 4 mm のディスク電極を使用し、scan 速度は 10 mV/s。各回転数の 0 V 時の拡散限界電流値でプロットしました。

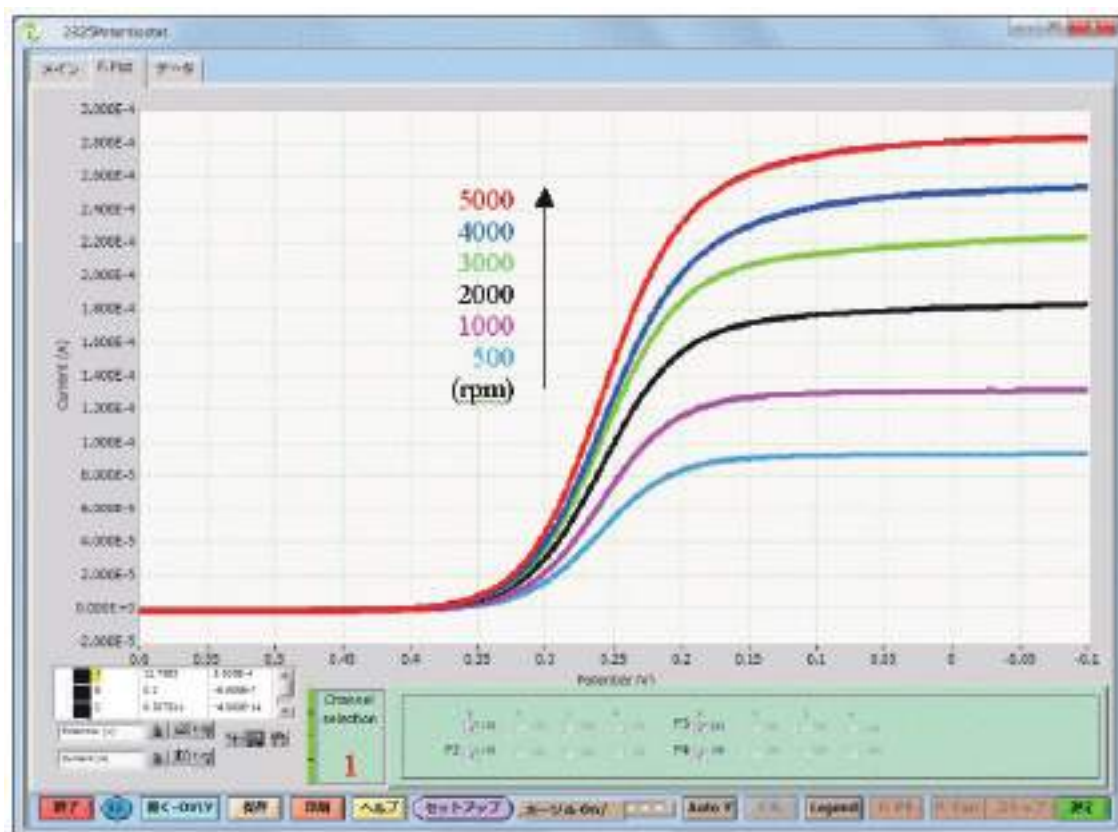


近似直線の切片と傾きも計算されて表示されます。

#### 4.6.13. Levich プロット

回転ディスク電極を用いた対流ボルタンメトリー測定の実験時によく用いられる、Levich プロット及び Koutecky-Levich プロットをソフト上で表示させる機能です。

また、その結果から拡散係数や電子数など必要なパラメータを算出します。6 種類の異なる回転数で得られた対流ボルタモグラムからプロットを実行させたい場合、下図のように、回転数の異なる 6 つの対流ボルタモグラムを重ね書きします。



データ処理ウインドウ 1 をクリックしますと、下記のウインドウが表示されます。

【Levich Plot】を選択すると、下記の設定画面が表示されます。Linear Fitting? の No をクリックし、Yes にすると各パラメータが入力できるようになります。(No の状態では入力できません。)

No の場合



Yes の場合、求めたいパラメータの条件を入力できます。



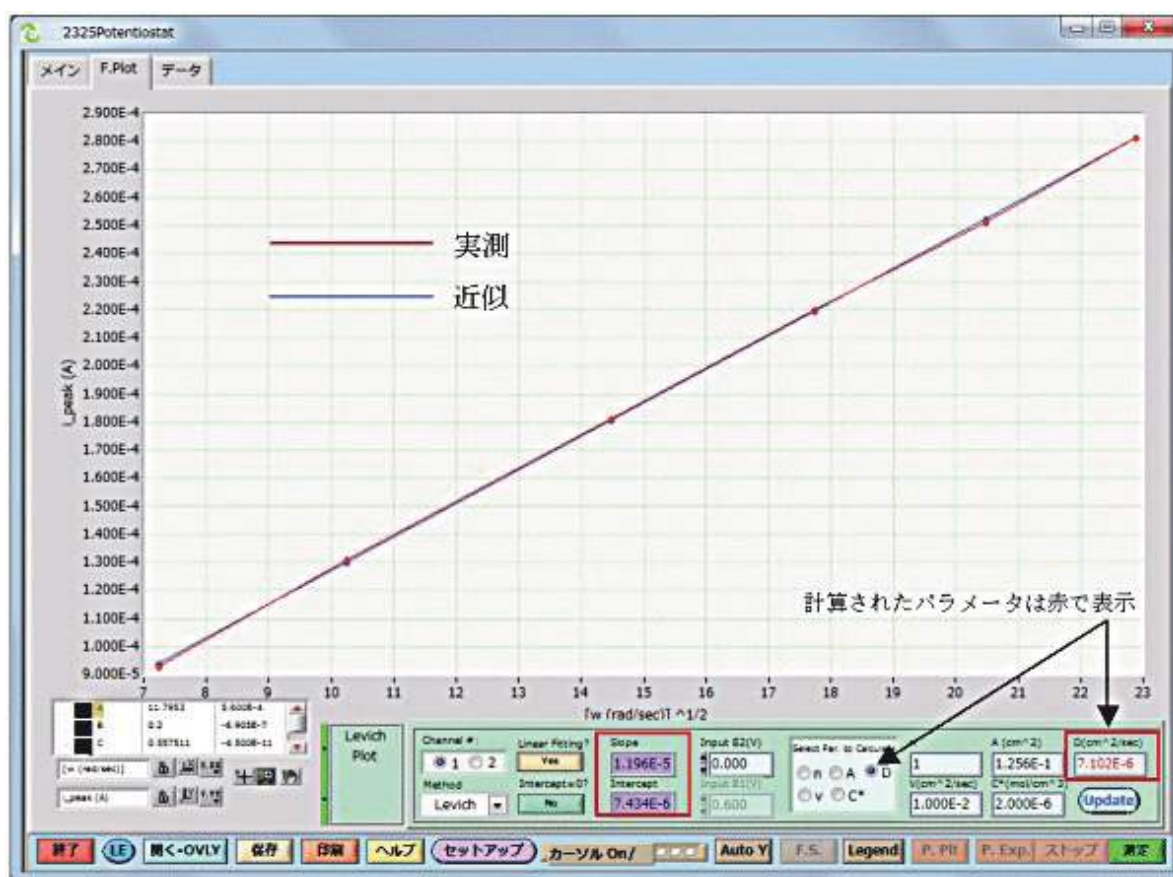
入力パラメータは下記の通り

- Channel # : 測定したチャンネルを選択します。
- Method : Levich をプルダウンから選択します。
- Linear Fitting ? : 近似直線を引くか否かを選択します。
- Intercept = 0? : 切片を 0 にするか否かを選択します。
- Slope, Intercept : プロットされる近似直線の傾きと切片が表示されます。
- Input E2(V) : 拡散限界電流が得られる電位を入力します。
- Input E1(V) : バックグラウンド電流時の電位を入力します。(K-Levich を選択した場合のみ)
- Select Par. to Calculate : 算出したいパラメーターを 1 つ選択します。
- n, A, D, v, C : 反応電子数、電極面積、拡散係数、scan 速度、反応物質の濃度のうち、上の Select Par. to Calculate で選んだパラメータ以外を入力します。算出される値は赤字で表示されます。

Update ボタンを押すとパラメータを修正した時など計算結果の更新を行えます。対流ボルタモグラムから K-Levich プロットを行った結果を以下に示します。

【Levich プロット】… 求めたパラメータは拡散係数 D

測定に用いた反応物は濃度 2 mM で 1 電子反応の系。電極は直径 4 mm のディスク電極を使用し、scan 速度は 10 mV/s。各回転数の 0 V 時の拡散限界電流値でプロットしました。



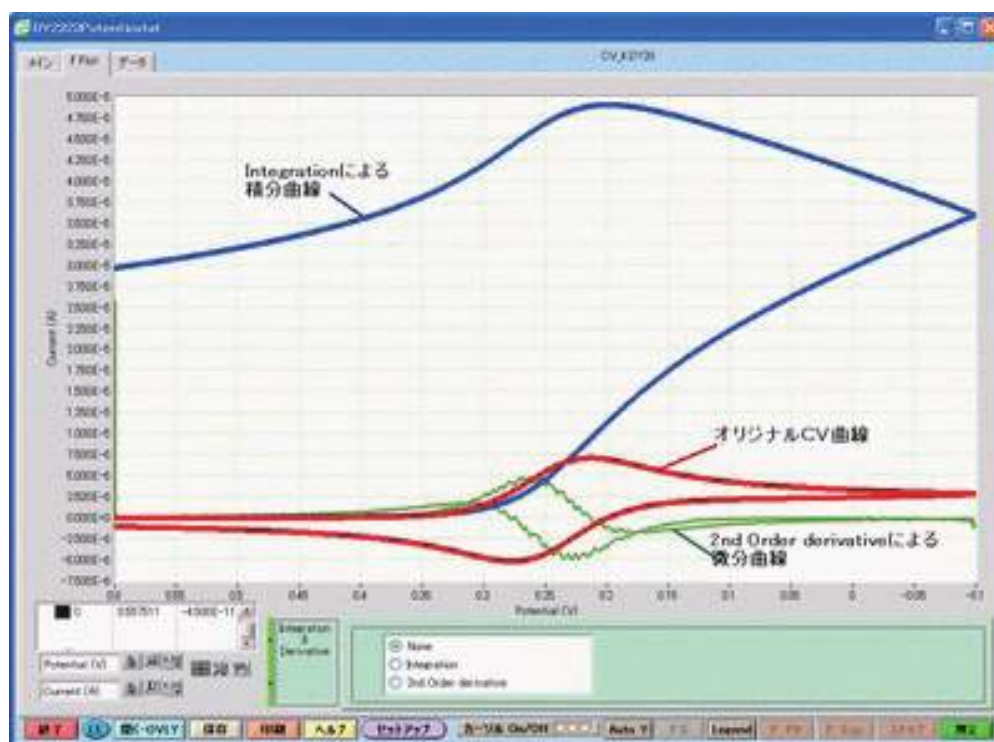
近似直線の切片と傾きも計算されて表示されます。

#### 4.6.14. 積分、微分

表示された電流曲線に対して積分、微分を行います

Integration: 積分曲線を表します。

2nd Order derivative: 上記積分曲線に対する 2 次微分曲線を表します。





## 5. データウインドウ

データサンプリング画面から本ウインドウに切替えてテーブル形式の測定時間、採取データ、実験の注意、実験タイトルを参照できます。

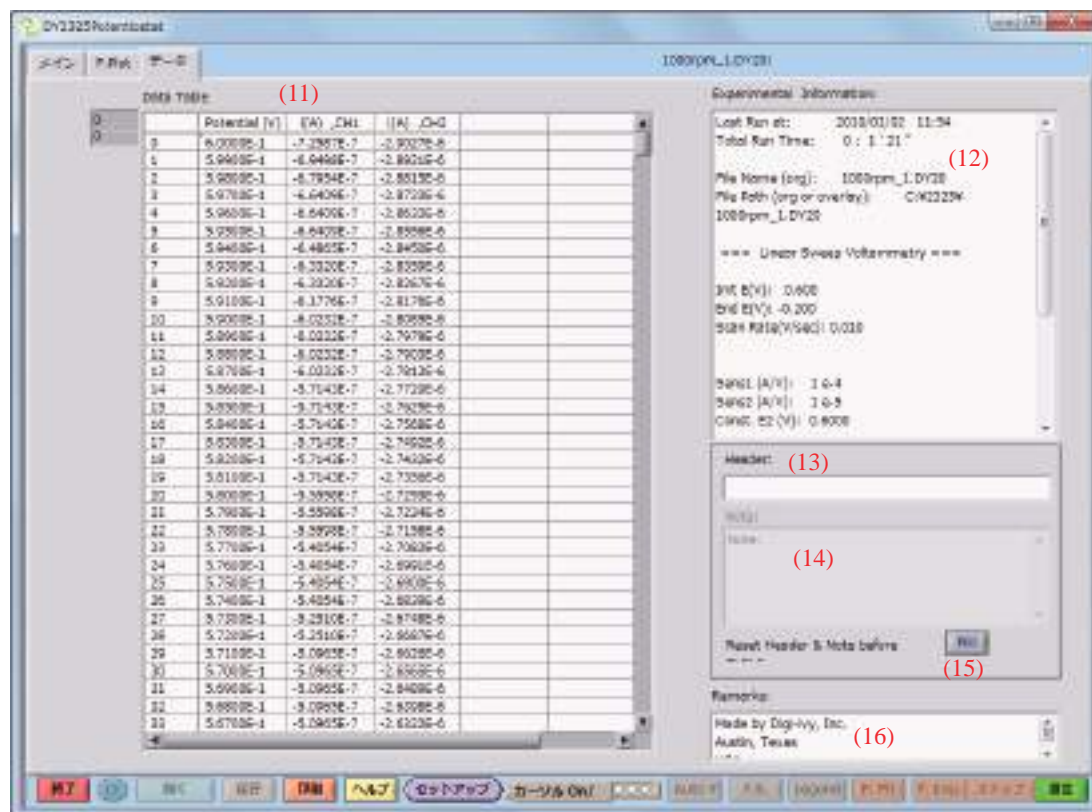


図. 5 データウインドウの構造

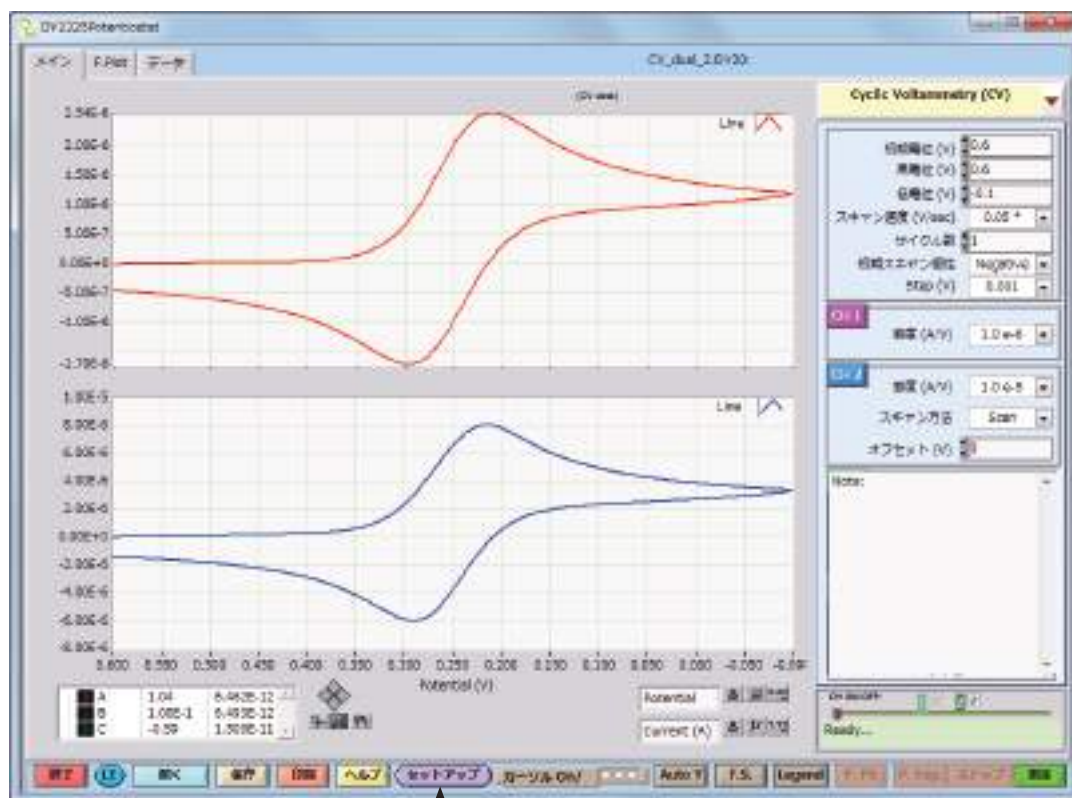
- Data Table (11):** 測定終了後の測定データの表示
- Experimental Information (12):** 測定の開始時間と合計時間ならびにその他情報を表示します。データが保存された場合、データファイル名とパス名が表示されます。
- Header (13):** 実験の一行記載用のスペース、これはプログラムのトップに表れ、各測定ごとに新しく表示されます。.
- Note (14):** メインウインドウから入力した実験内容を表示します。
- Reset Header and Note for Each RUN (Yes/No) (15):** YES に設定した場合、ヘッダーと注意は各測定の開始時にクリアされます。
- Remarks (16):** 各測定の開始時に実験に関する記載事項のスペースはクリアされません。



## 6. セットアップウィンドウ

セットアップボタンをクリックしますと、セットアップウィンドウが表れ、実験のシステムの設定が行えます。

### 6.1. General



セットアップボタンを押すと、下記のウィンドウが表示されます。

図 .6.1 メインメニューからセットアップウィンドウの進め方

Setup ボタンをしますと、図 6.2 General 画面が現れます。



図 .6.2 セットアップウィンドウの内容 (General)

システム情報：

読み込み： ハードウェア、ファームウェアバージョンと修正日を表示します。  
 クリア： ハードウェア情報の表示をクリアします。

i/E フィルター :	このフィルターは測定電流ノイズレベルを低減するため各チャンネルの電流電圧コンバーターに平行に設置されています。
Auto:	実験パラメーターに応じてフィルター設定を自動設定
Manual:	フィルターはユーザが調整する
電極 [0 ~ 3600]	[0 < Time (sec) < 60] の間 ON セットする場合、指定した電位 (-4.095 ~ +4.095 V) は静止時間前に電極処理時間として電極に印加されます。 攪拌、パージ、RRDE はこの時間の間個別に ON/OFF できます。
静止時間 (sec): [0 ~ 3600]	電極に初期電位の印加からデータサンプリングするまでの時間遅延です。静止時間の上昇はデータ上の一過性の電流を減少します。 攪拌、パージ、RRDE はこの時間の間個別に ON/OFF できます。
測定中 : [RDE 回転]	選択しますと、測定中 9 ピンコネクターの RDE 出力ピンがオンになります。 RDE 回転速度設定 [10V = 10,000 rpm] に応じた出力電圧で制御できます。
測定の間 :	セル、攪拌、パージ、RDE はこの時間の間、個別に ON/OFF できます。 測定中セルのケーブルに触れないで下さい。
即時セル オン / オフ :	この機能は測定することなくセルを ON/OFF するために使用します。この機能を使用する場合、時間 [0 ~ 3,600] (sec) と、電位 [-4.095 ~ +4.095] (V) を設定し、Cell Off ボタンをクリックします。セルは指定の時間になりますと ON になり、その後、Off になります。 cell on between run が選択されている場合、時間を 0 (sec) 設定し、セルをオフにするため Cell Off ボタンをクリックします。
即時 (攪拌, パージ) オン / オフ ON/OFF:	初めに時間を [0 ~ 3,600] (sec) とピンコネクターの出力コントロールライン (攪拌、パージまたは両方) を設定し、指定時間に ON/OFF するために S/P Off ボタンをクリックします。
RDE 設定 :	RDE 回転速度設定 [10 V = 10,000 rpm] に応じた RDE 出力電圧を設定します。Click the RDE Off ボタンをクリックして、指定した時間に RDE 出力を ON/OFF します。
内部ダミーセルによる試験 :	選択し、各チャンネルの作用電極とカウンター電極間に 1 MΩ 内部抵抗を接続します。この時、機器はセルのリード線と接続が外れます。ダミーセルは機器の機能を試験するために使用します。このオプションは外部抵抗で測定する前に未チェックにしなければなりません。
測定後初期電位に戻る :	選択し、機器は制御電圧を初期値 (CV または LSV) にリセットします。
電源周波数の整数倍で サンプリング :	選択し、サンプリング時間が電源周波数以下の時、プログラムはサンプリング時間を電源周波数の整数倍に調整します。測定した信号に電源周波数の干渉を低減する際に有効です。サンプリング速度は選択メニューから “*” サインとして記されます。
データのみテキストファイルで 保存 :	選択し、SAVE コマンドを用いて 2 つのテキストファイルを同時に保存します。1 つの “ファイル名.dy20” は測定データと機器の設定パラメーターから構成されます。“ファイル名.txt” データはテキストファイルです。両ファイルはエクセルで読み込みできます。未チェックの場合、“ファイル名.dy20” のみが保存されます。
スキャン速度の任意入力設定 (CV, LSV) Save as during run	CV あるいは LSV 測定で任意掃引速度の設定が行えます。 0.001 V/sec ~ 10 V/sec の範囲で入力できます。 測定中データは指定したファイル名で保存できる機能です。

## 6.2. システム



図.6.2 セットアップウィンドウの構造 (システム)

### ハードウェアテスト :

#### スタート :

ハードウェアをチェックし、機器の新しいキャリブレーション係数を取り込みます。本操作を終了するのに数分掛かります。テスト結果はウィンドウの下に表れます。新しいキャリブレーションデータは今後の使用のために保存できます。テスト結果にエラーが表れた場合、下記の操作を行って下さい。

- (1) 毎回エラーが表れるかを確認するために、何回もハードウェアテストを行って下さい。
- (2) 機器とコンピューターの電源をオフにして下さい。再度電源を入れ、機器とコンピューターを立ち上げて下さい。エラーが解消されない場合、最寄の代理店にご連絡下さい。

### COM Port 設定 :

機器は PC の USB を経由して仮想 COM ポートと通信します。ドライバプログラム (CP210x\_VCP\_Win\_XP\_S2K3\_Vista\_7\_v6.5.exe) は PC にインストールされます。付録 I に記載してある仮想 COM ポートドライバの組み込みの項にて確認できます。

#### Auto

自動的にセットします。

#### Manual

マニュアルで 0 ～ 9 ポートを設定できます。

### フラッシュ (メモリー) の更新 :

プログラムはモデル 2325 のフラッシュメモリーに格納されています。機器の機能、性能を更新する場合、フラッシュメモリーにプログラムをダウンロードします。次の要領で更新が行えます。

- 1) コンピューターにフラッシュプログラムの新しいバージョン (例えば、“モデル 2325x.hex”) を保存します。
- 2) モデル 2325.exe. を除いて、コンピューターのプログラムを終了して下さい。

- 3) セットアップ パネルに進み、フラッシュの更新をクリックします。
- 4) フラッシュプログラムを見つけ ( “DY2325x.hex” )、OK をクリックすると更新が開始されます。
- 5) 更新が終了するまでお待ち下さい ( 数分かかります )。更新が終了しますと、ウインドウが開き、“Update finished” と表示されます。OK をクリックし、セットアップウインドウを閉じます。
- 6) モデル 2325.exe プログラムを終了し。機器の電源を OFF にします。次に機器の電源を ON にし、モデル 2325.exe を立ち上げて下さい。測定可能な状態です。  
注意：フラッシュメモリーのプログラムを更新している場合、コンピューターならびに機器に触らないで下さい。更新を中断しますと機器に損傷を与えることがあります。

電流極性： 表示する電流の極性 カソードまたはアノードを選択

電位軸： 表示する電位軸の + / - を選択

電源周波数： 地域の AC パワーの電源周波数を選択

このパラメーターはある ADC サンプルング速度で計測した信号上の電源周波数ノイズを低減します。CS-3A ファラデーケージは外部ノイズ、電源周波数の干渉による信号への影響を低減します。特に、微小電流測定には威力を発揮します。

Plot Style 測定時のグラフ表示の設定ができます。

#### Chart/Graph/Auto 設定

Chart; 新しいデータポイントが右側から追加されながらグラフはスクロールしながらの表示になります。表示される横軸 (X 軸) は、Chart Buffer Size(100-1K) で設定したポイント数となります。

Graph; 横軸 (X 軸) 表示は、設定した、時間 (電位) の全体になります。

Auto; 設定したパラメータの状況によって自動表示になります。

Chart Buffer Size(100-1K) Chart または、Auto を選択した際のバッファ取込みの最大データポイント数になります。

Y Scale Auto; 縦軸 (Y 軸) スケールは、測定中自動表示になります。

Fized; 縦軸 (Y 軸) スケールは、設定した感度で固定になります。

### 6.3.Execution ( 自動測定 )

Execution ボタンをしますと、Execution 画面が現れます。



測定形式：

- ・シングル 通常の測定を行う際、デフォルトで選択されています。
- ・繰り返し 同条件の測定を繰り返す際に選択します。
- ・連続 数の条件で連続測定する際に選択します。

データディレクトリ： ボタンを押してデータ保存先を選択します。WINDOWS-XP 以降の OS では、デフォルトの保存先である C: ドライブの Program Files にはデータが書き込めませんので、ご注意下さい。

予めデータ保存先を決めておいて下さい。

ファイル名： 測定したデータに付けたいファイル名を入力してください。繰り返し・連続測定の際、自動で各データを保存する設定にした場合は、\*\*\*\*\* (入力したファイル名) \_1,

\*\*\*\*\*\_2, \*\*\*\*\*\_3 のように自動で番号が付けられ保存されます。

RRDE のリモート測定項目も参照してください。



### 6.3.1. 繰り返し測定

Execution の測定方式で繰り返しを選択します。モデル 2325 ソフトの Execution をから、繰り返しをクリックし、OK ボタンを押すと、下記のウインドウが表示されます。



測定数： 測定を繰り返す回数を入力します。

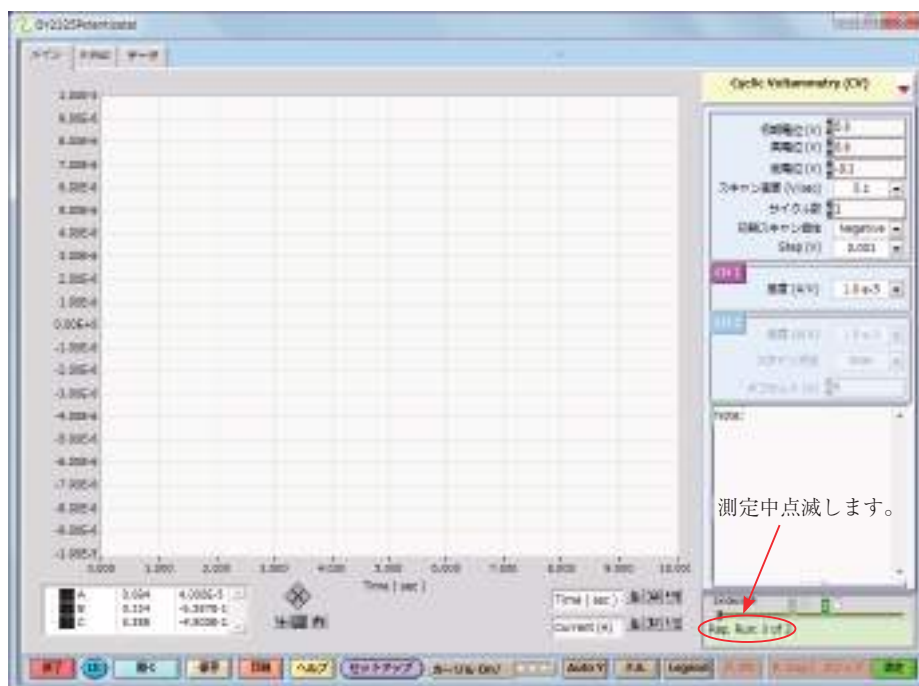
ファイルの保存： チェックを入れると 1 回の測定ごとに自動でデータを保存します。

各測定のスタート： Auto の場合、自動で測定を繰り返します。

マニュアルの場合、1 回測定が終わるごとにメイン画面の測定ボタンを押すと次の測定が始まります。

ウインドウの入力が終わったら、Execution 画面の OK ボタンを押し、メイン画面に戻ります。

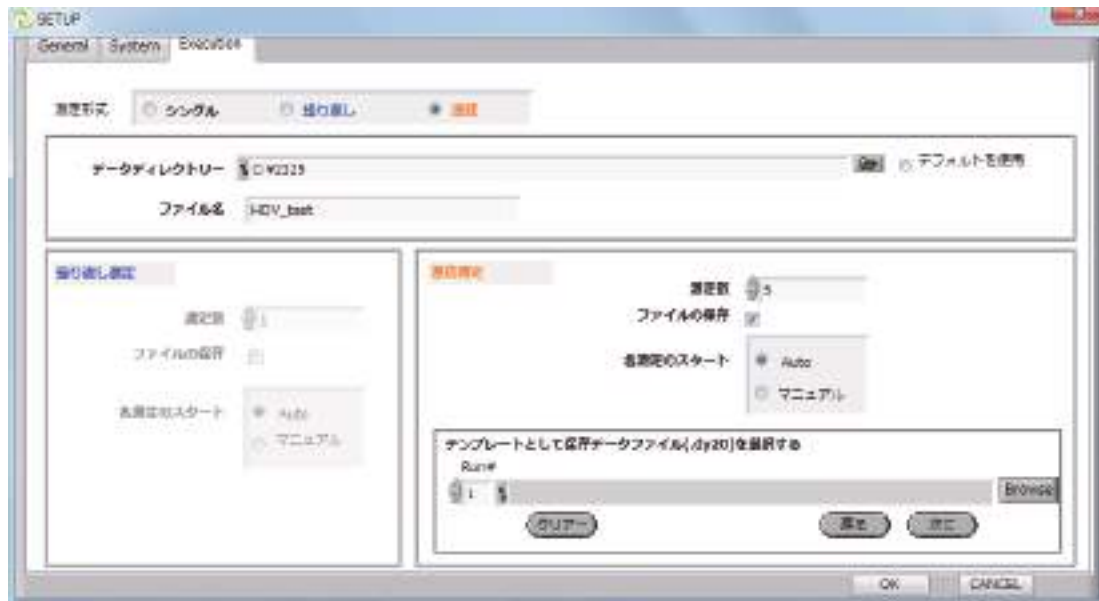
メイン画面で繰り返し測定を行いたい実験条件 (測定テクニック、パラメータ等) を入力します。入力後、測定ボタンを押して測定を開始します。



繰り返し測定を設定しますと、上記図の赤丸枠部分が点滅します。

### 6.3.2. 連続測定

Execution の測定方式で連続を選択します。モデル 2325 ソフトの Execution をから、連続をクリックし、OK ボタンを押すと、下記のウインドウが表示されます。



測定数： 測定を連続して行う回数を入力します。

ファイルの保存： チェックを入れると 1 回の測定ごとに自動でデータを保存します。

各測定のスタート：Auto の場合自動で測定を繰り返します。

マニュアルの場合、1 回測定が終わるごとにメイン画面の測定ボタンを押さないと次の測定が始まりません。

測定数： 測定を繰り返す回数を入力します。

ファイルの保存： チェックを入れると 1 回の測定ごとに自動でデータを保存します。

各測定のスタート：Auto の場合、自動で測定を繰り返します。

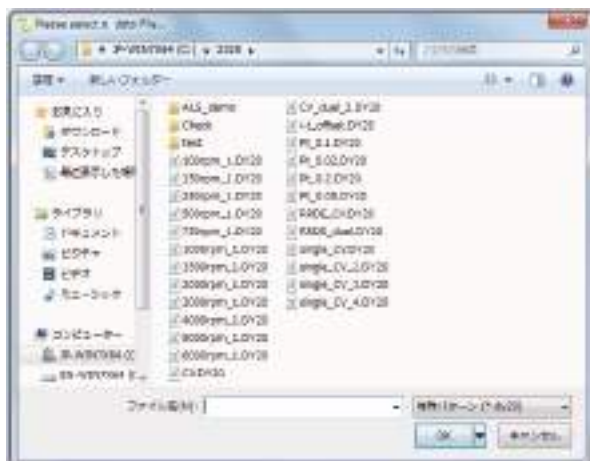
マニュアルの場合、1 回測定が終わるごとにメイン画面の測定ボタンを押すと次の測定が始まります。

テンプレートとして保存データファイル (.dy20) を選択する：

Run# 毎に、Browse ボタンを押し、連続測定したい条件で測定した以前のデータを読み込んでください。(Run1 用のデータの呼び出しが完了したら、次に ボタンで Run2 用のデータを…Run3 以上測定する場合も同様の操作を繰り返してください。)

ウインドウの入力が終わったら、Execution 画面の OK ボタンを押して、メイン画面に戻ります。

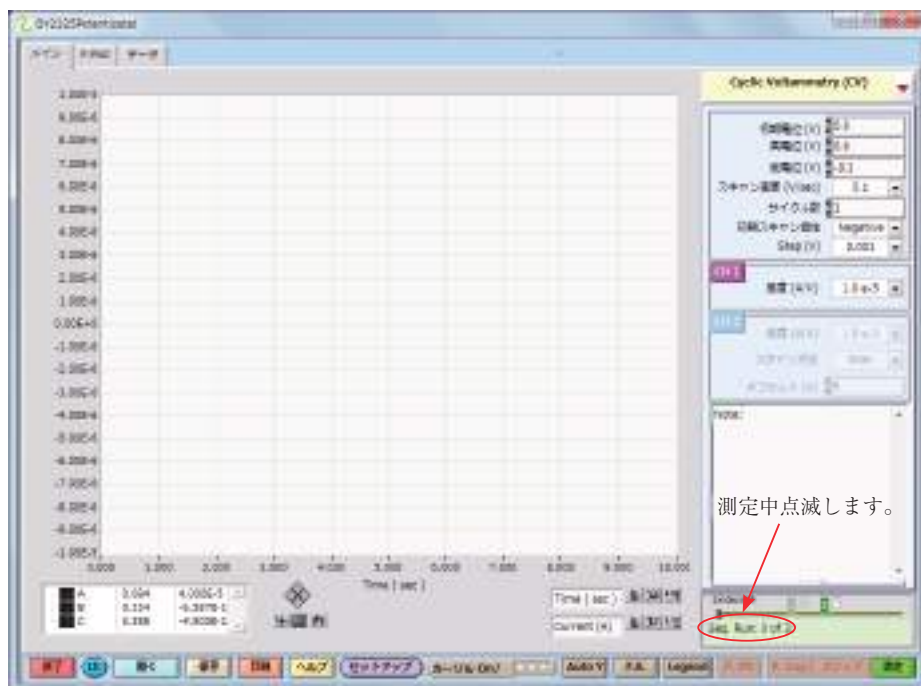
測定ボタンを押すと、測定が開始します。



保存データファイル (.dy20) を選択



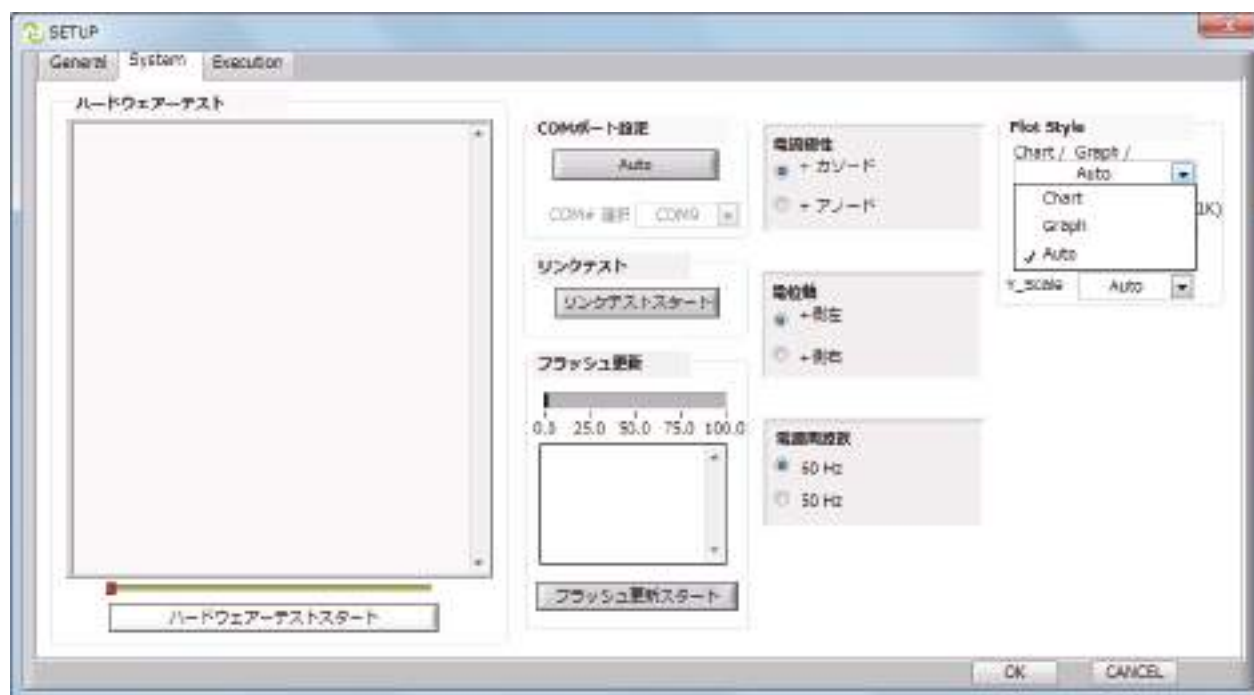
測定回数、ファイル名・保存の有無等の設定



連続測定を設定しますと、上記図の赤丸枠部分が点減します。

### 6.3.3. プロットスタイル

アンペロメトリック i-T や OCP 測定の際のデータの表示方法が選択できます。



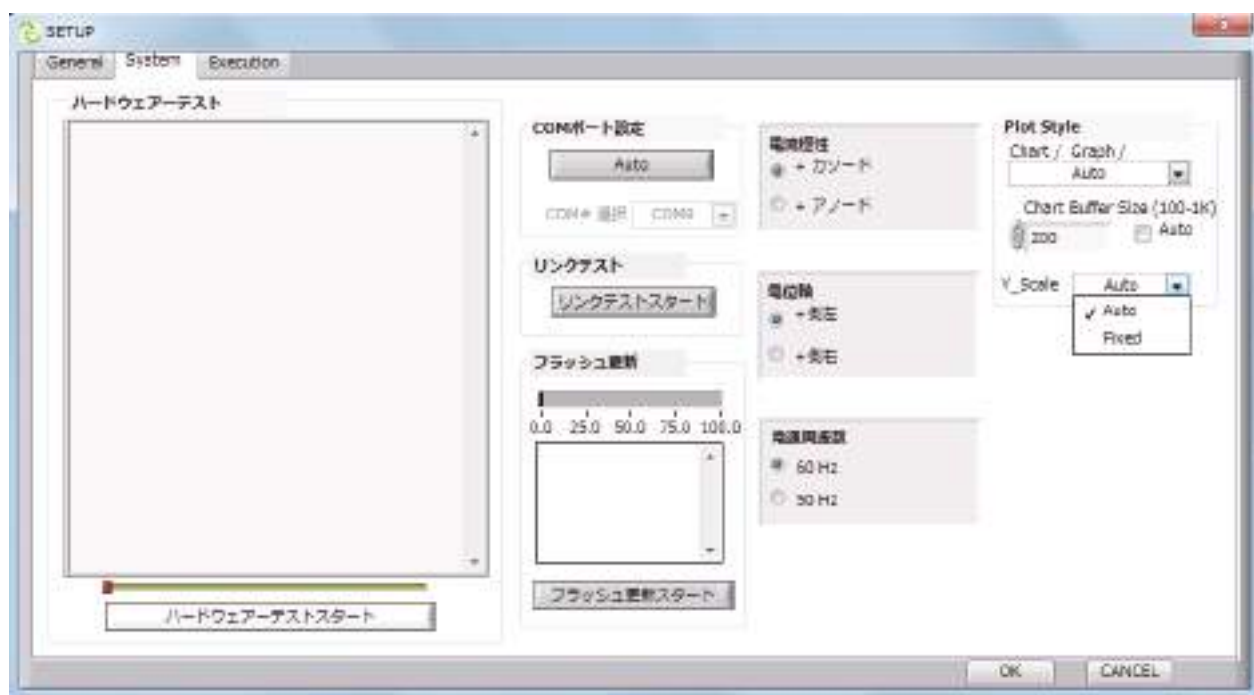
#### (1) Chart/Graph/Auto

##### ・ Chart:

最近のデータポイントを Chart Buffer Size ボックスに入力されたポイント数の分だけ表示します。

指定のポイント数を超えると新たなポイントがチャートの右側に加えられ、古いデータポイントはチャートの左側から除かれていきます。

また、ポイント数を入力する代わりに右の "AUTO" ボックスをチェックすると、プログラムが Chart Buffer Size を決定します。



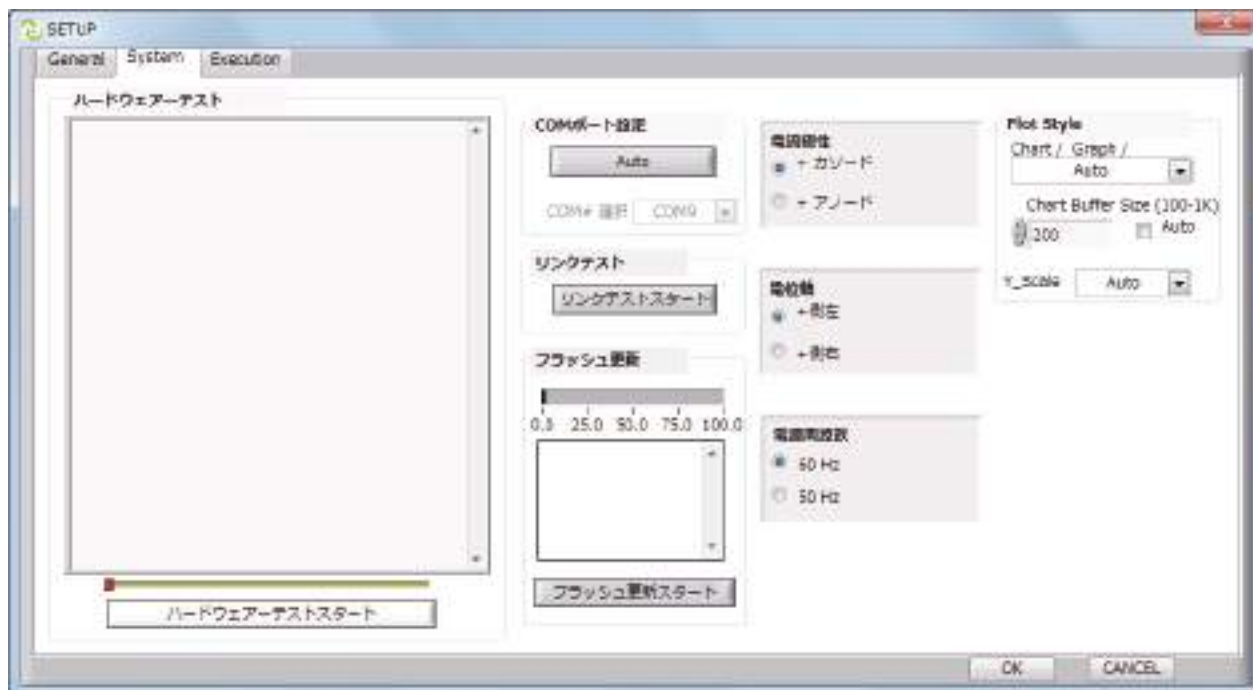
##### ・ Graph:

測定開始から現在までのデータポイント全てを表示します。

・ Auto:

プログラムが実験パラメーターの内容に応じて自動で上記のプロットスタイルを決定します。

(2) Chart Buffer Size (100-1K)      プロットスタイルを Chart にした場合、表示する最大ポイント数となります。"AUTO" ボックスをチェックするとプログラムが Chart Buffer Size を決定します。



### (3) Y\_Scale:

Auto:    測定中に Y 軸方向の表示が自動的に変更されます。  
          (Y 軸方向の変化が少ない場合、拡大して示されます)

Fixed:    感度 (A/V) の設定に基づいて Y 軸が固定されます。



## RRDE-3A 回転電極測定

### 1. RRDE-3A の回転数のマニュアル設定、モデル 2325 で LSV 測定

RRDE-3A 本体で回転数をマニュアルで設定する場合、モデル 2325 のセルケーブルの WE1 を RRDE-3A のディスク電極につなぎ、WE2 をリング電極端子に繋がします。白のワニ口クリップは参照電極、赤のワニ口クリップはカウンター電極に繋がします。

セルケーブルの接続は以下の通り

参照電極	:1
カウンター電極	:2
ディスク電極	:3
リング電極	:3



### 2. RRDE-3A の設定

マニュアルで測定する場合、事前に RRDE-3A の回転速度設定などを事前に設定します。

例えば、

1 のスイッチを SET にセットする

2 のダイヤルを回転し、必要な回転速度に設定する

液晶に画面に回転速度が表示されます。1 のスイッチを SET から LOCAL に切り替えると設定した回転速度で回転を開始します



### 3. モデル 2325 の設定

モデル 2325 メインメニューから測定テクニックは LSV を選択します。RRDE 測定を行う場合、バイポテンシostat 機能を用います。

例えば、

1 の CH ON/OFF ボックスの 1、2 をマウスでクリックすると、バイポテンシostat 機能が利用できます。

2 のパラメーター

初期電位

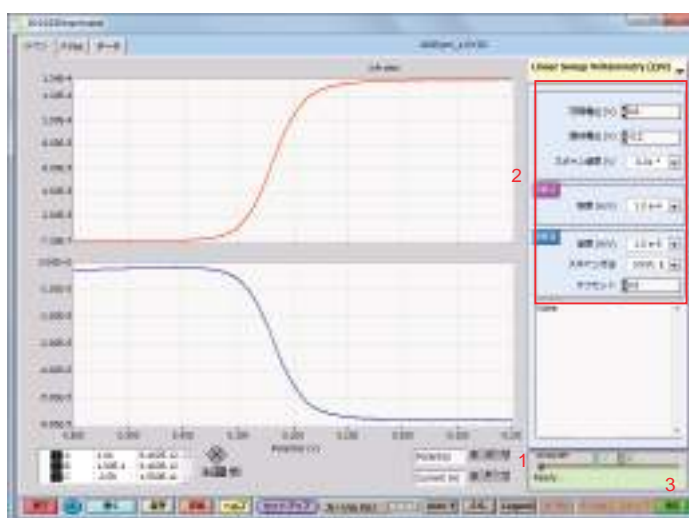
最終電位

スキャン速度

フィルター

感度 を設定します。

3 の測定ボタンをクリックしますと、測定が開始されます。



#### 4. リモートモードで RRDE 測定

モデル 2325 のリモートモードで RRDE 測定する時、RRDE-3A 背面の制御端子にモデル 2325 背面パネルの I/O ポートを専用ケーブルで繋がします。

モデル 2325 と RRDE-3/A との接続は下記の通り

2325	RRDE-3/A
IN	IN
A GND	GND
Purge	PURGE
D GND	GND



#### 5. REMOTE 設定

RRDE-3A 本体の ROTATION スイッチを REMOTE にセットします。モデル 2325 の SETUP>General の画面静止時間

RDE 回転

測定中 RDE 回転

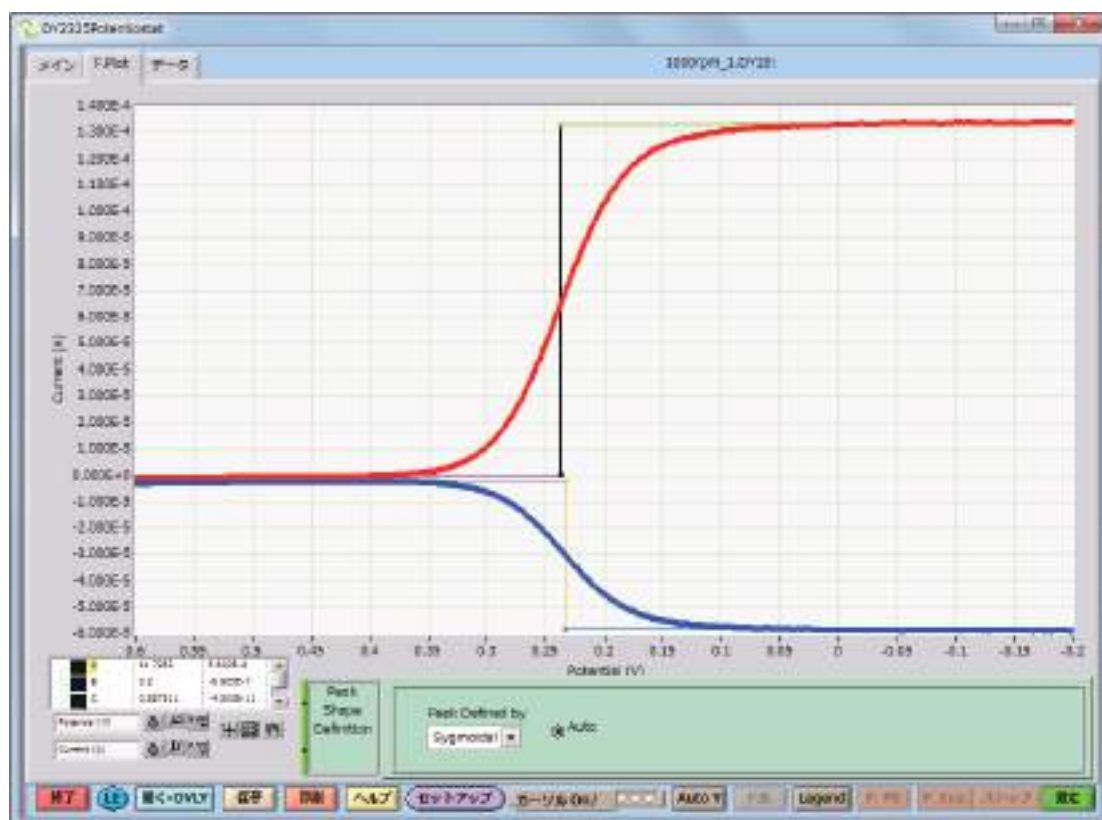
RDE 設定 回転速度 (rpm)

三つの項目を設定して、OK ボタンを押します。



#### 6. 測定

OK ボタンを押すと、メイン画面に戻ります。マニュアルによる RRDE 測定と同様に LSV で RRDE 測定のパラメーターを設定して、測定ボタンを押しますと、回転数のリモート制御で RRDE 測定が行なえます。



## CS-3A セルスタンドの接続

### 1. CS-3A セルスタンドの設定

CS-3A はマニュアルでパージ、スターラー制御を行うことができます。CS-3A でスターラーの回転数をマニュアルで設定する場合、モデル 2325 のセルケーブルを CS-3A 背面からセルケーブルを入れ、各電極にリード線を接続します (ページ 2 を参照)。

スターラーとパージの設定

スターラーパワー : ON

スターラーのコントロールツマミを回転し、最適な拡販速度に調整します。

パージパワー : ON

Test sample のバルブを開き、流量を設定し、溶存酸素の除去を行います。



### 2. CS-3A のリモート設定

モデル 2325 のリモートモードで CS-3A をリモート制御する場合、CS-3A 背面の制御端子とモデル 2325 背面パネルの I/O ポートの接続方法は次の通り

CS-3A との接続は

2325	CS-3A(25 ピン端子)
Purge	PURGE(21)
Stir	STIR(8)
D GND	GND(7)



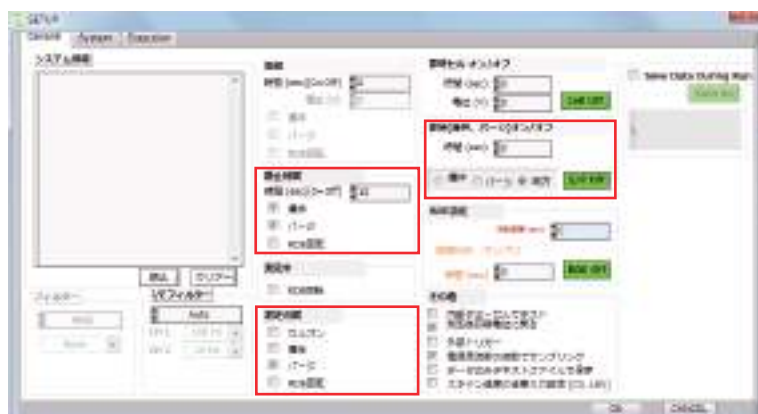
リモート制御する場合、事前に CS-3A の設定を事前に行います。

1. スターラーパワーを ON にセットします。
2. パージパワーを ON にセットします。

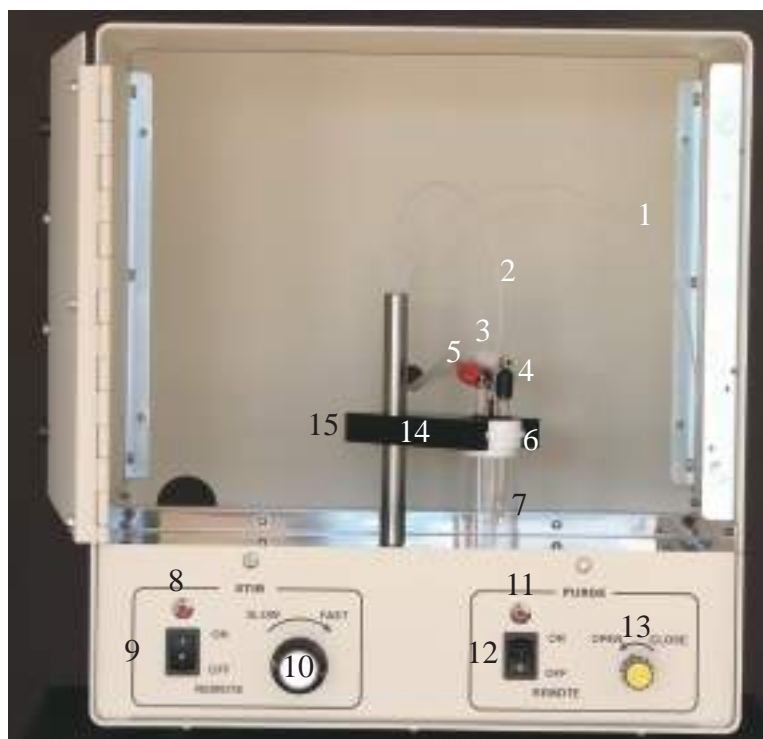
### 3. REMOTE 設定

モデル 2325 の SETUP>General の赤枠で囲みましたパラメーターを設定します。

1. 静止時間の間にパージ、攪拌を行う場合、攪拌、パージの選択を行う
2. 測定の際にパージ、攪拌を行う場合、攪拌、パージの選択を行う
3. 即時パージ、攪拌を行う場合、時間の入力 (sec)、パージ、攪拌を同時に行うか、単独で使用するかを選択します。



## 4.CS-3A セルスタンドの紹介



CS-3A フロントパネル

## セルキャップ/テストサンプルの設置

セルトップポジショナーを持ち上げると、テフロンセルキャップが同時に上に持ち上げられ、セルから離されます。実験を開始する際にはセルキャップが取付けてあるポジショナーをセルの上に下げます。テフロンセルキャップは簡単にセルトップポジショナーから取り外せ、清掃できます。

## CS-3A 前面パネルの説明

番号	機能
1	ガスブランケットライン
2	Test sample 用ガスパージライン
3	参照電極 (白色ワニ口クリップ)
4	カウンター電極 (赤色ワニ口クリップ)
5	作用電極 (緑色ワニ口クリップ)
6	セルキャップ
7	テストサンプルセル (セル)
8	攪拌用 LED: マニュアル、リモートでも攪拌スイッチをオンにすると、LED が点灯
9	攪拌コントロール切替スイッチ: マニュアル攪拌 ON は "I"、マニュアル攪拌 OFF またはリモート攪拌は "O" に切換
10	攪拌速度をコントロールするためのノブ
11	ガスパージ用 LED: マニュアル、リモートでもガスパージスイッチをオンにすると、LED が点灯
12	Test sample ガスパージコントロールスイッチ: スイッチマニュアルガスパージ "I" ON またはリモートガスパージ "O"(OFF) に切換え
13	Test Sample ガスパージコントロールノブ: ガス流量のコントロール
14	セルトップポジショナー
15	セルトップポジショナーの位置を調整するためのネジ



## SEC2000 Ver1.2 トリガー信号の取り込み

「SEC2000 スペクトロメーターシステム Ver.1.2」は外部 TTL 信号の変化を受けると、測定をスタートする機能です。信号様式 High level 方式を図 1 に示します。外部からの電圧信号が 0 V から 5 V に変化する時に分光器が動作するように設計されています。

「Low Level」方式もありますが、High Level と逆の信号パターンになります。下記は SEC2000 を Trigger High Level 方式で制御する方法を例に説明します。

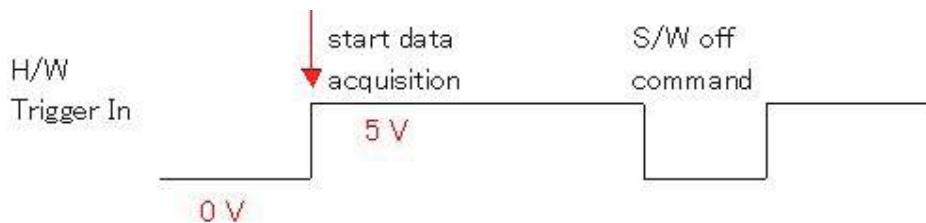


図 1. External Trigger Signal: High level

### 1. SEC2000 Trigger In 端子

図 2 のようにハードウェアの TTL 信号端子が増設しました。黒色は Ground、黄色は Trigger In 端子。それぞれ電気化学装置の端子と繋いで下さい。



図 2. Trigger 信号端子の写真。黒色は Ground、黄色は Trigger In 端子

### 2. 電気化学アナライザーとの接続

モデル 2325 バイポテンシostat の場合、図 3 のように、裏面の 9 pin 端子から DGND は SEC2000 の Ground 端子と、V\_RDE は SEC2000 の Trigger In 端子と繋がります。

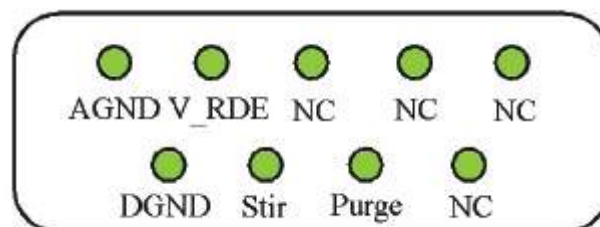


図 3. 9 pin sub-D 端子

### 3. モデル 2325 ソフトの Trigger Out 設定

SEC2000 を Trigger High Level 方式で制御するため、モデル 2325 の Trigger Out 設定を行います。ソフトの「SETUP」設定画面で、図 4 のように、「RDE 設定」を「回転速度 (rpm)」を 5000 と入力し、測定中 RDE 回転 1 にチェックを入れて、「OK」をクリックします。こうしますと、測定間に 0 V、測定中に 5 V の信号をモデル 2325 から出すようになります。測定開始前は SEC2000 分光器へ 0 V の信号が印加されます。



図 4. モデル 2325 のセットアップ設定画面



#### 4. SEC2000 ソフトの設定

メイン画面のメニューには「タイム」→「トリガーセッティング」→「アクティブ ハイ」/「アクティブ ロー」の選択があります。「アクティブ ハイ」をチェックします。



図 5. メイン画面のトリガーセッティング画面

#### 5. 経時測定の設定

SEC2000 分光ソフトの経時測定画面で、下部のスペクトル画面から「Trigger Enable」を選択して、上部のモニター画面から「START」アイコンをクリックします。すると、分光器は待機状態になります。Trigger In 端子には 0 V の信号を受けています。

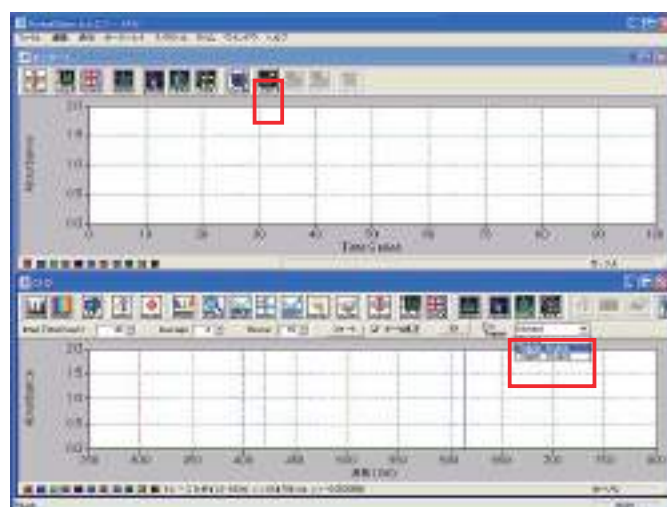


図 6. 経時測定画面の設定

#### 6. 測定開始

モデル 2325 の測定画面で、「測定」アイコンをクリックすると同時に、Trigger In 端子に受ける信号は 0 V から 5 V に変化し、分光器が Active になり、測定が同時に始まります。

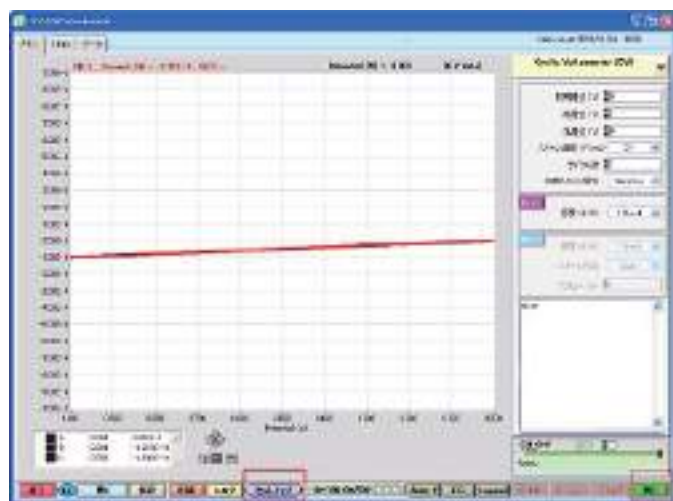


図 7. モデル 2325 の測定画面

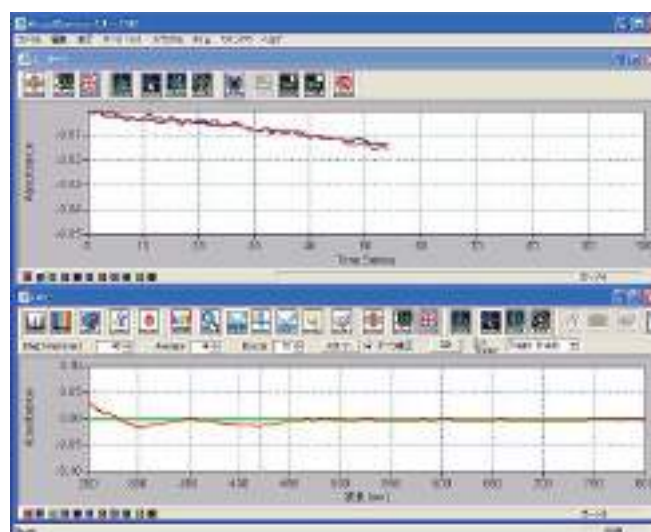


図 8. 0.1 mM K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> を 0 V で電解還元反応の経時測定画面

## 7.Trigger 測定の停止

図 8 の上部にある「Stop」アイコンをクリックする方法と、図 9 のように経時測定設定画面で測定時間 Duration を設定する方法があります。

**時系列データの設定**

**記録**

☒ 選択された波長を  Frequency毎に記録  
 To  ...

☒ 全てのスペクトルを  Frequency毎に記録  
 To  ...

**Initial Delay**

Start  ☐ Hours ☐ Minutes ☒ Seconds ☐ Millisecs

**Frequency**

☐ Save Every Acquisition  
 Or At Every  ☐ Hours ☐ Minutes ☒ Seconds ☐ Millisecs

**Duration**

☐ Continue Until Stopped  
 Or Stop After  ☐ Hours ☐ Minutes ☒ Seconds ☐ Millisecs

OK キャンセル

図 9. 経時測定の設定画面

経時測定の詳細は SEC2000 のマニュアルをご参考ください。

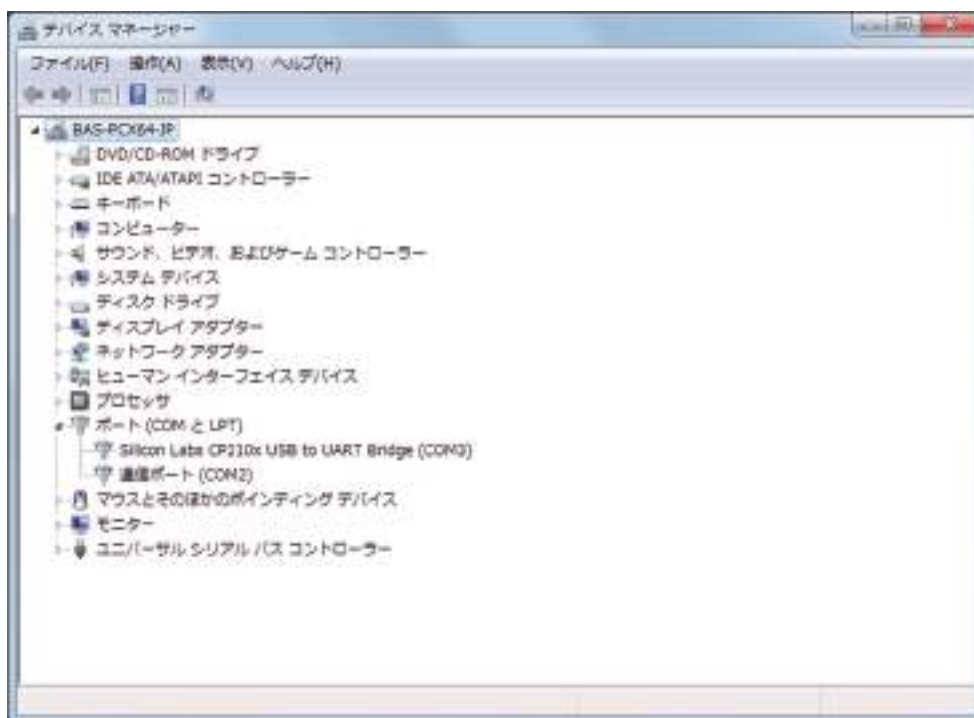
## 付録 I: 仮想 COM ポートドライバの組み込み確認

モデル 2325 プログラムをインストールした後、USB ドライバー (CP210xVCPInstaller.exe) のインストールを行います。このドライバがインストールされていることをここで確認します。

コンピューターのデスクトップウインドウのマイコンピューターをマウスでクリック、マウスの右ボタンをクリックします。プロパティが表れますので、プロパティを選択します。つぎにシステムの XP プロパティが表れますので、ハードウェアをマウスで選択します。次にデバイスマネージャをマウスで選択します。



(1) マイコンピューターのプロパティからハードウェアを選択します。ここに表記されているデバイスマネージャをマウスでクリックします。



(2) デバイスマネージャを開き、ポート (COM と LPT) をクリックします。“CP210x USB to UART Bridge Controller (COMx)” [x 通信ポート番号] が表れます。USB ドライバーのインストールが成功しました。

## 付録 II: 仕様

### ハードウェア

最大出力電流:	± 50 mA
最大制御電圧:	± 4.095 V
バイアス電圧 (両チャンネル):	± 4.095 V
コンプライアンス電圧:	± 10.0 V
電流レンジ:	± 100 nA ~ ± 50 mA (7 レンジ)
電流解像度:	0.0019 %、3 pA/100 nA レンジ
電流精度:	< 1.0 %
入力バイアス電流 @ 25 °C:	< 0.2 nA
最小電位ステップ:	1.0 mV
入力インピーダンス:	> 10 <sup>12</sup> Ω
ADC コンバーター:	16-bit, 100 kHz
DAC コンバーター:	16-bit
システムのバンド幅:	> 20 kHz
最小立ち上がり時間:	< 5.0 μsec / V
最小タイムベース:	0.1 msec
最大データポイント /CH	15,000
RRDE コントロール電圧 (V):	0 ~ 10 V
RRDE コントロール信号 (攪拌、パージ):	TTL
セル接続:	WE1, WE2, RE, CE
コンピューターインターフェース:	USB (Windows XP/Vista/7)
大きさ (W x D x H) & 重さ:	15 x 26 x 5 cm, 1 kg
電源:	90 ~ 240 VAC, 10 W

### 測定手法

#### 1 アンペロメトリック i-t 曲線 (iT)

サンプリング時間 (sec) = [0.0001 ~ 10].

#### 2) リニアースweepボルタンメトリー (LSV)

スキャン速度 (V/sec) = [0.001 ~ 10].

#### 3) サイクリックボルタンメトリー (CV)

スキャン速度 (V/sec) = [0.001 ~ 10].

#### 4) オープンサーキットポテンシャル vs. 時間 (OCP)

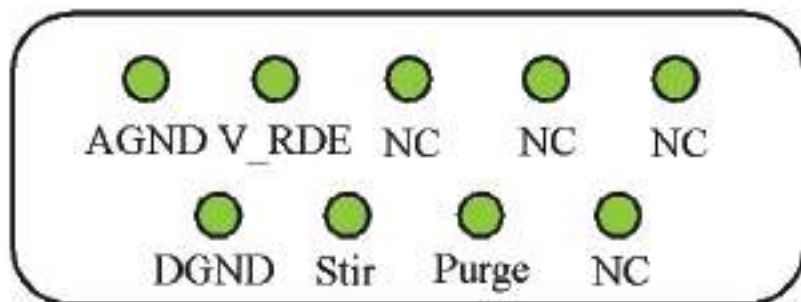
サンプリング時間 (sec) = [0.0001 ~ 10].

### 付録 III: I/O ポート

機器の背面には 9 ピンのコネクタが取り付けられ、各ピンの機能は次の通り。

- V\_RDE: 電圧出力 (0 ~ 10 V) は 0 ~ 10000 rpm、50  $\Omega$  出力インピーダンス の RDE 回転速度に比例します。
- 攪拌とパージ: デジタル出力 (TTL 信号), active low
- AGND: アナロググラウンド
- DGND: デジタルグラウンド

使用されていないピンは将来拡張するために使用する可能性があります。お客様はご使用しないで下さい。





## 付録 IV: 保証規定

この度は当社製品をお買い上げ頂き有難うございました。本製品は当社の厳密な製品検査に合格したものです。お客様の正常なご使用状態の下で故障した場合、購入日より一年間無償で修理させていただきます。添付の製品保証書をご提示の上、弊社代理店にお申し出下さい。

但し、保証期間内においても次の事項に起因する場合は有償修理となります。

1. 誤ってご使用になった場合の故障
2. 当社に無断で改造された場合の故障
3. 据付後、移動あるいは輸送によって生じた故障
4. 地震、火災などの天災等による原因が本器以外の事由によるもの

その他これに準ずるもの、及び製品保証書の提示がない場合

## ソフトウェアの保証について

BAS ではお客様に納品する前、当社にて事前にソフトウェア、ハードウェアのチェックを行なった後、お届けするシステムを取っています。万が一検収時にソフトとハードが動作をしない場合、責任をもって製品の交換又は無償で修理を行ないます。

また、ソフトウェアは買い取り商品ではなく、使用权の販売になります。お客様は、買ったソフトを転売することはできません。また、基本的にバグがあった場合でも、開発側では、そのバグに対してすぐに修正することは出来ません。そのバグによって起きた損失に対価をはらう義務もないことになっています。もし、バグがある場合、次のバージョンで対応させて頂きます。

BAS では、基本的にコンピューター関連のメンテナンスはセンドバック方式をとります。お客様のコンピューターをおあずかりする方法です。但し、他社のハードウェアの故障の場合、メーカー側の保証期間内の場合はそのメーカーの保証にしたがってユーザーであるお客様が修理依頼を行って頂くことになります。メーカー保証の製品の修理が、BAS に来た場合、メーカーに対する対応などで多少修理に時間を必要となります。これは、ユーザの管理をメーカー側で行っているためです。メーカーの保証登録は納品時点でお客様が実施して下さい。そうしないと、メーカーのサポートが受けられません。

## OS のバージョンアップ又は変更について

英語バージョンを日本語バージョンに変更する。

### 1. お客様が行った場合

保証期間内であっても、それに起因する修理（調整）は有償となります。また、変更や調整する手助けを行うことはできません。変更する方法は、マイクロソフトのインフォメーションに聞いていただくことになります。

### 2.BAS で行った場合

保証は BAS が行います。ただし、自社のソフトの動作確認までで、他メーカーのソフトの動作保証はできません。

## お客様が準備したコンピューターに BAS のソフトをインストール場合

### 1. お客様がインストールする場合

インストールに起因する不具合については、有償となります。インストールの手順については添付のマニュアルをご参照下さい。ただし、一度 BAS でインストールしたコンピューターが故障した場合などの特殊な場合は除きます。

その他、装置全体の動作確認などに時間をとられることが考えられますので注意が必要です（最近のウィンドウズのプレインストールモデルのコンピューターは、購入しただけでは動作しません。かならずウィンドウズのインストール作業が必要となります。機種により 15 から 60 分程度かかります）。

### 2.BAS でインストールする場合

インストールは基本的に有償となります。ユーザー先で行う場合は、別途費用となります。

## ソフトウェア動作不良

### 1. お客様が設定を変更した場合

出荷時点と異なる環境の場合、保証期間内であっても有償となります。他の会社のソフト／ハードをインストールして動作しなくなった場合、問題になるプログラム／ハードを削除することがあります。

### 2.BIOS の設定などの設定不良

基本的に保証期間内であれば無償です。ただし、出張作業の場合は有償となります。BIOS の設定は機種によって異なります。

### 3. ウイルス

ウイルスが内部に検出された場合、ハードディスク、BIOSなどを全て初期化する必要がありますので、セットアップに時間がかかります。この修理の場合、修理後3ヵ月の無償期間は適用されません。

#### 操作説明

BAS のソフトウェアを動作させるための操作説明を中心に行ないます。ウィンドウズの説明、他社ソフトの操作説明は行うことはできません。最近のソフトウェアは高度な知識が必要なため完全な説明を行なうためには別途専門家の派遣が必要となりますので、有償となります。

# ボルタンメトリー用セル

## SVC-2 ボルタンメトリー用セル



作用電極、参照電極は別売りです。構成部品は単体でも販売しております。単品での販売の場合、サンプルバイアル 20 mL は 10 本入りとなります。

### 4 種類の測定が可能な万能セル

SVC-2 ボルタンメトリー用セルは、従来の 4 種類のセルを 1 つにまとめ、4.way で使用できるよう設計された便利なセルです。さらに、密封性を持たせたので溶存酸素の影響を受けやすい実験にも有効です。サンプルホルダー 9 mm φを取り付けますと、微量サンプル測定 (100 ~ 200 μL) が可能となります。

- 様々な電極に対応
- 必要サンプル量は 5 ~ 10 mL
- 溶存酸素の除去が簡単

カタログ No.	品名	
012668	SVC-2 ボルタンメトリー用セル	
内訳		入数
(001056)	サンプルバイアル (20 mL)	7
002222	VC-2 用 Pt カウンター電極	1
012670	SVC-2 用テフロンキャップ	1
010537	パージ用チューブ 30 cm	1
オプション (別売)		
012177	サンプルホルダー 9 mm φ	2

## SVC-3 ボルタンメトリー用セル



作用電極、参照電極は別売りです。構成部品は単体でも販売しております。単品での販売の場合、サンプルバイアル 20 mL は 10 本入りとなります。

### ボルタンメトリー用セルのスタンダード

SVC-3 ボルタンメトリー用セルは、作用電極、参照電極、カウンター電極用の 3 つの孔が開いており、それぞれ溝に O リングを押し込むことによって密封セルとして使用することができます。作用電極用の孔には微小電極もセットできます。SVC-2 と比較すると、使用できるカウンター電極の種類が多いのが特長です。

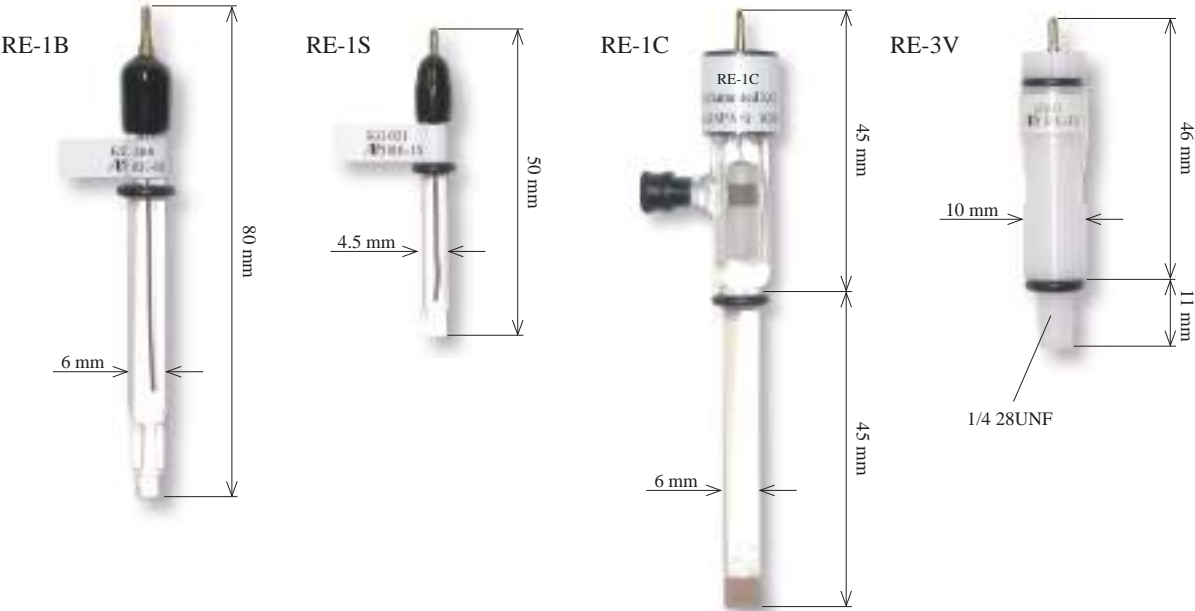
- 必要サンプル量は 5 ~ 10 mL
- 数種類のカウンター電極が使用可能
- 溶存酸素の除去が簡単

カタログ No.	品名	
012669	SVC-3 ボルタンメトリー用セル	
内訳		入数
(001056)	サンプルバイアル (20 mL)	7
002233	VC-3 用 Pt カウンター電極	1
012671	SVC-3 用テフロンキャップ	1
010537	パージ用チューブ 30cm	1
オプション (別売)		
012961	Pt カウンター電極 23 cm	1
012963	VC-MA 微小電極アダプター	1

# 参照電極

参照電極はサイクリックボルタンメトリー（CV）および高速液体クロマトグラフィー（HPLC）用の電極として使用されます。参照電極はREシリーズ化されており水系、非水溶媒系、キャロメル、自作タイプなどの幅広い電極を取り揃えています。

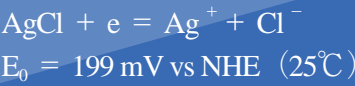
## Ag/AgCl タイプ（水系サンプル用参照電極）



### 特長

- 水系サンプルで使用
- 比較的寿命が長い

### RE-1C の参考電位



カタログ No.	品名	液絡部	内部溶液	用途
012167	RE-1B 水系参照電極 (Ag/AgCl)	バイコールガラス	3 M NaCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE, RRDE, EQCM セルなど
012168	RE-1S 水系参照電極 (Ag/AgCl)	バイコールガラス	3 M NaCl	SECM など
002058	RE-1C 飽和 KCl 銀塩化銀参照電極	セラミックス	飽和 KCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE, RRDE, EQCM セルなど
012169	RE-3V 参照電極ねじ込み式	バイコールガラス	3 M NaCl	ポリアセタール製, フローセル (LC, SEC, EQCM) 等
012170	RE-3VP 参照電極ねじ込み式	バイコールガラス	3 M NaCl	PEEK 製, フローセル (LC, SEC, EQCM) など

### テクニカルノート

#### 各種参照電極の参考電位 (V vs. NHE)

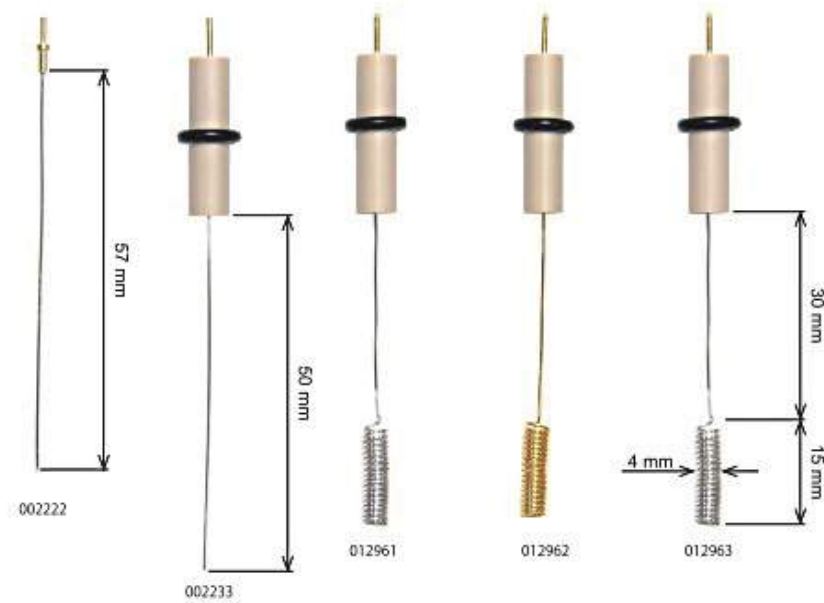
NHE (Normal Hydrogen Electrode)	-----	0 mV
SCE (Saturated Calomel Electrode)	-----	241 mV
SSCE (Sodium Saturated Calomel Electrode)	-----	236 mV
Ag/AgCl (Saturated KCl)	-----	199 mV
Hg/Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0.5 M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	-----	615 mV

藤嶋昭, 相澤益男, 井上徹, 電気化学測定法 (1984) 技報堂出版



# カウンター電極

3 種類のカウンター電極をラインナップしています。流れる電流量に合わせてカウンター電極を選択して下さい。また、本カタログで紹介されていないサイズの電極も特注にて対応いたしますので、販売元あるいは販売代理店までお問い合わせください。



種類

カタログ No.	品名	長さ	Pt 直径	用途
002222	VC-2 用 Pt カウンター電極 (コイル状)	5.7 cm	φ 0.5	SVC-2、VC-4、プレート電極評価セルなど
002233	VC-3 用 Pt カウンター電極	5 cm	φ 0.5	SVC-3 など
012961	Pt カウンター電極 23 cm( コイル状 )	23 cm	φ 0.5	バルク電気分解用セル、RRDE など
012962	Au カウンター電極 23 cm( コイル状 )	23 cm	φ 0.5	バルク電気分解用セル、RRDE など
012963	Ni カウンター電極 23 cm( コイル状 )	23 cm	φ 0.5	バルク電気分解用セル、RRDE など

※ Pt カウンター電極 23cm は、白金線がコイル状に巻いてあります。

## テクニカルノート

### カウンター電極の役割

3 電極系のポテンシostat系の場合、作用電極とカウンター電極間に電位を印加し、電流を測定します。電気回路を通した電流の通過は作用電極とカウンター電極間の電子移動反応を必要とします。カウンター電極の主な機能は第二電子移動反応の場所を提供することです。

カウンター電極の重要なパラメーターは表面積です。作用電極が発生する電流をサポートするのに十分な大きさ（面積）が必要です。例えば、カタログ No.002222 あるいは 002233 の 5 cm の白金電極の表面積は、サイクリックボルタンメトリーのような定常実験の電極として使用するには十分です。しかし、バルク電気分解などのような高電流を発生する計測では、より大きな面積のカウンター電極が必要となります。カタログ No.012961 の電極は白金の長さが 23 cm あります。本電極は回転リングディスク測定などに使用されます。つまり、対流が電流を大きくします。

セルの形状も重要なポイントとなります。カウンター電極上の電気分解による生成物のコンタミを防ぐために、カウンター電極を作用電極と分離して（チャンバーで隔離して）配置することがあります。サイクリックボルタンメトリーなどの電気化学計測では、計測時間が短いので電気分解によるコンタミの影響は無視できます。そのため、カウンター電極の分離を行うことは通常ありません。チャンバーでカウンター電極を分離すると、フリッツ（ガラス焼結体）の影響でカウンター電極と参照電極間の抵抗が大きくなり、これが問題となる場合もあります。しかし、バルク電気分解の実験の場合では、測定時間が長く、攪拌も必要となりますので、チャンバーを用いてカウンター電極と作用電極を分離し、2 電極間の輸送を防ぐ必要があります。