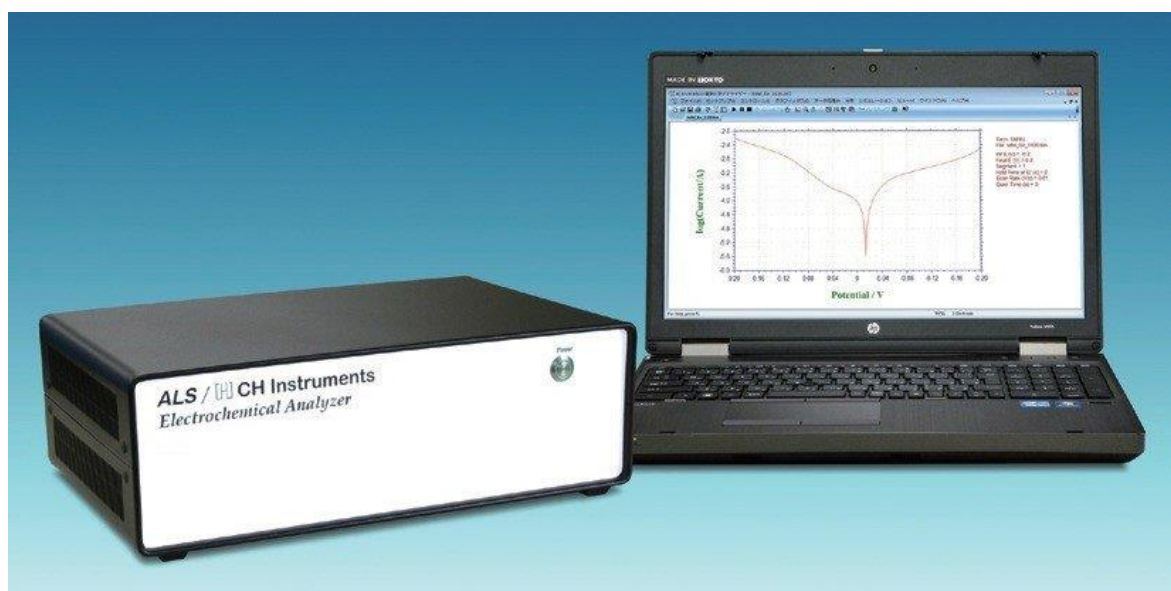


ALSモデル700F シリーズ 電気化学アナライザー 取扱説明書



BAS

目次

1章	はじめに	5
1-1.	紹介	5
1-2.	電気化学テクニック	7
1-3.	必要なシステム構成	8
1-4.	ハードウェア仕様	8
1-5.	警告と注意	10
2章	基本情報	11
2-1.	更新情報について	11
2-2.	仕様の変更について	11
2-3.	搬送時の破損	11
2-4.	製品保証	11
2-5.	サービス情報	11
2-6.	ソフトウェアの保証について	11
3章	セットアップ	12
3-1.	出荷製品の確認	12
3-2.	ソフトウェアのインストール	13
3-3.	装置のセットアップ	14
3-4.	動作確認	15
3-5.	測定準備	19
3-6.	セルケーブル端子	20
3-7.	RDEコントロール端子	20
3-8.	セルコントロール端子	21
3-9.	信号出力端子	22
4章	ファイルメニュー	23
4-1.	開く	23
4-2.	名前を付けて保存	23
4-3.	削除	24
4-4.	データファイル一覧	25
4-5.	テキストに変換	26
4-6.	テキストファイル形式	27
4-7.	テキストファイルをインポート	30
4-8.	印刷	30
4-9.	多重ファイル印刷	31
4-10.	印刷設定	31
4-11.	終了	32
5章	セットアップメニュー	33
5-1.	テクニック選択	33
5-2.	パラメータ設定	35
5-2-1.	サイクリックボルタンメトリー(CV)パラメータ	35
5-2-2.	リニアスイープボルタンメトリー(LSV)パラメータ	38
5-2-3.	階段状ボルタンメトリー(SCV)パラメータ	40
5-2-4.	ターフェルプロット(TAFEL)パラメータ	42
5-2-5.	クロノアンペロメトリー(CA)パラメータ	43
5-2-6.	クロノクーロメトリー(CC)パラメータ	45
5-2-7.	微分パルスボルタンメトリー(DPV)パラメータ	47
5-2-8.	ノーマルパルスボルタンメトリー(NPV)パラメータ	49
5-2-9.	微分ノーマルパルスボルタンメトリー(DNPV)パラメータ	51
5-2-10.	矩形波ボルタンメトリー(SWV)パラメータ	53
5-2-11.	交流ボルタンメトリー(ACV)パラメータ	55

5-2-12.	第二高調波交流ボルタンメトリー(SHACV)/パラメータ	57
5-2-13.	フーリエ変換交流ボルタンメトリー(FTACV)/パラメータ	59
5-2-14.	アンペロメトリー(i-t)/パラメータ	60
5-2-15.	微分パルスアンペロメトリー(DPA)/パラメータ	62
5-2-16.	ダブル微分パルスアンペロメトリー(DDPA)/パラメータ	64
5-2-17.	トリプルパルスアンペロメトリー(TPA)/パラメータ	66
5-2-18.	積分パルスアンペロメトリー検出(IPAD)/パラメータ	68
5-2-19.	バルク電気分解クーロメトリー(BE)/パラメータ	70
5-2-20.	ハイドロダイナミック変調ボルタンメトリー(HMV)/パラメータ	72
5-2-21.	スィープステップファンクション(SSF)/パラメータ	74
5-2-22.	マルチポテンシャルステップ(STEP)/パラメータ	76
5-2-23.	定電位間欠滴定法(PITT)/パラメータ	77
5-2-24.	交流インピーダンス(IMP)/パラメータ	78
5-2-25.	インピーダンス - タイム(IMPT)/パラメータ	80
5-2-26.	インピーダンス - 電位(IMPE)/パラメータ	82
5-2-27.	交流アンペロメトリー(ACTB)/パラメータ	84
5-2-28.	クロノポテンシオメトリー(CP)/パラメータ	85
5-2-29.	クロノポテンシオメトリー - 電流ランプ(CPCR)/パラメータ	87
5-2-30.	マルチ電流ステップ(ISTEP)/パラメータ	88
5-2-31.	定電流間欠滴定法(GITT)/パラメータ	90
5-2-32.	ポテンシオメトリックストリッピング分析(PSA)/パラメータ	92
5-2-33.	電気化学ノイズ(ECN)/パラメータ	93
5-2-34.	オープンサーキットポテンシャル - 時間(OCPT)/パラメータ	94
5-3.	システムセットアップ	95
5-4.	ハードウェアテスト	97
6章	コントロールメニュー	98
6-1.	測定	98
6-2.	待機 / 再開	98
6-3.	測定停止	98
6-4.	スキャン反転	99
6-5.	測定状況	99
6-6.	繰り返し測定	101
6-7.	マルチプレクサ	102
6-8.	マクロコマンド	103
6-9.	Open Circuit Potential	112
6-10.	iR補償	113
6-11.	フィルター設定	115
6-12.	セル	116
6-13.	ステップファンクション	118
6-14.	前処理	119
6-15.	回転ディスク電極制御	120
6-16.	その他コントロール	121
6-17.	ストリッピングモード	123
7章	グラフィックスメニュー	124
7-1.	現在のデータプロット	124
7-2.	新規重ね書きプロット	126
7-3.	データを重ね書きに追加	126
7-4.	重ね書きの再プロット	127
7-5.	重ね書きの管理	127
7-6.	新規パラレルプロット	128
7-7.	データをパラレルに追加	128

7-8.	パラレルの再プロット	128
7-9.	パラレルの管理	129
7-10.	ズーム	129
7-11.	マニュアル結果	129
7-12.	ピーク定義	130
7-13.	XY プロット	131
7-14.	Levich plot他	133
7-15.	半対数プロット	136
7-16.	スペシャルプロット	137
7-17.	グラフオプション	138
7-18.	色,説明	140
7-19.	フォント	141
7-20.	クリップボードにコピー	142
8章	データ処理メニュー	143
8-1.	スムージング	143
8-2.	微分	144
8-3.	積分	145
8-4.	半積分、半微分	145
8-5.	補間	146
8-6.	ベースラインフィッティング&減算	147
8-7.	リニアベースライン補正	148
8-8.	データポイント除去	149
8-9.	データポイント修正	150
8-10.	バックグラウンド減算	151
8-11.	信号平均化	151
8-12.	数学操作	152
8-13.	フーリエスペクトル	153
9章	分析メニュー	154
9-1.	キャリブレーション曲線	154
9-2.	スタンダード添加	155
9-3.	データファイルレポート	156
9-4.	時間依存	158
10章	シミュレーションメニュー	160
10-1.	メカニズム	160
10-1-1.	ポテンシャル/速度定数ダイアログボックス	162
10-1-2.	濃度、拡散係数ダイアログボックス	163
10-1-3.	表面濃度ダイアログボックス	163
10-1-4.	平衡時の濃度ダイアログボックス	163
10-1-5.	シミュレーション変数ダイアログボックス	164
10-2.	CVシミュレート	164
10-3.	CVフィッティング	165
10-4.	交流インピーダンスシミュレーション、フィッティング	167
10-4-1.	IMP シミュレーションツールバーアイコン	168
10-4-2.	等価回路編集	168
10-4-3.	IMP シミュレーション	170
10-4-4.	IMP フィッティング	170
10-4-5.	インピーダンス成分のパラメータ	172
11章	ビューメニュー	177
11-1.	データ情報	177
11-2.	データー一覧	178
11-3.	式	178

11-4.	クロック	178
11-5.	ツールバーオプション	179
12章	ヘルプメニュー	180
12-1.	索引	180
12-2.	ECについて	180
13章	付録	181
13-1.	SEC2020スペクトロメーターシステムとの接続	181
13-2.	RRDE-3A 回転リングディスク電極装置 Ver.3.0との接続	182
13-3.	トラブルシューティング	184

1章 はじめに

1-1. 紹介

ALSモデル700F シリーズ電気化学アナライザーは、ALS 電気化学アナライザーシリーズの中で最もスタンダードで、汎用的な電気化学測定装置としてご利用頂けるモデルです。バイポテンシヨスタット機能を持ち、回転リングディスク電極(RRDE)法などに応用可能です。

ALSモデル700F シリーズは、ALSモデル 600F シリーズと同様にポテンシヨスタット/ガルバノスタットを搭載しており、その上に第2チャンネルの電位制御、感度切り替えを含む電流測定、2つのローパスフィルター、3つのゲインステージ、チャンネル選択を含むボードが追加されています。

本装置には高速デジタルファンクションジェネレーター、高速データサンプリングシステム、ポテンシヤル、電流信号用のフィルター、iR 補償回路、ポテンシヨスタット、ガルバノスタット(特定のモデル)を内蔵しています。ポテンシヤル制御範囲は ± 10 V、電流範囲は ± 250 mA です。また、電流感度は単体でピコアンペアまで対応しており、アダプターなしでも $10\text{ }\mu\text{m}$ 微小電極を用いた電気化学計測を行うことができます。モデル200 ピコアンペアブースターとCS-3A セルスタンドと一緒に用いますと、 1 pA 以下の電流を計測できます。ファンクションジェネレーターは 10 MHz の速度で更新可能で、最大サンプリング速度は 16 bit 分解能で 2.5 MHz です。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)は 0.1 mV の分解能で 1000 V/s のスキャン速度で測定でき、分解能を 1 mV にしますと、 $5,000\text{ V/s}$ のスキャン速度で測定できます。多重データサンプリングシステムは外部入力信号(分光スペクトル)電気化学データと同時に記録できます。

ALSモデル700F シリーズは ALSモデル700E シリーズからアップグレードしました。新しいシリーズは、より高速なデータ収集、より高速な通信、より高い周波数のインピーダンス測定を提供します。まだ、ポジティブフィードバック iR 補償に加えて電流遮断 iR 補償が可能です。新しいテクニック、定電流間欠滴定法 (GITT)および電位差間欠滴定技術 (PITT) も追加しました。

ポテンシヨスタット/ガルバノスタットは4電極構成を使用して、液体/液体界面測定に使用できるほか、大電流測定時のコネクタやリレーの接触抵抗の影響を排除することができます。詳細は「6-12. セル 4電極」を参照してください。

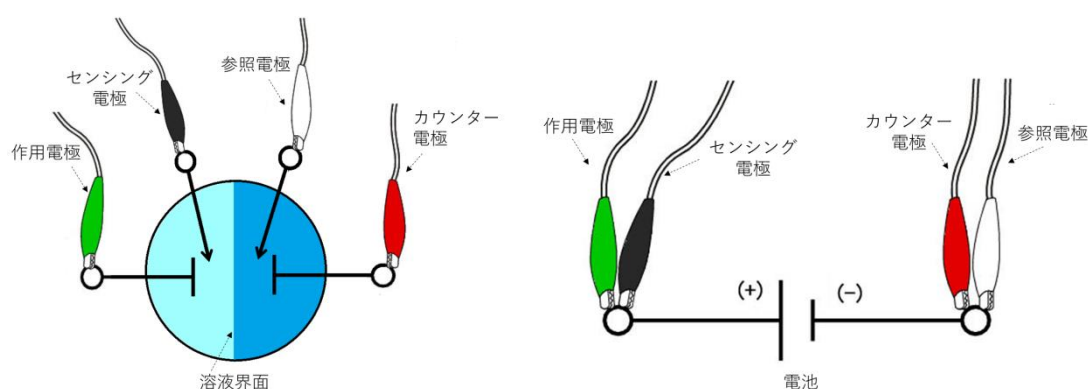


図 1-1-1. 4電極構成 接続例

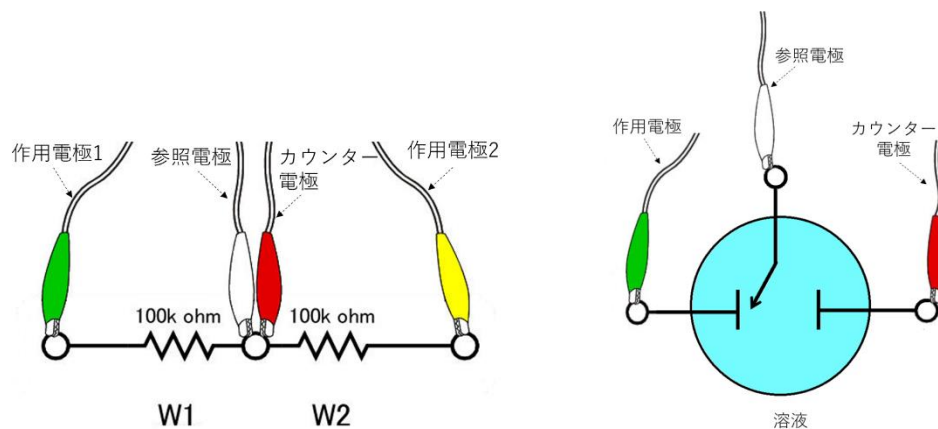


図 1-1-2. 2電極/3電極構成 接続例

1-2. 電気化学テクニック

ALSモデル700F シリーズの電気化学アナライザーのテクニックは表 1-2-1に示します。

表 1-2-1.対応テクニック一覧

テクニック	700F	701F	704F	708F	710F	720F	730F	750F	760F
CV	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LSV	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SCV							●	●	●
TAFEL			●	●			●	●	●
CA	●	●	●	●		●	●	●	●
CC	●	●	●	●		●	●	●	●
DPV					●	●	●	●	●
NPV					●	●	●	●	●
DNPV									●
SWV						●	●	●	●
ACV							●	●	●
SHACV							●	●	●
FTACV									●
i-t		●	●				●	●	●
DPA								●	●
DDPA								●	●
TPA								●	●
IPAD									●
BE	●		●	●		●	●	●	●
HMV								●	●
SSF								●	●
STEP								●	●
PITT									●
IMP			●	●				●	●
IMPT			●	●				●	●
IMPE			●	●				●	●
ACTB									●
CP				●					●
CPCR				●					●
ISTEP				●					●
GITT									●
PSA				●				●	●
ECN									●
OCPT	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lmt CV Sim	●	●	●	●	●	●			
Full CV Sim							●	●	●
IMP Sim			●	●				●	●
iR補償	●	●	●	●	●	●	●	●	●
RDE	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bipotentiostat	●	●	●	●	●	●	●	●	●

1-3. 必要なシステム構成

表 1-3-1. 必要なシステム構成

オペレーティングシステム	Windows 10 / 11
プロセッサ	Intel Core i3 以上
RAM	8GB (ギガバイト) 以上
SSD/HDD	256GB (ギガバイト)
通信ポート	USB ポート

1-4. ハードウェア仕様

表 1-4-1. ハードウェア仕様

ポテンショスタット	
電位範囲	±10 V
電流範囲	連続±250 mA、ピーク±350 mA
最大電圧	±13 V
ポテンショスタット立ち上り時間	< 1 μs、0.8 μs typical
ポテンショスタットバンド幅(-3 dB)	2 MHz
最大サンプリング速度	2.5 MHz @16bit
印加電位範囲	±10 mV、±50 mV、±100 mV、±650 mV、 ±3.276 V、±6.553 V、±10 V
印加電位分解能	電位範囲の 0.0015%
印加電位精度	±1 mV、±0.01% of scale
印加電位ノイズ	< 10 μV rms
測定電流範囲	±10 pA ~ ±0.25 A (12 レンジ)
測定電流分解能	電流範囲の 0.0015%、最小 0.3 fA
電流測定精度	電流範囲 $\geq 1\text{e-}6$ A/V の場合は 0.2% それ以外の場合は 1%
入力バイアス電流	< 20 pA
ガルバノスタット(特定のモデル)	
適用電流範囲	3 nA ~ 250 mA
印加電流精度	> 3e-7A の場合は 20 pA ±0.2%、 それ以外の場合は ±1%
印加電流分解能	印加電流範囲の 0.03%
測定電位範囲	±0.025V、±0.1V、±0.25V、±1V、±2.5V、±10V
測定電位分解能	測定範囲の 0.0015%
エレクトロメータ	
参照電極入力インピーダンス	$1 \times 10^{12} \Omega$
参照電極入力バンド幅	10 MHz
参照電極入力バイアス電流	$\leq 10 \text{ pA @ } 25^\circ\text{C}$

波形生成とデータ収集	
高速波形更新	10 MHz @ 16bit
高速データ収集	デュアルチャンネル、2.5 MHz @ 16bit ADC
外部信号記録サンプリング速度	最大2.5 MHz
実験パラメータ	
CV, LSV スキャン速度	$1 \times 10^{-6} \sim 10,000$ V/s
スキャン中の電位増加	0.1 mV @ 1,000 V/s
CA, CC パルス幅	0.0001 ~ 1,000 sec
CA, CC 最小サンプル間隔	CA 0.4 μ s, CC 1 μ s
DPV, NPV パルス幅	0.001 ~ 10 sec
SWV 周波数	1 ~ 100,000 Hz
i-t サンプリング間隔	最小 0.4 μ s
ACV 周波数	0.1 ~ 10,000 Hz
SHACV 周波数	0.1 ~ 5,000 Hz
FTACV 周波数	0.1 ~ 50 Hz、1次、2次、3次、4次、5次、6次高調波 ACVデータを同時取得
IMP 周波数	$1 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^6$ Hz
IMP 振幅	$1 \times 10^{-5} \sim 0.7$ V rms
iR 補償機能	フィードバック iR 補償、電流遮断 iR 補償
RDE 回転速度制御	0 ~ 10 V (0 ~ 10,000 rpmに対応)、精度0.003%
セルコントロール	ページ、攪拌、ロック(スペクトロメーター制御)
インターフェース	USB 2.0
電源	100 VAC 2.5A
大きさ(WxDxH)	365 × 235 × 125 mm
重さ	3.5 kg

1-5. 警告と注意

装置を取り扱う際に以下の警告と注意事項をご確認ください。

人体からの静電気放電による、機器を破損する恐れがあるため、装置に触れる前に静電気を除去してから操作してください。

表 1-5-1. ラベルとマーク

	<p>CAUTION:</p> <p>感電注意に関する警告表示です。誤った取扱い、装置やケーブルの分解、溶液が装置やケーブルにかかることは感電の原因になります。</p>
	<p>OBSERVANCE:</p> <p>分解禁止に関する警告表示です。お客様ご自身で装置やケーブルを分解しないでください。</p>
	<p>WARNING:</p> <p>装置の出力、入力、グラウンド用端子であることを示しています。必要に応じて専用のケーブルを接続してください。正しく配線出来ていることを確認してからご使用ください。</p>

2章 基本情報

2-1. 更新情報について

BAS 製品に関する最新の製品情報や重要なお知らせをご確認頂くために、弊社メールニュースをご購読ください。お客様へ最新の製品情報ならびに各種イベントのご案内をお知らせいたします。メールニュースのお申し込みは、下記URLより行えます。

https://www.bas.co.jp/bas/mm_a1.html

2-2. 仕様の変更について

機器の性能向上のため、予告なしに仕様の変更を行うことがあります。

2-3. 搬送時の破損

運送中に機器のパーツが破損していた場合は、製品到着後7日以内に弊社または販売代理店および運送会社にご連絡ください。破損した製品を新品と交換いたします。運送会社が破損状況をチェックできるように、梱包されていたダンボール箱に製品をそのまま保管しておいてください。破損した製品の返却については、弊社または最寄りの代理店にご連絡ください。

2-4. 製品保証

弊社製品は出荷前に動作試験および検査が行われています。万が一、保証期間内に製品の欠陥が証明された場合、無償で交換・修理対応を行います。

機器の分解による破損、薬品による破損・腐食等の場合はサービスの対象外になります。

2-5. サービス情報

弊社には機器の修理担当者がおります。詳細については弊社営業担当に電話または電子メールでご連絡をお願いします(sales@bas.co.jp)。

その際に故障状況・シリアル番号等をお知らせください。

2-6. ソフトウェアの保証について

ソフトウェアのバグを確認した場合、次のバージョンで対応させていただきます。

3章 セットアップ

3-1. 出荷製品の確認

装置を箱から取り出し、付属品リストを参考に内容物が全て揃っているかを確認してください。運搬時の機器の損傷が無いことを確認できるまで梱包材は保存しておいてください。

欠品がある場合は、最寄りの代理店または弊社にご連絡ください。在庫を確認次第、交換品を速やかにお送りいたします。

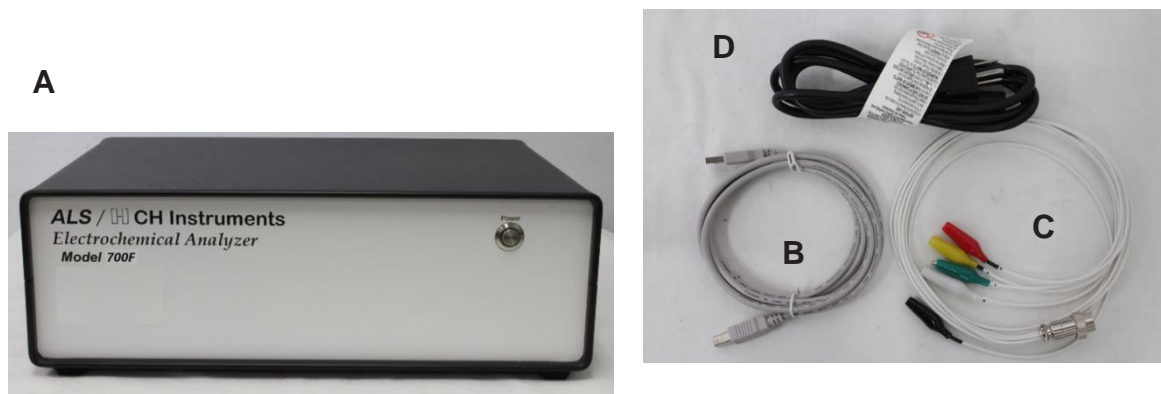


図 3-1-1. 付属品一式

表 3-1-1. 付属品リスト

	品名	入数
A	装置本体	1
B	USBケーブル	1
C	セルケーブル	1
D	電源ケーブル	1

上記の他に別売りのソフトウェアが必要になります。

3-2. ソフトウェアのインストール

別途ご購入頂いた専用ソフトウェアのUSBメモリーをPCに挿入します。USBメモリー内の「als****-inst.exe」をダブルクリックして、インストールプログラムを起動します。

「はい」をクリックすると、デスクトップにショートカット、Cドライブにals****フォルダが作成されます。

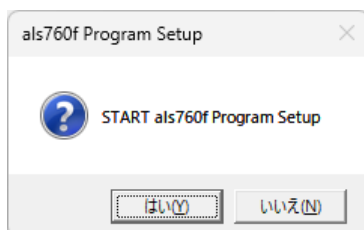


図 3-2-1. インストールプログラム

次に、ご使用のWindowsのバージョンを確認してください。タスクバーの「検索」に「winver」と入力し、コマンドを実行します。Windows のバージョン情報が表示されます。

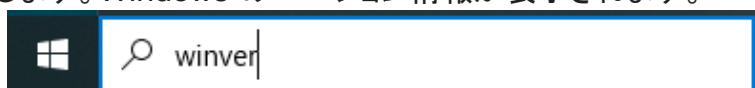


図 3-2-2.タスクバー

使用するPCのバージョンに合わせて、USBドライバーのインストールを行います。

Windows11(x64)、Windows10(1803) (x64,x86)以降

USBメモリー内の「CP210x_Universal_Windows_Driver」フォルダを開きます。silabser.inf にカーソルを合わせて 右クリックし、「その他のオプションを表示」を選択しプルダウンメニューを開き、インストールを実行します。

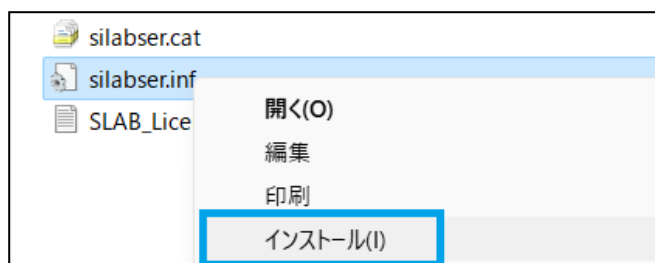


図 3-2-3.インストール実行

Windows10(1803) (x64,x86)以前

3-2で作成されたC:ドライブの「als****」フォルダ内の「USB_Driver」フォルダを開きます。「CP210xVCPIInstaller_x64.exe」(64bit版) または「CP210xVCPIInstaller_x86.exe」(32bit版)をダブルクリックして、インストールを順次行います。デスクトップに作成されたショートカットをダブルクリックし、ソフトウェアを起動します。



図 3-2-4. ショートカット

3-3. 装置のセットアップ

アナライザー本体に電源ケーブル、USBケーブルを差込み、PCとUSBケーブルを接続します。電源ケーブルは、必ずアース付のコンセントに接続してください。

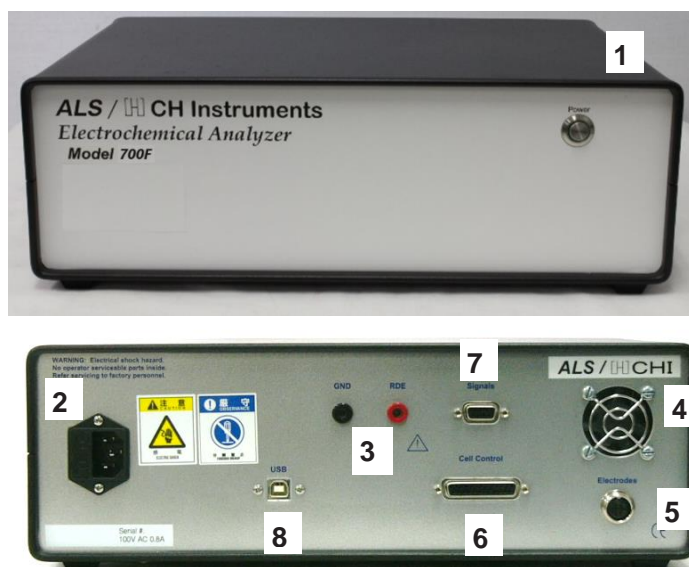


表 3-3-1. 本体各部名称

	名称
1	電源スイッチ
2	電源ソケット
3	RDE コントロール端子
4	冷却ファン
5	セルケーブル端子
6	セルコントロール端子(25pin)
7	信号出力端子(9pin)
8	USB 端子

図 3-3-1. 本体各部名称

セルケーブル端子にセルケーブルを接続します。これで機器の準備は完了です。



図 3-3-2. セルケーブル接続例

セルケーブルを表 3-3-2の内容に沿って、対応する電極と接続します。セルケーブルの接続は「3-4. 動作確認」の後に行ってください。


表 3-3-2. ワニロクリップに対応する電極

ワニロクリップの色	電極
緑	作用電極
白	参照電極
赤	カウンター電極
黄	作用電極 2
黒	センシング電極(*)

* : センシング電極は 4-電極構成に使用します。

3-4. 動作確認

PCと装置が接続されていることを確認し、ソフトウェアを起動します。

 アイコンをクリックすると、システムセットアップが立ち上がります。まず、電源周波数を使用環境に合わせて選択します(関西:60 Hz、関東:50 Hz)。次に、「通信ポート設定」のボタンを押し、正しく装置との通信が行えていることを確認します。USB 3.0ポートを使用する場合はCom Port SpeedをStandardに設定してください。

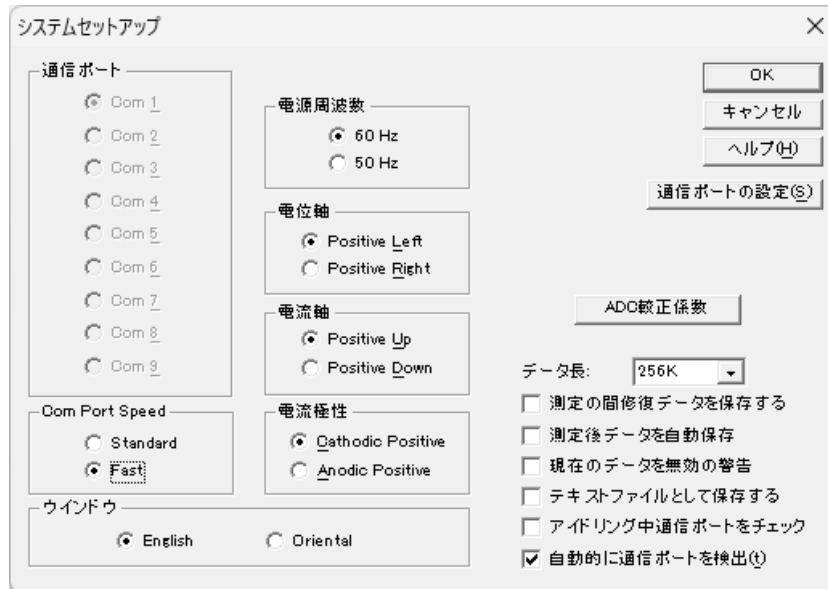


図 3-4-1. システムセットアップ

詳細は「5-3. システムセットアップ」を参照してください。次にツールバーより「セットアップ」-「ハードウェアテスト」を選択します。

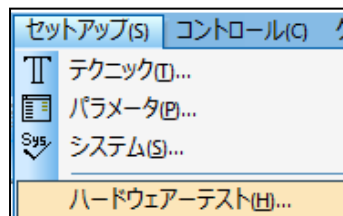


図 3-4-2. ツールバー

Link Failed メッセージが表示された場合、正しく通信を行えていません。ケーブルの接続と通信ポートを確認してください。また「3-2. ソフトウェアのインストール」に記したUSBドライバのインストールが確実に実行されているかもご確認ください。

セルケーブルを電極・サンプル溶液などに接続してハードウェアテストを行うと、エラーが出る場合があります。取り外した状態で実行してください。

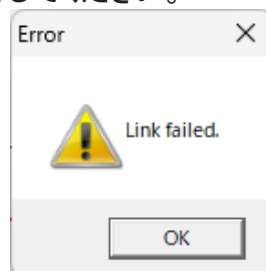


図 3-4-3. Link Failed

全てのテスト結果がOKであれば、正常に動作していることが分かります。

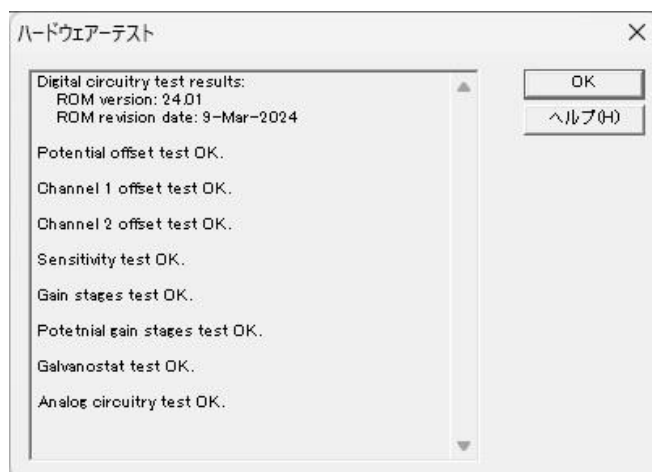


図 3-4-4. ハードウェアテスト

もう少し詳細に動作確認を行う場合には、装置に搭載されている内部ダミーセルを使用して確認を行います。「コントロール」-「セル」より、「内部ダミーセルで試験」のボックスにチェックを入れてください(図 3-4-5)。内部ダミーセルは1 kΩの抵抗器です。



図 3-4-5. 内部ダミーセルで試験

テクニックからCVを選択し、パラメータの設定を行います(図 3-4-6、図 3-4-7)。電位範囲を0.5 V ~ -0.5 V、感度を設定します(今回は、 $1e^{-4}$ A/V に設定)。▶ アイコンをクリックし、ダミーセルテストを実行してください。測定結果として0点を通過する直線(大きなスロープ)を確認できます。確認後は「内部ダミーセルで試験」のチェックを外してください。



図 3-4-6. テクニック選択

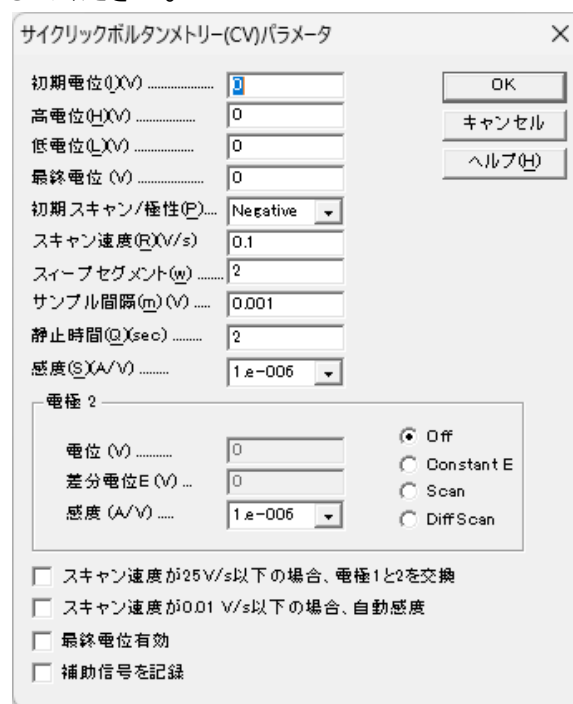


図 3-4-7. パラメータ

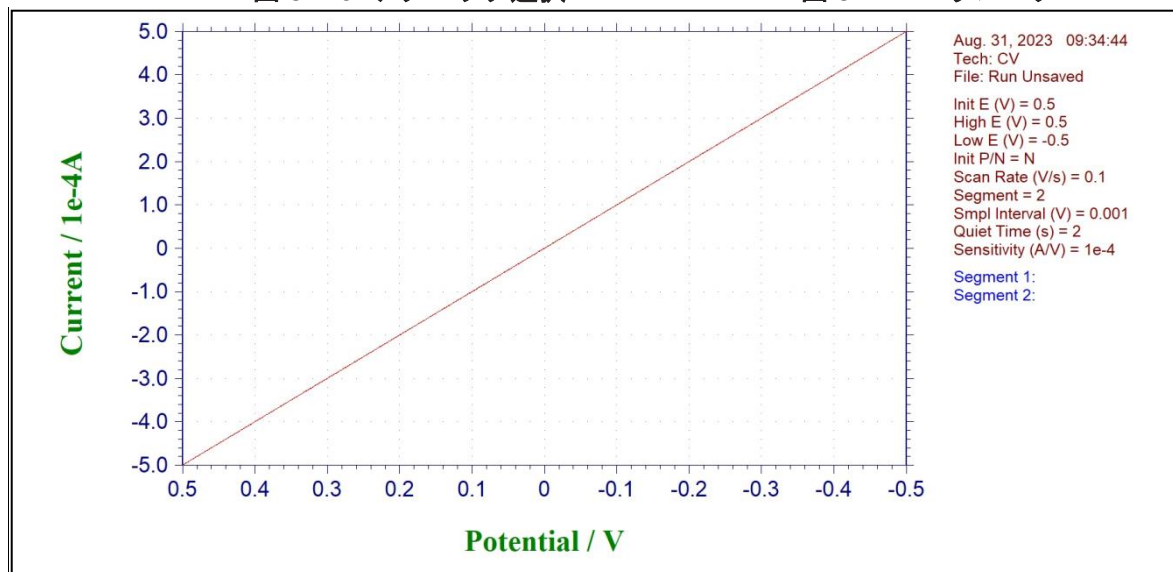


図 3-4-8. 内部ダミーセルを用いたCV測定例

第二作用電極の確認を行う場合には、100 k Ω の抵抗器を2個準備し、ダミーセルとして使用します。参照電極(白)、カウンター電極(赤)を2個の抵抗器の片側に接続し、作用電極(緑)と第二作用電極(黄)をそれぞれ各抵抗器のもう一方に接続します。

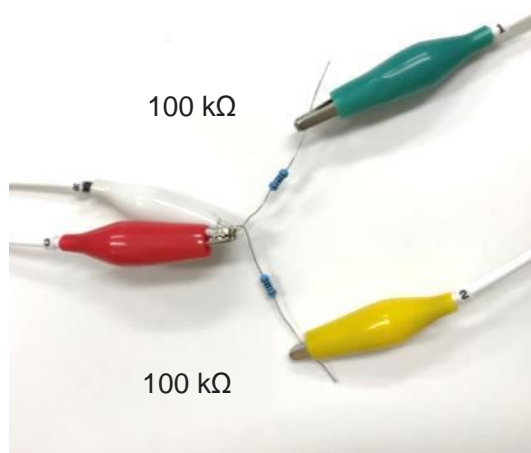


図 3-4-9. 抵抗器との接続

テクニックからCVを選択し、パラメータの設定を行います。電位範囲を0.5 V ~ -0.5 V、感度を1e⁻⁵ A / V、電極 2をScanIに設定します。▶ アイコンをクリックし、測定を実行してください。

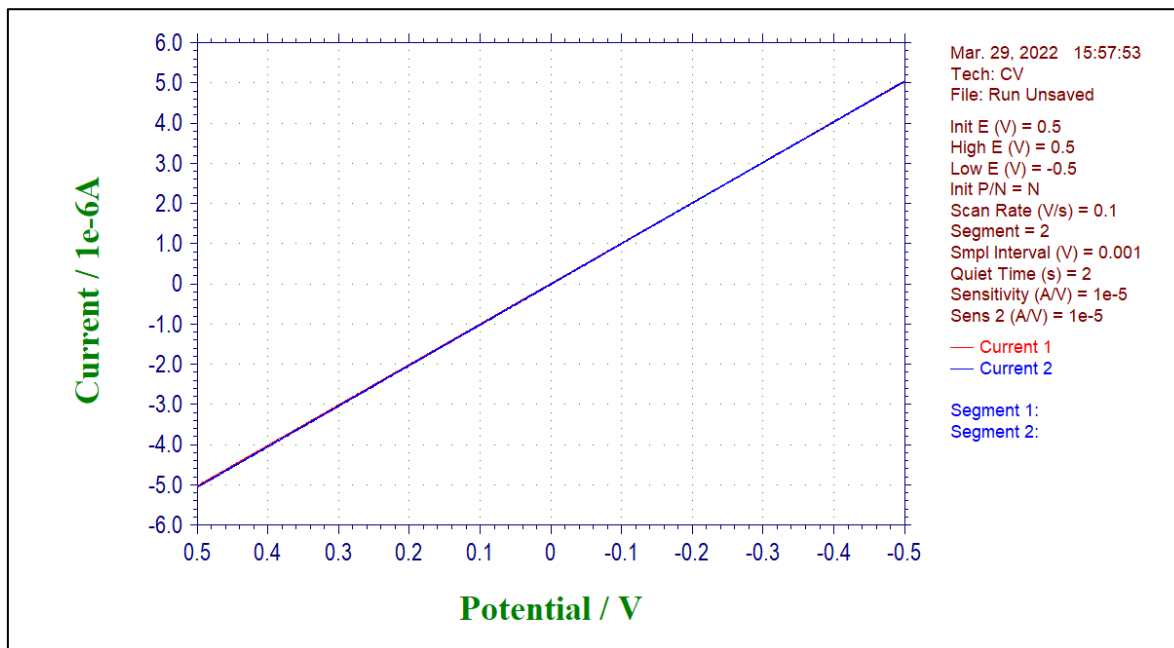


図 3-4-10. 100 k Ω の抵抗器を用いたCV測定例

3-5. 測定準備

動作確認が完了したら、測定を始める準備を行います。



まず、 アイコンをクリックし、測定に使用するテクニックを選択します。各テクニックの詳細は「5-2.パラメータ設定」を参照してください。



図 3-5-1. テクニックの選択

次に、 アイコンをクリックし、パラメータ設定を行います。図 3-5-2は、サイクリックボルタンメトリーを選択した時のパラメータ設定ダイアログボックスです。測定に必要なパラメータを入力します。各パラメータの詳細は「5-2.パラメータ設定」を参照してください。

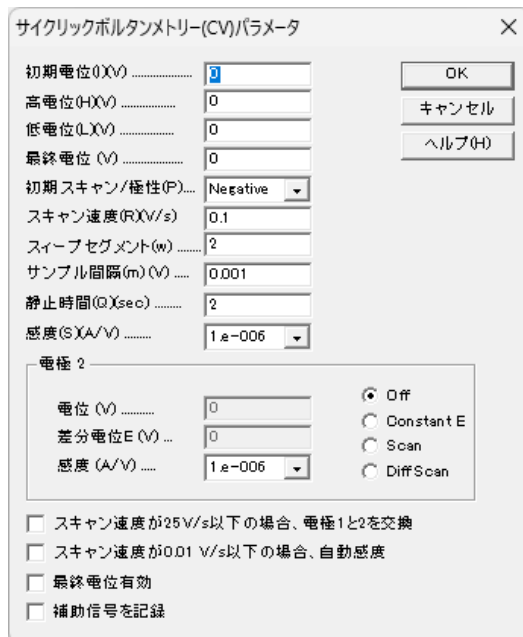



図 3-5-2.パラメータ設定

測定の準備が整いましたら、 アイコンをクリックし測定を開始します。

3-6. セルケーブル端子

電気化学アナライザー背面のセルケーブル端子にセルケーブルを接続します。



図 3-6-1. セルケーブル端子

表 3-6-1. 各ピンの機能

Pin #	機能	Pin #	機能
1	第一作用電極	4	アナロググラウンド
2	参照電極	5	第二作用電極
3	カウンター電極	6	センシング電極(*)

- * : センシング電極は4-電極構成に使用します。詳細は「6-12. セル 4電極」を参照してください。
3-電極構成を使用する場合、センシング電極を接続しないようにしてください。

3-7. RDEコントロール端子

RDEテクニックが付いているモデルには、電気化学アナライザー背面のRDEコントロール端子を用いて、RRDE-3A 回転リングディスク電極装置に接続して回転電極の制御が可能です。詳細は「6-15. 回転ディスク電極制御」を参照してください。



図 3-7-1. RDEコントロール端子

表 3-7-1. 各端子の機能

端子	機能
RDE(赤)	RDEコントロール信号出力(0 ~ 10 V ⁺)
GND(黒)	アナロググラウンド

3-8. セルコントロール端子

電気化学アナライザー背面のセルコントロール端子に専用のケーブルを接続することで外部機器との同期、制御を行うことができます。ALSモデル200* ピコアンペアブースター、ALSモデル680* パワーブースター、ALSモデル684 マルチプレクサーなどのオプションの制御にも使用できます。また、スペクトロメーターや、RRDE-3A 回転リングディスク電極装置などの外部機器との同期、制御を行うことができます。

制御時の設定については「6-12. セル」、外部機器との接続手順については「13-1. SEC2020 スペクトロメーターシステムとの接続」、「13-2. RRDE-3A 回転リングディスク電極装置 Ver.3.0との接続」を参照してください。



図 3-8-1. セルコントロール端子

表 3-8-1. 各ピンの機能

Pin #	機能	Pin #	機能	Pin #	機能
1		11	外部デバイス感知	21	パージ(***) (アクティブローレベル)
2		12	外部デバイス制御	22	
3		13	外部デバイス感知 (外部トリガー入力, TTL信号, アクティブローレベル)	23	外部デバイス制御
4	アナロググラウンド	14	予備	24	外部デバイス制御
5	-15 V (<20 mA 負荷)	15	予備	25	予備
6	+5 V (<100 mA 負荷)	16			
7	デジタルグラウンド	17	+15 V (<20 mA 負荷)		
8	攪拌(*)	18			
9	スペクトロメーター制御、ノック (**) (アクティブロー、パルス)	19	外部デバイス制御		
10	外部デバイス感知	20	外部デバイス制御		

* : 攪拌のアクティブレベルは「セルコントロール」で設定します。

** : スペクトロメーター制御は「その他コントロール」でアクティブハイに設定します。
ノックは「測定前のSMDE滴下」の滴下/ノックの制御に使用します。

*** : パージ制御は「セルコントロール」で設定します。

注

- リモート制御を使用しない場合、セルコントロール端子には何も接続しないでください。
- セルコントロール制御はジャンパーケーブルを用いた接続が必要となる場合があります。

3-9. 信号出力端子

電気化学アナライザー背面の信号出力端子を用いて、外部からの信号を記録が可能です。



図 3-9-1. 信号出力端子

表 3-9-1. 各ピンの機能

Pin #	機能	Pin #	機能
1	電流1出力(**)	6	グラウンド
2	電流2出力(バイポテンシヨスタット)	7	グラウンド
3	電位出力	8	グラウンド
4	外部信号入力(°)	9	グラウンド
5	外部電位入力(°°)		

* : 入力電位の範囲は $\pm 10\text{V}$ です。13V以上の電圧は装置が損傷する恐れがあります。
高電位の信号の場合は抵抗分圧器を使用してください。

入カステージの入カインピーダンスは10 k Ω です。

** : 外部電位入力の使用不可にしています

*** : 電流は次のように計算できます。 電流出力読み取り値 (V) \times 感度 (A/V)

4章 ファイルメニュー

ツールバーのファイルメニューから選択可能な機能をご紹介します。

4-1. 開く

「ファイル」-「開く」より、保存されているファイルを開きます。

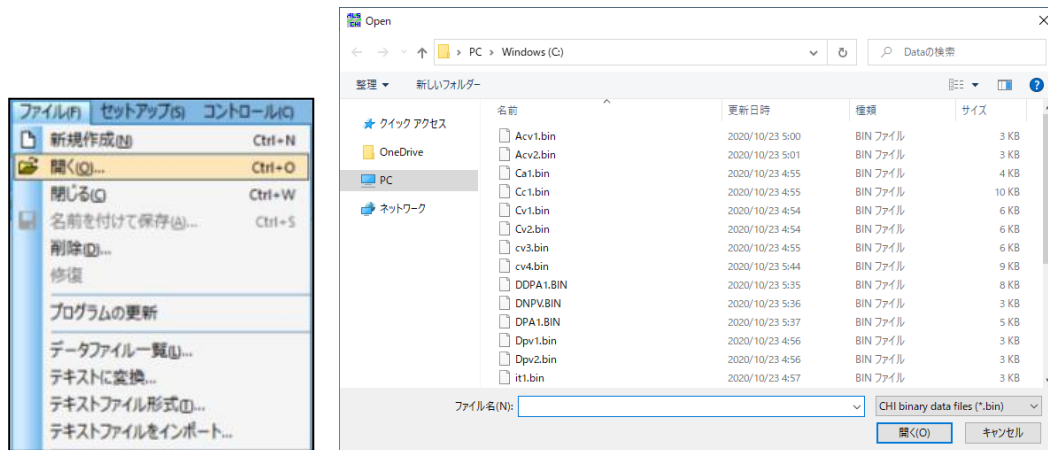


図 4-1-1. ツールバー(左)、ファイルを開く(右)

ダイアログボックスより、開くファイルを選択します。".bin"、".txt"、".csv"形式のファイルを開くことが可能です。また、ファイル形式を"All Files (*.*)"にすることで、モデル2325 バイポテンシヨスタットで測定したデータを読み込むことができます。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

4-2. 名前を付けて保存

「ファイル」-「名前を付けて保存」より、名前を付けて保存を行います。

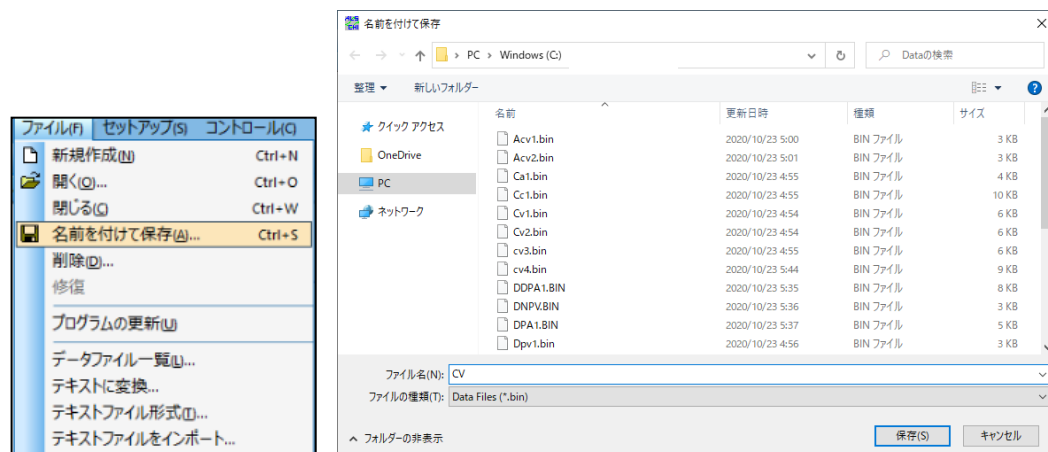


図 4-2-1. ツールバー(左)、ファイルを保存(右)

表示されたダイアログボックスからデータの保存先を指定し、ファイル名を入力し保存を行います。既に存在するファイル名を使用した場合は警告のメッセージが表示されます。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

4-3. 削除

「ファイル」-「削除」より、ファイルの削除を行います。

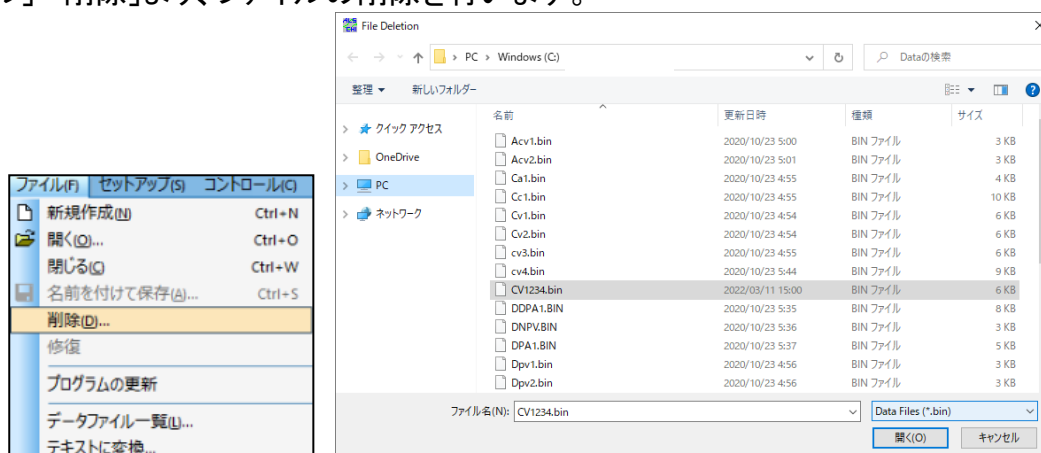


図 4-3-1. ツールバー(左)、ファイルを選択(右)

ダイアログボックスより、削除するファイルを選択します。

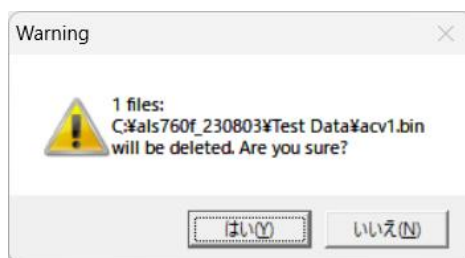


図 4-3-2. ファイルの削除

確認のメッセージが表示され、削除を行う場合は「はい」をクリックします。

4-4. データファイル一覧

「ファイル」-「データファイル一覧」より、実験条件、結果、データの数値を一覧します。

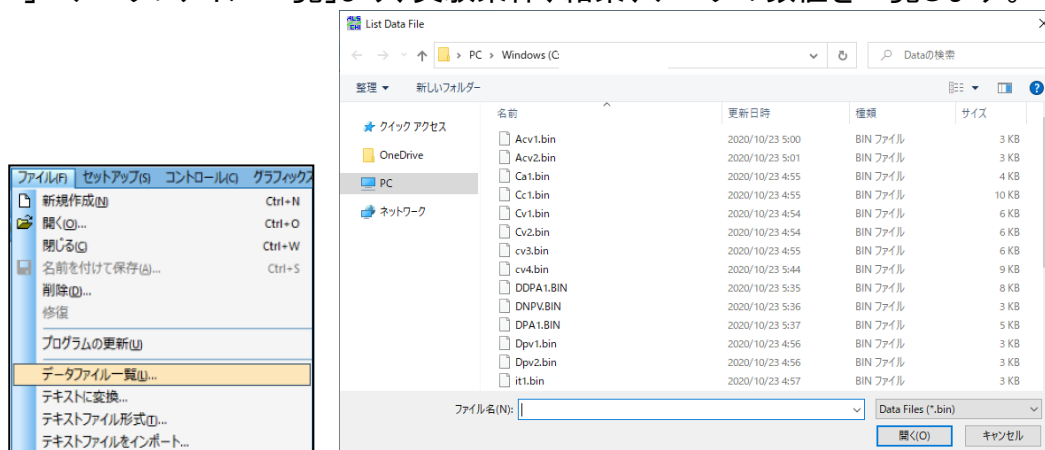


図 4-4-1. ツールバー(左)、ファイルを選択(右)

ダイアログボックスよりファイルを選択します。選択可能なファイルは".bin"形式です。

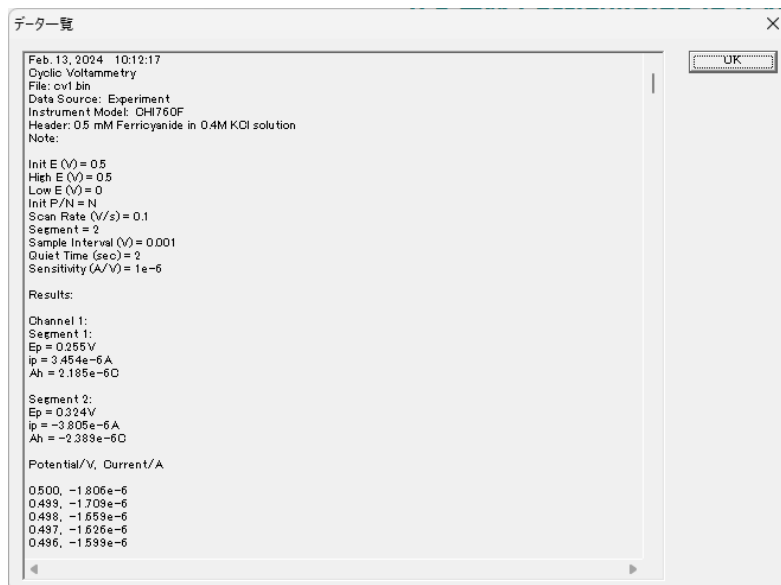


図 4-4-2. データファイル一覧

データがテキストで表示されます。表示形式は「テキストファイル形式」で変更できます。ソフトウェア上で開いているデータをテキスト表示する場合、「ビュー」-「データ一覧」を実行します。

4-5. テキストに変換

「ファイル」-「テキストに変換」より、バイナリファイル(.bin)をテキストファイル(.txt)に変換します。

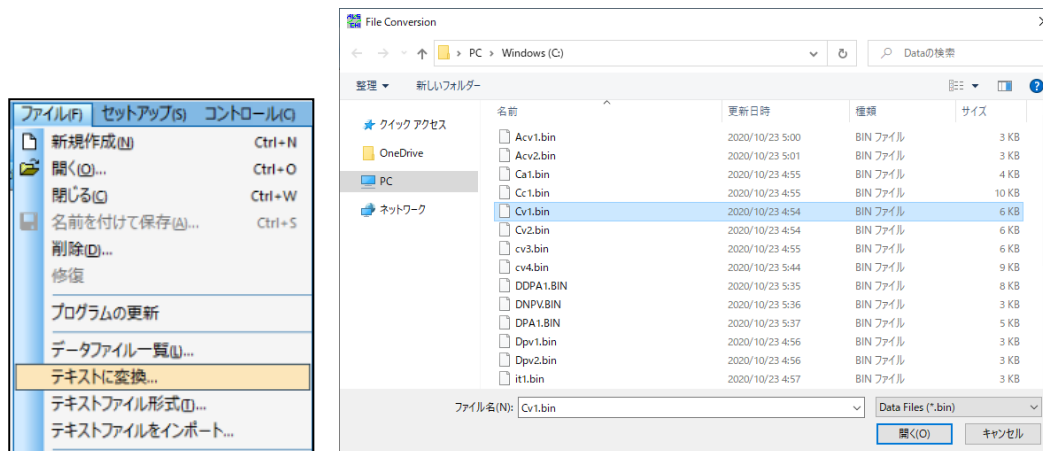


図 4-5-1. ツールバー(左)、ファイルを選択(右)

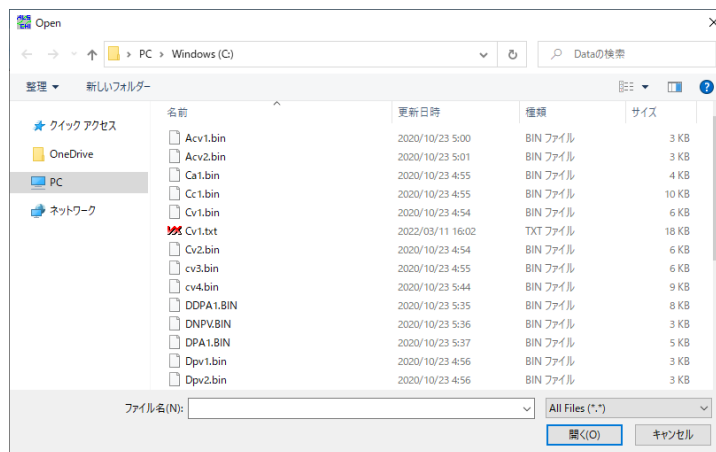


図 4-5-2. ファイルを開く

ダイアログボックスより、テキスト変換したいファイルを選択します。選択したファイルと同じフォルダ内に、テキスト変換したファイルが保存されます。表示形式は「テキストファイル形式」で変更できます。

テキストファイルはExcel等のスプレッドシートで読み込むことができます。

4-6. テキストファイル形式

「ファイル」-「テキストファイル形式」より、「4-5. テキストに変換」で生成するテキストファイルの表示形式が変更できます。

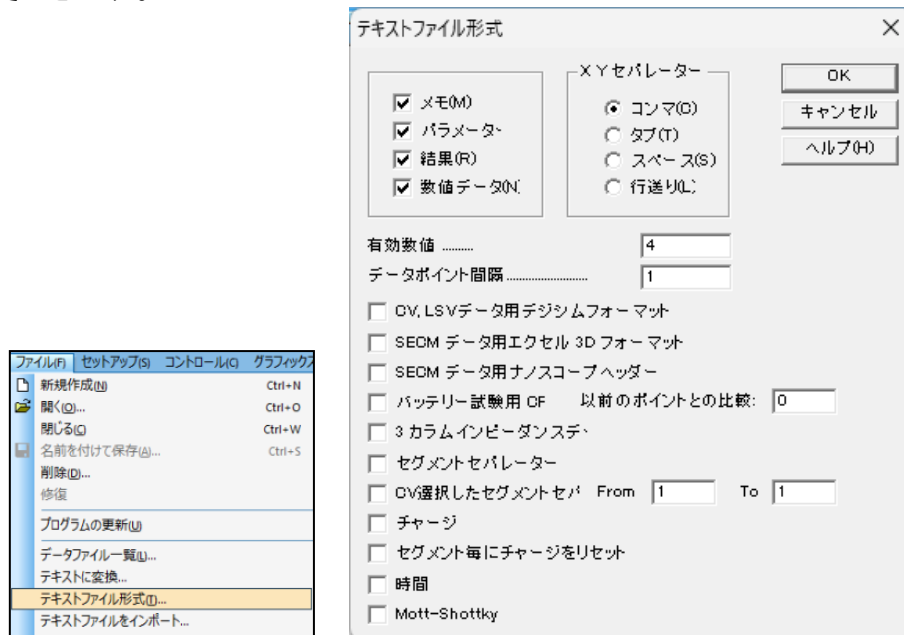


図 4-6-1. ツールバー(左)、テキストファイル形式(右)

- **メモ**
日付、時刻、テクニック、ラベル、注記等を表示する場合選択します。
- **パラメータ**
実験パラメータを表示する場合選択します。
- **結果**
実験結果を表示する場合選択します(例:ピークまたは波形ポテンシャル、電流、面積)。ピークの設定は「グラフィックス」-「ピーク定義」より定義します。
- **数値データ**
数値データを表示する場合選択します。
- **CV 選択したセグメントセパレーターFrom...To...**
デフォルトでは、全ての CV データはテキストファイルに変換されます。このオプションを使用すると、変換する特定のセグメントデータを選択できます。
- **時間**
時間ベースの実験データのテキストファイルで時間を保存します。

- XYセパレーター

データの区切りに使用するセパレーター(コンマ、タブ、スペース、行送り)を設定します。

コンマ	X , Y
タブ	X Y
スペース	X Y
行送り	X Y

- 有効数値

有効数字の桁数を設定します。デフォルトは4桁です。3～10桁まで変更できます。有効数字の桁数が多くなると、ファイルサイズも大きくなります。

- データポイント間隔

出力するデータの間隔(電位の解像度)を設定します。ファイルサイズを小さくすることができますが、一部のデータを失う可能性があります。

- CV,LSVデータ用のデジシムフォーマット

CV と LSV データのみで使用します。選択すると、テキストファイルを直接DigiSimで読み取れる形式で出力されます。DigiElchソフトでフィッティングを行う場合もこのチェックボックスを選択してテキスト形式データを作成してから、DigiElchソフトで読み込みます。

この項目を選択する場合はセグメントセパレーター、チャージ等は併用できません。

ここからはテキスト変換の具体的な手順をご紹介します。まず、「ファイル」-「テキストファイル形式」を選択し、テキストファイルの表示形式を設定します。

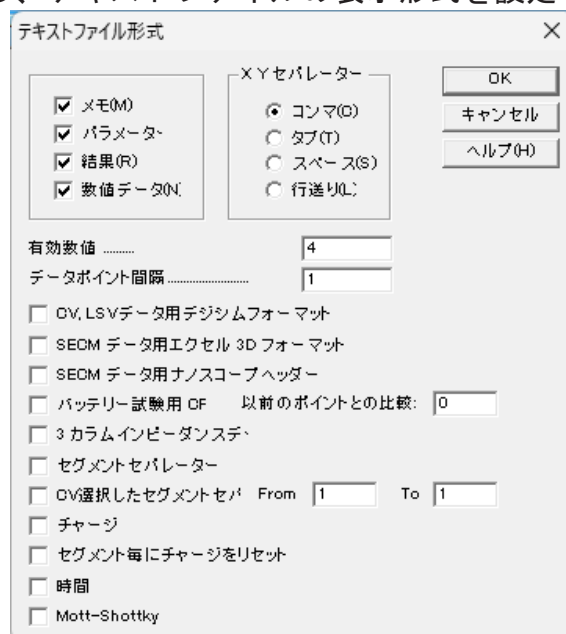


図 4-6-2. テキストファイル形式

表示されたテキストファイル形式のダイアログから必要な項目を選択します。例えば、Excelにエクスポートする場合は、XYセパレーターよりデータの区切り文字を指定し、有効数値(桁数)、データポイント間隔(電位の解像度)を設定します。

グラフの表示内容を変更する場合は、「グラフィックス」-「グラフオプション」より設定を行います。ピークの設定は「グラフィックス」-「ピーク定義」より定義します。

「ファイル」-「テキストに変換」を選択し、ダイアログボックスより変換するデータを選択します。自動的にテキスト形式に変換されます。選択したファイルと同じフォルダ内に、テキスト変換したファイルが保存されます。

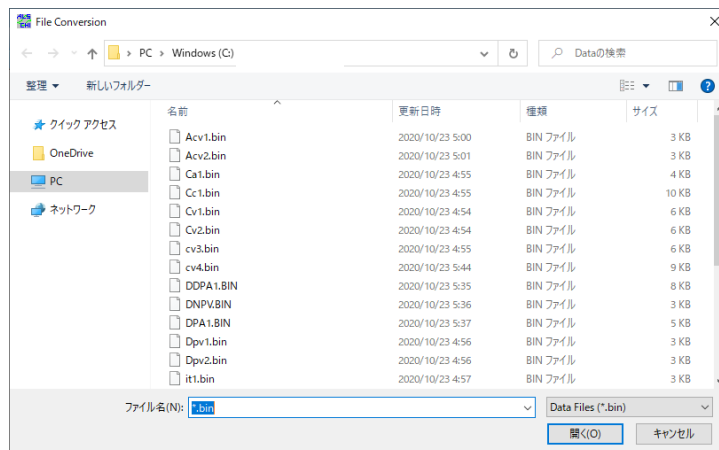


図 4-6-3. ファイルを選択

図 4-6-4 はテキスト変換したデータをメモ帳で読み込んだものです。

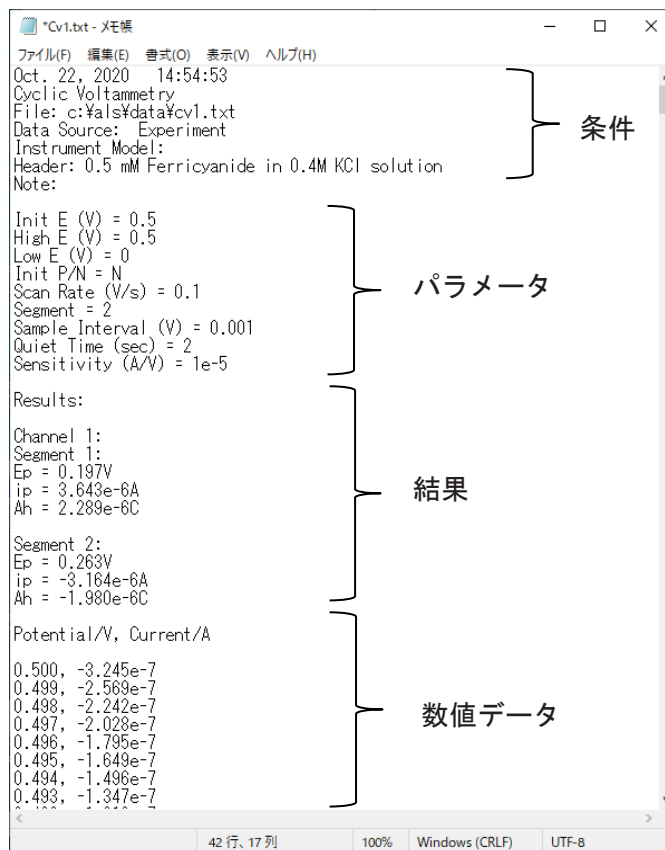


図 4-6-4. テキスト変換データ

4-7. テキストファイルをインポート

「ファイル」-「テキストファイルをインポート」より、テキストファイルのインポートを行います。

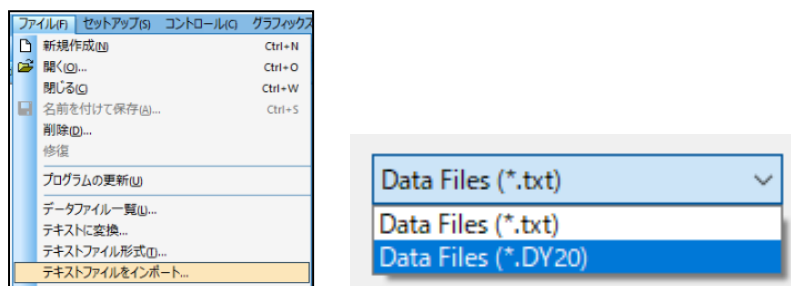


図 4-7-1. ツールバー(左)、ファイル形式(右)

このコマンドは、一度に1つのテキストファイルのみをインポートできます。複数のファイルをインポートするには、「開く」を使用してください。また、ファイル形式を "*.DY20" にすることで、モデル 2325 バイポテンシオスタットで測定したデータのインポートが可能です。

4-8. 印刷

「ファイル」-「印刷」より、データの印刷を行います。

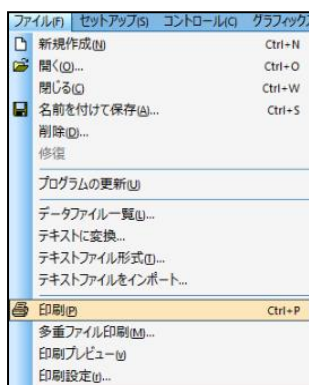


図 4-8-1. ツールバー

ソフトウェア上で表示しているデータを印刷します。グラフの表示内容をカスタマイズする場合、「グラフィックス」-「グラフオプション」で設定を行います。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

4-9. 多重ファイル印刷

「ファイル」-「多重ファイル印刷」より、データを指定して印刷を行います。

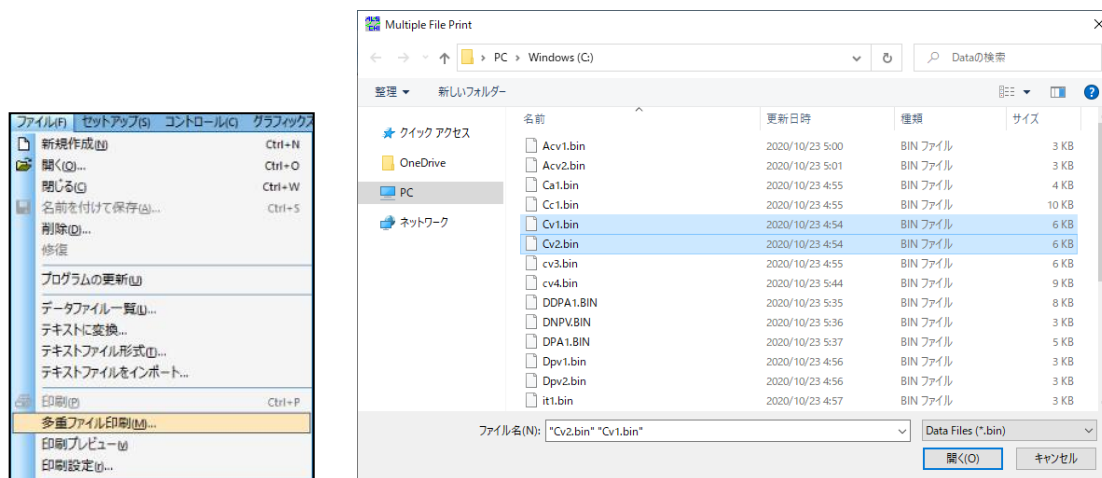


図 4-9-1. ツールバー(左)、ファイルを選択(右)

ダイアログボックスより、印刷するファイルを選択します。Ctrlキーを押しながら選択すると複数のファイルを選択可能です。

表示内容をカスタマイズする場合、「グラフィックス」-「グラフオプション」で設定を行います。

4-10. 印刷設定

「ファイル」-「印刷設定」より、プリンターの設定を行います。表示されたダイアログボックスにてプリンターや用紙の設定を行います。

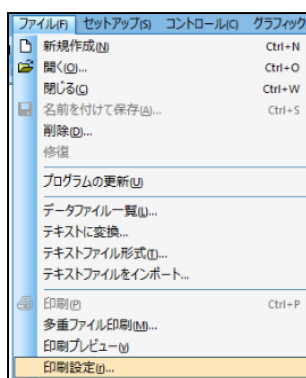


図 4-10-1. ツールバー

4-11. 終了

「ファイル」-「終了」を選択すると、ソフトウェアを終了します。

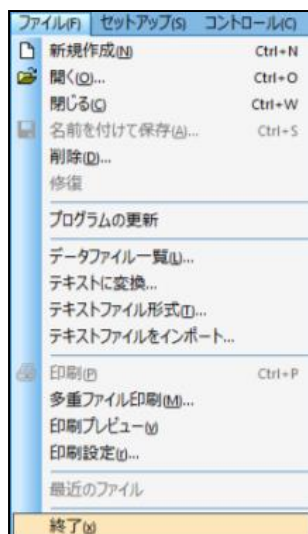


図 4-11-1. ツールバー

ファイルディレクトリ、システムセットアップ、コントロール状況、マクロコマンド、データ処理オプション、シミュレーションオプション、グラフィックオプション、色、フォント等、いくつかのシステム情報は保存されます。

5章 セットアップメニュー

ツールバーのセットアップメニューから選択可能な機能をご紹介します。

5-1. テクニック選択

「セットアップ」-「テクニック」より、電気化学テクニックを選択します。ダイアログボックスが表示されます。測定を行うテクニックを選択します。

T アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。



図 5-1-1. テクニック選択

機器で使用できるすべての電気化学テクニックが一覧表示されます。

「テクニックヘルプ」ボタンをクリックすると、テクニック別のヘルプを表示します。

● ポーラログラフィーモード

SCV, DPV, NPV, DNPV, ACV, SHACV テクニックを選択する場合、ポーラログラフィーモードが利用できます。

「ポーラログラフィーモード」にチェックすると、次のようにテクニックがポーラログラフィーモードに切り替わります。

- ・ 階段状波形ポーラログラフィー (SCP)
- ・ 微分パルスポーラログラフィー (DPP)
- ・ ノーマルパルスポーラログラフィー (NPP)
- ・ 微分ノーマルパルスポーラログラフィー (DNPP)
- ・ 交流ポーラログラフィー (ACP)
- ・ 第二高調波交流ポーラログラフィー (SHACP)

ポーラログラフモードを有効にすると、自動的にストリッピングモードは無効になります。ストリッピングモードを有効にするには、「ポーラログラフモード」のチェックを外してください。



図 5-1-2. テクニック選択—ポーラログラフィーモード

5-2. パラメータ設定

「セットアップ」-「パラメータ」より、実験パラメータの設定を行います。テクニック毎に設定するパラメータは異なります。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

5-2-1. サイクリックボルタンメトリー(CV)パラメータ

CV-Cyclic Voltammetryでは、電位は初期電位から高電位(極性によっては低電位)に直線的に掃引されます。その後、電位は逆方向に戻って掃引されます。電流は電位の関数として記録されます。

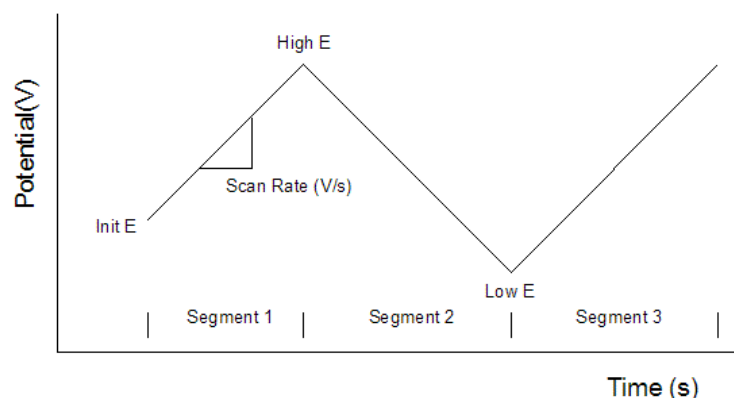


図 5-2-1. CV の電位波形

サイクリックボルタンメトリー(CV)のパラメータは以下の通りです。

サイクリックボルタンメトリー(CV)パラメータ

初期電位 (V)	0	OK キャンセル ヘルプ(H)
高電位 (H)(V)	0	
低電位 (L)(V)	0	
最終電位 (V)	0	
初期スキャン/極性(P)...	Negative	
スキャン速度 (R)(V/s)	0.1	
スイープセグメント(w)	2	
サンプル間隔(m) (V)	0.001	
静止時間(Q)(sec)	2	
感度(S)(A/V)	1.e-006	
電極 2		
電位 (V)	0	<input checked="" type="radio"/> Off
差分電位E (V) ...	0	<input type="radio"/> Constant E
感度 (A/V)	1.e-006	<input type="radio"/> Scan
		<input type="radio"/> Diff Scan
<input type="checkbox"/> スキャン速度が25 V/s以下の場合、電極1と2を交換 <input type="checkbox"/> スキャン速度が0.01 V/s以下の場合、自動感度 <input type="checkbox"/> 最終電位有効 <input type="checkbox"/> 補助信号を記録		

図 5-2-2. CVパラメータ設定

表 5-2-1. CVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
高電位 (V)	-10 ~ +10	ポテンシャルスキャン高電位リミット
低電位 (V)	-10 ~ +10	ポテンシャルスキャン低電位リミット
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
初期スキャン極性	Positive または Negative	初期スキャンの方向
スキャン速度 (V/s)	1×10^{-6} ~ 1×10^4	ポテンシャルのスキャン速度
スイープセグメント	1 ~ 1,000,000	1 セグメントは半サイクル
サンプル間隔(V)	0.001 ~ 0.064	データサンプリング間隔
静止時間(sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
電極 1 と 2 を交換	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 25 V/s 以下の時、第一電極と第二電極を入れ替わる
自動感度	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 0.01 V/s 以下の時、測定中の自動感度切り替え
最終電位有効	チェックまたは未チェック	最終電位でスキャン終了
補助信号を記録	チェックまたは未チェック	外部信号を記録する
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
差分電位 (V)	-0.2 ~ +0.2	Diff scan が選択された場合、第一チャンネルとの電位差
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
OFF	選択または未選択	第二作用電極のオフ
Constant E	選択または未選択	第二電極を定電位に保持する
Scan	選択または未選択	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする
Diff Scan	選択または未選択	第一電極と第二電極間を一定の電位差にしながらスキャンする

注

1. 高電位、低電位は0.01 V離してください。
2. 誤った高電位、低電位を入力した場合、自動的に値を再調整します。
3. 初期電位、高電位、低電位の設定値により、自動的に初期スキャン方向を再調整します。
4. 最高ポテンシャルスキャン範囲は13.1Vです。
5. 電位の増加分は、スキャン速度が1,000 V/s 以下の場合は 0.1 mV、5,000 V/sでは 1 mV、10000 V/sでは2 mVです。
6. サンプル間隔は、スキャン速度が1,000 V/s 以下の場合は1 mV、スキャン速度が2,000 V/s 以下の場合は2 mV、スキャン速度が5000 V/s 以下の場合は 5 mV、スキャン速度が10,000 V/s 以下の場合は10mVになります。早いスキャン速度の場合、データサンプリング間隔は自動的に増加します。
7. スイープセグメント数が大きくなると、サンプリング間隔は自動的に0.02 V まで増加します。スキャン速度が0.5 V/s 以上の場合、スイープセグメント数は機器のメモリサイズにより制限されます。スキャン速度が低い場合、指定のスイープセグメントは実行されますが、限られた数のセグメントのみ保存されます。
8. 感度スケールは電流レベルに応じて調整されます。自動感度をオンとすると、感度の設定値は測定に影響しません。最小の自動感度は 1×10^{-6} A/V です。ピコアンペアブースターも動作しません。より高い感度を設定するためには、自動感度の設定をオフにする必要があります。
9. 「最終電位有効」を使用すると、スイープセグメントが奇数で、初期電位が高電位および低電位と異なる場合に、最終電位でスキャン終了します。「最終電位有効」をオンにし、最終電位を初期電位と同じ値に

設定して、最後のセグメントは初期電位で停止するので、完全なスキャンサイクルで終了します。

10. 補助信号の記録をオンとすると、ボルタモグラムと同時に外部電圧信号(分光信号等)の記録が可能です。背面の9ピンコネクタを使用します。
11. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。
12. 第二電極が有効な場合、最大スキャン速度は100 V/sに低下し、高速度なスキャンではサンプリング間隔が2倍になります。
13. 第二電極が有効な場合、補助信号の記録チャンネルはOFFになります。

5-2-2. リニアスイープボルタンメトリー(LSV)パラメータ

LSV-Linear Sweep Voltammetryでは、電位は初期電位から最終電位に向かって掃引されます。電流は電位の関数として記録されます。

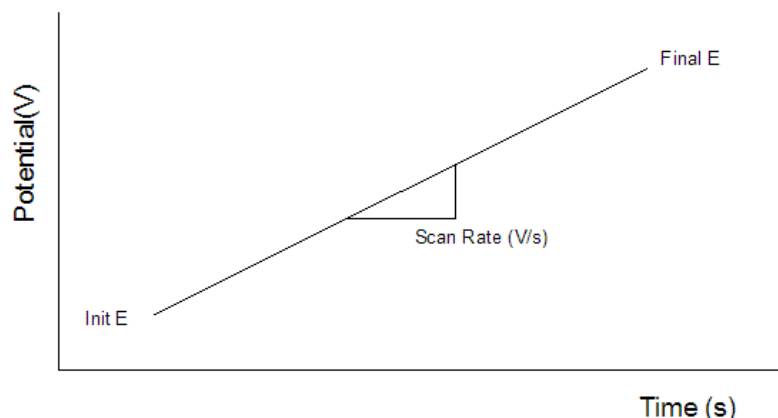


図 5-2-3. LSV の電位波形

リニアスイープボルタンメトリー(LSV)のパラメータは以下の通りです。

リニアスイープボルタンメトリー(LSV)パラメータ

初期電位 (XV)	<input type="text" value="1"/>	OK
最終電位 (FV)	<input type="text" value="0"/>	キャンセル
スキャン速度 (R(V/s)	<input type="text" value="0.1"/>	ヘルプ(H)
サンプル間隔 (m) (V)	<input type="text" value="0.001"/>	
静止時間 (Q)(sec)	<input type="text" value="2"/>	
感度 (S)(A/V)	<input type="text" value="1e-006"/>	

電極 2

電位 (V)	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="radio"/> Off
差分電位 E (V) ...	<input type="text" value="0"/>	<input type="radio"/> Constant E
感度 (A/V)	<input type="text" value="1e-006"/>	<input type="radio"/> Scan
		<input type="radio"/> Diff Scan

☐ スキャン速度が 25 V/s 以下 の場合、電極1と2を交換
☐ スキャン速度が0.005 V/s以下の場合、自動感度
☐ 中心電位として静止電位(0)
☐ スキャン速度が0.1 V/s以下の場合、補助信号を記録

図 5-2-4. LSVパラメータ設定

表 5-2-2. LSVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
スキャン速度 (V/s)	$1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^4$	ポテンシャルスキャン速度
サンプル間隔 (V)	0.001 ~ 0.064	データサンプリング間隔
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャンする前の静止時間
感度 (A/V)	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度スケール
電極 1 と 2 を交換	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 25 V/s 以下の時、第一電極と第二電極を入れ替わる

自動感度	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 0.005 V/s 以下の時、測定中の自動感度切り替え
静止電位を使用	チェックまたは未チェック	中心電位として静止電位を使用
補助信号を記録	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 0.1 V/s 以下の時、外部信号を記録
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
差分電位 (V)	-0.2 ~ +0.2	Diff scan が選択された場合、第一チャンネルとの電位差
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
OFF	選択または未選択	第二作用電極のオフ
Constant E	選択または未選択	第二電極を定電位に保持する
Scan	選択または未選択	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする
Diff Scan	選択または未選択	第一電極と第二電極間を一定の電位差にしながらスキャンする

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 最高ポテンシャルスキャン範囲は13.1V です。
3. スキャン速度が1000 V/s 以下の場合、ポテンシャルの増加分は 0.1 mV です。5,000 V/s の場合、ポテンシャルの増加分は 1 mV です。10,000 V/s の場合、ポテンシャルの増加分は2 mV です。
4. スキャン速度が1,000 V/s 以下の場合、サンプル間隔は1 mV です。2,000 V/s の場合サンプル間隔は 2 mV です。10,000 V/s の場合、サンプル間隔は10mV です。早いスキャン速度の場合、データサンプリング間隔は自動的に増加します。
5. 感度スケールは電流レベルに応じて調整されます。自動感度をオンとすると、感度の設定値は測定に影響しません。最小の自動感度は 1×10^{-6} A/V です。ピコアンペアブースターも動作しません。より高い感度を設定するためには、設定をオフにする必要があります。
6. 補助信号の記録をオンとすると、ボルタモグラムと同時に外部電圧信号(分光信号等) の記録が可能です。背面の9 ピンコネクタを使用します。
7. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。
8. 第二電極が有効な場合、最大スキャン速度は100V/sに低下し、高速度なスキャンではサンプリング間隔が2倍になります。
9. 第二電極が有効な場合、補助信号の記録チャンネルはOFFになります。

5-2-3. 階段状ボルタンメトリー(SCV)パラメータ

SCV-Staircase Voltammetryでは、電位は初期電位から最終電位に向かって増加し、スキャンバックすることができます。電流は電位が増加するたびにサンプリングされ、電位の関数として記録されます。

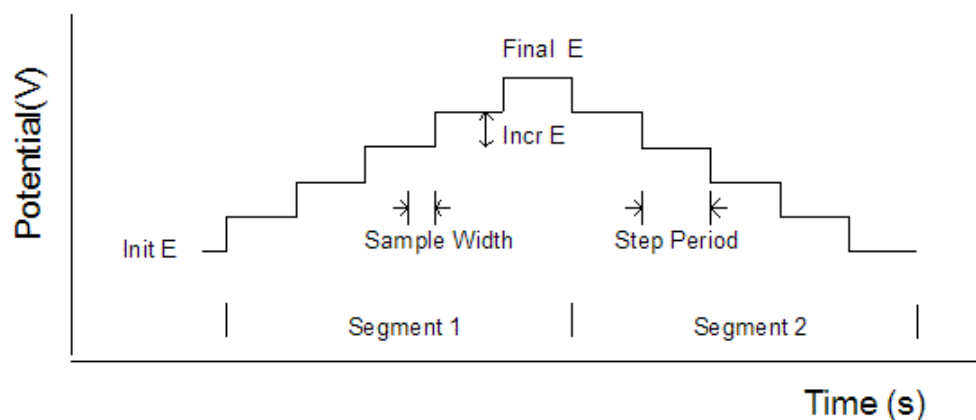


図 5-2-5. SCVの電位波形

階段状ボルタンメトリー(SCV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-6. SCVパラメータ設定

表 5-2-3. SCVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	1×10^{-3} ~ 0.05	各ステップの増加分電位
スイープセグメント	1 ~ 1,000	スキャンセグメントの数
サンプリング幅 (sec)	1×10^{-4} ~ 50	各ポイントのデータサンプリング幅
ステップ期間 (sec)	0.001 ~ 2,500	ポテンシャルステップ期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Scan	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. サンプリング幅はステップ期間の1/2以下に設定してください。自動的にサンプリング幅を再調整します。
3. データサンプリングは各ステップの終了時に行います。
4. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。

5-2-4. ターフェルプロット(TAFEL)パラメータ

TAFEL-Tafel Plotでは、電位は初期電位から最終電位に向かってスキャンされます。電位は保持され、スキャンバックされます。電流の対数は電位の関数として記録されます。

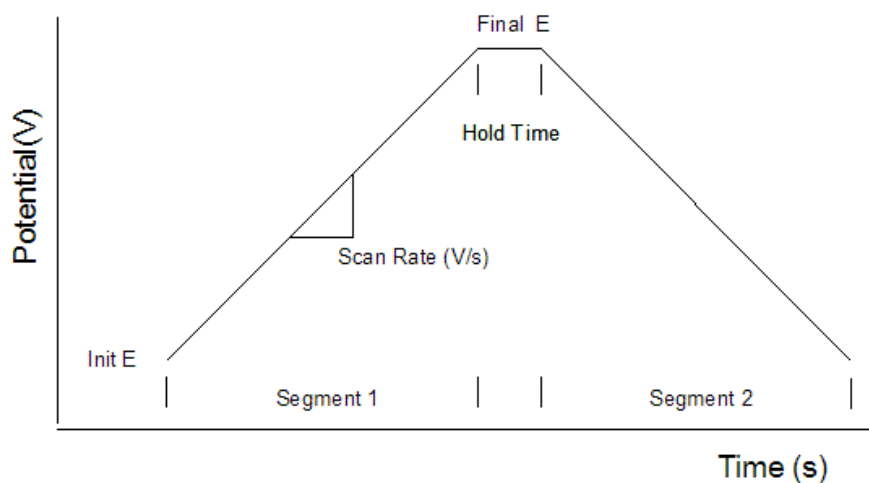


図 5-2-7. TAFELの電位波形

ターフェルプロット(TAFEL)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-8. TAFELパラメータ設定

表 5-2-4. TAFELパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
スweepセグメント	1 ~ 2	1 セグメントは半サイクル
最終電位での保持時間 (s)	0 ~ 100,000	1 番目のセグメント後、ポテンシャル保持時間
スキャン速度 (V/s)	1×10^{-6} ~ 0.01	ポテンシャルスキャン速度
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
自動感度	チェックまたは未チェック	測定中の自動感度切り替え

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 腐食速度計算はグラフメニュー下にあるスペシャルプロットコマンドにて実行できます。

5-2-5. クロノアンペロメトリー(CA)パラメータ

CA-Chronoamperometryでは、電位は初期電位から高電位または低電位にステップされます。その後、ステップバックされる場合があります。電流は時間の関数として記録されます。

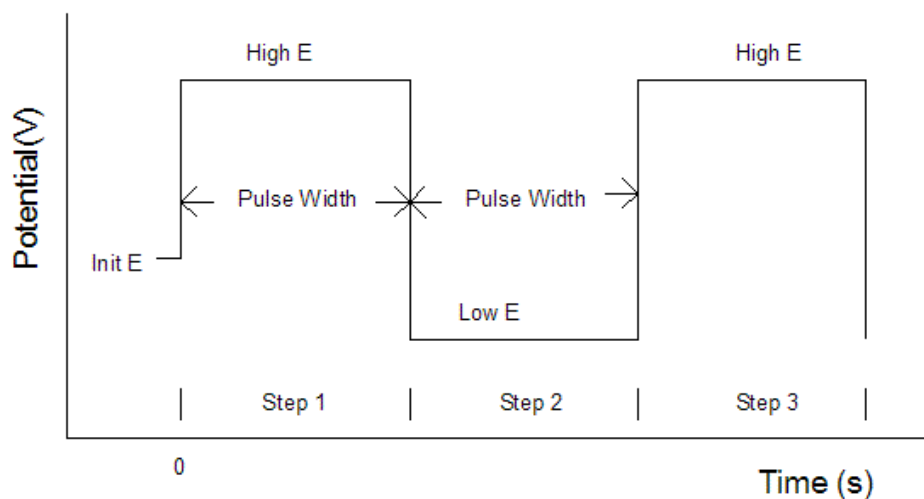


図 5-2-9.CAの電位波形

クロノアンペロメトリー(CA)のパラメータは以下の通りです。

クロノアンペロメトリー(CA)パラメータ

初期電位 (V)	0	OK
高電位 (V)	0	キャンセル
低電位 (V)	0	ヘルプ(H)
初期ステップ極性	Negative	
ステップ数(N).....	2	
パルス幅(W)(sec)	0.25	
サンプル間隔(y)	0.001	
静止時間(X)(sec)	2	
感度(S)(A/V)	1e-006	

電極 2

電位 (V)	0	<input type="checkbox"/> On
感度 (A/V) ...	1e-006	<input type="checkbox"/> Step

☐ ステップ/ホールドを各1回行い、SI>=0.001s時、電極を交換する。

☐ サンプル間隔 >= 0.005 s時の補助信号記録

図 5-2-10. CAパラメータ設定

表 5-2-5. CAパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
高電位 (V)	-10 ~ +10	ポテンシャルスキャン高電位リミット
低電位 (V)	-10 ~ +10	ポテンシャルスキャン低電位リミット
初期ステップ極性	Positive または Negative	初期ステップの方向
ステップ数	1 ~ 320	ポテンシャルステップ数
パルス幅 (sec)	1×10^{-4} ~ 1,000	ポテンシャルパルス幅
サンプル間隔 (s)	4×10^{-7} ~ 10	サンプリング間隔

静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルステップ開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
補助信号を記録	チェックまたは未チェック	サンプル間隔が 0.005 秒以上の場合、補助信号を記録
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Step	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にステップする

注

1. 高電位、低電位は0.01 V離してください。
2. 誤った高電位、低電位を入力した場合、自動的に値を再調整します。
3. 初期電位、高電位、低電位の設定値により、自動的に初期ステップ方向を再調整します。
4. 最高ポテンシャルステップ範囲は13.1V です。
5. サンプル間隔を短くするとデータ密度は上がりますが、S/N比は減少します。初期のデータが重要な場合はサンプル間隔を短くすることをお勧めします。後半のデータが重要な場合はサンプル間隔を長くすることをお勧めします。但し、ステップごとに最小100 ポイントが必要です。
6. サンプル間隔が0.002 秒以下の場合、測定終了後にデータを転送します。セルコマンドより、測定間の Cell Onが選択されていない場合、データ転送の間セルはオフとなります。各ステップのデータポイント数は、機器のメモリサイズによって制限されます。サンプル間隔は最適な範囲に自動調整されます。
7. サンプル間隔が0.002 秒以上の場合、データは測定中に転送します。各ステップのデータポイント数は、機器のメモリサイズによって制限されます。サンプル間隔は最適な範囲に自動調整されます。
8. 補助信号の記録をオンとすると、ボルタモグラムと同時に外部電圧信号(分光信号等) の記録が可能です。背面の9 ピンコネクタを使用します。
9. 第二電極をステップに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。

5-2-6. クロノクーロメトリー(CC)パラメータ

CC-Chronocoulometryでは、電位は初期電位から最終電位にステップされます。その後、ステップバックされる場合があります。電荷は時間の関数として記録されます。

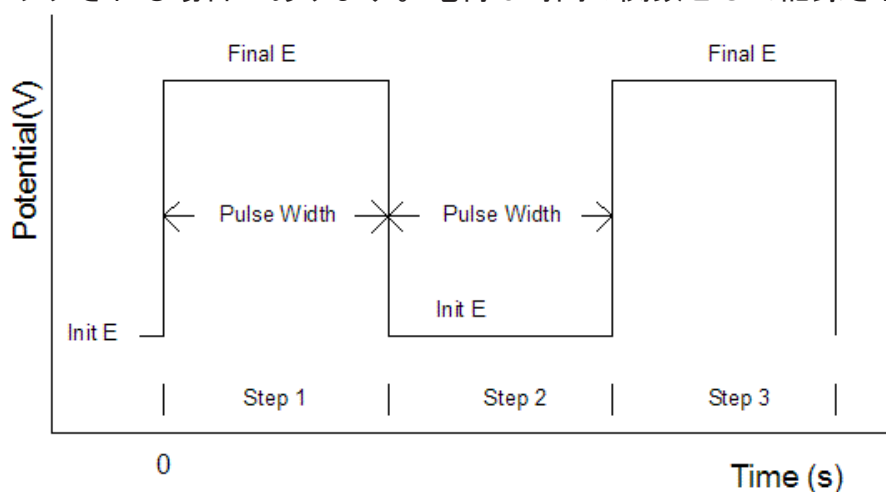


図 5-2-11. CC の電位波形

クロノクーロメトリー(CC)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-12. CCパラメータ設定

表 5-2-6. CCパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
ステップ数	1 ~ 320	ポテンシャルステップ数
パルス幅(sec)	1×10^{-4} ~ 1,000	ポテンシャルパルス幅
サンプル間隔(s)	1×10^{-6} ~ 10	サンプリング間隔
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルステップ開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1 1×10^{-9} ~ 1×10^{-6} C/V	感度スケール(電流 - 電圧コンバーター) 実際のインテグレーター(電荷-電圧コンバーター)

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 最高ポテンシャルステップ範囲は13.1 V です。
3. サンプル間隔を短くするとデータ密度は上がりますが、S/N比は減少します。初期のデータが重要な場合はサンプル間隔を短くすることをお勧めします。後半のデータが重要な場合はサンプル間隔を長くすることをお勧めします。但し、ステップごとに最小100 ポイントが必要です。
4. 電流 - 電圧コンバーターを使用している場合、測定中にオーバーフローメッセージが表示される場合が

あります。これは、電位ステップ直後の過渡電流によって引き起こされます。Ansonプロットの切片が重要でない場合は、これを心配する必要はありません。但し、データの歪みが視覚的に観察できる場合は、感度スケールを下げる必要があります。

5. システムの速度を低下させるために i/E コンバーターのフィルターを使用することがあります。フィルターの時定数 (1/カットオフ周波数) がパルス幅よりもはるかに短いことを確認してください。ノイズを低減し、測定精度を高めるために、可能な限り高感度スケールを使用することをお勧めします。
6. サンプル間隔が0.002 秒以下の場合、測定終了後にデータを転送します。セルコマンドより、測定間の Cell Onが選択されていない場合、データ転送の間セルはオフとなります。各ステップのデータポイント数は、機器のメモリサイズによって制限されます。サンプル間隔は最適な範囲に自動調整されます。
7. サンプル間隔が0.002 秒以上の場合、データは測定中に転送します。各ステップのデータポイント数は、機器のメモリサイズによって制限されます。サンプル間隔は最適な範囲に自動調整されます。
8. 実際のインテグレータ(電荷-電圧コンバーター)を選択できます。この場合の感度は $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-6}$ C/Vです。電荷が 8×10^{-6} クーロンを超えると、インテグレータのコンデンサーが放電され、新しい電荷が以前の値に追加されます。インテグレータでより高い電荷を測定できます。コンデンサーの放電によりチャージ-タイム曲線の不連続性として表れます。この不連続性は無視できるはずですが、測定に重大な影響がある場合は、電流-電圧コンバーターを選択し、ソフトにより測定した電流を積分できます。

5-2-7. 微分パルスボルタンメトリー(DPV)パラメータ

DPV-Differential Pulse Voltammetryでは、初期電位から最終電位に向かってベース電位を増加します。電流は電位パルスの前と終わりにサンプリングされ、2つの差は、電位の関数として記録されます。

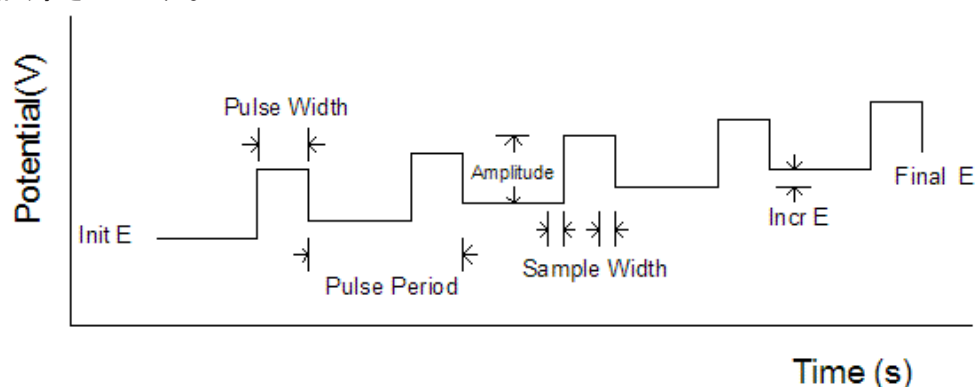


図 5-2-13. DPV の電位波形

微分パルスボルタンメトリー(DPV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-14. DPVパラメータ設定

表 5-2-7. DPVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
振幅 (V)	±0.001 ~ ±0.5	ポテンシャルパルス振幅
パルス幅 (sec)	0.001 ~ 10	ポテンシャルパルス幅
サンプリング幅 (sec)	1×10 ⁻⁴ ~ 10	データサンプリング幅
パルス期間 (sec)	0.01 ~ 50	ポテンシャルパルス期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度スケール

電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Scan	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. パルス幅がパルス期間の1/2以下でない場合、自動的にパルス幅を再調整します。
3. サンプリング幅がパルス幅の1/2以下にでない場合、自動的にサンプリング幅を再調整します。
4. パルス方向が電位スキャン方向と異なる場合、振幅がマイナスとなります。
5. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。

5-2-8. ノーマルパルスボルタンメトリー(NPV)パラメータ

NPV-Normal Pulse Voltammetryでは、ベース電位を初期電位で保持し、増加分の振幅を有する電位パルスを連続的に印加します。各電位パルス終了時の電流をサンプリングし、パルス電位の関数として記録します。

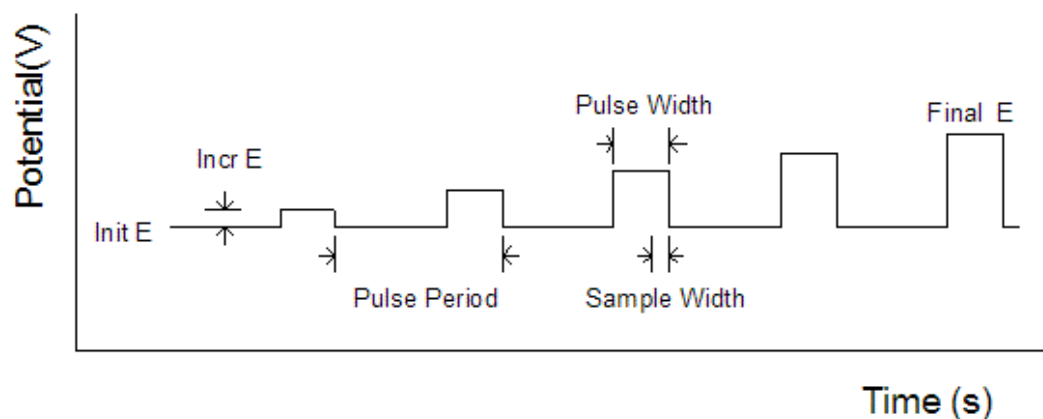


図 5-2-15. NPVの電位波形

ノーマルパルスボルタンメトリー(NPV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-16. NPVパラメータ設定

表 5-2-8. NPVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
パルス幅 (sec)	0.001 ~ 10	ポテンシャルパルス幅
サンプリング幅 (sec)	1×10^{-4} ~ 10	データサンプリング幅
パルス期間 (sec)	0.01 ~ 50	ポテンシャルパルス期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Scan	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. パルス幅がパルス期間の1/2以下でない場合、自動的にパルス幅を再調整します。
3. サンプリング幅がパルス幅の1/2以下にでない場合、自動的にサンプリング幅を再調整します。
4. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。

5-2-9. 微分ノーマルパルスボルタンメトリー(DNPV)パラメータ

DNPV-Differential Normal Pulse Voltammetryでは、ベース電位を初期電位に保持し、デュアル電位パルスを連続的に印加します。最初のパルスの大きさは反復ごとに増加し、2番目のパルスの振幅は最初のパルスに対して一定です。両方の電位パルスの終了時に電流がサンプリングされ、これら2つの値の差が最初のパルス電位の関数として記録されます。

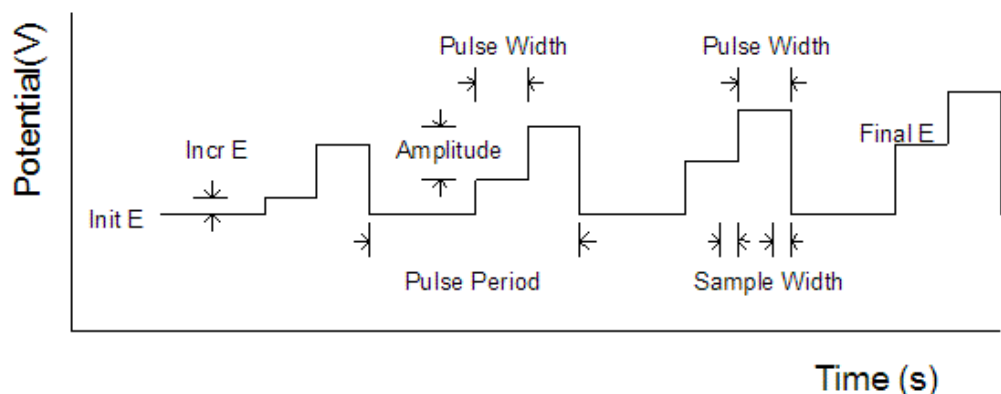


図 5-2-17. DNPVの電位波形

微分ノーマルパルスボルタンメトリー(DNPV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-18. DNPVパラメータ設定

表 5-2-9. DNPVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
振幅 (V)	0.001 ~ 0.5	ポテンシャルパルス振幅
1st パルス幅(sec)	0.01 ~ 10	第一次パルス幅
2nd パルス幅 (sec)	0.01 ~ 10	第二次パルス幅
サンプリング幅(sec)	0.001 ~ 0.5	データサンプリング幅
パルス期間 (sec)	0.05 ~ 50	ポテンシャルパルス期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度(A/V)	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度スケール
初期電位を静止電位にする	チェックまたは未チェック	ステップ 1 を一定電位または開回路電位で保持

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. DNPVの場合、サイクルごとに3つのステップで構成されています、1stステップの電位は、通常電気化学反応が起こらない初期電位に保持します。2nd、3rdステップはサイクル毎に電位増加し、正(負)スキャンでは3番目のステップは2番目の電位よりも更に正(負)の値となります。2nd、3rdステップの終わりにサイクルごとに電流サンプルが取得され、2つの電流サンプルの差が報告されます。
3. パルス幅がパルス期間の1/2以下でない場合、自動的にパルス幅を再調整します。
4. サンプリング幅がパルス幅の1/2以下でない場合、自動的にサンプリング幅を再調整します。

5-2-10. 矩形波ボルタンメトリー(SWV)パラメータ

SWV-Square Wave Voltammetryでは、初期電位から最終電位に向かってベース電位を増加します。矩形波電位は、矩形波の各サイクルの後ベース電位に重畳されます。電流は前方ステップ、逆ステップの終了時にサンプリングされ、ベース電位の関数として記録されます。測定の間、2つの電流サンプル間の差異を表示します。測定後、順電流と逆電流も表示できるようになります。

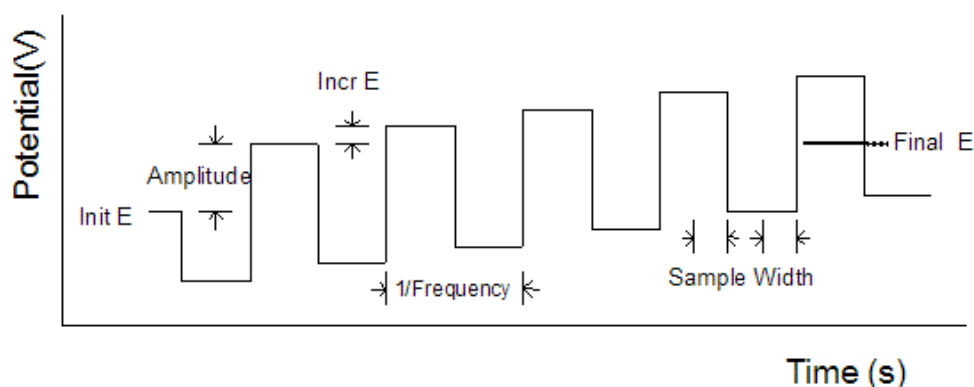


図 5-2-19. SWVの電位波形

矩形波ボルタンメトリー(SWV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-20. SWVパラメータ設定

表 5-2-10. SWVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
振幅 (V)	0.001 ~ 0.5	矩形波振幅
周波数 (Hz)	1 ~ 100,000	矩形波周波数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Scan	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にスキャンする

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 振幅は電位増加分より大きい必要があります。
3. スキャン速度(mV/s)は周波数と電位増加分の積です。
4. データ表示は、グラフオプションより切り替えが可能です。
5. 第二電極をスキャンに設定した場合、電位は第一電極と同じになります。独立していません。

5-2-11. 交流ボルタンメトリー(ACV)パラメータ

ACV-AC Voltammetryでは、初期電位から最終電位に向かってベース電位を増加させ、連続した正弦波形が重畳されます。交流信号が印加されると電流がサンプリングされます。測定中はAC電流のみが表示され、測定後は任意の位相角での電流を表示できます。

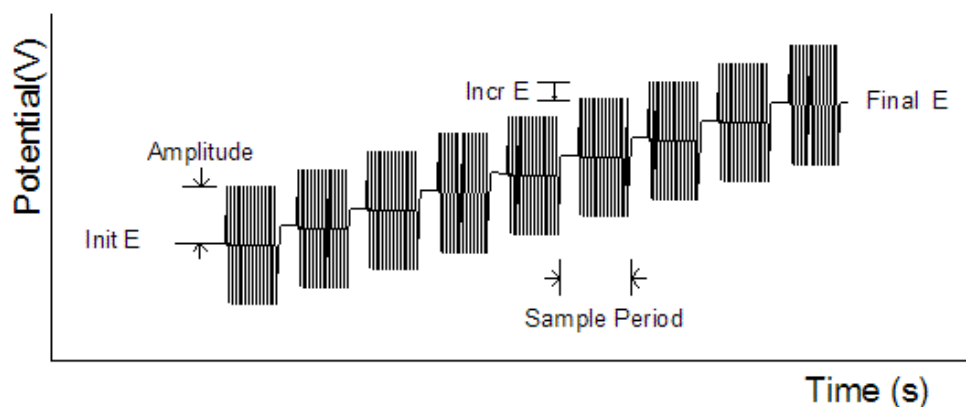


図 5-2-21. ACVの電位波形

交流ボルタンメトリー(ACV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-22. ACVパラメータ設定

表 5-2-11. ACVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
振幅 (V)	0.001 ~ 0.5	交流振幅
周波数 (Hz)	0.1 ~ 10,000	交流周波数
サンプル期間 (sec)	0.1 ~ 50	データサンプリング期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
バイアス直流電流	Off - range - on	測定中の直流電流バイアスを有効にする
自動感度	チェックまたは未チェック	測定中の自動感度切り替え

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 周波数範囲によっては、要求された交流周波数を生成できない場合があります。その場合、利用可能な最も近い周波数が適用されます。
3. 周波数が2 Hz以下の場合、サンプル期間は少なくとも2秒である必要があります。そうでない場合、自動的にサンプル期間を再調整します。
4. 直流電流が大きく交流電流が小さい場合、直流電流がオーバーフローするため感度を上げることはできません。周波数が比較的低い場合にさらに深刻になります。直流電流バイアスを適用すると、交流信号のより高い増幅が可能となり、16bit DAC が使用されます。直流電流が大きくなり周波数が高い場合には、直流電流バイアスは必要ありません。
5. データ表示は、グラフオプションより切り替えが可能です。

5-2-12. 第二高調波交流ボルタンメトリー(SHACV)パラメータ

SHACV-2nd Harmonic AC Voltammetryでは、初期電位から最終電位に向かってベース電位を増加させ、連続した正弦波形を重畳します。交流信号が印加されると第二高調波電流がサンプリングされます。測定中は第二高調波AC電流のみが表示され、測定後は任意の位相角での第二高調波電流を表示できます。

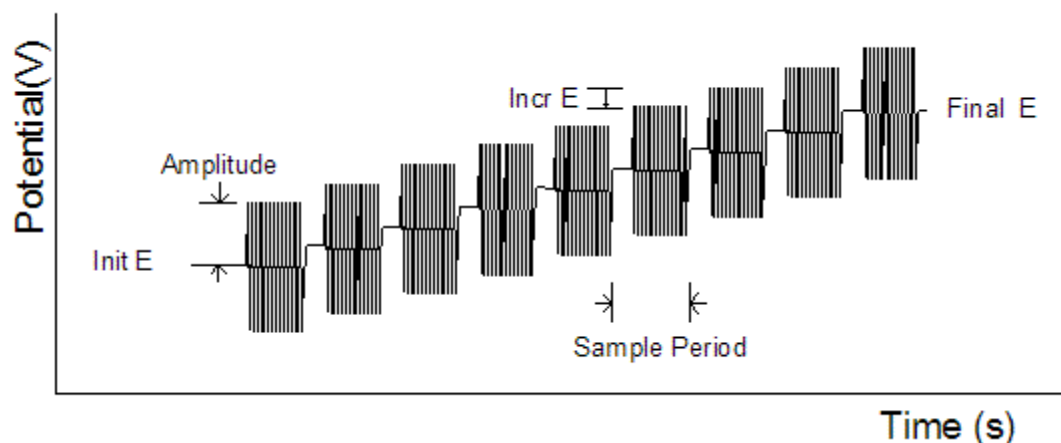


図 5-2-23. SHACVの電位波形

第二高調波交流ボルタンメトリー(SHACV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-24. SHACVパラメータ設定

表 5-2-12. SHACVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.05	各ポイントの電位増加分
振幅 (V)	0.001 ~ 0.5	交流振幅
周波数 (Hz)	0.1 ~ 5,000	交流周波数
サンプル期間(sec)	1 ~ 50	データサンプリング期間または滴下時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
バイアス直流電流	Off - range - on	測定中の直流電流バイアスを有効にする
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
自動感度	チェックまたは未チェック	測定中の自動感度切り替え

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. 周波数範囲によっては、要求された交流周波数を生成できない場合があります。その場合、利用可能な最も近い周波数が適用されます。
3. 周波数が2 Hz以下の場合、サンプル期間は少なくとも2秒である必要があります。そうでない場合、自動的にサンプル期間を再調整します。
4. 直流電流が大きく交流電流が小さい場合、直流電流がオーバーフローするため感度を上げることはできません。周波数が比較的低い場合にさらに深刻になります。直流電流バイアスを適用すると、交流信号のより高い増幅が可能となり、16bit DAC が使用されます。直流電流が大きくなり周波数が高い場合には、直流電流バイアスは必要ありません。
5. データ表示は、グラフオプションより切り替えが可能です。

5-2-13. フーリエ変換交流ボルタンメトリー(FTACV)パラメータ

FTACV-FT AC Voltammetryでは、直流電位を初期電位から最終電位まで0.3 mVステップでスキャンしながら、正弦波電流を重ね加えて連続的に測定します。得られた電流はリアルタイムでサンプリングされ、表示されます。測定終了後、フーリエ変換により、絶対交流電流、直流電流、第1～4高調波成分、および全体の応答スペクトルを解析します。これにより、1回の測定で非常に豊富な情報を得ることができます。

フーリエ変換交流ボルタンメトリー(FTACV)のパラメータは次の通りです。

図 5-2-25. FTACVパラメータ設定

表 5-2-13. FTACVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
周波数 (Hz)	0.1 ~ 50	交流周波数
振幅 (V)	0.001 ~ 0.5	交流振幅
総データポイント	8,192 ~ 65,536	サンプリングするデータポイント数
正弦波当たりのデータポイント	4 ~ 256	交流波形期間当たりのデータポイント数
スweepセグメント	1 ~ 2	シングルまたはサイクリック直流電位スキャン
静止時間(s)	0 ~ 100,000	電位スキャン前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

注

1. 初期電位と最終電位は少なくとも0.01 V離してください。
2. 正弦波当たりのデータポイント数が多ければ多いほど、サンプリング速度は速くなります。高速サンプリングは信号平均が増えノイズが少なくなりますが、低いデータ密度になります。指定したサンプリング速度が3 KHzを超える場合、データはリアルタイム表示ではなく、測定終了時に表示されます。
3. 秒単位の総測定時間は、「ポイントの総数 / 正弦波当たりのポイント数 / 周波数」に等しくなります。
4. 電位走査速度は、指定された電位範囲を総測定時間で割った値と等しくなります。
5. 絶対交流電流、直流電流、第1～4高調波成分、および全体の応答スペクトルのデータ表示は、グラフオプションより切り替えが可能です。

5-2-14. アンペロメトリー(i-t)パラメータ

i-t-Amperometric i-t Curveでは、定電位が印加され、電流が時間の関数として記録されます。

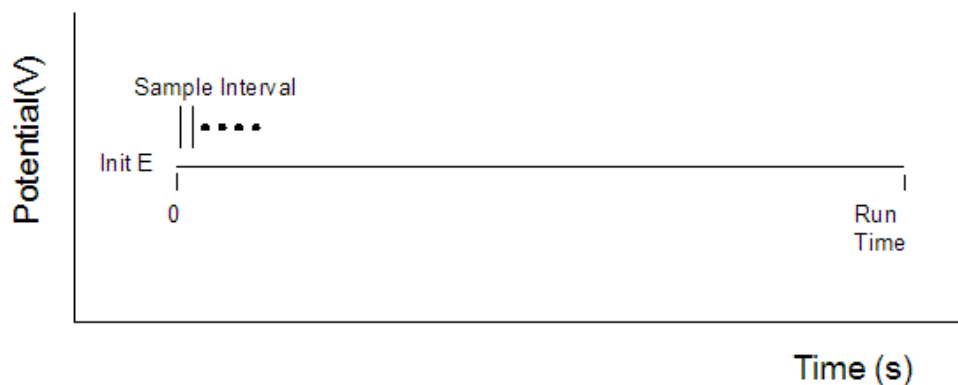


図 5-2-26. i-tの電位波形

アンペロメトリー(i-t)のパラメータは以下の通りです。

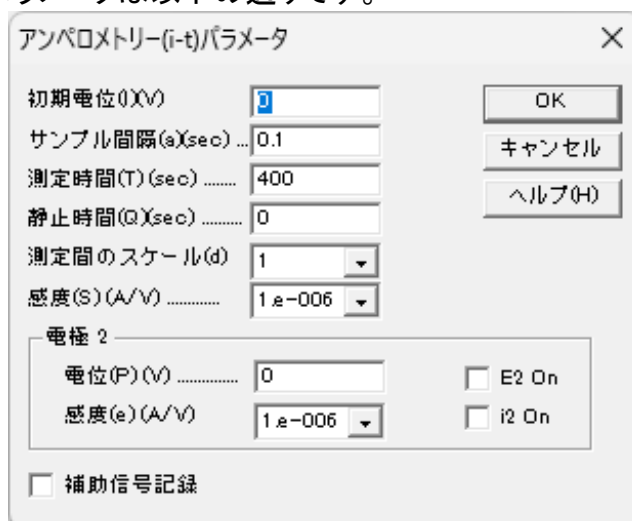


図 5-2-27. i-tパラメータ設定

表 5-2-14. i-tパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
サンプル間隔 (sec)	4×10^{-7} ~ 50	データサンプル間隔
測定時間 (sec)	$0.001 \sim 1 \times 10^7$	トータルの測定時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データ採取開始前の静止時間
測定間のスケール	1, 2, 3	電流表示スケール数
感度 (A/V)	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度スケール
補助信号の記録	チェックまたは未チェック	補助信号を記録する
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	第二作用電極の感度スケール
E2 On	チェックまたは未チェック	第二作用電極をONにし、電流サンプリングはしない
i2 On	チェックまたは未チェック	第二作用電極をONにし、電流サンプリングを行う

注

1. データのサンプル間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。サンプル間隔が長いほどシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
2. 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。
3. 補助信号の記録をオンとすると、ボルタモグラムと同時に外部電圧信号(分光信号等)の記録が可能です。背面の9ピンコネクタを使用します。
4. 測定中に電流スケールを1つ表示する場合、データは自動でフィッティングします。2つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10となります。3つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10、1/1となります。
5. 電流のサンプリングなしで第二電極電位を制御する場合は、E2 Onをチェックします。E2 Onは、第二電極をある種のジェネレーター電極として使用する場合に便利です。第二電極の電流を測定する場合は、i2 Onをチェックしてください。

5-2-15. 微分パルスアンペロメトリー(DPA)パラメータ

DPA-Differential Pulse Amperometryでは、電極の調整にクリーニング電位を適用できますが、その間電流はサンプリングされません。クリーニングの後に2つの電位パルスが印加され、各パルスの終了時の電流が時間の関数として記録されます。測定中は、2つの現在のサンプル間の差異のみが表示されます。測定後、2つの電位パルスに対する電流応答も表示できます。

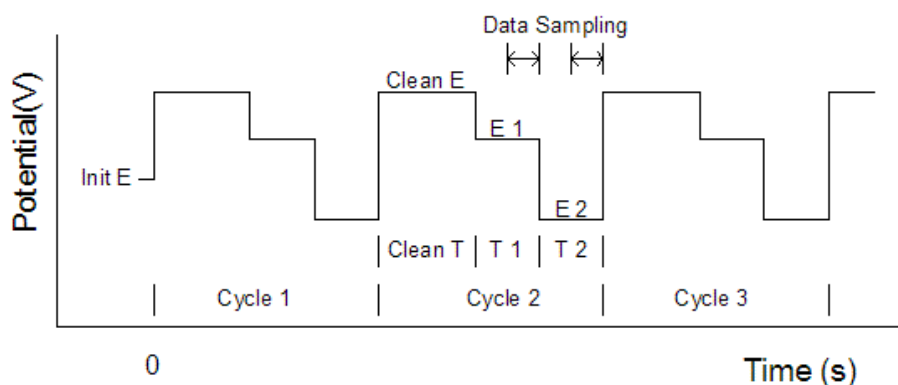


図 5-2-28. DPAの電位波形

微分パルスアンペロメトリー(DPA)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-29. DPAパラメータ設定

表 5-2-15. DPAパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	静止時間中の初期電位
クリーニング電位 (V)	-10 ~ +10	電極クリーニング電位
クリーニング時間 (sec)	0 ~ 32	電極クリーニング時間
パルス電位 1 / 2 (V)	-10 ~ +10	第一 / 二パルス電位
パルス時間 1 / 2 (sec)	0.01 ~ 32	第一 / 二パルス時間
サイクル数	10 ~ 100,000	繰り返しサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データ採取開始前の静止時間

測定間のスケール	1, 2, 3	電流表示スケール数
感度(A/V)	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度スケール
クリーニング間の静止電位	チェックまたは未チェック	クリーニングステップを一定電位、または開回路電位で保持
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Pulse	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にステップする

注

1. 測定順序は、クリーニング、パルス電位(1)、パルス電位(2)で構成されます。合計サイクル数に達するか、ユーザーが測定を中断するまで繰り返されます。クリーニング中にデータの取得は行われません。クリーニング時間がゼロの場合はスキップされます。パルス電位(1)、(2)のデータがサンプリングされ、その差が記録されます。
2. データのサンプリングは、パルス電位(1)、パルス電位(2)の後半の半周期で行います。パルス幅が長いほど、サンプル間隔も長くなりシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
3. 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。
4. 測定中に電流スケールを1つ表示する場合、データは自動でフィッティングします。2つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10となります。3つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10、1/1となります。

5-2-16. ダブル微分パルスアンペロメトリー(DDPA)パラメータ

DDPA-Double Differential Pulse Amperometryは2つの測定を交互に実行し、2セットのデータを記録および表示します。電極の調整にクリーニング電位を適用できますが、その間電流はサンプリングされません。クリーニングの後に2つの電位パルスが印加され、各パルスの終了時の電流が時間の関数として記録されます。測定中は、2つの現在のサンプル間の差異のみが表示されます。測定後、各電位パルスに対する電流応答も表示できます。

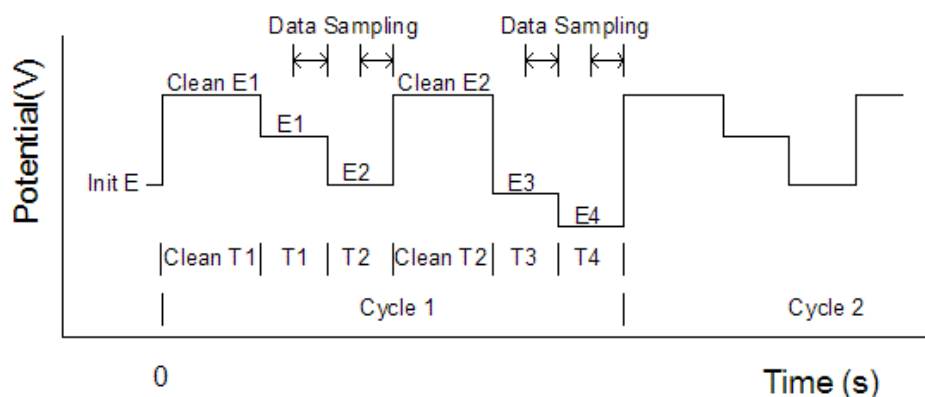


図 5-2-30. DDPAの電位波形

ダブル微分パルスアンペロメトリー(DDPA)のパラメータは以下の通りです。

ダブル微分パルスアンペロメトリー(DDPA)パラメータ

第一DPA

クリーニング電位1(C)(V)

クリーニング時間(T)(sec)

パルス電位(1)(V)

パルス時間1(P)(sec)

パルス電位(2)(V)

パルス時間2(u)(sec)

☐ クリーニング間静止電位にする

第二DPA

クリーニング電位2(g)(V)

クリーニング時間(n)(sec)

パルス電位(3)(V)

パルス時間3(Q)(sec)

パルス電位(4)(V)

パルス時間4(e)

☐ クリーニング間静止電位にする

初期電位(Q)(V)

サイクル数

静止時間(Q)(sec)

測定中のスケール(d)

感度(S)(A/V)

OK キャンセル ヘルプ(H)

図 5-2-31. DDPAパラメータ設定

表 5-2-16. DDPAパラメータ

パラメータ	範囲	内容
クリーニング電位 1/2 (V)	10 ~ +10	電極クリーニング電位
クリーニング時間(sec)	0 ~ 32	電極クリーニング時間
パルス電位 1/3 (V)	-10 ~ +10	第一 / 三パルス電位
パルス時間 1/3 (sec)	0.01 ~ 32	第一 / 三パルス時間

パルス電位 2 / 4 (V)	-10 ~ +10	第二 / 四パルス電位
パルス時間 2 / 4 (sec)	0.01 ~ 32	第二 / 四パルス時間
クリーニング間静止電位にする	チェックまたは未チェック	クリーニングステップを一定電位、または開回路電位で保持
初期電位 (V)	-10 ~ +10	静止時間中の初期電位
サイクル数	10 ~ 100,000	繰り返しサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データ採取開始前の静止時間
測定中のスケール	1, 2, 3	電流表示スケール数
感度(A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

注

- 測定順序は、クリーニング電位1、パルス電位(1)、パルス電位(2)、クリーニング電位2、パルス電位(3)、パルス電位(4)で構成されます。合計サイクル数に達するか、ユーザーが測定を中断するまで繰り返されます。クリーニング中にデータの取得は行われません。クリーニング時間がゼロの場合はスキップされます。各パルス電位のデータがサンプリングされ、パルス電位(1)、(2)の差とパルス電位(3)、(4)の差が記録されます。
- データのサンプリングは、各パルス電位の後半の半周期で行います。パルス幅が長いほど、サンプル間隔も長くなりシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
- 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。
- 測定中に電流スケールを1つ表示する場合、データは自動でフィッティングします。2つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10となります。3つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10、1/1となります。
- データ表示は、グラフオプションより切り替えが可能です。

5-2-17. トリプルパルスアンペロメトリー(TPA)パラメータ

TPA-Triple Pulse Amperometryでは、3つの電位パルスが適用されます。最初の2つのパルスは、電極の調整、クリーニング用です。電流は3番目の電位パルスの終わりにサンプリングされ、時間の関数として記録されます。3番目の電位パルスは一定にすることも、各サイクル後に増加させることもできます。

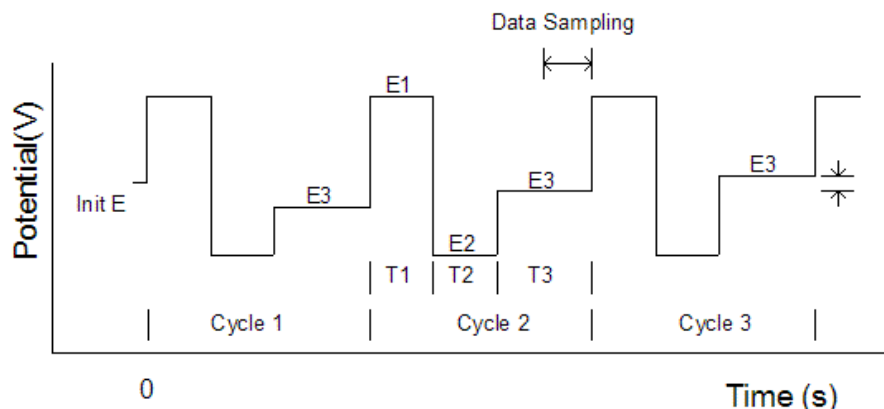


図 5-2-32. TPAの電位波形

トリプルパルスアンペロメトリー(TPA)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-33. TPAパラメータ設定

表 5-2-17. TPAパラメータ

パラメータ	範囲	内容
電位 E 1 / 2 / 3 (V)	-10 ~ +10	第一/第二/第三パルス電位
期間 1 / 2 / 3 (sec)	0 ~ 32	第一/第二/第三パルス期間
Open Circuit	チェックまたは未チェック	ステップ 1 は一定電位、または開回路電位で保持
増加分電位(V)	0 ~ 0.02	増加分電位
初期電位 (V)	-10 ~ +10	静止時間中の初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	スキンの最終電位

サイクル数	10 ~ 100,000	繰り返しサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データ採取開始前の静止時間
測定中のスケール	1, 2, 3	電流表示スケール数
感度(A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
電極2		
電位 (V)	-10 ~ +10	第二作用電極の電位
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	第二作用電極の感度スケール
On	チェックまたは未チェック	第二電極を定電位に保持する
Pulse	チェックまたは未チェック	第二電極電位を第一電極と一緒にステップする

注

- 測定順序は、3つのパルスで構成されます。合計サイクル数に達するか、ユーザーが測定を中断するまで繰り返されます。最初の2つのパルスでデータの取得は行われず、電極のクリーニングに使用されます。3つ目のパルスでデータがサンプリングされます。最初の2つのパルス期間がゼロの場合はスキップされます。
- 電位増加分がゼロ以外の場合、測定は電位3からスタートし最終電位で終了します。電位3と最終電位は0.01 V 離してください。サイクル数は影響しません。
- データのサンプリングは、電位3の後半の半周期で行います。パルス幅が長いほど、サンプル間隔も長くなりシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
- 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。
- 測定中に電流スケールを1つ表示する場合、データは自動でフィッティングします。2つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10 となります。3つの電流スケールを表示する場合、フルスケールの1/100、1/10、1/1 となります。

5-2-18. 積分パルスアンペロメトリー検出(IPAD)パラメータ

IPAD-Integrated Pulsed Amperometric Detectionでは、6つのセグメントに分割された電位スイープまたはステップが印加されます。電流は最初の4つのセグメントでサンプリングされ積分されます。最後の2つのステップでは電極のコンディショニングまたはクリーニングが行われます。積分された電流は平均化され、時間の関数として記録されます。

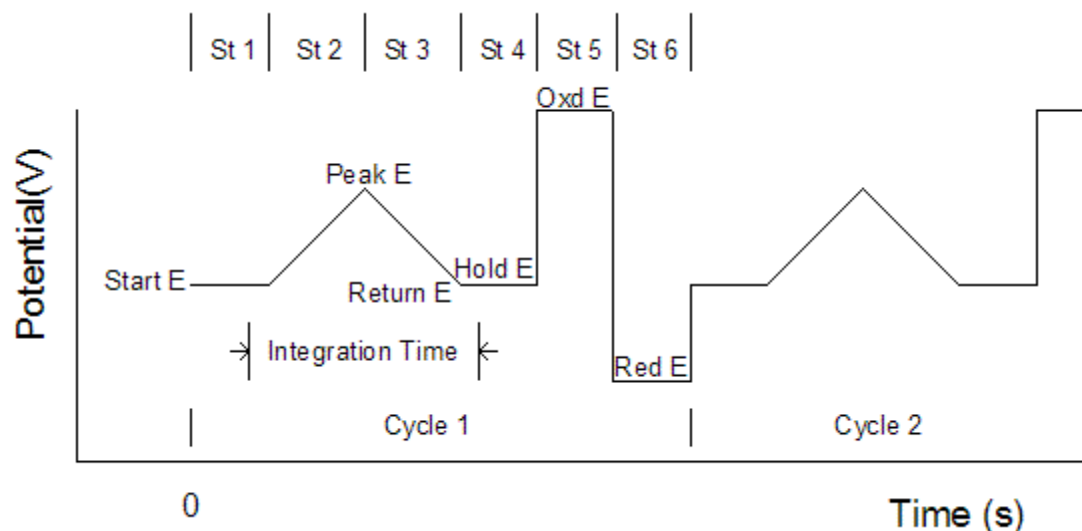


図 5-2-34. IPADの電位波形

積分パルスアンペロメトリー検出(IPAD)のパラメータは以下の通りです。

積分パルスアンペロメトリー検出(IPAD)パラメータ

Step 1: スタート 開始電位 (V) <input type="text" value="0"/> ホールド時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	Step 4: ホールド ホールド電位 (V) <input type="text" value="0"/> ホールド時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="キャンセル"/> <input type="button" value="ヘルプ(H)"/>
Step 2: フォワード スキャン ピーク電位 (V) <input type="text" value="0"/> スキャン時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	Step 5: 酸化 酸化電位 (V) <input type="text" value="0"/> 酸化時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	
Step 3: リバース スキャン 後退電位 E (V) <input type="text" value="0"/> スキャン時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	Step 6: 還元 還元電位 (V) <input type="text" value="0"/> 還元時間 (s) <input type="text" value="0.2"/>	

サイクル数
 静止時間(Q)(sec)
 測定中のスケール(d)
 感度 (A/V) ...

図 5-2-35. IPADパラメータ設定

表 5-2-18. IPADパラメータ

パラメータ	範囲	内容
ステップ 1: スタート		
開始電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	開始電位(一定)
保持時間 (sec)	0.05 ~ 1	開始電位保持時間(ステップ終了 10 ms 前から電流積分を開始)
ステップ 2: フォワードスキャン		
ピーク電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	開始電位からピーク電位まで電位をスキャン
スキャン時間 (sec)	0.15 ~ 1	開始電位からピーク電位までのスキャン時間
ステップ 3: リバーススキャン		
後退電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	ピーク電位から後退電位まで電位をスキャン
スキャン時間 (sec)	0.15 ~ 1	ピーク電位から後退電位までのスキャン時間

ステップ 4: ホールド		
ホールド電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	ホールド電位
ホールド時間 (sec)	0.05 ~ 1	ホールド電位期間時間 (最初の 10ms 間は電流積分する)
ステップ 5: 酸化		
酸化電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	電極処理用の酸化電位
酸化時間 (sec)	0.05 ~ 1	酸化時間
ステップ 6: 還元		
還元電位 (V)	-3.276 ~ 3.276	電極処理用の還元電位
還元時間 (sec)	0.05 ~ 1	還元時間
サイクル数	5 ~ 65,535	6 ステップを通じたサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データサンプリング前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度

注

1. 実験の手順は開始電位、フォワード電位スキャン、リバース電位スキャン、ホールド電位、酸化電位、還元電位と続きます。この手順はトータルのサイクル数、あるいはユーザーによる中断まで繰り返します。
2. 電流は開始電位の後半10 ms、フォワードスキャン、リバーススキャン、ホールド電位の最初の10 msの間サンプリングされます。
3. 測定中、データが最大データポイントを超えた時、データ保存間隔は自動的に二倍になります。そのため予期せぬ長時間の実験でもデータポイントがオーバーフローしません。

5-2-19. バルク電気分解クーロメトリー(BE)パラメータ

BE-Bulk Electrolysis with Coulometryでは、一定の電位が適用され、積分された電荷が時間の関数として記録されます。

前電解ステップを適用して、干渉とバックグラウンド電流を低減できます。

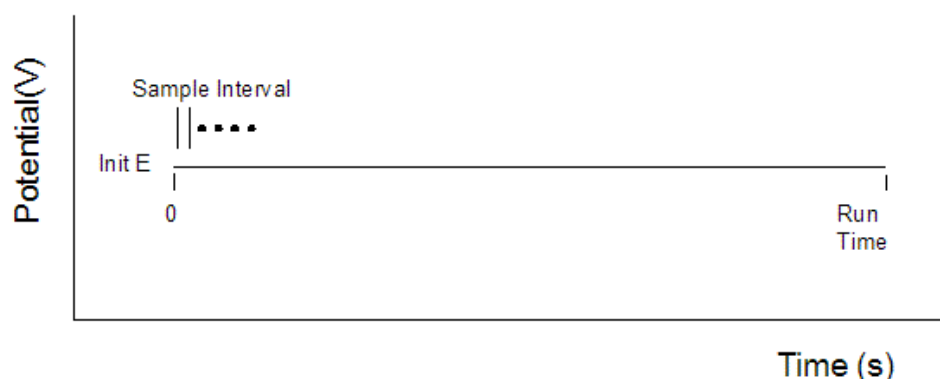


図 5-2-36. BEの電位波形

バルク電気分解クーロメトリー(BE)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-37. BEパラメータ設定

表 5-2-19. BEパラメータ

パラメータ	範囲	内容
電気分解電位 (V)	-10 ~ +10	電気分解電位
最終電流比 (%)	0 ~ 100	この電流比で実験停止
測定時間(s)	10 ~ 100,000,000	測定時間
データ保存間隔(s)	0.01 ~ 100	データ表示、保存間隔
前電解電位 (V)	-10 ~ +10	前電解電位
前電解時間 (s)	0 ~ 100,000	前電解時間
感度(A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール
自動感度	チェックまたは未チェック	測定中の自動感度切り替え

注

- 電気分解の前に、残留電流の低減に有効な前電気分解ステップを実行できます。前電解終了時の電流は残留電流とみなされ、総電荷から差し引かれて有効電荷が求めます。前電解時間がゼロに設定されている場合はスキップします。測定停止することで、前電気分解を停止し通常の電気分解が続きます。
- 感度スケールは測定中に自動的に切り替わります。
- 電流比は初期電流を基準にして記録されます。データ保存間隔が1秒の場合、初期電流は電気分解後の最初の1秒の平均電流となります。

4. 最終電流比がゼロの場合、電気分解は永久に続きます。停止コマンドから測定を停止してください。
5. 測定中のデータは、データ保存間隔と同じ速度で更新されます。
6. データ保存間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、データ保存間隔を長くします。データ保存間隔が長いほどシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
薄層セルの場合、電気分解プロセスの詳細を観察するために、短いデータ保存間隔を使用します。
7. データのサンプル間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。サンプル間隔が長いほどシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。
8. 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。

5-2-20. ハイドロダイナミック変調ボルタンメトリー(HMV)パラメータ

HMV-Hydrodynamic Modulation Voltammetryでは、初期電位から最終電位に向かって電位を増加します。各電位で、RDEの回転速度が変調され、得られた電流をサンプリングします。測定中はAC電流のみが表示され、測定後は任意の位相角での電流を表示できます。

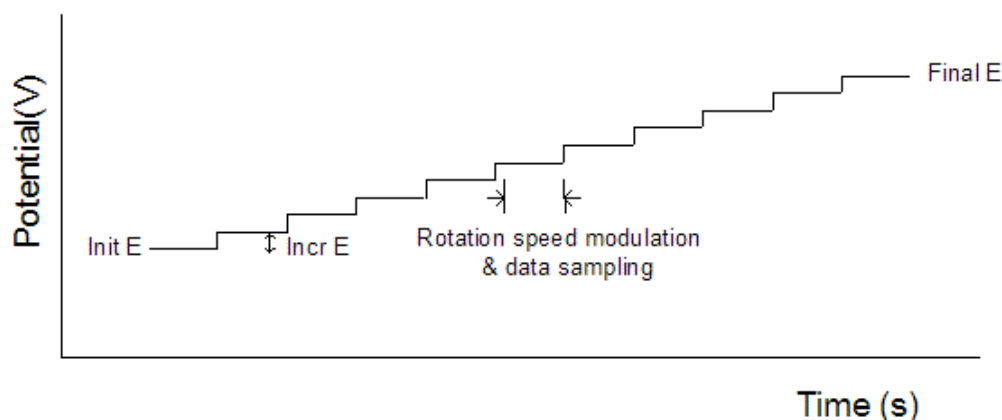


図 5-2-38. HMVの電位波形

ハイドロダイナミック変調ボルタンメトリー(HMV)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-39. HMVパラメータ設定

表 5-2-20. HMVパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
電位増加分 (V)	0.001 ~ 0.02	各ステップの電位増加分
回転速度 (rpm)	0 ~ 10,000	中心部の回転速度
変調周波数 (Hz)	1 ~ 5	変調周波数
変調振幅 (rpm)	0 ~ 3,600	変調振幅
サイクル数	1 ~ 10	変調サイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

注

1. 初期電位、最終電位は0.01 V離してください。
2. ハイドロダイナミックモジュレーションにおける実際の回転速度は $\omega^{1/2} = \omega_0^{1/2} + \Delta\omega^{1/2} \sin(\sigma t)$ で与えられます。

3. 変調関数は変調周波数 σ の周期波形ですが、正弦波よりも複雑です。回転速度は ω_0 (中心回転速度) を中心に振動しますが、この振動の振幅は非対称です。入力パラメータ $\Delta\omega$ (変調振幅) は実際には振幅ではなく、上の方程式の $\Delta\omega^{1/2}$ の二乗です。

5-2-21. スィープステップファンクション(SSF)パラメータ

SSF-Sweep Step Functionは、6つの電位スィープと6つの電位ステップを交互に実行します。パラメータを十分に小さく設定することで任意のセグメントをスキップでき、波形制御の柔軟性が向上します。電流時間の関数として記録されます。スィープセグメントの場合、ポテンシャルの関数として表すこともできます。

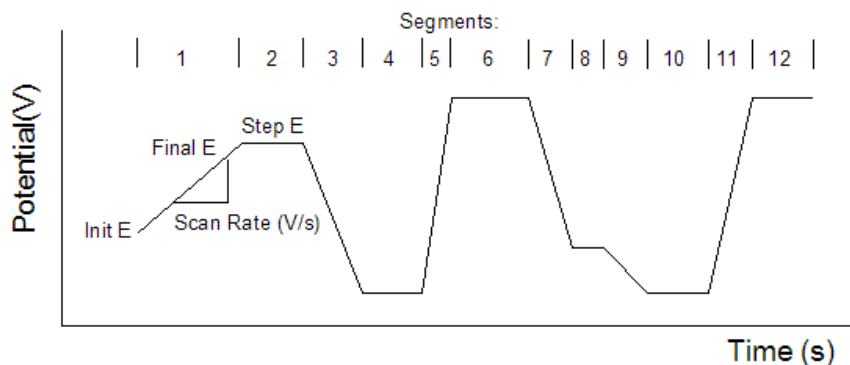


図 5-2-40. SSFの電位波形

スィープステップファンクション(SSF)のパラメータは以下の通りです。

スィープステップファンクション(SSF)パラメータ

Sequence 1: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>	Sequence 5: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>	Sequence 9: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>
Sequence 2: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	Sequence 6: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	Sequence 10: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>
Sequence 3: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>	Sequence 7: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>	Sequence 11: スィープ 初期電位 (XV) <input type="text" value="0"/> 最終電位 (FV) <input type="text" value="0"/> スキャン速度 (V/s) <input type="text" value="0.1"/>
Sequence 4: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	Sequence 8: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	Sequence 12: ステップ ステップ E (V) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>

☐ v<=0.2, Step SI>=0.005の場合、補助記録をOn
 初期電位 (V)
 スィープ S.I. (V)
 ステップ S.I. (s)
 静止時間 (s)
 感度 (A/V)

OK キャンセル ヘルプ(H)

図 5-2-41. SSFパラメータ設定

表 5-2-21. SSFパラメータ

パラメータ	範囲	内容
Sequence 1, 3, 5, 7, 9, 11 (スィープ)		
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
スキャン速度 (V/s)	10 ⁻⁴ ~ 50	ポテンシャルスキャン速度
Sequence 2, 4, 6, 8, 10, 12 (ステップ)		
ステップ 電位 (V)	-10 ~ +10	ステップ電位
ステップ時間 (s)	0 ~ 10,000	ステップ時間
補助記録を On	チェックまたは未チェック	スキャン速度が 0.2 v/s 以下、サンプル間隔が 0.005s 以上の時に補助信号を記録
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
スィープサンプル間隔 (V)	0.001 ~ 0.05	スィープファンクションサンプル間隔

ステップサンプル間隔 (s)	0.0001～1	ステップファンクションサンプル間隔
静止時間 (sec)	0 ～ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ～ 0.1	感度スケール

注

1. 初期電位と最終電位の差が0.01V以下の場合、スイープシーケンスをスキップします。
2. ステップ時間が 0.001 秒未満、またはポイント数が 3 未満の場合、ステップシーケンスをスキップします。ステップ時間を増やすか、サンプル間隔を減らしてください。
3. スイープシーケンスのスキャン速度が0.5 V/s以下の場合、データはリアルタイムで表示します。
4. ステップシーケンスのサンプル間隔が0.002 秒以上の場合、データはリアルタイムで表示します。
5. 初期電位、最終電位、ステップ電位の電位差は13.1 V 以下にしてください。

5-2-22. マルチポテンシャルステップ(STEP)パラメータ

STEP-Multi-Potential Stepsでは、最大12の電位ステップを適用して循環させることができます。電流は時間の関数として記録されます。

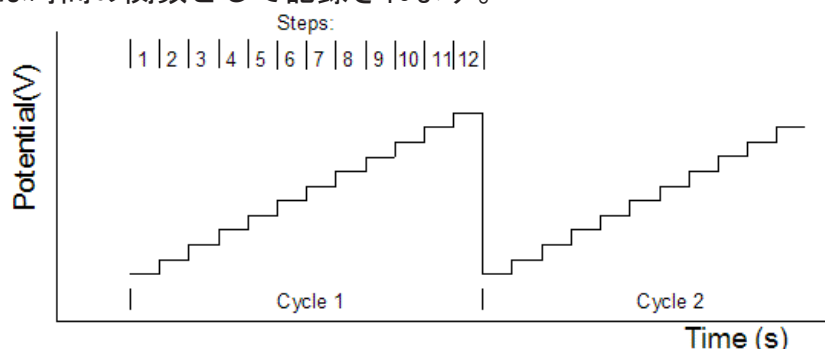


図 5-2-42. STEPの電位波形

マルチポテンシャルステップ(STEP)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-43. STEPパラメータ設定

表 5-2-22. STEPパラメータ

パラメータ	範囲	内容
ステップ 1 - 12		
ステップ 電位 E (V)	-10 ~ +10	ステップ電位
ステップ時間(s)	0 ~ 10,000	ステップ期間
Aux Rec On if SI >= 0.005	チェックまたは未チェック	サンプル間隔が 0.005s 以上の時に補助信号を記録
初期電位(V)	-10 ~ +10	初期電位
サイクル数	1 ~ 10,000	サイクル数
サンプル間隔 (s)	0.0001 ~ 1	サンプル間隔
静止時間(sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度スケール

注

1. ステップ時間が 0.001 秒未満、またはサンプル間隔より短い場合、ステップをスキップします。
2. 測定後にデータを転送する場合、(ステップ時間*サイクル数/サンプル間隔)が64Kを超える場合、サンプル間隔は自動的に増加します。
3. ステップシーケンスのサンプル間隔が0.002 秒以上の場合、データはリアルタイムで表示します。
4. 初期電位、最終電位、ステップ電位の電位差は13.1V以下にしてください。

5-2-23. 定電位間欠滴定法(PITT)パラメータ

PITT-Potentiostatic Intermittent Titration Technique では、電位は開回路電位(OCP)から開始されます。初期極性に応じて高電位リミットまたは低電位リミットへ向けて階段状に増分します。
 図 5-2-44. PITT の電位波形は、時間の関数として印加される電位波形を示しています。

パルス時間中: 指定された時間、電位は一定値で制御されます。

休止時間中: ポテンシオスタットはオフとなり、セルは開回路状態になります。パルス時間と休止時間の間、電位と電流の両方が時間の関数としてサンプリングされ、記録されます。

電位の増分と休止は、高電位リミットに達するまで継続します(初期極性が正の場合)。その時点で、電位ステップの方向は逆転します。低電位リミットに達するまで、電位パルスと休止は逆方向で続きます。セグメント数が2以上の場合、上記のサイクルを繰り返します。

PITTは、リチウムイオン電池の電極でのリチウム拡散など、電気化学プロセスにおける材料の熱力学および輸送特性を研究するために使用されます。

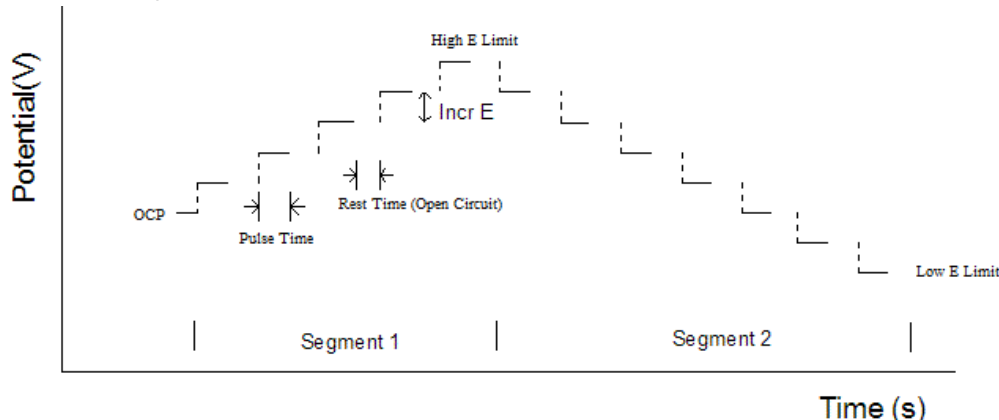


図 5-2-44. PITTの電位波形

定電位間欠滴定法(PITT)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-45. PITTパラメータ設定

表 5-2-23. PITTパラメータ

パラメータ	範囲	内容
高電位リミット (V)	-10 ~ +10	高電位リミット
低電位リミット (V)	-10 ~ +10	低電位リミット
電位増分 (V)	0.001 ~ 0.1	各ステップの電位増加量
パルス時間 (sec)	10 ~ 100,000	パルス時間
休止時間 (sec)	10 ~ 100,000	休止時間
初期極性	Anodic またはCathodic	ステップの初期極性
データ保存間隔 (sec)	0.1 ~ 600	データサンプル間隔
セグメント数	1 ~ 1,000,000	セグメント数

5-2-24. 交流インピーダンス(IMP)パラメータ

IMP-A.C. Impedanceにおいて、ベース電位は初期電位で一定に保持されます。ベース電位に正弦波形が重畳され、周波数は高周波から低周波に向かって12の構成要素でスキャンされます。電流と電位をサンプリングして分析し、インピーダンスの実部と虚部を求めます。測定中、右クリックでボード線図とナイキスト線図を切り替えることができます。測定後、インピーダンスデータは、さまざまな形で表示することができます。図は時間の関数として印加される電位波形を示します。

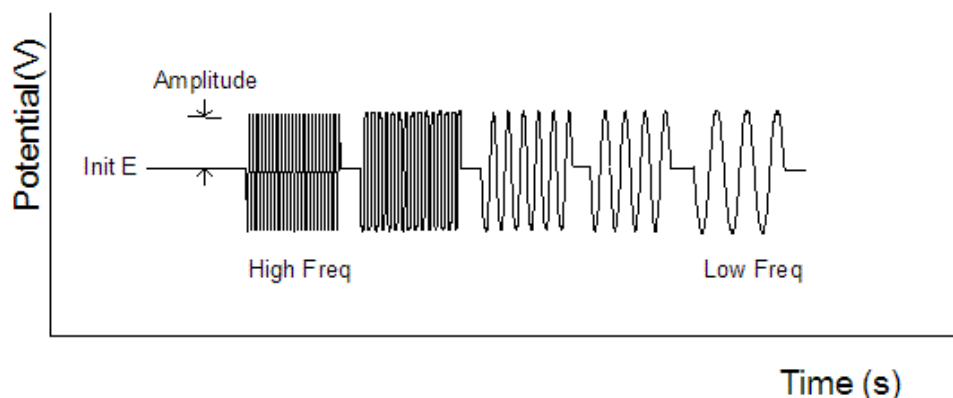


図 5-2-46. IMPの電位波形

交流インピーダンス(IMP)のパラメータは以下の通りです。

交流インピーダンス(IMP)パラメータ

初期電位 (V) OK

高周波数 (H) (Hz) キャンセル

低周波数 (L) (Hz) ヘルプ(H)

振幅 (A) (V)

静止時間 (Q) (sec)

感度スケール設定

☒ 自動 ☐ マニュアル

1 Hz以上の測定モード

☐ FT ☒ Single Freq. ☐ Galvanostatic

Measuring Time or Cycles and Points

Freq	Avg/Cycle:	Points / Decade
1M - 3M Hz :	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
100K - 1M	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
10K - 100K	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
1K - 10K Hz	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
100 - 1K	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
10 - 100 Hz	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
1 - 10 Hz	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
Cycles (0.1 - 1 Hz)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
Cycles (0.01 - 0.1 Hz)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
Cycles (0.001 - 0.01 Hz)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
Cycles (0.0001 - 0.001 Hz)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>
Cycles (0.00001 - 0.0001 Hz)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="12"/>

測定中のバイアス直流電流:

図 5-2-47. IMPパラメータ設定

表 5-2-24. IMPパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期ポテンシャル
高周波数 (Hz)	$1 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^6$	高周波数リミット
低周波数 (Hz)	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^5$	低周波数リミット
振幅 (V)	$1 \times 10^{-5} \sim 0.7$	交流振幅
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	ポテンシャルスキャン開始前の静止時間
感度スケール設定	選択	自動またはマニュアル
1 Hz 以上の測定モード	FT - Single - Galv.	FT (フーリエ変換)または Single Freq.(単一周波数)測定
Avrg (1K-3M Hz)	0.1 ~ 4	平均ファクター
Avrg (1-999 Hz)	1 ~ 256	平均ファクター
Cycle (0.1 ~ 1 Hz)	1 ~ 25	各周波数でのサイクル数
Cycle (0.01 ~ 0.1 Hz)	1 ~ 25	各周波数でのサイクル数
Cycle (0.001 ~ 0.01 Hz)	1 ~ 25	各周波数でのサイクル数
Cycle (0.0001 ~ 0.001 Hz)	1 ~ 16	各周波数でのサイクル数
Cycle (0.00001 ~ 0.0001 Hz)	1 ~ 4	各周波数でのサイクル数
Points/Decade (全周波数)	0 ~ 100	Decade(周波数 10 倍範囲)当たりのポイント数
測定中のバイアス直流電流	Off-range-On	測定中の直流電流バイアスを有効にする

注

- Single Freq.(単一周波数)モードのインピーダンス測定中に、すべての周波数レンジで、電流と電圧の両方が測定されます。Decade(周波数10倍範囲)ごとに12の周波数成分を測定します。フーリエ変換の場合、各測定は1 Decade(周波数10倍範囲)をカバーします。
- 直流電流が高く、交流電流が低い場合、直流電流がオーバーフローしてしまうため感度を上げることができません。この問題は周波数が低い場合にさらに深刻になります。バイアス直流電流を適用し、高交流信号増幅を行います。この目的のために 16 bit DAC が用いられます。一方、直流電流が大きくなり、周波数が高い場合には、バイアス直流電流を使用する必要はありません。
- 電源周波数は測定に干渉します。1~100 Hz 間で測定を行う場合、データ品質を向上させるため、1~100 Hzの周波数範囲で測定を行う場合は測定時間を長くしてください。
- 自動感度スケールがデフォルトで使用されます。測定中、システムは電流の大きさを測定し、適切な感度スケールを設定します。自動設定は通常、良い結果得られます。「マニュアル」ボタンをクリックして、手で感度スケールを設定することもできます。

5-2-25. インピーダンス - タイム(IMPT)パラメータ

IMPT- Impedance - Timeでは、ベース電位は初期電位で一定に保持され、その上に正弦波形が重畳されます。電流と電位をサンプリングして分析し、インピーダンスの実部と虚部を時間の関数として求めます。図は時間の関数として印加される電位波形を示します。

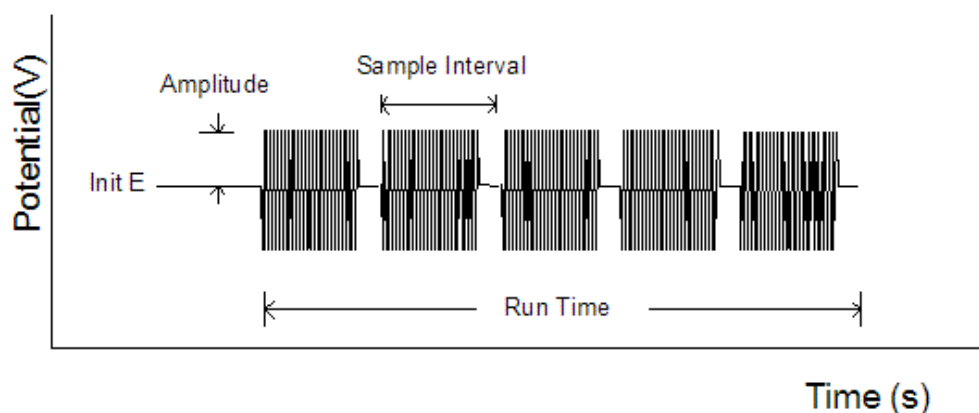


図 5-2-48. IMPTの電位波形

インピーダンス - タイム(IMPT)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-49. IMPTパラメータ設定

表 5-2-25. IMPTパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位(V)	-10 ~ +10	初期電位
振幅 (V)	0.0001 ~ 1.5	交流振幅
周波数 (Hz)	0.0001 ~ 1×10^6	交流周波数
サンプル間隔 (sec)	1 ~ 20,000	データサンプリング間隔
測定時間 (sec)	1 ~ 500,000	総測定時間
サイクル (10 Hz 以下)	1 ~ 100	各周波数での繰り返しサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データサンプリング前の静止時間
バイアス直流電流	Off-range-On	測定中の直流電流バイアスを有効にする
感度 (A/V)	Automatic $1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度スケール(自動またはマニュアル)

注

1. サンプル間隔がサンプリングに必要な時間より小さい場合、サンプリング間隔を自動的に調整します。
2. サイクル数が多くなれば、S/N比は向上しますが、測定時間も長くなります。

3. 直流電流が高く、交流電流が低い場合、直流電流がオーバーフローしてしまうため感度を上げることができません。この問題は周波数が低い場合にさらに深刻になります。バイアス直流電流を適用し、高交流信号増幅を行います。この目的のために 16 bit DAC が用いられます。一方、直流電流が大きくなり、周波数が高い場合には、バイアス直流電流を使用する必要はありません。
4. 自動感度スケールがデフォルトで使用されます。測定中、システムは電流の大きさを測定し、適切な感度スケールを設定します。自動設定は通常、良い結果得られます。「マニュアル」ボタンをクリックして、手で感度スケールを設定することもできます。

5-2-26. インピーダンス - 電位(IMPE)パラメータ

IMPE-Impedance - Potentialでは、ベース電位は初期電位から最終電位まで段階的に増分し、その上に連続的な正弦波が重ねられます。電流と電位をサンプリングして分析し、インピーダンスの実部と虚部を電位の関数として求めます。図は時間の関数として印加される電位波形を示します。

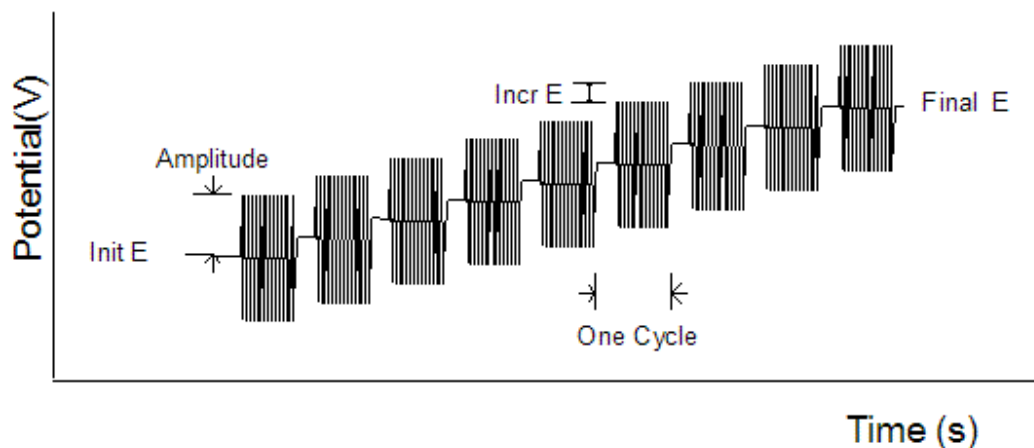


図 5-2-50. IMPEの電位波形

インピーダンス - 電位(IMPE)のパラメータは以下の通りです。

パラメータ	設定値
初期電位 (V)	[]
最終電位 (V)	0
増分電位 (V)	0.05
振幅 (V)	0.005
周波数 (Hz)	1000
サイクル (10 Hz 以下)	5
静止時間 (sec)	2
バイアス直流電流	Below 1 H
感度 (A/V)	Automatic

図 5-2-51. IMPEパラメータ設定

表 5-2-26. IMPEパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
増分電位 (V)	0.001 ~ 0.25	電位増加分
振幅 (V)	0.001 ~ 1.5	交流振幅
周波数 (Hz)	0.0001 ~ 1×10 ⁶	交流周波数
サイクル (10 Hz 以下)	1 ~ 100	各周波数での繰り返しサイクル数
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データサンプリング前の静止時間
バイアス直流電流	Automatic Off-range-On	測定中の直流電流バイアスを有効にする
感度 (A/V)	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度スケール(自動またはマニュアル)

注

1. 直流電流が高く、交流電流が低い場合、直流電流がオーバーフローしてしまうため感度を上げることができません。この問題は周波数が低い場合にさらに深刻になります。バイアス直流電流を適用し、高交流信号増幅を行います。この目的のために 16 bit DAC が用いられます。一方、直流電流が大きくなく、周波数が高い場合には、バイアス直流電流を使用する必要はありません。
2. 自動感度スケールがデフォルトで使用されます。測定中、システムは電流の大きさを測定し、適切な感度スケールを設定します。自動設定は通常、良い結果得られます。「マニュアル」ボタンをクリックして、手で感度スケールを設定することもできます。

5-2-27. 交流アンペロメトリー(ACTB)パラメータ

ACTB-AC Amperometryでは、ベース電位が初期電位で一定に保持され、その上に正弦波が重ねられます。電流は時間の関数としてサンプリングされます。

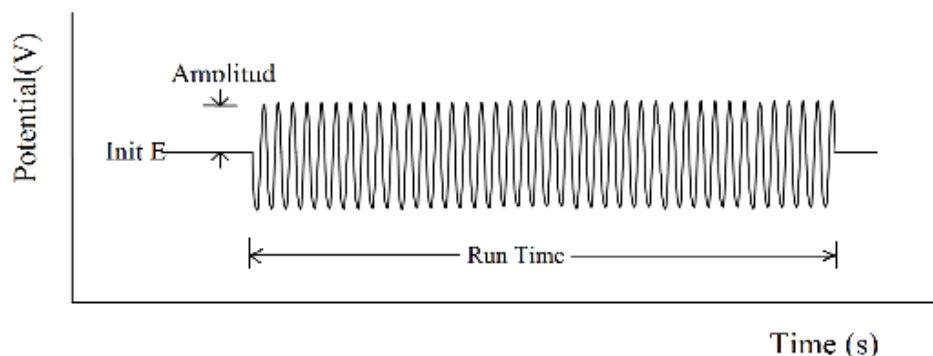


図 5-2-52. ACTBの電位波形

交流アンペロメトリー(ACTB)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-53. ACTBパラメータ設定

表 5-2-27. ACTBパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電位 (V)	-10 ~ +10	初期電位
サンプル間隔 (sec)	10^{-6} ~ +1000	データサンプリング間隔
測定時間	0.001 ~ 1000,000	総実験時間
振幅 (V)	0.001 ~ 0.7	交流振幅, RMS
周波数 (Hz)	0.01 ~ 100,000	交流周波数
静止時間 (sec)	0 ~ 1000,000	データサンプリング開始前の静止時間
感度 (A/V)	1×10^{-12} ~ 0.1	感度スケール

注

1. サンプリング間隔は、周波数や測定時間によって自動的に調整されることがあります。

5-2-28. クロノポテンシオメトリー(CP)パラメータ

CP-Chronopotentiometryでは、作用電極を通過する2つの電流レベルを指定でき、電流レベル間の切り替えは時間または電位によって決まります。電位は時間の関数として記録されます。

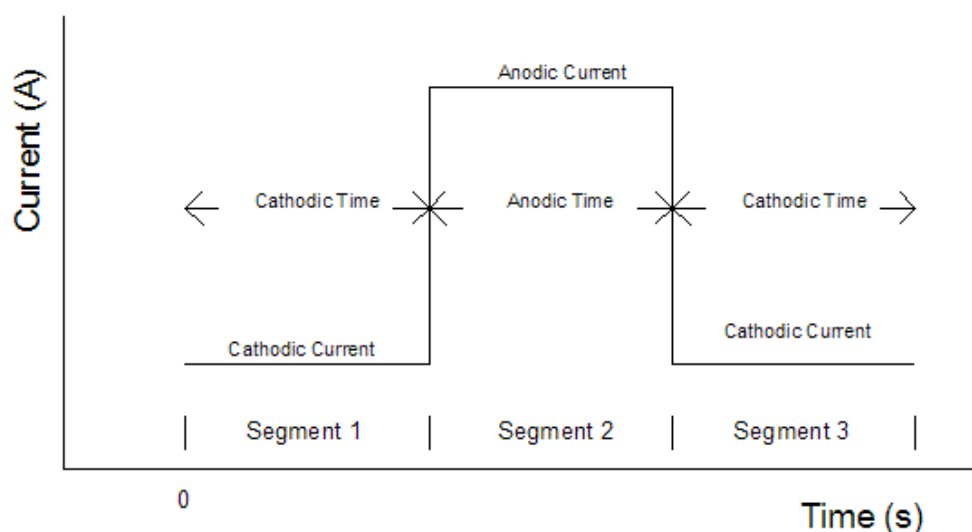


図 5-2-54. CPの電位波形

クロノポテンシオメトリー(CP)のパラメータは以下の通りです。

クロノポテンシオメトリー(CP)パラメータ

カソード電流(C) (A)	0	OK
アノード電流(A) (A)	0	キャンセル
高電位リミット(H)(V)	1	ヘルプ(H)
高電位保持時間 (sec)	0	
低電位リミット(L)(V)	-1	
低電位保持時間 (sec)	0	
カソード時間(T) (sec)	10	
アノード時間(m) (sec)	10	
初期極性(I)	Cathodic	
データ保存間隔(D) (sec)	0.1	
セグメント数(N)	1	

電流切替の優先

☒ 電位(P) ☐ 時間(e)

サンプル間隔が >= 0.0005 s の場合、補助信号を記録

☒ No ☐ Ext Voltage ☐ Current Control

図 5-2-55. CPパラメータ設定

表 5-2-28. CPパラメータ

パラメータ	範囲	内容
カソード電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	負電流の制御
アノード電流(A)	-0.25 ~ +0.25	正電流の制御
高電位リミット(V)	-10 ~ +10	高電位リミット値
高電位保持時間(s)	0 ~ 100,000	高電位保持時間

低電位リミット (V)	-10 ~ +10	低電位リミット値
低電位保持時間(s)	0 ~ 100,000	低電位保持時間
カソード時間 (sec)	0.005 ~ 100,000	陰極計測時間
アノード時間 (sec)	0.005 ~ 100,000	陽極計測時間
初期極性	Cathodic または Anodic	最初のセグメントの極性
データ保存間隔(sec)	0.0001 ~ 500	データ保存間隔
セグメント数	1 ~ 1,000,000	半サイクル数
電流切替の優先	電位または時間	電流極性切替制御
補助信号を記録	No-Ext Voltage-Current Control	サンプル間隔が 0.0005 秒以上の時、同時に外部信号を記録する

注

1. ALSモデル680* パワーブースターを接続する場合、電流範囲は-2 ~ +2 Aです。
2. カソード電流とアノード電流はそれぞれ還元と酸化に対応します。還元中に低電位リミットに達すると、電流極性が自動的に正側に切り替わります。同様に、酸化中に高電位リミットに達すると、電流極性は自動的に負側に切り替わります。セグメント数に達すると、測定は停止します。
3. 初期極性パラメータは、初期電流極性により決まります。
4. 測定中のデータは、データ保存間隔と同じ速度で更新されます。
5. データ保存間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。
6. 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。
7. 広範囲でセグメントを指定できますが、保存できるのは最初の400までです。以降のセグメントは測定中に表示されますが、保存はされません。
8. 指定した電位または時間に達した時に、電流極性を切り替えることが可能です。切り替える時間はカソードとアノードで異なる場合があります。時間での切り替えを選択した場合でも、限界電位に達すると電極を保護するために電流の極性が反転します。

5-2-29. クロノポテンシオメトリー - 電流ランプ(CPCR)パラメータ

CPCR-Chronopotentiometry with Current Rampでは、電流ランプが作用電極に適用され、電位が時間の関数として記録されます。

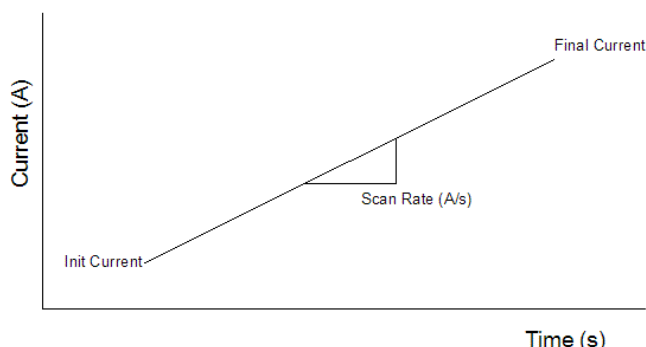


図 5-2-56. CPCRの電位波形

クロノポテンシオメトリー - 電流ランプ(CPCR)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-57. CPCRパラメータ設定

表 5-2-29. CPCRパラメータ

パラメータ	範囲	内容
初期電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	初期電流
最終電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	最終電流
電流スキャン速度 (A/s)	10^{-12} ~ 0.1	電流のスキャン速度
高電位リミット (V)	-10 ~ +10	高電位リミット値
定電位リミット (V)	-10 ~ +10	低電位リミット値
データ保存間隔	0.00001 ~ 32	データ保存間隔

注

1. ALSモデル680* パワーブースターを接続する場合、電流範囲は-2 ~ +2 Aです。
2. 初期電流と最終電流は $1e^{-9}$ A 離してください。
3. カソード電流とアノード電流はそれぞれ還元と酸化に対応します。高電位リミットか低電位リミットに達すると、測定は停止します。
4. 測定を実行するには少なくとも10ポイントが必要です。必要に応じて、電流スキャン速度やデータ保存間隔を減らしてください。
5. 測定中のデータは、データ保存間隔と同じ速度で更新されます。
6. データ保存間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。
7. 測定中にデータが最大データポイントを超えた場合、データ保存間隔は自動で2倍になります。長い測定の場合もオーバーフローしません。

5-2-30. マルチ電流ステップ(ISTEP)パラメータ

ISTEP-Multi-Current Stepsでは、最大 12 の電流ステップを適用して循環させることができます。電位は時間の関数として記録されます。

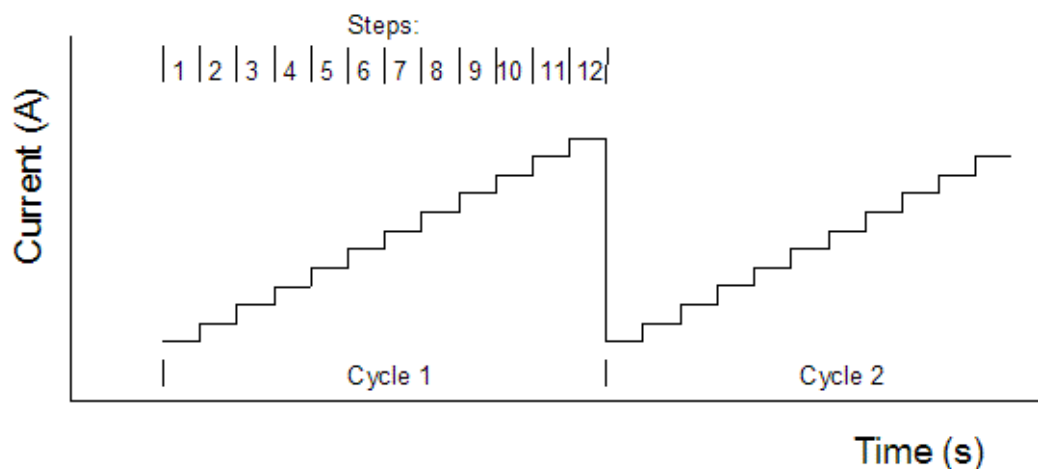


図 5-2-58. ISTEPの電位波形

マルチ電流ステップ(ISTEP)のパラメータは以下の通りです。

マルチ電流ステップ(ISTEP)パラメータ

ステップ 1 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="10"/>	ステップ 5 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 9 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>
ステップ 2 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 6 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 10 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>
ステップ 3 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 7 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 11 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>
ステップ 4 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	ステップ 8 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>	Step 12 ステップ i (A) <input type="text" value="0"/> ステップ時間 (s) <input type="text" value="0"/>

☐ Aux Rec On if SI >= 0.005

高電位リミット(H)
 低電位リミット(L)
 サイクル数
 サンプル間隔 (s)

図 5-2-59. ISTEPパラメータ設定

表 5-2-30. ISTEPパラメータ

パラメータ	範囲	内容
ステップ 1 - 12		
ステップ電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	ステップ電流
ステップ時間 (sec)	0 ~ 10,000	ステップ期間
Aux Rec On if SI >= 0.005		
	チェックまたは未チェック	サンプル間隔が 0.005s 以上の時補助信号を記録
高電位リミット(V)	-10 ~ +10	高電位リミット値
低電位リミット(V)	-10 ~ +10	低電位リミット値
サイクル数	1 ~ 10,000	サイクル数
サンプル間隔 (sec)	1×10 ⁻⁵ ~ 1	サンプリング間隔

注

1. ALSモデル680* パワーブースターを接続する場合、電流範囲は-2 ~ +2 Aです。
2. ステップ時間が 0.001 秒未満、またはサンプル間隔より短い場合、ステップをスキップします。
3. サンプル間隔が0.002 秒以上の場合、データはリアルタイムで表示します。
4. 測定後にデータを転送する場合、(ステップ時間*サイクル数/サンプル間隔)が64Kを超える場合、サンプル間隔は自動的に増加します。
5. 高電位リミットか低電位リミットに達すると、測定は停止します。

5-2-31. 定電流間欠滴定法(GITT)パラメータ

GITT-Galvanostatic Intermittent Titration Technique では、一定時間(パルス時間)の定電流パルスの後、緩和期間(休止時間)の周期が繰り返されます。この際、時間に応じた電位変化が記録されます。パルスと緩和サイクルは、初期極性に応じて高電位リミットまたは低電位リミットに到達するまで繰り返されます。図 5-2-60. GITT の電位応答波形は電位応答を時間の関数として示しています。

パルス時間中：指定された時間、電流は一定値で制御されます。

休止時間：ガルバノスタティック電流はオフになり、セルは開回路状態になります。

電流パルスと休止は、高電位リミットに達するまで継続します(初期極性が正の場合)。その時点で、電流のステップ方向が逆転します。低電位リミットに達するまで、電流パルスと休止は逆方向に続きます。セグメント数が2以上の場合、上記のサイクルが繰り返します。

GITT は、リチウムイオン電池の電極でのリチウム拡散など、電気化学プロセスにおける材料の熱力学および輸送特性を研究するために使用されます。

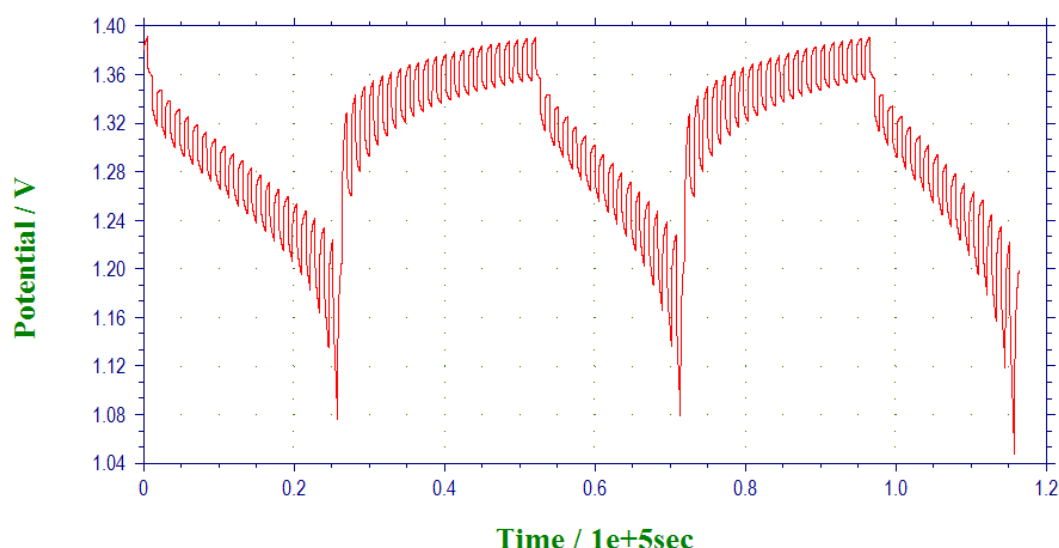


図 5-2-60. GITTの電位応答波形

定電流間欠滴定法(GITT)のパラメータは以下の通りです。

定電流間欠滴定法(GITT)パラメータ		OK	キャンセル	ヘルプ(H)
アノード電流(A) (A)	0.001			
カソード電流(C) (A)	0.001			
高電位リミット(H) (V)	4.2			
低電位リミット(L) (V)	2.8			
アノードパルス時間(m) (sec)	600			
アノード休止時間 (sec)	600			
カソードパルス時間(T) (sec)	600			
カソード休止時間 (sec)	600			
初期極性(I)	Anodic			
データ保存間隔(D) (sec)	1			
セグメント数(N)	2			

図 5-2-61. GITTパラメータ設定

表 5-2-31. GITTパラメータ

パラメータ	範囲	内容
アノード電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	アノード電流
カソード電流 (A)	-0.25 ~ +0.25	カソード電流
高電位リミット(V)	-10 ~ +10	高電位リミット
低電位リミット (V)	-10 ~ +10	低電位リミット
アノードパルス時間 (sec)	10 ~ 100,000	アノードパルス時間
アノード休止時間 (sec)	10 ~ 100,000	アノード休止時間
カソードパルス時間 (sec)	10 ~ 100,000	カソードパルス時間
カソード休止時間 (sec)	10 ~ 100,000	カソード休止時間
初期極性	Anodic またはCathodic	電流の初期極性
データ保存間隔(sec)	0.1 ~ 600	データサンプル間隔
セグメント数	1 ~ 1,000,000	セグメント数

注

1. 初期極性がAnodicの場合、アノードパルス時間のアノード電流の後、アノード休止時間のゼロ電流の周期が繰り返します。高電位リミットに達するとカソード電流に切り替わり、カソードパルス時間に続いてカソード休止時間の周期が低電位リミットまで繰り返します。このサイクルはセグメント数2と数えます。

5-2-32. ポテンシOMETリックストリッピング分析(PSA)パラメータ

PSA-Potentiometric Stripping Analysisでは、最初に定電位の堆積ステップが適用され、その後、定電流を印加することによって電極表面に蓄積された種が除去されます。電位は時間の関数として記録されます。

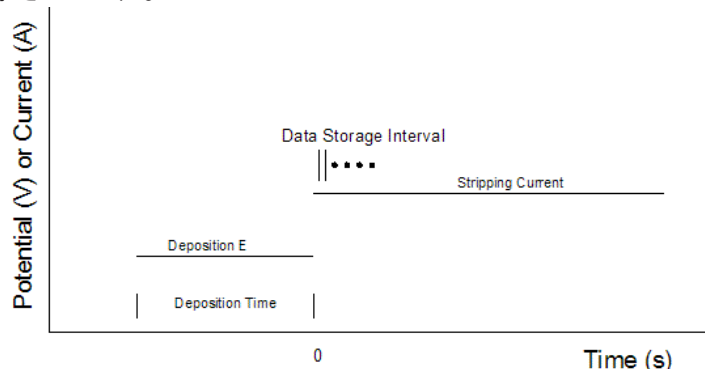


図 5-2-62. PSAの電位波形

ポテンシOMETリックストリッピング分析(PSA)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-63. PSAパラメータ設定

表 5-2-32. PSAパラメータ

パラメータ	範囲	内容
析出電位 (V)	-10 ~ +10	析出電位
析出時間 (sec)	0 ~ 100,000	析出時間
最終電位 (V)	-10 ~ +10	最終電位
ストリッピング電流(A)	0 ~ 0.25	ストリッピング電流の制御
サンプル間隔 (sec)	0.0001 ~ 50	サンプリング間隔
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データ採取前の静止時間

注

1. ALSモデル680* パワーブースターを接続する場合、電流範囲は0 ~ 2 Aです。
2. サンプル間隔が0.002 秒未満の場合、64K データポイントが許可されます。データ密度は(測定時間 / 64,000) に等しくなります。
3. 最終電位に達すると、測定は自動的に停止します。
4. ストリッピング電流をゼロに設定した場合、カウンター電極は実際には接続されません。
5. ストリッピング電流が 1.0×10^{-10} A より小さい場合、測定中に電流は流れません。
6. 析出電位と最終電位に応じて、自動的に電流極性を割り当てます。還元の場合は正の電流、酸化の場合は負の電流となります。
7. データのサンプル間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。

5-2-33. 電気化学ノイズ(ECN)パラメータ

ECN-Electrochemical Noise Measurementでは、電極セルに波形を印加しません。作用電極はゼロ抵抗電流計に接続され、その電位は仮想接地を利用します。電気化学ノイズを測定するには、作用電極は機器のグラウンド(GNDと表示されている背面パネルの黒の端子)に接続し、2つの電極を同じ溶液に浸します。これらの2つの電極を通過する電気化学ノイズ電流が測定されます。電位ノイズを測定するには、溶液に参照電極を追加し、参照クリップを接続します。カウンター電極は使用しません。

電気化学ノイズ(ECN)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-64. ECNパラメータ設定

表 5-2-33. ECNパラメータ

パラメータ	範囲	内容
サンプル間隔 (sec)	0.1 ~ 10	サンプリング間隔
測定時間 (sec)	10 ~ 100,000	測定時間
静止時間 (sec)	0 ~ 100,000	データサンプリング前の静止時間
感度 (A/V)	10^{-9} ~ 0.1	感度スケール
ポテンシャルゲイン	1, 10, 100, 1000	ポテンシャルノイズ測定 of ゲイン設定
測定モード	電流, 電圧または両方	測定モード

注

1. 作用電極と同じ電極を機器のグラウンドに接続する必要があります。
2. カウンター電極は使用しません。
3. 電位ノイズ測定では、参照電極を追加する必要があります。

5-2-34. オープンサーキットポテンシャル - 時間(OCPT)パラメータ

OCPT-Open Circuit Potential - Timeでは、作用電極と参照電極が接続され、電極間の電位差が時間の関数として記録されます。カウンター電極は外部セルに接続されていないため、ピコアンペア範囲にある測定アンプのバイアス電流を除いて、作用電極には電流が流れません。

オープンサーキットポテンシャル - 時間(OCPT)のパラメータは以下の通りです。

図 5-2-65. OCPTパラメータ設定

表 5-2-34. OCPTパラメータ

パラメータ	範囲	内容
測定時間 (sec)	1 ~ 500,000	測定時間
サンプル間隔	0.0025 ~ 50	サンプリング間隔
高電位(V)	-10 ~ +10	高電位リミット
低電位(V)	-10 ~ +10	低電位リミット

注

1. 高電位リミットか低電位リミットに達した時、警告を表示します。
2. データのサンプル間隔は、測定時間に合わせて選択する必要があります。測定時間が長いほど、サンプル間隔を長くします。サンプル間隔が長いほどシグナルの平均化が向上し、ノイズが低減します。

5-3. システムセットアップ

「セットアップ」-「システム」より、システムセットアップのダイアログボックスを表示します。使用環境に合わせて設定を行います。



図 5-3-1. システムセットアップ

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

● 通信ポート

PC と機器を接続するための通信ポートの手動選択を行います。「自動的に通信ポートを検出」を選択した場合は、ソフトウェアはUSBポートをスキャンし、有効なCom#を通信ポートに割り当てます。

● 通信ポート速度(Com Port Speed)

PCと機器の通信スピードを設定します。高速設定(Fast)は高速スキャン速度/短いサンプリング間隔でリアルタイムデータ転送が行えます。標準的な設定(Standard)は互換性に優れています。

● 電源周波数

使用環境に合わせて、電源周波数を設定します。電源周波数の影響を受ける測定法の場合、干渉を少なくするために有効です。

● 電位軸

データプロット時の正の電位軸の向きを、左(Left)または右(Right)から選択します。

● 電流軸

データプロット時の正の電流軸の向きを、上(Up)または下(Down)から選択します。

● 電流極性

データプロット時の正の電流値を、カソード電流(Cathodic)またはアノード電流(Anodic)から選択します。測定前に設定を行わないと、測定結果(ピーク、波形)に反映されません。IUPACの標準形式で表示する場合は、電位軸をPositive Right、電流軸をPositive Up、電流極性をAnodic Positiveと設定してください。

- ウィンドウ

英語で使用する場合はEnglish、日本語を使用する場合はOrientalを選択してください。Orientalを選択すると、Englishを選択した時に比べて文字が大きくなります。Englishウィンドウでは、テクニックの選択フィールドが切詰められる場合があります。Orientalウィンドウは英語のシステムフォントをサポートしておりません。例えば英語の μ は u として表示されます。

- データ長

デフォルトのデータ長は 256 K です。データ長を長くしますと、大きな RAM を必要とし、システムが遅くなり測定中に他のプログラムが動作しなくなる恐れがあります。必要としない場合は変更しないことをお勧めします。

データ長を変更した場合はソフトウェアを終了し、再度起動しなおしてください。この操作を行いませんと、データが壊れる恐れがあります。

長いデータ長でデータを取り込み、保存したが短いデータ長の設定で読込んだ場合、プログラムは壊れることがあります。一旦データ長の設定を行った場合、データ長の変更は行わないで下さい。

- 測定の間修復データを保存する

このオプションをチェックしておきますと、測定中のデータをPCのハードドライブに保存することができます。実験が外部干渉または中断、通信エラーにより正常に終了しなかった場合、データを部分的に回復することができます。スキャン速度が遅い実験などで有効です。

- 現在のデータを無効の警告

新たな測定を行うまたは既存ファイルを開く前に実験データが保存されていない場合、未保存のデータは失われます。このオプションはデータが失われる前にシステムが警告メッセージを表示します。

- テキストファイルとして保存する

通常バイナリファイル(.bin)で保存されます。バイナリファイルは多くの情報(実験のコントロール情報)を含み、データサイズも小さくなります。チェックを入れると、バイナリ形式を保存する時にテキスト形式としても保存します。

- 通信ポートの設定

PC と機器を接続するための通信ポートの設定を行います。

- ADC 校正係数

アナログーデジタルコンバーター (ADC) 校正係数は機器の不揮発性メモリーに保存されます。ADC 校正は出荷前に行われています。ADC 校正を行いたい場合、このコマンドを使用してください。ADC校正が成功すると、新しい校正係数が古い校正係数に置き換わります。それ以外の場合は、古いものが保持されます。

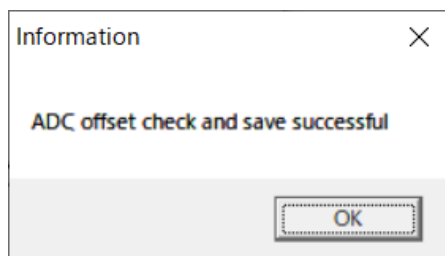


図 5-3-2. ADC 校正係数

5-4. ハードウェアテスト

「セットアップ」-「ハードウェアテスト」より、装置の動作確認を行います。選択すると、ハードウェアのセルフテストを実行し、テスト後に結果を表示します。

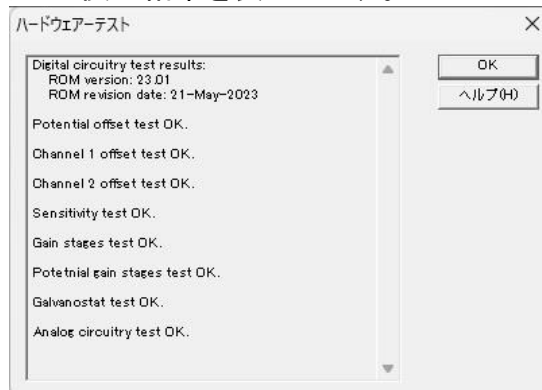


図 5-4-1. ハードウェアテスト例

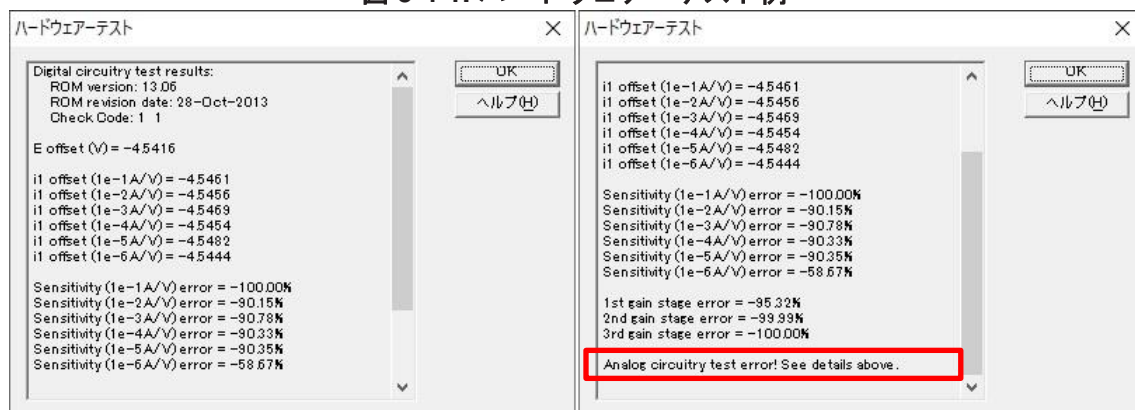


図 5-4-2. ハードウェアテスト エラー例

- Digital Circuitry Test Results(デジタル回路試験結果)

装置のソフトウェアバージョンと改定日を表示します。

- Potential and current offset test(電位・電流オフセットテスト)

電位・電流オフセットテストの結果を表示します。

- Sensitivity scale test(感度スケールテスト)

感度スケールは6つの範囲があり、一定レベルを超えるとエラーを表示します。

- Gain test(ゲインテスト)

ゲインは3レンジあります。エラーが1%を超えるとエラーを表示します。

- Galvanostat test(ガルバノスタットテスト)

ガルバノスタットへの切替え、電流制御をテストします。

- Analog Circuitry Test Results(アナログ回路試験結果)

アナログ回路試験の結果を表示します。エラーが検出されない場合は"Analog circuitry test OK"のみ表示します。エラーを表示した場合、テストを数回繰り返し実行し、エラー内容が同一かを確認してください。エラー内容を記録し、販売代理店にご連絡ください。

注

1. セルケーブルを電極・サンプル溶液などに接続してハードウェアテストを行うと、エラーが出る場合があります。

6章 コントロールメニュー

ツールバーのコントロールメニューから選択可能な機能をご紹介します。

6-1. 測定

「コントロール」-「測定」より、測定を開始するためのコマンドです。静止時間、析出時間、前処理の設定を省略する際に使用されます。



図 6-1-1. ツールバー

測定を実行後、測定開始前に自動で以降の確認を行います。装置との接続確認を行い、接続が確認できない場合はコマンドが終了し、エラーメッセージを表示します。次に、実験パラメータのチェックを行い、設定が適切でない場合、コマンドは終了し、エラーメッセージを表示します。

測定のリアルタイム表示が可能です。データ取り込み速度がデータ転送速度よりも早い場合、測定終了後に表示されます。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

6-2. 待機 / 再開

「コントロール」-「待機 / 再開」より、測定の一時停止、再開を行うためのコマンドです。タイムベースの測定(i-t)では使用できません。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

6-3. 測定停止

「コントロール」-「測定停止」より、測定を停止するために使用するコマンドです。測定中、繰り返し測定、マクロコマンドを停止する際に使用できます。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。



図 6-3-1. ツールバー

6-4. スキャン反転

「コントロール」-「スキャン反転」より、CV測定中にポテンシャルのスキャンを反転するためのコマンドです。このコマンドを押すとスイープセグメントが反転します。測定中に使用するとピーク検索などのデータ解析は使用できなくなります。このコマンドは他のテクニックでは機能しません。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

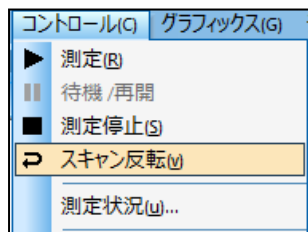


図 6-4-1. ツールバー

6-5. 測定状況

「コントロール」-「測定状況」より、測定に関連する設定を行うために使用します。

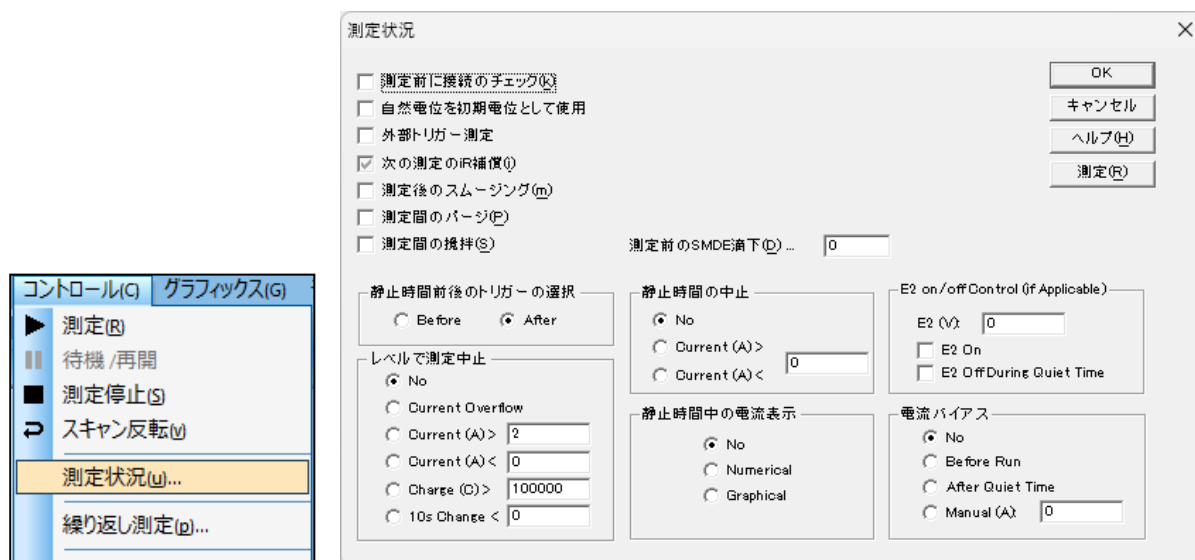


図 6-5-1. ツールバー(左)、測定状況(右)

● 測定前に接続のチェック

測定前にカウンター、参照電極の接続を確認します。いずれかの電極が接続されていない場合は、警告メッセージが表れます。ポテンシostatのオープンループによる作用電極への不注意による損傷を防ぎます。警告が表れたら、接続のチェックを行ってください。

● 自然電位を初期電位として使用

測定前にオープンサーキットポテンシャルを実行し、測定した電位を初期電位として使用します。

● 測定後スムージング

測定後に自動でスムージングを行います。このオプションは、「データ処理」-「スムージング」からon / offにすることも可能です。データ処理からスムージングモードを最小二乗法またはフーリエ変換に設定できます。

● 静止時間の中止

電流または電荷が特定の値に達する(またはオーバーフローする)と、データサンプリング前の

静止時間を中止します。Noを選択した場合、測定は最後まで行われます。

- レベルで測定中止

電流または電荷が特定の値に達する(またはオーバーフローする)と、測定は自動的に終了します。電極は過電流から保護されます。

No : 最後まで測定を実施。

Current Overflow : 電流がオーバーフローした場合、測定を中止。

Current(A)> : 指定した値より電流が大きい場合、測定を中止。

Current(A)< : 指定した値より電流が小さい場合、測定を中止。

Charge(C)> : 指定した値より電荷が大きい場合、測定を中止。

10s Change< : 10 秒後の信号変化が指定した値より小さい場合、測定を中止。

測定開始して10秒間経過後から信号の変化をサンプリング間隔毎にチェックします。応答時間はサンプリング間隔と同じです。データが読み取った後、10秒前にサンプリングされたデータポイントと比較し、差分をチェックします。差分が指定された値(電流の場合はA、電位の場合はV)よりも小さい場合、測定を中止します。このオプションはタイムベースの測定(CA, BE, i-t, DPA, DDPa, TPA, IMPT, CP) にのみ有効です。

- 外部トリガー測定

機器の背面のセルコントロール端子からの外部トリガー信号によって測定を開始します。ピンの割り当ては「[3-8.セルコントロール端子](#)」を参照してください。

- 測定の間攪拌

測定と測定の間攪拌を行う場合に選択します。

- 測定の間パージ

測定と測定の間パージを行う場合に選択します。

- 静止時間前後のトリガーの選択

トリガー入力信号による静止時間の前(Before)または静止時間の後(After)に測定開始を選択します。

- 静止時間中の電流表示

静止時間中の電流を数値(Numerical)またはグラフ(Graphical)で表示することができます。電流を正しく読み取るために感度スケールが自動的に調整されます。Noを選択すると、静止時間中に電流は表示されず、感度は測定中と同じです。

6-6. 繰り返し測定

「コントロール」-「繰り返し測定」より、繰り返し測定の設定を行います。

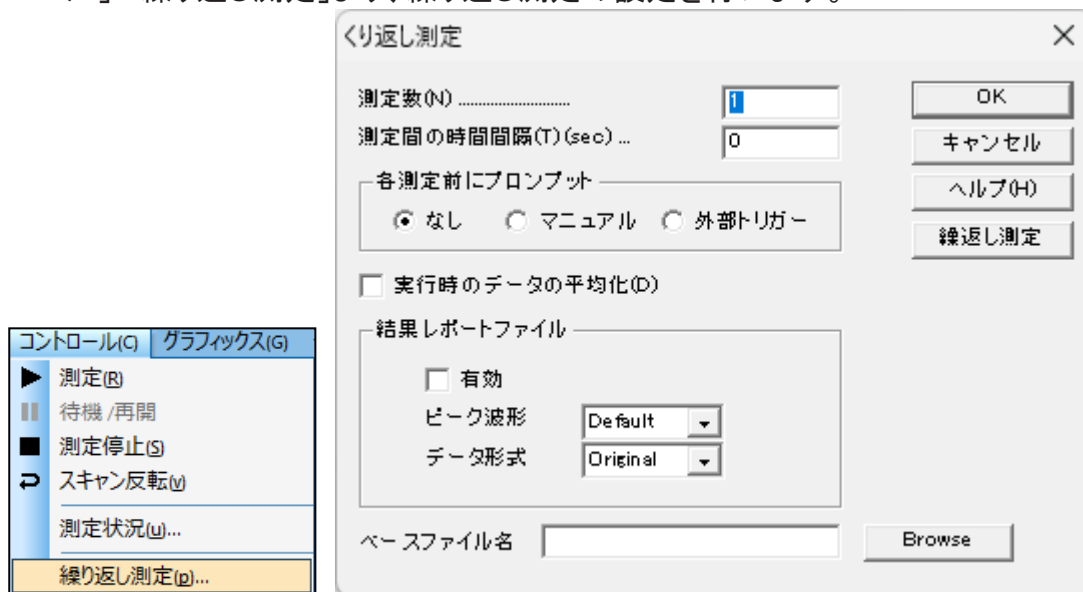


図 6-6-1. ツールバー(左)、繰り返し測定(右)

● 測定数

測定数を入力します。パラメータ範囲は 1 ～ 999,999 です。

● 測定間の時間間隔

2つの連続した測定間の遅延時間を指定します。各測定前にプロンプトが有効になっている場合、このパラメータは無視されます。

● 各測定前にプロンプト

マニュアルを選択すると、(一回目の測定を除く)各測定の前にメッセージボックスを表示し、機器は応答があるまで待機します。

外部トリガーを選択すると、各測定の前に外部信号の待機状態になります。外部トリガー信号は active low で、機器の背面のセルコントロール端子の pin 13 に接続します。

マニュアルまたは外部トリガーを選択している場合、時間間隔の設定は無効となります。

● 実行時のデータの平均化

繰り返し測定 of データを平均化し、ファイル名 0 として保存します。

● 結果レポートファイル

ファイルを作成する場合、有効を選択します。ピーク波形は、デフォルト(Default)、ガウス波形(Gaussian)、拡散波形(Diffusive)、シグモイド波形(Sigmoidal)の中から選択を行ないます。CV, LSV の場合拡散波形を選択します。

データ形式はオリジナル(Original)、半微分(Semi-Derivative)、微分(Derivative)の中から選択を行ないます。通常オリジナルを選択してください。定量性を向上させるためには微分、半微分処理を行なうことで正確なピーク電位を検索できます。

● ベースファイル名

Browseをクリック、または、ベースファイル名を入力します。最大 5 文字まで入力できます。測定後にデータは保存されます。測定数はベースファイル名に追加されます。例えば、ベースファイル名 N となり、N は測定数(1 ～ 9999)です。ベースファイル名が指定されていない場合、警告を表示します。続行すると、データを保存せずに測定を開始します。

6-7. マルチプレクサ

「コントロール」-「マルチプレクサ」より、マルチプレクサの設定を行います。ALSモデル684マルチプレクサーと接続し、測定を行う際に使用する機能です。

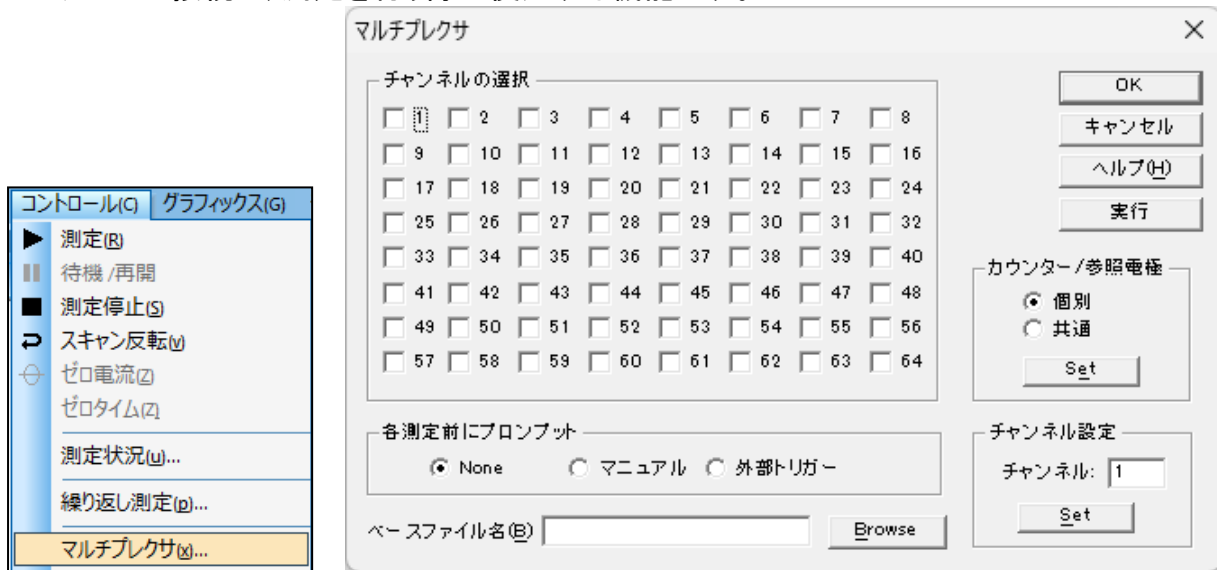


図 6-7-1. ツールバー(左)、マルチプレクサ(右)

● チャンネルの選択

チャンネルをクリックして有効/無効を切り替えます。チャンネル番号を超えて選択した場合、そのチャンネルは無効です。

● 各測定前にプロンプト

「マニュアルを選択すると、(一回目の測定を除く)各測定の前にメッセージボックスを表示し、機器は応答があるまで待機します。

外部トリガーを選択すると、各測定の前に外部信号の待機状態になります。外部トリガー信号はactive low で、機器の背面のセルコントロール端子のpin 13 に接続します。

● ベースファイル名

Browseをクリック、または、ベースファイル名を入力します。最大 5 文字まで入力できます。測定後にデータは保存されます。ベースファイル名にチャンネル数が追加されます。例えば、ベース ファイル名を「test」に設定し、チャネル 3、8、23、58 を選択した場合、データは test3.bin、test8.bin、test23.bin、test58.bin として保存します。ベースファイル名が指定されていない場合、警告を表示します。続行すると、データを保存せずに測定を開始します。

● チャンネル設定

任意のチャンネルを選択し、特定のチャネルに対して実験を実行できます。

● 実行

マルチプレクサを使用して、選択したチャネルの実験を実行します。このコマンドを実行する前に実験条件を設定する必要があります。

6-8. マクロコマンド

「コントロール」-「マクロコマンド」より、マクロコマンドの設定を行います。指定した順序で一連のコマンドを実行することができ、測定を自動的に行う場合に有効です。

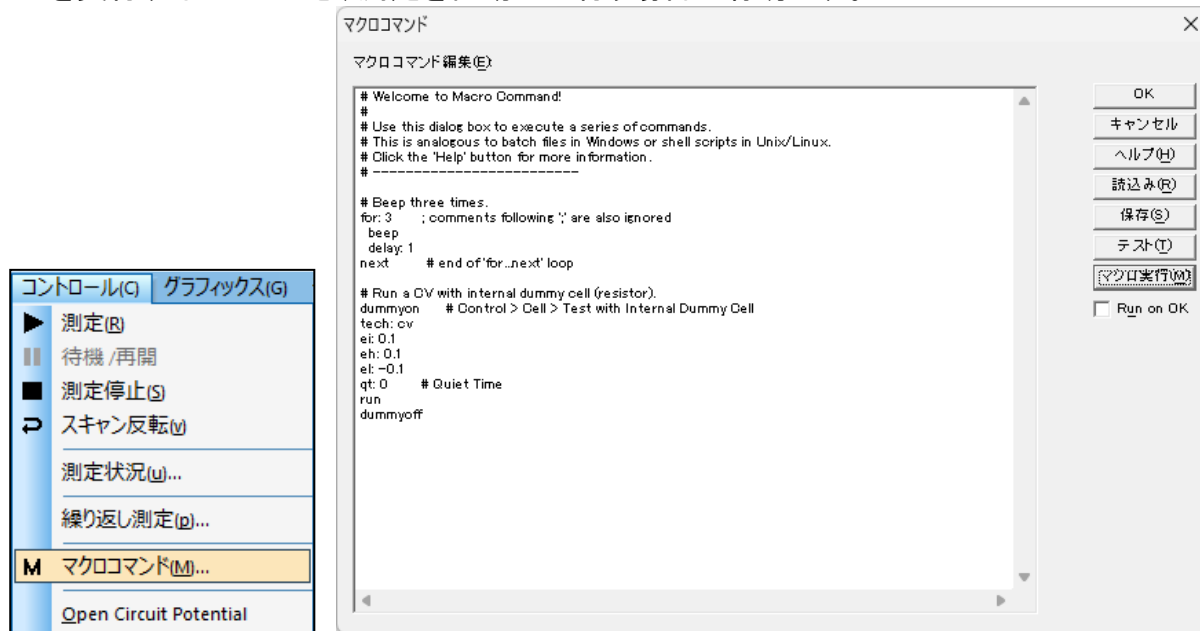


図 6-8-1. ツールバー(左)、マクロコマンド(右)

- 読み込み

保存したマクロコマンドを読み込むことができます。

- 保存

マクロコマンドで編集したファイルを保存します。

- テスト

マクロコマンドをテストします。マクロコマンドが正しい場合はテストが成功したとのメッセージを表示します。エラーが検出された場合はエラー内容を表示します。

- マクロ実行

マクロコマンドを実行します。実行する前に自動でマクロコマンドとパラメータ範囲を確認します。エラーが検出された場合、マクロコマンドを終了し、警告メッセージを表示します。

- マクロコマンド編集

編集ボックスにコマンドを入力します。各コマンドは1行ごとに入力します。大文字と小文字は区別されず、スペースは無効です。

コマンドの後にパラメータを必要とする場合、コロン ":" または等号 "=" を使用して、パラメータを区切ります。セミコロン ";" または、ハッシュ記号 "#" に続くテキストは無視されます(インラインコメント)。

表 6-8-1. コマンド機能の説明(基本)

コマンド	パラメータ	説明
tech	string	電気化学テクニックの選択
folder	string	ファイルを保存する場所を指定する: 例: C:\als\test
run		測定開始
save	string	データをファイルに保存。For Next ループで使用する場合、ファイル名は 5 文字の入力のみとなり、ループ番号(1-999)がファイル名に追加
tsave	string	データをテキストファイルとして保存
macrotest		マクロの内容を実行せずチェックのみ行う。
end		マクロの最後。以降の行にコマンドが入力されていても実行されない
for	1 - 999	next ループの場合、1 層のみ許可。
next		for.....next ループの場合
delay	1 - 32,000	コマンド間の遅れ
purge	1 - 32,000	任意の時間のパージ
stir	1 - 32,000	任意の時間の攪拌
stiron		Stir オン
stiroff		Stir オフ
cellon		測定の間 cell on
celloff		測定の間 cell off
rdeon		RDE オン(回転電極装置を回転させる)
rdeoff		RDE オフ(回転電極装置の回転を停止する)
rdedepositionon		ストリッピング法で使用する場合、析出期間中に RDE オン
rdedepositionoff		ストリッピング法で使用する場合、析出期間中に DE オフ
rdequieton		静止時間中に RDE オン
rdequietoff		静止時間中に RDE オフ
rderunon		測定中に RDE オン
rderunoff		測定中に RDE オフ
rdebetweenrunon		測定間に RDE オン
rdebetweenrunoff		測定間に RDE オフ
rpm	0 ~ 10,000	回転速度(rpm)を指定する
rpmincr	0 ~ 1,000	回転速度(rpm)の増分を指定する。for.....next ループの中に組み込んで使用する
rpmsqrt	0 ~ 100	回転速度(rpm)の平方根を指定する 例 rpmsqrt:20 のとき 400rpm で回転
rpmsqrtincr	0 ~ 10	回転速度(rpm)の平方根の増分を指定する for.....next ループの中に組み込んで使用する
specon		SEC2020 スペクトロメーターシステムと接続時、Cell Control ポートの Pin#9 を High にする
specoff		SEC2020 スペクトロメーターシステムと接続時、Cell Control ポートの Pin#9 を Low にする
dummyon		コントロール >セル> 内部ダミーセルで試験オン
dummyoff		コントロール >セル> 内部ダミーセルで試験オフ
mch	1 ~ 64	マルチプレクサのチャンネルの選択
machn		Next.....loop を使用した場合のマルチプレクサのチャンネルの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位
eh	-10 ~ +10	CV, CA, CP の高電位リミットの設定
el	-10 ~ +10	CV, CA, CP の低電位リミットの設定
ef	-10 ~ +10	スweepテクニックと PSA の最終電位の設定
eio		OCP を初期電位と使用。初期電位(ei)を入力すると、コマンドはオフ。
fullcycleon		CV フルサイクル(スキャンサイクル終了)を有効にする
fullcycleoff		CV フルサイクル(スキャンサイクル終了)を無効にする
v	$1 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^4$	スキャン速度
incre	0.01 ~ 0.05	電位増加分
sens	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間
ht	0 ~ 100,000	最終電位保持時間
pw	$1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^3$	パルス幅
amp	0.001 ~ .5	交流またはパルス振幅
sw	$1 \times 10^{-4} \sim 50$	サンプリング幅
prod	0.01 ~ 50	サンプリング期間
freq	1 ~ 100,000	周波数

smoden		ストリッピングモードを有効にする
smodoff		ストリッピングモードを無効にする
depeon		ストリッピングモードでの析出電位をオン
depeoff		ストリッピングモードでの析出電位をオフ
depe	-10 ~ +10	析出電位
dept	1 ~ 100,000	析出時間
initeon		測定後初期電位に戻る
initeoff		測定後最終電位を保つ
ircompon		マニュアル iR 補償を有効にする
ircompoff		マニュアル iR 補償を無効にする
mir	0 ~ 1×10 ⁹	マニュアル iR 補償の抵抗(ohm)
pcon		前処理をオン
pcoff		前処理をオフ
pce1	-10 ~ +10	前処理の第一ステージの電位
pce2	-10 ~ +10	前処理の第二ステージの電位
pce3	-10 ~ +10	前処理の第三ステージの電位
pct1	0 ~ 6,400	前処理の第一ステージの時間
pct2	0 ~ 6,400	前処理の第二ステージの時間
pct3	0 ~ 6,400	前処理の第三ステージの時間

表 6-8-2. コマンド機能の説明(Bipotentiostat)

コマンド	パラメータ	説明
e2on		第二電極を有効にする(データ記録なし)
e2off		第二電極を無効にする
i2on		第二電極を有効にして電流を記録する
i2off		第二電極を無効にする
e2	-10 ~ +10	第二電極の初期電位(第二電極を定電位に保持する)
e2scan		第二電極のスキャン、あるいはステップを有効にする(印加電位は第一電極と同じ)
e2d	-0.2 ~ 0.2	電位スキャンまたはステップ中の第一電極と第二電極間の差分電位
e2dscan		第二電極のスキャン、あるいはステップを有効にする(第一電極と第二電極間を一定の電位差にしながらかスキャンする)
sens2	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	第二電極の感度

表 6-8-3. コマンド機能の説明(CV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	cv	サイクリックボルタンメトリーを選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
eh	-10 ~ +10	高電位リミット(V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット(V)
pn	'p' or 'n'	初期電位方向切り替え
v	1×10 ⁻⁶ ~ 1×10 ⁴	スキャン速度(V/s)
cl	1 ~ 1,000,000	セグメント数
si	0.001 ~ 0.064	サンプル間隔(V)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度(A/V)
autosens		0.01 V/s 以下のスキャン速度の場合、自動感度

表 6-8-4. コマンド機能の説明(LSV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	lsv	リニアスイープボルタンメトリーを選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
v	1×10 ⁻⁶ ~ 2×10 ⁴	スキャン速度(V/s)
si	0.001 ~ 0.064	サンプル間隔またはデータ保存間隔
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10 ⁻¹² ~ 0.1	感度(A/V)
autosens		0.01 V/s 以下のスキャン速度の場合、自動感度

表 6-8-5. コマンド機能の説明(SCV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	scv / scp / scsv	階段状ボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
sw	0.0001 ~ 50	サンプリング幅(s)
prod	0.001 ~ 2,500	ステップ期間(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-6. コマンド機能の説明(TAFEL)

コマンド	パラメータ	説明
tech	tafel	ターフェルプロットの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
cl	1 ~ 2	セグメント数
ht	0 ~ 100,000	最終電位保持時間(s)
v	1×10^{-6} ~ 0.1	スキャン速度(V/s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)
autosens		0.01V/s 以下のスキャン速度の場合、自動感度

表 6-8-7. コマンド機能の説明(CA)

コマンド	パラメータ	説明
tech	ca	クロノアンペロメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
eh	-10 ~ +10	高電位リミット(V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット(V)
pn	'p' or 'n'	初期電位方向切り替え
cl	1 ~ 320	ステップ数
pw	1×10^{-4} ~ 1,000	パルス幅(s)
si	4×10^{-7} ~ 10	サンプリング間隔(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-8. コマンド機能の説明(CC)

コマンド	パラメータ	説明
tech	cc	クロノクーロメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
cl	1 ~ 320	ステップ数
pw	1×10^{-4} ~ 1,000	パルス幅(s)
si	1×10^{-6} ~ 10	サンプリング間隔(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-9. コマンド機能の説明(DPV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	dpv / dpp / dpsv	微分パルスボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
amp	± 0.001 ~ ± 0.5	パルス振幅(V)
pw	0.001 ~ 10	パルス幅(s)
sw	1×10^{-4} ~ 10	サンプリング幅(s)
prod	0.01 ~ 50	パルス期間
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-10. コマンド機能の説明(NPV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	npv / npp / npsv	ノーマルパルスボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
pw	0.001 ~ 10	パルス幅(s)
sw	1×10^{-4} ~ 10	サンプル幅(s)
prod	0.01 ~ 50	パルス期間
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-11. コマンド機能の説明(DNPV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	dnpv / dnpp / dnpsv	微分ノーマルパルスボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
amp	0.001 ~ 0.5	パルス振幅(V)
pw1	0.001 ~ 10	一次パルス幅(s)
pw2	0.001 ~ 10	二次パルス幅(s)
sw	1×10^{-3} ~ 5	サンプル幅(s)
prod	0.05 ~ 50	パルス期間
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-12. コマンド機能の説明(SWV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	swv / swsv	矩形波ボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
amp	0.001 ~ 0.5	矩形波振幅(V)
freq	1 ~ 100,000	矩形波周波数(Hz)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-13. コマンド機能の説明(ACV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	acv / acp / acsv	交流ボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
amp	0.001 ~ 0.5	交流波振幅(V)
freq	1 ~ 10,000	交流波周波数(Hz)
prod	1 ~ 65	サンプル期間(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)
autosens		自動感度

表 6-8-14. コマンド機能の説明(SHACV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	shacv / shacp / shacsv	第二高調波交流ボルタンメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
amp	0.001 ~ 0.5	交流波振幅(V)
freq	1 ~ 1000	交流波周波数(Hz)
prod	1 ~ 65	サンプル期間(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-15. コマンド機能の説明(i-t)

コマンド	パラメータ	説明
tech	i-t	アンペロメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
si	4×10^{-7} ~ 50	サンプル間隔(s)
st	$0.001 \sim 5 \times 10^5$	i-t 曲線のトータルサンプル時間
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-16. コマンド機能の説明(BE)

コマンド	パラメータ	説明
tech	be	バルク電気分解の選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
iratio	0 ~ 100	BE の最終電流比(%)
si	0.01 ~ 100	データ表示とデータ保存間隔(s)
bepe	-10 ~ +10	BE の前電解電位(V)
bept	0 ~ 100,000	BE の前電解時間(s)

表 6-8-17. コマンド機能の説明(HMV)

コマンド	パラメータ	説明
tech	hmv	ハイドロダイナミック変調ボルタメトリーの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.05	電位増加分(V)
rpm	0 ~ 10,000	回転速度(rpm)
freq	1 ~ 5	変調周波数(Hz)
modamp	0 - 3,600	変調振幅
cl	1 ~ 10	サイクル数
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)

表 6-8-18. コマンド機能の説明(SSF)

コマンド	パラメータ	説明
tech	ssf	スイープステップファンクションの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
si	0.001 ~ 0.05	スイープサンプル間隔(V)
st	0.0001 ~ 1	ステップサンプル間隔(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)
ei1 / ei2 / ei3 / ei4 / ei5 / ei6	-10 ~ +10	Sequence 1, 3, 5, 7, 9, 11 (スイープ)の初期電位(V)
ef1 / ef2 / ef3 / ef4 / ef5 / ef6	-10 ~ +10	Sequence 1, 3, 5, 7, 9, 11 (スイープ)の最終電位(V)
v1 / v2 / v3 / v4 / v5 / v6	1×10^{-4} ~ 50	Sequence 1, 3, 5, 7, 9, 11 (スイープ)のスキャン速度(V)
es1 / es2 / es3 / es4 / es5 / es6	-10 ~ +10	Sequence 2, 4, 6, 8, 10, 12 (ステップ)のステップ電位(V)
st1 / st2 / st3 / st4 / st5 / st6	0 ~ 10,000	Sequence 2, 4, 6, 8, 10, 12 (ステップ)のステップ時間(s)

表 6-8-19. コマンド機能の説明(STEP)

コマンド	パラメータ	説明
tech	step	マルチポテンシャルステップの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
cl	1 ~ 10,000	サイクル数
si	0.0001 ~ 1	サンプル間隔(s)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
sens	1×10^{-12} ~ 0.1	感度(A/V)
es1 / es2 / es3 / es4 / es5 / es6	-10 ~ +10	ステップ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 のステップ電位(V)
st1 / st2 / st3 / st4 / st5 / st6	0 ~ 10,000	ステップ 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 のステップ時間(s)

表 6-8-20. コマンド機能の説明(IMP)

コマンド	パラメータ	説明
tech	imp	交流インピーダンスの選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
fl	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^5$	低周波数(Hz)
fh	$1 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^6$	高周波数(Hz)
amp	$1 \times 10^{-5} \sim 0.7$	交流振幅(V)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(sec)
sens	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度(A/V)
impautosens		自動感度選択(各周波数範囲の感度設定がすべて"自動"になる)
impsens0 / impsens1 / impsens2 / .../ impsens11	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	1M-3M Hz / 100K-1M Hz / 10K-100K Hz / ... / 0.00001-0.0001 Hz 各周波数範囲でのマニュアル感度
impft		測定モード FT(フーリエ変換)
impsf		測定モード Single Frequency(単一周波数)
ibias	0 ~ 4	測定中のバイアス直流電流
cl1 / cl2 / cl3	1 ~ 25	周波数範囲 0.1-1 Hz / 0.01-0.1Hz / 0.001-0.01Hz
cl4	1 ~ 16	周波数範囲 0.0001-0.001Hz
cl5	1 ~ 4	周波数範囲 0.00001-0.0001Hz のサイクル数を測定

表 6-8-21. コマンド機能の説明(IMPT)

コマンド	パラメータ	説明
tech	impt	インピーダンス-タイムを選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
amp	0.0001 ~ 1.5	交流振幅(V)
freq	$0.0001 \sim 1 \times 10^6$	周波数(Hz)
si	1 ~ 20,000	サンプル間隔(sec)
st	1 ~ 500,000	測定時間(sec)
cl1	1 ~ 100	周波数 10 Hz 以下の場合、繰り返しサイクル
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(sec)
impautosens		感度の自動設定 ("sens"コマンドの内容が打ち消される)
sens	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度(A/V)または自動

表 6-8-22. コマンド機能の説明(IMPE)

コマンド	パラメータ	説明
tech	impe	インピーダンス-電位を選択
ei	-10 ~ +10	初期電位(V)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
incre	0.001 ~ 0.25	増分電位 (V)
amp	0.001 ~ 1.5	交流振幅(V)
freq	$0.0001 \sim 1 \times 10^6$	周波数(Hz)
cl1	1 ~ 100	周波数 10 Hz 以下の場合、繰り返しサイクル
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(s)
impautosens		感度の自動設定 ("sens"コマンドの内容が打ち消される)
sens	$1 \times 10^{-12} \sim 0.1$	感度(A/V)または自動

表 6-8-23. コマンド機能の説明(CP)

コマンド	パラメータ	説明
tech	cp	クロノポテンシオメトリーを選択
ic	0 ~ 0.25	負電流(A)
ia	0 ~ 0.25	正電流(A)
eh	-10 ~ +10	高電位リミット値(V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット値(V)
tc	0.05 ~ 100,000	陰極計測時間(s)
ta	0.05 ~ 100,000	陽極計測時間(s)
pn	"p" または "n"	第一ステップ電流極性
si	0.0025 ~ 32	データ保存間隔(s)
cl	1 ~ 1,000,000	セグメント数
priot		時間優先
prie		電位優先

表 6-8-24. コマンド機能の説明(CPCR)

コマンド	パラメータ	説明
tech	cpcr	クロノポテンシオメリー-電流ランプを選択
ic	0 ~ 0.25	初期電流(A)
ia	0 ~ 0.25	最終電流(A)
v	1×10^{-6} ~ 0.01	電流のスキャン速度(A/s)
eh	-10 ~ +10	高電位リミット(V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット(V)
si	0.0025 ~ 32	データ保存間隔(s)

表 6-8-25. コマンド機能の説明(ISTEP)

コマンド	パラメータ	説明
tech	istep	マルチ電流ステップを選択
eh	-10 ~ +10	高電位リミット(V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット(V)
si	1×10^{-5} ~ 1	サンプル間隔(s)
cl	1 ~ 10,000	サイクル数
is1 / is2 / is3 / ... / is12	-0.25 ~ +0.25	ステップ 1 / 2 / 3 / ... / 12 のステップ電流(A)
st1 / st2 / st3 / ... / st12	0 ~ 10,000	ステップ 1 / 2 / 3 / ... / 12 のステップ時間(s)

表 6-8-26. コマンド機能の説明(PSA)

コマンド	パラメータ	説明
tech	psa	ポテンシオメトリックストリッピング分析を選択
depe	-10 ~ +10	析出電位(V)
dept	0 ~ 100,000	析出時間(sec)
ef	-10 ~ +10	最終電位(V)
i	0 ~ 0.25	PSA で制御した電流
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(sec)

表 6-8-27. コマンド機能の説明(ECN)

コマンド	パラメータ	説明
tech	ecn	電気化学ノイズを選択
si	0.1 ~ 10	サンプル間隔(sec)
st	10 ~ 100,000	測定時間(sec)
qt	0 ~ 100,000	測定前の静止時間(sec)
sens	1×10^{-9} ~ 0.1	電流検出感度
ecni		測定モード電流を測定
ecne		測定モード電位を測定
ecn2		測定モード電流電位の両方を測定
ecngain1 / 10 / 100 / 1000		電位ゲイン 1 / 10 / 100 / 1000

表 6-8-28. コマンド機能の説明(OCPT)

コマンド	パラメータ	説明
tech	ocpt	オープンサーキットポテンシャル-時間を選択
st	0.1 ~ 500,000	測定時間(sec)
eh	-10 ~ +10	高電位リミット (V)
el	-10 ~ +10	低電位リミット(V)

表 6-8-29. マクロコマンドの一例

i-t テクニックを用いた測定法	LSV テクニックによる測定法
tech: i-t st=30 cellon ei = 0 run save: file0 for: 7 ei=-0.2 run save: file1a ei=0 run save: file1b next	tech: lsv ei=-0.2 ef=0.8 v=0.1 sens=1e-5 run save: lsv100 v=0.2 run save: lsv200 v=0.5 run save: lsv500 v=1 run save: lsv1000

6-9. Open Circuit Potential

「コントロール」-「Open Circuit Potential」より、オープンサーキットポテンシャルを測定します。オープンサーキットポテンシャルは、セルに電流が流れない時の作用電極と参照電極の電位です。測定を開始する前の初期状態を確認するために用いられます。研究中の化合物が、酸化または還元性であるかを見分けることができます。

選択すると直後に一瞬だけオープンサーキットポテンシャル測定が行われ、ダイアログボックスに結果を表示します。

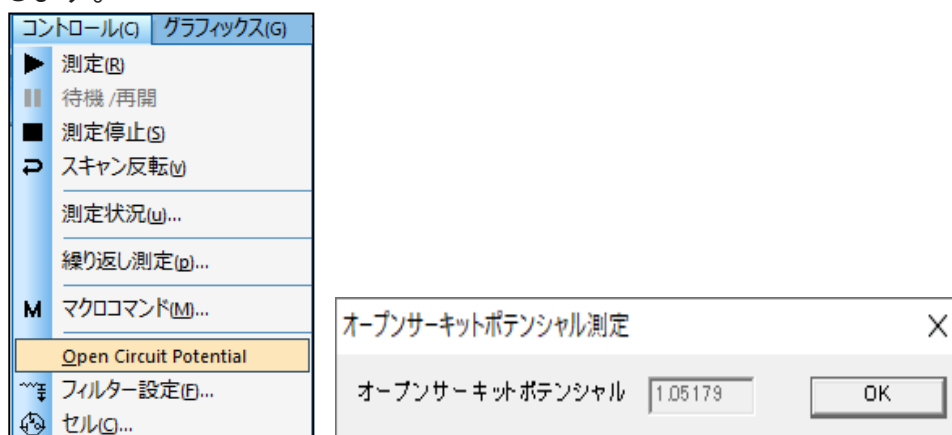


図 6-9-1. ツールバー(左)、Open Circuit Potential(右)

6-10. iR補償

「コントロール」-「iR補償」より、iR補償を行います。溶液抵抗とセル時定数のテスト、ポジティブフィードバックiR補償の自動/手動の切り替えを行います。

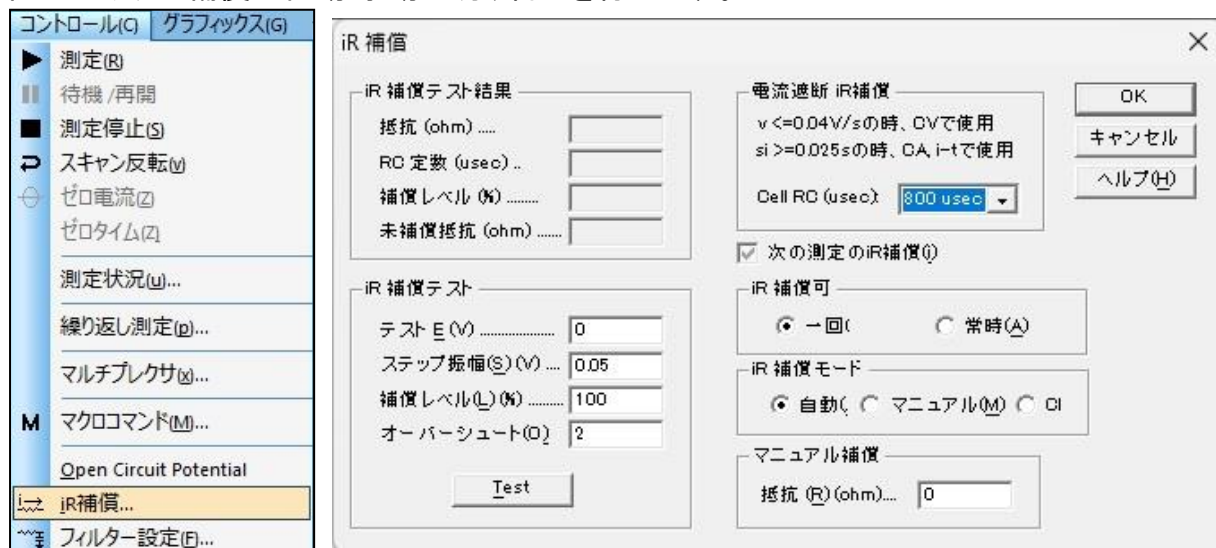


図 6-10-1. ツールバー(左)、iR補償(右)

ALSモデル600F/700Fシリーズでは、ポジティブフィードバックiR補償に加えて、CV、LSV、CA、i-tに限り電流遮断iR補償も可能です。

● iR補償テスト結果

「テスト」ボタンをクリックして、溶液抵抗とセル時定数のテストを実行します。その結果を表示します。未補償抵抗は、測定された抵抗と補償レベルから計算されます。最大許容抵抗補償がI/Eコンバーターのフィードバック抵抗に制限される場合があります。

● iR補償テスト

iR補償テストを実行する前に、各パラメータを指定する必要があります。

パラメータ	範囲	内容
テストE(V)	-10 ~ +10	電気化学反応が起こらないテスト電位。テスト時に関連する電位ステップを適用します。電気化学セルが二重層コンデンサーと直列の溶液抵抗と同等であるとみなせる場合にテストに合格します。
ステップ振幅(V)	0.01 ~ 0.25 推奨: 0.05	電位ステップの大きさ。振幅が大きいほど、信号対雑音比は高くなります。振幅が大きすぎるとファラデー電流が流れる可能性があります。
補償レベル(%)	0 ~ 200 デフォルト: 100	測定された溶液抵抗に基づいて補償する抵抗のパーセンテージ。
オーバーシュート(%)	0 ~ 100 デフォルト: 2	安定性テストの基準。正のフィードバックの量が増加すると、不安定になる可能性があります。ポテンシostatが発振する前に、電位パルスに応じた電流のオーバーシュートが観察されます。許容レベルが高いほど補償レベルも高くなりますが、システムの安定性は悪化します。

「テスト」ボタンをクリックして実行した結果は、iR補償テスト結果に表示されます。

- 次の測定のiR補償

次の測定でiR補償が有効となります。自動補償が設定されていても、iR 補償テストが行っていない場合や感度スケールが変更された場合は、iR 補償を有効にできない場合があります。「コントロール」-「測定状況」から切り替えできます。

- iR補償可

1 回が選択されている場合、次回の測定にのみiR 補償が適用されます。連続して適用する場合、常時を選択します。

- iR補償モード

自動またはマニュアルを選択します。自動を選択する場合、iR補償テスト結果に基づいて適用されます。マニュアルを選択する場合、マニュアル補償に抵抗値を入力する必要があります。電流遮断iR補償 を行う場合はCIを選択します。

- マニュアル補償

iR補償モードでマニュアルを選択した場合、補償する抵抗値を入力します。補償レベルが実際の溶液抵抗に近いか超えている場合、ポテンシオスタットは発振します。最大許容抵抗補償が I/E コンバーターのフィードバック抵抗に制限される場合があります。iR補償モードで自動を選択されている場合は無効です。

- 電流遮断iR補償

ALSモデル600F/700Fシリーズでは、CV、LSV、CA、i-t のみで電流遮断iR補償も可能です。スキャンレートが0.04 V/s未満、またはサンプル間隔が0.025秒以上の場合に機能します。

電流が遮断されると電位は減衰します。セル時定数が小さいと電位の減衰が速くなります。そのため、セル時定数が低い場合は短い時間定数の選択、高い場合は長い時間定数の選択が推奨されます。

- Cell RC

プルダウンからセル時定数を12 usec ～800 usecの範囲で選択できます。

電流遮断iR補償 を行うには、iR補償モードを「CI」に設定し、Cell RC (usec) 時定数を選択します。「次の測定のiR補償」、「一回」、または「常時」に設定することができます。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

6-11. フィルター設定

「コントロール」-「フィルター設定」より、フィルターの設定を行います。

コンデンサーをi/Eコンバーターのフィードバック抵抗に接続して、ローパスRCフィルターを形成することができます。これにより、高周波数ノイズを除くことができます。

これらのフィルターは測定中のノイズを低減するのに有効です。ダイアログボックスからフィルターパラメータを設定します。

フィルターの適切な設定は、測定の種類とタイムスケールを考慮する必要があります。適切な設定がわからない場合は、Automaticを選択してください。Automaticを選択するとデフォルト設定になります。

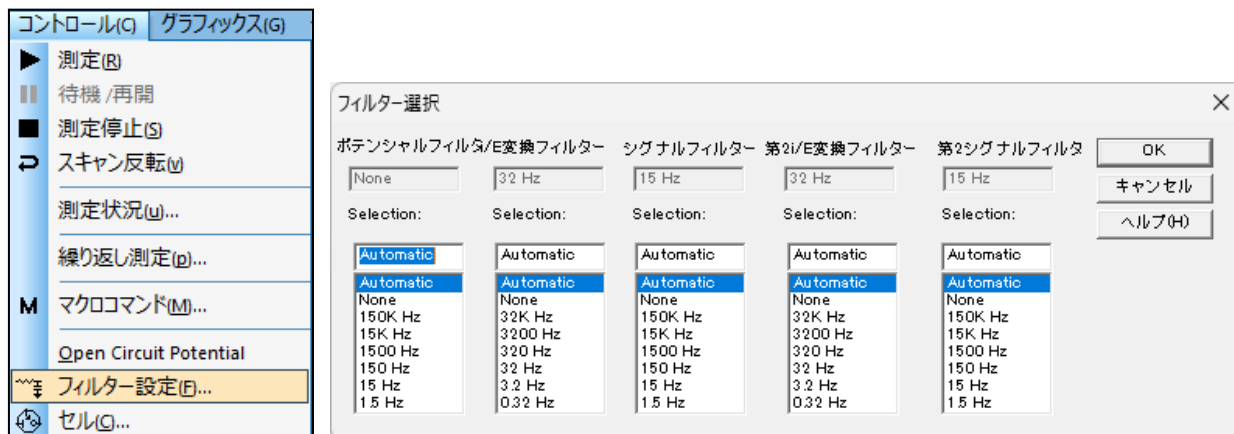


図 6-11-1. ツールバー(左)、フィルター設定(右)

● ポテンシャルフィルター

灰色で表示されているボックスは、ポテンシャルフィルターの設定値を表示します。

選択リストから、カットオフ周波数を選択してください。ポテンシャルフィルターは、2次ベッセルフィルタであり、波形を整えるために使用されます。

● i/E 変換フィルター

灰色で表示されているボックスは、i/E(電流 - 電圧)変換のフィルターの設定値を表示します。

選択リストから、カットオフ周波数を選択してください。i/E 変換フィルターは、電流/電圧変換器(i/E)と併用される RC フィルターです。

一部のカットオフ周波数は選択できない場合があります。設定された感度スケールに対して i/E 変換器のフィードバック抵抗が固定されており、RC フィルターと組み合わせたときに特定のカットオフ周波数に到達できないためです。例えば、低い(高い)感度スケールでは、比較的低い(高い)カットオフ周波数を選択できない場合があります。感度スケールを変更することで、目的のカットオフ周波数を選択できる場合があります。

● シグナルフィルター

灰色で表示されているボックスは、シグナルフィルターの設定値を表示します。

選択リストから、シグナルフィルターのカットオフ周波数を選択してください。シグナルフィルターは2次ベッセルローパスフィルタです。

“第2”の列は、バイポテンショスタットのデュアルチャンネル測定に適用されます。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

6-12. セル

「コントロール」-「セル」より、パージ、攪拌、および電気化学洗浄の設定を行います。



図 6-12-1. ツールバー(左)、セル(右)

- 攪拌ラインのコントロールレベル

攪拌ライン制御信号は、アクティブハイ(BAS)またはアクティブロー(PAR)として設定できます。

- 即時攪拌

即時攪拌時間を設定します(1 ~ 32767)。攪拌ボタンをクリックして、即時攪拌を有効にします。

- 即時パージ

即時パージ時間を設定します(1 ~ 32767)。パージボタンをクリックして、即時パージを有効にします。

- 即時 Cell On

セル電位(-10 ~ +10)とCell On時間(1 ~ 32767)を設定します。Cell Onボタンをクリックして電極を設定された電位、時間で安定させます。

- 2A Amplifier Pwr Dissipation Reduction

ALSモデル680* パワーブースターに接続されたポテンシostat、またはALSモデル1100D シリーズで機能します。デフォルトはオンです。内部の5 Ωの抵抗器がカウンター電極と直列状態になります。そうすることで、パワーアンプ全体の電圧降下の減少、熱の低減、出力の保護を行います。電流が大きい場合にコンプライアンス電圧を下げる場合があります。セルが抵抗の場合、カウンター電極と作用電極の間の電圧が高くなる可能性があります。10V より高い場合は、コンプライアンス電圧を確保するためにチェックを解除できます。

- 測定前のSMDE滴下

静止水銀滴下電極(SMDE)を使用する時、測定前に新しい滴を形成するために滴下信号とロック信号を組み合せます。パラメータのデフォルト値は1、パラメータ範囲は0~20です。0に設定すると、前の測定で使用した滴下条件が使用されます。キャピラリーに気泡が付着し接触不良が起きる場合は、前滴下を1以上にすると有効な場合があります。「コントロール」-「測定状況」から変更できます。

- 安定化コンデンサー

カウンター電極と参照電極の間に接続できる 0.1 μF の安定化コンデンサーがあり、ポテンシostatを安定化させることができますが、システムの速度が若干低下します。バルク電気分解など、作用電極の二重層静電容量が大きい場合、または高度な iR 補償が必要な場合に使用します。

- 水銀滴採取

水銀滴を採取して秤量を行います。採取する滴下数(1～1,000の範囲)、滴の時間間隔(0.5～10)を指定し「採取」ボタンを押すと、採取を開始します。

- 4電極

4 電極モードに設定するには、このボックスをオンにします。使用しない場合はオフにしてください。電位が制御できなくなり電極が損傷する可能性があります。

第4 電極は、ワニロクリップ、コネクタ、リレー、および回路基板のトレースの接触抵抗による電圧降下を検出に使用します。接触抵抗は約 0.2～0.3 Ω になる可能性があり、電流が250 mA の場合に50～75 mV の電圧降下を引き起こすことがあるため、低インピーダンスのセル(バッテリーなど)の測定ができなくなります。第4電極を追加することで接触抵抗の影響がなくなり、低インピーダンスのセルも測定が可能になります。

4 電極モードは液/液界面の測定にも使用できます。電気化学セルの構成は参照電極2本、カウンター電極2本です。1番目の液相では、ワニロクリップの赤をカウンター電極、白を参照電極に接続します。2番目の液相では、ワニロクリップの緑をカウンター電極、黒を参照電極に接続します。

- 測定間の攪拌

測定間の攪拌を有効にするには、このボックスをオンにします。このオプションは、「コントロール」-「測定状況」を使用してオンまたはオフにすることもできます。

- 測定間のパージ

この項目をチェックすると測定間のパージを有効にします。「コントロール」-「測定状況」からこの機能をオン/オフにすることもできます。

- 同時に攪拌とパージ

この項目をチェックすると攪拌とパージを同時に有効にします。

- 内部ダミーセルで試験

内部にダミーセルとして 1 k Ω の抵抗器を搭載しています。このオプションをチェックすると、セルはオンにならない代わりに内部ダミーセルを測定に使用します。このオプションは機器の動作試験用です。

- 測定間の Cell On

デフォルトでは測定中オン、測定後オフとなります。この項目をチェックすると、測定後にセルが接続されます。セルオン時、不適切な手順でセルを接続または切断すると、電極が損傷する場合があります。接続する場合は最初に参照電極とカウンター電極を接続し、取外す場合は作用電極を最初に取外します。

- 測定後初期電位に戻る

測定後に初期電位に戻ります。それ以外の場合、電位は前の測定の最終値になります。測定の間Cell Onをチェックしている場合のみ意味があります。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

6-13. ステップファンクション

「コントロール」-「ステップファンクション」より、連続矩形波を発生するためのコマンドです。電極処理や作用電極面の電気化学クリーニングなどに使用します。

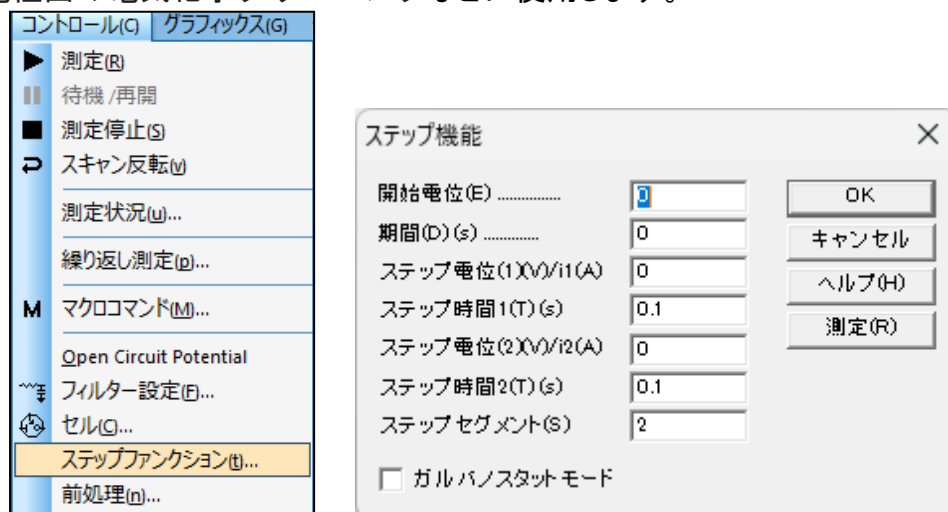


図 6-13-1. ツールバー(左)、ステップファンクション(右)

表 6-13-1. ステップファンクションパラメータ

パラメータ	範囲	内容
開始電位	-10 ~ 10	開始電位
期間(s)	0 ~ 100000	開始電位の期間
ステップ電位(V) / (A)	-10 ~ 10	第1(E1) / 2(E2)ステップの電位
ステップ時間(s)	0.0001 ~ 100000	第1 / 2ステップの期間
ステップセグメント	1 ~ 2,000,000,000	半サイクルを1セグメントとして設定
ガルバノスタートモード	チェックまたは未チェック	ガルバノスタートモードのオンオフ

● 測定

測定ボタンを押すと、ステップファンクションジェネレーターが動きます。ステータスボックスはステップ数、残りのステップ、時間を示しながら表示します。停止ボタンを押しますと、この機能をキャンセルします。データの取得、表示はされません。

注

1. 開始電位、第1、2ステップ電位の間の電位範囲は13.1V未満である必要があります。
2. 開始電位期間が0.001秒未満の場合、開始電位は無視されます。
3. ステップは、ステップ電位1、ステップ電位2、ステップ電位1、ステップ電位2、...の順で適用されます。最終的な電位は、セグメントが奇数の場合はステップ電位1、偶数の場合はステップ電位2になります。

6-14. 前処理

「コントロール」-「前処理」より、測定する前に作用電極の処理を行うためのコマンドです。これは電極洗浄などに有効です。前処理は析出または静止時間の前に実行します。作用電極は、最大3つの電位ステップで処理されます。

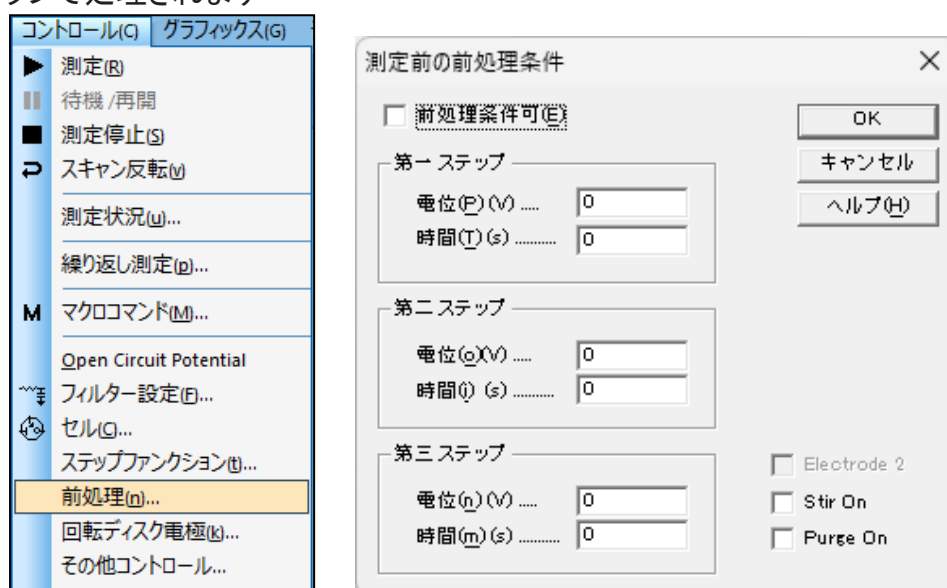


図 6-14-1. ツールバー(左)、前処理(右)

- 前処理条件可

前処理は析出または静止時間の前に行います。前処理を無効にする場合はボックスからチェックを外します。

- 電位

パラメータ範囲は -10 ~ 10 です。

- 時間

パラメータ範囲は 0 ~ 6,400 です。0に設定すると、特定のステップがスキップされます。時間設定は 1 msec未満の0以外の値が指定されている場合、時間制御が正確でない可能性があります。

- 攪拌 On

このボックスにチェックをいれると、前処理中に攪拌します。

- パージ On

このボックスにチェックをいれると、前処理中にパージします。

6-15. 回転ディスク電極制御

「コントロール」-「回転ディスク電極制御」より、回転ディスク電極の回転速度を設定するためのコマンドです。

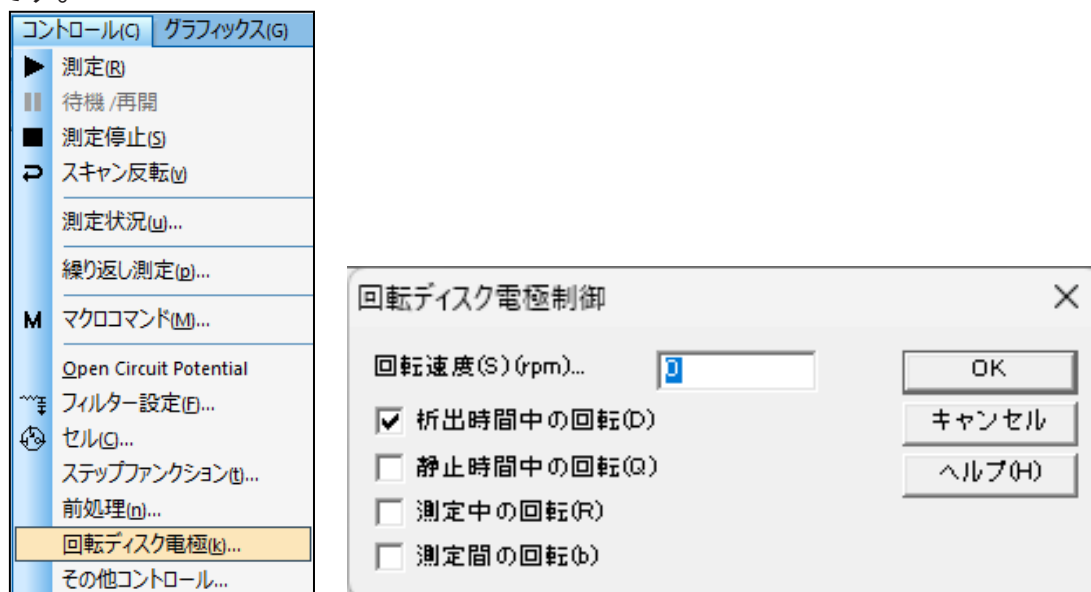


図 6-15-1. ツールバー(左)、回転ディスク電極制御(右)

- 回転速度(rpm)

回転ディスク電極の速度を設定します。パラメータの範囲は0～10,000です。装置背面のグラウンド端子、RDE端子から、0～10,000回転速度に対応する0～10 Vの電圧を出力します。

- 析出時間中の回転

このボックスにチェックをいれると、ストリッピングモードでの析出中回転します。

- 静止時間中の回転

このボックスにチェックをいれると、静止時間中回転します。

- 測定中の回転

このボックスにチェックをいれると、測定中回転します。

- 測定間の回転

このボックスにチェックをいれると、測定と測定の間回転します。

6-16. その他コントロール

「コントロール」-「その他コントロール」より、分光電気化学測定を行う際にスペクトロメーターを制御するためのコマンドです。CV, LSV, i-t, BE, CP, STEP, SSF, ISTEPのテクニックで機能します。

機器背面のセルコントロール端子のPin#9からの出力を利用して、スペクトロメーターを制御します。ピンの割り当ては「[3-8.セルコントロール端子](#)」を参照してください。

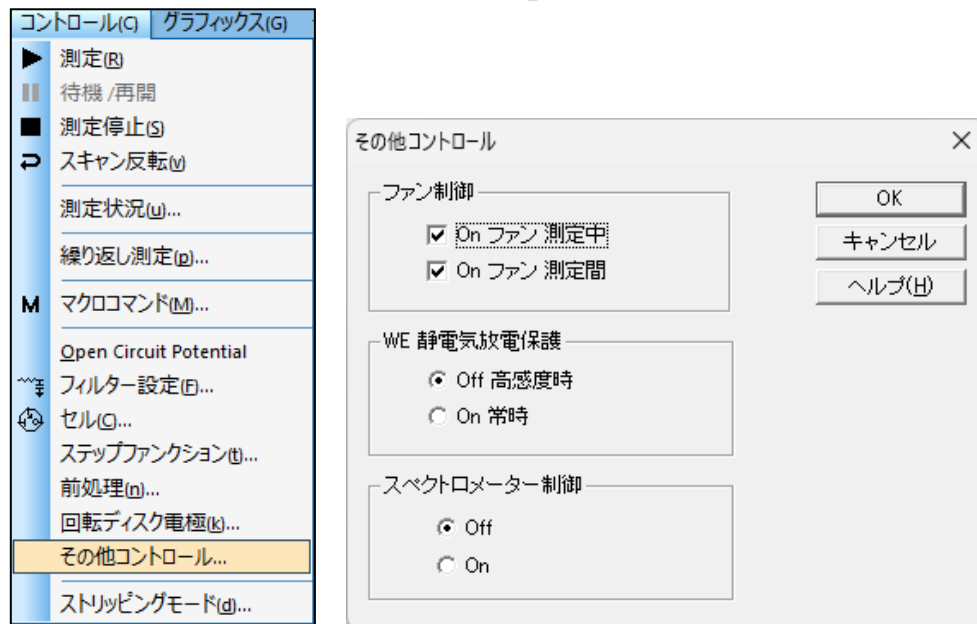


図 6-16-1. ツールバー(左)、その他コントロール(右)

● ファン制御

機器は熱を発生しますが、ほとんどの部品は消費電力が少なく発熱も僅かです。しかし、電圧レギュレーターやバッファアンプなどは、大きな電流が流れると発熱しやすくなります。

ファンを On にして、熱を放散し機器を冷却します。ただし、ファンはメカニカルノイズと電氣的干渉も発生させます。

電流感度を 0.01 A/V 以下に設定するか、自動感度を使用するとファンは自動的にオンになります。

測定中または測定間にファンをOnにする場合、チェックボックスを選択してください。

● WE 静電気放電保護

作用電極入力の静電気放電保護回路があります。アンプの入力への静電気放電ダメージを低減するのに有効です。しかしながら、保護回路は入力ステージで漏れ電流を生じます。保護回路による漏れ電流は通常50 pA 以下です。電流がナノレベルまたはそれ以上ならば大きな問題にはなりません。感度が高い場合、放電保護回路をOff にするかもしれませんが、電気泳動の電気化学検出を行う場合、高電圧フィードスルーを防ぐために常に保護回路は接続する必要があります。

● スペクトロメーター制御

Onにした状態で測定を実行すると、測定中はHighレベル、それ以外はLowレベルのTTL信号を出力します。Onにすると、セルコマンドの「測定前のSMDE滴下」および「水銀滴採取」の機能は使用できません。

Pin#9の初期状態での出力はHighレベルです。「スペクトロメーター制御」をOnにした状態で測定(OCPTを推奨)を実行すると、Pin#9の出力状態がLowレベルに切り替わります。以降、測定中はHighレベル、測定中以外はLowレベルのTTL信号を出力します。

一度Onにすると、装置に電源が供給されている限りはスペクトロメーター制御Onの状態を維持します。電気化学アナライザーの電源を切り、「スペクトロメーター制御」を初期状態に戻します。

6-17. ストリッピングモード

「コントロール」-「ストリッピングモード」より、ストリッピングモードを有効にし、析出条件を設定します。ストリッピングモードは LSV, SCV, DPV, NPV, DNPV, SWV, ACV, SHACV のテクニックで利用できます。[5-1. テクニック選択](#)にてポーラログラフィーモードが選択されていると、利用できません。

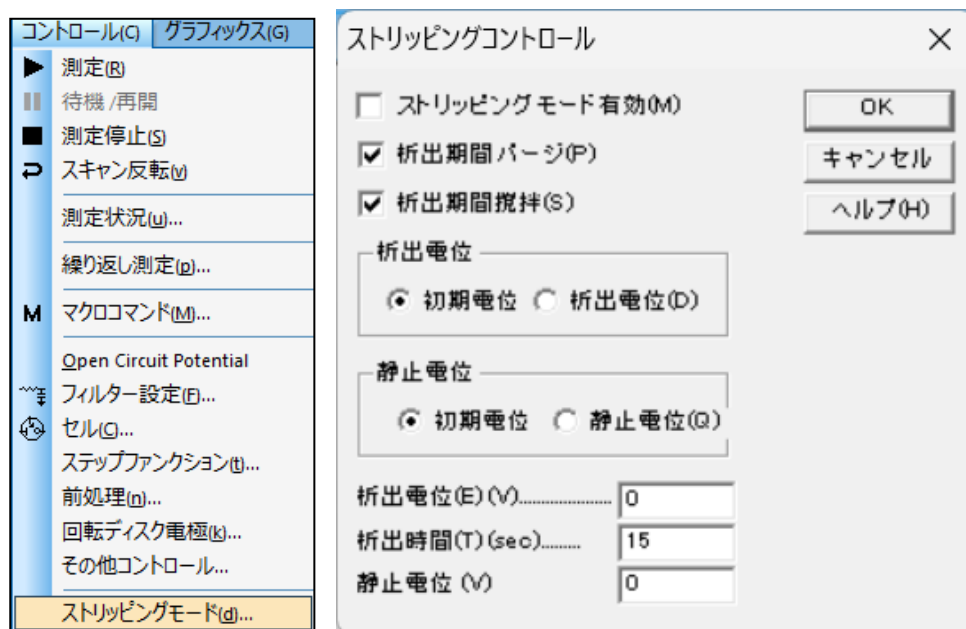


図 6-17-1. ツールバー(左)、ストリッピングモード(右)

● ストリッピングモード有効

このボックスにチェックをいれると、ストリッピングモードが有効になり、静止時間の前に析出ステップが挿入されます。析出電位、時間はこのダイアログボックスから指定できます。析出期間後、静止時間前、電位は初期電位に戻ります。ストリッピングステップ中の電位走査は初期電位から開始します。

● 析出期間パージ

このボックスにチェックをいれると、析出中に溶液をパージします。

● 析出期間攪拌

このボックスにチェックをいれると、析出中に溶液を攪拌します。

● 析出電位、静止電位

初期電位または析出電位(D)/静止電位(Q)を選択します。初期電位を選択しない場合はダイアログボックス下部のフィールドに値を入力します。

● 析出電位(E)

上部の析出電位の選択で、析出電位(D)を選択した場合、析出期間中の電位を入力します。初期電位を選択した場合は無効となります。

● 析出時間(T)

パラメータ範囲は 0 ～ 100,000 です。

● 静止電位(V)

上部の静止電位の選択で、静止電位(Q)を選択した場合、静止時間中の電位を入力します。初期電位を選択した場合は無効となります。

7章 グラフィックスメニュー

ツールバーのグラフィックスメニューから選択可能な機能をご紹介します。

7-1. 現在のデータプロット

「グラフィックス」-「現在のデータをプロット」より、現在のアクティブデータをプロットします。重ね書きやパラレルプロットを使用した後などに有効です。

X軸、またはY軸にカーソルを合わせると両矢印になります。その状態でX軸、またはY軸をクリックしてドラッグするとスケールの変更が可能です。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

軸上でダブルクリックすると、軸オプションダイアログボックスを開きます。このダイアログボックスの設定は、グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することも可能です。固有の設定は次のとおりです。

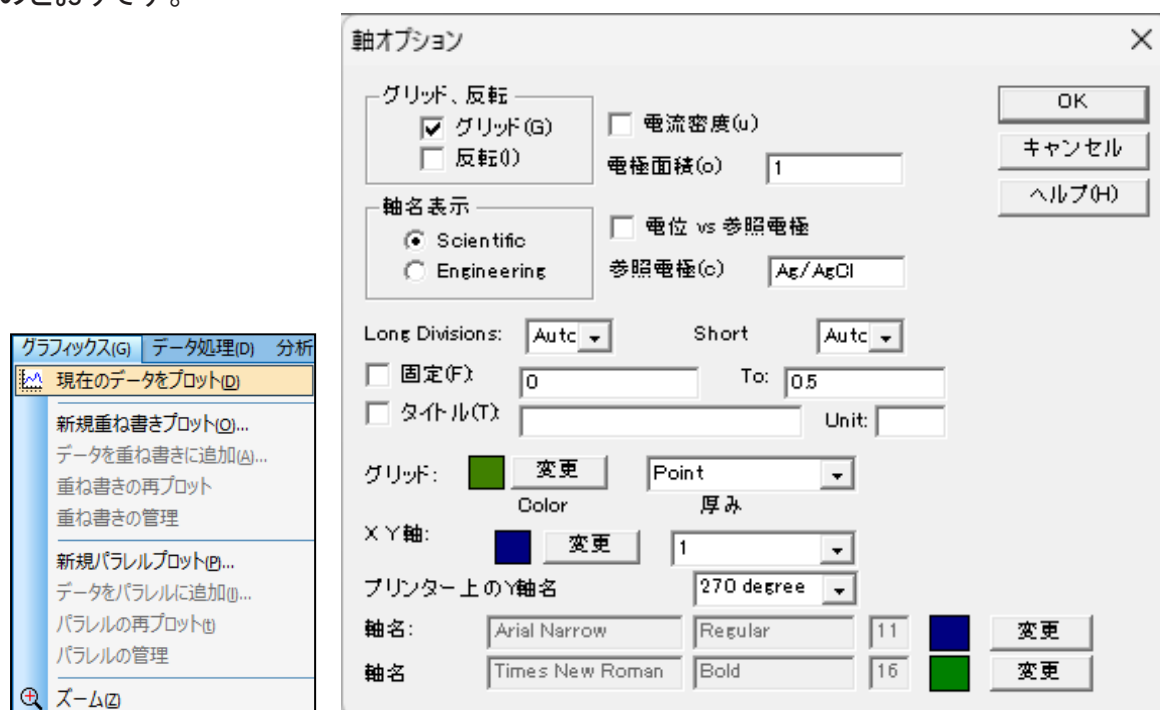


図 7-1-1. ツールバー(左)、軸オプション(右)

- 軸名表示

軸の値の形式を、Scientific(たとえば、 $1e-6A$)またはEngineering(たとえば、 μA)から選択できます。システムセットアップでOrientalを選択している場合、 μ 記号が正しく表示されません。

- Long Divisions / Short

グラフの目盛の刻みLong Divisions(主目盛)、Short(副目盛)をカスタマイズできます。右側のプルダウン(Auto, 1, 2, ~20)から選択します。

軸の表示範囲を手動で調整する場合は、「固定」にチェックを入れ右側のボックスに範囲を入力する必要があります。

グラフフィールドをダブルクリックすると、テキスト挿入ダイアログボックスを開きます。

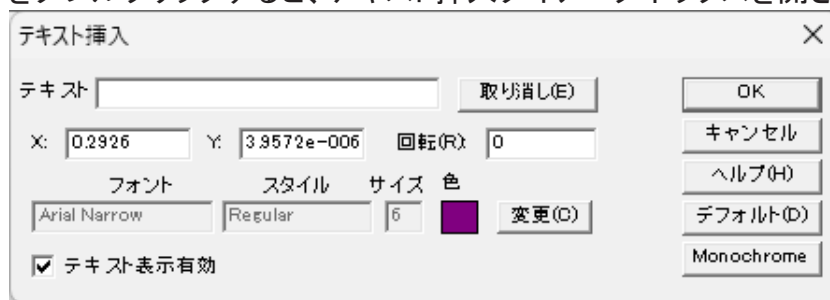


図 7-1-2. テキスト挿入

- テキスト

表示するテキストを入力します。既存のテキストフィールドを消去し、ダイアログボックスを終了するとテキストがプロットから削除されます。

- 取り消し

テキストフィールドをクリアします。

- X / Y

テキストの位置を変更します。XとYは、最初の文字の左上隅の座標を示します。初期値は、ダブルクリックした場所を示します。

- 回転

テキストを時計回りに0～360度まで回転させます。

- フォント

変更ボタンをクリックし、テキストのフォント、スタイル、サイズ、色を指定します。この設定は、現在のグラフ上に挿入されているすべてのテキストに適用されます。

- テキスト表示有効

テキストを非表示にする場合は、ボックスからチェックを外します。

- デフォルト

フォントの設定をデフォルトに戻します。

- Monochrome

テキストの色を黒に設定します。

7-2. 新規重ね書きプロット

「グラフィックス」-「新規重ね書きプロット」より、1つのグラフに複数のデータのプロットを行います。この機能はデータの比較に有効です。複数のファイルを選択する場合、Ctrl キーを押しながら必要なファイルを選択します。重ね書きしたグラフに更にデータを追加する場合、他のディレクトリー、ドライブからデータを重ね書きする場合は、「7-3. データを重ね書きに追加」コマンドを使用します。

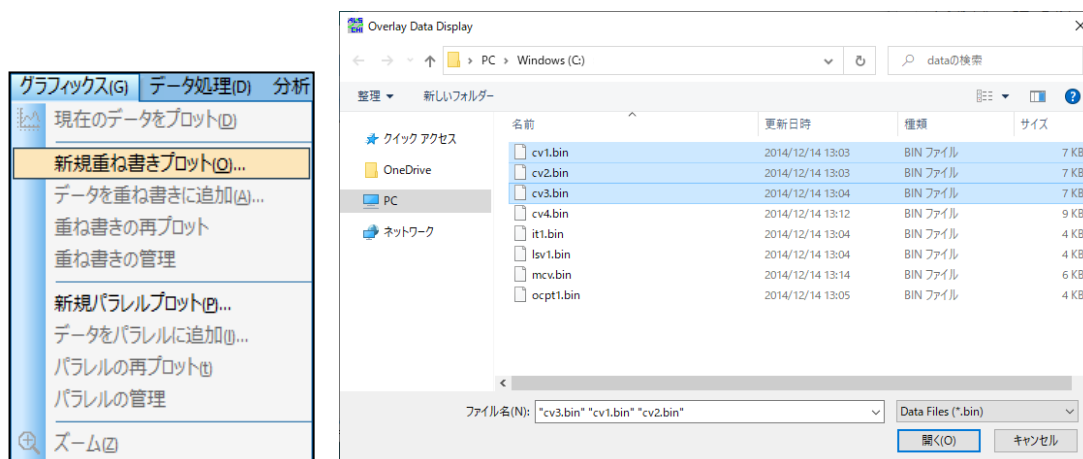


図 7-2-1. ツールバー(左)、ダイアログボックス(右)

グラフのスケールは現在のアクティブデータのスケールに合わせて自動調整します。重ね書きに追加したデータはアクティブデータの範囲内であればプロットされますが、範囲外の場合は手動でスケール調整を行ってください。

グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。この機能はデータの種類を確認しません。ユーザーが重ね書きの意義、軸の単位などを確認します。

7-3. データを重ね書きに追加

「グラフィックス」-「データを重ね書きに追加」より、重ね書きをしたグラフに更にデータを追加する場合や他のディレクトリー、ドライブからデータを重ね書きする場合に使用します。

グラフのスケールは現在のアクティブデータのスケールに合わせて自動調整します。両 X, Y 値がプロットスケールの中にあるのであれば、データポイントはプロットされます。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。この機能はデータのテクニックを確認しません。

重ね書きしたグラフを開いていない場合には使用できません。

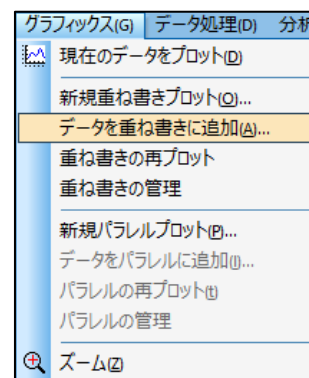


図 7-3-1. ツールバー

7-4. 重ね書きの再プロット

「グラフィックス」-「重ね書きの再プロット」より、最新の重ね書きプロットを表示します。現在のデータプロットを使用した後などに有効です。

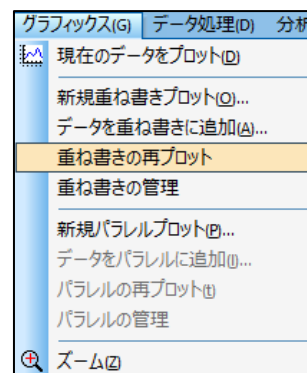


図 7-4-1. ツールバー

7-5. 重ね書きの管理

「グラフィックス」-「重ね書きの管理」より、選択しているデータの入れ替えを行います。

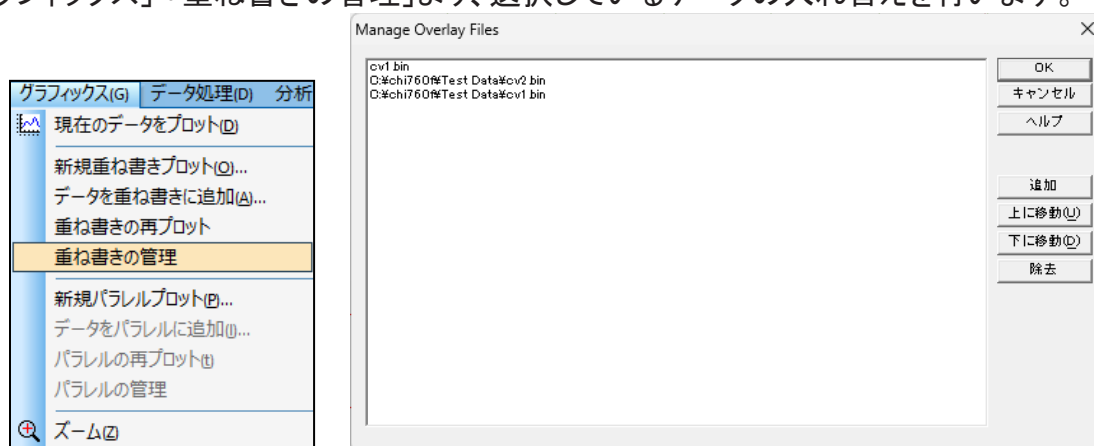


図 7-5-1. ツールバー(左)、重ね書き管理(右)

- 追加
重ね書きするデータを追加する場合に使用します。
- 上に移動 / 下に移動
重ね書きしているデータの順番を変更できます。この順番はグラフ上の表示にも反映されます。
- 除去
重ね書きするデータを消去する場合に使用します。

7-6. 新規パラレルプロット

「グラフィックス」-「新規パラレルプロット」より、複数のデータを並べてプロットします。異なるテクニック、比較したいデータを表示するのに有効です。

複数のファイルを選択する場合、Ctrl キーを押しながら必要なファイルを選択します。更にデータを追加する場合、他のディレクトリー、ドライブからデータを追加する場合は、「7-7. データをパラレルに追加」コマンドを使用します。

グラフのスケールは個々のデータに合わせて自動調整します。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。この機能はデータの種類を確認しません。

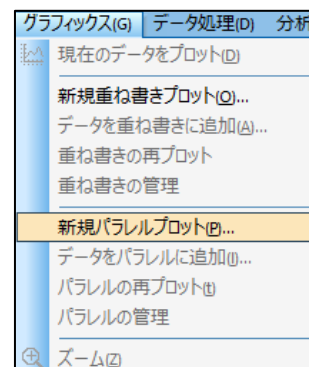


図 7-6-1. ツールバー

7-7. データをパラレルに追加

「グラフィックス」-「データをパラレルに追加」より、パラレル表示したグラフに更にデータを追加する場合や他のディレクトリー、ドライブからデータを追加する場合に使用します。

グラフのスケールは個々のデータに合わせて自動調整します。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。この機能はデータの種類を確認しません。

パラレルプロットしたグラフを開いていない場合には使用できません。

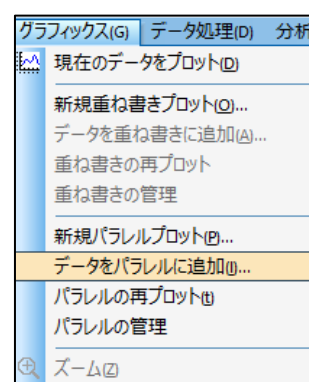


図 7-7-1. ツールバー

7-8. パラレルの再プロット

「グラフィックス」-「パラレルの再プロット」より、最新のパラレルプロットを表示します。現在のデータプロットを使用した後などに有効です。

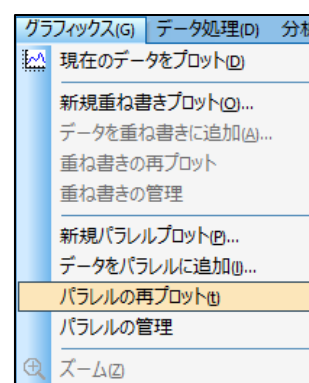


図 7-8-1. ツールバー

7-9. パラレルの管理

「グラフィックス」-「パラレルの管理」より、選択しているデータの入れ替えを行います。使用方法は、「7-5. 重ね書きの管理」を参照ください。

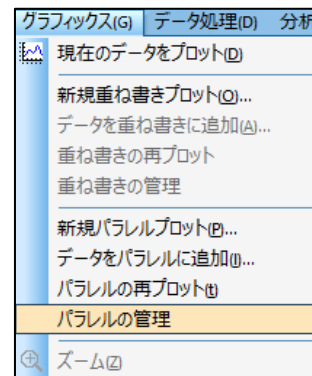


図 7-9-1. ツールバー

7-10. ズーム

「グラフィックス」-「ズーム」より、グラフの拡大を行います。

ズームモードに入ると、マウスカーソルはグラフ上で上矢印として表示されます。ズームインするには、左クリックして拡大する範囲をドラッグします。

拡大表示を元に戻す場合や、ズームモードを終了するには時には、ズームコマンドを再度クリックします。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

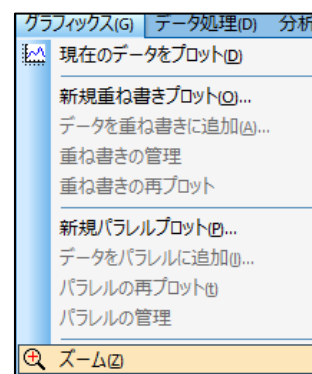


図 7-10-1. ツールバー

7-11. マニュアル結果

「グラフィックス」-「マニュアル結果」より、ピークまたは波形ポテンシャル、電流、面積を手動で設定し表示します。ピークまたは波形のベースラインを視覚的に調べることができます。

マニュアルモード中は、カーソルがグラフ領域で上矢印として表示されます。ピークまたは波形を正確に指定するには、ピーク定義コマンドからピーク形状をガウス、拡散、シグモイドの中から定義します。

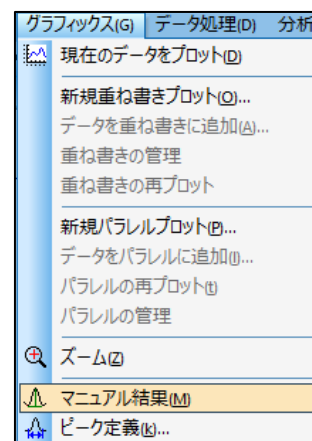


図 7-11-1. ツールバー

● ガウスピークの場合

ベースラインはピークにまたがる2つのポイントによって決定されます。1つ目のポイントで左クリックし、もう1つのポイントにドラッグして左ボタンを離します。ピークからベースラインまでの垂直線が表示され、対応する数値がグラフの右側に表示されます。

● 拡散ピークの場合

ベースラインは、ピークの前に足を伸ばすことによって決定されます。足を左クリックし、ピーク電位を超えてドラッグし、左ボタンを離します。ピークからベースラインまでの垂直線が表示され、対応する数値がグラフの右側に表示されます。この場合、ピーク面積の半分が報告されていることに注意してください。

- シグモイド波の場合

2つのベースラインが必要です。1つは波の足元に、もう1つは波のプラトー部分にです。左クリックしてドラッグし、各ベースラインを描画します。2つのベースラインを接続し、波の中央を横切る垂直線が表示され、対応する数値がグラフの右側に報告されます。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

7-12. ピーク定義

「グラフィックス」-「ピーク定義」より、ガウス、拡散またはシグモイドのピーク波形を定義します。ピーク(または波形) 電位、半波電位、ピーク(または波形) 電流、ピーク面積を定義することができます。

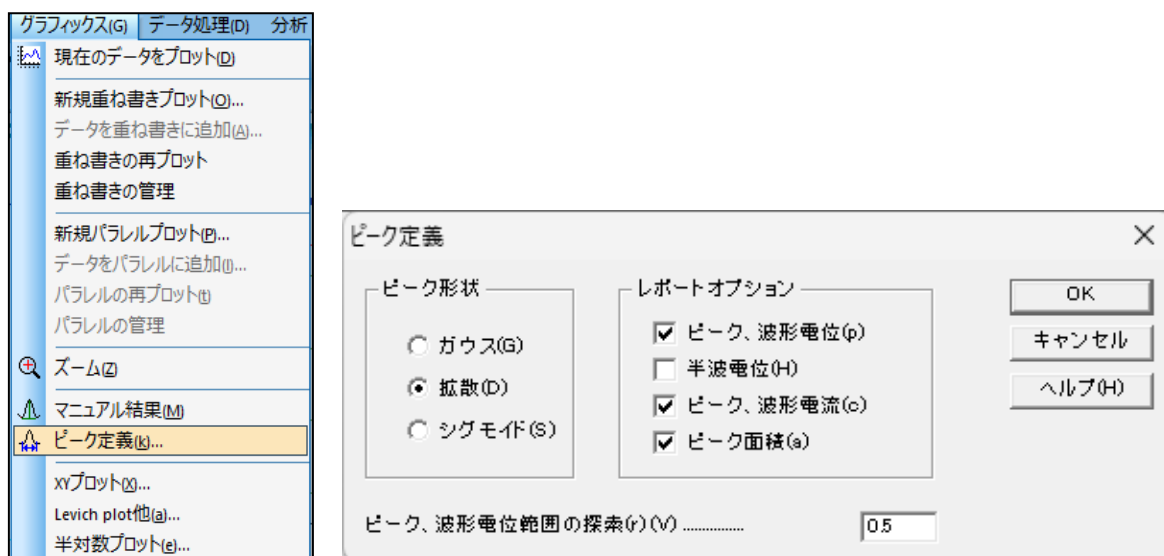


図 7-12-1. ツールバー(左)、ピーク定義(右)

- ピーク形状

ピーク波形をガウス、拡散、シグモイドから定義します。デフォルトのピーク波形は電気化学テクニックに基づいて割り当てられます。この設定は変更可能です。

- レポートオプション

ピーク(または波形) 電位、半波電位、ピーク(または波形) 電流、ピーク面積を報告する場合に設定することができます。

- ピーク、波形電位範囲の探索

ピーク波形に応じて、検索するピーク電位範囲を調整します。広いピークまたは波形の場合は電位範囲を大きくする必要があり、逆もまた同様です。電位範囲はピークまたは波形の両側を含める必要があります。

サイクリックボルタンメトリーデータの場合、グラフメニューのグラフオプションコマンドでセグメントを選択できます。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

7-13. XY プロット

「グラフィックス」-「XY プロット」より、X-Y データを作成し、データへの直線フィッティングを行います。データ編集後、OK ボタンをクリックします。

結果のプロットは一時的なものであり、他のデータ表示コマンドを実行すると消えてしまいます。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。

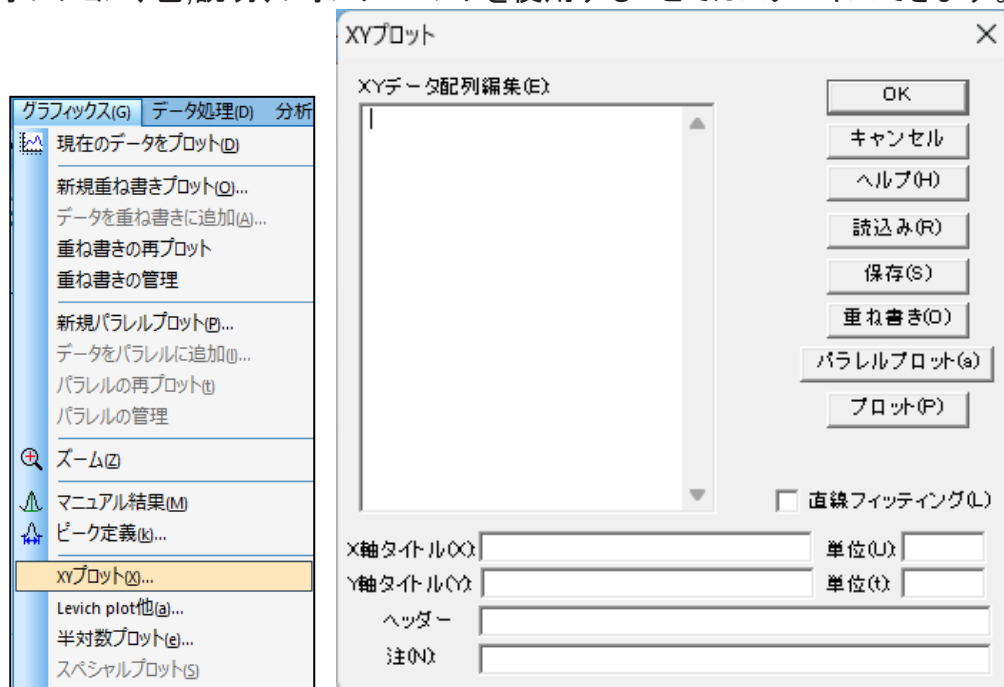


図 7-13-1. ツールバー(左)、XYプロット(右)

- XY データ配列編集

XY データポイントを入力します。X値とY値をコンマまたはスペースを使用して、1行に1ペアになるよう区切ります。

- 読み込み

保存したデータを読み込みます。

- 保存

データを保存します。X/Y軸タイトル、単位、ヘッダー、注は一緒に保存されます。

- 重ね書き

XY データ配列編集のデータに重ね書きを行います。表示されたダイアログボックスより、データを選択します。データマーカと線の両方を表示するには、それぞれを異なる名前でデータを保存し、色、説明コマンドで適切な説明を選択します。グラフのスケールはXY データ配列編集のデータに合わせて自動調整します。スケールを固定する場合はグラフオプションコマンドを使用します。

- パラレルプロット

データをパラレルにプロットします。表示されたダイアログボックスより、データを選択します。グラフのスケールは読み込んだデータに合わせて自動調整します。スケールを固定する場合はグラフオプションコマンドを使用します。

- プロット

このコマンドを使用すると、XY データ配列編集に入力されたデータをプロットします。グラフのスケールは自動調整されます。

- X / Y軸タイトル

X軸とY軸のタイトルを入力します。

- 単位

X / Y軸の単位を入力します。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。グラフの上に表示されない場合は、グラフオプションのチェックボックスを確認してください。

- 注

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。

- 直線フィッティング

最小二乗法により近似曲線を作成し、最適なフィッティングラインをプロット上に表示します。

7-14. Levich plot他

「グラフィックス」「Levich plot他」より、選択したタイプに合わせてプロットを行います。

結果のプロットは一時的なものであり、他のデータ表示コマンドを実行すると消えてしまいます。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。

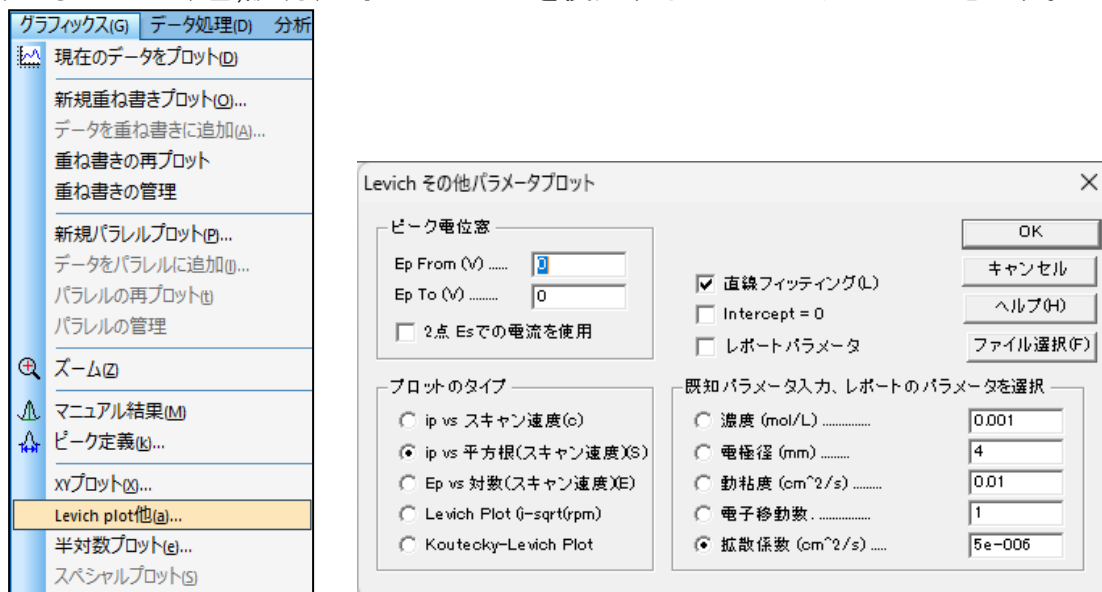


図 7-14-1. ツールバー(左)、Levich plot他

● ピーク電位窓

ピークを検索する電位範囲を入力します。検出された最初のピークを使用してプロットします。Levichプロット、Koutecky-Levichプロット作成に使用する場合は、ピーク電位窓に拡散限界電流が得られる電位とバックグラウンド電流時の電位をそれぞれ入力します。2点Esでの電流を使用にチェックをいれます。

● プロットのタイプ

ピーク電流 対 スキャン速度、ピーク電流 対 スキャン速度の平方根、ピーク電位 対 スキャン速度の対数、Levichプロット、Koutecky-Levichプロットから選択します。

可逆的な表面反応の場合、ピーク電流はスキャン速度に比例します。

薄層セルの場合

$$\text{可逆系:} \quad i_p = \frac{n^2 F^2 v V C_O^*}{4RT}$$

$$\text{不可逆系:} \quad i_p = \frac{n \alpha n_a F^2 v V C_O^*}{2.718RT}$$

表面反応の場合

$$\text{可逆系:} \quad i_p = \frac{n^2 F^2 v A \Gamma_O^*}{4RT}$$

$$\text{不可逆系:} \quad i_p = \frac{n \alpha n_a F^2 v A \Gamma_O^*}{2.718RT}$$

可逆拡散系の場合、ピーク電流はスキャン速度の平方根に比例します。

$$\text{可逆系:} \quad i_p = (2.69 \times 10^5) n^{3/2} A D_O^{1/2} v^{1/2} C_O^*$$

$$\text{不可逆系:} \quad i_p = (2.99 \times 10^5) n (\alpha n_a)^{1/2} A D_O^{1/2} v^{1/2} C_O^*$$

ピーク電位は可逆系の場合、スキャン速度と無関係である必要があります。スキャン速度によるピーク電位の変化は反応速度が遅いか、化学的複雑さを表します。

先行反応($C_r E_r$):
$$E_{p/2} = E^0 - \frac{0.007}{n} - \frac{0.029}{n} \log k_b + \frac{0.029}{n} \log v$$

 k_b : 先行反応の逆反応速度定数

後続反応:
$$E_p = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{D_O^{1/2}}{D_R^{1/2}} - 0.78 \frac{RT}{nF} + \frac{RT}{2nF} \ln \frac{kRT}{nFv}$$

 k : 化学反応速度定数

Levich式:
$$i_L = 0.62nFAD^{2/3}\omega^{1/2}v^{-1/6}C^*$$

 ω : 電極の角回転速度

Koutecky-Levich式:
$$i^{-1} = i_k^{-1} + (0.62nFAD^{2/3}\omega^{1/2}v^{-1/6}C^*)^{-1}$$

- 直線フィッティング

最小二乗法により近似曲線を作成し、最適なフィッティングラインをプロット上に表示します。

- Intercept =0

プロット図の近似直線が原点を通過します。

- レポートパラメータ

プロット図にパラメータを表示します。

- 既知パラメータ入力、レポートのパラメータを選択

濃度(mol/L)、電極径(mm)、動粘度(cm²/s)、電子移動数、拡散係数(cm²/s)の中から算出したいパラメータを1つ選択します。それ以外は既知のパラメータを入力します。

- ファイル選択

プロットするデータ(CV または LSV データのみ)を選択します。異なるスキャン速度で取得したデータファイルを、少なくとも3つ選択します。

ピーク変数プロットの操作法【プロットタイプ: Koutecky-Levich】

1. ピーク電位窓に拡散限界電流が得られる電位と、バックグラウンド電流時の電位をそれぞれ入力します。2点Esでの電流を使用にチェックをいれます。

図 7-14-2. パラメータ入力

2. プロットのタイプから、Koutecky-Levich Plotを選択します。
3. 既知パラメータ入力、レポートのパラメータを選択から算出したいパラメータを選択します。今回は電子移動数を選択し、それ以外は既知の値を入力しました。
4. 直線フィッティングをチェックすると近似直線をプロットします。Intercept = 0をチェックすると、プロット図の近似直線が原点を通過します。Koutecky-Levich Plotを選択し、Intercept = 0をチェックしない場合(切片≠0)は、算出した活性化支配電流 i_k (A)をプロット図上に表示します。レポートパラメータをチェックすると、プロット図上に各パラメータを表示します。

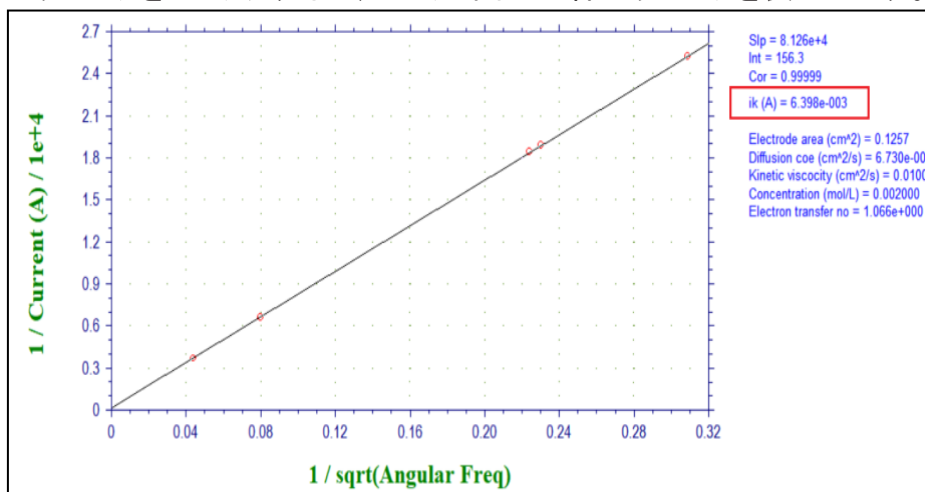


図 7-14-3. パラメータ表示

5. ファイル選択より、データを3個以上選択します。
6. 結果はプロット図に表示します。近似直線の傾き、切片、相関係数およびパラメータが表示されます。算出したいパラメータは一番下に表示されます。

7-15. 半対数プロット

「グラフィックス」-「半対数プロット」より、電流-電圧半対数プロットを作成します。このコマンドは定常状態応答のデータ解析には有効です。半積分、積分による拡散またはピーク波形の応答をシグモイド曲線に変換し、データ解析を行います。

可逆反応の場合、電位軸の切片は半波電位であり傾きは $0.059/n$ V です。予想される傾きからのずれは電極反応の反応速度が遅いこと、または複雑であることを示します。

結果のプロットは一時的なものであり、他のデータ表示コマンドを実行すると消えてしまいます。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。

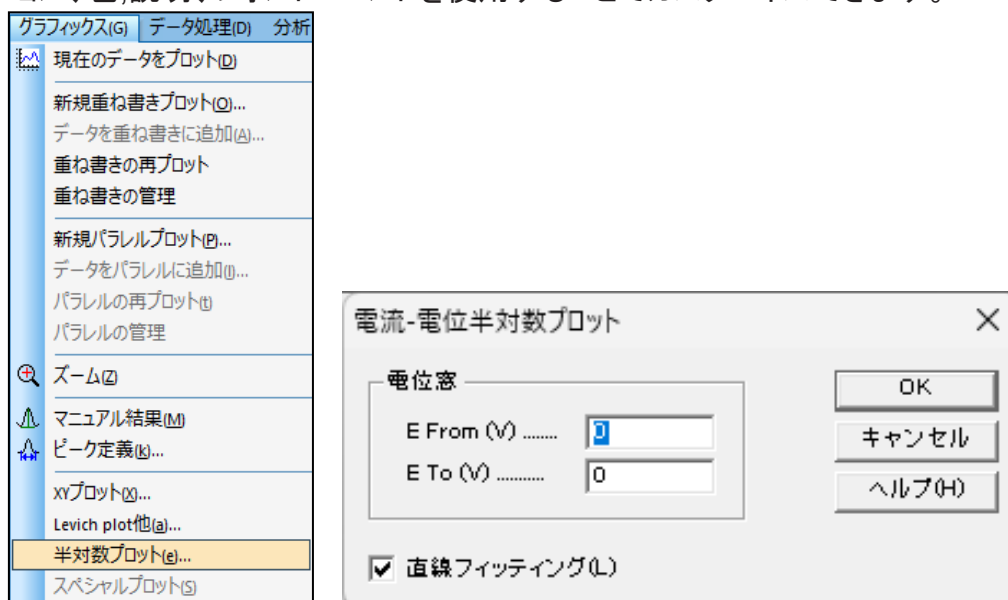


図 7-15-1. ツールバー(左)、半対数プロット

- 電位窓

ピークを検索する電位範囲を入力します。検出されたピークを使用してプロットします。

プロットしたいデータの電位窓を入力します。電位窓は半波電位の $\pm 0.059/n$ V である必要があります。指定された電位窓を超えるデータポイントは無視されます。

- 直線フィッティング

最小二乗法により近似曲線を作成し、最適なフィッティングラインをプロット上に表示します。

7-16. スペシャルプロット

「グラフィックス」-「スペシャルプロット」より、リニアースweepボルタンメトリーのデータを解析することで分極抵抗を算出します。

結果のプロットは一時的なものであり、他のデータ表示コマンドを実行すると消えてしまいます。グラフオプション、色、説明、フォントコマンドを使用することでカスタマイズできます。

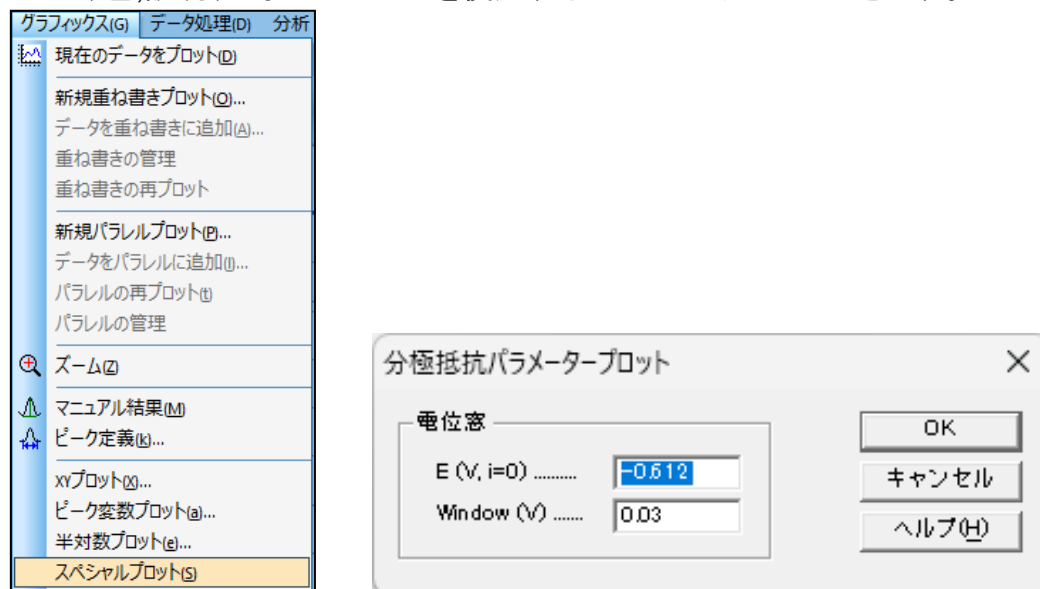


図 7-16-1. ツールバー(左)、スペシャルプロット(右)

- E (V, i=0)

電流値が0 Aとなる電位を自動的に検出して表示します。

- Window(V)

表示する電位範囲を指定します。0 Aの測定点が見つからない場合はエラーメッセージが表示されます。

パラメータを入力しOKをクリックすると分極抵抗プロットが表示され、分極抵抗と相関係数が算出されます。

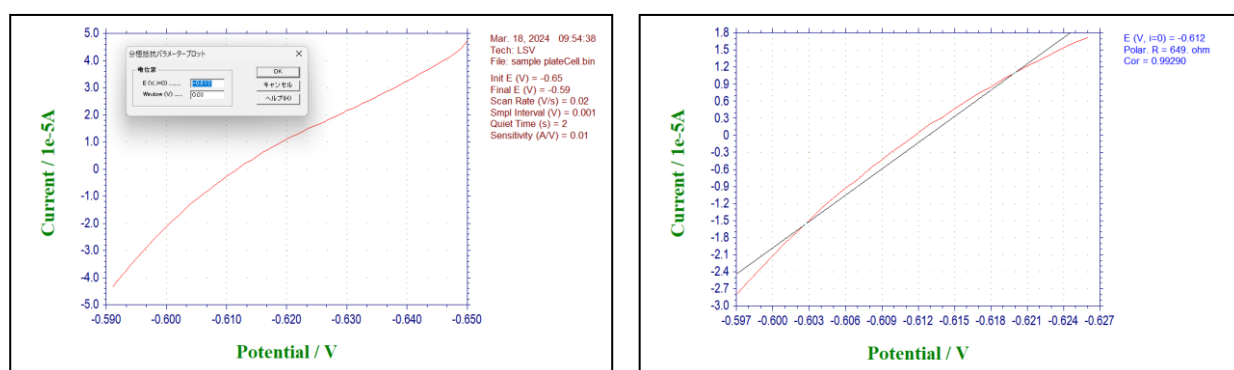


図 7-16-2. スペシャルプロット表示例 LSV(左)、分極抵抗プロット(右)

7-17. グラフオプション

「グラフィックス」-「グラフオプション」より、グラフの見出しの設定、XYグリッドの表示、軸の反転などを行います。

● スクリーン

画面上でのグラフ表示の設定を行います。ヘッダー、軸、ベースライン、変数(パラメータ)、結果を非表示にするには、対応するボックスのチェックを外します。ヘッダーはグラフの上部に表示されるタイトルであり、ヘッダーのフィールドに入力した内容を表示します。ベースラインは、ピークまたは波形を視覚的に定義するために引かれます。

● プリンター

印刷時のグラフの表示設定を行います。非表示にするには、対応するボックスのチェックを外します。

● グリッド / 反転

XまたはYグリッドを非表示にする場合や、軸の反転を無効にする場合には、対応するボックスのチェックを外します。軸の極性を持続的に反転する場合は、セットアップメニューのシステムコマンドを使用します。

● X / Y軸固定

対応するボックスをチェックすると、X軸またはY軸の範囲を固定します。右の入力フィールドに最小値と最大値を入力します。ボックスからチェックを外すと元のスケールに戻ります。ボックスにチェックを入れないとフィールドの内容は反映されません。目盛は切りの良い数値で表示されるため、入力した値で固定できないことがあります。

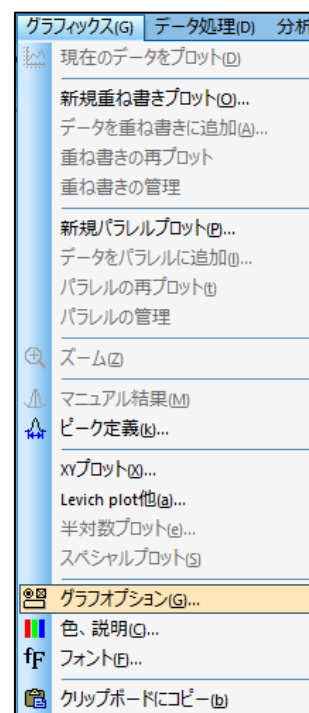


図 7-17-1. ツールバー

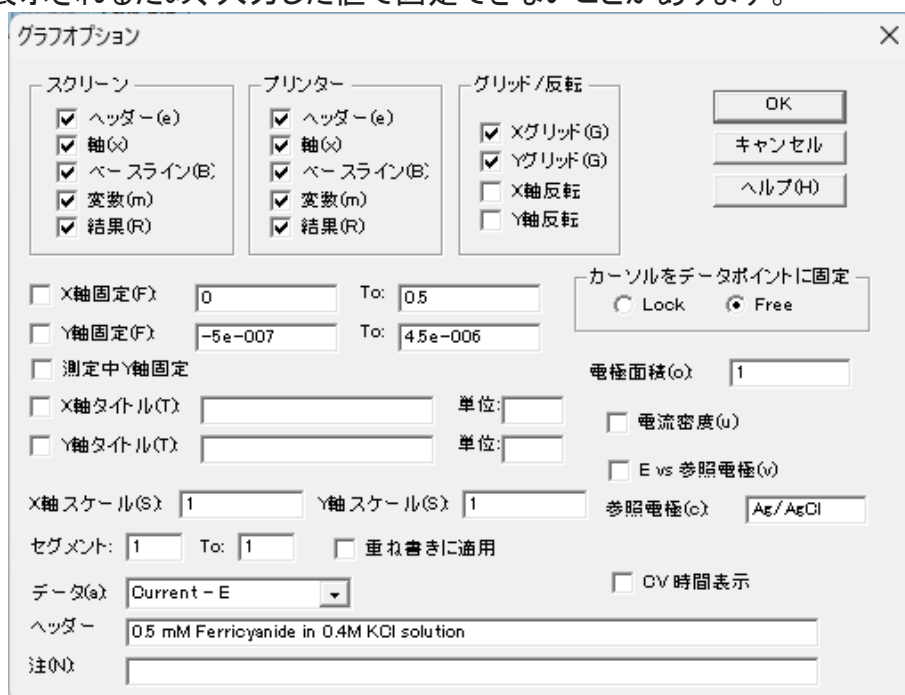


図 7-17-2. グラフオプション

- 測定中Y軸固定

測定中Y軸を固定します。固定しない場合は、測定値に合わせてスケールを自動調整します。

- X / Y軸タイトル

電気化学テクニック毎にデフォルトのXY軸タイトルを表示しますが、カスタマイズする場合、ボックスをチェックしフィールドに入力します。

- 単位

軸タイトルの単位または次元を入力します(例えば、電流の単位はA、次元の記号はI。時間の単位はs、次元の記号はT。)。X / Y軸タイトルをチェックした場合、有効になります。

- X / Y軸スケール

デフォルトのフルサイズの1 から数値を変更することで、グラフサイズを変更します。入力範囲は0.1～1です。

- セグメント

表示するセグメントの範囲を入力します。

- データ

プロットしたいデータを選択します。選択可能な内容はテクニックにより異なります。

- カーソルをデータポイントに固定

グラフ領域のカーソル動作を制御します。Lockを選択すると、カーソルがデータポイントにロックされます。マウスをX方向に動かすと、カーソルがデータ曲線に沿って移動します。Freeを選択すると、カーソルは自由に移動します。

- 電極面積

この値は、電流密度を計算するために使用します。

- 電流密度

このボックスをチェックすると、電流密度を表示します。

- E vs 参照電極

このボックスをチェックすると、電位軸タイトルの後ろに参照電極名を追加します。

- 参照電極

測定に使用した参照電極を入力します。E vs 参照電極のボックスをチェックすると、電位軸タイトルの後ろに表示されます。

- CV時間表示

X軸を電位から時間表示に変更します。CV,LSVの測定データでのみ表示します。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。ヘッダーを表示する場合、スクリーンまたはプリンター内のヘッダー用のボックスをチェックします。

- 注

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

7-18. 色,説明

「グラフィックス」-「色、説明」より、グラフの色と線種を設定します。

● 色

曲線、グリッド、軸、背景の色を設定します。曲線 0 はアクティブデータ、曲線 1 ~ 9 は重ね書きプロットを表しています。変更ボタンをクリックすると、色の選択ができます。テキストの色を変更する場合、「7-19. フォント」を参照してください。

● 説明

データ曲線とグリッドのマーカまたは線の種類を指定します。

● サイズ

マーカまたは線の太さを指定します。

● 間隔

プロットのデータ間隔を変更します。この値をNに設定すると、N番目ごとのデータポイントをプロットします。デフォルト値は1です。重ね書きの時などに役に立ちます。

● デフォルト

デフォルトボタンをクリックすると、初期状態にリセットされます。

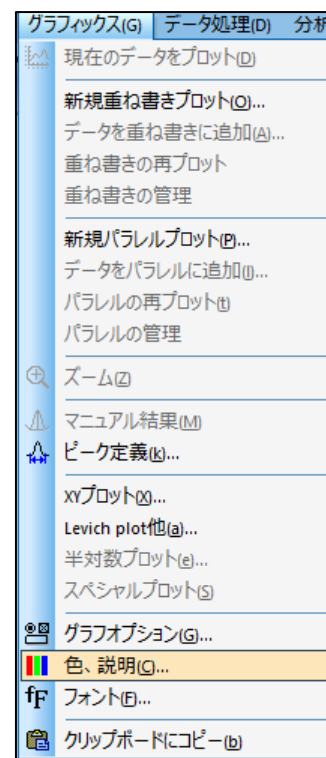


図 7-18-1. ツールバー

アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。



図 7-18-2. 色選択

7-19. フォント

「グラフィックス」-「フォント」より、グラフ上で使用するテキストのフォント、スタイル、サイズ、色を設定します。

図 7-19-2 の変更ボタンをクリックし、表示された図 7-19-3 のウインドウより設定の変更を行います。

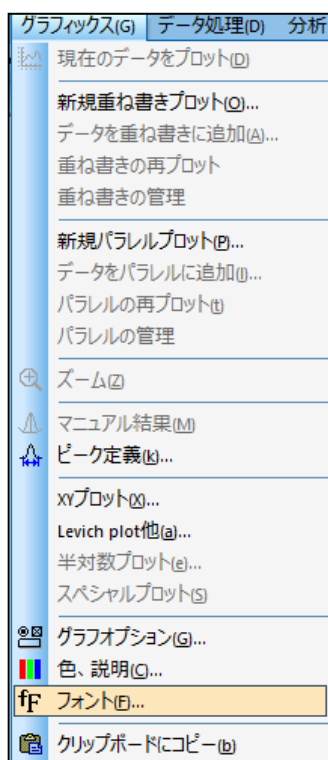


図 7-19-1. ツールバー

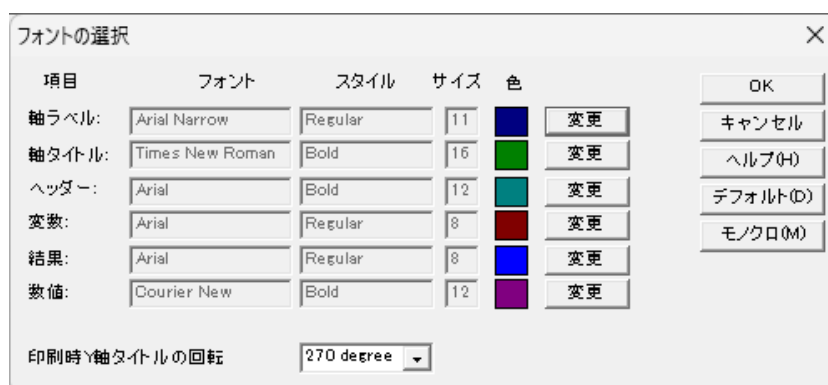


図 7-19-2. フォントの選択

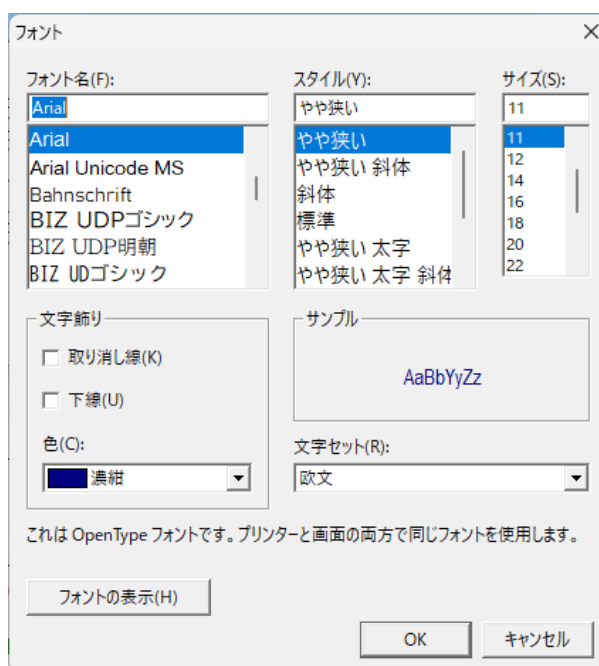


図 7-19-3. フォント

Y軸のタイトルは下から上に読みます。印刷時Y軸のタイトルの回転は、印刷の正しい向きを取得するには使用するプリンターによって調整が必要な場合に使用します。デフォルトボタンをクリックすると、初期状態にリセットされます。モノクロボタンをクリックすると、各項目の色が黒に変更になります。

fF アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

7-20. クリップボードにコピー

「グラフィックス」-「クリップボードにコピー」より、ソフトウェア上で表示しているグラフをクリップボードにコピーします。このコマンドは測定やデジタルシミュレーションを実行中でも使用可能です。Alt+ PrintScreenのキーボードショートカットと同様な効果があります。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

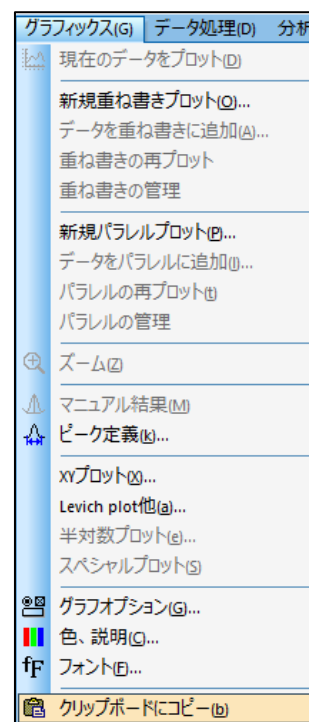


図 7-20-1. ツールバー

8章 データ処理メニュー

ツールバーのデータ処理メニューから選択可能な機能をご紹介します。

8-1. スムージング

「データ処理」-「スムージング」より、現在のデータのスムージングを行います。

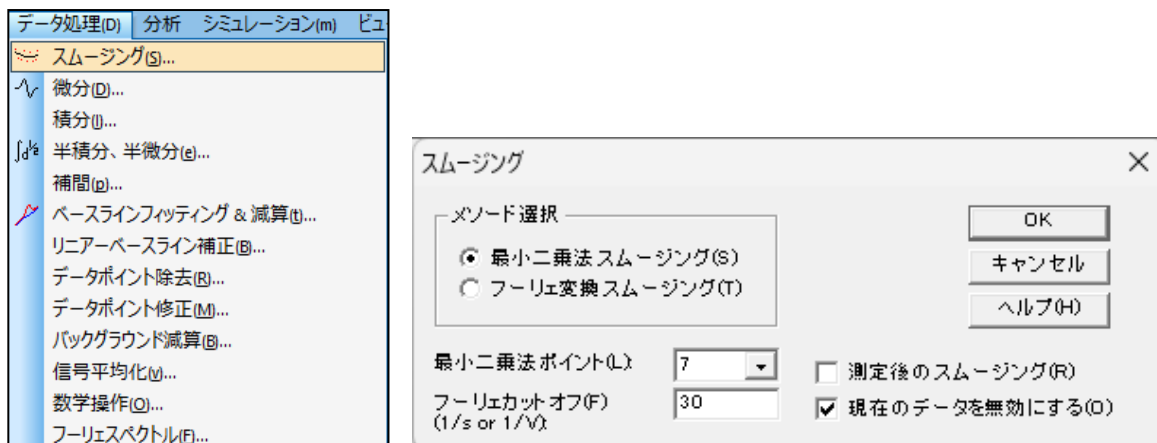


図 8-1-1. ツールバー(左)、スムージング(右)

- メソッド選択

最小二乗法、またはフーリエ変換スムージングを選択します。

- 最小二乗ポイント

5～49の奇数のポイントを選択します。ポイントが多いほど、スムージングは向上しますが、歪みが大きくなる可能性があります。

Savitzky, Golayのアルゴリズムを使用して実行します。このアルゴリズムの詳細については、"Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures", Anal. Chem., 36, 1627-1639 (1964) を参照してください。

- フーリエカットオフ (1/s or 1/V)

フィルターカットオフ周波数を指定します。i-tなどの場合、フーリエ共役周波数の単位は1/sまたはHz、ボルタンメトリーの場合は1/Vです(1ボルトの電位範囲で許容される信号サイクルの数)。カットオフを低くするとスムージングが向上しますが、歪みが発生する可能性があります。

D.E. Smith 他アルゴリズムによって行われます。このアルゴリズムの詳細については、"Some Observations on Digital Smoothing of Electroanalytical Data Based on the Fourier Transformation", Anal. Chem., 45, 277-284 (1973) を参照してください。

一般的に、フーリエ変換スムージングは非常に効果的です。シグナルバンドがノイズバンドと分離されている場合、歪みは最小限に抑えられます。ただし、この方法は最小二乗法スムージングよりも時間がかかります。

- 測定後のスムージング

このボックスをチェックすると、測定後に自動でスムージングが行われます。この機能は、「コントロール」-「測定状況」からも切り替えが可能です。

- 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

8-2. 微分

「データ処理」-「微分」より、現在のデータを微分します。

一次微分すると Y 軸は Y 単位 / X 単位となりますが、単位は正確に表示されない場合があります。

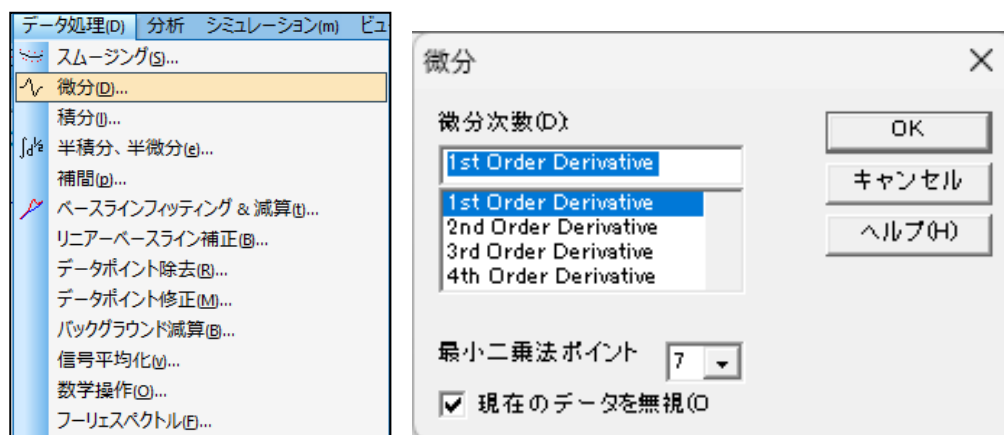


図 8-2-1. ツールバー(左)、微分(右)

- 微分次数

一次、二次、三次、四次、五次から微分の次数を選択します。

- 最小二乗法ポイント

5～49の奇数のポイントを選択します。ポイントが多いほど、スムージングは向上しますが、歪みが大きくなる可能性もあります。数値微分は高周波ノイズを増幅するため、比較的多数のポイントが必要となります。

Savitzky、Golayのアルゴリズムを使用して実行します。このアルゴリズムの詳細については、"Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures", Anal. Chem., 36, 1627-1639 (1964) を参照してください。

- 現在のデータを無視

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

8-3. 積分

「データ処理」-「積分」より、現在のデータを積分します。

積分すると Y 軸は Y 単位 x X 単位となります。例えば、ボルタンメトリーの場合、Y 軸はAV となり、i-t の場合、Y 軸は AS(クーロン) となります。

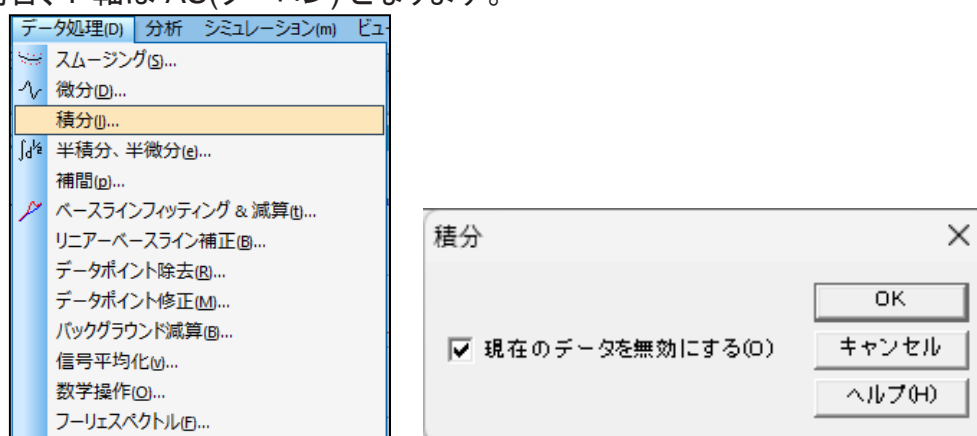


図 8-3-1. ツールバー(左)、積分(右)

積分を行う場合、OK をクリックします。

- 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-4. 半積分、半微分

「データ処理」-「半積分、半微分」より、現在のデータを半積分または半微分します。

半微分を使用すると拡散のピークをガウスピークに変換でき、解像度の向上と測定が容易になります。拡散ピークをシグモイド波形に変換し、時間—独立した定常状態プラトーになります。電流—電圧半対数分析を含むポーラログラフィック理論データ解釈に使用できます。

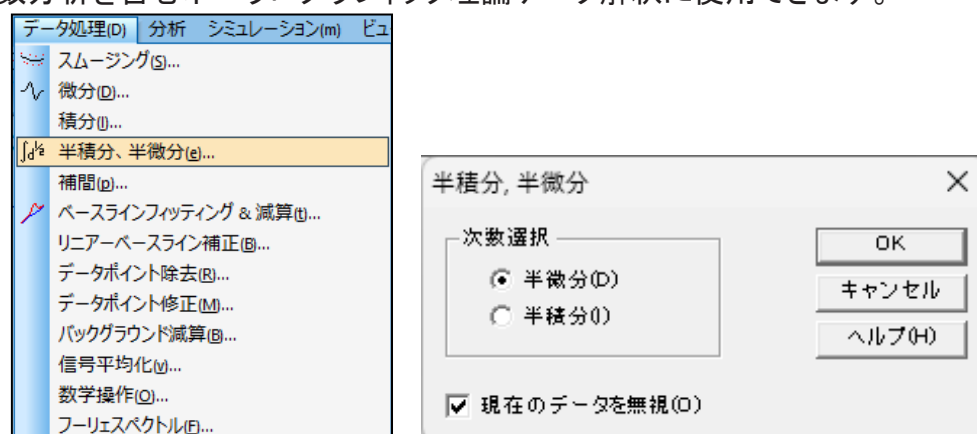


図 8-4-1. ツールバー(左)、半積分、半微分(右)

- 次数の選択

半積分または半微分を選択します。

- 現在のデータを無視

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

 アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

8-5. 補間

「データ処理」-「補間」より、現在のデータにデータポイントを挿入します。

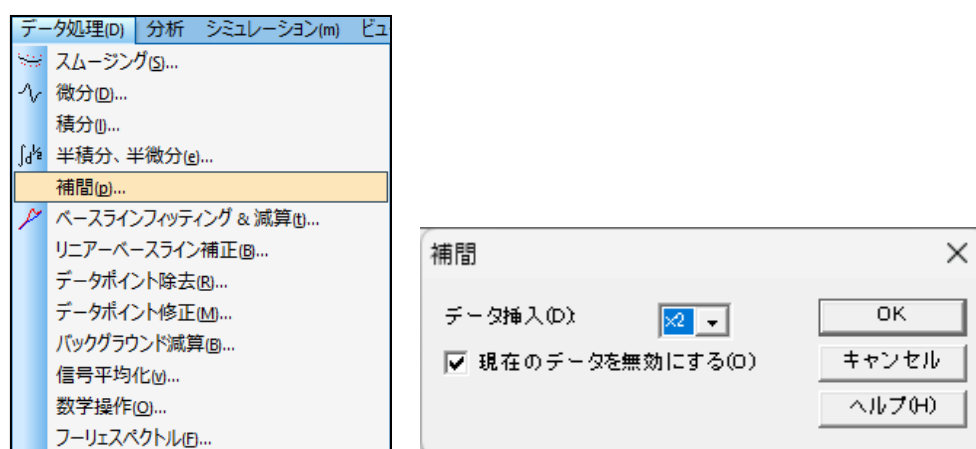


図 8-5-1. ツールバー(左)、補間(右)

- データ挿入

乗数が多いほど挿入されるポイントが多くなります。データポイント数がメモリサイズを超えると、警告が表示されコマンドが終了します。乗数は2の累乗のみとなり、フーリエ変換が使用されます。

- 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-6. ベースラインフィッティング&減算

「データ処理」-「ベースラインフィッティング&減算」より、ベースラインをフィッティングし、現在のデータからフィッティングカーブを減算します。ピーク評価を行う際に非常に役立ちます。特定のピークと実験手法でのみ機能します。

CVデータなど、複数のセグメントがある場合は、グラフメニューのグラフオプションコマンドから使用するセグメントを選択します。

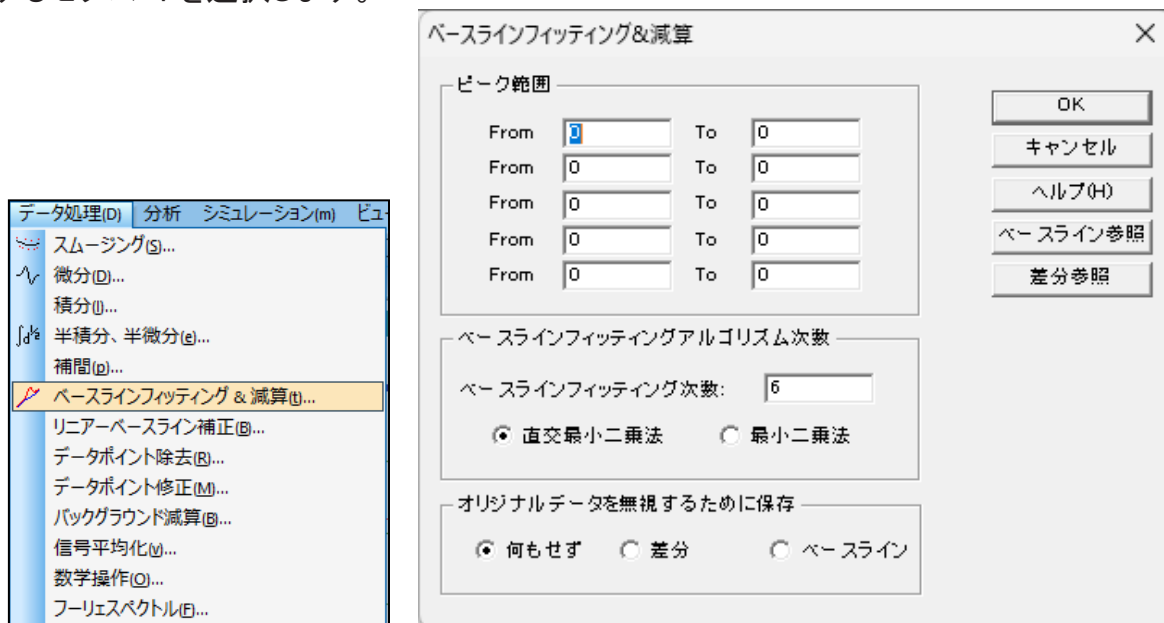


図 8-6-1. ツールバー(左)、ベースラインフィッティング & 減算(右)

● ピーク範囲

ベースラインをフィッティングするには、ピークを避けて2つのピーク範囲を指定する必要があります。フィッティングした結果が理想的でない場合、ピーク範囲やフィッティング次数の調整が必要かもしれません。

ピークが複数ある場合はピーク毎に範囲を指定します。最大5つまで設定可能です。複数のピークをカバーするように全体の電位または時間範囲を指定します。

● ベースラインフィッティングアルゴリズム次数

フィッティングには、直交最小二乗法と最小二乗法を使用します。1次は線形近似 $aX+b$ 、2次のフィッティングは aX^2+bX+c となります。

● オリジナルデータを無視するために保存

「何もせず」を選択した場合、元データとフィッティングしたベースラインがプロットされ、元データは変更されません。「差分」を選択した場合、元データは差分データに置き換わります。「ベースライン」を選択した場合、フィッティングしたベースラインデータが保存されます。

● ベースライン参照

元のデータとフィッティングしたベースラインを一緒にプロットし、結果を評価します。「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

ベースラインを非表示にする場合は、「グラフオプション」のスクリーンのベースラインをオフにします。

- 差分参照

元のデータとフィッティングされたベースラインの差をプロットし、結果を評価します。「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。



アイコンをクリックすると同様の操作を行うことができます。

8-7. リニアベースライン補正

「データ処理」-「リニアベースライン補正」より、現在のデータのベースラインを視覚的に補正します。ベースラインの勾配を補正し、曲線のDCレベルをシフトします。

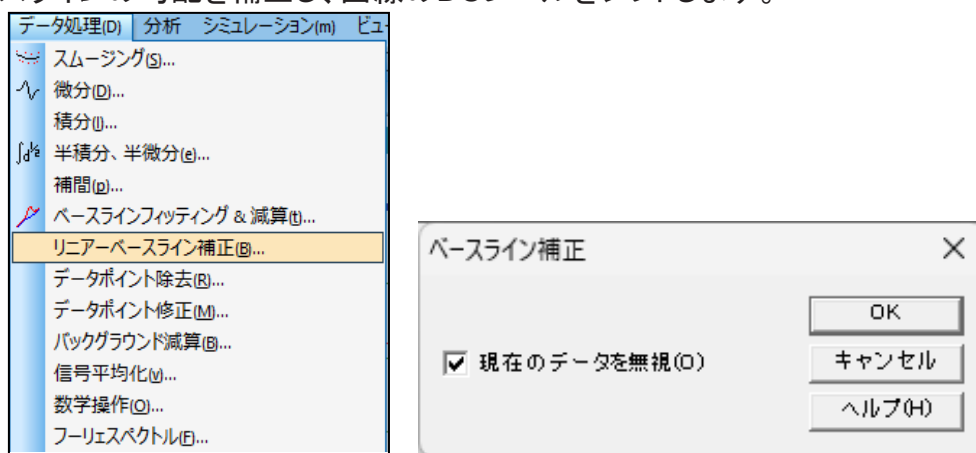


図 8-7-1. ツールバー(左)、ベースライン補正(右)

補正を行う場合、OK ボタンをクリックすると、カーソルが上矢印に変わります。

ベースライン勾配を補正する場合、開始点で左クリックしてドラッグし、傾斜したベースラインを定義します。左クリックを離すと、このラインはデータから差し引かれます。線で覆われていないXの値は影響を受けません。

DCレベルをシフトする場合、左クリックしてドラッグしゼロを定義する水平線を作成します。X軸範囲全体をカバーする線を引く必要はありません。

CVデータなど、複数のセグメントがある場合は、グラフメニューのグラフオプションコマンドから使用するセグメントを選択します。

ベースライン補正コマンドは一回の起動で、一回の補正が可能です。複数回補正を行う場合は、繰り返しコマンドを使用してください。

- 現在のデータを無効

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-8. データポイント除去

「データ処理」-「データポイント除去」より、現在のデータの最初または最後から、必要のないデータポイントを除去します。

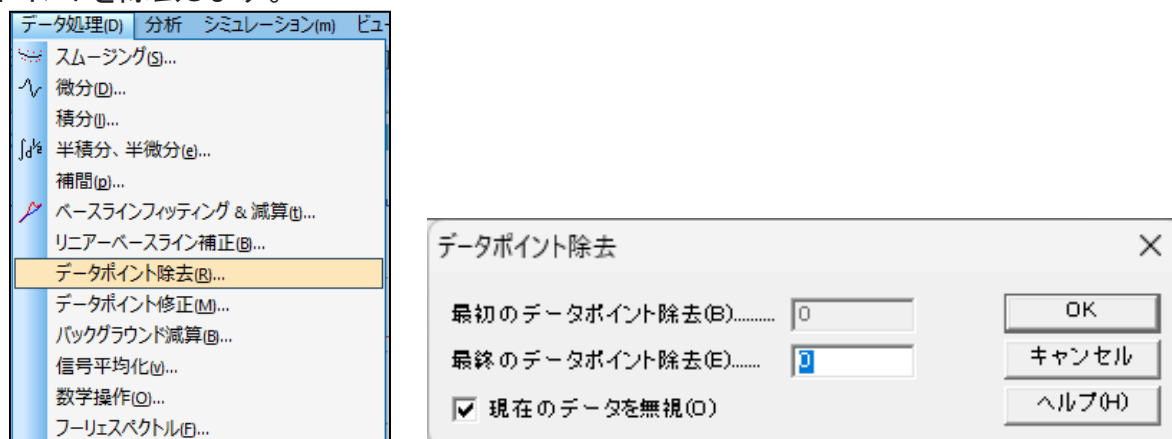


図 8-8-1. ツールバー(左)、データポイント除去(右)

- 最初のデータポイント除去

データの先頭から削除するデータポイントの数を入力します。入力した数がゼロの場合、データは削除されません。

- 最終のデータポイント除去

データの最後から削除するデータポイントの数を入力します。入力した数がゼロの場合、データは削除されません。

- 現在のデータを無視

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-9. データポイント修正

「データ処理」-「データポイント修正」より、現在のデータのデータポイントを視覚的に変更します。

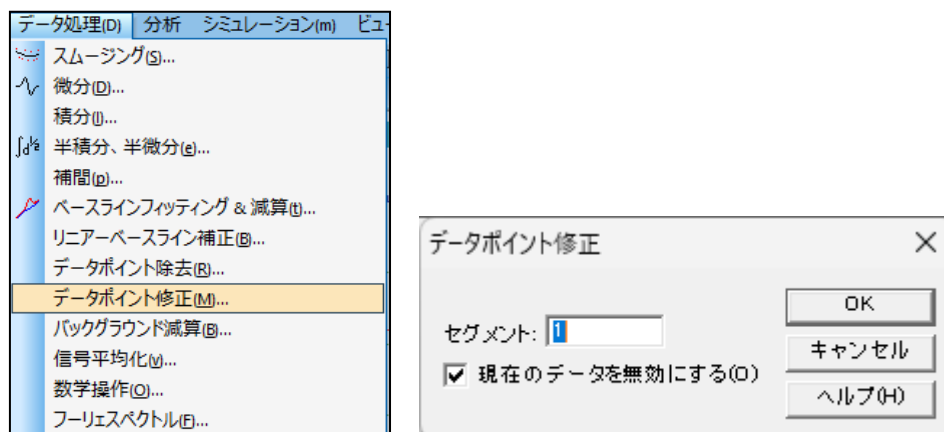


図 8-9-1. ツールバー(左)、データポイント修正(右)

データポイントを修正する場合、OK ボタンをクリックすると、カーソルが上矢印に変わります。

データ表示範囲でカーソルを移動すると、カーソルのX軸の対応する位置に十字線が表示されます。カーソルを水平方向に動かして変更するデータポイントで左クリックし、ドラッグして垂直方向にデータポイントを移動し、左クリックを離します。古いデータポイントが消去され、新しい位置にデータポイントが表示されます。

● セグメント

変更したいセグメントを選択します。有効な範囲は使用する電気化学テクニックによって異なります。

● 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-10. バックグラウンド減算

「データ処理」-「バックグラウンド減算」より、2つのデータ間の差を計算します。例えば、最初にブランクの溶液で測定しデータを保存します。次に、サンプルを用いて測定します。バックグラウンド減算を実行すると、このデータ間の差を計算しプロットします。

このコマンドを使用する場合、データは同じ実験タイプ、同じXデータ配列である必要があります。表示されたダイアログボックスから減算するデータを選択し、現在のデータとの差を計算します。

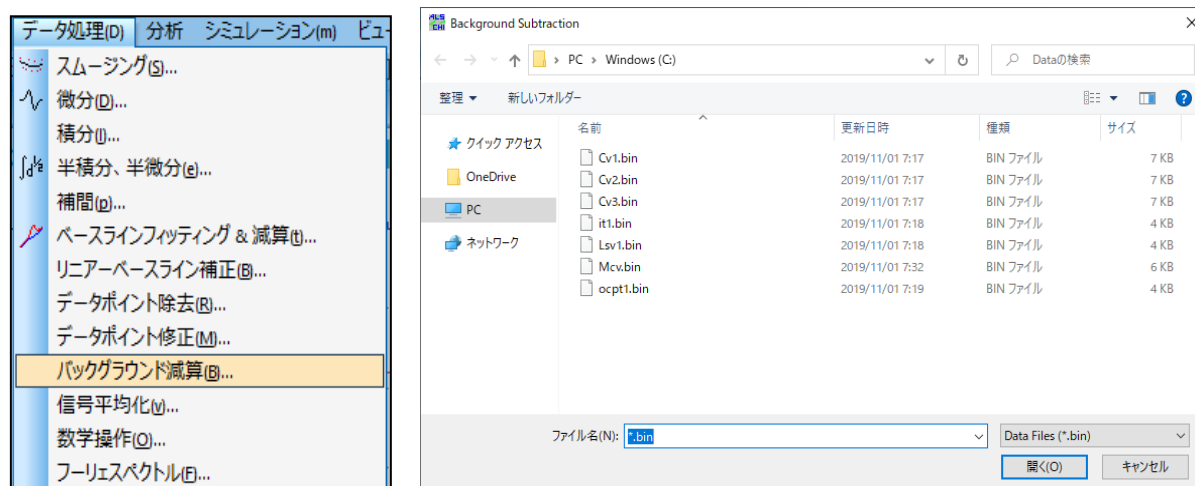


図 8-10-1. ツールバー(左)、ダイアログボックス(右)

8-11. 信号平均化

「データ処理」-「信号平均化」より、現在のデータと保存されているデータの間で信号の平均化を実行します。現在のデータは常に平均化に含まれます。いくつかのデータセットを単純に加算し、その結果をデータセットの数で割ることによって計算します。Xデータ配列が現在のデータと異なるデータは無視されます。

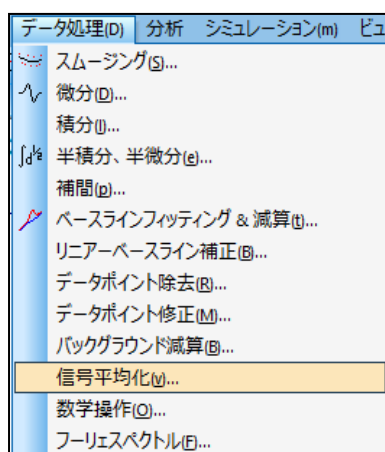


図 8-11-1. ツールバー

8-12. 数学操作

「データ処理」-「数学操作」より、現在のデータに対して数学処理を実行します。使用できる演算は、加算、減算、乗算、除算、指数、対数、平方根、平方根、および逆数であり、Xデータ値とYデータ値の両方に適用できます。

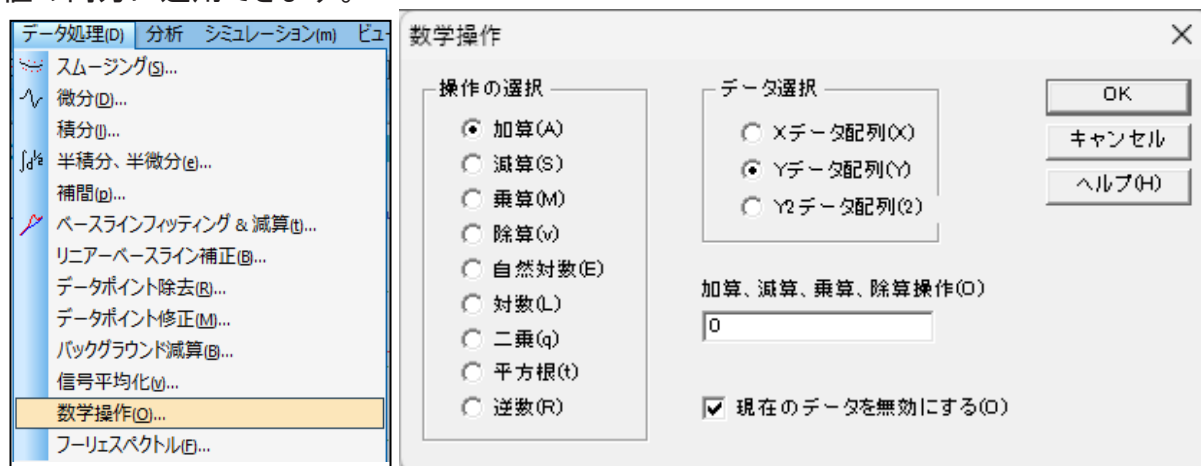


図 8-12-1. ツールバー(左)、数学操作(右)

- 操作の選択

データに適用する操作の選択を行ないます。加算、減算、乗算、除算を選択した場合、加算、減算、乗算、除算操作フィールドに2つ目のオペランドを指定する必要があります。

- データ選択

Xデータ配列またはYデータ配列のいずれかを選択します。

- 加算、減算、乗算、除算操作

操作の選択で、加算、減算、乗算、除算を選択した場合に入力します。

- 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

8-13. フーリエスペクトル

「データ処理」-「フーリエスペクトル」より、現在のデータのフーリエスペクトルを得ることができます。



図 8-13-1. ツールバー(左)、フーリエスペクトル(右)

● X スケール

フーリエスペクトルのXデータ配列は、n th comp.(n番目の成分)、1/s(Hz)スケール、または1/Vスケールから選択します。一般的には、n th comp.を使用します。物理的意味は、実験パラメータから導き出されます。

1/s(Hz)および1/Vスケールは、明確な物理的意味があります。タイムベースの実験では1/s(Hz)スケールを使用する必要があり、1/Vは無効です。ボルタンメトリー実験では1/s(Hz)スケールが有効でない可能性があるため、1/Vを使用する必要があります。CVおよびLSVIは、1/s(Hz)スケールと1/Vスケールの両方を使用できます。

● Y スケール

Yデータ配列にはフーリエ係数が含まれており、線形または対数スケールのいずれかを選択します。

● Y Expression

フーリエスペクトルのグラフ表示方法をMagnitude (振幅)、Real(実部)およびImaginary(虚部)から選択します。

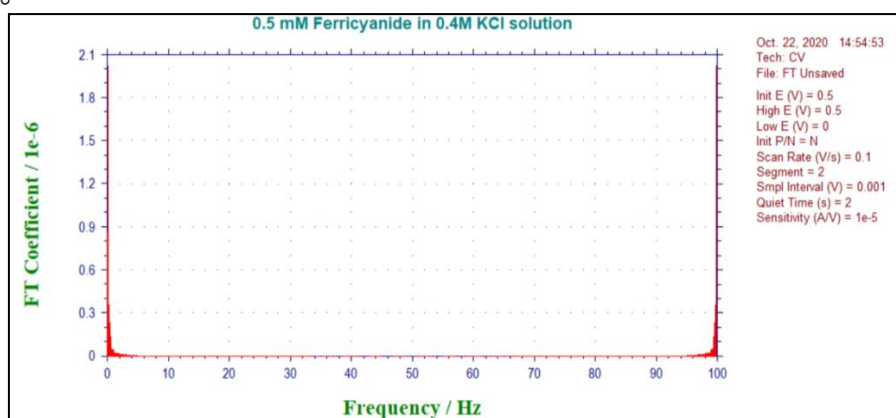


図 8-13-2. フーリエスペクトル表示例

● 現在のデータを無効にする

このボックスをチェックすると、現在アクティブなデータに変換されたデータを上書きします。チェックを外した場合、変換されたデータで上書きされず「現在のデータプロット」を選択すると元のデータを表示します。

9章 分析メニュー

ツールバーの分析メニューから選択可能な機能をご紹介します。

9-1. キャリブレーション曲線

「分析」-「キャリブレーション曲線」より、キャリブレーション曲線を作成します。

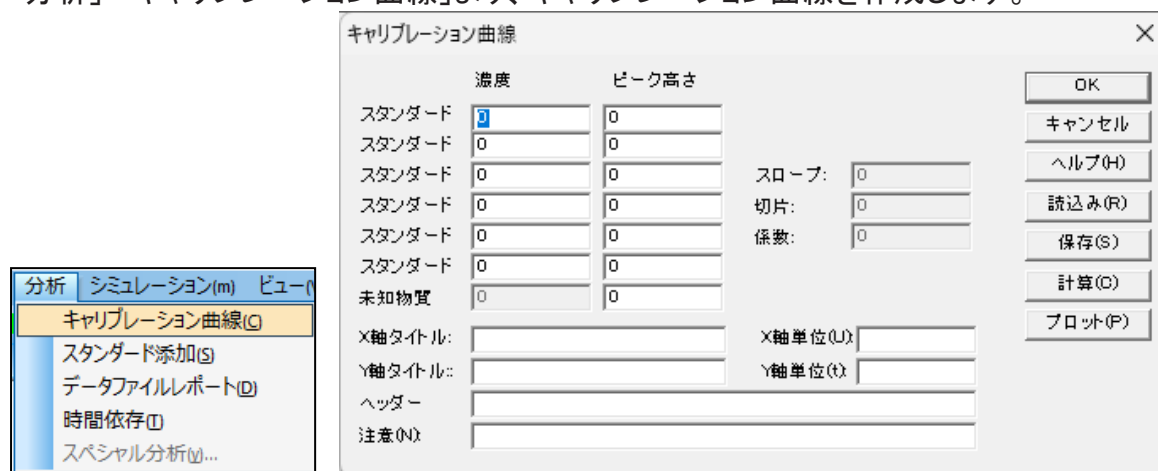


図 9-1-1. ツールバー(左)、キャリブレーション曲線(右)

- スタンダード #

標準溶液から得られた濃度とピーク高さ/電流を入力します。

- 未知物質

未知物質濃度計算するために未知物質のピーク高さを入力します。

- X 軸 / Y軸タイトル

プロットする X 軸 / Y軸タイトルを入力します。

- X 軸 / Y軸単位

プロットする X 軸 / Y軸単位または次元を入力します。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。グラフ上部に表示されない場合は、グラフオプションを確認してください。

- 注意

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。

- 読み込み

保存したデータを読み込みます。

- 保存

軸タイトル、単位、ヘッダー、注意と共にデータと一緒に保存します。

- 計算

検量線の傾き、切片、および相関係数を計算します。未知のピーク高さが与えられた場合、未知の濃度も計算されます。

- プロット

検量線をプロットし、データ範囲に応じて自動的にスケーリングします。

9-2. スタンダード添加

「分析」-「スタンダード添加」より、スタンダード添加法による未知物質濃度を算出します。スタンダード添加法の場合、最初に未知物質を測定し、ピーク高さを記録します。次に標準溶液の添加を行いながら、ピーク高さを再度測定します。通常、添加量はサンプル組成を維持するために総容量よりもはるかに少量とします。増加濃度は未知物質と同等であることが望ましいです。

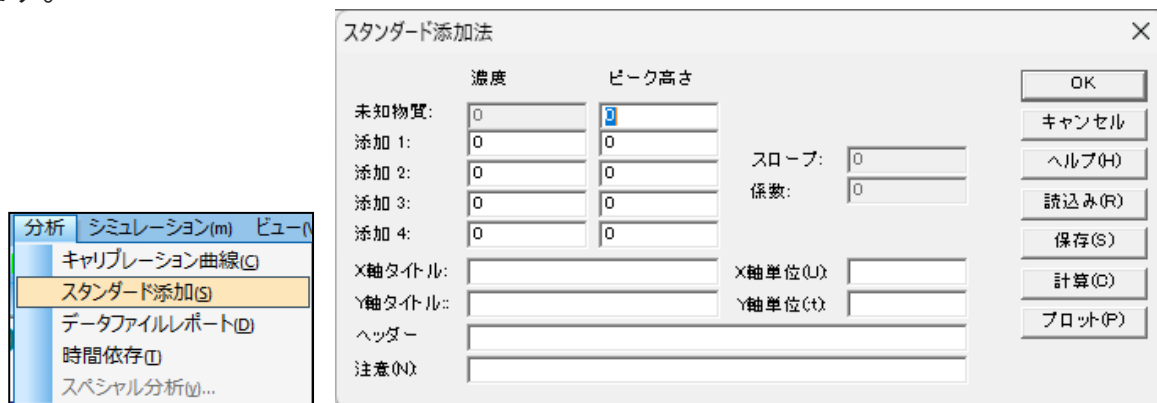


図 9-2-1. ツールバー(左)、スタンダード添加(右)

- 未知物質

未知物質濃度計算するために未知物質のピーク高さを入力します。

- 添加 #

標準溶液を追加した後の濃度とピーク高さ/電流を入力します。

- X 軸 / Y 軸タイトル

プロットする X 軸 / Y 軸タイトルを入力します。

- X 軸 / Y 軸単位

プロットする X 軸 / Y 軸単位または次元を入力します。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。グラフ上部に表示されない場合は、グラフオプションを確認してください。

- 注意

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。

- 読み込み

保存したデータを読み込みます。

- 保存

軸タイトル、単位、ヘッダー、注意と共にデータと一緒に保存します。

- 計算

検量線の傾き、切片、および相関係数を計算します。未知のピーク高さが与えられた場合、未知の濃度も計算されます。

- プロット

検量線をプロットし、データ範囲に応じて自動的にスケーリングされます。

9-3. データファイルレポート

「分析」-「データファイルレポート」より、キャリブレーション曲線のピーク電位範囲、スロープ、切片を入力し、保存したデータファイル用の分析する成分の濃度またはピーク電流をレポートします。

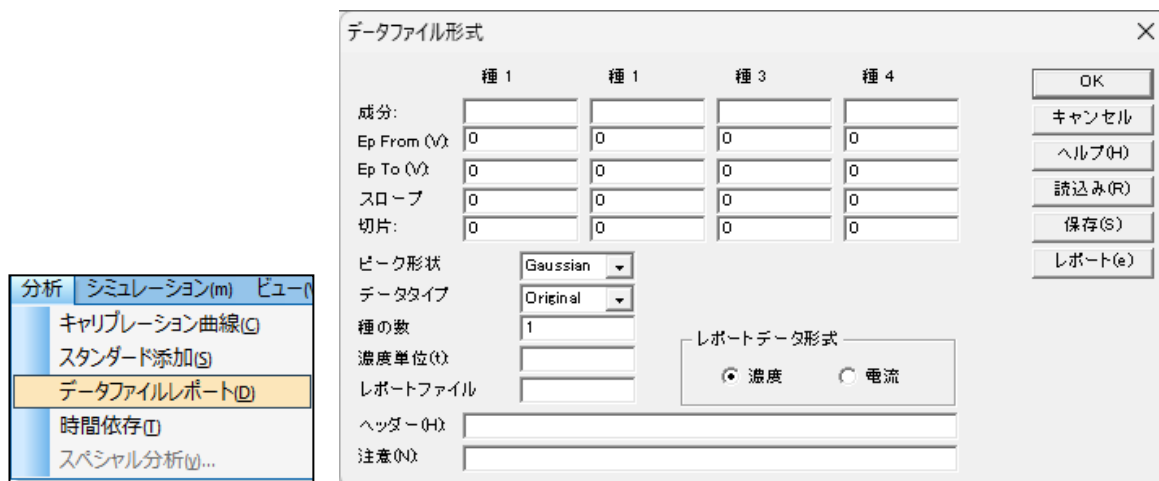


図 9-3-1. ツールバー(左)、データファイルレポート(右)

- 成分

分析する成分名を入力します。最大4成分の検出をできます。

- Ep From...Ep To...

ピーク電位範囲を入力します。プログラムがピークを検出するとき、指定された範囲内の最初のピークが選択されます。種ごとの範囲が重ならないようにする必要があります。

- スロープ

化合物の濃度を計算するために各種の検量線の傾きを入力します。レポートデータ形式が濃度、スロープがゼロの場合は警告(Slope can not be zero or negative)を表示します。

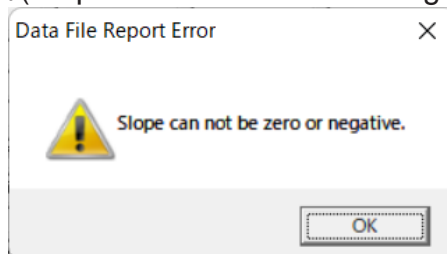


図 9-3-2. Data File Report Error

- 切片

化合物の濃度を計算するために各種の検量線の切片を入力します。

- ピーク形状

最も適したピーク形状をガウス、拡散、およびシグモイドから選択します。

- データタイプ

濃度をレポートするために、オリジナルデータ、半微分、一次微分を選択できます。

- 種の数

データファイルレポートの種の数を入力します。

- 濃度単位

濃度単位、または次元(ppmまたはM)を入力します。

- レポートファイル

レポートテキストファイルを保存する場合はファイル名を入力します。入力されたファイル名が存在する場合、警告を表示します。ファイル名が入力されていない場合、保存されません。

- レポートデータ形式

濃度またはピーク電流をレポートにします。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。グラフ上部に表示されない場合は、グラフオプションを確認してください。

- 注意

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。

- 読み込み

保存したデータを読み込みます。

- 保存

軸タイトル、単位、ヘッダー、注意と共にデータと一緒に保存します。

- レポート

このコマンドを用いてデータファイルレポートを作成します。

9-4. 時間依存

「分析」-「時間依存」より、保存されたデータファイルからピーク高さ、濃度の時間依存性のレポート、プロットを作成します。各データのピークの高さまたは濃度を検出し、最初の実験に関連する時系列順に並べ替えます。

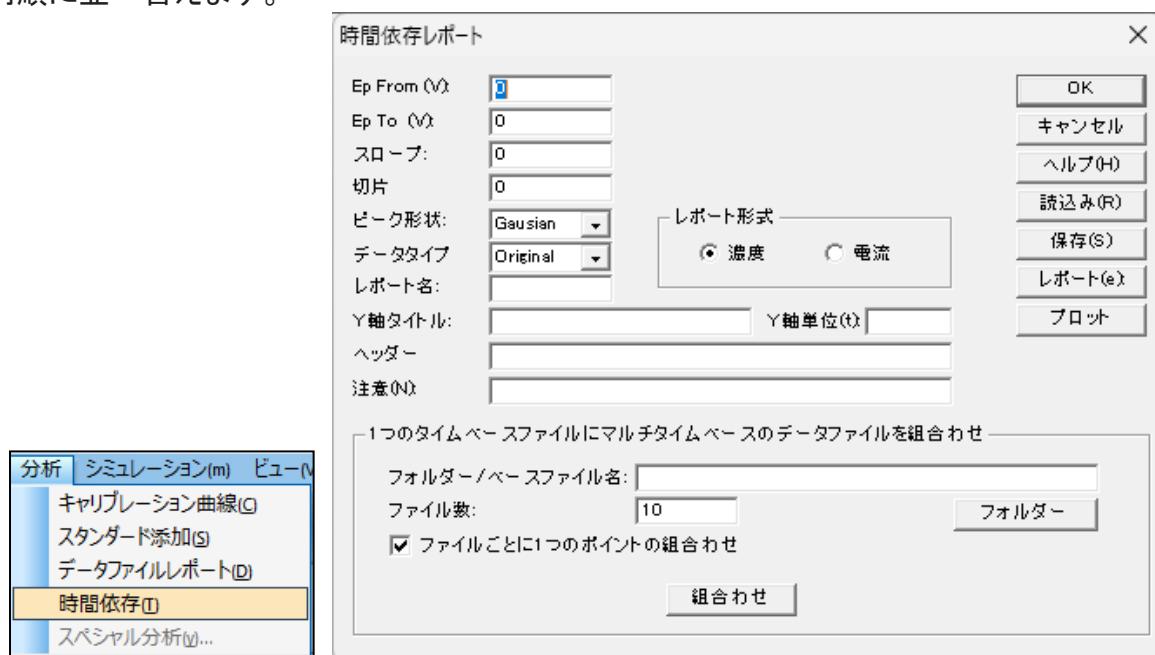


図 9-4-1. ツールバー(左)、時間依存(右)

- Ep From...Ep To...

ピーク電位範囲を入力します。プログラムがピークを検出すると、指定された範囲の最初のピークが選択されます。

- スロープ

化合物の濃度を計算するために各種の検量線の傾きを入力します。レポートデータ形式が濃度、スロープがゼロの場合は警告(Slope can not be zero or negative)メッセージを表示します。

- 切片

化合物の濃度を計算するために各種の検量線の切片を入力します。

- ピーク形状

最も適したピーク形状をガウス、拡散、およびシグモイドから選択します。

- データタイプ

濃度をレポートするために、オリジナルデータ、半微分、一次微分を選択できます。

- レポート名

レポートファイルを保存する場合はファイル名を入力します。入力されたファイル名が存在する場合、警告を表示します。ファイル名が入力されていない場合、保存されません。

- レポート形式

濃度またはピーク電流をレポートにします。

- Y軸タイトル

プロットするY軸タイトルを入力します。

- Y軸単位

プロットするY軸単位または次元を入力します。

- ヘッダー

ヘッダー用の入力フィールドです。グラフ上部に表示されない場合は、グラフオプションを確認してください。

- 注意

実験条件やコメントを入力するフィールドです。グラフ上には表示されませんが、データ情報として記録されます。後から実験内容を見返す際に使用します。

- 1つのタイムベースファイルにマルチタイムベースファイルを組合わせ

複数のタイムベースファイル(CV、LSV、i-tを含む)を1つのデータファイルに結合します。結合するファイルは、File1, File2, File3, File4, ...のように、同じファイル名の後ろに番号を振ります。また、同じテクニックで順番に並んでいる必要があります。時刻は、スタート地点の年、月、日、時、分、秒を基準に計算されます。

- フォルダー/ベースファイル名

複数のタイムベースファイルがFile1, File2, File3, File4, ...のような名前である場合、ベースファイル名は“File”と入力してください。

- ファイル数

結合するファイルがFile1, File2, File3, File4, File5の場合、ファイル数は5個となります。

- フォルダー

タイムベースファイルが保存されているフォルダを参照し、いずれかのファイルをクリックします。【フォルダ名とベースファイル名】のフィールドに表示されたファイル名の後ろの番号を削除してください。

- ファイルごとに1つのポイントに組合せ

チェックボックスをオンにすると、各データファイルが1つのポイントに平均化されます。

- 組合わせ

データファイルを結合します。指定したファイル名のテキストファイルがデータファイルフォルダに表示されます。OKを押して、ダイアログボックスを終了してください。

- 読込み

保存したデータを読み込みます。

- 保存

軸タイトル、単位、ヘッダー、注意と共にデータと一緒に保存します。

- レポート

このコマンドを用いてデータファイルレポートを作成します。

- プロット

このコマンドを用いて時間依存プロットを作成します。

10章 シミュレーションメニュー

ツールバーのシミュレーションメニューから選択可能な機能をご紹介します。

10-1. メカニズム

「シミュレーション」-「メカニズム」より、反応メカニズム、各反応種の濃度、反応速度、実験パラメータ、他の変数を設定します。シミュレーションを実行する前に各パラメータを設定する必要があります。平衡濃度を確認することもできます。

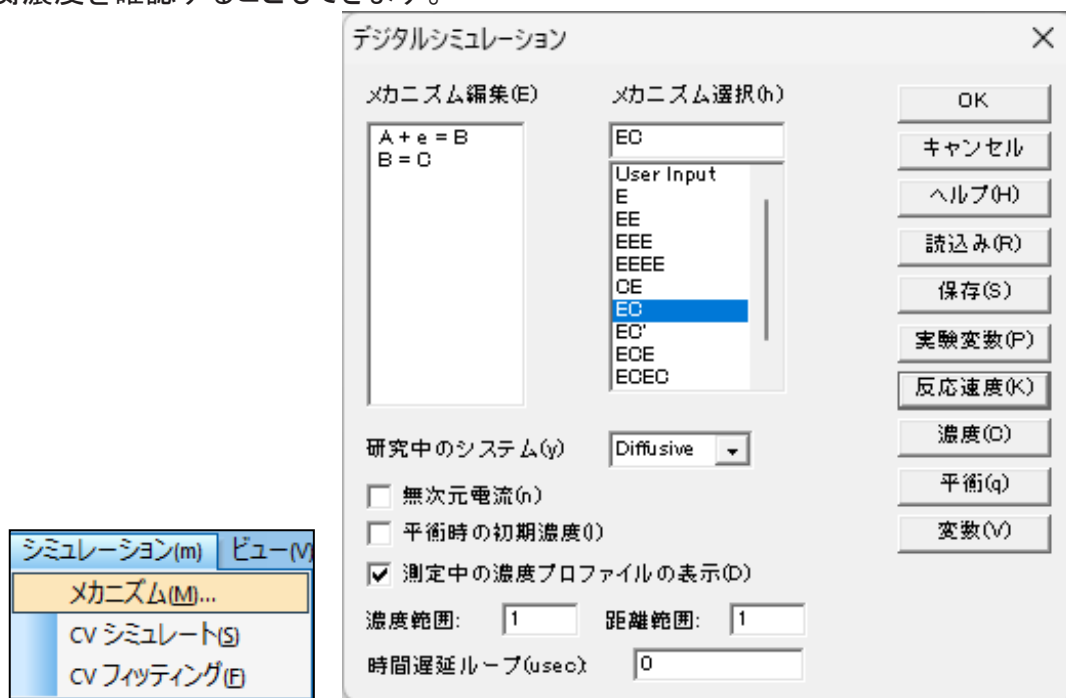


図 10-1-1. ツールバー(左)、メカニズム(右)

● メカニズム編集

メカニズム選択のリストから選択すると、対応する反応が表示されます。直接入力して編集することも可能です。ALSモデル730F以上の上位モデルは各化学種を文字A～Zで表記して区別でき、最大11ステップ、9つの化学種の組み合わせをシミュレートできます。その他のモデルでは文字A～Fで表記して区別でき、最大5ステップと6つの化学種の組み合わせをシミュレートできます。eは電子移動過程を表します。大文字と小文字は同一として扱われ、スペースは無視されます。

表 10-1-1. メカニズム例

還元	$A + e = B$	解離	$A = B + C$
酸化	$A - e = B$	組み合わせ	$A + B = C$
異性化	$A = B$	一般的な反応	$A + B = C + D$

● メカニズム選択

10種のメカニズムから選択できます。リストに含まれていないメカニズムは、あらかじめ定義されたメカニズムから得ることができます。例えば、EEC、ECC、CECは反応速度パラメータをゼロに定義することでECECから得ることができます。不均一電子移動速度 k_0 をゼロに定義すると、対応する電子移動ステップには影響がありません。化学反応の順方向および逆方向の速度定数をゼロに定義すると、対応する化学反応は影響がありません。

「User Input」はALSモデル730F以上の上位モデルで動作可能です。

- 研究中のシステム

Diffusive(拡散系)、Surface(吸着系)を選択します。拡散系は平面拡散、吸着系はラングミュア等温線に従い、酸化型と還元型の両方が強く吸着されると想定されます。

- 無次元電流

このボックスをチェックすると、システムは無次元電流を算出します。これは他の理論結果との比較に役立ちます。ボックスがチェックされていない場合、電流は濃度、電極面積、およびタイムスケールに従って計算されます。

- 平衡時の初期濃度

このボックスをチェックすると、平衡濃度を計算しその値をシミュレーションの初期条件として使用します。平衡状態は反応速度パラメータ、入力濃度に応じて算出されます。ボックスがチェックされていない場合、初期条件として入力濃度を使用します。

- 測定中の濃度プロファイルの表示

このボックスをチェックすると、シミュレーション中に濃度プロファイルとボルタモグラムを表示します。反応メカニズムを理解するのに非常に役立ちます。

ボルタモグラムの場合、軸のスケールは感度で設定した値が反映されます。感度が高すぎる場合、ボルタモグラムはフラットラインで表示されます。感度が低すぎると、データポイントが散らばってしまいます。ただし、実行後のデータ表示は自動調整します。

濃度プロファイルの場合、相対濃度と相対距離が使用されます。全ての種の合計濃度はデフォルトで1に設定されており、シミュレーション中の濃度はこの値を基準にしています。単位距離はデフォルトで $6 \cdot \sqrt{Dt}$ に設定されています。Dは拡散係数、tは任意の実験の合計時間です。濃度と距離の範囲を変更するには、次の2つの項目を参照してください。

- 濃度範囲

濃度範囲を入力します。入力範囲は0.001～100,000、デフォルトは1です。

- 距離範囲

距離範囲を入力します。入力範囲は0.001～10、デフォルトは1です。

- 時間遅延ループ

シミュレーションの実行時間は、シミュレーションと使用するPCの種類に依存します。実行時間が短すぎると、濃度プロファイルの明確な変化を確認できない場合があります。時間遅延ループ変数を長く取ることで、シミュレーション変化をゆっくり表示することができます。パラメータの範囲は $0 \sim 1 \times 10^8$ です。

- 読み込み

シミュレーションに必要なパラメータを含む*.sim ファイルを読み込みます。

- 保存

シミュレーションに必要な全てのコマンドを保存します。

- 実験変数

シミュレーションの実験パラメータを設定します。「セットアップ」-「パラメータ設定」からも設定可能です。サイクリックボルタメトリーのダイアログボックスが表示され、使用するパラメータを設定します。

- 反応速度

図 10-1-2. ポテンシャル/速度定数のダイアログボックスが表示され、標準の不均一速度定数、標準レドックス電位、電荷移動係数などの電子移動速度パラメータを設定します。また、化学反応の順方向および逆方向の速度定数を入力することもできます。

- 濃度

化学種の拡散係数と濃度を設定します。研究中のシステムにてDiffusive(拡散系)を選択した場合は濃度拡散係数(図 10-1-3)、Surface(吸着系)を選択した場合は表面濃度(図 10-1-4)のダイアログボックスが表示されます。

- 平衡

図 10-1-5. 平衡時の濃度ダイアログボックスが表示され、任意の反応速度条件の各化学種の濃度を表示します。

- 変数

図 10-1-6. シミュレーション変数ダイアログボックスが表示され、温度、電極面積などのパラメータを入力します。

10-1-1. ポテンシャル/速度定数ダイアログボックス

このダイアログボックスにCVシミュレーションの反応速度パラメータを入力します。

図 10-1-2. ポテンシャル/速度定数

反応の種類に応じて、最大3つのパラメータを入力します。

電荷移動反応の場合、速度定数 k_o 、標準酸化還元電位 E_o 、電荷移動係数 α を入力します。その他の化学反応については、順方向および逆方向の速度定数を指定します。

いくつかの反応速度パラメータは既に調べられている場合があります。 n 種の濃度は $n-1$ 反応と初期濃度により決定できるためです。種の数よりも多くの方程式が存在するため、方程式の一部は線形に依存している必要があります。平衡定数は決定されており、任意に割り当てられる場合、システムは平衡に達することはありません。

ソフトウェアはこのような状況を自動で検出し最適な線形依存性のパラメータを割り当てます。反応速度パラメータが未知の反応をメカニズムリストの一番下に置き、プログラムが自動的にそれらのパラメータを割り当てます。

平衡定数が化学反応を伴う場合、逆方向速度定数はソフトウェアによって決定されます。その場合、順方向速度定数を入力する必要があります。

10-1-2. 濃度、拡散係数ダイアログボックス

研究中のシステムでDiffusive(拡散系)を選択する場合、このダイアログボックスは、濃度と拡散係数の設定を行います。

反応	種	濃度/M	拡散係数/(cm²/s)
A + e = B B = C	A:	0.001	1e-005
	B:	0	1e-005
	C:	0	1e-005

図 10-1-3. 濃度、拡散係数ダイアログボックス

各種の濃度と拡散係数を入力します。

10-1-3. 表面濃度ダイアログボックス

研究中のシステムでSurface(吸着系)を選択する場合、このダイアログボックスは、表面濃度の設定を行います。

反応	種	濃度/(mol/cm²)
A + e = B B = C	A:	0.001
	B:	0
	C:	0

図 10-1-4. 表面濃度ダイアログボックス

各種の表面濃度を入力します。

10-1-4. 平衡時の濃度ダイアログボックス

このダイアログボックスは、平衡時の濃度を表示します。

反応	種	濃度
A + e = B B = C	A:	0.001
	B:	3.53429e-012
	C:	3.53429e-012

図 10-1-5. 平衡時の濃度ダイアログボックス

CVシミュレートによって計算された、各種の平衡時の濃度を表示します。

10-1-5. シミュレーション変数ダイアログボックス

このダイアログボックスは、CVシミュレーションに使用するパラメータを設定します。

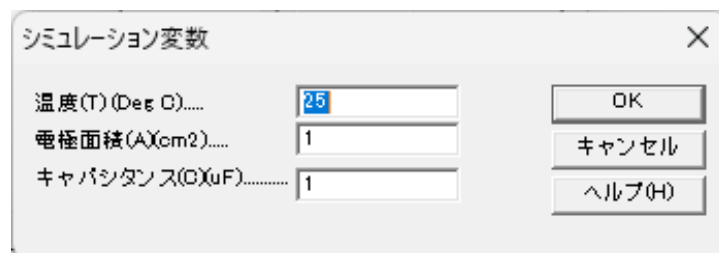


図 10-1-6. シミュレーション変数ダイアログボックス

- 温度

温度を入力します。熱力学、反応速度パラメータは温度に依存します。

- 電極面積

電極面積(cm²)を入力します。電流は平面拡散、表面反応における電極面積に比例します。

- キャパシタンス

電極二重層容量(uF)を入力します。充電電流はシミュレーションの合計電流に追加されます。

10-2. CVシミュレート

「シミュレーション」-「CVシミュレート」より、CVデータのシミュレーションを行います。

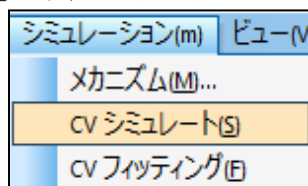


図 10-2-1. ツールバー

シミュレーションを実行する前に「メカニズム」コマンドより、反応メカニズム、濃度、反応速度パラメータ、実験パラメータを設定します。

次に、装置とPCが正しく接続されていることを確認し、ハードウェアテストを実行します。以降は装置の接続は必要ありません。

「CVシミュレート」コマンドを選択すると、シミュレーションが実行されます。シミュレーション中のグラフィックはクリップボードにコピーできます。

10-3. CVフィッティング

「シミュレーション」-「CVフィッティング」より、パラメータを既存のCVデータにフィッティングし評価を行います。

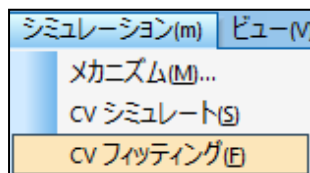


図 10-3-1. ツールバー

装置とPCが正しく接続されていることを確認し、ハードウェアテストを実行します。以降は装置の接続は必要ありません。次に、フィッティングさせるCVデータを開きます。CVデータは実験データ、シミュレーションデータのどちらでもかまいません。

「CVフィッティング」コマンドを選択すると、図 10-1-1(右)デジタルシミュレーションのダイアログボックスが開きます。OKをクリックすると、図 10-3-2. CVフィッティングパラメータのダイアログボックスが開きます。

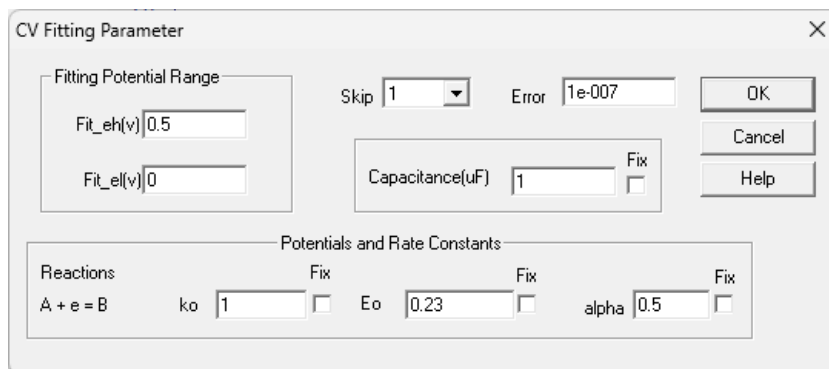


図 10-3-2. CVフィッティングパラメータ

- Fitting Potential Range(フィッティング電位範囲)

初期値は自動で入力されます。手動で指定することも可能です。

- Skip

フィッティングするデータポイントを間引いて、時間を短縮します。

- Error

設定したErrorパラメータを下回るとフィッティングを終了します。

- Capacitance

充電電流もCVデータに大きく影響する可能性があるため、二重層静電容量も変数または定数として利用できます。

- Potential and Rate Constants(ポテンシャルと速度定数)

図 10-1-1(右)で選択した反応メカニズムとそれに関連するポテンシャルと速度定数が表示されます。反応速度パラメータは入力する必要がありません。初期値が自動で入力されますが、正しい値が分かっている場合は手動で入力することも可能です。

パラメータを修正した場合、Fixをチェックするとフィッティング中に値が変更されるのを防ぎ、未知の変数の総数が減るためフィッティングに必要な時間を短縮します。

OKをクリックすると、フィッティングを実行します。フィッティング範囲は青線で囲われ、フィッティングデータは緑、入力データは赤でプロットされます。右上にはフィッティングエラーと経過時間が表示されます。

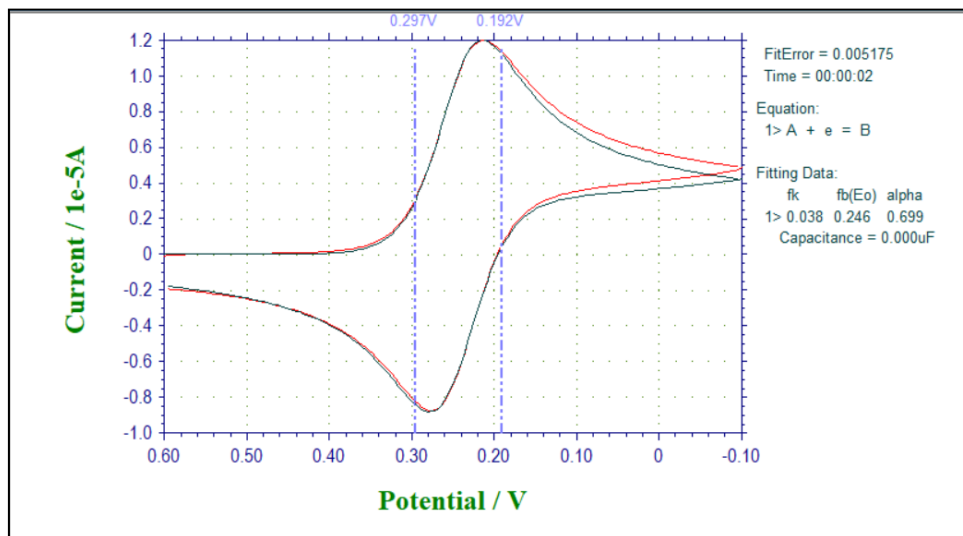



図 10-3-3. CVフィッティング実行例

指定したエラー値に達すると、フィッティングを終了します。測定停止  またはEscキーを押すといつでも終了できます。結果として得られたパラメータが表示されます。

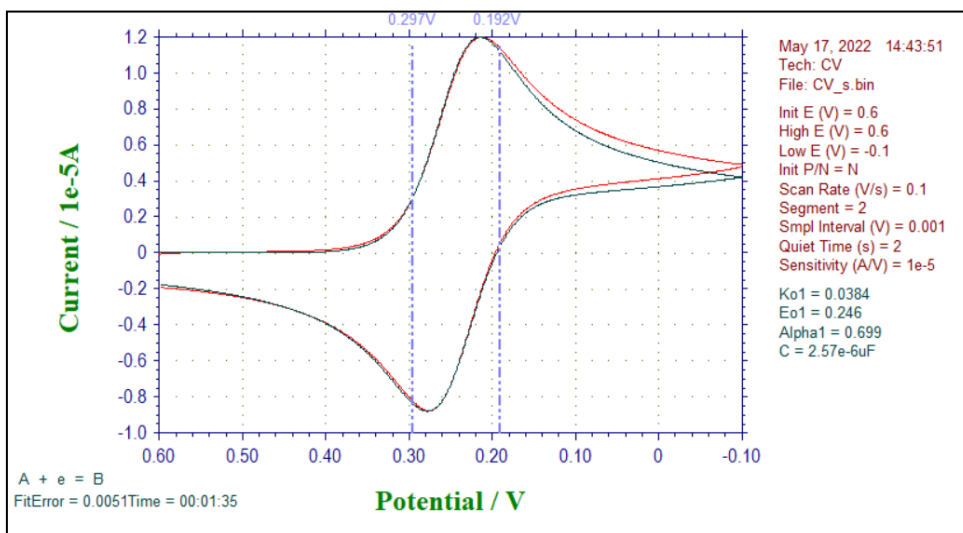


図 10-3-4. CVフィッティング結果

10-4. 交流インピーダンスシミュレーション、フィッティング

インピーダンステクニックが備えているモデルでは、交流インピーダンスのシミュレーションが行えます。インピーダンス シミュレーションを使用するには、テクニックを交流インピーダンス(IMP-A.C.Impedance)に設定し、メカニズムコマンドを使用して等価回路を入力する必要があります。



図 10-4-1. 交流インピーダンスを選択

テクニック画面を表示させ、IMP-A.C.Impedanceを選択しOKをクリックします。次に「シミュレーション」-「メカニズム」より、メカニズム編集モードの等価回路ウィンドウを開きます。

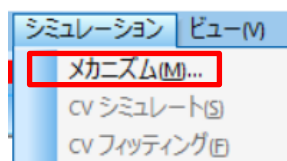


図 10-4-2. メカニズムを選択

ツールバーが交流インピーダンスシミュレーション専用のツールバーに切り替わります。専用のアイコンを操作して回路を構成します。

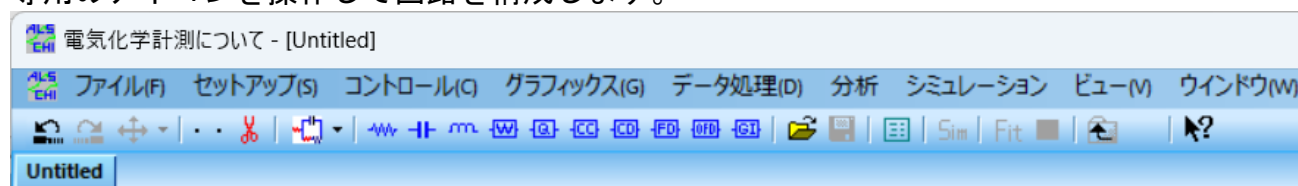


図 10-4-3. メカニズム編集モードの等価回路ツールバー

10-4-1. IMPシミュレーションツールバーアイコン

各アイコンの名称、機能について説明致します。

表 10-4-1. IMPシミュレーションツールバーアイコン

	直前の操作を元に戻す
	直前の操作をやり直す
	配置された回路素子を左右上下に移動
	全てを削除
	回路素子または接続を切断 (削除)
	等価回路モデルを選択
	抵抗の追加 (Ohm)
	キャパシタの追加 (Farads)
	インダクタンスの追加 (Henries)
	ワールブルグインピーダンスの追加
	コンスタント位相成分(CPE)の追加
	コール・コールインピーダンスの追加
	コール・デビッドソンインピーダンスの追加
	有限拡散(薄層)インピーダンスの追加
	開放有限拡散(ネルンスト拡散)インピーダンスの追加
	Gerischerインピーダンスの追加
	シミュレーションパラメータ(周波数範囲など)の入力
	作成済み等価回路ファイル(*.imp)を開く
	作成した等価回路を保存
	作成済みの等価回路によるインピーダンスシミュレーションを開始
	インピーダンスフィッティングの開始
	インピーダンスフィッティングを中断。フィッティング中のみ使用可能
	メカニズム編集モードの終了

10-4-2. 等価回路編集

等価回路編集はグラフィカルに行えます。最初に、ブランクの2端子(○)が表示している画面が表れます。ツールバーから適当なアイコンをクリックし、ブランク画面で再度クリックしますと、その素子が配置されます。

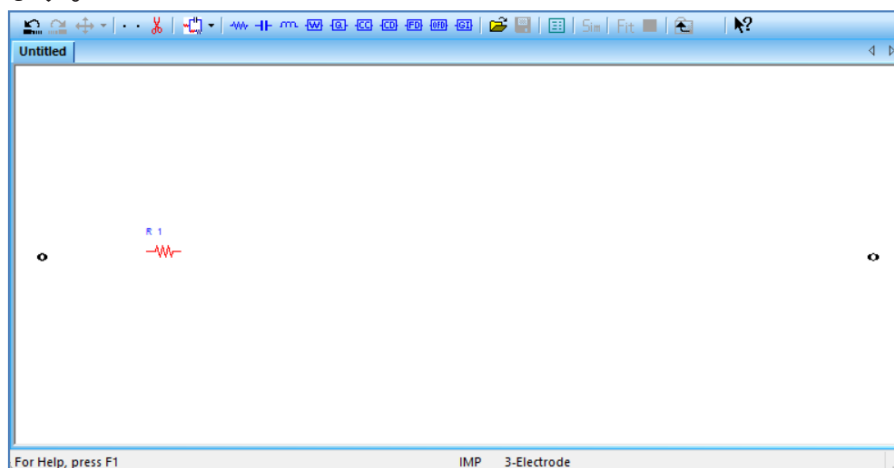


図 10-4-4. 等価回路素子を選択し、画面上に配置する

画面上の素子をダブルクリックしますと、名前、値を変更できます。詳細は「10-4-5.インピーダンス成分のパラメータ」をご確認ください。



図 10-4-5. パラメータダイアログボックス例

それぞれの素子はカーソルを使って接続します。マウスカーソルを素子の左端または右端に接近させると、端子マーク(●)が表示されます。マウスの左ボタンをホールドしながら、他の成分に向かってマウスをドラッグし、接続したい端子(●)が表れたら、左ボタンを離します。2つの素子が接続されます。

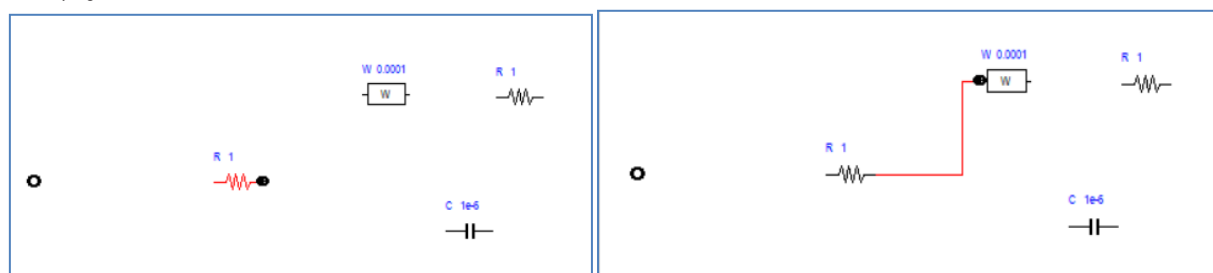


図 10-4-6. 端子マーク(●)、回路両端のドット(○)

回路を描きましたら、選択したい素子や配線にマウスを左クリックしますと、素子、配線の色は赤になります。素子や配線を削除するには左クリックして選択します。選択すると素子や配線の色が赤くなります。✂ アイコンをクリックすると、素子や配線が削除されます。素子や配線を移動するには、左クリックでドラッグし目的の位置で離します。または、⇄ アイコンを使用して移動できます。

等価回路図を完成させるには、ウインドウの両側にある2つの端子(○)に接続する必要があります。この2つの端子に接続しないと、プログラムは回路の両端子を決定できず、シミュレーションを開始しません。



アイコン右のプルダウンメニューから等価回路モデルを選択することができます。

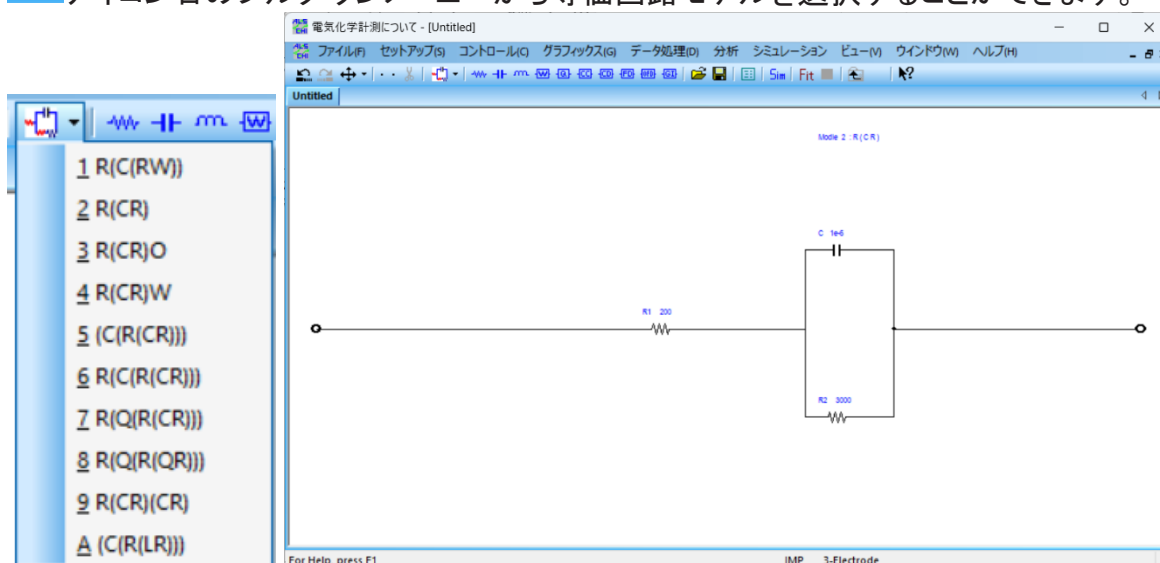



図 10-4-7. プルダウンメニュー(左)、等価回路モデルの回路図例(右)

10-4-3. IMPシミュレーション

 シミュレーションアイコンをクリックしますと、ナイキスト線図が得られます。プログラムはシミュレートしたデータを表示するために回路編集を閉じます。

注

1. 新規にシミュレーションを開始すると、未保存のデータは消去されます。シミュレーションを開始する前にデータを保存してください。

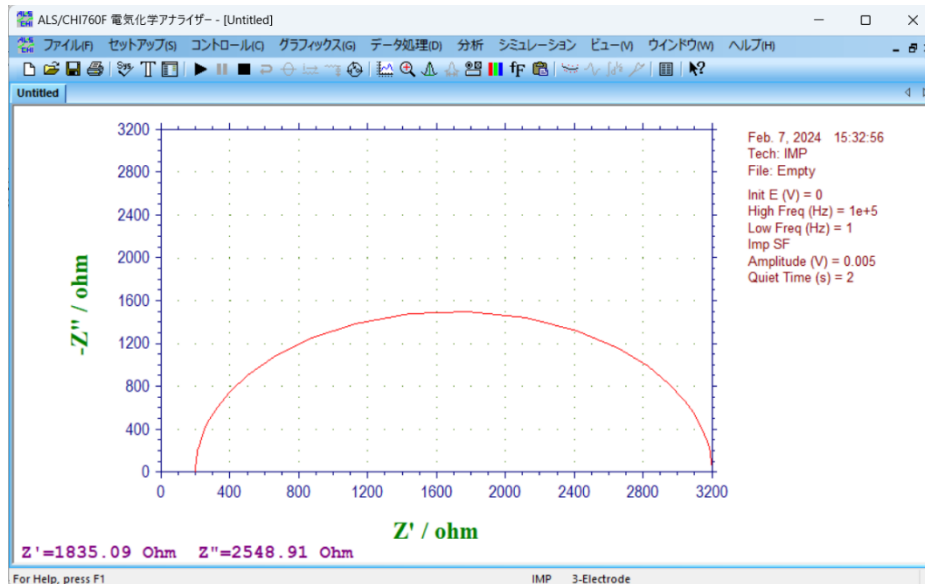




図 10-4-8. 等価回路モデル2 :R(CR)の回路図のシミュレーション結果

10-4-4. IMPフィッティング

フィッティングを行う場合、 アイコンをクリックします。フィッティングの間画面上に、フィッティングエラー(Error)、経過時間(Time)、回路成分の変化が表示されます。成分値が収束するとフィッティングは終了し結果が表示されます。フィッティング中に停止する場合は アイコンをクリックしてください。

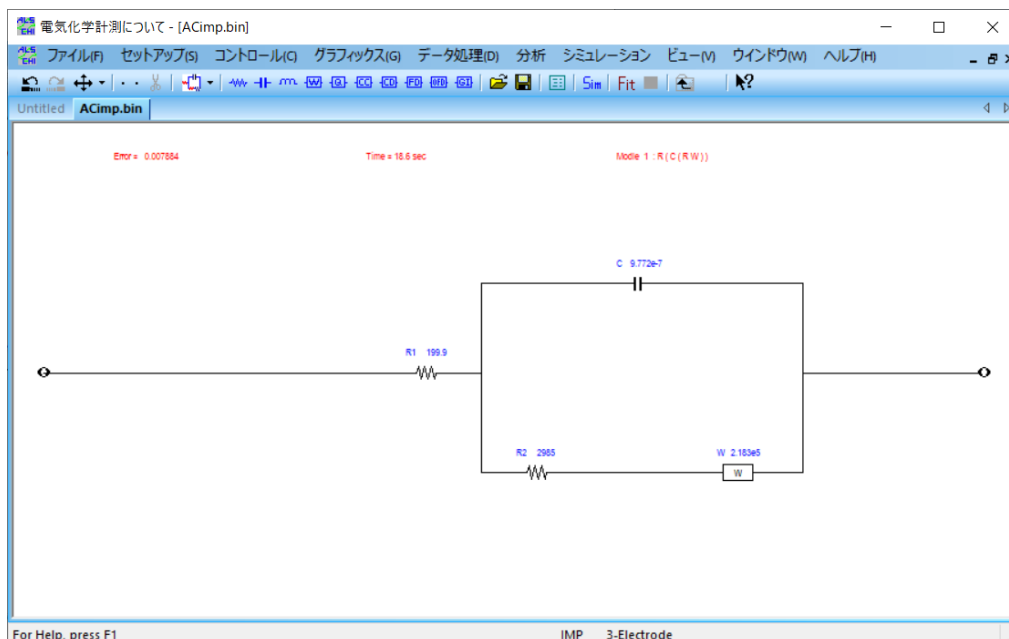


図 10-4-9. IMPフィッティングに使用する等価回路図と結果の例

アイコンをクリックしてメカニズム編集モードを終了し、測定画面に切り替わります。オリジナルデータとフィッティングデータが重ね書きされ、表示されます。

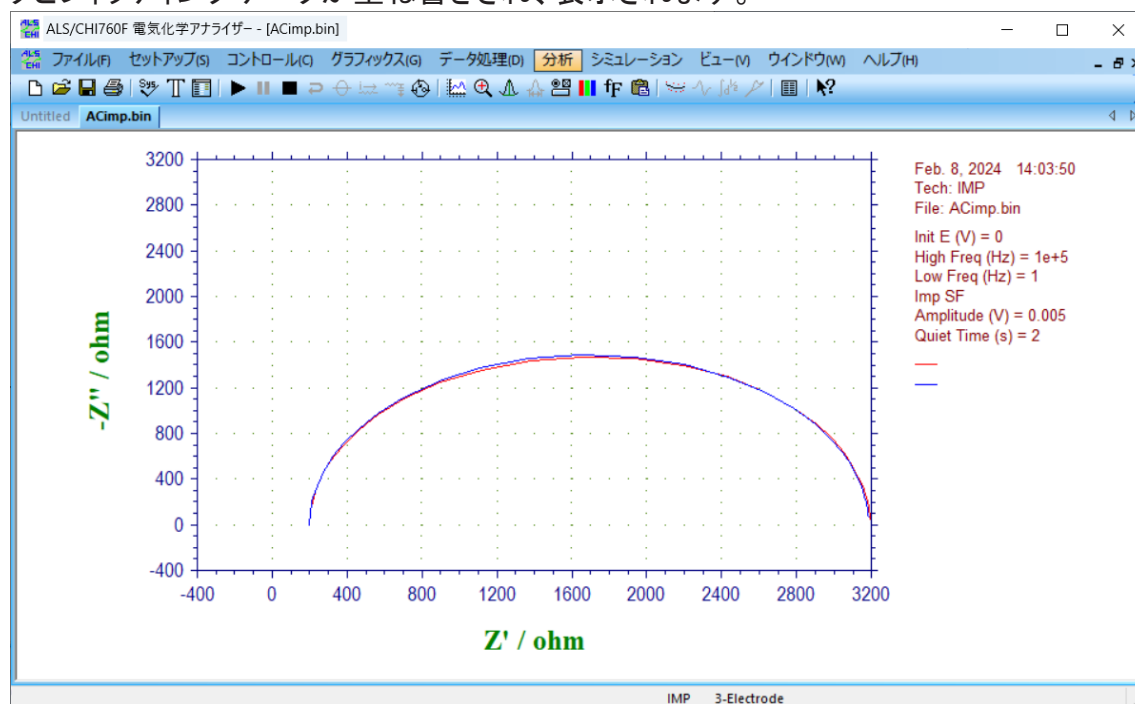


図 10-4-10. IMPフィッティング結果の重ね書き例


注

1. データフィッティングには、等価回路と、インピーダンス測定や先行シミュレーションから得られた一組のインピーダンスデータが必要です。フィッティングの適合度が低い場合は等価回路が物理系への近似が不十分であることを示します。良好なフィッティングを得るために等価回路を修正する必要があります。
2. フィッティングプログラムには制限があります。よく知られているデータセットを用いても正確でないフィッティングが行われることがあります。また、結果は成分の初期値に依存することがあります。問題が発生した場合、最寄の代理店にご相談ください。
3. インピーダンスシミュレーションとフィッティングを行う場合は、インピーダンス測定以外のテクニックを実行しない、データファイルを読み込まないでください。回路編集が正しく機能しなくなることがあります。
4. フィッティングプログラムを開始する前に、装置とPCが正しく接続されていることを確認し、ハードウェアテストを行います。1回目のフィッティングが終わったら、それ以降機器の接続を行うことなくシミュレーションに使用できます。

10-4-5. インピーダンス成分のパラメータ

インピーダンス成分は抵抗、キャパシター、インダクタンス、ワールブルグインピーダンス、コンスタント位相成分(CPE)などから構成されています。回路図上に配置した素子アイコンをダブルクリックすると、各パラメータダイアログボックスが表示され、シミュレーションを行うためのパラメータの数値を入力できます。各成分の一覧表示は「表 10-4-12.インピーダンス成分の単位と範囲、表 10-4-13.インピーダンス成分のプロパティ」をご確認ください。

抵抗

 アイコンをクリックすると、抵抗のパラメータダイアログボックスが表示されます。



抵抗

名前(N)

値(V) (ohm) ☐ 固定


OK キャンセル ヘルプ(H)

図 10-4-11. 抵抗パラメータ

表 10-4-2.抵抗パラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 9 桁	表示名
値(ohm)	0.001 ~ 1×10^{12}	抵抗(Ω)
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

キャパシター

 アイコンをクリックすると、キャパシターのパラメータダイアログボックスが表示されます。



キャパシター

名前(N)

値(V) (Farad) ... ☐ 固定


OK キャンセル ヘルプ(H)

図 10-4-12. キャパシターパラメータ

表 10-4-3.キャパシターパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 9 桁	表示名
値(Farad)	1×10^{-12} ~ 1	キャパシタンス(Farad)
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

インダクター

 アイコンをクリックすると、インダクターのパラメータダイアログボックスが表示されます。



インダクター

名前(N)

値(V) (Henry) ... ☐ 固定


OK キャンセル ヘルプ(H)

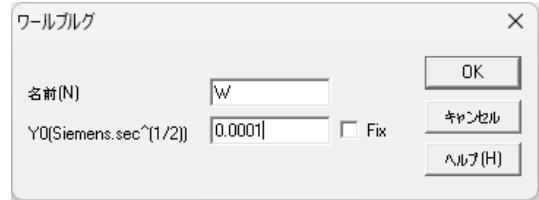
図 10-4-13. インダクターパラメータ

表 10-4-4. インダクターパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 9 桁	表示名
値(Henry)	1×10^{-12} ~ 1	インダクタンス(Henries)
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

ワールブルグインピーダンス

 アイコンをクリックすると、ワールブルグ インピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。



ワールブルグ

名前(N)

$Y_0(\text{Siemens} \cdot \text{sec}^{1/2})$ ☐ Fix

OK キャンセル ヘルプ(H)


図 10-4-14. ワールブルグインピーダンスパラメータ

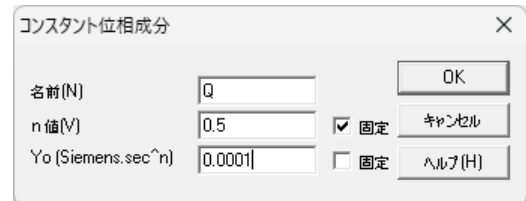
表 10-4-5. ワールブルグインピーダンスパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 9 桁	表示名
$Y_0(\text{Siemens} \cdot \text{sec}^{1/2})$	$1 \times 10^{-6} \sim 1$	コンダクタンスの大きさ
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

ワールブルグ インピーダンスは、半無限線形拡散現象をモデル化するために使用される回路素子です。この回路要素は位相が45度と一定であるため、ワールブルグ インピーダンスだけで構成される回路は、ナイキスト線図で実軸と45° の角度をなす直線となります。

コンスタント位相成分(CPE)

 アイコンをクリックすると、コンスタント位相成分 (CPE)のパラメータダイアログボックスが表示されます。



コンスタント位相成分

名前(N)

n 値(V) ☒ 固定

$Y_0(\text{Siemens} \cdot \text{sec}^n)$ ☐ 固定

OK キャンセル ヘルプ(H)


図 10-4-15.CPEパラメータ

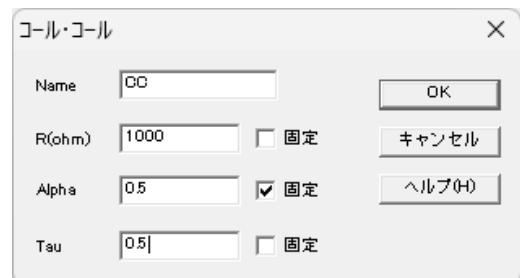
表 10-4-6.CPEパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 9 桁	表示名
n Value	0 ~ 1	位相/(90度単位)
$Y_0(\text{Siemens} \cdot \text{sec}^n)$	$1 \times 10^{-12} \sim 1,000$	コンダクタンスの大きさ
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

コンスタント位相成分(CPE)は、不完全なコンデンサ(電気二重層など)の動作をモデル化するために使用される回路素子です。抵抗と並列に配置すると、得られるナイキスト線図は、複素平面(アルガン図)で、虚数方向に短軸を持つ半楕円の弧になり、 $n=1$ で半円(理想的なコンデンサ)に近づきます。

コール・コールインピーダンス

 アイコンをクリックすると、コール・コールインピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。



コール・コール

Name

R(ohm) ☐ 固定

Alpha ☒ 固定

Tau ☐ 固定

OK キャンセル ヘルプ(H)


図 10-4-16. コール・コールインピーダンスパラメータ

表 10-4-7. コール・コールインピーダンスパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 11 桁	表示名
R(ohm)	$0.001 \sim 1 \times 10^{12}$	抵抗
Alpha	0 ~ 1	歪みパラメータ
Tau	$0.0001 \sim 0.9999$	緩和時間
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

コール・コールインピーダンスは、球面拡散をモデル化するために使用される回路素子です。得られるナイキスト線図は、半楕円の円弧になります ($\alpha=1$ で半円に近づきます)。

コール・デビッドソンインピーダンス

 アイコンをクリックすると、コール・デビッドソンインピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。

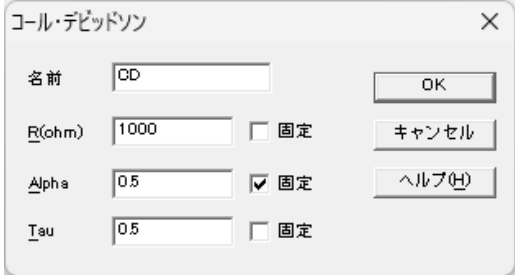



図 10-4-17. コール・デビッドソンインピーダンスパラメータ

表 10-4-8. コール・デビッドソンインピーダンスパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 11 桁	表示名
R(ohm)	0.001 ~ 1×10^{12}	抵抗
Alpha	0 ~ 1	歪みパラメータ
Tau	0.0001 ~ 0.9999	緩和時間
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

コール・デビッドソン インピーダンスは、ネルンスト拡散インピーダンスをモデル化するために使用される回路素子です。得られるナイキスト線図は、歪んだ半楕円の円弧になります ($\alpha=0.5$ の場合、高周波側は実軸と 45° の角度をなす直線となります)。

有限拡散インピーダンス

 アイコンをクリックすると、有限拡散インピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。

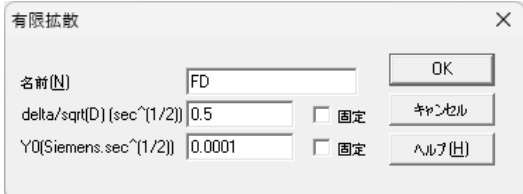



図 10-4-18. 有限拡散インピーダンスパラメータ

表 10-4-9. 有限拡散インピーダンスパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 11 桁	表示名
δ/\sqrt{D} (sec ^{1/2})	1×10^{-6} ~ 1000	拡散層厚さ/(拡散係数) ^{1/2}
Y_0 (Siemens.sec ^{1/2})	1×10^{-12} ~ 1×10^{12}	限界ワールブルグコンダクタンス
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

有限拡散インピーダンスは、ワールブルグ インピーダンスを一般化したものです。係数B ($B = \delta / D^{1/2}$) が大きい場合または周波数が高い場合、ワールブルグ インピーダンスに近付きます。特定の条件下では、薄層拡散をモデル化するのに役立ちます。

開放有限拡散インピーダンス

 アイコンをクリックすると、開放有限拡散 インピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。

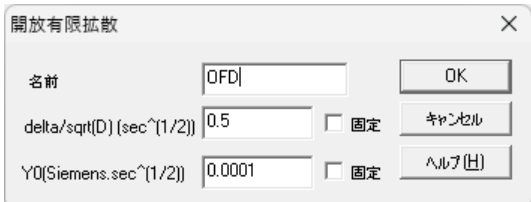



図 10-4-19. 開放有限拡散インピーダンスパラメータ

表 10-4-10. 開放有限拡散

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 11 桁	表示名
δ/\sqrt{D} (sec ^{1/2})	$1 \times 10^{-6} \sim 1000$	拡散層厚さ/(拡散係数) ^{1/2}
Y_0 (Siemens.sec ^{1/2})	$1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{12}$	限界ワールブルグコンダクタンス
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

開放有限拡散インピーダンスは、ワールブルグ インピーダンスを一般化したものです。係数 B ($B = \delta / D^{1/2}$) が大きい場合または周波数が高い場合、ワールブルグ インピーダンスに 近付きます。特定の条件下では、薄層拡散過程 をモデル化するのに役立ちます。

Gerischerインピーダンス

 アイコンをクリックすると、Gerischerインピーダンスのパラメータダイアログボックスが表示されます。

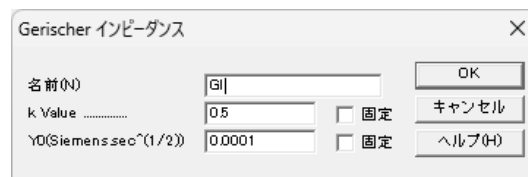


図 10-4-20. Gerischerインピーダンスパラメータ

表 10-4-11. Gerischerインピーダンスパラメータ

成分	範囲	内容
名前	1 ~ 11 桁	表示名
k Value	0 ~ 1	係数kの値 ²
Y_0 (Siemens.sec ^{1/2})	$1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{12}$	限界ワールブルグコンダクタンス
固定	チェックまたは未チェック	チェックした場合、値は茶色に表示しフィッティング中に変化しません。

Gerischerインピーダンスは、電極界面における吸着-脱離反応と拡散過程をモデル化するために使用される回路素子です。

表 10-4-12.インピーダンス成分の単位と範囲

成分	略称	単位	範囲
抵抗	R	Ohm	$0.001 \sim 1 \times 10^{12}$
キャパシター	C	Farad	$1 \times 10^{-12} \sim 1$
インダクター	L	Henry	$1 \times 10^{-12} \sim 1$
ワールブルグ	W	Siemens sec ^{1/2}	$1 \times 10^{-6} \sim 1$
コンスタント位相成分(CPE)	Q	Siemens sec ⁿ	$1 \times 10^{-12} \sim 1,000$, n: 0 ~ 1
コール・コール	CC	Ohm	R: $0.001 \sim 1 \times 10^{12}$, α : 0 ~ 1 τ : 0.0001 ~ 0.9999
コール・デビッドソン	CD	Ohm	R: $0.001 \sim 1 \times 10^{12}$, α : 0 ~ 1 τ : 0.0001 ~ 0.9999
有限拡散	FD	Siemens sec ^{1/2} sec ^{1/2}	Y_0 : $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{12}$ $\delta / D^{1/2}$: $1 \times 10^{-6} \sim 1000$
開放有限拡散	OFD	Siemens sec ^{1/2} sec ^{1/2}	Y_0 : $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{12}$ $\delta / D^{1/2}$: $1 \times 10^{-6} \sim 1000$
Gerischer	GI	Siemens sec ^{1/2} sec ^{1/2}	Y_0 : $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{12}$ k: 0 ~ 1

表 10-4-13.インピーダンス成分のプロパティ

成分	インピーダンス	コンダクタンス	位相
R (抵抗)	$Z_R = R$	$Y_R = 1/R$	$\phi = 0$ (周波数に依存しません)
C (キャパシター)	$Z_C = -j / \omega C$	$Y_C = j \omega C$	$\phi = \pi / 2$
L (インダクター)	$Z_L = j \omega L$	$Y_L = -j / \omega L$	$\phi = -\pi / 2$
W (ワールブルグ)	$Z_W = (j \omega)^{-1/2} / Y_o$	$Y_W = (j \omega)^{1/2} Y_o$	$\phi = \pi / 4$
Q (CPE)	$Z_Q = (j \omega)^{-n} / Y_o$	$Y_Q = (j \omega)^n Y_o$	$\phi = n \pi / 2, 0 < n < 1$
CC (コール・コール)	$Z_{CC} = R / [1 + (j \omega \tau)^\alpha]$	$Y_{CC} = [1 + (j \omega \tau)^\alpha] / R$	$\tan \phi = (\omega \tau)^\alpha \sin(\alpha \pi / 2) / [1 + (\omega \tau)^\alpha \cos(\alpha \pi / 2)]$
CD (コール・デビッドソン)	$Z_{CD} = R / (1 + j \omega \tau)^\alpha$	$Y_{CD} = (1 + j \omega \tau)^\alpha / R$	$\tan(\phi / \alpha) = \omega \tau$
FD (有限拡散)	$Z_{FD} = 1 / Y_{FD}$	$Y_{FD} = \{Y_o (j \omega)^{1/2}\} \tanh[\delta (j \omega / D)^{1/2}]$	$\tan \phi = \arg(Y_{FD})$
OFD (開放有限拡散)	$Z_{OFD} = 1 / Y_{OFD}$	$Y_{OFD} = \{Y_o (j \omega)^{1/2}\} \coth[\delta (j \omega / D)^{1/2}]$	$\tan \phi = \arg(Y_{OFD})$
GI (Gerischer)	$Z_{GI} = 1 / Y_{GI}$	$Y_{GI} = Y_o (k + j \omega)^{1/2}$	$\tan \phi = \arg(Y_{GI})$

注

1. 詳細については下記をご参照ください。

J. R. Macdonald, Ann. Biomed. Eng., 20, 289-305 (1992) または

"Impedance Spectroscopy", E. Barsoukov and J. R. Macdonald, Wiley, Hoboken, 1987 (1st ed), 2005 (2nd ed).

11章 ビューメニュー

ツールバーのビューメニューから選択可能な機能をご紹介します。

11-1. データ情報

「ビュー」-「データ情報」より、現在開いているデータの情報を確認できます。

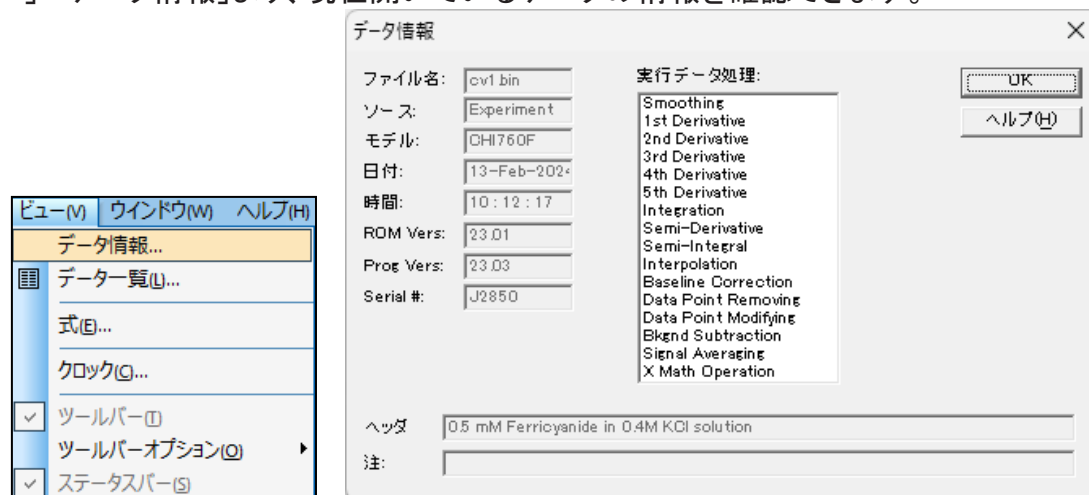


図 11-1-1. ツールバー(左)、データ情報(右)

- ファイル名

開いているファイル名を表示します。保存していない場合「*Unsaved」と表示します。

- ソース

Experiment(実験)または、Simulation(シミュレーション)を表示します。

- モデル

データの取得に使用した装置のモデル名を表示します。

- 日付

データを取得した日付を表示します。

- 時間

データを取得した時間を表示します。

- ROM Vers

ファームウェアバージョンを表示します。

- Prog Vers

プログラムのバージョンを表示します。

- Serial #

データを取得した装置のシリアル番号を表示します。

- 実行データ処理

開いているファイルに対して実行した、データ処理を表示します。

- ヘッダ

グラフオプションで入力したヘッダーの内容を表示します。

- 注

グラフオプションで入力した注の内容を表示します。

11-2. データー一覧

「ビュー」-「データー一覧」より、現在開いているデータの実験条件や結果を表示します。フォーマットは「ファイル」-「テキストファイル形式」より変更できます。

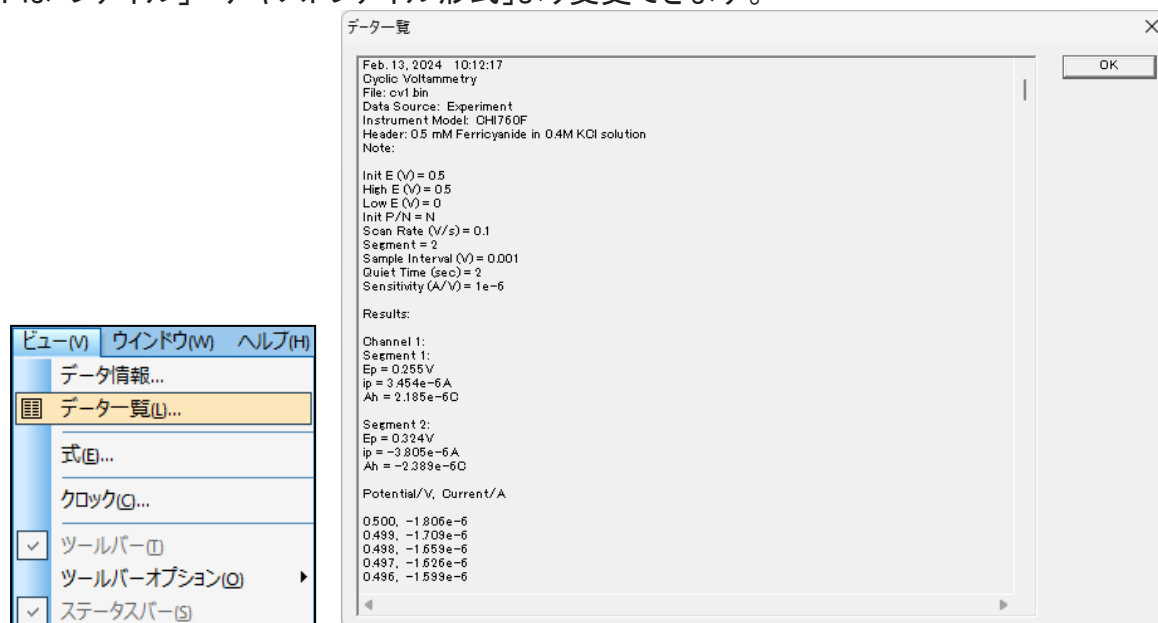


図 11-2-1. ツールバー(左)、データー一覧(右)

11-3. 式

「ビュー」-「式」より、電気化学テクニクに関連する理論式を確認できます。

理論式の詳細は、"Electrochemical Methods" A.J. Bard and L.R. Faulkner, Wiley, New York, 1980 を参照してください。

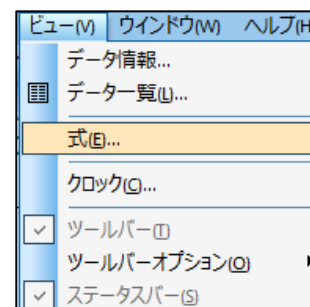


図 11-3-1. ツールバー

11-4. クロック

「ビュー」-「クロック」より、現在の日付と時間を表示します。

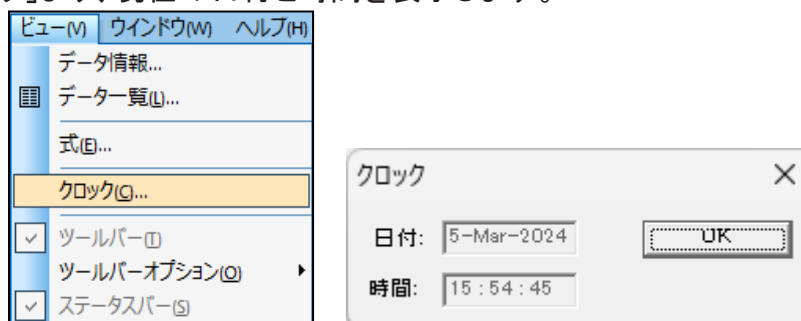


図 11-4-1. ツールバー(左)、クロック(右)

11-5. ツールバーオプション

「ビュー」-「ツールバーオプション」-「ボタンの追加 or 削除」より、ツールバーのカスタマイズを行います。

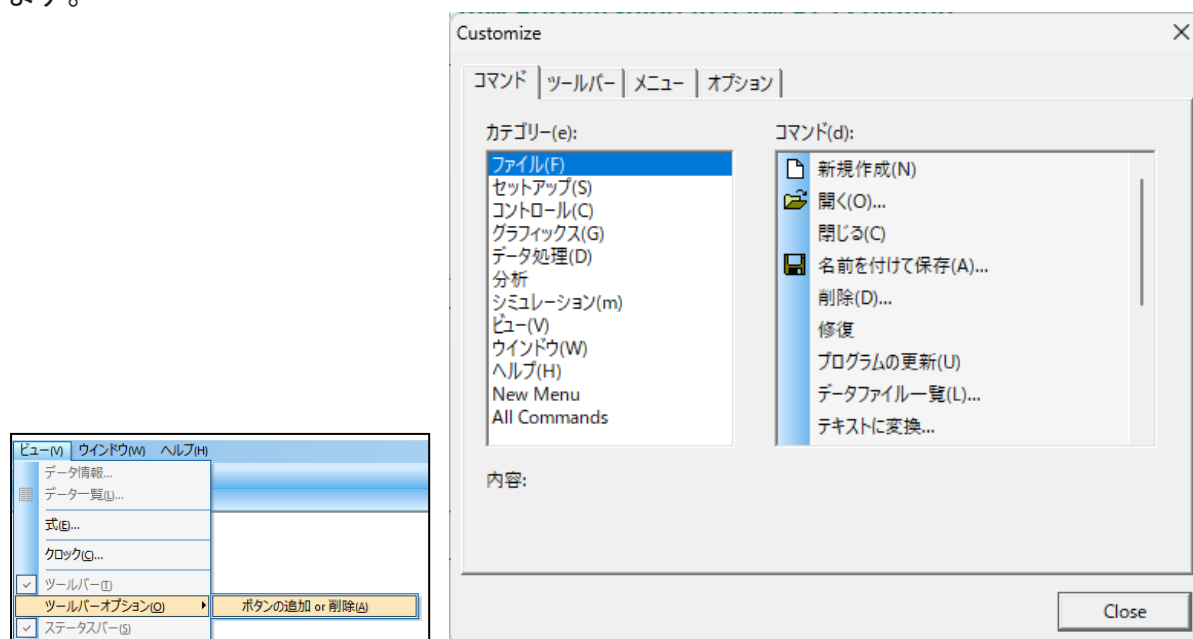


図 11-5-1. ツールバー(左)、ツールバーオプション(右)

図 11-5-1(右)のダイアログボックスを開いた状態で、カスタマイズしたいボタンをドラッグアンドドロップすることで簡単に、追加・削除・並び替えができます。

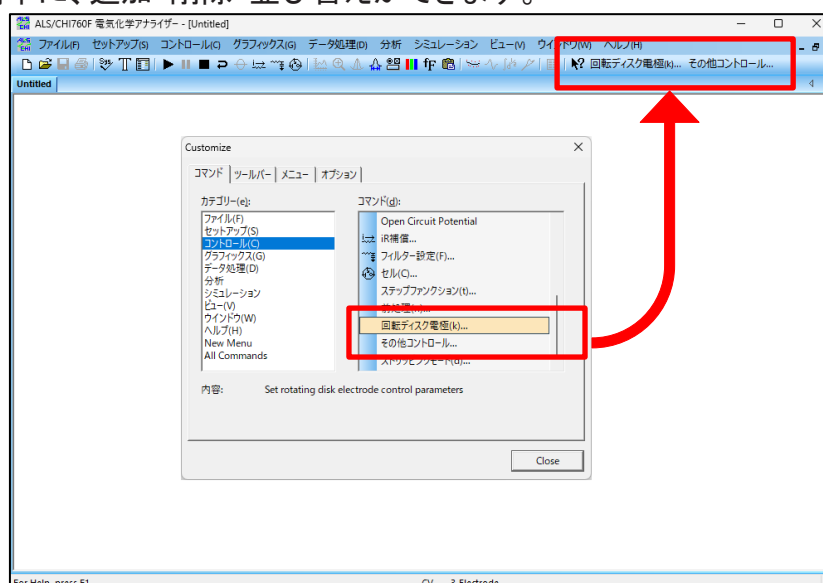


図 11-5-2. カスタマイズ例

ツールバータブのリセットボタンを押すと、デフォルトのツールバーを復元します。

注

1. ツールバーが正しく表示されない場合は、ソフトウェアを再起動してください。
2. ツールバーの設定はiniファイルに保存されます。iniファイルを手動で編集すると、予期しない動作が発生する可能性があることに注意してください。

12章 ヘルプメニュー

ツールバーのヘルプメニューから選択可能な機能をご紹介します。

12-1. 索引

「ヘルプ」-「索引」より、ヘルプメニューを開きます。各機能の取り扱い方法を確認することができます。

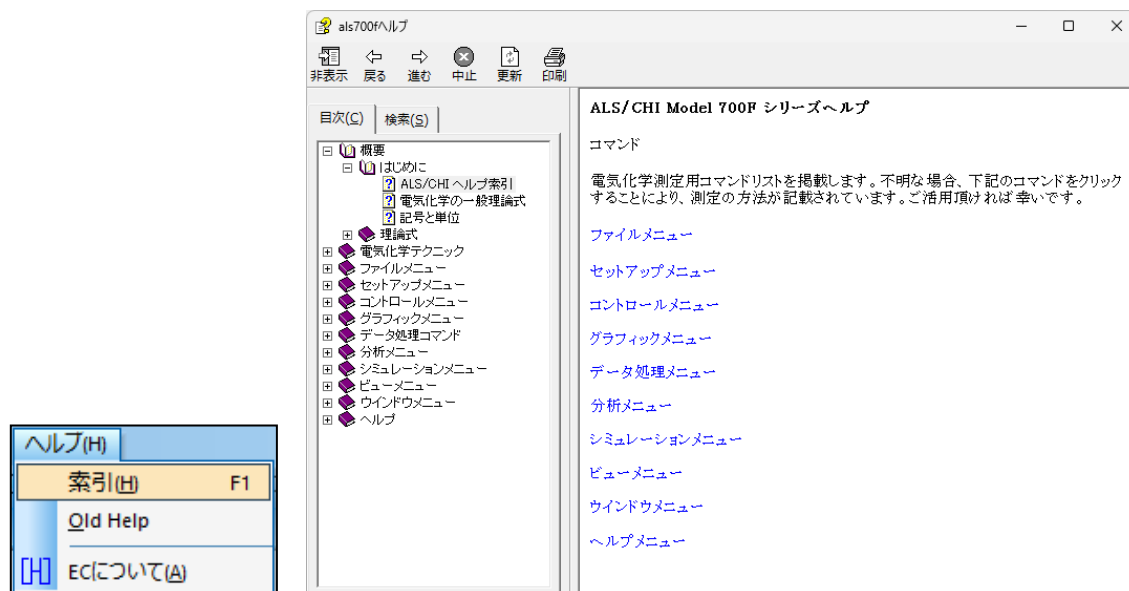


図 12-1-1. ツールバー(左)、索引(右)

アイコンからもヘルプ機能を使用することができます。アイコンをクリックすると、カーソルがマウスに変わります。その状態で各コマンドをクリックすると、該当するヘルプトピックを表示します。

12-2. ECについて

「ヘルプ」-「ECについて」より、ソフトウェアバージョンや著作権情報を表示します。



図 12-2-1. ツールバー(左)、ECについて(右)

13章 付録

13-1. SEC2020スペクトロメーターシステムとの接続

電気化学アナライザーとSEC2020との接続方法をご紹介します。電気化学アナライザーのピンの割り当ては「3-8.セルコントロール端子」を参照してください。

電気化学アナライザーのセルコントロール端子にCB-ES リモートケーブル(25pin)をしっかりと差し込み、つまみネジで固定します。線だし部分のピンのラベル表示を確認し K(Pin#9,Spectrometer Control)、G(Pin#7,Ground)をそれぞれSEC2020に付属している トリガー/光源制御用ケーブルのTrigger In(茶色)、Ground(黒色)と接続します。

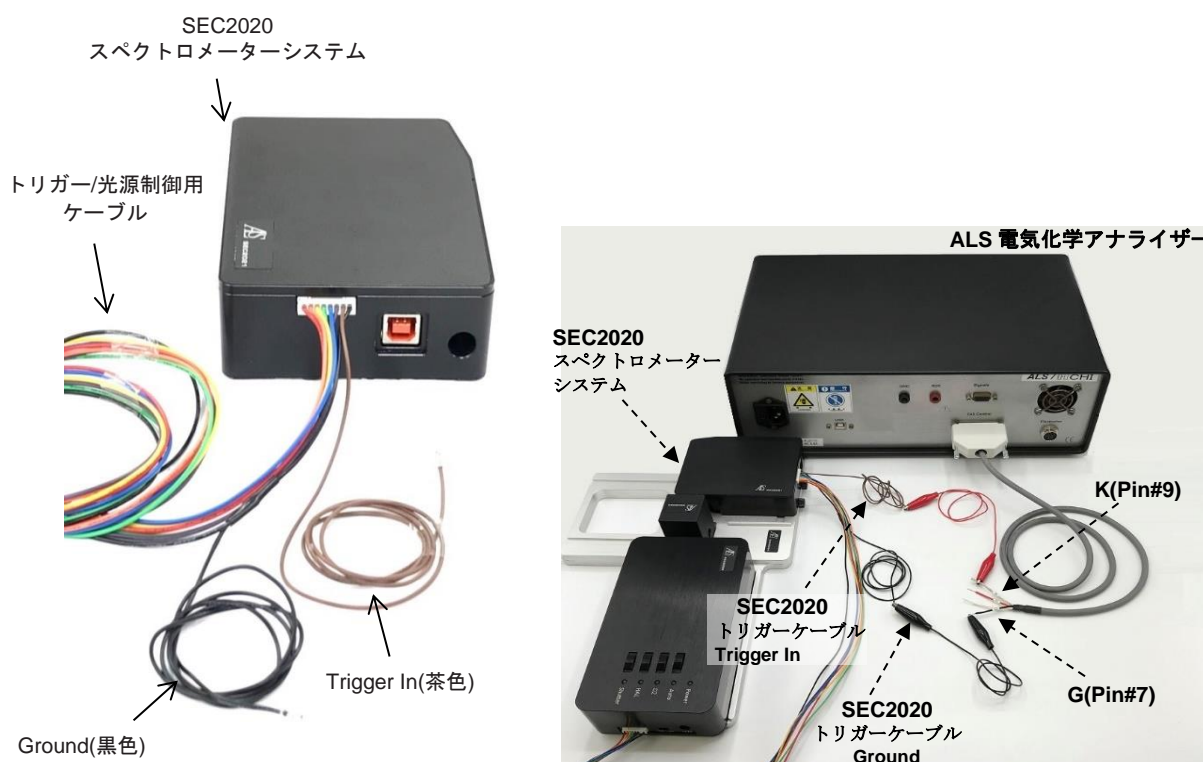


図 13-1-1. SEC2020スペクトロメーターシステム(左)、接続例(右)

表 13-1-1. SEC2020 ピン対応表

CB-ES リモートケーブル(25pin) (013847)			SEC2020 トリガー/光源制御用ケーブル
ラベル	Pin #	機能	
K	9	Spectrometer Control	Trigger In (茶色)
G	7	Ground	Ground (黒色)

注

- SEC2020スペクトロメーターシステム、CB-ES リモートケーブル(25pin)の取扱説明書を合わせてご確認ください。
- トリガー/光源制御用ケーブルを接続する前に、機器の電源を入ると正常に作動しません。機器のセッティングを終えてから電源を入れてください。

13-2. RRDE-3A 回転リングディスク電極装置 Ver.3.0との接続

電気化学アナライザーとRRDE-3Aとの接続方法をご紹介します。電気化学アナライザーのピンの割り当ては「3-8.セルコントロール端子」を参照してください。

回転速度の制御には、CB-BS BASアクセサリケーブル(008133)を使用します。電気化学アナライザー背面のRDE端子とグラウンド端子を、RRDE-3A背面のリモート端子のIN、GND(INの右隣)に接続します。

ALSモデル700Fシリーズは全ての機種でRDEテクニックが使用可能です。

ALS 電気化学アナライザー

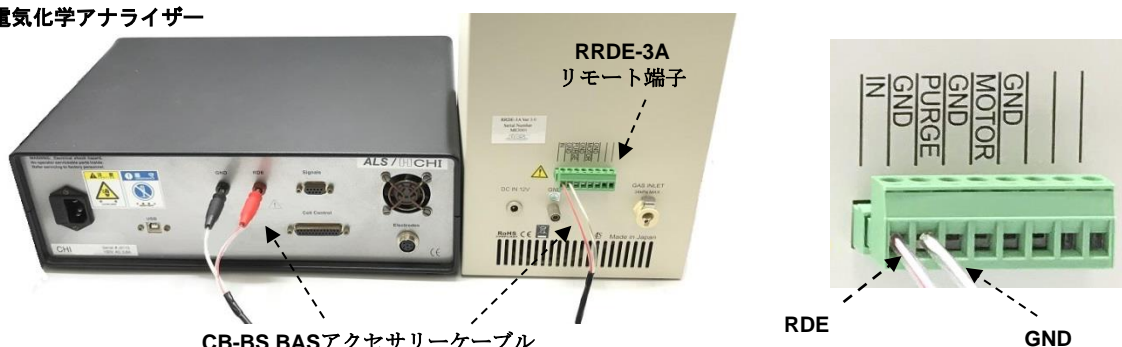


図 13-2-1. RRDE-3A とALS電気化学アナライザーの接続例1

表 13-2-1. 回転制御RRDE-3A ピン対応表

ALS電気化学アナライザー	RRDE-3A リモート端子
RDE	IN
GND	GND (INの右隣)

ページ制御には、CB-ES リモートケーブル(25pin)(013847)を使用します。電気化学アナライザー背面のセルコントロール端子にCB-ES リモートケーブル(25pin)を差し込み、つまみネジで固定します。線だし部分のピンのラベル表示を確認し、P(Pin#21, PURGE)、G(Pin#7,Ground)をそれぞれRRDE-3A背面リモート端子のPURGE、GND (PURGEの右隣)と接続します。

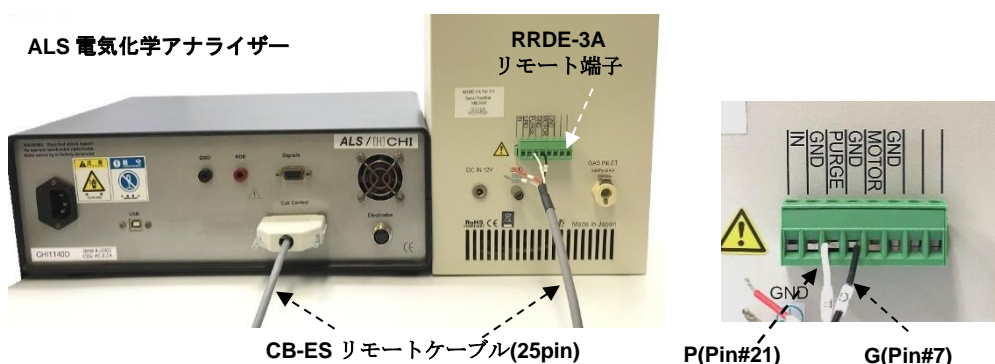


図 13-2-2. RRDE-3A とALS電気化学アナライザーの接続例2

表 13-2-2. パージ制御RRDE-3A ピン対応表

CB-ES リモートケーブル(25pin) (013847)			RRDE-3A リモート端子
ラベル	Pin #	機能	
P	21	Purge	PURGE
G	7	Ground	GND (PURGEの右隣)

注

1. RRDE-3A 回転リングディスク電極装置、CB-ES リモートケーブル(25pin)の取扱説明書を合わせてご確認ください。

13-3. トラブルシューティング

症状	原因	対処
通信の失敗	電源が入っていない	電源ケーブルを接続し、機器の電源を入れてください
	USBケーブルが外れている	機器をPCと接続してください
	USBケーブルの不具合	USBケーブルの確認、交換
	USBドライバーが正しくインストールされていない	USBドライバーをインストールする【3-2参照】
	通信ポートが一致しない	「セットアップ」-「システムセットアップ」より、通信ポートの設定を行う
	PCの問題	他のPCで確認する
	静電気	PCを再起動し、USBケーブルを接続しなおす
アプリケーションエラー		PCとソフトの再起動を行う
ハードウェアテストエラー		テストを数回繰り返し実行し、エラー内容を記録の上で販売代理店にご連絡ください【5-4参照】
電流応答がない	セルケーブルが接続されていない、ケーブルの損傷	セルケーブルを確認する
データにノイズが多い	参照電極のインピーダンスが高い	参照電極の内部や液絡部に気泡が付着していないかを確認する
	電氣的にノイズのある環境	ファラデーケージを使用する
	信号が弱い	感度スケールを高くし、フィルターを設定する
	PCの問題	他のPCで確認する
記録されたデータがレンジ外	感度スケールが高い	感度スケールを低く設定する
	ハードウェアの問題	ハードウェアテストを行う【5-4参照】
オーバーフローエラー	感度スケールが高い	感度スケールを低く設定する
シミュレーション、フィッティングプログラムが実行されない	装置が認識されていない	装置を接続し、ハードウェアテストを実行する【10-2、10-3参照】