Version 2.20
September 2019

Oxygraph+

酸素測定システム

日本語取扱説明書



日本総代理店
旭光通商株式会社
www.kyokko.com

Hansatech
Instruments

Oxygraph+　日本語取扱説明書

無断転載・複製を禁じます。出版社の書面による許可なく、本著作物のいかなる部分も、写真複写、録音、録画、情報保存・検索システムを含む、いかなる形式または手段（図版、電子的、機械的を問わず）によっても複製することはできません。

目次

パートI Oxygraph+ 6

1 Oxygraph+の概要 7
2 Oxygraph+構成部品 8
3 S1電極ディスク 8
概要 8
概要 8
電極ディスクの理論 9
動作原理 9
電極の準備 11
電極ディスクの準備 11
電極ディスクの応答テスト 14
電極ディスクの洗浄 16
電極ディスクのメンテナンス 16
電極ディスクの洗浄 19
電極ディスクのすすぎ、乾燥、保管 20
電極ディスクを分極させたまま一晩放置する 20
4 DW1酸素電極チャンバー 22
概要 22
DW1の概要 22
DW1の特長 23
DW1の透過特性 24
DW1プランジャーアセンブリ 24
DW1のセットアップ 25
電極チャンバーへのS1電極ディスクの取り付け 25
温度制御 25
温度制御の概要 25
液相試料への温度の影響 27
電極ディスクへの温度の影響 28
試料撹拌 28
お手入れとメンテナンス 30
電極チャンバーの分解 30
DW1 スペアパーツ 33
改良 34
5 Oxygraph+電極制御ユニット 35
Oxygraph+のセットアップ 35
Oxygraph Plus 電極制御ユニット 35
6 OxyTrace+ソフトウェア 36
起動 36
OxyTrace+ソフトウェアの初期化 36
電極ディスクの応答テスト 37
OxyTrace+ワークスペース 39
メニューバー 39
ファイルメニュー 39
ハードウェアメニュー 39
校正メニュー 42

表示メニュー....43
グラフメニュー....43
データバーメニュー....44
ツールメニュー....45
レートメニュー....48
ヘルプメニュー....48
OxyTrace+ツールバー....49
グラフエリア....51
グラフエリアの概要....51
軸設定....52
トレース設定....53
データバー....54
システム設定と校正....56
機器概要....56
データ取得レート....57
サンプル撹拌....58
サンプル撹拌....58
マグネティックスターラーの操作....60
プログラムオプション....62
量子収率測定....63
システム校正....65
液相校正....65
液相校正の原理....65
液相校正手順....68
手動校正手順....72
校正詳細の表示....74
校正警告の設定....75
気相校正....75
気相校正の原理....75
気相校正手順....77
校正詳細の表示....83
校正警告の設定....83
データ処理....84
イベントマーキング....84
イベントマークの追加....84
イベントマークの編集....86
イベントマークの削除....87
ファイル情報....87
レート測定....88
ライブレート....88
リアルタイムレート表示の設定....88
リアルタイムレートデータのプロット....89
手動レート測定....90
表形式データ....94
他のソフトウェアパッケージへのデータのエクスポート....95
データの印刷....95
以前に保存したデータの表示....96
補助信号の記録....97
補助デバイスの接続....97
補助デバイスの有効化....97
補助デバイスの校正....98
補助チャンネルの校正....98
補助デバイスの校正....99
pHデバイスの校正....101

イオン選択電極(ISE)校正 104
補助機器校正の詳細 106
校正警告の設定 106
マルチチャンネルシステム 107
マルチチャンネルシステムの概要 107
マルチチャンネルシステムのセットアップ 108
必要な追加ハードウェア 108
制御ユニットの接続 109
マルチチャンネルシステムの使用 110
マルチチャンネル校正と設定 110
マルチチャンネル撹拌 110
マルチチャンネルデータ表示 111
7 Oxygraph+システムトラブルシューティング 112
制御ユニットとPC間の通信問題 112
ボックステスト 113
制御ユニット診断ツール 113
撹拌テスト 115
信号テスト 115
電極ディスク診断ツール 118
電極接続ケーブルの断線または短絡のテスト 119

Oxygraph+

酸素測定システム

1 Oxygraph+

1.1 Oxygraph+概要



Oxygraph+酸素電極制御ユニットは、ミトコンドリア呼吸や細胞呼吸の研究から、光合成研究における単離葉緑体懸濁液や葉ディスクの研究まで、幅広い用途において、酸素の吸収または発生測定をPC制御できるように設計されています。使いやすいOxyTrace+データ取得およびシステム構成ソフトウェアと組み合わせることで、Oxygraph+酸素電極制御ユニットは、さまざまな液体および気相酸素電極チャンバーに取り付けられたS1クラーク型電極ディスクからの酸素信号を、迅速かつ容易にシステム校正および構成できる効果的なツールとなります。

Oxygraph+システムは、複数のサンプルから液体または気相中の酸素を比較測定するために、シングルチャンネル構成またはマルチチャンネル構成として設定できます。適切なアクセサリー装置を使用すれば、オプションの補助入力信号（温度、pH、蛍光、TPP+、その他の特定イオン電極など）を同時に記録することも可能です。

システムは、USBポートを介してWindows® PCに接続されたOxygraph+コントロールユニットを最低1台（最大8台）備えています。各コントロールユニットには、内蔵のマグネチックスターラーと、酸素電極からの信号を制御および測定するために必要なすべての電子機器が搭載されています。Oxygraph+は、既存のすべての液体および気相Hansatech酸素電極チャンバーおよびアクセサリーと互換性があります。マルチチャンネルシステムでは、Oxygraph+コントロールユニットをOxytherm+電極コントロールユニットと自由に混在させることができます。コントロールユニットはUSBポートを介してPCに接続します。別途ロガー、内部PCインターフェース、またはA/Dカードは必要ありません。そのため、ラップトップコンピューターやノートブックコンピューターはデスクトップPCと同様に適しており、ベンチスペースが限られている場合でも非常に持ち運びやすくコンパクトなシステムを提供します。

1.2 Oxygraph+納入リスト

お届けした品目と、追加で必要な品目

納品後、下記のチェックリストと照らし合わせて、お届けした品目をご確認ください。不足品がございましたら、旭光通商までご連絡ください。

- OXYG1+ - Oxygraph+電極制御ユニット
- DW1 - 酸素電極チャンバー
- S1 - 酸素電極ディスク
- S1/SMB - SMB-SMB電極ケーブル
- A2 - 電極ディスク膜塗布ツール
- A3 - トッププレートキー＆アライメント治具
- S2/P - スターラーバー5個パック
- S3 - 予備反応容器
- S4 - PTFE膜30mリール
- S7A - DW1/AD用予備Oリングセット
- S16 - 電極洗浄キット
- USB2.0 A to B - Aプラグ-Bプラグ付き2m USBケーブル
- DW1MAN - ユーザーマニュアル
- 980266T - 12V電源
- 980257 - DWアクセサリキット

1.3 S1電極ディスク

1.3.1 概要

1.3.1.1 概要

S1電極は、1970年代初頭、デイビッド・ウォーカー教授、トム・デリュー教授、そしてHansatech社による共同プロジェクトの中で設計されました。最初のS1電極は1974年に発売され、30年以上にわたりほぼ変更されることなく現在に至っています。科学界の新たな動向に対応するため、長年にわたり様々な関連機器が開発されてきました。現代の酸素測定システムにはS1電極が組み込まれており、光合成生物からの酸素発生の実証からミトコンドリア呼吸速度の分析まで、幅広い用途において高感度かつ信頼性の高い測定ツールとして活用されています。

Hansatech社の酸素電極ディスクは、樹脂で結合された中央の白金陰極と同心の銀陽極で構成されるクラーク型ポーラログラフセンサーとして知られる特殊な形式の電気化学セルです。測定中、**50%飽和塩化カリウム(KCl)電解質溶液**が、細い紙の芯と酸素分子を選択的に透過するPTFE膜の細い層を利用して、2つの電極要素間にブリッジを形成します。これらは準備プロセス中に電極ディスクに適用され、Oリングで所定の位置に保持されます。電極の準備が完了すると、ディスクアセンブリーは電極チャンバーのベースに取り付けられ、ディスクの膜で覆われたドーム部分が反応容器の床を形成します。電極ディスクは、700mV の分極電圧を供給する制御ユニットに接続されています。酸素が存在すると、分極ディスクは陰極上の反応容器内の酸素濃度に正比例する小さな電流を生成します。この電流は電圧に変換され、高解像度で調整およびデジタル化されてから、電極制御ユニットによって表示されます。

1.3.1.2 電極ディスク理論

酸素電極は、電解質溶液に浸された2つの電極で構成される電気化学セルの特殊な形式です。通常、酸素電極システムでは50%飽和KCl溶液が使用されます。これは、25℃で100mlの脱イオン水に17.5gの無水塩を溶解することによって調製されます。700mVの分極電圧を印加すると、電解質がイオン化され、一連の電気化学反応によって電流が流れ始めます。KCl電解質の場合、次の反応が起こります。

方程式1

$$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$$
$$\downarrow$$
$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$$

方程式2

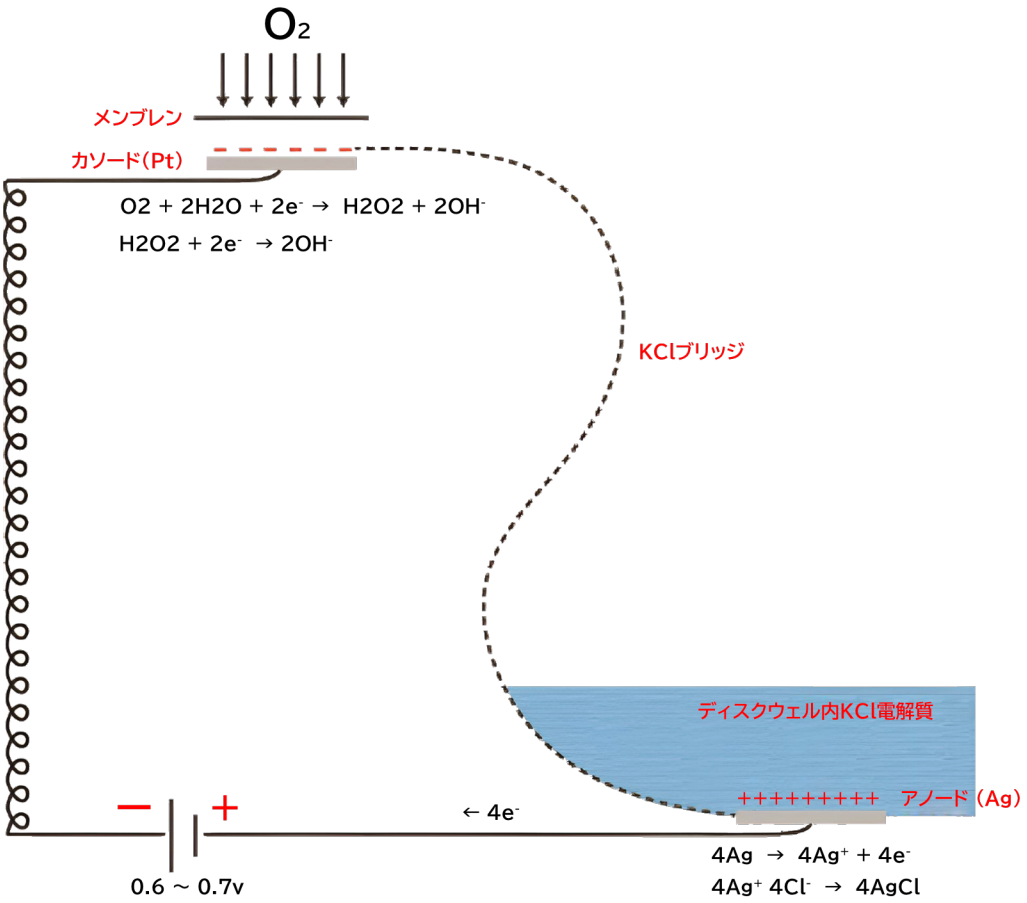
$$O_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2O_2 + OH^-$$
$$\downarrow$$
$$H_2O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$$

酸素は電気化学中に消費されるため、電流の大きさは周囲の媒体の酸素濃度に関係します。このタイプの電極センサーは、血液サンプル中の酸素を測定するためにClark(1956)によって初めて開発されました。その結果、それはしばしばクラーク電極と呼ばれます。

1.3.1.3 動作原理

以下のテキストと画像は、David A. Walker教授による書籍「The Use of the Oxygen Electrode & Fluorescent Probes in Simple Measurements of PhotoSynthetics」(Oxygraphics Ltd. 1987)の章「The Principle of Oxygen Measurement」に基づいています。 Hansatechの光合成および呼吸測定用の酸素電極システムは、液相または気相の2つの形式のいずれかをとります。それぞれの形態の測定技術はまったく異なりますが、酸素測定の基本原理は同じです。液相システムの反応容器に溶解した酸素、または気相システムのサンプルチャンバーに蓄積した酸素は、S1またはS1/MINI(Oxytherm酸素測定システム)クラーク型電極によってポーラログラフ的に検出されます(Clark、1956)。両方の酸素電極ディスクは、比較的大きな(直径2mm)の白金陰極と、電解液に浸漬され、電解液によって接続された同心の銀陽極で構成されています。

両方の電極はエポキシ樹脂製の円盤に固定されており、陰極はドームの中心に、銀製の陽極はドームを取り囲む「ウェル」または「電解質貯留槽」と呼ばれる円形の溝に配置されています。電極は酸素透過性の薄いPTFE(テフロン)膜で保護されています。ドームの目的は、膜を白金陰極の表面上に滑らかに伸ばし、Oリングによって所定の位置に固定できるようにすることです。膜はまた、電極の表面上の電解質(通常、塩化カリウムを含む溶液)の薄層を捕捉します。アノードとカソードの間に均一な電解質層を提供するために、紙のスペーサーが膜の下に芯として配置されます。



これらの電極間に小さな電圧を印加すると、プラチナが銀に対してマイナスになるため、流れる電流は最初は無視できるほどになり、プラチナは分極します(つまり、外部から印加された電位を採用します)。この電位が700mVに上昇すると、白金表面で酸素が還元され、最初は過酸化水素H_2O_2になり、電子が酸素(電子受容体として機能する)に供与されるため極性が放電する傾向になります。このとき流れる電流は、カソードで消費される酸素に化学量論的に関係します。上の図は酸素電極反応を表しています。2つの電極間に増強電圧が印加されると、白金(Pt)がマイナスになり(つまり、カソードになり)、銀(Ag)がプラスになります(アノード)。酸素は膜を通って拡散し、カソード表面で還元されるため、回路に電流が流れます(KCl溶液または他の電解質の薄層によって完成します)。銀は酸化され、塩化銀が陽極に堆積します。生成される電流は、還元される酸素と直接的な化学量論的な関係を持ち、デジタル信号に変換されて電極制御ユニットによって記録されます。

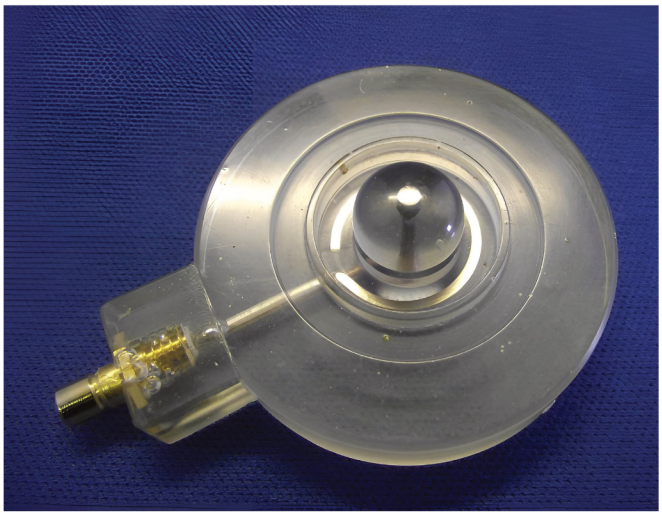
1.3.2 電極の準備

1.3.2.1 電極ディスクの準備

使用前に、酸素の存在下で電流が流れるように、アノードとカソードの間に電解質ブリッジが形成されるように電極ディスクを準備する必要があります。さまざまな異なる組成の電解質が使用されていますが、Hansatech社では、さまざまな用途でうまく機能することが証明されている塩化カリウムの50%飽和溶液を推奨しています。

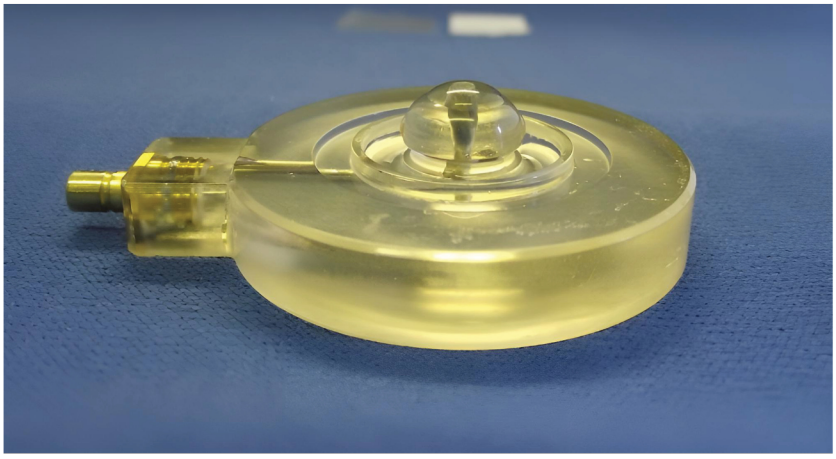
ステージ1

銀陽極に塩化銀（茶色の堆積物）や酸化銀（黒色の堆積物）が堆積していないことに特に注意して、電極ディスクが清潔であることを確認します。これらの物質の痕跡が存在する場合は、当社が推奨する洗浄手順に従って電極を徹底的に洗浄してください。



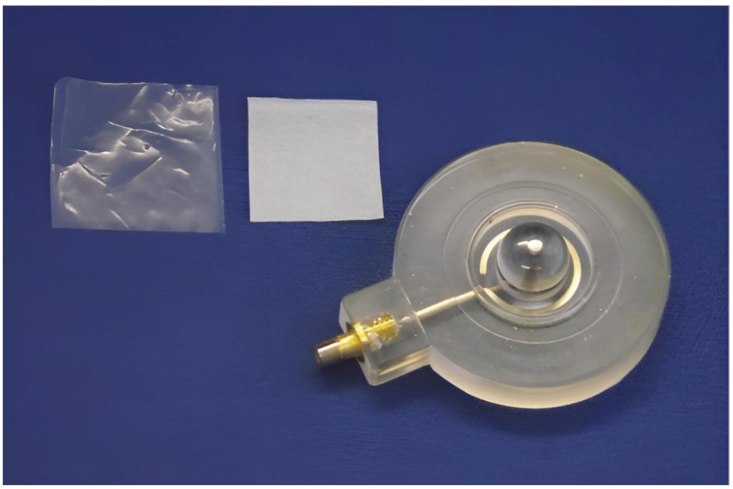
ステージ2

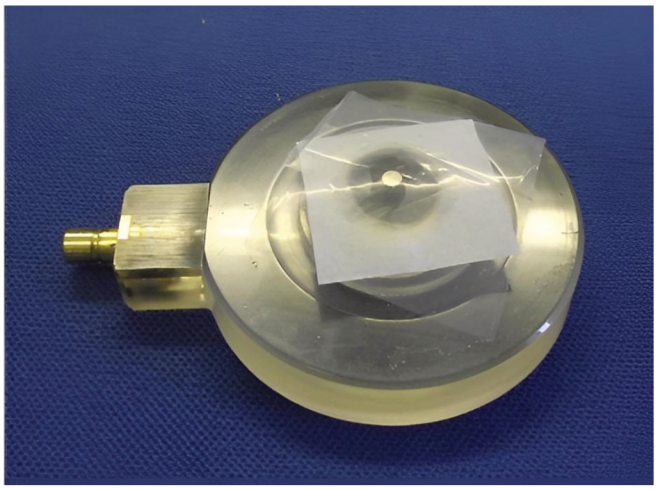
パスツールピペットを使用して、電極ディスクのドームの上部に電解質を少量滴下します。電極ディスクのくぼみにさらに3～4滴の電解液を置き、銀陽極が完全に覆われていることを確認します。



ステージ3

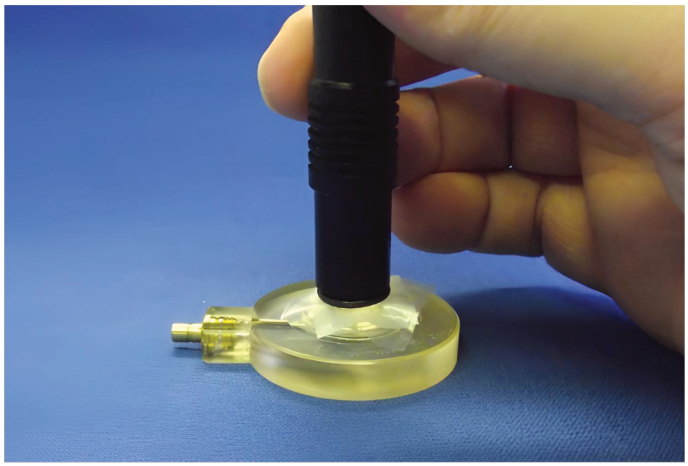
電極ドーム上の電解液滴の上に1.5～2cm²の紙スペーサーを置きます。完成すると、この紙スペーサーは、アノードとカソードの間に電解質ブリッジを形成するための芯として機能します。したがって、スペーサー紙が正しいサイズであることが重要です。35年以上の経験から、Hansatech社はリズラブルーなどの超極細タバコ紙の使用を推奨しています。この製品は、非常に厳密な厚さ公差で製造されており、良好で均一な電解質層を確保するため、特にうまく機能します。リズラブルーのタバコ紙からスペーサー紙を切り取るときは、紙の粘着部分や折り畳まれた部分を使用しないように注意してください。折り曲げ部分を使用する場合は、折り曲げ部分が正方形のスペーサーの端にあることを確認してください。PTFEメンブレンを鉗子で持ち、鋭利なナイフ（またはハサミ）を使用して、リールからメンブレンの少し大きめの部分を切り取ります。指紋の脂分によって電極の性能が制限される可能性があるため、メンブレンに過度に触れないよう注意してください。電極のドーム上のスペーサー紙を横切ってメンブレンのセクションを慎重に置きます。

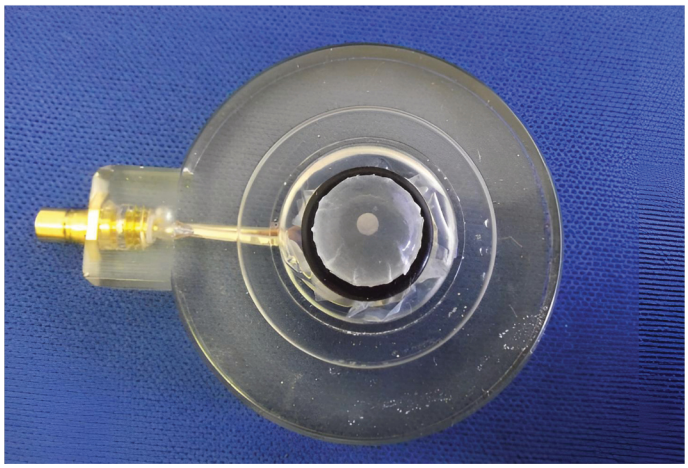




ステージ4

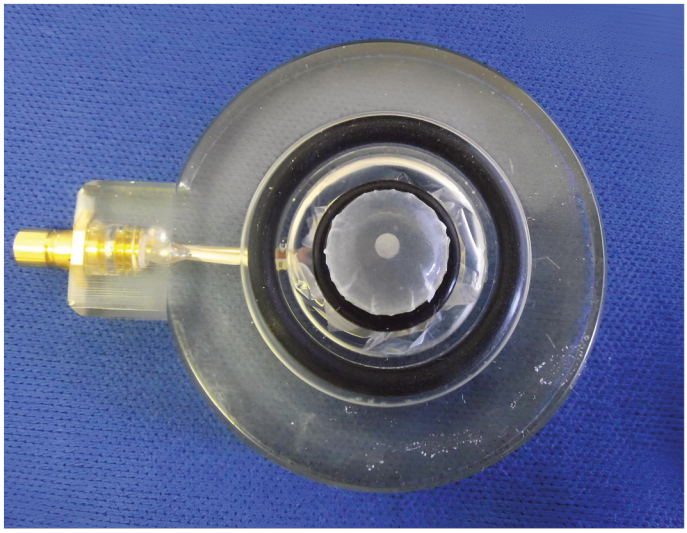
小さな電極ディスクOリングをメンブレンアプリケーターツールの端に置きます。PTFE膜を損傷しないように、アプリケーターのOリング端がドームの上に非常に静かに位置するように、アプリケーターを垂直に持ちます。1回のスムーズな動作でアプリケーターを下に押し、Oリングが電極ドーム上を滑り、スペーサーとメンブレンを所定の位置にしっかりと保持します。膜とスペーサーが滑らかで、特に白金陰極自体に気泡が入っていないことを確認します。準備が不均一であると、電極の応答時間と感度に全体的な影響が生じます。また、スペーサー紙がウェル内の電解液と接触していることを確認してください。必要に応じて、銀陽極がKClで完全に覆われるように、ウェルに電解液を数滴注ぎます。





ステージ5

大きい方のOリングを電解液くぼみの周囲の凹部に配置します。ディスクを電極チャンバーに取り付けるときにこの2番目のOリングが所定の位置にない場合、銀陽極が周囲空気から密閉されず、測定に影響が出る可能性があります。ディスクを電極チャンバーに取り付けるときに密閉に影響を与える可能性があるため、膜および/またはスペーサー紙の端が大きなOリングに接触しないように注意してください。メンブレンやスペーサー紙の角がプレパラートからはみ出しすぎる場合は、鋭利なハサミで慎重に切り取るか、電極のくぼみに慎重に押し込みます。



まとめ...

完成し、準備された酸素電極ディスクは、電極ドーム全体にわたってスペーサー紙とPTFE膜で滑らかに覆われている必要があります。電解液のくぼみにはKClを補充して、スペーサー紙の一部が電解液自体と接触するようにする必要があります。以下のチェックリストと相互参照して、すべてが正しく行われていることを確認してください。

- 電極ディスクは清潔であること
- 電解液は50%の飽和塩化カリウム溶液であること
- 白金陰極に電解液を1滴垂らすこと
- くぼみ内に電解液を3～4滴入れること
- スペーサー紙の面積は1.5～2cm²であること
- スペーサーは、折り目や糊のついた部分から切り取らない
- スペーサー紙をドームの中央に配置する
- PTFE膜はスペーサー紙よりわずかに大きめにカットする
- PTFEはピンセットで扱う
- PTFEをドーム上のスペーサー紙の中央に配置する
- 膜用アプリケーターツールを使用して、小さいOリングを取り付ける
- 固定された膜は平滑で、白金陰極全体にわたり折り目や気泡がないこと
- くぼみ内の電解液は、スペーサー紙と接触できる十分な量があること
- 余分なPTFE膜を切り取る
- 大きなOリングを溝周囲のくぼみに配置する
- 大きなOリングが余分なPTFE膜に接触していないこと

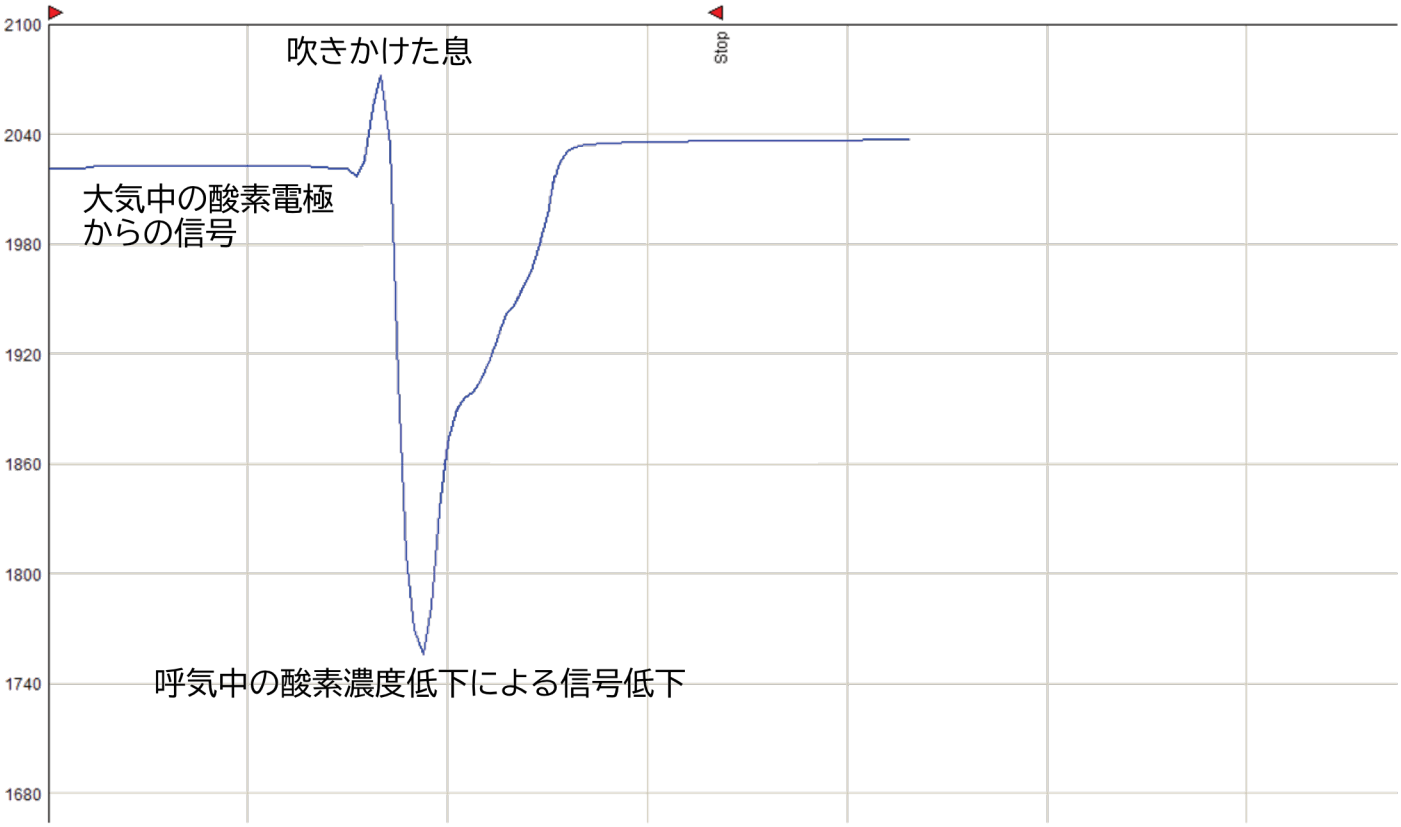
1.3.2.2 電極ディスクの応答のテスト

電極ディスクが正しく準備されたら、電極チャンバー内にディスクを取り付ける前にディスクの応答をチェックすることをお勧めします。

続行する前に、使用している電極コントロールユニットがPCに正しく接続されており、OxyTrace+ソフトウェアと通信していることを確認する必要があります。コントロールユニットとソフトウェア間の通信で問題が発生した場合は、このドキュメントの「ソフトウェアの初期化」セクションを参照してください。

応答を確認するには、S1/ADL電極接続ケーブルを使用して、電極ディスクを制御ユニットの背面にある電極入力端子に接続します。記録を開始してください。信号は当初非常に高くなり、ナノアンペア（nA）単位で表示されますが、エアラインレベルで安定するまで数分かかります。新品または適切にメンテナンスされたディスクの場合、空気中での測定値は約1600nAとなりますが、±240nAの範囲で変動する可能性があります。電極信号が安定したら、ディスクに向かって息を吹きかけ、グラフ画面上の反応を確認してください。

信号は以下の図のようにプロットされるはずです。



ディスク全体にわたる呼吸後の信号の最初の偏差は、周囲の気温と比較して呼気の温度が大幅に上昇するために引き起こされます。酸素電極ディスクは特に温度に敏感であり、その結果信号が増加します。温度の上昇は一時的なものにすぎないため、酸素信号はしばらくすると低下します。温度に関連した信号が増加した後、呼気中の酸素レベルの減少(約17%)により、信号の急激な低下が観察されます。周囲の酸素が電極ディスクの周囲で平衡化し始めると、信号は元のレベルに戻り始めます。観察された信号が上記と異なる場合は、電極の準備が不十分であるか、最悪の場合はディスク自体に問題があることが原因である可能性があります。上記のテストを繰り返す前に、ディスクをクリーニングして再準備してみてください。それでも問題が発生する場合は、旭光通商にお問い合わせください。

このテストが問題なく完了したら、ディスクを電極チャンバーのベースに取り付けます。ディスクの応答をその場でテストするために、追加のテストが実行される場合があります。詳細については、「マグネチックスターラーの操作」セクションを参照してください。

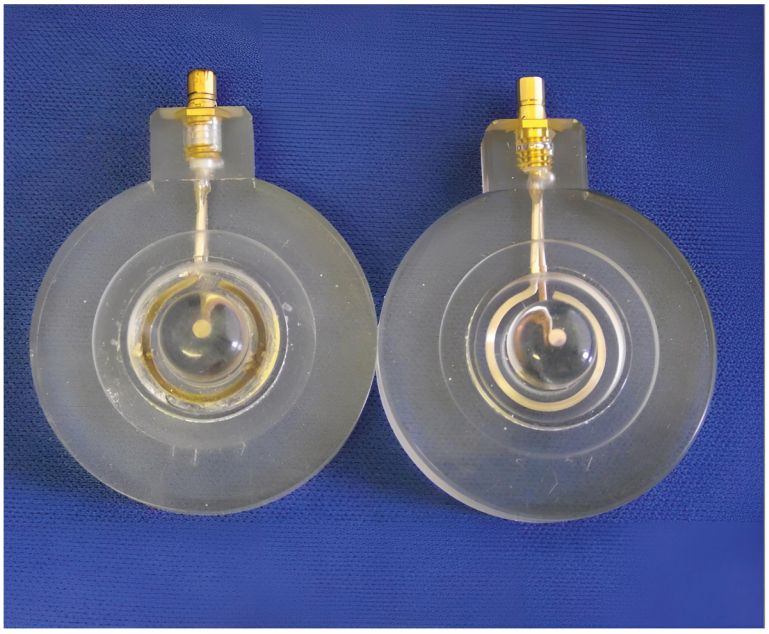
1.3.3 電極ディスクのクリーニング

1.3.3.1 電極ディスクのメンテナンス

酸素電極ディスクは酸素測定システムの最小コンポーネントの1つですが、システムの最も重要なコンポーネントです。したがって、ディスクを高い水準に維持することが非常に重要です。Hansatechが受け取る技術サポートリクエストのかなりの部分は、酸素電極ディスクの性能に関するものです。これらの要求のうち、大部分は、推奨される作業慣行やメンテナンス手順に従わなかったことによるものです。電極ディスクの最も一般的な乱用には次のようなものがあります。

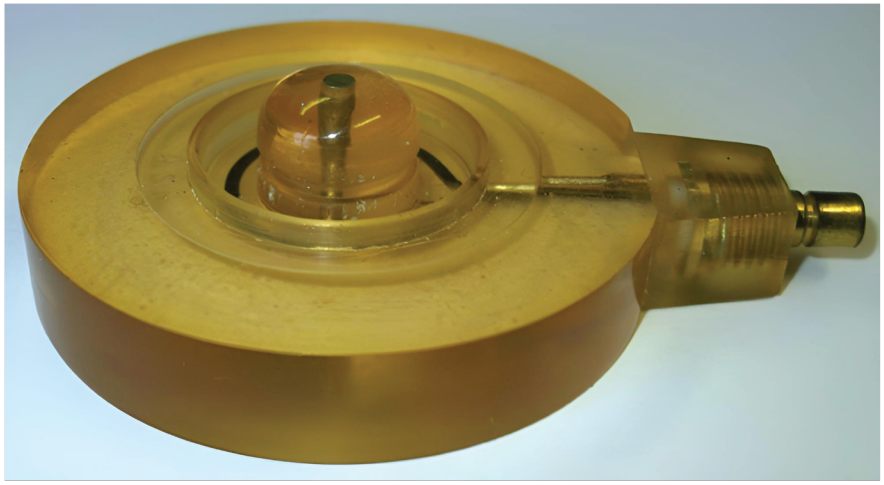
電極ディスクのメンテナンスの失敗

電極ディスクが十分に維持されていない場合、塩化銀(柔らかい茶色の堆積物)および/または酸化銀(硬い黒色の堆積物)の堆積物がディスクの銀のリング(陽極)に蓄積します。下の画像では、左側の電極ディスクの銀陽極に黒い酸化銀の堆積がはっきりと見られます。対照的に、右側の電極ディスクには、よく維持されたきれいな陽極があります。塩化銀は導電体であるため、電極ディスクの安定性と感度が向上するため、塩化銀の形成は正常であり、少量であることが望ましいです。これは**洗浄**によって簡単に除去でき、次に電極が分極されるときに再形成されます。しかしながら、黒色酸化銀の堆積は避けるべきです。酸化銀は電気絶縁体であり、酸化銀が形成されると銀陽極の利用可能な表面積が減少し、電極信号の劇的な減少または完全な損失を引き起こします。電極ディスクは、当社が推奨する手順に従って保守する必要があります。「**電極の洗浄**」セクションを参照してください。

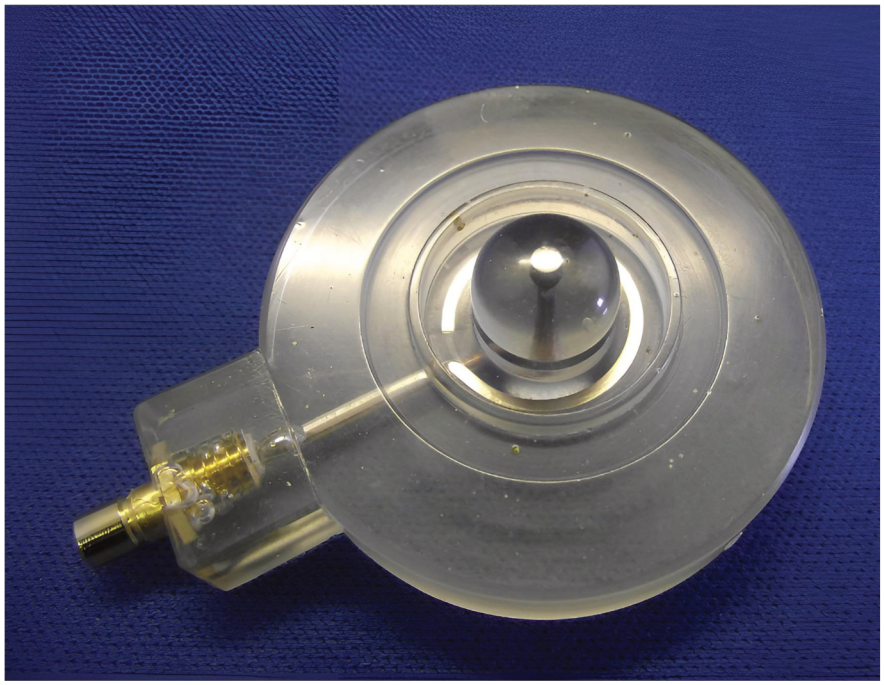


この画像は、メンテナンスが不十分な典型的なケースを示しています。ディスクは使用後にクリーニングされておらず、強い日光を避けて乾燥剤とともに密封された容器に保管されていませんでした。その結果、エポキシ樹脂は、強い日光と環境からの湿気の吸収の組み合わせにより、早期に変色してしまいました。銀陽極はほぼ完全に黒い酸化銀の堆積物で覆われています。

プラチナのスタッドとドームには汚れとひどい傷があります。これにより、測定中に膜の下に不均一な電解質層が生じ、信号が不安定で応答しなくなります。このディスクは修理することはできません。

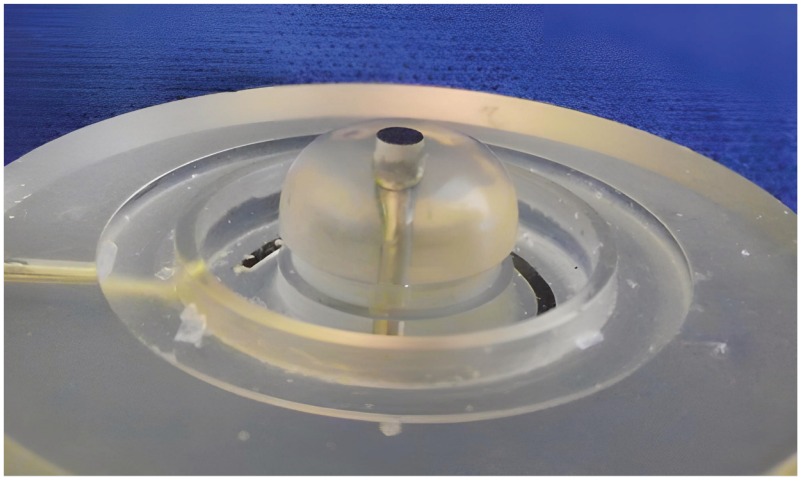


対照的に、このディスクは当社の推奨に従って保守されており、乾燥剤の入った気密容器に正しく保管されています。エポキシ樹脂は透明で、銀の陽極は滑らかで磨かれており、プラチナの陰極には傷はありません。カソードを取り囲む電極ドームの領域にも、表面全体にわたって摩耗やピットはありません。電極ディスクをこのような状態に保管すると、何年にもわたって高品質の測定が可能になります。



使用後のディスクを乾燥させたまま放置する

電極ディスクが非分極状態にあると、KCl電解液は空気中で急速に乾燥し、結晶化し始めます。KClは非常に腐食性が高く、毛細管現象によってわずかな隙間にも堆積します。電極を数回乾燥させたまま放置すると、KClが最終的に金属電極とエポキシ樹脂の被覆との間のシールを破壊し、形成された亀裂に浸透して結晶化し、亀裂をさらに拡大させる可能性があります。



これはプラチナ陰極とエポキシ樹脂ドームの間で発生する可能性が最も高く、残念ながらこの時点でほとんどの損傷が発生します。電極への損傷は、上の画像に示すように、低倍率顕微鏡（倍率10倍）でプラチナの首の周りに広い白いカラーとして観察できます。この影響により、電極信号の不安定性とドリフトが発生し、酸素ゼロ（残留電流）で観察される電気信号レベルが大幅に増加します。これにより、酸素流量の小さな変化を測定する電極の能力が低下し、最終的には電極が使用できなくなり、経済的に修理できなくなります。ディスクの交換が必要になります。

使用後は、電極ディスクを取り外し、推奨手順に従って慎重に洗浄し、乾燥剤を加えた乾燥した気密容器に保管する必要があります。

電極ディスクが分極されたままであり、反応容器内の撹拌された空気飽和水とともに電極チャンバーに取り付けられたままであれば、電極ディスクを調製した液相システム内に一晩放置しておくことが可能です。気相測定では、電極がより急速に乾燥する可能性があるため、測定日ごとに電極を取り外し、洗浄し、保管することをお勧めします。

不適切な素材を使用した洗浄

Hansatech社は、酸素電極ディスクのメンテナンス用にS16クリーニングキットを提供しています。キットには、電極の最適な性能を得るために推奨される特別な洗浄ペーストが含まれています。



このキットがない場合、ユーザーは市販の金属研磨剤や喫煙者用歯磨き粉など、さまざまな研磨剤を使用して電極を洗浄するようになりました。不適切な材料を使用すると電極に不可逆的な損傷を与える可能性があるため、使用しないようご注意ください。一部の金属研磨剤にはアンモニアベースや溶剤添加剤が含まれている場合があり、ディスクに有害です。これらの物質は白金陰極に不可逆的な汚染を引き起こし、エポキシ樹脂にも重大な損傷を与える可能性があります。研磨剤による過度の洗浄は、電極ドームにひどい傷をつけ、形状を変化させ、陰極全体に電解質層が不均一になり、酸素信号の不安定性、ドリフト、応答性の低下につながる可能性があります。S16電極洗浄キットは、すべてのOxygraphおよびOxythermシステムに付属しており、当社に直接お問い合わせいただくことでも入手できます。洗浄手順の詳細については、「洗浄手順」セクションをご覧ください。

1.3.3.2 電極ディスクの清掃

電極を良好な状態に保つためには、定期的なメンテナンスが必要です。使用後および長期保管前には必ず清掃してください。特に、電解液を入れたまま電極を乾燥させないようにすることが重要です。電解液が結晶化すると、白金/エポキシ樹脂の密閉が破損し、陰極周囲に結晶化した電解液が付着する可能性があります。このような状態になると、電極は急速に使用不能になり、交換が必要になります。清掃は、以下の手順に従って行うのが最適です。(記載されている品目を含む電極メンテナンスキット(注文コードS16)をご用意しております。詳細については、旭光通商までお問い合わせください。)研磨剤には適切なものを使用することが重要です。研磨剤が強い物質は、電極が埋め込まれている樹脂を損傷する可能性があります。また、市販の金属研磨剤の多くにはアンモニアや溶剤が含まれており、白金陰極を不可逆的に汚染する可能性があることにも注意してください。

クリーニング手順

銀陽極

銀電極(陽極)は、使用中に塩化物および酸化物塩の電気化学的析出を受けます。これは通常、銀の表面に茶色または黒色の析出物として現れます。少量の茶色の塩化銀の析出は正常で望ましいものですが、過剰な析出物や黒色の酸化物の析出は電極性能の急速な低下を引き起こし、信号レベルの低下、信号ドリフト、信号ノイズの増加につながる可能性があります。メンテナンスキットから小さな綿棒を選んでください。綿棒のサイズは多少異なるため、綿棒の直径が電極の溝に完全に挿入でき、溝の底にある銀電極に接触できることを確認してください。綿棒が少し大きい場合は、溝に収まるまで、綿棒の先端から綿を1層取り除いて慎重にサイズを小さくしてください。綿棒を少量の蒸留水で湿らせます。綿棒の先端に少量のHansatech研磨ペーストを塗布します。チップを電極のくぼみに挿入し、先端のすぐ上をつまんで適度な圧力をかけながら、電極のくぼみの周りを円を描くように6～10回ゆっくりと回転させます。銀陽極を観察してください。銀電極の表面に付着した茶色や黒色の堆積物がすべて除去され、表面が高度に研磨されるまで、銀電極を優しく研磨し続けてください。

白金陰極

白金陰極はこのような析出物を受けないため、以下の手順に従って傷のない高光沢仕上げを維持するだけで十分です。少量の蒸留水で湿らせた綿棒の未使用の端に、Hansatech研磨ペースト(2001年10月1日以降に供給された改訂版クリーニングキット)またはファインHansatech研磨ペースト(粗目と細目のペーストが入った旧2液式クリーニングキット)を少量塗布します。または、お好みで湿らせた綿球を少量使用しても構いません。次に、円を描くようにして、電極ドームの中央にある白金陰極を優しく研磨します。研磨は白金部分のみに限定し、白金を囲むエポキシ樹脂との接触はできる限り避けることが重要です。陰極部分を過度に研磨すると、最終的に電極ドームの曲率が変化し、電極性能の低下につながるため、研磨は避けてください。研磨が完了すると、白金陰極は鏡面仕上げになります。プラチナの表面に傷がついた場合は、Hansatech研磨ペースト(2001年10月1日以降に供給される改訂版クリーニングキット)を使用して上記の手順を繰り返すか、または、まずNo.1粗目研磨ペーストを使用し、次にNo.2細目研磨ペーストを使用してください(粗目と細目のペーストが入った以前の2部構成クリーニングキット)。

1.3.3.3 電極ディスクの洗浄、乾燥、保管

洗浄と乾燥

電極が十分に洗浄されたら、少量の蒸留水で電極をすすぎながら、柔らかい毛のブラシ(歯ブラシが最適です)で優しくこすり洗いして、研磨ペーストの痕跡をすべて除去することが重要です。この作業中は、ディスクの電気コネクターを濡らさないように注意してください。ペーパータオルで電極を完全に乾かしてください。

保管

電極を使用しないときは、シリカゲルなどの適切な乾燥剤とともに密閉容器に保管してください。乾燥剤は定期的に交換または補充してください。

1.3.3.4 電極ディスクを分極させたまま一晩放置する

実験終了後、使用済み機器の適切な管理は、良好な実験室管理の原則であるだけでなく、機器、特に電極ディスクの寿命を延ばすためにも非常に重要です。実験終了後、電極ディスクを良好な状態に保つために、以下の2つの手順を実行してください。

装置の分解

反応混合物とスターラーバー(気相測定の場合はリーフディスクと支持部)を電極チャンバーから取り外してください。有害物質は、実験室で実施されているCOSHHガイドラインに従って廃棄してください。ディスクはチャンバーベースから取り外し、電子機器から切り離してください。

電極ドームを傷つけないよう、ピンセットを用いて小さなOリング、メンブレン、スペーサーペーパーを慎重に取り外してください。ドーム表面が不均一だと、電解液層が不均一になり、今後の測定で酸素信号が不安定になる可能性があります。

ディスクは脱イオン水で十分にすすぎ、乾燥させてください（Oxygraph+をご使用の場合は、電極ケーブルの接続部に触れないようにしてください）。付属のS16洗浄キットを使用し、本書の「**電極の洗浄とメンテナンス**」の項に記載されている手順に従って、ディスクの銀陽極を洗浄してください。分極中に発生する**電気化学反応**によって銀が変色した可能性のある酸化銀（黒色の沈着物）または塩化銀（茶色の沈着物）を除去するためです。

ディスクは十分に洗浄・すすぎを行った後、密閉可能な乾燥剤入り容器に入れ、直射日光を避けて保管してください。

装置は分極状態を維持します。

翌日も測定を続ける場合は、ディスクをそのまま一晩放置することも可能です。ただし、電極ディスクに不可逆的な損傷を与えないよう、厳重なガイドラインを遵守する必要があります。なお、以下の手順は液相測定にのみ適用可能です。

その日の最終測定が完了したら、反応液をチャンバーから取り除き、約1.5mlの脱イオン水と交換してください。

スターラーバーを元に戻し、撹拌機をオンに設定してください。ディスクを一晩放置する場合は、乾燥を防ぐため、撹拌した脱イオン水中で分極させたままにしておくことが重要です。乾燥の影響については、本書の「**電極の洗浄とメンテナンス**」の項で説明しています。

翌日測定を再開する際は、まず空気飽和脱イオン水のサンプルを加え、酸素信号がTruesdale & Downingが発表した酸素校正表（Nature 173:1236, 1954）と一致することを確認し、次にジチオナイトナトリウムを加えるか、窒素ガスをチャンバーにバブリングして、酸素ゼロ線を確認することで、ディスクの校正を再確認することをお勧めします。

上記の手順でディスクの準備状態が良好であることが確認できた場合は、測定を継続できます。ただし、測定された信号が期待される信号と異なる場合は、再校正を行うか、場合によってはディスクを分解して洗浄および再準備を行う必要があるかもしれません。

1.4 DW1酸素電極チャンバー

1.4.1 概要

1.4.1.1 DW1の概要

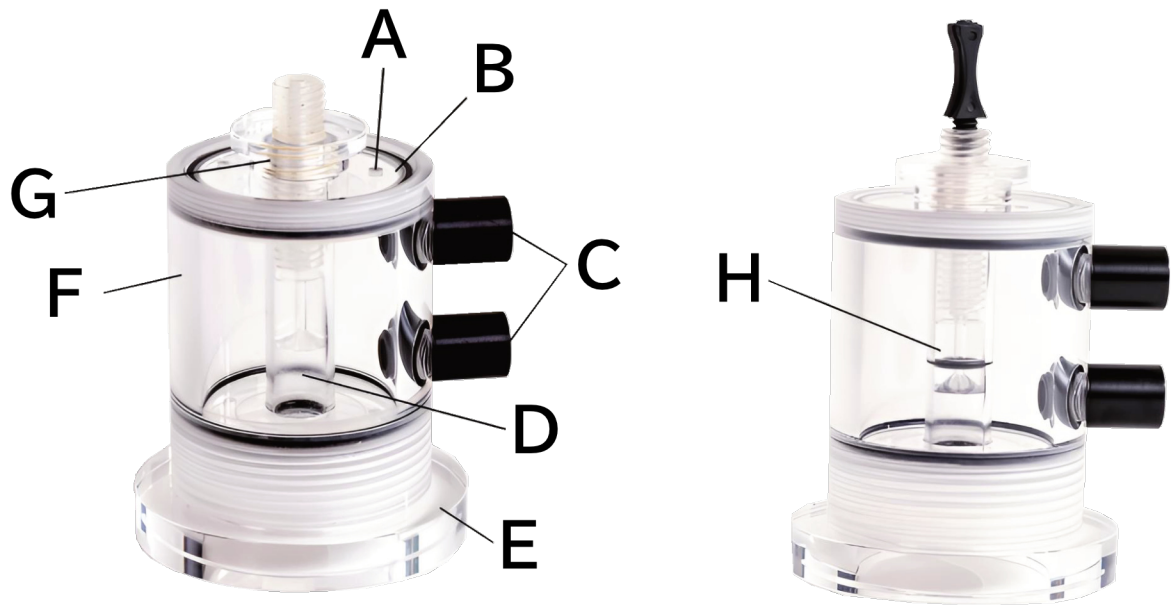


DW1酸素電極チャンバーは、液相中の溶存酸素測定に汎用性の高いソリューションを提供します。基礎的な教育から高度な研究分析まで、幅広い用途に使用できます。特に、気密性の高いプランジャーアセンブリーを備えているため、DW1は、微量の周囲酸素がチャンバー内に拡散すると測定誤差が生じる可能性がある、少量のサンプルを用いた呼吸測定に最適です。DW1は気相サンプルにも適しています。

DW1酸素電極ユニットは透明なキャストアクリル製で、試料の視認性と均一な照明を確保しています。DW1のウォータージャケットを温度制御式循環水槽に接続することで、試料と電極ディスクの精密な温度制御が可能です。試料はホウケイ酸ガラス製の反応容器内に収容され、気密性の高い調整式プランジャーアセンブリーによって0.2～2.5mlの範囲で試料容量を調節できます。このプランジャーには中央にストッパー付きの精密な穴があり、標準的なハミルトン型シリンジを用いて反応混合物への添加・除去が可能です。準備済みのS1電極ディスクはDW1電極チャンバーの底部に取り付けられ、ディスクのドーム部分が反応容器の底面を形成します。

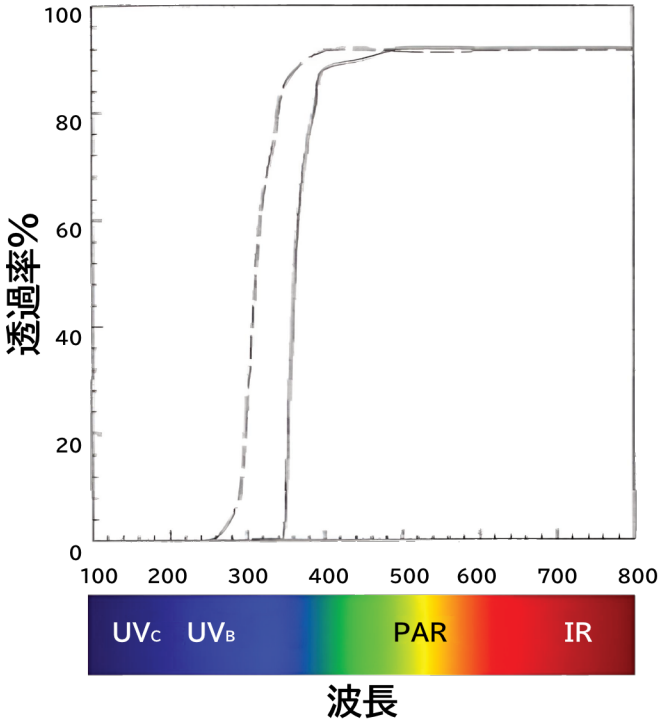
最小チャンバー容量：0.2ml　最大チャンバー容量：2.5ml

1.4.1.2 DW1の機能



A - A2トッププレートキー用ラグ（DW1の分解手順を参照）
B - トッププレート
C - ウォータージャケットと循環式水槽の接続部
D - ホウケイ酸ガラス製反応容器
E - ベースリング
F - ウォータージャケット
G - 標準プランジャーアセンブリー
H - 気密プランジャーアセンブリー（DW1/ADに付属）

1.4.1.3 DW1の透過特性



DW1のウォータージャケットは、光合成有効放射（PAR）の良好な透過率を確保するために鋳造アクリル製で、光合成研究において外部光源を使用できるようになっています。ホウケイ酸ガラス製の反応容器も、PAR波長域（400～700nm）全体にわたって透過します。

上の図は、厚さ10mmのアクリル（-）とホウケイ酸ガラス（- - -）の紫外線（UV）、光合成有効放射（PAR）、赤外線（IR）の各波長における透過率プロファイルを示しています。

1.4.1.4 DW1 プランジャーアセンブリー

プランジャーアセンブリーにより、反応容器への大気中の酸素の拡散が防止されます。このアセンブリーは、ねじ山を調整することで、反応容器の容量を0.2～2.5mlの範囲で可変にすることができます。プランジャーの毛細管穴により、ハミルトンシリンジを用いて反応混合物へのサンプリングや添加を行うことができ、大気中の酸素の反応容器への拡散を最小限に抑えることができます。

オプションの気密プランジャーは、プランジャー本体とガラス製反応容器の内壁との間にOリングシールを形成します。また、プランジャーの中央の穴を塞ぐための中央ストッパーも付属しています。このストッパーは、プランジャーの高さが正しく調整されるまで取り付けないでください。プランジャーアセンブリーを所定の高さに調整した後、ストッパーを中央の穴に再度取り付けます。取り付けが完了すると、プランジャーアセンブリーは気密シールを形成し、DW1チャンバーを気相測定に使用したり、水素測定用の特殊装置と組み合わせて使用したりすることが可能になります（詳細はお問い合わせください）。また、プランジャーアセンブリーを使用することで、非常に小さな反応量（約0.5ml未満）での測定も可能です。

1.4.2 DW1のセットアップ

1.4.2.1 S1電極ディスクの電極チャンバーへの取り付け

電極ディスクをチャンバーに取り付ける前に、「電極準備」の項に記載されているガイドラインに従って、正しく準備する必要があります。

ディスクの準備と適切なテストが完了したら、電極チャンバーへの取り付け準備が整います。

電極チャンバーからベースリングを取り外し、準備した電極ディスクをその上に置きます。

ベースリングとディスクの組み合わせを電極チャンバー本体の下面に差し込み、電極ケーブルの接続部がチャンバーベースのネジ山のキー溝に合うようにします。ベースを軽く押さえながら、ベースリングを電極チャンバーにねじ込み、指で締めるよりも少しきつめに締めます。

ベースリングを締めすぎると、電極ドーム上の膜が伸びてしまうため、締めすぎないように注意してください。測定中に膜が緩み始めると、測定信号がドリフトします。

測定前の準備作業中は、電極が乾燥しないように、電極の分極状態を維持してください。

1.4.2.2 温度制御

温度制御の概要

すべての実験的分析には、試料が酸素の発生または消費において最も効率的に働く最適温度が存在し、実験期間中は常にこの実験温度を維持することが重要です。これには、実験中に反応容器に加えるすべての物質を、添加前に分析温度に平衡化しておくことも含まれます。

G.A. TruesdaleとA.L. Downingの研究(「水中の酸素溶解度」、1954年、Nature 173: 1236)によると、任意の温度と大気圧において、空気飽和脱イオン水には既知の濃度の溶存酸素が含まれており、これは数学的に計算できます。

液体中の酸素濃度は温度上昇に伴って低下するため、実験開始前に試料および添加物の両方について測定温度を確定することが重要です。しかし、この影響に加えて、酸素電極ディスク自体も温度に敏感です。

電極ディスクの信号は温度上昇とともに増加します。ミトコンドリア呼吸研究など、高温を用いる測定では、校正や測定を行う前に、電極ディスクを測定温度に完全に平衡化させることを推奨します。これには最大15分かかる場合があります。

したがって、温度が重要なのは液相測定システムだけではなく、気相システムも同様に温度変動の影響を受けやすいのです。

実験の初期検討事項の一つとして、測定温度を決定する必要があります。これは、装置が特定の温度に基づいて校正されているためです。Oxythermペルチェチャンバーを除き、他のすべての液相および気相電極チャンバーは、反応/試料容器を覆うウォータージャケットを介して試料とディスクの温度を制御します。液相システムでは、容器はホウケイ酸ガラス製で、循環水と試料間の効率的な熱伝達を可能にし、効果的な温度制御を維持します。

気相電極チャンバーでは、試料は石英窓によって循環水から分離されており、この窓も効果的な熱伝達を提供します。ウォータージャケットは、付属のプラスチックコネクターを使用して、温度制御された循環水からの供給管と戻り管に接続する必要があります。

DW1、DW1、およびDW3電極チャンバーでは、フローチューブを下部ウォータージャケットコネクターに、リターンチューブを上部ウォータージャケットコネクターに接続してください。これにより、DW1ウォータージャケットの周囲に常に新鮮な水が流れ、上部出口ポートに自然に上昇する気泡の分散が促進されます。その他の電極チャンバーでは、ウォータージャケットコネクターは同一平面上にあるため、フローチューブとリターンチューブはどちらのコネクターにも接続できます。

良好な温度制御を維持するためには、循環器と電極チャンバー間のチューブの長さを最小限に抑える必要があります。流量が毎分6リットル以上の循環器が推奨されます。ウォータージャケットは、循環空気のみで温度制御を行う多くのシステムよりも試料温度をより確実に制御できますが、それらと同様に、赤外線成分の大きい光によってチャンバー内で発生する熱を迅速に放散することは全くできません。したがって、光源を使用する場合は、適切なフィルター（水、硫酸銅溶液、干渉フィルター、熱反射ミラーなど）を使用する必要があります。加熱せずに光飽和を達成することはもちろん非常に困難ですが、電極自体がわずかな温度変化に非常に敏感であるという事実は、使用する光フィルタリングシステムの有効性を確認する簡単な方法を提供します。

Hansatech LS2や既に生産終了となったFLS1などのハロゲン白色光源は、かなりの熱を発生します。これらの光源には、光源の発熱を抑えるために赤外線カットフィルター(ホットミラー)が取り付けられていました。現在販売されているHansatechの光源はすべてLEDエミッターを採用しており、発熱量は大幅に少なくなっています。

液相試料に対する温度の影響

G.A.トゥルーズデールとA.L.ダウニングの研究(「水中の酸素溶解度」、1954年、Nature 173: 1236)によると、任意の温度と大気圧において、空気飽和脱イオン水には既知の濃度の溶存酸素が含まれており、これは数学的に計算できます。

このデータは、トゥルーズデールとダウニングが発表した、特定の温度と標準大気圧における水中の溶存酸素の測定値に基づいています(Nature 173:1236、1954年)。

温度 (℃)	酸素 (PPM)	酸素 (nmol/ml)
0	14.16	442.5
5	12.37	386.6
10	10.92	341.3
15	9.76	305
20	8.84	276.3
25	8.11	253.4
30	7.52	235
35	7.02	219.4

表中の酸素濃度を算出する際に使用した式は以下のとおりです。

Cs = 14.16 - (0.394*T) + (0.007714*T^2) - (0.0000646*T^3)

(ここで、Csは酸素飽和濃度(ppm)、Tは温度(℃)です。)

1 ppmは、

1μg/ml、または(1μg/32g/mol)= 0.03125μmol/ml、または31.25 nmol/mlに相当します。

電極ディスクの温度の影響

電極ディスクの信号は温度の上昇に伴って増加します。そのため、異なる温度条件下では、ディスクの応答は酸素信号の応答と逆相関します。ミトコンドリア呼吸研究など、高温を用いる測定では、校正や測定を行う前に、ディスクを測定温度に完全に平衡化させることを推奨します。平衡化には最大15分かかる場合があり、以下のように確認できます。

- 電極ディスクを準備し、電極チャンバーのベースに正しく取り付けます。液相チャンバーの場合は、実験温度に予め平衡させた、空気飽和脱イオン水1mlを撹拌してチャンバーに加えます。

- 電極チャンバーのウォータージャケットを循環式恒温水槽からの給水に接続します（詳細は「温度制御の設定」セクションを参照してください）。

- 電極ディスクからの記録を開始し、酸素信号を観察します。実験温度が高い場合（例：32℃）、電極ディスクの温度感度により、信号は最初は上昇します。

- ディスクが温度に平衡し始めると、高温が試料に及ぼす影響は逆になるため、信号は低下し始めます。ディスクからの信号が再び安定したら、ディスクは測定温度に平衡したので、校正を行うことができます。

1.4.2.3 試料の撹拌

電極ディスクの陰極で起こる電気化学反応では、電流を発生させるために酸素が消費されます。この電流は電極制御ユニットによってデジタル化され、OxyTrace+ソフトウェア上でチャートレコーダーのエミュレーションとして表示されます。

このプロセスの性質上、陰極で酸素が継続的に消費されるため、陰極のすぐ上に酸素欠乏層が生成されます。電極ディスクによる酸素消費速度は液体中の酸素拡散速度よりも速いため、測定中は電極ディスクからの信号が継続的に減少します。この問題は、試料を継続的に撹拌することで解決できます。撹拌によって陰極の酸素欠乏層を補充し、試料中の溶存酸素が反応容器全体に均一に分布するようにします。

マグネチックスターラーは電極制御ユニットの不可欠な機能であり、システムの上部に配置されています。試料の撹拌は、スターラーバーまたは「液体の底に沈殿するもの」を反応容器内に設置することによって行われます。スターラーを起動すると、スターラーキャップの下にある磁石が、ユーザーが設定可能な150～900RPMの速度で回転します。スターラーバー等は磁気撹拌機に追従し、電極の陰極のすぐ上で回転するため、膜試料に損傷を与えることはありません。「液体の底に沈殿するもの」には2種類あります。

PTFEコーティングマグネット

これはシステムに標準で付属するマグネットです。PTFEでコーティングされた小さな磁気バーで構成されています。

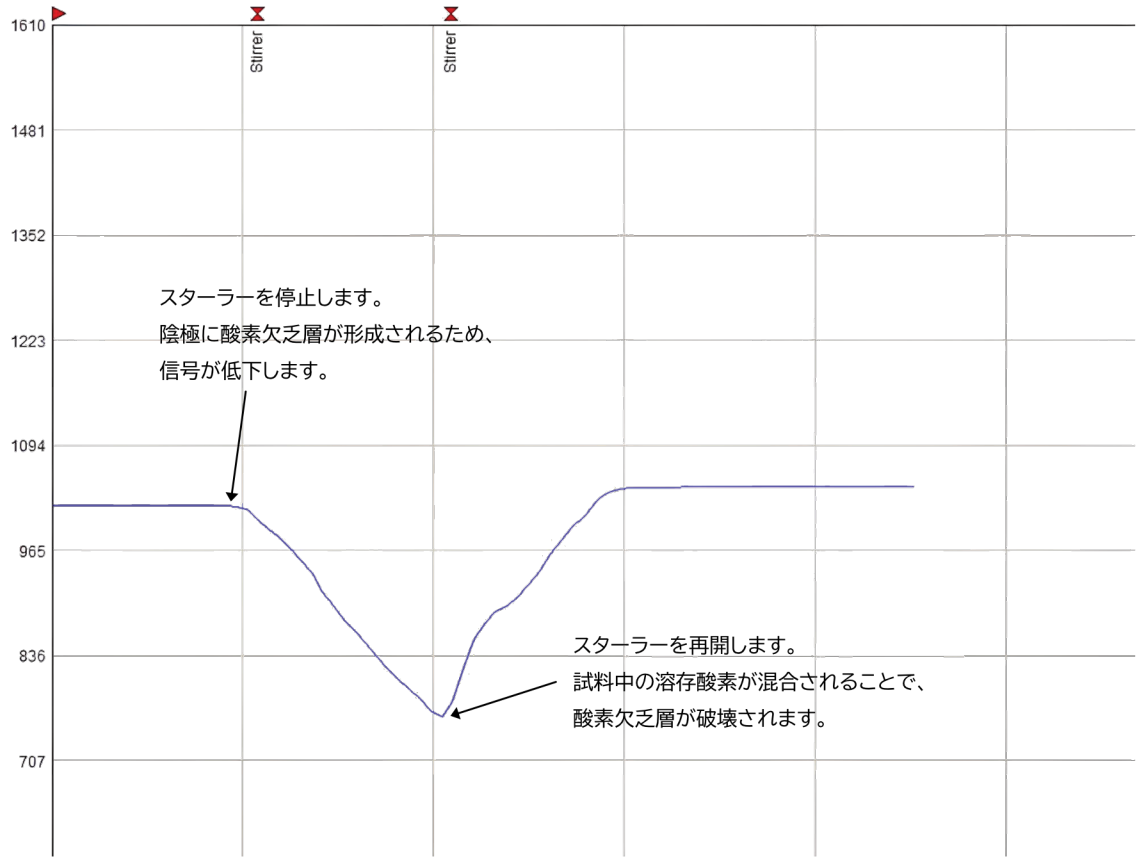
ガラスマグネット

ガラスマグネットは、細いガラス毛細管に封入された複数の細い鉄線で構成されています。それぞれのマグネットには、使用上の利点と欠点があります。例えば、酸素分圧の非常に小さな変化を測定する実験では、PTFEがごく微量の酸素を吸収することが知られているため、ガラスマグネットを好むユーザーもいます。しかし、ほとんどの用途では、この吸収は問題になりません。ガラスマグネット自体は磁性を持たないため、粘度の高いサンプルでは回転マグネットの追跡精度が劣ります。したがって、撹拌速度はPTFEコーティングマグネットよりも低くなります。酸素欠乏層の影響は、簡単な実験を行うことで明確に確認できます。

電極ディスクを準備し、電極チャンバーのベースに取り付けます。

- チャンバーをマグネチックスターラーの上に置きます。
- チャンバーに空気飽和脱イオン水2mlを加え、サンプル中にPTFEコーティングマグネットまたはガラスマグネットを1個投入します。
- 上記の手順に従ってスターラー制御ウィンドウを開き、スターラーの速度を75%に設定します。
- 記録を開始し、波形が安定するまで待ちます。
- 波形が安定したら、スターラーを停止します。信号は徐々に減少し始めます。
- スターラーを再起動すると、信号は元のレベルに戻ります。

下のスクリーンショットは、上記の手順に対する波形の反応を示しています。



1.4.3 保守点検

1.4.3.1 電極チャンバーの分解

以下の手順では、DW1電極チャンバーの分解、洗浄、および再組み立てについて詳しく説明します。ただし、分解手順の一般的な原則は、DW2/2電極チャンバーにも適用できます。

Oxytherm+ペルチェ電極チャンバーおよびDW3電極チャンバーは、洗浄および反応容器の交換手順が大きく異なるため、以下の手順はこれらの製品には適用されません。

冷却液中の微粒子がウォータージャケット内に蓄積し、光透過を妨げるため、電極チャンバーは定期的に分解して徹底的に洗浄する必要があります。また、数年使用すると、反応容器とウォータージャケットを密閉する2つのOリングが劣化し、漏れが発生する可能性があります。

DW1を洗浄のために分解するには、以下の手順に従ってください。

DW1には標準でトッププレートキーが付属しており、位置合わせ治具(カタログ番号A3)も同梱されています。このキットは、チャンバーのトッププレートを取り外して、反応/サンプル容器を安全に取り外して洗浄したり、ウォータージャケット内部を洗浄したりするために使用します。



電極チャンバーの底部から電極ディスク(装着されている場合)を取り外し、プランジャーアセンブリーを取り外し、電極チャンバー上部からアライメントジグを反応容器に完全に挿入します。アライメントジグは、電極チャンバーの再組み立て時に、上部プレートを取り付ける際にすべての部品が正しく位置合わせされることを保証するため、非常に重要です。

上部プレートキーの裏側には2本の金属ピンがあり、電極チャンバーの上部プレートにある2つのくぼみに嵌合します。キーはアライメントツールの真上に位置するため、上部プレートを反時計回りにゆっくりと回して緩めることができます。上部プレートはOリングで電極チャンバー本体に密閉されているため、最初は緩めにくい場合があります。



上部プレートを完全に緩めたら、ガラス製の反応容器と一緒に電極チャンバー本体から持ち上げることができます。反応容器をアライメント治具から慎重に取り外します。上部プレートにある、反応容器と上部プレートを密閉している小さなOリングを取り外します。電極チャンバーの下部プレートにも、反応容器の底部で同じ役割を果たすOリングがあります。



上部プレートを取り外したら、部品を取り出し、中性洗剤で洗浄したり、必要に応じて交換したりできます。（スペアパーツおよび交換部品のカタログ番号の一覧は、DW1スペアパーツのセクションに記載されています。）

一部の用途では、ロテノンなどの強力な呼吸阻害剤が使用されますが、これらの阻害剤は反応容器の内壁から完全に除去することが非常に困難であり、後続のサンプルに不要な汚染を引き起こす可能性があります。上記で説明した従来の洗浄方法では効果が得られない場合があり、代替方法が必要となります。

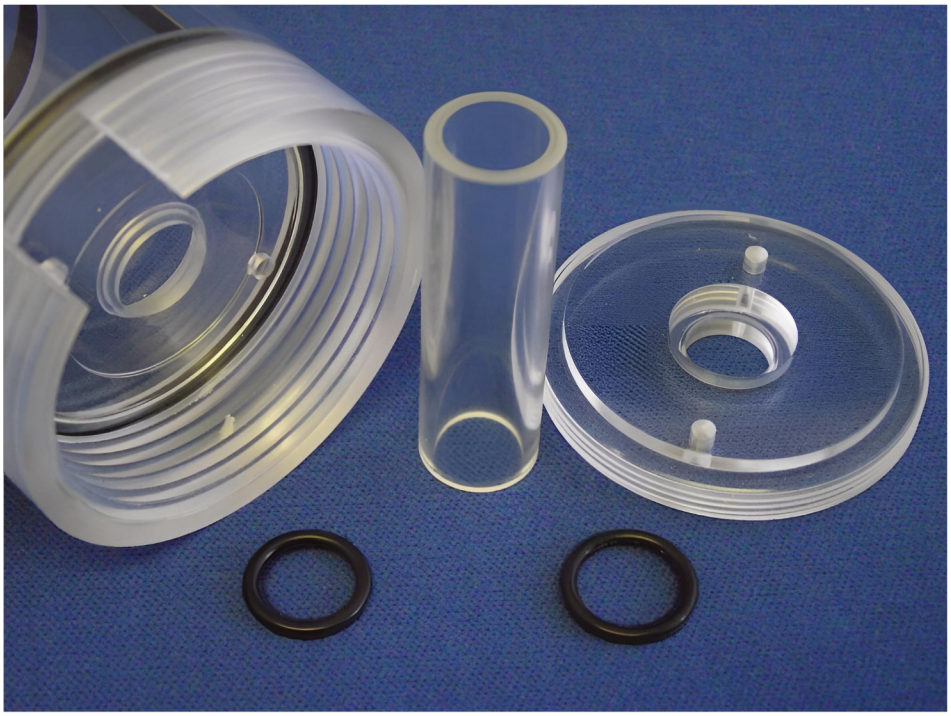
エタノールは反応容器からロテノンを除去するのに効果的な溶媒として広く認識されていますが、

Hansatech社は、この物質の使用を強く警告します。DW1のアクリル製部品にこぼれると、チャンバー本体に修復不可能な損傷を与えるためです。エタノールなどの有機溶媒はアクリルと反応し、ひび割れを引き起こします。

経験上、ロテノンやその他の呼吸阻害剤を使用するアプリケーションを実行する際には、専用の反応容器を使用するのが最も望ましい解決策です。DW1には、予備の反応/サンプル容器が2個標準で付属しています。ただし、追加の予備容器（S3）は、Hansatech（または該当する国際代理店）から入手できます。あるいは、可能であれば、DW1チャンバーをロテノン専用に確保してください。

すべての部品の洗浄・交換が完了したら、分解手順を逆にして電極チャンバーを再組み立てしてください。

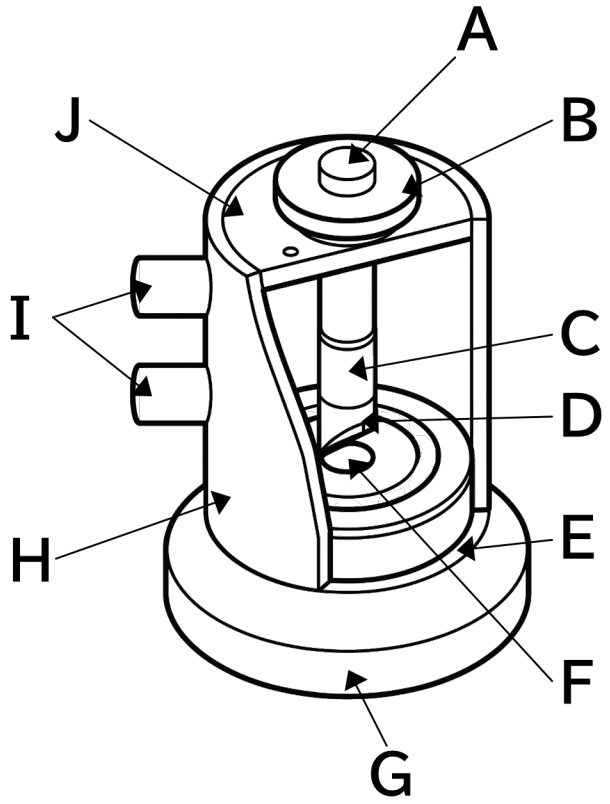
反応容器の上部と下部のOリングを交換する際は、正しいOリングを正しい位置に取り付けることが非常に重要です。反応容器上部のOリングは、下部のOリングよりもわずかに大きくなっています。正しいOリングを使用しないと、ウォータージャケットからの循環水が反応容器内に漏れ出し、試料を汚染する恐れがあります。



反応容器がチャンバーの完全な再組み立て時にずれていると、プランジャーアセンブリーがチャンバーに収まらず、最悪の場合、上部プレートを締め付ける際に反応容器が破損する可能性があります。したがって、電極チャンバーを再組み立てする際には、位置合わせ治具を使用して反応容器、Oリング、上部プレート、下部プレートが正しく位置合わせされていることを確認することが重要です。

1.4.3.2 DW1用スペアパーツ

以下のリストは、DW1電極チャンバーに必要なすべてのスペアパーツおよびコンポーネントのカタログ番号を示しています。詳細については、旭光通商までお問い合わせください。



A： プランジャーねじ
部品番号 820024
(Oリング付き)
部品番号 820027

B： プランジャーナット
部品番号 820025

C： 反応容器
部品番号 S3、2個入り

D： マグネチックフォロワー
部品番号 S2/PまたはS2/G

E： ベースプレートOリング
部品番号 S5

F： 電極ディスク
部品番号 S1

G: ベースリング
部品番号 820023

H: ウォータージャケットおよび底板
部品番号 941020

I： ウォータージャケットコネクター
部品番号 820026、2個必要

J： 上部プレート
部品番号 820021

プランジャーボアストッパー
部品番号 739035

1.4.4 改良

プランジャーの改良

反応容器への大気中の酸素の拡散は、プランジャーによって制御されます。プランジャーはねじ山で調整でき、反応容器の容量を0.2～2.5mlの範囲で可変できます。プランジャーの毛細管穴により、ハミルトンシリンジを用いて反応混合物のサンプリングや添加を行うことができ、大気中の酸素の反応容器への拡散を最小限に抑えることができます。

DW1電極には、オプションで改良型プランジャーアセンブリー(DW1/AD)を取り付けることができます。このプランジャーは、プランジャーとガラス製反応容器の間にOリングシールを設けるように改良されています。また、プランジャーの中央の穴を塞ぐための中央ストッパーも付属しています。このストッパーは、プランジャーの高さが正しく調整されるまで取り付けないでください。プランジャーアセンブリーを希望の高さに調整した後、ストッパーを中央の穴に取り付けることができます。取り付けが完了すると、プランジャーアセンブリーは気密シールとなり、DW1チャンバーを気相測定に使用したり、水素測定用の特殊装置と組み合わせて使用したりすることができます(詳細はお問い合わせください)。改良型プランジャーアセンブリーは、反応量が非常に少ない場合(約0.5ml未満)にも推奨されます。

1.5 オキシグラフ+電極制御ユニット

1.5.1 オキシグラフ+のセットアップ

1.5.1.1 オキシグラフ+電極制御ユニット

Oxygraph+への接続

測定を行う前に、システムが正しくセットアップされていることを確認することが重要です。

USB

下の図は、USB制御ユニットの各種接続を示しています。



12V電源コネクター

PCへのUSB接続

チャートレコーダーへのフォノ出力

ミニDIN、BNC、2mmコネクターを使用したAUX入力

SMBコネクターを使用した電極コネクター

USBユニットの接続

1. コントロールパネルの12V入力ソケットに12V電源が接続されていることを確認してください。接続が完了すると、前面の電源シンボルが10秒ごとに点灯します。

2. USBケーブルをPCの空いているUSBポートに接続します。USBケーブルのもう一方の端をコントロールユニット背面のUSB接続部に接続します。複数のユニットを使用する場合は、ユニットと追加のUSBケーブルで上記の手順を繰り返してください。

3. 電極接続ケーブルを使用して、準備した電極ディスクをコントロールユニットに接続します。

4. 補助信号を記録する場合は、補助機器をMini-DIN、BNC、または2mmコネクターを使用してコントロールユニット背面に接続する必要があります。

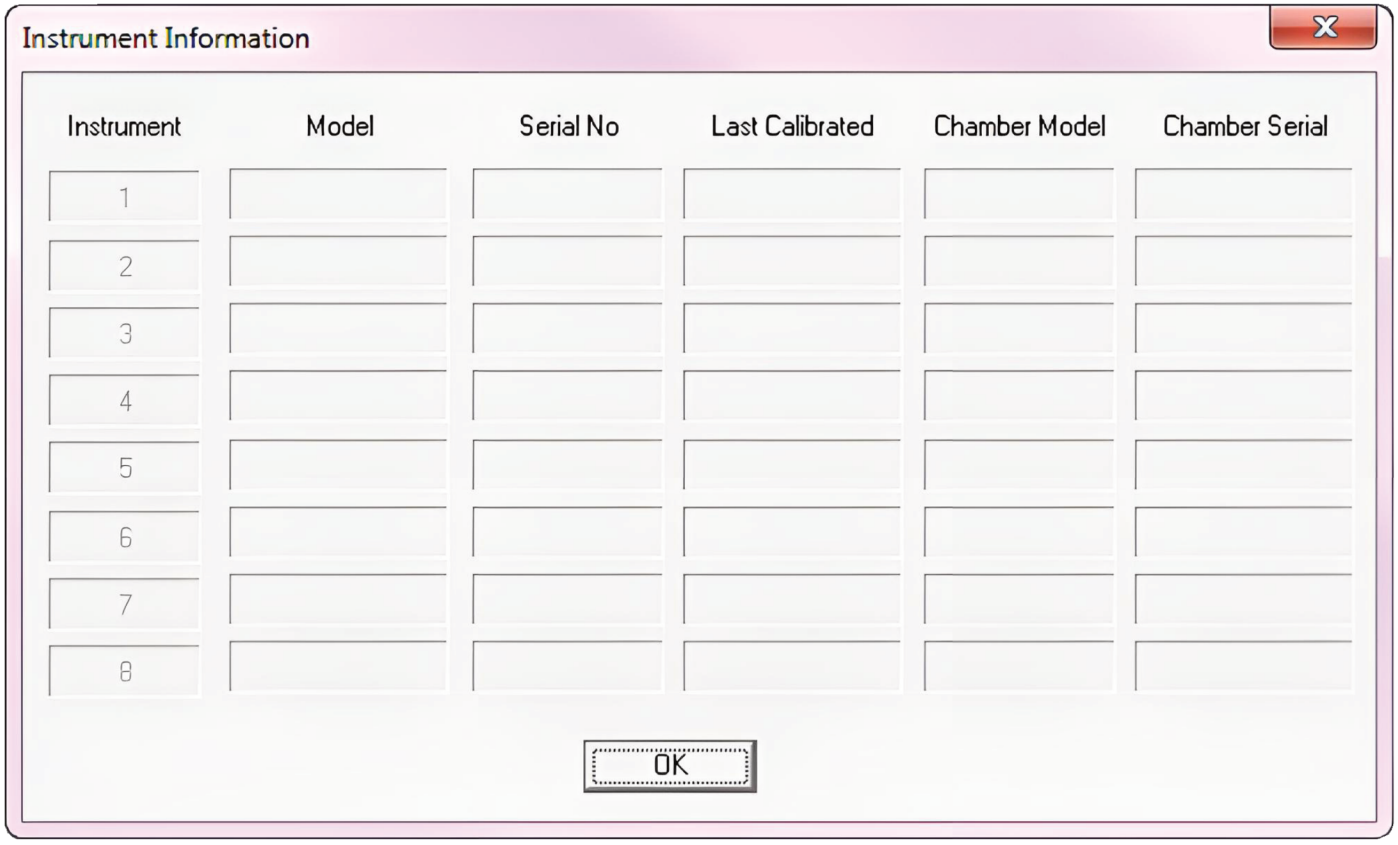
1.6 OxyTrace+ ソフトウェア

1.6.1 起動

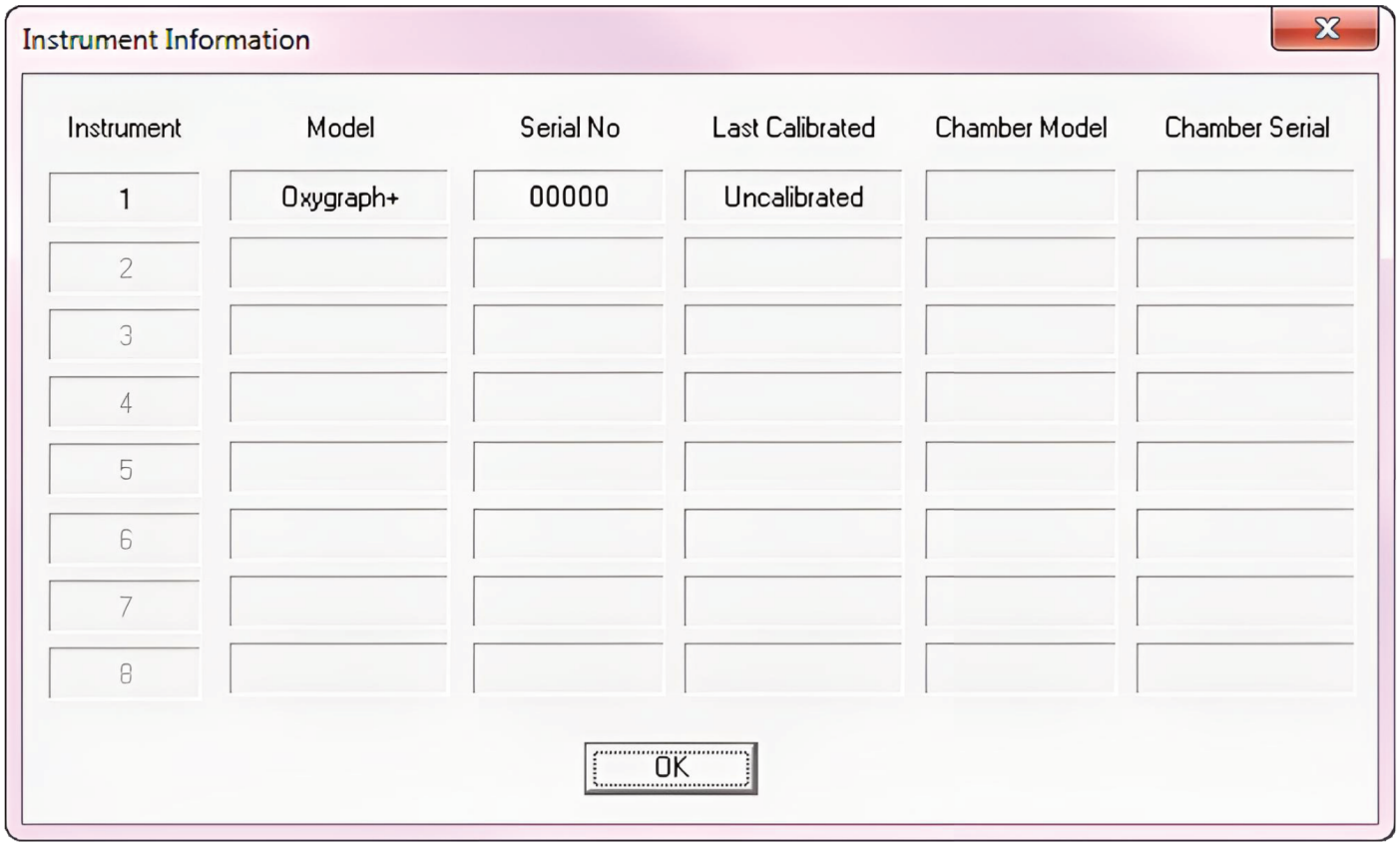
1.6.1.1 OxyTrace+ ソフトウェアの初期化

このセクションでは、OxyTrace+ ソフトウェアがPCに正常にインストールされ、電極制御ユニットとPC間の必要な接続がすべて完了し、制御ユニットの電源がオンになっていることを前提としています。

インストール時に作成されたデスクトップアイコンをダブルクリックするか、Windowsのスタートメニューの Hansatechプログラムグループから OxyTrace+を選択して、OxyTrace+ソフトウェアを起動してください。制御ユニットが見つからない場合は、OxyTrace+ソフトウェアによって次のダイアログボックスが表示されます。



モデル、シリアル番号などの値が空欄のダイアログボックスが表示された場合は、制御ユニットがPCに正しく接続され、制御ユニットの前面パネルにある青色のステータス表示ランプが点灯していることを確認してください。確認後、OKを押してこのダイアログを閉じ、Hardware >Scan for Instrumentsを選択します。すると、シリアル番号や校正状態など、接続されている制御ユニットに関する情報が表示されたダイアログが表示されます。OKを押して続行してください。



制御ユニットとの通信が確立できない場合は、「**制御ユニットとPC間の通信問題**」の項を参照してください。

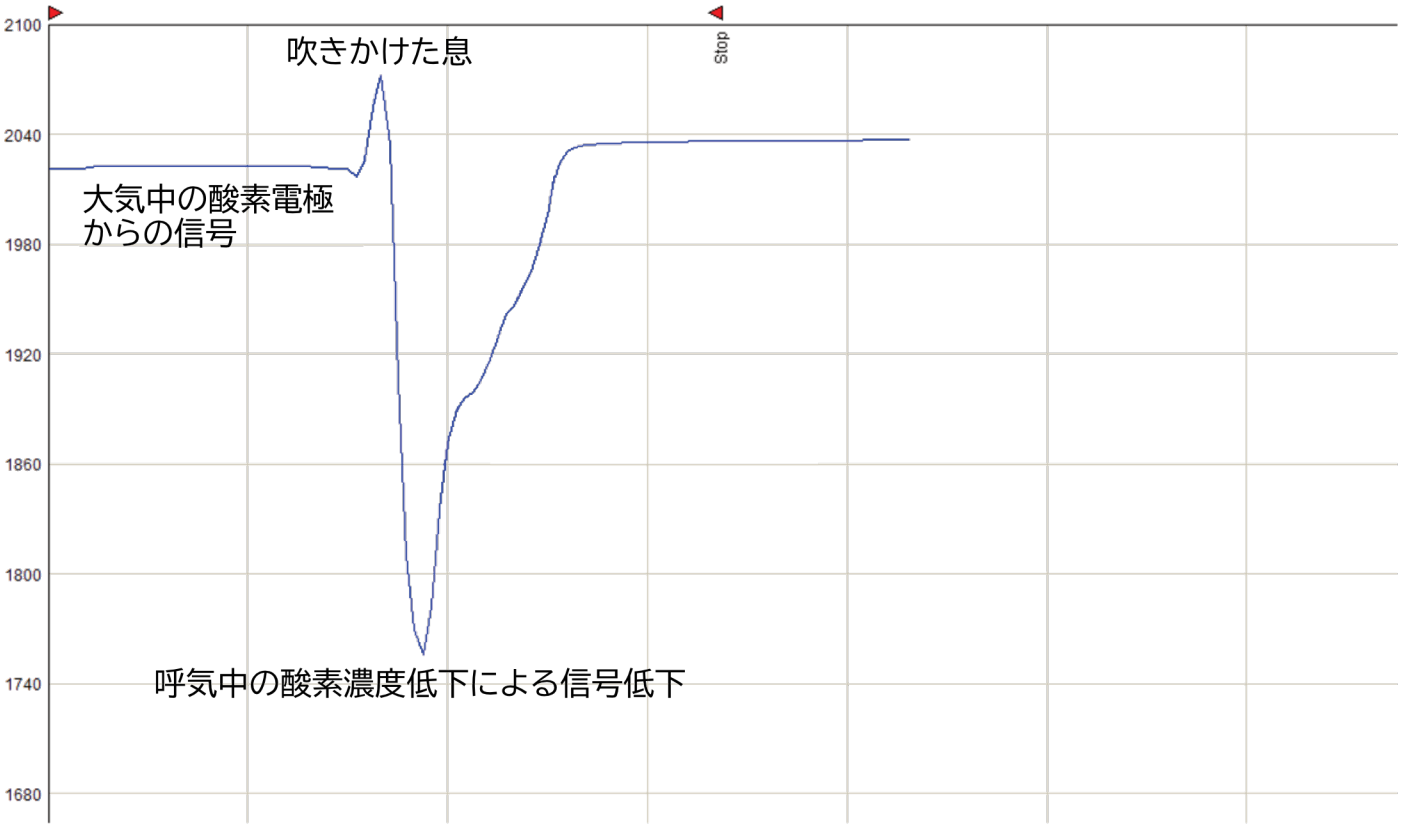
1.6.1.2 電極ディスクの応答テスト

電極ディスクが**正しく準備**されたら、電極チャンバーにディスクを取り付ける前に、ディスクの応答を確認することをお勧めします。

先に進む前に、使用している電極制御ユニットがPCに正しく接続され、OxyTrace+ソフトウェアと通信していることを確認してください。制御ユニットとソフトウェア間の通信に問題が発生した場合は、本書の「**ソフトウェアの初期化**」セクションを参照してください。

反応を確認するには、S1/ADL電極接続ケーブルを使用して、電極ディスクをコントロールユニット背面の電極入力端子に接続します。記録を開始してください。信号は最初は非常に高く、ナノアンペア（nA）単位で表示されますが、空気中のレベルに安定するまで数分かかります。新品または適切にメンテナンスされたディスクは、空気中で約1600 nAを示すはずですが、±240 nAの範囲で変動する場合があります。

電極信号が安定したら、ディスクに息を吹き込み、グラフ画面上の反応を観察してください。信号は下図のようにプロットされるはずです。



電極ディスクを通して呼吸した後、最初に信号に変化が生じるのは、呼気温度が周囲の空気温度よりも大きく上昇するためです。酸素電極ディスクは特に温度に敏感で、その結果として信号が増加します。温度上昇は一時的なものであるため、酸素信号は短時間で低下します。

温度上昇に伴う信号増加の後、呼気中の酸素濃度低下(約17%)により、信号が急激に低下することが観察されます。その後、電極ディスク周辺の酸素濃度が平衡状態に達すると、信号は元のレベルに戻り始めるはずです。

観測された信号が上記のものと異なる場合は、電極の準備が不十分であるか、最悪の場合はディスク自体に問題がある可能性があります。ディスクを洗浄して再度準備してから、上記の手順を繰り返してください。それでも問題が解決しない場合は、旭光通商までお問い合わせください。

この試験が問題なく完了したら、ディスクを電極チャンバーの底部に取り付けます。必要に応じて、ディスクの反応を現場で確認するための追加試験を実施してください。詳細については、「マグネチックスターラーの操作」の項を参照してください。

1.6.2 OxyTrace + ワークスペース

1.6.2.1 メニューバー ファイルメニュー

- New
  新規ドキュメントを作成します
- Open
  既存のファイルを開きます
- Overlay
  現在読み込んでいるファイルと同じ軸上に既存のファイルを重ねて表示します
- Save
  現在のファイルを保存します
- Save as
  現在のファイルに新しいファイル名を指定します
- Print
  現在のファイルを印刷します。印刷結果には、現在選択されているデータ表示方法が反映されます。例えば、**表形式のデータ**表示モードが選択されている場合は、その表示方法が印刷されます
- Print Preview
  現在のファイル表示がどのように印刷されるかのプレビューを表示します
- Print Setup
  Windowsプリンター設定ダイアログを開きます
- Recently Opened Files
  最近開いたファイルの一覧を表示します
- Exit
  プログラムを終了します

ハードウェアメニュー

Oxygraph+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューが以下のように表示されます。

- Start Recording
  S1電極および設定されている補助入力からの酸素信号の記録を開始します。
- Stop Recording
  現在の記録を停止します。
- Channel Configuration
  機器概要ダイアログを開きます。
- Acquisition Rate
  データ取得レートダイアログを開きます。
- Stirrer Speed
  サンプル撹拌ダイアログを開きます。
- Setup NEW PFD Table
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験の光強度ステップを定義および実行できるようにします。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- Scan for Instruments
  このツールは、OxyTrace+にPCのCOMポートをスキャンして接続されているOxygraph制御ユニットを検出するように促します。マルチチャンネルチェーンにOxygraph制御ユニットを追加する場合、または**ソフトウェア初期化ダイアログ**で「ファイルの表示」を選択した後に、接続されている制御ユニットが必要な場合にこのツールを使用してください。
- Instrument Test
  制御ユニットの診断機能を使用するための**機器テストダイアログ**を開きます。

Oxytherm+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューが以下のように表示されます。

- **Start Recording**
  S1/MINI電極および設定されている補助入力からの酸素信号の記録を開始します。
- **Stop Recording**
  現在の記録を停止します。
- **Channel Configuration**
  機器概要ダイアログを開きます。
- **Acquisition Rate**
  機器概要ダイアログを開き、制御ユニットが電極ディスクから酸素を測定するレートを設定できます。
- **Stirrer Speed**
  サンプル撹拌ダイアログを開きます。
- **Temperature Control**
  ペルチェチャンバー温度ダイアログを開き、Oxythermの温度制御を設定します。
- **Temperature Record**
  ペルチェチャンバーの測定温度を記録します。温度値は**表形式のデータビュー**に表示されます。
- **Actinic Light Control**
  Oxytherm+内のアクチニックライトの設定を行います。
- **Chamber Viewing Light**
  Oxytherm+の観察ライトを有効または無効にするオプションが表示されます。
- **Setup NEW PFD Table**
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験の光強度ステップを定義および実行します。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- **Scan for Instruments**
  このツールは、OxyTrace+にPCのCOMポートをスキャンして接続されているOxytherm+制御ユニットを検出するように指示します。マルチチャンネルチェーンにOxytherm+制御ユニットを追加する場合は、このツールを使用してください。
- **Instrument Test**
  制御ユニットの診断機能を使用するための**機器テストダイアログ**を開きます。

Oxylab+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューが以下のように表示されます。

- **Start Recording**
  S1電極および設定されている補助入力からの酸素信号の記録を開始します。
- **Stop Recording**
  現在の記録を停止します。
- **Channel Configuration**
  機器概要ダイアログを開きます。
- **Acquisition Rate**
  機器概要ダイアログを開きます。
- **Stirrer Speed**
  サンプル撹拌ダイアログを開きます。
- **Temperature Record**
  ペルチェチャンバーの測定温度を記録します。温度値は**表形式データビュー**に表示されます。
- **Light Control**
  光源制御ダイアログを開き、接続されている光源の強度を設定できます。詳細については、光源の手動制御セクションを参照してください。
- **Setup NEW PFD Table**
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験の光強度ステップを定義および実行できます。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- **Scan for Instruments**
  このツールは、OxyTrace+にPCのCOMポートをスキャンして接続されているOxylab制御ユニットを検出するように促します。デュアルチャンネル構成にOxylab制御ユニットを追加する場合、または**ソフトウェア初期化**ダイアログで「View Files」を選択した後に、接続されている制御ユニットが必要な場合にこのツールを使用してください。
- **Instrument Test**
  制御ユニットの診断機能を使用するための**機器テストダイアログ**を開きます。

校正メニュー

液相校正:

- **Air Saturated Water**
  空気飽和水を既知の定数として使用し、標準的な液相校正ルーチンを開始します。
- **Manual**
  空気飽和水を使用しないアッセイでは、この校正オプションを使用してください。校正ルーチンのエアラインに対する基準値として、既知の酸素値を入力するよう求められます。詳細については、「手動校正ルーチン」を参照してください。
- **Gas Phase Calibration:**
  気相電極チャンバーを使用する場合、このオプションを使用して気相校正ルーチンを開始します。詳細については、「気相校正」セクションを参照してください。
- **Oxygen Calibration Details:**
  現在の酸素校正の詳細を表示します。詳細については、「酸素校正の詳細の表示」セクションを参照してください。
- **Set Oxygen Warning Interval**
  酸素校正の警告間隔を設定できます。校正後、指定した日数が経過すると、ソフトウェアの初回起動時に校正期限が切れたことをユーザーに通知します。詳細については、「酸素校正警告の設定」セクションを参照してください。
- **Calibrate Light - Automatic**
  Oxylab+制御ユニットを使用する場合、接続されている光源の自動校正ルーチンを開始します。詳細については、光源校正セクションを参照してください。
- **Calibrate Light - Manual**
  光源を手動で校正できます。詳細については、光源校正セクションを参照してください。
- **Light Calibration Details**
  現在の光源校正の詳細を表示します。詳細については、光源校正セクションを参照してください。
- **Set Light Warning Level**
  光源校正の警告間隔を設定できます。校正後、指定した日数が経過すると、ソフトウェアの初回起動時に校正期限が切れたことをユーザーに通知します。詳細については、光源校正セクションを参照してください。
- **Calibrate Auxiliary/pH ISE/Other ISE**
  補助チャンネルの詳細を表示し、補助入力校正ルーチンを初期化します。詳細については、「補助機器校正」セクションを参照してください。
- **Aux Calibration Details**
  接続されている補助機器の校正の詳細を表示します。詳細については、「補助機器校正の詳細」セクションを参照してください。
- **Set Auxiliary warning interval**
  補助校正警告間隔を設定することで、校正後一定日数が経過すると、ソフトウェアの初回起動時に校正期限が切れたことをユーザーに通知することができます。詳細については、「補助校正警告の設定」セクションを参照してください。

表示メニュー

- **File Information**
  現在のファイルと共に保存された一般的な情報を表示します。詳細については、「ファイル情報」セクションを参照してください。
- **Toolbar**
  ツールバーの表示/非表示を切り替えます。
- **Status Bar**
  画面下部のステータスバーの表示/非表示を切り替えます。

グラフメニュー

- **Setup Trace Colours**
  トレースカラーとデータポイントマーカーの色をカスタマイズできます。詳細については、「トレース設定」セクションを参照してください。
- **Display Overlaid Traces**
  重ね合わせトレースの表示/非表示を切り替えます。
- **Zoom Window**
  グラフのズームコントロールで、トレースの選択した部分を拡大できます。このアイコンをクリックすると、マウスカーソルが十字カーソルに変わります。ウィンドウをクリックしてドラッグし、必要な部分を選択して、もう一度マウスをクリックするとズームが適用されます。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。
- **Zoom Auto**
  グラフのズームコントロールで、記録されたすべての酸素値と補助データを効率的に表示するために、軸のサイズを自動的に調整します。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。
- **Zoom XY**
  グラフのズームコントロールです。このオプションを選択すると、「軸の設定」ウィンドウが開きます。酸素値、時間、およびオプションの補助軸の必要な開始値と終了値を入力することで、酸素軸と補助軸のスケールを設定できます。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。
- **Zoom Plus**
  グラフの中心を基準としたズームを拡大するグラフのズームコントロールです。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。
- **Zoom Minus**
  グラフの中心を基準としたズームレベルを下げます。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。
- **Zoom Undo**
  直前のズーム操作を元に戻すためのグラフズームコントロールです。詳細については、「軸の設定」セクションを参照してください。

データバーメニュー

Oxygraph+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューが以下のように表示されます。

- Output
  データバーの出力レベルを表示/非表示に切り替えます。
- Rate Data
  データバーのリアルタイムレートデータを表示/非表示に切り替えます。
- Aux Data
  データバーの補助機器データを表示/非表示に切り替えます。
- Small Font
  データバーで使用するフォントサイズを小/大に切り替えます。

Oxytherm+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューは以下のように表示されます。

- Output
  データバーの出力レベルを表示/非表示に切り替えます。
- Rate Data
  データバーのリアルタイムレートデータを表示/非表示に切り替えます。
- Aux Data
  データバーの補助デバイスデータを表示/非表示に切り替えます。
- Set Temperature
  データバーの設定チャンバー温度表示を表示/非表示に切り替えます。
- Actual Temperature
  データバーの実測チャンバー温度表示を表示/非表示に切り替えます。
- Small Font
  データバーで使用するフォントサイズを小/大に切り替えます。
- Flurescence Data
  データバーの蛍光レベルを表示/非表示に切り替えます。

Oxylab+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューは以下のように表示されます。

- O2 signal mV
  データバーの出力レベルを表示/非表示に切り替えます。
- Rate Data
  データバーのリアルタイムレートデータを表示/非表示に切り替えます。
- Aux Data
  データバーの補助デバイスデータを表示/非表示に切り替えます。
- Light Setting
  データバーの現在の光源強度表示を表示/非表示に切り替えます。
- Actual PAR Light
  データバーのQTP1センサーからの現在の光源強度測定値を表示/非表示に切り替えます。
- Actual Temperature
  データバーのQTP1センサーからのチャンバーの実際の温度測定値を表示/非表示に切り替えます。
- Small Font
  データバーで使用するフォントサイズを小/大に切り替えます。

- 補助データ
  データバーの補助デバイスデータの表示/非表示を切り替えます。
- 照明設定
  データバーの現在の光源強度表示の表示/非表示を切り替えます。
- 実際のPAR光量
  データバーのQTP1センサーによる現在の光源強度の実測値の表示/非表示を切り替えます。
- 実際の温度
  データバーのQTP1センサーによるチャンバー内の実際の温度の実測値の表示/非表示を切り替えます。
- 小フォント
  データバーで使用するフォントサイズを小/大で切り替えます。

ツールメニュー

Oxygraph+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューが以下のように表示されます。

- PFD設定と実行
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験用の光強度ステップを定義・実行します。詳細については、「PFDテーブルの設定」セクションを参照してください。
- PFD実行
  現在定義されているPFDテーブルを実行します。詳細については、「PFDテーブルの設定」セクションを参照してください。
- QYグラフ設定
  量子収率グラフ画面の設定オプションを表示します。詳細については、「量子収率グラフ設定」セクションを参照してください。
- 酸素グラフ
  データ表示領域にグラフ画面を表示します。詳細については、「グラフ画面」セクションを参照してください。
- 酸素+レートグラフ
  画面を分割し、下部に酸素グラフ、上部にリアルタイムレートデータを表示します。詳細については、「リアルタイムレートデータのプロット」セクションを参照してください。
- 表形式データ
  データ表示領域に表形式データ画面を表示します。詳細については、「表形式データ」のセクションを参照してください。
- イベントマーカーの追加
  現在の記録にイベントマーカーを追加します。詳細については、「イベントマーカーの追加」のセクションを参照してください。
- イベントマーカーの編集
  現在のファイル上のイベントマーカーを、「イベントマーカーの編集」ダイアログで編集できます。詳細については、「イベントマーカーの編集」のセクションを参照してください。

- イベントマークの削除
  現在のファイル上のイベントマークを「イベントマークの削除」ダイアログから削除できます。詳細については、「**イベントマークの削除**」セクションを参照してください。
- オプション
  プログラムの一般オプションを設定できる「オプション」ダイアログを開きます。詳細については、「**プログラムオプション**」セクションを参照してください。

Oxytherm+制御ユニットがOxyTrace+に接続されている場合、ハードウェアメニューは次のように表示されます。

- PFD設定と実行
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験の光強度ステップを定義して実行できます。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- PFD実行
  現在定義されているPFDテーブルを実行します。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- 量子収率グラフ設定
  量子収率グラフ画面の設定オプションを表示します。詳細については、「**量子収率グラフ設定**」セクションを参照してください。
- 酸素グラフ
  データ表示領域にグラフ画面を表示します。詳細については、「**グラフ画面**」セクションを参照してください。
- 酸素＋レートグラフ
  酸素グラフを下部に、ライブレートデータを上部に表示する分割画面を表示します。詳細については、「**ライブレートデータのプロット**」セクションを参照してください。
- 表形式データ
  データ表示領域に表形式データ画面を表示します。詳細については、「**表形式データ**」セクションを参照してください。
- イベントマークの追加
  現在の記録にイベントマーカーを追加します。詳細については、「**イベントマークの追加**」セクションを参照してください。
- イベントマークの編集
  「イベントマークの編集」ダイアログを使用して、現在のファイルのイベントマークを編集できます。詳細については、「**イベントマークの編集**」セクションを参照してください。
- イベントマークの削除
  「イベントマークの削除」ダイアログを使用して、現在のファイルのイベントマークを削除できます。詳細については、「**イベントマークの削除**」セクションを参照してください。
- オプション
  オプションダイアログを開き、プログラムの一般的なオプションを設定できます。詳細については、「**プログラムオプション**」セクションを参照してください。

Oxylab+制御ユニットをOxyTrace+に接続すると、ハードウェアメニューは以下のように表示されます。

- **PFD設定と実行**
  PFD(光子束密度)テーブルを開き、実験の光強度ステップを定義および実行します。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- **PFD実行**
  現在定義されているPFDテーブルを実行します。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- **QYグラフ設定**
  量子収率グラフ画面の設定オプションを表示します。詳細については、「**量子収率グラフ設定**」セクションを参照してください。
- **酸素グラフ**
  データ表示領域にグラフ画面を表示します。詳細については、「**グラフ画面**」セクションを参照してください。
- **酸素+レートグラフ**
  画面を分割し、下部に酸素グラフ、上部にリアルタイムレートデータを表示します。詳細については、「**リアルタイムレートデータのプロット**」セクションを参照してください。
- **表形式データ**
  データ表示領域に表形式データ画面を表示します。詳細については、「**表形式のデータ**」セクションを参照してください。
- **PFDデータ**
  データ表示領域に、現在定義されているPFDテーブルを表示します。詳細については、「**PFDテーブルの設定**」セクションを参照してください。
- **QYデータ**
  データ表示領域に、表形式のデータ画面を表示します。詳細については、「**表形式のデータ**」セクションを参照してください。
- **QY+グラフデータ**
  表形式のデータ画面とグラフデータを分割画面で表示します。詳細については、「**表形式のデータ**」セクションを参照してください。
- **イベントマークの追加**
  現在の記録にイベントマーカーを追加します。詳細については、「**イベントマークの追加**」セクションを参照してください。
- **イベントマークの編集**
  「イベントマークの編集」ダイアログを使用して、現在のファイルのイベントマークを編集できます。詳細については、「**イベントマークの編集**」セクションを参照してください。
- **イベントマークの削除**
  「イベントマークの削除」ダイアログを使用して、現在のファイルのイベントマークを削除できます。詳細については、「**イベントマークの削除**」セクションを参照してください。
- **オプション**
  プログラムの一般オプションを設定できるオプションダイアログを開きます。詳細については、「**プログラムオプション**」セクションを参照してください。

レートメニュー

- **リアルタイムレート表示の設定**
  リアルタイムレート表示の設定ダイアログを開き、測定中にリアルタイムレートをリアルタイムで計算する時間間隔を設定できます。詳細については、「**リアルタイムレート表示の設定**」セクションを参照してください。
- **レートカーソル**
  レートカーソルの表示/非表示を切り替えます。表示時には、酸素軸上にレート間隔の開始点と終了点を示す2本の垂直線が表示されます。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。
- **レートカーソル時刻の入力**
  レート間隔の開始点と終了点を、現在のファイル内の実際の時刻として定義できます。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。
- **レートテーブルの表示**
  変化率テーブルを開きます。このウィンドウには、現在のファイルに対してこれまでに計算されたすべてのレートが表示されます。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。
- **テーブルへのレートの追加**
  レート間隔が定義されたら、このツールを使用してレート計算を変化率テーブルに追加します。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。
- **チャンネルの選択**
  レートカーソルが変化率の計算時に考慮するチャンネル信号を制御するダイアログを開きます。オプションは、個々のチャネルを選択するか、すべてのチャンネルをまとめて選択するかです。チャンネルが1つしかない場合は、この選択は無効です。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。
- **「最適近似線」の設定**
  有効にすると、「最適近似線」は、レート間隔カーソル間の酸素信号に対して最適な傾きを自動的に描画します。このオプションは、個々のチャンネル信号に対して、または接続されているすべてのチャンネル信号に対して優先的に有効にすることができます。「最適近似線」が無効になっている場合でも、レートの計算は実行されますが、グラフ上に線は描画されません。詳細については、「**手動レート測定**」のセクションを参照してください。

ヘルプメニュー

- **ヘルプ**
  このヘルプドキュメントを開きます。
- **OxyTrace+について**
  バージョン情報と著作権情報を表示します。

1.6.2.2 OxyTrace+ ツールバー

以下の表は、OxyTrace+ ツールバーにある各種アイコンを示しています。


既存のファイルを開きます。


現在のファイルを保存します。


現在のファイルを印刷する。印刷内容は、現在選択されているデータ表示方法を反映します。例えば、**tabulated data**表示モードが選択されている場合は、表形式のデータが印刷されます。


電極ディスクおよび設定されている補助入力からの酸素信号の記録を開始します。


現在の記録を停止します。


Instrument Summaryダイアログを開き、酸素信号をnAとmVの両方の単位で表示できるほか、従来の単位も表示できます。


Data Acquisition Rateダイアログを開き、制御ユニットが電極ディスクから酸素を測定するレートを設定できます。


マグネティックスターラー制御。このボタンは、**Stirrer Speeds**ダイアログで設定されているオプションに応じて2つの機能を持ちます。Stirrer Speedsダイアログで「個別制御を有効にする」オプションがチェックされていない場合、このボタンは単にスターラーまたは接続されている電極制御ユニットのオン/オフを切り替えます。「Enable Individual Controls」オプションがチェックされている場合、このボタンはスターラー速度ダイアログを開き、各制御ユニットのスターラーを個別に制御できます。


このツールは、OxyTrace+にUSBポートをスキャンして接続されている制御ユニットを検出するように促します。マルチチャンネルチェーンに制御ユニットを追加する場合は、このツールを使用してください。


空気飽和水を既知の定数として使用した標準的な**liquid phase calibration**ルーチンを開始します。


気相電極チャンバーを使用する場合は、このオプションを使用して**gas-phase calibration**ルーチンを開始します。詳細については、「**気相校正**」セクションを参照してください。


現在のファイルと共に保存された一般情報を表示します。詳細については、「**ファイル情報**」セクションを参照してください。


オーバーレイファイルと通常ファイルのデータを表示します。


レートカーソルの表示/非表示を切り替えます。表示時には、レート間隔の開始と終了を示す2本のレートカーソルが酸素軸上に垂直線として表示されます。詳細については、「**手動レート測定**」セクションを参照してください。


グラフズームウィンドウコントロールにより、トレースの選択した部分を拡大できます。このアイコンをクリックすると、マウスカーソルが十字カーソルに変わります。ウィンドウをクリックしてドラッグし、必要なセクションをハイライト表示してから、もう一度マウスをクリックするとズームが適用されます。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


グラフズームコントロールにより、記録されたすべての酸素と補助データを効率的に表示するために、軸のサイズが自動的に調整されます。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


グラフのズーム制御。このオプションを選択すると、「軸の設定」ウィンドウが開きます。酸素、時間、およびオプションの補助軸に必要な開始値と終了値を入力することで、酸素軸と補助軸のスケールを設定できます。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


グラフの中心を基準としたズームを拡大するグラフのズーム制御。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


グラフの中心を基準としたズームを縮小するグラフのズーム制御。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


直前のズーム操作を元に戻すグラフのズーム制御。詳細については、「**軸の設定**」セクションを参照してください。


データ表示領域にグラフ画面を表示します。詳細については、「**グラフスクリーン**」のセクションを参照してください。


酸素濃度グラフを下段に、ライブレートデータを上段に表示する分割画面を表示します。詳細については、「**リアルタイムレートデータのプロット**」のセクションを参照してください。


データ表示領域に表形式のデータ画面を表示します。詳細については、「**表形式データ**」のセクションを参照してください。


現在の記録にイベントマーカーを追加します。詳細については、「**イベントマーキング**」のセクションを参照してください。


バージョン情報と著作権情報を表示します。

Oxytherm+専用アイコン（共通アイコンに加えて）


ペルチェチャンバー温度ダイアログを開き、Oxytherm+の温度制御を設定します。

Oxylab+ 専用アイコン（共通アイコンに加えて）


光源制御ダイアログを開き、接続されている光源の強度を設定できます。詳しくは「Manual Control of light Source」セクションを参照してください。


新規PFDテーブル設定ダイアログを開きます。この機能を使用すると、実験内で実行する複雑な光照射条件を設定できます。詳しくは「**Configuration of PFD Table**」セクションを参照してください。


現在定義されているPFDテーブルを実行します。詳しくは「**Configuration of PFD Table**」セクションを参照してください。


既存の光子束密度テーブルを表示します。

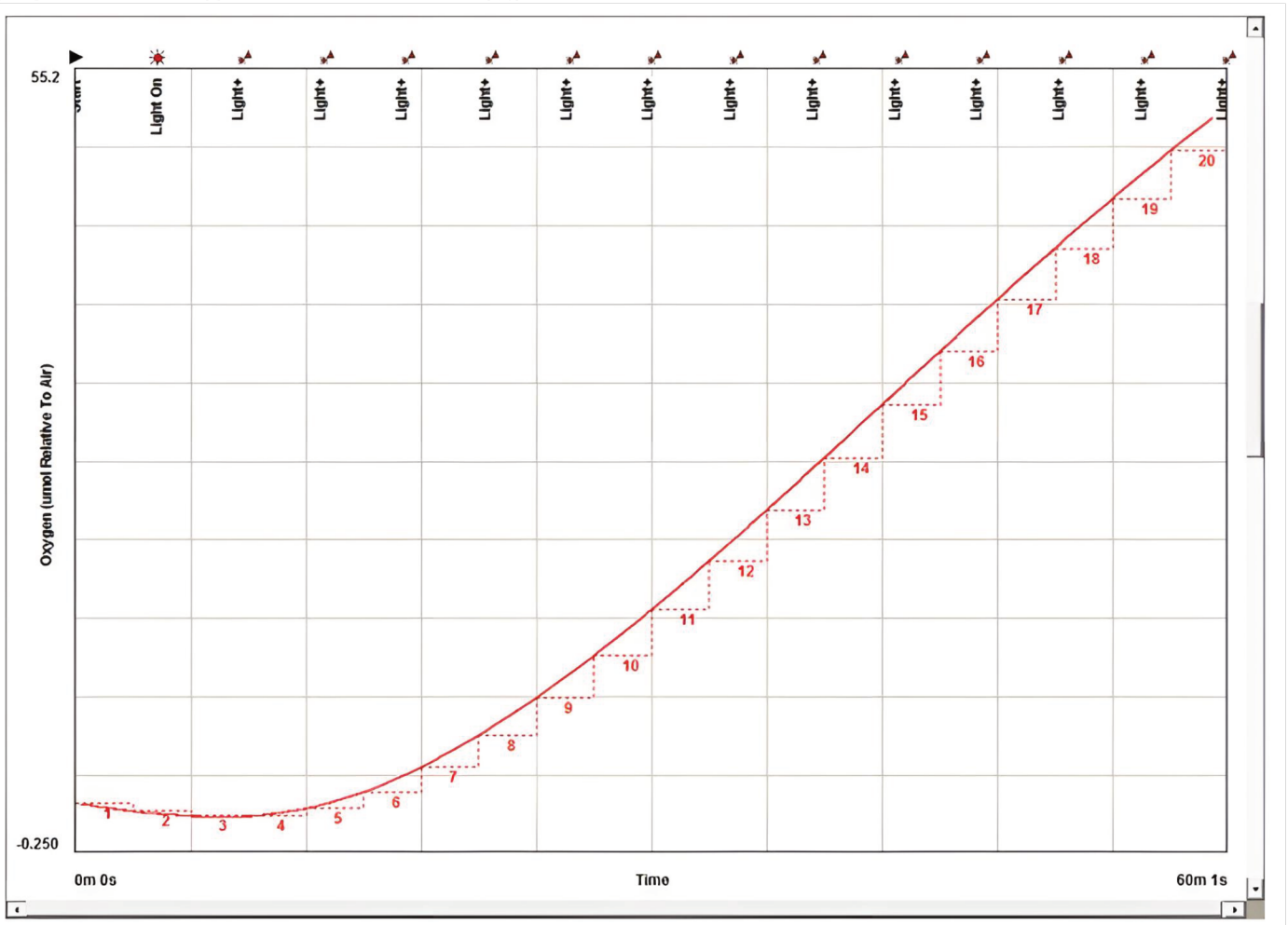

量子収率データを表示します。


量子収率データと酸素濃度の両方を表示します。

1.6.2.3 グラフ領域

グラフ領域の概要

OxyTrace+のグラフ領域では、電極ディスク(およびオプションの補助入力)からの信号を、リアルタイムのチャートレコーダーのようにPC画面上にプロットできます。実験の一部または全体を画面に表示するための様々なコントロールと機能が用意されています。



記録された信号は、あらかじめ設定された「data acquisition rate」でグラフにプロットされます。プロットされた波形がグラフの右端に達すると、画面がスクロールし始めます。グラフのスクロール方法は3種類あります。

- スムーズスクロール:チャートレコーダーと同様にグラフがスクロールします。
- ハーフスクリーン:グラフが画面の半分ずつ移動します。
- フルスクリーン:グラフが画面全体にわたって移動します。

これらのオプションは、「Option menu」から選択できます。

測定中、OxyTrace+は最大5分間の記録データを画面に表示できます。表示されていない記録データは、グラフ下部の水平スクロールバーを動かすことで簡単に確認できます。これは通常の測定には影響しません。

軸の設定

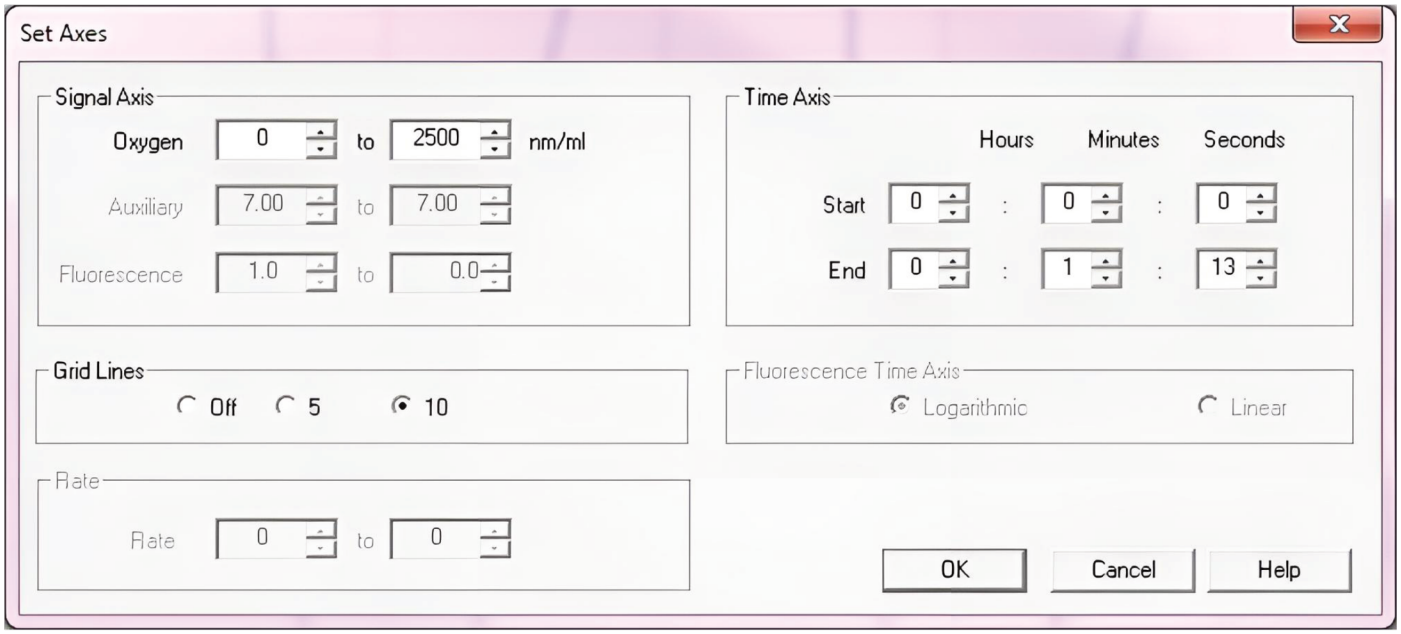
OxyTrace+には、記録されたデータを画面上で最も効率的に表示するための、包括的なズームコントロール機能が備わっています。これらの機能は、グラフメニューバーのオプションから選択するか、以下のアイコンをクリックすることでアクセスできます。

ズームウィンドウ - このアイコンをクリックすると、トレースの選択範囲が拡大表示されます。

このアイコンをクリックすると、マウスカーソルが十字カーソルに変わります。グラフをクリックすると、選択ウィンドウが開きます。ウィンドウをドラッグして必要な部分を選択し、もう一度マウスをクリックすると拡大表示されます。

自動ズーム - このアイコンをクリックすると、軸のサイズが自動的に調整され、記録されたすべてのデータが効率的に表示されます。この機能は、キーボードのF3キーを押すことでも実行できます。

XYズーム - このアイコンをクリックすると、下図のように手動で軸を設定するウィンドウが開きます。



酸素濃度、時間、およびオプションの補助軸／蛍光軸に必要な開始値と終了値を入力することで、軸を調整できます。補助軸または蛍光信号が無効になっている場合、関連する軸の設定はできません。グラフ領域にデフォルトで表示されるグリッド線も、このダイアログで変更できます。

ズーム拡大 - この機能をクリックすると、画面中央部分が拡大されます。

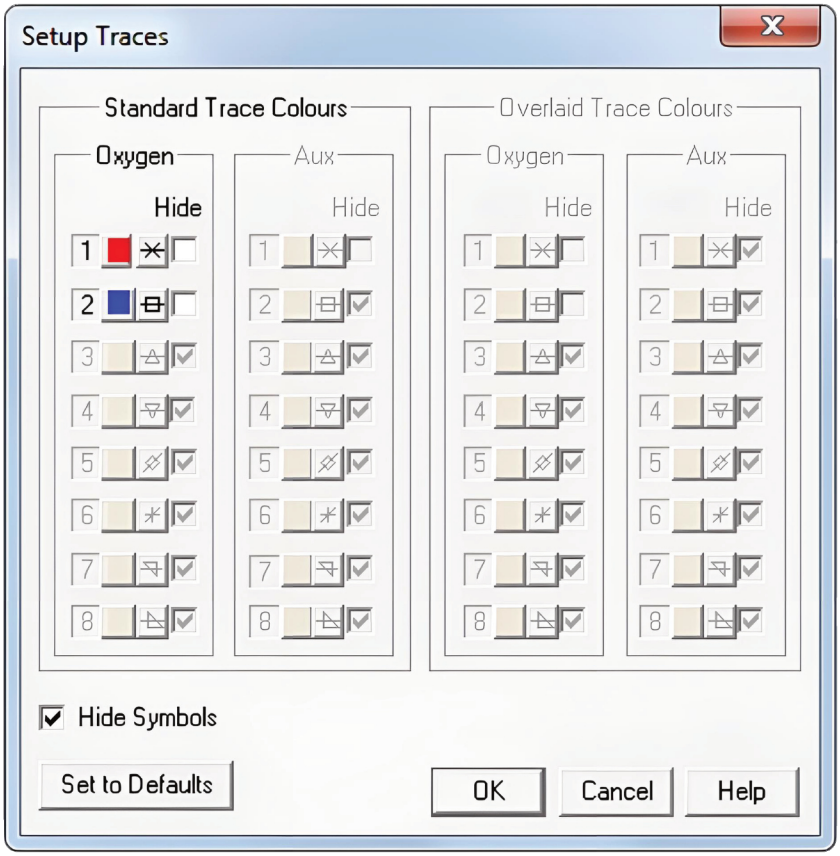
ズーム縮小 - この機能をクリックすると、画面が縮小されます。

ズーム操作の取り消し  - このアイコンをクリックすると、直前のズーム操作を取り消します。

キーボードのF4キーを押すことでもこの機能は実行できます。

トレース設定

OxyTrace+では、個々の信号トレースに色とデータポイントシンボルを割り当てて、識別しやすくすることができます。これは、補助チャンネルを有効にした状態で、最大8チャンネルのOxygraph+およびOxytherm+マルチチャンネルシステムをフル活用する場合に特に重要です。



チャンネル番号の横にあるカラーブロックをクリックすると、標準のオペレーティングシステムカラーピッカーダイアログが開きます。このダイアログでは、RGB値を指定するか、オペレーティングシステムのデフォルトカラーパレットから定義済みの色を選択することで、色を指定できます。チャンネル番号の横にあるシンボルをクリックすると、10種類のオプションから個々のデータポイントマーカーを選択できるダイアログが開きます。デフォルトでは、これらのデータポイントマーカーは非表示になっています。ダイアログ下部の「Hide Symbols」チェックボックスのチェックを外すと、グラフ領域にすべての個々のデータポイントマーカーが表示されます。

「Hide」チェックボックス列を使用すると、グラフ領域で個々のチャンネルトレースの表示/非表示を切り替えることができます。

追加システムのカラーとシンボルも定義できます。これらの設定は、OxyTrace+が複数のチャンネルを検出すると有効になります。

1.6.2.4 データバー

OxyTrace+のデータバーには、制御ユニットからの信号がデジタル表示されます。マルチチャンネルシステムからのデータは、個別の行に表示されます。表示される情報は以下のとおりです。

- トレースカラー - 酸素および補助トレースカラーはデータバーに表示されるため、マルチチャンネルシステムでは画面上のトレースと容易に照合できます。

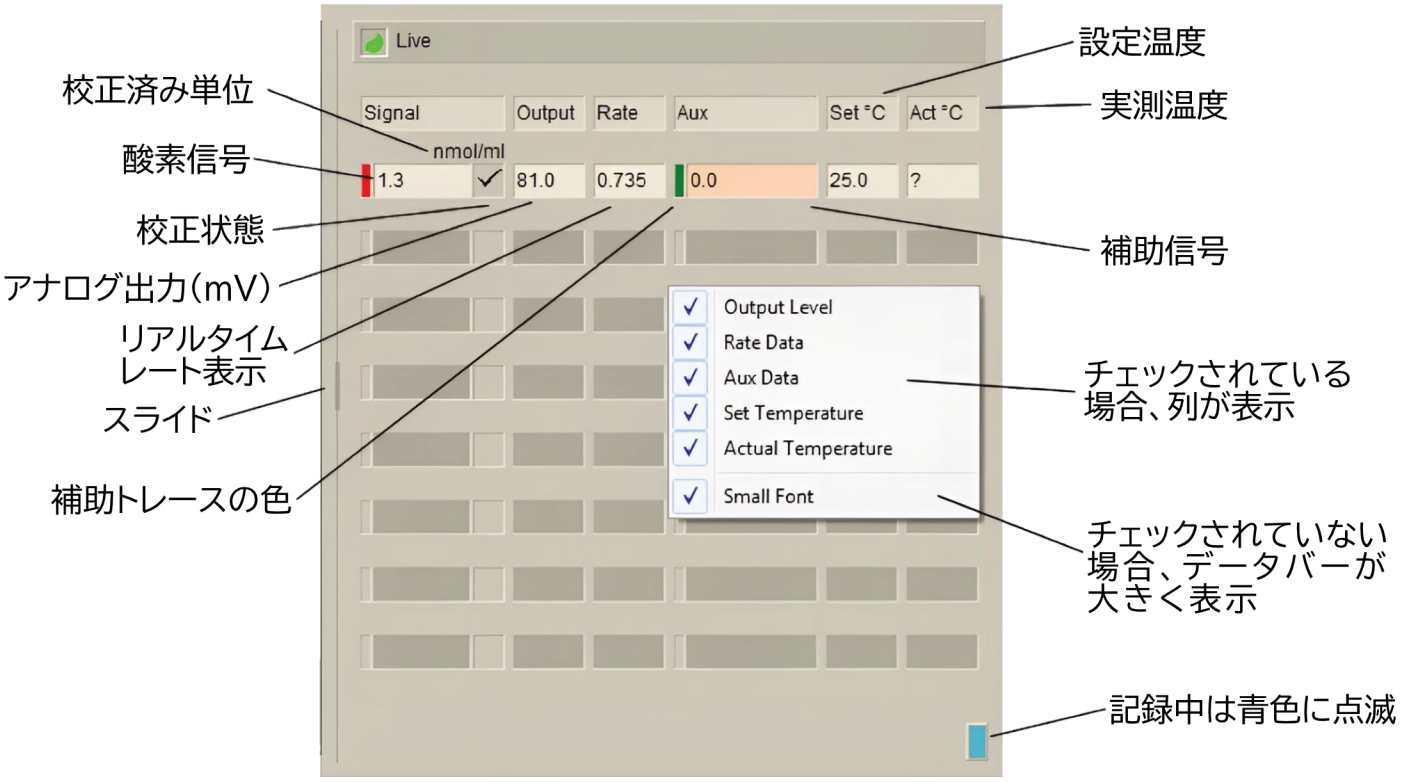
- 酸素電極信号 - 未校正の場合はnA、校正済みの場合はnmol/ml(液相)またはμmol/RTA(気相)で表示されます。

- 校正インジケーター - チャンネルが校正済みかどうかを示します。

  ✓ = 校正済み
  ✓ = 校正期限切れ(警告間隔については「校正の詳細」を参照)
  ! = 未校正

- レートデータ - 選択したオプションに基づいてリアルタイムのレートを表示します(詳細は「Rate」セクションを参照)
- 出力 - アナログ出力信号をmV単位で表示
- 補助データ - 補助入力からの信号を任意単位で表示(詳細は「Auxiliary Signals」を参照)
- 設定および実際のチャンバー温度 - Oxytherm+のみ

データバー上でマウスの右ボタンをクリックすると、上の図に示すようにオプションのダイアログが表示されます。このダイアログでは、該当する列の見出しをクリックするだけで、酸素信号(常に表示されます)以外の列を非表示または表示できます。デフォルト設定では、ライブレート、酸素信号、トレースカラー、キャリブレーションステータスが標準で表示され、選択することはできません。



使用する制御ユニットによって、これらのオプションは異なりますのでご注意ください。この図は、OXYTHERM+制御ユニットで利用可能なオプションを示しています。OXYGRAPH+システムでは、温度オプションは非表示になります。OXYLAB+ベースのシステムでは、設定温度オプションは削除され、実際の温度オプションに加えて、光設定と実際のPAR値が表示されます。これらの設定は、データバーメニューで利用可能なオプションの違いを反映しています。

データバーは、スライド機能を使用して、有効な列をすべて表示するか、酸素信号のみを表示するか、または列を非表示にするように調整することもできます。スライドをクリックして長押しすると、データバーを右にドラッグして表示する列を調整できます。

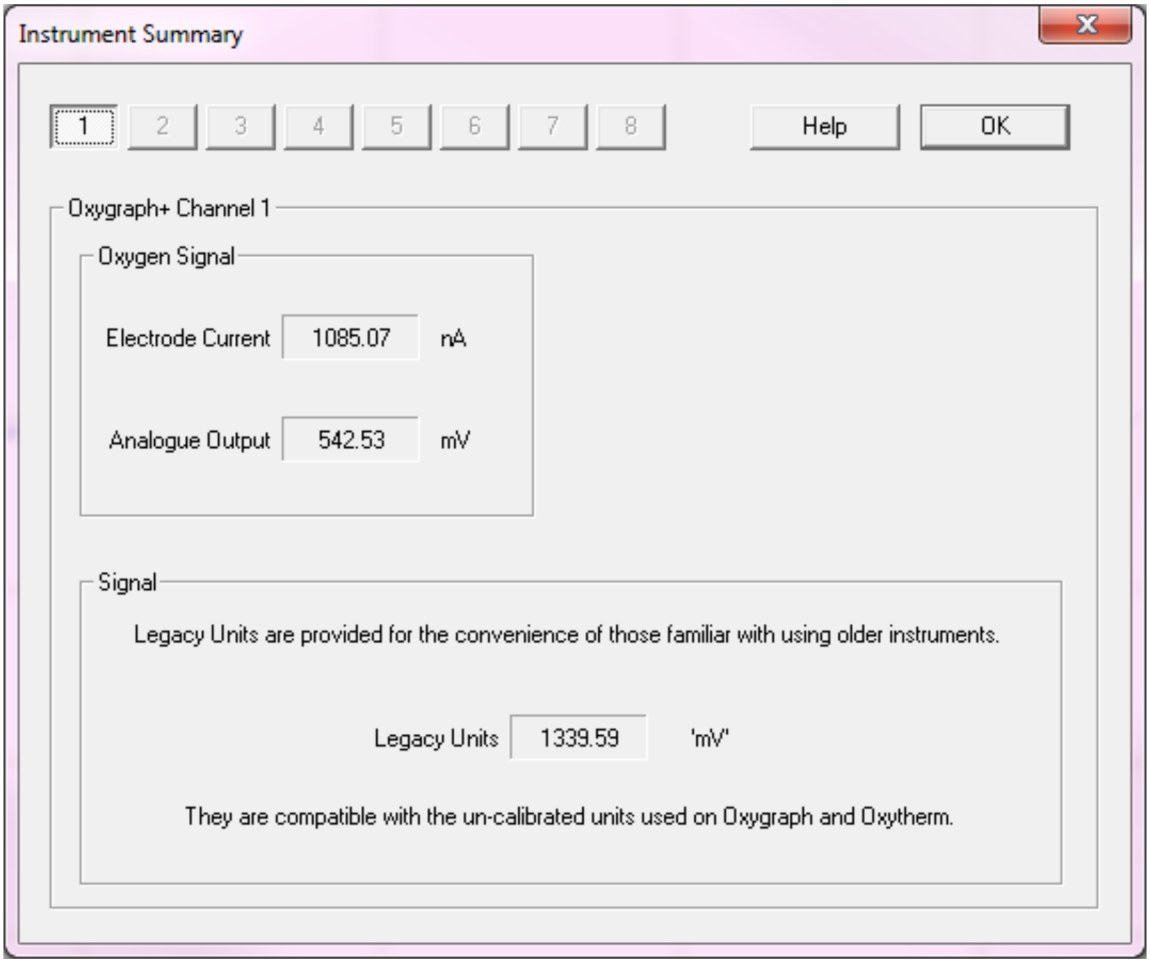
データバーには、フォントサイズの選択(小または大)や、左下隅の点滅する録画インジケーターなどの機能もあります。

データバーのすべての機能は、データバーメニューからアクセスできます。

1.6.3システム設定および校正

1.6.3.1装置の概要

「Instrument Summary」ウィンドウは、メニューバーからHardware > Instrument Summary を選択するか、ツールバーの アイコンをクリックするか、あるいはキーボードのF8キーを押すことで開くことができます。



チャンネルの選択

ウィンドウ上部のボタンは、マルチチャンネル対応のOxygraph+ / Oxytherm+システム(最大8チャンネル)やOxylab+ベースのシステム(最大2チャンネル)の各チャンネルに対応しています。システムに実際に接続されているチャンネルはクリック可能ですが、接続されていないチャンネルはグレーアウト表示されます。

酸素信号:電極信号のデジタル表示

これらのメーターは、電極ディスクからの読み取り値をデジタル値として表示します。校正済みの場合、単位は液相測定用としてnmol/ml、または気相校正用としてμmol RTA で表示されますが、未校正の場合はnAで表示されます。

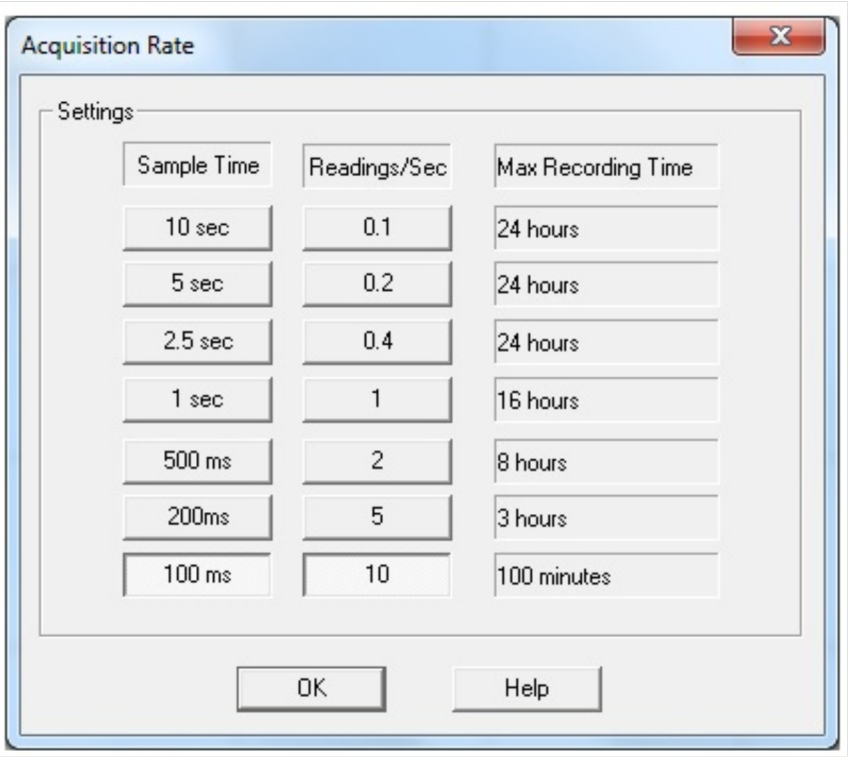
シグナル: レガシーユニット

レガシーユニットは、古い機器の使用に慣れている人の便宜のために提供されています。これらは、OxygraphまたはOxythermで使用される未校正のユニットと互換性があります。

1.6.3.2 データ取得速度

OxyTrace+は、酸素電極からのデータと、オプションの補助入力からのデータを、いくつかの異なるユーザー定義の取得間隔でログに記録できます。各記録間の選択可能な間隔は次のとおりです。

100 msec	1 sec	10 sec
200 msec	2.5 sec	
500 msec	5 sec	



データ収集レートの設定には、メニューバーからHardware > Acquisition Rateを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックしてアクセスします。上のウィンドウには、利用可能なデータ収集間隔に関する情報が表示されています。下の表には、「Acquisition Rate」ウィンドウには記載されていない、データ収集レートに関する詳細情報が示されています。

取得率	最大録音時間	チャンネルあたりの最大サンプル数	合計最大サンプル数（酸素 8 個、補助 8 個）	推定ファイルサイズ
100 msec	100 mins	60,000	960,000	62 MB
200 msec	3 hrs	54,000	864,000	56 MB
500 msec	8 hrs	57,600	920,000	60 MB
1 sec	16 hrs	57,600	920,000	60 MB
2.5 sec	24 hrs	34,560	552,960	35.9 MB
5 sec	24 hrs	17,280	276,480	17.9 MB
10 sec	24 hrs	8,640	138,240	8.9 MB

データ取得レートは、実施する実験の種類に基づいて設定する必要があります。酸素分圧の急激な変化を調べる試験では最も速い取得レートを使用すべきですが、光応答曲線を作成するような実験では、それよりも遅いレートでのデータ取得が可能です。

取得レートを選択すると、OxyTrace+ソフトウェア上で「Setup Live Rate Display」ウィンドウが開きます。

1.6.3.3 試料の撹拌

試料の撹拌

電極ディスクの陰極で生じる電気化学反応では、電流を発生させるために酸素が消費されます。この電流は電極制御ユニットによってデジタル化され、OxyTrace+ソフトウェア上でチャートレコーダーのシミュレーションとして表示されます。

このプロセスの性質は、酸素がカソードで継続的に消費されるため、カソードのすぐ上に酸素欠乏層が生成されることを意味します。ディスクによる消費速度は液体を介した酸素の拡散速度よりも大きいため、電極ディスクからの測定信号は測定中に継続的に減少します。この問題は、カソードの空乏層を補充し、サンプル内の溶存酸素が反応容器全体に均一に分散されるようにサンプルを継続的に撹拌することで解決されます。

マグネチックスターラーは電極制御ユニットの不可欠な機能であり、システムの上部にあります。サンプルの撹拌は、反応容器自体にスターラーまたは「スターラーバー」を配置することによって行われます。スターラーを作動させると、スターラーキャップの下の磁石がユーザーが定義可能な150～900RPMの速度で回転します。スターラーバーは磁気スターラーを追跡し、膜調製物に損傷を与えないように電極の陰極のすぐ上で回転します。2種類のスターラーバーが存在します。

PTFEコーティングマグネット

これはシステムに付属する標準的なスターラーバーです。これは、PTFEでコーティングされた小さな磁気バーで構成されています。

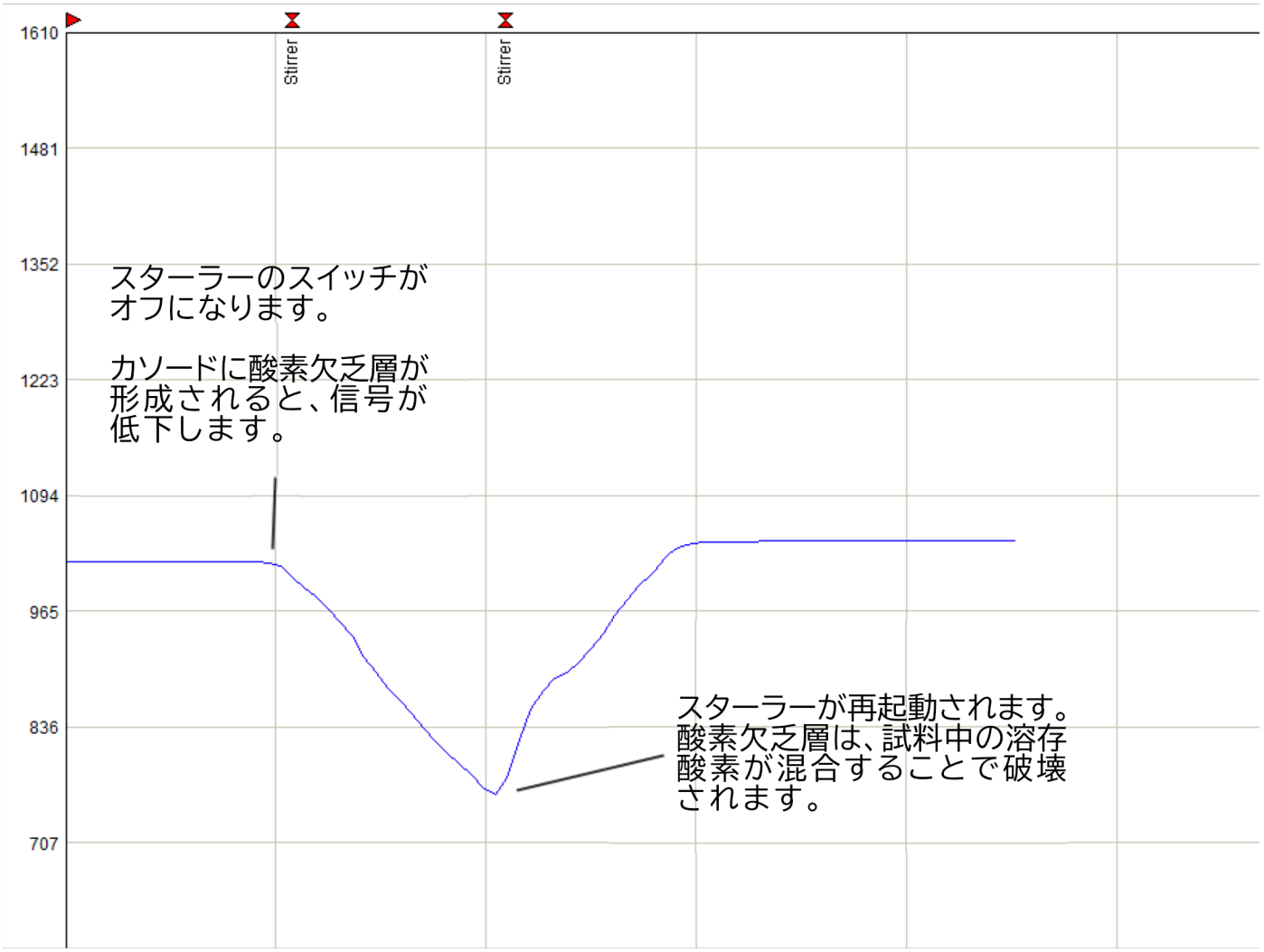
ガラス製撹拌子(Glass flea)

ガラス製撹拌子は、細いガラス製キャピラリー管の中に数本の細い鉄線を封入した構造をしています。各タイプの撹拌子には、それぞれ使用上の利点と欠点があります。例えば、酸素分圧の極めて微小な変化を測定する実験では、PTFE(テフロン)が微量の酸素を吸収する性質があるため、ガラス製撹拌子が好まれる場合があります。しかし、大半の用途において、この酸素吸収は問題になりません。ガラス製撹拌子自体には磁性がないため、粘度の高い試料中で回転磁石の動きに追従させる際の信頼性はそれほど高くありません。そのため、撹拌の最大速度はPTFEコーティングされた撹拌子よりも低くなります。酸素欠乏層の影響は、簡単な実験を行うことで明確に確認できます。

電極ディスクを準備し、電極チャンバーの底部にセットしてください。

- チャンバーをマグネチックスターラーの上に置きます。
- 2mlの空気飽和脱イオン水をチャンバーに加え、スターラーバーをサンプルに落とします。
- 上記のようにスターラー制御ウィンドウを開き、スターラーの速度を75%に設定します。
- 記録を開始し、トレースが安定するまで待ちます。
- 痕跡が安定したらスターラーを止めます。信号は着実に減少し始めます。
- スターラーを再始動します。信号は元のレベルに戻ります。

以下のスクリーンショットは、上で概説した手順に対してトレースがどのように応答するかを示しています。

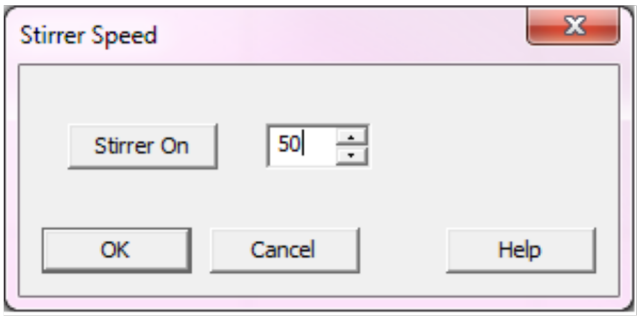


マグネチックスターラーの操作

スターラーは、OxyTrace+ ソフトウェアから直接制御されます。を選択するとアクセスできますメニューからHardware>Stirrer Speedを選択するか、ツールバーの アイコンを押します。

シングルユニット

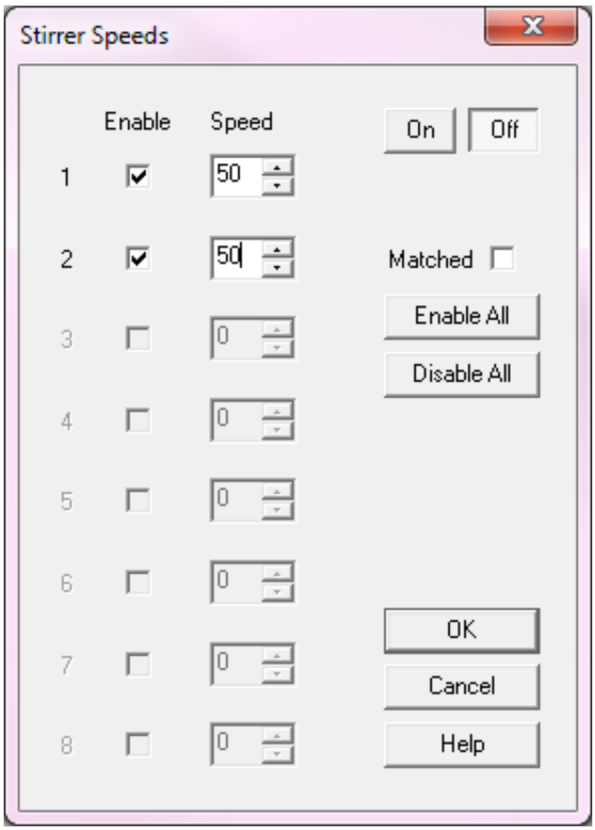
単一ユニット システムを使用している場合は、次のダイアログが生成されます。



撹拌速度はダイアログに入力され、上下の矢印で調整できます。Stirrer Onボタンを押すと、スターラーが設定された速度でオンになります。

マルチチャンネル

マルチチャンネルシステムを使用している場合は、次のダイアログが生成されます。



Enable(有効化)チェックボックスを使用すると、必要な撹拌機を個別に選択できます。また、Enable All(すべて有効化)やDisable All(すべて無効化)を使って、使用する撹拌機を素早く選択することも可能です。

Matched(同期)機能を使用すると、すべての撹拌機の設定値を一括して同じ値に合わせることができます。この機能を有効にすると、最初のチャンネル以外のすべてのチャンネルでSpeed(速度)設定欄がグレーアウト(入力不可)になり、最初のチャンネルの設定が「マスター速度」として機能するようになります。このマスター速度欄に入力された値は、使用可能なすべてのチャンネルに適用されます。

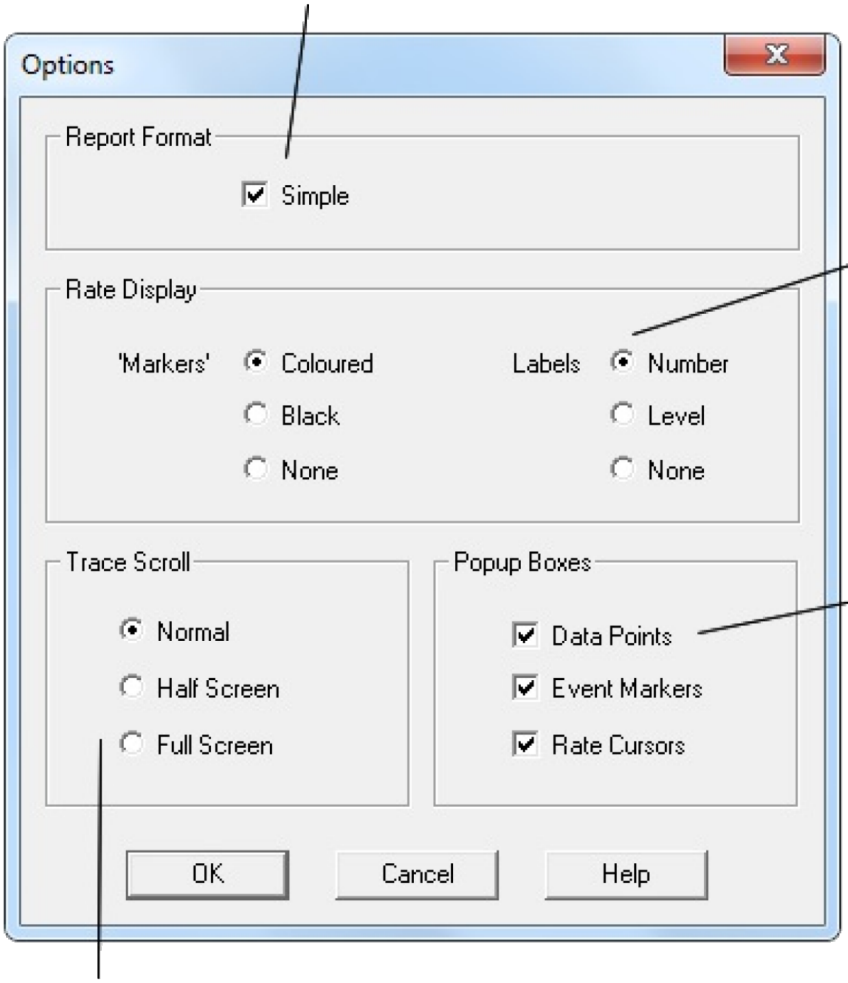
スターラーの回転速度を設定した後は、OnまたはOffボタンでスターラーの動作を切り替えることができます。また、ツールバーの  アイコンを押すことでも、スターラーのオン/オフを素早く切り替えることが可能です。

1.6.3.4プログラムのオプション

Optionダイアログは、ソフトウェアのメニューからTools > Optionsを選択して開きます。すると、以下のダイアログが表示されます。

このダイアログ内の各オプション機能については、以下で説明します。

印刷機能が選択されている場合、グラフ データのみを表示する 1 ページのレポートを印刷できます。



測定レートの横に表示されるラベルを変更します。詳細については、ここをクリックしてください。

特定の要素の上にマウスを置くと、ポップアップ情報が表示されます。これらのオプションを使用すると、これらの機能を個別に有効/無効にすることができます。

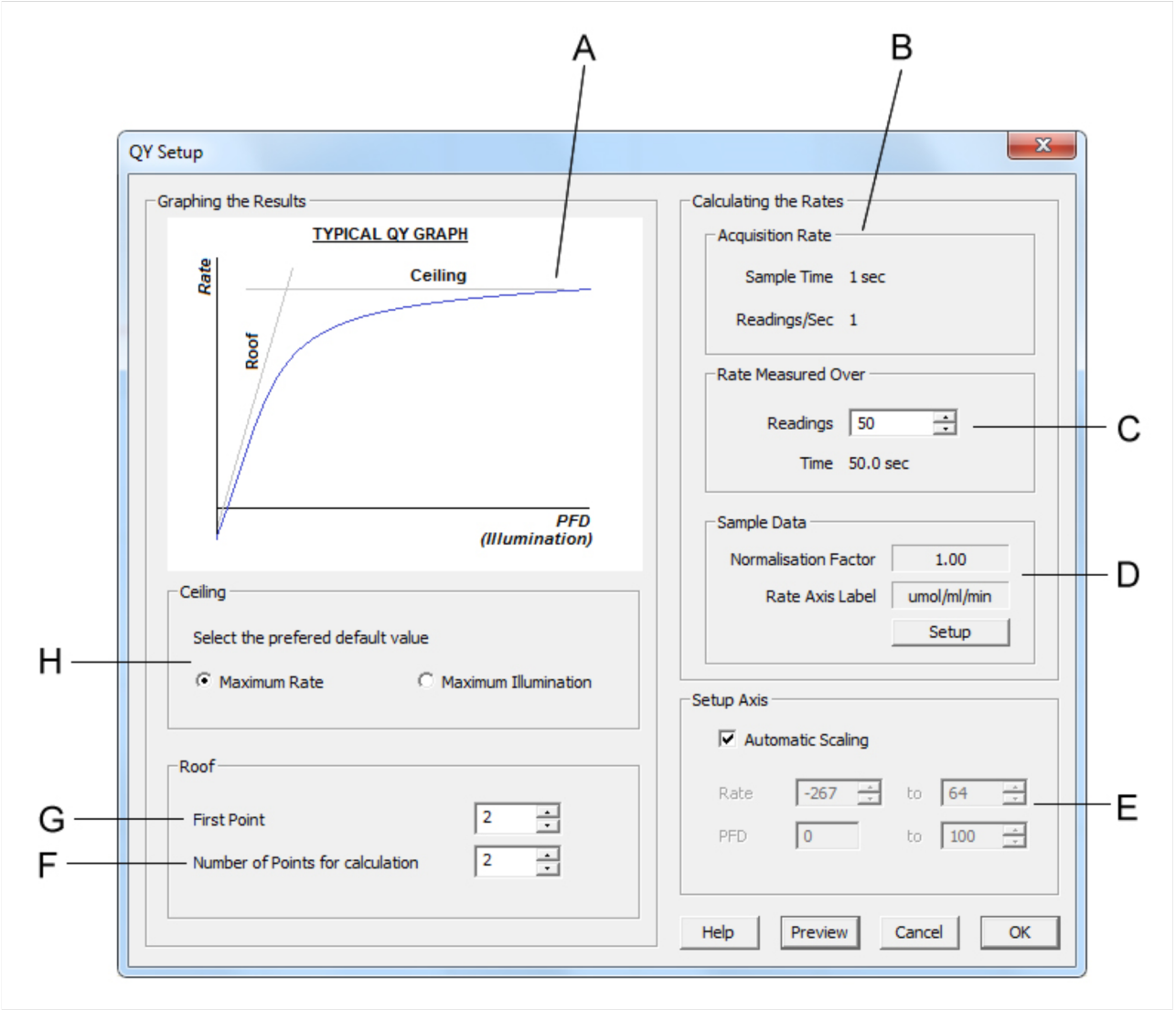
トレースのスクロールのスタイルを調整します。

1.6.3.5 量子収量の測定

量子収量グラフのオプション

量子収量グラフ設定ウィンドウは、光応答実験の終了時に自動的に表示されます。以下の画像とポイントは、Quantum Yield Graph Setupウィンドウのさまざまな領域を説明し、各要素の機能を説明します。

以下の図は、システムが液相で校正されるときに表示されるダイアログを示しています。システムが気相で校正されている場合、ダイアログにいくつかの追加オプションが表示されます。



- A: 典型的な QY グラフ

この図は理想的な量子収量グラフを表し、屋根と天井の値を示しています。

縦軸の切片は暗呼吸の尺度であり、横軸の切片は光補償点です。初期傾きは、量子収量とその逆数の量子要件の尺度です。この曲線は、傾斜した「屋根」と「水平の天井」(「真の天井」または最大レート)という2つの制約内にあります。

屋根は、最大の光合成効率 (この例では公称量子収量値 0.111) によって決定される角度で傾斜した熱力学的定数です。上限は炭素同化の絶対最大速度を表します。比較の目的で、800 μmolsm^{-2}s^{-1} の炭素同化速度によって課される、より低いまたは「名目」上限が使用されます。

- B: 光応答実験で使用したデータ取得レートを表示します。
- C: 酸素変化率の計算に使用される、光ステップごとの個別の読み取り値の数。
- D: 量子収量の計算を行うときに考慮されるサンプル材料のデフォルトの面積。この数値の偏差を考慮し、面積の修正を行う必要があります。
- E: Quantum Yield グラフ軸の設定。自動スケールに設定することも、手動でスケールすることもできます。
- F: データの屋根または傾斜を計算するときに考慮されるグラフ上の点の数。
- G: データの屋根または傾斜を計算するときに考慮されるグラフ上の最初の点。
- H: このオプションを使用すると、最大レート測定または記録された照度の最大レベルのいずれかをデータの上限値として使用できます。

1.6.4 システムの校正

Oxygraph+

DW1/ADチャンバーを装着したOxygraph+は液相用システムであるため、基本的には液相での校正手順に従う必要があります。ただし、追加の機器を購入することで、気相サンプルの測定に使用することも可能です。

詳細については、旭光通商にお問い合わせください。

1.6.4.1液相の校正

液相校正の原理

測定を行う前に、電極ディスクから得られる電気信号を実際の校正単位(nmol/ml)で表示できるように、電極ディスクを校正する必要があります。液相測定用にディスクを校正する手順は2段階で構成されており、酸素電極からの信号を既知の2つの酸素濃度と比較することで、オフセットと校正係数を算出します。

校正の2つのステップは以下の通りです。

Air Line

G.A.の研究によると、Truesdale と A.L. Downing (水中の酸素の溶解度、1954 年、Nature 173: 1236) によれば、任意の温度および大気圧において、空気飽和脱イオン水には、数学的に計算できる既知の濃度の溶存酸素が含まれています。以下の情報は、校正の空気ライン段階で電極からの電気信号を正確に参照するために、OxyTrace+ ソフトウェアによって使用されます。このデータは、Truesdale & Downing によって発行された、所定の温度および標準大気圧における水中の溶存酸素の測定値に基づいています (Nature 173:1236, 1954)。

温度(℃)	酸素 (PPM)	酸素 (nmol/ml)
0	14.16	442.5
5	12.37	386.6
10	10.92	341.3
15	9.76	305
20	8.84	276.3
25	8.11	253.4
30	7.52	235
35	7.02	219.4

表内の酸素値の計算に使用される式は次のとおりです。

$Cs=14.16 - (0.394 * T) + (0.007714 * T^2) - (0.0000646 * T^3)$

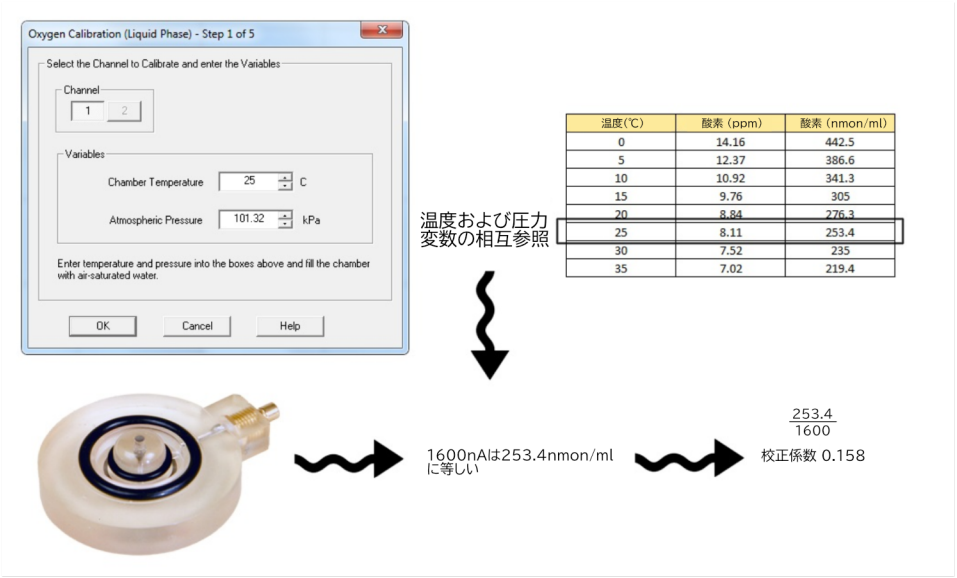
{ここで、Cs は酸素飽和濃度 (ppm)、T は温度 (℃)

1ppmは1μg/mlまたは(1μg/32g/mol)=0.03125μmol/mlまたは31.25nmol/ml に相当します。

標準大気圧 (760mm Hg または 101.32 KPa) 以外の大気圧では、得られる値は次の係数で調整されます。

$$\frac{\text{現在の大気圧}}{\text{標準大気圧}}$$

したがって、校正係数は次の図に示すように計算されます。



上記の校正例では、空気飽和脱イオン水の撹拌サンプル中の電極から測定された信号は1600nAでした。校正の最初のステップでは、ユーザーは測定の温度と圧力の変数を入力するように求められます。これらのエントリは、チャンバー内に存在する酸素の量を確立するために、TruesdaleとDowningのルックアップテーブルと公式(上記を参照)に対して参照されます。この例では、この値は253.4nmol/mlです。したがって、校正係数を取得するには、測定された1600nAをnmol/ml値と組み合わせる必要があります。

ゼロ酸素ライン

完璧な世界では、酸素濃度がゼロであれば、電極ディスクからの電気信号はゼロになります。ただし、電極には残留電流として知られる電流があり、酸素濃度がゼロの場合に小さな信号が発生します。

正確な結果を得るには、記録されたすべてのデータポイントから残留電流によって引き起こされる信号の値を差し引く必要があります。これはオフセットとして知られています。反応チャンバー内の酸素ゼロは2つの方法で達成できます。

- 亜ジチオン酸ナトリウム。- 亜ジチオン酸ナトリウムなどの強力な酸素還元剤を添加すると、酸素ゼロを達成する優れた方法が得られます。ただし、微量でも亜ジチオン酸塩が残っているとサンプルの酸素濃度に重大な影響を与えるため、測定を開始する前に亜ジチオン酸塩をすべて除去するように細心の注意を払う必要があります。取り外したら、チャンバーを蒸留水で数回徹底的にすすぐ必要があります。

反応容器から亜ジチオン酸ナトリウムと水を除去するときは、電極の膜が損傷しないように注意することが重要です。チャンバーから液体を除去する理想的な方法は、先端が柔らかいゴム製の吸引器を使用することです（流動論理素子アレーに注意してください!!!)。アスピレーターが利用できない場合は、パスツールピペットを慎重に使用して液体を除去してください。

- 窒素 - 酸素ゼロを実現するより便利な方法は、反応容器内の液体に窒素ガスを吹き込んですべての酸素を置換することです。この方法は、測定中に実際のサンプルを汚染するリスクがなく、ディスクの膜を損傷するリスクが少ないため、ある意味、亜ジチオン酸ナトリウムを使用するよりも安全です。ただし、窒素の使用はプロセスに時間がかかり、ゼロラインを達成するのは亜ジチオン酸塩よりも困難です。

液相校正プロセス

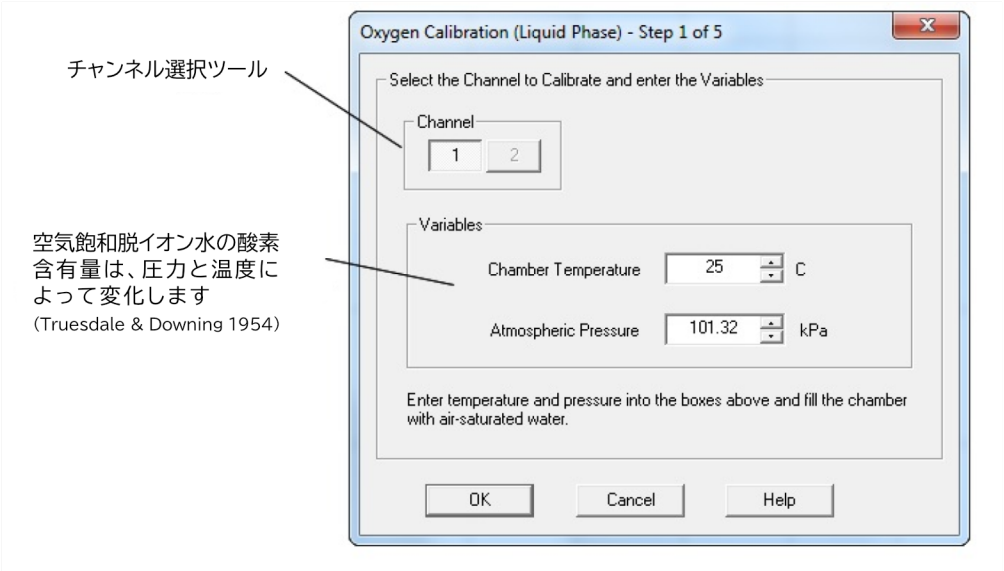
液相校正ルーチンを選択すると、OxyTrace +は校正プロセスを案内する一連のプロンプトを生成します。液相校正プロセスを完了するには、以下のガイドラインに従ってください。

エアライン

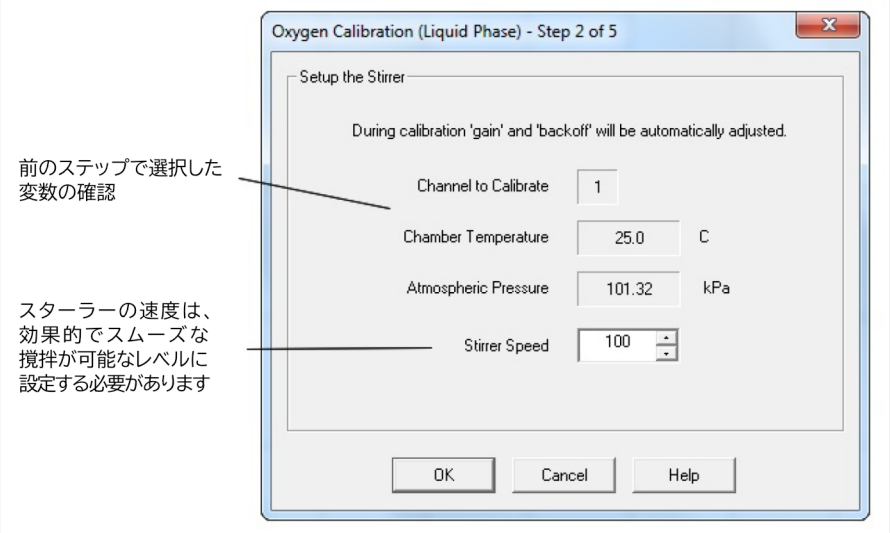
「電極の準備」セクションの説明に従ってディスクを準備し、電極チャンバーのベースに取り付け、電極接続ケーブルを使用して電極ディスクをコントロールユニットの背面に接続します。空気を飽和させた脱イオン水2mlを反応容器に入れます。空気飽和水は、大きな三角フラスコ(約1L)中で少量の脱イオン水(約50ml)を激しく振盪することによって得られます。すべてのシステム(Oxytherm電極制御ユニットを除く)では、温度制御のために電極チャンバーのウォータージャケットを循環水槽に接続し、校正を開始する前にサンプルと電極ディスクが測定に必要な温度に平衡していることを確認します。Oxythermユーザーは、OxyTrace +ソフトウェアの温度設定から直接チャンバー温度を設定する必要があります。

校正手順を開始する前に、空気で飽和させた水サンプルを測定温度に平衡化させておくことが重要です。平衡化は、ウォーターバスで行うか、あるいは反応容器にサンプルを入れた後、温度が安定するまで十分な時間を置くことによって行うことができます。

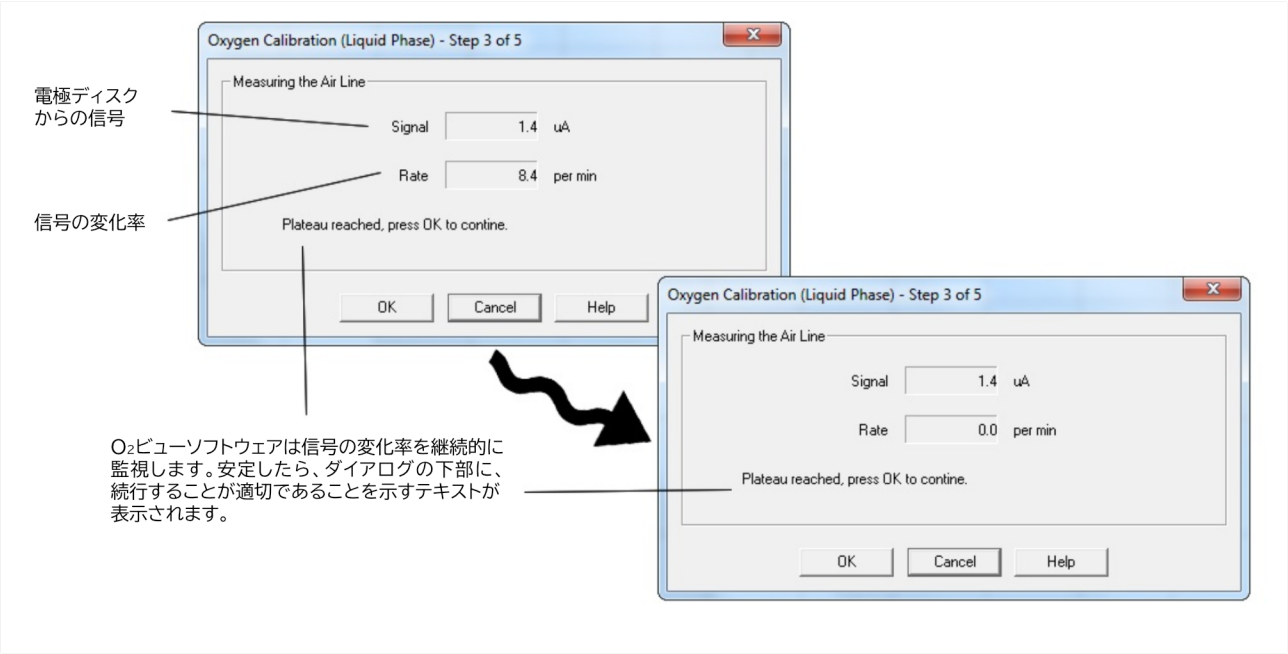
液相校正のシーケンスは、Calibrate > Liquid-Phase Calibrationメニュー、またはツールバー上の  アイコンから直接開始できます。開始すると、以下のウィンドウが表示されます。



この画面で適切な温度と大気圧を入力すると、OxyTrace+ソフトウェアは正確にエアラインを参照できるようになります。空気ラインの段階で電極ディスクから記録された信号は、TruesdaleおよびDowningの式(「液相校正の原理」のページを参照)に基づいて処理され、校正係数が算出されます。正しい変数を入力したら、OKを押して進めてください。すると、次の画面が表示されます。



前のウィンドウで定義した測定温度と周囲圧力変数が確認として表示されます。スターラーの設定は、ノイズの多い信号を発生させることなく、サンプルを効率的かつスムーズに撹拌できるようにする必要があります。適切な撹拌速度の選択の詳細については、スターラーのセクションを参照してください。スターラー設定を選択したら、OKを押して続行します。以下のウィンドウが生成されます。



上部のウィンドウに表示されるmV信号を観察し、プラトー(安定状態)に達したことを示すメッセージが表示されるのを待ちます。信号が安定したと判断されたら、OKボタンを押して次の手順に進んでください。

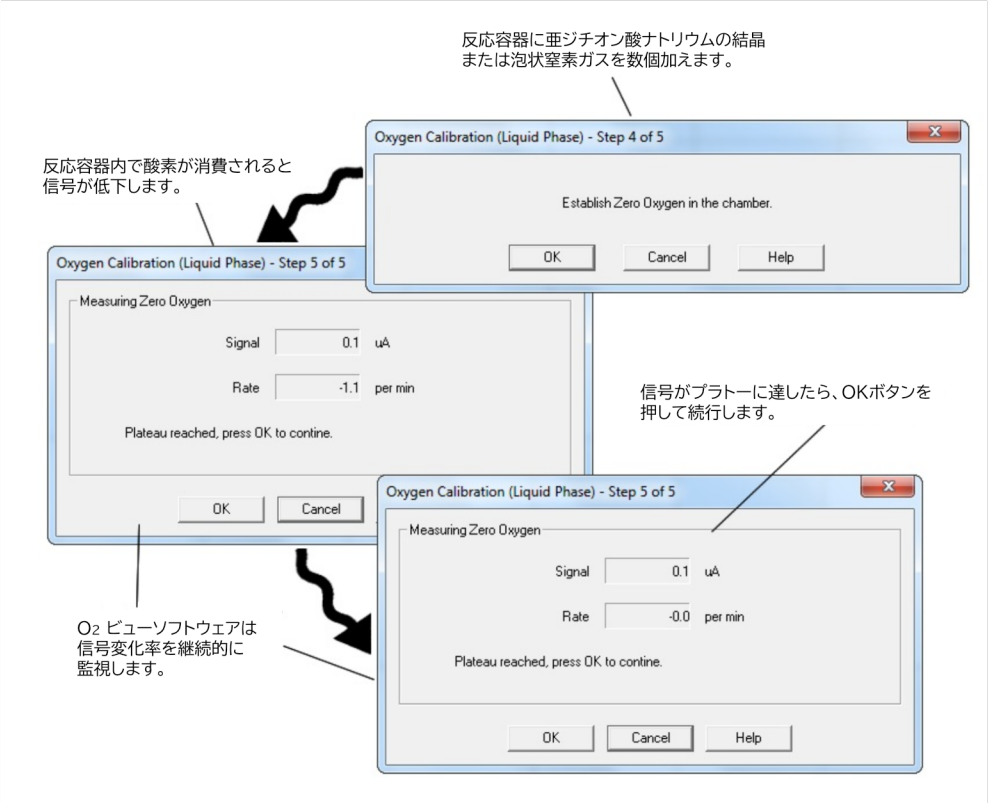
新品または適切にメンテナンスされた電極ディスクの場合、空気飽和水中で測定を行うと、約1600 nA(±240nA)の信号が観測されるのが一般的です。この時点での実際の信号レベルそのものはそれほど重要ではなく、むしろノイズが少なく信号が安定していることの方が重要です。ただし、信号レベルが1300nAを下回る場合は、電極自体に問題がある可能性があります。

数分経過しても電極ディスクからの信号が安定しない場合、単一または複数の問題が発生している可能性があります。電極ディスク、制御ユニット、または電極接続ケーブルのいずれに不具合があるかを特定する方法については、「電極ディスクの診断」の項をご参照ください。

ゼロ酸素ライン

校正手順の第2段階は、オフセットを決定するためにゼロ酸素ラインを設定することです(「液相校正の原理」のページを参照)。この段階の作業は、以下のいずれかの方法で行ってください。

- 窒素ガス:反応容器に窒素ガスをバブリング(通気)させ、サンプル中の酸素をすべて置換・除去します。
- ジチオナイトナトリウム:この強力な還元剤の結晶を数粒加えるだけで、サンプルに溶存している酸素をすべて還元・除去できます。

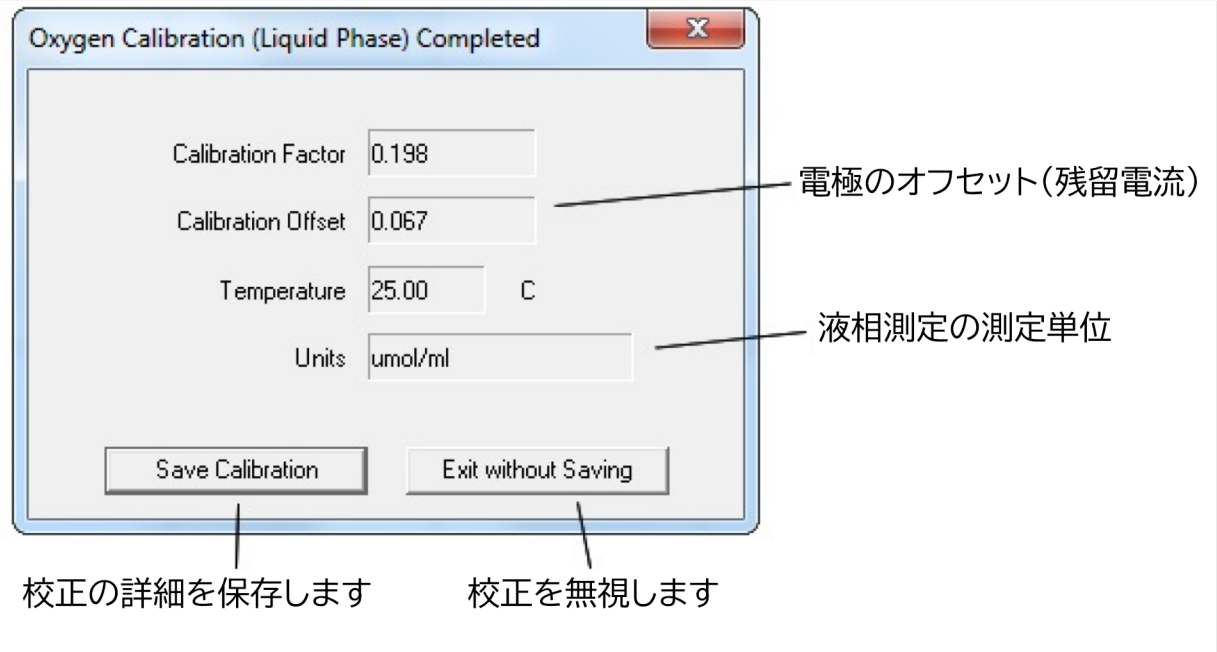


新品または適切にメンテナンスされた電極ディスクの場合、通常はエアライン段階で観測された信号の1%未満の信号が観測されるはずです。例えば、エアライン信号が1506NAだった場合、ゼロラインの測定値は15.06NA未満になるはずです。

ディスクから記録されたゼロ酸素ラインの値が高すぎるように見える場合、いくつかの原因が考えられます。

- サンプルからの酸素の還元/除去が不十分 - 亜ジチオン酸ナトリウムには有効期限があります。古い亜ジチオン酸塩を使用すると、酸素還元能力が著しく低下したり、まったくなくなったりする可能性があります。亜ジチオン酸ナトリウムは必ず、明確にラベルが貼られた気密容器に少量保管してください。すべての酸素が確実に置換されるように、チャンバー内への窒素のバブリングは慎重に実行する必要があります。
- 電極ディスクの損傷 - 残念ながら、報告されている高い残留電流のほとんどのケースは、電極のメンテナンスが不十分であることが原因です。測定完了後に電極が乾燥するまで放置すると、KClの結晶化が白金陰極とエポキシ電極ドームの間のシールの微細な亀裂に侵入し、シールを強制的に引き離すことにより、ディスクに不可逆的な損傷を与える可能性があります。今後ディスクが準備されるたびに、KCl が亀裂に入り込み亀裂が広がるため、この問題は「雪だるま式」効果をもたらします。詳細については、「電極のメンテナンス」セクションを参照してください。

- ゼロ酸素段階が完了したら、「OK」を押して続行します。以下のウィンドウが生成されます。



完成した電極校正係数の詳細がこのウィンドウに表示されます。Save Calibrationをクリックして情報を保存するか、Exit without Savingをクリックしてこの校正係数を破棄します。校正が失敗した場合、OxyTrace + は警告メッセージと、どのパラメーターが失敗したかを表示します。

手動校正プロセス

システムは、さまざまな媒体に含まれるサンプルの測定に使用されます。場合によっては、文書化された標準的な校正ルーチンで使用される空気飽和蒸留水の代わりに、対象の媒体を使用してシステムを校正することが望ましい場合があります。

O2view には、既知の酸素濃度を電極ディスクからの信号に割り当てることができる校正ルーチンが組み込まれています。

代替の媒体を使用する場合、その媒体における酸素の溶解度は、蒸留水の場合とは異なる可能性が高いという点に留意することが重要です。

以下の例は、空気飽和蒸留水の代わりに海水を用いた手動校正の手順を示しています。

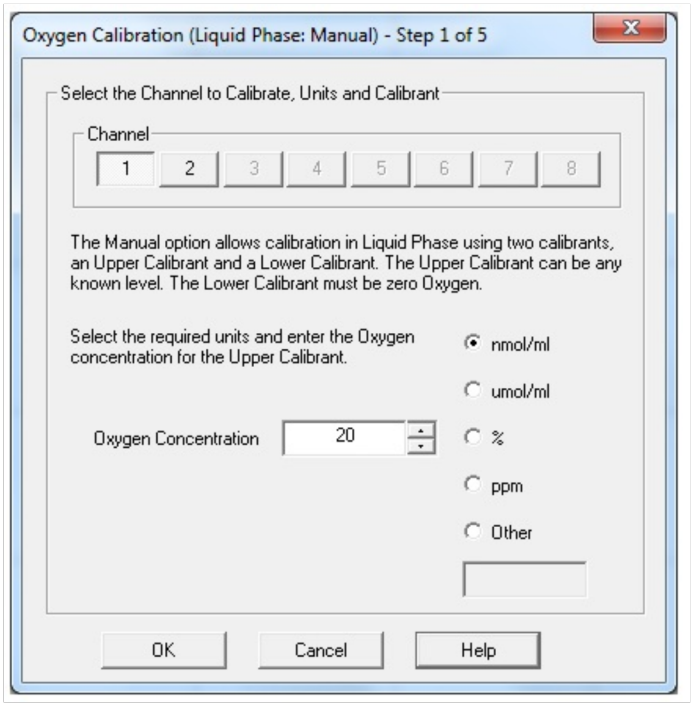
酸素含有量は、水の塩分濃度と温度の両方に依存します。様々な塩分濃度および温度における海水の酸素含有量は、Green and Carritt (1967) によってあらかじめ求められており、下表に示されています。

塩化物濃度				
	5000mgL^{-1}	10000 mgL^{-1}	15000 mgL^{-1}	20000 mgL^{-1}
温度(℃)	酸素濃度(μmolml-1)			
0	0.43	0.406	0.378	0.353
5	0.378	0.356	0.334	0.312
10	0.334	0.315	0.3	0.281
15	0.303	0.284	0.268	0.253
20	0.272	0.259	0.247	0.231
25	0.25	0.237	0.225	0.209

この校正ルーチンは海水校正と呼ばれていますが、媒体の酸素濃度が既知であれば、このルーチンを使用して他の媒体を使用するシステムを校正することも可能です。

手動校正の実行

電極ディスクを準備し、電極チャンバーにセットします。校正に使用する海水を電極チャンバーに注入する前に、ディスクが正常に応答していることを確認してください。その際、海水が実験に適した温度であることを確認します。電極ディスクの信号が安定するのを待ちます。メニューバーからCalibrate >Liquid Phase Calibration>Manualを選択します。すると、以下のダイアログが表示されます。



「酸素濃度」入力欄に、既知の酸素濃度を入力してください。この値は、標準的な空気中での測定値の代わりに、酸素電極の初期の安定した信号レベルを基準とする値として使用されます。次に、使用する単位を選択します。提示された単位から選ぶか、あるいはOtherを選択して任意の単位を入力してください。

校正手順のこの段階が完了すると、その後の手順は標準的な液相校正手順と同じになります。詳細については、「液相校正」のセクションをご参照ください。

校正詳細の表示

液相または気相での校正が正常に完了すると、その校正の詳細を別のウィンドウで確認できます。このウィンドウは、メニューバーのCalibrate>Oxygen Calibration Detailsから開くことができます。

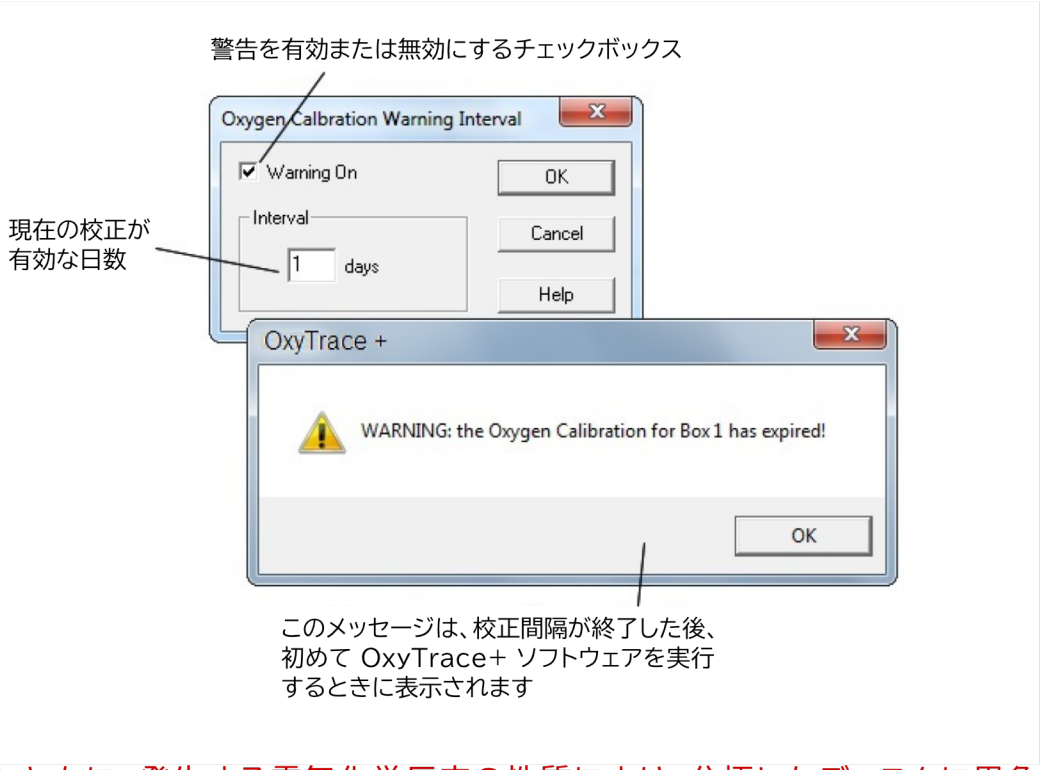
下の図に示すように、校正に関するすべての情報がこのウィンドウに表示されます。



日付列は、装置が1日を超える長時間の測定を目的としている場合、または電極を準備してその場で放置する場合に関係します（これは、気相の電極が「乾燥」するため、液相電極チャンバーでのみ実行する必要があることに注意してください）。校正警告間隔を設定して、校正後所定の日数が経過した後、ソフトウェアを最初に実行するときに校正の有効期限が切れたことをユーザーに通知するようにすることができます。詳細については、「酸素校正警告の設定」セクションを参照してください。

校正警告を設定する

装置が1日を超える長時間の測定を目的としている場合、または電極を準備してその場に残しておく場合(気相では電極が「乾燥」するため、液相電極チャンバーでのみ実行する必要があることに注意してください)、校正警告間隔を設定して、校正後所定の日数が経過した後、ソフトウェアを最初に実行したときに校正が期限切れになったことをユーザーに通知するようにすることができます。校正警告は、機器に接続されている補助デバイスに対しても同じ方法で設定できます。



時間の経過とともに、発生する電気化学反応の性質により、分極したディスクに黒色の酸化銀の堆積物が蓄積することを覚えておくことが重要です。測定を1日以上放置したディスクは、測定の開始時と終了時の動作が異なる場合があります。電極ディスクを分極したまま一晩放置するセクションを参照してください。

1.6.4.2 気相校正

気相校正の原理

測定を行う前に、ディスクから受信した電気信号が実際の校正単位(空気に対するμモル)として表示されるように、電極ディスクを校正する必要があります。気相測定用のディスクの校正には、オフセットと校正係数を導き出すために、酸素電極からの信号を既知の酸素濃度を参照するという3つのステップの手順が含まれます。電極を校正するには、次の手順を使用します。

エアライン

エアラインとは、周囲空気中で電極ディスクによって記録された信号を指します。この値が校正オフセットとして使用されます。

注入・除去ライン

校正係数を取得するために、ソフトウェアでは、ディスクからのビット信号の変化レベルを参照するために既知の酸素濃度を追加する必要があります。これは、注射器を使用して電極チャンバーに1mlの空気を追加または除去することによって実行されます。空気を追加しても除去しても、同じ校正係数が得られます。ユーザーには、実行される測定の種類に応じて両方のオプションが与えられます。たとえば、実験室での適切な実践として、酸素発生の測定では1mlの注入を使用し、酸素消費の測定では1mlの空気の除去を使用する必要があります。

所定の温度と圧力において、気体法則により、1mlの空気中に存在する酸素の量は簡単に計算できると規定されています。標準温度(273.15ケルビンまたは0°C)および圧力(101.32kPaまたは1気圧)では、1mlの空気(体積で21%を含む)中の酸素の量は210μlです。1モルのガスは22.414μlを占めるため、これは次と同等です。

$$\frac{210}{22.414}$$

または

9.37Mモル

他の温度では、量は次の係数を乗算して求めることができます。

$$\frac{273}{(273+℃)}$$

(ここで、Tは実験温度です) たとえば、25°Cでは次のようになります。

$$\frac{273}{(273+25℃)} = 0.9161$$

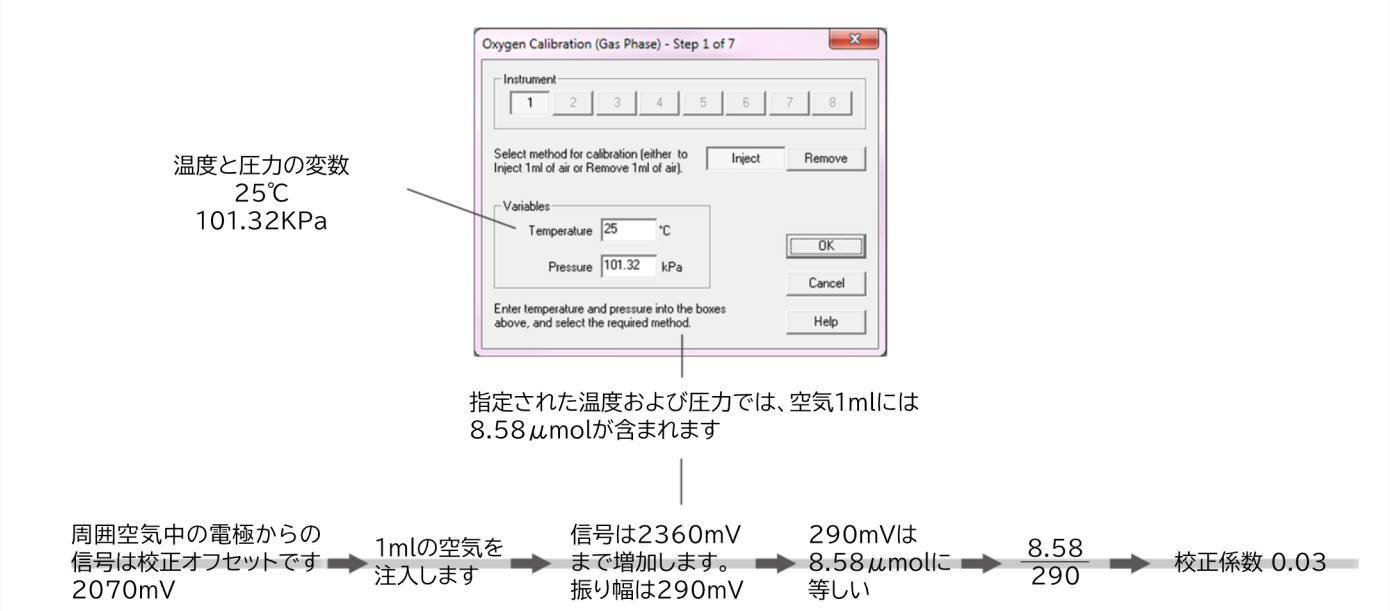
9.37 μ MOL X 0.9161 = 8.58

したがって、25℃の空気 1 ML には 8.58 μ Mol の酸素が含まれます。

他の圧力では、上記の量は次の係数で調整する必要があります。

現在の気圧
101.32KPA(標準大気圧)

この係数は、校正係数を取得するために、空気の注入/除去中のビットレベルの変化と結合されます。次の図は、この係数がどのように取得されるかを示しています。



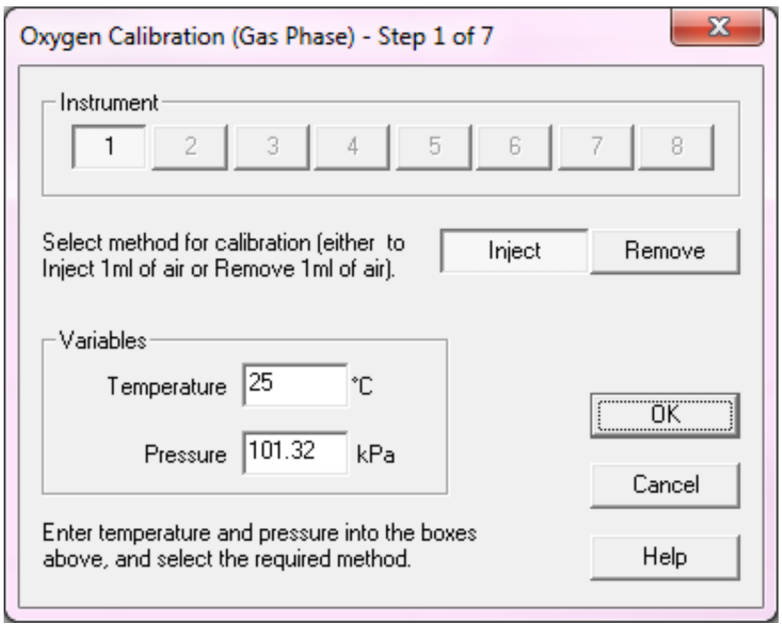
気相校正プロセス

気相校正手順については、以下のガイドラインに従ってください。

- 電極の準備とメンテナンスのマニュアル(S1電極に付属)の説明に従ってディスクを準備し、電極チャンバーのベースに取り付けます。
- 電極接続ケーブルを使用して電極ディスクをコントロールユニット後部に接続します。
- 適切なサンプルマウントとガスタップが電極チャンバーに取り付けられていることを確認します(いずれかのガス相チャンバーのマニュアルを参照)。
- 温度制御のために電極チャンバーのウォータージャケットを循環水槽に接続し、校正を開始する前にリーフチャンバーと電極ディスクが測定に必要な温度に平衡していることを確認します。

ステップ1

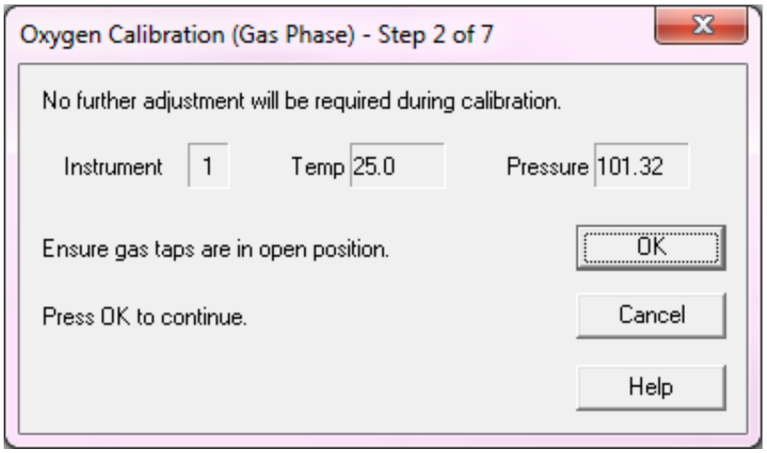
気相校正シーケンスは、Calibrate > Gas Phase Calibrationを選択することで開始されます。選択すると、次のウィンドウが生成されます。



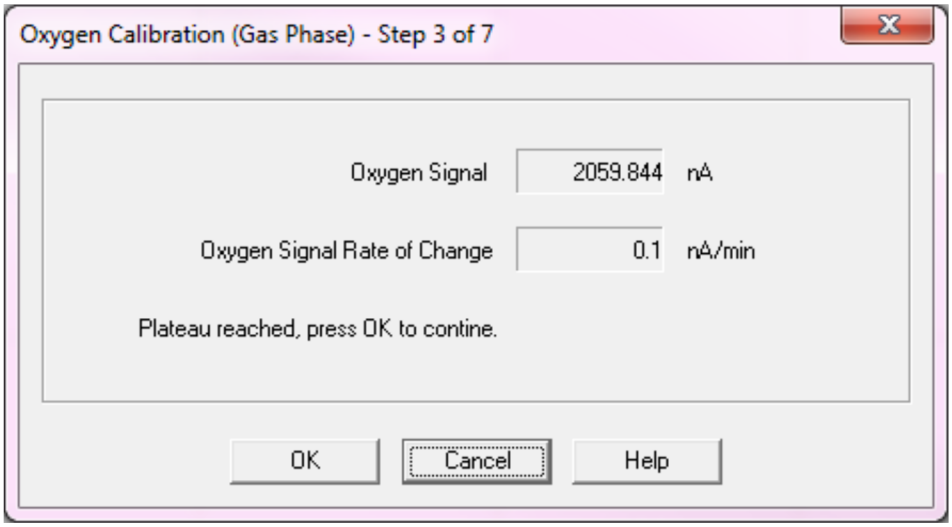
1mlの空気を注入するか、1mlの空気を除去する校正方法を選択します。次に、このダイアログに関連する温度と気圧の変数を入力し、OKを押します。

ステップ2

ガス栓が開いた位置にあることを確認し、OKを押して続行します。



ステップ3



ここでは、酸素信号と変化率の両方が表示されます。ソフトウェアは、信号がプラトー(安定状態)に達するまで次のステップへ進まずに待機します。この際、「信号がプラトーに達するまでお待ちください」というメッセージとともに、オーバーライドボタンが表示されます。このボタンを使用すると、信号レベルに問題がないと判断した場合に待機時間をスキップできます(ただし、信号が完全に安定していない状態でスキップすると、校正の精度に影響を及ぼす可能性があるためご注意ください)。エアラインで記録された値は、校正オフセットとして使用されます。

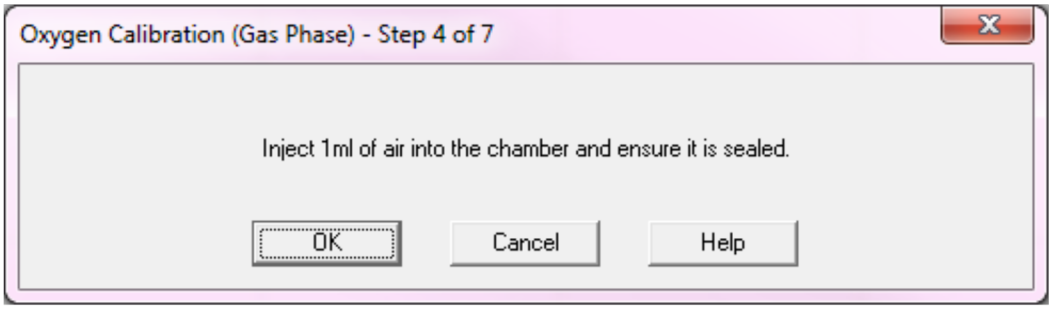
測定中、周囲空気中でディスクから記録された信号が軸の原点(0)として表示されます。サンプルによる酸素の発生/消費は、エアラインに対する校正単位μmolで表示されます。

新しい電極ディスク、またはよくメンテナンスされた電極ディスクの場合、通常は約100mAの信号が表示されることが予想されます。気相電極室内の空気ラインを測定する場合、2050MV(制御ユニットの分解能の範囲の半分)。

電極ディスクからの信号が数分経っても安定しない場合は、1つまたは複数の問題の組み合わせを示している可能性があります。電極ディスク、チャンバー、コントロールユニット、または電極接続ケーブルのいずれかに障害を特定する方法の詳細については、「システム診断」セクションを参照してください。

信号が安定するとOKが表示されます。

ステップ4



校正手順のこの段階では、校正係数を決定するために、注入/除去ラインを設定します。電極チャンバーに1mlの液体を注入するか、あるいは空気を除去することで、ディスクに記録されたビット信号が変化します。その後、ステップ1で入力された温度および圧力の変動を考慮し、信号におけるビット変動の最終値を、校正済み単位(μmol)に換算します。この校正ステップに関わる数学的な詳細については、前のセクションを参照してください。

このダイアログでOKを選択する前に、ガスポートにしっかりと取り付けられたシリンジを使用し、チャンバー内に1mlの空気を除去または追加します(ステップ1で選択したオプションに応じて)。LD2/3電極チャンバーのユーザーは、次のことを確認する必要があります。

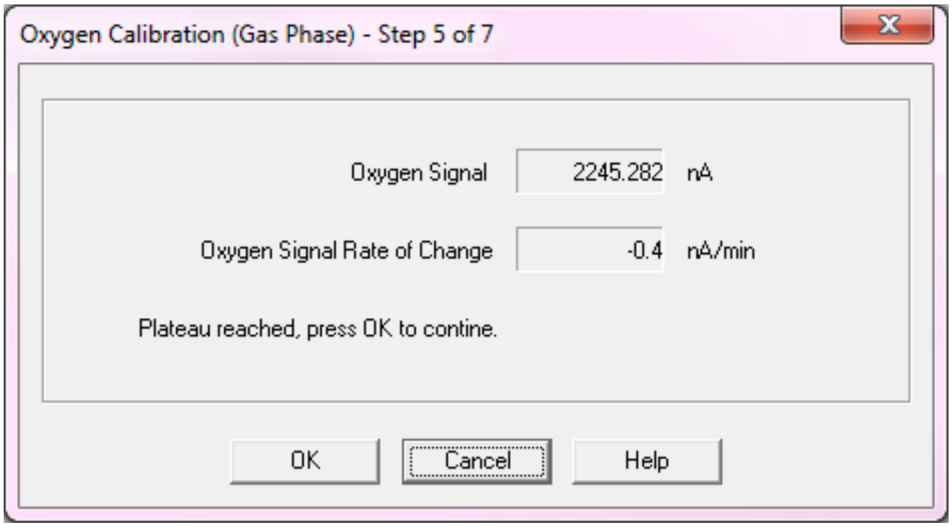
2番目のガスポートが閉じられています。

空気の注入/除去が完了したら、ガスポートをすばやく閉じ、OKを押します。

ステップ5

この時点で、空気を注入または除去する設定に応じて、酸素信号の増減が観察されるはずです。

新しい、あるいは適切にメンテナンスされた電極ディスクの場合、通常、1mLの注入または除去を行った後、測定された空気ラインの約9%に相当する信号の変化が見られることが予想されます。

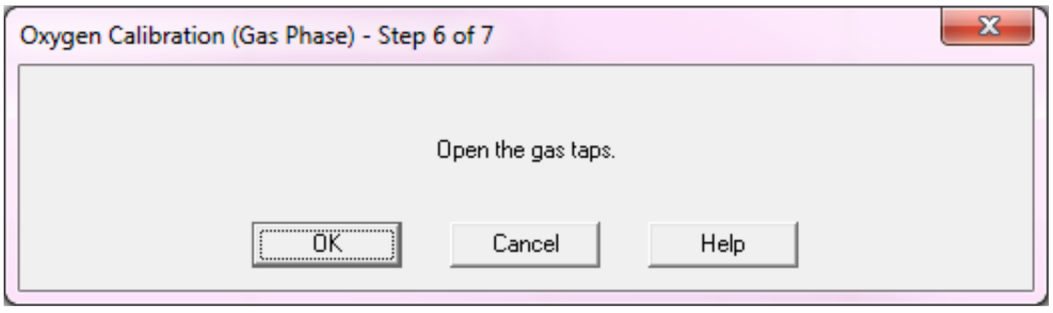


ステップ3と同様に、信号が新しいレベルで安定するまで待ちます。酸素信号がプラトーに達すると、OKが表示されます。

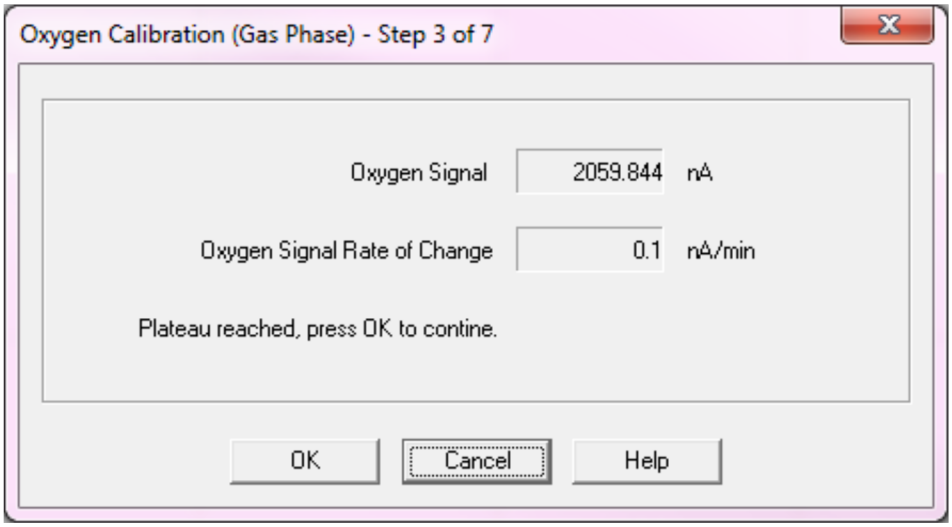
信号が安定せず、下方または上方にドリフトし始めた場合、これはチャンバー内の漏れを示しています。気相電極チャンバーの漏れの特定と修復の詳細については、「システム診断」セクションを参照してください。

ステップ6

校正のこのステップでは、ガスの元栓を開け、校正ステップ3とまったく同じ方法で周囲の空気からの信号を測定することによって、エアラインが再チェックされます。OKを押して続行します。

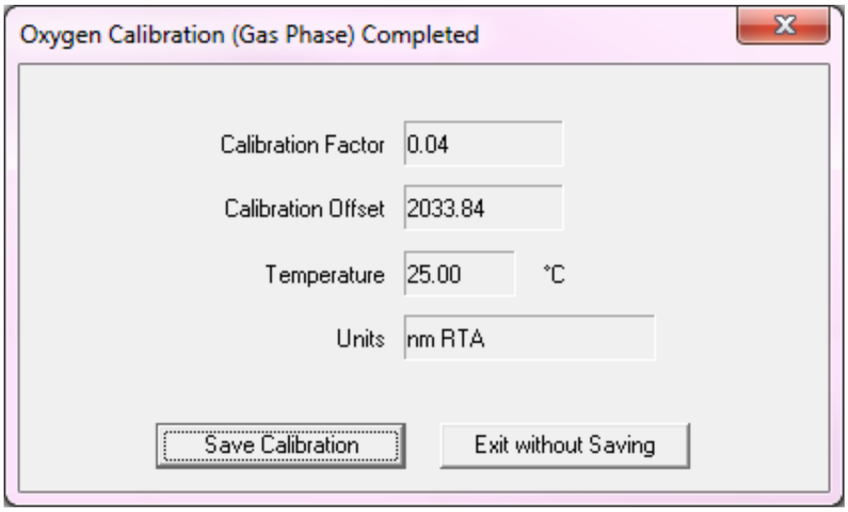


ステップ7



手順 3 と同じ手順に従います。

ステップ8



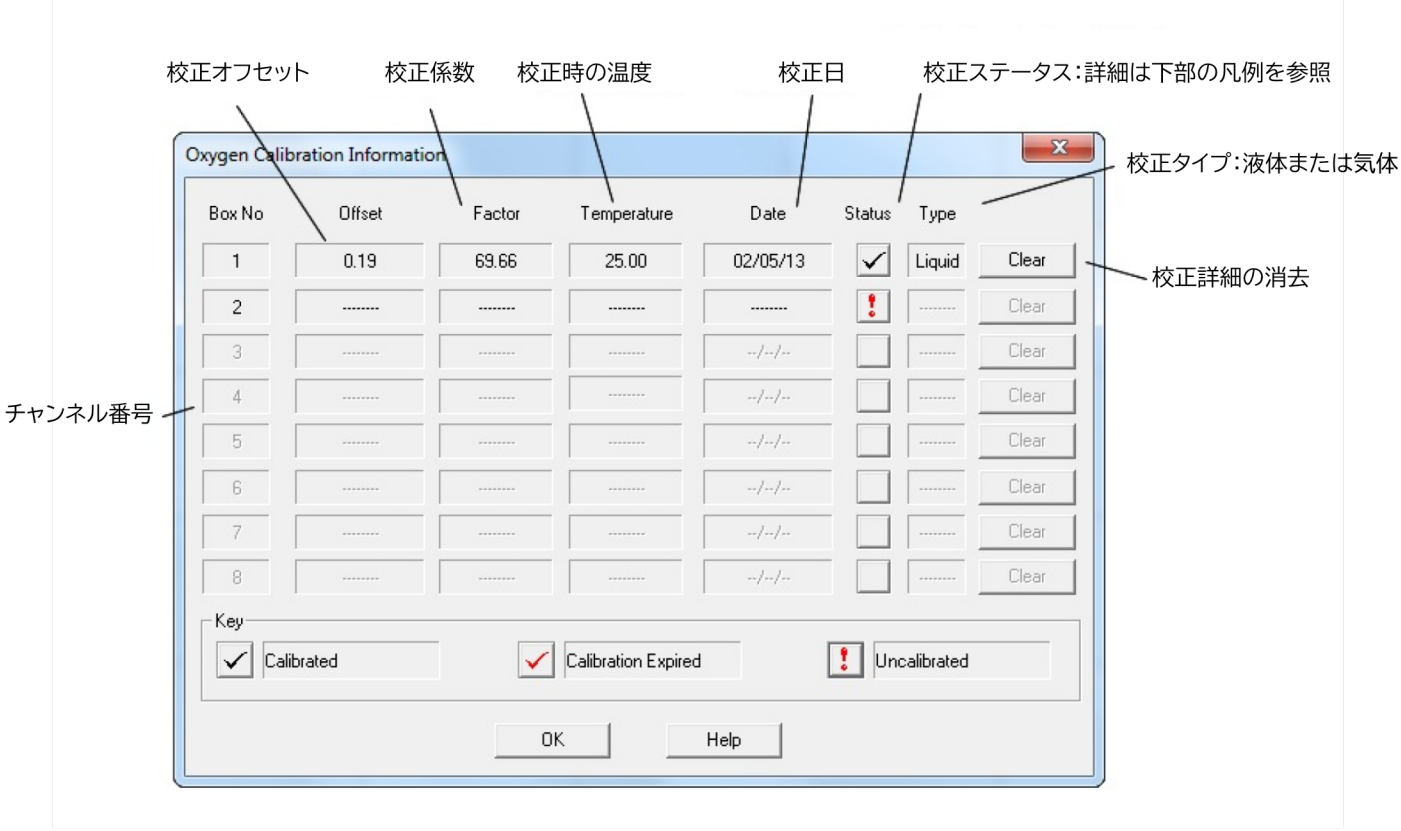
校正が完了すると、校正中に適用された係数とオフセットの詳細が表示されます。校正された単位と温度も表示されます。

Save Calibrationを選択すると、測定の準備が整った校正係数とオフセットで機器が更新されます。

保存せずにExit without Savingを選択すると、この校正は無視され、機器は未校正または以前に保存された校正を使用した以前の状態に戻ります。

校正詳細の表示

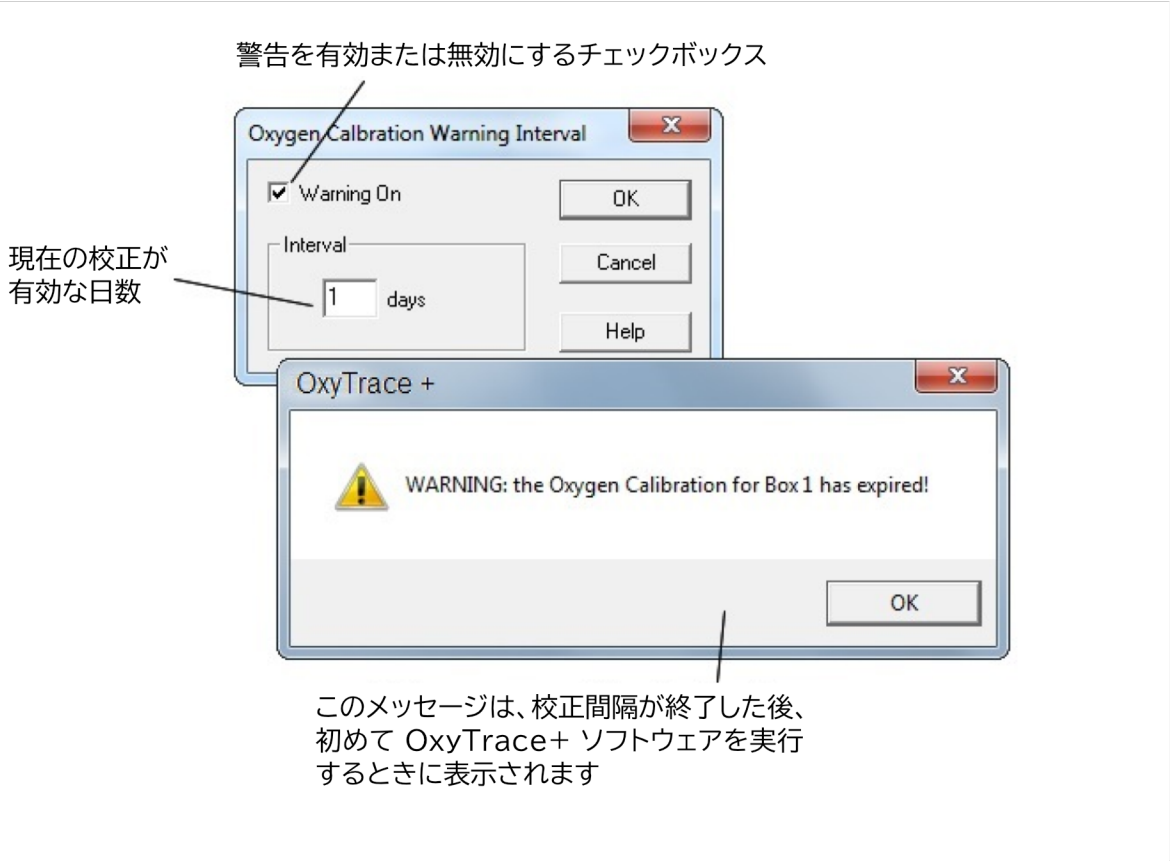
液相または気相での校正が正常に完了すると、その校正の詳細を別のウィンドウで確認できます。このウィンドウは、メニューバーのCalibrate>Oxygen Calibration Detailsから開くことができます。下の図に示すように、校正に関するすべての情報がこのウィンドウに表示されます。



日付列は、装置が1日を超える長時間の測定を目的としている場合、または電極を準備してその場で放置する場合に関係します（これは、気相の電極が「乾燥」するため、液相電極チャンバーでのみ実行する必要があることに注意してください）。校正警告間隔を設定して、校正後所定の日数が経過した後、ソフトウェアを最初に実行するときに校正の有効期限が切れたことをユーザーに通知するようにすることができます。詳細については、「酸素校正警告の設定」セクションを参照してください。

校正警告を設定する

装置が1日を超える長時間の測定を目的としている場合、または電極を準備してその場に残しておく場合（気相では電極が「乾燥」するため、液相電極チャンバーでのみ実行する必要があることに注意してください）、校正警告間隔を設定して、校正後所定の日数が経過した後、ソフトウェアを最初に実行したときに校正が期限切れになったことをユーザーに通知するようにすることができます。校正警告は、機器に接続されている補助デバイスに対しても同じ方法で設定できます。



時間の経過とともに、発生する電気化学反応の性質により、分極したディスクに黒色の酸化銀の堆積物が蓄積することを覚えておくことが重要です。測定を1日以上放置したディスクは、測定の開始時と終了時の動作が異なる場合があります。電極ディスクを分極したまま一晩放置するセクションを参照してください。

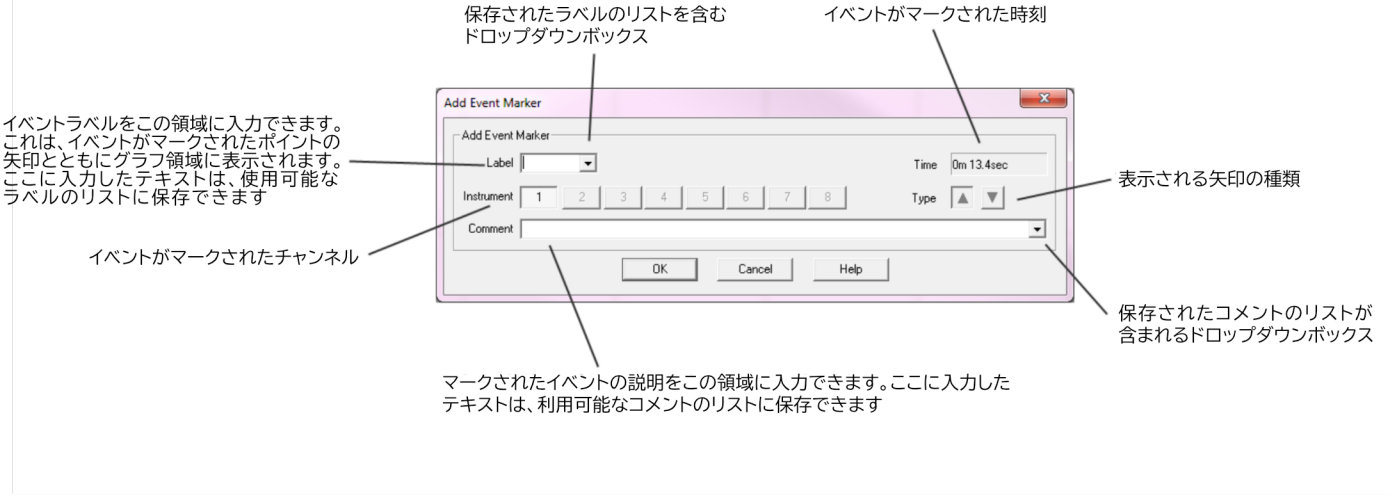
1.6.5 データの処理

1.6.5.1 イベントのマーキング

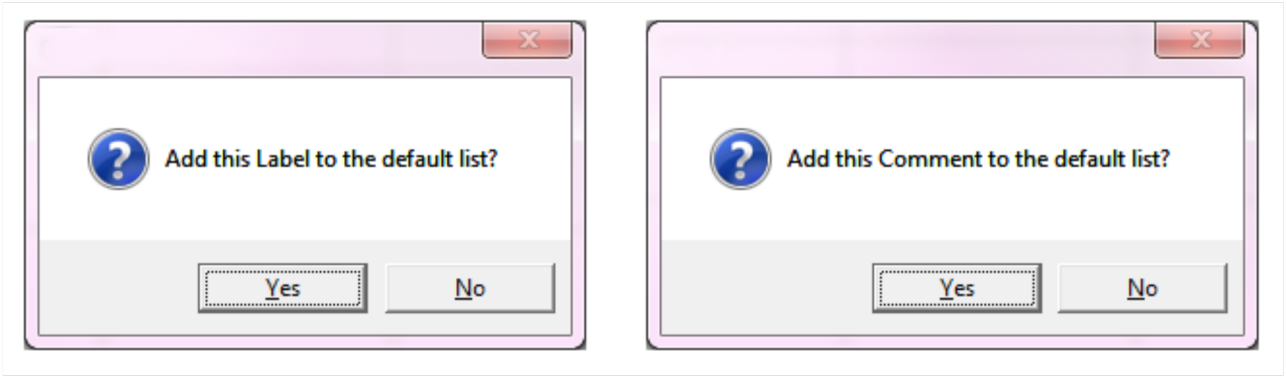
イベントマークの追加

実験中に、文書化が必要な特定のイベントが発生する場合があります。たとえば、ADPの添加に対するミトコンドリアの応答の研究では、ミトコンドリアが添加に応答する速度を評価できるように、ADPがどの時点で添加されたかを示すマーカーが必要になります。

OxyTrace+ は、ユーザー定義のラベルとコメントを使用してイベントマークを追加できるようにすることで、これに対応します。測定中の任意の時点で、メニューバーからTool>Add Event Markを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックするか、キーボードのF5ファンクションキーを押すことによって、イベントマークを追加できます。次のウィンドウが生成されます。

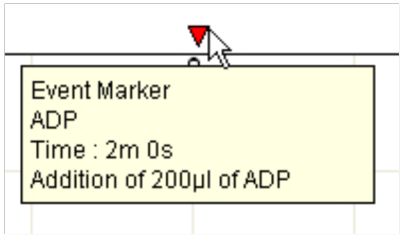


Add Event Markerウィンドウのラベルまたはコメントフィールドに入力されたテキストは、終了時にOxyTrace+構成ファイルに保存される場合があります。次のダイアログが生成され、テキストを保存するかどうかを指定できます。



保存されたラベルとコメントは、ドロップダウンボックスから選択して利用できるようになります。

何らかの理由で構成ファイルが削除されると、以前に定義されていたラベルとコメントが失われることに注意してください。



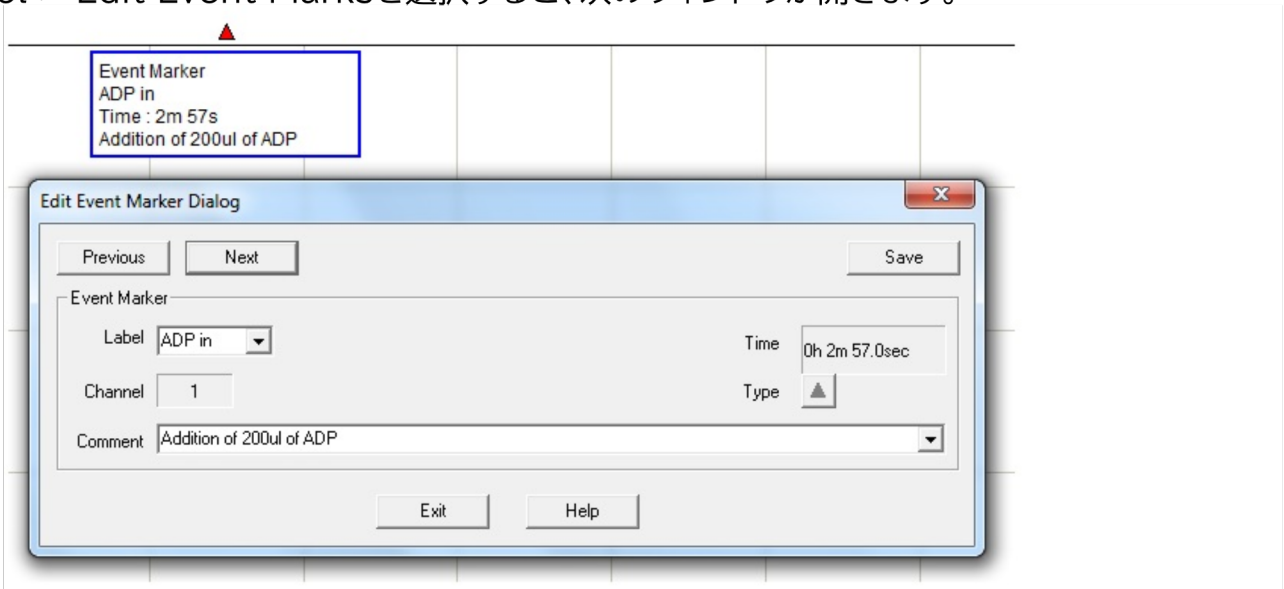
イベントマーカーは、割り当てられたラベルとともにグラフ領域の上部に表示されます。イベントマークに追加されているコメントは、上図のようにグラフ上のイベントマークにマウスカーソルを合わせると表示されます。この機能は、Optionメニューから無効にすることもできます。イベントマーカーは、測定中および測定後の任意の時点で確認および編集または削除できます。イベントも実験とともに保存され、印刷されます。

ソフトウェアの一部の機能では、イベントマーカーがグラフに自動的に追加され、編集または削除することはできません。これらの機能には次のものが含まれます。

- 録音の開始 - 右向きの矢印とStartというラベルで示されます。
- 録音を停止 - 左向きの矢印とStopというラベルで示されます。
- スターラー速度調整 - Stirrersというラベルが付いた 2 つの下向き矢印で示されます。最初のマークはスターラーウィンドウが最初に開かれたときに追加され、2番目のマークはスターラーウィンドウが閉じられたときに追加されます。これは、これら2点の間でスターラーの設定が調整されていることを示しています。
- ライトオン - light symbolとlight onラベルで示されます。
- 光の強度の変化 - 強度の増加または減少を示す上向きまたは下向きの矢印が付いた光のシンボルで示されます。

イベントマークの編集

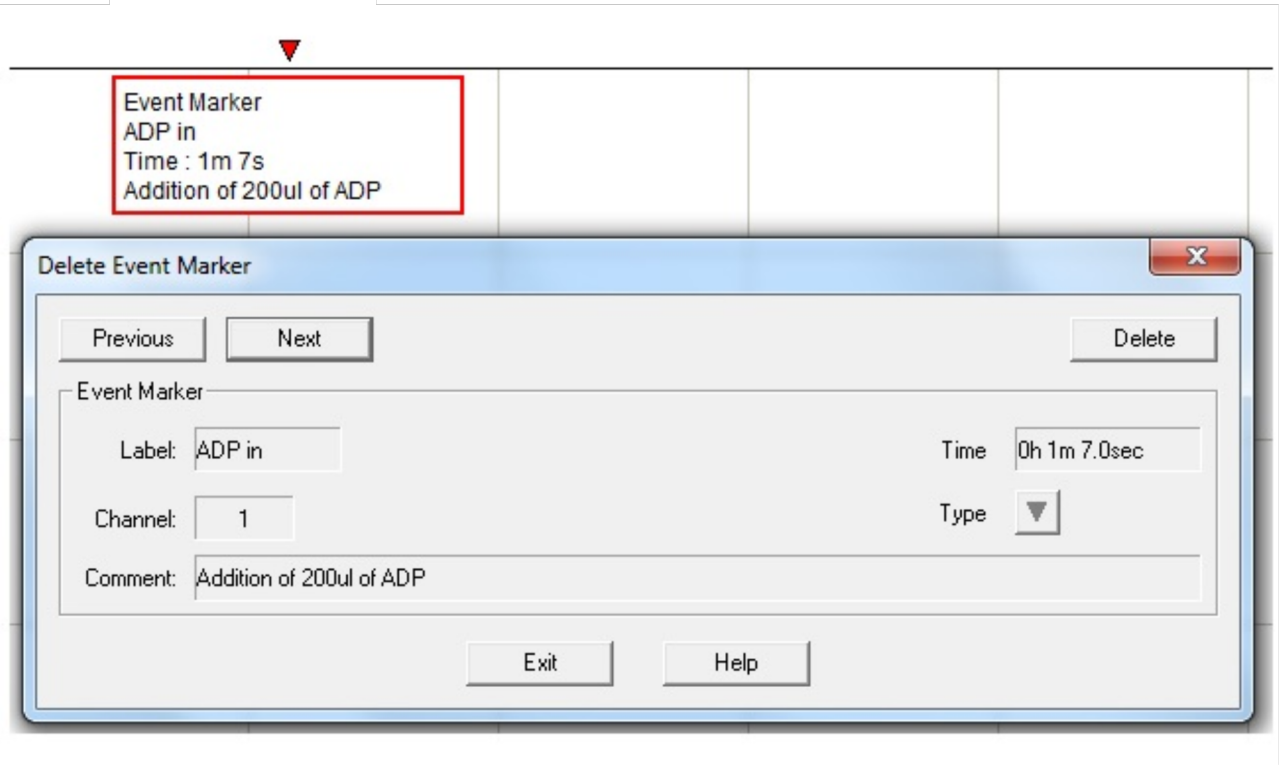
イベントマークは、実験中および実験後のいつでも確認して編集または削除できます。メニューバーからTool > Edit Event Marksを選択すると、次のウィンドウが開きます。



編集するイベントは、それに関連付けられた情報とともに青いボックスに表示されます。変更を行った場合は、ウィンドウを終了する前、またはPreviousまたはNextボタンを使用して別のマークに移動する前に、Saveボタンを押す必要があります。変更できるのはイベントマークに関連付けられたテキストのみであることに注意してください。イベントの種類（アップまたはダウン）は変更できません。

イベントマークの削除

イベントマークを削除するには、メニューバーからTool > Delete Event Marksを選択します。次のウィンドウが表示されます。



編集するイベントは、それに関連付けられた情報とともに赤いボックスで表示されます。Previousボタンと Nextボタンを使用して該当するイベントマークを選択し、削除を押すとグラフからイベントマークが削除されます。

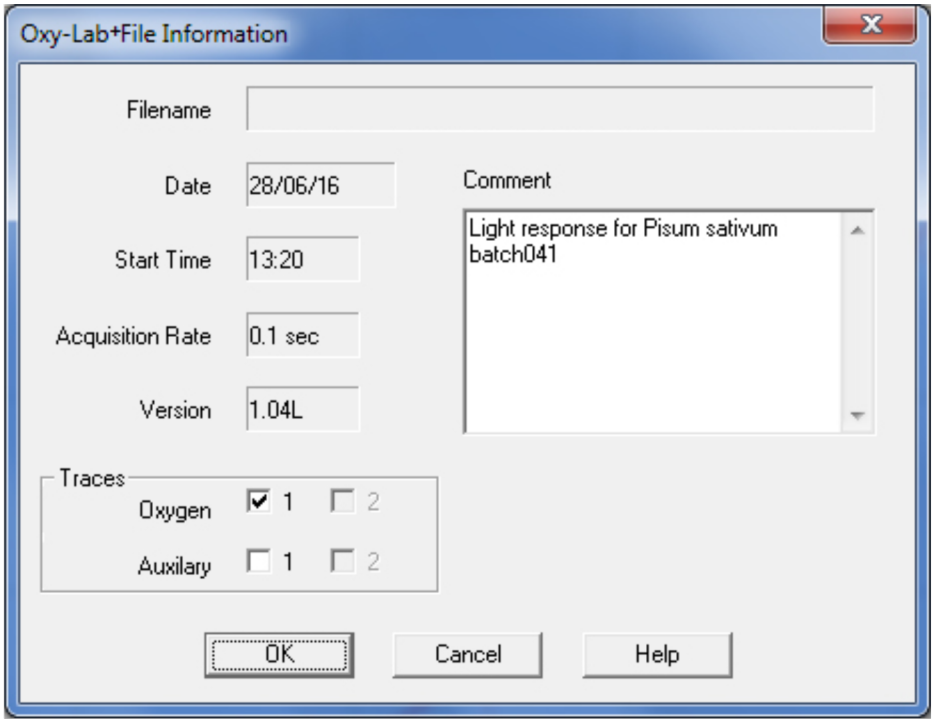
1.6.5.2 ファイル情報

OxyTrace+ ソフトウェアで記録された実験は、以下の詳細を示す情報セットとともに保存できます。

- ファイル名とパス
- 実験日
- 実験開始時間
- 実験で使用したデータ取得速度
- OxyTrace+ バージョン情報

- 記録されたトレースの詳細（チャンネル数、補助データなど）
- 実験の説明文

ファイル情報は次のウィンドウから表示されます。



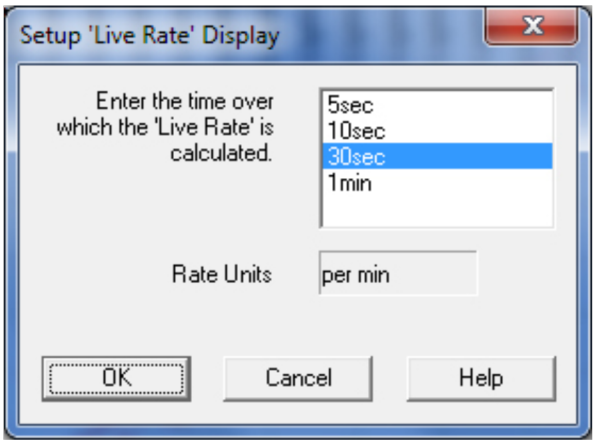
このウィンドウにアクセスするには、メニューバーからView > File Informationを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックします。関連するコメントをCommentsテキストボックスに入力すると、テキストの説明が追加されます。ファイル情報ダイアログは、以前に保存した測定データを開いたときにも最初に表示されます。

1.6.5.3 レート測定

ライブレート

ライブレート表示のセットアップ

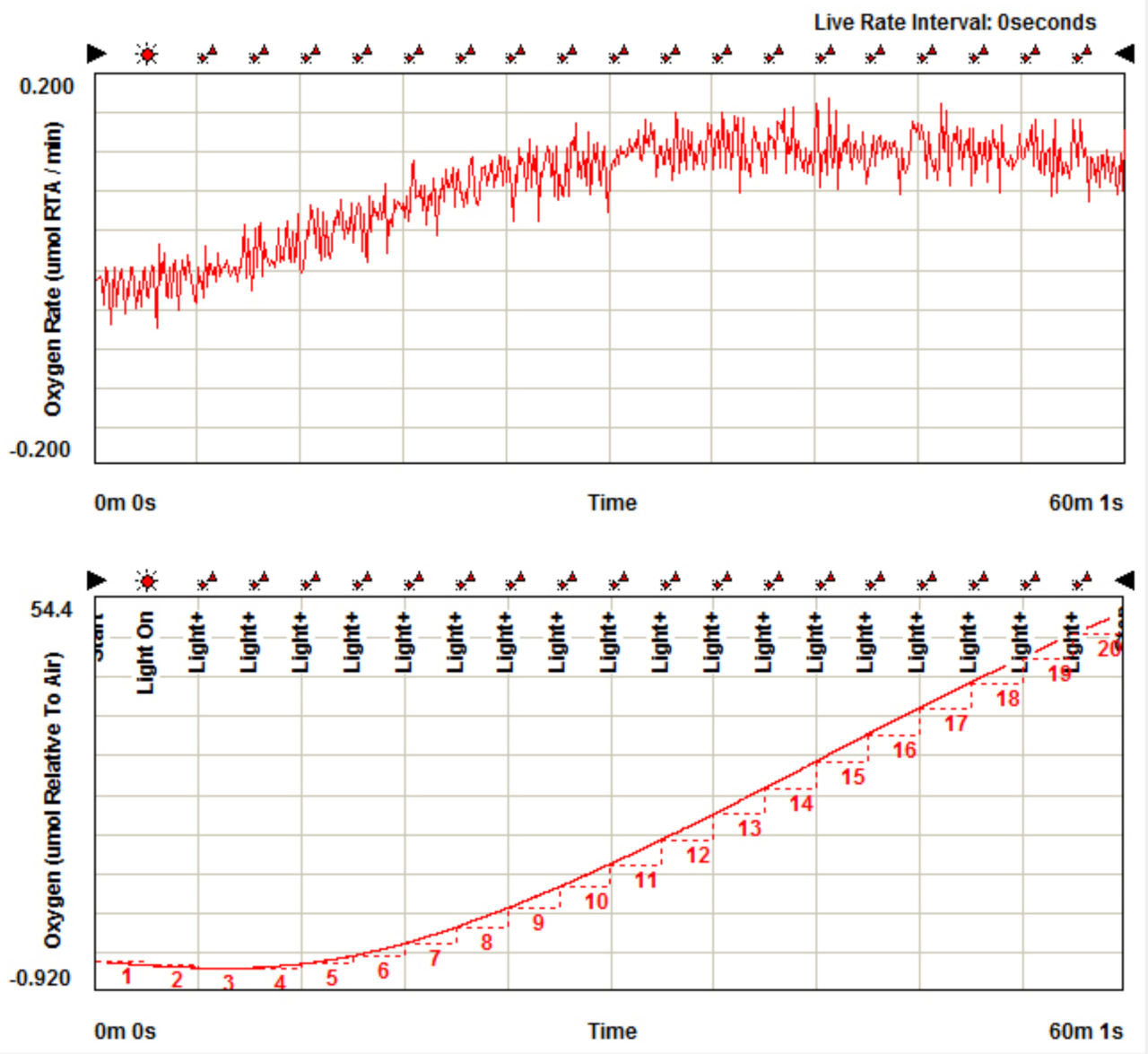
測定中、酸素分圧の変化率については、OxyTrace+ ソフトウェアによって酸素信号が継続的に監視されます。ライブレート測定値がデータバーに表示され、サンプルによる酸素の発生または消費のレートが示されます。ライブレートは、ユーザー定義の測定期間にわたって最小二乗回帰を実行することによって計算されます。期間は、メニューバーからRate > Setup Live Rate Displayを選択してアクセスするSetup Live Rate Displayウィンドウで定義されます。



速度は定義された期間にわたって継続的に再計算され、液相測定の場合はnmol/min単位、気相測定の場合はμmol RTA/min単位でデータバーに表示されます。選択した期間が長いほど、レート測定がより安定します。さらに、ライブレートデータをOxyTrace+ 軸にプロットしてグラフ表示することもできます。詳細については、「ライブレートデータのプロット」セクションを参照してください。

ライブレートデータのプロット

Tool > Graph Data plus Rate Dataを選択するか、ツールバーの アイコンを選択すると、下の図に示すように、酸素信号データと関連するライブレートデータの両方が水平分割画面にプロットされ、酸素が下のセクションに、ライブレートデータが上のセクションに表示されます。

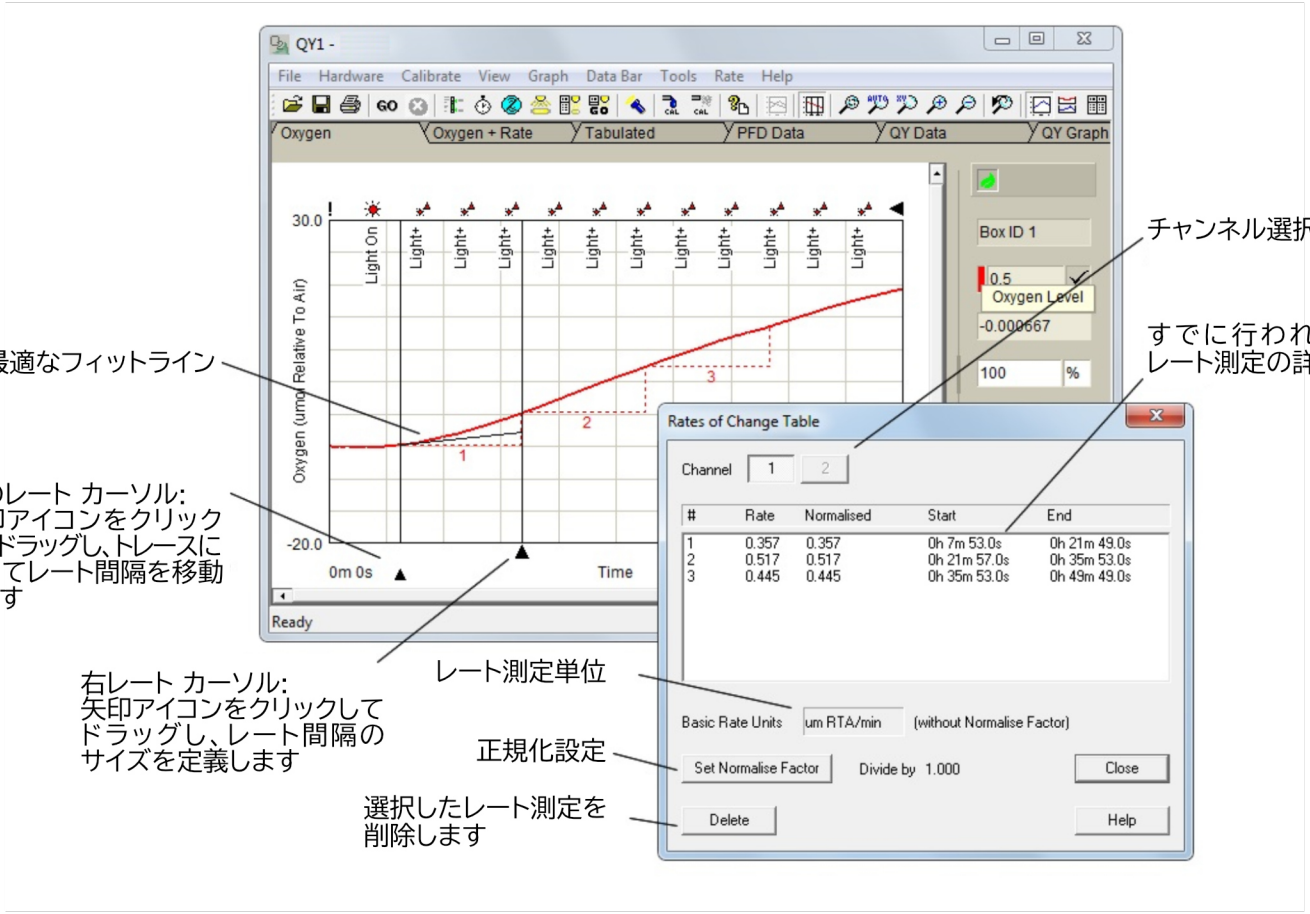


このデータ表示モードでは、追加の軸スケーリングオプションがズームXY軸設定ダイアログに含まれており、必要に応じてライブレート軸をスケーリングできます。

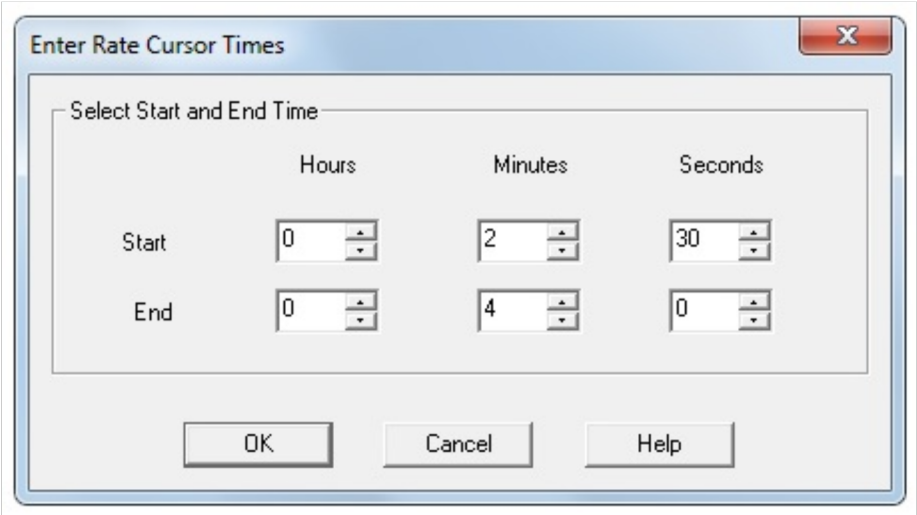
手動レート測定

OxyTrace+ では、速度測定機能を使用して、電極ディスクからの記録データから酸素分圧の変化速度を測定できます。

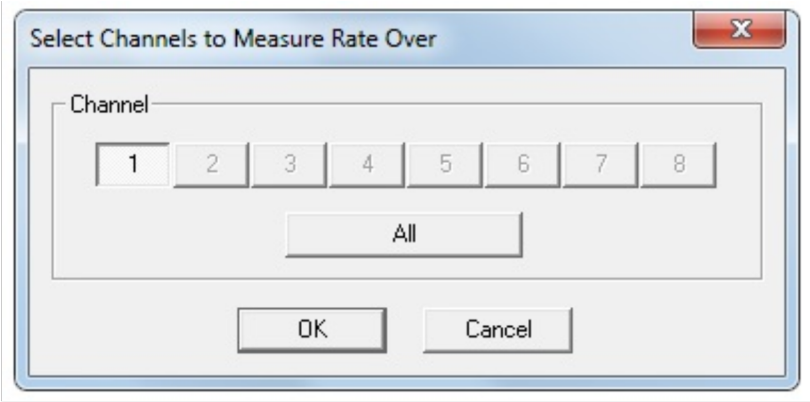
レート測定は、レートカーソルのペアを必要な位置に「クリック アンド ドラッグ」するか、記録された酸素信号に開始時刻と終了時刻を手動で入力してレート間隔を定義することによって行われます。グラフ画面では2つのカーソルが縦線として表示されます。左側のレートカーソルはトレースに沿ってレート間隔を移動するために使用され、右側のレートカーソルはレート間隔そのものを設定するために使用されます。



Rate cursorsは、メニューバーからRate > Rate Cursorsを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックすることによってアクティブにできます。2つの垂直カーソルが料金表とともに画面に表示されます。レート間隔を手動で設定するには、メニューバーからRate > Enter Rate Cursor Timesを選択します。以下の図に示すように、開始時刻と終了時刻を設定できるウィンドウが生成されます。

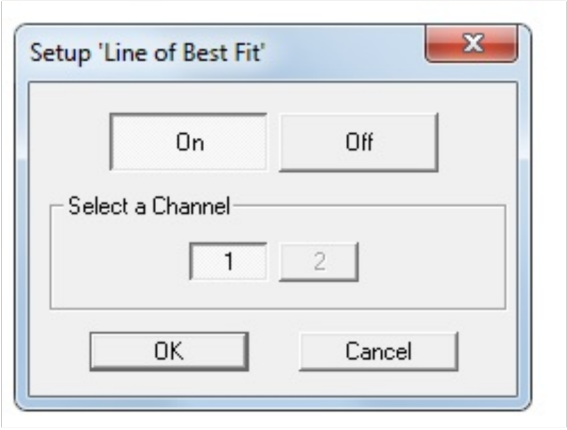


マルチチャネルシステムでは、レートはすべてのトレースで同時に測定することも、個別のチャネルトレースで測定することもできます。レートカーソルがアクティブになったら、メニューバーからRate > Select Channelsを選択します。ウィンドウが表示され、すべてのトレースまたは個々のチャネルをレート測定に含めることができます。



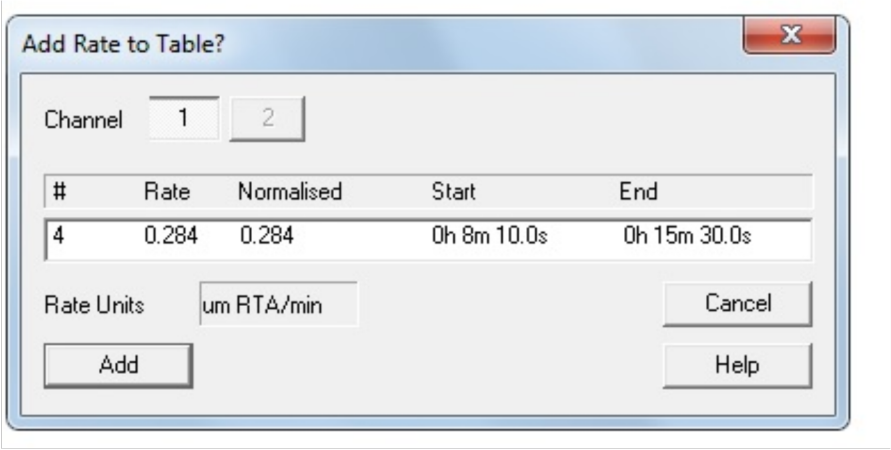
このオプションは、レートテーブル自体から選択することもできます。

レート間隔カーソルをトレースに沿って移動すると、OxyTrace+ ソフトウェアは2つのカーソル間に最適な線を自動的に描画します。最適な直線は最小二乗回帰によって計算され、メニューバーのRate > Setup Line of Best Fitオプションで表示または非表示にすることができます。



最適な線は、個別のチャネルに沿って計算するか、オンとオフ(表示/非表示)を切り替えるように構成できます。

希望のレート間隔と位置を定義したら、メニューバーから Rate > Add Rate to Tableを選択して、レートをレートテーブルに入力できます。以下の画像に示すように、メインレートに追加する前にレートの確認が表示されます。

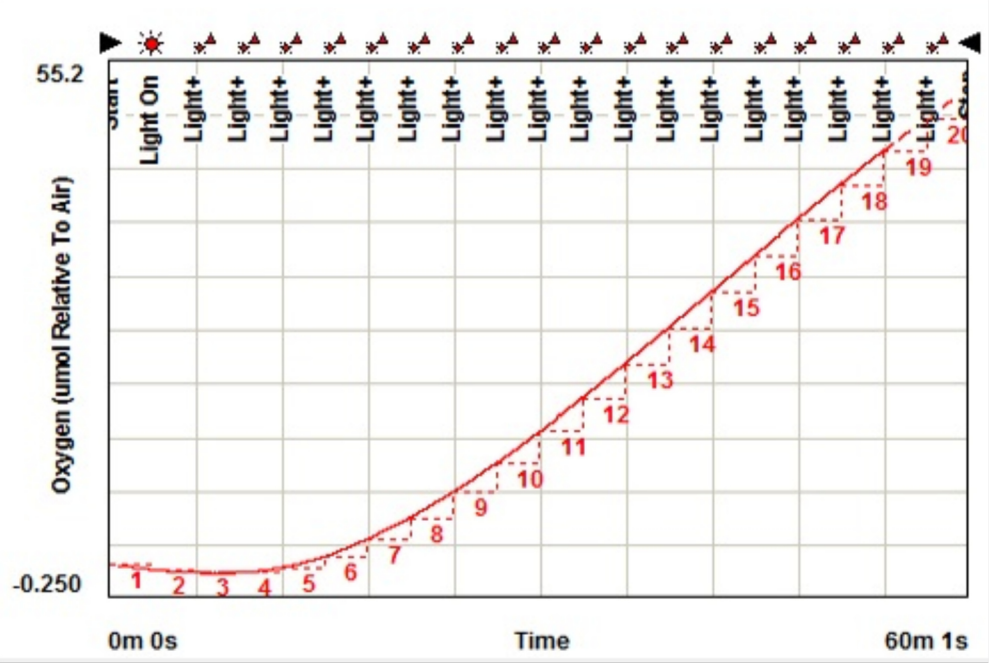


上のウィンドウに表示された情報を確認したら、Addボタンをクリックするだけでメインレートに追加できます。

メインレートテーブルに追加されると、必要に応じてレートデータを正規化できます。正規化ウィンドウでは、係数を入力したり、正規化係数を乗算または除算したりすることができます。

さらに、レートがテーブルに追加されると、レート測定値の計算に使用される水平および垂直の交差線がグラフに表示されます。これらのグラフィックは、レート測定番号またはレート値を表すように定義されたラベルとともに表示されます。ラベルは、レートテーブルに表示される測定値または実際のレート値自体に対応するレート測定参照番号を表示するように構成できます。レート測定ラベルは、トレースの上下に一連の水平線と垂直線によってトレース上に表示され、傾きがどのように計算されたかを示します。これらの線は、色付き(トレースの色と一致するように)または黒で表示されます。これらのオプションにアクセスするには、ソフトウェアメニューバーからTool > Optionを選択します。

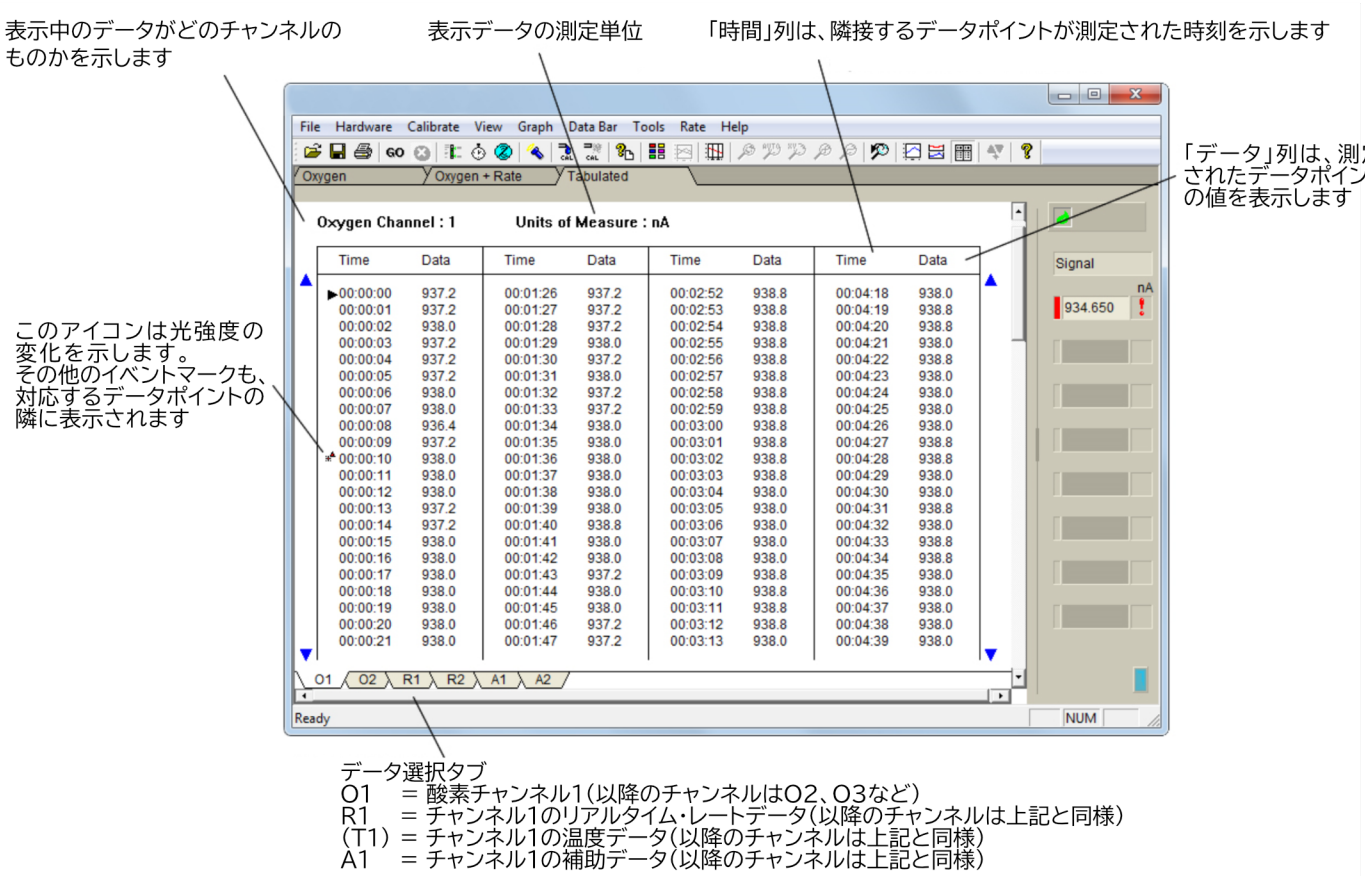
以下の図に示すように、レートがグラフ画面に表示されます。



測定されたレートはファイルと一緒に保存され、印刷出力にも含まれます。

1.6.5.4 表形式のデータ

実験が完了すると、必要に応じて、データを個々の記録されたデータポイントとして数値形式で表示できます。このデータは、メニューバーからTool > Tabulate Dataを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックすることによって表示されます。すべての信号とチャネルからのデータは、以下の図に示すように表示されます。



集計データ画面表示中に印刷機能を選択すると、集計データが印刷されます。

1.6.5.5 他のソフトウェア パッケージへのデータのエクスポート

OxyTrace+ に記録されたデータは *.CSV(カンマ区切り値)ファイルとして保存されます。このファイルタイプはMicrosoft Excelで直接開いて確認できるため、データをさらに高度な統計分析にかけることができます。

OXYTrace+ ソフトウェアに保存されるすべてのデータは特別に暗号化されます。OXYTrace+ ソフトウェアの外部でデータファイルに修正が加えられた場合、ファイルがソフトウェアに再ロードされるときに、外部変更の通知が表示されます。この通知は、印刷された実験にも表示されます。

1.6.5.6 データの印刷

OxyTrace+ を使用すると、完了した実験を包括的に印刷できます。データ収集レート、ゲインおよびバックオフ設定、校正情報などの情報が、印刷されたグラフ、イベントマーカー、およびレート測定の詳細とともに印刷出力に含まれます。データがOxyTrace+ ソフトウェアの外部で変更された場合、警告メッセージが通知として各ページの上部に印刷されます。

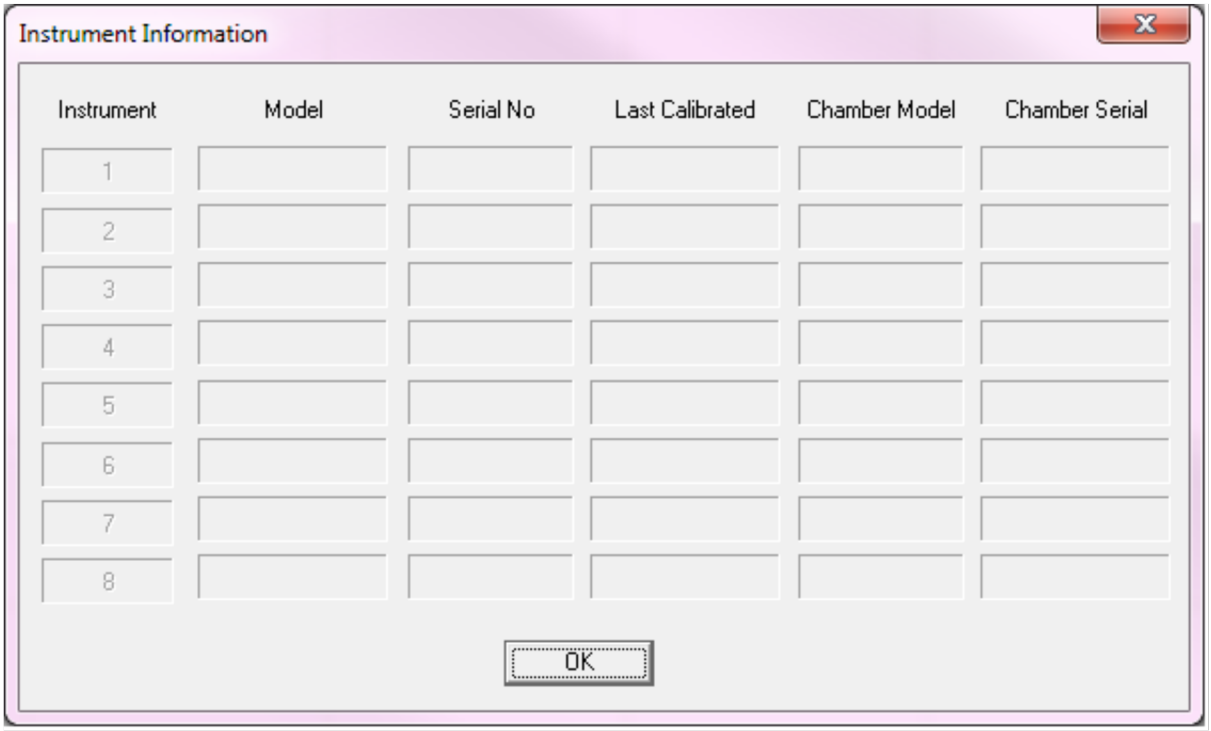
あるいは、OptionメニューでSimple Printオプションを選択すると、グラフのみを表示した1ページの印刷を行うことができます。

表形式の数値データが必要な場合は、表示を表形式データの画面に切り替え、メニューバーからFile >Printを選択するか、ツールバーの アイコンをクリックしてください。

1.6.5.7 以前に保存したデータの表示

以前に保存したファイルは、メニューバーのFile > Openコマンド、またはツールバーの アイコンを使用して、いつでも表示できます。また、OxyTrace+をView Modeで実行することも可能です。このモードでは、コントロールユニットが検出されない場合でもソフトウェアを単独で動作させることができますが、一部の機能は無効になります。

コントロールユニットが接続されていない状態でOxyTrace+をView Modeで動作させるには、通常通りソフトウェアを起動するだけです。起動時にソフトウェアは接続されているコントロールユニットを検索し、検出されなかった場合は以下のウィンドウが表示されます。



OKを押すと、OxyTrace+が開き、Oxylab+、Oxygraph+、またはOxytherm+コントロールユニットからのデータファイルが使用可能になります(統合データ分析機能を使用してロードおよび分析されます。表示モード中は廃止されたコマンドおよび機能が無効になります。これらの機能は次のとおりです:

- 録音コントロール
- スターラー制御
- ゲイン/バックオフ設定

電源が入ったコントロールユニットをUSBケーブルでPCに再接続し、ツールバーの アイコンをクリックするか、メニューバーからHardware >Scan for Instrumentsを選択することで、ソフトウェアの正常な動作を復旧できる場合があります。この機能は、現在PCに接続されているコントロールユニットを検索します。検出されると、シリアル番号、タイプ、および校正状況が表示されます。

1.6.6補助信号の記録

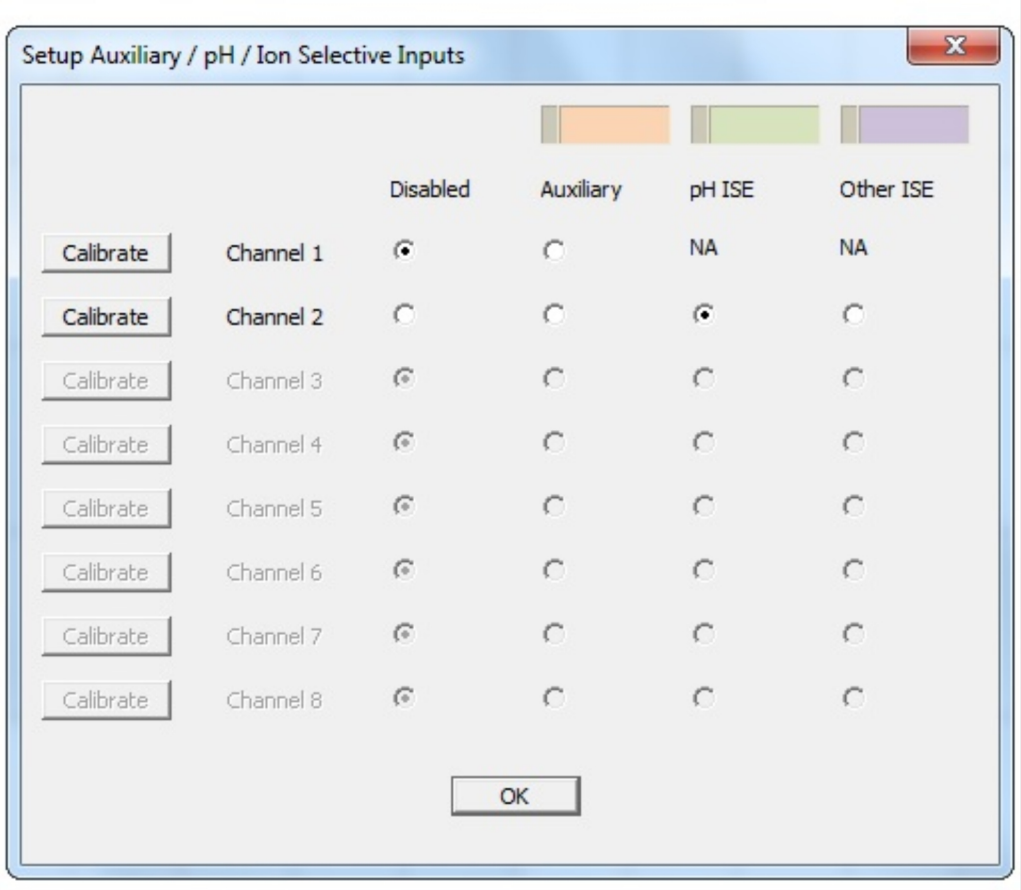
1.6.6.1補助デバイスの接続

Oxygraph+、Oxytherm+、およびOxylab+のコントロールユニットは、オプションの補助入力からの信号を記録することができます。デバイスの出力が0～4Vのアナログ信号であれば、様々な種類のデバイスを接続可能です。接続可能なデバイスの例を以下に挙げます。

- 温度計
- pH電極
- TPP+電極(またはその他のイオン選択性電極)
- 蛍光光度計からの出力
- PAR(光合成有効放射)センサー

1.6.6.2補助デバイスの有効化

OxyTrace+ソフトウェアで補助入力デバイスを使用する設定を行うには、メニューバーからCalibrate >Calibrate Auxiliary/pH/Other ISEを選択してウィンドウを開きます。すると、以下のダイアログが表示されます。

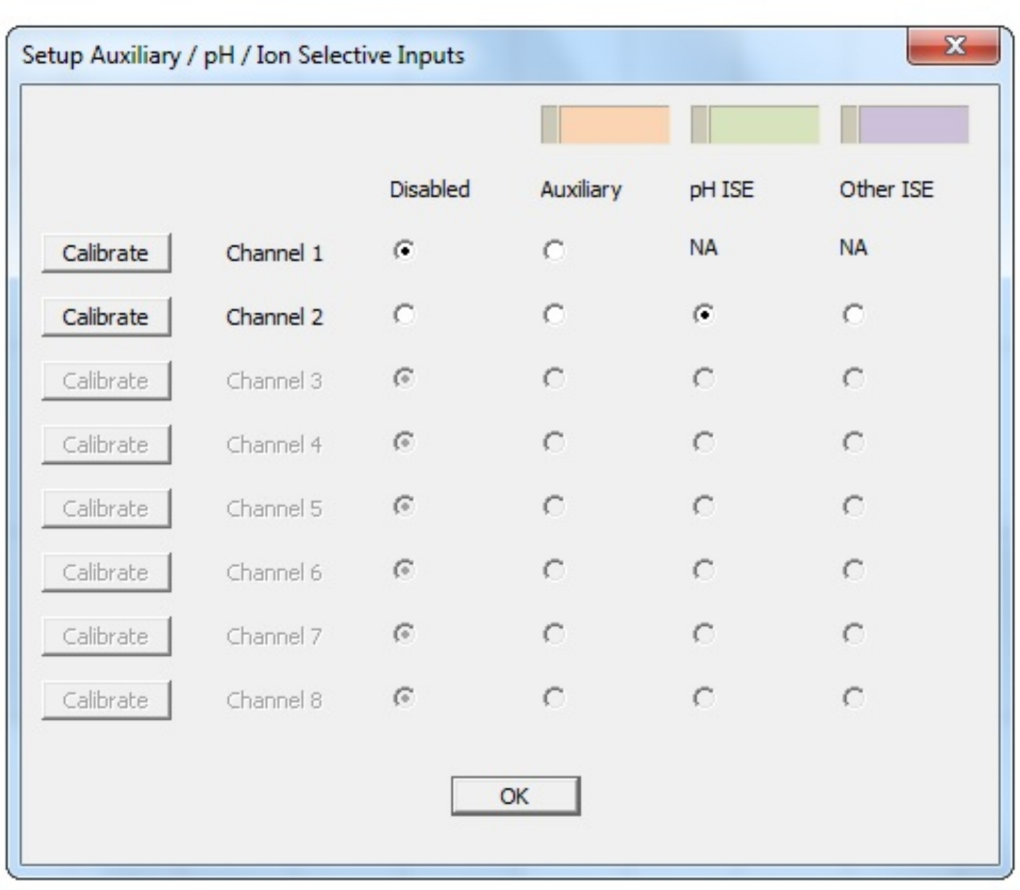


上の図に示されているウィンドウの適切なチェックボックスをオンにすることで、アクティブな各チャンネルの補助入力が有効になります。補助軸がグラフ画面の右側に追加され、信号自体がリアルタイムチャートレコーダーエミュレーションとしてグラフ領域にプロットされます。信号は、対応するトレースの色とともにデータバー(有効な場合)に数値形式で表示されます。測定が完了すると、すべての個々のデータポイントを表形式で確認できます。

1.6.6.3 補助デバイスの校正
補助チャンネルの校正

OxyTrace+ は、接続された補助デバイスに2点校正ルーチンを提供し、補助信号を実際の校正済みユニットで記録できるようにします。校正ルーチンは、下限および上限の校正ポイントでmVの読み取り値を取得し、それに応じて校正係数とオフセットを計算します。

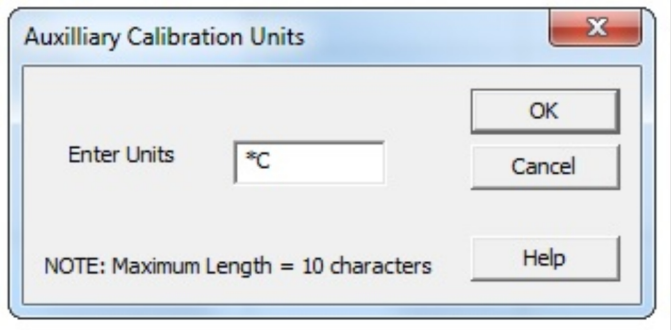
補助デバイスを校正するには、メニュー バーからCalibrate > Calibrate Auxilliary/pH ISE/ other ISEを選択します。



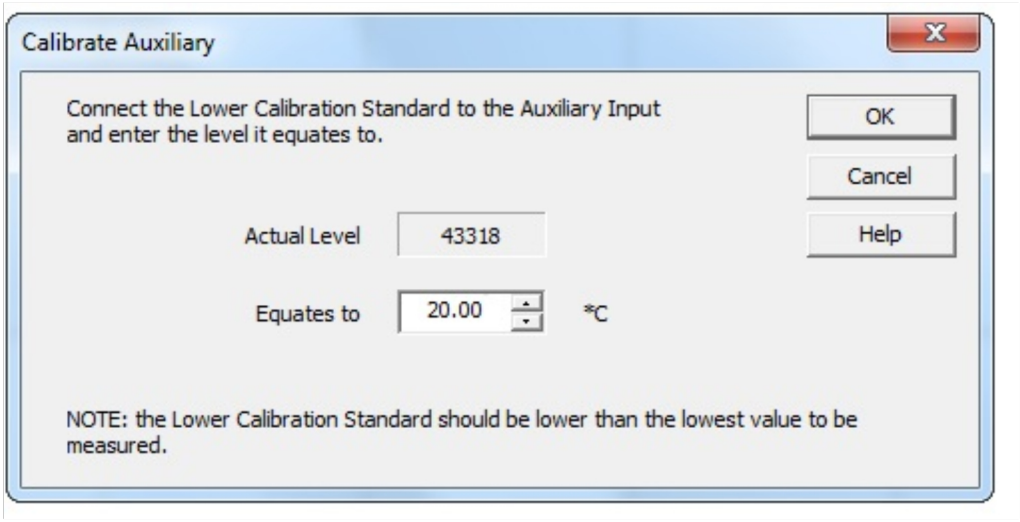
これにより、接続されているすべてのチャンネルと補助デバイスが表示されます。ここから、使用する補助デバイスを有効にすることができます。校正ルーチンの詳細については、補助校正、pH校正、およびISE校正を参照してください。

補助装置の校正

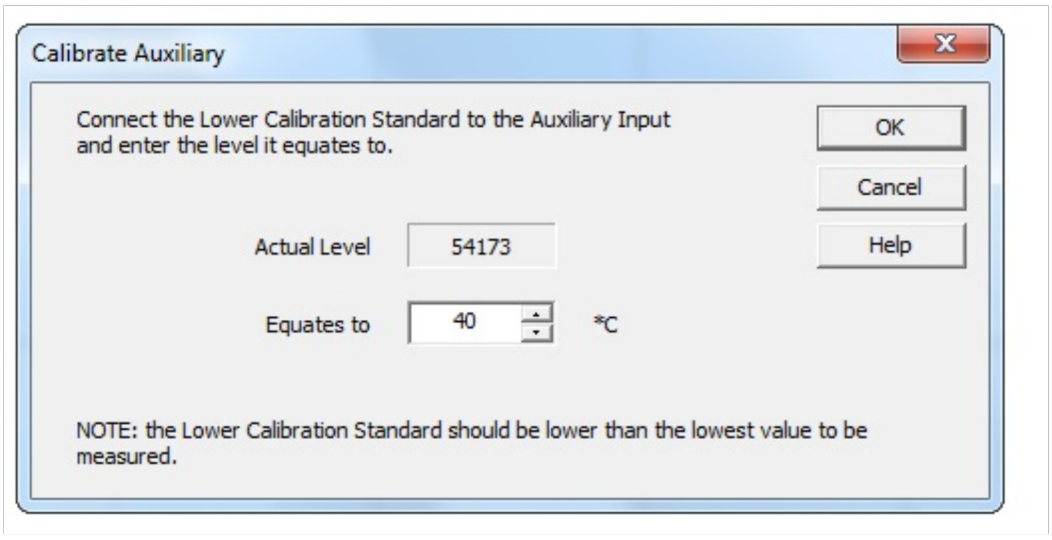
補助チャンネルが有効になったら、校正ボタンをクリックすると校正ルーチンが開始されます。校正の最初の段階では、必要な単位を入力します。これは使用している補助デバイスのタイプによって異なりますが、以下の例では温度プローブが使用されています。必要な校正単位を入力したら、OKをクリックして続行します。



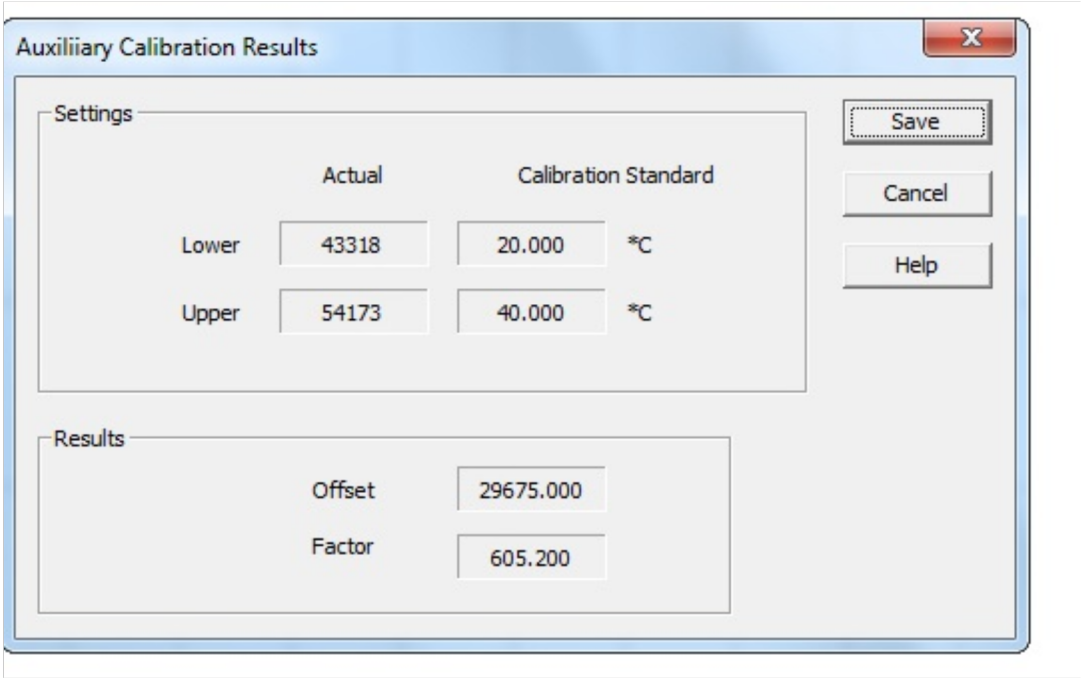
次のステップは、下限校正ポイントを割り当てることです。この例では、温度プローブはチャンバー反応容器内に設置され、チャンバーに接続された水浴は一定の20°Cに保たれました。この値は、「Equates to」入力欄に入力する必要があります。実際の信号レベルが安定したら、OKをクリックして続行します。



次のステップは、上限の校正点を設定することです。この例では、温度プローブをチャンバー内の反応容器に配置し、チャンバーには40°Cに保たれたウォーターバスを接続しています。前の手順と同様に、「Equates to」の入力欄に校正基準値を入力し、実際の信号レベルが安定したら、OKをクリックして進みます。



OxyTrace+ は、入力された値と関連する補助デバイスの信号レベルに従って、校正係数とオフセットを計算します。校正の詳細は、プロセスの最後に結果ダイアログに表示され、保存または破棄できます。

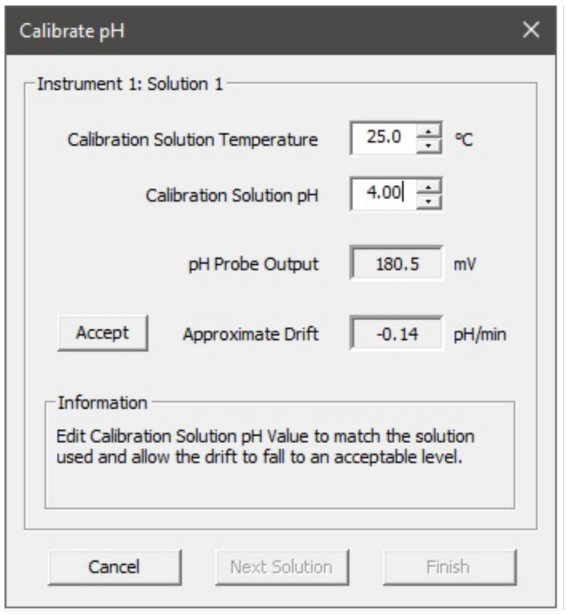


マルチチャネルシステムでは、複数の補助チャネルが有効になっている場合、Saveボタンをクリックすると、OxyTrace+ は補助校正ルーチンの開始に進み、システム内の次の補助チャネルの校正が可能になります。

pHデバイスの校正

pHチャンネルが有効になったら、校正ボタンをクリックすると校正ルーチンが開始されます。校正の最初の段階では、pH電極を最初の既知のpH溶液に入れます。ソフトウェアが電極からのデータを分析する前に、これを行うように求められます。理想的には、この溶液のpHは、測定が予想される最低値とほぼ同じである必要があります。

電極を最初の溶液に入れ、ソフトウェアがそこからの信号を分析したら、溶液のpHと温度をダイアログボックスに入力します。

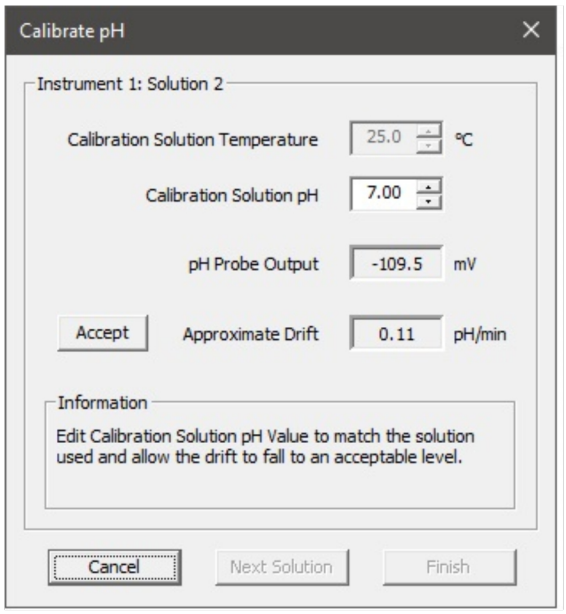


ソフトウェアは信号が安定するまで待機してから、「Next Solution」ボタンを使用可能にします。ただし、ドリフトのレベルが許容範囲内であると判断する場合は、「Approximate Drift」フィールドの左側にあるAcceptボタンを押すことができます。**これは校正の精度に影響します。**

「Next Solution」を押すと、次のソリューションが利用可能かどうかを尋ねられ、プローブをそのソリューションに配置するかどうかを尋ねられます。

これは、測定すると予想される最高pHと最低pHの間のpHである必要があります。

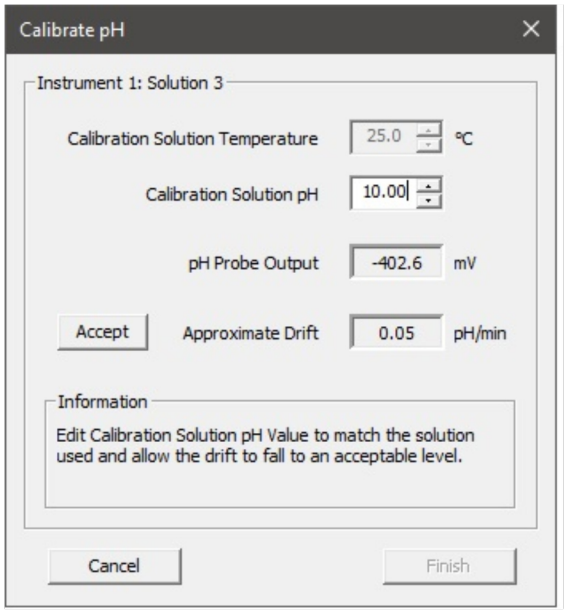
ソフトウェアは、溶液1とまったく同じ方法で信号を再度分析します。再度、「Calibration Solution pH」フィールドが現在使用している溶液のpHを反映していることを確認してください。



「Next Solution」を押すと、次のソリューションが利用可能かどうかを尋ねられ、プローブをそのソリューションに配置するかどうかを尋ねられます。

このpHは、測定が予想される最高値とほぼ同じであるはずです。

ソフトウェアは、溶液1および2と同じ方法で信号を再度分析します。再度、「Calibration Solution pH」フィールドが現在使用している溶液のpHを反映していることを確認してください。



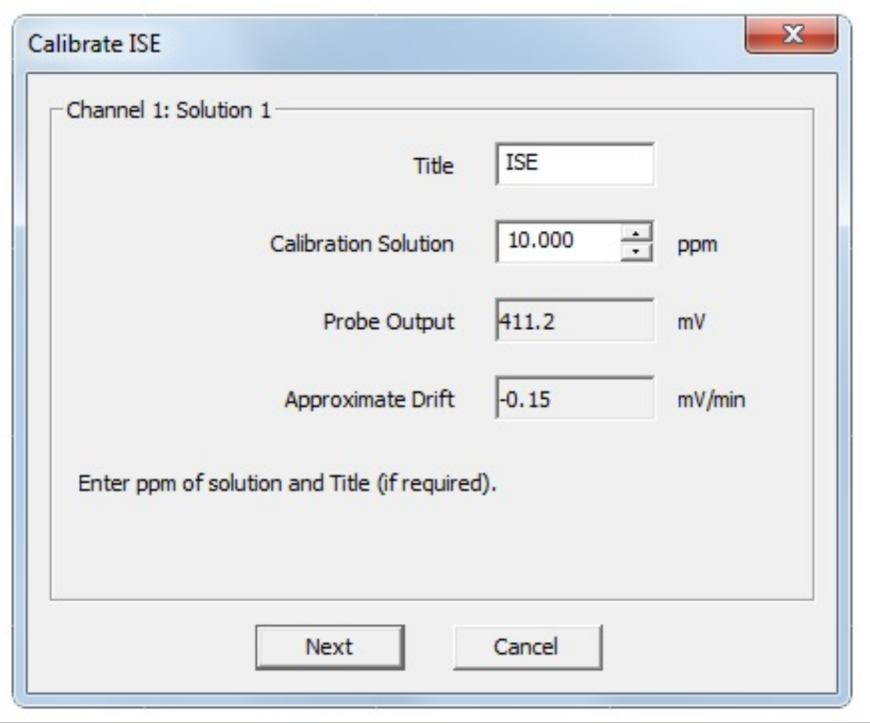
「Finish」を押します。

校正ルーチンが完了すると、詳細が保存され、最後のダイアログボックスに表示されます。これらは、校正メニューの補助校正詳細ウィンドウにも表示されます。

イオン選択電極(ISE)の校正

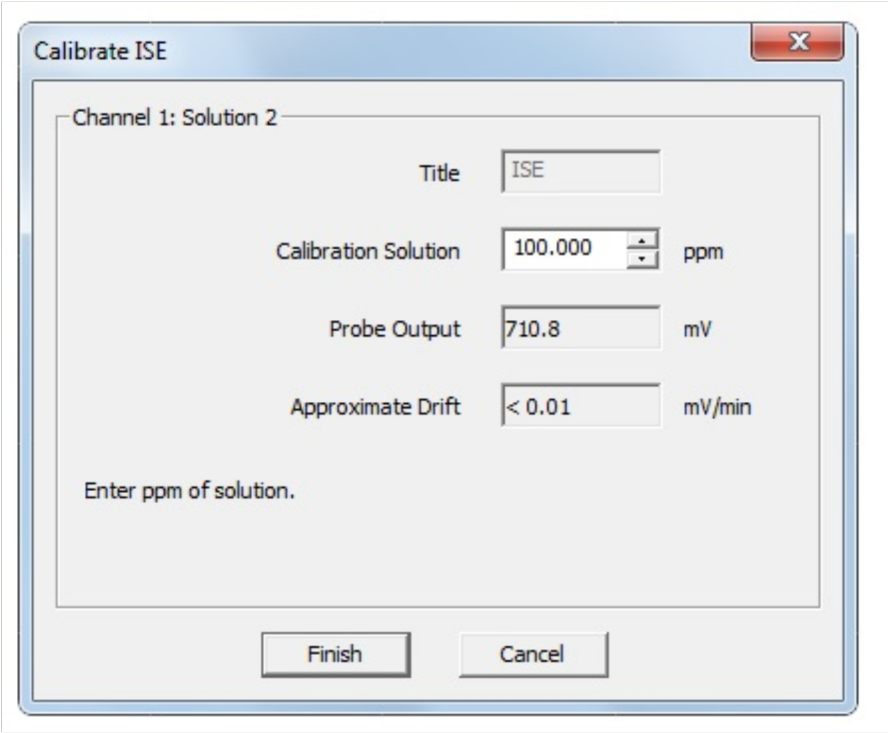
ISEチャンネルが有効になったら、Calibrationボタンをクリックすると、校正ルーチンが開始されます。

ソフトウェアはISEからの信号をすぐに分析するため、「Calibration」ボタンをクリックする前に、ISE が最初の校正ソリューションに入っていることを確認してください。



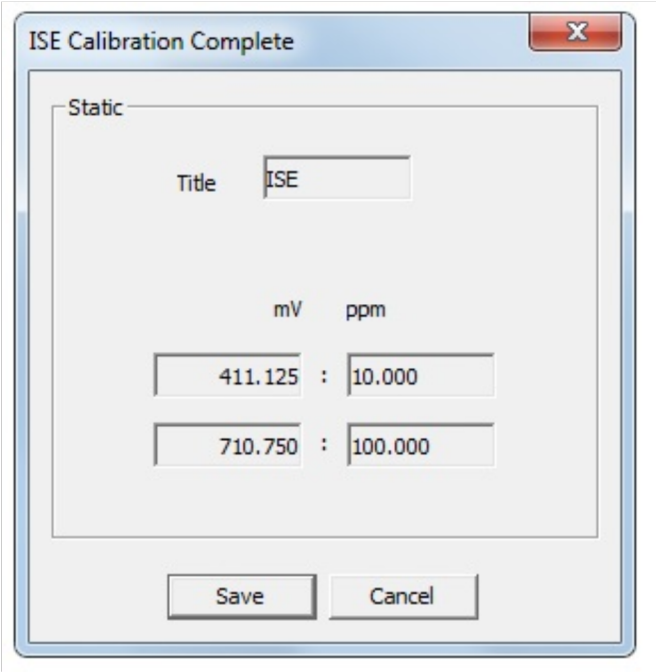
最初のダイアログウィンドウで、校正の名称を入力します。一般的には、使用するISE(イオン選択性電極)の種類を入力します。

ISEからの信号が解析されたら、「校正溶液」の入力欄に、その溶液の既知の濃度を入力します。入力後、「Next」ボタンを押し、ISEを最後の校正溶液に浸してください。



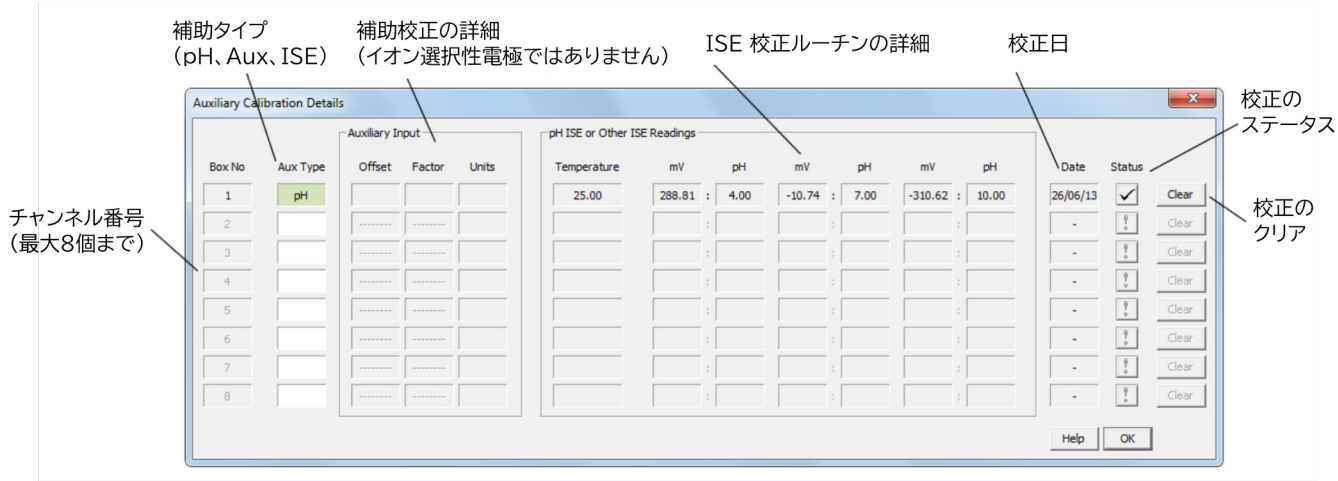
出力が安定し、ドリフトが安定して校正溶液の濃度に入ると、ソフトウェアはISEからの信号を再度分析します。終了ボタンを押して校正を終了します。

校正ルーチンが完了すると、詳細が保存され、最後のダイアログボックスに表示されます。これらは、校正メニューにある補助校正の詳細ウィンドウにも表示されます。



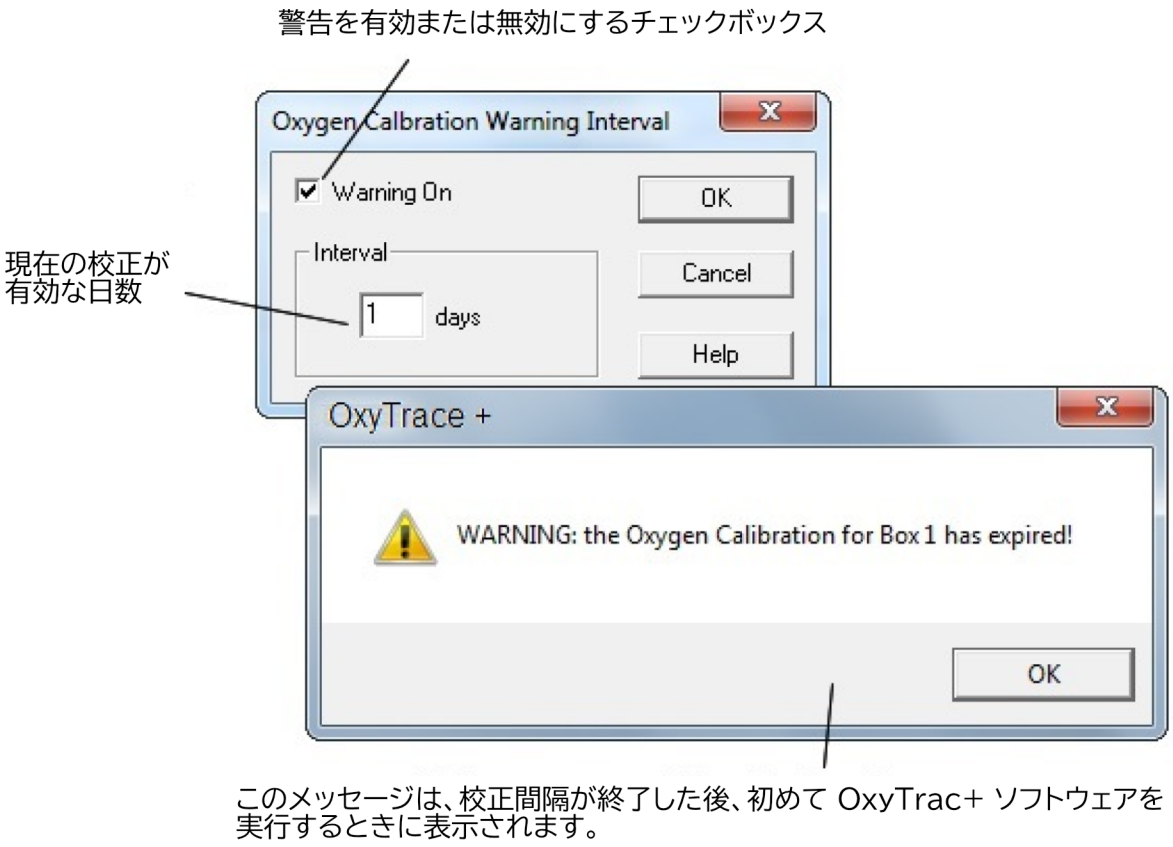
補助デバイスの校正の詳細

接続されている補助デバイスの校正の詳細を確認するには、メニュー バーからCalibration > Aux Calibration Detailsを選択します。各チャンネルの校正の詳細は、以下に示すようにダイアログに表示されます。



校正警告を設定する

装置が1日を超える長時間の測定を目的としている場合、または電極を準備してその場に残しておく場合（気相では電極が「乾燥」するため、液相電極チャンバーでのみ実行する必要があることに注意してください）、校正警告間隔を設定して、校正後所定の日数が経過した後、ソフトウェアを最初に実行したときに校正が期限切れになったことをユーザーに通知するようにすることができます。校正警告は、機器に接続されている補助デバイスに対しても同じ方法で設定できます。



堆積物が蓄積することを覚えておくことが重要です。測定を1日以上放置したディスクは、測定の開始時と終了時の動作が異なる場合があります。電極ディスクを分極したまま一晩放置するセクションを参照してください。

1.6.7 マルチチャンネルシステム

1.6.7.1 マルチチャンネル システムの概要

Oxygraph+ と Oxytherm+ コントロールユニットは両方とも、スタンドアロンシステムとして、または最大8つのコントロールユニットで構成される複雑なマルチチャンネルシステムとして動作できます。これらの制御ユニットは、USB経由でリンクされ、1台のPCで操作される両方のタイプのユニットが混在して構成されている場合があります。

Oxylab+ コントロールユニットもリンクできますが、最大2チャンネルまでです。

電極性能の違いを考慮して、マルチチャンネルシステムの各制御ユニットを個別に校正する必要があります。

マルチチャンネルシステムを実行する場合、すべてのユニットを校正する必要があります。OxyTrace+ ソフトウェアでは、校正済みと未校正の制御ユニットが存在します。

1.6.7.2 マルチチャンネルシステムのセットアップ 追加のハードウェアは何ですか？

追加のハードウェアを購入することなく、2つ以上の(システムタイプに応じて)制御ユニットをマルチチャンネル設定でリンクすることは完全に可能です。ただし、マルチチャンネルシステムのコストを削減するオプションが利用可能です。

Chlorolab 2+、Chlorolab 3+、Leaflab 2+ などのOxylab+ベースのシステムは、1つの制御ユニットによってのみデュアルチャネルシステムに拡張できます。Oxygraph+ およびOxytherm+ システムは、最大8チャンネルまで拡張できます。

Oxygraph+ 制御ユニットはほとんど電力を消費しません。その結果、OXY/PDU 配電ユニットを使用して、単一の電源から最大8つの個別の制御ユニットを実行することができます。

さらに、すべての制御ユニットの予備品や付属品のフルセットを購入する必要はありません。Hansatech Instrumentsでは、4つのコントロールユニットごとに1つのスペアおよびアクセサリーキットを購入することをお勧めします。

たとえば、4つの制御ユニットで構成されるシステムの購入方法としては、次のものが含まれます。

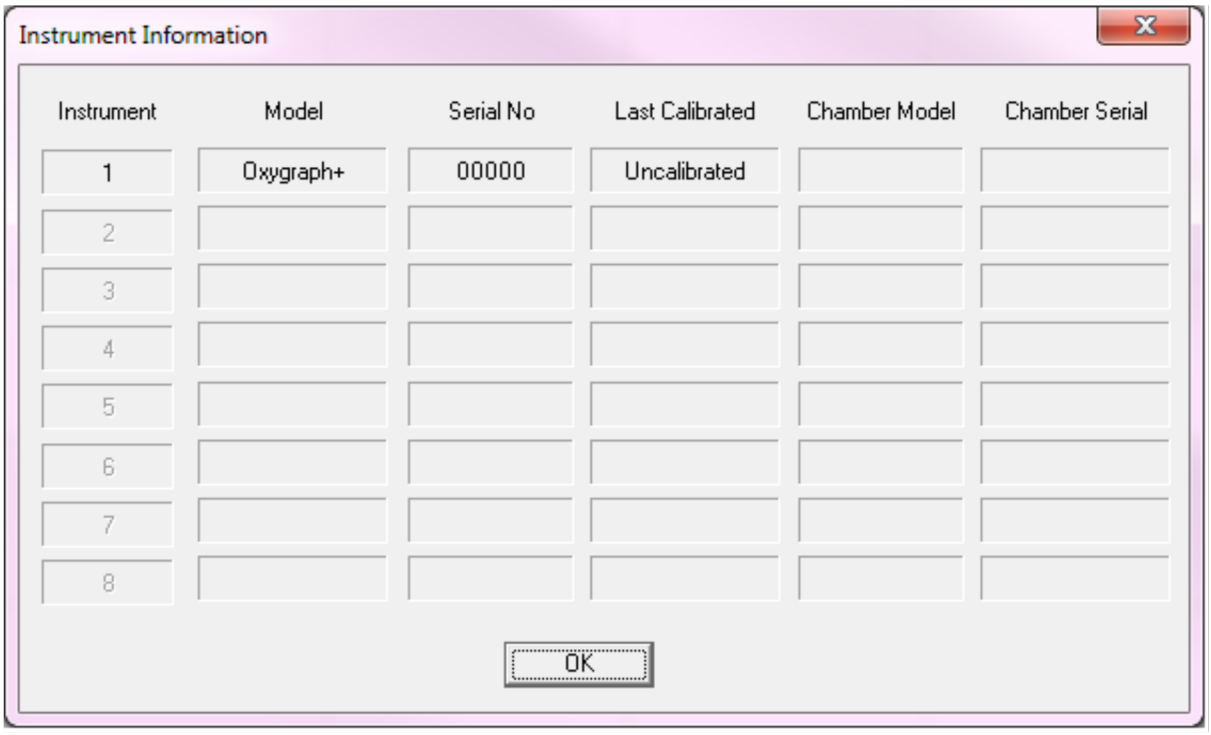
- 1 x Oxygraph+ システム一式
  コントロールユニット、DW1/AD電極チャンバー、S1電極ディスク、S1/SMB接続ケーブル、USB シリアルケーブル、A2メンブレンアプリケーター、A3トッププレートキーおよびアライメントジグ、S2/Pスターラー、S3予備反応容器、S4メンブレンのリール、S7A予備Oリング、S16電極クリーニングキット、12V電源、主電源ケーブル、およびOxyTrace+ ソフトウェアで構成されます。
- 3 x 追加チャンネル Oxygraph+ コントロールユニット
  Oygraph+ コントロールユニット x 3、12V電源ケーブル x 3、S1/SMB電極接続ケーブル x 3、および USB シリアル ケーブルが含まれます。
- 3 x DW1/AD 電極チャンバー 3 x S1 電極ディスクを含む。
- 1 x OXY/PDU 配電ユニット。

詳細については、旭光通商にお問い合わせください。

Oxytherm+ および Oxylab+ 制御ユニットは、それぞれペルチェ電極チャンバーと光源制御により、より多くの電力を消費します。したがって、電源ごとに複数のコントロールユニットを実行することはできません。

コントロールユニットのリンク

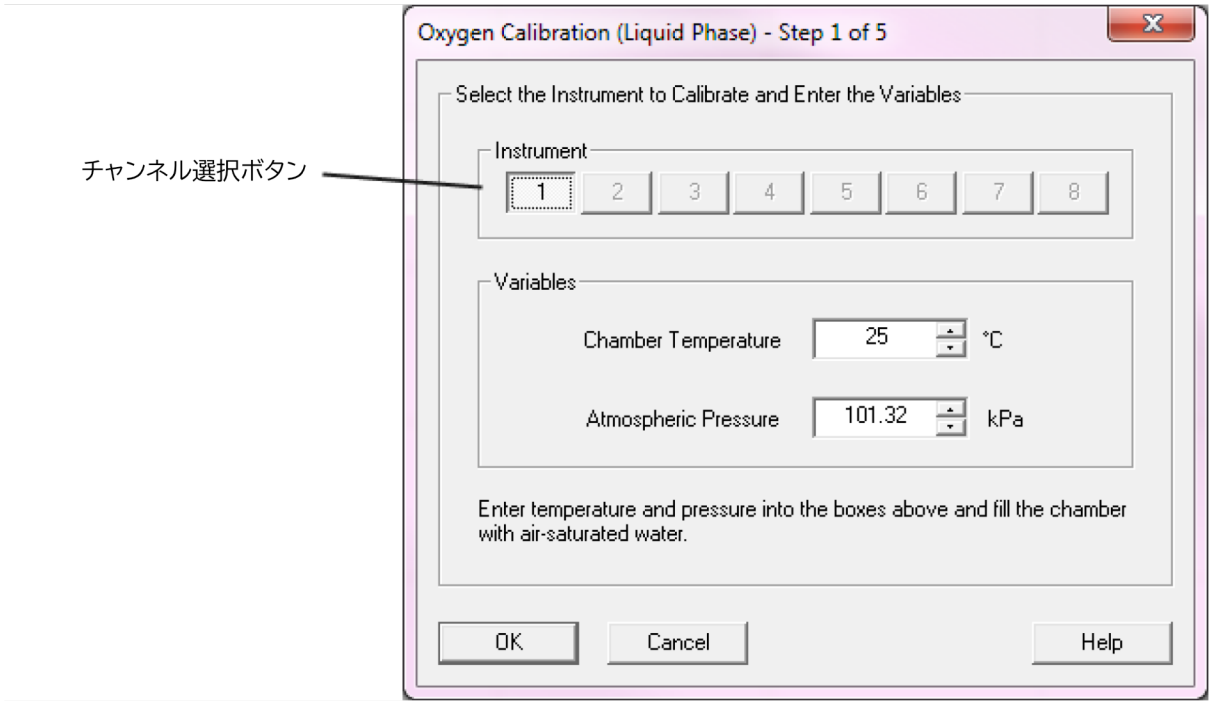
複数のコントロールユニットは、標準のUSBシリアルケーブルを介してPCに簡単に接続できます。実行したいチャネルの数と、PCに付属している利用可能なポートの数に応じて、USBハブが必要になる場合があります。OxyTrace+ を開くと、ソフトウェアはUSBケーブル経由でPCに接続されているすべてのユニットを自動的に検出します。以下に示すダイアログに、接続されている各ユニットの情報が表示されます。



ソフトウェアの実行中にユニットを追加する場合は、電源とUSBケーブルをPCに接続してユニットをセットアップし、ツールバーの アイコンを選択して、追加されたUSB制御ユニットのスキャンを開始してください。すると、新たに追加されたユニットの情報を含む上記のダイアログが再び表示されます。

1.6.7.3 マルチチャンネルシステムの使用
マルチチャンネルの校正と構成

マルチチャンネルシステム内のすべての制御ユニットは個別の制御ユニットとして扱う必要があり、同時に校正または構成することはできません。チャネル固有の機能には、アクションを実行する必要なチャンネル番号を選択する機能があります。たとえば、次の図は液相校正ダイアログを示しています。チャンネル選択ボタンにより、個々の制御ユニットを個別に選択および校正できることに注意してください。

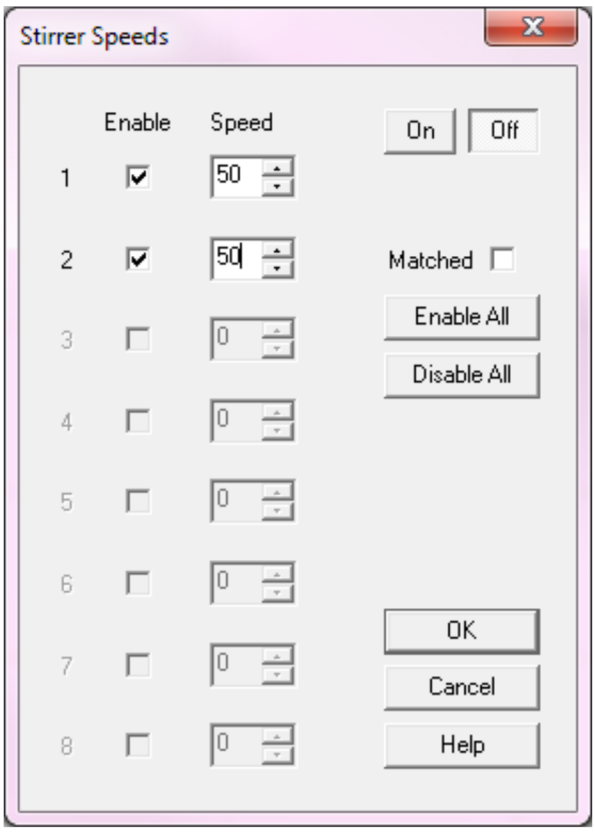


マルチチャンネル撹拌

マグネチックスターラー制御ダイアログを使用すると、個々の制御ユニットのマグネチックスターラーを個別にまたは単一の制御下で共通に操作および設定できます。

マルチチャンネル

マルチチャンネルシステムを使用している場合は、次のダイアログが生成されます。



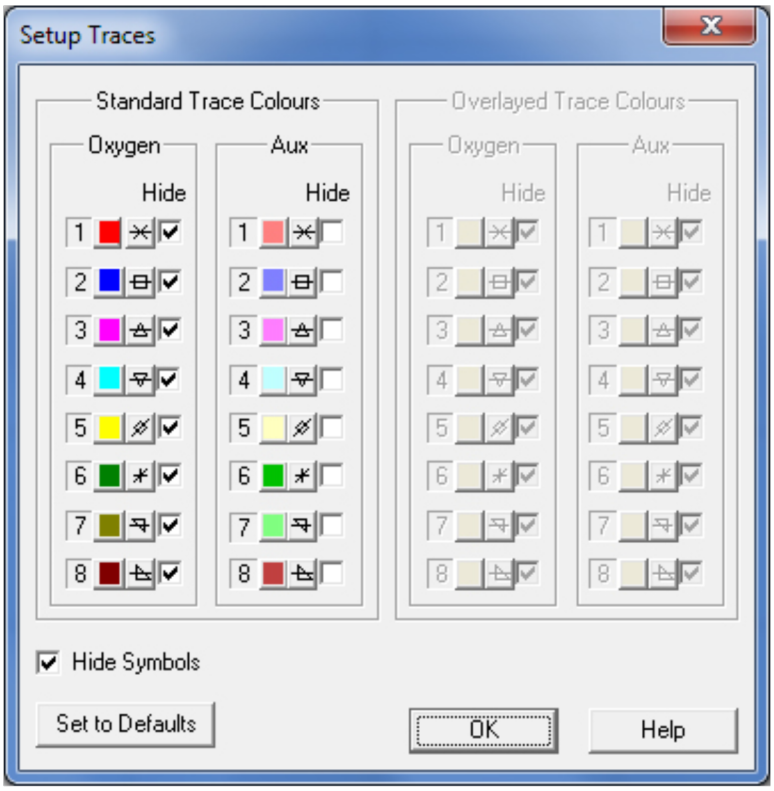
Enableチェックボックスを使用すると、必要なスターラーを個別に選択できます。あるいは、Enable AllまたはDisable allを使用して、使用するスターラーをすばやく選択することもできます。

Matched機能を使用すると、すべてのスターラーを同じ値にすばやく設定できます。これを押すと、最初のチャンネルを除く他のすべてのチャンネルのSpeedセクションがグレー表示され、このボックスがマスター速度として使用されます。このボックスに入力された速度は、利用可能なすべてのチャンネルに対して更新されます。

撹拌機の速度を設定した後は、OnまたはOffボタンで撹拌機のオン/オフを切り替えることができます。また、ツールバーの アイコンを押すことでも、素早く撹拌機のオン/オフを切り替えることが可能です。

マルチチャンネルデータ表示

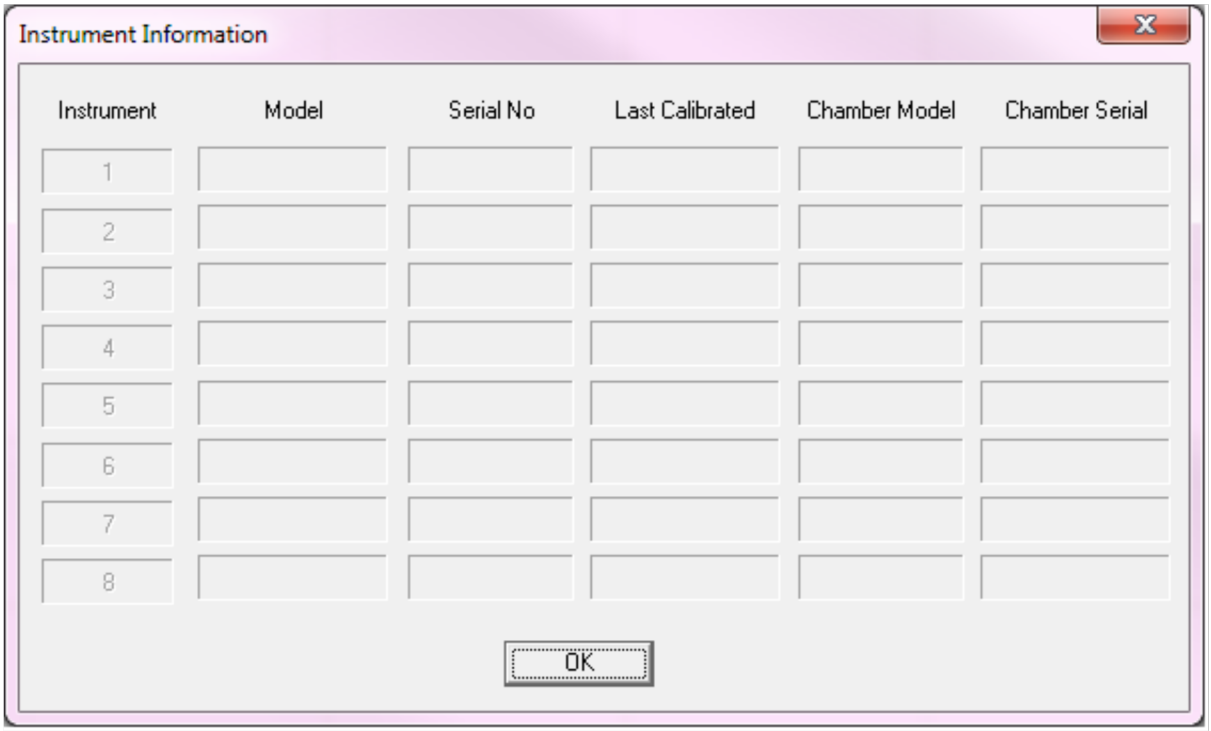
各コントロールユニットは、OxyTrace+ グラフ画面上に2つの別々のトレースを記録およびプロットすることができます。電極ディスクから記録された酸素信号に加えて、0～4Vの補助信号もプロットできます(補助信号の記録の詳細については、ここをクリックしてください)。これは、マルチチャンネルシステムでは、1画面あたり最大16個のトレース(最大8つの各コントロールユニットからの2つの信号)をプロットできる可能性があることを意味します。このため、以下に示すウィンドウから色とデータポイントのスタイルに従って信号を区別するために、すべてのトレースをカスタマイズできます。



1.7 オキシグラフ + システムのトラブルシューティング

1.7.1 コントロールユニットと PC 間の通信の問題

OxyTrace+ を開くときにコントロールユニットが見つからない場合は、次のダイアログが表示されます。



上記のダイアログが表示された場合は、以下の手順に従ってください。

- コントロールユニットが電源に接続されており、ユニット前面のⓘシンボルが点滅していることを確認してください。
- コントロールユニットとPC間のUSB接続を確認してください。USBハブを使用している場合は、最新のドライバーがインストールされていることを確認してください。
- USBハブを使用している場合は、コントロールユニットをPCのUSBポートに直接接続し、ソフトウェアを再起動してみてください。

それでも通信の問題が解決しない場合は、旭光通商までお問い合わせください。

1.7.2 ボックステスト

1.7.2.1 コントロールユニット診断ツール

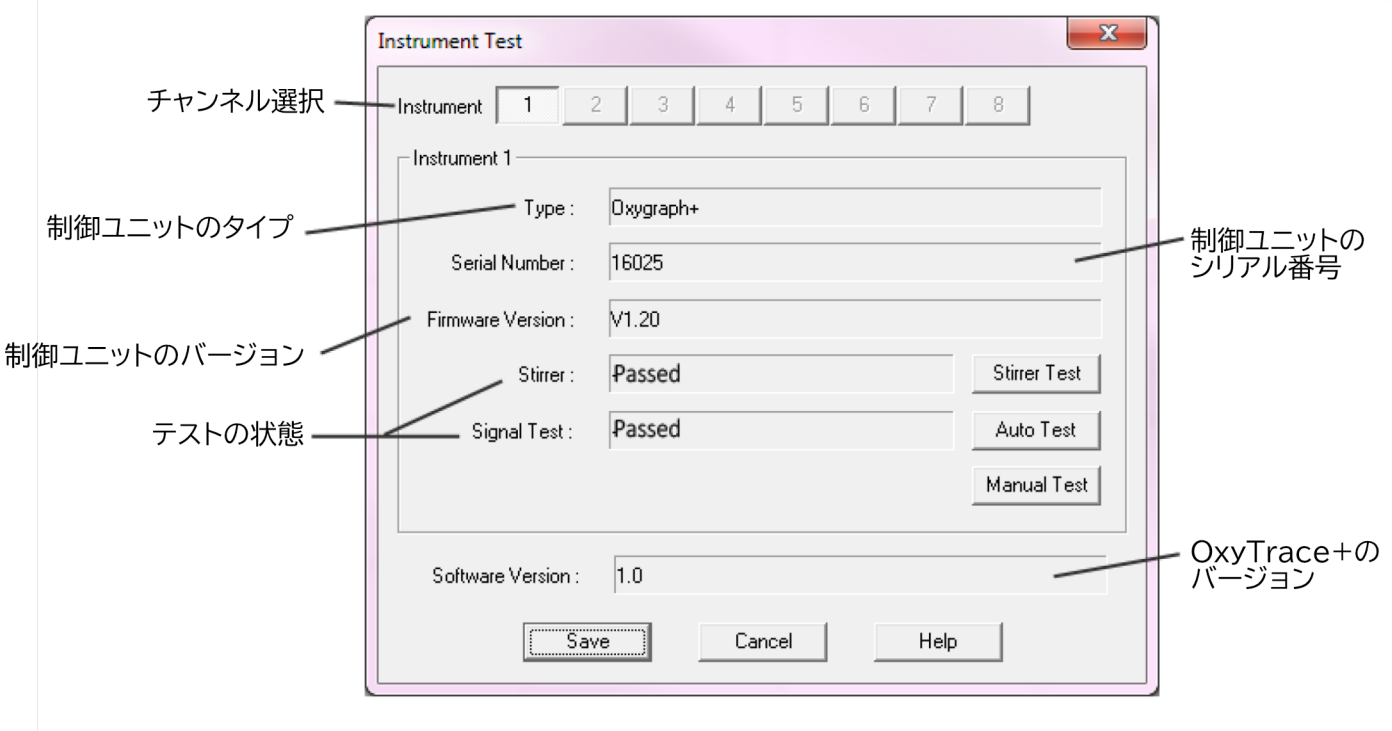
信号のドリフトや不安定、システムの規模の過大または過小、酸素分圧の変化に対する応答の欠如など、電極システムに問題が発生した場合は、障害の原因となっているシステムの領域を隔離する必要があります。電極システムは基本的に、故障が発生する可能性がある 3 つの主要領域で構成されています。

- コントロールユニット
- 電極ディスク

- 接続ケーブル

これらの領域を段階的に個別にチェックすることで、障害を比較的簡単に診断できます。

OxyTrace+ には、制御ユニットの電子機器が仕様内で機能していることを確認するために、制御されたパラメーターを使用して制御ユニットに一連の診断テストを実行できる機器テスト機能が搭載されています。この機能には、メニュー バーからHardware > Instrument Testを選択することでアクセスできます。

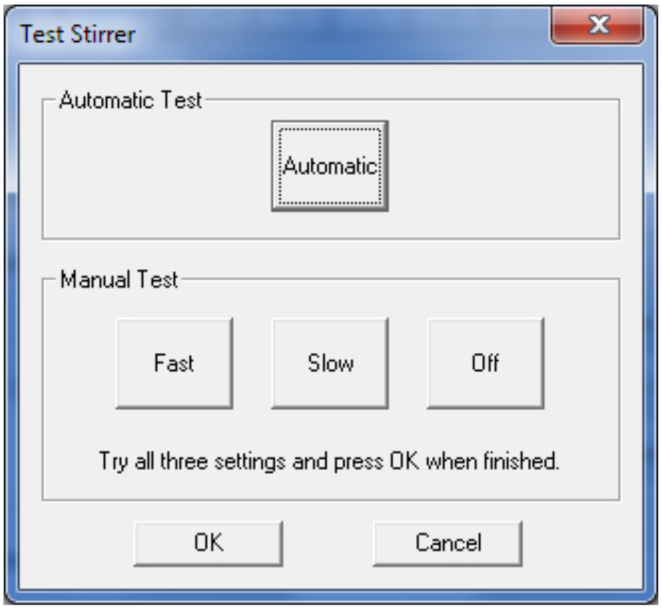


このウィンドウから2種類のテストが起動されます。

- スターラーテスト
- 信号テスト

いずれかのテストステータスボックスに「Failed」と表示された場合は、旭光通商にお問い合わせください。

1.7.2.2 スターラーテスト



スターラー テスト診断により、マグネチックスターラーの機能をテストできます。スターラーテスト診断には2つの機能モードがあります。

- 自動テストモード
- マニュアルテストモード

Automatic Testを選択すると、OxyTrace+ はスターラーを3つの異なる速度に設定します。オフ、低速、高速。各速度で、OxyTrace+ では、スターラーがオフであるか、適切な速度で回転しているかを確認するためにユーザー入力が必要です。

手動テストモードでは、Test Stirrerダイアログの下部にある3つのボタンのいずれかをクリックすると、スターラーの機能を検証できます。

1.7.2.3 信号テスト

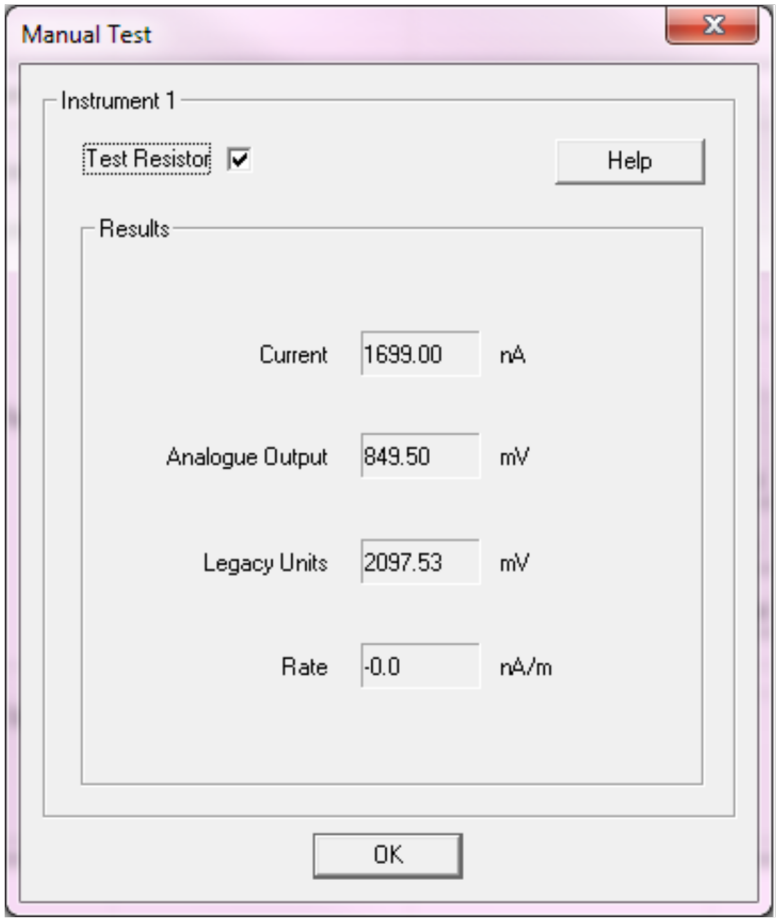
信号テスト診断により、電極制御ユニット内の信号処理電子機器をテストできます。信号ドリフト、過度のノイズ、または予期しない信号レベルが記録されている状況では、信号テスト診断により、コントロールユニット自体に真の問題があるかどうかを示すことができます。

信号テストでは、テストを開始する前に、電極ディスクと電極接続ケーブルの両方をコントロールユニットの背面から外す必要があります。

信号テスト診断では、テスト抵抗を使用して、エアラインでの理想的な電極ディスク応答(約2049mV)を再現します。信号テスト中に、OxyTrace+ はコントロールユニットをさまざまなレベルのゲインに設定してバックオフし、信号レベルがそれに応じて応答することを確認します。

手動テスト

以下の図は、ボックステストオプションから手動テストが選択された場合に表示される手動テストダイアログを示しています。ダイアログには、ボックスからの信号が電流(nA)と従来の単位(mV)で表示されます。アナログ出力は、コントロールユニットの背面にあるフォノコネクタを介して出力される信号レベルです。



まず、Test Resistorのチェックボックスにチェックが入っていることを確認してください(上記参照)。この機器のテスト診断機能では、テスト抵抗を使用して、エアライン(空気供給ライン)接続時の理想的な電極ディスクの応答を再現します。

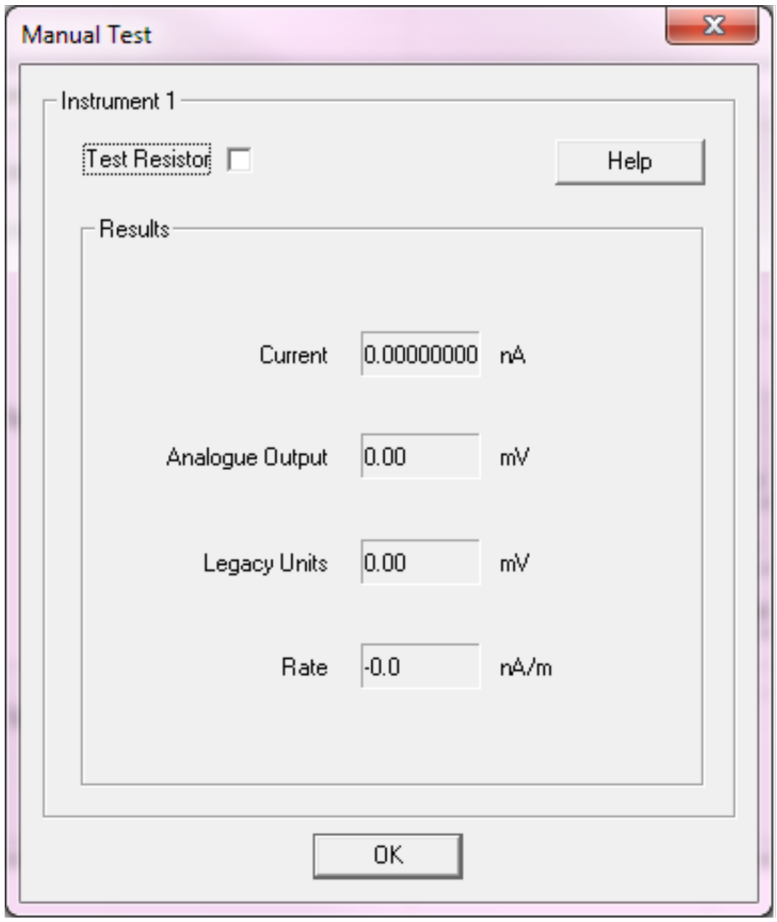
数分間放置して状態を安定させると、以下のような数値が確認できます。

電流:約1700nAで安定した信号を示すはずです。

アナログ出力: コントロールユニットの背面にあるフォノコネクタを介して出力される信号レベル。

従来のユニット: この信号レベルは 2000 ～ 2100mV の間で安定している必要があります。

この情報が存在し、正しい場合は、「Test Resistor」ボックスのチェックを外し、ユニットを数分間放置して安定させると、以下のような信号レベルが表示されます。



これで、すべての信号レベルが0に近い数値で安定するはずです。

上記が当てはまり、信号レベルが安定していて記載の範囲内にある場合は、機器が完全に動作し、ドリフトが発生していないことが保証されます。

そうでない場合は、旭光通商にお問い合わせください。

自動テスト

Auto Testが選択されている場合、OxyTrace+ は、事前定義された一連のゲインおよびバックオフ条件を使用して信号テストを実行し、それらの設定に基づいて結果を自動的に記録します。結果がメーカーのガイドライン内に収まる場合、信号テストは合格となります。テストが失敗した場合は、旭光通商に問い合わせて、この状況に関するさらなるアドバイスを求めてください。

1.7.3 電極ディスク診断ツール

信号ドリフトの考えられる原因

- 電極の準備が不十分です。膜とスペースペーパーが適切に適用されていない場合、つまり電極ドームの膜層が特に不均一である場合、膜とカソードの間に閉じ込められた電解質の障壁が不安定になるため、信号が不安定になる可能性があります。電解質層が厚い領域では、電解質層が正常な領域よりも酸素が白金陰極まで拡散するのに時間がかかります。電極の正しい準備の詳細については、「電極の準備」セクションを参照してください。
- 電極の取り付けが不適切。電極を電極チャンバーのベースに取り付けるときに、ベースリングをきつく締めすぎると、膜がドームの上部にまで伸びてしまいます。これにより、PTFEの細孔が引き伸ばされ/拡大されるため、膜を通ってカソードへの酸素拡散ポテンシャルが高くなります。膜が弛緩し始めると、酸素が膜を通って白金陰極に拡散する速度が低下し、その結果信号が下向きにドリフトします。
- 温度管理。チャンバーが正しく温度制御されていない場合、または空気飽和水のサンプルが正しい測定温度に事前に平衡化されていない場合、信号ドリフトが発生します。
- ディスクの状態。ディスクが清掃されていない場合、分極時に電極ディスク上で起こる電気化学反応の副産物である堆積物が銀アノード上に存在する可能性があります。最初の例では、塩化銀の茶色の堆積物が存在する可能性があります。この堆積物は導電体であり、電極ディスクの感度を向上させる可能性があるため、場合によっては望ましい場合があります。ただし、時間が経つと、酸化銀の黒い堆積物が蓄積する場合があります。この堆積物は電気絶縁体であるため、電気化学が起こるために利用できる銀の表面積が減少します。最悪の場合、ディスクの応答時間に大きな影響が出る可能性があります。電極ディスクの洗浄手順の詳細については、「電極のメンテナンス」セクションを参照してください。
- 電極ディスクの損傷。ディスクが正しくメンテナンスされていない場合、またはディスクに真の欠陥がある場合、信号のドリフトは、上記の問題よりも永続的な問題を示している可能性があります。

それでも信号がドリフトする場合は、旭光通商にお問い合わせください。

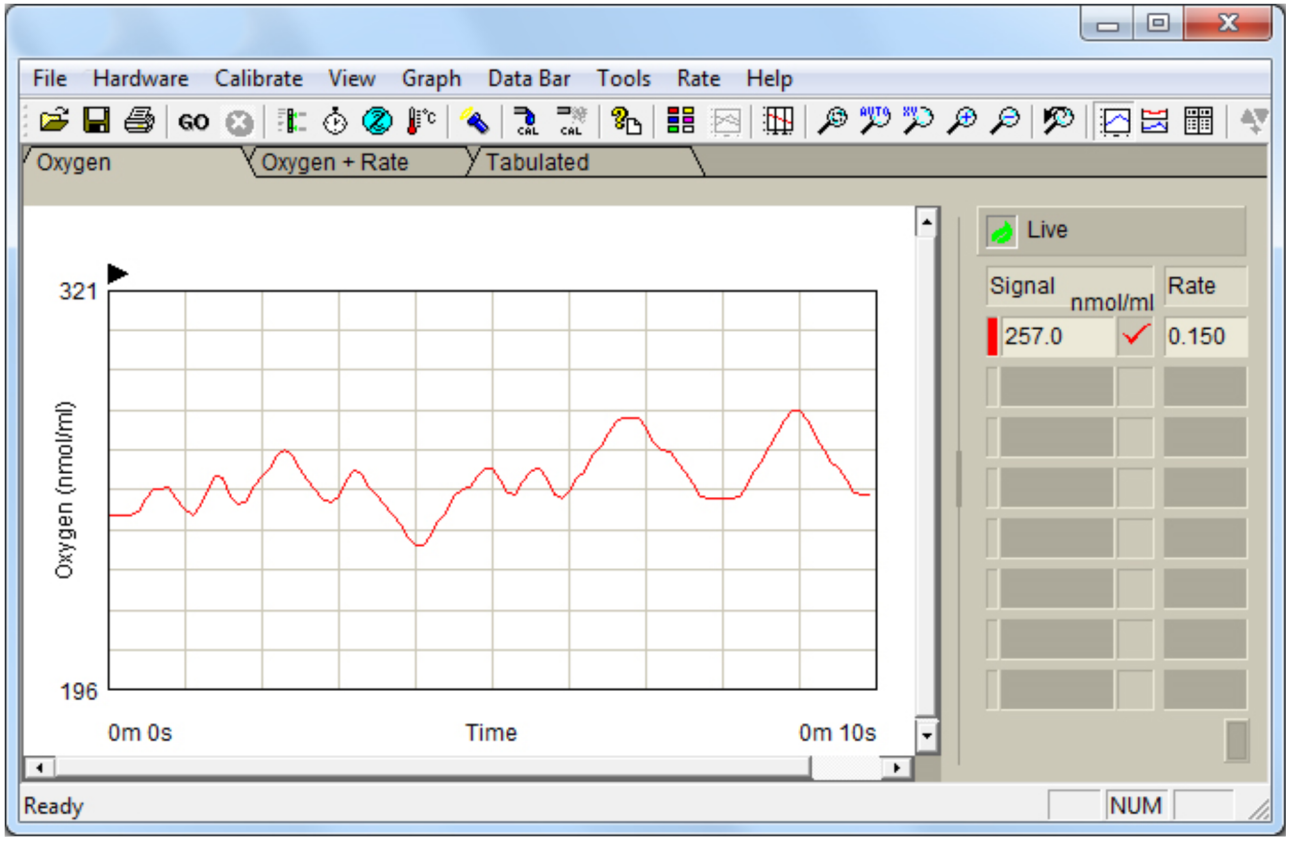
液相校正のゼロ酸素段階中に電極信号が増加します

液相校正のゼロ酸素段階で、亜ジチオン酸ナトリウムの添加後に電極信号が正しく減少するという問題がいくつかありました。ただし、信号は低いプラトーに到達する代わりに、元のエアレベルを超えて増加し始めます。このような場合、亜ジチオン酸ナトリウムは有効期限を過ぎており、効果がなくなっている可能性が高くなります。

新しい亜ジチオン酸ナトリウムを使用するか、窒素ガスを使用して校正を繰り返して酸素信号がゼロになるようにしてください。問題が解決しない場合は、旭光通商にお問い合わせください。

過度な信号ノイズの原因について

信号にノイズが混入する場合、前述のセクションで説明した問題が原因である可能性があります。前述のガイドラインに従って、電極ディスクを確認してください。それでもノイズが解消されない場合は、旭光通商までお問い合わせください。



1.7.4電極接続ケーブルの断線または電気的短絡の確認

接続ケーブルに断続的な短絡(ショート)がある場合、トレース上では、信号が急激に最大値まで上昇し、その後プラトー(平坦な状態)になる様子が確認されます。「Instrument Summary」ウィンドウ Hardware > Instrument Summaryで電極ディスクからのmV信号を確認すると、プラトー状態にあるとき、信号が4095mVでオーバースケール(上限値に達した状態)になっていることがわかります。

信号がそのレベルのまま変化せず、かつ電極ディスクや制御ユニットの不具合が除外されている場合、接続ケーブル内で完全な短絡(デッドショート)が生じている可能性があります。一方、信号が一時的にそのレベルにとどまるだけで、ケーブルを動かすと信号が復帰する場合は、ケーブルの断線に起因する断続的な短絡が原因である可能性があります。

また、マルチメーターを使用して接続ケーブルの導通確認(バズアウト)を行うことも可能です。