

FireSting 酸素モーター 取扱説明書



書類 3.08 版

Pyro Oxygen Logger ソフトウェアバージョン >3.3

FireSting O2 日本語取扱説明書は

ビー・エー・エス株式会社で作成

営業 E-mail: sales@bas.co.jp

HP: <https://www.bas.co.jp/>

東京営業所：〒131-0045 東京都墨田区押上 1-36-6

電話: 03-3624-0331、FAX: 03-3624-3387

大阪営業所：〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-7-18 アストロ新大阪ビル 4F

電話: 06-6308-1867、FAX: 06-6308-6890

目次

1	概要	4
2	安全性のガイドライン	5
3	<i>Firesting</i> メーターの紹介	7
4	ソフトのインストール方法	8
5	光学酸素、温度センサー	9
5.1	酸素センサータイプ	9
5.2	センサーの接続法	10
5.3	センサーの洗浄と保守	10
6	ソフト“ <i>Pyro Oxygen Logger</i> ”	12
6.1	設定(Settings)	12
6.1.1	チャンネルタブ：光学酸素センサー	13
6.1.2	チャンネルタブ:光学温度センサー	16
6.1.3	温度タブ	16
6.1.4	オプションタブ	17
6.2	メイン画面	18
6.2.1	チャートレコーダ	19
6.2.2	警告	21
6.2.3	測定とロギング	22
6.3	オーバービュー(Overview)	26
6.4	データファイルパネル	27
7	“センサーの校正	28
7.1	光学酸素センサー校正手順	29
7.1.1	校正モード：工場出荷(Factory)	31
7.1.2	校正モード：外気での一点校正(1-Point in Ambient Air)	31
7.1.3	校正モード：水中での一点校正(1-Point in Water or Humid Air)	33
7.1.4	校正モード：外気での二点校正(2-Point in Ambient Air)	35
7.1.5	校正モード：水中での二点校正 2-Point in Water or Humid Air	37
7.1.6	カスタムモード(Custom Mode)	40
	高度な調整	43
7.2	光学温度センサー校正	44
8	酸素校正標準	46
8.1	空気校正標準(Air Calibration Standard)	46
8.1.1	外気	47
8.1.2	水蒸気飽和空気	47
8.1.3	空気飽和水	47
8.2	0%標準(0% Standard)	48

8.2.1	強還元剤混和の水.....	48
8.2.2	窒素ガス飽和の水.....	48
8.2.3	窒素ガス	48
9	非接触センサーの校正	50
9.1	校正手順.....	50
9.2	手動バックグラウンド補正	50
10	温度測定.....	52
10.1	外付け温度センサー (PT100)	52
10.2	内蔵温度センサー	52
10.4	自動温度補正.....	52
11	アナログ出力と自動モード	54
11.1	アナログ出力.....	54
11.2	自動モード	56
11.3	高度な自動モード	57
12	付則.....	58
12.1	<i>FireSting O2</i> の仕様.....	58
12.2	拡張ポート X1.....	59
12.2.1	接続端子 X1(電源、デジタルインターフェース、アナログ入力).....	59
12.2.2	接続端子 X2(アナログ出力).....	63
12.3	問題解決法	64
12.4	測定原理.....	65
12.5	複数の <i>FireSting O2</i> を並行して操作	66
12.6	酸素ユニットの定義.....	67
12.7	酸素溶解度表.....	69
12.8	センサーコードの説明	70
12.9	<i>Firesing O2</i> 用各種センサー	72

1 概要

1、2、または4チャンネル付きのコンパクトなPC-対応の光ファイバー酸素メーター**FireSting O2**は、光ファイバー酸素センサー付き高精度酸素センサーの新基準となる、数種の革新的な技術改良を一体化した製品です。**FireSting O2**は新しい酸素標識剤を使った近赤外における赤色光励起と寿命の検出に基づく、新しく斬新な測定原理を使用しています(**REDFLASH**技術の詳細は付則12.4に記載)。**FireSting O2**は多機能酸素メーターで、

- ・ 気相と水相中での測定が可能、
- ・ マイクロセンサー、ミニセンサーまたは丈夫なミニプローブなど数種のサイズを含む光ファイバーベースのセンサーと一緒に使用、
- ・ スポットセンサー、フローセルまたはバイアルセンサーなど非接触センサーと一緒に使用、
- ・ 汎用センサーと低濃度酸素センサーと一緒に使用できます。

FireSting O2は、正確かつセンサー校正が容易、酸素測定の自動圧力補償のため、大気圧と湿度センサーを搭載しています。さらに、**FireSting O2**は4つのアナログ出力と酸素測定の自動温度補償の外部温度センサー用の組み込み温度ポートを備えています。全ての酸素チャンネルに対して、独立した温度補償が必要な場合、USB駆動の温度拡張モジュールTeX4がスマートドッキング構造によって**FireSting O2**の下に固定することができます。ユーザーフレンドリーな**Pyro Oxygen Logger**ソフトウェアは、マルチチャンネルシステムとして並行していくつかの**FireSting O2**メーターの動作を可能にします。

FireSting O2は広範囲な濃度、試料の種類、空間範囲、で酸素を測定するための多用途な応用が可能です。この多目的酸素メーターは微量試料用のマイクロセンサー測定や、沈殿物、バイオフィーム、土壌などのような半固体試料中の深度—解析が可能な酸素マイクロ勾配の検出に役に立ちます。同じ酸素メーターを使って、長時間測定のためにミニセンサー、丈夫なミニプローブあるいはスポットセンサーを使用して、空気中あるいは水中環境における酸素濃度もモニターできます。

これら製品の更なる情報は <http://www.bas.co.jp/firesting.html> からご確認ください。

あるいは sales@bas.co.jp に連絡下さい。

最先端技術を伴った高精度で高解像度の酸素を測定するために必要なサービスを提供致します。

2 安全性のガイドライン

FireSting O2は高精度、高解像度な酸素測定のため、光ファイバー酸素センサーと共に使用する実験機器です。**FireSting O2**の最適な性能を保証するため、以下の操作手引きと安全性ガイドラインに従って使用下さい。

もし何か問題または損傷が起きるようであれば、直ちに機器の電源を切り、使用も止め、修理あるいは保守サービスのため、ビー・エー・エス社サービスに相談して下さい。**FireSting O2**は使用方法が分からない人が操作しないようにして下さい。

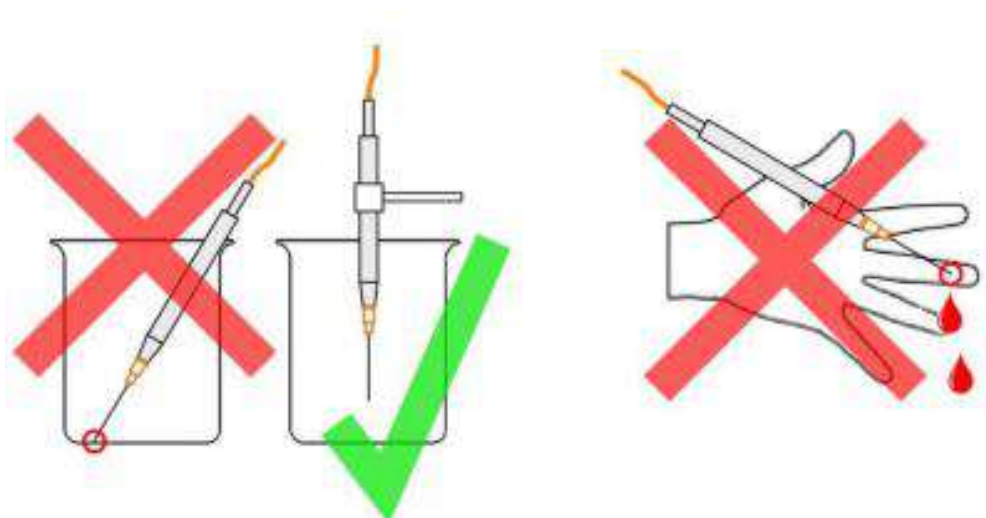
注意：使用者が筐体を開けたり、改造したりすると保証の対象外となります。装置内部部品は補修用には用意していません。

FireSting O2とセンサーは室温で、装置の湿気、ほこり、腐食、過熱を避け、乾燥し、清潔な場所で、子供たちの手の届かない安全な場所に保管して下さい。この装置とセンサーは医療、軍事、そして他の安全関連領域の使用は対象外です。医療（人の生体実験、人の診断、あるいは治療目的）目的に開発されていません。これは以下の操作手順と安全性ガイドラインに従った資格のある人が実験室で使用して下さい。

事故防止のための保護実験法令、国内保護実験法令、安全規制、測定中に使用される化学物質の取扱書による安全データシートに従った EEC の安全への適切な法律とガイドラインに従って下さい。

センサーの補正、データの取得、データ進捗、そしてデータ公開は使用者の責任で行って下さい。

野外での使用には、環境状態（高湿度、ほこり、直射日光のような）では **FireSting O2**の損傷あるいは干渉を引き起こすかもしれません。使用者の責任でご使用下さい。



注意：

FireSting O2とセンサーを使用する前に、酸素メーター**FireSting O2**の仕様書と使用手法をよくお読み下さい。

問題や危険が発生した場合には装置の接続を切り、それ以上の使用を避けて下さい。すみやかにビー・エー・エス社へご連絡下さい。使用者が筐体を開たり、改造すると保証の対象外となります。装置内部部品は補修用には用意していません。

FireSting O2は防水性ではないので、腐食、温度変化による結露は避けて下さい。50℃以上での装置の加熱が引き起すあらゆる条件（直射日光）を避けて下さい。

保護キャップを外した後のセンサーのお取扱いは十分に注意して下さい。センサーチップは繊細なので、負荷をかけないようにご注意下さい。ファイバーケーブルを強く曲げない様にご注意下さい。ニードルタイプセンサーの損傷には十分にご注意下さい。

センサーの補正と応用は、データの収集、処理、そして公開と同様に、使用者の責任でご使用下さい。

センサーと酸素メーター**FireSting O2**は医療、軍事目的、あるいは他の安全を損なうような使い方には対応していません。

このセンサーはこの取扱説明書に従って、安全に使って頂くために適切な法律と安全ガイドラインに従って、資格所有者が実験室においてご使用下さい。

子供たちの手の届かない所にセンサーと酸素メーター**FireSting O2**を保管して下さい。

3 Firesting メーターの紹介

FireSting O2は、すべての領域で測定可能な酸素センサーに適合性をもつ、多重目的酸素計です。

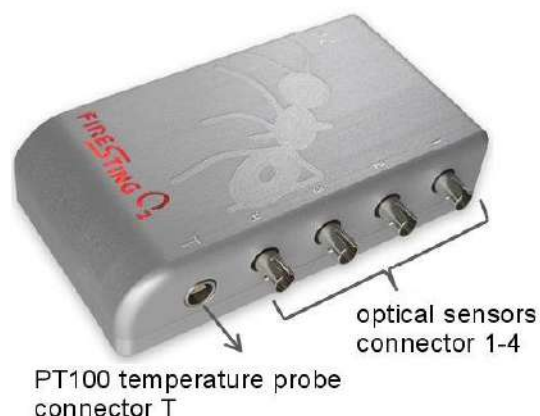
- ・ マイクロセンサーとミニセンサー（可動ニードルタイプ、固定ニードルタイプ、またはファイバータイプ）、
- ・ 頑丈なミニプローブ、そして
- ・ 非接触センサー（スポットセンサー、バイアルセンサー、フローセル）

センサーは全領域（0-100% O₂）と微量領域(0-21% O₂)に対応しています。この光検出技術は独特の **REDFLASH(酸素感受性)標識剤**に基づいています。この技術は赤色光の励起と近赤外の寿命の検出を使用しています（詳細は付則 12.4 に記載）。REDFLASH(酸素感受性)標識剤は優れた明るさを示し、それらの赤色光励起は生物系へのストレスと自己蛍光が引き起こす干渉を著しく減少させます。

FireSting O2は実験室での測定のために1、2あるいは4チャンネルを備えた高精度、コンパクトな PC-対応の光ファイバー酸素計です。さらに、酸素測定の自動温度補正ができるように光学温度センサーを接続できます。外部温度プローブ PT100 を接続することにより、光学温度センサーの校正、酸素の測定の自動温度補正ができます。**FireSting O2**は micro-USB を介して、Windows OS を搭載した PC/タブレットと接続して動作します。付属の制御ソフト **Pyro Oxygen Logger** は快適な校正と記録機能を備えています。

FireSting O2は色々な環境で使用が可能ですが、しかし実験室レベルの装置として設計されています。もし野外で使用する場合には、加熱、湿気、腐食から **FireSting O2** を保護して下さい。

FireSting O2は最大4つの光ファイバー酸素センサー用のコネクタ、右側パネル上の1、2、あるいは4チャンネル（S1~S4）と1つの温度センサー用コネクタ（T）が付属しています。左側パネルには micro-USB-コネクタによる電源供給と PC 接続を行います。その右側には電源とデジタルインターフェース（7-pin）用のコネクタ X1 とアナログ取出し（5-pin）用の X2 があります。穴は内蔵の温度センサー、圧力センサー、湿度センサー用の通気孔として機能します。内蔵センサーへ自由に空気循環を確保するため、これらの穴をふさがないようにして下さい。



4 ソフトのインストール方法

重要: **Pyro Oxygen Logger** ソフトを自分の PC にインストールする前に **FireSting O2** を接続してはいけません。このソフトが適切な USB-ドライバーを自動的にインストールします。

システムの必要条件:

- PC は Windows 7/8/10 と空きスペース最低 700 MB
- **FireSting O2** 装置はファームウェアバージョン 3.30 であること

インストールステップ

- 装置に同梱されている **Pyro Oxygen Logger** のインストールソフトが入っている UBS メモリーを PC に接続します。
- インストーラーを起動して、インストールを開始します。
- micro-USB ケーブルで **FireSting O2** を PC に繋ぎます。赤のロゴが短くフラッシュし、酸素計が正しくスタートしたことを知らせます。

正しいインストールの後、新しいプログラム”**Pyro Oxygen Logger**”がスタートメニューに追加され、ショートカット”**Oxygen Logger**”が PC 上に表われます。

5 光学酸素、温度センサー

光学酸素、温度センサーの概略について説明します。

5.1 酸素センサータイプ

センサータイプ	モデル	検体	応用
Robust Probes	OXROB3	O2	攪拌水、ガスおよび半固体試料
	OXROB10	O2	
Retractable Needle-Type	OXR50	O2	水、ガス、半固体サンプル - プロファイリング、少量、セプタ用
	OXR230	O2	
	OXR430	O2	
	TPR430	Temp.	
Fixed Needle-Type	OXF50	O2	ガス&水 - 気密容器、ポートを介したセンサー挿入
	OXF1100	O2	
	TPF1100	Temp.	
	OXF500-PT	O2	ガス気密容器、穿刺セプタム、梱包材
	OXF900-PT	O2	
Bare Fiber Sensors	OXB50	O2	水、ガスおよび半固体サンプル - カスタム容器
	OXB230	O2	
	OXB430	O2	
Solvent-Resistant Probes	OXSOLV	O2	認可された極性および非極性溶媒
	OXSOLV-PTS	O2	

センサータイプ	モデル	検体	応用
ナノプローブ	OXNANO	O2	水溶液 - マイクロ流体、培養、酵素反応
センサースポット	OXSP5	O2	水およびガス* - 透明な窓付き密閉容器での測定
	TPSP5*	Temp.	
吸引バイアル	OXVIAL4	O2	水およびガス - 閉じたバイアル、呼吸/純光合成速度の測定
	OXVIAL20	O2	
	TOVIAL4	Temp. & O2	
	TOVIAL20		

フローセル	OCFTC	O2	水とガス*はセルを介してポンプ輸送
	OCFTC2	O2	
	TPFTC*	Temp.	
	TPFTC2*		
	TOFTC2*	Temp. & O2	

温度補償に対応する非接触 O2 センサーと組み合わせたガス測定のみ

5.2 センサーの接続法

光ファイバー酸素センサー(ニードル型のマイクロ、ミニセンサーとファイバータイプ)と非接触型センサー(スポット、フロー、バイアル)で使うスポットファイバーのオスのファイバープラグ付き **FireSting O2** (1 to 4)の STコネクタに接続します。まず、**FireSting O2**のセンサー (図を参照) とソケットの両方のプラグから保護キャップを外します。



温度補償のための対応する非接触 O2 センサーと組み合わせたガス測定のみ **FireSting O2**のソケットから赤いキャップを外し (赤いキャップは **FireSting O2**を使用しない時、再度キャップして下さい)。

FireSting O2の STソケット (メスのファイバーコネクタ) へセンサーケーブルのオスのファイバープラグ (M) を差し込み、プラグがしっかりとロックされるまで時計回りに優しく差し込みピンを回します。

5.3 センサーの洗浄と保守

すべての酸素センサーは酸化エチレン (ガス) (EtO) で消毒でき、3%過酸化水素 (H₂O₂)、石鹼水、あるいはエタノールで洗浄できます。これらのセンサーは気相、水溶液、エタノール、メタノール、イソプロパノールに適応できます。他の有機溶媒、塩素ガス (Cl₂) はセンサー読み取りに妨害を引き起こしません。pH 1 - 14, CO₂, CH₄, H₂S そして他のどんなイオン種にも測定に影響しません。

有機溶媒への応用のために、特殊な耐溶剤性酸素プローブ (品番 OXSOLV または OXSOLV-PTS) があります。光学式温度センサーは、水/水性サンプルおよびガス中で使用することができます。必要に応じて、洗浄には石けん液または 3%H₂O₂ が使用できます。

センサーの信号ドリフトは、周辺光の強度、励起光の強度およびサンプル周波数に依存して、酸素感受性 REDFLASH インジケータまたは温度感受性サーモグラフィ/サーモブルインジケータの劣化を示します。外部の光の強度だけでなく、励起光の強度と測定頻度にも影響されます(それぞれのセンサーの仕様 12.1 章も参照)。これはセンサーの再校正、結局のところ **Sensor Settings** (LED 強度 ; 6.1 章も参照)

の読み込み調整が必要です。スポットセンサーの場合には、スポットセンサー上のスポットファイバーの再設置（新しい校正）が必要となります。シグナル強度が非常に低くなり、**Pyro Oxygen Logger** ソフトでシグナル強度状態棒が示めされます。該当警告を示すなどの場合は、センサーの取替えが必要です。

正常範囲の酸素センサーはシグナル強度が 50 以上を示します。

測定終了後、ニードルやファイバー酸素センサーは、丈夫なミニプローブと同様に、脱イオン水で注意深く濯ぐ必要があります。特に海水を使用した後、ニードル中で塩が結晶し、センサーチップにダメージを与えることがあるので、脱イオン水で全体を洗浄することを推奨します。

可動式センサーの場合、乾燥後ニードルにセンサーチップを格納して下さい。すべてのニードルセンサーの場合、針の上に保護キャップ（PC）をはめるようにして、センサーチップの損傷を避けて下さい。ファイバーセンサーは、壊れやすいセンサーチップを保護するため、付属のプラスチックチューブあるいは、特製のカバーに固定して下さい。

丈夫なミニプローブの場合には、センサー表面に（破壊的）衝撃を避けるために、小さなプラスチックチューブを注意しながら、ステンレスチューブを被せて保管して下さい。

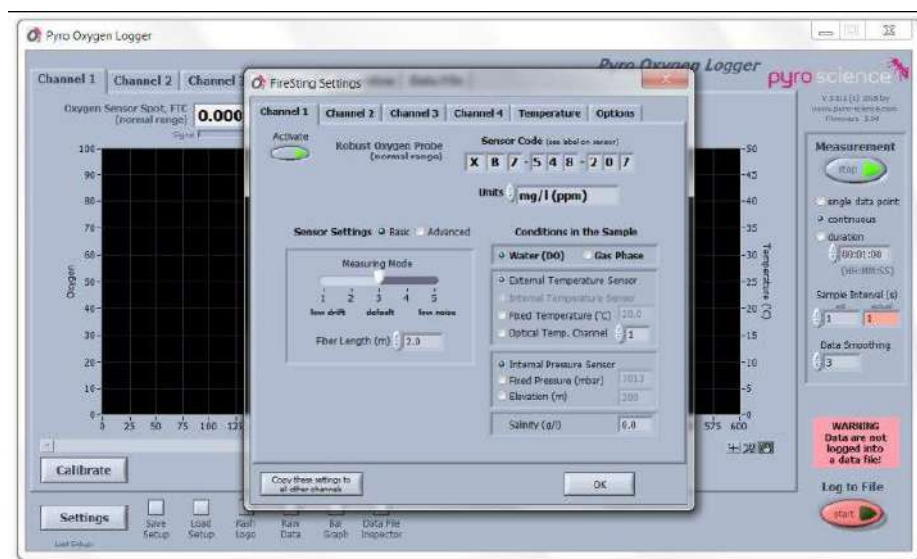
すべてのセンサーとファイバーに対し、光が光ファイバーに入り **REDFLASH(酸素感受性)標識剤** の光劣化を引起すことを避けるため、ファイバーのプラグ上に黒いキャップを被せて下さい。

スポットセンサーとバイアルセンサーには、湿った綿棒でセンサー表面を**注意深く**拭き取ってクリーニングして下さい。微粒子を除いた後、水で十分にセンサー表面を濯いで下さい。

センサーは乾燥状態で、暗所、安全な場所に保存して下さい。

6 ソフト“Pyro Oxygen Logger”

この章では、校正を除く **Pyro Oxygen Logger** ソフトのすべての機能を説明します。校正手順の詳細については、7章と9章を参照して下さい。



チャンネル番号に対応して、それぞれのチャンネルの接続されたセンサーを有効にします。

FireSting O2 メータ (第3章を参照)。第6.1章で詳しく説明されているように、校正測定の前に、各チャンネルタブにセンサ関連パラメータ (単位、測定モード、条件サンプル) を入力します。

6.1 設定 (Settings)

接続されている **FireSting O2** 計の各チャンネル (1~4) には、**FireSting Settings** ウィンドウに独自のタブ (チャンネル1~4) があります。

すべての光センサーについて、接続されている各光センサーのセンサーコードを、設定 (**Settings**) ウィンドウの対応するチャンネルパネルのセンサーコード (**Sensor Code**) フィールドに最初に入力します。最適なセンサー設定と校正のための情報が含まれています。センサーコードの最初の文字はセンサータイプを定義します。センサーコードの詳細については、第12.8章を参照して下さい。

チャンネルは、**[Activate]** ボタンをクリックすることで個別にアクティブにすることができます。アクティベーションは、ボタンの矢印の濃い色から薄い緑色への変化します。

センサーコード (センサー上のラベルを参照) が入力された後、このボタンの右側に、接続されたセンサータイプを説明するテキストが表示されます。この説明は、メインウィンドウ (6.2章を参照) とデータファイル (6.4章を参照) 参照下さい。

光センサーのタイプとアナライトに応じて、設定 (**Settings**) ウィンドウの各チャンネルタブで調整する必要のあるさまざまなパラメータがあります (酸素の場合は6.1.1、光学温度センサーの場合は6.1.2を参照)。

同一のセンサーコード (同じセンサーコード付き) がすべてのチャンネル (同じパッケージングユニットの4つのセンサスポットなど) に接続されている場合、アクティブなチャンネルタブで調整された設定を他のすべてのチャンネルに貼り付けることができます。他のすべてのチャンネルに送信します。

起動後、FireSting 設定(Settings)ダイアログボックスが自動的に開きます。後で調整する場合は、メインウィンドウの[設定]ボタンをクリックして開くことができます。

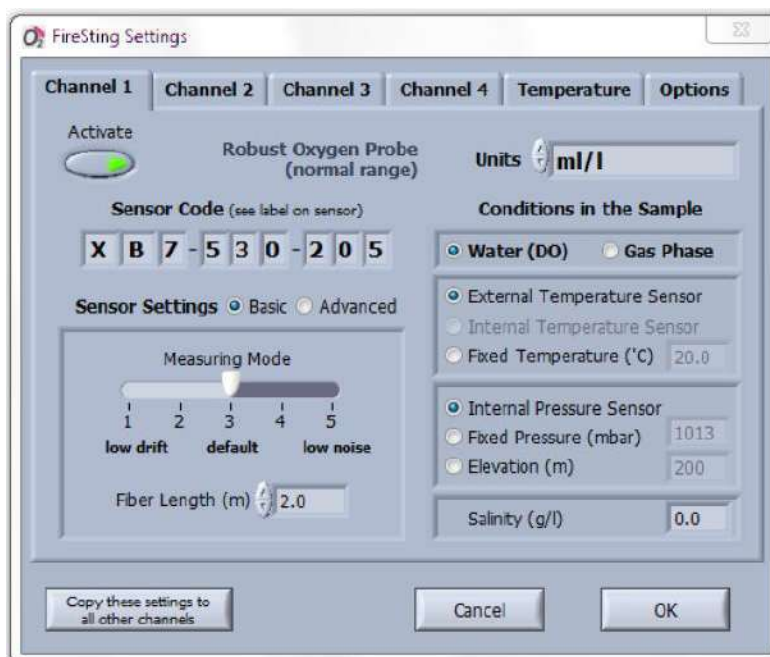
データ保存していない時のみ、Settings を調整することができます。

6.1.1 チャンネルタブ：光学酸素センサー

接続されている各酸素センサ（センサ上のラベル参照）のセンサコード(Sensor Code)を入力し、各チャンネル (1) センサー設定（測定モード）、(2) 調査中のサンプルの環境条件、(3) 測定値

(1)センサー設定

センサー設定は、Basic モードまたは Advanced モードで調整できます。センサに接続されている正しいセンサーコードがセンサーコードフィールドに入力されていることを確認します。



初回ユーザーは、基本センサー設定で作業することをお勧めします。

基本設定

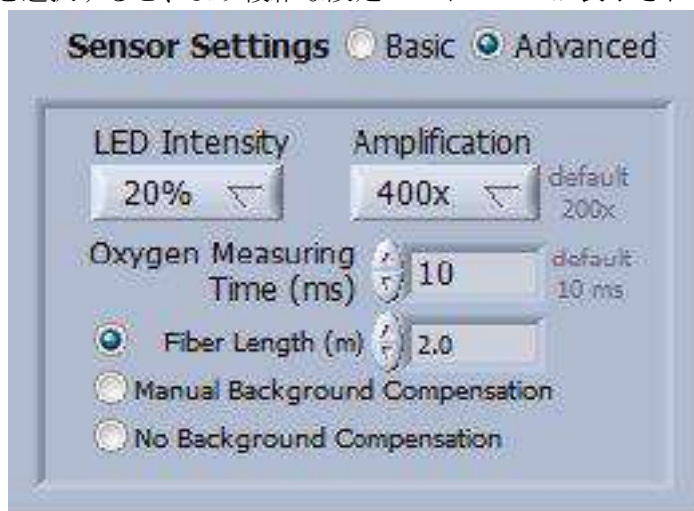
非接触センサー（センサスポット、フロースルーセル、呼吸バイアル、ナノプローブ、センサータイプ：S、W、T、P）と robust プローブ（センサータイプ：X、U）の場合、接続された光ファイバー（例：SPFIB）または接続された Robust プローブ（OXROB10 など）を追加入力する必要があります（関心のあるユーザーは、入力されたファイバー長が自動バックグラウンド補正に使用されます。9.2 章参照）。測定モードは、マウスをスケールに沿って矢印で移動させることによって、センサー信号の低ドリフト(1)と低ノイズ(5)の間で徐々に調整することができ、それによって測定時間が変更されます。中間モード(3)はデフォルトです。

注：正しいセンサーコードが入力されていることを確認して下さい。

先端センサー設定 (for advanced users/applications only)

先端センサー設定(Advanced Sensor Settings)を選択すると、より複雑な設定コントロールが表示されます。正しいセンサーコードが入力されていることを確認して下さい。

高度なセンサー設定には、REDFLASH インジケータ励起のための LED 強度 (%単位) とセンサー信号の増幅が行えます。経験則として、マイクロセンサー、ミニセンサー、robust プローブの場合、LED 強度は 10~30% にする必要がありますが、非接触センサー (センサースポット、フロースルーセル、吸引バイアル) では最大 100%まで増加できます。増幅は通常 200 倍または 400 倍であり、変更



しないで下さい。LED 強度と増幅を変化させることは、信号強度に直接影響し、したがって S/N 比にも影響することに注意して下さい。

酸素測定時間 (デフォルト: 10ms) は、単一のデータポイントを取得するための積分時間を定義します。測定時間が短くなると長期ドリフトが低くなり、測定時間が長くなるとノイズが少なくなります。最大値は 250 ミリ秒です。

robust プローブ (センサータイプ: X) のバックグラウンド補償のために、接続された robust プローブのファイバー長 (m) を入力する必要があります。

非接触センサー (センサースポット、フロースルーセル、呼吸バイアル、ナノプローブ、センサータイプ: S、W、T、P) のバックグラウンド補償のために、接続された光ファイバーのファイバー長 (m) を入力する必要があります。または、手動バックグラウンド補正を選択することもできます。詳細については、9.2 章を参照して下さい。

注: バックグラウンド補正のためにファイバー長 (m) を入力することをお勧めします。手動のバックグラウンド補正またはバックグラウンド補正なしの代替オプションは、上級ユーザー/アプリケーションのみを対象としています。高度なセンサー設定を使用する場合は、酸素センサーの 2 点校正を実行する必要があります。後で先端センサー設定(Advanced Settings)で再調整するには、新しいセンサー校正が必要です。

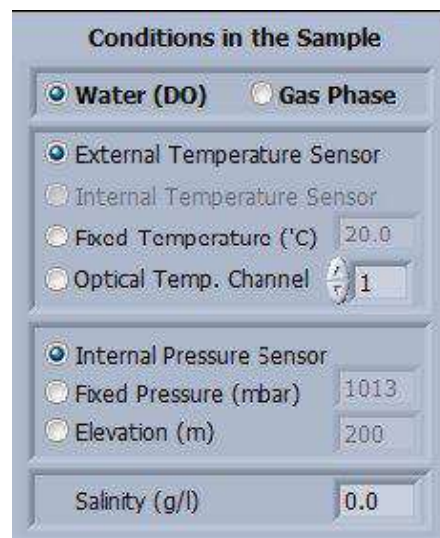
(2) サンプルの条件

次のステップは、測定中の試料中の測定条件である。このためには、

サンプル: 水 (溶存酸素) または気相

温度補償: FireSting O2 の温度ポートに接続された外部温度センサー (PT100)

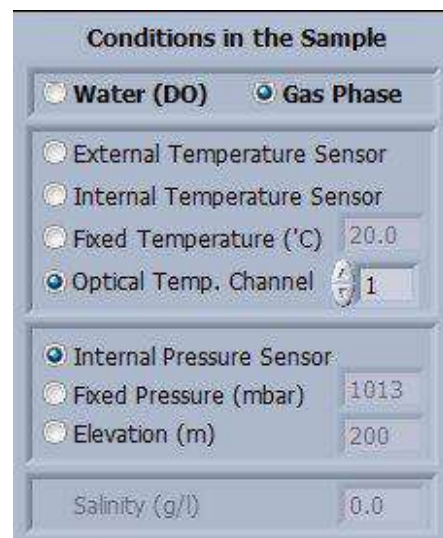
・ 固定温度 (決定する必要があり、手動で調節し、一定に保つ必要がある)、または



-光学温度センサー **FireSting O2** 計のチャンネルに接続する（それぞれのチャンネル番号をここに入力する必要があります）

ガス測定の場合、**FireSting O2** の内部温度センサーで温度を測定することができますが、これはお勧めできません。

外部温度センサー、内部温度センサー（気相）または光学温度チャンネルが選択されている場合は、それぞれの酸素センサー読み取り値の温度変化を自動的に補正します（第 10.3 章参照）。 **Compensation Temperature**（補償温度）は、メインウィンドウの対応するチャンネルパネルに表示されます（第 6.2 章参照）。



注：外付けまたは光学温度センサーを選択した場合は、自動温度補正付きの酸素測定/校正を実行するサンプルコンテナ/校正標準に固定する必要があります。

内部温度センサーを選択した場合（推奨されていない場合）は、ガスサンプルと **FireSting O2** の温度条件を同一にして下さい。

固定温度を選択した場合は、サンプル/校正標準の温度を測定、調整し、一定に保つ必要があります（制御する必要があります）。一定の条件を定義して下さい！

圧力補正：

- 内部圧力センサー（デフォルトで推奨）または
 - 固定圧力（mbar）（酸素センサーと **FireSting O2** メーターが異なる圧力条件で使用するアプリケーションに推奨）。センサー位置での実際の圧力は、例えば、気圧計と手動で調整（デフォルト：1013 mbar）。現場で実際の大気圧を特定できない場合は、
 - 海拔からの標高（m）。この **Elevation** をクリックし、実際の標高をメートルで入力します。この手順では、この標高の平均気圧のみを計算します。したがって、このオプションは、実際の大気圧を測定するよりも精度が低くなります。
- 内部圧力センサが選択されると、酸素測定値は自動的に圧力変化を補償します。天気の変化によって変動します。

塩分：溶存酸素 DO 測定の濃度単位（mg / L または $\mu\text{mol} / \text{L}$ など）を選択した場合にのみ、環境サンプルの塩度（g / L）が関係します。生理食塩水の場合、試料の塩分を測定し、入力する必要があります。ガスサンプル測定の場合、この値は関連性がありません（有効でもありません）。

(3)単位

酸素単位は、セレクターの単位で各チャンネル毎に選択できます。 $\mu\text{mol} / \text{L}$ 、 $\mu\text{mol} / \text{L}$ 、mg / L (ppm)、hPa (mbar)、mmHg (Torr)、dphi および $\mu\text{g} / \text{L}$ (ppb) を含む選択可能な単位は、生データ（デフォ

ルト)、%空気飽和率、%O₂です。

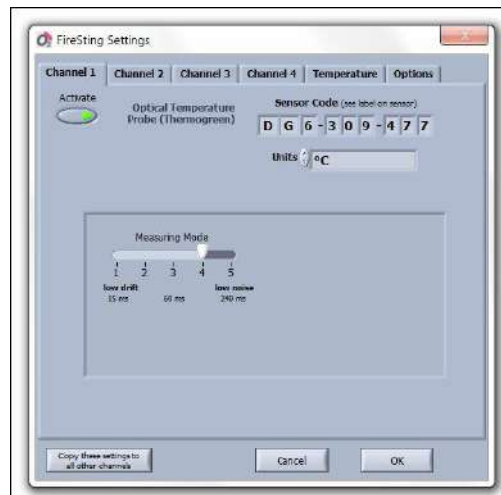
ガス相の測定では、単位生データ、%O₂、hPa (mbar)、mmHg (Torr)、dphiのみを選択できます。水相 (DO) の溶存酸素を測定する場合、%O₂以外のすべての単位が選択できます。詳細は第 12.6 章を参照して下さい。

6.1.2 チャンネルタブ:光学温度センサー

FireSting O₂ チャンネルに接続された光温度センサーの設定を入力するには、Oxygen Logger ソフトウェアの FireSting Settings ウィンドウでそれぞれのチャンネルタブを開きます。接続された光学温度センサー (センサー上のラベルを参照) のセンサーコードを入力します。

温度測定値の単位は°Cです。

センサ信号の低ドリフト (1) と低ノイズ (5) の間で、マウスの矢印をスケールに沿って動かし、測定時間を変更することにより、温度センサーを徐々に調整できます。中間モード (4) はデフォルトです。

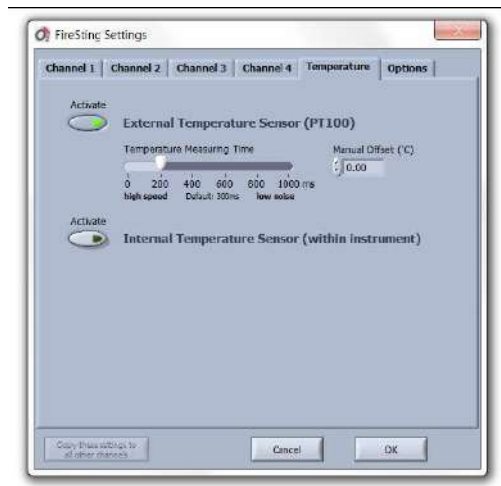


FireSting O₂ メーターの特定のチャンネル (たとえば 2) に接続されたセンサーのセンサーコードが、FireSting 設定ウィンドウの同じチャンネルパネル (2 など) に入力されていることを確認します。

6.1.3. 温度タブ

FireSting O₂ メーター (第 3 章参照) と内部温度センサー (計器内) の温度ポート T に接続された外部温度センサー (PT100) は、FireSting 設定タブの温度で有効にすることができます。

固定温度または光学温度センサを接続されたすべての酸素センサーの温度補償用に選択しても、両方の温度センサーを個別に起動することができます (この場合、酸素測定値はこれらの温度センサー測定値の影響を受けません)。測定された温度は、メインウィンドウの概要パネル (6.3 章参照) に表示され、データファイルに保存されます (6.4 章参照)。



設定の酸素センサーチャンネルタブ (6.1.1 参照) で外部 PT100 /内部温度センサーを起動すると、これらの温度センサーで測定された温度がそれぞれのチャンネルタブに表示され、メインウィンドウの概要タブが表示されます。単位は摂氏 (右側の y 軸) になり、データファイルに保存されます (6.4 章参照)。

外部温度センサ (PT100) の温度測定時間 (可能な 100ms の倍数) は、オプションで (a) 温度測定のノイズを低減するために増加させるか、または (b) より高いサンプリングレートを達成するために減少させることができます。

外部温度センサ (PT100) のマニュアルオフセットは、温度センサの 1 点校正 (デフォルトは 0) のために入力することができます。外部温度 PT100 プロブの読み取り値は、既知の温度の水槽で定期的を確認することをお勧めします。これは、設定で酸素測定に濃度単位 (μ mol/L または mg/L など) を選択

した場合に特に重要です。

温度オフセットを変更すると、酸素センサーの校正が失われます。

温度オフセットを確認するために、少なくとも 50mm の PT100 温度プローブ先端が浸水している 0°C の氷水にて調製可能です。定常状態で測定された温度を読み取り、マイナス温度オフセットとして入力します。次に、接続された光センサーの新しい校正を実行します。

各 **FireSting O2** 計は、外部 PT100 温度プローブ用に 1 つのポートのみを提供します。外部 PT100 温度プローブを備えた酸素センサーの自動温度補償 (6.1.1 章参照) > 1 の場合、自動温度補償機能を備えたすべての酸素センサーは同じ温度条件で測定する必要があります。あるいは、光学温度センサーを光センサーチャンネルに接続するか、温度拡張モジュール TeX4 を **FireSting O2** に接続すると、PT100 温度プローブ用に 4 つのポートを使用できます。

6.1.4 オプションタブ

オプションの **Setting** タブでは、いくつかの内部センサーとアナログ入力を有効にできます。 **FireSting O2** 計内の内部圧力センサーと内部湿度センサーは、それぞれのボタンをクリックすることで独立して作動させることができ、メインウィンドウの概要パネルに表示され、データファイルに保存されます。

FireSting O2 の内部圧力センサーが酸素チャンネルタブの 1 つ (6.1.1 章参照) で作動した場合、オプションパネルで自動的に有効になります。

デバイス名に接続された **FireSting O2** に特定の名前を指定することは可能です。"Water container Nr.42" このデバイス名

は、メインウィンドウの一番上の行に表示されます。このオプションは、開いているロガーウィンドウを区別するために複数の **FireSting O2** デバイスを並行して操作する場合に便利です。

アナログ入力ボタンをアクティブにすると、拡張ポートからサードパーティセンサーの電圧信号を読み込むことができます。測定範囲は 0~2.5V で、信号の表示と出力は mV です。詳細は第 11 章を参照して下さい。

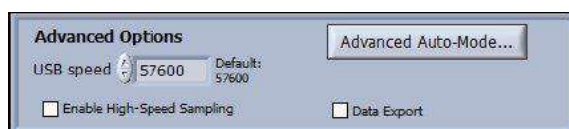
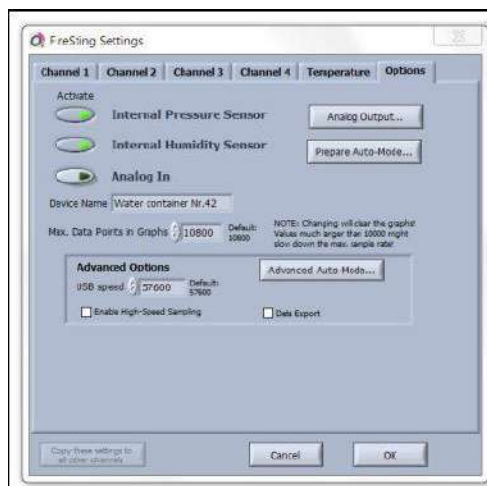
グラフに保持されるデータポイントの最大数は、セレクタの [Max] で変更できます。グラフ内のデータポイント (デフォルト: 10800)。数値を変更するとグラフが消去され、高値 (>> 10,000) は最大サンプルレートを低下させる可能性があります。

FireSting O2 は拡張ポートに 4 つのアナログ出力 (0~2.5V) を提供し、アナログ出力ボタンを押して設定することができます。詳細は第 11 章を参照して下さい。

先端ユーザー:

USB 通信速度、例えば、最大サンプリングレート (デフォルト: 57,600) を改善します。

[Enable High-Speed Sampling] ボタンを有効にすると、

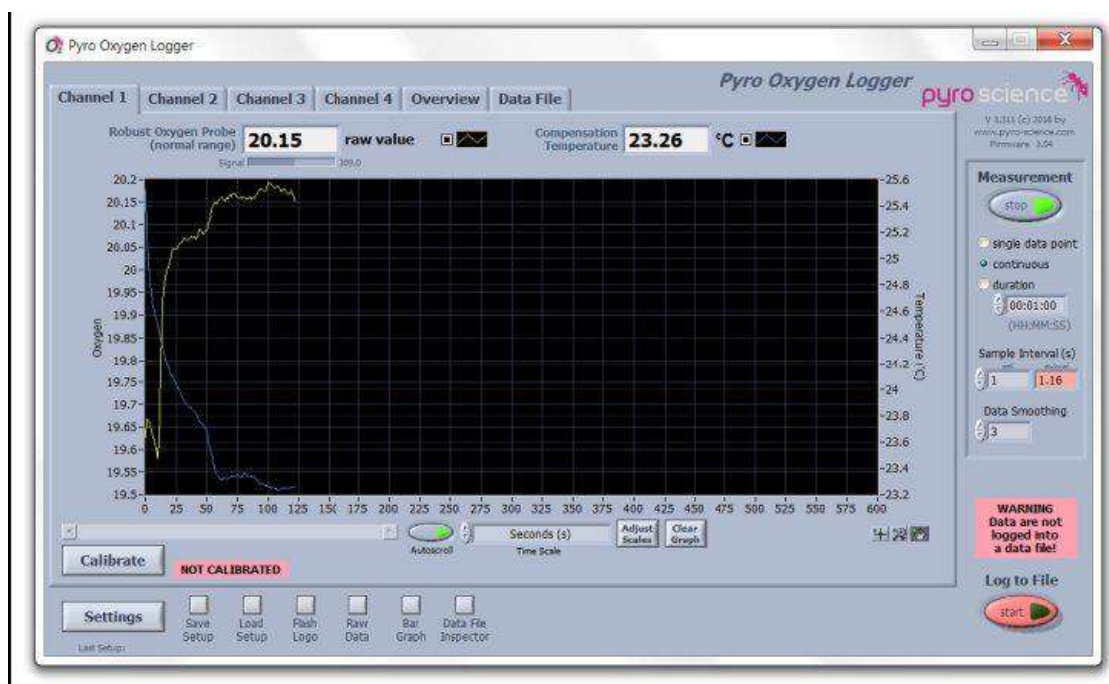


メインウィンドウで0.25秒未満のサンプル間隔を調整できます(グラフ内の最大データ点数は無効になります)。

Advanced Auto-Mode ボタンを使用すると、自動モードの詳細設定オプションを使用できます。詳細は第11章を参照して下さい。

6.2 メイン画面

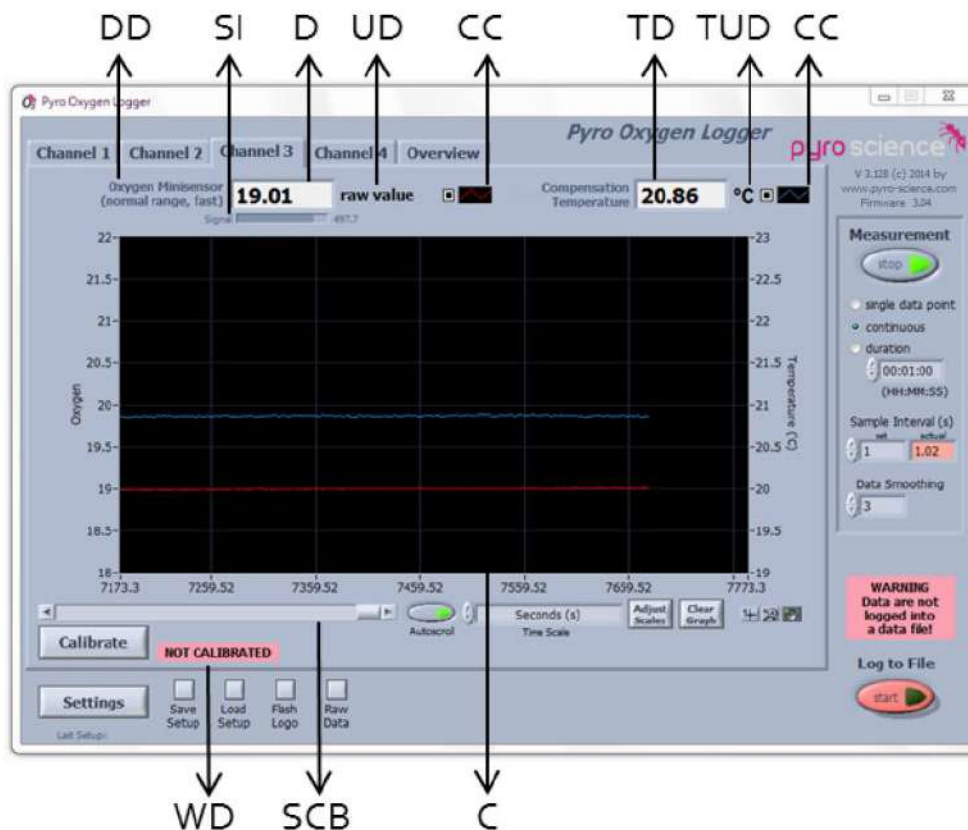
Pyro Oxygen Logger ソフトの起動後に、次のメイン画面が表示されます。



4つのChannel 1-4 タグは、*FireSting O2* センサーに接続された光ファイバー酸素センサーのチャンネル1~4に対応しています。*FireSting O2* の1-または2-チャンネルバージョンの場合は、それぞれのChannel 1 または、Channel 1, 2 のみのパネルが表示されます。

初期状態のセンサーの測定値は、実際の酸素濃度を示すものではなく、生データとして(単に校正されていないセンサーの読取数値)表わしています。

Settings のそれぞれのチャンネルを作動後(6.1章参照)、各チャンネルのセンサー読取は測定値表示(D)とチャートレコーダ(C)内に選択した酸素単位(UD)で表示されます。各グラフの色と表示は、色制御(CC)をクリックして変更することができます。**Settings** で入力したセンサーコードによりセンサーの説明が表示画面(DD)に示されます。酸素センサーのシグナル強度(SI)は、数値表示(D)の下にインジケータバーとして示します。適正な酸素センサーであれば20より上の信号強度を示しています。信号強度が50を下回った場合、このインジケータバーが灰色から赤に徐々に変わり、センサーが劣化していることがすぐに分かります。ほとんどのセンサーは、(ノイズは増えるが)約10の信号強度でも作動します。しかし、さらに低い信号強度だと **Low signal 警告 Not Calibrated** が表示されます(以下と12.3章参照)。



6.2.1 チャートレコーダ

各グラフの色と外観は、カラーコントロール（CC）をクリックしてポップアップメニューを開くことで変更できます。共通プロット、色、ラインスタイル、線幅、補間、およびポイントスタイルを使用すると、チャートの外観を変更できます。小さな四角いボタンをクリックすると、それぞれのグラフを隠す/表示することができます。

スクロールバー（SCB）に沿ってバーを移動することによって、チャートレコーダ（C）の可視時間枠を変更することができます。オートスクロールボタンをオフにすると、長期間の測定中に時間枠内で見えなくなった古いデータを検査することができます。

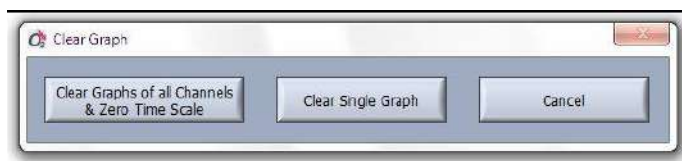
チャート内のデータの表示は、チャートレコーダの下に配置された異なるチャートツールによって変更することができます。虫眼鏡のボタンにはさまざまなズームオプションがあります。手でボタンをクリックした後、チャートをクリックし、マウスボタンを押したまま全体を移動することができます。

ウィンドウの多くの項目にマウスを置くと、簡単な説明（tool tip）が表示されます。マウスの右ボタンをクリックし、(Description and Tip)を選択すると、さらに詳しい説明が追加で利用可能になる場合があります。



クリアーグラフ

Clear Graph ボタンは、1つのチャンネル (Clear Single Graph) のグラフのみを消去するオプション、または Clear Graphs of all Channels & Zero Time Scale (つまり、他のすべてのパネルのグラフもクリアされます)。これは、データファイルの保存されたデータには影響しないことに注意して下さい。

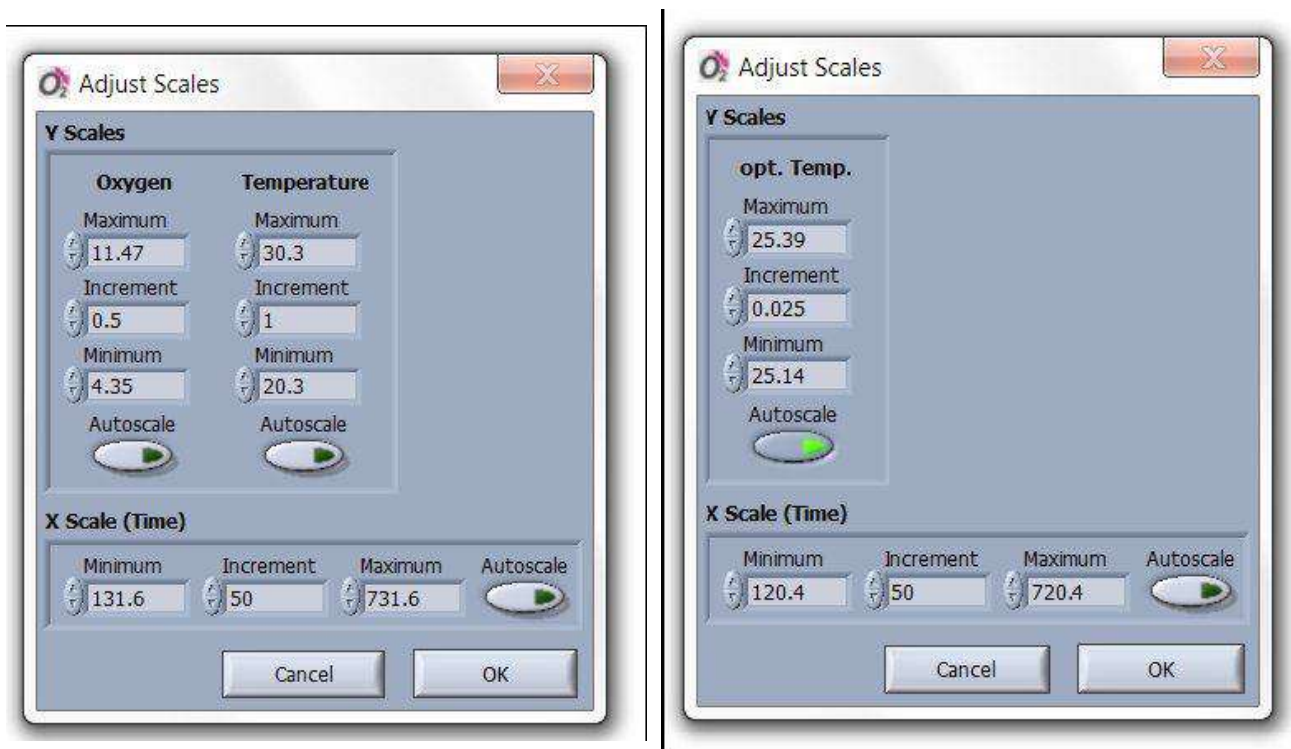


スケールの調整

x 軸 (時間) の単位は、時間スケールのセクタで変更できます (矢印またはフィールドをクリックして下さい)。時間スケールは秒、分、時、時間、相対時間 (HH : MM : SS)、絶対時間 (HH : MM : SS)、絶対時間と日付、およびデータポイントで表示できます。

酸素センサーと外部温度 PT100 センサーが接続されたチャンネルタブの場合、y 軸は酸素 (左) と温度 (右) になります。光学温度センサーが接続されたチャンネルタブの場合、y 軸は光学温度 (左 : 温度) です。

スケールの調整 (Adjust Scales) をクリックしてそれぞれのポップアップウィンドウを開くと、x 軸 (時間) と y 軸のスケール (接続されているセンサーの種類に応じて、上記参照) を調整できます。



それぞれのセクタをクリックするか、またはフィールドを直接ダブルクリックして値を手入力することにより、Y スケールと X スケール (時間) の上限 (最大) と下限 (最小) とインクリメントを変更できます (パラメータは自動的に自動スケールングを無効にします)。**Autoscale** ボタンですべての軸の自動スケールングを有効にすることができます。ボタンの矢印が濃い緑色から薄い緑色に変わり、オートス


ケールがアクティブになっていることを示します。 デフォルトでは、y 軸 **Oxygen** のみがオートスケールモードになっています。


注：設定が変更された後、メインウィンドウのパネルでチャートが自動的に消去されます。これには、新しいセンサー校正が必要な場合もあります。

設定を変更して新しいセンサー校正が必要な場合は、メインウィンドウの対応するチャンネルパネルの校正ボタンの右側に **Not Calibrated** という警告が表示されます。

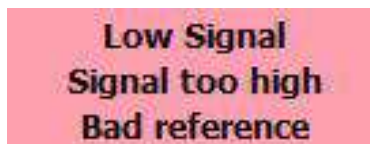


6.2.2 警告

酸素センサーは、50（通常 50～500）をはるかに超える信号強度を示します。信号強度が 50 を下回ると、数値ディスプレイの下にある水平インジケータバーが灰色から赤に徐々に変わり、センサーがすぐに劣化することを示します。 

シグナル強度が<10 では、警告表示 (WD) に警告 **Low Signal** が表示されます。信号強度が 5 未満の場合、表示は NaN（数字ではありません）に変わり、信号が低すぎてセンサーを交換する必要がある（またはセンサースポットを別の位置に移動する）必要があることを示します。 

警告表示 (WD) は次のような警告を表示することができます。



Low signal は、センサーが接続されていないか、新しいセンサーに交換する必要があることを示しています。非接触センサーの場合には、スポット光ファイバーとスポットセンサー間の距離があまりにも遠すぎることを示唆しているでしょう。(高度ユーザー向け：高度設定で LED の強度および/または増幅を増やして下さい (6.1.1 章参照)。

Signal too high は、直射日光または、ランプ照明と直射日光があたるのを避けて、測定時の環境条件を変える必要があります。高度ユーザー向：高度設定で LED の強度および/または増幅を減少させて下さい (6.1.1 章参照)。

Bad reference は、**FireSting O2** 計の内部問題を示しています。ビー・エー・エス社まで問い合わせして下さい。

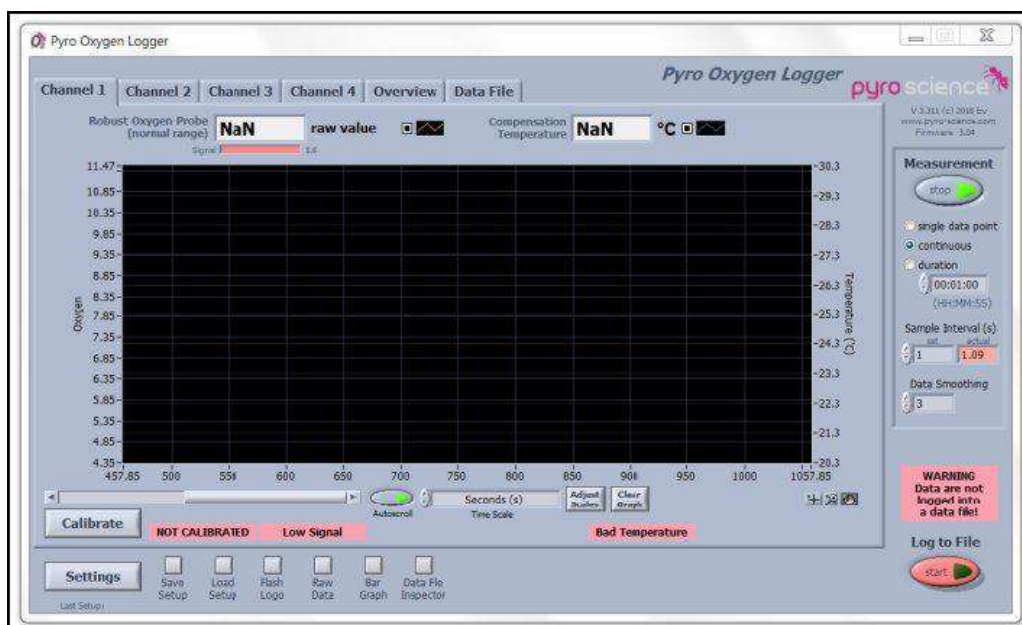
Warning が表示されている場合、測定は中止して下さい。

注：例外は微量酸素センサーです。21%O₂での空気校正中、これらのセンサーは当然非常に低い信号強度（10程度に低い）を示します。しかし、微量酸素センサーを0～10%O₂の指定範囲内で適用すると、信号強度は大幅に増加します。

12.3 章の問題解決法も参照して下さい。

実際の補正温度 (6.1.1 章を参照)、つまり酸素値の計算に使用される温度は、温度表示 (TD) に摂氏 (°C) の単位で表示されます。

外付け PT100 温度センサーが接続設定で有効になっていると (6.1 章参照)、NaN が表示され、チャートレコーダ下に警告 **Bad Temperature** が表示されます (故障または機能していない温度センサーも同様)。



センサーがまだ校正されていない場合は、キャリブレーションボタンの右側に「Not Calibrated」という警告が表示され、データは「**Raw value**」の単位で表示されます。定量的酸素単位に切り替えるには、**Calibrate** をクリックしてセンサーの校正を実行する必要があります。校正手順は第 7 章で詳しく説明します。

6.2.3 測定とロギング

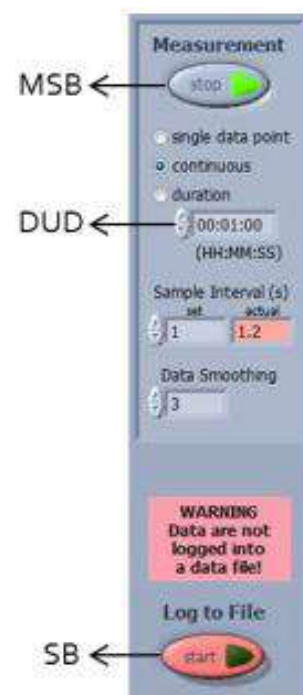
測定

Measurement は、測定開始ボタン (MSB) をクリックすると開始します。ボタンの矢印の緑色は、濃い緑色から明るい緑色になり測定中であることを示します。もう一度、クリックすると測定が停止します。

Measurement モードでは、単一のデータポイントの取得、連続サンプリング (初期設定)、または一定間隔の連続サンプリング、を選択することができます。測定時間は、時間 (HH) : 分 (MM) : 秒 (SS) で示し、持続時間表示 (DUD) で調整できます。

連続サンプリングの **Sample Interval(s)** は **set** と記した所で設定できます。

0.25 のサンプル間隔で設定すると、最大可能な掃引速度となります。実際の最大速度は、設定と作動す



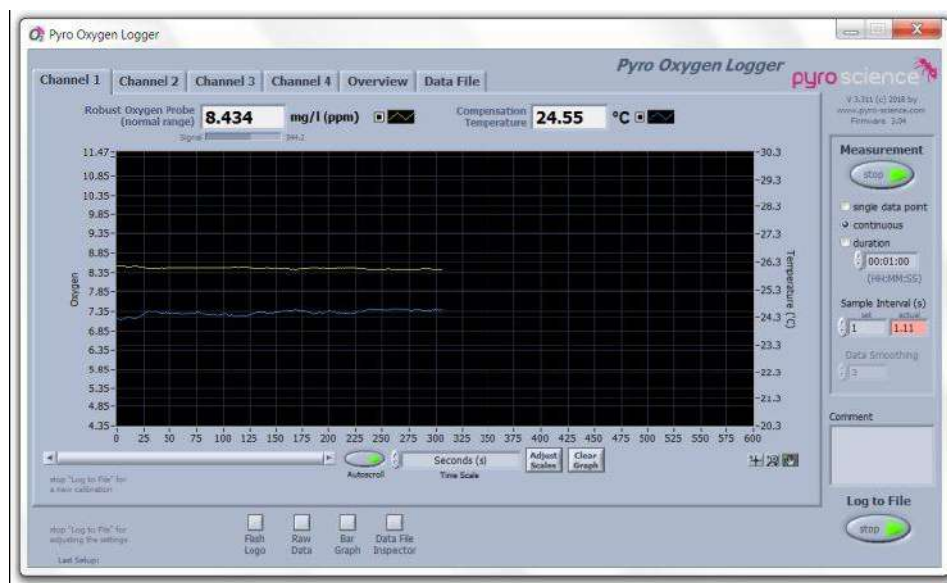
るチャンネルの数によって変わります。実際のサンプル間隔は、**Actual** に表示されます。**Actual** が設定したサンプル間隔でない場合、赤で表示されます。

取得されるデータは、**Data Smoothing** (1~10 の設定範囲で、初期値は 3 であり、1 ではスムージングは働かない) の設定でスムージングすることができます。サンプリング間隔が<10 秒で **continuous** あるいは **duration** の測定では、単純移動平均 (例えば、**Data Smoothing** = 5 の時は、5 個のサンプリングデータポイントの平均化) によって行われます。ただし、**single data point** の測定と **continuous** あるいは **duration** の測定で、サンプリング間隔が>10 秒では、繰り返し測定の平均値 (例えば、**Data Smoothing** = 3 の時、3 つの酸素測定が、できる限り早く連続して行われ、これら 3 個のデータ測定の平均値が新しいデータポイントとして表示されます) となります。

重要 : 初期状態では、表示されるデータは自動的にファイルに保存されません。

データロギング

データロギングを有効にするには、**Log to File** の赤いスタートボタン (SB) をクリックします。表示されるファイルダイアログでファイル名を選択して下さい。保存されたデータファイルは、拡張子が「.txt」の単純なテキストファイルです。これは、一般的なスプレッドシートプログラムに簡単にインポートできます。



その後、区分コメントが追加表示されます。ここで、測定値にコメントを付けることができ、このコメントは次のデータポイントと一緒にデータファイルに保存されます。

データロギング中は、**Data File Inspector** ボタンをクリックしてデータファイルを表示および開くことができます。データロギングは、灰色の**Log to File**ボタンに薄い緑色の矢印で示されており、このボタンをもう一度クリックすると停止します。

注意 : データ取込み中は、**Settings** ボタンと **Calibrate** ボタン(6.2 および 7 章参照)はアクティブではないので、**Log to File** で停止するまで使うことはできません。

Pyro Oxygen Logger ソフトウェアを閉じると(メインウィンドウの右上隅にある×印をクリックすると)、現在の設定とキャリブレーションデータがすべて自動的に保存され、次の起動時に自動的に再度読み込

まれます。最後にロードされた設定が設定ボタンの下に表示されます。

設定を保存、設定を読み込み

Save Setup ボタンを使用すると、現在の設定と全チャンネルの校正データを保存できます。それらは **Load Setup** ボタンを押す



ことによっていつでも再ロードすることができます。これにより、単一の **FireSting O2** で異なる実験室設定を切り替えることができます。この機能は、キャリブレーションと実際の測定に異なるコンピュータが使用されている場合にも役立ちます。最初のコンピュータでセンサーを調整し、**Save Setup** で設定を保存します。このファイルと酸素計 **FireSting O2** を2台目のコンピュータに転送することで、**Load Setup** を使用してこの設定を再度読み込むことができ、校正済みのセンサーを測定の準備が整います。この手順では、**Pyro Oxygen Logger** の同じソフトウェアバージョンを両方のコンピュータにインストールする必要があります。

Save Setup と **Load Setup** は、以下の場合にも便利です。1チャンネルの **FireSting O2** は、複数の酸素センサーを繰り返し使用する必要があります。最初に各センサーを一度だけ校正する必要があります。各センサーの設定は **Save Setup** で保存されます。後で特定のセンサーで測定を実行する必要がある場合、**[Load Setup]** を使用してこのセンサーの設定を読み込む必要があります（ただし、キャリブレーションがまだ有効であるか、センサーを再度キャリブレーションする必要があるか確認する必要があります）。

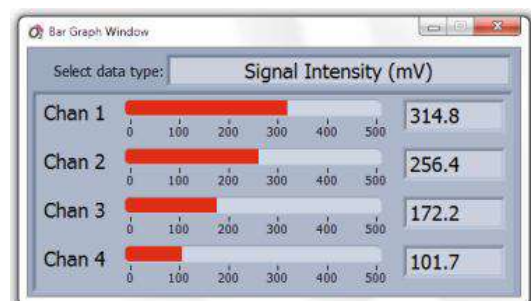
フラッシュロゴ

Flash Logo ボタンを押すと、**FireSting O2** 計の点灯しているロゴが短く点滅します。複数の **FireSting O2** 計を PC に並列に接続し、**Pyro Oxygen Logger** ソフトウェアを接続された **FireSting O2** 計の数に応じて何度も開くことでマルチチャンネル測定を実行できます。異なるウィンドウは互いに完全に独立して動作し、ちょうど1つの **FireSting O2** 割り当てます。

これにより、異なる設定で同時に測定することができます。ロゴを点滅させると（**Flash Logo** ボタンを押してから約1秒間）、特定のログウィンドウに対応する **FireSting O2** 計を割り当てるのに役立ちます。

Bar Graph

棒グラフボタンをクリックすると棒グラフウィンドウが開きます。ここでは、接続されている光センサー信号強度（mV）のように、データタイプの選択（**Select data type**）をクリックして、棒グラフに表示するさまざまなパラメータを選択できます。



Data File Inspector

Data File Inspector ボタンをクリックすると、保存したデータファイルを**[Open File]**で開くことができ、**[Excel にエクスポート]**ボタンをクリックして **Excel** にエクスポートできます。現在保存されているデー

タは、ロギング中、およびロギングが終了したときにエクスポートできます。詳細は 6.4 章を参照して下さい。

生データ(Raw Data)

生データをクリックすると、6.2.4 章で説明されているポップアップウィンドウ酸素センサーの生データが開きます。

6.2.4 生データ画面

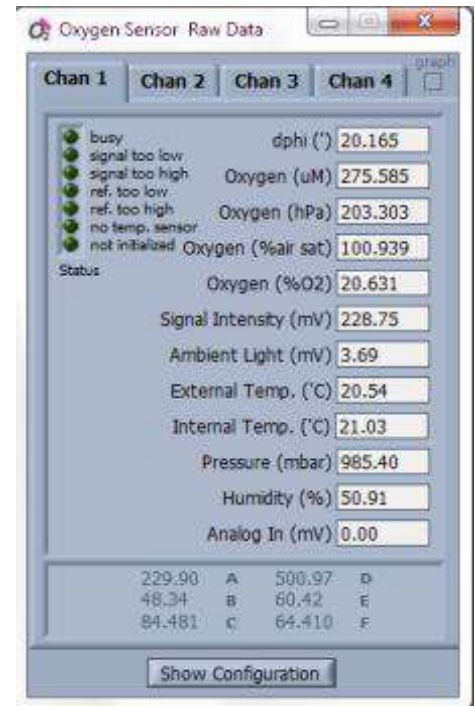
生データウィンドウは主にトラブルシューティングと上級ユーザー向けです。標準的な測定の間、それは一般に必要とされません。メインウィンドウ (6.2 章参照) の **Raw Data** ボタンをクリックすると、次の **Oxygen Sensor Raw Data** ウィンドウが開きます。

各チャンネルのパネル (Chan 1-4) の“delta phi” (dphi, in⁰) は、フェーズシフトを示します。dphi は実際の測定した生の値であり、酸素濃度 O₂ (μM)、酸素分圧 O₂ (hPa)、そして%空気飽和 O₂ (% air sat) を計算する元になります(12.4 章参照)。

Signal Intensity (mV) は定性的酸素計測を行い、メイン画面中の水平棒指標でも表現される (6.2 章参照)。

Ambient Light(mV)は外部からセンサーを挿入する周辺光の計測を示します。過剰に高い周辺光レベルでは、**FireSting O₂** 計はこの画面とメイン画面の警告表示に **Signal too high** と警告が表示されます (6.2.2 章参照)。

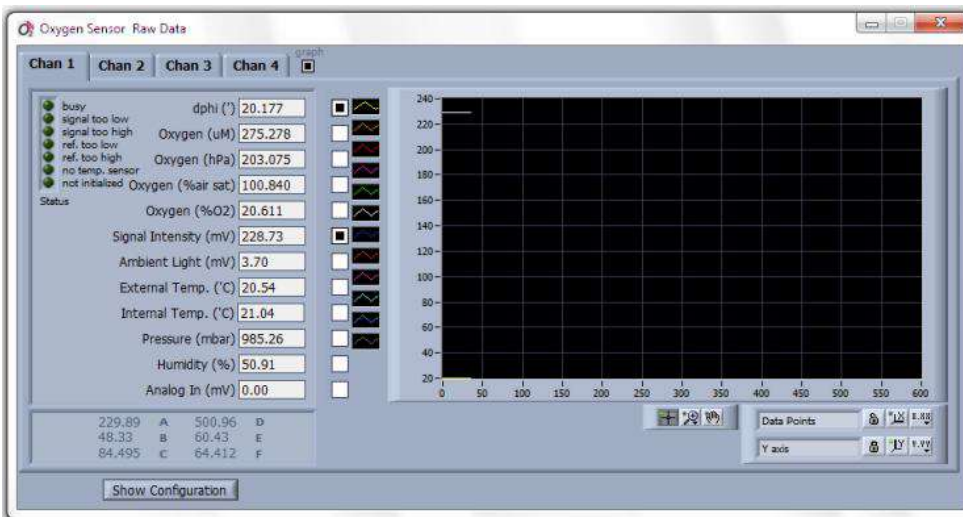
Firesting Raw Data には、**FireSting O₂** 計に接続した外付け温度センサー (**External Temp. (°C)**) と内蔵温度センサー (**Internal Temp. (°C)**) で測定した温度、**FireSting O₂** 内の内蔵センサーで測定した **Pressure (mbar)** と **Humidity (%)** も、**Analog In (mV)** と一緒に表示されます。



左側には、(非常に低い、非常に高い) などのシグナルと参照強度に関わるソフトにより、そして温度センサーの検出により、その状態(**Status**)と色々と違った警告を示すことができます。


注：生データ(**Raw Data**)ウィンドウが開いている間、すべての値は標準データ列の後ろの追加列にもデータファイルに保存されます。

チャンネルタブの右側には、(標準設定) グラフに **dphi (°)** と **Signal Intensity (mV)** に表示する、**グラフ** が作動できます。追加のパラメータをプロットするにはそれぞれのパラメータのカラーコントロールにある小さい四角のボタン(□)をクリックして作動できます。



6.3 オーバービュー(Overview)

オーバービュー(**Overview**)パネル上には、全てのアクティブの酸素センサーの数値(左側 Y 軸)と外付けと内蔵の温度センサー、内蔵圧力と湿度センサー(右側 Y 軸)とアナログインプットの信号(左側 Y 軸)がグラフで表示されます。

それぞれのセンサーの読取数値は、グラフ上部に設定した単位で表示されます。グラフのプロットスタイルは、カラーコントロール()で変更することができます。

カラーコントロールにある小さい四角のボタン(□)をクリックするとグラフが表示と非表示を選択できます。この機能は複数のグラフがあるときに必要なデータを扱うときに有用です。



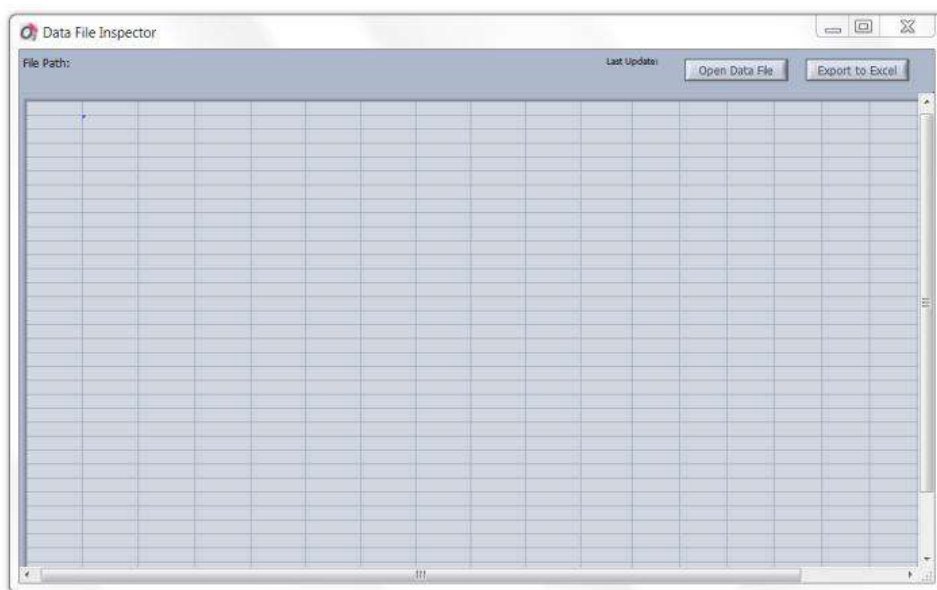
普通のプロット、色、線スタイルと幅、間隔とポイントスタイルは、グラフ内の各プロットを変更することができます。バープロット、ベースライン塗りつぶしと Y スケールはこのアプリケーションでは適し

ていません。

6.4 データファイルパネル

データファイルパネルに現在のログファイルが表示され、Excel にエクスポートできます。 **Update Table** ボタンをクリックすると、最新のデータがテーブルに表示されます。 **Excel** にエクスポート (**Export to Excel**) をクリックすると、データファイルが **Excel** にエクスポートされます。現在のデータは、ログイン中、およびログインが終了したときにエクスポートできます。

注：データは、ファイルに記録されている場合にのみデータファイルパネルに表示されます。



7 “センサーの校正

この章では、ロガーソフトウェア「**Pyro Oxygen Logger**」を使用して、**PyroScience** の光学式酸素および温度センサーに対して可能な校正モードについて説明します。

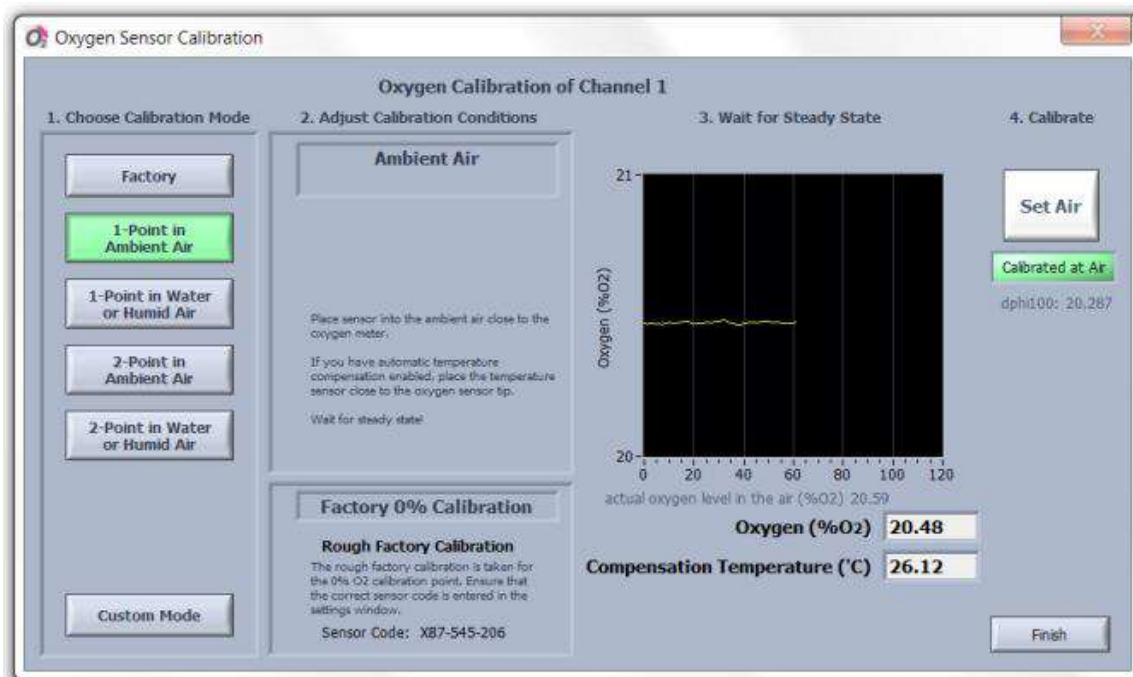
この章で説明されている校正モードは、ファームウェアバージョン> 3.0（湿度および圧力センサーが内蔵されている）およびソフトウェアバージョン> 3.3 の **Oxygen Logger** を備えた **FireSting O2** デバイスでのみ実行できます。

この章では、校正手順中に必要な手順のみを説明します。酸素校正標準の作成に関する詳細は、第 8 章を参照して下さい。

7.1 光学酸素センサー校正手順

校正を開始する前に、正しいセンサーコードが設定に入力されていることを確認し（6.1.1 章参照）、適切な校正標準を準備します（8 章参照）。非接触センサーの校正については、第 9 章も参照して下さい。

センサーを校正するには、対応するチャンネルパネルの校正ボタンをクリックして下さい。データロギング中は、**Log to File** が停止されるまでこのボタンは使用できません。



校正には 5 つの標準モードを選択できます。

工場校正（迅速で大まかな校正用）：センサーコードから 0%と空気校正値を取得します。大まかな測定やテストの目的でのみ推奨されます（測定にはお勧めできません）。

1-Point in Ambient Air：21%付近で正確な測定のために、周囲の空気の手動キャリブレーションから空気校正値、センサーコードから 0%校正値を得ます(8.1.1 章参照)。

1-Point in Water or Humid Air：100%の空気飽和付近での正確な測定のために、空気飽和水(8.1.3 章参照)または水蒸気飽和した空気(8.1.2 参照)の手動キャリブレーションから空気校正値、センサーコードから 0%校正値を得ます。

2-Point in Ambient Air：全範囲（0-21%の O₂ または、0-100%酸素（DO）を溶解したものを）を正確に測定するための手動校正から 0%と空気校正値を得ます。この方法は周囲の空気を使って空気校正値を得ます（8.1.1 章参照）。0%値を決定するために、特別に用意された 0%校正標準を使用します（8.2 章参照）。

2-Point in Water or Humid Air：全範囲にわたる正確な測定のために、手動校正から 0%と空気校正値を

使用します (0-100%の溶存酸素 (DO))。このモードでは、上側 (空気) の校正値を決定するために、空気飽和水 (8.1.3 章を参照) または水蒸気飽和空気 (100%RH、8.1.2 章を参照) を使用します。0% 値を決定するために、例えば、強還元剤と混合した水を使用します (8.2.1 章参照)。

注：測定が水サンプル (水性液体) で行われる場合は、空気飽和水 (8.1.3 章参照) の空気校正値を決定することをお勧めします。

特定チャンネルに接続しているセンサー校正中、**Sample Interval** は自動的に 0.5 秒 にセットされ、**Data Smoothing** は 5 であり、センサー校正の間、正確な平均値の早い測定を行って下さい。校正の最終決定後、プログラムはすべて前の設定状態に戻ります。

温度と圧力補正に関する設定の調整 (6.1.1 章を参照) は、校正中にも自動的に行われます。適切な設定と校正基準を確認して下さい。

高度使用者と応用のため、**Custom Mode** が選択でき、空気と 0%校正のために可能な校正タイプを自由に組合せることが可能です。

Custom Mode の可能な空気校正タイプは：

- ・ 100%湿度の空気または空気飽和水 (**Air with 100% Humidity or Air Saturated Water**)、
- ・ 外気 (**Ambient Air**)、
- ・ 通常空気の校正 (**Custom Calibration**) (自由に選択した酸素レベルでの校正も可能)
- ・ 工場出荷時の空気校正 (**Factory Air Calibration**)

Custom Mode の可能な 0%校正タイプは：

- ・ 手動 0%校正
- ・ 工場出荷時の 0%校正

以下に異なった校正モードについて説明します。

7.1.1 校正モード：工場出荷(Factory)

注：工場出荷時校正は簡易測定用です。添付されたセンサーコードを設定（6.1.1章参照）で入力するだけです。



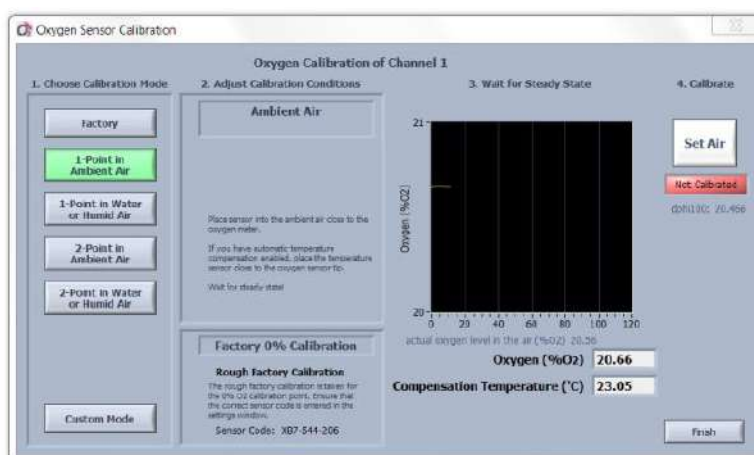
もし **Factory Calibration** を選ぶと、**Settings** で入力したセンサーコードが (**Firesting Calibration** 画面の **2.Adjust Calibration Conditions** に表示されます) 正しいかを確認して下さい。もしセンサーコード表示が正しくなければ、**Finish** をクリックし、**Settings** にて正しい **Sensor Code** を入力し、**Factory Calibration** やり直して下さい。

もしセンサーコードが正しければ、factory calibration は **Finish** をクリックして完成され、それぞれのチャンネルのメイン画面に戻ります。

7.1.2 校正モード：外気での一点校正(1-Point in Ambient Air)

注：外気での一点校正は、予防措置（8.1章と8.1.1章参照）正しいセンサーコードが **Settings** で入力されている時のみ可能です（6.1.1章参照）。

校正モード外気での一点校正は **1-Point Ambient Air** ボタンをクリックします。このモードは空気校正値（8.1.1章参照）を測定するために外気を使用します。0%校正値は **Sensor Code** から得られます。



温度、圧力、湿度

温度、圧力、湿度に関する設定（6.1.1 章参照）の調整は、校正中にも自動的に行われます。センサーを校正する前に、適切な設定が選択されていることを確認して下さい。

大気圧と周囲空気の相対湿度が内部の圧力センサーと湿度センサーから読み取られる場合、**FireSting O2** 計と接続されている酸素センサーの両方が同じ環境条件にさらされることが重要です。

温度の補正には

- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** 計のチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp. Channel** で入力する必要があります）。

工場 0%キャリブレーション

対応するチャンネルの設定に正しいセンサーコードが入力されていることを確認して下さい。 **Factory 0%Calibration** に表示されているセンサーコードが正しくない場合は、**Finish** をクリックして **Settings** に進み、正しいセンサーコードを入力してキャリブレーションをやり直して下さい。

空気を設定(Set Air)

空気の校正值（**Ambient Air** の場合は 8.1.1 章参照）については、酸素および外部/光学式温度センサーを **FireSting O2** 計の裏側にある通気孔の近くに配置して下さい。

酸素センサーと温度センサー（使用している場合）が完全に**乾いていること**を確認して下さい。そうでなければ、センサー周辺の相対湿度は、**FireSting O2** 内部で測定された湿度と異なります。水滴が蒸発するとセンサーチップが冷え、温度が不定になります。

キャリブレーションが実行される前の一定の環境条件の下で装置とセンサーを 30 分以上置くことをお勧めします。

酸素センサーの読み取り値のグラフと数値表示を見て、センサーの読み取り値が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。



酸素測定値が、接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**Set Air** ボタンが強調表示されます。すべての測定値が定常状態になりましたら、**Set Air** をクリックし、実際の酸素センサーの測定値を空気校正用を取得します。

酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を示す警告が表示されます（注：校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません）。

校正が完了すると、緑色のインジケータ空気校正済み(**Calibrated at Air**)が表示されます。

最後に、**Finish** をクリックしてメインウィンドウに戻ります。

注：格納式のニードルタイプのセンサー（OXR50、OXR230、(TR) OXR430、TPR430 など）を使用する場合、キャリブレーション値を取得するときにセンサーチップをニードルから引き出すことが重要です。

7.1.3 校正モード：水中での一点校正(1-Point in Water or Humid Air)

注：水または湿気のある 1 点校正は、適切な校正基準の作成（8.1.3 または 8.1.2 章参照）および設定に正しいセンサーコードを入力した場合にのみ可能です（6.1.1 章参照）。

水または湿気のある 1 点校正モードでは、空気校正値を決定するために空気飽和水または水蒸気飽和空気を使用します。適切な空気校正標準の準備は、8.1.3 章と 8.1.2 章で説明します。0%の校正値はセンサーコードから取得されます。



まれな場合や特別な用途では、校正標準は **FireSting O2** が配置されている周囲の空気とは異なる圧力にさらされる可能性があります。この場合、校正圧力を手動で入力できるカスタムモード（7.1.6 章参照）を選択する必要があります。

温度圧力補正

温度と圧力補正に関する設定の調整（6.1.1 章参照）は、校正中にも自動的に行われます。センサーを校正する前に、適切な設定が選択されていることを確認して下さい。

大気圧が内部圧力センサーから読み取られる場合、校正標準の酸素センサー（空気飽和水または水蒸気飽和空気）が **FireSting O2** 計と同じ大気圧にさらされることが重要です。典型的なアプリケーション²⁾。酸素センサーの校正中に校正基準の温度を補正するには

- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** メーターのチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp、Channel** で入力する必要があります）。

工場 0%キャリブレーション

対応するチャンネルの設定に正しいセンサーコードが入力されていることを確認して下さい。 **Factory 0%Calibration** に表示されているセンサーコードが正しくない場合は、**Finish** をクリックして **Settings** に進み、正しいセンサーコードを入力してキャリブレーションをやり直して下さい。

空気飽和水の温度を測定することが必要です。 **Fixed Temperature** を手動で入力するか、あるいは温度を **External Temperature Sensor** を選択して外付け温度センサーから読み取って下さい。

空気を設定(Set Air)

酸素センサーと、使用する場合は温度センサーを、8.1.3 章と 8.1.2 章の説明に従って準備した、空気飽和水または水蒸気飽和空気の入ったフラスコに挿入します。

酸素センサーの読み取り値のグラフと数値表示を見て、センサーの読み取り値が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。酸素測定値が、接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**[Set Air]** ボタンが強調表示されます。



注：一定の校正条件を確認して下さい。温度センサーを選択した場合は、温度センサーが校正標準の酸素センサーの近くに配置されていることを確認して下さい。

すべての測定値が定常状態になったら、**Set Air** をクリックすると、実際の酸素センサーの測定値が空気

校正に使用されます。

酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を示す警告が表示されます
(注：校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません)。

校正が完了すると、緑色のインジケータ[空気校正済み(**Calibrated at Air**)]が表示されます。

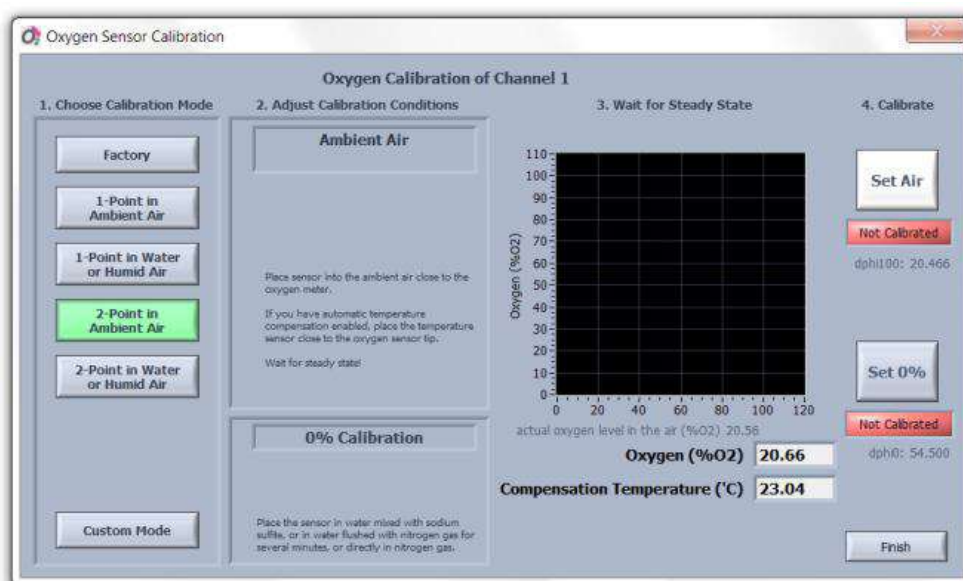
最後に、**Finish** をクリックしてメインウィンドウに戻ります。

注：可動式ニードルセンサー（例えば、**OXR50, OXR230, OXR430** または **TPR430**）の校正値を得るとき、センサーチップは校正値を得るときには伸ばしておいて下さい。

7.1.4 校正モード：外気での二点校正(2-Point in Ambient Air)

注：Ambient Air でのキャリブレーション 2 ポイントは、予防措置（8.1 章と 8.1.1 章参照）と、設定に正しいセンサーコードを入力した場合（6.1.1 章参照）でのみ可能です。

二点校正モードは **2-Point in Ambient Air** ボタンをクリックして選択します。このモードでは、空気校正値と 0%校正値の両方が手動で測定します。空気校正値は外気(8.1.1 章参照)を使って測定します。0%校正値は特別に作成した校正標準から測定されます。適切な校正標準の準備は 8.2 章を参照下さい。



温度、圧力、湿度

温度、圧力、湿度に関する設定（6.1.1 章参照）の調整は、校正中にも自動的に行われます。センサーを校正する前に、適切な設定が選択されていることを確認して下さい。

大気圧と外部空気の相対湿度が内部の圧力センサーと湿度センサーから読み取られる場合、**FireSting O2** 計と接続されている酸素センサーの両方が同じ環境条件であることが重要です。

空気中の酸素センサー校正中の温度補正および 0%校正標準のいずれかには

- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** メーターのチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp. Channel** で入力する必要があります）。

空気を設定(Set Air)

空気の校正値（Ambient Air の場合は 8.1.1 章参照）については、酸素および外部/光学式温度センサーを **FireSting O2** 計の裏側にある通気孔の近くに配置して下さい。

酸素センサーと温度センサー（使用している場合）が完全に**乾いていること**を確認して下さい。そうでなければ、センサー周辺の相対湿度は、**FireSting O2** 内部で測定された湿度と異なります。水滴が蒸発するとセンサーチップが冷え、温度が不定になります。

キャリブレーションが実行される前の一定の環境条件の下で装置とセンサーを 30 分以上置くことをお勧めします。



酸素センサーの読み取り値のグラフと数値表示を見て、センサーの読み取り値が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。

酸素測定値が、接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**Set Air** ボタンが強調表示されます。すべての測定値が定常状態になりましたら、**Set Air** をクリックし、実際の酸素センサーの測定値を空気校正用を取得します。

酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を示す警告が表示されます（注：校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません）。

校正が完了すると、緑色のインジケータ空気校正済み(**Calibrated at Air**)が表示されます。

Set 0%

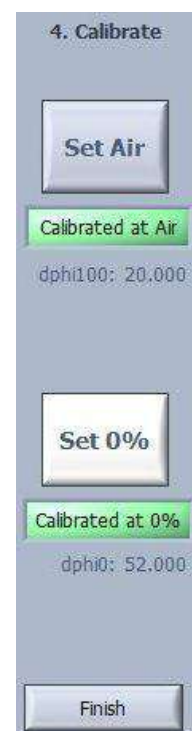
続いて、酸素および外部/光学式温度センサー（使用している場合）を、8.2 章の説明に従って準備した適切な 0%校正標準液に挿入します。

0%校正標準の場合、

- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** メーターのチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp. Channel** で入力する必要があります）。

内部圧力センサーが圧力補正用に選択されている場合は、**FireSting O2** 計と 0%のキャリブレーション標準の接続された酸素センサーの両方が同じ圧力条件が重要です。グラフを見て酸素センサーの表示が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。

酸素測定値が接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**[Set 0%]** ボタンが強調表示されます。



すべての測定値が定常状態になったら、**[Set 0%]** をクリックして、実際の酸素センサーの測定値を 0%のキャリブレーション用に取得します。酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を提示する警告が表示されます（校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません）。

キャリブレーションが完了すると、緑色のインジケータ **Calibrated in 0%** が表示されます。最後に、**Finish** をクリックしてメインウィンドウに戻ります。

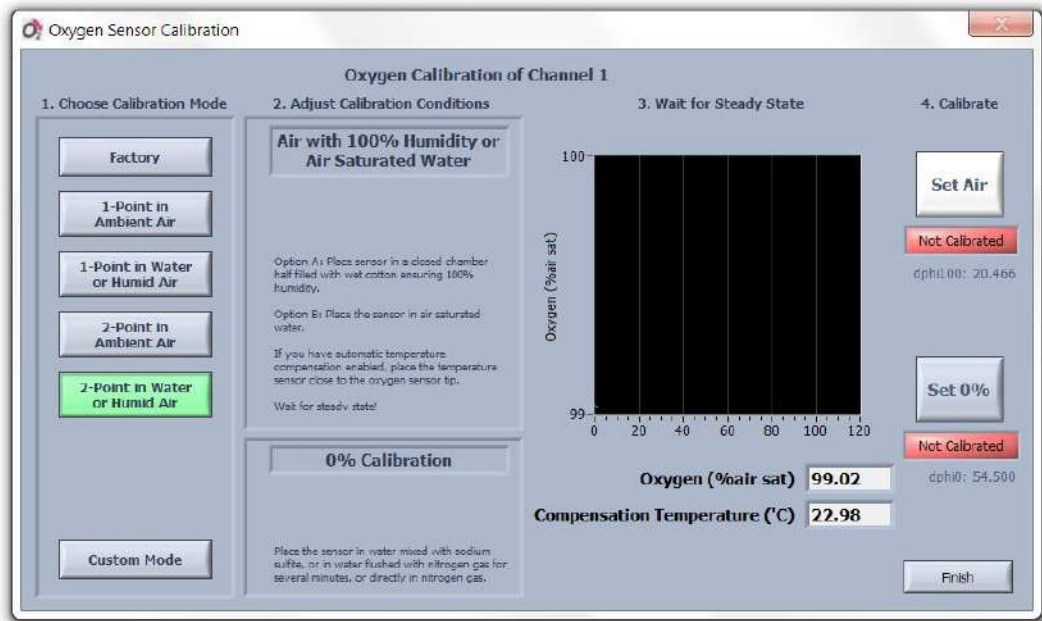
注：可動式ニードルセンサー（例えば、**OXR50, OXR230, OXR430** または **TPR430**）の校正値を得るとき、センサーチップは伸ばしておいて下さい。

7.1.5 校正モード：水中での二点校正 2-Point in Water or Humid Air

注：水または湿気のある 2 点校正は、適切な校正基準を作成し（8 章参照）、正しいセンサーコードを設定に入力した場合（6.1.1 章参照）でのみ可能です。

校正モードでは、2 点水中または多湿空気中の校正値と 0%校正値の両方が手動校正から決定されます。空気校正値の決定には空気飽和水（8.1.3 章参照）または水蒸気飽和空気（8.1.2 章参照）の使用に加え、0 の決定には特別に準備された 0%校正標準（8.2.1 章参照）を使用します。適切な校正標準の準備は 8

章を参照下さい。



温度圧力補正

温度と圧力補正に関する設定の調整（6.1.1 章参照）は、校正中にも自動的に行われます。センサーを校正する前に、適切な設定が選択されていることを確認して下さい。

大気圧が内部圧力センサーから読み取られる場合、校正標準の酸素センサー（空気飽和水または水蒸気飽和空気、脱酸素水）が **FireSting O2** 計と同じ大気圧にさらされることが重要です。典型的なアプリケーション³⁾。

空気中の酸素センサー校正中の温度補正および 0%校正標準のいずれかには

- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** 計のチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp. Channel** で入力する必要があります）。

Set Air(空気を設定)

空気校正点（湿度 100%の空気または空気飽和水）については、水蒸気飽和空気（8.1.2 章参照）または空気飽和水（100%空気飽和、8.1.3 章参照）フラスコに酸素センサー、温度センサーを挿入します。

酸素センサーの読み取り値のグラフと数値表示を見て、センサーの読み取り値が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（°C）で示される安定した温度測定値も確認

して下さい。酸素測定値が、接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**[Set Air]**ボタンが強調表示されます。

すべての測定値が定常状態になったら、**Set Air** をクリックすると、実際の酸素センサーの測定値が空気校正に使用されます。酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を示す警告が表示されます（注：校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません）。校正が完了すると、緑色のインジケータ**[Calibrated at Air]**が表示されます。

Set 0%

続いて、酸素および外部/光学式温度センサー（使用している場合）を 0%校正標準液（脱酸素水、8.2.1 章参照）に挿入します。

0%校正標準の場合、

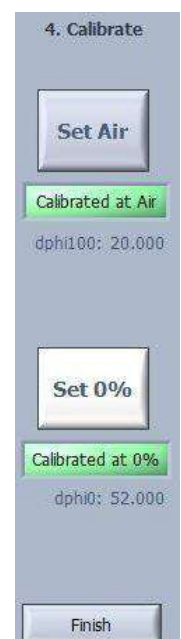
- (1) 固定温度は手動で調整することができ（決定し、一定に保つ必要がある）、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部（PT100）温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** 計のチャンネルに接続されている光学式温度センサー（それぞれのチャンネル番号は **Optical Temp. Channel** で入力する必要があります）。

内部圧力センサーが圧力補正用に選択されている場合、**FireSting O2** デバイスと 0%のキャリブレーション標準の接続された酸素センサーの両方が同じ圧力条件にであることが重要です。

グラフを見て酸素センサーの読みが安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。酸素測定値が接続されているセンサータイプの予想範囲内になるとすぐに、**[Set 0%]**ボタンが強調表示されます。

すべての測定値が定常状態になったら、**[Set 0%]**をクリックして、実際の酸素センサーの測定値を 0%のキャリブレーション用に取得します。酸素測定値が予想範囲外であると思われる場合は、校正を繰り返す可能性を提示する警告が表示されます（校正標準とセンサーをチェックせずに続行することはお勧めできません）。

キャリブレーションが完了すると、緑色のインジケータ **Calibrated in 0%**が表示されます。最後に、**Finish** をクリックしてメインウィンドウに戻ります。

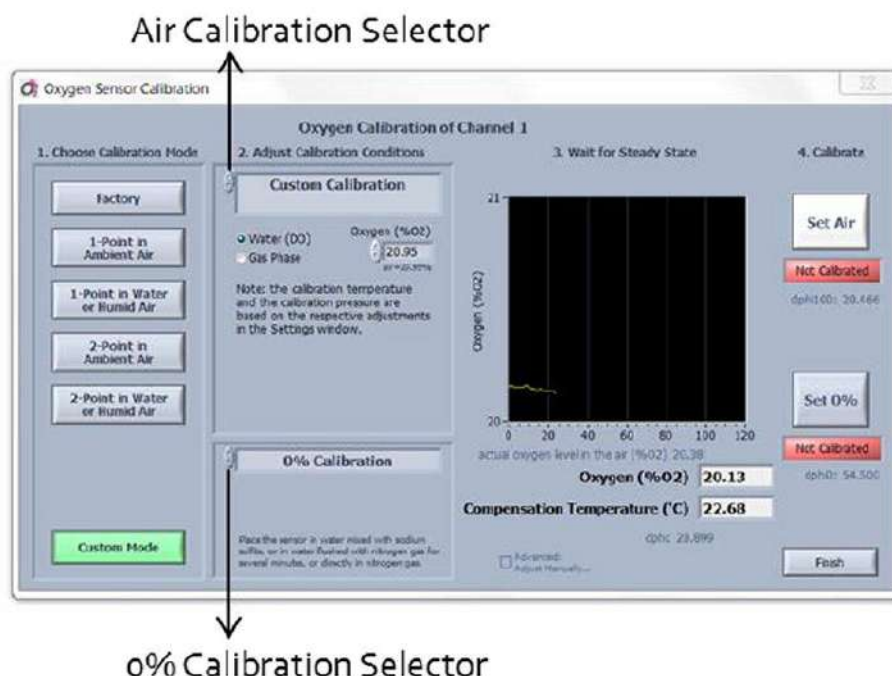


注：可動式ニードルセンサー（例えば、**OXR50**, **OXR230**, **OXR430** または **TPR430**）の校正値を得るとき、センサーチップは伸ばしておいて下さい。

- 3 まれにあるいは特殊な応用では、校正標準は **FireSting O2** が置かれている外気と異なった圧力にさらされているかもしれません。もし実際の気圧がその場で測定できないなら、この場合には、校正圧力を手動で入力できる **Custom Mode** カスタムモード (7.1.6 章) を選択しなければいけません。

7.1.6 カスタムモード(Custom Mode)

カスタム校正モードは **Custom Mode** ボタンをクリックして選択します。このモードは空気の校正と 0% 校正に対しすべての可能な校正タイプを使用者が自由に結合できます。空気校正タイプは“**Air Calibration Selector**”をクリックして選択することができます。0%校正タイプは“**0% Calibration Selector**”をクリックして選択することができます。



次の空気校正タイプが選択できます：

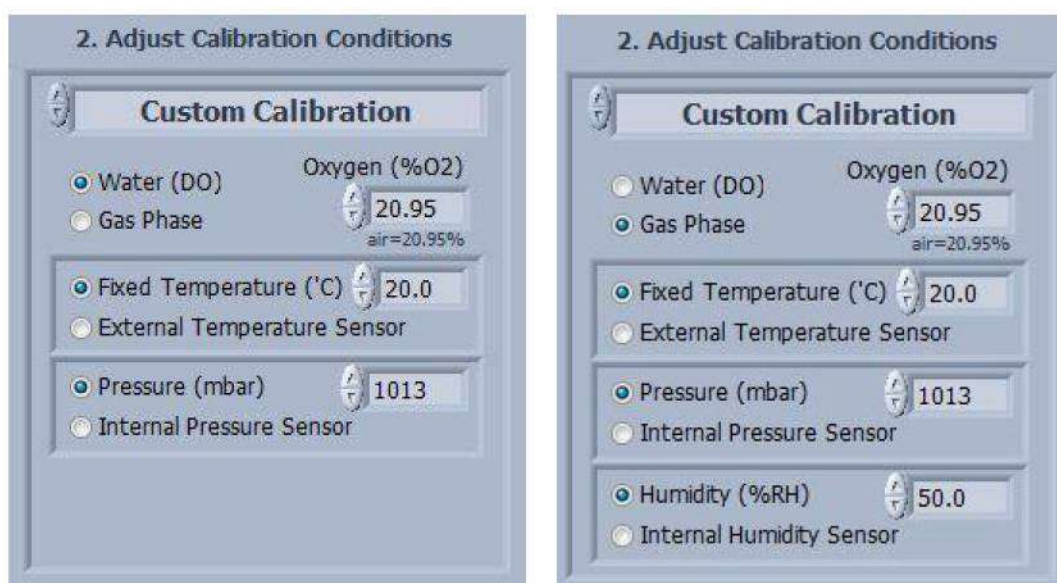
- **Factory Air Calibration** (7.1.1 章参照)
- **Air with 100% Humidity or Air Saturated Water** (7.1.3 章参照)
- **Ambient Air** (7.1.2 章参照)
- **Custom Calibration** (詳細は下記に示す)

そして 0%校正のためには次のタイプが選択できます：

- **Factory 0% Calibration** (7.1.1 章参照)
- **0% Calibration** (7.1.4 章参照)

殆どの校正タイプは前の章に既に説明しています (上記参照)。空気校正タイプ **Custom Calibration** は

Custom Mode からのみ得られる独自の特長です。**Custom Calibration** は以下に説明するように空気校正を行うための最も柔軟なオプションを提供しています。



校正標準中の酸素レベルは **Oxygen (%O2)** で自由に選択できます。もし空気校正標準が外気または空気飽和水中に基づいているなら、この値は **20.95%O2** に保つべきであり、外気中の標準的な酸素の体積濃度を表します。しかし、カスタムガスが使用される場合、他の値に調整することができます、例えば、微量センサーを校正する場合、**5%**の O2 ガスは役に立ちます。

使う校正標準によって、溶存酸素用の **Water (DO)** (左図) または **Gas Phase** (右図) を選択して下さい。

温度、圧力、湿度

温度、圧力、湿度に関する設定 (6.1.1 章参照) の調整は、校正中にも自動的に行われます。センサーを校正する前に、適切な設定が選択されていることを確認して下さい。

大気圧と外部空気の相対湿度が内部の圧力センサーと湿度センサーから読み取られる場合、**FireSting O2** 計と接続されている酸素センサーの両方が同じ環境条件にさらされることが重要です。(詳細は 7.1.2 章参照)

精密校正の場合は、一般的に、相対湿度 100%の校正標準を作成することをお勧めします(第 8 章参照)。これにより、内部湿度センサーを使用することで発生する可能性のある誤差を排除できます。

空気中の酸素センサー校正中の温度補正および 0%校正標準のいずれかには

- (1) 固定温度は手動で調整することができ (決定し、一定に保つ必要がある)、または温度は外部センサーから読み込む
- (2) **FireSting O2** の温度ポートに接続に外部 (PT100) 温度センサーを接続する。
- (3) **FireSting O2** 計のチャンネルに接続されている光学式温度センサー (それぞれのチャンネル番号は

Optical Temp. Channel で入力する必要があります)。

空気を設定(Set Air)

ここで酸素センサーと外部/光学式温度センサー（使用している場合）を校正標準の中に置きます。

酸素センサーの読み取り値のグラフと数値表示を見て、センサーの読み取り値が安定するまで待ちます。外部または光学式温度センサーを選択した場合は、補償温度（℃）で示される安定した温度測定値も確認して下さい。

酸素測定値が定常状態になれば、**Set Air** ボタンをクリックします。すべての測定値が定常状態になりましたら、**Set Air** をクリックし、実際の酸素センサーの読み取り値は空気校正のために採取されます。校正が完了すると、緑色のインジケータ空気校正済み (**Calibrated at Air**)が表示されます。



したがって、0%の校正を実行する必要があります。校正タイプ **0%Factory Calibration** が選択された場合、それ以上の手順は必要ありません（7.1.1 章参照）。

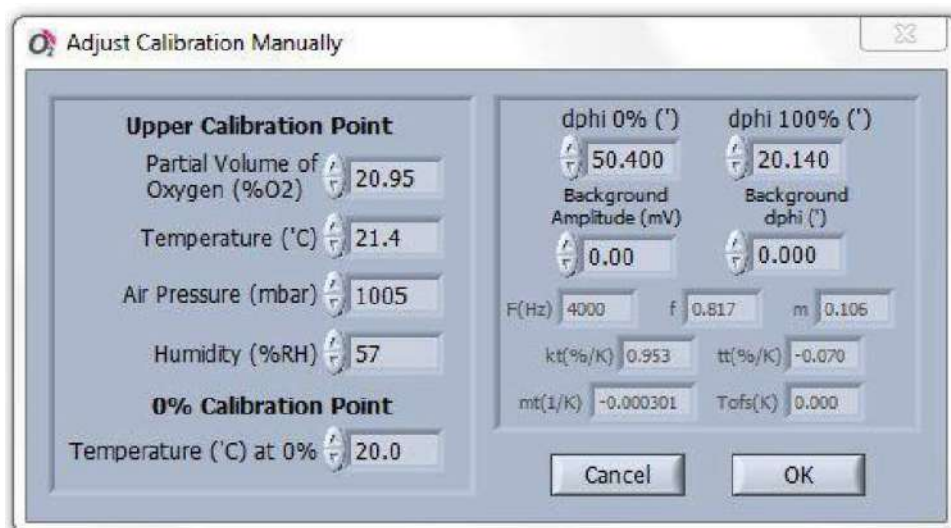
0%校正を選択した場合は、7.1.4 章の指示に従って下さい。メインウィンドウに戻るために **Finish** をクリックします。

注：可動式ニードルセンサー（例えば、**OXR50**, **OXR230**, **OXR430** または **TPR430**）の校正値を得るとき、センサーチップは伸ばしておいて下さい。

高度な調整

この章は、上級ユーザー用です。

非常に高度なアプリケーションの場合は、手動で **FireSting O2** のすべての内部校正パラメータを操作することが可能です。このオプションは **Custom Mode** を選択し、**Advanced: Adjust Manually** をクリックすれば作動でき、すべての内部校正パラメータを示す別の画面が開きます。



ここで **Upper Calibration Point** (初期値: **Partial Volume of Oxygen 20.95%O2**) が、**Custom Calibration** (7.1.5 章参照)に記載したように、校正条件 (温度、空気圧、湿度) と同様に定義できます。 **Temperature (°C)** も測定でき、 **0% Calibration Point** に対し入力できます。

更に、0%校正標準(**dphi 0% in 0**)と 100%校正標準(**dphi 100% in 0**)に対する相シフト”**dphi**” (**dphi**, 6.4 章と 12.4 章参照)は手動で調整できます。

Background Amplitude (mV)と **Background dphi (°)**は調節できます (より詳細は 9.2 章参照)。非接触センサーでの測定に対し、非接触センサー使用時、それぞれのチャンネルの **Advanced Settings** でバックグラウンド補正を作動する場合のみ、これらの二つの値は関係します。

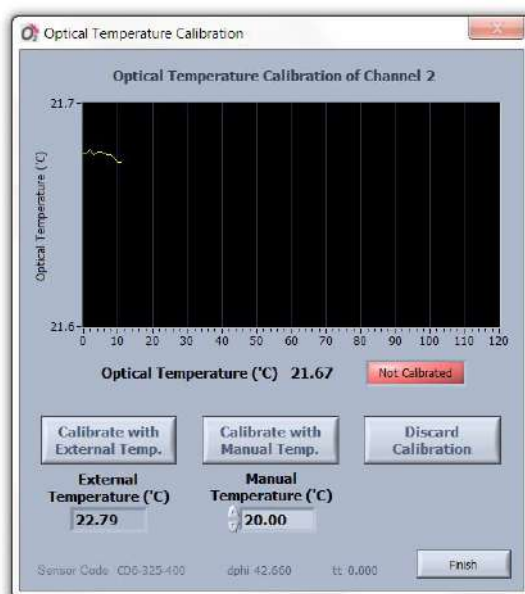
パラメータ **f**, **m**, **F**, **kt**, **mt** そして **tt** は酸素濃度データの内部校正に必要です。これらのパラメータは **REDFLASH(酸素感受性)標識剤**に特定な定数であり、セッティングにおいて選択された **Sensor Type** に対して自動的に調節されています。それら数値は初期値としてお使いいただくことが望ましいです。

7.2 光学温度センサー校正

注：光学式温度センサーの校正（毎日推奨）は、正しいセンサーコードが設定に入力されている場合のみ可能です（6.1.2 章参照）。

光学式温度センサーを校正するには、メインウィンドウの対応するチャンネルタブにある校正ボタンをクリックして下さい。データロギング中は、**Log to File** が停止されるまでこのボタンは使用できません。

ダイアログウィンドウの **Optical Temperature Calibration** では、**FireSting O2** デバイスのチャンネルに接続されている光温度センサーの 1 点校正に対して、2 つの校正モードを選択できます。



- 外部温度で校正(Calibrate with External Temp.)
- 手動温度で校正(Calibrate with Manual Temp.)

外部温度で校正をクリックすると、**FireSting O2** デバイスのチャンネルに接続されている光学式温度センサーを、**FireSting O2** の温度ポートに接続されている外部温度センサー（PT100）に対して校正できます（第 3 章参照）。

外部温度センサー（TDIP15 または TSUB21）を使用して校正する場合は、まず接続されている PT100 センサーの温度オフセットを確認します（6.1.3 章参照）。この手動オフセットを調整した後、光温度センサーの 1 点校正をその校正ウィンドウで続けて実行できます。外部温度センサーは、光学式温度センサーと同じ温度条件の近くに正確に配置して下さい。

正確な絶対温度測定を行うには、外部温度センサーに対して光学式温度センサーを校正する前に、外部（PT100）温度にオフセットがあるかどうかを手動で確認することを強くお勧めします。

すべての温度測定値は℃で表示されます。

別の方法として、光学温度センサーは温度（℃）に対して手動で校正することができ、ここで測定した温度を入力する必要があります。これには、校正済みのインキュベーター（気相での測定用）または温度が一定で既知の水浴（水/水溶性サンプルでの測定用）の使用をお勧めします。

Discard Calibration (キャリブレーションの破棄)をクリックすると、最新のキャリブレーションが削除され、光学式温度センサーは校正されていないため、もう一度キャリブレーションする必要があります。

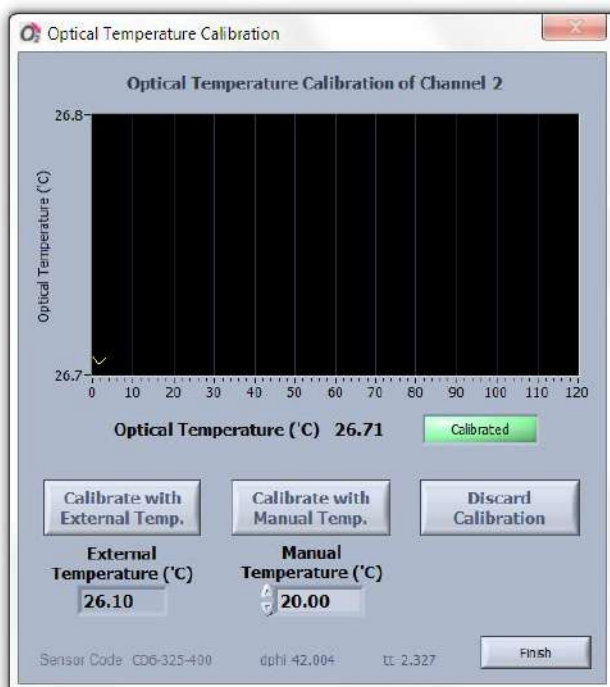
Optical Temperature Calibration ウィンドウ下には、実際のセンサーコードと最後のキャリブレーションの校正値（"dphi"）が表示されます。接続されている光学式温度センサーのセンサーコード表示が正しくない場合は、設定に戻り、正しいセンサーコードを入力して光学式温度センサーの校正をやり直して下さい。

注：測定環境条件に近い条件で校正を実行することを強くお勧めします。校正中は常に一定の条件を保って下さい。

グラフと光学式温度（℃）センサーの数値表示を観察して、温度センサーの測定値が安定するまで待ちます。すべての測定値が定常状態になったら、それに応じて光学式温度センサーを校正します。

キャリブレーションが完了すると、緑色のインジケータ **Calibrated** が表示されます。

最後に、メインウィンドウに戻るために **Finish** をクリックします。



8 酸素校正標準

8.1 空気校正標準(Air Calibration Standard)

この空気校正標準(Air Calibration Standard)は：

- ・ 外部空気
- ・ 水蒸気飽和空気 (100% 湿度中 20.95 vol.%)
- ・ 空気飽和水 (100%空気飽和)

壊れやすいニードル酸素センサーを校正標準に差し込む時、センサーチップが例えば、フラスコの底かあるいは他の硬い物質などに当たっていないかをたしかめて下さい。常に酸素センサーを取付けるための適当なラボスタンドを使って下さい！

以下に述べるすべての空気校正標準は、地球上大気中のほぼ一定の酸素含有量（乾燥空気中で約 20.95% O₂）に依存しています。僅かな変化は多くの人で占有されている密閉空間で見られる（または、例えばローソク、燃焼エンジンなどで酸素が消費されている場合）。そのため、もし心配なら、例えば数分間窓を開けるなどして新鮮な空気で部屋の換気を良くします。

更に、空気の相対的湿度は 20.95%の理想な値からバラツキが出ます。単なる会話、湿気のある空気の水蒸気、などは例えば 20.7%O₂ の低下した酸素レベルになります。大よそ 20°C以下の温度では、その効果は幸運にも最大約 0.5%のバラツキとなります。しかしながら、30°Cあるいは 40-50°Cのより高い温度では、空気の湿度は実際の酸素レベルに著しく影響します。例えば、100%相対湿度と体温 (37°C) では、乾燥空気の 20.95%O₂ と比較して 19.6%にまで低下します。

酸素センサーの校正中には、湿度を考慮すべきことが 2 つあります：

- (1) 外気の相対的湿度と温度は校正中に測定すべきです。 *Pyro Oxygen Logger* ソフトはそのために自動的にこれらの条件下での真の酸素レベルを計算します。
- (2) 校正標準は水、あるいは例えば湿った脱脂綿または湿ったスポンジで部分的に満たした密閉容器内で作成します。これは 100%RH の一定した湿度を保ち、湿度を測定する必要がありません。

補足 (1) は校正標準“外気 **Ambient Air**” (8.1.1 章参照) に使い、他方、補足 (2) は校正標準“水蒸気飽和空気 **Water-Vapor Saturated Air**” (8.1.2 章参照) と“空気飽和水 **Air Saturated Water**” (8.1.3 章参照) に使います。

もう一つのパラメータ、大気圧は空気校正でより重要です。酸素センサーの原理、測定するパラメータは体積濃度（即ち“%O₂”）ではなく酸素分圧（即ち“mbar”）です（付則 12.6 参照）。（上記で述べたように、列挙した湿度と温度で測定した） 20.7%O₂ の酸素レベルは *Pyro Oxygen Logger* ソフトで、相対酸素レベルと大気圧、例えば 990 mbar (12.6 章参照)を掛け算することにより、酸素分圧に変換されます。

$$0.207 \times 990 \text{ mbar} = 205 \text{ mbar}$$

酸素分圧として例えば 205 mbar が得られます。これは *Pyro Oxygen Logger* ソフトを使った基本的な校正値です。大気圧は、1) (例えば海面で約 990 ~1030 の間で変化する) 天気の変化、そして 2) (例えば海面では 1030 mbar と比較して、通常大気圧は 1000m 標高で約 900 mbar) 海拔標高、によって影響されます。

そのためまとめると、空気校正標準に対して知られている 3 つの重要なパラメータがあります：

- 温度 (°C)
- 相対湿度 (%RH)
- 大気圧 (mbar)

Firesting 装置と *Pyro Oxygen Logger* ソフトは使用者にすべての校正ステップを案内するため、上記の理論的知識は必要とされません。そして第二世代の **FireSting O2** (micro USB コネクター付き) の場合、装置に組み込まれた温度と圧力センサー、内蔵または外付け温度センサーにより、これらのパラメータは大抵の校正タイプに対し自動的に測定されます (7 章参照)。

8.1.1 外気

もし通常の外気が校正標準として使われるなら、準備は必要ありません。**乾燥した**酸素センサーは(必要に応じて**乾燥した**外付け温度センサーと一緒に)単に周囲の空気に置きます。さもないと、7 章に挙げた校正手順に従って下さい。

外気中の精密な校正の為、酸素と温度センサーの測定チップは**完全に乾燥状態**にあることは重要です。湿ったセンサーチップはセンサーチップの周りの不確定な湿度に影響されます。水滴の蒸発によりセンサーが冷やされ、温度が不安定になります。

8.1.2 水蒸気飽和空気

酸素センサーと温度センサー用の穴があるふた付きのフラスコに湿った脱脂綿を入れて閉じて下さい。一般的には、フラスコの容積の約 1/3 から 1/2 が湿った脱脂綿に浸し、空いた空間に酸素センサーと温度センサーを挿入します。そして 7 章で記載した校正手順に従って下さい。

8.1.3 空気飽和水

酸素センサーと温度センサー用の穴があるふた付きのフラスコに適量の水を満たして下さい。空気ポンプ(鑑賞魚用に市販されている)に繋いだ気泡管を介して約 10 分空気を流し入れて下さい。また、もし空気ポンプが入手できなければ、上面から 50%以上残してフラスコに水を注ぎ、フラスコを蓋で閉じて、1 分ほど激しく振って下さい。上部空間に新鮮な空気を満たすために、短時間蓋を開けて下さい。再び閉じ、1 分以上フラスコを振って下さい。酸素センサーと外付の温度センサーをフラスコに挿入し、センサーチ

ップが水に浸かっていることを確かめて下さい。そして7章で記載した校正手順に従って下さい。

水に空気を流し続けることは水を冷やすこととなります。正確な温度測定を確認して下さい。

8.2 0%標準(0% Standard)

0%校正標準は以下の通り：

- ・ 強還元剤混和の水
- ・ 窒素ガス(N₂)飽和の水
- ・ 窒素ガス (N₂)

8.2.1 強還元剤混和の水

酸素センサーと温度センサー用の穴があるふた付きのフラスコに適量の水を満たして下さい。化学反応による無酸素の水を作るため、フラスコの水の中に強還元剤の次亜硫酸ナトリウム (Na₂S₂O₄) または亜硫酸ナトリウム (Na₂SO₃) 30 g L⁻¹の濃度で加えて下さい。還元剤を加える場合、塩水（例えば海水）を使用することは推奨できません、水の高塩分が還元剤の適正な溶解を妨げる理由のためです。その塩が完全に溶解するまで攪拌し、溶液を15分ほど放置して下さい。酸素センサーと外付の温度センサーをフラスコに挿入し、センサーチップが水に浸かっていることを確かめて下さい。そして7章で記載した校正手順に従って下さい。

センサーは、この溶液内で保存してはいけません。校正後に脱イオン水で注意深く洗浄して下さい。特に可動ニードルセンサー (OXR50, OXR230, OXR430) は非常に注意深く洗浄することが必要です。ニードル内に残った塩結晶が原因で損傷する恐れがあります。

8.2.2 窒素ガス飽和の水

酸素センサーと温度センサー用の穴がある蓋付きのフラスコに適量の水を満たして下さい。蓋をし、水中に約10分間窒素ガスをバブリングして下さい。この過程を早めるために最初に水を沸騰させて(溶存気体すべてをこれによって取り除くことができる)、そして冷却過程で窒素ガスを流して下さい。酸素センサーと外付の温度センサーをフラスコに挿入し、安定させた後、7章で記載した校正手順に従って下さい。

水に空気を流し続けることは水を冷やすこととなります。正確な温度測定を確認して下さい。

8.2.3 窒素ガス

酸素センサーと温度センサーを差し込むための穴が付いている蓋付きのガラスフラスコを介して、100%窒素ガスを流して下さい。校正を行う前にすべての空気が窒素ガスで置換されていることを確かめて下さい。酸素センサーと外付の温度センサーをフラスコに挿入し、安定させ、そして7章で述べたように校正を行って下さい。

外部の空気が校正操作中に再びフラスコに入らないようにして下さい。対流ガス移動は非常に早いプロセスです。そのため、校正操作中に窒素ガスをフラスコに流しておくことをお勧めします。

窒素ポンベからの窒素ガスは減圧過程によって激しく冷却される可能性があります。**正確な温度測定**を確認して下さい。

9 非接触センサーの校正

非接触酸素センサーの装置構成は、5.3、5.4、5.6 章を参照して下さい。

9.1 校正手順

一般に、非接触センサー（例えば、スポットセンサー、フローセル、バイアルセンサー）の校正は7章と8章に述べたようにファイバー式の酸素センサーと同じですが、もし一点校正または二点校正が行われるなら、校正標準はスポットセンサーが固定されている器、フローセルのチューブ、あるいはバイアルに直接入れなければなりません。

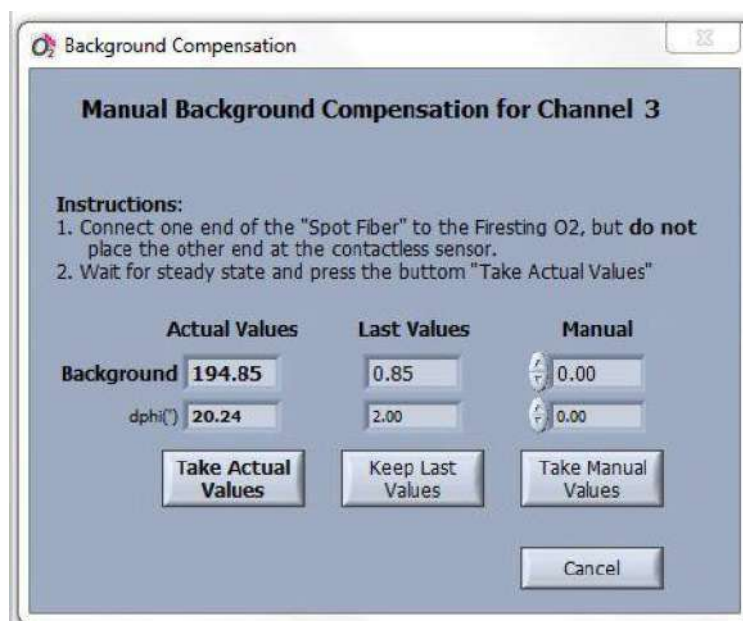
もし“外気”が空気校正標準に使用されるなら（8.1.1 章参照）、乾燥した装置に流れる外部空気の良い循環が重要です。装置内のそれぞれの湿度が装置の外側の湿度とも同じにします（*FireSting O2*での経験）。しかしながら、大よそ室温あるいはそれ以下での一般的な測定に対し、間違っただけで測定した相対湿度は空気校正に対し1%の最大相対誤差となります（8.1 章参照）。そのため、もしこの精度が十分でしたら、“外気”は空気校正標準は適切な選択です。

校正手順に乾燥装置を確保できない高精度のアプリケーションに対し、異なった空気校正標準“水蒸気飽和空気”（8.1.2 章参照）あるいは“空気飽和水”（8.1.3 章参照）が選択されます。前者の場合、装置内部容積の一部分を湿った脱脂綿で満たして、酸素センサーの周りが100%RHにします。後者の場合、装置の内部容積は8.1.3 章に述べたように作成された空気飽和水で簡単に満たすことができます。酸素センサーは空気飽和水で完全に覆われることを確認して下さい。

9.2 手動バックグラウンド補正

非接触センサー（すなわち、スポットセンサー、フローセル、そしてバイアルセンサー）の校正は非接触酸素センサー付き *FireSting O2* を接続している光ファイバーケーブルのバックグラウンド蛍光の補正が含まれます。**Settings**（6.2.1 章と 6.2.2 章参照）に挿入した **Fiber Length (m)** に基づき、補正のバックグラウンドシグナルは *Pyro Oxygen Logger* ソフトにより自動的に決められます。そのため、使用者は普通バックグラウンド補正を全く知らなくても構いません。普通のアプリケーションに対しては、これは適切な手順です。

しかし高精度なアプリケーションに対し、そして特に低シグナル強度（例えば < 20 mV）に対し、手動バックグラウンド補正は使用者によって行われます。このためには、**Manual Background Compensation** は **Advanced Settings**（6.2.2 章参照）で選択しなければいけません。**Calibrate** をクリックして校正画面を開いた後、別の **Background Compensation** 画面が自動的に開きます：



ここでは接続した **Spot Fiber** のバックグラウンド蛍光が補正されます。そのために以下の点が**重要**になります。

- **Spot Fiber** の一端子は **FireSting O2** のチャンネルに接続され、
- **Spot Fiber** の他の一端子はスポットセンサーには**接続しない**（即ちスポットアダプター、アダプターリングあるいはフローセルからこの端子を外します）。

それから、定常状態まで待ち **Take Actual Values** ボタンを押します。

他には、もし前にバックラウンド補正されていて、スポットセンサーが**同じ**スポットファイバーで（再）校正する場合、**Keep Last Value** ボタンが使用できます。バックグラウンド補正の最後の値は保持されます。

Background と **dphi (°)** を **Manual** に手動で入力し、続いて **Take Manual Values** をクリックすることもできます。もし **Background** と **dphi** の両方にゼロが入力されると、バックグラウンド補正は行われません。

バックグラウンド補正が終了後、画面が閉じ、そしてプログラムは校正画面を進める（7章参照）。校正過程を進めるため **Spot Fiber** はスポットセンサー位置に再び固定することが重要です：例えば、このスポットファイバー端に再びスポットアダプターあるいはフローセルに接続することになります。

バックグラウンド補正中 **Spot Fiber** は非接触センサーには**接続しない** にして下さい。

その後の校正過程中 **Spot Fiber** は非接触センサーに**再度固定する** にして下さい。

スポットアダプターまたはアダプターリングの位置はスポットセンサーを校正した後、変更しないで下さい（移動したときは再校正が必要になります）。

10 温度測定

測定範囲、精度、内蔵および外付け温度センサーの精度、**正確性**について、12.1 章を参照して下さい。

10.1 外付け温度センサー (PT100)

FireSting O2 には外付け温度センサー用ポートが一つ有ります。センサーの種類は、2 種類あります：浸漬プローブ温度センサー **TDIP15** (チップの直径 1.5 mm) と水中に沈められる温度センサー **TSUB21** (完全にテフロンコートされ、チップの直径 2.1 mm)。**TSUB21** は水溶液試料に長時間浸漬に完全に特化しています。すなわち、ケーブルを含むセンサー全体を水に沈めることができます。これに対して、**TDIP15** は水溶液試料へ長時間浸漬できるのは 100 mm 長プローブチップ部分のみになります。しかしながら、ケーブルを含む **TDIP15** 全体は防滴ですので短時間浸漬に耐えられます。

10.2 内蔵温度センサー

正確な酸素測定には内蔵温度センサーを使用することは推奨できません

FireSting O2 計は外気の温度測定に内蔵温度センサーを有しています。もしガス試料あるいは空気中の酸素の読み込みに校正中あるいは温度補正中に使用される場合、**FireSting O2** で内部温度は空気あるいはガス試料中の外部温度と同じであることを確認して下さい (装置によって温まった分は除外できません!)。**FireSting O2** に接続する外付け温度センサー、あるいは外付け温度計と内蔵温度センサーを比較することができます。

10.3 光学温度センサー

正確な温度測定と酸素測定値の自動温度補償に、自動温度補償光学式温度センサーを使用することを推奨します。光学温度センサは光酸素センサと同じポートに接続されています。さまざまな光学温度センサの種類については、5.1 章を参照して下さい。精密な絶対温度の読み取りと真の自動温度補償を行うには、光学式温度センサを日常的に校正する必要があります (7.2 章参照)

10.4 自動温度補正

外付け温度センサーは測定系における温度を記録するためには簡単に使用できますが、温度センサーは測定系において温度変動に対して酸素センサー信号を自動的に補正するために特に有益です。温度補正は 2 つの理由により必要になります：

- **REDFLASH(酸素感受性)標識剤**の発光は温度に依存します
- 各酸素単位の変換は温度に対して補正されることが必要です

水系試料測定の自動温度補正を作動させるために、各チャンネル **Settings** の **Conditions in the Samples** で **External Temperature Sensor** を選択する必要があります。温度の読み込みもデータファイルに保存されます。ガス試料測定のために、**External Temperature Sensor** か **Internal Temperature Sensor** のど

ちらかが選択します。後者の場合には、**FireSting O2**の空気孔が塞がれていないか、装置内部の温度上昇していないことを確認して下さい。

酸素測定のために自動温度補正が作動される場合、酸素と温度センサーの両方は同じ実験系に挿入されることを確認して下さい。**FireSting O2**は外付け PT100 温度センサーが一つのポートを占有します。1個以上の酸素センサーの自動温度補正に対し、すべての酸素センサーは同一の温度条件下で測定するか、あるいは4つの温度チャンネル付きの温度拡張モジュール **TeX4**を **FireSting O2**に連結する必要があります。これによって、自動温度補正は **TeX4**の各ポートに接続された温度センサーを使って行われます。

しかしながら、例えば単独のチャンネルに対しては自動温度補正も使用可能ですが、その他のチャンネルは **Constant Temperature** で測定できます。一定温度で行うチャンネルにおいては、この温度は **Settings (6.1.1 章参照)**の **Environmental Conditions** に入力しなければなりません。試料が測定中この一定温度に保たれることを確かめることが使用者の権限です。

作動した酸素センサー全ての測定が固定温度下で行われる場合でも、外部および光学式温度センサーは独立した温度測定に使用できます。設定の温度パネル (6.1.3 章参照) または光学式温度センサー用のチャンネルタブ (6.1.2 章参照) で外部温度センサーを個別に有効にする必要があります。

11 アナログ出力と自動モード

FireSting O2 の標準操作モードは USB インターフェース経由で **FireSting O2** を操作する **Pyro Oxygen Logger** ソフト（この取説で説明）を PC 上で操作します。このユーザーフレンドリーな操作モードは、**FireSting O2** の全機能を容易にコントロールできるようになっています。しかしながら、カスタマイズ設定で **FireSting O2** のいくつかの高度な機能を使うことも可能です。

拡張ポートの統合 4-チャンネル **Analog Output** は、測定結果(例えば酸素濃度、温度、圧力、湿度、シグナル強度)を外部に電圧信号として転送し(例えばロガー、チャートレコーダ、データ収集システム)に使用できます。

更に、**FireSting O2** は PC を接続せずに自律的に測定を実行する、いわゆる **Auto Mode** で動作させることができます。この自動モードは統合ロギング機能を持っていないが、測定値はアナログの出力（例えば外部データロガー）により呼び出しが必要です。

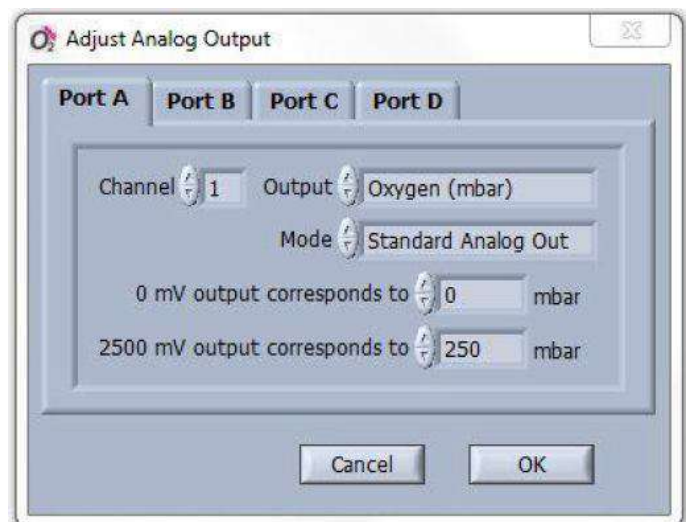
そして最後に、カスタム電子装置へ高度な組み込み可能なために、拡張ポートは完全なデジタルインターフェース (UART) も備えています (付則 12.2 参照)。この UART インターフェースは測定値のデジタル読み取りに自動モード操作中にも使用できます。

11.1 アナログ出力

アナログ出力は拡張ポートの接続端子 X2 で行います。0 – 2500 mV の範囲の 4 チャンネルの出力を提供しています。そのピンの構成は付則 12.2 に示しています。アナログの出力は常にアクティブで、**FireSting O2** が新しい測定をする度に自動的に更新されます (**FireSting O2** が **Pyro Oxygen Logger** を搭載した PC を介して作動するか、あるいは自動モードで作動するかどうかは別にして下さい)。

アナログ出力の設定は **Settings** 画面の **Option** タブを開き、そして **Analog Output** ボタンをクリックして、別の画面が開きます。

4つのアナログ出力の設定は **PortA-D** と表記されたそれぞれのタブで調整できます。



注意： 4つのアナログ出力は、意図的に酸素のチャンネル番号 1, 2, 3, 4 から明らかに区別するために A, B, C, D で示されています。アナログ出力が柔軟に利用できるように酸素チャンネルに固定されていません。

酸素チャンネル 1-4 は自由に 4 つのアナログ出力に指定できます。出力パラメータは、**Output** から選択できます。以下のパラメータが選択できます：dphi (deg), 酸素 (uM), 酸素 (mbar), 酸素 (% air sat), 酸素 (%O2), シグナル強度 (mV), 周囲光 (mV), 外部温度 (°C), 内部温度 (°C), 圧力 (mbar), 湿度 (%)あるいはアナログ入力 (mV)。もし酸素関連パラメータ(**Output** の最初の 7 オプション)が選択されると、選択した **Channel** 番号が重要であることに注意下さい。

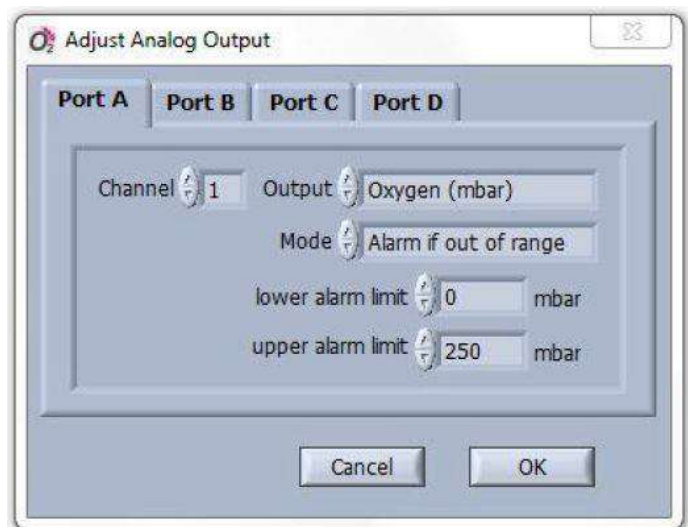
アナログ出力の操作 **Mode** は **Standard Analog Out** あるいは **Alarm if out of range** から選択できます。**Standard Analog Out** モードは標準モードを示し、測定値に比例した電位値になります。電位値の直線的スケールはそれぞれの **0 mV** 出力と **2,500 mV** 出力で自由に調節できます。

注意： ハードウェアの制限から、0 – 3 mV 辺りのアナログ出力の非常に低いアナログの範囲では幾分直線にはなりません。厳密な測定、例えば、0% O2 に対しては、ゼロ酸素レベル 例え 100 mV と指定することを推奨します。

例： **0 mV output corresponds -1 %O2**
2,500 mV output corresponds tO24 %O2

これは 0% O2 に対し 100 mV になり、21%O2 に対し 2200 mV になります。

アナログ出力の第二の操作モードは **Alarm if out of range** です。このモードでは、アナログ出力は 2 つの電位のみを取り出すことができます：0 mV か 2500 mV (実際にはデジタルシグナルです)。もし測定パラメータが特異領域 (**lower alarm limit** と **upper alarm limit** で自由に調整できます) に落ちるなら、0 mV になります。もし測定パラメータがこの範囲外でなら、アナログの出力は 2500 mV に切り替わります。この機能はたとえば魚飼育タンク中の酸素レベルのモニタリングに使われます。もし酸素レベルが魚に危険になると、2500 mV のアラーム出力が外部電子装置を作動する (例えばベルが鳴る) ことができます。



11.2 自動モード

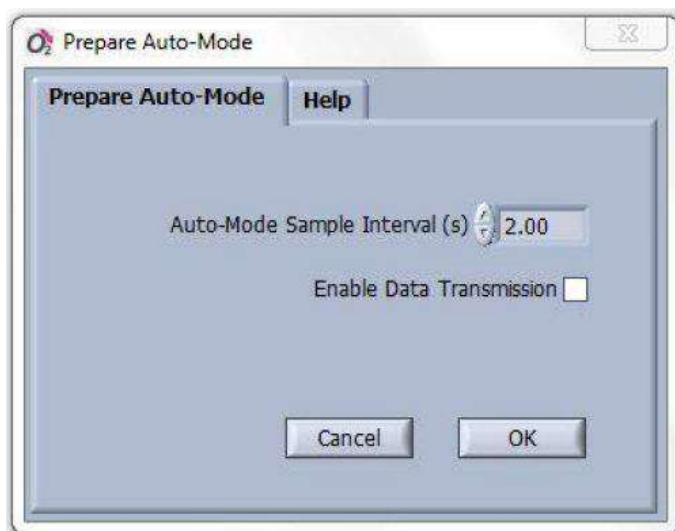
自動モードは多くのモバイルフォンで使われているような標準の micro-USB 充電器を **FireSting O2** の USB ポートに接続することで簡単に作動できます。あるいは、自動モードは拡張ポートに 2 ピン接続して作動させることもできます（詳細は付則 12.2 参照）。そのため、何ら PC に繋ぐことは必要ありません。自動モードの正しい開始は、PC に接続したより早いフラッシュ頻度と比較して、電源を入れた後、**Firesting** ロゴのはっきりとよりゆっくりしたフラッシュ頻度（約 2-3 秒の間に約 4 回のフラッシュ）を確認できます。自動モード操作中、測定結果はアナログ出力から例えばアナログデータロガー（自記記録計）で読み取ることができます（11.1 章参照）。

注：一部の古い micro-USB 充電器は micro-USB 充電器の現在の標準を満たしていません。そのような古い micro-USB 充電器を **FireSting O2** が認識しないかもしれないので、自動モードはスタートしません。これはロゴのフラッシュ頻度を観測してチェックできます。

注：micro-USB 充電器の中には安全タイマーを内蔵しているものがあります。4 時間後パワーサプライをシャットダウンします。

自動モードの基本概念は、センサー設定とセンサー校正に関わるすべての操作が PC を使った普通の操作中に行われています。これを行った後、**Settings** 画面を開き、**Option** タブで **Prepare Auto-Mode** ボタンをクリックして、自動モードを設定する画面が開きます。

ここでは **Auto-Mode Sample Interval(s)** は調整でき、自動モードで連続測定の時間間隔を定義しています。高度特徴として、**Enable Data Transmission** は拡張ポートの UART インターフェースを介したデジタルデータ転送をアクティブにします。



最後に **OK** を押すと、自動モードは **FireSting O2** 中のすべてのこれまでの設定と校正データを永久フラッシュメモリに保存します。このため、この過程中、**Pyro Oxygen Logger** ソフト中のこれまでの設定と校正データもフラッシュメモリに保存されることを理解しておくことが重要です。

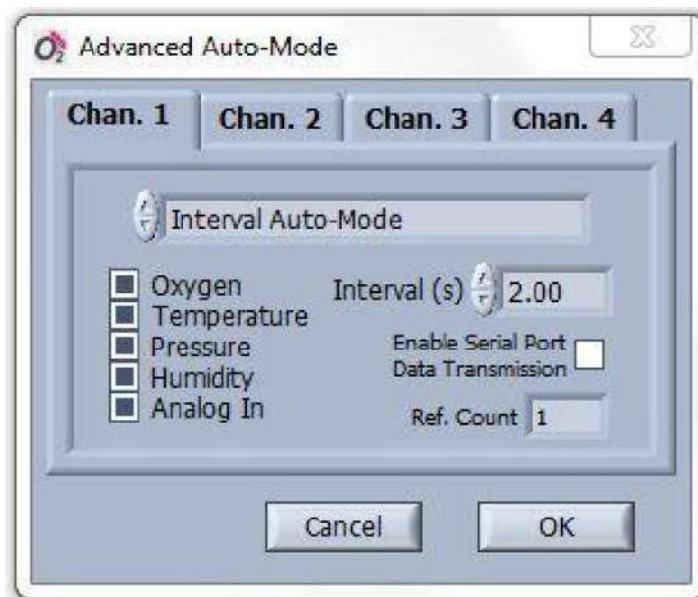
注：**Pyro Oxygen Logger** ソフトウェアで有効になっているセンサー（例：酸素チャンネル 1~4、温度、圧力、湿度）だけは自動モード中に測定されます。例えば湿度センサーは自動モード中に測定する必要があり、**Settings** ウィンドウのそれぞれの **Activate** ボタンが有効にする必要があります。

11.3 高度な自動モード

注意: この章は上級ユーザー用です。

高度なアプリケーションのため、自動モードは以前の章で述べたことよりもより融通性をもって使うことができます。第 1、各チャンネルは独立した測定間隔を定義することが可能です。例えばチャンネル 1 は 10 秒ごとに測定、チャンネル 2 は 10 分毎に測定します。第 2、必要に応じて各チャンネルの測定が拡張ポートのトリガー機能を使って外部からスタートできます (付則 12.2 参照)。

高度な自動モードは **Settings** 画面を開き、**Options** タブの **Advanced Auto-Mode** ボタンをクリックして操作できます。別の画面が開きます。



3つの選択が可能です。第一の選択 **Disable Auto-Mode** は各チャンネルに対し自動モードでは何も測定しない(しかし一般に自動モードを不能にします)。第二の選択 **Interval Auto-Mode** では、試料 **Interval(s)** はチャンネルごとに調整できます。最後の選択 **Triggered Auto-Mode** を選ぶと、トリガー信号が拡張ポートのトリガー入力を検出した場合、自動モード中のみそれぞれのチャンネルの測定が行われる (付則 12.2 参照)。

Enable Serial Port Data Transmission をクリックすると、各チャンネルの結果が拡張ポートの UART インターフェースを介して追加で転送されます。**Ref. Count** は高速アプリケーションのためにのみ使われる高度な機能です。

重要: 一般的なアプリケーションでは **Ref. Count = 1** にして下さい。

12 付則

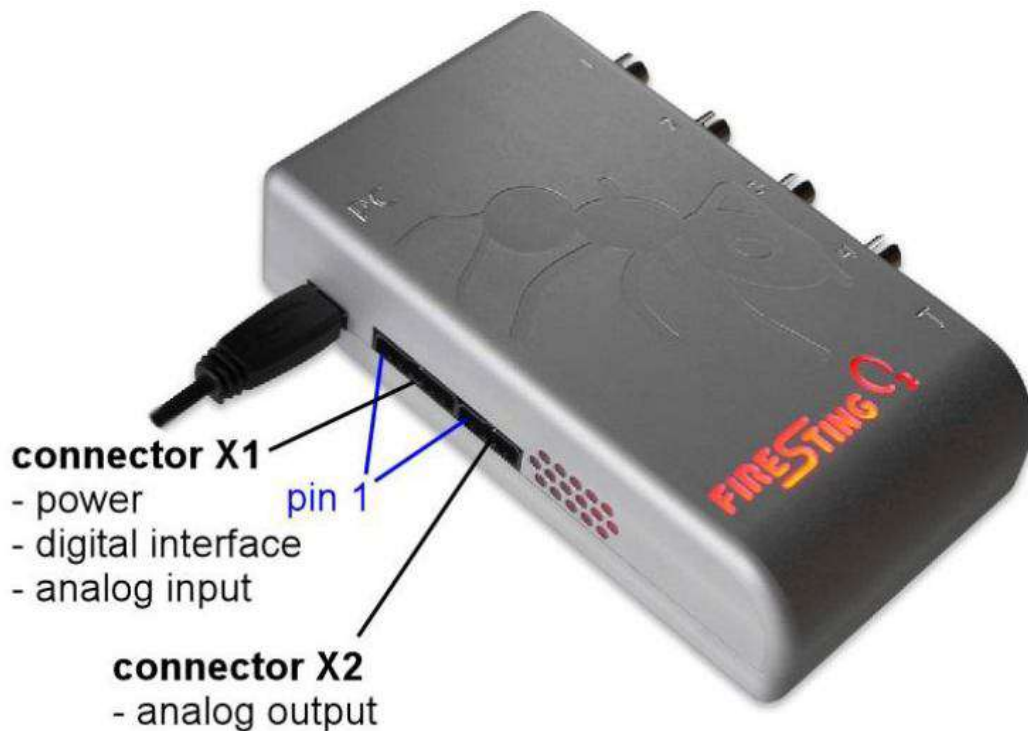
12.1 FireSting O2の仕様

大きさ	68 × 120 × 30 mm
重さ	350 g
インターフェース	USB 2.0
電源	USB-powered (max 70 mA at 5 V)
対応 OS	Windows 7,8,10 (Windows RT は不可)
作動温度	0 ~ 50°C
最大相対湿度	非結露条件
酸素チャンネル	1, 2, or 4 (対応モデルによる)
酸素測定原理	REDFLASH 標識剤の蛍光寿命検出
酸素チャンネルコネクタ	光ファイバーST タイプ
励起波長	620 nm (orange-red)
検出波長	760 nm (NIR, near infrared)
温度チャンネル	1 チャンネル 4 線 PT100 外部温度センサー
最大サンプリング速度	毎秒 4 samples
最大サンプリング速度(high speed sampling 設定)	毎秒 20 samples (外付け温度センサーが作動しない場合)
外付け温度センサー*(測定範囲、分解能、精度)	-30°C ~ 150°C, 0.02°C, ±0.3°C
内蔵温度センサー*(測定範囲、分解能、精度)	-40°C ~ 125°C, 0.01°C, ±0.3°C
内蔵圧力センサー(測定範囲、分解能、精度)	300 ~ 1100 mbar, 0.06 mbar, typ. ±3 mbar
内蔵湿度センサー(測定範囲、分解能、精度)	0 ~ 100% rel. humidity (RH), 0.04% RH, typ. ±0.2% RH
アナログ入力(1 channel) 拡張ポート X1	0 ~ 2.5 VDC, 12 bit resolution 注意: 0 - 5 mV では直線性が劣る
アナログ出力(4 channels) 拡張ポート X2	0 ~ 2.5 VDC, 14 bit resolution 注意: 0 - 5 mV では直線性が劣る
コネクタプラグ X1	Phoenix Contact Item no. 1778887
コネクタプラグ X2	Phoenix Contact Item no. 1778861
増設ポート拡張ポート	UART with 3.3V levels (5V tolerant) 19200 baud, 8 data bit, 1 stop bit, no parity, no handshake

*注意: 酸素センサーは異なった温度範囲があります (typ. 0 - 50°Cは仕様内で、-20°C - 70°Cは仕様外です)。

12.2 拡張ポート X1

FireSting O2 の拡張ポートは2つのコネクタ X1 と X2 があります (適合した接合端子は *Phoenix Contact* item no. 1778887 と 1778861 が対応)。



12.2.1 接続端子 X1(電源、デジタルインターフェース、アナログ入力)

接続端子 X1 のピンの構成は以下の表を参照して下さい。もし *FireSting O2* の電源が USB ポートを介して供給されない場合、pin 1-2 (GND と VCC) は外部電源供給 (3.5...5.0 VDC)として使用できます。もし *FireSting O2* が全コントロールモード full-control mode で作動させるなら、pin 3 (USB_DISABLE) は pin 1 (GND) に接続して下さい (下記を参照)。UART-インターフェースの送信と受信のピンは pin 4 (TXD)と pin 5 (RXD) に接続します。もし pin 6 (AUTO) を pin 1 (GND) に接続する場合は、*FireSting O2* の自動モードが作動する (11.2 章参照)。

注意： 自動モードが pin6 を pin1 に接続して働いている間、USB インターフェースと UART インターフェースの受信ピンは切断されます。*FireSting O2* は *Pyro Oxygen Logger* ソフトあるいは、UART インターフェースを介して送信しているすべてのコマンドに応答しないでしょう。

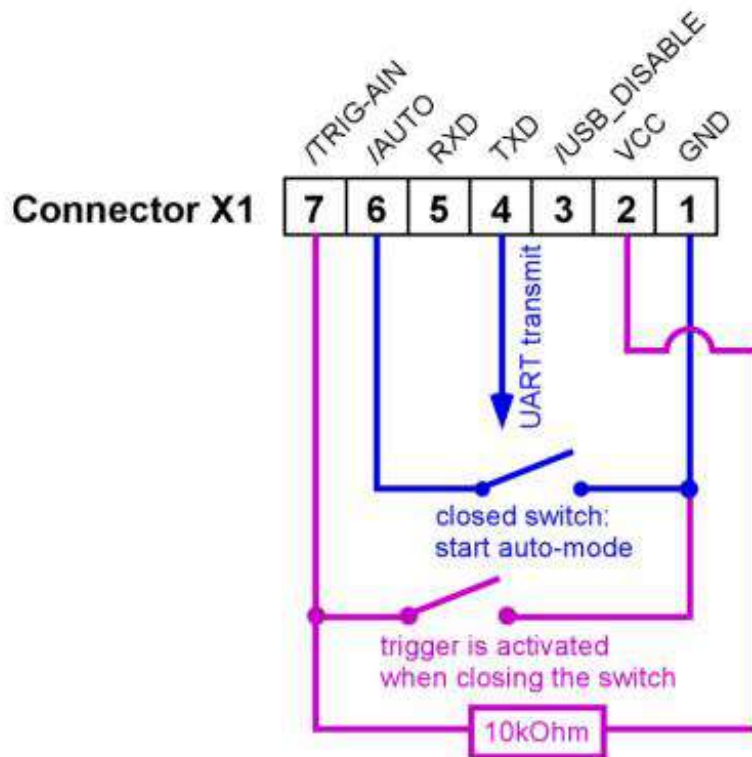
Pin	Name	Function	Description
1	GND	Power	Ground
2	VCC	Power	Power supply, 3.5V to 5.0V DC max. 70 mA (typ 50 mA)
3	/USB_DISABLE	Disables USB interface	Ground
4	TXD	Digital Output (0V or 3.3V)	Data transmission pin of the UART interface
5	RXD	Digital Input (0V or 3.3V) (5V tolerant)	Data receive pin of the UART interface
6	/AUTO	Digital Input (0V or 3.3V, internally pulled-up to 3.3V)	Leave the /AUTO pin unconnected for normal operation. Connect to GND for auto-mode operation.
7	/TRIG_AIN	Digital Trigger Input or Analog Input (0...2.5VDC) If used as trigger input, a 10kOhm pull-up resistor must be connected between pin 7 and pin 2 (VCC.)	The trigger input is used for triggering a measurement in the “triggered auto-mode”. The trigger is activated at the moment, when the pin is tied to GND. Alternatively this pin can be used to read in analog voltage signal.

pin 7 (/TRIG_AIN) は2つの選択機能に使用できます。“trigger auto mode”でトリIGGERして測定するためトリガー入力にも使用できます (11.3 章参照)。この場合、pin 7は pin 2に 10 kΩ 抵抗 (“pull-up resistor”) を介して VCC へ固定して接続しなければなりません。トリIGGERは pin 1 (“falling edge sensitive trigger”) の GND と pin 7をショットすると作動します。

また、pin 7は電位信号 (0..2.5 VDC、例えば外部センサーから) を読むためにアナログ入力として使用できます。もし **Analog In** が *Pyro Oxygen Logger* ソフトの **Settings** で作動するなら、この電位信号は通常の酸素測定と一緒に記録されます (6.1.1 章参照)。

以下の図解は外部ポート X1 の一般的な使用例を示します:

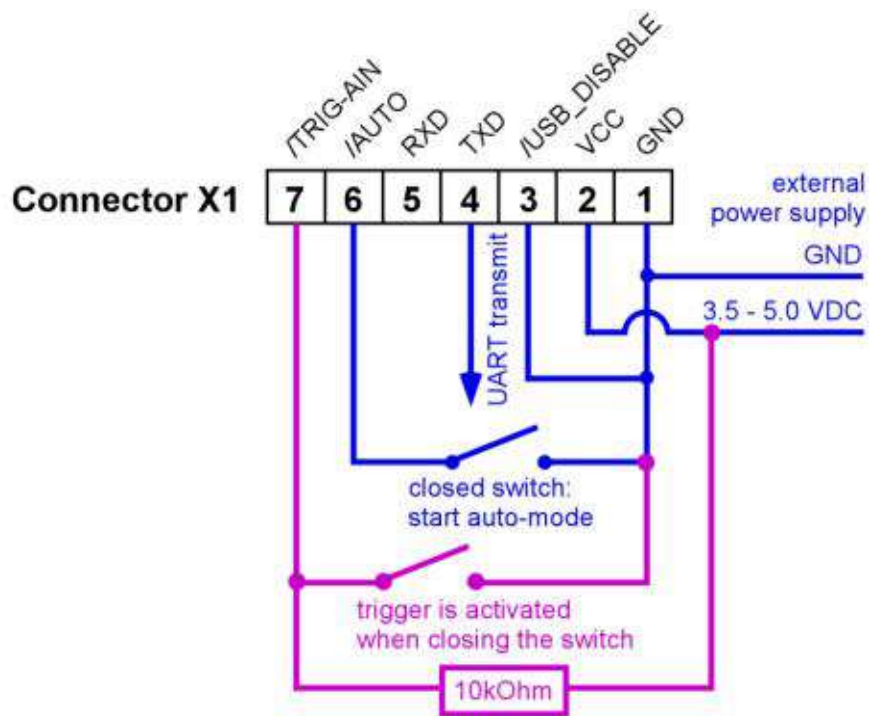
USB-起電力自動モード:



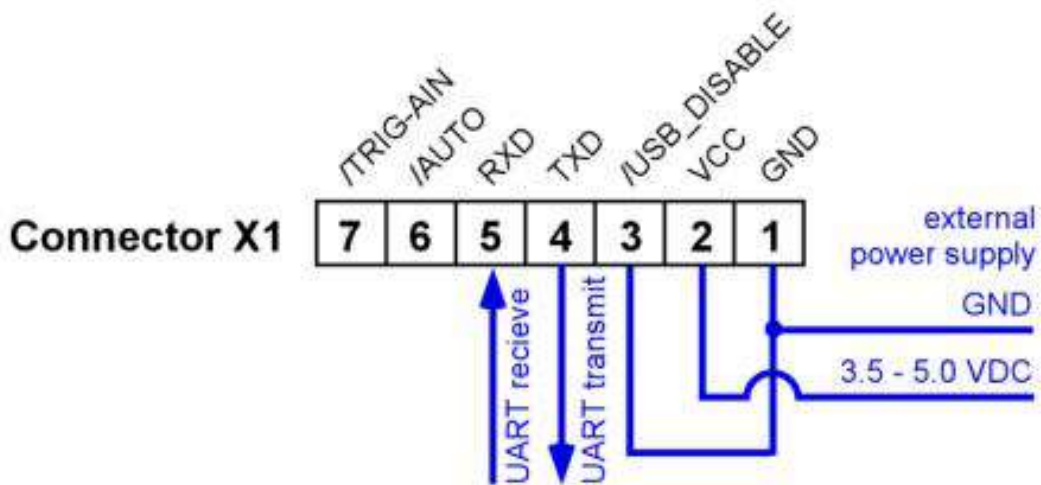
FireSting O2 は、USB ケーブルを PC に接続によって電源供給されています。pin6 と pin1 間の青色のスイッチを閉じることにより、自動モードが作動します。注意、もし **FireSting O2** が micro-USB 充電器で電力を供給するなら、自動モードは自動的に作動し（11 章参照）青色スイッチは機能しなくなります。もし高度機能化”triggered auto-mode”が使われると（11.3 章参照）、10 kΩ 抵抗器を回路にもつピンク回路が負荷されなければなりません。その後ピンクのスイッチを閉じると自動モードでの測定が始まります。

外部電力供給自動モード:

この図は前図とほとんど同じで、電力供給が pin1 と 2 で供給されます。**FireSting O2** の USB 接続端子は接続しないままです。pin1 と pin3 の接続は **FireSting O2** の内部 USB インターフェースの電源を切ることになるのでご注意ください。

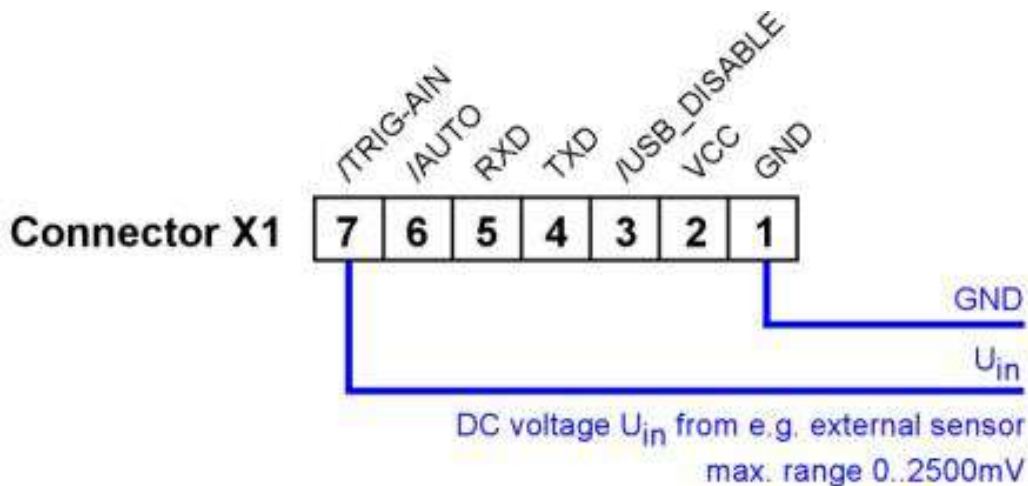


UART インターフェース経由全コントロールモード:



この図は **FireSting O2** が外部カスタム電子装置(OEM アプリケーション)により UART インターフェースを介して完全にコントロールされなければなりません。pin1 と pin3 の接続は **FireSting O2** の内部 USB インターフェースの電源を切ることになるのでご注意ください。さもなければ電位的にまだ接続されている PC を介した故意ではないデータ伝達が UART 通信を乱すこととなります。

外部センサー電位のアナログ入力への接続：



例えば外部センサーの 0 と 2.5 VDC 間の電位信号を読み取るためには、この電位を pin1 と pin7 に単に接続して下さい。正しい極性を確かめて下さい。そして電位が 2.5 VDC を超えていないことを確かめて下さい。3.3VDC 以上の電位は素子を破壊します。

12.2.2 接続端子 X2(アナログ出力)

接続端子 X2 は 14 ビットの分解能からなる 0 – 2.5 V DC の範囲をもつ 4 つの独立したアナログ出力を与えます(下表を参照)。アナログ出力がどんな構造かは 11.1 章を参照して下さい。

Pin	Name	Function	Description
1	GND		Ground
2	AO_A	Analog Output (0 – 2.5 V DC) (14 bit resolution)	Analog Output Port A (alternatively digital alarm output)
3	AO_B	Analog Output (0 – 2.5 V DC) (14 bit resolution)	Analog Output Port B (alternatively digital alarm output)
4	AO_C	Analog Output (0 – 2.5 V DC) (14 bit resolution)	Analog Output Port C (alternatively digital alarm output)
5	AO_D	Analog Output (0 – 2.5 V DC) (14 bit resolution)	Analog Output Port D (alternatively digital alarm output)

12.3 問題解決法

Pyro Oxygen Logger に見られる警告の対処の仕方：

Signal Too High (信号が異常に高い)

異常に高い周辺光がセンサーに注がれている、あるいは増強が異常に高い、あるいは LED 強度が異常に高い：

- 周りを暗くします
- または高度設定で増強 **Amplification** を下げます
- または高度設定で **LED 強度** を下げます

Low Signal (低い信号)

センサーシグナルが異常に低い：

- センサーケーブルが繋がっているかどうかチェックします
- 高度設定で増強 **Amplification** を増加します
- または高度設定で LED 強度を増加します
- センサーを交換する、チップが壊れている或いは劣化しました

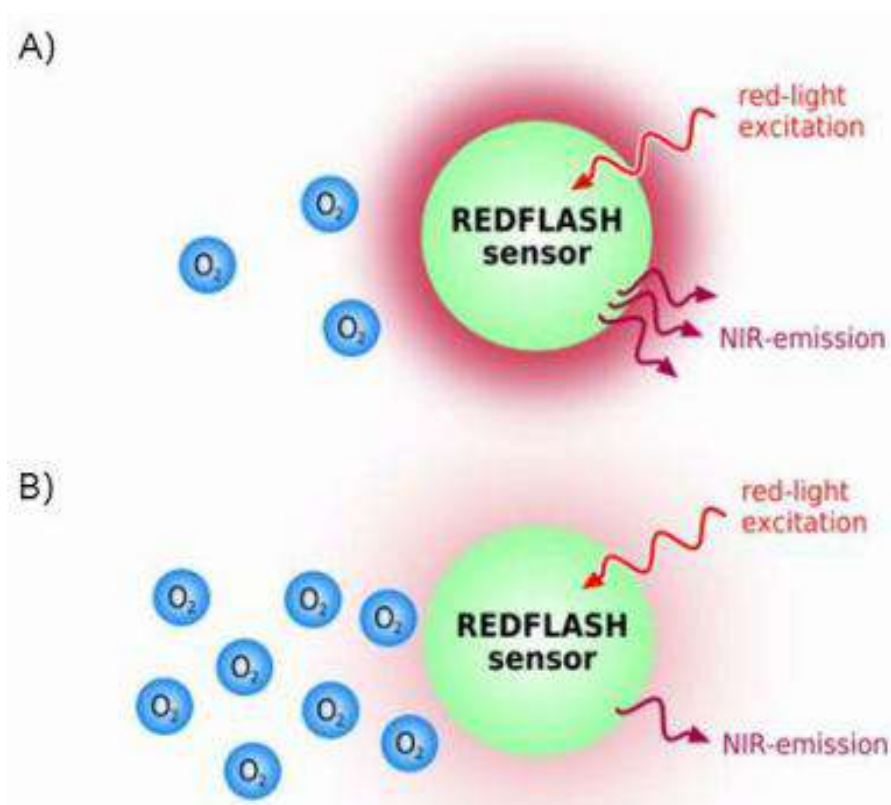
Bad Reference

内部の電気的な問題

- ビー・エー・エス社(sales@bas.co.jp)へご連絡下さい

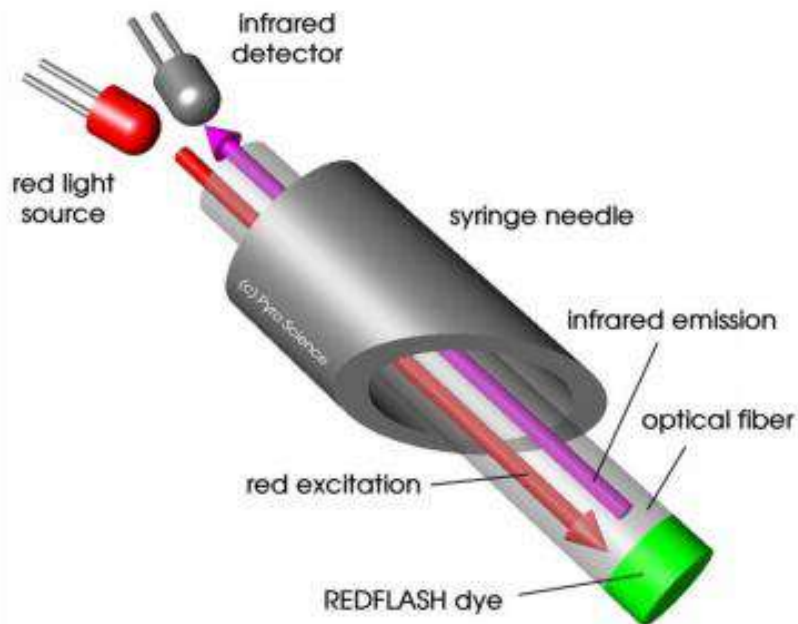
12.4 測定原理

新しい **REDFLASH 技術** は卓越した明るさを示すユニークな **REDFKASH(酸素感受性)標識剤** に基づいています。その測定原理は酸素分子とセンサーチップあるいは表面に固定化した **REDFKASH(酸素感受性)標識剤** との衝突によって起きる **REDFKASH(酸素感受性)標識剤** の発光の消滅に基づいています。**REDFLASH(酸素感受性)標識剤** は赤色光によって励起され（より実際的には：610 – 630 nm の波長の橙色–赤色）そして近赤外（NIR, 760 – 790 nm）における酸素–依存の発光を示します。



原理：赤色光励起 **REDFLASH(酸素感受性)標識剤** は近赤外(NIR) で発光する，酸素の増加に伴って発光が減少する（消滅効果）。A) 低酸素における高い NIR 発光、B) 高酸素における低い NIR 発光。

REDFLASH 技術 は高精度、高信頼性、低電気消費、低交差感受性、そして早い応答時間、に優れています。赤色光励起は自己蛍光に起因する干渉を著しく減少させ、生物系におけるストレスを減少させます。**REDFLASH(酸素感受性)標識剤** は青色光励起で作用する競合商品より高い発光強度を示します。そのため、単一酸素測定のための赤色閃光の期間が一般的に 100 ms から現在では 10 ms に減少し、測定装置にさらされる光容量を著しく下げています。更に、**REDFLASH(酸素感受性)標識剤** の卓越した発光強度により、実際のセンサー担体がいまでは非常に薄く作ることができ、酸素センサーの早い応答時間となっています。



測定原理は正弦曲線的に修飾した赤色励起光に基づいています。これは NIR 域の赤色発光のフェーズシフトをもたらします。**FireSting O2** はこのフェーズシフト（ソフトでは“dphi”と呼ばれています）を測定します。そして、フェーズシフトは Stern-Vollmer-Theory に基づいて、酸素ユニットに変換されます。

12.5 複数の **FireSting O2** を並行して操作

光ファイバー酸素メーター**FireSting O2**は1-、2-、または4-チャンネル仕様のものがあります。しかしながら、より多いチャンネル数（例えば、8、16、32、あるいは64）を伴う拡張可能な多チャンネルシステムを実施する場合も、数個の**FireSting O2**を以下に記述するように1つのPCで容易に操作できます。

あなたのPCに空きのUSBポートに個々の**FireSting O2**を繋いで下さい。もしPCに十分な数のUSBポートがない場合、外部のUSBハブも使えます。そのUSBハブは十分な電力（各**FireSting O2**は最大70 mAが必要）を確保して下さい（USBハブ用の外部電源が望ましいです）。

Pyro Oxygen Logger ソフトは各接続した**FireSting O2**に別々に開始されなければなりません。そのため、もし例えば6個の別々の**FireSting O2**を操作したいなら、**Pyro Oxygen Logger** ソフトをそれぞれ6回開始させる必要があります、その場合6つの**Pyro Oxygen Logger** 画面があなたのPC画面に開きます。異なる画面は、互いに完全に独立して動作していて、1つの**FireSting O2**メーターと実際に関連しています。どの画面が特定の**FireSting O2**と関連しているかを確認するには、単に**Pyro Oxygen Logger** ソフトのメイン画面の**Flash Logo** ボタンを押せば、繋がっている**FireSting O2**本体の赤色の**Firesting** ロゴが約1秒間フラッシングするので、これで確認できます。

Pyro Oxygen Logger ソフトを閉じる時、すべての設定と現在の補正データが“setup file”に保存され、次の開始時に自動的に読み込まれます。この setup file は各**FireSting O2** シリアルナンバー別に保存され、

即ち、上記の設定で各 **FireSting O2** は個々の設定と校正データを保持します。

12.6 酸素ユニットの定義

フェーズシフト

dphi

フェーズシフト *dphi* は **FireSting O2** で光電気によって測定する基本ユニットです (13.2 章参照)。注意して下さい、*dphi* は酸素ユニットにおいてまったく線形依存してはおらず、増加している酸素レベルは *dphi* 値を減少していることに対応し、逆も同じです! 経験則として、無酸素状態は *dphi* = 53 になり、外部空気は 約 *dphi* = 20 となります。

生データ

raw value

定義: $\text{raw value} = 100 - dphi$

raw value は校正していないセンサーの初期単位で、定性的酸素センサーの測定値を示しています。

分圧 PO2

hPa = mbar

使用例: 気体と水相

校正したセンサーには、*hPa* 単位 (*mbar* と等価) の酸素分圧 PO2 は **FireSting O2** によって測定される基本酸素単位です。

分圧 PO2

Torr

定義: $\text{PO2}\{\text{Torr}\} = \text{PO2}\{\text{hPa}\} \times 759.96/1013.25$

使用: 気体または水相

体積%Pv

%O2(気体)

定義: $P_v = \text{PO2}\{\text{hPa}\} / P_{\text{atm}} \times 100\%$

使用: 気体

P_{atm} : 実際の気圧

%空気飽和 A

% 空気飽和

定義: $A \text{ 「\% a.s.」} = 100\% \times \text{PO2} / P_{100 \text{ O2}}$

使用: 水相

$$P_{100 \text{ O2}} = 0.2095 (P_{\text{atm}} - P_{\text{H2O}}(T))$$

$$P_{\text{H2O}}(T) = 6.112 \text{ mbar} \times \exp(17.62 T\{\text{°C}\} / (243.12 + T\{\text{°C}\}))$$

PO2: 実際の分圧

P_{atm} : 実際の気圧

T: 実際の温度

$P_{\text{H2O}}(T)$: 温度 T における飽和水蒸気圧

溶存酸素濃度 C

$\mu\text{mol/L}$

定義: $C[\mu\text{mol/L}] = A[\% \text{a.s.}] / 100\% \times C_{100}(T,P,S)$

使用: 水相

$C_{100}(T,P,S)$: 温度 T、気圧 P、そして塩濃度 S (13.5 章を参照) における $\mu\text{mol/L}$ 単位の溶存酸素濃度の補間式

溶存酸素濃度 C

$\text{mg/L} = \text{ppm}$

定義: $C[\text{mg/L}] = C[\mu\text{mol/L}] \times 32/1000$

使用: 水相

溶存酸素濃度 C

mL/L

定義: $C[\text{mL/L}] = C[\mu\text{mol/L}] \times 0.02241$

使用: 水相

12.7 酸素溶解度表

以下の表は水温 (°C)と塩分 (PSU, “実用の塩分単位”= g/L)を関数として、標準気圧 1013 mbar における平衡化した酸素濃度 $C_{100}(T, P = 1013 \text{ mbar}, S)$ を $\mu\text{mol/L}$ の単位で示しています。実際の気圧 P_{atm} に対するこれらの値を校正するため、次の式を適応します。:

$$C_{100}(T, P, S) = C_{100}(T, P=1013\text{mbar}, S) \times p_{\text{atm}} / 1013\text{mbar}$$

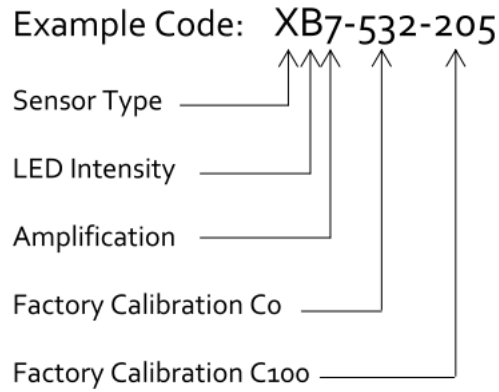
References: Garcia, HE and Gordon, LI (1992)
Oxygen solubility in seawater: Better fitting equations.
 Limnol. Oceanogr. 37: 1307-1312

Millero, FJ and Poisson, A (1981)
International one-atmosphere equation of state of seawater.
 Deep Sea Res. 28A: 625-629

Sal (PSU)	Temp 0	(°C) 5	10	15	20	25	30	35	40
0	456.6	398.9	352.6	314.9	283.9	257.9	235.9	217.0	200.4
2	450.4	393.6	348.1	311.1	280.6	255.0	233.3	214.7	198.3
4	444.2	388.5	343.7	307.3	277.3	252.1	230.8	212.4	196.3
6	438.1	383.3	339.4	303.6	274.0	249.3	228.3	210.2	194.3
8	432.1	378.3	335.1	299.9	270.8	246.5	225.8	207.9	192.3
10	426.1	373.3	330.8	296.2	267.6	243.7	223.3	205.7	190.3
12	420.3	368.4	326.7	292.6	264.5	240.9	220.9	203.6	188.4
14	414.5	363.5	322.5	289.1	261.4	238.2	218.5	201.4	186.5
16	408.8	358.7	318.4	285.5	258.3	235.5	216.1	199.3	184.6
18	403.2	354.0	314.4	282.1	255.3	232.8	213.7	197.2	182.7
20	397.7	349.3	310.4	278.6	252.3	230.2	211.4	195.1	180.8
22	392.2	344.7	306.5	275.2	249.3	227.6	209.1	193.0	179.0
24	386.8	340.2	302.6	271.9	246.4	225.0	206.8	191.0	177.1
26	381.5	335.7	298.7	268.5	243.5	222.5	204.5	189.0	175.3
28	376.2	331.2	294.9	265.3	240.6	219.9	202.3	187.0	173.5
30	371.0	326.9	291.2	262.0	237.8	217.4	200.1	185.0	171.7
32	365.9	322.5	287.5	258.8	235.0	215.0	197.9	183.0	170.0
34	360.9	318.3	283.9	255.7	232.2	212.5	195.7	181.1	168.2
36	355.9	314.1	280.3	252.5	229.5	210.1	193.6	179.2	166.5
38	351.0	309.9	276.7	249.5	226.8	207.7	191.4	177.3	164.8
40	346.2	305.8	273.2	246.4	224.1	205.4	189.3	175.4	163.1

12.8 センサーコードの説明

酸素センサーは Settings (6.2.章を参照) に入力するセンサーコードが付いています。以下の図はセンサーコードに挙げてある情報について簡単な説明を示します。



Sensor Type

- Z マイクロセンサー/ミニセンサー (汎用)
- Y ミニセンサー (汎用)
- X 丈夫なミニプローブ (汎用)
- V ミニセンサー (低濃度)
- U 丈夫なミニプローブ (低濃度)
- T スポットセンサー/ フローセル (低濃度)
- S スポットセンサー/ フローセル (汎用)
- Q Solvent-Resistant Oxygen Probe
- P Oxygen Nanoprobes
- C 光学温度ミニセンサー(Thermoblue)
- D 光学温度センサースポット(Thermogreen)

LED Intensity

A 10%	E 40%
B 15%	F 60%
C 20%	G 80%
D 30%	H 100%

Amplification

4	40x
5	80x
6	200x
7	400x

酸素センサー

C₀ (Factory Calibration at 0%O₂)

$$dphi_0 = C_0 / 10$$

C₁₀₀ (Factory Calibration at 100%O₂)

$$dphi_{100} = C_{100} / 10$$

出荷時校正は下記の条件下で校正しました :

Partial Volume of Oxygen (%O₂) 20.95

Temperature at both calibration points (°C)	20.0
Air Pressure (mbar)	1013
Humidity (%RH)	0

光学温度センサー

C0, C100:	校正に必要な値
-----------	---------

12.9 Firesing O2用各種センサー

センサーにはマイクロセンサー、ミニセンサー、ミニプローブ、非接触センサー（スポットセンサー、センサー付バイアル、フローセル）と温度センサーがあります。

ミニプローブ		
カタログ No.	品名	仕様
汎用センサー:ミニプローブタイプ(遮光性タイプ)		
012993	OXROB10-OI 遮光性ステンレス O2 ミニプローブ(2 m)	L:100 mm,OD:3 mm, 2 m ファイバー
013312	OXROB10-OI 遮光性ステンレス O2 ミニプローブ(4 m)	L:100 mm,OD:3 mm, 4 m ファイバー
012995	OXROB3-OI 遮光性ステンレス O2 ミニプローブ(2 m)	L:30 mm,OD:3 mm, 2 m ファイバー
013314	OXROB3-OI-CL4 遮光性ステンレス O2 ミニプローブ(4 m)	L:30 mm,OD:3 mm, 4 m ファイバー
低濃度センサー:ミニプローブタイプ(遮光性タイプ)		
013012	TROXROB10-OI 低濃度ステンレス O2 ミニプローブ(2 m)	L:100 mm,OD:3 mm, 2 m ファイバー
013014	TROXROB3-OI 低濃度ステンレス O2 ミニプローブ(2 m)	L:30 mm,OD:3 mm, 2 m ファイバー
ニードルセンサー		
カタログ No.	品名	仕様
汎用センサー:ニードルタイプ(固定式)		
012987	OXF500PT 気相用固定ニードル O2 ミニセンサー(2 m)	OD:0.5 mm, 2 m ファイバー(気相用)
012986	OXF1100 固定ニードル O2 ミニセンサー(2 m)	OD:1.1 mm, 2 m ファイバー
013292	OXF1100-CL4 固定ニードル O2 ミニセンサー(4 m)	OD:1.1 mm, 4 m ファイバー
汎用センサー:ニードルタイプ(固定式/遮光性タイプ)		
012987	OXF500PT-OI 固定ニードル O2 ミニセンサー(2 m)	OD:0.5 mm, 2 m ファイバー(気相用)
013295	OXF500PT-OI-CL4 固定ニードル O2 ミニセンサー(4 m)	OD:0.5 mm, 4 m ファイバー(気相用)
汎用センサー:ニードルタイプ(可動式)		
012991	OXR50 可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:40~60 μm, 2 m ファイバー
013305	OXR50-HS 高速応答 O2 マイクロセンサー(2 m)	OD:40~60 μm, 2 m ファイバー
012989	OXR230 可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:230 μm, 2 m ファイバー
012990	OXR430 可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:430 μm, 2 m ファイバー
013412	OXR430-HS 可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:430 μm, 高速タイプ, 2 m ファイバー
013414	OXR430-UHS 可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:430 μm, 超高速タイプ, 2 m ファイバー
ニードルタイプ(耐有機溶媒タイプ)		
013440	OXSOLV 耐溶媒性酸素センサー(1 m)	OD:1.5 mm, 1 m ファイバー
013611	OXSOLV-PTS 耐溶媒性酸素センサー(1 m)	OD:1.5 mm, 1 m ファイバー, 保護チップ付

汎用センサー:ニードルタイプ(可動式/遮光性タイプ)		
013307	OXR50-OI 遮光性可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:40~60 μm, 2 m ファイバー
013299	OXR230-OI 遮光性可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:230 μm, 2 m ファイバー
013302	OXR430-OI 遮光性可動ニードル O2-ミニセンサー(2 m)	OD:430 μm, 2 m ファイバー
低濃度センサー:ニードルタイプ		

013012	TROXROB10-OI 低濃度ステンレス O2 ミニプローブ (2 m)	L : 100 mm, OD : 3 mm, 2 m ファイバー, 遮光性
013014	TROXROB3-OI 低濃度ステンレス O2 ミニプローブ (2 m)	L : 30 mm, OD : 3 mm, 2 m ファイバー, 遮光性
ニードルタイプ (固定式)		
013321	TROXF1100 固定ニードル O2 ミニセンサー (2 m)	OD : 1.1 mm, 2 m ファイバー
ニードルタイプ (可動式)		
013010	TROXR430 低濃度可動ニードル O2 ミニセンサー (2 m)	OD : 430 μ m, 2 m ファイバー
Bare タイプ		
013319	TROXB430 低濃度 O2 ミニセンサー (2 m)	OD : 430 μ m, 2 m ファイバー
フローセル		
013008	TROXFTC 低濃度フローセル O2 センサー (2 個)	Luer locks タイプ
013321	TROXF1100 固定ニードル O2 ミニセンサー(2 m)	OD:1.1 mm, 2 m ファイバー
*可動式ニードル内は通気状態です。		
Bare タイプ		
カタログ No.	品名	仕様
汎用センサー: Bare タイプ		
012984	OXB50 O2 マイクロセンサー(2 m)	OD:40~60 μ m, 2 m ファイバー
013286	OXB50-HS 高速応答 O2 マイクロセンサー(2 m)	OD:40~60 μ m, 2 m ファイバー
013290	OXB50-UHS 超高速応答 O2 マイクロセンサー(2 m)	OD:40~60 μ m, 2 m ファイバー
012982	OXB230 O2 ミニセンサー(2 m)	OD:230 μ m, 2 m ファイバー
012983	OXB430 O2 ミニセンサー(2 m)	OD:430 μ m, 2 m ファイバー
013406	OXB430-HS O2 ミニセンサー(2 m)	OD:430 μ m, 高速タイプ, 2 m ファイバー
013408	OXB430-UHS O2 ミニセンサー(2 m)	OD:430 μ m, 超高速タイプ, 2 m ファイバー
汎用センサー: Bare タイプ(遮光性タイプ)		
013288	OXB50-OI 遮光性 O2 マイクロセンサー(2 m)	OD:40~60 μ m, 2 m ファイバー
013280	OXB230-OI 遮光性 O2 ミニセンサー(2 m)	OD:230 μ m, 2 m ファイバー
013283	OXB430-OI 遮光性 O2 ミニセンサー(2 m)	OD:430 μ m, 2 m ファイバー
低濃度センサー: Bare タイプ		
013319	TROXB430 O2 ミニセンサー(2 m)	OD:430 μ m, 2 m ファイバー
フローセル		
カタログ No.	品名	仕様
汎用センサー: フローセル		
012988	OXFTC フローセル O2 センサー(2 個)	Luer locks タイプ
013410	OXFTC2 高容量フローセル O2 センサー(2 個)	Luer locks タイプ
低濃度センサー: フローセル		
013008	TROXFTC 低濃度フローセル O2 センサー(2 個)	Luer locks タイプ
非接触センサー		

カタログ No.	品名	仕様
スポットセンサー		
012996	OXSG8OI 遮光性 O2 スポットセンサー(8 個)	T:1 mm ガラス製, Φ8 mm
012998	OXSP5OI 遮光性 O2 スポットセンサー(8 個)	T:125 μm PET, Φ5 mm
013460	OXSP5OI 遮光性 O2 スポットセンサー (2 個)	T:125μm PET, Φ5 mm
013016	TROXSP5OI 低濃度遮光性 O2 スポットセンサー(8 個)	T:125 μm PET, Φ5 mm
013005	SPGLUE O2 スポットセンサー固定用透明シリコン接着剤	90 ml, スポットセンサー貼付け用
スポットアダプター		
012999	SPADBAS ベーシックスポットアダプター(4 個)	D:0~2 mm 用(SPFIB/SPFIB-BARE が必要)
013000	SPADLNS レンズスポットアダプター	T:2~6 mm 用(SPFIB が必要)
スポットファイバー		
013001	SPFIB スポットファイバー	コアΦ1 mm, 1 m ファイバー
013002	SPFIB-BARE スポットファイバー (片端研磨)	コアΦ1 mm, 1 m ファイバー
013003	SPFIB-BARE-CL2 スポットファイバー(片端研磨)	コアΦ1 mm, 2 m ファイバー
013004	SPFIB-CL2 スポットファイバー(2 m)	コアΦ1 mm, 2 m ファイバー
スポットセンサー付きバイアル		
カタログ No.	品名	仕様
013315	OXVIAL20-OI O2 スポットセンサー20mL バイアル(4 個)	
013233	ADVIAL20 20 mL バイアル用アダプターリング	
013316	OXVIAL4-OI O2 スポットセンサー4mL バイアル(4 個)	
013231	ADVIAL4 4 mL バイアル用アダプターリング	
013274	ADVIAL20-KIT O2 スポットセンサー20 mL バイアルキット*	*アダプターリング、ファイバーが4つつつ入っています(バイアルは含まれておりません)。
013275	ADVIAL4-KIT O2 スポットセンサー4 mL バイアルキット*	
温度センサー		
カタログ No.	品名	仕様
013007	TDIP15 Firesting 浸漬温度センサープローブ	OD:1.5 mm, 2 m ファイバー
013017	TSUB21 Firesting テフロンコート温度センサー	OD:2.1 mm, 2 m ファイバー
013328	TSUB36 FireSting テフロンコート温度センサー(2 m)	OD:3.6 mm, 2 m ファイバー
Piccolo2 専用酸素センサー		
カタログ No.	品名	仕様
013399	OPROB3-OI 酸素プローブ(1 m)	L:30 mm, OD:3 mm, 1 m ファイバー
013418	PICFIB2 Piccolo2 用ファイバー(1 m)	
013421	PICROD2 Piccolo2 用ファイバー	ロッドφ 2 L:40 mm, コアφ 2 mm
013423	PICROD3 Piccolo2 用ファイバー	ロッドφ 3 L:50 mm, コアφ 3 mm
013419	PICFIB2-LNS Piccolo2 用ファイバーレンズ付	(1 m)
013422	PICROD2-LNS Piccolo2 用ファイバー	ロッドφ 2 レンズ付 L:40 mm, コアφ 2 mm
温度センサー		
カタログ No.	品名	仕様

013636	TPSP5 光学温度センサースポット	125μm PET foil, Ø5mm, 遮光性
013631	TOFTC2 大容量フローセル O2/温度 センサー(2 個)	光学温度/酸素センサー
013632	TOVIAL4 O2/温度センサー付バイアル 4ml(4 個)	遮光性
013633	TOVIAL20 O2/温度センサー付バイアル 20ml(4 個)	遮光性
013680	ADVIAL4T 3 センサー用 4mL バイアル用アダプターリング	3 センサーまで取付可
013681	ADVIAL4T 3 センサー用 20mL バイアル用アダプターリング	3 センサー取付可
013637	TPFTC フローセル温度センサー(2 個)	光学温度センサー
013638	TPFTC2 大容量フローセル温度センサー(2 個)	光学温度センサー
013634	TPR430 可動ニードル温度ミニセンサー(2m)	φ 100um/1.1mm (tip/needle)
013635	TPF1100 固定ニードル温度ミニセンサー(2m)	φ 100um/1.1mm (tip/needle)
013639	TPFOIL 温度スポットセンサー10x10mm 125um	125μm PET foil、遮光性
013640	TPFOIL-TN 温度スポットセンサー10x10mm 50um	50μm PET foil、遮光性