

## アプリケーションノート 151      MP150 システム用の C02100C モジュール

### 技術的用途記録

C02100C 二酸化炭素測定モジュールは、迅速に変化する二酸化炭素の濃度レベルを記録します。C02100C モジュールは、サンプリング条件の広い範囲にわたって流れを調整するために可変速ポンプを備えています。入出力フローのためのサンプリングライン接続は、モジュールのフロントパネルにアクセスできます。

このアプリケーションノートでは、C02100C モジュールの設定およびキャリブレーションについて説明します。

### ハードウェア設定

C02100C モジュールと UIM100C (もしくはその他の BIOPAC 社製モジュール) を取り付けます。モジュール上部にあるチャンネル切り替えスイッチ上の未使用チャンネルを選択していることを確認してください。2つ以上の BIOPAC 社製モジュールが同じチャンネルに設定されている場合、出力に誤った読み取りが生じ、ぶつかる可能性があります。

MP150 ユニットの電源を入れ、AcqKnowledge を起動します。AcqKnowledge の実行の詳細については、AcqKnowledge マニュアルをご参照ください。

C02100C モジュールには 1 アンペアの 12VDC 電源アダプタが付属されています。C02100C モジュールと他の電源アダプタを一緒に使用しないでください。主電源にアダプタを差し込み、アダプタのプラグを C02100C モジュールの背面に挿入してください。

**注：C02100C モジュールと他の電源アダプタを一緒に使用しないでください。**

モジュールの電源を入れ、C02100C の緑色の電源 LED がオンになっていることを確認します。オンにならない場合は、アダプタの主電源と C02100C モジュールへの接続を確認してください。ヒューズ評価は 2 アンペアで速断の計測タイプです。

緑色で電源 LED が点灯したら、ポンプスイッチを入れてポンプ動作を確認してください。ボックスからハミングが聞こえると、ポンプが作動していることを示しています。一般的にポンプスピードの制御を調整する必要はありません。

ポンプが作動しない、もしくは短い時間作動し止まってしまう場合は、ポンプスピード制御が最小 (0 スピード) に設定されている可能性があります。ポンプスピードを変更するには、小さいストレートドライバー

を使用してポンプスピード制御の埋め込み型電位計を回します。ポンプスピード制御を変更する時には、ポンプスイッチをオンの位置にしてください。

- ポンプスピードを上げるには：トリムポットを時計回りに回してください。
- ポンプスピードを下げるには：トリムポットを反時計回りに回してください。
- ポンプスピード制御を変更する時には、ポンプスイッチをオンの位置にしてください。

現時点で全て大丈夫な場合、CO2100C モジュールの前面にある利得スイッチを調整します。所望の範囲の利得を設定してください。一般的には、(ボトム位置で) ボルト毎に 1%の二酸化炭素の最小値設定で利得を残すことも可能です。

利得範囲は以下のことを意味します。

利得	1V 出力 = %ガス濃度	電圧出力範囲
10% / V	10% CO <sub>2</sub>	0~1 ボルト
5% / V	5% CO <sub>2</sub>	0~2 ボルト
2% / V	2% CO <sub>2</sub>	0~5 ボルト
1% / V	1% CO <sub>2</sub>	0~10 ボルト

例えば、1%/V の設定が使用される場合、4%の二酸化炭素（呼気のおおよその濃度）は 4V もしくは 4000mV で出力されます。

## ガスサンプリング設定

**重要：**実際にガスをサンプリング、およびキャリブレーションを試行する前に、計測状態を安定させることが非常に重要です。ポンプスピード、フィルタおよびサンプリングラインは全て CO2100C モジュールの酸素測定に影響を与えます。これら全ての要素は CO2100C モジュールのキャリブレーションを試行する前に安定していなければなりません。

サンプル入力ポートは、CO2100C モジュール前面にある雄型ルアーフィッティングです。ガスをサンプリングする前に、サンプル入力ポートに 5 ミクロン（もしくはそれ以上）のフィルタを必ず取り付けるようにしてください。CO2100C モジュールは内部粒子フィルタを内蔵していますが、この外部フィルタの添加は内部フィルタの寿命を延ばし、CO2100C モジュールの長期性能を向上させます。

(モジュールのフロントパネルに向かって右側の) サンプル入力ポートに隣接するのは、サンプル出力ポートです。サンプル出力ポートは 10/32 雌ネジの隔壁フィッティングです。CO2100C モジュールの部位から好ましくないガスを排出するには、隔壁フィッティングに 10/32 ルアーアダプタをねじ込み、そこに排出ラインを取り付けてください。一般的には、CO2100C モジュールから排気ガスを排出する必要はありません。

CO2100C モジュールのサンプリング入力においては、5 ミクロン（もしくはそれ以上）の疎水性サンプリングフィルタを常に使用してください。1 つは CO2100C モジュールおよび各ガスサンプリングのインターフェースキット (AFT20) に含まれています。5 ミクロンの疎水性フィルタは空中の粒子状物質やその他の汚染

物質から CO2100C モジュールを保護するのに役立ちます。

**重要：乾性ガスのみサンプリングしてください。** 環境濃度を越える全ての水蒸気は、CO2100C モジュールによって測定される前にサンプリングのストリームから除去されなければなりません。環境へのサンプルストリームを乾燥させるために、水蒸気浸過性のチューブ (NAFION®) をお勧めします。AFT20 ガスサンプリングのインターフェースキットには、様々な設定に CO2100C モジュールを効率的に接続する為に、BIOPAC 混合チャンバー、フェイスマスク、および非再呼吸 T 型バルブを含む全ての必要なアイテム (NAFION®チューブを含む) が含まれています。

## CO2100C モジュールのキャリブレーション

CO2100C モジュールは±1%の二酸化炭素濃度の精度で出荷時に校正されています。サンプリングライン構成やポンプスピード(流量)に応じて、キャリブレーションは1%の精度から向きを変えることができます。一般的に、全ての精密な測定の前にガスキャリブレーションを実行しなければなりません。

**注：初期（出荷時）の二酸化炭素精度のキャリブレーションは通常、設定プロトコルを変更するには不十分となります。CO2100C モジュールの適切なキャリブレーションは、特定のメジャメント設定の環境が整った後実行されなければなりません。**

正確なキャリブレーションは、メジャメント設定の環境が整った時点で AcqKnowledge で通常行われます。キャリブレーション用のガスは予想測定値をカバーできるように選択されなければなりません。

例えば呼気終末炭酸ガス濃度の測定を行う際、二酸化炭素濃度は 0.04%なので、最初のキャリブレーション用のガスとして普通の空気を使用します。しかし、2 回目のキャリブレーション用のガスはチャンバーに導入される必要があります。2 回目のキャリブレーション用ガスには 4%の二酸化炭素、16%の酸素、80%の窒素 (BIOPAC 社の GASCAL など) を使用します。この場合には、測定値は 0.04%~4%の二酸化炭素の範囲で最も正確になります。

CO2100C モジュールをキャリブレーションする際、キャリブレーションは周囲の気圧で行わなければならない、それ以外の場合には歪みが生じる可能性があります。これは CO2100C が検知されるガスの分圧に敏感なためです。周囲の換気をせずに CO2100C モジュールの入力に加圧ガスが直接供給される場合、測定値は歪み (通常は非常に高くなります)、モジュールが損傷する可能性があります。代わりに、通気配列を介してモジュールのサンプリングラインにガスのゆっくりとしたストリームを単純に供給することで、CO2100C の内部に圧力が増大できません。適切な校正サンプリングラインを作成するために、ガスサンプリングのインターフェースキット (AFT20) の一部である “Y” コネクタを使用します。圧力調整器および流量制御器 (GASREG) を介して、“Y” コネクタの 1 つのポートにガスキャリブレーションソースを接続します。そして “Y” コネクタの別のポートを CO2100C のサンプル入力に接続されたサンプリングラインに接続します。CO2100C のサンプリングポンプを ON に設定します。“Y” コネクタへのガスの流量をゆっくりと増加させ、“Y” コネクタの 3 つ目のポートを残してキャリブレーション用ガスの緩やかな流出があることを確認してください。この

流出でガスが周囲の気圧でサンプリングされることを確実にするように、3つ目のポートにはキャップをしないでください。

1. AcqKnowledge を起動します。
2. C02100C とサンプリングチャンバーの間にある全てのガスサンプリングラインを確認にしてください。
3. C02100C を実行し、(必要な場合は) ポンプスピードの制御を調整してください。

#### AcqKnowledge4.0 およびそれ以前のバージョンの場合：

4. [MP150] > [チャンネル設定] > [スケーリング] を選択してください。
5. 最初のキャリブレーション用のガス (0.03%の CO2[AIR]) がチャンバー内に導入され始めたら CAL1 のボタンをクリックしてください。
6. 2番目のキャリブレーション用のガス (4%の CO2[GASCAL]) がチャンバー内に導入され始めたら CAL2 をクリックしてください。

AcqKnowledge4.1 およびそれ以上のバージョンの場合：C02100C モジュールのソフトウェア設定と厳密に一致するようにモジュール設定機能を使用する可能性があります：

- [MP150] > [データ取込み設定] > [チャンネル] > [新しいモジュールの追加] を選択してください。
- 利用可能モジュールのリストから C02100C を選択し、[OK] をクリックしてください。
- チャンネルスイッチ位置を C02100C モジュールのスイッチ位置と合わせ、[OK] をクリックしてください。
- 利得とポンプ設定を C02100C モジュールで選択したものに合わせ、[OK] をクリックしてください。
- [チャンネルで表示] > [設定] を選択し、次のモジュール構成ダイアログで[はい] をクリックしてください。
- 上記のキャリブレーション手順 5、6 を実行してください。

**注：**キャリブレーション中、もしくはその後にポンプスピード、サンプリングフィルタ、又はサンプリングラインの長さ/構成を変更しないでください。これらの要素を変更すると、正確なキャリブレーションに影響する恐れがあります。

#### ポンプスピード制御

ポンプスピードは、AFT20 ガスサンプリングのインターフェースキットと使用した際、約 150ml/分のサンプリングレートになるように出荷時に予め設定されています。C02100C モジュールでの測定のためのガスサンプリングインターフェースキット (AFT20) のサンプリング終了時の酸素濃度の変化間の時間遅延は約 2.5 秒となります。これはポンプが 150ml/分で移動する場合がある為で、サンプリングライン、ドライヤー、および内部チューブの内部容積は 6.3ml となります。

ガスサンプリングインターフェースキットの容量は下記の物を用いて計算されます：

PVC サンプルライン： 0.165 cm ID で 182.9 cm ID 容量=3.92ml

NAFION®ドライヤー： 0.127 cm ID で 30.5 cm ID 容量=0.386ml

チューブ各種/接合点： モジュールに内蔵 ID 容量=2ml

ml の容量は以下のように定義されます：

$$(Pi) \cdot (cmの半径)^2 \cdot (cmの長さ)$$

サンプルレートが 150ml/分の場合、ポンプは 2.5 秒で 6.3ml 引き上げます：

$$(60 \text{ 秒/分}) \cdot (6.3\text{ml}) / (150\text{ml/分}) = 2.5 \text{ 秒}$$

流量を確認するには、AcqKnowledge のマーカー機能を使用して記録にマークを付ける時に、サンプリングラインの自由端で呼吸してください。約 2.5 秒の酸素濃度レベルの変化が見られるはずです。

### 仕様

利得：	0~10% CO <sub>2</sub>
再現性：	±0.3%
分解能：	±0.1%
直線性：	±0.1%
ゼロ点安定：	±0.01% CO <sub>2</sub> /hr
応答時間：	150 ミリ秒 (T20~T80) @200ml/分
出荷時：	250 ミリ秒 (T20~T80) @150ml/分
	350 ミリ秒 (T20~T80) @50ml/分
流量範囲：	50~200ml/分
温度範囲：	10~45°C
ゼロ点移動：	0.01% CO <sub>2</sub> /°C
範囲移動：	0.02% CO <sub>2</sub> /°C
湿度範囲：	0~90% 非凝縮性

- サンプリングされたガスは液体もしくは凝縮性蒸気がないようにしてください。
- サンプリングされたガスは 5 ミクロン以上でフィルタ処理してください。
- モジュールは CO<sub>2</sub> の分圧を測定します。さらに、モジュールは 3/2 乗への周囲の気圧の変化に比例します。

例えば、海面位 (760 トル) での CO<sub>2</sub> の 4%濃度の分圧は以下の通りです：

$$760 \text{ トル} \cdot 0.04 = 30.4 \text{ トル}$$

ですので、700 トルで 4% CO<sub>2</sub> のモジュール出力は以下のようになります：

$$(700 \text{ トル} / 760 \text{ トル}) ^{1.5} = 26.87 \text{ トル}$$

従って、700 トルの周囲気圧で動作している時、モジュールのスケーリングは

(700/760) ^1.5 または 0.884 (元のスケーリング) 倍で乗算する必要があります。