

# OptiSonde™

取扱説明書





# OptiSonde™

鏡面冷却式露点計

取扱説明書

BH069C11 JA C

2023 年 5 月

[panametrics.com](https://panametrics.com)

2023 年 著作権 Baker Hughes company

著作権 2023 Baker Hughes 社。この資料には、Baker Hughes Company および 1 つ以上の国におけるその子会社の 1 つ以上の登録商標が含まれています。すべての第三者の製品名および会社名は、所有者それぞれの商標です。

[意図的な空白ページ]

## 第1章 特長と機能1

1.1	はじめに	1
1.2	エレクトロニクス筐体	2
	1.2.1 フロントパネル	2
	1.2.2 入出力機能	3
1.3	システム	3
	1.3.1 システム構成	3
1.4	センサ	4
	1.4.1 露点センサ	4
	1.4.2 温度センサ	4

## 第2章 設置

2.1	はじめに	5
2.2	ベンチトップ型の取付け	5
	2.2.1 ベンチトップ型の取付け	5
	2.2.2 ベンチトップ型のケーブル接続	5
2.3	ウォールマウント型の取付け	7
	2.3.1 ウォールマウント型の取付け	7
	2.3.2 ウォールマウント型のケーブル接続	8
2.4	入力	9
2.5	出力配線	10
	2.5.1 アナログ出力	11
	2.5.2 アラーム出力	11
	2.5.3 シリアル出力	13
2.6	センサ情報	14
	2.6.1 サンプリングライン	15
	2.6.2 熱伝導の確保	15
	2.6.3 フィルター要件	16
	2.6.4 流量	17
2.7	センサの取付け	17
	2.7.1 I111H センサ	17
	2.7.2 D-2センサ	18
	2.7.3 I211H センサ	18
	2.7.4 I311DR センサ	18
	2.7.5 SIM-12H 加熱センサおよび部品	19
	2.7.6 センサの接続	20

## 第3章 オペレーション

3.1	はじめに	21
3.2	通常の実作	21
3.3	OptiSonde の操作	22
3.4	ステータスラインの表示	23
	3.4.1 工場出荷時設定	24
3.5	センサバランス	25
3.6	本機の実作に役立つヒント	25
	3.6.1 過冷却露点	26
	3.6.2 汚染物質	26

## 第4章 OptiSonde のプログラミング

4.1	はじめに	29
4.2	プログラミング方法	30

4.3	プログラム可能な機能 .....	31
4.3.1	ディスプレイ .....	31
4.3.2	アナログ出力 .....	32
4.3.3	アラーム .....	33
4.3.4	OptiSonde データの記録 (ログ) .....	33
4.3.5	OptiSonde 設定 .....	35
4.3.6	自動洗浄とバランス機能 .....	35
4.3.7	サービスオプション .....	36
4.3.8	システム情報 .....	37
4.3.9	システムキーのロック .....	37
<b>第5章 メンテナンス</b>		
5.1	オプティカルセンサのマイナーメンテナンス .....	39
5.1.1	センサ鏡面の洗浄とバランス .....	39
5.1.2	センサ鏡面の洗浄とバランスの手順 .....	40
5.2	センサ鏡面のフィールド交換 .....	42
5.2.1	センサ鏡面の交換 .....	43
5.3	テストと校正 .....	43
5.4	トラブルシューティング .....	43
5.4.1	ディスプレイが点灯しません .....	43
5.4.2	ステータス表示ラインに「Service」と表示されます。 .....	43
5.4.3	露点の表示が不正確です。 .....	44
5.4.4	「Balance」がステータスラインに表示されたままです。 .....	45
5.4.5	アナログ出力がありません。 .....	45
5.4.6	シリアル出力がありません。 .....	45
<b>付録 A 仕様</b>		
A.1	パフォーマンス .....	47
A.1.1	精度「25°C(77°F)で完全なシステムにおいて」 .....	47
A.1.2	計測レンジ .....	47
A.1.3	応答時間 .....	47
A.1.4	更新時間 : .....	47
A.2	機能性 .....	48
A.2.1	出力 : .....	48
A.2.2	デジタルインターフェース : .....	48
A.2.3	アラーム .....	48
A.2.4	ディスプレイ : .....	48
A.2.5	パワー : .....	48
A.2.6	動作範囲 .....	48
A.2.7	エレクトロニクス : .....	48
A.3	物理的仕様 (ベンチトップ型) .....	49
A.3.1	寸法 .....	49
A.3.2	重量 .....	49
A.3.3	環境仕様 .....	49
A.4	物理的仕様 (ウォールマウント型) .....	49
A.4.1	寸法 .....	49
A.4.2	重量 .....	49
A.4.3	環境仕様 .....	49
A.5	アクセサリ (オプション) .....	49
A.5.1	PTFE-当社 .....	49
A.5.2	FM-1 .....	49
A.5.3	BF12SS .....	49
<b>付録 B 湿度方程式と換算表</b>		
B.1	はじめに .....	51
B.2	蒸気圧 .....	51
B.2.1	湿度 .....	52
<b>付録 C シリアルインターフェースの構成</b>		

---

C.1	パソコンと接続.....	55
<b>付録 D 鏡面冷却センサ</b>		
D.1	はじめに.....	57
D.2	冷却能力.....	57
D.3	計測レンジ.....	58
D.4	OptiSonde センサとの比較.....	59
<b>付録 E 測定原理および用語</b>		
E.1	測定原理.....	61
E.1.1	露点計の機能.....	61
E.1.2	鏡面冷却式露点計の校正.....	62
E.1.3	その他の露点計アプリケーション.....	63
E.2	PACER サイクル.....	64
E.3	用語.....	65
E.3.1	冷却能力.....	65
E.3.2	PACER.....	65
E.3.3	パラメータ.....	65
E.3.4	プロセス圧力.....	65
E.3.5	スケーリング.....	65



## 第1章 特長と機能

### 1.1 はじめに

当社 OptiSonde™は幅広い用途に適した多目的の鏡面冷却式露点計です。OptiSonde は、下記の計測レンジの条件に応じて、1ステージと2ステージ式の当社鏡面冷却センサで機能します（指定したセンサにより異なります）。

- 1ステージ式 @25°C 1 ATM で 45°の冷却機能 2  
ステージ式 @25°C 1 ATM で 65°の冷却機能  
(下図 1-1 に示す通り、センサにより異なります。)
- 相対湿度 0.02%~100%
- 含水率 0.9 ppmv~ $5.8 \times 10^5$  ppmv 以上
- 温度 -100°~+100°C (-148°F ~ +212°F)

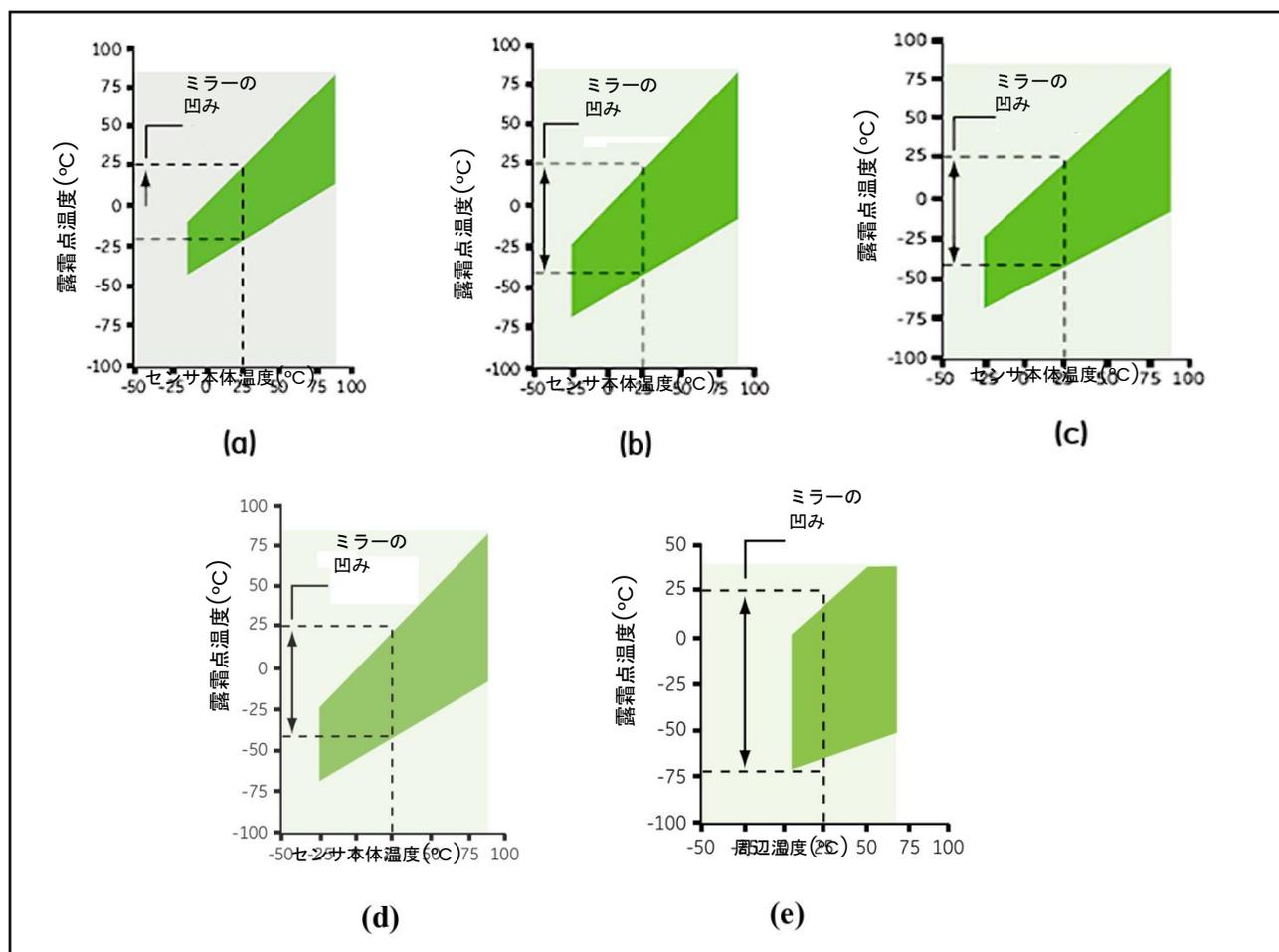


図1：(a) 1111H、(b) D2、(c) 1211H、(d) SIM-12H、(e) 1311-DR センサの温度と鏡面冷却効

## 1.1 はじめに(続き)

OptiSonde は、さまざまな計測ユニットで 2 つのパラメータを同時に計測、表示します。データロギング機能を使えば何週間ものデータを記録しアップロードすることができます。データをパソコンにアップロードし、PanaView ソフトウェアでグラフ作成やデータ整理を行うことができます。また、ASCII テキスト形式でデータをエクスポートすれば、Excel などのスプレッドシートに利用したり、HyperTerminal で画面キャプチャーも行えます。

## 1.2 エレクトロニクス筐体

OptiSonde には下記の 2 つのタイプがあります。

- ベンチトップ型—AC 電源 (DC オプション)
- ウォールマウント型—IP65 エンクロージャーに内蔵

OptiSonde の設置方法は、第 2 章を参照してください。

### 1.2.1 フロントパネル

OptiSonde のフロントパネルは、図 2 に示します。パネルには、128×64 グラフ表示、**ENTER**・**ESC** キー、4 つの矢印キー (画面右) があります。

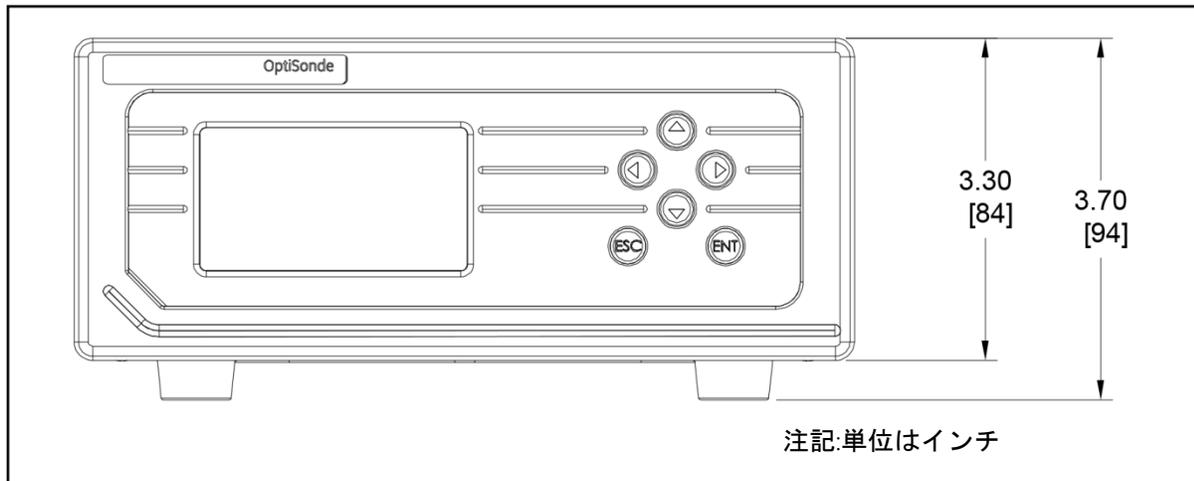


図 2 :OptiSonde ベンチトップ型

## 1.2.2 入出力機能

下記の入出力に対応します。

- 1111H、1111H-当社、D2 1211H、SIM-12H または 1311-DR 鏡面冷却センサ入力
- 4 線抵抗温度検出器 (RTD) 入力
- 2×アナログ同時出力—0-20mA または 4-20mA の DC 信号出力
- 1×独立アラームリレー (7 A、30 VDC)
- RS-232 シリアル通信ポート

OptiSonde は、当社が米国特許を取得している汚染物質除去機能 PACER (Programmable Automatic Contaminant Error Reduction) により、自動洗浄と光学的リバランスを実行します。OptiSonde の詳細仕様については付録 A に記載します。

## 1.3 システム

### 1.3.1 システム構成

OptiSonde のシステム構成は下記の通りです。

- 電子モニター
- 露点センサ
- 相互接続センサケーブル
- AC ラインコード (ベンチトップ用)
- 本装置が NIST (National Institute of Standards and Technology—米国標準技術研究所) にトレーサブルであることの証明書
- 温度センサ
- メンテナンスキット
- 取扱説明書

## 1.4 センサ

OptiSonde は、鏡面冷却式露点センサを用いて設定されています。

この特別なセンサは、想定される露点範囲と露点が決まる環境に応じて指定されます。また、OptiSonde には温度センサがついています。

当社は、各種アプリケーションに対応する以下のセンサを提供しています。

### 1.4.1 露点センサ

- Model 1111H-1<sup>st</sup> M-NDT 装備の1ステージ式露点センサ
- Model 1111H-当社ダクト取付けフランジ付きの1ステージ式露点センサ
- Model 1211H-2ステージ式センサ (高温高圧)
- Model D-2-2ステージ式センサ
- Model SIM-12H 2ステージ式加熱センサ
- Model 1311DR 4ステージ式液体冷却式センサ

### 1.4.2 温度センサ

- Model T-100E

## 第 2 章 設置

### 2.1 はじめに

本章では、OptiSonde のベンチトップ型とウォールマウント型の設置方法、OptiSonde に使う各種センサ、および入出力とケーブル接続について説明します。

### 2.2 ベンチトップ型の取付け

#### 2.2.1 ベンチトップ型の取付け

OptiSonde ベンチトップ型の寸法は以下の図 3 に示す通りです。

ケース下のワイヤベール（メタルスタンド）は、必要であればフロント部を引き上げて画面が見やすいよう前面部を立てることができます。

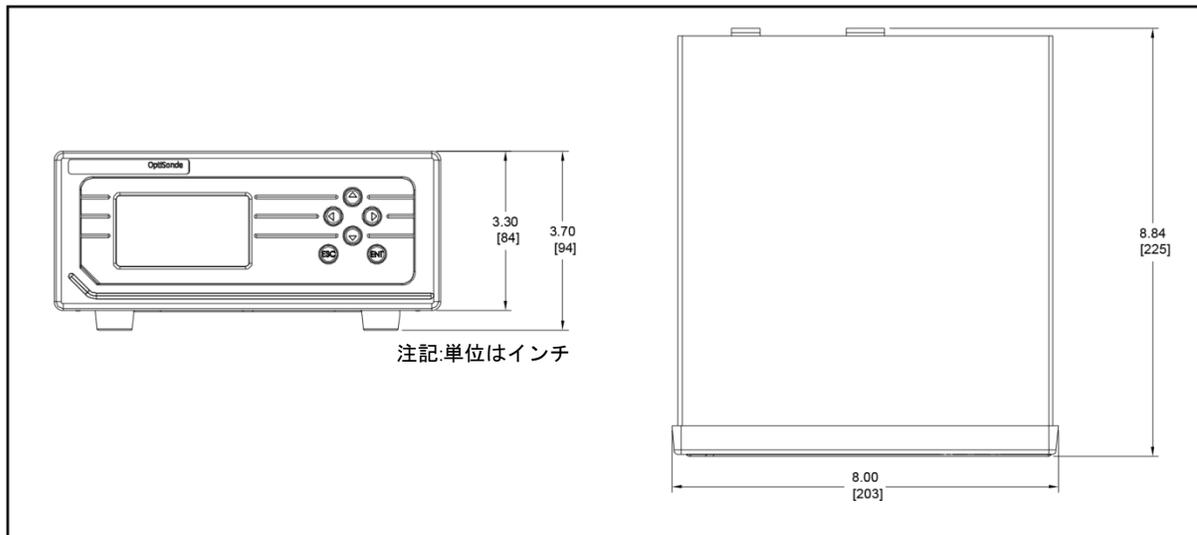


図 3 OptiSonde ベンチトップ型の寸法

#### 2.2.2 ベンチトップ型のケーブル接続

##### 2.2.2.1 入力

OptiSonde は、100~240VAC±10%で動作します（次頁図 4 を参照）。OptiSonde の電圧と定格周波数は製品ラベルに記載されています。

DC（オプション）の出力電圧範囲は、最小 18~最大 32VDC です（次頁図-5 参照）。

### 2.2.2.2 センサ

露点センサケーブルをリアパネルの 25-pin コネクタに接続します（図 4 参照）。温度センサケーブル（オプション）をリアパネルの 9-pin 温度コネクタに接続します。他の入出力ケーブルは適切なターミナルブロックに接続します。断線を防止するために全てのコネクタのつまみねじを締めてください。

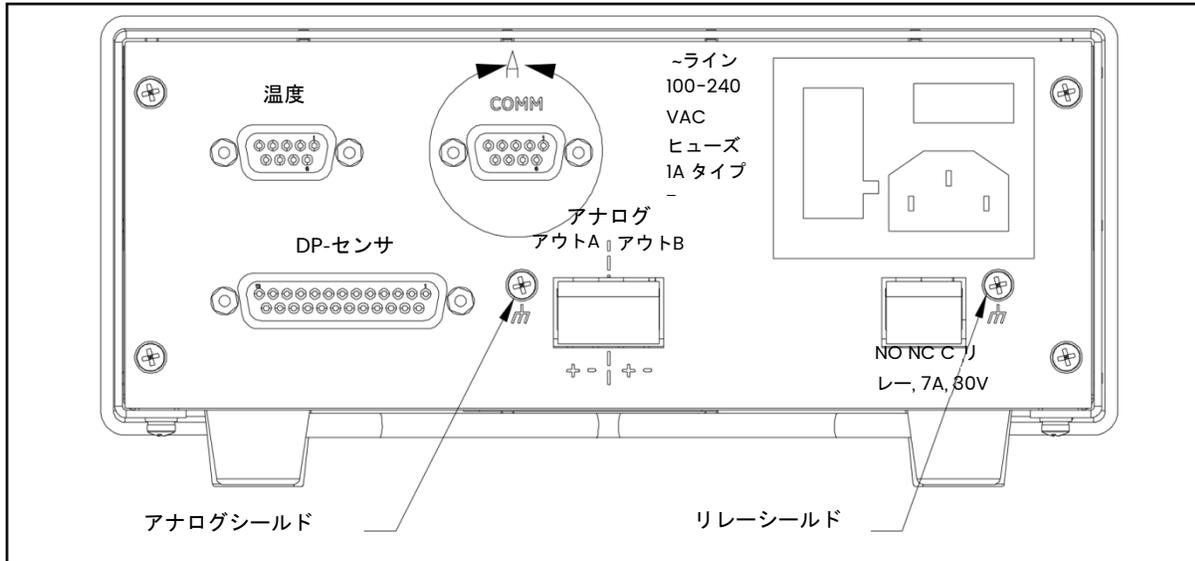


図 4 OptiSonde ベンチトップ型のリアパネル

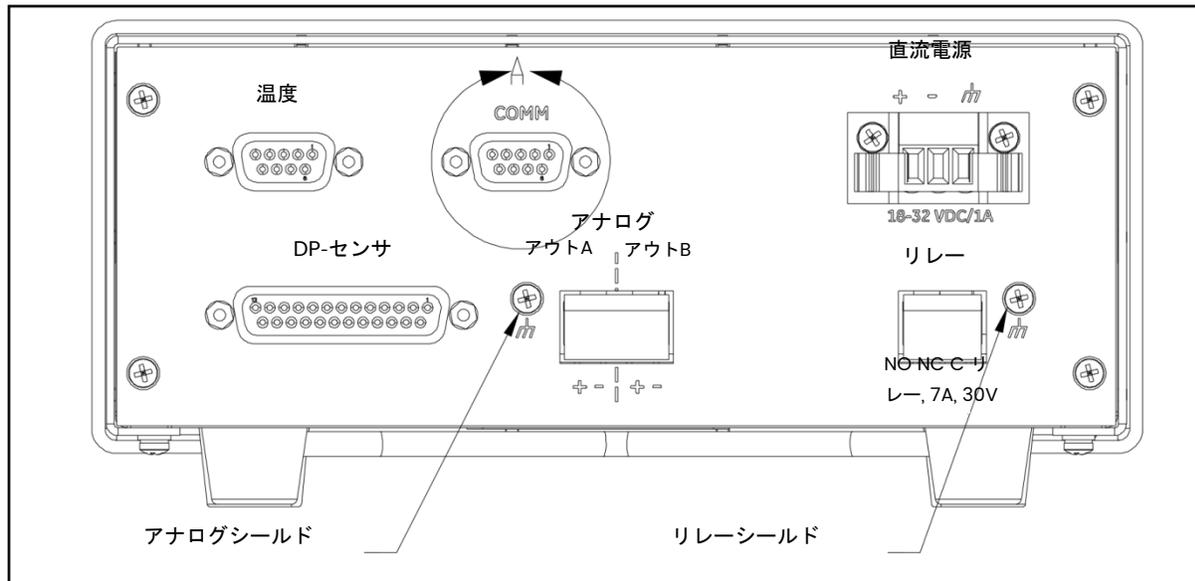


図 5 OptiSonde DC オプションリアパネル

## 2.3 ウォールマウント型の取付け

OptiSonde ウォールマウント型は、壁やパネルなどの平らで垂直な面に取付けます。ウォールマウント型の取付け方法は、以下の図 6 と図 7 を参照してください。

### 2.3.1 ウォールマウント型の取付け

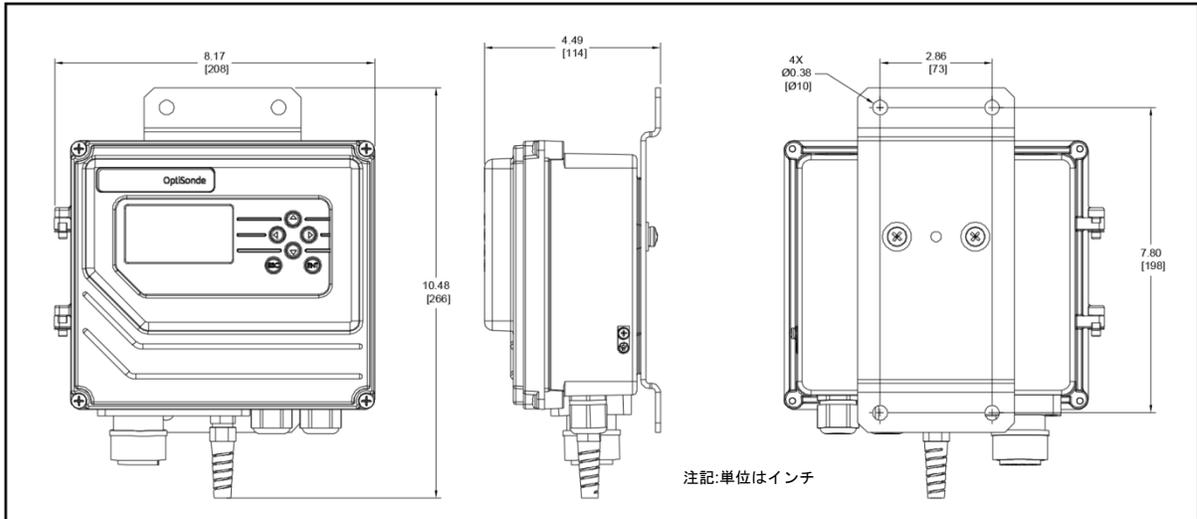


図 6 OptiSonde ウォールマウント型の寸法

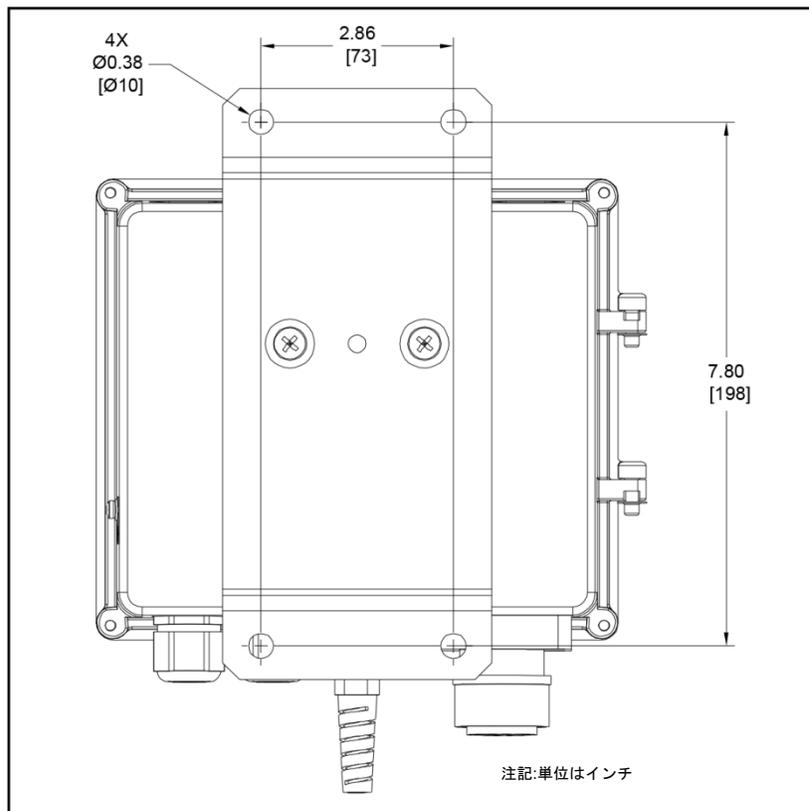


図 7 OptiSonde ウォールマウント型 - 孔位置に取付け

### 2.3.1 ウォールマウント型の取付け

取付けの際は、4つの取付け孔をすべて使って壁やパネルに安全に取付けてください。ステンレス製で最低長さ2インチのワッシャ付き8番ネジを使ってください。ネジは木製スタッドに直に差し込みます。スタッドが使えなければ、石膏ボードまたはセメントのハードウェアを使用してください。

### 2.3.2 ウォールマウント型のケーブル接続

**注意！** ウォールマウント型は防水等級IP65に適合し、ソリッドプラグでテスト済みです。この防水を維持するために、2つのケーブル接続ポートにつなぐ各ケーブルの直径が6mm(0.24インチ)から最大12mm(0.47インチ)の仕様であることを設置する際確認する必要があります。推奨ネジナットトルクは37インチlbs(4.2Nm)です。使用しない接続ポートは同梱のポートプラグで塞いでおきます。

以下の図8に示す通り、ウォールマウント型の接続はすべて、ケース下のパネルで行います。入出力ケーブルは、ケースの右下のケーブルグランドを使って、ケース内部のターミナルブロックに接続します。これらのケーブル接続については、10ページ図10に示します。露点センサと温度センサのケーブルコネクタは、黒のマウンティングブロックにあります。

**重要:** AC、信号ケーブル配線は、ローカルコードに対応させます。ケーブルのサイズは、14AWG(2.08mm<sup>2</sup>)以内とします。接続ブロックに挿入する前に、絶縁体を6mm切りはがしてください。

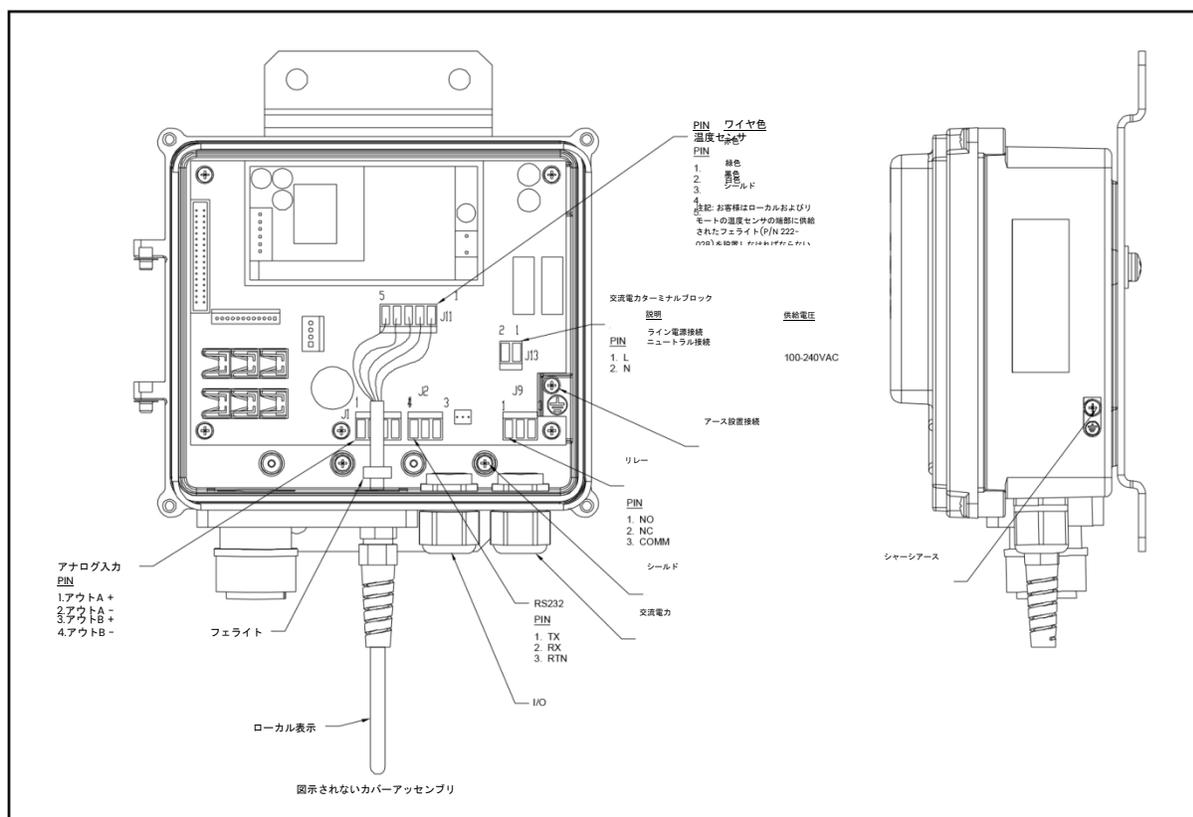


図 8 :ウォールマウント型のケーブル差し込み位置

## 2.4 入力

パワーケーブルは、本機右下のケーブルグランドを経由してケースに入り、ケースの右側にマウントされているネジターミナルブロックにつながります。電圧、周波数定格、電力定格は、本機下に記載されています。このターミナルブロックのケーブル接続については以下の図 2-7 に示します。外部アース端子ネジは、入力接続に使うケーブルと同サイズ以上のケーブルで、本機と保護アースをつないでください。接地はローカルコードに応じて行います。

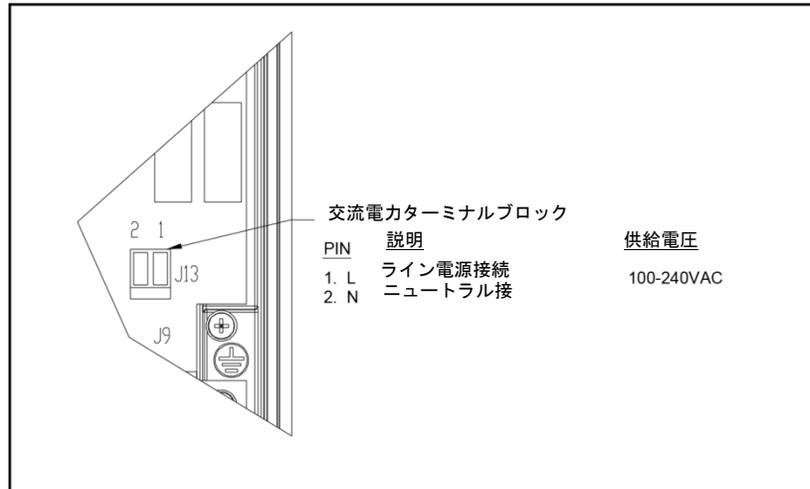


図 9 :ウォールマウント型の AC パワーケーブル接続

## 2.5 出力配線

ペンチトップ型の出力は、リアパネルの着脱式ターミナルブロックに接続します。ペンチトップ型ターミナルブロックの位置はページ 6 図 4 に、ウォールマウント型の接続は以下の図 10 に示します。

ウォールマウント型の入出力ターミナルブロックは、ページ 8 図 8 に示す通り、フロントドアの内側にあります。以下の図 10 に示す通り、ケーブルは、本機下のケーブルグラントを経由してターミナルブロックにつながります。ターミナルブロックのネジは、0.4~0.5 Nm の間の締め付けトルクにしてください。

**注記** :出力プログラミングについては第 4 章で説明します。

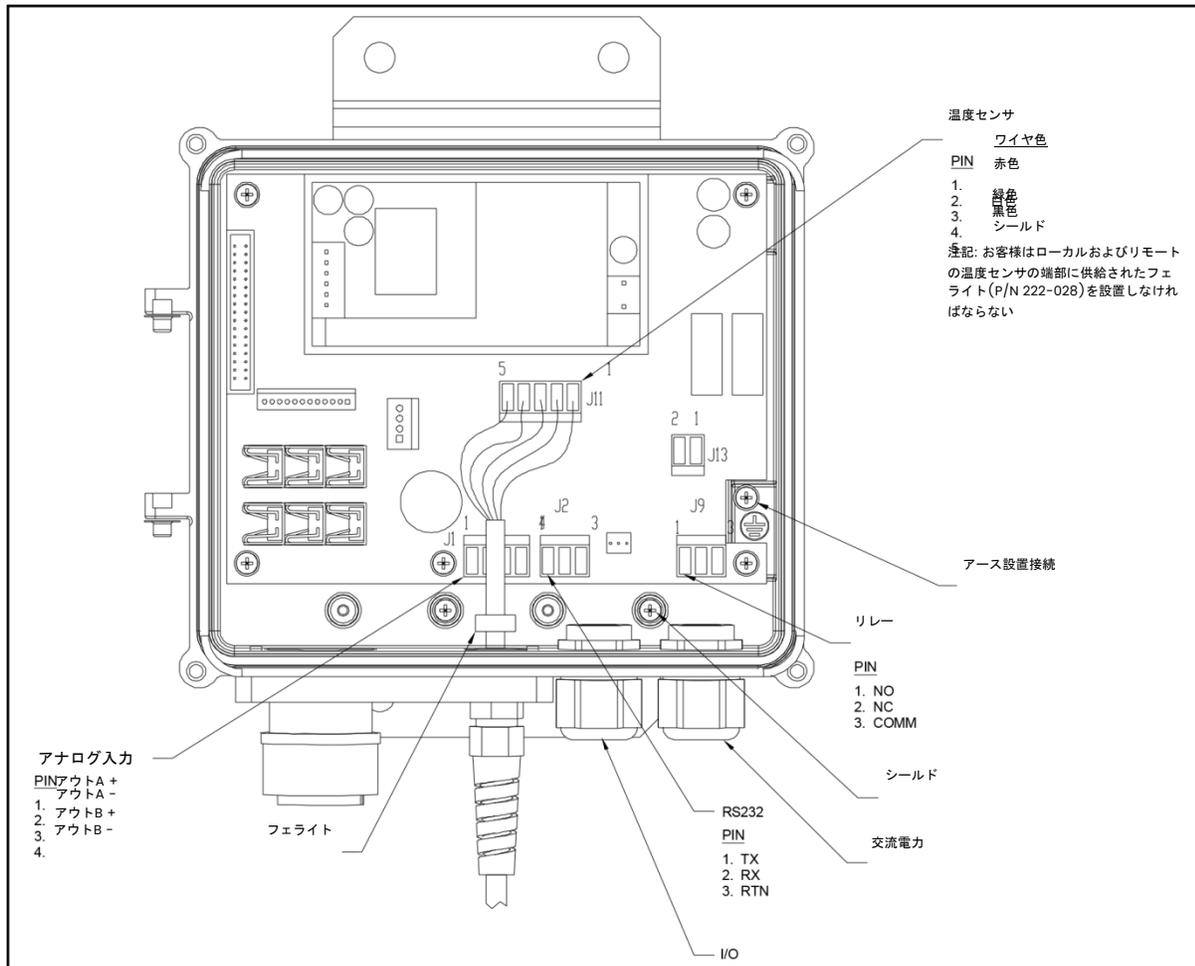


図 10 ウォールマウント型の入出力ターミナルブロック

### 2.5.1 アナログ出力

**注記**： OptiSonde をプログラミングするとき、アナログ出力信号は 4-20 mA で、指定パラメータを示します。

- 4-20 mA 出力の場合、4-20 (+) と RTN (-) のラベルがついたターミナルに接続します。

**注記**： 出力の最大負荷は 500Ω です。

例) 温度出力が 0°C (T<sub>lower</sub>) ~ 100°C (T<sub>upper</sub>) の範囲で、実際の温度 (T<sub>actual</sub>) が 23°C の場合、出力の計算式は以下の通りです。

$$I_{out} = \frac{(T_{actual} - T_{lower})}{(T_{upper} - T_{lower})} \times (20 - 4) + 4 \quad (2-1)$$

出力電流は 7.68mA となります。

$$\frac{(23 - 0)}{(100 - 0)} \times (16) + 4 = 7.68\text{mA} \quad (2-2)$$

### 2.5.2 アラーム出力

アラーム出力は、7-Amp、Form C (SPDT) リレーの端子につながります。

接続方法は下記の通りです。

- オープン端子の場合、NO と COMM に接続します。
- クローズ端子の場合、NC と COMM に接続します。

パラメータは、パラメータ名と閾値をプログラミングすることで、アラームリレーのコントロールに使用することができます。またアラームは、コントロール、PACER バランス、サービスのインジケータの状態を監視するようにプログラミングすることもできます (プログラミングの方法については第 4 章を参照してください)。

2つの閾値は、各パラメータに対して最大値と最小値がプログラミングされます。これらの閾値はアラーム範囲を指定します。使用方法は、プログラミングしたアラームタイプによります。アラーム範囲の詳細は以下の通りです。

### 2.5.2.1 設定点アラーム

設定点アラームでは、アラーム帯域をヒステリシス幅として使用し、パラメータが指定値に近いときにアラームリレーの頻発作動を防止します。リレーは、パラメータが上限を越えたときに作動し、下限を下回ると停止します。

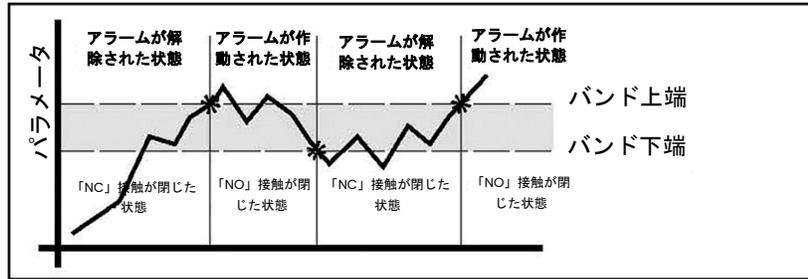


図 11 : 設定点アラーム

### 2.5.2.2 帯域内アラーム

帯域内アラームに関しアラームリレーは、パラメータ値が最小、最大の間で作動します。

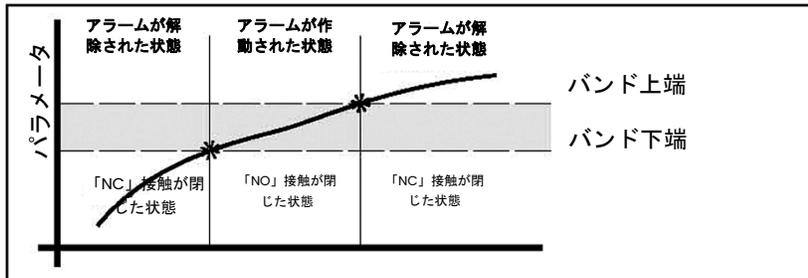


図 12 : 帯域内アラーム

### 2.5.2.3 帯域外アラーム

帯域外アラームに関しアラームリレーは、パラメータ値が最大を上回るか、または最小を下回るときに作動します。

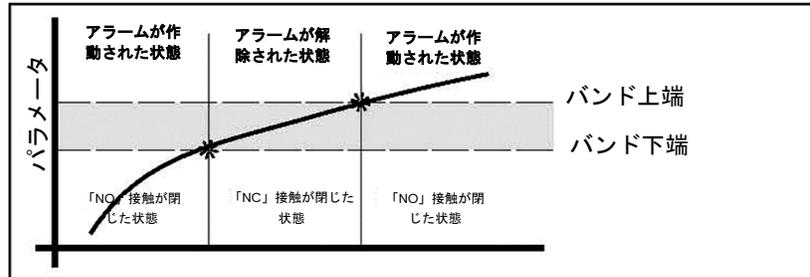


図 13 :帯域外アラーム

### 2.5.3 シリアル出力

シリアル出力コネクタは、ベンチトップ型の場合はリアパネルにあり（ページ 6 図 4 参照）、ウォールマウント型の場合は内部にあります（ページ 8 図 8 参照）。出力は、本機およびターミナルまたはターミナルエミュレーションモードのパソコンで RS-232C 出力するシリアル通信です。

ベンチトップ型のコネクタは標準の 9-pin D コネクタです。シリアルデバイスの接続は、ページ 10 図 10 に示す通り、ウォールマウント用ケーブルを使用します。通信速度は、Comms メニューでプログラム可能です（ページ 36 参照）。データフォーマットは、8 ビット、ストップビット 1、パリティなしです。

## 2.6 センサ情報

当社は、OptiSonde 対応の、1 ステージ式から 2 ステージ式までカバーする熱電冷却センサを各種製造しています。各センサ仕様書に記載の比較チャートについては、付録 D を参照してください。次のセクションで、当社露点センサの取付け方法について説明します。

- Model 1111H – 1" M-NDT 1 ステージ式センサ
- Model 1111H 当社 – 当社フランジ付きの 1 ステージ式露点センサ
- Model 1211H – 2 ステージ式センサ (高温高圧)
- Model D-2 – 2 ステージ式センサ
- Model SIM-12H – 2 式加熱センサ
- Model 1311DR – 4 式加熱センサ

センサの取付け場所は、下記の基準を参考にしてください。

- センサを計測するガス源にできるだけ近くに取付けて、サンプリングラインをできるだけ短くします。こうするとシステムの応答時間が短縮され、サンプルラインのガス放出で低霜点のエラー率を低減することができます。

**注意 !** OptiSonde の電子装置とセンサの設置は、一般的な場所に限定されます。危険区域や有害と分類される場所で使用することはできません。サンプルエアまたはガスは不燃性でなければなりません。

- 定期的な鏡面の洗浄をスムーズに行えるように、露点サンプル孔カバーへのアクセスが可能なようにセンサの場所を選択してください。

**注意 !** デバイスの最高許容温度を超える場所には、絶対にセンサを設置しないでください。センサの仕様については付録 D を参照してください。

### 2.6.1 サンプルングライン

迅速な応答と高精度測定を行うには、ソースとセンサ間のサンプルチューブの長さを短くしてください。センサ付属のサンプルングラインのコンプレッションフィッティングはすべて、注文時に特に指定がない限り、直径 1/4 インチのチューブ用です。入側のラインに使う材質は、計測の妥当性に重要な影響を与える可能性があります。PVC または Tygon などのゴム製ホースまたはプラスチックチューブは、吸湿性があるため、使用しないでください。

霜点が  $-30^{\circ}\text{C}$  以下になると、センサの排気口から出るサンプルガスを、約 60cm (2 フィート) のコイルを通して放出してください。陽圧状態でも周囲雰囲気がセンサに逆流する可能性があるからです。ステンレススチールチューブを使用し、配管系統にガス漏れがないようにしてください。

ステンレススチールは最適な材質です。サンプルングシステムは定期的に洗浄できるようにする必要があります。入口側に T 字管と遮断バルブを取付けると、センサを遮断した状態でサンプルングラインを洗浄できるので便利です。湿度が低いと、微量の汚染物質が測定霜点に影響を与えることがあるので、配管の清浄度は特に重要です。

### 2.6.2 熱伝導の確保

温度の高い環境でセンサを使用するときは、センサを適切なヒートシンクに接触させてください。センサの温度が定格以上の高温にならないようにする必要があります。温度が定格温度以下の環境にセンサを設置しているだけでは十分ではありません。センサから熱を放射する装置を別途設置する必要があります。

1111H、1211H または D-2 センサを  $20^{\circ}\text{C}$ ~ $24^{\circ}\text{C}$  の周辺温度で使用する場合、平滑な熱伝導性面（メタルなど）にセンサを取付けると最大冷却能力が達成され、周辺温度にとどまる傾向があります。

可能であれば、最大冷却またはそれに近い状態でのセンサの連続使用は避けてください。予測される熱電ヒートポンプの寿命を短くする可能性があります。

## 2.6.2 熱伝導の確保

周辺温度を超えて露点計測を行う場合、センサを予測した最高露点以上で、少なくとも 5°C～10°C高い温度まで加熱する必要があります（ただし、センサの定格温度より高くないようにします）。液体熱交換器や温度調節機能付き電子ホットプレートに取り付けたり、熱変換器の中に設置可能なセンサもあります。当社では、センサ本体の温度上昇に対して、クローズドループ方式の能動的制御を推奨しています。

センサベースを酸化亜鉛シリコン熱グリスでコーティングし、適切な締め具でヒートシンクにしっかり取り付けます。ヒートシンクの温度調節後、30分でセンサが熱平衡に達します。

### 2.6.2.1 高露点計測のサンプルライン

ガスの露点がサンプルラインの周辺温度を超えた場合、ガスをセンサに運ぶサンプルラインを暖めて絶縁する必要があります。この最も簡単な方法は、ヒーターテープ（サーモスタット制御または連続作動、および必要な温度上昇をもたらすサイズ）を使うことです。高温の場合は、適切な絶縁付きステンレススチールチューブの使用により、ラインの高温部と低温部の発生を回避し、ヒーターのサーモスタット制御により、水の吸脱着を回避することができます。当社では、ヒートシステムのカスタマイズも行っています。詳しくはアプリケーションエンジニアにお問い合わせください。

### 2.6.3 フィルター要件

監視するガスに微粒子、液化炭化水素または炭化水素蒸気がなければ、フィルタリングは必要ありません。ただし、一般的なサンプルガス流には、微粒子が含まれているので、フィルターを使用することで、鏡面洗浄を頻繁に行う必要がなくなります。一方、フィルタリングを行うと、システム応答が特に低霜点では遅くなる傾向があります。

BF12-SS フィルターはインラインで使用可能です。当社のアプリケーションエンジニアが貴社のアプリケーションを検証し、適切なサンプリングシステムをおすすめします。

グラスウール、セルロースその他の吸湿性のあるフィルターメディアに使用しないでください。

## 2.6.4 流量

センサには適切な量のガスを流すことが重要です。流量が少な過ぎると、特に極端に低い霜点で応答が遅くなります。流量が多過ぎると、高露点ではコントロールシステムが不安定になり、非常に低い露点では熱電冷却器の冷却機能が低下することがあります。流量が多過ぎると、システムが汚染されるスピードが加速するという意味でも好ましくありません。一般的なアプリケーションでの最適な流量は、0.5 ~ 2.5 SCFH (0.25 ~ 1.25 LPM) です。

## 2.7 センサの取付け

このセクションでは当社鏡面冷却式露点計の取付け方法を詳しく説明します。

### 2.7.1 1111H センサ

1111H は、25°C@1 ATM で鏡面冷却能力が 45°C の開放型センサです。標準の配管にねじ込むかまたは O111D タイプの圧力ボスに取付けて、1/4 インチコンプレッションフィッティングに適応させます。センサを圧力ボスに取付ける場合、黒のアルミニウムセンサカバーをはずしてください。第 2 バージョンの 1111H-当社は、9 インチ拡張し、ダクトマウントのフランジ装備で PTFE フィルターの取りはずしが可能です。

熱伝導率を最大にするには、O111D の圧力ボスのベースを熱伝導性のグリスでコーティングします。放熱に適した面に設置すると、センサは最大冷却を達成します。付録 D の鏡面冷却式センサ比較チャートを参照してください。



図 14 :ダクトマウントの 1111H センサ

### 2.7.2 D-2 センサ

D-2 は 2 ステージ式の汎用センサで、25°C/1 ATM で鏡面冷却能力は 65°C(117°F)です。ステンレススチールとガラスの接ガス部を特長とし、要求が厳しい工業アプリケーションに対しては耐久性があります。D-2 はベンチトップ型センサとして、ヒートシンク、または最大作動範囲の冷却ファンに取付け可能です。拡張機能として、フィールド交換可能なオプティカル冷却装置、稼動中に鏡面を監視できる覗き窓、可視光補助オプティカル装置があります（以下の図 15 参照）。

熱伝導率を最大にするために、D-2 センサのベースを熱伝導グリスでコーティングします。放熱に適した面に取付けると、センサは最大冷却を達成します。付録 D の鏡面冷却センサの比較チャートを参照してください。

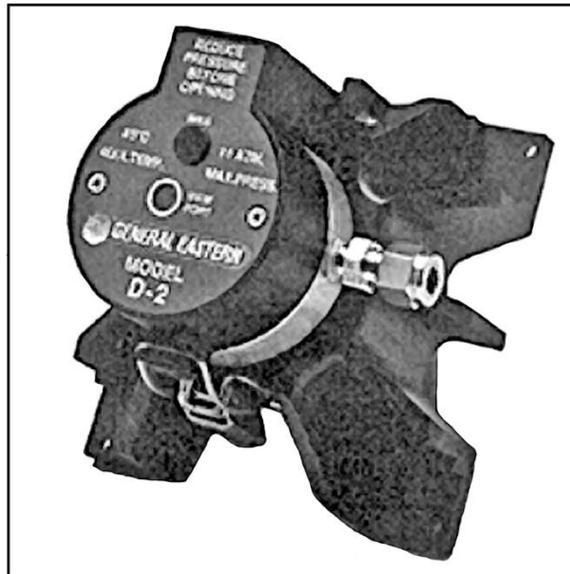


図 15 'D-2 Sensor

### 2.7.3 1211H センサ

1211H は、25°C/1 ATM で 65°C(117°F)の冷却能力がある 2 ステージ式センサです。ステンレススチールの接ガス部を特長とし、D2 センサよりも高温高压での使用が可能です。1211H は、ベンチトップ型センサとしてヒートシンクに取付け可能です。フィールド交換可能な鏡面、オプティカル冷却装置も装備しています。付録 D の鏡面冷却センサの比較チャートを参照してください。

### 2.7.4 1311DR センサ

1311DR は、ステンレス鋼製の液冷式 4 段階センサで、-75°C から +25°C の間で計測するのに適している。

吸気口と排気口に障害物がないように 1311DR センサを取り付けます（次頁図 16 を参照）。センサが液体冷却される場合は、ケースの「上」矢印に注意して、垂直の壁に取り付けることをお勧めします。これにより、1311DR の冷たい部分に発生した結露がエンクロージャから排出されることが確実になります。

室温（25°C）で空冷すると、-65°C ~ +25°C の露点を測定できます。液体冷却なしで動作させる場合は、内蔵ファンのスイッチを入れてください。より低い霜点測定の場合、冷却に冷水冷却ループを使用できます。液体冷却を使用する場合は、ファンのスイッチがオフになっていることを確認してください。

## 2.7.4 13IIDR センサ(続き)

1 時間あたり 0.5 ~ 5 標準立方フィート (1 分あたり 0.25 ~ 2.5 リットル) のサンプル流量を使用する必要があります。

**注意!** 回避できる場合は、センサを全押しまたは全押しに近い状態で連続的に操作しないでください。熱電ヒートポンプの寿命が短くなる可能性があります。

液体冷却は、 $-65^{\circ}\text{C}$  未満 (大気温度  $25^{\circ}\text{C}$ ) の霜点を測定するために必要であり、より高い露点温度でより高速な応答を実現するために使用される場合があります。再循環冷却器を使用する場合、冷却剤温度で少なくとも 300 ワットの容量が必要です。空冷を使用する場合は、内部ファンのスイッチを On にします。液体冷却の場合はオフのままにしてください。15 ページの「サンプリングライン」セクションに記載されている手順に従って、ガス サンプリングラインを設置します。



図16: 13IIDRセンサ

## 2.7.5. SIM-12H5 加熱センサおよび部品

モジュールは、 $-10^{\circ}\text{C}$  ~  $+85^{\circ}\text{C}$  の露点/霜点の測定に適しています。冷却機能だけでなく精密な加熱機能も備えています。3つの個別のヒーターがセンサの壁に 120 度離れて設置されています。3つの温度センサがそれらのポイントで温度を測定し、3つの制御回路がヒーターそれぞれの温度を正確に調整します。センサキャビティ全体で検出された温度勾配は即座に除去され、非常に均一な制御が実現されます。3つのヒーターすべては、フロントパネルのセレクターノブで設定された温度によって制御されます。センサは 2 段階ユニットで、 $65^{\circ}\text{C}$  の押下機能と  $60^{\circ}\text{C}$  の実測範囲を提供します。



図17:SIM-12H加熱センサモジュール

### 2.7.5.1 IM-HFT 加熱フィルタモジュール

SIM-HFT 加熱フィルタモジュールにより、センサに入る前にサンプルガスから微粒子汚染物質を除去できます。入ってくるガスはまず 90 ミクロンのプレフィルタを通過し、次に 15 ミクロンの最終フィルタを通過します。サンプルと接触するすべての部  $105^{\circ}\text{C}$  で一定に加熱され、結露の可能性が排除されます。焼結フィルタは、必要に応じて洗浄または交換するために簡単に取り外すことができます。

### 2.7.5.2 SIM-HFM 加熱式流量計

SIM-HFM 加熱式流量計モジュールを使用すると、サンプルガスの流量を測定し、センサに最適な流量で制御できます。フロントパネルに取り付けられた絞り弁により、0~2 の範囲で制御できます。

フィート 3/h。サンプルガスと接触するすべての部品は、結露が起これないように 105°C に一定に加熱されます。流量計は通常、加熱センサの下流に取り付けられます。

### 2.7.5.3 SIM-HSL 加熱サンプリングライン

SIM-HSL 加熱サンプリングラインは、結露が発生しないように十分な温度に自動調整されます。ラインは外径 1/4 インチの PTFE 製で、ステンレス鋼のフィッティングが付いています。

### 2.7.5.4 SIM-MPL 取り付けプレート

SIM-MPL 取り付けプレートは、1、2、または 3 つの加熱モジュール（加熱センサ、加熱フィルタ、加熱流量計）を受け入れるように設計されています。取り付けプレートは、加熱サンプリングシステム全体を壁に取り付ける便利な方法を提供します。1 つ以上のモジュールと一緒に注文すると、工場で行われ、すぐに設置できる完全なシステムが提供されます。

## 2.7.6 センサの接続

当社が提供する OptiSonde モニター用の露点または温度センサは、あらかじめコネクタに接続されています。これらのコネクタをベンチトップ型（ページ 6 図 4）またはウォールマウント型（ページ 8 図 8）の対応するソケットに差し込みます。モニタリングを簡単にするために、IIIIH センサを直接ウォールマウントの筐体に取り付けることができます。センサまたはケーブルが完全に挿入されていること、またリングカブラーがしっかり締め、信頼性あるオペレーションが可能な状態であることを確認してください。IP65 保護等級の適合を保証するために、ドームナットのねじを 22 in-lb (2.5 Nm) までしっかり締め付けます。

## 第3章 オペレーション

### 3.1 はじめに

オペレーション方法は3つのカテゴリに分かれます。

- 通常の実操作—本機のコントロール機能を使用します。
- セットアップとプログラミング—特別なアプリケーション向けに本機をカスタマイズします（標準的なアプリケーションには必要ありません）。

**注記**： 本機は一般的な要件に合うようにプログラム済みの状態で出荷されています。工場出荷時設定については、表3-2に記載しています。詳細なプログラミングについては第4章で説明します。

- メンテナンス—定期的なメンテナンスが必要な冷却機能、鏡面の洗浄、その他のオペレーション、または疑わしい問題があった場合に、テストを実行します（ただしアプリケーションによります）。詳細は第5章のメンテナンスを参照してください。

### 3.2 通常の実操作

OptiSonde の通常の実操作は非常に簡単です。まず、ウォールマウント型のユニットに電源を

入れます。ペンチトップ型の場合は、リアパネルの主電源スイッチを **ON** (—) にします。

OptiSonde でパワーアップシーケンスは開始に1分間を要します。本機のソフトウェアバージョンが初期画面に表示され「初期化」の状態になります。次に、**AUTO** または **PACER** バランス機能を実行します。PACER バランスの実行には一般的に5～15分かかりますが、指定したセンサおよびバランスサイクル時のサンプルガスの湿度によって変わります。「**AUTO CYCLE**」または「**PACER**」がステータス行に表示されます。

バランスサイクルが終了すると、「Acquiring（取得中）」と表示されます。定常状態になると画面上のステータスバーに「Control」と表示されます。

センサは、画面右のキーで制御されます（次頁18の画面に示す通り）。オペレーターは手動でセンサの加熱または冷却を行うか、PACER バランスサイクルを開始します。センサをコントロールする場合は **ENT** キーを押します（OptiSonde のキーがロックされている場合、**ESC** キーを押してから **ENT** キーを押した後に、もう一度 **ESC** を押します）。

### 3.3 OptiSonde の操作

プログラミングを行っているときに、指定したパラメータが画面中央に数値で表示されます。プログラミングについては第4章を参照してください。代表的な OptiSonde の画面を以下の図 18 に示します。システムステータスと加熱または冷却インジケータ（小さな矢印）は右上に、バランスインジケータは左下に表示されます。

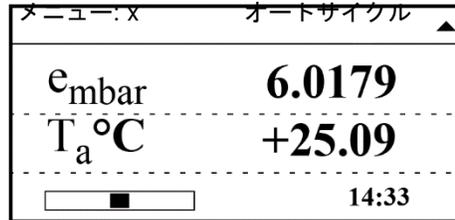


図 18 代表的な OptiSonde のディスプレイ画面

センサをコントロールするには、まず ENT キーを押します（OptiSonde キーがロックされている場合は、ESC、ENT、ESC の順番でキーを押します。）以下の図 19 に示す通り、機能コントロール画面が表示されます。4 つの矢印キーで希望の機能を選択します。

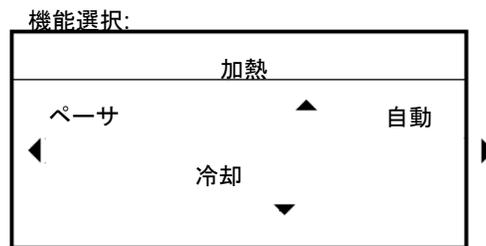


図 19 コントロール画面の機能

### 3.4 ステータスラインの表示

画面上のステータスラインには、本機が通常のオペレーションの準備が整っているか、スタートアップの段階にあるか、またはサービスを必要としているか、といった情報が表示されます。下表はすべてのステータス表示の一覧です。

表示	意味
Initializing	初期化中です。
Acquiring	鏡面温度を取得中です。
Service Req.	オプティカルセンサがサービス、洗浄または調整を要求しています。
Tracking	露点の変更に応答中です。
Control	露点の鏡面温度を安定した露点に能動的に制御中です。
Alarm*	アラームが稼動しています。
Auto Cycle	自動洗浄サイクルとバランスサイクルがアクティブです。
PACER	洗浄とバランスサイクルがアクティブです。
Heating	センサを加熱中です。
Cooling	センサを冷却中です。
Flooded	センサが混乱状態を検知し、過剰水を除去しようとしています。
*画面中央下に表示されます。	

### 3.4.1 工場出荷時設定

通常は OptiSonde が工場から出荷された時点で以下の表 2 に示す構成でプログラミングされています。

機能	設定
アナログ出力 A アナログ出力 B	露点、ユニット :Tdew°C、レンジ : -40°C~+60°C、 ユニット :温度°C、レンジ :0~100°C
アラーム	無効、露点、ユニット :Tdew °C、セットポイント : 上 0.000、下 0.000
自動バランス	間隔 :毎日 12:00 (正午)、自動サイクル、有効
データフィールド 1 データフィールド 2	露点、ユニット :Tdew°C 温度、ユニット :Ttmp°C (ドライバルブ)
サウンド	On
ガス	ガス分子量 :28.9645 (大気の典型値)
コミュニケーション パラメータ	通信速度 :38,400
シリアル出力	湿度、ユニット :Tdew°C湿度、ユニット :% RH 温度、ユニット :Ttmp°C
データログ [COMM]	ステータス :停止、間隔 :60 秒、セパレーター :タブ、 パラメータ :Td°C、Ta°C、%RH :フラグ :有効*
データログ [FILE]	ステータス :なし/停止、間隔 :60 秒、セパレーター : タブ、パラメータ :Td°C、Ta°C、%RH :フラグ :有効*
圧力	101.325 kPa (海面での一般的な大気圧)
*ステータスフラグは、RS-232 インターフェース経由で、「Control」、「PACER」、およびアラームの状態 (「ALARM」または「_」) などの OptiSonde のステータスを表示します。	

### 3.5 センサバランス

通常の実運用では、センサの鏡面は、サンプルガスの塩分その他の汚染物質で一部不明瞭になる可能性があります。画面に表示されるバランスインジケータで、通常レンジの中央付近でシステムが稼動しているか、あるいは鏡面への汚染により中央からずれているのがわかります。一般的には、比較的クリーンなガスが使われている AUTO バランスサイクルを利用してバランスを開始することをおすすめします。サービスステータスインジケータが AUTO サイクルの後に表示される場合、鏡面はまだ汚染されている可能性があり、PACER サイクルを使用するように要求されることがあります（詳細はページ 64 で後述します）。一般的なアプリケーションでは、定期的にバランス調整を実行し、最適なパフォーマンス維持を図ることをおすすめします。後述の OptiSonde プログラミングに記載の通り、バランスの間隔とタイプは構成可能です。

Service インジケータが、バランス調整後に表示される場合、センサの再調整する必要がある場合もあります（オプティカルセンサのマイナーメンテナンスを参照）。

### 3.6 本機の操作に役立つヒント

応答時間 露点が 0°C 以上のとき、システムが数分のうちに一貫した露層で安定させます。システムが安定した計測が有効であるときに Control が表示されます。

システムが低霜点（0°C 以下）で作動しているとき、応答時間が長いために計測値の解釈は特に注意が必要です。応答時間は、露点または霜点、スルーレート、アップストリームフィルタリング、流量など多くの要素に依存します。

- 露点または霜点が低くなるにつれ、大気サンプルの水分子が少なくなります。また、平衡条件を満たすだけの厚さに鏡面の霜層が凝縮されるまで時間がかかります。
- 鏡面温度のスルーレートは、露点と冷却（鏡面とセンサ本体の間の温度差）に依存します。露点が高く、冷却が中程度の場合、1.5°C/秒になるのが一般的です。露点が低く、または冷却が大きい場合、スルーレートは遅くなります。
- 水蒸気の供給または除去速度はサンプルガス流量によって決定され、応答も流量に影響されます。

また、応答時間、コントロールシステムの安定性、汚染物質の検出感度の間には、1つを優先すればどれかが犠牲になるトレードオフがあります。

### 3.6.1 過冷却露点

凝固点の少し下で、水は長期間、過冷却液の状態が存在することが可能です。霜点範囲が 0°C ~ -20°C で計測するときは特別な注意が必要です。というのは実際の霜点より 0.5°C ~ 1°C 低く鏡面温度が一時的に過冷却露点で固定する可能性があるからです。

この温度範囲で氷相でのオペレーションを保証するためには、そのままオペレーションを継続させます。霜層を除霜する前に、計測を実行してから、安定した霜層を形成するだけの十分な時間をとり、さらに計測を実行します。D2 には、鏡面を確認できる除き窓があります。

### 3.6.2 汚染物質

#### 3.6.2.1 鏡面の清浄度

水分凝縮を利用する露点計の適切なオペレーションは、鏡面の状態に依存します。一般的に、汚染物質が鏡面に蓄積すると精度が低下します。

ただし、鏡面を微細に洗浄する必要はありません。実際、鏡面は洗浄後数時間は最良の状態にあり、核形成部位が形成されます。完全に無傷な状態で洗浄された鏡面には比較的核形成部位が少なく、ここに霜の沈着物が生じ、低霜点で凝縮層を集める時間がさらに必要になります。また、オーバーシュートが生じ、これによって温度が安定すると変動（振幅）が生じる可能性があります。

#### 3.6.2.2 微粒子の汚染物質

水溶性の粒子状物質は鏡面に蓄積する可能性があります。鏡面の反射率が大幅に落ちない限り装置の精度には影響を及ぼしません。多くの場合、微粒子は、凝縮部位を提供することで装置のレスポンスを改善します。

#### 3.6.2.3 水溶性の汚染物質

自然発生的な塩分などのすぐに水に溶ける汚染物質は、どんな凝縮方法をとっても正確な蒸気濃度計測には有害です。これらの物質は、鏡面の凝縮水ですぐ溶解し、ラウールの法則（Raoult's Law）に従って蒸気圧が低下します。時間の経過と共に濃度が増すと、溶液の飽和蒸気圧は低くなります。

大気水蒸気分圧と平衡状態にある蒸気圧を維持するために、本機は鏡面温度を上げることによってこの低い蒸気圧に応答します。したがって、表示される露点は、実際の露点以上に上昇します。計測誤差は徐々に増えてくるので、変化に気づかないことがしばしばあります。

溶解した汚染物質が露点計測に影響を与えているか否かを判断するには、以下のステップを実行します。

1. 表示された露点に記録します。
2. 鏡面を洗浄します。
3. PACER サイクルを開始することで検知器のバランス調整を実行します。
4. 再度露点を計測します。

新たに計測した値が最初の値よりも低い場合、計測エラーを起こすだけの十分な可溶性物質が存在していた可能性があります。

#### 3.6.2.4 ガス状の汚染物質

凝縮温度が水の凝縮温度よりも高いガス上物質が存在すると（非常に低い凝縮であっても）、本機は、水ではなくガス上物質を最終的にコントロールします。この場合、システムは水ではなく汚染物質の凝縮温度を表示します。ただこれは冷却されたときだけ汚染物質が鏡面に蓄積されます。通常の大気中では、ガス状汚染物質には検出可能なほどの影響がありません。

#### 3.6.2.5 汚染物質の影響を低減

最適なパフォーマンスを維持するには、下記のステップを実行します。

- PACER の機能を使って、汚染物質が本機のパフォーマンスに与える影響を軽減します（ページ 64 PACER サイクルを参照）。
- ガスの流量を減らし、鏡面の汚染物質の蓄積率を減らします。

- 推奨する光学洗浄の手順に従い鏡面を洗浄します（ページ 39 オプティカルセンサによる鏡面のメンテナンスを参照）。一定の条件下で適切な洗浄サイクルを決めるには、洗浄前後に露点計測を行います。明らかな変化があれば、これらの条件下では鏡面洗浄を頻繁に行う必要があります。

#### 3.6.2.6 鏡面上の水分蓄積

急に乾燥状態から湿った状態に変わった場合（同時に気温が低温から高温に変わった場合は特に）、鏡面は過剰な水分を蓄積します。センサが水分を乾燥させて計測値が得られるまでに数分かかることがあります。センサを暖めれば乾燥プロセスが速くなります。

#### 3.6.2.7 サンプルラインのメンテナンス

サンプルラインが汚染されると本機の応答時間が遅くなったり、誤った計測値を表示したりしますが、通常は高指示値側で見られます。必要に応じてサンプルラインを頻繁に洗浄します。必要な洗浄の頻度を決めるには、ライン、センサキャビティ、鏡面の洗浄前後に露点を計測します。2つの計測値が大幅に異なる場合、サンプリングラインをもっと頻繁に洗浄を実行します。汚染率を減らすには、流量を減らすか、あるいは上流側にフィルターを取付けます。

#### 3.6.2.8 圧力効果

ガスの混合比（水分含量）が一定である場合、ガス圧が大気圧によって増減すると、露点はこれに伴い増減します。OptiSonde は、設定されている圧力での露点／霜点を表示します。センサの位置と接続方法はこの圧力に影響します。圧力変化による露点の変化は、換算式で計算されます。付録 C にこれらの計算の基礎データを記載しています。



## 第 4 章 : OptiSonde のプログラミング

### 4.1 はじめに

OptiSonde は、表示するデータやアナログ/シリアル出力のデータの指定、アラーム設定など、簡単にプログラミングすることができます。代表的なデータ表示は以下の図 20 に示します。

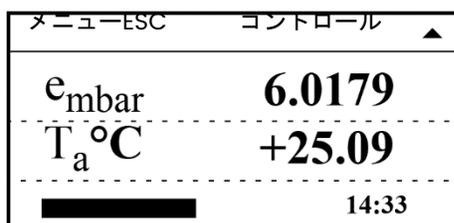


図 20 : OptiSonde の代表的なデータ表示

OptiSonde のプログラミング可能な機能は以下の表 3 に示します。各機能にはたくさんの設定があります（次ページの一覧を参照）。

設定する値の一部はリストから選択します。リストにない場合は、キーパッドで英数字のデータを入力します。

機能	設定
表示	パラメータ表示するユニットを選択
出力	ユニット選択、スケーリング、値のテストとトリム
アラーム	アラームタイプとアラーム制限
ログ 設定	ログカードまたは PC ログの選択、パラメータ指定、ユニット/データのフォーマット 自動バランス、サウンド、コミュニケーション、オフセット値気体分子量、クロック、ライン圧、再校正リマインダー
サービス	(サービス担当者のみ)
About (情報)	ID 番号、システムステータス、ソフトウェアバージョンの表示
LOCK	キーロック

## 4.2 プログラミング方法

ディスプレイ右にある 6 つのキーの機能は、本機の現在の状態に応じて変わります。

下記は、本機をプログラミングする一般的な方法です。

1. プログラミングメニューを開くには ESC キーを押します。OptiSonde のキーがロックされている場合、ESC キー⇨ENT キー⇨ESC キーを再度押します。次に ESC をもう一度押すとメインメニューが開きます。
2. プログラム可能な機能は [0] と [0] キーを使います（ページ 1 表 3 参照）。また [0] と [0] キーは直前の機能を指定するときに使います。
3. 特定の機能については、ENT キーを押せばその機能の初期設定が表示されます。[0] キーを押して各種の設定を行います。
4. 特定の設定については、ENT キーを押し、編集用の設定画面を開きます。

特定の選択肢一覧にその設定がある場合は、[0] キーおよび/または [0] キーが表示されます。これらのキーを押して先に進みます。

*注記* : 数値データを入力する場合は、矢印キーで該当するコラムにスクロールします。次に [0] と [0] キーで、該当する数値までスクロールします。数値が一定範囲に制約される設定もありますので注意してください。

5. 設定する値を指定したら、ENT を押して確定します。あるいは、ESC キーを押すと、

入力をキャンセル（元の値にリストア）してまた別の設定を選ぶことができます。

機能選択画面に戻る場合は ESC キーを押します。

代表的なプログラミング画面（アナログ出力設定）を以下の図 21 に示します。

出力メニュー	[アウト A]
選択	トラッキング
単位	テスト
上	トリム
下	

図 21 : 代表的なアナログ出力プログラミングの画面

## 4.3 プログラム可能な機能

### 4.3.1 ディスプレイ

ディスプレイについては、最初のメニューで Line 1 または Line 2 を指定します。次に、下記の以下の表 4 に記載の表示パラメータから選択します。

単位	詳細
TD°C	露点／霜点の温度(摂氏)
Td °F	露点／霜点の温度(華氏)
%RH	相対湿度のパーセンテージ
Ta°C	ドライバルブ温度(摂氏)
Ta °F	ドライバルブ温度(華氏)
e mbar	水蒸気圧 (ミリバール)
Tw°C	ウェットバルブ温度(摂氏)
Tw °F	ウェットバルブ温度(華氏)
PPMv	体積百分率濃度
ΔT°C	Δ 温度－摂氏 (Ta-Td、または温度と露点の差) (摂氏)
ΔT °F	Δ 温度－摂氏 (Ta-Td、または温度と露点の差) (華氏)
PPMw	重量百分率濃度
AH g/m <sup>3</sup>	絶対湿度 (グラム/1 立方メートル)
AH gr/f <sup>3</sup>	絶対湿度 (グラム/1 立方フィート)

パラメータの小数点以下の表示は、最大 3 位まで指定することができます。スクリーン表示は、Reverse を選択すると、ホワイトの背景にブルーの文字のデフォルト設定からブルーの背景にホワイトの文字に変わります。

### 4.3.2 アナログ出力

設定	詳細	オプション
選択	プログラムする出力チャンネルの指定	A または B
単位	選択したチャンネルでパラメータのスケール単位を指定	利用可能な単位については前ページの表 4 を参照してください
タイプ	出力タイプの指定	4-20mA、0-20 mA
上	指定したチャンネルのフルスケール出力（スパン）のパラメータ値を設定	数値を入力
下	指定したチャンネルのゼロ出力のパラメータ値を設定	数値を入力
トラッキング	アナログ出力の処理方法を決定	トラック（実際の鏡面温度を送信）、ホールド（バランスサイクル前に最新の露点を送信）
テスト	パラメータ値を設定し、適切なオペレーションを行うために出力チャンネルをテストします。	スケールの%を入力
トリム	値を設定し（ゼロ、スパン）出力変化を補償します。	数値を入力

#### 4.3.2.1 出力のトリミング：

1. 精密な DVM (digital voltmeter : デジタル電圧計) または校正器を 4-20 mA 出力につなぎます。
2. **RESET TRIM** を選択します。オプションは **TRIM ZERO** と **TRIM SPAN** です。
3. **TRIM ZERO** を選択します。出力が 4.00mA に変わります。
4. DVM/校正器から読み取った実際の値を入力します。
5. **TRIM SPAN** を選択します。出力が 20.00mA に変わります。
6. DVM/校正器から読み取る実際の値を入力します。
7. TRIM 設定を終了します。出力校正は以上で完了です。

### 4.3.3 アラーム

アラームに関する詳細は、ページ11の「アラーム出力」を参照してください。

設定	詳細	利用可能なオプション
ステータス	アラームの有効または無効	Off/On
ユニット	ユニットのパラメータ設定	ページ3表4を参照
タイプ	アラームを稼動する条件のタイプを設定	設定点、帯域内、帯域外、コントロール、サービス、PACER
上	アラーム最大値	数値を入力
下	アラーム最小値	数値を入力
トラッキング	アラームの処理方法の決定	トラック（実際の鏡面温度に応答）ホールド（バランスサイクル前に最新の露点に応答）

上下制限は、アラームの閾値を設定します。アラームタイプは下記の通りです（詳細は11ページを参照）。

- 設定点 : パラメータが上限を超えるとアラームが稼動し、下限を下回るとアラームが解除されます。
- 帯域内 : パラメータが上限と下限の間でアラームは稼動します。
- 帯域外 : パラメータが上限下限以外のときにアラームが稼動します。
- コントロール : OptiSonde が鏡面温度の能動的なコントロール中にアラームが稼動します。
- サービス : サービスインジケータが稼動しているときにアラームが稼動します。
- PACER : **PACER** または **AUTO** バランス機能がアクティブのときにアラームが稼動します。

### 4.3.4 OptiSonde データの記録（ログ）

OptiSonde データのログ処理には、同梱の SD カード（内蔵）または当社 PanaView プログラムのいずれかを使用する必要があります。

- PanaView を使用してデータを記録する場合は、PanaView ユーザガイドを参照してください。
- OptiSonde のログ作成は、下記の手順で行います。
  - メインメニューを開き、**Logs** を選択します。
  - Select** を選択し、**File**（内蔵 SD カードに保存されるログ）または **Comm**（PC に保存されるログ）いずれかを指定します。**ENT** を押します。現在の選択項目がログメニューのヘッダーの一部に表示されます。OptiSonde は、SD カード用と PC 用の2つのログを常に実行可能です（2つのログは異なるパラメータを計測します）。ログを切り替えるには、もう一度 **Select** を選択してから **File** または **Comm** を指定します。File または **Comm** いずれかのログを起動する場合、OptiSonde は前のログを自動終了します。
  - パラメータを入力する際、単位を指定します。ページ3表4の単位を最大8つ組み合わせて指定することができます。**ENT** を押し、確定します。
  - ログ間隔の指定は、**Interval** を選択します。出力間隔を秒で入力し（最大 86400）、**ENT** を押します。
  - 出力フォーマットを選択するには、**Format** を選択します。3つの出力フォーマットから選択します。
    - x = #.# : 「TdewC = -12.345」
    - を表示 #.# ( ) : 「-12.345 (TdewC)」
    - を表示 #.# : 「-12.345」を表示
  - フィールドパラメータを指定するには、**FieldSep** を選択します。**CR-LF**、**Comma**、**Tab** から選択します。
  - ログを開始することができます。
    - これらのパラメータで新規の Internal (File) ログを開始するには、**Manage>New Log>Start** を指定します。OptiSonde がデータの記録を開始します（ログネームは常に、ログを開始する現在の日時です）。

**注記** : **Manage** オプションは Internal (File) ログにのみ使用可能です。

- PC (Comm) ログを開始するには、**Status>Start** を指定します。

#### 4.3.4.1 現在のログまたは完了したログの管理パラメータの記録

ログの実行を開始すると、停止または終了することができます。File と Comm ログの両方を実行中であれば、**Select** を選択し、停止するログを選択しているか確認します。次に **Status** オプションを選択します。

- **Stop** を選択すると、以降のデータ記録を停止します。いったん停止してから再開する場合は **Start** を指定します。
- ログを永久に停止、終了する場合は **Close** を選択します。

消去できるのは終了したログだけです。Internal (File) ログは、SD に保持、PC に転送、または消去することができます。

- PC にログを転送する場合は、**Manage>Transfer** を選択します。ログ一覧からログを選択し、**ENT** を押します。
- SD からログを消去するには、**Manage>Erase** を選択します。ログ一覧からログを選択し、**ENT** を押します。
- OptiSonde は、管理上、最大 8 つまでログファイルを表示します。ただし、SD カードには最大 512 までログファイルを格納することができます。PC にログファイルを転送した場合は、SD カードからログを消去してください。

#### 4.3.4.2 パラメータの記録

設定	詳細	オプション
ステータス	データ転送の開始または停止を指定します	Start(新規ログまたは実行中のログの開始)、Stop(実行中のログを停止)、Close(ログの停止と終了 : いったん終了するとログを再度開くことはできません)
選択	PC または SD カードのログを選択	File (内臓 SD カードのログ)、Comm (PC のログ)
管理 (Internal または File ログのみ)	個々のログを処理	Details(ファイル名、間隔、サイズを表示)、Transfer(終了したログを PC へ転送)、New Log(新規ログのセットアップ)、Erase(OptiSonde からログを削除)
単位	8 つの単位まで設定	ページ 3 表 4 を参照
間隔	出力間隔を秒で入力(シリアルモード : All)	数値を入力(最大 86400)
フォーマット	出力フォーマットの指定	X=#.#, #.#(), #.#
フィールドセパレータ	パラメータ間に使用するセパレータを指定	CR-LF、Comma、Tab
フラグ	ログステータス (Control, PACER, Flooded など) とアラームステイト (Alarm/) を有効にします。	On、Off

### 4.3.5 OptiSonde 設定

設定	詳細	オプション
バランス	鏡面洗浄とバランスのタイプ、およびサイクルを設定	自動洗浄とバランスについては 35 ページを参照
Comms	通信速度と RS232 通信のノード ID をセットアップ	Baud Rate (通信速度 1200~115,200) Node ID (1~239—デフォルト 16)、 Test(RS232 通信の動作チェック)
サウンド	キーパッドが押されたときに OptiSonde でサウンドを出すかどうか指定します	Off/On
調整	露点、温度、フィルターのパラメータのオフセット値を入力します	パラメータがオフセットされる値を入力します
ガス	分析するガスの分子量 (デフォルト値は、気体の分子量 :28.9645 g/mole)	数値を入力
クロック	現在の日時を入力	時刻 (時、分) と数値データ (年月日) を入力します
圧力	使用する圧力値	ライン圧 (kPA) を入力します
通知	OptiSonde で再校正を実行する時を入力	Off、6 ヵ月、12 ヵ月、18 ヵ月、24 ヵ月

### 4.3.6 自動洗浄とバランス機能

OptiSonde アナライザーは、最後にサイクルが実行された後のプリセットタイムで、**Auto** または **PACER** 自動洗浄と再校正サイクルを実行します。常に、自動バランスサイクルはアナライザーに電源が入るとすぐ稼働します。自動洗浄とバランス機能を OptiSonde でプログラムする方法 :

1. メイン画面 :
  - a. ESC キーを押しメインメニューを開きます。
  - b. **Settings** にスクロールし **ENT** を押します。
  - c. **Balance** オプションを選択します。
2. バランスタイプの設定
  - a. **Type** を選択します。
  - b. **AUTO** または **PACER** を指定します。表 9 でこのオプションの違いを説明します。

項目	機能
AUTO	鏡面を暖めて、オプティカルバランスをとります
PACER	まず鏡面を冷却して厚い露点または霜点層を形成し、暖めてからオプティカルバランスをとります

### 4.3.6 自動洗浄とバランス機能

**注記** : PACER 機能は、AUTO 機能よりも徹底した洗浄を実行します。PACER 機能は、厚い露点または霜点層をまず形成し、ここで水溶性の汚染物質を溶解するためです。暖めたときに、汚染物質の一部が瞬間的に蒸散し、クラスターに残留物質を残したまま、鏡面のほとんどを洗浄します。一般的に PACER サイクルが終了するまでは時間がかかります。

3. **Auto Balance** を使用するかどうか指定します。
  - a. **Balance** メニューで **Status** を選択します。
  - b. **Off/On** を入力します。
4. 洗浄とオプティカルバランスを実行する間隔を決めます。
  - a. **Balance** メニューで **Interval** を選択します。
  - b. 矢印キーで最大 90 日までの間隔（日数-小数点書式）を入力し、**ENT** を押します。
  - c. 間隔が全日（例 :1 日=1.000、3 日=3.000）の場合、時刻指定は **Time** で行い、バランスを実行します。  
24 時間フォーマットで時間を入力します（例 :8:00 p.m. = 2000,10:30 a.m. = 1030）。
5. 直近および次回の洗浄とバランス時間を表示するには、**Schedule** を選択します。
6. Balance メニューとメインメニューを終了し、設定を有効にするには **ESC** を押します。

**重要** : 鏡面がすぐ汚染物質を蓄積する環境またはガス採取については、インラインフィルターの使用を推奨します。流量が低いと蓄積される汚染物質が減ります。

#### 4.3.6.1 洗浄とオプティカルバランスのオプション

設定	詳細	オプション
タイプ	鏡面洗浄とバランスのタイプを選択	Auto（自動）、PACER
ステータス	自動バランス機能を使用するか否か指定します	Off、On
間隔	鏡面バランスを実行する時間を入力します（日数/小数点書式の日数）	値を入力します（最大 90.0日）。
Time	バランスを実行する時刻を入力します（終日間隔のみ）	0000 = 午前零時、1200 = 正午 2359 = 11:59 p.m
Schedule	バランスを実行した最終日時と次回実行する日時をリストアップします	（なし）

#### 4.3.6.2 通信パラメータ

設定	詳細	オプション
Baud	受信デバイスと適合する通信速度を設定します	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115,200（注記 :PC 通信の既定値は 38400 です。）
Node ID	PanaView 送信に使うノード ID 番号を指定します	1~239（注記 :PanaView 既定のノード ID は 16 です）
Test	RS-232 通信のテストを実行します	（テスト終了後、画面右下隅に正常な動作を示すチェックが表示されます。ショートメッセージが送信されます）

### 4.3.7 サービスオプション

**重要** : サービスメニューは工場の熟練した担当者を対象とし、サービスパスコードの要求によってアクセスを制限しています。このメニューで、校正データやセンサパラメータなどの工場出荷時データを調整することができます。このメニューにアクセスする必要がある場合は、当社の問い合わせ先またはサービスエンジニアまでご連絡ください。通常の場合、サービスメニューに含まれる情報にアクセスする必要はありません。

### 4.3.8 システム情報

設定	詳細	オプション
ID	単位および ID 番号を表示	(なし)
システムステータス	現在の使用可能時間、最終校正日、最終バランス日時を表示	(なし)
ソフトウェアバージョン	現在のブートバージョンとプログラムバージョンをリスト表示	(なし)

### 4.3.9 システムキーのロック

**LOCK** がハイライト表示されているときに **ENT** を押すと、OptiSonde のキーはロックされ、メインメニューへのアクセスができなくなります。キーロックを解除するには、**ESC** **ENT** **ESC** (**ESC** をもう一度押とメインメニューが開きます) を押しします。

---

[意図的な空白ページ]

## 第 5 章 : メンテナンス

### 5.1 オプティカルセンサのマイナーメンテナンス

下記に記載の通り、オプティカルセンサの点検とメンテナンスを定期的に行ってください。メンテナンス作業はいつでも実行できますが、ステータス画面に Service インジケータが表示されたときには実行する必要があります。

#### 5.1.1 センサ鏡面の洗浄とバランス

通常の条件下では、システムでセルフチェックとセルフバランスが実行されます。ただし、粒子状物質や水溶性の汚染物質がセンサ鏡面の反射率やシステムの精度を低下させることがあります（ページ 26 の「汚染物質」を参照）。OptiSonde システムの 3 つの機能により、鏡面の監視と調整を行うことができます。

- バランスインジケータ（以下の図 22 参照）は、鏡面の受光検知器が受光する量をグラフィック表示します。また露点層の厚さのインジケータでもあります。このインジケータはデジタルの数表示で増減を示します。
- バias ネジは基準となる受光検知器が受信する光信号を調節し、「粗調整」として利用されます。
- 自動バランス機能または PACER サイクルは（ページ 3 で論じられた）、IR エミッターとリファレンス光検知器の間のオプティカルバランスを微調整します。

オペレーション時、バランスインジケータの位置は、水分レベルと使用するセンサに依存します。水分が変わると鏡面冷却システムは制御を確立しようとします。

汚染物質が鏡面に堆積すると、バランスインジケータが露点を読み取り、上昇します。**PACER** サイクルまたはマニュアル洗浄とバルランシング（その後に **PACER** サイクル）を行うことで、汚染物質が軽減されます。

**注記** : 鏡面に著しい傷や凹みがあるとバランス処理することができません。その場合はページ 42 で論じられたように現地で鏡面を交換してください。工業アプリケーションには、ソリッドプラチナ鏡面の使用を推奨します。

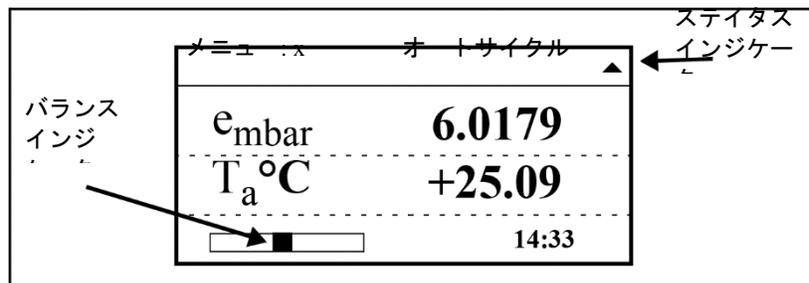


図 22 : OptiSonde ディスプレイのバランスとステータスインジケータ

### 5.1.2 センサ鏡面の洗浄とバランスの手順

必要であれば、下記の手順に従ってセンサ鏡面の洗浄とバランスを行ってください。洗浄の際、MSK-2 メンテナンスキットをお求めください。

- 綿棒
  - スクリュードライバーまたは六角ドライバー（一部のセンサ用）
  - 洗浄液
1. OptiSonde アナライザーを開き、**ENT** キーを押します。機能選択画面が開いたら、矢印キーで **HEAT** を選択します。
  2. 露点温度（鏡面温度）を最大値に設定します。
  3. 鏡面の洗浄手順：
    - a. 鏡面冷却センサのキャップを外すか、またはカバーを開けます。
    - b. 綿棒に洗浄液を 1 滴つけます。
    - c. 綿棒で鏡面をやさしく、円を描くように（外側に向けて螺旋状に）こすって洗浄します。
    - d. 仕上げに乾いた綿棒で鏡面を磨くと、鏡面が輝きます。
    - e. 使用した綿棒は廃棄します。

**重要：** 汚染が激しい場合、アルコール、アセトン、ヘキサンなどの溶剤で洗浄液をすすぎ落としてから蒸留水で流し落とします。仕上げにかならず乾いた綿棒で拭いてください。

4. バランスインジケータをよく観察してください。乾いてクリーンなバランス鏡面の場合、以下の図 23a に示すように、バーの位置はスケールの中央になります。鏡面がウェットであるとき図 23b の状態になり、バイアス調整が必要な鏡面は以下の 23c の状態になります。バイアスネジでグレーのブロックまで移動し、安定した中央ブロックにできるだけ近づけてください。

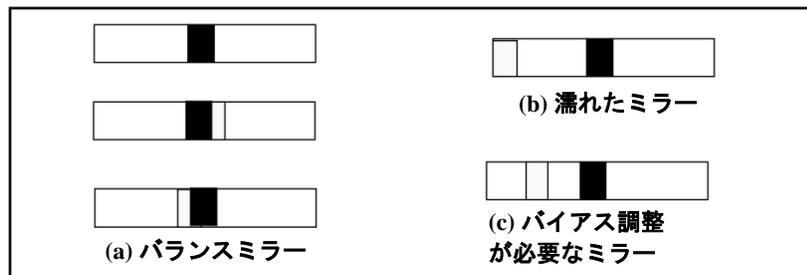


図 23 : さまざまな鏡面の状態で変化するバランスインジケータ

### 5.1.2 センサ鏡面の洗浄とバランスの手順(続き)

5. スクエアがバランスバーの中央にない場合は、ネジまたは六角ドライバーで、マーカがバーの中央に来るまでセンサのオプティカルバイアスネジ（以下の図 5-3 参照）を調節します。バランスの粗調整を実行します。

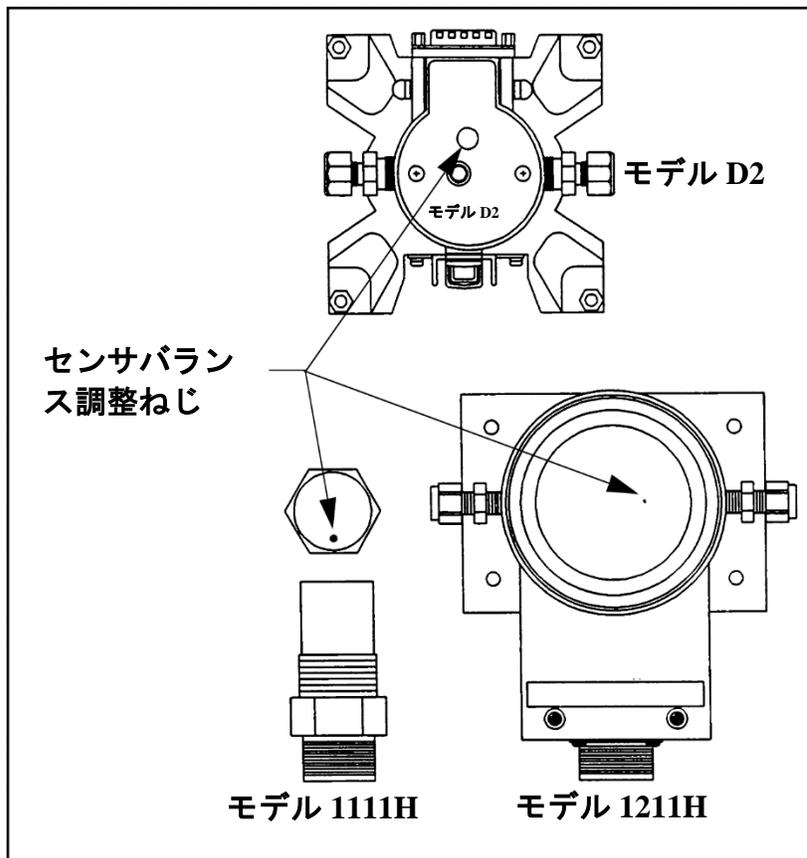


図 24 : バランス調整ネジの位置

- 重要：** この調整は、キャップまたはカバーが 1111H と D2 センサについているときに行います。1211H、SIM-12H、および 1311-DR の場合は、キャップを取り外してから調整します。いずれの場合も、太陽光、白熱灯、赤外光の下では調整を行わないでください。センサ孔を手で覆うか、コインで覆うと便利です。

### 5.1.2 センサ鏡面の洗浄とバランスの手順(続き)

- 調整後、センサキャップを取付けてバランスインジケータが変化していないか確認します。
- OptiSonde アナライザーで、機能コントロール画面を開き AUTO を選択します。

「Pacer」に「自動バランス」が設定されている場合、冷却→過熱の順に実行されます。「Auto」が設定されていると過熱だけ実行され、オプティカルバランスを自動的に微調整します。**Balance** という文字がディスプレイ左下に表示されてから、**Acquiring** が表示されます。

次に、露点まで冷却し、露または霜が鏡面に凝結するとバランスインジケータが上昇します。露点の計測は、ある一点を超えると安定します（センサが一定の湿度に晒されると仮定される場合）。

安定した露層または霜層が形成されると、**Control** という文字が左下に表示されます。この時点で OptiSonde が正確な露点または霜点を計測し、安定した露層または霜層が形成されます。OptiSonde が一般的な部屋の湿度に晒されていると、このプロセスに 5、6 分かかります。非常に乾燥した状況では、**Control** の文字は数時間表示されないことがあります。ただし、PACER インジケータは消えます。センサは、まず露層または霜層を鏡面に蓄積しないと **Control** という文字を表示することができません。

水分に大幅な変化があるとき、**Control** インジケータは **Tracking** に変わります。これは正常な動作で、OptiSonde が水分レベルをトラッキングしていることを示しています。水分レベルが安定すると、Control 文字が再度表示されます。

- Service Req** という文字が左下に表示された場合は、ステップ 1-7 を繰り返します。

### 5.2 センサ鏡面のフィールド交換

当社鏡面冷却式露点計の優れた点は、ユーザーが鏡面を交換できることです。特別の必要がない限り反射面を交換するためにセンサを工場に送る必要はありません。

下記の事由により、鏡面の交換が必要になることがあります。

鏡面の材質は銀メッキまたはロジウムメッキ銅です。プラチナ温度計には、銅が熱伝導性に優れています。ただし、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) などのガス成分が銅と反応すると、最終的に表面に穴が開いたり、硫酸銅の皮膜を形成することがあります。

また、計測されるガスの中に含まれる鋭いほこりの粒子で反射面が徐々に磨り減ることがあります。

鏡面は、使用時や洗浄中にたまたま傷がついたり削られたりもします。

センサ鏡面がサンプルガスの酸化合物や硫黄化合物などの腐食性材質と反応した場合は、銅腐食の恐れがないソリッドプラチナ鏡面と交換する必要があります。

極端な場合、ソリッドプラチナ鏡面は、鏡面冷却テクノロジーの優れたアプリケーションとして応用することができます。たとえば、タバコや麦芽の製造工場では、銅を腐食させるサンプルガスの抗生物質があるため、ソリッドプラチナ鏡面に変えてから計測が劇的に改善されました。

## 5.2.1 センサ鏡面の交換

必要な備品 : トルクドライバー、20~30 インチオンスのトルクに設定当社 TW-1 (推奨)

工場出荷時に供給されるキットは、交換用の鏡面、熱伝導に優れたサーマルコンパウンド (白の容器入り)、鏡面の下に置くマイラーウォッシャー (一部のモデル) です。

1. センサの冷却が作動しない場合、下記の方法をためしてください。
  - センサの電源を切ります。
  - センサを加熱に切り替えます。
  - センサのケーブルを取り外します。
2. サンプルガスを Off にします。センサキャビティが減圧されているか確認してから下記のステップを続けてください。
3. センサカバーを取り外します。
4. 3/16 インチ (0.187) 六角ソケットで古い鏡面のネジを外し、処分します。
5. 鏡面を支える穴に少しだけサーマルコンパウンドを塗る場合は爪楊枝などを利用してください。

**注意!** 鏡面のステムにはサーマルコンパウンドを塗らないでください。  
鏡面を締め付けるときに溢れるくらい多量に塗らないでください。  
鏡面の表面に塗布すると完全に拭き取るのが非常に難しいので、どんなコンパウンドも塗らないでください。

6. 新しい鏡面は、特定センサに指定したように、適切なトルクまでネジでしっかり締め付けてください。
7. メンテナンスキットに含まれる綿棒と洗浄液で、ていねいに鏡面を洗浄してください。蒸留アルコールや希釈アルコールも使用できます。
8. カバーを元に戻し、センサを通常通り作動させます。環境によっては、当初 1、2 時間は新しい鏡面の動作が多少不安定になることがあります。

## 5.3 テストと校正

本セクションでは、下記の OptiSonde の局面で効果的なテストや校正を行う方法について説明します。

- 起動時電圧、電源電圧
- センサのノーマルオペレーション
- フロントパネルの表示
- デジタル・アナログ出力

本機は工場でのテストおよび校正は完了しており、プラグインですぐ操作可能な状態です。納品時点ですべて当社の仕様書通りです。鏡面冷却センサとケーブル装備の露点計システム一式をご注文の場合、これまで米国標準技術局 (NIST) の認定を受けている露点計測システムの多くの点について検証済みです。トレーサビリティを保証する適合証明書は本機に同梱されています。

## 5.4 トラブルシューティング

### 5.4.1 ディスプレイが点灯しません

1. ベンチトップ型 (ベンチトップ) モデルは、リアパネルの **POWER** スイッチが **ON** になっているかチェックしてください。
2. 接続コードをチェックしてください。ケーブルの両端の接続状態をチェックし、AC 電源にプラグが差し込まれているか確認します。
3. 電源をチェックしてください。接続されているか、また正しい出力電圧か確認します。
4. フューズをチェックしてください。適正サイズのフューズが設置されているか確認します。フューズが切れていないか確認してください。

### 5.4.2 テータス表示ラインに「Service」と表示されます。

STATUS ラインに表示される「Service Req」は、サービスが必要であるという意味です。サービスが必要なよく起きるトラブルは、鏡面が汚染されて洗浄しなければならないことです。

センサ鏡面の洗浄とバランスを行います (「オプティカルセンサのマイナーメンテナンス」ページ 39 を参照)。次に、PACER サイクルで装置を稼働させます。サイクルが終了するときに、Service Req ステータスが再度表示された場合、洗浄とバランス手順を繰り返すか、当社にご連絡ください。

---

### 5.4.3 露点の表示が不正確です。

露点または霜点の計測が不正確な場合は、まず予防的な標準メンテナンス項目をチェックしてください。

センサ鏡面の洗浄とバランスを実行します（39 ページを参照）。

本機の電気系の精度をチェックするもうひとつの方法は、プラチナ温度計の代わりに精緻な「精密抵抗デケードボックス」を使うことです。「デケードボックス」を本機のセンサコネクタに接続し（次頁図 25 参照）、表に示した抵抗の設定で、示すような温度が生じるか、確認してください。

### 5.4.3 露点の表示が不正確です。

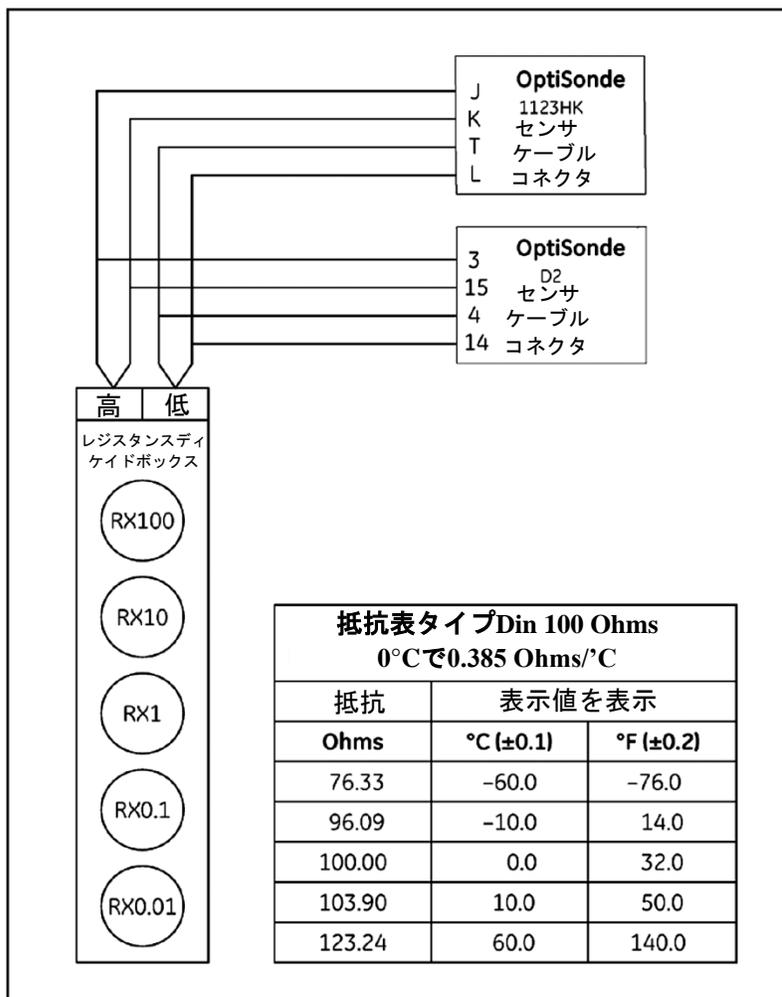


図 25：「10 進抵抗箱」の使用

### 5.4.4 「Balance」がステータスラインに表示されたままです。

センサとセンサケーブルの接続をチェックします。接続し直すと、5～15 分で PACER サイクルが完了します。

センサブリッジが調整されていない可能性があります（39 ページを参照）。

### 5.4.5 アナログ出力がありません。

アナログ出力がなく、デジタル表示に問題なければ、アナログ出力スケールリングをチェックします。

### 5.4.6 シリアル出力がありません。

シリアルポートの設定が正しいかチェックしてください。

---

[意図的な空白ページ]

## 付録 A : 仕様

### A.1 パフォーマンス

#### A.1.1 精度

「25°C(77°F)で完全なシステムにおいて」

##### A.1.1a 露点／霜点 :

±0.2°C(±0.36°)

##### A.1.1b 温度 :

±0.15°C(±0.27°F)

##### A.1.1c 相対湿度 :

露点と温度センサの精度により規定

##### A.1.1d その他の湿度パラメータ :

露点、温度、圧力センサの精度により

感度 0.05°C(0.09°F)

規定検出 ±0.1°C(±0.18°F)

#### A.1.2 計測レンジ

##### A.1.2a 鏡面冷却センサ (適用可能なタイプ) :

1111H、1111H-当社、1211H、D-2 レンジ、SIM-12H、1311DR :

##### A.1.2b レンジ

1 ステージ式 :45° 冷却効果 @25°C・1 ATM

2 ステージ式 :65° 冷却効果 @25°C・1 ATM

露点／霜点、使用センサに依存加熱された 2 ステージ式: 85°C 本体温度 75°C で 1 Bar

4 ステージ式: 95°C 25°C で 1 Bar (空冷式)

4 ステージ式: 105°C 15°C の冷却材 25°C で Cand 1 Bar (冷却材)

##### A.1.2c 温度センサ :

T-100E : -100°C~+100°C(-148°F~+212°F)

推奨サンプル流量 : 0.5-2.5 scfh (0.25~1.25 L/分)

#### A.1.3 応答時間

##### A.1.3a 露点／霜点冷却速度 :

1.5°C/秒 [0°C以上(32°F)における典型値]

##### A.1.3b 温度応答 :

+25°C~+70°C(+77°F~+158°F)範囲内でのステップ変更に 7 秒以内

#### A.1.4 更新時間 :

1 秒

## A.2 機能性

### A.2.1 出力 :

2 リニア同時パラメータ、0/4-20 mA (絶縁) 250 Ω または 500 Ω 最大負荷抵抗

### A.2.2 デジタルインターフェース :

RS-232

### A.2.3 アラーム

#### A.2.3a リレー (オプション) :

Form C (SPDT) 7 A, 30 VDC (負荷抵抗)

### A.2.4 ディスプレイ :

128 X 64 pixel モノクロ LCD

### A.2.5 パワー :

100-240 VAC (+/-10%)、50-60 Hz

18 (最小) ~32 (最大) VDC (特注のペンチトップ型のみ)

### A.2.6 動作範囲

#### A.2.6a 露点センサ

大気温度 : -15 ~ +80°C (+5°F - +176°F) センサによる

圧力: 0 ~300 psig (0-22 bar)、センサによる

### A.2.7 エレクトロニクス :

#### A.2.7a 温度 :

-10°C +60°C (+14°F - +140°F)

#### A.2.7b 相対湿度 :

最大 85%

### A.3 物理的仕様（ベンチトップ型）

#### A.3.1 寸法

3.7" H X 8.0" W X 8.8" D 9.4 cm × 20.3 cm × 22.4 cm

#### A.3.2 重量

3 lb 1.4 kg

#### A.3.3 境仕様

IP-20

### A.4 物理的仕様（ウォールマウント型）

#### A.4.1 寸法

10.48" H X 8.2" W X 4.5" D 26.6 cm × 20.8 cm × 11.4 cm

#### A.4.2 重量

5.3 lb 2.4 kg

#### A.4.3 環境仕様

IP-65

### A.5 アクセサリー（オプション）

#### A.5.1 PTFE-当社

1111H-当社 PTFE 用フィルター

#### A.5.2 FM-1

ロータメーター（浮子式流量計）

#### A.5.3 BF12SS

インラインフィルター

本仕様は予告なく変更することがあります。

---

[意図的な空白ページ]

## 付録 B : 湿度方程式と換算表

### B.1 はじめに

後述の方程式に用いる省略記号は下記の通りです。

$e$  = 蒸気圧、ミリバール

$e_i$  = 氷の蒸気圧、ミリバール

$e_w$  = 水の蒸気圧、ミリバール

$e_{is}$  = 氷の飽和蒸気圧、ミリバール

$e_{ws}$  = 水の飽和蒸気圧、ミリバール

$P$  = 全圧、ミリバール

$T$  = 温度、°C

$T_a$  = 環境（周囲）温度、°C

$T_d$  = 露点温度、°C

$T_f$  = 霜点温度、°C

### B.2 蒸気圧

水の飽和蒸気圧（温度作用）は、次の方程式で求められます。

$$E_{WS} = 6.1121 \text{EXP} \left[ \frac{17.502T}{240.97 + T} \right]$$

氷の飽和蒸気圧は、下記の通り、定数の微調整が必要です。

$$E_{IS} = 6.1115 \text{EXP} \left[ \frac{22.452T}{272.55 + T} \right]$$

周辺温度の作用として飽和蒸気圧が得られますが、さらに上記の方程式でも露点／霜点の作用としての周辺の蒸気圧が得られません。

混合気体の全圧は、気体成分がもたらす分圧の合計に等しく、同じ総量を占めます（ドルトンの分圧の法則）。

## B.2.1 湿度

相対湿度は、一般的な周辺温度またはドライバルブ温度 ( $T_D$ ) における水蒸気圧 ( $e$ ) と飽和蒸気圧 ( $e_s$ ) の比で示されます。

$$\%RH = 100 \left( \frac{E}{E_S} \right) = 100 \left[ \frac{E_W(T_D)}{E_{WS}(T_A)} \right]$$

絶対湿度は、水蒸気密度で示されます。下記方程式の通り、乾いた空気の単位体積あたりの水蒸気の質量です。

$$\frac{G}{M^3} = \frac{216.7E(T_D)}{T + 273.16}$$

百万分の1体積率 (ppm) で示される水蒸気含量は、下記方程式で求めます。

$$PPM_V = 10^6 \frac{E(T_D)}{P}$$

百万分の1重量率 (ppw) または混合比で示される水蒸気含量は、水分子量と空気の分子量の比率を上記に掛けて、下記方程式で求めます。

$$PPM_W = 10^6 \frac{E}{P - E} \times \frac{18}{\text{mw of carrier gas for air (24 g/mole)}}$$

湿度換算のグラフィックチャートは下記、図 B-1 を参照してください。

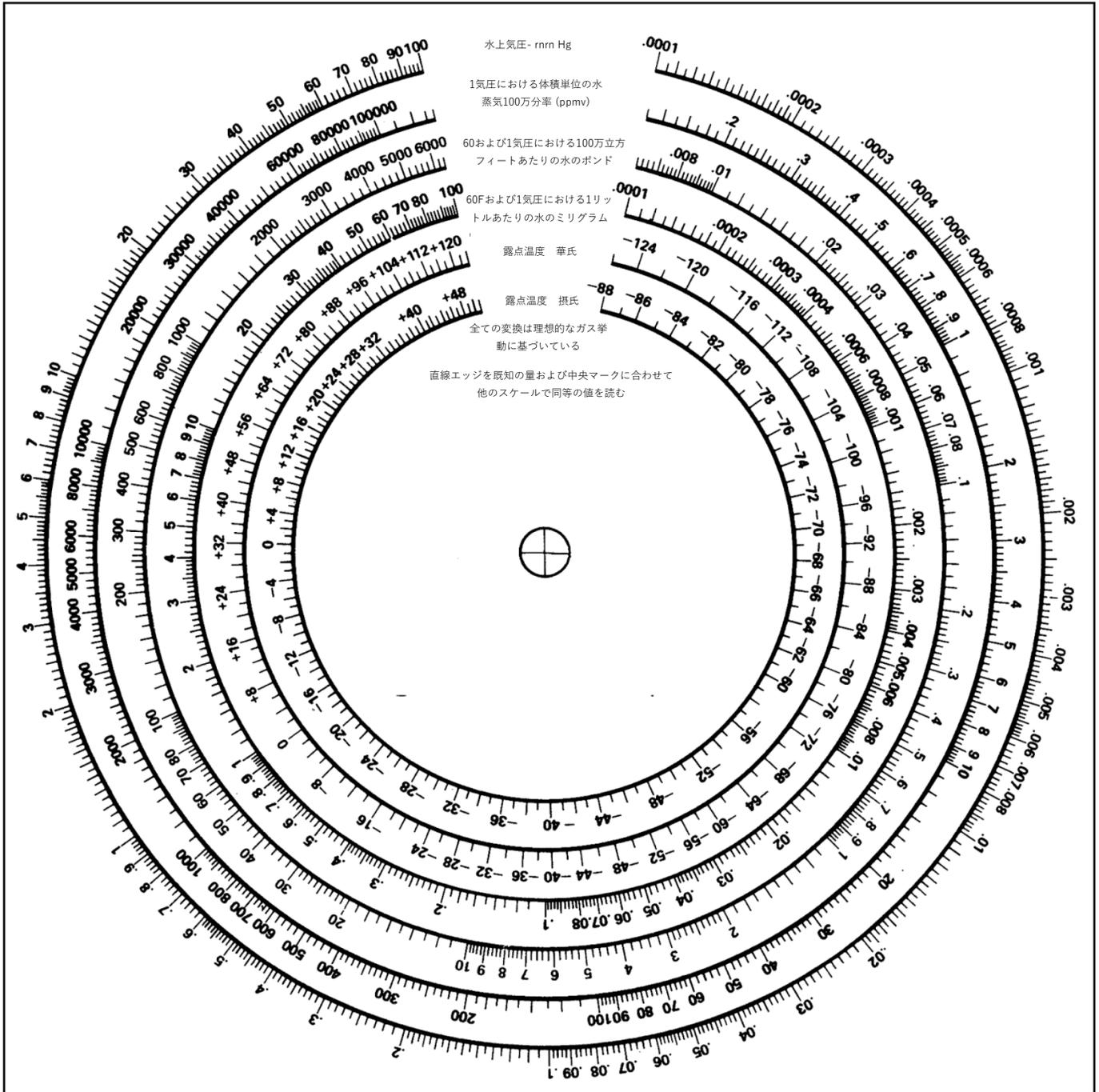


図 26 : 湿度換算グラフィックチャート

---

[意図的な空白ページ]

## 付録 C : シリアルインターフェースの構成

### C.1 パソコンと接続

データターミナル装置 (Data Terminal Equipment—DTE) として OptiSonde を構成します。下記のピンはシリアルインターフェースに使用します。

- 2 -送信データ (TXD)
- 3 -受信データ (RXD)
- 5 -シグナルグランド (GND)

ベンチトップ型 OptiSonde の出力をパソコンに送信する場合のケーブル接続は、以下の図 27 に示す通りです。ウォールマウント型 OptiSonde の接続については、図 C-2 を参照してください。

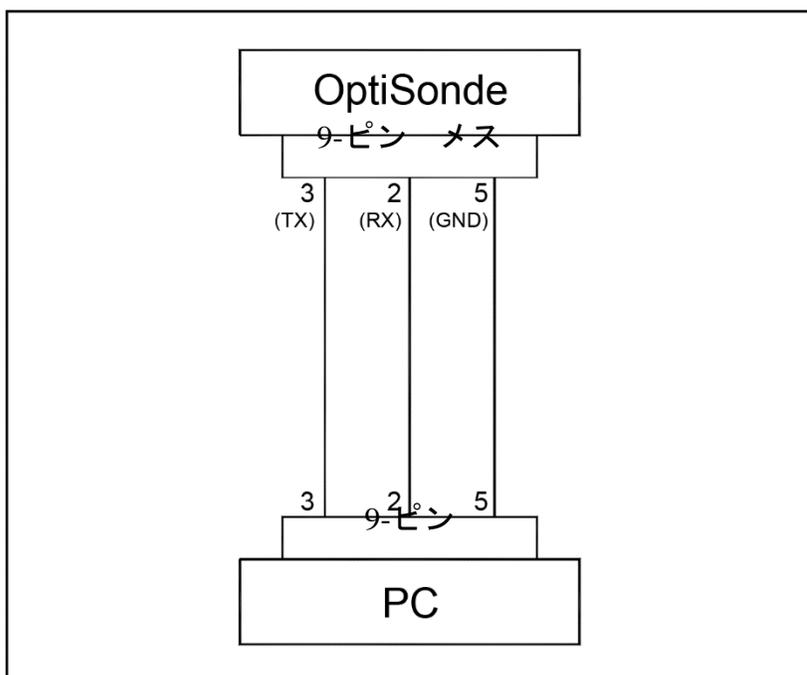


図 27 :ベンチトップ型 OptiSonde と PC のケーブル接続

## C.1. パソコンと接続(続き)

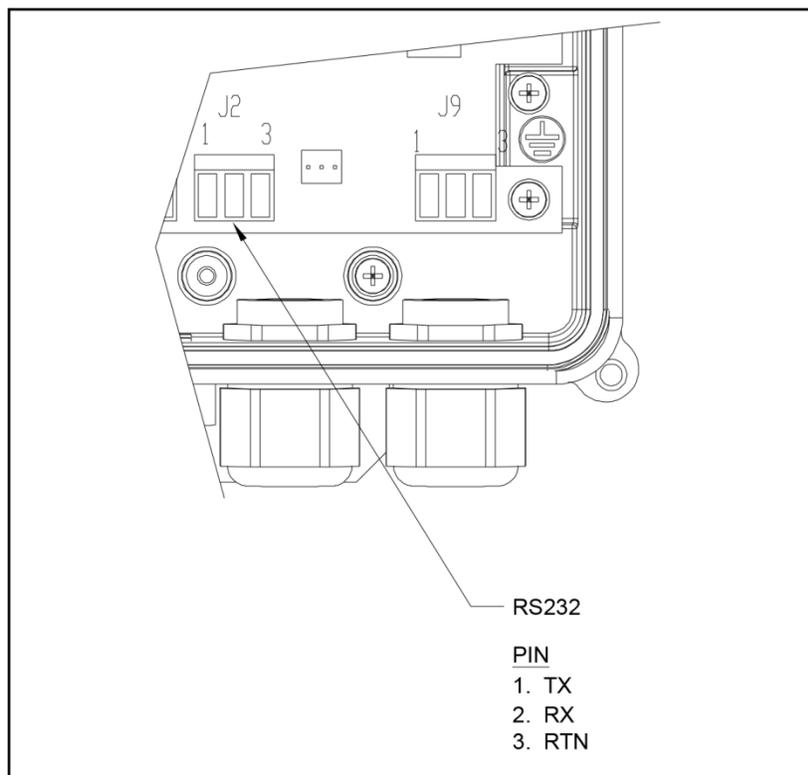


図 28 ウォールマウント型 OptiSonde と PC のケーブル接続

## 付録 D : 鏡面冷却センサ

### D.1 はじめに

OptiSonde 鏡面冷却式露点計について、当社では、冷却能力が異なる 3 種類の鏡面冷却センサを提供しています。冷却能力によって計測可能な最小露点が決定されます。センサすべてが低ノイズ、赤外線光学、フィールド交換可能な鏡面を特長とし、エレクトロニクス機器から最大 91 メートル (300 ft) まで設置可能です。その他の高度な機能には、選択したセンサに応じて加熱機能、4 または 5 式の熱電冷却、追加の圧力のための空冷および水冷、現場交換可能なモジュール式光学部品および冷却アセンブリなどがあります。

これらの機能は当社が先駆けて開発した技術で、当社製品にのみ利用することができます。

概して鏡面冷却センサは、その冷却能力によって、アプリケーションで想定される最低の露点/霜点を計測できるように選別されます。

### D.2 冷却能力

鏡面冷却センサはソリッドステートのヒートポンプであるペルチェ素子を使用します。1つの面は露点センサのボディ（ベース）に熱的に結合され、もう1つの面を鏡面ブロックに結合されています。ペルチェ素子に電流を流すと、熱が鏡面ブロックからセンサボディへ向けて「ポンピング」され、本体側へ熱を逃がします。したがって、フル電流を流すことにより鏡面ブロックが徐々に冷やされて最低温度へ達します。鏡面ブロックが最低温度に達したときのセンサボディとの温度差が、そのセンサの冷却能力と定義されます。

この冷却能力は基本的にはペルチェ素子を直列に積み上げる際の「ステージ」数によって決まります。例えば、2 ステージセンサは標準的に 60°C ~ 65°C (108°F-117°F) の冷却能力を持ち、45°C (81°F) の冷却能力を持つ 1 ステージセンサよりも低い露点/霜点まで測定することができます。通常、冷却は周囲温度 25°C (77°F) を基準として規定されます。周囲温度（つまりセンサボディ温度）が低下すれば、それだけ熱電冷却器による冷却効率が落ちるため、冷却能力も低下します。したがって、液体冷却センサを使用したとしても低露点側の測定範囲を拡張するには

自ずと限界があります。通常の露点/霜点レベルでは、冷媒による追加冷却効果の約 1/3 は冷却器の効率低下で相殺されるため、測定範囲がそれだけ拡張される訳ではありません。露点/霜点が更に低くなると、冷媒による冷却効果の半分は熱電冷却器の効率低下によって失われます。逆に、周囲温度が上昇すると冷却能力が増大しますから、測定範囲としては広くなります。

### D.3 計測レンジ

鏡面冷却センサの計測範囲は、一定の露点／霜点層が鏡面に保持可能な温度範囲で決まります。鏡面に露層／霜層を形成するために、センサの冷却能力は、その計測範囲より下に広がる必要があります。最小限要求される冷却範囲と計測範囲の差異は、名目上の露点／霜点で 5°C で、非常に低い霜点で 10°C~12°C(18°F-22°F)に上がります。

計測範囲は通常、大気圧下の周辺温度 25°C(77°F)で定められます。センサボディの温度が 25°C(77°F)ではない場合、計測範囲は、最初の予測冷却能力から推定可能で、最低限の差異に従ってこの範囲を下げます。空気以外のほとんどの気体については、計測レンジへの影響はごくわずかです。ただし、水素またはヘリウムなどの気体（空気よりも熱伝導性のある）は、計測範囲が何度か低下します。ガス圧が増すと計測範囲が低くなるのは、ガス密度の増大（したがって熱伝導性が増加）が熱負荷を増大させるからです。空気と窒素の場合、大気圧を 50 psi（3 bar）上回り、冷却能力が約 2°C(4°F)失われます。逆に言えば、真空状態で移動した場合は、わずかな増加になります。

センサの選別に影響するその他の要因には、温度と圧力定格が含まれますが、予測した露点が周辺温度より高いかどうかにも影響します。

## D.4 OptiSonde センサとの比較

	Model 1111H 1111H-当社	Model D-2	Model 1211H	Model SIM-12H	Model 1311DR
<b>システムパフォーマンス</b>					
標準精度*	0.2°C	0.2°C	0.2°C	0.2°C	0.2°C
光学精度	0.15°C	0.15°C	0.15°C	0.15°C	0.15°C
冷却ステージ	1	2	2	2	4
25°C(77°F)1 atm での冷 却能力	45°C	65°C	65°C	65°C	95°C 大気; 15°C の冷却で 105°C
既定の環境、1 atm での代表的な計測 レンジ	25°C の大気	25°C の大気	25°C の大気	85°C の大気	25°C の大気
露点/霜点	-15°~ +25°C	-35°~ +25°C	-35°~ +25°C	-10° ~ +85°C	-60° to +25°C, air -70°C~+25°C, 液体
RH (相当)	6%~100%	1.5%~100%	1.5%~100%	1%~ 100%	0.03%~100% 大気 0.007% to 100% 液体
<b>機能特性</b>					
電力供給	OptiSonde から供給	OptiSonde から供給	OptiSonde から供給	115/230V AC 75 ワット	115/230VAC 300 ワット
周辺温度範囲	-15°~+80°C	-25°~+85°C	-15°~+100°C	-15° to +50°C	0°~+35°C
圧力レンジ (MPa)	0.08~1.5	0.1~1.1	0.1~2.2	-3~+50	0~+300
補助冷却	No	No	No	No	標準:空気または液体
センサキャビティ 材質	エポキシ塗装 アルミニウム	ステンレスス チール	ステンレス スチール	アルマイト	ステンレス スチール

\*25°C(77°F)で完全なシステム

---

[意図的な空白ページ]

## 付録 E : 測定原理および用語

### E.1 測定原理

OptiSonde は、凝縮湿度測定法（露点／霜点温度を直接計測することで気体の水蒸気含量を決定する精密技術）を採用しています。この技術により、金属鏡面は、薄い凝縮層の形成温度に達するまで冷却されます。露層は光学的に検出され、鏡面温度は、凝縮した質量が一定となるように調節されます。プラチナ抵抗温度計で計測された鏡面温度は、露点／霜点の正確な指標です。この種の露点計は、計測値が極めて高精度でかつ再現性があることから、標準的基準として世界中の多くの計測ラボで使用されています。

#### E.1.1 露点計の機能

ページ 62 図 29 は、当社露点計が露点を検出し測定する方法を示しています。鏡面にガリウムヒ素エミッタ (IR) からの赤外スペクトル光を照射しておき、鏡面からの反射光を受光検出器で監視します。受光検出器は、鏡面に露がなければ照射され、露が形成されるとほとんど光を検出しません。測定用とは別に LED と受光検出器が用意されており、OptiSonde の構成で熱的に誘導される変化を補正する基準として用いられます。受光検出器は、電気ブリッジ回路に配置され、出力電流は鏡面からの照射光に比例します。ブリッジの出力は、熱電冷却器への電流をコントロールします。

鏡面が乾燥するとブリッジ電流は大きくなり、鏡面は露点に向かって冷却されます。鏡面に露が形成し始めると、ほとんど光が照射されず、ブリッジ出力が減少し、これに連動して冷却電流も減少します。アンプ内のフィードバックループの速度は重要な応答を確実にし、ミラー表面に薄い露層や霜層を維持する温度でミラーを一定の質量で安定させます。鏡面内部に組み込まれた精密な温度計によって、この露点温度を直接モニターします。

### E.1.2 鏡面冷却式露点計の校正

一次標準を対象とした校正と検定を行なうには、OptiSonde を米国標準技術局（NIST :メリーランド州 Gaithersburg）またはそれ以外の国立標準ラボへ送る必要があります。こうして校正された装置は仲介標準として、各地域のラボのより下位に位置する装置の校正に使用されます。

**注意！** 現地での校正はおすすめしません。

露点計を校正基準として使用するには、下記の特性が必要です。

- 鏡面温度計は、長期にわたる適切な精度を必要とします（プラチナ抵抗温度計の入手など）。

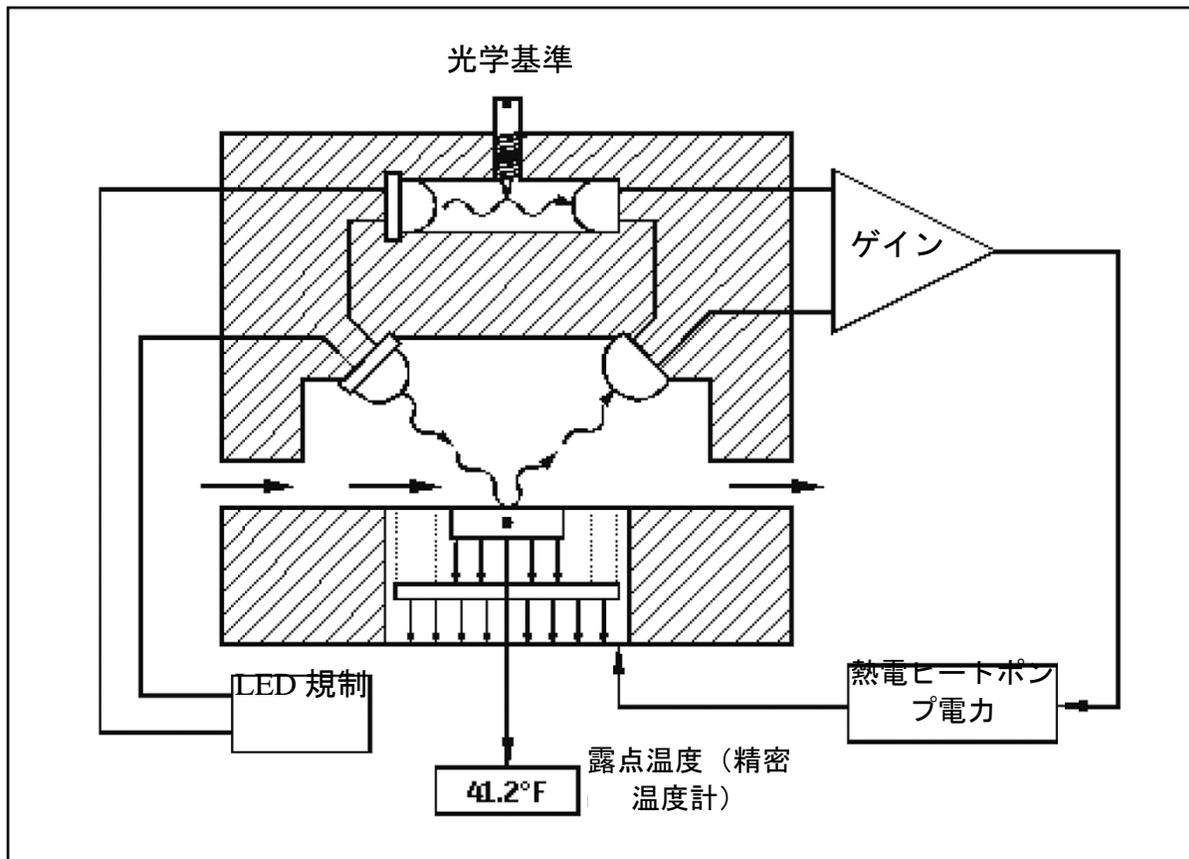


図 29 : 鏡面冷却式露点計の図解

### E.1.3 その他の露点計アプリケーション

当社鏡面冷却式露点計の多くは、工業アプリケーションや計測ラボで利用されています。飽和塩溶液やポリマを使用する他の二次的な測定方法が産業環境のプロセスガスなどによって汚染や機能低下を受け易いものに対して、凝縮を光学的に検出する OptiSonde 露点計は、このような影響を受けにくいという特徴があります。センサまたはサンプリングコンポーネントが油や塩で汚染されたとしても、センサやシステム精度に悪影響を与えずに洗浄が可能です。また、露点計の性能を何時でもチェックすることができます。そのためにはミラーの温度を露点の上まで上昇させて結露した水分を蒸発させてから、サーボループを再び閉じてシステムが同じ露点まで冷却するかどうかを確認します。

当社の光学式水分凝縮センサがカバーする応用範囲は極めて広く、その制限要素となるのは電子冷却ミラーのポンピング能力だけです。

露点が高い（最高 100°C まで）アプリケーションでは、電子式ヒートポンプの容量ばかりでなく、ソリッドステート光学コンポーネントの熱特性によってもセンサ性能が制限されます。

室温よりも低い露点を対象とする典型的なアプリケーションでは、2 ステージの電子冷却器を使用することにより鏡面を +25°C の室温（ヒートシンクの温度）よりもさらに約 65°C 低い温度まで冷却することができます。すなわち、熱電冷却器が鏡面の熱をヒートシンクへと送りだします。冷却水などの冷媒を流してヒートシンク温度を下げることによって、さらに低い露点の測定が可能になります。ヒートシンク温度をかなり低く設定できる計測学的なアプリケーションでは、-40°C の霜点を測定することも十分に可能です。

## E.2 PACER サイクル

当社は PACER（プログラム可能な自動汚染物質誤差低減）と称する補正技術を開発し、米国特許を取得しています。可溶性の汚染物質に関連する「ラウール効果」のエラーの低減、特に室温温度に近い露点に対して、非常に効果的です。OptiSonde は、従来のモデルに見られるように PACER サイクル機能と AUTO バランス機能を装備しています。ユーザは汚染の深刻度により、実行する自動洗浄とバランスのルーティンを選ぶことができます。

図 30 の図解の通り、PACER サイクルは、最初のステップで鏡面温度を意図的にサンプルガスの露点より大幅に低いレベルに下げさせ、大量の水を凝縮させます。

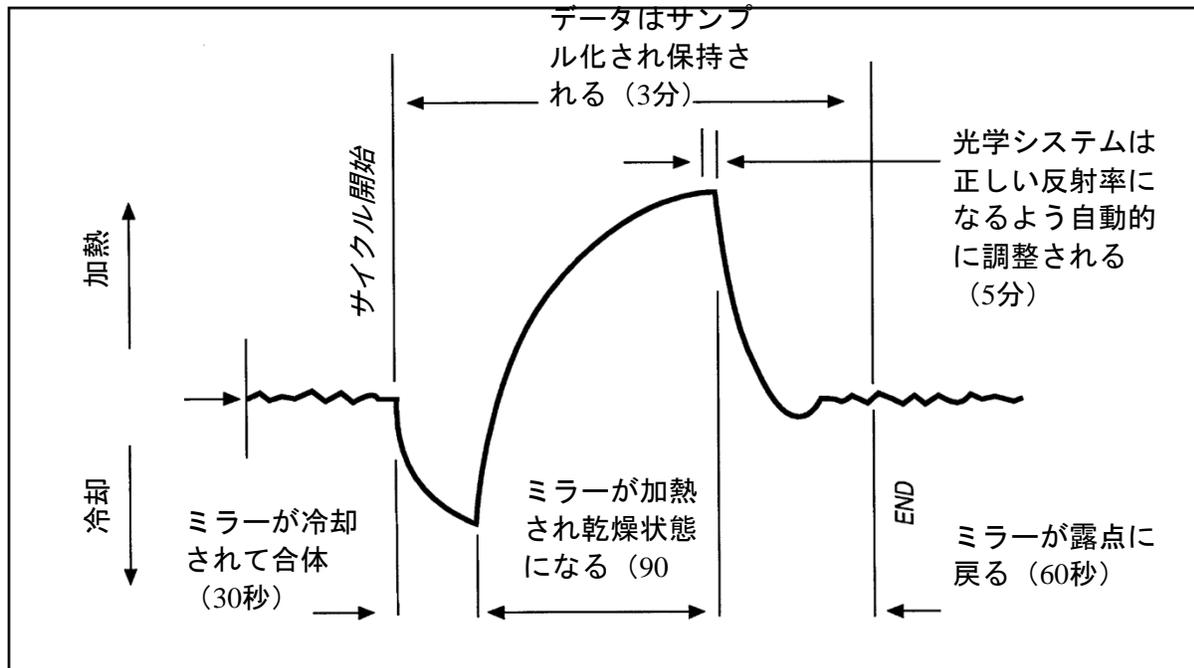


図 30 代表的な PACER サイクル

## E.2 ペーササイクル(続き)

この過剰水は水溶性の汚染物質を簡単に溶解します。このとき鏡面は加熱されます。加熱されている間、表面張力により残留汚染物質は「ドライアイランド（乾燥島）」に集まります。80～85%の洗浄率が実証されています。反射光の信号は基準値と電氣的にバランスがとられます。図 31 にその結果を示します。

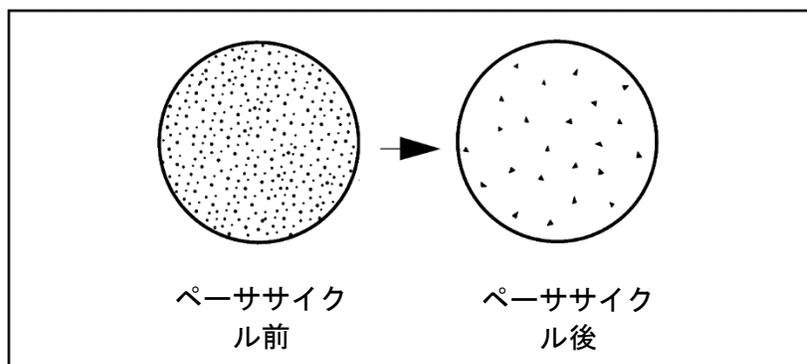


図 31 PACER サイクルの結果

## E.3 用語

### E.3.1 冷却能力

鏡面冷却の温度を環境温度より低下させる温度差です。

### E.3.2 PACER

当社が米国特許を取得している汚染誤差補正機能です。可溶性汚染物質をまとめて、システム精度に与える影響を低減します（ページ 64 の PACER サイクルを参照）。

### E.3.3 パラメータ

本機のディスプレイに利用する測定量（露点温度- $^{\circ}\text{C}$ 、湿度-g/kg、圧力-bar）です。

### E.3.4 プロセス圧力

テスト中のシステムのガス圧です。アプリケーションの中には、このガスの湿度が低圧で測定されるものもあります。

### E.3.5 スケーリング

指定したパラメータの最大・最小の出力値を選択するプロセスです。

[意図的な空白ページ]

<b>A</b>		筐体	
備品仕様書	49	ベンチトップ、設置	5
アラーム出力		ベンチトップ、配線	5
帯域内アラーム	12	<b>F</b>	
帯域外アラーム	13	フィルタ	16
設定点アラーム	12	流量	17
配線	11	機能仕様書	48
アラーム		<b>G</b>	
OptiSonde	33	ガス状汚染物質	26
アナログ出力		用語	65
OptiSonde	31	<b>H</b>	
問題解決	45	湿度変	
Wiring	11	換チャート	53
自動洗浄およびバランス		方程式	52
OptiSonde	35	記号	51
<b>B</b>		湿度方程式	
センサバランス	25	蒸気圧	51
バランス, 自動		湿度計ア	
OptiSonde	35	ブ리케이션	63
ベンチトッ		校正	62
ブ仕様書	49	表	62
入力配線	5	機能	61
出力配線	10	<b>I</b>	
センサ配線	6	帯域内アラーム	12
<b>C</b>		入力	3
校正	43	設置ベン	
冷却ミラーセンサ	57	チトップ	5
センサミラー洗浄	39	サンプルライン	15
洗浄、自動		センサ	17
OptiSonde	35	壁設置	7
パラメータコミュニケーション		壁設置配線	8
OptiSonde	34	<b>L</b>	
汚染物質ガス		ログデータ	33
状汚染物質	26	<b>M</b>	
影響を最小にする	26	メンテナ	
ミラー洗浄	26	ンス校正	43
粒子状物質	26	センサミラー洗浄	39
水溶性汚染物質	26	センサミラー交換	42
<b>D</b>		サンプルライン	27
公表日	i	光学センサ	39
デフォルト設定	24	テスト	43
定義	65	問題解決	43
低下能力	57, 65	測定	
露点サン		範囲	58
ブルレンズ	16	範囲	1
超冷却	26	ミラー	
表示		洗浄	39
「バランス」表示	45	冠水	27
不正確な露点	44, 45	ミラー、洗浄およびバランス	39
問題解決	43	<b>O</b>	
文書番号	i	操作	
<b>E</b>		役立つヒント	25
電子部品筐体		ノーマル	21
ベンチトップ	2	OptiSonde	22
壁設置	2	OptiSondeの理論	61

アラーム	33
アナログ出力	31
通信パラメータ	34
表示画面	22
操作	22
プログラム可能な機能	31
プログラミング	29
帯域外アラーム	13
出力	3

## P

ペーサ	
ペーサ	64
サイクル定義	65
パラメータ定義	65
パラメータ汚染物質	26
性能	47
圧力	
効果	27
蒸気	51
処理圧力定義	65
プログラミング	
OptiSonde	29

## S

サンプルラインメンテナンス	27
サンプルライン	15, 16
スケーリング、定義	65
センサミラー、洗浄およびバランス	39
センサ	4
バランス	25
冷却ミラー	57
ミラー洗浄	39
接続	20
露点	4
熱伝達	15
インフォメーション	14
設置	14, 17
メンテナンス	39, 42
モデル1111H	17
モデル1211H	18
モデルD-2	18
圧力	4
ミラー交換	42
温度	4
直列圧力	
問題解決	45
配線	13
必要なサービス	43
アラーム設定点	12
仕様書	
機能	48
備品オプション	49
性能	47
物質(ベンチトップ)	49
物質(壁設置)	49
ステータスライン指示	23
超冷却露点	26

システム部品	3
--------	---

## T

テスト	43
問題解決	43
画面上に「バランス」	45
必要な「サービス」	43
不正確な露点表示	44, 45
アナログ出力なし	45
表示なし	43
直列出力無し	45

## V

蒸気圧	51
-----	----

## W

壁設置	
設置	7
仕様書	49
配線入力	9
配線出力	10
水溶性汚染物質	26
配線	
アラーム出力	11
アナログ出力	11
出力	10
直列出力	13
壁設置	8

## 保障

Panametrics によって製造された機器それぞれは、材料および製造上の欠陥がないことが保証されています。この保障に基づく責任はPanametrics の独自の裁量により、機器を通常の動作に戻すか、機器を交換することに限定されます。

ヒューズとバッテリーは、特にいかなる責任からも除外されます。この保障は、最初の購入者への納品日から有効です。Panametrics が機器に欠陥があると判断した場合、保証期間は次の通りです：

- 機器の一般的な電子故障のための1年
- センサの機器故障のための1年

誤用、不適切な設置、許可されていない交換部品の使用、またはPanametrics が指定したガイドライン以外の動作条件によって機器が損傷したとPanametrics が判断した場合、修理はこの保障の対象外です。

---

ここに記載されている保証は排他的であり、法定、明示、または黙示を問わず、他のすべての保証(商品性および特定目的への適合性の保証、および取引、使用、または取引の過程から生じる保証を含む)に代わるものです。

---

### 返品規則

保証期間内にPanametrics 機器が故障した場合は、次の手順を完了する必要があります：

1. Panametrics に通知し、問題の詳細を伝え、機器のモデル番号とシリアル番号を提供します。問題の性質が工場サービスの必要性を示している場合、Panametrics は返品承認番号(RMA)を発行し、機器をサービスセンターに返却するための出荷手順が提供されます。
  2. Panametrics 社から機器をサービスセンターに送るよう指示された場合は、出荷指示書に記載されている認定修理ステーションに前払いで発送する必要があります。
  3. 受領後、Panametrics は機器を評価して誤作動の原因を特定します。その後、次のいずれかのアクションが取られます：
- 損傷が保証条件の対象となる場合、機器は所有者に無料で修理され、返却されます。
  - Panametrics が損傷が保証条件の対象外であると判断した場合、または保証期間が切れている場合は、標準料金での修理費用の見積もりが提供されます。所有者の承認が得られ次第、機器を修理して返却します。





## カスタマーサポートセンター

### アメリカ合衆国

The Boston Center  
1100 Technology Park Drive  
Billerica, MA 01821  
U.S.A.

電話: 800 833 9438 (無料)  
978 437 1000

E-mail: [panametricstechsupport@bakerhughes.com](mailto:panametricstechsupport@bakerhughes.com)

### アイルランド共和国

Sensing House  
Shannon Free Zone East  
Shannon, County Clare  
Ireland

電話: +353 (0)61 470291

E-mail: [panametricstechsupport@bakerhughes.com](mailto:panametricstechsupport@bakerhughes.com)

2023年 著作権 Baker Hughes company

本資料には1つ以上の国におけるBaker Hughes companyおよびその子会社の1つ以上の登録商標が含まれています。すべての第三者の製品および会社名は、それぞれの所有の商標です。

BH069C11 JA C (05/2023)

**Baker Hughes** 