

**VAISALA**

# 取扱説明書

## ヴァイサラ HUMICAP® オイル用水分温度変換器 MMT162



発行

ヴァイサラ株式会社  
〒162-0825

東京都新宿区神楽坂 6 丁目 42 番地  
神楽坂喜多川ビル 2F

電話： +358 9 8949 1

ファクス： +358 9 8949 2227

ホームページ：[www.vaisala.co.jp](http://www.vaisala.co.jp)

© Vaisala 2015

本取扱説明書のいずれの部分も、電子的または機械的手法（写真複写も含む）であろうと、またいかなる形式または手段によっても複製、発行、または公に掲載してはならず、著作権所有者の書面による許諾なしに、その内容を変更、翻訳、編集してはならず、第三者に販売または開示してはなりません。翻訳された取扱説明書および多言語の文書における翻訳箇所は、元の英語版に基づきます。記述が不明瞭な場合は、翻訳ではなく、英語版が適用されます。

本取扱説明書の内容は予告なく変更されることがあります。

本取扱説明書は、顧客あるいはエンドユーザーに対してヴァイサラ社を法的に拘束する義務を生じさせるものではありません。法的に拘束力のある義務あるいは合意事項はすべて、該当する供給契約またはヴァイサラの販売用標準取引条件およびサービス用標準取引条件に限定して記載されています。

---

# 目次

第 1 章	
一般情報.....	5
このマニュアルについて.....	5
このマニュアルの内容 .....	5
関連マニュアル .....	6
本書の表記について .....	6
安全 .....	7
リサイクル .....	7
規制の適合 .....	7
商標 .....	8
ライセンス契約 .....	8
保証 .....	8
第 2 章	
製品概要.....	9
MMT162 の説明 .....	9
基本特徴とオプション .....	10
変換器の構造.....	11
主要な用途 .....	12
オイル内水分の測定法 .....	12
潤滑油.....	13
変圧器油 .....	13
第 3 章	
設置.....	15
変換器の設置.....	15
配線 .....	17
接続ケーブル.....	18
電源要件 .....	20
第 4 章	
操作.....	21
変換器の起動.....	21
アナログ出力作動モード.....	22
通常作動モードおよび誤作動アラーム .....	22
限界アラーム.....	23
シリアル通信.....	24
シリアルインターフェースへの接続.....	24
USB ケーブル用ドライバーのインストール .....	25

端末プログラムの設定.....	26
<b>シリアルコマンド一覧.....</b>	<b>28</b>
<b>機器の情報と状態.....</b>	<b>29</b>
機器情報を表示する.....	29
ファームウェアバージョンを表示する.....	29
<b>シリアルライン操作の設定.....</b>	<b>30</b>
シリアルライン設定を設定する.....	30
シリアルライン応答時間を設定する.....	31
変換器アドレスを設定する.....	31
測定値出力の書式を設定する.....	32
単位を選択する.....	34
シリアルインターフェースモードを設定する.....	35
<b>測定パラメーターの設定.....</b>	<b>36</b>
アナログ出力パラメーターおよびスケールを選択する.....	36
アナログ出力モードを設定する (mA/V).....	37
アナログ出力を校正する.....	37
アナログチャンネルの誤作動アラーム出力を設定する.....	38
アナログ出力のアラーム限界および LED 表示を設定する.....	39
LED アラームの電圧を設定する.....	40
アナログ出力範囲を拡張する.....	40
<b>シリアルライン出力コマンド.....</b>	<b>40</b>
測定値の出力を開始する.....	40
測定値の出力を停止する.....	41
出力間隔を設定する.....	41
指示値を 1 回だけ出力する.....	42
<b>トラブルシューティングコマンド.....</b>	<b>43</b>
現在アクティブなエラーを表示する.....	43
アナログ出力をテストする.....	43
<b>その他のコマンド.....</b>	<b>44</b>
変換器を POLL モードで開く.....	44
POLL モードの変換器への接続を閉じる.....	44
コマンドを一覧表示する.....	45
<b>ユーザー校正係数を表示する.....</b>	<b>46</b>
<b>ユーザー校正係数を設定する.....</b>	<b>47</b>
変換器をリセットする.....	47
工場出荷時の設定を復元する.....	47
<b>Modbus 通信.....</b>	<b>48</b>
Modbus モードでのシリアルポートコマンドインターフェースへのアクセス.....	48
Modbus に関連した設定コマンド.....	49
<b>ppm 換算.....</b>	<b>50</b>
MMT162 による変圧器油の ppm 換算.....	50
平均係数による換算モデル.....	50
オイル固有の係数による換算モデル.....	51
シリアルラインを使用したオイル係数の設定.....	51
OIL.....	51
オイル固有の係数の決定.....	52

---

メンテナンス .....	54
クリーニング .....	54
フィルターの交換 .....	55
センサの交換 .....	55
エラー状態 .....	55
不明なシリアル設定 .....	56
技術サポート .....	57
第 6 章	
校正と調整 .....	58
調整ポイント .....	59
湿度測定 .....	59
温度測定 .....	59
調整手順 .....	60
MM70 と基準プローブを使用した校正および調整 .....	61
MM70 と基準環境を使用した校正および調整 .....	63
シリアルラインでの相対湿度調整 .....	66
シリアルラインでの温度調整 .....	68
アナログ出力の調整 .....	69
第 7 章	
技術データ .....	70
仕様 .....	70
スペア部品とアクセサリ .....	72
寸法 (mm (インチ)) .....	73
付録 A	
MODBUS リファレンス .....	75
通信の初期設定 .....	75
サポートされている Modbus ファンクション .....	76
Modbus レジスターマップ .....	77
機器識別オブジェクト .....	78

## 図のリスト

図 1	オイル用水分温度変換器 MMT162.....	11
図 2	温度による変圧器油の水溶解度の変化 .....	14
図 3	輸送用保護キャップの取り外し .....	15
図 4	変換器の設置 .....	16
図 5	ケーブルの接続.....	16
図 6	コネクタ I および II.....	17
図 7	コネクタのピン配列.....	17
図 8	ねじコネクタ付きケーブル.....	18
図 9	直角ねじコネクタ付きケーブル.....	19
図 10	LED ケーブル .....	19
図 11	USB シリアルインターフェースケーブル .....	20
図 12	PuTTY 端末アプリケーション .....	27
図 13	金属製ハウジング変換器の寸法 .....	73
図 14	プラスチック製ハウジング変換器の寸法.....	74

## 表のリスト

表 1	関連マニュアル.....	6
表 3	MMT162 で測定および計算されるパラメータ .....	9
表 4	シリアルインターフェースの初期設定 .....	24
表 5	シリアルラインコマンド .....	28
表 6	FORM コマンド書式要素 .....	33
表 7	FORM チェックサムの式で使用されている記号 .....	34
表 8	出力モード.....	35
表 9	アナログ出力モード .....	37
表 10	Modbus RTU 用の設定コマンド.....	49
表 11	エラーメッセージ.....	56
表 12	水分活性/相対飽和度 .....	70
表 13	温度.....	70
表 14	使用環境 .....	70
表 15	入力と出力.....	71
表 16	機構的仕様.....	71
表 17	通信の初期設定.....	75
表 18	サポートされているファンクションコード .....	76
表 19	Modbus レジスタマップ .....	77
表 20	機器識別オブジェクト .....	78

# 第 1 章

## 一般情報

この章では、このマニュアルと本製品に関する一般的な情報について説明します。

### このマニュアルについて

このマニュアルは、ヴァイサラ HUMICAP® オイル用水分温度変換器 MMT162 の設置、操作、メンテナンスについて説明しています。

### このマニュアルの内容

このマニュアルは以下の章で構成されています：

- 第 1 章、「一般情報」、このマニュアルと本製品に関する一般的な情報について説明します。
- 第 2 章、「製品概要」、特徴と利点、各部名称について説明します。
- 第 3 章、「設置」、本製品を取り付ける際に役立つ事項について説明します。
- 第 4 章、「操作」、本製品の基本的なメンテナンスに必要な事項を説明しています。
- 第 5 章、「メンテナンス」、本製品の基本的なメンテナンスに必要な事項を説明しています。
- 第 6 章、「校正と調整」、本製品の校正および調整に必要な事項について説明します。
- 第 7 章、「技術データ」、本製品の技術データを示しています。
- 付録 A、「Modbus リファレンス」、MMT162 変換器の Modbus プロトコルの実装内容について説明します。

## 関連マニュアル

表 1 関連マニュアル

マニュアル記号	マニュアル名
M210935EN	MMT162 Quick Reference Guide

## 本書の表記について

このマニュアル全体を通じて、重要な安全注意事項は以下のように特記されています。

### 警告

警告は重大な危険があることを示します。本書をよく読んで慎重に指示に従っていただかないと、傷害を受ける、あるいは死亡に至りかねない危険があります。

### 注意

注意は潜在的な危険性があることを示します。本書をよく読んで慎重に指示に従っていただかないと、製品が損傷する、あるいは重要なデータが失われることがあります。

### 注記

注記はこの製品の使用に関する重要な情報を強調しています。



## 安全

納品されたヴァイサラ HUMICAP<sup>®</sup> オイル用水分温度変換器 MMT162 は、工場からの出荷時に安全検査が行われ、合格しています。以下の事項に注意してください。

### 警告

製品には接地を施し、屋外設置の場合は感電の危険を減らすために、定期的に接地を点検してください。

### 注意

ユニットを改造しないでください。不適切な改造は、製品に損傷を与え、故障する恐れがあります。

## リサイクル



リサイクル可能な材料はすべてリサイクルしてください。



バッテリーおよびユニット製品は法定規則に従って廃棄してください。一般ゴミと一緒にして廃棄してはいけません。

## 規制の適合

ヴァイサラ HUMICAP<sup>®</sup> オイル用水分温度変換器 MMT162 は、以下の EU 指令に適合しています。

- EMC 指令

適合は、以下の基準への準拠によって示されています。

- EN 61326-1：計測、制御、および試験所用の電気機器 - EMC 要求事項 - 工業環境
- EN 55022 Class B：情報技術機器 - 無線妨害特性 - 限度値および測定方法



## 商標

HUMICAP<sup>®</sup> は Vaisala Oyj の登録商標です。

Windows<sup>®</sup> は、米国およびその他の国における Microsoft Corporation の登録商標です。

## ライセンス契約

ソフトウェアに対する権利は、すべてヴァイサラ社または第三者によって保持されています。お客様は、適用可能な供給契約またはソフトウェアライセンス契約が定める範囲に限り、当該ソフトウェアを使用できます。

## 保証

標準的な保証条件については、次の当社ホームページをご参照ください。 [www.vaisala.com/warranty](http://www.vaisala.com/warranty)

通常の損耗、例外的な条件下での使用、過失的な取り扱いまたは据え付け、もしくは許可を受けない改造に起因する損傷に対しては、上記保証は無効です。各製品の保証の詳細については、適用される供給契約または販売条件を参照してください。

## 第 2 章

# 製品概要

この章では、オイル用水分温度変換器 MMT162 の特徴と利点、各部名称について説明します。

## MMT162 の説明

ヴァイサラ HUMICAP® オイル用水分温度変換器 MMT162 は、幅広い用途において信頼性の高い水分測定を実現します。MMT162 は、循環システムの潤滑油または変圧器油などにおける水分活性または相対飽和度を使用する、マイクロプロセッサベースの水分測定機器です。また、MMT162 は内部オイル溶解度係数を使用して、オイル内水分を ppm 単位で出力できます（初期設定では、鉱物変圧器油のみがサポートされています）。

アナログ出力は、電流信号と電圧信号から選択できます。その他にも、デジタル出力（RS-485）が標準装備されています。プローブには、容量式の薄膜センサが組み込まれています。センサの動作は、ポリマーフィルムが水の分子を吸収して容量が変化することに基づいています。

MMT162 変換器は金属製ハウジングまたはプラスチック製ハウジングのいずれかを選べます。変換器はいくつかの構成が可能です：2 種のアナログ出力はスケールを調整でき、測定範囲も限度はありますが変更できます。機械的な接続も ISO および NPT 1/2 の 2 つのオプションがあります。MMT162 プローブは、3 m または 5 m の接続ケーブル付きで供給されます。

MMT162 はまた、正確な温度測定も行います。MMT162 は、取り付けが容易なオンラインプローブで、たとえば、トレーサブルな塩類溶液を使用して校正できます。

表 2 MMT162 で測定および計算されるパラメーター

パラメーター	略語	メートル系単位	非メートル系単位
水分活性	A <sub>w</sub>	Aw	Aw
相対飽和度	%RS	%RS	%RS
温度	T	°C	°F
オイル内水分質量濃度	H <sub>2</sub> O	ppm	ppm

### 注記

ppm 出力は変圧器油のみに適用されます。

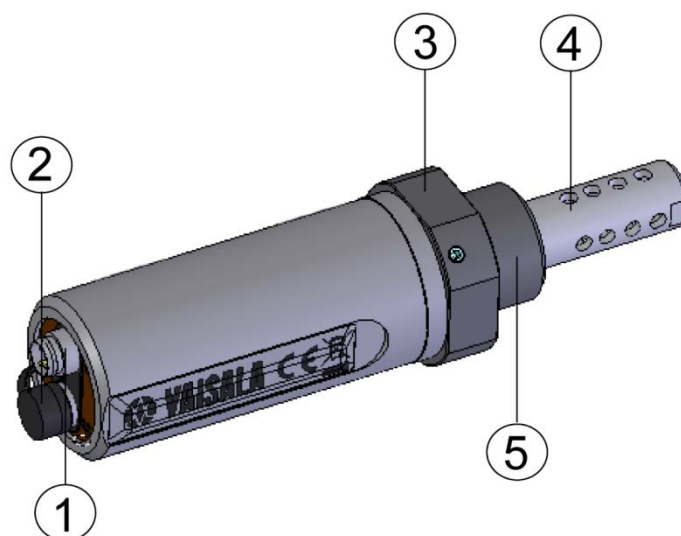
## 基本特徴とオプション

- 2種のアナログ出力
- デジタル出力：内蔵 Modbus プロトコルを使用した RS-485
- オプションの USB-M8 ケーブルを介して USB サービス接続が可能
- 異なる長さのケーブルが利用可能
- 2種のねじオプションが利用可能：ISO G1/2" および NPT 1/2"
- メンテナンス回数を低減できる抜群の長期安定性
- オプションの LED ケーブルによるアラーム機能の可視化
- MM70 を使って現場での校正が可能
- 2種のフィルターが利用可能：ステンレス鋼グリッドフィルターおよび高流速用ステンレス鋼グリッドフィルター (> 1 m/s)

## 変換器の構造

下の図 1 に MMT162 の構造を示しています。変換器本体の内部にはユーザーが手入れできる部品はなく、開けられる構造になっていません。変換器を開くと保証が無効になります。

変換器が納入されたとき、フィルターは輸送用の黄色いキャップで保護されています。変換器を設置するときに輸送用保護キャップを外します。



0805-007

図 1 オイル用水分温度変換器 MMT162

記号の意味は次のとおりです。

- 1 = 4ピン M8 コネクター I : アナログ出力チャンネルと動作電力
- 2 = 4ピン M8 コネクター II (保護キャップ付きで示す) : デジタル出力 (RS-485) と動作電力
- 3 = 30 mm ナット
- 4 = ステンレス鋼グリッドフィルターで保護された HUMICAP<sup>®</sup> センサ
- 5 = 取付ねじ部 : ISO G1/2" または NPT 1/2"

## 主要な用途

### オイル内水分の測定法

MMT162 変換器では、水分活性 ( $a_w$ ) および相対飽和度 (%RS) によってオイル内の水分を測定します。また、MMT162 は内部オイル溶解度係数を使用して、オイル内水分を ppm 単位で出力できます (初期設定では、鉱物変圧器油のみがサポートされています)。

水分活性は、オイル内の水量を 0 ~ 1  $a_w$  のスケールで示します。このスケールでは、0  $a_w$  は水分がまったく含まれていないオイルを示し、1  $a_w$  は水分が完全に飽和した (水が自由水状態で存在する) オイルを示します。

相対飽和度は、オイル内水分量を 0 ~ 100 %RS のスケールで示します。このスケールでは、0 %RS は水分がまったく含まれていないオイルを示し、100 %RS は水分が完全に飽和した (水が自由水状態で存在する) オイルを示します。

水分活性 ( $a_w$ ) と相対飽和度 (%RS) の測定が持つ、従来の絶対含水量 (ppm 単位) の測定と異なる最も重要な特長は、オイルの種類、オイルの劣化、使用する添加物などに関係なく飽和点が常に安定していることです。どのシステムでも水分活性が 0.9  $a_w$  を超える (または相対飽和度が 90 %RS を超える) と分離の恐れがあります (特に温度が低下する場合)。

水分活性と相対飽和度を使用して、システム内に自由水が生じる恐れが明らかな 0.9  $a_w$  または 90 %RS を上回るときに警告を出すことができます。

このシステムの最も重要な長所は、水分活性と相対飽和度がオイルの劣化や添加物に影響されないことと、MMT162 変換器を連続的なオンライン測定に使用できることです。また、MMT162 は塩類溶液で校正することができるので、そのための標準オイルを必要としません。

#### 注記

プローブの発熱およびそれに伴う測定エラーを防止するため、対象プロセス内にある程度のフローがあることを確認してください。

## 潤滑油

製紙工場、水力発電所、海上風力発電タービンのような多くの産業施設内には、一定量の移動可能な自由な水分が常に存在します。これは、それらの自由な水分が機械のベアリングに接触する危険が高いことを意味しています。一般的な水分浸入の原因は、ハウジングのシール不良や外気からの水分吸収です。オイルクーラーや他の装置からの偶発的な洩れも故障の原因になることがあります。

潤滑油に自由水が生じると、オイルが金属表面に均一に広がらなくなり、潤滑性能が劣化します。それによって、局所的な温度上昇、キャビテーション、腐食、マイクロピitting（微細腐蝕孔）などが発生することがあります。また、自由水は、AW（耐摩耗）およびEP（超高压）のような添加剤にダメージを与えます。水分を多く含むオイルにベアリングを絶対に曝さないよう注意する必要があります。オイル温度が低下すると腐食の危険が高まるため、停止している間もこのことに注意することが大切です。含水量を監視し、飽和点にならない適切なレベルに維持することが重要です。

オイルの含水量を測定する場合は、オイルリザーバー手前の圧力ラインフローから水分活性または相対飽和度を測定することをお勧めします。これにより、除湿機の性能を適切に制御することができ、自由水がベアリングに達するのを確実に防ぐことができます。

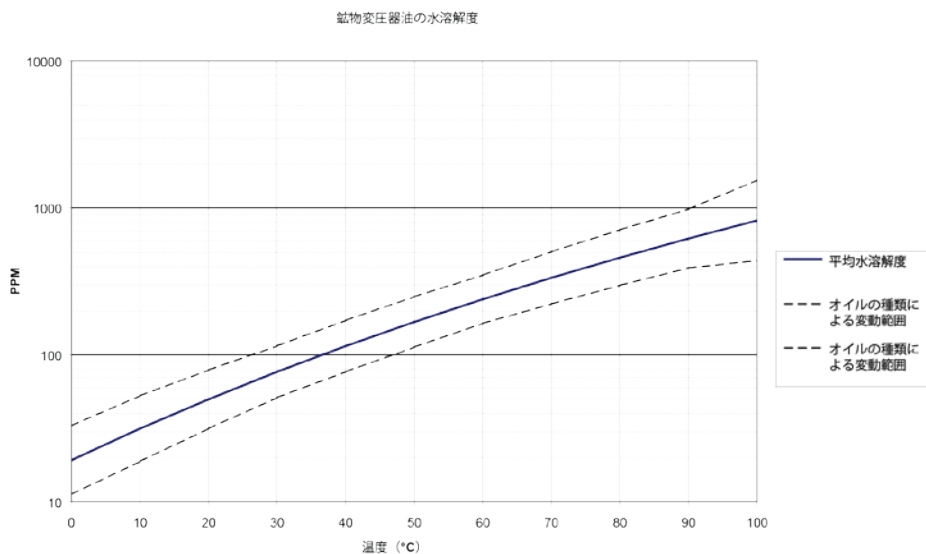
## 変圧器油

オイル内水分量の特定は、総合的な変圧器メンテナンスプログラムに不可欠です。劣化と変質により、オイルの吸収可能水分量が増加します。変圧器で最も関心があるのは、オイル内の水分の測定ではなく、変圧器の巻線を囲むセルローズ絶縁体にある水分を測定することです。加熱と冷却はオイル内の水分量に著しい影響を与えます。温度が上昇すると、変圧器の紙絶縁は水分を放出しやすくなり、放出された水分は周囲のオイルに吸収されます。このため、飽和レベルは、水分の存在を示す適切な指標になります。MMT162の方法を使用すると、オイルの劣化と想定される漏れを確実に検出することができます。

油入変圧器の場合、オイルは、冷却、腐食防止、および重要な絶縁コンポーネントの役割を果たしています。オイルに過度の水分が含まれると、絶縁材の劣化が加速され、絶縁強度が低下します。極端な場合には、巻線内のアーク放電や短絡を引き起こします。周囲の空気からも水分が吸収されるため、正確な水分測定により、オイルシステム内の漏れを検知することもできます。

変圧器の加熱と冷却はオイル内の水分量に影響を与えます。これは、オイルの水溶解度が温度に依存することが原因です。一般に、温度が上昇すると水溶解度は増加します。14 ページの図 2 を参照してください。また、温度変化は、変圧器の巻線を囲む紙絶縁の水脱着性にも影響を与えます。温度が上昇すると、絶縁体の水脱着性が高まり、脱着された水分は周囲のオイルに吸収されます。このように、オイル内の水分レベルは、紙絶縁内に水分が存在することを示す適切な指標になります。

さらに、オイルの吸収可能水分量は、オイルの化学構造と添加物の両方に依存することに注意してください。



0510-029

図 2 温度による変圧器油の水溶解度の変化

マーゼンは、鉱物油に見られる水溶解度の変動範囲を示しています。



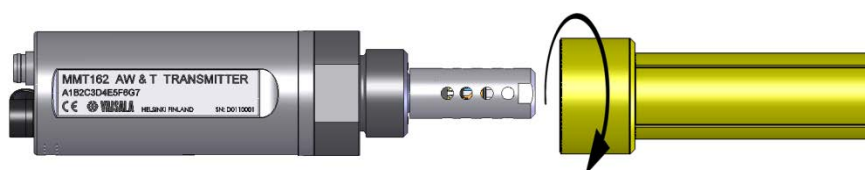
## 第3章 設置

この章では、本製品を取り付ける際に役立つ事項について説明します。

### 変換器の設置

適切な測定場所を選定したら、下記の手順に従って変換器を設置します。

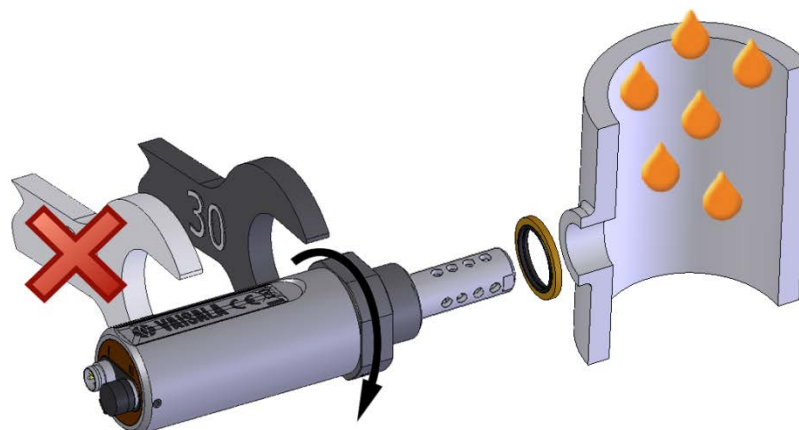
1. 変換器から黄色の輸送用保護キャップを取り外します。



0805-005

図3 輸送用保護キャップの取り外し

2. 接続部のシーリングを用意します。
  - 変換器が ISO G1/2" 平行ねじを備えている場合は、ねじの基部にシーリングリングを取り付けます。必ず新品のシーリングリングを使用し、使用済みのものは再使用しないでください。
  - 変換器が NPT 1/2" ねじが備えている場合、シーリングリングは使用しません。代わりに、ねじ部に PTFE テープを巻くか、適切なペースト状シーラントを塗布します。シーラント剤の使用説明書に従ってください。
3. 取り付け箇所のねじの種類が正しいことを確認し、変換器を測定点に取り付けます。抵抗を感じるまで、プローブを手で回し込みます。この時点では、力を加えないでください。シーリングリングを使用している場合は、中心が合っていることを確認します。



0805-006

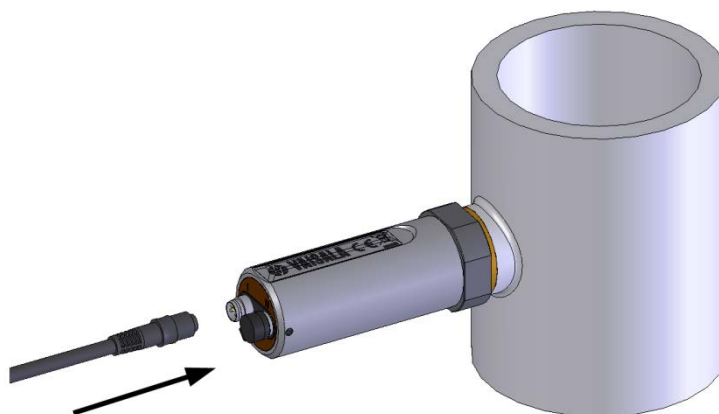
図4 変換器の設置

4. 上の図4に示されているように、30 mm レンチを使用して25 N m のトルクで締め付けます。30 mm レンチがない場合は、1 3/16" レンチか、調節式のレンチを使用してください。

**注意**

プローブを締め付けるときには、30 mm ナット部分を締め付けてください。プローブ本体の他の場所に力を加えないでください。

5. 接続ケーブルの配線をつなぎます。



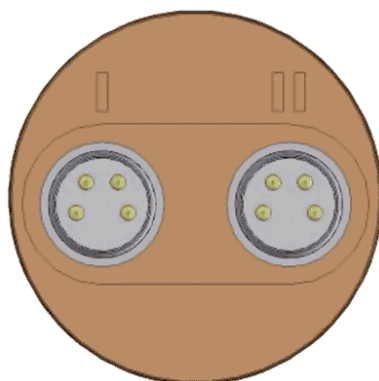
0710-130

図5 ケーブルの接続

6. ケーブルのプラグを変換器に差し込みます。正しいコネクタであることを確認します。17 ページの「配線」を参照してください。
7. 変換器に付属しているゴム製プラグで、変換器の使用していないコネクタをカバーします。

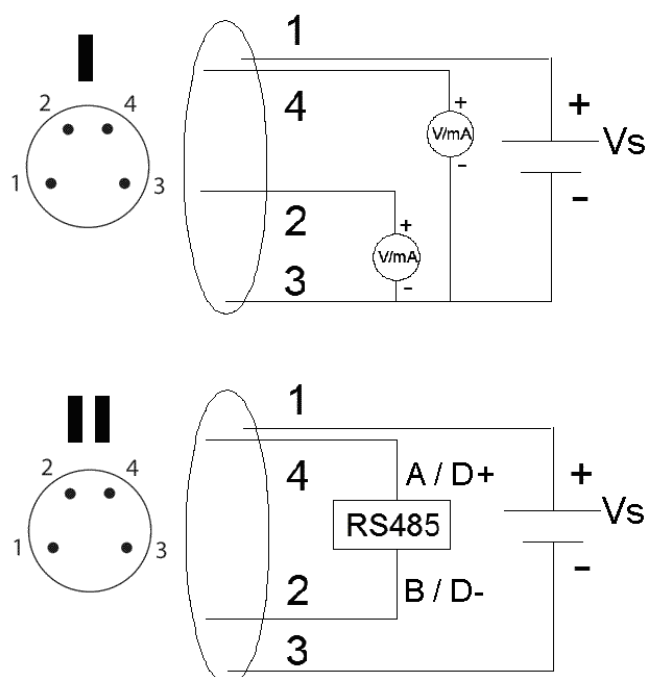
# 配線

ピン	I	II	配線色
1	Vcc	Vcc	茶
2	アナログ出力 1	RS-485 B / D-	白
3	GND	GND	青
4	アナログ出力 2 / LED	RS-485 A / D+	黒



0707-035

図 6 コネクター I および II



1210-005

図 7 コネクターのピン配列

## 接続ケーブル

MMT162 では、下記の接続ケーブルオプションが利用可能です。

- M8 平行メスねじコネクタが取り付けられたシールド被覆付きのケーブル
- M8 直角メスねじコネクタが取り付けられたケーブル
- LED ケーブル
- USB シリアルインターフェースケーブル

下の図は、利用可能な各ケーブルオプションを示しています。注文コードについては、72 ページの「スペア部品とアクセサリ」を参照してください。



1210-063

図 8           ねじコネクタ付きケーブル



1211-024

図 9 直角ねじコネクター付きケーブル



1211-025

図 10 LED ケーブル



1210-062

図 11 USB シリアルインターフェースケーブル

## 電源要件

MMT162 変換器は、14 ～ 24 VDC の電源電圧で動作するように設計されています。

電源は、すべての負荷条件に対して電圧を維持できなければなりません。通常測定時の消費電流は、20 mA + 負荷電流です。詳細については、70 ページの「技術データ」を参照してください。

## 第 4 章

# 操作

この章では、本製品を操作する際に必要な事項について説明します。

## 変換器の起動

変換器を電源に接続してから変換器が起動するまで、5 秒間の遅延が発生します。完全に起動すると、測定データをアナログ出力またはシリアルラインで利用できるようになります。

シリアルライン出力を使用する場合、設定された以下のシリアルモードに応じて変換器が動作することに注意してください。

- STOP モードでは、変換器のモデルとソフトウェアバージョンが出力されます。初期設定では、このモードになっています。
- RUN モードでは、すぐに測定値の出力が開始されます。
- POLL モードでは、電源を投入しても変換器からは何も出力されません。
- MODBUS モードでは、電源を投入しても変換器からは何も出力されません。

シリアルモードの説明については、35 ページの「シリアルインターフェースモードを設定する」を参照してください。

## アナログ出力作動モード

MMT162 には、アナログ出力チャンネルが 2 つあります。いずれのチャンネルも 2 通りのモードで作動させることができ、両チャンネルにそれぞれ設定することができます。

1. 通常作動モード
2. 限界アラームモード

ヴァイサラから変換器を注文した場合は、注文書に指定されたモードに設定されています。納入後にシリアルコマンドおよび USB ケーブルアクセサリを使用して、作動設定を変更することができます。

### 通常作動モードおよび誤作動アラーム

通常作動モードでは、選択されたパラメーターの指示値に相当する電圧または電流がチャンネルから出力されます。

変換器が誤作動した場合は、チャンネル出力が事前に定義されたレベルに設定されます。このレベルは、**AERR** コマンドを使用して変更できます。38 ページを参照してください。

#### 注記

誤作動アラームは、限界アラームモードよりも優先されます。変換器が誤作動を起こした場合、誤作動によって出力を制御できなくなる限り、アナログ出力は **AERR** コマンドで指定したレベルに設定されます。



## 限界アラーム

限界アラームは、測定したパラメーターが下限を下回るか、上限を上回ると作動します。アラームのレベルおよび限界は、**ALARM** コマンドを使用して設定できます（39 ページの「アナログ出力のアラーム限界および LED 表示を設定する」を参照）。初期設定では、アラームレベルは次のように設定されています。

- 電流出力の場合、アラームが作動すると、電流がスケールの最大値（20 mA）になります。
- 電圧出力の場合、アラームが作動すると、電圧が選択したスケールの最大値になります。たとえば、電圧出力スケールが 0 ～ 5 V である場合、アラームが作動すると、5 V が出力されます。
- **LED アラーム**の場合、アラームが作動すると、LED が点灯します。アラームのステータスが低い場合、LED は点灯しません。変換器が誤作動を起こすか、または何らかの理由で測定不能になった場合は、LED が 0.5 Hz の周波数で点滅します。

LED アラームインジケータは、LED ケーブル（ヴァイサラ部品：MP300LEDCBL）に内蔵されており、通常の接続ケーブルと同様に注文および使用することができます。

## シリアル通信

### シリアルインターフェースへの接続

MMT162 は、RS-485 ライン（USB シリアル接続ケーブル（ヴァイサラ部品：219690）など）を使用して PC に接続できます。このケーブルによって、USB ポートから変換器へ動作電力が供給されます。変換器にすでに他のケーブルから動作電力が供給されている場合に、USB シリアル接続ケーブルを接続しても問題ありません。

シリアルインターフェースに接続するには：

1. 以前に MMT162 USB シリアル接続ケーブルを使用したことがない場合は、ケーブルに付属のドライバーをインストールします。詳しい手順については、25 ページの「USB ケーブル用ドライバーのインストール」を参照してください。
2. PC と MMT162 の RS-485 ポート（ポート II）間を USB シリアル接続ケーブルで接続します。
3. 端末プログラム（Microsoft Windows<sup>®</sup> の場合は、PuTTY <http://www.vaisala.com/software> からダウンロード可能）を開きます。
4. 端末プログラムのシリアル設定を行ない、接続を開始します。以下の表を参照してください。

表 3 シリアルインターフェースの初期設定

特性	説明/値
ボーレート	19200
パリティ	なし
データビット	8
ストップビット	1

MMT162 が Modbus モードになっている場合、シリアルポートコマンドインターフェースにアクセスするには、48 ページの「Modbus モードでのシリアルポートコマンドインターフェースへのアクセス」にある手順に従ってください。

## USB ケーブル用ドライバーのインストール

USB ケーブルを使用する前に、付属の USB ドライバーを PC にインストールする必要があります。

1. USB ケーブルが接続されていないことを確認します。接続されている場合は、取り外してください。
2. ケーブルに同梱のメディアを挿入するか、<http://www.vaisala.com/software> からドライバーをダウンロードします。
3. USB ドライバーのインストールプログラムを実行し、初期設定をそのまま使用してインストールします。ドライバーのインストールには数分かかる場合があります。
4. ドライバーのインストール後、USB ケーブルを PC の USB ポートに接続します。Windows によって新しいデバイス (USB ケーブル) が検出され、自動的にドライバーが使用されます。
5. インストールによって USB ケーブル用の COM ポートが予約されます。Windows のスタートメニューにインストールされている **Vaisala USB Instrument Finder** プログラムを使用して、ポート番号とケーブルの状態を確認します。

個々のケーブルは Windows によって異なるデバイスとして認識され、新しい COM ポートが予約されます。端末プログラムを設定する際には、必ず正しいポートを使用してください。

## 端末プログラムの設定

MMT162 のシリアルインターフェースの初期設定については、24 ページの表 3 を参照してください。MMT162 の設定が変更されており、その内容が不明の場合は、56 ページの「不明なシリアル設定」を参照してください。

Windows 用の PuTTY 端末アプリケーション

(<http://www.vaisala.com/software> からダウンロード可能) と USB シリアルインターフェースケーブルを使用して MMT162 に接続する手順を以下に示します。

1. PC と MMT162 の RS-485 ポート (ポート II) 間を USB シリアルインターフェースケーブルで接続します。
2. PuTTY アプリケーションを起動します。
3. **Serial (シリアル)** 設定カテゴリーを選択し、**Serial line to connect to (接続先のシリアルライン)** フィールドで正しい COM ポートを選択していることを確認します。

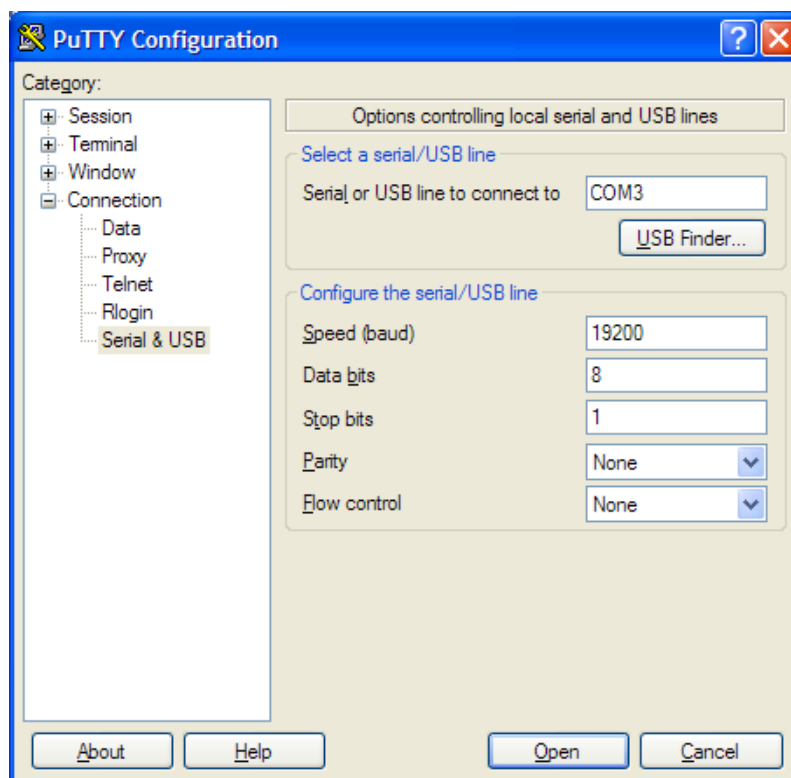
注記：Windows のスタートメニューにインストールされている **Vaisala USB Instrument Finder プログラム** を使用して、どのポートを USB ケーブルが使用しているか確認できます。

4. 接続の他のシリアル設定が正しいことを確認し、必要に応じて変更します。特に変更する理由がない限り、**Flow control (フロー制御)** は **None (なし)** に設定します。
5. **Open (開く)** ボタンをクリックして接続ウィンドウを開き、シリアルラインの使用を開始します。

注記：選択したシリアルポートを PuTTY で開けない場合、代わりにエラーメッセージが表示されます。その場合は、PuTTY を再起動して設定を確認します。

6. シリアルラインに入力した内容を確認するには、**Terminal (端末)** カテゴリーで **Local echo (ローカルエコー)** 設定を **Force on (強制)** に設定する必要があります。セッションを実行したままで設定画面にアクセスするには、セッションウィンドウでマウスを右クリックし、ポップアップメニューから **Change Settings... (設定の変更...)** を選択します。

MMT162 が Modbus モードになっている場合、シリアルポートコマンドインターフェースにアクセスするには、48 ページの「Modbus モードでのシリアルポートコマンドインターフェースへのアクセス」にある手順に従ってください。



0807-004

図 12 PuTTY 端末アプリケーション

## シリアルコマンド一覧

どのコマンドも大文字と小文字を区別しません。コマンドの例では、ユーザーがキーボードから入力する文字は太字で示しています。

<cr> は、コンピュータのキーボードの **Enter** キーを押すことを表します。コマンドの入力を開始する前に、<cr> を 1 回入力してコマンドバッファを消去してください。

表 4 シリアルラインコマンド

コマンド	説明
?	機器に関する情報を出力します。
??	POLL モードの機器に関する情報を出力します。
ACAL	アナログ出力を校正します。
ADDR [0 ~ 255]	変換器アドレスを設定します (POLL モード用)。
AERR	アナログエラー出力値を変更します。
ALARM	アナログ出力限界アラームモードを設定します。
AMODE	アナログ出力モードを設定します。
AOVER [ON/OFF]	アナログ出力が指定範囲を 10 % 超過することを許可します。
ASEL	アナログ出力のパラメーターを選択します。
ATEST	電流出力値を設定および表示します。
CLOSE	一時的に開いた接続を閉じます (POLL モードに戻ります)。
CRH	相対湿度を校正します。
CT	温度を校正します。
ERRS	現在の変換器エラーを一覧表示します。
FORM	SEND コマンドと R コマンドの出力書式を設定します。
FRESTORE	工場出荷時の設定を復元します。
HELP	最も一般的なコマンドを一覧表示します。
INTV [0 ~ 255 S/MIN/H]	連続出力間隔を設定します (RUN モード用)。
L	ユーザー校正係数を表示します。
LED	LED アラームの電圧を設定します。
OIL	オイルのパラメーターを表示します。
OILI	新しいオイルのパラメーターを設定します。
OPEN [0 ~ 255]	POLL モードの機器への接続を一時的に開きます。
R	連続出力を開始します。
RESET	変換器をリセットします。
S	連続出力を停止します。
SDELAY	ユーザーポート (RS-485) 最小応答遅延を設定または表示します。
SEND [0 ~ 255]	指示値を 1 回だけ出力します。
SERI [baud p d s]	ユーザーポート設定 (初期設定 : 4800 E 7 1)、ボー : 300 ~ 115200
SMODE [STOP/RUN/POLL/ MODBUS]	シリアルインターフェースモードを設定します。
UNIT [M/N]	出力単位としてメートル系または非メートル系を選択します。
VERS	ソフトウェアのバージョン情報を表示します。

## 機器の情報と状態

### 機器情報を表示する

? コマンドを実行すると、機器情報の一覧が出力されます。現在のシリアルライン上のすべての機器を一覧表示するには、?? コマンドを実行します。

?<cr>

??<cr>

例 :

```
?  
MMT162 0.92  
Serial number : G0000002  
Batch number : D0720012  
Module number : ??????????  
Sensor number : C6010000  
Sensor model : Humicap L2  
Cal. date : YYYYMMDD  
Cal. info : NONE  
Time : 00:21:19  
Serial mode : STOP  
Baud P D S : 4800 E 7 1  
Output interval: 2 S  
Serial delay : 0  
Address : 0  
Pressure : 1.0132 bar  
Filter : 0.800  
Ch1 output : 0 ... 20 mA  
Ch2 output : 0 ... 20 mA  
Ch0 error out : 0.000 mA  
Ch1 error out : 0.000 mA  
Ch0 aw lo : 0.00  
Ch0 aw hi : 1.00  
Ch1 T lo : -20.00 'C  
Ch1 T hi : 80.00 'C
```

### ファームウェアバージョンを表示する

VERS コマンドを使用すると、ソフトウェアバージョン情報を表示できます。

例 :

```
vers  
MMT162 1.02
```

# シリアルライン操作の設定

## シリアルライン設定を設定する

**SERI** [*b p d s*] シリアルラインコマンドを使用すると、ユーザーポートの通信設定を設定できます。

Modbus では、9600 b/s 未満のビットレートはサポートされていません。

**SERI** [*b p d s*]  
<cr>

記号の意味は次のとおりです。

- b = ビットレート (110、150、300、600、1200、2400、4800、9600、19200、38400)
- p = パリティ (n = なし、e = 偶数、o = 奇数)
- d = データビット (7 または 8)
- s = ストップビット (1 または 2)

例：

```
seri 600 n 8 1  
600 N 8 1
```

**SERI** コマンドを使用して設定した新しい通信設定を有効にするには、変換器をリセットする必要があります。

パラメーターを1つずつ変更することも、すべてのパラメーターを一度に変更することもできます。

```
seri o  
4800 o 7 1
```

パリティのみが変更される

```
seri 600 n 8 1  
600 N 8 1
```

すべてのパラメーターが変更される

現在サービスポートに接続している場合でも、**SERI** コマンドを使用してユーザーポート設定を変更または表示できます。



## シリアルライン応答時間を設定する

**SDELAY** コマンドを使用すると、シリアルラインの遅延（応答時間）を設定したり、現在設定されている遅延値を表示したりできます。

**SDELAY** [*delay*]  
<cr>

記号の意味は次のとおりです。

*delay* = シリアルラインの遅延（範囲は 0 ～ 255.ミリ秒に換算するには、値に 4 を掛けます（例：遅延値が 10 である場合、遅延は 40 ミリ秒となります））。

例：

```
sdelay  
Serial delay : 0 ? 10
```

```
sdelay  
Serial delay : 10 ?
```

## 変換器アドレスを設定する

アドレスが必要になるのは、POLL モードのときだけです（35 ページの「シリアルインターフェースモードを設定する」を参照）。**ADDR** コマンドを使用すると、RS-485 変換器アドレスを入力できます。

**ADDR** [*aaa*]  
<cr>

記号の意味は次のとおりです。

*aaa* = アドレス（0 ～ 255）（初期設定 = 0）

例（変換器アドレスを 99 に設定する場合）：

```
addr  
Address : 2 ? 99
```

## 測定値出力の書式を設定する

**FORM** シリアルラインコマンドを使用すると、書式を変更したり、**SEND** および **R** 出力コマンドについて特定のパラメーターを選択したりできます。

**FORM [x]<cr>**

記号の意味は次のとおりです。

x = 書式指定文字列

書式指定文字列は、パラメーターと書式要素で構成されます。  
MMT162 は、以下のパラメーターを測定します。

- 水分活性 ( $a_w$ )
- 相対飽和度 (%RS)
- 温度 (T) (メートル系単位 : °C、非メートル系単位 : °F)
- ppm (H<sub>2</sub>O) - 変圧器油の場合のみ

パラメーターを選択するときは、略語 ( $a_w$  など) を使用してください。書式要素については、33 ページの表 5 を参照してください。

例 (水分活性と温度を出力するように変換器を設定する場合) :

```
form "aw=" 6.4 aw #t "t=" 6.2 t #r#n
OK
send
aw=      0.2644   t=      25.50
```

例 (ppm のみを出力するように変換器を設定する場合) :

```
form "Oil ppm= " h2o " " u3 #r#n
OK
send
Oil ppm=      16.6 ppm
```

例 (出力書式を初期設定に戻すように変換器を設定する場合) :

```
form /
OK
send
aw=      0.087 T= 24.0 'C
```

表 5 FORM コマンド書式要素

書式要素	説明
/	初期設定の出力メッセージに戻します（機器の設定によって異なります）。単独で使用します。
x.y	桁数（全体の桁数および小数点の位置）。
パラメーター	測定するパラメーターの略語（例：aw）。該当するパラメーターの測定値または *（測定値を利用できない場合）を出力します。
U1 ~ U7	指定した文字数で単位記号を表示します（必要に応じて、省略されるか、スペースが挿入されます）。
"xxx"	文字列定数（任意のテキスト）。
#a \a	警報ベル文字 <07h>。
#b \b	バックスペース文字 <08h>。
#f \f	改ページ文字 <0Ch>。
#n \n	行送り文字 <0Ah>。
#r \r	改行文字 <0Dh>。
#t \t	水平タブ文字 <09h>。
#v \v	垂直タブ文字 <0Bh>。
#\ \	バックスラッシュ文字。
#0 ~ #255 \0 ~ \255	10 進値で指定するデータバイト。
ADDR	機器のアドレス（左側の空白にスペースが挿入されます）。
CS2	これまでに送信されたメッセージについて 256 の剰余によるチェックサムを計算します（16 進表記）。
CS4	これまでに送信されたメッセージについて 65536 の剰余によるチェックサムを計算します（16 進表記）。
CSX	これまでに送信されたメッセージについて NMEA XOR チェックサムを計算します（16 進表記）。
ERR	現在アクティブな変換器のエラーを 4 ビットのフィールドに表示します。 0 = エラーなし、1 = エラーあり  ビット1 = 温度測定エラー（T meas error） ビット2 = 未使用 ビット3 = 湿度測定エラー（F meas error） ビット4 = 内部エラー（Parameter flash check sum error）
SN	機器のシリアル番号。
TIME	変換器が起動してから経過した時間（hh:mm:ss）。

チェックサムは、以下に示す式で計算されます。

$$1 = cs_2 = \sum_{i=1}^n b_i \text{ mod } 256$$

$$2 = cs_4 = \sum_{i=1}^n b_i \text{ mod } 65536$$

$$3 = cs_x = b'_1 \oplus b'_2 \oplus \dots \oplus b'_n$$

$$b'_i = b_i \text{ if } b_i \neq 36 \text{ and } b_i \neq 42$$

$$b'_i = 0 \text{ if } b_i = 36 \text{ or } b_i = 42$$

表 6 FORM チェックサムの式で使用されている記号

記号	説明
CS <sub>2</sub>	出力メッセージに含まれる CS2 チェックサムの値。
CS <sub>4</sub>	出力メッセージに含まれる CS4 チェックサムの値。
CS <sub>x</sub>	出力メッセージに含まれる CSX チェックサムの値。
b <sub>i</sub>	出力メッセージの <i>i</i> 番目 (1 から起算) にあるバイトの値。
n	出力メッセージの CS2、CS4、または CSX までのバイト数 (前述のチェックサムフィールドがある場合は、それらも含みます)。
⊕	排他的論理和ビット演算子。
36	ASCII \$ 文字のバイトの値。
42	ASCII * 文字のバイトの値。

## 単位を選択する

**UNIT** コマンドを使用すると、メートル系または非メートル系の出力単位を選択できます。

**UNIT** [*x*]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

*x* = M または N

記号の意味は次のとおりです。

M = メートル系単位

N = 非メートル系単位

## シリアルインターフェースモードを設定する

**SMODE** コマンドを使用すると、シリアルインターフェースモードの初期設定値を設定できます。

**SMODE** [xxxx]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

xxxx = STOP、RUN、または POLL

表 7 出力モード

モード	測定値の出力	使用可能なコマンド
STOP	<b>SEND</b> コマンドによる出力のみ。	すべてのコマンド（初期設定）。
RUN	自動出力。	<b>S</b> コマンドのみ。
POLL	<b>SEND</b> [addr] コマンドによる出力のみ。	<b>SEND</b> [addr] および <b>OPEN</b> [addr]。 <b>OPEN</b> コマンドを使用して変換器へのラインを開くと、他のコマンドも使用できるようになります。  複数の変換器で同じラインを共有可能な RS-485 バスとともに使用します。
MODBUS	Modbus プロトコルを使用して変換器から読み取る必要があります。	Modbus プロトコルのみ。75 ページの「付録 A Modbus リファレンス」を参照してください。

複数の変換器が同じラインに接続されている場合は、初期設定時に固有のアドレスを各変換器に入力し、POLL モードを使用する必要があります。

Modbus モードが作動している場合は、シリアルポートコマンドを機器に使用することはできません。シリアルポートコマンドインターフェースにアクセスするには、48 ページの「Modbus モードでのシリアルポートコマンドインターフェースへのアクセス」にある手順に従ってください。

## 測定パラメーターの設定

### アナログ出力パラメーターおよびスケールを選択する

**ASEL** コマンドを使用すると、アナログ出力のパラメーターとスケールを選択できます。選択できるオプションのパラメーターは、機器を注文したときに選択したものに限られることに注意してください。

**ASEL** [xxx yyy]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

xxx = チャンネル 1 のパラメーター

yyy = チャンネル 2 のパラメーター

常に、すべての出力についてパラメーターを入力する必要があります。**MMT162** は、以下のパラメーターを測定します。

- 水分活性 ( $a_w$ )
- 相対飽和度 (%RS)
- 温度 (T) (メートル系単位 : °C、非メートル単位 : °F)
- ppm (H<sub>2</sub>O) - 変圧器油の場合のみ

例 :

```
asel
Ch0 aw lo : 0.00 ?
Ch0 aw hi : 1.00 ?
Ch1 T lo : -20.00 'C ?
Ch1 T hi : 80.00 'C ?
```

## アナログ出力モードを設定する (mA/V)

**AMODE** コマンドを使用すると、チャンネル 1 および 2 のアナログ出力モードを変更できます。パラメーターを指定しないと、現在の設定が表示され、パラメーターを使用すると、新しい設定を設定できます。使用可能なパラメーターについては、下の表 8 を参照してください。

表 8 アナログ出力モード

パラメーター	出力モード
1	0 ~ 20 mA
2	4 ~ 20 mA
4	0 ~ 5 V
5	0 ~ 10 V
6	LED アラーム
7	電流アラーム
8	電圧アラーム

例：

```
amode 1 2
Ch1 output      : 0 ... 20 mA
Ch2 output      : 4 ... 20 mA
```

## アナログ出力を校正する

**ACAL** コマンドを使用すると、アナログ出力チャンネルを調整できます。

**ACAL** [*channel*]  
<cr>

記号の意味は次のとおりです。

*channel* = 調整するアナログ出力チャンネル (1 または 2)

**ACAL** コマンドを入力した後、校正済みの電流/電圧計を使って出力を測定し、その値を入力します。

例：

```
acal 1
Ch1  U1 ( V ) ? 1.001
Ch1  U2 ( V ) ? 9.011
acal 2
Ch2  U1 ( V ) ? 0.0988
Ch2  U2 ( V ) ? 0.8997
```

## アナログチャンネルの誤作動アラーム出力を設定する

**AERR** コマンドを使用すると、機器が誤作動を起こした場合に出力されるアナログ出力レベルを設定できます。初期設定の出力レベルは0です。

**AERR**<cr>

例：

```
aerr  
Ch1 error out : 10.000V ? 0  
Ch2 error out : 1.000V ? 0
```

### 注記

エラー時の出力値は、出力モードの有効範囲内である必要があります。

### 注記

エラー時の出力値が表示されるのは、湿度センサの損傷などの電氣的な小さな故障の場合のみです。深刻な機器の動作不良の場合は、エラー時の出力値が必ずしも出力されとは限りません。



## アナログ出力のアラーム限界および LED 表示を設定する

**ALARM** コマンドを使用すると、アナログ出力アラーム限界およびパラメーターを設定できます。アラーム限界の例については、23 ページの「限界アラーム」を参照してください。

### **ALARM**<cr>

アラーム限界を設定する前に、**AMODE** コマンドを使用して、現在設定されているアナログ出力モードを確認してください。

以下の例では、チャンネル 2 に対して上限アラームが有効になっています。測定値が限界 (0.90 a<sub>w</sub>) を上回ると、エラーが報告されます。LED ケーブルを使用している場合は、LED が点灯して、エラー状態が示されます。

例：

```
alarm ?
Channel 1:
Low Limit      :      OFF
High Limit     :      OFF
Aerr           :      ON
Quantity       :      T
Limit Lo       :      15.00
Limit Hi       :      30.00
Hysteresis     :      0.50
Level Lo       :      0.20
Level Hi       :      0.80
Channel 2:
Low Limit      :      OFF
High Limit     :      ON
Aerr           :      OFF
Quantity       :      aw
Limit Lo       :      0.10
Limit Hi       :      0.90
Hysteresis     :      0.01
Level Lo       :      0.20
Level Hi       :      0.80
```

## LED アラームの電圧を設定する

**LED** コマンドを使用すると、各チャンネルに対して異なる電圧レベルを設定できます。

**LED**<cr>

例：

**led ?**

```
Ch 1 Led Voltage      :      2.80 V
Ch 2 Led Voltage      :      2.80 V
```

## アナログ出力範囲を拡張する

**AOVER** コマンドを使用すると、アナログ出力チャンネルが指定範囲を 10% 超過することを許可できます。パラメーターのスケールはそのまま維持されます。超過範囲は、高温側の追加の測定範囲として使用されます。

**AOVER [ON/OFF]**<cr>

例：

```
aover on
          : ON
```

## シリアルライン出力コマンド

### 測定値の出力を開始する

**R** コマンドを使用すると、シリアルラインへの測定値の連続出力を開始できます。測定値は、ASCII テキスト文字列として出力されます。測定メッセージの書式は、**FORM** コマンドで設定します。

**R**<cr>

例：

```
r
aw=    0.261 T= 23.8 'C H2O=    15 ppm
```

出力の書式は、以下のコマンドを使用して変更できます。

- 出力間隔は **INTV** コマンドで変更できます。
- 出力メッセージの書式は **FORM** コマンドで変更できます。

## 測定値の出力を停止する

**S** コマンドを使用して、RUN モードを終了できます。このコマンドの後では他のすべてのコマンドが使用できるようになります。**Esc** ボタンを押すか変換器をリセットしても、出力を停止することができます。

**S**<cr>

インターフェースは、半二重インターフェースであるため、変換器が出力していない場合でもコマンドを入力する必要があります。変換器が出力測定メッセージを依然として出力している場合は、コマンドを再度入力してください。

初期設定（電源入力時）の操作モードを変更するには、35 ページの「**S**MODE コマンド」を参照してください。

## 出力間隔を設定する

**INTV** コマンドを使用すると、出力間隔を設定または表示できます。

**INTV** [*n xxx*]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

**n** = 時間間隔 = 0 ~ 255  
**xxx** = 時間の単位 = "S"、"MIN"、または"H"

例：

```
intv 1 min  
Output interval: 1 MIN
```

内部測定サイクルの制限により、最小出力間隔（**n** = 0）は、約 1 秒です。

## 指示値を 1 回だけ出力する

**SEND** コマンドを使用すると、**STOP** モード時に測定値を 1 回だけ出力できます。

出力書式は、変換器が出力できるパラメーターにより異なります。

**SEND** [aaa]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

aaa = 変換器アドレス (0 ~ 255)。変換器が **POLL** モードで作動しており、**OPEN** コマンドを使用してラインを開いていない場合に入力する必要があります。

例 (すべての指示値出力オプションを表示する場合。ただし、実際の出力は、注文時に変換器に対して選択した項目に従います。) :

```
send  
T= 25.2 'C aw= 0.299 H2O= 19 ppm RS= 29.9 %
```

## トラブルシューティングコマンド

### 現在アクティブなエラーを表示する

**ERRS** コマンドを使用すると、現在アクティブな変換器のエラー状態を表示できます。考えられるエラーおよび原因については、56 ページの表 10 を参照してください。

**ERRS**<cr>

例：

```
errs
No errors
```

### アナログ出力をテストする

**ATEST** コマンドを使用して、指定した値を強制的に出力し、校正済みのマルチメーターで測定することで、アナログ出力の動作をテストできます。このコマンドでは、チャンネルに対して現在選択されているアナログ出力（電圧または電流）が使用されます。このため、単位を指定する必要はありません。

テストする前に、**AMODE** コマンドを使用して、現在設定されているアナログ出力モードを確認することができます。出力のテスト後に、再度 **ATEST** コマンドを入力して、テストモードを終了します。

**ATEST** [xxx yyy]<cr>

記号の意味は次のとおりです。

xxx           = チャンネル 1 の出力値（V または mA）  
yyy           = チャンネル 2 の出力値（V または mA）

アナログチャンネルのテスト値および診断情報が出力されます。アナログ出力に問題がある場合は、これらの情報をヴァイサラサービスにお知らせください。

例：

```
atest 1 15
  1.00       2660
 15.00       19425
atest
  0.00       79
  0.00       20110
```

## その他のコマンド

### 変換器を POLL モードで開く

**OPEN** コマンドを使用すると、POLL モードの変換器に接続できます。

**OPEN** [*aaa*]  
<cr>

記号の意味は次のとおりです。

*aaa*            =    アドレス (0 ~ 255)

例 :

```
open 0  
MMT162 0 line opened for operator commands
```

### POLL モードの変換器への接続を閉じる

**CLOSE** コマンドを使用すると、変換器への接続を閉じることができます。

**CLOSE**<cr>

例 :

```
close  
line closed
```

## コマンドを一覧表示する

**HELP** コマンドを使用すると、利用可能なコマンドを一覧表示できます。

**HELP**<cr>

例：

**help**

```
?  
ACAL  
ADDR  
ADJD  
AERR  
ALARM  
AMODE  
AOVER  
ASEL  
ATEST  
CDATE  
CLOSE  
CRH  
CT  
CTEXT  
ERRS  
FILT  
FORM  
FRESTORE  
HELP  
INTV  
L  
LED  
OIL  
OILI  
OPEN  
PCOMP  
PRES  
R  
RESET  
SDELAY  
SEND  
SERI  
SMODE  
UNIT
```

## ユーザー校正係数を表示する

**L** コマンドを使用すると、シリアルライン上の現在のユーザー校正係数を表示できます。このコマンドは、湿度および温度測定に対して工場出荷時の設定に調整が加えられたかどうかを確認する場合に便利です。

**L**<cr>

出力値は次のとおりです。

- **RH** オフセットとゲイン : **RH** 測定に対する訂正。湿度測定を校正および調整すると、これらの値が変化します。
- **T** オフセットとゲイン : **T** 測定に対する訂正。温度測定を校正および調整すると、これらの値が変化します。

調整によってこれらの係数がどのように変化するかについては、59 ページの「調整ポイント」を参照してください。

例（ユーザーによる調整は行われておらず、初期設定値を表示する場合）：

```
l  
RH offset : 0.00000000E+00  
RH gain   : 1.00000000E+00  
T  offset : 0.00000000E+00  
T  gain   : 1.00000000E+00
```



## ユーザー校正係数を設定する

**LI** コマンドを使用すると、シリアルライン上のオフセットおよびゲイン係数に値を入力できます。工場出荷時の初期設定や以前の調整に戻す場合に便利です。

### 注意

このコマンドは、**L** コマンドの出力時に書き留めた値に戻す場合、または初期設定のオフセットおよびゲインを復元する場合にのみ使用してください。

**LI**<cr>

コマンドの入力後、係数の新しい値を入力するように求められます。オフセットの初期設定は 0 で、ゲインの初期設定は 1 です。

例（ユーザーによって調整されたオフセット値を表示し、0 で上書きする場合）：

```
li
RH offset : -4.35084105E-04 ? 0
RH gain   : 1.00000000E+00 ?
T offset  : -1.62982941E-02 ? 0
T gain    : 1.00000000E+00 ?
```

## 変換器をリセットする

**RESET** コマンドを入力すると、電源を入れたときと同様に、変換器が再起動されます。変換器の設定はすべて保持されます。変換器のシリアルラインモードは、**SMODE** コマンドを使用して設定したモードに設定されます。

**RESET**<cr>

## 工場出荷時の設定を復元する

**FRESTORE** コマンドを使用すると、変換器を工場出荷時の設定に戻すことができます。ユーザー設定はすべて失われます。

**FRESTORE**<cr>

## Modbus 通信

MMT162 の通信で使用されている Modbus の種類は、Modbus RTU です。一例として、変換器（アドレス 240）から現在測定されている温度の値を読み出す場合の要求と変換器の応答を以下に示します。

レジスター 3 および 4 を読み出す要求（現在測定されている T 値）：

F0h	03h	00h	02h	00h	02h	70h	EAh
変換器アド レス	ファンク ションコ ード	最初のレジ スターのア ドレス	読み出すレ ジスターの 数	読み出すレ ジスターの 数	読み出すレ ジスターの 数	CRC チェッ ク	CRC チェッ ク

IEEE 754-2008 binary32 の応答（41BBA77Ch = 23.4568 °C）：

F0h	03h	04h	A7h	7Ch	41h	BBh	88h	73h
変換器ア ドレス	ファンク ションコ ード	後に続く データのバイ ト数	最初のレ ジスターの データ	最初のレ ジスターの データ	2 番目の レジスター のデータ	2 番目の レジスター のデータ	CRC チ ェック	CRC チ ェック

利用可能な Modbus レジスターの一覧については、75 ページの「付録 A Modbus リファレンス」を参照してください。

### Modbus モードでのシリアルポートコマンドインターフェースへのアクセス

機器が Modbus モードになっている場合は、構成設定を変更することはできません（ただし、Modbus アドレスは除きます）。

Modbus モードになっている機器で設定コマンドを使用するには：

1. 必要に応じて、USB サービスケーブルを PC に接続し、ドライバをインストールします。
2. 端末プログラムを開き、19200、8、N、1、およびフロー制御なしの設定で、対応する COM ポートとの接続を開始します。
3. サービスケーブルを機器のコネクター II に差し込みます。
4. 3 秒以内に、端末プログラムを使用して、ハッシュ文字（#）と改行（Enter）を機器に送信します。これにより、機器に設定コマンドを入力できるようになります。**SMODE** コマンドを使用して Modbus を無効にしない限り、次回電源投入時に Modbus モードに戻ります。

たとえば、MMT162 機器で Modbus モードを無効にするには、上記の手順に従って、**SMODE STOP** コマンドを使用して Modbus モードを無効にします。それ以降の電源投入時には、シリアルコマンドインターフェースが有効になります。

## Modbus に関連した設定コマンド

RS-485 上の Modbus では、機器で Modbus プロトコルを有効にするほかに、ソフトウェアでシリアルビットレート、パリティ、ストップビット数、Modbus 機器アドレスを設定する必要があります。USB サービスケーブルを使用して、下の表 9 に一覧されているサービスコマンドで Modbus RTU を設定します。

表 9 Modbus RTU 用の設定コマンド

サービスコマンド	説明
<b>SMODE MODBUS</b>	Modbus 通信プロトコルを有効にします。
<b>SERI b p 8 s</b>	ボーレートとパリティを変更します。 b = ボーレート (9600、19200、38400、57600、115200) p = パリティ (E、N、または O) 8 = データビット数 (常に 8) s = ストップビット数 (パリティが N である場合は 2、それ以外の場合は 1*)  Modbus では、9600 b/s 未満のビットレートはサポートされていません。
<b>ADDR a</b>	Modbus アドレスを設定します。 a = 新しいアドレス (0 ~ 255) **
<b>SDELAY d</b>	追加の Modbus 応答遅延を追加します。*** d = 1/250 秒単位の新しい遅延 (0 ~ 255)

\* Modbus 仕様により、パリティが N である場合は、2 つのストップビットを使用することが規定されています。

\*\* アドレスを 0 に設定すると、Modbus バスから機器が切断されます。248 ~ 255 のアドレスは、Modbus 規格ではサポートされていませんが、MMT162 では使用することができます。

\*\*\* 追加の応答遅延は、バスコンバーターによる方向の切り替えの遅延による問題を回避する場合などに使用することができます。

### 注記

サービスケーブルによる設定の変更を有効にするには、機器のスイッチをオフにして再度オンにする必要があります。

## ppm 換算

### MMT162 による変圧器油の ppm 換算

通常、変圧器油の水分は ppm 単位を使用して測定されます。Ppm 出力は、オイル内の平均水分質量濃度を示しています。

MMT162 には、もう 1 つの ppm 出力オプションが用意されています。ただし、変換器の注文時にそのことを知らせる必要があります。この換算機能は、鉱物変圧器油に対してすぐに使用できません。

### 平均係数による換算モデル

MMT162 の換算モデルは、変圧器油の平均水溶解度の挙動に基づいています。ppm 出力は以下のように計算されます。

$$\text{ppm} = \text{aw} \times 10^{(A/(T+273.16)+B)}$$

記号の意味は次のとおりです。

- aw = 水分活性
- A、B = 係数（平均/オイル固有）
- T = 温度（°C）

一般的に、MMT162 の測定値の精度は、指示値の 10 % 以内です。さらに高い精度が必要な場合は、51 ページの「オイル固有の係数による換算モデル」を参照してください。

#### 注記

MMT330 の注文時に %RS 出力のみを選択した場合も、ppm 換算の内部計算で  $a_w$  が使用されます。

%RS を  $a_w$  に換算するには、%RS を 100 で割ります。

$$a_w = (\%RS / 100)$$

## オイル固有の係数による換算モデル

より高い精度が必要な場合は、鉱物油およびシリコンベースオイルの両方で、オイル固有の換算モデルを使用できます。モデル化を行うために、オイルサンプルをヴァイサラに送付する必要があります。それに基づいて、ヴァイサラがその変圧器油固有の係数（A および B）を決定します。詳細については、ヴァイサラにお問い合わせください。

決定した変圧器油係数は、ヴァイサラが MMT162 に設定することもできますし、この章で説明される指示に従って、ユーザーが設定することもできます。

### 注記

シリコンベースオイルの場合は、常にオイル固有の係数による換算モデルが必要になります。

## シリアルラインを使用したオイル係数の設定

ppm 換算およびオイル固有の係数のプログラムをヴァイサラに依頼した場合は、換算係数を設定する必要はありません。

係数を自分で定義した場合、またはヴァイサラからご使用のオイルタイプに固有の係数（A および B）を別途受け取った場合は、シリアルラインを使用して、それらの係数を MMT162 のソフトウェアに設定することができます。

### OIL

**OIL** シリアルラインコマンドを使用すると、ppm 換算用のオイル固有のパラメーターを表示できます。**OILI** コマンドを使用すると、新しいオイルパラメーターを設定できます。

例：

```
oil
Oil[0]   : -1.66269994E+03
Oil[1]   :  7.36940002E+00
Oil[2]   :  0.00000000E+00
```

記号の意味は次のとおりです。

Oil [0] パラメーター A に対応します。  
Oil [1] パラメーター B に対応します。  
Oil [2] パラメーター C に対応します。

## オイル固有の係数の決定

ppm 換算式は次のとおりです。

$$\text{ppm} = \text{aw} \times 10^{(B+A/T)}$$

以下の手順に従って、下記の式の係数 A と B を決定することができます。

$$\text{LOG}(\text{PPM}_{\text{sat}}) = B + A/T$$

必要な機器は以下のとおりです。

- 含水量を特定する装置（電量滴定装置や電磁式攪拌機など）
- オイルテスト実施場所：
  - 温度テストチャンバー
  - PTFE ストッパーで密封された水分プローブインレット付きの適切な容器（1 L 三角フラスコなど）
  - ヴァイサラ MMT162 変換器
  - 電磁式攪拌機

手順：

1. 滴定によりオイルサンプルの含水量を特定します。プロセスの実際の条件に近いオイル水分レベルを使用します。
2. MMT162 を使用し、20 °C 以上の差がある 2 つの温度で、このサンプルの水分活性を測定します。

### 注記

サンプルは注意深く密封する必要があります。外気に触れると、含水量が変化します。

### 注記

オイルサンプルが非常に乾燥していて、温度が互いに近い場合、計算モデルが不正確になる場合があります。性能を最大限に引き出すために、用途の実際の条件に相当するオイル条件を使用することを推奨します。サンプルの推奨値は、20 °C で aw が約 0.5 です。

3. 測定値から、aw、T、および PPM (w/w) の間の相関を決定します。次の例に従って、A と B を計算します。

$$A = \frac{\text{LOG}(PPM_{sat}[T2]) - \text{LOG}(PPM_{sat}[T1])}{1/(T2) - 1/(T1)}$$

$$B = \text{LOG}(PPM_{sat}[T1]) - A/T1$$

例 (測定した含水量が 213 ppm である場合) :

T (°C)	aw	ppm <sub>saturation</sub>
24.1	0.478	213/0.478 = 445.6067
57.6	0.188	213/0.188 = 1132.979

$$A = (\text{LOG}(1132.98) - \text{LOG}(445.607)) / (1/(57.6 + 273.16) - 1/(24.1 + 273.16)) = -1189.4581$$

$$B = \text{LOG}(445.607) - (-1189.4581) / (24.1 + 273.16) = 6.6503583$$

仮定 :

水分濃度に対する水分活性の等温線は直線で、溶解度曲線は指定された式の形を取るものとします。

## 第 5 章

# メンテナンス

この章では、本製品の基本的なメンテナンスに必要な事項を説明しています。

## クリーニング

糸くずの出ない柔らかい布切れを中性洗剤で湿らせ、変換器の筐体を拭いてください。

MMT162 プローブを保管する前と校正の前にセンサをクリーニングします。プローブをクリーニングするには、計器用エアとヘプタン ( $C_7H_{16}$ ) 液が必要です。ヘプタン液を用意できない場合は、ディーゼルオイルまたはガソリンを使用することもできます。計器用エアで乾燥させ、センサに付着したオイルの酸化を防止します。センサに付着したオイルが酸化すると、応答時間が長くなったり、ドリフトが発生したりする恐れがあります。

1. プローブの先端に計器用エアを（フィルターを取り付けた状態で）吹き付け、残留オイルを除去します。
2. プローブの先端をヘプタン液に浸し、オイルを洗い流します（最大 1 分間）。
3. 計器用エアでプローブの先端を乾燥させます。プローブを校正する場合は、フィルターを取り外し、計器用エアでセンサを乾燥させます。センサがきれいになっていることを確認します。

### 注記

センサは、（ケトンやアルコールなどの）極性溶剤に浸さないでください。



## フィルターの交換

1. フィルターをプローブから取り外します。
2. 新しいフィルターをプローブに取り付けます。ステンレス鋼フィルター（オイルおよび燃料電池用）を使用する際は、適切な力（推奨トルク：130 Ncm）で慎重にフィルターを締め付けてください。

新しいフィルターは、72 ページの「スペア部品とアクセサリ」を参照のうえ、ヴァイサラにご注文ください。

## センサの交換

MMT162 のセンサを交換する必要がある場合は、ヴァイサラサービスセンターにお問い合わせください。連絡先の詳細については、[www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters](http://www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters) を参照してください。

## エラー状態

MMT162 が次の状態になった場合は、プローブに問題があります。

- 4 ～ 20 mA のアナログ電流出力が 0 mA になった場合
- アナログ電圧出力が 0 V になった場合
- シリアルライン出力がアスタリスク文字 (\*\*\*) になった場合

起動手順時にも、シリアルラインにアスタリスク文字が表示されることがあります。

**ERRS** コマンドを使用して、シリアルインターフェースでエラーメッセージを確認することもできます。エラーが解消されない場合は、57 ページの「技術サポート」を参照のうえ、ヴァイサラにお問い合わせください。

表 10 エラーメッセージ

エラーメッセージ	処置
Voltage error	内部エラーまたは無効な電源電圧。
T meas error	内部エラー（温度センサの損傷によって発生した可能性があります）。
F meas error	内部エラー（HUMICAP® センサの損傷によって発生した可能性があります）。
Voltage too low error	供給された動作電圧が低すぎるため、動作の信頼性がありません。
Voltage too low for mA output	供給された動作電圧が低すぎるため、アナログ電流出力の動作の信頼性がありません。
Voltage is too low for V output	供給された動作電圧が低すぎるため、アナログ電圧出力の動作の信頼性がありません。
Program flash check sum error	内部エラー。
Parameter check sum error	内部エラー。
INFOA check sum error	内部エラー。
SCOEFS check sum error	内部エラー。
CURRENT check sum error	内部エラー。

## 不明なシリアル設定

変換器の現在のシリアル設定が不明な場合は、以下の手順に従って変換器に接続します。この手順は USB サービスケーブルを利用できることが前提です。

USB サービスケーブルと PuTTY 端末アプリケーションの詳細については、24 ページの「シリアル通信」を参照してください。

1. USB サービスケーブルを PC に接続します。ただし、この時点では変換器はまだ接続しません。
2. 端末アプリケーションを起動し、シリアル設定の初期設定である 19200 8 N 1 を使用して端末セッションを開きます。
3. USB サービスケーブルを変換器に差し込み、少なくとも 1 つのハッシュ文字「#」をすぐにシリアルラインに送信します。

#

4. これにより変換器の通常の起動が中断され、初期設定のシリアル設定でコマンドを変換器に入力できるようになります。? コマンドを実行すると、変換器の情報を確認できます。

?

変換器に現在保存されているシリアル設定が、**Baud P D S** とマークされた行に表示されます。

## 技術サポート

技術的な質問は、ヴァイサラ社技術サポートへ E メール ([aftersales.asia@vaisala.com](mailto:aftersales.asia@vaisala.com)) でお問い合わせください。最低限、サポートに必要な以下の情報をご提供ください。

- 問題になっている製品の名前とモデル
- 製品のシリアル番号
- 設置場所の名前と場所
- 問題に関する詳細情報をご提供いただける技術担当者の氏名および連絡先情報

ヴァイサラサービスセンターの連絡先情報については、[www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters](http://www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters) を参照してください。

## 第 6 章

# 校正と調整

この章では、本製品の校正および調整に必要な事項について説明します。

### 注記

校正とは、既知の基準（別の機器または既知の基準環境）と機器を比較することです。調整とは、正確に測定できるように機器の指示値を修正することです。

### 注記

センサに付着したオイルによって塩浴が汚染され、基準条件が変化する恐れがあるため、校正前にセンサをクリーニングすることが重要です。手順については、54 ページの「クリーニング」を参照してください。

MMT162 は、工場から出荷される際に校正と調整が行われています。校正間隔は用途によって異なります。校正を実施することで、変換器が精度の仕様を満たしていることを確認できます。

校正および調整を正確に行うには、一定の時間と準備が必要です。自分で行う代わりに、ヴァイサラサービスセンターに変換器の校正および調整を依頼することもできます。サービスセンターの連絡先情報については、[www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters/](http://www.vaisala.co.jp/jp/support/servicecenters/) を参照してください。

## 調整ポイント

### 湿度測定

MMT162 では、湿度測定を 1 点または 2 点で調整できます。

- 1 点調整では、RH 測定オフセットまたはゲインが変更されます。変換器は、測定された湿度に基づいてどちらの係数（オフセットまたはゲイン）を変更すればよいか判断します。
- 2 点調整では、オフセットとゲインの両方が変更されます。調整に使用する 2 点は、次の要件を満たしている必要があります。
  - 低湿側（50 %RH 未満の点）の測定値から調整を開始する。
  - 2 番目の点が 50 %RH を上回っている。
  - 2 点間の差が 30 %RH 以上開いている。

### 温度測定

MMT162 では、温度測定を 1 点または 2 点で調整できます。

- 1 点調整では、T 測定オフセットが変更されます。
- 2 点調整では、オフセットとゲインの両方が変更されます。調整に使用する 2 点は、次の要件を満たしている必要があります。
  - 低温側の測定値から調整を開始する。
  - 2 番目の点が最初の点よりも 30 °C 以上高い。

## 調整手順

ヴァイサラ HUMICAP<sup>®</sup> ハンディタイプオイル内水分温度計 MM70 を使用して、MMT162 を校正および調整することができます。詳細については、以下の項を参照してください。

- 61 ページの「MM70 と基準プローブを使用した校正および調整」。
- 63 ページの「MM70 と基準環境を使用した校正および調整」。

コンピューターと端末プログラムを使用してシリアルインターフェースに接続することで、シリアルコマンドを使用して校正および調整を行うことができます。詳細については、以下の項を参照してください。

- 66 ページの「シリアルラインでの相対湿度調整」。
- 68 ページの「シリアルラインでの温度調整」。

シリアルライン上で現在適用されている校正係数を確認または消去するには、以下の項を参照してください。

- 46 ページの「ユーザー校正係数を表示する」。
- 47 ページの「ユーザー校正係数を設定する」。

## MM70 と基準プローブを使用した校正および調整

必要な機器は以下のとおりです。

- 完全に充電した MI70 指示計 (MM70 パッケージに含まれる測定表示器)
- 校正済みの MMP70 シリーズプローブ (MM70 ハンディタイプメーターに付属)
- MM70 ハンディタイプメーター用接続ケーブル (219980)

MM70 ハンディタイプメーターと校正済みの基準プローブを使用して、MMT162 を確認および調整できます。環境が十分に安定している場合、これらの手順は、MMT162 をオイル内に取り付けたままで行うことができます。

1. 219980 接続ケーブルの一方の端を MMT162 のポート II に差し込み、もう一方の端を MI70 指示計のポート II に差し込みます。
2. 基準プローブを MI70 指示計のポート I に接続します。
3. 基準プローブを MMT162 と同じ環境に挿入します。
4. 温度および湿度が安定するまで 30 分待ちます。
5. MI70 の電源をオンにします。
6. MI70 のメニューから **Display (表示) → Quantities and units (項目および単位)** を選択し、両方のポート (I および II) からの測定値が利用可能であることを確認します。MMT162 が検出されない場合は、すでに電源がオンになり、初期設定ではないシリアルライン設定が使用されている可能性があります。以下の手順を試みてください。
  - a. MI70 をオフにします。
  - b. ケーブルを MMT162 のポート I から取り外します。
  - c. MI70 の電源をオンにします。
7. MI70 のメニューから **Functions (機能) → Adjustments (II) (調整 (II))** を選択し、**Start (開始)** を押します。“Adjustments (調整)”という語の後ろ側にポート II の記号が表示されることを確認します。これは基準プローブも MI70 で調整できるためです。
8. 調整モードが開始されます。調整モードになっている間は、自動電源オフが無効になります。**OK** を押してメッセージを閉じます。

9. 一覧から校正および調整するパラメーター (RH または T) を選択し、**Select (選択)** を押します。これらの手順は両方のパラメーターとも同じです。以下では、便宜上、RH を選択した場合の手順を示しています。
10. MI70 によって求められた場合は、基準プローブの環境設定を確認および調整します。
11. 選択したパラメーターについて、両方の機器からの値が表示されます。デルタパラメーター ( $\Delta$ RH など) は、2つの値の差を示しています。この差が MMT162 変換器と基準プローブの測定の不確かさの合計を下回っている必要があります。結果に従って、次のいずれかの手順を実施します。
  - MMT162 変換器が精度の仕様を満たしている場合は、調整手順を続行する必要はありません。**Back (戻る)** および **Exit (終了)** を選択し、調整モードを終了します。
  - 調整が必要な場合は、次の手順に進みます。
12. **Adjust (調整)** を選択し、**To same as RH (I) (RH (I) に合わせる)** を選択します。
13. **Do you really want to adjust? (調整しますか?)** というメッセージが表示されます。**Yes (はい)** を選択します。**Adjustment done (調整が完了しました)** というテキストが表示され、数秒後に調整モードに戻ります。デルタパラメーターの値を確認し、調整が反映されていることを確認します。
14. **Back (戻る)** を選択し、パラメーター選択画面に戻ります。
15. 調整する新しいパラメーターを選択して上記の手順を繰り返すか、**Exit (終了)** を押して調整モードを終了します。



## MM70 と基準環境を使用した校正および調整

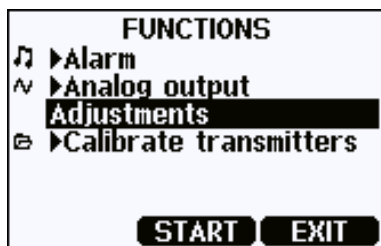
必要な機器は以下のとおりです。

- 完全に充電した MI70 指示計 (MM70 パッケージに含まれるハンディタイプの測定表示器)
- MM70 ハンディタイプメーター用接続ケーブル (219980)
- 59 ページの「調整ポイント」に一覧されている要件を満たした 1 つまたは 2 つの基準環境

たとえば、ヴァイサラ HMK15 湿度校正器を使用して、湿度の 2 点校正および 2 点調整を行うことができます。LiCl (11 %RH) および NaCl (75 %RH) 水溶液を使用します。HMK15 用の特殊なカバーセット (230914) も必要になります。HMK15 を使用して 2 点校正を行う場合は、安定するまでの時間が長くなったり、基準がずれてしまったりしないように、各ソルトチャンバーに専用のカバーを取り付けます。

1. 219980 接続ケーブルの一方の端を MMT162 のポート II に差し込み、もう一方の端を MI70 指示計のポート II に差し込みます。
2. MMT162 のポート I にケーブルが接続されている場合は、ケーブルを取り外します。
3. MI70 指示計に MMP70 プロブが接続されている場合は、プロブを取り外します。
4. MMT162 からフィルターを取り外し、プロブを基準環境 (LiCl (11 %RH) ソルトチャンバーなど) に挿入します。
5. 温度および湿度が安定するまで 30 分待ちます。
6. MI70 指示計の電源をオンにします。

7. MI70 のメニューから **Functions (機能)** → **Adjustments (調整)** を選択し、**Start (開始)** を押します。



8. 調整モードが開始されます。調整モードになっている間は、自動電源オフが無効になります。**OK** を押してメッセージを閉じます。
9. 一覧から校正および調整するパラメーター (**RH** または **T**) を選択し、**Select (選択)** を押します。これらの手順は両方のパラメーターとも同じです。以下では、便宜上、**RH** を選択した場合の手順を示しています。
10. 変動しない安定した **RH** 値が表示される必要があります。測定値と基準の湿度の差が **MMT162** 変換器と基準環境の測定の不確かさの合計を下回っている必要があります。結果に従って、次のいずれかの手順を実施します。
- **MMT162** 変換器が精度の仕様を満たしている場合は、調整手順を続行する必要はありません。**Back (戻る)** および **Exit (終了)** を選択し、調整モードを終了します。
  - 調整が必要な場合は、次の手順に進みます。



11. **Adjust (調整)** を押し、**1-point adjustment (1点調整)** または **2-point adjustment (2点調整)** を選択します。
12. **Ready (準備)** を押し、調整しているパラメーターの適正值 (基準値) を入力します。完了したら **OK** を押し、調整するかどうか尋ねられたら **YES (はい)** を押します。
13. これで、最初の調整点の入力は完了です。**1-point adjustment (1点調整)** を選択した場合は、**Adjustment done (調整が完了しました)** というテキストが表示されます。これで、1点調整は完了です。**Back (戻る)** および **Exit (終了)** を選択し、調整モードを終了します。

**2-point adjustment (2点調整)** を選択した場合は、指示計に 2 番目の参照点に関する画面が表示されます。次の手順に進みます。

調整がうまくできない場合は、参照環境が 59 ページの「調整ポイント」に一覧されている要件を満たしていることを確認し、測定値が安定していることを確認してください。確認したら、再度調整を行ってください。

14. MMT162 を 2 番目の基準環境 (NaCl (75 %RH) ソルトチャンバーなど) に移動させます。
15. 測定値が安定するまで待つて、**Ready (準備)** を押します。基準点の適正值を入力します。完了したら **OK** を押し、調整するかどうか尋ねられたら **YES (はい)** を押します。
16. **Adjustment done (調整が完了しました)** というテキストが表示されます。これで、2点調整は完了です。**Back (戻る)** を選択してパラメーター選択画面に戻り、**Exit (終了)** を選択して調整モードを終了します。
17. MMT162 を基準環境から取り外し、フィルターを取り付けます。

## シリアルラインでの相対湿度調整

必要な機器は以下のとおりです。

- 以下を備えたコンピューター
  - Windows オペレーティングシステム
  - 端末アプリケーション
  - 使用されていない USB ポート
  - ヴァイサラ USB ケーブルのドライバー（インストール済み）
- USB シリアルインターフェースケーブル（219690）
- 59 ページの「調整ポイント」に一覧されている要件を満たした 1 つまたは 2 つの基準湿度

たとえば、ヴァイサラ HMK15 湿度校正器を使用して、湿度の 2 点校正および 2 点調整を行うことができます。LiCl（11 %RH）および NaCl（75 %RH）水溶液を使用します。HMK15 用の特殊なカバーセット（230914）も必要になります。HMK15 を使用して 2 点校正を行う場合は、安定するまでの時間が長くなったり、基準がずれてしまったりしないように、各ソルトチャンバーに専用のカバーを取り付けます。

1. MMT162 のポート I にケーブルが接続されている場合は、ケーブルを取り外します。
2. MMT162 からフィルターを取り外し、センサを基準湿度内に挿入します。2 点校正を開始する場合は、低湿側の基準から始めます。HMK15 を使用している場合は、LiCl 塩浴（11 %RH）から始めます。
3. 湿度が安定するまで少なくとも 30 分待ちます。
4. MMT162 を PC に接続します（24 ページの「シリアル通信」を参照）。次に、端末プログラムを開きます。
5. **1** コマンドを入力し、現在アクティブな校正係数を表示します。詳細については、46 ページの「ユーザー校正係数を表示する」を参照してください。
6. **crh** コマンドを入力し、Enter を押します。  
crh

7. **c** と入力して **Enter** を押し、指示値を更新し、指示値が安定していることを確認します。

```
RH : 11.9206 1. ref ? c
RH : 11.9206 1. ref ?
```

8. 指示値が安定したら、「?」の後に基準湿度を入力して、**Enter** を押します。

```
RH : 11.9191 1. ref ? 11.3
Press any key when ready ...
```

9. これで、最初の調整点の保存は完了です。次のいずれかの手順を実施する必要があります。

- **Enter** を **1 度**だけ押して、次の手順（2 点調整）に進みます。2 番目の基準点に関する調整シーケンスが開始されます。

```
RH : 11.3143 2. ref ?
```

- **Enter** を **2 度**押して手順を終了し、1 点調整のみを完了します。調整シーケンスが終了し、**OK** というテキストが表示されます。手順 12 に進んでください。

**OK**

10. プローブを 2 番目の基準湿度内に移動させます。HMK15 を使用している場合は、NaCl 塩浴（75 %RH）を使用します。ケーブルを変換器から取り外さないでください。ケーブルを取り外すと、調整シーケンスが中断されます。

11. 湿度が安定するまで待ちます。**c** と入力して **Enter** を押し、指示値を更新し、指示値が安定していることを確認します。

```
RH : 68.0236 2. ref ? c
RH : 71.1774 2. ref ?
```

12. 指示値が安定したら、「?」の後に基準湿度を入力して、**Enter** を押します。

```
RH : 74.3220 2. ref ? 75.5
OK
```

13. これで、RH 調整は完了です。**1** コマンドを入力し、RH の校正係数が変更されていることを確認します。

14. MMT162 を基準環境から取り外し、フィルターを取り付けます。

## シリアルラインでの温度調整

必要な機器は以下のとおりです。

- 以下を備えたコンピューター
  - Windows オペレーティングシステム
  - 端末アプリケーション
  - 使用されていない USB ポート
  - ヴァイサラ USB ケーブルのドライバー（インストール済み）
- USB シリアルインターフェースケーブル（219690）
- 59 ページの「調整ポイント」に一覧されている要件を満たした 1 つまたは 2 つの基準温度

1. MMT162 のポート I にケーブルが接続されている場合は、ケーブルを取り外します。
2. MMT162 からフィルターを取り外し、センサを基準温度内に挿入します。2 点校正を開始する場合は、低温側の基準から始めます。
3. 温度が安定するまで少なくとも 30 分待ちます。
4. MMT162 を PC に接続します（24 ページの「シリアル通信」を参照）。次に、端末プログラムを開きます。
5. **1** コマンドを入力し、現在アクティブな校正係数を表示します。詳細については、46 ページの「ユーザー校正係数を表示する」を参照してください。
6. **ct** コマンドを入力して **Enter** を押します。  
ct
7. **c** と入力して **Enter** を押し、指示値を更新し、指示値が安定していることを確認します。  
T : 22.3106 1. ref ? c  
T : 22.3251 1. ref ?
8. 指示値が安定したら、「?」の後に基準温度を入力して、**Enter** を押します。  
T : 22.3261 1. ref ? 22.3  
Press any key when ready ...

9. これで、最初の調整点の保存は完了です。次のいずれかの手順を実施する必要があります。

- Enter を **1 度**だけ押して、次の手順（2 点調整）に進みます。2 番目の基準点に関する調整シーケンスが開始されます。

T : 22.3009 2. ref ?

- Enter を **2 度**押して手順を終了し、1 点調整のみを完了します。調整シーケンスが終了し、**OK** というテキストが表示されます。手順 12 に進んでください。

OK

10. プローブを 2 番目の基準温度内に移動させます。ケーブルを変換器から取り外さないでください。ケーブルを取り外すと、調整シーケンスが中断されます。

11. 温度が安定するまで待ちます。c と入力して Enter を押し、指示値を更新し、指示値が安定していることを確認します。

T : 54.1243 2. ref ? c

T : 54.1442 2. ref ?

12. 指示値が安定したら、「?」の後に基準温度を入力して、Enter を押します。

T : 55.1841 2. ref ? 55.1

OK

13. これで、温度調整は完了です。1 コマンドを入力し、T の校正係数が変更されていることを確認します。

14. MMT162 を基準環境から取り外し、フィルターを取り付けます。

## アナログ出力の調整

アナログ出力の校正では、アナログ出力は強制的に下記の値が使用されます。

- 電流出力 : 2 mA と 18 mA
- 電圧出力 : 出力範囲の 10 % と 90 % の値

MMT162 を校正済みの電流/電圧計（マルチメーター）に接続し、選択した出力の種類に応じて電流または電圧を測定します。

アナログ出力を校正するには、37 ページの「アナログ出力を校正する」を参照してください。

## 第 7 章

# 技術データ

この章では、本製品の技術データを示しています。

## 仕様

表 11 水分活性/相対飽和度

特性	説明/値
測定範囲 (a <sub>w</sub> / %RS)	a <sub>w</sub> 0 ~ 1 (-40 ~ +180 °C/ -40 ~ +356 °F) %RS 0 ~ 100 %RS
塩類溶液 (ASTM E104-85) を使用して校正した場合の精度 (非直線性、ヒステリシス、再現性を含む) :	a <sub>w</sub> ±0.02 (0 ~ 0.9) ±2 %RS (0 ~ 90 %RS)  a <sub>w</sub> ±0.03 (0.9 ~ 1.0) ±3 %RS (90 ~ 100 %RS)
オイルフロー内での応答時間 (標準) ステンレス鋼フィルター使用時	< 1 分 (低湿-高湿)
センサ	HUMICAP®

表 12 温度

特性	説明/値
測定範囲	-40 ~ +80 °C (-40 ~ +176 °F)
+20 °C (+68 °F) での標準精度	±0.2 °C (±0.36 °F)
電子回路の標準的な温度依存性	± 0.005 °C/°C (± 0.003 °F/°F)
温度センサ	Pt 100 RTD Class F0.1 IEC 60751

表 13 使用環境

特性	説明/値
動作温度	-40 ~ +60 °C (40 ~ +140 °F)
気圧範囲	金属バージョン : 最大 200 bar プラスチックバージョン : 最大 40 bar
適合 EMC 規格	EN61326-1 : 工業環境
オイルフロー	ある程度のフローを推奨



表 14 入力と出力

特性	説明/値
最小動作電圧 電流出力 電圧出力 RS-485	22 ~ 28 VDC 16 ~ 28 VDC 14 ~ 28 VDC
電源電流 通常測定	20 mA + 負荷電流
外部負荷 電流出力 電圧出力	最大 500 Ω 最小 10 kΩ
アナログ出力（標準 2 個） 電流出力 電圧出力	0 ~ 20 mA、4 ~ 20 mA 0 ~ 5 V、0 ~ 10 V
20 °C でのアナログ出力の精度	フルスケールの ±0.05 %
アナログ出力の 温度依存性	電流：フルスケールの ±0.005 %/°C 電圧：
デジタル出力	RS-485

表 15 機構的仕様

特性	説明/値
インターフェースケーブル コネクタ	プラグ（メス）および平行または直角 コネクタ付きの M8 シリーズ 4 ピン （オス）
プローブケーブル径	5.5 mm
プローブケーブル長 シールド被覆付き ケーブル 直角ケーブル LED ケーブル	0.32 m、3 m、5 m および 10 m 2 m および 5 m 3 m
ハウジング材質 金属 プラスチック	AISI 316L PPS + 40 % GF
ハウジング等級	IP 65 (NEMA 4)
機械的接続 オプション 1 オプション 2	ISO G1/2" NPT 1/2"
重量 ISO ねじ付きの金属製 NPT ねじ付きの金属製 ISO ねじ付きのプラス チック製	200 g 200 g 65 g

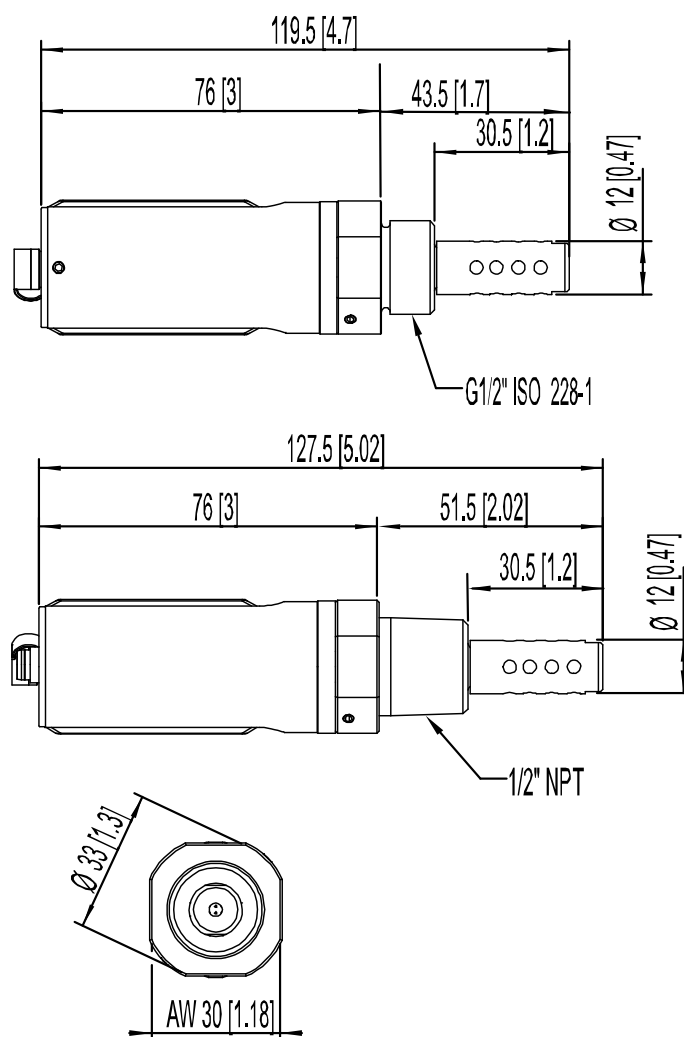
## スペア部品とアクセサリ



スペア部品、アクセサリ、および校正用製品に関する情報は、  
[www.vaisala.com](http://www.vaisala.com) および [store.vaisala.com](http://store.vaisala.com) から入手できます。

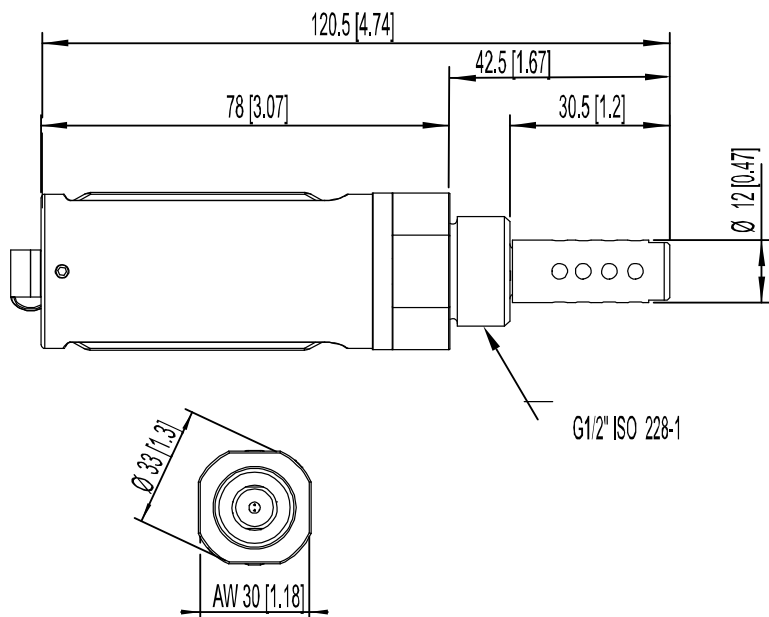
内容	注文コード
MM70 用接続ケーブル	219980
USB シリアルインターフェースケーブル	219690
CH1 信号 + Ch2 LED ケーブル、M8 ねじコネクタ	MP300LEDCBL
シーリングリングセット (銅) ISO G1/2、3 個	221524SP
シーリングリングセット (Uシール) ISO G1/2、3 個	221525SP
コネクタ用保護プラグ	218675
ISO 1/2" プラグ	218773
NPT 1/2" プラグ	222507
110 ~ 240 VAC 外部電源	POWER-1
HMK15 用校正アダプター	211302SP
HMK15 用の特殊カバーセット	230914
<b>フィルター</b>	
ステンレス鋼グリッドフィルター (3 mm 穴)	225356SP
高流速用ステンレス鋼グリッドフィルター (2 mm 穴、1 m/s を超える高流速用)	221494SP
<b>アナログ/RS-485 出カケーブル</b>	
0.32 m (1 ft) シールド被覆付きケーブル、M8 ねじ コネクタ	HMP50Z032
3 m (9.8 ft) シールド被覆付きケーブル、M8 ねじ コネクタ	HMP50Z300
5 m (16.4 ft) シールド被覆付きケーブル、M8 ねじ コネクタ	HMP50Z500
10 m (32.8 ft) シールド被覆付きケーブル、M8 ね じコネクタ	HMP50Z1000
2 m (9.8 ft) ケーブル、直角コネクタ	221739
5 m (16.4 ft) ケーブル、直角コネクタ	221740
<b>サンプリングセル</b> <b>(ISO G1/2" 用のみ)</b>	
サンプリングセル	DMT242SC
1/4" Swagelok オスコネクタ付きサンプリング セル	DMT242SC2

# 寸法 (mm (インチ))



0804-084

図 13 金属製ハウジング変換器の寸法



0804-085

図 14 プラスチック製ハウジング変換器の寸法

## 付録 A

## MODBUS リファレンス

この付録では、MMT162 変換器の Modbus プロトコルの実装内容について説明します。

## 通信の初期設定

工場出荷時に Modbus が有効になっている場合の通信の初期設定については、下の表 16 を参照してください。シリアルラインコマンドを使用した通信設定の設定方法については、49 ページの表 9 を参照してください。

表 16 通信の初期設定

設定	初期設定値
ビットレート	19200
データビット数	8
パリティ	E
ストップビット数	1
機器のアドレス	240
応答遅延	0
通信モード	MODBUS

## 注記

Modbus 自体で機器のアドレスを変更することもできます (レジスター 1537)。

## サポートされている Modbus ファンクション

表 17 サポートされているファンクションコード

ファンクションコード (10 進数)	ファンクションコード (16 進数)	ファンクション名 (仕様で定義済み)	備考
3	03	Read Holding Registers	利用可能なレジスターについては、77 ページの表 18 を参照してください。
16	10	Write Multiple Registers	利用可能なレジスターについては、77 ページの表 18 を参照してください。
43 14	2B 0E	Read Device Identification	利用可能な機器識別オブジェクトについては、78 ページの表 19 を参照してください。

**注記**

電源投入後、Modbus 要求を送信する前に 5 秒待ってください。

# Modbus レジスターマップ

表 18 Modbus レジスターマップ

論理アドレス (10進数)	PDU アドレス (16進数)	レジスタの説明	データ形式	レジスタの種類	備考	
3	00 02	T (測定値)	LSW MSW	32 ビット 浮動 小数点	読み取り専用	°C
4	00 03					
29	00 1C	a <sub>w</sub> (測定値)	LSW MSW	32 ビット 浮動 小数点	読み取り専用	
30	00 1D					
35	00 22	H <sub>2</sub> O (オイル) (測定値) *	LSW MSW	32 ビット 浮動 小数点	読み取り専用	ppm
36	00 23					
513	02 00	不良状態	16 ビット ブール値	読み取り専用	1 = エラーなし	
516	02 03	エラーコード	LSW MSW	32 ビット ビットフィールド	読み取り専用	0 = エラーなし
517	02 04					
785	03 10	オイル係数 A (設定値) *	LSW MSW	32 ビット 浮動 小数点	読み取り/書き込み	
786	03 11					
787	03 12	オイル係数 B (設定値) *	LSW MSW	32 ビット 浮動 小数点	読み取り/書き込み	
788	03 13					
1537	06 00	アドレス	16 ビット 整数	読み取り/書き込み	1 ~ 255 (Modbus では 1 ~ 247)	

\* 機器のモデルによっては、使用できない場合があります。

PDU アドレス

LSW  
MSW

16 ビット整数

16 ビットブール値

32 ビットビットフィールド

32 ビット浮動小数点

読み取り専用

読み取り/書き込み

Modbus プロトコルデータユニットで使用されている実際のアドレスバイト。

最下位ワード (15 ~ 0 ビット)。

最上位ワード (31 ~ 16 ビット)。

数値 (0 ~ 65535)。

数値 (0 または 1)。

32 個の値 (各値は 0 または 1)。

IEEE 754 に従ってエンコードされた浮動小数点数。

レジスタ値は Modbus ファンクションで変更できません。

レジスタ値は Modbus ファンクションで変更できます。

## 機器識別オブジェクト

表 19 機器識別オブジェクト

オブジェクト ID (10 進数)	オブジェクト ID (16 進数)	オブジェクト名 (仕様で定義済み)	例
0	00	VendorName	ヴァイサラ
1	01	ProductCode	MMT162
2	02	MajorMinorVersion	1.10
3	03	VendorUrl	<a href="http://www.vaisala.co.jp">http://www.vaisala.co.jp</a>
4	04	ProductName	ヴァイサラ HUMICAP® オイル 用水分温度変換器 MMT162
128	80	SerialNumber*	H0510038
129	81	CalibrationDate*	2014-08-21
130	82	CalibrationText*	Vaisala/HEL

\* ヴァイサラ固有の機器情報オブジェクト

**注記**

機器識別オブジェクトへのストリームアクセスと個別アクセスの両方がサポートされています。



[www.vaisala.com](http://www.vaisala.com)

