



# Level Plus<sup>®</sup>

Temposonics<sup>®</sup>テクノロジー搭載  
磁歪式液面トランスミッタ

**Modbus インターフェース取扱説明書**  
LPシリーズ

## 目次

1. お問い合わせ先 .....	3
2. 用語の説明 .....	4
3. はじめに .....	6
4. 安全上の注意事項 .....	6
5. クイックスタートアップガイド .....	6
5.1 作業を開始する前に .....	6
5.2 クイックスタートアップ手順 .....	6
6. ディスプレイメニュー .....	6
6.1 動作モード .....	6
6.1.1 実行モード .....	6
6.1.2 プログラムモード .....	6
6.2 ディスプレイの構成 .....	7
6.3 メニュー構造 .....	7
7. アラーム .....	7
8. エラーコード (障害) .....	8
9. Modbus インターフェイス .....	8
9.1 LP Dashboard .....	9
9.1.1 LP Dashboard のインストール .....	9
9.1.2 ホーム画面 .....	9
9.1.3 Configuration [ 設定 ] .....	10
9.1.4 Signal Settings [ 信号設定 ] .....	10
9.1.5 Level Settings [ レベル設定 ] .....	10
9.1.6 Temperature Settings [ 温度設定 ] .....	11
9.1.7 Volume Settings [ 体積設定 ] .....	12
9.1.8 Flash Settings [ フラッシュ設定 ] .....	12
9.1.9 Save Settings [ 保存設定 ] .....	13
9.2 ディスプレイの設定 .....	12
9.3 Modbus ファンクションコード .....	14
9.4 Modbus レジスタマップ .....	16
9.5 単位の使い方 .....	20
9.6 Modbus レジスタマップに関する注意事項 .....	20
9.7 体積計算に使用する公式 .....	22

## 1. お問い合わせ先

### 米国

#### 全般

Tel: +1-919-677-0100  
Fax: +1-919-677-2343  
Eメール: [info.us@mtssensors.com](mailto:info.us@mtssensors.com)  
<http://www.mtssensors.com>

#### 郵送先および発送先

MTS Systems Corporation  
Sensors Division  
3001 Sheldon Drive  
Cary, North Carolina, 27513, USA

#### カスタマーサービス

Tel: +1-800-633-7609  
Fax: +1-800-498-4442  
Eメール: [info.us@mtssensors.com](mailto:info.us@mtssensors.com)

#### テクニカルサポートおよびアプリケーション

24 Hour Emergency Technical Support  
Tel: +1-800-633-7609  
Eメール: [levelplus@mts.com](mailto:levelplus@mts.com)

### 日本

#### 全般

Tel.: +81-42-775-3838  
Fax: +81-42-775-5516  
Eメール: [info.jp@mtssensors.com](mailto:info.jp@mtssensors.com)  
<http://www.mtssensors.com>

#### 郵送先および発送先

MTS センサーテクノロジー株式会社  
〒194-0211  
東京都町田市相原町 737

#### テクニカルサポートおよびアプリケーション

Tel.: +81-42-775-3838  
Fax: +81-42-775-5512

### ドイツ

#### 全般

Tel.: +49-2351-9587-0  
Fax: +49-2351-56491  
Eメール: [info.de@mtssensors.com](mailto:info.de@mtssensors.com)  
<http://www.mtssensors.com>

#### 郵送先および発送先

MTS Sensor Technologie, GmbH & Co. KG  
Auf dem Schüffel 9  
D - 58513 Lüdenscheid, Germany

#### テクニカルサポートおよびアプリケーション

Tel.: +49-2351-9587-0  
Eメール: [info.de@mtssensors.com](mailto:info.de@mtssensors.com)  
<http://www.mtssensors.com>

## 2. 用語の説明

### 6A 重油

「一般的な原油」、API 比重に対して 60°F に体積を補正します。

### 6B 軽油

「一般的な製品」、API 比重に対して 60°F に体積を補正します。

### 6C 化学品

個別かつ特別な用途に適した「体積補正係数 (VCF)」、熱膨張係数に対して 60°F に容量を補正します。

### 6C Mod

VCF を定義するための調整可能な温度基準。

## A

### API 比重

水と比較して石油がどの程度重いまたは軽いを示す基準。許容値は (6A) で 0 ~ 100 度 API、(6B) で 0 ~ 85 度 API です。

## D

### DDA

'Direct Digital Access' – MTS が本質的安全区域で使用するために開発した専用デジタルプロトコル。

## F

### FOUNDATION™ fieldbus

プラントや工場のオートメーション環境でベースレベルのネットワークとして稼動する全デジタルシリアル双方向通信システム。FOUNDATION™ により開発および管理されています。

## G

### GOVI

'Gross Observed Volume of the Interface' (境界面下の液体容量) – 境界面下の液体がタンクに占める総容量。GOVI は 2 種類の液体を計測する際にみに得られ、タンク内の総液体量から製品の液体容量を減じること (GOVT – GOVP) により算出されます。

### GOVP

'Gross Observed Volume of the Product' (液体容量) – 製品である液体がタンクに占める総容量。計測する液体が 1 種類の場合は、総容量 (GOVT) ともなります。2 種類の液体を計測する場合は、タンク内の総液体量から境界面下の液体容量を差し引いた量 (GOVT – GOVI) です。

### GOVT

'Total Gross Observed Volume' (総容量) – タンク内の総液体量。計測する液体が 1 種類の場合は、液体容量 (GOVP) と等価です。2 種類の液体を計測する場合は、界面下液体容量と液体容量の合計 (GOVP + GOVI) と等価です。

### GOVU

'Gross Observed Volume Ullage' (目減り容量) – タンクの稼働容量とタンク内の総容量との間の容量差 (稼働容量 – GOVT)。

## H

### HART®

インテリジェントなフィールド機器とホストシステムとの間のデータアクセスを提供する双方向通信プロトコル。

## M

### MODBUS

Modicon 社がプログラマブルロジックコントローラ (PLC) 用として 1979 年に公開したシリアル通信プロトコル。事実上の業界標準通信プロトコルとなっており、産業用電子機器の接続手段として現在最も一般的に利用されています。

## N

### NEMA Type 4X

主に腐食、風に吹き飛ばされた塵や雨、水はね、ホースに向けられた水に対してある程度の保護を提供し、かつ筐体上の氷結による損傷を回避するための屋内外用の製品筐体。内部結露や内部氷結などの状況に対する保護の提供は目的ではありません。

### NPT

パイプと継手の接合に使用するパイプ用テーパねじを規定した米国規格。

### NSVP

'Net Standard Volume of the Product' (正味標準液体容量) – タンク内の温度補正した液体容量。温度計測機能を備えたトランスミッタの発注が必要です。NSVP は、液体容量に温度に基づいた体積補正係数を乗ずること (GOVP × VCF) により算出されます。

## T

### TEC

'Thermal Expansion Coefficient' (熱膨張係数) – 物体の温度変化と体積の変化との相関性を示す値。許容値は 270.0 ~ 930.0 です。TEC の単位は 10 E-6/°F です。

## V

### VCF

'Volume Correction Factor' (体積補正係数) – 温度点と液体の膨脹/収縮に対する補正係数との関係を示した対応表。本トランスミッタは 50 ポイントまで対応します。

## イ

### インターフェース

名詞：別の液体の下に位置するある液体の水面の高さ。

### インターフェース

形容詞：ユーザーによるソフトウェアプロトコル (HART、DDA、MODBUS) へのアクセスを可能にするソフトウェアグラフィカルユーザーインターフェース (GUI)。

## オ

### 温度補正法

(6A、6B、6C、6C Mod およびカスタムテーブルを含む) 60°Fからの温度変化を理由に変化したタンク内の製品容量を補正するために使用する5つの製品補正方法の中の1つ。

## カ

### 稼働容量

ユーザーが容器に対して望む最大液体容量。一般には、容器の80%をオーバーフィル前の最大容量とします。

## キ

### 基準温度

密度を計測する温度。許容値は 0°C ~ 66°C (32°F ~ 150°F) です。

### 球体オフセット

不均一な球体形状による球体の付加的体積を占めるオフセット値。この値は球体半径と併せて体積計算に使用されます。

### 球体半径

液体を含む球体の内部半径。この値は球体オフセットと併せて体積計算に使用されます。

## シ

### 質量

重力場に重量を生じさせる物体の特性で、基準温度での密度に体積補正係数を乗ずること (密度 × VCF) により算出されます。

## ス

### ストラップテーブル

容器の高さとその高さで入る容量を示した対応表。本トランスミッタは100ポイントまで対応します。

## タ

### 体積計算モード

球体およびストラップテーブルなど、レベル計測値から体積計測値を計算するために使用する2つの方法のうちの1つ。

## ホ

### 防災

爆発性ガス雰囲気が発火する可能性のある部品を内蔵し、爆発性混合物の内部爆発時に生じる圧力に耐え、筐体を取り囲む爆発性ガス雰囲気への爆発の伝播を防ぐ筐体を基本とした保護タイプ。

### 防爆

爆発性ガス雰囲気が発火する可能性のある部品を内蔵し、爆発性混合物の内部爆発時に生じる圧力に耐え、筐体を取り囲む爆発性ガス雰囲気への爆発の伝播を防ぐ筐体を基本とした保護タイプ。

### 本質的安全

'Intrinsically safe' (本質的安全) - 爆発の可能性のある空気に曝露された相互接続配線を有する装置内の電気エネルギーを火花や加熱の影響が発火の原因となり得ないレベルにまで制限することを基礎とする保護タイプ。

## ヒ

### 比重

同一条件下における水の密度に対する液体の密度比。

## ミ

### 密度

特定の温度の物体の質量を体積で割った値。密度値は lb/ft<sup>3</sup> 単位で入力する必要があります。

## 3. はじめに

### 3.1 本書の目的と使用について

本製品の操作を開始する前に、本書をよくお読みになり、安全に関する注意事項に従ってください。

この技術文書およびそのさまざまな添付資料の内容は、IEC 60079-14 および各地の規制に準拠した有資格サービススタッフまたは MTS 専門のサービス担当者による取り付け、設置、および試運転に関する情報の提供を目的としています。

### 3.2 使用されている記号と警告

警告は人身の安全のため、および記載されている製品または接続される装置の損傷を回避するためのものです。本書では以下に定める図記号を先頭に配置することにより、人員の生命や健康に影響を与えるか、または物質的な損害を発生させる可能性のある危険を回避するための安全に関する情報および警告を強調しています。

記号	意味
	物理的損害や人身傷害を引き起こす可能性のある状況を示します。

## 4. 安全上の注意事項

### 4.1 使用目的

本書の目的はプロトコルインターフェースに関する詳細情報を提供することです。すべての安全に関する情報は各製品の取扱説明書に記載されています。液面トランスミッタに接続する前に、取扱説明書をよくお読みください。

## 5. クイックスタートアップガイド

### 5.1 作業を開始する前に

#### 注意：

適切な動作を保証するには、「Send Data Control」および M シリーズセットアップソフトウェアを備えた RS-485 変換機を使用する必要があります。  
例：  
RS-485/USB、MTS 380114

### 5.2 クイックスタートアップ手順

- +24 VDC を端子に接続します。
- データ線を端子に接続します。
- データ線に PC (または他のデバイス) を接続します。(PC を使用している場合は、RS-485/USB 変換器を使用します。詳細は、上記の注意を参照してください。)
- トランスミッタの電源を入れます。
- LP Dashboard を起動します。COM ポートとアドレスを選択します。Modbus の工場出荷時デフォルトアドレスは '247' です。

- アドレスをインストール時のネットワークに適したアドレスに変更します。
- 液面フロート、境界面フロート、温度の挙動が適切であることを確認します。
- トランスミッタの電源を切ります。
- データ線を取り外します。
- トランスミッタを容器に設置します (取扱説明書を参照)。
- 電源とデータ線を再度接続します。
- セットアップソフトウェアを使用して現在のタンクの高さを校正します (オプション)。
- ホストシステムと通信できることを確認します。

### デフォルト通信パラメータ

Modbus: 4800 BAUD 8、N、1 データビット 8、パリティなし、ストップビット 1

## 6. ディスプレイメニュー

すべての LP シリーズ液面トランスミッタには、ディスプレイの操作に使用するスタイラス (MTS 部品番号 404108) が同梱されます。シングルおよびデュアルキャビティハウジングの場合、スタイラスはハウジングを取り外すことなくユニットを設定できるように設計されています。スタイラスを使用する際は、ボタン周囲の輪郭と同じ向きにスタイラスをそろえるようにしてください。スタイラスを正しくそろえないと、ディスプレイが適切に機能しない原因となる可能性があります。

#### 注意：

LP シリーズのディスプレイを操作する場合、MTS スタイラス以外のものは使用しないでください。

#### 注意：

不適切な方法でスタイラスを使用した場合、ディスプレイが適切に動作しなくなる場合があります。

### 6.1 動作モード

LP シリーズ液面トランスミッタは次のいずれかの動作モードで稼働します。これらの動作モードを利用して、さまざまな動作パラメータを校正およびセットアップすることができます。

#### 6.1.1 実行モード

実行モードは基本となる動作モードです。このモードでは計測、データ表示、Modbus コマンドへの応答が行われます。

#### 6.1.2 プログラムモード

プログラムモードは液面トランスミッタの試運転およびトラブルシューティングで主に使用されるモードです。全メニューおよび利用可能な機能については、6.3 項「メニュー構造」を参照してください。プログラムモードに入るには、スタイラスを使用して 6.2 項「ディスプレイの構成」に示される ENTER キーを押します。プログラムモードは、不当な変更が起きないようにパスワードによって保護されています。工場出荷時のデフォルトパスワードは '27513' です。プログラムモードのときは、遠隔通信が機能しません。自動タイムアウト機能が提供されているため、不注意によりトランスミッタでプログラムモードが継続されないようになっています。タイムアウトは 1 分に設定されており、その後しばらくするとさらにプロンプトが出されます。タイムアウトは合計 2 分です。

**注意：**

ディスプレイでプログラムモードを終了する際は、すべての変更が受理されたことを確認するために必ずユニットがリセットされます。リセットしてから液面トランスミッタがコマンドに反応できるようになるまでにかかる時間は約5秒です。

**注意：**

プログラムモードでは、トランスミッターは入力された Modbus コマンドに反応しません。プログラムモードであることを通知するために、ビジーエラーがコントローラに送信されます。この機能はユーザーがディスプレイからプログラムモードにアクセスしている間に、他のユーザーが遠隔の端末からユニットを設定できないようにします。

**6.2 ディスプレイの構成**

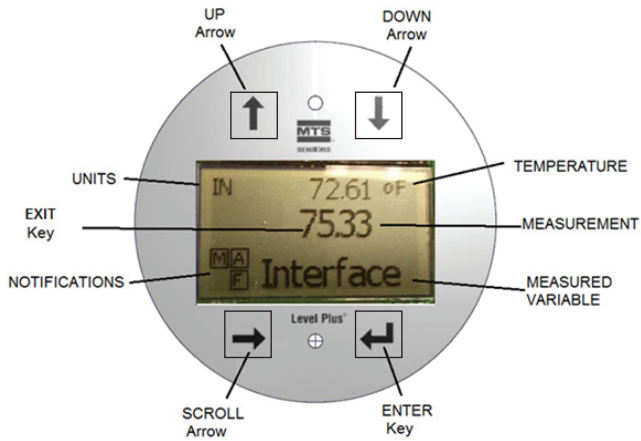


図 1 : Modbus ディスプレイ

**上矢印キー** - 画面上でカーソルを上を移動したり、数値を増加させたりします。

**下矢印キー** - 画面上でカーソルを下を移動したり、数値を減少させたりします。

**スクロールキー** - 画面上でカーソルを右に移動します。カーソルは一周して元に戻ります。

**ENTER キー** - プログラムモードに入るとき、ハイライトした項目を選択するとき、選択内容を確定するときに使用します。

**EXIT キー** - ディスプレイの中の隠しキーで、いつでもメニューを閉じたいときに使用します。

**計測項目** - 表示するように選択されたプロセス変数です。選択した項目間で自動的にスクロール表示されます。

**計測値** - 計測項目の数値をディスプレイに表示します。

**単位** - 計測項目の計測値の単位をディスプレイに表示します。

**温度** - タンク内の液体の平均温度を表示します。温度計機能を搭載した液面トランスミッタのみに表示されます。

**通知情報** - 四角で囲んだ4つの文字が表示されます。左上の四角は常時表示され、DDAモードを表すDまたはModbusモードを表すMが示されます。右上のAの四角はアラーム発生時にのみ表示されます。アラームを確認するときは、上矢印キーを切り替えます。右下のFの四角は障害発生時にのみ表示されます。エラーコードを確認するときは、下矢印キーを切り替えます。左下のPの四角は本ユニットの設定が遠隔から行われている際にのみ表示されます。

**6.3 メニュー構造**

- Data From Device [ デバイスからのデータ ]
  - Display [ ディスプレイ ]
  - Units [ 単位 ]
    - ▶ Length Units [ 長さの単位 ]
    - ▶ Temp Units [ 温度の単位 ]
    - ▶ Volume Units [ 体積の単位 ]
  - Address [ アドレス ]
  - Signal Strength [ 信号強度 ]
    - ▶ Prod Trig Lvl [ 液面トリガーレベル ]
    - ▶ Int Trig Lvl [ 境界面トリガーレベル ]
    - ▶ Roof Trig Lvl [ 上限トリガーレベル ]
- Calibrate [ 較正 ]
  - Product Level [ 液面レベル ]
    - ▶ Current Level [ 現在のレベル ]
    - ▶ Offset [ オフセット ]
  - Interface Level [ 境界面レベル ]
    - ▶ Current Level [ 現在のレベル ]
    - ▶ Offset [ オフセット ]
  - Roof Level [ 上限レベル ]
    - ▶ Current Level [ 現在のレベル ]
    - ▶ Offset [ オフセット ]
- Factory [ 工場 ]
  - Settings [ 設定 ]
    - ▶ Gradient [ 勾配 ]
    - ▶ Serial Number [ シリアル番号 ]
    - ▶ HW Revision [ ハードウェア修正 ]
    - ▶ SW Revision [ ソフトウェア修正 ]
    - ▶ SARA Blanking [ SARA ブランキング ]
    - ▶ Magnet Blanking [ マグネットブランキング ]
    - ▶ Gain [ ゲイン ]
    - ▶ Min Trig Level [ 最小トリガーレベル ]
  - Temp Setup [ 温度設定 ]
  - Float Config [ フロート設定 ]
  - Auto Threshold [ 自動閾値 ]
  - Baud Rate [ ボーレート ]
  - Volume [ 体積 ]
  - Reset to Factory [ 工場出荷時設定にリセット ]

**7. アラーム**

Modbus の出力には複数のアラームが付与されており、これらはディスプレイに表示されます。アラームを確認するときは、スタイラスで上矢印をタップします。Modbus の出力は、問題が発生して液面値の出力が信頼できない場合、注文長よりも大きな異常な高値になるよう設定されています。

## 8. エラーコード (障害)

障害コード	説明	是正処置
101	マグネット不在	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Float Configuration [ フロート設定 ] が取り付けられているフロートの数に対して正しいことを確認します。</li> <li>• フロートが無効部分にないことを確認します。</li> <li>• Auto Threshold [ 自動閾値 ] が有効であることを確認します。</li> <li>• センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。</li> </ul>
102	内部障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
103	内部障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
104	内部障害 3	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
105	ローブ障害 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto Threshold [ 自動閾値 ] が有効であることを確認します。</li> <li>• センサーの電源を入れ直します。</li> <li>• 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。</li> </ul>
106	ローブ障害 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto Threshold [ 自動閾値 ] が有効であることを確認します。</li> <li>• センサーの電源を入れ直します。</li> <li>• 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。</li> </ul>
107	デルタ障害	用途について検討するため、お問い合わせください。
108	内部障害 4	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
109	ピーク障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto Threshold [ 自動閾値 ] が有効であることを確認します。</li> <li>• センサーの電源を入れ直します。</li> <li>• 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。</li> </ul>
110	ハードウェア障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
111	電源障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>• センサーの電源を入れ直します。</li> <li>• 電源の定格を確認します。</li> <li>• 配線を確認します。</li> <li>• 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。</li> </ul>
112	ハードウェア障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
113	ハードウェア障害 3	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
114	ハードウェア障害 4	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
115	タイミング障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
116	タイミング障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
117	タイミング障害 3	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
118	DAC 障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。

障害コード	説明	是正処置
119	DAC 障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
120	DAC 障害 3	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
121	DAC 障害 4	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
122	SPI 障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
123	SPI 障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
124	セットポイント障害	アナログのセットポイントが近過ぎています。最小間隔はアナログで 150 mm (6 in)、SIL で 290 mm (11.5 in) です。必要に応じて設定したセットポイントを調整します。(アナログのみ) 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
125	ループ 1 が範囲外	マグネットが期待測定範囲内に配置されていることを確認します。必要に応じて設定したセットポイントを調整します。(アナログのみ) 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
126	ループ 2 が範囲外	マグネットが期待測定範囲内に配置されていることを確認します。必要に応じて設定したセットポイントを調整します。(アナログのみ) 適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
127	EEPROM 障害 1	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
128	EEPROM 障害 2	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
129	フラッシュ障害	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。
130	内部エラー	センサーの電源を入れ直します。適切な動作に戻らない場合は、お問い合わせください。

## 9. Modbus インターフェイス

### 注意：

RS-485 のデータ線の終端処理およびバイアスは以下のとおりです。

### バイアス

それぞれの LP シリーズトランスミッターでは、フェールセーフのスルーレート制限型 RS-485/RS-422 トランシーバーが使用されています。接続中のデバイス (PLC、DCS、PC、変換器) には追加のバイアス抵抗を設置しないでください。

### 終端処理

それぞれの LP シリーズトランスミッターでは、フェールセーフのスルーレート制限型 RS-485/RS-422 トランシーバーが使用されています。接続中のデバイス (PLC、DCS、PC、変換器) に追加の終端抵抗は必要ありません。



## 9.1 LP Dashboard

デジタルトランスミッターにおける Modbus の実装は、Modicon 社から入手できる「Modicon Modbus Protocol Reference Guide, PIMBUS-300 Rev. G」に準拠しています。以下の情報は、このリファレンスガイドに記載されている Modbus プロトコルに精通していることを前提に提供されています。提供されるすべての情報は、Modbus RTU プロトコルのみに適用されます。

### 9.1.1 LP Dashboard のインストール

Modbus インターフェースの較正およびセットアップパラメータの調整は、LP-Series Dashboard を使用して行えます。このダッシュボードは、RS485/USB 変換器 (MTS 部品番号 380114) を使用して Windows 7 以降のどの OS からでも実行することができます。

LP Dashboard をインストールして通信を確立するには、次の手順を実施します。

1. 液面トランスミッターに付属の USB メモリーからセットアップソフトウェアをインストールするか、www.mtssensors.com にアクセスしてセットアップソフトウェアの最新バージョンをダウンロードします。
2. 液面トランスミッターに RS485/USB 変換器を接続し、24 VDC 電源を接続したあと、RS485/USB 変換器を PC に接続します。セットアップ例を以下に示します。

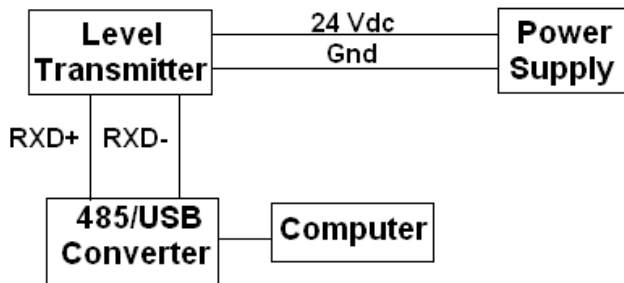


図 2 : セットアップ例

3. LP Dashboard を開き、ドロップダウンメニューから Modbus プロトコルを選択します。
4. COM Port [COM ポート] を選択します。ソフトウェアに使用可能な COM ポートが表示されます。LP Dashboard を起動する前に変換器を確実に接続してください。未接続の場合は COM ポートが表示されません。
5. 液面トランスミッターの工場出荷時のデフォルトアドレスは 247 です。アドレスに 247 を選択します。アドレスが不明な場合は、アドレス範囲の下部または表示メニューにある検索機能を使用してください。

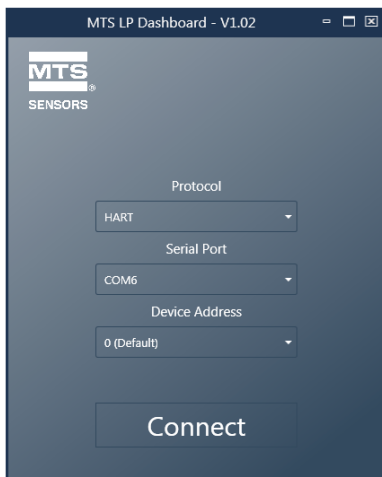


図 3 : 初期画面

### 9.1.2 ホーム画面

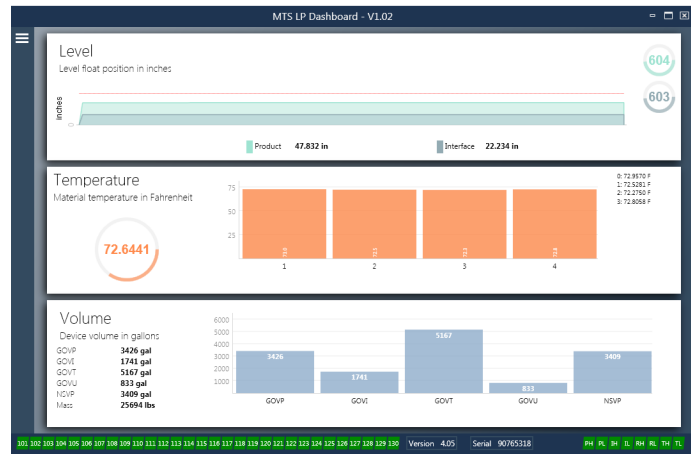


図 4 : ホーム画面

LP Dashboard のホーム画面は、温度計測機能の注文の有無や体積計測が有効か否かによって表示内容が異なります。液面トランスミッターが温度計測機能を備えており、かつ体積計測が有効である場合は、図のようなホーム画面が表示されます。液面トランスミッターが温度計測機能を備えていない場合は、ホーム画面に温度を示す中央のパネルが表示されません。液面トランスミッターの体積計測機能が有効である場合は、ホーム画面に最下部のパネルが表示されません。ホーム画面にアクセスするには、左上の白いバーを押します。

最上部の Level [レベル] パネルには、液面および境界面の高さ (レベル) を示す計測結果が表示されます。液面フロートのみを選択した場合は、液面フロートのみが表示されます。太字の数値はレベルを数で、グラフは数値の時間経過をグラフィカルに表現したものです。赤い線は液面トランスミッターの注文長に基づいたおおよその最大レベルです。液面パネルの右にある数値は、上が液面フロートの、下が境界面フロートのトリガーレベルです。これらは液面トランスミッターが受信している戻り信号の強度を表します。

Temperature [温度] パネルは温度計測機能が注文され、オンになっている場合にのみ表示されます。左側には液面より下にあるすべての温度センサーの平均温度の数値が表示されます。パネル中央の棒グラフには、個々の温度計測ポイントが表示されます。Temperature 1 は常にパイプやホースの底に最も近い位置の最低温度を示します。

Volume [体積] パネルは最下部にあります。左側には単位を含む GOVP、GOVI、GOVT、GOVU、NSVP、および質量の数値が示されます。中央の棒グラフは、体積の計測値をグラフに表したものです。

ホーム画面の最下部に沿っては、第 8 項に記載されている障害コードをビジュアル表示しています。緑色は障害がないこと、赤は障害が発生中であることを示します。その隣の中央にはファームウェアバージョンが、その後にシリアル番号が表示されています。右端には LP Dashboard で設定できるソフトアラームのランプがあります。緑色はアラームが作動していないこと、赤はアラームが作動したことを示します。

### 9.1.3 Configuration [設定]

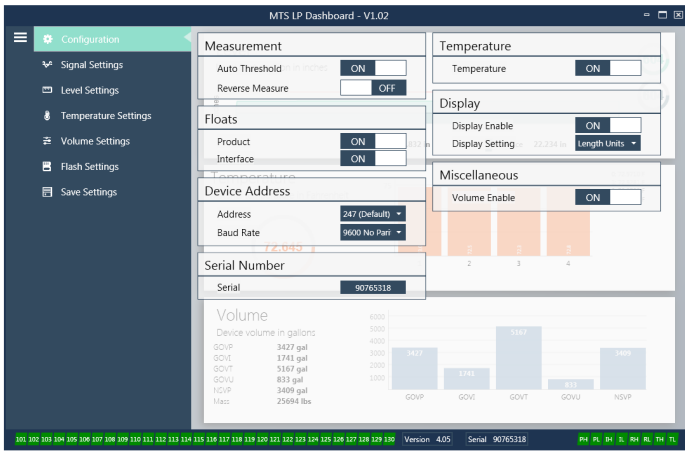


図 5 : Configuration [設定]

Configuration [設定] タブでは、液面トランスミッターを特定の用途に合わせて設定することができます。

#### 工場設定：

**Auto Threshold [自動閾値] :** デフォルト設定は ON です。OFF にしないでください。この機能を使用すると、パフォーマンスが最適化されるようユニットが閾値を自動的に調整します。

**Product Float [液面フロート] :** デフォルト設定はすべての用途で ON です。

**Interface Float [境界面フロート] :** 2つのループを注文した場合のデフォルト設定は ON です。1つのループを注文した場合のデフォルト設定は OFF です。ON にしたフロートの数が液面トランスミッターに物理的に取り付けられているフロートの数と異なる場合、液面トランスミッターはエラーとなります。

**Serial Number [シリアル番号] :** MTS により製造時に割り当てられたシリアル番号です。シリアル番号は部品の追跡時や交換時に使用します。変更しないでください。

**Temperature [温度] :** 温度計測機能なしで注文した場合のデフォルト設定は OFF です。温度計測機能付きで注文した場合のデフォルト設定は ON です。液面トランスミッターを温度計測機能付きで注文しなかった場合は、Temperature [温度] を ON にしても作動せず、液面トランスミッターが強制的にエラーとなります。

**Display Enable [ディスプレイの有効化] :** デフォルト設定は ON です。設定を OFF に変更して電源を入れ直すと、ディスプレイを OFF にすることができます。

#### ユーザー設定：

**Reverse Measure [逆計測] :** MTS 液面トランスミッターのカウントする方向を変更することができます。デフォルト設定は OFF です。液面トランスミッターは、パイプ/ホースの先端を基準にして先端からカウントアップします。ON に設定すると、液面トランスミッターのヘッドを基準にして、先端方向に移動しながらカウントアップします。

**Device Address [デバイスアドレス] :** Modbus アドレスを設定することができます。デフォルトアドレスは 247 です。ネットワークではデフォルトアドレスを使用しないでください。

**Baud Rate [ボーレート] :** 希望するボーレートを選択することができます。デフォルト設定は 4800 です。

**Display Setting [表示設定] :** エンドユーザーが表示内容を設定することができます。選択できるのは Level [レベル] または Volume [体積] です。デフォルト設定は Level [レベル] です。

**Volume Enable [体積の有効化] :** LP シリーズの体積計算機能を ON または OFF にすることができます。

### 9.1.4 Signal Settings [信号設定]

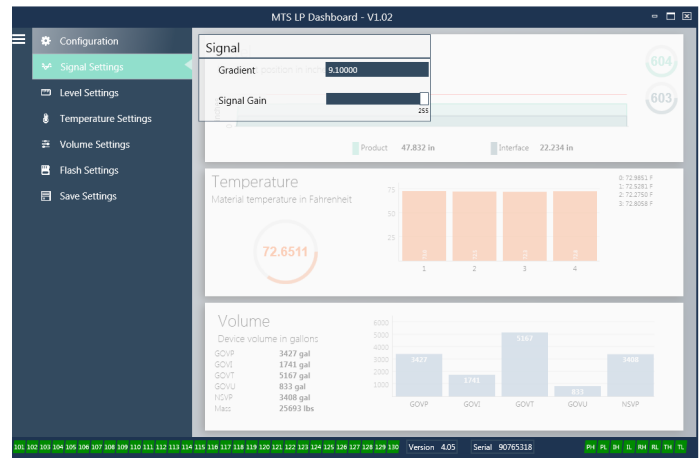


図 6 : Signal Settings [信号設定]

#### 工場設定：

**Gradient [勾配] :** 磁歪信号がセンサー素子を伝わる時の速度です。一般的な範囲は 8.9 ~ 9.2 です。センサー素子の交換時以外は変更しないでください。この数値を変更すると、精度に直接影響が及びます。

**Signal Gain [信号ゲイン] :** 呼び掛け信号パルスの強度です。MTS ではあらゆる長さに対して同じ電子機器を使用し、注文長に基づいて信号を調整しています。MTS の工場からの指示がないかぎり、変更しないでください。

### 9.1.5 Level Settings [レベル設定]

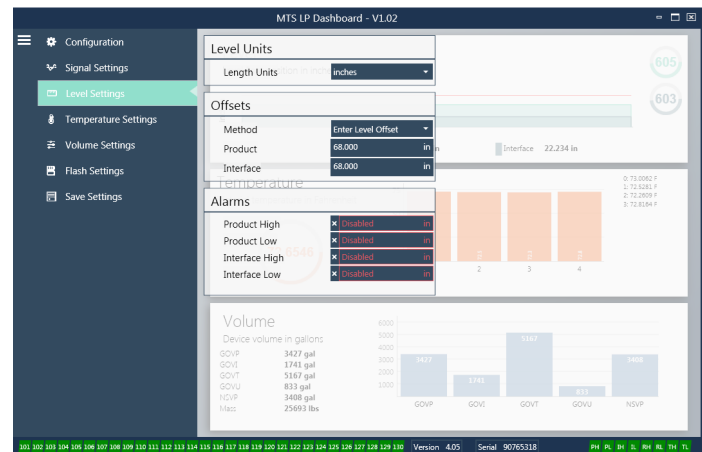


図 7 : Signal Settings [信号設定]

### 9.1.5 Level Settings [レベル設定] (続き)

#### 工場設定:

**Method [方法] – Enter Level Offset [レベルオフセットを入力]:** レベル計測値のオフセットを直接変更する較正方法です。オフセットはレベル出力の決定において使用されるゼロ基準点です。工場の指示がない場合は使用しないでください。

**Product Offset [液面オフセット]:** 注文長、無効部分、取り付け長を含む液面トランスミッターの全長です。工場の指示がない場合は Enter Level Offset [レベルオフセットを入力] の設定を変更しないでください。このオフセットは、Product [液面] の Enter Current Tank Level [現在のタンクレベルを入力] を設定すると変更されます。Product Offset [液面オフセット] と Interface Offset [境界面オフセット] は互いに独立しています。

**Interface Offset [境界面オフセット]:** 注文長、無効部分、取り付け長を含む液面トランスミッターの全長です。工場の指示がない場合は Enter Level Offset [レベルオフセットを入力] の設定を変更しないでください。このオフセットは、Interface [境界面] の Enter Current Tank Level [現在のタンクレベルを入力] を設定すると変更されます。Product Offset [液面オフセット] と Interface Offset [境界面オフセット] は互いに独立しています。

#### ユーザー設定:

**Length Units [長さの単位]:** 工学単位向けに使用する計測単位です。デフォルト設定はインチ単位で注文した場合はインチ、mm 単位で注文した場合は mm です。この設定にはインチ、フィート、ミリメートル、センチメートル、メートルなどを選択できます。

**Method [方法] – Enter Current Tank Level [現在のタンクレベルを入力]:** ある計測ポイントを基準にして液面トランスミッターを較正する較正方法です。Method [方法] ドロップダウンボックスから Enter Current Tank Level [現在のタンクレベルを入力] を選択します。Product Level [液面レベル] に進み、タンクレベルが変化していない間に手作業で計測した現在の液面レベルの値を入力します。Interface Level [境界面レベル] に進み、タンクレベルが変化しない間に手作業で計測した現在の境界面レベルの値を入力します。左下隅に Update [更新] ボックスが表示されたらこれをクリックすると、液面トランスミッターが較正されます。

**Product High Alarm [高液面アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。液面レベルがボックス内の値を超えるとアラームが作動します。

**Product Low Alarm [低液面アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。液面レベルがボックス内の値を下回るとアラームが作動します。

**Interface High Alarm [高境界面アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。境界面レベルがボックス内の値を超えるとアラームが作動します。

**Interface Low Alarm [低境界面アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。境界面レベルがボックス内の値を下回るとアラームが作動します。

### 9.1.6 Temperature Settings [温度設定]

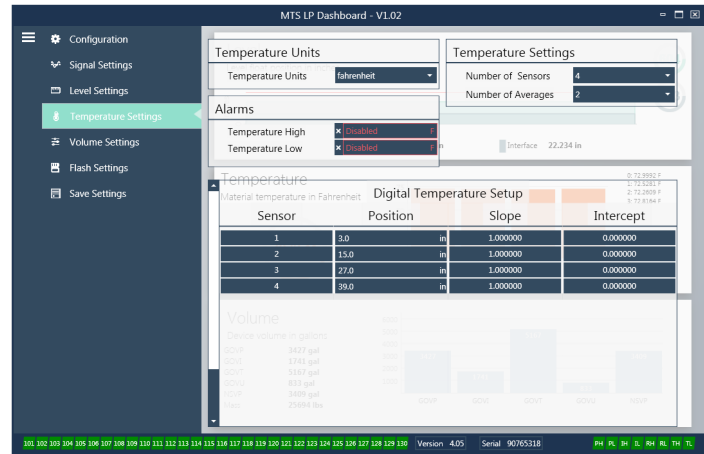


図8: Temperature Settings [温度設定]

#### 工場設定:

**Number of Sensors [センサーの数]:** 液面トランスミッターが探索する温度センサーの数を定めます。この数値はモデル番号内の温度センサーの数に一致する必要があります。

**Number of Averages [平均の数]:** これは温度出力用に平均化された温度データの数です。数値が高いほど、平均化された温度データが多いことを示します。数値が高いほど出力は平坦化されますが、処理温度変化の更新も遅くなります。

**Position [位置]:** パイプの端部を基準とした際の温度センサーの位置です。

**Slope [傾き]:** 温度センサーの較正係数です。デフォルト設定は 1.0 です。新しい温度センサー素子を注文するまで変更しないでください。

**Intercept [切片]:** 温度センサーの較正係数です。デフォルト設定は 0.0 です。新しい温度センサー素子を注文するまで変更しないでください。

#### ユーザー設定:

**Temperature Units [温度の単位]:** 温度設定の計測単位を変更します。Fahrenheit [華氏] または Celsius [摂氏] を選択できます。

**Temperature High Alarm [高温アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。温度がボックス内の値を超えるとアラームが作動します。

**Temperature Low Alarm [低温アラーム]:** ボックスの隣にある X や  $\checkmark$  をクリックすることにより無効化または有効化できるソフトウェアアラームです。温度がボックス内の値を下回るとアラームが作動します。

### 9.1.7 Volume Settings [体積設定]

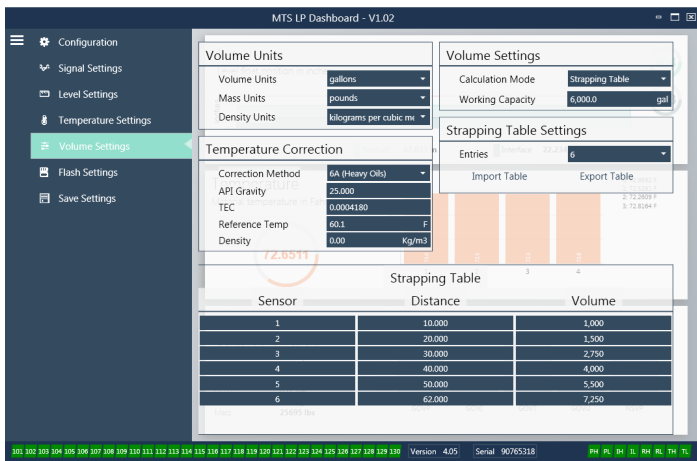


図9: アナログ設定

#### ユーザー設定:

**Volume Units [体積の単位]:** 体積出力の計測単位を選択することができます。選択できるのは liters [リットル]、cubic millimeters [立方ミリメートル]、cubic meters [立方メートル]、cubic inches [立方インチ]、cubic feet [立方フィート]、gallons [ガロン]、および barrels [バレル] です。

**Density Units [密度の単位]:** 密度入力 of 計測単位を選択することができます。選択できるのは kilograms [キログラム]、grams [グラム]、ounces [オンス]、pounds [ポンド]、ton [トン]、および tonnes [トン] です。

**Mass Units [質量の単位]:** 質量出力の計測単位を選択することができます。選択できるのは grams per milliliter [グラム/ミリリットル]、grams per liter [グラム/リットル]、kilograms per cubic meter [キログラム/立方メートル]、kilograms per liter [キログラム/リットル]、pounds per cubic inch [ポンド/立方インチ]、pounds per cubic foot [ポンド/立方フィート]、pounds per gallon [ポンド/ガロン]、ton per cubic yard [トン/立方ヤード]、および tonnes per cubic meter [トン/立方メートル] です。

**Correction Method [補正法]:** 6A、6B、6C、6C Mod、およびカスタムテーブルを含む利用可能な API テーブルから温度補正法を選択することができます。カスタムテーブルを使用すると、最大 50 ポイントのカスタム温度補正テーブルを入力することができます。

**API Gravity [API 比重]:** 用語集に定義されている液体の API 比重を入力することができます。6A および 6B 補正法の場合に使用します。

**TEC:** 温度補正に使用される熱膨張係数です。許容値は 270 ~ 930 です。TEC の単位は 10 E-6 / °F です。6C Mod 補正法の場合に使用します。

**Reference Temp [基準温度]:** 6C Mod 補正法の場合の基準温度を指定することができます。

**Density [密度]:** 質量計算のために計測した密度を入力することができます。

**Calculation Mode [計算モード]:** ストラップテーブルと球体のどちらを使用するか選択することができます。デフォルト設定は Sphere [球体] です。

**Working Capacity [稼働容量]:** 損量を計算できるようにタンクの稼働容量を入力することができます。

**Sphere Radius [球体半径]:** 体積計算に使用する球体の半径です。

**Sphere Offset [球体オフセット]:** タンク形状に基づいて球体の体積計算結果に追加する必要があるオフセット値です。

**Entries [エントリー]:** 使用するストラップテーブルのエントリーポイント数を選択することができます。最大数は 200 です。

**Export Table [エクスポートテーブル]:** 液面トランスミッターからストラップテーブルをエクスポートすることができます。これは常にストラップテーブルの完成後に行う必要があります。サイト名やタンク番号などの固有の識別名で保存してください。

**Import Table [インポートテーブル]:** ファイルからストラップテーブルをインポートすることができます。電子機器の交換時や同一サイズのタンクに利用できます。

### 9.1.8 Flash Settings [フラッシュ設定]

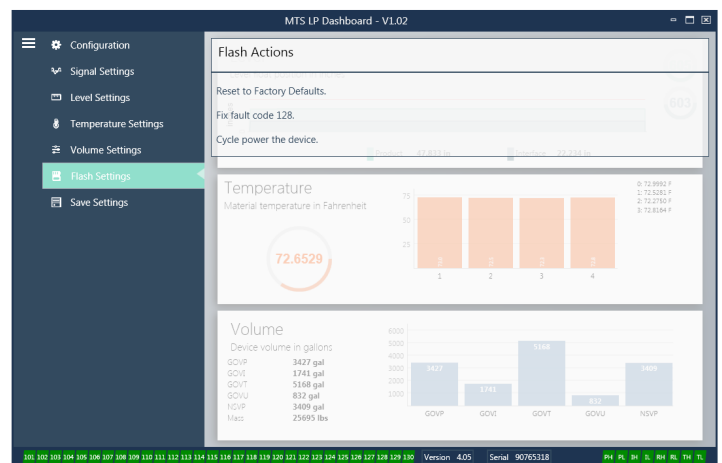


図10: Flash Settings [フラッシュ設定]

#### ユーザー設定:

**Reset to Factory Defaults [工場出荷時設定にリセット]:** すべての設定を MTS 工場出荷時の元の設定に戻すことができます。本設定はトラブルシューティングにおける最初のステップとして使用することを目的としています。ゼロおよびスパンの設定点は工場出荷時設定にリセットされるのでご注意ください。

**Fix fault code 128 [固定障害コード 128]:** 障害コード 128 が赤で表示された場合は、ダッシュボード上のリンクをクリックして障害をクリアしてください。

**Cycle power the device [デバイスの再起動]:** 液面トランスミッターの電源を自動的にオフおよびオンにしてデバイスを再起動させることができます。

### 9.1.9 Save Settings [保存設定]

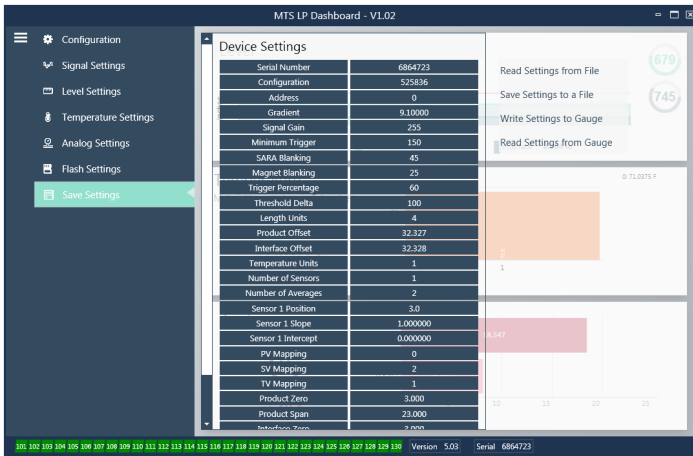


図11: Save Settings [保存設定]

#### ユーザー設定:

**Read Settings from File [ファイルから設定を読み出す]:** バックアップファイルから LP Dashboard へと工場パラメータをアップロードすることができます。このタスクは通常、保存したバックアップファイルまたは MTS が保守する元のバックアップファイルから実行します。

**Write Setting to a File [ファイルに設定を書き込む]:** 工場パラメータのバックアップファイルを LP Dashboard から PC にダウンロードすることができます。このタスクは通常、Read Settings from Gauge [ゲージから設定を読み出す] の後に実行します。注意 - 設定の更新が完了すると色が変化しますので、書き込む前にすべての設定が赤から白に変化するまでお待ちください。

**Write Settings to Gauge [ゲージに設定を書き込む]:** LP Dashboard に表示された工場パラメータを使用して液面トランスミッターの設定作業が行えます。このタスクは通常、Read Settings from File [ファイルから設定を読み出す] の後に実行します。

**Read Settings from Gauge [ゲージから設定を読み出す]:** 画面に表示されているすべての工場パラメータを更新することができます。すべての設定が赤に変化してから、更新されて白に変わります。

#### 注意:

液面トランスミッターが最初に設定されていたすべての工場パラメータを含め、バックアップファイルのコピーの保守は、MTS 工場でのテストおよび較正完了後に MTS によって行われます。MTS は必要時に液面トランスミッターのシリアル番号に基づいてバックアップファイルのコピーを提供することができます。支援が必要な場合は、MTS テクニカルサポートまでお問い合わせください。

### 9.2 ディスプレイの設定

ディスプレイの構成は 6.2 項に示されています。ディスプレイのメニュー構造は 6.3 項に示されています。この 9.2 項では、ディスプレイのさまざまな部分で利用できる設定の詳細を説明します。ディスプレイにアクセスするための工場出荷時パスワードは **27513** です。

#### 9.2.1 Data From Device [デバイスからのデータ]

##### Display [ディスプレイ]

ディスプレイに Length Units [長さの単位] または Volume Units [体積の単位] のいずれを表示するかを選択することができます。

##### Units [単位]

選択した Length Units [長さの単位]、Volume Units [体積の単位]、または Temperature Units [温度の単位] を変更することができます。

##### Address [アドレス]

液面トランスミッターのアドレスを変更することができます。デフォルトアドレスは 247 です。

##### Signal Strength [信号強度]

液面フロート (Prod Trig Lvl)、境界面フロート (Int Trig Lvl)、および上限レベル (Roof Trig Lvl) の戻り信号の強度を確認することができます。境界面フロートや上限レベルが無効の場合は信号を確認することはできません。

#### 9.2.2 Calibrate [較正]

##### Product Level [液面レベル]

較正のために工学単位でレベルを変更することができます。Current Level [現在のレベル] 設定を使用して、フロートの現在位置を入力してください。なお、テクニカルサポートの支援がない場合はオフセット機能を使用しないでください。

##### Interface Level [境界面レベル]

較正のために工学単位でレベルを変更することができます。Current Level [現在のレベル] 設定を使用して、フロートの現在位置を入力してください。なお、テクニカルサポートの支援がない場合はオフセット機能を使用しないでください。

##### Roof Level [上限レベル]

較正のために工学単位でレベルを変更することができます。Current Level [現在のレベル] 設定を使用して、上限の現在位置を入力してください。なお、テクニカルサポートの支援がない場合はオフセット機能を使用しないでください。

#### 9.2.3 Factory [工場]

##### Settings [設定]

工場パラメータが含まれたメニューセクションです。これらのパラメータを編集するときは、テクニカルサポートまでご相談ください。

##### Gradient [勾配]

勾配はそれぞれのトランスミッターに固有の較正係数です。一般的な値は 8.9 ~ 9.2  $\mu\text{s}/\text{in}$  です。

##### Serial Number [シリアル番号]

シリアル番号は MTS 製ユニットの固有の ID ですので、変更の必要はありません。シリアル番号は予備部品の追跡時や特定時に使用します。

### 9.2.3 Factory [工場] (続き)

#### SARA Blanking [SARA ブランキング]

液面トランスミッタのヘッドからのブランキング距離の初期値です。変更しないでください。

#### Magnet Blanking [マグネットブランキング]

2つのフロート間のブランキング距離です。変更しないでください。

#### Gain [ゲイン]

使用する呼び掛け信号の大きさの尺度です。テクニカルサポートの支援がない場合は変更しないでください。

#### Min Trig Level [最小トリガーレベル]

ノイズではなく有効な信号として最適な戻り信号の閾値です。

#### Temp Setup [温度設定]

温度計測機能をオンまたはオフにすることができます。温度計測機能を注文しなかった場合は、オンにしても温度計測は作動しません。

#### No. of Temp [温度ポイント数]

液面トランスミッタが探索する温度ポイントの数を変更します。この数値を変更しても、注文した温度計測ポイントの数や温度計測機能の注文の有無は変更されません。

#### Float Config [フロート設定]

液面フロート、境界面フロート、および上限レベルを有効または無効にすることができます。電子機器により計測された最初のフロートは液面フロートとして使用されます。境界面フロートが有効で2つ目のフロートが存在しない場合、出力はアラームになります。

#### Baud Rate [ボーレート]

利用可能なボーレートを選択することができます。デフォルトのボーレートは4800です。

#### Volume [体積]

体積の出力を有効または無効にすることができます。体積の出力は、セットアップソフトウェアを使用して設定する必要があります。選択した場合にディスプレイに体積を表示するには、体積の出力を有効にする必要があります。

#### Auto Threshold [自動閾値]

無効にしないでください。

#### Reset to Factory [工場出荷時設定にリセット]

電子機器を元の工場出荷時設定にリセットすることができます。トラブルシューティングの際に電子機器を既知の良好な状態に復旧させる場合に使用してください。

### 9.3 Modbus ファンクションコード

#### 通信パラメータ:

Modbus:	4800 BAUD または 9600	8、N、1
(リファレンス) モニター:	Modbus RTU 可変 BAUD レート	8、E、1

次の Modbus ファンクションコードをサポートしています。

- ファンクション 03 - Read Holding Registers [保持レジスタの読み出し]
- ファンクション 04 - Read Input Registers [入力レジスタの読み出し]
- ファンクション 06 - Preset Single Register [シングルレジスタのプリセット]
- ファンクション 08 - Diagnostics [診断] (サブファンクション 00、Return Query Data [クエリーデータの返答])
- ファンクション 08 - Diagnostics [診断] (サブファンクション 01、Restart Communications Option [通信オプションの初期化])
- ファンクション 08 - Diagnostics [診断] (サブファンクション 04、Force Listen Only Mode [受信オンリーモードの強制])
- ファンクション 16 - Preset Multiple Registers [複数レジスタのプリセット]
- ファンクション 17 - Report Slave ID [スレーブ ID のレポート]

#### ファンクション 03 - Read Holding Registers [保持レジスタの読み出し]

デバイスはこのメッセージに対し、要求されたデータレジスタの内容を返すことによって応答します。

(22 ページの「デバイスの Modbus レジスタマップ」を参照)

次の実装固有の検討事項が適用されます。

- サポート外のレジスタや予約レジスタが要求された場合は、例外コード #2 を返します (サポート外のレジスタ / 予約レジスタについては、16 ページの「デバイスの Modbus レジスタマップ」を参照)。
- レジスタにデバイスエラーが含まれる場合は、負の最大値を返します。
- レジスタが空で、目的の機能 (体積計算など) が有効でないことを示す場合は、負の最大値を返します。
- サポート外のビットや予約ビットを常に 0 にセットします。アラームビットの定義については、22 ページの「デバイスの Modbus レジスタマップ」を参照してください。

#### ファンクション 04 - Read Input Registers [入力レジスタの読み出し]

このファンクションは、ファンクション 03 とまったく同じように処理されます。(ただし、本実装ではすべてのレジスタが読み取り専用です。)

#### ファンクション 06 - Preset Single Register [シングルレジスタのプリセット]

デバイスが送信されたデータのエコーバックによって応答すると、送信の成功が確認されます。

#### ファンクション 08 - Diagnostics [診断]

##### (サブファンクション 00、Return Query Data [クエリーデータの返答])

デバイスはこの要求に対して次のデータを返します。

スレーブアドレス: エコー  
ファンクション: 08H  
サブファンクション (上位): 00H  
サブファンクション (下位): 00H  
クエリーデータ (16 ビット): エコー  
エラーチェック: 16 ビット GRC / 8 ビット LRC

##### ファンクション 08 - Diagnostics [診断] (サブファンクション 01、Restart Communications Option [通信オプションの初期化])

### 9.3 Modbus ファンクションコード (続き)

**注意：**

通信イベントログはサポートされておりません。「クエリーデータ」フィールドは関連性がありません (通常は FF00H でログがクリアされます)。

デバイスが受信オンリーモードの場合、デバイスはこのメッセージに対して受信オンリーモードを解除することによって応答します (要求に対する応答メッセージは送信されません)。

デバイスが受信オンリーモードでない場合は、次のように応答します。

スレーブアドレス：エコー  
ファンクション：08H  
サブファンクション (上位)：00H  
サブファンクション (下位)：01H  
クエリーデータ (16 ビット)：エコー (0000H または FF00H)  
エラーチェック：16 ビット CRC / 8 ビット LRC

#### ファンクション 08 - Diagnostics [ 診断 ] (サブファンクション 04、Force Listen Only Mode [ 受信オンリーモードの強制 ])

デバイスはこの要求に対し、受信オンリーモードに切り替えることによって応答します。メッセージは受信および解析されますが、応答メッセージは送信されません。受信オンリーモードを解除するときは、「Restart Communications Option [ 通信オプションの初期化 ]」要求 (ファンクション 08、サブファンクション 01) を発行するか、電源を入れ直してください。

#### ファンクション 16 - Preset Multiple Registers [ 複数レジスタのプリセット ]

デバイスが応答すると、スレーブアドレス、ファンクションコード、開始アドレス、プリセットしたレジスタの数を返します。

#### ファンクション 17 - Report Slave ID [ スレーブ ID のレポート ]

デバイスはこの要求に対して次のデータを返します。

スレーブアドレス：エコー  
ファンクション：11H  
バイトカウント：05H  
スレーブ ID：FFH  
RUN インジケータステータス：FFH (ON)  
追加データ：'DMS'  
エラーチェック：16 ビット CRC / 8 ビット LRC

#### Modbus 例外コード

次の標準 Modbus 例外コードが実装されています。

#### エラーコード 01 (不正ファンクション)

以下の場合に発行されます。

- » 03、04、06、08、16、17以外のファンクションが要求された
- » ファンクション08が要求され、かつ00、01、04以外のサブファンクションが要求された場合、あるいはセット内の無効なレジスタが要求された
- » エラーコード07で処理された

#### エラーコード 02 (不正データアドレス)

以下の場合に発行されます。

- » ファンクション03または04が要求され、かつ開始レジスタ番号が5198より大きい(35198または45198より大きいレジスタ)
- » ファンクション03または04が要求され、かつ要求されたレジスタセット内のレジスタが無効である

#### エラーコード 03 (不正データ)

以下の場合に発行されます。

- » ファンクション03または04が要求され、かつデータポイント数が800より大きい

#### エラーコード 06 (ビジー)

以下の場合に発行されます。

- » デバイスのLCDメニューが有効である

#### エラーコード 07 (不正操作)

以下の場合に発行されます。

- » デバイスが書き込み保護されている間にファンクション06または16が要求された
- » ファンクション08が無効なサブファンクションで要求された

## Modbus インターフェース取扱説明書

LPシリーズ

### 9.4 Modbus レジスタマップ

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
30001	0000	液面レベル上位ワード (x 1000)	2、19 ページ 3、19 ページ
30002	0001	液面レベル下位ワード (x 1000)	
30003	0002	境界面レベル上位ワード (x 1000)	
30004	0003	境界面レベル下位ワード (x 1000)	
30005	0004	上限レベル上位ワード (x 1000)	無効
30006	0005	上限レベル下位ワード (x 1000)	無効
30007	0006	温度 1 上位ワード (x 10000)	4、19 ページ
30008	0007	温度 1 下位ワード (x 10000)	
30009	0008	温度 2 上位ワード (x 10000)	
30010	0009	温度 2 下位ワード (x 10000)	
30011	0010	温度 3 上位ワード (x 10000)	
30012	0011	温度 3 下位ワード (x 10000)	
30013	0012	温度 4 上位ワード (x 10000)	
30014	0013	温度 4 下位ワード (x 10000)	
30015	0014	温度 5 上位ワード (x 10000)	
30016	0015	温度 5 下位ワード (x 10000)	
30017	0016	平均温度上位ワード (x 10000)	5、19 ページ
30018	0017	平均温度下位ワード (x 10000)	
30019	0018	GOVP 上位ワード	6、19 ページ
30020	0019	GOVP 下位ワード	
30021	0020	GOVI 上位ワード	7、19 ページ
30022	0021	GOVI 下位ワード	
30023	0022	GOVT 上位ワード	8、19 ページ
30024	0023	GOVT 下位ワード	
30025	0024	GOVU 上位ワード	9、19 ページ
30026	0025	GOVU 下位ワード	
30027	0026	NSVP 上位ワード	10、19 ページ
30028	0027	NSVP 下位ワード	
30029	0028	質量上位ワード	
30030	0029	質量下位ワード	

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
30031	0030	温度補正法上位ワード	11、19 ページ
30032	0031	温度補正法下位ワード	
30033	0032	API 比重上位ワード (x 100)	
30034	0033	API 比重下位ワード (x 100)	
30035	0034	稼働容量上位ワード (x 10)	
30036	0035	稼働容量下位ワード (x 10)	
30037	0036	TEC 上位ワード (x 10000000)	12、19 ページ
30038	0037	TEC 下位ワード (x 10000000)	
30039	0038	密度上位ワード (x 100)	13、19 ページ
30040	0039	密度下位ワード (x 100)	
30041	0040	基準温度上位ワード (x 10)	14、19 ページ
30042	0041	基準温度下位ワード (x 10)	
30043	0042	体積計算モード 上位ワード	15、19 ページ
30044	0043	体積計算モード 下位ワード	
30045	0044	球体半径上位ワード (x 10)	16、19 ページ
30046	0045	球体半径下位ワード (x 10)	
30047	0046	球体オフセット上位ワード (x 10)	17、19 ページ
30048	0047	球体オフセット下位ワード (x 10)	
30049	0048	平均間隔上位ワード	18、19 ページ
30050	0049	平均間隔下位ワード	
30051	0050	アラーム/ステータス 上位ワード	19、20 ページ
30052	0051	アラーム/ステータス 下位ワード	
30053	0052	VCF 計算エラーステータス	20、20 ページ
30054	0053	体積計算エラーステータス	21、20 ページ
30055	0054	EEPROM CRC をリセット	
30056	0055	EEPROM データを工場出荷時設定にリセット	
30057	0056	EEPROM データをデフォルトにリセット	



9.4 Modbus レジスタマップ (続き)

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
30058	0057	温度センサステータス 上位ワード	
30059	0058	温度センサステータス 下位ワード	
30060 - 30099	0059 - 0098	予約済み	22、20 ページ
30100	0099	温度の単位上位	23、20 ページ
30101	0100	温度の単位下位	
30102	0101	密度の単位上位	24、20 ページ
30103	0102	密度の単位下位	
30104	0103	体積の単位上位	25、20 ページ
30105	0104	体積の単位下位	
30106	0105	長さの単位上位	26、20 ページ
30107	0106	長さの単位下位	
30108	0107	質量の単位上位	27、20 ページ
30109	0108	質量の単位下位	
30110	0109	新しいデバイスアドレスを設定	28、20 ページ
30111	0110	デバイスの再起動	
30112-30199	0111-0108	予約済み	22、20 ページ
30200	199	液面レベル上位ワード (x 1000) ※	2、19 ページ 3、19 ページ
30201	200	液面レベル下位ワード (x 1000) ※	
30202	201	境界面レベル上位ワード (x 1000) ※	
30203	202	境界面レベル下位ワード (x 1000) ※	
30204	203	上限レベル上位ワード (x 1000) ※	無効
30205	204	上限レベル下位ワード (x 1000) ※	無効
30206	205	温度 1 上位ワード (x 10000)	4、19 ページ
30207	206	温度 1 下位ワード (x 10000)	
30208	207	温度 2 上位ワード (x 10000)	
30209	208	温度 2 下位ワード (x 10000)	
30210	209	温度 3 上位ワード (x 10000)	
30211	210	温度 3 下位ワード (x 10000) ※	
30212	211	温度 4 上位ワード (x 10000)	

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
30213	212	温度 4 下位ワード (x 10000)	
30214	213	温度 5 上位ワード (x 10000)	
30215	214	温度 5 下位ワード (x 10000)	
30216	215	温度 6 上位ワード (x 10000)	
30217	216	温度 6 下位ワード (x 10000)	
30218	217	温度 7 上位ワード (x 10000)	
30219	218	温度 7 下位ワード (x 10000)	
30220	219	温度 8 上位ワード (x 10000)	
30221	220	温度 8 下位ワード (x 10000)	
30222	221	温度 9 上位ワード (x 10000)	
30223	222	温度 9 下位ワード (x 10000)	
30224	223	温度 10 上位ワード (x 10000)	
30225	224	温度 10 下位ワード (x 10000)	
30226	225	温度 11 上位ワード (x 10000)	
30227	226	温度 11 下位ワード (x 10000)	
30228	227	温度 12 上位ワード (x 10000)	
30229	228	温度 12 下位ワード (x 10000)	
30230	229	平均温度上位ワード (x 10000)	5、19 ページ
30231	230	平均温度下位ワード (x 10000)	
30232	231	GOVP 上位ワード ※	6、19 ページ
30233	232	GOVP 下位ワード ※	
30234	233	GOVI 上位ワード ※	7、19 ページ
30235	234	GOVI 下位ワード ※	
30236	235	GOVT 上位ワード ※	8、19 ページ
30237	236	GOVT 下位ワード ※	
30238	237	GOVU 上位ワード ※	9、19 ページ
30239	238	GOVU 下位ワード ※	
30240	239	NSVP 上位ワード ※	10、19 ページ
30241	240	NSVP 下位ワード ※	
30242	241	質量上位ワード ※	

Modbus インターフェース取扱説明書

LPシリーズ

9.4 Modbus レジスタマップ (続き)

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ±は重複レジスタの意	備考
30243	242	質量下位ワード ±	
30244	243	温度補正法上位ワード ±	11、19 ページ
30245	244	温度補正法下位ワード ±	
30246	245	API 比重上位ワード (x 100) ±	
30247	246	API 比重下位ワード (x 100) ±	
30248	247	稼働容量上位ワード (x 10) ±	
30249	248	稼働容量下位ワード (x 10) ±	
30250	249	TEC 上位ワード (x 10000000) ±	12、19 ページ
30251	250	TEC 下位ワード (x 10000000) ±	
30252	251	密度上位ワード (x 100) ±	13、19 ページ
30253	252	密度下位ワード (x 100) ±	
30254	253	基準温度上位ワード (x 10) ±	14、19 ページ
30255	254	基準温度下位ワード (x 10) ±	
30256	255	体積計算モード上位ワード ±	15、19 ページ
30257	256	体積計算モード下位ワード ±	
30258	257	球体半径上位ワード (x 10) ±	16、19 ページ
30259	258	球体半径下位ワード (x 10) ±	
30260	259	球体オフセット上位ワード (x 10) ±	17、19 ページ
30261	260	球体オフセット下位ワード (x 10) ±	
30262	261	平均間隔上位ワード ±	18、19 ページ
30263	262	平均間隔下位ワード ±	
30264	263	アラーム/ステータス 上位ワード ±	19、20 ページ
30265	264	アラーム/ステータス 下位ワード ±	
30266	265	VCF 計算エラーステータス ±	20、20 ページ
30267	266	体積計算エラーステータス ±	21、20 ページ

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ±は重複レジスタの意	備考
30268	267	温度 13 上位ワード (x 10000)	
30269	268	温度 13 下位ワード (x 10000)	
30270	269	温度 14 上位ワード (x 10000)	
30271	270	温度 14 下位ワード (x 10000)	
30272	271	温度 15 上位ワード (x 10000)	
30273	272	温度 15 下位ワード (x 10000)	
30274	273	温度 16 上位ワード (x 10000)	
30275	274	温度 16 下位ワード (x 10000)	
30276	275	温度 17 上位ワード (x 10000)	無効
30277	276	温度 17 下位ワード (x 10000)	無効
30278	277	温度 18 上位ワード (x 10000)	無効
30279	278	温度 18 下位ワード (x 10000)	無効
30280	279	温度 19 上位ワード (x 10000)	無効
30281	280	温度 19 下位ワード (x 10000)	無効
30282	281	温度 20 上位ワード (x 10000)	無効
30283	282	温度 20 下位ワード (x 10000)	無効
30284	283	温度 21 上位ワード (x 10000)	無効
30285	284	温度 21 下位ワード (x 10000)	無効
30286	285	温度 22 上位ワード (x 10000)	無効
30287	286	温度 22 下位ワード (x 10000)	無効
30288	287	温度 23 上位ワード (x 10000)	無効
30289	288	温度 23 下位ワード (x 10000)	無効
30290	289	温度 24 上位ワード (x 10000)	無効
30291	290	温度 24 下位ワード (x 10000)	無効
30292	291	温度 25 上位ワード (x 10000)	無効

9.4 Modbus レジスタマップ (続き)

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
30293	292	温度 25 下位ワード (x 10000)	無効
30294	293	温度 26 上位ワード (x 10000)	無効
30295	294	温度 26 下位ワード (x 10000)	無効
30300	299	温度の単位上位 ※	23、20 ページ
30301	300	温度の単位下位 ※	
30302	301	密度の単位上位 ※	24、20 ページ
30303	302	密度の単位下位 ※	
30304	303	体積の単位上位 ※	25、20 ページ
30305	304	体積の単位下位 ※	
30306	305	長さの単位上位 ※	26、20 ページ
30307	306	長さの単位下位 ※	
30308	307	質量の単位上位 ※	27、20 ページ
30309	308	質量の単位下位 ※	
30310	309	新しいデバイスアドレス を設定 ※	28、20 ページ
30311- 31108	310-1107	予約済み	22、20 ページ
31109	1108	アラームの単位上位	29、20 ページ
31110	1109	アラームの単位下位	
31111	1110	境界面高位アラーム 上位 (x 100)	30、21 ページ
31112	1111	境界面高位アラーム 下位 (x 100)	
31113	1112	境界面低位アラーム 上位 (x 100)	31、21 ページ
31114	1113	境界面低位アラーム 下位 (x 100)	
31115	1114	液面高位アラーム上位 (x 100)	32、21 ページ
31116	1115	液面高位アラーム下位 (x 100)	
31117	1116	液面低位アラーム上位 (x 100)	33、21 ページ
31118	1117	液面低位アラーム下位 (x 100)	
31119	1118	上限高位アラーム上位 (x 100)	34、21 ページ
31120	1119	上限高位アラーム下位 (x 100)	
31121	1120	上限低位アラーム上位 (x 100)	35、21 ページ
31122	1121	上限低位アラーム下位 (x 100)	

Modbus レジスタ	データ Address [アドレス]	データ 説明 ※は重複レジスタの意	備考
31123	1122	高平均温度アラーム 上位 (x100)	36、21 ページ
31124	1123	高平均温度アラーム 下位 (x 100)	
31125	1124	低平均温度アラーム 上位 (x 100)	37、21 ページ
31126	1125	低平均温度アラーム 下位	
31127- 37216	1126-7215	予約済み	22、20 ページ

## Modbus インターフェース取扱説明書

LPシリーズ

### 9.5 単位の使い方

読み出しましたはプリセットされたレジスタは、現在の単位の種類に設定された単位を使用してこれらを実行します。

たとえば、

現在の単位の種類が 'Length' [長さ] で、かつ現在単位として 'Feet' [フィート] が選択されている場合、戻り値はその単位での値を取ります。設定する値にもその単位を使用するようにしてください。

### 9.6 Modbus レジスタマップに関する注意事項

1. Modbus Function 03 (Read Holding Registers [保持レジスタの読み出し]) または Modbus Function 04 (Read Input Registers [入力レジスタの読み出し]) を使用すると、すべてのレジスタにアクセスすることができます。ただし、本実装ではすべてのレジスタが読み取り専用です。

たとえば、

レジスタ 30001 および 30002 (ファンクション 03 を使用) は、レジスタ 40001 および 40002 (ファンクション 04 を使用) としても読み出すことができます。

2. 「上位ワード」および「下位ワード」として特定されたレジスタのペアは、一緒に読み出す必要があり、「上位ワード」が最初に読み出されます。両方の値は、マスターによって連結され、32 ビット符号なし「long ワード」の情報量を形成します。

たとえば、

レジスタ 30001 (16 ビット上位ワード) = 0002H (先に読み出すことが必要) レジスタ 30002 (下位ワード) = 163F8CH  
ロングワード (32 ビット) = 00023F8CH (10 進数の 147340)

または

レジスタ 30001 (上位ワード) = 2  
レジスタ 30002 (下位ワード) = 16268  
レジスタ 30001 x 65536 のように乗算 :  $2 \times 65536 = 131072$   
結果をレジスタ 30002 に加算 :  $131072 + 16268 = 147340$

3. '(x 10)', '(x 100)', '(x 10000)', '(x100000000)', または '(x1000)' として特定されたすべてのレジスタには、データ値の小数部分が欠落しないように送信前に 10、100、1000、10000、または 10000000 の倍数による拡大 (乗算) を行っています。マスター側では必要に応じてこれらの値を拡大係数で除算する必要があります。

たとえば、

レジスタ 30001 (16 ビット上位ワード) = 0002H  
ロングワード (32 ビット) = 00023F8CH (10 進数の 147340)  
1000 で除算すると、実際の値 = 147.340

#### 4. 個々のデジタル温度

#### 5. 平均液中温度

#### 6. GOVP = Gross Observed Volume Product (液体容量)

#### 7. GOVI = Gross Observed Volume Interface (境界面下の液体容量)

#### 8. GOVT = Gross Observed Volume Total (総容量)

#### 9. GOVU = Gross Observed Volume Ullage (目減り容量)

#### 10. NVSP = Net Standard Volume of Product (正味標準液体容量)

#### 11. 温度補正法

5つの方法から選択できます。

- 1 = (6A) 重油
- 2 = (6B) 軽油
- 3 = (6C) 化学品
- 4 = 6C よりも広い係数と  
可動基準温度 (6C Mod) を持つ化学品
- 5 = カスタムテーブル

#### 12. 熱膨張係数

温度補正法である「6C」は、計測対象製品の熱膨張係数を使用して体積補正係数を決定します。

許容値は 270.0 ~ 930.0 です。TEC の単位は  $10E-6$  °F です。

#### 13. 密度

温度補正法「6C」および「カスタムテーブル」では、正味質量計算のために計測される製品の (所定の基準温度における) 密度を入力する必要があります。

#### 14. 基準温度

温度補正法である「6C Mod」を使用した際の VCF 計算に望ましい基準となる温度です。

#### 15. 体積計算モード

体積計算を実行するモードで、お好みに合わせて次の方法で行います。

- 1 = ストラップテーブルを使用
- 0 = 球体計算を使用

#### 16. 球体半径

(球体計算モードを使用して) 体積計算を実施する際の球体の半径です。

#### 17. 球体オフセット

(球体計算モードを使用して) 体積計算を実施する際の球体のオフセットです。

#### 18. 平均間隔

タイミングを計った方法ですべてのレベル、温度、および体積の計算を平均化することができます。

許容値は次のとおりです。

- 0 = 1 秒 (デフォルト)
- 5 = 5 秒
- 10 = 10 秒
- 15 = 15 秒
- 20 = 20 秒
- 25 = 25 秒
- 30 = 30 秒
- 35 = 35 秒
- 40 = 40 秒
- 45 = 45 秒
- 50 = 50 秒
- 55 = 55 秒
- 60 = 60 秒

## 9.6 Modbus レジスタマップに関する注意事項 (続き)

### 19. アラーム/ステータスビット定義

- D1 境界面アラーム上位
- D2 境界面アラーム下位
- D3 液面アラーム上位
- D4 液面アラーム下位
- D5 上限アラーム上位
- D6 上限アラーム下位
- D7 平均温度アラーム上位
- D8 平均温度アラーム下位
- D9 マグネットが不在
- D10 デジタル温度 0 エラー
- D11 デジタル温度 1 エラー
- D12 デジタル温度 2 エラー
- D13 デジタル温度 3 エラー
- D14 デジタル温度 4 エラー
- D15 デジタル平均温度エラー
- D16 - D32 予約済み

それぞれの対応するアラームビット：

- 0 = アラーム OFF
- 1 = アラーム ON

予約ビットは常に 0 (OFF) にセットされます。

### 20. 体積補正係数計算エラーステータス

この値は読み出しのみ可能です。体積補正係数計算の実行エラーがない場合は値はゼロで、エラーが発生した場合は値はゼロ以外のコードで次のいずれかとなります。

- 1 = 6A または 6B VCF 計算に無効な API 値または温度入力値です。
- 2 = 6A VCF 計算に無効な API 値または温度入力範囲です。
- 3 = 6B VCF 計算に無効な API 値または温度入力範囲です。
- 4 = 6C VCF 計算に無効な API 値または温度入力値です。
- 5 = 6C VCF 計算に無効な API 値または温度範囲です。
- 6 = 6C ワイド VCF 計算に無効な API 値または温度範囲です。
- 7 = 6C VCF 計算に無効なデルタ温度です。
- 8 = 内挿エラー、温度値がテーブル内で見つかりません。
- 9 = VCF の計算方法が無効または未選択です。

### 21. 体積計算エラーステータス

この値は読み出しのみ可能です。体積計算の実行エラーがない場合は値はゼロで、エラーが発生した場合は値はゼロ以外のコードで次のいずれかとなります。

- 1 = 負のテーブルエントリは許可されません。
- 2 = 内挿エラー、レベル値がテーブル内で見つかりません。
- 3 = 球体計算エラー、球体半径 x 2 を超えるレベル。
- 4 = 負の体積値を計算。

22. **レジスタマップ内で未定義または予約済みのレジスタ**は、負の最大値 (8000H、またはレジスタペアの場合は 80000000H) を返します。レジスタマップ (35198 以上) 以外のレジスタを読み出そうとした場合は、Modbus 例外エラーコード 02 (不正データ) が返されます。

### 23. 温度の単位

温度の単位の値は、次のいずれかのコードになります。

- 0 = 摂氏
- 1 = 華氏

### 24. 密度の単位上位

密度の単位の値は、次のいずれかのコードになります。

- 0 = グラム / ミリリットル
- 1 = グラム / リットル
- 2 = キログラム / 立方メートル
- 3 = キログラム / リットル
- 4 = ポンド / 立方インチ
- 5 = ポンド / 立方フィート
- 6 = ポンド / ガロン
- 7 = トン / 立方メートル
- 8 = トン / 立方ヤード

### 25. 体積の単位

体積の単位の値は、次のいずれかのコードになります。

- 0 = リットル
- 1 = 立方ミリメートル
- 2 = 立方メートル
- 3 = 立方インチ
- 4 = 立方フィート
- 5 = ガロン
- 6 = バレル

### 26. 長さの単位

長さの単位の値は、次のいずれかのコードになります。

- 0 = ミリメートル
- 1 = センチメートル
- 2 = メートル
- 3 = キロメートル
- 4 = インチ
- 5 = フィート
- 6 = ヤード

### 27. 質量の単位

質量の単位の値は、次のいずれかのコードになります。

- 0 = キログラム
- 1 = グラム
- 2 = オンス
- 3 = ポンド
- 4 = トン (Ton)
- 5 = トン (Tonne)

### 28. 新しいデバイスアドレスを設定

このレジスタは新しいデバイスアドレスを設定します。Modbus で有効な値は 1 ~ 247 です。

### 29. アラームの単位

このレジスタでは、アラームを設定できる単位の種類を設定します。液面および境界面の単位の種類には 'Volume' [体積] または 'Length' [長さ] を設定できますが、上限の単位の種類に設定できるのは 'Length' [長さ] のみです。

有効値は次のとおりです。

- 2 = 体積の単位の種類
- 3 = 長さの単位の種類

### 30. 高境界面アラーム

境界面がこれ以上になることが許容されない値です。現在のアラームの単位の値が設定されていることを確認してください。

(注意 29 を参照)

## Modbus インターフェース取扱説明書

LPシリーズ

### 31. 境界面アラーム

境界面がこれ以下になることが許容されない値です。  
現在のアラームの単位に値が設定されていることを確認してください。  
(注意 29 を参照)

### 32. 高液面アラーム

液面がこれ以上になることが許容されない値です。  
現在のアラームの単位に値が設定されていることを確認してください。  
(注意 29 を参照)

### 33. 低液面アラーム

液面がこれ以下になることが許容されない値です。  
現在のアラームの単位に値が設定されていることを確認してください。  
(注意 29 を参照)

### 34. 高上限アラーム

上限がこれ以上になることが許容されない値です。  
この値に設定できる単位タイプは Length [長さ] のみです。  
(注意 29 を参照)

### 35. 低上限アラーム

上限がこれ以下になることが許容されない値です。  
この値に設定できる単位タイプは Length [長さ] のみです。  
(注意 29 を参照)

### 36. 高平均温度アラーム

平均温度がこれ以上になることが許容されない値です。

### 37. 低平均温度アラーム

平均温度がこれ以下になることが許容されない値です。

## 9.7 体積計算に使用する公式

- GOVP = GOVT - GOVI** (2フロートシステム)  
**GOVP = GOVT** (1フロートシステム)  
**GOVT = GOVP + GOVI** (2フロートシステム)  
**GOVT = GOVP** (1フロートシステム)  
**GOVU = 稼働容量 - GOVT** (1つまたは2つのフロートシステム)

境界面下の液体容量 (GOVP) は、タンクの総容量 (GOVT) から境界面下の液体容量 (GOVI) を差し引いた量です。GOVT は液面フロート (トランスミッターのフランジに最も近いフロート) によって計測され、GOVI は境界面フロート (トランスミッターの先端に最も近いフロート) によって計測されます。トランスミッターからのレベル情報はストラップテーブルと併せて対応する容量の計算に使用されます。

### 2. NSVP = GOVP x VCF

正味標準液体容量 (NSVP) は、液体容量 (GOVP) に体積補正係数 (VCF) を乗じて得た量に等しくなります。VCF は、(ユーザーによって設定された) 液体の熱膨張特性およびゲージからの温度情報に基づいて算出されます。(詳細については、4. 体積補正係数を参照してください。)

### 3. MASS = NSVP x 密度

液体の質量 (MASS) は、正味標準液体容量 (NSVP) にユーザーが設定した液体の密度 (DENSITY) を乗じて得た値に等しくなります。

### 4. 体積補正係数

$$VCF = EXP \{- A(T) \times (t-T) \times [1 + (0.8 \times A(T) \times (t-T))]\}$$

ここで、

t = 任意の温度 \*  
T = 基準温度 (華氏 60 度)  
A(T) = 基準温度 T における熱膨張係数

ここで、

EXP は指数関数 (eX) です。

基準温度における熱膨張係数は、基準温度 T における液体の密度と以下の関係があります。

$$A(T) = [K0 + K1 \times DEN(T)] / [DEN(T) \times DEN(T)]$$

ここで、

密度は KG/M3 の単位で定義されます。  
K0 および K1 は各液体に関連する定数です。  
\* API 2540 の記述によると、温度データを最も近い小数第 1 位 (0.1 の位) の温度に丸めます。

以下に、体積補正係数、および API (密度) と温度データの有効範囲を計算するためにソフトウェアで使用されるすべての定数を記載します。

定数	K0 = 341.0952 K1 = 0.0
有効温度範囲	有効比重範囲 (API)
0 ~ +300.0°F	0 ~ 40.0 °API
0 ~ +250.0°F	40.1 ~ 50.0 °API
0 ~ +200.0°F	50.1 ~ 100.0 °API

表 1: 6A 重油

製品タイプ	定数	有効比重範囲 (API)
燃料油	K0 = 103.8720 K1 = 0.2701	0.0 ~ 37.0 °API
ジェットグループ	K0 = 330.3010 K1 = 0.0	37.1 ~ 47.9 °API
移行グループ	K0 = 1489.0670 K1 = -0.0018684	48.0 ~ 52.0 °API
ガソリン	K0 = 192.4571 K1 = 0.2438	52.1 ~ 85.0 °API

表 2: 6B 軽油

有効温度範囲	有効 TEC 範囲
0 ~ +300.0°F	0 ~ 40.0 °API
0 ~ +250.0°F	40.1 ~ 50.0 °API
0 ~ +200.0°F	50.1 ~ 85.0 °API

表 3：6B 軽油

有効温度範囲	有効 TEC 範囲
0 ~ +300.0°F	270.0 ~ 510.0 * 10E-6/ °F
0 ~ +250.0°F	510.5 ~ 530.0 * 10E-6/ °F
0 ~ +200.0°F	530.5 ~ 930.0 * 10E-6/ °F

\* 移行グループの場合、 $A(T) = [K1 + K0 (DEN (T) \times DEN (T))]$

\*\* TEC は計測対象製品の熱膨張係数

表 4：6C 化学品

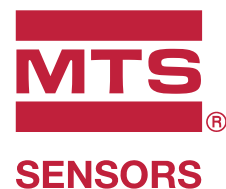
有効温度範囲	有効 TEC 範囲
0 ~ +300.0°F	100.0 ~ 999.0 * 10E-6/ °F

\* 移行グループの場合、 $A(T) = [K1 + K0 (DEN (T) \times DEN (T))]$  を計測

表 5：6C MOD

**注意：**

体積計測モード 6C MOD および CUST TAB は、厳密には API 規格 2540 に準拠しないため、保管転送用途を目的としておりません。6C MOD 向けのソフトウェアには可動温度参照機能が組み込まれており、より幅広い範囲の TEC 値に対応することができます。



**米国** 3001 Sheldon Drive  
MTS Systems Corporation Cary, N.C. 27513  
Sensors Division 電話: +1 919 677-0100  
Eメール: info.us@mtssensors.com

**ドイツ** Auf dem Schüffel 9  
MTS Sensor Technologie 58513 Lüdenscheid  
GmbH & Co. KG 電話: +49 2351 9587-0  
Eメール: info.de@mtssensors.com

**イタリア** 電話: +39 030 988 3819  
支社 Eメール: info.it@mtssensors.com

**フランス** 電話: +33 1 58 4390-28  
支社 Eメール: info.fr@mtssensors.com

**英国** 電話: +44 79 44 15 03 00  
支社 Eメール: info.uk@mtssensors.com

**中国** 電話: +86 21 6485 5800  
支社 Eメール: info.cn@mtssensors.com

**日本** 電話: +81 3 6416 1063  
支社 Eメール: info.jp@mtssensors.com

ドキュメント部品番号:  
551700 Revision B (EN) 07/2017



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

MTS, Temposonics および Level Plus は、米国における MTS Systems Corporation の登録商標です。MTS SENSORS および MTS SENSORS のロゴは、米国における MTS Systems Corporation の商標です。これらの商標は、他の国においても保護されている場合があります。その他のすべての商標は、該当する所有者の財産です。Copyright © 2017 MTS Systems Corporation. 知的財産権に対するいかなるライセンスも付与されません。MTS は、本文書内の情報および製品設計の変更、または製品発売の撤回を予告なく行う権利を留保します。誤字、誤植、または省略があった場合、それらは意図的なものではなく、訂正されるものとします。製品の最新情報については、[www.mtssensors.com](http://www.mtssensors.com) を参照してください。