

# ToughEye-1700™ Modbus-RTU

## インターフェースリファレンスガイド

ドキュメントのバージョン	1.1
発売日	2024-07-30
Modbus-RTU バージョン	2.3
ToughEye-1700™ 互換ファームウェア	3.3.0

## 変更履歴

バージョン	変更の概要
1.0	初期リリース。
1.1	コントローラーの設定を反映するために、システムエラーステータス (EREG) ビットフラグの順序を変更しました。

# 目次

変更履歴	1
目次	2
概要	3
ファームウェアバージョンの互換性	3
Modbus-RTU の設定	3
Modbus 設定	3
デバイス ID アドレス	3
Modbus データアドレス	3
Modbus サーバの内部更新レート	4
RS-232 設定	4
サポートされている機能コード	4
データメモリマッピング	4
Holding Registers(ホールディングレジスタ)	5
コイル	8
データの説明	9
レジスタデータの保持	9
DIDR - デバイス ID レジスタ	9
SREG - システム状態レジスタ	9
EREG - システムエラーステータスレジスタ	11
SCSR - セルフクリーンサブシステムステータスレジスタ	13
THSR - サーマルサブシステムステータスレジスタ	14
LCCH - ライフタイムサイクルカウント上位ワードレジスタ	15
LCCL - ライフタイムサイクルカウント下位ワードレジスタ	16
CTOR - サイクルタイムアウトレジスタ	16
LCTR - Last Cycle Time Register	17
MBTR - メインボード温度レジスタ	17
R1TR - リモートセンサー 1 温度レジスタ	17
R2TR - リモートセンサー 2 温度レジスタ	18
THLR - 熱負荷レジスタ	18
TDYR - 熱負荷レジスタ	19
LRMR - LED 実行モードレジスタ	19
FVMR、FVNR、FVPR - コントローラーファームウェアバージョンレジスタ	20
MVMR、MVNR - Modbus-RTU バージョン	21
データコイル	22
PTPC - パワータイプコイル	22
PTPC - パワーレベルコイル	22
RDYC - システムレディコイル	22
OPSC - 光学ステータスコイル	23
THSC - 熱加熱ステータスコイル	23
SCTC - セルフクリーントリガーコイル	24

## 概要

本ガイドは、RS-232 プロトコルを使用した ToughEye-1700™ Modbus-RTU インターフェースの概要と、レジスタの定義や機能を説明しています。

## ファームウェアバージョンの互換性

この文書は、ToughEye-1700™ Modbus-RTU バージョン 2.3 を基に構築されており、これは ToughEye-1700™ コントローラーファームウェアバージョン 3.3.0 で動作します。

古いファームウェアバージョンを使用している場合や、使用中のバージョンが不明な場合は、正しい資料を参考してください。サポートが必要な場合は、ExcelSense 技術サポートへ ([support@excelsensetechnologies.com](mailto:support@excelsensetechnologies.com)) 連絡してください。

古いファームウェアバージョンで ToughEye-1700™ を動作すると、一部機能やデータが利用できない場合があります。

## Modbus-RTU の設定

### Modbus 設定

#### デバイス ID アドレス

初期値として設定されている Modbus-RTU デバイス ID アドレスは「0x01」です。この値は Modbus サーバ内の DIDR ホールディングレジスタで変更可能です。

#### Modbus データアドレス

すべての Modbus メッセージのデータアドレスは「0」の基準で参照されます。データ項目の最初の出現は「項目番号」として「0」に設定されます。例えば、プログラマブルコントローラ内で「コイル 1」として知られるコイルは「0x0000」として Modbus メッセージのデータアドレスで参照されます。

## Modbus サーバの内部更新レート

Modbus レジスタやコイルに格納されているデータは、ホストシステムの実行中プログラムによって 4.20 ミリ秒のレートでスキャンされます。Modbus-RTU クライアントによる最大推奨スキャンレートは「100 ミリ秒」です。

## RS-232 設定

ToughEye-1700™ デバイスは、次の設定で Modbus-RTU サーバを実行します：

ボードレート (bps)	38400
データビット数	8
ストップビット数	1
パリティ	なし
フロー制御	なし

## サポートされている機能コード

Modbus-RTU インターフェースでサポートされる機能コードは次の通りです。

関数	コード
コイルの読み取り	0×1
単一コイルの書き込み	0×5
複数のコイルの書き込み	0×F
複数の保持レジスタの読み取り	0×3
単一保持レジスタの書き込み	0×6
複数の保持レジスタの書き込み	0×10

## データメモリマッピング

次の表は、Modbus インターフェースで使用できるすべてのコイルとレジスタの詳細を示しています。

注：データの値がローカルの不揮発性メモリに保存されている場合、データは不揮発性とみなされます。システム電源の喪失による影響を受けません。逆に、データの価値が失われると、データは揮発性とみなされます。電源サイクルのイベント。揮発性データはプロ

グラムの実行中にのみ重要ですが、不揮発性データはシステムの動作に永続的に影響を与えます。

## Holding Registers (ホールディングレジスタ)

名前	アドレス	Dir	説明
デバイス ID (DIDR)	0x00	I/O	Modbus デバイス ID レジスタ。 → 初期値 : 1 → データ型 : 符号なしバイト (0~255) → 入力可能な範囲 : 1~255 → 揮発性 : 不揮発性
システム状態 (SREG)	0x0D	○	システム状態レジスタ。 → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
システムエラー 状態 (EREG)	0x0E	○	システムエラーステータスレジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
セルフクリーン サブシステムのステータス (SCSR)	0x0F	○	セルフクリーンサブシステムステータスレジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
熱 サブシステムのステータス (THSR)	0x10	○	サーマルサブシステムステータスレジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
ライフタイムサイクル MSW のカウント (LCCH)	0x11	○	ライフサイクルカウント、最上位ワード (MSW) レジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 不揮発性
ライフタイムサイクル カウント LSW (LCCL)	0x12	○	ライフサイクルカウント、最下位ワード (LSW) レジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535)

			→ 揮発性：不揮発性
サイクルタイムアウト (CTOR)	0x14	○	サイクルタイムアウトレジスタ → 連続する洗浄サイクル間の許容可能な最短の遅延を示します。 → 初期値：55 → データ型：符号なしワード（0～65, 535） → 揮発性：不揮発性
最終サイクル時間 (LCTR)	0x16	○	最終サイクルランタイムレジスタ → 最新の洗浄サイクルの継続時間を秒単位で示します。 → 初期値：0 → データ型：符号なしワード（0～65, 535） → 揮発性：揮発性
メインボード 温度 (MBTR)	0x18	○	メインボード温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード（-32, 768～32, 767） → 予想される出力範囲：-50～150 → 揮発性：揮発性
リモートセンサー1 温度 (R1TR)	0x19	○	リモートセンサー 1 の温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード（-32, 768～32, 767） → 予想される出力範囲：-50～150 → 揮発性：揮発性
リモートセンサー2 温度 (R2TR)	0x1A	○	リモートセンサー 2 の温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード（-32, 768～32, 767） → 予想される出力範囲：-50～150 → 揮発性：揮発性
熱負荷 (THLR)	0x1B	○	サーマルデバイスの電流読み出しレジスタ。 → 熱デバイスの消費電流をミリアンペア単位で示します。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード（-32, 768～32, 767） → 予想される出力範囲：0～150 → 揮発性：揮発性

熱負荷 (TDYR)	0x20	○	サーマルデバイスのデューティサイクル読み出しレジスタ。 → 熱デバイスのデューティサイクルのパーセンテージを示します。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 予想される出力範囲：0~100 → 揮発性：揮発性
LED 実行モード (LRMR)	0x27	○	LED 実行モードレジスタ。 → LED サーマルデバイスの動作モードを示します。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：不揮発性
ファームウェアのバージョン、 主要なレジスタ (FVMR)	0x29	○	ファームウェアバージョンのメジャーレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアのバージョンのメジャーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
ファームウェアのバージョン、 マイナーレジスタ (FVNR)	0x2A	○	ファームウェアバージョンのマイナーレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアのバージョンのマイナーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
ファームウェアのバージョン、 パッチレジスタ (FVPR)	0x2B	○	ファームウェアバージョンパッチレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアのバージョンのマイナーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
Modbus バージョン 主要なレジスタ (MVMR)	0x2C	○	Modbus バージョンのメジャーレジスタ。 → 実行中の Modbus-RTU バージョンのメジャーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
Modbus バージョン マイナーレジスタ	0x2D	○	Modbus バージョンのマイナーレジスタ。

(MVNR)			→ 実行中の Modbus-RTU バージョンのマイナーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
--------	--	--	---

## コイル

名前	アドレス	Dir	説明
パワータイプ (PTPC)	0x0D	○	パワータイプ出力コイル → 電源タイプが DC または PoE+であることを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
パワーレベル (PLVC)	0x0E	○	パワーレベル出力コイル → 電力レベルが公称 (25W) か低電力 (12W) かを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
システムの準備完了 クリーン (RDYC)	0x0F	○	システムはコイルを洗浄する準備ができています → システムがクリーニングトリガーを受け入れる準備ができているかどうかを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
光学ステータス (OPSC)	0x10	○	光学ステータスコイル → 光モジュールの電源状態を示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
熱加熱状態 (THSC)	0x11	○	加熱ステータスコイル → サーマルデバイスとして抵抗ヒーターを装備したカメラ (非統合型ライトバリエント) では、ヒーターの電力ステータスを示します。 → 初期値：0

			→ データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
セルフクリーントリガー (SGTC)	0x15	I	セルフクリーントリガーコイル → 高く設定すると、このコイルはセルフクリーントリガーコマンドをデバイスに送信します。ユニットはシステム状態に基づいてこのコマンドに応答します。 → このコイルは、洗浄サイクルの完了時にデバイスによってリセットされます。サイクルが開始されていない場合、このコイルはクライアントによってリセットされる必要があります。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性

## データの説明

### レジスタデータの保持

#### DIDR - デバイス ID レジスタ

デバイス ID (DIDR)	0x0	I/O	Modbus デバイス ID レジスタ。 → 初期値：1 → データ型：符号なしバイト (0~255) → 入力可能な範囲：1~255 → 揮発性：不揮発性
----------------	-----	-----	--

デバイス ID レジスタは、Modbus-RTU デバイス ID を保持します。この製品の ID はデフォルトで **0x01** に設定されています。

この値は、次回のシステム起動時に不揮発性メモリに保存されます。注：デバイス ID などの Modbus 設定を変更するには、システムの再起動が必要です。

#### SREG - システム状態レジスタ

システム状態 (SREG)	0x0D	○	システムステータスレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号なしワード (0~65, 535)
------------------	------	---	---

			→ 揮発性：揮発性
--	--	--	-----------

システム状態のレジスタは、現在のシステム状態を示す値を保持します。システムの状態は次のように解釈できます。

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x0D	-	-	-	ERROR	CLEAN DISABLED	CLEANING	READY FOR CYCLE	INIT	SREG
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

状態	説明
INIT	システムは初期化中であり、内部設定と Modbus-RTU サーバを構成しています。
READY FOR CYCLE	システムはクリーニングトリガー入力の準備ができています。 → システムは完全に初期化され、プライミングされ、動作可能な温度範囲内にあることが確認されています。 → エラーは検出されず、システムは CYCLE_TIMEOUT 状態ではありません。
CLEANING	システムは現在クリーニングサイクルを実行中です。
CLEANING DISABLED	現在、クリーニングは無効になっています。 → システムは次の1つ以上を検出しました。 <ol style="list-style-type: none"> <li>クリーニングサブシステムは現在サイクルタイムアウト状態です。 → 確認するには、SCSR レジスタを確認してください</li> <li>温度が低すぎるため、クリーニングサイクルを実行できません<sup>1</sup> → 確認するには、EREG および WITR レジスタをチェックしてください。</li> <li>洗浄サイクルには温度が高すぎます → 確認するには、EREG および WITR レジスタをチェックしてください。</li> <li>サーマルまたはセルフクリーニングのサブシステムに関連する1つ以上のエラーがシステム内で検出されました。 → 確認するには EREG レジスタを確認してください。</li> </ol>
エラー	エラーが検出されました。 → システムは、熱および/または自動洗浄サブシステムに関連する1つ以上のエラーを検出しました。 → 詳細なエラー検出の説明については、以下の EREG レジスタのビットマスク定義を確認してください。

<sup>1</sup>システムが制御温度センサーの出力値をクリティカルフォール閾値より低いと判断した場合、システムは「CLEANING\_DISABLED」状態に入ります。サーマルサブシステムは、温度を安全に動作可能な範囲まで戻すために動作します。温度がクリティカル上昇値を超えると判断されると、システムはエラーを検出しない限り、自己清掃を再開することができます。

## EREG - システムエラーステータスレジスタ

システムエラー 状態 (EREG)	0x0E	○	システムエラーステータスレジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
-------------------------	------	---	--

システムエラーレジスタには、システム内で検出されたすべてのエラーを表示するデータが保持されます。レジスタ内のエラービットを以下に示します：

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
0x0E	-	-	-	MTHW	MTSD	MOVC	-	MINE	EREGH
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

  

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x0E	-	-	-	ETHW	SOTP	SUTP	HDRV	TMPS	EREGL
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

状態	説明
TMPS	<p>温度センサー故障フラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、温度センサーの障害が検出されたことを示します。</p> <p>→ 設定されている場合、熱サブシステムは無効になります(つまり、温度調整は無効になります)。</p> <p>→ このフラグは非ラッチです。エラー状態が解決されると、このフラグはシステムによって Low にアサートされ、熱サブシステムはリセットされて通常の動作に戻ります。</p> <p>→ 初期値 : 0</p>
HDRV	<p>ヒータードライバ異常フラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、ヒータードライバ回路で障害が検出され、ドライバがシャットダウンされる(つまり、ヒーターが無効になる)ことを示します。</p> <p>→ 障害状態 : ドライバの過熱、過電流、不足電圧。</p> <p>→ このフラグはラッチされ、システムの電源が再投入されるまで設定されたままになります。</p> <p>→ 初期値 : 0</p>
SUTP	<p>システム低温エラーフラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、システムが低温状態にあることを示します。システムの留意値については、製品マニュアルを参照してください。</p> <p>→ 内部制御温度センサーの読み取り値がシステムの低温閾値を下回ると、このフラグがシステムによって設定されます。</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、システムは温度調整が行われないエラー状態となり、自動クリーニングは無効となります。</p>

	<p>→ このフラグは非ラッチ型です。システム制御温度がこの低温閾値を超えると、サーマルサブシステムは通常の動作を再開し、このフラグはシステムによって行われます。アクチュエーションサブシステムが有効化され、自己清掃サイクルが実行可能になります。</p> <p>→ 初期値：0</p>
SOTP	<p>システム高温エラーフラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、このフラグはシステムが高温エラー状態であることを示します。システムの留意値については製品マニュアルを参照してください。</p> <p>→ 内部制御温度センサーの読み取り値がシステムの高温閾値を超えると、このフラグがシステムによって設定されます。</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、システムはエラー状態となり、自己清掃機能が有効化されます。</p> <p>→ このフラグは非ラッチ型です。システム制御温度が安全な自己清掃の実行範囲内に下がると、このフラグはシステムによって解除され、自己清掃サブシステムは通常の動作を再開します。</p> <p>→ 初期値：0</p>
ETHW	<p>電氣的サーマル警告フラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、このフラグは、システムのオンボード温度が高温警告値を超えたことを検出したことを示します。システムの閾値については、製品マニュアルを参照してください。</p> <p>→ このフラグは非ラッチ型です。温度が警告値を下回ると、このフラグはシステムによって自動的にリセットされます。</p> <p>→ このフラグはシステムの警告を示しており、エラーではありません。他のレジスタ内のフラグとは異なり、このフラグが設定された場合のシステムの反応は異なります。このフラグが設定されている場合、システムはサーマル最適化状態に入り、サイクル中の最小時間 (CTOR) が強制されます。このフラグがリセットされると、システムはサーマル最適化状態から抜け出し、CTOR 値はこの状態に入る前の値にリセットされます。</p> <p>→ 初期値：0</p>
MINE	<p>モーター初期化</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、システム起動時にモータードライバー初期化エラーが検出されたことを示します。</p> <p>→ エラーが検出された場合、自己清掃機能が有効化されます。</p> <p>→ このフラグはラッチ型であり、システムの電源を再起動するまでリセットされません。</p> <p>→ 初期値：0</p>
MOVOC	<p>過モーター電流エラーフラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、このフラグはシステムが1つ以上のモーターコイルで過電流状態を検出したことを示します。</p> <p>→ エラーが検出された場合、自己清掃機能が有効化されます。</p>

	<p>→ このフラグはラッチ型であり、システムの電源を再起動するまでリセットされません。</p> <p>→ 初期値：0</p>
MTSD	<p>モーターサーマルシャットダウンフラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、この断片はモータードライバーICの接合部温度が絶対最大許容限界に達したことを示します。</p> <p>→ エラーが検出された場合、自己清掃機能が有効化されます。</p> <p>→ このフラグはラッチ型であり、システムの電源を再起動するまでリセットされません。</p> <p>→ 初期値：0</p>
MTHW	<p>モーター熱警告フラグ</p> <p>→ このフラグが設定されている場合、この断片はモータードライバーICの接合部温度が絶対最大許容限界に対応していることを示します。</p> <p>→ この状態が検出された場合、自己清掃機能が有効化されます。</p> <p>→ このフラグは非ラッチ型であり、エラー状態が解消されると、システムによってこの断片はリセットされ、自己清掃サブシステムは通常動作を再開します。</p> <p>→ 初期値：0</p>

#### SCSR - セルフクリーンサブシステムステータスレジスタ

セルフクリーンステータス (SCSR)	0x0F	○	<p>セルフクリーンサブシステムステータスレジスタ</p> <p>→ 初期値：0</p> <p>→ データ型：符号なしワード (0~65, 535)</p> <p>→ 揮発性：揮発性</p>
---------------------	------	---	---

このレジスタは、以下に示すように解釈される、現在のセルフクリーンサブシステムの状態を示す値を保持します：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x0D	-	-	-	ERROR	TIMEOUT	RUNNING	IDLE	INIT	SCSR
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

状態	説明
INIT	自己清掃サブシステムは初期化中であり、内部設定と Modbus-RTU サーバの構成を行っています。
IDLE	<p>自己清掃サブシステムは、自己清掃サイクルを実行する準備が完了していますが、現在は稼働していません。</p> <p>→ サブシステムは完全に初期化され、準備が整い、動作可能な温度範囲内であることが確認されています。</p>

	→ サブシステム内でエラーは検出されません。
RUNNING	自己清掃サブシステムは、自己清掃サイクルを実行中です。
TIMEOUT	自己清掃サブシステムは、サイクルタイムアウト状態にあります。 → サブシステムは、サイクルタイムアウトレジスタ (CTOR) で定義されたタイムアウトウィンドウ内で最近自己清掃サイクルを実行しました。 → タイムアウトウィンドウが終了すると、自己清掃サブシステムの状態マシンはタイムアウト状態を終了します。
ERROR	自己清掃サブシステム内でエラーが検出されました → システムは、自己清掃サブシステムに関連する1つ以上のエラーを検出しました。 → エラーの一覧を確認するにはまず、EREG レジスタを参照してください。

### THSR - サーマルサブシステムステータスレジスタ

熱 サブシステムのステータス (THSR)	0x10	○	サーマルサブシステムステータスレジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 揮発性
-----------------------------	------	---	---

このレジスタは、以下に示すように解釈される、現在の熱サブシステムの状態を示す値を保持します：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x0D	-	-	ERROR	DISABLED	OVER TEMP	UNDER TEMP	TEMP IN RANGE	INIT	THSR
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

状態	説明
INIT	自己清掃サブシステムは初期化中であり、内部設定と Modbus-RTU サーバの構成を行っています。
TEMP IN RANGE	サーマルサブシステムは、自己清掃およびサーマルサブシステムのために初めて動作範囲内の温度を検出しました。 → サーマルエラー状態により、自己清掃またはサーマルサブシステムのいずれも有効化されていません。 → サブシステム内でエラーは検出されません。
UNDER TEMP	サーマルサブシステムは、自己清掃サブシステムの動作範囲を下回る温度を検出しました。 → サーマル低温状態のため、自己清掃サブシステムは有効化されています。 → サーマルサブシステムは、装置を加熱するために積極的に動作しています。

	<p>→ サーマルサブシステムの状態マシンは、内部温度が一旦動作範囲内に入ると、この状態を終了し、「TEMP IN RANGE」状態に移行します。</p>
OVER TEMP	<p>サーマルサブシステムは、自己清掃サブシステムの当面の動作範囲を超える温度を検出しました。</p> <p>→ サーマル高温状態のため、自己清掃サブシステムは有効化されています。</p> <p>→ サーマルサブシステムは、システムを自然に冷却するために、サーマルデバイスの制限または無効化を行っています。</p> <p>→ サーマルサブシステムの状態マシンは、内部温度が一旦動作範囲内に入ると、この状態を終了し、「TEMP IN RANGE」状態に移行します。</p> <p>→ 温度がさらに上昇し、システムのサーマルエラー閾値を超えた場合、サブシステムは「ERROR」状態に移行します。</p>
DISABLED	<p>サーマルサブシステムの内部温度調整が有効化されています。</p> <p>→ サーマルサブシステムは、内部温度の調整を積極的に行っておりません。</p> <p>→ 内部温度が先に動作範囲内にない場合でも、サーマルサブシステム自己は清掃サブシステムの稼働を無視します。</p> <p>→ サーマルサブシステム内でエラーは検出されません。エラーが検出された場合、サーマルサブシステムの状態マシンは「ERROR」状態に移行します。</p>
ERROR	<p>サーマルサブシステム内でエラーが検出されました。</p> <p>→ サーマルサブシステムは、1つ以上のエラーを検出しました。</p> <p>→ エラーの一覧を確認するにはまず、EREG レジスタを参照してください。</p> <p>→ すべてのエラーが解消されると、サーマル状態マシンは「INIT」状態に移行します。</p>

#### LCCH - ライフタイムサイクルカウント上位ワードレジスタ

ライフタイムサイクル MSW のカウント (LCCH)	0x11	○	<p>ライフタイムサイクルカウント、最上位ワード (MSW) レジスタ</p> <p>→ 初期値 : 0</p> <p>→ データ型 : 符号なしワード (0~65, 535)</p> <p>→ 揮発性 : 不揮発性</p>
-----------------------------------	------	---	--

ライフタイムサイクルカウント上位ワードレジスタは、システムのライフタイムサイクルカウントに関連するデータの上位 2 バイト (最も重要な 2 バイト) を保持します。

変数の基礎データ型は、4 バイトのシンボルなしロング (32 ビットのデータ) です。サイクルカウントの値は、以下の数学的操作で決定できます :

$$cycleCount\_32bits = (val_{LCCH} \ll 16) + val_{LCL}$$

**注記：**システムメモリ最適化のため、システムの内部メモリはサイクルカウントを5サイクル単位に丸めて保存します（内部不揮発性メモリは5回の清掃サイクルごとにもみ更新されます）。ただし、Modbus レジスタは各サイクルが完了するたびに更新されます。

#### LCCL - ライフタイムサイクルカウント下位ワードレジスタ

ライフタイムサイクル カウント LSW (LCCL)	0x12	○	ライフサイクルカウント、最下位ワード (LSW) レジスタ → 初期値 : 0 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 不揮発性
----------------------------------	------	---	--

ライフタイムサイクルカウント下位ワードレジスタは、システムのライフタイムサイクルカウントに関連するデータ位の下2バイト（最も重要度の低い2バイト）を保持します。

サイクルカウント変数の基礎データ型は、4バイトのシンボルなしロング（32ビット）です。サイクルカウントの値は、以下の数学的な操作で決定できます：

$$cycleCount\_32bits = (val_{LCCH} \ll 16) + val_{LCCL}$$

**注記：**システムメモリの最適化のため、システムの内部メモリはサイクルカウントを10サイクル単位に丸めて保存します（内部不揮発性メモリは10回の清掃サイクルごとにもみ更新されます）。レジスタは各サイクルが完了するたびに更新されます。

#### CTOR - サイクルタイムアウトレジスタ

サイクルタイムアウト (CTOR)	0x14	○	サイクルタイムアウトレジスタ → 連続する洗浄サイクル間の許容可能な最短の遅延を示します。 → 初期値 : 55 → データ型 : 符号なしワード (0~65, 535) → 揮発性 : 不揮発性
----------------------	------	---	--

サイクルタイムアウトレジスタ(サイクルタイムアウトレジスタ)は、システムのサイクルタイムアウト値を保持します。

この値は、連続する清掃サイクル間の最小許容時間間隔を設定します。このレジスタに格納されるデータの値は秒単位であり、基礎データタイプは2バイトのシンボルなし整数（16ビットデータ）です。

**注記：**この値は、1つのサイクルの開始から次のサイクルの開始までの間隔として測定されます。

#### LCTR – Last Cycle Time Register

最終サイクル時間 (LCTR)	0x16	○	最終サイクルランタイムレジスタ → 最新の洗浄サイクルの継続時間を秒単位で示します。 → 初期値：0 → データ型：符号なしワード (0~65,535) → 揮発性：揮発性
--------------------	------	---	--

最終サイクル時間レジスタ（最終サイクル時間レジスタ）は、最後のサイクルの継続時間秒単位で保持します。基礎データ型は2バイトのシンボルなし整数（16ビットデータ）です。

この値は、Modbus クライアントソフトウェアがシステムのパフォーマンスを時間経過とともに評価するために使用できます。

#### MBTR – メインボード温度レジスタ

メインボード温度 (MBTR)	0x18	○	メインボード温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 予想される出力範囲：-50~150 → 揮発性：揮発性
--------------------	------	---	---

ローカル温度レジスタ（ローカル温度レジスタ）は、システムのメインボード上で測定された摂氏温度を保持します。基礎データ型はシンボル付き2バイト整数（1ビットのシンボルビット、15ビットのデータビット）です。

この温度値は、システムが ETHW フラグ（ローカルボードレベルの温度に依存するフラグ）を設定またはリセットするために使用します。

#### R1TR – リモートセンサー 1 温度レジスタ

リモートセンサー 1 温度 (R1TR)	0x19	○	リモートセンサー 1 の温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 予想される出力範囲：-50~150
----------------------------	------	---	--

			→ 揮発性：揮発性
--	--	--	-----------

このレジスタは、以下に記載されたハードウェアの摂氏温度を保持します。

センサー名	センサーID	標準単位	LED 搭載ユニット
リモートセンサー 1	RM1	光学センサーモジュール 温度	LED PCB オンボード 温度

基礎データ型はシンボル付き 2 バイト整数（1 ビットのシンボルビット、15 ビットのデータビット）です。

この温度値は、サーマル制御システムによって内部システム温度をいち早く動作範囲内に調整するために使用されます。

#### R2TR - リモートセンサー 2 温度レジスタ

リモートセンサー 2 温度 (R2TR)	0x1A	○	リモートセンサー 1 の温度読み出しレジスタ。 → 初期値：0 → データ型：符号付きワード（-32,768～ 32,767） → 予想される出力範囲：-50～150 → 揮発性：揮発性
----------------------------	------	---	--

このレジスタは、以下にリストされているハードウェアの温度を摂氏で保持します。

センサー名	センサーID	標準単位	LED 搭載ユニット
リモートセンサー 2	RM2	未使用	LED ドライバ PCB オンボード 温度

基礎データ型はシンボル付き 2 バイト整数（1 ビットのシンボルビット、15 ビットのデータビット）です。

この測定値はサーマルサブシステムの温度調整には影響を与えず、情報提供の目的でのみ使用されます。

#### THLR - 熱負荷レジスタ

熱負荷 (THLR)	0x1B	○	サーマルデバイス電流読み取りレジスタ。 → サーマルデバイスの電流値（ミリアンペア単 位）を示します。 → 初期値：0 → データ型：シンボル付きワード（-32,768～ 32,767）
---------------	------	---	--

			→ 期待出力範囲 : 0~150 → 揮発性 : 揮発性
--	--	--	---------------------------------

このレジスタは、装備されたサーマルデバイスの電流値（ミリアンペア単位）を保持します。この値は、以下に示すとおりに対応しています。

デバイス	標準単位	LED 搭載ユニット
装備されたサーマルデバイス	抵抗ヒーター	LED ドライバ PCB

基礎データ型はシンボル付き 2 バイト整数（1 ビットのシンボルビット、15 ビットのデータビット）です。

この値は、Modbus クライアントソフトウェアによってサーマル性能を監視するために使用できます。

#### TDYR - 熱負荷レジスタ

熱負荷 (TDYR)	0x20	○	サーマルデバイスのデューティサイクル読み出しレジスタ。 → 熱デバイスのデューティサイクルのパーセンテージを示します。 → 初期値 : 0 → データ型 : 符号付きワード (-32,768~32,767) → 予想される出力範囲 : 0~100 → 揮発性 : 揮発性
---------------	------	---	--

サーマルデバイス制御デューティサイクルレジスタは、装備されたサーマルデバイスを制御するために、サーマル制御アルゴリズムによって生成されたデューティサイクルの値を保持します。

基本データ型は符号付き 2 バイト整数 (1 符号ビット、15 データビット) です。

この値は、Modbus クライアントソフトウェアによってサーマル性能を監視するために使用できます。

#### LRMR - LED 実行モードレジスタ

LED 実行モード (LRMR)	0x27	○	LED 実行モードレジスタ。 → LED サーマルデバイスの動作モードを示します。
---------------------	------	---	--

			→ 初期値 : 0 → データ型 : 符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性 : 不揮発性
--	--	--	--

このレジスタは、現在設定されている LED 実行モードに対応する値を保持します。このレジスタは、標準の非 LED ユニットには影響しません。

レジスタデータから実行モードを特定するには、以下の表を参照してください。

LRMR 値	LED 実行モード	モードの説明
0	Normal	熱サブシステムは、動作温度を 60° C に維持することを目的としています。
1	Normally Disabled	熱サブシステムは、動作温度を 15° C に維持することを目的としています。
2	Shutoff	熱サブシステムは、動作温度を 0° C に維持することを目的としています。

#### FVMR、FVNR、FVPR - コントローラーファームウェアバージョンレジスタ

ファームウェアのバージョン、 主要なレジスタ (FVMR)	0x29	○	ファームウェアバージョンのメジャーレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアのバージョンのメジャーインデックス値を示します。 → データ型 : 符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性 : 揮発性
ファームウェアのバージョン、 マイナーレジスタ (FVNR)	0x2A	○	ファームウェアバージョンのマイナーレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアのバージョンのマイナーインデックス値を示します。 → データ型 : 符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性 : 揮発性
ファームウェアのバージョン、 パッチレジスタ (FVPR)	0x2B	○	ファームウェアバージョンパッチレジスタ。 → 実行中のコントローラーファームウェアバージョンのパッチインデックス値を示します。 → データ型 : 符号付きワード (-32,768~32,767)

			→ 揮発性：揮発性
--	--	--	-----------

FVMR、FVNR、およびFVPRレジスタにフォールトされているデータは、実行中のToughEye-1700™コントローラーモジュール暫定のメジャー、マイナー、およびパッチバージョン番号を表にします。

以下に、このデータがどのように読み取られるかの例を示します：

FVMR	FVNR	FVPR	Firmware Version
3	3	0	Version 3.3.0

#### MVMR、MVNR – Modbus-RTUバージョン

Modbusバージョン、 主要なレジスタ (MVMR)	0x2C	○	Modbusバージョンのメジャーレジスタ。 → 実行中のModbus-RTUバージョンのメジャーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性
Modbusバージョン、 マイナーレジスタ (MVNR)	0x2D	○	Modbusバージョンのマイナーレジスタ。 → 実行中のModbus-RTUバージョンのマイナーインデックス値を示します。 → データ型：符号付きワード (-32,768~32,767) → 揮発性：揮発性

MVMR および MVNR レジスタに格納されているデータは、現在デバイス上で実行されているModbus-RTU プロトコルのメジャーおよびマイナーバージョン番号を表します。

以下に、このデータがどのように読み取られるかの例を示します：

MVMR	MVNR	Modbus-RTU Version
2	3	Version 2.3

## データコイル

### PTPC - パワータイプコイル

パワータイプ (PTPC)	0x0D	○	パワータイプ出力コイル → 電源タイプが DC または PoE+であることを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
------------------	------	---	---

電源タイプコイルは、デバイスの電源タイプを示すとして使用されます。

値が 0 の場合は、電源が DC 電源供給によるものであることを示し、値が 1 の場合は、電源が PoE+電源供給によるものであることを示します。

### PTPC - パワーレベルコイル

パワーレベル (PVC)	0x0E	○	パワーレベル出力コイル → 電力レベルが公称 (25W) か低電力 (12W) かを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
-----------------	------	---	---

電力レベルコイルは、システムが検出した電力レベルを示す出力として使用されます。値が 0 の場合は、電源が 12W (標準 PoE 電源) のみ供給可能であることを示し、値が 1 の場合は、電源が定格の 25W を供給可能なことを示します。

### RDYC - システムレディコイル

システムの準備完了 クリーン (RDYC)	0x0F	○	システムはコイルを洗浄する準備ができています → システムがクリーニングトリガーを受け入れる準備ができているかどうかを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
-----------------------------	------	---	--

システムレディコイルは、Modbus クライアントに対するシステムが自己清掃サイクルの準備が終わっていることを示す出力として使用されます。このコイルはシステム内の危険長指示であり、SREG レジスタが 0x8 に設定されています。ユーザーは、このコイルの状態または SREG レジスタの状態を確認することで、システムの最新の準備状態を判断できません。

このコイルがシステムによってハイ（1 に設定）されている場合、以下の条件が満たされていることを意味します：

1. システム温度が安全な動作範囲内にある
2. システム全体でエラーが検出されていない
3. システムが現在サイクルタイムアウト状態にない（つまり、前回の清掃サイクルから十分な時間が経過している）

## OPSC – 光学ステータスコイル

光学ステータス (OPSC)	0x10	○	光学ステータスコイル → 光モジュールの電源状態を示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
-------------------	------	---	--

光ステータスコイルは、光モジュールの電源状態を示します。このコイルがデバイスによってハイ（1 に設定）された場合、カメラセンサーモジュールが動作可能なサーマル条件を検出した後、コントローラーモジュールによって電力受信供給されていることを示します。

このコイルはデータとして使用され、カメラの電源の継続性を監視するために役立ちます。

## THSC – 熱加熱ステータスコイル

熱加熱状態 (THSC)	0x11	○	加熱ステータスコイル → 熱サブシステムが現在システムを加熱しているかどうかを示します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値
-----------------	------	---	---

			→ 揮発性：揮発性
--	--	--	-----------

サーマル加熱ステータスコイルは、サーマルサブシステムが現在有効化され、システムを加熱しているかどうかを示します。サーマルシステムの動作の詳細については、クイックスタートガイドを参照してください。

このコイルは、以下の使用方法ケースで Modbus クライアントソフトウェアが当面の有用です：

1. システムの予想される定格に基づいて電力消費を検証する場合
  - 注記：** 自己清掃中は、システムのサブシステムが電力最適化機能として調整を一時停止します。
2. 清掃が有効化されている理由を特定する場合
  - a. 以下の条件がすべて満たされているときに発生する可能性があります：
    - i システム状態レジスタ SREG は、セルフクリーニングが現在無効であることを示します。
    - ii ただし、エラーレジスタ EREG は、現在システムによって検出されたエラーがないことを示しています。
    - iii さらに、最後のクリーニングサイクルから十分な時間が経過しているため (CTOR レジスタに基づいて)、システムはサイクルタイムアウト状態にならないはずで
  - b. 上記の条件が満たされている場合、THSC コイルと WITR レジスタは、システムが制御温度のクリティカル閾値を下回っていると警告し、自己清掃サイクルを有効化できない状態であるかどうかを示します。

## SCTC - セルフクリーントリガーコイル

セルフクリーントリガ — (SCTC)	0x15	I	セルフクリーントリガーコイル → 高く設定すると、このコイルはセルフクリーントリガーコマンドをデバイスに送信します。 → 初期値：0 → データ型：ブール値 → 揮発性：揮発性
---------------------------	------	---	--

このコイルにより、セルフクリーニングサイクルをトリガーするシリアル方式が可能になります。コイルが設定されてコマンドが送信されると、デバイスは現在のシステム状態に

基づいて応答します。たとえば、サイクルの準備ができている場合は、クリーニングサイクルを実行します。ただし、何らかの理由で自動洗浄サブシステムが無効になっている場合、コマンドは拒否されます。

クリーニングサイクルが完了すると、デバイスはコイルをリセットします。クリーニングサイクルが実行されなかった場合は、クライアントがコイルをリセットする必要があります。