

個別説明書

Proline Promass

Heartbeat Technology アプリケーションパッケージ

目次

1	資料情報	4
1.1	資料の機能	4
1.2	本書の使用法	4
1.3	使用されるシンボル	4
1.4	関連資料	5
2	製品の特長および有効性	6
2.1	製品の特長	6
2.2	有効性（製品リストおよび注文オプション）	6
3	製品説明	8
3.1	概要	8
3.2	詳細な製品説明	8
4	システム統合	11
4.1	自動データ交換	11
4.2	ユーザーが実行するデータ交換（アセット マネジメントシステム）	13
5	設定	14
5.1	可用性	14
5.2	Heartbeat 診断	15
5.3	Heartbeat モニタリング	15
5.4	Heartbeat 検証	15
6	操作	16
6.1	Heartbeat 診断	16
6.2	Heartbeat モニタリング	16
6.3	Heartbeat 検証	16
7	機能	23
7.1	Heartbeat Technology を使用した校正および自己監視	23
7.2	Heartbeat Technology - 統合	23
7.3	Heartbeat 検証 - データ管理	24
7.4	モジュール	30
8	使用事例およびアプリケーション （および結果の解釈）	32
8.1	診断	32
8.2	状態監視	32
8.3	Heartbeat モニタリング - はじめに	32
8.4	Heartbeat 検証	40
9	用語集および専門用語	42
10	登録商標	44


1 資料情報


1.1 資料の機能

本資料は取扱説明書の一部であり、アプリケーション固有のパラメータの参照資料として、操作メニューの各パラメータに関する詳細説明が記載されています。

1.2 本書の使用法








1.2.1 本書の構成情報

 **表示/操作、セットアップ、診断**のメニュー構成に応じた、簡単な説明付きのパラメータの配置構造については、機器の取扱説明書を参照してください。

 操作指針の詳細については、機器の取扱説明書の「操作指針」章を参照してください。

1.3 使用されるシンボル

1.3.1 特定情報に関するシンボル

シンボル	意味
 A0011193	ヒント 追加情報を示します。
 A0011194	資料参照 対応する機器関連文書の参照指示
 A0011195	ページ参照 対応するページ番号の参照指示
 A0011196	図参照 対応する図番号およびページ番号の参照指示
 A0013140	現場表示器による操作 現場表示器を使用する場合のパラメータのナビゲーションを示します。
 A0013143	操作ツールによる操作 操作ツールを使用する場合のパラメータのナビゲーションを示します。
 A0013144	書き込み保護パラメータ ユーザー定義コードの入力により、書き込み不可にできるパラメータであることを示します。

1.3.2 図中のシンボル

シンボル	意味
1, 2, 3 ...	項目番号
A, B, C, ...	図
A-A, B-B, C-C, ...	断面図


1.4 関連資料

本書は個別説明書であり、納入範囲に含まれる取扱説明書の代わりとなるものではありません。

詳細については、CD-ROM に収録されている取扱説明書やその他のドキュメントを参照するか、または、弊社ウェブサイト (www.endress.com/deviceviewer) をご覧ください。

個別説明書は、以下の取扱説明書に付随するものです。

センサ	HART	EtherNet/IP	Modbus RS485
A	BA01187D	BA01182D	BA01179D
C	BA01188D	BA01183D	BA01178D
E	BA01167D	BA01064D	BA01056D
F	BA01168D	BA01065D	BA01057D
H	BA01189D	BA01184D	BA01177D
I	BA01190D	BA01066D	BA01058D
O	BA01191D	BA01185D	BA01180D
P	BA01192D	BA01067D	BA01059D
S	BA01193D	BA01068D	BA01060D
X	BA01194D	BA01186D	BA01181D

-  本個別説明書は以下から入手できます。
- 機器に同梱されている CD-ROM より（注文した機器バージョンに応じて）
 - 弊社ウェブサイトのダウンロードエリアより：www.endress.com → Download

1.4.1 内容および範囲

本個別説明書には、Heartbeat Technology アプリケーションパッケージに含まれる追加のパラメータおよび技術データの説明が記載されています。Heartbeat Technology に関連しない、その他のすべてのパラメータについては、取扱説明書を参照してください。

2 製品の特長および有効性

2.1 製品の特長

Heartbeat Technology を採用した Proline 流量計は、継続的な自己監視 (**Heartbeat 診断**) による診断機能を提供し、外部の状態監視システムへの追加の測定変数の伝送 (**Heartbeat モニタリング**)、およびアプリケーション内の流量計のその場での検証を可能にします (**Heartbeat 検証**)。

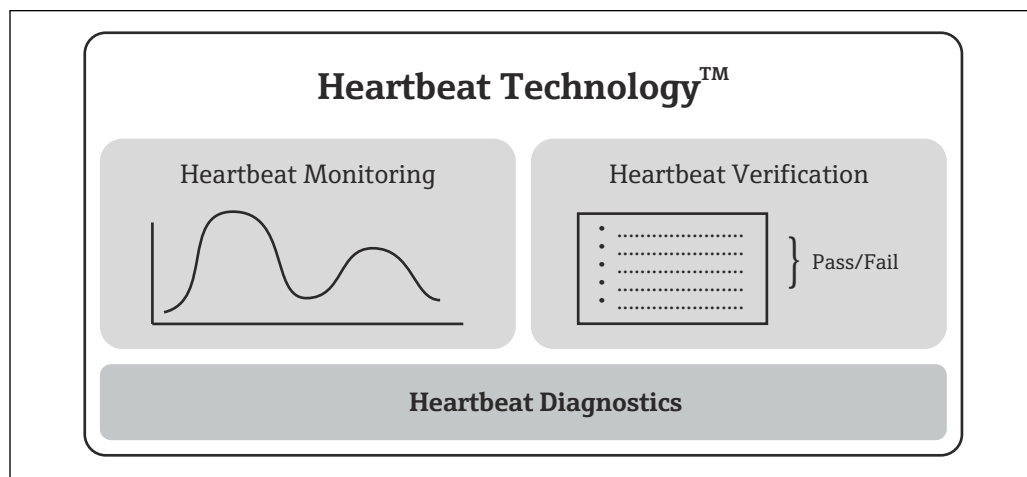


図 1 Heartbeat Technology : モジュールおよび関連機能の概要

Heartbeat 診断はすべての Proline 機器で使用可能な基本機能です。**Heartbeat モニタリング**と**Heartbeat 検証**モジュールはオプションです → 図 6。

2.1.1 Heartbeat 診断

Heartbeat 診断機能は、ステータス信号の形式で機器ステータスに関する情報を提供します (機器診断)。**Heartbeat 診断**はすべての Proline 機器で使用可能な基本機能です。診断の詳細については、取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

2.1.2 Heartbeat モニタリング

モニタリング機能固有の測定値が継続的に出力され、外部の状態監視システムで監視されます。測定値は機器に装備されている出力を介して状態監視システムに伝送されます。

2.1.3 Heartbeat 検証

必要に応じて、機器の機能が確認されます。確認結果はデータセットとして機器内に保存され、検証レポートの形式で文書化されます。


i 初回は設定ルーティンの一環として直ちに **Heartbeat 検証**機能を使用することを推奨します → 図 14。

2.2 有効性 (製品リストおよび注文オプション)

Heartbeat Technology はすべての Proline 測定原理で使用できます。このため、設置されたすべての Proline 流量計でこの機能を使用することが可能です。

現在利用可能な Proline Promass 製品のリスト：

- Proline Promass 100
- Proline Promass 100 EtherNet/IP
- Proline Promass 100 Modbus RS485

 詳細については、弊社営業所もしくは販売代理店にお問い合わせください。


注文オプション


Heartbeat 診断はすべての Proline 機器で使用可能な基本機能です。

Heartbeat モニタリングおよび **Heartbeat 検証**モジュールはオプションであり、製品価格表に注文オプションと記載されています。

「アプリケーションパッケージ」のオーダーコード、オプション **EB**「Heartbeat 検証 + モニタリング」

この注文オプションを選択した場合、**Heartbeat モニタリング**および **Heartbeat 検証**機能はすでに機器で有効にされた状態で工場から出荷されます。機器のライフサイクル中に、この機能を拡張することも可能です。

 **Heartbeat Technology** はあらゆるシステム統合オプションと互換性があります。機器に保存されているデータにアクセスするためには、デジタル通信用のインターフェイスが必要です。データ転送速度は使用する通信インターフェイスのタイプに応じて異なります。

 製品の有効性および既存機器のアップグレードに関する詳細については、弊社営業所もしくは販売代理店にお問い合わせください。

機能を有効にする方法については、こちらを参照してください →  14。

3 製品説明

3.1 概要

「Heartbeat 検証 + モニタリング」アプリケーションパッケージは、アプリケーションにおける機器の機能確認のために使用することが可能であり（**Heartbeat 検証**）、外部の状態監視システムに追加の測定変数を出力するためにも使用できます（**Heartbeat モニタリング**）。

本個別説明書は取扱説明書を補足するものであり、「Heartbeat 検証 + モニタリング」オプションを注文した場合に使用できる追加機能の説明が記載されています。個別説明書は取扱説明書に付随するものです。

Heartbeat Technology を採用した Proline 機器には、センサから出力までの測定チェーン全体を監視する自己監視システムが内蔵されています。内蔵されたこの自己監視システムは、機器の状態を直接評価するための追加情報（測定変数）、ならびに測定機能や性能に作用するプロセス影響に関する情報を提供します。

自己監視中に収集された情報は、**Heartbeat 診断**、**Heartbeat モニタリング**、**Heartbeat 検証**機能によってさまざまな方法で使用できるようになります → 図 1, 図 6。

- **Heartbeat 診断**機能は、機器の状態に関する情報を継続的に提供します。これは、ステータス信号の形式で表されます（**機器診断**）。
- **Heartbeat モニタリング**を使用すると、連続運転中に外部の状態監視システムで監視するために、モニタリング機能固有の追加の測定値を出力することが可能です。測定値は機器に装備されている出力を介して状態監視システムに伝送されます。
- 必要に応じて、**Heartbeat 検証**機能を使用して流量計の検証が行われます。確認結果は機器内のデータセット、または検証レポートの形式で文書化されます。検証結果によって、機器の状態が確定されます（**パスまたはフェール**）。

3.2 詳細な製品説明

3.2.1 Heartbeat 診断

目的

Heartbeat 診断機能を使用すると、継続的な自己監視機能に基づいて、ステータス信号の形式で機器ステータスに関する情報が生成されます（**機器診断**）。診断データは分類され、エラーの原因および対処法に関する情報が含まれます。

目標

操作インターフェイスを介して上位のシステムに継続的にステータス信号を出力します（システム統合）。

利点

- 継続的な監視および上位のシステムとの統合により、機器の状態に関する情報をリアルタイムで利用でき、タイミングよく処理できます。
- 問題を迅速に是正できるよう、各診断イベントに対して対処情報が提供されます。

ユーザーおよび業界の要件

ステータス信号は VDI/VDE 2650 および NAMUR 推奨 NE 107 に準拠して分類されます。

診断の詳細については、取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

3.2.2 Heartbeat モニタリング

目的

状態監視は、外部のシステムで流量計の測定変数を継続的に監視することと定義されています。これは、**機器診断**のベースとなる、機器で実行される継続的な自己監視とは異なります。継続的な自己監視機能に基づいて、**Heartbeat モニタリング**ではモニタリン

グ機能固有の追加の測定値が使用できるようになります。流量計の測定性能に関係する、さまざまな測定変数が提供されます。

状態監視システムにおける、こうした継続的な測定変数の分析により、アプリケーションの観点から測定変数を評価することが可能になります。機器診断では機器の状態（システムの完全性、メーカー仕様の範囲外での操作）に関する測定変数、および不適切なプロセス条件による測定機能の制限や中断に関して評価が行われます。一方、

Heartbeat モニタリングの目的は、アプリケーションとの関係において追加の測定変数を使用することです。そのため、測定変数は流量計ではなく、状態監視システムで解析されます。流量計は情報を提供するためだけに機能します。

目標

アプリケーションを監視するために、関連するモニタリング機能固有の測定値が、機器に装備されている出力を介して状態監視システムに伝送されます。モニタリング機能固有の測定値は状態監視システムで評価され、（洗浄などの）メンテナンス分野またはプロセス最適化対策に使用されます。アプリケーションのプロセス安全性または製品品質が影響を受ける前に、これらの措置を実施できることが理想的です。

以下は、Promass 状態監視の対象アプリケーションです。

- センサ内のコーティング/付着物の形成（汚れ）
- 腐食性の高いまたは研磨性のある流体
- 多相流体（液体内にガス含有）
- ウェットガス
- センサがプログラムされた摩耗量にさらされたアプリケーション

利点

- 測定変数が機器内で事前に処理されている場合、状態監視システムへの統合が容易になります。
- 変化の早期検出（トレンド）により、プラントの可用性と製品品質を確実にします。
- 措置（洗浄）を先行で計画するために情報を利用します。
- 設備やプロセスを最適化するための基盤として、望ましくないプロセス条件を識別します。

ユーザーおよび業界の要件

- 高い品質レベルの製品を実現するには、プロセス品質を継続的に監視し、流量測定の商品品質を一定に保つ必要があります。
- 設備の可用性を高めるには、予定外のダウンタイムを削減し、修理所要時間を短縮しなければなりません。そして、先を見越した、将来計画が必須条件となります。

3.2.3 Heartbeat 検証

目的

Heartbeat 検証は、Proline 流量計の自己監視機能を使用して機器の機能確認を行います。検証は、必要に応じて実施されます。検証プロセスの最中に、システムは機器コンポーネントが工場仕様に適合するか確認します。テストにはセンサと電子モジュールの両方が含まれます。確認結果はデータセットとして機器内に保存され、必要に応じて、検証レポートの形式で文書化されます。検証の要求は、システム統合インターフェイスを介して上位のシステムから出されることがあります。機器機能テストの全体結果（**パス/フェール**）も、この上位のシステムに伝送することが可能です。検証結果によって、機器の状態が確定されます（**パス**または**フェール**）。ユーザーがデータを解析する必要はありません。

目標

製品のライフサイクルにおいて測定品質が一貫していることを確認するため、機器の機能を定期的にチェックします。製品のライフサイクルにおける機器の状態について、トレーサビリティが確保できる資料を作成します。

利点

- 機能は機器に統合されているため、あらゆる操作インターフェイスやシステム統合インターフェイスを介して使用できます。この機能を使用するために現場にいる必要はありません。そのため、時間節約につながり、いつでも簡単に機能を使うことが可能です。
- 機器が検証結果を自ら解析・記録するため (**パス/フェール**)、ユーザー側には特別な知識は必要ありません。
- 検証資料 (検証レポート) は、第三者に品質管理を証明するために使用できます。
- アプリケーションにおける Proline 機器のテスト方法として **Heartbeat 検証**機能を使用すると、他のメンテナンス作業 (定期点検、再校正) の代わりになったり、あるいはテスト間隔を延長することが可能です。

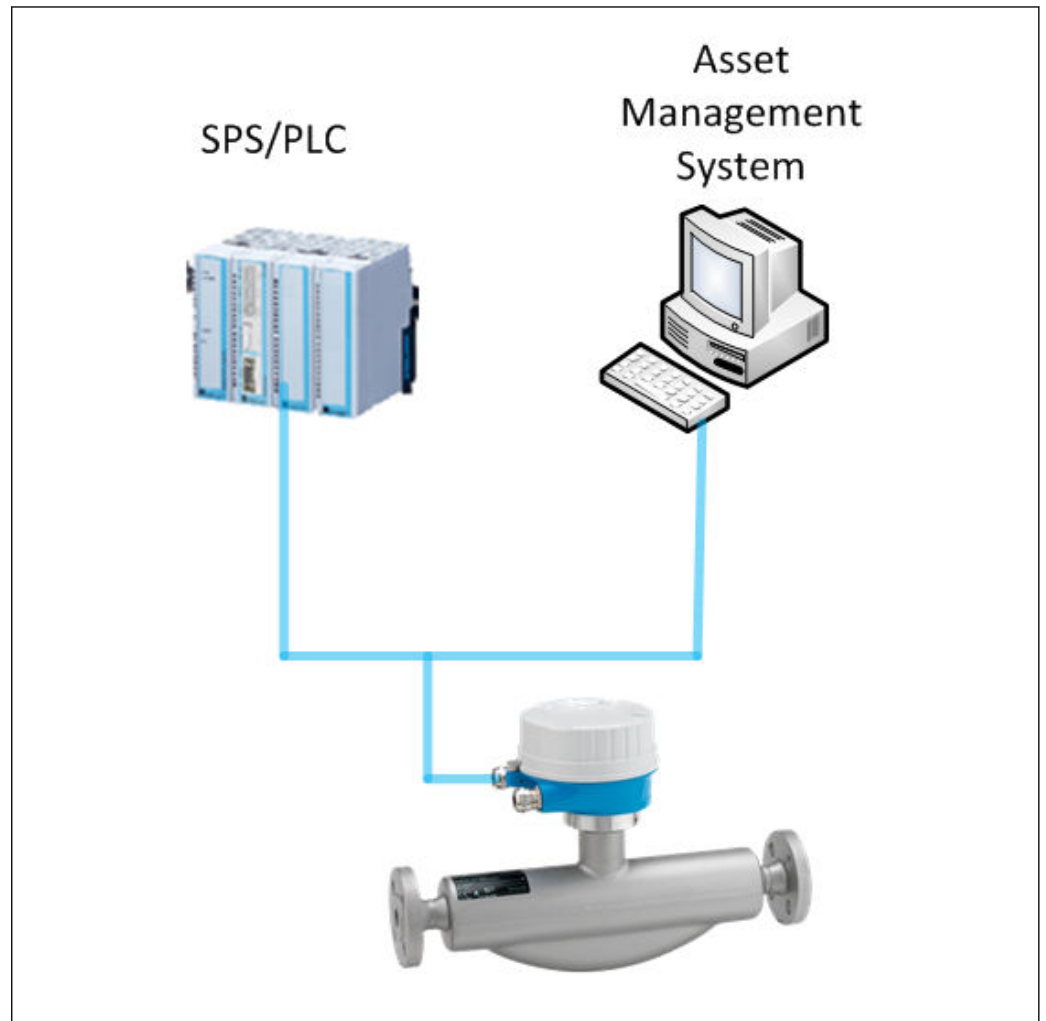
ユーザーおよび業界の要件

- ISO 9001 に準拠 (品質に関する測定点)
- 機能的安全性 (SIL) の一部としてのプルーフテスト
- エネルギー監視、ユーティリティ、温室効果ガス排出に関する測定点のテスト
- 請求に関する測定点のテスト

4 システム統合

システム統合の基本情報については、取扱説明書の「システム統合」セクションを参照してください。

Heartbeat Technology 機能は、デジタルインターフェイスを介して使用できます。また、アセットマネジメントシステムやオートメーションインフラ（例：PLC）を介して機能を使用することが可能です。



A0020248

そのときデータ交換は自動化させるか、またはユーザーが実行できます。

4.1 自動データ交換

Heartbeat 診断	Heartbeat モニタリング	Heartbeat 検証
<ul style="list-style-type: none"> ▪ フィールド機器診断の分析 ▪ PLC との統合のための診断イベント 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 連続トレンド分析 ▪ 状態監視システムで処理するための測定変数の追加監視 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 自己監視を介した機器チェック ▪ 検証開始および検証結果のアップロード

4.1.1 自動データ交換：Heartbeat モニタリング

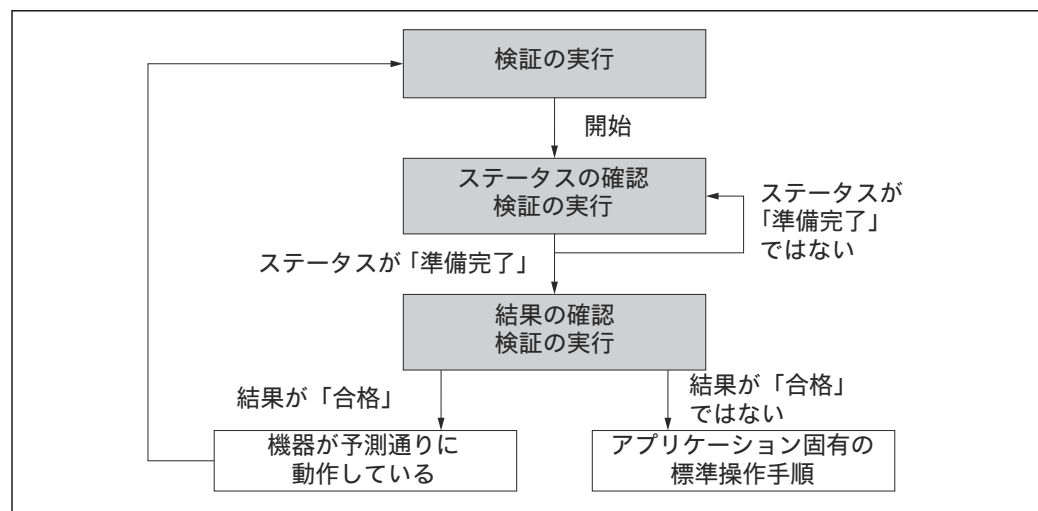
以下の手順は、主に **Heartbeat モニタリング** 機能の自動処理に関するワークフローと状態監視用のデータ使用を説明したものです。

- ホストアプリケーションは **Heartbeat モニタリング** のためのフィールド機器の周期的サービスを設定します。
- フィールド機器は **Heartbeat モニタリング** から PV (プロセス変数) を通信します。
- ホストアプリケーションは **Heartbeat モニタリング** からの PV (例：トレンド、リミット値監視) を評価します。
- ホストアプリケーションによってアプリケーション固有の標準操作手順が開始します (例：「メンテナンスが必要」アラームの発生またはメンテナンス指示のトリガ)。

i フィールドバス固有の実装については (Modbus RS485、EtherNet/IP、HART、PROFIBUS DP)、取扱説明書の「技術データ」、「17.4 出力」セクションを参照してください。

4.1.2 自動データ交換：Heartbeat 検証

機器に組み込まれている自己監視機能は、制御システムによって作動させ、結果を確認することができます。このためには、以下の手順を実施する必要があります。







A0020258-JA

- 検証実行：
「検証開始」パラメータにより検証が開始します。
- 検証ステータス：
検証が完了すると、「ステータス」パラメータの値が「完了」に変わります。
- 検証結果：
検証の全体結果は「結果」パラメータに示されます。結果に応じて、システムはさまざまなアプリケーション固有の措置を実行しなければなりません。たとえば、結果として「パス」が表示されなかった場合、「メンテナンスが必要」アラームがトリガされます。

4.2 ユーザーが実行するデータ交換（アセットマネジメントシステム）

Heartbeat 診断	Heartbeat モニタリング	Heartbeat 検証
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 対処法の特定 ▪ エラーの原因および対処法に関する情報は、アセットマネジメントシステムが提供します。 	監視システムの設定	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 自己監視を介した機器検証 ▪ 検証開始 ▪ 詳細結果を含む検証結果のアップロード、アーカイブ保存、文書化

 ユーザーが実行するデータ交換については、「設定」→  14、「操作」→  16、「Heartbeat Technology - 統合」→  23 セクションを参照してください。

5 設定

5.1 可用性

Heartbeat モニタリングおよび**Heartbeat 検証**のオプションパッケージの流量計を工場に注文した場合、この機能は機器の納入時にはすでに使用できます。機器の操作インターフェイス、Web サーバーまたは Endress+Hauser の FieldCare アセットマネジメントソフトウェアを介して機能にアクセスします。機能を動作させるために特定の措置は講じる必要はありません。

機器内の機能の可用性を確認する方法：

- シリアル番号を使用する場合：
W@M デバイスビューワー¹⁾ → オーダーコード オプション **EB** 「Heartbeat 検証 + モニタリング」
- 操作メニュー内：
機能が操作メニューに表示されるか確認します：診断 → Heartbeat
「Heartbeat」オプションが使用できる場合は、機能が有効になっています。

機器内の機能にアクセスできない場合、オプションパッケージは選択されていません。その場合は、機器のライフサイクル中に、この機能を拡張することが可能です。ほとんどの流量計では、ファームウェアをアップグレードせずに機能を有効にできます。

5.1.1 ファームウェアアップグレードなしでの有効化

ファームウェアをアップグレードせずに機能を有効にするには、Endress+Hauser の変換キットが必要です。このキットには、「Heartbeat 検証 + モニタリング」機能を有効にするために操作メニューから入力する必要のあるアクティベーションコードなどが含まれます。

有効化機能は、「設定 → 高度な設定 → アクセスコード入力」で使用できます。

一度有効になると、**Heartbeat モニタリング**および**Heartbeat 検証**モジュールは機器で恒久的に使用できます。

ファームウェアアップグレードなしでの有効化は、以下のファームウェアバージョン以降で可能です。


- Modbus: 01.02.zz
- EtherNet/IP: 01.01.zz
- HART: 01.00.zz
- PROFIBUS DP: 01.00.zz

5.1.2 有効化前のファームウェアアップグレード

有効化の前にファームウェアアップグレードが必要な機器を使用している場合は、弊社サービス部にお問い合わせください。

この機能には、サービスレベルの機器アクセス権が必要です。

機器のファームウェアバージョンが古い場合は、ファームウェアアップグレードが必要です（「5.1.1 ファームウェアアップグレードなしでの有効化」を参照）。さらに、設定中にセンサの基準条件を記録・選択しなければなりません。

 製品の有効性および既存機器のアップグレードに関する詳細については、弊社営業所もしくは販売代理店にお問い合わせください。

1) www.endress.com/deviceviewer

5.2 Heartbeat 診断

診断機能は Proline 流量計の基本機能の一部です。取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

5.3 Heartbeat モニタリング

Heartbeat モニタリングは、モニタリング機能を有効にして、アプリケーションの観点から監視のために必要な測定変数を機器の出力に割り当てると動作を開始します。設定が完了すると、選択されたモニタリング機能固有の測定変数は、出力で継続的に使用できます。

モニタリング機能の有効化/無効化



モニタリング機能固有の測定変数の伝送を操作メニューでオン/オフできます。

→  16

5.3.1 パラメータ選択：出力

以下に示されるモニタリング機能固有のパラメータは、状態監視システムに連続伝送するために出力に割り当てることができます。

パラメータ	説明	値範囲
振動ダンピング 0	計測チューブの機械的なダンピング (A/m)	0~3.0 · 10 ⁺³⁸
振動ダンピング 1 (Promass I のみ)	計測チューブねじれモードの機械的なダンピング (A/m)	0~3.0 · 10 ⁺³⁸
センサの健全性 (Promass I のみ)	センサハウジングに内蔵されるすべての電気/機械/電気機械コンポーネントを含む (計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなどを含む) センサ全体の相対的変化を基準値の%で	±4 %

 パラメータの使用および測定結果の解釈に関する詳細については、こちらを参照してください →  32。



5.3.2 Proline Promass I の特殊性

Proline Promass I 機器の場合、「センサの健全性」測定変数は監視パラメータとして継続的に使用可能ですが、他の Promass センサでは、**Heartbeat 検証**機能の一部として、必要に応じてのみ使用できます。

「センサの健全性」パラメータの偏差は、流量および密度測定において測定誤差や測定の不確かさを増大させる、センサまたはセンサの個別のコンポーネント (計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなど) の変化を示します。これはセンサの過剰な機械的または熱によるひずみ、摩耗 (例：腐食、すり減り) の増加や計測チューブ内のコーティング/付着物の形成により増加します。

5.4 Heartbeat 検証

Heartbeat 検証機能の設定は必要ありません。**Heartbeat 検証**の一部として必要な設定 (工場基準値) は工場での校正中に記録され、機器内に恒久的に保存されます。アプリケーションにおいて検証する場合、機器の現状がこの工場基準値と比較されます。

 機器の設定時または **Heartbeat 検証**機能を有効にした直後に初期検証を実行し、結果を機器のライフサイクルにおける初期状況として保存することを推奨します →  16。

6 操作

6.1 Heartbeat 診断

診断機能は Proline 流量計の基本機能の一部です。

診断の詳細については、取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

6.2 Heartbeat モニタリング

モニタリング機能の有効化/無効化

機器が正常に設定されると、モニタリング機能固有の測定変数の出力への連続伝送を操作メニューでオン/オフできます。

- 「設定 → 高度な設定 → Heartbeat 設定 → Heartbeat モニタリング」
- 「エキスパート → 診断 → Heartbeat → Heartbeat モニタリング」

6.3 Heartbeat 検証

6.3.1 初期検証

機器の設定時に初期検証を実行し、結果を機器のライフサイクルにおける初期状況として保存することを推奨します。

6.3.2 製品の特長

Heartbeat 検証の製品特長に関する基本情報については、こちらを参照してください → 図 8。機器の操作を続ける前に、本書のこのセクションを参照してください。

6.3.3 操作 – 検証の実行

検証は必要に応じて実行され、操作メニューまたは Verification DTM を介して開始します。

操作メニューおよび Web サーバーを介したアクセス：

- 「診断 → Heartbeat → 検証の実行」
- 「エキスパート → 診断 → 検証の実行」

FieldCare DTM を介したアクセス：

「Heartbeat → 検証の実行」

「検証の実行/開始」のパラメータ

パラメータ	説明	選択/ ユーザー入力	初期設定
年	日付と時刻の入力 (フィールド 1) : 検証が実行された年	9 ~ 99	10
月	日付と時刻の入力 (フィールド 2) : 検証が実行された月	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 月 ■ 2 月 ■ 3 月 ■ 4 月 ■ 5 月 ■ 6 月 ■ 7 月 ■ 8 月 ■ 9 月 ■ 10 月 ■ 11 月 ■ 12 月 	1 月

パラメータ	説明	選択/ ユーザー入力	初期設定
日	日付と時刻の入力（フィールド3）：検証が実行された日	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1～28 ■ 29 ■ 30 ■ 31 	1
時	日付と時刻の入力（フィールド4）：検証が実行された時	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1～11 ■ 1～23 	12
AM/PM	日付と時刻の入力（フィールド5）：午前または午後	<ul style="list-style-type: none"> ■ AM ■ PM 	AM
分	日付と時刻の入力（フィールド6）：検証が実行された分	0～59	0
検証開始	検証の開始	<ul style="list-style-type: none"> ■ キャンセル ■ 開始 	キャンセル
進行中	進捗が表示されます。	0～100%	0
ステータス	検証のステータス <ul style="list-style-type: none"> ■ 完了：前回の検証が完了し、機器は次の検証のための準備が完了 ■ 進行中：検証の実行中 ■ フェール：検証を実行するための必須条件が満たされていません。検証を開始できません（例：プロセスパラメータが不安定）。 ■ チェック未完了：この機器では一度も検証が実行されたことはありません。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 完了 ■ 進行中 ■ フェール ■ チェック未完了 	完了

 現在の稼働時間に加えて日付と時刻の入力が保存され、検証結果も検証レポートに示されます。

6.3.4 検証結果

検証結果は操作メニューまたは FieldCare Verification DTM を介して呼び出すことができます。

操作メニューおよび Web サーバーを介したアクセス：

- 「診断 → Heartbeat → 検証の結果」
- 「エキスパート → 診断 → Heartbeat → 検証の結果」

FieldCare DTM を介したアクセス：

「Heartbeat → 検証の結果」

「検証の結果」のパラメータ

パラメータ	説明	選択/ ユーザー入力	初期設定
日付/時刻	リアルタイムの日付と時刻の入力	ユーザー入力	0
検証 ID	機器の検証結果の連続番号付け	0～65535	0
稼働時間	検証の時点での機器の稼働時間	-	-
全体の結果	検証の全体結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ フェール ■ 未使用 ■ パス ■ チェック未完了 	チェック未完了
センサ	センサテストグループの結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ フェール ■ 未使用 ■ パス ■ チェック未完了 	チェック未完了

パラメータ	説明	選択/ ユーザー入力	初期設定
センサの健全性	センサの健全性テストグループの結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ フェール ■ 未使用 ■ パス ■ チェック未完了 	チェック未完了
センサの電子機器モジュール	センサ電子モジュールテストグループの結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ フェール ■ 未使用 ■ パス ■ チェック未完了 	チェック未完了
I/O モジュール	I/O モジュールテストグループの結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ フェール ■ 未使用 ■ パス ■ チェック未完了 	チェック未完了

結果の分類

- フェール：テストグループ内の 1 つ以上の個別のテストが仕様範囲外
- パス：テストグループ内の個別のテストがすべて仕様に適合
- チェック未完了：このテストグループではテストが実行されていません。

テストグループ

- センサ：センサの電気コンポーネント（信号、回路、ケーブル）
- センサの健全性：センサの電気/電気機械/機械コンポーネント（計測チューブを含む）
- センサ電子モジュール：センサの励磁およびセンサ信号変換用の電子モジュール
- I/O 電子モジュール：機器に組み込まれたすべての入力および出力モジュールの結果

テストグループおよび個別テストの詳細については、こちらを参照してください
→ 18。

説明

テストグループ（例：センサ）の結果には、複数の個別のテストが含まれます。テストグループがパスするには、個別のテストがすべてパスしなければなりません。同じことが全体結果にも当てはまります。全体結果が「パス」するには、すべてのテストグループがパスしなければなりません。個別のテストに関する情報は、検証レポートおよび Verification DTM を介してアクセスできる詳細な検証結果によって提供されます。

6.3.5 詳細な検証結果

詳細な検証結果および検証時のプロセス条件については、FieldCare Verification DTM を介してアクセスできます。

- 検証結果：「VerificationDetailedResults → VerificationSensorResults」
- プロセス条件：「VerificationDetailedResults → VerificationActualProcessConditions」

以下のリストに示される詳細な検証結果は、テストグループ内の個別のテストの結果に関する情報を提供します。

「詳細な検証結果」のパラメータ

パラメータ/個別テスト	説明	値範囲
テストグループ「センサ」		
入口センサコイル	入口センサコイルの状態：損傷なし/損傷あり（短絡/遮断）	値範囲なし、パス/フェール
出口センサコイル	出口センサコイルの状態：損傷なし/損傷あり（短絡/遮断）	値範囲なし、パス/フェール
計測チューブ温度センサ	計測チューブ温度センサの状態：損傷なし/損傷あり（短絡/遮断）	値範囲なし、パス/フェール
保護容器温度センサ	保護容器温度センサの状態：損傷なし/損傷あり（短絡/遮断）	値範囲なし、パス/フェール

パラメータ/個別テスト	説明	値範囲
センサコイル対称性	入口/出口センサ間の信号振幅の監視	値範囲なし、パス/フェール
周波数横モード	計測チューブの振動周波数の監視	センサタイプ、バージョン、呼び口径に応じて異なります。
周波数ねじれモード (Promass Iのみ)	計測チューブねじれモードの振動周波数の監視	センサタイプ、バージョン、呼び口径に応じて異なります。
テストグループ「センサの健全性」		
センサの健全性	センサハウジングに内蔵されるすべての電気/機械/電気機械コンポーネントを含む (計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなどを含む) センサ全体の相対的变化を基準値の%で監視	±4 %
センサの健全性偏差	センサハウジングに内蔵されるすべての電気/機械/電気機械コンポーネントを含む (計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなどを含む) センサ全体の相対的变化を基準値の%で	±4 %
テストグループ「センサ電子モジュール」		
ゼロ点監視	流量測定のためのゼロ点の監視	±500
基準クロック	流量測定のための基準クロックの監視	±100 ppm
基準温度	温度測定監視	±10 Ω (温度値ではなく、抵抗値として定義)
テストグループ「I/O モジュール」		
I/O モジュール	I/O モジュールの監視 電流出力の場合：電流の精度	±1 % ±100 μA

さらに、検証時の現在のプロセス条件が記録され、それにより結果の比較可能性が向上します。

プロセス条件

プロセス条件	説明、値範囲
質量流量検証値	質量流量の現在の測定値
密度検証値	密度の現在の測定値
ダンピングの検証値	計測チューブダンピングの現在の測定値
プロセス温度検証値	プロセス温度の現在の測定値 (センサ内の温度)
電気部内温度	変換器内の電子モジュール温度の現在の測定値

6.3.6 検証レポート

検証結果は、Web サーバーまたは FieldCare アセットマネジメントソフトウェアを使用して検証レポートの形式で文書化できます。検証レポートは、検証後に機器に保存されたデータセットに基づいて作成されます。検証結果は検証 ID および稼動時間によって自動的かつ一意的に識別されるため、これはトレーサビリティが確保できる流量計検証の資料に最適です。

検証レポートの作成


→ 24

検証レポートの内容

検証レポートは2ページのレポートです。最初のページには、測定点および検証結果を識別するため、ならびに検証の実行を確認するための情報が記載されます。

- **Customer** : 参照ユーザー名
- **Device Information** : 操作する場所 (タグ) および測定点の現在の設定に関する情報。この情報は機器内で管理され、検証レポートに含まれます。
- **Calibration** : センサの校正ファクタおよびゼロ点設定の情報。この値が前回の校正と一致する場合、センサは流量および密度の測定仕様に準拠します。
- **Verification information** : 稼働時間および検証 ID は、追跡可能な検証資料用に検証結果を一意的に割り当てるために使用されます。現在の稼働時間に加えて日付と時刻の手動入力 が機器内に保存され、検証結果も検証レポートに示されます。
- **Verification results** : 検証の全体結果。検証がパスとなるのは、すべてのテストグループがパスした場合に限られます。テストグループの結果は、レポートの2ページ目に示されます。
- **妥当性 - 免責事項** : 検証レポートの妥当性を確保するための必須条件として、関係する機器で **Heartbeat 検証** 機能を有効にし、この作業の実施許可を得たオペレータによって実行されなければなりません。あるいは、**Endress+Hauser** のサービス技術者または **Endress+Hauser** が認めるサービスプロバイダが検証の実施を担当することが可能です。

Verification report

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Verification report flowmeter

Customer	Mr. Smith
Device information	
Location Anlage 14	Device tag M-745
Module name Promass E	Nominal diameter DN25
Device name Promass 100	Order code 8E1B25-725
Serial number 1234567890	Firmware version 01.00.07
Calibration	
Calibration factor 1.15	Zero point 10

Verification information	
Operating time 12 d 15 h 32 min 12 s	Date/time 01.12.2010
Verification ID 17	
Verification results	
Overall result*	❌ Failed
Detailed results	See next page

* Overall result: Result of the complete device functionality test via Heartbeat Technology

Notes

Validity of the verification report is only guaranteed:

- For devices with enabled software option Heartbeat Verification
- By the Endress+Hauser service organization or by a service provider authorized by Endress+Hauser

Date

Customer's signature


Operator's signature

www.endress.com

A0020249-JA

検証レポートの2ページ目には個別のテストグループおよび個別のテストグループ結果がリスト表示されます。各テストグループの意味および個別テストの説明に関する情報については、こちらを参照してください → 18。

Verification report



Endress+Hauser
People for Process Automation

Verification report flowmeter

Verification detailed results

Sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Inlet pickup coil	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Outlet pickup coil	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Measuring tube temperature sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Carrier tube temperature sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Pickup coil symmetry	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Frequency lateral mode	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Frequency torsion mode	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Sensor integrity	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Sensor electronic module	<input checked="" type="checkbox"/> Failed
Zero point tracking	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Reference clock	<input checked="" type="checkbox"/> Failed
Reference temperature	<input type="checkbox"/> ? Check not done
I/O module	<input checked="" type="checkbox"/> Passed

www.endress.com

A0020250-JA

FieldCare Verification DTM および Web サーバーを使用したデータ管理
→ 24

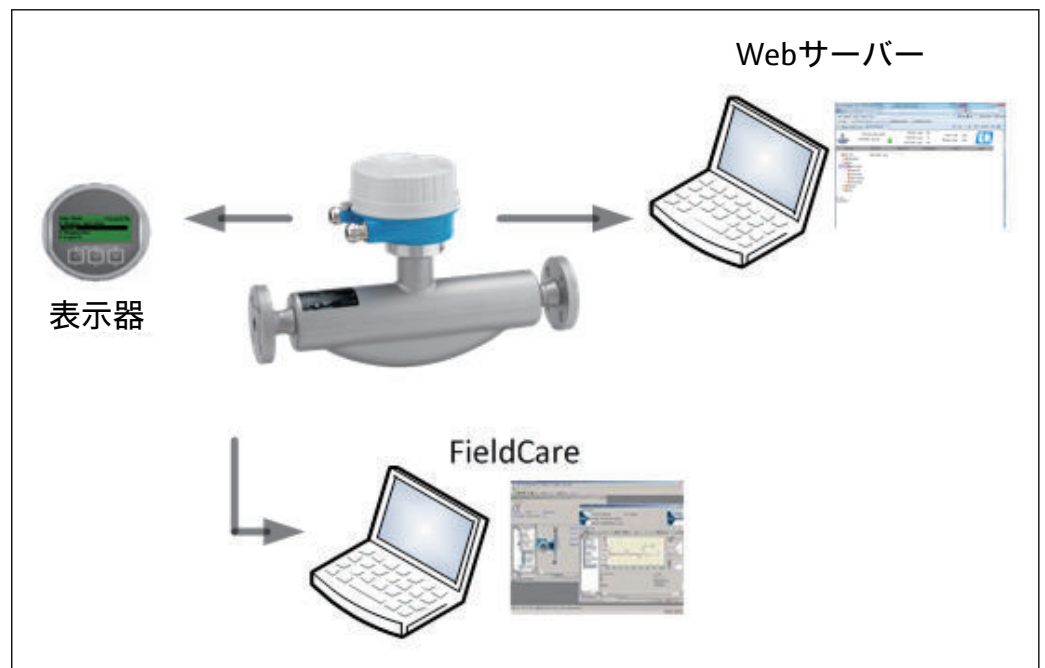
7 機能

7.1 Heartbeat Technology を使用した校正および自己監視

Heartbeat Technology 機能は、工場校正時に記録された基準値に基づいています。流量測定と相互関係のある機器内部のパラメータ（測定点）が校正中に記録されます（2次測定変数、比較値）。これらのパラメータの基準値は機器内に恒久的に保存され、機器に内蔵されている Heartbeat Technology、特に **Heartbeat 検証** 機能のベースとして機能します。流量計のライフサイクル全体にわたって、**Heartbeat 検証** 機能は測定点が校正時に設定された基準条件から逸脱していないか確認し、偏差が工場仕様の範囲外の場合はこれを示します。テスト方法の妥当性は、冗長コンポーネントおよび信号フィードバック（フィードバックループ）によって、さらに保証されます。これは、コンポーネントドリフトが検知されなかったことを保証します。

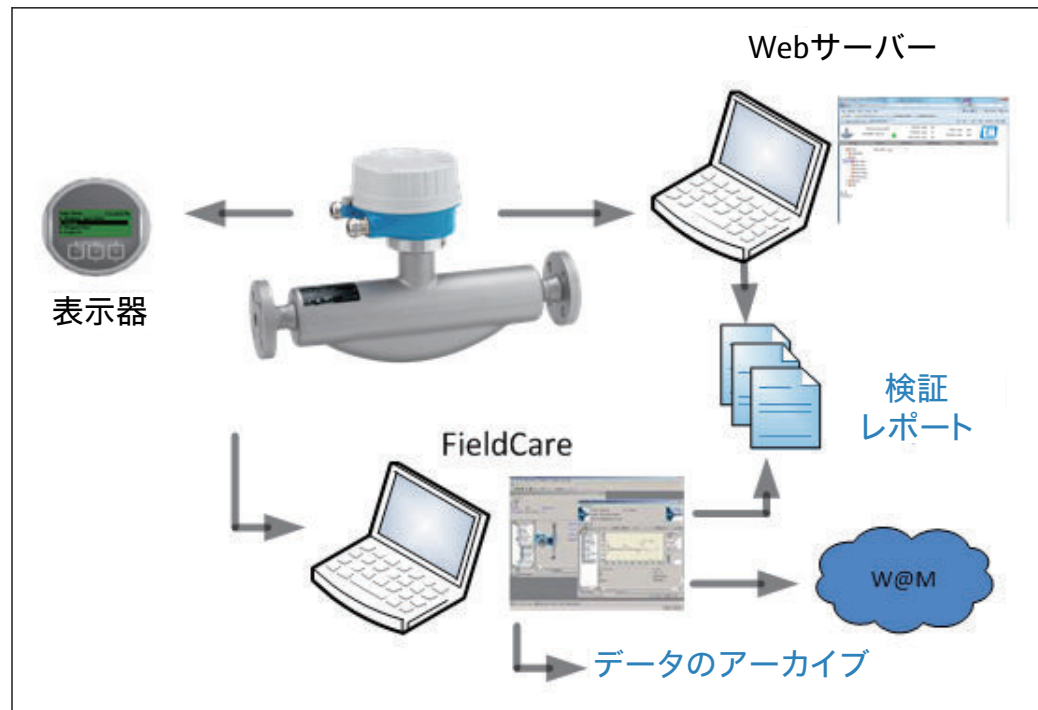
7.2 Heartbeat Technology – 統合

Heartbeat Technology 機能は、あらゆる操作インターフェイスを介してアクセスできます。



A0020243-JA

さらに、システム統合インターフェイスを介して機能にアクセスすることが可能であり、現場にいなくても機器を使用できます。プロセス制御システムまたはアセットマネジメントシステムを使用して、最小限の手間で測定点を定期的に点検することが可能です。



A0020244-JA

機器に内蔵されている Web サーバーと Endress+Hauser の FieldCare アセットマネジメントソフトウェアの両方が検証レポートの作成に対応しています。FieldCare DTM モジュールは、検証結果のアーカイブ保存、ならびにトレーサブルな資料を作成するためのレポートも可能にします。

7.3 Heartbeat 検証 – データ管理

Heartbeat 検証の結果は、機器メモリ内に不揮発性のパラメータセットとして保存されます。

Promass 機器には、パラメータセット用の 8 つの保存領域が用意されています。

新しい検証結果は「先入れ後出し」方式で古いデータを上書きします。

検証結果は、Web サーバーまたは Endress+Hauser の FieldCare アセットマネジメントソフトウェアを使用して検証レポートの形式で文書化できます。検証レポートで結果を印刷するオプションに加えて、FieldCare は検証結果をアーカイブ保存するための DTM も提供します。さらに、FieldCare を使用すると、検証結果のトレンド分析のためにこれらのアーカイブからデータをエクスポートすることも可能です(ラインレコーダ機能)。詳細については、「Verification DTM の説明」セクションを参照してください。

7.3.1 Web サーバーを使用したデータ管理

検証レポートの印刷

Web サーバーを使用すると「データ管理」タブを介して、レポートを印刷するためのメニューに直接アクセスすることが可能です。「ユーザー」および「場所」の情報を各セクションに入力できます。ここに入力した情報は検証レポートに表示されます。

「結果データの選択」セクションで、必要なデータセットと検証結果を選択することが可能です。検証データセットはドロップダウンメニュー内にタイムスタンプ付きで示されます。

「VerificationReport.pdf」をクリックすると、PDF 形式で検証レポートが生成されます。



A0020313-JA

パラメータのエクスポート

「バックアップエクスポート → パラメータのエクスポート」機能を使用して、パラメータを CSV ファイルにエクスポートできます。「Parameters.csv」をクリックすると、CSV ファイル形式でテキストファイルが生成されます。この形式は、表計算ソフトに容易に変換できます。



A0020314-JA

7.3.2 Verification DTM を使用したデータ管理



説明

標準の機器 DTM に加えて、**Heartbeat 検証**用の特別な DTM もあります。この Verification DTM は、検証の実行および結果の管理に関する高度な機能を提供します。

基本機能


以下の基本機能が用意されています。

	機器からアセットマネジメントツール (FieldCare) に検証データセットのアップロードを開始
A0020273	
	DTM を初期状態にリセット
A0020274	
	保存されたアーカイブファイルを開く
A0020275	
	データセットを既存のアーカイブファイルに保存、または新しいアーカイブファイルに初めて保存
A0020276	

 A0020277	データセットを新しいファイル名で保存。この場合は、新しいアーカイブファイルが作成されます。
 A0020278	検証レポートを PDF 形式で作成

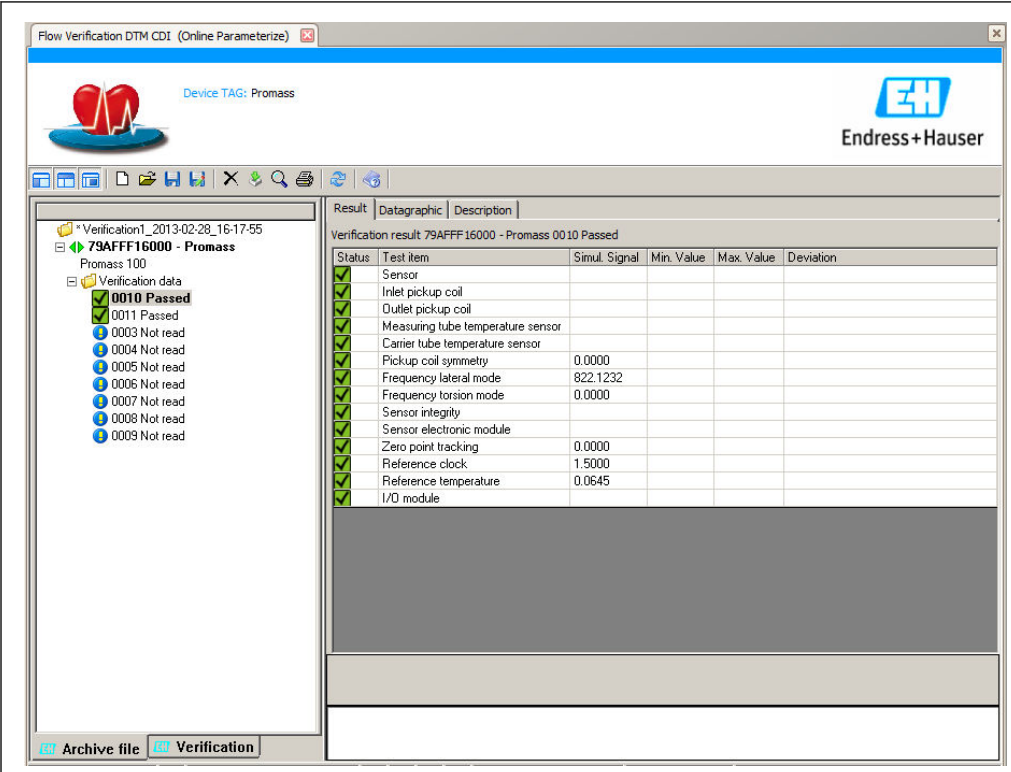
DTM ヘッダー

以下の基本機能が用意されています。

 Device TAG: Promass A0020272	DTM の上部表示領域をヘッダーと呼びます。ヘッダーにはデバイスのタグに関する情報が含まれます。
--	--

「アップロード」機能

機器からアセット管理ソフトウェアにデータをアップロードします。📁 アイコンを押すと開始します。この機能により、選択された機器内の保存データセットをアセット管理ソフトウェアに伝送し、これを視覚化することが可能です。



Status	Test item	Simul. Signal	Min. Value	Max. Value	Deviation
✓	Sensor				
✓	Inlet pickup coil				
✓	Outlet pickup coil				
✓	Measuring tube temperature sensor				
✓	Carrier tube temperature sensor				
✓	Pickup coil symmetry	0.0000			
✓	Frequency lateral mode	822.1232			
✓	Frequency torsion mode	0.0000			
✓	Sensor integrity				
✓	Sensor electronic module				
✓	Zero point tracking	0.0000			
✓	Reference clock	1.5000			
✓	Reference temperature	0.0645			
✓	I/O module				

A0020263-1A

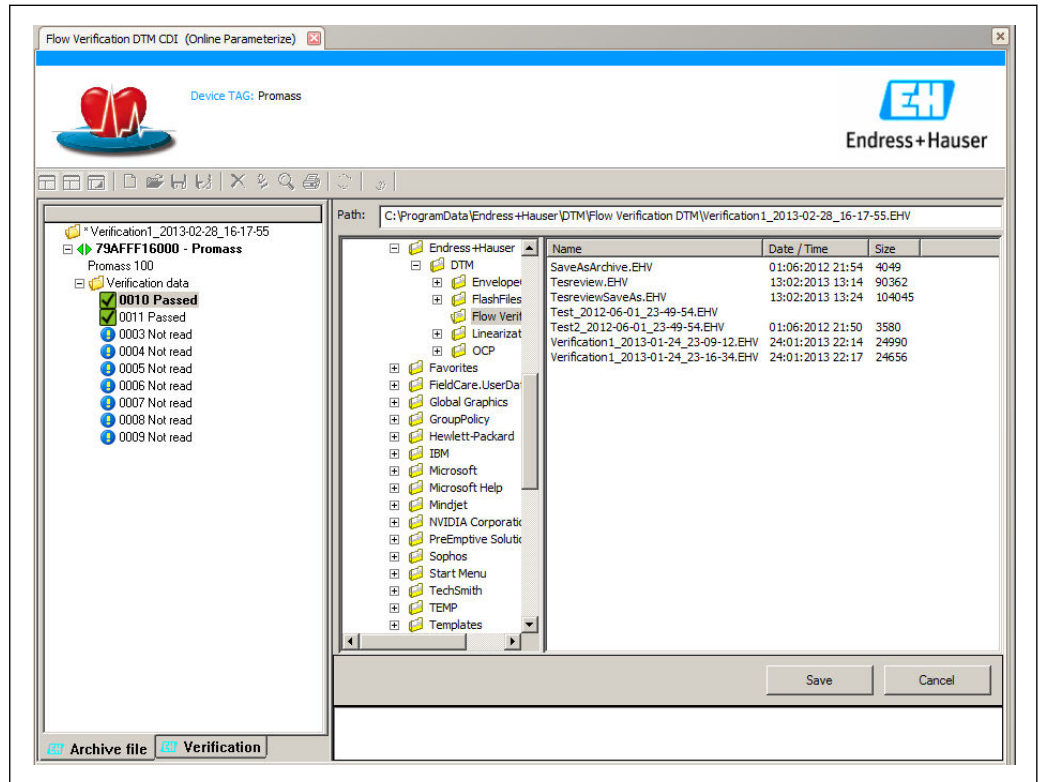
検証結果

検証結果の詳細は、「データ領域」に表示されます。データは3つのタブに分かれています。

- 「結果」: ステータス、テストグループ、リミット値を含む詳細な結果
- 「データグラフ」: トレンドカーブとして結果を視覚化
- 「説明」: ユーザーが入力する追加の説明や情報

アーカイブファイルに保存

アップロードすると、データはアーカイブファイルに保存できます。📁 または 📄 アイコンを押すと開始します。拡張子「.EHV」の付いたファイルが生成されます。このファイルはデータのアーカイブ保存に使用されます。ファイルは Verification DTM がインストールされたあらゆるアセットマネジメントシステムで読取り、解析することが可能であり、そのため、第三者による分析にも最適です（例：Endress+Hauser サービス部）。



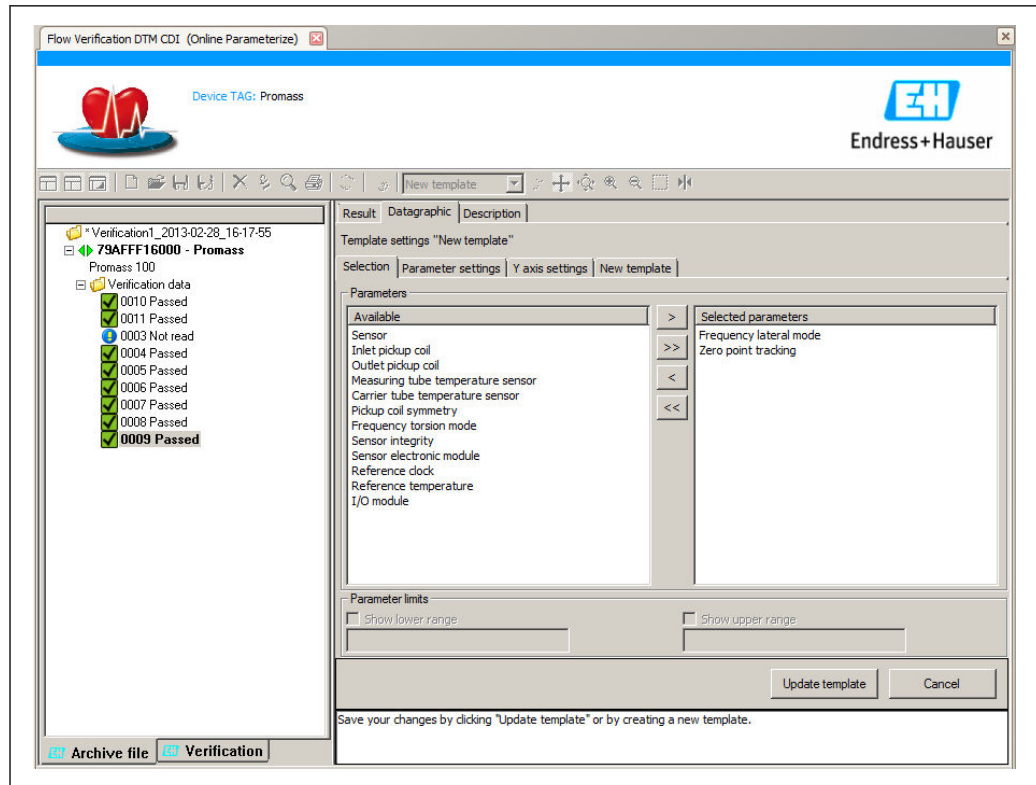
A0020265-JA

アーカイブファイルを開く

すでに保存されているアーカイブファイルは、📁 機能を使用して開くことができます。その際、アーカイブデータは Verification DTM に読み込まれます。

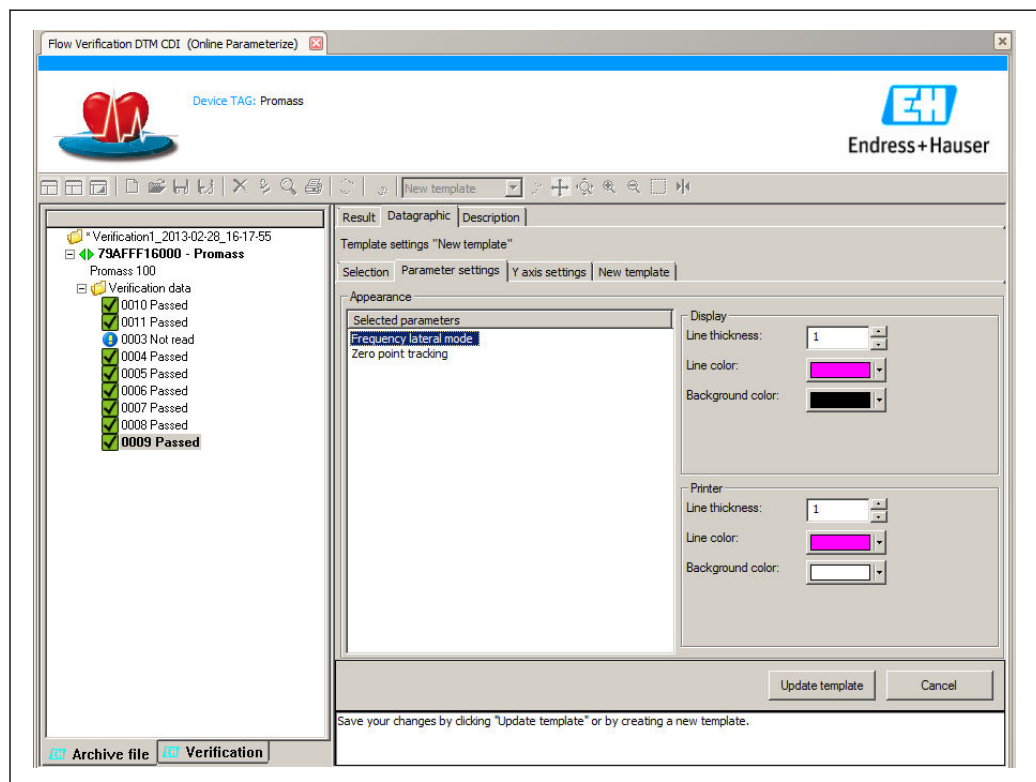
視覚化およびトレンド分析

検証データはデータ領域の「データグラフ」タブで視覚化できます。アーカイブの保存されたデータは経時的にグラフとして視覚化されます。このためには、用意されているデータのいずれも選択することが可能です。



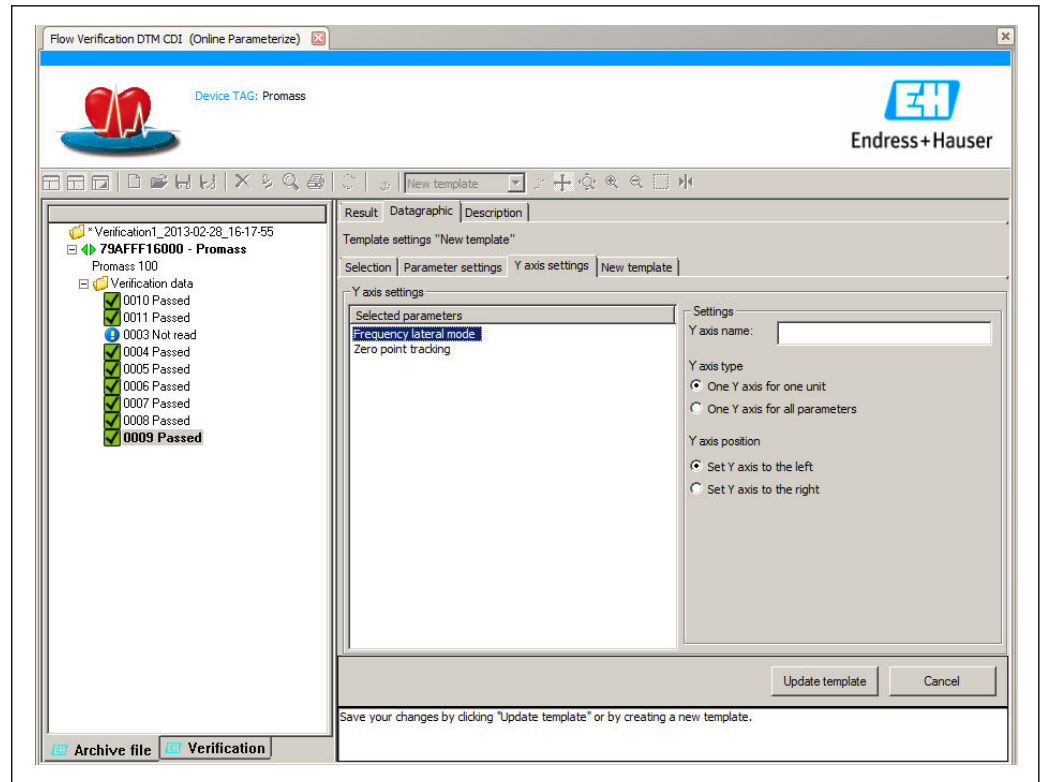
A0020266-JA

図 2 「選択」：パラメータリストを使用して必要なパラメータを選択



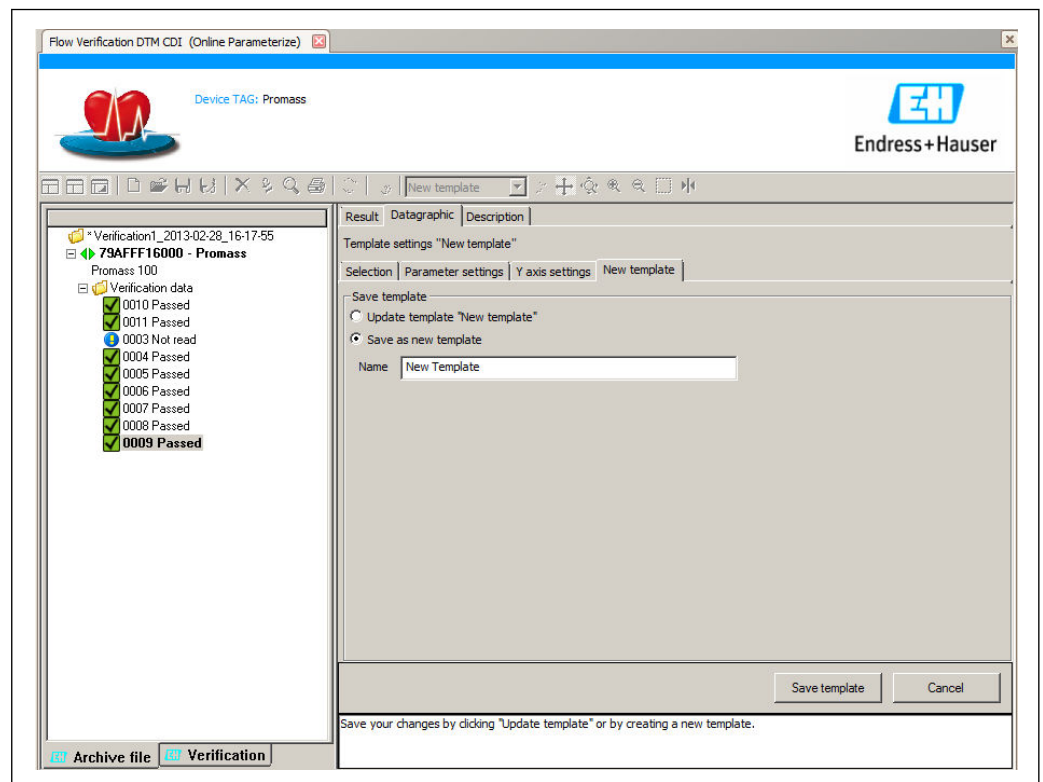
A0020267-JA

図 3 「パラメータ設定」：グラフの視覚化に関する特性の割り当て



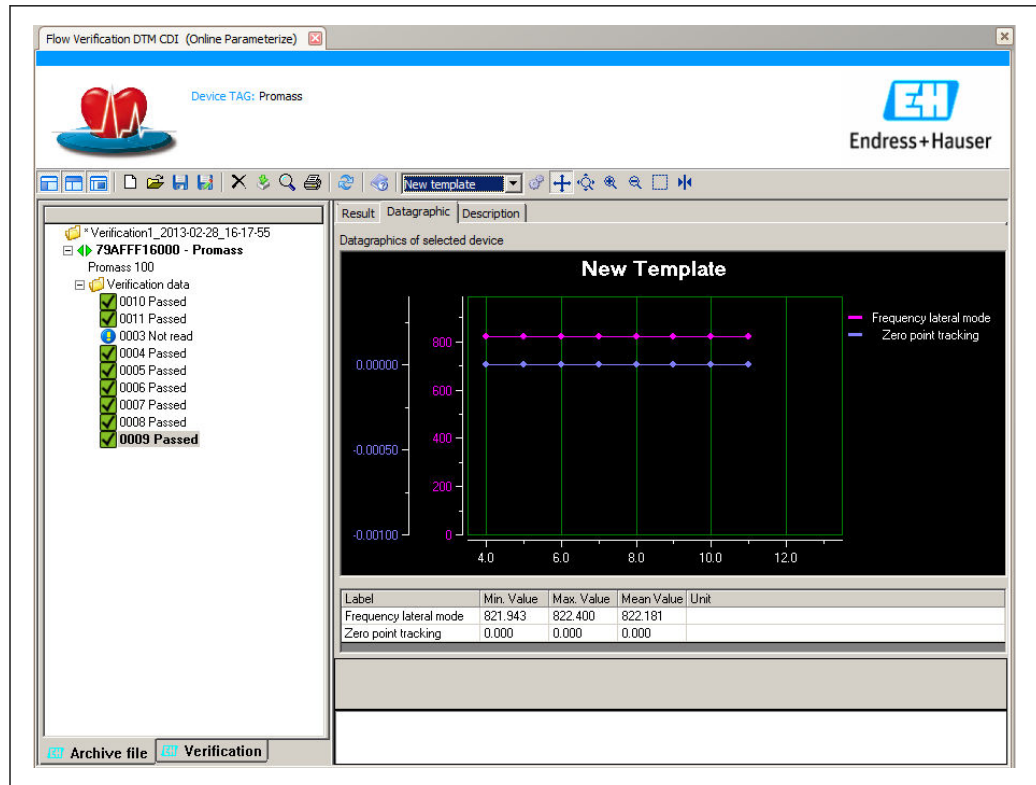
A0020268-JA

④ 4 「Y軸設定」: y軸のパラメータの割り当て



A0020269-JA

④ 5 「新規テンプレート、テンプレート更新」: 選択したパラメータ設定をテンプレートに追加。「新規テンプレート、新規テンプレートとして保存」: 選択したパラメータ設定を新しいテンプレート名で保存



A0020270-JA

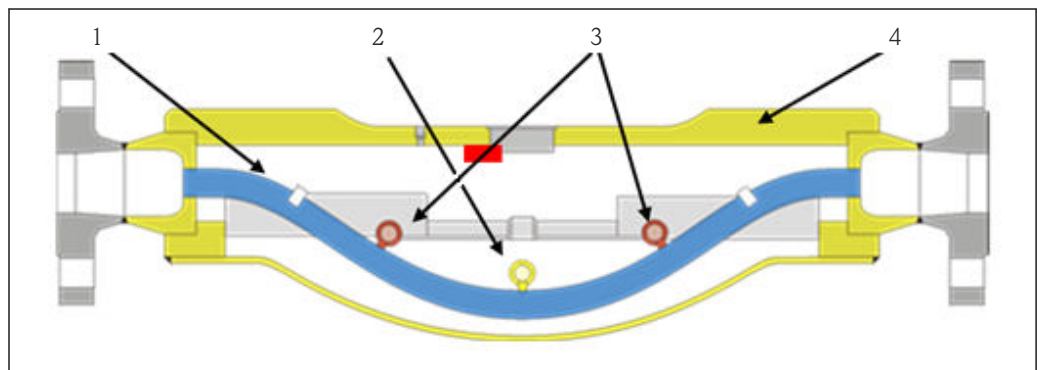
図 6 「トレンド視覚化」: テンプレートにより時系列でデータを表示、データ点は検証 ID で参照 (X 軸)、Y 軸は設定での定義に応じて表示

検証レポートの作成

機能を使用してデータセットを選択し、データセットに基づいて検証レポートを作成することが可能です。

7.4 モジュール

Heartbeat Technology を採用した機器の自己監視には、センサから出力までの測定チェーン全体が含まれます。次の表には、個別のモジュール (テストグループ) および考えられるまたは認識されるエラーの原因が示されています。



A0020246

図 7 Promass センサのモデル

- 1 温度センサ
- 2 励磁システム
- 3 ピックアップコイル
- 4 センサグラウンド

センサモジュール

センサモジュール/テストグループ	テストおよび認識されたエラー原因
センサ	励磁システム、ピックアップコイル、温度センサの電気テスト抵抗および絶縁の確認：信号中断、ダンピングの問題、短絡、接点腐食、配線の問題、機械的損傷、センサ内の湿気、不十分な接地の検知
センサの健全性	センサハウジングに内蔵されるすべての電気/機械/電気機械コンポーネントを含む（計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなどを含む）センサ全体の相対的变化をテスト値を使用して確認 HBSI「Heartbeat センサの健全性」：センサの健全性を監視し、過剰な機械的または熱によるひずみ、センサの摩耗（腐食、すり減り、変形、経時変化）または各センサコンポーネントの摩耗、計測チューブ内のコーティング/付着物の形成によって発生し、測定の不確かさを増大させる可能性のあるセンサの損傷を検知

電子モジュール

電子モジュール/テストグループ	テストおよび認識されたエラー原因
センサの電子機器モジュール	電子モジュールのゼロ点監視、信号フィードバック（フィードバックループ）、冗長基準クロック監視、基準温度監視：環境またはプロセス条件（温度、振動など）の影響による電子部品のドリフトや経時変化の検知
I/O モジュール	I/O モジュールの信号フィードバック（フィードバックループ）、冗長基準クロック監視：環境またはプロセス条件（温度、放射、振動など）の影響によるアナログモジュール（電流出力、周波数出力）のドリフトや経時変化の検知

8 使用事例およびアプリケーション（および結果の解釈）

8.1 診断

標準機能の詳細については、取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

8.2 状態監視

8.2.1 状態監視の定義

→ 8

8.2.2 重点アプリケーションおよび対象アプリケーション

状態監視では、プロセス固有の影響によって引き起こされる機器性能の変化を示す測定変数に重点が置かれています。プロセス固有の影響には2つの種類があります。

- 一時的なプロセス固有の影響は、測定機能に直接作用し、そのため通常の予測を超える高レベルの測定不確かさにつながる可能性があります（例：多相流体の測定）。このプロセス固有の影響は、通常は機器の完全性には作用しませんが、一時的な測定性能に影響を及ぼします。
- 中期的にセンサの完全性のみ作用するプロセス固有の影響は、測定性能にも段階的に変化をもたらします（例：センサの摩耗、腐食またはコーティング/付着物の形成）。このような影響は、長期的な機器の完全性にも作用します。

Heartbeat モニタリング機能を備えた流量計は、特定のアプリケーション固有の影響を監視するために特に最適なさまざまなパラメータを提供します。Promass の場合、以下が対象アプリケーションとなります。

- コーティング/付着物、汚染および材料堆積物
- 腐食
- 摩耗または浸食
- 多相流体（液体内にガス含有）
- 多相流体（ウェットガス）

状態監視の結果は、必ずアプリケーションとの関係において解析する必要があります。ただし、**Heartbeat モニタリング**で使用可能なパラメータは、上記のアプリケーションにおいて特定の挙動パターンを示します。さらに詳しい説明については、この後の章をご覧ください。

8.3 Heartbeat モニタリング – はじめに

Heartbeat モニタリングの利点は、トレースしたデータの選択とその解析に直接的な相関関係があることです。優れたデータ解析は、問題が発生した場合に、いつどのようにメンテナンスを計画/実行すべきか決断するために重要です（アプリケーションに精通していることが必要）。警告/解析に関して誤解を招く原因となるプロセスの影響も確実に排除しなければなりません。そのため、記録されたデータをプロセス条件と比較することが重要です。

8.3.1 概要

本セクションには、アプリケーションとの関係における特定のモニタリング機能固有のパラメータの解析について説明が記載されています。

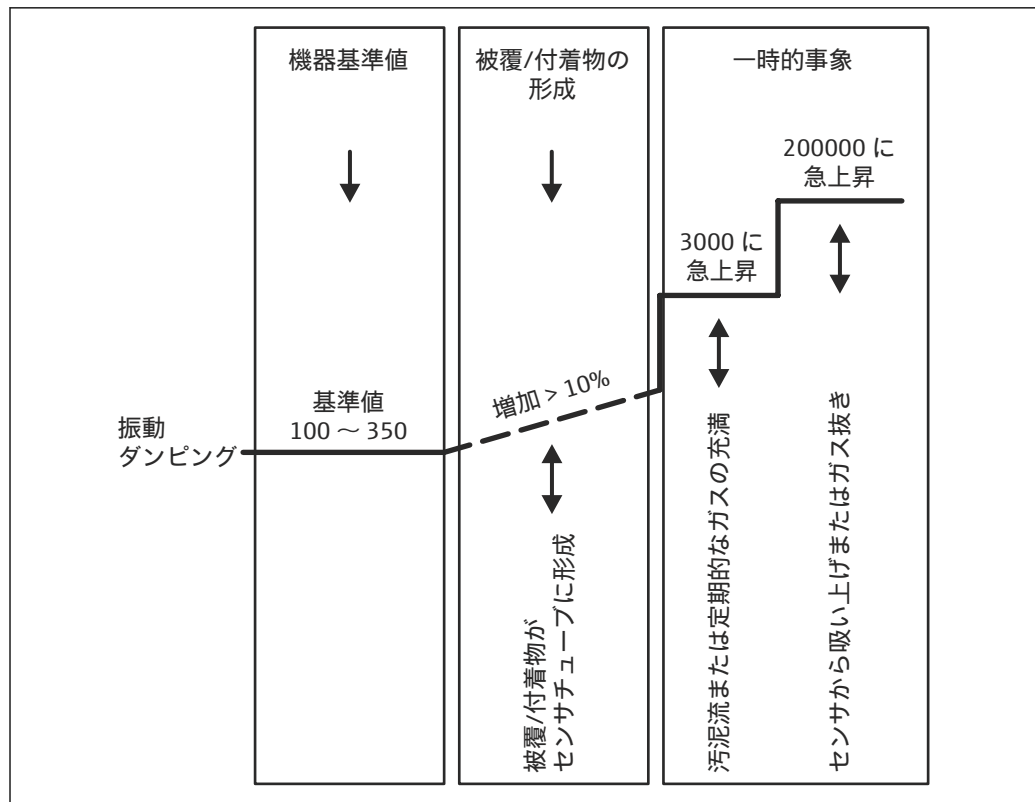
パラメータの監視	偏差の発生する理由
質量流量	質量流量を一定に保ち、繰り返すことができる場合は、基準からの偏差はゼロ点シフトを示します。
密度	たとえば、計測チューブのコーティング/付着物、腐食、摩耗により、計測チューブの共振周波数が変化した場合に基準からの偏差が発生します。
基準密度	基準密度は、密度測定値と同様に解釈することができます。液体温度を完全に一定に保てない場合、密度値に代わって基準密度（=一定温度における密度、例：20 °C）より類推することができます。基準密度の計算に必要なパラメータが正しく設定されているか確認してください。
温度	この診断パラメータを使用して、温度センサの機能をチェックすることができます。
振動ダンピング	たとえば、計測チューブのコーティング/付着物の形成、汚染、腐食、摩耗により、計測チューブのダンピングに変化が生じた場合に基準状態からの偏差が発生します。
センサの健全性	<p>センサの健全性の偏差は、センサハウジングに内蔵されるすべての電気/機械/電気機械コンポーネントを含む（計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなどを含む）センサ全体の変化を示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ センサにコーティング/付着物の形成、汚染、摩耗、腐食が発生した場合：センサを点検し、必要に応じて計測チューブを洗浄します。 ■ センサの励磁システムまたはピックアップコイルに機械的損傷または経時変化が発生した場合：センサを交換します。

8.3.2 振動ダンピング

振動ダンピングは、振動システムの状態を示します。基準条件下で振動ダンピングが変化した場合は、コーティング/付着物の形成、汚染、腐食によって計測チューブに機械的な変化があることが分かります。これは多相状態の指標にもなります。振動ダンピングはセンサ励磁に対して直線的に反応して変化します。標準値は 70 から場合によっては 500 000 を超えることがあります（例：多相流体を使用するプロセス）。

チューブダンピング変動は、2つのグループに分けることができます。

- 長期的に段階的な変化が表われ、これはコーティング/付着物の形成、汚染、摩耗、腐食の場合に典型的です。
- 一時的な変化は振動ダンピングを急上昇させ、その原因となるのは多相流体です。



A0020284-JA

図 8 コーティング/付着物が形成された場合の標準的な挙動

説明

- 設定およびプロセススタートアップの最中に、振動ダンピングの機器基準値が定められます。実際の機器基準値は、センサタイプやアプリケーションに応じて異なります。基準値は流体特性に応じて定められます。この基準値は、流量計のライフタイムにおいて振動ダンピングを監視するために使用されます。「振動ダンピング」パラメータの評価は、常にこの基準値に準拠して行われます。
- センサ内のコーティング/付着物の形成は、振動ダンピングの段階的および持続的な変化をもたらします。
- 振動ダンピング値のランダムな急上昇は、ガスの混入、または配管が満杯または空になっているといった一時的なプロセスの影響に起因する可能性があります、無視することができます。

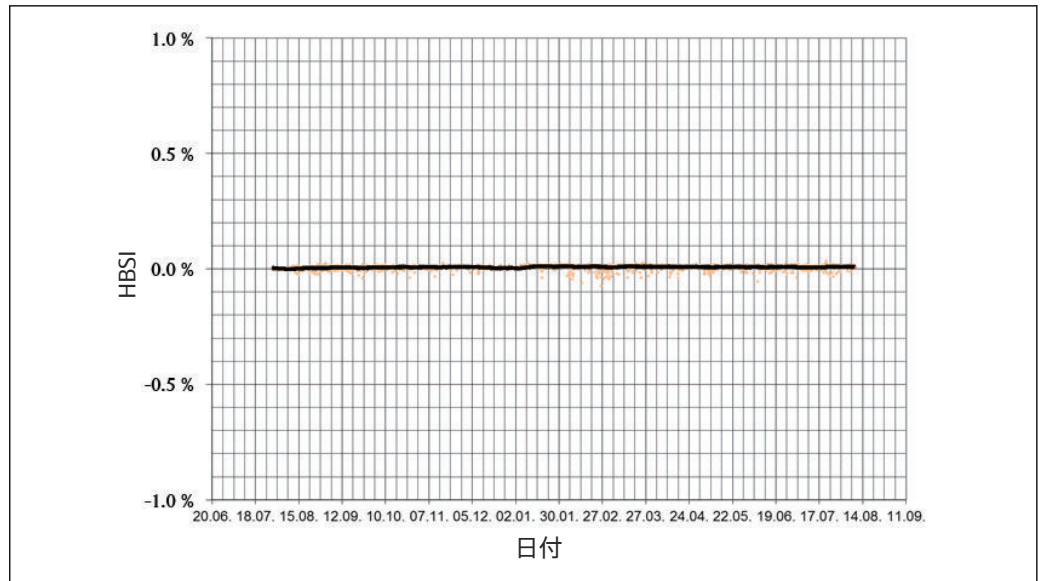
8.3.3 センサの健全性

センサの健全性 HBSI (Heartbeat Sensor Integrity) は、流量計の工場校正時に記録された基準値に基づきます。この工場基準条件は流量計に恒久的に保存され、Heartbeat モニタリングおよび Heartbeat 検証の基準点として使用されます。工場基準条件はすべてのプロセス条件に適用され、フィールド基準値は必要ありません。

「センサの健全性」パラメータの偏差は、流量および密度測定において測定誤差や測定の不確かさを増大させる、センサまたはセンサの個別のコンポーネント（計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、ケーブルなど）の変化を示します。これはセンサの過剰な機械的または熱によるひずみ、摩耗（例：腐食、すり減り）の増加や計測チューブ内のコーティング/付着物の形成により増加します。

アプリケーション事例 1

ストレートシングル計測チューブタイプの Promass I (呼び口径 50 mm) 流量計、研磨性の測定物である雲母スラッジを使用するアプリケーションに対応。「センサの健全性」機能を使用すると、計測チューブの摩耗を初期段階で検知することが可能です。



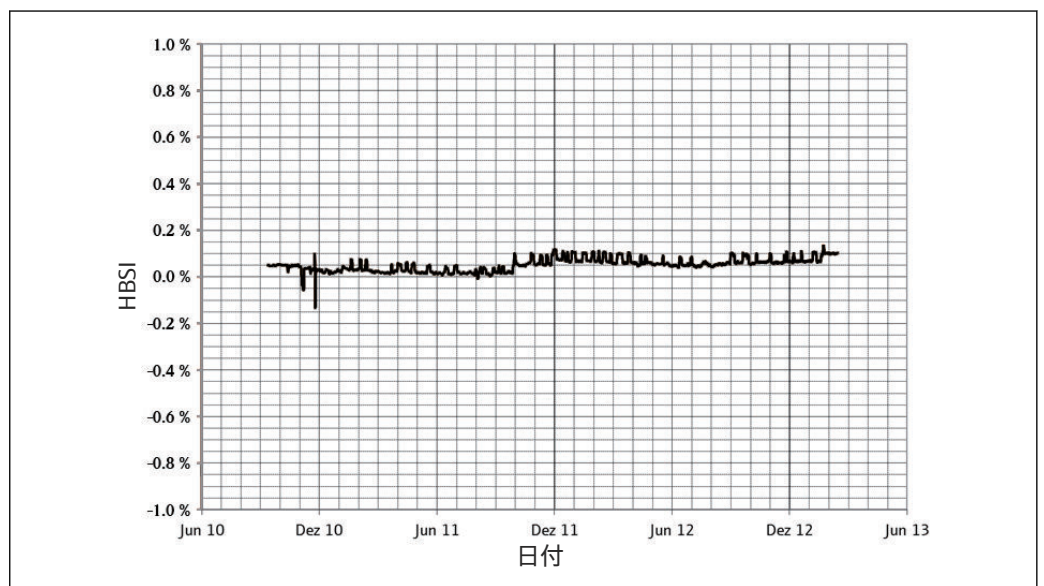
A0020290-JA

理由：以前は弓形デュアル計測チューブタイプの Promass F（呼び口径 80 mm）センサが、このアプリケーションに使用されていました。数カ月後には、研磨性の測定物によってセンサは破損するほどの大変な影響を受けていました。

Promass I に変更して以来、1 年以上摩耗が発生していないことを、監視システムが証明しています。

アプリケーション事例 2

腐食性の高い酸塩化物を測定するための Hastelloyバージョンの Promass F（呼び口径 15 mm）。



A0020291-JA

「センサの健全性」パラメータが、2 年以上の監視期間にわたって非常に安定した状態を維持しています（実質的に変化はゼロ）。これは、機器の完全性を示しています。

注意：測定信号のわずかな急上昇は、プロセス内の急な温度変化が原因であり、モニタリング機能に悪影響を及ぼすものではありません。

2 つの認定テストの説明は以下の通りです。これは、特に「センサの健全性」機能の適格性を認定するために実施されます。

能力テスト 1

この能力テストの目的は、プロセスによってセンサ摩耗が発生した場合の「センサの健全性」機能の感度を証明することです。テスト中に Promass I（呼び口径 25 mm）流量計は水/砂の混合物にさらされます。このテストには、非常に研磨性の高い砂が特別に使用されます。水を使用した初期状況は、測定のための最初のセクションで記録されます。水/砂の混合物は、砂の含有量が 6%、次に約 2~3%、そして再度 6% のものが使用されます。テストを完了させるために、再度、基準として水を使用した値が記録されます。

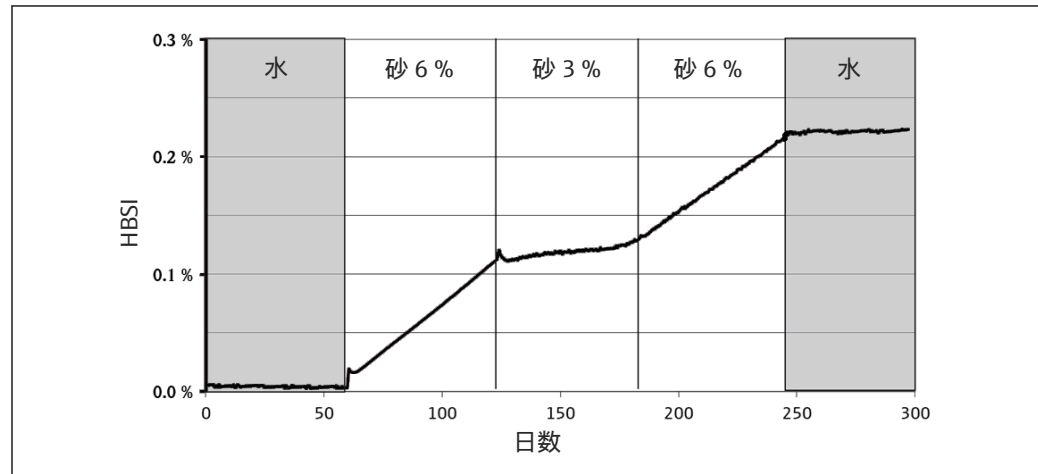


図 9 Promass I の摩耗

説明：「センサの健全性」パラメータの連続変化は、砂の含有量が 6% のプロセス条件下で見ることができます。それにより、このプロセス条件によって連続的にセンサが摩耗していることがわかります。監視期間中は、変化が +0.3% 以下となります。「センサの健全性」パラメータ（水 - 砂含有量 3% - 砂含有量 6%）は現在のプロセス条件とは関係なく反応し、動作状態の高信頼性の監視が可能です。

能力テスト 2

この能力テストの目的は、プロセスによってセンサ腐食が発生した場合の「センサの健全性」機能の感度を証明することです。テスト中に Promass F（呼び口径 25 mm）流量計は塩化水素/硝酸の混合物にさらされます。**Heartbeat 検証**が定期的に行われます。最初の腐食亀裂が入ってセンサがフェールになるまでテストは繰り返されます。

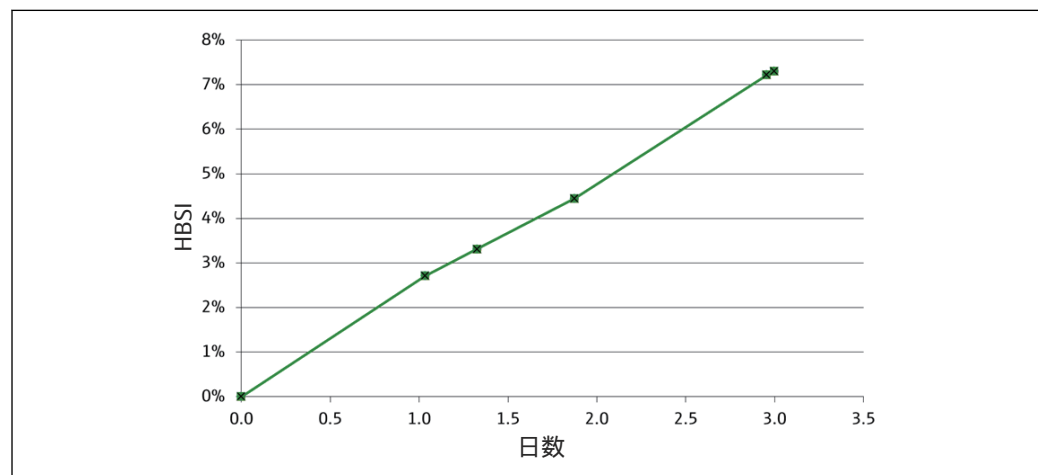


図 10 Promass F の腐食

説明：「センサの健全性」機能はセンサの腐食を診断するために最適です。パラメータは明確な変化を示すものであり、+8% の偏差が発生した場合のみ、センサはフェー

ルとなります。これにより、高い信頼性を持ってプロセス固有の影響を検知し、予想外のセンサ故障を回避することができます。

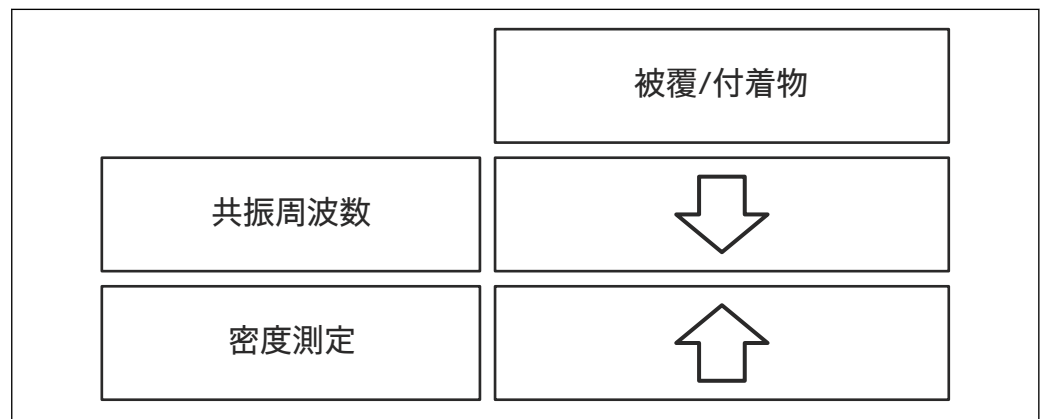
8.3.4 アプリケーション 1 - コーティング/付着物

プロセスに起因して Promass の計測チューブ内にコーティング/付着物が形成されることが証明された場合、このアプリケーションで **Heartbeat モニタリング** を行うことが可能です。

関係する監視パラメータ

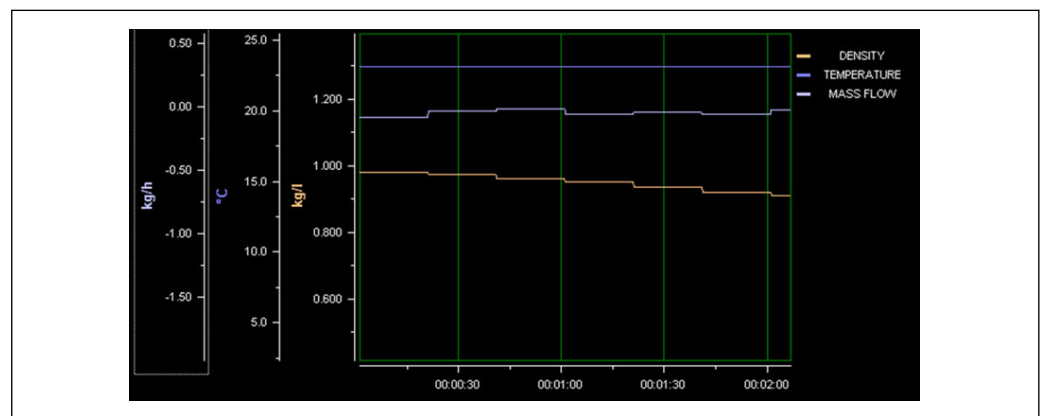
密度

計測チューブの機械的な変化により、（自然な）共振周波数シフトが発生します。周波数が低下した場合は、チューブ内にコーティング/付着物が形成されています。



A0020294-JA

Promass シリーズの各サイズには、密度と関係する、空気中および水中での固有共振周波数があります。プロセスにおいては、スタートアップ時に密度の読み値がいくつであるかを決めなければなりません。それにより、ドリフトがあるか確認するために、あるいは、許容誤差を調整するために、これをプロセス全体にわたって監視することが可能となり、たとえば、洗浄をトリガするためのプロセス条件（コーティング/付着物の形成など）を示すことができます。これについては、以下の図もご覧ください。



A0020296

振動ダンピング

振動ダンピングは、計測チューブの振動振幅に対する励磁電流の比率を定義した数値です。そのため、振動ダンピングは、チューブが振動する距離とチューブを動かすために必要な駆動力（ミリアンペア）の数値表現となります。振動ダンピングでは、プロセスに関する変化を検知しやすいよう、密度測定と比べて大幅に高い数値が提供されます。多くのプロセスアプリケーションでは、付着物または堆積物形成の検知を損う可能

性のある一時的な事象を切り離す必要があります。Promass センサをプロセスアプリケーションで設定した場合、振動ダンピングの持続的な増加が発生します。

HBSI（Heartbeat センサの健全性）

流体からの軟らかい堆積物が計測チューブ内で付着するという、計測チューブ付着物の典型的な例では、HBSI で定義されたような摩耗または過剰なセンサのひずみとして識別できるセンサの変化は認められません。この場合、HBSI の現在値は変わりません。石灰のかすのように厚い、または固化した付着物が発生した場合は、ある程度センサが変化して HBSI の値の低下が認められることがあります。

説明

コーティング/付着物が形成されると、計測チューブは重くなります。Promass はこの影響を検知します。励磁回路に供給される電力が増加し、振動ダンピングとして表される、コリオリの測定で維持される振動振幅を増加させる必要があります。振動ダンピングが 10% 増加すると、質量流量のオフセットが 1% 発生することが予想される一方で、共振周波数はわずか 1 Hz の減少となります。付着物または堆積物の形成による影響は、質量流量の精度に変化をもたらす、付随する密度を変化させ、全体的な体積流量の大きな誤差となります。

8.3.5 アプリケーション 2 - 腐食および摩耗

プロセスに起因して Promass の計測チューブ内で腐食または摩耗が発生したことが証明された場合、またはその疑いがある場合、このアプリケーションで **Heartbeat モニタリング** を行うことが可能です。

プロセスに起因して Promass の計測チューブ内で腐食が発生している疑いがある場合：ユーザー定義の変動レベルを使用して、故障する前にセンサ交換のアラームをトリガすることが可能です。

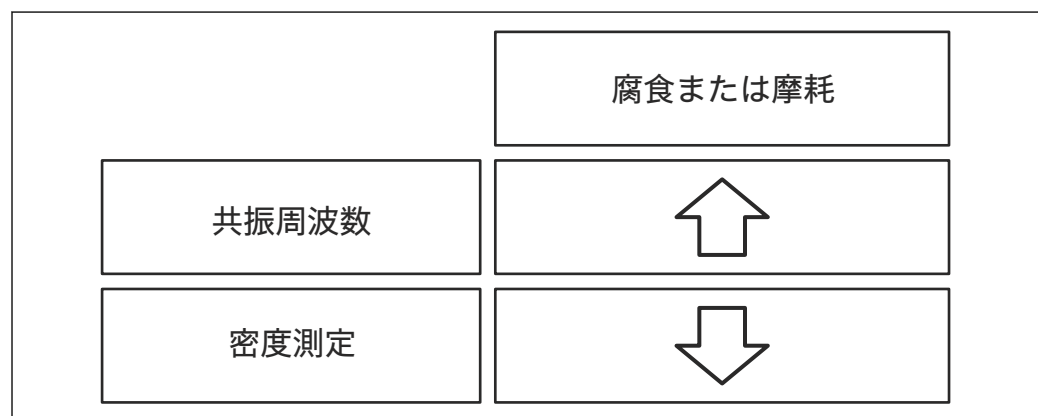
ユーザーが所有するシステムは、毎日 7 回の洗浄サイクルが設定された製品搬送用の Promass に依存しています。計測チューブシステムが時間とともに故障し、潜在的なオペレータの危険と廃棄の危険をもたらすことをユーザーは予測できます。そのため、チューブ基準条件で明らかドリフトが発生した場合、ユーザーはすすんで計測システムを交換します。洗浄後の機器の状態が基準値となります。この値からの過度の偏差は、センサに変化が生じたことを示します。

関係する監視パラメータ

次のパラメータによって、腐食または摩耗が示されます。

密度

計測チューブの機械的な変化により、（自然な）共振周波数シフトが発生します。周波数が増加すると、チューブは摩耗または腐食しています。



A0020295-JA

Promass シリーズの各サイズには、密度と関係する、空気中および水中での固有共振周波数があります。プロセスにおいては、スタートアップ時に密度の読み値がいくつであるかを決めなければなりません。それにより、ドリフトがあるか確認するために、ある

いは、許容誤差を調整して腐食や摩耗などのプロセス条件を示すために、これをプロセス全体にわたって監視することができます。

振動ダンピング

振動ダンピングは、計測チューブの振動振幅に対する励磁電流の比率を定義した数値です。そのため、振動ダンピングは、チューブが振動する距離とチューブを動かすために必要な駆動力（ミリアンペア）の数値表現となります。振動ダンピングでは、プロセスに関係する変化を検知しやすいよう、密度測定と比べて大幅に高い数値が提供されます。多くのプロセスアプリケーションでは、付着物または堆積物形成の検知を損う可能性のある一時的な事象を切り離す必要があります。Promass センサをプロセスアプリケーションで設定した場合、振動ダンピングの持続的な増加が発生します。

センサの非対称性

腐食や摩耗は計測チューブの一端から反対側まで、決して均一には発生しません。デュアルチューブシステムのチューブでさえも均一にはなりません。多くの場合、摩耗は入口側、つまり流速の高い領域で発生し、腐食は計測システムの弱い箇所や溶接部（フロースプリッタなど）で発生します。センサ非対称性値により、入口と出口のピックアップポイント間でセンサのバランスと対称的な動作が変化したかどうかを確認することができます。本システムは質量がバランスしたシステムとして製造されているため、腐食や摩耗はバランスに影響を及ぼします。センサの対称性に与える影響、または「センサ非対称性値」は、オリジナルのセンサバランス基準値からの電気化学的な変化です。これにより、Promass センサの腐食または摩耗を示す、プロセスに関する影響と基準値を比較することが可能になります。

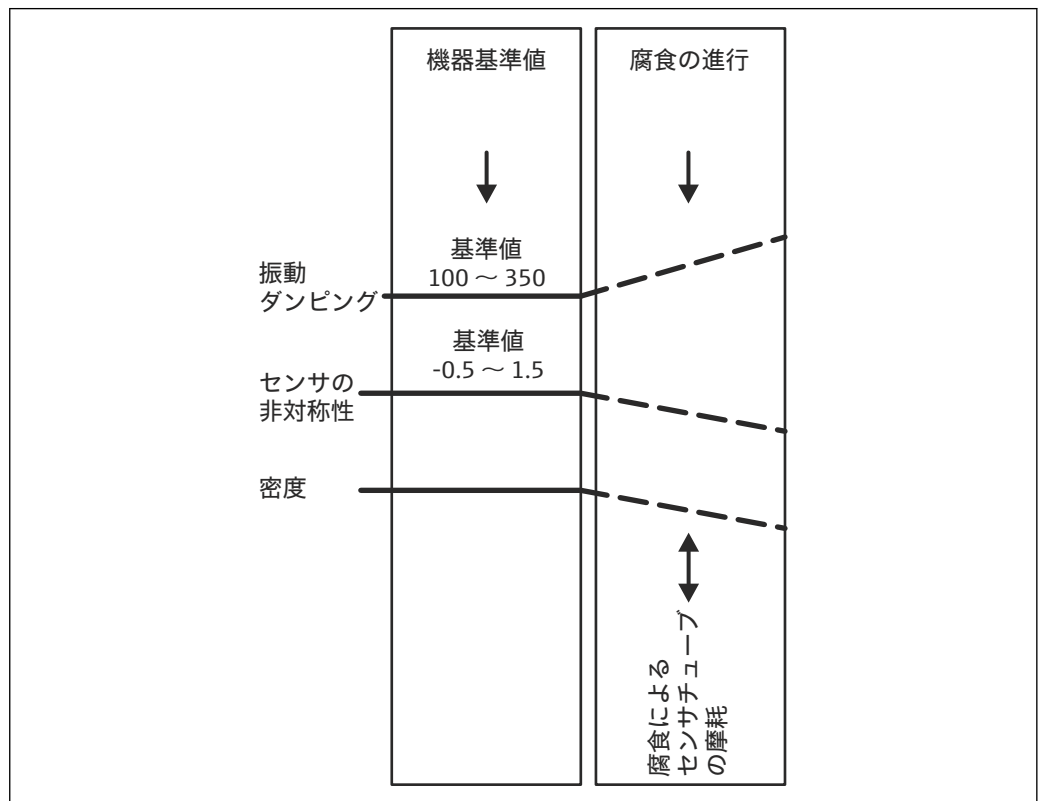
HBSI (Heartbeat センサの健全性)

「HBSI (Heartbeat センサの健全性)」パラメータの実際の値が増加した場合、腐食または摩耗によるセンサの損耗を示す可能性があります。

説明

計測器をたとえば、3 カ月ごとに点検すると、基準条件（設定時の状況）からの緩やかな変化が示されます。

アプリケーション事例：チューブダンピングが 2 % 以上増加すると、センサの非対称性が 150 % 以上増加します。



A0020285-JA

推奨：「振動ダンピング」、「センサの非対称性」または「Heartbeat センサの健全性」の値の変化は、故障が差し迫っていないことを確認するために計測器で **Heartbeat 検証** を実施する理由にもなります。

8.4 Heartbeat 検証

8.4.1 テスト範囲

Heartbeat 検証は、Proline 流量計の自己監視機能を使用して機器の機能確認を行います。検証プロセスの最中に、システムは機器コンポーネントが工場仕様に適合するか確認します。テストにはセンサと電子モジュールの両方が含まれます。機器全体が組み込まれ、流量測定性能を直接評価する（1次測定変数）流量校正と異なり、**Heartbeat 検証**ではセンサから出力までの測定チェーン全体の機能が確認されます。その際、機能は流量測定と相関する機器内部のパラメータを確認します（2次測定変数、比較値）。工場校正時に記録された基準値に基づいて確認が行われます。

8.4.2 検証結果の解釈および使用

検証がパスした場合、確認された比較値が工場仕様の範囲内にあり、機器が正しく作動していることが裏付けられます。同時に、検証レポートによってセンサのゼロ点および校正ファクタが記録され、トレーサブルとなります。流量計が流量測定の工場仕様に適合することを保証するためには、この値が前回の校正値または再校正値の1つと一致しなければなりません。

i 流量仕様が適合することを確認するには、必ず、再校正またはプルーフテストによる1次測定変数（流量）の妥当性確認が必要です。

検証結果が「フェール」だった場合に推奨される一連の行動：

検証結果が「フェール」の場合、まずは検証を繰り返すことを推奨します。特に「センサ」または「センサの健全性」テストグループの個別のテストの場合は、プロセス固有の影響が考えられるため、これに当てはまります。この場合は、現在のプロセス条件と以前の検証のプロセス条件を比較し → **18**、偏差を特定することを推奨します。可能な限りプロセス固有の影響を排除するため、特定の安定したプロセス条件を構築し、検証を繰り返すことが最適なアプローチとなります。流量の安定化または停止、プロセス温度の安定化を図り、可能な場合はセンサの排水を行います。

検証結果が「フェール」だった場合に推奨される是正措置：

- 機器の校正

「見つかった状態で」機器ステータスが記録され、実際の測定誤差が検知できるという利点が校正にはあります。




- 直接的な対処法


機器の検証結果および診断情報に基づいて是正措置を講じます。検証がフェールとなったテストグループを特定することにより、考えられるエラー原因を絞り込みます。

テストグループ	考えられるエラー原因および対処法
センサ	センサの電気コンポーネント（信号、回路、ケーブル） <ul style="list-style-type: none"> ■ センサの分離型設置または接地の配線 ■ センサの故障 → 交換
センサの健全性	センサの過剰なひずみ、またはセンサ摩耗、または計測チューブ内でコーティング/付着物の形成 <ul style="list-style-type: none"> ■ センサの点検、必要に応じて計測チューブを洗浄 ■ センサの故障 → 交換
センサの電子機器モジュール	センサ信号の起動および変換用の電子モジュール 電子モジュールのドリフトまたは故障 → 交換
I/O 電子モジュール	機器に設置されたすべての入力および出力モジュールの結果 <ul style="list-style-type: none"> ■ 配線および接続の確認、負荷の確認（電流出力） ■ I/O モジュールのドリフトまたは故障 → 交換

その他の考えられる原因および対処法の詳細については、取扱説明書の「診断およびトラブルシューティング」セクションを参照してください。

9 用語集および専門用語

機器	流量計全体
センサ	センサシステム全体。これは、センサハウジング内の計測チューブ、ピックアップコイル、励磁システム、配線、温度センサなどから成ります。
プロセスインターフェイス	流量センサと測定中の測定物の間の機械的なインターフェイスです。プロセスインターフェイスはテクノロジー固有のものであり、たとえば、コリオリ式流量計の場合は計測チューブ、電磁式流量計の場合は計測チューブライニングとなります。 注記：過剰圧力、熱衝撃、腐食、摩耗、またはコーティング/付着物に起因するプロセスインターフェイスの劣化は、測定が仕様の範囲外にあるか、または危険な動作状態がもたらされていることを示す場合があります。
FieldCare	Endress+Hauser のソフトウェアベースのアセットマネジメントシステムです。FieldCare は検証結果の文書化と分析のために使用されます。
内蔵	内蔵された機器機能。内蔵機能によりオンラインおよびインラインでの確認が可能になります。
オンライン	オンライン確認の最中、機器は指定された機能の実行を継続します。オンライン確認のためにプロセスを停止する必要はありません。オンライン確認は、継続的、定期的、またはイベント制御（例：電源投入後）により実行できます。
In-situ	In-situ 確認の場合、特定の確認を実行するために機器をアプリケーションから取り外す必要はありません。In-situ 確認の最中に基準条件を確立することが可能です（例：水を充填した計測チューブ、または配管が空の状態）。テストは通常、要求に応じて実行されます（例： Heartbeat 検証 ）。
内部基準	Heartbeat Technology は、機器に組み込まれている基準をベースにしています（流量計電子モジュール）。基準はテクノロジー固有です。
流量校正	これは、流量標準（校正装置）の値（測定不確かさが判明している）と、対応する流量計の表示（これに付随する測定不確かさ）との間の関係を構築する操作です。  校正は校正係数の調整あり/なしで実行できます。
検証	流量計が機能に関する特定のメーカー要件を満たしていることを証明するために、証拠を提供します。また、これは機器の性能特性が達成されていること確認するためのものでもあり、それによって、測定値（流量）の信頼性が高まります。  検証は校正と混同しないでください。
妥当性確認	対象とするアプリケーションにおいて特定のメーカー要件が適合することを検証します。
Heartbeat 検証	内蔵された専用の計器であり、その目的は流量計の各種コンポーネントの機能をメーカー仕様に準拠して監視することです。内蔵された診断ツールを使用して、工場基準値および対応する仕様に基づいて流量計の機能が確認されます。  Heartbeat 検証は校正システムではありません。
検証レポート	Heartbeat 検証 の結果が記録される文書です。
量的確認	「絶対的または相対的（追加）測定不確かさ」として測定可能な結果を確認します（例：基準ドリフトが実際の流量の変化に比例）。
質的確認	通常は追加の測定不確かさと相関しない結果を確認します。たとえば、流量に対するプロセスインターフェイスのコーティング/付着物の影響は、コーティング/付着物のタイプや均一性に左右されます。
オフライン時間	オフライン時間は、機器が別のタスクを実行中のため（例：検証の実行）、機器が正常に作動できない（実際のプロセスデータの出力）一定の時間として定義されます。

データセット	データセットは、ID、タイムスタンプ、機器パラメータなどが含まれる検証結果から成る情報の集まりを恒久的に保存します。一連の Heartbeat 検証 データセットは、Proline 流量計内に保存されます。
度量衡トレーサビリティ	記録された、切れ目のない校正の連鎖を用いた、標準に関する測定結果の特性です。  この校正はそれぞれ、意図される量に対して国際的な測定標準器または各国の測定標準器のいずれかに関連付けられる必要があります。これにより、測定不確かさ、明確な測定手順、認定された技術的能力、SI 単位（国際単位系）での度量衡トレーサビリティ、定義された校正間隔の確保が可能になります。

10 登録商標

HART®

HART Communication Foundation, Austin, USA の登録商標です。

PROFIBUS®

PROFIBUS User Organization, Karlsruhe, Germany の登録商標です。

Modbus®

SCHNEIDER AUTOMATION, INC の登録商標です。

EtherNet/IP™

ODVA, Inc の商標です。

Microsoft®

Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA の登録商標です。

Applicator®、FieldCare®、Field Xpert™、HistoROM®、TMB®、Heartbeat Technology™
Endress+Hauser グループの登録商標または登録申請中の商標です。

www.addresses.endress.com
