



# Heartbeat Technology

## 水質分析計ガイドブック



## 測定ポイントの最適なメンテナンス間隔をご存知ですか？

測定ポイントの最適なメンテナンス間隔を特定することは容易ではありません。あまり頻繁に実施すると、作業時間、使用材料、メンテナンス中の測定のダウンタイムなど、多大な労力がかかります。メンテナンスの頻度が低すぎると、測定ポイントが予想外に故障するリスクが高まり、プロセスで何が起きているのか把握できなくなります。

**では、メンテナンスの労力と可能な限り高いプラント可用性の完璧なバランスを取るには、どうすればよいのでしょうか？**

弊社のエンジニアがこの問題に取り組み、ソリューションを開発しました。私たちは、このソリューションをHeartbeat Technologyと呼んでいます。

Heartbeat Technologyを搭載した計測機器は、恒久的な自己監視を行います。

これは、医師のような働きをします。機器の健全性に異変が生じた場合、その状態が深刻になり、測定ポイントが予期せぬ故障を起こす前に、ユーザーに通知されます。そして、対策をすぐに実行に移せるよう、明確な行動指示という形の「処方箋」を受け取ることができます。

弊社のLiquilineシリーズの変換器とサンブラには、機器本体および接続されたすべてのセンサに設定できるメンテナンスタイマーも内蔵されています。メンテナンスタイマーと健全性の状態を比較することにより、各測定ポイントに最適なメンテナンス間隔を決定できます。以降のページでは、その方法をご紹介します。



## 測定ポイントの検証にどのくらい時間を費やしていますか？

メンテナンスの責任者はよく、測定ポイントの検証にはかなりの時間がかかると言います。まず、すべてのコンポーネントのシリアル番号と前回の校正日を調べて記録する必要があります。その後、機器とセンサの現在の健全性を確認し、文書化し、ERPシステムに入力します。手作業による検証は、1つの測定ポイントに対して非常に長い時間を要する場合があります。複数の測定ポイントであればさらに時間がかかります。これは、あなたも同じではありませんか？

Heartbeat Technologyにより、弊社のエンジニアは測定ポイントの検証を簡素化する独自の方法を発見しました。測定ポイント全体およびすべてのコンポーネントを**数秒以内に、しかも運転中に検証することが可能です**。ボタンを押すだけで、Liquiline機器および接続されたセンサに関するすべての重要なデータ、ならびに「合格」または「不合格」の明確な結果を含む詳細なレポートを作成できます。レポートはダウンロードして、ERPシステムで直接管理できます。また、検証のために現場にいる必要はなく、Webサーバーを介してリモートで操作することも可能です。

## 測定ポイントでHeartbeat Technologyを使用するには、どうすればよいか？

水質分析の分野では、Liquilineシリーズの変換器およびサンプラ用のHeartbeat Technologyをご注文いただけます。それにより、これらの機器および接続されたすべてのMemosensセンサでHeartbeat Technologyを使用できます。

Heartbeat Technologyを搭載した分析計測機器は、3つのモジュールを提供します。

- 明確な対策指示付きの広範な自己監視機能 (Heartbeat Diagnostics)
- 運転中の容易な機器検証 (Heartbeat Verification)
- プロセスおよびメンテナンスの最適化のためのリモートで呼び出し可能なKPI (Heartbeat Monitoring)

Heartbeat DiagnosticsおよびHeartbeat Verificationモジュールでは、特定の時間に機器の健全性が示されます。一方、Heartbeat Monitoringモジュールでは、計測機器とそれに関連するKPIを経時的に監視できます。この監視情報に基づいて、傾向を導き出すことが可能です。たとえば、

測定ポイントをメンテナンスする頻度が高すぎるか低すぎるか、確認することができます。また、メンテナンス戦略を変更した場合、その措置が成功したかどうかを判断できます。Heartbeat Monitoringにより、メンテナンスの労力と希望するプラント可用性との適切なバランスを見つけることができます。

Heartbeat Technologyが提供する診断情報とKPIは、Liquiline機器のディスプレイや、生成可能な検証レポートに示されます。診断情報とKPIは、監視目的のためにデジタルフィールドバス通信プロトコルを介してDCSに伝送されます。

Heartbeat Technologyを搭載した分析機器を注文すると、3つのモジュールすべてを備えた完全なパッケージが提供されます。ただし、Heartbeat Monitoringモジュールのすべての機能を使用するには、デジタルフィールドバス通信プロトコルが必要です。

Heartbeat Technology		
<p><b>Heartbeat Diagnostics</b></p>  <p>恒久的なプロセス および機器診断</p>	<p><b>Heartbeat Verification</b></p>  <p>プロセスの中断なく検証を記録</p>	<p><b>Heartbeat Monitoring</b></p>  <p>予知保全のための情報</p>
プラントの可用性が向上、そして...		
... プロセスの安全性確保	... 検証作業の軽減	... プロセスおよびメンテナンスの最適化

- 明快で標準化された**診断メッセージ**と明確な**指示**により、コスト効率に優れた、ステータスに合わせたメンテナンスが可能
- 機器の**恒久的な自己監視**により、試験サイクルを延長しても安全なプラント操業を保証
- プロセスを中断することなく、いつでも測定ポイントの検証と文書化が可能
- ガイド付きのシンプルな試験手順により、いつでも**明確で文書化された検証結果**を保証
- 自動生成された**検証レポート**により、規制、法律、基準の認証要件をサポート
- **機器データおよびプロセスデータ**の可用性により、**予知保全**に使用する傾向の特定が可能
- 機器パラメータとプロセスパラメータの組み合わせにより、**的を絞ったプロセスの最適化**に必要な分析が可能

## Heartbeat Technologyステータス – 測定ポイントの状態を迅速に視覚化

Heartbeat Diagnosticsモジュールは、Liquiline機器および接続された各センサの、いわゆるHeartbeat Technologyステータスを継続的に計算します。ステータスは、Liquiline機器のディスプレイに、スマイリーアイコン(☺☹☠)で視覚化されます。このアイコンは、センサの健全性とメンテナンスタイマーに基づいています。どちらのインジケータも0% (不良) から100% (極めて良好) 間の値に正規化されます。たとえば、真新しいセンサや新たに校正されたセンサがLiquiline変換器またはサンプラに接続されると、そのセン

サの健全性とメンテナンスタイマーは100%から始まります。センサの摩耗や、前回のメンテナンスや校正からの時間に応じて、この値は減少します。

値のどちらか (または両方) が一定のリミット値を下回ると、Heartbeat Technologyステータスが変わります。これは、下表に示すように、スマイリーアイコンの変化によって表されます。

### Heartbeat Technologyステータス一覧

アイコン	センサまたは機器の健全性	メンテナンスタイマー	判定
☺	>20%~100%	>20%~100%	措置は不要
☹	>5%~20%	>5%~20%	メンテナンスはまだ緊急ではないが、いずれ予定する必要がある
☠	>0%~5%	>0%~5%	メンテナンスを推奨

3つのアイコンは、測定ポイントの状態を迅速に視覚化し、十分な情報に基づく決定を下すために役立ちます。たとえば、Heartbeat Technologyステータスが変わった場合に、詳しく調べてみると、メンテナンスタイマーは期限切れになっているが、センサはまだ良好なレンジ内にある可能性があります。この場合、メンテナンス間隔の延長を検討し、時間とリソースの節減を図ることができます。

逆に、センサの健全性が低く、メンテナンスタイマーはまだ良好なレンジ内の場合は? この場合、可能な限り高い測定の信頼性を実現するために、メンテナンス間隔を短縮することを推奨します。

Heartbeat Technologyステータスにより、各測定ポイントのメンテナンス間隔をそれぞれのアプリケーションに合わせてより正確に調整できます。これにより、**プラントの最適なメンテナンス計画を立てることが可能になります。**

Heartbeat Technologyを使用すると、測定ポイントの状態を常に把握できるようになります。状態を知ることによって、突然の故障やエラーの可能性を最小限に抑え、同時に不要なメンテナンス作業や現場操作を回避できます。そして、不要なメンテナンスを避けることで、**測定ポイントの可用性が高いレベルで維持されると同時に運用コスト(OPEX)が節減されます。**

### **i** メンテナンスタイマーを有効にする方法

メンテナンスタイマーでは、センサまたは機器に対してユーザーがSOP(標準作業手順書)で指定したメンテナンス間隔を設定することが可能です。

これを有効にするには、次をクリックします:  
メニュー/設定/入力/<センサ>/拡張セットアップ/  
校正設定/校正監視/運転中

必要なメンテナンス間隔を設定するには、次をクリックします:  
メニュー/設定/入力/<センサ>/拡張セットアップ/  
校正設定/校正有効性/アラームリミット

注意:  
アラームリミットは時間で入力してください。たとえば、720時間は30日に相当します。

### **i** Heartbeat TechnologyステータスとNAMUR NE107ステータス信号の違いは何か？

Heartbeat Technologyステータスは、センサまたはLiquiline機器の状態を示します。NAMUR NE107分類 (F、C、S、M) は、測定値の信頼性 (ステータス信号) を示します。Heartbeat TechnologyとNAMURステータスは相互に関係しますが、必ずしも直接相関するものではありません。

	Heartbeat Technologyステータス	NAMUR NE107
使用されるシンボル	☺ / ☹ / ☹	F / C / S / M
説明	メンテナンス作業の必要性が、以下いずれかの状況であることをシンボルで示します。 不要/間もなく必要/今すぐ必要	測定値の信頼性(ステータス信号)を示します。
判定方法	センサと機器の健全性状態およびメンテナンスタイマーの評価	リミット値超過の監視
関連活動	メンテナンス責任者が措置を計画するため	オペレータがプロセスを管理するため

#### **例1 :**

残りの洗浄サイクル(CIP)数が最大サイクル数の20%に達すると、アイコンが☺から☹に変わります。ただし、測定値の信頼性は依然として高く、NAMURステータス信号は変わりません。最大洗浄サイクル数を超えると、アイコンが☹から☹に変わります。測定値の信頼性は依然として高いものの、NAMURステータス信号が「M」(要メンテナンス)に変わります。

#### **例2 :**

センサが破損した場合、両方のステータスが直ちに变化します。Heartbeat Technologyステータスは☹、NAMURステータス信号は「F」(故障)になります。

## 機器の健全性とセンサの健全性に影響を及ぼす要因は？

### センサの健全性:

各センサタイプでは、センサの健全性に関して独自の計算が行われます。センサ健全性の計算において評価される要素となるのは、現在のセンサ状態、校正結果、センサ履歴です。

- 現在のセンサ状態: 弊社のMemosensセンサには、センサ状態の評価を可能にするためのデータを提供する複数の自己監視機能が組み込まれています。たとえば、pHガラス電極センサの場合、これはガラスインピーダンスの連続測定となります。

- 校正結果: 特定の校正値が推奨範囲内にあるかどうかを評価します。pHセンサの場合、これらの校正値は、たとえば、スロープとゼロ点になります。
- センサ履歴: 稼働時間や過酷な条件にさらされたことなど、過去のセンサデータが評価されます。たとえば、pHセンサの場合、一定の温度レベル以上での稼働時間、滅菌や洗浄のサイクル数などが、これらのデータとなります。

センサの健全性は、メンテナンスタイマーとともに、Heartbeat Technologyステータスを決定します。例として、下表にはpH測定ポイントのHeartbeat Technologyステータスを決定するために使用される要素が示されています。

自己監視機能	pHセンサのHeartbeat Technologyステータスを決定するために使用される要素
動作中	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ プレーンテキスト診断メッセージ</li> <li>■ Liquilineハードウェア自己監視</li> <li>■ センサと変換器の接続チェック</li> <li>■ センサ電源監視</li> <li>■ センサチェックシステム(SCS)</li> <li>■ ガラスインピーダンス測定</li> <li>■ リファレンスインピーダンス測定</li> </ul>
校正後	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ スロープ評価</li> <li>■ 2つのセンサスロープ調整の差</li> <li>■ ゼロ点評価</li> <li>■ 2つのセンサゼロ点調整の差</li> </ul>
動作中の時間ベース (Memosensセンサのヘッドに記録されたイベント履歴)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 総稼働時間カウンタ</li> <li>■ 特定の測定値に対する稼働時間カウンタ (pH&gt;12 / pH&lt;2)</li> <li>■ 特定の温度に対する稼働時間カウンタ (80°C / 120°C)</li> <li>■ SIPカウンタおよびCIPカウンタ</li> <li>■ 校正タイマー</li> </ul>

センサの健全性  
 チェック 良好

メンテナンスタイマー  
 15 d ▲ 30 d

Heartbeat Technologyステータス  
 😊 / 😐 / ☹️

### 機器の健全性:

Liquiline変換器またはサンプラ機器の健全性の計算は、機器タイプに応じて異なります。たとえば、Liquistation自動ウォーターサンプラの健全性状態は、内部電子モジュールの監視だけでなく、複数のカウンタ (ポンプ寿命、バルブ動作サイクルなど) にも影響されます。カウンタがユーザー

設定可能なリミット値に達した場合、または自己監視機能により何らかの問題が検出された場合、それに応じてサンプラの健全性が変化します。

## センサの健全性に影響を及ぼすセンサごとの要因

センサタイプ	センサ固有の要因		一般的な要因
pHセンサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ スロープ、ゼロ点</li> <li>■ 動作点 (pH ISFET)</li> <li>■ ガラスインピーダンス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定のプロセスリミットを超えた場合の稼働時間</li> <li>■ SIP回数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 総稼働時間</li> <li>■ センサ診断、例: NAMUR NE107 カテゴリ (F故障/Cチェック/S仕様範囲外/Mメンテナンス)</li> <li>■ センサ測定ステータス「良好」または「不良」</li> </ul>
ORPセンサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ORP mV監視</li> <li>■ 1点 mVオフセット</li> </ul>		
pH/ORP複合センサ	pHおよびORPを参照		
光学式溶存酸素センサ Memosens COS81D	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定の温度リミットを超えた場合のセンサとキャップの稼働時間</li> <li>■ キャップ総稼働時間カウンタ</li> <li>■ 校正品質指数</li> <li>■ CIP、オートクレーブ、キャップオートクレーブ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ キャップ校正回数</li> <li>■ SIP回数</li> <li>■ キャップSIP回数</li> </ul>	
隔膜式溶存酸素センサ Oxymax COS22D	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定の温度リミットを超えた場合の稼働時間</li> <li>■ スロープ、ゼロ点</li> <li>■ 電解液カウンタ</li> </ul>		
光学式溶存酸素センサ Oxymax COS61D	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定の酸素値の場合の稼働時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定の温度リミットを超えた場合の稼働時間</li> <li>■ スロープ</li> </ul>	
隔膜式溶存酸素センサ Oxymax COS51D	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ゼロ点</li> <li>■ 電解液カウンタ</li> </ul>		
殺菌濃度センサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ スロープ、ゼロ点</li> <li>■ キャップ校正回数</li> <li>■ キャップの稼働時間リミット</li> <li>■ 電解液カウンタ</li> </ul>		
導電率センサ、 Memosens CLS82Dを含む	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CIP回数</li> <li>■ SIP回数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定のプロセスリミットを超えた場合の稼働時間</li> <li>■ セル定数</li> </ul>	
電磁式導電率センサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SIP回数</li> </ul>		
フォトメータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ランプ稼働時間</li> <li>■ リファレンスフィルタ稼働時間</li> <li>■ ランプ強度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ フィルタ稼働時間</li> </ul>	
硝酸/SACセンサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ フラッシュカウンタ フィルタ</li> <li>■ フラッシュカウンタ ランプ</li> </ul>		
濁度センサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ LEDの経年劣化 (センサ内部で監視、センサ診断に影響)</li> </ul>		
ISEセンサ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 特定の温度を超えた場合の稼働時間</li> </ul>		

## Heartbeat Technology KPIダッシュボード

Heartbeat Technologyは、主要パフォーマンスインジケータ (KPI) を計算し、これにより、**メンテナンス最適化の成果を評価**することができます。この目的のために、ユーザーは最適化措置の前後でKPIを比較します。KPIの例としては、測定ポイントの可用性、稼働時間、動作中の平均故障間隔

(MTBF)、動作中の平均修理時間 (MTTR) などがあります。詳細については、「用語集」章を参照してください。



### Heartbeat Technology KPI画面

Heartbeat Technologyで得られる主要パフォーマンスインジケータを表示するには、次をクリックします：

メニュー/診断/システム情報/ Heartbeat操作/ <機器> または <センサ>

注意：

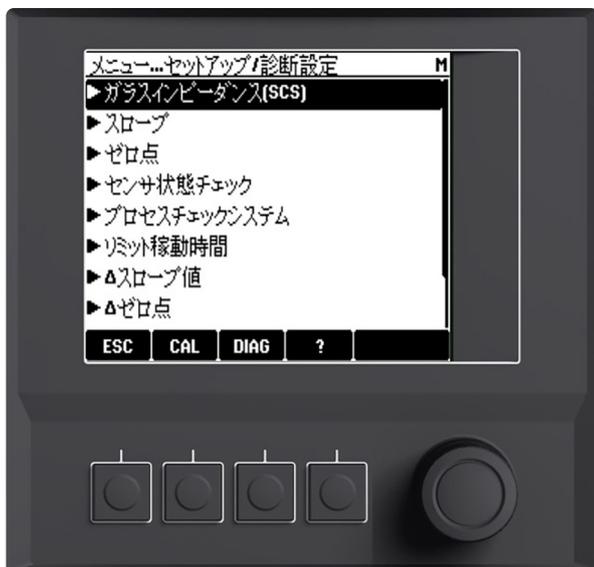
Liquilineメニューに表示されるKPI値は常に更新されます。Heartbeat Technology検証レポートには、検証時のKPI値が表示されます。

## Heartbeat Technologyは個々のアプリケーションに適合させることが可能？

Heartbeat Technologyがセンサタイプごとに提供する初期設定は、大多数のアプリケーションにすでに適合されています。もちろん、これらの設定は個々のアプリケーションに合わせて調整できます。そのためには、「診断設定」でLiquiline変換器の設定を変更します。この設定変更は、センサの健全性の評価に直接影響します。たとえば、スロープリミット、ゼロ点リミット、稼働時間リミット、ガラスインピー

ダンスリミットなどの設定を変更すると、Heartbeat Technologyステータスがより速く、またはより遅く、☺ から ☹、または ☹ から ☺ に変わります。

この調整により、測定ポイントのメンテナンス周期を最適化することができます。



### 診断設定へのアクセス方法は？

設定を変更するには、次をクリックします：メニュー/設定/入力/ <センサ> /拡張セットアップ/診断設定

左の画面例は、ガラスpHセンサの診断設定を示しています。

## Heartbeat Diagnostics画面



### 機器概要画面

接続されているすべてのセンサのHeartbeat Technologyステータスがスマイリーアイコン (☺☺☺) で表示されます。



### Heartbeat Diagnostics画面

Heartbeat Diagnostics画面で、機器またはセンサを選択すると詳細情報が表示されます。



### Heartbeat Diagnostics詳細画面

Heartbeat Diagnostics詳細画面には、センサの健全性 (良好からチェックまで) と、次回のメンテナンスまでの残り時間とメンテナンス間隔を示すメンテナンスタイマーが表示されます。

注意: メンテナンスタイマーは、Liquilineのセンサメニューで校正タイマーが有効になっている場合にのみ表示されます。

Heartbeat Technologyステータスが☺または☹の場合、対応するボタンが表示されます。このボタンを押すと、原因に関する詳細情報を確認できます。



## 測定ポイントの検証時間を短縮する方法

検証とは、測定ポイントの機能をチェックして文書化することです。しかし、手作業で行われる検証は、経験豊富なユーザーでも非常に時間がかかります。Heartbeat Technologyにより、ガイド付きの容易な検証手順が実現します。**プロセスの中断なく、1分以内に**、測定ポイントのある現場で、またはWebサーバーを介したりリモートで実行することが可能です。

その結果、変換器、サンプラ、接続されたすべてのセンサなど、測定ポイント全体の「合格」または「不合格」が明確に示されます。ワンクリックでPDF形式の包括的な検証レポートを作成し、SDカードを使用してコンピュータに転送するか、Webサーバー経由で直接ダウンロードすることができます。このプロセスにより、**ERPシステムに迅速かつエラーなく、レポートが統合されます。**

### **i** 検証レポートはいくつ保存できるか？

検証を実行した後、検証日時を含む一意のファイル名でLiquiline機器に保存されているレポートのPDFを作成することができます。次の検証を実行するとすぐに、それぞれの検証は上書きされるため、常に新しいレポートをSDカードにエクスポートするか、Webサーバー経由でダウンロードすることを推奨します。

Heartbeat Verificationにより、労力が最小限に抑えられ、時間の節減、測定ポイントの文書化が容易になります。文書化に関する社内要件や法的要件が高いほど、Heartbeat Technologyのメリットは大きくなります。

見える化を進め、トレーサビリティを向上させるため、レポートには、シリアル番号や取り付けられた電子モジュールなど、センサや変換器の追加情報も記載されています。不具合が発生した場合、交換が必要な部品を即座に特定できるため、サービスが容易になります。

検証レポートには、主要パフォーマンスインジケータ (KPI) が含まれており、最適化措置の前後でレポートを比較することにより、メンテナンス最適化の成果を評価できます。KPIの例としては、測定ポイントの可用性、稼働時間、動作中の平均故障間隔 (MTBF)、動作中の平均修理時間 (MTTR) などがあります。詳細については、「用語集」章を参照してください。

**Heartbeat Verification Report** Endress+Hauser

People for Process Automation

Verification Report Analytical Measuring Device

Plant Operator: Peter

**Device Information**

Installation location	Factory 1, Area 52
Tag name	EH_CM448_M10AA605G00
Product family	Liquiline CM448
Order code	CM448-71E00
Original order code extended	CM448-AA18A41AABAAEH
Current order code extended	CM448-AA18A41AABAAEH
Serial number	M10AA605G00
Firmware version	01.06.05-0014

**Verification Information**

Total operating time*	183-01 DD-HH
Date/time of device	04.08.2017 / 10:22:45
Verification ID	1

**Verification Results**

Overall result\*  passed

\*Overall result: Result of the complete device check performed with Heartbeat Technology.

Comment

Date

Operator's signature

Inspector's signature

### Heartbeat Technology検証レポート表紙：

表紙には、測定ポイント全体の全般的な検証結果がまとめられています。このレポートには、オペレータと検査担当者の両方の署名欄が用意されています。

レポートの内容:

- 検証を実施したオペレータの名前
- Liquiline機器情報
  - 設置場所
  - 機器のタグ
  - 製品群
  - オーダーコード
  - シリアル番号
  - ファームウェアバージョン
- 測定ポイント全体に関する検証情報
  - 総稼働時間
  - 機器の日付/時刻
  - 検証ID (=連続番号)
- 検証の全体結果 (合格または不合格)

Heartbeat Verification Report Endress+Hauser 	
Verification Report Analytical Measuring Device	
<b>Module Information</b>	
Backplane 2 with CPU	M1468B05B00
BASE	M12C2B05B00
BASE-E	M1353105B00
4AO	M1209505B06
2AO	M1204B05B06
4R	M10F9F05B00
2DS	M1204D05B06
<b>Device</b>	
Heartbeat status	⊙
Device health	100.0 %
Heartbeat operation:	
Availability	100.0 %
Operating time	183-01 DD-HH
Time in failure	0:00 HH:MM
Number of failures	0
Mean time between failures (MTBF)	183-01 DD-HH
Mean time to repair (MTTR)	0:00 HH:MM
<b>Detailed Verification Results</b>	
Power supply check	☑ passed
CPU temperature check	☑ passed
Status signal	☑ passed
Analog output 1:1	☑ passed
Analog output 1:2	☑ passed
Analog output 2:1	☑ passed
Analog output 2:2	☑ passed
Analog output 2:3	☑ passed
Analog output 2:4	☑ passed
Analog output 3:1	☑ passed
Analog output 3:2	☑ passed
<b>Active Diagnostic Codes</b>	

- 2 -

**変換器またはサンプラの詳細情報：**

2ページ目には、検証結果とLiquiline機器固有の情報が表示されます。

レポートの内容:

- シリアル番号を含む、機器内部の電子モジュールに関する情報
- 複数のHeartbeat Technology KPI
  - Heartbeat Technologyステータス
  - 機器の健全性
  - 可用性
  - 稼働時間
  - 故障時間
  - 故障回数
  - 動作中の平均故障間隔 (MTBF)
  - 動作中の平均修理時間 (MTTR)
- 詳細な検証結果
  - 電源チェック
  - CPU温度チェック
  - ステータス信号
  - すべてのアナログ出力のチェック
- 現在アクティブな診断メッセージ、NAMUR NE107 (F, C, M, S) に準拠、明確なテキスト情報付き
- 自動ウォーターサンプラの追加の検証結果
  - 冷却システム/加熱システム
  - 換気
  - 回転アーム
  - サンプル容量/サンプルボトル
  - ポンプホース (蠕動ポンプのみ)

Heartbeat Verification Report Endress+Hauser 	
Verification Report Analytical Measuring Device	
<b>Sensor Information Channel 1</b>	
Channel	1:1
Description	pH Glass
Serial number	M252B05E00
Order code	CPS11D-7BA21
Last calibration	04.08.2017 / 10:20:00
Total operating time	3437.50 h
Heartbeat status	⊙
Sensor health	88 %
Next maintenance	30 d
Maintenance interval	30 d
Heartbeat operation:	
Availability	100.0 %
Operating time	61-15 DD-HH
Time in failure	0:00 HH:MM
Number of failures	0
Mean time between failures (MTBF)	61-15 DD-HH
Mean time to repair (MTTR)	0:00 HH:MM
Time in calibration	1:03 HH:MM
Number of calibrations	2
Mean time between calibrations (MTBC)	30-19 DD-HH

- 3 -

**接続されたセンサの詳細情報：**

接続された各センサに対して、センサの詳細情報が記載されたページあります。

レポートの内容:

- センサチャンネル
- センサタイプの説明
- シリアル番号
- オーダーコード
- 前回の校正日時
- 総稼働時間
- Heartbeat Technologyステータス
- センサの健全性
- 次のメンテナンスまでの時間
- 現在設定されているメンテナンス間隔
- 複数のHeartbeat Technology KPI
  - 可用性
  - 稼働時間
  - 故障時間
  - 故障回数
  - 動作中の平均故障間隔 (MTBF)
  - 動作中の平均修理時間 (MTTR)
  - 校正時間
  - 校正回数
  - 動作中の平均校正間隔 (MTBC)

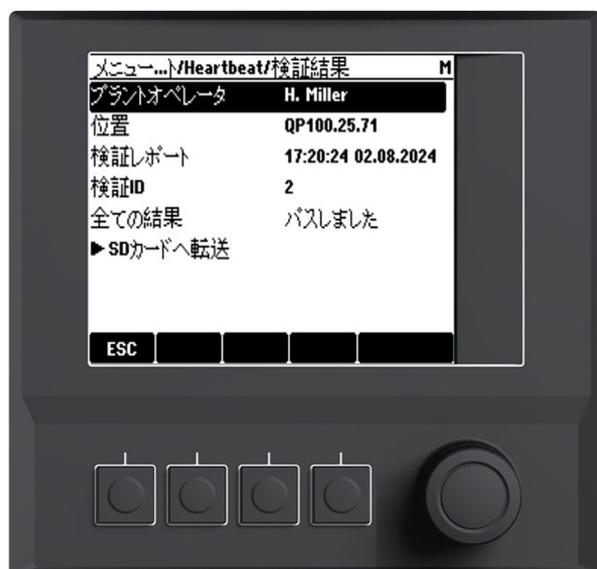
## Heartbeat Verification画面



### 検証メニューへのアクセス方法は？

検証メニューにアクセスするには、次をクリックします：  
メニュー/診断/システムテスト/Heartbeat

ここで、検証の実行や、最新の検証結果の確認ができます。



### 検証結果概要画面

検証を実行すると、この画面のように全体的な結果が表示されます。ここでオペレータは自分の名前を入力し、測定ポイントが検証に合格したか不合格だったかを明確に確認することが可能です。

さらに、オペレータはPDF形式で保存したレポートを検証日時とともに、SDカードにエクスポートできます。

注意：  
レポートはWebサーバー経由でダウンロードすることも可能です。



Liquiline変換器とLiquistationサンプリングを、接続されたすべてのセンサとともに、現場で運転中に検証できます。または、Webサーバーを介してリモートで検証を実行します。プロセス全体にかかる時間はわずか数分です。

## プラントの予知保全の門戸を開く方法

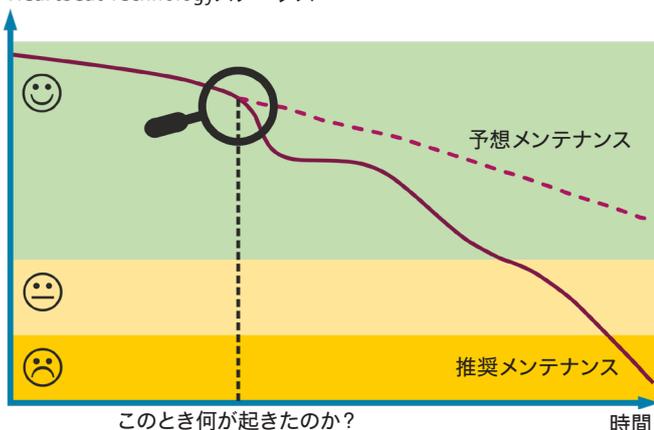
メンテナンス戦略を最適化したい場合、つまり、どの測定ポイントをいつ、どの順番でメンテナンスする必要があるか考えると、適切な開始点を見つけることは、時として非常に困難です。残念ながら、すべての測定ポイントにそれぞれ独自の特性があるため、普遍的かつ妥当なことは明言できません。そして、センサがどの程度「負荷」を受けるかは、測定物や周囲条件に大きく左右されます。たとえば、pHセンサは、pHが中性の測定物よりも、酸性の強い測定物によって、より大きな負荷を受けます。したがって、プラント全体のメンテナンスを最適化することは、閉ざされた門戸のように思えるかもしれません。

弊社には、この門戸に合う鍵があります。Heartbeat Technologyは、測定ポイントやプロセスをより詳細に把握するためのKPIを提供します。Heartbeat Monitoringモジュールを使用すると、分散制御システム (DCS) を介して、すべてのKPIと追加のデータをリモートで呼び出すことができます。この情報を利用して、詳細な分析が可能です。各測定ポイントの最適なメンテナンス間隔は？測定ポイントの校正やメンテナンスは、どのくらいの頻度で行われるのか？各測定ポイントの可用性はどの程度か？

これらの疑問に答え、そこから傾向を導き出すために、Heartbeat Technologyが役に立ちます。たとえば、プラント内の特定のセンサが特に高い負荷レベルにさらされており、そのため他のセンサよりも故障が多いことを検出できます。これらの測定ポイントでは、測定の高い信頼性を維持するために、メンテナンス間隔を短くすることが有効です。そして、KPIにより、メンテナンス戦略を変更した場合に、その成果と効果を評価できます。前後のKPIを比較してください。プラントの可用性は向上しましたか？もし向上したのであれば、あなたの措置は成功したことになります。

KPI「動作中の平均修理時間」にも注目してください。このKPIは、エラーが発生した場合に、測定ポイントをどれだけ早く修理できるかを示します。KPI値が低いほど、故障後の測定ポイントの復帰が早くなります。この値が高い場合には、いくつかの原因が考えられます。スペアパーツの在庫がなかったか、サービス部門への連絡に時間がかかった可能性があります。あるいは、故障に迅速に対応する余力がメンテナンスチームになかったのかもしれません。Heartbeat Technologyは、ダウンタイムを最小限に抑えるための適切なアプローチを見つけるために役立ちます。この場合は、スペアパーツ在庫の拡大、サービスチームへの情報フローの最適化、サービスチームの能力向上のためのリソース提供などが可能です。

Heartbeat Technologyステータス



### i このとき何が起きたのか？

Heartbeat Monitoringは、たとえば、このグラフが示すように、センサやLiquiline機器の推奨メンテナンスと予想メンテナンスが異なる場合に、それを検出できます。さて問題は、2つの状況が乖離し始めた時点で何が起こったのか、ということです。生産プロセスが変更されましたか？メンテナンス作業中に何か問題が発生しましたか？または、外部からの影響がありましたか？

#### 例1 – 排水処理施設 (WWTP):

排水処理施設では、センサの負荷が天候と関連する可能性があります。たとえば、大雨が降り、汚染物質によって排水がより激しく汚染されることがあります。降雨量が多い月には、他の月よりも頻りに測定ポイントをメンテナンスするなど、プラント管理者は、季節に合わせてメンテナンス戦略を立てることができます。

#### 例2 – 食品および飲料産業:

定置洗浄 (CIP) プロセスで使用される洗浄剤は、設置された水質分析用センサの負荷要因になることが少なくありません。洗浄中の温度が高いほど、負荷は高まります。設置されたセンサの健全性がCIPプロセス後にどれだけ低下するか、Heartbeat Monitoringで監視します。その傾向があれば、これを容易に認識して、測定ポイントを予測的にメンテナンスすることが可能です。

## Heartbeat Monitoringモジュールに使用できる出力は？

Heartbeat Monitoringモジュールのすべての機能を使用するには、デジタルフィールドバス通信プロトコルが必要です。下表は、さまざまな機器出力からHeartbeat Technology情報にアクセスする方法を示しています。

出力;シュツリョク	Heartbeat Technologyステータス + センサの健全性 + メンテナンスタイマー	その他のHeartbeat Technology KPI*	Memosensデータ**	NAMUR NE107 カテゴリ
0/4～20 mA	あり***	なし	なし	F
HART	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M
PROFIBUS DP	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M
Modbus RS485 (RTU)	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M
Modbus TCP	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M
EtherNet/IP	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M
PROFINET	AIブロック経由	非周期的読み取り	非周期的読み取り	F、C、S、M

\*その他のHeartbeat Technology KPIとは:

可用性;稼働時間;故障時間;故障回数;動作中のMTBF;動作中のMTTR;動作中のMTBC

\*\*Memosensデータとは:

センサのシリアル番号;センサの製造日および初回運転日;最小および最大測定値;各種カウンタ(過酷な条件下での稼働時間; SIPおよびCIPサイクル数;校正回数など);前回の校正の校正方法;ゼロ点;オフセット;スロープなど

\*\*\*Heartbeat Technologyステータス、センサの健全性、メンテナンスタイマーを、それぞれ別のアナログ出力に割り当てることが可能

 フィールドバスとしてEtherNet/IP、PROFIBUS、Modbus TCP、またはModbus RS485を使用する場合は、すべてのHeartbeat Technology情報をDCSで利用できます。HARTまたはPROFIBUS DPを使用する場合は、伝送される情報が若干少なくなることがあります。詳細については、個別説明書を参照してください([www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads) > **Manuals and Datasheets**からダウンロード可能)。対応する資料番号を検索フィールドに入力してください。

- HART -> SD01187C
- PROFIBUS DP -> SD01188C
- Modbus RS485およびModbus TCP -> SD01189C
- EtherNet/IP -> SD01293C
- PROFINET -> SD02490C

## Heartbeat Technologyの注文方法

### Heartbeat Technologyオプションを選択すると、どうなりますか？

水質分析の分野では、Liquilineシリーズの変換器およびサンプリング用のHeartbeat Technologyをご注文いただけます。それにより、これらの機器および接続されたMemosensセンサは、この機能に対応するようになります。

Heartbeat Technologyを搭載した分析機器を注文すると、Heartbeat Diagnostics、Heartbeat Verification、Heartbeat Monitoringの3つのモジュールすべてを備えた**完全なパッケージ**が提供されます。ただし、Heartbeat Monitoringモジュールのすべての機能を使用するには、デジタルフィールドバス通信プロトコルが必要です。

ファームウェアバージョン**1.06.04**のリリース以降、Liquilineシリーズの新しい変換器とサンプリングは、Heartbeat Technology搭載バージョンを注文することができます。

最初にHeartbeat Technologyを注文しなかった場合、後日、アクティベーションコードを使用して機器をアップグレードすることが可能です。このアップグレードに、追加の電子部ハードウェアは必要ありません。

設置済みのLiquiline機器に旧バージョンのファームウェアが搭載されている場合は、ファームウェアの更新（バージョン**1.06.04**以降）とHeartbeat Technologyのアクティベーションコードで容易にアップグレードできます。この場合も、追加の電子部ハードウェアは必要ありません。

設置済みのLiquiline機器のアクティベーションコードを入力するには、シリアル番号を提示の上、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。Liquiline機器ごとに個別のアクティベーションコードが必要です。

### 既存の設置基盤でHeartbeat Technologyの利用が可能

Heartbeat Technology情報の処理は、Liquiline機器の機能となります。そのため、Heartbeat Technology注文オプションは、Liquilineプラットフォーム機器（変換器、サンプリング、将来的にはアナライザも）向けに提供されます。

このオプションが、これらの機器のいずれかで有効な場合、**新規注文または設置済みのMemosensセンサを使用できます**。つまり、Memosensセンサ用にHeartbeat Technologyを別途注文する必要がありません。

## 分析機器におけるHeartbeat Technologyの可用性

### Liquiline変換器、Liquistationサンブラ、MemosensセンサにおけるHeartbeat Technologyの可用性

機器	Heartbeat Diagnostics	Heartbeat Verification	Heartbeat Monitoring
Liquiline CM44	✓	✓	✓
Liquiline CM44R	✓	✓	✓
Liquiline CM44P	✓	✓	✓
Liquistation CSF34	✓	✓	✓
Liquistation CSF39	✓	✓	✓
Liquistation CSF48	✓	✓	✓
pHセンサ	✓	✓	✓
導電率センサ	✓	✓	✓
ORPセンサ	✓	✓	✓
pH/ORP複合センサ	✓	✓	✓
溶存酸素センサ	✓	✓	✓
塩素センサ(予定)	✓	✓	✓
濁度センサ	✓	✓	✓
SACセンサ	✓	✓	✓
硝酸センサ	✓	✓	✓
ISEセンサ	✓	✓	✓
プロセスフォトメータ	✓	✓	✓

### Heartbeat Technology KPIの可用性

Heartbeat Technology KPI	Heartbeat Diagnostics	Heartbeat Verification	Heartbeat Monitoring
Heartbeat Technology ステータス	✓	✓	✓
センサの健全性	✓	✓	✓
メンテナンスタイマー	✓	✓	✓
可用性	✓	✓	✓
稼働時間	✓	✓	✓
故障時間	✓	✓	✓
故障回数	✓	✓	✓
動作中のMTBF	✓	✓	✓
動作中のMTTR	✓	✓	✓
動作中のMTBC	✓	✓	✓

## Heartbeat Technologyの使用事例



### 乳製品

食品および飲料産業では、CIP (定置洗浄) が定期的に行われます。たとえば、乳製品工場では、1つの生産ラインで複数の製品を生産することができます。製品の汚染を防止するため、製造バッチの終了後に、充填機、配管、バルブなどを毎回洗浄する必要があります。CIPサイクルは、高温、腐食性のある洗浄剤などのため、機器に負荷がかかります。

Heartbeat Technologyステータスとセンサの健全性により、センサのメンテナンスが差し迫った状況になると、それが通知されます。ユーザーは測定値の信頼性がいつまで確保できるか評価し、それに応じてメンテナンス作業を計画できます。これにより、ダウンタイムを回避し、製品が汚染されないようにすることが可能です。

### 砂糖の製造

この業界の典型的な問題となっているのは、センサの付着物や汚れです。センサの感応部分が粘着性のある糖蜜で覆われると、測定誤差が生じる可能性があります。そのため、センサを適時に洗浄して、メンテナンスする必要があります。Heartbeat Technologyは、いくつかのKPIを提供し、それによってユーザーは、メンテナンス戦略がニーズを満たしているか、それとも最適化の可能性があるか分析することができます。最適化により、メンテナンス間隔が短くなったり長くなったりする場合があります。メンテナンス頻度が高いほど測定値の信頼性が向上することが判明した場合は、メンテナンス間隔を短くします。付着物が発生しても、測定値の信頼性が低下しなければ、メンテナンス間隔を長くすることも可能です。

Heartbeat Technology KPIにより、さまざまなメンテナンス戦略を比較して、プラントに最適な戦略を策定できます。動作中の平均故障間隔 (MTBF) は延びましたか? 動作中の平均修理時間 (MTTR) は短縮されましたか? また、測定ポイントの可用性を最適化できましたか?

### 排水処理施設 (WWTP) における排水のサンプリング

排水処理施設では、排水が法的要件を満たしていることを当局に証明するために、サンブラが使用されます。サンブラが特定の規格 (例: ISO 5667) に適合している場合、排水処理事業者は、採取したサンプルが規制に準拠していると思って間違いありません。排水処理事業者は、Heartbeat Verificationを使用して、機器が正常に動作しているか (サンプル温度、サンプル容量精度など)、採取されたサンプルが代表的なものであるかどうかを確認できます。

Webサーバー経由で、またはサンブラのディスプレイのボタンを押すだけで、機器および接続されたすべてのセンサのチェックが行われます。検証レポートにより、オペレータは不具合を一目で認識し、迅速に対応することができます。Heartbeat Technologyによる定期的な検証は、サンブラの完全性に貢献します。



## 用語集

### 動作中の平均故障間隔 (MTBF):

- 定義**  $MTBF = (\text{稼働時間} - \text{故障時間}) / \text{故障回数}$   
これは、Liquiline機器およびセンサチャンネルごとに、日、時間、分単位で個別に計算されます。
- 説明** MTBFが高いほど、測定ポイントの信頼性は高くなります。故障しやすい測定ポイントを特定し、メンテナンス部門が是正措置を講じることができます。
- 例1** ガラスセンサが頻繁に破損すると、MTBFは低くなります。たとえば、ケージのような保護装置を取り付けたり、別のセンサタイプを試みます。
- 例2** ガラスセンサの液絡膜が頻繁に詰まると、MTBFは低くなります。この場合は、センサをより頻繁に洗浄します。

### ! 注意

一般に、MTBFは機器の信頼性を示す値です。これは、しばしば製品シリーズ全体の統計的な故障率として定義されます。この場合、これは最適条件下で計算された静的な値となります。

しかし、測定ポイントは常に個別のものです。センサの特性、作業員による取扱いや操作、個々のプロセス条件がMTBFに影響を及ぼすため、その値は動的です。そのため、弊社の分析機器では、MTBFは測定ポイントがアプリケーションにどれだけ適合しているかを示すリアルタイムの数値となります。

### 動作中の平均校正間隔 (MTBC):

- 定義**  $MTBC = (\text{稼働時間} - \text{校正時間}) / \text{校正回数}$   
これは、接続されたセンサチャンネルごとに、日と時間単位で個別に計算されます。
- 説明** MTBCにより、指定された校正間隔をメンテナンス担当者が遵守しているかどうかを明らかにします。

### 動作中の平均修理時間 (MTTR):

- 定義**  $MTTR = \text{故障時間} / \text{故障回数}$   
これは、Liquiline機器およびセンサチャンネルごとに、時間と分単位で個別に計算されます。
- 説明** MTTRが低いほど、メンテナンス戦略は優れています。これは、メンテナンス担当者がどの程度の早さで故障を修理するかを示すものであり、それによって最適化措置 (例: リソースの追加) が必要かどうかを評価できます。

### 可用性:

- 定義**  $\text{可用性} = ((\text{稼働時間} - \text{故障時間}) / \text{稼働時間}) * 100$   
これは、変換器およびセンサチャンネルごとに、パーセント単位で個別に計算されます。
- 説明** 高いMTBFと低いMTTRの結果が、高い可用性となります。これにより、最適化措置が成功したかどうかを評価することができます。

### カウンタのリセット:

Heartbeat Technology KPIに使用されるカウンタは、Liquilineメニューでリセットできます。リセットは、以下のような場合に有効です。

- プロセスおよび測定ポイントの設定中に、たとえば、センサが接続されていなかったり、プロセス測定物が不足している場合などに、多くのエラーが発生する可能性があります。これらのエラーにより、Heartbeat Technology KPIが歪曲されます。そのため、弊社は、測定ポイントが最終的に設定され、プロセスが安定したら、カウンタをリセットすることを強く推奨します。
- Heartbeat Technology KPIは、メンテナンスの最適化やその他の是正措置が成功したかどうかを監視するために役立ちます。最適化措置を相互に比較できるようにするため、措置を実行する前にカウンタをリセットする必要があります。
- Heartbeat Technology KPIは、メンテナンス部門や外部サービスプロバイダの効率を監視するために役立ちます。組織改編 (例: 新しいサービスプロバイダ) があった場合、カウンタをリセットして、改編の成果を評価できます。

 Heartbeat Technologyの詳細については、  
[https://eh.digital/Heartbeat-Technology\\_jp](https://eh.digital/Heartbeat-Technology_jp) をご覧ください。

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---

環境に配慮して、持続可能な森林経営が営まれている森林から産出された紙に印刷されています。