ISO 9001
ISO 14001
認証工場

個別説明書
EF200F-C

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージ

株式会社 テイエルブイ

081-65763-02

目次

1 本個別説明書について 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 可用性 6

3 設定 7
3.1 取り付け方向 7
3.2 機器の設定 7

4 操作 11
4.1 湿り蒸気警告 11
4.2 出力変数の補正 12
4.3 スイッチ出力に関する湿り蒸気警告の設定... 12
4.4 湿り蒸気測定の設定 15

5 技術データ 16

6 一般原理 18
6.1 蒸気品質 18
6.2 2 相流 19
6.3 システムの効率性 20
6.4 安全性リスク 20
6.5 EF200F-C の湿り蒸気測定 21

7 製品保証 22

8 アフターサービス網 23

1 本個別説明書について

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ーや注意事項が記載されています。

以下の項目に関する詳細情報が記載されています。
- 操作メニュー内の各パラメーター
- 高度な技術仕様
- 一般的な原理およびアプリケーションに関するヒント

1.2 本書の使用法

1.2.1 本書の構成情報

以下に関する追加情報：
- **操作** メニュー，**設定** メニュー，**診断** メニュー に従ったパラメーターの配置および簡単な説明：取扱説明書
- 操作コンセプト：取扱説明書

1.3 使用されるシンボル

1.3.1 安全シンボル

シンボル	意味
危険	**危険** 危険な状況を警告するシンボルです。この表示を無視して誤った取り扱いをすると、死亡したり、大ケガをしたりするほか、爆発・火災を引き起こす恐れがあります。
警告	**警告** 危険な状況を警告するシンボルです。この表示を無視して誤った取り扱いをすると、死亡、大ケガ、爆発、火災の恐れがあります。
注意	**注意** 危険な状況を警告するシンボルです。この表示を無視して誤った取り扱いをすると、ケガ、物的損害の恐れがあります。
注記	**注意！** 人身傷害につながらない、手順やその他の事象に関する情報を示すシンボルです。

1.3.2 特定情報に関するシンボル

シンボル	意味
	ヒント 追加情報を示します。
	資料参照
	ページ参照
	図参照
▶	注意すべき注記または個々のステップ
1., 2., 3...	一連のステップ

シンボル	意味
↳	操作・設定の結果
	現場表示器による操作
	操作ツールによる操作
	書き込み保護パラメーター

1.3.3 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

1.4.1 機器資料

機器に関する詳細情報は、取扱説明書とその他の関連資料に記載されています。
· 機器に同梱されている 取扱説明書
· すべての機器バージョンの資料は、以下から入手できます。
当社Webサイト

関連資料の検索に必要な情報は、機器の型式銘板に記載されています。

この技術資料は特定の機器ファミリー向けの内容であり、個別の機器用ではありません。

1.4.2 標準資料

本書は個別説明書であり、機器に付属する取扱説明書の代わりになるものではありません。機器に関する詳細情報については、取扱説明書およびその他の関連資料を参照してください。

個別説明書は、以下の取扱説明書に付随するものです。

機器	資料コード
EF200F-C	081-65757

1.4.3 内容および範囲

本個別説明書には、**湿り蒸気測定**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ーおよび技術データの説明が記載されています。湿り蒸気測定に関連しない、その他のすべてのパラメーターについては、取扱説明書を参照してください。

·「技術データ」セクションには、湿り蒸気測定の技術仕様について説明が記載されています → 🗎 「5章」参照
·「一般原理」セクションには、湿り蒸気測定の全般的な情報が記載されています → 🗎 「6章」参照

2 製品の特長および有効性

2.1 製品の特長

2.1.1 湿り蒸気測定アプリケーションパッケージ

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージは、蒸気アプリケーションにおいて定量的な蒸気品質測定を実施することにより、**湿り蒸気検出**アプリケーションパッケージの補完的な役割を果たします。

このアプリケーションパッケージは、以下の機能を備えます。
- 直接測定値としての蒸気品質（現場表示器/電流出力）
- 蒸気品質（→ 🗎「6.1章」参照）のリミット値を 80～100 % の範囲で下回った場合に警告を発生させる診断情報
- 以下の追加のプロセス変数が計算されます。
  - 総質量流量 [1]（現場表示器/電流出力）
  - 凝縮水の質量流量（現場表示器/電流出力）
  - 蒸気アプリケーションにおける体積流量 [2]、質量流量、エネルギー流量の補正値

2.2 可用性

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージは、以下の機器および条件においてのみ使用できます。
- EF200F-C
- 呼び口径：25～300 mm（1～12″）
- 「センサーバージョン；DSC センサー；計測チューブ」のオーダーコード
  - オプション 「質量；（温度計内蔵）」
  - オプション 「蒸気質量；（圧力/温度計内蔵）」

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージを工場渡しの流量計用に注文した場合、このパッケージは機器の納入後すぐに使用できます。機器の操作インターフェイスを介して機能にアクセスします。

1) 総質量流量 = 蒸気の質量流量 + 凝縮水の質量流量
2) 体積流量の補正値 = 蒸気アプリケーションの凝縮水に関する一次体積流量の補正値（≠ 基準体積流量）。基準体積流量 = 基準条件下における体積流量

3 設定

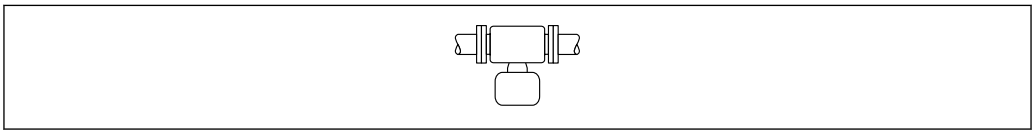
注記

湿り蒸気検出アプリケーションパッケージを設定する場合、以下の点に注意してください。

- **上流側直管長補正**機能と一緒に使用しないでください。
- 規定の上流側直管長を考慮に入れてください。
- 整流器と一緒に使用しないでください。

3.1 取り付け方向

以下のように機器を配管に取り付けてください。



A0015590

水平方向、変換器下側

3.2 機器の設定

湿り蒸気測定用の機器を設定するために必要なすべてのパラメーターは、**流体の選択** ウィザード を使用して設定できます。

以下の手順に従って、機器を設定してください。

1. **測定物の選択** パラメーター（→ 🗎「3.2章」参照）で、**蒸気** オプションを選択します。
2. **蒸気計算モード** パラメーター（→ 🗎「3.2章」参照）で、**自動（p-/T-補正）** オプションを選択します。
   ↳ 飽和蒸気の場合、本機器は湿り蒸気の計算を行いません。
3. **蒸気の品質** パラメーター（→ 🗎「3.2章」参照）で、**計算値** オプションを選択します。
4. **蒸気の品質の値** パラメーター（→ 🗎「3.2章」参照）に蒸気品質の固定値を入力します。
   ↳ 蒸気の品質が一般的なパラメーターの範囲外にあるために計算が不可能な場合に、機器が使用する任意の値 → 🗎 「5章」参照
5. 温度計が内蔵されている機器の場合のみ ：
   圧力補正を有効にするか（→ 🗎 「3.2.2章」参照）、またはプロセス圧力を設定します→ 🗎 「3.2.1章」参照。
   ↳ 圧力補正が失敗した場合に、機器が設定されたプロセス圧力を使用できるように、常に圧力補正を有効にし、また、プロセス圧力を設定することを推奨します。

ナビゲーション
「設定」 メニュー → 流体の選択

▸ 流体の選択

- 測定物の選択
- 蒸気計算モード
- 蒸気の品質
- 蒸気の品質の値

パラメーター概要（簡単な説明付き）

パラメーター	必須条件	説明	選択 / ユーザー入力	工場出荷時設定
測定物の選択	-	測定物の種類を選択。	· 気体 · 液体 · 蒸気	蒸気
蒸気計算モード	**測定物の選択** パラメーターで**蒸気** オプションが選択されていること。	蒸気の計算モードを選択してください:飽和蒸気（温度補正）に基づく または 自動検出(圧力/温度補正)。	· 飽和蒸気（温度補正） · 自動（p-/T-補正）	飽和蒸気（温度補正）
蒸気の品質	以下の条件を満たしていること。 ·「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「湿り蒸気測定」 ·**測定物の選択** パラメーターで**蒸気** オプションが選択されていること。 ℹ 現在有効なソフトウェアオプションが、**有効なソフトウェアオプションの概要** パラメーターに表示されます。	蒸気の品質の補償モードを選択します。	· 固定値 · 計算値	固定値
蒸気の品質の値	以下の条件を満たしていること。 · **測定物の選択** パラメーターで **蒸気** オプションが選択されていること。 · **蒸気の品質** パラメーターで**固定値** オプション が選択されていること。	蒸気の品質に対する固定値を入力します。	0～100 %	100 %

3.2.1 プロセス圧力の設定

測定物の選択 パラメーター で **蒸気** オプション を選択してから、システム内の現在のプロセス圧力を設定する必要があります。

1. **流体の選択** ウィザードを呼び出します。
2. **固定プロセス圧力** パラメーター（→ 🗎 「3.2.1章」参照）に、システム内の現在のプロセス圧力を入力します。

当社では、アクティブな圧力補正を使用することを推奨します。これにより、圧力変動や不正入力による測定誤差の発生を完全に防止できます。

→ 🗎 「3.2.2章」参照

ナビゲーション
「設定」 メニュー → 流体の選択

パラメーター概要（簡単な説明付き）

パラメーター	必須条件	説明	ユーザー入力	工場出荷時設定
固定プロセス圧力	以下の条件を満たしていること。 ·「センサーバージョン」のオーダーコード、 ·オプション「質量流量（温度計付き）」 または ·オプション「質量流量（圧力計/温度計付き）」 · **外部入力値 パラメーター**（→ 🗎 「3.2.2章」参照）で**圧力** オプションが選択されていないこと。	プロセス圧力の固定値を入力します。 依存関係 単位は**圧力単位** パラメーターの設定が用いられます。 蒸気アプリケーションのパラメーター設定に関する詳細については、**湿り蒸気検出**および**湿り蒸気測定**アプリケーションパッケージの個別説明書を参照してください。	0～250 bar abs.	0 bar abs.

3.2.2 圧力補正の有効化

温度計が内蔵されている機器の場合のみ ：

圧力変動の影響を最小限に抑えるために、圧力補正を有効にすることが可能です。
圧力は、電流入力またはフィールドバスシステムを介して読み込むことができます。

圧力の読み込みの詳細については、機器の取扱説明書を参照してください。
→ 「1.4章」参照

1. **外部補正** サブメニューを呼び出します。
2. **外部入力値** パラメーター（→ 「3.2.2章」参照）で、**圧力** オプションを選択します。

ナビゲーション
「設定」 メニュー → 高度な設定 → 外部補正

外部補正	→	外部入力値
		…
		…

パラメーター概要（簡単な説明付き）

パラメーター	説明	選択	工場出荷時設定
外部入力値	外部デバイスからプロセス変数への変数の割り当て。	圧力	オフ

4 操作

本機器では、バックグランドで蒸気品質が計算されます。

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージが正常に動作すると、以下の機器機能を使用できます。

- 蒸気品質が 80～100 % の場合の湿り蒸気警告 → 「4.1章」参照
- 体積流量、質量流量、エネルギー流量の補正 → 「4.2章」参照
- スイッチ出力に関する湿り蒸気警告の設定
- 湿り蒸気測定の設定

4.1 湿り蒸気警告

機器に実装されている湿り蒸気警告機能を使用すると、変更可能な診断メッセージを表示できます。診断メッセージをトリガーするしきい値は、工場設定では蒸気品質 80 %に設定されていますが、この値は変更できます。

蒸気品質が 80 % を下回るとすぐに 診断メッセージ ⚠**S872 湿り蒸気を検出しました** が表示部に表示されます。この警告メッセージは、蒸気品質が 82 % を上回ると消えます。ヒステリシスは 2 %（工場設定）に固定されており、変更できません。

しきい値の変更

しきい値の調整可能な範囲は、0～100 % です。計算値が 0 % に達しない場合も制限されます。

注意！

これを設定するには、**蒸気の品質** パラメーター（7605で**計算値** オプションを選択します。

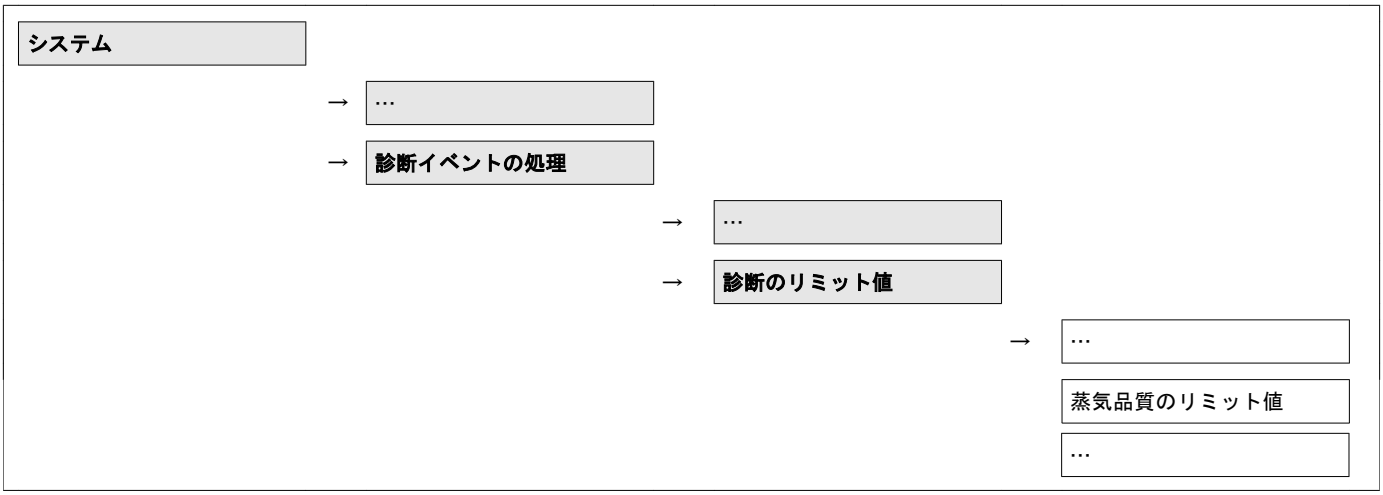
ナビゲーション：設定 → 高度な設定 → 外部補正 → 蒸気の品質

1. **診断のリミット値** サブメニューを呼び出します。
2. **蒸気品質のリミット値** パラメーター（→ 「4.1章」参照）で、0～100 % の値を入力します。

診断メッセージ ⚠**S872 湿り蒸気を検出しました** には、診断時の動作として **警告** が割り当てられます。機器に警告が表示され、デジタルインターフェイスを介して確認できます。診断動作をアラームに変更することもできます。その結果、診断メッセージ S872 湿り蒸気を検出しましたがアクティブになると、電流出力は設定されたフェールセーフモードになります。

診断動作の変更の詳細については、取扱説明書を参照してください。
→ 「1.4章」参照

ナビゲーション
「エキスパート」 メニュー → システム → 診断イベントの処理 → 診断のリミット値



パラメーター概要（簡単な説明付き）

パラメーター	必須条件	説明	ユーザー入力	工場出荷時設定
蒸気品質のリミット値	以下の条件を満たしていること。 · **測定物の選択** パラメーターで **蒸気** オプションが選択されていること。 · **蒸気の品質** パラメーターで**計算値** オプション が選択されていること。	蒸気品質のしきい値を入力します。これを下回った場合、機器には診断メッセージが表示されます。	0～100 %	80 %

4.2 出力変数の補正

湿り蒸気検出/測定アプリケーションパッケージでは、蒸気品質に応じて以下の測定変数を補正できます。
· 体積流量
· 質量流量
· エネルギー流量

補正は、**蒸気の品質** パラメーター（7605）（→ 🗎 「3.2章」参照）の入力値に応じて異なります。**固定値**オプション が選択されている場合、機器は **蒸気の品質の値** パラメーター（→ 🗎 「3.2章」参照）（工場設定 100 %）を使用して上記の測定変数を補正します。**計算値** オプション が選択されている場合、機器はプロセス内で現在測定されている蒸気品質を使用して変数を補正します。

計算値 オプション を選択した場合の測定誤差に関する情報 → 🗎 「5章」参照

4.3 スイッチ出力に関する湿り蒸気警告の設定

注意！

湿り蒸気警告の固定しきい値と比較して（→ 🗎 「4.1章」参照）、湿り蒸気警告の動作は個別に設定できるため、スイッチ出力に割り当てることができます。

湿り蒸気警告の設定では、当社の標準的な蒸気アプリケーション向けの推奨値を使用してください。

ナビゲーション：

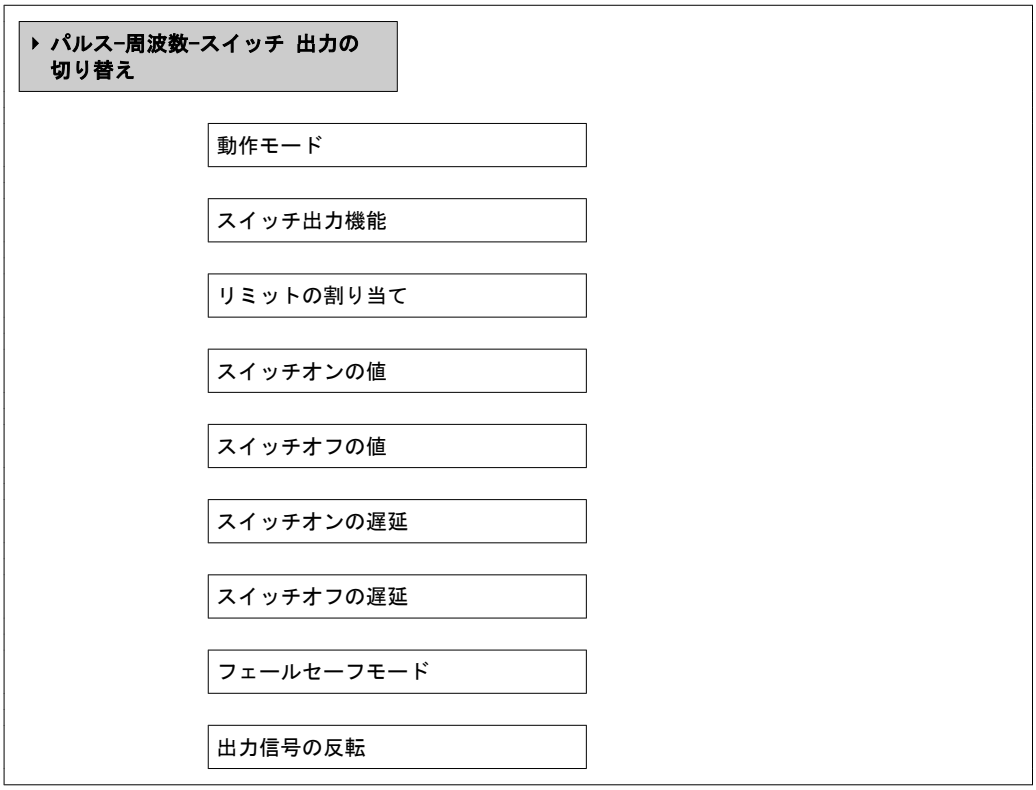
設定 → パルス-周波数-スイッチ 出力の切り替え

1. 出力の動作モードを設定
   ↳ **動作モード** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照） で**スイッチ出力**オプションが選択されていること。
2. スイッチ出力の機能を選択
   ↳ **スイッチ出力機能** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で**リミット**オプションが選択されていること。

3. リミット機能に割り当てるプロセス変数を選択
   ↳ **リミットの割り当て** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で**蒸気の品質** オプションが選択されていること
4. スイッチオン用の測定値を入力
   ↳ **スイッチオンの値** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で、**85 %** の値が入力されていること。
5. スイッチオフ用の測定値を入力
   ↳ **スイッチオフの値** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で、**95 %** の値が入力されていること。
6. スイッチ出力のスイッチオンの遅延時間を入力
   ↳ **スイッチオンの遅延** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で、**0.0 秒** の値が入力されていること。
7. スイッチ出力のスイッチオフの遅延時間を入力
   ↳ **スイッチオフの遅延** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で、**0.0 秒** の値が入力されていること。
8. 機器アラームが発生した場合の出力動作を設定
   ↳ **フェールセーフモード** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で**オープン** オプションが選択されていること。
9. 出力信号の反転
   ↳ **出力信号の反転** パラメーター（→ 🗎 「4.3章」参照）で**いいえ** オプションが選択されていること。

これで湿り蒸気警告のスイッチ出力用の設定は完了です。

ナビゲーション
「設定」 メニュー → パルス-周波数-スイッチ 出力の切り替え



パラメーター概要（簡単な説明付き）

パラメーター	必須条件	説明	選択 / ユーザー入力	工場出荷時設定
動作モード	-	出力をパルス、周波数またはスイッチ出力として定義。	· パルス · 周波数 · スイッチ出力	パルス
スイッチ出力機能	**動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。	スイッチ出力の機能を選択。	· オフ · オン · 診断動作 · リミット · ステータス	オフ
リミットの割り当て	· **動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。 · **スイッチ出力機能** パラメーターで **リミット** オプションが選択されていること。	リミット機能のためのプロセス変数の選択。	· 体積流量 · 基準体積流量 · 質量流量 · 流速 · 温度 · 圧力 · 飽和蒸気圧力の計算値 * · 蒸気の品質 · 総質量流量 * · エネルギー流量 * · 熱量の差 * · レイノルズ数 * · 積算計 1 · 積算計 2 · 積算計 3	体積流量
スイッチオンの値	· **動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。 · **スイッチ出力機能** パラメーターでリミットオプションが選択されていること。	スイッチオンポイントの測定値を入力します。	符号付き浮動小数点数	国に応じて異なります： · 0 m^3/h · 0 ft^3/h
スイッチオフの値	· **動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。 · **スイッチ出力機能** パラメーターでリミットオプションが選択されていること。	スイッチオフポイントの測定値を入力します。	符号付き浮動小数点数	国に応じて異なります： · 0 m^3/h · 0 ft^3/h
スイッチオンの遅延	· **動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。 · **スイッチ出力機能** パラメーターでリミットオプションが選択されていること。	ステータス出力をスイッチオンする遅延時間を定義。	0.0～100.0 秒	0.0 秒
スイッチオフの遅延	· **動作モード** パラメーターで**スイッチ出力**オプションが選択されていること。 · **スイッチ出力機能** パラメーターでリミットオプションが選択されていること。	ステータス出力をスイッチオフする遅延時間を定義。	0.0～100.0 秒	0.0 秒
フェールセーフモード	-	アラーム状態の時の出力動作の定義。	· 実際のステータス · オープン · クローズ	オープン
出力信号の反転	-	出力信号の反転。	· いいえ · はい	いいえ

*　表示はオーダしたオプションや機器のセッティングにより異なります

4.4 湿り蒸気測定の設定

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージでは、以下の機能を使用できます。
- 直接測定値としての蒸気品質（現場表示器で/電流出力）
- 以下の追加のプロセス変数を計算して出力します。
  総質量流量（1854）（現場表示器で/電流出力）
  凝縮水の質量流量（1857）（現場表示器で/電流出力）
- 蒸気アプリケーションでの体積流量、質量流量、エネルギー流量の補正
- 機器がプロセス変数の指定範囲外となった場合に表示される診断メッセージを設定できます（工場設定 **オフ**）。

蒸気品質は、特許取得済みの信号処理方法に基づいて渦信号から取得されます。

測定誤差およびプロセス変数の有効範囲の詳細については、を参照してください。
→ 🗎 「5章」参照

蒸気品質を算出するためのプロセス変数が有効範囲外の場合、機器は 診断メッセージ **⚠S874 X% 仕様無効** を表示し、標準設定では、100 % の蒸気品質（工場設定）による補正が実行されます。この診断動作は変更することができます。

例

診断メッセージ **⚠S874 X% 仕様無効** が表示されているときに、別の蒸気品質で機器を補正するためには、**蒸気の品質の値** パラメーター（7630）を、たとえば、80 % の値に従って変更することによって、これを実行することが可能です。
（ナビゲーション：設定 → 高度な設定 → 外部補正の場合の水温）
出力されるプロセス変数は、**蒸気の品質** パラメーター（→ 🗎 「3.2章」参照）[6]に応じて以下のように補正されます。

- **固定値** オプションが選択されている場合、変数は常に**蒸気の品質の値** パラメーター(7630)の設定値を使用して補正されます。
- **計算値** オプションが選択されている場合、変数は常に測定された DSC センサー信号から取得され、システムによって計算される蒸気品質に基づいて補正されます。また、計算された蒸気品質を出力値として直接使用することもできます。

6) ナビゲーション：**設定** メニュー → **高度な設定** サブメニュー → **外部補正** サブメニュー

5 技術データ

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージは、以下の範囲で使用できます。

SI 単位

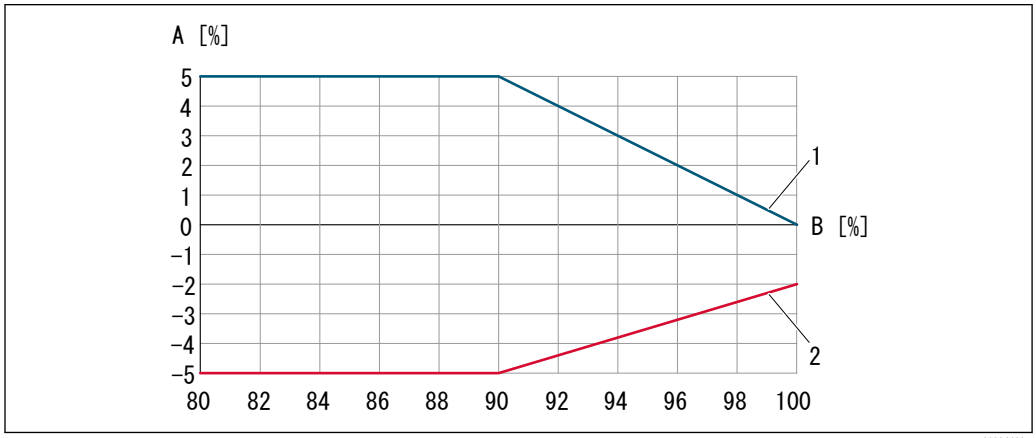
呼び口径 [mm]	計測チューブ内の流速範囲 [m/s]	蒸気品質 [%]	温度範囲 [° C]	圧力範囲 [bar abs.]
25～300	5 ≤ u ≤ 50	80 ≤ x ≤ 100	82 < T < 320	0.5 < p < 100

US 単位

呼び口径 [in]	流速範囲 [ft/s]	蒸気品質 [%]	温度範囲 [° F]	圧力範囲 [psi abs.]
1～12	16.4 ≤ u ≤ 164	80 ≤ x ≤ 100	179 < T < 608	7.25 < p < 1 450

注記

有効範囲外になると、体積流量、質量流量、エネルギー流量は補正されなくなります。
有効範囲外となった場合、これらの出力変数は蒸気の品質の値パラメーターに保存されている値（工場設定：100 %）により補正されます（ナビゲーション：設定 メニュー → 高度な設定サブメニュー → 外部補正サブメニュー → 蒸気の品質の値パラメーター）。
‣これは、設定可能な 診断メッセージ ⚠**S874 X% 仕様無効** （工場設定 **オフ**）を使用して表示させることが可能です。



A 最大測定誤差
B 蒸気品質
1 正の誤差曲線
2 負の誤差曲線

最大測定誤差 [1]：

プロセス変数	測定誤差 [2]
体積流量	±3 % [3]
質量流量	±4 %
エネルギー流量	±4 %
蒸気の品質	-2～0 %、蒸気品質が 100～98 % の場合
	±2 %、蒸気品質が 98～95 % の場合
	±2.5 %、蒸気品質が 95～90 % の場合
	±5 %、蒸気品質が 90～80 % の場合

プロセス変数	測定誤差 [2]
	蒸気品質測定の繰返し性 2 %
総質量流量	±11 %

1) 呼び口径 DN 25～100（1～4″）、圧力 0.2～1.1 MPa abs. で、蒸気品質の範囲が 80～100 % の湿り蒸気の場合
2) データはすべて信頼区間 95 % および蒸気相（凝縮水なし）の値です。
3) 体積流量が、測定された蒸気品質に基づいて補正されない場合（機器で湿り蒸気測定アプリケーションパッケージが使用されていない場合など）、推定される最大測定誤差は 7 % です。

測定誤差の追加情報については、技術仕様書の「最大測定誤差」セクションを参照してください。

6 一般原理

渦流量の測定には普遍的な測定原理が使用されており、液体、気体、蒸気を測定できます。非常に堅牢な設計が施された本機器は、蒸気アプリケーションに最適な流量計です。産業用の蒸気生成にはボイラーが使用されています。蒸気は最も効率的なエネルギー伝達媒体です。2 つの主要なアプリケーションは、熱エネルギー（建築物の暖房、煮沸と加熱プロセス）および運動エネルギー（発電所のタービン）の伝達です。過熱器を備えていないボイラーの流出口付近に発生する蒸気は飽和状態であり、飽和蒸気と呼ばれます。このタイプの蒸気の理論上の蒸気品質は 100 % です（x = 1）。閉じた体積に関しては、飽和蒸気は水滴が気体に変化した状態を表します。この蒸気からエネルギーが回収されると、まもなく凝縮水が形成されます。この熱伝達には、多大なエネルギーが使用されます（潜熱エンタルピー hfg）。過熱蒸気は、定圧で温度が上昇した場合、または、定温で圧力が低下した場合に、飽和蒸気から形成されます。

6.1 蒸気品質

湿り蒸気は 2 つの相が混在した状態を表します。飽和蒸気と凝縮水は熱力学的に平衡状態にあります。たとえば、蒸気品質が 80 % の場合、質量流量の 80 % が気体状態であり、20 % が液体状態です。

蒸気品質 x は質量流量により参照されます。蒸気品質が 50 % の場合、配管の半分が水で満たされているということではありません。

6.1.1 体積の比較

蒸気品質は以下の質量比を表します。

$x = \dot{m}_{蒸気} : (\dot{m}_{蒸気} + \dot{m}_{凝縮水})$

例 1

閉じた体積では、質量分率の 80 % が飽和蒸気を形成し、20 % が凝縮水を形成します（= 蒸気品質 80 %）。絶対圧力が 1 MPa (145 psi)の場合、凝縮水の密度は蒸気の200倍であるため、体積は 99.9 % の飽和蒸気の0.1%の凝縮水で構成されます。

例 2

圧力が 0.8 MPa (116 psi)で、温度が +170 ° C (+338 ° F)の場合、1 時間あたり 4 000 kg (8 818.5 lb)の蒸気が配管を流れます（呼び口径 100 mm (4″)）。蒸気品質は80 % です。蒸気は 36 m/s (118.1 ft/s)の速度で流れます。
環状流(→ 🗎 「6.2.3章」参照)で、凝縮水の流速が 2 m/s (6.6 ft/s)と仮定すると、体積の比較変数を計算できます。蒸気品質が80 % の場合、環状流の厚みは 0.5 mm (0.02 in)になります。

6.1.2 質量補正

体積流量は渦流量計の測定原理に使用される主要な測定信号です。気相（主要相）の体積流量は、従来の渦流量計でも十分な精度で測定が可能です。ただし、蒸気アプリケーションでは、エネルギーの伝達/放出が主要なタスクであるため、蒸気の質量流量またはエネルギー流量への関心が高くなります。最新の渦流量計は、このような状況に対応する気相補正機能を備えています。前の例では、気相の質量補正は、総質量流量の 80 %のみが測定されることを意味しています。

したがって、以下のような場合、お客様のプロセスのエネルギー分析時に問題が発生します。
- お客様が蒸気またはプロセスの品質に関する情報を持っていません。
- 主要相の質量流量のみが効率計算に考慮されるため、プロセスは非効率です。
- 蒸気品質の指標がないため、効率性または安全性の分析を仮定に基づいて行う必要があり、結果として、プロセスの安全性を損ないます。

6.2 2 相流

流量測定では、気相と液相が同時に存在する場合に「2 相流」が発生します。

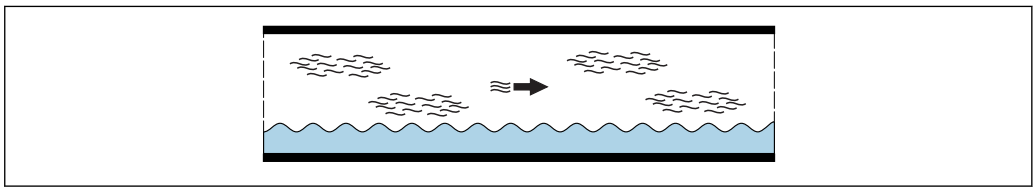
2 相流は 3 つに分類されます（蒸気品質、主要相の流速、圧力、温度に応じて）。
- チャンネル流
- 波状流
- 環状流

6.2.1 チャンネル流

液相は配管の下半分に留まり、気相はその上を高い流速で流れます。

6.2.2 波状流

液相は配管の下半分に留まり、気相は液体内に波を起こします（スチームハンマーおよびウォーターハンマーの危険性が高まります）。

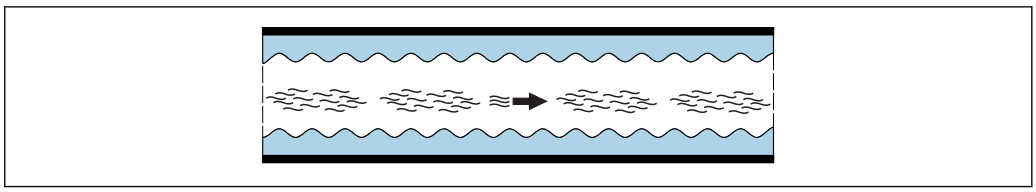


A0034430

波状流 – 蒸気、凝縮水

6.2.3 環状流

液相（凝縮水）は配管の壁に環状型の膜を形成し、気相はその中を流れます。



A0034431

環状流 – 蒸気、凝縮水

6.3 システムの効率性

エネルギーを効率的に伝達するには、各アプリケーションで蒸気の最適な状態を確保する必要があります。

- 分配システムのエネルギー伝達：わずかな過熱蒸気
  熱伝達率は飽和蒸気の場合よりも低い → 熱損失が小さい
- タービンの動作（気体運動エネルギーを利用）：非常に過熱された蒸気
  乾燥蒸気 → 液体部が存在しないため、タービン翼の摩耗が少ない
- プロセスへのエネルギーの伝達：飽和蒸気
  熱伝達率は過熱蒸気の場合よりも高い → 大部分のエネルギーをプロセスに伝達できる

蒸気が生成されると、配管から各種プロセスに配送されます。この配送プロセスでは、熱損失を最小限に抑える必要があります。

熱損失の原因を以下に示します。

- 断熱が不十分である
- 配送経路が長い

熱損失の比率は、システムの効率に直接影響を与えます。ボイラーの動作不良により、システムの効率は低下します。生成される蒸気の品質が低くなり、飽和蒸気（蒸気品質：100 %）と同じ量のエネルギーを蓄積できなくなります。蒸気品質が 100 % を下回った蒸気は湿り蒸気と呼ばれます。この湿り蒸気では、プロセスに伝達可能な蒸気品質に比例する潜熱エンタルピー hfg が低下します。
したがって、蒸気品質の低下に伴い、システムの効率も低下します。

6.4 安全性リスク

この湿り蒸気については、安全性リスクも考慮する必要があります。大量の凝縮水が発生すると、システムに多大な損傷を与える可能性があります。

蒸気品質の低下による一般的なリスクを以下に示します。

- ウォーターハンマー
- スチームハンマー
- 始動段階での過度な発泡

危険	説明	影響
ウォーターハンマー	凝縮水が短時間で配管全体を満たし、蒸気の速度で配管を移動します。	· 配管、バルブ、測定装置の破損 · 大きい騒音
スチームハンマー	一定量の蒸気が短時間で凝縮水の両端の間に溜まります。→ 溜まった蒸気の相が突然変化し、局所的に真空状態になり、凝縮水が衝突します。→ 最大圧力 16 MPa（2 320.6 psi）の衝撃波が発生します。	· 配管、バルブ、測定装置の破損 · 大きい騒音
始動段階での過度な発泡（プライミングまたはキャリーオーバー）	蒸気システムの始動段階では、接続する蒸気消費プロセスが生成可能な量よりも多くの蒸気を吸引しないようにする必要があります。これが発生した場合、ボイラーの圧力が低下します。ボイラーの圧力が低すぎると、水面が持ち上げられます。→ 液体の一部が蒸気の流れに接触します。	· ボイラーの始動と停止が頻繁に行われます。 · ひどい場合には、ボイラーが爆発する可能性があります（加熱配管が露出し、同時に低水位アラームが故障している場合）。 · 過度に発泡した腐食性の高いボイラー水による配管、バルブ、測定装置の破損 · 大きい騒音

したがって、蒸気品質の低下に伴い、安全性リスクも高くなります。

ウォーターハンマーまたはスチームハンマーのリスクは、蒸気品質の低下に伴い高くなります。このため、最新の蒸気システムでは、スチームトラップが使用されています。スチームトラップにより、配管から凝縮水を取り除き、蒸気品質を向上させています。

6.5 EF200F-C の湿り蒸気測定

6.5.1 EF200F-C：蒸気アプリケーションに最適な機器

湿り蒸気測定アプリケーションパッケージとアクティブな圧力補正を備えたEF200F-Cは、蒸気アプリケーションに最適な機器です。工業用プロセスエンジニアリングでは、蒸気は主要な熱伝達媒体の一つです。業務において、エネルギー伝達の効率を最大限に高めることは重要です。効率的な蒸気設備の規模と機能を適切に判断するには、総質量流量またはエネルギー流量に関する正確な情報が必要です。蒸気には、さまざまな状態があります。これらの状態を正しく理解することは、高精度の測定を行うためには不可欠です。このため、従来の渦流量計では、お客様が蒸気の状態を入力する必要があります。多くの場合、お客様は仮定や優先度に基づいてこの情報を入力します。EF200F-Cは、すべての蒸気状態での自動蒸気測定を可能にした初めての渦流量計です。湿り蒸気測定とアクティブな圧力補正を備えた EF200F-C は、高精度のエネルギーバランスを確保できるため、ユーザーは独自にプロセス品質を評価することができます。

6.5.2 蒸気品質算出における従来のプロセスよりも優れた利点

蒸気品質算出の最新技術では、サンプリング法が導入されており、通常は絞り熱量計と一緒に使用されます。このプロセスは、1888 年に Cecil Hobart Peabody によって初めて導入されました。

EF200F-C の湿り蒸気測定には、このプロセスに比べて、以下の明確な利点があります。

- 蒸気品質の継続的な監視と測定
- 蒸気品質に応じた測定変数の継続的な補正計算
- 蒸気品質算出のための追加の人員投入が不要（従来の方法では、一般的に 1 つのサンプルを採取するのに作業員 2 名が約 3 h の作業時間を費やす必要があります）
- プロセスを開ける必要がないため、安全性リスクが飛躍的に低下

7 製品保証

本保証書に定める条件に従い、株式会社テイエルブイ（以下「TLV」といいます）は、TLV もしくは TLV グループ会社が販売する製品（以下「本製品」といいます）が、TLV が設計・製造したものであり、TLV が公表した仕様書（以下「仕様書」といいます）に適合しており、製造上の欠陥がないことを保証します。ただし、本保証書の内容が、本製品に関する保証の内容のすべてであり、明示または黙示を問わず、その他の保証などは一切行いません。

TLV は、当社とは関係のない第三者が製造した製品または部品（以下「部品」といいます）については、保証は行いません。

保証が適用されない場合

本保証書に定める条件は、次のような原因による欠陥や故障の場合には適用されません。

1. TLV、もしくは TLV グループ会社以外の者、または TLV が認定したサービス担当者以外による不適切な出荷、設置、使用、取り扱いなどの場合。
2. 汚れ、スケール、錆などが原因の場合。
3. TLVもしくは TLV グループ会社以外の者、または TLV が認定したサービス担当者以外による不適切な分解・組み立てが行われた場合。
   または、適切な点検・整備が行われていない場合。
4. 自然災害、天災地変もしくは不可抗力による場合。
5. 間違った使用、通常の方法以外での使用、事故、その他 TLV、もしくは TLV グループ会社の支配が及ばないことを原因とする場合。
6. 不適切な保管、保守または修理による場合。
7. 取扱説明書の指示に従わないで、または業界で認められている慣行に従わない方法で製品を使用した場合。
8. 本製品が意図していない目的または方法で使用した場合。
9. 本製品を仕様範囲外で使用した場合。
10. 適用外流体※1 に本製品を使用した場合。
11. 本製品の取扱説明書に記載されている指示に従わなかった場合。

※1：蒸気、空気、水、窒素、二酸化炭素、不活性ガス（例えば、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドンなど）以外の流体

保証の期間

本製品の保証期間は、最初のエンドユーザーに納入されてから 1 年間、または TLV 出荷後 3 年間のいずれか早く到来する日まで有効です。

保証の範囲とその条件

上記保証の期間内に TLV、もしくは TLV グループ会社の責任により故障を生じた場合は、その製品の交換または修理のみを行います（それ以外の保証は行いません）。ただし、以下の書類の提出を条件とします。

(a) 保証が適用されることが証明できる事項が記載されたもの。
(b) 購入履歴が証明できる事項が記載されたもの。

なお、交換または修理の対象となる本製品の返送などに関する費用は、購入者またはエンドユーザーの負担とさせていただきます。

責任の限定

TLV、もしくは TLV グループ会社は、本製品または本保証内容に関連して被るいかなる種類の損失（購入者、エンドユーザーの損失を含むがこれらに限らない）※2について、TLV、もしくは TLV グループ会社、またはそれらの代表者もしくは担当者が当該損失の発生の可能性について知らされていたか、認識すべきであったかにかかわらず、いずれの責任の理論※3 に基づく責任も負わないものとします。

上記規定にかかわらず強行法規などの適用により、本製品または本保証内容に関連して、TLV、もしくは TLV グループ会社が負うことになる責任がある場合、その責任は、購入者が TLV、もしくは TLV グループ会社に実際に支払った本製品の代金額（ただし、製造上の欠陥が認められる本製品の代金額に限られ、製造上の欠陥が認められない本製品の部分は含まない）を上限とします。

※2：通常損害のほか、間接損害、付随的損害、特別損害、派生的損害、拡大損害、製造ラインの停止に伴う損害を含みますが、これらに限りません。
※3：契約、不法行為（過失を含みます）、その他の理由のいずれによるかを問いません。

保証の分離有効性

本保証内容のいずれかの項目が無効と判断された場合においても、その他の規定は影響を受けないものとします。

8　アフターサービス網

アフターサービスのご用命は、最寄りの営業所、または下記のカスタマー・コミュニケーション・センター(CCC)にお願いします。

苫小牧営業所、仙台営業所、東京営業所(東京 CES センター)、静岡営業所、名古屋営業所、富山営業所、大阪営業所、加古川営業所、岡山営業所、広島営業所、福岡営業所

株式会社 テイエルブイ

本社・工場　兵庫県加古川市野口町長砂881番地　〒675－8511

カスタマー・コミュニケーション・センター(CCC)

TEL (079)427－1800

FAX (079)422－2277

ホームページ https://www.tlv.com

TLV技術110番 (079)422－8833