
無線センサー ハツテトツテ[®]

ES5000LW-ITHL (通常型) / ES5000LW-OTHL (防水型)

アプリケーションノート

湿度測定編

1.1 版

改版履歴

版	更新内容	更新日時
1.0	初版	2022/05/30
1.1	発行者の部署名を変更	2023/01/10

目次

1. 湿度測定について	3
2. 湿度センサー測定値の範囲.....	3
3. 湿度センサーのドリフト	3
4. 設置場所の注意点	4
5. 湿度センサードリフト量の目安	5
6. 湿度センサードリフトによる測定値の回り込み現象.....	6
6.1. ファームウェア Ver.1.04 以降の場合	6
6.2. ファームウェア Ver.1.03 以前の場合	9
7. 湿度センサードリフトの演算による補正.....	10
8. 特殊環境下における異常劣化	12

1. 湿度測定について

湿度センサーは、使用環境により劣化が進行するため、こういった使用環境において、どの程度の劣化が発生するかを把握しておくことが重要です。

本アプリケーションノートでは、湿度センサーの使用に際しての注意点を記述しています。

2. 湿度センサー測定値の範囲

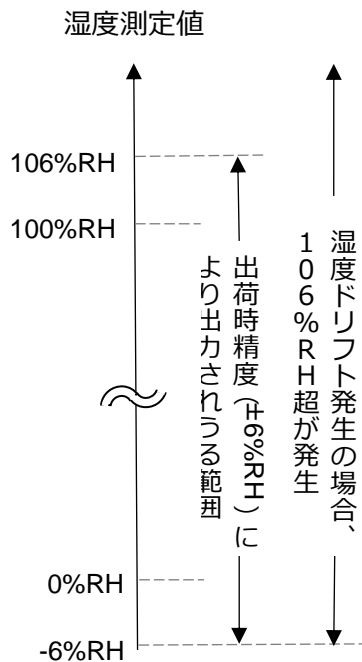
ハットトッテ ES5000LW-xTHL の湿度センサーの測定精度（出荷時）は $\pm 6\%RH$ であり、使用環境の湿度範囲 $0\%RH \sim 100\%RH$ に対して、出荷時の状態で $-6\%RH \sim 106\%RH$ の値を示す可能性があります。

負数および $100\%RH$ 超の湿度測定値をそのままユーザーに見せると、ユーザーに混乱を招くため、一般的には、受信したアプリケーションは、これを $0\%RH \sim 100\%RH$ にクランプする処理を行います。

このクランプ処理をハットトッテ側で行わない理由は、受信アプリケーション側で、後述するドリフト現象の進行状態の把握や、その補正処理を行う場合があるためです。これら把握・処理を行うためには、クランプ処理前の測定値が必要になります。

ドリフト現象発生時は、 $106\%RH$ を超える値が出力される場合があります。

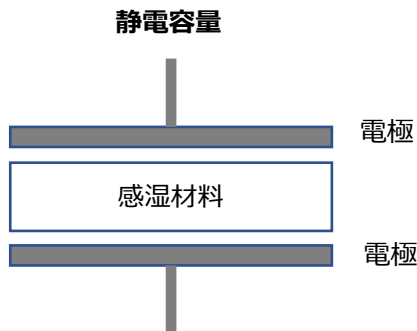
精度仕様は、環境要因によるドリフトおよび経時劣化は含みません。これは、使用される環境が限定出来ないという理由からです。



3. 湿度センサーのドリフト

高湿度環境および低湿度環境では、ドリフト（不可逆的な測定値のシフト）が発生します。

電気式の湿度センサーには、大きく分けて、静電容量式と電気抵抗式の2つの方式があります。ハッ



感湿材料が保持している水分を、静電容量としてとらえる

テトツテは静電容量式の湿度センサーを採用しています。

静電容量式、電気抵抗式のいずれにおいても、高湿度環境下においては感湿材料の吸湿により、低湿度環境下においては乾燥により、ドリフト（測定値のシフト）が発生します。これは、高湿度環境下ではプラス方向のシフトになりますが、低湿度環境下においては、マイナス方向のシフトとなります。一般的には、極端な低湿度環境で使用されることは稀なため、本書では、高湿度環境下でのプラス方向のシフトについて記述します。

ドリフトは進行性であり、高湿度環境下では徐々に進行し、高い湿度を示すようになります。低湿度環境下に置くことで一定量の回復はしますが、完全に元には戻りません。

これはハツテトツテに特有の現象というわけではなく、電氣的に湿度を測定する測定器では、程度の差はありますが、ドリフトが発生します。

ドリフトを少なくする工夫をしたセンサー素子もありますが、動作電圧、価格、測定範囲などにそれぞれ一長一短があります。

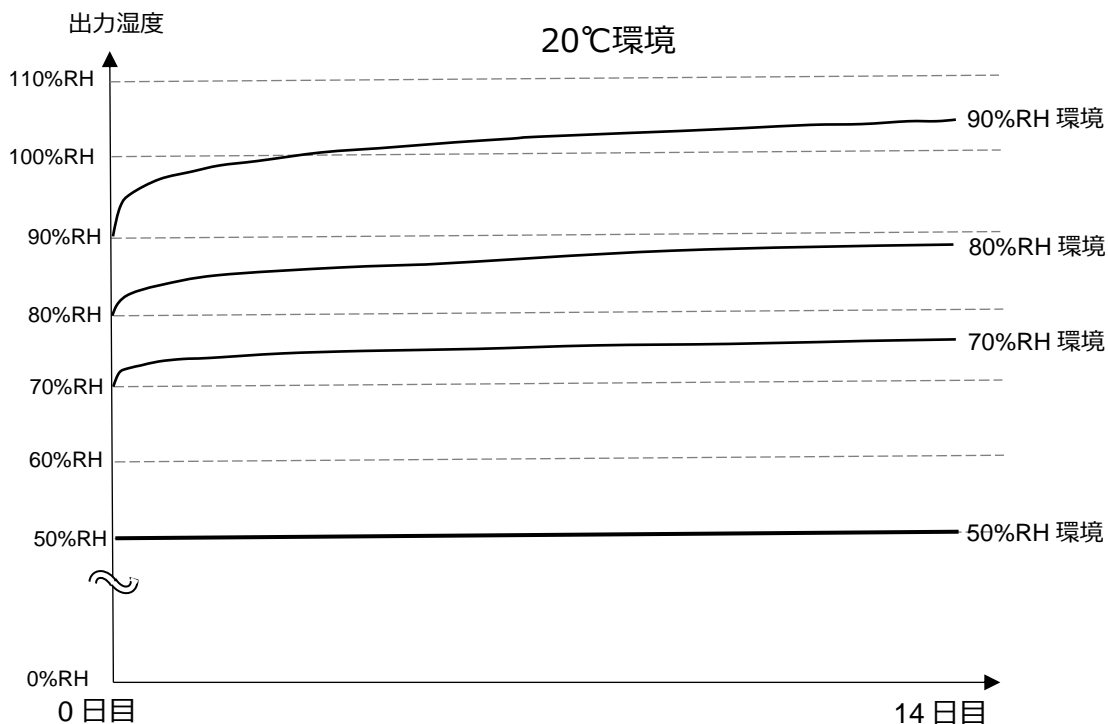
4. 設置場所の注意点

湿度が高い場所での影響として、ドリフト以外にも、僅かな湿度変化でも結露し易くなるという点があります。結露は、故障やセンサー素子の急速な劣化を招く可能性があります。湿度センサードリフトに限らず、結露の発生も避けるために、高湿度になる場所には設置しないように注意してください。

詳細については取扱説明書 1.3 版の「3. 本装置の仕様」を参照してください。

5. 湿度センサードリフト量の目安

ES5000LW-xTHL を、20℃70%RH、20℃80%RH、20℃90%RH の環境で 14 日間使用した場合の湿度測定値の例を、以下のグラフに示します。



※ 湿度ドリフトによる変動分は、精度仕様外です。

このドリフトは、低湿度環境に ES5000LW-xTHL をしばらく置くことで一定量回復しますが、完全には回復しません。回復量の例を、以下に示します。

	ドリフト発生量	24℃ 6%RH 環境で 16 時間保管後
端末 A	+11.1%RH	+4.5%RH
端末 B	+ 8.6%RH	+3.3%RH

6. 湿度センサードリフトによる測定値の回り込み現象

高湿度環境下で保管または使用を続け、ドリフトが進行していくと、湿度測定値が 118.99%RH を超える状態となる場合があります。

ES5000LW-xTHL の湿度センサー素子では、湿度の内部表現として 118.99%RH が最大値となっているため、119%RH 以上の状態になると、湿度測定値がマイナス側に回り込む現象が発生します。

118%RH 相当を示す状態 → 出力値 118%RH

119%RH 相当を示す状態 → 出力値 -6%RH

125%RH 相当を示す状態 → 出力値 0%RH

126%RH 相当を示す状態 → 出力値 1%RH

ファームウェア Ver.1.04 以降では、この回り込み現象に対応した機能が実装されています。以下ではファームウェア Ver.1.04 以降と、Ver.1.03 以前の、それぞれの場合における動作について記述しています。

6.1. ファームウェア Ver.1.04 以降の場合

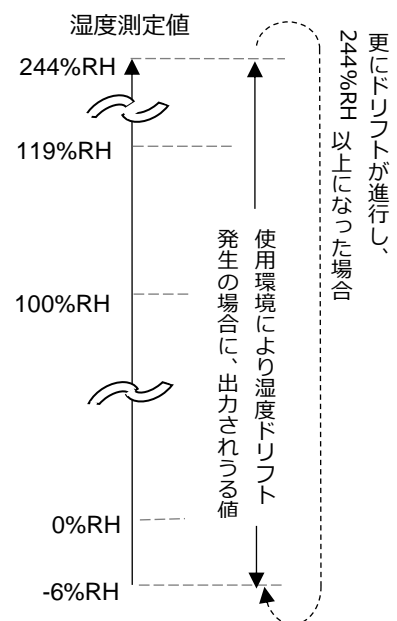
湿度測定値が 118.99%RH を超えた場合も、ファームウェアで補正を行い、119%RH 以降の値を出力します。ただし、以下の2点のいずれかに合致する場合は、正常に補正を行うことが出来ません。

- A) 前回測定値からの変化量が 25%RH 以上になる場合
- B) 前回測定値が 100%RH 未満かつ、今回測定値が 119%RH 以上になる場合
- C) 更にドリフトが極端に進行し、243.99%RH を超える状態（2周目の回り込みが発生した状態）になる場合。

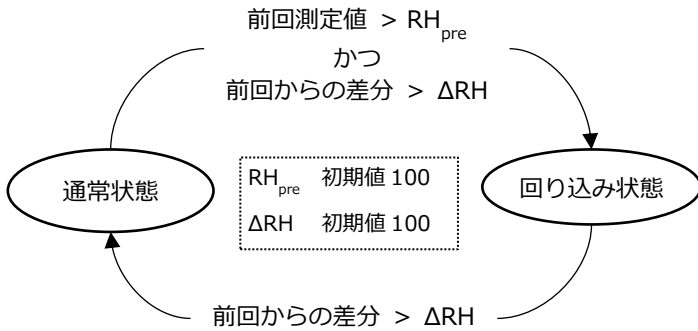
A)または B)が発生する環境の場合、本機能を無効にするか、回り込み状態判定パラメータを調整していただく必要があります。（“ハットツテ設定ツール・エンジニア向け”を使用）

C)が発生する状態までドリフトが進行した場合は、既に湿度測定は正常に行えない状態ですから、新たな製品と交換する必要があります。C)が発生する典型的な要因については、8 特殊環境下における異常劣化 を参照してください。

Ver.1.04 以降での出力値の範囲
(湿度回り込み対応機能 有効時)



湿度回り込み対応機能 状態遷移図



A), B) については、回り込み状態が発生しているかどうかの判定アルゴリズムに起因しています。左図が判定の状態遷移図です。

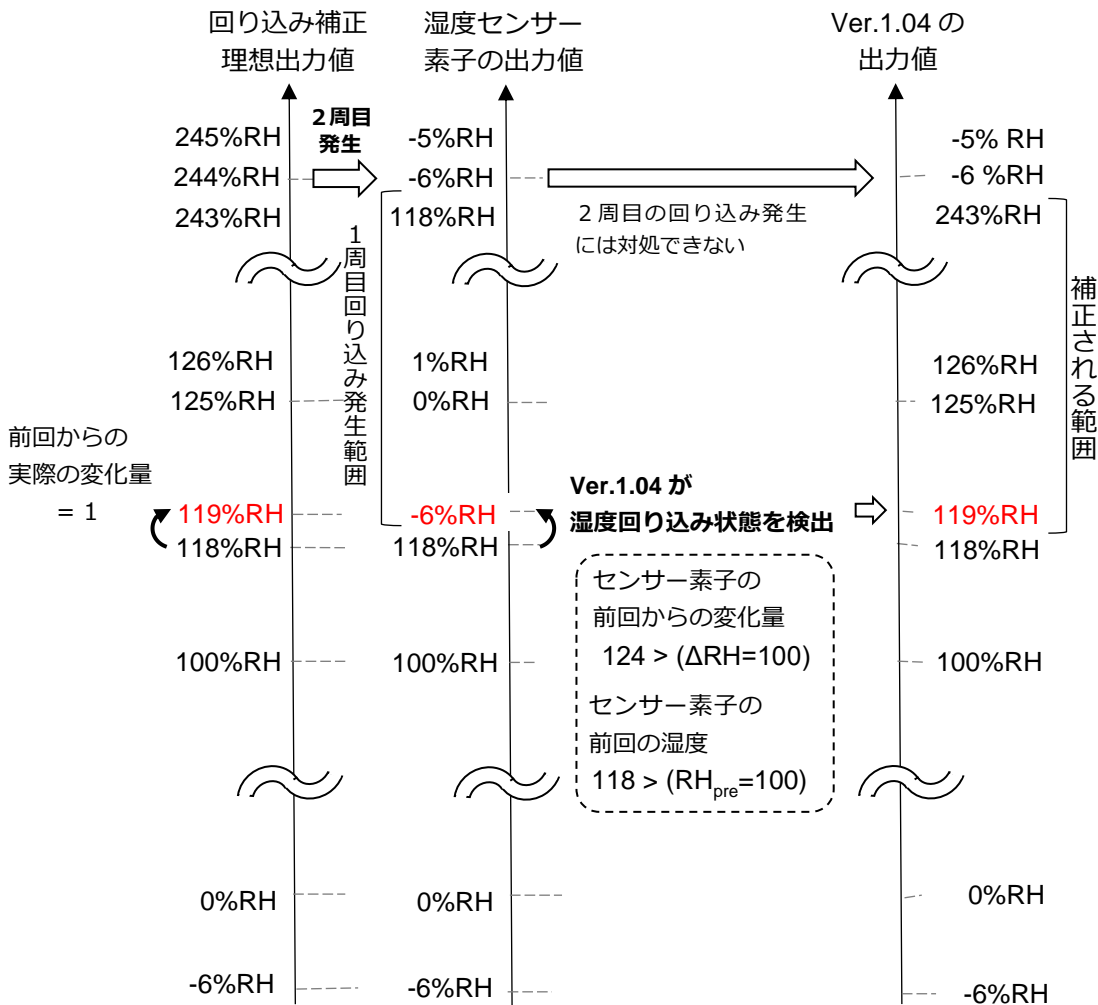
RH_{pre} , ΔRH は、回り込み判定条件の設定値[※]です。

初期設定値では、“前回の測定値が100%RH 超、かつ前回からの変化が100%RH 超”の場合に、回り込み発生と判定します。

※ RH_{pre} 、 ΔRH の値は、“ハットトツテ設定ツール・エンジニア向け”で変更が可能です。

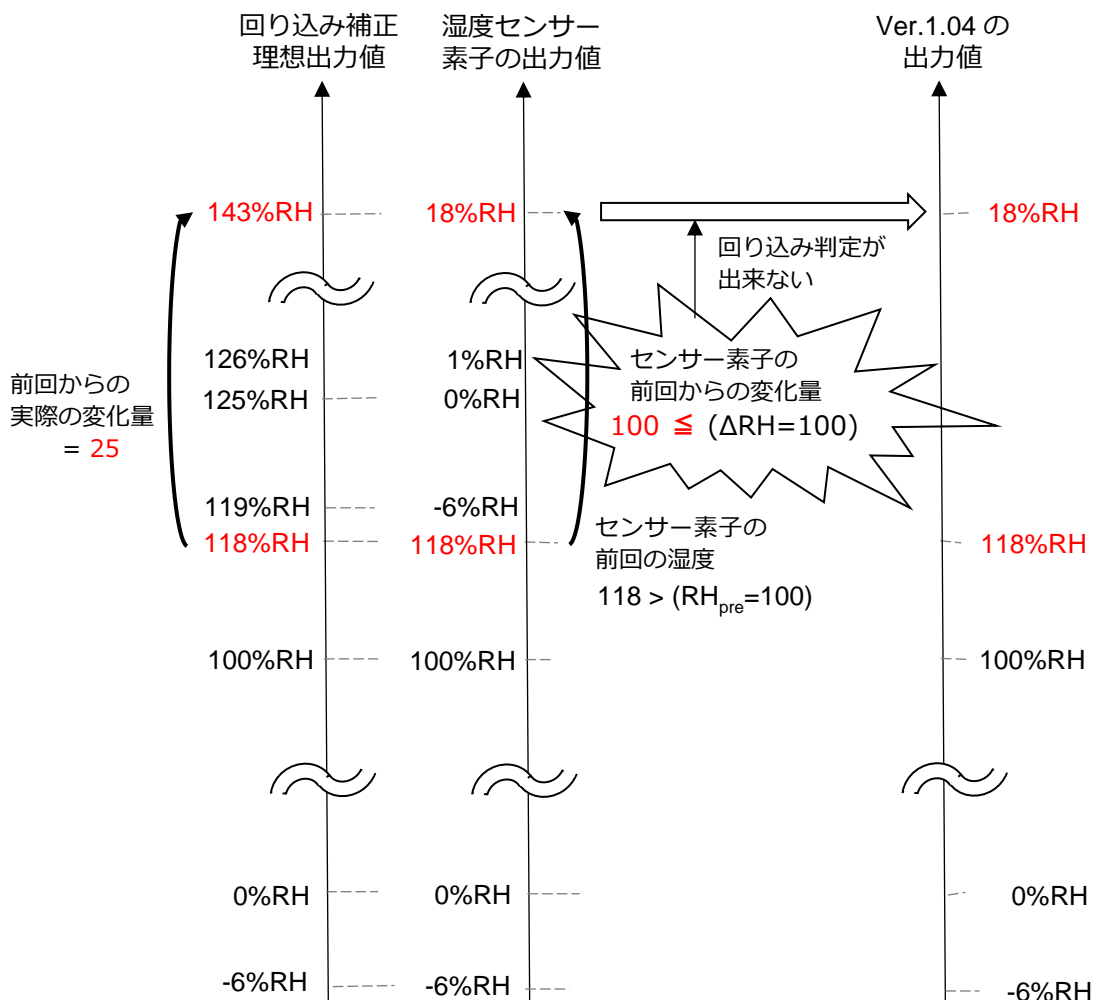
下図に、湿度回り込み補正処理の例を示します。

湿度回り込み状態の判定と補正值出力



湿度が急速に大きく変化する環境では、湿度回り込み判定が機能しない場合があります。下図は、その例を示しています。

湿度回り込み状態の判定が上手くいかないケース



一般的な屋内空間では急激に湿度が変化することが無いため、測定間隔が1分、5分といった設定の場合は、上図のケースが発生することはほぼ無いと考えられます。

しかし、1時間に1回、1日に1回といった長い間隔で測定する場合は、湿度の変化量も大きくなる可能性が高くなりますので、上図のケースが発生する可能性も高まります。そのような場合、以下の対処が必要となります。

- A) 湿度回り込み対応機能を無効化する (Ver.1.03 相当、回り込みがそのまま出力される状態)
- B) RH_{pre} 、 ΔRH の設定値を調整する

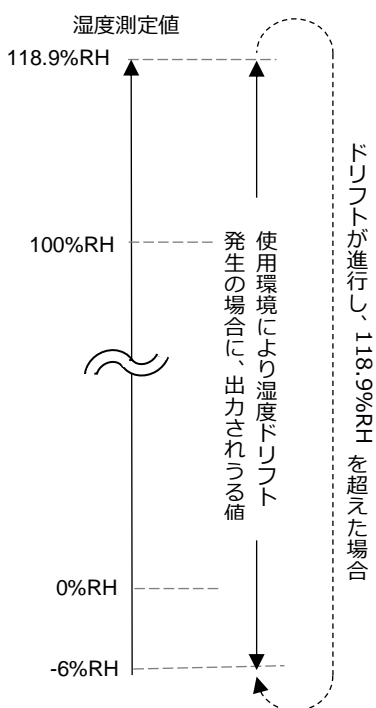
B)では、例えば ΔRH を 90 に設定すると、
センサー素子の変化量 $100 > \Delta RH (=90)$

となり、上図のケースでも回り込み発生を正しく判定することが出来るようになります。ただし、実際に変化量が 90 を超える場合は、誤って回り込み発生と判定してしまうことに注意してください。

一度、回り込みの誤判定が発生してしまうと、状態遷移が実態と合わなくなってしまいます。状態遷移の異常と思われる状態が発生した場合は、ES5000LW-xTHL の電源 OFF→ON を行い、状態を初期化してください。

6.2. ファームウェア Ver.1.03 以前の場合

Ver.1.03 以降での出力値の範囲



Ver.1.03 以前では、119%RH は-6%RH 側に回り込んで出力されます。

高湿度が発生する環境で、このようなドリフト進行が想定される場合は、受信アプリケーション側での対処が必要となります。

受信アプリケーション側で、ES5000LW-xTHL の出力する湿度測定値に対して、Ver.1.04 と同様の判定と補正処理を行うことで、Ver.1.04 と同様の結果を得ることが出来ます。

7. 湿度センサードリフトの演算による補正

湿度センサードリフトは、受信アプリケーション側で累積的な演算処理を行うことにより、一定の補正を行うことができます。

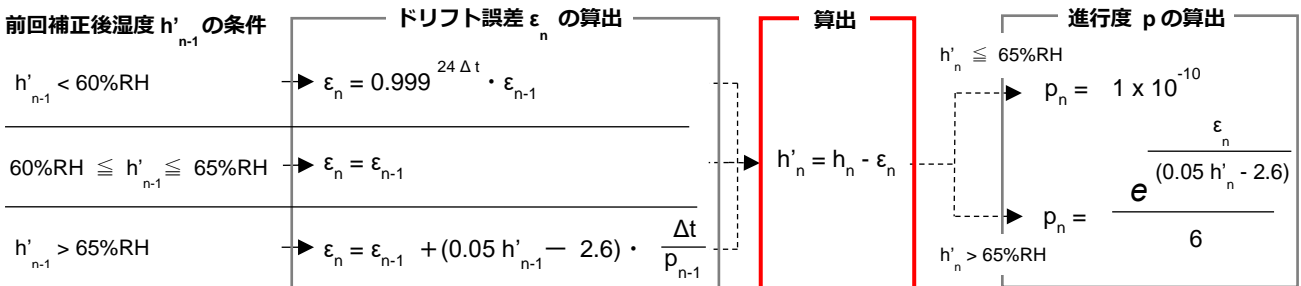
本節での補正は回り込みの対処ではなく、高湿度環境での使用による湿度測定値の累積的なズレを緩和するものです。

以下に補正式を示しますが、この補正式は測定精度を保証するものではないことを、予めご承知おきください。

〔 計算に使用する変数の説明 〕

1	ドリフト誤差 ϵ_n	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>前回の補正後湿度 h'_{n-1}</p> <p>前回の進行度 p_{n-1}</p> </div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">→</div> <div>ドリフト誤差</div> </div>
2	補正後湿度 h'_n	今回の実際の測定湿度 h_n と上記のドリフト誤差 ϵ_n から、補正後湿度 h'_n を計算
3	進行度 p_n	上記の補正後湿度 h'_n から、進行度 p_n を計算 (次回 ドリフト誤差算出に使用)

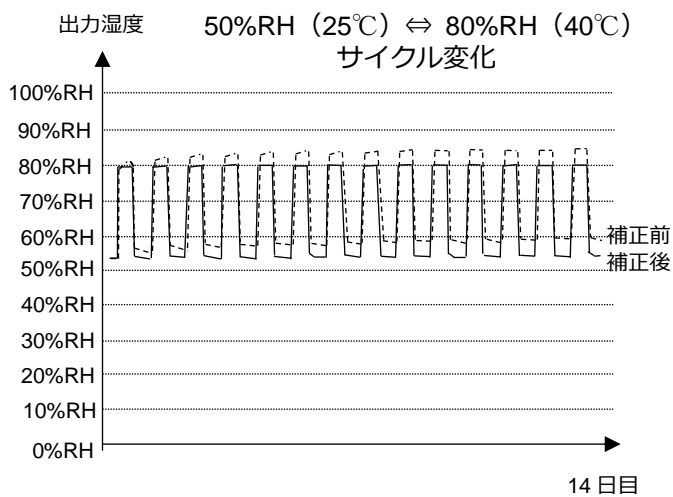
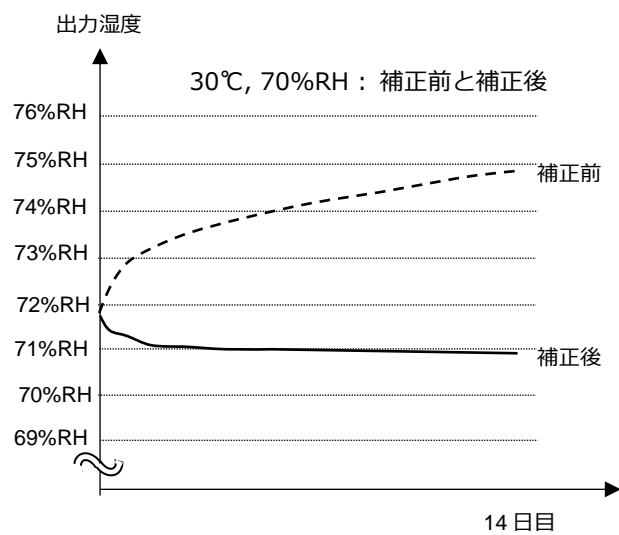
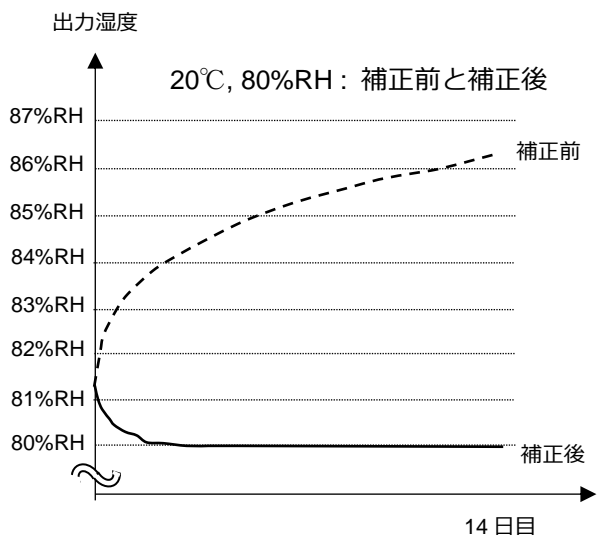
前回の補正後湿度が、60%RH 未満、65%RH 以下、65%RH 超という3つのパターンにより、演算処理を選択します。



※ Δt (日数) : 前回検出からの経過時間

※ 初回は $\epsilon_0 = 0$, $p_0 = 1/6$ とします。

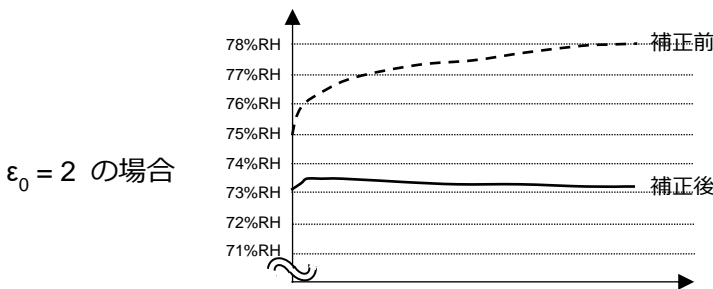
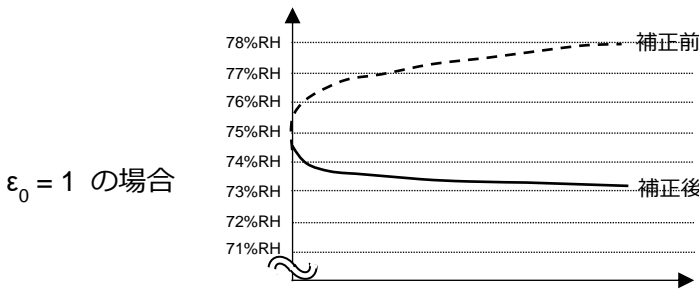
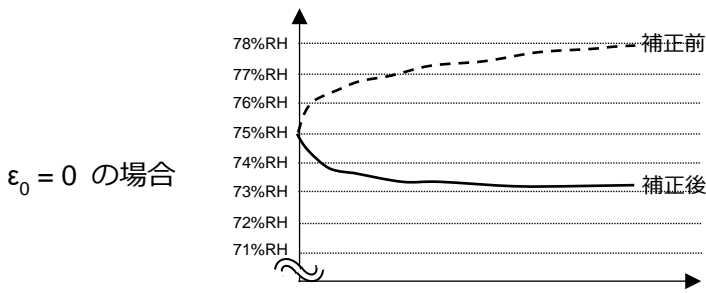
補正式適用前と適用後の変化の例を以下に示します。



累積的な計算が必要となることから、既にドリフトが進行した ES5000LW-xTHL に対して適用すると、補正が適切に行われません。

初めからドリフトしている ES5000LW-xTHL の場合、 ϵ_0 を適切に設定することでより良く補正することができます。 ϵ_0 の設定による補正後の測定値の変化の例を、以下に示します。

20°C, 70%RH : 補正前と補正後



どのような ϵ_0 が適切かは、基準となる測定器（通常は校正済みの物）と比較しなければ分かりません。そのため、 ϵ_0 を調整するケースというのは、ドリフトが進行した ES5000LW-xTHL を、再度使用する前に事前に補正パラメータを決める、という場合となります。

8. 特殊環境下における異常劣化

センサー素子の表面は防水・透湿フィルターにより保護されていますが、結露によりフィルター内部に水滴が発生した場合や、何らかのガスや消毒液などの化学物質が付着した場合などでは、少しの湿度の変化に対して、湿度センサーの出力値が大きく変動する異常状態になる場合があります。結露や化学物質付着が発生する環境への設置は、行わないでください（詳細については取扱説明書 1.3 版「5.1 設置環境」参照）。

結露による異常状態の場合では、すぐに乾燥環境下に置くことで回復する可能性はありますが、センサー素子が故障してしまうこともあります。結露の水分により、センサー素子自体に化学的な変化が起

きてしまうと、元には戻りません。加えて、結露はセンサー素子に限らず、その他回路の故障にもつながります。特に、90%RH 以上になるような湿度環境では、僅かな温度変化で結露が発生しやすくなりますので、ご注意ください。

化学物質付着の場合は、回復手段はありません。

いずれのケースにおいても、回復しない場合は、新しい製品に交換する必要があります。

発行者

DIC 株式会社
コンポジットマテリアル製品本部 HTI 製品グループ