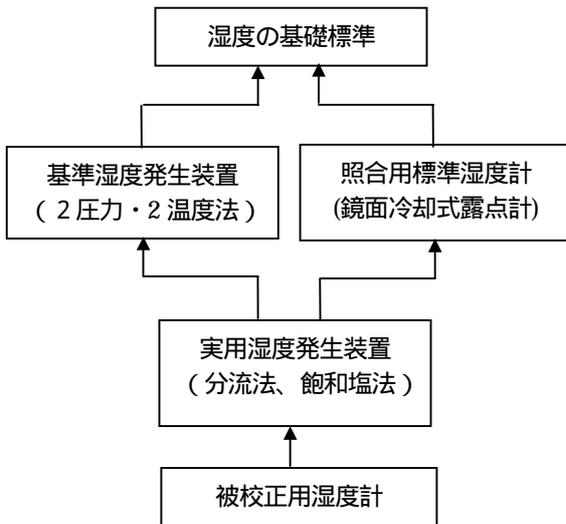


湿度計の校正の基礎知識

トレーサビリティ体系の必要性

電気特性利用湿度計で高精度な湿度計測を実現するには、信頼性の高い湿度センサや回路方式を採用することは当然として、高い校正精度を実現する必要があります。このため、使用する湿度計を国家標準と間接的に比較できる体系を構築することが必要です。この体系をトレーサビリティ体系と言います。

このためには湿度の基礎標準と照合できる基準湿度計が必要であり、この標準湿度計には主に自動平衡式(鏡面冷却式)露点計が用いられています。また、温度校正における水の三重点などの温度定点に対応する基準湿度発生装置を用いて校正します。



図A 湿度のトレーサビリティ体系の例

標準湿度発生装置

飽和水蒸気を持つ気体の圧力、温度を変えることにより任意の湿度の気体を得ることができます。

2 圧力法

図Bの装置において、圧縮気体を飽和槽に送って水蒸気を飽和させ、圧力調整弁を介して飽和水蒸気を持つ気体を試験槽に供給します。試験槽の相対湿度  $H$  は次の式により与えられます。

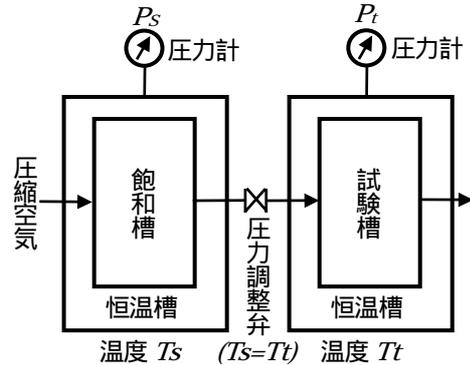
$$H = \frac{P_t}{P_s} \frac{e_s}{e_t} * 100 \dots\dots(A)$$

ここで、 $P_s, P_t$  は飽和槽と試験槽の圧力、 $e_s, e_t$  は飽和槽と試験槽の温度  $T_s, T_t$  における飽和水蒸気圧。

飽和槽と試験槽の温度  $T_s, T_t$  を等しくすると、 $e_s = e_t$  であるので

$$H = \frac{P_t}{P_s} * 100 \dots\dots(B)$$

が成立し、相対湿度  $H$  は2つの槽の圧力比  $P_t / P_s$  によって与えることができます。



図B 2 圧力法による標準湿度発生装置

2 温度法

2 圧力法と逆に、圧力を等しくし、飽和槽と試験槽の温度を積極的に変えると、(A)式により

$$H = \frac{e_s}{e_t} * 100 \dots\dots(C)$$

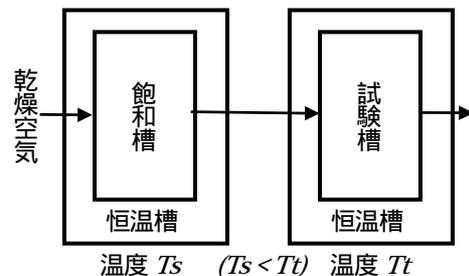
また、

$$e_s = A \exp\left(\frac{B}{T_s}\right), e_t = A \exp\left(\frac{B}{T_t}\right) \dots\dots(D)$$

であるので、

$$H = \exp B \left( \frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_t} \right) * 100 \dots\dots(E)$$

の関係が成立するので、2つの温度の値により相対湿度  $H$  を求めることができます。



図C 2 温度法による標準湿度発生装置

その他の湿度発生装置

湿度発生装置の安定性が2圧力・2温度法より劣るため、標準湿度発生装置や標準湿度計と併用しながら、湿度の校正が出来る方法として分流法と飽和塩法があります。

分流法

図Dの装置において、乾燥空気を分流し、一方の空気を飽和槽に通して、もう一方を試験槽に直接送り、2つの空気を試験槽で混合させます。この時の試験槽の相対湿度は

$$H = r \frac{P_t}{P_s - (1-r)e_s} * 100 \dots\dots(F)$$

流量計を調整し分流比  $r$  を変えることにより、任意の相

対湿度  $H$  を得ることができます。

流量計を調整して簡単に任意の相対湿度  $H$  を得ることができる利点がある一方、圧力変動による影響を受け易く、また、分流比の測定に誤差があるため、精度の高い安定した湿度を得難い欠点があります。

しかし、広い湿度領域で応答性の速い湿度雰囲気を手早く得られるため、その湿度を鏡面冷却式露点計でモニターしながら湿度校正を行う方法としてよく用いられています。

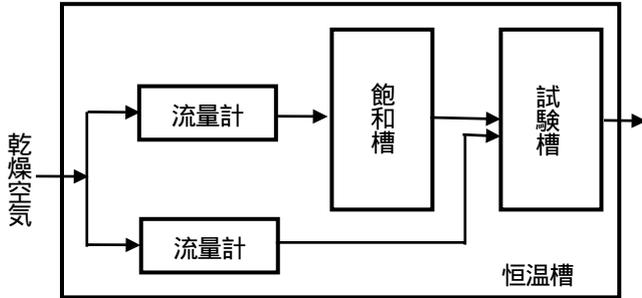


図 D 分流法による湿度発生装置

**飽和塩法**

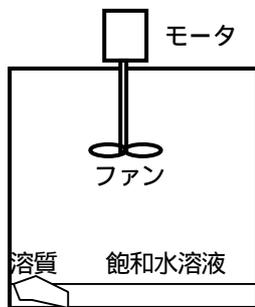
塩類の飽和水溶液を利用する湿度発生方法を飽和塩法と言います。図 E の装置において、飽和水溶液と共存し平衡状態にある気体の相対湿度  $H$  は、その水溶液の溶質の種類（塩類）と温度により決まるため、一定の相対湿度  $H$  を得ることができます。ある温度における純粋な水と平衡関係にある気体の水蒸気圧は飽和水蒸気圧  $e_s$  となり、ある溶質の飽和水溶液と平衡関係にある気体の水蒸気圧の比  $e/e_s$  は、その水溶液の水のモル分率  $X_w$  に等しくなります。すなわち、

$$H = \frac{e}{e_s} * 100 = X_w * 100 \dots\dots\dots(G)$$

となり、水のモル分率  $X_w$  は溶質の種類と温度により決まるため、相対湿度  $H$  を得ることができます。

各塩類に飽和水溶液と平衡関係にある気体の相対湿度の関係を表 A に示します。

飽和塩法は簡単な装置で実現できるが、一定の相対湿度を安定的に実現するには、温度平衡、塩の溶解平衡の達成が重要であり、経験的なノウハウが必要です。また、ほとんど流量が取れない欠点もあります。



デシケータなどの調湿容器

図 E 飽和塩法による湿度発生装置

表 A 塩類の飽和水溶液と共存して平衡にある気体の相対湿度

物質の種類	単位 % (RH)						
	0	1	10	15	20	25	30
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	99	98	98	98	98	97	97
KNO <sub>3</sub> ( <sup>1</sup> )	96	96	96	95	95	94	93
KCl	69	68	67	66	65	64	64
NaCl	74	74	74	74	73	73	73
NaBr	65	64	62	62	59	58	58
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O( <sup>1</sup> )	60	59	57	56	54	53	52
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	43	43	43	43	43	43	43
MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	34	34	33	33	33	33	33
LiCl	11	11	11	11	11	11	11

注(1) 全固を調湿することがある。

**自動平衡式露点計**

温度  $T$ 、相対湿度  $H$  の気体の露点  $T_b$  は式(4)により与えられるので、気体の露点  $T_b$  と温度  $T$  を測定すれば相対湿度  $H$  を知ることができます。すなわち、温度  $T$ 、露点  $T_b$  の気体の相対湿度  $H$  との関係は(E)式を  $T = T_D, T_t = T$  とすることにより、

$$H = \exp B(1/T_D - 1/T) * 100 \dots\dots\dots(I)$$

となるので、露点  $T_b$  を求めることにより相対湿度  $H$  を知ることができます。

露点  $T_b$  を高精度に測定する方法として自動平衡式露点計があり、この露点計を鏡面冷却式露点計とも言います。この露点計の原理図を図 F に示します。鏡面(アルミニウム)をペルチェ素子(多くの場合、3 段)により冷却します。その際、鏡面温度を白金測温抵抗体(Pt100)温度センサにより測定し、且つ、鏡面に LED 光を照射し、その反射光の光量をフォトダイオード(PD)で測定します。鏡面温度が露点に達すると鏡面上に水滴が出現し、その水滴により鏡面からの反射光の一部が乱反射するため、PD の受光量の変化を捉えることにより露を検出します。露を検出した時の鏡面温度を測定することにより露点を求めることができます。

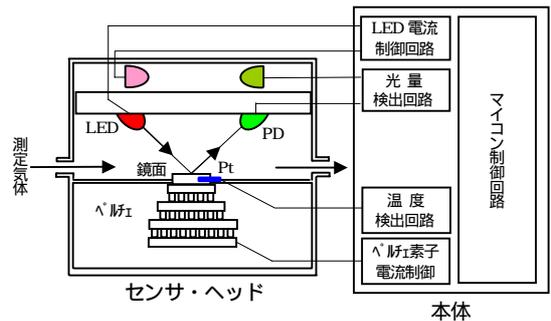


図 F 鏡面冷却式露点計の原理図

鏡面冷却式露点計は電気特性変化型湿度センサでは実現し難い高精度の湿度計測が可能で、一般に電気特性利用湿度計の校正・標準機として用いられます。