

2年_前期中間_電気電子計測

1回目

測定と計測の違い

要約

- 測定 : 情報を客観的に定量化する
- 計測 : 測定の方法

教科書

- 測定 : 情報を客観的に表示するために、定量化するための行為。
- 計測 : 測定を行うための方法論のことを言う。

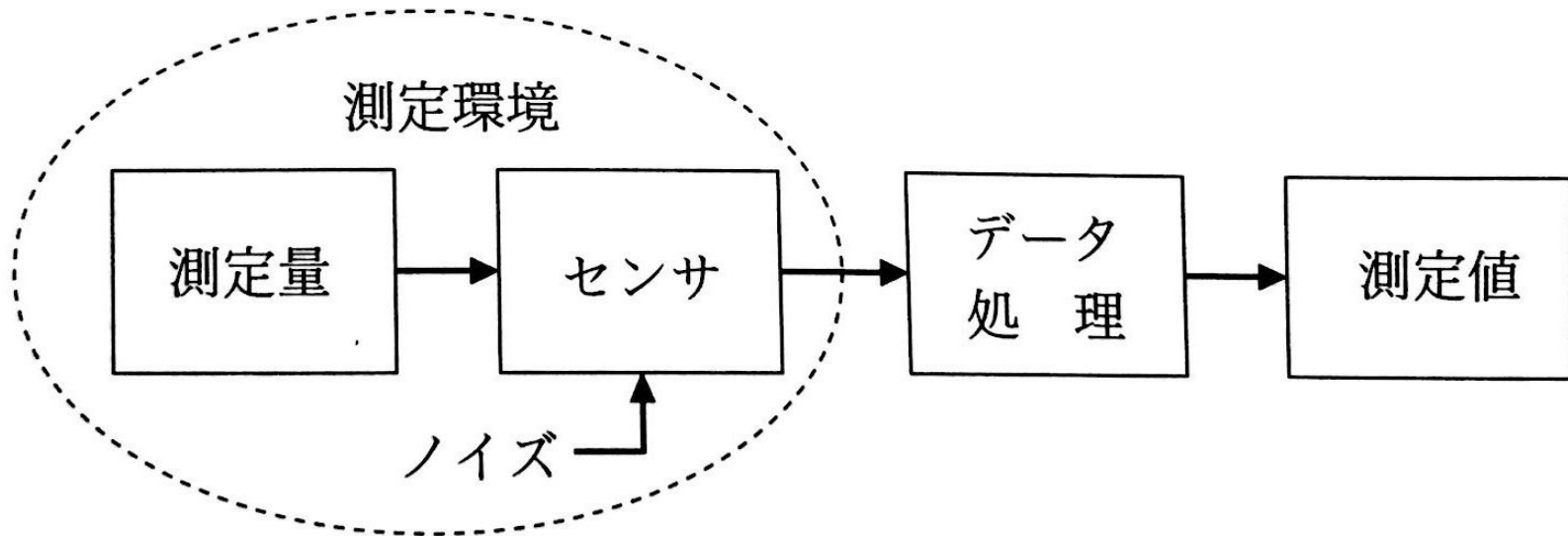
日本工業規格(JIS Z 8103)

- 測定 : ある量を、基準として用いる量と比較し数値又は符号を用いて表すこと。
- 計測 : 特定の目的をもって、物事を量的に捉えるために方法・手段を考究し、実施し、その結果を用い初期の目的を達成させること。

備考

試験や検査、点検も多くは測定である。

測定系の基本構成



- 測定環境：温度、湿度、電磁波など
- データ処理：補正や平均値の計算など(デジタルで行う場合：デジタル信号処理という)

備考

センサ、周辺のかいり、データ処理部、表示装置が一体化した機器を、測定器又は計測器という

直接測定と間接測定

- 直接測定：ものさし、体重計
- 間接測定：電流と電圧→抵抗、体積と質量→密度

偏移法・零位法・補償法

- 偏位法

- 説明：測定値と比例的あるいは、それに類する関係がある値を支持する測定器を用いる。
- 例：ものさし
- メリット：測定が速い
- デメリット：精度が劣る

- 零位法

- 説明 : 既知の大きさの基準量の大きさを変化させて、測定器の指示値をゼロにする。
- 例 : ホイーストンブリッジ
- メリット : 精度が良い
- デメリット : 測定が遅い

- 補償法

- 説明 : はじめに零位法で近づけたあと、ずれを偏位法で読み取る
- 例 : 測定周波数の差(音のうねり)を測定し基準周波数と合算、ホイートストンブリッジである程度平衡に近い状態を作り、基準抵抗と検流計の指示値から被測定抵抗値を求める

2回目

誤差

誤差 = 測定値 - 真の値

相対誤差 = 誤差 ÷ 真の値 \asymp 誤差 ÷ 測定値

※百分率で表した値を誤差率と呼ぶ

偶然誤差と系統誤差

系統誤差・・・同じ測定を行うときに測定値の "**かたより**" (bias) となって現れる誤差のこと

- 例
 - 測定に用いた理論における仮定や近似
 - 標準器や測定器の誤差
 - 測定条件の違い

偶然誤差・・・真の値に対して測定値の "**ばらつき**" (dispersion) となって現れる誤差のこと

- 例
 - 雑音
 - 環境の変動
 - 測定者の影響など

統計処理

- 平均値（標本平均）
 - 全部足して個数で割る

$$\bar{y}_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

- 標準偏差（標本標準偏差）
 - データのばらつきの大きさを表わす指標
 - 計測値と平均値の差を、2乗して、全部足して、個数で割って、ルートをとる

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_N)^2}$$

- 標本分散

- 標本自体のデータのばらつきの大きさを表わす指標
- 計測値と平均値の差を、2乗して、全部足して、個数で割る

$$\sigma_N^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_N)^2$$

- 不偏標準偏差：母標準標準偏差
 - 計測値と平均値の差を、2乗して、全部足して、個数-1で割って、ルートをとる

$$s^2 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_N)^2}$$

- 不偏分散：母分散の推定値
 - 計測値と平均値の差を、2乗して、全部足して、個数-1で割る

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_N)^2$$

測定値の平均化処理と正規分布

＜重要＞測定値をN回測定したとき、その平均値の標準偏差は $1/\sqrt{N}$ 倍になる。

平均値を使うと、測定の精密さ(精度)が向上する。

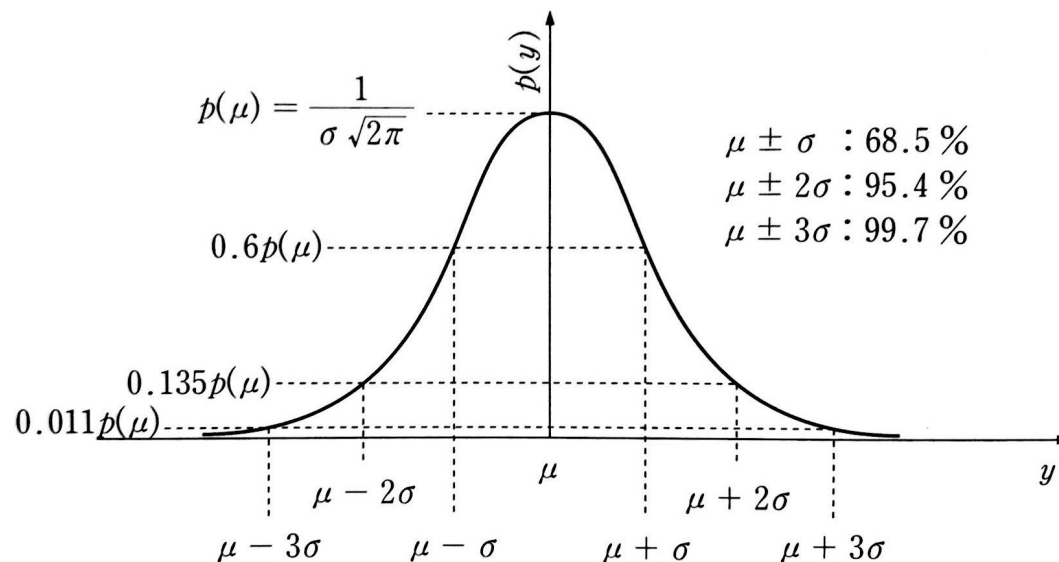
＜重要＞偶然誤差の多くは正規分布に従う。

測定値の分布が正規分布に従うとすると、

$\pm\sigma$ の中には全体の68.5%

$\pm 2\sigma$ の中には全体の95.4%

$\pm 3\sigma$ の中には全体の99.7%



間接測定における誤差（誤差の伝播）

誤差率の出し方？

和

$$y = a_1 x_1 + a_2 x_2$$

$$y = a_1 \Delta x_1 + a_2 \Delta x_2$$

$$\sigma_y = \sqrt{(a_1 \sigma_1)^2 + (a_2 \sigma_2)^2}$$

積

$$y = x_1 x_2$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x_1}{x_1} + \frac{\Delta x_2}{x_2}$$

$$\frac{\sigma_y}{y} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{x_2}\right)^2}$$

n乗

$$y = x_1 x_2^n$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x_1}{x_1} + n \frac{\Delta x_2}{x_2}$$

$$\frac{\sigma_y}{y} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{x_1}\right)^2 + n\left(\frac{\sigma_2}{x_2}\right)^2}$$

割り算

$$y = \frac{x_1}{x_2}$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x_1}{x_1} - n \frac{\Delta x_2}{x_2}$$

$$\frac{\sigma_y}{y} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_1}{x_1}\right)^2 + n\left(\frac{\sigma_2}{x_2}\right)^2}$$

- 精密さ
 - 測定値のばらつきの小ささ→y軸方向にまとまっている
 -
- 正確さ
 - 測定値の偏りの小ささ→x軸方向にまとまっている
 - 誤差が小さい方
- 精度
 - 精密さと正確さの両方を考慮した測定結果の総合的な良さ
- 不確かさ(系統誤差と偶然誤差を組み合わせた誤差の大きさ)
 - 系統誤差の標準偏差を σ_S^2 、偶然誤差の標準偏差

$$\sigma = \sqrt{\sigma_S^2 + \sigma_R^2}$$

なんかいい感じメーカー

仮置き場

「SI単位系」について

「誤差」について

「トレーサビリティ」について

「標準偏差」について

物理量	単位		定義	かつての定義
長さ	メートル	m	真空中で1秒の299 792 458分の1の時間に光が進む行程の長さ	地球のバリを通る北極点から赤道までの長さの1000万分の1
質量	キログラム	kg	国際キログラム原器(IPK)の質量	最大密度温度での1 Lの水の質量
時間	秒	s	セシウム133の原子の基底状態の2つの超微細準位の間の遷移に対応する放射の周期の9 192 631 770倍に等しい時間	平均太陽日の1/86 400
電流	アンペア	A	真空中に1メートルの間隔で平行に置かれた無限に小さい円形の断面を有する無限に長い2本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の1メートルにつき千万分の2ニュートンの力を及ぼし合う直流の電流	硝酸銀溶液を通過し毎秒0.001 118 00gの銀を析出する不変電流
熱力学温度	ケルビン	K	水の三重点の熱力学温度の273.16分の1	水の標準大気圧下での融点と沸点の温度差の100分の1
物質質量	モル	mol	0.012キログラムの炭素12の中に存在する原子の数と等しい構成要素を含む系の物質質量	1g/molの原子量または分子量
光度	カンデラ	cd	放射強度683分の1ワット毎ステラジアンで540テラヘルツの単色光を放射する光源のその放射の方向における光度	燭（ろうそく1本の光度）