

システムの特性

静特性: 定常状態における入出力比
 $t \rightarrow \infty$ におけるゲイン

動特性: 信号が入った後の応答

過渡応答: 信号が入った直後の応答

周波数応答: いろいろな周波数を持つ信号
に対する応答

振幅特性

位相特性

入出力関係

$$f(y(t)) = x(t)$$

物理空間



$$Y(s) = G(s)X(s)$$

ラプラス空間

静特性, 過渡応答の場合には
入りに単位ステップ関数

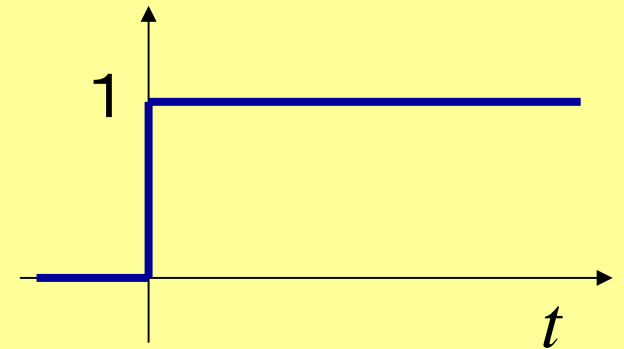
$$x(t) = u(t) \longrightarrow X(s) = 1/s$$

[静特性]

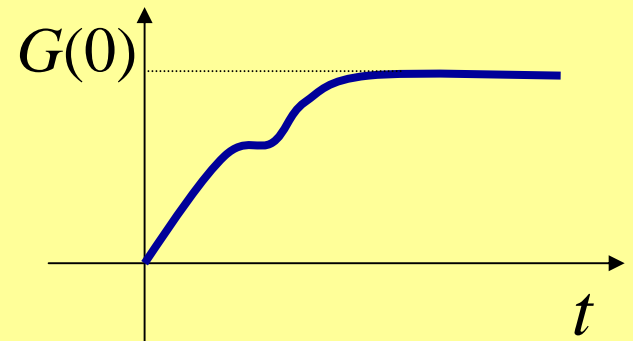
$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \left\{ G(s) \frac{1}{s} \right\} = G(0)$$

[過渡応答]

$$Y(s) = G(s) \frac{1}{s} \longrightarrow y(t)$$



過渡応答 静特性



周波数特性

物理法則: $a_2 y'' + a_1 y' + a_0 y = b_0 x$

入力(周波数 ω): $x = X e^{j\omega t}$

出力

$$y(t) = G(j\omega)x(t) = |G(j\omega)| \frac{G(j\omega)}{|G(j\omega)|} x(t)$$

振幅特性: $|G(j\omega)|$

位相特性: $\phi: G(j\omega)/|G(j\omega)| = e^{j\phi} = 1 + j\phi$

[1次遅れ要素]

$$G(s) = \frac{K}{Ts + 1}, \quad \omega_c = \frac{1}{T}$$

$$Y(s) = \frac{1}{s} \frac{K}{s + \omega_c} = K \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s + \omega_c} \right)$$

周波数特性:

$$G(j\omega) = \frac{1}{j\bar{\omega} + 1}, \quad \bar{\omega} = \frac{\omega}{\omega_c}$$

振幅特性:

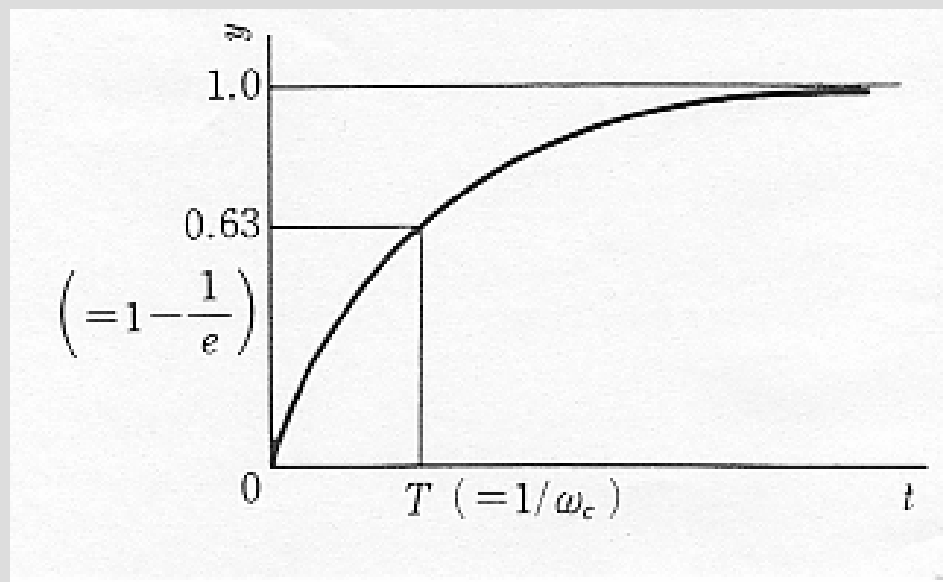
$$|G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{\bar{\omega}^2 + 1}}$$

位相特性: $\phi = \tan^{-1} \bar{\omega}$

静特性: $G(0) = K$

過渡応答:

$$y(t) = K(1 - e^{-\omega_c t})$$

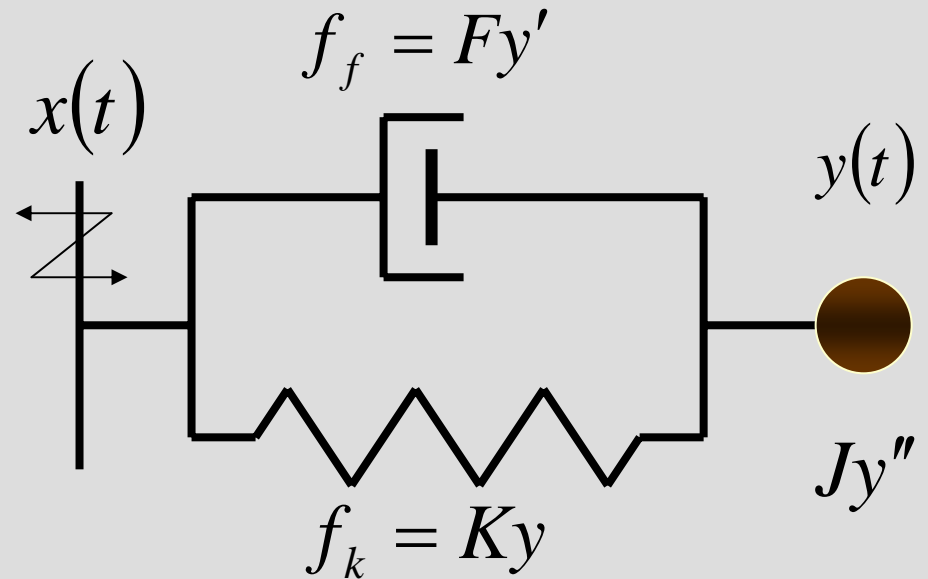


[2次振動系]

$$G(s) = \frac{KG_s}{Js^2 + Fs + K}$$

振動モデル

$$x = Jy'' + Fy' + Ky$$



$$Jy'' = x - (f_f + f_k) = x - (Fy' + Ky)$$

静特性: $G(0) = G_s$

過渡応答(ステップ入力)

$$Y(s) = \frac{1}{s} G(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{s_1 s_2}{s(s-s_1)(s-s_2)}$$
$$= \frac{1}{s} + \frac{s_2}{s_1 - s_2} \cdot \frac{1}{s - s_1} + \frac{s_1}{s_1 - s_2} \cdot \frac{1}{s - s_2}$$

$$\omega_n = \sqrt{K/J}, \zeta = F/2\sqrt{JK}; \quad s_1, s_2 = \omega_n \left(-\zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - 1} \right)$$

$$\zeta = 1; \quad y(t) = 1 - (1 + \omega_n t) e^{-\omega_n t}$$

$$\zeta \neq 1; \quad y(t) = 1 + \frac{1}{2\sqrt{\zeta^2 - 1}} \left(s_2 e^{s_1 t} + s_1 e^{s_2 t} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \zeta > 1; \quad y(t) = 1 - \frac{\zeta + \sqrt{\zeta^2 - 1}}{2\sqrt{\zeta^2 - 1}} e^{-(\zeta - \sqrt{\zeta^2 - 1})\omega_n t} + \frac{\zeta - \sqrt{\zeta^2 - 1}}{2\sqrt{\zeta^2 - 1}} e^{-(\zeta + \sqrt{\zeta^2 - 1})\omega_n t} \\ \zeta < 1; \quad y(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\omega_n \zeta t} \cos\left(\sqrt{1 - \zeta^2} \omega_n t + \phi\right), \quad \phi = -\cos^{-1} \sqrt{1 - \zeta^2} \end{array} \right.$$

各制動比に対する2次振動系のステップ応答

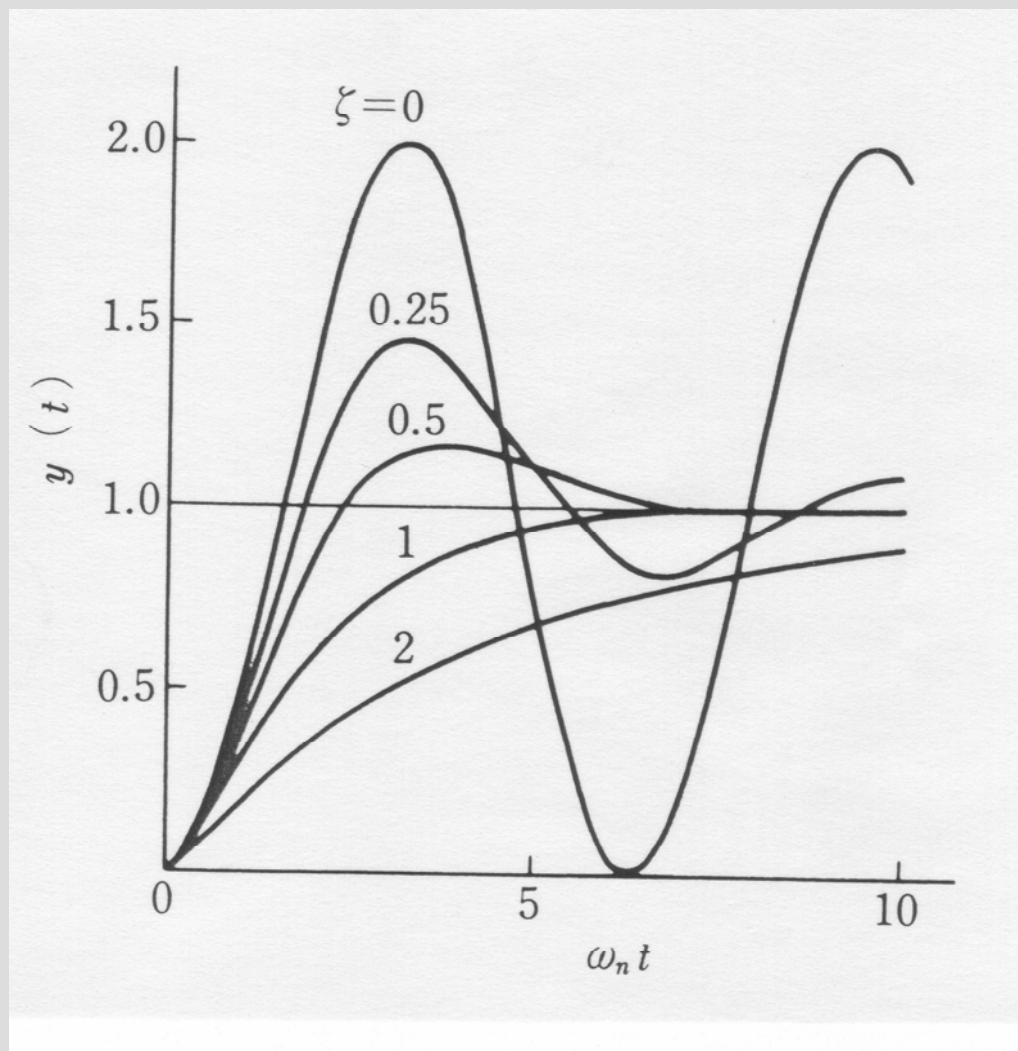
$\zeta > 1$: 過制動

$\zeta = 1$: 臨界制動

$\zeta < 1$: 不足制動

$\zeta = 1$: 振動

$$y(t) = 1 - \cos \omega_n t$$



周波数特性

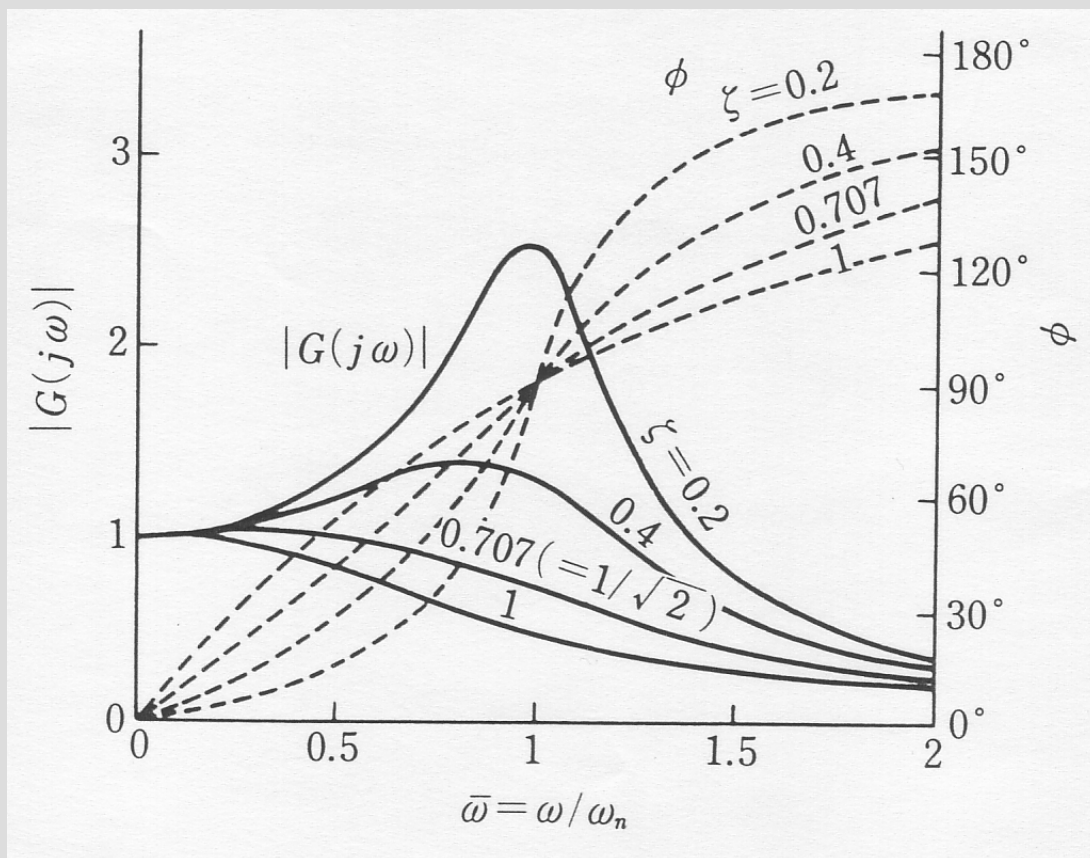
$$G(j\omega) = \frac{1}{1 - \bar{\omega}^2 + 2j\zeta\bar{\omega}}, \quad \bar{\omega} = \frac{\omega}{\omega_n}$$

振幅特性

$$|G(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(1 - \bar{\omega}^2)^2 + 4\zeta^2\bar{\omega}^2}}$$

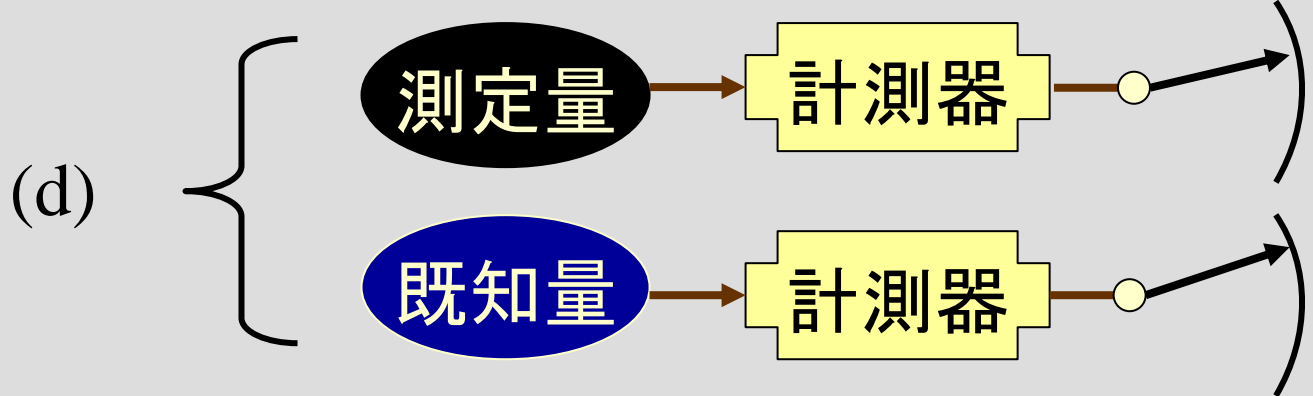
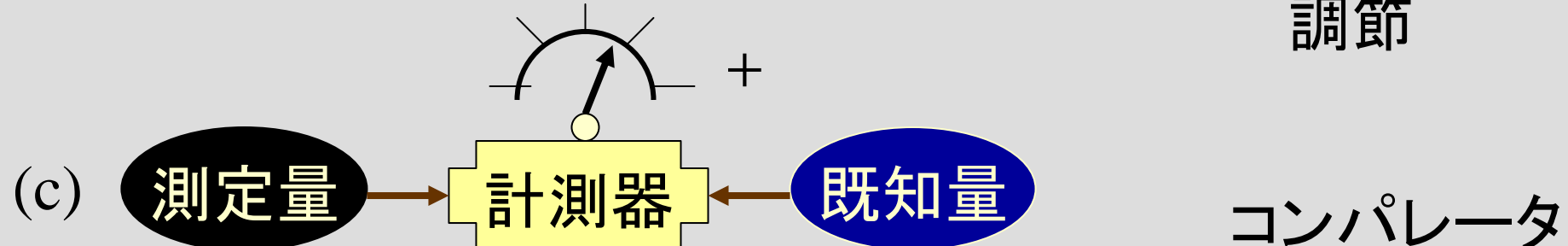
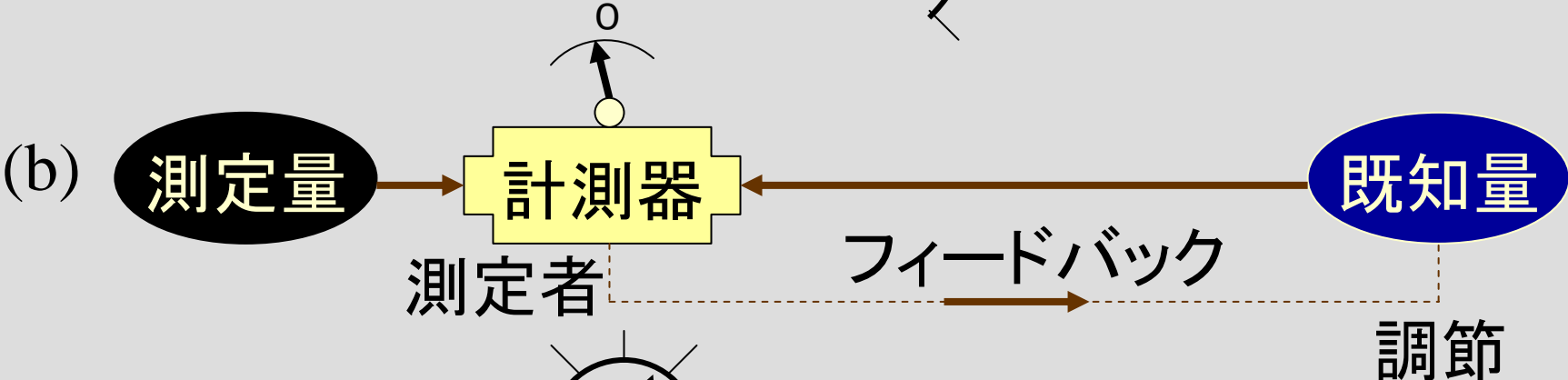
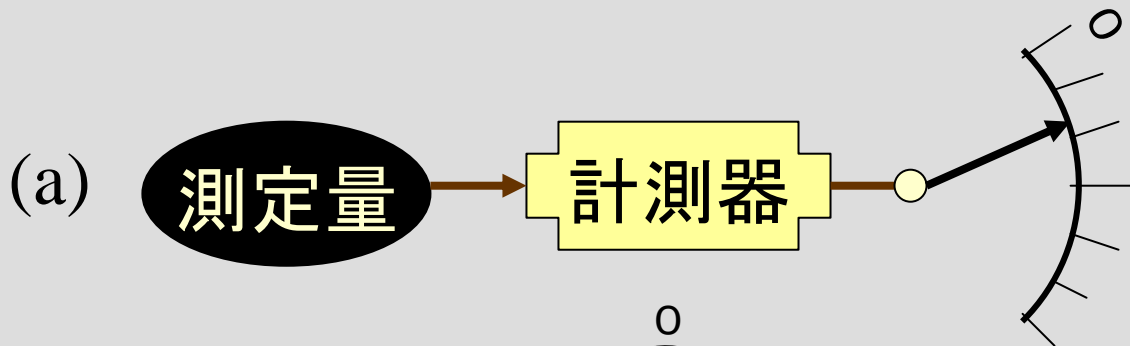
位相特性

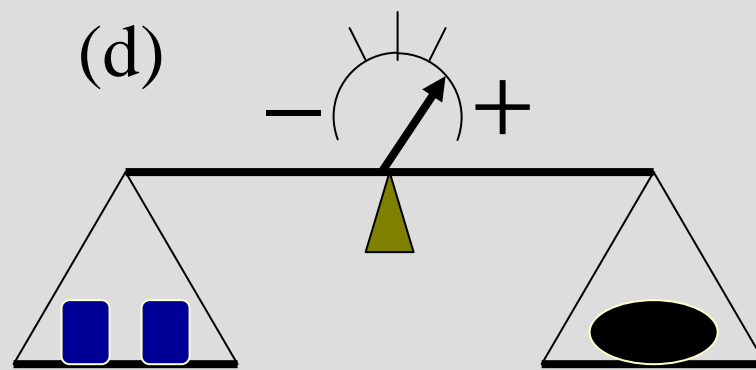
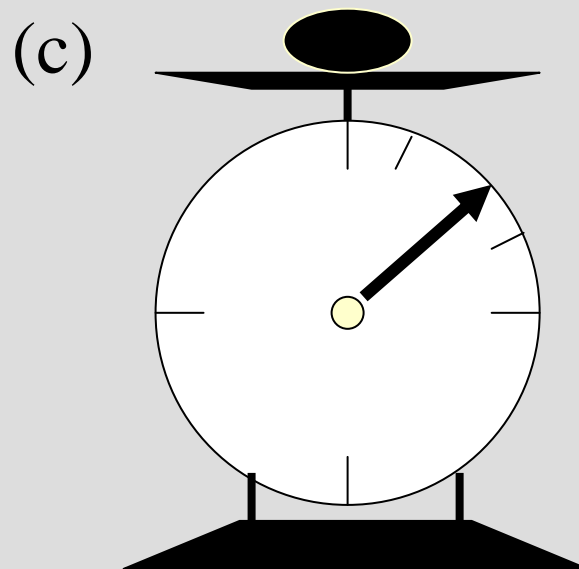
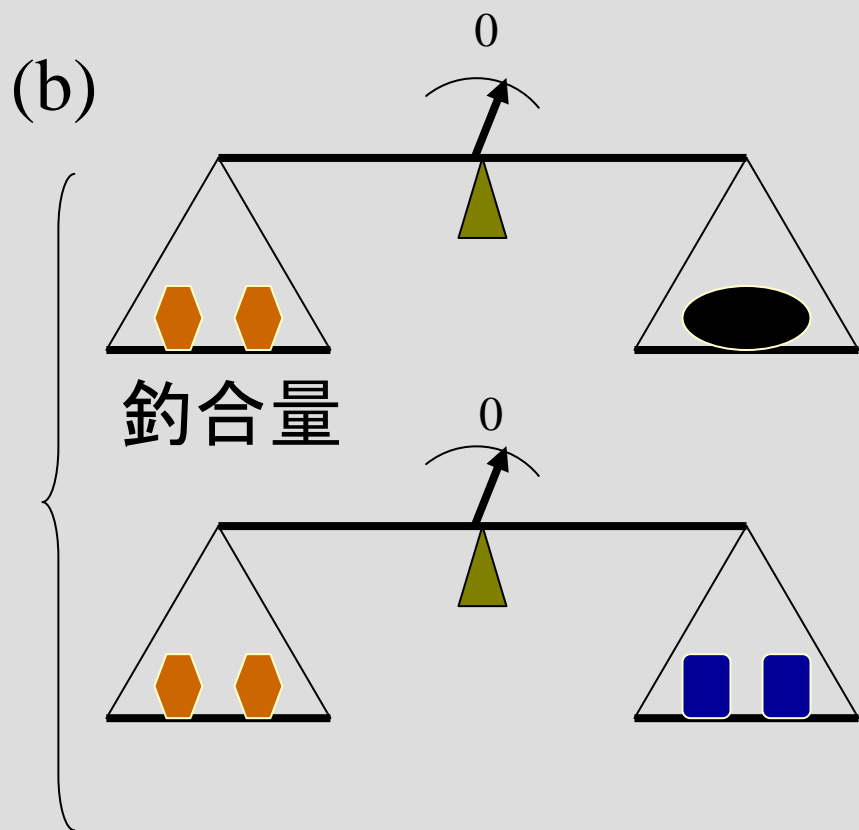
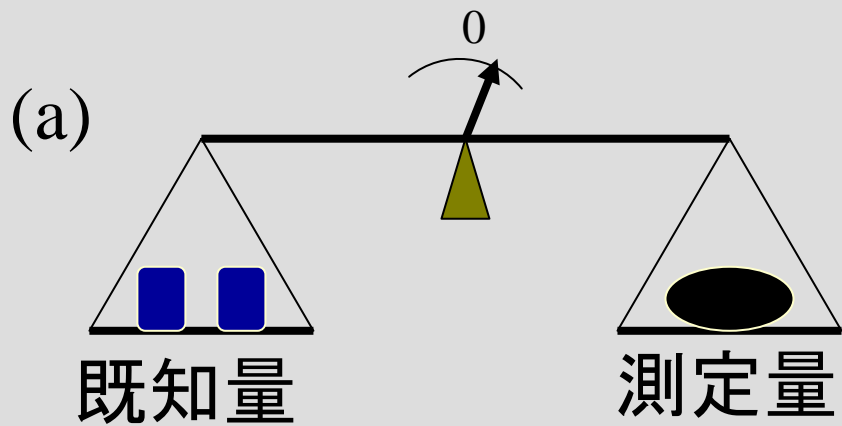
$$\phi = \tan^{-1} \frac{2\zeta\bar{\omega}}{1 - \bar{\omega}^2}$$



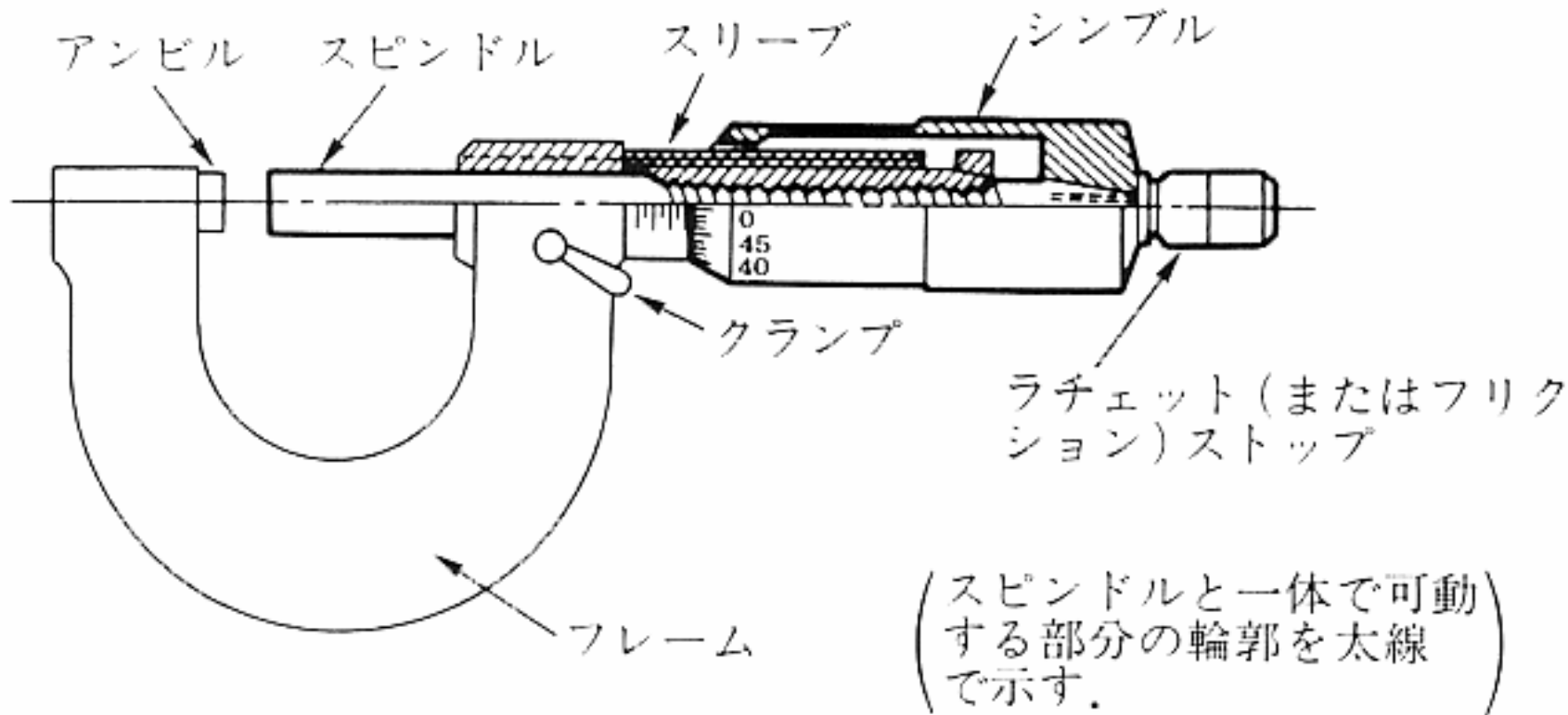
測定系構成の方式

- (1) 零位法: 同種類の既知量との平衡
フィードバックのある閉じた系
- (2) 偏位法: 測定量によって変位
開いた系. 構成が簡単
- (3) 置換法: 同種類の基準量と置換
系統誤差除去
- (4) 合致法: 被測定量に関連した合致する現象
観測量と被測定量の間の一一定の関係
- (5) 補償法: 計測量と既知量との差を測る
- (6) 差動法: 作用する2つの量の差が対象

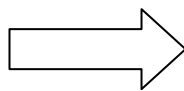




零位法(例1):外側マイクロメータ



ねじの回転変位
大



スピンドルの直線変位
微小

平衡: 一定測定圧

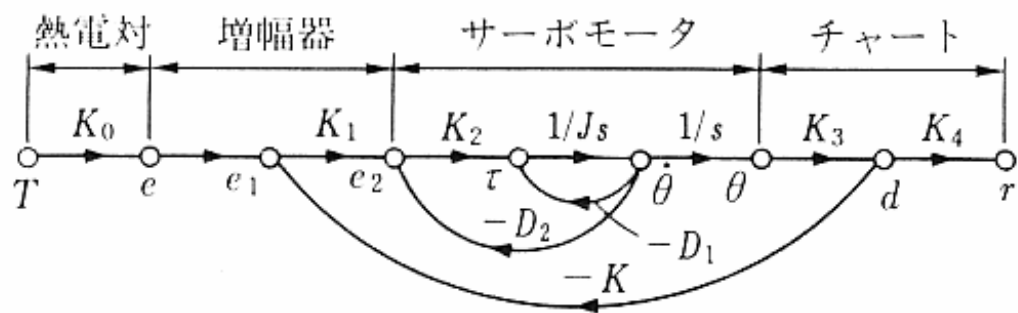
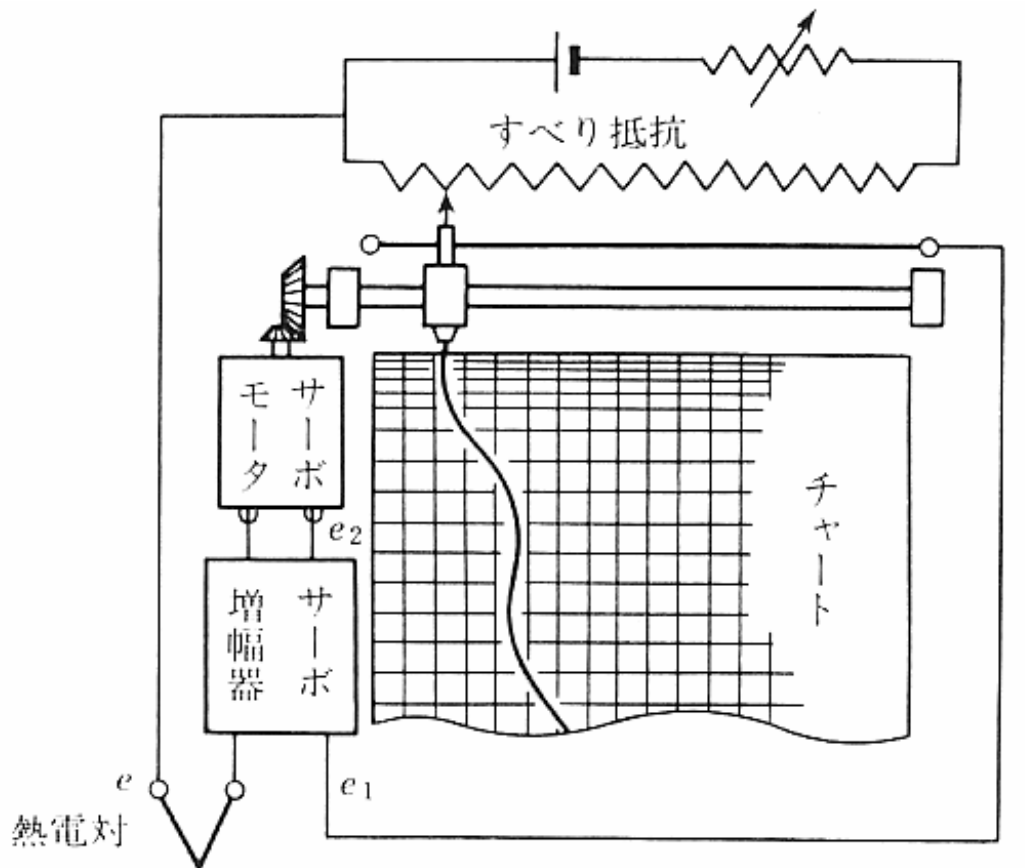
零位法(例2): 自動サーボ系による 測温(熱電対)

[信号]

T : 温度, e : 電圧,
 τ : トルク, θ : 回転量,
 d : 変位, r : 読み

[トランスミタンス]

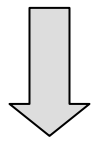
J : 慣性, D_1 : 制動
 D_2 : 逆起電力
 K : すべり抵抗



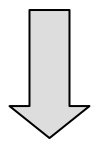
偏位法(例) ダイヤルゲージ

測定子
スピンドル

微小変位



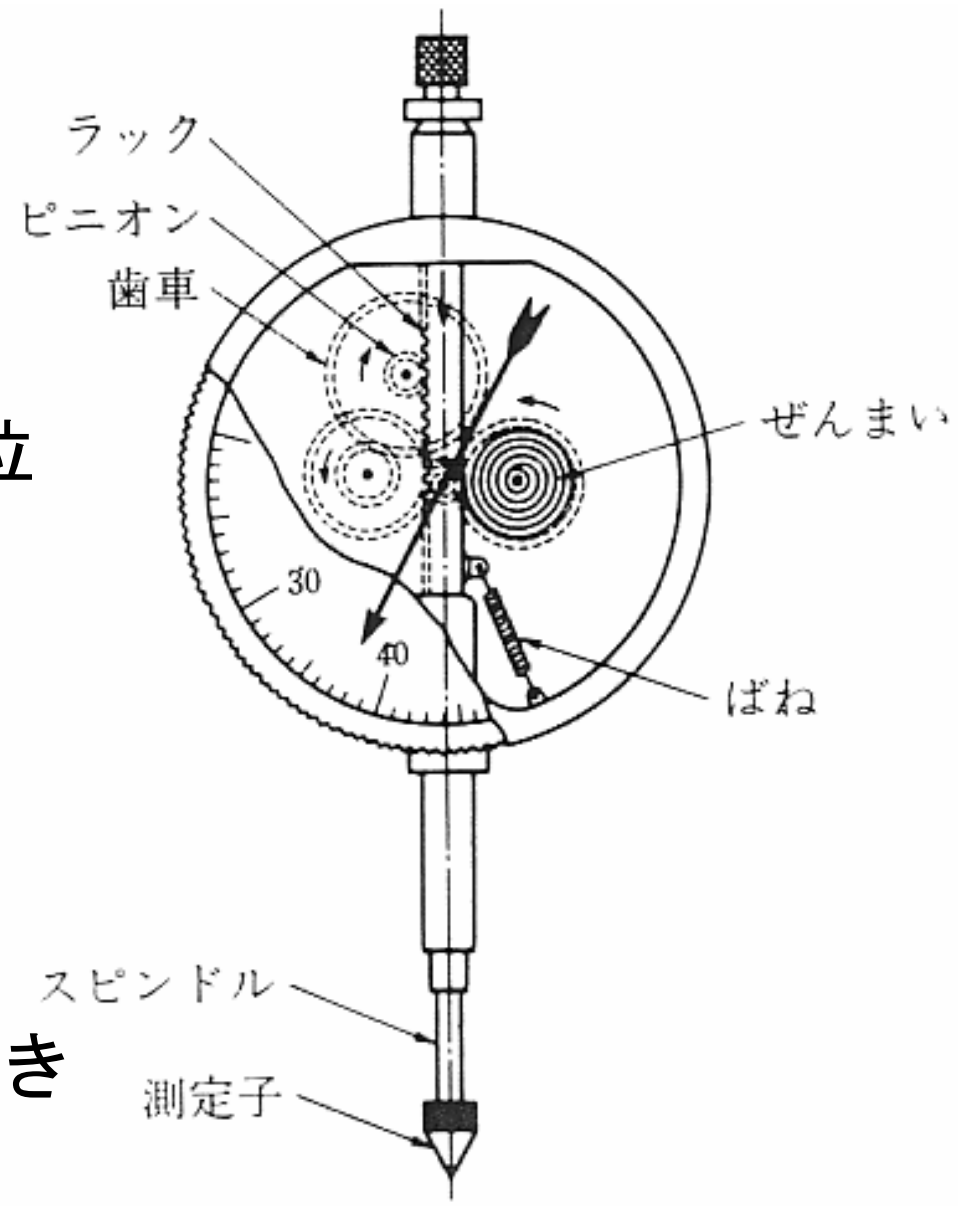
(増幅)



指針の動き

変位拡大機構

ラック
ピニオン
歯車



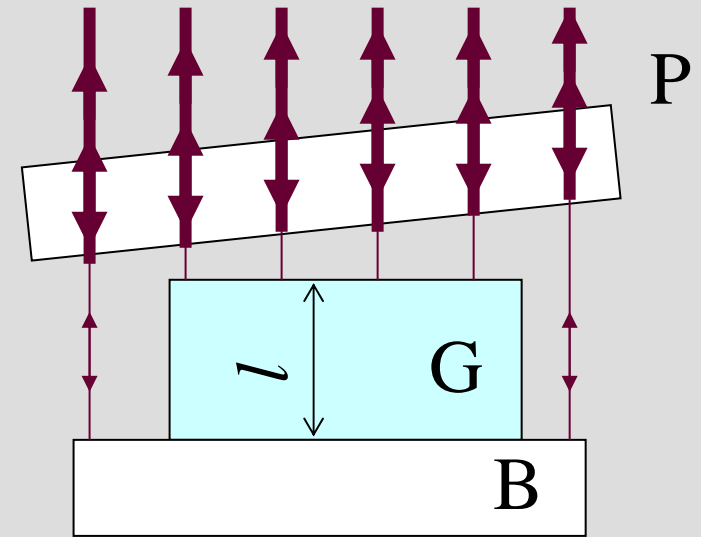
合致法(例)

絶対長測定

$$l = \left(N_i + \varepsilon_i \right) \frac{\lambda_i}{2} \quad (1.34)$$

推定値(整数)

計測値(小数)



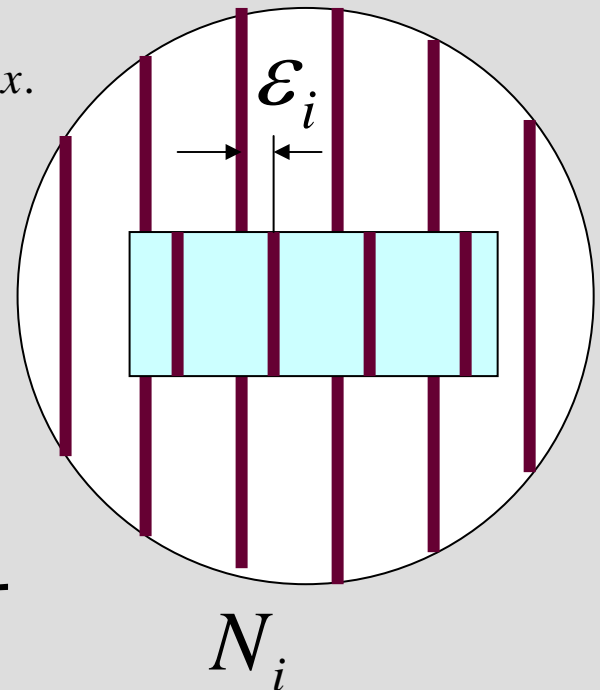
(1) 簡単な計測で l の概略値 $= l_{approx.}$

(2) $2l_{approx.}/\lambda_i$ により N_i の推定

(3) (1.34) に代入し, n 通りの l の値

(4) n 個の l が合致しない場合には N_i を1増減して推定しなおす

(5) n 個の l が合致するまで繰り返す



直接測定と間接測定

直接測定： 測定量を同種類の基準量と**直接**比較して行う測定

- 速さを速度計，電流を電流計で測定
- 電気抵抗を標準抵抗と比較
速さ＝速度計の指示

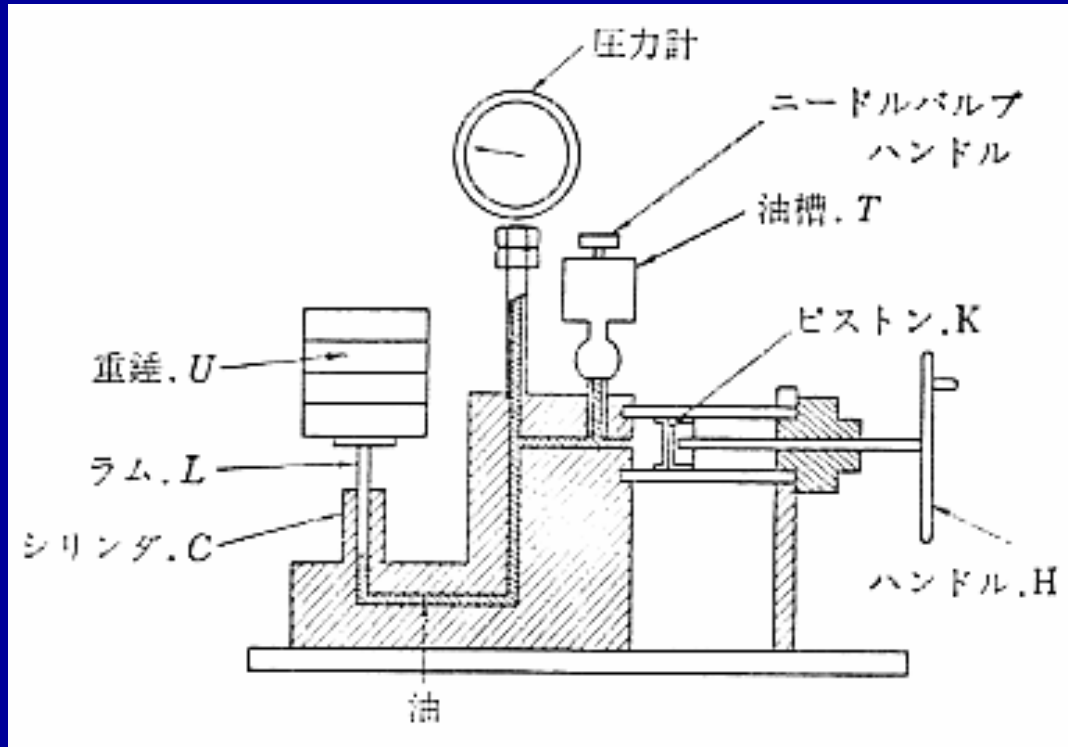
間接測定： 測定量と一定の関係にある2つ以上の量について測定し，それから**間接的**に導き出す

- 速さを移動距離と所要時間から，電位差を抵抗と電流の値から求める。
速さ＝移動距離／所要時間

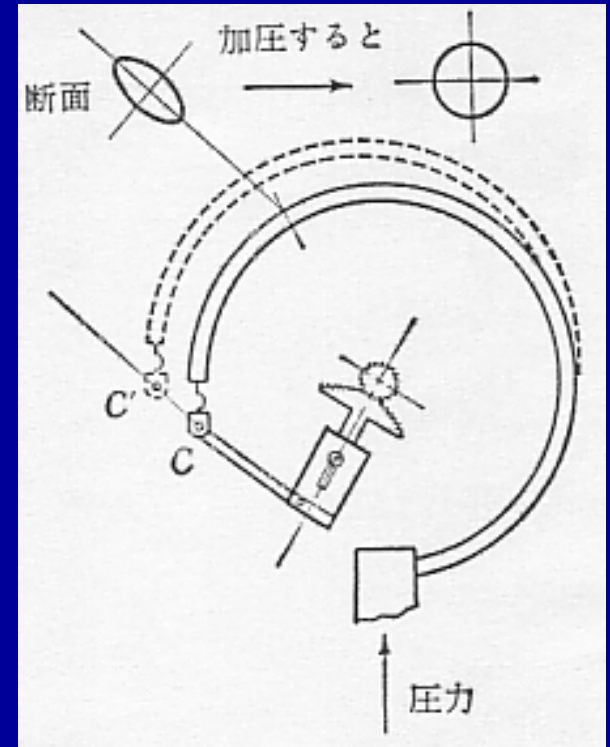
絶対測定と比較測定

絶対測定： 測定量を基本量だけから得る

比較測定： 測定量を既知量で校正された目盛から得る



ピストン圧力計



ブルドン管圧力計