

# 機械要素

## (1) 気体

ボイル・シャルルの法則

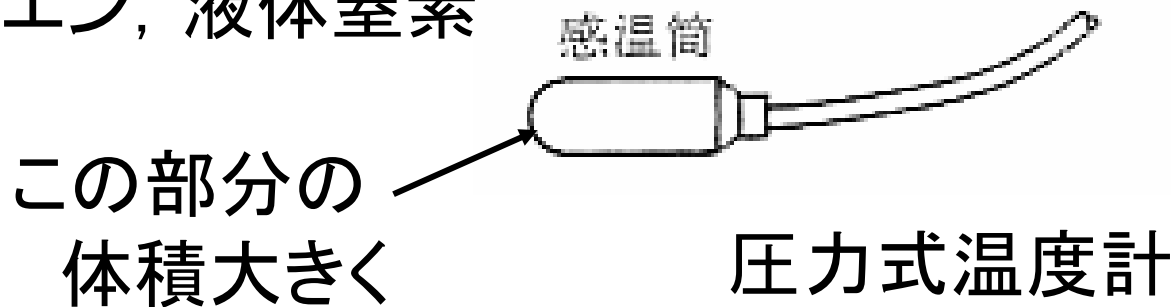
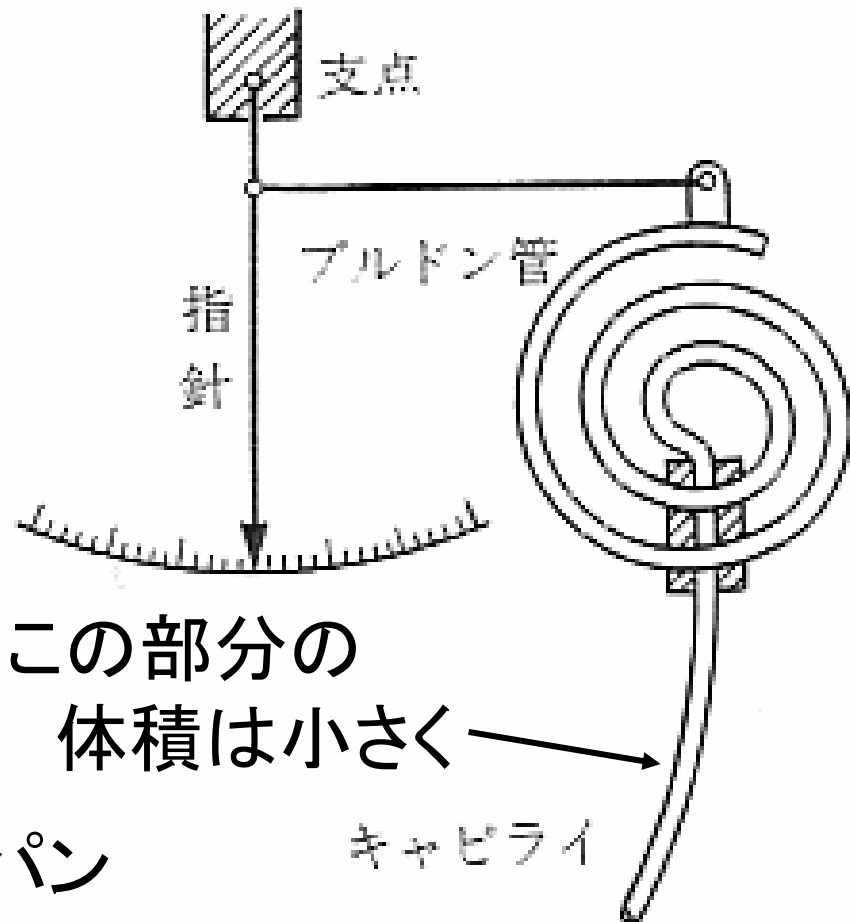
$$PV = nRT$$



$P, V$ ともに変化

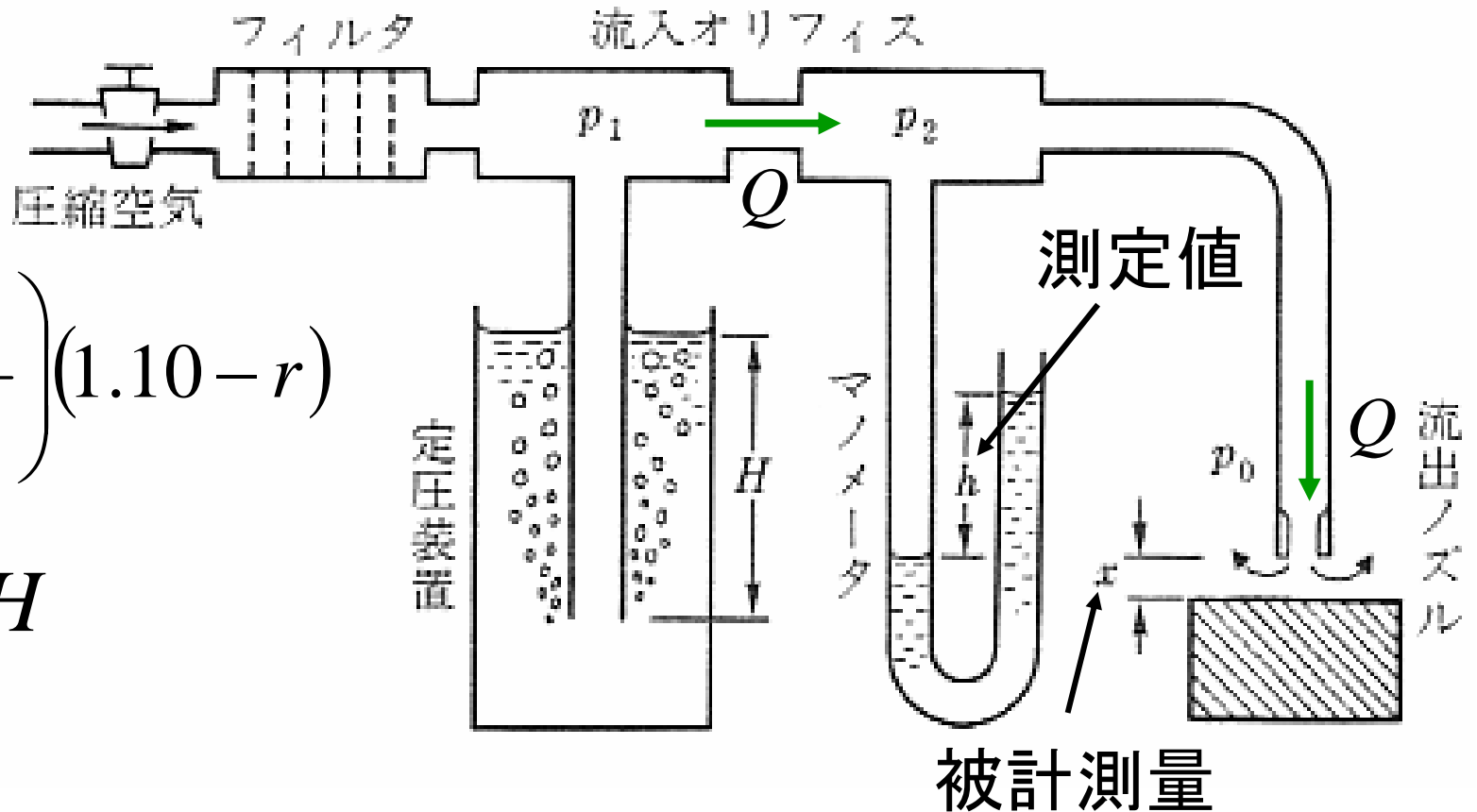
-276.9 ~ 125°C: ヘリウム

-185 ~ 300°C: エーテル, プロパン  
トルエン, 液体窒素



# 空気マイクロメータ

高倍率, 非接触, 多寸法の同時測定, 自動定寸  
流量式, 背圧式(高圧), 真空式



$$x = \left( \frac{d_1^2}{2d_2} \right) (1.10 - r)$$

$$r = h/H$$

## (2) 液体

マンメータ, パスカルの原理

$$\Delta p = p_1 - p_2 \\ = (\rho_1 - \rho_2)hg$$

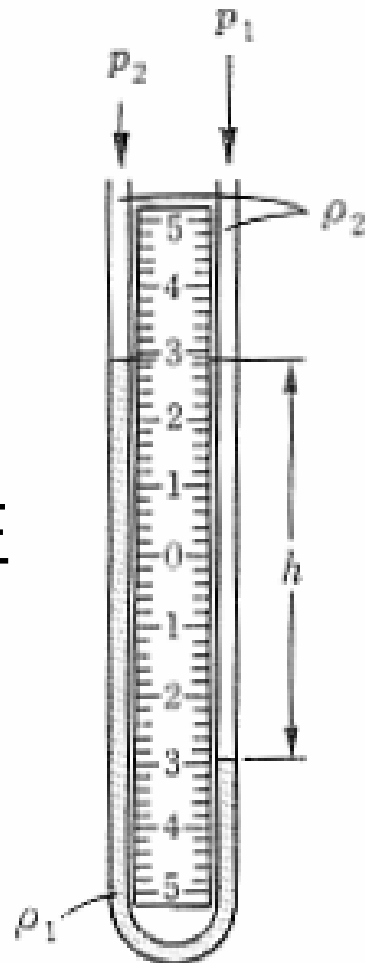
封入液体

水銀, 水, 油  
アルコール,

数  $\mu$  bar ~ 数気圧

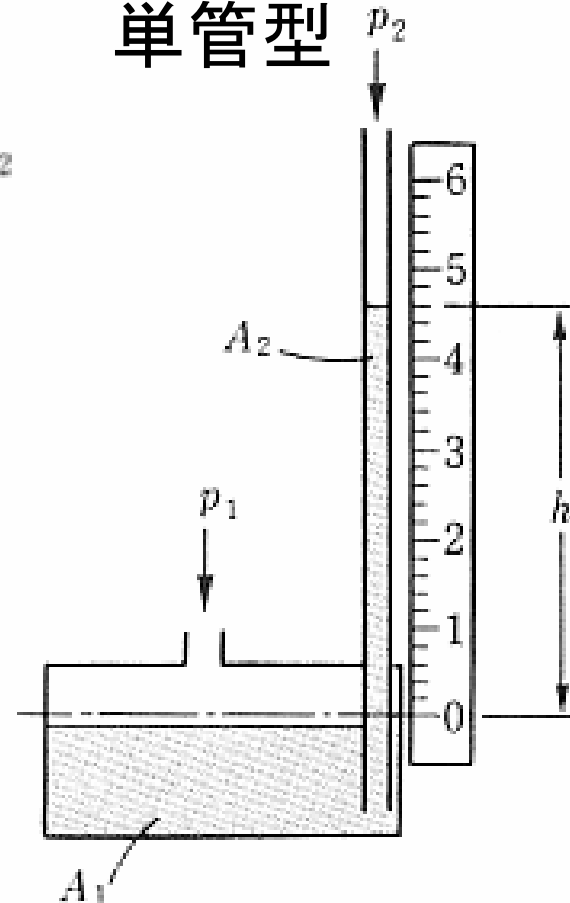
管壁付着,  
毛管現象,  
メニスカスの不整

U字管

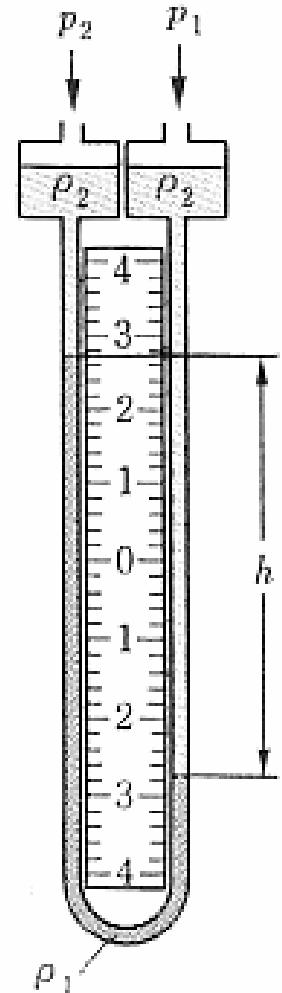


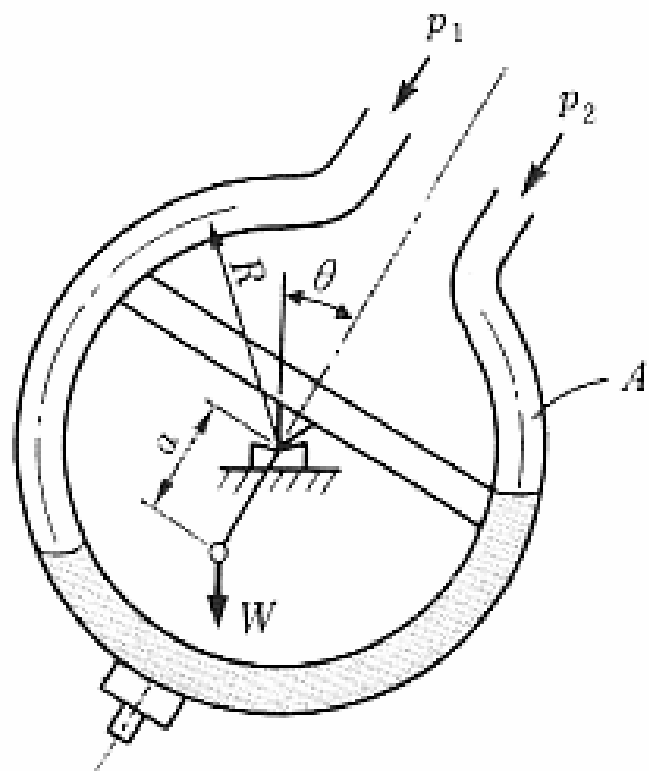
$$h = h_2(1 + A_2/A_1)$$

単管型

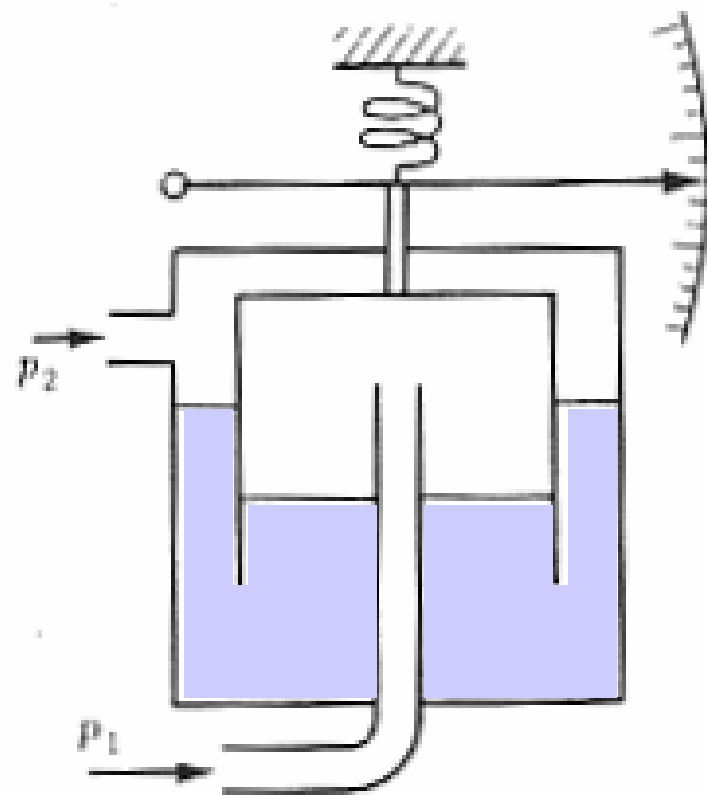


二液





リングバランス



ベル式差圧計

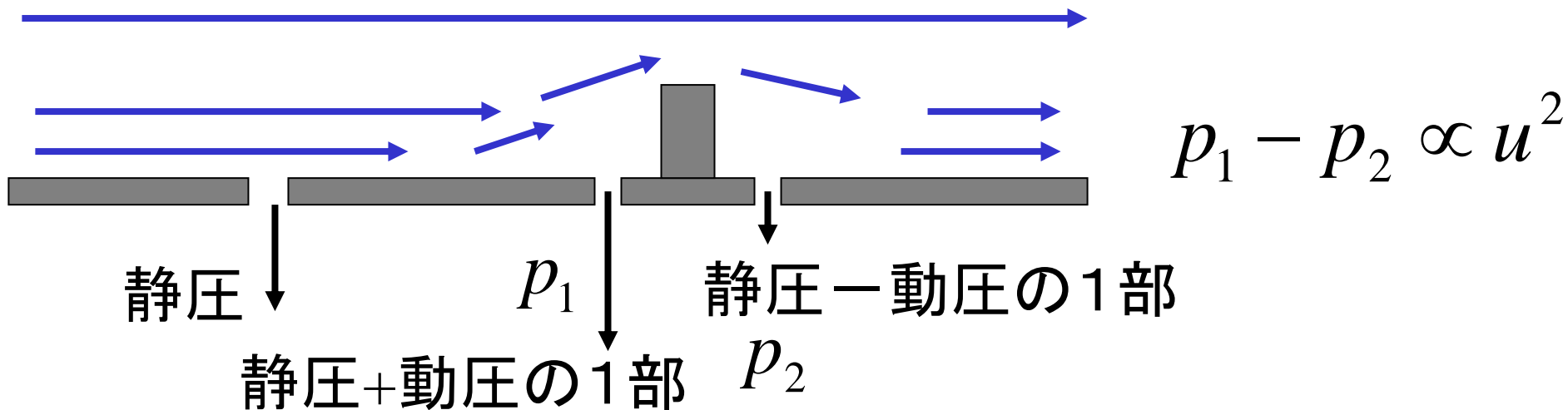
# 流量測定

ベルヌーイの定理 (= エネルギー保存則)

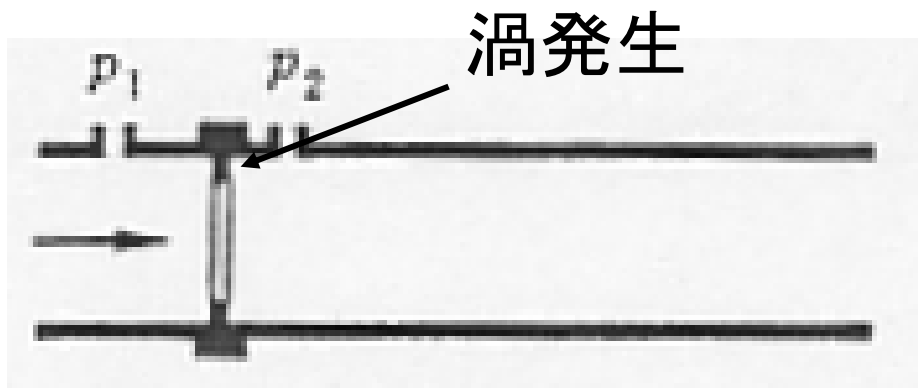
$$\frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2} = \text{const.} \quad \text{全圧} = \text{静圧} + \text{動圧}$$

全エネルギー

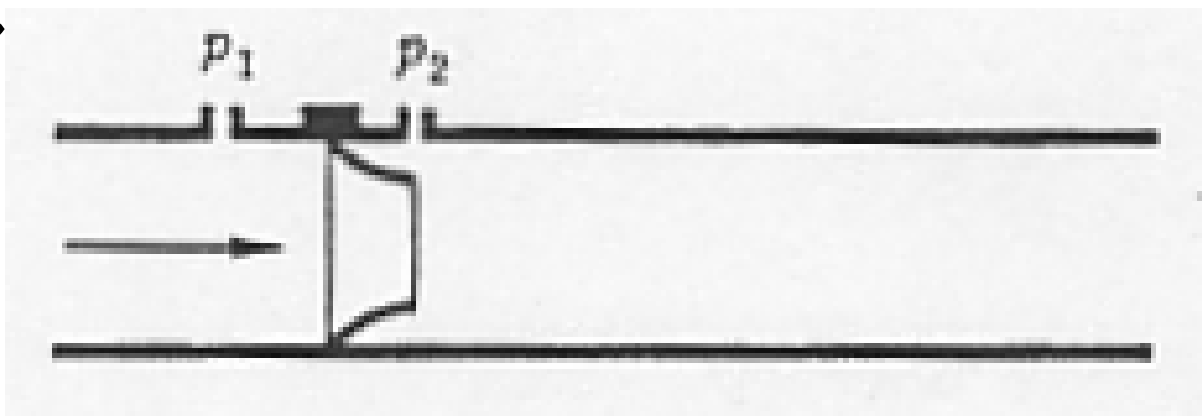
= ポテンシャルエネルギー + 運動エネルギー



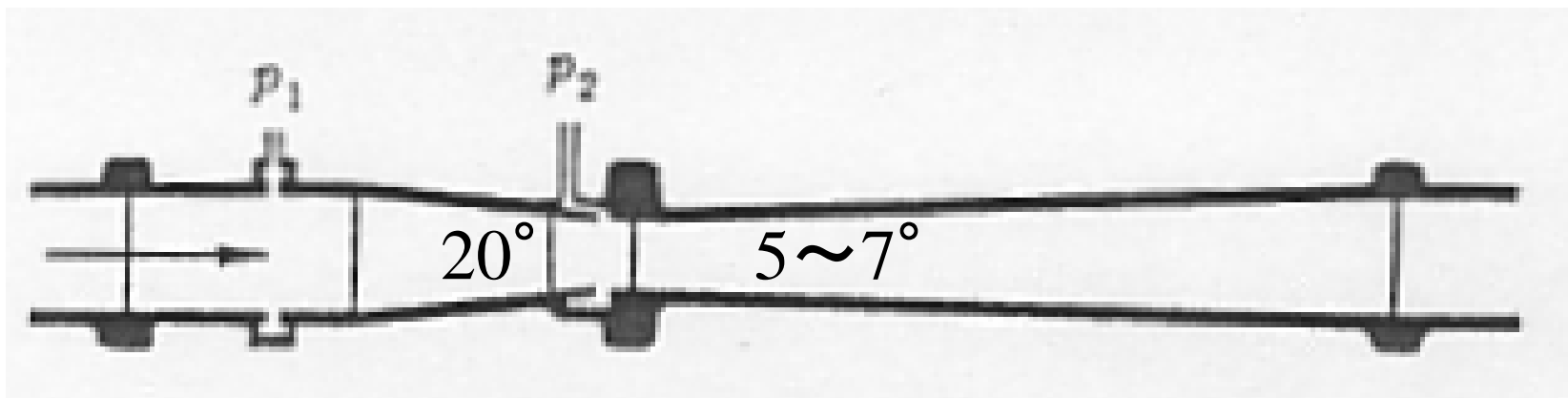
オリフィス  
構造簡単, 複製容易



フローノズル



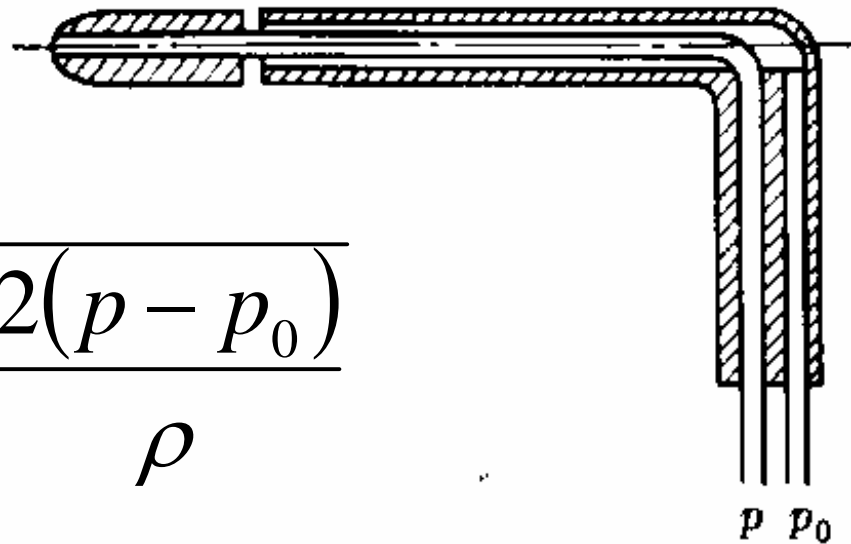
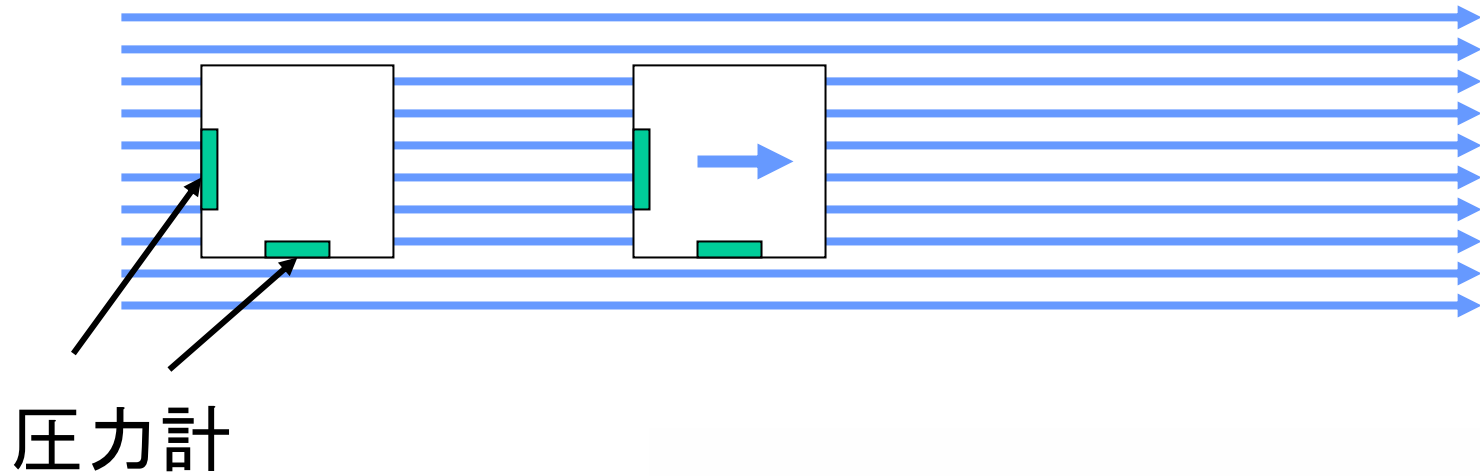
ベンチュリー管



# ピトー管

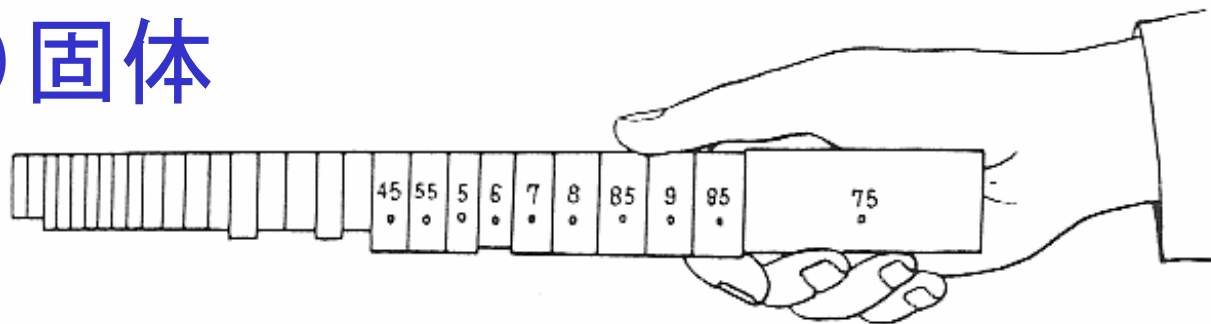
静止

流体と同速度で移動

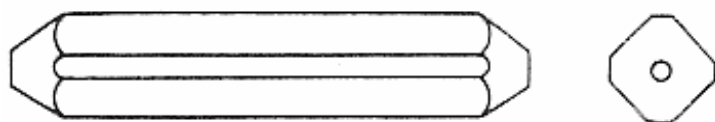


$$v = \sqrt{\frac{2(p - p_0)}{\rho}}$$

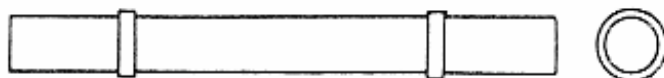
# (3) 固体



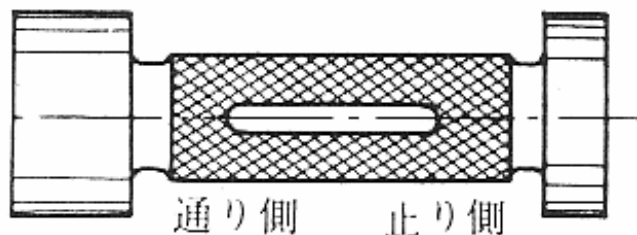
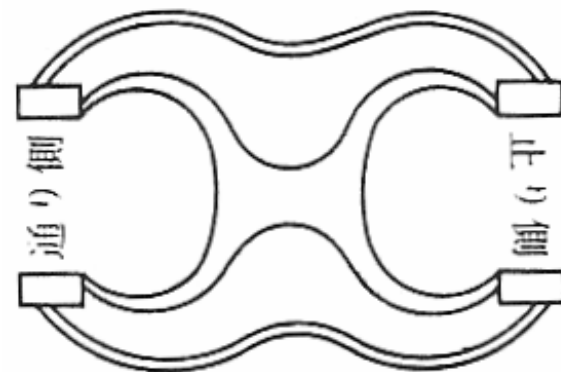
スケール  
鋼球



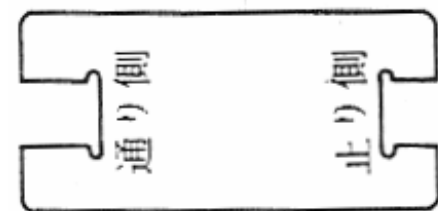
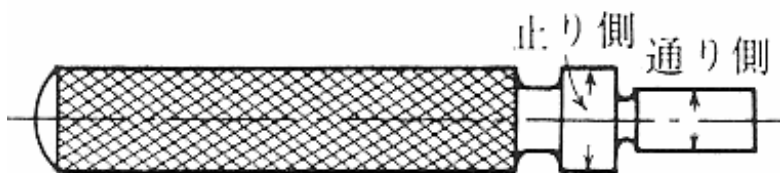
ブロックゲージ



標準ゲージ



プラグゲージ

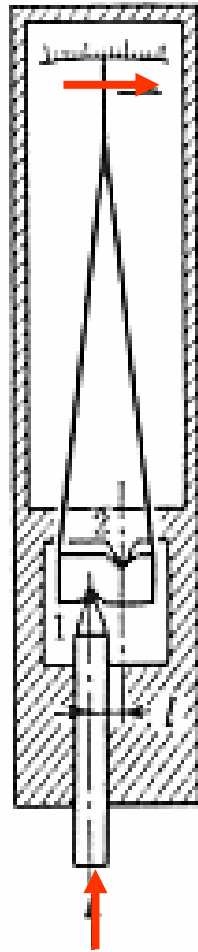


はさみゲージ

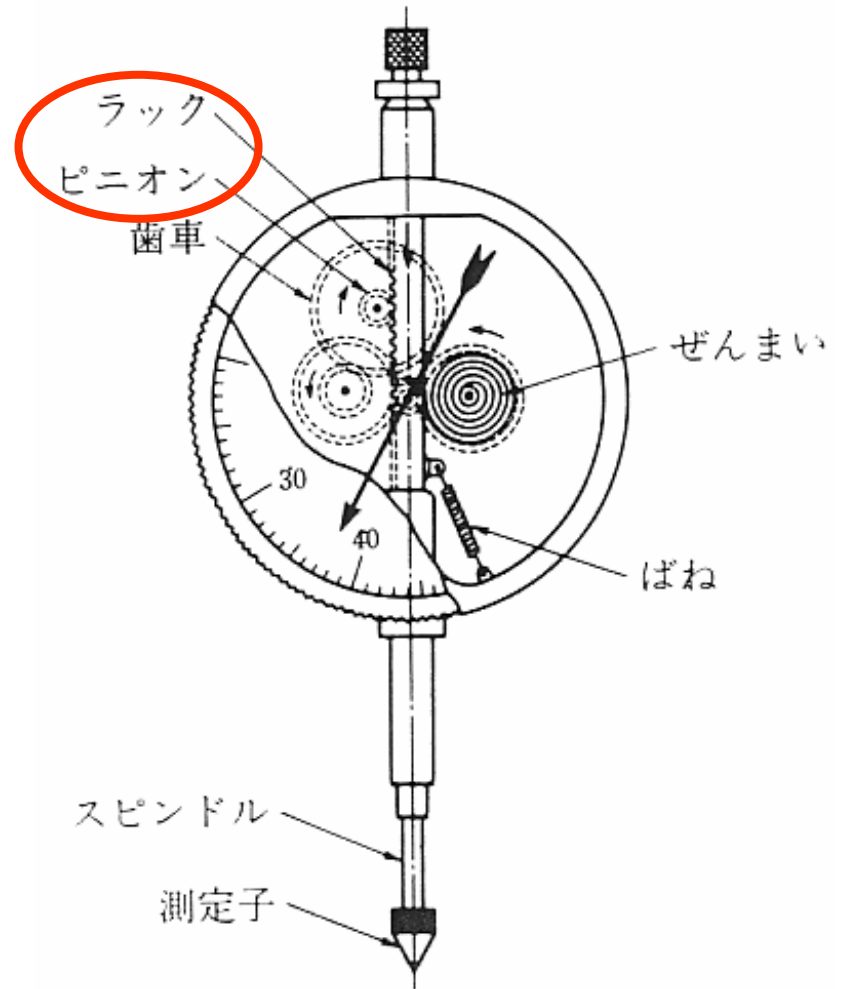


# 変位拡大機構を持つ要素：

マルテンスの伸び計  
ミニメータ  
オプチメータ  
熱膨張計  
てこ  
歯車  
ねじ  
カム



微小変位計

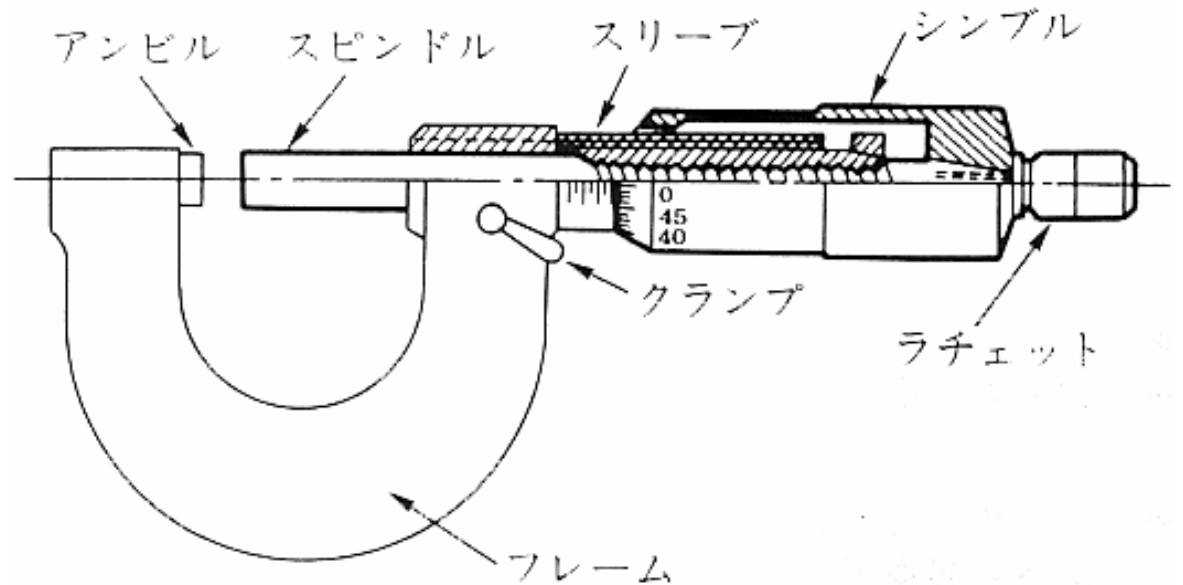
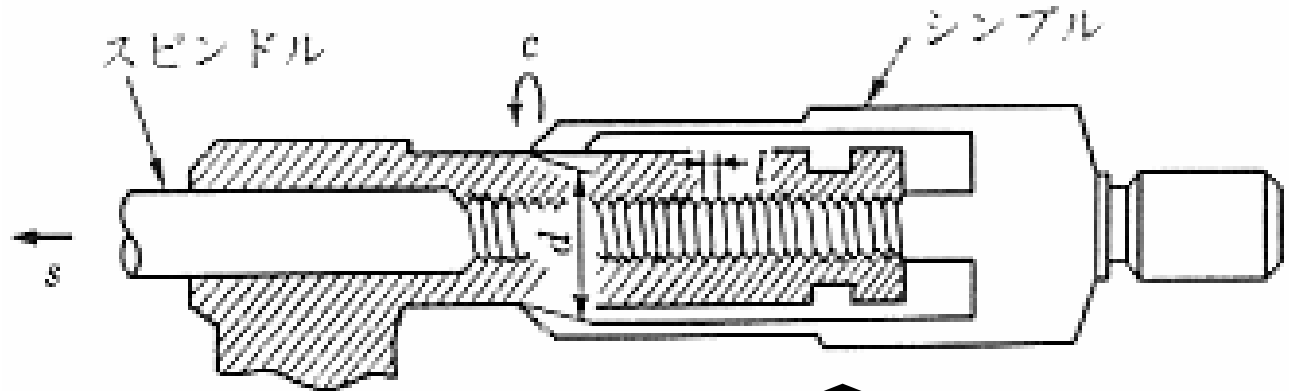


ダイヤルゲージ

# ねじによる拡大

## マイクロメータ

$$c = \left( \frac{\pi d}{l} \right) s$$



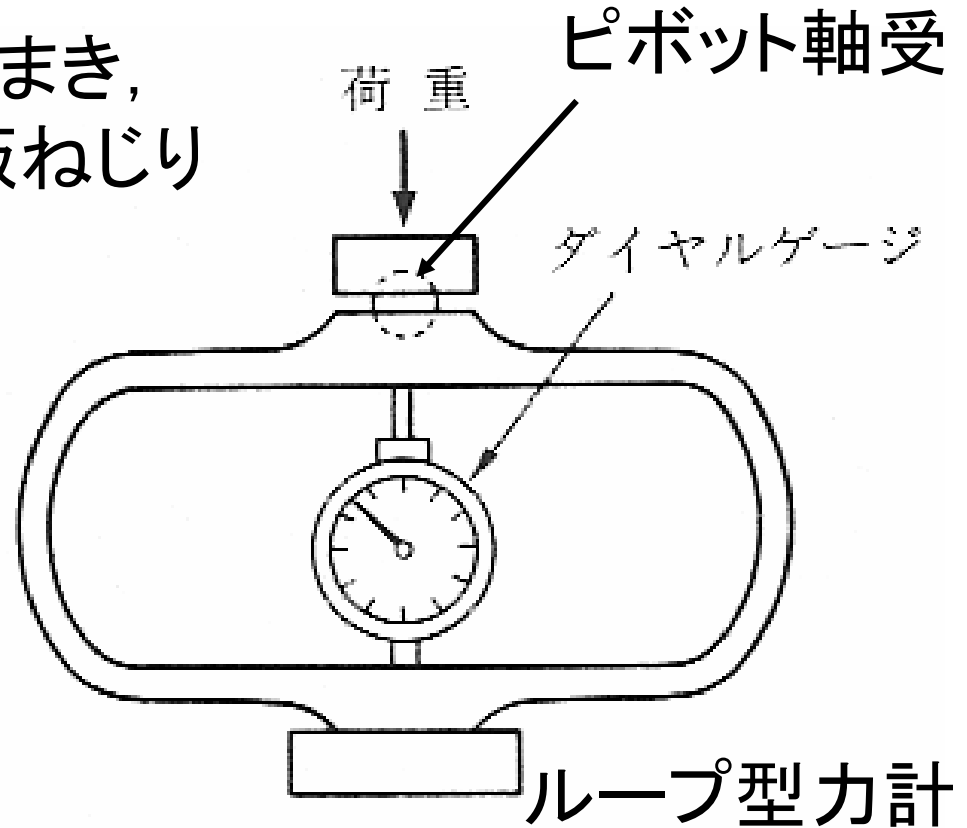
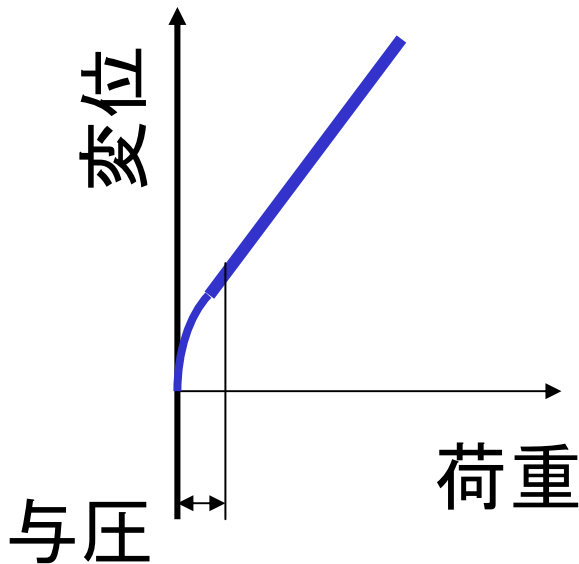
# 弾性の利用

ヒステリシス, クリープ → 計器に器差

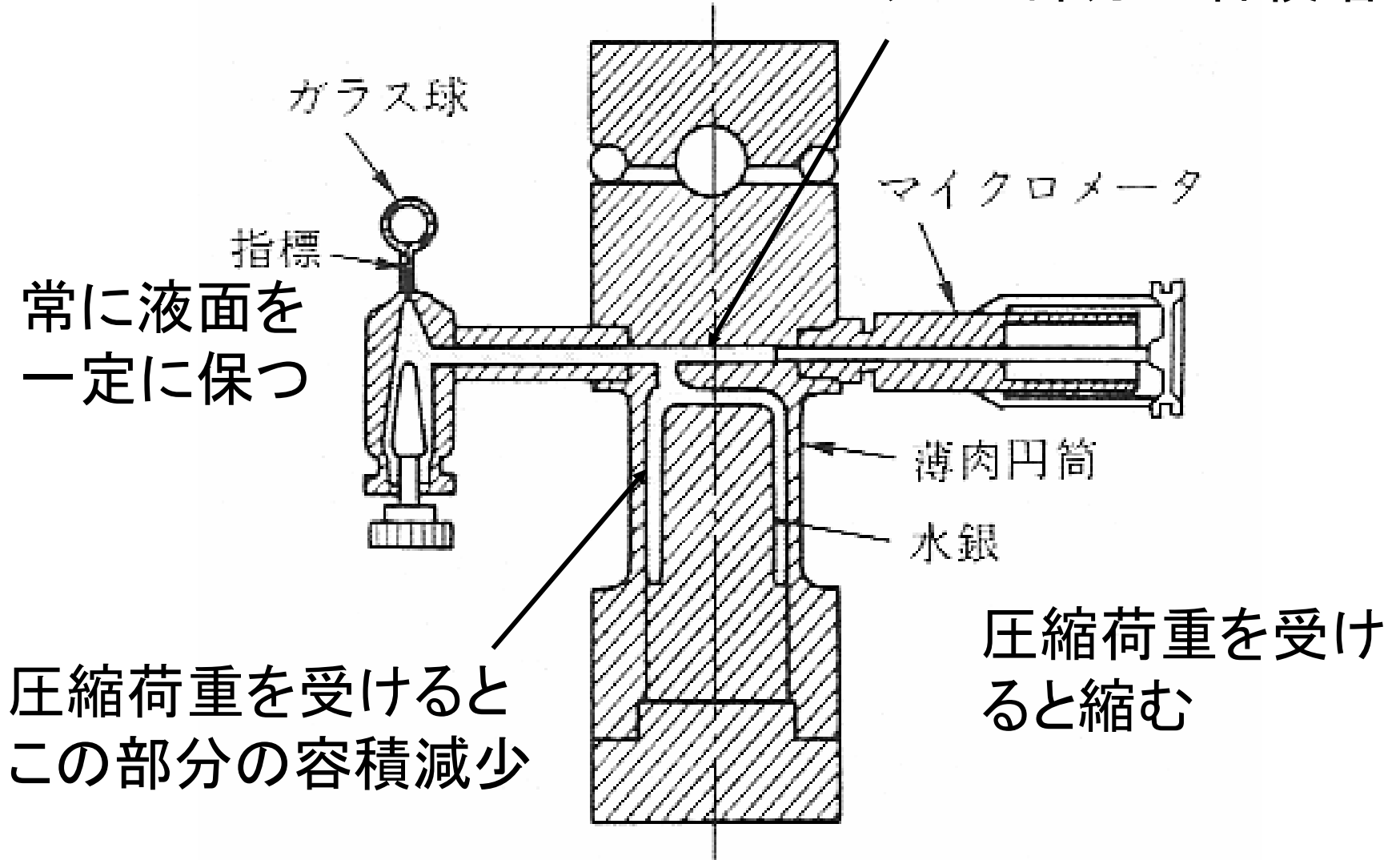
材料選択, 最適設計, 熱処理 → 誤差減少

ばね

つるまき(コイル), うずまき,  
板状, 円環(リング), 板ねじり



マイクロメータを下げること  
によりこの部分の容積増加



アムスラー形スタンダードライジングボックス

## ばね材料

NiMoCr鋼 → 力計

リン青銅, 銀銅, ベリリウム銅: 非磁性 → 電気計器

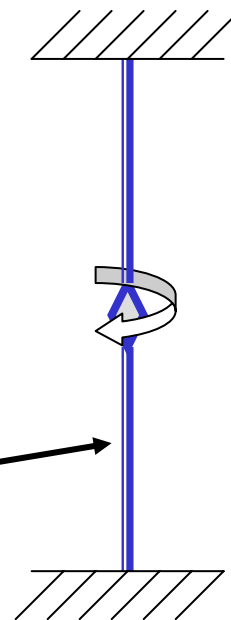
## 細線

水晶

石英

タングステン

細線(直径  $1 \mu\text{m}$  の水晶)  
のねじり弾性 =  $10^{-13} \text{N} \cdot \text{m}/\text{rad}$

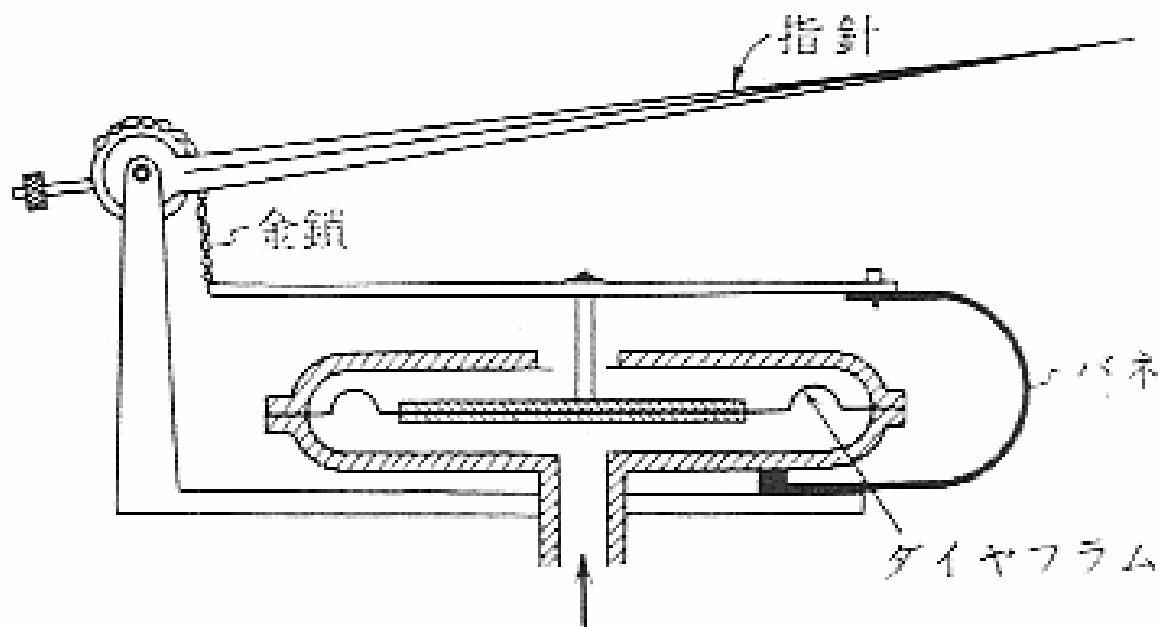
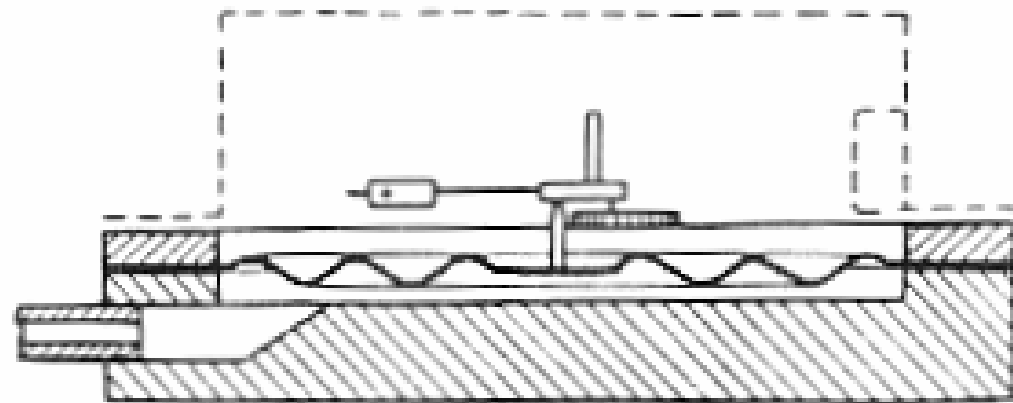


# ダイヤフラム

単純構造

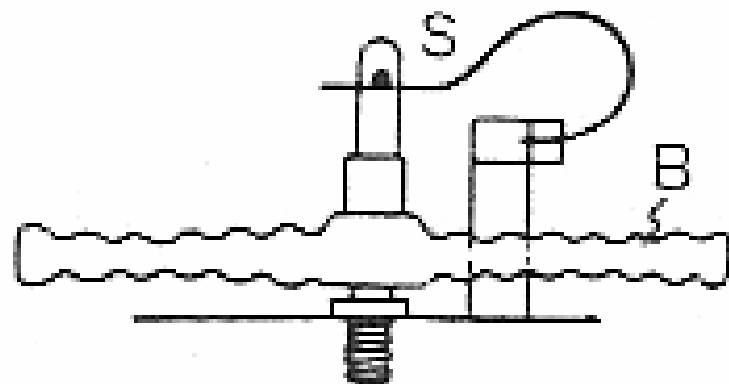
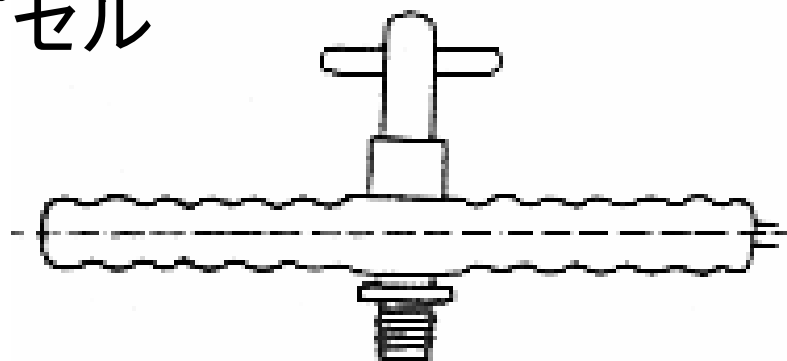
波状 →

有効面積, 剛性増加

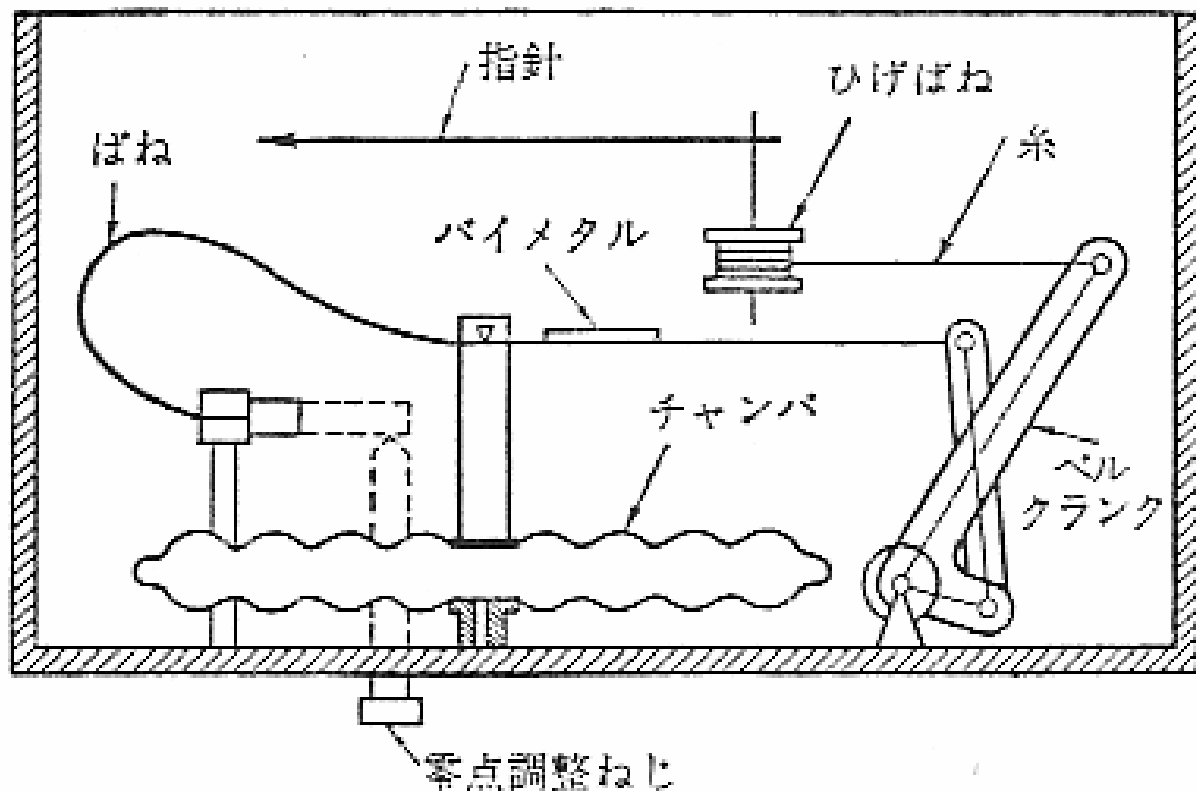


被測定流体: 高温, 固形物混合, 高粘度, 腐食性  
→ ダイヤフラムが隔膜の役割

# カプセル



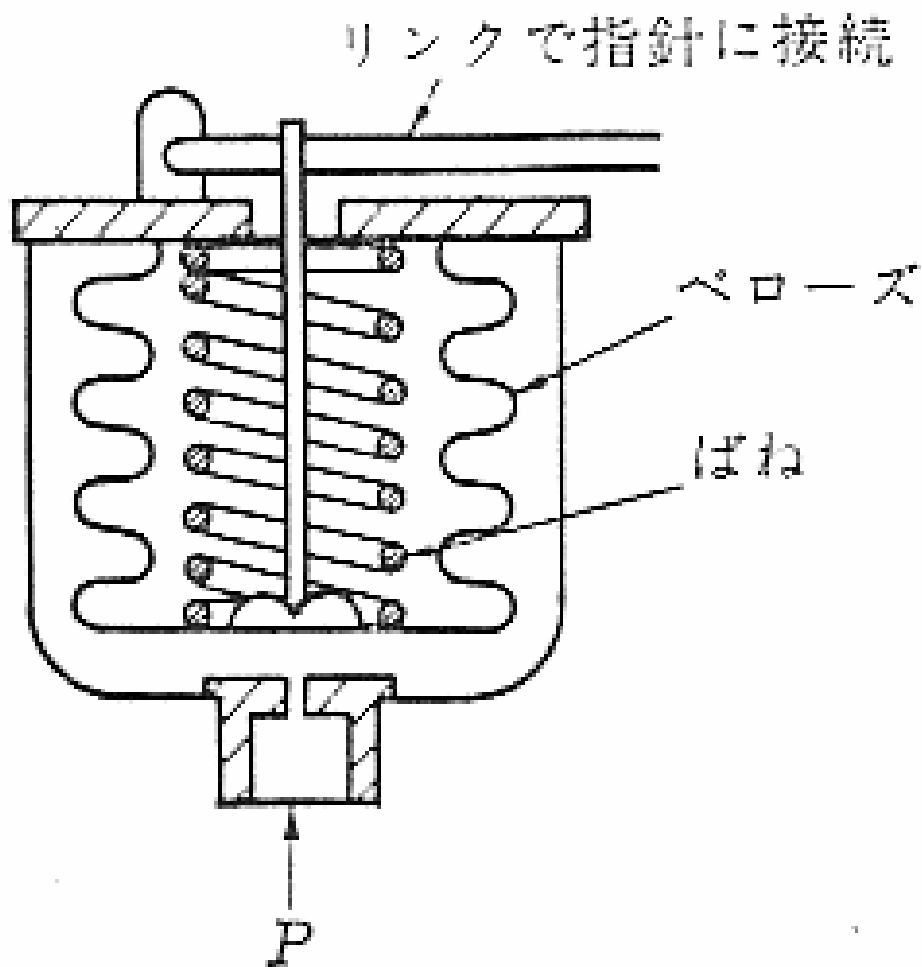
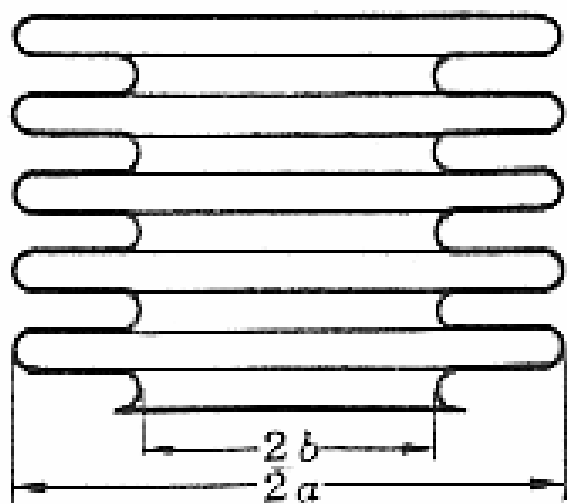
絶対圧測定：  
アネロイド気圧計  
高度計



# ベロー

有効面積／受圧径 = 大  $\rightarrow$  変位大,

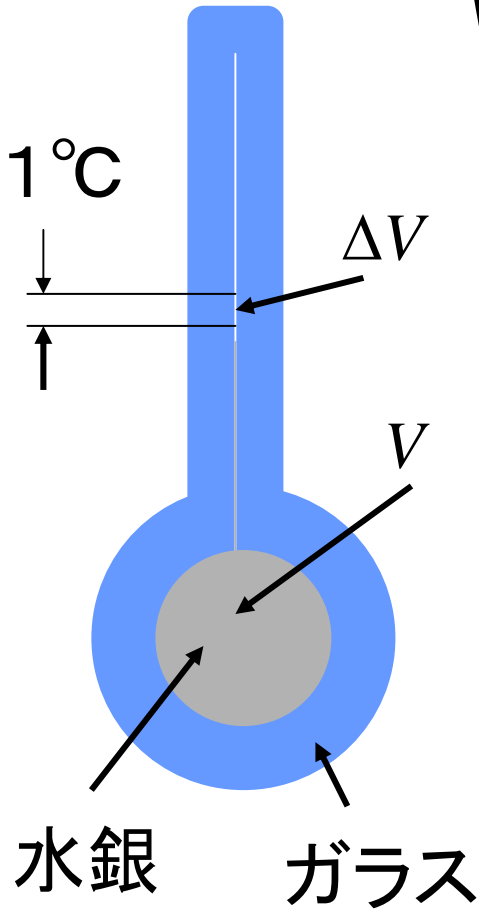
複雑





# 熱膨張の利用

## 温度計

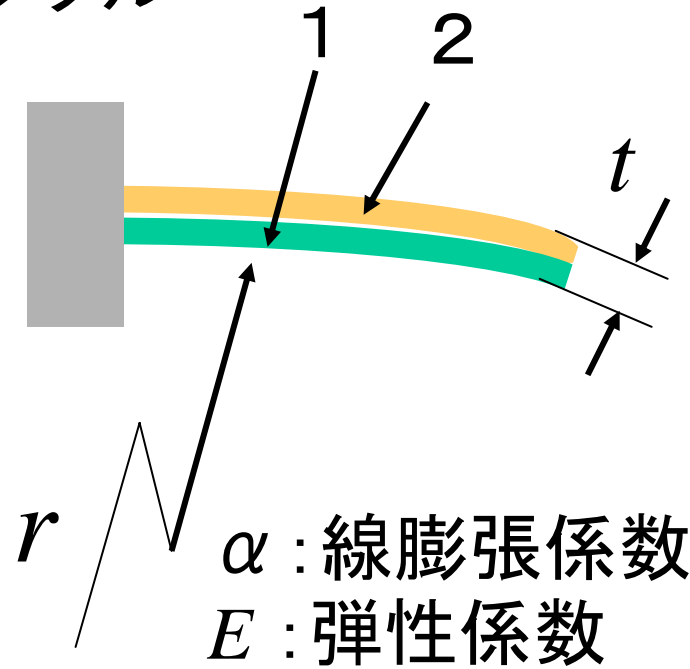


$$\frac{\Delta V}{V} = \beta_{\text{Hg}} - \beta_{\text{glass}} = 1/6000$$

$$\beta_{\text{Hg}} = 0.81 \times 10^{-3}$$

$$\beta_{\text{glass}} = 0.3 \times 10^{-4}$$

## バイメタル



$$r = \frac{t \left[ 3(1+m)^2 + (1+mn) \left\{ m^2 + (1/mn) \right\} \right]}{6(\alpha_2 - \alpha_1)(T - T_0)(1+m)^2}$$

$$m = t_1/t_2, n = E_1/E_2$$

# 化学天秤

$$\tan \phi = \frac{l \Delta W \cos \alpha}{l(2W + \Delta W) \sin \alpha + W_B d}$$

$$S = \frac{\phi}{\Delta W} \approx \frac{\tan \phi}{\Delta W}$$

$$\approx \frac{l \cos \alpha}{2lW \sin \alpha + W_B d}$$

