



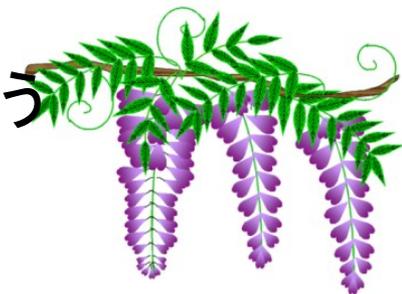
電気・電子計測

【第3回】

<http://cobayasi.com/keisoku/3rd/3rd.pdf>

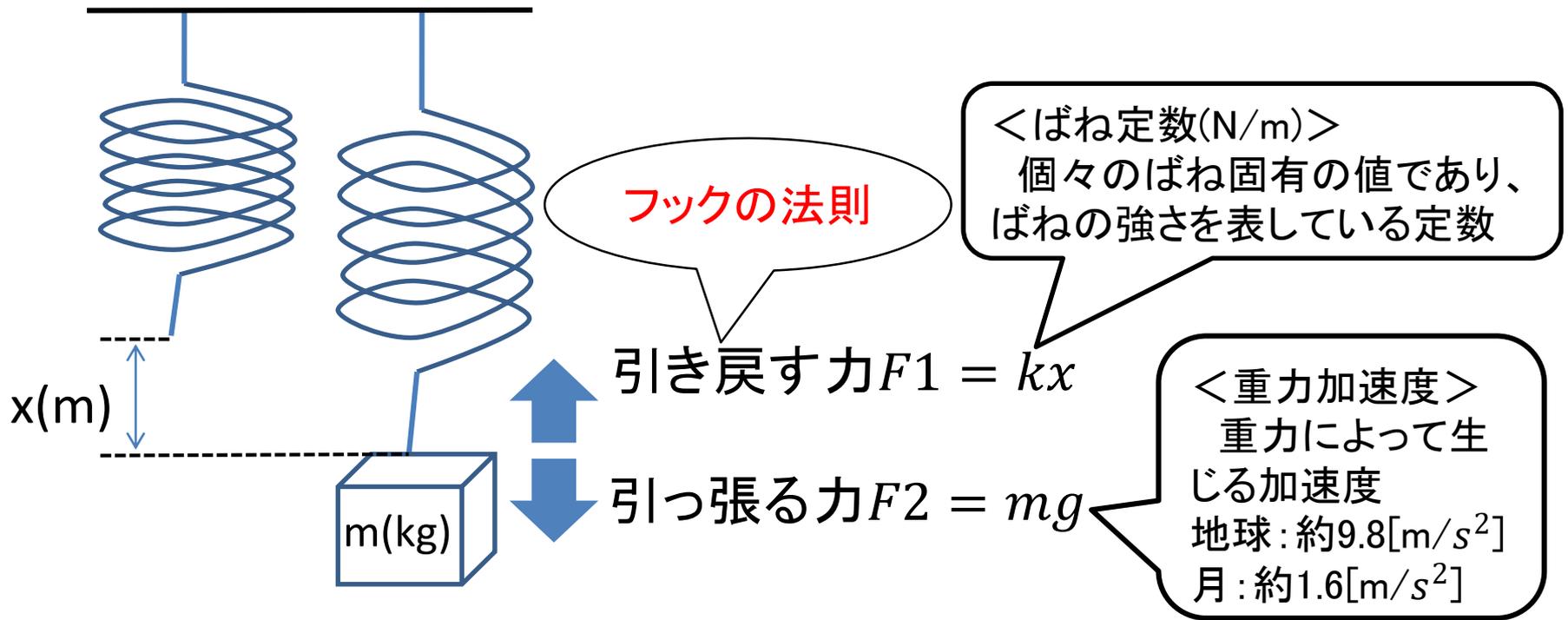
■ 電気計測・直流1（教科書P20～P24）

1. 偏位法と零位法について学ぼう
2. 指示計器
3. 可動コイル形電流系による直流電流の計測
4. 理想の電流計と現実の電流計の違いを知ろう
5. 分流器を用いたより大きな電流の測定



1. 偏位法と零位法について学ぼう

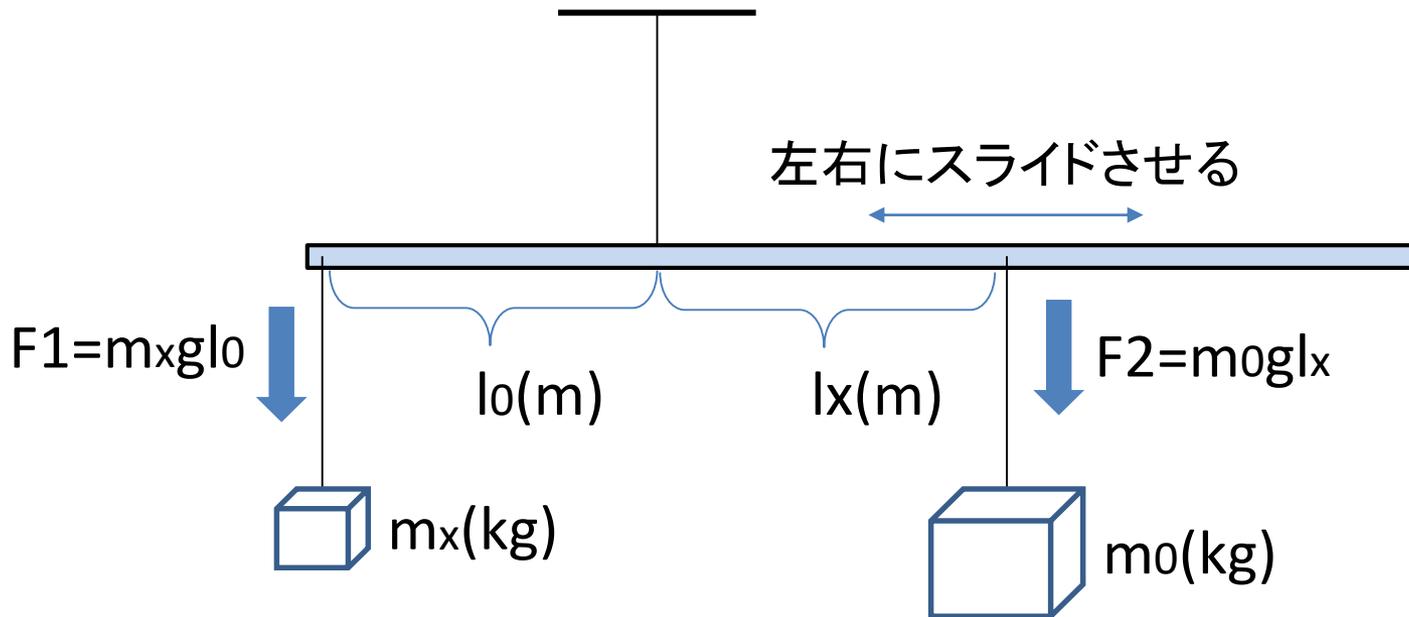
■ 偏位法：測定器の針の振れの量で測定する



引き戻す力 $F_1(\text{N})$ と引っ張る力 $F_2(\text{N})$ が釣り合ったとき、 $F_1 = F_2 \rightarrow m = \frac{kx}{g}$ 式(2.1)

- すばやく測定できるが、環境の変化の影響を受けやすい。校正することが必要。

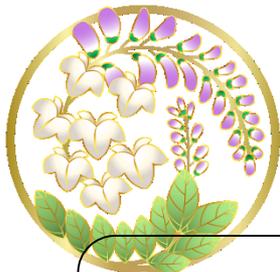
- 零位法：2つの量のバランスを取って指針をゼロにして測定する



左周りのモーメント F_1 (Nm)と右回りのモーメント F_2 (Nm)が釣り合うとき、

$$F_1 = F_2 \rightarrow m_x = \frac{l_x}{l_0} m_0 \quad \text{式(2.2)}$$

- 測定に時間がかかるが、環境の変化の影響を受けにくい



2. 指示計器

指針によって直接測定値を読み取ることができる計器
(偏位法で測定する)

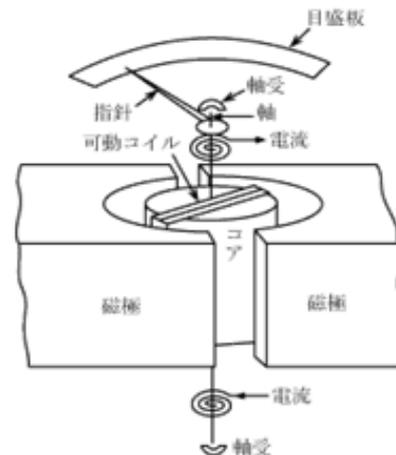
■長所と短所

長所

- ① 測定量を針の振れに変換するので、直感的にわかりやすい
- ② 一定期間の平均的な値を示すので、ノイズ(雑音)やエイリアシング(折り返し雑音)の影響が少ない

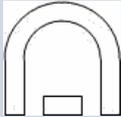
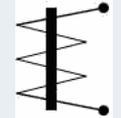
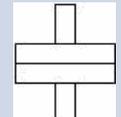
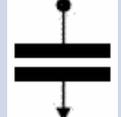
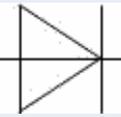
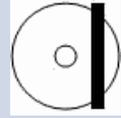
短所

- ③ 応答速度が遅い
- ④ コンピュータ計測には不向き

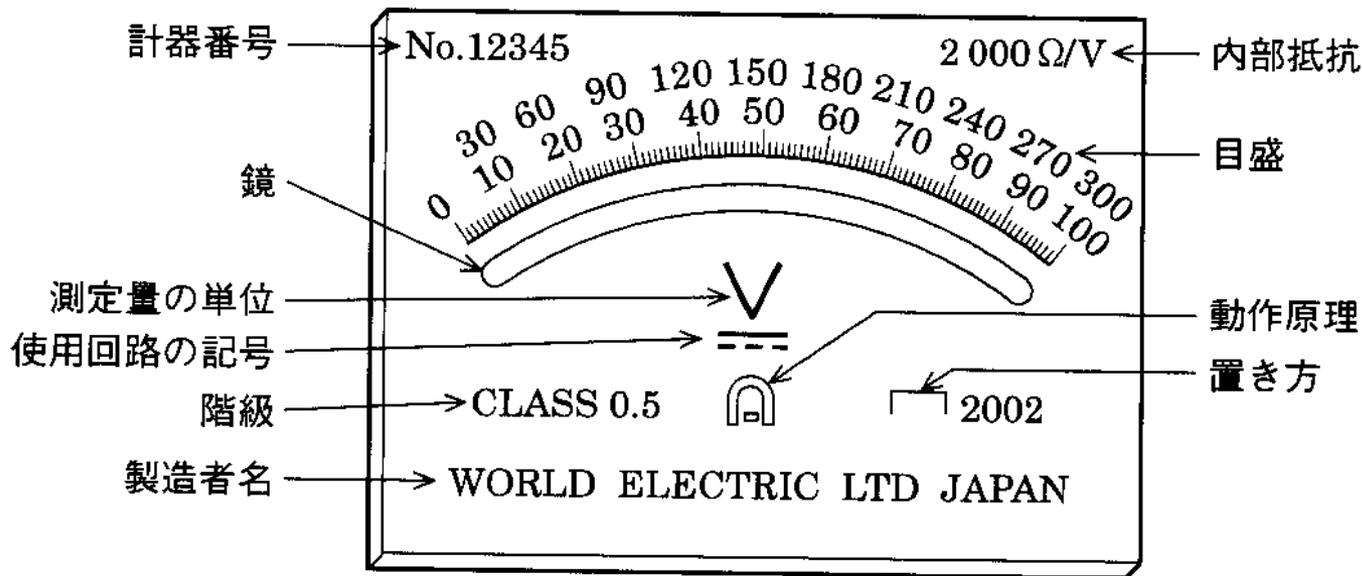


可動コイル形計器の構造

指示計器の種類

種類	記号	使用回路	使用例
可動コイル形		直流	電圧計、電流計、抵抗計、回転計、温度計、検流計、照度計、磁束計
可動鉄片形		直流・交流	電圧計、電流計、回転計
電流力計形		直流・交流	電力計、周波数計、電圧計、電流計、力率計
熱電形		直流・交流	電圧計、電流計、電力計
静電形		直流・交流	電圧計
整流形		交流	電圧計、電流計、周波数計
誘導形		交流	電力量計

目盛り板の記載事項



測定量の単位記号

測定量	単位記号
電圧	V, mV, kV, μV
電流	A, mA, μA, kA
電力	W, mW, kW, MW
抵抗	Ω, mΩ, kΩ, MΩ
周波数	Hz, kHz, MHz, GHz

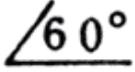
使用回路の図記号

使用回路	図記号
直流	
交流	
直交流両用	

計測器の階級

階級	許容誤差	主な用途
0.2級	±0.2%	特別精密級
0.5級	±0.5%	精密級
1.0級	±1.0%	準精密級
1.5級	±1.5%	普通級
2.5級	±2.5%	準普通級

測定量の置き方記号

種類	記号
鉛直	
水平	
傾斜 (60度の例)	

練習問題

電流を、1.0級の電流計10[A]レンジで測定したら1[A]を示した。このときの指示値に含まれる誤差[%]を求めよ。また、この電流の真値の範囲を示せ。

- 10[A]レンジで測定した時の誤差

$$10[A] \times 0.01 = 0.1[A]$$

$$\frac{0.1[A]}{1[A]} \times 100 = 10[\%]$$

- 指示値の真値の範囲

$$1 \pm 0.1[A]$$

3. 可動コイル形電流計による直流電流の計測

一定の磁束内で、コイルに電流を流したときに発生する力(トルク)を指針の振れに変化させて、電流の強さに比例した指針の振れを読み取る

(可動コイルに取り付けてある)指針の駆動トルク $\Rightarrow nabBI$

渦巻きばねの制動トルク $\Rightarrow c\theta$

$c\theta = nabBI$ のときに、指針は止まるので、

$$I = \frac{c\theta}{nabB} \quad \text{式(2・3)}$$

となり、電流 I は指針の振れ θ に比例する

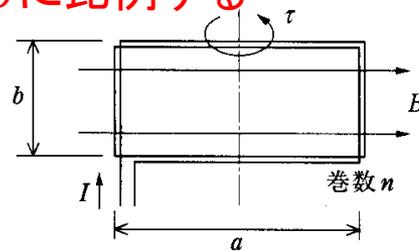
n : コイルの巻数

$a \times b$: コイルの大きさ

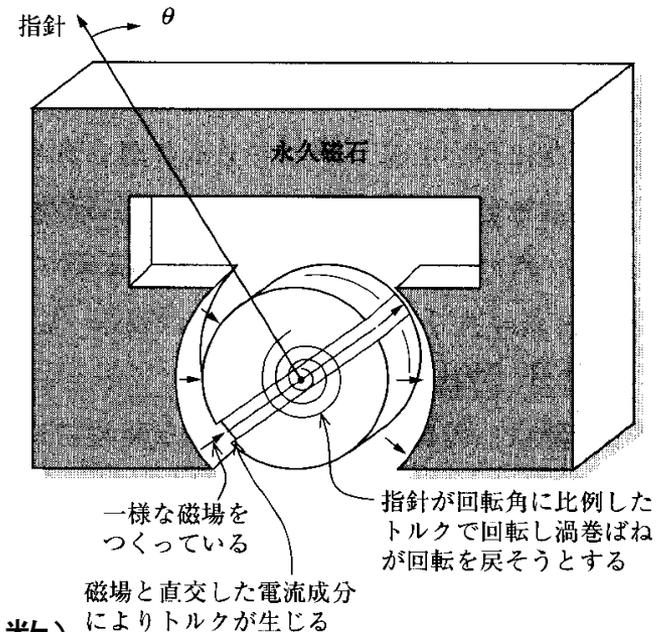
B : 磁束密度

c : 比例定数

(感度係数:計器の寸法や材質によって決まる係数)



(a) 原理図

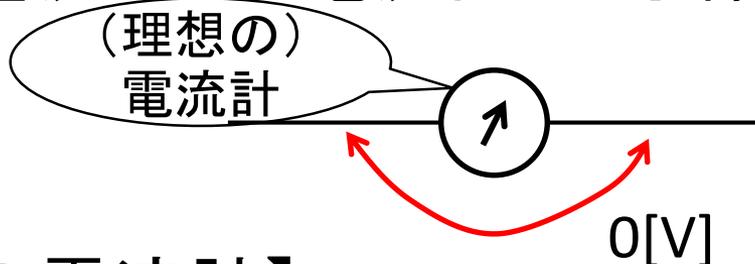


(b) 構造

4. 理想の電流計と現実の電流計の違いを知ろう

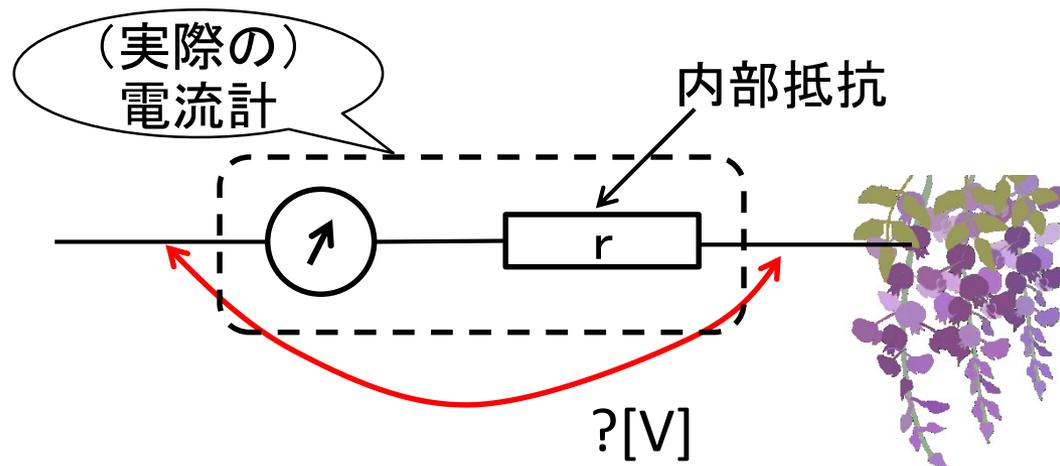
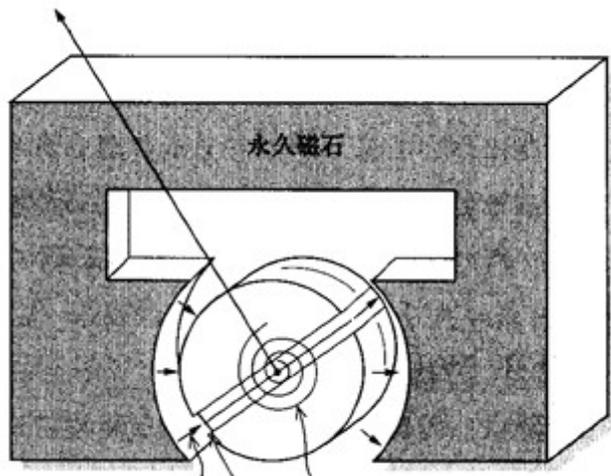
【理想の電流計】

電流を流しても電流計の両端に電圧が発生しない

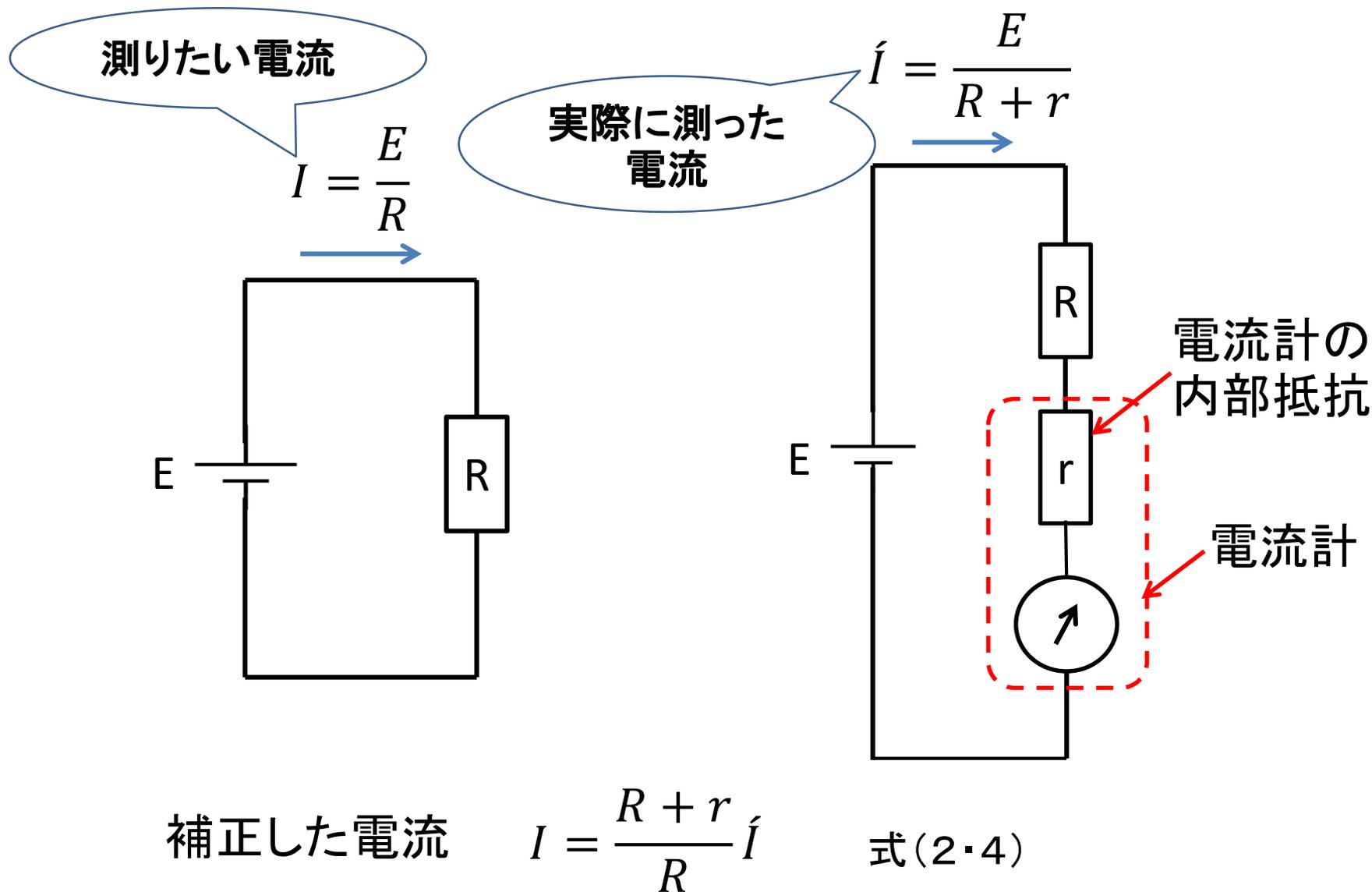


【実際の電流計】

電流を流すと電流計の両端に電圧が発生する



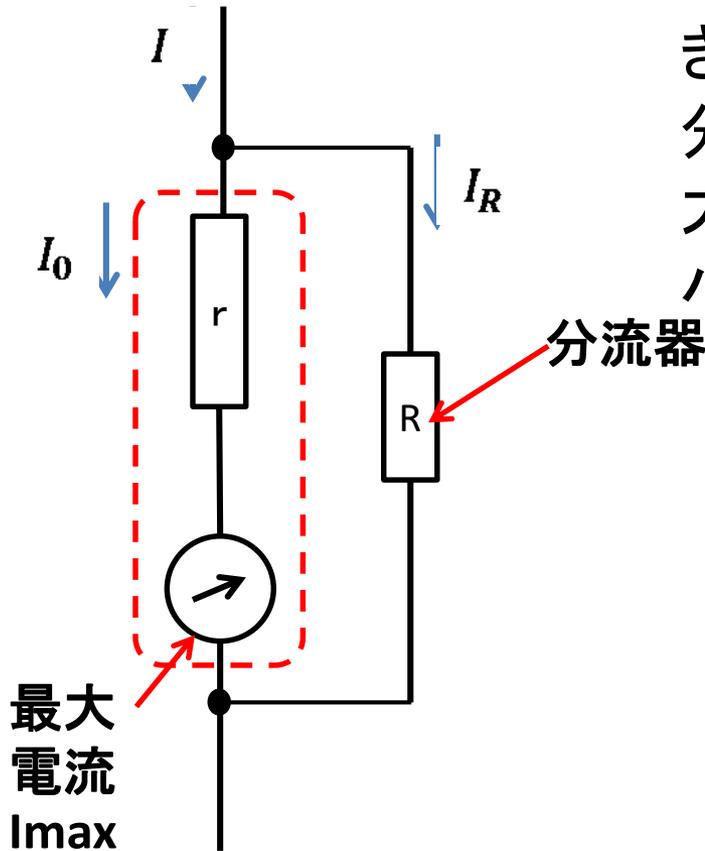
■ 実際の電流計で電流を測ると指示値を補正する必要がある





5. 分流器を用いた、より大きな電流の測定

測りたい電流 I が、電流計で測定できる最大電流 I_{max} よりも大きな場合、分流器 R を電流計と並列に入れて、最大電流 I_{max} 以上の電流を逃がすバイパス回路を作れば、測ることができる



$$I_0 = \frac{R}{r + R} I$$

$$I = \frac{r + R}{R} I_0 = \left(1 + \frac{r}{R}\right) I_0 \quad \text{式(2.5)}$$

倍率 m

電流計の指示の $\left(1 + \frac{r}{R}\right)$ 倍の電流 I を測ることができる



【問題1】

「2つの量をバランスを取って、指示値を0(零)にして知りたい量を測る」こうした方法で測定する測定法の名称をa.~d.から選べ

- a. 偏位法
- b. 間接法
- c. 零位法
- d. 直接法

【問題2】

「指示が直感的でわかりやすく、すばやく測定できるが、環境の変化に影響を受けやすく、校正する必要がある」こうした長所、短所のある測定法の名称をa.～d.から選べ

- a. 偏位法
- b. 間接法
- c. 零位法
- d. 直接法

【問題3】

以下の指示計器の長所と短所の中で、間違いを①～④から選べ

- ① 測定量を針の振れに変換するので直感的にわかりやすい
- ② 一定期間の平均的な値を示すので、ノイズ(雑音)やエイリアシング(折り返し雑音)の影響が少ない
- ③ 応答速度が非常に速い
- ④ コンピュータ計測には不向き

【問題4】

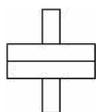
次の指示計器を表す図記号①～④に対応する計器の名称をa.～d.から選べ

①



c

②



d

③



b

④



a

a.可動コイル形

b.熱電対形

c.可動鉄片形

d.電流力計形

【問題5】

内部抵抗20[Ω]、最大電流値10[mA]の電流計で、1[A]までの電流を計測するための分流器Rの抵抗値をa.～d.から選べ

a. 0.02[Ω]

$$\text{式(2.5)} \quad I = \left(1 + \frac{r}{R}\right) I_0 \text{ より}$$

b. 0.05[Ω]

$$R = \frac{r}{\frac{I}{I_0} - 1} = \frac{r}{m - 1} = \frac{20}{100 - 1} \cong 0.202[\Omega]$$

c. 0.202[Ω]

d. 0.404[Ω]

【問題6】

ある電流を0.5級の電流計10mAレンジで測定したら、指示値が2[mA]であった。このときの真値の範囲と誤差率を求めよ。

- 10[mA]レンジで測定した時の誤差

$$10[mA] \times 0.005 = 0.05[mA]$$

$$\frac{0.05[mA]}{2[mA]} \times 100 = 2.5[\%]$$

- 指示値の真値の範囲

$$2 \pm 0.05[mA]$$

本日の提出課題

1[kΩ]の抵抗器Rに、並列に電流計を挿入したら指示値が $I' = 10$ [mA]になった。電流計を挿入しないときの抵抗器Rに流れる電流 I を求めよ。ただし、電流計の内部抵抗は $r = 10$ [Ω]とする。

式(2.4)に抵抗器 $R = 1$ [kΩ],電流計の内部抵抗 $r = 10$ [Ω],指示値 $I' = 10$ [mA]を代入すると

$$\begin{aligned} I &= \frac{R + r}{R} I' = \left(1 + \frac{r}{R} \right) I' \\ &= \left(1 + \frac{10}{1 \times 10^3} \right) \times 10 \times 10^{-3} = 10.1 \text{ [mA]} \end{aligned}$$