

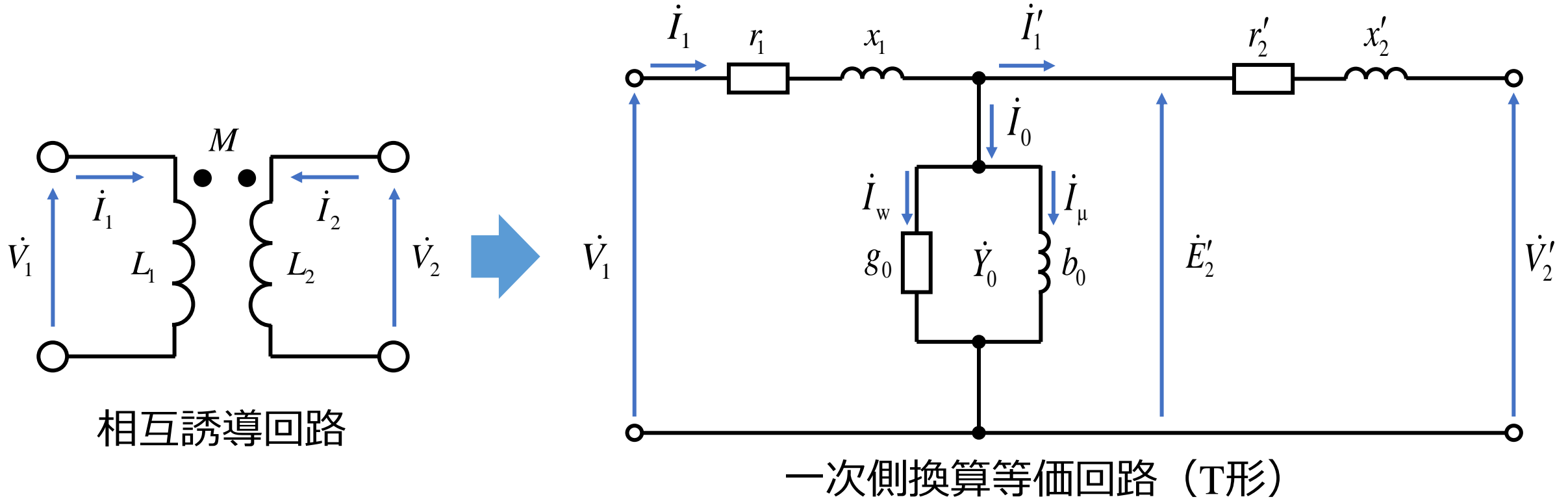
# **4. 各種試験によるパラメータの導出**

## **4. Derivation of Each Parameters Using Exams of Transformer**

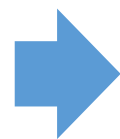
### **講義内容**

- 1. L形簡易等価回路**
- 2. 無負荷試験と短絡試験**
- 3. パーセントインピーダンス**

# 一次側換算等価回路

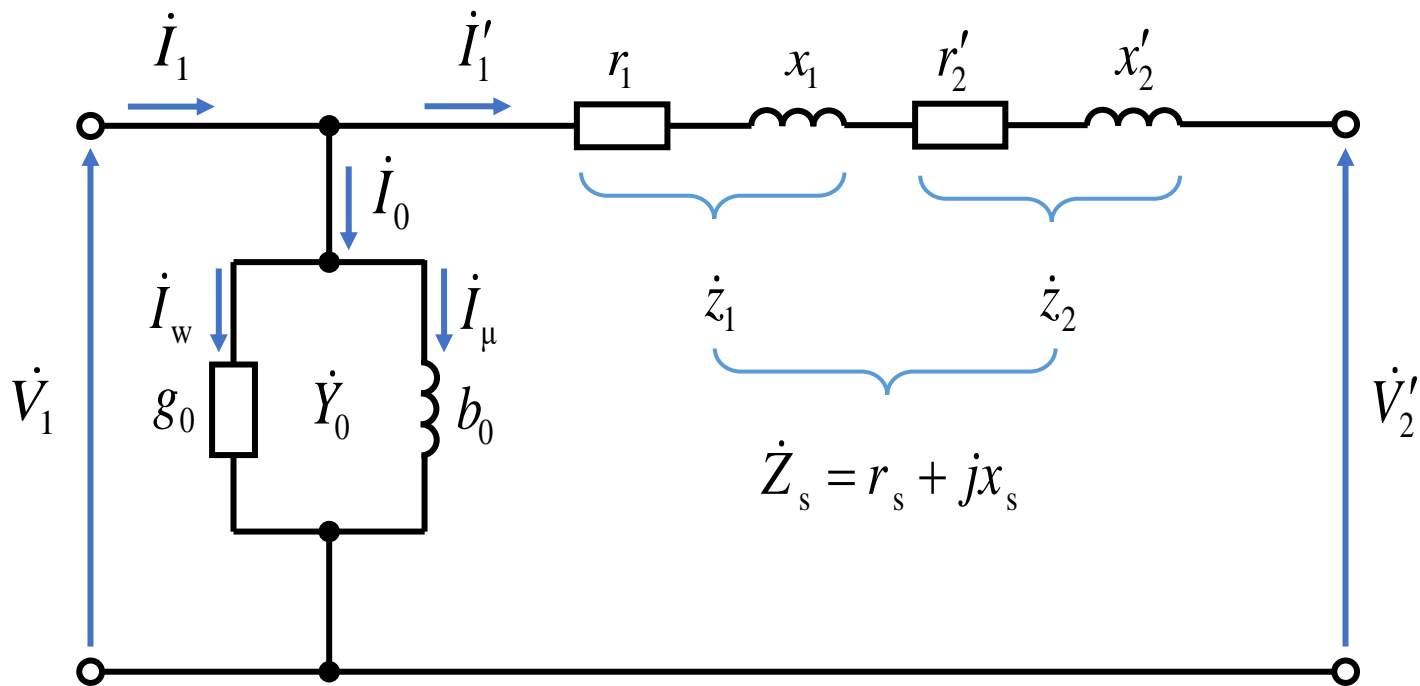


一次側換算等価回路に変形することで  
**実際**の回路に近い**電気**回路として扱える



実用上は取り扱いが複雑なため簡易等価回路に変形

# L形簡易等価回路



一次側の **巻線** 抵抗と **漏れ** リアクタンスをそのまま二次側に持ってくる

不正確 ↓ 簡易

**L形簡易** 等価回路

短絡 **インピーダンス**  $\dot{Z}_s = r_s + jx_s = (r_1 + r'_2) + j(x_1 + x'_2) = (r_1 + a^2 r_2) + j(x_1 + a^2 x_2)$

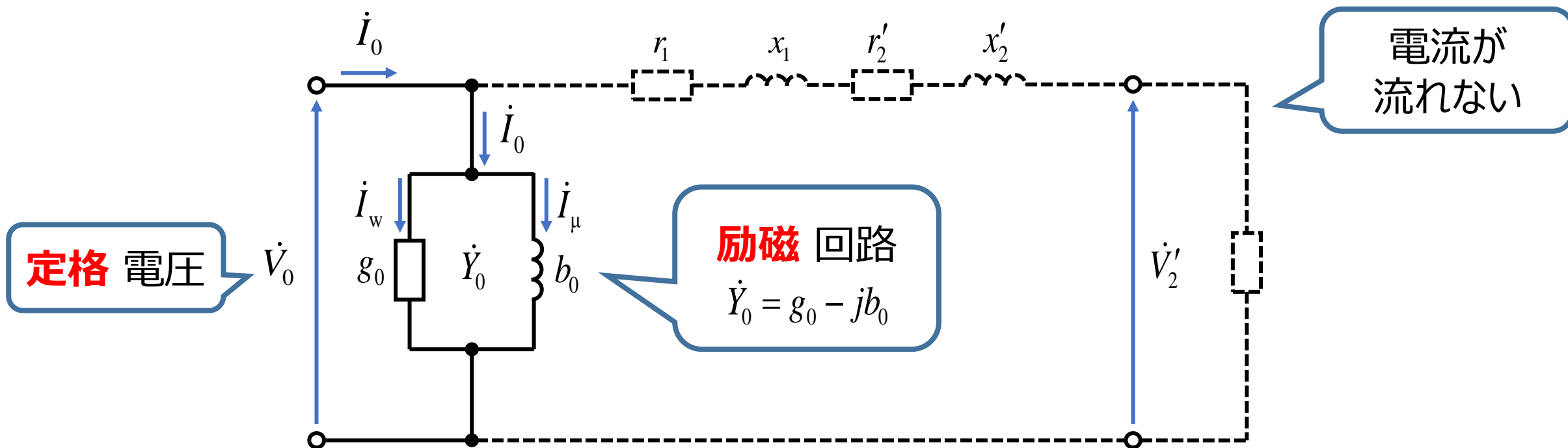
短絡 **抵抗**

短絡 **リアクタンス**

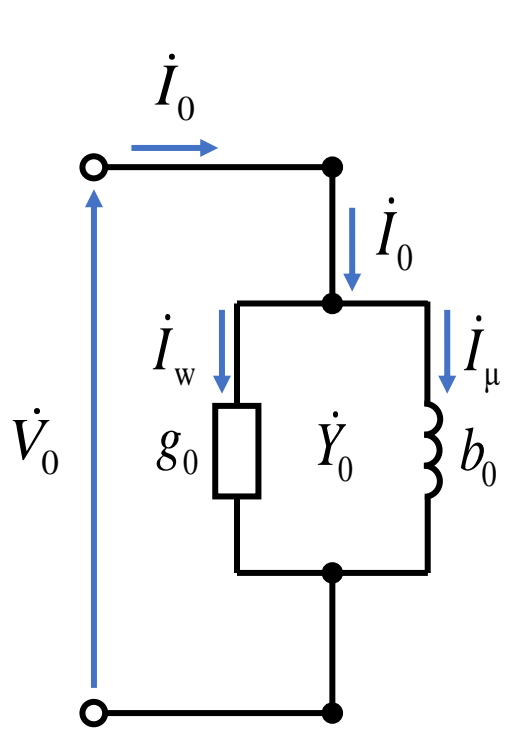
# 等価回路定数の測定：無負荷試験

## 無負荷試験

変圧器の **2次** 巻線端子を **開放** して **1次** 巻線に通電する試験  
⇒ **励磁** 回路にのみ電流が流れる ⇒  $g_0$  と  $b_0$  が測定できる



# 等価回路定数の測定：無負荷試験



$$P_0 = I_w \cdot V_0 = g_0 \cdot V_0^2$$

端子電圧（**定格**電圧）

励磁（**鉄損**）**コンダクタンス**

**鉄損**電流

無負荷試験時の入力電力 = **鉄損**

$$I_0 = Y_0 \cdot V_0 = \sqrt{g_0^2 + b_0^2} \cdot V_0$$

励磁 **サセプタンス**

励磁 **アドミタンス**

無負荷電流（**測定値**）

# 等価回路定数の測定：無負荷試験

$$P_0 = I_w \cdot V_0 = g_0 \cdot V_0^2 \quad \Rightarrow \quad g_0 = \frac{P_0}{V_0^2}$$

無負荷試験時の入力電力  
⇒ **電力計** で測定可能

端子電圧（定格電圧）  
⇒ **電圧計** で測定可能

$$I_0 = Y_0 \cdot V_0 = \sqrt{g_0^2 + b_0^2} \cdot V_0 \quad \Rightarrow \quad b_0 = \sqrt{Y_0^2 - g_0^2} = \sqrt{\left(\frac{I_0}{V_0}\right)^2 - g_0^2}$$

上式で導出

無負荷試験の電圧と電流  
⇒ **電圧計** と **電流計** で測定可能

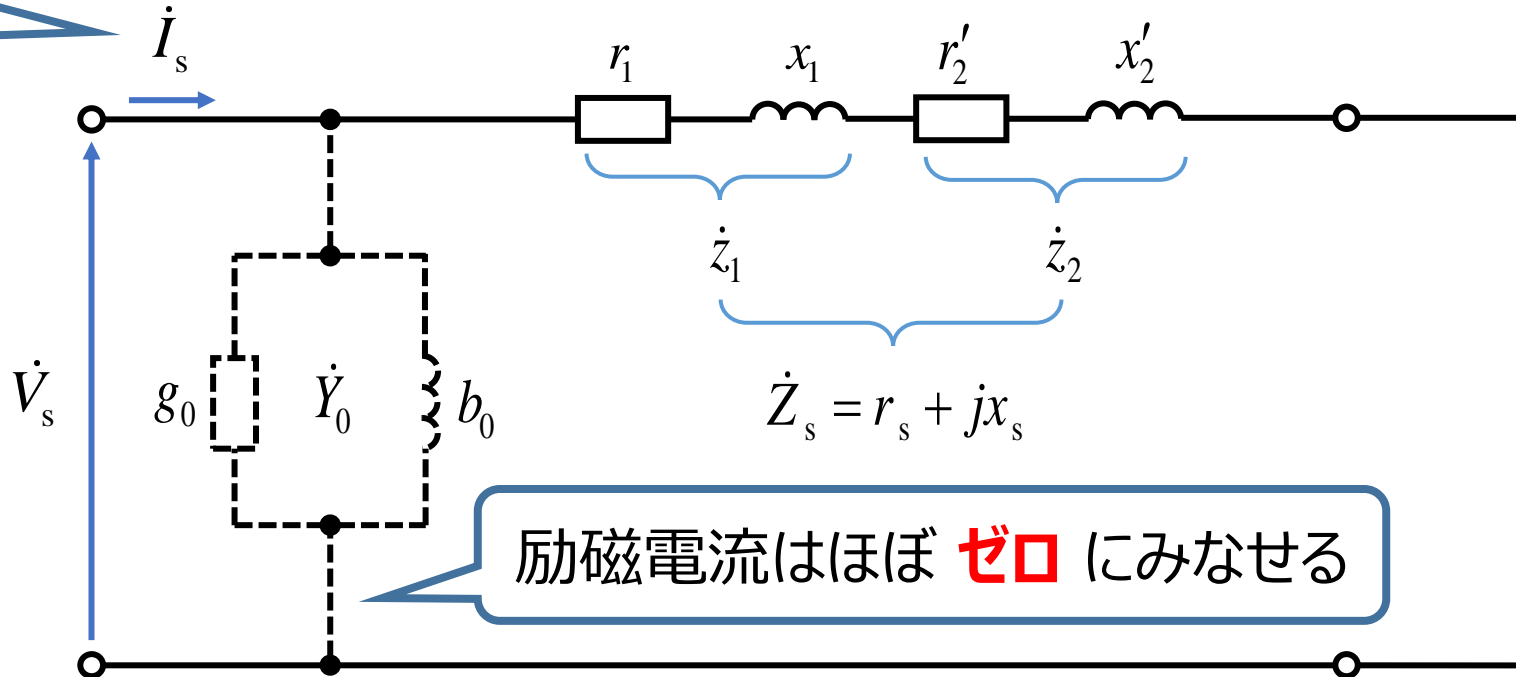
**簡単** な計測機器で **励磁** 回路の  
パラメータが導出できる！

# 等価回路定数の測定：短絡試験

## 短絡試験

変圧器の **2次** 巻線端子を **短絡** して **1次** 巻線に通電する試験  
⇒ **励磁** 電流は見かけ上 **無視** できる ⇒  $r_s$  と  $x_s$  が測定できる

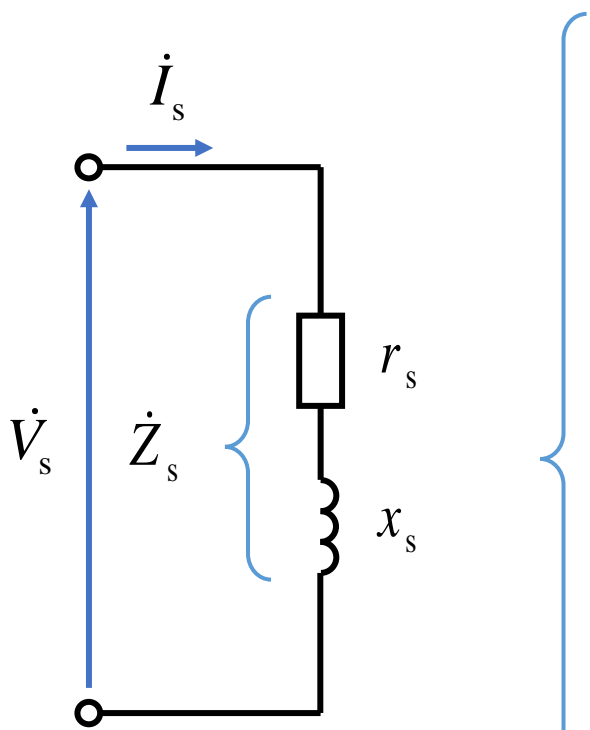
定格電流



2次端子を短絡する

励磁電流はほぼ **ゼロ** にみなせる

# 等価回路定数の測定：短絡試験



$$P_s = r_s \cdot I_s^2$$

短絡電流（**定格**電流）

短絡**抵抗**

短絡試験での入力電力（**測定値**）

$$\dot{V}_s = \dot{Z}_s \cdot \dot{I}_s$$

短絡**インピーダンス**

短絡試験での電圧（**測定値**）

$$\dot{Z}_s = r_s + jx_s$$

短絡**リアクタンス**

短絡**抵抗**



# 等価回路定数の測定：短絡試験

$$P_s = r_s \cdot I_s^2 \quad \Rightarrow \quad r_s = \frac{P_s}{I_s^2}$$

短絡試験時の入力電力  
⇒ **電力計** で測定可能

短絡電流（定格電流）  
⇒ **電流計** で測定可能

$$\begin{aligned} \dot{V}_s &= \dot{Z}_s \cdot \dot{I}_s & \Rightarrow & \quad V_s = Z_s \cdot I_s \\ \dot{Z}_s &= r_s + jx_s & \Rightarrow & \quad Z_s = \sqrt{r_s^2 + x_s^2} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad x_s = \sqrt{Z_s^2 - r_s^2} = \sqrt{\left(\frac{V_s}{I_s}\right)^2 - r_s^2}$$

上式で導出

**簡単**な計測機器で**短絡**回路の  
パラメータが導出できる！

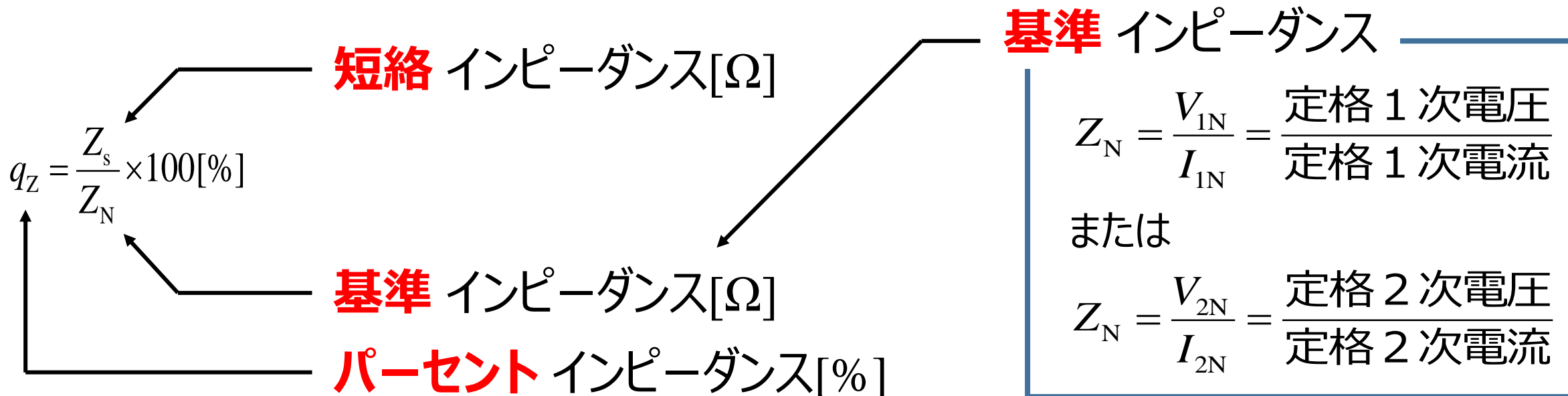
短絡試験の電圧と電流  
⇒ **電圧計**と**電流計**で  
測定可能

# 短絡インピーダンスとパーセントインピーダンス

## 1次側 短絡インピーダンス

変圧器の **1次** 端子を **短絡** して **2次** 端子から見た **短絡** インピーダンスを考える  $\Rightarrow$  **2次側基準** となるため、値が変化

**各種** 短絡インピーダンスを **パーセント** インピーダンスとして表す (基準に基づく)



# パーセント（短絡）インピーダンス

$$q_z = \frac{Z_s}{Z_N} \times 100 = \sqrt{q_r^2 + q_x^2} = \%Z$$

この表記も多い

パーセントリアクタンス[%]  
パーセント抵抗[%]

$$\frac{Z_s}{Z_N} = \frac{I_{1N}}{V_{1N}} \sqrt{r_s^2 + x_s^2} = \frac{I_{1N}}{V_{1N}} \sqrt{(r_1 + a^2 r_2)^2 + (x_1 + a^2 x_2)^2}$$

短絡試験で測定した電圧  $V_s$   
⇒ インピーダンス **電圧**

短絡試験で測定した電力  $P_s$   
⇒ インピーダンス **ワット**

パーセントインピーダンスを用いると、1次側短絡試験を行っても、2次側短絡試験を行っても得られるパーセントインピーダンスは **同一** となる

➡ パーセント（**短絡**）インピーダンス：**定格** のインピーダンスに対する **比率**

# 例題：パーセントインピーダンス

12

定格容量300[kVA]， 定格電圧 $V_{N1}/V_{N2} = 6.6[\text{kV}] / 400[\text{V}]$ ，  
パーセントインピーダンス $q_Z = 6[\%]$ の単相変圧器において，  
1次側から見たインピーダンス $Z_1[\Omega]$ 及び2次側から見たインピーダンス $Z_2[\Omega]$ を求めよ

定格容量は  $V_{1N}I_{1N} = V_{2N}I_{2N} = 300[\text{kVA}]$  より， 1次側定格電流は  $I_{1N} = \frac{300 \times 10^3}{6.6 \times 10^3} = 45[\text{A}]$

$$q_Z = \frac{Z_s}{Z_N} \times 100 = \frac{I_{1N}}{V_{1N}} \times 100 Z_s = 6[\%] \quad \text{より，} \quad Z_1 = \frac{V_{N1}}{I_{N1}} \cdot \frac{q_Z}{100} = \frac{6.6 \times 10^3}{45} \cdot \frac{6}{100} = 8.8[\Omega]$$

**2次側短絡**

定格容量は  $V_{1N}I_{1N} = V_{2N}I_{2N} = 300[\text{kVA}]$  より， 2次側定格電流は  $I_{2N} = \frac{300 \times 10^3}{400} = 750[\text{A}]$

$$q_Z = \frac{Z_s}{Z_N} \times 100 = \frac{I_{2N}}{V_{2N}} \times 100 Z_s = 6[\%] \quad \text{より，} \quad Z_2 = \frac{V_{N2}}{I_{N2}} \cdot \frac{q_Z}{100} = \frac{400}{750} \cdot \frac{6}{100} = 0.032[\Omega]$$

**1次側短絡**

※2次側短絡して1次側から見たインピーダンスなら1次側が基準 ( $\because Z_1 = Z_{s2}$ )