

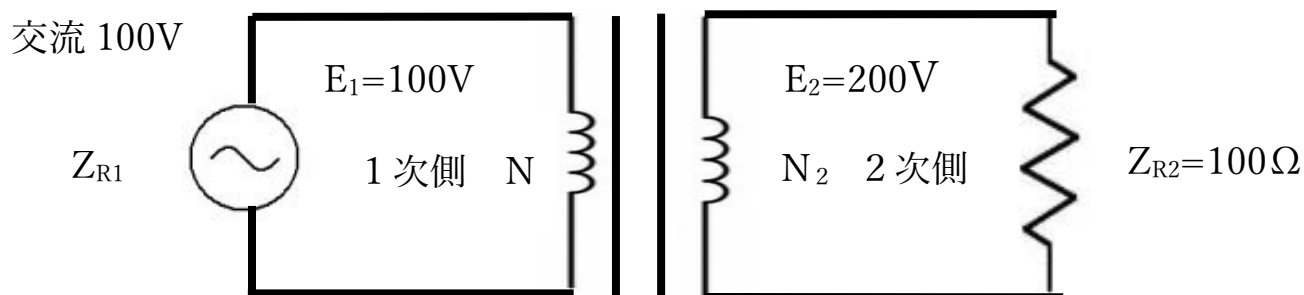
## バランのインピーダンス比とコイル巻数比の関係について

バランはトランスの原理により働きます。

- ・入力（リグ）側がトランスの1次側、出力（アンテナ）側が2次側に相当します。

1次側と2次側のコイル巻数比

$$N_1 : N_2 = (1 : 2)$$



$$P_1 = P_2 = 400W$$

$$I_2 = E_2 / Z_{R2} = 2A$$

$$I_1 = P_1 / E_1 = 4A$$

$$P_2 = (I_2)^2 \cdot Z_{R2} = 400W$$

例えば、1次側と2次側の巻線比  $N_1 : N_2 = (1 : 2)$  のトランスにおいて、1次側のコイルに交流（AC） $E_1 = 100V$  を流すと、巻線数比  $1 : 2$  に比例して2次側のコイルに、誘導起電力により、逆起電力が生じ、交流（AC） $E_2 = 200V$  が生じます。

- ・2次側のインピーダンス  $Z_{R2} = 100\Omega$  とすると、  
オームの法則により、2次側の電流  $I_2 = E_2 / Z_{R2} = 200V / 100\Omega = 2A$
- ・2次側の電力  $P_2 = (I_2)^2 \cdot Z_{R2} = (2A)^2 \cdot 100\Omega = 400W$
- ・トランスの内部抵抗による減衰を無視して、エネルギー保存の法則に従って、2次側と1次側の電力は等しくなるので、 $P_1 = P_2 = 400W$
- ・よって、1次側の電流  $I_1 = P_1 / E_1 = 400W / 100V = 4A$  となります。
- ・よって、1次側のインピーダンス  $Z_{R1} = E_1 / I_1 = 100V / 4A = 25\Omega$  となり、
- ・よって、1次側と2次側のインピーダンス比は、 $Z_{R1} : Z_{R2} = 25\Omega : 100\Omega = (1 : 4)$  となり、巻数比  $(1 : 2)$ 、又は電圧比  $(100 : 200) = (1 : 2)$  の2乗に比例します。バランの表記は《2次側：1次側》なので、《4：1》バランに相当します。

# (1:1) バラン の構造と原理

1次側(リグ同軸側) 不平衡  
 ↓特性インピーダンス  $Z_{R1} = 50\Omega$

2次側 (アンテナ側) 平衡  
 空中線給電点インピーダンス  
 ↓  $Z_{R2} = 50\Omega$

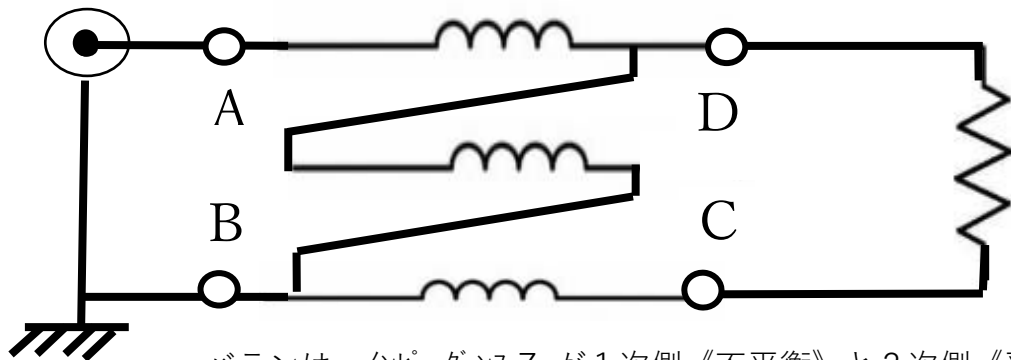
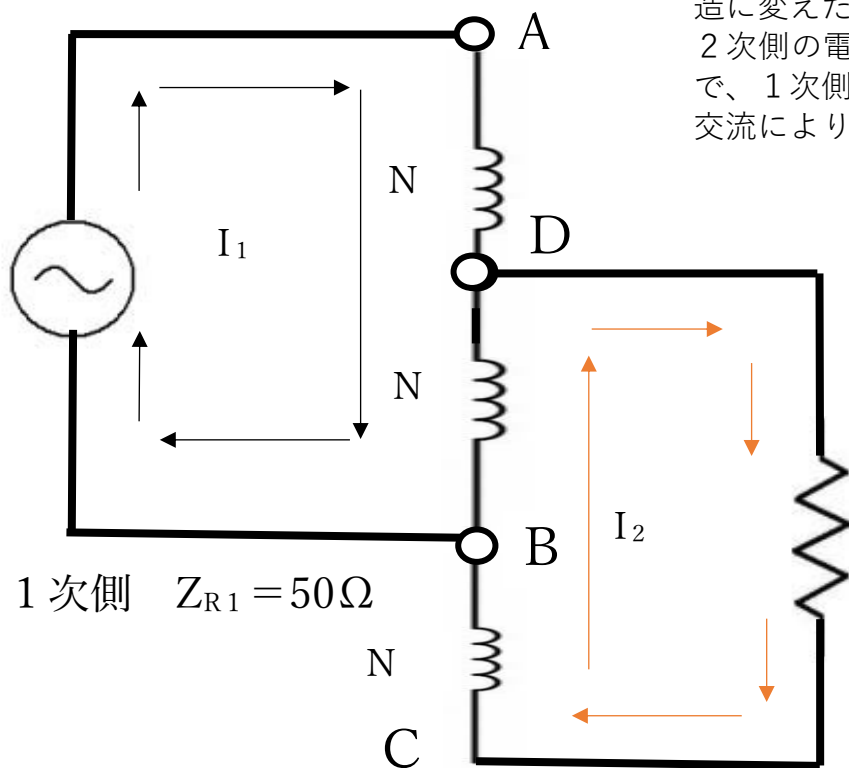


図1-1・バランの構造

バランは、インピーダンス  $Z_R$  が1次側《不平衡》と2次側《平衡》を、平衡になるようバランスをとるものです。

図1-1に(1:1)バランの構造を示します。バランはトランスの構造をもっているため、この原理を説明するため、図1-2にトランス構造に変えたものを示します。2次側の電流  $I_2$  の流れる向きは、誘導起流なので、1次側の電流  $I_1$  の反対方向となり、交流により、黒と赤の方向に交互に変わります。



2次側  $Z_{R2} = 50\Omega$

1次側  $Z_{R1} = 50\Omega$

図1-2・バランの構造の原理

バランの比の表記は、2次側と1次側のインピーダンスの  $Z$  《 $\Omega$ 》 の比、 $(Z_{R2} : Z_{R1})$  で、

$(1 : 1)$   $(4 : 1)$   $(9 : 1)$  等で表します。通常、2次側と1次側のインピーダンス  $Z$  の比は

$(Z_{R2} : Z_{R1}) = (50 (\Omega) : 50 (\Omega)) = (1 : 1)$  で、共に  $50\Omega$  に調整されているので、今回のバランは  $(1 : 1)$  のものを製作します。インピーダンスの比は、2次側と1次側のコイルの巻数比の2乗となることから、

# 入力電力 P に対する、バランに使用するコイル銅線の断面直径 D(理論値)と2D(実用値)の計算法

このことについて、算出方法を下記に説明します。

P : 電力 [W]    I : 電流 [A]    E : 電圧 [V]    R : 抵抗 [ $\Omega$ ]  
[ ] 内は単位とすると、 オームの法則により、 $E = I \cdot R$

$$P = I \cdot E = I \cdot (I \cdot R) = I^2 \cdot R \text{ となり、} P = I^2 \cdot R \quad \cdot \cdot (1)$$

$$(1) \text{ を変形して、} I = \sqrt{P/R} \text{ となります。} \quad \cdot \cdot (2)$$

**銅線に電流を通す場合、電流 I は一般の状況下で、銅線の断面積 1[mm<sup>2</sup>] 当たり、10[A]以下が目安になっています。**

これを、比例式で表すと  $\rightarrow 10 \text{ [A]} / 1 \text{ [mm}^2\text{]}$

使用する銅線に流れる電流を I [A]、銅線の断面積を S [mm<sup>2</sup>] とすると、比例配分により、 $10 \text{ [A]} / 1 = I \text{ [A]} / S \text{ [mm}^2\text{]}$

$$\text{となり、銅線の断面積は、} S = I / 10 \quad \cdot \cdot (3)$$

$$\text{となり、(3) に (2) を代入し、} S = \sqrt{P/R} / 10 \quad \cdot \cdot (4)$$

となります。

次に、銅線の断面積 S [mm<sup>2</sup>] から、銅線の直径 D [mm] を求める計算は、銅線の半径を r、直径を D とすると、

$$\text{銅線の断面積 S は、} S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (D/2)^2 = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$\text{より、銅線の直径 D は、} D = \sqrt{4 \cdot S / \pi} \quad \cdot \cdot (5)$$

により求められ、(5) の式に、(4) の式を代入し、

$$D = \sqrt{4 \cdot \{\sqrt{P/R} / 10\} / \pi} \quad \cdot \cdot (6)$$

となり、銅線の直径 D が求められます。

無線機の入力インピーダンス R は 50 $\Omega$  に調整されているので、

$$D = \sqrt{4 \cdot \{\sqrt{P/50} / 10\} / \pi} \quad \cdot \cdot (7)$$

となり、入力電力 P に対する、使用銅線の直径 D (理論値) が求められます。実用値は安全係数 2 倍を見込み 2D 《実用値》となります。

今回製作するバランは直径 1.0mm を使用するのので、実際には抵抗値：インピーダンス 50 $\Omega$  で 200W まで使用可能です。

## バルンの銅線コイルの直径：D（理論値）と2D《実用値》計算表

	電力	抵抗値 インピーダンス	電流	電圧	銅線 断面積	銅線直径 (理論値)	銅線直径 (実用値)
	P	R	I	E	S	D	2D
単位	[W]	[Ω]	[A]	[V]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]
計算式	P	R	$I = \sqrt{P/R}$	$E = IR$	$S = I^2 / 10$	$D = \sqrt{4S/\pi}$	2D
	1	50	0.141	7.07	0.014	0.13	0.27
	5	50	0.316	15.81	0.032	0.20	0.40
	10	50	0.447	22.36	0.045	0.24	0.48
	20	50	0.632	31.62	0.063	0.28	0.57
	50	50	1.000	50.00	0.100	0.36	0.71
	100	50	1.414	70.71	0.141	0.42	0.85
	200	50	2.000	100.00	0.200	0.50	1.01
	500	50	3.162	158.11	0.316	0.63	1.27
	1,000	50	4.472	223.61	0.447	0.75	1.51
	2,000	50	6.325	316.23	0.632	0.90	1.79
	5,000	50	10.000	500.00	1.000	1.13	2.26
	10,000	50	14.142	707.11	1.414	1.34	2.68