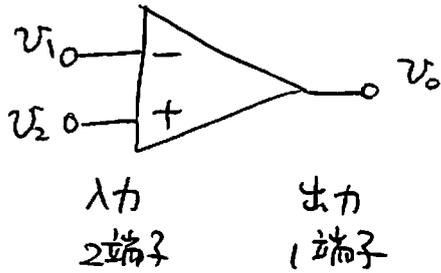


# 1 演算増幅器の基本動作



$$v_0 = A(v_2 - v_1)$$

理想は  $A \rightarrow \infty$

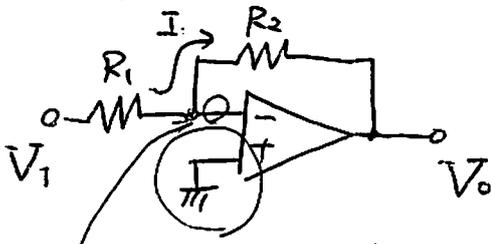
$v_0$  は有限なので、

$v_2 - v_1 = 0$  でないとおかしい。

$$\therefore v_1 = v_2$$

入力の2端子の電位を同じに保つ役割

⇒ 外部回路をつなげると...



$$v_1 = v_2 = 0$$

$$\begin{cases} V_1 = R_1 I \\ V_0 = -R_2 I \end{cases}$$

電流は  $\oplus$  端子は接地 (0V) にして使う  
 カパシタに流れない  
 ( $v_2 = 0$ )

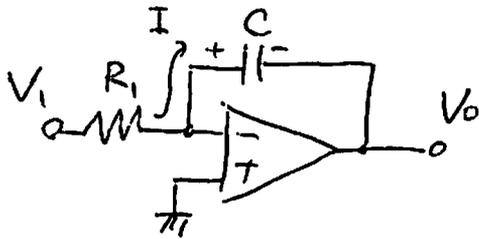
$$V_0 = -\frac{R_2}{R_1} V_1$$

伝達関数で表現

$$\frac{V_0}{V_1} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$\uparrow$        $\uparrow$   
 反転    増幅器  
 ( $R_2 > R_1$ )

## 2 ラプラス変換の利用



$$V_1 = R_1 I$$

$$!$$

コンデンサ  $Q = CV$  ★

QとIの関係  $I = \frac{dQ}{dt}$   $Q = \int I dt$  ★

$$\therefore 0 - V_o = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \int I dt$$

$$V_o = -\frac{1}{C} \int I dt$$

⇒ ラプラス変換

$$V_1(s) = R_1 I(s)$$

$$V_o(s) = -\frac{1}{C} \left( \frac{1}{s} I \right) \leftarrow \text{積分は } \frac{1}{s}$$

$$= -\frac{1}{sC} I$$

~~~~~  
 抵抗と同じ役割 (次元が同じ)

$$\frac{V_o(s)}{V_1(s)} = -\frac{1}{sCR_1} = -\frac{1}{CR_1} \frac{1}{s}$$

~~~~~  
 定数 積分

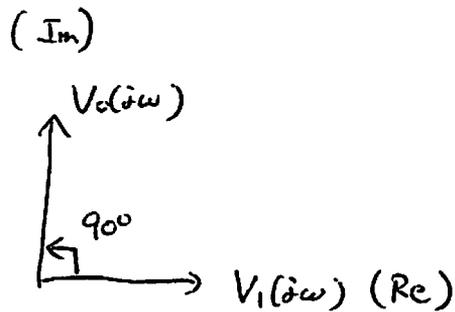
### 3 交流電源による駆動

$s \rightarrow j\omega$  におきかえると交流の解析可  
虚数単位

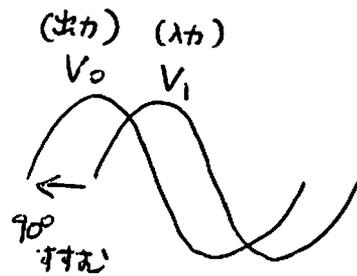
ex. 積分器の場合

$$\frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} = - \frac{1}{j\omega CR_1} = j \frac{1}{\omega CR_1}$$

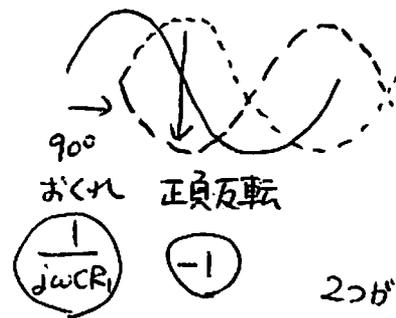
リアクタンス ★  
1/ωC



複素平面での偏角の差がそのまま位相差になる



↓ 実際は

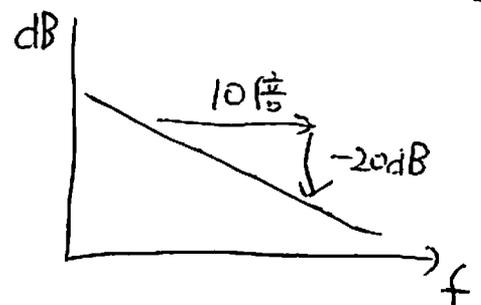


2つが合わさったもの

(反転がなければ積分は 90°おくれ)

ゲイン  $A(\omega) = 20 \log \left| \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} \right| = 20 \log \frac{1}{\omega CR} = -20 \log \omega CR$  [dB]

$$\begin{aligned} A(10 \cdot \omega) &= -20 \log(10\omega CR) \\ &= -20 (\log 10 + \log \omega CR) \\ &= -20 \{ 1 + (-A(\omega)) \} \\ &= -20 + A(\omega) \end{aligned}$$



$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{R_2}{1+sCR_2}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}$   
 1次おくれ

$$\frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+j\omega CR_2}$$

$\omega \ll \frac{1}{CR_2}$  のとき ( $\omega \ll \frac{1}{CR_2}$ )

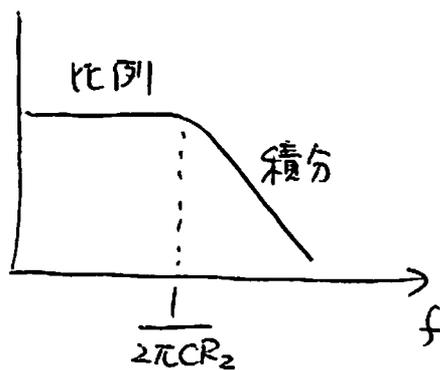
$$1+j\omega CR_2 \approx 1$$

$$\therefore \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} = -\frac{R_2}{R_1} \quad (\text{比例})$$

$\omega \gg \frac{1}{CR_2}$  のとき ( $\omega \gg \frac{1}{CR_2}$ )

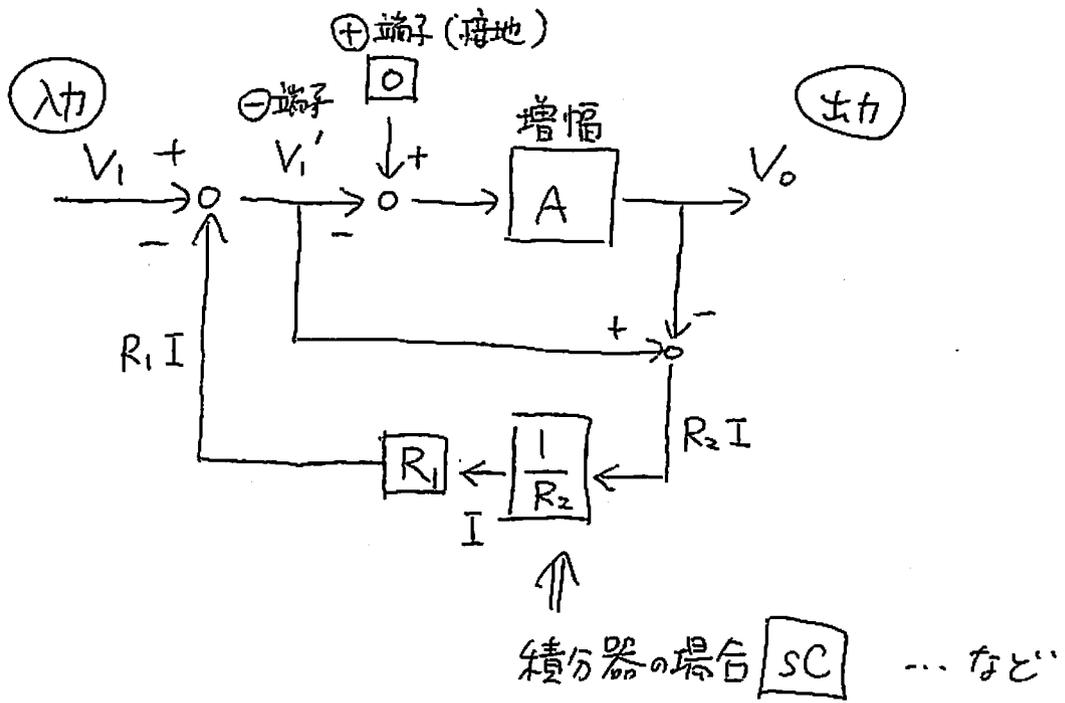
$$1+j\omega CR_2 \approx j\omega CR_2$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} &= -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{j\omega CR_2} \\ &= -\frac{1}{j\omega CR_1} \quad (\text{積分}) \end{aligned}$$



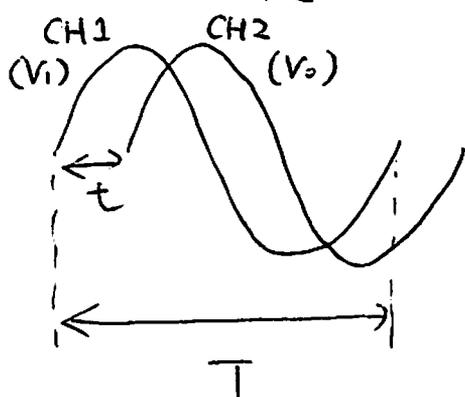
$$(\omega = 2\pi f)$$

<参考> 回路を強引にブロック線図にしたS...



①注

・位相差の測定



$$|\theta| = \frac{t}{T} \times 360^\circ$$

↑

符号は、入力、出力の相対関係で決まる。

図の場合は出力の方が遅いので

$$\theta = -\frac{t}{T} \times 360^\circ$$

・振幅 (利得) の測定

$$(\text{オシロ上の目盛}) \times (\text{V/div}) \times 10 = \text{電圧}$$

↑

オシロ左下に表示

↑

これもちゃんと  
メモしておく

↑

700-70の倍率

↑

( $\times 10$ ) になっているか確認

CH1 0.1V CH2 0.2V

↙

↗

違いもある