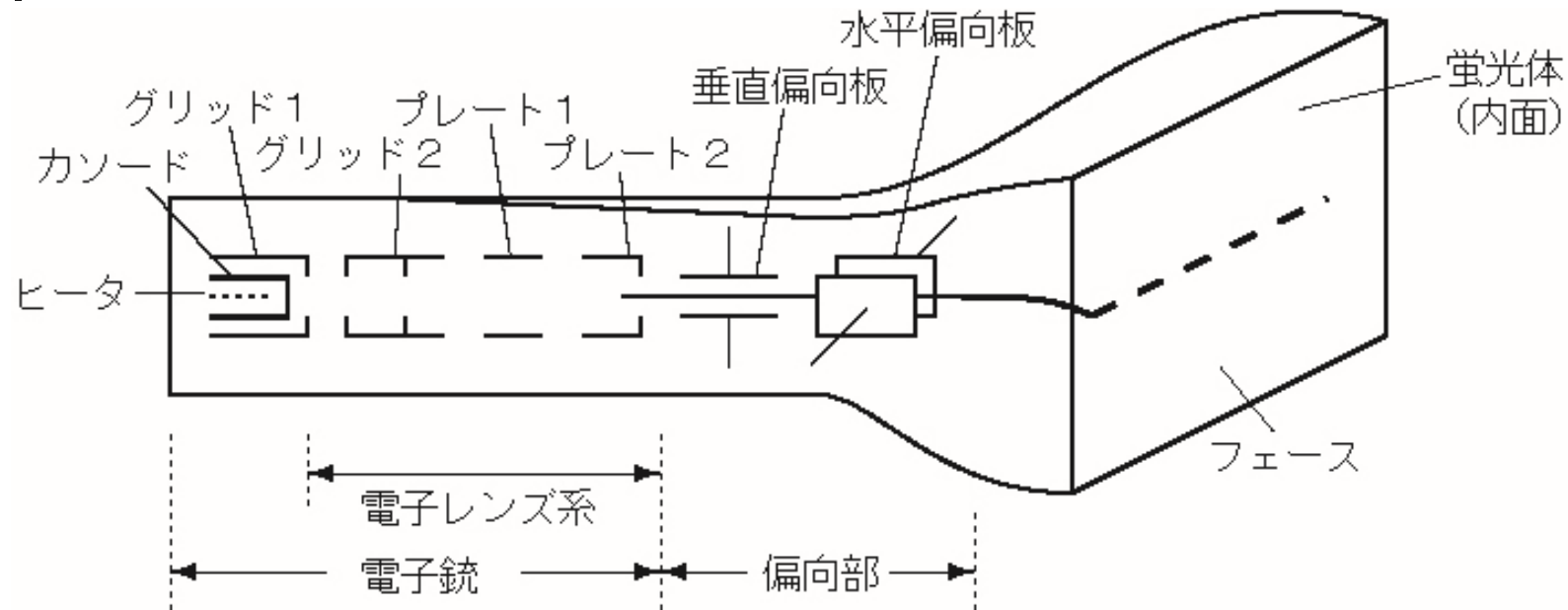


# 電子計測 第2回目 講義資料

杉本 泰博

# オシロスコープでの描画

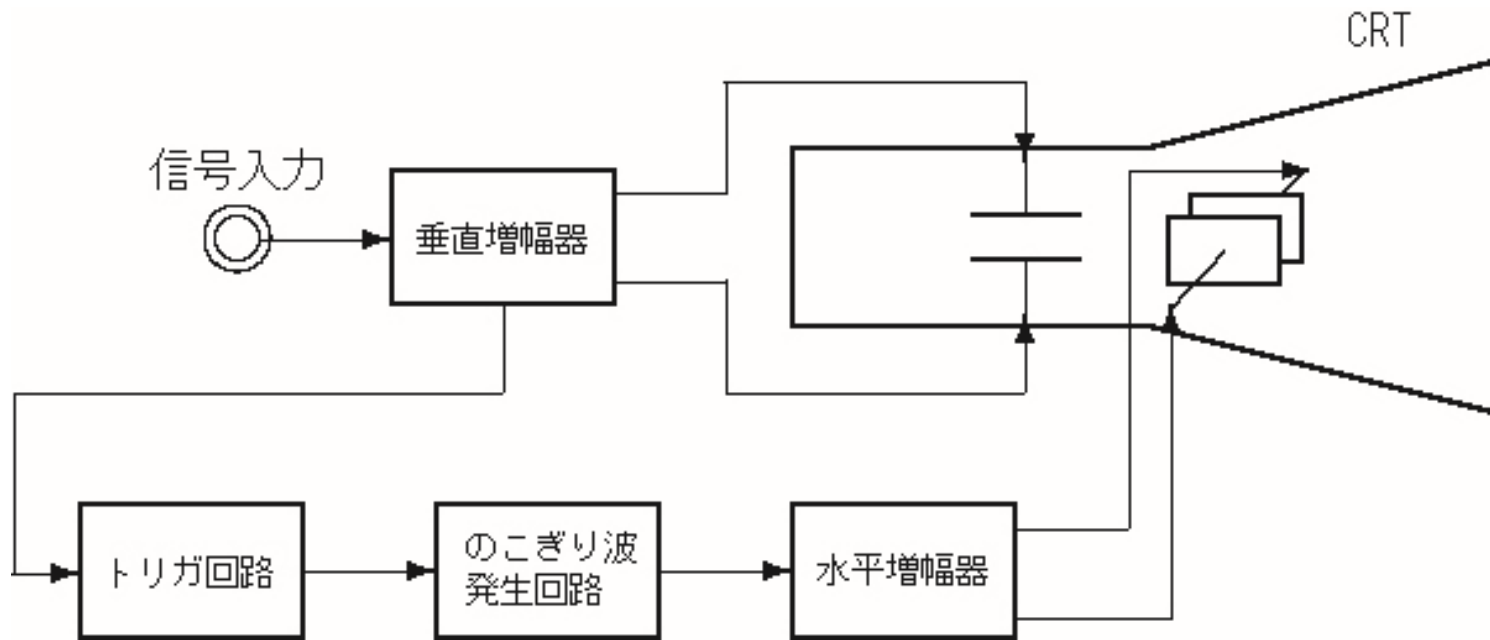


カソード(陰極)はヒーターで加熱され表面から熱電子を放出。熱電子は電界によって加熱され、電子レンズ系によって集束され細い電子ビームとなる。電子ビームは偏向系を通過し、CRT管面の内側に塗られた蛍光体に高速で衝突して蛍光体を発光させる。

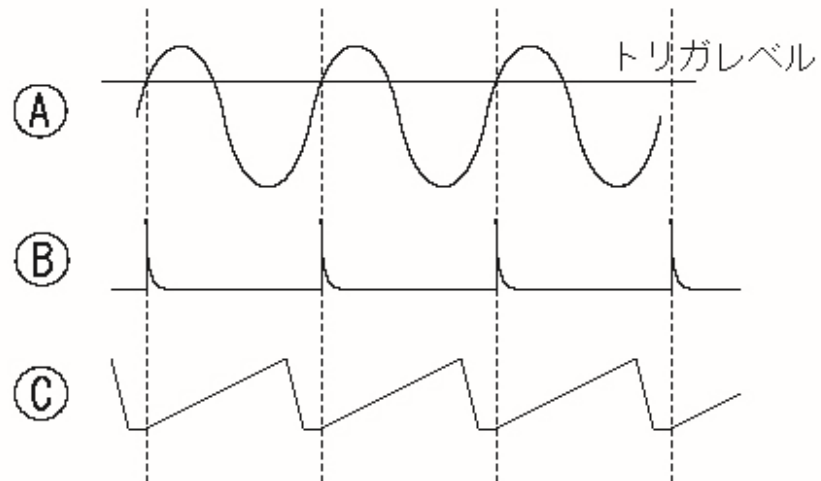
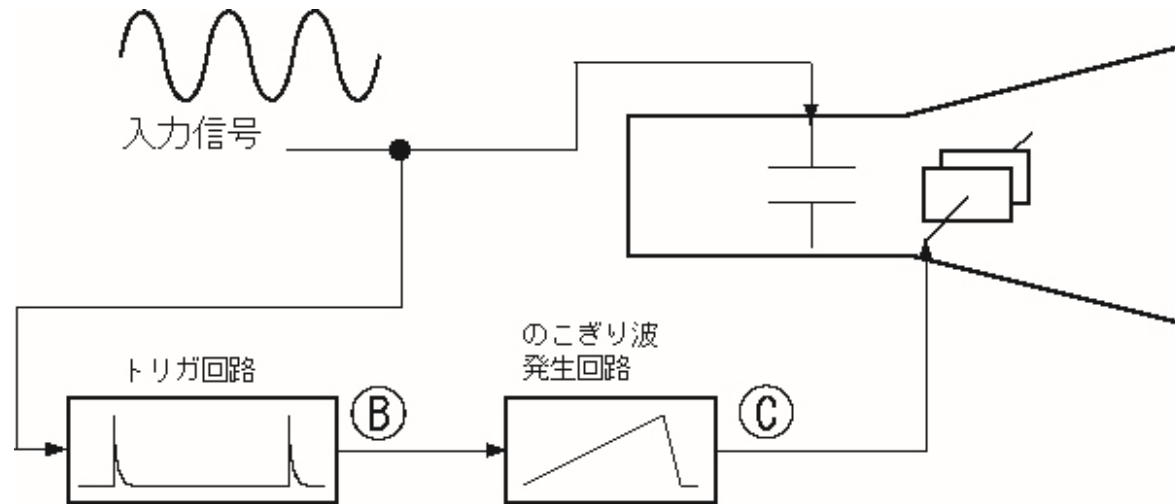
## 垂直偏向板と水平偏向板

電極間に電位差を与えると、偏向板間を通過する電子ビームが電位の高い方に曲げられる。曲げられる大きさは電位差に比例する。

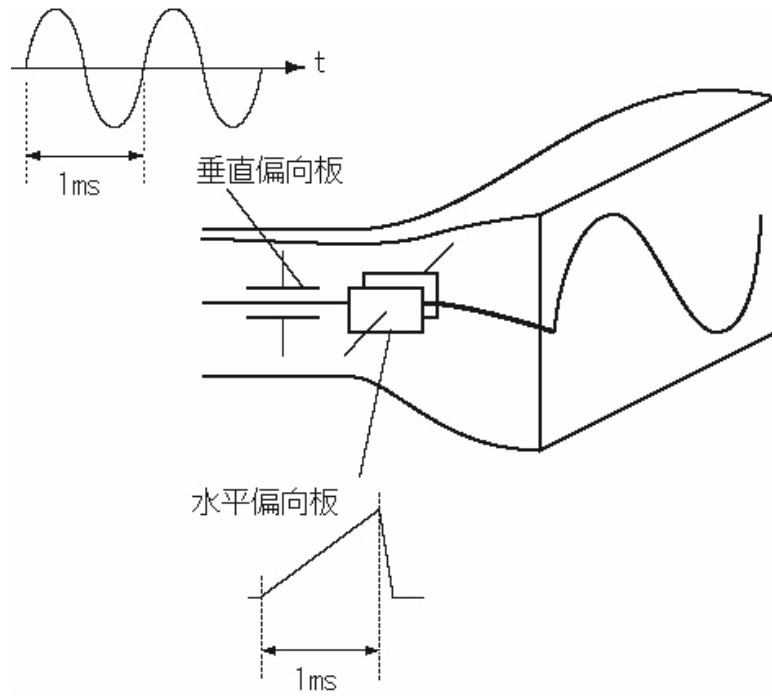
# オシロスコープ(アナログ)の構成



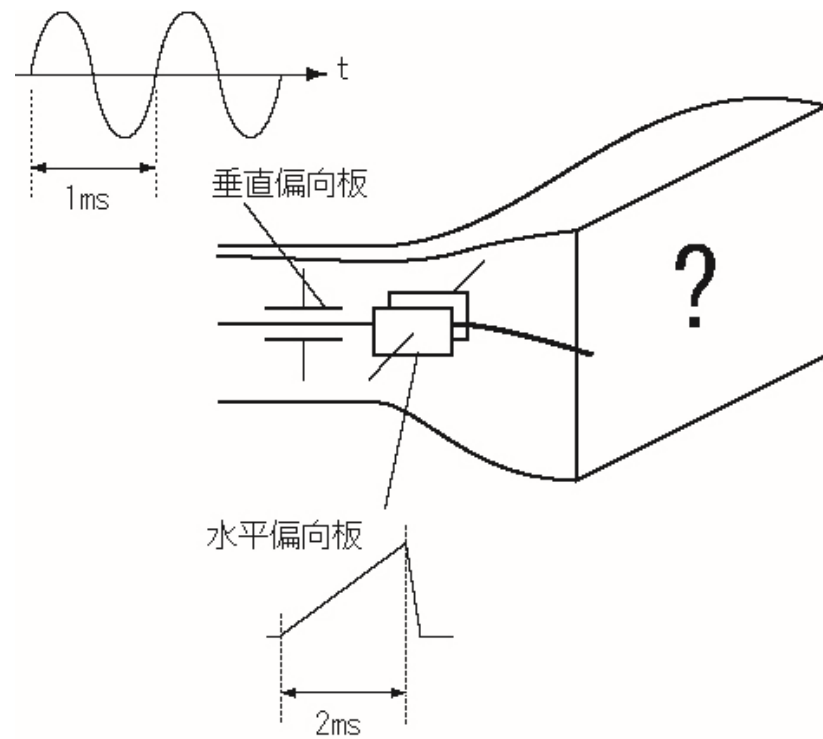
# トリガの仕組み



# 掃引時間



では次の場合の管面の波形はどうなる？



# オシロスコープの性能(その1)

## 1. 垂直偏向感度

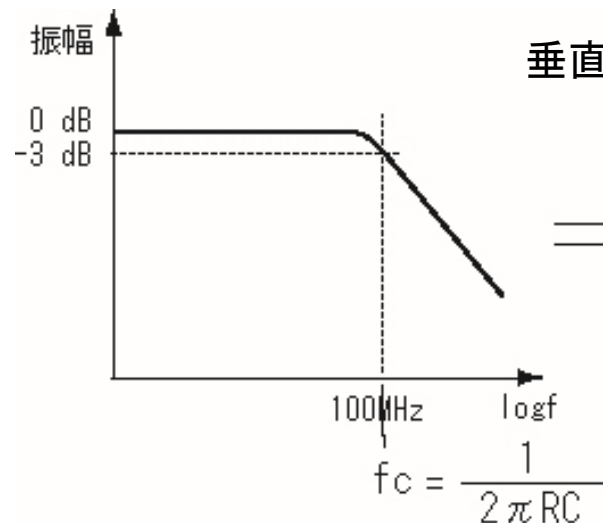
垂直方向に1目盛り(1 div、通常は1cm)振らせるのに必要な電圧。

例: 5mV/div ... 振幅5mVの信号を入力端子に加えると、管面では1divの振幅の波形が描かれるという事(振幅はp-p値)。

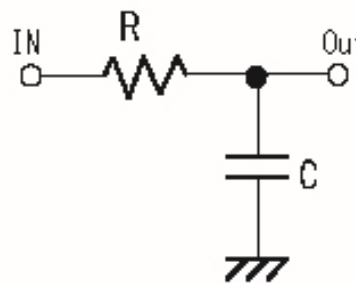
100MHzクラスのおシロスコープに使用されるCRT自身の偏向感度は3V/cm程度である。入力端子から見た偏向感度が5mV/divの場合、垂直増幅器で何倍の増幅をしている事になるのでしょうか？

## 2. 周波数帯域

DC～何MHzと表示してある。この何MHzの周波数 $f_c$ において、偏向感度が-3dBになっている。



垂直増幅回路の等価回路

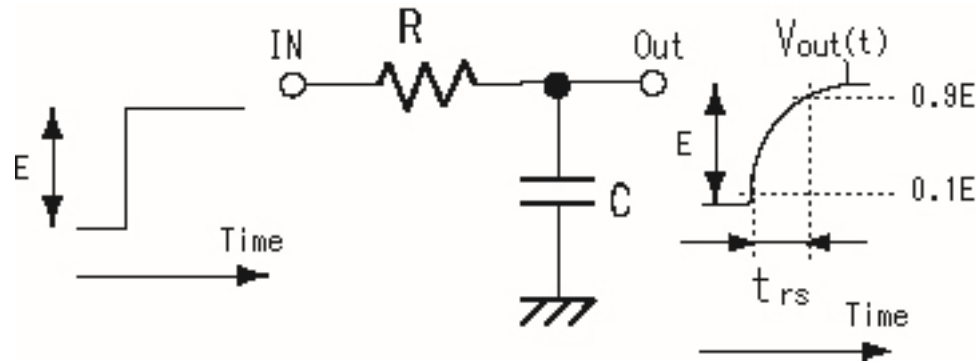


100MHzのおシロで100MHzの正弦波の振幅を読み取った場合、実際に入力されている信号の大きさの( )%にしか読み取れない。

## (その2)

### 3. 立ち上がり時間

高速のパルス信号を入力した時、管面で観測される立ち上がり時間 $t_{rs}$ と、オシロスコープの周波数帯域 $f_c$ との関係。



オシロスコープ垂直増幅回路の等価回路

$$V_{out}(t) = E(1 - e^{-t/RC})$$

$$0.9E = E(1 - e^{-t_{0.9}/RC}) \text{ より、 } t_{0.9} = -RC \ln 0.1$$

$$0.1E = E(1 - e^{-t_{0.1}/RC}) \text{ より、 } t_{0.1} = -RC \ln 0.9$$

$$t_{rs} = t_{0.9} - t_{0.1} = -RC \ln 0.1 + RC \ln 0.9 = RC \ln 9 \approx 2.2RC$$

$$\text{ところで2. より、 } f_c = \frac{1}{2\pi RC} \text{ だから、 } t_{rs}(\text{sec}) \cdot f_c(\text{Hz}) = \frac{2.2}{2\pi} = 0.35$$

では $f_c = 100 \text{ MHz}$ であれば、 $t_{rs}$ はいくら？



## (その3)

---

実際に入力されるパルス信号はステップではなく有限の立ち上がり時間  $t_{ri}$  を持つ。

この信号をオシロに入力した場合に管面で観測されるパルス信号の立ち上がり時間  $t_{ro}$  は、

$$t_{ro}^2 = t_{ri}^2 + t_{rs}^2$$





## 演習問題2. 1

---

垂直軸の信号周波数帯域が100MHzのオシロスコープに立ち上がり時間(立下り時間)が3.5nSのパルスを入力した。オシロスコープの管面で観測される波形の立ち上がり時間はいくらとなるでしょうか、求めなさい。

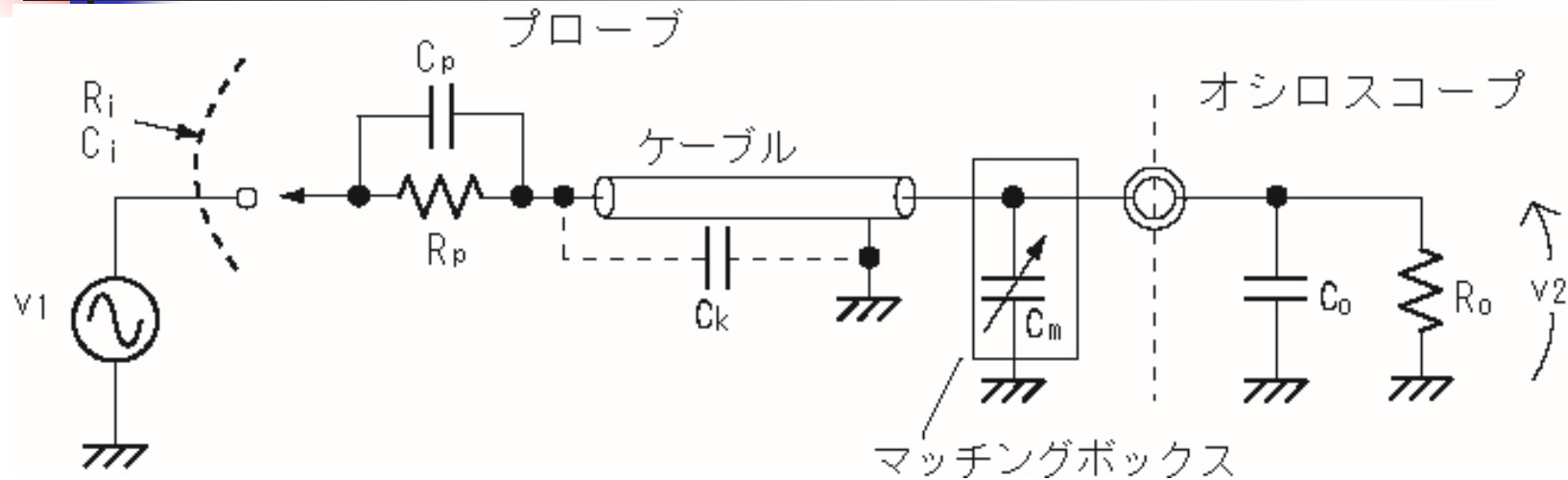


# 指数単位

表 1・4 接頭語

倍率	名称	記号	倍率	名称	記号
$10^{18}$	エクサ	E	$10^{-1}$	デシ	d
$10^{15}$	ペタ	P	$10^{-2}$	センチ	c
$10^{12}$	テラ	T	$10^{-3}$	ミリ	m
$10^9$	ギガ	G	$10^{-6}$	マイクロ	$\mu$
$10^6$	メガ	M	$10^{-9}$	ナノ	n
$10^3$	キロ	k	$10^{-12}$	ピコ	p
$10^2$	ヘクト	h	$10^{-15}$	フェムト	f
10	デカ	da	$10^{-18}$	アト	a

# プローブの働き



$$R_i = R_p + R_o$$

$$C_i = \frac{C_p C}{C_p + C} \quad \text{ただし、} C = C_o + C_m + C_k$$

$C_p R_p = C R_o$  と調整するならば、

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{R_o}{R_p + R_o}$  となって、周波数に関係なく  $v_2$  が現われる事となる。



(A) 正しい調整が行われた場合

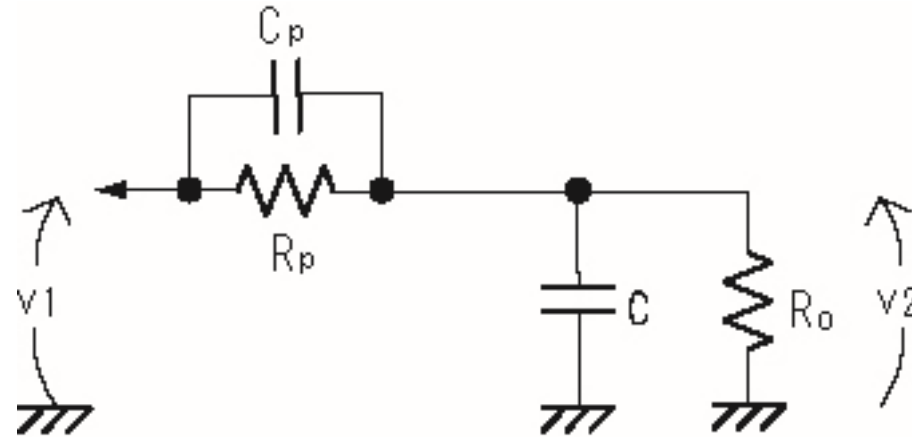


(B) 過補償の場合



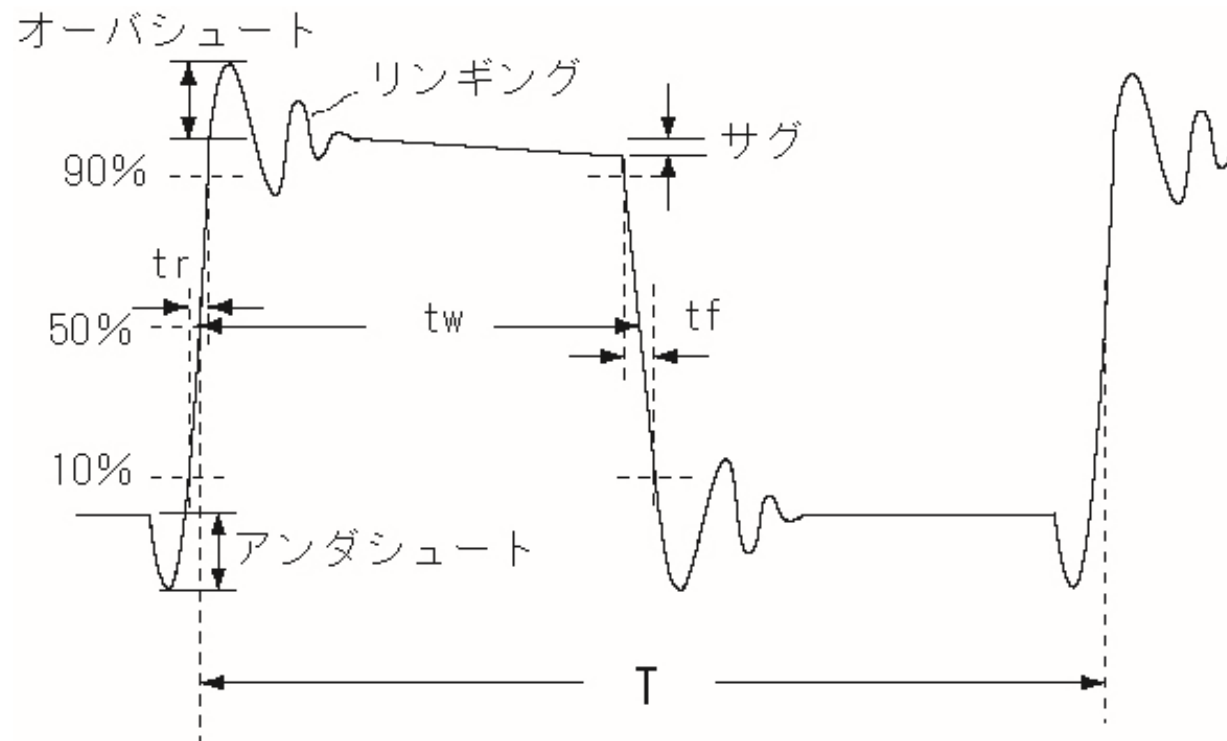
(C) 補償不足の場合

## 演習問題2. 2



前ページの例の等価回路を上図に描いた。プローブを用いた場合、オシロスコープの入力容量の影響を消す事ができる事を証明しなさい。

# パルス波形



# ASCIIなどのデジタル符号

1. 2進コード: 
$$N = B_{n-1}2^{n-1} + B_{n-2}2^{n-2} + \dots + B_12^1 + B_02^0$$

$$= \sum_{i=0}^{n-1} B_i2^i \quad (B=0 \text{ または } 1)$$

2. BCDコード(2進化10進):

$$97 = (1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \times 10^1 + (0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \times 10^0$$

3. ASCIIコード:

表 1.11 8単位符号の例

符 号	文字	符 号	文字	符 号	文字	符 号	文字
00100000	空白	00110000	0	01000000	@	01010000	P
00100001	!	00110001	1	01000001	A	01010001	Q
00100010	"	00110010	2	01000010	B	01010010	R
00100011	#	00110011	3	01000011	C	01010011	S
00100100	\$	00110100	4	01000100	D	01010100	T
00100101	%	00110101	5	01000101	E	01010101	U
00100110	&	00110110	6	01000110	F	01010110	V
00100111	'	00110111	7	01000111	G	01010111	W
00101000	(	00111000	8	01001000	H	01011000	X
00101001	)	00111001	9	01001001	I	01011001	Y
00101010	*	00111010	:	01001010	J	01011010	Z
00101011	+	00111011	;	01001011	K	01011011	[
00101100	,	00111100	<	01001100	L	01011100	≠
00101101	-	00111101	=	01001101	M	01011101	]
00101110	.	00111110	>	01001110	N	01011110	^
00101111	/	00111111	?	01001111	O	01011111	_