

次の問 1 から問 7 までの 7 問については、この中から 5 問を選択し、選択した問題については、答案用紙の選択欄の(選)をマークして解答してください。

なお、6 問以上マークした場合には、はじめの 5 問について採点します。

問 1 A/D 変換に関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

A/D 変換とは、アナログ信号をデジタル信号に変換することであり、標本化、量子化、符号化の 3 段階で処理する。直流の電圧を例に  $n$  ビットの A/D 変換を説明する。

(1) 標本化

標本化では、時間的に連続したアナログ信号である電圧を一定の時間間隔で測定する。図 1 では、時間軸を  $t_0, t_1, \dots$  と等間隔  $d$  で区切り、各時刻での電圧を  $v(t_0), v(t_1), \dots$  と表す。

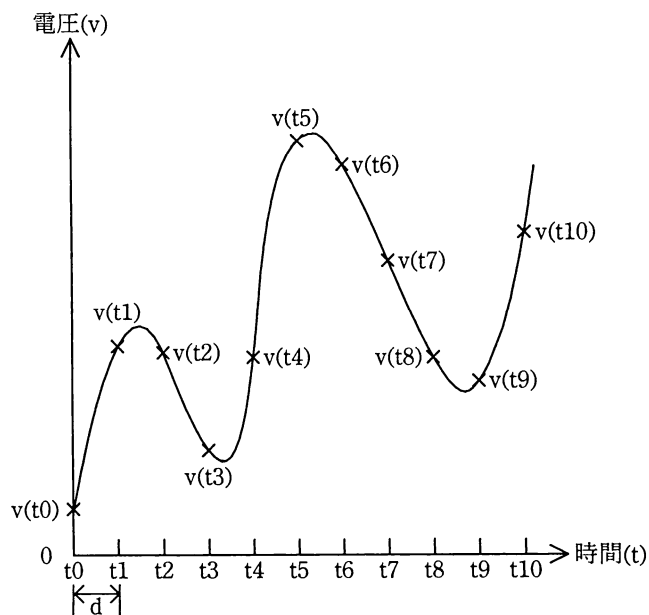


図 1 標本化の例

## (2) 量子化

量子化では、(1)で標本化して得られた電圧  $v(t_0)$ ,  $v(t_1)$ ,  $\dots$  を刻み幅  $q$  の整数倍の値で近似する。

量子化を行う場合、まず測定する電圧の最大幅 FSR を決める。次に、 $n$  ビットで量子化するために、FSR を  $(2^n - 1)$  等分して刻み幅  $q$  を求める。このとき、刻み幅  $q$  は  $q = \text{FSR} / (2^n - 1)$  となる。

量子化において、近似値として用いられる電圧の値を、小さい方から順に  $v_0 = 0$ ,  $v_1 = q$ ,  $\dots$ ,  $v_{\max} = (2^n - 1)q$  としたとき、時刻  $t_m$  において標本化で測定されたアナログ信号の電圧  $v(t_m)$  について、次の条件を満たすような  $N$  ( $N$  は  $0$  以上の整数) を見つけ、電圧  $N \times q$  を電圧  $v(t_m)$  の測定値とする。これを  $n$  ビット量子化という。

$$N \times q - q/2 \leq v(t_m) < N \times q + q/2$$

すなわち、図 2 右のように電圧軸を刻み幅  $q$  で  $v_0$ ,  $v_1$ ,  $\dots$ ,  $v_{\max}$  の電圧に分割しておき、 $v(t_0)$ ,  $v(t_1)$ ,  $\dots$  のそれぞれについて、 $v_0 \sim v_{\max}$  のうちで最も近い電圧を測定値とする。例えば、 $v(t_3)$  の測定値は  $v_2$  となる。

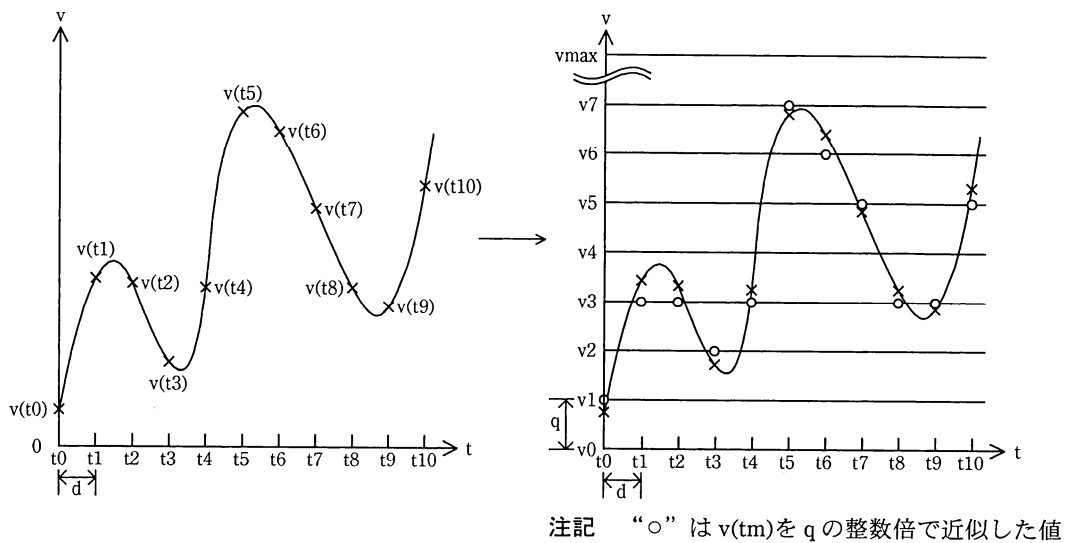


図 2 量子化の例

## (3) 符号化

符号化では、(2)の量子化で用いた電圧  $v_0$ ,  $v_1$ ,  $\dots$ ,  $v_{\max}$  に 2 進符号を対応付ける。この符号によって、各測定値を表す。

設問1 図2左の電圧  $v(t_0)$ ,  $v(t_1)$ ,  $\dots$ ,  $v(t_{10})$ だけの符号化を考える。図2右の電圧  $v_0$ ,  $v_1$ ,  $\dots$ ,  $v_7$  を2進符号 000, 001,  $\dots$ , 111 に順に対応付けた場合を表1に示す。

表1 電圧と符号の対応

電圧(v)	符号
$v_0$	000
$v_1$	001
$v_2$	010
$\vdots$	$\vdots$
$v_7$	111

図2左の  $v(t_0)$ ,  $v(t_1)$ ,  $\dots$ ,  $v(t_{10})$ の各測定値を、表1に基づいて符号化すると表2のようになる。表2中の  に入れる正しい答えを、解答群の中から選べ。

表2 各時刻における測定値の符号化

時刻	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$
符号	001	011	011	010	<input type="text"/>	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	b

注記 網掛けの部分は表示していない。

解答群

ア 011      イ 100      ウ 101      エ 110      オ 111

設問2 次の記述中の  に入れる正しい答えを、解答群の中から選べ。

アナログ信号の電圧の範囲が  $0 \sim 9V$  であるとき、FSR を  $9V$  とし、4ビットで量子化した場合、 $q$  は  c   $V$  である。アナログ信号の電圧  $7.49 \dots V$  の測定値は  d   $V$  となり、表1の場合と同様に2進符号 0000, 0001,  $\dots$ , 1111 に順に対応付けて符号化すると  e  となる。

c, dに関する解答群

ア 0.5625      イ 0.6      ウ 1.2      エ 2.25      オ 5.5  
 カ 7.0      キ 7.2      ク 7.5      ケ 7.8      コ 8.0

eに関する解答群

ア 1010      イ 1011      ウ 1100      エ 1101      オ 1110

設問3 次の記述中の  に入れる正しい答えを，解答群の中から選べ。

FSR が 1,022 ミリ V であるアナログ信号の電圧を，50 ミリ秒間隔で 5 秒間標本化した。このとき，A/D 変換後の総データ量を 1,000 ビット以内に納めることができる刻み幅  $q$  の最小値は  f ミリ V である。

解答群

ア 0.1      イ 0.5      ウ 1.0      エ 1.5      オ 2.0  
カ 2.5      キ 3.0