

### 1. 特長

AX-030 は、シグナルプロセッサ Aproc-1 にエンコーダパルスカウンタ機能とPWM出力機能を追加する拡張インターフェースです。以下の特徴を備えています。

- 24 ビットカウンタを 6 チャンネル装備
- 6 チャンネルのうち 4 つは RS422 対応
- カウント逡倍モードとして  $\times 1$  ,  $\times 2$  ,  $\times 4$  を選択可能
- 標準デジタル入出力機能つき
- PWM 波を出力可能
- 小型 軽量

### 2. ブロック図

AX-030 のブロックダイアグラムを図 1 に示します。ここで、標準デジタル入力・出力は、AX-030 を接続することによって使えなくなる Aproc-1 本体の標準デジタル入力・出力を代行するものです。

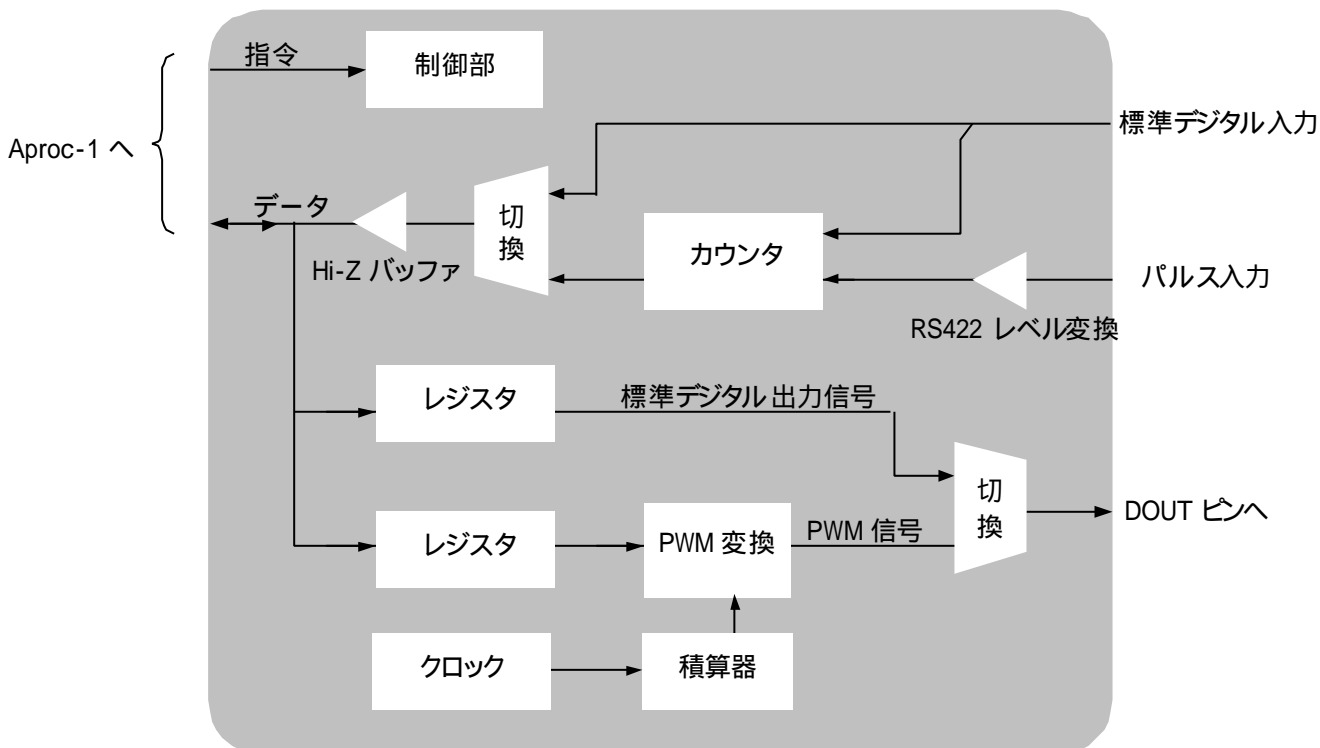


図 1 AX-030 のブロックダイアグラム

## 3. 電氣的仕様

AX-030 の電氣的仕様を表 1 に、コネクタピンアサインを表 2 に示します。

表 1 電氣的仕様

項目	仕様	備考
エンコーダカウンタ部		
最大チャンネル数	6	
分解能	24 ビット(±23 ビット)	
入力信号	各チャンネルA相、B相の 2 本	Z相は無し
入力レベル (注 1)	0~3 チャンネル : RS422 4、5 チャンネル : LVTTTL	
入力絶縁	なし	
てい倍	×1、×2、×4 から選択	
極性	チャンネル毎に設定可	
最大入力周波数	4MHz	理想入力時
カウントリセット	プログラムによる	
入力回路	図 2 による	
デジタル入出力		
入力チャンネル数 (注 1)	4~8 で選択。ただし、カウンタチャンネル 0~5 を使用する場合は 4、0~4 を使用 する場合は 6、それ以外は 8	表 4 でカウンタ動作 モード、PWM 信号数 の項を参照くださ い。
出力チャンネル数 (注 2)	0~8 で選択。ただし、PWM 出力チャン ネル数との和は常に 8	
電圧レベル	LVTTTL (0~3.3V)	5V 入力不可
PWM出力部		
チャンネル数 (注 2)	0~8 で選択。ただし、標準デジタル出 力ビット数との和は常に 8	表 4 で PWM 信号数 を参照ください。
コンパレータ分解能	16 ビット	V1.2 から変更されて います。
積算周波数	32MHz / 4MHz / 500KHz / 62.5KHz	
最大発生周期	2.05ms / 16.4ms / 0.131s / 1.05s	
周波数安定度	±50ppm	
消費電力	5V × 50mA 未満	

注1) チャンネル 0~ 3は RS422 レベルですが、チャンネル 4、5は標準デジタル入力 0~ 3ビットのピンを切換え  
て使用しますので LVTTTL 入力レベルとなります。

注2) 標準デジタル出力信号 (ピン 11~ 18) は、0 チャンネルから連続した任意の本数を PWM 信号として出力す  
ることができます。ただし、PWM 信号を出力させたピンへ標準デジタル信号を出力することはできません。

表 2 コネクタピンアサイン

列	番号	記号	信号名	種別
上側	1	GND	グランド	
	2	Dout7/PWM7	デジタル出力 7 / PWM 出力 7	LVTTTL
	3	Dout6/PWM6	デジタル出力 6 / PWM 出力 6	
	4	Dout5/PWM5	デジタル出力 5 / PWM 出力 5	
	5	Dout4/PWM4	デジタル出力 4 / PWM 出力 4	
	6	Dout3/PWM3	デジタル出力 3 / PWM 出力 3	
	7	Dout2/PWM2	デジタル出力 2 / PWM 出力 2	
	8	Dout1/PWM1	デジタル出力 1 / PWM 出力 1	
	9	Dout0/PWM0	デジタル出力 0 / PWM 出力 0	
	10	-B3	Ch 3B相反転入力	RS422
	11	-A3	Ch 3A相反転入力	
	12	GND	グランド	
	13	+B2	Ch 2B相入力	RS422
	14	+A2	Ch 2A相入力	
	15	-B1	Ch 1B相反転入力	
	16	-A1	Ch 1A相反転入力	
	17	GND	グランド	
	18	+B0	Ch 0B相入力	RS422
	19	+A0	Ch 0A相入力	
下側	20	Din7	デジタル入力 7	LVTTTL (5V 耐性なし)
	21	Din6	デジタル入力 6	
	22	Din5	デジタル入力 5	
	23	Din4	デジタル入力 4	
	24	Din3/B5	デジタル入力 3 / カウンタ入力 B5	
	25	Din2/A5	デジタル入力 2 / カウンタ入力 A5	
	26	Din1/B4	デジタル入力 1 / カウンタ入力 B4	
	27	Din0/A4	デジタル入力 0 / カウンタ入力 A4	
	28	GND	グランド	
	29	+B3	Ch 3B相入力	RS422
	30	+A3	Ch 3A相入力	
	31	-B2	Ch 2B相反転入力	
	32	-A2	Ch 2A相反転入力	
	33	GND	グランド	
	34	+B1	Ch 1B相入力	RS422
	35	+A1	Ch 1A相入力	
	36	-B0	Ch 0B相反転入力	
	37	-A0	Ch 0A相反転入力	

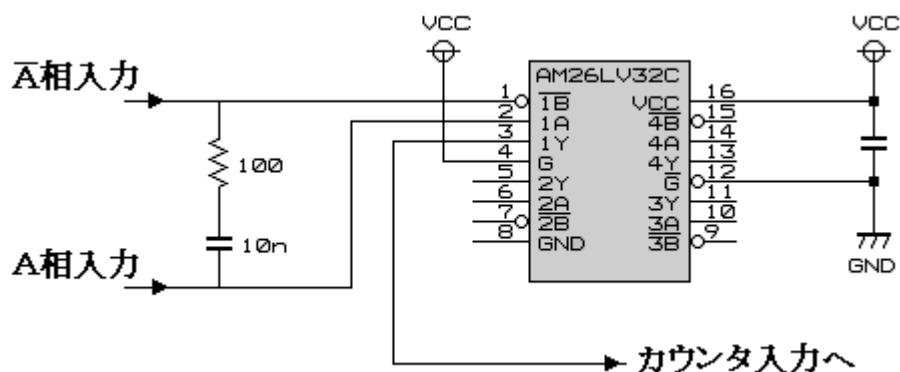


図 2 エンコーダパルス入力回路 (A相のみ)

4. 機械的仕様

AX-030 の機械的仕様を表 3 に、外形図を図 に示します。

表3 AX-030 の機械的仕様

項目	仕様	備考
コネクタ	Aproc-1 側 :倍密度 DSUB26 (プラグ) 入出力側 :標準 DSUB37 (ソケット)	ロックねじ ナットの ねじピッチは 4-40
バックシェル材	熱可塑性樹脂、灰色	
寸法	図 参照	単位mm
重量	100g 以下	

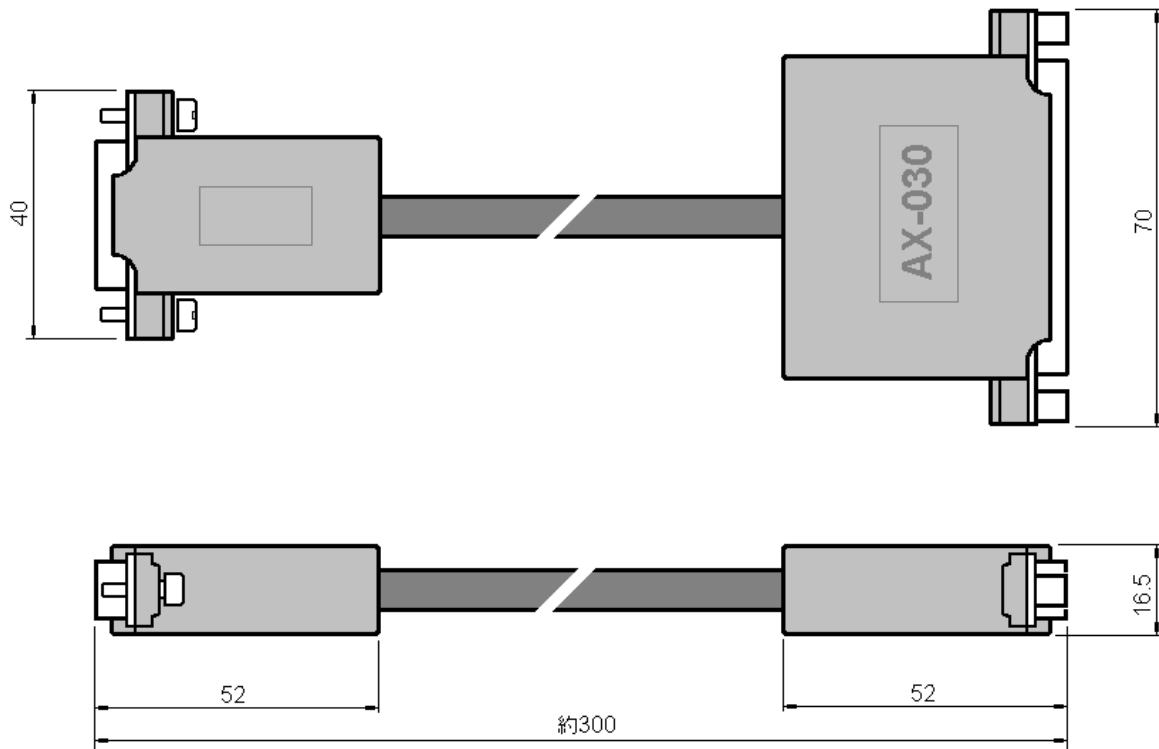


図 3 AX-030 の外形

## 5. プログラミング

AX-030 を使用するには、プログラムで以下の (1)を宣言し、(2)~ (4)を処理ブロックに記述します。

### (1) デバイスとPWM の設定 (必須)

**書式】** `xType = "AAA-PPPPPP -NM-XXXX";`

右辺の " "で囲まれた文字列で PWM の運転条件を設定します。ただし、ハイフンは解りやすいように区切っているだけで処理上は無視されます。例えば、`xType = "AAA-PPPPPP-NMXXXX "`; と書くこともできます。各文字の意味を表 4 に示します。

表 4 AX-030 の設定パラメータ

記号	意味	文字数	説明																																																																																										
AAA	デバイス型名	3	AX-030 を接続している場合は無条件に A03 です。																																																																																										
PPPPPP	カウンタの動作モード	6	<p>各文字は 0～3 または 5～7 の数字で、左から順番に 0、1、... 5 チャンネルの設定を表します。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>P</th> <th>てい倍</th> <th>入力極性</th> <th>標準デジタル入力 (ch4,5 のみ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td rowspan="2">× 4</td> <td rowspan="3">正</td> <td>通常入力</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td rowspan="2">Low に固定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>× 2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>× 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="3">使用禁止</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>× 4</td> <td rowspan="3">負</td> <td rowspan="3">Low に固定</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>× 2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>× 1</td> </tr> </tbody> </table> <p>第 4、第 5 チャンネル用の入力ピンを標準デジタル入力として使いたい場合には p=0 を指定します。それ以外の値のときそのピンからの標準デジタル入力は Low に固定されます。なお、p=0 にしてもカウンタとしての機能が失われる訳ではありません。</p> <p>入力極性が正の場合、A 相が B 相よりも進んでいるときにカウントアップ、遅れている場合 カウントダウンとなります。負の場合はその逆です。</p>	P	てい倍	入力極性	標準デジタル入力 (ch4,5 のみ)	0	× 4	正	通常入力	1	Low に固定	2	× 2	3	× 1			4	使用禁止			5	× 4	負	Low に固定	6	× 2	7	× 1																																																														
P	てい倍	入力極性	標準デジタル入力 (ch4,5 のみ)																																																																																										
0	× 4	正	通常入力																																																																																										
1			Low に固定																																																																																										
2	× 2																																																																																												
3	× 1																																																																																												
4	使用禁止																																																																																												
5	× 4	負	Low に固定																																																																																										
6	× 2																																																																																												
7	× 1																																																																																												
N	PWM 信号数	1	<p>0～8 の任意の整数で、使用する PWM 出力本数を表します。0 の場合は、それ以降の記述は不要です。N の値によって出力ピンの信号は以下のようになります。第 1 列は出力ピンの番号、DoX は DoutX を略記したものです。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>9</th> <th>8</th> <th>7</th> <th>6</th> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Do0</td> <td>Do1</td> <td>Do2</td> <td>Do3</td> <td>Do4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>PWM0</td> <td>Do1</td> <td>Do2</td> <td>Do3</td> <td>Do4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>Do2</td> <td>Do3</td> <td>Do4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>Do3</td> <td>Do4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>PWM3</td> <td>Do4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>PWM3</td> <td>PWM4</td> <td>Do5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>PWM3</td> <td>PWM4</td> <td>PWM5</td> <td>Do6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>PWM3</td> <td>PWM4</td> <td>PWM5</td> <td>PWM6</td> <td>Do7</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PWM0</td> <td>PWM1</td> <td>PWM2</td> <td>PWM3</td> <td>PWM4</td> <td>PWM5</td> <td>PWM6</td> <td>PWM7</td> </tr> </tbody> </table>	N	9	8	7	6	5	4	3	2	0	Do0	Do1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7	1	PWM0	Do1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7	2	PWM0	PWM1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7	3	PWM0	PWM1	PWM2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7	4	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	Do4	Do5	Do6	Do7	5	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	Do5	Do6	Do7	6	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	Do6	Do7	7	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	Do7	8	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7
N	9	8	7	6	5	4	3	2																																																																																					
0	Do0	Do1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
1	PWM0	Do1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
2	PWM0	PWM1	Do2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
3	PWM0	PWM1	PWM2	Do3	Do4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
4	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	Do4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
5	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	Do5	Do6	Do7																																																																																					
6	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	Do6	Do7																																																																																					
7	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	Do7																																																																																					
8	PWM0	PWM1	PWM2	PWM3	PWM4	PWM5	PWM6	PWM7																																																																																					

(次頁へ続く)

記号	意味	文字数	説明																																				
M	PWM 動作モード	1	<p>0 ~ 7 の整数で以下の意味があります。出力極性が負の場合、Low の時間が入力に比例し、正の場合は High の時間が入力に比例します。(v1.2 から変更されています)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>M</th> <th>出力極性</th> <th>クロック周波数</th> <th>最大周期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>負</td> <td>32.0MHz</td> <td>2.048ms</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>負</td> <td>4.00MHz</td> <td>16.38ms</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>負</td> <td>500KHz</td> <td>131.1ms</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>負</td> <td>62.5KHz</td> <td>1.049s</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>正</td> <td>32.0MHz</td> <td>2.048ms</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>正</td> <td>4.00MHz</td> <td>16.38ms</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>正</td> <td>500KHz</td> <td>131.1ms</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>正</td> <td>62.5KHz</td> <td>1.049s</td> </tr> </tbody> </table>	M	出力極性	クロック周波数	最大周期	0	負	32.0MHz	2.048ms	1	負	4.00MHz	16.38ms	2	負	500KHz	131.1ms	3	負	62.5KHz	1.049s	4	正	32.0MHz	2.048ms	5	正	4.00MHz	16.38ms	6	正	500KHz	131.1ms	7	正	62.5KHz	1.049s
M	出力極性	クロック周波数	最大周期																																				
0	負	32.0MHz	2.048ms																																				
1	負	4.00MHz	16.38ms																																				
2	負	500KHz	131.1ms																																				
3	負	62.5KHz	1.049s																																				
4	正	32.0MHz	2.048ms																																				
5	正	4.00MHz	16.38ms																																				
6	正	500KHz	131.1ms																																				
7	正	62.5KHz	1.049s																																				
XXXX	PWM 発生周期	4	<p>4 桁の 16 進数で、PWM出力の有無に係わらず必要です。PWMを使わない場合は (Nが 0 の場合)無視されます。大文字 / 小文字は区別しません。この数字で表されるクロック数で積算器が初期化されますので、その周期が PWM信号の周期になります。信号の分解能を損なわないよう、この値ができるだけ大きくなるようにクロック周波数を選択することをお勧めします。</p>																																				

(2) カウント値の読み出し

【書式】count = Xin( ch ,scale );

カウンタ値を入力し、それを左辺の信号 (この例では count)へ代入します。引数の意味は以下です。

ch : 入力するカウンタのチャンネル番号です。

scale : カウント値が±2<sup>23</sup> のとき、得られる値が±scale になります。

関数Xin が返す値は、 $\frac{\text{カウント値}}{2^{23}}$  scale です。例えば、1回転 2048 のロータリーエンコーダを×4 通倍で入力する場合、1 回転のカウント数は 8192 なので、scale として 2<sup>23</sup> / 8192 =1024 を与え、

$$\text{rotation} = \text{Xin} ( 2 , 1024 );$$

と記述すると、信号 rotation には第 2 チャンネルに接続されたエンコーダの回転数 (1 回転で 1.0 )が格納されます。Xin (2, 1024\*360 ) と書けば 度 単位となります。

### (3) カウンタのリセット

**書式】** Xout( numPWM ,32768 ,y );

指定したカウンタの値を 0 にリセットします。32768 =  $2^{15}$ です。他の引数の意味は以下です。

numPWM : PWM出力 (カウンタ入力ではない)のチャンネル数 (表 4のN)と同じ数値にします。

y: リセットしたいカウンタのチャンネルに応じた整数値にします。この値を2進数で表現したときに、第 n桁の値が2サイクル以上連続して 1 であれば、第 nチャンネルのカウンタがリセットされます、

例えば、4 チャンネルのPWM出力 (カウンタ入力ではない)を使う場合に、 $Q_{15}=32768$  ; と宣言し

```
Xout( 4 ,Q15 ,5 );
```

という文を2サイクル連続して実行すると、 $5_{10} = 000101_2$  なので、チャンネル 0 とチャンネル 2 のカウンタが同時にリセットされます。または、

```
Xout (4 ,Q15 ,clear );
```

と記述し、オペレーションウィンドウからパラメータclearへ適当なビットパターンの整数を与えれば、任意のチャンネルのカウンタ値をリセットできます。つまり 関数 Xout の第 1 引数は 0 ~ 3 が PWM 出力、4 がカウンタリセット出力ということです。

**【注意】** proc ブロックの中で2回この文を記述しても、実際にデータが拡張インターフェースに送信されるのは最後の1回だけです。リセットするには2回以上の連続した制御周期で同一のデータを送る必要があります。

### (4) PWM 信号の出力

**書式】** Xout( ch , scale , value );

引数の意味は以下です。

ch : 出力するPWMのチャンネル番号です。

scale : valueの値が $\pm scale$ のときAX-030へ送信する数値が $\pm 2^{15}$ となります。

value : 出力する信号の名前です。

#### 【使用例】

信号 x が 0 ~ 1.0 の範囲で変化したとき duty が 0 ~ 100%となるような、周期 10ms の PWM 波を 2 つ発生させます。エンコーダカウンタは 0 ~ 3 チャンネルだけを正極性×4倍で使用します。

クロック源を 4.0MHz、出力極性を正とすると、M=5 です。



周期 10ms とするには、 $4.0 \times 10^6 \times 0.01 = 40000_{10} = 9C40_{16}$  なので、XXXX=9C40。よって宣言文は、

```
xType = "A03-111100-25-9C40";
```

となります。500KHz のクロック源を使って、 $500 \times 10^3 \times 0.01 = 5000_{10} = 1388_{16}$  より M=6、XXXX=1388 とすることもできますが、分解能が 1/8 と粗くなってしまいます。通常は XXXX の値が 4 桁の範囲でできるだけ大きくなるようにクロックを選択します。

この条件で信号 x が 0 ~ 1.0 のとき、パルス幅 0 ~ 100% の PWM 波をチャンネル 1 に発生させるには、例えば、

$$scl = \frac{2^{15}}{40000} = 0.8192 \text{ というパラメータを宣言しておいて、}$$

```
Xout( 1, scl, x scl);
```

と記述します。ここで、x から scl=0.8192 を引いて与えているのは以下の理由によります。

関数 Xout(ch, scale, X) は、以下の式で実数 X : scale X < scale を 16ビットの整数 V :  $2^{15} \leq V < 2^{16}$  へ変換し、それを拡張インターフェースへ送ります。

$$V = \frac{X}{scale} \cdot 2^{15}$$

一方、拡張インターフェースは受信値 V に  $2^{15}$  を加算し、 $0 \sim 2^{16}$  の数として PWM 変換を行います。図 4 に、この使用例における受信値とパルス幅の関係を示します。これより、パルス幅が 0% になるのは  $V = 2^{15}$  のとき、100% になるのは  $V = 50000 - 2^{15}$  のときです。したがって、Aproc-1 側では、上式で変換して  $2^{15}$  になる数、

$scl = \frac{2^{15}}{50000}$  をあらかじめ入力 x から差し引いておく必要があります。

パルス幅 [%]

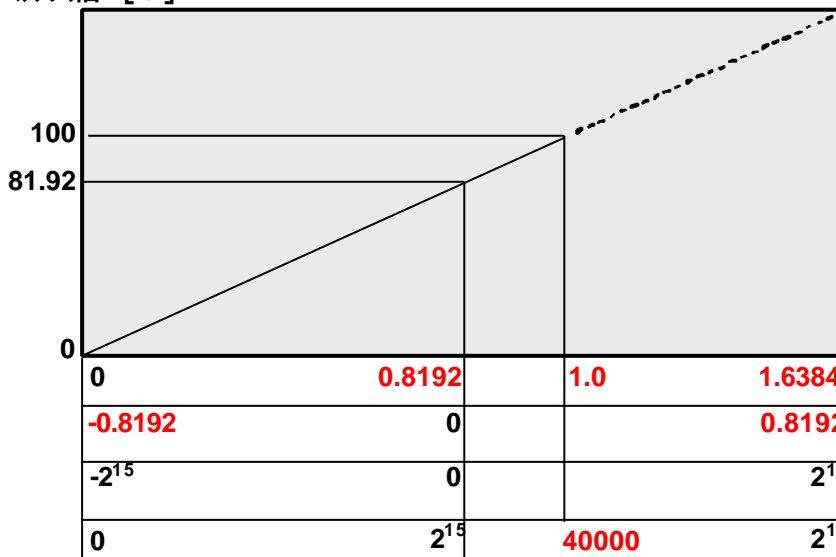


図 4 関数 Xout の入力とPWM出力パルス幅の関係 (朱記数値は例題の場合)

サンプルプログラム】

```
// 拡張I/F AX-030 試験プログラム
// 2000パルス/転のエンコーダを使用

xType = "A03-111100-25-9C40"; // カウンタ4ch(×4モード) + PWM2ch(周期10ms)
// 0x9C40 = 40000 = 4M[Hz] * 0.01[s]
nPwm=2; // 【注意】xType宣言と矛盾無きこと
sPwm=0.8192; // = 2^15 / 0x9c40
sCnt=1048.576; // = 2^23 / 4 / 2000 (回転数単位で読む場合)
//sCnt=8388608; // = 2^23 (カウント値を整数で読む場合)
array c[6]; // カウント格納用配列
alias c[0-3]=count; // 別名宣言
proc
{
  ch=0; while ch<4 // 4chのカウンタ読み出し
  {
    c[ch] = Xin( ch, sCnt );
    ch = ch + 1;
  }
  ch=0; while ch<nPwm // nPWM個のPWM試験信号発生
  {
    Xout( ch, sPwm, x-sPwm ); // PWM出力(Dout0~nPwm-1へ出力)
    ch = ch + 1;
  }
  Xout( nPwm, 0x8000, clear ); // clear=63=0x3fで全チャンネルクリア

  dtest = ( dtest + 1 ) & 255; // デジタル出力試験信号をサイクル毎にインクリメント
  Bout( dtest ); // 標準デジタル出力(Dout nPwm~7へ出力)
  stdIn = Bin(); // 標準デジタル入力(Din 0~7から入力)
}
```

6. 改訂履歴

日付	バージョン	改訂内容
2015. 4. 10	2.0	クロック周波数、および、これに関する記述を変更
2014 .3 .4	1.2	表 1で、PWM 積算用クロック周波数と安定度を変更 表 1で、リセット機能、最大周波数の項を追加 図 2 を追加 表 4で、カウンタ動作モードとPWM クロック周波数を変更 カウンタリセット命令の説明を変更 PWM の動作例 (図 4を含む)で、周波数とそれに関する記述を変更。 サンプルプログラムを追加
2013 .9 .19	1.1	コネクタピンアサインメント(表 2)の誤りを訂正
2013 .9 .10	1.0	初版