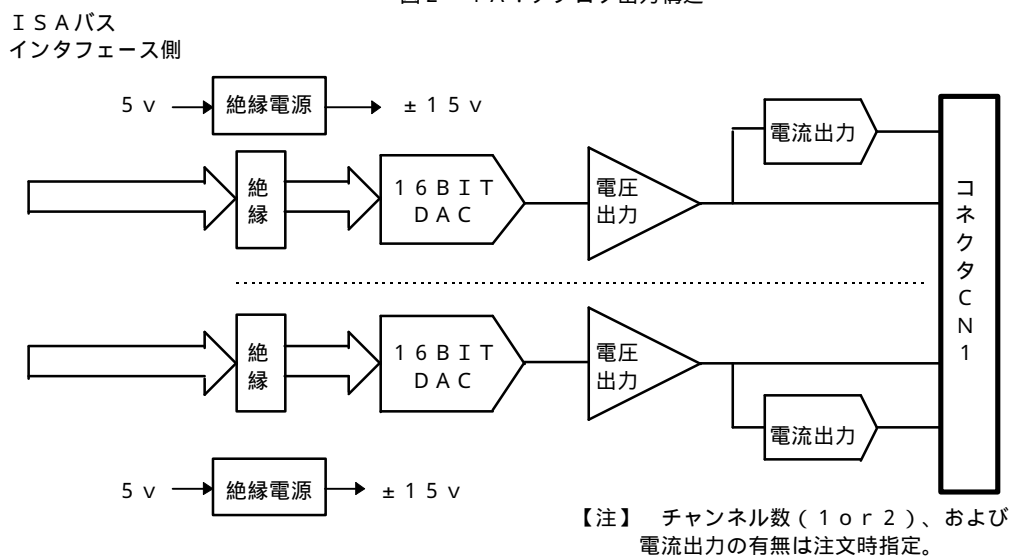


## 第2章 アナログ出力

### 2-1. アナログ出力端

本機のアナログ出力回路は各チャンネルごとにフォトカプラでパソコン（ISAバス）側から絶縁されており、耐雑音性の構造となっています。アナログ出力回路用の電源はパソコン側のロジック電源（+5V）から絶縁型のDC-DCコンバータにより $\pm 15\text{V}$ を得ています。また、全入出力端子にはEMIフィルタ（高周波輻射防止用）が挿入されています。

図2-1A. アナログ出力構造



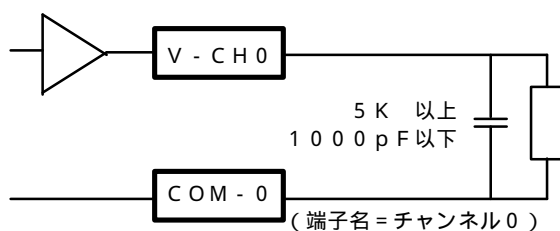
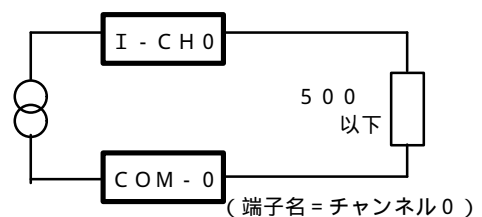
#### アナログ出力端

電圧出力に接続できる負荷は抵抗 $5\text{K}$ 以上（最大負荷電流 $2\text{mA}$ ）、また本機は容量性負荷（最大 $1000\text{pF}$ まで）にも強い出力回路になっていますが、長距離をシールドケーブル等で接続するときは御注意ください。駆動能力を超えた容量性負荷を接続すると出力電圧が不安定になったり、発振することがあります。

電流（ $4 \sim 20\text{mA}$ ）出力は回路電源電圧（ $15\text{V}$ ）による制約から $500$ 以下の負荷で御使用ください。

【注】 一般的なツイストペア線やシールド線は1m当たり $50 \sim 70\text{pF}$ の容量があります。

図2-1B. 電圧出力

図2-1C. 電流出力（ $4 \sim 20\text{mA}$ ）

## 2-2. アナログ出力範囲

本機の出力範囲・モード・分解能（16 / 14 / 12 BIT）はソフトウェア選択です。  
選択方法は3 - 4項、およびサンプルプログラムを御参照ください。

本機は【0 ~ +10 v 範囲 / Aモード】で最終調整されていますが、高精度部品の使用により出力範囲を切り替えても多くの用途では再調整の必要がありません。

特定の出力範囲で最も正確度を良くしたいときは再調整（5 - 2項）を行ってください。  
御希望により当社でも（有償で）行います。

常温で製造時の正確度：0.0335 % FS（14ビット、0 ~ +10 v 範囲 / Aモード）

その他の出力範囲：0.0535 % FS

公称出力範囲を正直に本機の各分解能（16 / 14 / 12 BIT）で実現すると、1 digit 当りの電圧値が半端な割り切れない値【B】モードになってしまいます。そこで当社では出力範囲を少し拡大して1 digit 当りの電圧が切りのよい値となる【A】モードもサポートしています。

表2 - 2 A . 《12ビット分解能》でのアナログ出力範囲

公称出力範囲	【モード】	実際の出力範囲	分解能 [mv/digit]
0 ~ +10 v	【A】	0 ~ +10.2375	2.5
0 ~ +10 v	【B】	0 ~ + 9.9976	2.44.....
0 ~ + 5 v	【A】	0 ~ + 5.11875	1.25
0 ~ + 5 v	【B】	0 ~ + 4.9988	1.22.....
±10 v	【A】	-10.240 ~ +10.2350	5.0
±10 v	【B】	-10.000 ~ + 9.9951	4.88.....
± 5 v	【A】	- 5.120 ~ + 5.1175	2.5
± 5 v	【B】	- 5.000 ~ + 4.9976	2.44.....

表2 - 2 B . 《14ビット分解能》でのアナログ出力範囲

公称出力範囲	【モード】	実際の出力範囲	分解能 [mv/digit]
0 ~ +10 v	【A】	0 ~ +16.383	1.0
0 ~ +10 v	【B】	0 ~ + 9.99939	0.61.....
0 ~ + 5 v	【A】	0 ~ + 8.1915	0.5
0 ~ + 5 v	【B】	0 ~ + 4.99969	0.31.....
±10 v	【A】	-16.384 ~ +16.382	2.0
±10 v	【B】	-10.000 ~ + 9.99878	1.22.....
± 5 v	【A】	- 8.192 ~ + 8.191	1.0
± 5 v	【B】	- 5.000 ~ + 4.99939	0.61.....

表2 - 2 C . 《16ビット分解能》でのアナログ出力範囲

公称出力範囲	【モード】	実際の出力範囲	分解能 [mv/digit]
±10 v	【A】	-13.10720 ~ +13.10680	0.4
±10 v	【B】	-10.00000 ~ + 9.99969	0.305.....

表2 - 2 A , B , Cにおいて±10 vを超える値は理論値です。アナログ回路に使用されている素子の仕様から、±10 vを超えるDA変換値の正確度は保証されません。

電流出力【4 ~ 20 mA】を使用するときはソフト上で【0 ~ +10 v 出力範囲】を選択してください。本機の電圧 電流変換回路は0 ~ +10 v 電圧出力を4 ~ 20 mA 電流出力に変換します。（16 BITのときは±10 v 出力中の0 ~ +10 v 部分のみ使用する。）

**伝達関数**

ソフト上で指定する分解能によって以下のとおりです。

**12BIT指定：** 12ビットDAの分解能は“2の12乗分の1”ですから、DAデータとアナログ出力電圧の関係は以下のようになります。

$$\text{分解能} \quad R_{es} = V_{span} \div 4096 \quad [v / \text{digit}]$$

$$\begin{aligned} \text{DAデータ} \quad D_{da} &= V_{out} \div R_{es} \quad [digit] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ D_{da} &= (V_{out} \div R_{es}) + 2048 [digit] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{出力電圧} \quad V_{out} &= D_{da} \times R_{es} \quad [v] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ V_{out} &= (D_{da} - 2048) \times R_{es} [v] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

【注】  $V_{span}$  はDA出力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2Aの範囲に1digit分の電圧値を加算した値です。例えばAモードの公称±10vなら20.480v（Bモードなら20v）です。

**14BIT指定：** 14ビットDAの分解能は“2の14乗分の1”ですから、DAデータとアナログ出力電圧の関係は以下のようになります。

$$\text{分解能} \quad R_{es} = V_{span} \div 16384 \quad [v / \text{digit}]$$

$$\begin{aligned} \text{DAデータ} \quad D_{da} &= V_{out} \div R_{es} \quad [digit] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ D_{da} &= (V_{out} \div R_{es}) + 8192 [digit] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{出力電圧} \quad V_{out} &= D_{da} \times R_{es} \quad [v] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ V_{out} &= (D_{da} - 8192) \times R_{es} [v] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

【注】  $V_{span}$  はDA出力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2Bの範囲に1digit分の電圧値を加算した値です。例えばAモードの公称±10vなら32.768v（Bモードなら20v）です。

**16BIT指定：** 16ビットDAの分解能は“2の16乗分の1”ですから、DAデータとアナログ出力電圧の関係は以下のようになります。

$$\text{分解能} \quad R_{es} = V_{span} \div 65536 \quad [v / \text{digit}]$$

$$\begin{aligned} \text{DAデータ} \quad D_{da} &= V_{out} \div R_{es} \quad [digit] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ D_{da} &= (V_{out} \div R_{es}) + 32768 [digit] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{出力電圧} \quad V_{out} &= D_{da} \times R_{es} \quad [v] \quad / \text{ユニポーラの時} \\ V_{out} &= (D_{da} - 32768) \times R_{es} [v] \quad / \text{バイポーラの時} \end{aligned}$$

【注】  $V_{span}$  はDA出力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2Cの範囲に1digit分の電圧値を加算した値です。例えばAモードの公称±10vなら26.2144v（Bモードなら20v）です。

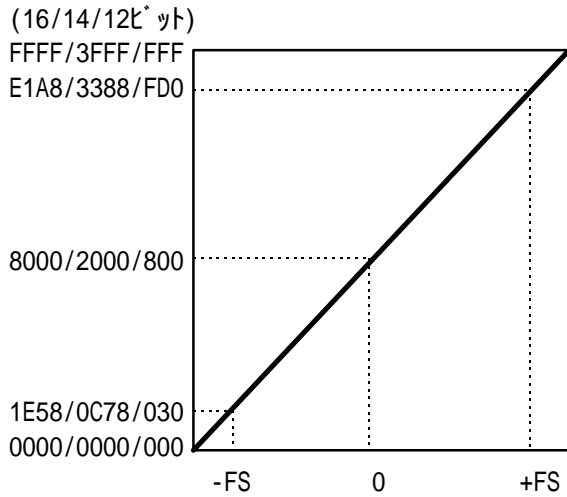
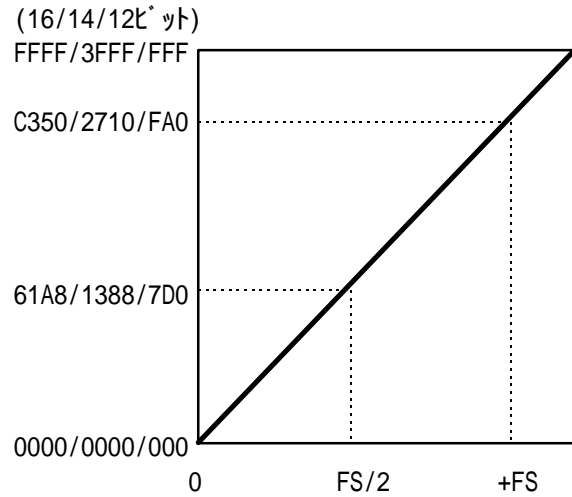
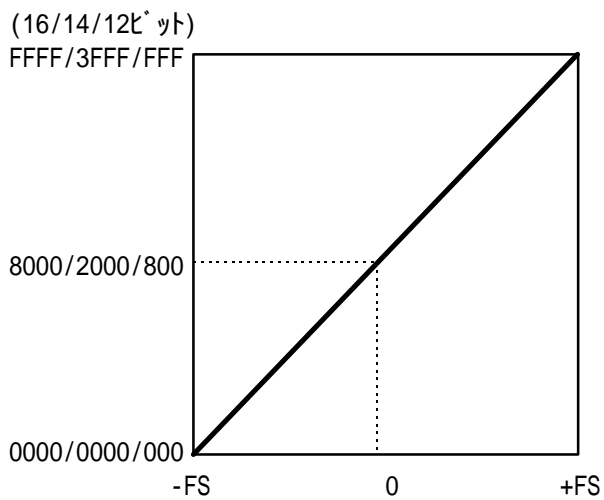
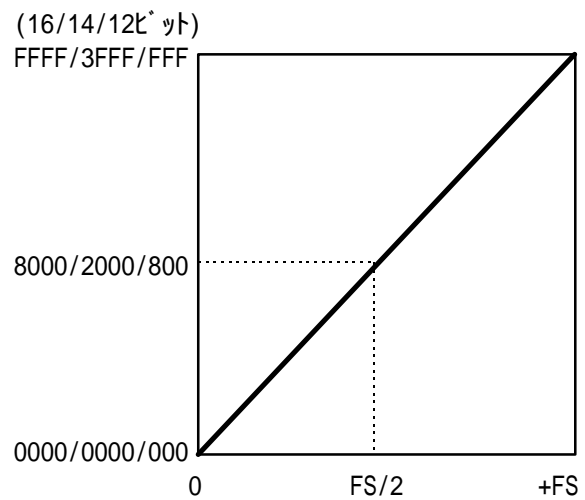
図 2 - 2 A . バイポーラ出力  
【Aモード】図 2 - 2 B . ユニポーラ出力  
【Aモード】図 2 - 2 C . バイポーラ出力  
【Bモード】図 2 - 2 D . ユニポーラ出力  
【Bモード】

表 2 - 2 D . 12 ビット D A データ vs D A (アナログ) 出力 【A モード】

D A データ hex / 10 進	D A 出力範囲 (表 2 - 2 A 参照)					
	±10v	±5v		4 ~ 20mA	0 ~ +10v	0 ~ +5v
FFF / 4095	+10.235	+ 5.1175			+10.2375	+5.11875
FD0 / 4048	+10.000	+ 5.0000				
FA0 / 4000				20.000	+10.0000	+5.00000
801 / 2049	+ 0.005	+ 0.0025				
800 / 2048	0.000	0.0000				
7FF / 2047	- 0.005	- 0.0025				
7D0 / 2000				12.000	+5.0000	+2.50000
030 / 48	- 10.000	- 5.0000				
001 / 1	- 10.235	- 5.1175			+0.0025	+0.00125
000 / 0	- 10.240	- 5.1200		4.000	0.0000	0.00000

《注》 当表中の ± 1 0 v を超える値は理論値。 アナログ回路に使用されている素子の仕様から、± 1 0 v を超える値の正確度は保証されない。

《4 ~ 2 0 m A 電流出力》は《0 ~ + 1 0 v 電圧出力》をボード上の電圧電流変換回路により得る。

表 2 - 2 E . 12 ビット D A データ vs D A (アナログ) 出力 【B モード】

D A データ hex / 10 進	D A 出力範囲 (表 2 - 2 A 参照)					
	±10v	±5v		4 ~ 20mA	0 ~ +10v	0 ~ +5v
FFF / 4095	+9.99512	+ 4.99756		19.996096	+ 9.99756	+ 4.99878
FD0 / 4048	+9.76563	+ 4.88281				
FA0 / 4000					+ 9.76563	+ 4.88281
801 / 2049	+ 0.00488	+ 0.00244				
800 / 2048	0.00000	0.0000		12.000	+ 5.00000	+ 2.50000
7FF / 2047	- 0.00488	- 0.00244				
7D0 / 2000					+ 4.88281	+ 2.44141
030 / 48	- 9.76563	- 4.88281				
001 / 1	- 9.99512	- 4.99756			+ 0.00244	+ 0.00122
000 / 0	- 10.00000	- 5.00000		4.000	0.00000	0.00000

表2 - 2 F . 14ビットDAデータ vs DA (アナログ) 出力 【Aモード】

DAデータ	DA出力範囲 (表2 - 2 B 参照)					
hex / 10進	±10v	±5v		4~20mA	0~+10v	0~+5v
3FFF / 16383	+16.382	+ 8.191			+16.383	+ 8.1915
3388 / 13192	+10.000	+ 5.000				
2710 / 10000				20.000	+10.000	+ 5.0000
2001 / 8193	+ 0.002	+ 0.001				
2000 / 8192	0.000	0.000				
1FFF / 8191	- 0.002	- 0.001				
1388 / 5000				12.000	+ 5.000	+ 2.5000
0C78 / 3192	- 10.000	- 5.000				
0001 / 1	- 16.382	- 8.191			+ 0.001	+ 0.0005
0000 / 0	- 16.384	- 8.192		4.000	0.000	0.0000

《注》 当表中の±10vを超える値は理論値。 アナログ回路に使用されている素子の仕様から、±10vを超える値の正確度は保証されない。

《4~20mA電流出力》は《0~+10v電圧出力》をボード上の電圧電流変換回路により得る。

表2 - 2 G . 14ビットDAデータ vs DA (アナログ) 出力 【Bモード】

DAデータ	DA出力範囲 (表2 - 2 B 参照)					
hex / 10進	±10v	±5v		4~20mA	0~+10v	0~+5v
3FFF / 16383	+ 9.99878	+ 4.99939		19.999024	+ 9.99939	+ 4.99969
/	+	+				
/					+	+
2001 / 8193	+ 0.00122	+ 0.00061				
2000 / 8192	0.00000	0.0000		12.00000	+ 5.00000	+ 2.50000
1FFF / 8191	- 0.00122	- 0.00061				
/					+	+
/	-	-				
0001 / 1	- 9.99878	- 4.99939			+ 0.00061	+ 0.00031
0000 / 0	- 10.00000	- 5.00000		4.00000	0.00000	0.00000

表 2 - 2 H . 16 ビット D A データ vs D A ( アナログ ) 出力 【 A モード 】

D A データ	D A 出力範囲 ( 表 2 - 2 C 参照 )					
hex / 10 進	$\pm 10\text{v}$			4 ~ 20mA		
FFFF / 65535	+13.10680					
E1A8 / 57768	+10.00000			20.00000		
/						
8001 / 32769	+ 0.00040					
8000 / 32768	0.00000			4.00000		
7FFF / 32767	- 0.00040					
/						
1E58 / 7768	- 10.00000					
0001 / 1	- 13.10680					
0000 / 0	- 13.10720					

《注》 当表中の  $\pm 10\text{v}$  を超える値は理論値。 アナログ回路に使用されている素子の仕様から、 $\pm 10\text{v}$  を超える値の正確度は保証されない。

《4 ~ 20 mA 電流出力》は《0 ~ + 10 v 電圧出力》をボード上の電圧電流変換回路により得る。

表 2 - 2 J . 16 ビット D A データ vs D A ( アナログ ) 出力 【 B モード 】

D A データ	D A 出力範囲 ( 表 2 - 2 C 参照 )					
hex / 10 進	$\pm 10\text{v}$			4 ~ 20mA		
FFFF / 65535	+ 9.99969			19.999504		
/	+					
/						
8001 / 32769	+ 0.00031					
8000 / 32768	0.00000			4.00000		
7FFF / 32767	- 0.00031					
/						
/	-					
001 / 1	- 9.99969					
000 / 0	- 10.00000					

