

## 第2章 . 信号入出力

### 2-1. アナログ入力回路

本機のアナログ入力～A/D変換回路は各チャンネルごとに独立しており、A/D変換は同時サンプリング動作ですからチャンネル間時刻差の無いA/Dデータを得ることができます。

アナログ入力範囲の最大レンジは $\pm 10\text{V}$ （各チャンネルごとに6レンジからスイッチ設定）、絶対最大定格は $\pm 15\text{V}$ です。これ以上の電圧が印加される恐れがある場合は保護対策（2-3項）が必要です。なお、各チャンネル入力端には入力インピーダンスを下げるために $10\text{M}\Omega$ の終端抵抗が実装されています。（外すと $100\text{M}\Omega$ 以上となる）

図2-1A . アナログ入力部の構造

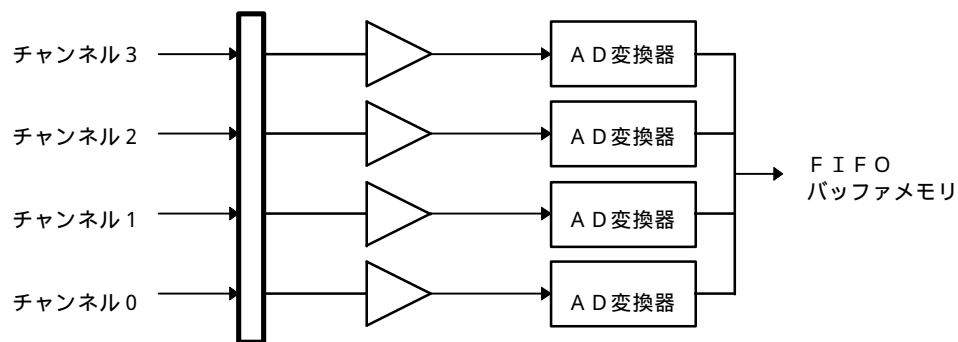
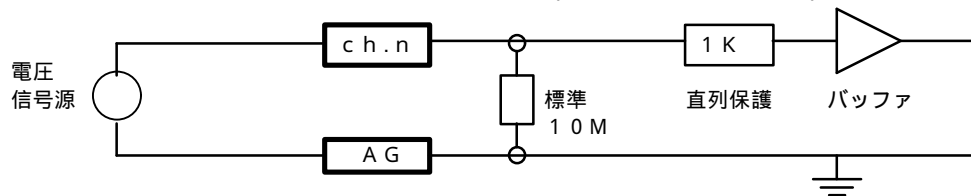
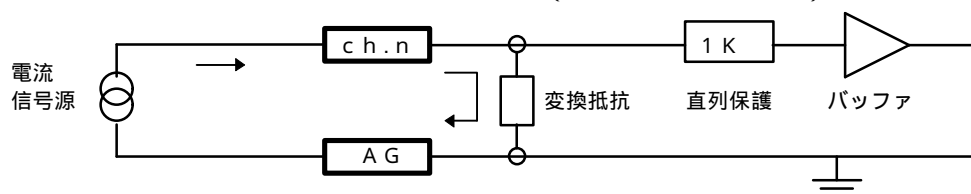


図2-1B . 電圧入力の接続（1チャンネル分のみ示す）



電流入力： 信号源が $4 \sim 20\text{mA}$ 等の電流出力の場合は標準実装されている $10\text{M}\Omega$ の終端抵抗を適当な値の電流・電圧変換用抵抗に交換して使用できます。（例： $250$  なら $1 \sim 5\text{V}$ に変換）

図2-1C . 電流入力の接続（1チャンネル分のみ示す）



アナログ入力テスト： チャンネル0入力に限り内部基準電圧 $+5\text{V}$ 、または $0\text{V}$ に接続できるスイッチSW-0Cがあります。（1-2項参照）



- 1：通常の外部信号入力【出荷時の設定位置】
- 2： $0\text{V}$ （グランド）
- 3： $+5\text{V}$ （内部基準電圧）

## 2-2. アナログ入力範囲

アナログ入力範囲はスイッチ設定により下表の6レンジから選択します。12 BITの分解能は[1/4096]ですから、公称入力範囲で正直に調整するとAD変換値1単位(digit)当りの電圧値が割り切れない値となります。当社は範囲を少し広げて、切りの良い値となる(モードA)もサポートしています。その値は公称入力範囲の[1/4000]です。

表2-2R. アナログ入力範囲

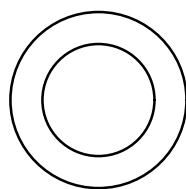
公称入力範囲 [V]	分解能 [mv / digit]	
	モードA [1 / 4000]	モードB [1 / 4096]
- 10 ~ + 10	5	4.88.....
- 5 ~ + 5	2.5	2.44.....
- 2.5 ~ + 2.5	1.25	1.22.....
0 ~ + 10	2.5	2.44.....
0 ~ + 5	1.25	1.22.....
0 ~ + 2.5	0.625	0.61.....

本機のAD入力は【±10V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入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。これ以外の入力範囲で最も正確度を良くしたいときは再調整(7-3項)を行ってください。

常温で製造調整時の正確度(±10V範囲/Aモードのとき): 0.1175%FS

その他の入力範囲: 0.2175%FS です。

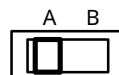
本機の入力範囲は(チャンネルごとに)ボード上のスイッチ設定です。【1-3項】参照。



SW - R

- 1 : ± 10 V
- 2 : ± 5 V
- 3 : ± 2.5 V
- 4 : 0 ~ + 10 V
- 5 : 0 ~ + 5 V
- 6 : 0 ~ + 2.5 V

【出荷時標準位置: Aモード/±10V】



SW - M

【注】 : チャンネル番号

### 伝達関数

12ビットの分解能は“2の12乗分の1”ですから、変換データとアナログ入力電圧の関係は以下ようになります。

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

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

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

【注】  $V_{span}$  は入力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2A, Bの範囲に1 digit分の電圧値を加算した値です。例えばAモードの公称±10V範囲なら  $V_{span} = 20.480V$  ( $5[mV] \times 4096$ )、またBモードなら20Vです。

表 2 - 2 A . 12ビットADデータ vs アナログ入力 【Aモード】

ADデータ	AD入力範囲 (表 2 - 2 R 参照)					
hex / 10 進	±10v	±5v	±2.5v	0 ~ +10v	0 ~ +5v	0 ~ +2.5v
FFF / 4095	+10.235	+ 5.1175	+ 2.55875	+10.2375	+5.11875	+ 2.55938
F00 / 4048	+10.000	+ 5.0000	+ 2.50000			
FA0 / 4000				+10.0000	+5.00000	+ 2.50000
801 / 2049	+ 0.005	+ 0.0025	+ 0.00125			
800 / 2048	0.000	0.0000	0.00000			
7FF / 2047	- 0.005	- 0.0025	- 0.00125			
7D0 / 2000				+5.0000	+2.50000	+ 1.25000
030 / 48	- 10.000	- 5.0000	- 2.50000			
001 / 1	- 10.235	- 5.1175	- 2.55875	+0.0025	+0.00125	+ 0.00063
000 / 0	- 10.240	- 5.1200	- 2.56000	0.0000	0.00000	0.00000

《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。

表 2 - 2 B . 12ビットADデータ vs アナログ入力 【Bモード】

ADデータ	AD入力範囲 (表 2 - 2 R 参照)					
hex / 10 進	±10v	±5v	±2.5v	0 ~ +10v	0 ~ +5v	0 ~ +2.5v
FFF / 4095	+9.99512	+ 4.99756	+ 2.49878	+ 9.99756	+ 4.99878	+ 2.49939
F00 / 4048	+9.76563	+ 4.88281	+ 2.44141			
FA0 / 4000				+ 9.76563	+ 4.88281	+ 2.44141
801 / 2049	+ 0.00488	+ 0.00244	+ 0.00122			
800 / 2048	0.00000	0.0000	0.00000	+ 5.00000	+ 2.50000	+ 1.25000
7FF / 2047	- 0.00488	- 0.00244	- 0.00122			
7D0 / 2000				+ 4.88281	+ 2.44141	+ 1.22070
030 / 48	- 9.76563	- 4.88281	- 2.44141			
001 / 1	- 9.99512	- 4.99756	- 2.49878	+ 0.00244	+ 0.00122	+ 0.00061
000 / 0	- 10.00000	- 5.00000	- 2.50000	0.00000	0.00000	0.00000

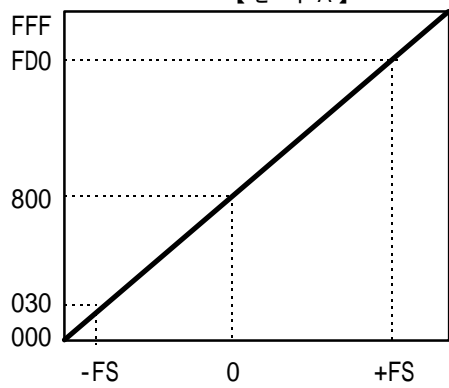
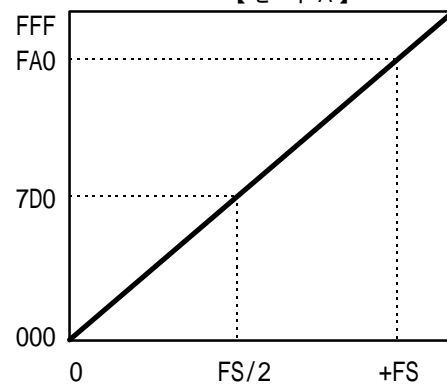
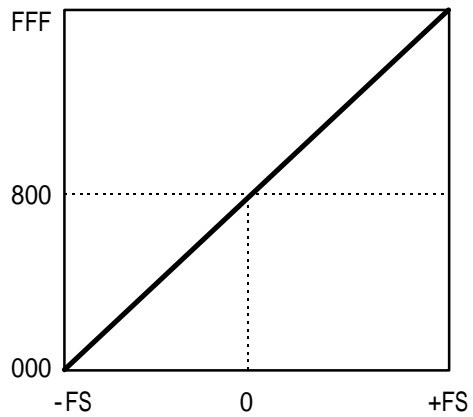
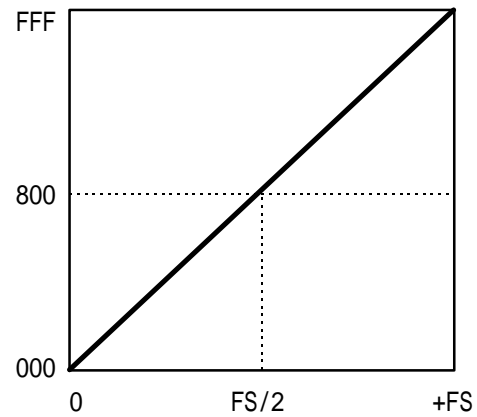
図2-2A. バイポーラ入力  
【モードA】図2-2B. ユニポーラ入力  
【モードA】図2-2C. バイポーラ入力  
【モードB】図2-2D. ユニポーラ入力  
【モードB】

表2-2、および図2-2A/B/C/Dにおいて $\pm 10\text{V}$ 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、 $\pm 10\text{V}$ を超える入力値の正確度は  
保証されません。

## 2-3. アナログ入力特性

**AD変換誤差：** 本機のAD入力は【 $\pm 10\text{ V}$ 範囲】で最終調整されていますが、高精度部品の使用により入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。 特定の入力範囲で最も正確度を良くしたいときは再調整（7 - 3項）を行ってください。 / システムの《内部雑音》は含まず。 /

常温で製造時の正確度（ $\pm 10\text{ V}$ 範囲 / A<sub>模</sub>ド）：0.1175 % F S  
その他の入力範囲：0.2175 % F S

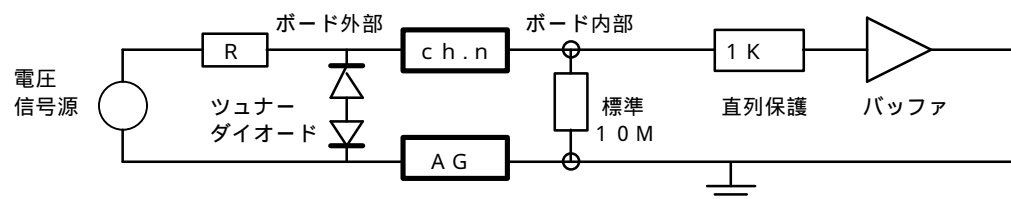
**温度ドリフト：** ADボードの周囲温度が変化したとき、同一アナログ入力に対するAD変換データが変化する度合いを（対フルスケール比で）示します。  
本ボードの場合は【typ：25 ppm / 度】です。

**経年変化：** 経年変化のデータはありません。 十分な精度の維持が必要な用途では年に1～2回（夏・冬）標準電圧源などで校正し、必要な場合に再調整を行うとよいでしょう。 御希望により当社でも（有償で）行います。

**内部雑音：** 本ボード内部の雑音は各チャンネルの入力端をアナロググランドAGに短絡してみれば見当がつきます。【typ： $\pm 1\text{ LSB}$ 】

**入力耐圧：** 本ボードのアナログ入力回路は $\pm 15\text{ V}$ の電源（ボード内生成）で駆動しており、電源電圧 $\pm 15\text{ V}$ を超える入力電圧が印されると構成素子故障の原因となります。  
入力電圧が（過渡的でも） $\pm 15\text{ V}$ を超える恐れがある場合は入力保護対策が必要です。 但し（例示するように）、直列抵抗を含む保護回路は入力の浮遊容量と併せてローパスフィルタを構成するだけでなく漏れ電流による誤差の原因となりますから必要最小限とするべきでしょう。

図2 - 3 . ツェナーダイオードによる保護回路例



計算例： 15Vツェナーダイオード（500mw定格）2本と直列抵抗Rを上図のように接続して、過電圧100V保護動作時のダイオード消費電力を150mw（15V×5mA）とすると、

$$\text{直列抵抗 } R = (100 - 15) \div 5\text{ mA} = 17\text{ K}$$

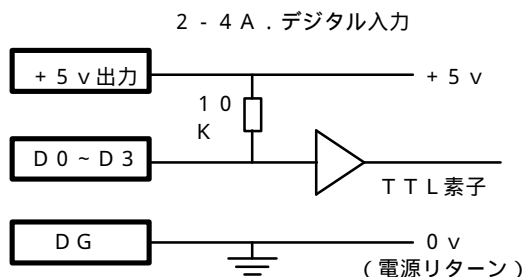
$$\text{保護動作時の消費電力 } P = (100 - 15) \times 5\text{ mA} = 425\text{ mw}$$

【注1】直列抵抗Rには余裕をみて1W型を使用する。

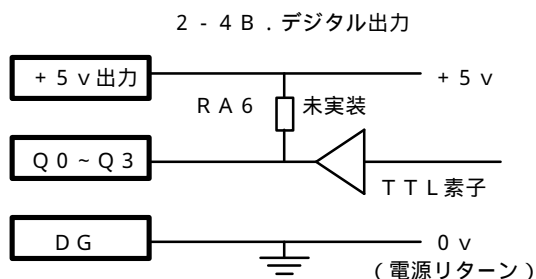
【注2】ツェナーダイオードの漏れ電流（凡例＝100nA）と直列抵抗Rによる電圧降下が正常動作時の誤差となる事に御注意ください。

## 2-4. デジタル入出力回路

外部クロック入出力、外部トリガ入力、外部割り込み入力、汎用4BITデジタル入力、汎用4BITデジタル（ラッチ）出力は全てTTLレベルです。 入力は全て10Kでプルアップされています。 また、出力は本ボード上にプルアップ抵抗を実装できるパターンが用意されており（通常不要ですが）、接続対象機器側の事情によってはユーザ自身で追加実装することができます。 なお電源投入直後のデジタル出力は“0”となりますが、リセット操作（3-4項）では変化しません。



【注意】 TTL入力の絶対最大定格は負側：-0.6V、正側：+7Vです。この値を一瞬でも超えると入力端素子破壊の原因になります。（6-2項に注意点や対策を記します。）



汎用デジタル出力Q0～Q3はTTLレベル・正論理（出荷時）ですが、出力素子はソケット実装ですからユーザ側で変更可能です。【1-3項】参照。

	論理・信号レベル	出力素子
標準出荷時	正論理・TTLレベル	74LS04
ユーザ・オプション	負論理・TTLレベル	74ALS34A【注】
" "	正論理・オープンコレクタ	74LS07
" "	負論理・オープンコレクタ	74LS06

【注】 74ALS34Aは入手困難ですが、オープンコレクタ素子74LS06とプルアップ抵抗（RA6）で代用できます。