

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はボード上のスイッチ（SL-INM/1-2 項）切り替えで普通の 2 線式（シングルエンド）16 チャンネル、または差動 8 チャンネルで接続することができます。

アナログ入力範囲はボード上のスイッチ選択（SL-RG1・SL-RG2・SL-RG3 /1-2 項・2-2 項）、絶対最大定格は ± 3.5 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 M の終端抵抗が実装されています。（外すと 100 M 以上となる）

図 2 - 1 A . アナログ入力～A/D変換部の構造

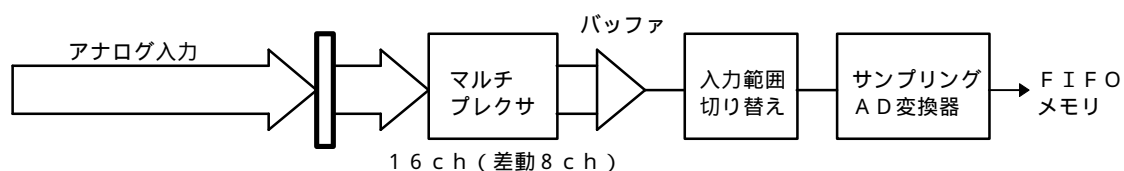


図 2 - 1 B . シングルエンド電圧入力の接続（1チャンネル分のみ示す）

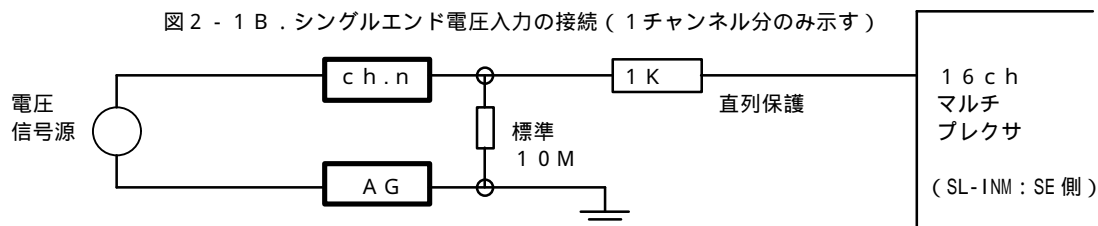
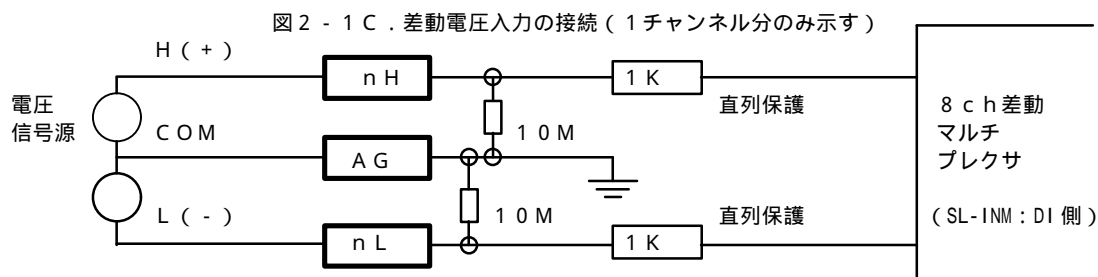
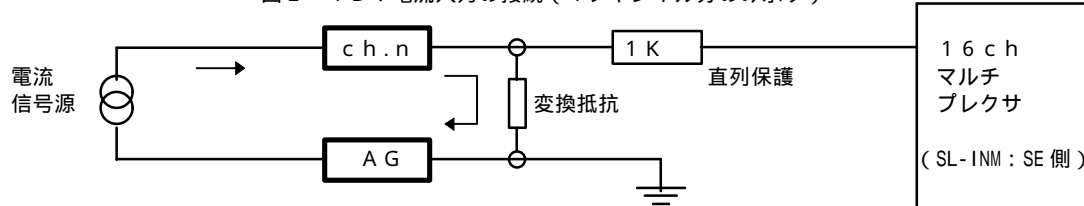


図 2 - 1 C . 差動電圧入力の接続（1チャンネル分のみ示す）



電流入力： 信号源が 4 ~ 20 mA 等の電流出力の場合は標準実装されている 10 M 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 ~ 5 V に変換）

図 2 - 1 D . 電流入力の接続（1チャンネル分のみ示す）



2-2. アナログ入力範囲

アナログ入力範囲はジャンパ設定により下表の5レンジから選択します。12BIT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。

また、16BITの分解能は[1/65536]で、公称入力範囲で正直に調整すると同様に割り切れない値となりますからモードAでは[1/50000]としています。

表2-4A. ADM-652AT(12BIT機)の入力範囲・分解能・正確度【注】

公称入力範囲	モード	実際の入力範囲(±10V超過は無効)	分解能 mv/digit	正確度 %FS
±10 V	A	- 10.240 ~ + 10.235 V	5	0.105
	B	- 10.000 ~ + 9.99512 V	4.88.....	
±5 V	A	- 5.120 ~ + 5.1175 V	2.5	
	B	- 5.000 ~ + 4.99756 V	2.44.....	
±2.5 V	A	- 2.560 ~ + 2.55875 V	1.25	
	B	- 2.500 ~ + 2.49878 V	1.22.....	
0 ~ +10 V	A	0 ~ + 10.2375 V	2.5	
	B	0 ~ + 9.99756 V	2.44.....	
0 ~ +5 V	A	0 ~ + 5.11875 V	1.25	
	B	0 ~ + 4.99878 V	1.22.....	

表2-4B. ADM-656AT(16BIT機)の入力範囲・分解能・正確度【注】

公称入力範囲	モード	実際の入力範囲(±10V超過は無効)	分解能 mv/digit	正確度 %FS
±10 V	A	- 13.1072 ~ + 13.1068 V	0.4	0.038
	B	- 10.0000 ~ + 9.99969 V	0.305.....	
±5 V	A	- 6.5536 ~ + 6.5534 V	0.2	
	B	- 5.0000 ~ + 4.99985 V	0.153.....	
±2.5 V	A	- 3.2768 ~ + 3.2767 V	0.1	
	B	- 2.5000 ~ + 2.49992 V	0.076.....	
0 ~ +10 V	A	0 ~ + 13.107 V	0.2	
	B	0 ~ + 9.99985 V	0.153.....	
0 ~ +5 V	A	0 ~ + 6.5535 V	0.1	
	B	0 ~ + 4.99992 V	0.076.....	

【注】 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。

これ以外に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)が必要です。

御希望により当社でも(有償で)行います。

常温で製造時±10V/Aモードでの正確度: 0.105 %FS (ADM-652AT) / 0.038 %FS (ADM-656AT)

その他の入力範囲では: 0.125 %FS (ADM-652AT) / 0.058 %FS (ADM-656AT)

非直線性や内部雑音(バラツキ)等は正確度とは別の概念です。

詳細は6ページ記載の仕様一覧、および7-3項を御参照ください。

入力範囲（レンジ）の選択： ボード上の下記スイッチで設定します。 / 1-2 項参照。

SL-RG1： 入力スパン選択（標準出荷時 = 20） / 入力範囲の絶対電圧幅
 SL-RG2： レンジの極性選択（標準出荷時 = BI） / BI：バイポーラ、UN：ユニポーラ
 SL-RG3： レンジモード選択（標準出荷時 = A） / A：モードA、B：モードB

表2 - 4C . 入力範囲選択（ADM - 652 / 656AT両機共通）

公称 アナログ入力範囲	SL - RG3 (モード選択)	SL - RG2 (レンジ極性)	SL - RG1 (スパン選択)
± 10 V	A	BI	20
《該当なし》	A	UN	20
± 5 V	A	BI	10
0 ~ + 10 V	A	UN	10
± 2.5 V	A	BI	5
0 ~ + 5 V	A	UN	5
± 10 V	B	BI	20
《該当なし》	B	UN	20
± 5 V	B	BI	10
0 ~ + 10 V	B	UN	10
± 2.5 V	B	BI	5
0 ~ + 5 V	B	UN	5

ADデータコード： ソフト指定（3-5項）でバイナリ、または2の補数を選択できます。

伝達関数

12BITの場合： 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。

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

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

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

【注12】 V_{span} は入力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2A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 ± 10 v 範囲なら $V_{span} = 20.480$ v ($5[\text{mv}] \times 4096$)、またBモードなら 20 v です。

16BITの場合： 16ビットの分解能は“2の16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。

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

$$\begin{aligned} \text{変換データ} \quad D_{ad} &= V_{io} \div R_{es} && [\text{digit}] / \text{ユニポーラ} \text{のとき} \\ D_{ad} &= (V_{io} \div R_{es}) + 32768 && [\text{digit}] / \text{バイポーラ} \text{のとき} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{入出力電圧} \quad V_{io} &= D_{ad} \times R_{es} && [v] \quad / \text{ユニポーラ} \text{のとき} \\ V_{io} &= (D_{ad} - 32768) \times R_{es} && [v] \quad / \text{バイポーラ} \text{のとき} \end{aligned}$$

【注12】 V_{span} は入力範囲の絶対幅です。具体的には表2-2B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 ± 10 v 範囲なら $V_{span} = 26.2144$ v ($0.4[\text{mv}] \times 65536$)、またBモードなら 20 v です。

図 2 - 2 A . バイポーラ入力
【Aモード】

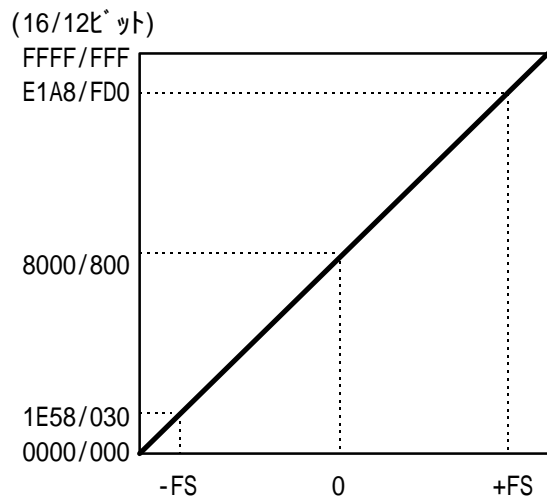


図 2 - 2 B . ユニポーラ入力
【Aモード】

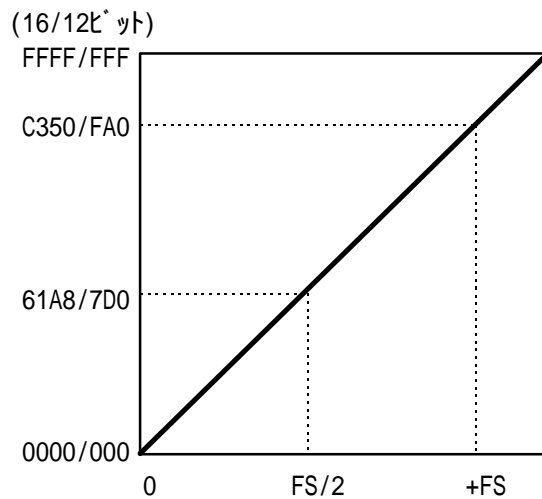


図 2 - 2 C . バイポーラ入力
【Bモード】

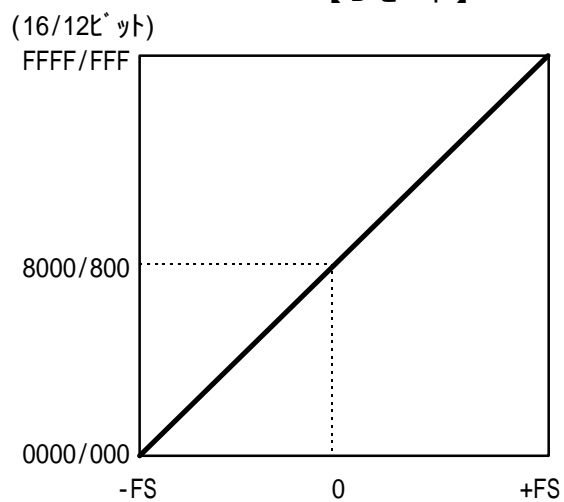


図 2 - 2 D . ユニポーラ入力
【Bモード】

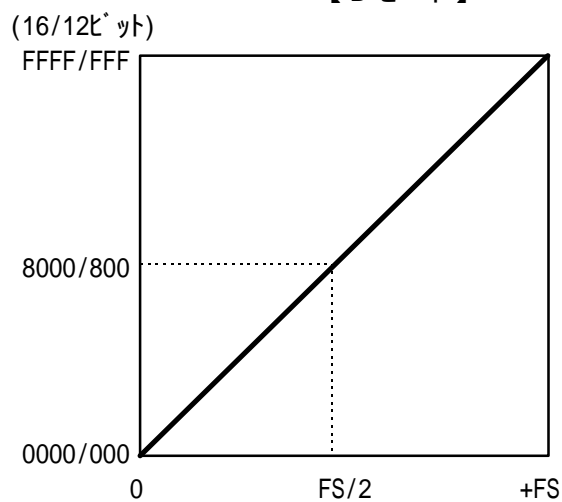


表2-2D. 12ビットADデータ vs アナログ入力 【Aモード】

ADデータ	アナログ入力範囲 (表2-2A参照)					
hex / 10進	±10v	±5v	±2.5v	0~+10v	0~+5v	
FFF / 4095	+10.235	+ 5.1175	+ 2.55875	+10.2375	+5.11875	
F00 / 4048	+10.000	+ 5.0000	+ 2.50000			
FA0 / 4000				+10.0000	+5.00000	
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	
030 / 48	- 10.000	- 5.0000	- 2.50000			
001 / 1	- 10.235	- 5.1175	- 2.55875	+0.0025	+0.00125	
000 / 0	- 10.240	- 5.1200	- 2.56000	0.0000	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2-2E. 12ビットADデータ vs アナログ入力 【Bモード】

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

表 2 - 2 F . 16ビットADデータ vs アナログ入力 【Aモード】

ADデータ hex / 10進	アナログ入力範囲 (表 2 - 2 B 参照)					
	±10v	±5v	±2.5v	0~+10v	0~+5v	
FFFF / 65535	+13.1068	+ 6.5534	+ 3.2767	+13.1070	+ 6.5535	
E1A8 / 57768	+10.0000	+ 5.0000	+ 2.5000			
C350 / 50000				+10.0000	+ 5.0000	
8001 / 32769	+ 0.0004	+ 0.0002	+ 0.0001			
8000 / 32768	0.0000	0.0000	0.0000			
7FFF / 32767	- 0.0004	- 0.0002	- 0.0001			
61A8 / 25000				+ 5.0000	+ 2.5000	
1E58 / 7768	- 10.0000	- 5.0000	- 2.5000			
0001 / 1	- 13.1068	- 6.5534	- 3.2767	+ 0.0002	+ 0.0001	
0000 / 0	- 13.1072	- 6.5536	- 3.2768	0.0000	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。

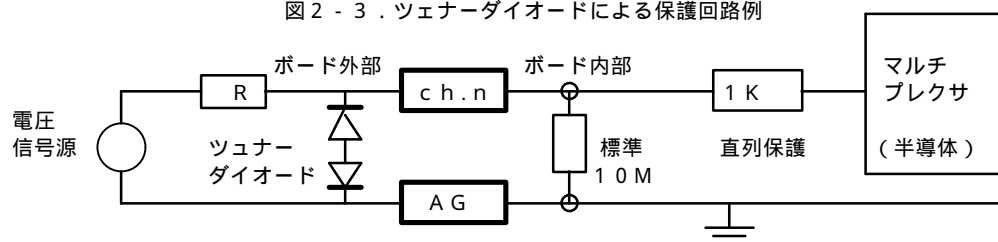
表 2 - 2 G . 16ビットADデータ vs アナログ入力 【Bモード】

ADデータ hex / 10進	アナログ入力範囲 (表 2 - 2 B 参照)					
	±10v	±5v	±2.5v	0~+10v	0~+5v	
FFFF / 65535	+ 9.99969	+ 4.99985	+ 2.49992	+ 9.99985	+ 4.99992	
E1A8 / 57768	+ 7.62939	+ 3.81470	+ 1.90735			
C350 / 50000				+ 7.62939	+ 3.81470	
8001 / 32769	+ 0.00031	+ 0.00015	+ 0.00008			
8000 / 32768	0.00000	0.00000	0.00000	+ 5.00000	+ 2.50000	
7FFF / 32767	- 0.00031	- 0.00015	- 0.00008			
61A8 / 25000				+ 3.81470	+ 1.90735	
1E58 / 7768	- 7.62939	- 3.81470	- 1.90735			
0001 / 1	- 9.99969	- 4.99985	- 2.49992	+ 0.00015	+ 0.00008	
0000 / 0	- 10.00000	- 5.00000	- 2.50000	0.00000	0.00000	

2-3. アナログ入力特性 (6ページ記載の仕様一覧を併せて参照)

- 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。(前2-2項参照) 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。
御希望により当社でも(有償で)行います。
- 温度ドリフト：** ADボードの周囲温度が変化するとき、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。
ADM-652ATでは【typ. $2.5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 】です。
ADM-656ATでは【typ. $1.0\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 】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。 / 実際の組み込みシステムに依存 /
ADM-652ATでは【typ. $\pm 1\text{LSB}$ 】です。
ADM-656ATでは【typ. $\pm 4\text{LSB}$ 】です。
- 入力耐圧：** 本ボードのアナログ入力回路は $\pm 3.5\text{V}$ までの過電圧に対して保護されていますが、これを超える入力電圧が印加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) $\pm 3.5\text{V}$ 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 （ $15\text{V} \times 5\text{mA}$ ）とすると、

$$\begin{aligned} \text{直列抵抗 } R &= (100 - 15) \div 5\text{mA} = 17\text{K} \\ \text{保護動作時の消費電力 } P &= (100 - 15) \times 5\text{mA} = 425\text{mW} \end{aligned}$$

【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。