



MICROCHIP

注意：この日本語版文書は参考資料としてご利用ください。最新情報は必ずオリジナルの英語版をご参照願います。

# MCP3001

## SPI™ シリアル インターフェイス内蔵 2.7 V 10 ビット A/D コンバータ

### 特長

- 10 ビット分解能
- DNL 最大  $\pm 1$  LSb
- INL 最大  $\pm 1$  LSb
- 内蔵サンプル/ホールド
- SPI™ シリアル インターフェイス (モード 0,0 および 1,1)
- 単電源で動作: 2.7 ~ 5.5 V
- 200 ksps のサンプリング レート (5 V 時)
- 75 ksps のサンプリング レート (2.7 V 時)
- 低消費電力 CMOS テクノロジー
  - スタンバイ電流: 5 nA (typ.), 2  $\mu$ A (Max.)
  - 動作時電流: 500  $\mu$ A (Max.) (5 V 時)
- 産業用温度レンジ: -40 ~ +85 °C
- 8 ピン PDIP、SOIC、MSOP、TSSOP パッケージ

### アプリケーション

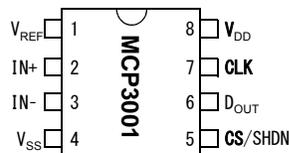
- センサ インターフェイス
- プロセス制御
- データ収集
- バッテリ駆動システム

### 説明

Microchip 社の MCP3001 はサンプル/ホールド回路を内蔵した逐次比較型 10 ビット A/D コンバータ (ADC) です。本デバイスは擬似差動入力を備えています。微分非直線性 (DNL) と積分非直線性 (INL) は両方とも最大  $\pm 1$  LSb です。本デバイスとの通信は SPI プロトコル互換のシンプルなシリアル インターフェイスで行います。本デバイスは 2.8 MHz のクロックレートで最大 200 ksps のサンプリング レートが可能です。MCP3001 は幅広い電圧レンジ (2.7 ~ 5.5 V) で動作します。低電流設計により、わずか 5 nA のスタンバイ電流 (typ.) と 400  $\mu$ A の動作電流 (typ.) で動作できます。本デバイスは 8 ピン PDIP、MSOP、TSSOP、150 mil SOIC パッケージで提供しています。

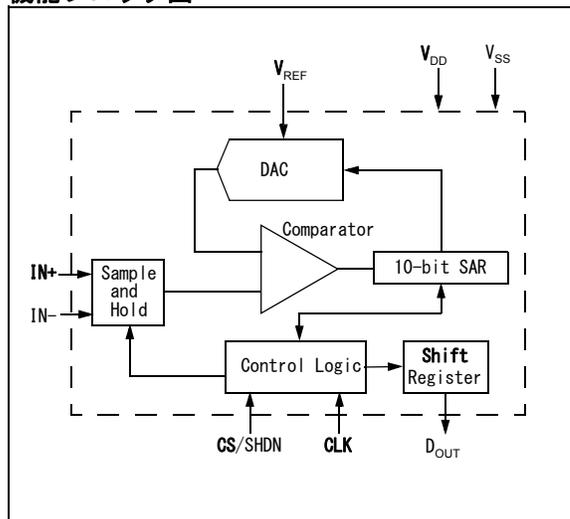
### パッケージタイプ

PDIP, MSOP, SOIC, TSSOP



図は縮尺不定

### 機能ブロック図



SPI™ は Motorola Inc. の商標です。

# MCP3001

## 1.0 電気的特性

### 1.1 最大定格\*

$V_{DD}$  ..... 7.0 V  
 入出力電圧 ( $V_{SS}$  基準) .....  $-0.6\text{ V} \sim V_{DD} + 0.6\text{ V}$   
 保管温度 .....  $-65 \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$   
 動作時周囲温度 .....  $-65 \sim +125\text{ }^\circ\text{C}$   
 全ピンの ESD 保護 (HBM) .....  $> 4\text{ kV}$

\*Notice: ここに記載した「絶対最大定格」を超える条件は、デバイスに恒久的な損傷を生じさせる可能性があります。これはストレス定格です。本書の動作表に示す条件または上記から外れた条件でのデバイスの運用は想定していません。最大定格条件に長期間曝露させるとデバイスの信頼性に影響する可能性があります。

### ピン割り当て表

名称	機能
$V_{DD}$	+2.7 ~ 5.5 V 電源
$V_{SS}$	グラウンド
IN+	正のアナログ入力
IN-	負のアナログ入力
CLK	シリアルクロック
$D_{OUT}$	シリアルデータ出力
CS/SHDN	チップセレクト / シャットダウン入力
$V_{REF}$	参照電圧入力

## 電気的特性

特に明記しない場合、全てのパラメータに以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $T_{AMB} = -40 \sim +85\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ ksps}$ 、 $f_{CLK} = 14 * f_{SAMPLE}$  特に明記しない場合、代表値に以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5\text{ V}$ 、 $T_{AMB} = 25\text{ }^\circ\text{C}$

パラメータ	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
<b>変換レート:</b>						
変換時間	$t_{CONV}$	—	—	10	クロックサイクル	
アナログ入力サンプリング時間	$t_{SAMPLE}$	1.5			クロックサイクル	
スループットレート	$f_{SAMPLE}$	—	—	200 75	ksps ksps	$V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ $V_{DD} = V_{REF} = 2.7\text{ V}$
<b>DC 精度:</b>						
分解能		10			ビット	
積分非直線性	INL	—	$\pm 0.5$	$\pm 1$	LSb	
微分非直線性	DNL	—	$\pm 0.25$	$\pm 1$	LSb	温度レンジ全体でノーミッシングコード
オフセット誤差		—	—	$\pm 1.5$	LSb	
ゲイン誤差		—	—	$\pm 1$	LSb	
<b>動特性:</b>						
全高調波歪み	THD	—	-76	—	dB	$V_{IN} = 0.1 \sim 4.9\text{ V} @ 1\text{ kHz}$
信号 / (ノイズ + 歪) 比 (SINAD)	SINAD	—	61	—	dB	$V_{IN} = 0.1 \sim 4.9\text{ V} @ 1\text{ kHz}$
スプリアス フリー ダイナミックレンジ	SFDR	—	80	—	dB	$V_{IN} = 0.1 \sim 4.9\text{ V} @ 1\text{ kHz}$
<b>参照電圧入力:</b>						
電圧レンジ	$V_{REF}$	0.25	—	$V_{DD}$	V	Notε 2
DAC 消費電流	$I_{REF}$	—	90 0.001	150 3	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	$CS = V_{DD} = 5\text{ V}$

**Note 1:** このパラメータは特性評価によって保証された値であり、全数検査は実施していません。

**2:** 直線性と  $V_{REF}$  レベルの関係のグラフを参照してください。

**3:** サンプリングコンデンサは時間とともに放電するため、クロック周波数が 10 kHz よりも低いと、特に高温条件で直線性に影響する可能性があります。

特に明記しない場合、全てのパラメータに以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $V_{REF} = 5V$ 、 $T_{AMB} = -40 \sim +85^{\circ}C$ 、 $f_{SAMPLE} = 200$  ksps、 $f_{CLK} = 14 * f_{SAMPLE}$  特に明記しない場合、代表値に以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5V$ 、 $T_{AMB} = 25^{\circ}C$

パラメータ	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
<b>温度レンジ:</b>						
仕様温度レンジ	$T_A$	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
動作温度レンジ	$T_A$	-40	—	+85	$^{\circ}C$	
保管温度レンジ	$T_A$	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
<b>パッケージ熱抵抗:</b>						
熱抵抗、8ピン PDIP	$\theta_{JA}$	—	85	—	$^{\circ}C/W$	
熱抵抗、8ピン SOIC	$\theta_{JA}$	—	163	—	$^{\circ}C/W$	
熱抵抗、8ピン MSOP	$\theta_{JA}$	—	206	—	$^{\circ}C/W$	
熱抵抗、8ピン TSSOP	$\theta_{JA}$	—	—	—	$^{\circ}C/W$	
<b>アナログ入力:</b>						
入力電圧レンジ (IN+)	IN+	IN-	—	$V_{REF} + IN-$	V	
入力電圧レンジ (IN-)	IN-	$V_{SS} - 100$	—	$V_{SS} + 100$	mV	
リーク電流		—	0.001	$\pm 1$	$\mu A$	
スイッチ抵抗	$R_{SS}$	—	1K	—	$\Omega$	図 4-1 参照
サンプリング コンデンサ	$C_{SAMPLE}$	—	20	—	pF	図 4-1 参照
<b>デジタル入出力:</b>						
データ符号化フォーマット		ストレートバイナリ				
High レベル入力電圧	$V_{IH}$	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
Low レベル入力電圧	$V_{IL}$	—	—	$0.3 V_{DD}$	V	
High レベル出力電圧	$V_{OH}$	4.1	—	—	V	$I_{OH} = -1$ mA, $V_{DD} = 4.5$ V
Low レベル出力電圧	$V_{OL}$	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 1$ mA, $V_{DD} = 4.5$ V
入力リーク電流	$I_{LI}$	-10	—	10	$\mu A$	$V_{IN} = V_{SS}$ または $V_{CC}$
出力リーク電流	$I_{LO}$	-10	—	10	$\mu A$	$V_{OUT} = V_{SS}$ または $V_{CC}$
ピンの静電容量 (全ての入出力)	$C_{IN}, C_{OUT}$	—	—	10	pF	$V_{DD} = 5.0$ V (Note 1) $T_{AMB} = 25^{\circ}C$ , $f = 1$ MHz
<b>タイミングパラメータ:</b>						
クロック周波数	$f_{CLK}$	—	—	2.8 1.05	MHz MHz	$V_{DD} = 5$ V (Note 3) $V_{DD} = 2.7$ V (Note 3)
クロック High 時間	$t_{HI}$	160	—	—	ns	
クロック Low 時間	$t_{LO}$	160	—	—	ns	
CS 立ち下がりから最初の立ち上がり CLK エッジまで	$t_{SUCS}$	100	—	—	ns	
CLK 立ち下がりから出力データ有効まで	$t_{DO}$	—	—	125 200	ns ns	$V_{DD} = 5$ V、図 1-2 を参照 $V_{DD} = 2.7$ V、図 1-2 を参照
CLK 立ち下がりから出力イネーブルまで	$t_{EN}$	—	—	125 200	ns ns	$V_{DD} = 5$ V、図 1-2 を参照 $V_{DD} = 2.7$ V、図 1-2 を参照
CS 立ち上がりから出力ディセーブルまで	$t_{DIS}$	—	—	100	ns	実験回路、図 1-2 を参照 (Note 1)
CS ディセーブル時間	$t_{CSH}$	350	—	—	ns	
$D_{OUT}$ 立ち上がり時間	$t_R$	—	—	100	ns	実験回路、図 1-2 を参照 (Note 1)
$D_{OUT}$ 立ち下がり時間	$t_F$	—	—	100	ns	実験回路、図 1-2 を参照 (Note 1)

**Note 1:** このパラメータは特性評価によって保証された値であり、全数検査は実施していません。

**2:** 直線性と  $V_{REF}$  レベルの関係のグラフを参照してください。

**3:** サンプリング コンデンサは時間とともに放電するため、クロック周波数が 10 kHz よりも低いと、特に高温条件で直線性に影響する可能性があります。

# MCP3001

特に明記しない場合、全てのパラメータに以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5\text{ V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{ V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $T_{AMB} = -40 \sim +85^\circ\text{C}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ ksps}$ 、 $f_{CLK} = 14 * f_{SAMPLE}$  特に明記しない場合、代表値に以下の条件を適用します。 $V_{DD} = 5\text{ V}$ 、 $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$

パラメータ	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
<b>電源要件:</b>						
動作電圧	$V_{DD}$	2.7	—	5.5	V	
動作電流	$I_{DD}$	—	400 210	500	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$ 、 $D_{OUT}$ 無負荷 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、 $D_{OUT}$ 無負荷
スタンバイ電流	$I_{DD(S)}$	—	0.005	2	$\mu\text{A}$	$CS = V_{DD} = 5.0\text{ V}$

- Note 1:** このパラメータは特性評価によって保証された値であり、全数検査は実施していません。  
**2:** 直線性と  $V_{REF}$  レベルの関係のグラフを参照してください。  
**3:** サンプルングコンデンサは時間とともに放電するため、クロック周波数が 10 kHz よりも低いと、特に高温条件で直線性に影響する可能性があります。

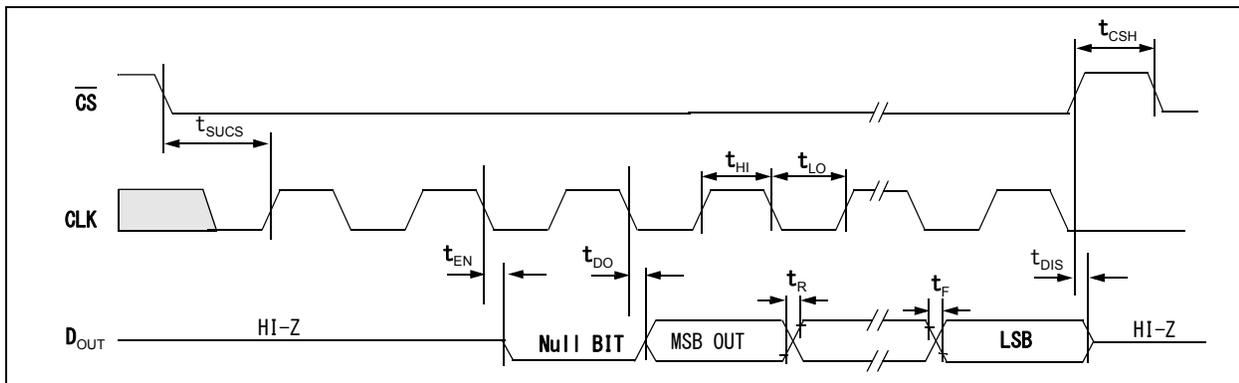


図 1-1: シリアル タイミング

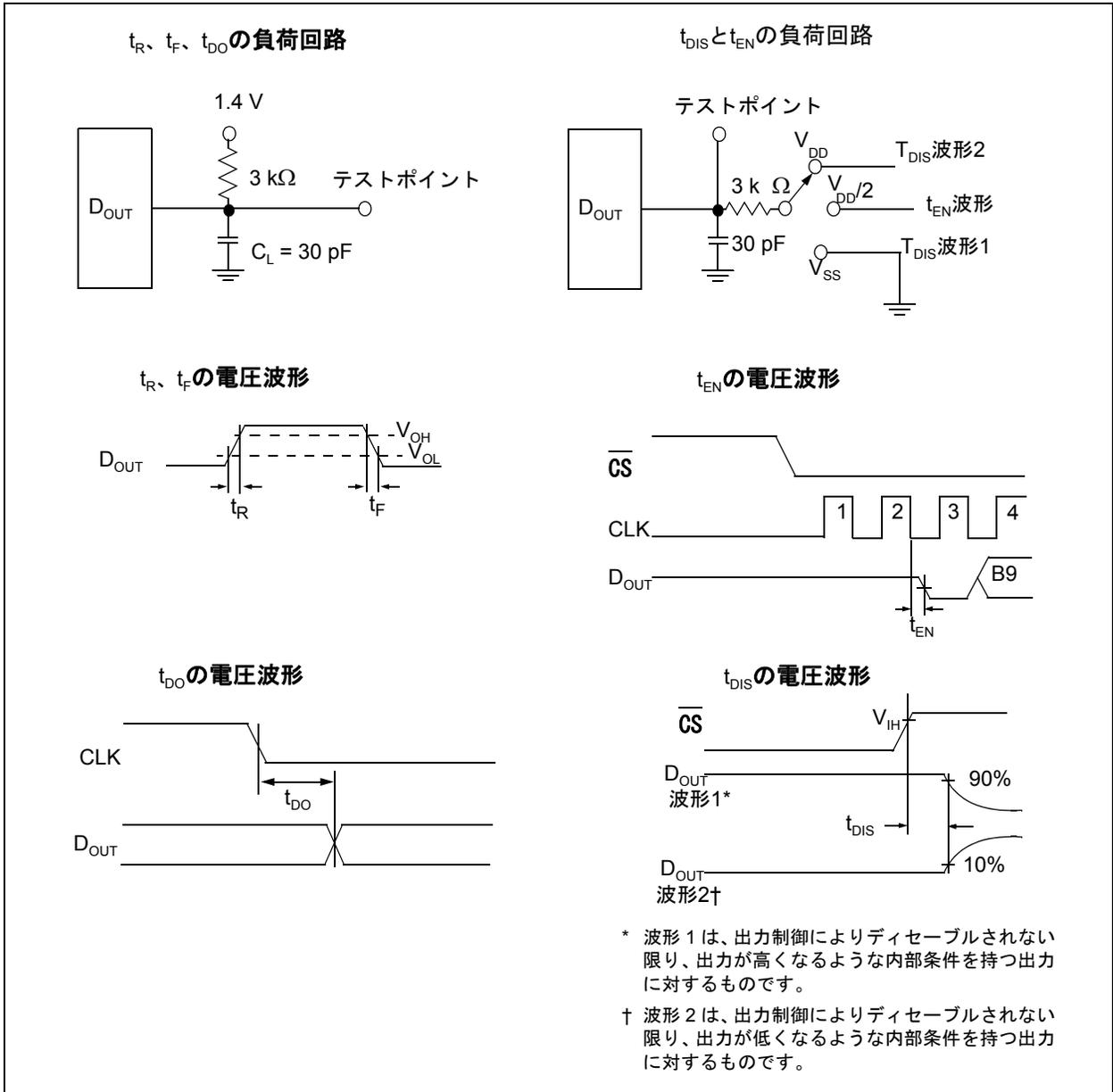


図 1-2: 実験回路

# MCP3001

## 2.0 代表性能曲線

**Note:** 以下の図表は限られたサンプル数に基づく統計的な結果であり、情報提供のみを目的としています。ここに記載する性能特性は検査されておらず、保証されません。下図表の一部には、仕様動作レンジ外で計測されたデータも含まれます(例:仕様レンジ外の電源を使用)。従ってこれらのデータは保証範囲外です。

**Note:** 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 \times$  サンプルング レート、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

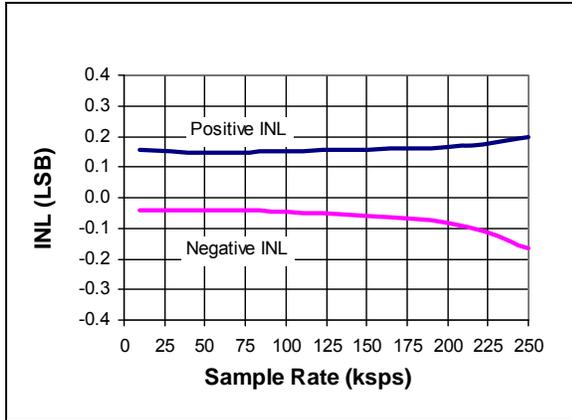


図 2-1: サンプルング レートに対する積分非直線性 (INL)

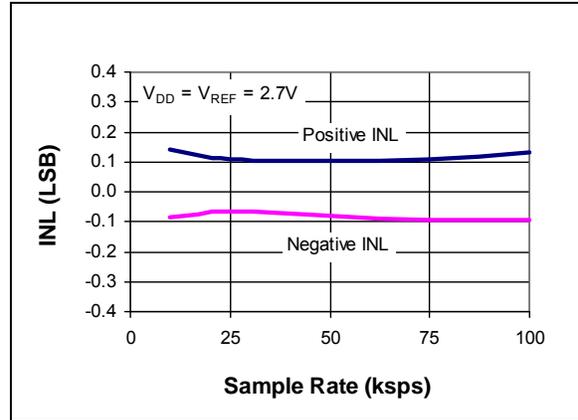


図 2-4: サンプルング レートに対する積分非直線性 (INL) ( $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

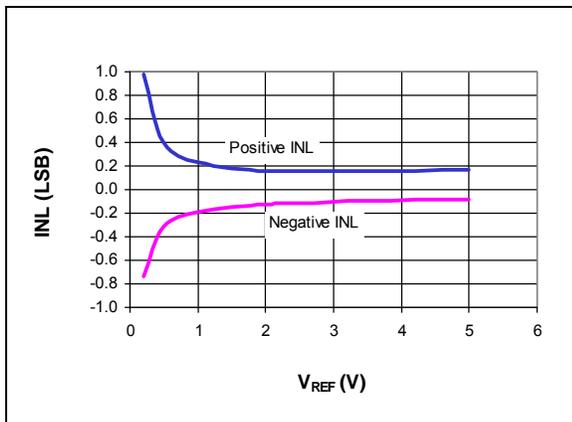


図 2-2:  $V_{REF}$  に対する積分非直線性 (INL)

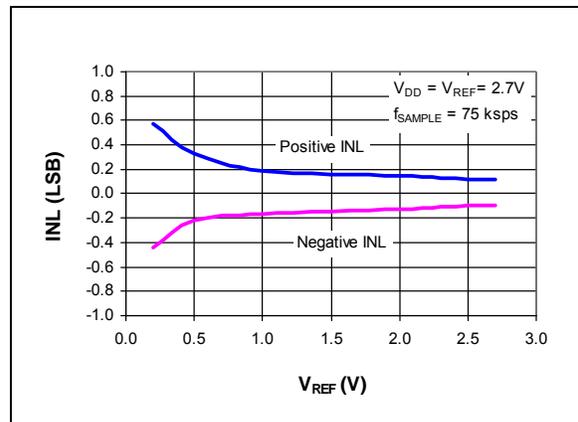


図 2-5:  $V_{REF}$  に対する積分非直線性 (INL) ( $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

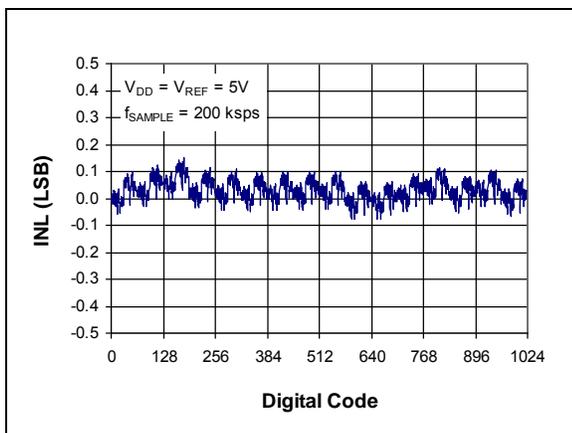


図 2-3: コードに対する積分非直線性 (INL) ( 代表特性 )

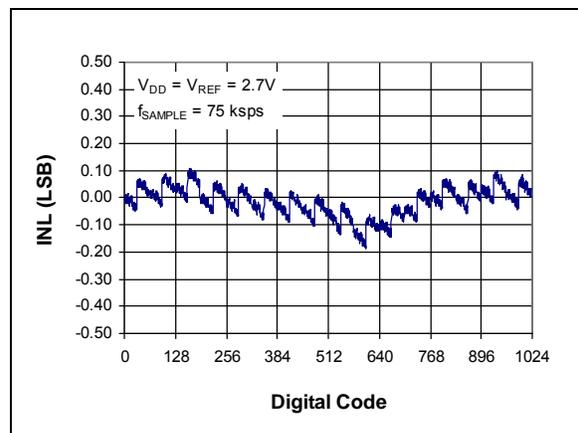


図 2-6: コードに対する積分非直線性 (INL) ( 代表特性、 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

**Note:** 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 \times$  サンプルング レート、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

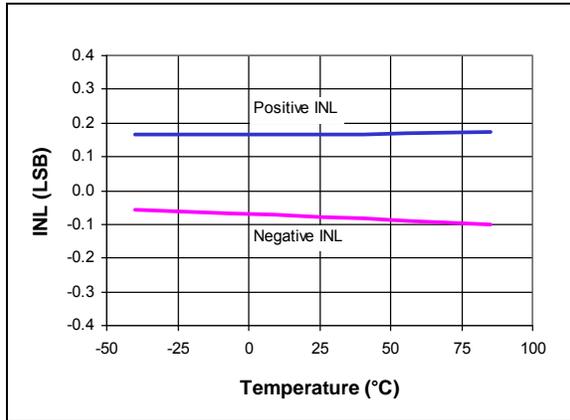


図 2-7: 温度に対する積分非直線性 (INL)

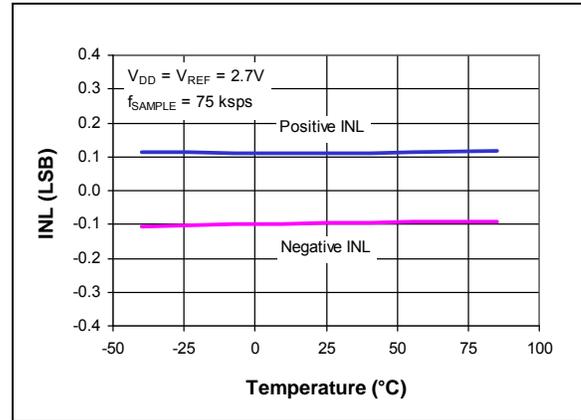


図 2-10: 温度に対する積分非直線性 (INL) ( $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

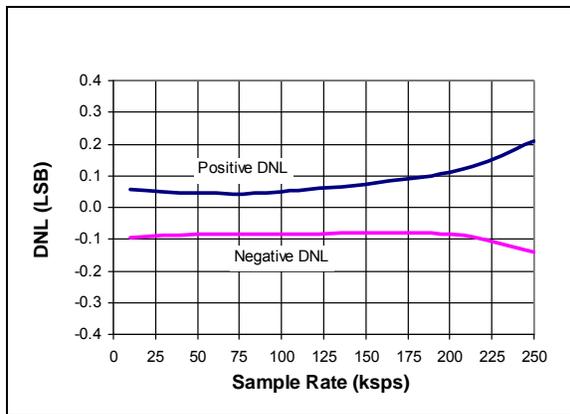


図 2-8: サンプルング レートに対する微分非直線性 (DNL)

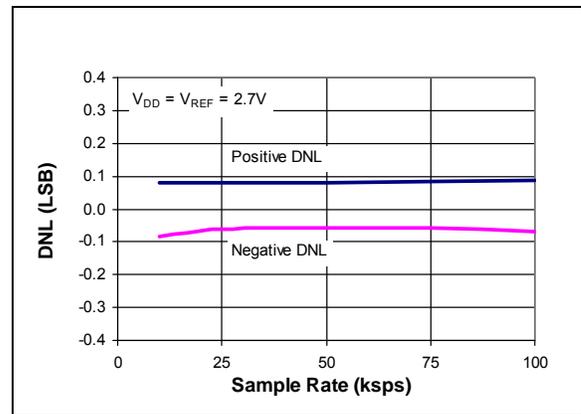


図 2-11: サンプルング レートに対する微分非直線性 (DNL) ( $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

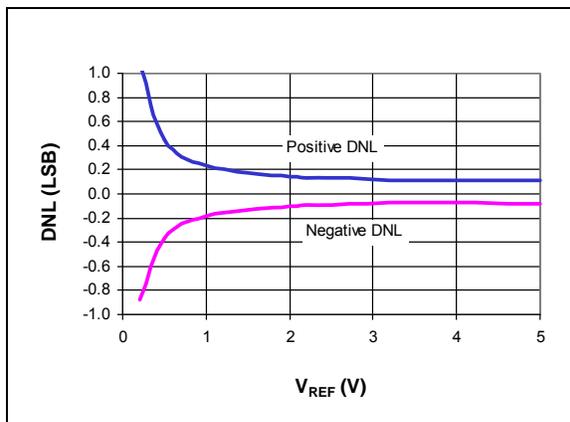


図 2-9:  $V_{REF}$  に対する微分非直線性 (DNL)

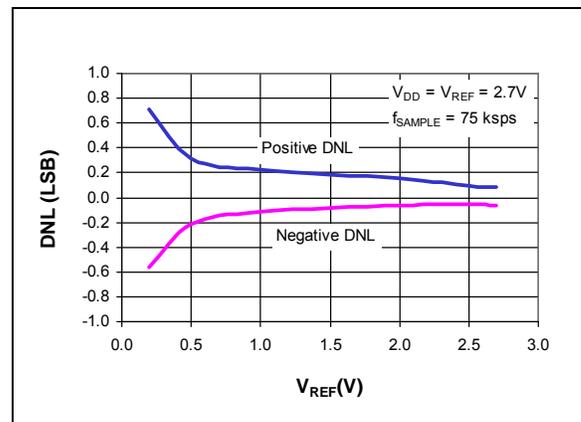


図 2-12:  $V_{REF}$  に対する微分非直線性 (DNL) ( $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

# MCP3001

Note: 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5V$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 \times$  サンプルング レート、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

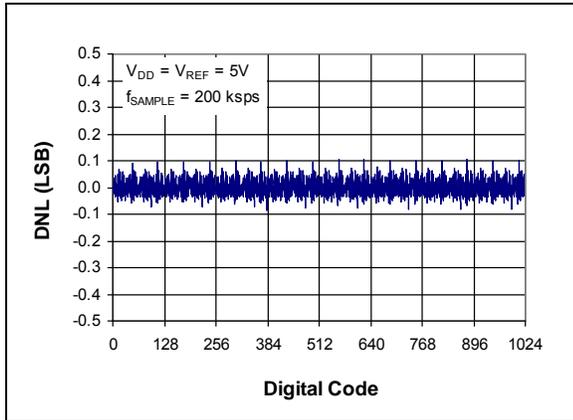


図 2-13: コードに対する微分非直線性 (DNL) (代表特性)

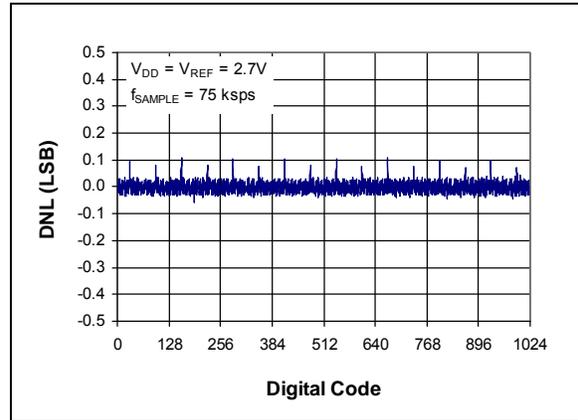


図 2-16: コードに対する微分非直線性 (DNL) (代表特性、 $V_{DD} = 2.7V$ )

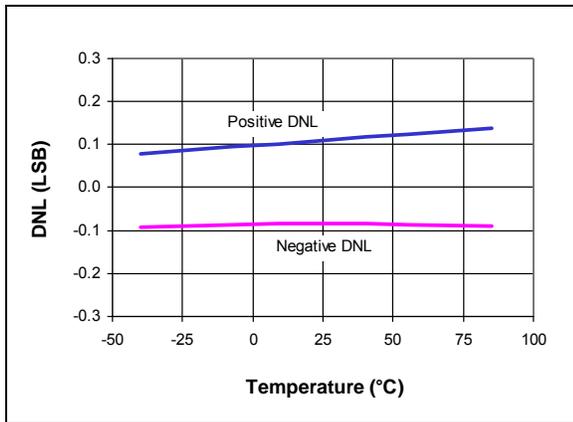


図 2-14: 温度に対する微分非直線性 (DNL)

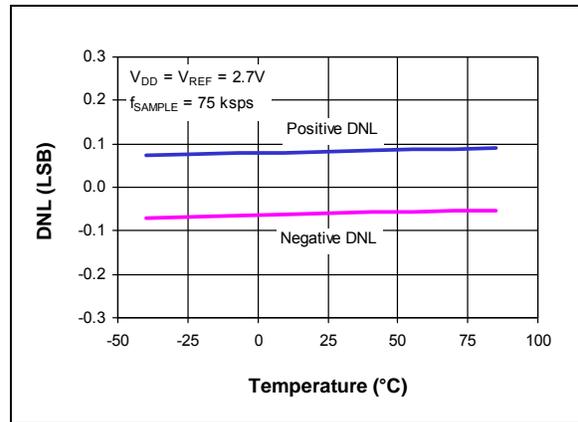


図 2-17: 温度に対する微分非直線性 (DNL) ( $V_{DD} = 2.7V$ )

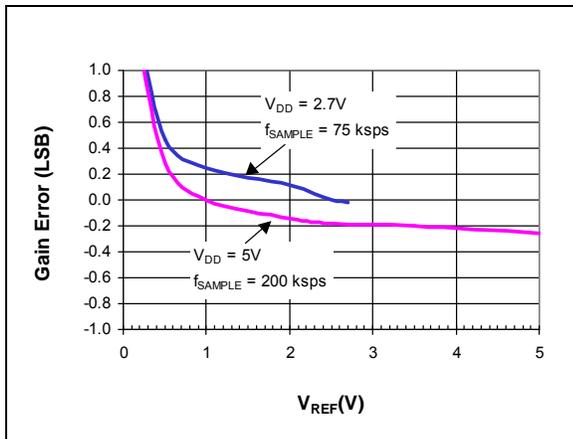


図 2-15:  $V_{REF}$  に対するゲイン誤差

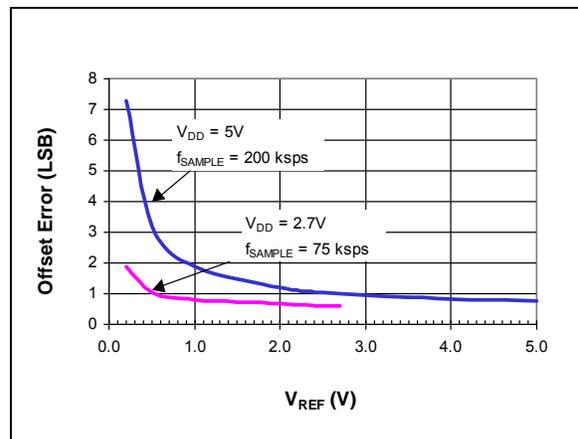


図 2-18:  $V_{REF}$  に対するオフセット誤差

**Note:** 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 * \text{サンプリング レート}$ 、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

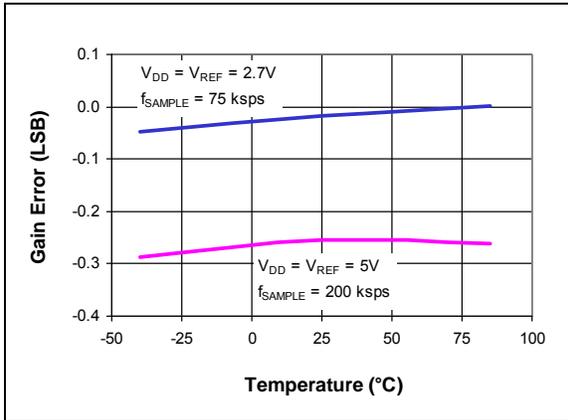


図 2-19: 温度に対するゲイン誤差

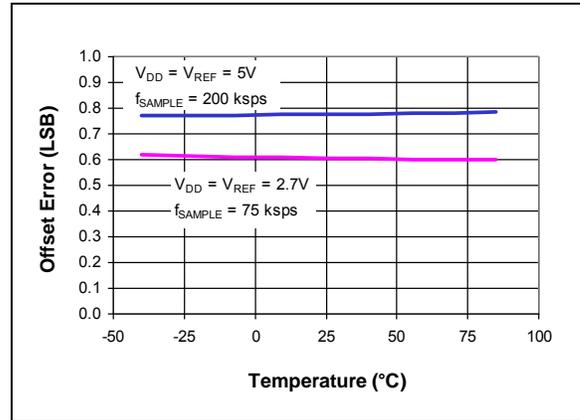


図 2-22: 温度に対するオフセット誤差

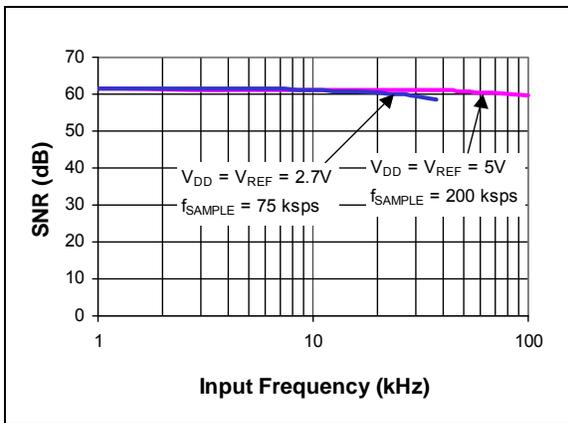


図 2-20: 入力周波数に対する信号/ノイズ比 (SNR)

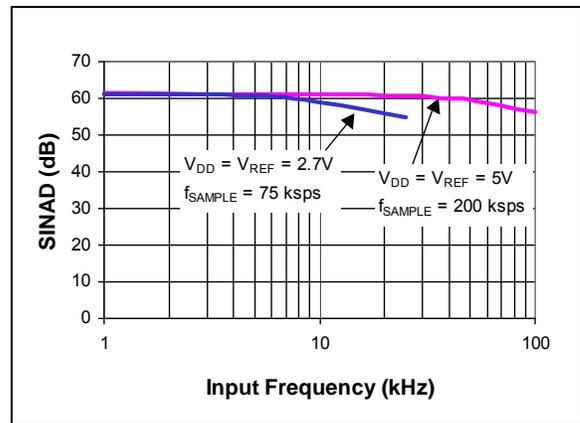


図 2-23: 入力周波数に対する信号/ノイズ比および歪み (SINAD)

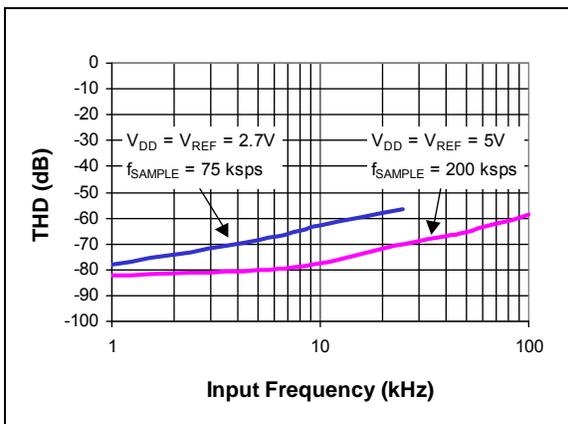


図 2-21: 入力周波数に対する全高調波歪み (THD)

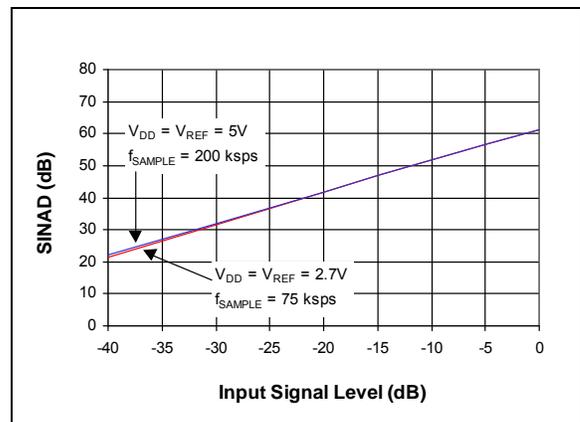


図 2-24: 入力信号レベルに対する信号/ノイズ比および歪み (SINAD)

# MCP3001

Note: 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kps}$ 、 $f_{CLK} = 14 \times$  サンプル レート、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

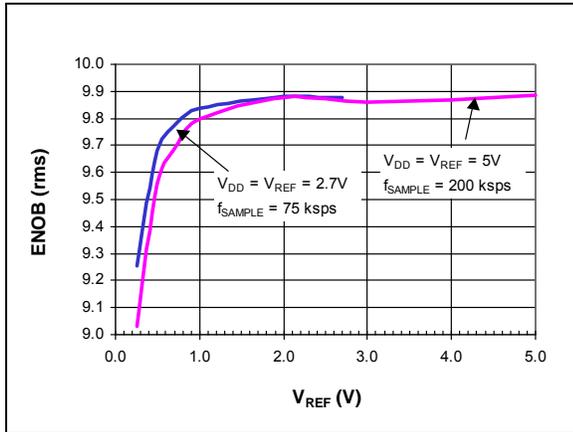


図 2-25:  $V_{REF}$  に対する有効ビット数 (ENOB)

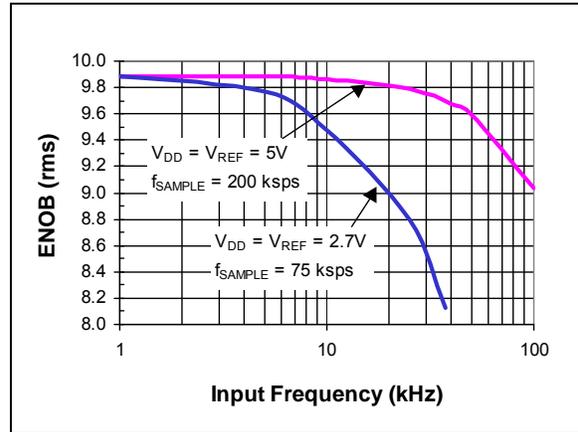


図 2-28: 入力周波数に対する有効ビット数 (ENOB)

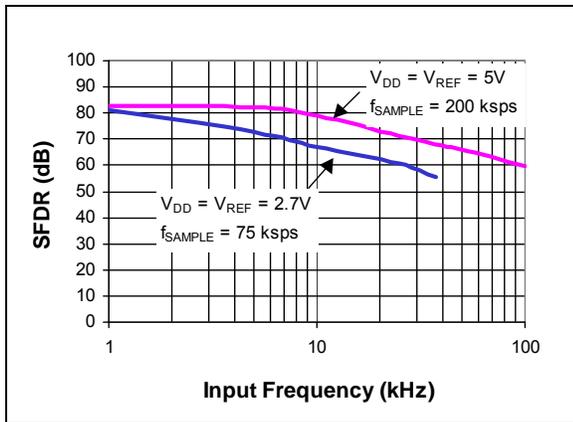


図 2-26: 入力周波数に対するスプリアスフリー ダイナミックレンジ (SFDR)

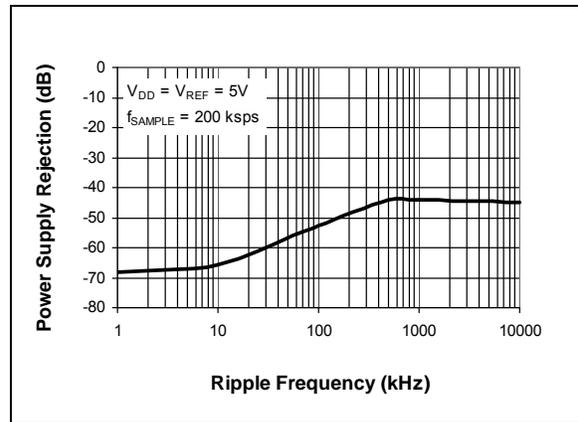


図 2-29: リップル周波数に対する電源電圧変動除去 (PSR)

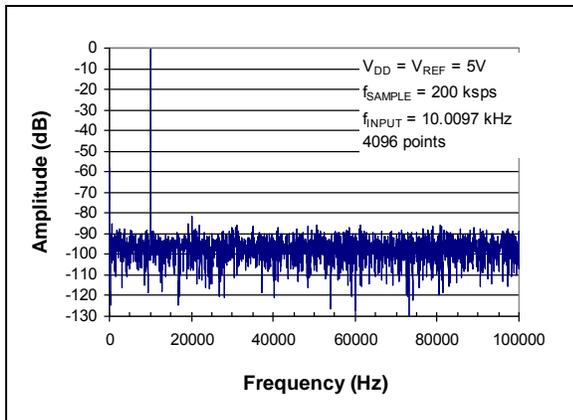


図 2-27: 10 kHz 入力の周波数スペクトル (代表特性)

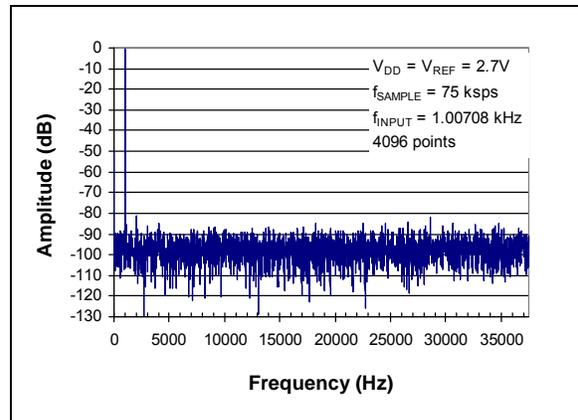


図 2-30: 1 kHz 入力の周波数スペクトル (代表特性、 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ )

**Note:** 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 \times$  サンプルング レート、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

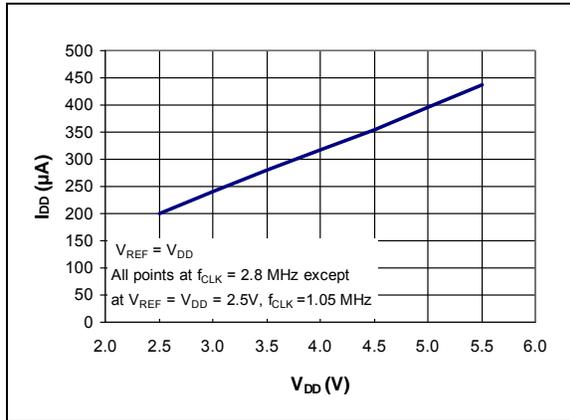


図 2-31:  $V_{DD}$  に対する  $I_{DD}$ .

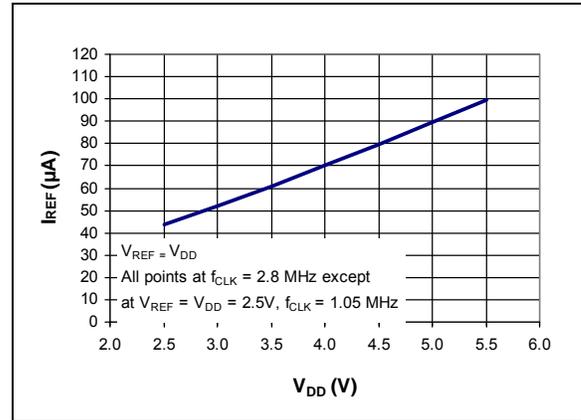


図 2-34:  $V_{DD}$  に対する  $I_{REF}$ .

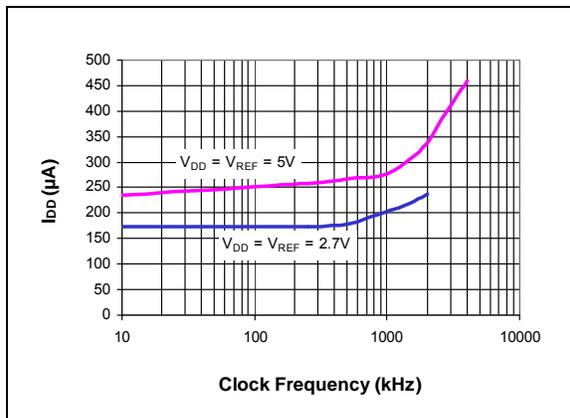


図 2-32: クロック周波数に対する  $I_{DD}$ .

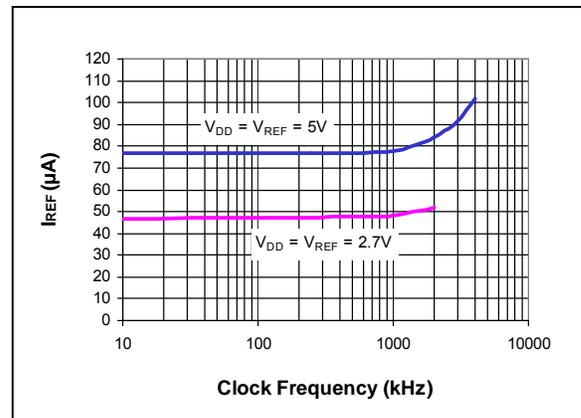


図 2-35: クロック周波数に対する  $I_{REF}$ .

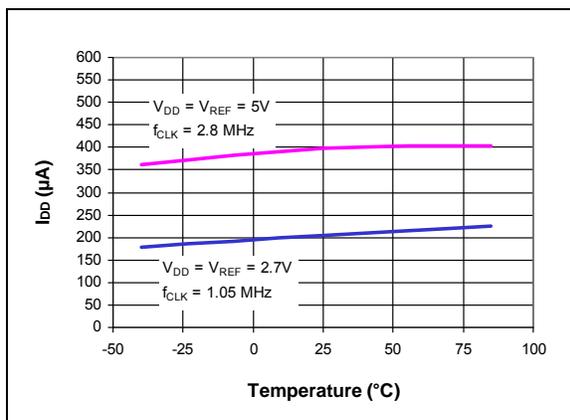


図 2-33: 温度に対する  $I_{DD}$ .

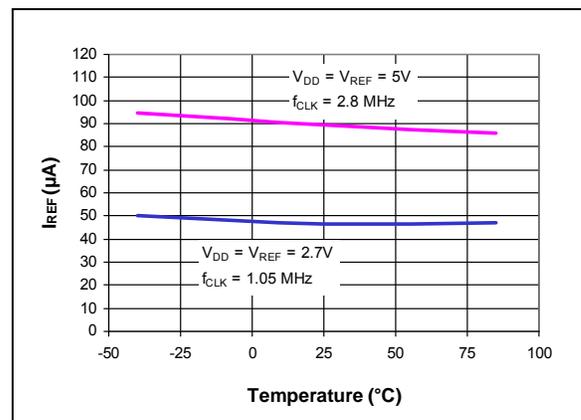


図 2-36: 温度に対する  $I_{REF}$ .

# MCP3001

Note: 特に明記しない場合、 $V_{DD} = V_{REF} = 5\text{ V}$ 、 $f_{SAMPLE} = 200\text{ kpsps}$ 、 $f_{CLK} = 14 * \text{サンプリング レート}$ 、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$

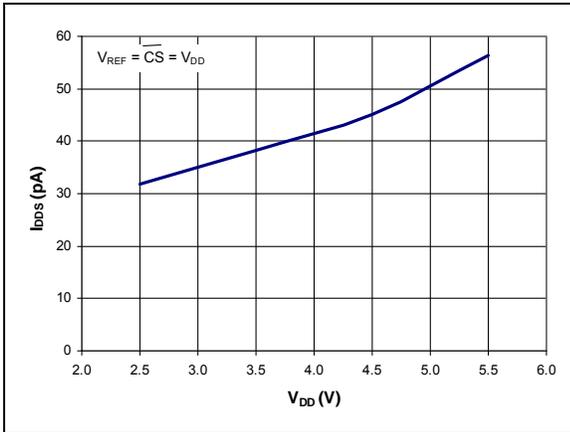


図 2-37:  $V_{DD}$  に対する  $I_{DDS}$

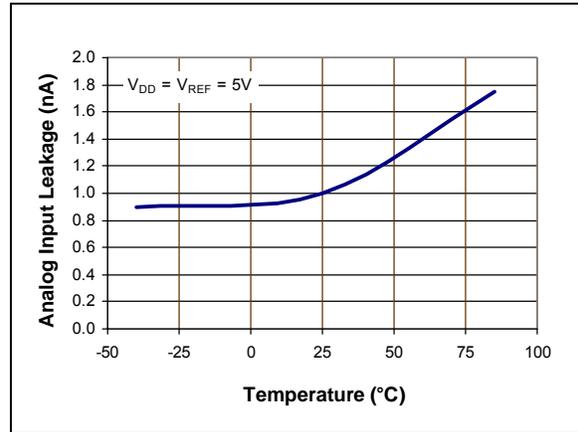


図 2-39: 温度に対するアナログ入力リーク電流

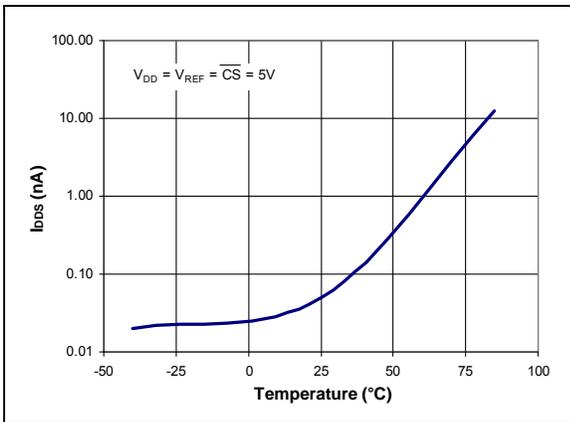


図 2-38: 温度に対する  $I_{DDS}$

### 3.0 ピンの説明

#### 3.1 IN+

正のアナログ入力です。この入力は  $IN- \sim V_{REF} + IN-$  で変動します。

#### 3.2 IN-

負のアナログ入力です。この入力は  $V_{SS}$  から  $\pm 100$  mV で変動します。

#### 3.3 CS/SHDN(チップセレクト/シャットダウン)

CS/SHDN ピンは Low に駆動した時にデバイスとの通信を開始するために使い、High に駆動した時に変換を終了してデバイスを低消費電力のスタンバイ状態にします。CS/SHDN ピンは変換と変換の間で High に駆動する必要があります。

#### 3.4 CLK(シリアルクロック)

SPI クロックピンは変換を開始し、変換の発生に応じて変換の各ビットをクロック出力するために使います。クロック速度の制約についてはセクション 6.2 を参照してください。

#### 3.5 DOUT(シリアルデータ出力)

SPI シリアル出力データピンには AD 変換結果がシフトアウトされて出てきます。変換を開始するとデータは常にクロックの立ち下がりにエッジで変化します。

## 4.0 デバイスの動作

MCP3001A/D コンバータは標準的な SAR アーキテクチャを採用しています。このアーキテクチャでは、CS が Low に駆動された後にシリアルクロックの最初の立ち上がりエッジで始まる 1.5 クロックサイクルで、サンプルが内部サンプル/ホールドコンデンサに収集されます。このサンプリング時間に続いて、コンバータの入力スイッチが開き、デバイスは内蔵サンプル/ホールドコンデンサに収集した電荷を使ってシリアル 10 ビットデジタル出力コードを生成します。MCP3001 では 200 ksps で変換できます。最小クロックレートについては「セクション 6.2」を参照してください。本デバイスとの通信は 3 線式 SPI 互換インターフェイスで行います。

#### 4.1 アナログ入力

MCP3001 は擬似差動入力を備えています。IN+ 入力には  $IN- \sim (V_{REF} + IN-)$  のレンジがあります。IN- 入力は  $V_{SS}$  レールから  $\pm 100$  mV に制限されます。IN- 入力を使うと、IN+ と IN- の両方にある微弱信号の共通モードノイズをキャンセルできます。

A/D コンバータが仕様を満たすためには、1.5 クロックサイクルのサンプリング期間中に、10 ビットの高精度な電圧レベルを取得する十分な時間を、サンプルホールドコンデンサ、 $C_{SAMPLE}$  に与える必要があります。図 4-1 に、AIN のアナログ入力モデルを示します。

この図で、ソースインピーダンス ( $R_S$ ) と内部サンプリングスイッチ ( $R_{SS}$ ) のインピーダンスの和は、コンデンサ  $C_{SAMPLE}$  の充電時間に直接影響する事が示されています。結果的に、大きなソースインピーダンスによって変換のオフセット誤差、ゲイン誤差、積分直線性誤差が増大します。

理想的には、信号源のインピーダンスはほぼゼロにするべきです。これは数十  $\Omega$  の閉ループ出力インピーダンスを備えたオペアンプ (例: MCP601) で解決できます。さらに高いソースインピーダンスの悪影響については、図 4-2 に示します。

IN+ の電圧レベルが IN- 以下の場合、出力コードは 000h です。IN+ での電圧が  $\{[V_{REF} + (IN-)] - 1 \text{LSb}\}$  以上の場合、出力コードは 3FFh です。IN- での電圧レベルが  $V_{SS}$  より下で 1 LSb を超える場合、IN+ 入力での電圧レベルが  $V_{SS}$  を下回った条件とならないと出力コードは 000h になりません。反対に IN- が  $V_{SS}$  より上で 1 LSb を超える場合、IN+ 入力レベルが  $V_{REF}$  レベルを上回らない限り出力コードは 3FFh にはなりません。

#### 4.2 参照入力

以下の式に示すように、参照入力 ( $V_{REF}$ ) によってアナログ入力電圧レンジと LSb サイズが決まります。

$$\text{LSbサイズ} = \frac{V_{REF}}{1024}$$

参照入力が増加するに従って、LSb サイズは減少します。以下の式に示すように、A/D コンバータの生成するデジタル出力コードは、理論上アナログ入力信号と参照入力の関数です。

$$\text{デジタル出力コード} = \frac{1024 * V_{IN}}{V_{REF}}$$

$$V_{IN}: \text{アナログ入力電圧} = V(IN+) - V(IN-)$$

$$V_{REF}: \text{参照電圧}$$

外付けの参照電圧生成デバイスを使う場合、回路のレイアウトについて製造者の推奨事項を参照する必要があります。参照電圧生成デバイスの動作が不安定だと ADC の機能に直接影響します。

# MCP3001

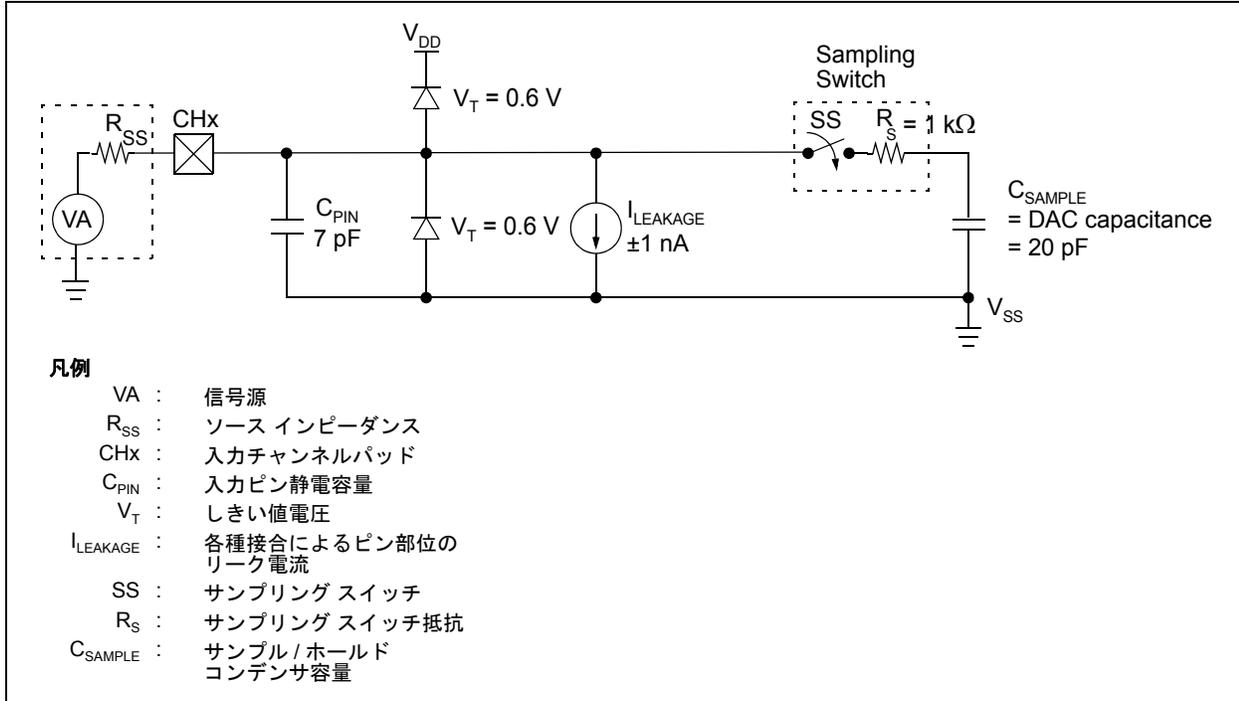


図 4-1: アナログ入力モデル

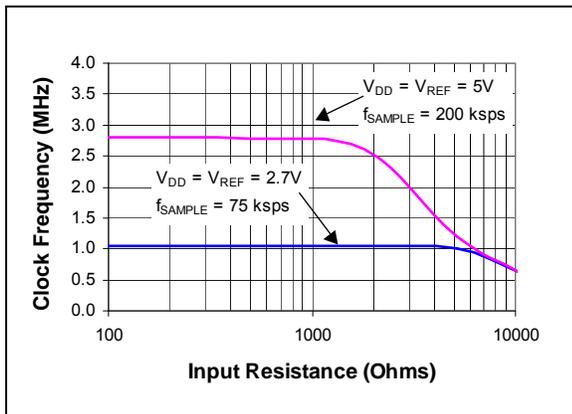


図 4-2: 入力抵抗 ( $R_S$ ) に対する最大クロック周波数、公称条件からの INL の偏差が 0.1 LSb 未満を維持

## 5.0 シリアル通信

本デバイスとの通信は標準の SPI 互換シリアルインターフェイスで行います。MCP3001 との通信は  $\overline{\text{CS}}$  が Low に遷移することで始まります。 $\overline{\text{CS}}$  ピンが Low の状態でデバイスが起動した場合、通信を開始するには一度ピンを High にしてから Low に戻す必要があります。デバイスは  $\overline{\text{CS}}$  が Low に遷移した後、最初のクロックの立ち上がりエッジでアナログ入力をサンプリングします。サンプリング期間は 2 番目のクロックの立ち下がりエッジで終了し、その時点でデバイスは Low null ビットを出力します。その後の 10 クロックで MSb から順に変換の結果を出力します(図 5-1 を参照)。データは常にクロックの立ち下がりエッジで

バースから出力されます。10 ビットのデータを全て送信し、 $\overline{\text{CS}}$  が Low に維持された状態で引き続きクロックを受信するとデバイスは LSb から順に変換の結果を出力します(図 5-2 を参照)。 $\overline{\text{CS}}$  が Low のままでさらにクロックがデバイスに供給されると(データが LSb から順に送信された後)、デバイスはゼロを無制限に送信します。

必要があれば、送信中のどの時点でも  $\overline{\text{CS}}$  を High に引き上げて変換期間を終了する事ができます。新しいサイクルの開始前に全てのビットを取得するのでなければ、この方法で変換レートを高速化できます。この方法を使って上位 8 ビットのみを取得して下位 2 ビットを「破棄」する事もできます。

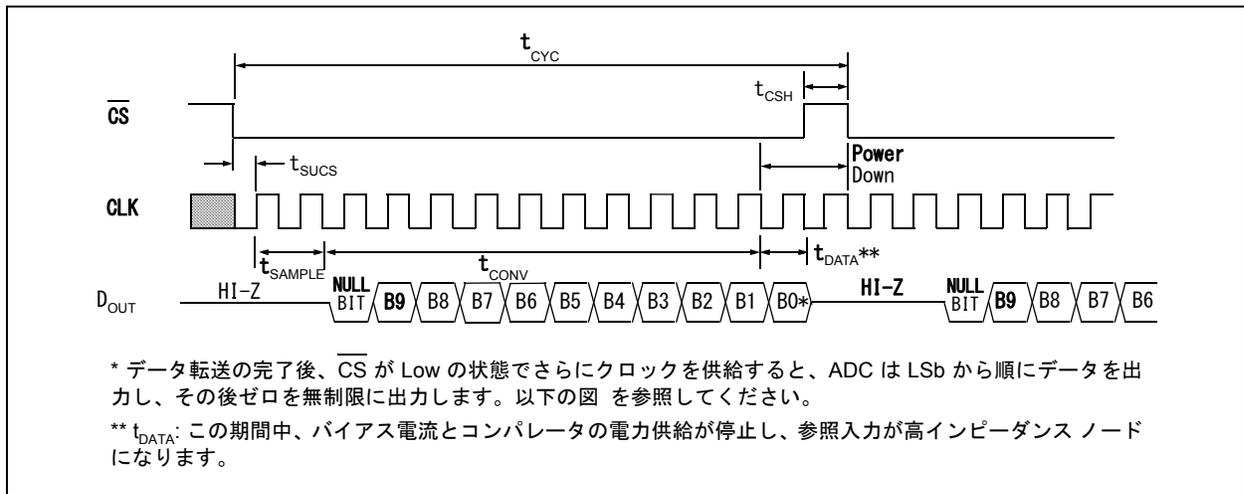


図 5-1: MCP3001 との通信 (MSb first 方式)

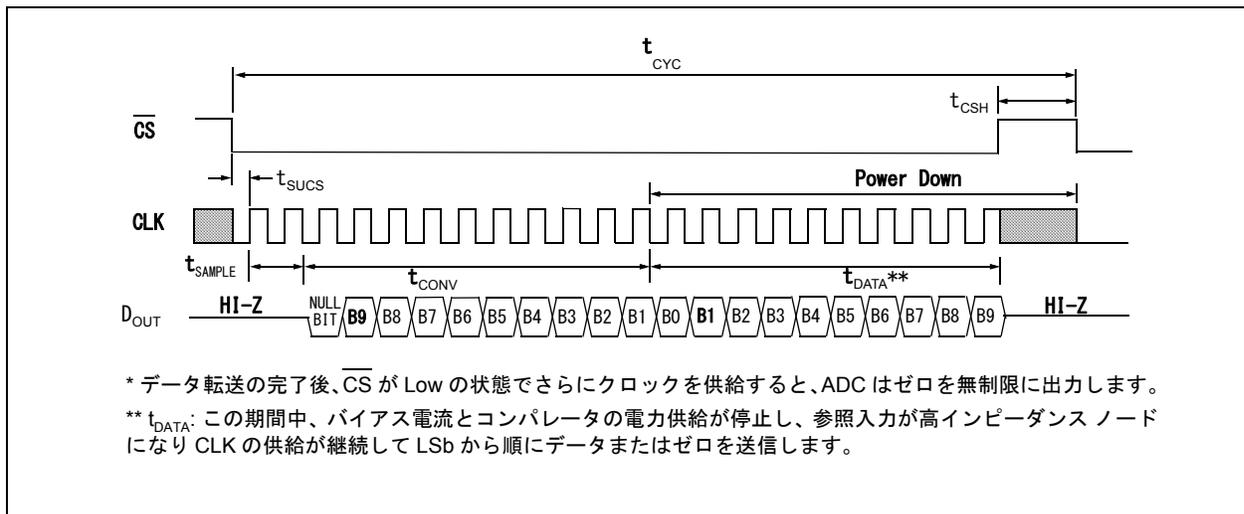


図 5-2: MCP3001 との通信 (LSb first 方式)

## 6.0 応用に関する情報

### 6.1 マイクロコントローラ SPI ポートを備えた MCP3001 の使用

ほとんどのマイクロコントローラ SPI ポートでは、一度に 8 ビットを送信する必要があります。その場合、MCP3001 が必要とするよりも多くのクロックを供給することになります。例として図 6-1 と図 6-2 に、MCP3001 標準 SPI ポートでマイクロコントローラに接続する方法を示します。MCP3001 は常にクロックの立ち下がりエッジでデータを送信するため、MCU の SPI ポートをこの動作に適合するように設定する必要があります。SPI モード 0,0(クロックは Low でアイドル)と SPI モード 1,1(クロックは High でアイドル)は両方とも MCP3001 と互換です。図 6-1 にマイクロコントローラからの CLK が「Low」状態でアイドルになる SPI モード 0,0 の動作を示します。図に示すように、3 番目のクロックパルスの立ち下がりエッジで MSb が ADC から送信されます。最初の 8 クロックがデバイスに送信されると、マイクロコントローラの受信バッ

ファには、未知の 2 ビット (出力は最初の 2 クロックで高インピーダンス)、null ビット、変換データの最上位 5 ビットが格納されます。2 番目の 8 クロックがデバイスに送信されると、ADC が LSB から始まるデータを追加のクロックによってシフトアウトし始めるため、MCU 受信レジスタには最下位 5 ビットと B1~B4 の 3 ビットが繰り返し含まれるようになります。一般的な手順では、それからデータの下位バイトを右に 3 ビットシフトして余分な B1~B4 のビットを削除することが求められます。B9~B5 のビットがそれから右に 3 ビット移動し、それに伴って B7~B5 が上位バイトから下位バイトに移動します。この方法で、変換されたデータをより簡単に操作できます。

図 6-2 に、クロックが High の状態でアイドルとなる SPI モード 1,1 の通信を示します。モード 0,0 の場合と同様、ADC はクロックの立ち下がりエッジでデータを出力し、MCU はクロックの立ち上がりエッジで ADC からデータをラッチします。

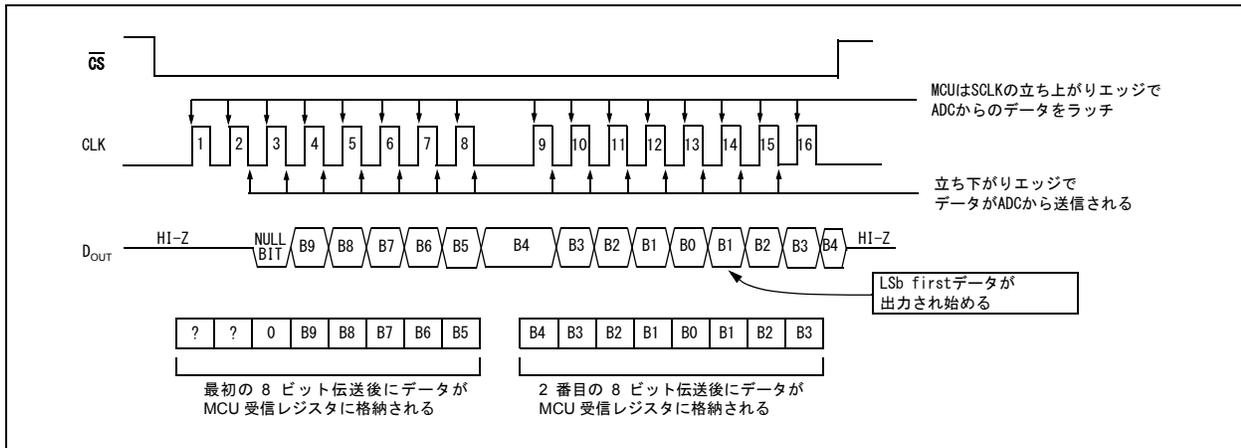


図 6-1: 8 ビットセグメントを使った MCP3001 との SPI 通信 (モード 0,0: SCLK は Low でアイドル)

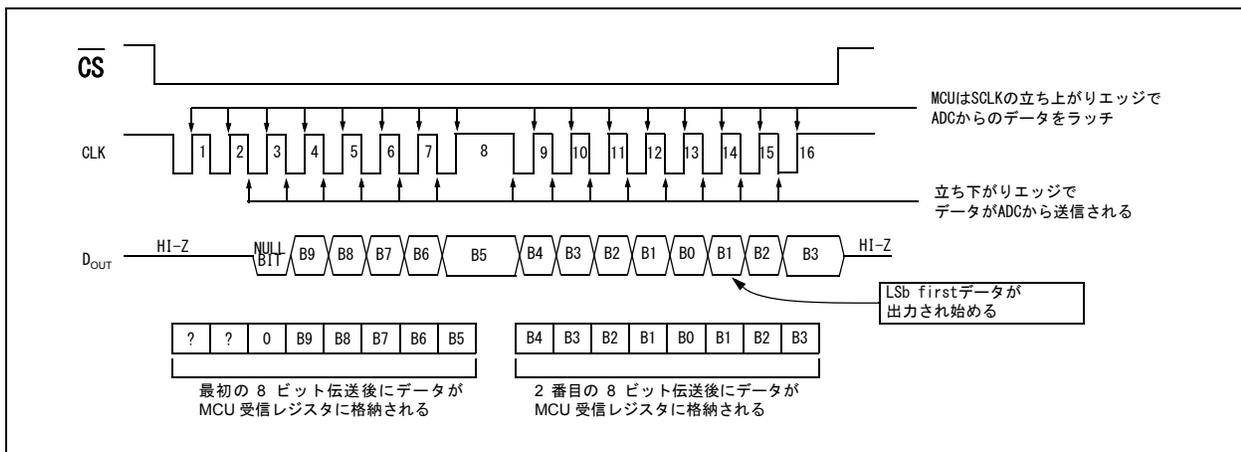


図 6-2: 8 ビットセグメントを使った MCP3001 との SPI 通信 (モード 1,1: SCLK は High でアイドル)

## 6.2 最小クロック速度の維持

MCP3001 がサンプリング期間を開始すると電荷がサンプリング コンデンサに蓄積されます。サンプリング期間が終了すると本デバイスは1クロック受信するごとに1ビットを変換します。クロックレートが遅いと、変換中にサンプリング コンデンサが放電する事になるため注意してください。85°C(最悪条件)でデバイスがサンプリング コンデンサに適切な電荷を維持できる時間は、 $V_{DD} = 2.7V$  で 700  $\mu s$ 、 $V_{DD} = 5V$  で 1.5 ms です。このため  $V_{DD} = 2.7V$  では最初の 14 クロックの送信に要する時間が 700  $\mu s$  を超えない必要があります。この基準に適合しないと定格仕様外での変換により直線性誤差が生じる原因になります。

## 6.3 アナログ入力のバッファ/フィルタ処理

ADC の信号源が低インピーダンス ソースではない場合、信号のバッファリングが必要です。これを行わないと不正確な変換が生じる恐れがあります(図 4-2 参照)。また、変換結果への折り返し歪みになり得る信号を除去するためフィルタの使用も推奨します。図 6-3 に、MCP3001 のアナログ入力を駆動、フィルタ処理、増幅するためにオペアンプを使う場合を示します。このアンプはコンバータ入力の低インピーダンス電流源とローパスフィルタを提供し、望ましくない高周波ノイズを除去します。

ローパス ( アンチ エイリアシング ) フィルタは Microchip 社の FilterLab™ ソフトウェアを使って設計できます。FilterLab ではコンデンサと抵抗の値を計算し、アプリケーションに必要な極数を決める事もできます。信号のフィルタ処理の詳細はアプリケーションノート AN699『Anti-Aliasing Analog Filters for Data Acquisition Systems』を参照してください。

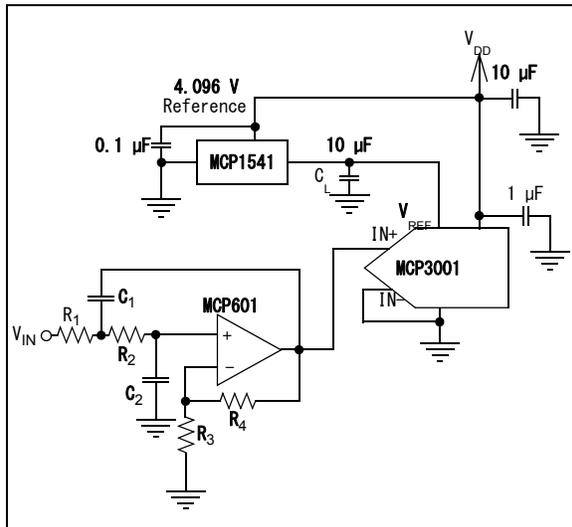


図 6-3: MCP601 オペアンプを使って、MCP3001 により変換される信号に対して 2 次アンチ エイリアシング フィルタを実装した例

## 6.4 レイアウトに関する注意事項

アナログ部品を使うプリント基板をレイアウトする場合、ノイズができるだけ少なくなるように配慮する必要があります。本デバイスにはバイパス コンデンサを常に使います。バイパス コンデンサはデバイスピンのできるだけ近くに配置します。1  $\mu F$  のバイパス コンデンサ値を推奨します。

基板上のデジタルとアナログの配線パターンはできるだけ離す必要があります。また、本デバイスとバイパス コンデンサの下には配線パターンを配置しないようにします。高周波信号 ( クロックライン等 ) の配線をアナログ配線からできるだけ離すように特に注意が必要です。

基板上の全てのデバイスに対してグランド電位を同じに保つためにアナロググランド プレーンを使う事を推奨します。デバイスへの  $V_{DD}$  接続を「スター」構成にする事でも、電流の戻り経路の共通部分をなくして関連する誤差を解消し、ノイズを低減できます(図 6-4 参照)。ADC を使う場合のレイアウトのヒントの詳細は、AN688『Layout Tips for 12-Bit A/D Converter Applications』を参照してください。

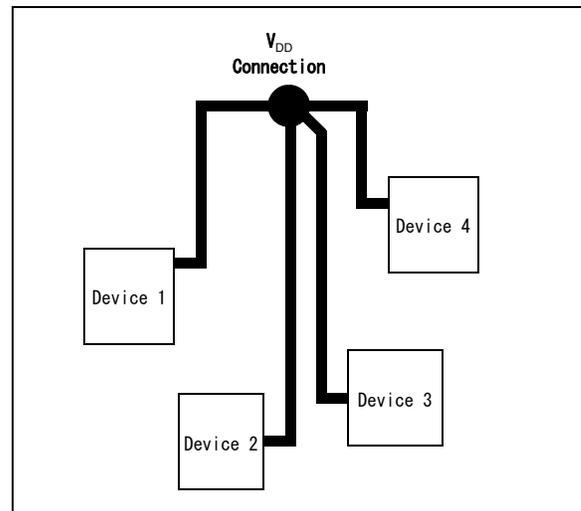


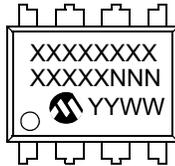
図 6-4: 電流の戻り経路による誤差を低減するため「スター」構成に配置した  $V_{DD}$  配線パターン

# MCP3001

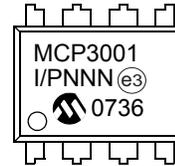
## 7.0 パッケージ情報

### 7.1 パッケージのマーキング情報

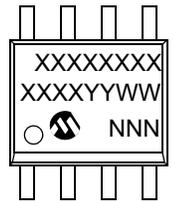
8ピンPDIP (300 mil)



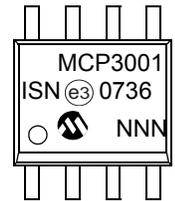
例:



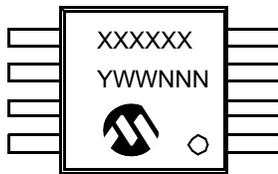
8ピンSOIC (150 mil)



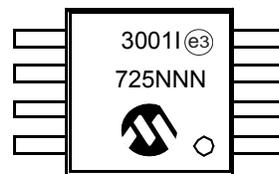
例:



8ピンMSOP



例:



8ピンTSSOP



例:



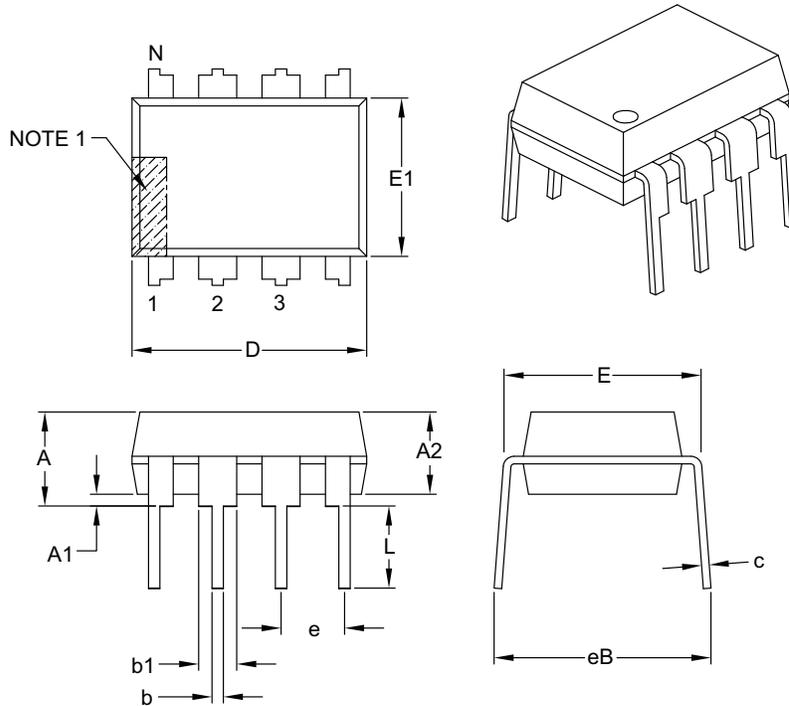
**凡例:**

- XX...X お客様固有情報
- Y 年コード (西暦の下1桁)
- YY 年コード (西暦の下2桁)
- WW 週コード (1月1日の週を「01」とする)
- NNN 英数字のトレーサビリティコード
- ⓔ3 無光沢スズ (Sn) めっきの使用を示す鉛フリーの JEDEC マーク
- \* 本パッケージは鉛フリーです。鉛フリー JEDEC マーク (ⓔ3) は外箱に表記しています。

**Note:** Microchip 社の製品番号が1行に収まりきらない場合は複数行を使います。その場合お客様固有情報に使える文字数が制限されます。

## 8-Lead Plastic Dual In-Line (P) – 300 mil Body [PDIP]

**Note:** For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Dimension Limits	Units	INCHES		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	.100 BSC		
Top to Seating Plane	A	–	–	.210
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.195
Base to Seating Plane	A1	.015	–	–
Shoulder to Shoulder Width	E	.290	.310	.325
Molded Package Width	E1	.240	.250	.280
Overall Length	D	.348	.365	.400
Tip to Seating Plane	L	.115	.130	.150
Lead Thickness	c	.008	.010	.015
Upper Lead Width	b1	.040	.060	.070
Lower Lead Width	b	.014	.018	.022
Overall Row Spacing §	eB	–	–	.430

**Notes:**

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located with the hatched area.
2. § Significant Characteristic.
3. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed .010" per side.
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

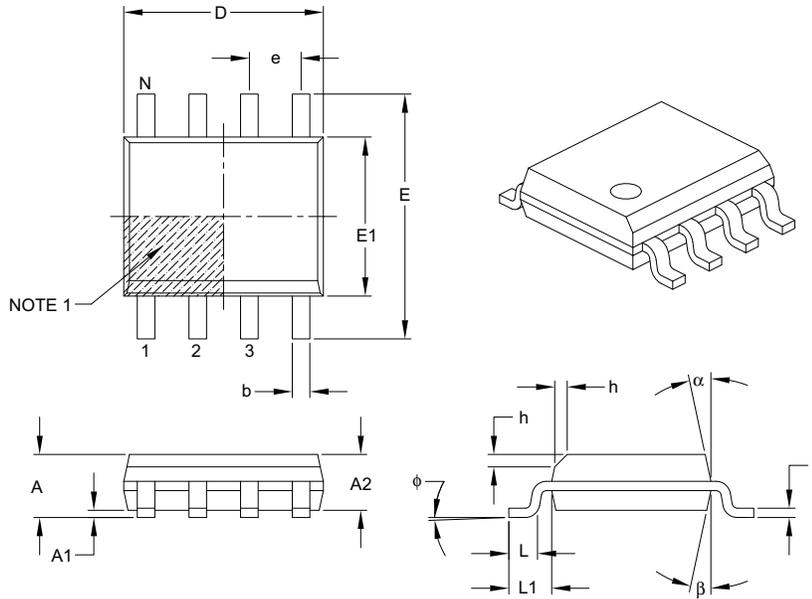
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-018B

# MCP3001

## 8-Lead Plastic Small Outline (SN) – Narrow, 3.90 mm Body [SOIC]

**Note:** For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	1.27 BSC		
Overall Height	A	–	–	1.75
Molded Package Thickness	A2	1.25	–	–
Standoff §	A1	0.10	–	0.25
Overall Width	E	6.00 BSC		
Molded Package Width	E1	3.90 BSC		
Overall Length	D	4.90 BSC		
Chamfer (optional)	h	0.25	–	0.50
Foot Length	L	0.40	–	1.27
Footprint	L1	1.04 REF		
Foot Angle	$\phi$	0°	–	8°
Lead Thickness	c	0.17	–	0.25
Lead Width	b	0.31	–	0.51
Mold Draft Angle Top	$\alpha$	5°	–	15°
Mold Draft Angle Bottom	$\beta$	5°	–	15°

**Notes:**

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- § Significant Characteristic.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

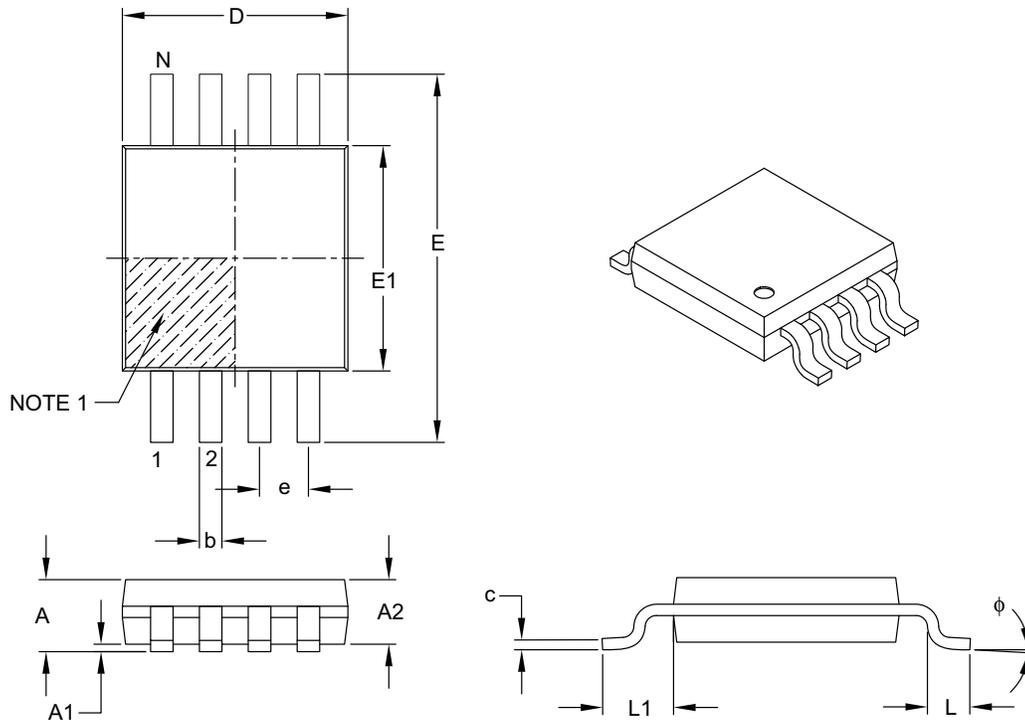
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-057B

## 8-Lead Plastic Micro Small Outline Package (MS) [MSOP]

**Note:** For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	–	–	1.10
Molded Package Thickness	A2	0.75	0.85	0.95
Standoff	A1	0.00	–	0.15
Overall Width	E	4.90 BSC		
Molded Package Width	E1	3.00 BSC		
Overall Length	D	3.00 BSC		
Foot Length	L	0.40	0.60	0.80
Footprint	L1	0.95 REF		
Foot Angle	$\phi$	0°	–	8°
Lead Thickness	c	0.08	–	0.23
Lead Width	b	0.22	–	0.40

**Notes:**

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensions D and E do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

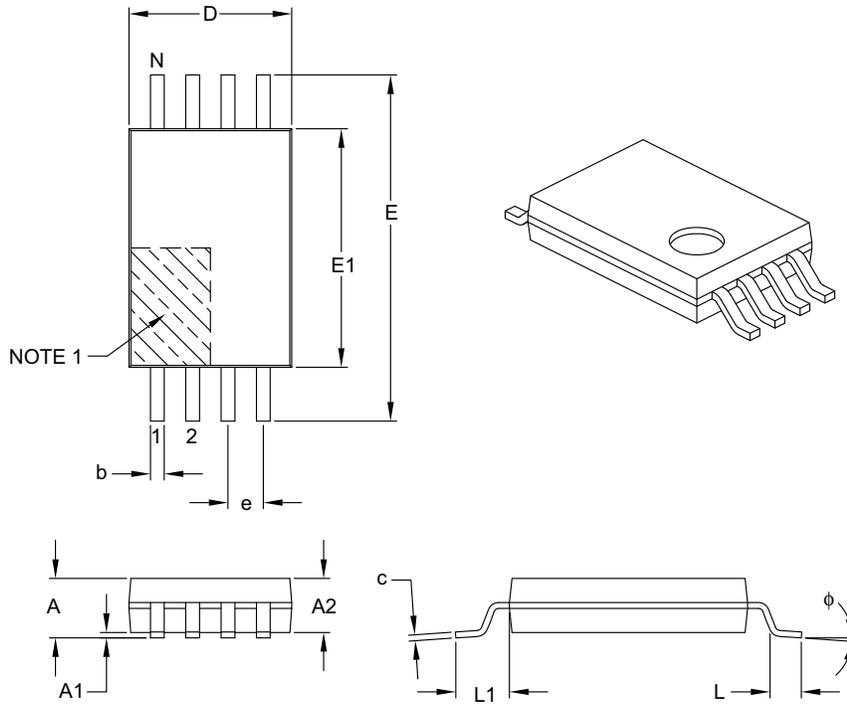
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-111B

# MCP3001

## 8-Lead Plastic Thin Shrink Small Outline (ST) – 4.4 mm Body [TSSOP]

**Note:** For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	8		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	–	–	1.20
Molded Package Thickness	A2	0.80	1.00	1.05
Standoff	A1	0.05	–	0.15
Overall Width	E	6.40 BSC		
Molded Package Width	E1	4.30	4.40	4.50
Molded Package Length	D	2.90	3.00	3.10
Foot Length	L	0.45	0.60	0.75
Footprint	L1	1.00 REF		
Foot Angle	$\phi$	0°	–	8°
Lead Thickness	c	0.09	–	0.20
Lead Width	b	0.19	–	0.30

**Notes:**

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm per side.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-086B

## APPENDIX A: 改訂履歴

リビジョン C (2007 年 1 月)

パッケージ図を更新しました。

---

**NOTES:**

## 製品識別システム

ご注文や製品の価格、納期につきましては弊社または販売代理店にお問い合わせください。

製品番号	
デバイス	温度レンジ
	X
	LX
	パッケージ
デバイス:	MCP3001: 10ビットシリアル A/D コンバータ? MCP3001T: 10ビットシリアル A/D コンバータ? (テープ & リール)(SOIC と TSSOP のみ)
温度レンジ:	I = -40° ~ +85° °C
パッケージ:	P = プラスチック DIP (300 mil ボディ)、8 ピン SN = プラスチック SOIC、(150 mil ボディ)、8 ピン MS = プラスチック マイクロ スモール アウトライン (MSOP)、8 ピン ST = プラスチック TSSOP (4.4 mm)、8 ピン

### 例:

- MCP3001-I/P: 産業用温度レンジ、PDIP パッケージ
- MCP3001-I/SN: 産業用温度レンジ、SOIC パッケージ
- MCP3001-I/ST: 産業用温度レンジ、TSSOP パッケージ
- MCP3001-I/MS: 産業用温度レンジ、MSOP パッケージ

# MCP3001

---

NOTES:

**Microchip 社製デバイスのコード保護機能に関して以下の点にご注意ください。**

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに仕様に従って使用した場合、Microchip 社製品のセキュリティレベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- しかし、コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在する事もまた事実です。弊社の理解では、こうした手法は Microchip 社データシートにある動作仕様書以外の方法で Microchip 社製品を使用する事になります。このような行為は知的財産権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- Microchip 社は、コードの保全性に懸念を抱くお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。Microchip 社のコード保護機能の侵害は、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著作物に不正なアクセスを受けた場合、デジタル ミレニアム著作権法の定めるところにより損害賠償訴訟を起こす権利があります。

本書に記載されているデバイス アプリケーション等に関する情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。Microchip 社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、商品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。Microchip 社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

**商標**

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC、SmartShunt は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor、Embedded Control Solutions Company は、米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、InCircuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、Mindi、MiWi、MPASM、MPLIB、MPLINK、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICKtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock、ZENA は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は、米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

その他の本書に記載されている商標は各社に帰属します。

© 2007, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 本書は再生紙を使用しています。

ISBN: 978-1-5224-1340-0

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
== ISO/TS 16949:2002 ==**

Microchip 社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州)、Mountain View (カリフォルニア州)の本部、設計部およびウェハー製造工場が ISO/TS-16949:2002 認証を取得しています。Microchip 社の品質システムのプロセスおよび手順は、PIC<sup>®</sup> MCU および dsPIC<sup>®</sup>、KEELOQ<sup>®</sup> コードホッピングデバイス、シリアル EEPROM、マイクロペリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。さらに、開発システムの設計と製造に関する Microchip 社の品質システムは ISO 9001:2000 認証を取得しています。

## 各国の営業所とサービス

### 南北アメリカ

**本社**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 480-792-7200  
Fax: 480-792-7277  
技術サポート：  
http://support.microchip.com  
URL:  
www.microchip.com

**アトランタ**  
Duluth, GA  
Tel: 678-957-9614  
Fax: 678-957-1455

**ボストン**  
Westborough, MA  
Tel: 774-760-0087  
Fax: 774-760-0088

**シカゴ**  
Itasca, IL  
Tel: 630-285-0071  
Fax: 630-285-0075

**ダラス**  
Addison, TX  
Tel: 972-818-7423  
Fax: 972-818-2924

**デトロイト**  
Farmington Hills, MI  
Tel: 248-538-2250  
Fax: 248-538-2260

**ココモ**  
Kokomo, IN  
Tel: 765-864-8360  
Fax: 765-864-8387

**ロサンゼルス**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 949-462-9523  
Fax: 949-462-9608

**サンタクララ**  
Santa Clara, CA  
Tel: 408-961-6444  
Fax: 408-961-6445

**トロント**  
Mississauga, Ontario,  
カナダ  
Tel: 905-673-0699  
Fax: 905-673-6509

### アジア太平洋

**アジア太平洋支社**  
Suites 3707-14, 37th Floor  
Tower 6, The Gateway  
Harbour City, Kowloon  
Hong Kong  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**オーストラリア - シドニー**  
Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

**中国 - 北京**  
Tel: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8665-5511  
Fax: 86-28-8665-7889

**中国 - 福州**  
Tel: 86-591-8750-3506  
Fax: 86-591-8750-3521

**中国 - 香港 SAR**  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**中国 - 青島**  
Tel: 86-532-8502-7355  
Fax: 86-532-8502-7205

**中国 - 上海**  
Tel: 86-21-5407-5533  
Fax: 86-21-5407-5066

**中国 - 瀋陽**  
Tel: 86-24-2334-2829  
Fax: 86-24-2334-2393

**中国 - 深?**  
Tel: 86-755-8203-2660  
Fax: 86-755-8203-1760

**中国 - 順徳**  
Tel: 86-757-2839-5507  
Fax: 86-757-2839-5571

**中国 - 武漢**  
Tel: 86-27-5980-5300  
Fax: 86-27-5980-5118

**中国 - 西安**  
Tel: 86-29-8833-7250  
Fax: 86-29-8833-7256

### アジア太平洋

**インド - バンガロール**  
Tel: 91-80-4182-8400  
Fax: 91-80-4182-8422

**インド - ニューデリー**  
Tel: 91-11-4160-8631  
Fax: 91-11-4160-8632

**インド - プネ**  
Tel: 91-20-2566-1512  
Fax: 91-20-2566-1513

**日本 - 横浜**  
Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

**韓国 - 亀尾**  
Tel: 82-54-473-4301  
Fax: 82-54-473-4302

**韓国 - ソウル**  
Tel: 82-2-554-7200  
Fax: 82-2-558-5932 または  
82-2-558-5934

**マレーシア - ペナン**  
Tel: 60-4-646-8870  
Fax: 60-4-646-5086

**フィリピン - マニラ**  
Tel: 63-2-634-9065  
Fax: 63-2-634-9069

**シンガポール**  
Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

**台湾 - 新竹**  
Tel: 886-3-572-9526  
Fax: 886-3-572-6459

**台湾 - 高雄**  
Tel: 886-7-536-4818  
Fax: 886-7-536-4803

**台湾 - 台北**  
Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

**タイ - バンコク**  
Tel: 66-2-694-1351  
Fax: 66-2-694-1350

### ヨーロッパ

**オーストリア - ヴェルス**  
Tel: 43-7242-2244-39  
Fax: 43-7242-2244-393

**デンマーク - コペンハーゲン**  
Tel: 45-4450-2828  
Fax: 45-4485-2829

**フランス - パリ**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**ドイツ - ミュンヘン**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**イタリア - ミラノ**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**オランダ - ドリュエネン**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**スペイン - マドリッド**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

**英国 - ウォーキングム**  
Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820