

# 10ppm/°C リファレンス内蔵の シングル 12/10/8 ビット I<sup>2</sup>C 電圧 出力 D/A コンバータ

## 特長

- 高精度リファレンス内蔵  
2.5V フルスケール 10ppm/°C (LTC2631-L)  
4.096V フルスケール 10ppm/°C (LTC2631-H)
- 最大 INL 誤差: 1LSB (LTC2631A-12)
- 双方向リファレンス: 入力または 10ppm/°C 出力
- 400kHz の I<sup>2</sup>C™ インタフェース
- 選択可能な 9 個のアドレス (LTC2631-Z)
- 低ノイズ: 0.7mV<sub>p-p</sub> (0.1Hz ~ 200kHz)
- 全温度範囲で単調性を保証
- 電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V (LTC2631-L)
- 低消費電力動作: 180μA (3V 時)
- 最大 1.8μA まで消費電流 (電力) を減少 (C および I グレード)
- ゼロスケールまたはミッドスケールにパワーオン・リセットを選択可能
- ダブルバッファ・データ・ラッチ
- -40°C ~ 125°C での動作を保証 (H グレード)
- 8ピン TSOT-23 (ThinSOT™) パッケージ

## アプリケーション

- モバイル通信
- プロセス制御および産業用オートメーション
- 自動テスト装置
- 携帯機器
- 自動車
- 光通信

## 概要

LTC®2631 は、高精度、低ドリフトのリファレンスを 8ピン TSOT-23 パッケージに集積した、12、10 および 8 ビット電圧出力 D/A コンバータ・ファミリです。単調性が保証されたレール・トゥ・レール出力バッファを内蔵しています。

LTC2631-L は 2.5V のフルスケール出力を備え、2.7V ~ 5.5V の単電源で動作します。LTC2631-H は 4.096V のフルスケール出力を備え、4.5V ~ 5.5V の単電源で動作します。REF ピンでは 10ppm/°C のリファレンス出力を供給できます。

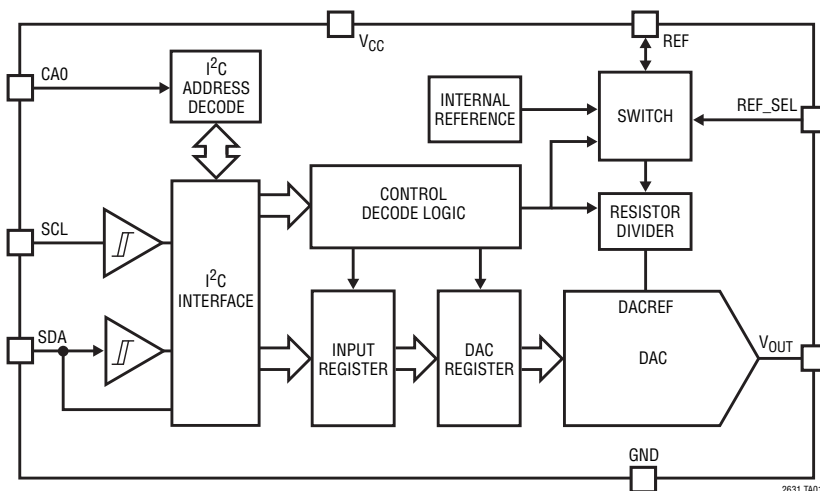
各 D/A コンバータは外部リファレンス・モードでも動作可能で、このモードで REF ピンに供給される電圧によってフルスケール出力が設定されます。

LTC2631 D/A コンバータは、2 線式の I<sup>2</sup>C 互換シリアル・インタフェースを採用しています。LTC2631 は標準モード (クロックレート: 100kHz) と高速モード (クロックレート: 400kHz) のいずれでも動作します。

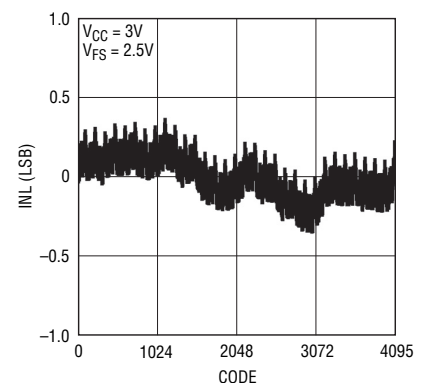
LTC2631 はパワーオン・リセット回路を内蔵しています。起動後にゼロスケールまたはミッドスケールにリセットするオプションが用意されています。

LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。I<sup>2</sup>C および ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。5396245、5859606、6891433、6937178、7414561 を含む米国特許によって保護されています。

## ブロック図 (LTC2631-M)



積分非直線性 (LTC2631A-LM12)

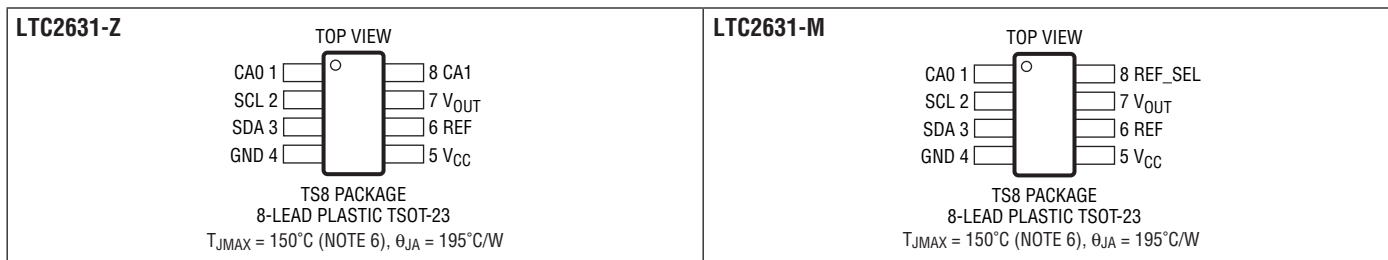


# LTC2631

## 絶対最大定格 (Note 1, 2)

電源電圧 ( $V_{CC}$ ) .....	-0.3V ~ 6V	最大接合部温度.....	150°C
REF_SEL、SCL、SDA.....	-0.3V ~ 6V	保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
$V_{OUT}$ 、CA0、CA1、REF.....	-0.3V ~ 最小 ( $V_{CC} + 0.3V$ 、6V)	リード温度 (半田付け、10秒).....	300°C
動作温度範囲			
LTC2631C .....	0°C ~ 70°C		
LTC2631I .....	-40°C ~ 85°C		
LTC2631H (Note 3) .....	-40°C ~ 125°C		

## ピン配置



## 発注情報

LTC2631	A	C	TS8	-L	M	12	#TRM	PBF	
									無鉛指定
									テープアンドリール TR = 2,500 個入りのテープアンドリール TRM = 500 個入りのテープアンドリール
									分解能 12 = 12 ビット 10 = 10 ビット 8 = 8 ビット
									パワーオン・リセット M = ミッドスケールにリセット Z = ゼロスケールにリセット
									フルスケール電圧、内部リファレンス・モード L = 2.5V H = 4.096V
									パッケージ・タイプ TS8 = 8ピン・プラスチックTS0T-23
									温度グレード C = 民生用温度範囲 (0°C ~ 70°C) I = 産業用温度範囲 (-40°C ~ 85°C) H = 自動車用温度範囲 (-40°C ~ 125°C)
									電気規格グレード(オプション) A = INL 最大値: ±1LSB (12ビット)
									製品番号

非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

# LTC2631

## 製品選択ガイド

製品番号	製品マーキング*	V <sub>FS</sub> と内部リファレンス	パワーオン・リセットの対象コード	ピン8	分解能	V <sub>CC</sub>	INL 最大値
LTC2631A-LM12	LTDHF	2.5V • (4095/4096)	ミッドスケール	REF_SEL	12ビット	2.7V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631A-LZ12	LTDHG	2.5V • (4095/4096)	ゼロ	CA1	12ビット	2.7V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631A-HM12	LTDHH	4.096V • (4095/4096)	ミッドスケール	REF_SEL	12ビット	4.5V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631A-HZ12	LTDHJ	4.096V • (4095/4096)	ゼロ	CA1	12ビット	4.5V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631-LM12	LTDHF	2.5V • (4095/4096)	ミッドスケール	REF_SEL	12ビット	2.7V ~ 5.5V	±2.5LSB
LTC2631-LM10	LTDHK	2.5V • (1023/1024)	ミッドスケール	REF_SEL	10ビット	2.7V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631-LM8	LTDHQ	2.5V • (255/256)	ミッドスケール	REF_SEL	8ビット	2.7V ~ 5.5V	±0.5LSB
LTC2631-LZ12	LTDHG	2.5V • (4095/4096)	ゼロ	CA1	12ビット	2.7V ~ 5.5V	±2.5LSB
LTC2631-LZ10	LTDHM	2.5V • (1023/1024)	ゼロ	CA1	10ビット	2.7V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631-LZ8	LTDHR	2.5V • (255/256)	ゼロ	CA1	8ビット	2.7V ~ 5.5V	±0.5LSB
LTC2631-HM12	LTDHH	4.096V • (4095/4096)	ミッドスケール	REF_SEL	12ビット	4.5V ~ 5.5V	±2.5LSB
LTC2631-HM10	LTDHN	4.096V • (1023/1024)	ミッドスケール	REF_SEL	10ビット	4.5V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631-HM8	LTDHS	4.096V • (255/256)	ミッドスケール	REF_SEL	8ビット	4.5V ~ 5.5V	±0.5LSB
LTC2631-HZ12	LTDHJ	4.096V • (4095/4096)	ゼロ	CA1	12ビット	4.5V ~ 5.5V	±2.5LSB
LTC2631-HZ10	LTDHP	4.096V • (1023/1024)	ゼロ	CA1	10ビット	4.5V ~ 5.5V	±1LSB
LTC2631-HZ8	LTDHT	4.096V • (255/256)	ゼロ	CA1	8ビット	4.5V ~ 5.5V	±0.5LSB

\* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

## 電氣的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$  は無負荷。

LTC2631-LM12/-LM10/-LM8/-LZ12/-LZ10/-LZ8, LTC2631A-LM12/-LZ12 ( $V_{FS} = 2.5\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC2631-8			LTC2631-10			LTC2631-12			LTC2631A-12			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
DC性能															
	Resolution		●	8		10		12		12				Bits	
	Monotonicity	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●	8		10		12		12				Bits	
DNL	Differential Nonlinearity	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●		$\pm 0.5$		$\pm 0.5$		$\pm 1$		$\pm 1$			LSB	
INL	Integral Nonlinearity	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●	$\pm 0.05$	$\pm 0.5$	$\pm 0.2$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 2.5$	$\pm 0.5$	$\pm 1$			LSB	
ZSE	Zero-Scale Error	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref., Code = 0	●	0.5	5	0.5	5	0.5	5	0.5	5			mV	
$V_{OS}$	Offset Error	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 5)	●	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$			mV	
$V_{OSTC}$	$V_{OS}$ Temperature Coefficient	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 5)		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$				$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
FSE	Full-Scale Error	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 15)	●	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$			%FSR	
$V_{FSTC}$	Full-Scale Voltage Temperature Coefficient	$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Ref. (Note 10) C-Grade I-Grade H-Grade		$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$		$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$		$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$		$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$				ppm/ $^\circ\text{C}$ ppm/ $^\circ\text{C}$ ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Load Regulation	Internal Ref., Mid-Scale, $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ , $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$ ,	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256	0.14	0.256			LSB/mA	
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ , $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256	0.14	0.256			LSB/mA	
$R_{OUT}$	DC Output Impedance	Internal Ref., Mid-Scale, $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ , $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$ ,	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156			$\Omega$	
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ , $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156			$\Omega$	

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OUT}$	DAC Output Span	External Reference		0 to $V_{REF}$		V
		Internal Reference		0 to 2.5		V
PSR	Power Supply Rejection	$V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ or $5\text{V} \pm 10\%$		-80		dB
$I_{SC}$	Short-Circuit Output Current (Note 6) Sinking Sourcing	$V_{FS} = V_{CC} = 5.5\text{V}$ Zero-Scale; $V_{OUT}$ shorted to $V_{CC}$	●	27	48	mA
		Full-Scale; $V_{OUT}$ shorted to GND	●	-28	-48	mA

## 電源

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{CC}$	Positive Supply Voltage	For Specified Performance	●	2.7	5.5	V
$I_{CC}$	Supply Current (Note 7)	$V_{CC} = 3\text{V}$ , $V_{REF} = 2.5\text{V}$ , External Reference	●	150	200	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 3\text{V}$ , Internal Reference	●	180	240	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 5\text{V}$ , $V_{REF} = 2.5\text{V}$ , External Reference	●	160	210	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Reference	●	190	260	$\mu\text{A}$
$I_{SD}$	Supply Current in Power-Down Mode (Note 7)	$V_{CC} = 5\text{V}$ , C-Grade, I-Grade	●	0.6	1.8	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 5\text{V}$ , H-Grade	●	0.6	4	$\mu\text{A}$

2631fc

# LTC2631

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$ は無負荷。

### LTC2631-LM12/-LM10/-LM8/-LZ12/-LZ10/-LZ8, LTC2631A-LM12/-LZ12 ( $V_{FS} = 2.5\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
リファレンス入力							
	Input Voltage Range		●	0	$V_{CC}$	V	
	Resistance		●	160	190	220	$k\Omega$
	Capacitance			7.5		pF	
$I_{REF}$	Reference Current, Power-Down Mode	DAC Powered Down	●	0.005	0.1	$\mu\text{A}$	
リファレンス出力							
	Output Voltage		●	1.240	1.250	1.260	V
	Reference Temperature Coefficient			$\pm 10$		ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Output Impedance			0.5		$k\Omega$	
	Capacitive Load Driving			10		$\mu\text{F}$	
	Short-Circuit Current	$V_{CC} = 5.5\text{V}$ ; REF Shorted to GND		2.5		mA	
デジタルI/O							
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage (SDA and SCL)	(Note 14)	●	-0.5	$0.3V_{CC}$	V	
$V_{IH}$	High Level Input Voltage (SDA and SCL)	(Note 11)	●	$0.7V_{CC}$		V	
$V_{IL(CAn)}$	Low Level Input Voltage on $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )	See Test Circuit 1	●		$0.15V_{CC}$	V	
$V_{IH(CAn)}$	High Level Input Voltage on $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )	See Test Circuit 1	●	$0.85V_{CC}$		V	
$R_{INH}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to $V_{CC}$ to Set $CA_n = V_{CC}$	See Test Circuit 2	●		10	$k\Omega$	
$R_{INL}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to GND to Set $CA_n = \text{GND}$	See Test Circuit 2	●		10	$k\Omega$	
$R_{INF}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to $V_{CC}$ or GND to Set $CA_n = \text{Float}$	See Test Circuit 2	●	2		$M\Omega$	
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	Sink Current = 3mA	●	0	0.4	V	
$t_{OF}$	Output Fall Time	$V_O = V_{IH(MIN)}$ to $V_O = V_{IL(MAX)}$ , $C_B = 10\text{pF}$ to $400\text{pF}$ (Note 12)	●	$20 + 0.1C_B$	250	ns	
$t_{SP}$	Pulse Width of Spikes Suppressed by Input Filter		●	0	50	ns	
$I_{IN}$	Input Leakage	$0.1V_{CC} \leq V_{IN} \leq 0.9V_{CC}$	●		$\pm 1$	$\mu\text{A}$	
$C_{IN}$	I/O Pin Capacitance	(Note 8)	●		10	pF	
$C_B$	Capacitive Load for Each Bus Line		●		400	pF	
$C_{CA_n}$	External Capacitive Load on Address Pin $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )		●		10	pF	

## 電气的特性

- は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$  は無負荷。

LTC2631-LM12/-LM10/-LM8/-LZ12/-LZ10/-LZ8, LTC2631A-LM12/-LZ12 ( $V_{FS} = 2.5\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>AC 性能</b>						
$t_s$	Settling Time	$V_{CC} = 3\text{V}$ (Note 9)		3.2		$\mu\text{s}$
		$\pm 0.39\%$ ( $\pm 1\text{LSB}$ at 8-Bits)		3.8		$\mu\text{s}$
		$\pm 0.098\%$ ( $\pm 1\text{LSB}$ at 10-Bits)		4.1		$\mu\text{s}$
	Voltage-Output Slew Rate			1		$\text{V}/\mu\text{s}$
	Capacitance Load Driving			500		$\text{pF}$
	Glitch Impulse	At Mid-Scale Transition		2.1		$\text{nV}\cdot\text{s}$
	Multiplying Bandwidth	External Reference		300		$\text{kHz}$
$e_n$	Output Voltage Noise Density	At $f = 1\text{kHz}$ , External Reference		140		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
		At $f = 10\text{kHz}$ , External Reference		130		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
		At $f = 1\text{kHz}$ , Internal Reference		160		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
		At $f = 10\text{kHz}$ , Internal Reference		150		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Output Voltage Noise	0.1Hz to 10Hz, External Reference		20		$\mu\text{V}_{P-P}$
		0.1Hz to 10Hz, Internal Reference		20		$\mu\text{V}_{P-P}$
		0.1Hz to 200kHz, External Reference		650		$\mu\text{V}_{P-P}$
		0.1Hz to 200kHz, Internal Reference, $C_{REF} = 0.33\mu\text{F}$		670		$\mu\text{V}_{P-P}$

## タイミング特性

- は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。  $V_{CC} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 。(図 1 参照) (Note 13)。

LTC2631-LM12/-LM10/-LM8/-LZ12/-LZ10/-LZ8, LTC2631A-LM12/-LZ12 ( $V_{FS} = 2.5\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$f_{SCL}$	SCL Clock Frequency		●	0	400	$\text{kHz}$
$t_{HD(STA)}$	Hold Time (Repeated) Start Condition		●	0.6		$\mu\text{s}$
$t_{LOW}$	Low Period of the SCL Clock Pin		●	1.3		$\mu\text{s}$
$t_{HIGH}$	High Period of the SCL Clock Pin		●	0.6		$\mu\text{s}$
$t_{SU(STA)}$	Set-Up Time for a Repeated Start Condition		●	0.6		$\mu\text{s}$
$t_{HD(DAT)}$	Data Hold Time		●	0	0.9	$\mu\text{s}$
$t_{SU(DAT)}$	Data Set-Up Time		●	100		$\text{ns}$
$t_r$	Rise Time of Both SDA and SCL Signals	(Note 12)	●	$20 + 0.1C_B$	300	$\text{ns}$
$t_f$	Fall Time of Both SDA and SCL Signals	(Note 12)	●	$20 + 0.1C_B$	300	$\text{ns}$
$t_{SU(STO)}$	Set-Up Time for Stop Condition		●	0.6		$\mu\text{s}$
$t_{BUF}$	Bus Free Time Between a Stop and Start Condition		●	1.3		$\mu\text{s}$

# LTC2631

## 電気的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$  は無負荷。

### LTC2631-HM12/-HM10/-HM8/-HZ12/-HZ10/-HZ8, LTC2631A-HM12/-HZ12 ( $V_{FS} = 4.096\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC2631-8			LTC2631-10			LTC2631-12			LTC2631A-12			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
<b>DC 性能</b>															
	Resolution		●	8		10		12		12				Bits	
	Monotonicity	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●	8		10		12		12				Bits	
DNL	Differential Nonlinearity	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●		$\pm 0.5$		$\pm 0.5$		$\pm 1$		$\pm 1$			LSB	
INL	Integral Nonlinearity	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 4)	●	$\pm 0.05$	$\pm 0.5$	$\pm 0.2$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 2.5$	$\pm 0.5$	$\pm 1$			LSB	
ZSE	Zero-Scale Error	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref., Code = 0	●	0.5	5	0.5	5	0.5	5	0.5	5			mV	
$V_{OS}$	Offset Error	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 5)	●	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$	$\pm 0.5$	$\pm 5$			mV	
$V_{OSTC}$	$V_{OS}$ Temperature Coefficient	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 5)		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$				$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
FSE	Full-Scale Error	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 15)	●	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$	$\pm 0.08$	$\pm 0.4$			%FSR	
$V_{FSTC}$	Full-Scale Voltage Temperature Coefficient	$V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Ref. (Note 10)													
		C-Grade		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		ppm/ $^\circ\text{C}$	
		I-Grade		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		ppm/ $^\circ\text{C}$	
		H-Grade		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		$\pm 10$		ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Load Regulation	$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ , Internal Ref. Mid-Scale, $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.006	0.01	0.022	0.04	0.09	0.16	0.09	0.16			LSB/mA	
$R_{OUT}$	DC Output Impedance	$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ , Internal Ref. Mid-Scale, $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156			$\Omega$	

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{OUT}$	DAC Output Span	External Reference Internal Reference		0 to $V_{REF}$ 0 to 4.096		V V
PSR	Power Supply Rejection	$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-80		dB
$I_{SC}$	Short-Circuit Output Current (Note 6)	$V_{FS} = V_{CC} = 5.5\text{V}$ Zero-Scale; $V_{OUT}$ shorted to $V_{CC}$ Full-Scale; $V_{OUT}$ shorted to GND	●	27	48	mA
	Sinking		●	-28	-48	mA
	Sourcing					

## 電源

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{CC}$	Positive Supply Voltage	For Specified Performance	●	4.5	5.5	V
$I_{CC}$	Supply Current (Note 7)	$V_{CC} = 5\text{V}$ , $V_{REF} = 4.096\text{V}$ , External Reference $V_{CC} = 5\text{V}$ , Internal Reference	●	160	220	$\mu\text{A}$
			●	200	270	$\mu\text{A}$
$I_{SD}$	Supply Current in Power-Down Mode (Note 7)	$V_{CC} = 5\text{V}$ , C-Grade, I-Grade $V_{CC} = 5\text{V}$ , H-Grade	●	0.6	1.8	$\mu\text{A}$
			●	0.6	4	$\mu\text{A}$



## 電气的特性

- は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$  は無負荷。

LTC2631-HM12/-HM10/-HM8/-HZ12/-HZ10/-HZ8, LTC2631A-HM12/-HZ12 ( $V_{FS} = 4.096\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
リファレンス入力						
	Input Voltage Range		● 0		$V_{CC}$	V
	Resistance		● 160	190	220	$k\Omega$
	Capacitance			7.5		pF
$I_{REF}$	Reference Current, Power-Down Mode	DAC Powered Down	●	0.005	0.1	$\mu\text{A}$
リファレンス出力						
	Output Voltage		● 2.032	2.048	2.064	V
	Reference Temperature Coefficient			$\pm 10$		ppm/ $^\circ\text{C}$
	Output Impedance			0.5		$k\Omega$
	Capacitive Load Driving			10		$\mu\text{F}$
	Short-Circuit Current	$V_{CC} = 5.5\text{V}$ ; REF Shorted to GND		4.3		mA
デジタルI/O						
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage (SDA and SCL)	(Note 14)	● -0.5		$0.3V_{CC}$	V
$V_{IH}$	High Level Input Voltage (SDA and SCL)	(Note 11)	● $0.7V_{CC}$			V
$V_{IL(CAn)}$	Low Level Input Voltage on $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )	See Test Circuit 1	●		$0.15V_{CC}$	V
$V_{IH(CAn)}$	High Level Input Voltage on $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )	See Test Circuit 1	●	$0.85V_{CC}$		V
$R_{INH}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to $V_{CC}$ to Set $CA_n = V_{CC}$	See Test Circuit 2	●		10	$k\Omega$
$R_{INL}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to GND to Set $CA_n = \text{GND}$	See Test Circuit 2	●		10	$k\Omega$
$R_{INF}$	Resistance from $CA_n$ ( $n = 0, 1$ ) to $V_{CC}$ or GND to Set $CA_n = \text{Float}$	See Test Circuit 2	●	2		$M\Omega$
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	Sink Current = 3mA	●	0	0.4	V
$t_{OF}$	Output Fall Time	$V_O = V_{IH(MIN)}$ to $V_O = V_{IL(MAX)}$ , $C_B = 10\text{pF}$ to $400\text{pF}$ (Note 12)	●	$20 + 0.1C_B$	250	ns
$t_{SP}$	Pulse Width of Spikes Suppressed by Input Filter		●	0	50	ns
$I_{IN}$	Input Leakage	$0.1V_{CC} \leq V_{IN} \leq 0.9V_{CC}$	●		$\pm 1$	$\mu\text{A}$
$C_{IN}$	I/O Pin Capacitance	(Note 8)	●		10	pF
$C_B$	Capacitive Load for Each Bus Line		●		400	pF
$C_{CA_n}$	External Capacitive Load on Address Pin $CA_n$ ( $n = 0, 1$ )		●		10	pF

# LTC2631

## 電気的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。規定がない限り、 $V_{CC} = 4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}$  は無負荷。

LTC2631-HM12/-HM10/-HM8/-HZ12/-HZ10/-HZ8, LTC2631A-HM12/-HZ12 ( $V_{FS} = 4.096\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>AC 性能</b>							
$t_s$	Settling Time	$V_{CC} = 5\text{V}$ (Note 9)					
		$\pm 0.39\%$ ( $\pm 1\text{LSB}$ at 8-Bits)		3.7		$\mu\text{s}$	
		$\pm 0.098\%$ ( $\pm 1\text{LSB}$ at 10-Bits)			4.2		$\mu\text{s}$
		$\pm 0.024\%$ ( $\pm 1\text{LSB}$ at 12-Bits)			4.6		$\mu\text{s}$
	Voltage-Output Slew Rate			1		$\text{V}/\mu\text{s}$	
	Capacitance Load Driving			500		$\text{pF}$	
	Glitch Impulse	At Mid-Scale Transition		3.0		$\text{nV}\cdot\text{s}$	
	Multiplying Bandwidth	External Reference		300		$\text{kHz}$	
$e_n$	Output Voltage Noise Density	At $f = 1\text{kHz}$ , External Reference		140		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 10\text{kHz}$ , External Reference		130		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 1\text{kHz}$ , Internal Reference		210		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
		At $f = 10\text{kHz}$ , Internal Reference		200		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	
	Output Voltage Noise	0.1Hz to 10Hz, External Reference		20		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$	
		0.1Hz to 10Hz, Internal Reference		20		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$	
		0.1Hz to 200kHz, External Reference		650		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$	
		0.1Hz to 200kHz, Internal Reference, $C_{\text{REF}} = 0.33\mu\text{F}$		670		$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$	

## タイミング特性

- は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。  $V_{CC} = 4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 。(図1参照)(Note 13)。

### LTC2631-HM12/-HM10/-HM8/-HZ12/-HZ10/-HZ8, LTC2631A-HM12/-HZ12 ( $V_{FS} = 4.096\text{V}$ )

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$f_{SCL}$	SCL Clock Frequency		0		400	kHz
$t_{HD(STA)}$	Hold Time (Repeated) Start Condition		0.6			$\mu\text{s}$
$t_{LOW}$	Low Period of the SCL Clock Pin		1.3			$\mu\text{s}$
$t_{HIGH}$	High Period of the SCL Clock Pin		0.6			$\mu\text{s}$
$t_{SU(STA)}$	Set-Up Time for a Repeated Start Condition		0.6			$\mu\text{s}$
$t_{HD(DAT)}$	Data Hold Time		0		0.9	$\mu\text{s}$
$t_{SU(DAT)}$	Data Set-Up Time		100			ns
$t_r$	Rise Time of Both SDA and SCL Signals	(Note 12)	$20 + 0.1C_B$		300	ns
$t_f$	Fall Time of Both SDA and SCL Signals	(Note 12)	$20 + 0.1C_B$		300	ns
$t_{SU(STO)}$	Set-Up Time for Stop Condition		0.6			$\mu\text{s}$
$t_{BUF}$	Bus Free Time Between a Stop and Start Condition		1.3			$\mu\text{s}$

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** すべての電圧値はGNDを基準にしている。

**Note 3:** 接合部温度が高いと動作寿命は短くなる。105°Cを超える温度では動作寿命がダイレーティングされる。

**Note 4:** 直線性と単調性はコード  $k_L$  からコード  $2^N - 1$  まで定義されている。ここで、 $N$  は分解能で、 $k_L$  は  $k_L = 0.016 \cdot (2^N / V_{FS})$  で与えられ、最も近い整数のコードに丸められている。 $V_{FS} = 2.5\text{V}$  および  $N = 12$  の場合、 $k_L = 26$  となり、直線性はコード 26 からコード 4,095 まで定義される。 $V_{FS} = 4.096\text{V}$  で  $N = 12$  の場合、 $k_L = 16$  となり、直線性はコード 16 からコード 4,095 まで定義される。

**Note 5:** コード 16 (LTC2631-12)、コード 4 (LTC2631-10) またはコード 1 (LTC2631-8) およびフルスケールでの測定から推測される。

**Note 6:** このデバイスは短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための電流制限回路を内蔵している。電流制限時には接合部温度が最大定格を超えることがある。規定された最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

**Note 7:** 0V または  $V_{CC}$  でのデジタル入力。

**Note 8:** 設計によって保証されているが、製造時にはテストされない。

**Note 9:** 内部リファレンス・モード。D/A コンバータの入力は 1/4 スケールから 3/4 スケールへ、さらに 3/4 スケールから 1/4 スケールへ階段状に変化する。負荷は  $2\text{k}\Omega$  で  $100\text{pF}$  と並列に GND に接続する。

**Note 10:** 温度係数は出力電圧の最大変化を規定温度範囲で割って計算される。

**Note 11:**  $V_{IH}$  の最大値 =  $V_{CC(MAX)} + 0.5\text{V}$

**Note 12:**  $C_B = 1$  本のパスラインの容量 (pF)。

**Note 13:** すべての値は  $V_{IH} = V_{IH(MIN)}$  および  $V_{IL} = V_{IL(MAX)}$  のレベルを基準にしている。

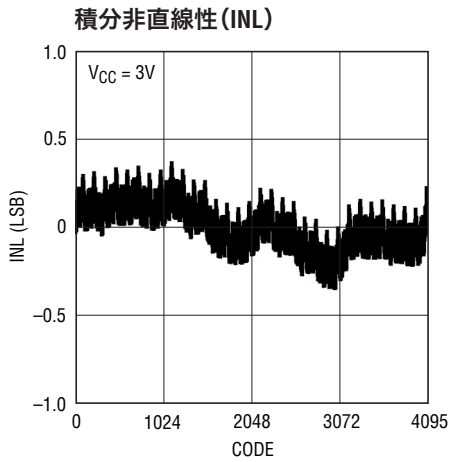
**Note 14:**  $V_{IL}$  の最小値は絶対最大定格を超える。この条件でデバイスが損傷することはないが、性能は低下する可能性がある。

**Note 15:** フルスケール誤差は REF ピンで測定したリファレンス電圧を使用して算出される。

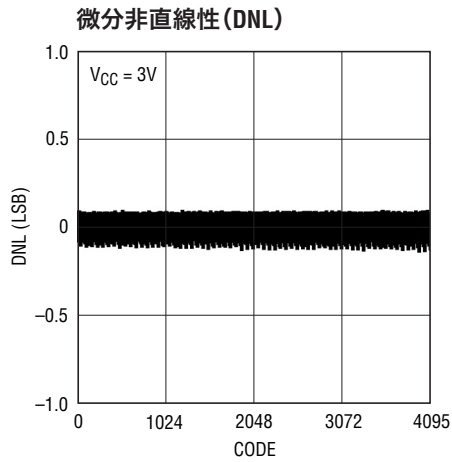
# LTC2631

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

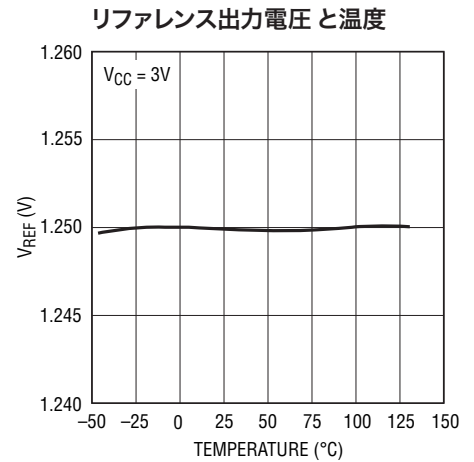
LTC2631-L12 (内部リファレンス、 $V_{FS} = 2.5\text{V}$ )



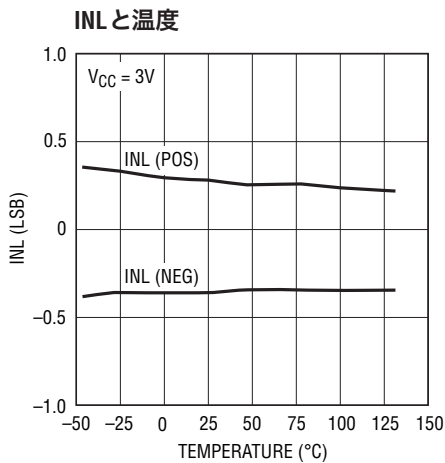
2631 G01



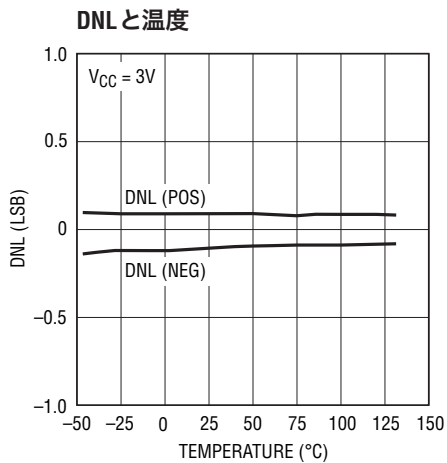
2631 G02



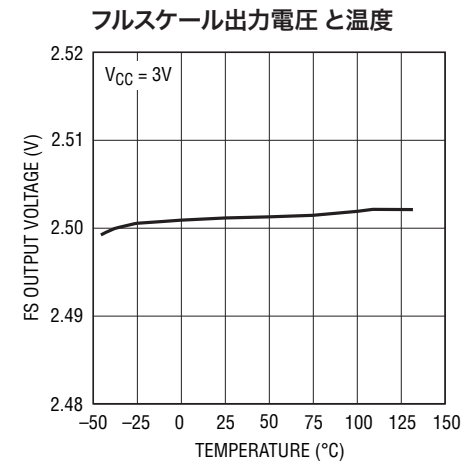
2631 G03



2631 G04

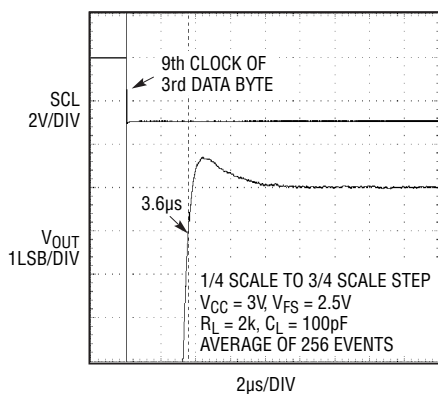


2631 G05



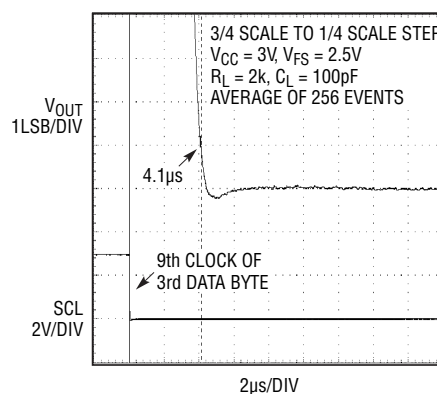
2631 G06

±1LSBまでのセトリング時間



2631 G07

±1LSBまでのセトリング時間

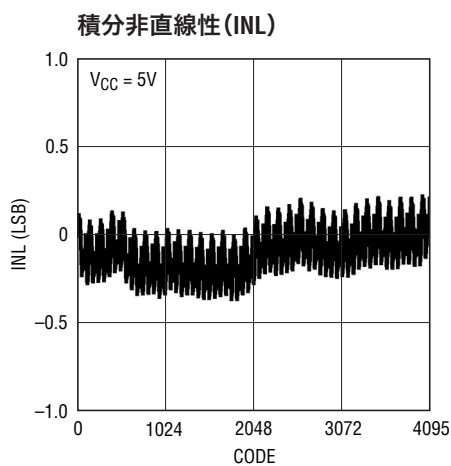


2631 G08

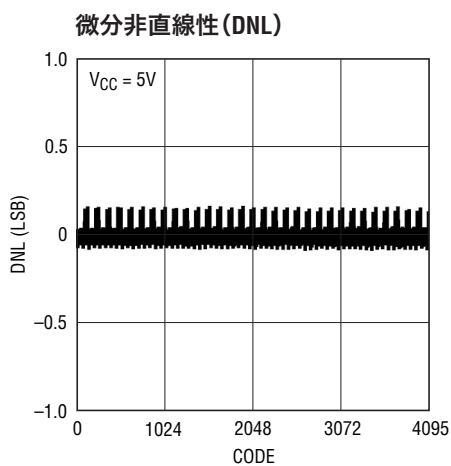
2631fc

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

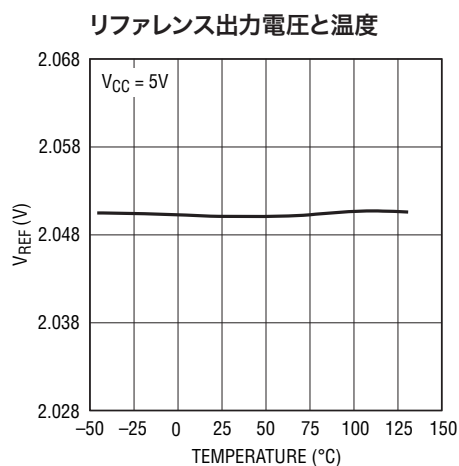
LTC2631-H12 (内部リファレンス、 $V_{FS} = 4.096\text{V}$ )



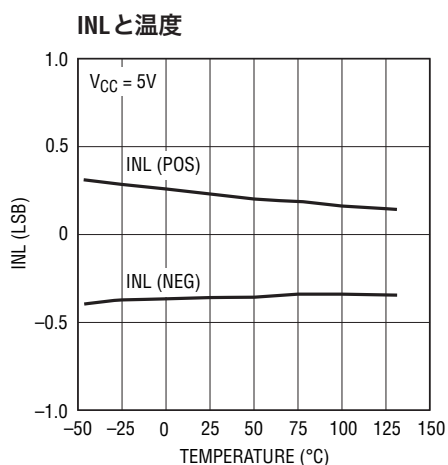
2631 G09



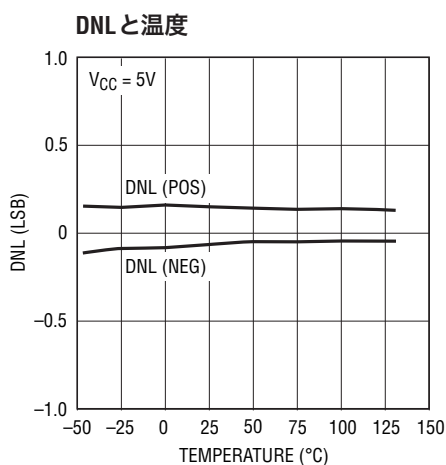
2631 G10



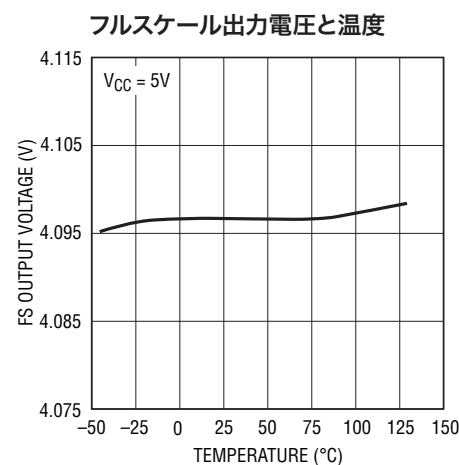
2631 G11



2631 G12

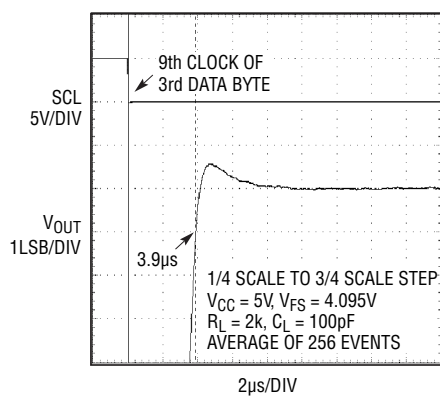


2631 G13



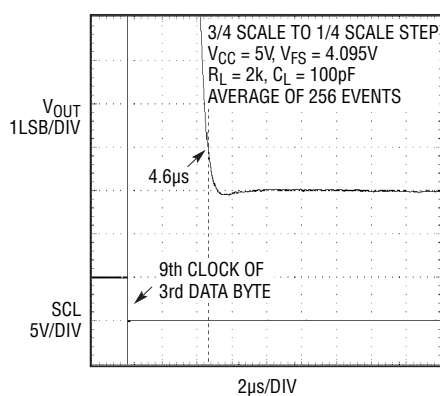
2631 G14

### ±1LSBまでのセトリング時間



2631 G15

### ±1LSBまでのセトリング時間

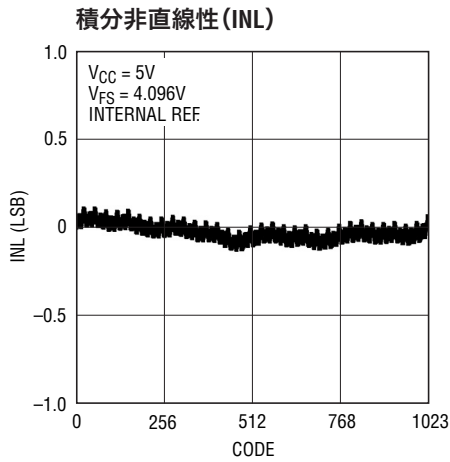


2631 G16

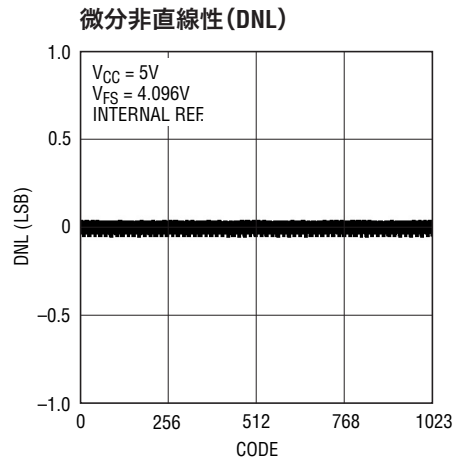
# LTC2631

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

LTC2631-10

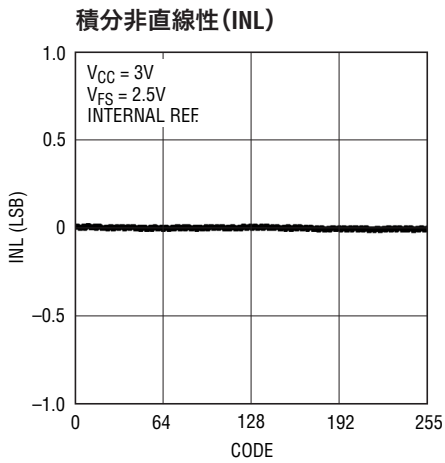


2631 G17

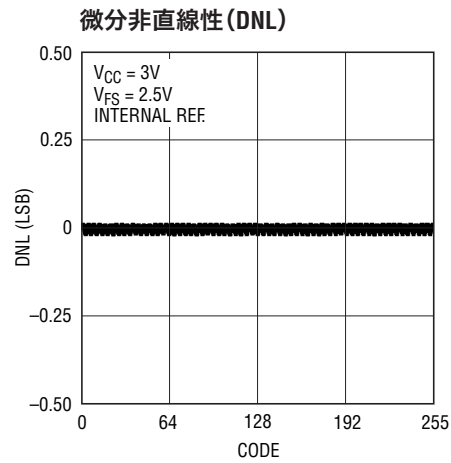


2631 G18

LTC2631-8

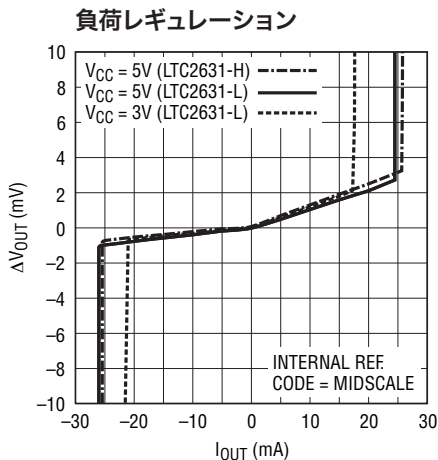


2631 G19

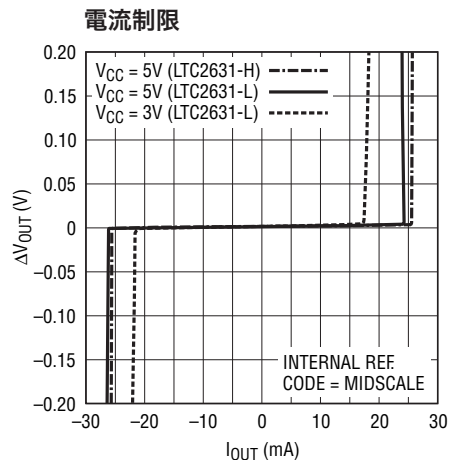


2631 G20

LTC2631



2631 G21



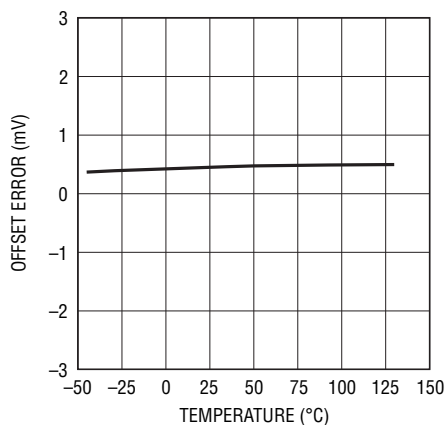
2631 G22

2631fc

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

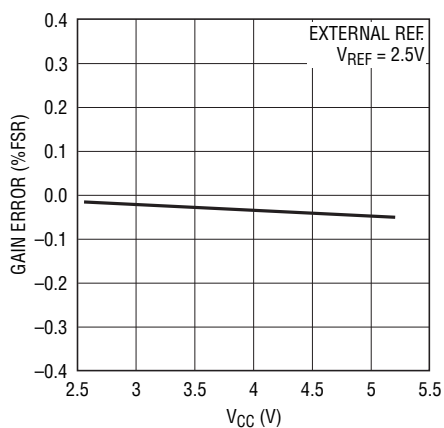
LTC2631

オフセット誤差と温度



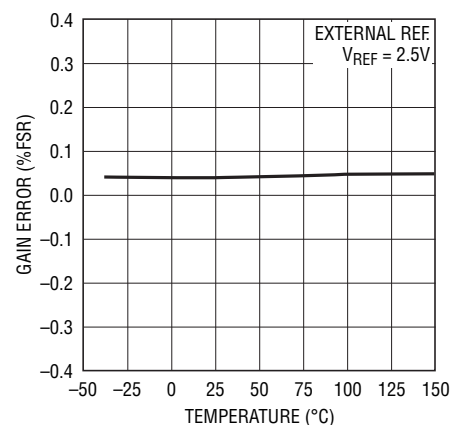
2631 G23

利得誤差と  $V_{CC}$



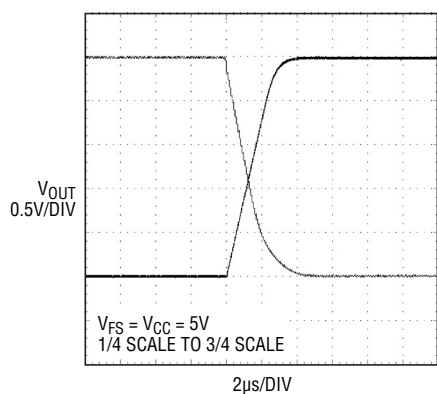
2631 G24

利得誤差と温度



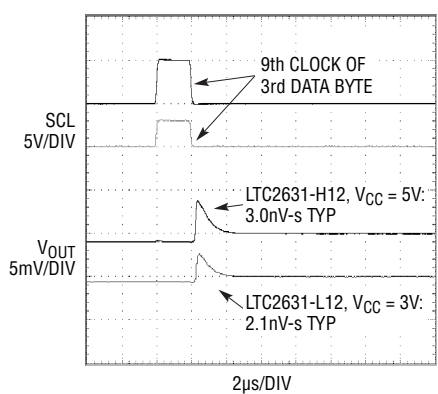
2631 G25

大信号応答



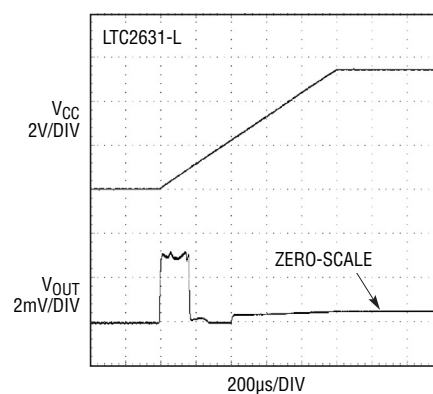
2631 G26

ミッドスケールの  
グリッチ・インパルス



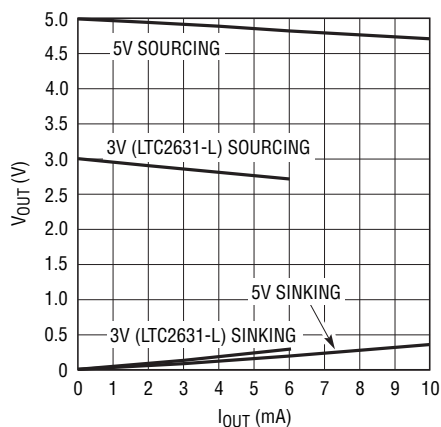
2631 G27

パワーオン・リセット時のグリッチ



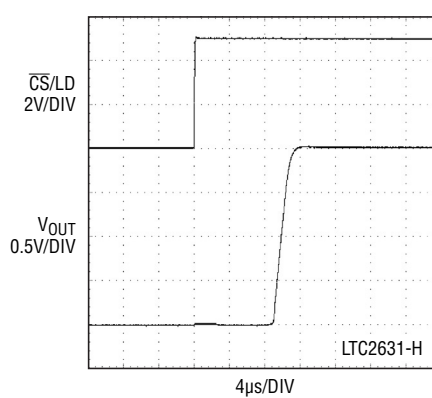
2631 G28

レールでのヘッドルームと  
出力電流



2631 G29

パワーダウン・モードから  
ミッドスケールへの移行



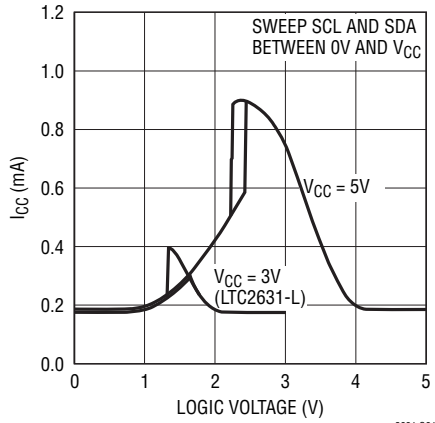
2631 G30

# LTC2631

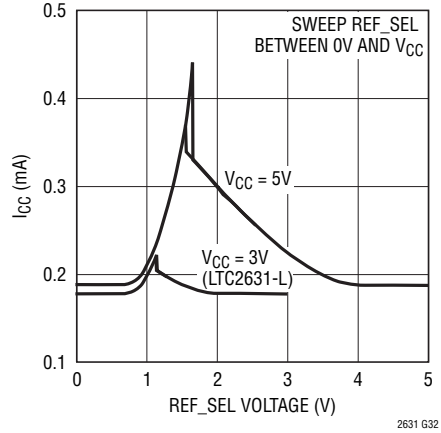
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

LTC2631

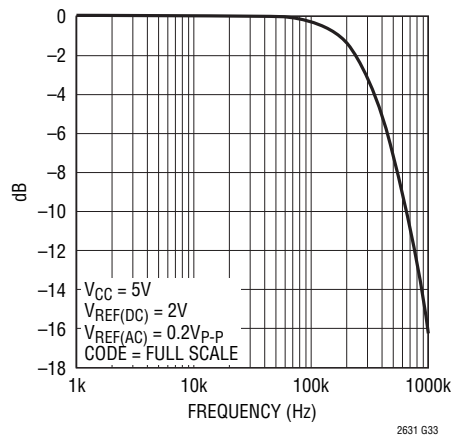
電源電流とロジック電圧



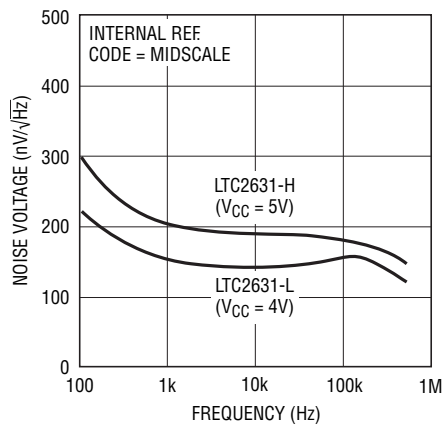
電源電流とREF\_SELの電圧



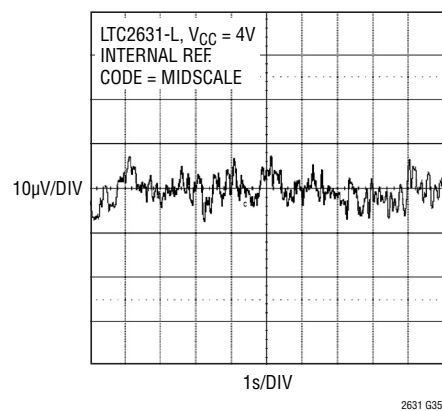
乗算帯域幅



ノイズ電圧と周波数



0.1Hz~10Hzでの電圧ノイズ





## ピン機能

**CA0 (ピン1)** : チップ・アドレス・ビット0。このピンを  $V_{CC}$  または GND に接続するか、またはフロートのままにして、デバイスの I<sup>2</sup>C スレーブ・アドレスを選択します (表1 および表2 を参照)。

**SCL (ピン2)** : シリアル・クロック入力ピン。データはシフトされて、クロックの立ち上がりエッジで SDA ピンに入力されます。この高インピーダンス・ピンには、 $V_{CC}$  へのプルアップ抵抗または電流源が必要です。

**SDA (ピン3)** : シリアル・データの双方向ピン。データはシフトされて SDA ピンに入力され、SDA ピンによってアクノリッジが返されます。このピンはデータがシフト入力されている間は高インピーダンスになり、アクノリッジの間はオープンドレインの N チャネル出力になります。SDA ピンには、 $V_{CC}$  へのプルアップ抵抗または電流源が必要です。

**GND (ピン4)** : グランド。

**V<sub>CC</sub> (ピン5)** : 電源電圧入力。  $2.7V \leq V_{CC} \leq 5.5V$  (LTC2631-L) または  $4.5V \leq V_{CC} \leq 5.5V$  (LTC2631-H)。  $0.1\mu F$  のコンデンサを使用して GND にバイパスします。

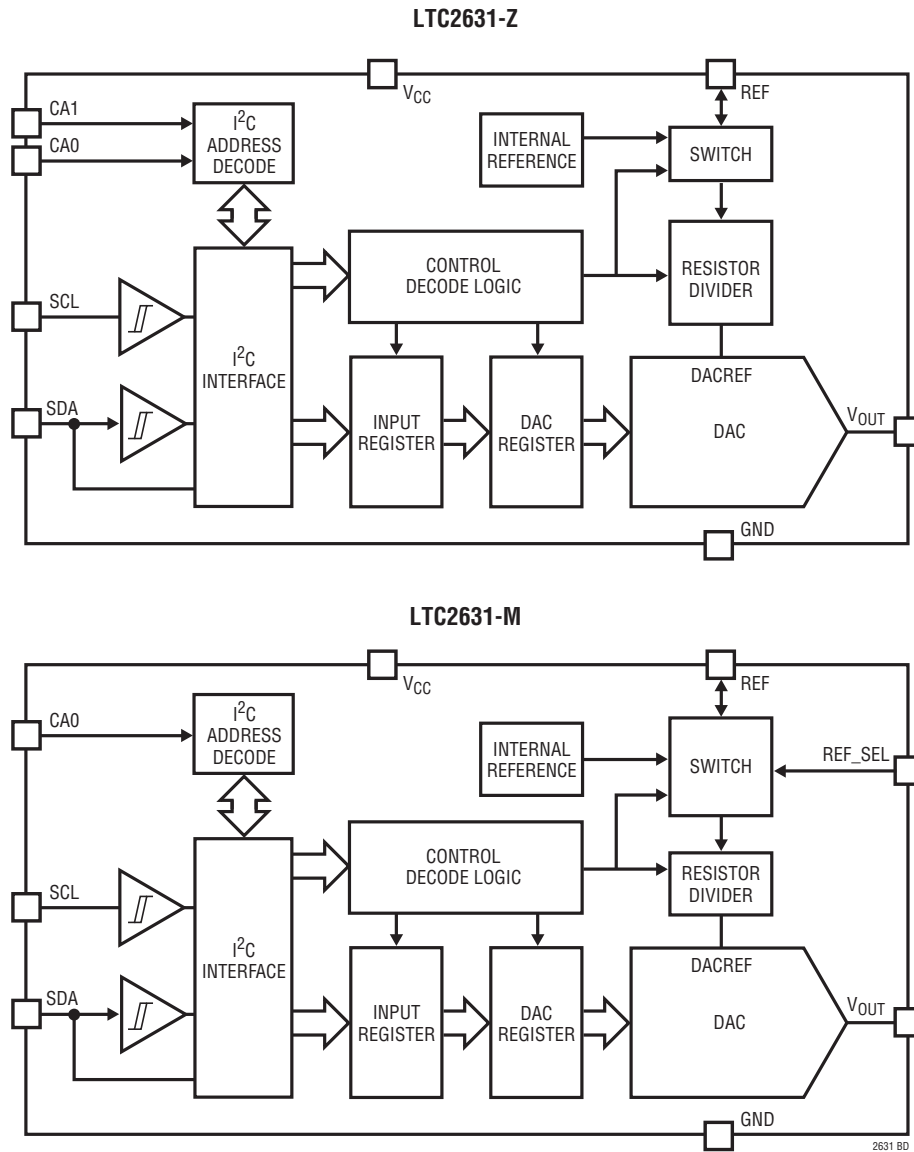
**REF (ピン6)** : リファレンス電圧の入力または出力。外部リファレンス・モードを選択した場合、REF は入力 ( $0V \leq V_{REF} \leq V_{CC}$ ) であり、入力された電圧によってフルスケール電圧が設定されます。内部リファレンスを選択した場合は、このピンから  $10\text{ppm}/^\circ\text{C}$  の  $1.25V$  (LTC2631-L) または  $2.048V$  (LTC2631-H) 内部リファレンスが供給されます。この出力は最大  $10\mu F$  ( $0.33\mu F$  を推奨) で GND にバイパスすることが可能で、外部の DC 負荷電流を駆動するときはバッファを接続する必要があります。

**V<sub>OUT</sub> (ピン7)** : D/A コンバータのアナログ電圧出力。

**CA1 (ピン8, LTC2631-Z)** : チップ・アドレス・ビット1。このピンを  $V_{CC}$  または GND に接続するか、またはフロートのままにして、デバイスの I<sup>2</sup>C スレーブ・アドレスを選択します (表1 を参照)。

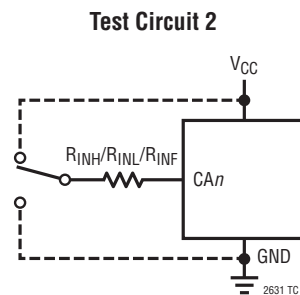
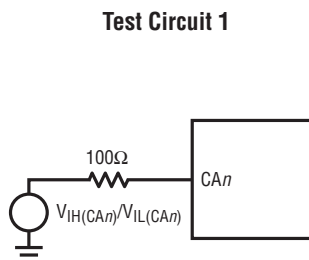
**REF\_SEL (ピン8, LTC2631-M)** : 電源投入時でのデフォルトのリファレンスを選択します。内部リファレンスを選択する場合は  $V_{CC}$  に接続し、外部リファレンスを選択する場合は GND に接続します。電源投入後、このピンのロジック状態は無視され、リファレンスを変更できるのはソフトウェア・コマンドだけになります。

## ブロック図



## テスト回路

I<sup>2</sup>C デジタル I/O のテスト回路 (「電気的特性」参照)



タイミング図

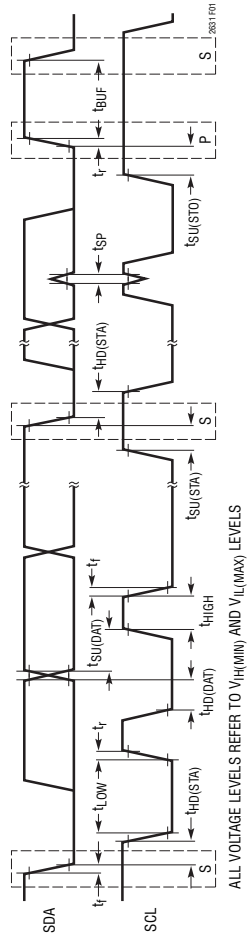


図 1. シリアル・インタフェースのタイミング

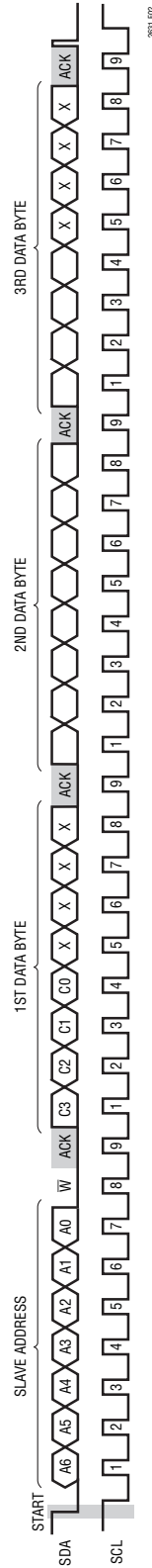


図 2. LTC2631の標準的な書き込みトランザクション

## 動作

LTC2631は、8ピンThinSOTパッケージに收容された、電圧出力のシングルD/Aコンバータ・ファミリです。各D/Aコンバータは外部リファレンスを使用するか、内部リファレンスによって設定されているフルスケール電圧を使用して、レール・トゥ・レールで動作できます。精度(12ビット、10ビット、8ビット)、パワーオン・リセット値(ゼロまたはミッドスケール)、およびフルスケール電圧(2.5Vまたは4.096V)の12種類の組み合わせから選択できます。LTC2631は、2線式のI<sup>2</sup>Cインタフェースを使用して制御します。

### パワーオン・リセット

LTC2631-HZ/LTC2631-LZは、電源の最初の投入時に出力をゼロスケールにクリアするので、システムの初期設定が一定に保たれ、再現可能になります。

アプリケーションによっては、D/Aコンバータの起動時に下流の回路が動作状態になるので、この時間にD/Aコンバータからのゼロ以外の出力に対する感度が高くなる場合があります。LTC2631は、パワーオン・グリッチを低減する回路を内蔵しています。電源が5Vまで上昇するのに1ms以上かかる場合、電源投入時にアナログ出力が上昇する標準的な電圧はゼロスケールから5mV以内です。通常、グリッチの振幅は電源の電圧上昇時間が長くなるにつれて小さくなります。「標準的性能特性」セクションの「パワーオン・リセット時のグリッチ」を参照してください。

LTC2631-HM/LTC2631-LMは別のリセットを備えており、電源が最初に投入されたとき出力をミッドスケールに設定します。

デフォルトのリファレンス・モード選択については、「リファレンス・モード」セクションで説明します。

### 電源シーケンシング

REF(ピン6)の電圧は $0.3V \leq V_{REF} \leq V_{CC} + 0.3V$ の範囲内に保つ必要があります(「絶対最大定格」を参照)。V<sub>CC</sub>(ピン5)の電圧が遷移中である電源のオン・シーケンスとオフ・シーケンスの間は、これらの制限値が守られるように特に注意が必要です。

### 伝達関数

デジタルからアナログへの伝達関数は次のとおりです。

$$V_{OUT(IDEAL)} = \left( \frac{k}{2^N} \right) V_{REF}$$

ここで、kはD/Aコンバータの2進数入力コードに相当する10進数、Nは分解能、V<sub>REF</sub>は内部リファレンス・モードの場合は2.5V(LTC2631-LM/LTC2631-LZ)または4.096V(LTC2631-HM/LTC2631-HZ)であり、外部リファレンス・モードの場合はREF(ピン6)の電圧です。

### I<sup>2</sup>Cシリアル・インタフェース

LTC2631は、標準の2線式I<sup>2</sup>Cインタフェースを使用してホストと通信します。バス上の信号のタイミング関係を「タイミング図」(図1および図2)に示します。バスを使用しない場合、2本のバスライン(SDAとSCL)は“H”にする必要があります。これらのラインには外付けのプルアップ抵抗または電流源が必要です。これらのプルアップ抵抗の値は電源に依存しており、I<sup>2</sup>C仕様から求めることができます。高速モードで動作しているI<sup>2</sup>Cバスでは、バス容量が200pFより大きい場合、アクティブなプルアップが必要になります。

LTC2631は受信専用(スレーブ)デバイスです。マスタはLTC2631に書き込むことができます。LTC2631はマスタからの読み取り結果に応答しません。

### START(S)条件とSTOP(P)条件

バスを使用しない場合、SCLとSDAの両方を“H”にする必要があります。バス・マスタは、START条件をスレーブ・デバイスに送信して通信開始を知らせます。START条件は、SCLが“H”のときにSDAを“H”から“L”に遷移することによって発生します。

マスタはスレーブとの通信を終了すると、STOP条件を出します。STOP条件は、SCLが“H”のときにSDAを“L”から“H”に遷移させることによって発生します。この後、バスは別のI<sup>2</sup>Cデバイスとの通信のために解放状態になります。

### アクノリッジ

アクノリッジ信号はマスタとスレーブの間のハンドシェイクに使用されます。スレーブによって生成されるアクノリッジ(アクティブ“L”)は、最新の情報バイトを正常に受信したことをマスタに知らせます。アクノリッジに関連したクロック・パルスはマスタによって生成されます。マスタはアクノリッジ・クロック・パルス間にSDAラインを解放(“H”)にします。アクノリッジ・クロック・パルスが“H”の間SDAバスラインが安定して“L”に留まるように、スレーブ・レシーバはこのクロック・パルス間にSDAバスラインを“L”にしておく必要があります。LTC2631はこの要領でマスタによる書き込みに応答しますが、読み取り

## 動作

操作をアクノリッジすることはありません。その場合には、アクノリッジ・クロック・パルスの間、SDAが“H”に維持されます。

### チップ・アドレス

デバイスのスレーブ・アドレスは、CA0ピンおよびCA1ピンの状態(LTC2631-HZ/LTC2631-LZ)によって決まります。これらのピンは、それぞれV<sub>CC</sub>、GND、フロートのいずれかの状態に設定できます。この結果、デバイスの選択可能アドレスは9つ(LTC2631-HZ/LTC2631-LZ)または3つ(LTC2631-HM/LTC2631-LM)になります。スレーブ・アドレスの割り当てを表1および表2に示します。

表1. スレーブ・アドレス・マップ(LTC2631-Z)

CA1	CA0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
GND	GND	0	0	1	0	0	0	0
GND	フロート	0	0	1	0	0	0	1
GND	V <sub>CC</sub>	0	0	1	0	0	1	0
フロート	GND	0	0	1	0	0	1	1
フロート	フロート	0	1	0	0	0	0	0
フロート	V <sub>CC</sub>	0	1	0	0	0	0	1
V <sub>CC</sub>	GND	0	1	0	0	0	1	0
V <sub>CC</sub>	フロート	0	1	0	0	0	1	1
V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	0	1	1	0	0	0	0
グローバル・アドレス		1	1	1	0	0	1	1

表2. スレーブ・アドレス・マップ(LTC2631-M)

CA0	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
GND	0	0	1	0	0	0	0
フロート	0	0	1	0	0	0	1
V <sub>CC</sub>	0	0	1	0	0	1	0
グローバル・アドレス	1	1	1	0	0	1	1

アドレス・ピンで選択したアドレスの他に、デバイスはグローバル・アドレスにも応答します。このアドレスを使うと、I<sup>2</sup>Cバスの3バイトの書き込みトランザクション1回で、LTC2631の全デバイスへの共通書き込みを行うことができます。表1と表2の最後に示すグローバル・アドレスは7ビットのハードワイヤード・アドレスであり、CA0/CA1で選択することはできません。別のアドレスが必要な場合は、弊社へお問い合わせください。

アドレス・ピンCA0/CA1で使用できる容量性負荷の最大値は10pFです。これらのピンはフロート状態であるかどうかを判別するために、アドレス検出時に駆動されるからです。

### ワード書き込みプロトコル

マスタは、START条件と7ビットのスレーブ・アドレス、それに続く書き込みビット( $\bar{W}$ ) = 0を使用して、LTC2631との通信を開始します。LTC2631は、7ビットのスレーブ・アドレスが(CA0/CA1で設定された)デバイスのアドレスまたはグローバル・アドレスに一致すると、9番目のクロックでSDAピンを“L”にすることによってアクノリッジを返します。その後、マスタは3バイトのデータを送信します。LTC2631は、各データ・バイト伝送の9番目のクロックでSDAラインを“L”にすることにより、各データ・バイトのアクノリッジを返します。3バイトのデータを完全に受信すると、LTC2631は24ビットの入力ワードで指定されたコマンドを実行します。

有効な7ビットのスレーブ・アドレス後に3バイトを超えるデータが送信された場合、LTC2631は余分なデータ・バイトにアクノリッジを返しません(9番目のクロックのときSDAは“H”)。

3バイトのデータのフォーマットを図3に示します。入力ワードの最初の1バイトは、4ビットのコマンドと後続する4ビットのドントケア・ビットで構成されます。次の2バイトには16ビットのデータ・ワードが入っていますが、このデータ・ワードはMSBからLSBの方向に12、10、8ビットの入力コードと、それに続く4、6、8ビットのドントケア・ビットで構成されます(それぞれLTC2631-12、LTC2631-10、LTC2631-8に対応)。LTC2631の標準的な書き込みトランザクションを図4に示します。

コマンド・ビットの割り当て(C3~C0)を表3に示します。最初の4つのコマンドは、書き込み操作と更新操作です。書き込み操作により、16ビットのデータ・ワードが32ビットのシフト・レジスタから読み込まれて入力レジスタに入ります。更新操作では、データ・ワードが入力レジスタからD/Aコンバータのレジスタにコピーされ、D/Aコンバータの出力でアナログ電圧に変換されます。また、D/Aコンバータがパワーダウン・モードになっていた場合は、更新操作によって起動します。データの経路とレジスタは「ブロック図」に示します。

## 動作

### Write Word Protocol for LTC2631

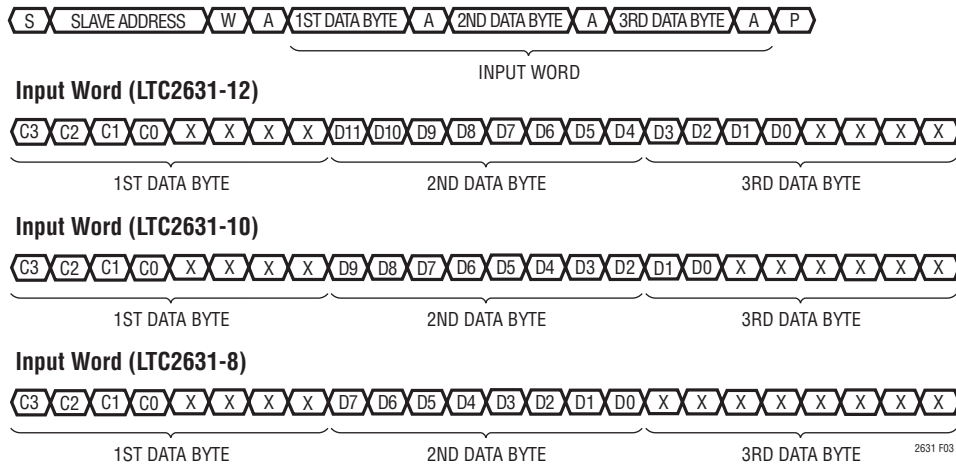


図3. コマンドとデータ入力のフォーマット

表3. コマンドのコード

コマンド*				
C3	C2	C1	C0	
0	0	0	0	入力レジスタに書き込む
0	0	0	1	DACレジスタを更新(起動)する
0	0	1	1	DACレジスタに書き込んで更新(起動)する
0	1	0	0	パワーダウン
0	1	1	0	内部リファレンスを選択する
0	1	1	1	外部リファレンスを選択する

\* 示していないコマンド・コードは予備のため、使用不可。

### リファレンス・モード

高精度の外部リファレンスを使用できないアプリケーションに備えて、LTC2631はユーザが選択できるリファレンスを内蔵しています。LTC2631-LM/LTC2631-LZのフルスケール出力は2.5Vです。LTC2631-HM/LTC2631-HZのフルスケール出力は4.096Vです。内部リファレンスは、電源電圧の安定化が不十分なアプリケーションで役立ちます。内部リファレンス・モードはコマンド0110を使えば選択できます。また、このモードはLTC2631-HZ/LTC2631-LZでは起動時のデフォルトであり、REF\_SELを“H”に接続している場合はLTC2631-HM/LTC2631-LMでも同様です。

10ppm/°C、1.25V (LTC2631-LM/LTC2631-LZの場合)または2.048V (LTC2631-HM/LTC2631-HZの場合)の内部リファレンスがREFピンで供給されます。REFピンにバイパス容量を追

加するとノイズ性能が向上します。0.33μFを推奨しますが、最大10μFを発振なしで駆動できます。この出力は、外部DC負荷電流を駆動するときはバッファを付加する必要があります。

あるいは、コマンド0111を使用して、D/Aコンバータを外部リファレンス・モードで動作させることもできます。このモードでは、外部からREFピンに供給する入力電圧によってリファレンス(0V ≤ V<sub>REF</sub> ≤ V<sub>CC</sub>)を得るので、電源電流が減少します。REF\_SELを“L”に接続している場合は、外部リファレンス・モードがLTC2631-HM/LTC2631-LMの起動時のデフォルトです。

LTC2631-HZ/LTC2631-LZのリファレンス・モードを変更できる方法はソフトウェア・コマンドだけです。起動後のLTC2631-HM/LTC2631-LMについても同じことが成り立ちます。起動後はREF\_SELのロジック状態が無視されるからです。

### パワーダウン・モード

電力が制限されているアプリケーションでは、D/Aコンバータの出力が必要ないときはいつでも、LTC2631のパワーダウン・モードを使用して電源電流を減らすことができます。パワーダウン状態では、バッファ・アンプ、バイアス回路、およびリファレンス回路がディスエーブル状態なので、実質的には電流が流れません。D/Aコンバータの出力は高インピーダンス状態になり、出力ピンは200kΩ抵抗を通じて受動的にグラウンド電位に低下します。入力レジスタとD/Aコンバータのレジスタの内容がパワーダウン時に乱されることはありません。

## 動作

コマンド 0100 を使用すれば、D/A コンバータをパワーダウン・モードにすることができます。電源電流は最大  $1.8\mu\text{A}$  (C グレードおよび I グレード) に減少し、REF ピンは高インピーダンス (標準で  $1\text{G}\Omega$  超) になります。

表 3 に示すように、DAC 更新などの任意のコマンドの実行後に通常動作が再開されます。D/A コンバータは起動し、その電圧出力は更新されます。バイアス回路、リファレンス回路、およびアンプ回路が再イネーブルされている間、通常のセトリングは遅延します。REF ピンの出力を  $1\text{nF}$  以下のコンデンサで GND にバイパスすると、起動時の遅延時間は、12 ビットにセトリングする場合  $20\mu\text{s}$  になります。この遅延時間は  $0.33\mu\text{F}$  では  $200\mu\text{s}$  に、 $10\mu\text{F}$  では  $10\text{ms}$  に増加します。

## 電圧出力

LTC2631 の内蔵レール・トゥ・レール・アンプは、 $5\text{V}$  時に最大  $10\text{mA}$ 、 $3\text{V}$  時に最大  $5\text{mA}$  のソース電流またはシンク電流が流れる場合、負荷レギュレーションを保証しています。

負荷レギュレーションは、広範囲の負荷電流にわたって定格電圧の精度を維持するアンプ能力の評価基準です。強制負荷電流の変化当たりの出力電圧の変化の測定値を  $\text{LSB}/\text{mA}$  の単位で表します。

DC 出力インピーダンスは負荷レギュレーションと同等であり、 $\text{LSB}/\text{mA}$  から  $\Omega$  への単位変更を計算するだけで求めることができます。負荷をレールから十分に離して駆動した場合、アンプの DC 出力インピーダンスは  $0.1\Omega$  です。

負荷電流が一方のレールから流れているとき、そのレールを基準にした出力電圧のヘッドルームは出力デバイスの標準  $50\Omega$  のチャンネル抵抗によって制限されます (たとえば、シンク電流が  $1\text{mA}$  のとき、最小出力電圧は  $50\Omega \cdot 1\text{mA}$ 、つまり  $50\text{mV}$  になります)。「標準的性能特性」セクションの「レールでのヘッドルームと出力電流」のグラフを参照してください。

アンプは最大  $500\text{pF}$  の容量性負荷を安定して駆動します。

## レール・トゥ・レール出力に関する検討事項

どのようなレール・トゥ・レール電圧出力デバイスでも、出力は電源電圧範囲内に制限されます。

D/A コンバータのアナログ出力をグランドより低い電圧にすることはできないので、図 5b に示すように、アナログ出力が最小

コードを制限することがあります。同様に、REF ピンが  $V_{\text{CC}}$  に接続されているときは、制限がフルスケールの近くで生じることがあります。 $V_{\text{REF}} = V_{\text{CC}}$  で D/A コンバータのフルスケール誤差 (FSE) が正の場合は、図 5c に示すように、最大コードの出力が  $V_{\text{CC}}$  に制限されます。 $V_{\text{REF}}$  が  $V_{\text{CC}} - \text{FSE}$  より小さいと、フルスケールの制限は生じません。

オフセットと直線性は、D/A コンバータの伝達関数の (出力の制限が生じない) 領域にわたって定義され、テストされます。

## 基板のレイアウト

プリント回路基板は、回路のアナログ部分とデジタル部分の領域を分けることが必要です。1 枚の切れ目のないグランド・プレーンを使用し、アナログ信号とデジタル信号の配線はグランド・プレーンの別の領域上で注意深く行います。こうすることで、影響を受けやすいアナログ信号からデジタル信号を遠ざけ、デジタル・グランド電流とグランド・プレーンのアナログ部分の間の相互作用を最小限に抑えます。LTC2631 の GND ピンからグランド・プレーンまでの抵抗はできるだけ小さくします。ここの抵抗はデバイスの実効 DC 出力インピーダンス (標準で  $0.1\Omega$ ) に直接追加されます。LTC2631 が同種の他のデバイスに比べてこの影響を受けやすいというわけではないので注意してください。むしろ、レイアウトに基づいて性能を向上させることが可能であり、実現可能な性能が過大な内部抵抗によって制限されることはありません。

誤差を最小限に抑える別の技法は、別の電源グランド帰路トレースを別の基板層に使用する方法です。このトレースは電源と基板の接続箇所と D/A コンバータのグランド・ピンの間に配線します。このようにして、D/A コンバータのグランド・ピンはアナログ・グランド、デジタル・グランド、および電源グランドの共有点になります。LTC2631 に大量のシンク電流が流れている場合、この電流はグランド・ピンから直接電源グランドのトレースに流れ、アナログ・グランド・プレーンの電圧には影響を与えません。

場合によっては、グランド・プレーンを遮断して、デジタル・グランドの電流をグランド・プレーンのデジタル部分に限定することが必要になります。これを行う場合は、目的を果たすために必要な範囲に限定してグランド・プレーン内に隙間を設け、隙間の上をまたぐトレースがないようにします。

動作

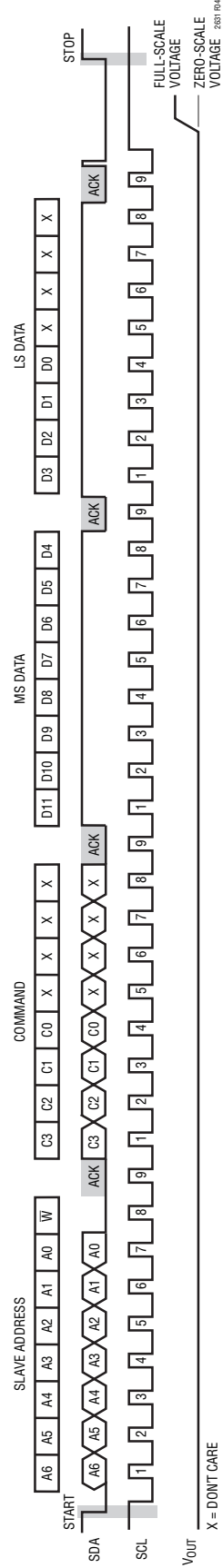


図 4. LTC2631 の標準的な入力波形 — 12 ビットの D/A コンバータ出力をフルスケールにプログラミングした場合



## 動作

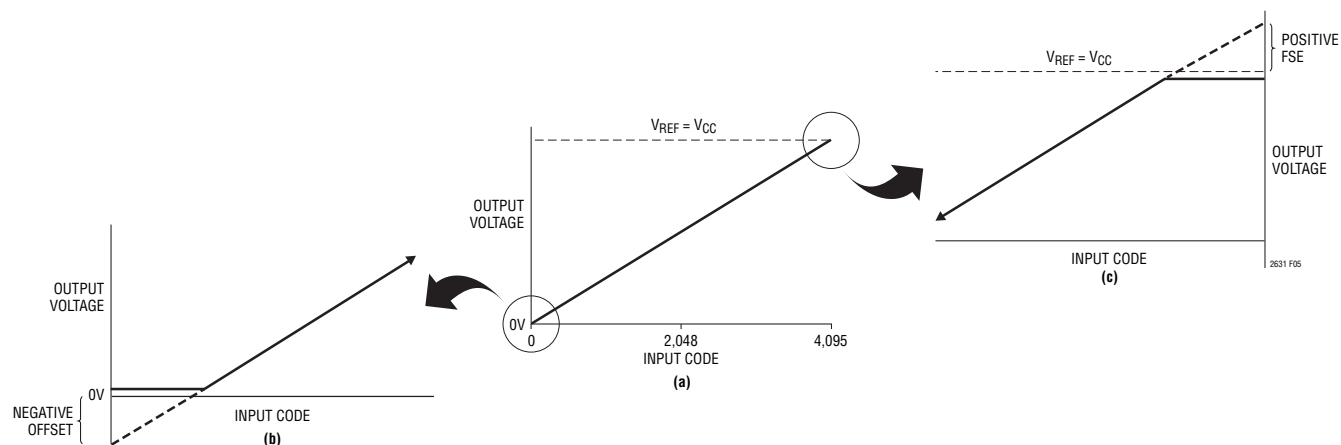
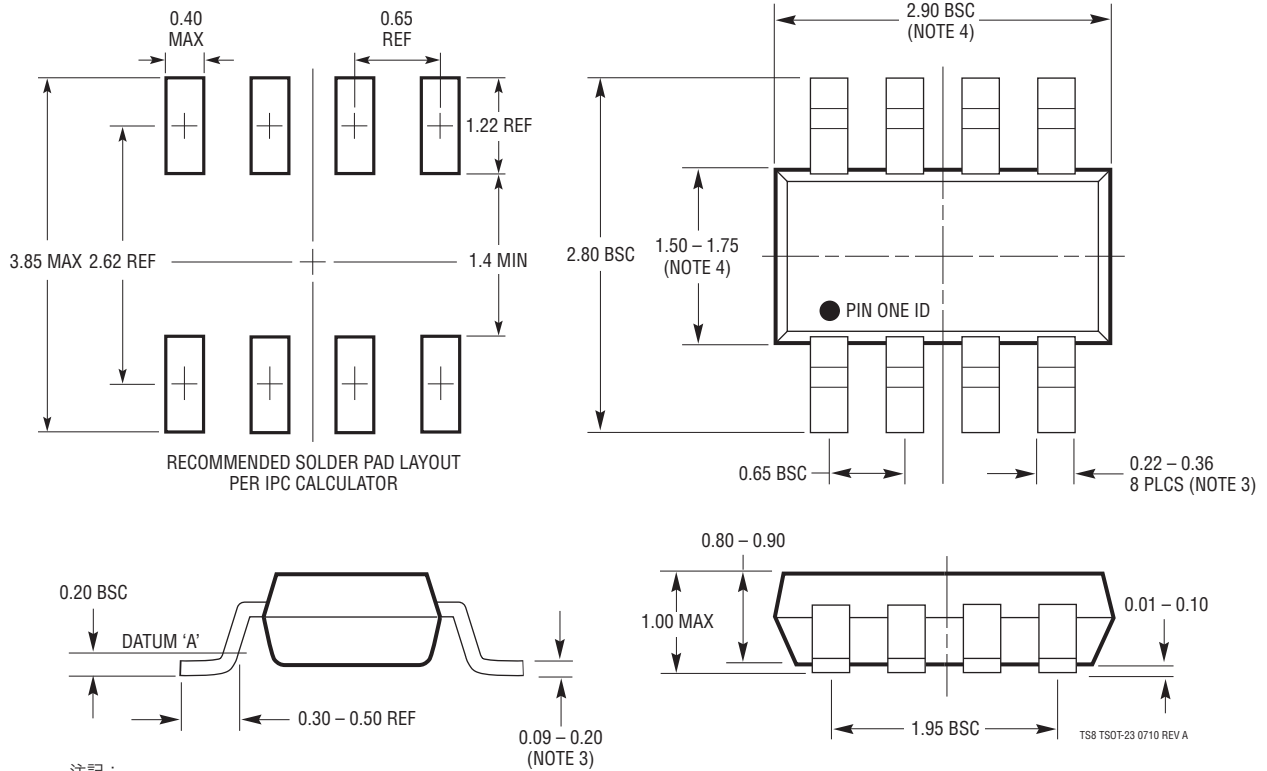


図5. D/Aコンバータの伝達曲線に対するレール・トゥ・レール動作の影響(12ビットの場合)  
 (a) 伝達関数全体  
 (b) ゼロ付近のコードでの負のオフセットの影響  
 (c) フルスケール付近のコードでの正のフルスケール誤差の影響

## パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

### TS8 Package 8-Lead Plastic TSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1637 Rev A)



注記:

1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法はメッキを含む
4. 寸法はモールドのバリおよび金属のバリを含まない
5. モールドのバリは 0.254mm を超えないこと
6. JEDEC パッケージリファレンスは MO-193

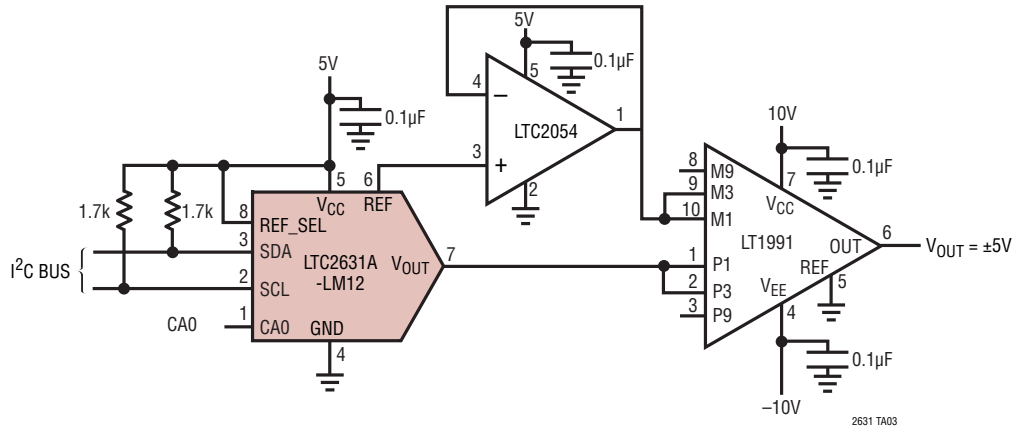
## 改訂履歴 (改訂履歴は Rev C から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	11/13	TS8 パッケージ図面を Rev A に更新	26

# LTC2631

## 標準的応用例

### プログラム可能な±5V出力



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1663	SOT-23のシングル10ビット電圧出力D/Aコンバータ	V <sub>CC</sub> = 2.7V ~ 5.5V、60μA、内部リファレンス、SMBusインタフェース
LTC1669	SOT-23のシングル10ビット電圧出力D/Aコンバータ	V <sub>CC</sub> = 2.7V ~ 5.5V、60μA、内部リファレンス、I <sup>2</sup> Cインタフェース
LTC2360/LTC2362/ LTC2365/LTC2366	TSOT23-6/TSOT23-8パッケージの12ビットSAR A/Dコンバータ	出力レート: 100ksps/250ksps/500ksps/1Msps/3Msps
LTC2450/LTC2452	16ビットのシングルエンド/差動ΔΣA/Dコンバータ	SPIインタフェース、小型DFNパッケージ、出力レート: 60Hz
LTC2451/LTC2453	16ビットのシングルエンド/差動ΔΣA/Dコンバータ	I <sup>2</sup> Cインタフェース、小型DFNおよびTSOT23-8パッケージ、出力レート: 60Hz
LTC2600/LTC2610/LTC2620	16ピンSSOPパッケージのオクタール16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	250μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、SPIシリアル・インタフェース
LTC2601/LTC2611/LTC2621	10ピンDFNパッケージのシングル16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	300μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、SPIシリアル・インタフェース
LTC2602/LTC2612/LTC2622	8ピンMSOPパッケージのデュアル16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	300μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、SPIシリアル・インタフェース
LTC2604/LTC2614/LTC2624	16ピンSSOPパッケージのクワッド16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	250μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、SPIシリアル・インタフェース
LTC2605/LTC2615/LTC2625	I <sup>2</sup> Cインタフェースを備えたオクタール16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	250μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、I <sup>2</sup> Cインタフェース
LTC2606/LTC2616/LTC2626	I <sup>2</sup> Cインタフェースを備えたシングル16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	270μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、I <sup>2</sup> Cインタフェース
LTC2609/LTC2619/LTC2629	I <sup>2</sup> Cインタフェースを備えたクワッド16/14/12ビット電圧出力D/Aコンバータ	250μA/DAC、電源電圧範囲: 2.5V ~ 5.5V、レール・トゥ・レール出力、DACごとに独立したV <sub>REF</sub> ピン
LTC2630	SC70パッケージの10ppm/°Cリファレンス内蔵シングル12/10/8ビット電圧出力D/Aコンバータ	180μA/DAC、電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V、10ppm/°Cリファレンス、レール・トゥ・レール出力、SPIインタフェース
LTC2640	ThinSOTパッケージの10ppm/°Cリファレンス内蔵シングル12/10/8ビットSPI電圧出力D/Aコンバータ	180μA/DAC、電源電圧範囲: 2.7V ~ 5.5V、10ppm/°Cリファレンス、外部リファレンス・モードを選択可能、レール・トゥ・レール出力、SPIインタフェース

2631fc