

## 0.05 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ max, Zero-Drift 出力フルスイング CMOS オペアンプ

### 特長( $V^+=5\text{V}$ typ.)

●低オフセット電圧	15 $\mu\text{V}$ max.
●ゼロドリフト	0.05 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ max.
●動作電源電圧	3V to 10V
●出力フルスイング ( $R_L=10\text{k}\Omega$ )	20mV from rail
●出力電流 ( $V_o=4.5\text{V}$ at $V^+=5\text{V}$ )	30mA
●優れた DC 特性	
オープンループ電圧利得	140dB
CMR, SVR	130dB
●消費電流	0.6mA
●パワーシャットダウン機能付き	
●RF ノイズ耐性	
●グラウンドセンス	
●過負荷回復時間	0.45ms
●パッケージ	SOT-23-6-1

### アプリケーション

- 熱電対アンプ
- 電子式秤
- ストレインゲージアンプ
- 医療用計測器
- 高精度電流検出アンプ
- 高分解能データ収集
- ローサイド電流検出
- ハンディテスター

### 概要

NJU7098A は低オフセット電圧、ゼロドリフトオペアンプです。15 $\mu\text{V}$  max. のオフセット電圧と、0.05 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  max. のオフセット電圧ドリフト特性は誤差が許容できないような高精度アプリケーションに適しています。

NJU7098A は単電源 3V から 10V まで動作いたします。また、出力フルスイング、入力はグラウンドセンシングが可能、そして 30mA の出力電流能力はローサイド電流検出や高精度出力バッファを容易に構成できます。

限りなくゼロに近い DC オフセットと、オフセット電圧ドリフトは 130dB という同相信号除去比と電源電圧除去比を実現します。さらにオープンループ電圧利得は 140dB です。

NJU7098A はシャットダウンモードを備えています。ロジックコントロールにより、通常モードから、15 $\mu\text{A}$  max のシャットダウンモードに移行し、出力端子はハイインピーダンスになります。

NJU7098A は 6 ピンの SOT-23 パッケージがごさいます。

### 端子配列

端子配列	<p>(Top View)</p>
パッケージ	<p>SOT-23-6-1</p>
製品名	NJU7098AF1

## ■ 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	$V^+ - V^-$	11	V
入力電圧	$V_{IN}$	$V^- - 0.3$ to $V^+ + 0.3$	V
差動入力電圧 <sup>(1)</sup>	$V_{ID}$	$\pm 11$ <sup>(2)</sup>	V
消費電力 <sup>(3)</sup> SOT-23-6-1	$P_D$	2-Layer / 4-Layer 410 / 580	mW
動作温度	$T_{opr}$	-40 to +105	°C
保存温度	$T_{stg}$	-40 to +125	°C

(1) 差動入力電圧は+INPUT 端子と-INPOT 端子の電位差です。

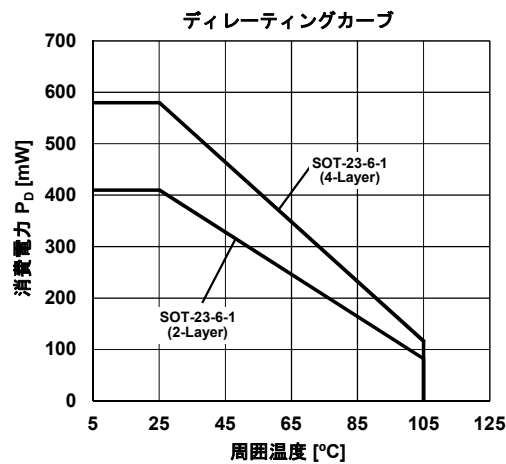
(2) 電源電圧が 11V 以下の場合、電源電圧と等しくなります。

(3) 消費電力は  $T_a=25^\circ\text{C}$  の時に IC で消費できる電力値で、JEDEC 標準規格に準拠して測定された値です。

$T_a > 25^\circ\text{C}$  で使用する場合、その値は  $1^\circ\text{C}$  につき  $P_D / (T_{stg}(\text{MAX}) - 25) [\text{mW}/^\circ\text{C}]$  の割合で減少します。

2-layer: EIA/JEDEC 仕様基板(76.2x114.3x1.6mm, 2 層, FR-4)実装時

4-layer: EIA/JEDEC 仕様基板(76.2x114.3x1.6mm, 4 層, FR-4)実装時



## ■ 推奨動作条件( $T_a=25^\circ\text{C}$ )

項目	条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧		3		10	V

**■ 電気的特性**(指定なき場合には  $V^+=3V$ ,  $V^-=0V$ ,  $V_{SHDN}=V^+$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
<b>DC 特性</b>						
入力オフセット電圧 <sup>(4)</sup>	$V_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	3	15	$\mu V$
入力オフセット電圧ドリフト <sup>(4)</sup>	$V_{IO}/\Delta T$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	0.05	$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流	$I_B$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	15	400	pA
			-	-	1000	pA
入力オフセット電流	$I_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	500	pA
			-	-	1000	pA
オープンループ電圧利得	$A_V$	$R_L \geq 10k\Omega$ , $V_O=0.35$ to $2.65V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	120	140	-	dB
			115	140	-	dB
同相入力電圧範囲	$V_{ICM}$	$CMR \geq 110dB$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	1.7	V
同相信号除去比	CMR	$V_{ICM}=0$ to $1.7V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	110	130	-	dB
			110	130	-	dB
電源電圧除去比	SVR	$V^+=3$ to $10V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	110	130	-	dB
			110	130	-	dB
High レベル出力電圧	$V_{OH}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	2.95	2.98	-	V
			2.85	2.94	-	V
Low レベル出力電圧	$V_{OL}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	1	10	mV
			-	1	10	mV
出力ソース電流	$I_{SOURCE}$	$V_O=2.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	5	20	-	mA
出力シンク電流	$I_{SINK}$	$V_O=0.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	3	25	-	mA
消費電流	$I_{SUPPLY}$	無信号時, $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $V_{SHDN}=3V$ $V_{SHDN}=0V$	-	0.55	1.1	mA
			-	-	10	$\mu A$
シャットダウン端子ターンオン電圧	$V_{SHDNON}$	$I_{SUPPLY} \geq 300\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	2.5	-	3	V
シャットダウン端子ターンオフ電圧	$V_{SHDNOFF}$	$I_{SUPPLY} \leq 10\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	0.5	V
シャットダウン端子流入電流	$I_{SHDN}$	$V_{SHDN}=0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	0.5	3	$\mu A$
<b>AC 特性</b>						
利得帯域幅積	GBW	$R_L=10k\Omega$	-	2	-	MHz
立ち上がりスルーレート	+SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	3	-	V/ $\mu s$
立ち下がりスルーレート	-SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	8	-	V/ $\mu s$
位相余裕	$\Phi_M$	$R_L=10k\Omega$ , $C_L=50pF$	-	30	-	deg
入力換算雑音電圧	$V_{NI}$	$f=10Hz$	-	120	-	nV/ $\sqrt{Hz}$
サンプリング周波数	$F_S$		-	7.5	-	kHz

(4) 設計保証値です。

**■ 電気的特性**(指定なき場合には、 $V^+=5V$ ,  $V^-=0V$ ,  $V_{SHDN}=V^+$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
<b>DC 特性</b>						
入力オフセット電圧 <sup>(4)</sup>	$V_{IO}$		-	3	15	$\mu V$
入力オフセット電圧ドリフト <sup>(4)</sup>	$V_{IO}/\Delta T$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	0.05	$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流	$I_B$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	20	400	pA
			-	-	1000	pA
入力オフセット電流	$I_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	500	pA
			-	-	1000	pA
オープンループ電圧利得	$A_V$	$R_L \geq 10k\Omega$ , $V_O=1$ to $4V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	125	140	-	dB
			120	140	-	dB
同相入力電圧範囲	$V_{ICM}$	$CMR \geq 115dB$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	3.5	V
同相信号除去比	CMR	$V_{ICM}=0$ to $3.5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	120	130		dB
			115	130		dB
電源電圧除去比	SVR	$V^+=4$ to $10V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	115	130	-	dB
			115	130	-	dB
High レベル出力電圧	$V_{OH}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	4.95	4.98	-	V
			4.85	4.94	-	V
Low レベル出力電圧	$V_{OL}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	1	10	mV
			-	1	10	mV
出力ソース電流	$I_{SOURCE}$	$V_O=4.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	10	30	-	mA
出力シンク電流	$I_{SINK}$	$V_O=0.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	4	40	-	mA
消費電流	$I_{SUPPLY}$	無信号時, $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $V_{SHDN}=5V$ $V_{SHDN}=0V$	-	0.6	1.2	mA
			-	-	15	$\mu A$
シャットダウン端子ターンオン電圧	$V_{SHDNON}$	$I_{SUPPLY} \geq 300\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	4.5	-	5	V
シャットダウン端子ターンオフ電圧	$V_{SHDNOFF}$	$I_{SUPPLY} \leq 10\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	0.5	V
シャットダウン端子流入電流	$I_{SHDN}$	$V_{SHDN}=0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	2	7	$\mu A$
<b>AC 特性</b>						
利得帯域幅積	GBW	$R_L=10k\Omega$	-	3	-	MHz
立ち上がりスルーレート	+SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	3	-	V/ $\mu s$
立ち下がりスルーレート	-SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	12	-	V/ $\mu s$
位相余裕	$\Phi_M$	$R_L=10k\Omega$ , $C_L=50pF$	-	30	-	deg
入力換算雑音電圧	$V_{NI}$	$f=10Hz$	-	120	-	nV/ $\sqrt{Hz}$
サンプリング周波数	$F_S$		-	7.5	-	kHz

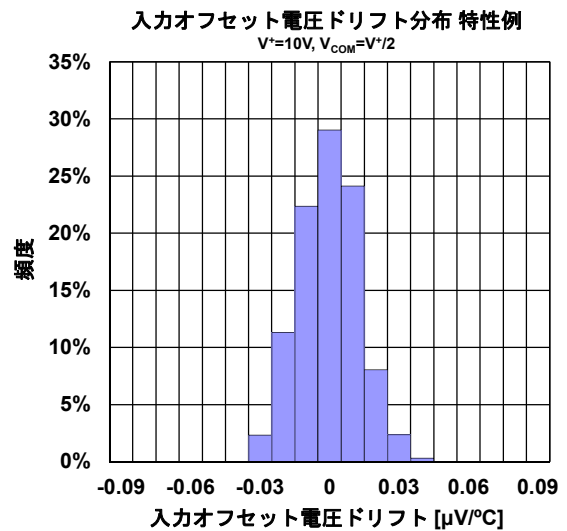
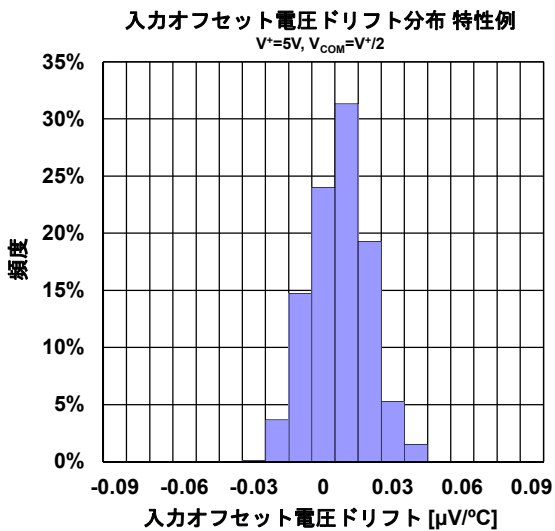
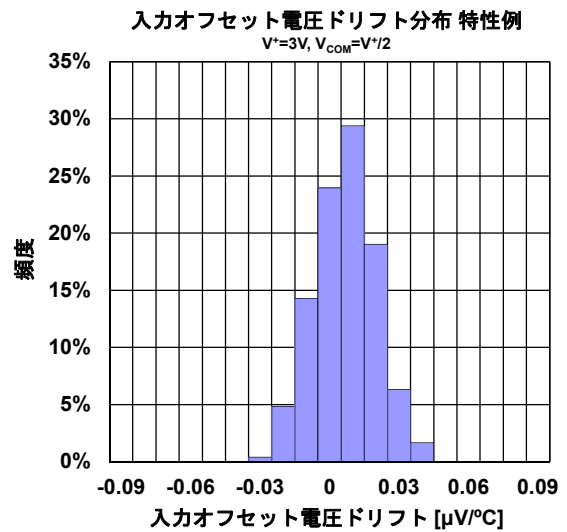
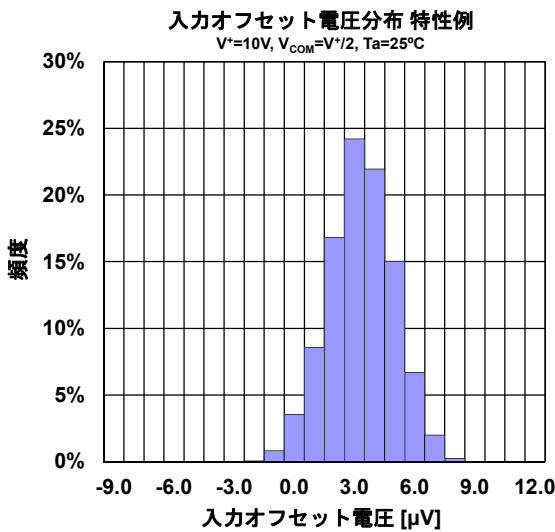
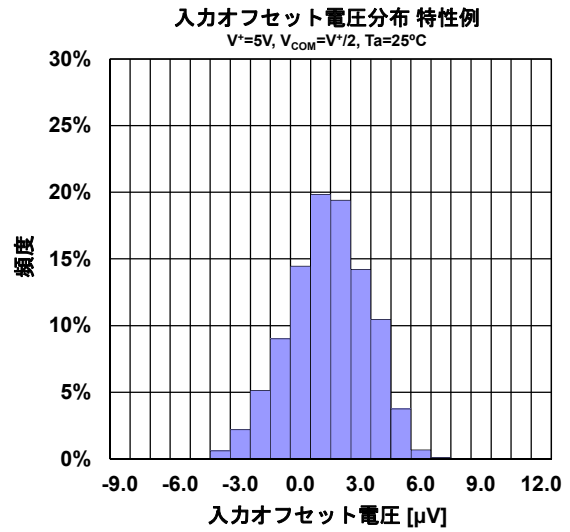
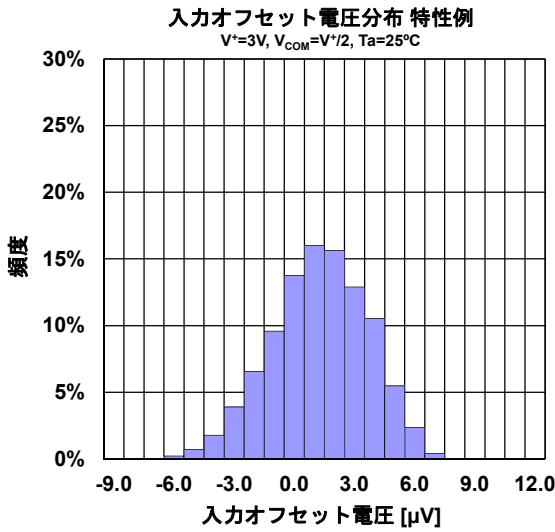
(4) 設計保証値です。

**■ 電気的特性**(指定なき場合には、 $V^+=10V$ ,  $V^-=0V$ ,  $V_{SHDN}=V^+$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
<b>DC 特性</b>						
入力オフセット電圧 <sup>(4)</sup>	$V_{IO}$		-	3	15	$\mu V$
入力オフセット電圧ドリフト <sup>(4)</sup>	$V_{IO}/\Delta T$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	0.05	$\mu V/^\circ C$
入力バイアス電流	$I_B$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	40	400	pA
			-	-	1000	pA
入力オフセット電流	$I_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	-	500	pA
			-	-	1000	pA
オープンループ電圧利得	$A_V$	$R_L \geq 10k\Omega$ , $V_O=1$ to $9V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	125	140	-	dB
			120	140	-	dB
同相入力電圧範囲	$V_{ICM}$	$CMR \geq 115dB$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	8.5	V
同相信号除去比	CMR	$V_{ICM}=0$ to $8.5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	120	130		dB
			115	130		dB
電源電圧除去比	SVR	$V^+=4$ to $10V$ $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	115	130	-	dB
			115	130	-	dB
High レベル出力電圧	$V_{OH}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	9.6	9.98	-	V
			9.5	9.94	-	V
Low レベル出力電圧	$V_{OL}$	$R_L=10k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $R_L=2k\Omega$ to $0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	1	10	mV
			-	1	10	mV
出力ソース電流	$I_{SOURCE}$	$V_O=9.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	14	40	-	mA
出力シンク電流	$I_{SINK}$	$V_O=0.5V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	5	60	-	mA
消費電流	$I_{SUPPLY}$	無信号時, $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$ $V_{SHDN}=10V$ $V_{SHDN}=0V$	-	0.7	1.5	mA
			-	-	25	$\mu A$
シャットダウン端子ターンオン電圧	$V_{SHDNON}$	$I_{SUPPLY} \geq 400\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	9.5	-	10	V
シャットダウン端子ターンオフ電圧	$V_{SHDNOFF}$	$I_{SUPPLY} \leq 25\mu A$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	0	-	0.5	V
シャットダウン端子流入電流	$I_{SHDN}$	$V_{SHDN}=0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $85^\circ C$	-	7.5	20	$\mu A$
<b>AC 特性</b>						
利得帯域幅積	GBW	$R_L=10k\Omega$	-	5	-	MHz
立ち上がりスルーレート	+SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	4	-	V/ $\mu s$
立ち下がりスルーレート	-SR	$G_V=+1$ , $R_L=10k\Omega$	-	14	-	V/ $\mu s$
位相余裕	$\Phi_M$	$R_L=10k\Omega$ , $C_L=50pF$	-	30	-	deg
入力換算雑音電圧	$V_{NI}$	$f=10Hz$	-	120	-	nV/ $\sqrt{Hz}$
サンプリング周波数	$F_S$		-	7.5	-	kHz

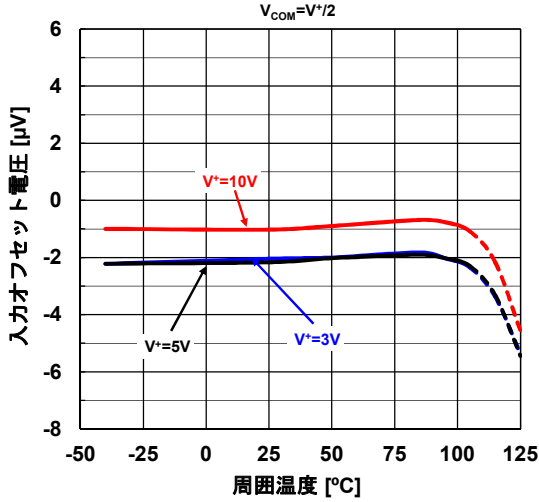
(4) 設計保証値です。

■ 特性例

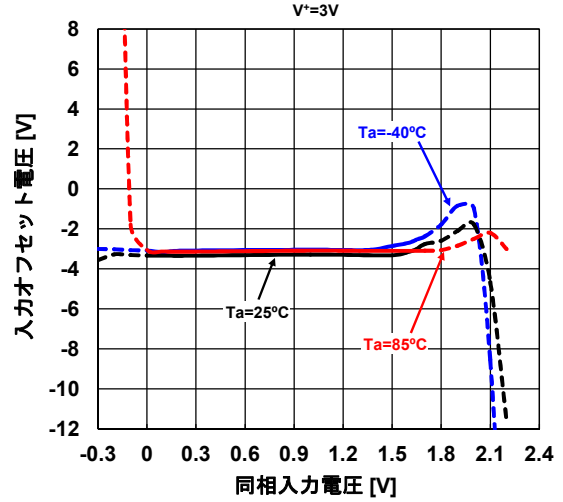


■ 特性例

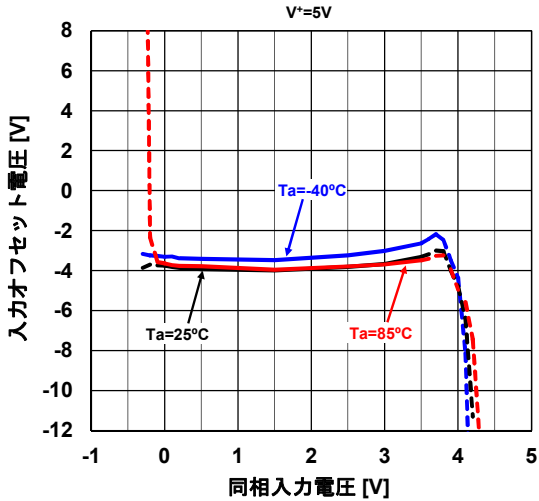
入力オフセット電圧 対 周囲温度 特性例



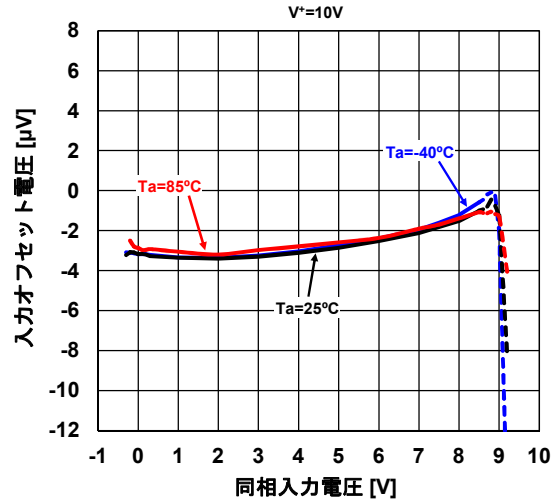
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例



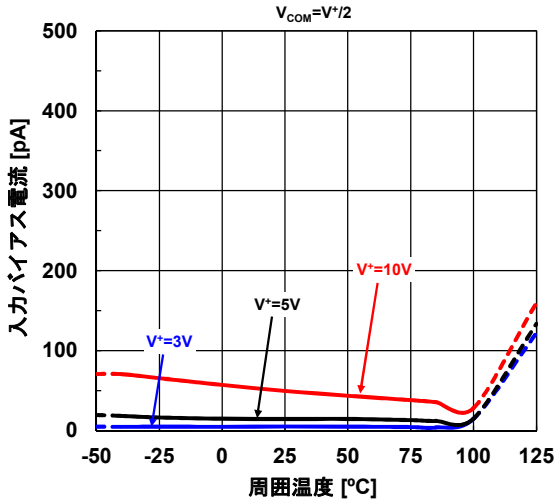
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例



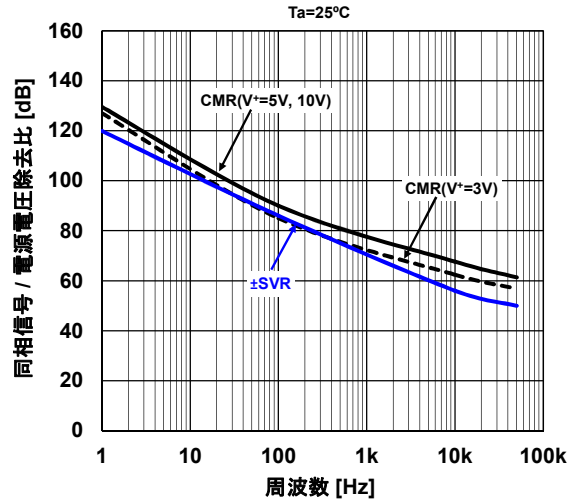
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例



入力バイアス電流 対 周囲温度 特性例



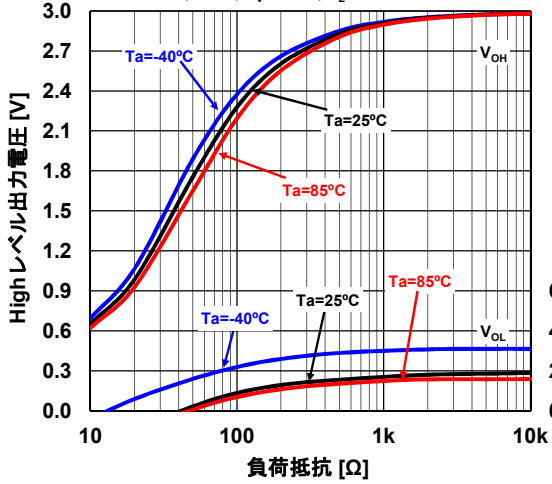
同相信号 / 電源電圧除去比 対 周波数 特性例



■ 特性例

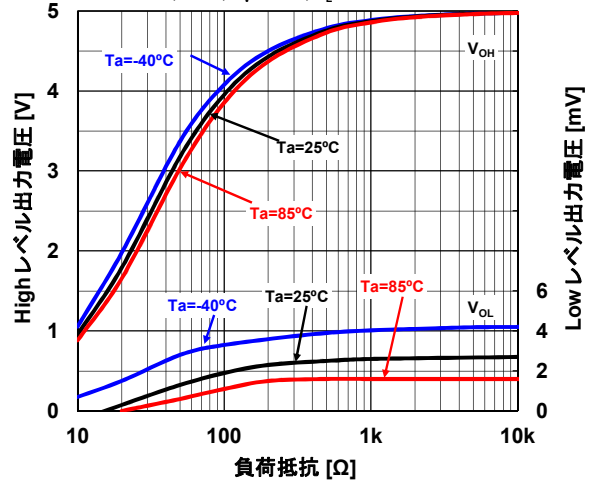
最大出力電圧 対 負荷抵抗 特性例

$V^*=3V, V=0V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $0V$



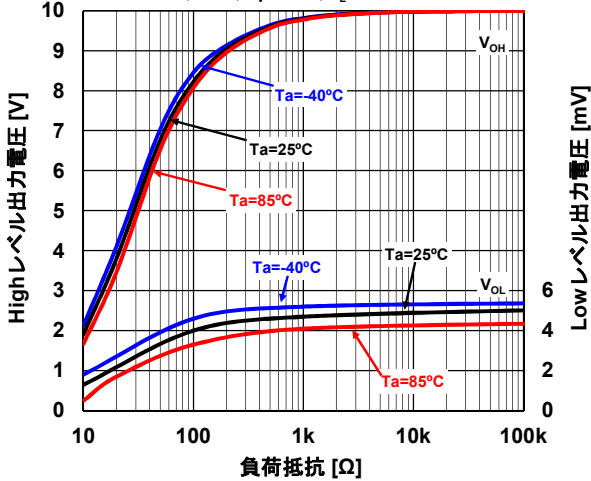
最大出力電圧 対 負荷抵抗 特性例

$V^*=5V, V=0V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $0V$



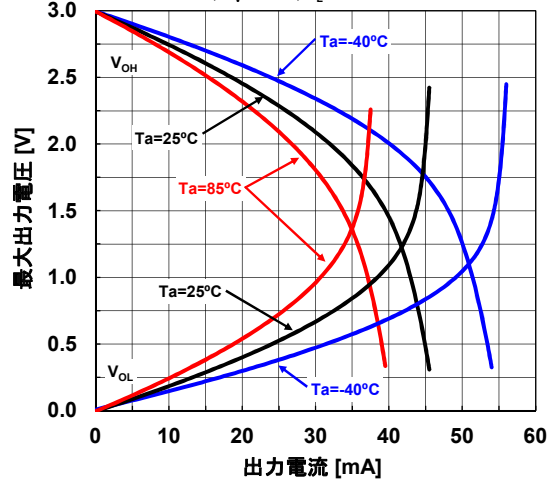
最大出力電圧 対 負荷抵抗 特性例

$V^*=10V, V=0V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $0V$



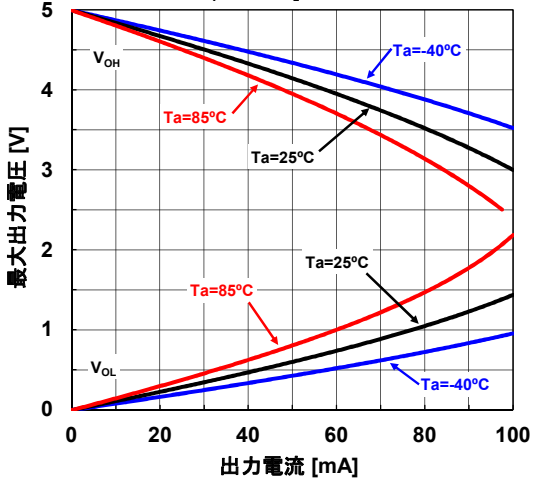
最大出力電圧 対 出力電流 特性例

$V^*=3V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $V^*/2$



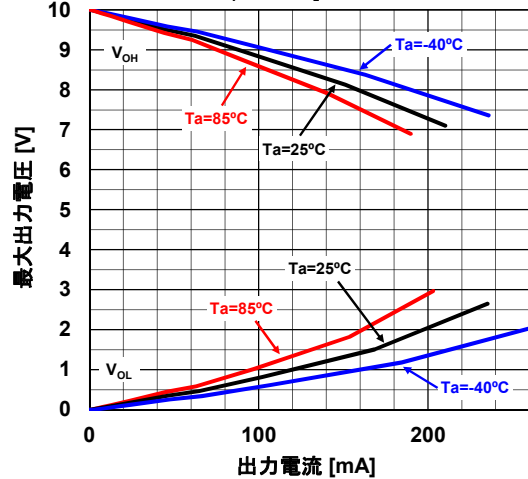
最大出力電圧 対 出力電流 特性例

$V^*=5V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $V^*/2$



最大出力電圧 対 出力電流 特性例

$V^*=10V, G_V=OPEN, R_L$  connected to  $V^*/2$

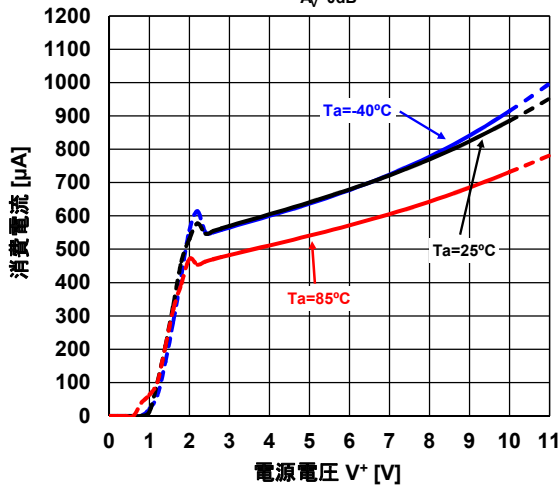




■ 特性例

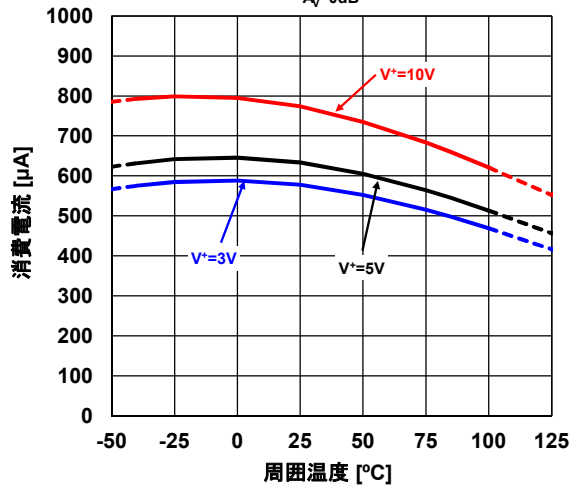
消費電流 対 電源電圧 特性例

$A_v=0\text{dB}$



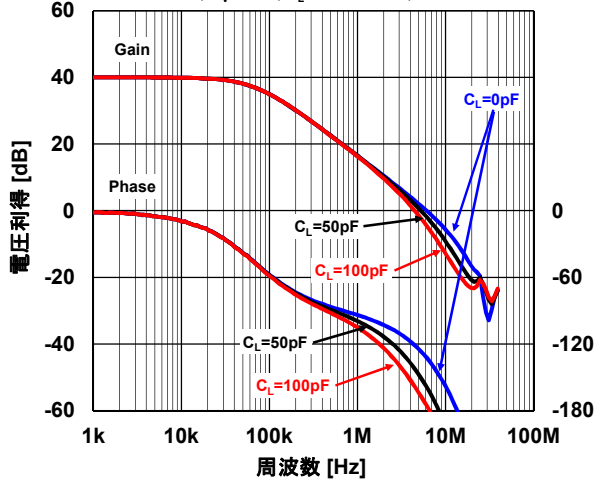
消費電流 対 周囲温度 特性例

$A_v=0\text{dB}$



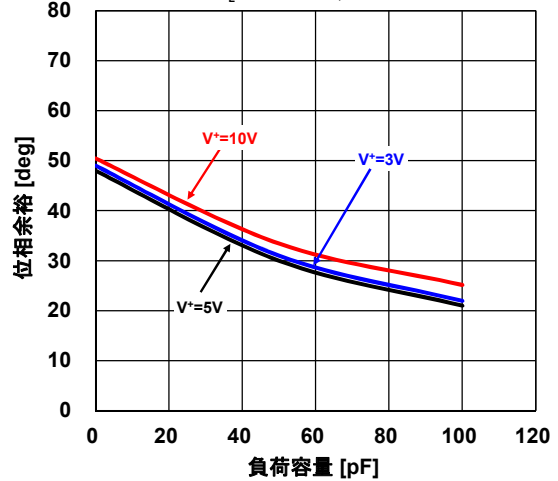
40dB 電圧利得/位相 対 周波数 特性例

$V^+=10\text{V}$ ,  $G_v=40\text{dB}$ ,  $R_L=10\text{k}\Omega$  to  $V^+/2$ ,  $T_a=25^\circ\text{C}$



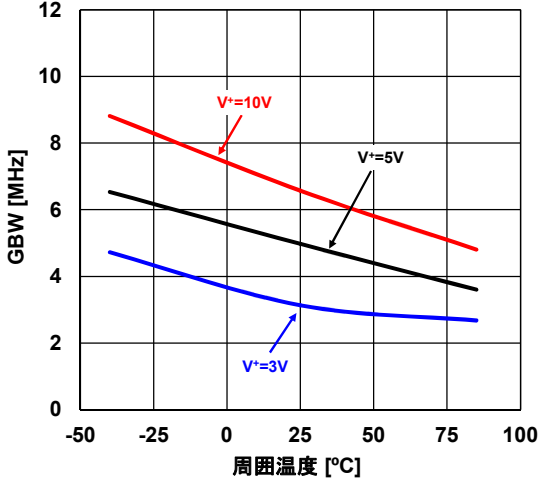
位相余裕 対 負荷容量 特性例

$R_L=10\text{k}\Omega$  to  $V^+/2$ ,  $T_a=25^\circ\text{C}$



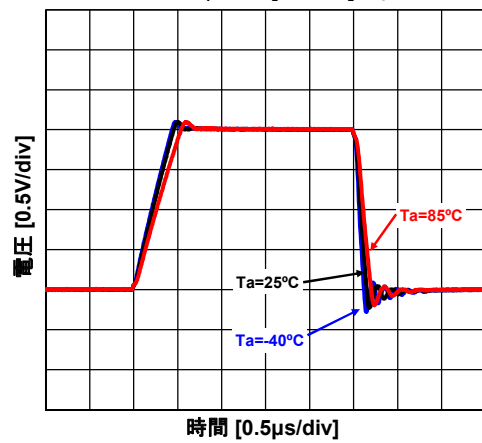
GBW 対 周囲温度 特性例

$f=1\text{MHz}$



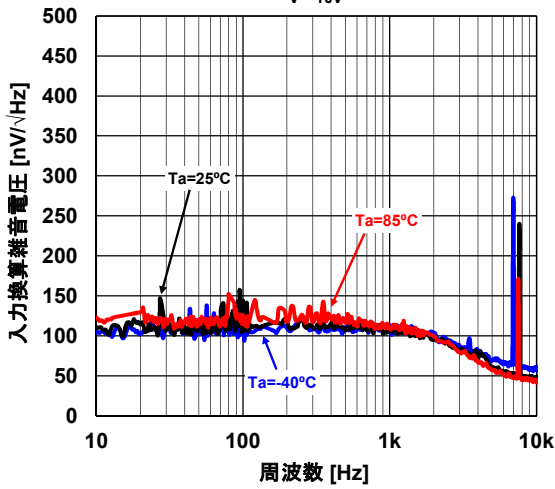
過渡応答 特性例

$V^+=10\text{V}$ ,  $G_v=0\text{dB}$ ,  $R_L=10\text{k}\Omega$ ,  $C_L=50\text{pF}$

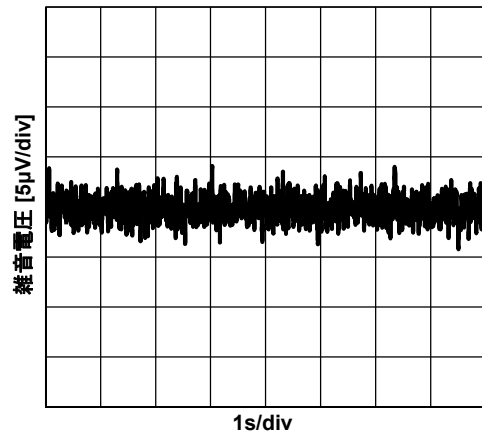


■ 特性例

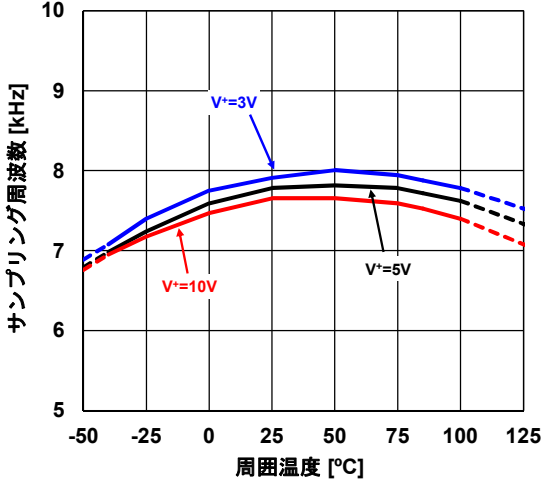
入力換算雑音電圧 対 周波数 特性例  
 $V^*=10V$



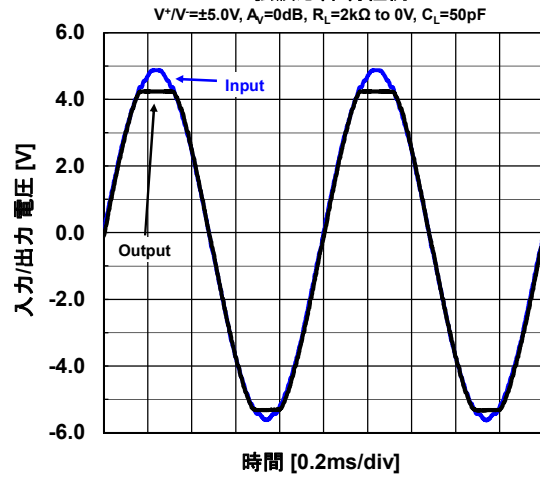
雑音電圧 特性例  
 $V^*=10V, f=1\sim 100Hz$



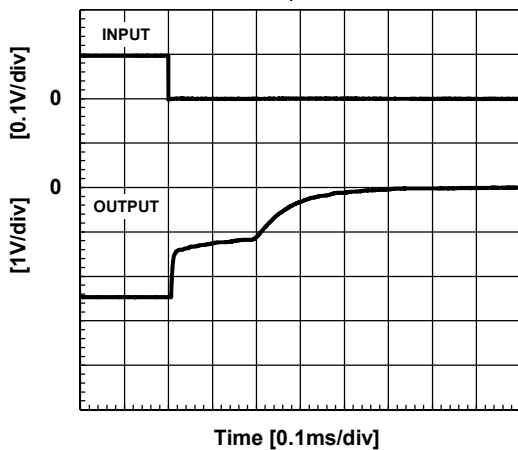
サンプリング周波数 対 周囲温度 特性例



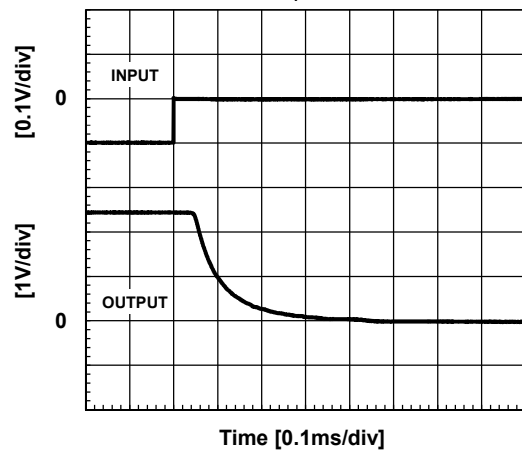
正弦波応答 特性例



Positive 過負荷回復時間 特性例  
 $V^*/V=\pm 2.5V, G_v=40dB, T_a=25^\circ C$

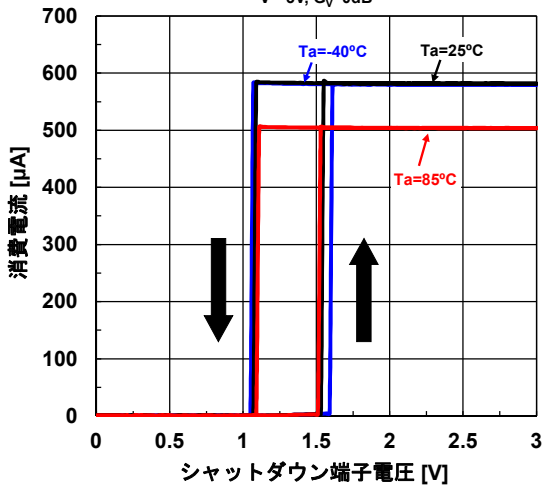


Negative 過負荷回復時間 特性例  
 $V^*/V=\pm 2.5V, G_v=40dB, T_a=25^\circ C$

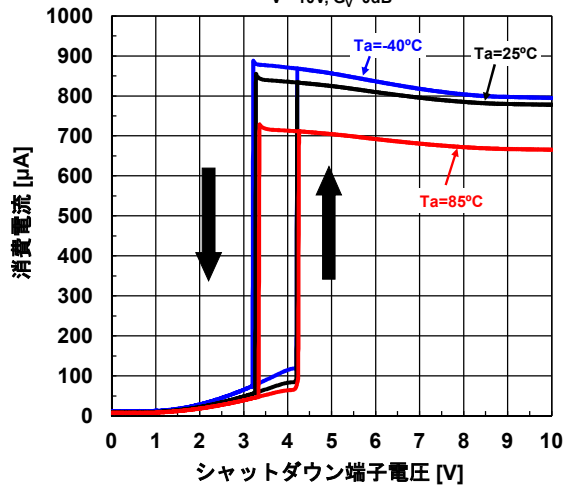


■ 特性例

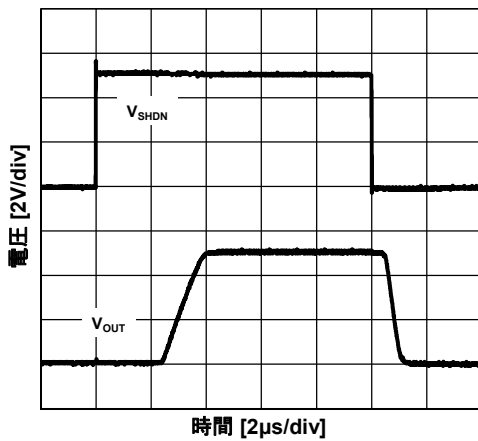
消費電流 対 シャットダウン端子電圧 特性例  
 $V^+=3V, G_v=0dB$



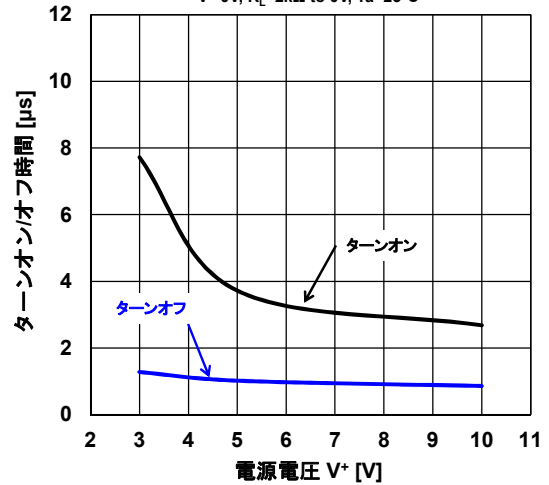
消費電流 対 シャットダウン端子電圧 特性例  
 $V^+=10V, G_v=0dB$



ターンオン/オフ時間 特性例  
 $V^+=5V, V=0V, R_L=2k\Omega \text{ to } 0V, Ta=25^\circ C$



ターンオン/オフ時間 対 電源電圧 特性例  
 $V=0V, R_L=2k\Omega \text{ to } 0V, Ta=25^\circ C$



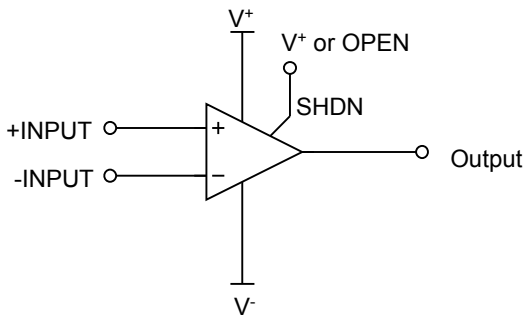
## ■ アプリケーションノート

### シャットダウン端子について

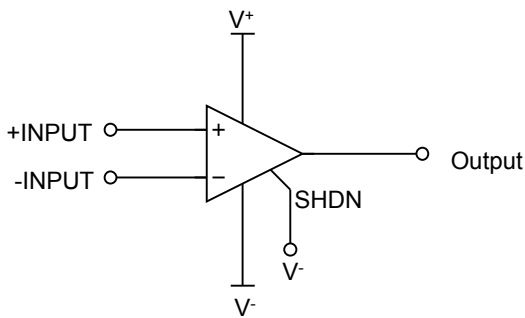
NJU7098A はシャットダウン用の端子があります。シャットダウン端子の電圧を  $V$  to  $V+0.5V$  とするとデバイスは停止(シャットダウン)となり、 $V^+-0.5V$  to  $V^+$  とするとデバイスは動作(通常モード)となります。

NJU7098A がシャットダウン状態になると、出力端子はハイインピーダンスとなります。この状態では、入力・出力ピン間の経路はデバイスの周囲の外付け部品のみになります。そのため、反転入力へのアクティブな信号接続があるアプリケーションでは NJU7098A をシャットダウンにすると、これらの外付け部品の電流により、出力に信号振幅が発生します。シャットダウン時の非反転アンプでは、入力と出力は絶縁されているため、容量性結合の場合を別として、出力振幅は発生いたしません。

NJU7098A のシャットダウン機能を使用しない場合は、シャットダウン端子はオープン、または  $V^+$  に接続してお使いください。



通常モード (シャットダウン未使用)



シャットダウンモード

### 電源電圧について

NJU7098A は  $(V^+)-(V^-)$  端子間に所定の電圧が印加されていれば単電源、両電源の区別なく動作いたします。動作電源電圧範囲は単電源時では  $V^+-V^-=3V$  to  $10V$ , 両電源時では  $V^+/V^-=\pm 1.5V$  to  $\pm 5V$  となります。

### 同相入力電圧範囲について

オペアンプの同相入力電圧範囲は電気的特性表に記載されておりますが、電源電圧が変動した際の目安は  $V_{ICM} (typ.) = V$  to  $V^+-1.5V$  ( $T_a=25^\circ C$ ) となります。温度特性については特性例をご参照ください。値はばらつきがございますので余裕をもってご設計ください。

### 最大出力電圧範囲について

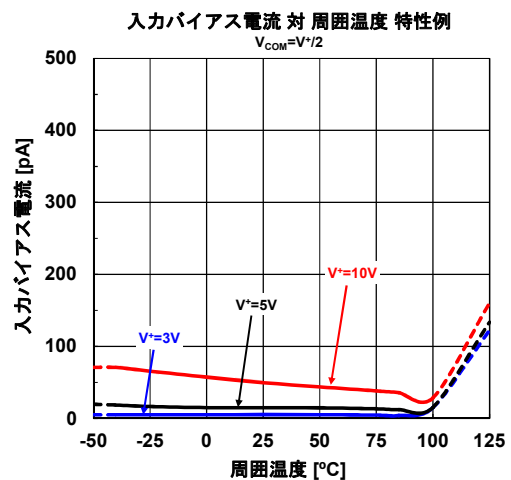
オペアンプの最大出力電圧 ( $V_{OM}$ ) は電気的特性表に記載されておりますが、電源電圧が変動した際の目安は  $V_{OM} (typ.) = V+5mV$  to  $V^+-20mV$  ( $R_L=10k\Omega$  to  $V^+$ ,  $T_a=25^\circ C$ ) となります。負荷抵抗、出力電流、温度などで最大出力電圧は変化いたしますので特性例をご参照ください。値はばらつきがございますので余裕をもってご設計ください。

### 熱電効果について

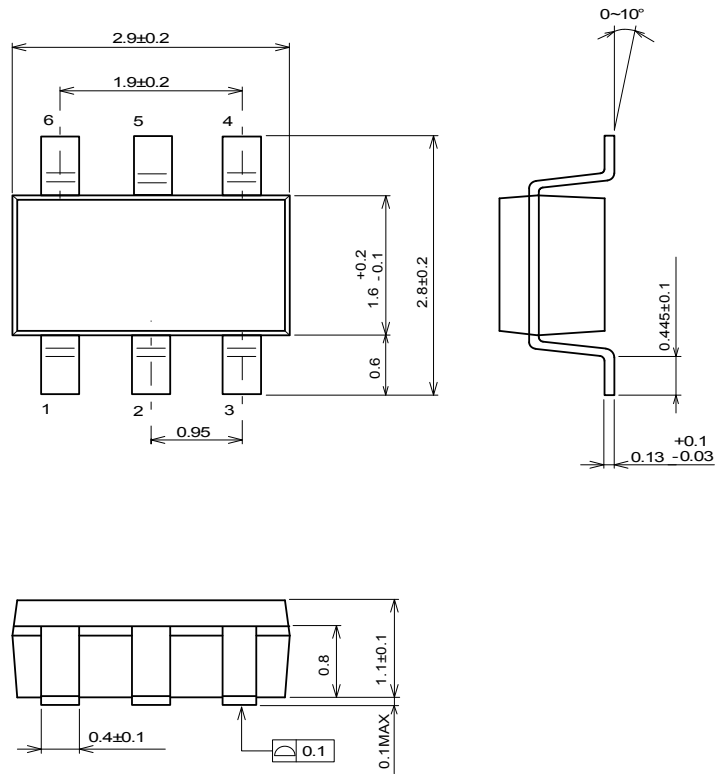
NJU7098A は  $15\mu V$ ,  $0.05\mu V/^\circ C$  という特長をもつ高精度オペアンプですが、高精度特性を実現するためには両入力端子の熱電効果(ゼーベック効果)による熱起電力に注意する必要があります。熱起電力は異種金属接点の温度勾配により発生し、入力オフセット電圧となります。この熱起電力の影響を低減するために、両入力端子に同等の熱起電力が発生するように配慮して設計ください。

### バイアス電流について

NJU7098A は MOS 入力のため入力バイアス電流が  $20pA$  ( $V^+=5V$ ,  $T_a=25^\circ C$ ) と低いことが特長ですが、周囲温度が上昇し IC 内部の温度が  $100^\circ C$  付近となると入力保護ダイオードのリーク電流が無視できなくなり、温度の上昇に伴って入力バイアス電流が増加します(温度が  $10^\circ C$  上昇するたびにリーク電流は約 2 倍になります)。詳しくは特性例「入力バイアス電流 対 周囲温度 特性例」を参照ください。



■ パッケージ寸法図



単位: mm

SOT-23-6-1 パッケージ

<注意事項>  
 このデータブックの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するのためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。