

RX23E-A グループ

アナログフロントエンド 代表的特性

要旨

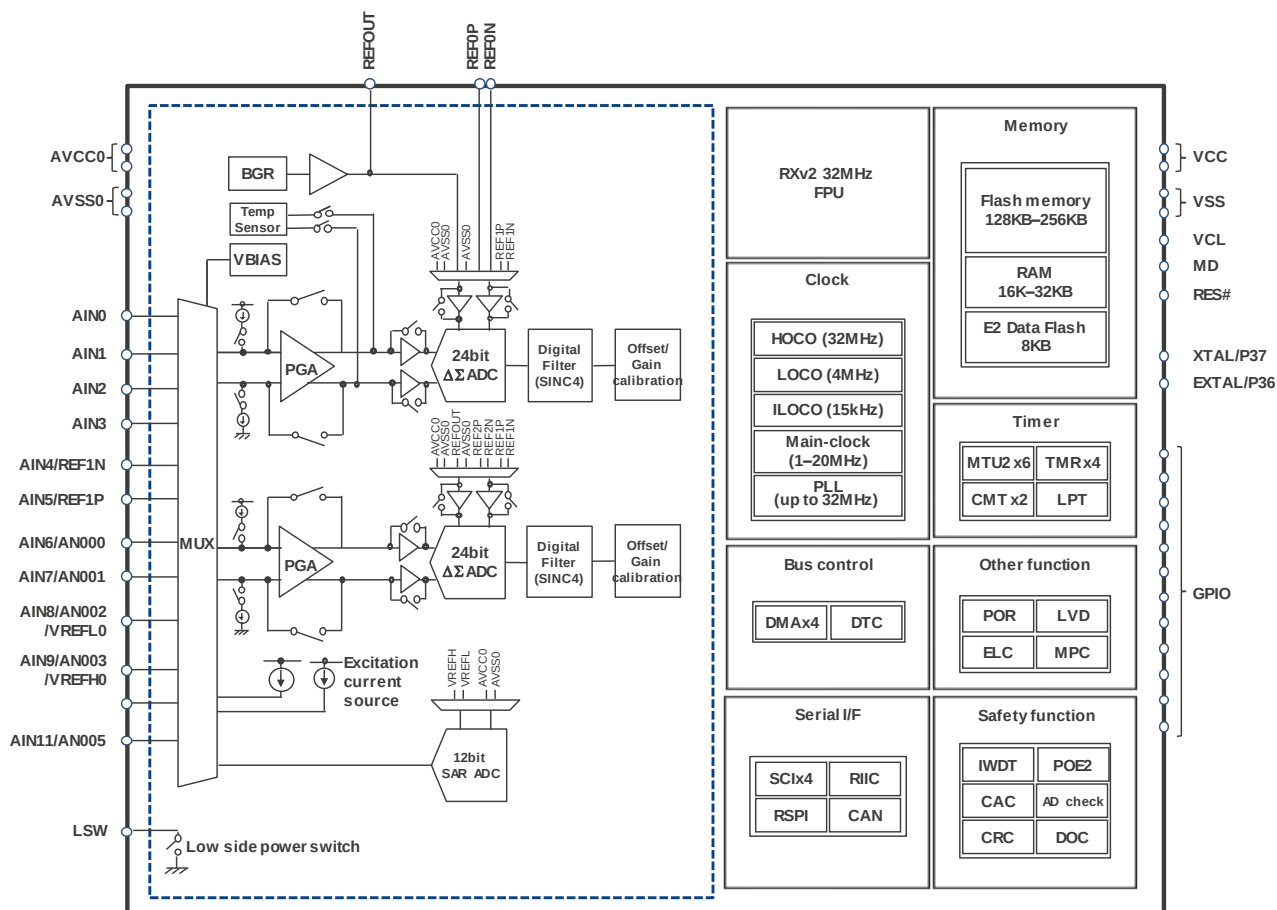
本書は、RX23E-A の 24 ビット Δ - Σ A/D コンバータ (DSAD)およびアナログフロントエンド(AFE)部の代表的なアナログ特性を示した資料です。

測定条件は、特に記述がない限り、以下の通りです。

AVCC0=5V, Ta=25°C, External VREF=2.5V, Normal mode, OPCR.DSADLVM bit=0 (*1)

本文中の略語の意味は、以下の通りです。

Gain=1(DSAD)	:	PGA disabled / Buffer disabled
Gain=1(BUF)	:	PGA disabled / Buffer enabled
Gain=1(PGA)	:	PGA enabled / Buffer enabled
PRB	:	Positive Reference Buffer
NRB	:	Negative Reference Buffer



動作確認デバイス

RX23E-A

*1 OPCR.DSADLVM bit は、 Δ - Σ A/D 動作電圧選択ビットです。AVCC0 を 3.6 V 未満で使用する場合は“1”にします。 Δ - Σ A/D を高精度で使用する場合、AVCC0 を 3.6 V 以上にして、このビットを“0”にします。

Contents

1.	RX23E-A Analog Front End Features	4
2.	24bit Delta-Sigma A/D Converter	5
2.1	Noise histogram, Time domain waveform	5
2.2	Integral nonlinearity error (INL)	7
2.3	Offset error histogram	9
2.4	Offset error temperature drift.....	11
2.5	Offset error - Input common mode voltage	12
2.6	Gain error histogram	14
2.7	Gain error temperature drift.....	16
2.8	RMS noise – Input differential voltage	17
2.9	RMS noise VREF dependence histogram	18
2.10	RMS noise – Data rate	21
2.11	Effective resolution – Data rate.....	22
2.12	Noise table (Normal mode)	23
2.13	Noise table (Low power mode).....	24
2.14	Common Mode Rejection Ratio (CMRR)	25
3.	Voltage Reference (VREF)	26
3.1	Initial accuracy, Temperature drift, Load regulation	26
4.	Excitation Current Source (IEXC)	27
4.1	Initial accuracy, Current matching	27
4.2	Temperature drift.....	28
4.3	Drift matching	29
4.4	Load regulation.....	30
5.	Temperature sensor (TEMPS).....	30
5.1	Temperature error	30
6.	24-bit Delta-Sigma A/D Converter Analog Input.....	31
6.1	Input current temperature dependence	31
6.2	Input bias current – Input voltage	32
6.3	Input offset current - Input voltage.....	33
7.	External Reference Input	34
7.1	Input current temperature dependence	34
7.2	Input current – Input voltage.....	34
8.	Operating Current.....	35
8.1	24-bit Delta-Sigma A/D converter operating current – AVCC0	35
8.2	24-bit Delta-Sigma A/D converter operating current temperature dependence.....	35
8.3	Buffer operating current temperature dependence	36
8.4	Voltage reference (VREF), Temperature sensor (TEMPS), Bias voltage generator (VBIAS), Excitation current source (IEXC)	36

9. High-Speed On-Chip Oscillator (HOCO).....	37
9.1 Temperature drift.....	37
10. Interference	37
10.1 From 12bit SAR-ADC	37
10.2 From MCU	38
10.3 From IO port	38
Revision history	39

1. RX23E-A Analog Front End Features

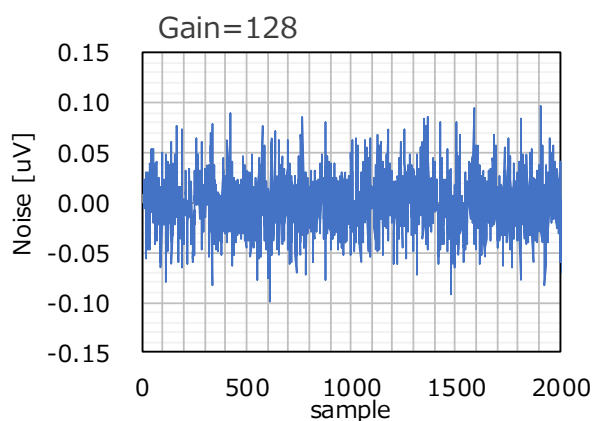
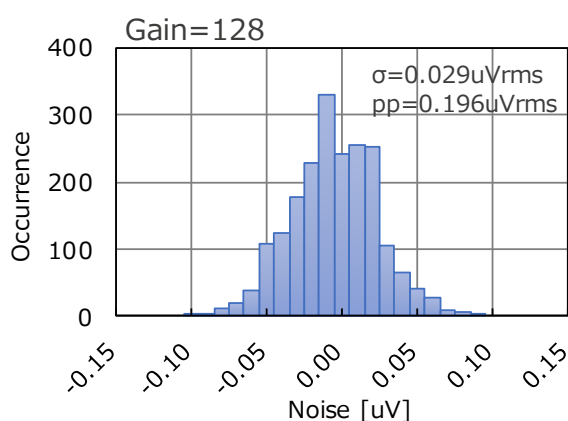
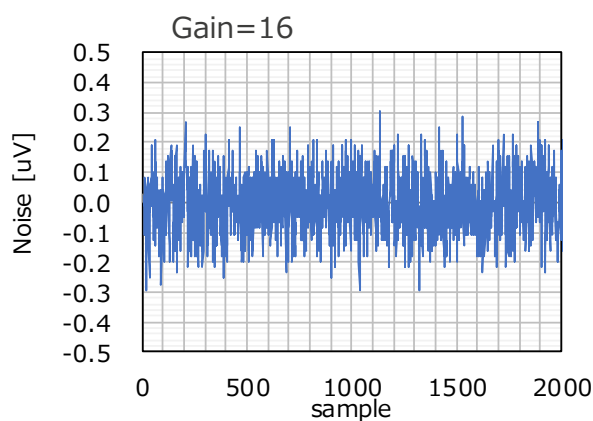
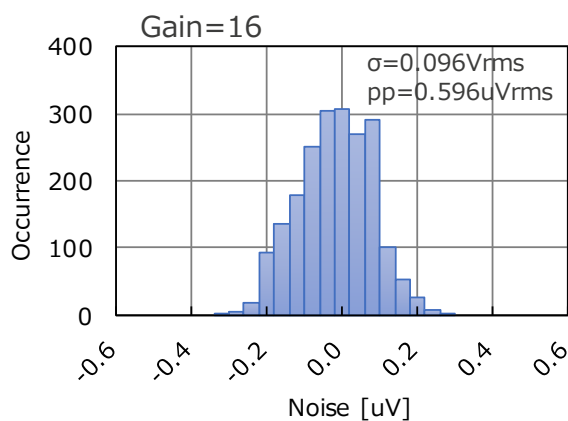
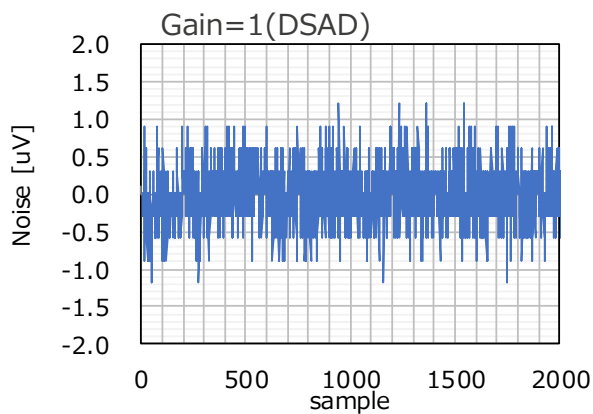
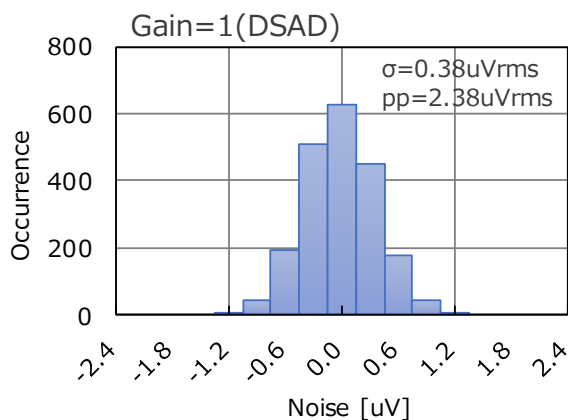
- ・ 24 ビット Δ - Σ A/D コンバータを2 ユニット搭載
最大23 ビット有効分解能のA/D コンバータ (ゲイン= 1、出力データレート= 7.6 SPS)
- ・ 高精度プログラマブルゲイン計装アンプ搭載
30nVRMS (ゲイン= 128、出力データレート= 7.6 SPS)
- ・ レールto レールプログラマブルゲイン計装アンプ (ゲイン= 1 ~ 128)
- ・ 2 種類の動作モード、プログラマブルデータレート
ノーマルモード：出力データレート7.6 SPS ~ 15625 SPS
ローパワーモード：出力データレート1.9 SPS ~ 3906 SPS
- ・ オフセットドリフト10nV/°C (ゲイン= 128)
- ・ ゲインドリフト1ppm/°C (ゲイン= 1 (PGA)、ゲイン= 2 ~ 128)
- ・ 最大6 差動入力、11 シングルエンド入力
- ・ 4 次Sinc フィルタ
- ・ 50Hz/60Hz 同時除去 (出力データレート= 10 SPS, 54 SPS)
- ・ オフセットエラー、ゲインエラー補正
- ・ ユニット間A/D 変換同期スタート機能
- ・ Δ - Σ A/D 入力断線検知アシスト
- ・ Δ - Σ A/D 基準電圧外部入力
- ・ 基準電圧源：出力電圧2.5V、温度ドリフト10ppm/°C、出力電流 $\pm$ 10mA
- ・ 励起電流源：出力最大4 チャンネル、出力電流50 μ A ~ 1000 μ A、
電流マッチング $\pm$ 0.2%、ドリフトマッチング5ppm/°C
- ・ バイアス電圧生成回路：出力電圧(AVCC0 + AVSS0)/2
- ・ 温度センサ：精度 $\pm$ 5°C
- ・ ローサイドスイッチ：オン抵抗10 Ω
- ・ 低電源電圧検出回路
- ・ Δ - Σ A/D 入力電圧異常検出回路
- ・ Δ - Σ A/D 基準電圧異常検出回路、断線検出回路
- ・ 励起電流源断線検出回路

2. 24bit Delta-Sigma A/D Converter

2.1 Noise histogram, Time domain waveform

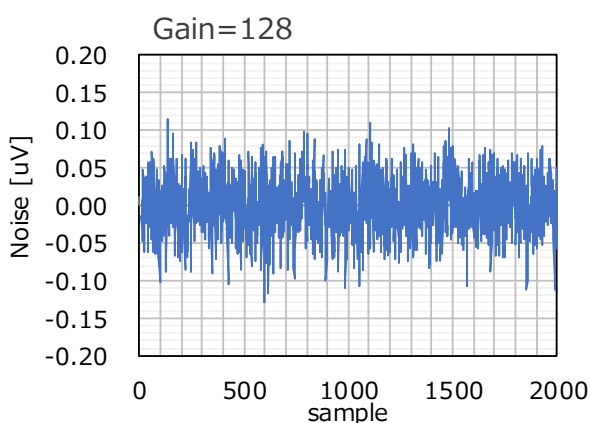
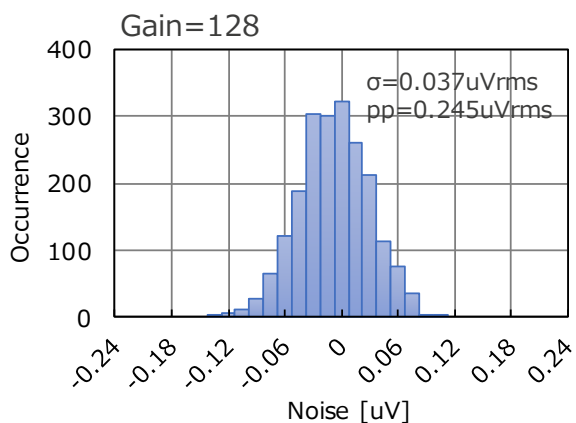
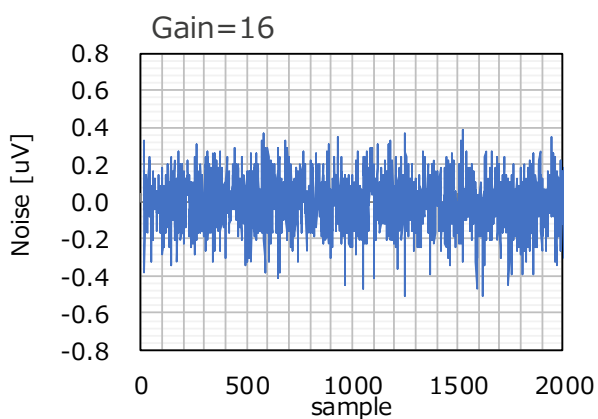
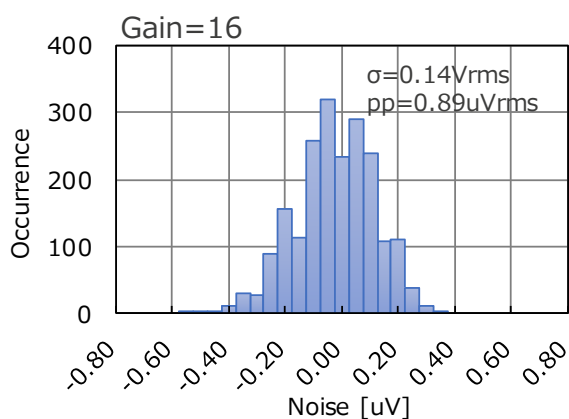
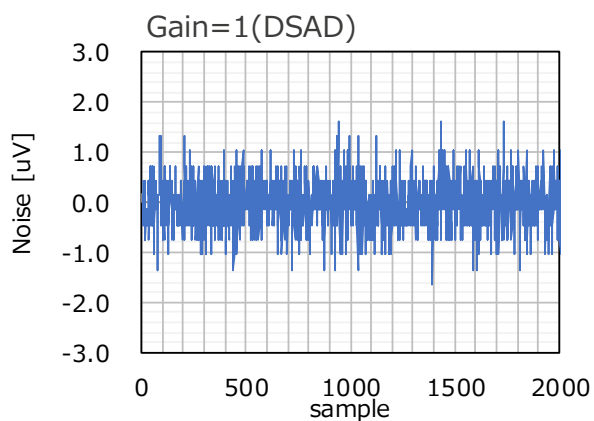
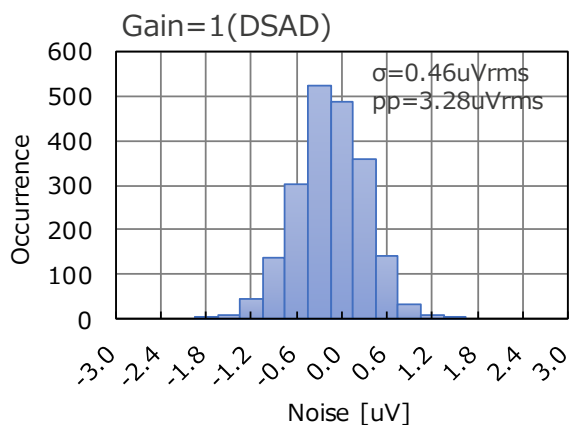
AVCC0=5V, Ta=25°C

Normal mode, Data rate=7.629sps, External VREF=2.5V, AIN=0V



AVCC0=5V, Ta=25°C

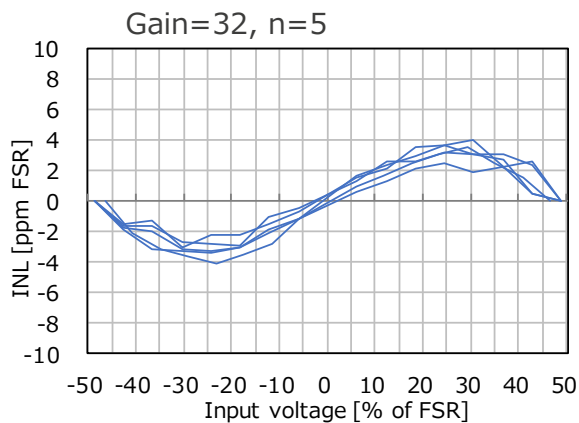
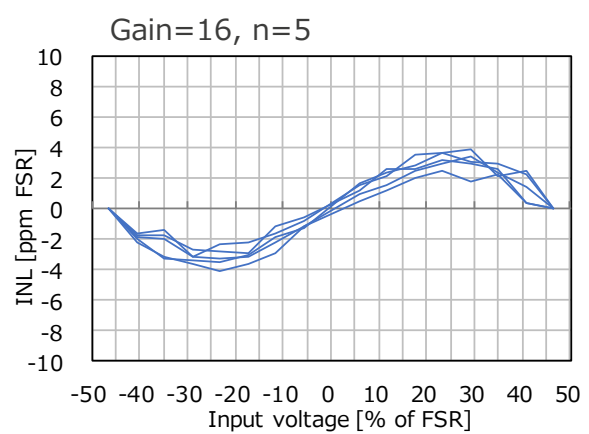
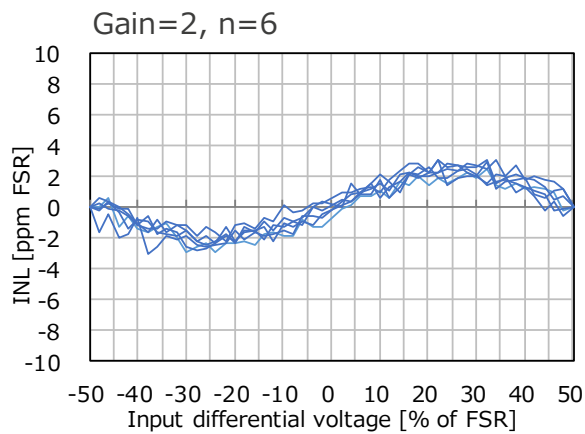
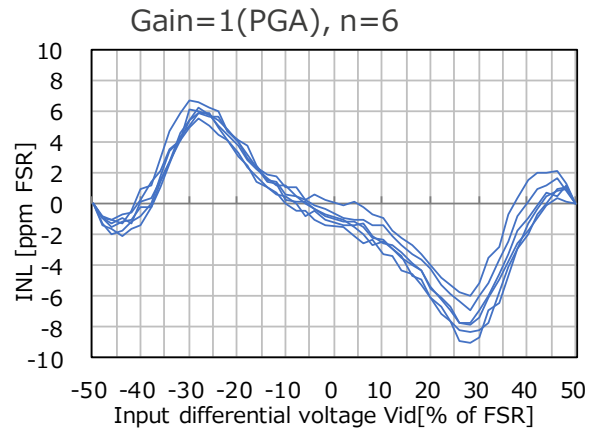
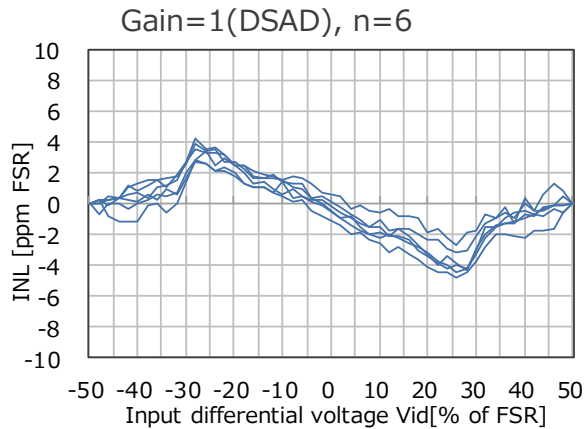
Low power mode, Data rate=7.629ps, External VREF=2.5V, AIN=0V

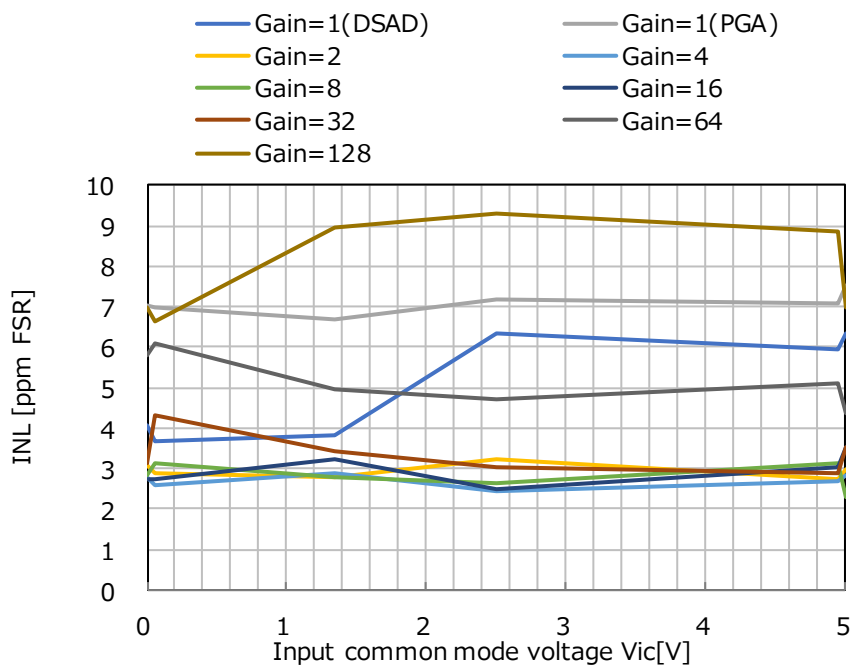
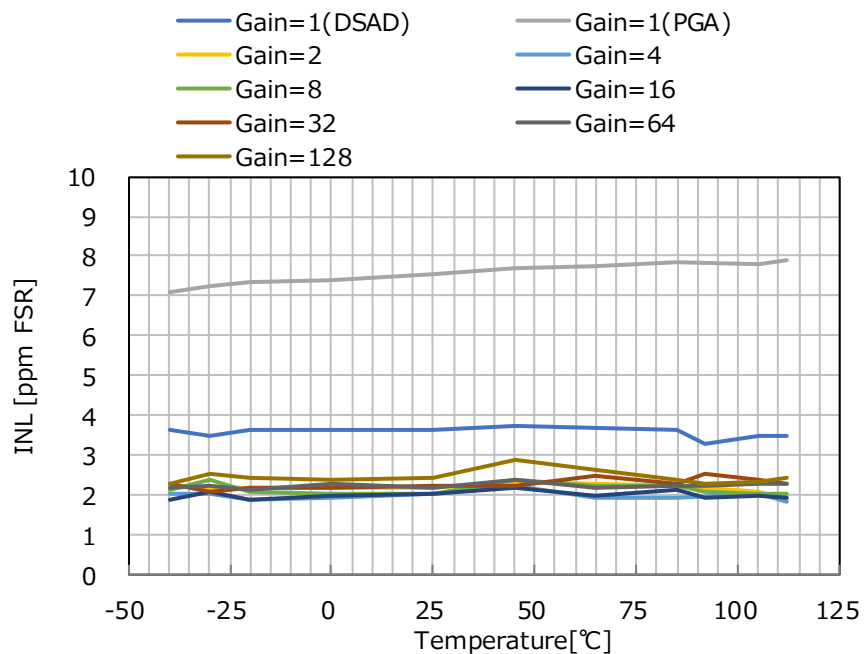


2.2 Integral nonlinearity error (INL)

AVCC0=5V, Ta=25°C

Normal mode, External VREF=2.5V

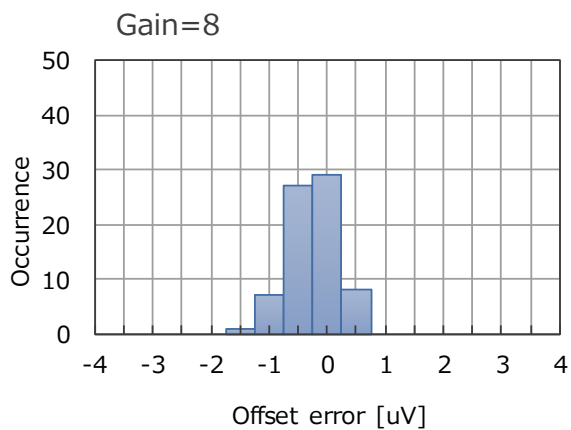
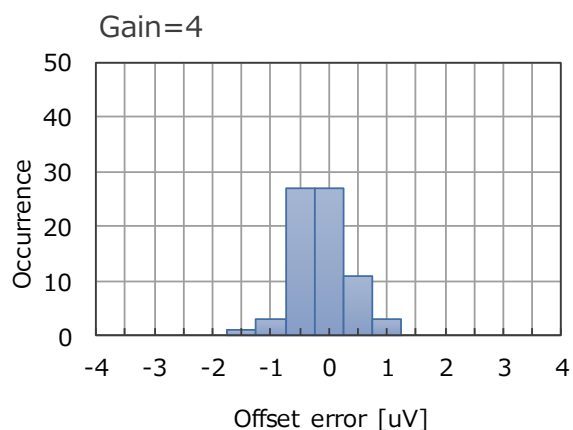
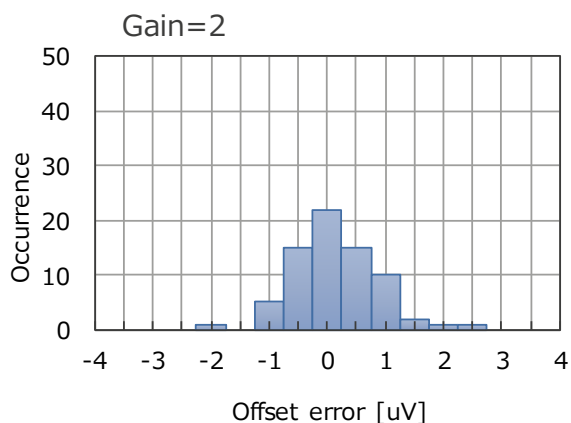
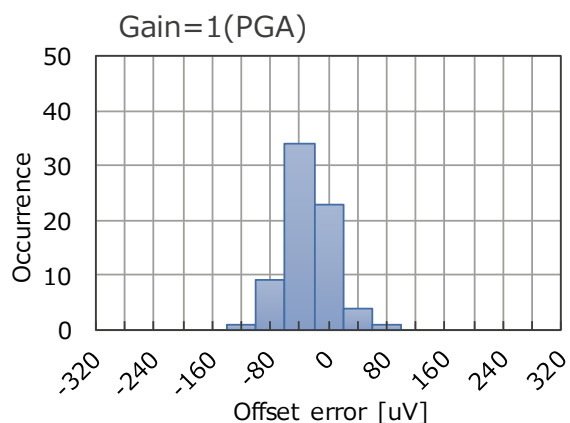
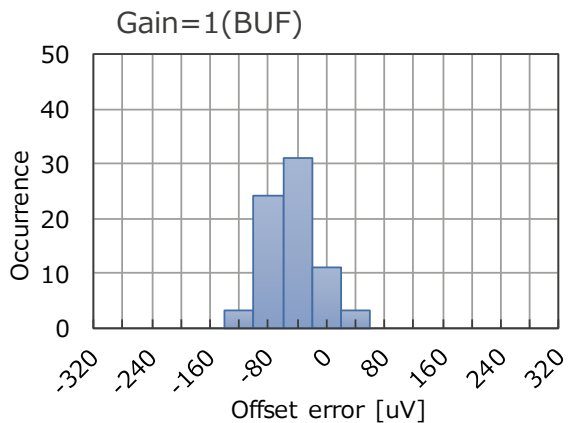
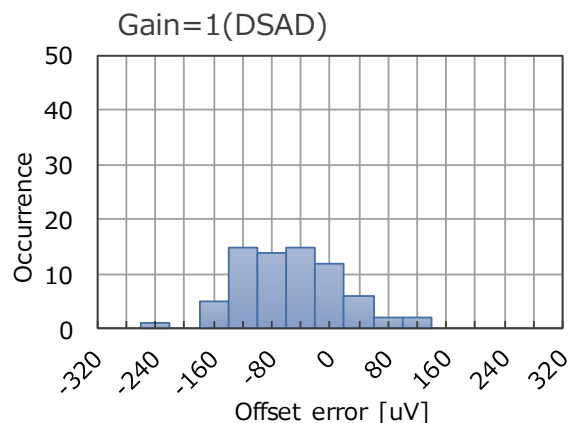


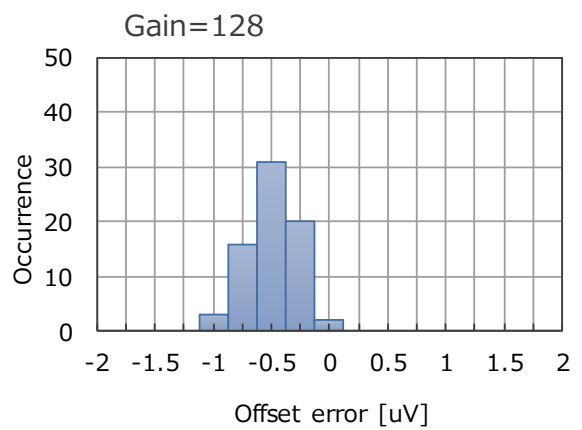
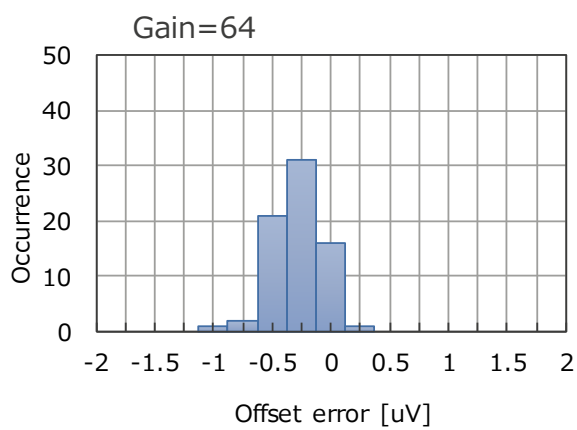
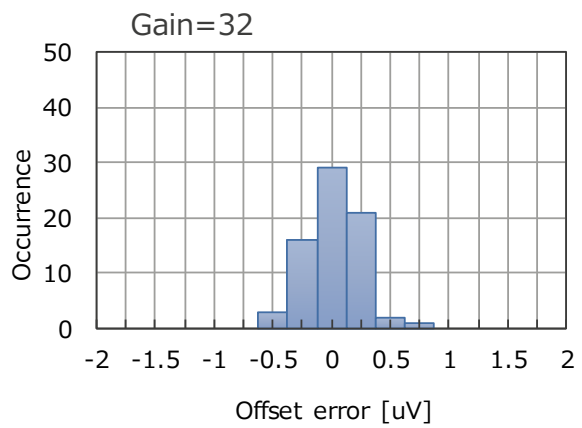
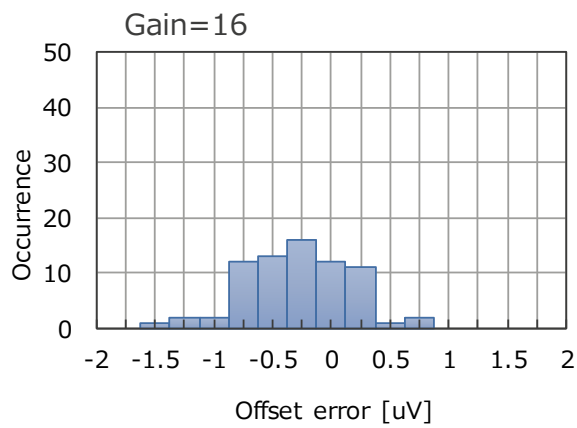


2.3 Offset error histogram

AVCC0=5V, Ta=25°C, n=72

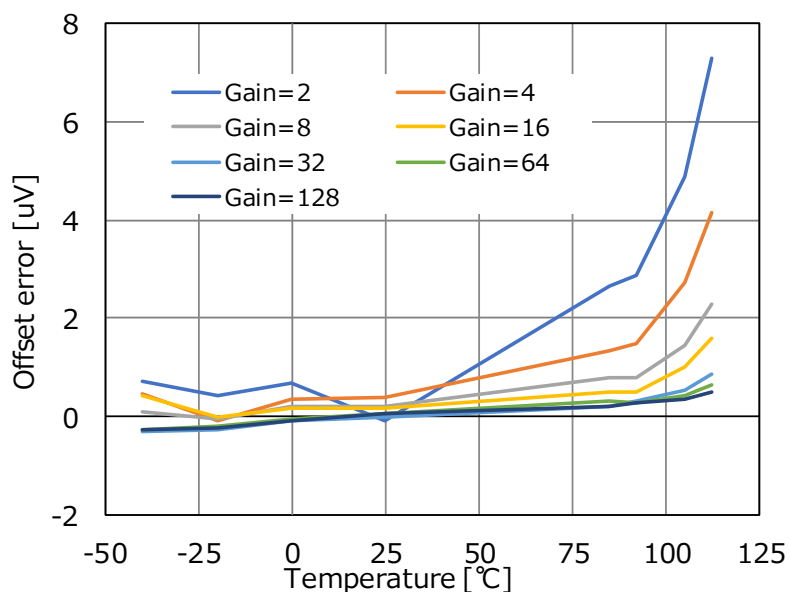
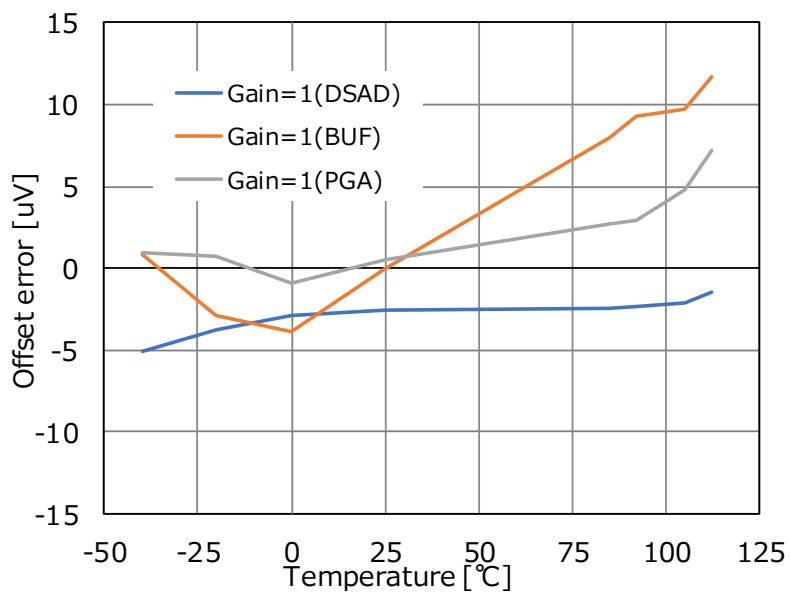
After factory calibration of offset errors





2.4 Offset error temperature drift

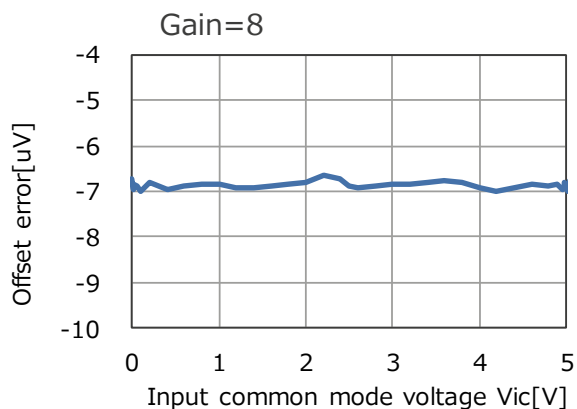
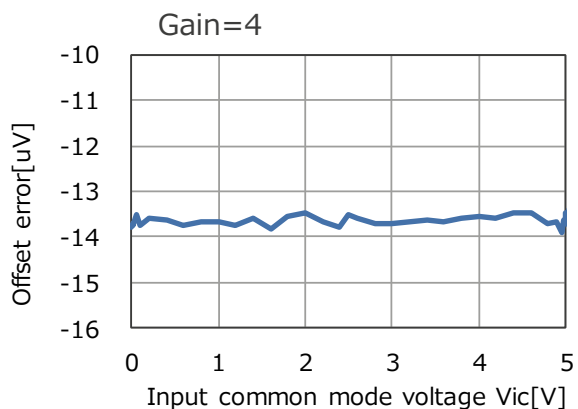
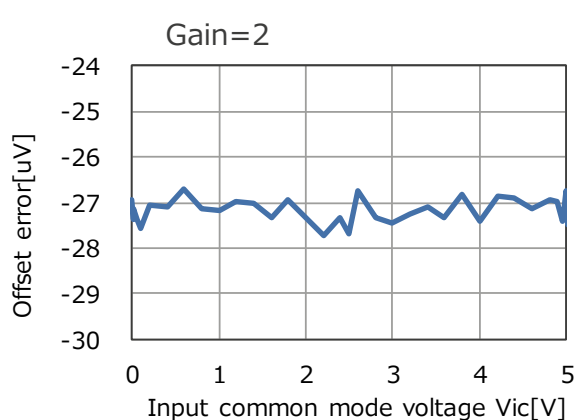
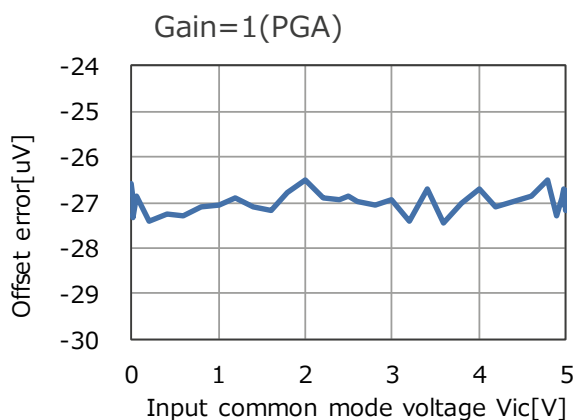
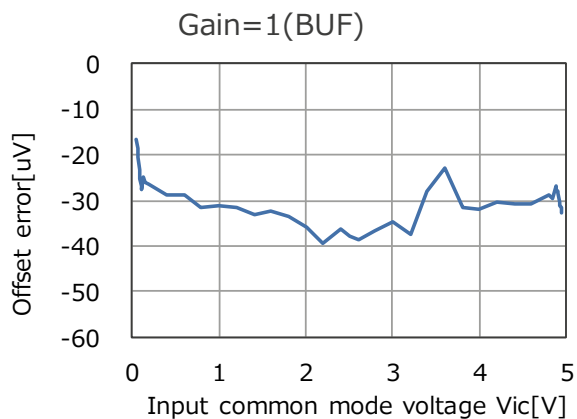
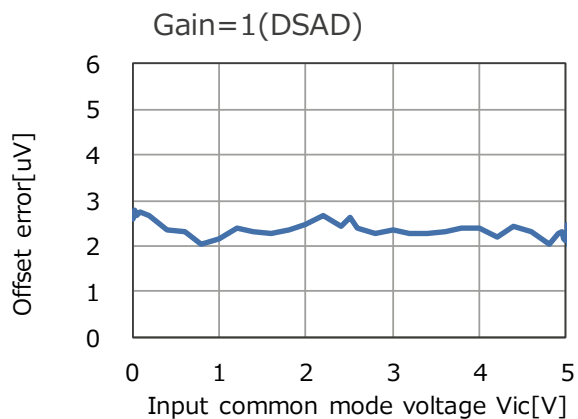
AVCC0=5V, Ta=25°C

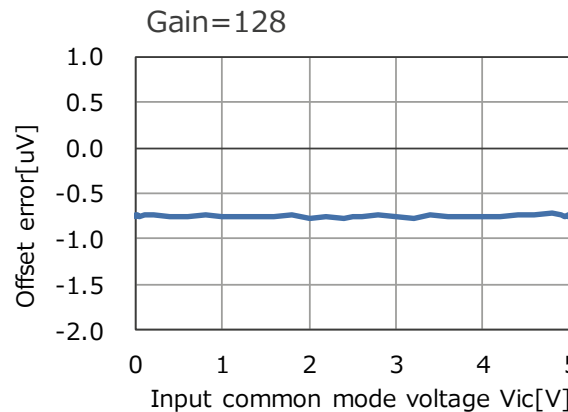
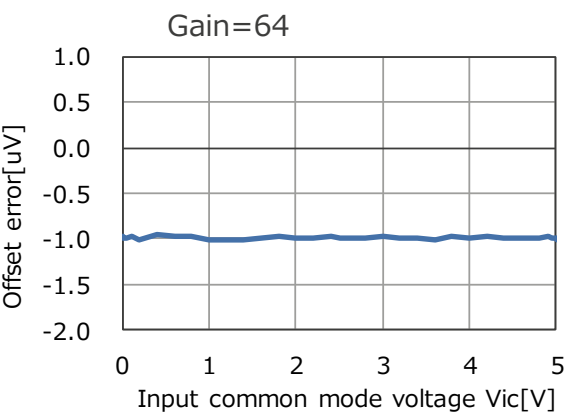
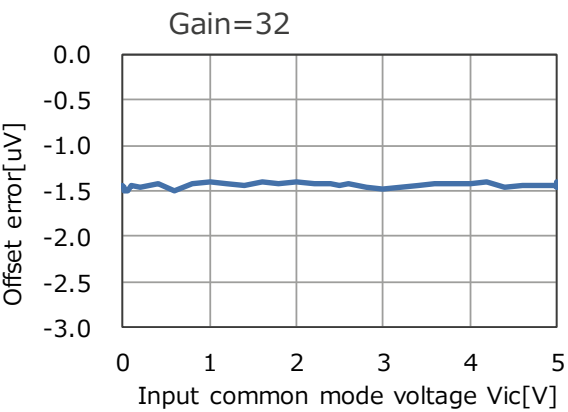
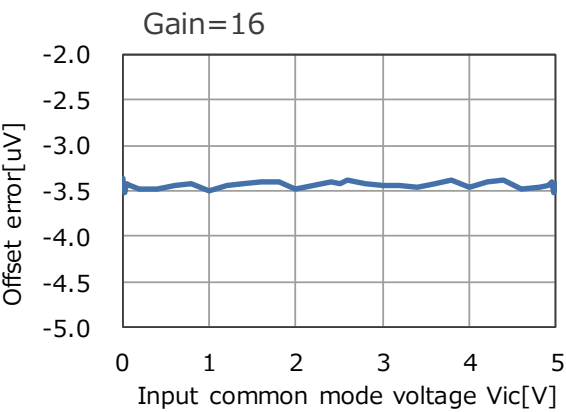


2.5 Offset error - Input common mode voltage

AVCC0=5V, Ta=25°C

Before calibration of offset errors

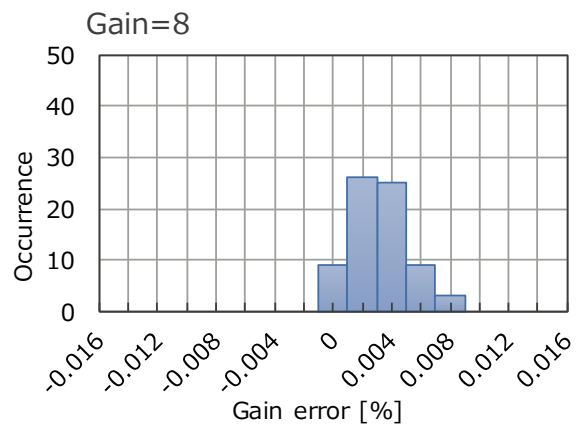
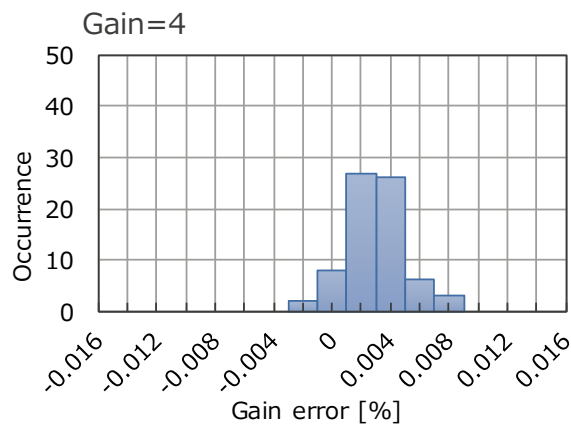
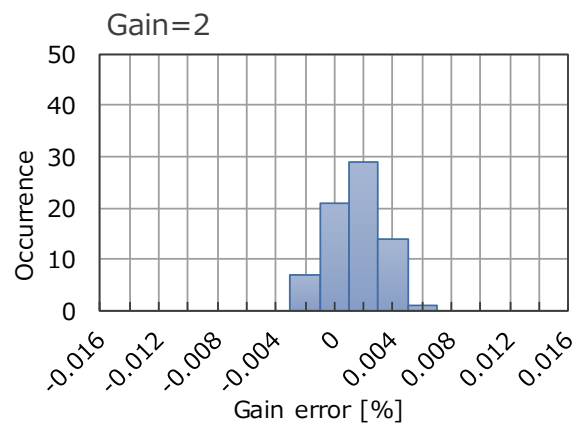
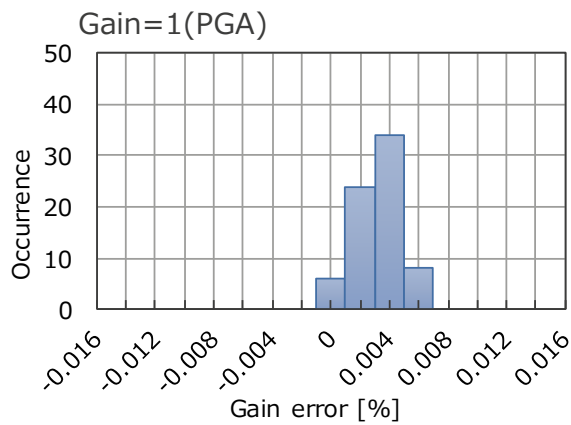
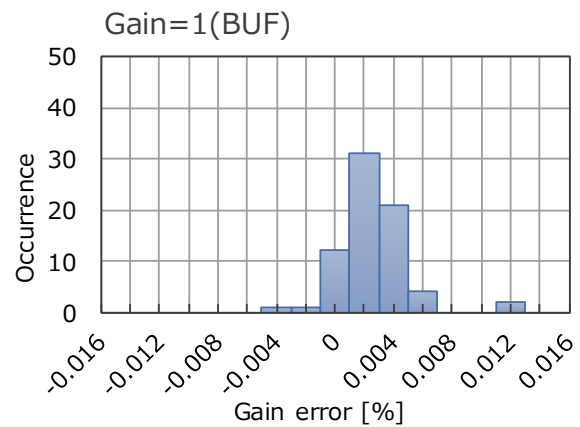
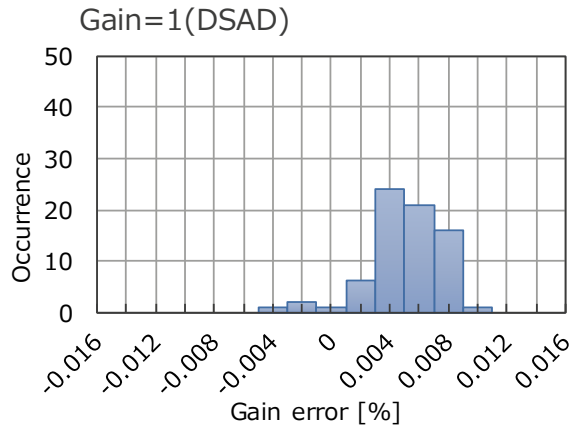


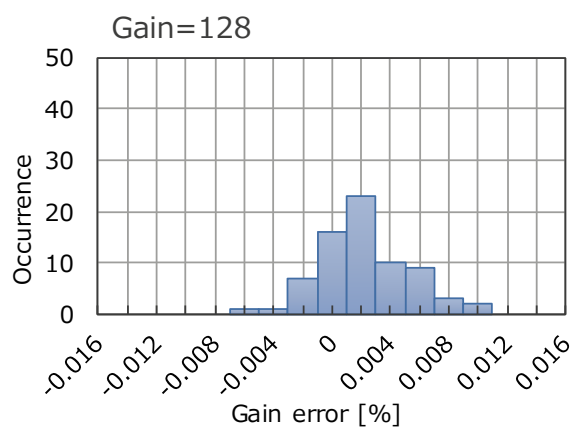
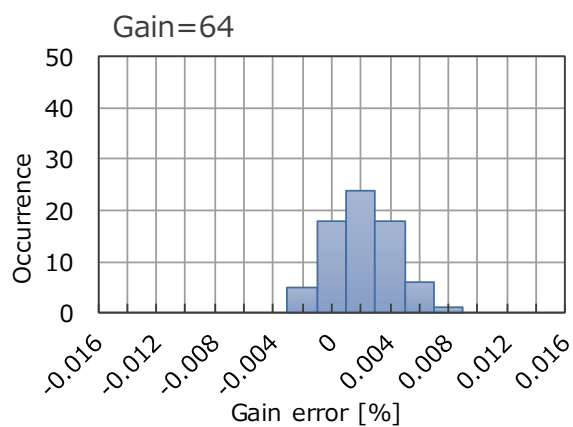
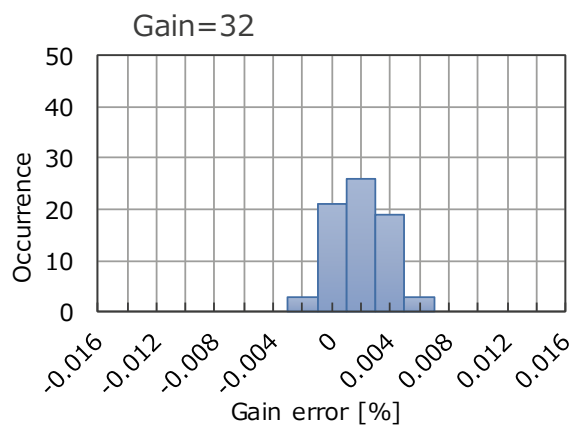
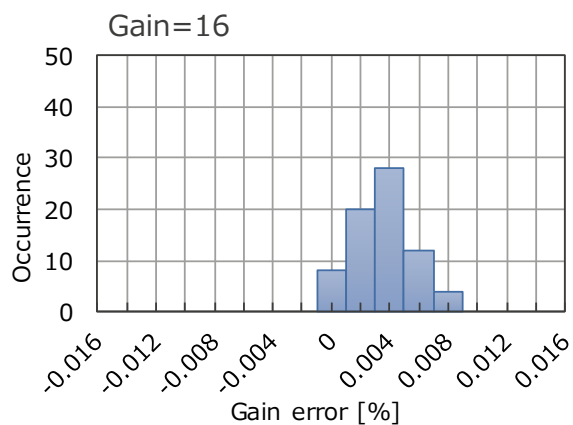


2.6 Gain error histogram

AVCC0=5V, Ta=25°C, n=72

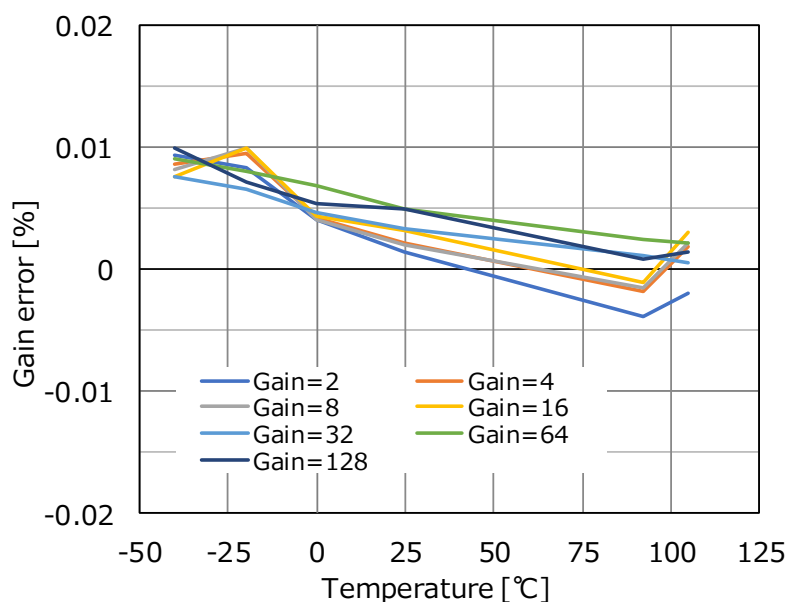
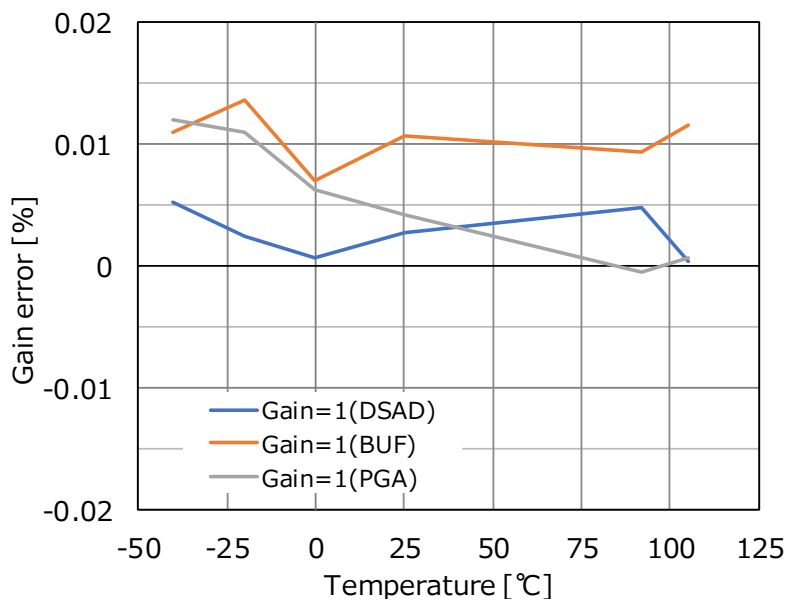
After factory calibration of gain errors





2.7 Gain error temperature drift

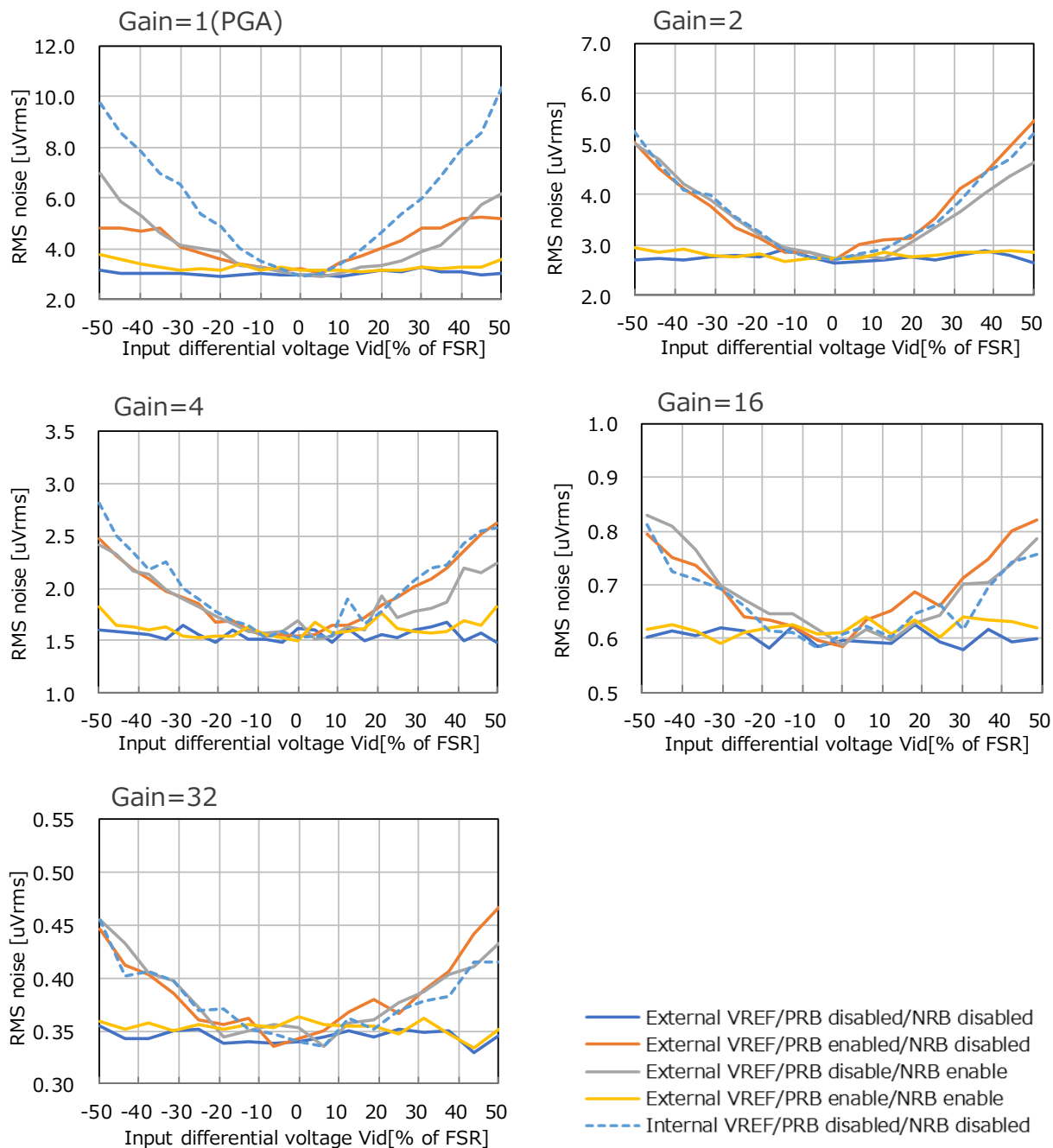
AVCC0=5V, Ta=25°C



2.8 RMS noise – Input differential voltage

AVCC0=5V, Ta=25°C

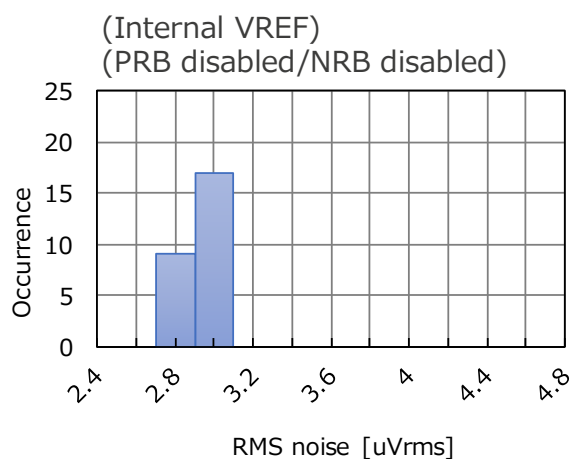
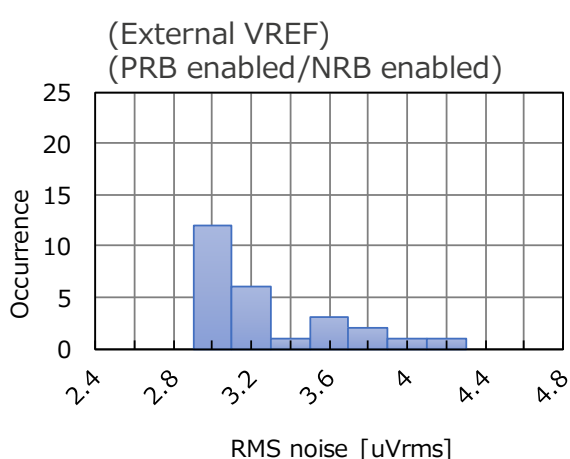
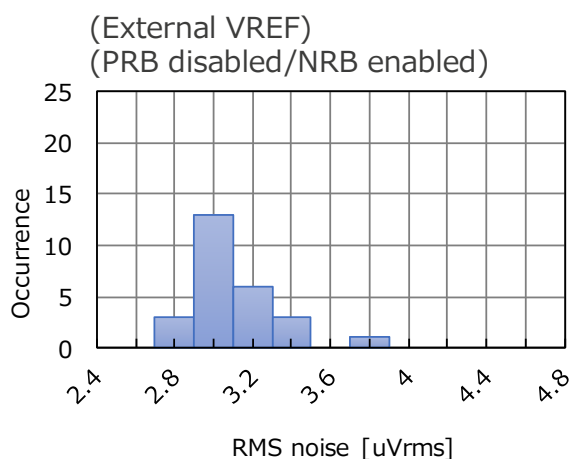
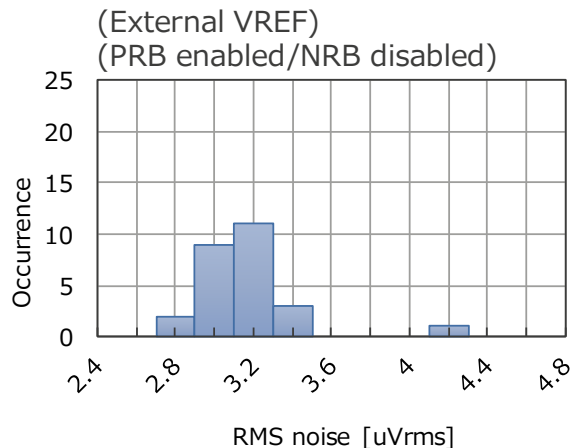
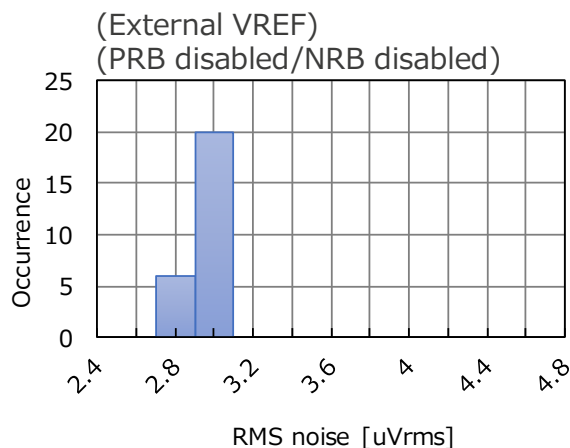
Normal mode, Data Rate=244sps, VREF=2.5V



2.9 RMS noise VREF dependence histogram

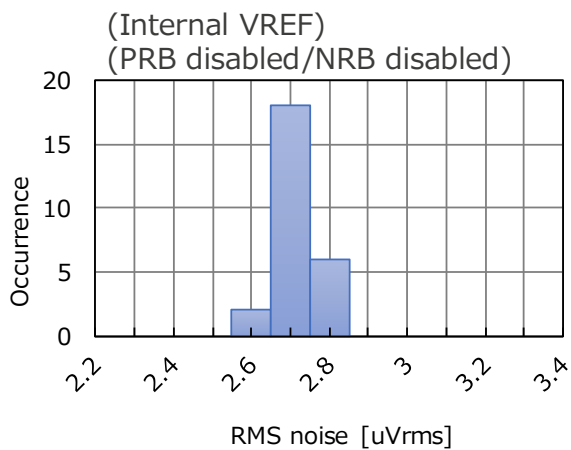
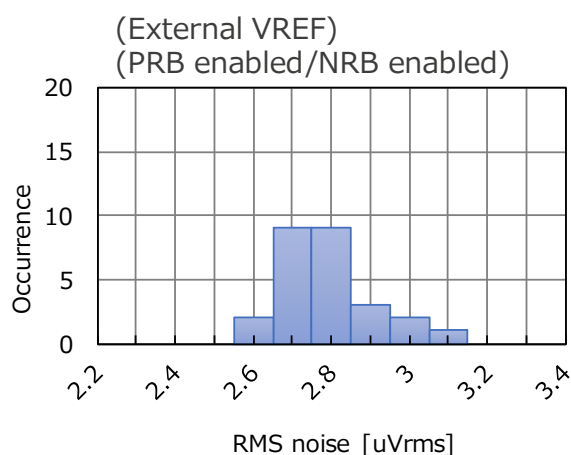
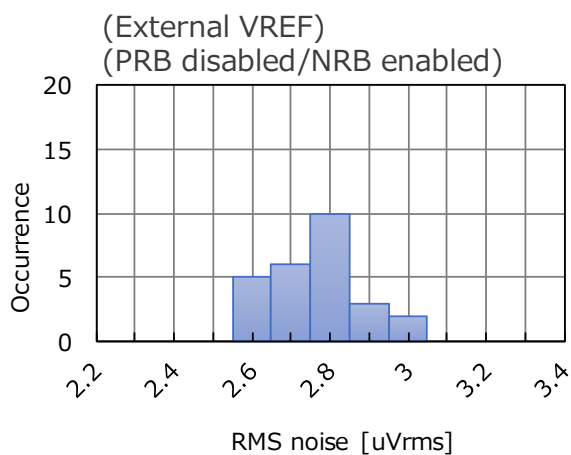
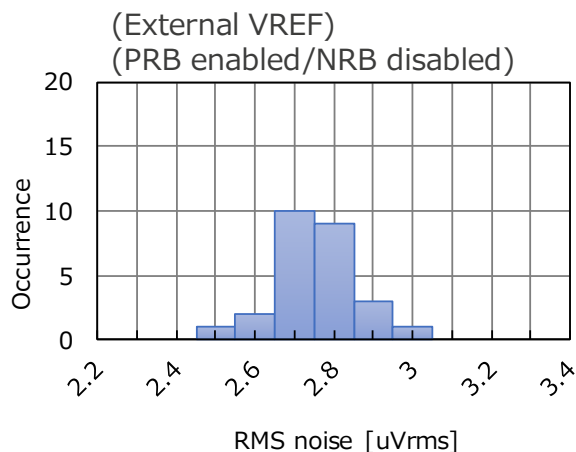
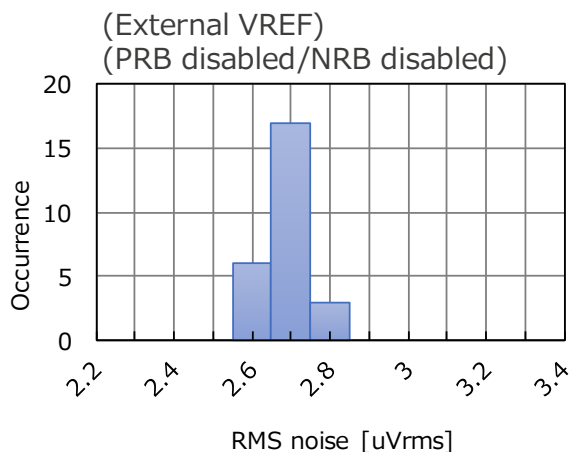
AVCC0=5V, Ta=25°C, n=26

Normal mode, Data Rate=244sps, VREF=2.5V, Vid=0V, Gain=1(PGA)



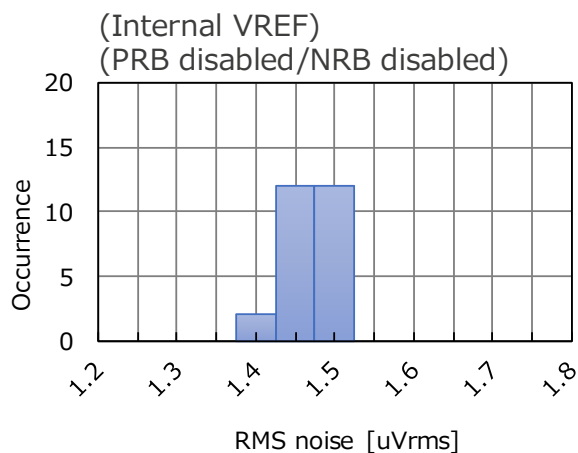
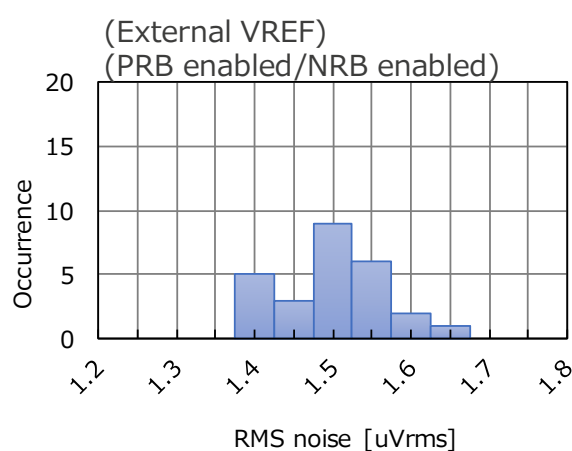
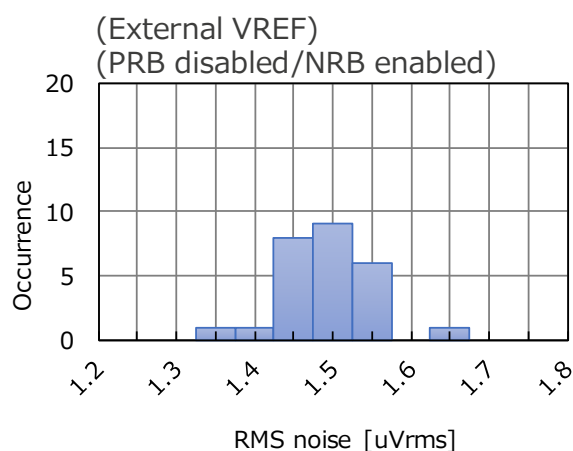
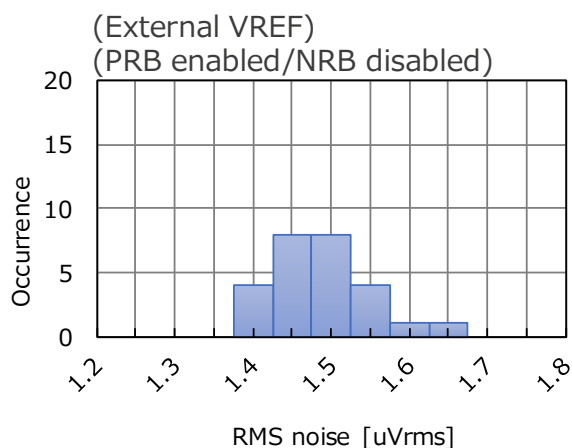
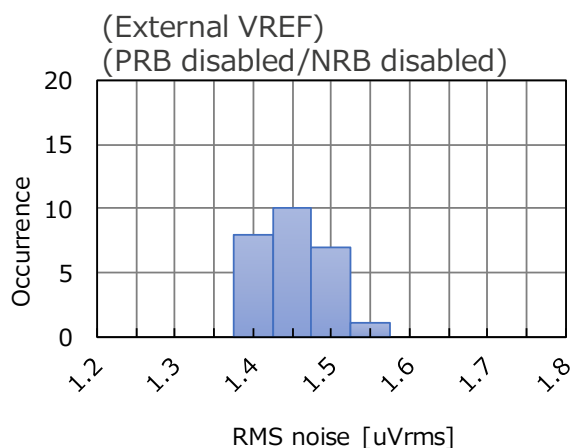
AVCC0=5V, Ta=25°C, n=26

Normal mode, Date Rate=244sps, VREF=2.5V, Vid=0V, Gain=4



AVCC0=5V, Ta=25°C, n=26

Normal mode, Data Rate=244sps, VREF=2.5V, Vid=0V, Gain=2

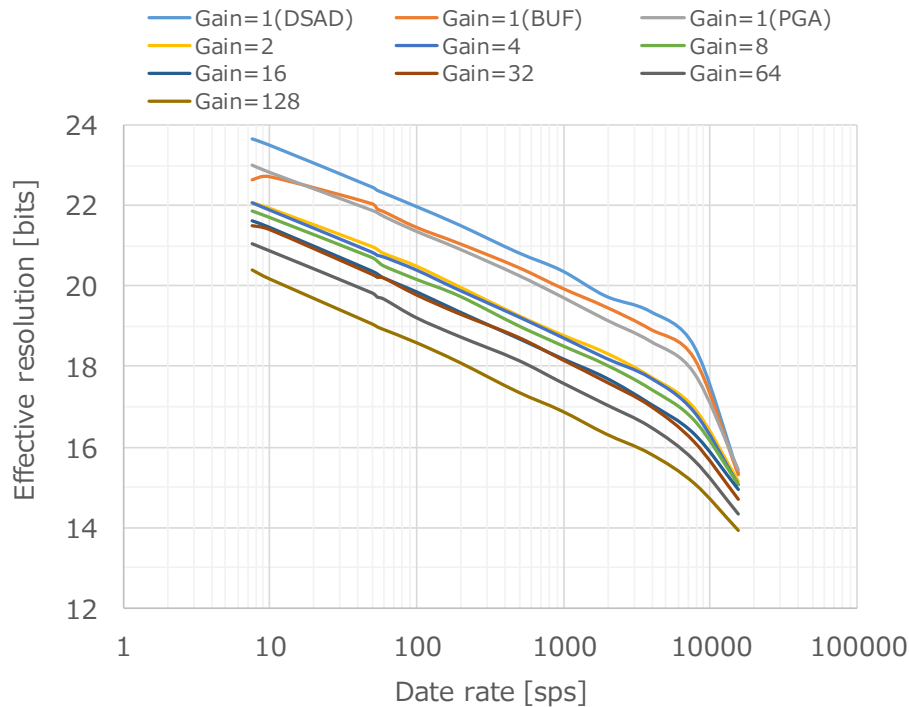


2.10 RMS noise – Date rate

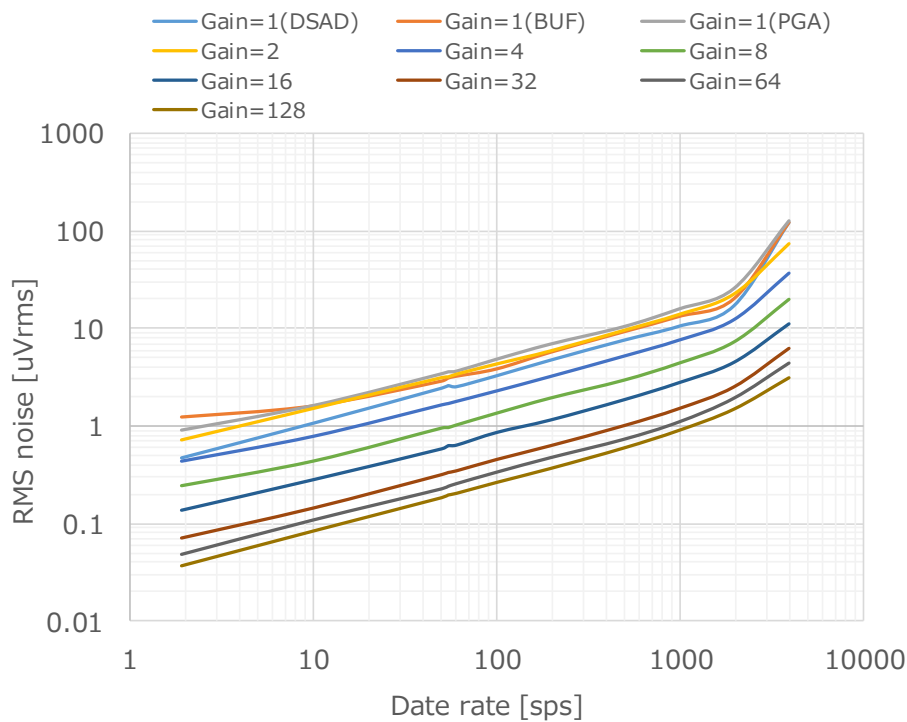
AVCC0=5V, Ta=25°C

External VREF=2.5V

(Normal mode)



(Low power mode)

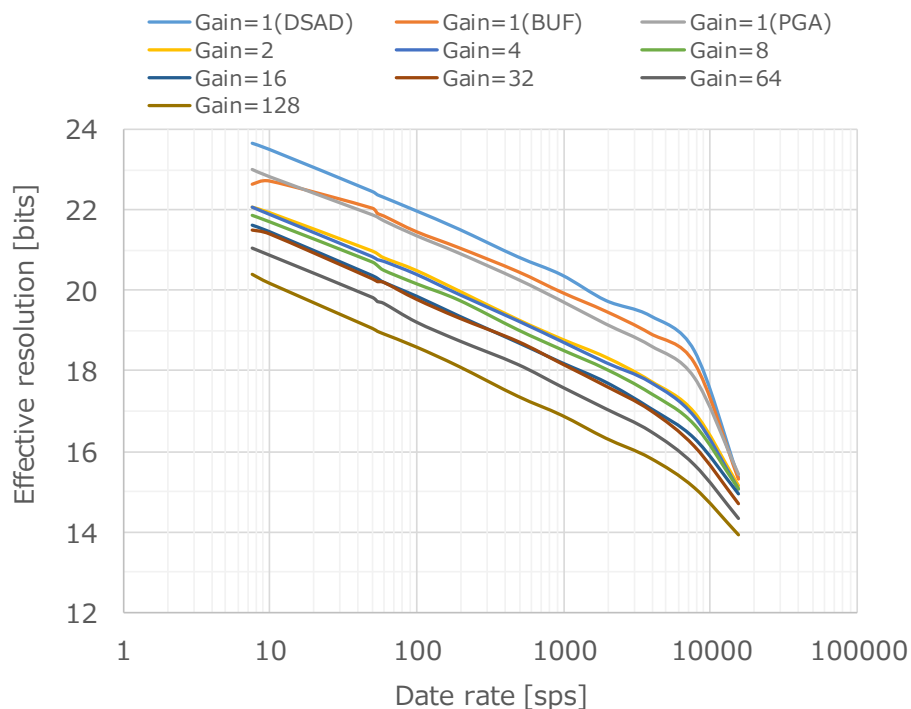


2.11 Effective resolution—Date rate

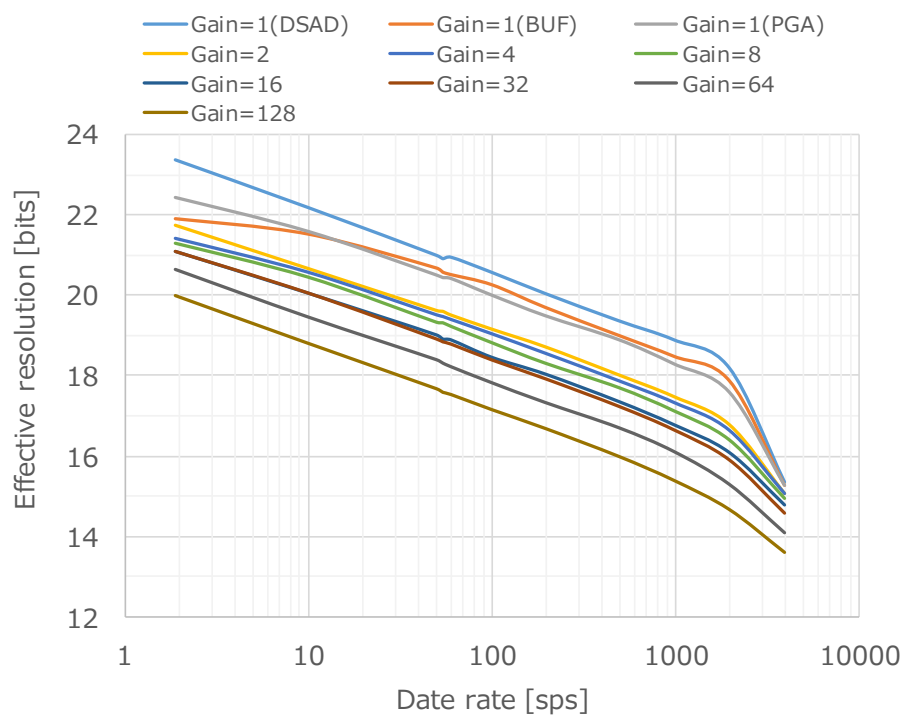
AVCC0=5V, Ta=25°C

External VREF=2.5V

(Normal mode)



(Low power mode)



2.12 Noise table (Normal mode)

AVCC0=5V, Ta=25°C, Normal mode, Modulator Clock=500kHz, External VREF=2.5V, AIN=0V

RMS noise[μ Vrms] (Peak-to-peak noise[μ Vpp])

Date rate [sps]	OSR	PGA gain									
		Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (BUF)	Gain=1 (PGA)	Gain=2	Gain=4	Gain=8	Gain=16	Gain=32	Gain=64	Gain=128
7.6	65,536	0.383 (2.39)	0.740 (4.48)	0.601 (3.89)	0.563 (3.59)	0.284 (2.02)	0.166 (1.08)	0.097 (0.60)	0.052 (0.34)	0.036 (0.28)	0.029 (0.20)
10	50,048	0.426 (2.64)	0.701 (4.84)	0.680 (4.40)	0.618 (4.18)	0.322 (2.53)	0.185 (1.15)	0.108 (0.71)	0.056 (0.40)	0.041 (0.27)	0.033 (0.20)
50	9,984	0.878 (5.42)	1.117 (7.59)	1.308 (9.76)	1.196 (7.59)	0.667 (5.15)	0.369 (2.51)	0.230 (1.69)	0.121 (0.92)	0.084 (0.61)	0.072 (0.52)
54	9,216	0.929 (6.35)	1.225 (9.71)	1.359 (10.5)	1.254 (9.52)	0.702 (4.85)	0.392 (2.85)	0.240 (1.70)	0.127 (0.88)	0.090 (0.59)	0.076 (0.51)
60	8,320	0.973 (7.31)	1.279 (8.99)	1.450 (10.7)	1.345 (9.27)	0.723 (4.50)	0.426 (3.30)	0.258 (1.48)	0.129 (1.07)	0.093 (0.59)	0.080 (0.58)
100	4,992	1.228 (8.67)	1.673 (11.4)	1.873 (13.0)	1.673 (9.76)	0.904 (5.96)	0.536 (3.46)	0.327 (2.41)	0.172 (1.19)	0.128 (0.96)	0.100 (0.68)
195	2,560	1.681 (12.7)	2.206 (18.6)	2.530 (16.7)	2.378 (16.7)	1.277 (8.45)	0.710 (4.65)	0.460 (3.15)	0.238 (1.55)	0.176 (1.16)	0.139 (0.90)
488	1,024	2.697 (17.3)	3.311 (22.4)	3.954 (29.3)	3.881 (27.4)	2.007 (13.5)	1.175 (8.52)	0.723 (4.73)	0.355 (2.28)	0.264 (1.80)	0.231 (1.55)
977	512	3.691 (27.5)	4.740 (29.0)	5.758 (36.5)	5.442 (35.7)	2.871 (20.0)	1.656 (12.0)	1.025 (6.67)	0.522 (3.53)	0.389 (2.57)	0.321 (2.21)
1,953	256	5.734 (35.3)	6.572 (42.5)	8.535 (55.3)	7.438 (48.9)	4.130 (28.2)	2.308 (15.8)	1.434 (9.34)	0.768 (4.85)	0.567 (4.05)	0.476 (2.71)
3,906	128	7.446 (51.1)	9.607 (65.8)	12.32 (70.0)	11.15 (76.5)	5.778 (38.6)	3.476 (27.2)	2.237 (14.7)	1.162 (7.83)	0.831 (5.98)	0.669 (4.21)
7,813	64	13.60 (102)	15.91 (110)	21.39 (143)	19.22 (120)	10.43 (67.6)	5.971 (39.0)	3.760 (26.4)	2.161 (13.9)	1.482 (11.0)	1.112 (6.96)
15,625	32	120.5 (644)	117.5 (720)	112.5 (735)	67.81 (347)	36.42 (218)	17.96 (109)	9.766 (58.7)	5.812 (37.6)	3.726 (22.2)	2.498 (16.9)

Effective resolution [Bits] (Noise free resolution [Bits])

Date rate [sps]	OSR	PGA gain									
		Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (BUF)	Gain=1 (PGA)	Gain=2	Gain=4	Gain=8	Gain=16	Gain=32	Gain=64	Gain=128
7.6	65,536	23.6 (21.0)	22.6 (20.0)	23.0 (20.3)	22.1 (19.4)	22.1 (19.2)	21.8 (19.1)	21.6 (19.0)	21.5 (18.8)	21.0 (18.1)	20.4 (17.6)
10	50,048	23.5 (20.9)	22.7 (19.9)	22.8 (20.1)	22.0 (19.2)	21.9 (18.9)	21.7 (19.1)	21.5 (18.7)	21.4 (18.6)	20.9 (18.2)	20.2 (17.6)
50	9,984	22.4 (19.8)	22.0 (19.3)	21.9 (19.0)	21.0 (18.3)	20.8 (17.9)	20.7 (17.9)	20.4 (17.5)	20.3 (17.4)	19.8 (17.0)	19.0 (16.2)
54	9,216	22.4 (19.6)	21.9 (18.9)	21.8 (18.9)	20.9 (18.0)	20.8 (18.0)	20.6 (17.7)	20.3 (17.5)	20.2 (17.5)	19.7 (17.0)	19.0 (16.2)
60	8,320	22.3 (19.4)	21.8 (19.0)	21.7 (18.8)	20.8 (18.0)	20.7 (18.1)	20.5 (17.5)	20.2 (17.7)	20.2 (17.2)	19.7 (17.0)	18.9 (16.1)
100	4,992	22.0 (19.1)	21.5 (18.7)	21.4 (18.6)	20.5 (18.0)	20.4 (17.7)	20.2 (17.5)	19.9 (17.0)	19.8 (17.0)	19.2 (16.3)	18.6 (15.8)
195	2,560	21.5 (18.6)	21.1 (18.0)	21.0 (18.2)	20.0 (17.2)	19.9 (17.2)	19.8 (17.0)	19.4 (16.6)	19.3 (16.6)	18.8 (16.0)	18.1 (15.4)
488	1,024	20.8 (18.1)	20.5 (17.7)	20.3 (17.4)	19.3 (16.5)	19.3 (16.5)	19.0 (16.2)	18.7 (16.0)	18.8 (16.1)	18.2 (15.4)	17.4 (14.6)
977	512	20.4 (17.5)	20.0 (17.3)	19.7 (17.1)	18.8 (16.1)	18.7 (15.9)	18.5 (15.7)	18.2 (15.5)	18.2 (15.4)	17.6 (14.9)	16.9 (14.1)
1,953	256	19.7 (17.1)	19.5 (16.8)	19.2 (16.5)	18.4 (15.6)	18.2 (15.4)	18.1 (15.3)	17.7 (15.0)	17.6 (15.0)	17.1 (14.2)	16.3 (13.8)
3,906	128	19.4 (16.6)	18.9 (16.2)	18.6 (16.1)	17.8 (15.0)	17.7 (15.0)	17.5 (14.5)	17.1 (14.4)	17.0 (14.3)	16.5 (13.7)	15.8 (13.2)
7,813	64	18.5 (15.6)	18.2 (15.4)	17.8 (15.1)	17.0 (14.3)	16.9 (14.2)	16.7 (14.0)	16.3 (13.5)	16.1 (13.5)	15.7 (12.8)	15.1 (12.5)
15,625	32	15.3 (12.9)	15.3 (12.7)	15.4 (12.7)	15.2 (12.8)	15.1 (12.5)	15.1 (12.5)	15.0 (12.4)	14.7 (12.0)	14.4 (11.8)	13.9 (11.2)

2.13 Noise table (Low power mode)

AVCC0=5V, Ta=25°C, Low Power mode, Modulator Clock=125kHz, External VREF=2.5V, AIN=0V

RMS noise[μ Vrms] (Peak-to-peak noise[μ Vpp])

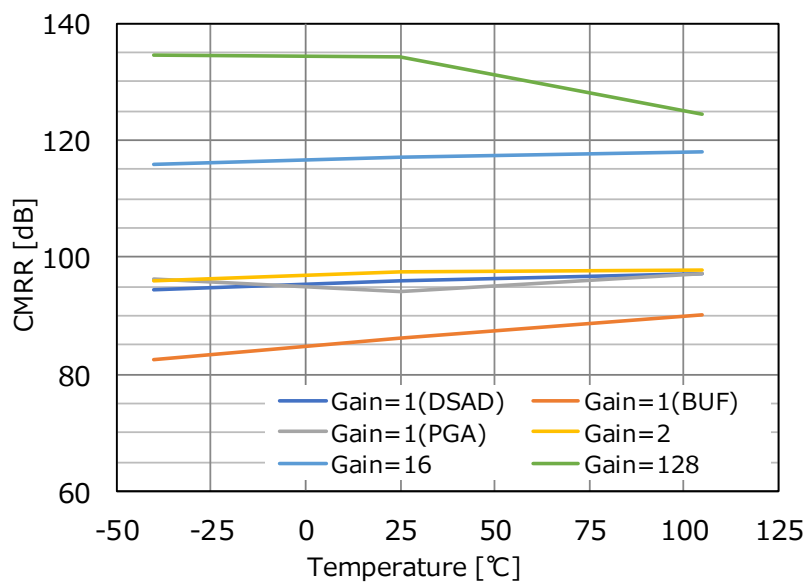
Date rate [sps]	OSR	PGA gain									
		Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (BUF)	Gain=1 (PGA)	Gain=2	Gain=4	Gain=8	Gain=16	Gain=32	Gain=64	Gain=128
1.9	65,536	0.463 (3.29)	1.236 (6.58)	0.892 (5.38)	0.708 (4.63)	0.444 (2.62)	0.245 (1.72)	0.140 (0.90)	0.070 (0.47)	0.048 (0.34)	0.038 (0.25)
10	12,512	1.053 (7.03)	1.606 (11.9)	1.596 (11.4)	1.492 (10.6)	0.797 (5.27)	0.437 (2.86)	0.286 (1.79)	0.143 (1.00)	0.109 (0.72)	0.085 (0.61)
50	2,496	2.412 (15.7)	2.883 (18.4)	3.390 (21.7)	3.093 (22.5)	1.669 (11.0)	0.954 (5.96)	0.592 (3.86)	0.317 (2.35)	0.228 (1.69)	0.187 (1.22)
54	2,304	2.558 (19.4)	3.098 (20.5)	3.544 (23.9)	3.139 (19.4)	1.719 (11.3)	0.962 (6.39)	0.637 (3.92)	0.333 (2.12)	0.242 (1.81)	0.199 (1.39)
60	2,080	2.491 (16.3)	3.230 (20.8)	3.598 (26.4)	3.348 (25.0)	1.810 (13.6)	1.024 (7.38)	0.645 (4.50)	0.346 (2.30)	0.257 (1.88)	0.207 (1.37)
100	1,248	3.237 (21.7)	3.843 (26.6)	4.794 (32.5)	4.274 (27.1)	2.319 (15.3)	1.357 (9.35)	0.872 (6.37)	0.454 (2.98)	0.338 (2.29)	0.268 (1.83)
195	640	4.663 (37.7)	5.666 (37.7)	6.826 (46.5)	5.799 (39.7)	3.245 (21.3)	1.930 (12.9)	1.164 (7.50)	0.627 (4.61)	0.474 (3.31)	0.371 (2.68)
488	256	7.451 (46.6)	9.151 (62.5)	10.30 (70.9)	9.404 (59.6)	5.216 (35.7)	2.934 (20.2)	1.869 (13.6)	1.006 (6.13)	0.729 (5.46)	0.599 (4.56)
977	128	10.37 (72.4)	13.13 (83.1)	15.63 (111)	13.71 (93.3)	7.605 (63.0)	4.383 (30.3)	2.796 (18.0)	1.510 (9.78)	1.099 (7.60)	0.908 (7.23)
1,953	64	16.80 (117)	19.92 (153)	25.41 (177)	22.23 (138)	12.30 (94.9)	7.226 (50.9)	4.520 (30.6)	2.531 (16.2)	1.927 (13.6)	1.499 (11.1)
3,906	32	120.9 (720)	120.4 (761)	126.6 (634)	73.29 (507)	36.82 (216)	19.83 (124)	11.22 (78.4)	6.332 (39.1)	4.427 (27.3)	3.143 (20.0)

Effective resolution [Bits] (Noise free resolution [Bits])

Date rate [sps]	OSR	PGA gain									
		Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (BUF)	Gain=1 (PGA)	Gain=2	Gain=4	Gain=8	Gain=16	Gain=32	Gain=64	Gain=128
1.9	65,536	23.4 (20.5)	21.9 (19.5)	22.4 (19.8)	21.8 (19.0)	21.4 (18.9)	21.3 (18.5)	21.1 (18.4)	21.1 (18.4)	20.6 (17.8)	20.0 (17.3)
10	12,512	22.2 (19.4)	21.5 (18.6)	21.6 (18.7)	20.7 (17.9)	20.6 (17.9)	20.5 (17.7)	20.1 (17.4)	20.1 (17.3)	19.5 (16.7)	18.8 (16.0)
50	2,496	21.0 (18.3)	20.7 (18.0)	20.5 (17.8)	19.6 (16.8)	19.5 (16.8)	19.3 (16.7)	19.0 (16.3)	18.9 (16.0)	18.4 (15.5)	17.7 (15.0)
54	2,304	20.9 (18.0)	20.6 (17.8)	20.4 (17.7)	19.6 (17.0)	19.5 (16.8)	19.3 (16.6)	18.9 (16.3)	18.8 (16.2)	18.3 (15.4)	17.6 (14.8)
60	2,080	20.9 (18.2)	20.5 (17.8)	20.4 (17.5)	19.5 (16.6)	19.4 (16.5)	19.2 (16.4)	18.9 (16.1)	18.8 (16.1)	18.2 (15.3)	17.5 (14.8)
100	1,248	20.6 (17.8)	20.3 (17.5)	20.0 (17.2)	19.2 (16.5)	19.0 (16.3)	18.8 (16.0)	18.5 (15.6)	18.4 (15.7)	17.8 (15.1)	17.2 (14.4)
195	640	20.0 (17.0)	19.7 (17.0)	19.5 (16.7)	18.7 (15.9)	18.6 (15.8)	18.3 (15.6)	18.0 (15.4)	17.9 (15.1)	17.3 (14.5)	16.7 (13.8)
488	256	19.4 (16.7)	19.0 (16.2)	18.9 (16.1)	18.0 (15.4)	17.9 (15.1)	17.7 (14.9)	17.4 (14.5)	17.3 (14.6)	16.7 (13.8)	16.0 (13.1)
977	128	18.9 (16.1)	18.5 (15.8)	18.3 (15.4)	17.5 (14.7)	17.3 (14.3)	17.1 (14.3)	16.8 (14.1)	16.7 (14.0)	16.1 (13.3)	15.4 (12.4)
1,953	64	18.2 (15.4)	17.9 (14.9)	17.6 (14.8)	16.8 (14.2)	16.6 (13.7)	16.4 (13.6)	16.1 (13.3)	15.9 (13.2)	15.3 (12.5)	14.7 (11.8)
3,906	32	15.3 (12.8)	15.3 (12.6)	15.3 (12.9)	15.1 (12.3)	15.1 (12.5)	14.9 (12.3)	14.8 (12.0)	14.6 (12.0)	14.1 (11.5)	13.6 (10.9)

2.14 Common Mode Rejection Ratio (CMRR)

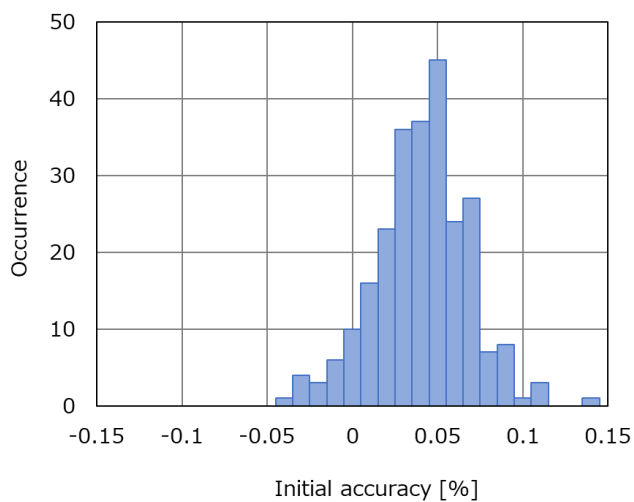
AVCC0=5V



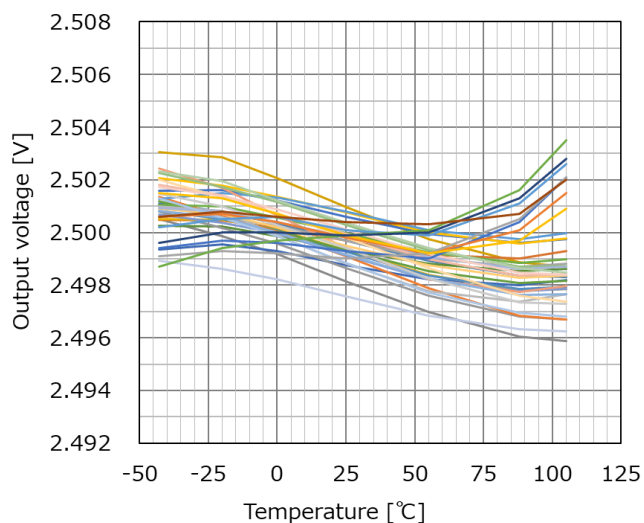
3. Voltage Reference (VREF)

3.1 Initial accuracy, Temperature drift, Load regulation

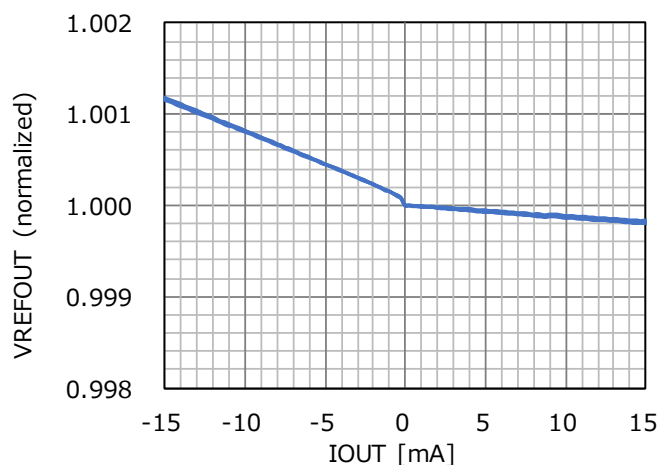
AVCC0=5V, Ta=25°C



AVCC0=5V



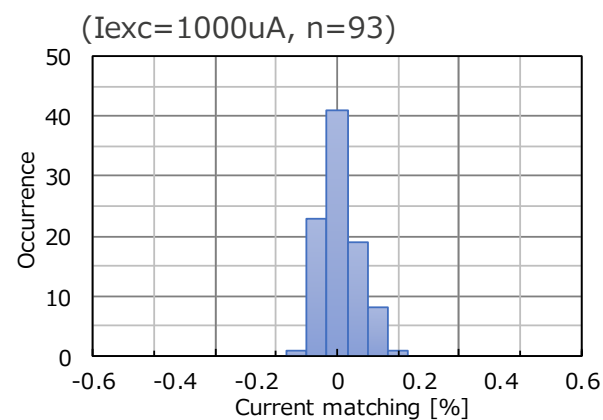
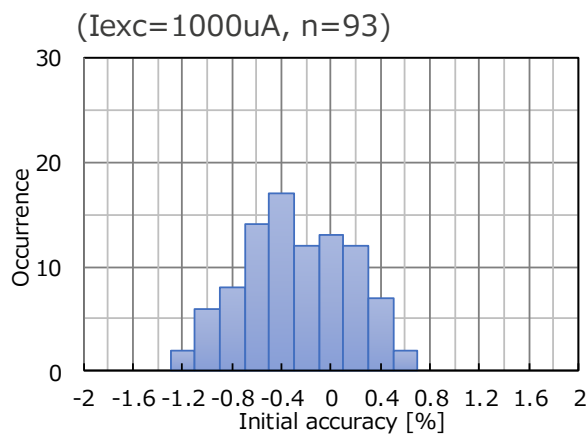
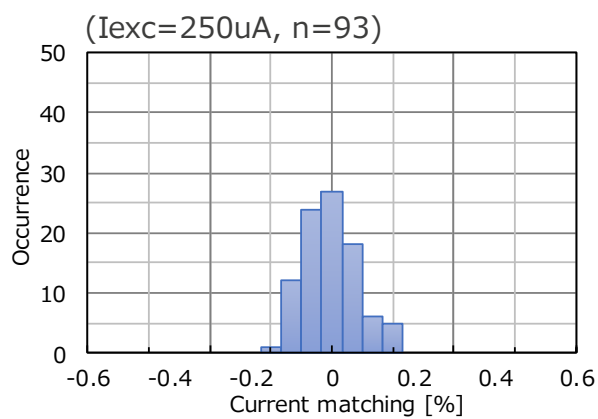
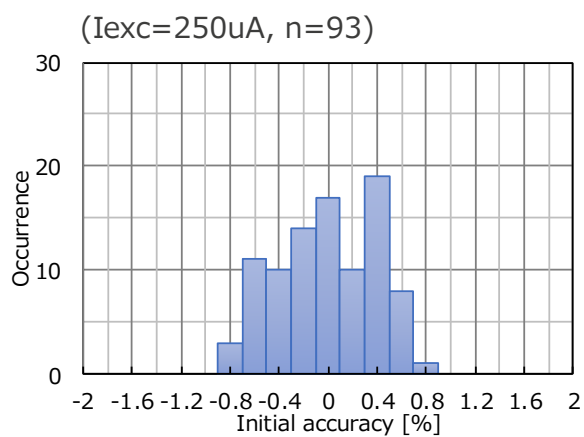
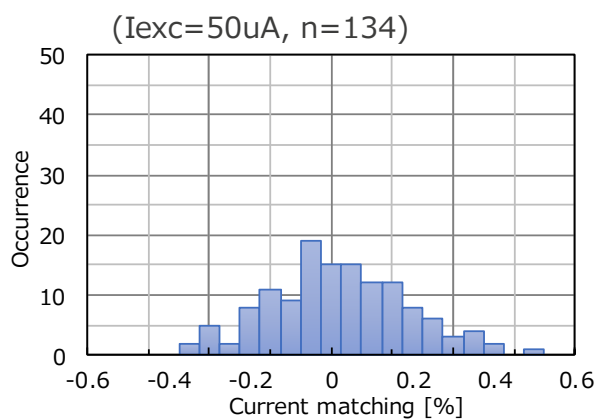
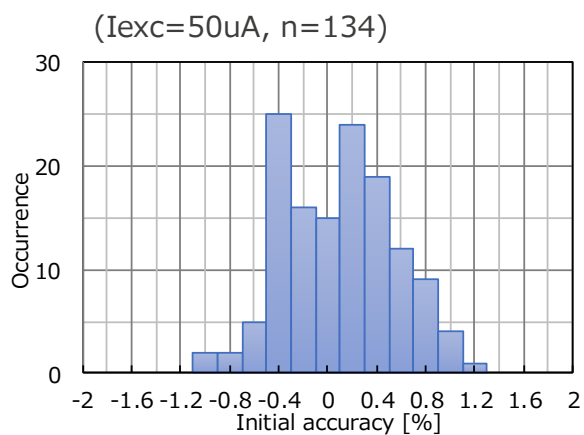
(Ta=25°C)



4. Excitation Current Source (IEXC)

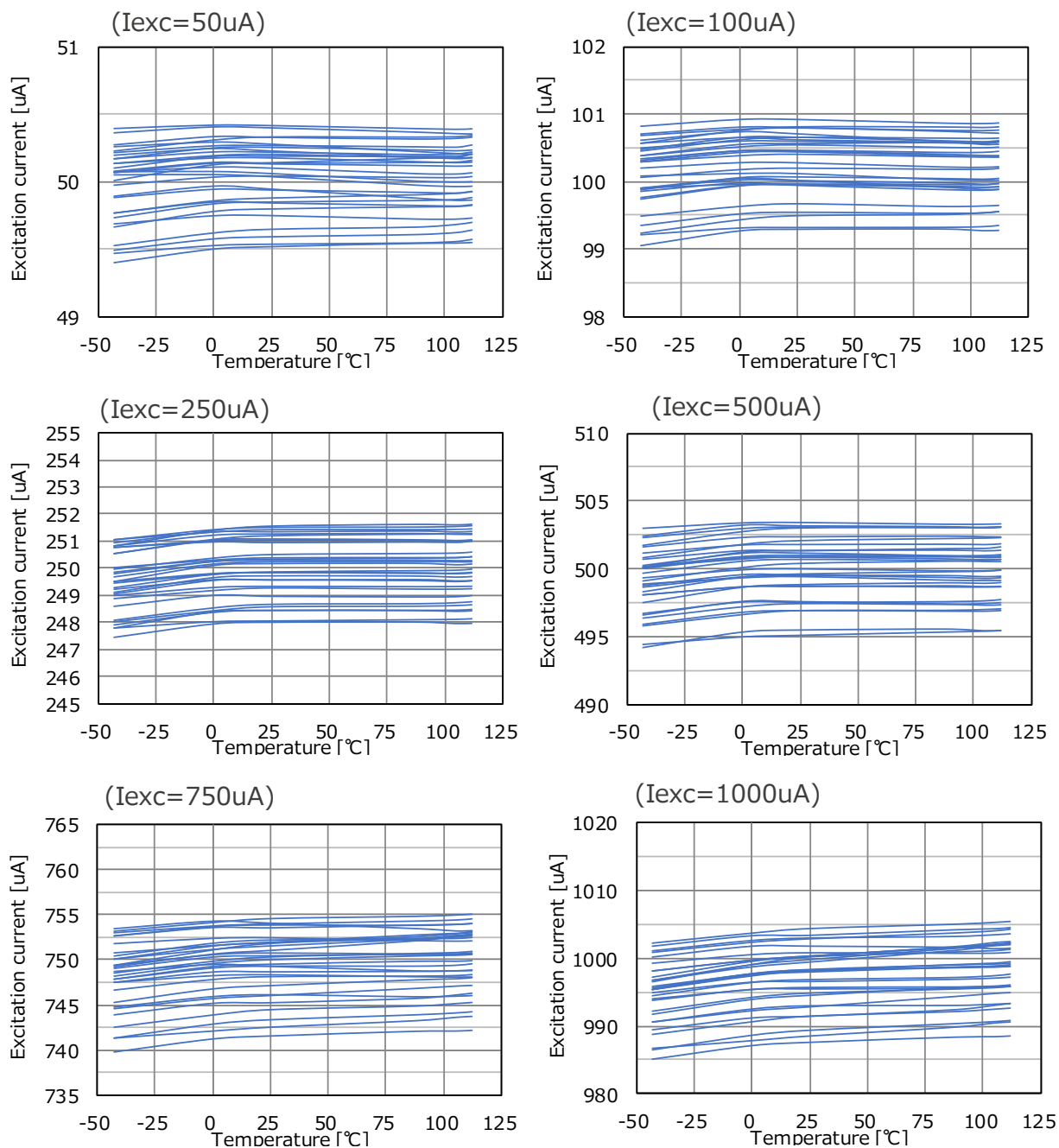
4.1 Initial accuracy, Current matching

AVCC0=5V, Ta=25°C



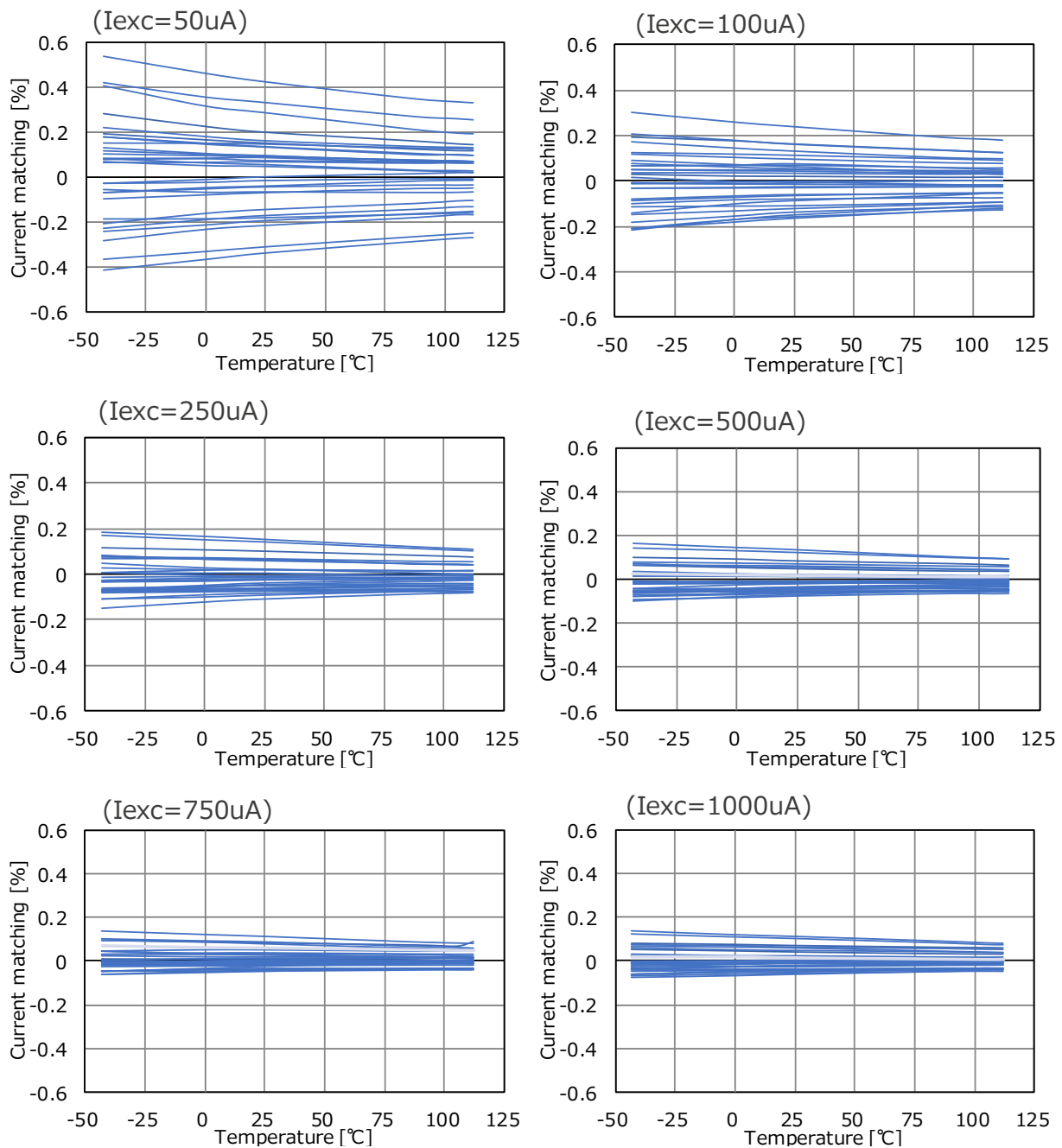
4.2 Temperature drift

AVCC0=5V, n=30



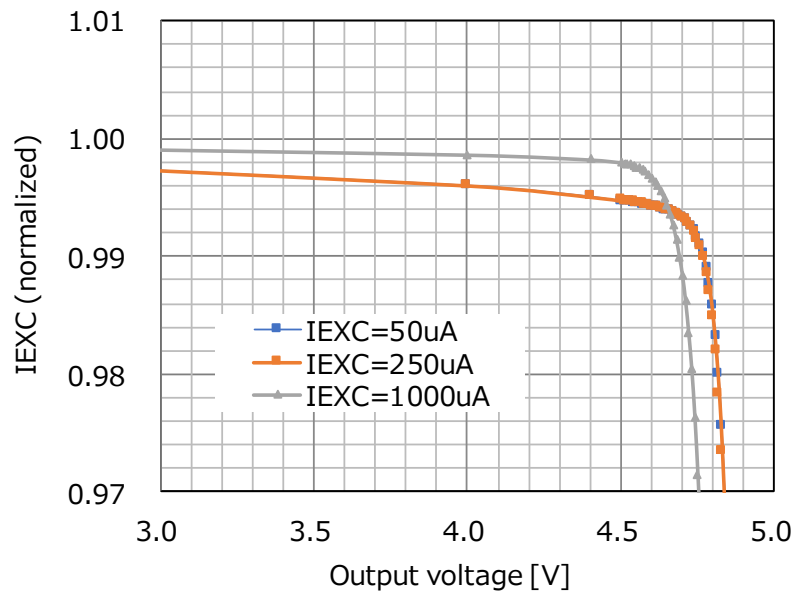
4.3 Drift matching

AVCC0=5V, n=30



4.4 Load regulation

AVCC0=5V, Ta=25°C

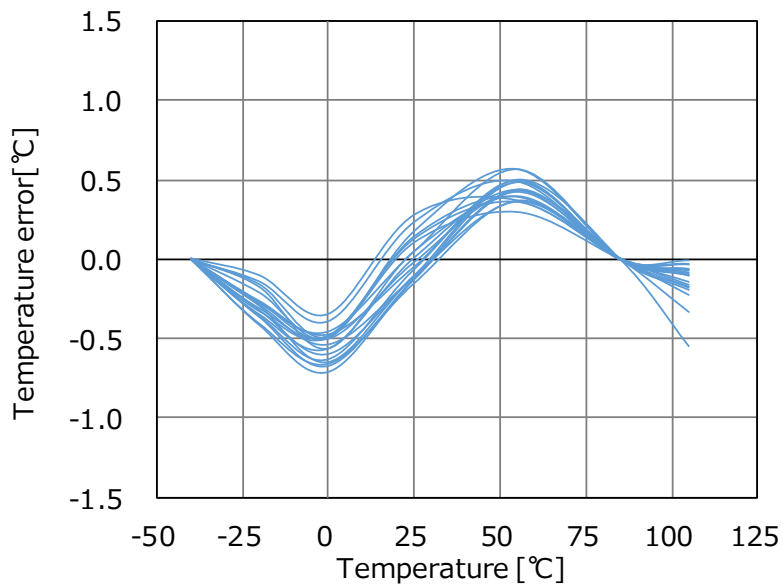


5. Temperature sensor (TEMPS)

5.1 Temperature error

AVCC0=5V

(n=18, Not include measurement uncertainty)

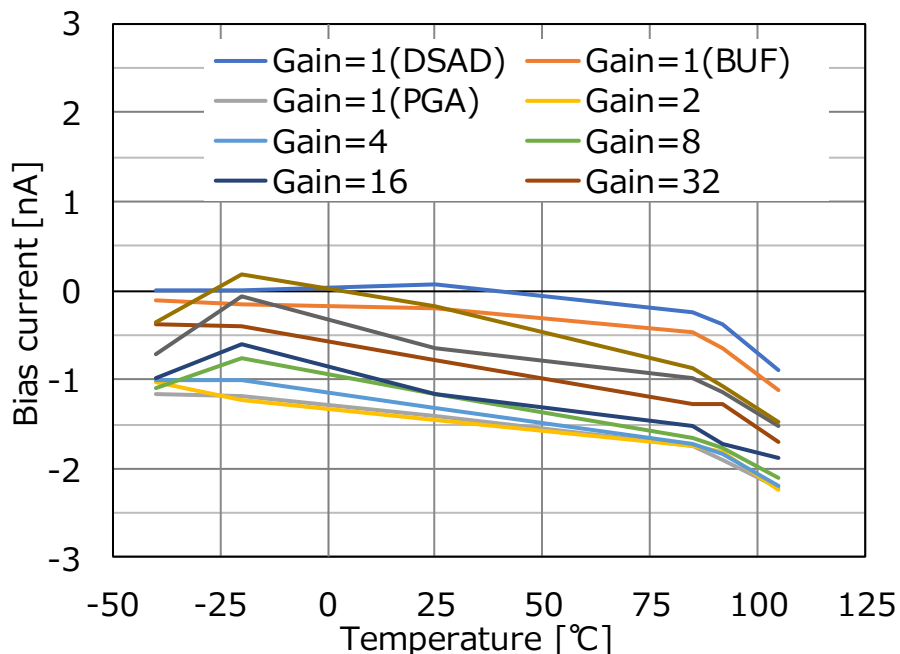


6. 24-bit Delta-Sigma A/D Converter Analog Input

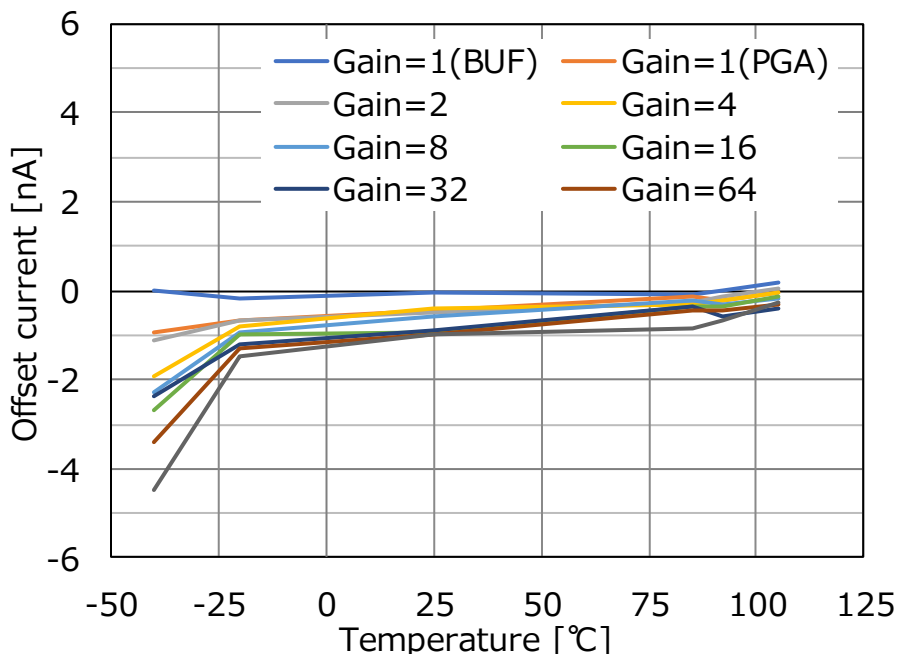
6.1 Input current temperature dependence

AVCC0=5V, Normal mode

(Vic=2.5V, Vid=0)

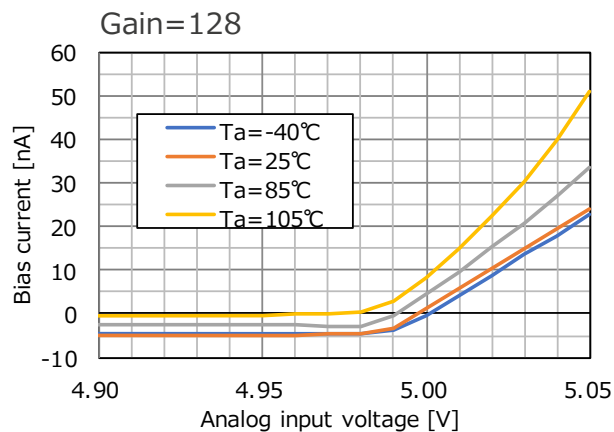
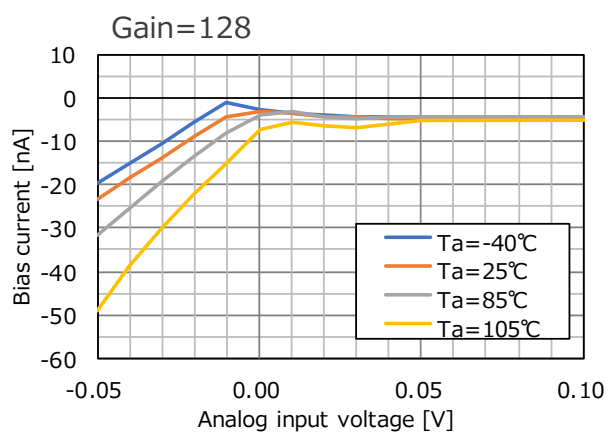
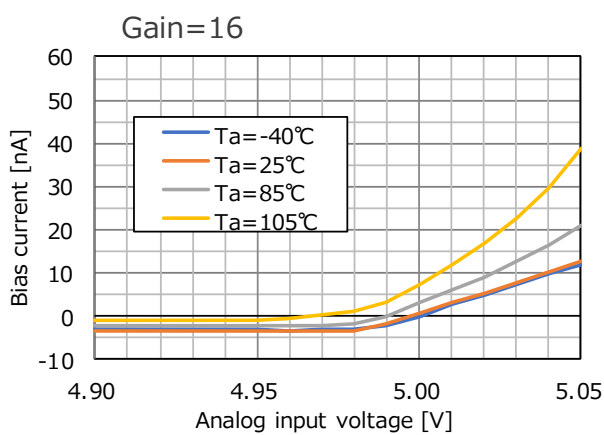
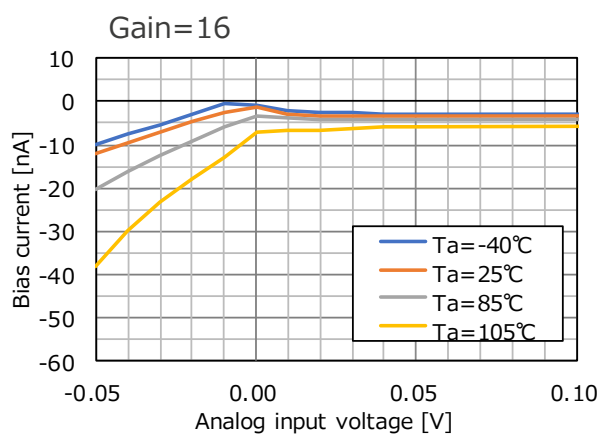
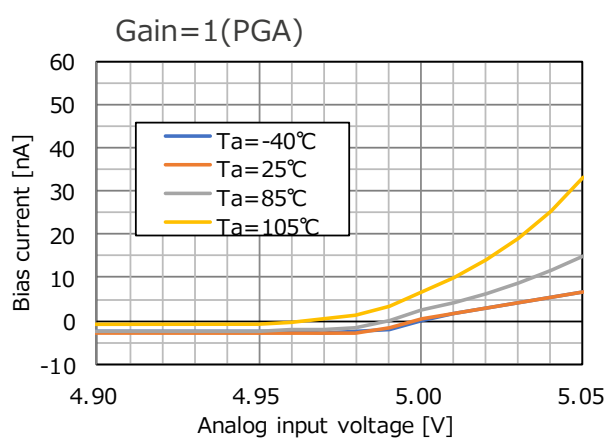
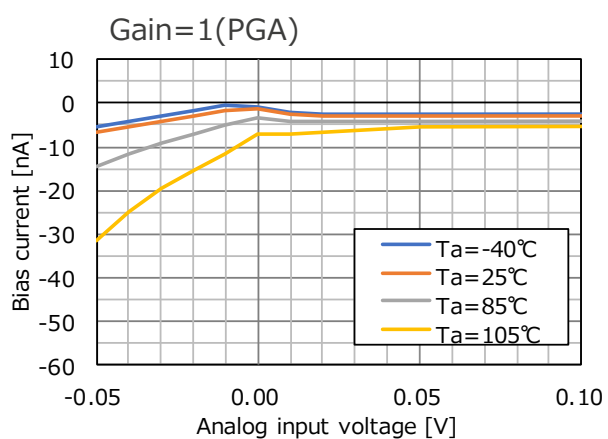
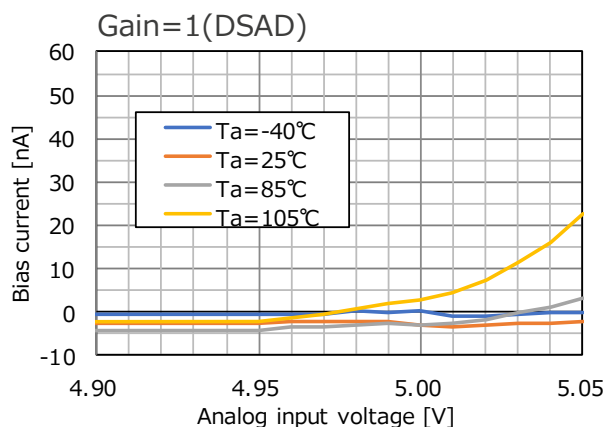
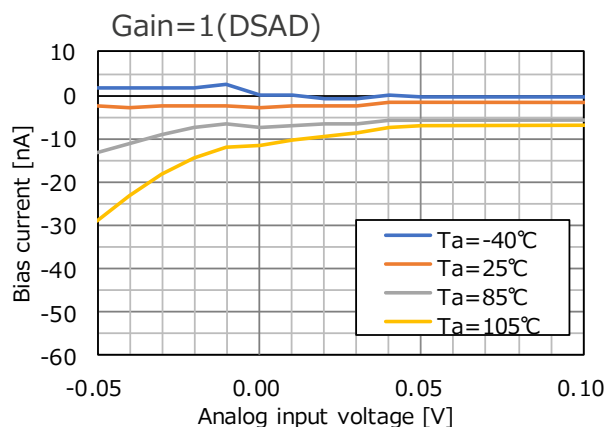


(Vic=2.5V, Vid=0V)



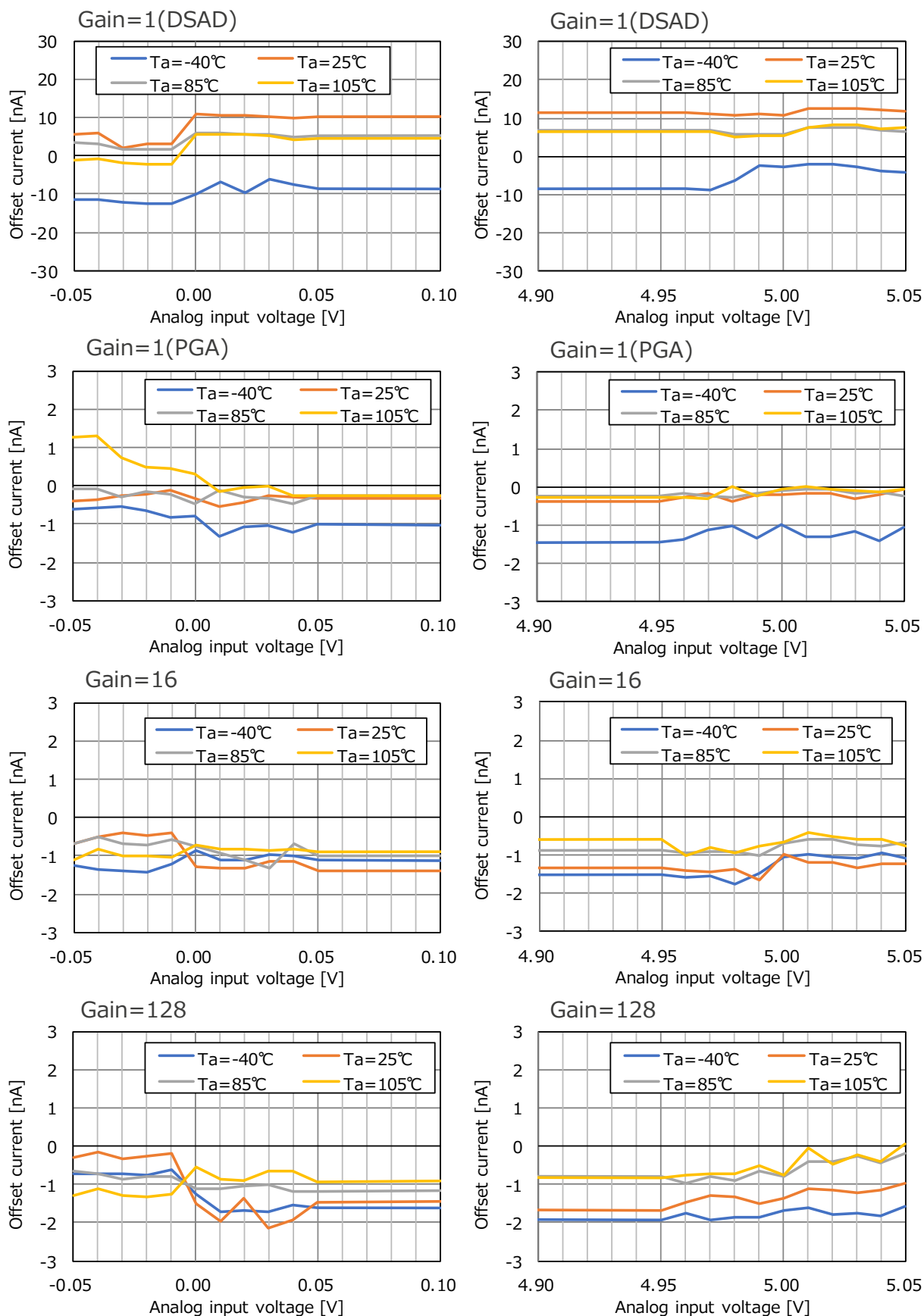
6.2 Input bias current – Input voltage

AVCC0=5V, Normal mode



6.3 Input offset current - Input voltage

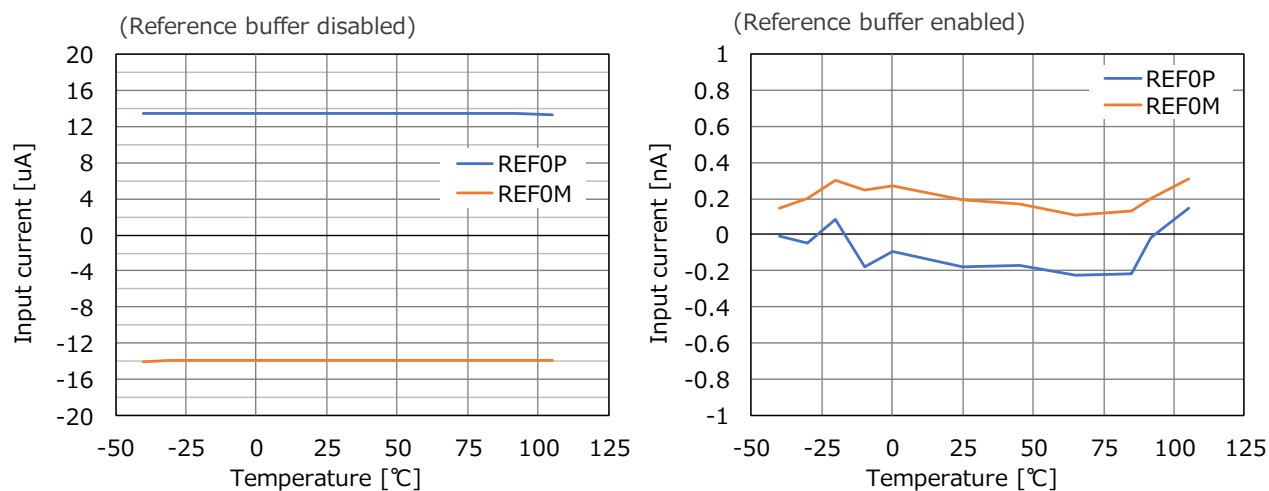
AVCC0=5V, Normal mode



7. External Reference Input

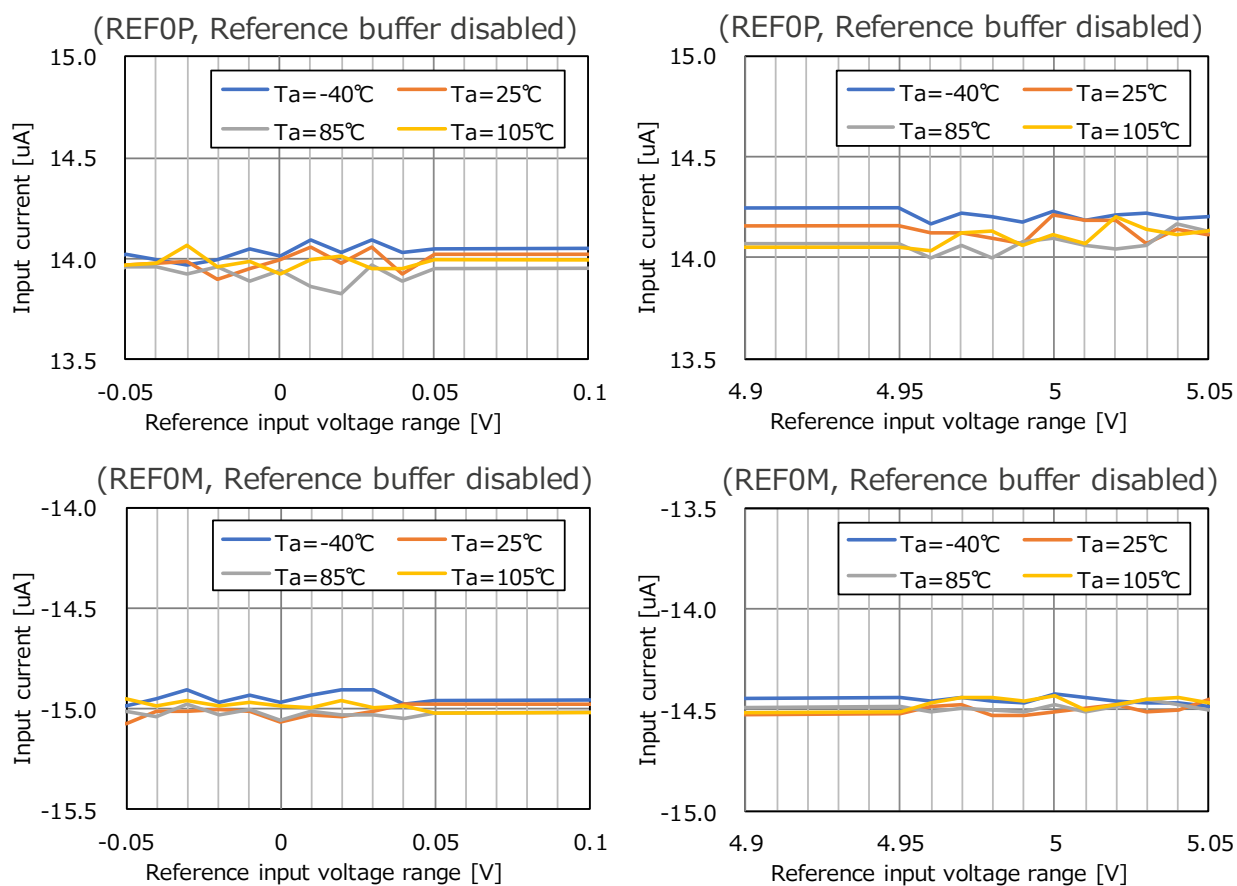
7.1 Input current temperature dependence

AVCC0=5V, VREF=2.5V



7.2 Input current – Input voltage

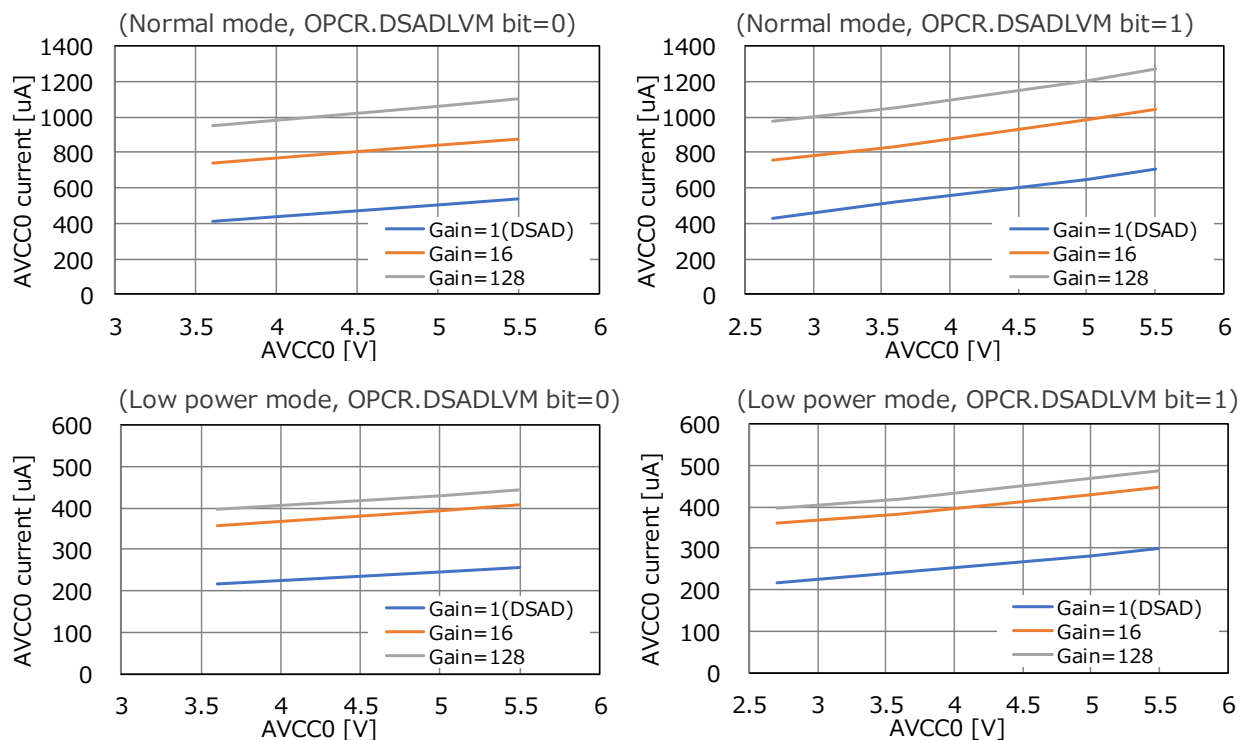
AVCC0=5V, VREF=2.5V



8. Operating Current

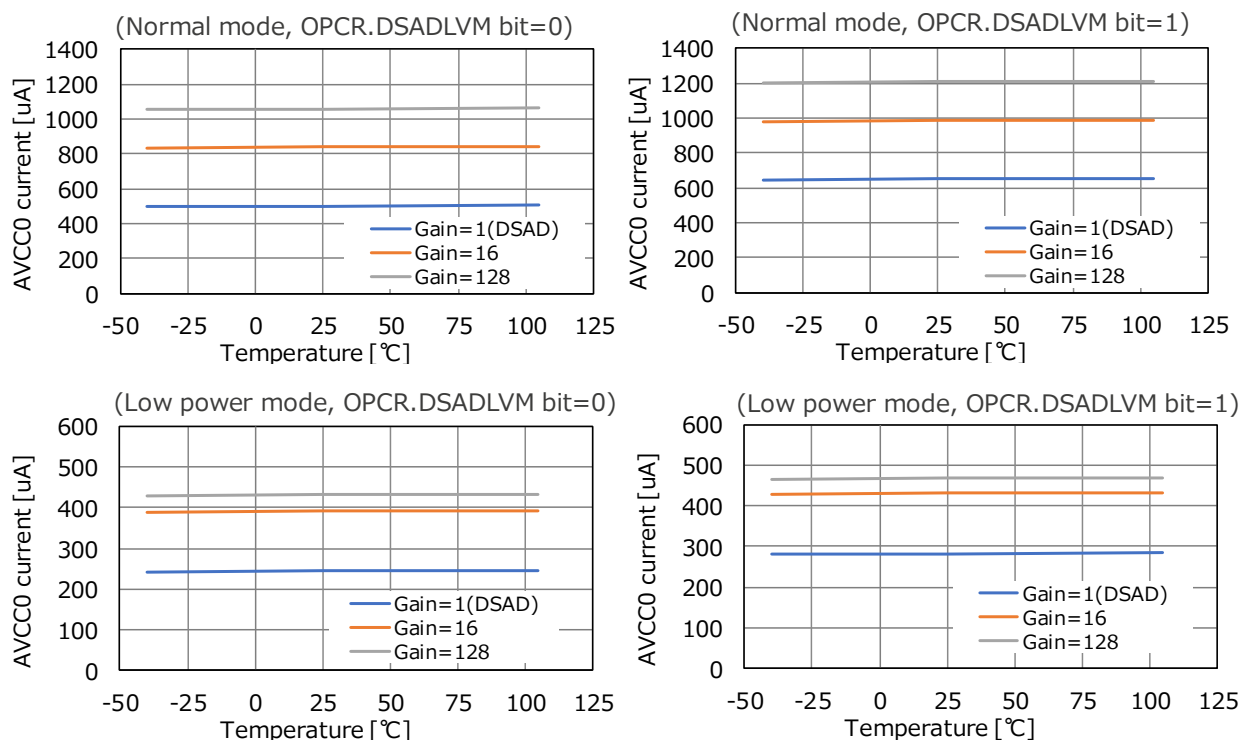
8.1 24-bit Delta-Sigma A/D converter operating current – AVCC0

Ta=25°C

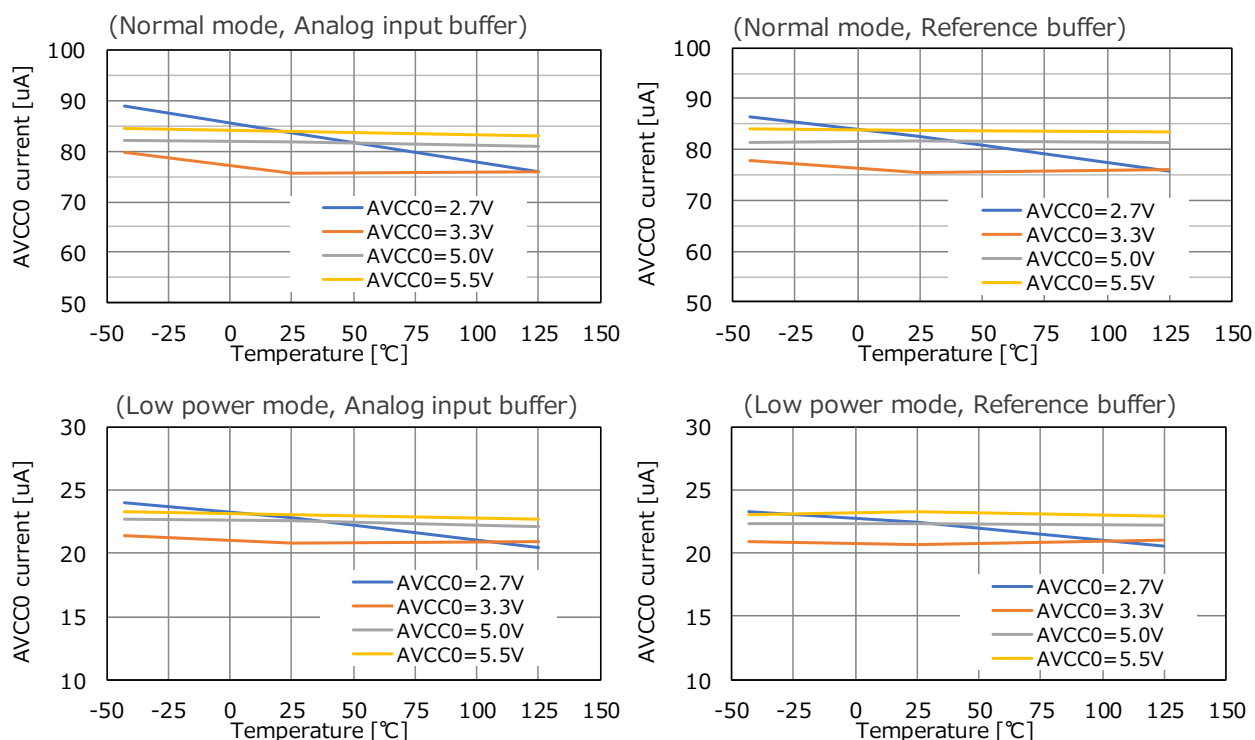


8.2 24-bit Delta-Sigma A/D converter operating current temperature dependence

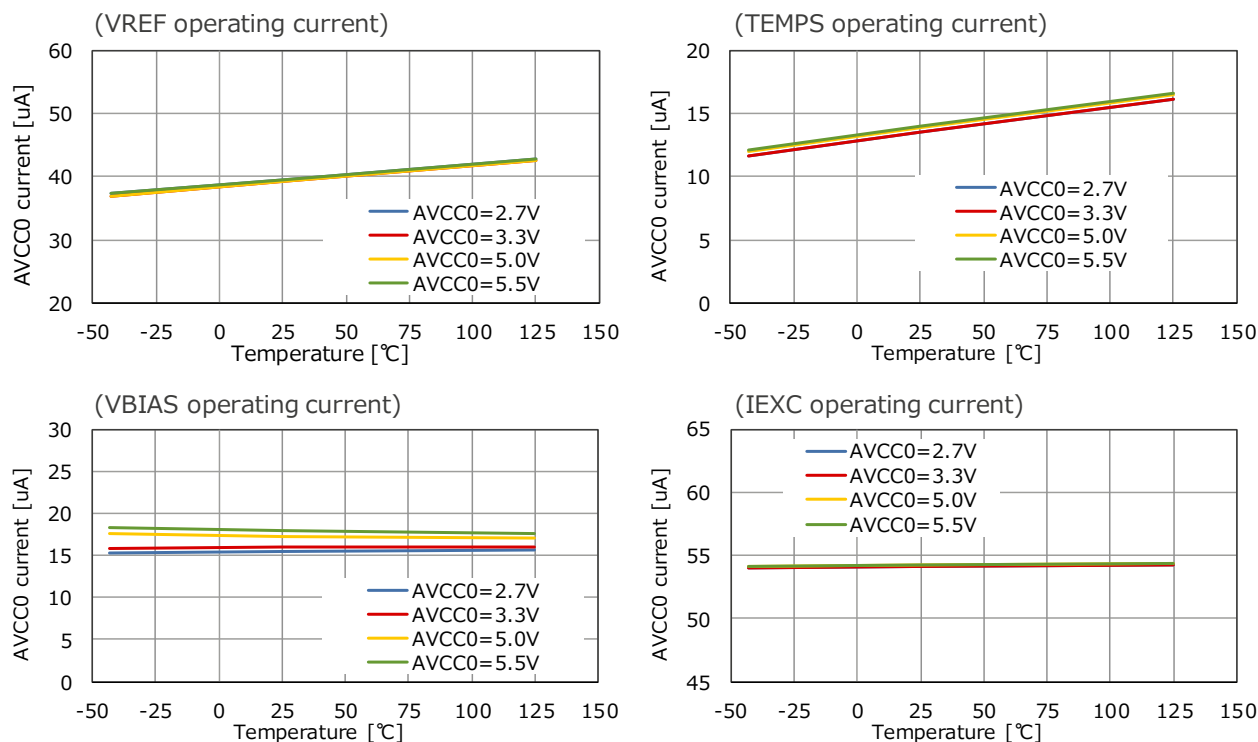
AVCC0=5V



8.3 Buffer operating current temperature dependence



8.4 Voltage reference (VREF), Temperature sensor (TEMPS), Bias voltage generator (VBIAS), Excitation current source (IEXC)

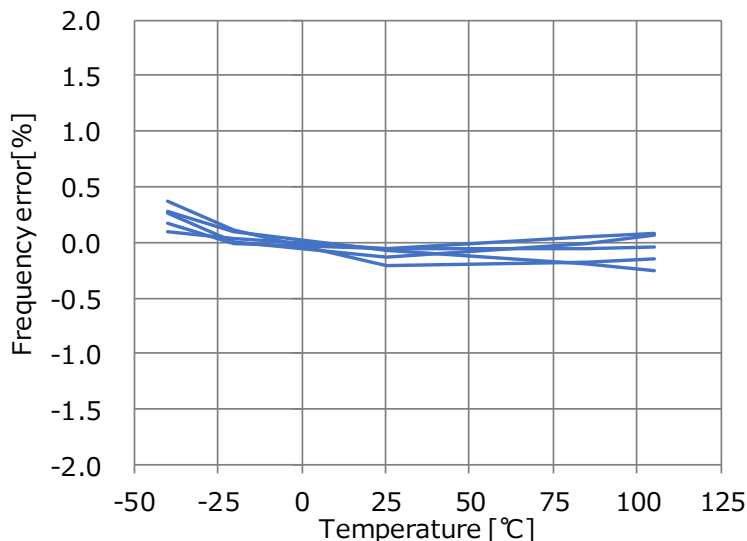


9. High-Speed On-Chip Oscillator (HOCO)

9.1 Temperature drift

AVCC0=5V

(n=5, Normalized at 32MHz)



10. Interference

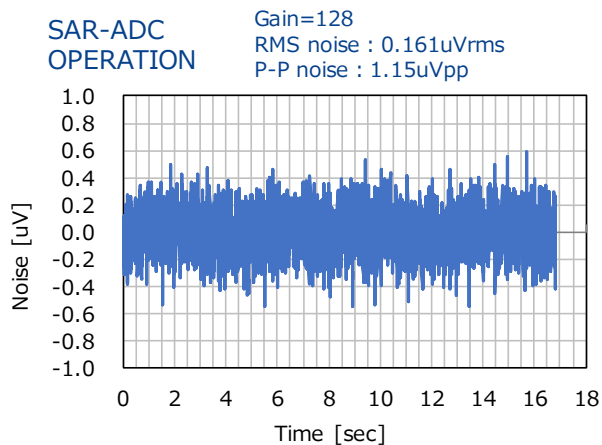
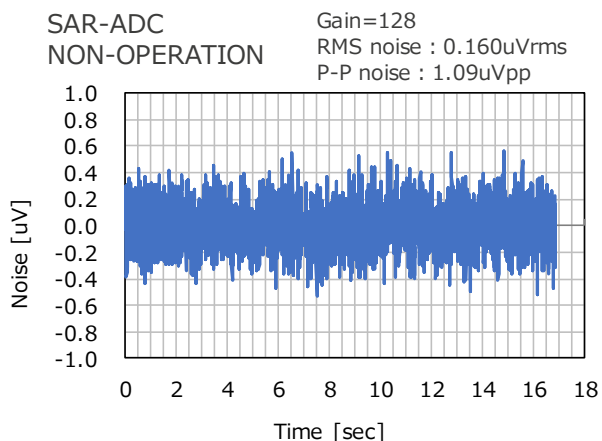
10.1 From 12bit SAR-ADC

AVCC=5V, Ta=25°C, External CLK=8MHz

Normal mode, Data rate=244sps, External VREF=2.5V, AIN=0V

12bit SAR-ADC : Input=AVCC, Sampling time=7.5us, Discharge ON

Condition	Peak-to-peak noise[uVpp] (RMS noise[uVrms])			
	Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (PGA)	Gain=16	Gain=128
SAR-ADC NON-OPERATION	12.5 (1.90)	19.7 (3.01)	3.50 (0.508)	1.09 (0.160)
SAR-ADC OPERATION	13.7 (1.92)	21.5 (3.01)	3.32 (0.509)	1.15 (0.161)

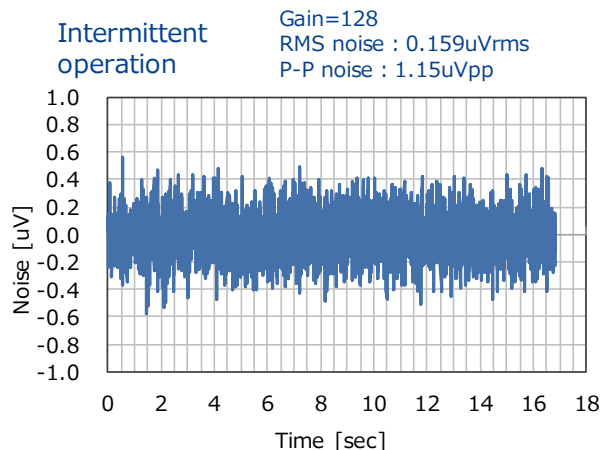
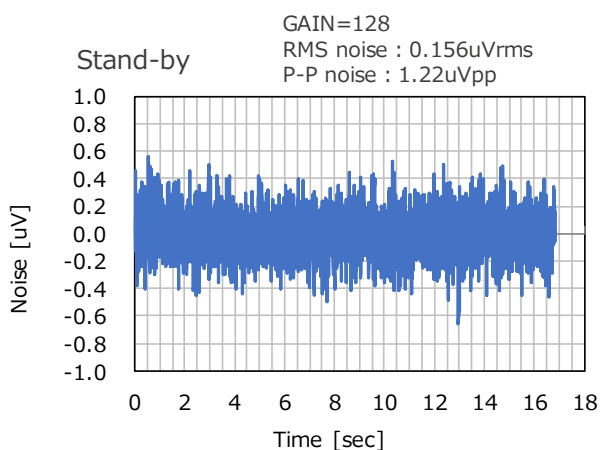


10.2 From MCU

AVCC=5V, Ta=25°C, External CLK=8MHz

Normal mode, Data rate=244sps, External VREF=2.5V, AIN=0V

Condition	Peak-to-peak noise[μ Vpp] (RMS noise[μ Vrms])			
	Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (PGA)	Gain=16	Gain=128
Stand-by	13.1 (1.92)	18.8 (2.91)	3.69 (0.514)	1.22 (0.156)
Continuous operation (IIR filter)	13.4 (1.99)	19.1 (2.91)	3.58 (0.513)	1.07 (0.159)
Intermittent operation (Multiplication<->Stand-by)	13.7 (1.99)	19.7 (2.89)	3.50 (0.499)	1.15 (0.159)



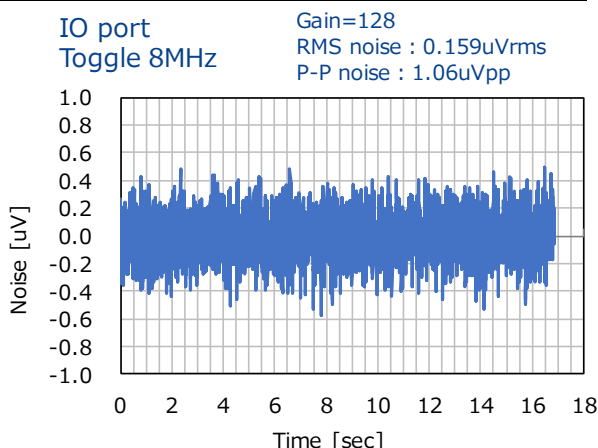
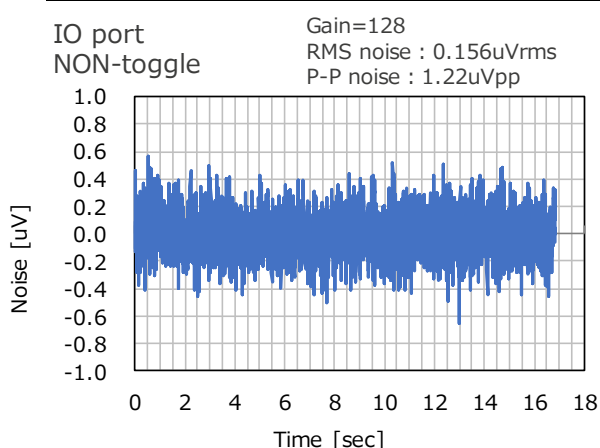
10.3 From IO port

VCC=AVCC=5V, Ta=25°C, External CLK=8MHz

Normal mode, Data rate=244sps, External VREF=2.5V, AIN=0V

IO port : PC14~17(Four terminals), Toggle frequency=8MHz, Cloud=30pF

Condition	Peak-to-peak noise[μ Vpp] (RMS noise[μ Vrms])			
	Gain=1 (DSAD)	Gain=1 (PGA)	Gain=16	Gain=128
IO port NON-toggle	13.1 (1.92)	18.8 (2.91)	3.69 (0.514)	1.22 (0.156)
IO port Toggle 8MHz	13.4 (1.99)	19.1 (2.91)	3.58 (0.513)	1.07 (0.159)



Revision history

Rev.	Date	Description	
		Page	Summary
1.00	Mar. 03, 2020	-	First release
2.00	Nov. 10, 2021	4	1. RX23E-A Analog Front End Features 基準電圧源：出力電圧、温度ドリフト 変更
		26	3.1 Initial accuracy, Temperature drift 変更

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1 2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。