

RL78/G1H

間欠動作時における平均消費電流と電池寿命例

要旨

この資料は、RL78/G1H(SubGHz 無線 LSI)に関し、間欠動作(送信、受信および CCA)を継続させた際の、平均消費電流と電池寿命例について紹介しています。

注意 この資料に掲載している内容は、参考例であり、システムでの電池寿命を保証するものではありません。実際のシステムに適用する場合は、システム全体で十分検討評価し、お客様の責任において、適用可否を判断してください。

適応デバイス

RL78/G1H

目次

1. 概要	2
2. 間欠動作の説明	2
3. 間欠動作期間の平均電流例	4
3.1 間欠動作間隔に対する平均電流例	4
3.1.1 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)	4
3.1.2 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=32MHz)	8
3.1.3 受信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)	11
3.2 供給電圧に対する平均電流例	12
3.2.1 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)	12
3.2.2 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=32MHz)	15
3.2.3 受信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)	18
3.3 各モードの電流割合	19
3.3.1 送信条件を変更した場合の電流割合	19
3.3.2 受信条件を変更した場合の電流割合	22
4. 電池寿命の算出例	23
4.1 理想電池の電池条件	23
4.2 理想電池での寿命例	24
4.2.1 送信条件を変更した場合の電池寿命例	24
4.2.2 受信条件を変更した場合の電池寿命例 (MCU CLK=8MHz)	27
4.3 電圧降下を考慮した電池モデルでの電池寿命例	28
4.3.1 電圧降下を考慮した電池寿命例	28
4.3.2 容量を修正した理想電池での電池寿命例	30
改訂記録	32

1. 概要

本アプリケーションノートは、RL78/G1H（以下 G1H）における間欠動作（送信、受信および CCA）を継続した際の電池寿命例について紹介しています。

G1H についての動作条件や機能、テストコマンドにつきましては、ユーザズマニュアルを参考にしてください。

間欠動作を継続した際の送信データ長等の信号条件と間欠動作間隔等の通信条件に対する電池寿命例を紹介しています。お客様のシステムに合わせた電池寿命を算出する際の参考になります。

2. 間欠動作の説明

図 1 に間欠動作時の G1H の消費電流遷移を示します。

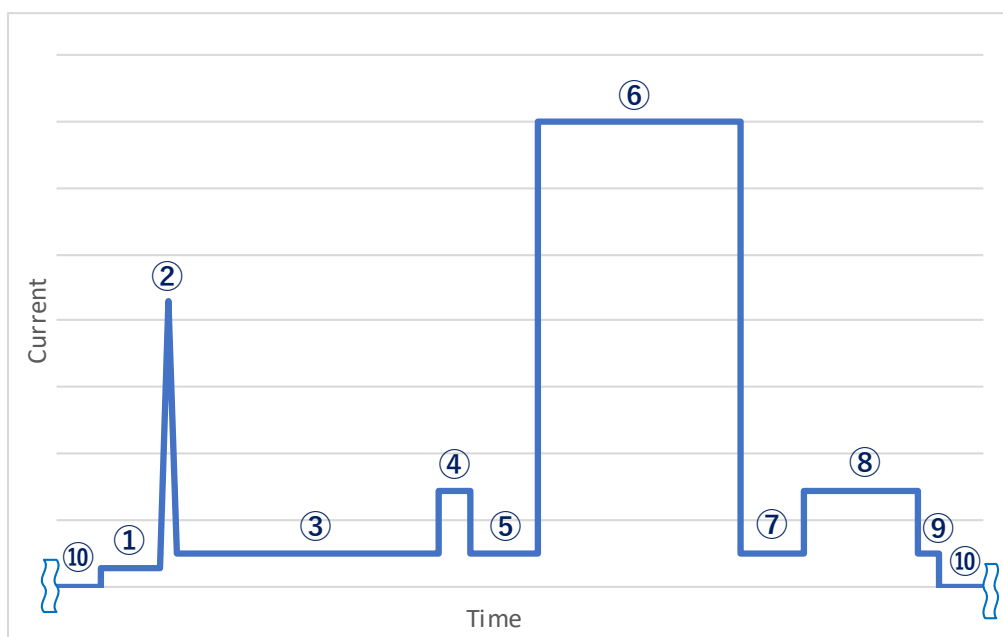


図 1 間欠動作時の消費電流遷移

1) Idle (Only MCU)

MCU と 48MHz 水晶振動回路が ON している期間です。

2) Rush Current

DCDC コンバータや LDO の電源がさらに ON する期間です。

3) Setup

回路が安定するまでの待機期間と RF の初期設定、CCA および TX の設定をしている期間です。

4) CCA

使用する CH 周波数が別端末によって使用されていないかを確認する受信期間です。

5) Idle

CCA が終了し、信号送信まで待つ期間です。

6) TX

パケット信号を送信する期間です。

7) Idle

MCU が受信の設定を行っている期間です。

- 8) RX
ACK を受け取るための受信期間です。
- 9) Idle
MCU が Sleep の設定を行っている期間です。
- 10) Sleep
MCU は STOP モードで、RTC およびタイマ RJ、イベント・リンク・コントローラ(ELC)のみが動作している期間です。

表 1 に、以下信号条件での各モードのタイミング例を示します。

信号条件: Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte,
Data length=18byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte
間欠動作間隔=5 秒

表 1 各モードのタイミング

No	Mode	Term [ms]	
		MCU CLK=8MHz	MCU CLK=32MHz
1	Idle (MCU Only)	0.678	0.678
2	Rush Current	0.198	0.198
3	Setup	2.974	1.628
4	CCA	0.362	0.362
5	Idle	0.758	0.758
6	TX	2.308	2.308
7	Idle	0.711	0.432
8	RX	1.324	1.324
9	Idle	0.240	0.136
10	Sleep	4990.447	4992.176

3. 間欠動作期間の平均電流例

3.1 間欠動作間隔に対する平均電流例

本節では、間欠動作間隔に対する平均電流例を示します。全体として、間欠動作間隔が長くなると平均電流は小さくなります。

供給電圧に関しては、送受信動作時には内蔵の DC-DC コンバータを用いるため、供給電圧が高いほど電流が小さくなるのに対し、Sleep 時には供給電圧が低いほど電流が小さくなります。

間欠動作間隔が短い(長い)場合には、前者(後者)が支配的になるため、供給電圧が高い(低い)方が、平均電流は小さくなります。

3.1.1 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)

図 2~19 に、送信電力(+10/+13/+15dBm)と送信データ長(20/200/2000Byte)を変更した場合の間欠動作間隔に対する平均電流例を示します。また電圧に応じた電流変化が分かるように拡大した図を示します。

信号条件 : TX Power=+10dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz,
Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

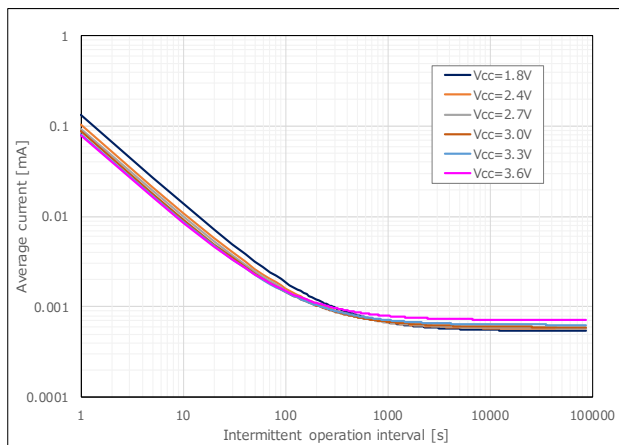


図 2 Data Length=20byte

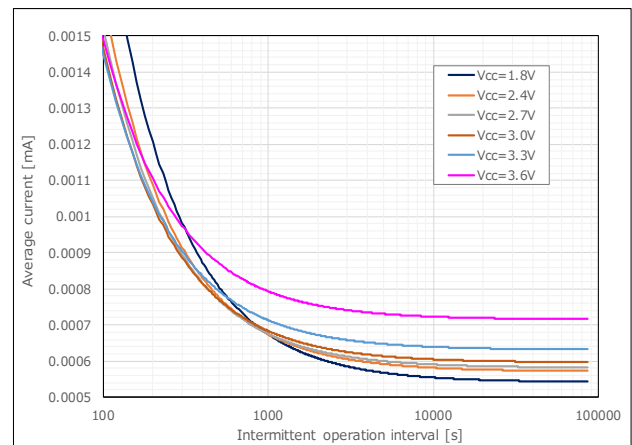


図 3 Data Length=20byte (Zoom)

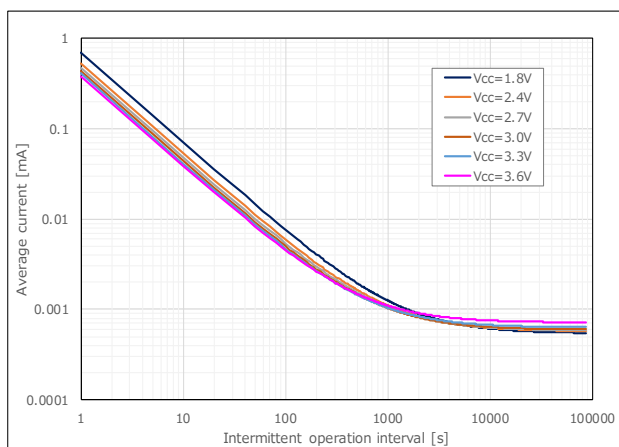


図 4 Data Length=200byte

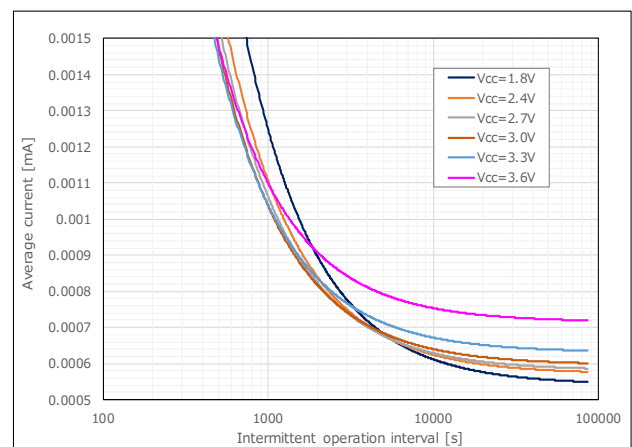


図 5 Data Length=200byte (Zoom)

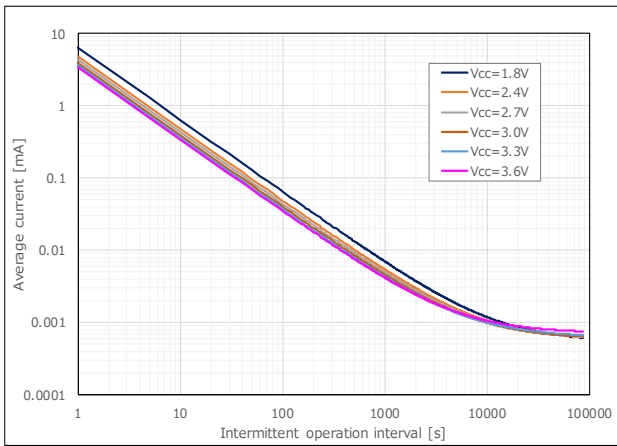


図 6 Data Length=2000byte

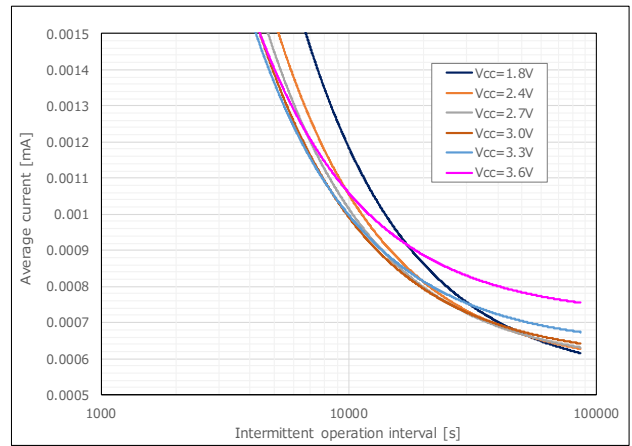


図 7 Data Length=2000byte (Zoom)

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

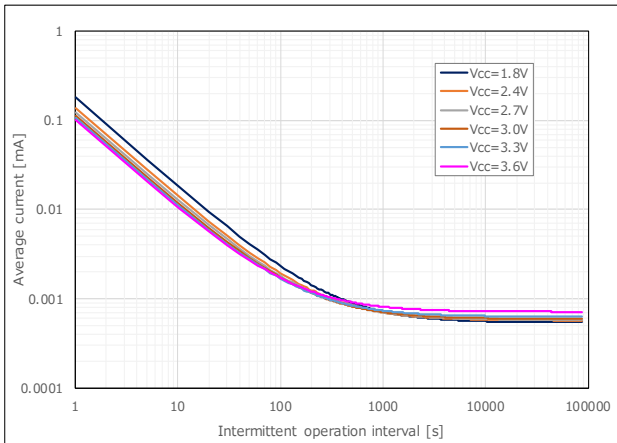


図 8 Data Length=20byte

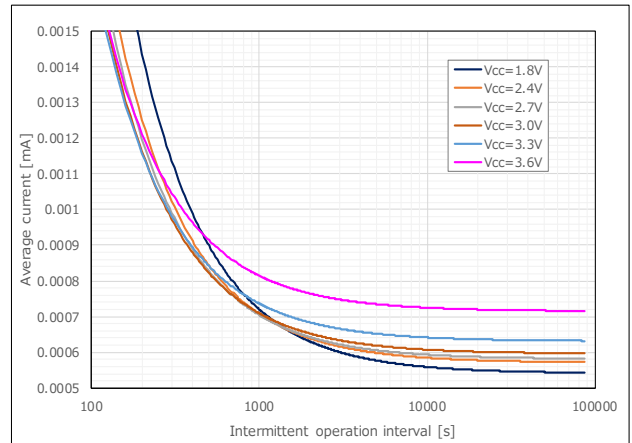


図 9 Data Length=20byte (Zoom)

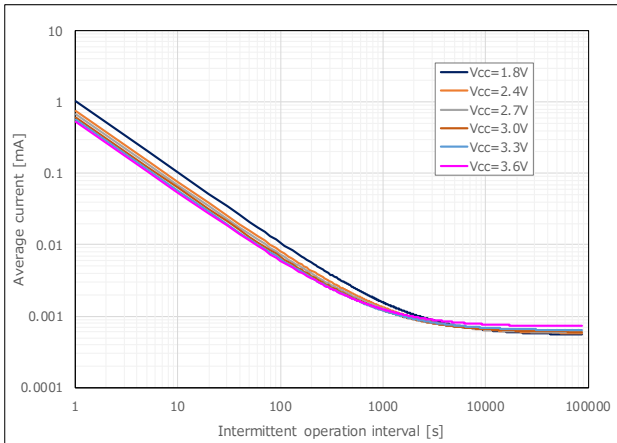


図 10 Data Length=200byte

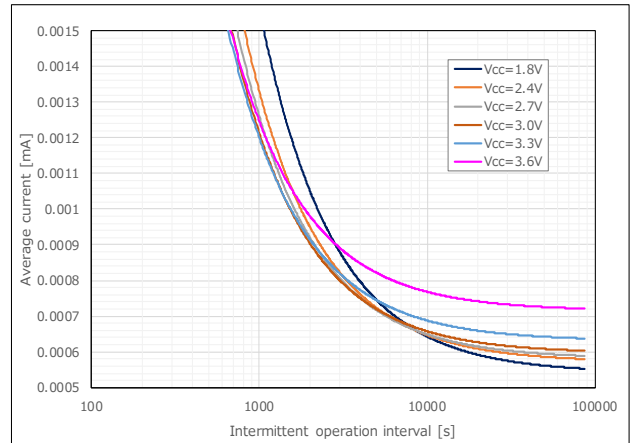


図 11 Data Length=200byte (Zoom)

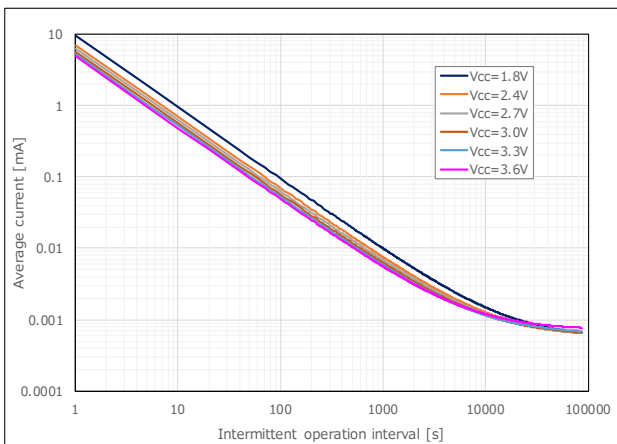


図 12 Data Length=2000byte

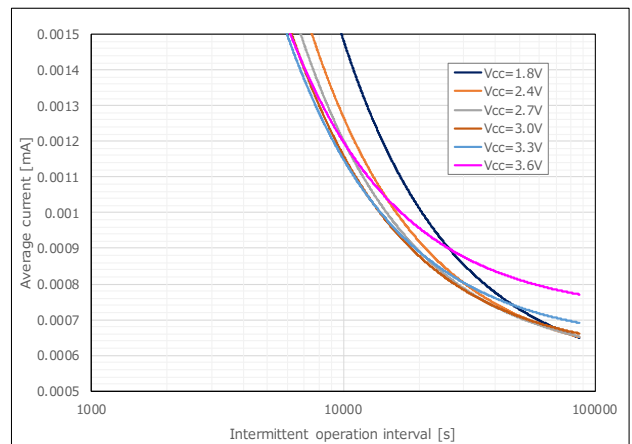


図 13 Data Length=2000byte (Zoom)

信号条件 : TX Power=+15dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

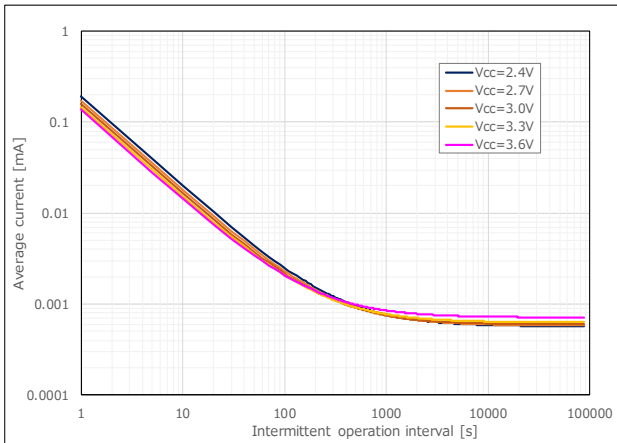


図 14 Data Length=20byte

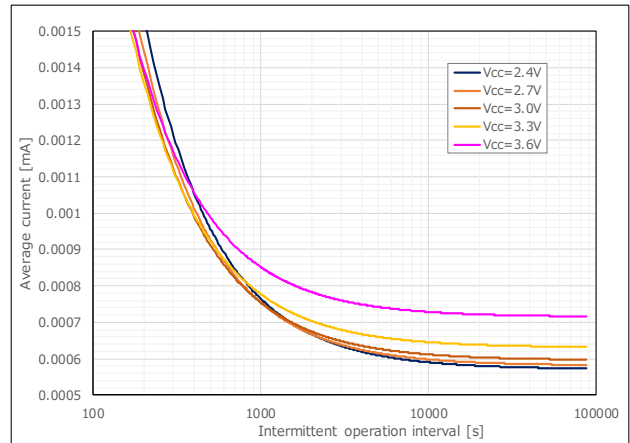


図 15 Data Length=20byte (Zoom)

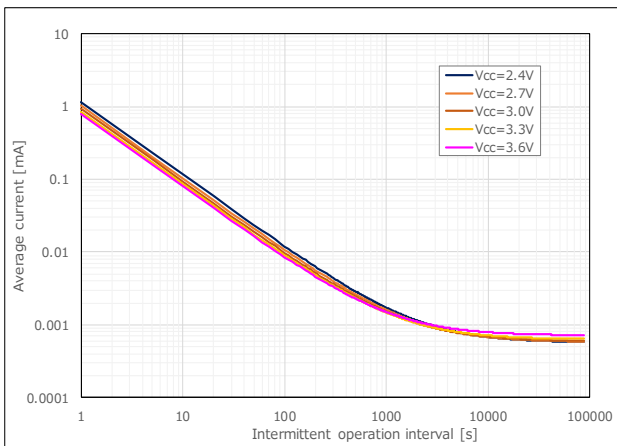


図 16 Data Length=200byte

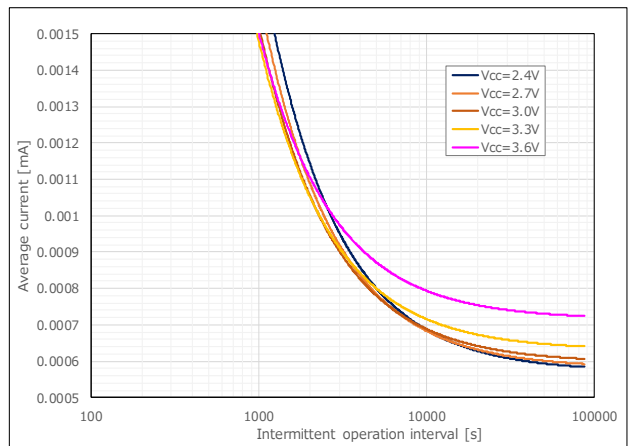


図 17 Data Length=200byte (Zoom)

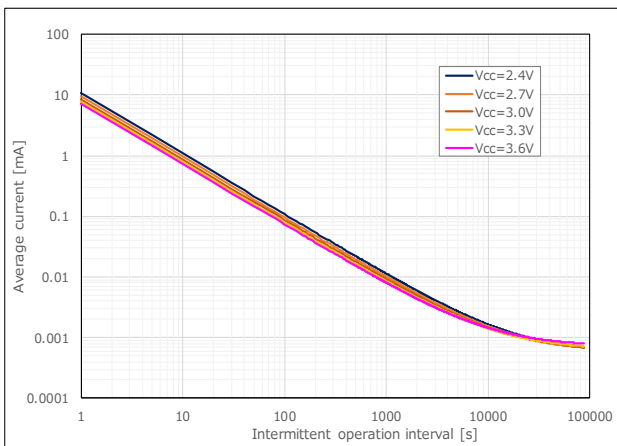


図 18 Data Length=2000byte

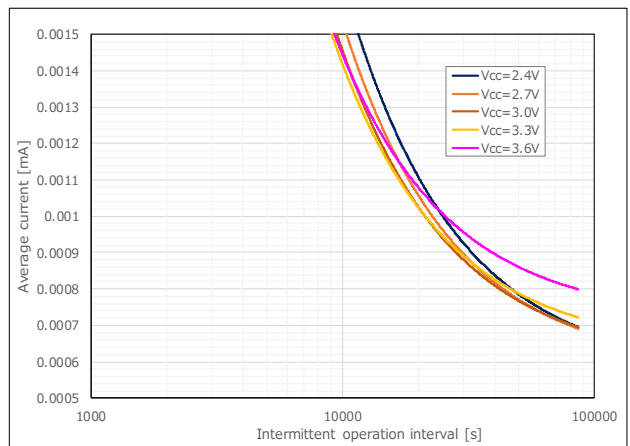


図 19 Data Length=2000byte (Zoom)

3.1.2 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=32MHz)

図 20~37 に、送信電力(+10/+13/+15dBm)と送信データ長(20/200/2000Byte)を変更した場合の間欠動作間隔に対する平均電流例を示します。また電圧に応じた電流変化が分かるように拡大した図を示します。

信号条件 : TX Power=+10dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

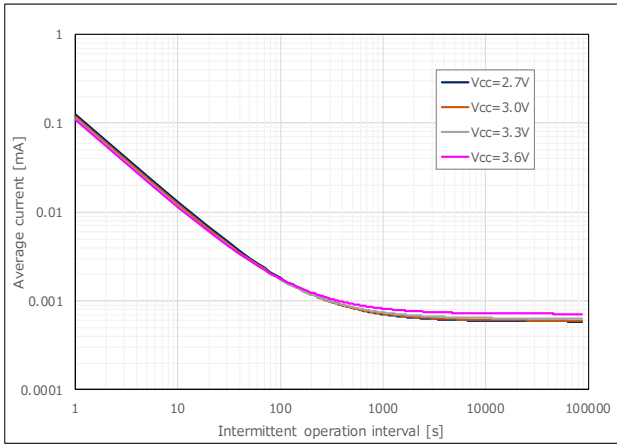


図 20 Data Length=20byte

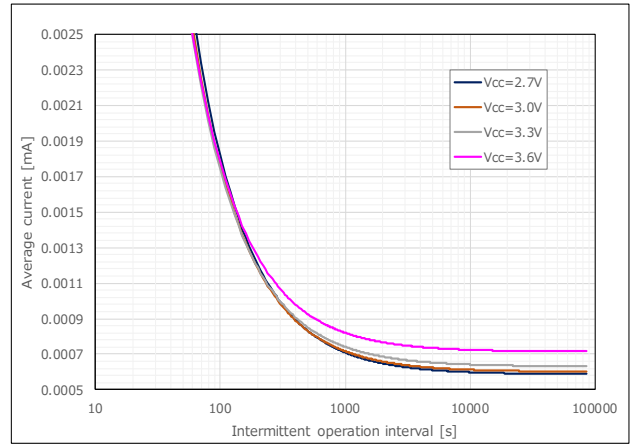


図 21 Data Length=20byte (Zoom)

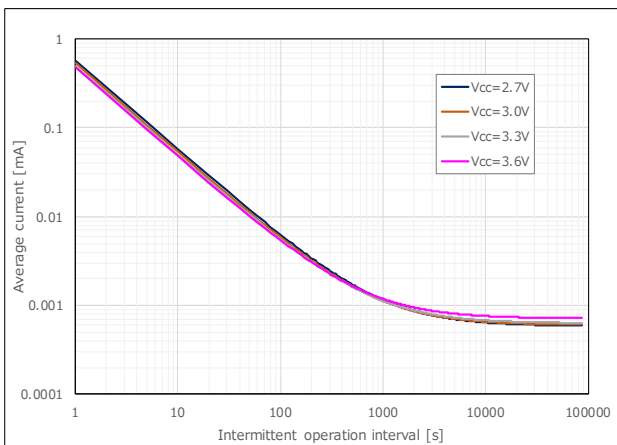


図 22 Data Length=200byte

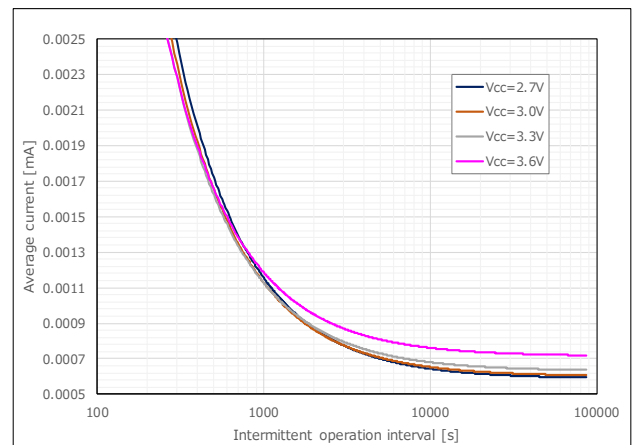


図 23 Data Length=200byte (Zoom)

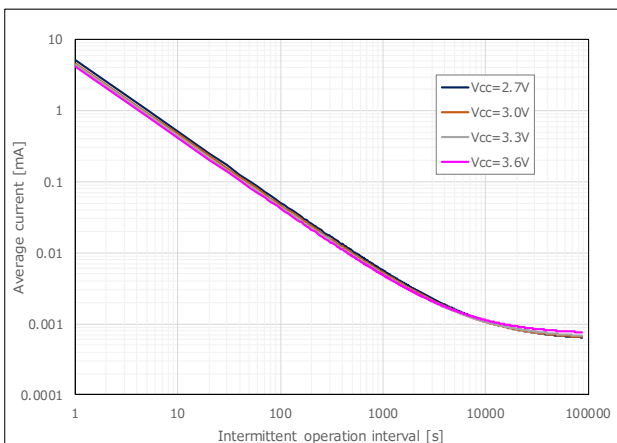


図 24 Data Length=2000byte

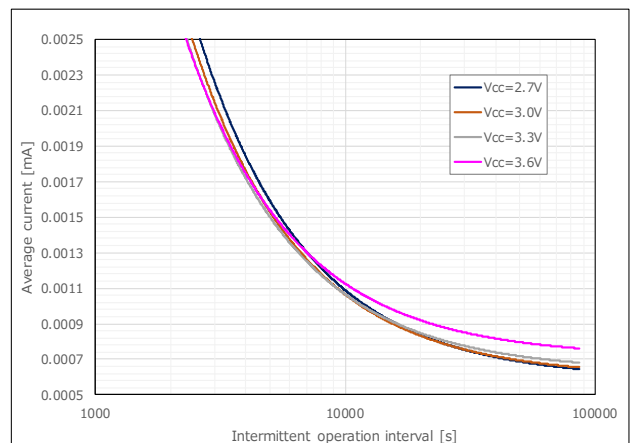


図 25 Data Length=2000byte (Zoom)

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

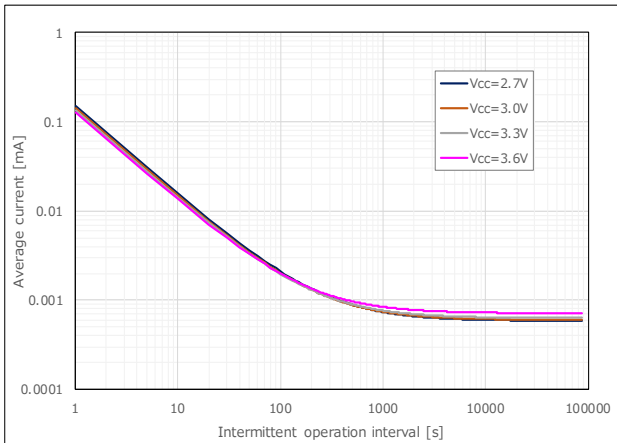


図 26 Data Length=20byte

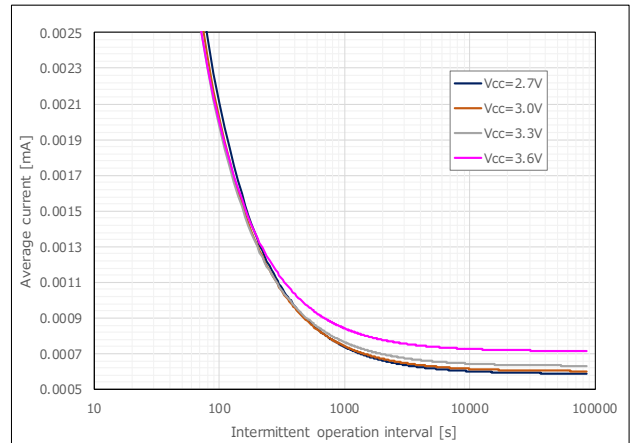


図 27 Data Length=20byte (Zoom)

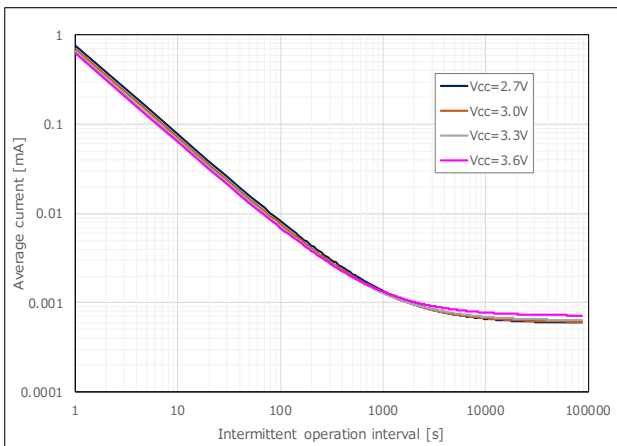


図 28 Data Length=200byte

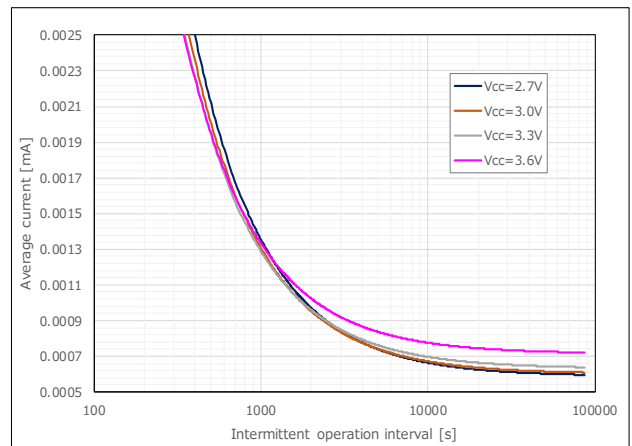


図 29 Data Length=200byte (Zoom)

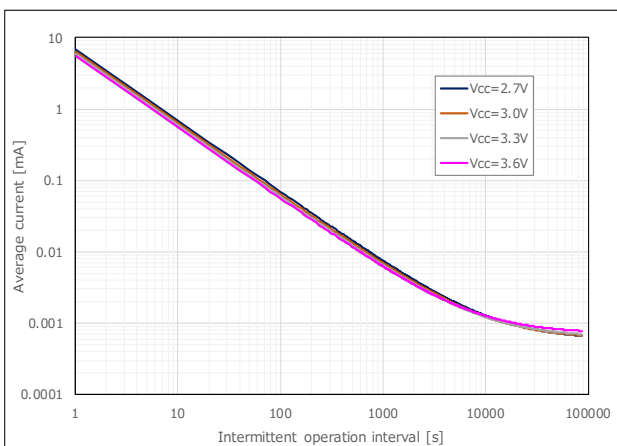


図 30 Data Length=2000byte

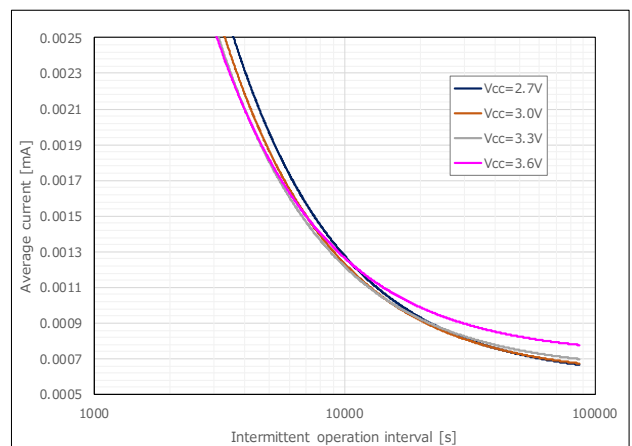


図 31 Data Length=2000byte (Zoom)

信号条件 : TX Power=+15dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

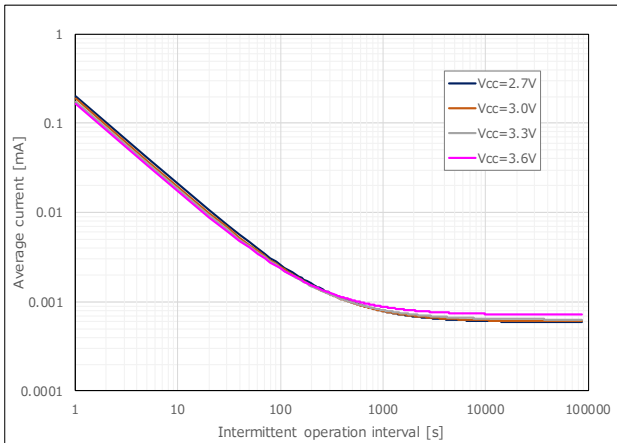


図 32 Data Length=20byte

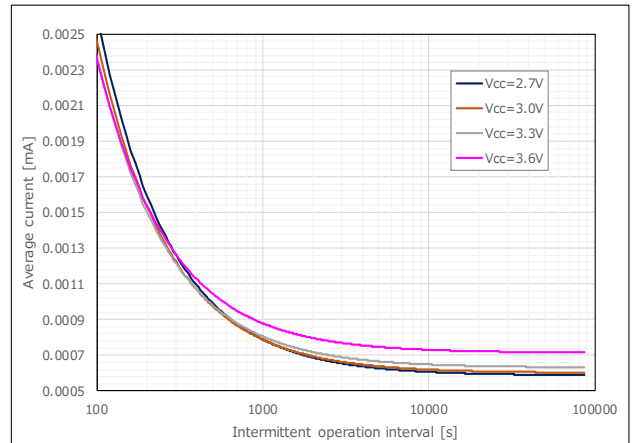


図 33 Data Length=20byte (Zoom)

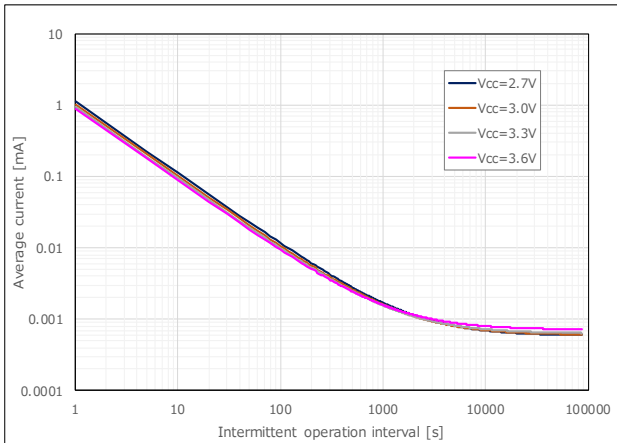


図 34 Data Length=200byte

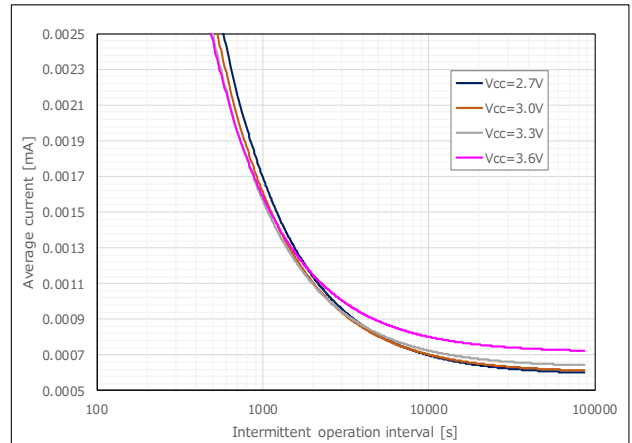


図 35 Data Length=200byte (Zoom)

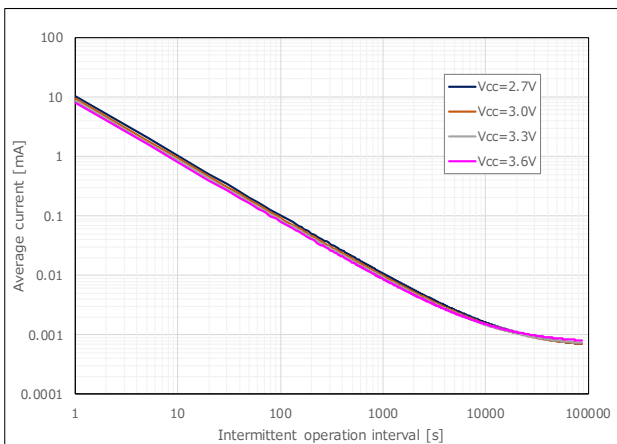


図 36 Data Length=2000byte

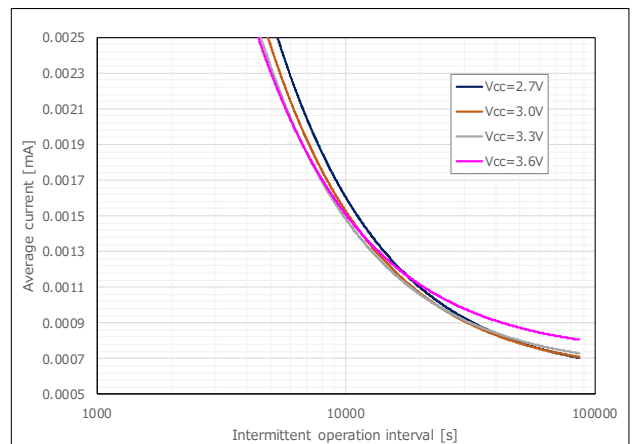


図 37 Data Length=2000byte (Zoom)

3.1.3 受信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)

図 38~41 に、図 8 および図 9(MCU CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data Length=20byte, 受信期間=1.289ms)の平均電流例から受信期間を 10 倍(12.89ms)および 100 倍(128.9ms)に変更した場合の間欠動作間隔に対する平均電流例を示します。また電圧に応じた電流変化が分かるように拡大した図を示します。

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte, Data Length=20byte

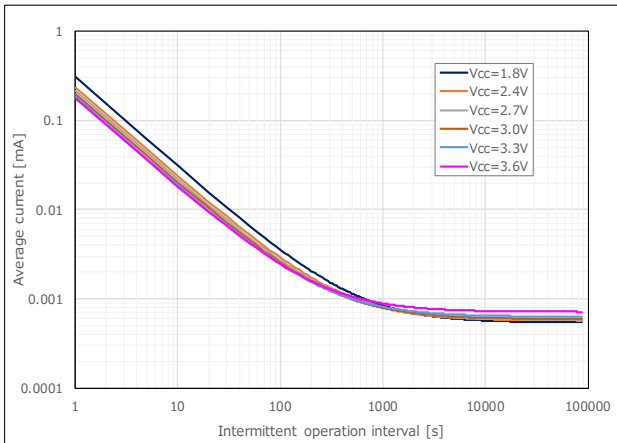


図 38 受信期間 10 倍

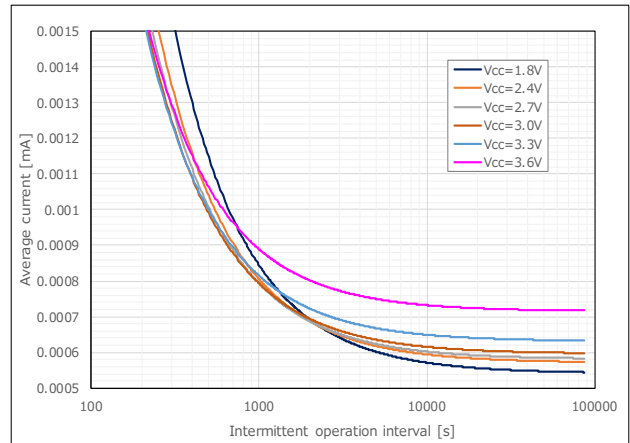


図 39 受信期間 10 倍 (Zoom)

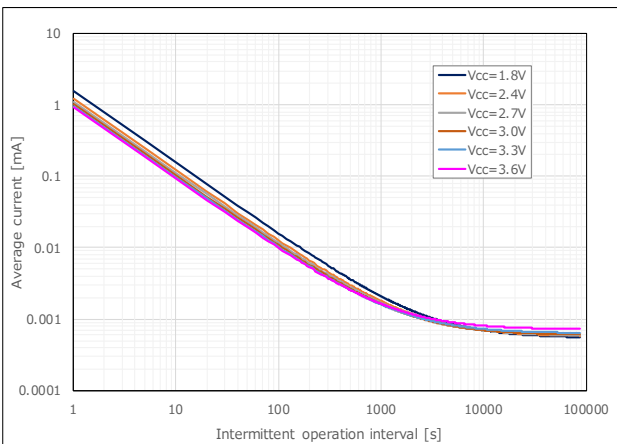


図 40 受信期間 100 倍

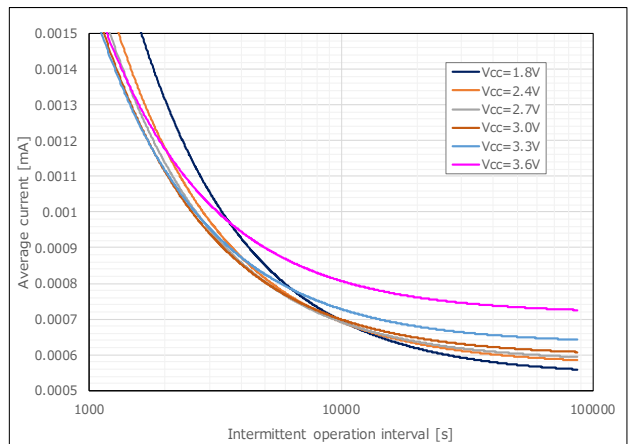


図 41 受信期間 100 倍 (Zoom)

3.2 供給電圧に対する平均電流例

本節では、供給電圧に対する平均電流例を示します。全体として、間欠動作間隔が長くなると平均電流は小さくなります。間欠動作間隔が長い場合には、供給電圧が低い方が平均電流は小さくなります。

3.2.1 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)

図 42~50 に、送信電力(+10/+13/+15dBm)と送信データ長(20/200/2000Byte)を変更した場合の供給電圧に対する平均電流例を示します。また、各々のグラフにおいて間欠動作間隔(5/300/3600/86400 秒)を変更した場合の平均電流を示します。

信号条件 : TX Power=+10dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz,
Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

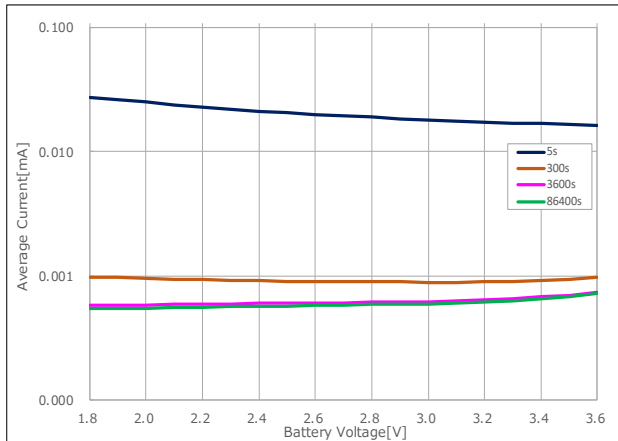


図 42 Data Length=20byte

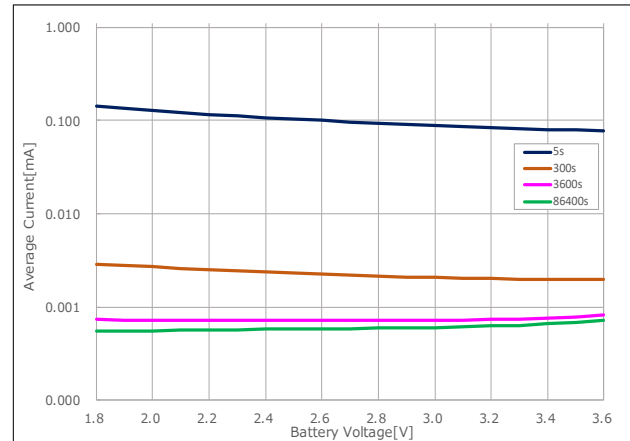


図 43 Data Length=200byte

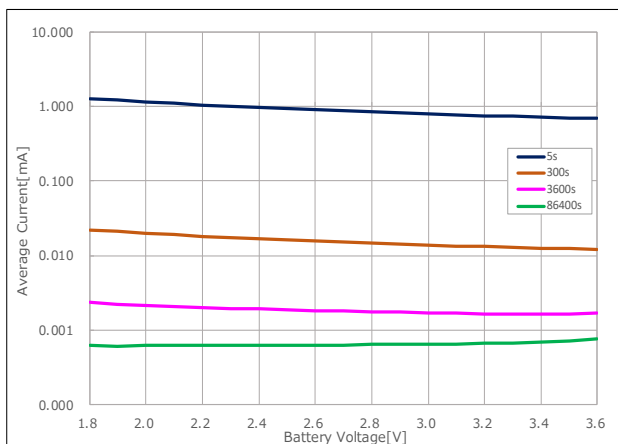


図 44 Data Length=2000byte

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz,
Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

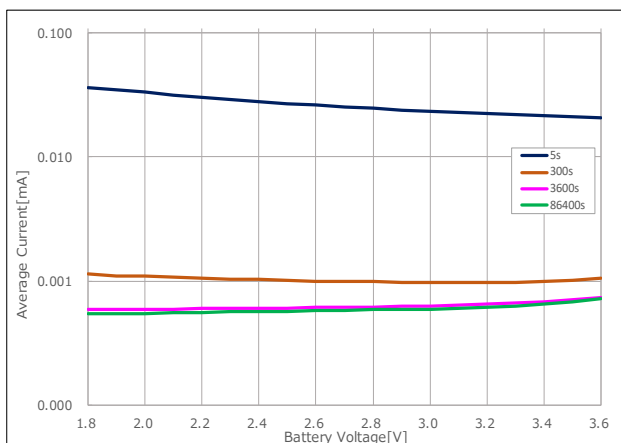


図 45 Data Length=20byte

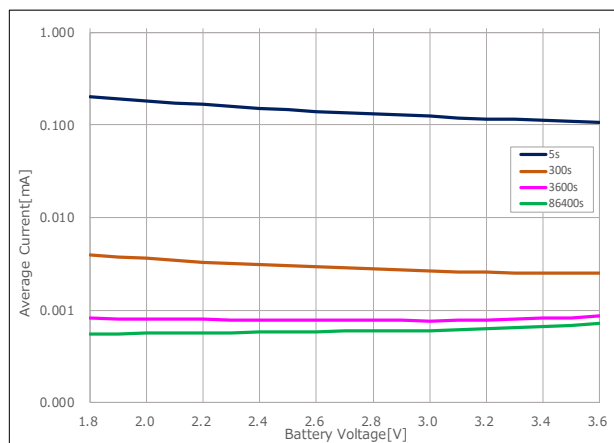


図 46 Data Length=200byte

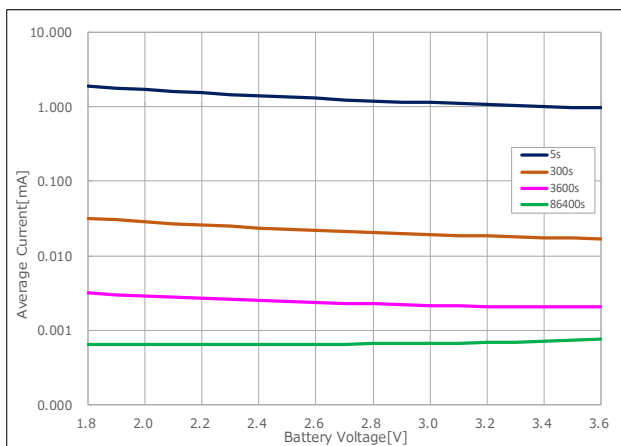


図 47 Data Length=2000byte

信号条件 : TX Power=+15dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

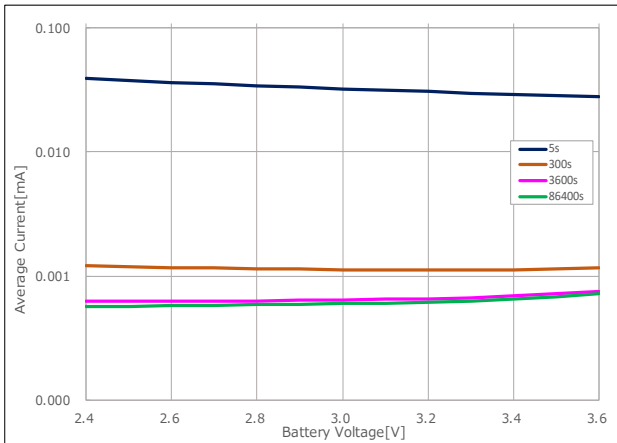


図 48 Data Length=20byte

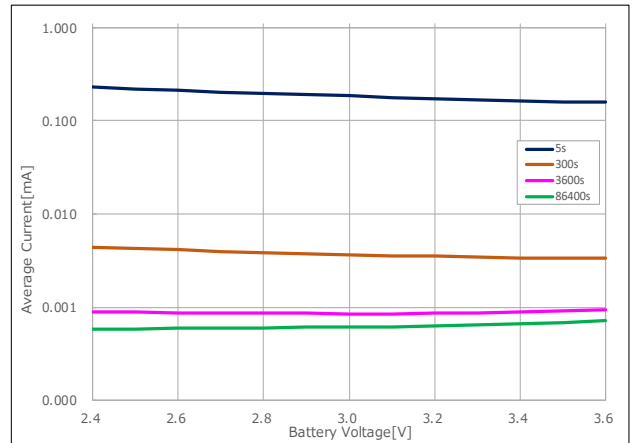


図 49 Data Length=200byte

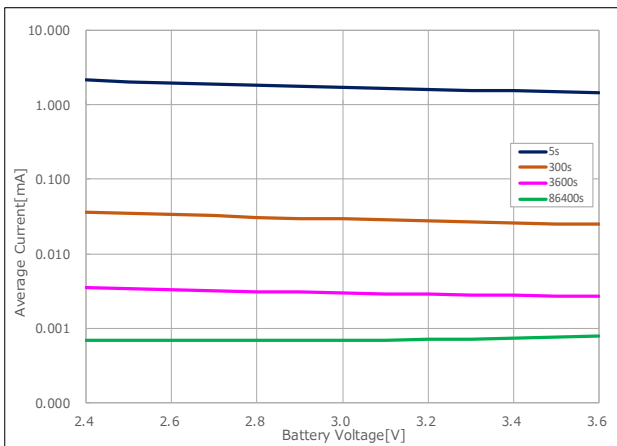


図 50 Data Length=2000byte

3.2.2 送信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=32MHz)

図 51~59 に、送信電力(+10/+13/+15dBm)と送信データ長(20/200/2000Byte)を変更した場合の供給電圧に対する平均電流例を示します。また、各々のグラフにおいて間欠動作間隔(5/300/3600/86400 秒)を変更した場合のグラフを示します。

信号条件 : TX Power=+10dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

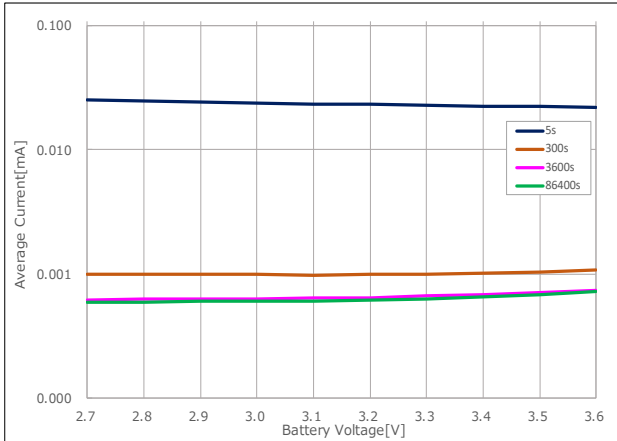


図 51 Data Length=20byte

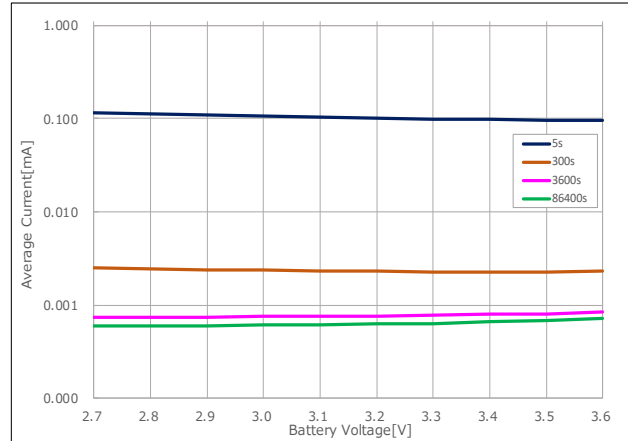


図 52 Data Length=200byte

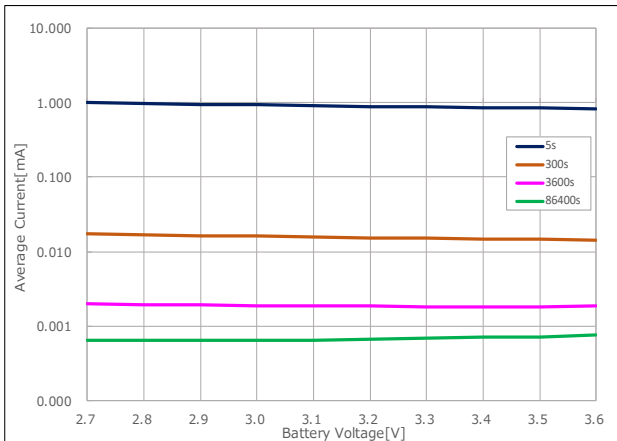


図 53 Data Length=2000byte

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz,
Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

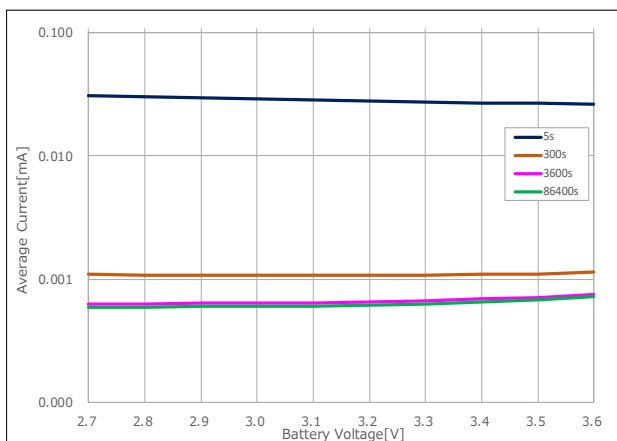


図 54 Data Length=20byte

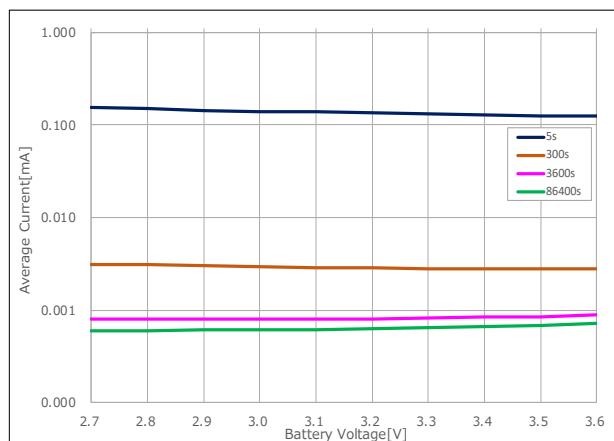


図 55 Data Length=200byte

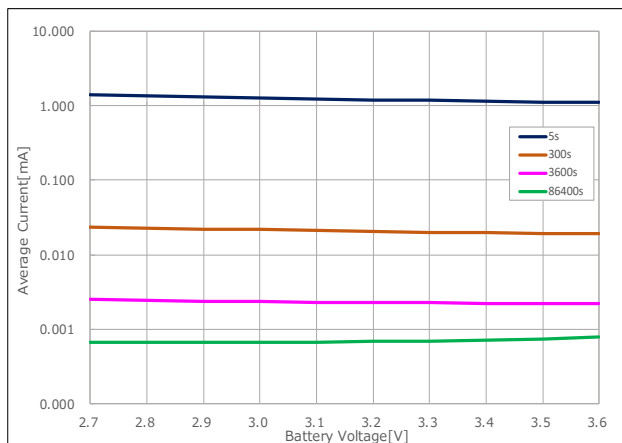


図 56 Data Length=2000byte

信号条件 : TX Power=+15dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz,
Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte

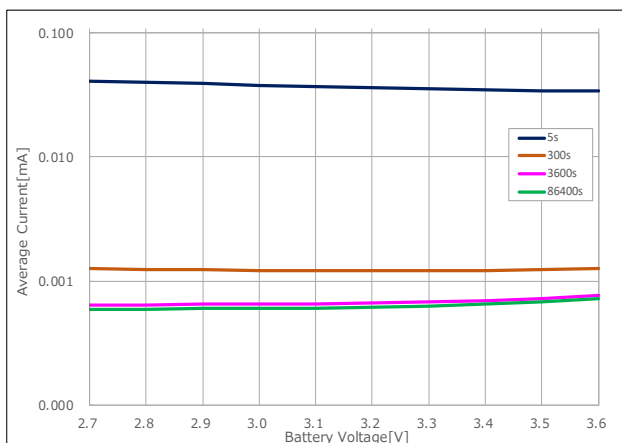


図 57 Data Length=20byte

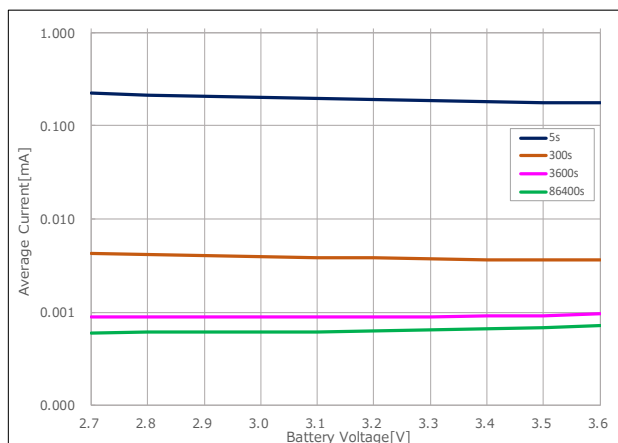


図 58 Data Length=200byte

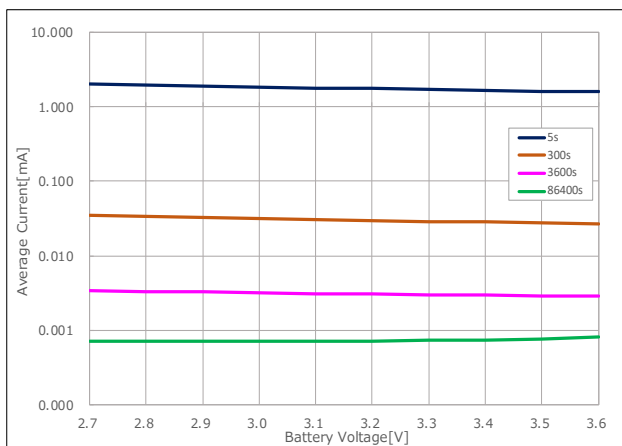


図 59 Data Length=2000byte

3.2.3 受信条件を変更した場合の平均電流例 (MCU CLK=8MHz)

図 60~61 に、図 45(MCU CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data Length=20byte, 受信期間=1.289ms) の平均電流例から受信期間を 10 倍(12.89ms)および 100 倍(128.9ms)に変更した場合の供給電圧に対する平均電流例を示します。

信号条件 : TX Power=+13dBm, Data Rate=100kbps, modulation index=1, CH Frequency=926.1MHz, Preamble=4byte, SFD=2byte, PHR=2byte, FCS Length=2byte, Data Length=20byte

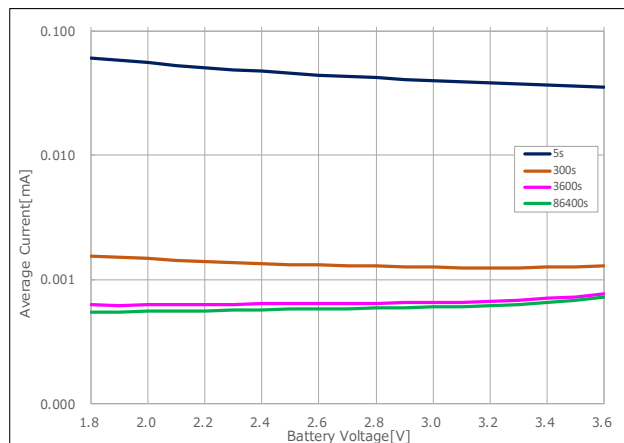


図 60 受信期間 10 倍

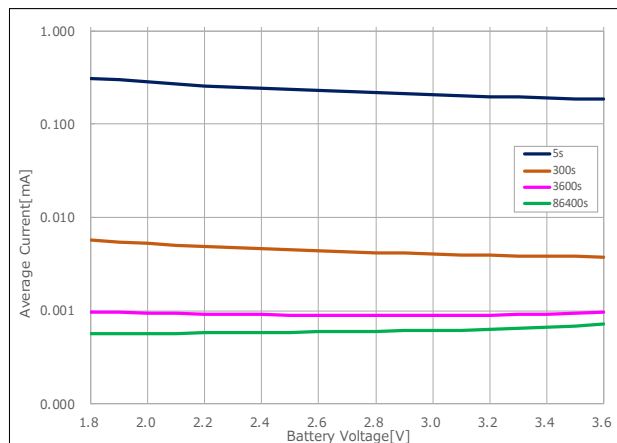


図 61 受信期間 100 倍

3.3 各モードの電流割合

本節では、平均電流内の各モードの電流割合について示します。

3.3.1 送信条件を変更した場合の電流割合

図 62~73 に、送信電力と送信データ長および間欠動作間隔を変更した場合の各モードの電流割合を示します。

図 62 および 63 において、間欠動作間隔が 5 秒とした場合(通信頻度を多くした時)は TX 電流が 60%以上を占めています。

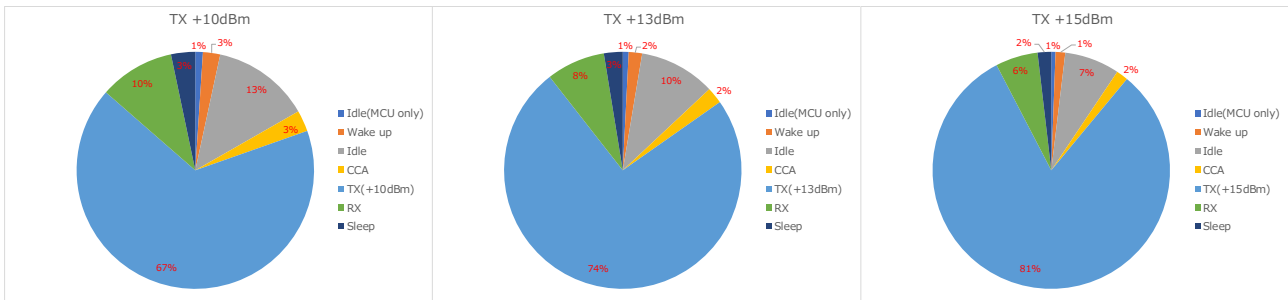


図 62 CLK=8MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=5 秒

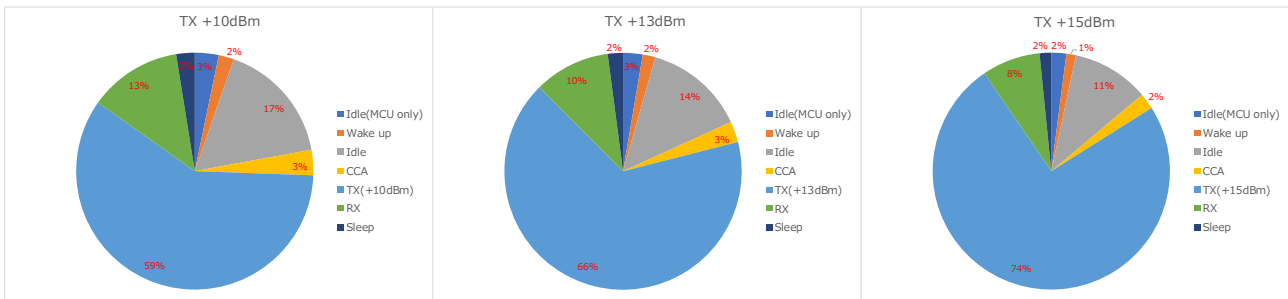


図 63 CLK=32MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=5 秒

図 64 および 65 より、間欠動作間隔を 300 秒と長くした場合(通信頻度を少なくした時)は TX 電流の他、Sleep 電流が 40%以上を占めています。

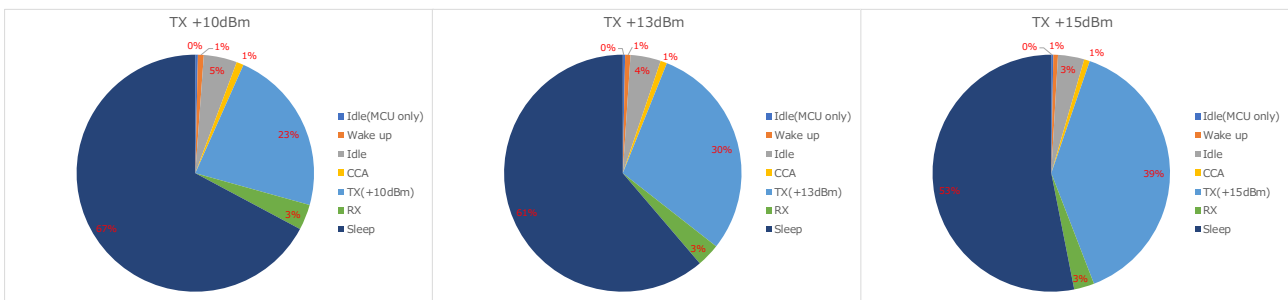


図 64 CLK=8MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=300 秒

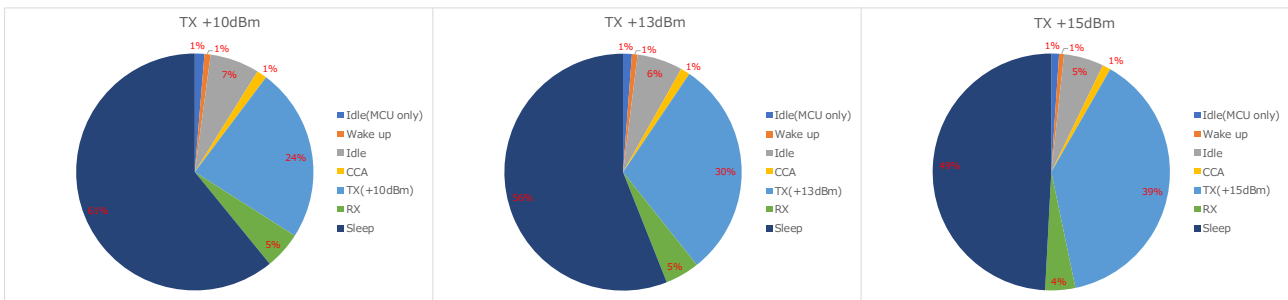


図 65 CLK=32MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=300 秒

図 66 および 67 より、間欠動作間隔を 3600 秒と更に長くした場合(通信頻度を更に少なくした時)は Sleep 電流が 90%以上を占めています。

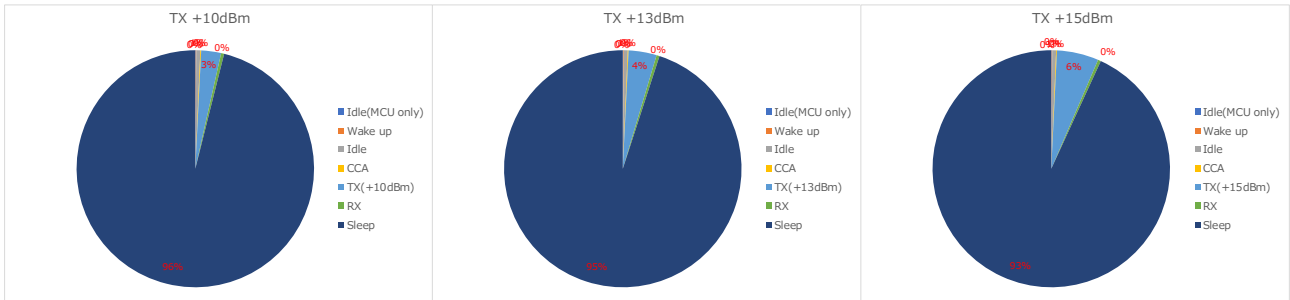


図 66 CLK=8MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=3600 秒

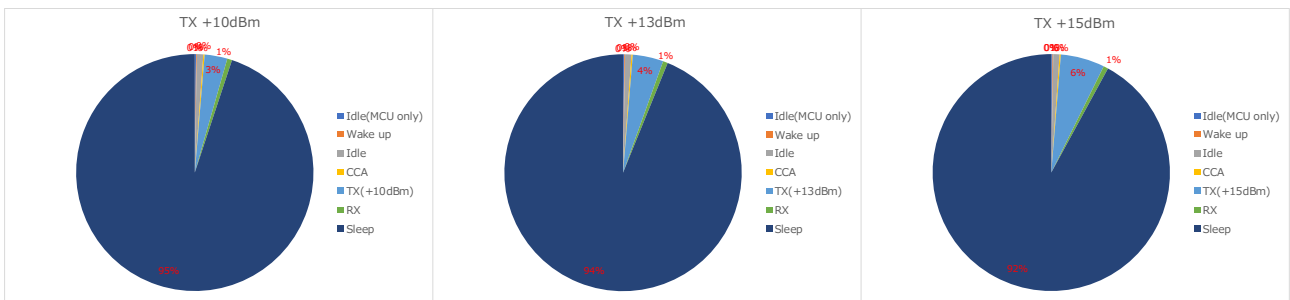


図 67 CLK=32MHz, Data Length=20byte, 間欠動作間隔=3600 秒

図 68 および 69 より、間欠動作間隔を 300 秒とし、送信データ長を 200byte に長くした場合は TX 電流が 60%以上を占めています。

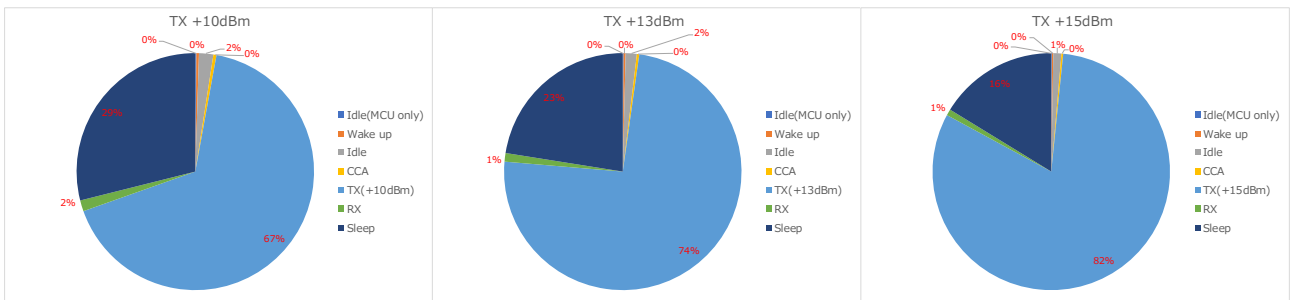


図 68 CLK=8MHz, Data Length=200byte, 間欠動作間隔=300 秒

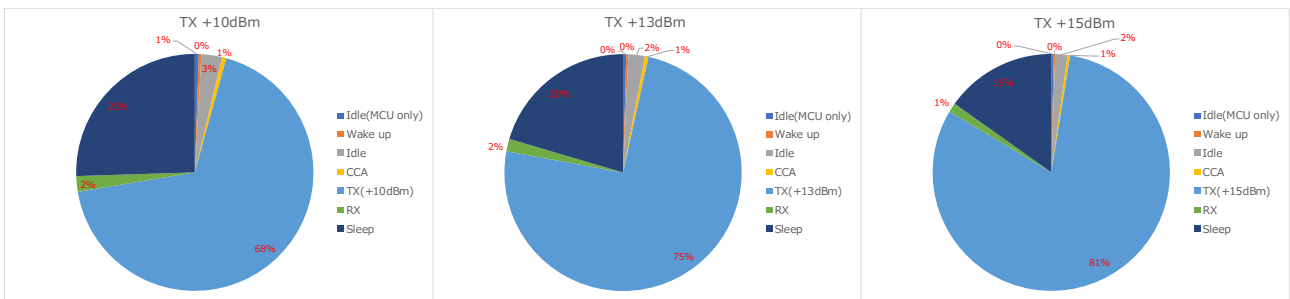


図 69 CLK=32MHz, Data Length=200byte, 間欠動作間隔=300 秒

図 70 および 71 より、間欠動作間隔を 3600 秒と更長くした場合は Sleep 電流が 60%以上を占め、TX 電流が 10~30%占めています。

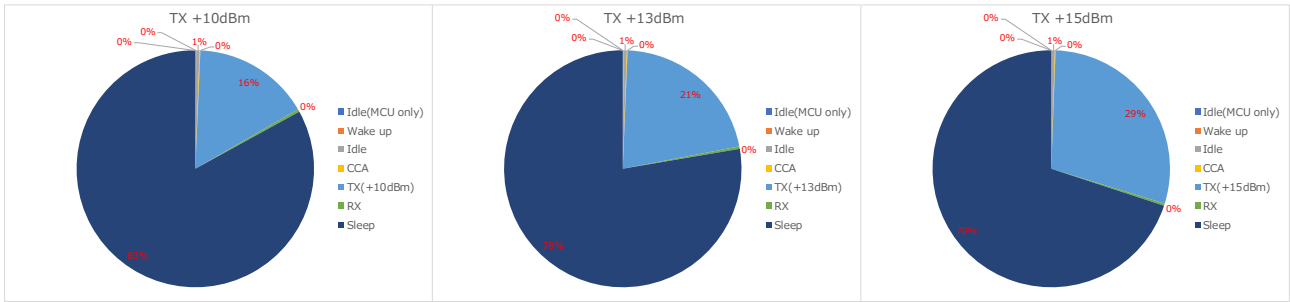


図 70 CLK=8MHz, Data Length=200byte, 間欠動作間隔=3600 秒

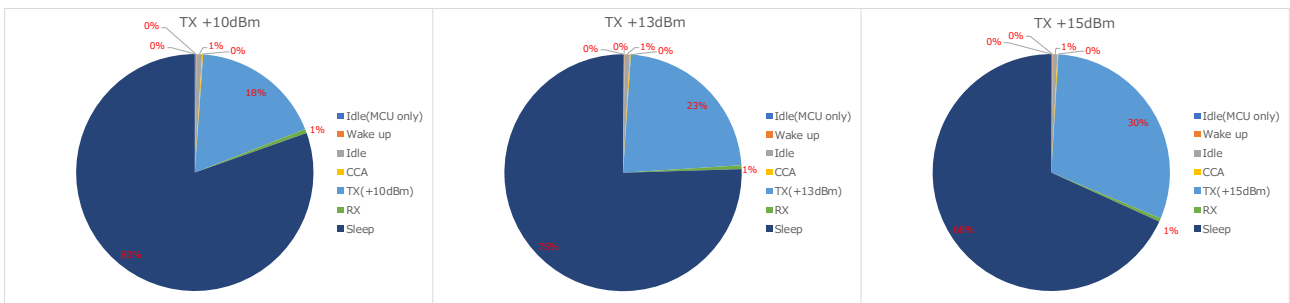


図 71 CLK=32MHz, Data Length=200byte, 間欠動作間隔=3600 秒

図 72 および 73 より、間欠動作間隔を 3600 秒とし、送信データ長を 2000byte まで長くした場合は TX 電流が 60%以上を占め、Sleep 電流が 10~35%占めています。

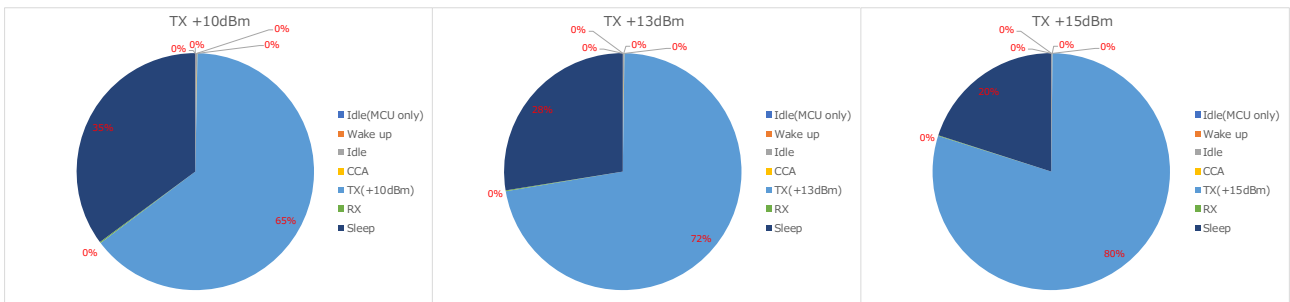


図 72 CLK=8MHz, Data Length=2000byte, 間欠動作間隔=3600 秒

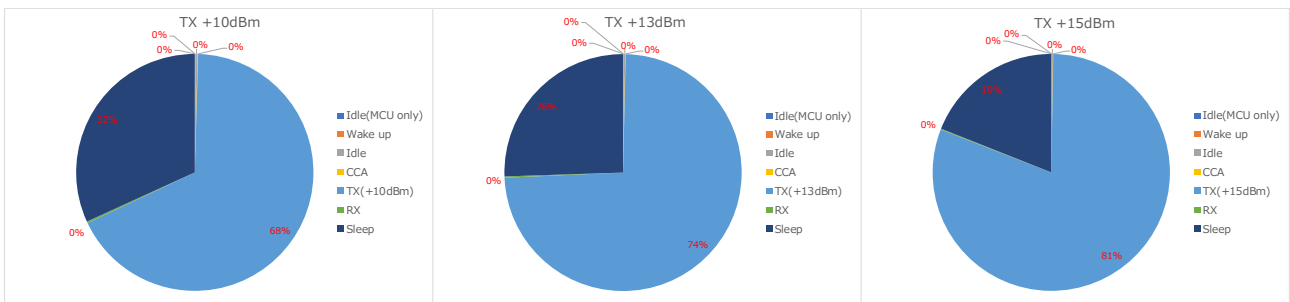


図 73 CLK=32MHz, Data Length=2000byte, 間欠動作間隔=3600 秒

3.3.2 受信条件を変更した場合の電流割合

図 74~75 に、図 62 中央の円グラフの条件(MCU CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data Length=20byte, 受信期間=1.289ms)の平均電流例から受信期間および間欠動作間隔を変更した場合の各モードの電流割合を示します。

図 74 より、受信期間を 10 倍にした場合は、RX 電流が TX 電流とほぼ同じ割合を占めています。また、間欠動作間隔が短い場合(5 秒等)は RX 電流と TX 電流の双方が 40%以上の割合を占め、間欠動作間隔が長い場合(3600 秒等)は Sleep 電流が多くを占めています。

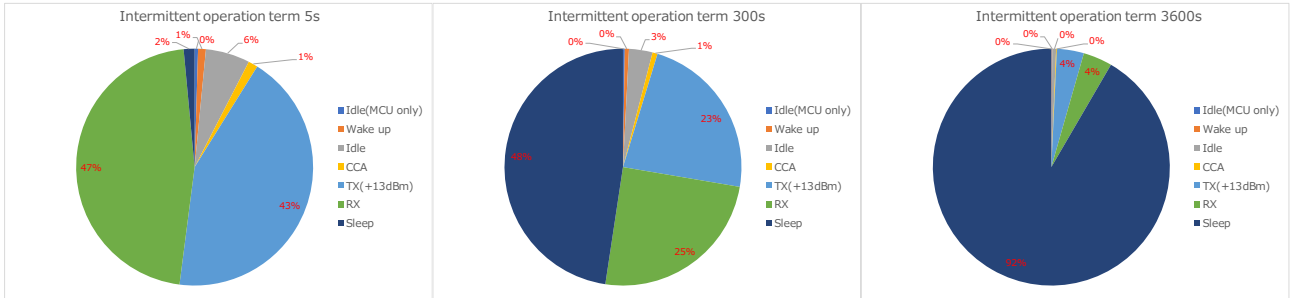


図 74 CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data Length=20byte, 受信期間 10 倍(12.89ms)

図 75 より、受信期間を 100 倍にした場合は、RX 電流が多くを占めています。また、間欠動作間隔が長い場合は Sleep 電流が多くを占めています。

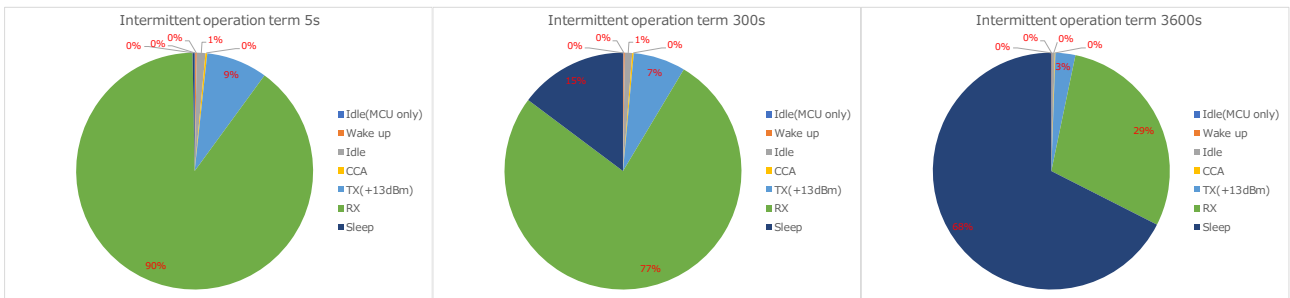


図 75 CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data Length=20byte, 受信期間 100 倍(128.9ms)

4. 電池寿命の算出例

本章では、通信条件(送信データ長や間欠動作間隔、受信期間等)を変更した場合の電池寿命例を電池容量(放電容量)毎に示します。通信条件からの電池容量の選定、もしくは電池容量から送信データ長や動作間隔、受信期間等の通信条件を選定するなど、お客様がシステムを構築する際の目安にすることも可能です。

本章に示す計算結果は、通信条件や電池容量等を選択する際の参考例であり、電池自体の経年劣化は加味しておらず、G1Hの10年以上の寿命を保証するものではありません。

4.1 理想電池の電池条件

図 76~79 に理想電池モデルを示します。放電電荷が最大放電容量に達するまで、供給電圧は 3.0V 一定です。

5000mAh の電池は 2500mAh の乾電池 2 個使用、1000mAh の電池は 500mAh のボタン電池 2 個使用を想定しています。

電池寿命の算出は、電池の自己放電も考慮し、最大放電容量の 1%を固定値で毎年放電することを想定して計算しています。表 2 に電池の放電容量に対する自己放電量を示します。

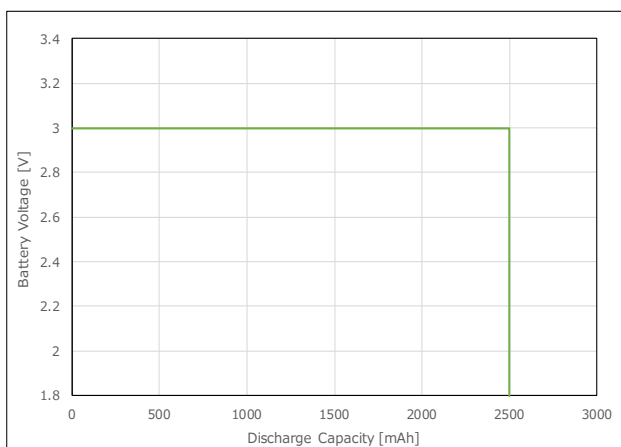


図 76 電池容量 2500mAh の理想電池

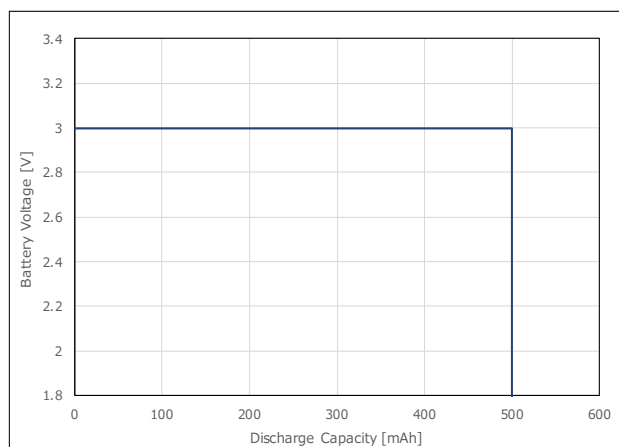


図 77 電池容量 500mAh の理想電池

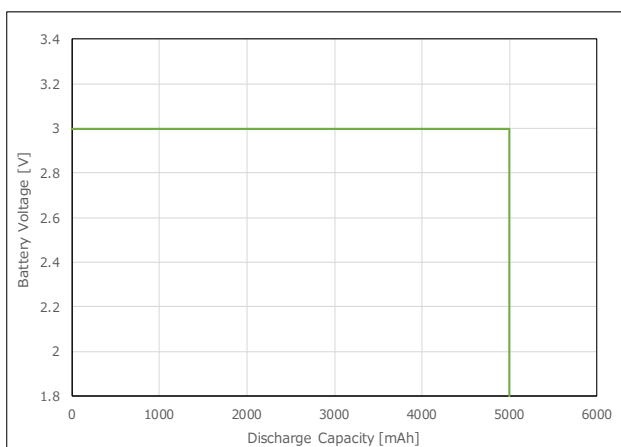


図 78 電池容量 5000mAh の理想電池

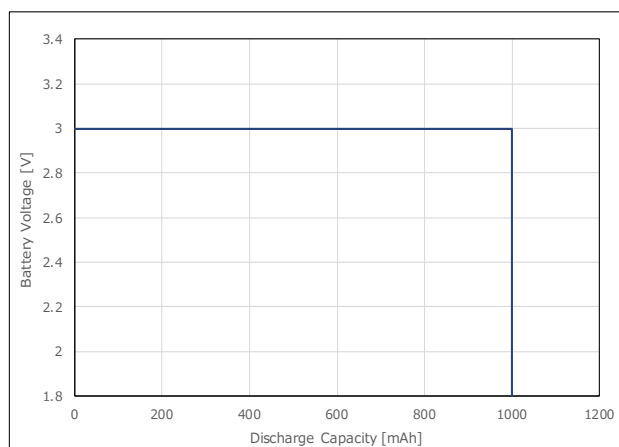


図 79 電池容量 1000mAh の理想電池

表 2 使用電池の種類と放電容量

Quantity	Coin battery		Dry cell	
	1	2	1	2
Discharge capacity [mAh]	500	1000	2500	5000
Self-discharge amount [mAh]	0.000571	0.001142	0.002854	0.005708

4.2 理想電池での寿命例

4.2.1 送信条件を変更した場合の電池寿命例

表3に送信データ長、送信電力およびMCUクロックを変更した場合の理想電池での電池寿命例を示します。間欠動作間隔(5/300/3600秒)および放電容量(500/1000/2500/5000mAh)別に示しています。

表3 送信条件を変更した場合の理想電池での電池寿命例

放電容量 [mAh]	動作間隔 [s]	データ長 [Byte]	MCU CLK=8MHz			MCU CLK=32MHz		
			TX Power [dBm]			TX Power [dBm]		
			+10	+13	+15	+10	+13	+15
500	5	20	3年0ヶ月	2年4ヶ月	1年8ヶ月	2年3ヶ月	1年10ヶ月	1年5ヶ月
		200	0年6ヶ月	0年4ヶ月	0年2ヶ月	0年5ヶ月	0年3ヶ月	0年2ヶ月
		2000	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月
	300	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	13/4ヶ月	15年以上	15年以上	12年6ヶ月
		2000	3年11ヶ月	2年9ヶ月	1年10ヶ月	3年4ヶ月	2年6ヶ月	1年8ヶ月
	3600	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
1000	5	20	6年0ヶ月	4年7ヶ月	3年4ヶ月	4年6ヶ月	3年9ヶ月	2年10ヶ月
		200	1年2ヶ月	0年10ヶ月	0年6ヶ月	0年11ヶ月	0年8ヶ月	0年5ヶ月
		2000	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月	0年0ヶ月
	300	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	7年10ヶ月	5年6ヶ月	3年8ヶ月	6年6ヶ月	4年11ヶ月	3年5ヶ月
	3600	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
2500	5	20	13年6ヶ月	10年10ヶ月	8年1ヶ月	10年8ヶ月	8年11ヶ月	6年11ヶ月
		200	3年0ヶ月	2年2ヶ月	1年5ヶ月	2年6ヶ月	1年11ヶ月	1年3ヶ月
		2000	0年3ヶ月	0年2ヶ月	0年1ヶ月	0年2ヶ月	0年1ヶ月	0年0ヶ月
	300	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	12年8ヶ月	8年10ヶ月	15年以上	11年7ヶ月	8年3ヶ月
	3600	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
5000	5	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	13年0ヶ月
		200	6年0ヶ月	4年4ヶ月	2年11ヶ月	5年1ヶ月	3年10ヶ月	2年8ヶ月
		2000	0年7ヶ月	0年5ヶ月	0年3ヶ月	0年6ヶ月	0年4ヶ月	0年2ヶ月
	300	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
	3600	20	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		200	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上
		2000	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上	15年以上

図 80~91 に、送信電力と送信データ長および電池容量を変更した場合の間欠動作間隔に対する電池寿命例を示します。

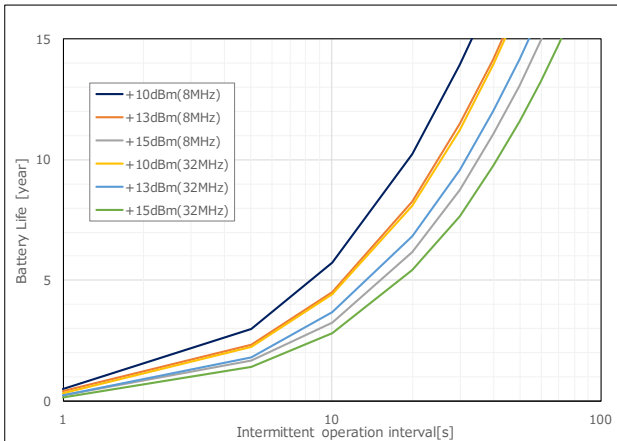


図 80 電池容量=500mAh, データ長=20byte

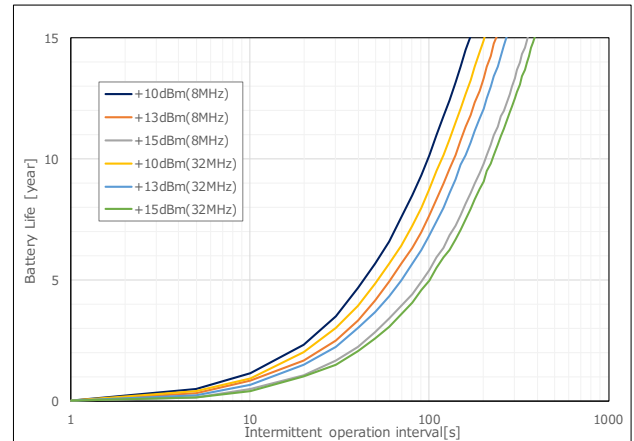


図 81 電池容量=500mAh, データ長=200byte

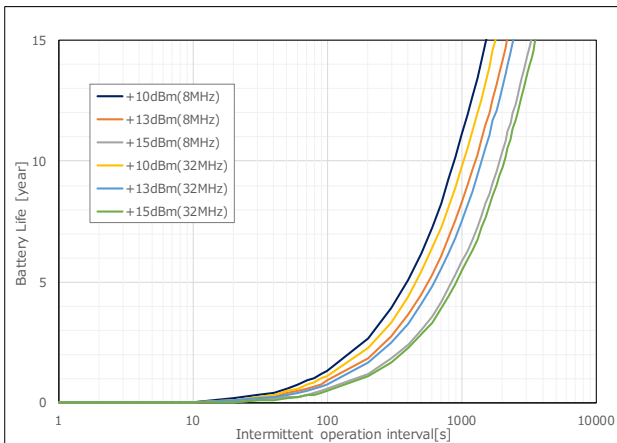


図 82 電池容量=500mAh, データ長=2000byte

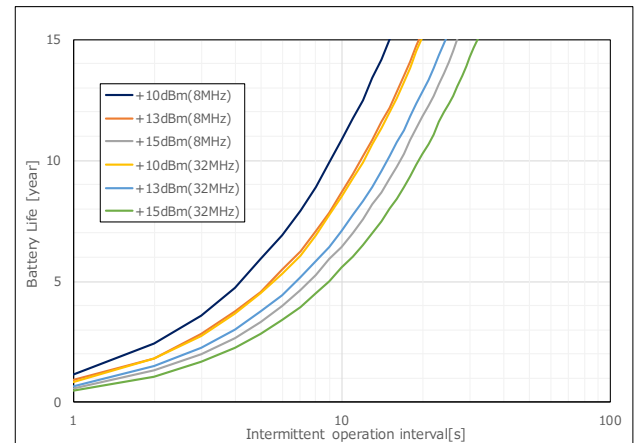


図 83 電池容量=1000mAh, データ長=20byte

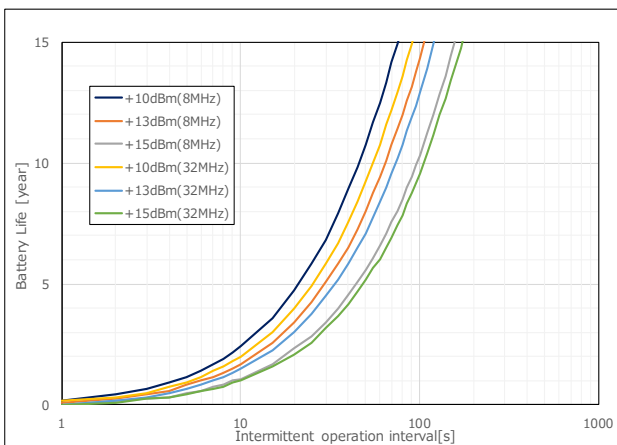


図 84 電池容量=1000mAh, データ長=200byte

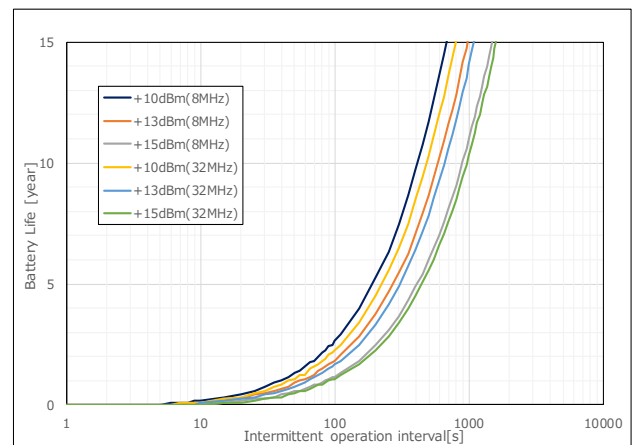


図 85 電池容量=1000mAh, データ長=2000byte

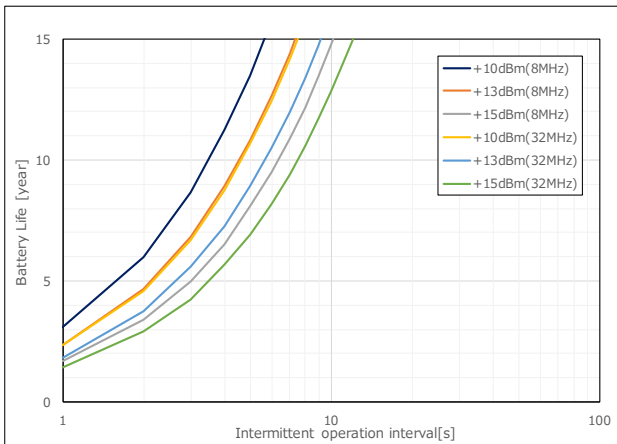


図 86 電池容量=2500mAh, データ長=20byte

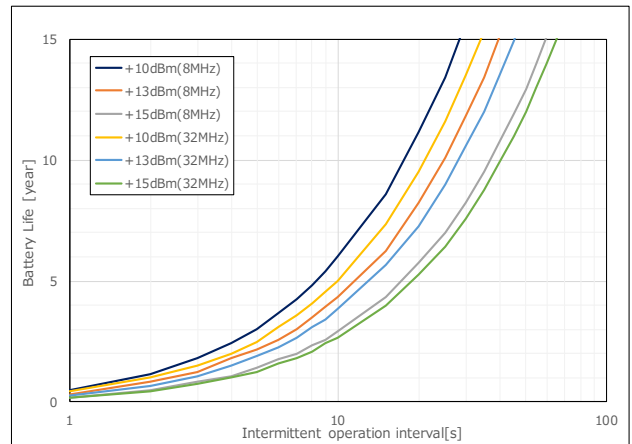


図 87 電池容量=2500mAh, データ長=200byte

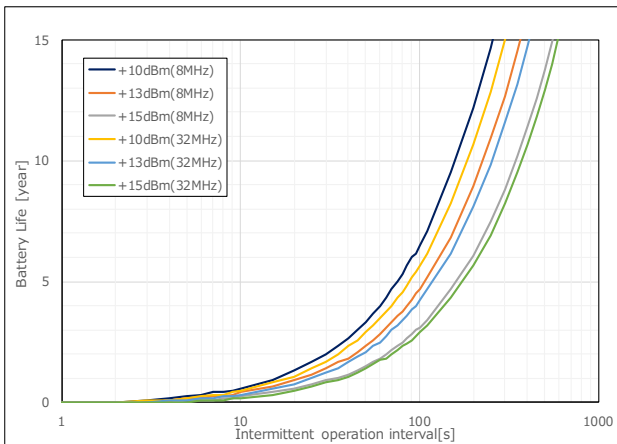


図 88 電池容量=2500mAh, データ長=2000byte

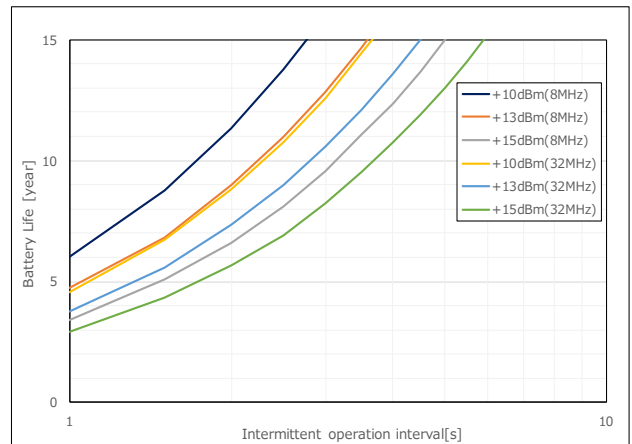


図 89 電池容量=5000mAh, データ長=20byte

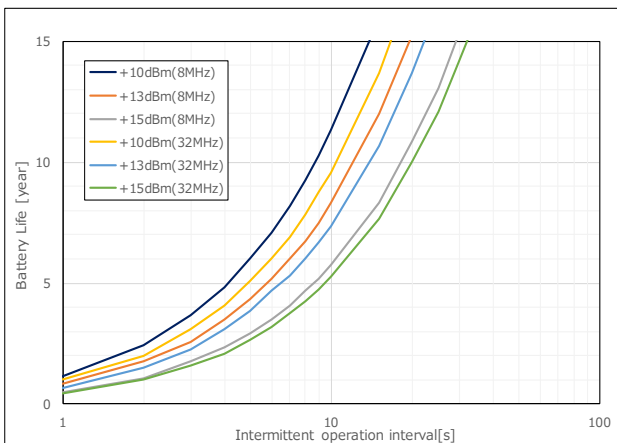


図 90 電池容量=5000mAh, データ長=200byte

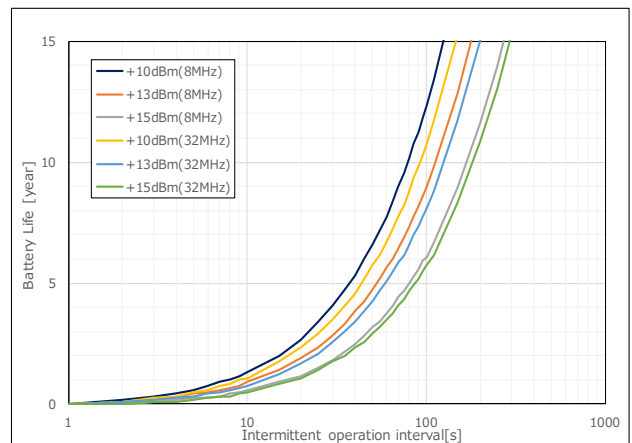


図 91 電池容量=5000mAh, データ長=2000byte

4.2.2 受信条件を変更した場合の電池寿命例 (MCU CLK=8MHz)

表 4 に受信期間を 10 倍(12.89ms)・100 倍(128.9ms)に変更した場合の理想電池での電池寿命例を示します。

表 4 受信条件を変更した場合の理想電池での電池寿命例

放電容量 [mAh]	動作間隔 [s]	MCU CLK=8MHz, TX Power=+13dBm, Data length=20byte		
		受信期間 1 倍	受信期間 10 倍	受信期間 100 倍
500	5	2 年 4 ヶ月	1 年 4 ヶ月	0 年 2 ヶ月
	300	15 年以上	15 年以上	12 年 3 ヶ月
	3600	15 年以上	15 年以上	15 年以上
1000	5	4 年 7 ヶ月	2 年 8 ヶ月	0 年 5 ヶ月
	300	15 年以上	15 年以上	15 年以上
	3600	15 年以上	15 年以上	15 年以上
2500	5	10 年 10 ヶ月	6 年 7 ヶ月	1 年 3 ヶ月
	300	15 年以上	15 年以上	15 年以上
	3600	15 年以上	15 年以上	15 年以上
5000	5	15 年以上	12 年 4 ヶ月	2 年 7 ヶ月
	300	15 年以上	15 年以上	15 年以上
	3600	15 年以上	15 以上	15 年以上

図 92~95 に受信期間と電池容量を変更した場合の間欠動作間隔に対する電池寿命例を示します。

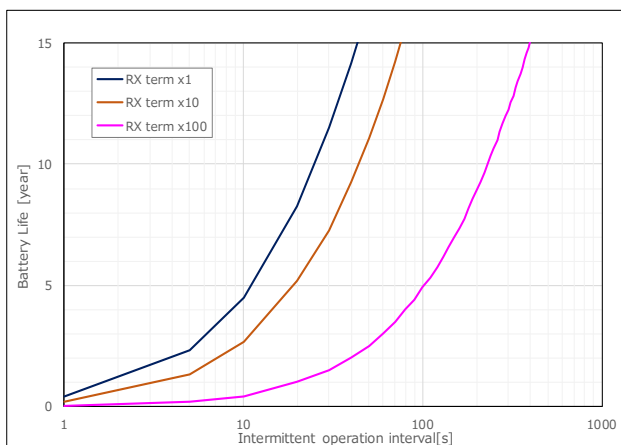


図 92 電池容量=500mAh

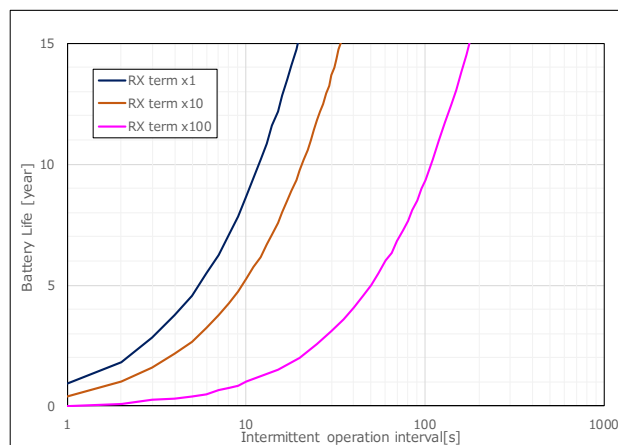


図 93 電池容量=1000mAh

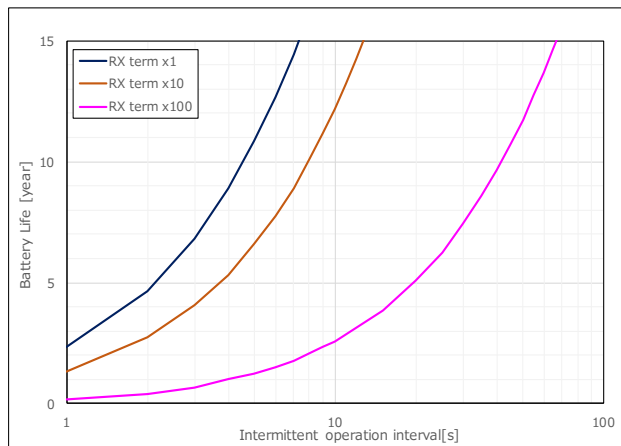


図 94 電池容量=2500mAh

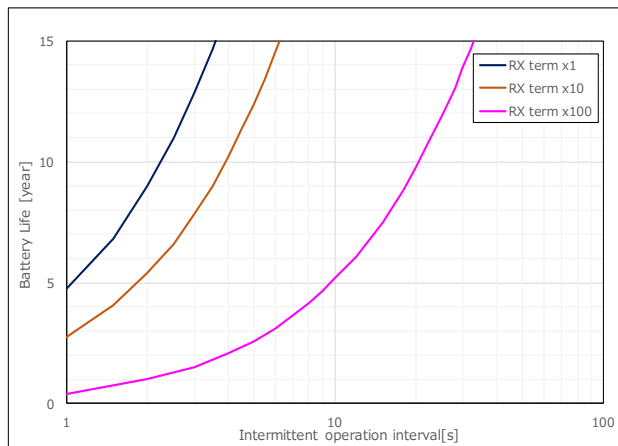


図 95 電池容量=5000mAh

4.3 電圧降下を考慮した電池モデルでの電池寿命例

本節では電圧降下を考慮した電池モデルでの電池寿命の計算例を示します。

尚、ここに示したモデルは一例であり、実際の電圧降下の特性は電池仕様、温度、平均電流、経年劣化等の様々な条件で異なります。

4.3.1 電圧降下を考慮した電池寿命例

図 96 に電圧降下を考慮した容量 2500mAh の電池モデルの例を示します。放電容量が 1900mAh を超えたところから電圧降下が始まり、2500mAh 時には 1.8V まで低下することを想定しています。G1H を動作させた場合、放電容量が 2500mAh に達するか、もしくは電池電圧が G1H の動作電圧下限に達した時点で寿命となります。

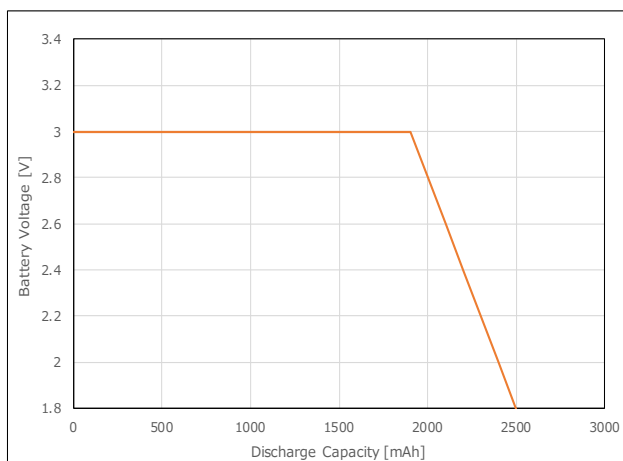


図 96 電圧降下を考慮した電池モデルの例

表 5 および図 97~98 に電圧降下を考慮した電池モデルでの電池寿命と、理想電池での電池寿命とを示します。間欠動作間隔 300 秒、送信データ長 2000byte、電池容量 2500mAh での寿命例となっております。両モデルの差異は 3~20%程度で、電圧降下を考慮したモデルの方が電池寿命が短くなっています。

上記の理由としては、電圧降下を考慮したモデルでは、電池の最大放電容量を使い切れなくなることが支配的です。例えば動作電圧下限が 1.8 V(MCU CLK=8MHz / TX Power=10dBm・13dBm) の場合は理想電池の場合との差異は小さく、2.4V(MCU CLK=8MHz / TX Power=15dBm)および 2.7V(MCU CLK=32MHz)の場合では差異が大きくなります。

表 5 電池寿命計算結果の例

	MCU CLK=8MHz			MCU CLK=32MHz		
	TX Power [dBm]			TX Power [dBm]		
	+10	+13	+15	+10	+13	+15
電圧降下を考慮した電池 (図 96)	15 年以上	12 年 3 ヶ月	7 年 8 ヶ月	12 年 4 ヶ月	9 年 6 ヶ月	6 年 9 ヶ月
理想電池	15 年以上	12 年 8 ヶ月	8 年 10 ヶ月	15 年以上	11 年 7 ヶ月	8 年 3 ヶ月

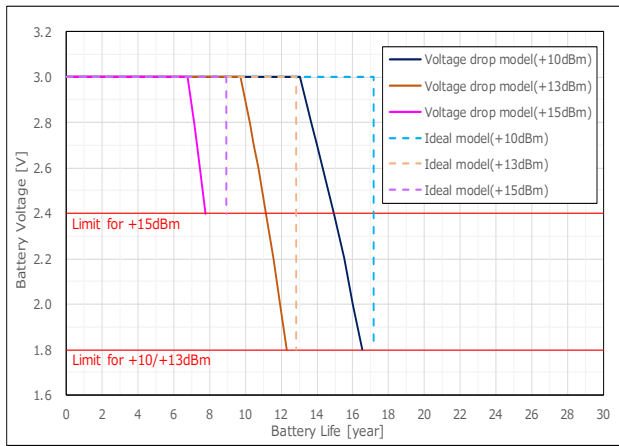


図 97 電圧降下を考慮した電池寿命例 (8MHz)

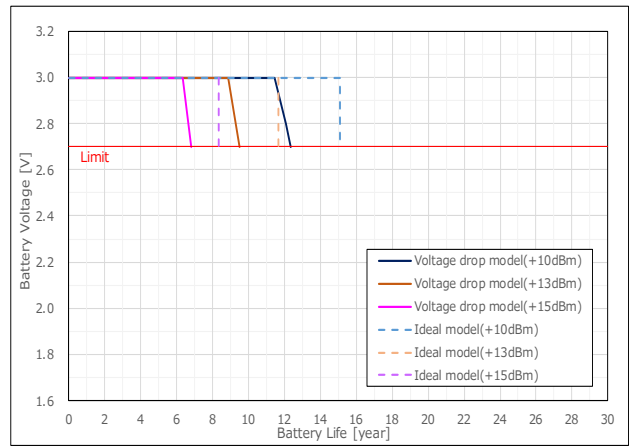


図 98 電圧降下を考慮した電池寿命例 (32MHz)

4.3.2 容量を修正した理想電池での電池寿命例

前項において、電圧降下を考慮した電池モデルでは、電池の最大放電容量を使い切れなくなる分、理想電池モデルの場合よりも電池寿命が短くなりました。

本項では、最大放電容量を修正した理想電池モデルでの計算例を示します。

図 99 に容量を修正した理想電池モデル例を示します。また表 6 に修正前後の電池容量値を示します。MCU CLK=8MHz / TX Power=15dBm の場合、最小動作電圧は 2.4V です。これを図 96 の電池モデルにあてはめると、電池容量 2500mAh のうちの 2200mAh までを有効に使えることが分かります。「容量を修正した理想電池」とは、これを簡易化して端子電圧 3V 一定の容量 2200mAh の電池とみなしたものです。

但し電池の自己放電電流も含み、電圧降下を考慮した電池モデルと同様の容量 2500mAh の 1%を固定値で毎年放電することは変更ありません。

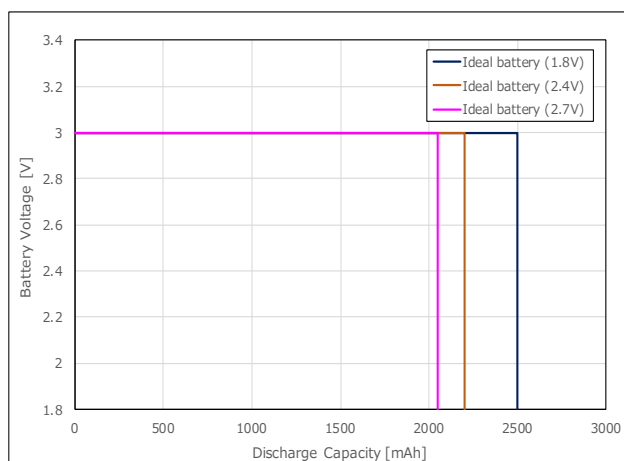


図 99 容量を修正した理想電池モデル例

表 6 修正前後の電池容量値

	G1H 動作電圧下限 [V]	理想電池モデル(修正前) [mAh]	容量を修正した理想電池モデル [mAh]
MCU CLK=8MHz, TX Power=+10/+13dBm	1.8	2500	2500
MCU CLK=8MHz, TX Power=+15dBm	2.4	2500	2200
MCU CLK=32MHz	2.7	2500	2050

表 7 および図 100~101 に容量を修正した理想電池と電圧降下を考慮した電池とで寿命計算した結果を示します。このように簡略化したモデルを使用しても電圧降下を考慮した電池モデル(図 96)での電池寿命値に近い値が得られます。

表 7 容量を修正した理想電池との電池寿命計算結果比較

	MCU CLK=8MHz			MCU CLK=32MHz		
	TX Power [dBm]			TX Power [dBm]		
	+10	+13	+15	+10	+13	+15
電圧降下を考慮した電池(図 96)	15 年以上	12 年 3 ヶ月	7 年 8 ヶ月	12 年 4 ヶ月	9 年 6 ヶ月	6 年 9 ヶ月
容量を修正した理想電池(図 99)	15 年以上	12 年 8 ヶ月	7 年 9 ヶ月	12 年 3 ヶ月	9 年 6 ヶ月	6 年 9 ヶ月

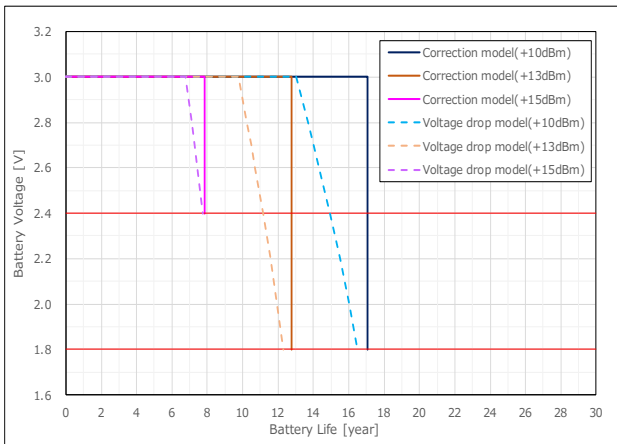


図 100 容量を修正した理想電池の寿命例 (8MHz)

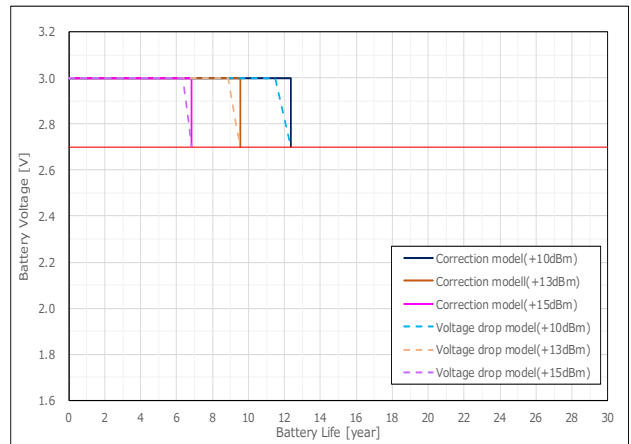


図 101 容量を修正した理想電池の寿命例 (32MHz)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2020.4.6	—	初版発行

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しないでください。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くと、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まれます。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となります。
 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。