

R9A06G062GNP, RX65W-A

外部送信アンプ使用時における送信電力調整手順

要旨

本書は RF トランシーバと外部送信アンプを搭載したボードにおいて、送信電力を調整する手順を記載しています。送信電力の調整は、温度補正と出荷キャリブレーションの 2 つが必要であり、それぞれに関して調整手順を記載しています。

例として、RX65W-A(MCU+RF トランシーバ)と SKY66122-11(外部送信アンプ)を搭載したボードに関して記載していますが、R9A06G062GNP(RF トランシーバ)においても同様の手法により、送信電力を調整することが可能です。また、SKY66122-11 以外の外部送信アンプを搭載したボードでも同様の手法を使用することができます。

注意 この資料に掲載している内容は、参考例であり、システムでの信号品質を保証するものではありません。実際のシステムに組み込む場合は、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。

動作確認デバイス

R9A06G062GNP, RX65W-A

目次

1. 概要	3
1.1 温度補正	3
1.2 出荷キャリブレーション	3
1.3 参照資料	3
2. リファレンスキット	4
2.1 システム構成	4
2.2 リファレンスキット外観	5
2.3 RTK0EE0016D11004BJ 外観 (Daughter board)	5
2.4 RTK0EE0013D12002BJ 外観 (Mother board)	5
3. 温度補正パラメータの調整手順	6
3.1 測定系	6
3.2 パラメータ調整フロー	6
3.3 プロセスモニタ値の手動設定	7
3.4 送信電力設定値の調整	8
3.4.1 送信電力設定値(txpow)	8
3.4.2 温度設定	8
3.4.3 温度情報値(temp index)の手動設定	8
3.4.4 送信電力設定値の探索	9
3.5 温度補正テーブルの作成	10
3.5.1 温度補正値の算出	10

3.5.2	温度補正テーブルの設定	10
4.	温度補正使用時の特性確認	11
4.1	評価で使用したテストコマンド	11
4.2	温度補正有無の特性例	12
5.	出荷キャリブレーション	13
5.1	出荷キャリブレーションフロー	13
5.2	プロセスモニタ値の手動設定と記録	14
5.3	送信電力設定値の調整と記録	14
5.3.1	温度情報値(temp index)の手動設定	14
5.3.2	送信電力設定値の探索	15
6.	IB 設定値	16
	改訂記録	17

1. 概要

1.1 温度補正

弊社の R9A06G062GNP(RF トランシーバ),及び RX65W-A(MCU+RF トランシーバ)は、送信電力の温度補正機能を有しており、弊社 F/W と組み合わせて使用することにより、温度が変動した場合の送信電力変動が小さくなるように制御されます。

RF トランシーバと外部送信アンプを組み合わせて使用する場合、外部アンプの送信ゲインは温度により変動するため、温度が変わると所望のアンテナ送信電力を出力することができなくなる可能性があります。そのため、RF トランシーバと外部送信アンプの組み合わせで、温度が変わった場合に所望のアンテナ送信電力が出力できるように RF トランシーバの送信電力を適切な電力値に制御する必要があります。

温度補正に関する調整手順を 3 章と 4 章で説明しています。

本調整は 1 つの製品で 1 度実施すれば良く、ボード毎に調整する必要はありません。

1.2 出荷キャリブレーション

弊社の R9A06G062GNP(RF トランシーバ),及び RX65W-A(MCU+RF トランシーバ)は、送信電力のプロセスキャリブレーション機能を有しており、弊社 F/W と組み合わせて使用することにより、プロセスが変動した場合の送信電力変動が小さくなるように制御されます。

RF トランシーバと外部送信アンプを組み合わせて使用する場合、外部アンプの送信ゲインはサンプル毎に変動するため、送信ゲインが変わると所望のアンテナ送信電力を出力することができなくなる可能性があります。そのため、出荷キャリブレーションを実施することで、ボード毎に RF トランシーバの送信電力を調整する必要があります。

出荷キャリブレーションに関する調整手順を 5 章で説明しています。

本調整はボード毎に実施する必要があります。

1.3 参照資料

外部送信アンプを使用した設計ガイドラインをリリースしています。詳細は以下のアプリケーションノートを参照してください。

R01UH0993 : RX65W-A Group User's Manual: Hardware

R02UH0006 : R9A06G062GNP Sub-GHz Transceiver User's Manual: Hardware

R01AN8165 : Design guidelines for circuit boards with the external front-end module (RX65W-A)

R01AN8154 : Design guidelines for circuit boards with the external front-end module (R9A06G062GNP)

R01AN8237 : Design guidelines for circuit boards with the external power amplifier (RX65W-A)

R01AN8236 : Design guidelines for circuit boards with the external power amplifier (R9A06G062GNP)

2. リファレンスキット

本書では RX65W-A(MCU+RF トランシーバ)と SKY66122-11(外部送信アンプ)を搭載したリファレンスキット(RTK0EE0016D11004BJ)を例に説明します。

2.1 システム構成

図 2-1 にリファレンスキットのシステム構成を示します。

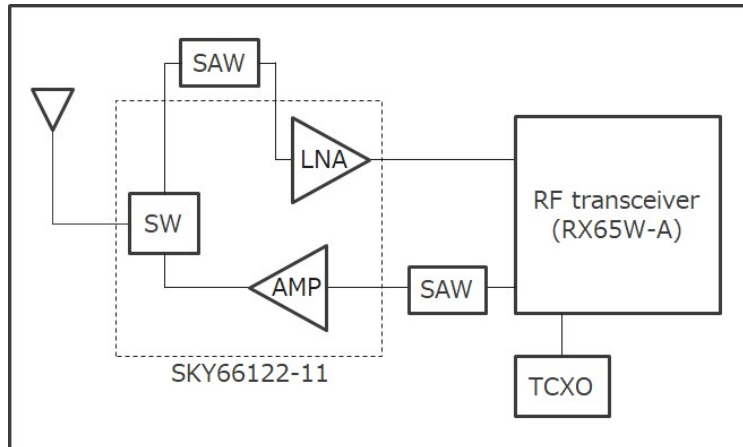


図 2-1：システム構成

2.2 リファレンスキット外観

リファレンスキットの外観を図 2-2 に示します。



図 2-2: リファレンスキット外観

2.3 RTK0EE0016D11004BJ 外観 (Daughter board)

RTK0EE0016D11004BJ の外観を図 2-3 に示します。

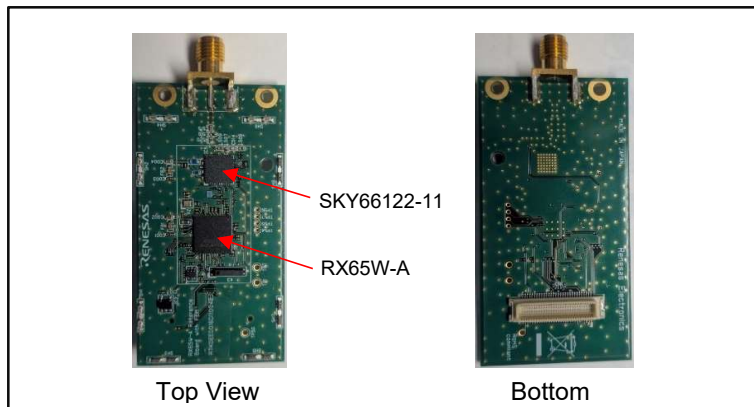


図 2-3 : RTK0EE0016D11004BJ 外観 (Daughter board)

2.4 RTK0EE0013D12002BJ 外観 (Mother board)

RTK0EE0013D12002BJ の外観を図 2-4 に示します。

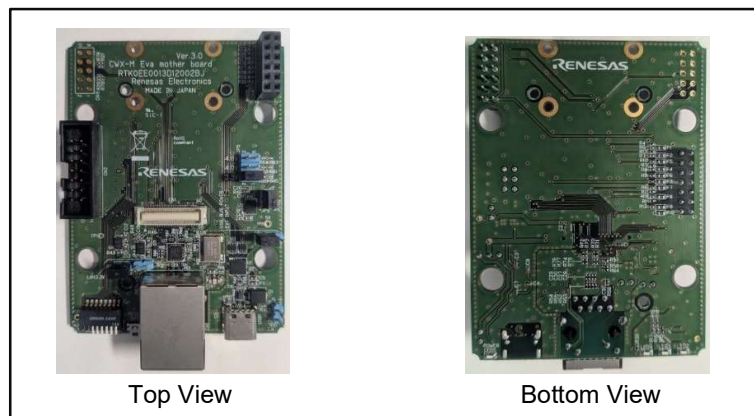


図 2-4 : RTK0EE0013D12002BJ 外観 (Mother board)

3. 温度補正パラメータの調整手順

本章では、送信電力の温度補正に使用するパラメータの調整方法について説明します。恒温槽等でボードの周囲温度を変更し、RF トランシーバの送信電力設定値の温度補正テーブルを作成します。

ボードの特性ばらつきを考慮し、複数ボードにて温度補正値を算出し、平均化した温度補正テーブルを使用することを推奨します。

3.1 測定系

パラメータ調整を実施する測定系の例を図 3-1 に示します。

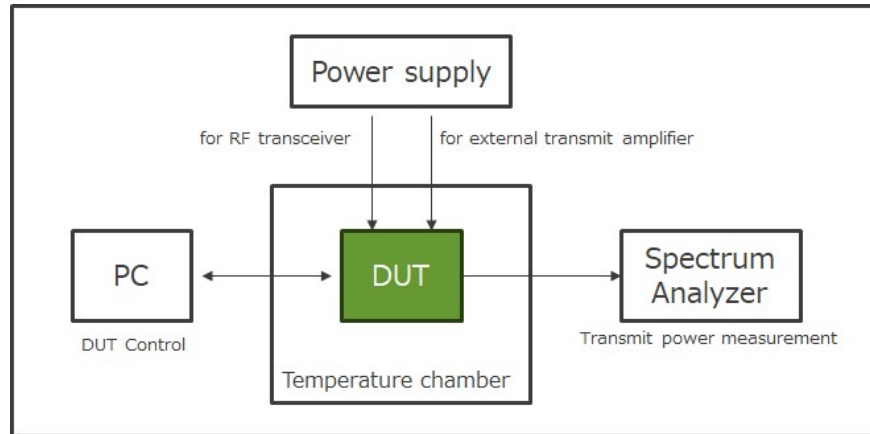


図 3-1: 測定系

3.2 パラメータ調整フロー

図 3-2 にパラメータ調整フローを示します。

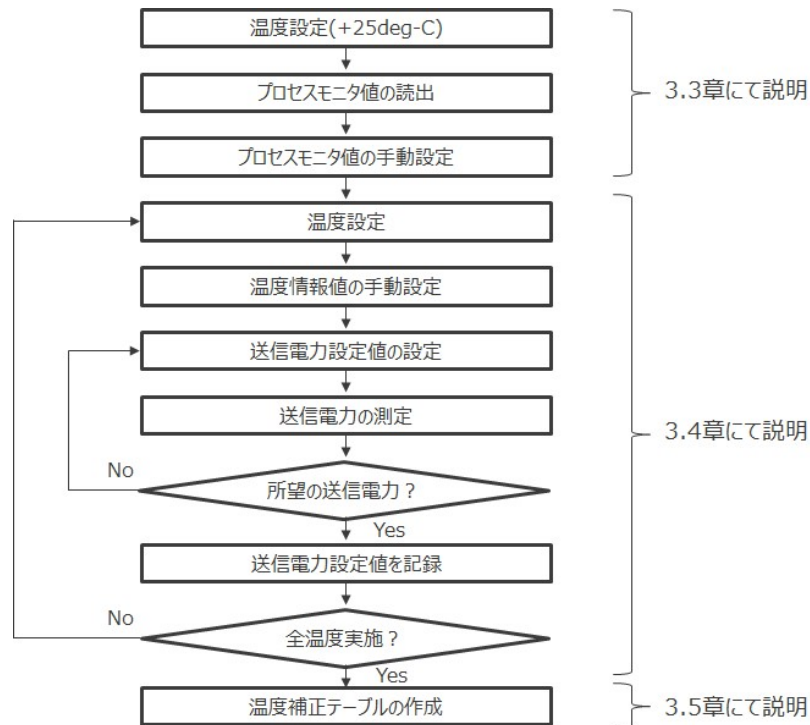


図 3-2: パラメータ調整フロー

3.3 プロセスモニタ値の手動設定

室温(+25deg-C)にて RF トランシーバのプロセスモニタ値を確認し、プロセスモニタ値を手動で設定します。

RF トランシーバは起動時にプロセスキャリブレーションを実施し、その結果をプロセスモニタ値に反映します。F/W にてプロセスモニタ値を読み出し、プロセスモニタ値に応じたレジスタ設定をすることで IC の個体ばらつきを補正しています。起動時の周囲温度が異なる場合ではプロセスモニタ値が変化する可能性があります。

本調整では温度補正の精度を向上させるため、固定のプロセスモニタ値を使用します。固定値は室温にて確認したプロセスモニタ値であり、それを全温度で使用するように入力で設定を実施します。

1. 温度を室温(+25deg-C)に設定します。
2. RF トランシーバ起動後、"pmonadj on"コマンドを実行し、プロセスモニタ値を読み出して、値を手動設定します。下記例では室温のプロセスモニタ値として、0x09 が設定されている状態です。温度が変わっても 0x09 の固定値が使用されます。

```
command (and SetData[Dec])? >pmonadj on
APL ---> STACK set Process Monitor value adjustment
Process Monitor value adjustment: ON (value: 9)
```

(※)3 章の調整手順中にボード電源を OFF またはリセットした場合は、手動設定したプロセスモニタ値がリセットされるため、室温で確認したプロセスモニタ値を再設定してください。下記例では"pmonadj XX"コマンドを使用し、2 の手順で確認した値(value: 9)を再設定しています。

```
command (and SetData[Dec])? >pmonadj 0x09
APL ---> STACK set Process Monitor value adjustment
Process Monitor value adjustment: ON (value: 9)
```

3.4 送信電力設定値の調整

所望の送信電力を出力するための送信電力設定値(ttxpow)を調整します。送信電力設定値は決められた温度条件でそれぞれ調整する必要があります。温度条件の変更には恒温槽等を使用してください。

各温度条件にて、3.4.1~3.4.3章の手順に従い、送信電力設定値を調整します。送信電力設定値の調整は、FSK 信号と OFDM 信号のそれぞれで実施する必要があります。

3.4.1 送信電力設定値(ttxpow)

送信電力設定値は、RF トランシーバ送信電力設定値です。"ttxpow"コマンドで設定できます。

表 3-1 に送信電力設定値の設定可能範囲を示します。

表 3-1 : ttxpow 設定可能範囲

モード	設定可能範囲	備考
FSK	-34~32 (※)	設定値/2 が絶対電力値(dBm)を示します
OFDM	-41~35 (※)	

(※)設定可能な最大レベルは、外部送信アンプの入力定格を満たすため、リミットを設定している場合があります。リミット設定されている場合は、リミット設定以下の送信電力設定値を使用してください。

3.4.2 温度設定

恒温槽を使用して、ボード周囲の温度(Ta)を任意に設定します。温度設定は表 3-2 のように 10 種類あります。

初めは、+25deg-C から開始します。

表 3-2 : 温度設定

Temp [deg-C]	-40	-35	-20	-5	+10	+25	+40	+55	+70	+85
温度情報値 (temp index)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3.4.3 温度情報値(temp index)の手動設定

温度設定に応じて温度情報値を手動で設定します。

RF トランシーバは内部に温度情報を持っており、送信開始前に F/W にて温度情報を読み出し、温度情報に応じたレジスタ設定をすることで温度による送信電力変動を補正しています。周囲温度に応じて、0~9 までの温度情報を持っています。IC の特性ばらつきがあると、同一温度でも IC 間で異なる温度情報が出力される可能性があります。

本調整では温度補正の精度を向上させるため、温度設定に応じた固定の温度情報値を使用します。固定値は表 3-2 を参照し、手動で設定を実施します。

- "tmonadj"コマンドを使用し、温度情報値を手動設定します。下記例では+25deg-C の設定例として、"5"を設定します。

```
command (and SetData[Dec])? >tmonadj 5
APL ---> STACK set Temperature Monitor value adjustment
Temperature Monitor value adjustment: ON (value: 5)
```

3.4.4 送信電力設定値の探索

ボードのアンテナ出力端子を送信電力が測定できる測定器(スペクトラムアナライザやパワーメータ)に接続し、所望の電力設定値となる送信電力設定値を探索します。

1. “ttxpow”コマンドを使用し、任意の送信電力設定値を設定します。下記例では”7”を設定しています。

```
command (and SetData[Dec])? >ttxpow 7
APL ---> STACK set Transmit Power Setvalue = FSK: 7 (3.5 [dBm]), OFDM: 7 (3.5 [dBm])
```

2. 送信を開始します。下記例に FSK 信号と OFDM 信号の送信コマンドを記載しています。

(FSK の例)

```
command (and SetData[Dec])? >tfn9
APL ---> STACK FSK ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]
```

(OFDM の例)

```
command (and SetData[Dec])? >topn9
APL ---> STACK OFDM ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]
```

3. 送信電力を確認します。スペクトラムアナライザ等で送信電力を確認してください。

4. 送信を停止します。(リターンキーを押すと送信が停止します)

```
command (and SetData[Dec])? >tfn9
APL ---> STACK FSK ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]

APL ---> STACK ConTxStop
```

5. 3で所望の送信電力となっていない場合は、送信電力設定値を変更して1~4を繰り返します。

6. 所望の送信電力となった場合は、使用した送信電力設定値を記録します。

現温度での送信電力設定値の記録が完了したら、3.4.2章に戻り、異なる温度設定にて同様に送信電力設定値を記録してください。10温度分の送信電力設定値を記録してください。

3.5 温度補正テーブルの作成

3.4 章で記録した送信電力設定値を使用して、温度補正テーブルを作成します。

3.5.1 温度補正值の算出

各温度での送信電力設定値と+25deg-Cでの送信電力設定値との差分を算出します。

ここではリファレンスキットの例を示し、説明します。FSKは+30dBm、OFDMは+23dBmのアンテナ送信電力を出力した場合の例となります。

1. 表 3-3 に各温度にて記録した送信電力設定値を示します。

表 3-3: 送信電力設定値

Temp [deg-C]	-40	-35	-20	-5	+10	+25	+40	+55	+70	+85
txpow (FSK)	2	2	3	4	5	7	8	9	10	10
txpow (OFDM)	0	1	2	2	2	3	3	4	5	6

2. +25deg-Cとの差分を算出します。差分は表 3-4 のようになり、これが温度補正テーブルとなります。

表 3-4: 送信電力設定値(+25deg-Cとの差分)

Temp [deg-C]	-40	-35	-20	-5	+10	+25	+40	+55	+70	+85
temp index	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
txpow 補正量 (FSK)	-5	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	3
txpow 補正量 (OFDM)	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	1	2	3

3.5.2 温度補正テーブルの設定

温度補正テーブルをテストプログラムコマンドにて設定する手順を説明します。

1. "tftxcorr"コマンドを使用し、FSKの温度補正テーブルを設定します。下記例では表 3-4 の値を設定しています。

```
command (and SetData[Dec])? >tftxcorr -5 -5 -4 -3 -2 0 1 2 3 3
APL ---> STACK
FSK tx temperature correction table
temp index: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
value: -5 -5 -4 -3 -2 0 1 2 3 3
```

2. "totxcorr"コマンドを使用し、OFDMの温度補正テーブルを設定します。下記例では表 3-4 の値を設定しています。

```
command (and SetData[Dec])? >totxcorr -3 -2 -1 -1 -1 0 0 1 2 3
APL ---> STACK
OFDM tx temperature correction table
temp index: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
value: -3 -2 -1 -1 -1 0 0 1 2 3
```

Note 1 : 温度補正しない場合は、上記コマンドを使用して、全ての値に"0"を設定してください。

Note 2 : ttxpow 値のリミットを設定している場合、温度補正後の ttxpow 値がリミット値を超える場合は、リミット値の ttxpow 値が出力されます。リミット値は、温度補正の上昇分を考慮して設定してください。

4. 温度補正使用時の特性確認

本章では、3章で算出した温度補正テーブルを使用した場合の送信電力特性の評価方法を示します。

4.1 評価で利用したテストコマンド

本評価で利用したテストコマンドを表 4-1 と表 4-2 に示します。

表 4-1: テストコマンド (FSK)

? >rst	- Hardware reset
? >tboot 11	- Boot mode setting(e.g. 11)
? >pmonadj 0x09	- Process monitor setting (e.g. 9)
? >tftxcorr -5 -5 -4 -3 -2 0 1 2 3 3	- Temperature correction table setting (FSK)
? >tope FSK NA f 1b 1	- Operation mode setting(e.g. NA band / FSK 50kbps_m=1)
? >tch 64	- Channel setting(e.g. 915MHz)
? >ttxpow 7	- TX power setting(e.g. +3.5dBm@RX65W-A output)
? >tfn9	- TX start

表 4-2: テストコマンド (OFDM)

? >rst	- Hardware reset
? >tboot 11	- Boot mode setting(e.g. 11)
? >pmonadj 0x09	- Process monitor setting (e.g. 9)
? >totxcorr -3 -2 -1 -1 -1 0 0 1 2 3	- Temperature correction table setting (OFDM)
? >tope OFDM NA op4 m6 1	- Operation mode setting(e.g. NA band / OFDM Option4-MCS6)
? >tch 64	- Channel setting(e.g. 915MHz)
? >ttxpow -7	- TX power setting(e.g. -3.5dBm@RX65W-A output)
? >topn9	- TX start

4.2 温度補正有無の特性例

図 4-1 に FSK、図 4-2 に OFDM の補正有無の特性例を示します。左図は絶対電力値、右図が+25deg-C との電力差分です。温度補正を使用することで温度による送信電力変動が改善されたことがわかります。表 4-1、表 4-2 に評価条件等を示します。

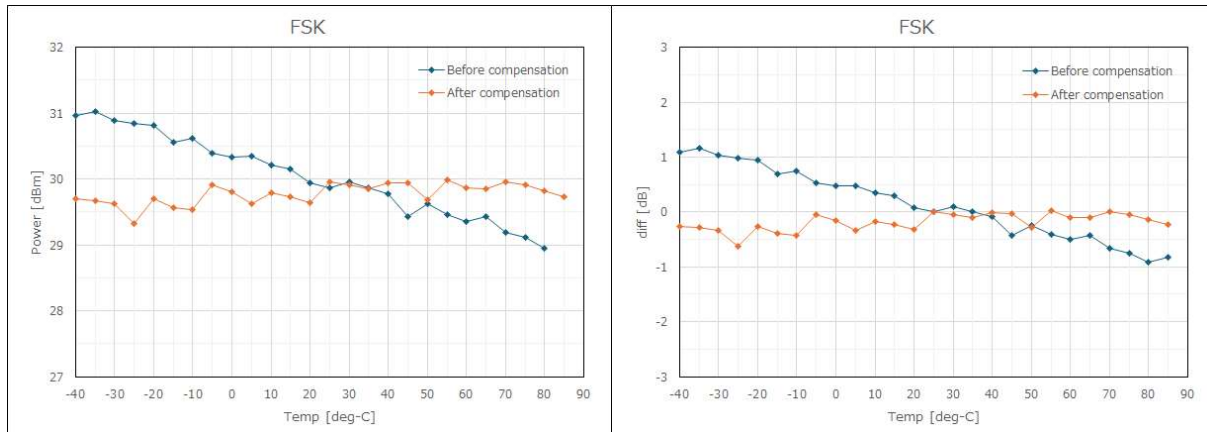


図 4-1：送信電力特性例 (FSK)

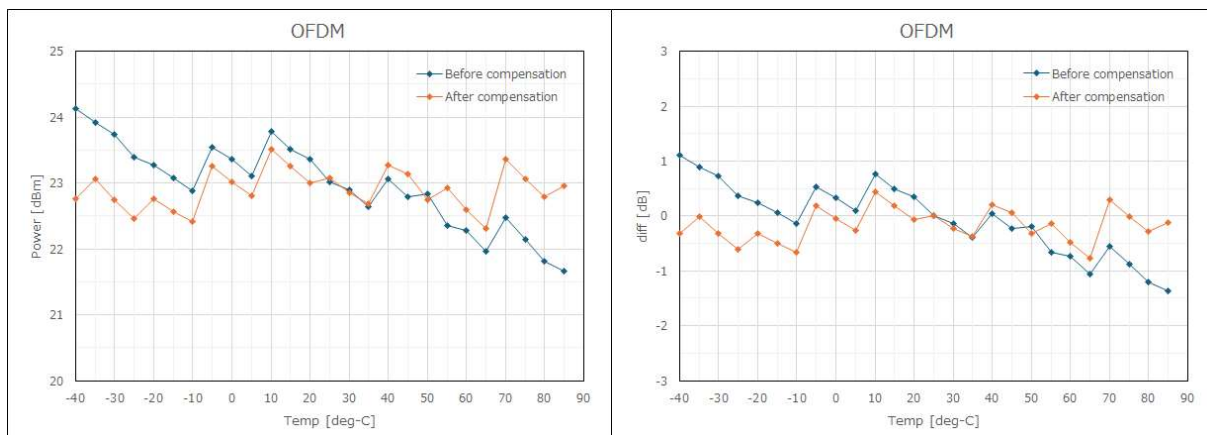


図 4-2：送信電力特性例 (OFDM)

表 4-1：信号条件

	Frequency	Modulation	Target Power	ttxpow setting
FSK	915 MHz	50kbps_m=1	+30 dBm	7
OFDM	915 MHz	Option4 - MCS6	+23 dBm	-7

表 4-2：使用した温度補正テーブル

temp index	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ttxpow 補正量 (FSK)	-5	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	3
ttxpow 補正量 (OFDM)	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	1	2	3

プロセスモニタ値(pmonadj)は、0x09 に固定して評価を実施しています。

5. 出荷キャリブレーション

送信電力に関わるパラメータ(送信電力設定値、及びプロセスモニタ値)は、RF トランシーバや外部送信アンプのゲインバラつきにより、ボード毎に変動する可能性があります。

そのため、ボード毎に出荷キャリブレーションを実施し、調整値を MCU 内のフラッシュ ROM に格納し、使用することを推奨します。

出荷キャリブレーションが必要なパラメータ表 5-1 に示します。

表 5-1: 出荷キャリブレーション項目

項目	内容
プロセスモニタ値	室温(+25deg-C)におけるプロセスモニタ値
送信電力設定値(FSK)	室温(+25deg-C)にて、ターゲットのアンテナ電力を出力できる FSK 送信電力設定値
送信電力設定値(OFDM)	室温(+25deg-C)にて、ターゲットのアンテナ電力を出力できる OFDM 送信電力設定値

5.1 出荷キャリブレーションフロー

図 5-1 に出荷キャリブレーションフローを示します。

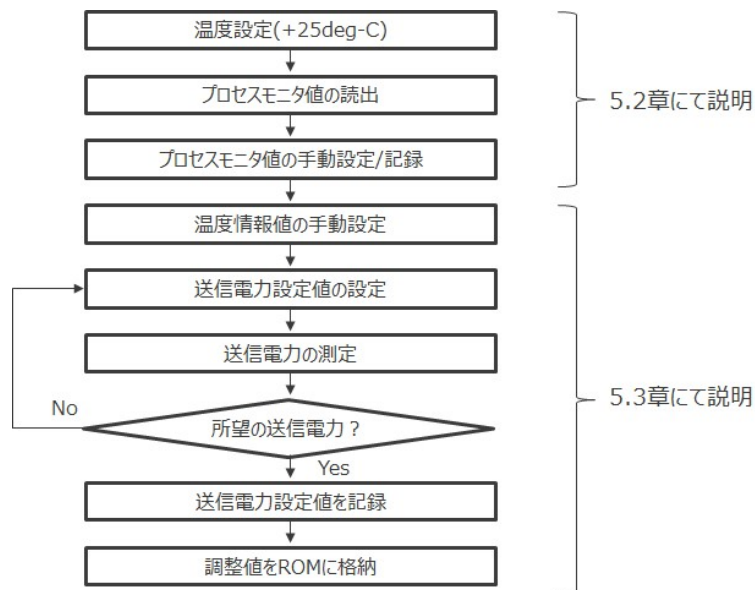


図 5-1: 出荷キャリブレーションフロー

5.2 プロセスモニタ値の手動設定と記録

室温(+25deg-C)にてRF トランシーバのプロセスモニタ値を確認し、プロセスモニタ値を手動で設定します。また、フラッシュ ROM に値を格納するために値を記録します。

1. 温度を室温(+25deg-C)に設定します。
2. RF トランシーバ起動後、"pmonadj on"コマンドを実行し、プロセスモニタ値を読み出して、値を手動設定します。下記例では室温のプロセスモニタ値として、0x09 が設定されている状態です。

```
command (and SetData[Dec])? >pmonadj on
APL ---> STACK set Process Monitor value adjustment
Process Monitor value adjustment: ON (value: 9)
```

3. 2の手順で得られたプロセスモニタ値を記録します。本例のプロセスモニタ値は0x09です。

5.3 送信電力設定値の調整と記録

所望の送信電力を出力するための送信電力設定値(ttxpow)を調整します。また、フラッシュ ROM に値を格納するために値を記録します。

5.3.1 温度情報値(temp index)の手動設定

温度情報値を手動で設定します。

1. "tmonadj"コマンドを使用し、温度情報値を手動設定します。出荷キャリブレーションは室温(+25deg-C)で実施するため、温度情報値は固定値の"5"を設定します。

```
command (and SetData[Dec])? >tmonadj 5
APL ---> STACK set Temperature Monitor value adjustment
Temperature Monitor value adjustment: ON (value: 5)
```

5.3.2 送信電力設定値の探索

ボードのアンテナ出力端子を送信電力が測定できる測定器(スペクトラムアナライザやパワーメータ)に接続し、所望の電力設定値となる送信電力設定値を探索します。

1. “txpow”コマンドを使用し、任意の送信電力設定値を設定します。下記例では”7”を設定しています。

```
command (and SetData[Dec])? >txpow 7
APL ---> STACK set Transmit Power Setvalue = FSK: 7 (3.5 [dBm]), OFDM: 7 (3.5 [dBm])
```

2. 送信を開始します。下記例に FSK 信号と OFDM 信号の送信コマンドを記載しています。

(FSK の例)

```
command (and SetData[Dec])? >tfpn9
APL ---> STACK FSK ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]
```

(OFDM の例)

```
command (and SetData[Dec])? >topn9
APL ---> STACK OFDM ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]
```

3. 送信電力を確認します。スペクトラムアナライザ等で送信電力を確認してください。

4. 送信を停止します。(リターンキーを押すと送信が停止します)

```
command (and SetData[Dec])? >tfpn9
APL ---> STACK FSK ConTxModu for PN9 Freq = 915000000 [Hz]

APL ---> STACK ConTxStop
```

5. 3で所望の送信電力となっていない場合は、送信電力設定値を変更して1~4を繰り返します。

6. 所望の送信電力となった場合は、使用した送信電力設定値を記録します。

5章の手順で記録したプロセスモニタ値、送信電力設定値(FSK)、送信電力設定値(OFDM)をフラッシュROMに格納します。

実際のシステムで使用する場合は、MCU 起動後に F/W で格納した値を読み出し、IB 設定値として使用してください。IB 設定は 6 章を参照してください。

6. IB 設定値

表 6-1 に温度補正テーブル値と出荷キャリブレーション値を反映させる IB 設定を示します。実際のシステムでは本書で算出した補正值を IB 設定値として使用してください。

表 6-1 : IB 設定

Item	IB name	Note
温度補正テーブル値(FSK)	phyFskTempCorrTable	3章で算出した温度補正テーブル値を設定してください。
温度補正テーブル値(OFDM)	phyOfdmTempCorrTable	3章で算出した温度補正テーブル値を設定してください。
プロセスモニタ値	phyProcMonAdjEna	0x01 を設定してください。
	phyProcMonValue	5章で算出した出荷キャリブレーション値を設定してください。 (フラッシュ ROM 格納値)
送信電力設定値(FSK)	phyFskTransmitPower	5章で算出した出荷キャリブレーション値を設定してください。 (フラッシュ ROM 格納値)
送信電力設定値(OFDM)	phyOfdmTransmitPower	5章で算出した出荷キャリブレーション値を設定してください。 (フラッシュ ROM 格納値)

IB 設定に関する詳細は、下記の資料を参照してください。

R30UW0077 : R9A06G062 ・ RX65W-A Sub-GHz RF ドライバ API 仕様書

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.0	Mar.27.2026	-	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、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えば、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、ノイズ幅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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。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. 当社製品または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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
 5. 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。
 6. 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）、交通制御（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。
 7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
 8. 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。
 9. 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。
 10. 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て、当社は、一切その責任を負いません。
 11. 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。
 12. 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したします。
 13. 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。
 14. 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.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレスト）

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。