

## RL78/G1H, RAA604S00

R01AN3943JJ0100

Rev.1.00

## 無線評価ガイド

2017.06.29

## 要旨

本アプリケーションノートは、無線評価をされる場合の測定方法と注意点、およびフィールドテストの評価事例について記載しています。

**注意** この資料に掲載している内容は、推奨例であり、システムでの信号品質を保証するものではありません。お客様自身で測定される場合は、電波法厳守のため電波暗室等の試験設備内で使用するか、技術基準適合証明を取得してください。

## 動作確認デバイス

RL78/G1H, RAA604S00

## 目次

1. 概要.....	2
1.1 関連ドキュメント .....	2
2. 事前準備.....	2
2.1 アンテナの整合 .....	2
3. 評価手順.....	2
3.1 アンテナを取り付ける .....	2
3.2 評価ボードを固定設置する .....	3
3.2.1 アンテナの向き .....	3
3.2.2 アンテナの高さ .....	3
3.2.3 アンテナの周辺 .....	3
3.3 評価ポートと PC を USB ケーブルで接続する .....	3
3.4 PC のターミナルソフトを起動する .....	4
3.5 PC にコマンドを入力する .....	4
3.5.1 受信機のコマンドを実行する .....	4
3.5.2 送信機のコマンドを実行する .....	4
3.5.3 受信機に表示された結果を確認する .....	5
4. 参考事例.....	5
4.1 フィールドテスト結果 .....	5
4.2 テスト回路図.....	6

## 1. 概要

本アプリケーションノートは、無線評価をされる場合の測定方法と注意点について説明し、フィールドテストの評価事例について紹介しています。通信距離は、アンテナの設置状況や障害物など周囲の様々な環境条件により変動します。そのため無線機本来の通信特性を得るためには、本書に記載する注意点に従って測定することを推奨します。

### 1.1 関連ドキュメント

本アプリケーションノートに関連するドキュメントを以下に示します。併せて参照してください。

- ・RL78/G1H, RAA604S00 パターン・アンテナ設計ガイド(R01AN3776)

## 2. 事前準備

### 2.1 アンテナの整合

無線評価をする前に、まず希望の周波数帯にアンテナの整合を合わせておく必要があります。アンテナの整合が合っていないと電波を効率よく放射できません。本書で使用するモノポールアンテナは、ダイポールアンテナの片側をグラウンドで代用するため、基板の大きさによってアンテナ特性が変化します。従って使用する基板ごとに整合を調整する必要があります。整合回路の調整はアンテナ端の給電点にセミリジットケーブルを取り付け、ネットワークアナライザで **VSWR** を確認しながら調整します。詳しい調整方法はアプリケーションノート(R01AN3776)を参照してください。

## 3. 評価手順

### 3.1 アンテナを取り付ける

送信機、受信機双方にそれぞれアンテナを取り付けます。図 3-1 に示すように、ダイポールアンテナは垂直に立てたときに水平面が無指向になるので、アンテナは評価ボードのグラウンド面と水平になるように接続し、垂直に立てて使用してください。アンテナの指向性が変わると最適なゲインが得られません。

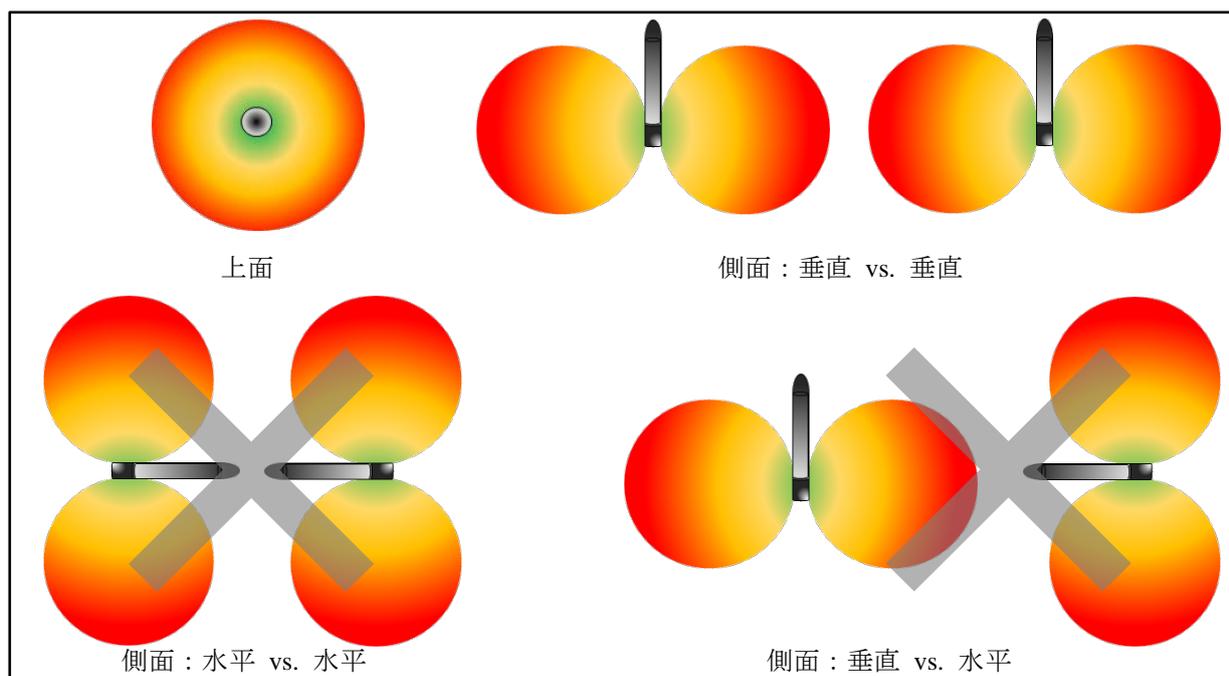


図 3-1 アンテナの電波強度と指向性

## 3.2 評価ボードを固定設置する

### 3.2.1 アンテナの向き

評価ボードを固定設置するときは、送信機と受信機双方のアンテナの偏波面を合わせる必要があります。電波には振動方向があるため、偏波面が合っていないと損失が大きくなるため通信距離が伸びません。

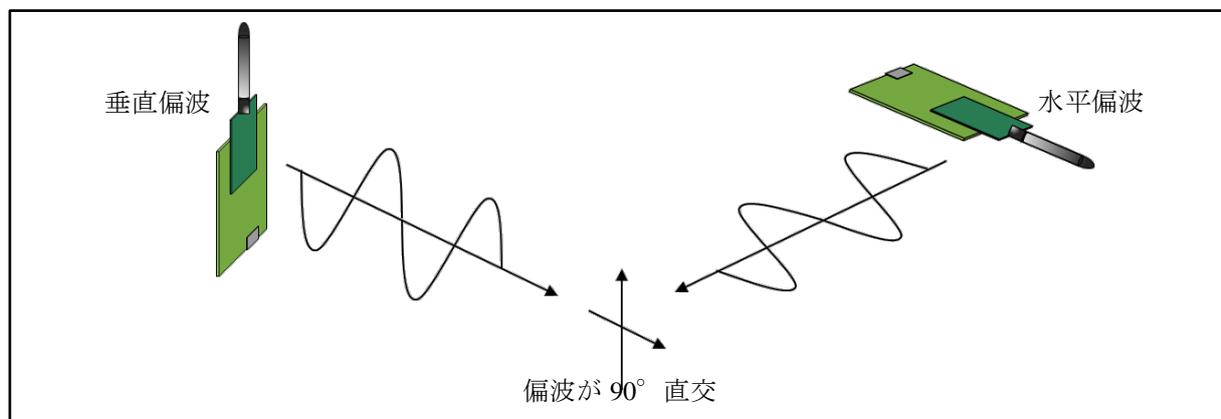


図 3-2 アンテナの偏波

### 3.2.2 アンテナの高さ

障害物の影響をなくすために三脚等を使用し、評価ボードをなるべく高所に設置してください。また、送信機と受信機双方が同じ高さになるように設置してください。

### 3.2.3 アンテナの周辺

アンテナの周辺 1 波長以内には何も設置しないでください。特に金属は著しく特性を劣化させるため、できるだけ遠ざけてください。評価ボードを固定設置するときは、接触する誘電体の波長短縮効果によって共振周波数が低周波側にずれるのを防ぐために、発砲スチロールを使用して養生テープで固定してください。また、人体も同様に周波数に影響を及ぼすため、長いケーブルを使うなどしてできるだけ評価ボードから離れて測定してください。

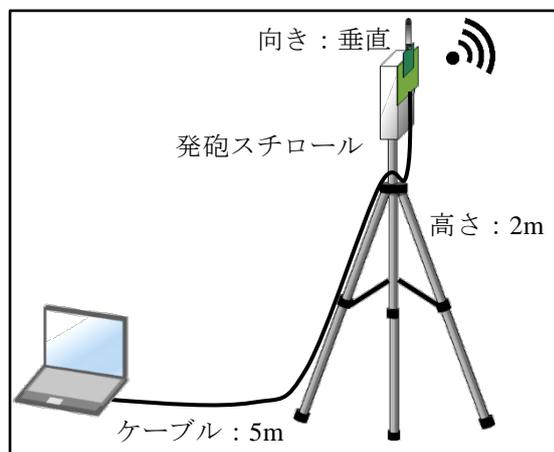


図 3-3 送信側

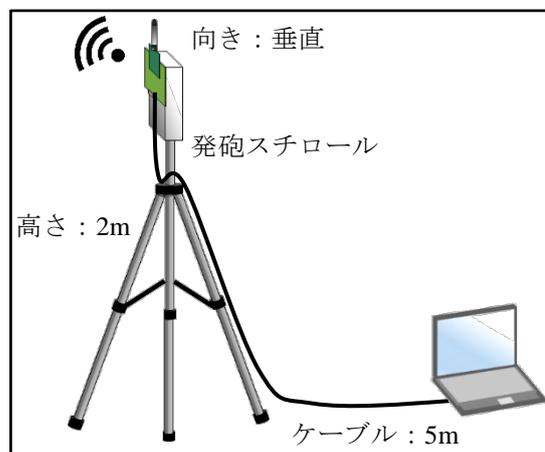


図 3-4 受信側

## 3.3 評価ポートと PC を USB ケーブルで接続する

PC と評価ボードを USB ケーブルで接続し、PC からのコマンドによって各機能を実行します。このとき USB の放射ノイズによって受信感度が劣化する可能性があるため、USB ケーブルはアンテナに対して垂直方向に配線してください。また、図 3-5 に示すように必要に応じてフェライトコアや EMI フィルタなどを用いてノイズの放射を抑えておく必要があります。評価ボードの USB ポートを使わずにシリアル変換(FTDI)ケーブルによって PC と接続する場合は、ケーブルをシールド対策して評価ボードと PC の距離を十分離してください。

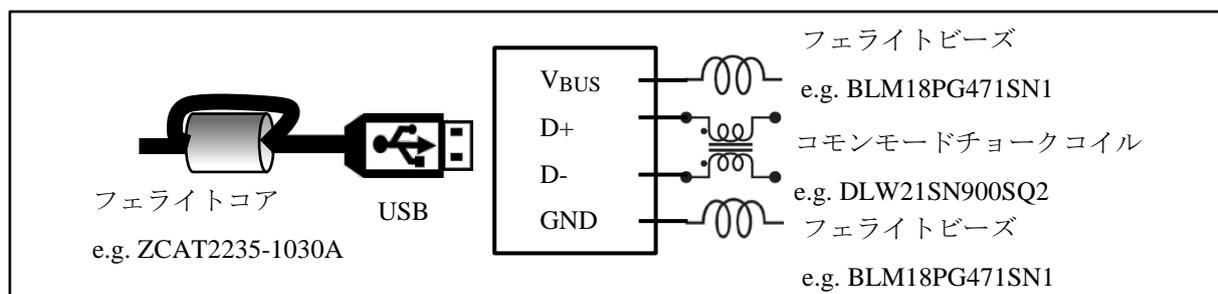


図 3-5 USB ノイズ対策例

### 3.4 PC のターミナルソフトを起動する

ターミナルソフト(Tera Term 等)を起動し、シリアルポートの設定を行います。RF 特性評価プログラムが起動するとコマンドの入力が可能な状態となります。

### 3.5 PC にコマンドを入力する

#### 3.5.1 受信機のコマンドを実行する

受信機に表 3-1 のコマンドを入力し、パケット受信状態にします。

表 3-1 受信機測定コマンド

command (and SetData[Dec])? >tfband 9	—周波数帯設定(e.g. Japan)
command (and SetData[Dec])? >tfsk 2	—変調方式設定(e.g. 100kbps_m=1)
command (and SetData[Dec])? >t2 30	—チャンネル番号設定(e.g. 926.7MHz)
command (and SetData[Dec])? >tberpn9 1	—PN9 モード設定
command (and SetData[Dec])? >tberlen 20	—受信パケット長設定(e.g. 20byte)
command (and SetData[Dec])? >tfcs 4	—FCS 長設定(e.g. 4byte)
command (and SetData[Dec])? >tdw 0	—データホワイトニング設定(OFF)
command (and SetData[Dec])? >t7 0x11	—BER 測定開始

#### 3.5.2 送信機のコマンドを実行する

送信機に表 3-2 のコマンドを入力し、1000 パケット送信します。

表 3-2 送信機測定コマンド

command (and SetData[Dec])? >tttl 1	—ARIB STD-T108 対応機能 60 分モード有効
command (and SetData[Dec])? >txopt 1	—CCA の実行
command (and SetData[Dec])? >tfband 9	—周波数帯設定(e.g. Japan)
command (and SetData[Dec])? >tfsk 2	—変調方式設定(e.g. 100kbps_m=1)
command (and SetData[Dec])? >t2 30	—チャンネル番号設定(e.g. 926.7MHz)
command (and SetData[Dec])? >t4 93	—送信出力設定(e.g. +13dBm)
command (and SetData[Dec])? >t5 20	—送信パケット長設定(e.g. 20byte)
command (and SetData[Dec])? >tpl 8	—プリアンプル長設定(e.g. 8byte)
command (and SetData[Dec])? >tberpn9 1	—PN9 モード設定
command (and SetData[Dec])? >tfcs 4	—FCS 長設定(e.g. 4byte)
command (and SetData[Dec])? >tdw 0	—データホワイトニング設定(OFF)
command (and SetData[Dec])? >t6 1000	—パケット送信開始(e.g. 1000packet)

### 3.5.3 受信機に表示された結果を確認する

送信が 1000 パケット終了したことを確認した後、受信側においてリターンキーでパケット受信状態を終了させると、表 3-3 に示すような結果が表示されます。

表 3-3 受信測定結果

TotalPckt=1000 OKPckt=1000 NGPckt=0(NowNG=0)
TotalBit=0001F400h OKBit=0001F400h NGBit=00000000h(NowNG=0000h) BER = 0.00%
RSSI= -34dBm(Ave), -34dBm(Max), -34dBm(Min)
LQI = 255(Ave), 255(Max), 255(Min)

## 4. 参考事例

### 4.1 フィールドテスト結果

見通しが良く、長い直線が続く利根川沿いのサイクリングロードでフィールドテストを実施し、通信距離を計測しました。このとき送信機と受信機双方を、地上から 2m の高さに三脚で固定し、アンテナの向きは地面に対して垂直(垂直偏波)に設置しています。無線機と PC は 5m の USB ケーブルで接続し離れて操作を行いました。テストは送信機から 200m ごと離れた位置で 1000 パケットを送信し、受信機でパケットエラー率を計測しました。

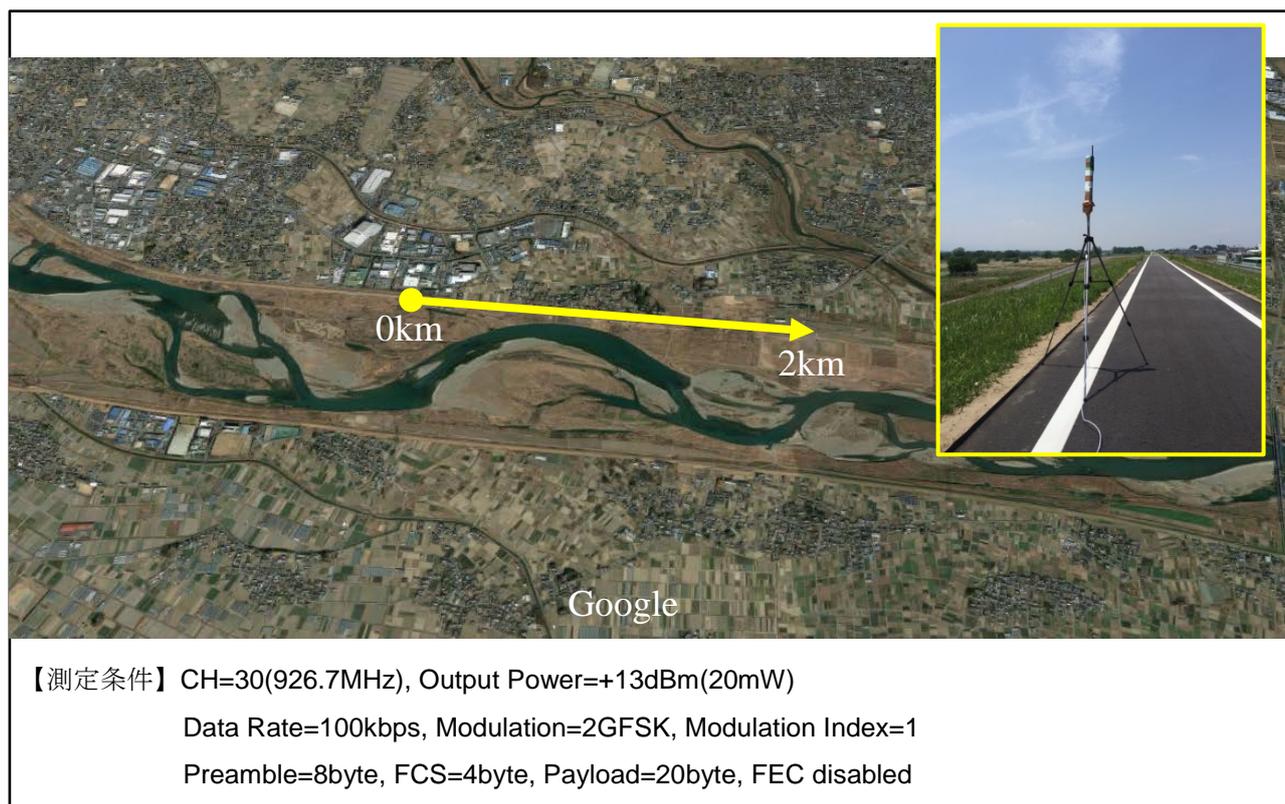


図 4-1 測定環境

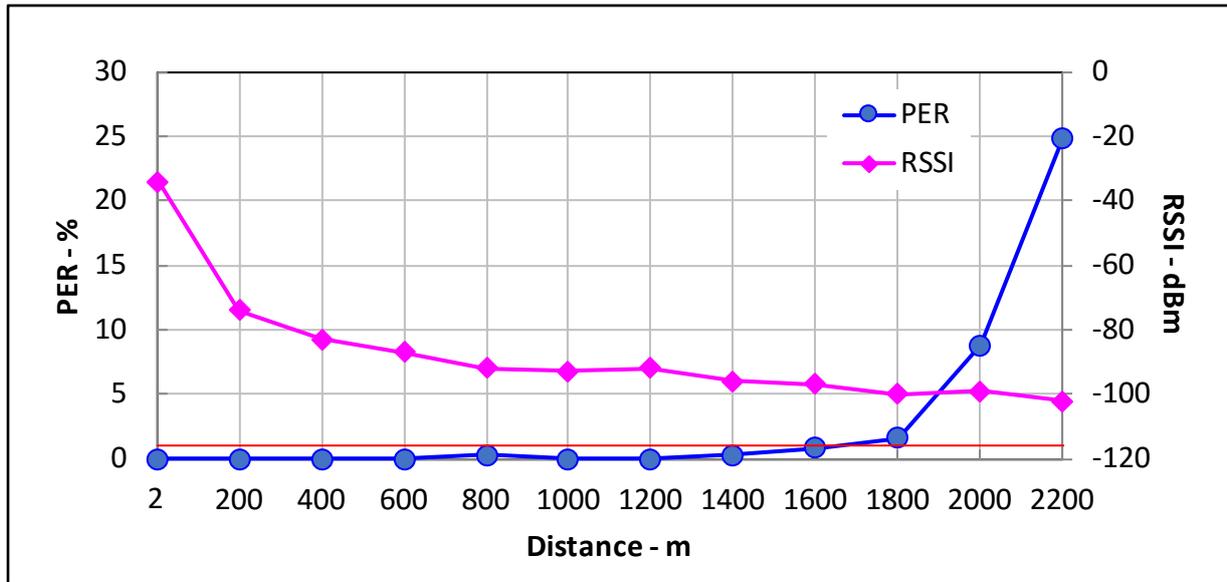


図 4-2 各測定ポイントの packets エラー率

図 4-2 に各測定ポイントの packets エラー率と RSSI 値を示します。

## 4.2 テスト回路図

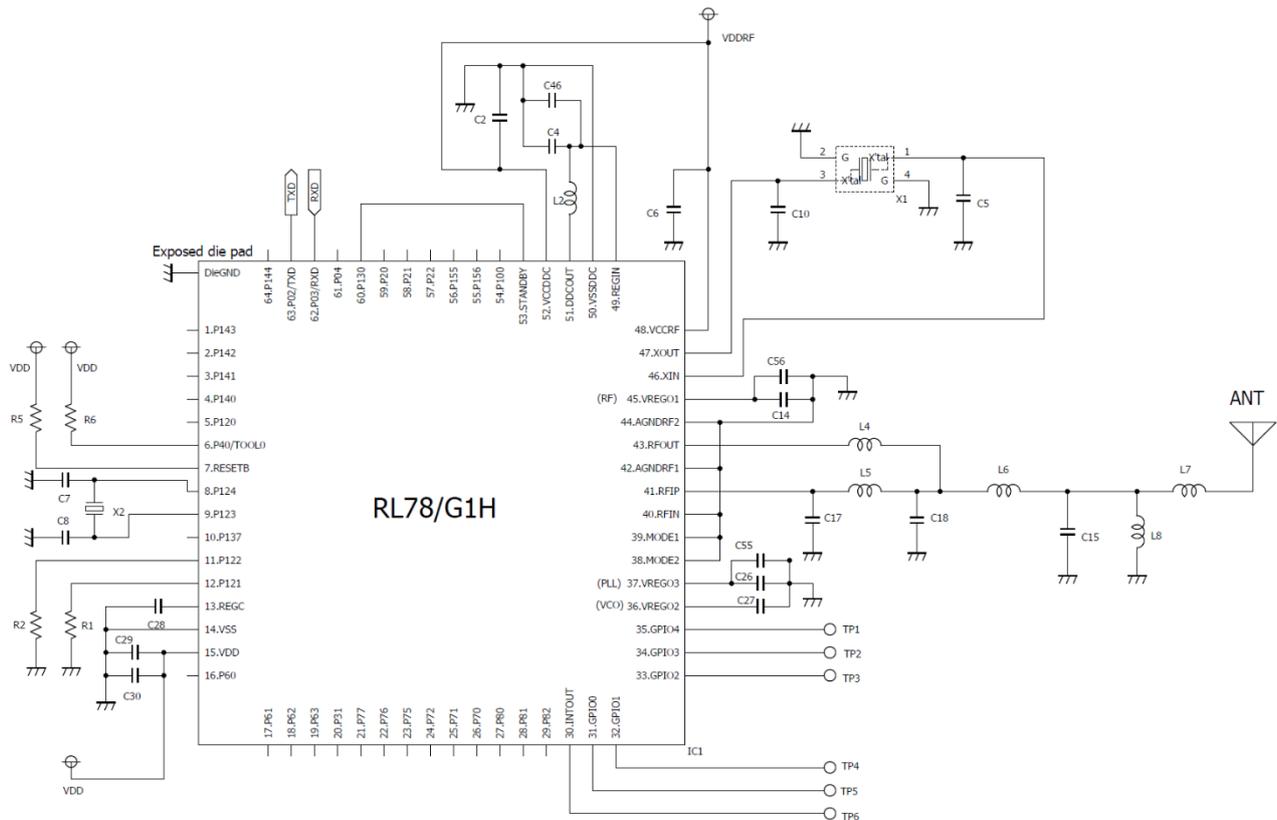


図 4-3 テスト回路図

表 4-1 部品リスト

Parts ID	Description	Parts Number	Parts ID	Description	Parts Number
C2	1uF	GRM155B31C105KA12D	L2	10uH	MLZ1608M100WT
C4	1uF	GRM155B31C105KA12D	L4	2.2nH	LQW15AN2N2C10D
C5	8pF	GRM1555C1H8R0DA01D	L5	5.6nH	LQW15AN5N6C10D
C6	2.2uF	GRM155R60G225ME15D	L6	5.6nH	LQW15AN5N6C10D
C7	5pF	GRM1555C1H5R0C	L7	2.4nH	LQW15AN2N4B00
C8	5pF	GRM1555C1H5R0C	L8	13nH	LQW15AN13NG00
C10	8pF	GRM1555C1H8R0DA01D	R1	100k	RK73B1ETTP104J
C14	1uF	GRM155B31C105KA12D	R2	100k	RK73B1ETTP104J
C15	3.3pF	GRM1555C1H3R3BA01D	R5	10k	RK73B1ETTP103J
C17	4.7pF	GRM1552C1H4R7CA01D	R6	10k	RK73B1ETTP103J
C18	5.6pF	GRM1555C1H5R6BA01D	X1	水晶発振子 48MHz	CX1612DB48000B0WPNC1
C26	1uF	GRM155B31C105KA12D	X2	水晶発振子 32.768kHz	SSP-T7-FL 3.7pF
C27	1uF	GRM155B31C105KA12D	IC1	RL78/G1H	R5F11FLL
C28	1uF	GRM155B31C105KA12D	ANT	Pole Antenna	NWX-282XSAXX
C29	1uF	GRM155B31C105KA12D			
C30	-	未実装			
C46	47pF	GRM1552C1H470JA01D			
C55	-	未実装			
C56	-	未実装			

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

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。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.06.29	-	初版

## 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. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

### 4. クロックについて

【注意】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。

### 5. 製品間の相違について

【注意】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、内部ROM、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、その他の不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製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、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、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できません。たとえ、意図し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て、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。また、当社製品および技術を、(1)核兵器、化学兵器、生物兵器等の大量破壊兵器およびこれらを運搬することができるミサイル（無人航空機を含みます。）の開発、設計、製造、使用もしくは貯蔵等の目的、(2)通常兵器の開発、設計、製造または使用の目的、または(3)その他の国際的な平和および安全の維持の妨げとなる目的で、自ら使用せず、かつ、第三者に使用、販売、譲渡、輸出、賃貸もしくは使用許諾しないでください。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. お客様の転売、貸与等により、本書（本ご注意書きを含みます。）記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は一切その責任を負わず、お客様にかかる使用に基づく当社への請求につき当社を免責いただきます。
  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. 本資料に記載された情報または当社製品に関し、ご不明点がある場合には、当社営業にお問い合わせください。
- 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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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.3.0-1 2016.11)



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>