

# TWELITE PAL シリーズ BLUE PAL/RED PAL データシート

Ver. 1.0.3

モノワイヤレス株式会社

---

## 製品概要

---

BLUE PAL (認証型式:TWE-001 Lite)/RED PAL (認証型式:TWELITE RED) は TWELITE とコイン電池ホルダー (CR2032 用)、基板アンテナ (MW-A-P1934) をワンパッケージにした無線タグです。

専用の PAL アプリがインストールされており、別売りの SENSE PAL や CONTROL PAL と接続すると基板を認識し、設定なしで適切なデータの送信が可能です。そのため、コイン型電池 (CR2032) を入れるだけでデータの収集などをすることができます。

BLUE PAL/RED PAL は小型、省電力で動作し、通信距離も長いので離れた場所の様々なモノの状態を知ることやビーコンとして使用することができます。

## 主な特徴

---

- コイン型電池 (CR2032) ホルダーを内蔵しています。
- 基板アンテナ (MW-A-P1934) を搭載しています。
- 専用の PAL アプリ (App\_PAL) がインストールされています。
- TWELITE R-トワイライターでアプリをアップデートできます。
- 設定モード (インタラクティブモード) で各種設定が可能です。
- 追加で各種 I2C センサーを増設できます。(要電子工作)
- パソコンやボード PC に接続した MONOSTICK-モノスティックを親機として通信できます。
- チップ性能を最大限に引き出す基板アンテナ設計により長距離でも安定した通信が可能
- フラッシュメモリを内蔵しておりファームウェアの変更が可能
- 無償で入手可能な GNU および Microsoft Visual Studio Code ベースの開発環境によりファームウェア開発が可能
- 強力な 128-bit AES 暗号化技術によりセキュリティを保つことが可能
- 日本国内の ARIB STD-T66 工事設計認証 (技適) を取得済みであるため免許や新たな申請の必要なく使用が可能
- RoHS 対応により新環境基準に準拠

## 本製品の注意点

### 1. ピンヘッダの取り扱い

- BLUE PAL/RED PAL のピンは根元にストレスがかかると折れてしまう場合がございますので、SENSE PAL から取り外す際は細心の注意を払って挿抜してください。特に開発時など頻繁に挿抜を行う際は ZIF ソケットを使用するなど BLUE PAL/RED PAL のピンにストレスがかからないように対策されることを推奨します。
- BLUE PAL/RED PAL のピンヘッダが SENSE PAL の PAL コネクタのソケットに対して挿入しづらい場合がございます。その際は徐々に BLUE PAL/RED PAL のピンヘッダをたわませて、慎重に接続してください。
- SENSE PAL に対して BLUE PAL/RED PAL を着脱される場合は必ずコイン電池を抜いた状態で行ってください。

### 2. TWELITE DIP シリーズとの違い

TWELITE DIP と BLUE PAL/RED PAL は類似しておりますが、以下の点が異なりますので、注意して使用してください。

表 1 TWELITE DIP との違い

	BLUE PAL/RED PAL	TWELITE DIP
ピン	0.6mm 角ピン	0.5mm 角ピン
ピンの列幅	15.4mm	15.24mm
工場出荷時のアプリ	PAL 専用アプリ (App_PAL)	超簡単！標準アプリ (App_Twelite)

BLUE PAL/RED PAL の詳しい寸法に関しては“外形寸法”を参照願います。

### 3. コイン電池の挿入方法

使用する電池はコイン型リチウム電池 CR2032 です。下図のように電池ホルダー上に刻印された+のマークと電池の+マークが両方見える状態(プラス刻印がされたホルダーが電池のプラスに接触する状態)で差し込んでください。

この際、**電池の向きに注意してください**。逆に入れた場合、**発熱し故障の原因になります**。

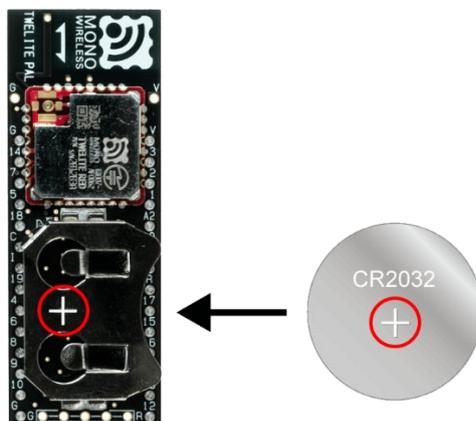


図 1 コイン電池の挿入方法

BLUE PAL/RED PAL の電池ホルダーは構造上、**半田付け部が外れやすい**ため、以下に注意して使用してください。

- コイン電池の取り外し時には電池ホルダーの半田付け部に力がかかりにくくなるように、電池ホルダーを上から軽く指で押さえながらコイン電池を取り外すことを推奨します。
- BLUE PAL/RED PAL の運用時は、ケースやシリコンリングなどで電池ホルダーを上から押さえることを推奨します。

超簡単！標準アプリなどの常時給電前提のアプリはコイン型電池では動作しません。

### 4. コイン電池使用時の注意点

電池ホルダーの+側にショットキーバリアダイオードが接続されておりますので、取り扱いにはご注意ください。

例えば、電池ホルダーにコイン型電池を挿入した状態で、**電源ピンの G と V を短絡させると**ダイオードに大電流が流れ、**ダイオードが破損します**。

このダイオードはコイン電池と別の電源を併用することを想定し、実装されております。

また、接続されているショットキーバリアダイオードの影響で電圧降下が起こり、TWELITE に供給される電源電圧は**コイン電池の電圧より 0.3V 程度低くなります**。

コイン電池(CR2032)の特性上、電池寿命に近づくまで初期の電圧値の周辺を維持するため、電池寿命に対するダイオードの電圧降下の影響は軽微であると考えられます。

## 5. TWELITE R との接続方法

BLUE PAL/RED PAL には専用のアプリが書き込まれているため、そのままでも使用することができますが、そのほかの TWELITE シリーズと同様に通信チャネルなどの設定やご自身でカスタムしたアプリも書き込むことが可能です。(コイン型電池を使用する場合は無線タグアプリのような間欠駆動するアプリのみ使用可能です。)

TWELITE R を接続する場合、BLUE PAL/RED PAL が SENSE PAL と接続されている場合は図 2 のように SENSE PAL のシリアルコネクタに接続していただくことを推奨します。その際、電源は図 2 ように TWELITE R の USB 電源スイッチの USB 側のピン(3V 系の供給)と SENSE PAL のシリアルコネクタの #6(VCC)を接続して供給するようにしてください。

また、SENSE PAL と接続していない場合や、TWELITE R の TWELITE DIP 接続コネクタを使用したい場合は図 3 のように ZIF ソケットを使用してください。

※ TWELITE R と接続する際は、BLUE PAL/RED PAL の電池ホルダーからコイン電池を抜いた状態で接続してください。

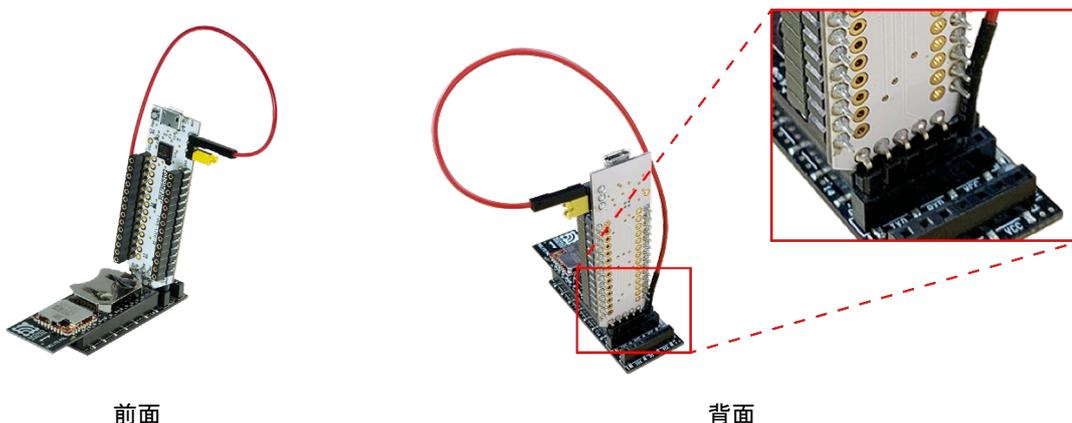


図 2 TWELITE R との接続例 1

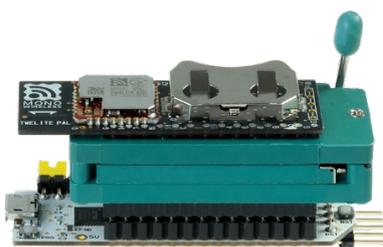


図 3 TWELITE R との接続例 2

## 目次

製品概要	1
主な特徴	1
本製品の注意点	2
1. ピンヘッダの取り扱い	2
2. TWELITE DIP シリーズとの違い	2
3. コイン電池の挿入方法	3
4. コイン電池使用時の注意点	3
5. TWELITE R との接続方法	4
目次	5
図表目次	6
仕様	7
1. 製品型番	7
2. 無線部	7
3. マイコン部	8
4. インターフェイス	8
5. アンテナ	8
6. 認証など	9
7. 輸出時の注意点	9
8. 製品上の表示	9
ブロック図	10
外形寸法	11
ピン割り当て	12
1. ピン配置	12
2. 電源ピン	13
3. シリアルインターフェイス	13
4. 電池ホルダー	13
5. PAL コネクタ	14
6. 機能紹介	15
7. 特殊ピンの取り扱い	16
絶対最大定格	17
特性	17
1. 推奨動作条件	17
2. DC 特性	18
3. I/O 特性	18
4. ADC 特性	19
使用上の注意	20
改訂履歴	21

## 図表目次

表 1 TWELITE DIP との違い.....	2
図 1 コイン電池の挿入方法.....	3
図 2 TWELITE R との接続例 1.....	4
図 3 TWELITE R との接続例 2.....	4
表 2 製品型番.....	7
表 3 無線仕様.....	7
表 4 インターフェイス仕様.....	8
表 5 電波認証番号表.....	9
図 4 BLUE PAL/RED PAL のブロック図.....	10
図 5 外形寸法図.....	11
図 6 ピン配置図.....	12
表 6 電源ピンのピン割り当て表.....	13
表 7 シリアルインターフェイスのピン割り当て表.....	13
表 8 電池ホルダーの割り当て表.....	13
表 9 PAL コネクタのピン割り当て表.....	14
表 10 信号名毎の機能表.....	15
表 11 絶対最大定格.....	17
表 12 推奨動作条件.....	17
表 13 DC 特性.....	18
表 14 I/O 特性.....	18
表 15 ADC 特性.....	19
表 16 改訂履歴.....	21

## 仕様

### 1. 製品型番

BLUE PAL および、RED PAL は表 2 で示すようなバリエーションがあります。用途に合わせて最適なものを選択してください。

販売コードは都度変わる可能性があるため、最新の販売コードは弊社ホームページを参照してください。

表 2 製品型番

TWELITE 通称	販売コード	アンテナ端子	備考
BLUE PAL	MW-B-PAL-P	内蔵アンテナタイプ	
	MW-B-PAL-U	外付アンテナタイプ	アンテナ別
RED PAL	MW-R-PAL-P	内蔵アンテナタイプ	
	MW-R-PAL-U	外付アンテナタイプ	アンテナ別

### 2. 無線部

表 3 無線仕様

	TWELITE DIP BLUE	TWELITE DIP RED	備考
通信方式	2.4GHz IEEE 802.15.4 準拠		
対応プロトコルスタック	TWELITE NET および IEEE 802.15.4 MAC		
通信速度	最大 250kbps		
変調方式	O-QPSK, DSSS		
チャンネル数	16		国によっては、使用できるチャンネルが異なります
送信出力	2.5dBm	9.19dBm	25°C,3V
受信感度	-95dBm	-96dBm	25°C,3V,typ
送信電流	15.3mA	23.3mA	25°C,3V,typ 最大出力時
受信電流	17.0mA	14.7mA	25°C,3V,typ

### 3. マイコン部

- 32ビット RISC プロセッサ
- 可変クロックにより消費電力の最適化が可能
- RAM: 32kBytes
- EEPROM: 4kBytes
- フラッシュメモリ: TWELITE BLUE 160kBytes/TWELITE RED 512kBytes
- ウォッチドッグタイマー、ブラウンアウト検出
- ブロック(デジタル/アナログ/RAM/無線)ごと、きめ細かい電源制御が可能
- AES 128bit 暗号回路、16bit 乱数生成機 内蔵

### 4. インターフェイス

表 4 インターフェイス仕様

機能	数	備考
ADC	4/6	10bit TWELITE BLUE は 4 ポート TWELITE RED は 6 ポート
PWM	4	
タイマ/PWM	1	PWM, $\Delta\Sigma$ など5モード 16MHz, 16bit 精度
パルスカウンタ	2	スリープ状態で稼働可 最大 100kHz, 16bit
UART	2	16550A 互換
SPI マスター/スレーブ	1	3 チップセレクト 最大 16MHz
コンパレータ	1	
二線シリアル マスター/スレーブ (I <sup>2</sup> C、SMBUS 互換)	1	最大 100kHz または 400kHz 7/10bit アドレスモード
汎用デジタル	20	他の I/F と共用

### 5. アンテナ

内蔵アンテナタイプ (MW-B-PAL-P/MW-R-PAL-P) のアンテナの仕様に関しては弊社 HP の基板アンテナ(MW-A-P1934)を参照願います。

外付アンテナタイプ (MW-B-PAL-U/MW-R-PAL-U) で使用できるアンテナにつきましては、弊社 HP を参照願います。

対象外のアンテナを使用したい場合は、別途電波認証が必要なため、弊社にご連絡願います。

## 6. 認証など

表 5 電波認証番号表

	TWELITE DIP BLUE	TWELITE DIP RED
認証型式	TWE-001 Lite	TWELITE RED
工事設計認証番号	007-AB0031	007-AF0062
FCC ID	2AINN-L1	-
IC ID	21544-L1	-
備考	RoHS 対応	RoHS 対応

※1 海外で使用できるのは MW-B-PAL-P のみです。

※2 使用国によっては TWELITE や製品上などに FCC ID や IC ID などの表示が必要である場合がございます。該当すると思われる場合は、弊社までお問い合わせください。

## 7. 輸出時の注意点

- TWELITE に内蔵されている AES 128bit の暗号化回路が該非判定の該当品となります。輸出される際は該非判定書を発行いたしますので弊社までお問い合わせ下さい。
- 輸出国によっては TWELITE が輸出国で電波認証が取得できていないと通関できない場合があります。輸出国ごとの規制に関してはお問い合わせください。

## 8. 製品上の表示

製品には製品ロゴ、認証番号などの表示がありますが、予告なく変更される場合があります。

## ブロック図

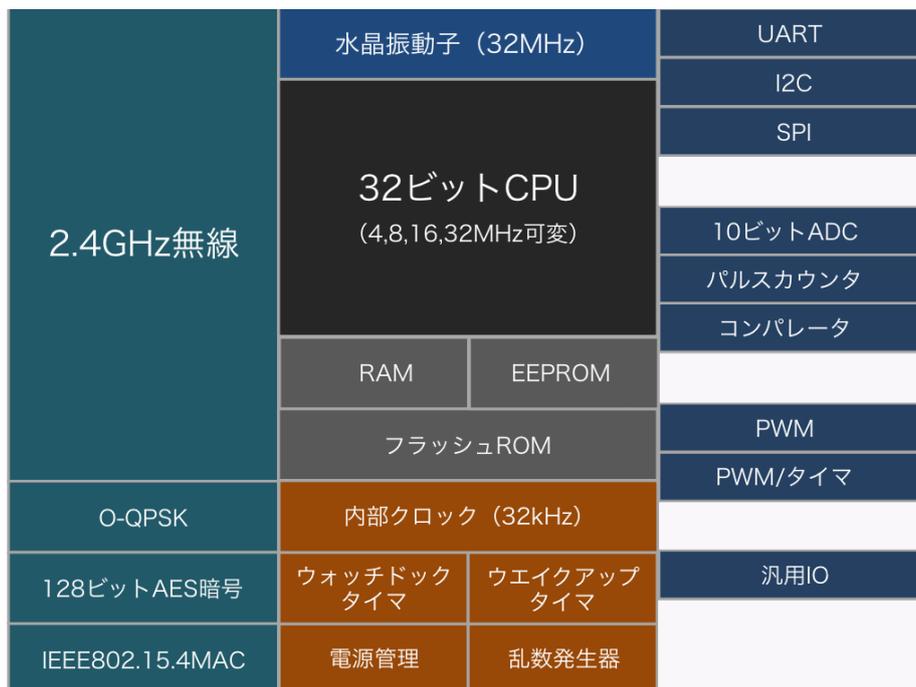


図 4 BLUE PAL/RED PAL のブロック図

外形寸法

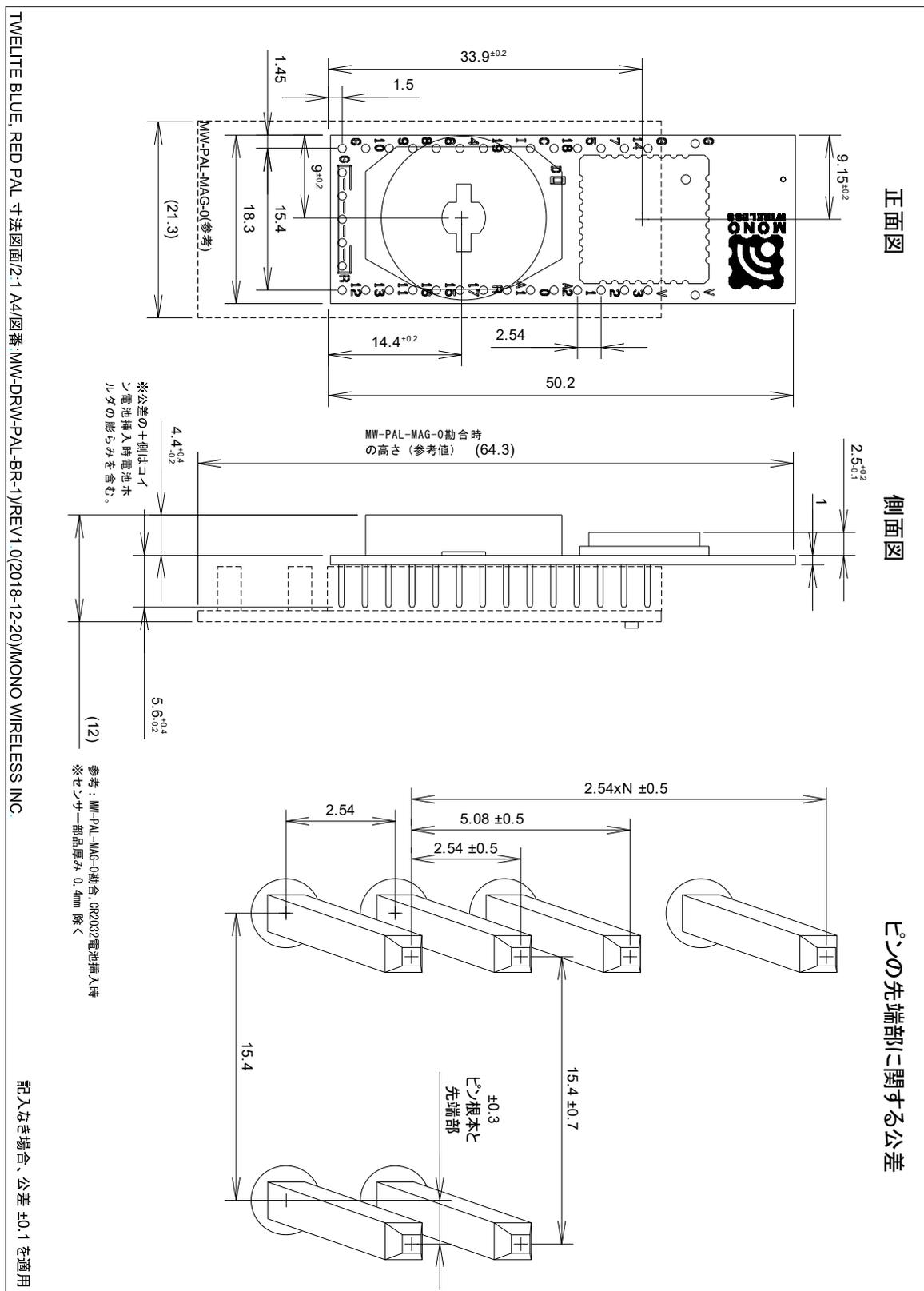


図 5 外形寸法図

ピン割り当て

1. ピン配置

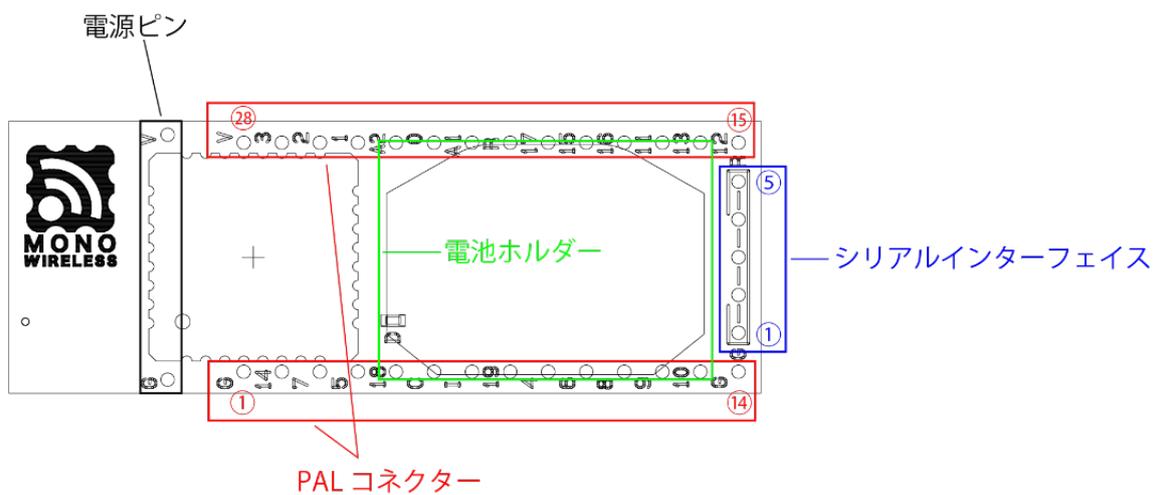


図 6 ピン配置図

## 2. 電源ピン

電源ピンは電源が供給されているかチェックするためのピンです。

表 6 電源ピンのピン割り当て表

シルク	TWELITE の IO 名
V	Vcc
G	GND

## 3. シリアルインターフェイス

シリアルインターフェイスはシリアル通信の信号チェック用のピンです。

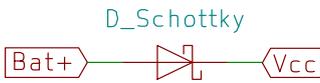
表 7 シリアルインターフェイスのピン割り当て表

#	IO 名	機能割り当て
1	GND	
2	DIO6	TXD0
3	DO1	PRG
4	DIO7	RXD0
5	RESETN	

## 4. 電池ホルダー

CR2032 用の電池ホルダーです。電池のプラス側が電池ホルダー(Bat+)、電池のマイナス側が BLUE PAL/RED PAL の基板に実装されている端子(Bat-)に接触するように入れてください。

表 8 電池ホルダーの割り当て表

電池ホルダー	接続先
Bat+	Bat+と Vcc の間にダイオードが接続されています。 
Bat-	GND に接続されています。

## 5. PAL コネクタ

表 9 PAL コネクタのピン割り当て表

#(※1)	IO 名(※2)	機能割り当て(※3)			代替割り当て(※4)			超簡単!標準アプリの機能名(※5)
1	GND							GND
2	DIO14	SIF_CLK		TXD1	TXD0	SPISEL1		SCL
3	DIO7	RXD0			PWM3			RX
4	DIO5	RTS0			PWM1		PC1	PWM1
5	DIO18	SPI MOSI						DO1
6	DO0	SPI CLK			PWM2(※6)			PWM2
7	DO1	SPI MISO			PWM3(※6)			PWM3
8	DIO19	SPI SEL0						DO2
9	DIO4	CTS0				TIM0OUT	PC0	DO3
10	DIO6	TXD0			PWM2			TX
11	DIO8	TIM0CK_GT		PC1	PWM4			PWM4
12	DIO9	TIM0CAP	32KTALIN		RXD1			DO4
13	DIO10	TIM0OUT	32KTALOUT					M1
14	GND							GND
15	DIO12		PWM2		CTS0			DI1
16	DIO13		PWM3		RTS0			DI2
17	DIO11		PWM1		TXD1			DI3
18	DIO16	COMP1P			SIF_CLK			DI4
19	DIO15	SIF_D		RXD1	RXD0	SPISEL2		SDA
20	DIO17	COMP1M	PWM4		SIF_D			BPS
21	RESETN	RESETN						RST
22	ADC1							AI1
23	DIO0	SPISEL1	ADC3					AI2
24	ADC2	VREF						AI3
25	DIO1	SPISEL2	ADC4	PC0				AI4
26	DIO2	ADC5(※7)				TIM0CK_GT		M2
27	DIO3	ADC6(※7)				TIM0CAP		M3
28	VCC	VCC						VCC

※1 ピンの番号です。BLUE PAL/RED PAL とピンの番号の数や割り当てが違います。ピンを特定するには通常 IO 名を用います。

※2 ピンの定義名です。この定義名は半導体データシートや TWELITE のアプリの開発などで利用され、弊社技術サポートでも原則としてピンについては、IO 名を用いてご案内いたします。

※3 各ピンは、単純な入力出力やアナログ入力として利用できますが、API を通じて初期化することでそれ以外の機能を割り当てることができます。本表では代表的な機能を列挙します。

※4 API を通じて初期化することで代替割り当てのピンに機能を移動することができます。本表では代替割り当てしたときの代表的な機能を列挙します。

※5 超簡単!標準アプリ(App\_Twelite)で使用されるアプリ特有のピン名称です。IO 名と似ていますが混乱しないようにしてください。

※6 PWM2,3 は DIO6,7 または DIO12,13 の割り当てを解放し DO0,1 に割り当て可能です。

ADC5,6 は RED PAL のみ使用可能です。

## 6. 機能紹介

表 10 信号名毎の機能表

信号名	機能
PC	パルスカウンタ
SPICLK	SPI マスタークロック
SPISEL	SPI セレクト出力
SPIMISO	SPI マスター入力
SPIMOSI	SPI マスター出力
TIM0CK_GT	タイマクロック,ゲート入力
TIM0CAP	タイマキャプチャ入力
TIM0OUT	タイマ PWM 出力
32KTALIN	クリスタル入力
32KTALOUT	クリスタル出力
VREF	基準電圧
COMP1M	コンパレータ+入力
COMP1P	コンパレータ-入力
SIF_D	2 線シリアルデータ
SIF_CLK	2 線シリアルクロック
RXD	UART RX
TXD	UART TX
RTS	UART RTS
CTS	UART CTS
PWM	パルス幅変調出力

## 7. 特殊ピンの取り扱い

### • DO0 (機能名: SPICLK)

本ピンは出力として利用されるピンです。外部からの電圧印加を行うと(ある程度の出カインピーダンスがあったとしても)、TWE モジュールがプログラムモードに遷移しないといった現象が報告されています。LED やトランジスタなどの接続では、始動時やスリープ回復時に中間的な状態となり、正常動作しない場合があります。常に Vcc 側にプルアップされるような外部回路構成を推奨します。

### • DO1 (機能名: SPIMISO)

本ピンは出力ピンとして利用されることが多いピンですが、モジュール電源投入やリセット時に入力ピンとして振る舞い、その時 Lo 側の電圧判定をされた場合、モジュールがプログラムモードとして起動します。

本ピンの始動時の電圧に気をつけてください。

### • DIO0 (機能名: ADC3)、DIO1 (機能名: ADC4)

これらのピンはアナログ入力と共用されています。ファームウェア上で注意点としては、AD 読み出し時に内部プルアップを無効にしておく必要があります。

### • ADC2

ADC2 は基準電圧の入力用として利用できます。利用にはソフトウェア上の実装が必要になります。なお、基準電圧を出力するピンはありません。

### • GND

SMD 版 28, 30-32 ピンの GND は接続を推奨しますが、未接続での運用も可能です。未接続であっても、無線性能の顕著な変化は観察されていません。

## 絶対最大定格

表 11 絶対最大定格

項目	Min	Max	
電源(VCC)	-0.3	3.6	V
アナログ IO(VREF/ADC)	-0.3	VCC+0.3	V
デジタル IO	-0.3	VCC+0.3	V

## 特性

### 1. 推奨動作条件

表 12 推奨動作条件

項目	記号	条件	min	typ	max	
電源供給電圧	VCC		2.0	3.0	3.6	V
始動電圧	Vboot		2.05			V
動作温度	T <sub>OPR</sub>	結露なきこと	-30	25	85	°C
動作湿度	H <sub>OPR</sub>	結露なきこと			85	%RH

※数値は半導体データシートに基づく。

## 2. DC 特性

表 13 DC 特性

項目	記号	条件	min	typ	max			
消費電流	I <sub>cc</sub>	スリープ(RAMOFF タイマなし)	BLUE PAL		0.1		μ A	
			RED PAL		0.1			
		スリープ(タイマ)	BLUE PAL		1.5			m A
			RED PAL		1.5			
		Tx (CPU doze)	BLUE PAL		15.3		m A	
			RED PAL		23.3			
			RED PAL (3dBm 出力時)		14.0			
		Rx (CPU doze)	BLUE PAL		17.0		m A	
RED PAL			14.7					
送信出力	P <sub>out</sub>	BLUE PAL	+0.5	2.5		dBm		
		RED PAL		9.14				
受信感度		BLUE PAL		-95		dBm		
		RED PAL		-96				

※数値は半導体データシートに基づく。

## 3. I/O 特性

表 14 I/O 特性

項目	記号	条件	min	typ	max	
DIO 内部プルアップ			40	50	60	k Ω
DIO Hi 入力	V <sub>IH</sub>		VCCx0.7		VCC	V
DIO Lo 入力	V <sub>IL</sub>		-0.3		VCCx0.27	V
DIO 入力ヒステリシス			200	310	400	mV
DIO Hi 出力	V <sub>OH</sub>	BLUE PAL	VCCx0.8		VCC	V
		RED PAL	VCC-0.4			
DIO Lo 出力	V <sub>OL</sub>		0		0.4	V
DIO 負荷、吸込電流	I <sub>OL</sub>	VCC 2.7~3.6V		4		m A
		VCC 2.2~2.7V		3		m A
		VCC 2.0~2.2V		2.5		m A

※数値は半導体データシートに基づく。

## 4. ADC 特性

表 15 ADC 特性

項目	記号	条件	min	typ	max	
リファレンス電圧	$V_{REF}$		1.198	1.235	1.260	V
ADC 解像度					10	Bits
ADC 積分非直線性				$\pm 1.6, \pm 1.8$		LSB
ADC 微分非直線性			-0.5		0.5	LSB
ADC オフセット誤差		$0 \sim V_{REF}$		-10		mV
		$0 \sim 2V_{REF}$		-20		
ADC ゲイン誤差		BULE PAL $0 \sim V_{REF}$		+10		mV
		BULE PAL $0 \sim 2V_{REF}$		+20		
		RED PAL $0 \sim V_{REF}$		-10		
		RED PAL $0 \sim 2V_{REF}$		-20		
ADC クロック				0.25, 0.5, 1.0		MHz
ADC 入力レンジ			0.04		$V_{REF}$ $2 \times V_{REF}$	V

※数値は半導体データシートに基づく。

## 使用上の注意

---

- **保管**

高温・高湿を避けて保管のこと、製品は納入後6ヶ月以内で、ご使用下さい。

- **一般事項**

当社製品のご使用にあたりましては、実際に貴社使用環境にて、評価、確認を必ず行って下さい。

高信頼性を必要とされる用途、人命に関わる用途などに、ご使用になる場合は事前に、購入先にお問い合わせください。

## 改訂履歴

表 16 改訂履歴

バージョン	改定日時	改定内容
1.0.3	2021/1/19	間違った図表番号を参照していた点を修正
1.0.2	2019/10/31	TWELITE R との接続方法に注意点を追加
1.0.1	2019/1/22	コイン電池使用時の注意点の追加
1.0.0	2018/12/25	初期バージョン