

sakura.io モジュール(LTE)

SCM-LTE-01 / SCM-LTE-01 Rev.B

製品データシート

概要

sakura.io モジュール(LTE)は、さくらインターネット株式会社が提供する「sakura.io」の sakura.io プラットフォームに、LTE 網を通じて接続するための専用通信モジュールです。本モジュールをユーザの装置に組み込んでホスト MCU と接続すると、簡単なコマンドだけで sakura.io プラットフォームとデータの送受を容易に行うことができます。また、デジタル入出力と ADC 入力も備えており、MCU がないユーザの装置でも本モジュールを用いて単純なデータの送受であれば行うことも可能です。

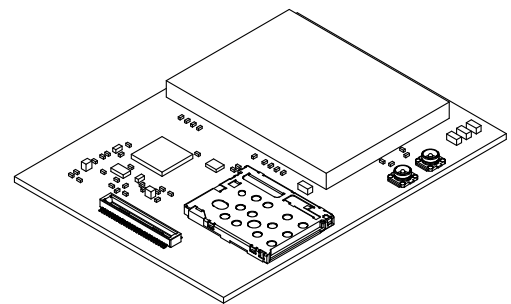


Figure 1

特徴

- sakura.io プラットフォームに LTE 網を通じて直接に接続するため、ゲートウェイ装置は必要ありません
- コマンドのみでデータの送受信ができるため、ユーザ装置のホスト MCU 側で TCP/IP や LTE の通信プロトコルを実装する必要がありません
- ホスト MCU とのインタフェースは I²C, SPI, および UART から選択可能です
- 小型モジュール (46W × 34D × 3H) 内に LTE モデムや SIM など必要な機能をすべて内蔵しています
- 待ち受け時の消費電力を削減できる省電力機能を実装しています
- 日本国内工事設計認証および電気通信端末機器認証済みのモジュールです

用途

- 各種テレメトリ装置からの観測データ収集
- 各種装置の遠隔制御
- 無人機器の保守情報の取得

目次

概要	1
特徴	1
用途	1
目次	2
代表的構成例.....	5
ブロック図.....	6
絶対最大定格.....	6
推奨動作条件.....	7
電気的特性	7
参考特性	8
制約事項	8
外部インターフェースコネクタ	9
コネクタ配置図	9
空中線コネクタ	10
Host interface コネクタ	10
通信状態インジケータ.....	13
制御インターフェース.....	14
概要.....	14
SPI インターフェース.....	14
I ² C インターフェース.....	15
UART インターフェース(AT コマンドインターフェース)	16
GPIO モード	17
無線インターフェース.....	19

一般情報	19
LTE インタフェース	19
認証情報	19
省電力制御	20
Active モード/DeepSleep モード選択	20
省電力モード設定(v.1.4.0 以降)	20
時刻同期	20
概要.....	20
データキュー	21
概要.....	21
時刻情報の付与	21
キューの大きさ.....	22
送信キューの構造	23
受信キューの構造	25
外形寸法図	26
質量	26
ラベル表示.....	27
製品写真	29
ソフトウェアライセンス	30
注意事項	31
用途の限定	31
屋外での使用	31
コネクタ	31

設置環境	31
改訂履歴	32

代表的構成例

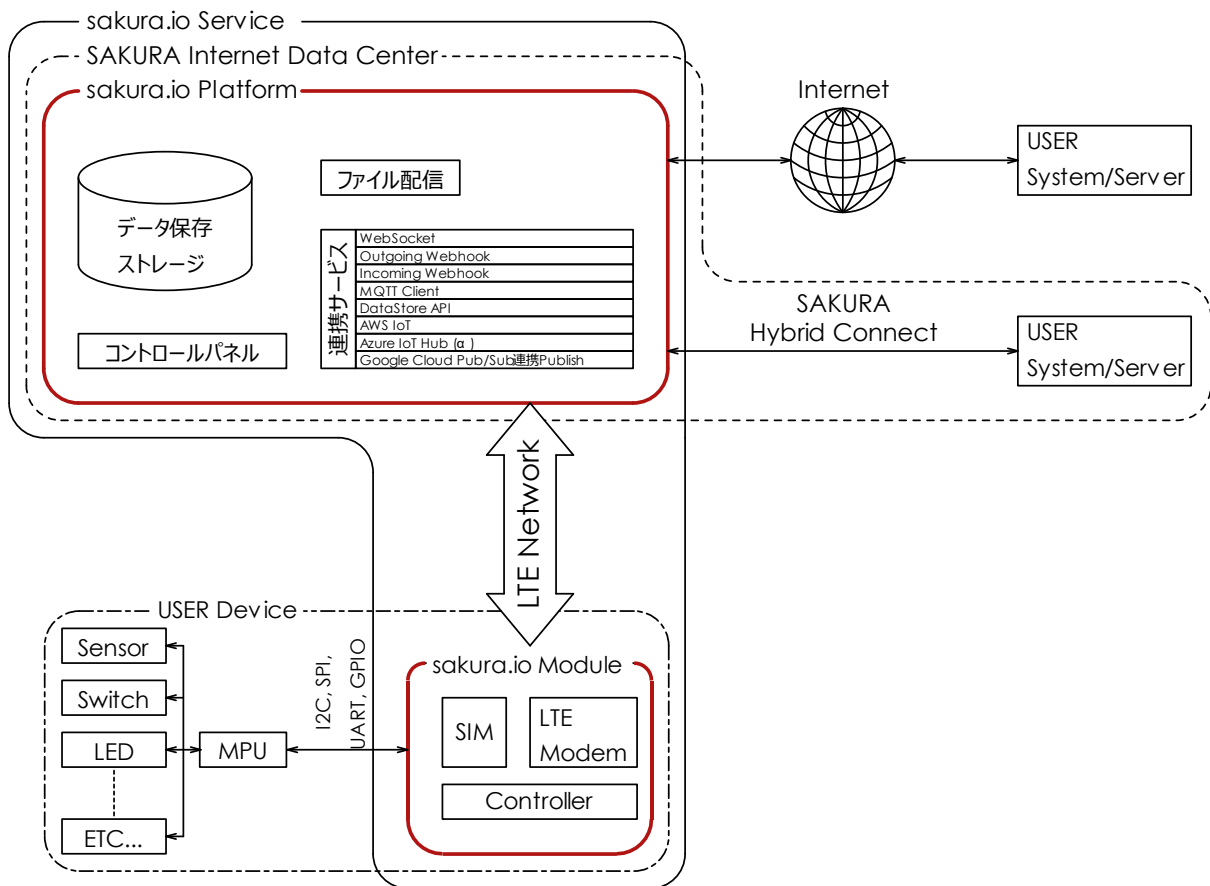


Figure 2

ブロック図

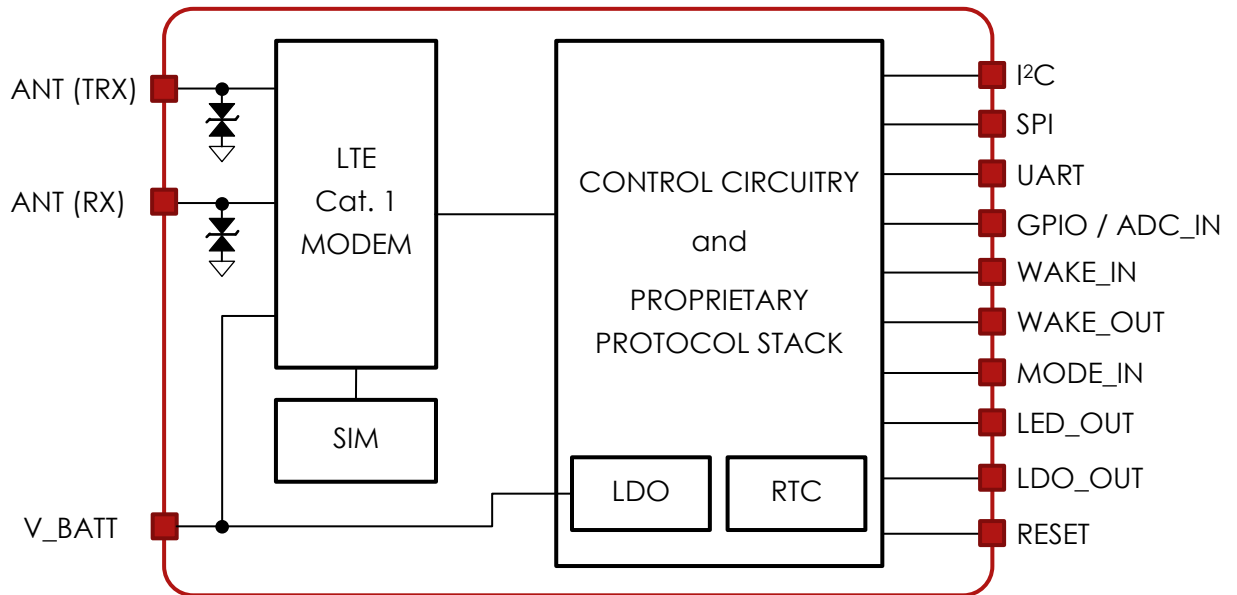


Figure 3

絶対最大定格

(特に指定のない限り $T_a = 25 [^{\circ}\text{C}]$ 、 $\text{GND} = 0\text{V}$ 、 $V_{\text{IN}} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{\text{IO}} = 1.8\text{V}$)

項目	記号	定格	単位
最大電源電圧	V_{IN}	-0.3 ~ +5.5	V
最大入力 IO 電圧(IT)	$V_{\text{IO(IT)}}$	-0.3 ~ +4.0	V
最大入力 IO 電圧(FT)	$V_{\text{IO(FT)}}$	-0.3 ~ +5.8 (電源投入前は 4.0V まで)	V
最大入力リセット電圧	V_{RST}	-0.3 ~ +3.6	V
最大 ADC 入力アナログ電圧	V_{ADC}	-0.3 ~ +4.0	V
保存温度範囲	T_{stg}	-30 ~ +80	$^{\circ}\text{C}$
保存湿度範囲	H_{stg}	20~80 (結露なきこと)	%

Table 1

推奨動作条件

(特に指定のない限り $T_a = 25 [^{\circ}\text{C}]$ 、 $\text{GND}=0\text{V}$ 、 $\text{VIN} = 3.80\text{V}$ 、 $\text{VIO}=1.8\text{V}$)

項目	記号	条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
電源電圧	V_{IN}	---	3.4	3.8	4.2	V
動作温度範囲	T_{opr}	---	-10		60	$^{\circ}\text{C}$
動作湿度範囲	H_{opr}	結露なきこと	20		80	%
IO 入力電圧(TT pin)	$\text{V}_{\text{IO(TT)}}$	電源投入前は最大 0.3V まで UART_RX/SPI_SCK(GPIO_2)ピンが対象	-0.3	---	2.1	V
IO 入力電圧(FT pin)	$\text{V}_{\text{IO(FT)}}$	電源投入前は最大 3.6V まで TT ピン以外が対象の 3.3V トレラント IO	-0.3	---	5.4	V
リセット入力電圧	V_{RST}	電源投入前は最大 0.3V まで RESET_N ピンが対象	-0.3	---	2.1	V
ADC 入力アナログ電圧	V_{ADC}	---	0	---	2.048	V

Table 2

電気的特性

(特に指定のない限り $T_a = 25 [^{\circ}\text{C}]$ 、 $\text{GND}=0\text{V}$ 、 $\text{VIN} = 3.80\text{V}$ 、 $\text{VIO}=1.8\text{V}$)

項目	記号	条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
H レベル入力電圧しきい値	V_{IH}	---	1.19	---	---	V
L レベル入力電圧しきい値	V_{IL}		---	---	0.6	V
H レベル出力電圧	V_{OH}	$ \text{I}_{\text{IO}} = 4 [\text{mA}]$	1.25	---	---	V
L レベル出力電圧	V_{OL}		---	---	0.45	V
出力ソースシンク電流	I_{OH}	---	---	---	± 8	mA
合計ソースシンク電流	$\Sigma \text{I}_{\text{IO}}$	---	---	---	± 50	mA
LDO 出力電圧	$\text{V}_{\text{LDO_out}}$	$\text{I}_{\text{LDO_OUT}} = 1 [\text{mA}]$	1.7	1.8	1.9	V
LDO 出力電流	$\text{I}_{\text{LDO_OUT}}$	---	---	---	10	mA

Table 3

参考特性

(特に指定のない限り $T_a = 25 [^{\circ}\text{C}]$, $V_{IN} = 3.80\text{V}$)

項目	記号	条件	規格値			単位
			最小	標準	最大	
起動時間※1	T_{start}	---	---	10	---	s
接続確立時間※2	T_{start}	---	---	60	---	s
入力電流 (アイドル時) ※3	I_{IN} (IDLE)	電界強度良好時 (省電力機能無効)		68.9		mA
入力電流 (アイドル時) ※3	I_{IN} (IDLE)	電界強度良好時 (省電力機能有効)		14.4		mA
入力電流 (アイドル時) ※3	I_{IN} (IDLE)	WAKE_IN = L 時 (DeepSleep モード)		10.8		uA
入力電流 (送信時) ※3	I_{IN} (RUN)	電界強度良好時	-	300		mA
入力電流 (送信時) ※3	I_{IN} (RUN)	低電界強度時			800	mA

Table 4

※1 電源投入後コマンドインタフェースが応答可能になるまでに要する時間

※2 電源投入後 sakura.io プラットフォームへの接続を確立するまでに要する時間の代表値

※3 モジュール全体についての入力電流の代表値

制約事項

- GPIO モードは、v1.3.0 より前のファームウェアでは実装されていません。
- ファイル受信コマンドは、v1.2.0 より前のファームウェアでは実装されていません。
- 省電力制御機能は、v1.4.0 より前のファームウェアでは実装されていません。

外部インタフェースコネクタ

コネクタ配置図

本モジュールには、ユーザ製品のプリント回路板と接続するためのホストインタフェースコネクタ（Host interface コネクタ）と、LTE 通信用の空中線を接続するための同軸端子（Main antenna コネクタおよび Sub antenna コネクタ）が存在します。これらコネクタの配置は、Figure 4 に示すとおりです。ホストインタフェースコネクタの端子番号は、Figure 4 において左最上の端子を Pin 1 として、反時計回りに Pin 50 まで振られています。

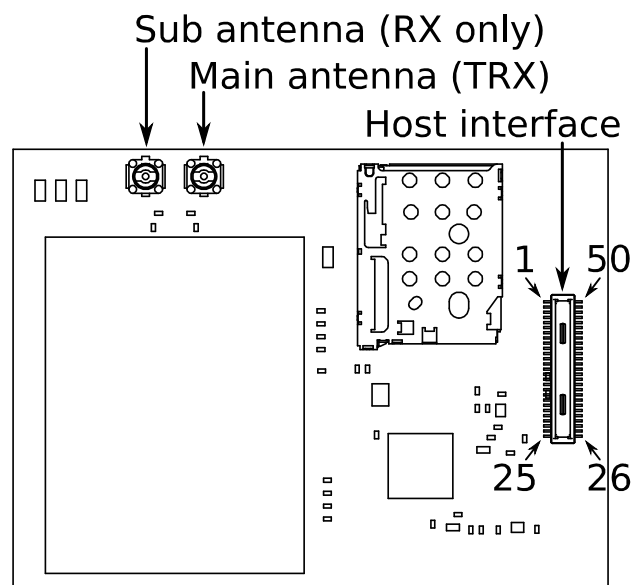


Figure 4 (Top view)

それぞれのコネクタの使用製品型番および推奨する対向コネクタの型番は、Table 5 のとおりです。

Table 5 Connector list

コネクタ名	使用コネクタ	推奨対向コネクタ
Host interface	HIROSE DF40C-50DP-0.4V(51)	HIROSE DF40HC(2.5)-50DS-0.4V(51)
Main antenna	DAI-ICHI SEIKO 20279-001E-01	DAI-ICHI SEIKO MHF Series Plug
Sub antenna	DAI-ICHI SEIKO 20279-001E-01	DAI-ICHI SEIKO MHF Series Plug

Table 6

空中線コネクタ

Main antenna コネクタおよび Sub antenna コネクタは、LTE 通信用の空中線を接続するための端子です。それぞれの端子に、本モジュールに適合した空中線を 1 基ずつ同軸ケーブルにより接続してください。Main antenna は、本モジュールからの送信および基地局からの受信の双方で兼用します。Sub antenna は、受信専用です。

Host interface コネクタ

Host interface コネクタは、ユーザ製品のプリント回路と接続するための端子です。本モジュールへの電源供給のほか、ユーザ製品に搭載されているホスト MCU 等と電氣的に接続し、本モジュールを制御するために使用します。Host interface コネクタの信号定義は、Table 7 Host Interface connector pin definition のとおりです。

Table 7 Host Interface connector pin definition

Pin	Type	Symbol	Description
1	P	GND	
2	O	UART_TX	本モジュールの UART 出力です。ユーザ機器のホスト MCU の UART 入力に接続してください。 UART 未使用の場合は未接続としてください。
3	I	UART_RX	本モジュールの UART 入力です。ユーザ機器のホスト MCU の UART 出力に接続してください。 UART 未使用の場合はプルアップしてください。
4	P	GND	
5	I3O	I2C_SDA	I2C バスインタフェースです。本モジュールはスレーブとして動作します。ユーザ機器のホスト MCU の I2C マスターインタフェースに接続してください。 I2C 未使用の場合は、I2C_SDA、I2C_SCL ともにプルアップしてください。
6	I3O	I2C_SCL	
7	P	GND	
8	SPI	I3	本モジュールがスレーブモードで動作しているときは、これらの端子は SPI (Serial Peripheral Interface) バスインタフェースとなります。本モジュールはスレーブとして動作します。ユーザ機器のホスト MCU の SPI マスターインタフェースに接続してください。 GPIO 機能とは排他利用となります。 SPI 未使用の場合は、SPI_CS を H レベルに、SPI_MOSI と SPI_SCK は、L レベルに固定してください。
9		O	
10		I	
11		I3	
8	GPIO	I3O	本モジュールが GPIO モードで動作しているときは、これらの端子は GPIO 端子となります。SPI バスインタフェースとは排他利用となります。出力として利用する場合も入力となるタイミングが
9		I3O	
10		IO	
11		I3O	

				ありますので、プルアップかプルダウンを行ってください。未使用の場合にはプルダウンしてください。
12	P	GND		
13	IA	ADC_IN1		ADC (Analog to Digital Converter) 入力です。ユーザ機器のホストMCUからの操作なしに、電圧を計測する場合に使用します。 ADC 未使用の場合は未接続としてください。
14	IA	ADC_IN2		
15	P	GND		
16		NC		
17		NC		
18		NC		
19	P	GND		
20	O	LED_OUT		通信状態インジケータ LED 用の出力です。 LED 未使用の場合は未接続としてください。
21	I	MODE_IN		本モジュールの動作モードを切り替えるための入力です。起動時、リセット時(含むファームウェアアップデート時のリセット)、Deep sleep モードからの復帰時に、この端子のレベルが H のときは、スレープモードで動作し、Pin 8~11 は、SPI バスインタフェースとなります。逆に、この端子のレベルが L のときは、GPIO モードで動作し、Pin 8~11 は、GPIO となります。この端子のレベルは起動時、リセット時(含むファームウェアアップデート時のリセット)、Deep sleep モードからの復帰時に固定してください。 未使用の場合はプルアップしてください。 また動作中にレベルを変更した場合の動作は未定義です。
22	I3	WAKE_IN		本モジュールの Deep sleep 状態を制御するための入力端子です。本端子が H レベルにあるときは、Active モードとなり省電力設定コマンドの設定に従って、省電力機能無効、もしくは通信の需要に応じて RUN モードおよび SLEEP モードの間を自動的に遷移します。本端子が L レベルになったときは、本モジュールは Deep sleep モードに遷移し、消費電流が最小化します。電源投入後、モジュールが動作している間この端子はモジュール内部でプルアップされます。Deep sleep 状態の間はオープンとなります。この端子のレベルは、利用する場合には L か H のいずれかに接続してください。 未使用時はプルアップしてください。
23	O	WAKE_OUT		本モジュールから、ユーザ機器のホスト MCU に対するウェイクアップ信号出力です。本信号は、通常は L レベルですが、sakura.io プラットフォーム側から受信キューにデータが届いたときに、ユーザ機器のホスト MCU による処理開始のトリガーとして、H にアサートされます。I ² C、SPI、または UART により本モジ

			ユーザから受信データを読み出し、本モジュールの受信キューが空になると、自動的にデアサートされます。アクティビティがない間にユーザ機器のホスト MCU をスリープさせる場合、この信号はウェイクアップ信号として利用できます。 WAKE_OUT 信号を使用しない場合は、未接続としてください。
24	I	RESET_N	リセット入力です。L にアサートすると、本モジュールがリセットされます。 通常動作時は H レベルとしてください。 常にプルアップすることを推奨します。
25	P	GND	
26	P	GND	
27		NC	
28		NC	
29	P	LDO_OUT	本モジュールの IO 電圧を生成している LDO の出力です。この電源は、信号電圧レベルを変換する場合において、本モジュール側の電源として使用することができます。 この出力にバイパスコンデンサを接続する場合は、100 [nF] 以下の容量としてください。
30		NC	
31		NC	
32	P	GND	
33		NC	
34		NC	
35		NC	
36		NC	
37		NC	
38	P	GND	本モジュールの電源 GND です。 安定動作のため、すべてのピンを GND に接続してください。
39	P	GND	
40	P	GND	
41	P	GND	
42	P	GND	
43		NC	
44	P	V_IN	本モジュールの電源入力です。安定動作のため、すべてのピンを電源に接続し、電源 GND との間に、デカップリングコンデンサを接続してください。
45	P	V_IN	
46	P	V_IN	
47	P	V_IN	
48	P	V_IN	
49		NC	
50	P	GND	

Table 8

※ GND ピンはすべて GND に接続し、V_IN ピンは、すべて電源に接続してください。

※ NC ピンは、ホスト側ではすべてオープンとしてください。

※ WAKE_IN 端子のモジュール内プルアップはファームウェア v1.3.0 以上で実装されています。

※ Type 記号凡例

P	電源ピンであることを示します。
I	入力ピンであることを示します。
O	出力ピンであることを示します。入出力ピンは IO と複合して示します。
A	アナログ電圧入力ピンであることを示します。
3	入力時 3.3 [V] トレラントであることを示します。

Table 9

通信状態インジケータ

LED_OUT 端子は、本モジュールの通信接続状態を示すインジケータ出力です。LED 駆動回路などを接続することにより、点滅回数で視覚的に状態を知ることができます。出力の極性は正論理です。

1 回点滅	LTE 網および sakura.io プラットフォームとの接続を確立し、データの伝送が可能な状態にあることを示します。
2 回点滅	LTE 網および sakura.io プラットフォームへの接続試行状態にあることを示します。
3 回点滅	接続準備中であることを示します。

Table 10

LTE 網のエリア圏外、sakura.io コントロールパネルへ本モジュールが登録されていないなどの要因により接続試行が失敗した場合、本モジュールは自動的に再接続を試みます。そのため、LED の点滅回数が 3 回→2 回→3 回…と変化することがあります。

ファームウェアバージョン v1.4.0 現在、本モジュールの再接続要因を LED から判別することはできません。

制御インターフェース

概要

本モジュールの制御は、I²C インタフェース、SPI インタフェース、または UART インタフェースに、ユーザがコマンドを与えることによって行うことができます。また、既存システムにおいて使用されているモデムのようなレガシーデバイスを、本モジュールにより置き換えることを念頭に置いた互換レイヤとして、UART インタフェースでは AT コマンドインタフェースを提供します。

本モジュールは、起動時における MODE_IN ピンのレベルに応じて、スレーブモードまたは GPIO モードのいずれかで動作します。MODE_IN ピンのレベルを L にして本モジュールを起動させた場合本モジュールは GPIO モードとして動作し、H にして本モジュールを起動させた場合本モジュールはスレーブモードとして動作します。

スレーブモードで動作しているときは、本モジュールは I²C スレーブデバイスおよび SPI スレーブデバイスとして振る舞うほか、UART 入出力ピンを通じて AT コマンドインタフェースが利用できます。

スレーブモードで動作しているとき、どのインタフェースを用いても本モジュールは同一のコマンドにより制御することができ、利用できる機能にも違いはありません。ただし、同一のモジュールにおいて、2 つ以上の異なるインタフェースを混在して使用した場合の動作は未定義です。いずれか 1 つのインタフェースのみを使用してください。

GPIO モードで動作している場合は、I²C、SPI、UART インタフェースは使用できません。

SPI インタフェース

SPI インタフェースは、本モジュールがスレーブモードで動作しているときのみ利用可能です。本モジュールは SPI スレーブデバイスとして動作し、動作モードは、CPOL=0、CPHA=0、ビットオーダーは MSB first、コマンドは先頭バイトから順に送出、最大 350kbit/s です。SPI_CS ピンをアサートすると、ユーザからのコマンド受け付けを開始します。書き込まれたコマンドを解釈すると、応答を返します。応答を完全に読み出すまでは、SPI_CS をデアサートしないでください。コマンドの書き込み中に SPI_CS をデアサートすると、当該コマンドの実行は中止されます。応答の読み出し中に SPI_CS をデアサートすると、応答内容は失われます。

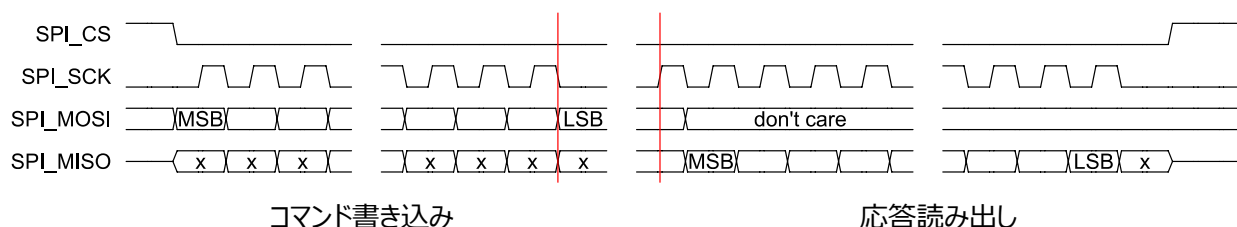


Figure 5

I²C インタフェース

I²C インタフェースは、本モジュールがスレーブモードで動作しているときのみ利用可能です。本 I²C インタフェースは Standard-mode で動作しており、最大 100kbit/s での通信が可能です。本モジュール内でプルアップ抵抗は内蔵していません。本モジュールの I²C デバイスアドレスは 7 ビットで 4Fh です。デバイスアドレスは変更することはできません。

本モジュールへのコマンド発行は、ユーザ機器のホスト MCU からライトサイクルでコマンドの要求シーケンスを送信します。本モジュールは、ユーザからのコマンド受け付けて処理を開始します。受け取ったコマンドを解釈すると、応答シーケンスを返しますので、ユーザ機器のホスト MCU からリードサイクルで読みだしてください。この時応答をすべて読み出すまでは、ストップコンディションを与えないでください。

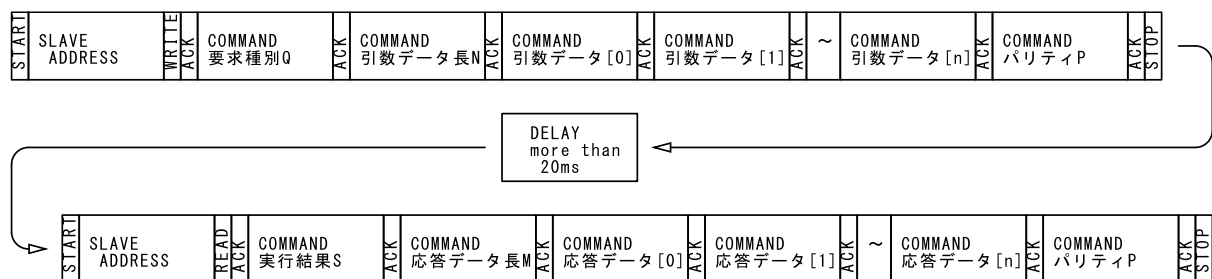


Figure 6

UART インタフェース(AT コマンドインタフェース)

UART インタフェースでは本モジュールの制御用に AT コマンドインタフェースを提供しています。

AT コマンドインタフェースは、AT コマンドに準じた独自の文字列コマンドにより本モジュールを制御するためのインタフェースです。AT コマンドインタフェースは、本モジュールがスレーブモードで動作しているときのみ利用可能です。このインタフェースは、AT コマンドによりモデムや他社製通信モジュールなどと接続する既存システムとの互換レイヤとして提供するものであり、新規設計での使用は推奨されません。

ユーザからの AT コマンドの書き込みは、本モジュールの UART_RX に対して行います。コマンドに対する応答は、本モジュールの UART_TX から出力されます。UART_RX, UART_TX ともに、データ 8 ビット、パリティなし、ストップビット 1 ビットの調歩同期信号であり、ボーレートは 115200 ボーで固定です。これらの設定は、変更することができません。

AT コマンドは、「AT*CND=」の文字列に続き、コマンドリファレンスのコマンドの構成の章で定義する「要求」を 16 進の文字列として表したもので、およびこれに続くデリミタから構成されます。デリミタは CR (0Dh) または LF (0Ah) であり、いずれかを受信した時点で書き込まれた AT コマンドを解釈します。AT コマンドに対する応答は、「*CND:」の文字列に続き、コマンドリファレンスのコマンドの構成の章で定義する「応答」を 16 進数文字列として表したもので、および CR LF を返します。続けて、成功の場合には「OK」、AT コマンドになんらかのエラーがあった場合には「ERROR」の文字列に続き、CR LF を返します。「OK」「ERROR」はあくまでも AT コマンドとしての OK/エラーで、コマンドの実行結果としてのものではありません。

要求例

AT*CND=030003 [LF]

A	T	*	C	N	D	=	COMMAND 要求種別 Qh	COMMAND 要求種別 Ql	COMMAND 引数長 Nh	COMMAND 引数長 Nl	COMMAND 引数 [0] D0h	COMMAND 引数 [0] D0l	COMMAND 引数 [1] D1h	COMMAND 引数 [1] D1l	~	COMMAND 引数 [n] Dnh	COMMAND 引数 [n] Dnl	COMMAND パリティ Ph	COMMAND パリティ Pl	[CR or LF]
---	---	---	---	---	---	---	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---	--------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	------------------

Figure 7

応答例

*CND:0108543732BD58010000BC [CR] [LF]

OK [CR] [LF]

*	C	N	D	=	COMMAND 実行結果 Sh	COMMAND 実行結果 Sl	COMMAND 応答長 Mh	COMMAND 応答長 Ml	COMMAND 応答 [0] D0h	COMMAND 応答 [0] D0l	COMMAND 応答 [1] D1h	COMMAND 応答 [1] D1l	~	COMMAND 応答 [m] Dmh	COMMAND 応答 [m] Dml	COMMAND パリティ Ph	COMMAND パリティ Pl	[CR]	[LF]	0	K	[CR]	[LF]
---	---	---	---	---	-----------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---	--------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	------	------	---	---	------	------

Figure 8

GPIO モード

GPIO モードでは、GPIO_0～GPIO_3 の各ピンを入力ピンまたは出力ピンとして、また ADC0,1 をアナログ値入力として動作させることができます。各 GPIO ピンの動作モードはピンごとに独立して設定することができ、設定値は sakura.io プラットフォーム側からの要求によって変更することが可能です。本モジュールの起動時、GPIO_0～GPIO_3 の各ピンは入力モードで動作します。

入力モード

GPIO ピンを入力モードにした場合、いずれかのピンに印加されている信号レベルが変化した場合に全ピンに関して自動的にメッセージを生成し、sakura.io プラットフォームへデータを送信します。変化を検出するのは GPIO ピンのみで、ADC ピンのアナログ値は変動しても検出されません。

sakura.io プラットフォームに送信されるデータは、GPIO はそれぞれピン番号・入出力設定・変化後の信号レベル・変化した日時、ADC はそれぞれピン番号・計測アナログ値・サンプルした日時が、含まれます。

信号変化後の sakura.io プラットフォームへの到達時間や、信号変化間隔通りの sakura.io プラットフォームへの到達の保証はされません。また、連続した変化信号に対しては一部しか変化を検出できないことがあります。最終的な信号値と sakura.io プラットフォームへ送信した最終データは一致しない可能性があります。

入力データはある程度キューイングされますが、通信回線状態やキューの開き具合によるデータ破棄がありうるため、

確実な到達は保証されません。またデータの到達を確認する手段は用意されていません。必要な場合はユーザ側での信号の送受で実現するか、信号上でデータが到達しなかった場合にも問題が生じないようにユーザ機器を設計する必要があります。

出力モード

ピンを出力モードにした場合、sakura.io プラットフォーム側からの要求に応じてピンの出力レベルを変化させることができます。出力される値は H と L のいずれかとなり、メッセージを受信した時点でピンの出力値が変更されます。その際、sakura.io プラットフォーム側からのメッセージを受け取った後、現在の全ピンの状態を sakura.io プラットフォームへ返送します。

sakura.io プラットフォームに送信されるデータは、GPIO はそれぞれピン番号・入出力設定・変化後の信号レベル・変化した日時、ADC はそれぞれピン番号・計測アナログ値・サンプルした日時が、含まれます。

sakura.io プラットフォーム側でデータセット後の到達時間や、データセット間隔通りの到達間隔の保証はありません。また、連続的な sakura.io プラットフォームからのデータセットに対して GPIO 出力信号の変化の間隔は未定義です。

通信回線状態やキューの開き具合によるデータ破棄がありうるため、確実な到達は保証されません。またデータの到達を確認する手段は用意されていません。必要な場合はユーザ側での信号の送受で実現するか、信号上でデータが到達しなかった場合にも問題が生じないように、ユーザ側で設計する必要があります。

GPIO ピンで LED 等のデバイス を駆動する場合はそのまま駆動はできませんので、ドライブ回路を設計頂きご利用ください。

無線インタフェース

一般情報

本モジュールは、sakura.io プラットフォームへのインタフェースとして LTE 無線モジュールを内蔵しています。使用時には電波の受信および発射をしますので、留意してください。

LTE インタフェース

使用モジュール	太陽誘電株式会社製 CL11DAH11-A1
準拠仕様	3GPP FDD-LTE Release 10
使用周波数帯	Uplink 1920 - 1980 [MHz] / Downlink 2110 - 2170 [MHz] (Band 1) Uplink 880 - 915 [MHz] / Downlink 925 - 960 [MHz] (Band 8)
UE カテゴリ	Category 1 (Downlink 10 [Mbps] / Uplink 5 [Mbps])
通信キャリア	ソフトバンク株式会社

Table 11

認証情報

本モジュールは、日本国の電波法令上、工事設計認証を受けた特定無線設備に該当します。その認証番号は 022-100006 です。また、本モジュールは日本国の電気通信事業法上、電気通信事業者の電気通信回線設備に接続される端末機器に該当し、技術基準に適合していることの設計認証を受けています。その認証番号は D170018019 (SCM-LTE-01 の場合) または D190026019 (SCM-LTE-01 Rev.B の場合) です。

本モジュールを運用するためには、Main antenna および Sub antenna のいずれについても、本モジュールの工事設計認証において、空中線リストに記載されている形式の空中線を用いる必要があります。既製品、新規設計品にかかわらず、新たな空中線を使用するためには、空中線を追加するための認証手続き（有償）が必要となります。手続きの詳細については、販売元までお問い合わせください。

また、本モジュールを組み込んだ最終製品が Body-SAR（人体における比吸収率）規制の適用を受ける無線設備に該当する場合は、製品全体として Body-SAR を測定した上で改めて技術基準適合証明等の手続きを行う必要があります。

省電力制御

Active モード/DeepSleep モード選択

WAKE_IN 端子の状態により Active モードと DeepSleep モードを選択することができます。

	WAKE_IN 端子	説明
Active モード	Hi	モジュールを動作させます。 WAKE_IN を Lo にすると現在の処理内容、状況を問わず即 DeepSleep モードへ移行します。この際に処理中内容等は破棄されます。
DeepSleep モード	Lo	モジュールの機能を停止し消費電力を抑えます。 WAKE_IN を Hi にするとモジュールが再起動し、Active モードへ移行します。

Table 12

省電力モード設定(v.1.4.0 以降)

Active モード時に選択された省電力モードに従い、電力制御を行います。

	説明	通信可否
省電力制御無効モード	省電力制御を行いません。(デフォルト)	可
自動スリープモード	通信可能な状態で待機消費電力を削減します。 通信状態によって、RUN モードと SLEEP モードの間を自動的に遷移します。 電力制御の為、コマンド処理時に無効時よりも遅延が発生します。また、接続状態、電波強度の情報更新がリアルタイムではなく、10 分に一度、もしくはデータ送受が発生したタイミングになります。	可

Table 13

時刻同期

概要

本モジュールは sakura.io プラットフォームと時刻の同期を行い、現在時刻を保持します。

下記のタイミングで時刻の同期は行われます。

- ・起動、リセット復帰、DeepSleep 復帰後、sakura.io プラットフォームに接続したとき
- ・起動後一時間に一回

データキュー

概要

本モジュールには、本モジュールと、sakura.io プラットフォーム間で授受されるデータを一時的に保持するための記憶領域として、送信キューと、受信キューが内蔵されています。

送信キューは、ユーザ機器から sakura.io プラットフォームに送信したいデータ（以下、上りデータと呼びます）を受け付けるためのキューで、ユーザ機器は上りデータを随時追加することができます。ユーザ機器からの送信要求でキューに溜まったデータを sakura.io プラットフォームに送信することができます。

受信キューは、sakura.io プラットフォームから、デバイスに対して送達されたデータ（以下、下りデータと呼びます）を一時的に保持するためのキューで、ユーザ機器は、ここから下りデータを読み出すことができます。

時刻情報の付与

キューが介在することにより、データの伝達要求が発生した時刻と、当該データが実際に送達される時刻には、予測不可能な差異が生じ得ます。この解消を目的として、デバイスと、sakura.io プラットフォーム間で授受されるすべてのデータには、時刻情報が付与されます。

上りデータに関しては、データが本モジュールの送信キューに追加されたときから、sakura.io プラットフォームへの送達を開始するときまでの時間が自動的に管理され、キューによる遅延にかかわらず、当該データがいつ発生したものなのかを sakura.io プラットフォーム側で知ることができます。また、データを本モジュールの送信キューに追加した時点ですでに既知の遅延があった場合に備え、キューへのデータ追加の際に任意のオフセット時間を指定することもできます。

下りデータに関しては、sakura.io プラットフォームから本モジュールにデータが到着してから、当該データをユーザ機器が実際に受け取るまでの時間が自動的に管理され、キューによる遅延にかかわらず、いつ到着したものなのかをユーザ機器側で知ることができます。

キューの大きさ

キューの大きさは、キューの最大保持数のとおりです。

1つのデータは、

- Ch : 1 バイト
- Type : 1 バイト
- Data : 8 バイト
- Time : 8 バイト

の 18 バイトで構成されます。

ただし、内部処理の状況により、キューイングできる見かけ上のデータ数がキューの最大数よりも少なくなる場合があります。

キューの最大保持数

送信キュー	32 データ
受信キュー	32 データ

Table 14

送信キューの構造

送信キューは、図のような構成で実装されています。

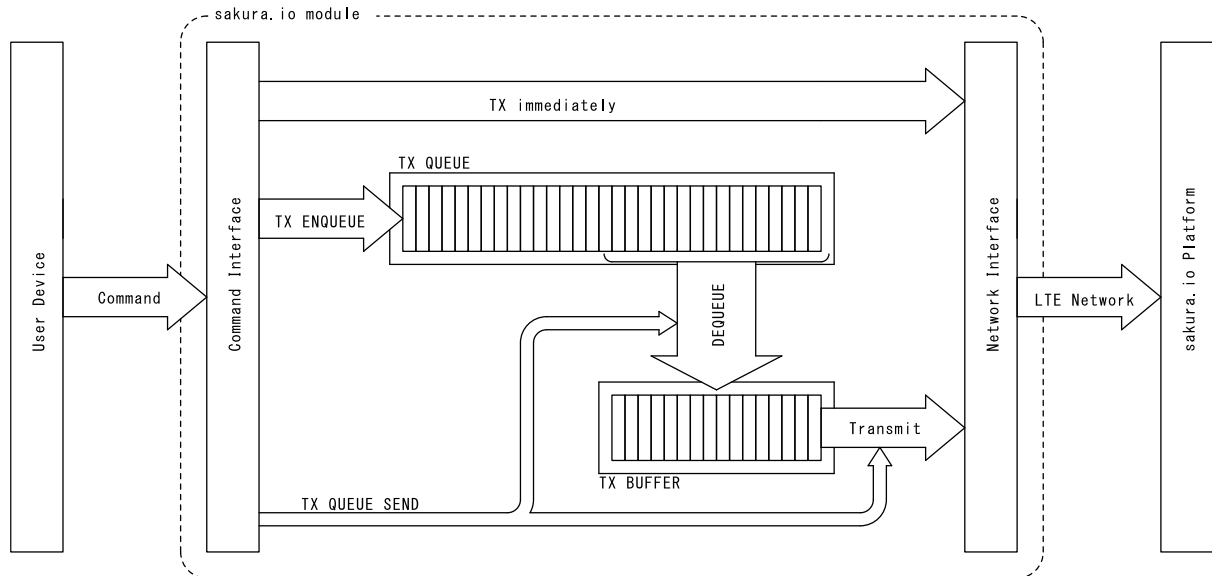


Figure 9

ユーザ機器から sakura.io プラットフォーム側へのデータ送信を行う場合には、本モジュールのコマンドインタフェースを通じて、Tx enqueue コマンドを使って送信キューへのデータ追加を要求することができます。送信キューに空きがある場合は、当該データはキューに追加されます。送信キューに空きがない場合は、追加要求はエラーとなりますが、すでにキューイングされているデータには影響ありません。

送信キューに溜められたデータは、即座には sakura.io プラットフォーム側には送信されず、明示的に Tx queue send コマンドを与えたときに送信が試みられます。Tx queue send コマンドが実行されると、まずこの時点でキューに入っている全データを送信対象に指定します。これ以降にキューに追加されたデータは今回のコマンドでは送信されません。送信処理は最大 16 個までのデータをひとまとめにして sakura.io プラットフォームへの送信が行われます。まず送信キューから最大 16 個のデータを取り出して、一旦送信用にバッファに確保し、ひとつのセットとして sakura.io プラットフォームへ送信を行います。正常に送信完了すると、17 個目以降のデータについて同様に送信処理を行い、送信対象にしたデータをすべて送信完了すると送信処理は終了します。

送信が失敗した場合には送信用のバッファにデータは確保したまま送信処理は終了し、Get Tx status で状態を取得すると送信エラーが応答される状態になります。この状態で Tx queue send コマンドを再度発行するとキューからはデータを取らずに送信用のバッファにあるデータの再送を試みます。これを繰り返すことで再度送信リトライが可能となります。

送信処理が送信キューから最大 16 個のデータを取り出して一旦送信用にバッファに確保した段階で送信キューには空きができるので、送信処理が完了していないタイミングでも、最大 16 このデータをキューに追加することができます。

なんらかの理由により、送信キューに滞留しているデータを送信せずに消去したい場合には、送信キュー削除コマンドにより行うことができます。また、送信キューの記憶域は揮発性であり、電源を遮断、リセット、Deepsleep モードへの移行を行った場合には保持されません。

ユーザ機器から sakura.io プラットフォーム側へのデータ送信経路の例外として、送信キューを通さずに即座に sakura.io プラットフォーム側へのデータ送信を試みる、Tx immediately コマンドも用意されています。Tx immediately コマンドと、送信キューは併用することができ、Tx immediately コマンドの実行は、送信キューの状態には影響を与えません。

受信キューの構造

受信キューは、図のような構造で実装されています。

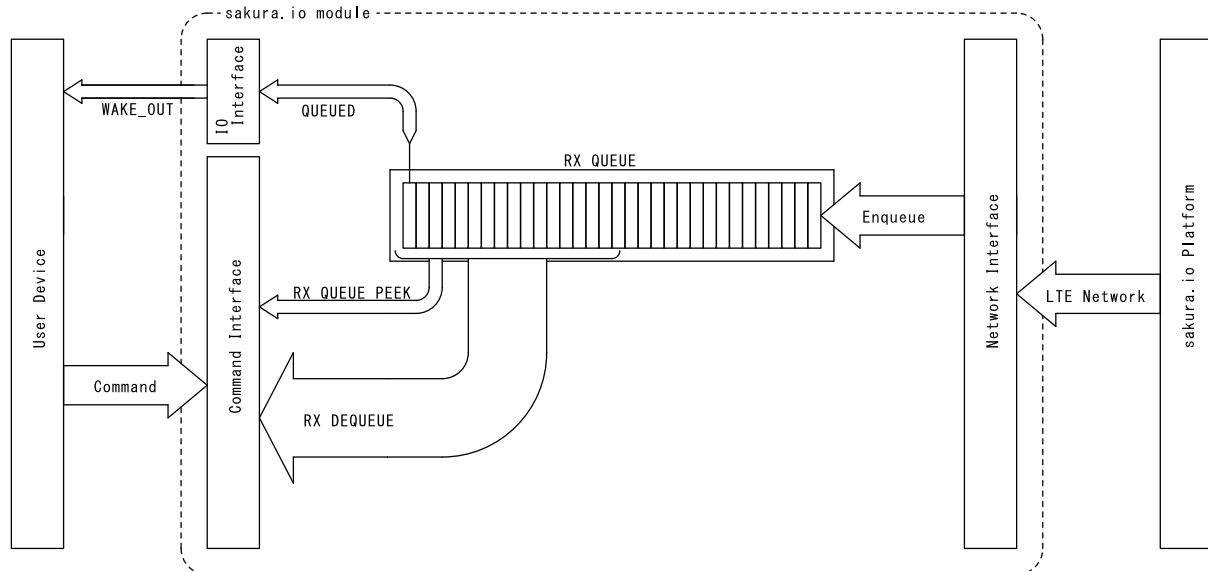


Figure 10

sakura.io プラットフォームからデバイスに対して送達されたデータは、本モジュールの受信キューに蓄積されます。

受信キューにデータがあるとき、ユーザ機器が本モジュールに対して受信読み出しコマンドを与えると、受信キューの先頭にあるデータが返され、当該データは受信キューから削除されます。受信キューからの削除を希望しない場合は、受信キューの状態に影響を与えずに、受信キューの先頭にあるデータを参照のみするコマンドを使用することができます。受信キューに空きがない場合は、sakura.io プラットフォーム側からの送達データは失われますが、すでにキューイングされているデータには影響ありません。

なんらかの理由により、受信キューに滞留しているデータを受信せずに消去したい場合には、受信キュー削除コマンドにより行うことができます。また、受信キューの記憶域は揮発性であり、電源を遮断、リセット、Deepsleep モードへの移行を行った場合には保持されません。

受信キューに 1 つ以上のデータがある場合は、WAKE_OUT 信号がアサートされ続けます。受信キューのデータが空になると、デアサートされます。この出力は、ユーザ機器の MCU に対し、sakura.io プラットフォーム側から到達したデータが受信キューに存在することを知らせる信号として、またユーザ機器の MCU がスリープ状態にある場合には、ウェイクアップさせるための信号として使用することができます。

外形寸法図

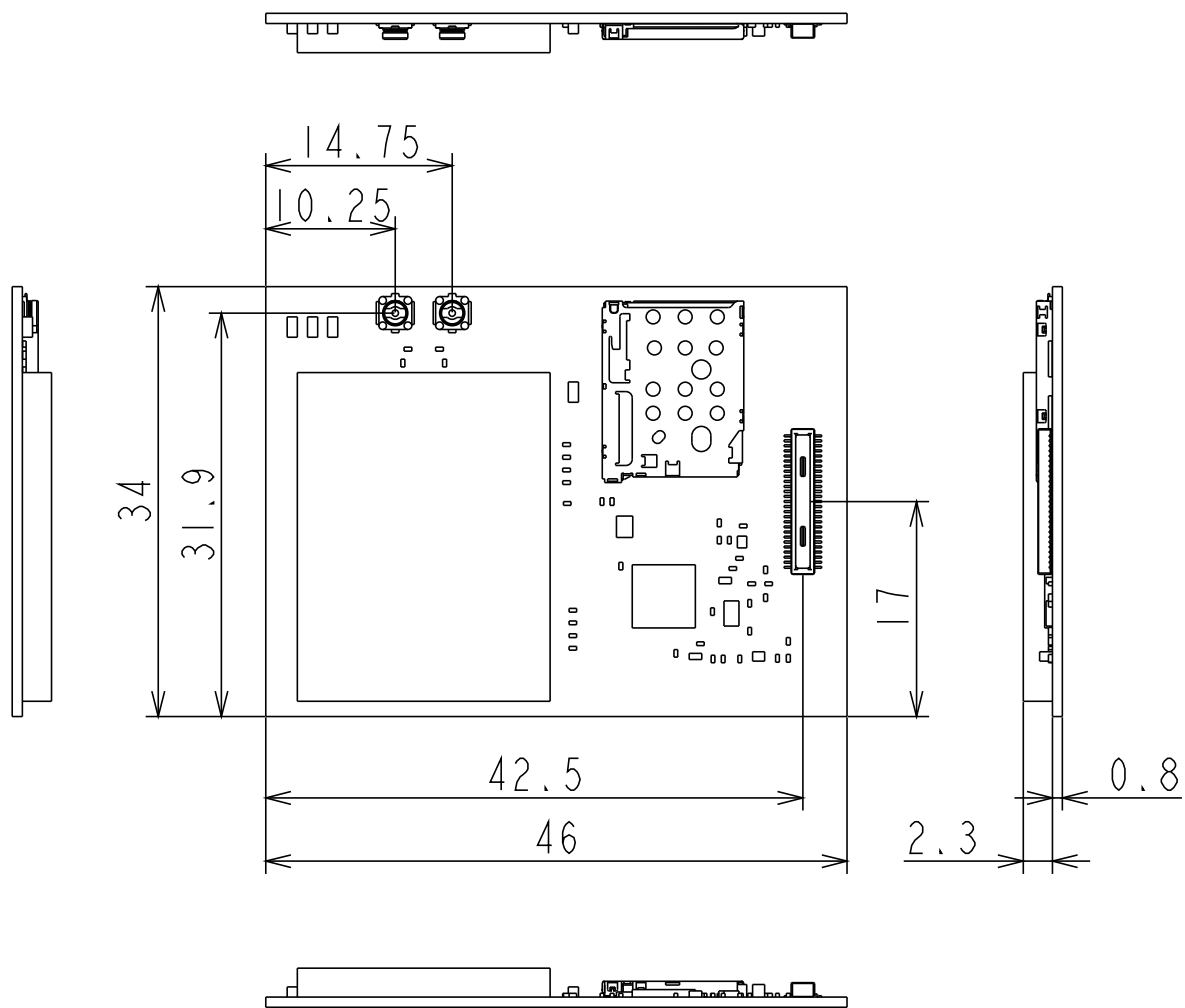


Figure 11

※外形寸法公差 $\pm 0.2\text{mm}$ ／コネクタ位置寸法公差 $\pm 0.1\text{mm}$

※Rev.B は MFF2 パッケージ面実装 SIM に変更

質量

本製品の質量は、約 7 グラムです。

ラベル表示

本製品のラベル面には、以下形状のラベルを貼り付けられています。このラベルは法令上必要な表示（いわゆる技適マーク）を含むため、はがすことはできません。

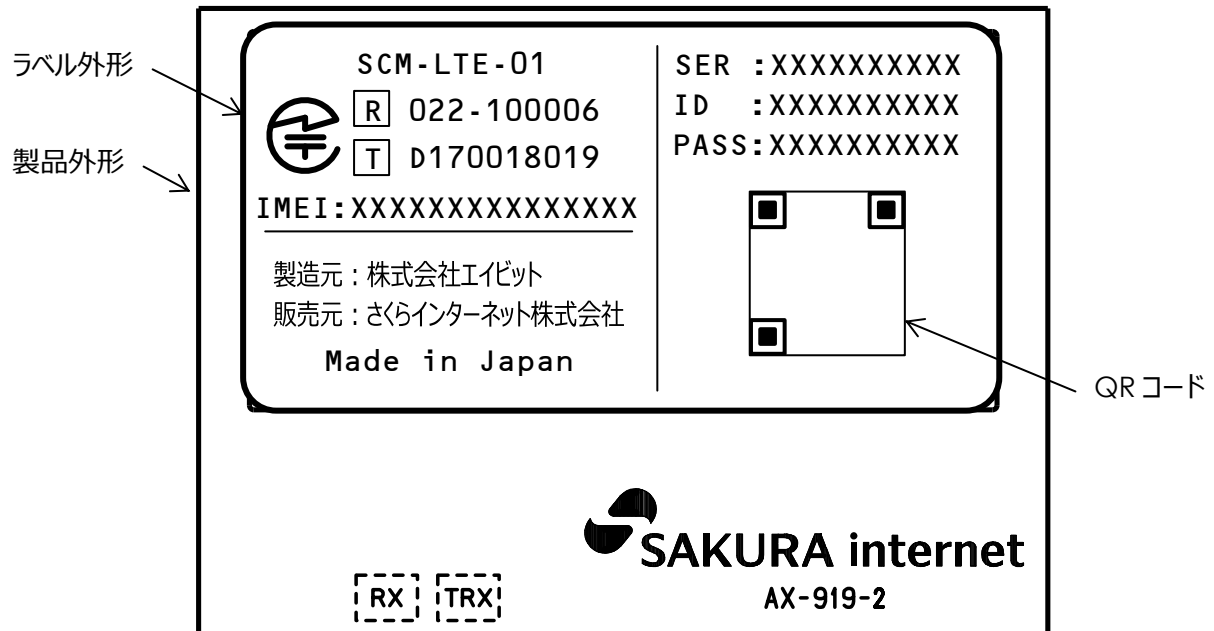


Figure 12 SCM-LTE-01

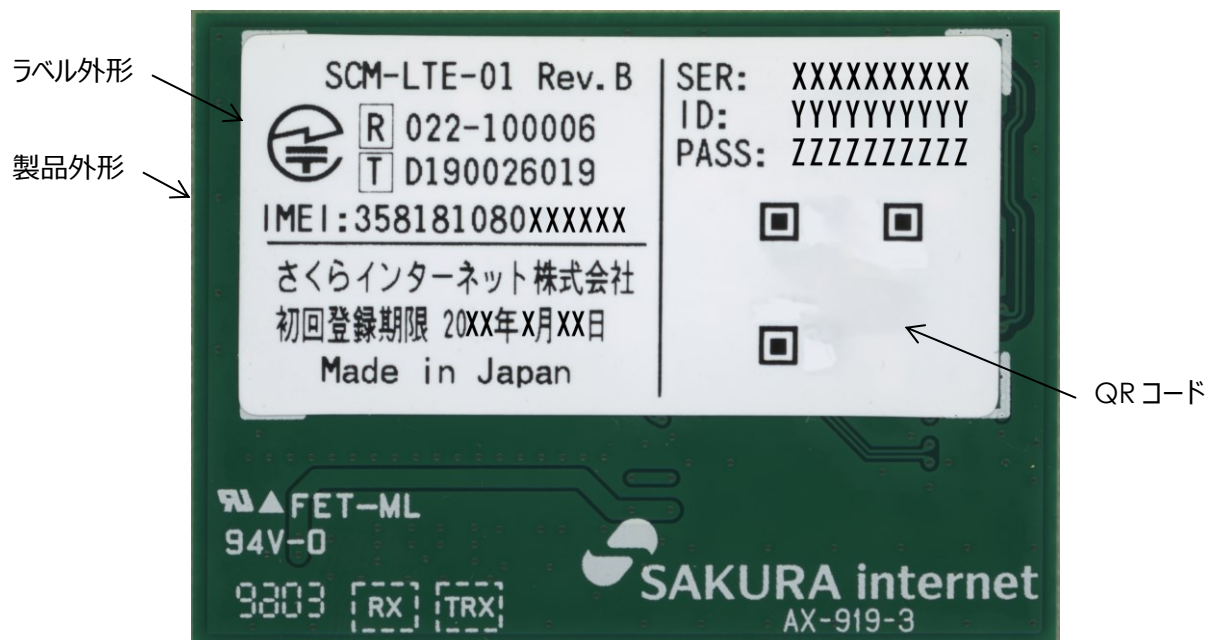


Figure 13 SCM-LTE-01 Rev.B

「IMEI」の箇所には、本製品が搭載している LTE 無線モジュールの International Mobile Equipment Identity 番号（15 文字）が印字されます。「SER」、「ID」、および「PASS」の箇所には、それぞれ、本モジュールの個体ごとに異なる個体管理記号、sakura.io プラットフォーム登録用 ID および sakura.io プラットフォーム登録用パスワードが印字されます。

SER、ID、および PASS の値は、高々10 文字で、JIS X 0208 において規定されるラテン文字用図形文字集合 21h から 7Eh までの範囲から 22h、2Ch、3Ah、3Bh を除いた文字のあらゆる組み合わせが出現する可能性があります。

「SER」、「ID」、および「PASS」の各情報は、QR コード化したものが図中において「QR コード」と表記されている箇所に印字されます。項目名と、その値をコロン（3Ah）で区切り、さらに 3 つの情報をカンマ（2Ch）で区切った文字列として収録されています。

製品写真

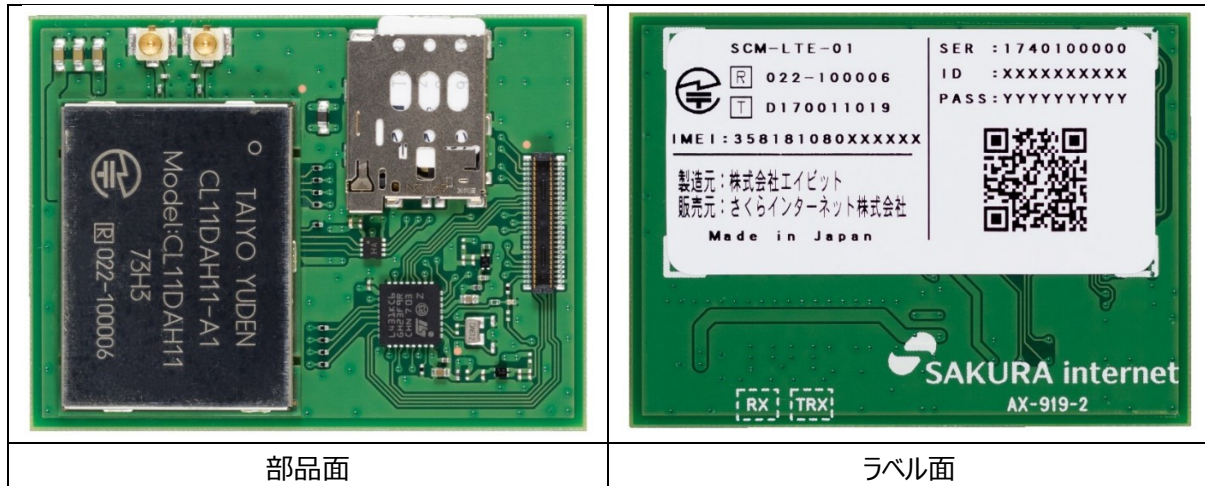


Table 15 SCM-LTE-01

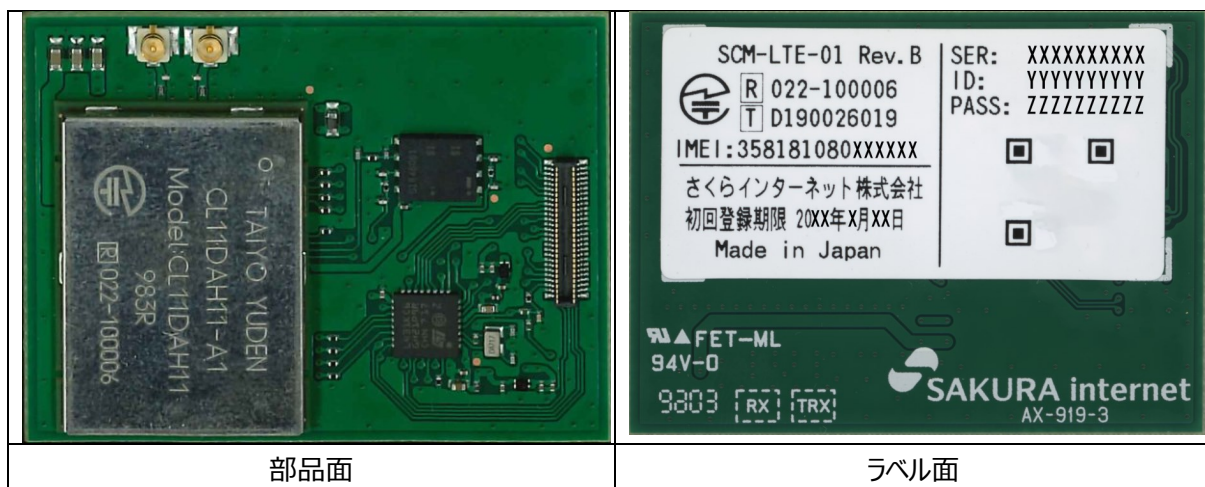


Table 17 SCM-LTE-01 Rev.B

- ※ ラベル上の固有情報を隠蔽するため一部画像を加工しています。
- ※ これらの写真は参考用として代表個体を撮影したものであり、個体により外観に差異がある場合があります。

ソフトウェアライセンス

この製品は、内部でオープンソースソフトウェアの lwIP を使用しています。そのライセンスは以下のとおりです。

lwIP is licenced under the BSD licence:

Copyright (c) 2001-2004 Swedish Institute of Computer Science.

All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR ``AS IS AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

注意事項

用途の限定

この製品は、特別に高い信頼性が要求され、その故障や誤作動が生命または身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会的に深刻な影響を及ぼす恐れのある用途に適用されることは意図されていません。購入者側の責任で以下を含む用途にこの製品を使用された場合、当社はいかなる責も負いかねますのでご了承ください。

原子力関連機器、航空宇宙機器、海底機器、電力制御機器、医療機器、輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、燃焼制御機器、各種安全関連機器、金融関連機器、昇降機器、その他これらの機器と同等の機器

屋外での使用

屋外で使用される場合や、防水性を要求されるような環境で使用される場合は、適切な防水構造の採用および結露対策を実施してください。

コネクタ

コネクタ挿抜時には、過度の応力を加えないよう注意してください。また、搭載時には、応力が連続して加わらないよう注意してください。

設置環境

誤作動や、動作不良が予想されますので、以下のような状態または環境条件下では使用しないでください。

- (ア) 液体の中、または腐食性雰囲気のある場所
- (イ) 高温が連続する場所
- (ウ) 潮風を受ける場所
- (エ) 直射日光を受ける場所
- (オ) 急激な温度変化がある場所
- (カ) ヒーターやエアコンなどの風を直接受ける場所
- (キ) 強い振動がある場所
- (ク) 強い電磁波がある場所
- (ケ) 帯電または静電気が発生する場所
- (コ) その他、これらに準じる条件下

改訂履歴

日付	版	改訂内容
2020 年 1 月 31 日	1.0.0	初版公開