



IoT-Engine ハードウェア仕様書

2016 年 5 月

トロンフォーラム
<http://www.tron.org/>

IoT-Engine ハードウェア仕様書 (Ver. 1.00.00.B0)

本仕様書の著作権は、トロンフォーラムに属しています。
本仕様書の内容の転記、一部複製等には、トロンフォーラムの許諾が必要です。
本仕様書に記載されている内容は、今後改良等の理由でお断りなしに変更することがあります。

本仕様書に関しては、下記にお問い合わせください。

トロンフォーラム事務局

〒141-0031 東京都品川区西五反田 2-12-3 第一誠実ビル 9F

YRP ユビキタス・ネットワークキング研究所内

TEL : 03-5437-0572 FAX : 03-5437-2399

E-mail : office@tron.org

目次

1. IoT-Engine 概要.....	5
2. IoT-Engine のハードウェア仕様	8
2.1 IoT-Engine ハードウェア寸法.....	8
2.2 信号割り当て.....	9
2.3 信号割り当てガイドライン	12
2.4 各種信号割り当てバリエーション	14

変更履歴

バージョン	更新日	ページ	更新内容	備考
01.00.00.B0	2016/05/26	-	初版	

1. IoT-Engine 概要

IoT-Engine は、さまざまな製品(モノ=Things)をインターネット経由でクラウド連携し、IoT(Internet of Things)化するための開発標準プラットフォームである。開発向けプラットフォームではあるが、**図 1-1** に示すように十分小型なので、実際の機器の中に組み込んで使うこともできる。標準化は、トロンフォーラムのIoTワーキンググループで進められ、標準化される部分についてはオープン化される。

IoT-Engine は MPU を限定していないので、それぞれの半導体メーカーの特徴をもった MPU を搭載した IoT-Engine を作る事ができ、IoT 製品メーカーは製品の特性に適した MPU を搭載した IoT-Engine を利用して、素早く製品の開発を行うことができる。

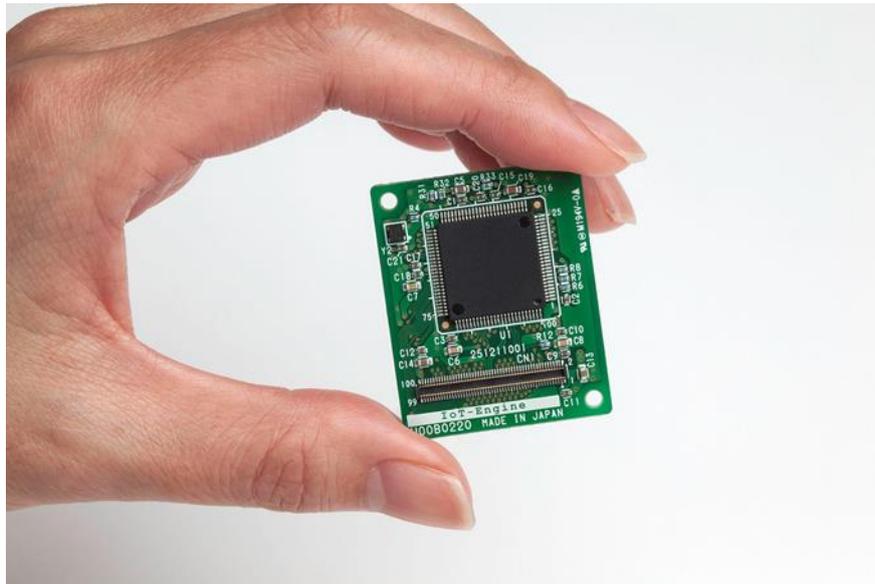


図 1-1 IoT-Engine の例

IoT-Engine は、インターネットに接続するための無線インタフェースを搭載する。この無線には、WiFi より省電力な IEEE802.15.4 を採用している。IEEE802.15.4 は、WPAN(Wireless Personal Area Network)、すなわち近距離無線通信の規格で、UHF 帯の電波を使い 100~400kbps の通信レートで、IPv6 と互換性のある通信仕様を採用する。IoT-Engine を搭載した機器は、**図 1-2** に示すように省電力近距離無線により、6LoWPAN ボーダールータと呼ぶ親機を経由してインターネットに接続する。これは WiFi であるアクセスポイントに相当する装置である。

註: 図 1-2 では、6LoWPAN ボーダールータは、WiFi ルーターに WiFi 無線接続しているが、有線 LAN に接続する 6LoWPAN ボーダールータも存在する。

IoT-Engine は、IEEE802.15.4 無線を搭載することを要件とするが、MPU の本体と、無線モジュールとを合体させるように構成することも可能である。また、同一基板上に無線部を搭載したり、MPU と無線部を一体化した形で構成してもよい。IEEE802.15.4 の無線周波数は、国によって規格が異なっているため

開発段階では無線部を交換式にし、仕向け先に合った無線モジュールに交換する方法を取ることができるとしている。図 1-3 に、無線モジュールと合体構造の IoT-Engine の例を示す。

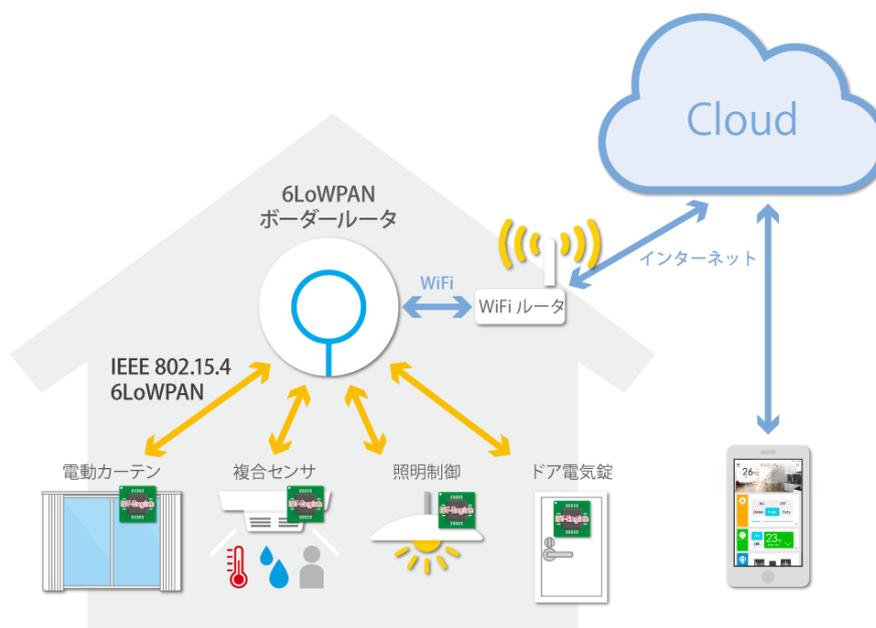


図 1-2 IoT-Engine と 6LoWPAN ボーダールータの接続およびシステムイメージ



図 1-3 無線モジュールと合体式の IoT-Engine の例

IoT-Engine 仕様は、ハードウェア基板や無線、OS、無線通信プロトコルを含むが、それだけの規格ではない。オープン IoT プラットフォーム (Open IoT Platform) 上で動作し、IoT-Engine を搭載した複数の機器は、クラウド上で連携でき、クラウド上のさまざまなサービスが利用できるようになる。図 1-4 に示すように IoT-Engine を搭載していれば、機器の製造メーカーが異なっても連携が可能になる。IoT-Engine からクラウドまでは、WPAN およびインターネットを経由するが、その間はセキュアな通信路が確立されるので、事実上 IoT-Engine がクラウドに直結されたのと同じと考えることができる。どの機器間とどの利用者が何をするのかというアクセス制御はクラウド上で管理される。

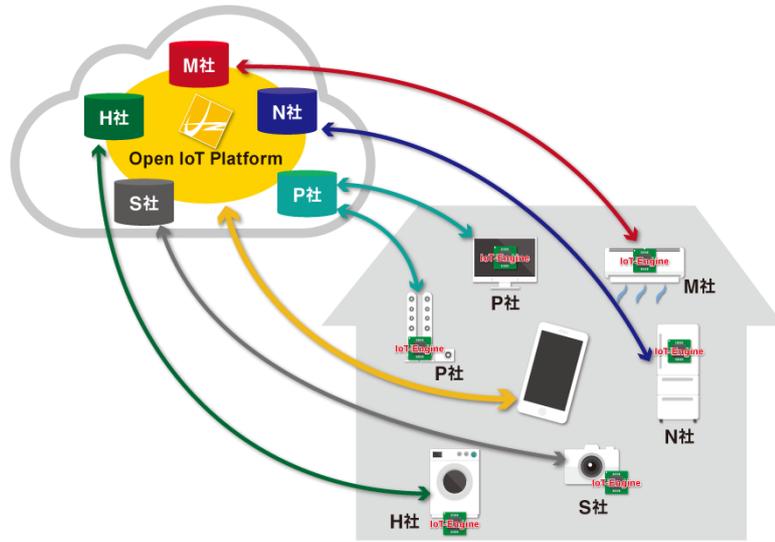


図 1-4 Open IoT Platform による機器連携

2. IoT-Engine のハードウェア仕様

2.1 IoT-Engine ハードウェア寸法

IoT-Engine は、MPU と無線を搭載した基板のコンネクタおよび固定穴位置を図 2-1 に規定する。基板寸法は、規定していない。図 2-1 において括弧付き数字は参考寸法である。

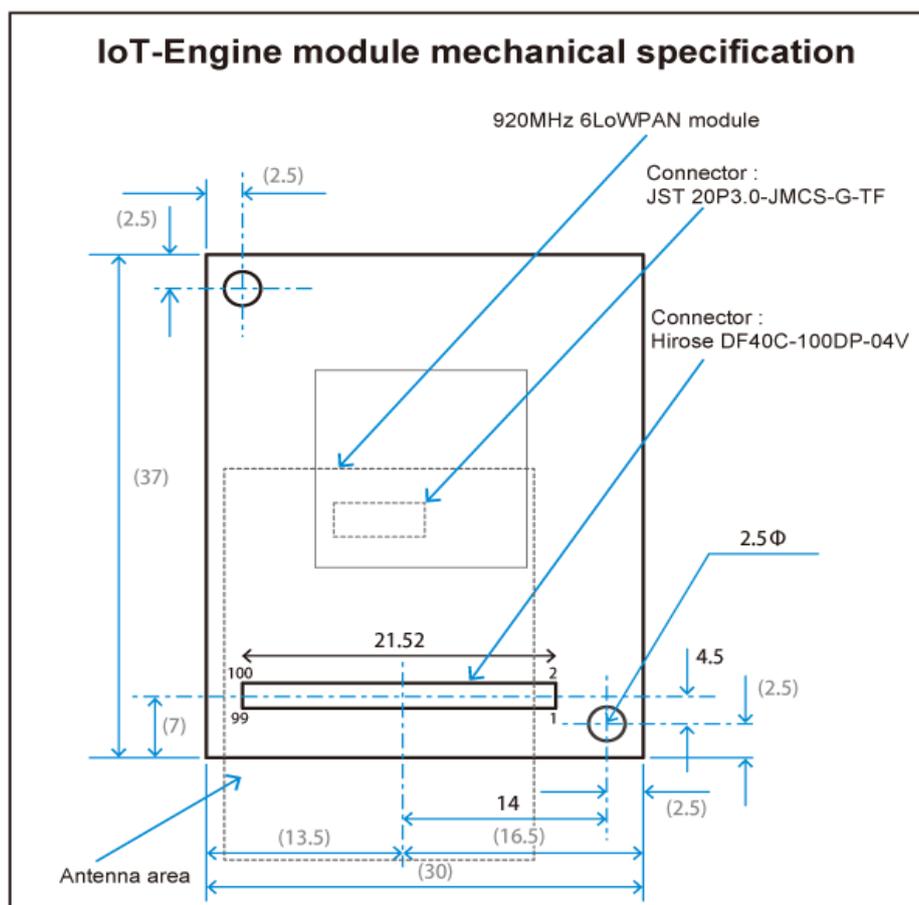


図 2-1 IoT-Engine 機械的仕様

無線部は小基板を MPU 基板に搭載する方式、または MPU 内蔵、MPU 基板上に構成してよい。IEEE802.15.4 の無線周波数帯は、サブ GHz 帯の UHF または、2.4GHz が使われるが、サブ GHz 帯 UHF は世界各国で周波数が異なる。日本では、920MHz 帯 ARIB T-108 準拠となる。

無線部を分離型にした場合の参考配置を 920MHz 6LoWPAN module として点線で示している。アンテナ部は基板上の部品やプリント配線による影響を受けにくいように、外側に配置できるようになっている。

IoT-Engine のコネクタは Hirose DC40C-100DP-04V を使用する。このコネクタは 0.4mm ピッチの 100pin で、MPU の部品側に実装する。コネクタの図上、上下中心線と固定穴の距離を 4.5mm とする。また、左右中心線と固定穴の距離を 14mm とする。固定穴は 2.5φとする。規定の固定穴側がコネクタの信号ピン番号 1 となり、奇数ピン番号が基板エッジ側となる。

無線部を分離している場合は、コネクタと反対面に無線部を搭載するのがよく、基板上アンテナの場合は、アンテナ位置が IoT-Engine MPU 基板から外に出るような実装が可能である。

日本国内で利用できる無線モジュールの例としてユーシーテクノロジー U02X0014 (RohmBP35A1 に IoT-Engine 接続用ファームウェアを搭載した製品) を搭載する場合のコネクタは JST 20P 3.0-JMCS-G-TF を使用している。

2.2 信号割り当て

IoT-Engine 100pin コネクタの信号割り当てを、表 2-1 に示す。表の左側が基板エッジ側で、左側の SIGNAL ASSIGNMENT 信号名に網掛がしてある部分は、Arduino 互換 I/O 信号である。この信号は、IoT-Engine 開発ボードに Arduino 互換 I/O コネクタとして出しているため、Arduino 用の I/O コネクタに接続できる市販の様々なセンサーやインタフェース、拡張基板などを活用できる。

註: 表 2-1 の T-Car の欄は、IoT-Engine 開発ボードを搭載し、センサー類を搭載した模型自動車 T-Car に接続されるインタフェース信号を示している。T-Car を利用する場合は、これらの信号を割り当てる必要がある。

IoT-Engine のコネクタ信号表の TYPE の欄にあるように、信号割り当ては P(デジタルポート)、S(マルチファンクション・シリアルポート)、A(アナログポート)などのようにタイプ分けをしてある。最近の MPU の I/O 信号は、複数の機能を設定で変更できるようになっているのと同時に、型番によって I/O として使える種類や信号数も異なるので、すべての MPU に共通の割り当ては不可能だが、表 2-2 のガイドラインを参考に、タイプ毎につけられた番号の若い方から優先的に割り当てることで基本的な互換性が取れるようになっている。

タイプ U は、ユーザーのカスタム信号を割り当てられ、この部分は互換性は考慮しなくてよい。システム用のタイプ KEY は電源電圧等のモード指定をオープン、プルアップ、プルダウンで行えるようになっている。タイプ R は、RF 部にコントローラ CPU を搭載しているような場合のモード信号、デバッグ信号を割り当てる。

EDGE-SIDE

OUT-SIDE

T-Car	TYPE		SIGNAL ASSIGNMENT		PIN#
	VBATT		VBATT		1
MicroSD-CD	GPIO/INT	[S3]	-WKUP	1	3
Photo-sensor(speed)			SCK	2	5
USB Vbus			TXD	3	7
I2C Enable			RXD	4	9
DIP-SW			GPIO	5	11
	UART	[P0]	GPIO, IO7(IO)	6	13
			RXD, IO0(RX)	7	15
			TXD, IO1(TX)	8	17
	GND			GND	19
	PWM	[P1]	-INT, IO2(INT)	1	21
			GPIO, IO4(IO)	2	23
			PWM, IO3(PWM/INT)	3	25
			PWM, IO5(PWM)	4	27
			PWM, IO6(PWM)	5	29
motor PWM	[P4]	PWM	6	31	
motor PWM		PWM	7	33	
Analog Speaker		PWM	8	35	
	GND			GND	37
	SPI	[S0]	MISO, IO12	1	39
			MOSI, IO11	2	41
			CLK, IO13	3	43
			SS, IO10	4	45
	GND			GND	47
	[P2]	PWM, IO9(PWM)	2	49	
		GPIO, IO8(IO)	1	51	
	GND			GND	53
Pin Header	RTC	[RS]	32kHz-IN	14	55
Jumper Pin			32kHz-OUT	13	57
Front LED				12	59
Front LED				11	61
LED			-RESET_OUT	10	63
LED			-WKUP	9	65
			I2C	[P3]	SDA
	SCL	7			69
	ANALOG	[A1]	AIN, A3	6	71
			AIN, A4	5	73
			AIN, A5	4	75
		[A0]	AIN, A0	3	77
			AIN, A1	2	79
	GND			AGND	81
	GND			AGND	83
-	RF CONTROL /DEBUG	[R1]	RF_SWCLK	6	85
-			RF_SWDIO	5	87
-			RF_SWO	4	89
-		[R2]	RF_NMI	3	91
-			RF_RESET	2	93
-			RF_MODE	1	95
	KEY	[KEY]		KEY2	97
				KEY1	99

Arduino I/O connector compatible signals

Connector : HIROSE DF40C-100DP-0.4V

表 2-1 IoT-Engine 100pin コネクタ信号割り当て(その 1)

IN-SIDE

PIN#	SIGNAL ASIGNMENT		TYPE		T-Car
2	D3.3V		D3.3V		
4	D3.3V		D3.3V		
6	1	USER-OPT1	[U0]	USER OPTION	ACC-sensor INT
8	2	USER-OPT2			ACC-sensor SDA (I2C)
10	3	USER-OPT3			ACC-sensor SCL (I2C)
12	4	USER-OPT4	[U1]	USER OPTION	-
14	5	USER-OPT5			Jumper Pin
16	6	USER-OPT6			Jumper Pin
18	GND		GND		
20	1	SWCLK	[JS]	DEBUG	SWCLK (JTAG)
22	2	SWDIO			SWDIO (JTAG)
24	3	SWO			-
26	4	Vref			Vref
28	5	-NMI	[Q0]	NMI/INT	Push-SW
30	6	-INT			Push-SW
32	7	-INT			Push-SW
34	8	-INT	[Q1]	NMI/INT	USB-D+(UP)
36	9	-INT			Jumper Pin
38	10	-INT			Digital Speaker
40	11	SS	[S1]	SD	SD_CS
42	12	MISO			SD_MISO
44	13	MOSI			SD_MOSI
46	14	CLK			SD_CLK
48	GND		GND		
50	1	D+	[USB]	USB	D+ (USB)
52	2	D-			D- (USB)
54	GND		GND		
56	4	GPIO	[S4]	GPIO	Photo-sensor(Line 1)
58	3	GPIO			Pin Header
60	2	GPIO			Photo-sensor(Line2)
62	1	GPIO			USB Status
64	GND		GND		
66	8	-RESET	[MS]	SYSTEM	RESET
68	7	MODE0			MD0
70	6	MODE1			MD1
72	5	CTS	[S2] or [A5]	UART	USB-UART-RTS
74	4	RXD			USB-UART-TXD
76	3	TXD			USB-UART-RXD
78	2	SCK			Pin Header
80	1	RTS		USB-UART-CTS	
82	AGND		GND		
84	8	AI	[A2]	ANALOG	Analog-SW
86	7	AI			Analog-SW
88	6	AI	[A3]	ANALOG	Temp-sensor
90	5	AI			Pin Header
92	4	AI			Pin Header
94	3	AI	[A4]	ANALOG	Mic
96	2	AI			Range-sensor
98	1	AI			Light-sensor
100	AVCC		AVCC		

Connector HIROSE DF40C-100DP-0.4V

表 2-1 IoT-Engine 100pin コネクタ信号割り当て(その 2)

2.3 信号割り当てガイドライン

搭載する MPU による特徴を生かしながら、最低限互換性を保つために、信号割り当ての優先度を定める。表 2-2 は信号をカテゴリ分けし、それぞれのグループに割り当てる信号を示している。互換性上★印のついている項目については、表の信号に準拠することを基本とする。JS、MS は MPU に依存する。

表 2-2 信号割り当てガイドライン

デジタルポート

TYPE	
[P0] ★	Arduino I/O 互換 UART
[P1] ★	Arduino I/O 互換 -INT/IO/PWM
[P2]	Arduino I/O 互換 -INT/IO
[P3] ★	Arduino I/O 互換 I ² C
[P4]	汎用 I/O、PWM

アナログポート

TYPE	
[A0] ★	Arduino I/O 互換 AI(アナログ入力)
[A1]	Arduino I/O 互換 AI(アナログ入力)
[A2]	AI(アナログ入力)
[A3]	AI(アナログ入力) or I ² C
[A4]	AI(アナログ入力) or AO(アナログ出力)
[A5]	AI(アナログ入力) [S2]兼用領域

マルチファンクション・シリアルポート (USART : SPI/UART/I²C として利用可能)

TYPE	
[S0] ★	Arduino I/O 互換 SPI
[S1]	SD カード用 SPI
[S2] ★	UART(デバッグ用) [A5]兼用領域
[S3]	UART
[S4]	汎用 I/O

ユーザーI/O (ユーザーカスタム信号)

TYPE	
[U0]	ユーザーI/O (UART の追加)
[U1]	ユーザーI/O

システム用

TYPE	
[JS]	デバッグ接続用
[Q0] ★	-NMI 及び標準的なシステム用割り込み
[Q1]	USB/SD 用の割り込み or GPIO
[MS]	-RESET 及びモード信号
[RS]	RTC 及び電源管理用信号
[KEY] ★	電源電圧等のモード指定(詳細別表)

RF モジュール用カスタム信号

TYPE	
[R0]	RF 用 モード信号等
[R1]	RF 用 デバッグ信号

電源電圧等のモード指定

KEY1	KEY2	Vcc 電圧	その他
OPEN	OPEN	3.3V	
Pull Down	OPEN	2.5V	
OPEN	Pull Down	1.8V	
Pull Down	Pull Down	5V	
OPEN	Pull Up	3.3V	I/O デバイスが 5V 耐圧
Pull Up	OPEN	3.3V	AI(アナログ入力)信号なし
Pull Down	Pull Up	2.5V	AI(アナログ入力)信号なし
Pull Up	Pull Down	1.5V	AI(アナログ入力)信号なし
Pull Up	Pull Up	reserve	reserve

電源電圧等のモード指定で、「I/O デバイスが 5V 耐圧」は、MPU の電源系が 3.3V であっても I/O は 5V 系を接続可能な場合この KEY をつかって識別できるようにする。また、「AI 信号なし」は、互換性を取るため A0 を★印としているが、MPU によってはアナログ入力がないものがあり、その場合、この KEY を使って識別できるようにする。

2.4 各種信号割り当てバリエーション

搭載する MPU によっては、「I²S や CAN などを割り当てたい」、「デバッグ信号が表 2-1 と異なる場合どこにわりたてるか」、等各種ケースに対応できるように、割り当てバリエーションの例を以下に参考として示す。

IoT-Engine のコネクタ信号は、偶数番号は、主に IoT-Engine が制御する機器側、すなわちアプリケーションの信号が割り当てられている。一方奇数番号は IoT-Engine の MPU システム側、すなわちデバッグ用やプログラムやデータのストレージを接続したりといった信号が割り当てられている。この区分けを考慮して信号を割り当てるのが望ましい。

SPI 信号	I ² C 信号	I2S 信号	TYPE	PIN	SIGNAL
S3-INT	S3-INT	I2SWS	S3	3	-WKUP
S3-MOSI	S3-SCL	I2SCK	S3	5	SCK
S3-MISO	S3-SDA	I2SDO	S3	7	TXD
S3-SCLK		I2SDI	S3	9	RXD
S3-SS			S3	11	GPIO

DA 信号			TYPE	PIN	SIGNAL
DA0			P4	35	PWM /DAC

USART 信号	I ² C 信号	SIM カード信号	TYPE	PIN	SIGNAL
S1-RXD	S1-INT	IC_CLK	S1	39	MISO, IO12
S1-TXD	S1-SDA	IC_VCC	S1	41	MOSI, IO11
S1-SCK	S1-SCL	IC_VPEN	S1	43	CLK, IO13
		IC_RST	S1	45	SS, IO10
			GND	47	GND
		IC_DATA	P2	49	PWM, IO9(PWM)
		IC_CIN	P2	51	GPIO, IO8(IO)

USART 信号	I ² C 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
A1-RXD	A1-INT		A1	71	AIN, A3
A1-TXD	A1-SCL		A1	73	AIN, A4
A1-SCK	A1-SDA		A1	75	AIN, A5

RF SPI 信号	RF JTAG 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
RF_SCLK	RF_TCK		R1	85	RF_SWCLK
RF_SS	RF_TMS		R1	87	RF_SWDIO
RF_MOSI	RF_TDO		R1	89	RF_SWO
RF_MISO	RF_TDI		R2	91	RF_NMI
RF_RESET	RF_TRST		R2	93	RF_RESET
RF_MODE	RF_MODE		R2	95	RF_MODE

EEPROM 信号			TYPE	PIN	SIGNAL
KEY-SDA	Pull-Up 条件		KEY	97	KEY2
KEY-SCL	Pull-Up 条件		KEY	99	KEY1

USART 信号	I ² C 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
U0-RXD	U0-INT		U0	6	USER-OPT1
U0-TXD	U0-SDA		U0	8	USER-OPT2
U0-SCK	U0-SCL		U0	10	USER-OPT3

USART 信号	I ² C 信号	DA 信号	TYPE	PIN	SIGNAL
	U1-SCL	DA1	U1	12	USER-OPT4
U1-TXD	U1-SCL		U1	14	USER-OPT5
U1-RXD			U1	16	USER-OPT6

cJTAG 信号	JTAG 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
	(RTCK)		U1	12	USER-OPT4
	TRST		U1	14	USER-OPT5
	TDI / P_MISO		U1	16	USER-OPT6
			GND	18	GND
TCK	TDI / P_MISO		JS	20	SWCLK
TMS	TMS / P_SS		JS	22	SWDIO
	TDO / P_MOSI		JS	24	SWO
	Vref		JS	26	Vref (Pull-Up)

CMSIS 信号	CMSIS 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
< GND >			U1	12	USER-OPT4
CMSIS_DAP+			U1	14	USER-OPT5
CMSIS_DAP-			U1	16	USER-OPT6
			GND	18	GND
	(CMSIS_DAP+)		JS	20	SWCLK
	(CMSIS_DAP-)		JS	22	SWDIO
	(< GND >)		JS	24	SWO
	切り替え信号	[L]にドライブ	JS	26	Vref (Pull-Up)

USART 信号	I ² C 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
S0-RXD	S0-INT		S0	42	MISO
S0-TXD	S0-SDA		S0	44	MOSI
S0-SCK	S0-SCL		S0	46	CLK

UART 信号	CAN 信号	RS485 信号	TYPE	PIN	SIGNAL
TXD	CAN_H	D+	USB	50	D+
RXD	CAN_L	D-	USB	52	D-

USART 信号	I ² C 信号	SPI 信号	TYPE	PIN	SIGNAL
S4-RXD	S4-INT	S4-MISO	S4	56	GPIO
S4-TXD	S4-SDA	S4-MOSI	S4	58	GPIO
S4-SCK	S4-SCL	S4-SCLK	S4	60	GPIO
		S4-SS	S4	62	GPIO

on bord LED 信号	I2S 信号		TYPE	PIN	SIGNAL
	I2SDI		S4	56	GPIO
LED-A	I2SDO		S4	58	GPIO
LED-B	I2SCK		S4	60	GPIO
	I2SWS		S4	62	GPIO

BOOT 信号			TYPE	PIN	SIGNAL
(BOOT)			MS	68	MODE0

SPI 信号	USART 信号	SIM カード信号	TYPE	PIN	SIGNAL
S2-SS	S2-RTS	IC_CLK	S2	72	CTS
S2-MOSI	S2-TXD	IC_VCC	S2	74	RXD
S2-MISO	S2-RXD	IC_VPEN	S2	76	TXD
S2-SCLK	S2-SCK	IC_RST	S2	78	SCK
S2-INT	S2-CTS	IC_DATA	S2	80	RTS
			GND	82	AGND
		(IC_CIN)	A2	84	AI

USART 信号	I ² C 信号	UART 信号	TYPE	PIN	SIGNAL
	S2-SDA		S2	76	TXD
	S2-SCL		S2	78	SCK
	S2-INT		S2	80	RTS
			GND	82	AGND
	A2-SDA		A2	84	AI
	A2-SCL		A2	86	AI
S5-RXD	A3-INT		A3	88	AI
S5-RXD	A3-SDA		A3	90	AI
S5-SCK	A3-SCL		A3	92	AI
			A4	94	AI
		S6-RXD	A4(S6)	96	AI
		S6-TXD	A4(S6)	98	AI