

## ARM とは

## 学習内容

ARM の概要と本書採用の TM4C1294NCPDT チップについて学習します。

## ARM とは

ARM (アーム) は、英国 ARM 社が開発している CPU のアーキテクチャ (基本設計概念) のことです。

ARM 社は自社で CPU を作るかわりに、このアーキテクチャにもとづくコア (CPU の演算処理の中心部分) を開発して、半導体メーカーに知的財産 (IP) としてライセンス供与しています。

メーカー各社は ARM のコアを組み込んで、独自にマイコンなどを開発、生産しています。

ARM は低消費電力で動作することを特長とし、スマートフォン・ゲーム機などの携帯機器からパソコン周辺機器やおもちゃにいたるまで、あらゆる電子機器に広く採用されています。ARM が採用

された有名な製品には、皆さんよくご存知の iPhone や Raspberry PI があります。

ARM は現在、世界で最も使用されている 32bitCPU アーキテクチャといえます。

本書は、イーサネットインターフェースが内蔵された Tiva TM4C1294NCPDT を採用しており、ARM で組み込みネットワークを学ぶのに最適です。

Tiva C シリーズ TM4C1294NCPDT のスペック		
メモリ	Flash	1024 KB
	SRAM	256 KB
	EEPROM	6 KB
コア	CPU	ARM Cortex-M4F
	最大クロック	120 MHz
	メモリ保護装置 (MPU)	✓
	JTAG/SWO/SWD	✓
タイマ	System Tick Timer	24 bit
	General-Purpose	16/32 bit × 8
	Real-Time Clock (RTC)	✓
	Watchdog Timer (WDT)	2
	PWM	8
	QEI (Quadrature Encoder Interface)	1
シリアル インターフェース	Ethernet (10/100 MAC+PHY)	✓
	IEEE1588	✓
	UART	8
	I <sup>2</sup> C	10
	SSI/SPI	4
	CAN MAC	2
	USB 2.0	OTG
アナログ	ADC 分解能	12 bit
	ADC チャンネル数	4
	ADC スピード	2M サンプル / 秒
	内蔵温度センサ	✓
	アナログコンパレータ	1
ハイバネーションモジュール (HIB)	✓	
汎用入出力 (GPIO) ピン数	90	
動作温度 (TM4C1294NCPDTI) *	-40°C ~ +85°C	
パッケージ	128pin TQFP	

✓ : 搭載

\* 型番の後ろに付いているアルファベットの「I」は、温度領域 (-40°C ~ +85°C) を表します。

## ARM とは

### TM4C12x マイコンとは

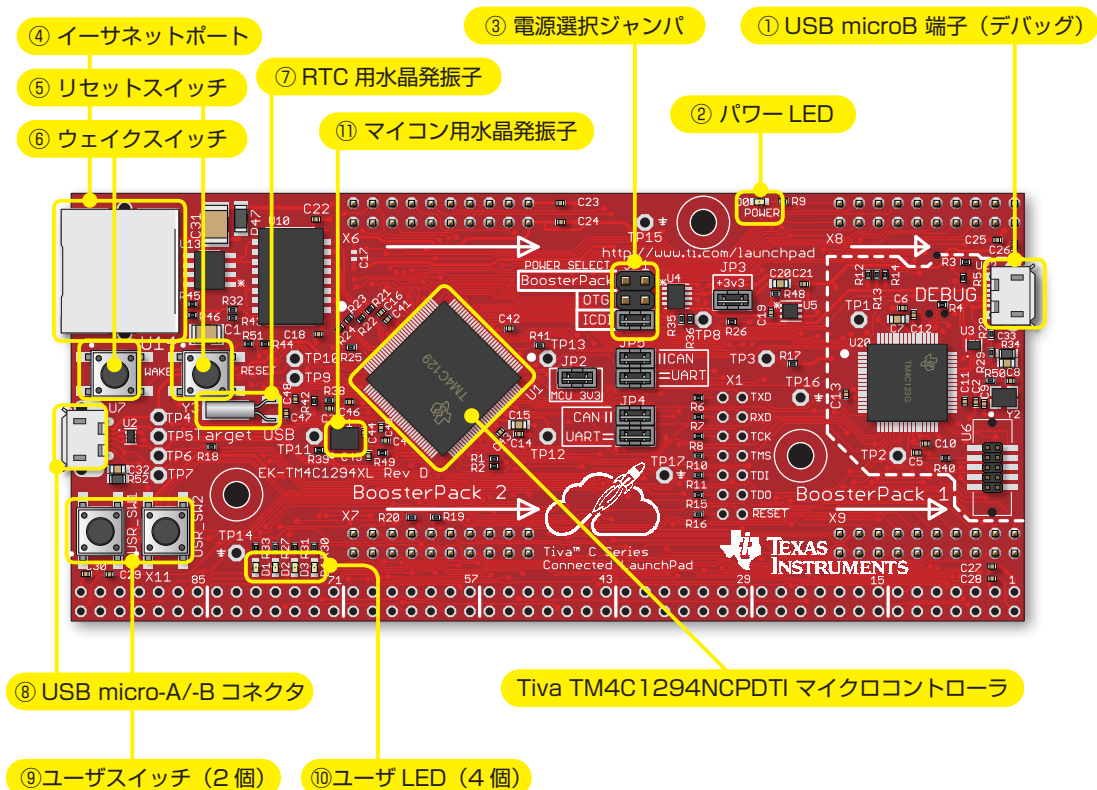
TM4C12x は、テキサス・インスツルメンツ (TI) 社の ARM Cortex-M4 マイコンファミリーで、UART、USB、イーサネットなどの接続・通信機能を搭載しており、PWM、ADC、直交エンコーダなどの制御機能も有しています。

TM4C12x マイコンの開発・評価プラットフォームとしては、さまざまなツールを搭載した LaunchPad 開発キットが提供されており、ARM Cortex-M4 マイコンの入門としても最適です。

また、TM4C12x マイコン用のソフトウェアとしては、ライブラリやサンプルコードが含まれた TivaWare<sup>®</sup> ソフトウェア、リアルタイム OS の TI-RTOS が TI 社から無償で提供されており、アプリケーション開発が容易になっています。

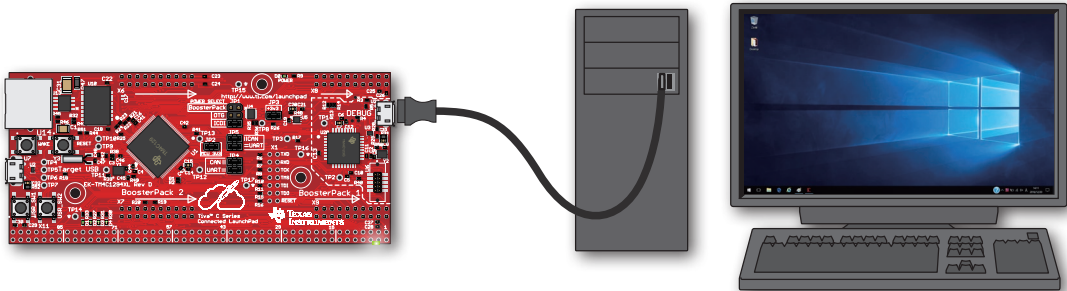
※ Tivaware は Texas Instruments Incorporated の登録商標です。

### マイコンボード レイアウト



## ARM とは

名称	解説
① USB microB 端子 (デバッグ)	パソコンからのデータ転送 兼 5V 電源供給
② パワー LED	通電すると点灯
③ 電源選択ジャンパ	「ICDI」にセットした時、デバッグ用 USB 端子から給電
④ イーサネットポート	サンプルプログラムでは LED3、LED4 と連動
⑤ リセットスイッチ	マイコンプログラムをリセット
⑥ ウェイクスイッチ	ハイパネートウェイクボタン
⑦ RTC 用水晶発振子	32.768 kHz $\pm$ 20ppm
⑧ USB micro-A/B コネクタ	マイコンの USB ポート (※①はデバッグのポート)
⑨ ユーザスイッチ (2 個)	アクティブ Low で接続
⑩ ユーザ LED (4 個)	アクティブ High で接続 (※④も参照)
⑪ マイコン用水晶発振子	25MHz $\pm$ 20ppm (MCU 内部の PPL で最大 120MHz に乗算)



マイコンボードの電源は USB 端子を通して供給されます。

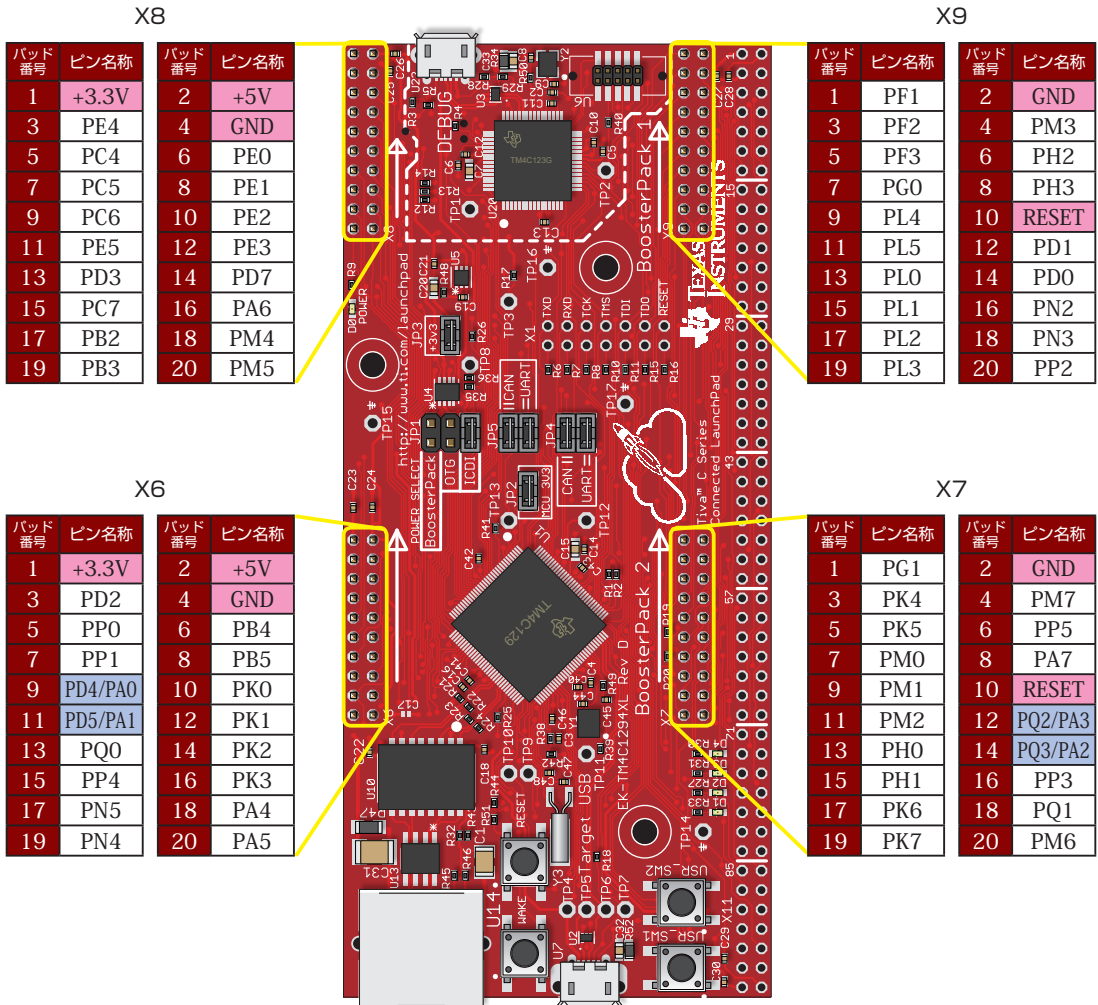
### 単位の接頭辞について

単位の接頭辞で使われている大文字の K は、1000 倍を表す場合と 1024 倍 ( $2^{10}$  倍) を表す場合があります。大文字の K は非公式の接頭辞であり意味にも曖昧さがあるため、1000 倍は小文字の k で表すべきとされており、また 1024 倍を表す接頭辞として「Ki」が 1998 年に国際的に定められましたが、大文字の K は依然広く使われています。前ページのスペック表で使われている大文字の K はいずれも 1024 倍を表しますが、メモリ以外の部分で K が使われている場合は 1000 倍を示すことが多いので注意しましょう。例えばデータシート上で周波数が 32.768KHz と表記されていた場合、K は 1024 倍ではなく 1000 倍を表します。

## ARM とは

### マイコンボード ピンアサイン (実体配置順)

TM4C1294NCPDT には 90 個の入出力端子があり、このうち 74 個(ピン数としては 70 個)がマイコンボード上のピンヘッダに接続されています。



	GPIO (汎用入出力) 以外のピンです
	X6-9 は JP4 が UART の時 PD4 に、CAN の時 PA0 に接続されます
	X6-11 は JP5 が UART の時 PD5 に、CAN の時 PA1 に接続されます
	X7-12 は PQ2 に配線されていますが、0 Ω の抵抗 (R19) で PA3 にも接続されています
	X7-14 は PQ3 に配線されていますが、0 Ω の抵抗 (R20) で PA2 にも接続されています

ARM とは

マイコンボード ピン機能 (抜粋)

以下の表は、入出力端子の一覧と各ピンの機能の一部抜粋です。

	マイコンボード上で配線済みの端子
	ベースボード上で配線されている端子
	前ページ参照

PL5 ピン 名称	96MCU ピン	アナログ他	デジタル機能 (抜粋)			マイコンボード	ベースボード
			5	6	15		
PA0	33	-	-	-	-	Debug/X6-9	
PA1	34	-	-	-	-	Debug/X6-11	
PA2	35	-	-	-	SSIOClk	X7-14	
PA3	36	-	-	-	SSIOFss	X7-12	
PA4	37	-	-	-	SSIOXDAT0	X6-18	
PA5	38	-	-	-	SSIOXDAT1	X6-20	
PA6	40	-	USBOEPEN	-	EPIOS8	X8-16	
PA7	41	-	USBOPFLT	-	EPIOS9	X7-8	
PB0	95	USBOID	-	-	-	USB(U7)	
PB1	96	USBOVBUS	-	-	-	USB(U7)	
PB2	91	-	-	-	EPIOS27	X8-17	LDM-P8
PB3	92	-	-	-	EPIOS28	X8-19	
PB4	121	AIN10	-	-	SSI1Fss	X6-6	
PB5	120	AIN11	-	-	SSI1Clk	X6-8	
PC0	100	-	-	-	-	Debug	
PC1	99	-	-	-	-	Debug	
PC2	98	-	-	-	-	Debug	
PC3	97	-	-	-	-	Debug	
PC4	25	C1-	-	-	EPIOS7	X8-5	LDM-P5
PC5	24	C1+	-	-	EPIOS6	X8-7	LDM-P6
PC6	23	C0+	-	-	EPIOS5	X8-9	LDM-P7
PC7	22	C0-	-	-	EPIOS4	X8-15	microSD-CS
PD0	1	AIN15	C0o	-	SSI2XDAT1	X9-14	microSD-DO
PD1	2	AIN14	C1o	-	SSI2XDAT0	X9-12	microSD-DI
PD2	3	AIN13	C2o	-	SSI2Fss	X6-3	
PD3	4	AIN12	-	-	SSI2Clk	X8-13	microSD-SCLK
PD4	125	AIN7	-	-	SSI1XDAT2	X6-9/Debug	
PD5	126	AIN6	-	-	SSI1XDAT3	X6-11/Debug	
PD6	127	AIN5	USBOEPEN	-	SSI2XDAT3	USB(U4)	
PD7	128	AIN4	USBOPFLT	-	SSI2XDAT2	X8-14	

## ARM とは

PL5 ピン 名称	96MCU ピン	アナログ他	デジタル機能 (抜粋)			マイコンボード	ベースボード
			5	6	15		
PE0	15	AIN3	-	-	-	X8-6	LDM-P1
PE1	14	AIN2	-	-	-	X8-8	LDM-P2
PE2	13	AIN1	-	-	-	X8-10	LDM-P3
PE3	12	AIN0	-	-	-	X8-12	LDM-P4
PE4	123	AIN9	-	-	SSI1XDAT0	X8-3	TS-P1 (TE1)
PE5	124	AIN8	-	-	SSI1XDAT1	X8-11	TS-P2 (TE2)
PF0	42	-	ENOLED0	MOPWM0	TRD2	LED(D4)	
PF1	43	-	ENOLED2	MOPWM1	TRD1	X9-1	Servo Motor
PF2	44	-	-	MOPWM2	TRD0	X9-3	
PF3	45	-	-	MOPWM3	TRCLK	X9-5	LDM-P15
PF4	46	-	ENOLED1	MOFAULT0	TRD3	LED(D3)	
PG0	49	-	-	MOPWM4	EPIOS11	X9-7	LDM-P16
PG1	50	-	-	MOPWM5	EPIOS10	X7-1	GLCD-RST
PH0	29	-	-	-	EPIOS0	X7-13	GLCD-CS1
PH1	30	-	-	-	EPIOS1	X7-15	GLCD-CS2
PH2	31	-	-	-	EPIOS2	X9-6	
PH3	32	-	-	-	EPIOS3	X9-8	
PJ0	116	-	ENOPPS	-	-	USR_SW1	
PJ1	117	-	-	-	-	USR_SW2	
PK0	18	AIN16	-	-	EPIOS0	X6-10	GLCD-DB0
PK1	19	AIN17	-	-	EPIOS1	X6-12	GLCD-DB1
PK2	20	AIN18	-	-	EPIOS2	X6-14	GLCD-DB2
PK3	21	AIN19	-	-	EPIOS3	X6-16	GLCD-DB3
PK4	63	-	ENOLED0	MOPWM6	EPIOS32	X7-3	GLCD-DB4
PK5	62	-	ENOLED2	MOPWM7	EPIOS31	X7-5	GLCD-DB5
PK6	61	-	ENOLED1	MOFAULT1	EPIOS25	X7-17	GLCD-DB6
PK7	60	-	RTCCLK	MOFAULT2	EPIOS24	X7-19	GLCD-DB7
PL0	81	-	-	MOFAULT3	EPIOS16	X9-13	LDM-P9
PL1	82	-	-	PhA0	EPIOS17	X9-15	LDM-P10
PL2	83	-	C0o	PhB0	EPIOS18	X9-17	LDM-P11
PL3	84	-	C1o	IDX0	EPIOS19	X9-19	LDM-P12
PL4	85	-	-	-	EPIOS26	X9-9	LDM-P13
PL5	86	-	-	-	EPIOS33	X9-11	LDM-P14
PL6	94	USBODP	-	-	-	USB(U7)	
PL7	93	USBODM	-	-	-	USB(U7)	

## ARM とは

PL5 ピン 名称	96MCU ピン	アナログ他	デジタル機能 (抜粋)			マイコンボード	ベースボード
			5	6	15		
PM0	78	-	-	-	EPIOS15	X7-7	GLCD-RS
PM1	77	-	-	-	EPIOS14	X7-9	GLCD-RW
PM2	76	-	-	-	EPIOS13	X7-11	GLCD-E
PM3	75	-	-	-	EPIOS12	X9-4	
PM4	74	TMPR3	-	-	-	X8-18	
PM5	73	TMPR2	-	-	-	X8-20	
PM6	72	TMPR1	-	-	-	X7-20	
PM7	71	TMPRO	-	-	-	X7-4	
PN0	107	-	-	-	-	LED(D2)	
PN1	108	-	-	-	-	LED(D1)	
PN2	109	-	-	-	EPIOS29	X9-16	
PN3	110	-	-	-	EPIOS30	X9-18	
PN4	111	-	-	-	EPIOS34	X6-19	
PN5	112	-	-	-	EPIOS35	X6-17	
PP0	118	C2+	-	-	SSI3XDAT2	X6-5	
PP1	119	C2-	-	-	SSI3XDAT3	X6-7	
PP2	103	-	-	-	EPIOS29	X9-20	microSD-SW
PP3	104	-	-	-	EPIOS30	X7-16	
PP4	105	-	-	-	-	X6-15	
PP5	106	-	-	-	-	X7-6	
PQ0	5	-	-	-	EPIOS20	X6-13	
PQ1	6	-	-	-	EPIOS21	X7-18	
PQ2	11	-	-	-	EPIOS22	X7-12	
PQ3	27	-	-	-	EPIOS23	X7-14	
PQ4	102	-	-	-	-	USB(U4)	

### マイコンボード 回路図

マイコンボードの回路図は、EK-TM4C1294XL の「User's Guide」の p.30 (回路図は 6 枚) に掲載されています。「User's Guide」は、TI 社の以下のサイトからダウンロードできます\*。



<http://www.ti.com/lit/pdf/spmu365>

\* CCS (STEP02 および STEP 03 参考) のメニューバーから「View」→「Product Explorer」を開き、「Software」→「TM4C ARM Cortex-M4F MCU」→「Development Tools」→「EK-TM4C1294XL」→「User's Guide」で見することもできます。