
汎用入出力(GPIO)での開始に際して

序説

著者: Alexandru Niculae, Catalin Visan, Microchip Technology Inc.

この資料の目的はMicrochip tinyAVR[®] 0及び1系、megaAVR[®] 0系、AVR[®] DAデバイスでマイクロコントローラのピンを汎用入出力(GPIO:General Purpose Input/Output)としてどう使うかを段階的に記述することです。以下の使用事例が提供されます。

- LED点滅:

遅延を使ってLEDを点滅、500ms毎にLEDを交互切り替え。

- 長/短釦押下:

遅延閾値によって定義される長/短の釦押下間を区別するための入力としてピンを使用。LEDは長押しが検出された場合に100ms毎、短押しが検出された場合に500ms毎に交互切り替えます。

- 釦押下での起き上がり:

釦押下で休止を抜けて、LEDをONにして休止へ戻ります。釦開放で、休止を抜け、LEDをOFFにして休止へ戻ります。

注: この文書で記述される各使用事例に対して2つのコード例があります。1つはATmega4809で素の状態が開発され、1つはAVR128DA48が開発されたMPLAB[®]コード構成部(MCC)で生成されました。



GitHubでATmega4809コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。



GitHubでAVR128DA48コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

目次

序説	1
1. 関連デバイス	3
1.1. tinyAVR® 0系統	4
1.2. tinyAVR® 1系統	4
1.3. megaAVR® 0系統	4
1.4. AVR® DA系概要	4
2. 概要	5
3. LED点滅	5
4. 長/短釦押下	7
5. 釦押下での起き上がり	8
6. MCCでのGPIOの使い方	10
7. 参考文献	10
8. 改訂履歴	11
Microchipウェブ サイト	12
製品変更通知サービス	12
お客様支援	12
Microchipデバイス コード保護機能	12
法的通知	12
商標	13
品質管理システム	13
世界的な販売とサービス	14

1. 関連デバイス

本章はこの文書に関連するデバイスを一覧にします。以下の図はピン数の変種とメモリ量を展開して各種システムデバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピン互換で同じまたはより多くの機能を提供するため、垂直上方向移植はコード変更なしで可能です。tinyAVR[®] 1系統デバイスでの下方向移植はいくつかの周辺機能のより少ない利用可能な実体のため、コード変更を必要とするかもしれません。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。
- 異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスはまた一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

図1-1. tinyAVR[®] 0系統概要

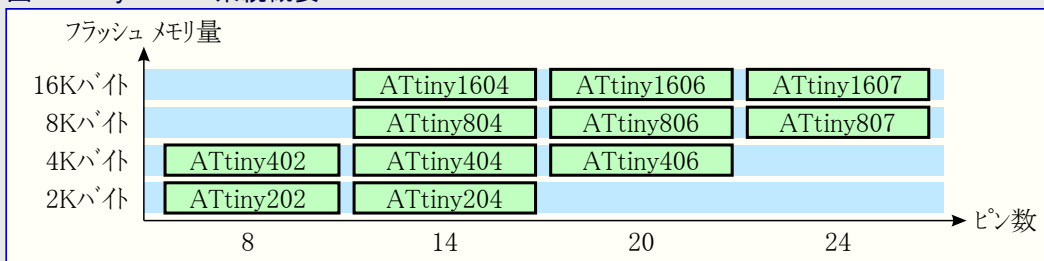


図1-2. tinyAVR[®] 1系統概要

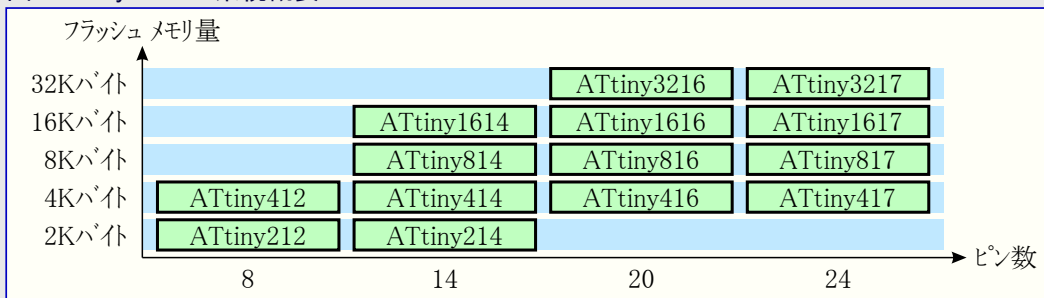


図1-3. megaAVR[®] 0系統概要

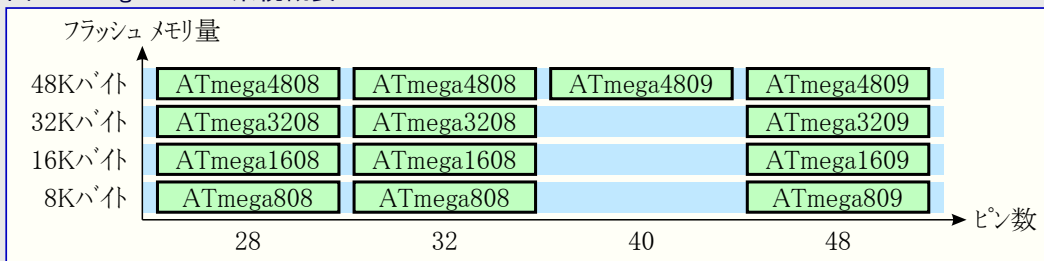
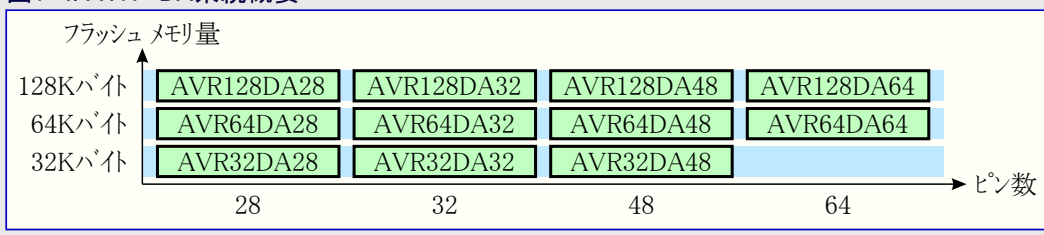


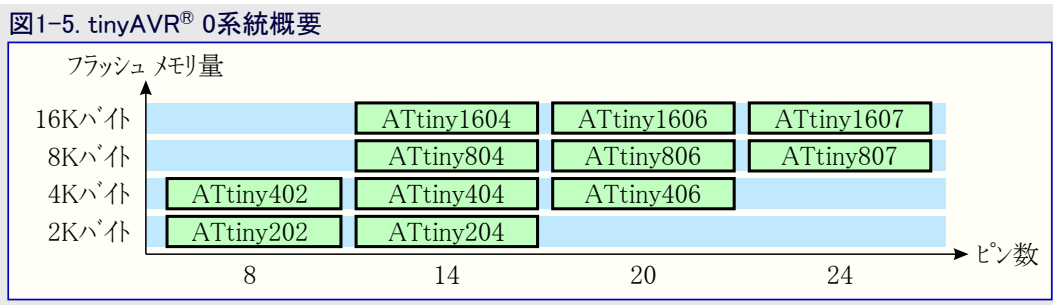
図1-4. AVR[®] DA系統概要



1.1. tinyAVR® 0系統

下図はピン数の変種とメモリ量を展開してtinyAVR® 0系統デバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピンと機能が互換のため、垂直方向移植はコード変更なしで可能です。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

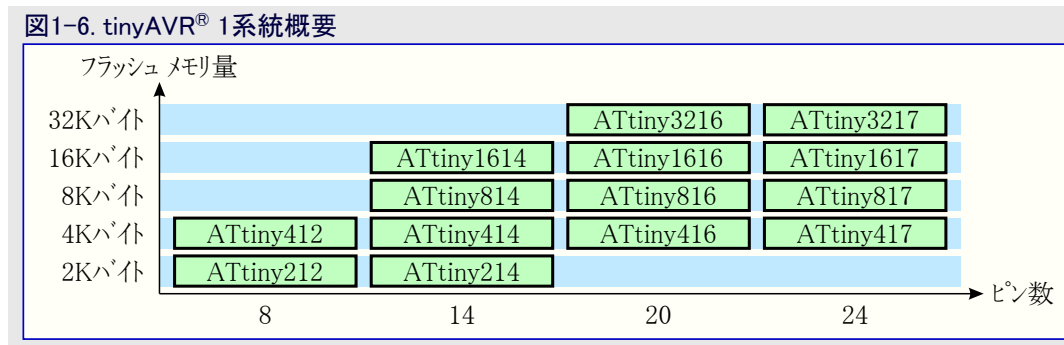


異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

1.2. tinyAVR® 1系統

下図はピン配置変種とメモリ量を展開してtinyAVR® 1系統デバイスを示します。

- これらのデバイスがピン互換で同じまたはより多くの機能を提供するため、垂直上方向移植はコード変更なしに可能です。下方向移植はより少ない利用可能ないくつかの周辺機能の実体のためにコード変更が必要かもしれません。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

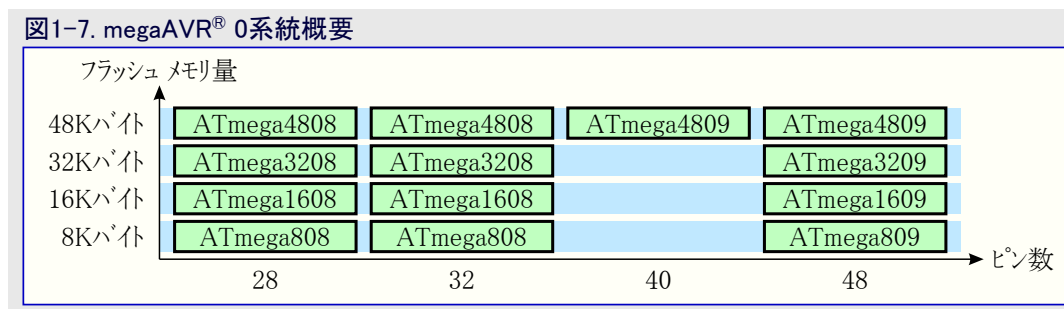


異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

1.3. megaAVR® 0系統

下図はピン配置変種とメモリ量を展開してmegaAVR® 0系統デバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピンと機能が互換のため、垂直方向移植はコード変更なしで可能です。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。



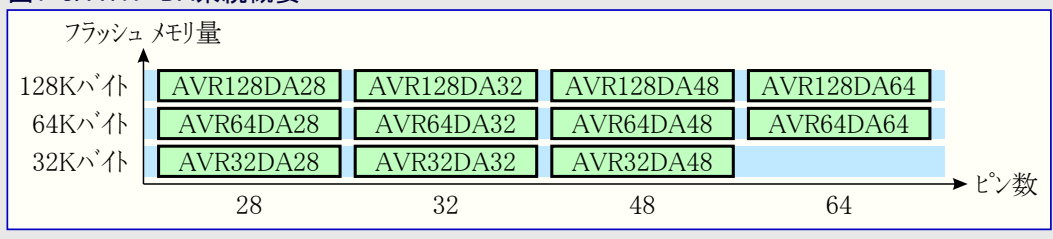
異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

1.4. AVR® DA系概要

次図はピン配置変種とメモリ量を展開してAVR® DAデバイスを示します。

- これらのデバイスが完全にピンと機能が互換のため、垂直方向移植はコード変更なしで可能です。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

図1-8. AVR® DAシステム概要



異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAM量を持ちます。

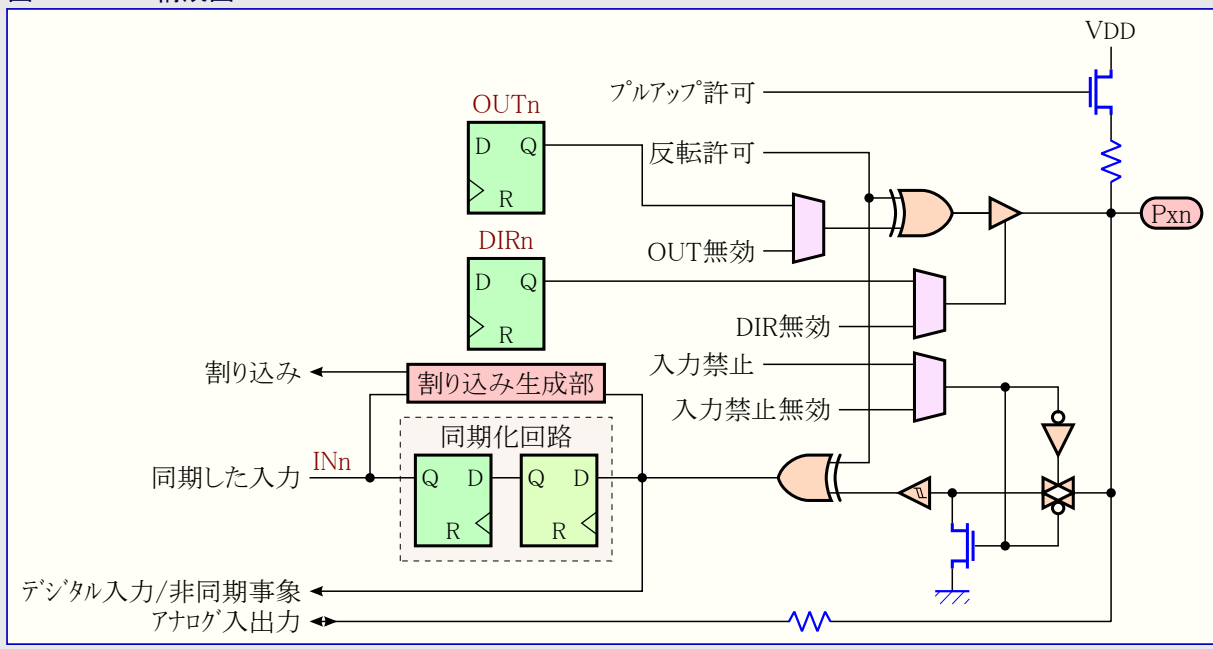
2. 概要

PORT周辺機能レジスタの実体がデバイスの入出力ピンを制御します。各ポートの実体は最大8つの入出力ピンを持ちます。ポートはPORT A、PORT B、PORT Cなどと名付けられます。全てのピンの機能はピン毎に個別に構成設定できます。

最良の消費電力のため、未使用ピン、アナログ入力として使われるピン、出力として使われるピンの入力(緩衝部)を禁止してください。

デバッガに接続するのに使われるそれらのような特別なピンはそれら特殊機能によって必要とされるため、違うように構成設定されるかもしれません。

図2-1. PORT構成図



3. LED点滅

本章はLEDを二者択一的にON/OFF切り替えする方法を実演します。

この使用事例が非常に簡単とは言え、現実の応用で広く使われ、更に、マイクロコントローラの非常に基本的な機能のいくつかを達成する方法を理解するのに役立ちます。これらの機能は次のとおりです。

- ・ピン方向を設定
- ・ピン出力値を設定

ピン方向を設定

ピンの方向はPORTx.DIRレジスタに格納されます。例えば、PORTAのピンに対する方向はPORTA.DIRレジスタに格納されます。レジスタ内の各ビットは対応するピンの方向を制御し、故にPORTA.DIRのビット0は(PA0とも呼ばれる)PORTA0ピンを制御します。'1'のビット値に対して、ピンは出力として構成設定され、一方で'0'に対しては入力として構成設定されます。

殆どの場合、一度に1ビットを書くことだけがが必要です。この目的のため、各ビットに対して1つ、<avr/io.h>ヘッダファイルで定義される8つのビット遮蔽(PINn_bm)があります。これらのマクロはn位置で'1'のビット、残り'0'のビットを持つビット遮蔽を表します。例えば、PIN5_bmは0b00100000です。論理操作と共にこれらのビット遮蔽を使うと、対応するピンを書くだけでその他は無変化にされることを可能にします。

図3-1. データ方向レジスタビット5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	DIR7~0							
アクセス種別	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

PIN_xを設定する('1'を書く)には以下を使ってください。

```
PORTn.DIR = PORTn.DIR | PINx_bm;
```

これは'1'との論理和(OR)操作が常に'1'の結果に終わり、一方で'0'との論理和(OR)が値を無変化のままにするからです(1|1=1、1|0=1、0|0=0)。

PIN_xを解除する('0'を書く)には以下を使ってください。

```
PORTn.DIR = PORTn.DIR & ~PINx_bm;
```

これは'0'との論理積(AND)操作が常に'0'の結果に終わり、一方で'1'との論理積(AND)が値を無変化のままにするからです(1&1=1、1&0=0、0&0=0)。

- 注: 1. 単一ビットだけを変更する同じ手法は前節で記述されるように他の全てのレジスタに使うことができます。
2. 複数のビット遮蔽を持つ論理操作はPORTA.DIR = PORTA.DIR | PIN0_bm | PIN1_bmのような式で繋げることができます。
3. PIN_n_bpはレジスタ内のビット位置を定義する類似マクロです。例えば、PIN2_bpは2の値を持ちます。ビット遮蔽マクロはこれらのマクロと移動操作を使って達成することができます。

ピンの出力値を設定

PORTx.OUTレジスタが出力値を制御し、故に'0'はピンがGNDに引かれ、'1'はVDDに引かれることを意味します。

注: これら'0'と'1'の値の意味はPORTx.PINnCTRLレジスタを使って反転することができます。この機能を理解するにはデータシートのPORTx.PINnCTRLレジスタ項をご覧ください。

図3-2. 出力値レジスタビット5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	OUT7~0							
アクセス種別	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

前で記述されたように、単一ビットだけを変更する同じ手法はPORTx.OUTレジスタを書くのにも適用することができます。

以下のコードは500ms毎にPB5ピンを交互切り替えます。ATmega4809 Xplained Pro基板のそのピンにLEDが取り付けられています。

```
#define F_CPU 3333333
#include <avr/io.h>
#include <avr/delay.h>

int main(void)
{
    PORTB.DIR |= PIN5_bm;

    while (1)
    {
        PORTB.OUT |= PIN5_bm;
        _delay_ms(500);
        PORTB.OUT &= ~PIN5_bm;
        _delay_ms(500);
    }
}
```

- 注: 1. 遅延関数を使うにはavr/delay.hをインクルードする前にF_CPUが定義されなければなりません。F_CPUはCPU周波数と一致しなければなりません。
2. ピンを交互切り替えるのにPORTx.OUTTGLレジスタを使うこともできます。
3. 最適化のため、方向と出力値を設定するのにPORTx.OUTSET/PORTx.OUTCLRとPORTx.DIRSET/PORTx.DIRCLRのレジスタを使うこともできます。これらの利点は読み-変更-書きの操作の代わりに書き込み操作だけが使われることです。



GitHubでATmega4809コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

本章で記述されたのと同じ機能を持つAVR128DA48用のMCC生成されたコード例は以下のここで見つけることができます。



GitHubでAVR128DA48コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

4. 長/短押し

本章は押し下が長いのか短いのかのどちらかを検出する方法を説明し、結果として異なる2つの筋書きになります。

GPIOインターフェースは或る決定をするために外部デジタル信号を検知するのに使うことができます。この点について、応用範囲は非常に広く、故にAVR制御器は使用者が必要かもしれない多くの使用事例に合うようにいくつかの方法で構成設定することができます。本章では押し下に集中します。

最初に、データ方向解除(PORTB.DIRCLR)レジスタのビット2に'1'を書くことによってPB2が入力として構成設定されます。

図4-1. データ方向解除レジスタビット2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0	
	DIRCLR7~0								
アクセス種別	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0	

```
PORTB.DIRCLR = PIN2_bm;
```

GPIOピンとGND間に接続された押し下に対して正しく動くように、GPIOピンとVDD間にプルアップ抵抗を接続してください。この構成設定は押し下されない時にピンが論理'1'の既定値を読むことを確実にします。2番ピン制御(PORTB.PIN2CTRL)レジスタから内部プルアップ抵抗を活性(有効)にすることができます。

図4-2. PIN2制御レジスタ 内部プルアップ抵抗

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	INVEN				PULLUPEN	ISC2~0		
アクセス種別	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

```
PORTB.PIN2CTRL = PORT_PULLUPEN_bm;
```

より良いユーザー体験のため、PB5に接続されたLEDが押し下の形式に基づいて異なる周波数で点滅します。従って、PB5はデータ方向設定(PORTB.DIRSET)レジスタのビット5に'1'を書くことによって出力として構成設定されます。

```
PORTB.DIRSET = PIN5_bm;
```

その後、主繰り返しの各繰り返りで、入力値(PORTB.IN)レジスタのビット2が調べられます。この値が論理'0'なら、プログラムはその値が論理'1'に戻るまで待ちます。これを行うことにより、プログラムは押し下と解放の活動が実行された時を感知します。待機中、計数器が数ms毎に増されます。

計数器の値が或る閾値を通過する場合、プログラムは長押しがあったと判断します。閾値を通過する前に押し下が開放された場合、プログラムは短押しがあったと判断します。押し下形式に応じて、LEDは違う周波数で点滅します。

図4-2. 入力値レジスタビット2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0	
	IN7~0								
アクセス種別	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0	

```
if (~PORTB.IN & PIN2_bm) /* PB2がGNDに引かれているか調査 */
{
    while (~PORTB.IN & PIN2_bm) /* PB2がVDDに引かれるまで待ち */
    {
        _delay_ms(STEP_DELAY);
    }
}
```

```

counter++;
if(counter >= THRESHOLD)
{
    LED_blink(LONG_DELAY);
    while (^PORTB.IN & PIN2_bm) /* PB2がVDDに引かれるまで待ち */
    {
        ;
    }
    break;
}
if(counter < THRESHOLD)
{
    LED_blink(SHORT_DELAY);
}
counter = 0;
}

```

注: 遅延マクロは<util/delay.h>ヘッダ ファイルで見つけることができます。

LED_blink関数はパラメータとして2分割されたmsでの点滅周期を取ります。_delay_msマクロがコンパイル段階で既知のパラメータを取るため、この関数は”inline”宣言されなければなりません。

```

inline void LED_blink(uint32_t time_ms)
{
    for(uint8_t i = 0; i < NUMBER_OF_BLINKS ; i++)
    {
        PORTB.OUT |= PIN5_bm;
        _delay_ms(time_ms);
        PORTB.OUT &= ~PIN5_bm;
        _delay_ms(time_ms);
    }
}

```



GitHubでATmega4809コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

本章で記述されたのと同じ機能を持つAVR128DA48用のMCC生成されたコード例は以下のここで見つけることができます。



GitHubでAVR128DA48コード例を見てください。
貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

5. 釦押下での起き上がり

この例は割り込みと休止動作形態の使い方を実演します。この使用事例ではマイクロコントローラが釦押下で休止を抜け出し、LEDをONに切り替えて休止へ戻ります。釦開放で、休止を抜け出し、LEDをOFFに切り替えて休止へ戻ります。釦が押されている間、LEDはONですが、小型電子機器を休止動作にすることができます。

ピンは(上昇端と呼ばれる)'0'から'1'への遷移と(下降端と呼ばれる)'1'から'0'への遷移を検出することができます。割り込みは1つまたは両方の遷移で起動することができます。これはPORTx.PINnCTRLレジスタのISCビット領域を使って構成設定されます。

図5-1. PINn制御レジスタ 割り込み検知制御(ISC)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	INVEN				PULLUPEN	ISC2~0		
アクセス種別	R/W	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

これらの割り込みは全ての休止動作形態からデバイスを起き上がらせませす。この例では、釦押下/開放で、マイクロコントローラが休止から起き上がってLEDをON/OFFに切り替え、その後、休止に戻ります。このように、LEDは釦が押されている間だけONに留まります。

最初に、釦が取り付けられているPB2ピンは入力として構成設定され、その割り込みが活性(有効)にされます。

```
PORTB.DIR &= ~ PIN2_bm;
PORTB.PIN2CTRL |= PORT_PULLUPEN_bm | PORT_ISC_BOTHEDGES_gc;
```

注: 押下時、鉤は回路を接地へ閉じ、ピンは'0'を読みます。従って、プルアップ抵抗を使って、鉤が押されない時は必ずVDDに接続されなければなりません。プルアップ抵抗はPORTx.PINnCTRLレジスタのPULLUPENビット領域を使って活性(有効)にされます。

次に、休止動作形態は<avr/sleep.h>ヘッダで定義されるマクロを使って選ばれます。休止の動作形態はアイドル、スタンバイ、パワーダウンです。この例では最も深い休止動作が使われます。

```
set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN);
```

これは使われるべき休止動作を選ぶだけです。以下のマクロがマイクロコントローラを休止に行かせます。

```
sleep_mode();
```

注: sleep_mode()マクロはCPUにSLEEP命令を送る前に休止も許可し、マイクロコントローラ起き上がり時に休止を禁止します。

休止しようとする時には全体割り込みが許可されなければなりません。さもなければ起き上がる方法がありません。<avr/interrupt.h>ヘッダで定義されるsei()マクロの使用が全体割り込みを許可します。この例では、これが初期化コードで行われます。

時々、割り込みなしで実行されることが必要な命令の塊部分があります。それらは非分断(Atomic)部と呼ばれます。これはその部分の始めて割り込みを禁止してその部分の最後で再許可することによって達成されます。これについては、<avr/atomic.h>内のATOMI C_BLOCKマクロが使われます。

最後に、割り込み処理ルーチン(ISR)の内側で、遷移(上昇端または下降端)発生を示すためにフラグが設定されます。これはISRを短く保つための良い習慣で、遷移形式調査とLED交互切り替えは主流れ作業コードで処理されるからです。

```
ISR(PORTB_PORT_vect)
{
    if(PB2_INTERRUPT)
    {
        pb2Ioc = 1;
        PB2_CLEAR_INTERRUPT_FLAG
    }
}
```

同じ割り込みがポート内の全てのピンに対して使われるため、ISRコードはどのピンが割り込みを起動したかを調べなければなりません。これはPORTx.INTFLAGSでそのフラグを調べることによって行われます。この例では、PB2ピンが割り込みを起動したかどうかを調べるのに以下のマクロが使われます。

```
#define PB2_INTERRUPT PORTB.INTFLAGS & PIN2_bm
```

割り込み要求フラグの解除(0)はPORTx.INTFLAGSでその位置に'1'を書くことによって行われます。

```
#define PB2_CLEAR_INTERRUPT_FLAG PORTB.INTFLAGS &= ~ PIN2_bm
```

注: このフラグが解除(0)されない場合、割り込みが起動し続け、故にISRを抜け出す前にフラグは常に解除(0)されなければなりません。これがISR負荷を事実上過負荷にするため、割り込み要求フラグの解除(0)に頼らないどの算法も強く制止されます。結果としてISRの責任は割り込みを処理してフラグが解除(0)されるまで起動し続けることです。これはソフトウェア設計での単一責任に違反し、バグを避けるために極度の注意が払われなければなりません。

主流れ作業コードはそれが上昇端または下降端のどちらだったかを判断するために割り込みの10ms後にピン値を調べます。ピンがLow('0'値)なら、それは下降端でなければならず、さもなければそれは上昇端です。10ms遅延は跳ね返り抑制(信号安定待機)法です。

```
#define PB2_LOW !(PORTB.IN & PIN2_bm)
```



GitHubでATmega4809コード例を見てください。
 貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

本章で記述されたのと同じ機能を持つAVR128DA48用のMCC生成されたコード例は以下のここで見つけることができます。



GitHubでAVR128DA48コード例を見てください。
 貯蔵庫を閲覧するにはクリックしてください。

6. MCCでのGPIOの使い方

MCCは画像使用者インターフェース(GUI)で行われる設定と選択に基づき、PIC®とAVRのマイクロコントローラの周辺機能を制御して駆動するためのドライバを生成するMPLAB XとMPLAB Xpress IDE用の使い易いプラグインツールです。生成されたドライバはどの応用プログラムでも使うことができます。

- MCCについてのより多くの詳細に関してはMCC使用者の手引きをご覧ください。
- MPLAB Xpressはブラウザで使うことができるオンラインIDEです。

MCCではGPIOピンはPin Manager: Grid View(ピン管理部: 格子表示部)ウィンドウで構成設定することができます。

図6-1. Pin Manager: Grid View (ピン管理部: 格子表示部) ウィンドウ

Pin Manager: Grid View			Pin No: 44 45 46 47 48 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 16 17 18 19 20																						
			Port A ▼							Port B ▼							Port C ▼								
Module	Function	Direction	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	6	7	0
CLKCTRL ▼	CLKI	input	<input checked="" type="checkbox"/>																						
	CLKO	output								<input checked="" type="checkbox"/>															
	TOSC1	input																							
	TOSC2	input																							
Pin Module ▼	GPIO	input	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	GPIO	output	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
RSTCTRL	RESET	input																							

錠の1つのクリックはクリックした列に依存して対応するピンを入力または出力のどちらかとして選びます。ピンは同時に入力及び出力として働くことはできません。入力と出力の間で走行時切り替えが必要とされる場合、これは手動で実装されなければなりません。

一旦選ばれると、ピンはPin Module(ピン単位部)ウィンドウにも現れます。

図6-2. Pin Module (ピン単位部) ウィンドウ

Pin Name ▲	Module	Function	Custom Name	OUTPUT	START HIGH	INVEN	PULLUPEN	ISC
PC0	Pin Module	GPIO	LED	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interrupt ... ▼

この文書で既に検討されたものの殆どの様々な任意選択をここで構成設定することができます。出力チェック枠が非チェックなら、そのピンは入力です。

MCCはピン使い用マクロを生成します。マクロの接頭辞はCustom Name(独自名)領域で与えられるピン名で、これは例えば、1つのピンがLEDを制御し、そのマクロを実際のピン名の代わりにLEDを接頭辞にすることができ、抽象化に役立ちます。

図6-3. ピン使い用マクロ

```

LED_get_level()
LED_set_dir(port_dir dir)
LED_set_inverted(const_Bool inverted)
LED_set_isc(const PORT_ISC_t isc)
LED_set_level(const_Bool level)
LED_set_pull_mode(port_pull_mode pull_mode)
LED_toggle_level()

```

7. 参考文献

1. AVR128DA48製品頁: www.microchip.com/wwwproducts/en/AVR128DA28
2. AVR128DA48 Curiosity Nano評価キット ウェブ頁: www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails/DM164151
3. AVR128DA28/32/48/64データシート
4. AVR® DA系での開始に際して
5. ATmega4809製品頁: www.microchip.com/wwwproducts/en/ATMEGA4809
6. ATmega4808/4809データシート (DS40002173)
7. ATmega809/1609/3209/4809 - 48ピン データシート (DS40002016)
8. ATmega4809 Xplained Proウェブ頁: www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails/atmega4809-xpro

8. 改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
A	2019年10月	初版文書公開
B	2021年1月	GitHub貯蔵庫リンク更新。「AVR [®] DA系概要」項、「参考文献」章、「改訂履歴」章を追加。各使用事例に対してAVR128DA48で動くMCC版を追加。その他些細な修正。

Microchipウェブ サイト

Microchipはwww.microchip.com/で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ サイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にするのに使われます。利用可能な情報のいくつかは以下を含みます。

- **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip設計協力課程会員一覧
- **Microshipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

製品変更通知サービス

Microchipの製品変更通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツールに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。

登録するにはwww.microchip.com/pcnへ行って登録指示に従ってください。

お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- 代理店または販売会社
- 最寄りの営業所
- 組み込み解決技術者(ESE:Embedded Solutions Engineer)
- 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、またはESEに連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援はwww.microchip.com/supportでのウェブ サイトを通して利用できます。

Microchipデバイスコード保護機能

Microchipデバイスでの以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- Microchipは意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が安全であると考えます。
- Microchipデバイスのコード保護機能を破ろうとする試みに使われる不正でおそらく違法な方法があります。当社はこれらの方法がMicrochipのデータシートに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使うことが必要とされると確信しています。これらのコード保護機能を破ろうとする試みは、おそらく、Microchipの知的財産権に違反することなく達成することはできません。
- Microchipはそのコードの完全性について心配されている何れのお客様とも共に働きたいと思えます。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそのコードの安全を保証することはできません。コード保護は製品が”破ることができない”ことを当社が保証すると言うことを意味しません。コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのソフトウェアや他の著作物に不正なアクセスを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

法的通知

この刊行物に含まれる情報はMicrochip製品を使って設計する唯一の目的のために提供されます。デバイス応用などに関する情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。

この情報はMicrochipによって「現状そのまま」で提供されます。Microchipは非侵害、商品性、特定目的に対する適合性の何れの黙示的保証やその条件、品質、性能に関する保証を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もしません。

如何なる場合においても、Microchipは情報またはその使用に関連するあらゆる種類の間接的、特別的、懲罰的、偶発的または結果的な損失、損害、費用または経費に対して責任を負わないものとします。法律で認められている最大限の範囲で、情報またはその使用に関連する全ての請求に対するMicrochipの全責任は、もしあれば、情報のためにMicrochipへ直接支払った料金を超えないものとします。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責することに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

商標

Microchipの名前とロゴ、Mmicrochipロゴ、Adaptec、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、chipKIT、chipKITロゴ、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemiロゴ、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PacTime、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、Hyper Light Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plusロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath、ZLは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、and ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Adaptecロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2020年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

品質管理システム

Microchipの品質管理システムに関する情報についてはwww.microchip.com/qualityを訪ねてください。

日本語© HERO 2021.

本技術概説はMicrochipのTB3229技術概説(DS90003229B-2021年1月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。

世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: www.microchip.com/support ウェブアドレス: www.microchip.com アトランタ Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 オースチン TX Tel: 512-257-3370 ボストン Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 シカゴ Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 ダラス Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 デトロイト Novi, MI Tel: 248-848-4000 ヒューストン TX Tel: 281-894-5983 インディアナポリス Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 ロサンゼルス Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 ローリー NC Tel: 919-844-7510 ニューヨーク NY Tel: 631-435-6000 サンホセ CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 カナダ - トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	オーストラリア - シドニー Tel: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 Tel: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 Tel: 86-28-8665-5511 中国 - 重慶 Tel: 86-23-8980-9588 中国 - 東莞 Tel: 86-769-8702-9880 中国 - 広州 Tel: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 Tel: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特別行政区 Tel: 852-2943-5100 中国 - 南京 Tel: 86-25-8473-2460 中国 - 青島 Tel: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 Tel: 86-21-3326-8000 中国 - 瀋陽 Tel: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 Tel: 86-755-8864-2200 中国 - 蘇州 Tel: 86-186-6233-1526 中国 - 武漢 Tel: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 Tel: 86-29-8833-7252 中国 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040	インド - ハンガロール Tel: 91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 インド - フネー Tel: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 Tel: 81-6-6152-7160 日本 - 東京 Tel: 81-3-6880-3770 韓国 - 大邱 Tel: 82-53-744-4301 韓国 - ソウル Tel: 82-2-554-7200 マレーシア - クアラルンプール Tel: 60-3-7651-7906 マレーシア - ペナン Tel: 60-4-227-8870 フィリピン - マニラ Tel: 63-2-634-9065 シンガポール Tel: 65-6334-8870 台湾 - 新竹 Tel: 886-3-577-8366 台湾 - 高雄 Tel: 886-7-213-7830 台湾 - 台北 Tel: 886-2-2508-8600 タイ - バンコク Tel: 66-2-694-1351 ベトナム - ホーチミン Tel: 84-28-5448-2100	オーストラリア - ウェルズ Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 デンマーク - コペンハーゲン Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 フィンランド - エスポー Tel: 358-9-4520-820 フランス - パリ Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 ドイツ - ガルヒング Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーン Tel: 49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel: 49-7131-72400 ドイツ - カールスルーエ Tel: 49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 ドイツ - ローゼンハイム Tel: 49-8031-354-560 イスラエル - ラーナナ Tel: 972-9-744-7705 イタリア - ミラノ Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 イタリア - ハドバ Tel: 39-049-7625286 オランダ - デルフト Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-72884388 ポーランド - ワルシャワ Tel: 48-22-3325737 ルーマニア - ブカレスト Tel: 40-21-407-87-50 スペイン - マドリッド Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 スウェーデン - イェテボリ Tel: 46-31-704-60-40 スウェーデン - ストックホルム Tel: 46-8-5090-4654 イギリス - ウォーキングハム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820