

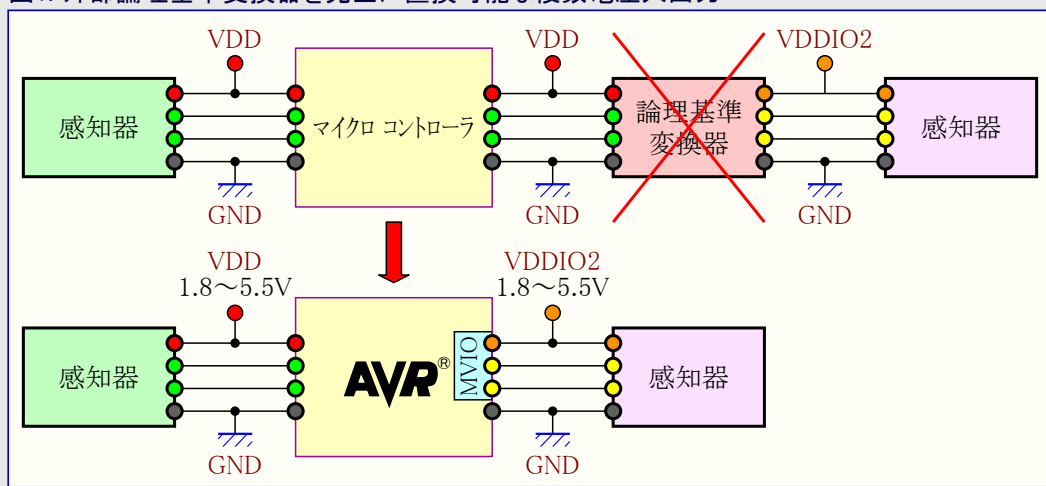
複数電圧入出力(MVIO)での開始に際して

序説

著者: Johan Vaarlid, Microchip Technology Inc.

AVR® DB系のマイクロ コントローラは構成設定可能な統合された基準変換器が装備されています。複数電圧入出力(MVIO:Multi-Voltage I/O)機能は異なるI/O電圧領域(VDDIO2)によって給電される入出力ピンの部分群を許します。入出力ピンの残りはVDDで動きます。VDDとVDDIO2の両方が同じ電圧範囲を持ちます。正確な電圧範囲についてはデータシートの「電気的特性」章を調べてください。これは異なる電圧基準で動いている外部部品の通信や制御のために外部基準変換器を持つ必要を無くします。外部論理基準変換器を無くすことは同様に部品を減らしてPCBの場所を開放します。

図1. 外部論理基準変換器を完全に置換可能な複数電圧入出力



この技術概説はAVR DB系マイクロ コントローラで複数電圧入出力機能がどう動くかを記述します。以下の使用事例が網羅されます。

- **VDDIO2状態ホーリング:**
状態ビットを読むことによってVDDIO2電圧がアクセス可能な範囲か調査
- **VDDIO2状態で割り込み:**
状態ビット状態変化時に起こる割り込みの使用
- **VDDIO2測定:**
VDDIO2電圧を測定するのに内部ADCを使用
- **1.8VのVDDで3VのLEDを点滅:**
VDDよりも高い順方向電圧を持つLEDを点滅するMVIOの基本例

注: コード例はAVR128DB48 Curiosity Nano(EV35L43A)で開発され、GitHubで入手可能です。



GitHubで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

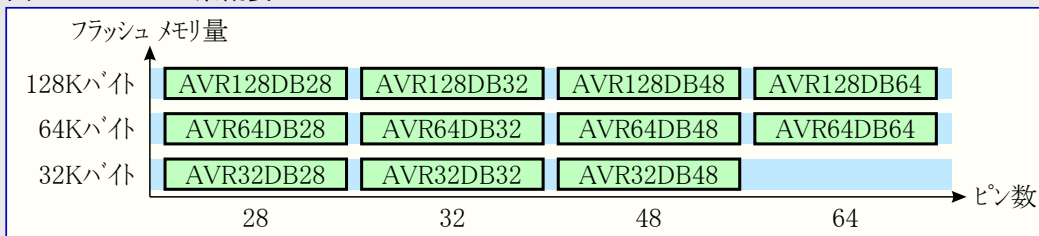
序説	1
1. 関連デバイス	3
2. 概要	3
3. ハードウェア構成設定	4
3.1. Curiosity Nano AVR128DB48の使い方	4
3.2. VDDIO2への電力供給	5
4. 状態ビットの読み込み	5
5. VDDIO2状態での割り込み	6
6. VDDIO2測定	6
7. 1.8VのVDDでの3V LED点滅	9
8. 参考文献	10
9. 改訂履歴	10
10. 追補	11
Microchipウェブ サイト	14
製品変更通知サービス	14
お客様支援	14
Microchipデバイス コード保護機能	14
法的通知	14
商標	15
品質管理システム	15
世界的な販売とサービス	16

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。下図はピン数の変種とメモリ量を展開して各種系列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も持ちます。

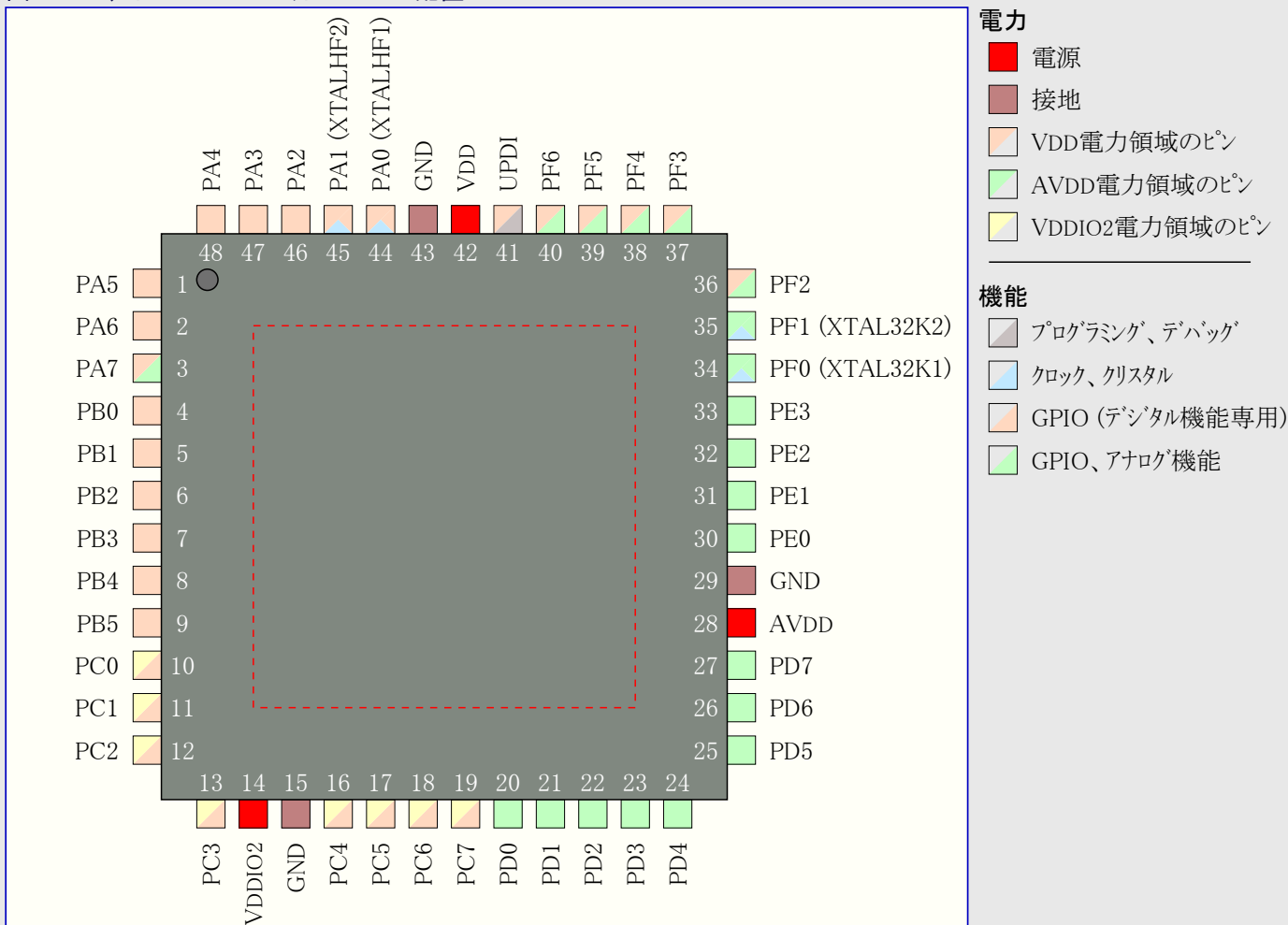
図1-1. AVR® DB系概要



2. 概要

ポートCに配置されたMVIOピンは独立したVDDIO2ピンによって給電される一方で、残りはVDDによって給電されます。これは各デバイスの電気的特性の限度内で異なる電圧基準を持つ追加の電力領域を許します。

図2-1. 48ピンVQAFN/48ピンTQFPピン配置



これらのピンは例えば、GPIO(汎用入出力)、直列通信(USART、SPI、I²C)またはPWM周辺機能に接続された通常の入出力ピンと同じデジタル動作の能力があります。入力シュミットトリガ基準はデータシートの「電気的特性」章で記述されるように、VDDIO2電圧に従って尺度調整されます。

構成設定ヒューズがMVIO供給動作を決めます。VDDIO2の有無は状態レジスタビットによって合図されます。この状態ビットは対応する割り込みと事象の機能を持ちます。

分圧したVDDIO2電圧がADCへの入力として利用可能です。

3.1. Curiosity Nano AVR128DB48の使い方

1. VDDからVDDIO2を切断するために**VDDIO2**表示直下の抵抗器を取り外してください。これは図3-2.で**R204**抵抗です。
2. **VDDIO2**の+を第2電力の電圧源の3.3Vに接続してください。
3. **VDDIO2**のGNDを第2電圧源のGNDに接続してください。

VDDIO2に1.8～5.5V間のどの電圧も印加できますが、以降の例については3.3Vで動かします。

3.2. VDDIO2への電力供給

複数電圧入出力(MVIO)は以下の2つの供給動作の1つで構成設定することができます。

- MVIO能力を持つ入出力ピンがMVIO能力を持たないピンと同じ電圧水準、即ち、VDDから給電される単一供給動作。使用者はVDD IO2ピンをVDDピンに接続しなければなりません。
- MVIO能力を持つ入出力ピンがVDDピンに供給される電圧と違うかもしれないVDDIO2電圧によって供給される2元供給動作。

図3-3. FUSE.SYSCFG1 – 2元供給動作許可

8.8.2.5. SYSCFG1 – システム構成設定1 (System Configuration 1)

名称 : SYSCFG1

変位 : +\$06

リセット : \$08

特質 : -

このヒューズ記述で与えられる既定値は工場書き込み値で、リセット値と間違えてはいけません。

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
				MVSYS_CFG1,0		SUT2~0		
アクセス種別	R	R	R	R	R	R	R	R
既定値	0	0	0	0	1	0	0	0

● ビット4,3 – MVSYS_CFG1,0 : MVIOシステム構成設定 (MVIO System Configuration)

このビット領域は電源動作を制御します。

値	0 0	0 1	1 0	1 1
名称	-	DUAL	SINGLE	-
説明	(予約)	2元供給構成で使われるデバイス	単一供給構成で使われるデバイス	(予約)

4. 状態ビットの読み込み

MVIO機能使用前に、VDDIO2の電圧水準が受け入れ可能な動作範囲内であることを保証するため、状態(MVIO.STATUS)レジスタのVDDIO2状態(VDDIO2S)ビットを調べることが推奨されます。このビットが'1'なら、VDDIO2は受け入れ可能な動作範囲内です。

図4-1. MVIO.STATUS – 状態ビット読み込み

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
								VDDIO2S
アクセス種別	R	R	R	R	R	R	R	R
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

● ビット0 – VDDIO2S : VDDIO2状態 (VDDIO2 Status)

このビットはVDDIO2電圧水準の状態を示します。このビットへの書き込みは無効です。

値	0	1
説明	VDDIO2供給電圧は動作に対して許容範囲未満です。MVIOピンはHi-Zにされます。	VDDIO2供給電圧は動作に対して許容範囲内です。MVIOピンは対応するPORTレジスタから設定されます。

```
// VDDIO2Sビットをポーリング
if (MVIO.STATUS & MVIO_VDDIO2S_bm)
{
    // VDDIO2が受け入れ可能範囲内の場合に何かを実行
}
```

5. VDDIO2状態での割り込み

VDDIO2状態ビットの状況変化時、VDDIO2割り込み要求フラグ(VDDIO2IF)が発生されます。この割り込みを直ちに受け取るようにするにはVDDIO2割り込みと全般での全体割り込みの両方を許可する必要があります。

図5-1. MVIO.INTCTRL – VDDIO2割り込み許可

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
								VDDIO2IE
アクセス種別	R	R	R	R	R	R	R	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

● ビット0 – VDDIO2IE : VDDIO2割り込み許可 (VDDIO2 Interrupt Enable)

このビットはVDDIO2状態変化に対する割り込みが許可されるか否かを制御します。

値	0	1
説明	VDDIO2割り込み禁止	VDDIO2割り込み許可

```
/* VDDIO2割り込み許可 */
MVIO.INTCTRL |= MVIO_VDDIO2IE_bm;
/* 全体割り込み許可 */
sei();
```

MVIOベクタは割り込みが起動された時に呼ばれます。割り込み処理ルーチン(ISR)から戻る前にMVIO割り込み要求フラグ(MVIO.INTFLAG)レジスタのVDDIO2割り込み要求フラグ(VDDIO2IF)が解除(0)されなければなりません。これはこのフラグに'1'を書くことによって行われます。

図5-2. MVIO.INTFLAGS – VDDIO2割り込み要求フラグ解除

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
								VDDIO2IF
アクセス種別	R	R	R	R	R	R	R	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

● ビット0 – VDDIO2IF : VDDIO2割り込み要求フラグ (VDDIO2 Interrupt Flag)

このフラグはこれに'1'を書くことによって解除(0)されます。このフラグはMVIO.STATUSのVDDIO2状態(VDDIO2S)ビットが値を変える時に設定(1)されます。このビットへの'0'書き込みは無効です。このビットへの'1'書き込みはVDDIO2割り込み要求フラグを解除(0)します。

```
ISR(MVIO_MVIO_vect)
{
    /* VDDIO2割り込みが起動されました。 */
    LED0_toggle();
    /* VDDIO2割り込み要求フラグ解除 */
    MVIO.INTFLAGS |= MVIO_VDDIO2IF_bm;
}
```

6. VDDIO2測定

内部ADCは内部1.024V参照基準でもVDDIO2領域の電圧を測定するのを可能する10分圧されたVDDIO2を入力として持ちます。最初に、次で示されるように、ADC参照基準(ADC0REF)レジスタでADC0に対して1.024V参照基準を選びます。このレジスタはADC部分ではなく、基準電圧(VREF)部分に置かれていることに注意してください。

図6-1. VREF.ADC0REF – ADC0用参照基準として1V024を選択

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	ALWAYSON					REFSEL2~0		
アクセス種別	R/W	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

● ビット2~0 – REFSEL2~0 : 参照基準選択 (Reference Select)

このビット領域はA/D変換器0(ADC0)用の基準電圧水準を制御します。

値	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
名称	1V024	2V048	4V096	2V500	–	VDD	VREFA	–
説明	内部1.024V参照基準(注)	内部2.048V参照基準(注)	内部4.096V参照基準(注)	内部2.500V参照基準(注)	(予約)	参照基準としてVDD	VREFAピンからの外部参照基準	(予約)

注: 内部参照基準に対して与えられる値は代表値だけです。更なる詳細については「電気的特性」章を参照してください。

/* ADC0に対して1.024V参照基準を選択 */

VREF.ADC0REF = VREF_REFSEL_1V024_gc;

ADC0に対する入力として正入力でVDDIO2DIV10を選んでください。

図6-2. ADC0.MUXPOS – ADC0用入力としてVDDIO2DIV10を選択

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
		MUXPOS6~0						
アクセス種別	R	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

● ビット6~0 – MUXPOS6~0 : 多重器正選択 (MUX Selection for Positive ADC Input)

このビット領域はどのアナログ入力がADCの正入力に接続されるかを選びます。これらのビット領域が変換中に変えられる場合、その変更はこの変換が完了するまで無効です。

値	\$00~\$15	\$40	\$42	\$43	\$44	\$45
名称	AIN0~AIN21	GND	TEMPSENSE	–	VDDDIV10	VDDIO2DIV10
説明	ADC入力0~21ピン	接地	温度感知器	(予約)	VDD/10	VDDIO2/10
値	\$46~\$47	\$48	\$49	\$4A	\$4B	その他
名称	–	DAC0	DACREF0	DACREF1	DACREF2	–
説明	(予約)	DAC0	DACREF0	DACREF1	DACREF2	(予約)

/* ADC0用入力としてVDDIO2DIV10を選択 */

ADC0.MUXPOS = ADC_MUXPOS_VDDIO2DIV10_gc;

ADCは過採取に対する組み込み支援を持ちます。これは多くの周期的雑音を軽減するため、特にDC電圧を測定する時に有効です。

図6-3. ADC0.CTRLB – 16採取での過採取を許可

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
						SAMPNUM2~0		
アクセス種別	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W
リセット値	0	0	0	0	0	0	0	0

● ビット2~0 – SAMPNUM2~0 : 採取累積数選択 (Sample Accumulation Select)

このビット領域は連続するADC採取結果がどれくらい自動的に累積されるかを選びます。このビットが0よりも大きな値を書かれると、連続するADC採取結果の対応する数がADC結果(ADCn.RES)レジスタに累積されます。

値	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
名称	NONE	ACC2	ACC4	ACC8	ACC16	ACC32	ACC64	ACC128
説明	累積なし	2回の累積	4回の累積	8回の累積	16回の累積	32回の累積	64回の累積	128回の累積


```
/* 16個での過採取を許可 */
```

```
ADC0.CTRLB = ADC_SAMPNUM_ACC16_gc;
```

ADC0を許可してください。

図6-4. ADC0.CTRLA – ADC0許可

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	RUNSTDBY		COMVMODE	LEFTADJ	RESSEL1,0		FREERUN	ENABLE
アクセス種別	R/W	R	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

● ビット0 – ENABLE : ADC許可 (ADC Enable)

値	0	1
説明	ADCは禁止されます。	ADCは許可されます。

```
/* ADC0許可 */
```

```
ADC0.CTRLA = ADC_ENABLE_bm;
```

今や、指令(ADC0.COMMAND)レジスタの変換開始(STCONV)ビットに'1'を書くことによって測定を開始することが可能です。

図6-5. ADC0.COMMAND – 測定開始

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

● ビット0 – STCONV : 変換開始 (Start Conversion)

このビットへの'1'書き込みは進行中の何れかの変換が完了されると直ぐに変換を開始します。自由走行動作の場合、これは初回変換を開始します。STCONVは変換が進行中である限り'1'として読みます。変換が完了すると、このビットは自動的に解除(0)されます。このビットへの'0'書き込みは無効です。

```
/* ADC変換開始 */
```

```
ADC0.COMMAND = ADC_STCONV_bm;
```

変換開始後、結果を読むのに先立ってその終了を待つ必要があります。結果(ADC0.RES)レジスタで結果の準備が整うと、割り込み要求フラグ(ADC0.INTFLAGS)レジスタの結果準備可(RESRDY)割り込み要求フラグが起動されます。

図6-6. ADC0.INTFLAGS – RESRDY割り込み要求フラグ調査

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

● ビット1 – WCMP : 窓比較器割り込み要求フラグ (Window Comparator Interrupt Flag)

この窓比較器割り込み要求フラグは測定が完了して結果が制御E(ADCn.CTRLA)レジスタの窓比較器動作(WINCM)によって定義される選んだ窓比較動作に合致した場合に設定(1)されます。比較は変換の最後で行われます。このフラグはこのビット位置への'1'書き込み、または結果(ADCn.RES)レジスタ読み込みのどちらかによって解除(0)されます。このビットへの'0'書き込みは無効です。

● ビット0 – RESRDY : 結果準備可割り込み要求フラグ (Result Ready Interrupt Flag)

結果準備可割り込み要求フラグは測定が完了して新しい結果の準備が整った時に設定(1)されます。このフラグはこのビット位置への'1'書き込み、または結果(ADCn.RES)レジスタ読み込みのどちらかによって解除(0)されます。このビットへの'0'書き込みは無効です。

```
/* ADC変換終了待ち */
```

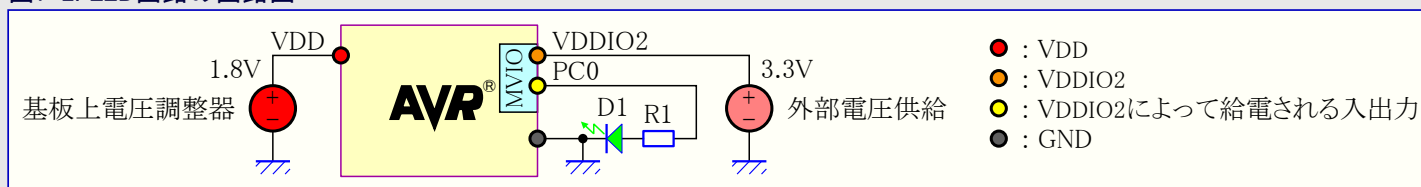
```
while(!(ADC0.INTFLAGS & ADC_RESRDY_bm));
```


図6-7. ADC0.RES - 結果読み込み

ダイオード検査能力を持つマルチメータを使うことによってLEDが概ね3Vの順方向電圧を持つことを確実にしてください。緑LEDは通常、

違うLEDが使われる場合、抵抗値(R)は変更が必要です。これはVLEDがLEDの電圧降下でALEDがLEDを通る電流である下の式を

図7-2. LED回路の回路図



```

/* 1.8VのVDDで3VのLEDを点滅 */

/* LEDピンを出力に設定 */
void LED_PC0_init(void)
{
    PORTC.DIRSET = PIN0_bm;
}

/* LEDピン交互切り替え */
void LED_PC0_toggle(void)
{
    PORTC.OUTTGL=PIN0_bm;
}

int main(void)
{
    LED_PC0_init();
    while (1)
    {
        /* VDDIO2が受け入れ可能範囲内か調査 */
        if (MVIO.STATUS & MVIO_VDDIO2S_bm)
        {
            /* PC0で永遠にLEDを点滅 */
            while (1)
            {
                LED_PC0_toggle();
                _delay_ms(250);
            }
        }
    }
}

```

この例用のコードはそれらのGitHub貯蔵庫の**blinking-a-3v0-led-with-vdd-at-1v8**フォルダで入手可能です。



GitHubで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。

8. 参考文献

1. AVR128DB48製品頁：www.microchip.com/wwwproducts/en/AVR128DB48
2. AVR128DB48：www.microchip.com/DS40002247
3. AVR128DB48 Curiosity Nano製品頁：www.microchip.com/DevelopmentTools/ProductDetails/PartNO/EV35L43A
4. AVR128DB48 Curiosity Nano使用者の手引き：www.microchip.com/DS50003037
5. AVR128DB48 Curiosity Nano回路図：ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/AVR128DB48_Curiosity_Nano_Schematic.s.pdf

9. 改訂履歴

改訂	日付	注釈
A	2020年9月	初版文書公開

10. 追補

この技術概説内の各使用事例用のコード例

例10-1. VDDIO2状態ホーリング

```
#define F_CPU 4000000ul

#include <avr/io.h>

int main(void)
{
    while (1)
    {
        /* VDDIO2が受け入れ可能範囲内か調査 */
        if (MVIO.STATUS & MVIO_VDDIO2S_bm)
        {
            /* あなたの応用コードで置き換えてください。 */
        }
    }
}
```

例10-2. VDDIO2状態での割り込み

```
#define F_CPU 4000000ul

#include <avr/io.h>#
include <avr/interrupt.h>

void LED0_init(void)
{
    PORTF.DIRSET = PIN5_bm;
}

void LED0_toggle(void)
{
    PORTF.OUTTGL = PIN5_bm;
}

int main(void)
{
    /* VDDIO2割り込み許可 */
    MVIO.INTCTRL |= MVIO_VDDIO2IE_bm;

    /* 全体割り込み許可 */
    sei();
    LED0_init();

    /* あなたの応用コードで置き換えてください。 */
    while (1)
    {
    }
}

ISR(MVIO_MVIO_vect)
{
    /* VDDIO2割り込みが起動されました。 */
    LED0_toggle();
    /* DDIO2割り込み要求フラグを解除(0) */
    MVIO.INTFLAGS |= MVIO_VDDIO2IF_bm;
}
```

例10-3. VDDIO2測定

```

#define F_CPU 4000000u1

/* ADC0初期化 */
void adc0_init(void)
{
    /* ADC0に対して1.024V参照基準を選択 */
    VREF.ADCOREF = VREF_REFSEL_1V024_gc;

    /* 16過採取許可 */
    ADC0.CTRLB = ADC_SAMPNUM_ACC16_gc;

    /* ADC0許可 */
    ADC0.CTRLA = ADC_ENABLE_bm;
}

/* 内部ADCを使ってVDDIO2を測定 */
uint16_t read_VDDIO2()
{
    /* ADC0に対する入力としてVDDIO2DIV10を選択 */
    ADC0.MUXPOS = ADC_MUXPOS_VDDIO2DIV10_gc;

    /* ADC変換開始 */
    ADC0.COMMAND = ADC_STCONV_bm;

    /* ADC変換終了待ち */
    while (!(ADC0.INTFLAGS & ADC_RESRDY_bm));

    /* RESレジスタを読んで16過採取補償のため結果を4ビット移動 */
    uint16_t result = (ADC0.RES>>4);

    return result;
}

int main(void)
{
    adc0_init();
    /* あなたの応用コードで置き換えてください。 */
    while (1)
    {
        /* VDDIO2電圧を継続的に読み込み */
        read_VDDIO2();
    }
}

```

例10-4. 1.8VのVDDで3VのLEDを点滅

```

#define F_CPU 4000000u1

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

void LED_PC0_init(void)
{
    PORTC.DIRSET = PIN0_bm;
}

void LED_PC0_toggle(void)
{
    PORTC.OUTTGL=PIN0_bm;
}

```

```
int main(void)
{
    LED_PC0_init();
    while (1)
    {
        /* VDDIO2が受け入れ可能範囲内が調査 */
        if (MVIO.STATUS & MVIO_VDDIO2S_bm)
        {
            /* PC0で永遠にLED点滅 */
            while (1)
            {
                LED_PC0_toggle();
                _delay_ms(250);
            }
        }
    }
}
```

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
- ・ **全般的な技術支援** – 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います。
- ・ 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、Microchip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、TempTracker、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。

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight 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、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetロゴ、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REALICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、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 2020.

本技術概説はMicrochipのTB3287技術概説(DS90003287A-2020年9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 - プネー 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 - エスボ 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 - ガルピング Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーネ 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 - パドバ 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 - マドリード 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 - ウォーキンガム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820