

## AVR138 : ATmega32M1系列電力段制御器(PSC)料理本

## 要点

- PSCの基礎
- 電力段制御器を用いた波形生成
- コード例

## 1. 序文

ATMEL<sup>®</sup>はATmega32M1を持つ新しい8ビットAVR<sup>®</sup>系列を導入します。

この系列は電動機制御応用とLED照明応用専用の革新的な電力段制御器(PSC)を組み込みます。

**注:** このPSCは照明専用のAT90PWMx系列で使用されるPSCと異なります。それは主に電動機制御専用でその使用を簡単にするため、AT90PWMx系列の3つのPSCの融合です。「AVR 434:電力段制御器(PSC)料理本」はAT90PWMx系列のPSC専用に変化され、ATmega32M1系列のPSCに適用できません。

## 2. 序説

この応用記述はATmega32M1系列で利用可能な電力段制御器(PSC)の使い方の紹介です。この資料の目的はPSCの一般的な概要を与え、その様々な動作形態を示し、そしてそれらを形態設定する方法を説明することです。コード例はこれをより明らかにして他の応用に関する指針として使用することができます。例はATmega32M1で開発、そして試験されています。

PSC記述と付加情報はデータシートとPSCが使用されている応用記述で得られます。

この応用記述はPSCによって生成することができるいくつかの可能な波形とそれを設定する方法を記述します。誤り動作形態と出力許可管理も紹介します。

全てのソースは、ATMELのウェブサイトで入手可能です。それらはGCCコンパイラで書かれていますが、他のコンパイラでコンパイルするために容易に変更することができます。

## 3. 全般説明

電力段制御器は装置または基板の電力段の駆動をするための専用の3つの部署を持つ特別な計時器です。PSCは論理レベルで互換でブリッジの電力トランジスタを駆動することができます。

PSCは各種ブリッジ(DC、ブラシレスDC、AC電動機など)を駆動することができます。

3つのPSCの各々は2つの補完出力を持つPWM発生器として見ることができます。組み込みソフトウェア活動の必要なしに自己走行PSC形態を提供するため、PSCは波形生成を停止することができる3つの入力を持ちます。例えば、電流感知形態では、最大電流に達した時にPSC波形を停止することができる比較器によって電流を監視することができます。

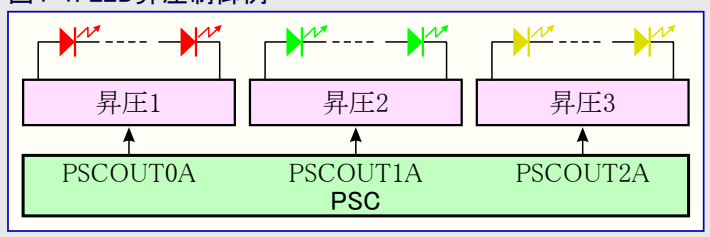
PSCは64MHz PLLの出力のような高速クロックによってクロック駆動することができます。故にそれは高分解能の高速PWMを生成することができます。PLLの中間出力のようなより低いクロック、またはCPUクロック(clk<sub>I/O</sub>)によってクロック駆動することもできます。更に非常に低い周波数を持つ信号を生成するための前置分周器を含みます。

## 4. PSC応用

PSCは以下のような電力段を持つ応用を駆動することを意図されています。

- ・ 電動機制御(波形生成と速度/トルク調整)
- ・ LED照明制御(電流調整)

図4-1. LED昇圧制御例



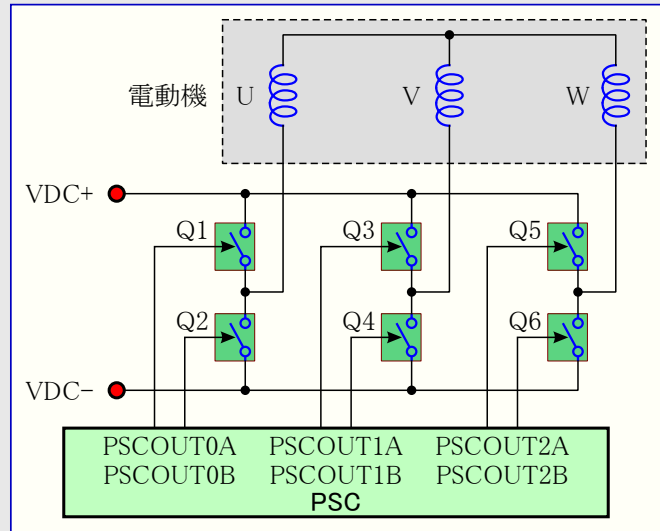
8ビット AVR<sup>®</sup>  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8122A-03/08, 8122AJ1-01/14

図4-2. 電動機制御例



注: 電動機はBLDCまたは同期モータで有り得ます。

## 5. PSC動作形態

### 5.1. 前提条件

ATmega32M1のデータシート以下の節を読むことを推奨します。

- 概要
- PSC説明
- 機能説明

### 5.2. 何故各種動作形態

PSCは以下のような2つの動作形態を提供します。

1傾斜動作	この形態は重なった波形を生成するのに使用されます。この形態の主な危険は交差導通を持つために半ブリッジを駆動する時です。
中央動作	PSC出力波形は対称且つ中央にされます。この形態は正弦状波形を生成するため、空間ベクタ法に有用です。(重なった波形が可能です。)

### 5.3. 動作形態例

全ての例はCで書かれ、AVR StudioのGCCプロジェクトに組み込まれています。  
 これらの例は波形生成の素早い開始と2つの動作形態の評価が与えられます。  
 AVR Studioプロジェクトの名称はOneRampMode.aprsとCenteredMode.aprsです。  
 PSC\_MODE定義によって動作形態を選択することができます。

#### 5.3.1. 動作形態: 1傾斜

1傾斜動作はエッジ整列動作形態として見る事ができます。  
 1傾斜動作を選ぶには以下の構文を使用してください。

```
#define PSC_MODE PSC_MODE_ONE_RAMP
```

以下の例では、CLOCK PSC = CLK PLL = 64MHzです。

図5-1. 1傾斜動作

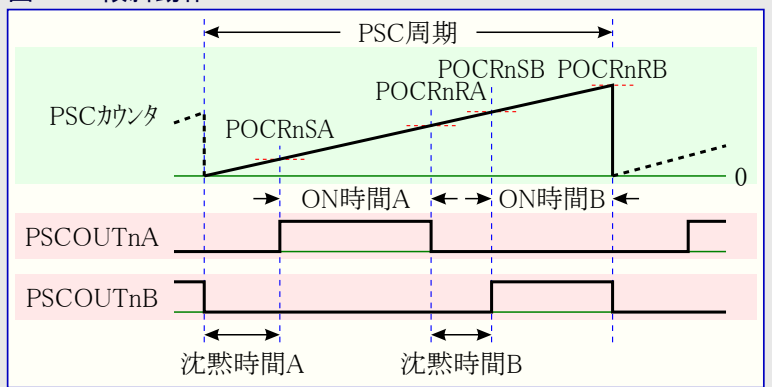
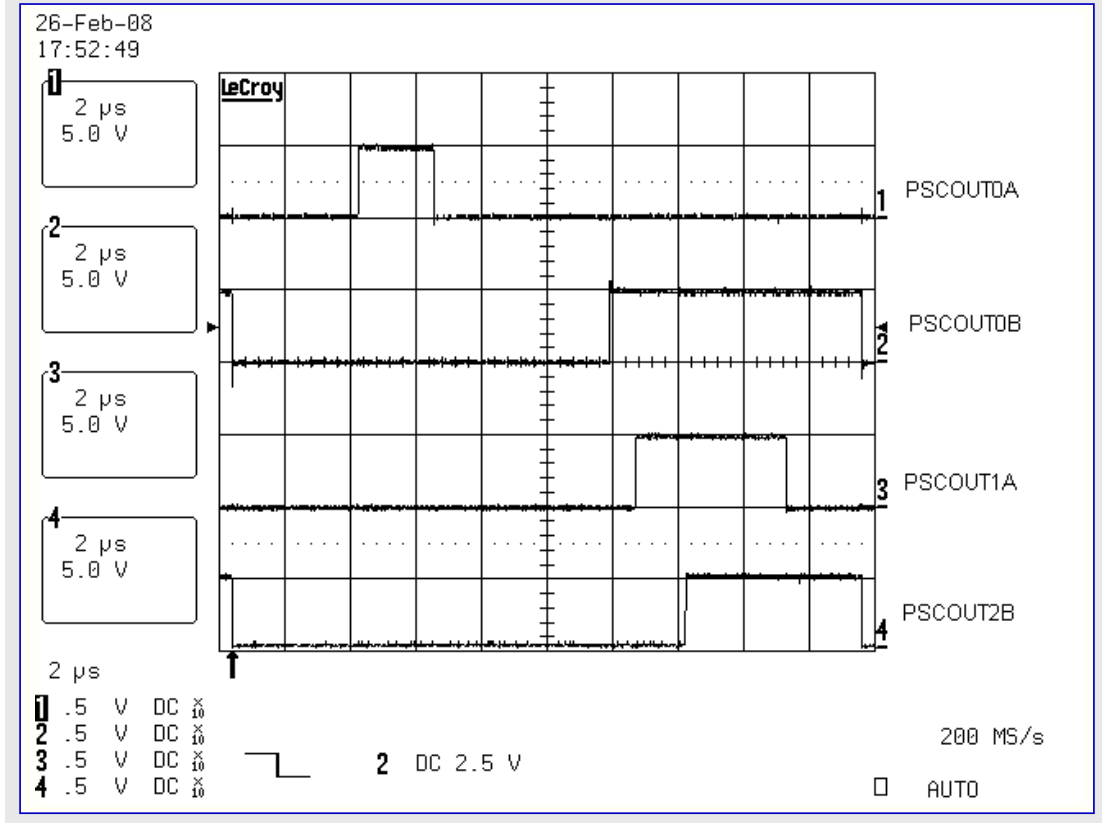


表5-1. 図5-2.用設定

PSC出力	PSC SFR	指示	結果のクロック数	結果の $\mu s$
PSCOUT0A PSCOUT0B	POCR0SA	A_SA_VAL=250	沈黙時間0A=250+1	3.9 $\mu s$
	POCR0RA	A_RA_VAL=400	ON時間0A=400-250	2.3 $\mu s$
	POCR0SB	A_SB_VAL=750	沈黙時間0B=750-400	5.5 $\mu s$
			ON時間0B=1250-750	7.8 $\mu s$
PSCOUT1A PSCOUT1B	POCR1SA	B_SA_VAL=800	沈黙時間1A=800+1	12.5 $\mu s$
	POCR1RA	B_RA_VAL=1100	ON時間1A=1100-800	4.7 $\mu s$
	POCR1SB	B_SB_VAL=1150	沈黙時間1B=1150-1100	0.8 $\mu s$
			ON時間1B=1250-1150	1.6 $\mu s$
PSCOUT2A PSCOUT2B	POCR2SA	C_SA_VAL=600	沈黙時間2A=600+1	9.4 $\mu s$
	POCR2RA	C_RA_VAL=800	ON時間2A=800-600	3.1 $\mu s$
	POCR2SB	C_SB_VAL=900	沈黙時間2B=900-800	1.6 $\mu s$
			ON時間2B=1250-900	5.5 $\mu s$
	POCR_RB	RB_VAL=1250		

図5-2. 1傾斜波形



重なった波形での1傾斜

重なった波形での1傾斜動作を選ぶには以下の行の注釈を外してください。

```
#define T_OVERLAP
```

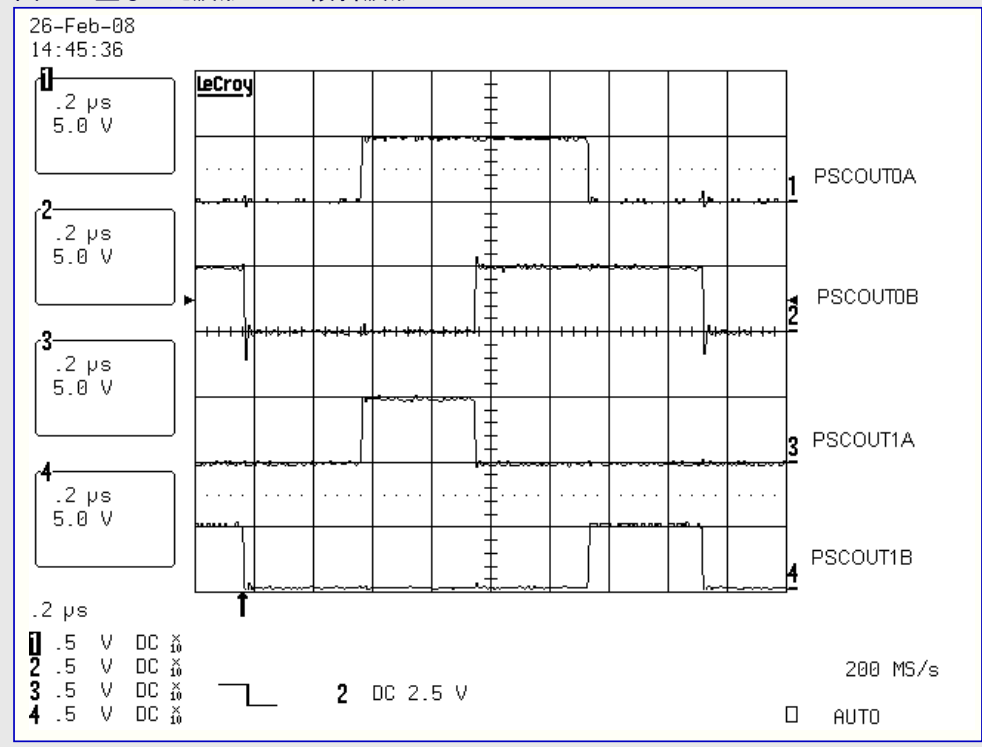
表5-2. 図5-3.用設定

PSC出力	PSC SFR	指示	結果のクロック数	結果の $\mu s$
PSCOUT0A PSCOUT0B	POCR0SA	A_SA_VAL=25	沈黙時間0A=25+1	0.41 $\mu s$
	POCR0RA	A_RA_VAL=75	ON時間0A=75-25	0.78 $\mu s$
	POCR0SB	A_SB_VAL=50	沈黙時間0B=50-75	-0.39 $\mu s$
			ON時間0B=100-50	0.78 $\mu s$
PSCOUT1A PSCOUT1B	POCR1SA	B_SA_VAL=25	沈黙時間1A=25+1	0.41 $\mu s$
	POCR1RA	B_RA_VAL=75	ON時間1A=75-25	0.78 $\mu s$
	POCR1SB	B_SB_VAL=50	沈黙時間1B=50-75	-0.39 $\mu s$
			ON時間1B=100-50	0.78 $\mu s$
PSCOUT2A PSCOUT2B	POCR2SA	C_SA_VAL=20	沈黙時間2A=20+1	9.4 $\mu s$
	POCR2RA	C_RA_VAL=40	ON時間2A=40-20	3.1 $\mu s$
	POCR2SB	C_SB_VAL=60	沈黙時間2B=60-40	1.6 $\mu s$
			ON時間2B=100-60	5.5 $\mu s$
	POCR_RB	RB_VAL=100		

PSCOUT0AとPSCOUT0Bは禁止された重複保護を持ちます。

PSCOUT1AとPSCOUT1Bは許可された重複保護を持ちます。

図5-3. 重なった波形での1傾斜波形



5.3.2. 動作形態: 中央

中央動作を選ぶには以下の構文を使用してください。

```
#define PSC_MODE PSC_MODE_CENTERED
```

以下の例では、CLOCK PSC=CLK IO=8MHzです。

図5-4. 中央整列動作

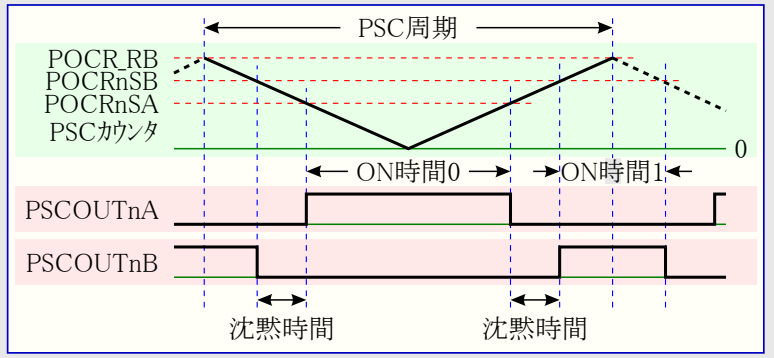
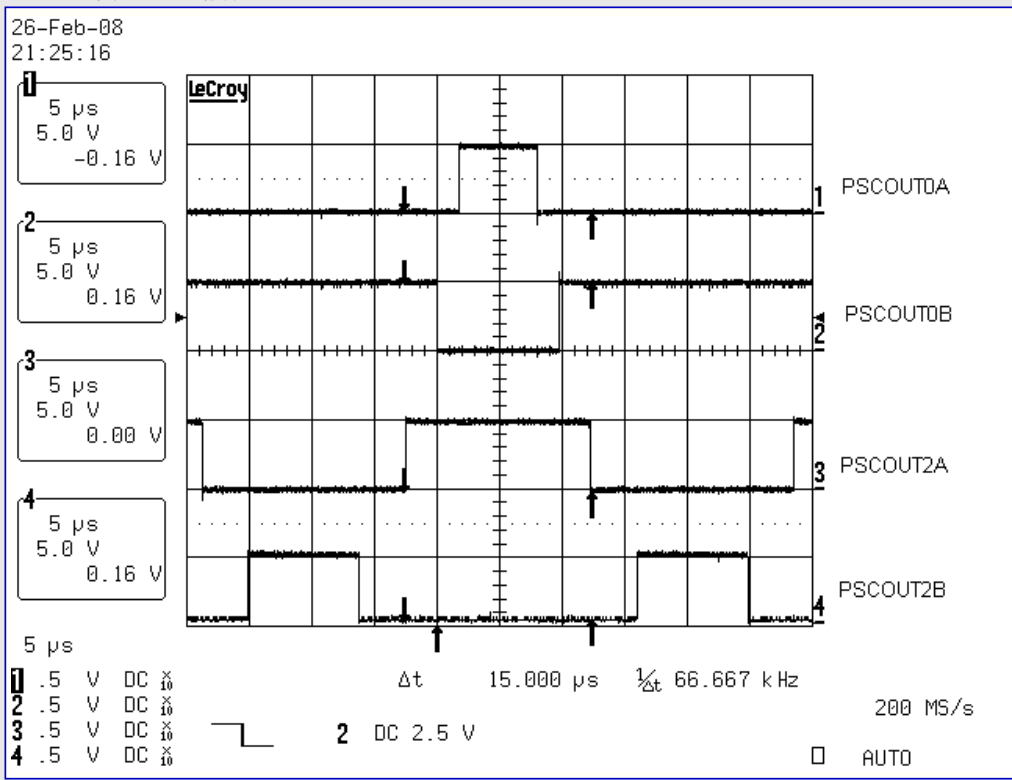


表5-3. 図5-5.用設定

PSC出力	PSC SFR	指示	結果のクロック数	結果のμs
PSCOUT0A PSCOUT0B	POCR0SA	A_SA_VAL=25	沈黙時間0A=2×25	6.2μs
	POCR0RA	A_RA_VAL=75	(RAは同期信号に使用)	
	POCR0SB	A_SB_VAL=40	沈黙時間0B=2×(125-40+1)	21.5μs
			ON時間0B=40-25	1.9μs
PSCOUT1A PSCOUT1B	POCR1SA	B_SA_VAL=110	沈黙時間1A=2×110	27.5μs
	POCR1RA	B_RA_VAL=80	(RAは同期信号に使用)	
	POCR1SB	B_SB_VAL=115	沈黙時間1B=2×(125-115+1)	2.8μs
			ON時間1B=115-110	0.6μs
PSCOUT2A PSCOUT2B	POCR2SA	C_SA_VAL=60	沈黙時間2A=2×60	15μs
	POCR2RA	C_RA_VAL=80	(RAは同期信号に使用)	
	POCR2SB	C_SB_VAL=90	沈黙時間2B=2×(125-90+1)	9μs
			ON時間2B=90-60	3.7μs
	POCR_RB	RB_VAL=125		

図5-5. 中央整列動作波形



## 6. PSC入力

### 6.1. 前提条件

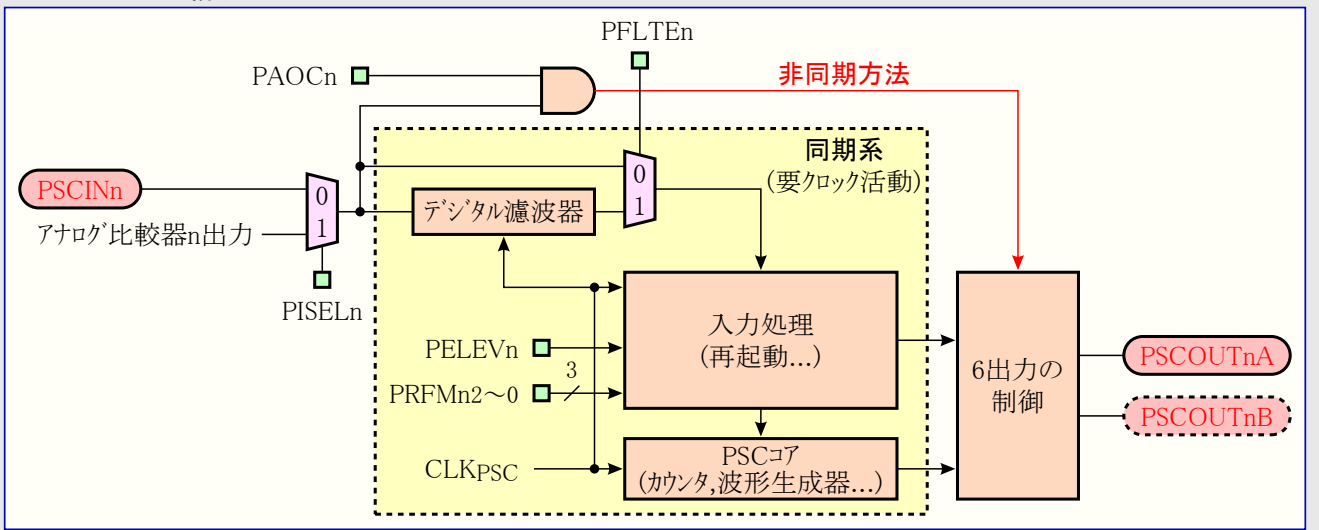
ATmega32M1のデータシートの以下の節を読むことを推奨します。

- 概要
- PSC説明
- PSC入力

### 6.2. 説明

PSCはPSC出力での素早い反応を設定することができる3つの同様の入力を持ちます。出力は明確に(誤り動作形態)、または選択した入力の活性状態の間だけ不活性にすることができます。PSC入力はより短い反応時間を得るために迂回することができるデジタル濾波器を持ちます。

図6-1. PSC入力構成図



以降の例はPSC入力の使い方の素早い開始と入力動作形態の評価を与えます。PSC\_MODE定義によって中央動作形態での試験入力を簡単に変更することができます。

これらの例はSTK500/STK524基板で使用することができます。

AVR Studioプロジェクト外の名前はtest\_halt.apsです。

PSCIN0信号はPSCOUT1B出力に同期したAGILENT 33250A関数波形発生器によって生成されます。

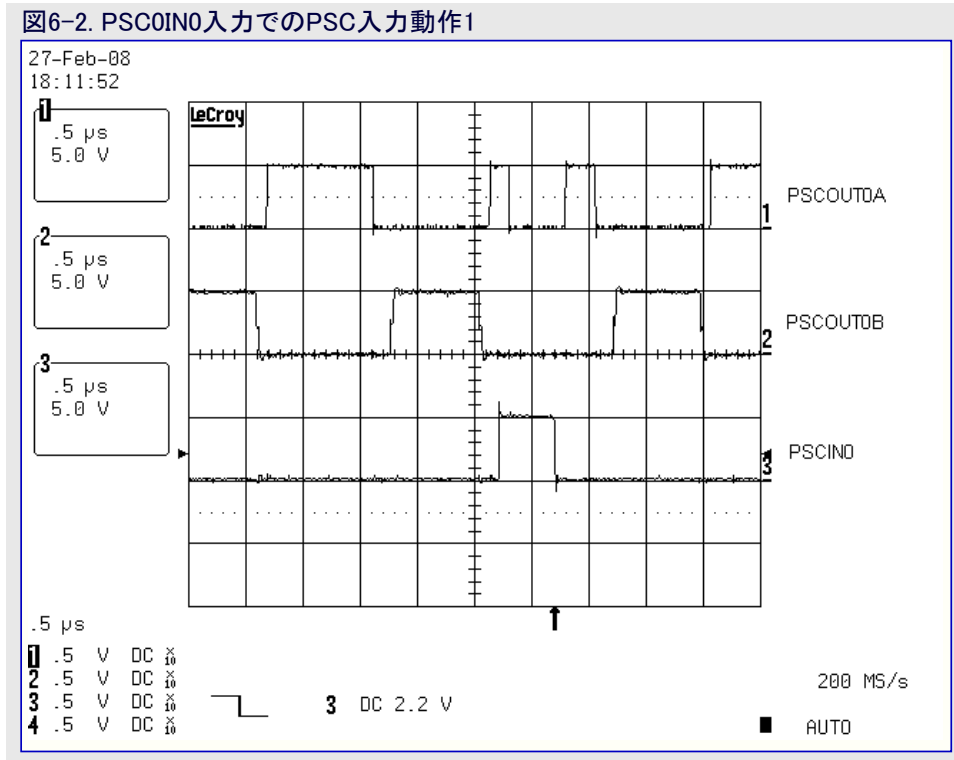
#### 入力の同期動作 対 非同期動作

以降の全ての例は同期動作(PSC\_SYNCHRONOUS\_OUTPUT\_CONTROL定義)で与えられ、PSC入力をPSC出力に伝達するにはシステムクロックの走行が必要です。使用者は例のソースファイルでPSC\_SYNCHRONOUS\_OUTPUT\_CONTROL定義を使用することによってPSC入力の直接伝達を簡単に試験することができます。

### 6.2.1. 入力動作1: 部署0出力A非活動

以下の波形を得るため、ソースファイルで`#define PSC_TESET_HALT`を注釈にしてください。

`PSC_USE_HIGH_LEVEL`により、PSCIN0入力はそれがHighレベルの時にPSCOUT0Aに作用します。



### 6.2.2. 入力動作7: PSC停止、ソフトウェアの動き待機

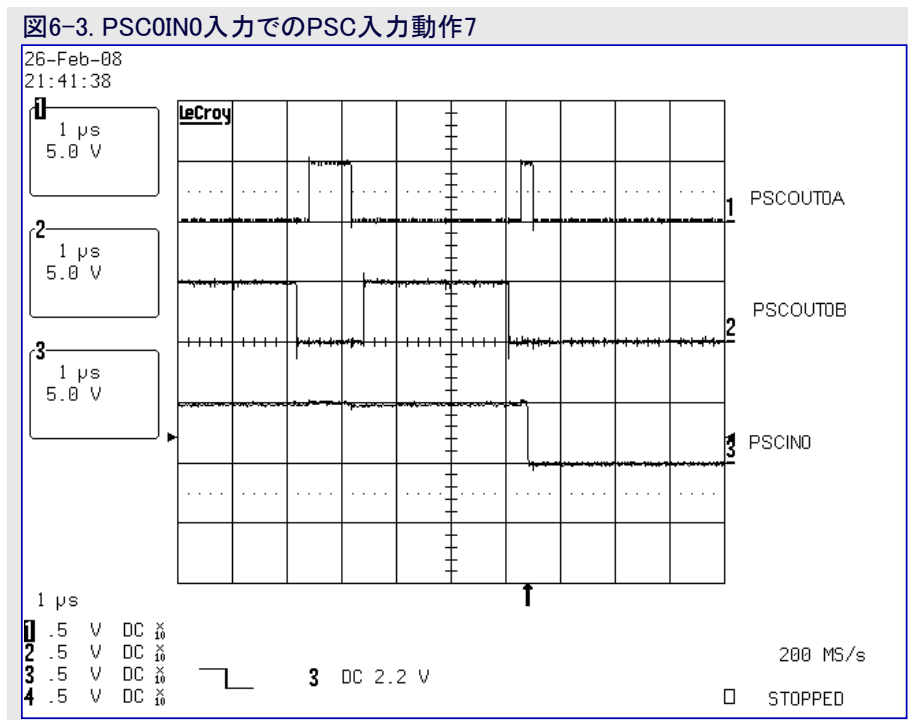
PSCIN0入力はPD1に接続されたSKT500上のSW0スイッチによって簡単に活性にすることができます。

PSCが誤り状態の時にPE2が0と等しければソフトウェアがそれをリセットします。故にPSCを再開するためにPE2はSW1に接続することができます。

`PSC_USE_LOW_LEVEL`により、PSCIN0入力はそれがLowレベルの時にPSCOUT0Aに作用します。PSCの再開はPSCIN0が活性(Lowレベル)に留まっている間、不可能です。

ソースファイルで`#define PSC_TESET_HALT`の注釈を外してください。

PSCIN0形態設定はそれが関係される時に`PSC_TESET_HALT`を使用します。



### 6.2.3. PSC入力上の濾波器の使い方

この例ではPSCがPLLの64MHz出力で動きます。

以下の波形を得るため、ソースファイルで`#define PSC_TESET_HALT`を注釈にしてください。

`#define TEST_FILTER`の注釈を外してください。

表6-1. 図6-4.と図6-5.用設定

PSC出力	PSC SFR	指示	結果のクロック数	結果の $\mu\text{s}$
PSCOUT0A PSCOUT0B	POCR0SA	A_SA_VAL=5	沈黙時間0A=5+1	0.09 $\mu\text{s}$
	POCR0RA	A_RA_VAL=25	ON時間0A=25-5	0.3 $\mu\text{s}$
	POCR0SB	A_SB_VAL=30	沈黙時間0B=30-25	0.08 $\mu\text{s}$
			ON時間0B=40-30	0.16 $\mu\text{s}$
	POCR_RB	RB_VAL=40		

#### 6.2.3.1 濾波器伝播遅延

図6-4.に於いて、入力濾波器は許可で、伝播遅延は92.5nsと等価です。

図6-5.に於いて、入力濾波器は禁止で、伝播遅延は30nsと等価です。

濾波器遅延は62.5nsに対応する4×クロック周期です。

図6-4. PSCOUT0AIに作用するためのPSCIOIN0形態設定(濾波器許可)

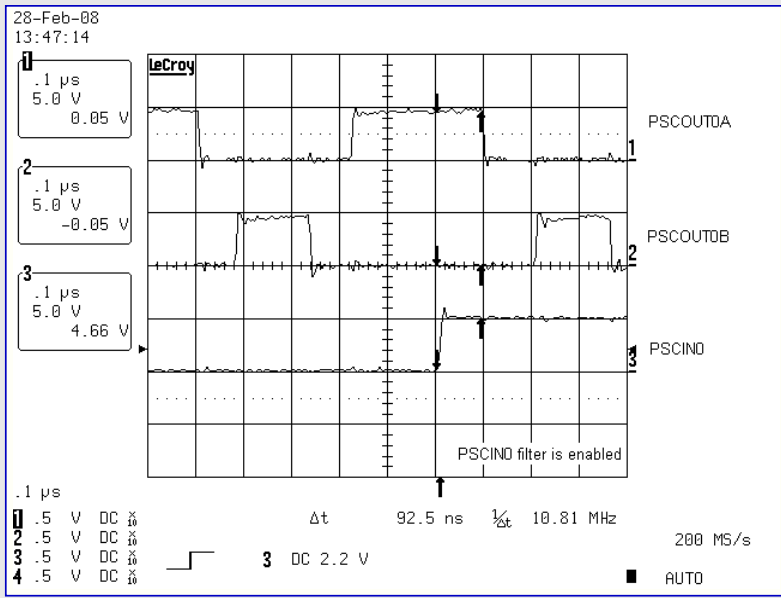
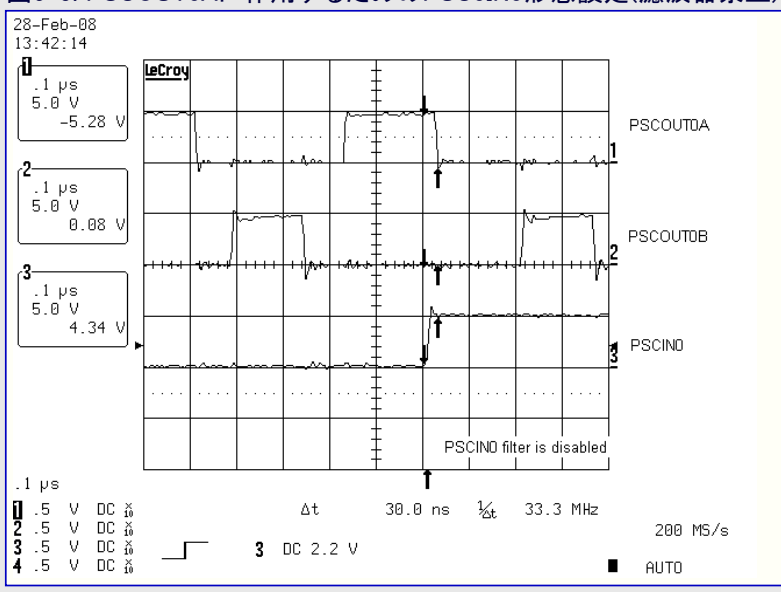


図6-5. PSCOUT0AIに作用するためのPSCIOIN0形態設定(濾波器禁止)





## 6.2.3.2 濾波器性能

図6-6.に於いて、入力濾波器は禁止で、PSCIN0上の50nsの尖頭雑音がPSCOUT0Aに伝播されます。

図6-7.に於いて、入力濾波器は許可で、PSCIN0上の50nsの尖頭雑音がPSCOUT0Aに伝播されません。

図6-6. PSCOUT0Aに作用するためのPSC0IN0形態設定(濾波器禁止)

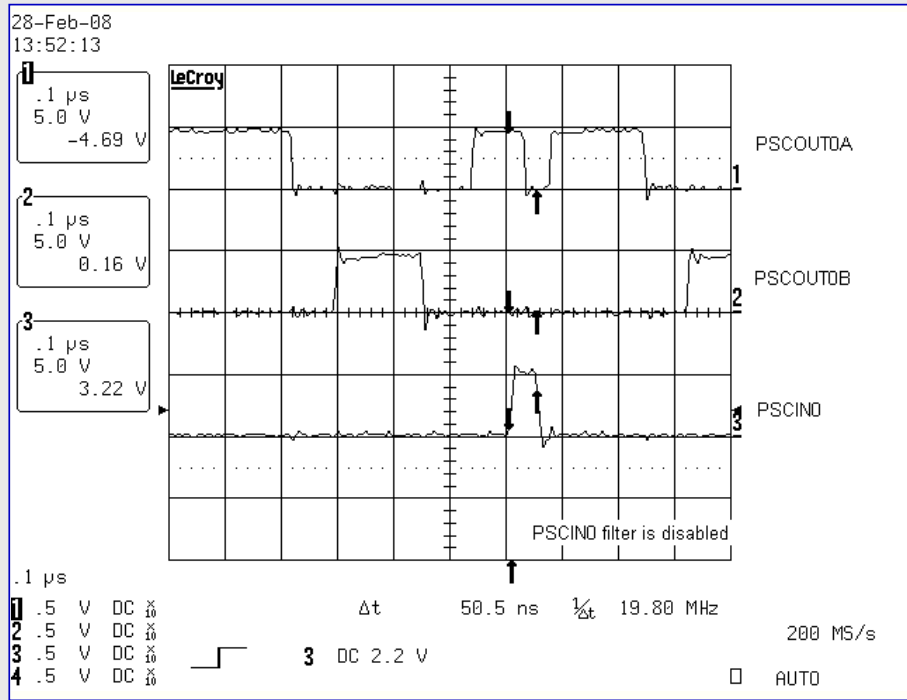
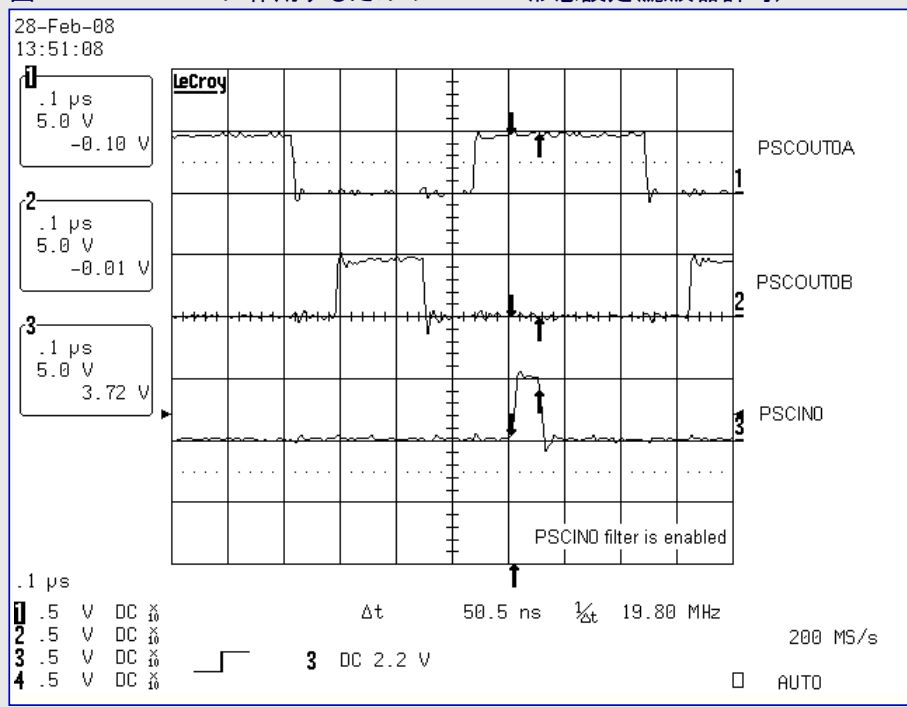


図6-7. PSCOUT0Aに作用するためのPSC0IN0形態設定(濾波器許可)



### 6.2.4. PSC入力としての比較器(ACMP0)の使い方

この例はPSC入力としての比較器0の使い方を実演します。

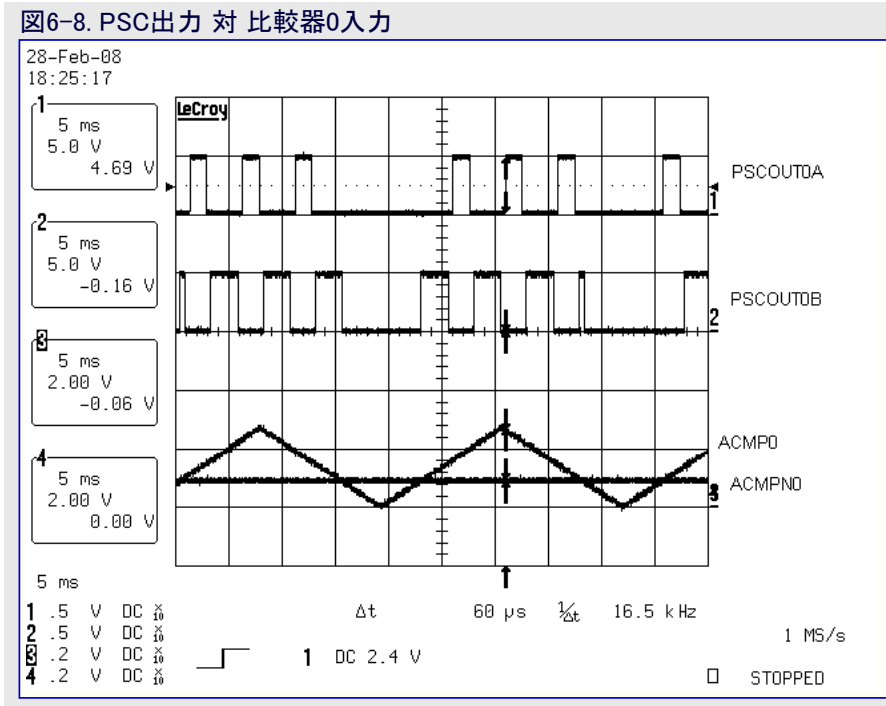
AVR Studioプロジェクトの名称は**Comparator.aps**です。

比較器0はPsc\_config\_input0(～)関数によってPSC入力として使用されます。

比較器0の反転入力は0.9V DC供給元に接続されます。

比較器0の非反転入力はAGILENT 33250A波形発生器の出力に接続されます。この波形発生器は0～2.6Vの鋸波を発生します。

非反転入力が反転入力以下の時毎にPSCの出力が不活動にされるのを見ることができます。



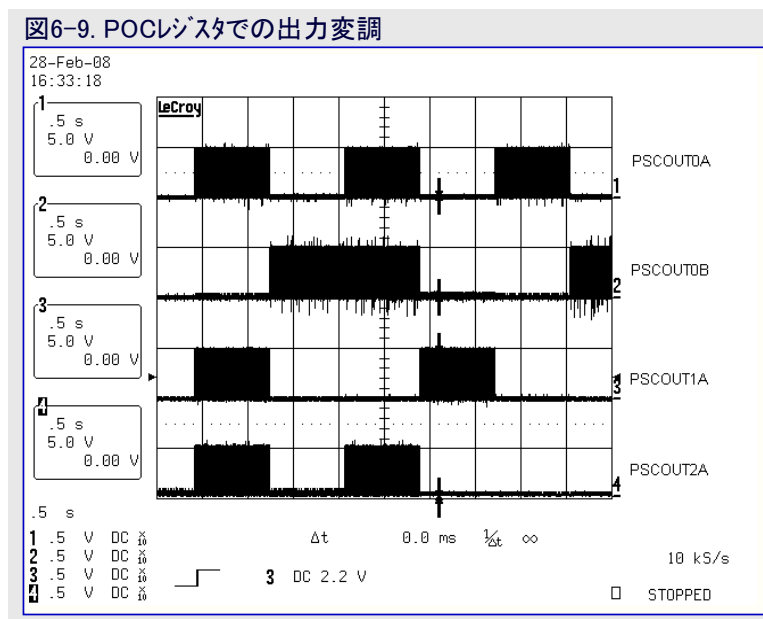
### 6.3. POCLレジスタでの出力変調

この例はPSC出力を有効または無効にするためのPSC出力形態設定(POC)レジスタの使い方を実演します。このレジスタはBLDCモータの駆動に有用です。これはホール感知器値または逆起電力検出に従った有効な出力を選ぶことができます。

この例はSTK500/STK524基板で使用することができます。

AVR Studioプロジェクトの名称は**OutputEnable.aps**です。

使用者はPSC出力をSTK500のLEDに接続し、対応する出力のデューティサイクルによって調整される各々のLEDの点灯照度で、或る種のLED追跡器を見ることができます。



## 7. PSC割り込み

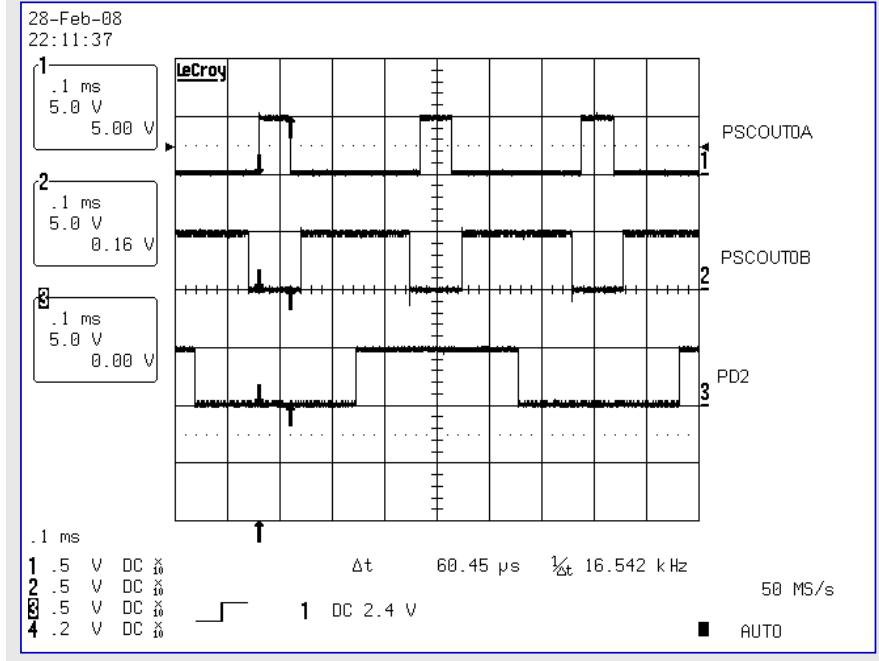
PSCはPSC入力で重要な事象が起きる時、またはPSC周期の最後で割り込みを生成することができます。

AVR Studioプロジェクト外の名前は**Test\_Interrupt.aps**です。

PSC周期の最後割り込みが許可され、割り込みルーチンがPD2ピンを交互切り替えます。

PSCは中央動作形態を使用し、周期の最後は波形の中央に配置されます。

図7-1. PSC割り込みのPD2ピン交互切り替え





## 本社

### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 487-2600

## 国外営業拠点

### *Atmel Asia*

Unit 1-5 & 16, 19/F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong  
TEL (852) 2245-6100  
FAX (852) 2722-1369

### *Atmel Europe*

Le Krebs  
8, Rue Jean-Pierre Timbaud  
BP 309  
78054 Saint-Quentin-en-  
Yvelines Cedex  
France  
TEL (33) 1-30-60-70-00  
FAX (33) 1-30-60-71-11

### *Atmel Japan*

104-0033 東京都中央区  
新川1-24-8  
東熱新川ビル 9F  
アトメル ジャパン株式会社  
TEL (81) 03-3523-3551  
FAX (81) 03-3523-7581

## 製品窓口

### ウェブサイト

[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

### 技術支援

[avr@atmel.com](mailto:avr@atmel.com)

### 販売窓口

[www.atmel.com/contacts](http://www.atmel.com/contacts)

### 文献請求

[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

お断り: 本資料内の情報はATMEL製品と関連して提供されています。本資料またはATMEL製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。ATMELのウェブサイトに位置する販売の条件とATMELの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、ATMELはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえATMELがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してATMELに責任がないでしょう。ATMELは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。ATMELはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、ATMEL製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。ATMEL製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2008. 全権利予約済 ATMEL®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®、STK®とその他はATMEL Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

### © HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR138応用記述(doc8122.pdf Rev.8122A-03/08)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。