



SmartRA 学習キット チュートリアル 6

ルネサス エレクトロニクス社 RA マイコン搭載
HSB シリーズマイコンボード 評価キット

-本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

株式会社 **北斗電子**
REV.1.0.0.0

注意事項	1
安全上のご注意	2
1. RA2L1_ADC	4
1.1. A/D 変換とは	4
1.2. プログラムの動作	5
1.3. 電圧算出の原理	7
1.4. 温度算出の原理	8
1.5. FSP の設定	9
1.6. フローチャート	12
2. RA2L1_DAC	13
2.1. プログラムの動作	13
2.2. FSP の設定	16
2.3. フローチャート	18
2.4. FSP での A/D 変換機能の割り込み設定	19
2.5. D/A 変換の注意点	20
取扱説明書改定記録	21
お問合せ窓口	21

注意事項

本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

【ご利用にあたって】

1. 本製品をご利用になる前には必ず取扱説明書をよく読んで下さい。また、本書は必ず保管し、使用上不明な点がある場合は再読し、よく理解して使用して下さい。
2. 本書は株式会社北斗電子製マイコンボードの使用方法について説明するものであり、ユーザシステムは対象ではありません。
3. 本書及び製品は著作権及び工業所有権によって保護されており、全ての権利は弊社に帰属します。本書の無断複製・複製・転載はできません。
4. 弊社のマイコンボードの仕様は全て使用しているマイコンの仕様に準じております。マイコンの仕様に関しましては製造元にお問い合わせ下さい。弊社製品のデザイン・機能・仕様は性能や安全性の向上を目的に、予告無しに変更することがあります。また価格を変更する場合や本書の図は実物と異なる場合もありますので、御了承下さい。
5. 本製品のご使用にあたっては、十分に評価の上ご使用下さい。
6. 未実装の部品に関してはサポート対象外です。お客様の責任においてご使用下さい。

【限定保証】

1. 弊社は本製品が頒布されているご利用条件に従って製造されたもので、本書に記載された動作を保証致します。
2. 本製品の保証期間は購入戴いた日から1年間です。

【保証規定】

保証期間内でも次のような場合は保証対象外となり有料修理となります

1. 火災・地震・第三者による行為その他の事故により本製品に不具合が生じた場合
2. お客様の故意・過失・誤用・異常な条件でのご利用で本製品に不具合が生じた場合
3. 本製品及び付属品のご利用方法に起因した損害が発生した場合
4. お客様によって本製品及び付属品へ改造・修理がなされた場合

【免責事項】

弊社は特定の目的・用途に関する保証や特許権侵害に対する保証等、本保証条件以外のものは明示・黙示に拘わらず一切の保証は致し兼ねます。また、直接的・間接的損害金もしくは欠陥製品や製品の使用方法に起因する損失金・費用には一切責任を負いません。損害の発生についてあらかじめ知らされていた場合でも保証は致し兼ねます。

ただし、明示的に保証責任または担保責任を負う場合でも、その理由のいかんを問わず、累積的な損害賠償責任は、弊社が受領した対価を上限とします。本製品は「現状」で販売されているものであり、使用に際してはお客様がその結果に一切の責任を負うものとします。弊社は使用または使用不能から生ずる損害に関して一切責任を負いません。

保証は最初の購入者であるお客様ご本人にのみ適用され、お客様が転売された第三者には適用されません。よって転売による第三者またはその為になすお客様からのいかなる請求についても責任を負いません。

本製品を使った二次製品の保証は致し兼ねます。

安全上のご注意

製品を安全にお使いいただくための項目を次のように記載しています。絵表示の意味をよく理解した上でお読み下さい。

表記の意味



取扱を誤った場合、人が死亡または重傷を負う危険が切迫して生じる可能性がある事が想定される



取扱を誤った場合、人が軽傷を負う可能性又は、物的損害のみを引き起こすが可能性がある事が想定される

絵記号の意味

	一般指示 使用者に対して指示に基づく行為を強制するものを示します		一般禁止 一般的な禁止事項を示します
	電源プラグを抜く 使用者に対して電源プラグをコンセントから抜くように指示します		一般注意 一般的な注意を示しています

警告



以下の警告に反する操作をされた場合、本製品及びユーザシステムの破壊・発煙・発火の危険があります。マイコン内蔵プログラムを破壊する場合があります。

1. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままケーブルの抜き差しを行わないでください。
2. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままで、ユーザシステム上に実装されたマイコンまたはIC等の抜き差しを行わないでください。
3. 本製品及びユーザシステムは規定の電圧範囲でご利用ください。
4. 本製品及びユーザシステムは、コネクタのピン番号及びユーザシステム上のマイコンとの接続を確認の上正しく扱ってください。



発煙・異音・異臭にお気づきの際はすぐに使用を中止してください。

電源がある場合は電源を切って、コンセントから電源プラグを抜いてください。そのままご使用すると火災や感電の原因になります。

注意



以下のことをされると故障の原因となる場合があります。

1. 静電気が流れ、部品が破壊される恐れがありますので、ボード製品のコネクタ部分や部品面には直接手を触れないでください。
2. 次の様な場所での使用、保管をしないでください。
ホコリが多い場所、長時間直射日光があたる場所、不安定な場所、衝撃や振動が加わる場所、落下の可能性がある場所、水分や湿気の多い場所、磁気を発するものの近く
3. 落としたり、衝撃を与えたり、重いものを乗せないでください。
4. 製品の上に水などの液体や、クリップなどの金属を置かないでください。
5. 製品の傍で飲食や喫煙をしないでください。



ボード製品では、裏面にハンダ付けの跡があり、尖っている場合があります。

取り付け、取り外しの際は製品の両端を持ってください。裏面のハンダ付け跡で、誤って手など怪我をする場合があります。



CD メディア、フロッピーディスク付属の製品では、故障に備えてバックアップ（複製）をお取りください。

製品をご使用中にデータなどが消失した場合、データなどの保証は一切致しかねます。



アクセスランプがある製品では、アクセスランプの点灯中に電源を切ったり、パソコンをリセットをしないでください。

製品の故障や、データ消失の原因となります。



本製品は、医療、航空宇宙、原子力、輸送などの人命に関わる機器やシステム及び高度な信頼性を必要とする設備や機器などに用いられる事を目的として、設計及び製造されておりません。

医療、航空宇宙、原子力、輸送などの設備や機器、システムなどに本製品を使用され、本製品の故障により、人身や火災事故、社会的な損害などが生じても、弊社では責任を負いかねます。お客様ご自身にて対策を期されるようご注意ください。

1. RA2L1_ADC

マイコン内蔵の A/D 変換機能(ADC12)を使用したチュートリアルです。

1.1. A/D 変換とは

A/D 変換、または ADC ですが、Analog to Digital Conversion の意味で、アナログの電圧をデジタル値に変換する機能です。

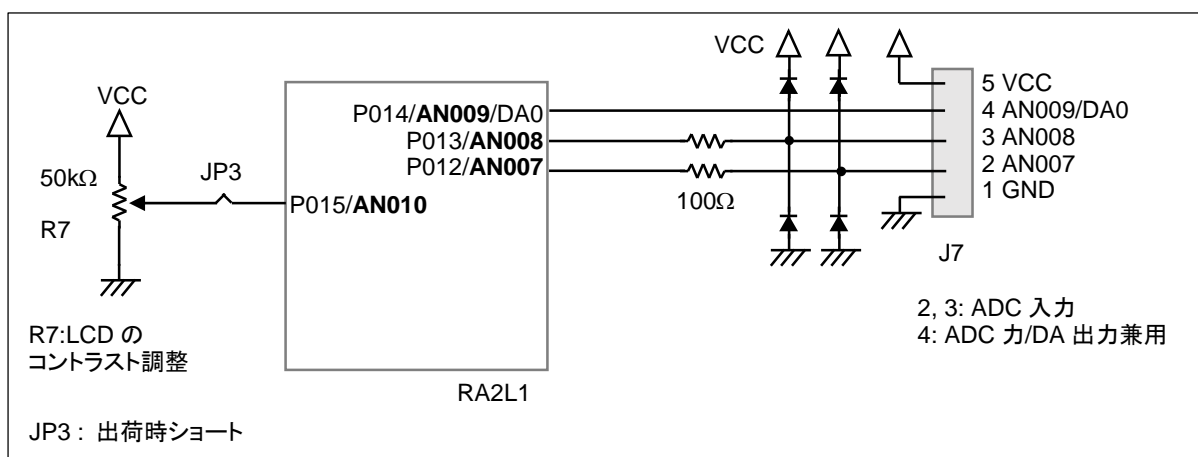


図 1-1 ADC 部回路

図に、ADC 部の回路図を示します。AN007~AN010 の 4 端子が抵抗やコネクタに接続されています。P015/AN010 は、LCD のコントラスト調整の抵抗に接続されています。(R7 は、LCD のコントラスト調整と、A/D 入力のモニタを兼ねています。)J7 の 2~4 が A/D 入力をコネクタに引き出したもので、2,3 番ピンは保護用の抵抗とダイオードが付いています。4 番ピンは、マイコンの端子にダイレクトにつながっています。

VCC(ボード電源電圧=マイコン電源電圧)が 5V のとき、A/D 変換は、AN 端子に与える電圧に応じて、以下の様な値を出力します。分解能は、12bit で 0~VCC の電圧を、 $2^{12}(=4096)$ 段階の細かさで数値化します。

ANxxx 端子電圧[V]	A/D 変換値 (理想)
0	0
1	819 (0x333)
2	1638 (0x666)
3	2457 (0x999)
4	3276 (0xCCC)
5	4095 (0xFFFF)

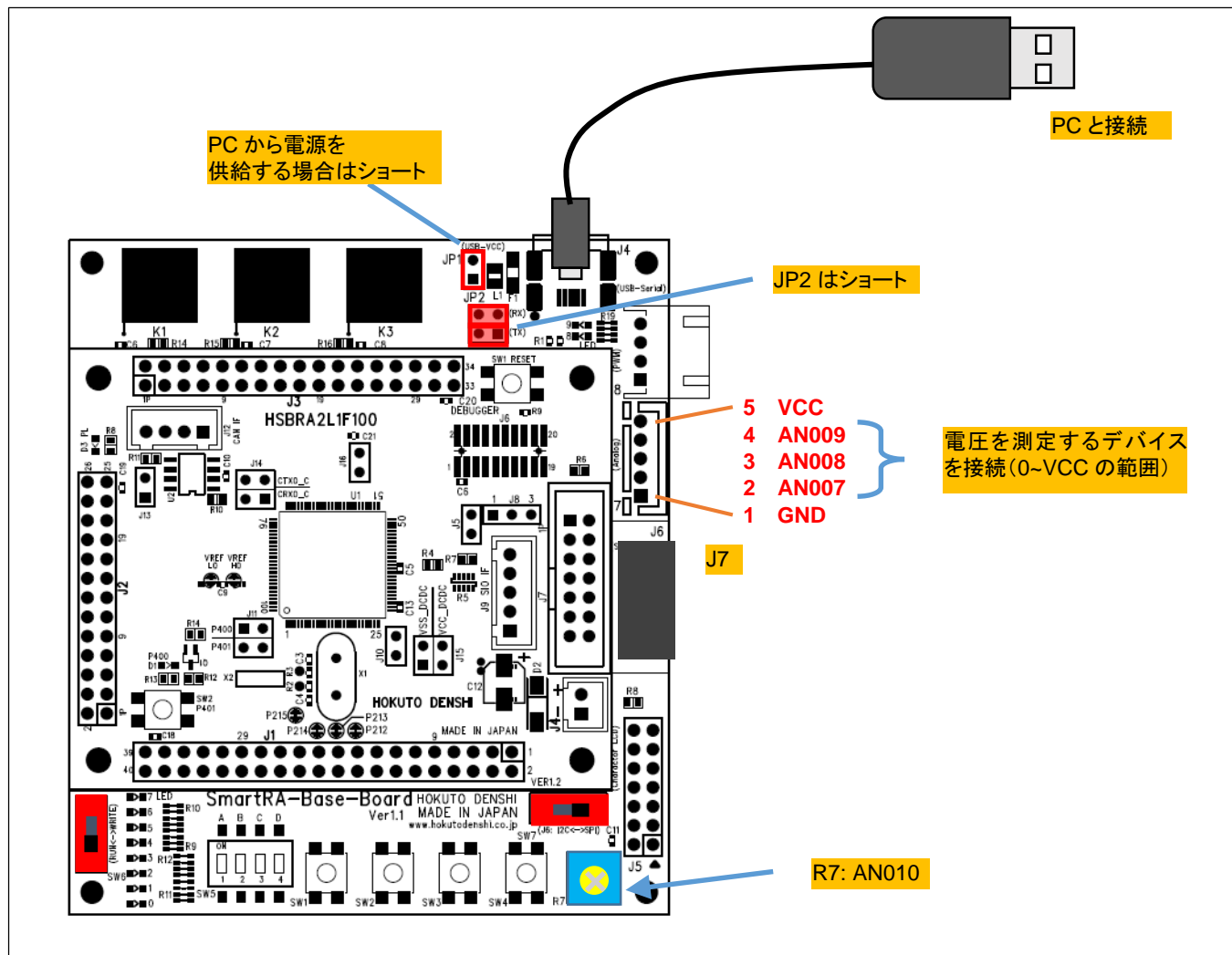
出力値としては、

$$V(\text{ANxxx}) / VCC \times 4096$$

となります。

アナログの電圧値で出力するセンサーの値を読み取ったり、充電電池の電圧を測定して、充放電を制御するといった様な使い方ができます。

1.2. プログラムの動作



B-J4(USB-miniB)を PC と接続し、仮想 COM 端末(115,200bps)を開いて、ボードを起動してください。端末に、A/D 変換結果が 2 秒毎に表示されます。

R7(可変抵抗)を回すと、AN010 の数値が変化します。

Copyright (C) 2021 HokutoDenshi. All Rights Reserved.

SmartRA KIT ADC TUTORIAL

```
--  
VCC : 5.002 [V]  
AN007 : 3.086 [V]  
AN008 : 1.526 [V]  
AN009 : 1.522 [V]  
AN010 : 2.513 [V]  
TEMP : 1.059 [V] , 22.9 [degree]  
VREF : 0x04BC  
--
```

1 回の表示

```
--  
VCC : 5.006 [V]  
AN007 : 3.088 [V]  
AN008 : 1.528 [V]  
AN009 : 1.522 [V]  
AN010 : 2.531 [V]  
TEMP : 1.061 [V] , 22.3 [degree]  
VREF : 0x04BB  
--
```

```
--  
VCC : 5.002 [V]  
AN007 : 3.086 [V]  
AN008 : 1.525 [V]  
AN009 : 1.522 [V]  
AN010 : 2.536 [V]  
TEMP : 1.059 [V] , 22.9 [degree]  
VREF : 0x04BC  
--
```

VCC は、電源電圧(USB から給電している場合は、USB の VBUS 電位)

AN007~AN009 は、J7 コネクタ端子の電圧

(上記では、AN007 にはリチウムコイン電池(CR2032)、AN008、AN009 には単 3 アルカリ電池をつないでいます)

AN010 は、R7 のボリュームに応じて変化(0~VCC の範囲で時計回りに回すと電圧が高くなります)

TEMP は、マイコン内蔵温度センサの出力電位と、そこから計算されるマイコンチップの温度

VREF は、マイコン内部の基準電圧源の A/D 結果(16 進数で表示、0~0xFFF)

上記情報が、2 秒毎に更新されて表示されます。

1.3. 電圧算出の原理

マイコンの A/D 変換回路は、VSS(=GND)～AVCC0(本ボードでは=VCC)または、VSS(=GND)～VREFH0(本ボードでは=VCC)を基準に、対象とする AN 端子の電圧を 0~4095 の数値で算出します。VCC が 5V のとき、AN007 端子の電圧が、2.5V ならば A/D 変換結果は 2048 です。

つまり、VCC 電圧に対し AN 端子の電圧が何%かという事しか測定できず、電圧計の様な絶対値を測定できる訳ではありません。VCC 電圧が判っている場合は、AN 端子の電圧も計算で求める事ができます。そこで、本サンプルプログラムでは、まず VCC の絶対電位を計算する事としています。その際利用しているのが、マイコン内部の基準電圧源です。

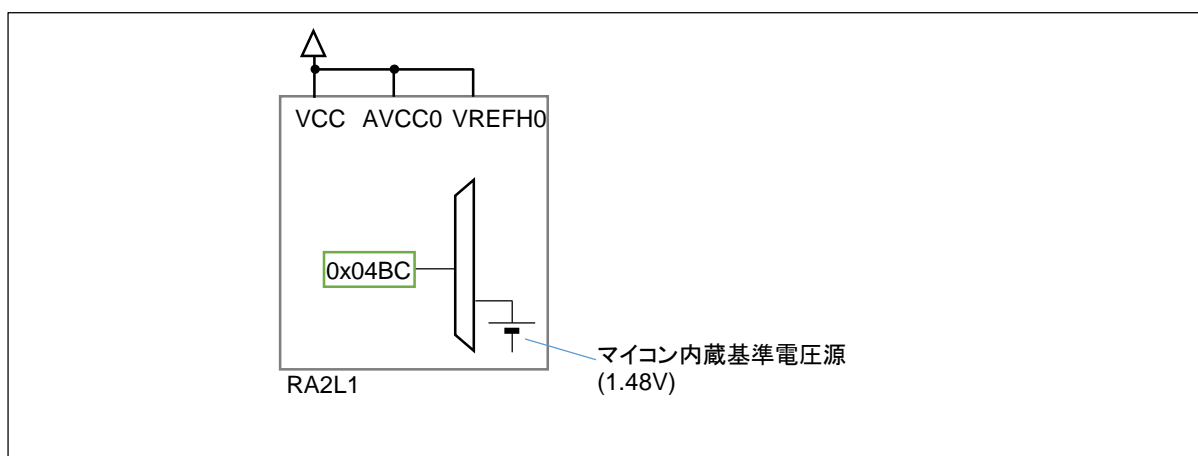


図 1-2 マイコン内蔵基準電圧源

RA2L1 には、チップ内部に基準電圧源があり、基準電圧源の電圧は既知(1.48V)となっています。基準電圧源の電圧は、基本的には VCC の電圧に依存せず一定です。基準電圧源は、A/D 変換回路の変換対象として選択可能ですので、基準電圧源の A/D 変換結果が、例えば 0x04BC(1212)の場合、

$$VCC \times 1212 / 4096 = 1.48$$

$$VCC = 1.48 \times 4096 / 1212 = 5.002 \text{ [V]}$$

上式から、VCC 電圧を算出する事ができます。サンプルプログラムでは、VCC 電圧を計算し、VCC 電圧から AN 端子の電圧を算出し、表示しています。

1.4. 温度算出の原理

RA2L1 マイコンには温度センサーが内蔵されています。パソコン用の CPU でも、温度センサーが内蔵されているものが一般的です。

温度センサーの詳細な仕様は、ハードウェアマニュアルには記載がありませんが、下記のような回路であると推測されます。

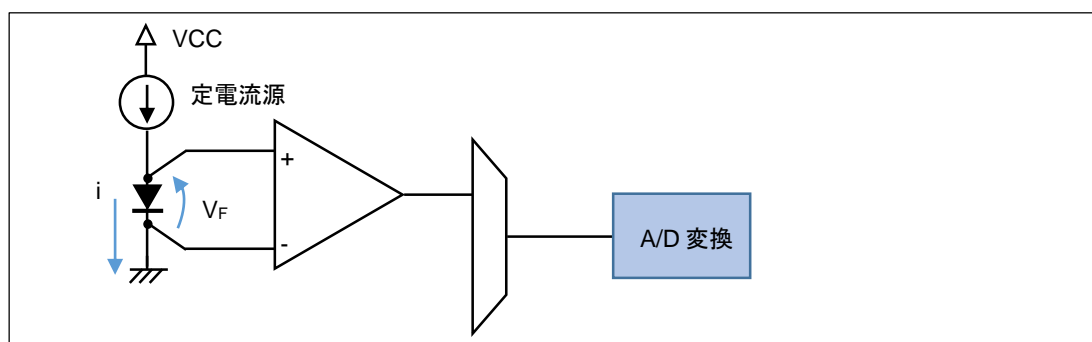


図 1-3 マイコン内蔵温度センサ

ダイオード(pn 接合)に一定の電流(i)を流し、ダイオードの両端の電圧(順方向電圧, V_F)を測定する回路構成です。(ダイオードを用いる手法は、温度センサ向けに製造工程を追加する必要がなく、通常の半導体製造プロセスの工程で作りこめるために、温度センサ回路として良く使用されます。)

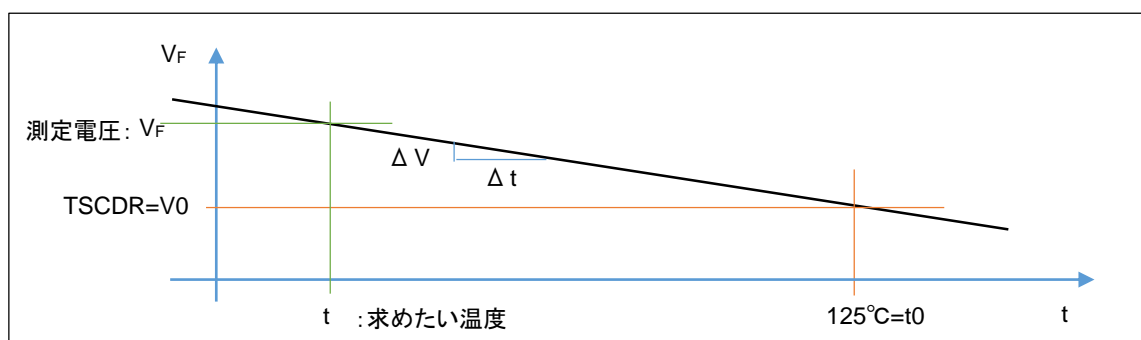


図 1-4 V_F 温度特性例

ダイオードの順方向電圧と温度には、一般的に上図の様な関係があります。高温時、 V_F 値は小さくなる方向です。

- (1) V_F - t の直線性
- (2) 傾き ($\Delta V / \Delta t$)
- (3) 基準温度での絶対値

(1)~(3)の特性が取得できれば、デバイスの正確な温度が判ります。(1)~(3)の特性はデバイス毎のばらつきがありますので、デバイス毎(マイコンチップ毎)に温度を振って電圧を測定し、 $t - V_F$ のテーブルを作成すれば、精度良く温度を算出する事が可能ですが、それ程精度が必要ない場合は、以下で算出可能です。

- (1)は直線とする
- (2)は、ハードウェアマニュアル記載の値、 $-3.3[\text{mV}/^{\circ}\text{C}]$ を使用する
- (3)は、 125°C ($\text{VCC}=3.3\text{V}$)で測定した値が、TSCDR レジスタに格納されているので、その値を使用する

温度算出の計算式としては、 V_F を測定(A/D 変換結果を電圧変換したもの)し、以下の式で算出できます。

$$t = (V_F - V_0) / \text{slope} + t_0$$

slope : 傾き($-3.3[\text{mV}/^{\circ}\text{C}]$)

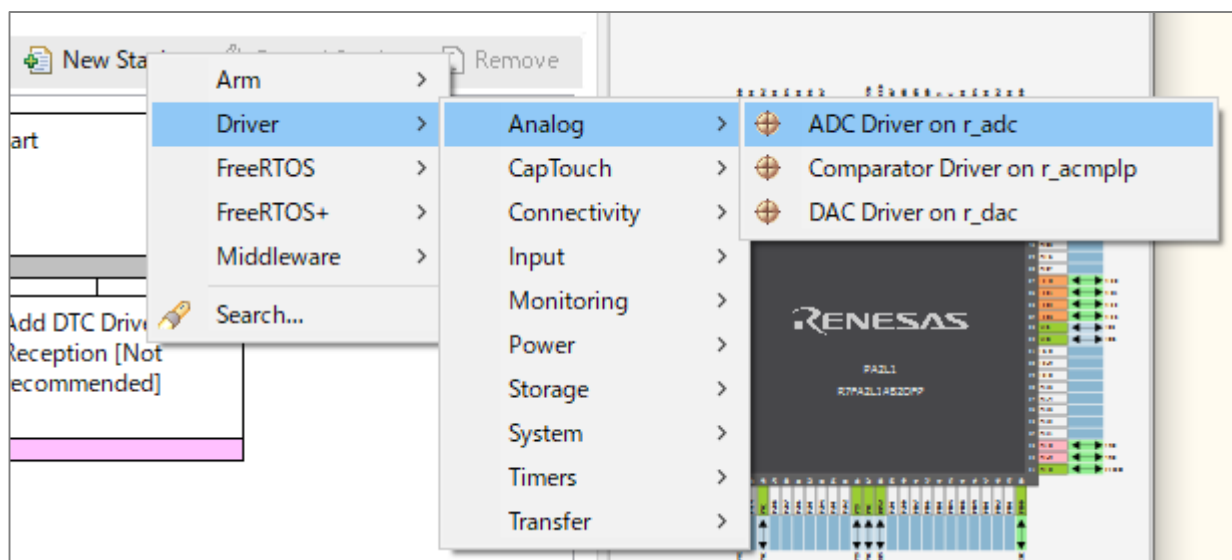
V_0 : $(\text{TSCDR}) / 4096 \times 3.3$, 基準温度(125°C)の実測値[V]

t_0 : 基準温度, 125°C

TSCDR 値を算出している時の電圧が、 3.3V ですので、温度センサ使用時は $\text{VCC}=3.3\text{V}$ で使った方が多少精度が稼げるかもしれません。

ハードウェアマニュアルに拠ると、 $\text{VCC}>2.4\text{V}$ 時、精度は $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ となっています。温度計としては、十分な精度とは言えませんが、外部センサ不要でちょっとした温度計を作れるのは便利です。

1.5. FSP の設定



New Stack – Driver – Analog – ADC Driver on_r_adc

を追加

g_adc0 ADC Driver on r_adc

プロパティ	値
▼ Common	
Parameter Checking	Default (BSP)
▼ Module g_adc0 ADC Driver on r_adc	
▼ General	
Name	g_adc0
Unit	0
Resolution	12-Bit
Alignment	Right
Clear after read	On
Mode	Single Scan
Double-trigger	Disabled
▼ Input	
> Channel Scan Mask (channel availability varie	
> Group B Scan Mask (channel availability varie	
> Addition/Averaging Mask (channel availabilit	
> Sample and Hold	
Add/Average Count	Disabled
Reference Voltage control	VREFH0/VREFH
> Interrupts	
> Extra	
▼ Pins	
ADTRG	None
AN00	None
AN01	None
AN02	None
AN03	None
AN04	None
AN05	None
AN06	None
AN07	P012
AN08	P013
AN09	P014
AN10	P015

この部分はデフォルトから変更なし

A/D 変換対象端子

g_adc0 ADC Driver on r_adc

プロパティ	値
Double-trigger	Disabled
▼ Input	
▼ Channel Scan Mask (channel availability varie	
Channel 0	<input type="checkbox"/>
Channel 1	<input type="checkbox"/>
Channel 2	<input type="checkbox"/>
Channel 3	<input type="checkbox"/>
Channel 4	<input type="checkbox"/>
Channel 5	<input type="checkbox"/>
Channel 6	<input type="checkbox"/>
Channel 7	<input checked="" type="checkbox"/>
Channel 8	<input checked="" type="checkbox"/>
Channel 9	<input checked="" type="checkbox"/>
Channel 10	<input checked="" type="checkbox"/>
Channel 11	<input type="checkbox"/>
Channel 12	<input type="checkbox"/>
Channel 13	<input type="checkbox"/>
Channel 14	<input type="checkbox"/>
Channel 15	<input type="checkbox"/>
Channel 16	<input type="checkbox"/>
Channel 17	<input type="checkbox"/>
Channel 18	<input type="checkbox"/>
Channel 19	<input type="checkbox"/>
Channel 20	<input type="checkbox"/>
Channel 21	<input type="checkbox"/>
Channel 22	<input type="checkbox"/>
Channel 23	<input type="checkbox"/>
Channel 24	<input type="checkbox"/>
Channel 25	<input type="checkbox"/>
Channel 26	<input type="checkbox"/>
Channel 27	<input type="checkbox"/>
Temperature Sensor	<input type="checkbox"/>
Voltage Sensor	<input type="checkbox"/>

スキャン対象

※本サンプルプログラムでは、プログラム内でスキャン対象端子を変更しながら実行していますので、GUIでの設定は不要です
(スキャン対象端子が予め決まっている場合は、この部分で設定してください)

Pin Configuration

Select Pin Configuration: R7FA2L1AB2DFRpinconfg

Export to CSV file | Configure Pin Driver Warnings

Generate data: g_bsp_pin_cfg

Pin Selection

- Other Pins
- Peripherals
 - Analog:ACMP
 - Analog:ADC
 - ADC0
 - Analog:ANALOG
 - Analog:DAC
 - Connectivity:CAN
 - Connectivity:ILC
 - Connectivity:SCI
 - Connectivity:SPI
 - Input:CTSU
 - Input:ICU
 - Input:KINT
 - Monitoring:CAC
 - System:CGC
 - System:DEBUG
 - System:SYSTEM
 - Timers:AGT
 - Timers:GPT
 - Timers:RTC

Pin Configuration

Name	Value	Lock	Link
Operation Mode	Custom		
Input/Output			
ADTRG	None		
AN00	None		
AN01	None		
AN02	None		
AN03	None		
AN04	None		
AN05	None		
AN06	None		
AN07	✓ P012		
AN08	✓ P013		
AN09	✓ P014		
AN10	✓ P015		
AN11	None		
AN12	None		

Module name: ADC0

端子機能 | 端子番号

Summary | BSP | Clocks | Pins | Interrupts | Event Links | Stacks | Components

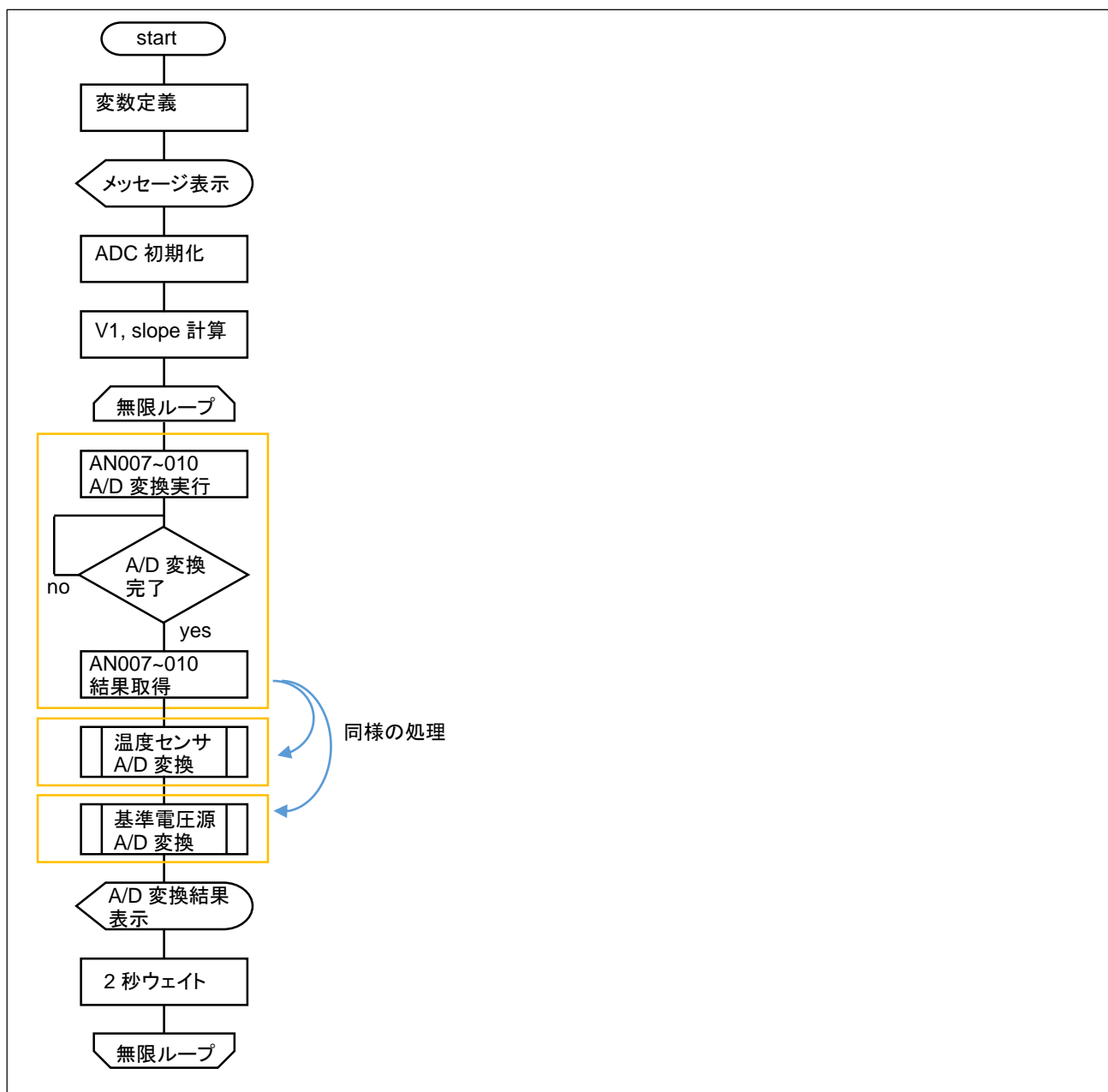
端子設定 (Pins タブ) では、Peripherals - Analog:ADC - ADC0 の端子設定で、

Operation Mode : Custom に変更

AN07~AN10 : P012~P015 を割り当て

※アナログ入力は、SCI 等とは異なり、複数の端子から選択する事ができず、AN07 に P012 を割り当てるか、割り当てないかの選択のみです

1.6. フローチャート



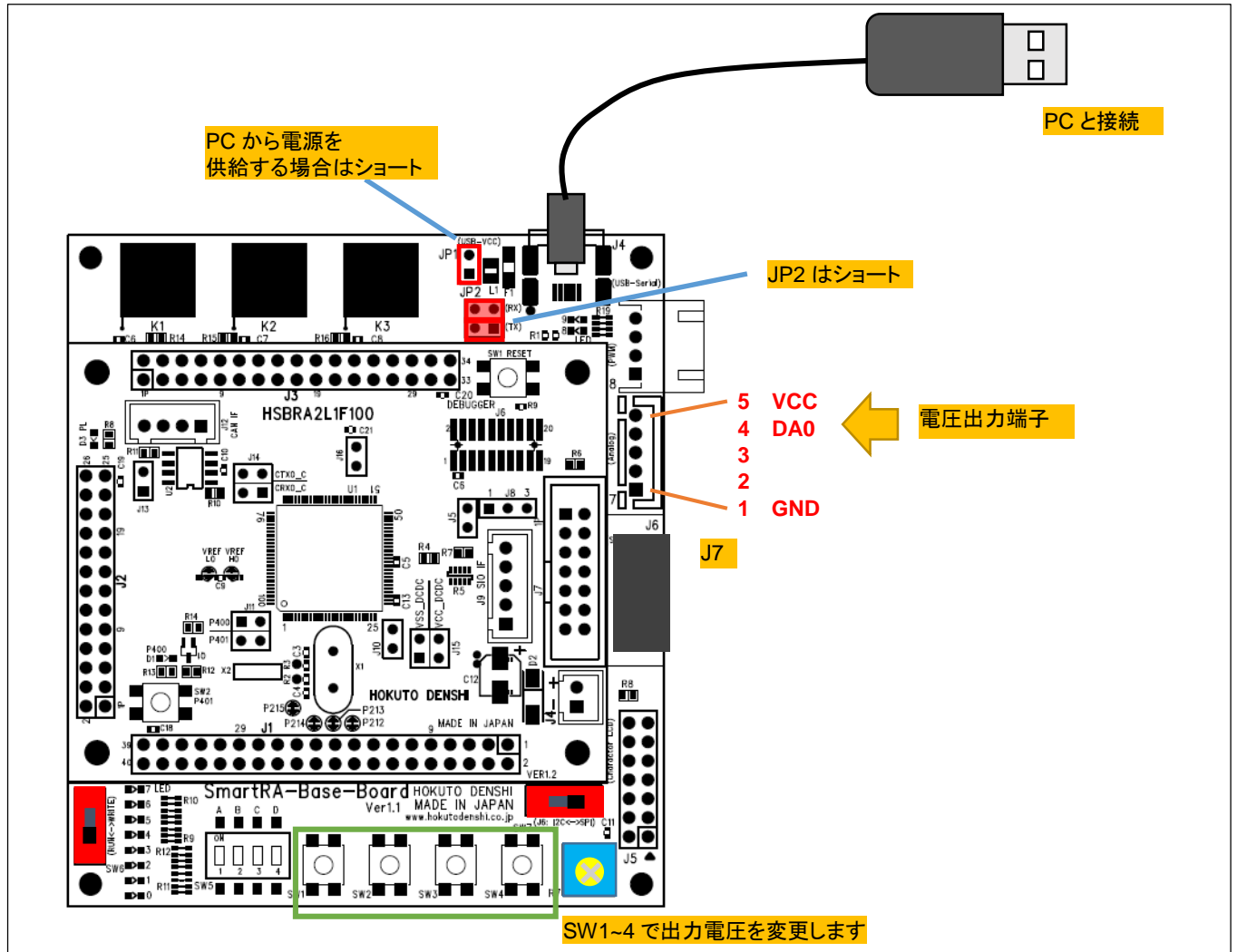
本プログラムでは、A/D 変換実行後、A/D 変換が完了するまで待ってから次の処理に進む様にしています。

※A/D 変換完了を待たず、次の処理に進み、A/D 変換完了のタイミングで A/D 変換完了割り込みを使い、A/D 変換結果を回収するという手法も良く使われます。

2. RA2L1_DAC

マイコン内蔵の D/A 変換機能(DAC12)を使用したチュートリアルです。

2.1. プログラムの動作



B-J4(USB-miniB)を PC と接続し、仮想 COM 端末(115,200bps)を開いて、ボードを起動してください。

B-J7 の 4 番ピンから電圧が出力されます。出力される電圧は、マイコンの D/A コンバータにより、アナログ的に変えることができます。

Copyright (C) 2021 HokutoDenshi. All Rights Reserved.

SmartRA KIT DAC TUTORIAL

operation usage:

SW1 : +1.000[V]
 SW2 : +0.100[V]
 SW3 : -0.100[V]
 SW4 : -1.000[V]

--

Vout	: 2.500 [V]	value = 2048(0x0800)	(VCC = 5.006 [V])	
Vout	: 1.500 [V]	value = 1223(0x04C7)	(VCC = 5.022 [V])	SW4 を押す
Vout	: 0.500 [V]	value = 408(0x0198)	(VCC = 5.018 [V])	SW4 を押す
Vout	: 0.000 [V]	value = 0(0x0000)	(VCC = 5.018 [V])	SW4 を押す
Vout	: 0.100 [V]	value = 81(0x0051)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.200 [V]	value = 163(0x00A3)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.300 [V]	value = 244(0x00F4)	(VCC = 5.022 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.400 [V]	value = 326(0x0146)	(VCC = 5.014 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.500 [V]	value = 408(0x0198)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.600 [V]	value = 489(0x01E9)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.700 [V]	value = 571(0x023B)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.800 [V]	value = 652(0x028C)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 0.900 [V]	value = 734(0x02DE)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す
Vout	: 1.000 [V]	value = 816(0x0330)	(VCC = 5.018 [V])	SW2 を押す

プログラムの動作としては、ベースボード上のスイッチで出力電圧が変わる動作となります。

初期値は、VCC の 1/2 の電圧を出力します。

その後、スイッチを押すことにより、出力電圧を変えられます。(設定できる範囲は、0~VCC です)

SW1	出力電圧を 1V 上げる
SW2	出力電圧を 0.1V 上げる
SW3	出力電圧を 0.1V 下げる
SW4	出力電圧を 1V 下げる

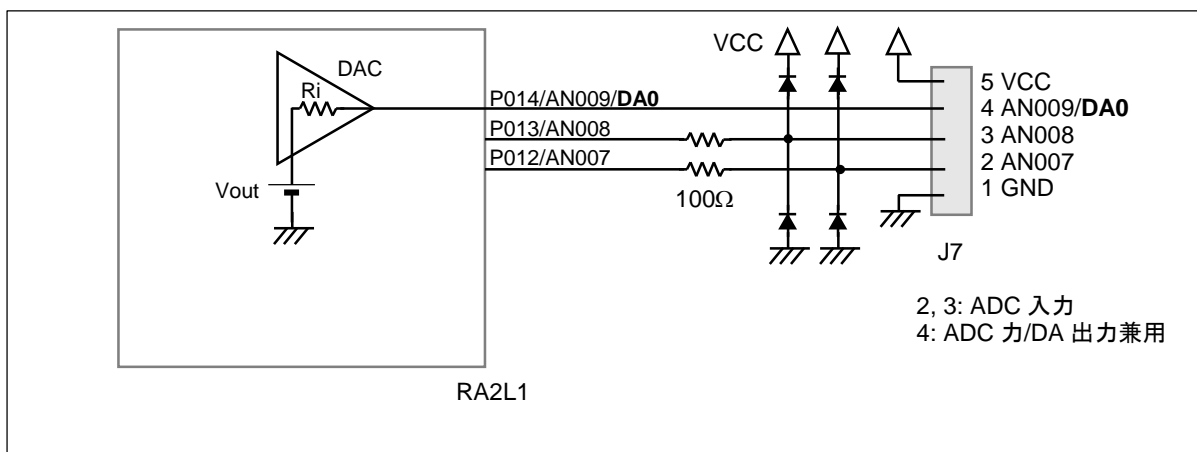
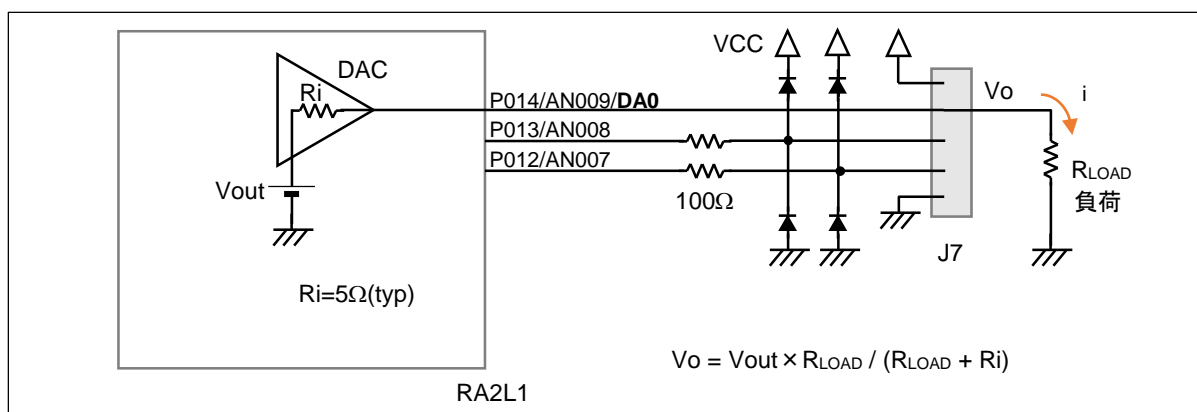


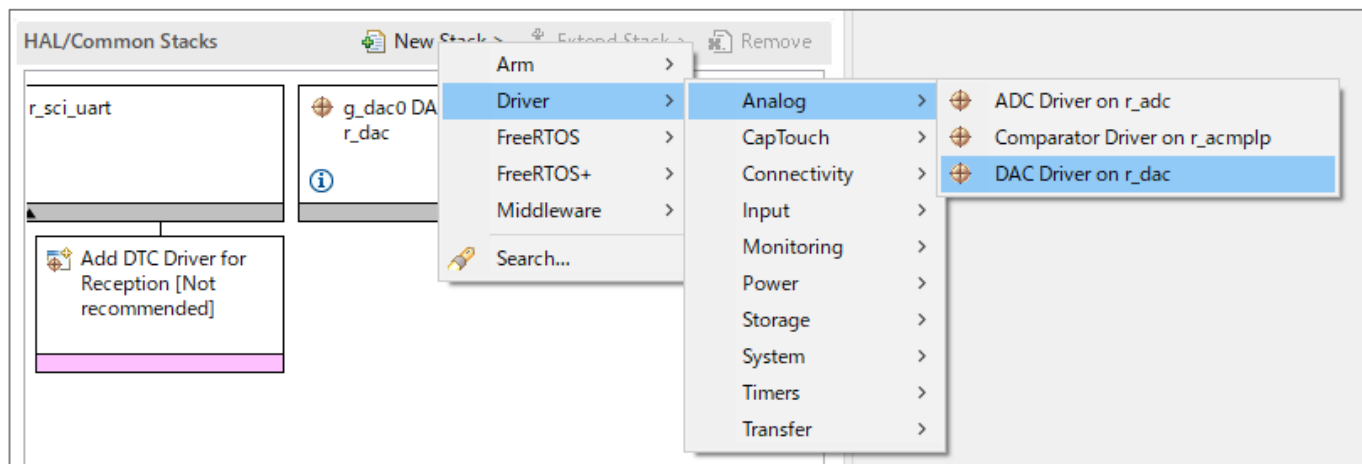
図 2-1 ADC 部回路

J7 の 4 番ピンは、A/D 変換入力としても、D/A 変換出力としても使える端子です。(J7-4 を D/A 変換出力とした際、J7-2, J7-3 を A/D 変換入力として使用しても問題ありません。)

D/A 変換端子は、内部で 5Ω 程度の直列抵抗を持っています。端子に電流が流れると電圧降下しますので、外部に負荷をつなげる際は、負荷の抵抗には注意してください。



2.2. FSP の設定

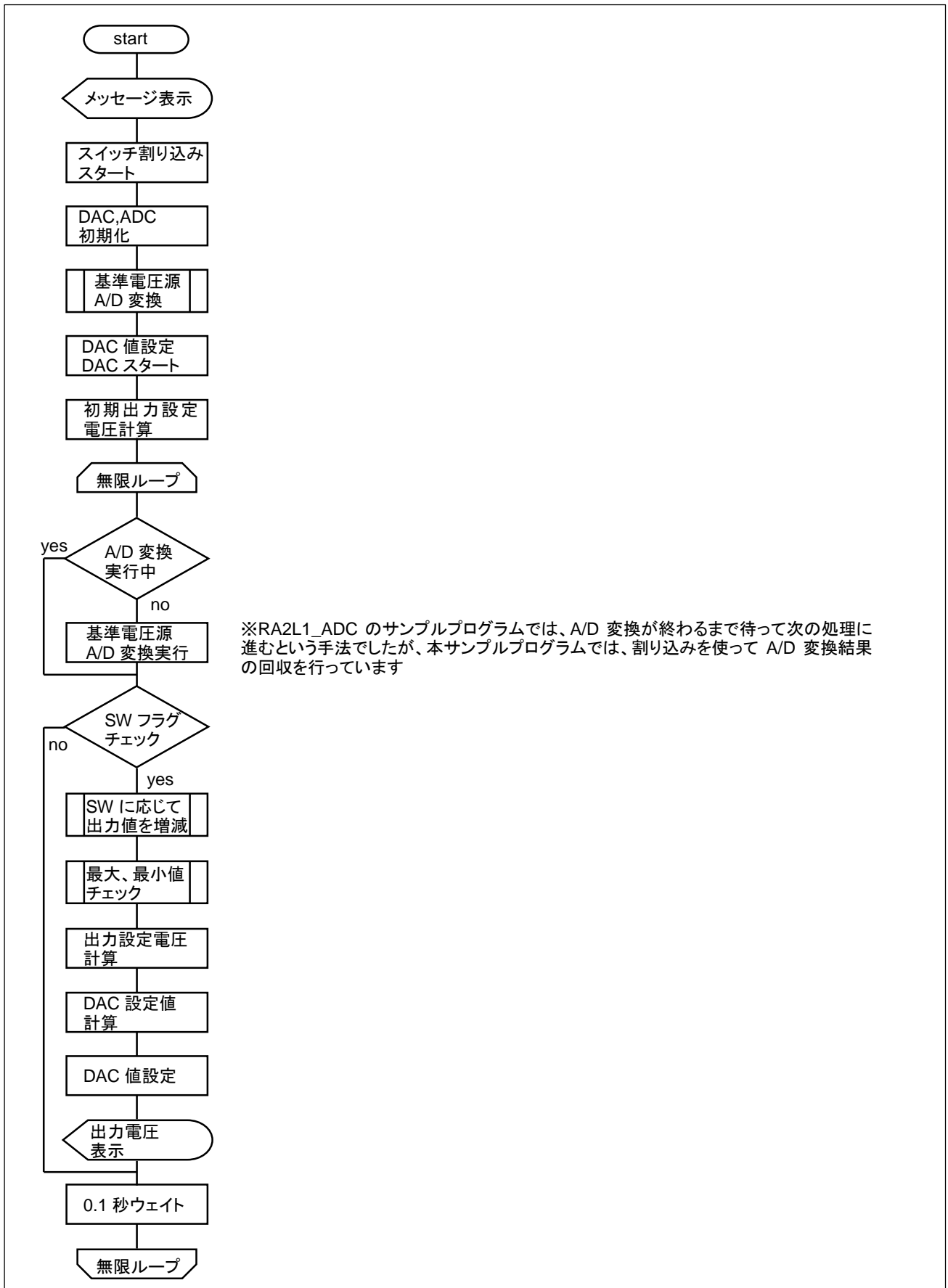


New Stack – Driver – Analog – DAC Driver on r_dac
を追加

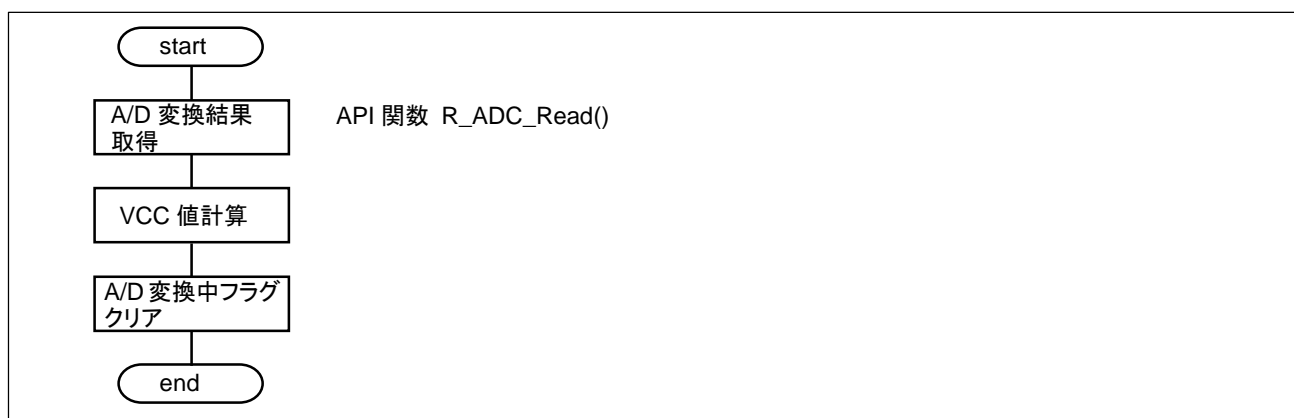
g_dac0 DAC Driver on r_dac		
Settings	プロパティ	値
API Info	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Common <ul style="list-style-type: none"> Parameter Checking: Default (BSP) ▼ Module g_dac0 DAC Driver on r_dac <ul style="list-style-type: none"> Name: g_dac0 Channel: 0 <u>Synchronize with ADC: Enabled</u> Data Format: Right Justified Output Amplifier: Disabled Charge Pump (Requires MOCO active): Disabled ELC Trigger Source: Disabled ▼ Pins <ul style="list-style-type: none"> DA: P014 	

本チュートリアルでは、電源(VCC)電圧取得のために、A/D 変換機能も使っています。D/A 変換機能を使用する際は、A/D 変換で使用するアナログ電源系にノイズを伝搬させてしまうので、D/A 変換と A/D 変換を行うタイミングが重ならない様にするオプションです。

2.3. フローチャート



ーフローチャート A/D 変換終了割り込み(hal_entry.c 内 adc0_callback)ー



本サンプルプログラムでは、VCC 電圧値を計算するために、A/D 変換の機能を使っています。RA2L1_ADC のサンプルプログラムでは、A/D 変換割り込みは未使用でしたが、本サンプルプログラムでは、使用しています。

2.4. FSP での A/D 変換機能の割り込み設定

g_adc0 ADC Driver on r_adc		
Settings	プロパティ	値
API Info	Common	
	Parameter Checking	Default (BSP)
	Module g_adc0 ADC Driver on r_adc	
	> General	
	> Input	
	Interrupts	
	Normal/Group A Trigger	Software
	Group B Trigger	Disabled
	Group Priority (Valid only in Group Scan Mod	Group A cannot interrupt Group B
	Callback	adc0_callback
	Scan End Interrupt Priority	Priority 2
	Scan End Group B Interrupt Priority	Disabled
	> Extra	

Interrupts の設定

設定項目	設定値	備考
Callback	adc0_callback	割り込み関数名 名称は任意
Scan End Interrupt Priority	Priority 2	Disabled 以外であれば OK

コールバック関数名と、A/D 変換終了時の割り込み優先度を設定します。

これにより、A/D 変換実行時、変換終了まで待つ必要はなく、A/D 変換が終わったタイミングで割り込みが掛りますので、そのタイミングで A/D 変換結果の回収が行えます。

(一般的には、A/D 変換は、本サンプルプログラムの様に、割り込みを使って結果を回収する使い方が多いかと思えます。)

2.5. D/A 変換の注意点

本サンプルプログラムでは、出力電圧は 0~VCC の値が設定可能です。マイコンのハードウェアマニュアルの DAC12 のスペックを見ると、出力電圧範囲は

0.35 ~ AVCC(=VCC)-0.47 [V]

となっています。VCC=5V 時は、0.35~4.53V の範囲となります。スペック上は、この範囲から外れる電圧を設定した場合、出力の保証はありません。

実際に動作させてみると、0.1V 等に設定しても、設定値が出力されているようですが、出力が保証されているのは、電気的特性のスペック内に限られるという事となります。

前のチュートリアルでは、A/D 変換の手法。本チュートリアルでは、D/A 変換の手法を扱いました。アナログ値で出力するセンサーを使う際には、A/D 変換は必須の機能となります。A/D 変換に比べると、D/A 変換を使う機会は限られるかと思います。(でも、外付け部品を一切使わず任意の電圧を生成できるのは便利な機能です。)

取扱説明書改定記録

バージョン	発行日	ページ	改定内容
REV.1.0.0.0	2021.5.19	—	初版発行

お問合せ窓口

最新情報については弊社ホームページをご活用ください。

ご不明点は弊社サポート窓口までお問合せください。

株式会社 **北斗電子**

〒060-0042 札幌市中央区大通西 16 丁目 3 番地 7

TEL 011-640-8800 FAX 011-640-8801

e-mail: support@hokutodenshi.co.jp (サポート用)、order@hokutodenshi.co.jp (ご注文用)

URL: <http://www.hokutodenshi.co.jp>

商標等の表記について

- ・ 全ての商標及び登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。
- ・ パーソナルコンピュータを PC と称します。

ルネサス エレクトロニクス RA マイコン搭載
HSB シリーズマイコンボード 評価キット

SmartRA 学習キット チュートリアル 6

株式会社 **北斗電子**

©2021 北斗電子 Printed in Japan 2021 年 5 月 19 日改訂 REV.1.0.0.0 (210519)
