

RH850/U2A-EVA Group

ADCJ モジュールを用いた A/D 変換動作例

要旨

本アプリケーションノートは、RH850/U2A の逐次比較方式 12bit A/D 変換器（以下、ADCJ）を使用した動作例について記述したものです。

本資料およびプログラムは、RH850/U2A 搭載機能の理解促進を意図するものであり、量産設計を対象とするものではありません。

また、最新のマニュアル、正誤表、テクニカルアップデートや、開発環境の更新を反映しておりません。該当機能を使用される場合には、本プログラムは参考として扱い、最新のドキュメントや開発環境にて、お客様の責任において行ってください。

対象デバイス

- ・ RH850/U2A-EVA Group

対象統合開発環境

CS+(ルネサスエレクトロニクス社製)

バージョン : V8.07.00

デバイスファイル : DR7F702300.DVF
: DR7F702301.DVF
: DR7F702302.DVF

参照文書

RH850/U2A-EVA ユーザーズマニュアル ハードウェア編

デバイスの機能詳細及び電気的特性に関してはユーザーズマニュアル ハードウェア編に記載します。本アプリケーションノートは以下のマニュアルを参照し作成しております。

- ・ RH850/U2A-EVA User's Manual (Rev.1.20): R01UH0864EJ0120

動作確認条件

動作周波数	外部発振子 : 40MHz CPU クロック : 400MHz CLK_HSB : 80MHz CLK_LSB : 40MHz
動作電圧	AnVREF : 5.0V AnVCC : 5.0V AnVSS : GND

目次

1. はじめに.....	3
1.1 使用機能.....	3
2. ADCJ 概要.....	4
2.1 ADCJ の動作	4
3. 動作概要.....	6
3.1 任意チャネルの順次スキャン変換	6
3.2 同期サスペンド&レジューム動作	11
3.3 AD タイマを用いたインターバル変換	17
3.4 加算機能	22
3.5 外部アナログマルチプレクサを使用した A/D 変換	27
3.6 同時トラック&ホールド動作.....	36
3.7 DMA 転送（Scatter 機能）を使用した任意チャネルの順次スキャン変換	42
3.8 DMA 転送（Gather 機能）を使用した任意チャネルの順次スキャン変換.....	49
3.9 仮想チャネル間のウェイト時間挿入機能	56

1. はじめに

本アプリケーションノートでは、RH850/U2A の ADCJ の使用方法およびソフトウェアの動作例を掲載しています。

1.1 使用機能

本アプリケーションノートで使用する RH850/U2A のハードウェア機能を以下に示します。

- ・ 逐次比較方式 12bit A/D 変換器 (ADCJ) ^{注1}
- ・ 汎用端子 (PORT)
- ・ DMA(sDMAC)
- ・ OS タイマ (OSTM) ^{注1}
- ・ モータコントロールタイマ (TSG3) ^{注1}

^{注1} ADCJ、OSTM、TSG3 を有効化するためにはモジュールスタンバイレジスタの設定 (使用機能へのクロック供給の設定) を行う必要があります。

2. ADCJ 概要

2.1 ADCJ の動作

2.1.1 仮想チャンネルとスキャングループ

RH850/U2AはADCJを3モジュール（ADCJ0,ADCJ1,ADCJ2）搭載しています。ADCJ0,ADCJ1,ADCJ2にそれぞれ64チャンネル分の仮想チャンネルがあり、各仮想チャンネルにA/D変換するアナログチャンネル、変換モードや割り込みなどの付随情報を設定します。また、各ADCJには5つのスキャングループがあり、スキャングループはそれぞれ独立してスキャンモードや入力トリガといったスキャンの内容を設定できます。各スキャングループにて開始仮想チャンネルポイントと終了仮想チャンネルポイントで示される仮想チャンネルを順番に実行することで、任意のアナログチャンネルを任意の順番でA/D変換するスキャンを実行することができます。

以下に物理チャンネル、仮想チャンネル、スキャングループの割り当て例を示します。

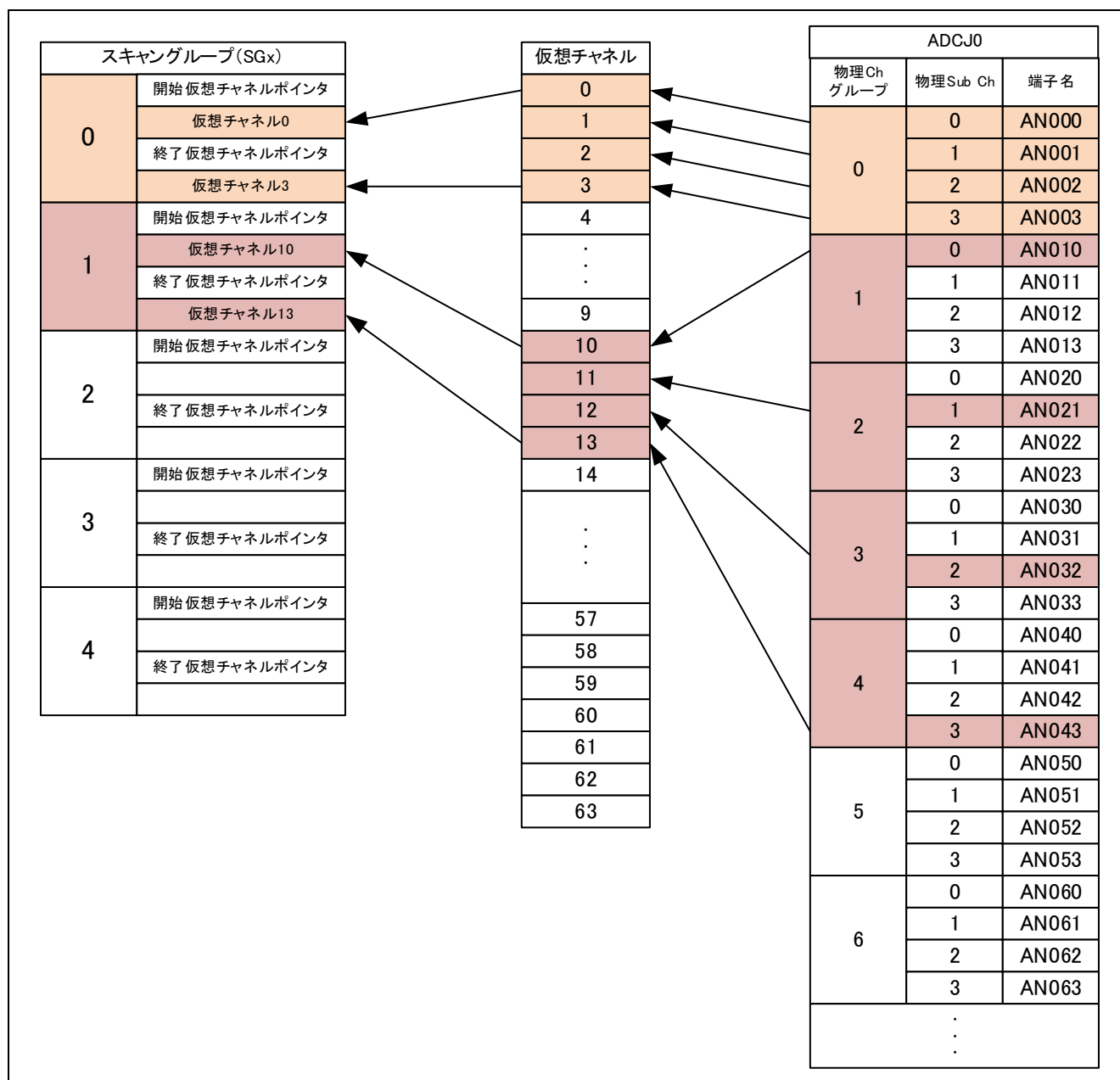


図 2.1.1 仮想チャンネルとスキャングループの割り当て (ADCJ0)

2.1.2 スキャン終了割り込み要求

スキャングループ (SGx) は INTC へのスキャン終了割り込み要求 (INTADCJnIx) を発生することができます。このスキャン割り込み要求の出力要因は二つあり、「スキャングループ (SGx) のスキャン終了時」、または「スキャングループ (SGx) に割り当てられた仮想チャンネル j の A/D 変換終了時」に発生します。

「スキャングループ (SGx) のスキャン終了時」でのスキャン終了割り込み要求の許可/禁止設定は ADCJnSGCRx の ADIE (0=禁止、1=許可) で行います。「スキャングループ (SGx) に割り当てられた仮想チャンネル j の A/D 変換終了」でのスキャン終了割り込み要求の許可/禁止設定は ADCJnVCRj の ADIE (0=禁止、1=許可) で行います。ADCJnSGCRx の ADIE の設定と ADCJnVCRj の ADIE の設定は無関係です。

以下にスキャングループ 0 (SG0) で仮想チャンネル 0 と仮想スキャン 1 のスキャン実行時のスキャン終了割り込み発生タイミングを示します。

例1) 仮想チャンネル 0 の A/D 変換終了で INTADCJnI0 出力

ADCJnSGCR0.ADIE = 0 (SG0 のスキャン終了で INTADCJnI0 を出力しない)
 ADCJnVCR0.ADIE = 1 (SG0 にて仮想チャンネル 0 終了で INTADCJnI0 を出力する)
 ADCJnVCR1.ADIE = 0 (SG0 にて仮想チャンネル 1 終了で INTADCJnI0 を出力しない)

例2) 仮想チャンネル 0 と仮想チャンネル 1 の A/D 変換終了で INTADCJnI0 出力

ADCJnSGCR0.ADIE = 0 (SG0 のスキャン終了で INTADCJnI0 を出力しない)
 ADCJnVCR0.ADIE = 1 (SG0 にて仮想チャンネル 0 終了で INTADCJnI0 を出力する)
 ADCJnVCR1.ADIE = 1 (SG0 にて仮想チャンネル 1 終了で INTADCJnI0 を出力する)

例3) SG0 のスキャン終了で INTADCJnI0 出力

ADCJnSGCR0.ADIE = 1 (SG0 のスキャン終了で INTADCJnI0 を出力する)
 ADCJnVCR0.ADIE = 0 (SG0 にて仮想チャンネル 0 終了で INTADCJnI0 を出力しない)
 ADCJnVCR1.ADIE = 0 (SG0 にて仮想チャンネル 1 終了で INTADCJnI0 を出力しない)

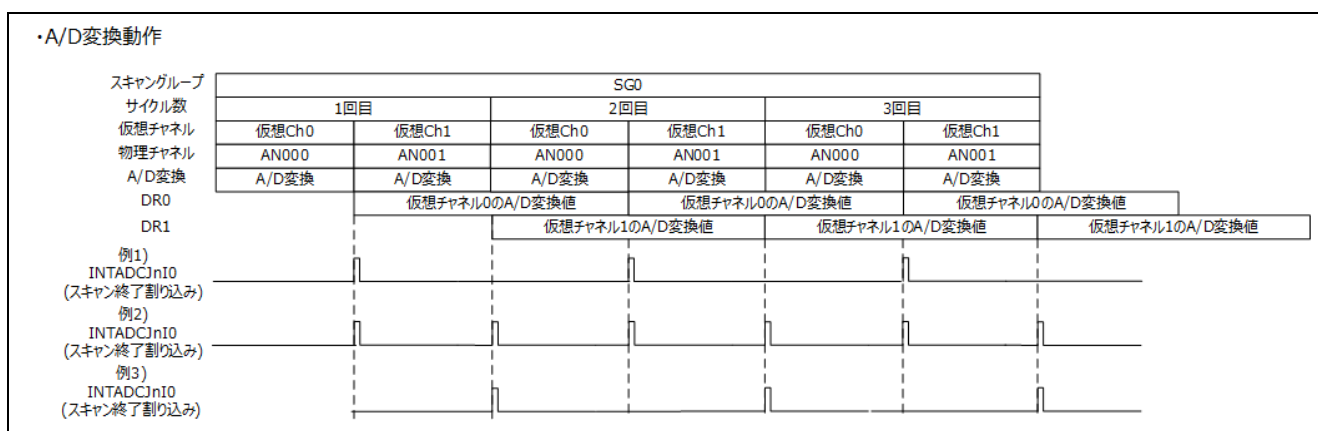


図 2.1.2 スキャン終了割り込み発生タイミング

3. 動作概要

3.1 任意チャネルの順次スキャン変換

3.1.1 仕様概要

T/H（トラック&ホールド）を使用しない通常の A/D 変換を行う方法について説明します。

スキャングループ 0（SG0）に仮想チャネルを 2 チャネル（AN000、AN001）割り当て、マルチスキャンモードで 1 回スキャンを行います。スキャングループ終了で AN000、AN001 の変換値を変数へ格納し、動作終了します。



図 3.1.1 通常 A/D 変換（マルチスキャン）動作

3.1.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- ・ A/D コンバーター（ADCJ0）

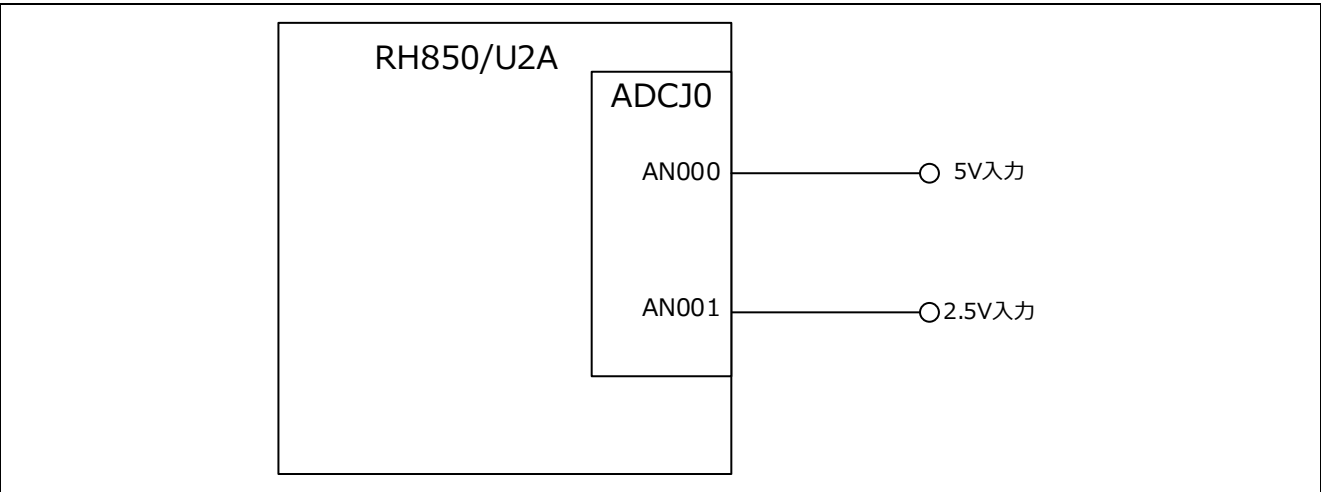


図 3.1.2 システム構成

3.1.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000 および AN001 を使用したマルチスキャンモードの 1 回スキャンで通常 A/D 変換を行います。

スキュングループ 0 (SG0) へ仮想チャンネル 0 (AN000) と仮想チャンネル 1 (AN001) を割り当てます。
アナログ信号は AN000 に 5.0V、AN001 に 2.5V を入力します。

ソフトトリガ SGST で開始し、AN000 の A/D 変換後、AN001 を A/D 変換します。

スキャン終了割り込み INTADCJ0I0 (スキュングループ終了時) を有効にし、割り込み処理内でそれぞれの A/D 変換結果を変数に格納し、終了します。

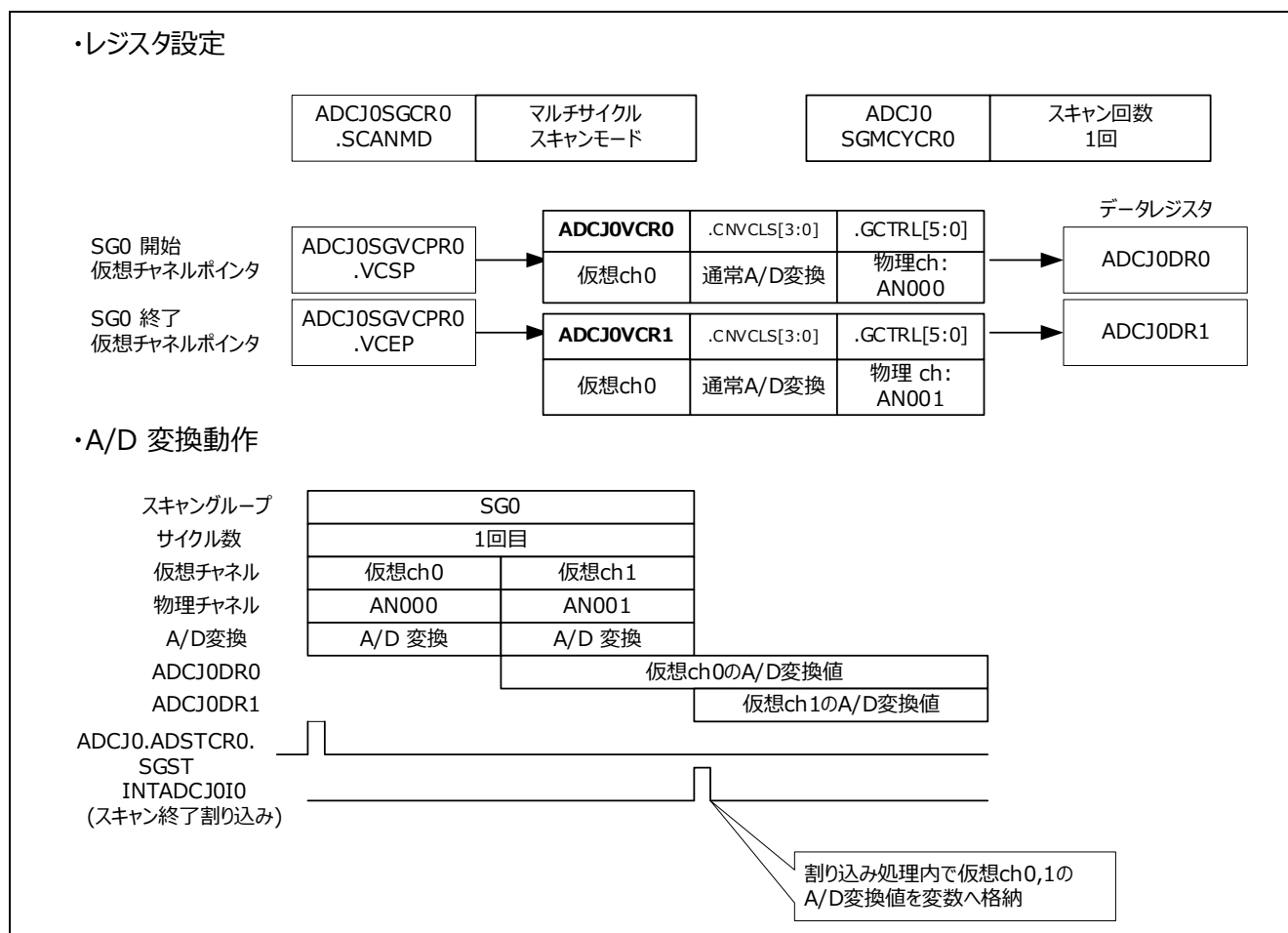


図 3.1.3 通常 A/D 変換 (マルチスキャンモード) 動作例

3.1.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.1.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I0	仮想スキュングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.1.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENTSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THER	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0100	終了仮想チャネル:1 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回
ADCJ0VCR0	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR1	0x00000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)

表 3.1.3 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD227	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC227	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

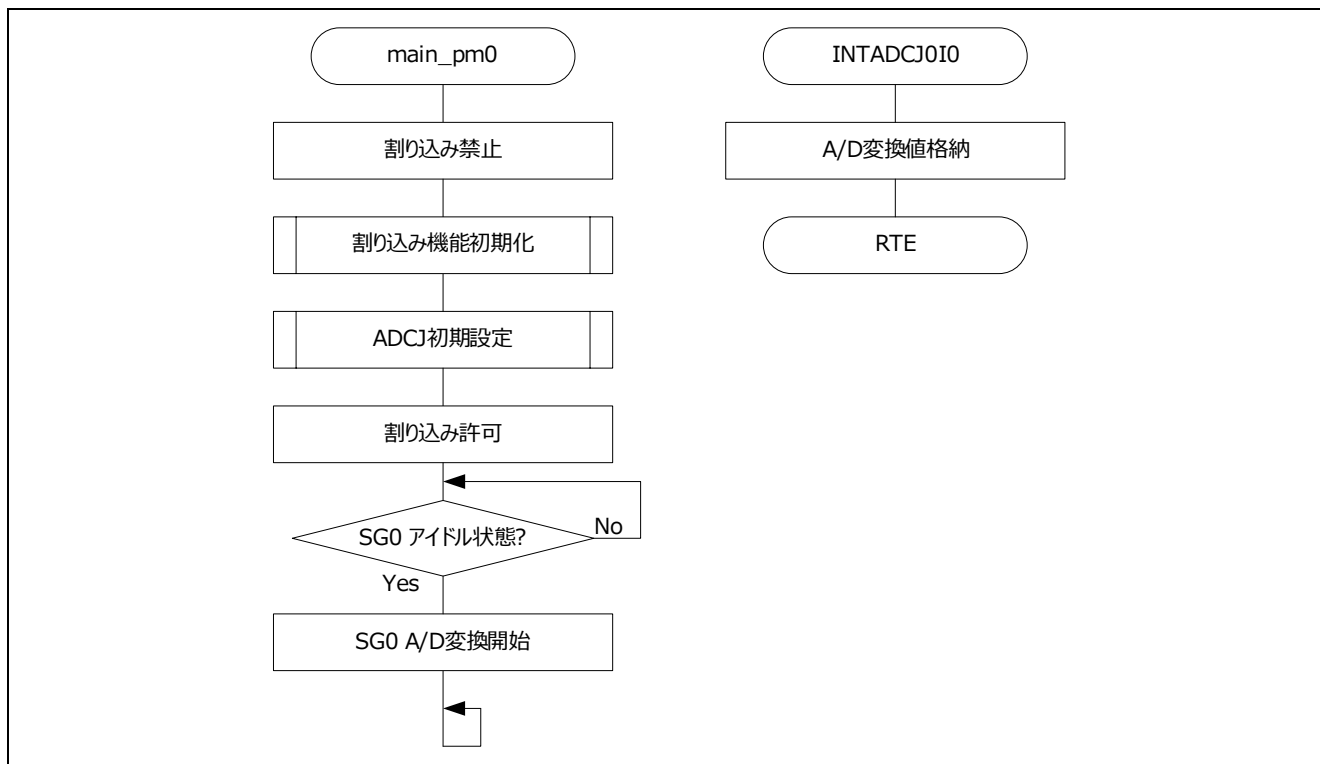


図 3.1.4 フローチャート

3.2 同期サスペンド&レジューム動作

3.2.1 仕様概要

同期サスペンド&レジューム動作について説明します。

スキャングループ 0 (SG0) に仮想チャンネルを 3 チャンネル (AN001、AN002、AN000)、スキャングループ 1 (SG1) に仮想チャンネルの 1 チャンネル (AN010) を割り当てます。(優先順位: SG0<SG1<SG2<SG3<SG4)

SG0 の動作を開始し、SG0 の A/D 変換中に SG1 を起動します。変換中の SG0 の仮想チャンネルの終了後に SG0 の動作を中断し、SG1 の A/D 変換を開始します。SG1 の変換動作の終了後、中断していた SG0 の仮想チャンネルから再開します。

SG0 のスキャングループ終了で変換値を変数に格納します。



図 3.2.1 同期サスペンド&レジューム動作

3.2.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- ・ A/D コンバーター (ADCJ0)

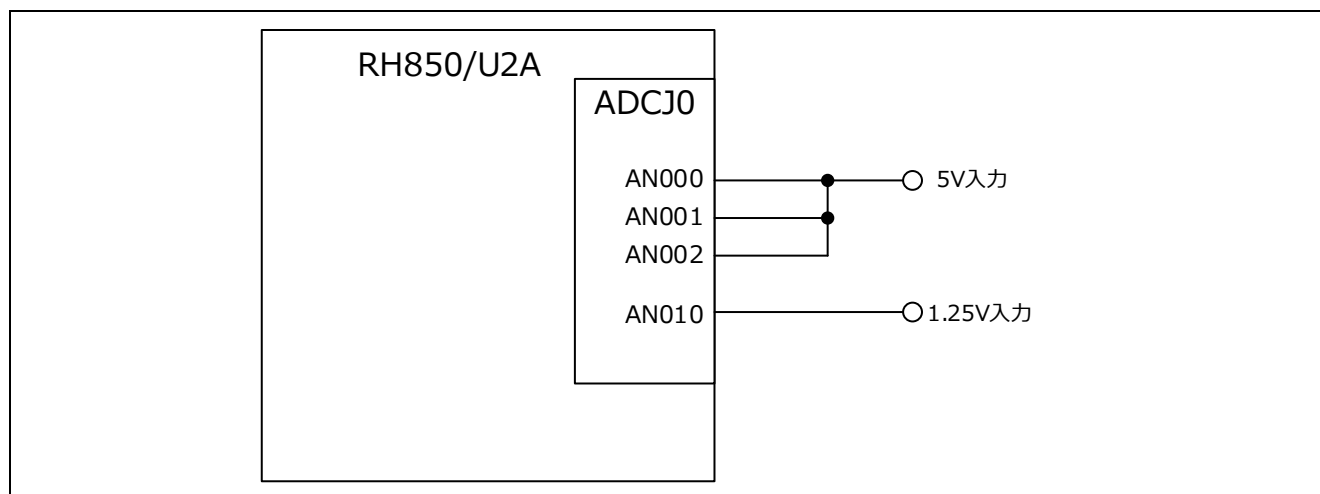


図 3.2.2 システム構成

3.2.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000、AN001、AN002、AN010 を使用し同期サスペンド&レジュームを行います。

スキャングループ (SG0) に仮想チャネル 0 (AN001)、仮想チャネル 1 (AN002)、仮想チャネル 2 (AN000) を割り当て、スキャングループ 1 (SG1) に仮想チャネル 8 (AN010) を割り当てます。

アナログ信号は AN001、AN002、AN000 に 5.0V、AN010 には 1.25V を入力します。

SG0 のスキャン終了割り込み INTADCJ0I0 は仮想チャネル 0 の終了時と SG0 の終了時に発生させます。SG1 のスキャン終了割り込み INTADCJ0I1 は SG1 の終了時に発生させます。

最初に ADCJ0SGSTCR0.SGST をセットし、SG0 を起動します。SG0 の仮想チャネル 0 の処理が終了した時点で INTADCJ0I0 が発生し、割り込み処理内で ADCJ0SGSTCR1.SGST をセットし SG1 を起動します。

同期サスペンド&レジュームでは変換中の仮想チャネルの終了を待ってから優先度の高いスキャングループの処理が開始されるので、本動作例では SG0 の仮想チャネル 1 の終了後、SG0 の動作を中断し、SG1 の仮想チャネル 8 の A/D 変換を開始します。

SG1 の終了後、中断していた SG0 の仮想チャネル 2 の動作を再開します。

SG0 終了で発生するスキャン終了割り込み INTADCJ0I0 の割り込み処理で各 A/D 変換値を変数へ格納します。

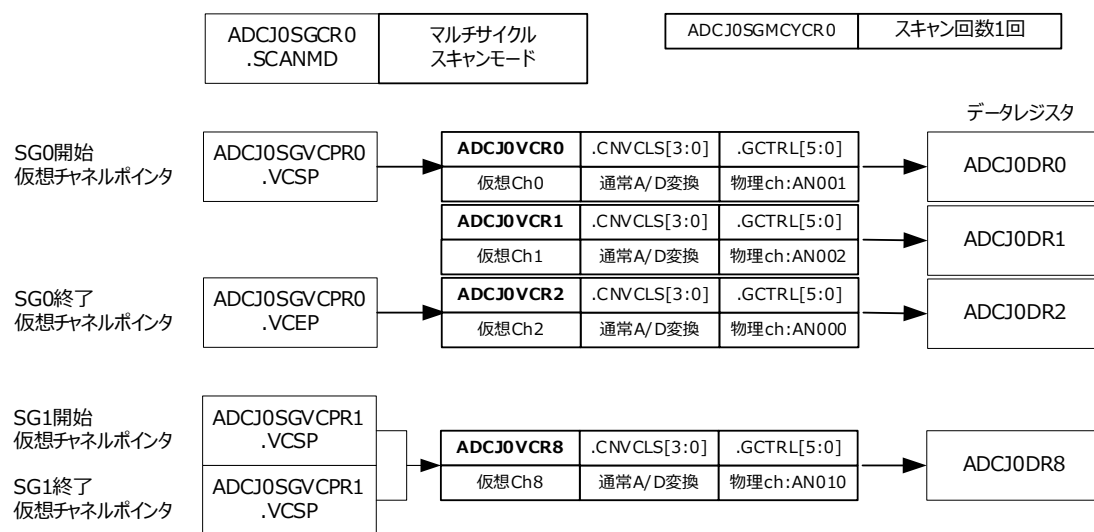
なお、本動作例では同期サスペンド&レジュームの動作を確認するために Port2_0 と Port2_14 の出力を見ます。SG0 の状態を Port2_0、SG1 の状態を Port2_14 で確認します。

Port2_0 は SG0 の仮想チャネル 0 の終了時に発生する INTADCJ0I0 の割り込み処理で出力を High にし、SG0 の終了時に発生する INTADCJ0I0 の割り込み処理で Low にします。

Port2_14 は SG1 の終了時に発生する INTADCJ0I1 の割り込み処理で High にします。

Port2_0 の High 期間 (SG0 の動作・中断) 中に Port2_14 が High (SG1 の動作終了) になるため、同期サスペンド&レジューム動作が行われたことを確認できます。

・レジスタ設定



・A/D変換動作

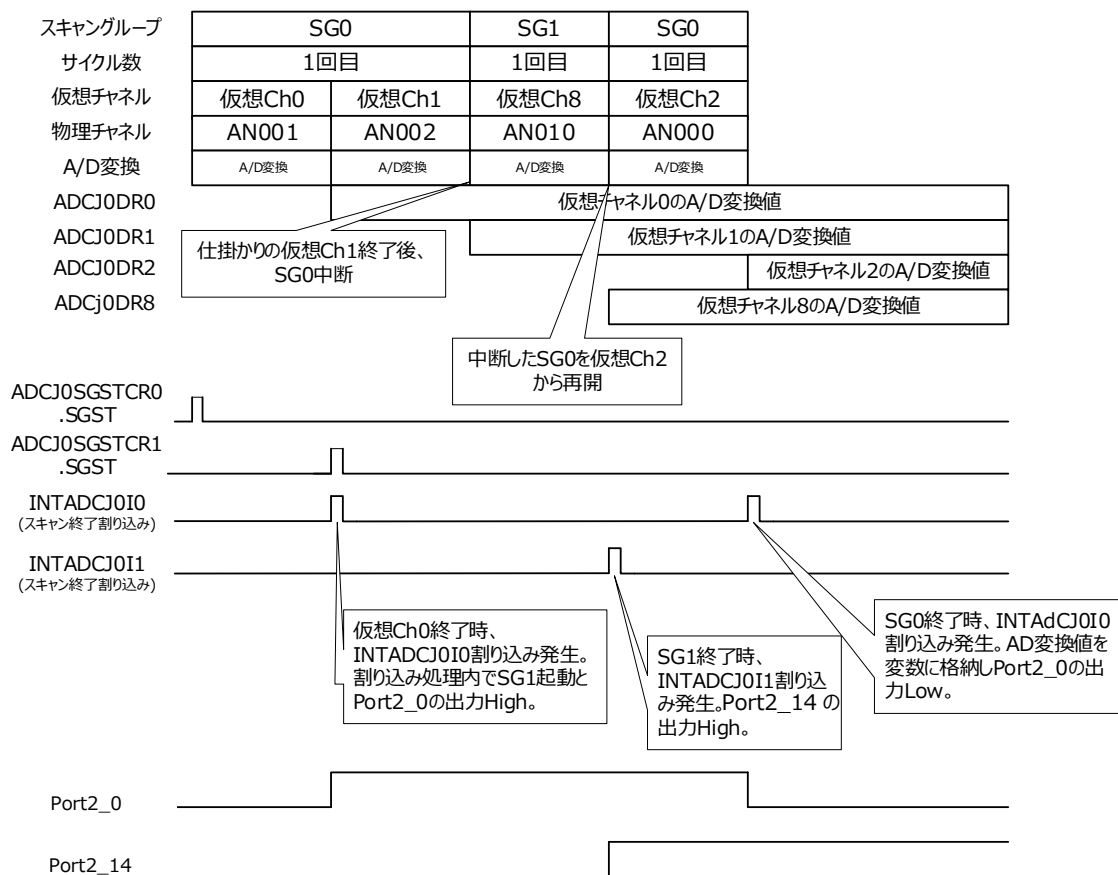


図 3.2.3 同期サスペンド&レジューム動作例

3.2.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.2.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ポート初期化ルーチン	port_init	ポートの初期化を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ0/SG0 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I0	・SG0 の仮想チャネル 0 終了後、SG1 を起動、ポート 0_0 の出力を反転します。 ・SG0 のスキャングループ終了後、A/D 変換結果を変数へ格納、ポート 0_0 の出力を反転します。
ADCJ0/SG1 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I1	スキャングループ終了割り込み処理でポート 0_1 の出力を反転します。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.2.2 ADCJ レジスタ

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット
		CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THER	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0200	終了仮想チャネル:2 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000081	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力する 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR1	0x00000002	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH2 (AN002)
ADCJ0VCR2	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0SGVCPR1	0x0808	終了仮想チャネル:8 開始仮想チャネル:8
ADCJ0SGCR1	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0IO を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR1	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回
ADCJ0VCR8	0x00000004	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH010 (AN010)

表 3.2.3 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD227	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC227	0x0041	テーブル参照/優先レベル 1
EIBD228	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC228	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

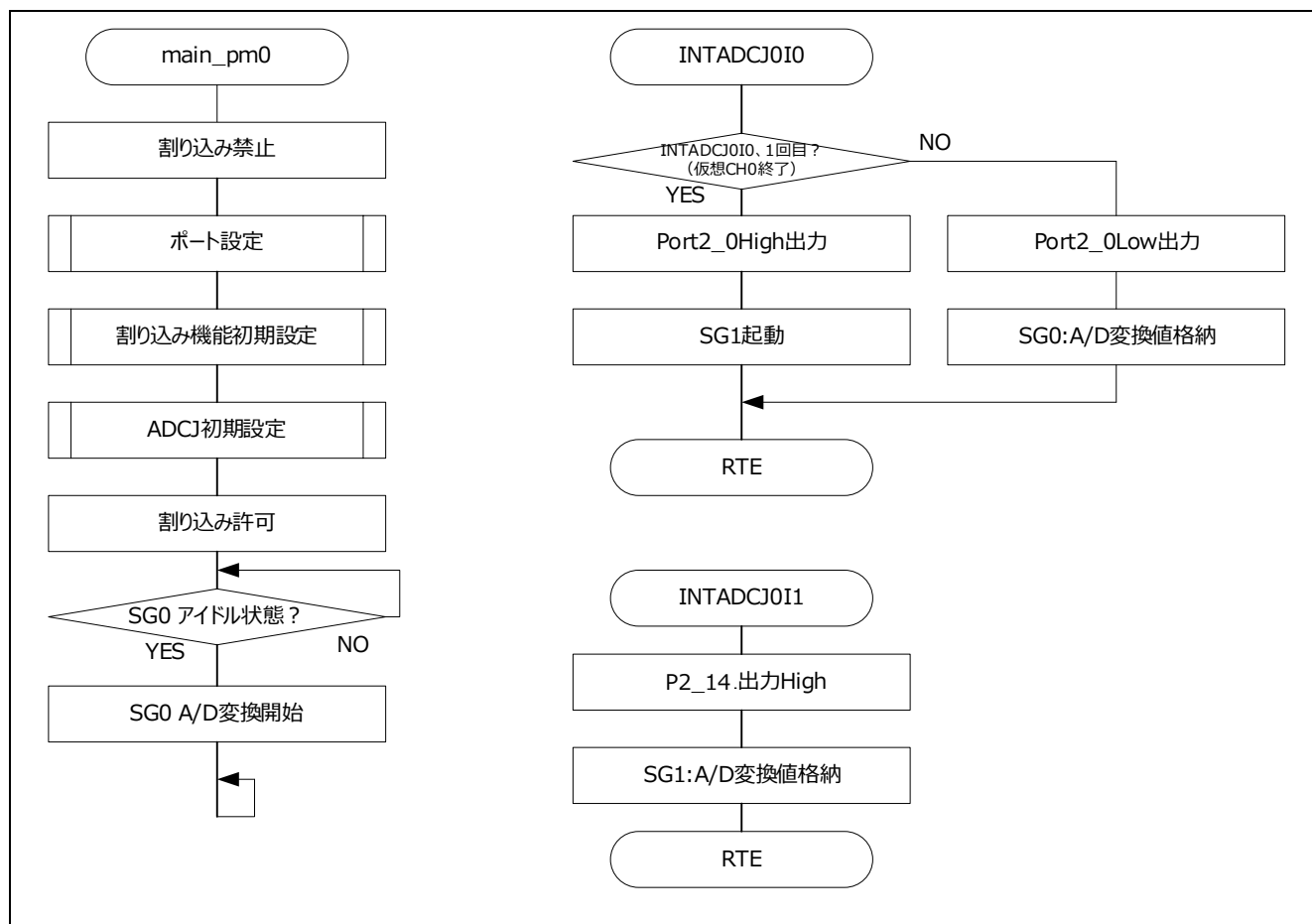


図 3.2.4 フローチャート

3.3 AD タイマを用いたインターバル変換

3.3.1 仕様概要

AD タイマを使用し、任意の周期で A/D 変換を行う方法について説明します。

スキャングループ 3 (SG3) に仮想チャンネルを 1 チャンネル (AN000) 割り当て、A/D 変換開始のトリガを AD タイマにします。AD タイマの初期位相 0.05 μ s、タイマ周期は 200 μ s とし、周期ごとに SG3 を起動し、マルチスキャンモードで 1 回スキャンを行います。スキャングループ終了で AN000 変換値を変数へ格納します。

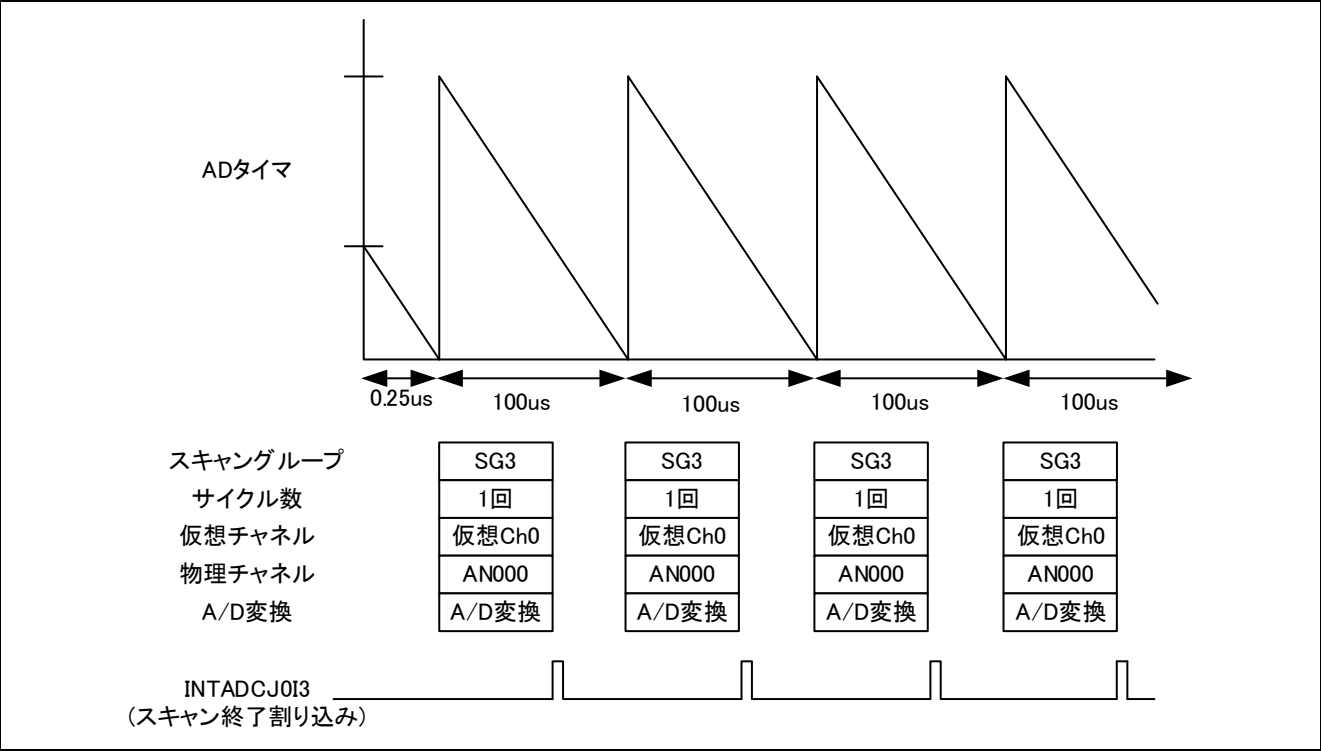


図 3.3.1 AD タイマトリガによる A/D 変換動作

3.3.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

AN000 への入力は、パルスジェネレータにより正弦波を生成します。

- A/D コンバーター (ADCJ0)
- パルスジェネレータ

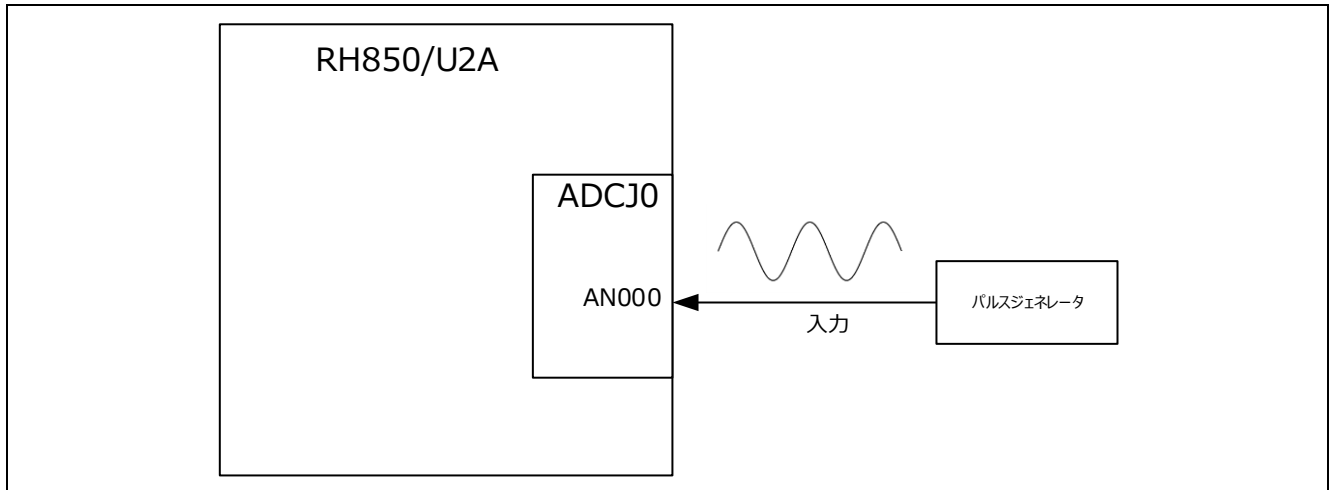


図 3.3.2 システム構成図

3.3.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000 を使用し、AD タイマをトリガに選択し、一定周期でスキャングループを起動します。

AD タイマを内蔵したスキャングループ 3 (SG3) に仮想チャンネル 0 (AN000) を割り当てます。

初期位相 (ADCJ0ADTIPR3) は 0.05 μ s、AD タイマ周期 (ADCJ0ADTPRR3) は 200 μ s に設定します。

AD タイマを開始すると初期位相 (ADCJ0ADTIPR3) を AD タイマにロードし、ダウンカウントします。AD タイマが 0 になると AD タイマトリガを出力し、SG3 の A/D 変換が開始されます。また同時に AD タイマ周期 (ADCJ0ADTPRR3) が AD タイマにロードされ、再びダウンカウントを開始し 0 になると A/D 変換が開始されます。以降は AD タイマ周期がロードされ A/D 変換動作が繰り返されます。

スキャン終了割り込み INTADCJ0I3 を有効にし、A/D 変換終了後の割り込み処理で A/D 変換値を変数へ格納します。

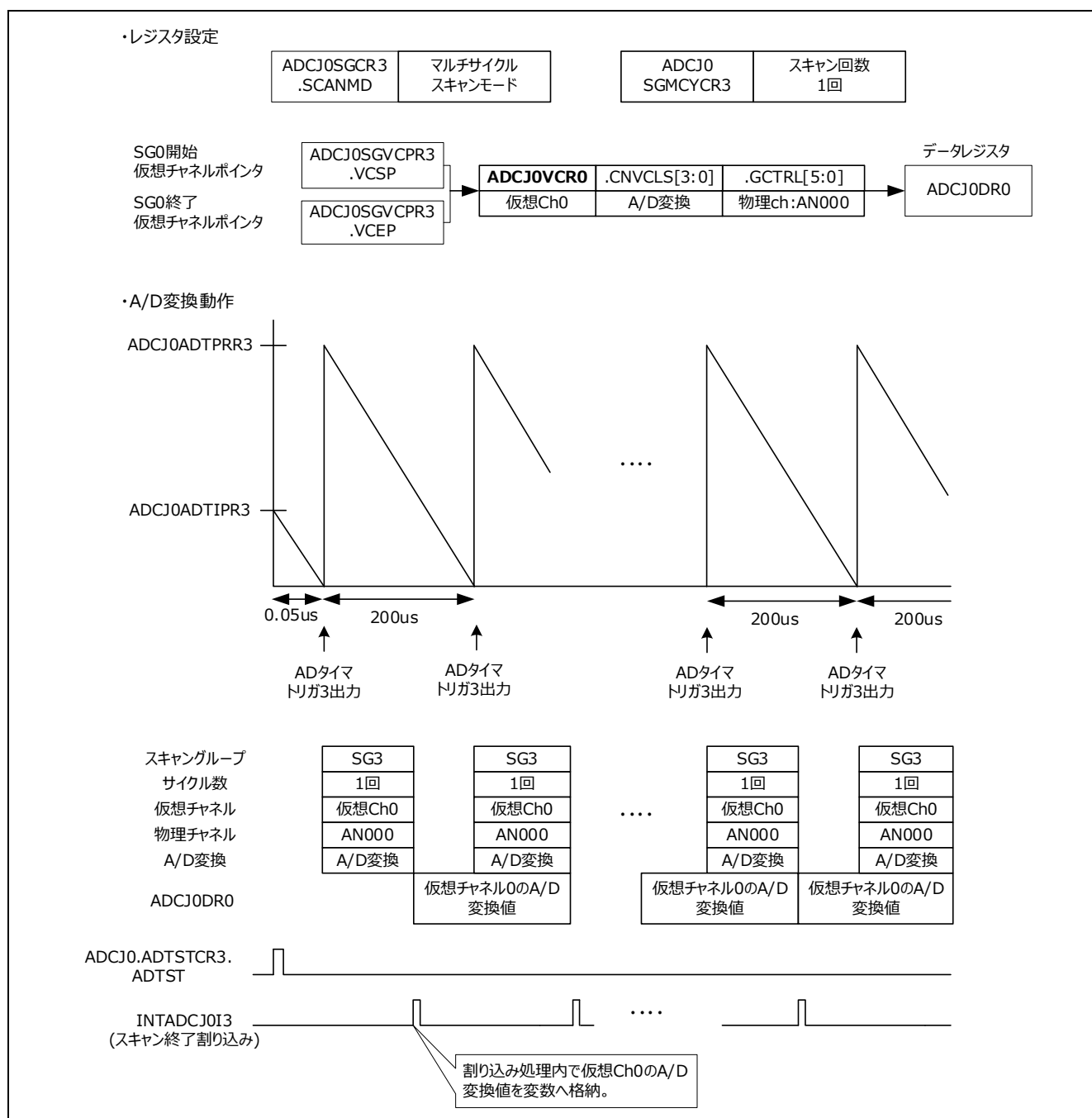


図 3.3.3 AD タイマ動作例

3.3.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.3.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I3	仮想スキャングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.3.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THER	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR3	0x0000	終了仮想チャネル:0 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR3	0x92	ADTSTART 許可 ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力許可
ADCJ0SGMCYCR3	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0ADTIPR3	0x00000001	A/D Timer3 イニシャルフェーズ:0.05us
ADCJ0ADTPRR3	0x00000FA0	A/D Timer 周期:200us

表 3.3.3 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD230	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC230	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

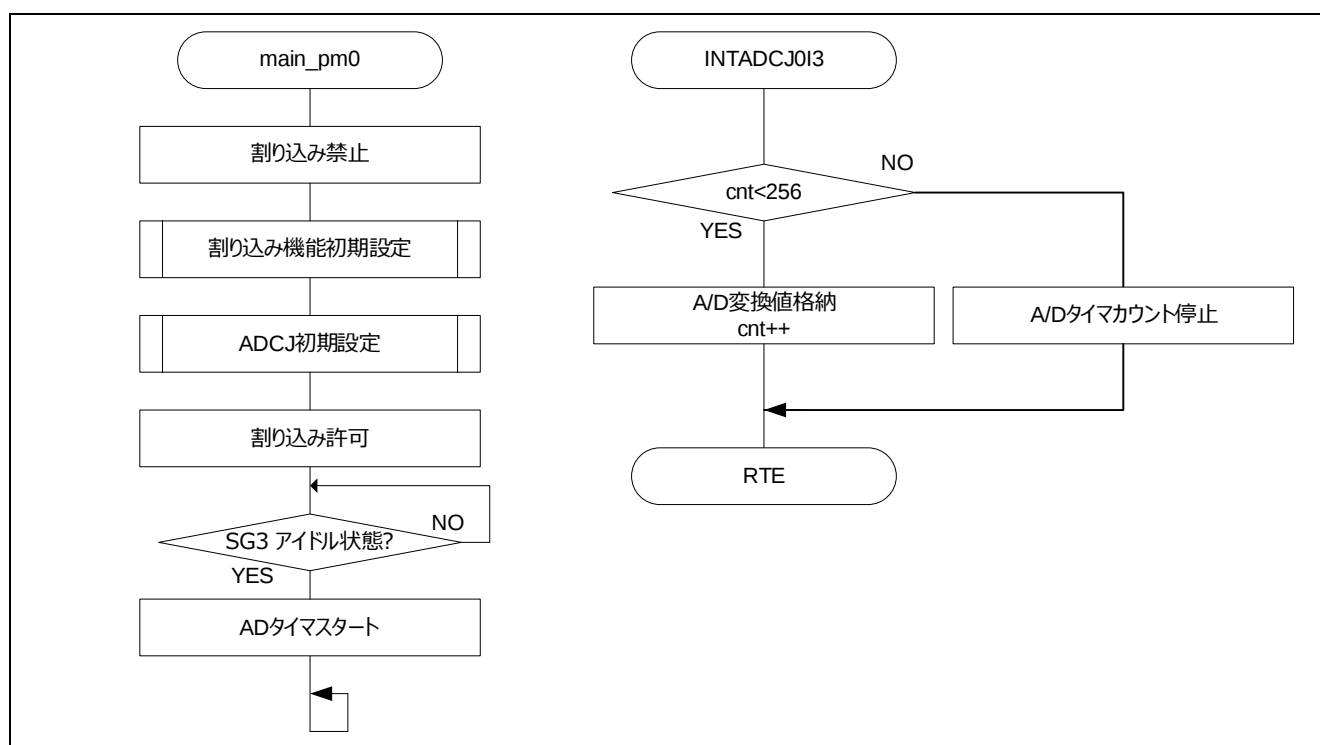


図 3.3.4 フローチャート

3.4 加算機能

3.4.1 仕様概要

加算モードの通常 A/D 変換を行う方法について説明します。

スキャングループ 0 (SG0) に仮想チャンネルを 2 チャンネル (AN000、AN001) 割り当て、マルチスキャンモードで 1 回スキャン、加算回数は仮想チャンネルごとに 4 回にします。スキャングループ終了で AN000、AN001 の変換値を変数へ格納し、動作終了します。



図 3.4.1 加算モードを使用した通常 A/D 変換動作

3.4.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- ・ A/D コンバーター (ADCJ0)

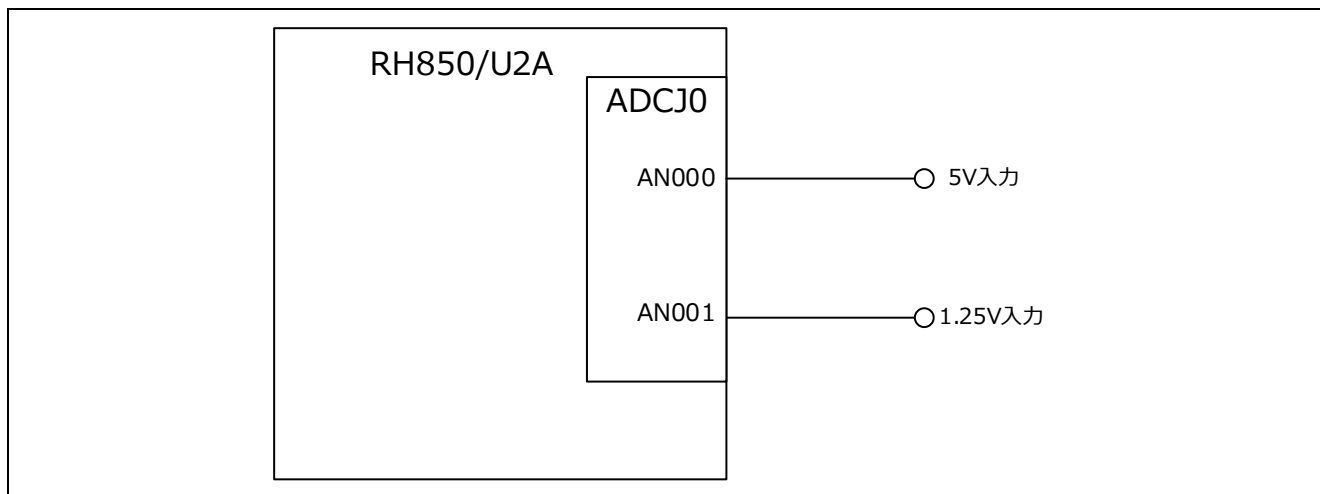


図 3.4.2 システム構成図

3.4.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000 および AN001 を使用した加算モードの通常 A/D 変換を行います。

スキュングループ 0 (SG0) へ仮想チャンネル 0 (AN000) と仮想チャンネル 1 (AN001) を割り当てます。

アナログ信号は ADCJ0 モジュールの AN000 には 5.0V、AN001 には 1.25V を入力します。

ソフトトリガ SGST で開始し、AN000 および AN001 の A/D 変換を加算回数分 (4 回) 実施します。スキュン終了割り込み (スキュングループ終了時) を有効にし、割り込み処理内でそれぞれの A/D 変換 4 回加算した結果を変数に格納し、終了します。

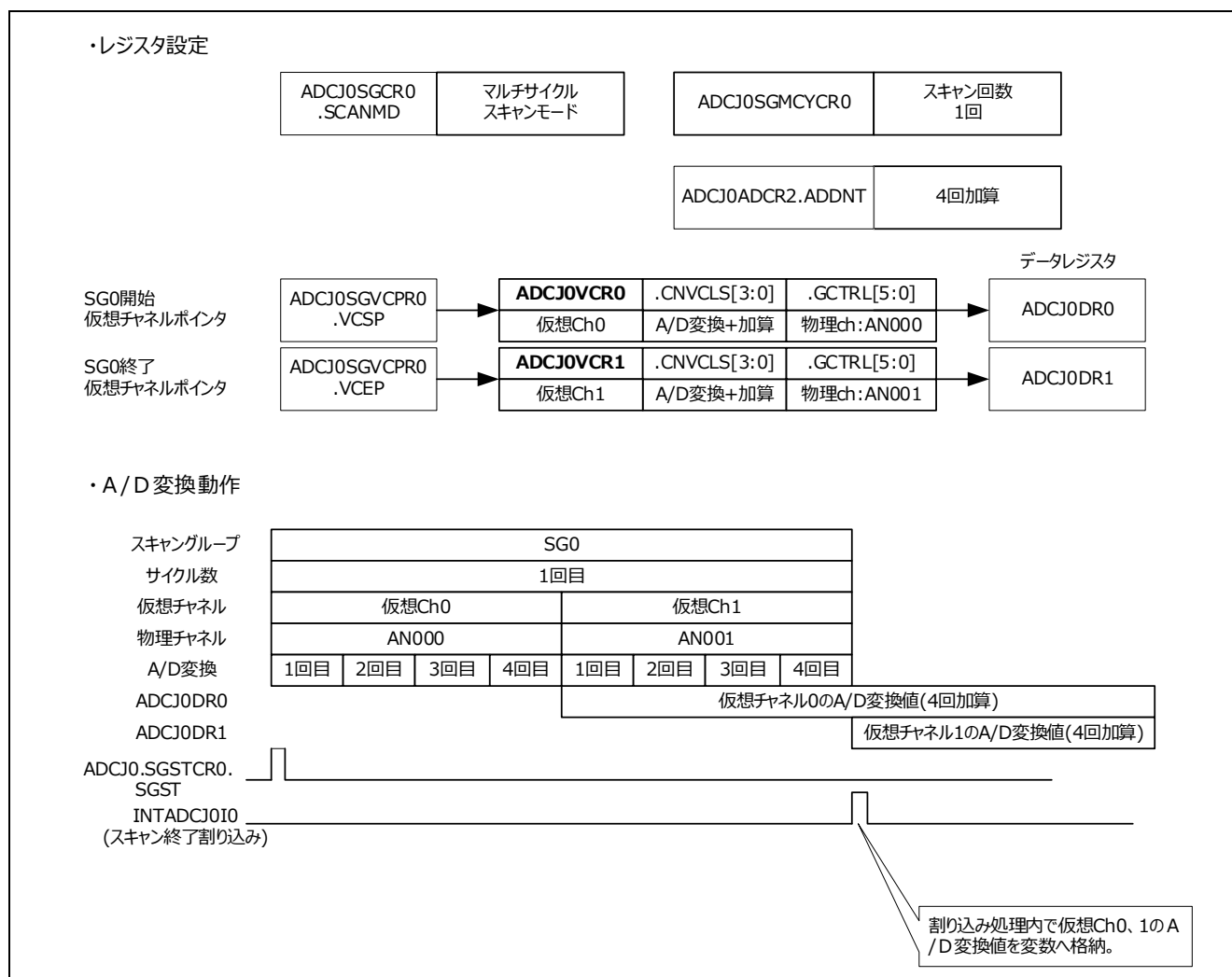


図 3.4.3 加算機能動作例

3.4.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.4.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I0	仮想スキュングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.4.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x11	符号付整数フォーマット 加算回数：4 回
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THER	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0100	終了仮想チャネル:1 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00002000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：加算モード A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0VCR1	0x00002001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：加算モード A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)

表 3.4.3 割り込みレジスタ

レジスタ名	設定値	機能
EIBD227	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC227	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

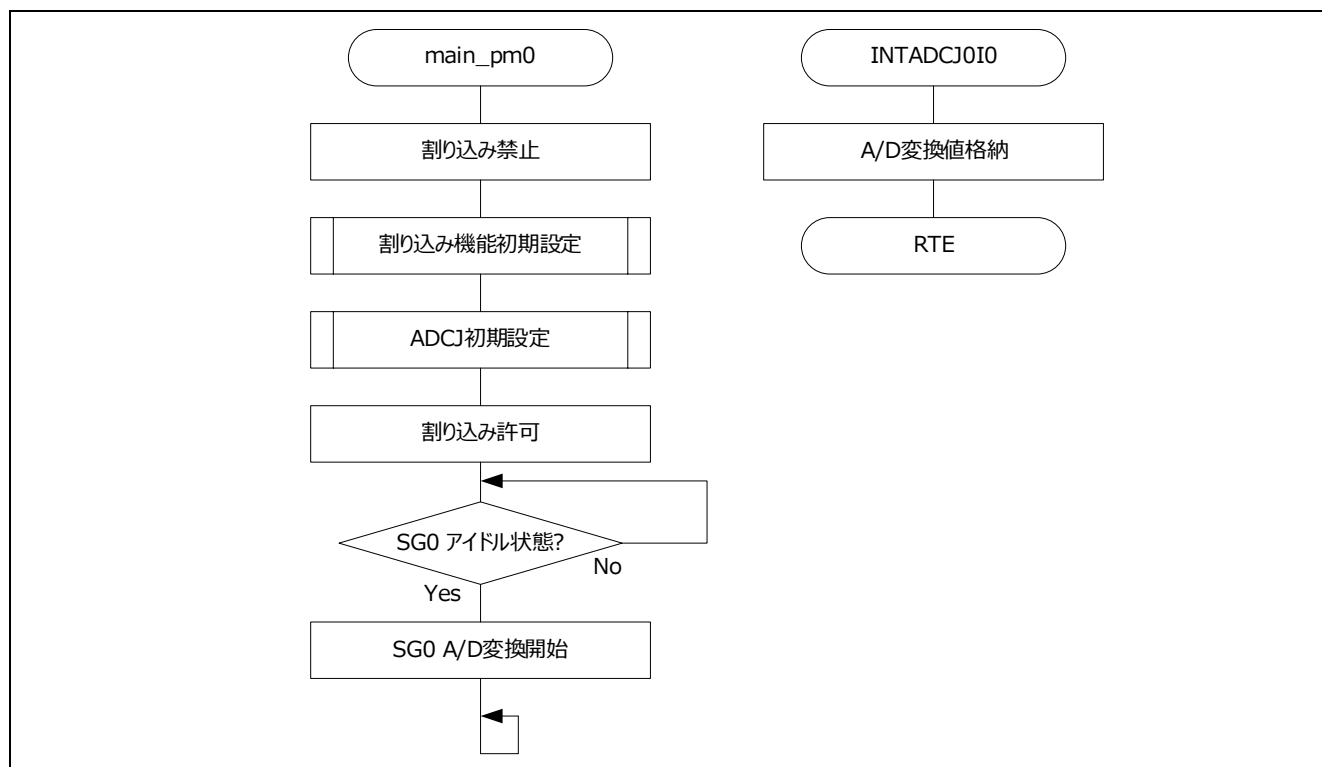


図 3.4.4 フローチャート

3.5 外部アナログマルチプレクサを使用した A/D 変換

3.5.1 仕様概要

通常 A/D 変換 w/MPX モードを使用し、外付けアナログマルチプレクサを使用した A/D 変換を行う方法について説明します。

スキャングループ 0 (SG0) に仮想チャンネルを 6 チャンネル割り当てます。物理チャンネルは外付けマルチプレクス入力端子を使用します。

仮想チャンネルの開始ごとに DMA(sDMAC)を起動し、外付けアナログマルチプレクサ制御用の MPX 値を I/O ポートへ転送し、アナログマルチプレクサを制御します。SG0 のスキャングループ終了で変換値を変数に格納します。

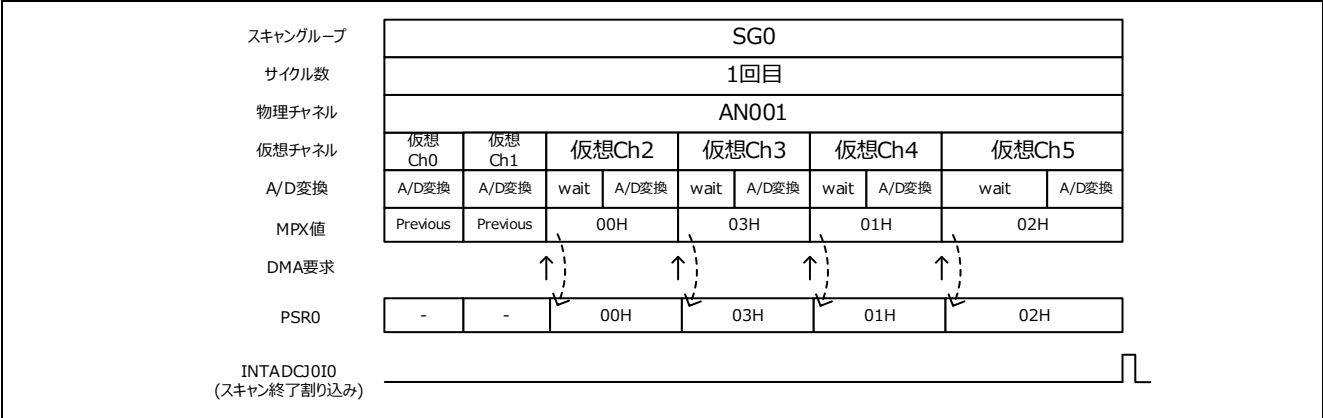


図 3.5.1 外部アナログマルチプレクサを使用した A/D 変換動作例

3.5.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

ACDJ への入力は、I/O Port に転送された MPX 値により外部マルチプレクサを制御することで、切り替えられます。本動作例では通常変換 2 回後、外部マルチプレクサ 6 本のうち 4 本を選択して A/D 変換します。

- A/D コンバーター (ADCJ0)
- 端子(PORT0)
- DMA(sDMAC)

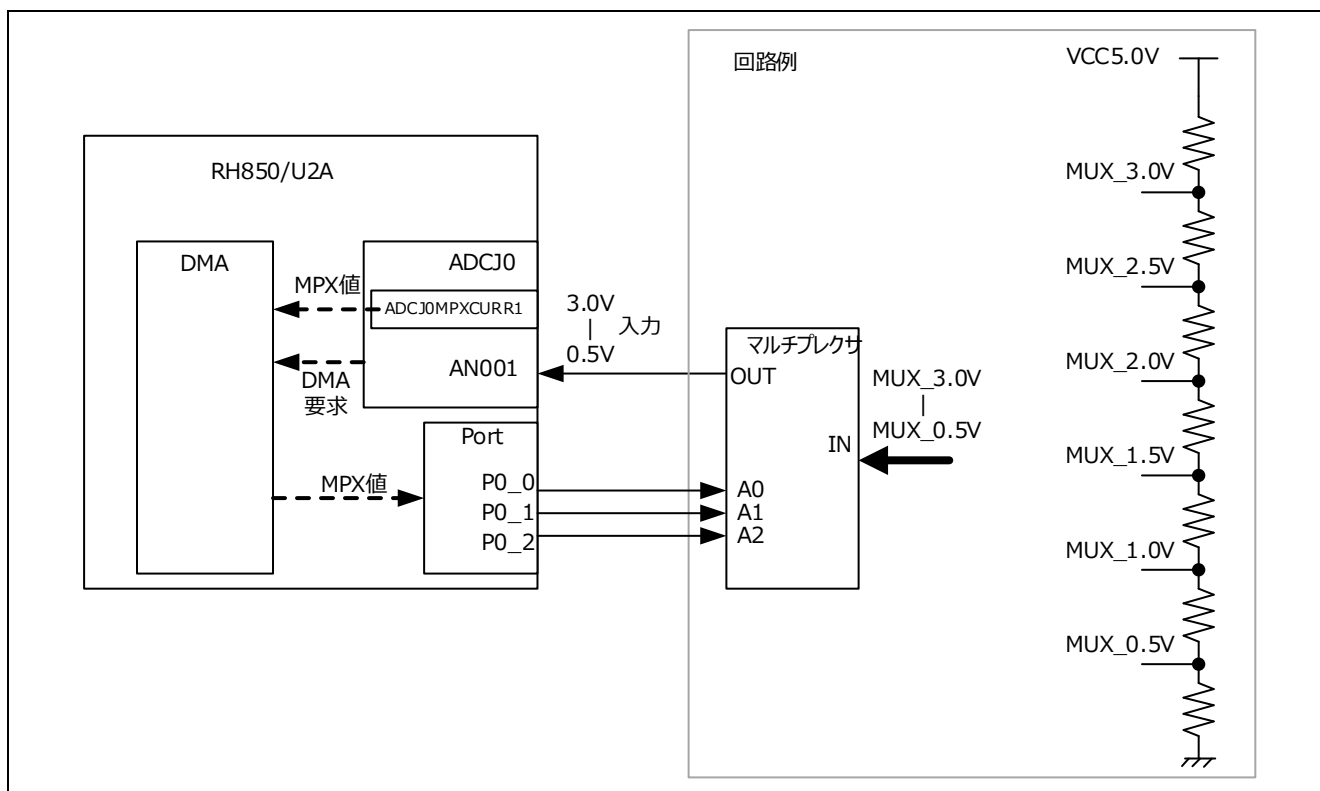


図 3.5.2 システム構成

3.5.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN001 を使用し、外付けアナログマルチプレクサを使用した A/D 変換を行います。

ADCJ は外付けアナログマルチプレクサ用割り込みと DMA 要求をサポートしており、指定された仮想チャンネルの開始時に INTC に対する割り込み要求の発生、および DMA(sDMAC)の起動ができます。

本動作例では I/O ポートと連携して外付けアナログマルチプレクサに MPX 値を転送します。

スキャングループ 0 (SG0) へ仮想チャンネル 0~5 を割り当てます。

アナログ信号は外付けアナログマルチプレクサから AN001 に入力します。

各仮想チャンネルの ADCJ0VCRj.MPXV[2:0]に外付けアナログマルチプレクサに転送する MPX 値を設定します。

ADCJ0VCRj.CNVCLS[3:0]が 0x5(通常 AD 変換 w/MPX)または 0x6(加算モード AD 変換 w/MPX)の場合、仮想チャンネルの開始時に MPX 値(ADCJ0VCRj.MPXV[2:0])を MPX カレントレジスタ(ADCJ0MPXCURR1)に転送し、同時に DMA 要求 (ADMPXI0) を発行し DMA(sDMAC)を起動します。

DMA(sDMAC)では転送元を ADCJ0MPXCURR1、転送先を PSR0 レジスタに設定します。SG0 の各仮想チャンネルの開始ごとに DMA(sDMAC)が起動し、設定した MPX 値を P0_0, P0_1, P0_2 から外付けアナログマルチプレクサに転送します。転送した MPX 値によって外付けアナログマルチプレクサを制御します。

スキャン終了割り込み INTADCJ0I0 を有効にし、A/D 変換終了後の割り込み処理で A/D 変換値を変数へ格納します。

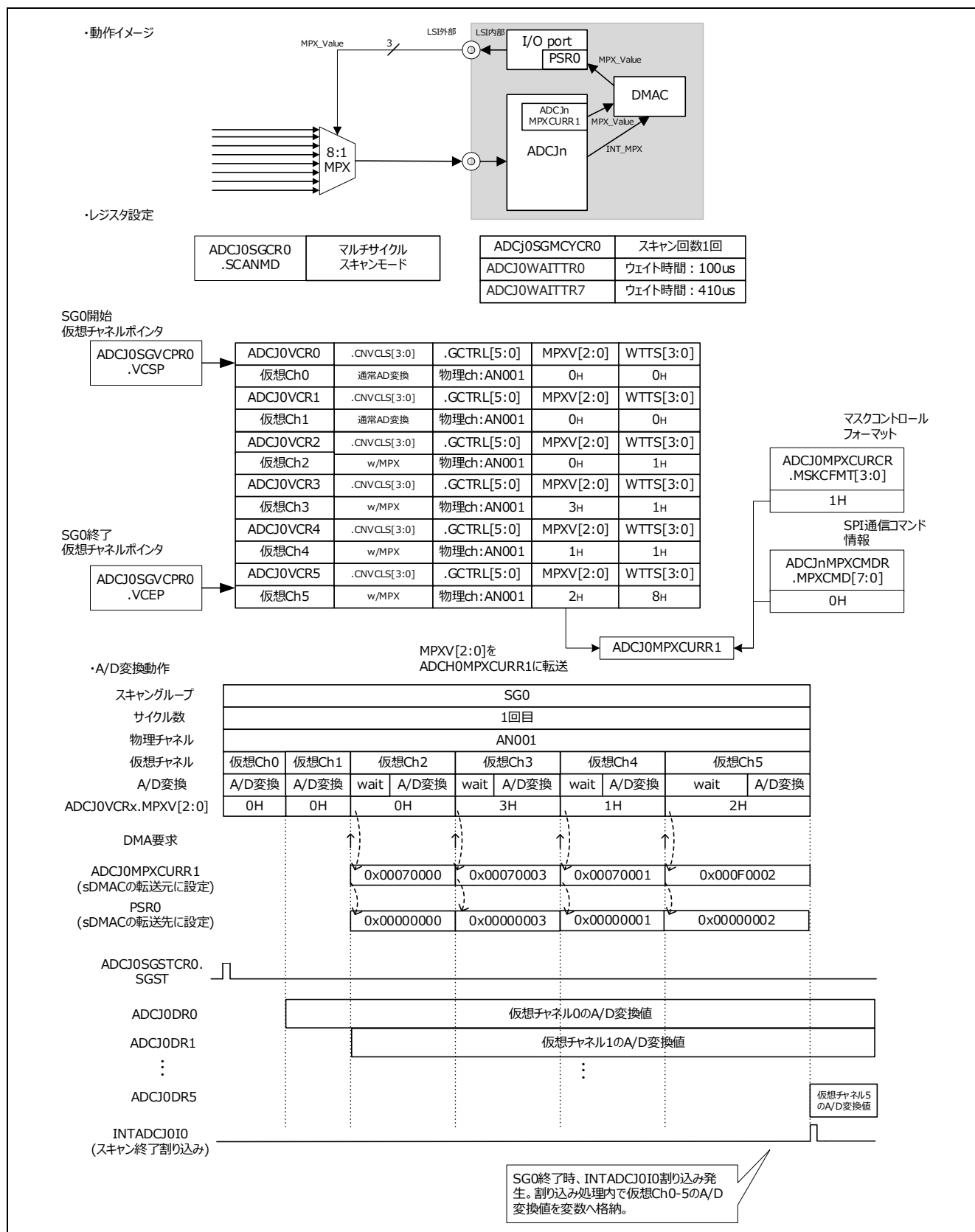


図 3.5.3 外部アナログマルチプレクサと DMA を用いた動作例

3.5.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.5.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ポート初期化ルーチン	port_init	ポートの初期化を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ0/SG0 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I0	仮想スキャングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。
DMA(sDMAC)終了割り込みルーチン	INTSDMAC0CH0	DMA 転送終了時の割り込み処理で、DMA のフラグクリアを行います。
DMA 初期化ルーチン	sdmac_init	DMA の初期化を行います。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.5.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENTSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THER	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0MPXCURCR	0x01	マスクコントロールフォーマット： MPXCURR1.MSCK[3:0]=0111
ADCJ0MPXINTER	0x01	MPX 割り込み許可
ADCJ0MPXCMDR	0x00	SPI 未使用
ADCJ0SGVCPR0	0x0500	終了仮想チャネル:5 開始仮想チャネル:0

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回
ADCJ0VCR0	0x00000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR1	0x00000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR2	0x01002801	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル:ADCJ0WAITTR0 GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 w/MPX MPX 値：0 VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR3	0x01002B01	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル:ADCJ0WAITTR0 GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 w/MPX MPX 値：3 VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR4	0x01002901	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル:ADCJ0WAITTR0 GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 w/MPX MPX 値：1 VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR5	0x08002A01	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル:ADCJ0WAITTR7 GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 w/MPX MPX 値：2 VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0WAITTR0	0x0FA0	ウェイトタイム：100μs
ADCJ0WAITTR7	0x3FFF	ウェイトタイム：410 μs.

表 3.5.3 DMA レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
DMA0CM_0	0x00001C00	チャンネルマスタ SPID 設定 SPID=0x1C (初期値) スーパー・バイザーモード
DMA0SAR_0	右記の値	転送元：ADCJ0MPXCURR1 レジスタ
DMA0DAR_0	右記の値	転送先：PSR0 レジスタ
DMA0TSR_0	0x00000004	転送サイズ：4byte
DMA0TMR_0	0x00001022	DMA 転送モード:ノーマルモード チャンネル優先度 DMA 転送要求選択割り付け：ハードウェア DMA 転送要求 ディスティネーションアドレス・カウント方向：固定 ソースアドレス・カウント方向：固定 DMA 転送トランザクションサイズ：4byte DMA ソーストランザクションサイズ：4byte
DMA0RS_0	0x00010005	ハードウェア要求毎の転送数：1 回 ハードウェア要求毎の転送上限 PLE=0 のため使用しない プリロード禁止 DRQ 初期化禁止 ハードウェア DMA 転送要因選択：(MPX DMA トリガ要求 (ADMPXI0))
DMA0CHFCR_0	0x0000320F	各フラグクリア
DMA0OR	0x0001	優先度：CH0 > CH1 > ... > CH14 > CH15 DMA 転送有効
DMA0CHCR_0	0x0003	ディスクリプタ無効 ディスクリプタ無効 アドレスエラー通知無効 チャンネルアドレスエラー通知無効 ディスクリプタステップ終了割り込み無効 転送完了割り込み有効 チャンネル動作有効

表 3.5.4 ポートレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
PSR0	0x00000000	ポートセトリセット : P0_m 初期値
PKCPROT	0xA5A5A501	ポートキーコード
PWE	0xFFFFFFFF	書き込み許可
PM0	0x00000000	P0_m 出力モード

表 3.5.5 割り込みレジスタ

レジスタ名	設定値	機能
EIBD47	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC47	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0
EIBD227	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC227	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

表 3.5.6 PBG レジスタ

レジスタ名	設定値	機能
PBGERRSLV20PBGKCPROT	0xA5A5A501	PBG キーコード
PBG21PBGPROT0_4	0x00000143	Port group21,ch4 レジスタ : 書き込み許可 Port group21,ch4 レジスタ : 読み出し許可
PBG21PBGPROT1_4	0x10000000	SPID28:アクセス許可

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

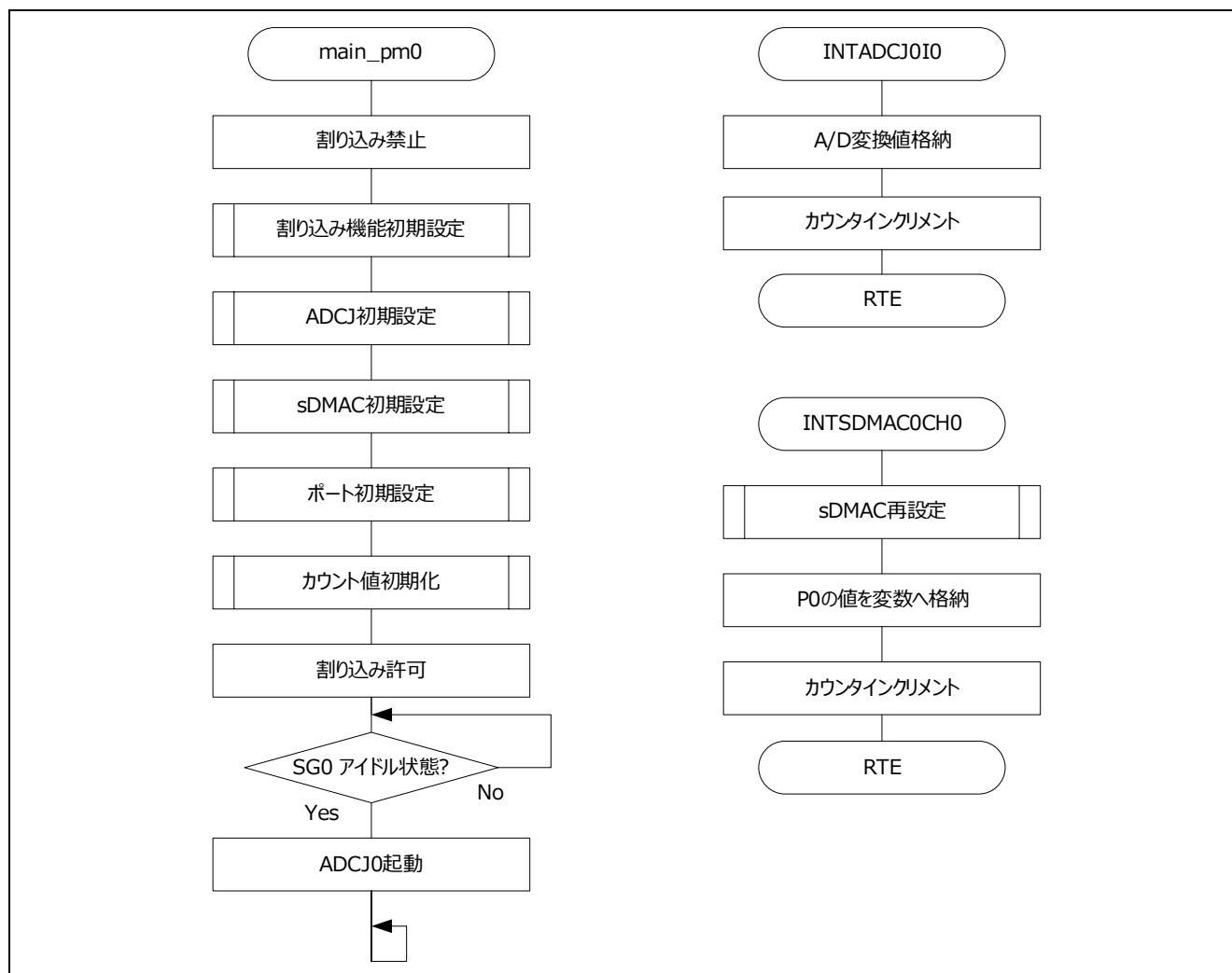


図 3.5.4 フローチャート

3.6 同時トラック&ホールド動作

3.6.1 仕様概要

T&H（同時トラック&ホールド）を使用した A/D 変換を行う方法について説明します。

スキャングループ 1（SG1）に仮想チャンネルを 3 チャンネル（AN000、AN001、AN002）割り当て、マルチスキャンモードでスキャンを行います。A/D 変換開始トリガは TSG30 の TSG30ADTRG0 を使用します。スキャングループ終了毎に AN000、AN001、AN002 の変換値を変数へ格納し、動作終了します。

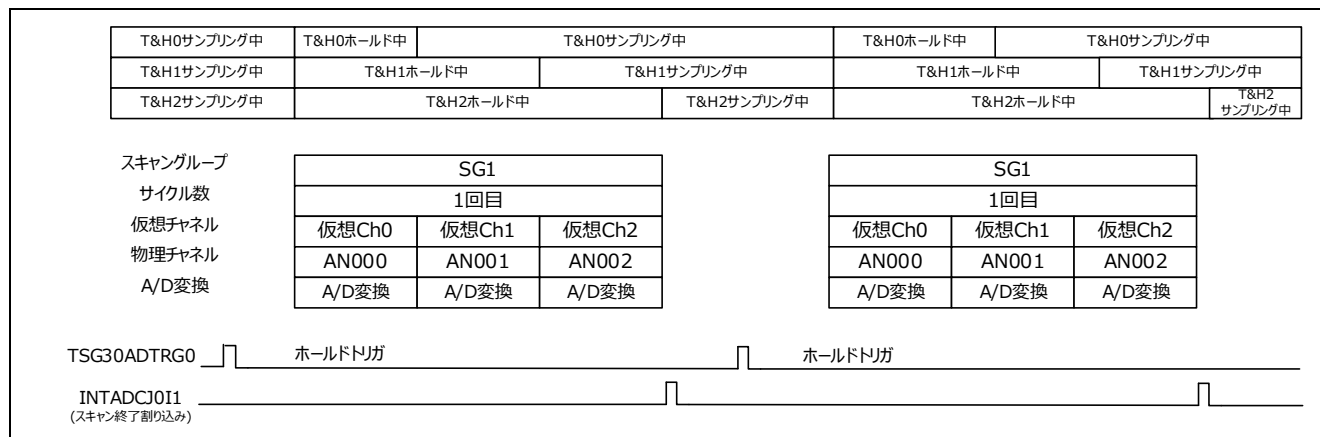


図 3.6.1 T&H を使用した A/D 変換（マルチスキャン）動作

3.6.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- ・ A/D コンバーター（ADCJ0）
- ・ モータコントロールタイマ（TSG30）^注
- ・ OS タイマ（OSTM）

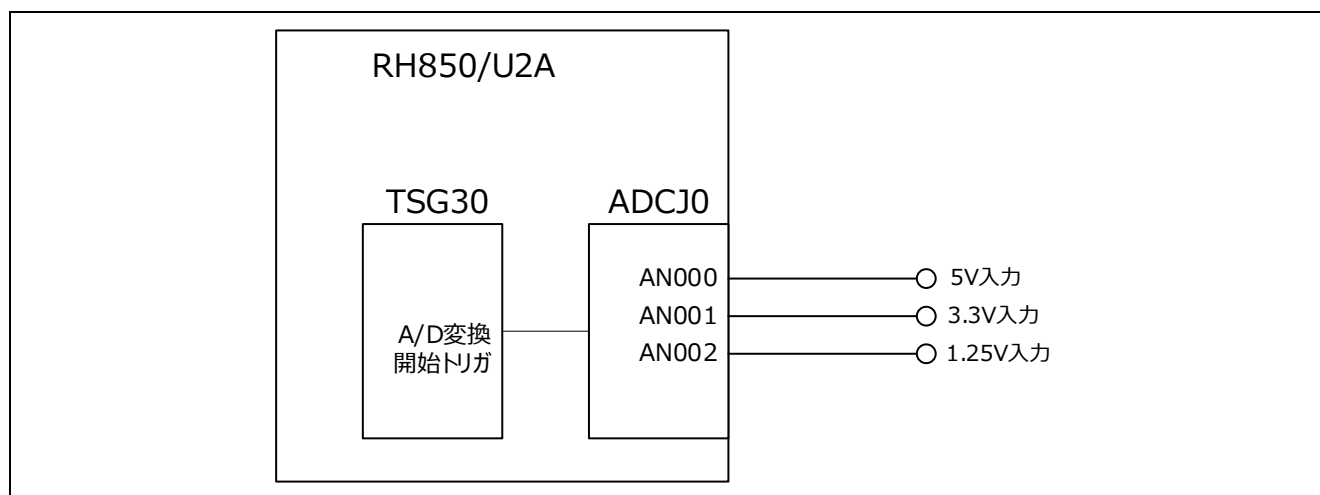


図 3.6.2 システム構成

^注 サンプルソフトを U2A6 144 ピンまたは 156 ピンで動作させる際は TSG31 をご使用ください。

3.6.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000、AN001、AN002 を使用し、T&H（同時トラック&ホールド）を使用した A/D 変換を行います。

ADCJ0 は、4 チャンネル分のトラック&ホールド回路を内蔵しています。最大 4 チャンネルの同時トラック&ホールドをサポートします。

スキニンググループ 1（SG1）へ仮想チャンネル 0、1、2 を割り当てます。アナログ信号は AN000、AN001、AN002 に入力します。トラック&ホールド回路のサンプリング周期の待機時間を OS タイマを用いて挿入します。

A/D 変換開始トリガは、TSG30 を使用し生成します。

TSG30 のカウントを開始し、ホールド値を A/D 変換します。スキニング終了割り込み INTADCJ0I1（スキニンググループ終了時）を有効にし、割り込み処理内でそれぞれの A/D 変換結果を変数に格納し、終了します。

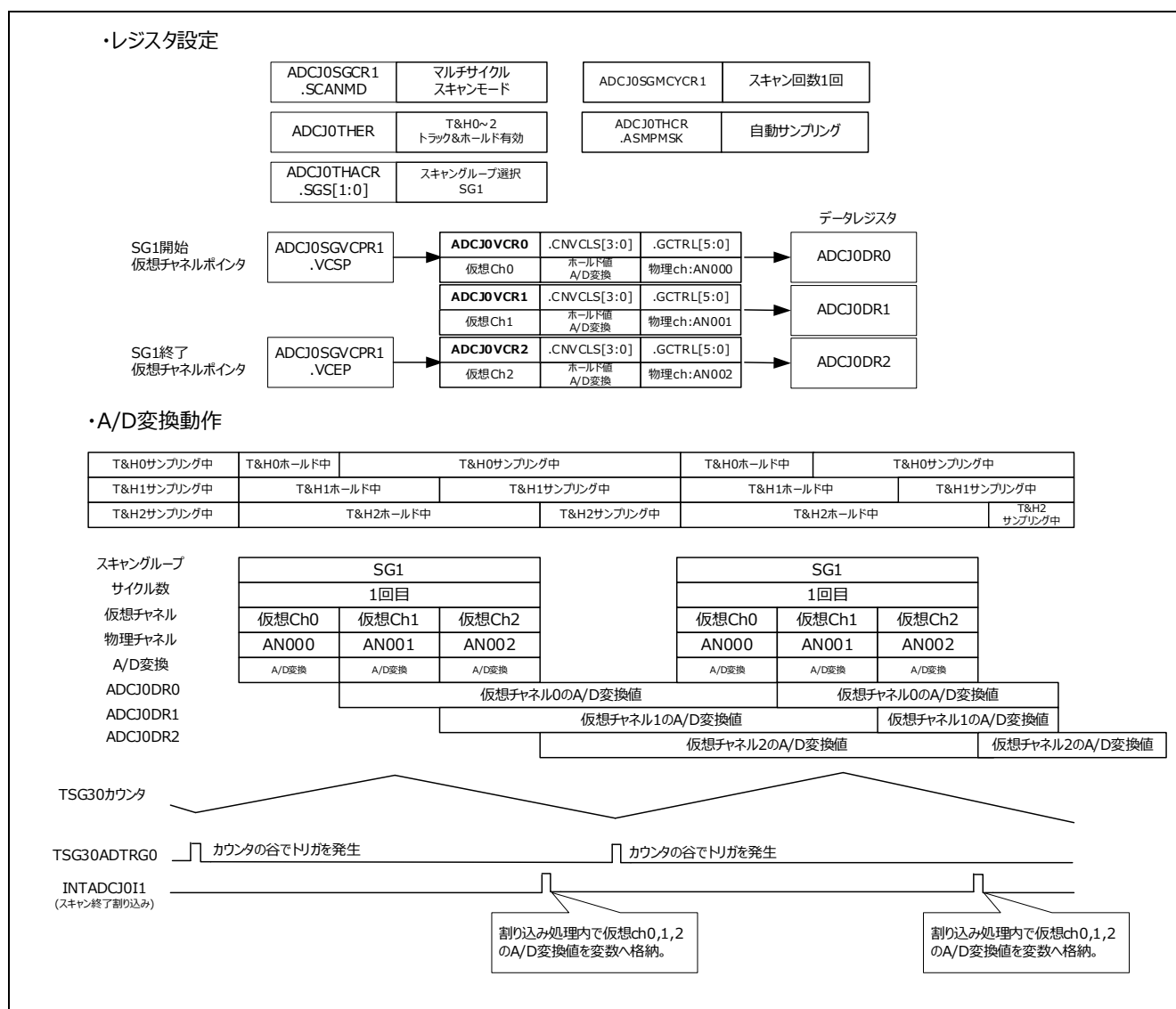


図 3.6.3 T&H 機能を用いた A/D 変換動作例 f

3.6.4 ソフトウェア説明

・モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.6.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
割り込み初期化ルーチン	port_init	ADCJ 割り込みの初期化を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
OSTM 初期化ルーチン	ostm_init	OSTM の初期化を行います。
TSG3 初期化ルーチン	tsg3_init	TSG3 の初期化を行います。
ウェイト処理ルーチン	wait	30CLK_ADC のウェイトを行います。
ADCJ0/SG1 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I1	仮想スキャングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。

・レジスタ設定

本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.6.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x02	非同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENTSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THCR	0x00	自動サンプリングする
ADCJ0THER	0x07	T&H0~2 イネーブル
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x30	ホールドコントロール ホールドトリガイネーブル SG1 選択
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR1	0x0200	終了仮想チャネル:2 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR1	0x51	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I1 を出力する SG0 への H/W トリガ許可
ADCJ0SGMCYCR1	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000800	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別 : Hold value A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0VCR1	0x00000801	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別 : Hold value A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR2	0x00000802	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別 : Hold value A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH2 (AN002)

表 3.6.3 ポートレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
PCR2_0	0x00000000	P2_0 初期値
PCR2_14	0x00000000	P2_14 初期値
PKCPROT	0xA5A5A501	Port キーコード
PWE	0xFFFFFFFFFE	Port 書き込み許可

表 3.6.4 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD228	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC228	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

表 3.6.5 OSTM レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
OSTM0CMP	0x00000041	フリーランニングモード：比較値
OSTM0T0	0x00	出力レベル：Low
OSTM0CTL	0x02	OSTM 割り込み禁止 カウンタスタート値：0x00000000 フリーランニングコンペアモード カウントスタート時割り込み禁止

表 3.6.6 TSG3 レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
TSG30CTL0	0x01	パルスを 8 クロック幅で出力 タイマモード：HT-PWM モード
TSG30CTL1	0x0000	各種エラー検出しない
TSG30CTL3	0x00	リロードモード
TSG30CTL4	0x00C0	18 ビット・カウンタの谷タイミングにおけるリロード動作を許可 18 ビット・カウンタの山タイミングにおける山割り込みの発生許可
TSG30CTL5	0x0100	18 ビット・サブカウンタの谷タイミングを A/D 変換トリガとする
TSG30CTL6	0x0000	A/D 変換トリガ発生させない
TSG30IOC0	0x7E	TSnIOC2 書き換えによる TSG3nO6-1 の制御禁止
TSG30IOC1	0x00	18 ビット・カウンタのアップ/ダウン・カウント・フラグを出力
TSG30IOC2	0x7E7E	アクティブ・レベル：ロウ・レベル
TSG30CMP0	0x1F40	TSG30 コンペアレジスタ 0：PWM 周期 100us
TSG30CMPU	0x0FA0	TSG30 HT-PWM U 相用コンペアレジスタ：U 相デューティ
TSG30CMPV	0x080C	TSG30 HT-PWM V 相用コンペアレジスタ：V 相デューティ
TSG30CMPW	0x1732	TSG30 HT-PWM W 相用コンペアレジスタ：W 相デューティ
TSG30DTC0W	0x00C8	デッド・タイム値（逆相インアクティブ→正相アクティブ間）
TSG30DTC1W	0x00C8	デッド・タイム値（正相インアクティブ→逆相アクティブ間）

表 3.6.7 PIC レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
PIC2ADCJ0TSEL1	0x00000020	ADCJ0 の SG1 のトリガソースに TSG30ADTRG0 を選択

・動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

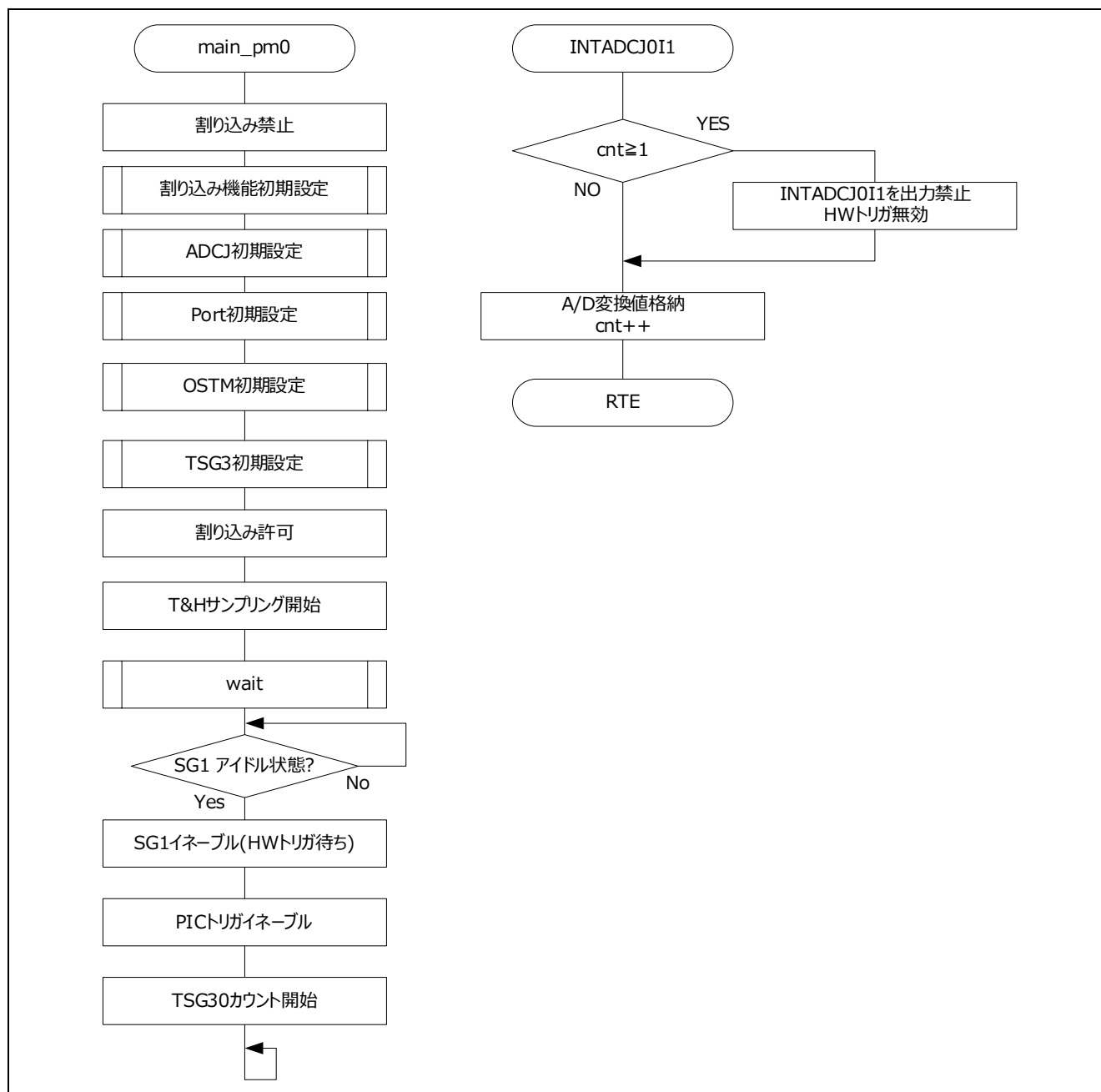


図 3.6.4 フローチャート

3.7 DMA 転送（Scatter 機能）を使用した任意チャネルの順次スキャン変換

3.7.1 仕様概要

DMA 転送（Scatter 機能）を使用して A/D 変換値を配列変数に格納する方法について説明します。

スキニンググループ 0（SG0）に仮想チャネルを 3 チャネル（AN000、AN001、AN002）割り当て、マルチスキャンモードでスキャンを行います。スキャン終了割り込み（INTADCJ0I0）で DMA（sDMAC）が起動し、AN000、AN001、AN002 の変換値を配列変数へ格納します。



図 3.7.1 DMA 転送を使用した動作例

3.7.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- A/D コンバーター（ADCJ0）
- DMA（sDMAC0）

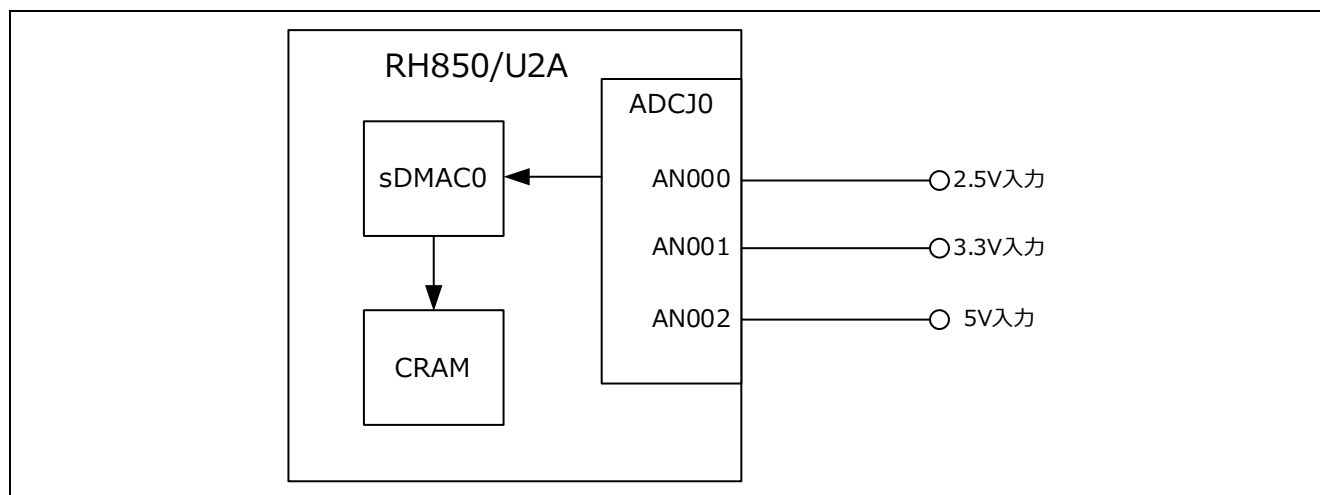


図 3.7.2 システム構成

3.7.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000、AN001、AN002 を使用したマルチスキャンモードで通常 A/D 変換を行い、DMA 転送 (Scatter 機能) を使用して A/D 変換値を配列変数に格納します。

スキミンググループ 0 (SG0) に仮想チャンネル 0 (AN000)、仮想チャンネル 1 (AN001)、仮想チャンネル 2 (AN002) を割り当てます。アナログ信号は AN000 に 2.5V、AN001 に 3.3V、AN002 に 5V を入力します。

sDMAC は、スキャン終了割り込み (INTADCJ0I0) を起動トリガに設定、また Scatter 機能を有効に設定します。図 3.7.3 に Scatter 機能の概要を示します。Scatter 機能にて sDMAC 1 チャンネルでそれぞれの配列変数へ A/D 変換値を転送することができます。

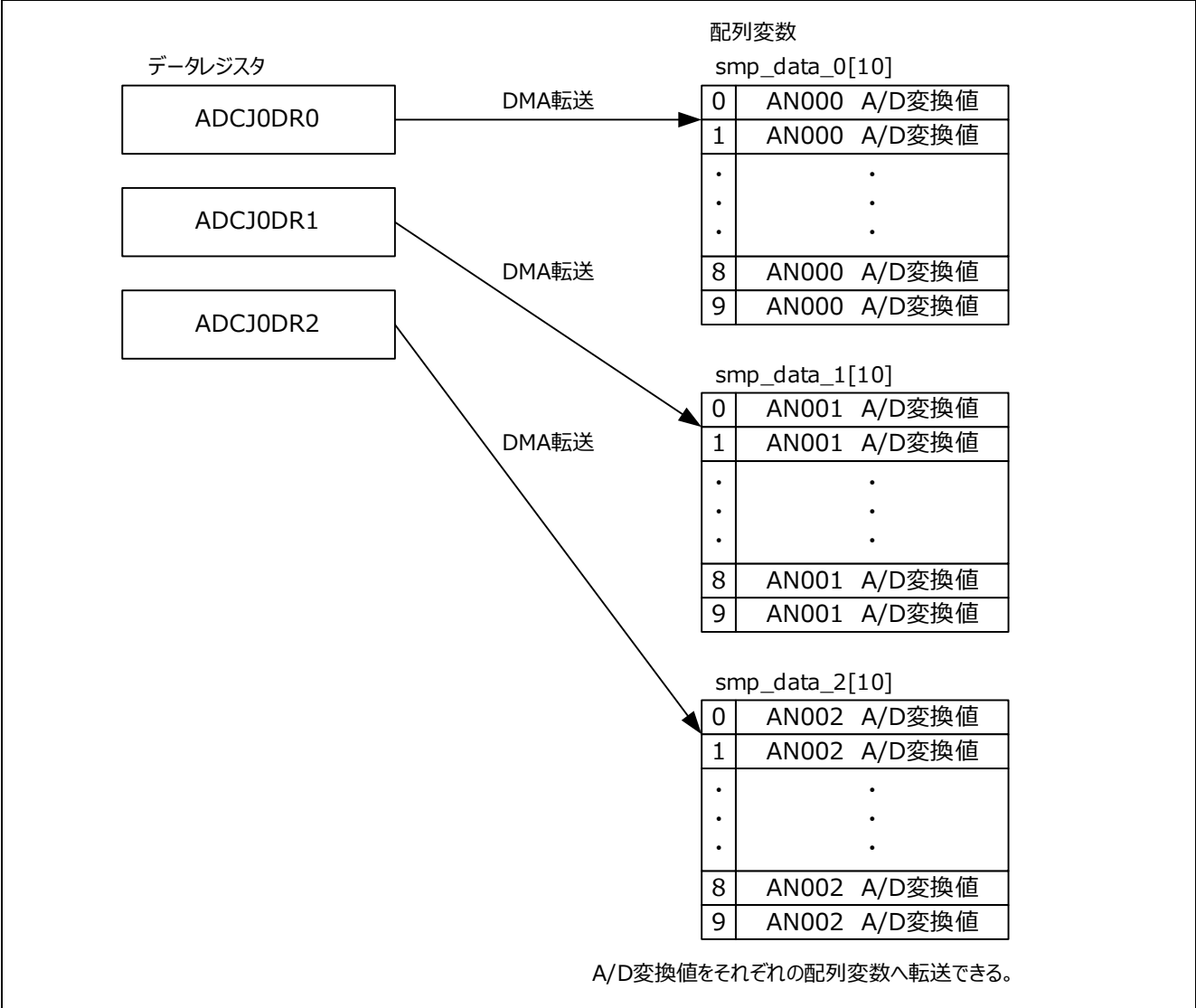
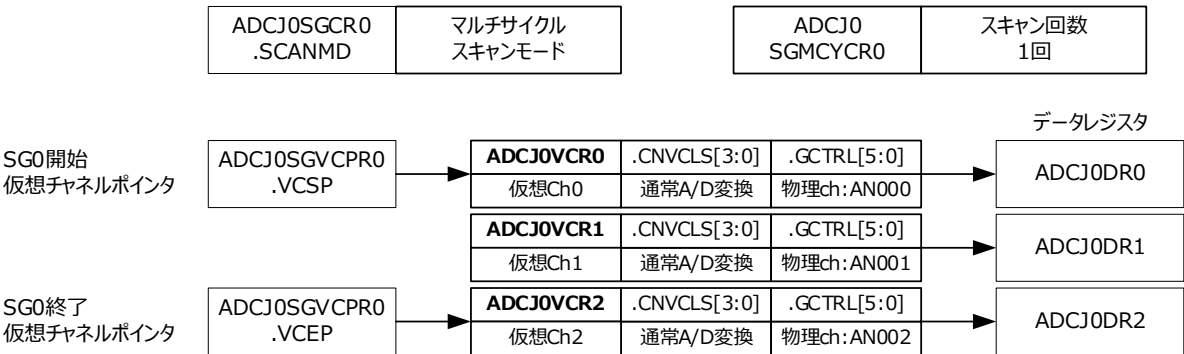


図 3.7.3 Scatter 機能概要

ソフトウェアトリガ ADSTART で A/D 変換を開始します。スキャン終了割り込み (INTADCJ0I0) にて DMA が起動し、A/D 変換値を配列変数へ格納します。

・レジスタ設定



・A/D変換動作

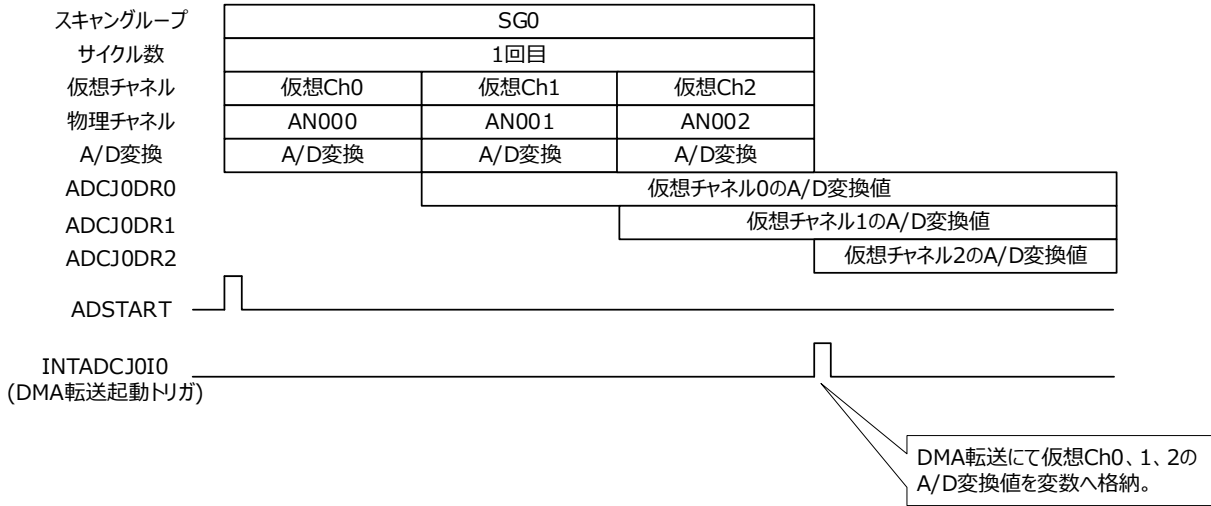


図 3.7.4 DMA 転送を使用した動作例

3.7.4 ソフトウェア説明

・ モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します

表 3.7.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
sDMAC 初期化ルーチン	sdmac_init	sDMAC の初期化を行います。
sDMAC 転送完了割り込み処理ルーチン	INTSDMAC0CH0	sDMAC 転送完了割り込み処理で A/D 変換の再スタートを行います。

・ レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.7.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0200	終了仮想チャネル:2 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0VCR1	0x00000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR2	0x00000002	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH2 (AN002)

表 3.7.3 sDMAC レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
DMA0CM_0	0x00001C00	チャンネルマスタ SPID 設定 SPID=0x1C (初期値) スーパー・バイザーモード
DMA0SAR_0	右記の値	転送元：ADCJ0DR0 レジスタ
DMA0DAR_0	右記の値	転送先：A/D 変換値データ格納用配列変数
DMA0TSR_0	0x00000006	転送サイズ：6byte (2byte × 3 回)
DMA0TMR_0	0x00001111	DMA 転送モード:ノーマルモード チャンネル優先度 DMA 転送要求選択割り付け：ハードウェア DMA 転送要求 ディスティネーションアドレス・カウント方向：固定 ソースアドレス・カウント方向：インクリメント DMA 転送トランザクションサイズ：2byte DMA ソーストランザクションサイズ：2byte

レジスタ名	設定値	機能
DMA0RS_0	0x00030000	ハードウェア要求毎の転送数：3 回 ハードウェア要求毎の転送上限 PLE=0 のため使用しない プリロード禁止 DRQ 初期化禁止 ハードウェア DMA 転送要因選択：（A/D 変換完了割り込み（INTADCJ0I0））
DMA0SIAI_0	右記の値	インナーアドレスインクリメント値： smp_data_1[0]のアドレス - smp_data_0[0]のアドレス
DMA0SGCR_0	0x80020000	Scatter 機能：有効 Zero fill 禁止 内部ループの繰り返し回数：2 回 Gather 機能：無効 GEN=0 のため未使用
DMA0CHFCR_0	0x0000320F	各フラグクリア
DMA0OR	0x0001	優先度：CH0 > CH1 > ... > CH14 > CH15 DMA 転送有効
DMA0CHCR_0	0x0003	ディスクリプタ無効 ディスクリプタ無効 アドレスエラー通知無効 チャネルアドレスエラー通知無効 ディスクリプタステップ終了割り込み無効 転送完了割り込み有効 チャネル動作有効

表 3.7.4 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD47	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC47	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

• 動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

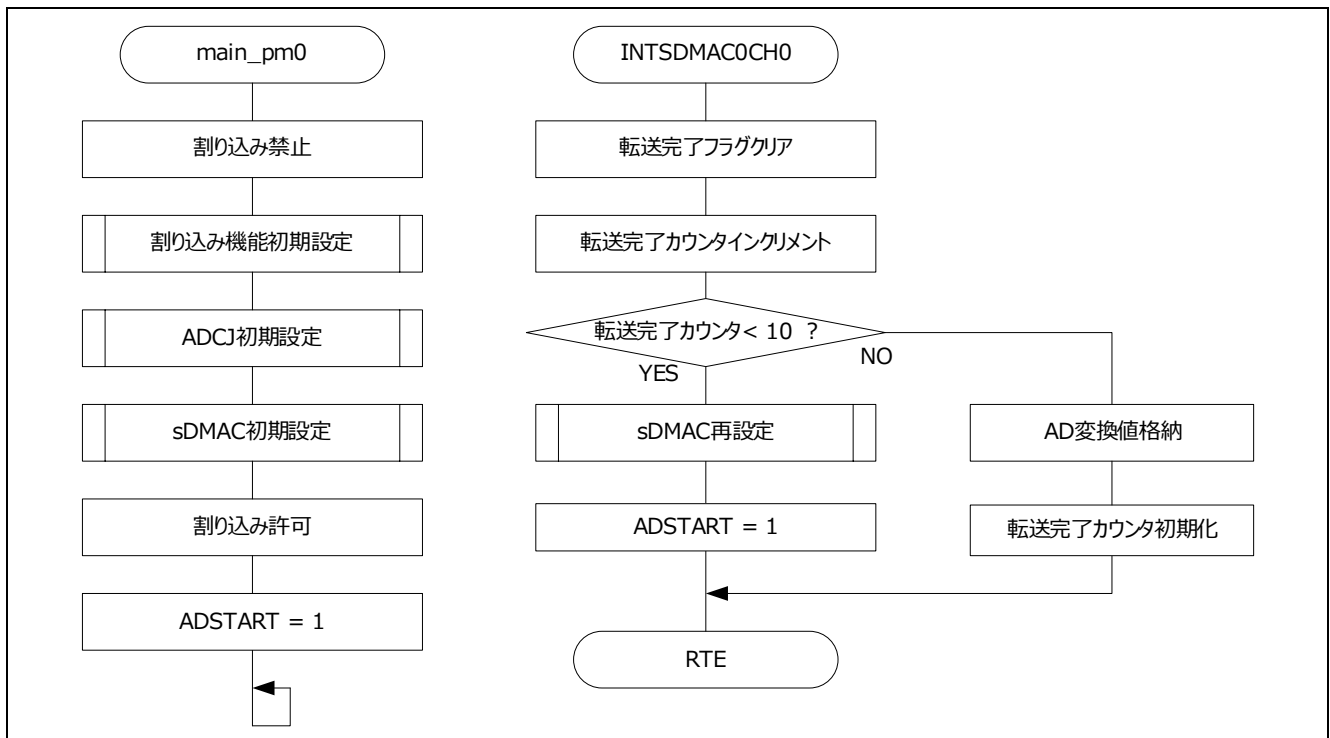


図 3.7.5 フローチャート

3.8 DMA 転送（Gather 機能）を使用した任意チャネルの順次スキャン変換

3.8.1 仕様概要

DMA 転送（Gather 機能）を使用して A/D 変換値を配列変数に格納する方法について説明します。

スキャングループ 0（SG0）に仮想チャネルを 3 チャネル（AN000、AN001、AN002）割り当て、マルチスキャンモードでスキャンを行います。スキャン終了割り込み（INTADCJ0I0）で DMA (sDMAC)が起動し、AN000、AN002 の変換値を配列変数へ格納します。



図 3.8.1 DMA 転送を使用した動作例

3.8.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- A/D コンバーター（ADCJ0）
- DMA（sDMAC）

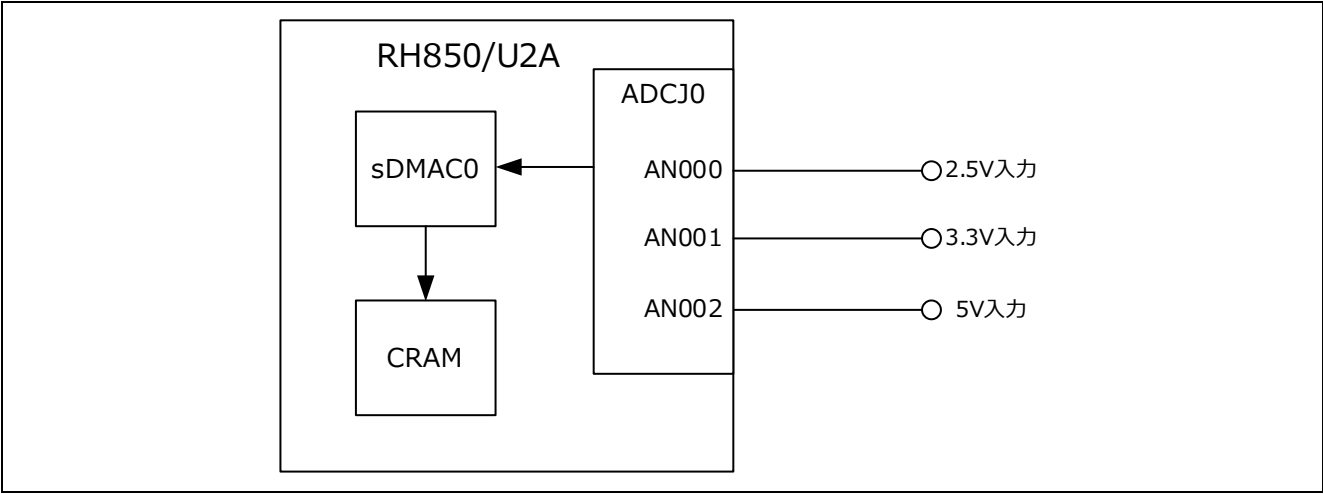


図 3.8.2 システム構成

3.8.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000、AN001、AN002 を使用したマルチスキャンモードで通常 A/D 変換を行い、DMA 転送（Gather 機能）を使用して AN000、AN002 の A/D 変換値を配列変数に格納します。

スキュングループ 0（SG0）に仮想チャンネル 0（AN000）、仮想チャンネル 1（AN001）、仮想チャンネル 2（AN002）を割り当てます。アナログ信号は AN000 に 2.5V、AN001 に 3.3V、AN002 に 5V を入力します。

sDMAC は、スキャン終了割り込み（INTADCJ0I0）を起動トリガに設定、また Gather 機能を有効に設定します。図 3-36 に Gather 機能の概要を示します。Gather 機能にて sDMAC 1 チャンネルで 2 チャンネルの A/D 変換を配列変数へ転送することができます。

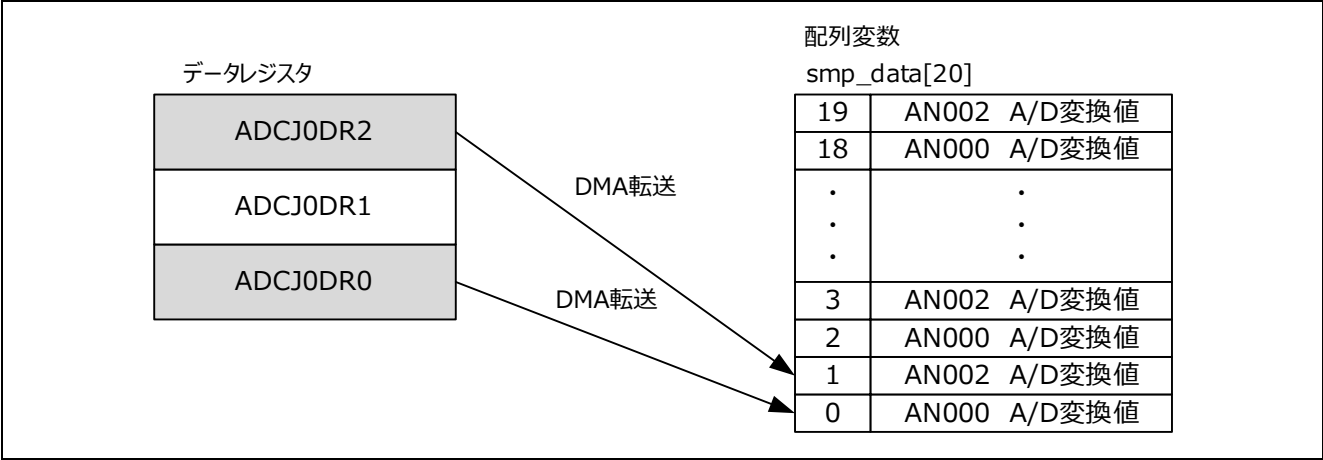
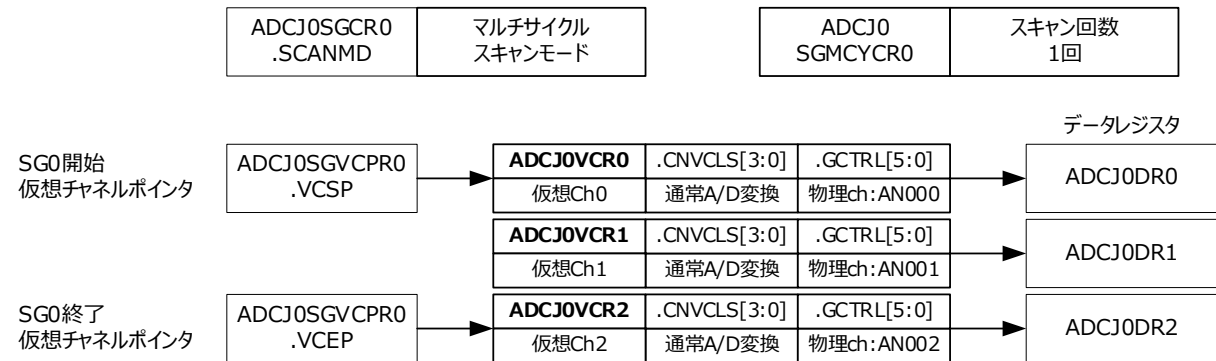


図 3.8.3 Gather 機能の概要

ソフトウェアトリガ ADSTART で A/D 変換を開始します。スキャン終了割り込み (INTADCJ0I0) にて DMA が起動し、A/D 変換値を配列変数へ格納します。

・レジスタ設定



・A/D変換動作

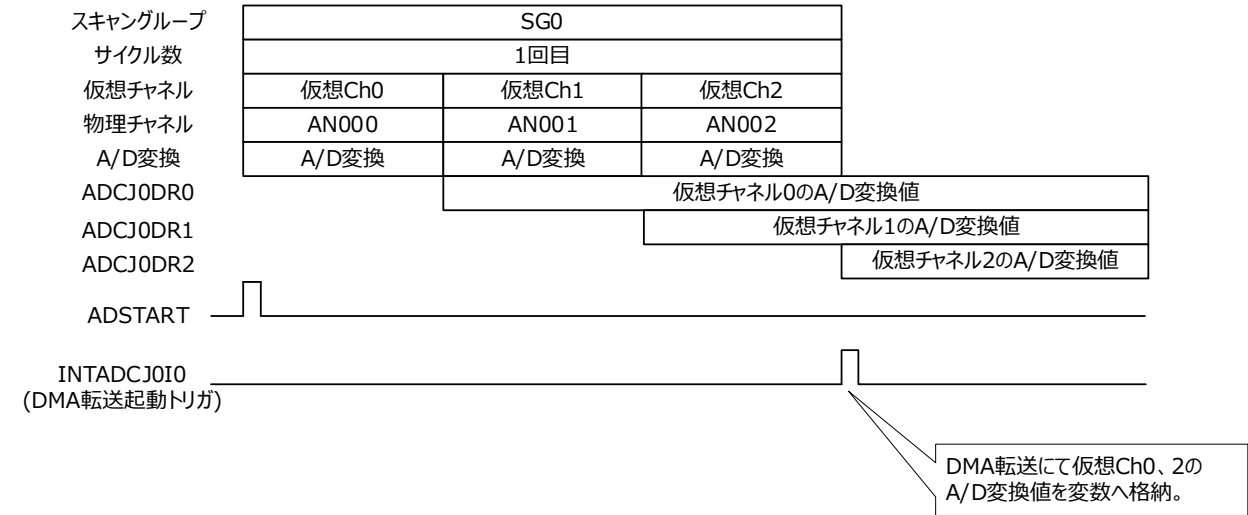


図 3.8.4 DMA 転送を使用した動作例

3.8.4 ソフトウェア説明

・ モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します

表 3.8.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
sDMAC 初期化ルーチン	sdmac_init	sDMAC の初期化を行います。
sDMAC 転送完了割り込み処理ルーチン	INTSDMAC0CH0	sDMAC 転送完了割り込み処理で A/D 変換の再スタートを行います。

・ レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.8.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバーラップチェックをしない
ADCJ0GTMENSTGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0WAITTR0	0x0000	WTTS[3:0]=0 のため未使用
ADCJ0THACR	0x00	T&H 使用しない
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0200	終了仮想チャネル:2 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0IO を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0VCR1	0x00000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0VCR2	0x00000002	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH2 (AN002)

表 3.8.3 sDMAC レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
DMA0CM_0	0x00001C00	チャンネルマスタ SPID 設定 SPID=0x1C (初期値) スーパー・バイザーモード
DMA0SAR_0	右記の値	転送元：ADCJ0DR0 レジスタ
DMA0DAR_0	右記の値	転送先：A/D 変換値データ格納用配列変数
DMA0TSR_0	0x00000004	転送サイズ：4byte (2byte × 2 回)
DMA0TMR_0	0x00001411	DMA 転送モード: ノーマルモード チャンネル優先度 DMA 転送要求選択割り付け：ハードウェア DMA 転送要求 ディスティネーションアドレス・カウント方向：固定 ソースアドレス・カウント方向：インクリメント DMA 転送トランザクションサイズ：2byte DMA ソーストランザクションサイズ：2byte

レジスタ名	設定値	機能
DMA0RS_0	0x00020000	ハードウェア要求毎の転送数：2 回 ハードウェア要求毎の転送上限 PLE=0 のため使用しない プリロード禁止 DRQ 初期化禁止 ハードウェア DMA 転送要因選択：（A/D 変換完了割り込み（INTADCJ0I0））
DMA0GIAI_0	右記の値	インナーアドレスインクリメント値： ADCJ0DR2 レジスタのアドレス-ADCJDR0 のアドレス
DMA0SGCR_0	0x00008001	Scatter 機能：無効 Zero fill 禁止 SEN=0 のため未使用 Gather 機能：有効 内部ループの繰り返し回数:1 回
DMA0CHFCR_0	0x0000320F	各フラグクリア
DMA0OR	0x0001	優先度：CH0 > CH1 > ... > CH14 > CH15 DMA 転送有効
DMA0CHCR_0	0x0003	ディスクリプタ無効 ディスクリプタ無効 アドレスエラー通知無効 チャネルアドレスエラー通知無効 ディスクリプタステップ終了割り込み無効 転送完了割り込み有効 チャネル動作有効

表 3.8.4 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD47	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC47	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

• 動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

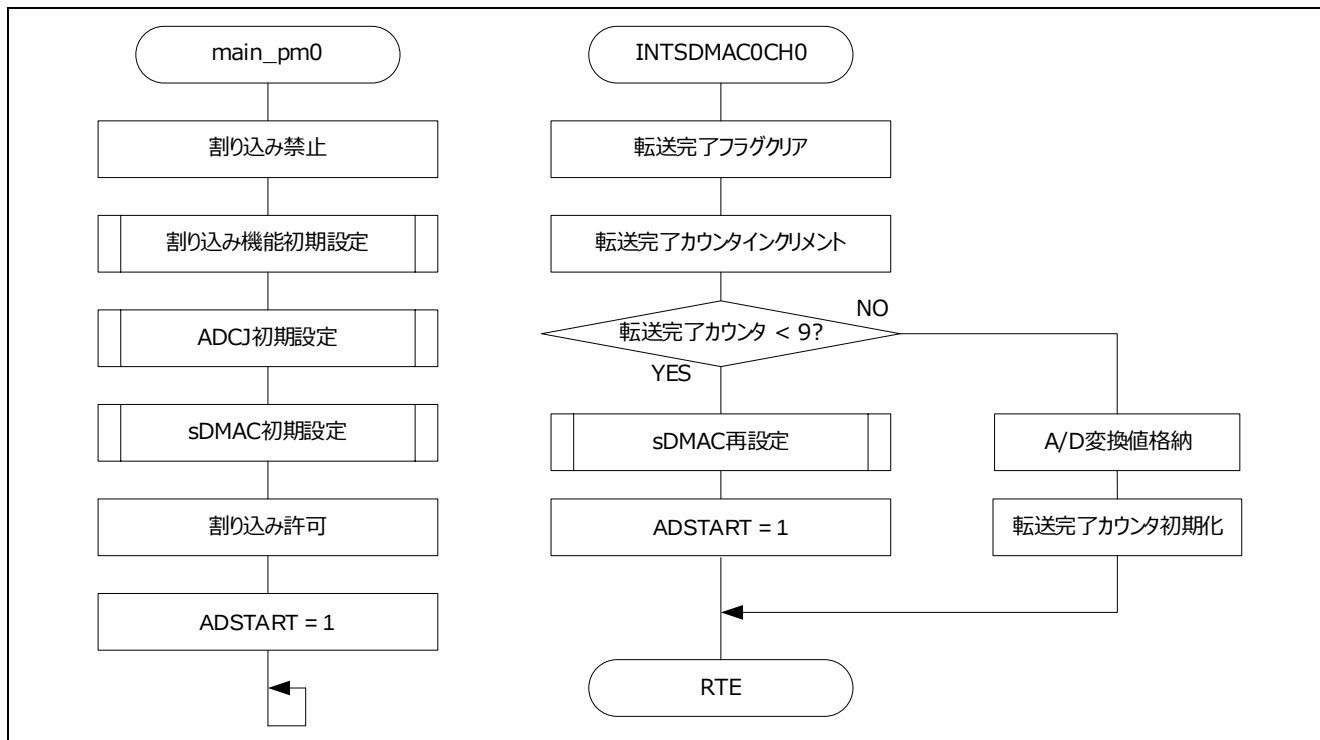


図 3.8.5 フローチャート

3.9 仮想チャネル間のウェイト時間挿入機能

3.9.1 仕様概要

仮想チャネル間のウェイト時間挿入機能について説明します。

スキャングループ 0 (SG0) に仮想チャネルを 2 チャネル (AN000、AN001) 割り当て、マルチスキャンモードで 1 回スキャンを行います。スキャングループ終了で AN000、AN001 の変換値を変数へ格納し、動作終了します。このとき、通常 A/D 変換においては仮想チャネル間にウェイト時間を挿入することができません



図 3.9.1 通常 A/D 変換 (マルチスキャン) 動作

3.9.2 使用機能

本動作例で使用するハードウェア機能を以下に示します。

- A/D コンバーター (ADCJ0)
- ポート

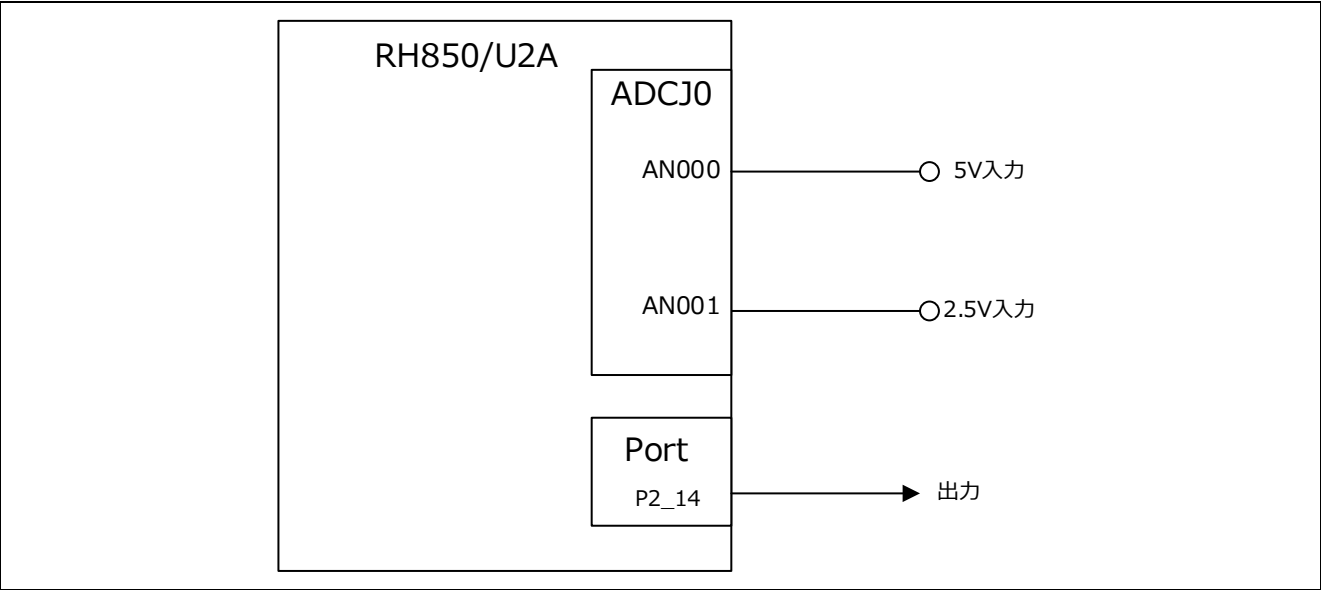


図 3.9.2 システム構成

3.9.3 動作例の説明

本動作例では ADCJ0 モジュールの AN000 および AN001 を使用したマルチスキャンモードの 1 回スキャンで通常 A/D 変換を行います。

スキャングループ 0 (SG0) へ仮想チャンネル 0 (AN000) と仮想チャンネル 1 (AN001) を割り当てます。

アナログ信号は AN000 に 5.0V、AN001 に 2.5V を入力します。

仮想チャンネル間のウェイト時間は ADCJ0WAITTR0 を 400us に設定し、ADCJ0VCR1.WTTS[3:0]を ADCJ0WAITTR0 選択に設定します。

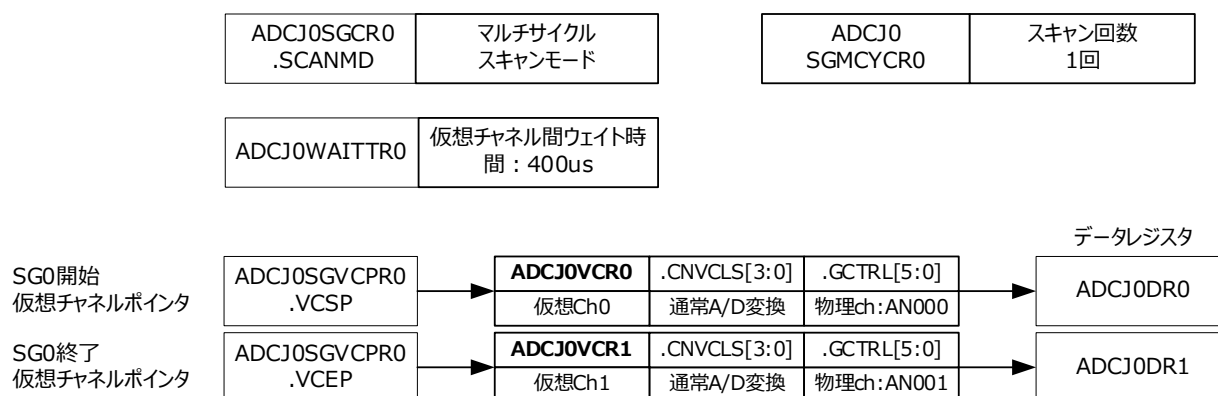
ソフトトリガ SGST で開始し、AN000 の A/D 変換後、AN001 を A/D 変換します。

スキャン終了割り込み INTADCJ0I0 (スキャングループ終了時) を有効にし、割り込み処理内でそれぞれの A/D 変換結果を変数に格納し、終了します。

なお、本動作例では、仮想チャンネル間にウェイトが挿入されていることを確認するため、ポート (P2_14) を出力ポートとして使用します。

A/D 変換開始時、P2_14 の出力を High にし、スキャン終了割り込み INTADCJ0I0 で、出力を Low にします。P2_14 の High 期間で仮想チャンネル間にウェイトが挿入されていることを確認できます。

・レジスタ設定



・A/D変換動作



図 3.9.3 通常 A/D 変換 (仮想チャンネル間ウェイト挿入) 動作例

3.9.4 ソフトウェア説明

・レジスタ設定

モジュール説明

以下に、本動作例のモジュール一覧を示します。

表 3.9.1 モジュール一覧

モジュール名	ラベル名	機能
メインルーチン	main_pm0	各種設定、アプリケーションの起動を行います。
ADCJ 初期化ルーチン	ADCJ_init	ADCJ の初期化を行います。
ADCJ 割り込み処理ルーチン	INTADCJ0I0	仮想スキャングループ終了割り込み処理で A/D 変換結果を変数へ格納します。
割り込み初期化ルーチン	intc2_init	ADCJ の割り込みの初期化を行います。

・レジスタ設定

以下に、本動作例での各機能のレジスタ設定を示します。

表 3.9.2 ADCJ レジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0ADCR1	0x00	同期サスペンド
ADCJ0ADCR2	0x10	符号付整数フォーマット CNVCL = 0 のため無効
ADCJ0SFTCR	0x00	各種設定無効
ADCJ0VCLMINTERx	0x00000000	上下限チェック割り込みテーブル使用しない
ADCJ0VMONVDCR1	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0VMONVDCR2	0x00	分圧抵抗器を使用しない
ADCJ0SMPCR	0x00000000	バッファアンプフィルタ使用しない
ADCJ0TDCR	0x00	端子レベル自己診断をしない
ADCJ0ODCR	0x0000	断線検出をしない
ADCJ0TOCCR	0x00	トリガーオーバラップチェックをしない
ADCJ0GTMENSGER	0x0000	GTM エントリをしない
ADCJ0ADENDP0	0x00	A/D 変換モニタ使用しない
ADCJ0THACR	0x00	ホールドコントロール禁止 ホールドトリガ禁止 T&H 禁止
ADCJ0PWDCR	0x00	PWM-Diag 禁止
ADCJ0SGVCPR0	0x0100	終了仮想チャネル:1 開始仮想チャネル:0
ADCJ0SGCR0	0x50	ADSTART 許可 マルチサイクルスキャンモード SG0 終了時、INTADCJ0I0 を出力する SG0 への H/W トリガ入力禁止
ADCJ0SGMCYCR0	0x00	マルチサイクルスキャンモード時のスキャン回数 1 回

レジスタ名	設定値	機能
ADCJ0VCR0	0x00000000	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用しない GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH0 (AN000)
ADCJ0VCR1	0x01000001	上下限チェック使用しない ウェイトタイムテーブル使用する(テーブル 0) GTM エントリ使用しない GTMENT=0 のため使用しない 変換種別：通常 A/D 変換 マルチプレクサ使用しない VCRj 終了割り込み出力しない 物理 CH1 (AN001)
ADCJ0WAITTR0	0x1F40	ウェイト時間:400us

表 3.9.3 割り込みレジスタ設定

レジスタ名	設定値	機能
EIBD227	0x00000000	PE0 に割り込みをバインド
EIC227	0x0040	テーブル参照/優先レベル 0

• 動作フロー

以下に、本動作例のフローチャートを示します。

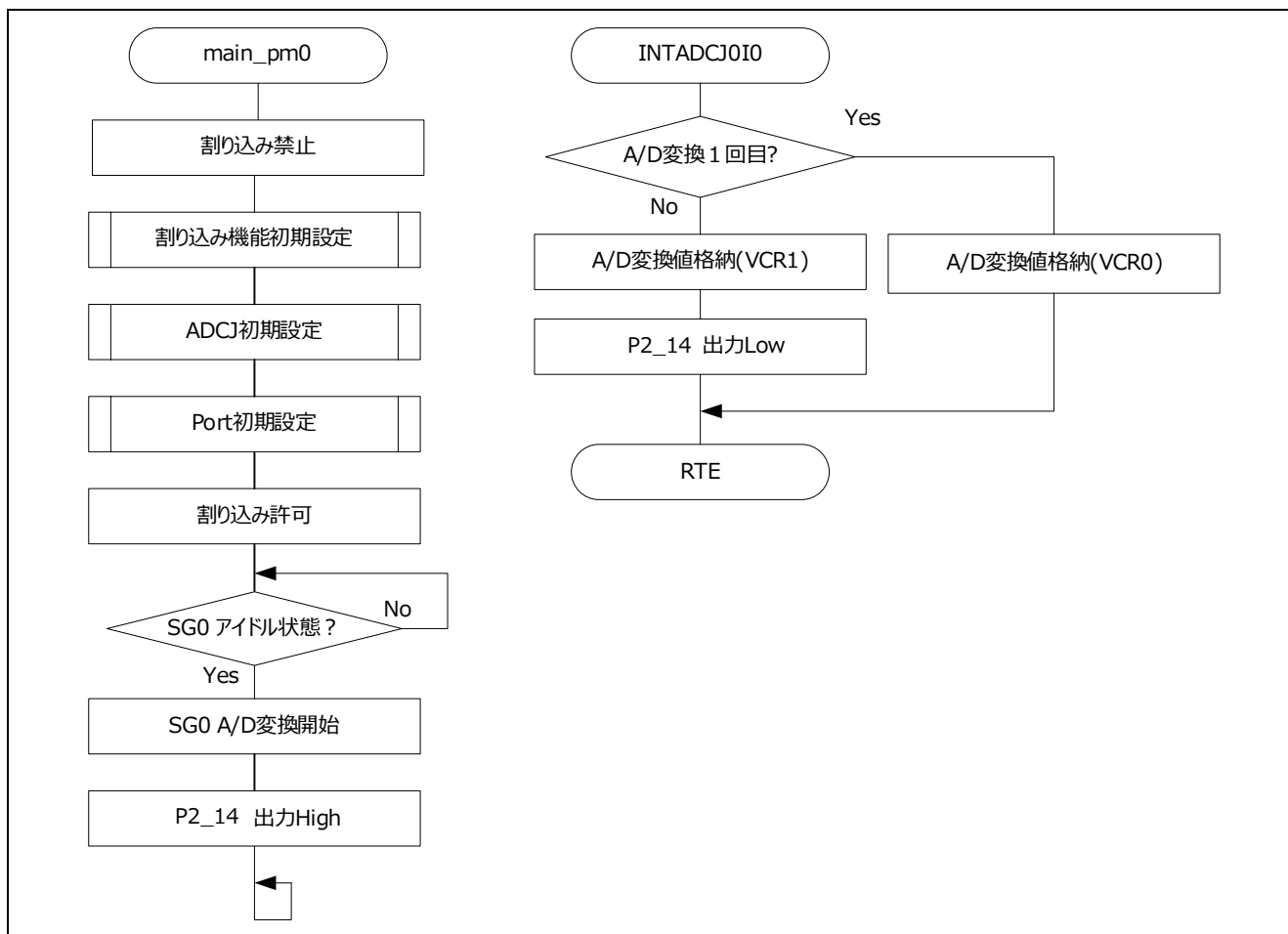


図 3.9.4 フローチャート

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.0	2020.11.16	-	初版
1.1	2022.06.30	-	RH850/U2A6 対応版

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

- 1. 静電気対策**
CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
- 2. 電源投入時の処置**
電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
- 3. 電源オフ時における入力信号**
当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
- 4. 未使用端子の処理**
未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
- 5. クロックについて**
リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
- 6. 入力端子の印加波形**
入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
- 7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止**
リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
- 8. 製品間の相違について**
型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違えば、フラッシュメモリ、レイアウトパターンなどの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。

7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものとしたします。
13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。