

RL78/L1A

R01AN3510JJ0100

Rev.1.00

2017.5.31

12 ビット A/D コンバータ

(シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ) CC-RL

要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/L1A の 12 ビット A/D コンバータ (シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ) を使用して、アナログ電圧を A/D 変換するための方法について説明します。

本アプリケーションノートでは、アナログ電圧の 1 回変換に加え、平均モードを使用し、A/D 変換の平均値を内蔵 RAM に格納します。

対象デバイス

RL78/L1A

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

目次

1. 仕様	3
2. 動作確認条件	4
3. ハードウェア説明	5
3.1 ハードウェア構成例	5
3.2 使用端子一覧	5
4. ソフトウェア説明	6
4.1 動作概要	6
4.2 オプション・バイトの設定一覧	7
4.3 変数一覧	7
4.4 関数一覧	8
4.5 関数仕様	8
4.6 フローチャート	9
4.6.1 初期設定関数	9
4.6.2 システム関数	10
4.6.3 CPU クロックの設定	11
4.6.4 A/D コンバータの設定	12
4.6.5 メイン初期設定	19
4.6.6 A/D 変換開始	20
4.6.7 A/D 変換結果を RAM へ格納	21
5. サンプルコード	22
6. 参考ドキュメント	22

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、12ビット A/D コンバータのシングルスキャンモード、ソフトウェアトリガの使用例を示しています。12ビット A/D コンバータをシングルスキャンモードに設定し、P101/ANI00 端と P106/ANI03 端子のアナログ信号入力レベルをデジタル値に変換します。また、ANI00 は1回変換の結果を、ANI03 は4回変換の平均値を内蔵 RAM に格納します。

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に A/D コンバータの変換動作を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
12ビット A/D コンバータ	P101/ANI00, P106/ANI03 端子のアナログ信号入力レベルを変換する

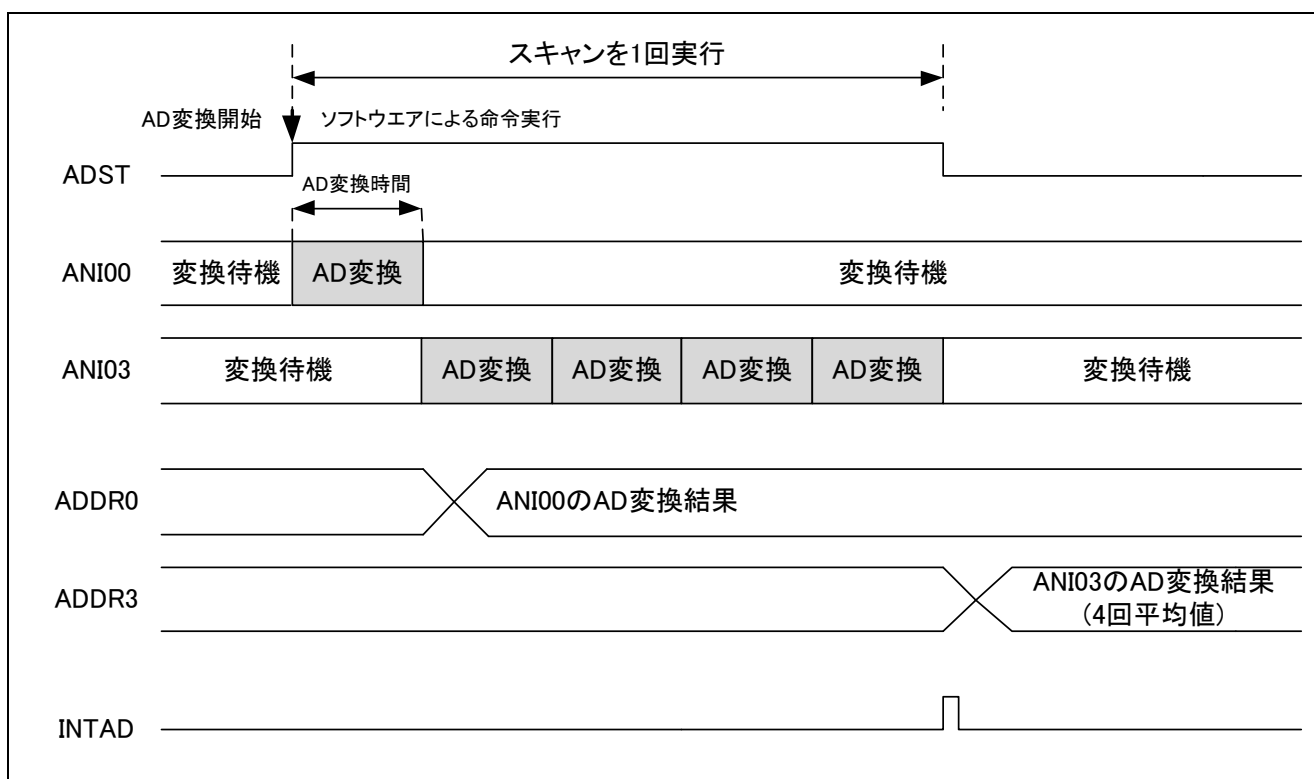


図 1.1 A/D コンバータの変換概要

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/L1A (R5F11MPG)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none">● 高速オンチップオシレータ (HOCO) クロック : 24MHz● CPU/周辺ハードウェア・クロック : 24MHz
動作電圧	3.3V (1.8V~3.6V で動作可能) LVD 動作 (V _{LVD}) : リセット・モード 3.13V+/- 0.07V
統合開発環境(CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V5.00.00
統合開発環境(e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e2studio 5.3
C コンパイラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.04.00

3. ハードウェア説明

3.1 ハードウェア構成例

図 3.1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成例を示します。

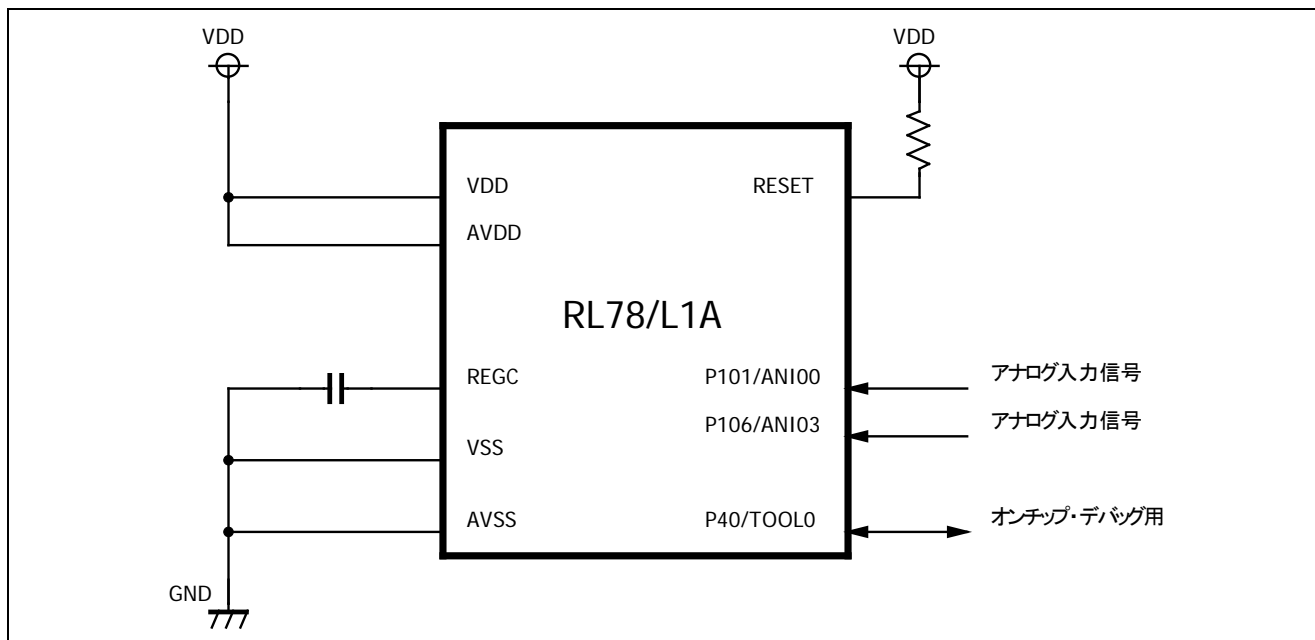


図 3.1 ハードウェア構成

注意 1 この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい）。

2 VDD は LVD にて設定したリセット解除電圧 (V_{LVI}) 以上にしてください。

3.2 使用端子一覧

表 3.1 に使用端子と機能を示します。

表 3.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P101/ANI00	入力	A/D コンバータ アナログ入力ポート
P106/ANI03	入力	A/D コンバータ アナログ入力ポート

4. ソフトウェア説明

4.1 動作概要

本サンプルコードでは、A/D コンバータのシングルスキャンモード、ソフトウェアトリガを使用し、ANI00、ANI03に入力されたアナログ電圧を A/D 変換します。変換結果はそれぞれの A/D データレジスタへ格納されます。

(1)A/D コンバータの初期設定を行います。

<設定条件>

A/D 変換チャンネルは ANI00 と ANI03 を使用します。

A/D 変換動作は通常変換動作を使用します。

スキャンモードはシングルスキャンモードを使用します。

A/D 変換開始トリガはソフトウェアトリガを使用します。

A/D 変換値平均モード、4回変換(3回加算)を使用します。

A/D 変換完了割り込み (INTAD) を使用します。

(2)ADCSR レジスタの ADST ビットに“1” (A/D 変換開始)を設定して A/D 変換を開始し、HALT 命令を実行して HALT モードに入り、A/D 変換完了割り込みを待ちます。

(3)A/D コンバータは、ANI0 から入力された電圧の A/D 変換が終了すると、A/D 変換結果を ADDR0 レジスタに転送し、続けて ANI03 から入力された電圧の A/D 変換 4 回、平均が終了すると A/D 変換完了割り込みを発生します。結果は ADDR3 レジスタに格納されます。

(4)A/D 変換完了割り込みで HALT モードが解除されると、A/D 変換結果を ADDR0,ADDR3 レジスタから読み出して RAM に格納します。

4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 4.1 にオプション・バイトの設定を示します。

表 4.1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	01101110B	ウォッチドッグ・タイマ 動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	01010011B	LVD リセット・モード 3.13V +/- 0.07V
000C2H/010C2H	11101000B	HS モード、HOCO : 24MHz
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

4.3 変数一覧

表 4.2 にグローバル変数を示します。

表 4.2 グローバル変数

Type	Variable Name	Contents	Function Used
unsigned short	result_buffer_00	ANI00 の A/D 変換結果格納用エリア	main()
unsigned short	result_buffer_03	ANI03 の変換・平均結果格納用エリア	main()

4.4 関数一覧

表 4.3 に関数を示します。

表 4.3 関数

関数名	概要
R_12ADC_Start	A/D 変換開始
R_12ADC_Get_ValueResult	A/D 変換結果取得

4.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] R_12ADC_Start

概要	A/D 変換開始
ヘッダ	r_cg_12adc.h
宣言	void R_12ADC_Start(void)
説明	A/D 変換完了割り込みを許可し、A/D 変換動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_12ADC_Get_ValueResult

概要	A/D 変換結果取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h
宣言	void R_12ADC_Get_ValueResult(ad_channel_t channel, uint16_t * const buffer)
説明	A/D 変換結果を読み出します。
引数	I : ad_channel_t channel チャンネル番号 O : uint16_t * const buffer; 読み出した A/D 変換結果を格納する領域へのポインタ
リターン値	MD_OK 正常終了 MD_ARGERROR 引数の指定が不正
備考	なし

4.6 フローチャート

図 4.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

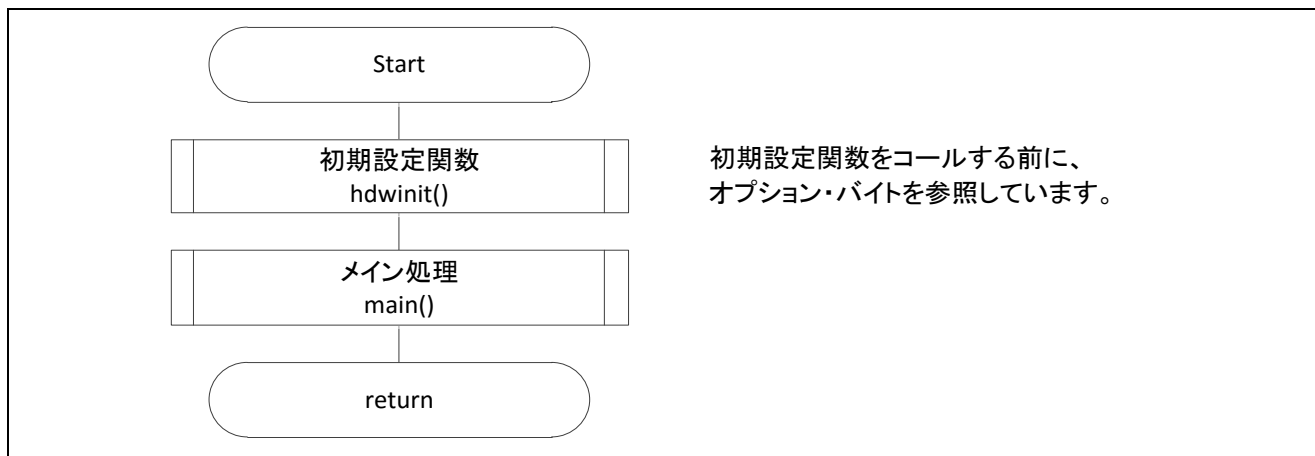


図 4.1 全体フロー

注 初期設定関数の前後でスタートアップ・ルーティンが実行されます。

4.6.1 初期設定関数

図 4.2 に初期設定関数のフローチャートを示します。

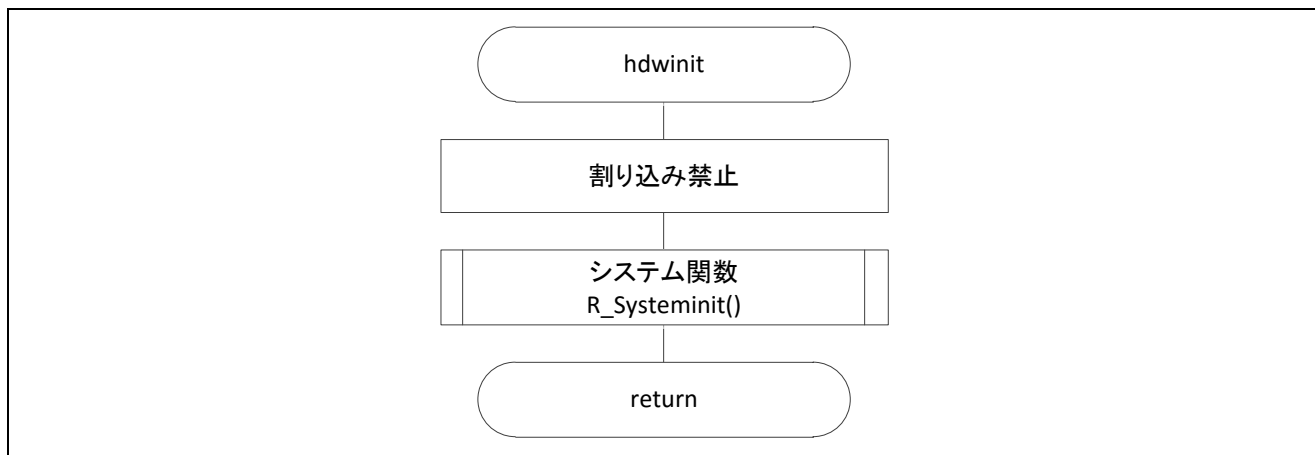


図 4.2 初期設定関数

4.6.2 システム関数

図 4.3 にシステム関数のフローチャートを示します。

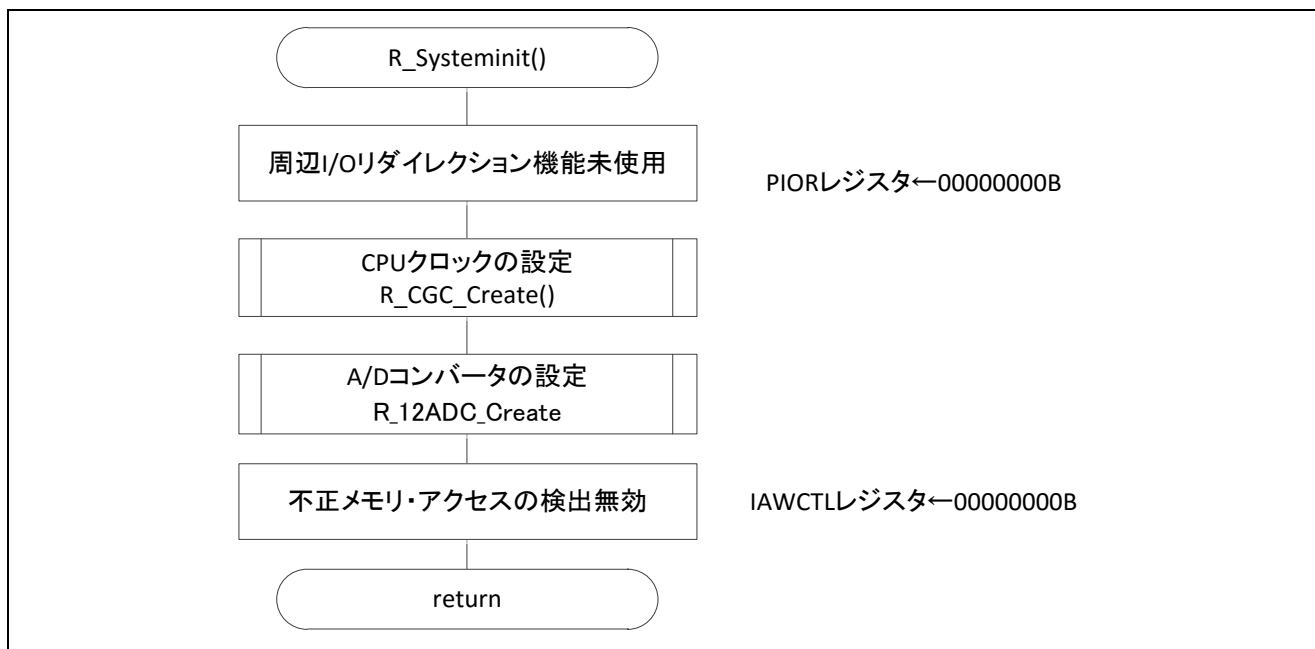


図 4.3 システム関数

4.6.3 CPU クロックの設定

図 4.4 に CPU クロックの設定のフローチャートを示します。

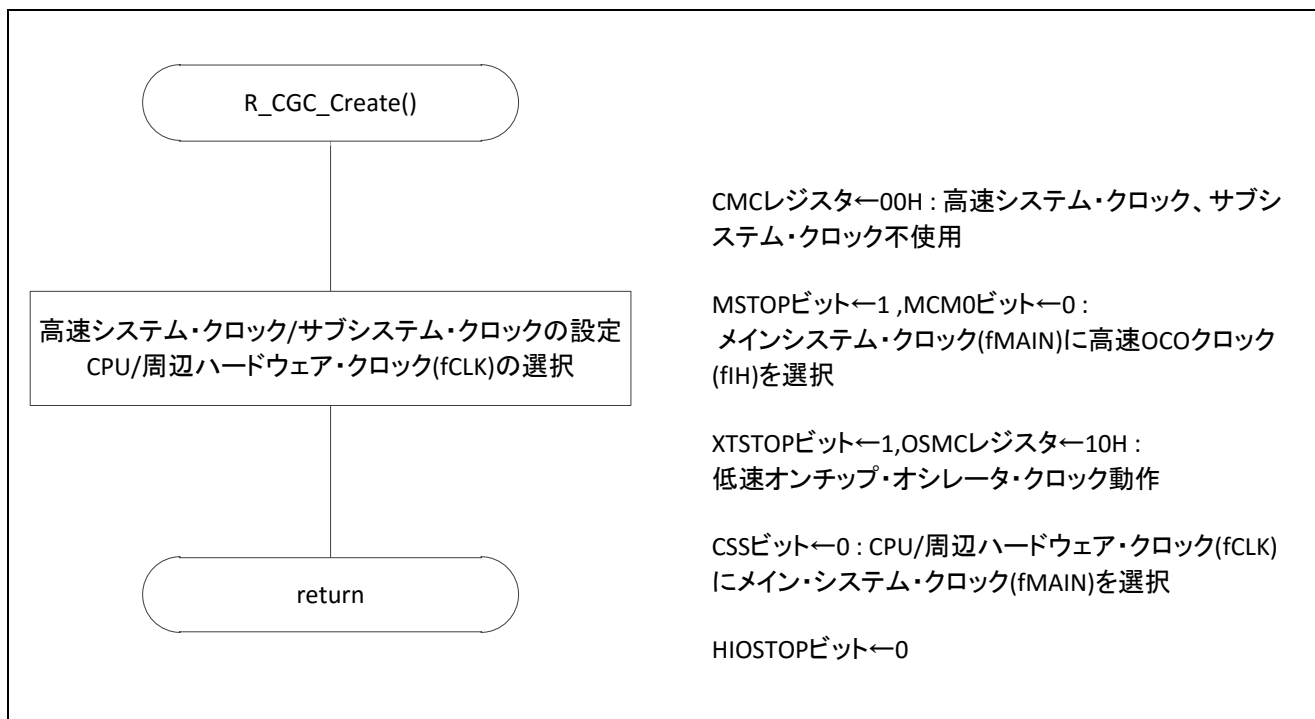


図 4.4 CPU クロックの設定

4.6.4 A/D コンバータの設定

図 4.5 に A/D コンバータの設定のフローチャートを示します。



図 4.5 A/D コンバータの設定

RL78/L1A 12ビット A/D コンバータ（シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ） CC-RL

A/D コンバータ回路へクロック供給

・周辺イネーブルレジスタ 0(PER0)

A/D コンバータへのクロック供給を制御します

略号	7	6	5	4	3	2	1	0
PER0	RTCWEN	0	ADCEN	IICA0EN	SAU1EN	SAU0EN	0	TAU0EN
	×	0	1	×	×	×	0	×

× : Don't care

ビット5

ADCEN	A/Dコンバータの入カクロック供給の制御
0	入カクロック供給停止 ・ A/Dコンバータで使用するSFRへのライト不可 ・ A/Dコンバータはリセット状態
1	入カクロック供給 ・ A/Dコンバータで使用するSFRへのリード/ライト可

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/L1A ユーザーズ・マニュアル ハードウェア編を参照してください。

RL78/L1A 12ビット A/D コンバータ（シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ） CC-RL

動作モードの設定

・A/D コントロールレジスタ(ADCSR)

アドレス : F0600h リセット時 : 0000 h R/W

略号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADCSR	ADST	ADCS	ADIE	0		TRGE	EXTRG	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	00	1	0		0	×	0	0	0	0	0	0	0	0	0

× : Don't care

ビット14, 13

ADCS	スキャンモード選択ビット
00	シングルスキャンモード
01	設定禁止
10	連続スキャンモード
11	設定禁止

ビット 12

ADIE	スキャン終了割り込み許可ビット
0	スキャン終了後のINTADS12ADI割り込み発生禁止
1	スキャン終了後のINTADS12ADI割り込み発生許可

ビット 10

ADHSC	A/D変換動作選択ビット
0	高速変換動作
1	通常変換動作

動作モードの設定

・A/D チャンネル選択レジスタ A0(ADANSA0)

略号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADANSA0	0	ANSA0														
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

× : Don't care

ビット14-0

ANSA0[14:0]	A/D変換チャンネル選択ビット
0	ANI00~ANI14を変換対象から外す
1	ANI00~ANI14を変換対象とする

・A/D 変換値加算/平均機能チャンネル選択レジスタ 0(ADADSO)

略号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADADSO	0	ADSO														
	0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	1	×	×

× : Don't care

ビット14-0

ADSO[14:0]	A/D変換値加算/平均チャンネル選択ビット
0	ANI00~ANI14のA/D変換値加算/平均モード非選択
1	ANI00~ANI14のA/D変換値加算/平均モード選択

・A/D 変換値加算/平均回数選択レジスタ(ADADC)

略号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADADC	AVEE	0	0	0	0	ADC		
	1	0	0	0	0	0	1	1

× : Don't care

RL78/L1A 12ビット A/D コンバータ（シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ）
CC-RL

ビット7

AVEE	平均モードイネーブルビット
0	加算モードを選択
1	平均モードを選択

ビット2-0

ADC	加算回数選択ビット
000	1回変換（加算なし。通常変換と同じ）
001	2回変換（1回加算を行う）
010	3回変換（2回加算を行う）
011	4回変換（3回加算を行う）
101	16回変換（15回加算を行う）
上記以外	設定禁止

・ A/D 高電位/低電位基準電圧コントロールレジスタ (ADHVREFCNT)

略号	<input type="text" value="7"/>	6	5	4	3	2	1	0
ADHVREFCNT	ADSLP	0	0	LVSEL	0	0	HVSEL [1:0]	
	1	0	0	0	0	0	0	0

ビット7

ADSLP	スリープビット
0	通常動作
1	スタンバイ状態

ビット4

LVSEL	低電位側基準電圧選択ビット
0	低電位側基準電圧にAV_{SS}を選択
1	低電位側基準電圧にAVREFMを選択

RL78/L1A 12ビット A/D コンバータ（シングルスキャンモード、ソフトウェアトリガ） CC-RL

ビット1,0

HVSEL[1:0]	高電位側基準電圧選択ビット
00	高電位側基準電圧にAV _{DD} を選択
01	高電位側基準電圧にAVREFPまたはVREFOUTを選択 [※]
10	高電位側基準電圧にVBGRを選択
11	内部基準電圧源をディスチャージする（高電位側基準電圧は選択されない）

4.6.5 メイン処理

図 4.7 にメイン処理のフローチャートを示します。

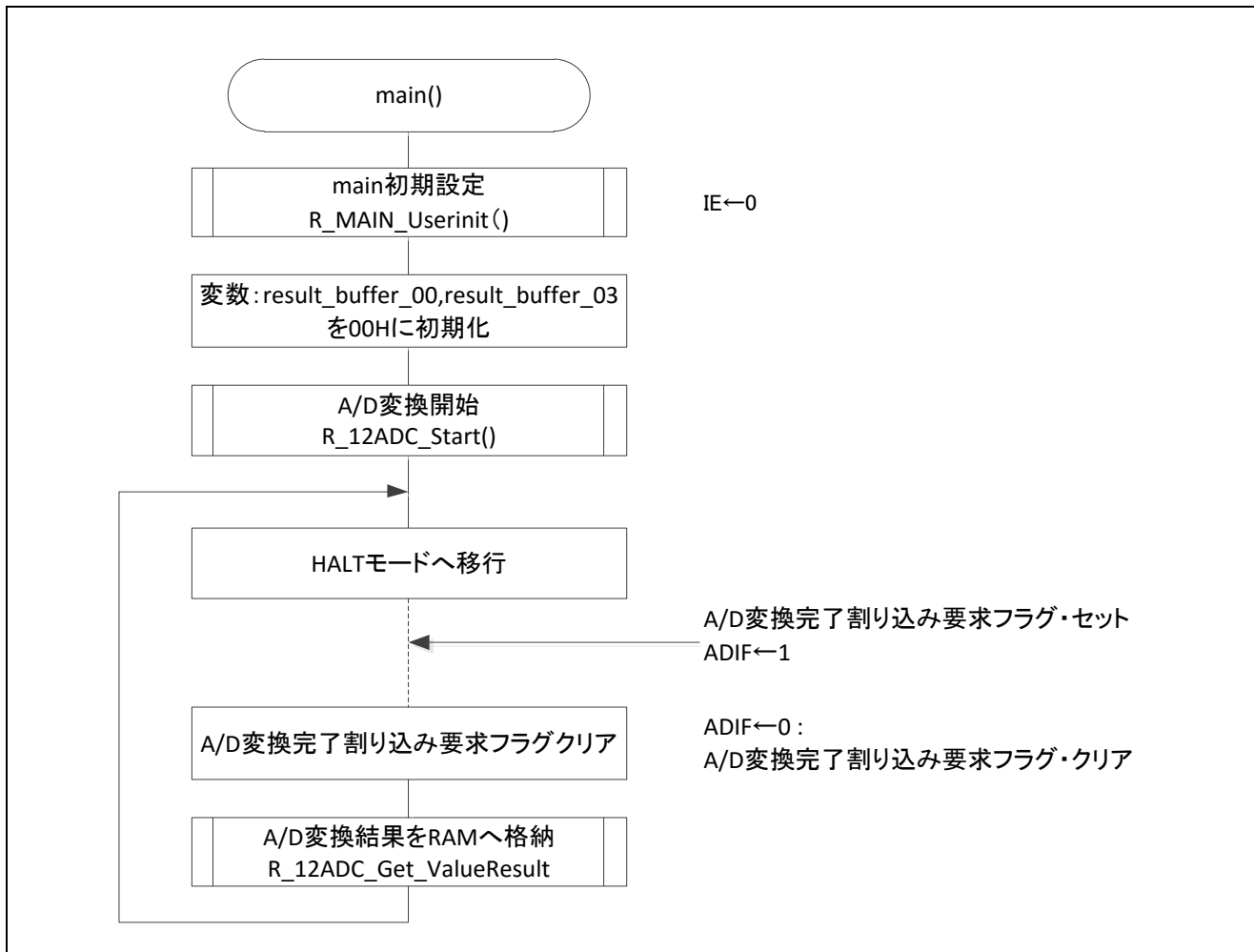


図 4.6 メイン処理

4.6.5 メイン初期設定

図 4.8 にメイン初期設定のフローチャートを示します。

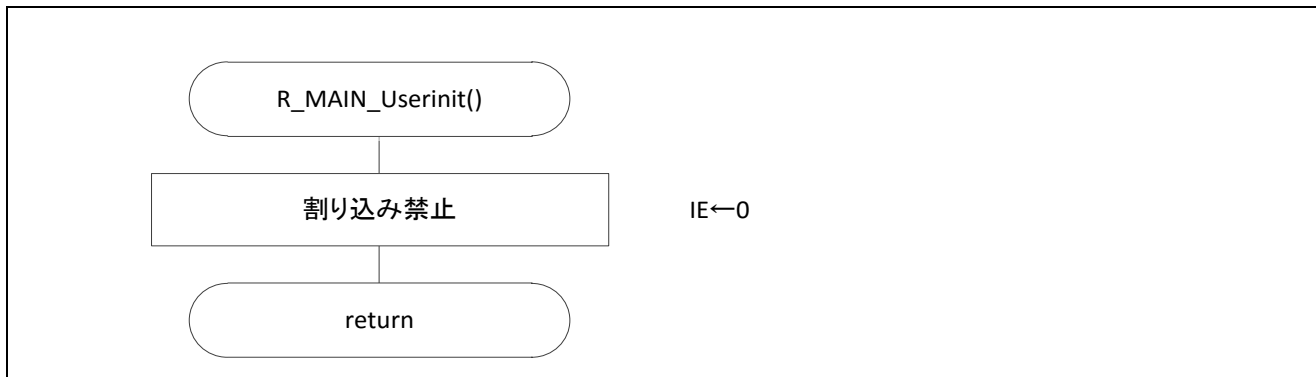


図 4.7 メイン初期設定

4.6.6 A/D 変換開始

図 4.9 に A/D 変換開始のフローチャートを示します。

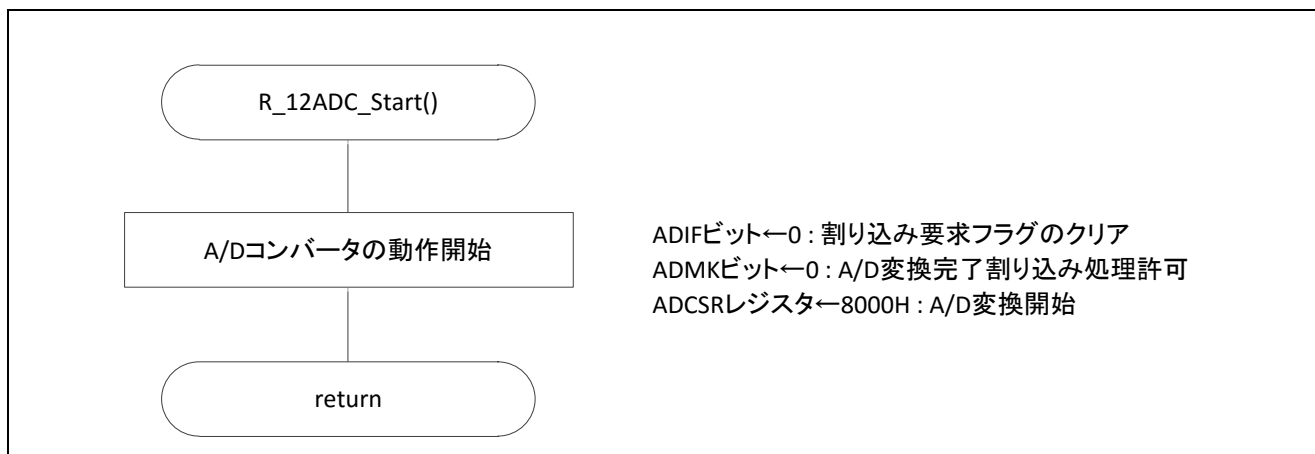


図 4.8 A/D 変換開始

変換開始動作

・A/D コントロールレジスタ(ADCSR)

略号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ADCSR	ADST	ADCS		ADIE	0		TRGE	EXTRG	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット15

ADST	A/D変換スタートビット
0	A/D変換停止
1	A/D変換開始

4.6.7 A/D 変換結果を RAM へ格納

図 4.10 に A/D 変換結果を RAM へ格納のフローチャートを示します。

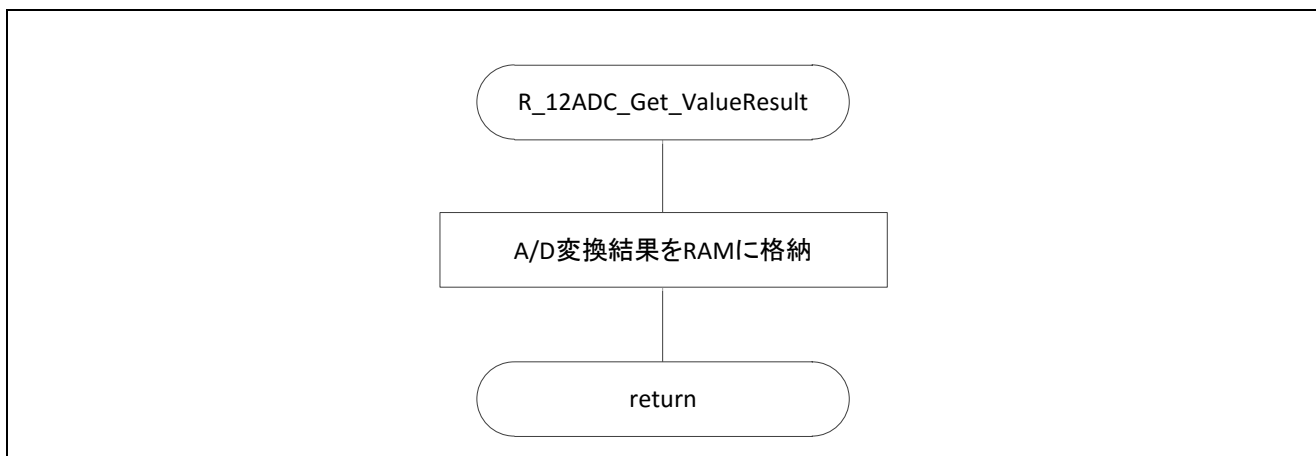


図 4.9 A/D 変換結果を RAM へ格納

5. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

6. 参考ドキュメント

RL78/L1A ユーザーズ・マニュアル ハードウェア編 (R01UH0636J)

RL78 ファミリー ユーザーズ・マニュアル ソフトウェア編 (R01US0015J)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/contact>

改訂記録	<p style="text-align: center;">RL78/L1A 12ビット A/D コンバータ（シングルスキャンモード、ソフトウェア・トリガ） CC-RL</p>
------	---

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2017.02.28	—	初版発行

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。

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. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

4. クロックについて

【注意】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。

5. 製品間の相違について

【注意】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っていると、内部ROM、レイアウトパターンの相違などにより、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。お客様の機器・システムの設計において、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には、お客様の責任において行ってください。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まれます。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、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、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、その他の不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製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。
5. 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）、交通管制（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、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、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できません。たとえ、意図し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。
6. 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。
7. 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。
8. 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て、当社は、一切その責任を負いません。
9. 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。また、当社製品および技術を、(1)核兵器、化学兵器、生物兵器等の大量破壊兵器およびこれらを運搬することができるミサイル（無人航空機を含みます。）の開発、設計、製造、使用もしくは貯蔵等の目的、(2)通常兵器の開発、設計、製造または使用の目的、または(3)その他の国際的な平和および安全の維持の妨げとなる目的で、自ら使用せず、かつ、第三者に使用、販売、譲渡、輸出、賃貸もしくは使用許諾しないでください。
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。
10. お客様の転売、貸与等により、本書（本ご注意書きを含みます。）記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は一切その責任を負わず、お客様にかかる使用に基づく当社への請求につき当社を免責いただきます。
11. 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。
12. 本資料に記載された情報または当社製品に関し、ご不明点がある場合には、当社営業にお問い合わせください。
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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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.3.0-1 2016.11)



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>