

M4G グループ(1)
アプリケーションノート
12 ビットアナログデジタルコンバータ
(ADC-C)

概要

このアプリケーションノートは、M4G グループ(1)を使用して 12 ビットアナログデジタルコンバータ (ADC)の機能を用いる製品を開発する際、参考となる資料です。動作確認用またはプログラム開発の参考用にご利用願います。

対象サンプルプログラム : ADC_UART_M4G9

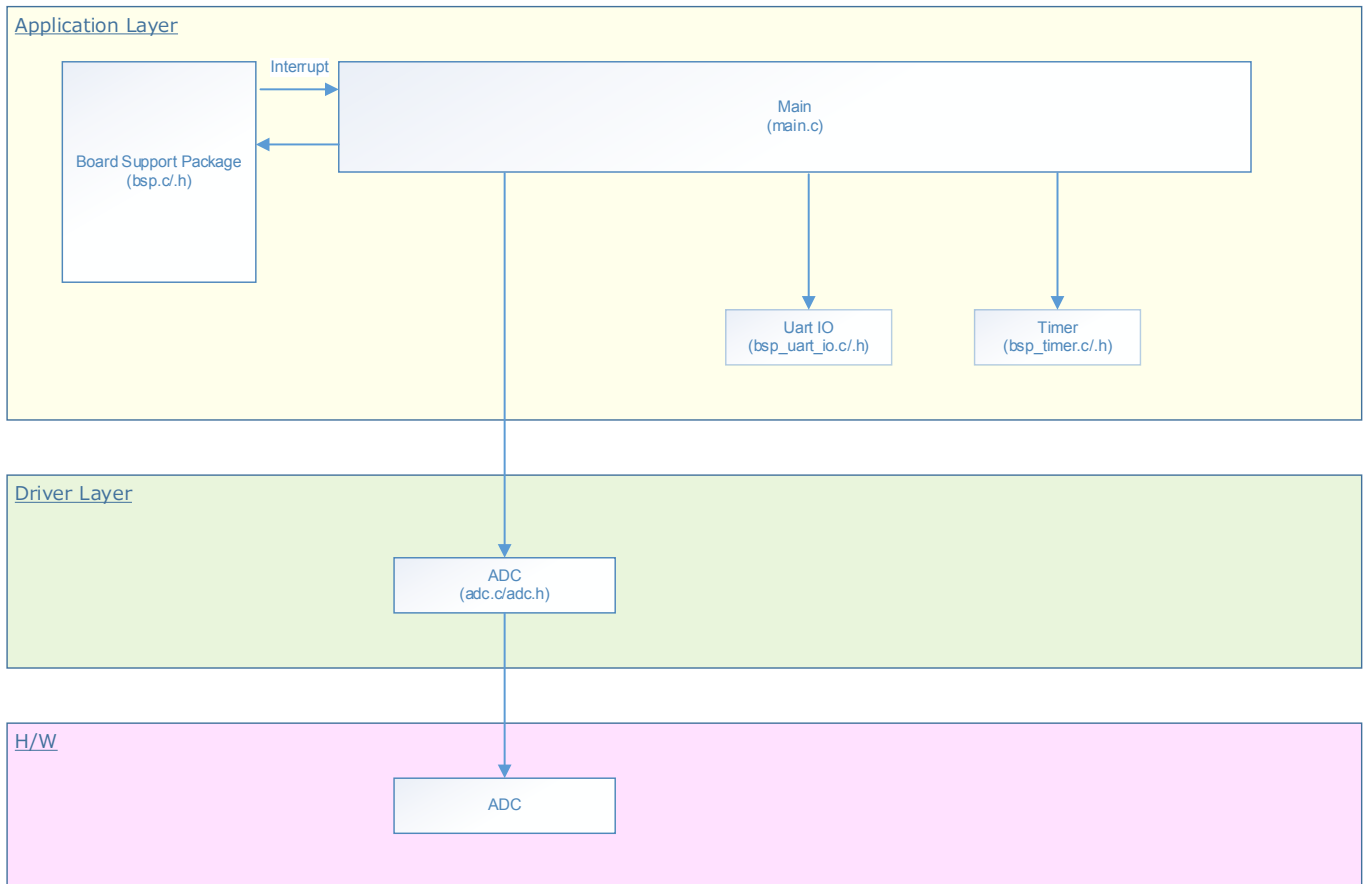
目次

概要	1
目次	2
1. はじめに.....	3
2. 関連するドキュメント.....	4
3. 使用する機能.....	4
4. 対象製品.....	4
5. 動作確認条件.....	5
6. 評価ボード設定方法	6
7. 評価ボード操作方法	6
8. ADC 機能概要	7
9. サンプルプログラム	8
9.1. 初期化動作	8
9.2. サンプルプログラムメイン動作	8
9.3. ADC の AIN チャンネルの設定方法	8
9.4. インタバル時間、ポーリング時間の設定方法.....	8
9.5. サンプルプログラム出力例.....	9
9.5.1. ターミナルソフト設定方法	9
9.6. サンプルプログラム動作フロー	10
10. ご使用上の注意事項	18
11. 変更履歴.....	18
製品取り扱い上のお願い.....	19

1. はじめに

本サンプルプログラムは、サーミスタの出力電圧を ADC で測定し、CPU で温度換算してターミナルソフトに表示します。また、アナログ入力される電圧値を ADC で変換しデジタル値を表示します。

サンプルプログラムの構成図



2. 関連するドキュメント

- データシート
 - TMPM4G グループ(1)データシート Rev1.0
- リファレンスマニュアル
 - 12ビットアナログデジタルコンバータ (ADC-C) Rev1.0
 - 非同期シリアル通信回路 (UART-C) Rev3.0
 - 入出力ポート (PORT-M4G(1)) Rev1.0
 - 32ビットタイマイイベントカウンタ (T32A-B) Rev2.1
- アプリケーションノート
 - M4G グループ(1)アプリケーションノート Startup(CMSIS System &Clock Configuration) Rev1.0
- 参考資料
 - TMPM4G (1) Group Peripheral Driver User Manual (Doxygen)

3. 使用する機能

IP	チャンネル	ポート	機能/動作モード
非同期シリアル通信回路	ch0	PE2(UT0RXD) PE3(UT0TXDA)	UART モード
12ビットアナログデジタルコンバータ	ch1 (注)	PP0(AINA08)	AD 変換 (連続変換動作モード)
	ch0 (注)	PR0(AINA16)	
入出力ポート	-	PV1(Input Port)	入力
32ビットタイマイイベントカウンタ	ch0	-	インタバルタイマ

(注) ADC チャンネルはサンプルプログラムで定義しているチャンネルです。

4. 対象製品

本アプリケーションノートの対象製品は以下となります。

TMPM4G9F15FG	TMPM4G9F10FG	TMPM4G9FEFG	TMPM4G9DFDG
TMPM4G9F15XBG	TMPM4G9F10XBG	TMPM4G9FEXBG	TMPM4G9FDXBG
TMPM4G8F15FG	TMPM4G8F10FG	TMPM4G8FEFG	TMPM4G8DFDG
TMPM4G8F15XBG	TMPM4G8F10XBG	TMPM4G8FEXBG	TMPM4G8FDXBG
	TMPM4G7F10FG	TMPM4G7FEFG	TMPM4G7DFDG
	TMPM4G6F10FG	TMPM4G6FEFG	TMPM4G6DFDG

*サンプルプログラムは、TMPM4G9F15FG の評価ボードで動作するように準備されています。

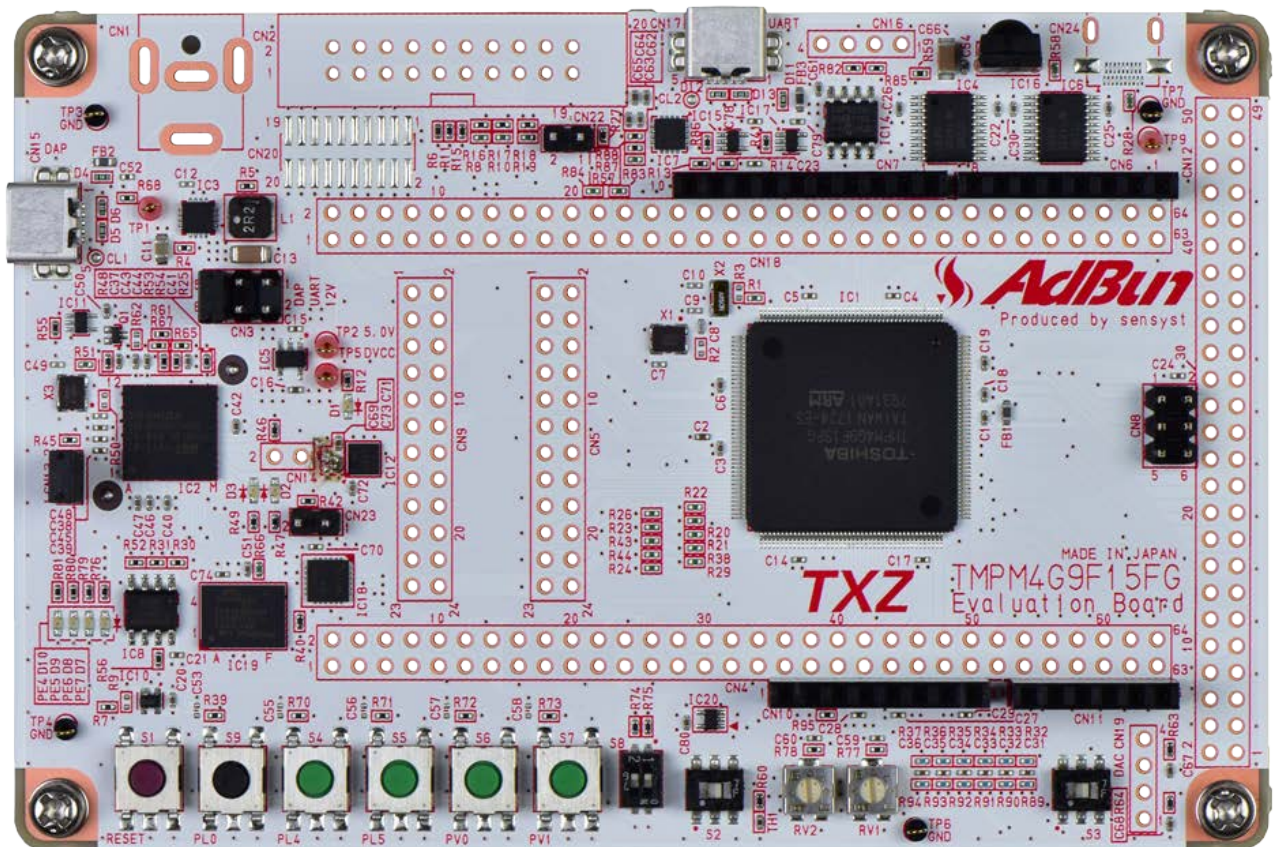
TMPM4G9F15 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (C startup ファイル、I/O ヘッダファイル) を変更する必要があります。

BSP 関連ファイルは評価ボード専用 (TMPM4G9F15) ファイルなので、TMPM4G9F15 以外の動作確認をする場合は、BSP 関連ファイルを変更する必要があります。

5. 動作確認条件

使用マイコン	TMPM4G9F15FG
使用ボード	TMPM4G9F15FG Evaluation Board (株) センシスト製)
統合開発環境	IAR Embedded Workbench for ARM 8.11.2.13606
統合開発環境	μVision MDK Version 5.24.2.0
ターミナルソフト	Tera Term V4.96
サンプルプログラム	V1000

評価ボード (TMPM4G9F15FG Evaluation Board) 外観図



評価ボードは下記サイトより入手できます。 (<http://www.sensyst.co.jp/>)

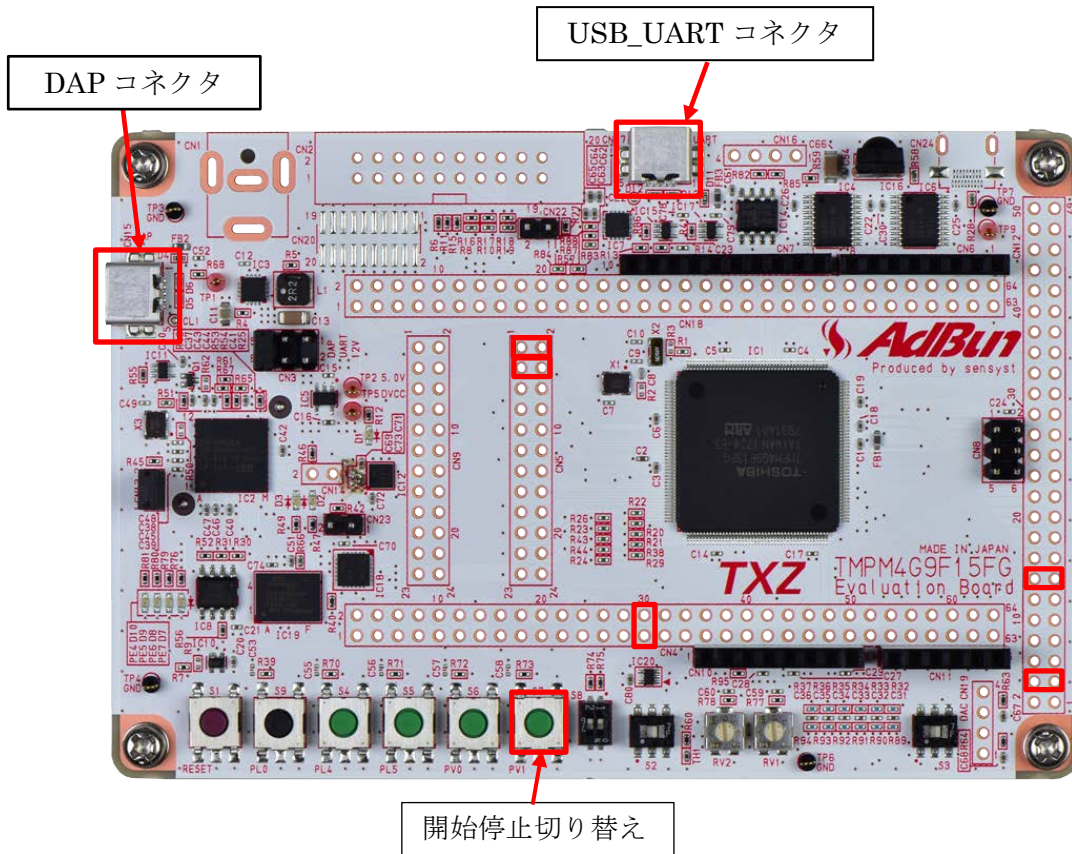
6. 評価ボード設定方法

以下のスルーホール No.を結線します

CN4		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
モード切り替え	29 : ISD_SW1	30 : PV1

CN5		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
USB UART 変換	1 : USB_UT_RX	2 : PE2
USB UART 変換	3 : USB_UT_TX	4 : PE3

CN12		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
可変抵抗	3 : AIN_VRO	4 : PP0
サーミスタ	13 : AIN_NTC	14 : PR0



7. 評価ボード操作方法

ターミナルソフトとの送受信用に、PC と USB_UART コネクタを接続します。
 ターミナルソフトに設定された時間ごとに、ADC が停止しているメッセージを表示します。
 プッシュスイッチ S7 を押下すると、ADC が動作を開始し、ターミナルソフトに AD 変換による出力を表示します。
 再度プッシュスイッチ S7 を押下すると ADC が動作を停止し、設定された時間ごとにターミナルソフトに ADC が停止しているメッセージを表示します。

8. ADC 機能概要

12 ビットアナログデジタルコンバータ(ADC)は、1 ユニット単位で複数チャンネルのアナログ入力(AINx0 ~ AINxn)を AD 変換することができます。以下に、機能の一覧を示します。

機能分類	機能	動作説明
AD 変換	変換分解能	12 ビット
	変換時間	AVDD3 =2.7~3.6[V] 時 : 1.0[μs] @ADCLK=60[MHz]
	変換結果の保存	24 本の変換結果格納レジスタがあります。
変換開始	最優先起動要因	<ul style="list-style-type: none"> ・最優先トリガ ・ソフトウェア(最優先変換動作) 起動要因は最大 24 回変換できる変換プログラムあり。(注 1)
	汎用起動要因	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用トリガ ・ソフトウェア(連続変換動作、単独変換動作) 起動要因は最大 24 回変換できる変換プログラムあり。(注 1)
変換状態	ステータスフラグ	<ul style="list-style-type: none"> ・AD 変換中フラグ ・トリガ別のプログラム実行中フラグ ・変換結果格納レジスタごとの変換結果格納フラグ ・変換結果格納レジスタごとの変換結果オーバランフラグ
割り込み	—	<ul style="list-style-type: none"> ・最優先プログラム AD 変換終了(INTADxHP) ・汎用トリガプログラム AD 変換終了(INTADxTRG) ・ソフトウェア単独変換プログラム AD 変換終了(INTADxSGL) ・ソフトウェア連続変換プログラム AD 変換終了(INTADxCNT) ・監視機能割り込み(INTADxCP0, INTADxCP1, INTADxCP2, INTADxCP3) (注 2)
変換結果の監視	AD 監視機能	<ul style="list-style-type: none"> ・4 チャンネルの AD 監視機能がチャンネルごとに設定可能 (注 2) ・監視対象(変換結果格納レジスタ)を選択可能 ・監視方法を比較レジスタより大きい小さいかを選択可能 ・検出回数の設定可能 ・連続方式と累積方式を選択可能

注 1) 変換プログラムとは、変換チャンネル、割り込み発生の有無を指定することが可能となる機能。プログラムは複数の変換設定を持ち、それぞれ起動要因/トリガで起動することができます。

注 2) AD 監視機能のチャンネル対応についてはリファレンスマニュアルの「製品個別情報」を参照してください。

9. サンプルプログラム

サーミスタの出力を AD 変換し、設定された時間毎にターミナルソフトに出力します。
可変抵抗による電圧値を ADC で変換して結果をターミナルソフトに表示します。
ADC はボタン押下によって、ADC 停止状態と AD 変換状態を切り替えます。停止中は ADC が停止していることをターミナルソフトに出力します。

9.1. 初期化動作

電源投入後は以下の初期化を実施します。
各クロック設定の初期化、ウォッチドックタイマの設定の初期化を実施します。

9.2. サンプルプログラムメイン動作

BSP の初期化を行います。
変数の初期化を行います。
ドライバの初期化を行います。
アプリケーションの初期化として、タイマの初期化、プッシュスイッチの初期化、USB_UART の初期化、サーミスタの初期化を行います。

タイマを開始します。
初期状態は ADC 停止状態であり、ADC が停止していることを設定された時間毎にターミナルソフトに出力します。
プッシュスイッチ S7 の押下を検出すると、ADC 停止状態から AD 変換状態に切り替わります。
AD 変換状態では ADC による変換結果を設定された時間毎にターミナルソフトに出力します。
サーミスタ入力は入力電圧を温度換算して表示します。
可変抵抗入力は入力電圧を Hex で表示します。

以後プッシュスイッチ S7 の押下を検出すると、ADC 停止状態と AD 変換状態を切り替えます。

9.3. ADC の AIN チャネルの設定方法

AIN チャネルは main.c のアプリケーション初期化の中で使用するチャネルの設定をしています。ADC 設定の構造体の adc_channel_setting_t の ain および、チャネル設定関数 adc_channel_setting の引数を変更することで、チャネルを変更できます。チャネルは 0 ~ 23 を設定できます。

9.4. インタバル時間、ポーリング時間の設定方法

main.c の CFG_OUTPUT_INTERVAL を変更することで、変換出力状態の出力表示インタバル時間を変更できます。

CFG_SW_POLLING_TIME を変更することで、スイッチのポーリング時間を変更できます。

9.5. サンプルプログラム出力例

サンプルプログラムを動作させると以下のとおり、ADC の出力結果または停止状態であることを表示します。

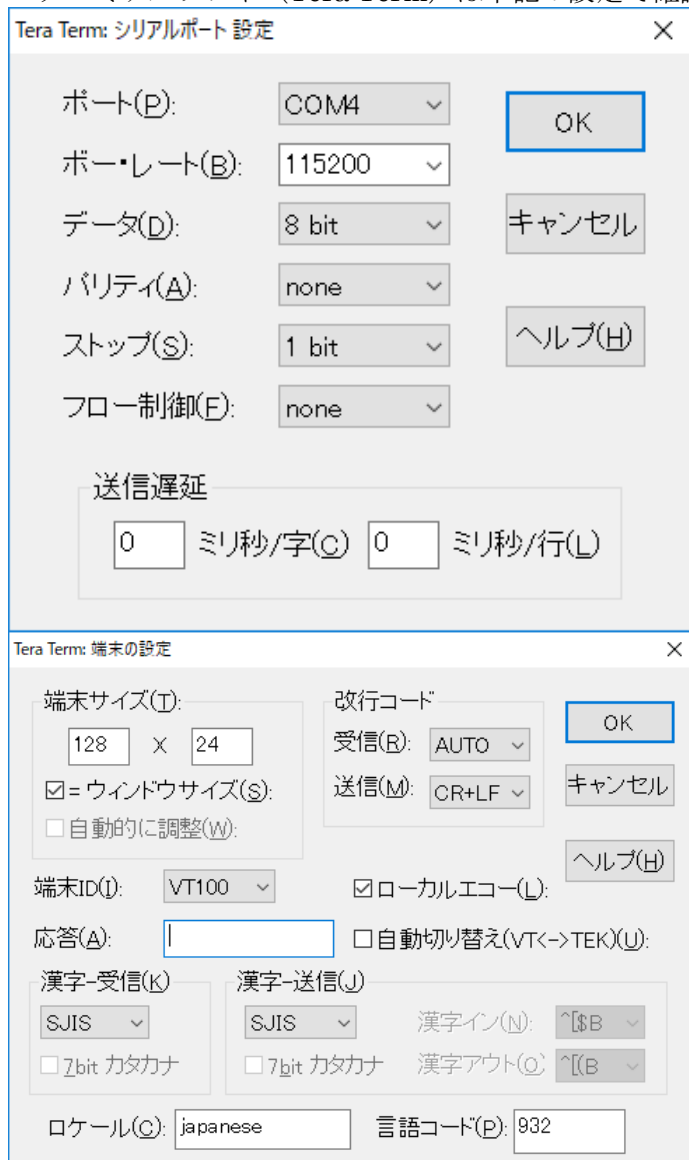
出力は定期的(デフォルトでは 5 秒毎)に表示されます。

```

COM4 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ADC Stop
ADC Stop
Temp:24degrees
Convert Result Value[VR1]:0x77d
Temp:24degrees
Convert Result Value[VR1]:0x77d
Temp:24degrees
Convert Result Value[VR1]:0x77d
ADC Stop
ADC Stop
ADC Stop
    
```

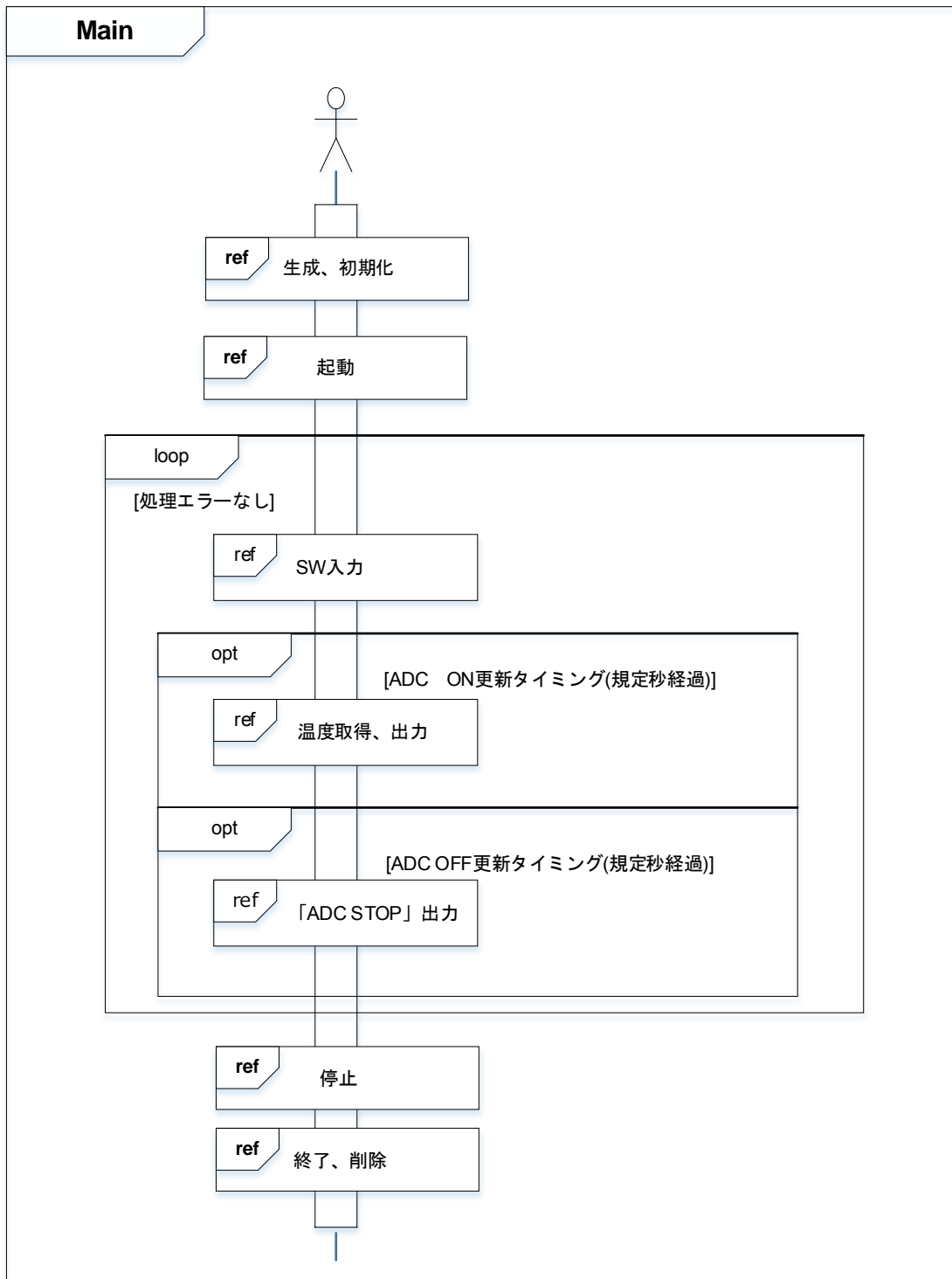
9.5.1. ターミナルソフト設定方法

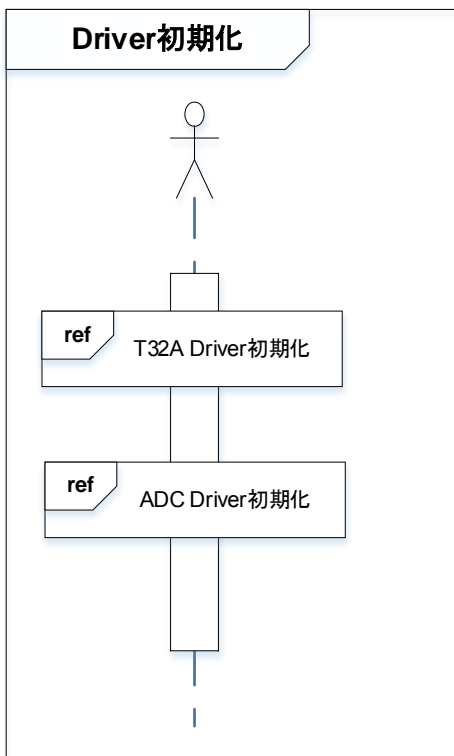
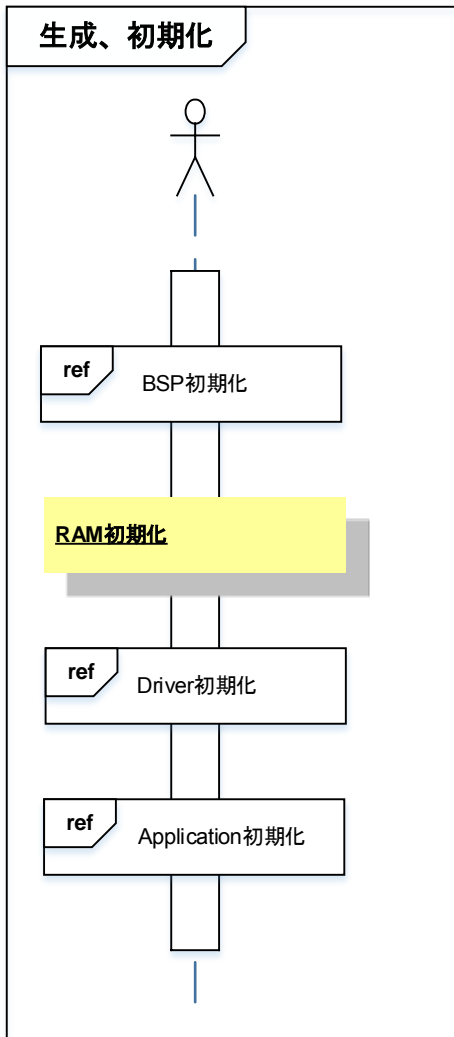
ターミナルソフト (Tera Term) は下記の設定で確認しています。

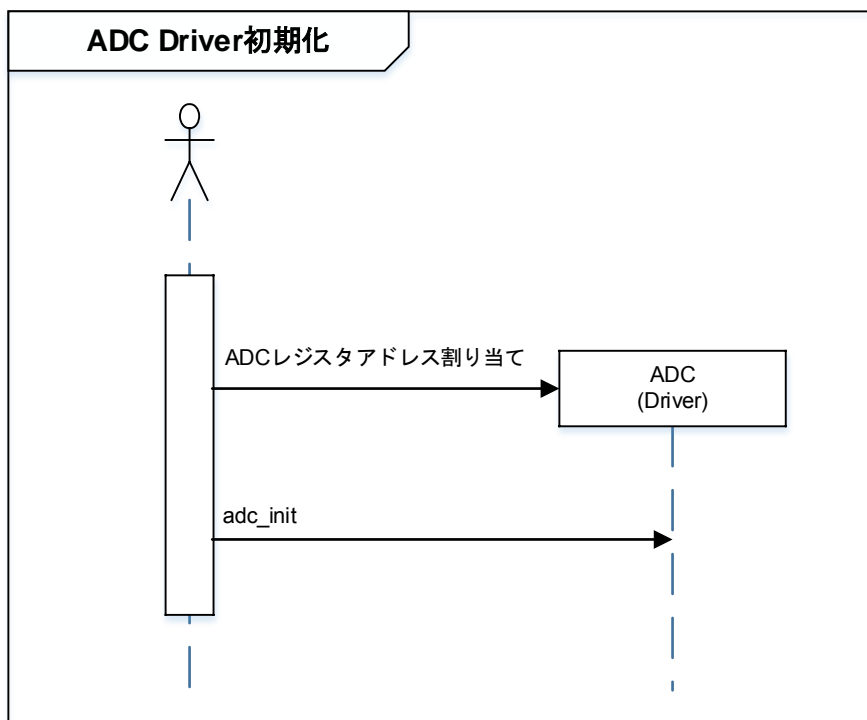
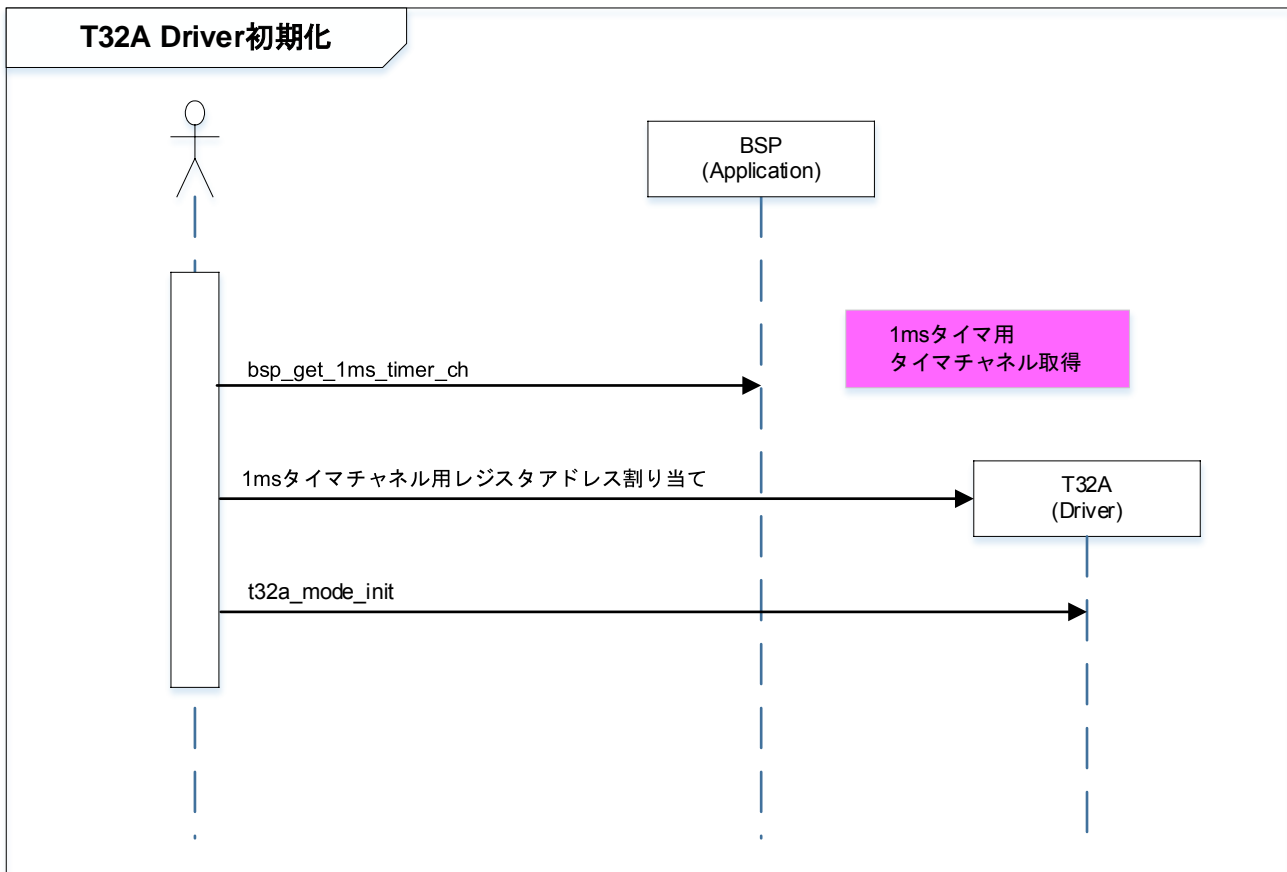


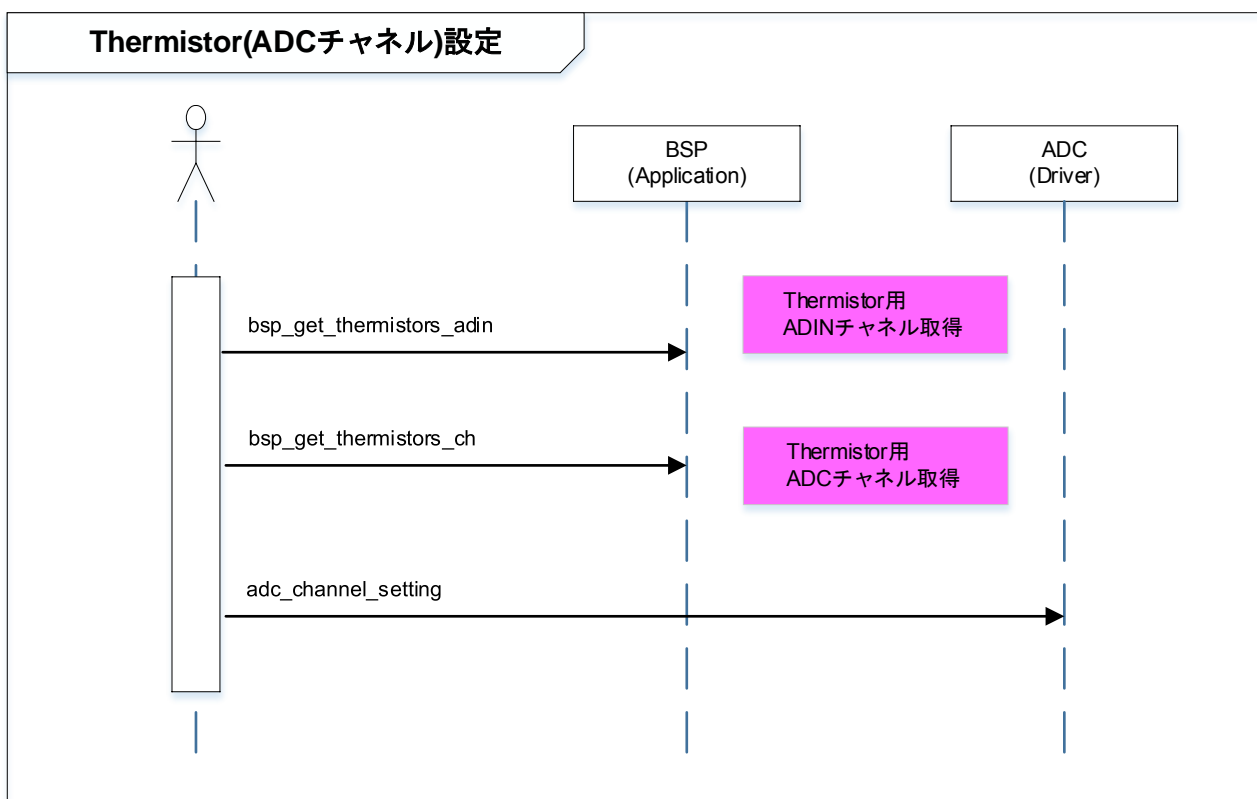
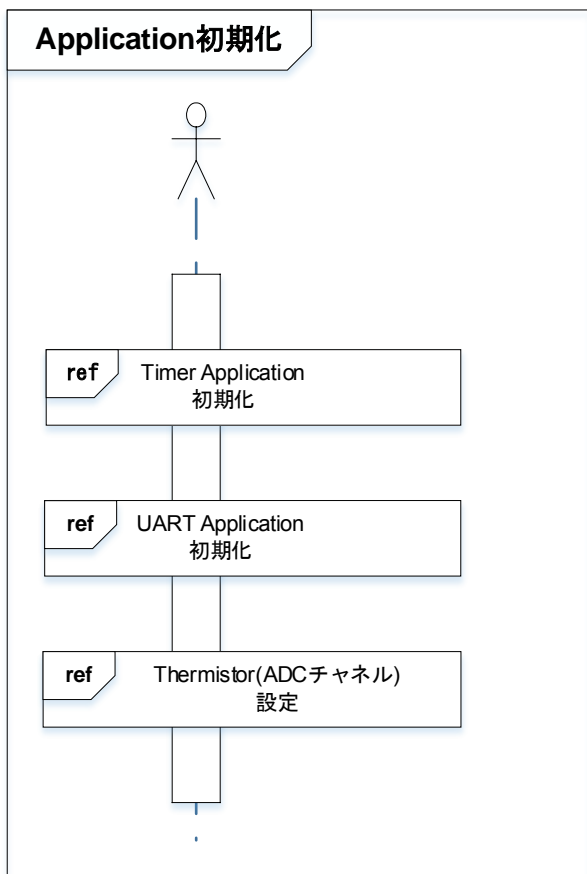
9.6. サンプルプログラム動作フロー

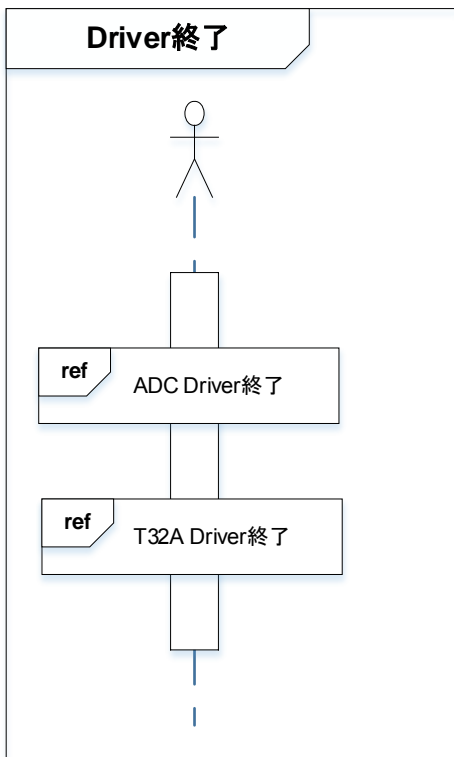
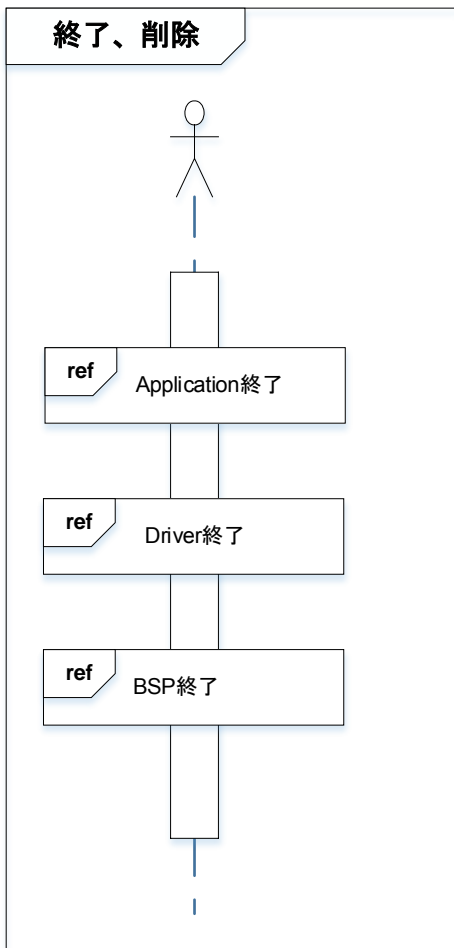
サンプルプログラムの基本的な動作フローを以下に示します。

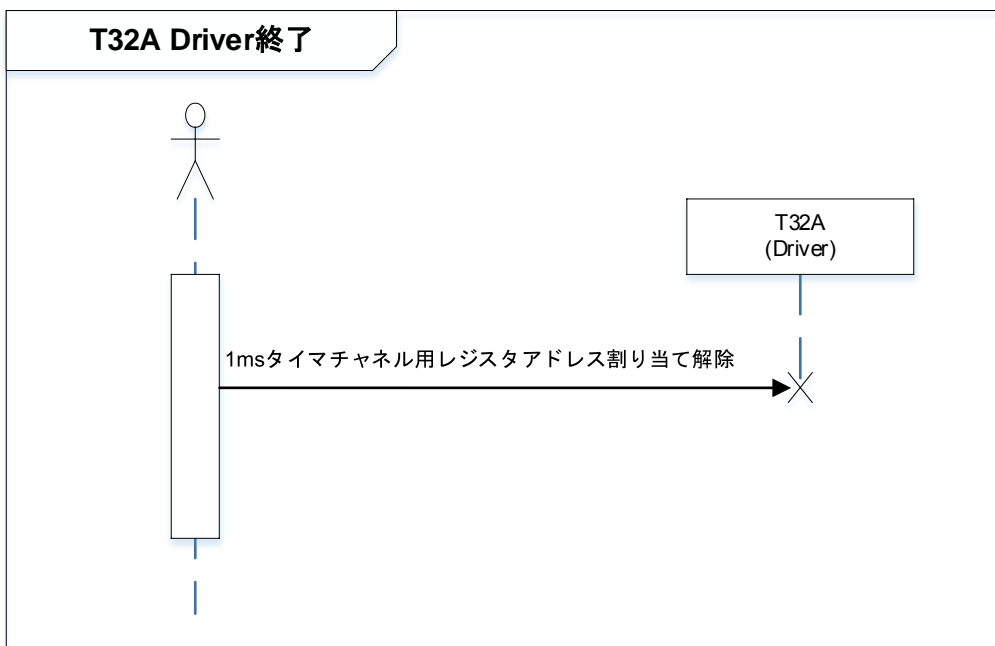
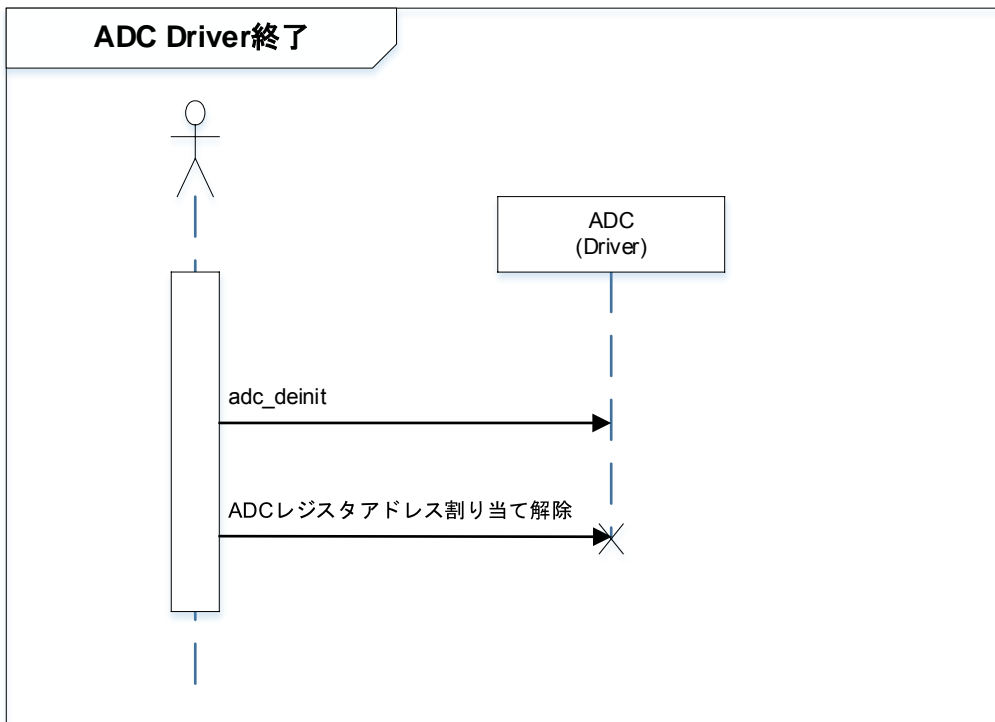


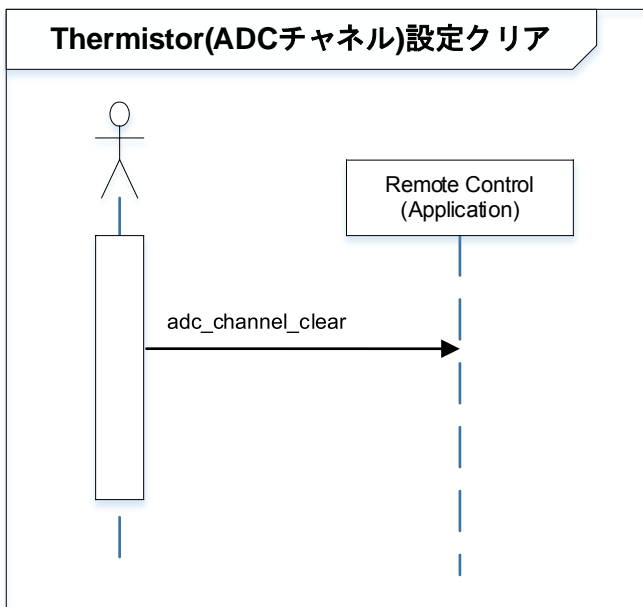
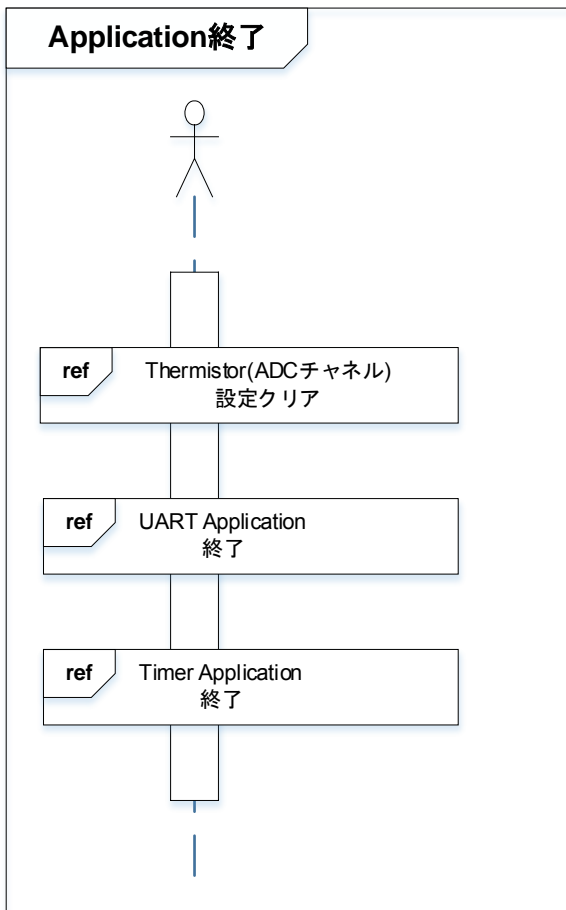


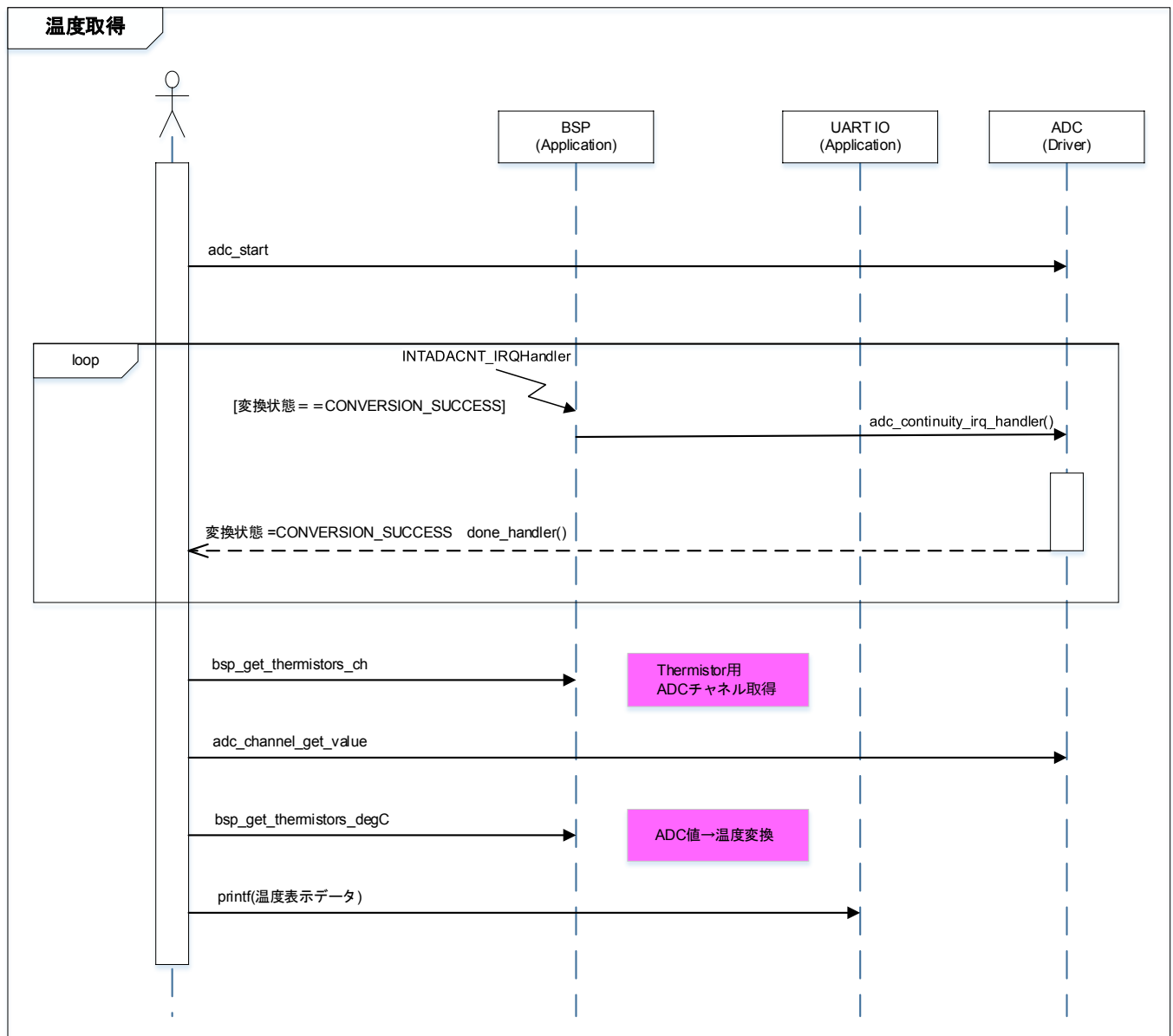












10. ご使用上の注意事項

TMPM4G9F15 以外で使用する場合は、十分に動作確認をお願い致します。

11. 変更履歴

Rev	日付	Page	変更履歴
1.0	2018-08-28	—	初版

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、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い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様が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、当社は一切の責任を負いかねます。