

**M4K 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ー**  
**(ADC-B)**

**概要**

このアプリケーションノートは、M4K 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ー (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\_VersionB\_UART

## 目次

概要 .....	1
目次 .....	2
1. はじめに.....	4
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. 動作確認環境.....	5
6. 評価ボード操作方法 .....	5
7. サンプルプログラム .....	6
7.1. サンプルプログラムの構成図 .....	6
7.2. Startup ルーチン .....	6
7.3. メイン動作 .....	6
7.4. ADC の AIN チャンネルの設定方法 .....	6
7.5. インターバル時間の設定方法 .....	7
7.6. ターミナルソフトの出力例.....	8
7.6.1. ターミナルソフトの設定例 .....	8
7.7. サンプルプログラム動作フロー .....	9
8. 使用上の留意点 .....	17
9. 改訂履歴.....	17
製品取り扱い上のお願ひ.....	18

Arm および Keil は、Arm Limited（またはその子会社）の米国およびその他の国における登録商標です。

この資料に記載されている社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

## 1. はじめに

ADC を用いて可変抵抗による電圧値の変換を行うサンプルプログラムです。  
ターミナルソフトと接続することで、変換後のデジタル値を表示確認することが可能です。

## 2. 関連するドキュメント

- データシート  
TMPM4K グループ(1) データシート Rev2.0
- 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-B) Rev2.0  
非同期シリアル通信回路 (UART-C) Rev3.0  
32ビットタイマイイベントカウンタ (T32A-B) Rev3.0
- アプリケーションノート  
M4K 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  
TMPM4KxA Group Peripheral Driver User Manual (Doxygen) V1.0.4.0

## 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	PK0 (UT0RXD) PK1 (UT0TXDA)	UART モード
12ビットアナログデジタルコンバータ	ch14 (注)	PE4 (AINA14)	AD 変換 (単独変換動作モード)
	ch15 (注)	PE5 (AINA15)	
32ビットタイマイイベントカウンタ	ch0	—	インターバルタイマー

(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。

TMPM4K4FYAUG	TMPM4K4FWAUG	TMPM4K4FUAUG	TMPM4K4FSAUG
TMPM4K4FYAFG	TMPM4K4FWAFG	TMPM4K4FUAFG	TMPM4K4FSAFG
TMPM4K2FYADUG	TMPM4K2FWADUG	TMPM4K2FUADUG	TMPM4K2FSADUG
TMPM4K1FYAUG	TMPM4K1FWAUG	TMPM4K1FUAUG	TMPM4K1FSAUG
			TMPM4K0FSADUG

\* サンプルプログラムは、TMPM4K4FYAUG 評価ボードで動作するように準備されています。  
TMPM4K4 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (startup ファイル、I/O ヘッダーファイル) を変更する必要があります。  
また、プロジェクトに設定されているマイコン名も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 (TMPM4K4FYAUG) ファイルなので、TMPM4K4 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. 動作確認環境

使用マイコン	TMPM4K4FYAUG
使用ボード	TMPM4K4 評価ボード (株) イーエスピー企画 製)
統合開発環境	IAR Embedded Workbench for ARM 8.22.2
統合開発環境	Arm® Keil® 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	v1.0.0

## 6. 評価ボード操作方法

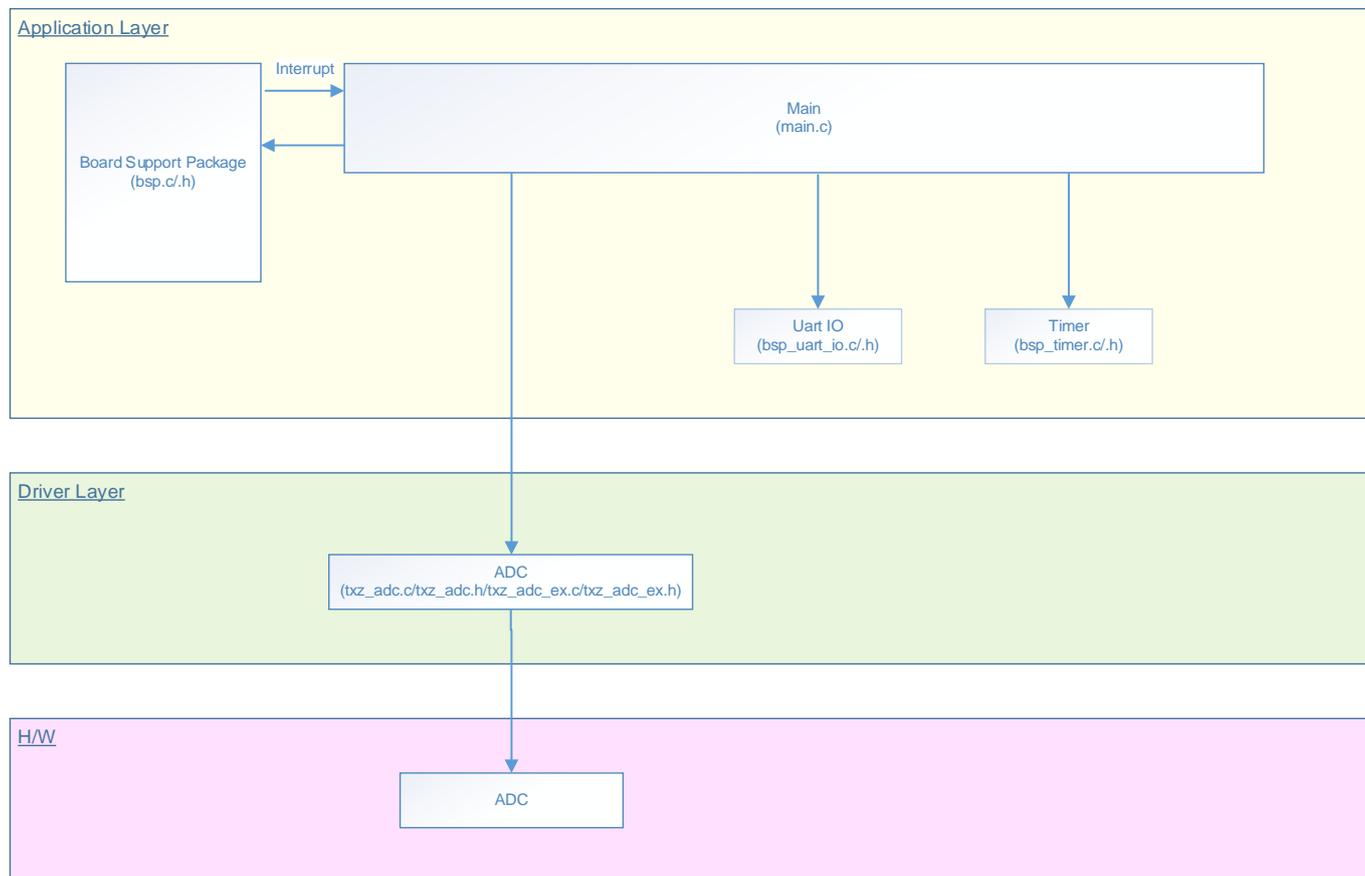
ターミナルソフトとの送受信に、PC と USB\_UART コネクタを接続します。  
ターミナルソフトに設定された時間ごとに、ターミナルソフトに AD 変換による出力を表示します。

サンプルプログラムは、ADC 2 チャンネルに対応しています。  
ADC の一方の入力端子 (PE5) は VDD に接続されています。

## 7. サンプルプログラム

### 7.1. サンプルプログラムの構成図

サンプルプログラムの構成図を記載します。



### 7.2. Startup ルーチン

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、ウォッチドッグタイマー設定の初期化を実施します。

### 7.3. 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。  
ドライバーの初期化を行います。  
アプリケーションの初期化として、タイマーの初期化、USB\_UART の初期化、AD 入力の初期化を行います。

タイマーを開始します。  
ADIN 入力よりされた電圧を変換します。  
変換された結果を UART 経由で Tera Term に表示します。

### 7.4. ADC の AIN チャネルの設定方法

AIN を変更する場合は、bsp.c ファイルの以下を変更してください。

```

static const uint32_t potentiometersTbl[BSP_POTENTIOMETERS_MAX][4] =
{
    {(uint32_t)GPIO_PORT_E, (uint32_t)GPIO_PORT_4, (uint32_t)(14), (uint32_t)(14)},
    {(uint32_t)GPIO_PORT_E, (uint32_t)GPIO_PORT_5, (uint32_t)(15), (uint32_t)(15)},
};
  
```

本サンプルプログラムでは上記のとおり ADC は 2 入力設定可能です。  
ただし、動作確認環境の評価ボードでは ADC は 1 入力対応になっていますので、確認の際はご注意ください。  
PE5 は VDD に接続されているため、「FFF」が出力されます。

## 7.5. インターバル時間の設定方法

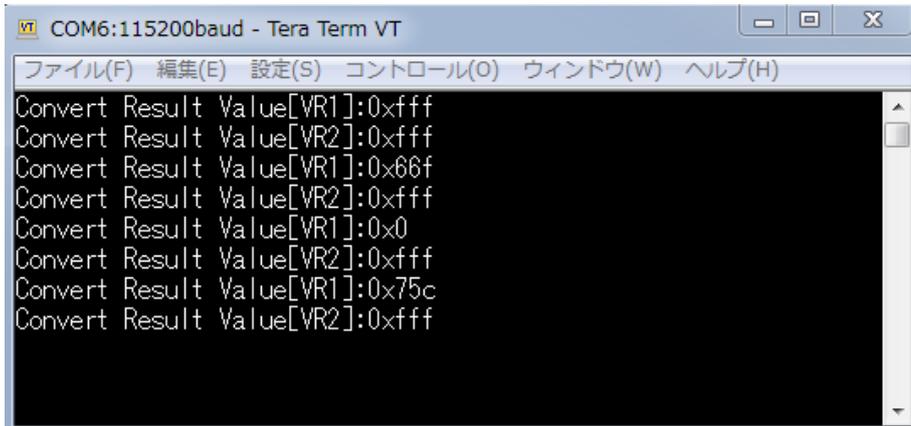
main.c の CFG\_OUTPUT\_INTERVAL を変更することで、変換出力状態の出力表示インターバル時間を変更できます。

```
#define CFG_OUTPUT_INTERVAL          ((uint32_t)5000)
```

5000 を変更することで、出力表示インターバル時間を変更できます。

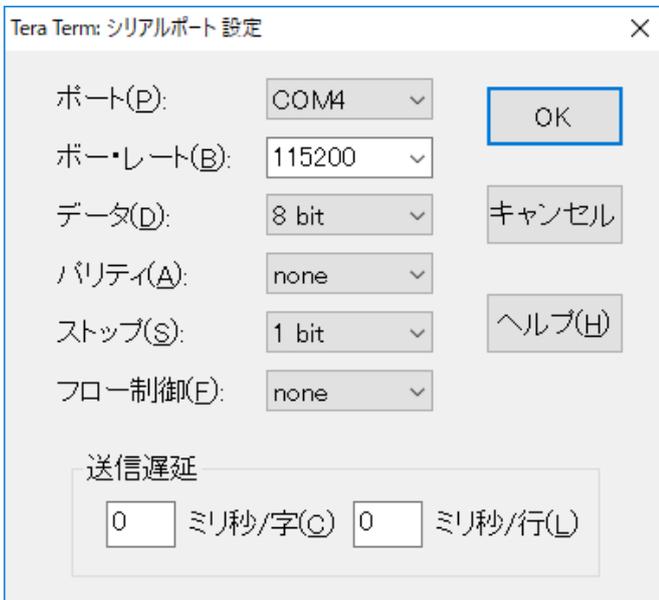
### 7.6. ターミナルソフトの出力例

サンプルプログラムを動作させると以下のとおり、ADC の出力値を表示します。  
出力は定期的（デフォルトでは 5 秒毎）に表示されます。



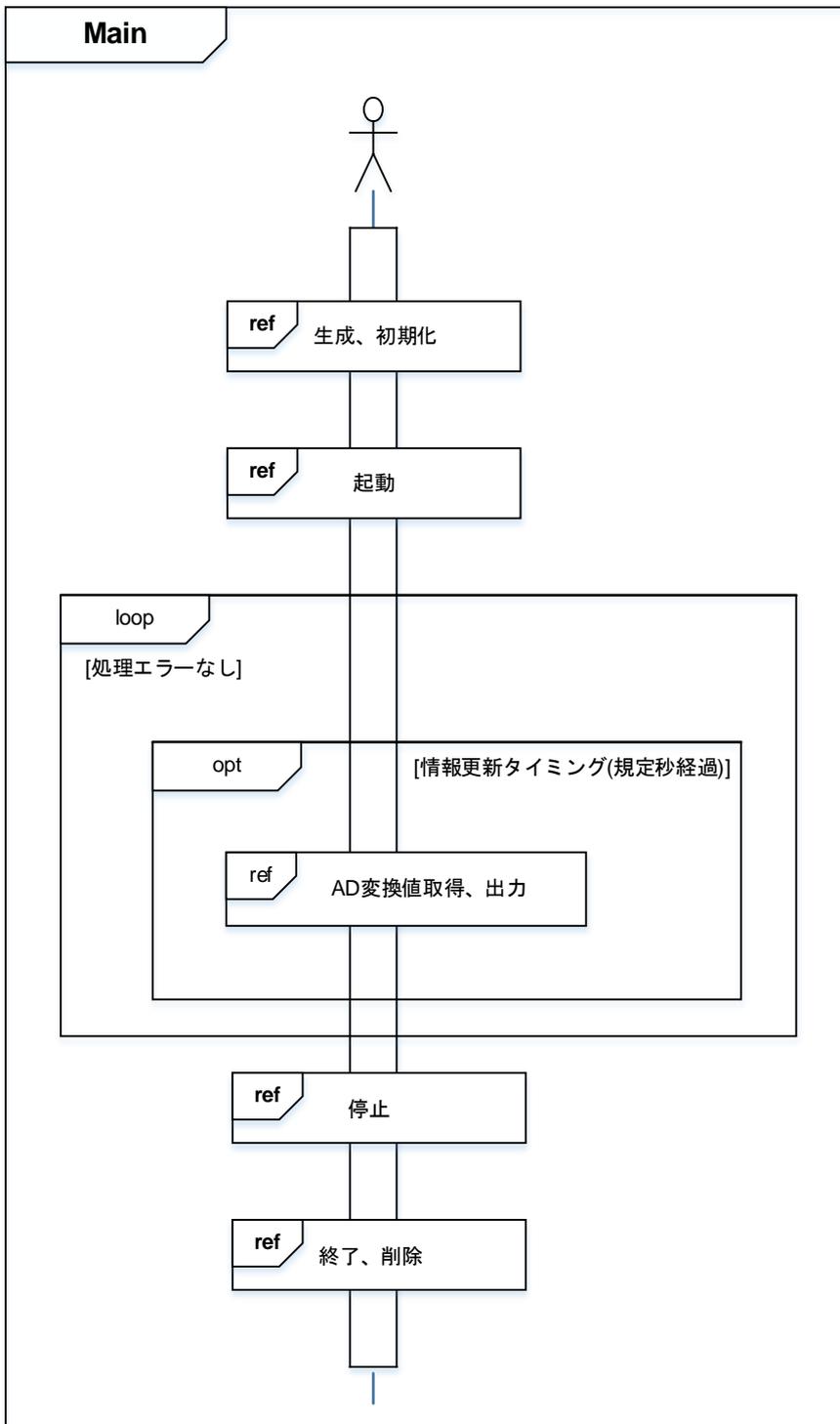
#### 7.6.1. ターミナルソフトの設定例

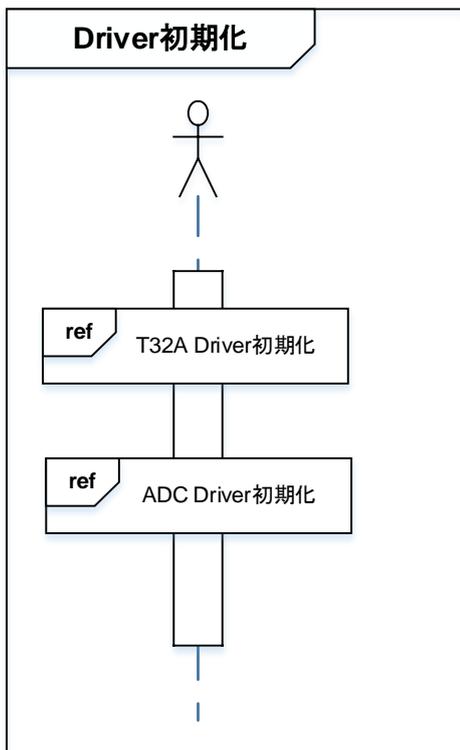
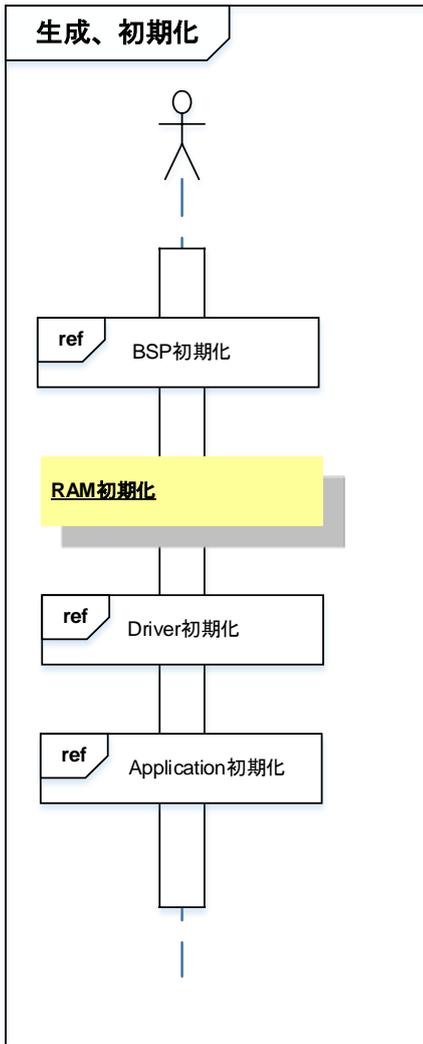
ターミナルソフトは下記の設定で確認しています。

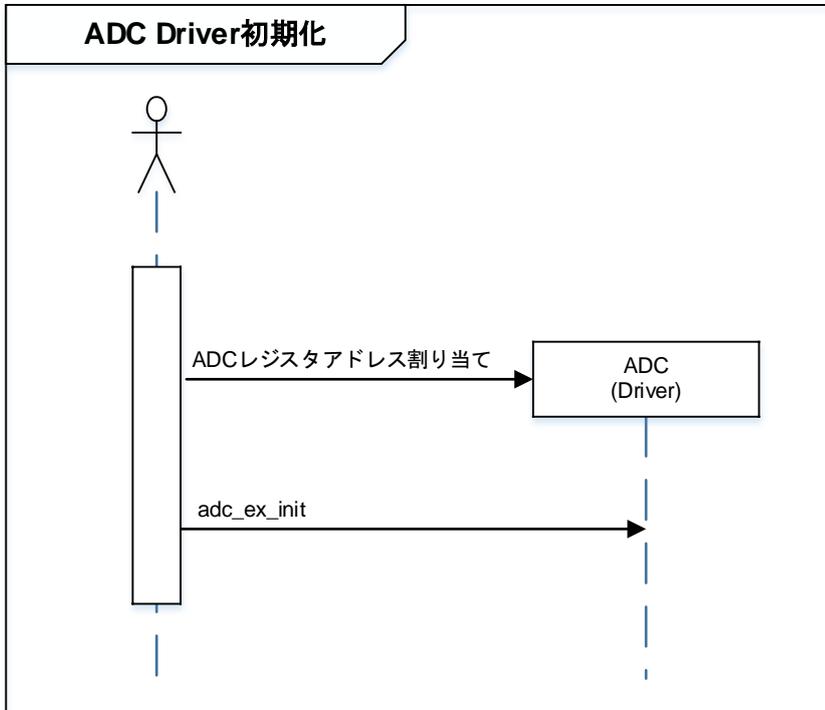
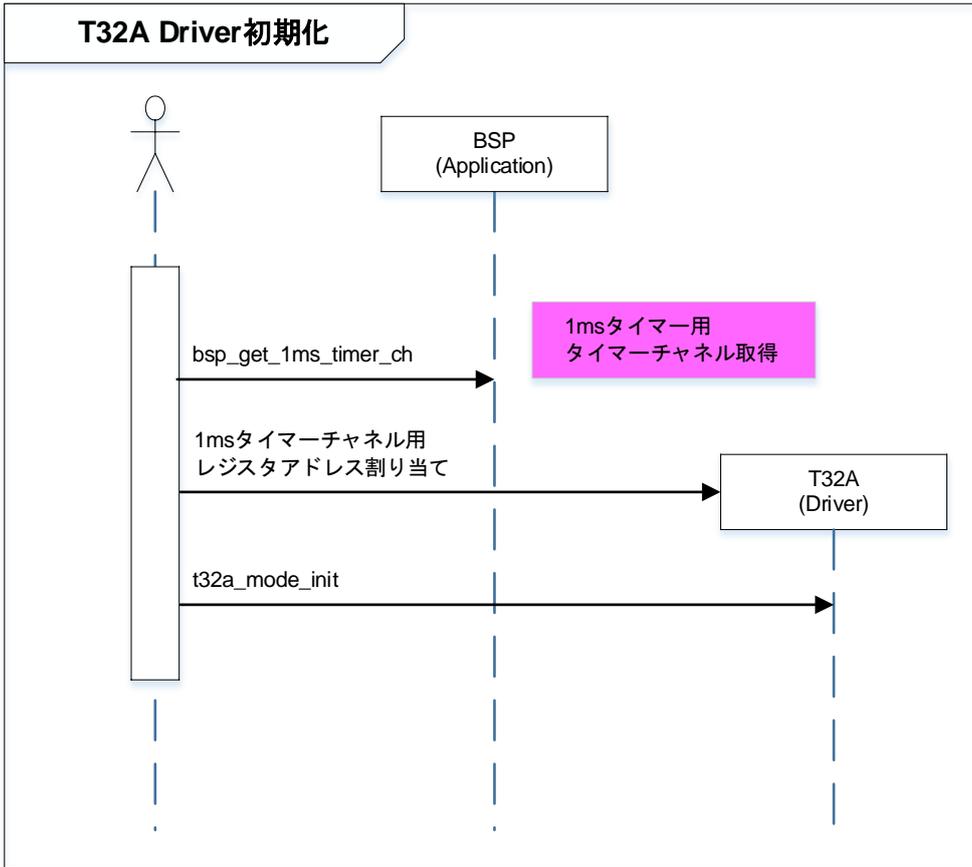


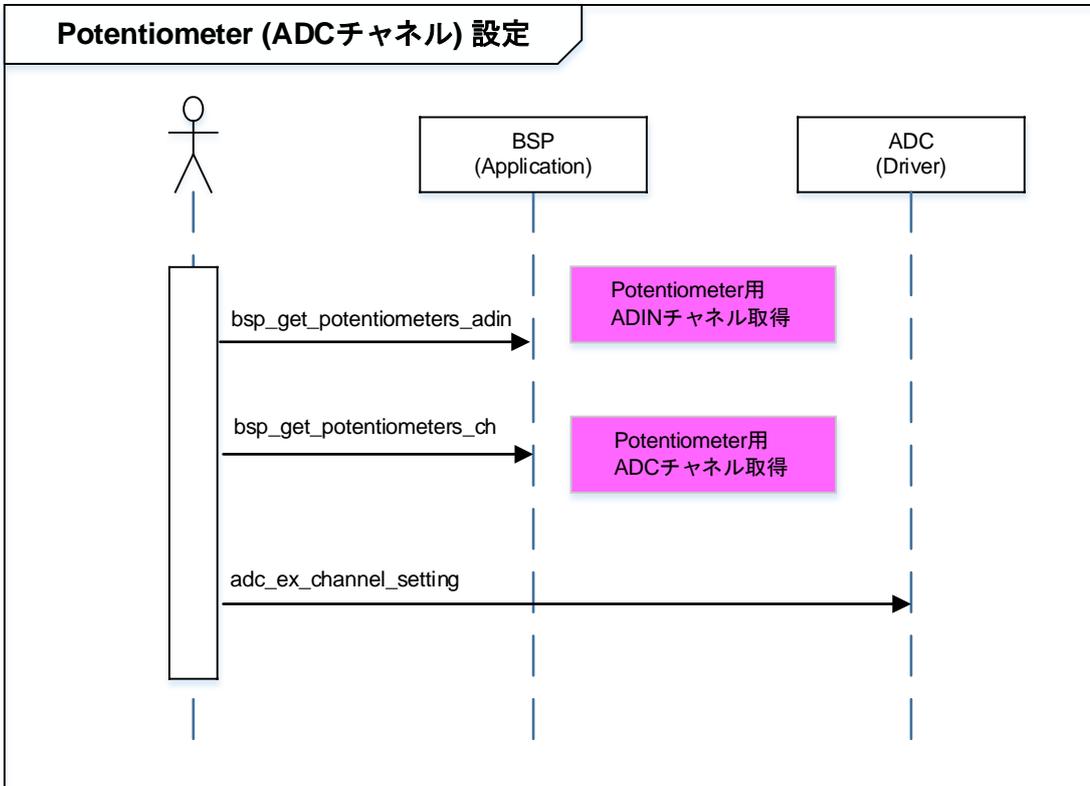
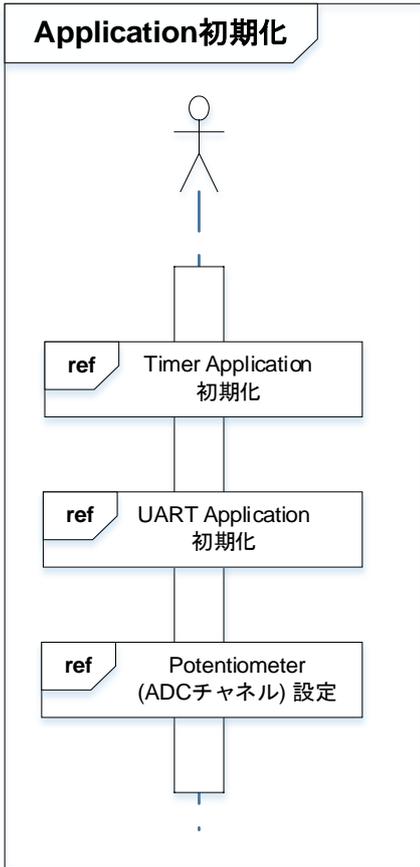
## 7.7. サンプルプログラム動作フロー

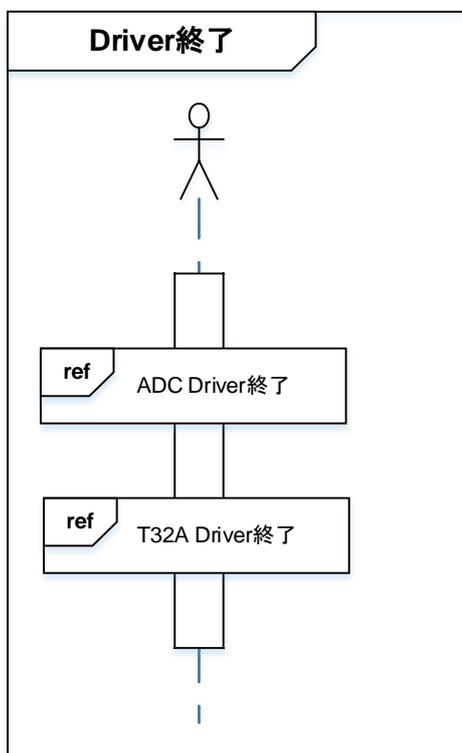
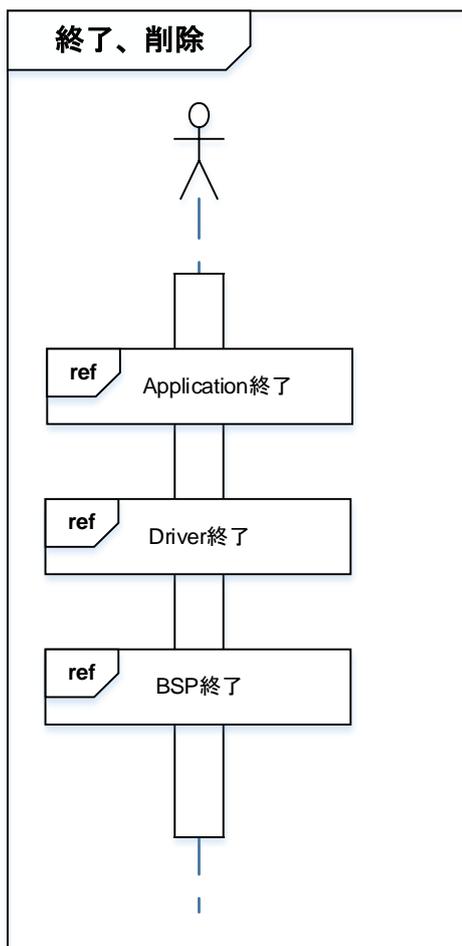
サンプルプログラムの基本的な動作フローを以下に示します。

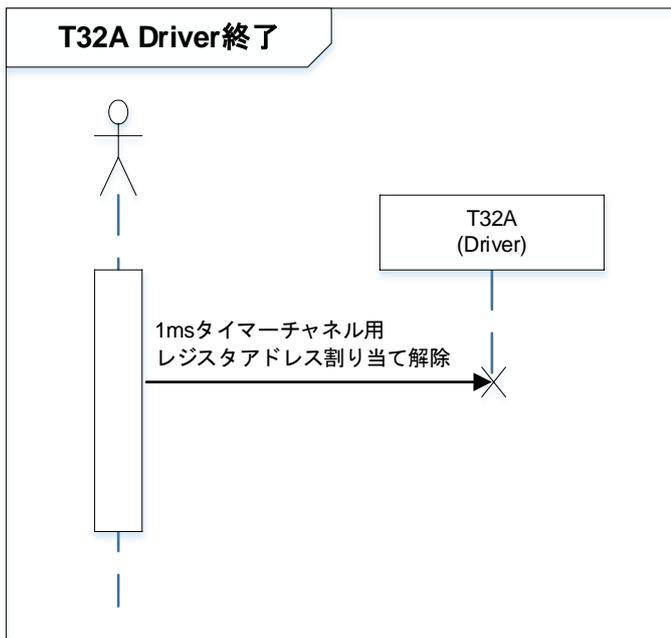
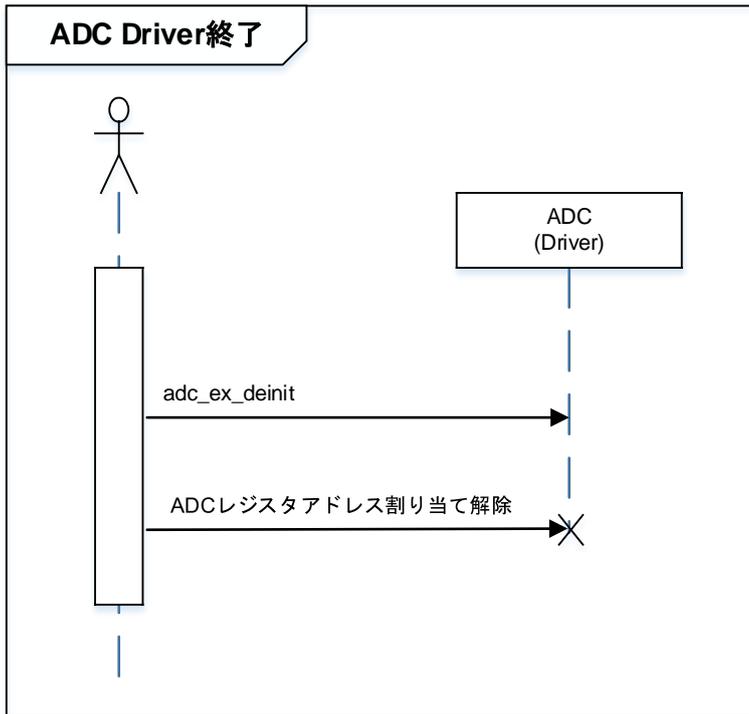


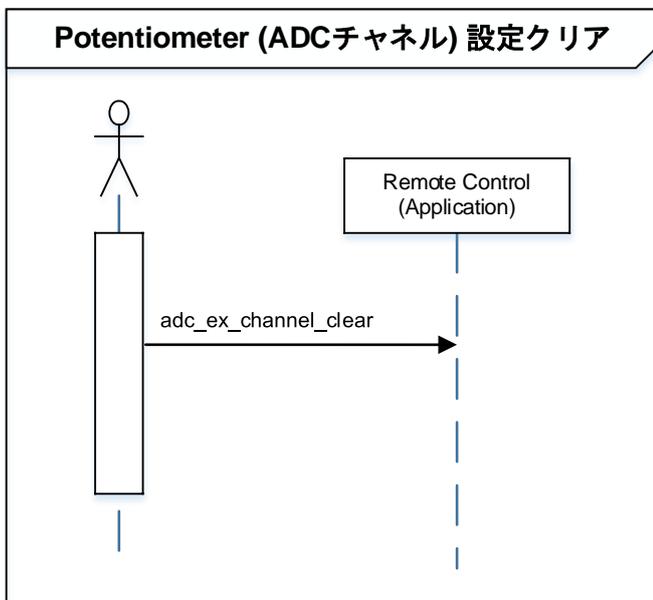
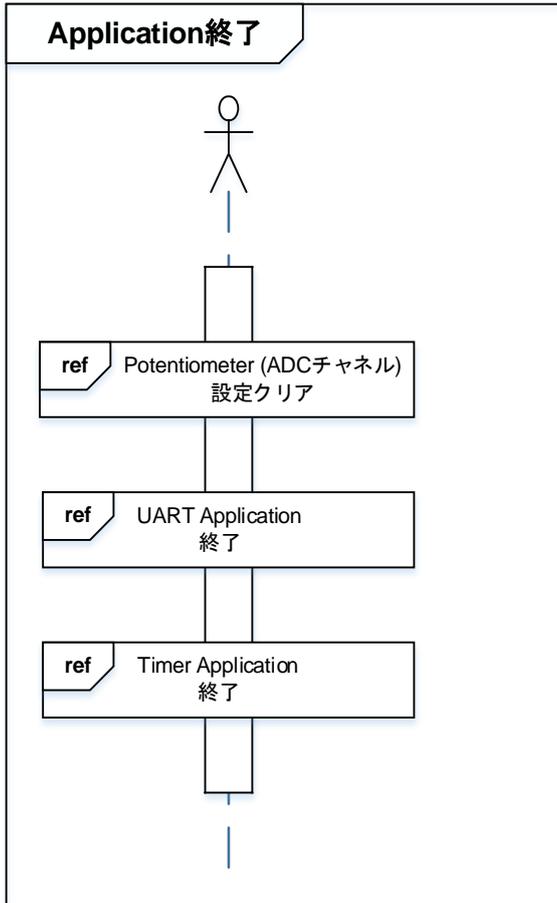


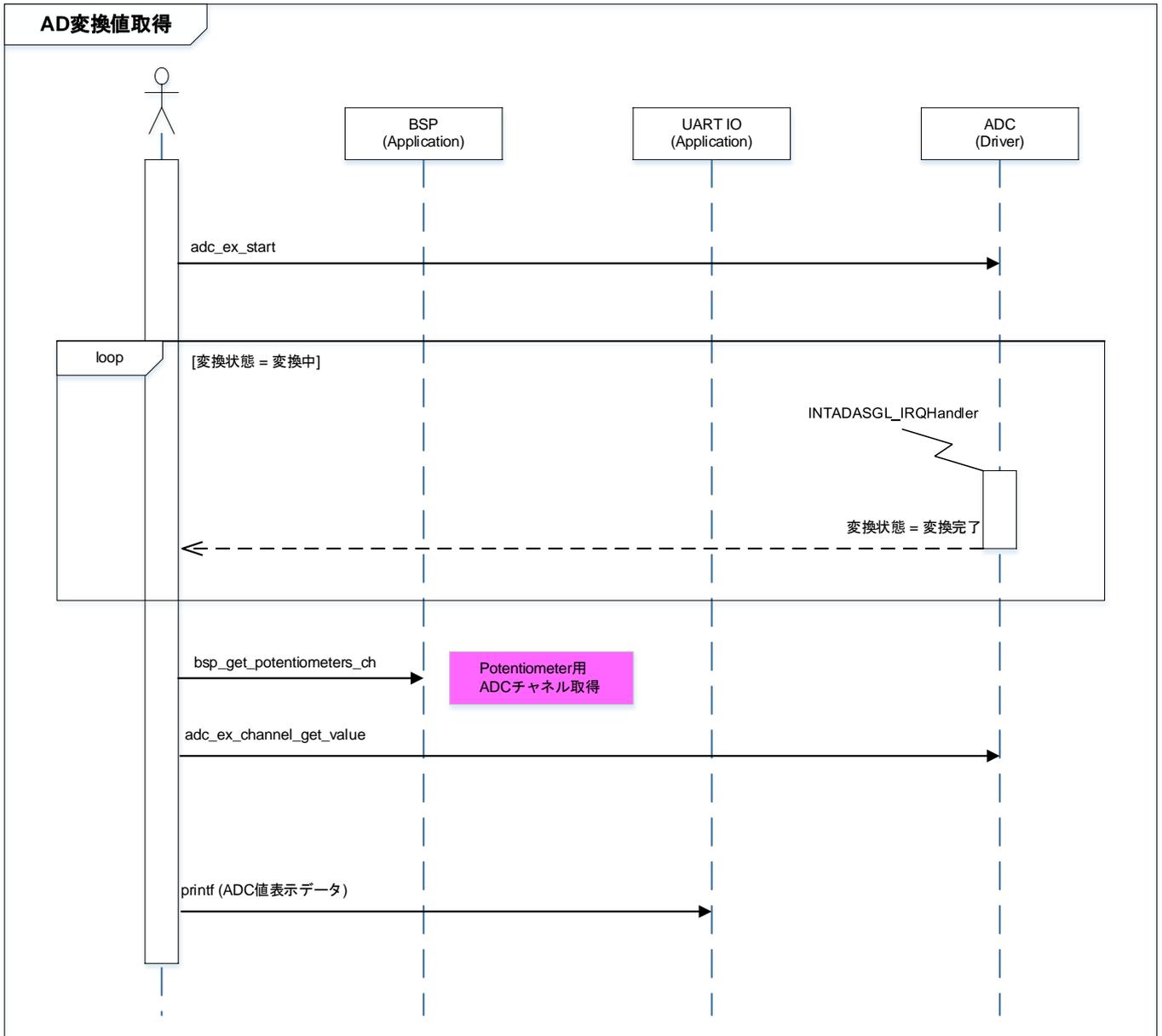












## 8. 使用上の留意点

動作確認環境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。

## 9. 改訂履歴

Revision	Date	Description
1.0	2019-08-28	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。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 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、あるいはその他軍事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。