

M4G グループ(1)
アプリケーションノート
トリミング回路
(TRM-A)

概要

このアプリケーションノートは、M4G グループ(1)を使用してトリミング回路(TRM)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 : TRMOSC_M4G9

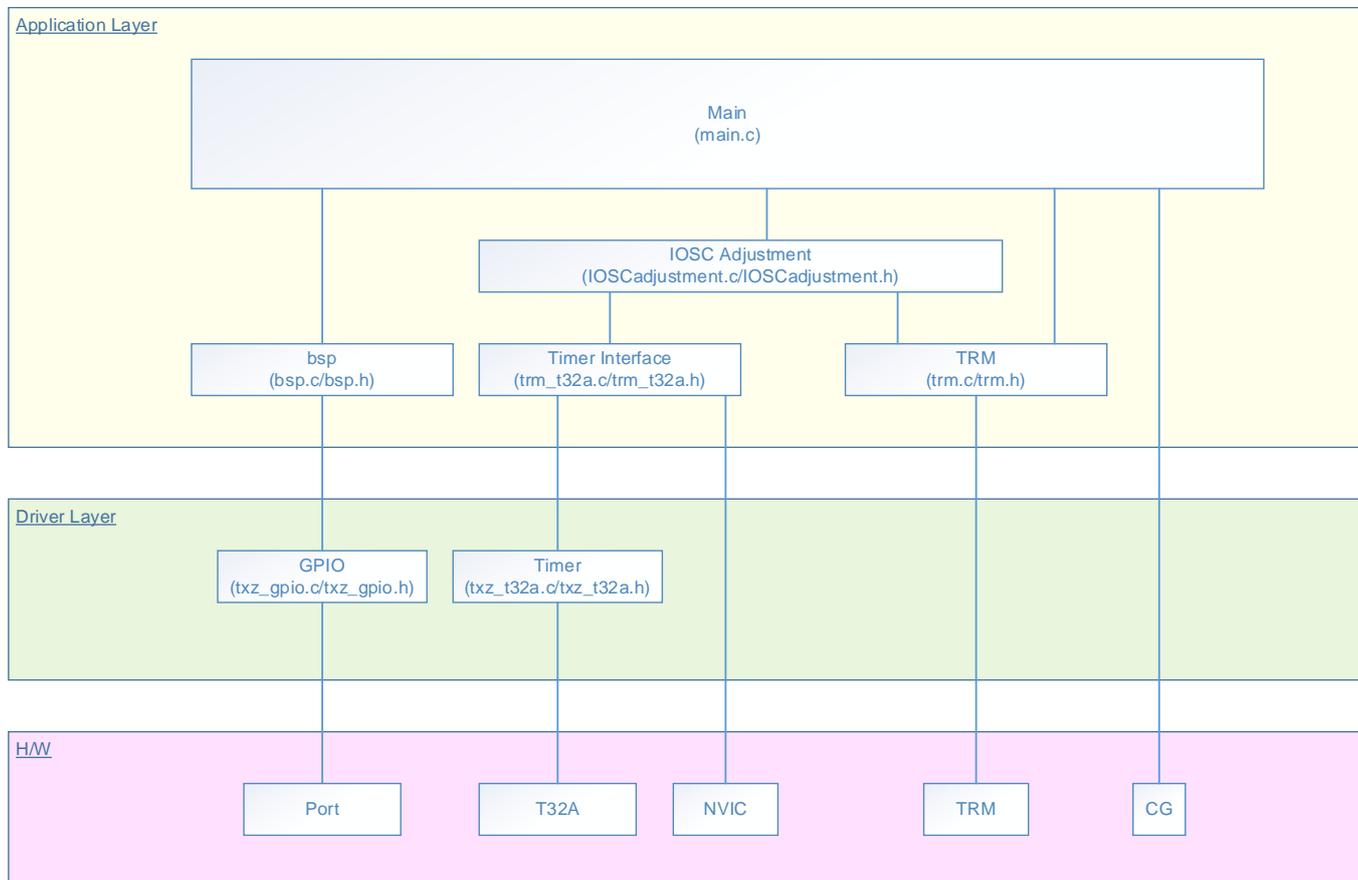
目次

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. TSPI 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. 周波数測定の設定変更方法.....	9
9.4. サンプルプログラム出力例.....	10
9.4.1. ターミナルソフト設定方法	11
9.5. サンプルプログラム動作フロー	12
10. ご使用上の注意事項	14
11. 変更履歴.....	14
製品取り扱い上のお願い.....	15

1. はじめに

本サンプルプログラムはトリミング回路の動作確認用サンプルプログラムです。
内蔵高速発振器の周波数が目標の周波数になるまで、周波数をトリミング回路で繰り返し調整します。

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
 - トリミング回路 (TRM-A) Rev2.0
 - 32 ビットタイマイイベントカウンタ(T32A-B) Rev2.1
 - 非同期シリアル通信回路 (UART-C) Rev3.0
- 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	チャネル	ポート	機能/動作モード
トリミング回路	-	-	内蔵発振器の周波数調整
非同期シリアル通信回路	ch0	PE2(UT0RXD) PE3(UT0TXDA)	UART モード
32ビットタイマイイベントカウンタ	ch0	PA1(T32A00OUTA)	矩形波出力
	ch8	-	インタバルタイマ, キャプチャ
	ch2	PB0 (T32A02INA0)	外部クロック入力

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。

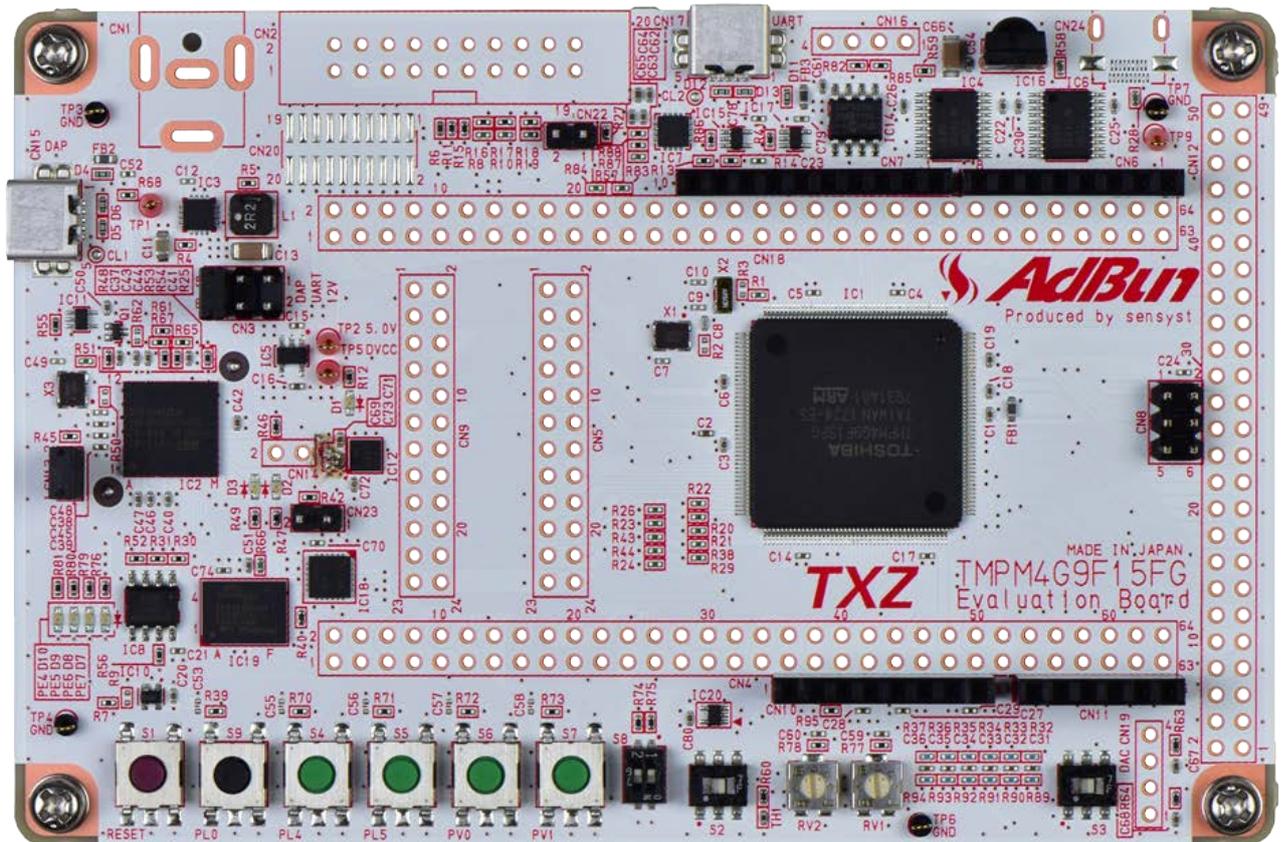
TMPM4G9F15 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (C startup ファイル、I/O ヘッダファイル) を変更する必要があります。

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

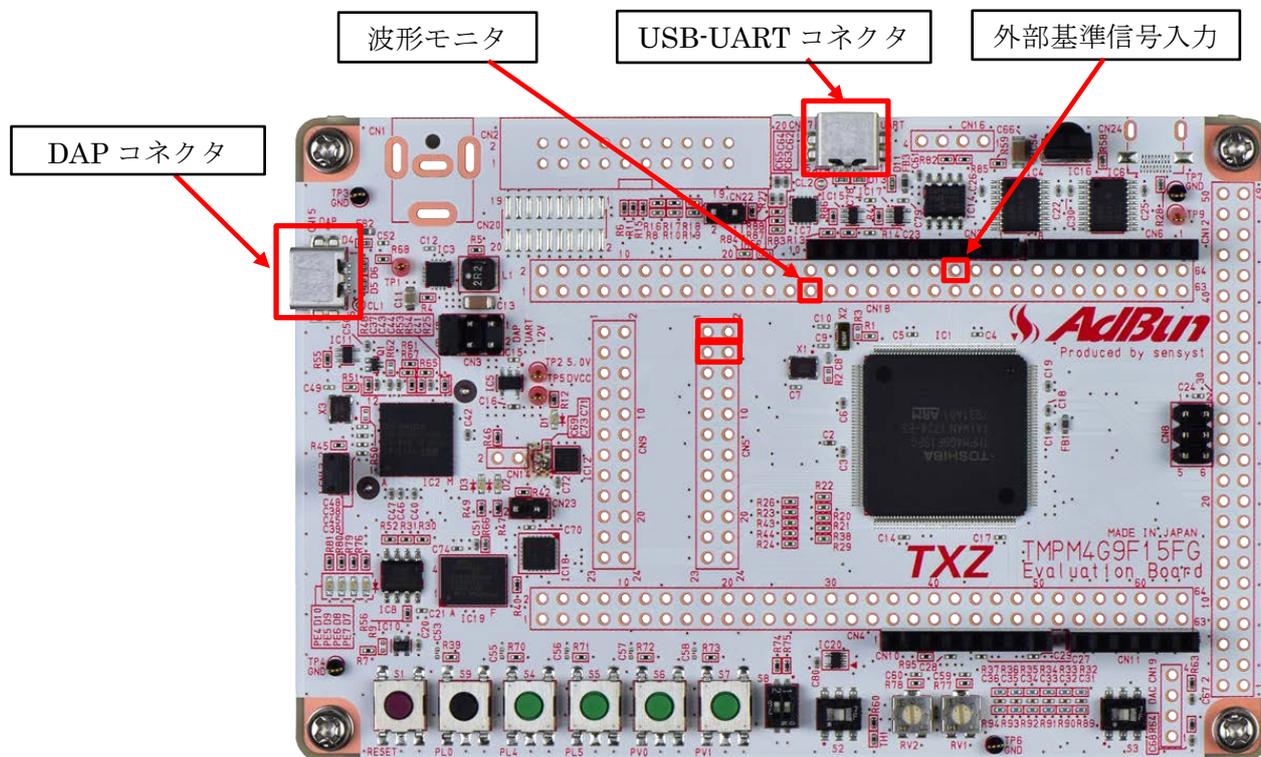


評価ボードは下記サイトより入手できます。 (<http://www.sensyst.co.jp/>)

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

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



7. 評価ボード操作方法

PC と評価ボードの USB_UART 端子を USB ケーブルで接続します。

サンプルプログラムを起動します。

ターミナルソフトにサンプルプログラム開始のメッセージが出力されます。

トリミング回路により周波数調整を行います。

調整された周波数は PA1 でモニタすることが出来ます。

調整完了または調整を 10 回終了時に TRMOSC_DONE を表示しサンプルプログラムを終了します。

8. TSPI 機能概要

トリミング回路 (TRM) は、内蔵する対象の発振器に対して周波数の調整を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	動作説明または範囲
内蔵発振器の周波数調整	対象発振器	内蔵高速発振器 1 (IHOSC1)
	調整範囲	粗トリミング -18.8~+30.4% (平均 0.8%ステップ) 微トリミング -0.8~+0.7% (0.1%ステップ)
	モニタ機能	初期トリミング値の読み出し可
プロテクト	プロテクト機能	誤書き込みを防止

9. サンプルプログラム

外部からの基準信号、または外部低速発振器から出力されるクロックの周波数を用いて、内蔵高速発振器の周波数の調整を行います。調整は目標周波数に達するまで繰り返し行われます。

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。

アプリケーションの初期化として、UART の初期化と割り込みの許可を行います。

タイマクロック出力の初期化を実施します。

外部入力設定の初期化を実施します。

TRM 回路の初期化を実施します。

ターミナルソフトに開始メッセージを表示します。

周波数の調整を行います。

まず周波数を測定し、目標周波数との差分を算出します。

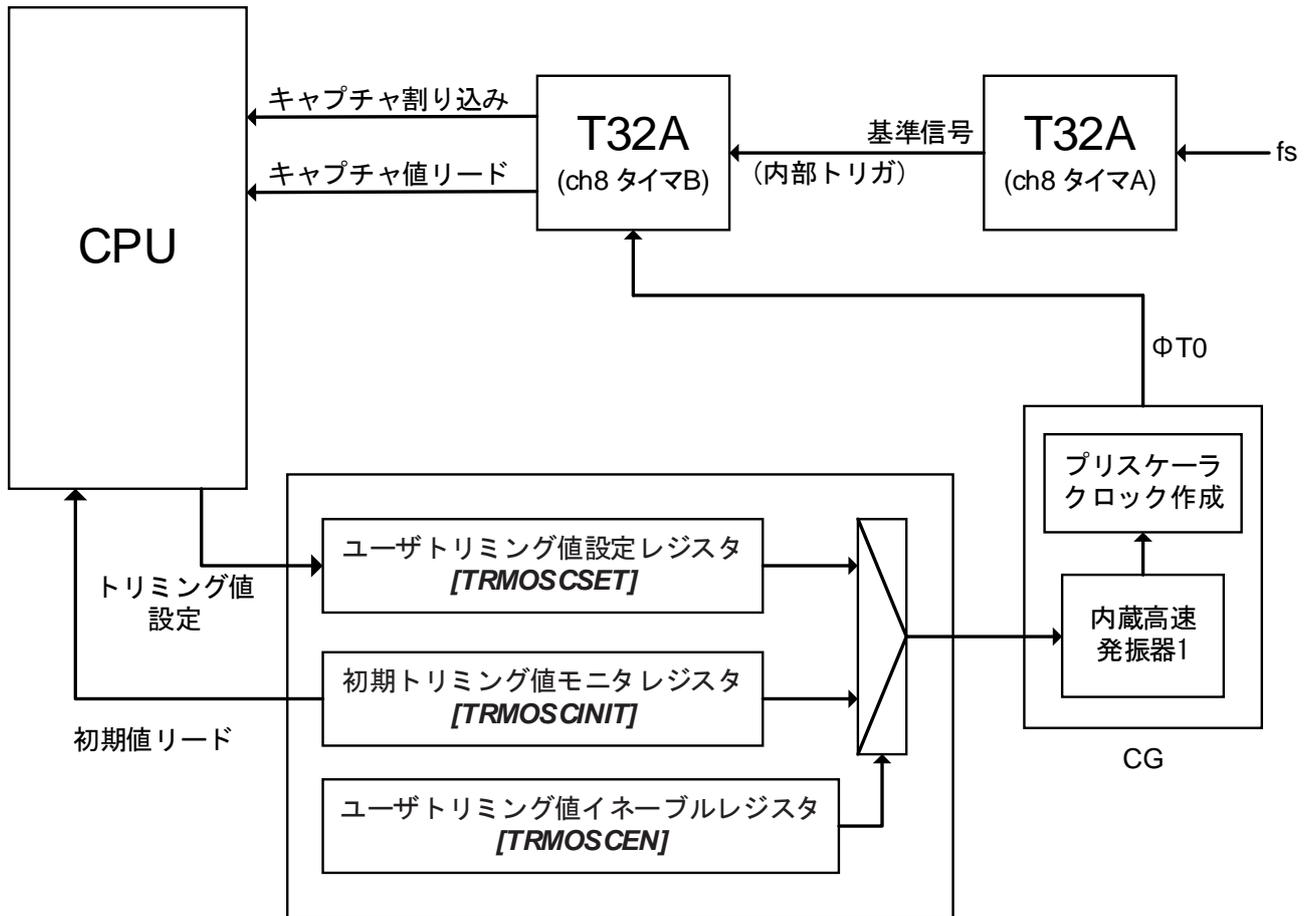
差分から粗トリミング、微トリミングの調整値の算出を行います。

算出した粗トリミング、微トリミングによる調整を行い、再度周波数の測定から繰り返します。

周波数が最小調整範囲内に収まる、または 10 回調整を行う事でプログラムを終了します。

T32A と fs で基準となる信号を作成する場合の例です。

以下は、T32A ch8 タイマ A の内部トリガ入力に fs が接続されており、タイマ A 出力はタイマ B の内部トリガ入力に接続されている例です。



9.3. 周波数測定の設定変更方法

内蔵高速発振器 1 周波数算出に使う周波数は「txz_sample_def.h」の 19 行目にある `#define TRMOSC_LOSC` を、コメント化することで外部からの基準信号を使用します。コメント化しないことで fs を使用する設定になります。

9.4. 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、調整の状態、調整完了などのメッセージを表示します。

```
COM38 - 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)
-----
| TRMOSC_demo |
-----
please wait...
-----
| start |
-----
TRMOSC_RUN
<TRIMSETC>:3E
<TRIMSETF>:E
TRMOSC_DONE
<TRIMSETC>:3E
<TRIMSETF>:E
```

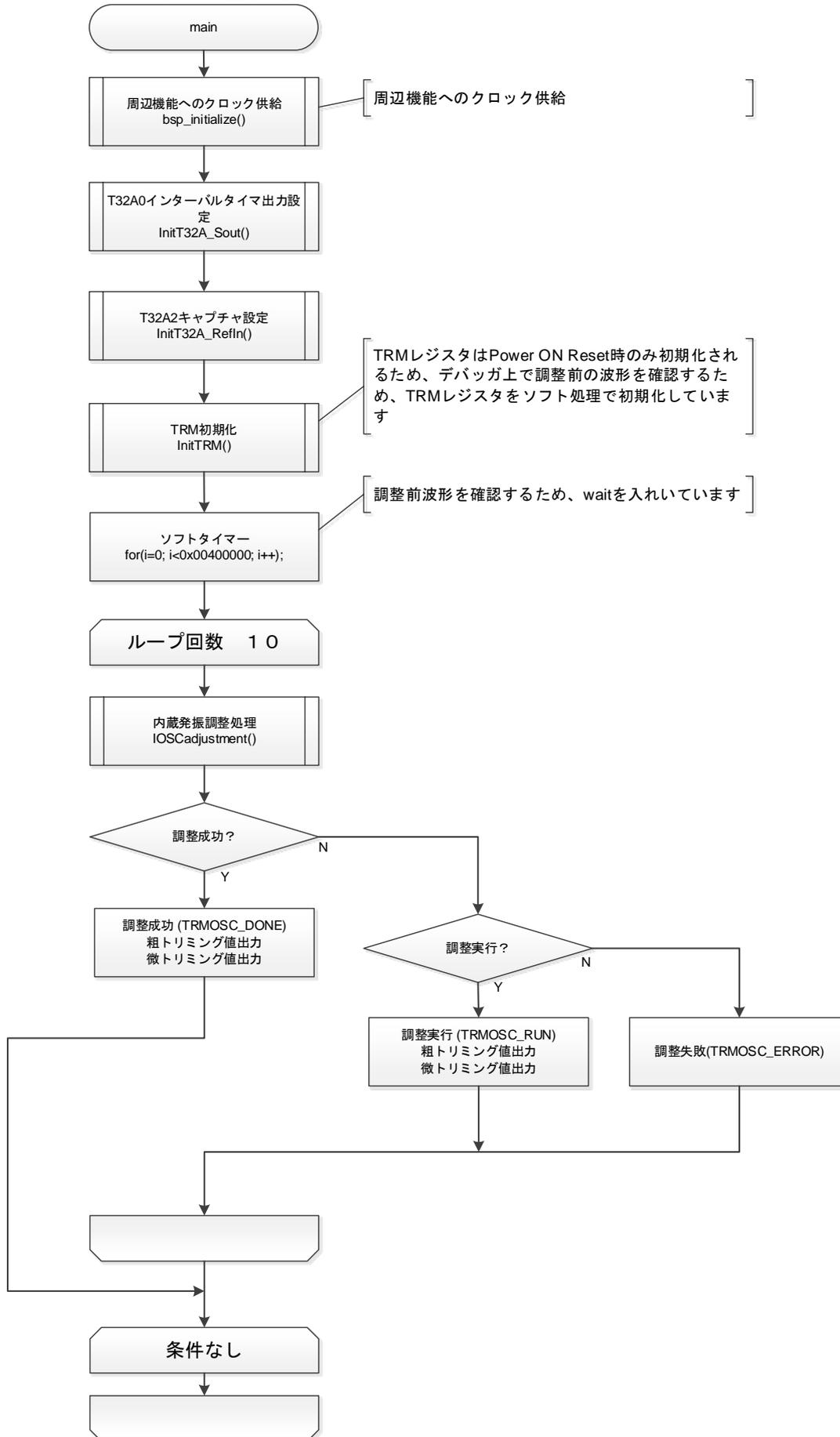
9.4.1. ターミナルソフト設定方法

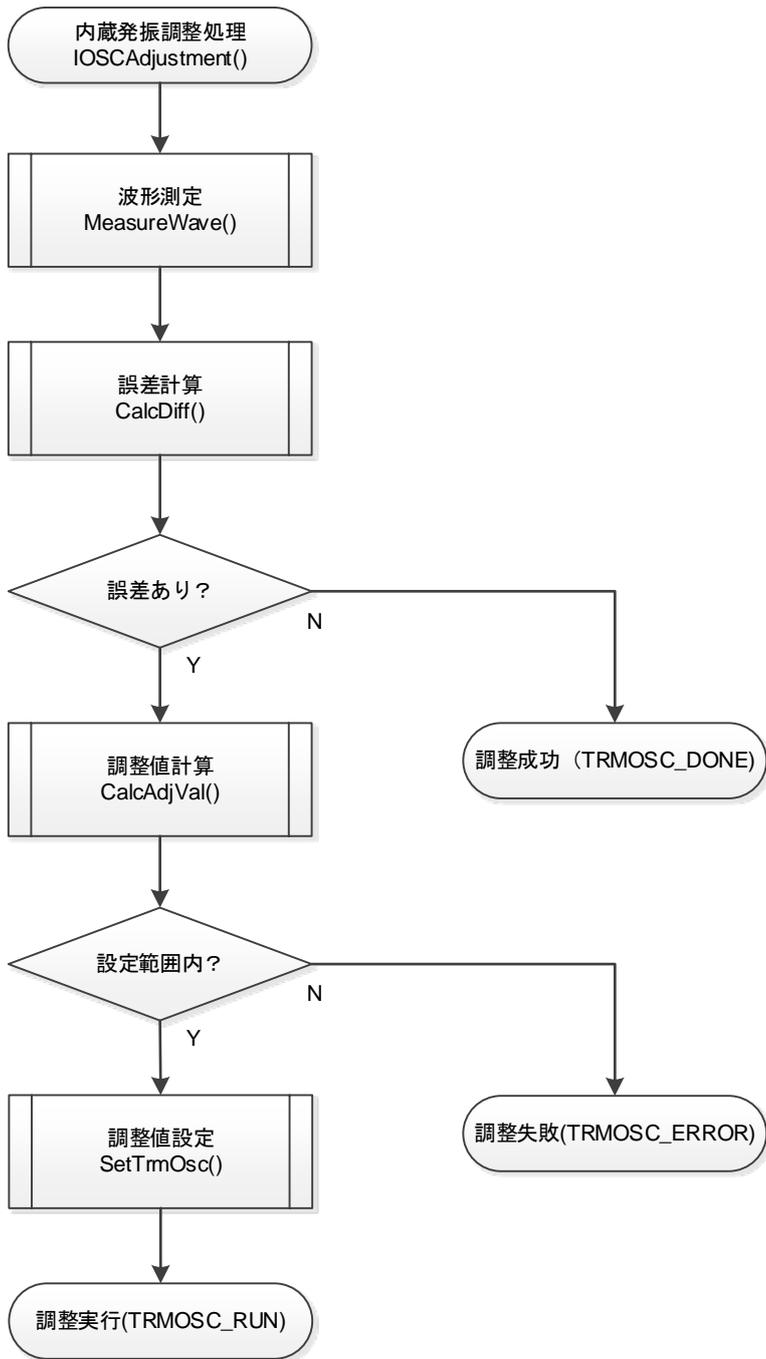
ターミナルソフト (Tera Term) は下記の設定で確認しています。

The image shows two screenshots of the Tera Term configuration interface. The top window, titled 'Tera Term: シリアルポート設定', shows the following settings: Port (P): COM4, Baud Rate (B): 115200, Data (D): 8 bit, Parity (A): none, Stop (S): 1 bit, Flow Control (F): none. Below these are '送信遅延' (Transmission Delay) settings: 0 milliseconds per character (C) and 0 milliseconds per line (L). The bottom window, titled 'Tera Term: 端末の設定', shows: Terminal Size (T): 128 x 24, Window Size (S) checked, Automatic Adjustment (W) unchecked, Terminal ID (I): VT100, Local Echo (L) checked, Response (A): |, Automatic VT/TEK Switch (U) unchecked, Kanji Reception (K): SJIS, 7bit Katakana unchecked, Kanji Transmission (J): SJIS, Kanji In (N): ^[\$B, Kanji Out (O): ^[[B, Locale (C): japanese, and Language Code (P): 932.

9.5. 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	2018-10-05	—	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。