

**M4G グループ(1)**  
**アプリケーションノート**  
**I2C インタフェース**  
**(I2C-B)**  
**MASTER/SLAVE**

**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 I2C インタフェース(I2C)の MASTER/SLAVE 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 : I2C\_MASTER\_SLAVE

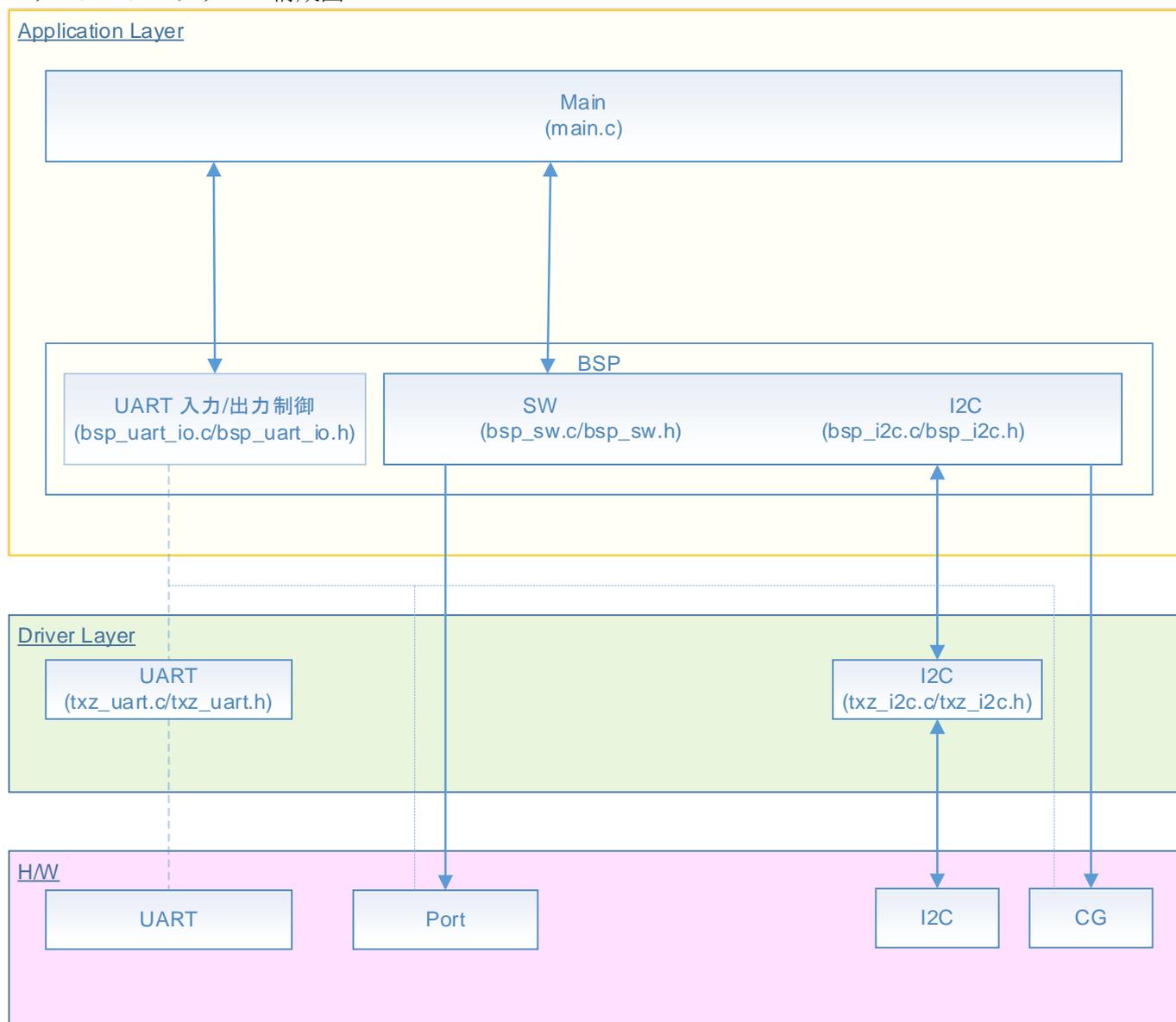
**目次**

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 .....	8
8. I2C 機能概要 .....	9
9. サンプルプログラム .....	10
9.1. 初期化動作 .....	10
9.2. サンプルプログラムメイン動作 .....	10
9.3. サンプルプログラム出力例.....	12
9.3.1. ターミナルソフト設定方法 .....	13
9.4. サンプルプログラム動作フロー .....	14
10. ご使用上の注意事項 .....	20
11. 変更履歴.....	20
製品取り扱い上のお願い.....	21

### 1. はじめに

本サンプルプログラムは I2C インタフェースの Master/Slave の動作確認用サンプルプログラムです。2 台の評価ボードを使用して、Master 側の評価ボードに入力したコマンドから Slave 側を制御します。

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  
 TPM4G グループ(1)データシート Rev1.0
- リファレンスマニュアル  
 I<sup>2</sup>C インタフェース (I2C-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  
 TPM4G (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
非同期シリアル通信回路	ch0	PE2(UT0RXD) PE3(UT0TXDA)	UART モード
I <sup>2</sup> C インタフェース	ch3	PJ6(I2C3SDA)	I2C モード
		PJ7(I2C3SCL)	

### 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	TMPM4G9FDFG
TMPM4G9F15XBG	TMPM4G9F10XBG	TMPM4G9FEXBG	TMPM4G9FDXBG
TMPM4G8F15FG	TMPM4G8F10FG	TMPM4G8FEFG	TMPM4G8FDFG
TMPM4G8F15XBG	TMPM4G8F10XBG	TMPM4G8FEXBG	TMPM4G8FDXBG
	TMPM4G7F10FG	TMPM4G7FEFG	TMPM4G7FDFG
	TMPM4G6F10FG	TMPM4G6FEFG	TMPM4G6FDFG

\*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。

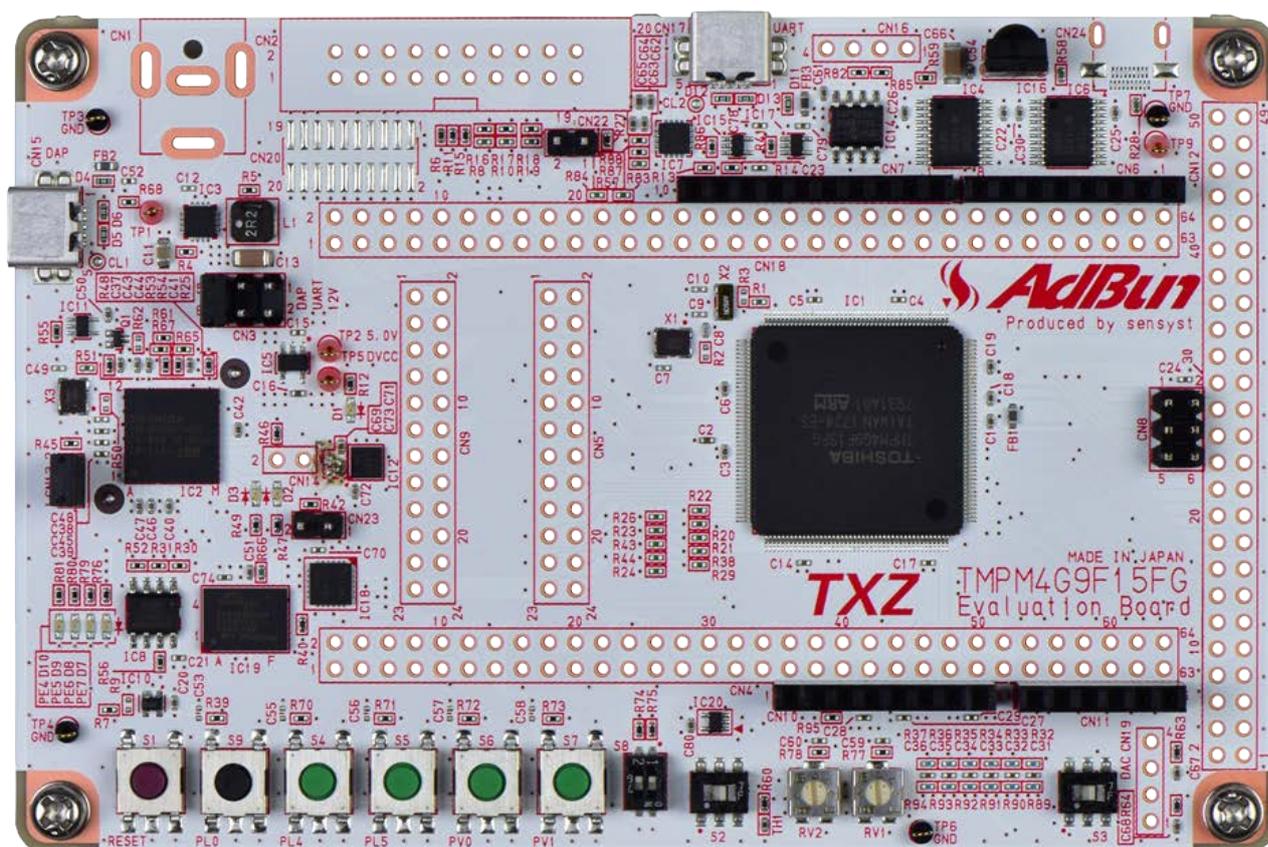
TMPM4G9F15 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (C startup ファイル、I/O ヘッダファイル) を変更する必要があります。

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

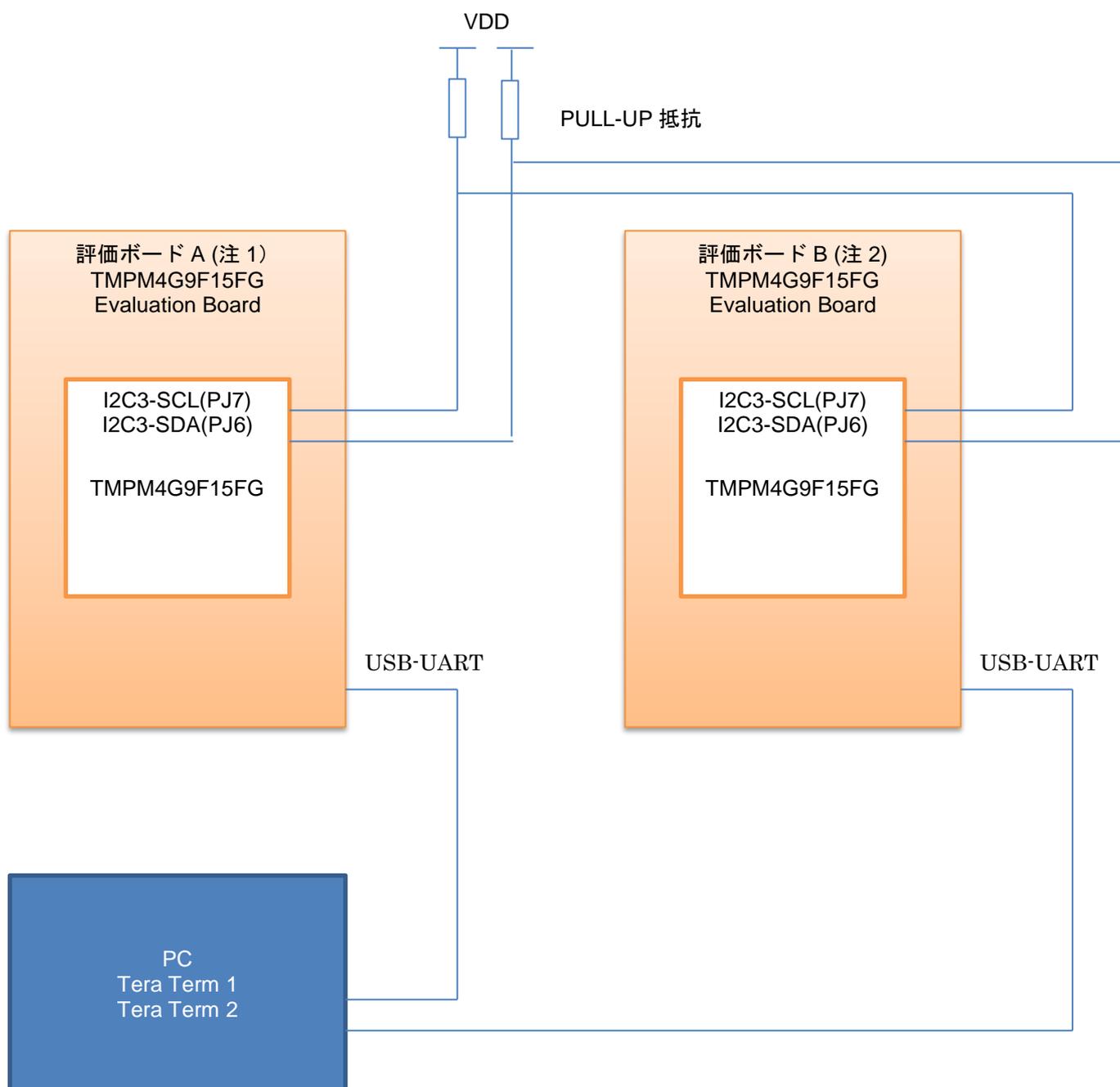
本プロジェクトは、評価ボードを 2 セット使用します。

準備するボード

評価ボード A: TPM4G9F15FG Evaluation Board

評価ボード B: TPM4G9F15FG Evaluation Board

それぞれ、評価ボードを以下の構成で接続します。



### 注 1) 評価ボード A

- ・TMPM4G9 用プロジェクトで作成したプログラムを書き込む
- ・接続方法詳細

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

ボード A のスルーホール間結線

評価ボード A の[CN4] 39 番と評価ボード A の[CN5] 6 番とつなぐ

評価ボード A の[CN4] 41 番と評価ボード A の[CN5] 8 番とつなぐ

補足) Port Dip スイッチのプルアップ抵抗を使用するため、CN4 へ接続します。

Port Dip スイッチは OFF 側に設定してください。

### 注 2) 評価ボード B

- ・TMPM4G9 用プロジェクトで作成したプログラム (評価ボード A と同一プログラム) 書き込む
- ・接続方法詳細

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

ボード間の接続

評価ボード A の[CN5] 6 番と評価ボード B の[CN5] 6 番とつなぐ

評価ボード A の[CN5] 8 番と評価ボード B の[CN5] 8 番とつなぐ

## 7. 評価ボード操作方法

評価ボードを 2 台用意して、それぞれの DAP コネクタ、USB\_UART コネクタを PC と接続します。  
各評価ボードの I2C 用のスルーホールを結線します。

サンプルプログラムを実行すると、どちらの評価ボードも **Master** モードとして起動します。  
いずれかの評価ボードに “**slave**” コマンドを入力することで、**Slave** モードに移行します。  
コマンド入力操作の詳細はサンプルプログラムメイン動作を参照してください。

## 8. I2C 機能概要

I2C は、1UNIT 回路単位で 1ch (SCL,SDA) の送受信回路として動作することが出来ます。以下に、機能の一覧を示します。

機能分類	機能	動作説明または分類
通信速度制御	プリスケアラ分周選択	1/1、1/2、1/3 ~ 1/30、1/31、1/32 に分周可
	クロックソース	マスタ時、SCL の HIGH/LOW 時間を選択設定可
	最大転送速度	1Mbps (Fast-mode Plus(Fm+)まで対応) (fsys=8 ~ 200MHz)
通信フォーマット	I2C バスフォーマット	アドレッシング/データフリーフォーマットの選択可 マスタ/スレーブの選択可
	データ長	1 ~ 8 ビット
	アクリリッジ	アクリリッジ有無の選択可
	スタート/ストップコンディション	スタート/ストップコンディションの発生可
	スレーブアドレス	7 ビットアドレッシングフォーマットのみ対応 スレーブアドレスを 2 セット設定可(第 1/2 スレーブアドレス)
	ジェネラルコール	スレーブモード時ジェネラルコールの検出可
送受信制御	アービトレーション	マルチマスタ対応 クロック同期化対応 アービトレーションロスト検出の選択可
	反復スタート検出、発生	バスラインの反復スタートの検出(スレーブモード時) 発生(マスタモード時)可
	ノイズキャンセル	デジタル
連動制御	割り込み	4 種類 (転送完了割り込み、アービトレーションロスト検出割り込み、 バスフリー検出割り込み、NACK 受信検出割り込み)
	DMA 要求	送信、受信別に設定可。
	ソフトウェアリセット	I2C 回路のソフトウェアでのリセットが可能
	バス端子状態モニタ機能	SDA、SCL 端子のレベルモニタ
	アドレス一致ウェイクアップ機能	スレーブアドレス一致検出を低消費電力モード解除などの割り込みとして使用可。

注 1) HS(HighSpeed)モード、10 ビットアドレッシング、START バイトには対応していません。

注 2) スロープ制御、電源 OFF 時の I/O 対応、入力電圧(VIH/VIL)、出力電流(VOL=0.4V,VDD>2V)など製品によっては、対応できない機能があります。詳細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

ターミナルソフトからのコマンド入力により一方の評価ボードを Slave 側設定し、Master 側から Slave 側を制御できます。

#### 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 UART の割り込み許可を行います。

I2C のコンフィグレーション処理を行います。

Master および Slave の送受信データを初期化します。

I2C 設定値の初期化を行います。

ターミナルソフトにコマンドが入力されるまで待機します。

コマンドフォーマットに従って文字を入力することでマイコンに I2C Master または I2C Slave の動作を行わせることができます。

Master→Slaveはコマンドにより切り換えができ、コマンドはI2CがMaster modeのときに入力可能です。

コマンドフォーマット

"コマンド[\_パラメータ]"

パラメータはコマンドにより異なります。

コマンド	説明	パラメータ(hex)		入力例	備考
		1	2		
write	データ送信	XX ...	XX ...	"write" "write B0" "write B011223344"	送信サイズは data_form1 + data_form2 の合計バイト数。
		[slave_address]	[master_tx_data]		
read	データ送信 + データ受信	XX ...	XX ...	"read" "read B0" "read B05566"	送受信サイズは 送信 : data_form1 のバイト数 受信 : data_form2 のバイト数
		[slave_address]	[master_tx_data]		
slave	Slave Mode への切り替え	XX	-	"slave" "slave B0"	切替後は Slave Address の受信を待つ。 Slave データのログ出力タイミングは送受信データの合計バイト数が data_form1 + data_form2 以上となったとき。 10 回ログ出力したら Master Mode に戻る。
		[slave_address]	-		

注 1) "XX"は 16 進数。0x12 の場合は"12"と入力する。

注 2) []のパラメータは指定なしでも受け付ける。

その他のコマンド例

w コマンド

“w”と入力することで、引数なしの”write”コマンドと同等の結果となります。

r コマンド

“r”と入力することで、引数なしの”read”コマンドと同等の結果となります。

### 9.3. 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、コマンドの入力とその結果を表示します。

[ログ基本情報]

"I2C3"は I2C の使用チャンネルを示す。

"sa B0"は受信待ち Slave Address を示す。

"tx[]"は送信データ、"rx[]"は受信データを示す。

#### MASTER 出力ログ例

```
I2C TEST - I2C3
-----
| I2C master mode |
-----
command >
```

```
command > write
master
sa   B0
tx[0] 00
tx[1] 01
tx[2] 02
tx[3] 03
command >
```

```
command > read
master
sa   B0
tx[0] 00
tx[1] 01
rx[0] 80
rx[1] 81
command >
```

#### SLAVE 出力ログ例

```
I2C TEST - I2C3
-----
| I2C master mode |
-----
command > slave
-----
| I2C slave mode |
-----
slave
sa   B0
```

```
slave
sa   B0
rx[0] 00
rx[1] 01
rx[2] 02
rx[3] 03
slave
sa   B0
```

```
slave
sa   B0
rx[0] 00
rx[1] 01
tx[0] 80
tx[1] 81
slave
sa   B0
```

## 9.3.1. 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。

Tera Term: シリアルポート設定

ポート(P): COM4

ボー・レート(B): 115200

データ(D): 8 bit

パリティ(A): none

ストップ(S): 1 bit

フロー制御(F): none

送信遅延

0 ミリ秒/字(C) 0 ミリ秒/行(L)

OK

キャンセル

ヘルプ(H)

Tera Term: 端末の設定

端末サイズ(T): 128 x 24

ウィンドウサイズ(S):

自動的に調整(W):

改行コード

受信(B): AUTO

送信(M): CR+LF

OK

キャンセル

ヘルプ(H)

端末ID(I): VT100

ローカルエコー(L):

応答(A):

自動切り替え(VT<->TEK)(U):

漢字-受信(K): SJIS

漢字-送信(J): SJIS

漢字イン(N): ^[\$B

7bit カタカナ

7bit カタカナ

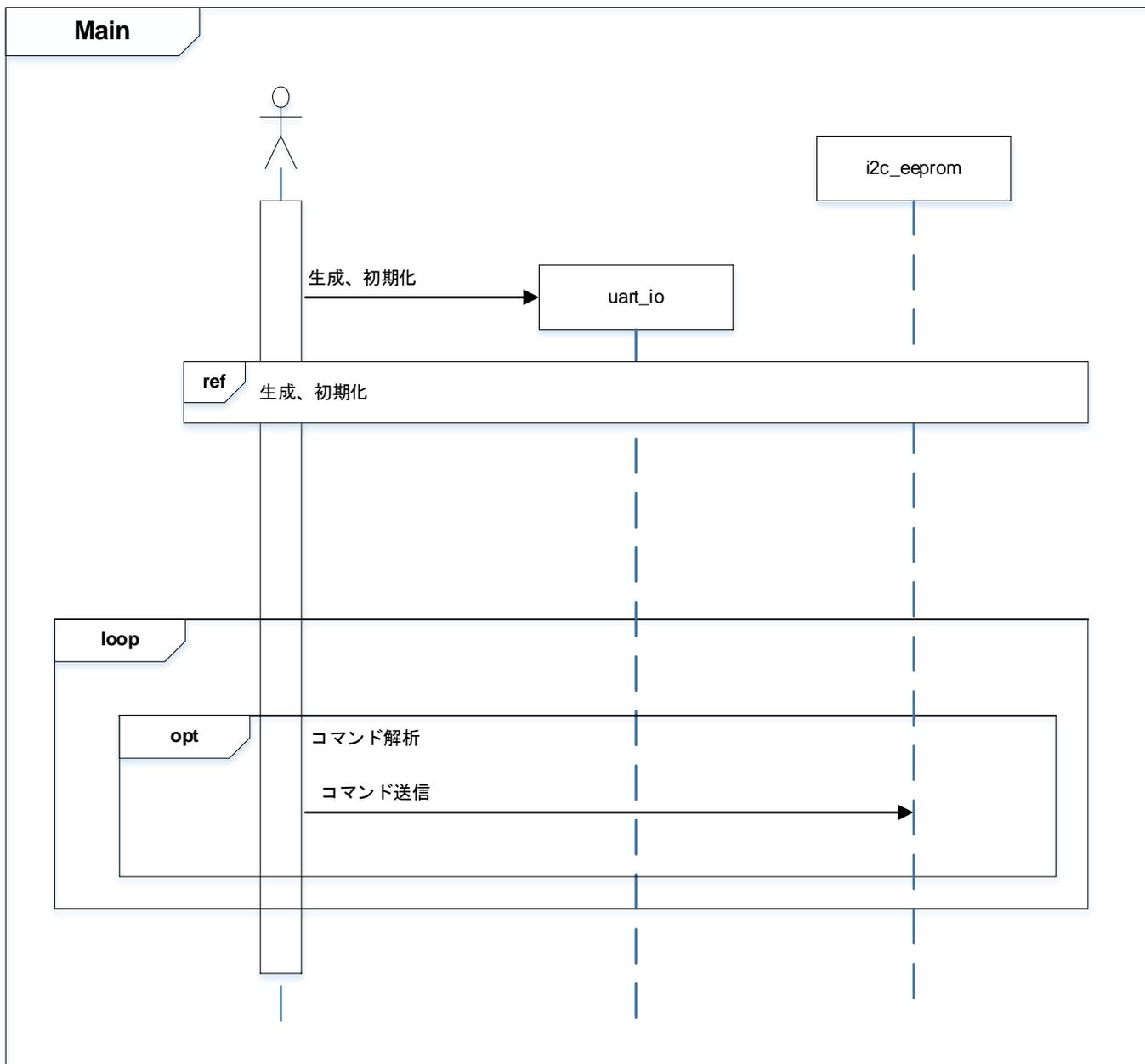
漢字アウト(O): ^[(B

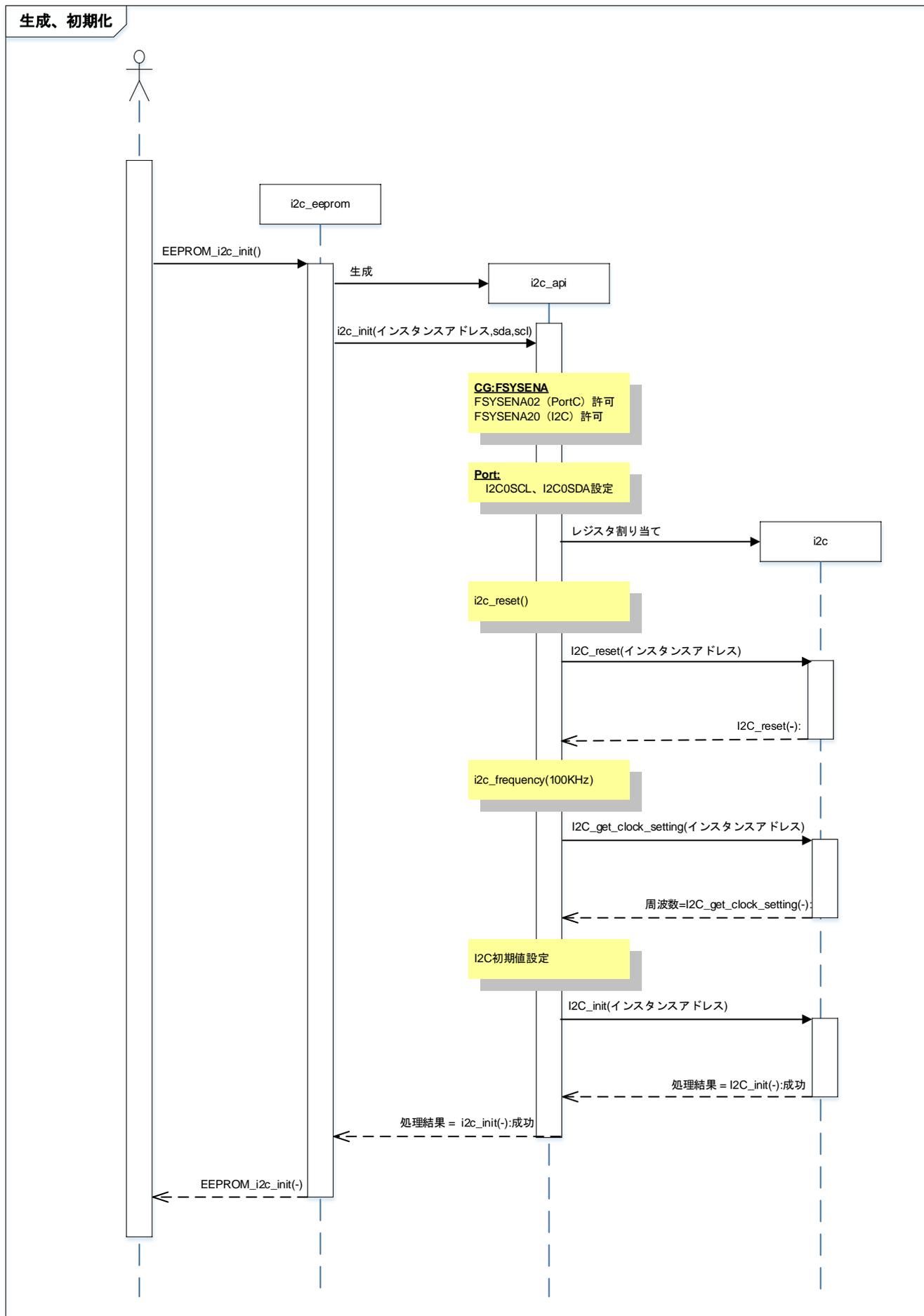
ローカル(C): japanese

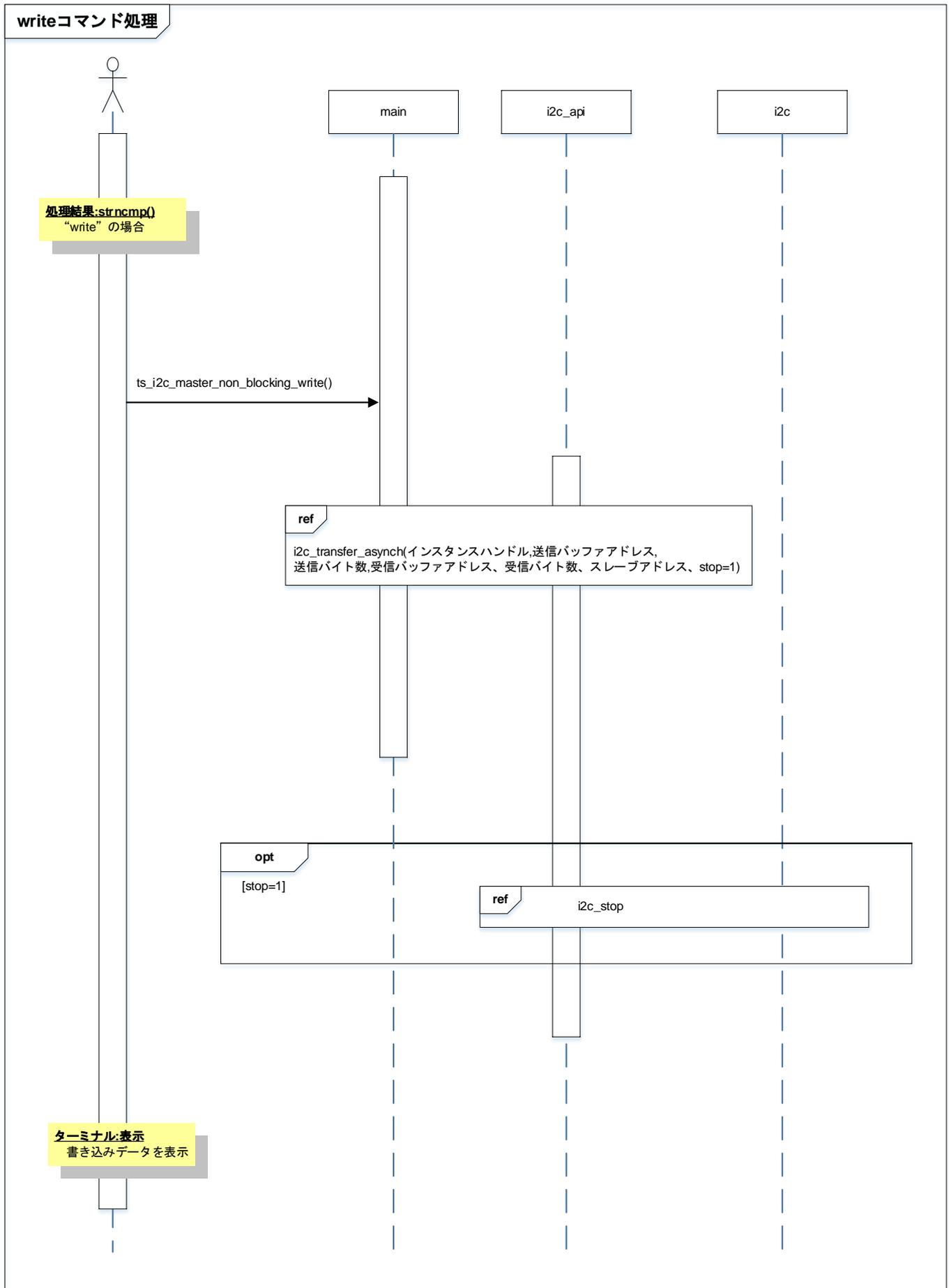
言語コード(P): 932

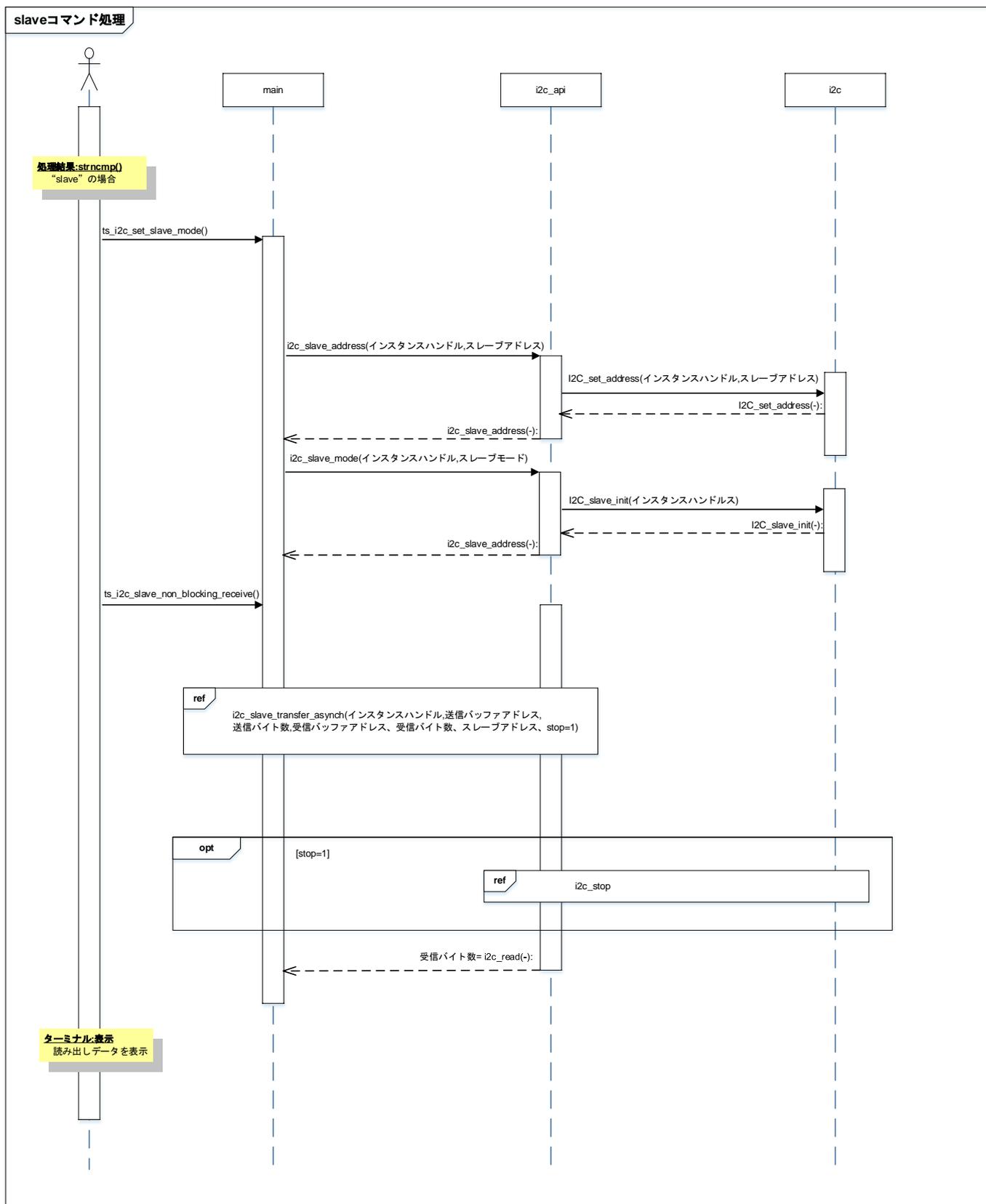
## 9.4. サンプルプログラム動作フロー

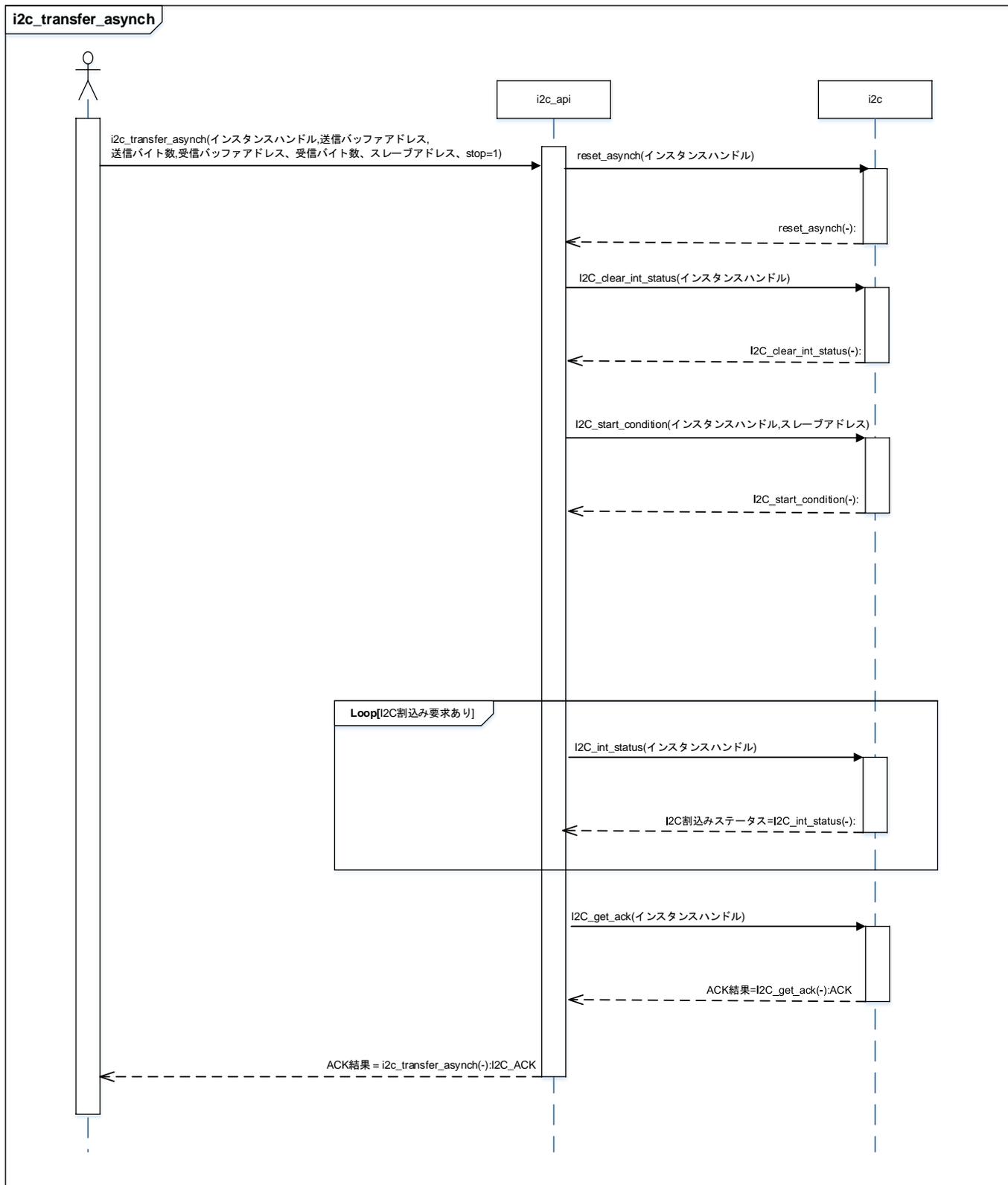
サンプルプログラムの基本的な動作フローを以下に示します。

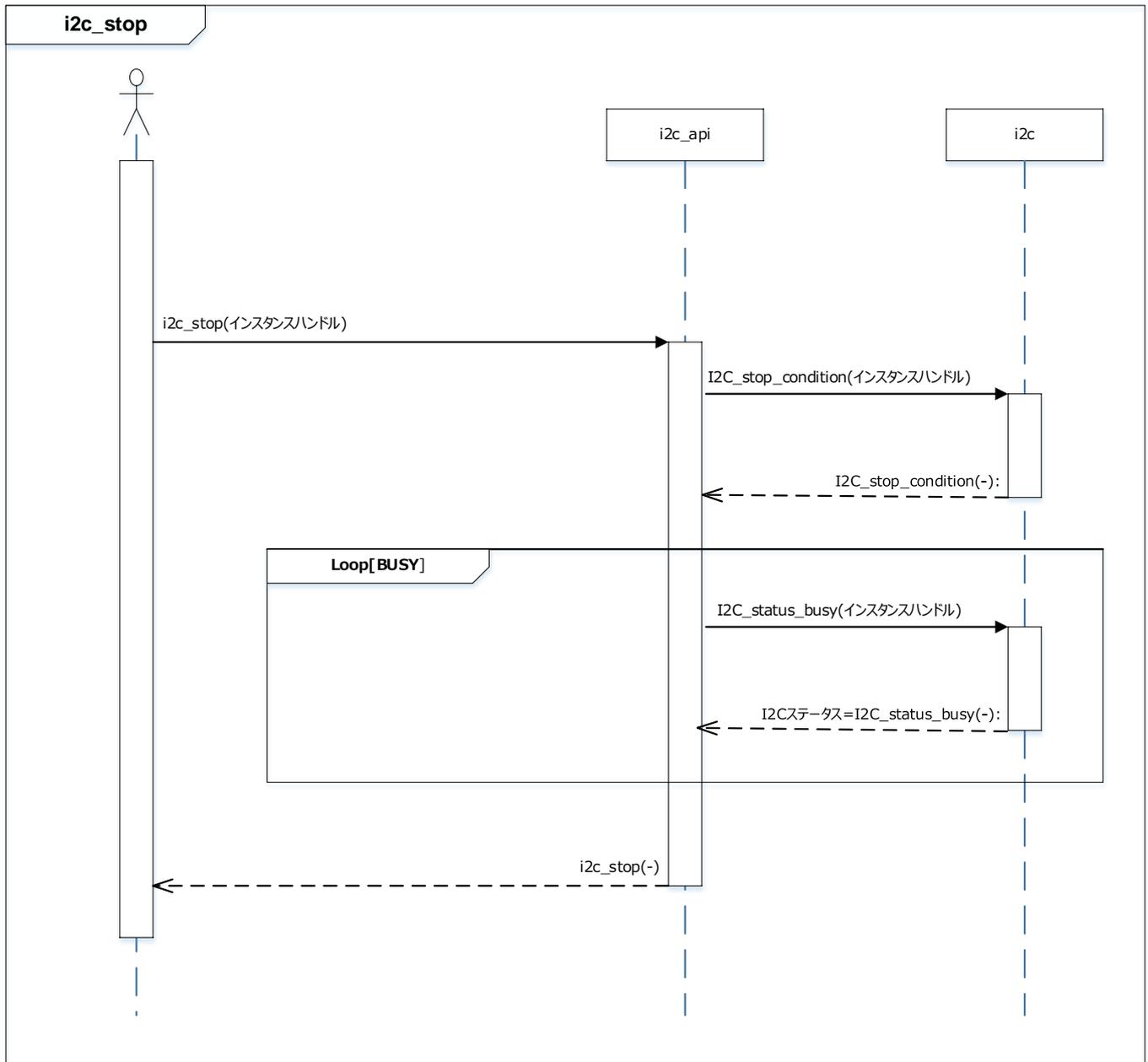












**10. ご使用上の注意事項**

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	2018-09-10	—	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情報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。