

M4G グループ(1)
アプリケーションノート
シリアルペリフェラルインタフェース
(TSPI-C)

概要

このアプリケーションノートは、M4G グループ(1)を使用してシリアルペリフェラルインタフェース (TSPI)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 : TSPI_ChToCh_rx_int

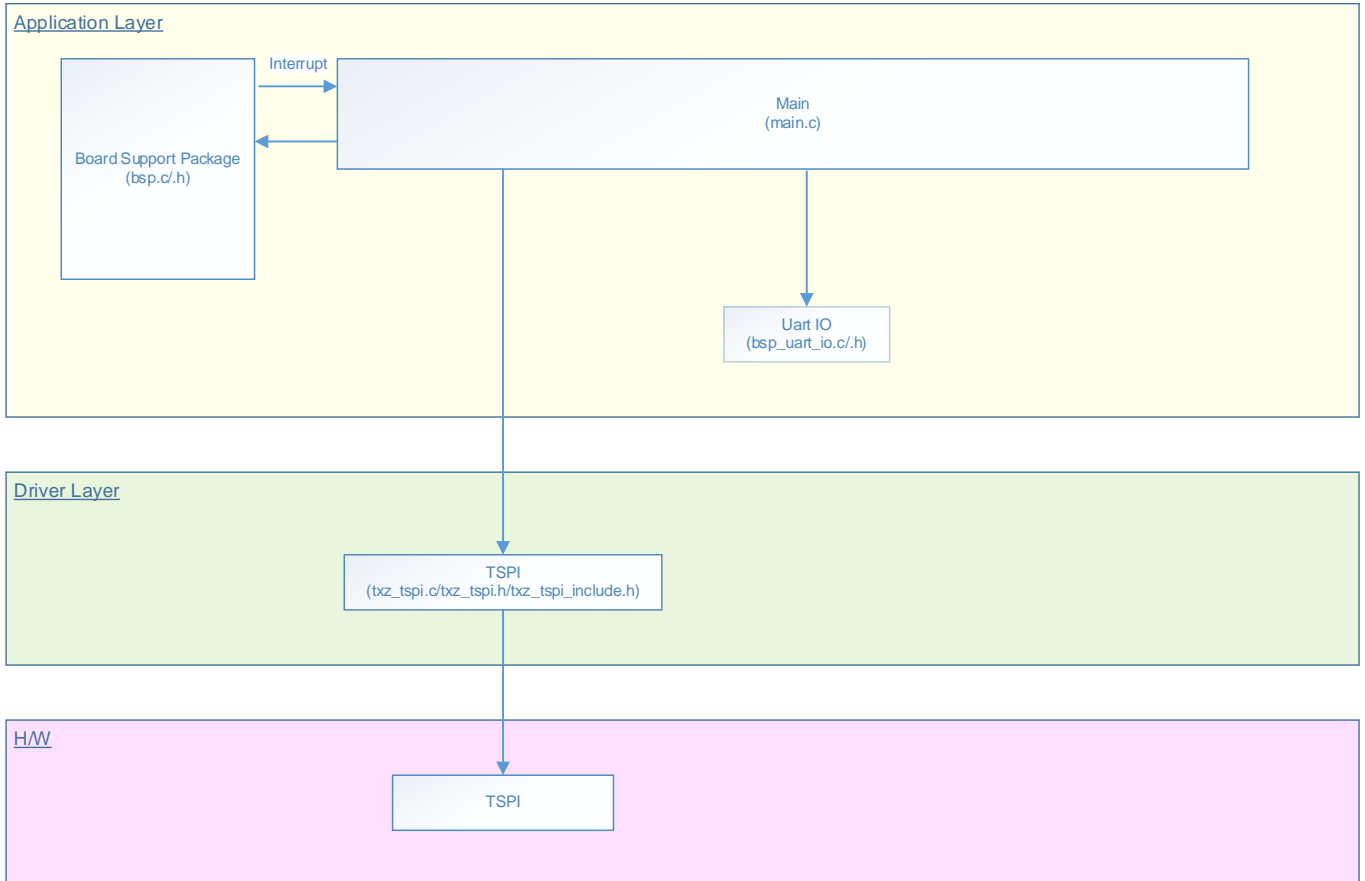
目次

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	12
9.1. 初期化動作	12
9.2. サンプルプログラムメイン動作	12
9.3. サンプルプログラム出力例.....	13
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	22
11. 変更履歴.....	22
製品取り扱い上のお願い.....	23

1. はじめに

本サンプルプログラムはシリアルペリフェラルインタフェースの動作確認用サンプルプログラムです。「write」コマンドによりデータを送信し、「read」コマンドにより受信したデータを読み込み、ターミナルに出力します。

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
シリアル通信 (TSPI) Rev1.0
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	チャンネル	ポート	機能/動作モード
シリアルペリフェラルインタフェース	ch2	PA4(TSPI2TXD) PA6(TSPI2SCK) PA7(TSPI2CS0)	SPI モード、マスタ
	ch4	PD0(TSPI4CSIN) PD1(TSPI4SCK) PD2(TSPI4RXD)	SPI モード、スレーブ
非同期シリアル通信回路	ch0	PE2(UT0RXD) PE3(UT0TXDA)	UART モード

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。

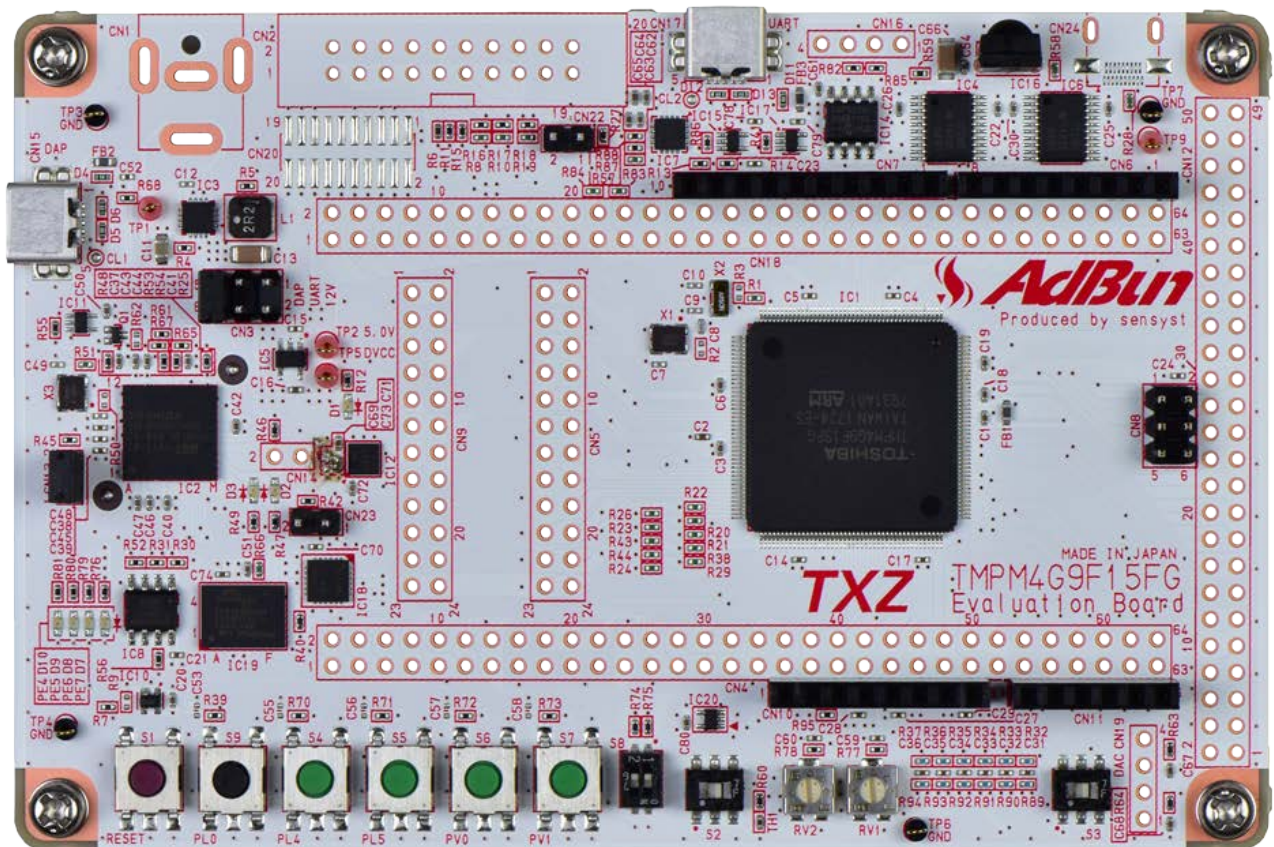
TMPM4G9F15 以外の動作確認を行う場合は、CMSIS Core 関連ファイル (C startup ファイル、I/O ヘッダファイル) を変更する必要があります。

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



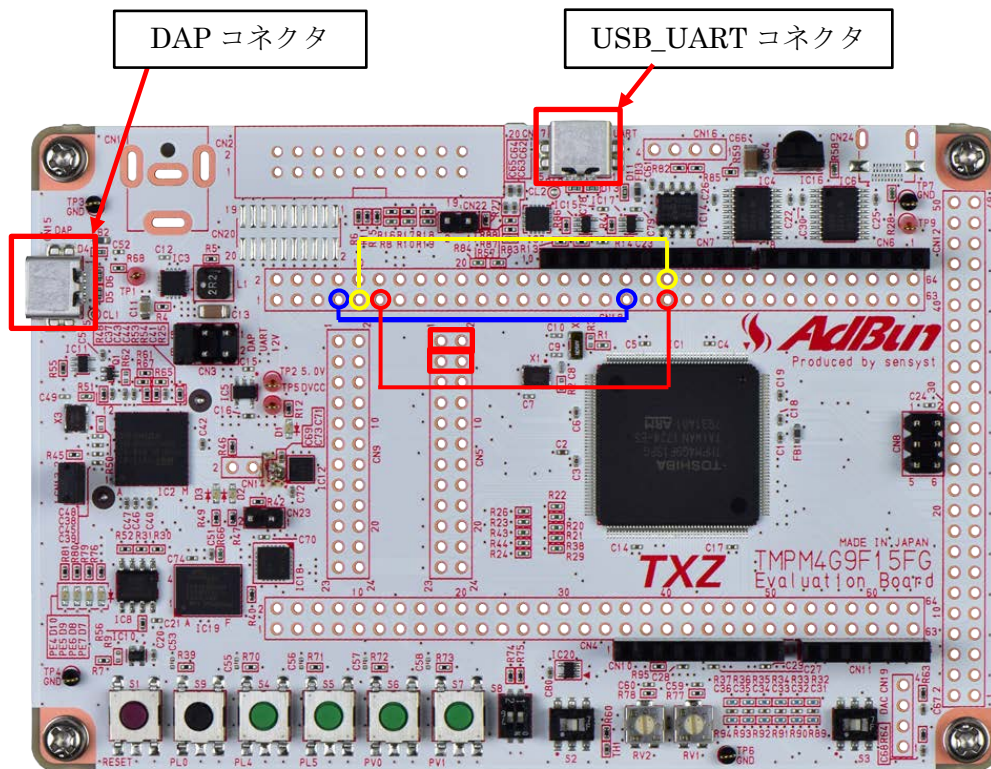
評価ボードは下記サイトより入手できます。 (<http://www.sensyst.co.jp/>)

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

CN18		
ボード機能	スルーホール No.	スルーホール No.
SPI 通信 (ch 間)	7 : PD2	35 : PA4
SPI 通信 (ch 間)	9 : PD1	40 : PA6
SPI 通信 (ch 間)	11 : PD0	39 : PA7



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。

ターミナルソフトの入力待ち状態になります。

ターミナルソフトに「write」コマンドを入力します。続いて「read」コマンドを入力すると、「write」コマンドで受信したデータを読み込み、「TOSHIBA」という文字列をターミナルソフトに出力します。

8. TSPI 機能概要

TSPI (シリアルペリフェラルインタフェース) は、SPI またはSIO の切り替えと、クロックマスタまたはクロックスレーブの切り替えで、計4 モードを備えており、1UNIT 回路単位で1ch (TSPIxTXD, TSPIxRXD, TSPIxSCK, TSPIxCS0/1/2/3, TSPIxCSIN) の送受信回路として動作することが出来ます。表 8.1～表 8.4 に、機能の一覧を示します。

表 8.1 機能概要(SPI モード、マスタ)

機能分類		機能	動作説明または範囲
SPI モード (マスタ)	通信速度 制御	プリスケアラ分周選択	プリスケアラクロックを 1/1,1/2,1/4~1/512 に分周
		ボーレートジェネレータ	ボーレートジェネレータへのクロック入力に対して、 1/N × 1/2 分周 (N=1~16)
	データ フォーマット	データ長	1 ビット単位で設定可能 8~32 ビット(パリティなし) 7~31 ビット(パリティあり)
		パリティ	パリティ付加あり/なしの選択が可能 偶数パリティ/奇数パリティの選択が可能
		データ転送方向	LSB ファースト/ MSB ファーストの選択が可能
	送受信制御	FIFO 段数	送信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット) 受信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット)
		通信動作モード	全二重(送受信)、送信、受信
		転送モード	シングル転送(バースト転送 1 回) バースト転送(2~255 回) 連続転送(転送回数指定無し)
		データサンプリングタイミング	1st エッジでデータをサンプリング 2nd エッジでデータをサンプリング
		CS 制御	TSPIxCS0/1/2/3 の選択が可能 極性: 正論理/負論理の選択が可能
	連動制御	割り込み	送信完了割り込み、送信 FIFO 割り込み、受信完了 割り込み、受信 FIFO 割り込み 垂直パリティエラー割り込み、トリガエラー割り込み
		各種ステータス検出	TSPI 設定可能状態、送信動作中、送信完了、送信 FIFO レベル/エンプティ検出、受信動作中、受信完了、 受信 FIFO レベル/フル検出
		DMA 要求	送信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求 受信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求
		トリガ通信制御	トリガで通信開始。トリガソースはリファレンスマニユ アルの「製品個別情報」を参照
	特殊制御	アイドル期間中の TSPIxTXD 出 カレベル設定	High、Low、最終 bit データ保持、Hi-z
		アイドル期間中 TSPIxSCK の極 性	アイドル期間中に Low アイドル期間中に High
		バースト転送時フレーム間インタ バル	0xTSPIxSCK 周期~15xTSPIxSCK 周期
		連続転送時アイドル時間	TSPIxCS0/1/2/3 有効→無効→TSPIxCS0/1/2/3 有 効時間 1xTSPIxSCK 周期~15xTSPIxSCK 周期
		TSPIxSCK 遅延	TSPIxCS0/1/2/3 有効→TSPIxSCK 開始遅延時間 1xTSPIxSCK 周期~16xTSPIxSCK 周期
		TSPIxCS0/1/2/3 デアサート遅延	最終データから TSPIxCS0/1/2/3 端子がデアサート されるまでの時間 1xTSPIxSCK 周期~16xTSPIxSCK 周期
		ソフトウェアリセット	ソフトウェアによる初期化

表 8.2 機能概要(SPI モード、スレーブ)

機能分類		機能	動作説明または範囲
SPI モード (スレーブ)	データ フォーマット	データ長	1 ビット単位で設定可能 8~32 ビット(パリティなし) 7~31 ビット(パリティあり)
		パリティ	パリティ付加あり/なしの選択が可能 偶数パリティ/奇数パリティの選択が可能
		データ転送方向	LSB ファースト/ MSB ファーストの選択が可能
	送受信制御	FIFO 段数	送信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット) 受信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット)
		通信動作モード	全二重(送受信)、送信、受信
		転送モード	シングル転送(バースト転送 1 回) バースト転送(2~255 回) 連続転送(転送回数指定無し)
		データサンプリングタイミング	2nd エッジでデータをサンプリング
	連動制御	CS 制御	TSPIxCSIN 極性: 正論理/負論理の選択が可能
		割り込み	送信完了割り込み、送信 FIFO 割り込み、受信完了 割り込み、受信 FIFO 割り込み 垂直パリティエラー割り込み、オーバラン割り込み、 アンダラン割り込み
		各種ステータス検出	TSPI 設定可能状態、送信動作中、送信完了、送信 FIFO レベル/エンプティ検出、受信動作中、受信完 了、受信 FIFO レベル/フル検出
	特殊制御	DMA 要求	送信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求 受信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求
		アイドル期間中の TSPIxTXD 出 カレベル設定	High、Low、最終 bit データ保持、Hi-z
		アンダランエラー発生時の TSPIxTXD の出力レベル設定	High、Low
		ソフトウェアリセット	ソフトウェアによる初期化が可能

表 8.3 機能概要(SIO モード、マスタ)

機能分類		機能	動作説明または範囲
SIO モード (マスタ)	通信速度 制御	プリスケアラ分周選択	プリスケアラクロックを 1/1,1/2,1/4~1/512 に分周
		ボーレートジェネレータ	ボーレートジェネレータへのクロック入力に対して、 1/N×1/2 分周 (N=1~16)
	データ フォーマット	データ長	1 ビット単位で設定可能 8~32 ビット(パリティなし) 7~31 ビット(パリティあり)
		パリティ	パリティ付加あり/なしの選択が可能 偶数パリティ/奇数パリティの選択が可能
		データ転送方向	LSB ファースト/ MSB ファーストの選択が可能
	送受信制御	FIFO 段数	送信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット) 受信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット)
		通信動作モード	全二重(送受信)、送信、受信
		転送モード	シングル転送(バースト転送 1 回) バースト転送(2~255 回) 連続転送(転送回数指定無し)
		データサンプリングタイミング	1st エッジでデータをサンプリング 2nd エッジでデータをサンプリング
	連動制御	割り込み	送信完了割り込み、送信 FIFO 割り込み、受信完了 割り込み、受信 FIFO 割り込み 垂直パリティエラー割り込み、トリガエラー割り込み
		各種ステータス検出	TSPI 設定可能状態、送信動作中、送信完了、送信 FIFO レベル/エンプティ検出、受信動作中、受信完 了、受信 FIFO レベル/フル検出
		DMA 要求	送信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求 受信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求
		トリガ通信制御	トリガで通信開始。トリガソースはリファレンスマニ ュアルの「製品個別情報」を参照
	特殊制御	アイドル期間中の TSPIxTXD 出 カレベル設定	High、Low、最終 bit データ保持、Hi-z
		アイドル期間中 TSPIxSCK の極 性	アイドル期間中に Low アイドル期間中に High
		バースト転送時フレーム間インタ バル	0×TSPIxSCK 周期~15×TSPIxSCK 周期
		連続転送時アイドル時間	1×TSPIxSCK 周期~15×TSPIxSCK 周期
		ソフトウェアリセット	ソフトウェアによる初期化が可能

表 8.4 機能概要(SIO モード、スレーブ)

機能分類		機能	動作説明または範囲
SIO モード (スレーブ)	データ フォーマット	データ長	1 ビット単位で設定可能 8~32 ビット(パリティなし) 7~31 ビット(パリティあり)
		パリティ	パリティ付加あり/なしの選択が可能 偶数パリティ/奇数パリティの選択が可能
		データ転送方向	LSB ファースト/ MSB ファーストの選択が可能
	送受信制御	FIFO 段数	送信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット) 受信: 8 段(16 ビット)、4 段(32 ビット)
		通信動作モード	全二重(送受信)、送信、受信
		転送モード	シングル転送(バースト転送 1 回) バースト転送(2~255 回) 連続転送(転送回数指定無し)
		データサンプリングタイミング	2nd エッジでデータをサンプリング
	連動制御	割り込み	送信完了割り込み、送信 FIFO 割り込み、受信完了 割り込み、受信 FIFO 割り込み 垂直パリティエラー割り込み、オーバラン割り込み、 アンダラン割り込み
		各種ステータス検出	TSPI 設定可能状態、送信動作中、送信完了、送信 FIFO レベル/エンプティ検出、受信動作中、受信完了、 受信 FIFO レベル/フル検出
		DMA 要求	送信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求 受信: シングル DMA 要求、バースト DMA 要求
	特殊制御	TSPIxTXD 端子の最終ビットホールド時間	2/fsys~128/fsys
		アイドル期間中の TSPIxTXD 出力レベル設定	High、Low、最終 bit データ保持、Hi-z
		ソフトウェアリセット	ソフトウェアによる初期化が可能

9. サンプルプログラム

TSPI を用いた通信を行います。「write」コマンドによりデータを送信して、「read」コマンドにより受信したデータを読み込み、ターミナルソフトに出力します。
ターミナルソフトとのコマンド/データの送受信は UART 通信で行います。

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 と TSPI の送信、受信の初期化を行います。

ターミナルソフトが入力を待機する状態になります。
ターミナルソフトから”write”コマンド、または”read”コマンドを実行できます。
各コマンドの動作は下記となります。

- write
TSPI の送信・受信の割り込みを許可した後、あらかじめ設定された文字列の「TOSHIBA」を送信します。データを送信したことで TSPI ch4 の受信割り込みが発生し、データを受信します。
- read
受信したデータを読み込み、ターミナルソフトに出力します。

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、コマンドの入力およびその結果を出力します。

```

COM3 - 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)
command > write
command > read
read data > TOSHIBA
command > 123456

Command Error !!
command >

```

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)

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(R): AUTO

送信(M): CR+LF

端末ID(I): VT100

ローカリエコー(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

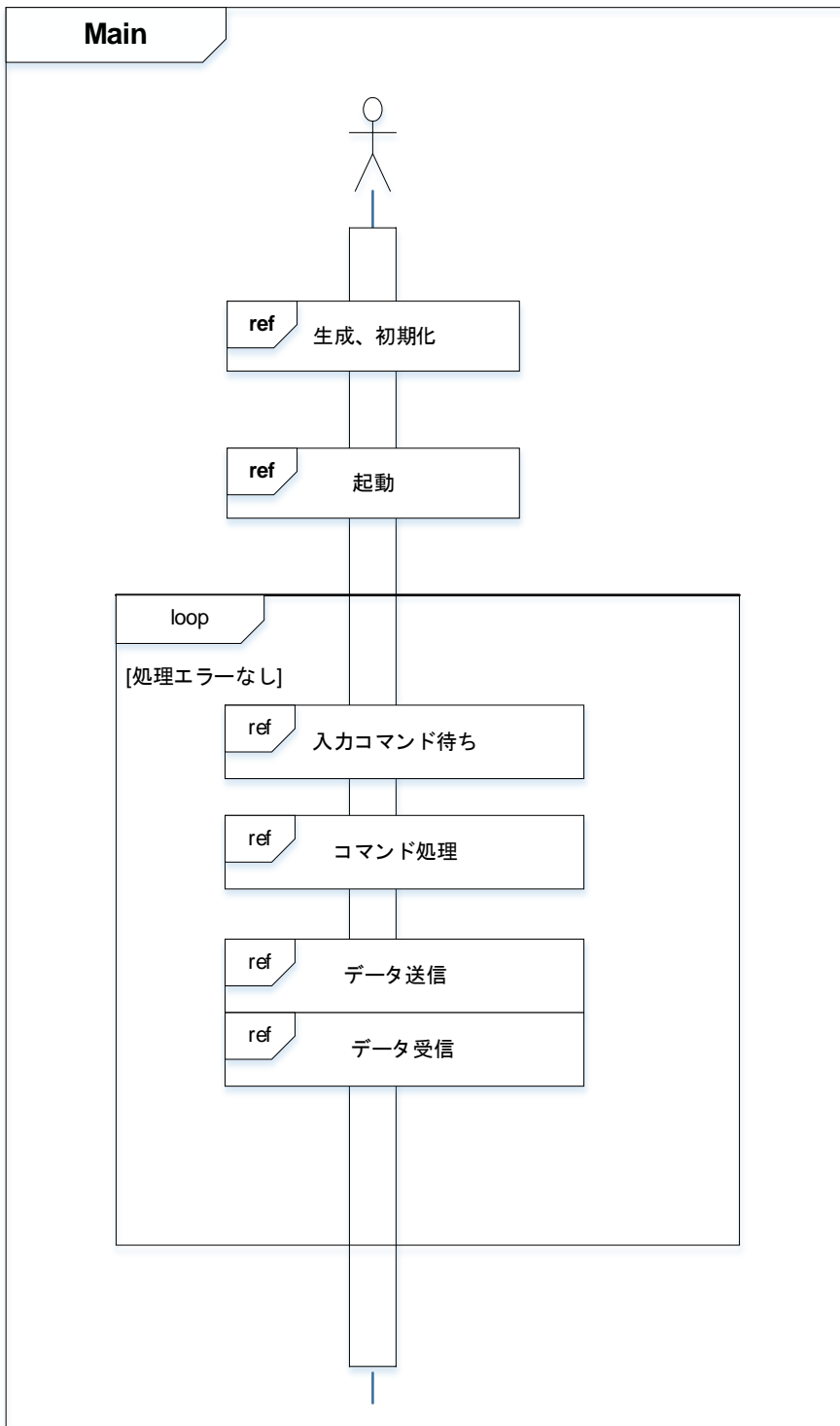
漢字イン(N): ^[\$B

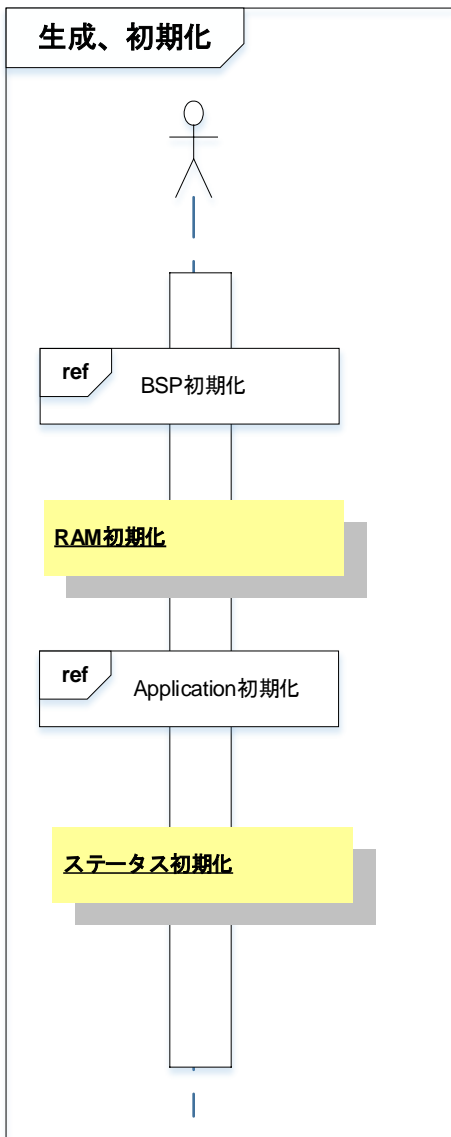
7bit カタカナ 7bit カタカナ 漢字アウト(O): ^[(B

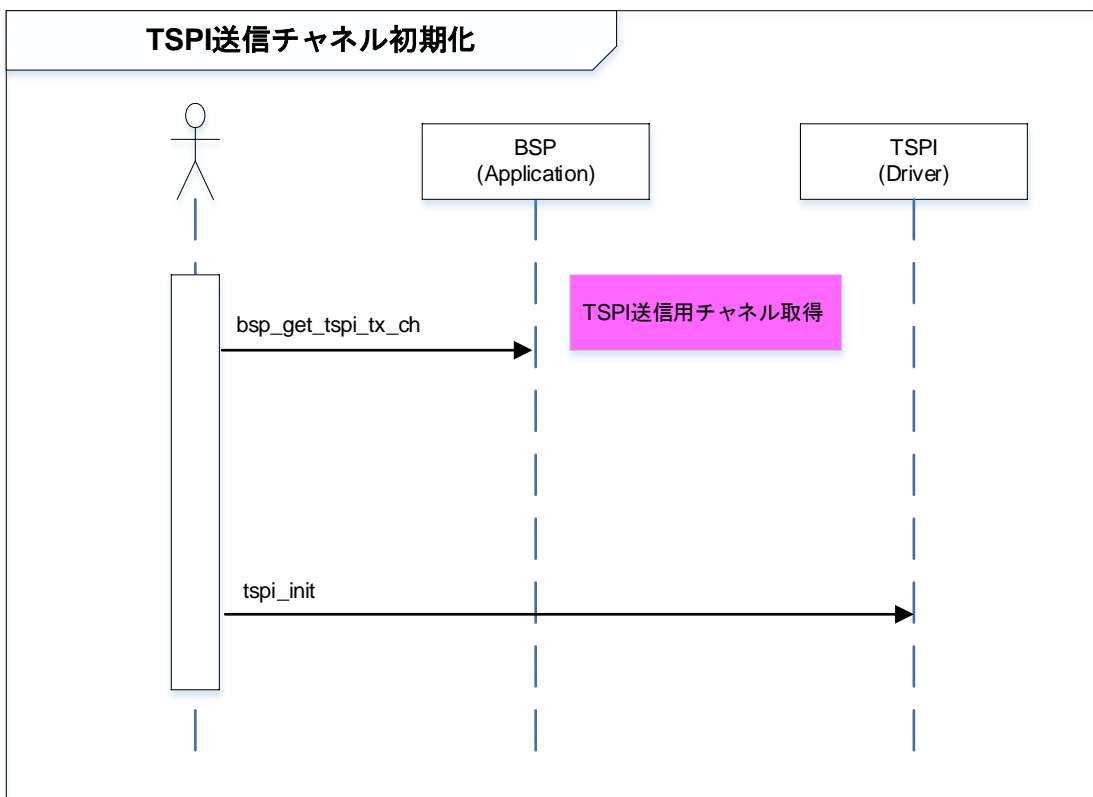
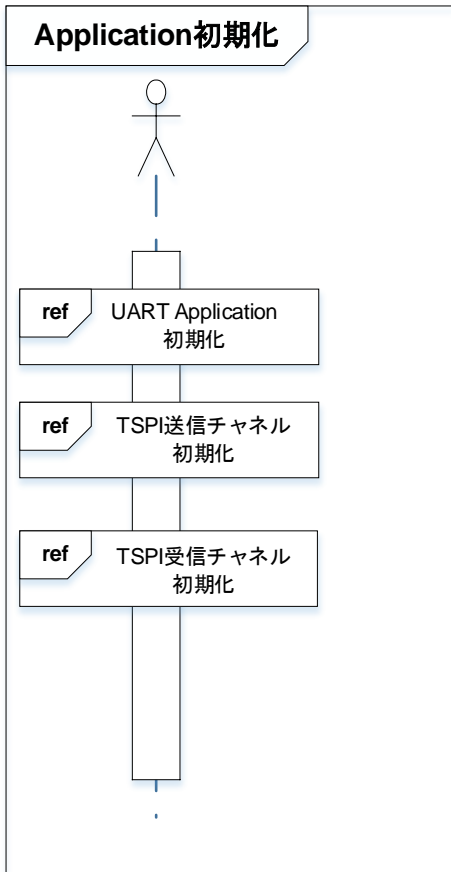
ロケール(O): japanese 言語コード(P): 932

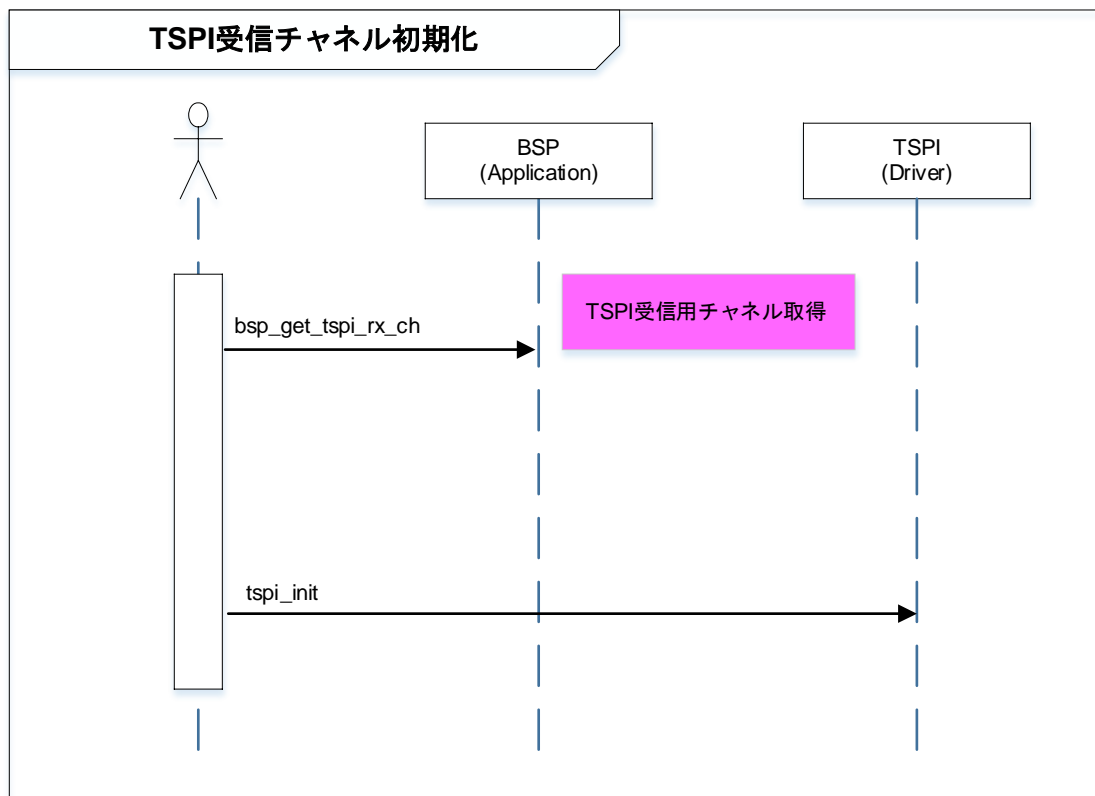
9.4. サンプルプログラム動作フロー

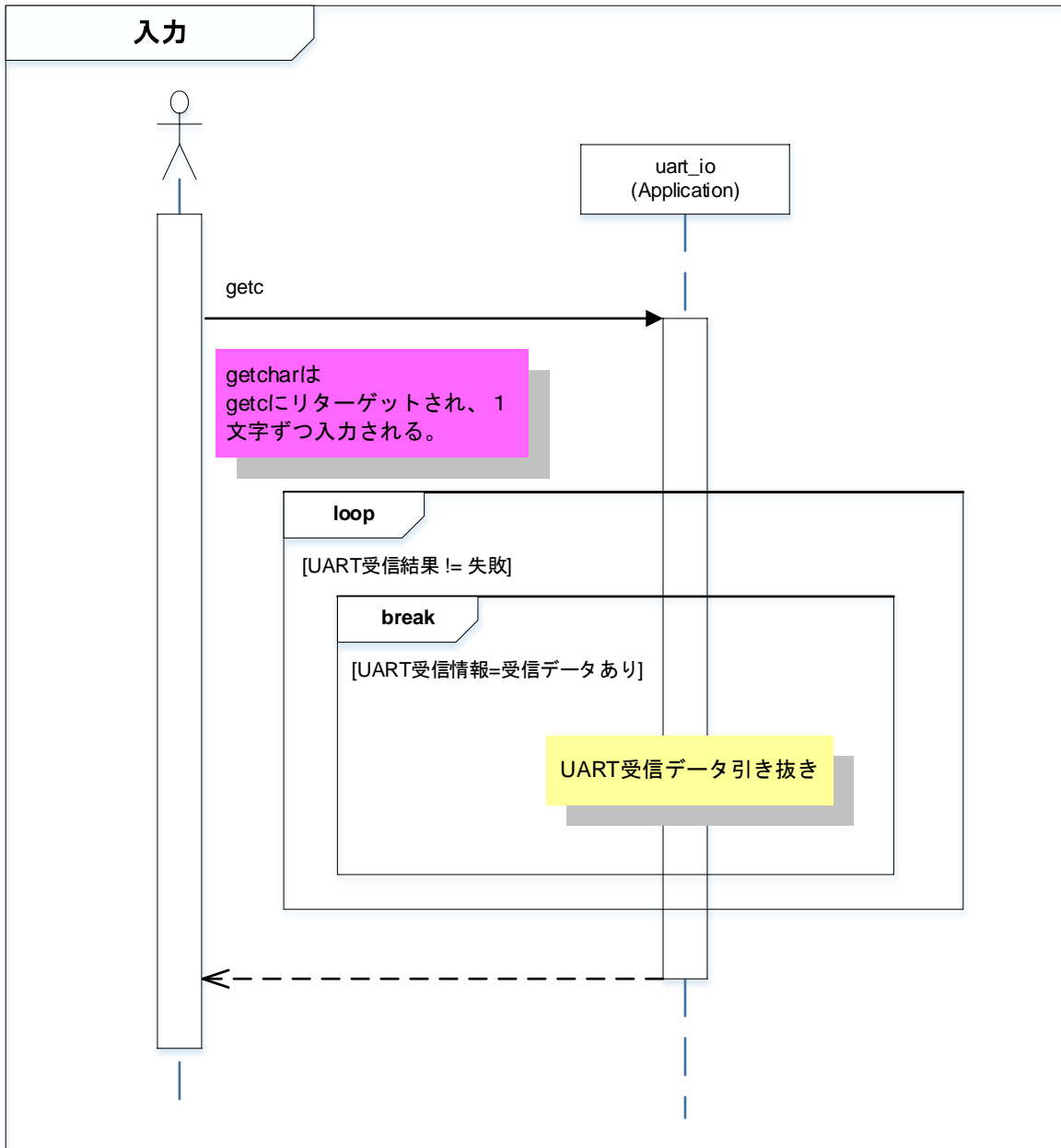
サンプルプログラムの基本的な動作フローを以下に示します。

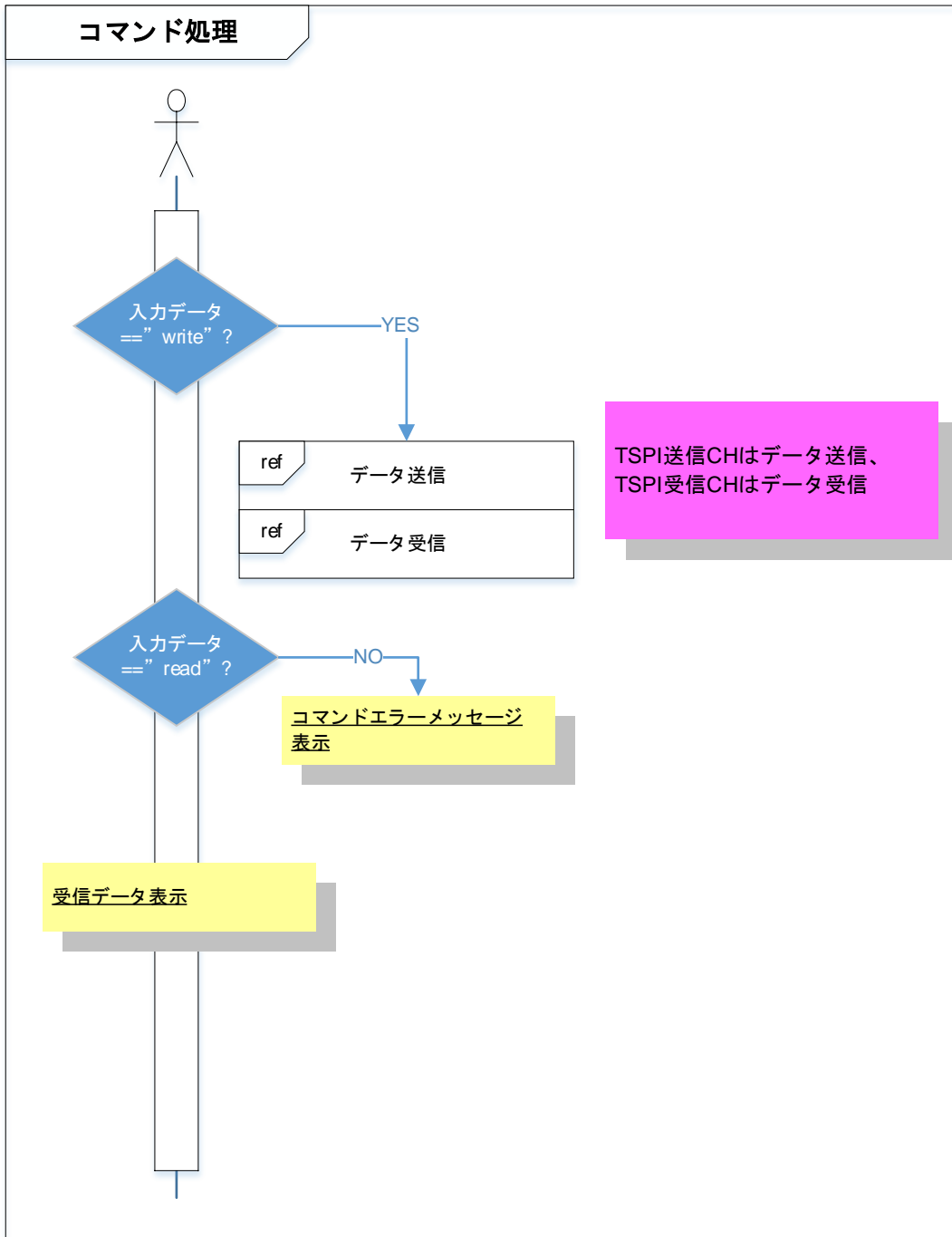


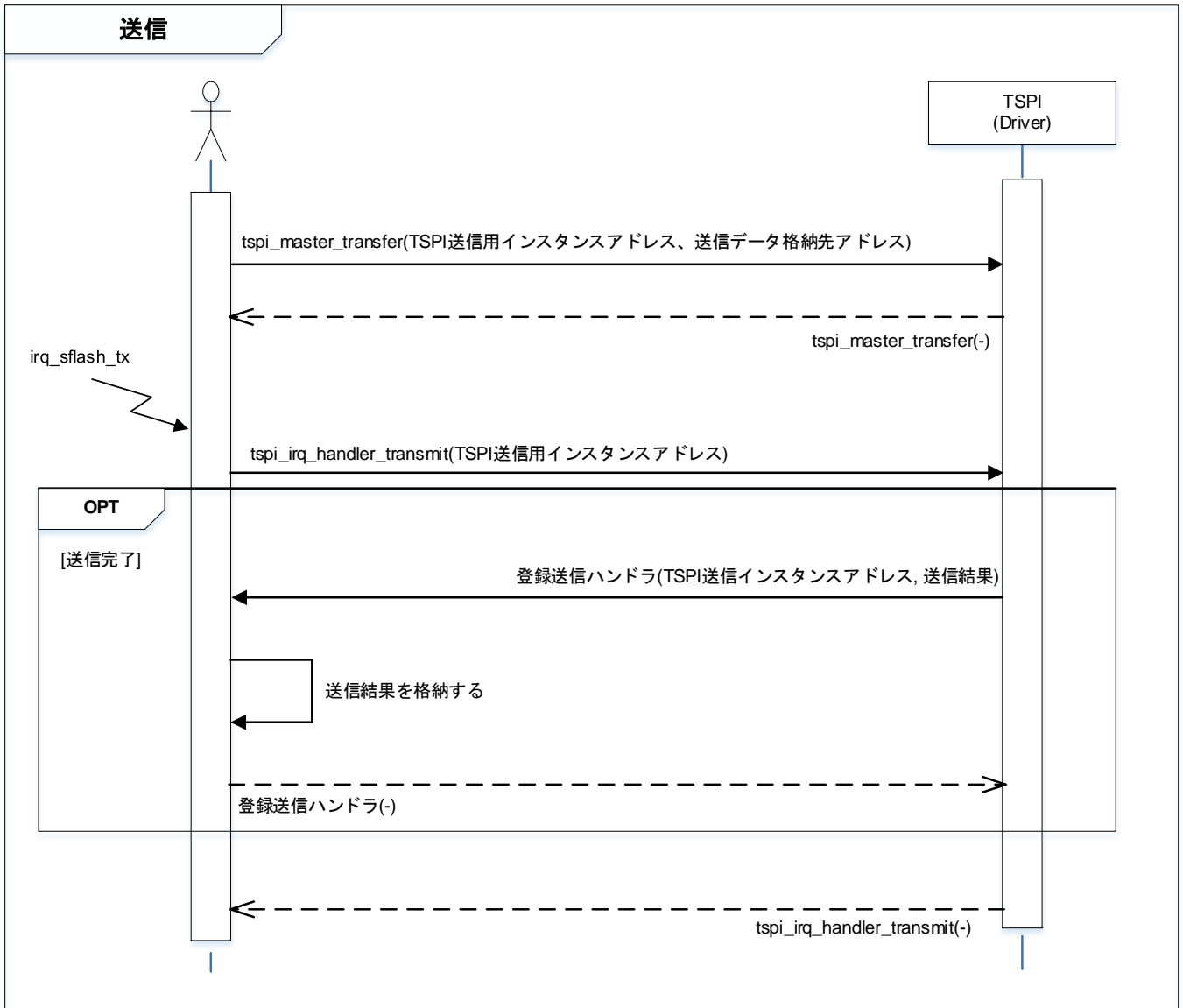


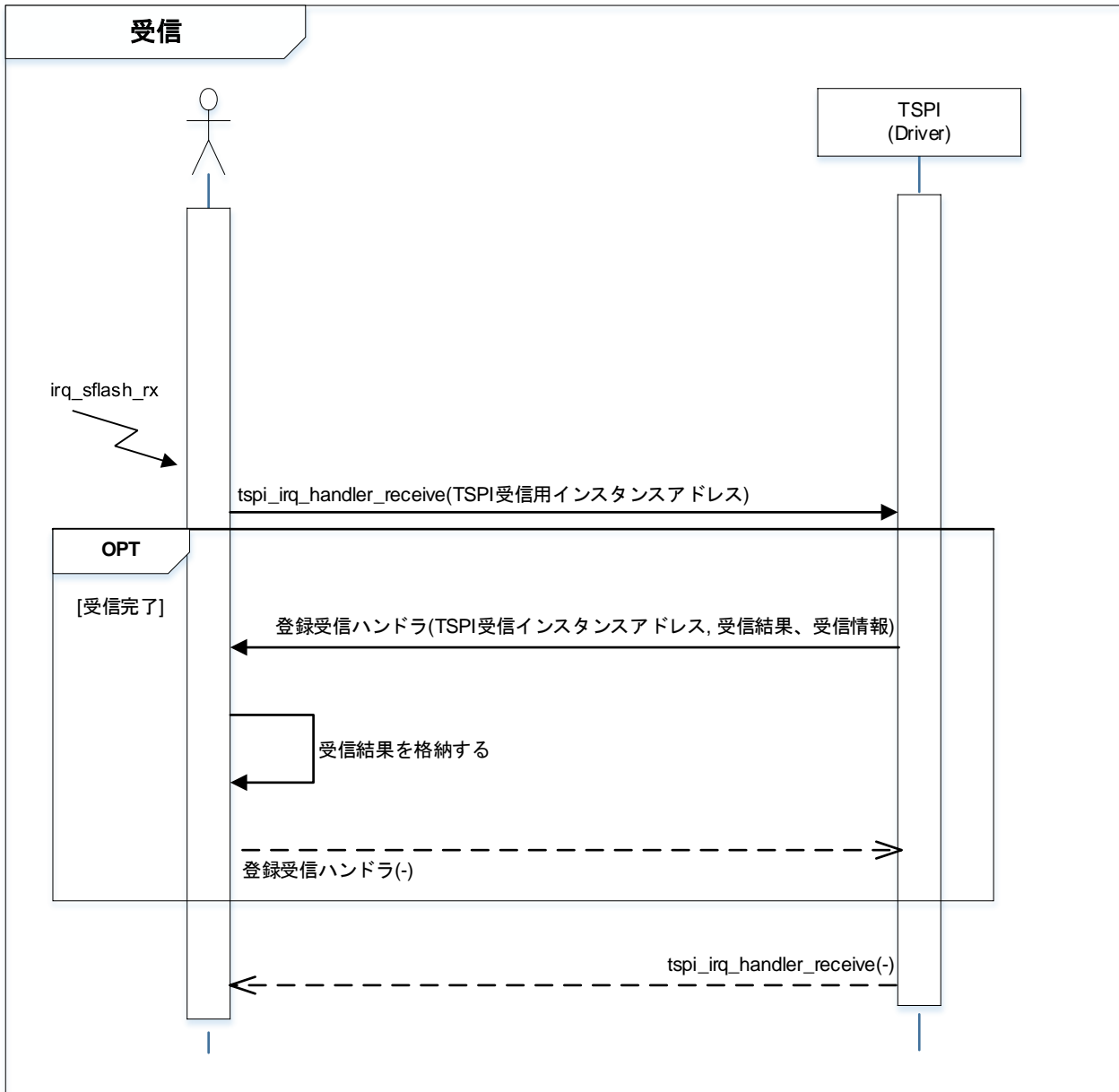












10. ご使用上の注意事項

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	2018-10-05	—	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。