

**μ T-Kernel3.0
TX03 M367 IoT-Engine 向け
構築手順書書**

Version. 01. 00. 00

2019. 12. 11

目次

1.	概要.....	3
1.1	目的.....	3
1.2	対象 OS およびハードウェア	3
1.3	対象開発環境.....	3
2.	C コンパイラ.....	4
3.	Eclipse を用いたビルド手順（例）	6
3.1	開発ソフトの準備.....	6
3.2	Eclipse の設定.....	7
3.3	プロジェクトの作成.....	7
3.4	プロジェクトのビルド.....	9
4.	実機でのプログラム実行.....	10
4.1	SEGGER J-Link Software のインストール.....	10
4.2	Eclipse によるプログラムの実行.....	11
5.	アプリケーションプログラムの作成.....	13

1. 概要

1.1 目的

本書は、TRON フォーラムからソースコードが公開されてる TX03 M367 IoT-Engine 向け μ T-Kernel3.0 の開発環境の構築手順を記す。

以降、本ソフトとは前述の μ T-Kernel3.0 のソースコードを示す。

1.2 対象 OS およびハードウェア

本書は以下を対象とする。

分類	名称	備考
OS	μ T-Kernel3.00.00	TRON フォーラム
実機	TX03 M367 IoT-Engine	UC テクノロジー製
搭載マイコン	TX03 シリーズ M360 グループ TMPM367FDFG	東芝デバイス&ストレージ製

1.3 対象開発環境

本ソフトは C 言語コンパイラとして、GCC (GNU Compiler) を前提とする。

ただし、本ソフトはハードウェア依存部を除けば、標準の C 言語で記述されており、他の C 言語コンパイラへの移植も可能である。

2. C コンパイラ

(1) GCC バージョンおよびオプション

本ソフトの検証に用いた GCC のバージョンおよびオプションを以下に記す。

GNU Arm Embedded Toolchain

(<https://developer.arm.com/open-source/gnu-toolchain/gnu-rm>)

gcc-arm-none-eabi-9-2019-q4-major-win32

(2) 動作検証時のオプション

本ソフトの動作検証時のコンパイラ及びリンカのオプションを示す。なお、オプションは、開発するアプリケーションに応じて適したものを指定する必要がある。

最適化オプションは、検証時には -O2 を設定している。

リンクタイム最適化 -flto (Link-time optimizer) については動作を保証しない。

その他のオプションを以下に示す。

コンパイルオプション

```
-mcpu=cortex-m3 -mthumb -ffreestanding
-fomit-frame-pointer -std=gnu11
```

リンクオプション

```
-mcpu=cortex-m3 -mthumb -ffreestanding
-fomit-frame-pointer -nostartfiles -static
```

(3) インクルードパス

μT-Kernel3.0 のソースディレクトリの以下のディレクトリを指定する必要がある。

ディレクトリパス	内容
¥config	コンフィギュレーションファイル
¥include	共通ヘッダファイル
¥kernel¥knlinc	カーネル内共通ヘッダファイル

¥kernel¥knlinc は OS 内部でのみ使用するヘッダファイルである。ユーザプログラムについては、¥config と ¥include のみを使用する。

(4) 標準ライブラリ

本ソフトは基本的にはコンパイラの標準ライブラリを使用しない。ただし、演算に際してライブラリが使用される場合がある。本ソフトではデバッグサポート機能の中の演算で使用されている（`td_get_otm` および `td_get_tim` の処理内で `__aeabi_idivmod` 関数が使用されている）。

デバッグサポート機能を使用しない場合は標準ライブラリは不要である。リンクオプションで `-nostdlib` が指定可能となる。ただし、アプリケーションで使用している場合はこの限りではない。

3. Eclipse を用いたビルド手順（例）

本ソフトをビルドするための開発環境の構築と、それを用いたビルド手順を説明する。
本ソフトは極力、特定の開発環境に依存しないように作られている。ここでは、オープンソースの統合開発環境 Eclipse を使用した例を説明する。

3.1 開発ソフトの準備

(1) 統合開発環境 Eclipse

Eclipse と CDT および Eclipse を実行するための Java 実行環境を準備する。
Eclipse 本体と日本語化プラグイン、その他必要なソフトをまとめたオールインワン・パッケージ Pleiades All in One は以下からダウンロード可能である。

MergeDoc Project <https://mergedoc.osdn.jp/>

本稿作成時に検証したバージョンは以下の通り。

Pleiades All in One リリース 2019-09 Full Edition
pleiades-2019-09-cpp-win-64bit-jre_20191007.zip

ダウンロードした zip ファイルを任意の場所に展開する。

(2) C コンパイラー式

GCC コンパイラー式を以下からダウンロードする。

GNU Arm Embedded Toolchain
<https://developer.arm.com/open-source/gnu-toolchain/gnu-rm>

本稿作成時に検証したバージョンは以下の通り。

GNU Tools for Arm Embedded Processors 9-2019q4-major Release

ダウンロードした zip ファイルを任意の場所に展開する。

(3) 開発ツール一式

GCC toolchain を使用するためのツール一式（make など）を以下からダウンロードする。

GNU MCU Eclipse

<https://github.com/gnu-mcu-eclipse/windows-build-tools/releases>

本稿作成時に検証したバージョンは以下の通り。

GNU MCU Eclipse Windows Build Tools v2.12 20190422

ダウンロードした zip ファイルを任意の場所に展開する。

3.2 Eclipse の設定

(1) ワークスペースの作成

Eclipse の初回起動時、指示に従いワークスペースを作成する。ワークスペースは、Eclipse の各種設定などが保存される可能的な作業場である。

(2) GNU ARM Eclipse Plug-in の追加

Eclipse に ARM マイコン開発のためのプラグインを追加する。

メニュー「ヘルプ」→「新規ソフトウェアのインストール」→「追加」を選択する。

開いたダイアログに以下を入力

Name :	GNU ARM Eclipse Plug-ins
Location:	http://gnuarmclipse.sourceforge.net/updates

以降、画面の指示に従ってすべてをインストールする。

3.3 プロジェクトの作成

Eclipse にて以下の手順で本ソフトのプロジェクトを作成する。

(1) メニュー「新規」→「C/C++ プロジェクト」を選択する。

開いた新規 C/C++プロジェクトのテンプレート画面で「C 管理ビルド」を選択する。次の C プロジェクト画面で以下を設定する。

- ・プロジェクト名：任意
- ・プロジェクトタイプ：「空のプロジェクト」選択
- ・ツールチェーン：「Cross ARM GCC」選択

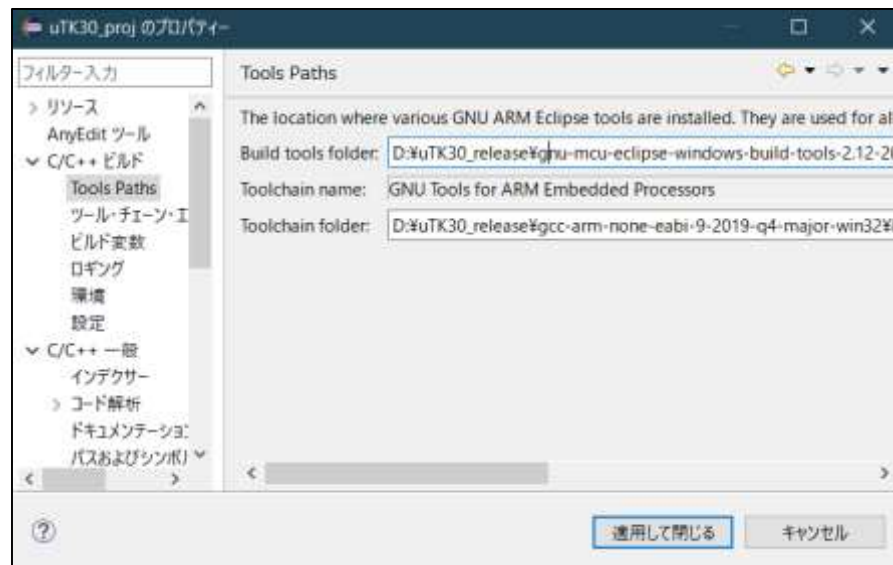
(2) メニュー「ファイル」→「インポート…」を選択する。

開いた選択画面で「一般」→「ファイルシステム」を選択し、ファイルシステム画面で μ T-Kernel3.0 のソースコードのディレクトリを入力する。

- (3) メニュー「プロジェクト」→「プロパティ」を選択する。

項目「C/C++ビルド」→「Tools Paths」を選択し、Build tools folder に GNU MCU Eclipses を展開したディレクトリ内の $\%bin$ ディレクトリのパスを設定する。

Toolchain folder には、GCC を展開したディレクトリ内の $\%bin$ ディレクトリのパスを設定する。



- (4) 項目「C/C++ビルド」→「設定」→「ツール設定」タブ選択し、以下を設定する。

「最適化」

-ffreestanding のみ選択

「Cross ARM GNU Assembler」

「インクルード」インクルードパスの追加

「Cross ARM GNU C Compiler」

「インクルード」インクルードパスの追加

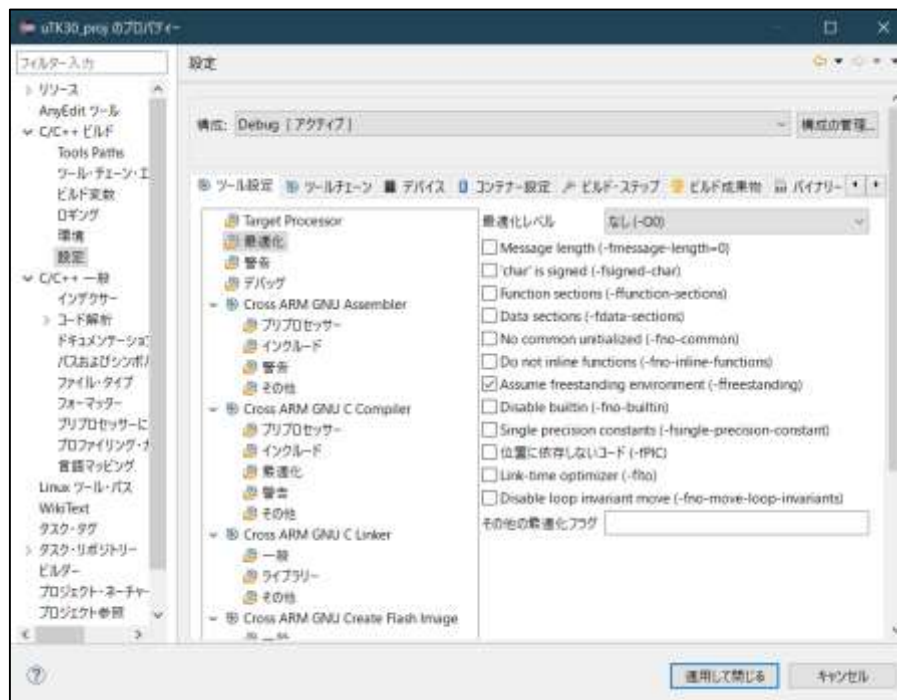
「最適化」「言語標準」GNU ISO C11 (-std=gnu11)

「Cross ARM GNU C Linker」

「一般」スクリプト・ファイルに、以下のファイルのパスを設定する。

etc\linker\iote_m367\kernel_map.ld

標準開始ファイルを使用しない(-nostartfile)のみを選択する。



3.4 プロジェクトのビルド

メニュー「プロジェクト」→「プロジェクトのビルド」を選択すると、 μ T-Kernel のソースコードがコンパイル、リンクされ、実行コードの ELF ファイルが生成される。

また、メニュー「プロジェクト」→「ビルド構成」→「アクティブにする」でワーキング・セットを選択することができる。

デフォルトの設定では Release が Debug 選択可能である。

4. 実機でのプログラム実行

ビルドしたプログラムを実機上で実行する方法を記す。

実機としては、TX03 M367 IoT-Engine Starter Kit を前提に説明する。

本 Kit に付属の J-Link を使用し、前章で説明した Eclipse の開発環境から実機に実行コードを転送し、実行、デバッグを行う方法を記す。

4.1 SEGGER J-Link Software のインストール

- (1) SEGGER J-Link Software を次の Web サイトからダウンロードする。

SEGGER <https://www.segger.com/>

サイトの「Download」→「J-Link/J-Trace」を選択し、J-Link Software and Documentation Pack をダウンロードする。以下のインストーラがダウンロードされる（バージョンは変更される可能性がある）。

JLink_Windows_V656a.exe

- (2) ダウンロードしたインストーラを実行し、SEGGER J-Link Software をインストールする。
- (3) Eclipse のメニュー「ウィンドウ」→「設定」を選択し、開いたダイアログの項目「実行/デバッグ」に「SEGGER J-Link Software」をインストールしたディレクトリを設定する。



4.2 Eclipse によるプログラムの実行

(1) Eclipse のメニューからメニュー「実行」→「デバッグの構成」を選択し、開いたダイアログから項目「GDB SEGGER J-Link Debugging」を選択する。

(2) 「新規構成」ボタンを押し、「GDB SEGGER J-Link Debugging」に構成を追加する。

(3) 追加した構成を選択し、「構成の作成、管理、実行」画面にて以下の設定を行う。

「メイン」タブ

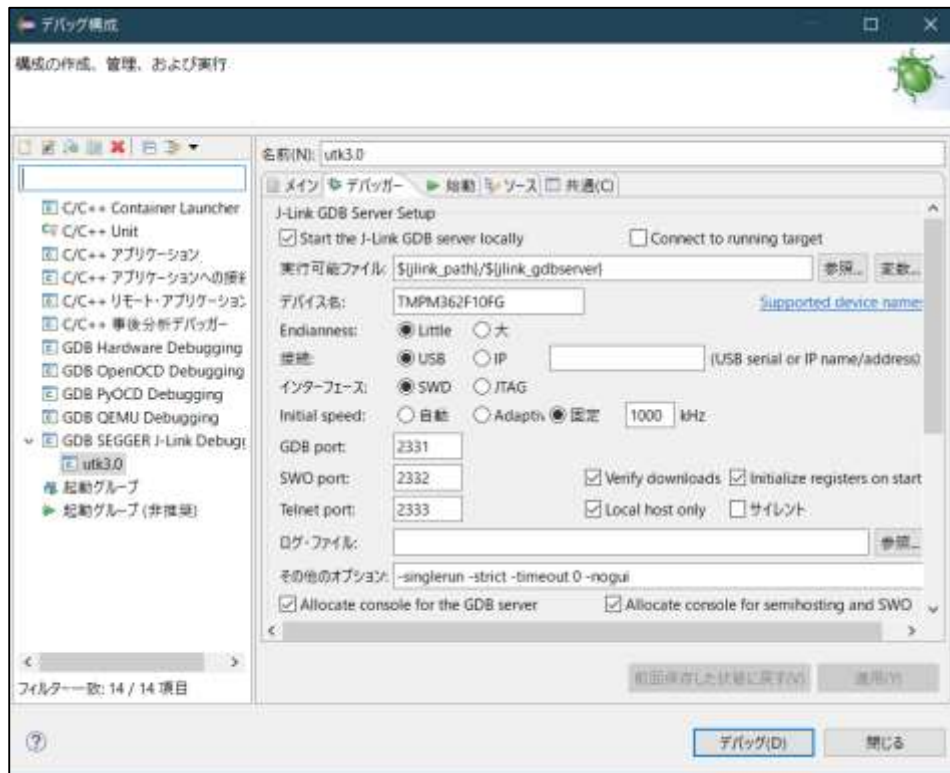
名前：(任意)を入力

プロジェクト：前項で作成したプロジェクトを指定

C/C++アプリケーション：ビルドした ELF ファイル

「デバッガー」タブ

デバイス名：「TMPM362F10FG」を入力



(4) デバッグ開始

「デバッグ」ボタンを押すとプログラムが実機に転送され、ROM に書き込まれたのち、実行される。

本ソフトでは、OS 起動後にサンプルのアプリケーションが実行される。サンプルのアプリケーションは、初期タスクから二つのタスクを生成、実行し、T-Monitor 互換ライブラリを使用してメッセージを出力する簡単なプログラムである。

ソースコードは以下のファイルに記述されている。

/app_sample/usermain.c

5. アプリケーションプログラムの作成

アプリケーションプログラムは、OS とは別にアプリ用のディレクトリを作成して、そこにソースコードを置き、OS と一括でコンパイル、リンクを行う。

Eclipse を使用する場合は、OS を構築するプロジェクトに、アプリのソースコードも追加する。

公開している μ T-Kernel3.0 のソースコードには、サンプルのアプリケーションが含まれている。`/app_sample` ディレクトリが、サンプルのアプリケーションのディレクトリなので、これをユーザのアプリケーションのディレクトリに置き換えれば良い。

アプリケーションには、`usermain` 関数を定義する。OS は起動後に初期タスクから `usermain` 関数を実行する。詳細は μ T-Kernel3.0 共通実装仕様書「5.2.3 ユーザ定義メイン関数 `usermain`」を参照のこと。

アプリケーションから OS の機能を使用する場合は、以下のようにヘッダファイルのインクルードを行う。

```
#include <tk/tkernel.h>
```

T-Monitor 互換ライブラリを使用する場合は、さらに以下のインクルードが必要である。

```
#include <tm/tmonitor.h>
```

μ T-Kernel3.0 の機能については、 μ T-Kernel3.0 仕様書を参照のこと。

以上