

# $\mu$ T-Kernel 3.0 構築手順書 (AdBun-M4GRF20FG)

**Rev 3.00.01**

December, 2023



**μT-Kernel 3.0**

# 目次

1. はじめに .....	2
1.1. 本書について .....	2
1.2. 表記について .....	2
2. 概要 .....	3
2.1. 対象とするハードウェアと OS .....	3
2.2. 対象とする開発環境 .....	3
2.3. デバイスドライバ .....	4
2.4. 関連ドキュメント .....	4
3. 開発環境の準備 .....	5
3.1. IAR Embedded Workbench for Arm のインストール .....	5
3.2. AdBun-M4GR の設定と接続 .....	5
3.3. ソースコードの展開 .....	6
3.4. Tera Term の設定 .....	6
4. ビルドと実行 .....	7
4.1. サンプルプロジェクト .....	7
4.2. 実行手順 .....	7
4.2.1. EWARM の起動 .....	8
4.2.2. ビルド構成の選択 .....	8
4.2.3. ビルド .....	9
4.2.4. ターゲットボードの接続 .....	9
4.2.5. デバッグ開始 .....	9
4.2.6. エントリポイントで停止 .....	10
4.2.7. 実行 .....	10
4.2.8. 動作確認 .....	10
5. μT-Kernel 3.0 のディレクトリ／ファイル構成 .....	12
5.1. μT-Kernel 3.0 のソースコード .....	12
5.2. μT-Kernel 3.0 BSP のディレクトリとファイル .....	12
5.3. プロジェクトファイル .....	13
5.4. サンプルアプリケーション .....	13

## 1. はじめに

本品は、ユーシーテクノロジー(株)が開発した μ T-Kernel 3.0 である。



本品は、トロンフォーラムの配布する μ T-Kernel 3.0 をベースに、センシスト製の評価ボード AdBun-M4GR 評価ボード(以下、AdBun-M4GR)で動作させるための機種依存部を追加してある。

### 1.1. 本書について

本書は AdBun-M4GR 向けの μ T-Kernel 3.0 の構築手順について記載した構築手順書である。本書の対象となる実装は、ユーシーテクノロジー(株)が公開している μ T-Kernel 3.0 BSP(Board Support Package)に含まれている。

以降、単に OS や RTOS と称する場合は μ T-Kernel 3.0 を示し、**本実装**と称する場合は AdBun-M4GR 向けのソースコードの実装を示すものとする。

### 1.2. 表記について

表記	説明
[ ]	[ ]はソフトウェア画面のボタンやメニューを表す。
「 」	「 」はソフトウェア画面に表示された項目などを表す。
	注意が必要な内容の場合に記述する。
	補足やヒントなどの内容の場合に記述する。
<TARGET>	ターゲットボード用のディレクトリ名を表す。
<CPU>	CPU 用のディレクトリ名を表す。
<CORE>	CPU コア用のディレクトリ名を表す。

## 2. 概要

本書では、μT-Kernel 3.0 BSP の使用方法について説明する。

μT-Kernel 3.0 BSP は、特定のマイコンボード等のハードウェアに対して移植した μT-Kernel 3.0 の開発および実行環境一式を提供するものである。

### 2.1. 対象とするハードウェアと OS

開発対象のハードウェアおよび OS は以下である。

表 2-1 開発対象のハードウェアと OS

分類	名称	備考
マイコン	TMPM4GRF20FG	東芝デバイス & ストレージ株式会社
OS	μT-Kernel 3.00.06	トロンフォーラム
実機 (マイコンボード)	AdBun-M4GR 評価ボード	株式会社 センシスト

- ① μT-Kernel 3.0 の最新版は以下の GitHub リポジトリにて公開されている。

[https://github.com/tron-forum/mtkernel\\_3](https://github.com/tron-forum/mtkernel_3)

- ① 対象マイコンボード(AdBun-M4GR)に関しては株式会社 センシストのサイトを参照のこと。

<http://www.sensyst.co.jp/>

### 2.2. 対象とする開発環境

対象とする開発環境は以下である。

開発を行うホスト PC の OS は Windows とする。動作確認は Windows 10 にて行った。

表 2-2 開発環境

分類	名称	備考
開発環境	IAR Embedded Workbench for Arm 9.40.2	IAR Systems

- ① バージョンは動作確認に使用したバージョンを示している。

## 2.3. デバイスドライバ

μT-Kernel 3.0 BSP では、トロンフォーラムが提供する μT-Kernel 3.0 のサンプル・デバイスドライバを、対象となる実機に移植して実装している。

以下に本実装に含まれるデバイスドライバを示す。

表 2-3 本実装に含まれるデバイスドライバ

種別	デバイス名	デバイス	IO ピン	コネクタ
UART	sera	UART0	PE[2:3]	CN17

## 2.4. 関連ドキュメント

表 2-4 関連ドキュメント

分類	名称	発行
OS	μT-Kernel 3.0 仕様書(Ver. 3.00.01)	トロンフォーラム
	μT-Kernel 3.0 共通実装仕様書(Ver.1.00.8)	トロンフォーラム
	μT-Kernel 3.0 共通実装&構成仕様書(Rev 3.00.06)	ユーシーテクノロジー(株)
T-Monitor	T-Monitor 仕様書(Ver.1.00.01)	トロンフォーラム
デバイスドライバ	μT-Kernel 3.0 デバイスドライバ説明書(Ver.1.00.06)	トロンフォーラム
	μT-Kernel 3.0 共通デバイスドライバ説明書(Rev 3.00.05)	ユーシーテクノロジー(株)
実装仕様書	μT-Kernel 3.0 実装仕様書(AdBun-M4GR)	ユーシーテクノロジー(株)
構築手順書	μT-Kernel 3.0 構築手順書(AdBun-M4GR)	ユーシーテクノロジー(株)
ターゲットボード	AdBun-M4GR 取り扱い説明書 AdBun-M4GR 回路図	株式会社 センシスト
搭載マイコン	TXZ+ファミリー TMPM4G グループ(1) データシート	東芝デバイス&ストレージ株式会社

- ① トロンフォーラムが発行するドキュメントは、トロンフォーラムの Web ページ、または GitHub で公開する μT-Kernel 3.0 のソースコードに含まれている。

<https://www.tron.org/ja/specifications/>

[https://github.com/tron-forum/mtkernel\\_3](https://github.com/tron-forum/mtkernel_3)

- ① ユーシーテクノロジー(株)が発行するドキュメントは、ユーシーテクノロジー(株)の GitHub で公開する μT-Kernel 3.0 のソースコードに含まれている。

[https://github.com/UCTechnology/mtk3\\_bsp](https://github.com/UCTechnology/mtk3_bsp)

### 3. 開発環境の準備

μ T-Kernel 3.0 BSP を使用するにあたり、以下の手順で開発環境の準備を行う。

#### 3.1. IAR Embedded Workbench for Arm のインストール

IAR の Web サイト(下記)から IAR Embedded Workbench for Arm(EWARM)をダウンロードする。

<https://www.iar.com/jp/products/architectures/arm/iar-embedded-workbench-for-arm/>

[無償の評価版]→[ダウンロード]を選択すると「評価用ライセンスのユーザ登録」が表示される、そこに情報を入力し、[登録を送信]をクリックすると記入したメールアドレスにダウンロードのリンクが記載されたメールが届くので、そこからインストーラをダウンロードする。

インストーラを実行し、指示に従って EWARM のインストールを進める。

❖ 評価時点での EWARM の最新バージョンは、Version 9.40.1 である。

本資料では移植作業に使用した Version 9.40.1 を基に説明する。

#### 3.2. AdBun-M4GR の設定と接続

AdBun-M4GR は、CN15(CMSIS-DAP 接続 USB コネクタ)を PC に接続することで CMSIS-DAP を利用したデバッグが可能となる。

また、AdBun-M4GR では、ターゲットマイコン(TMPM4GRF20FG)の UART0 を CN17 経由で PC にシリアルポートとして接続することができる。そこで、本実装では UART0 を T-Monitor のコンソールとして利用している。

開発時にはターゲットボードの CN15 を CMSIS-DAP、CN17 を UART0 として PC と接続する(下図参照)。

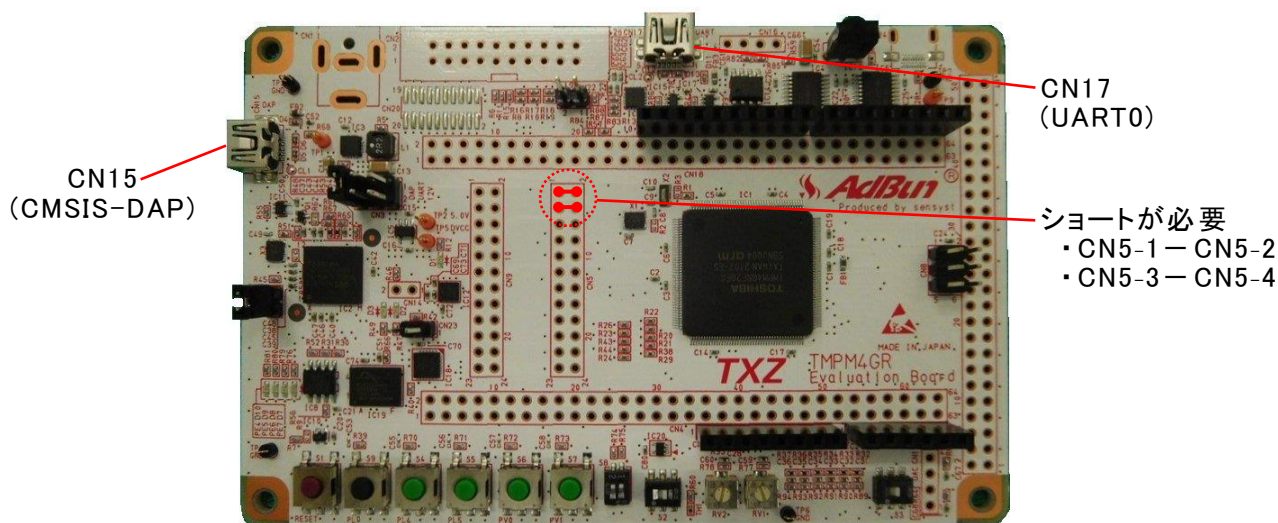



図 1 UART0 と CMSIS-DAP を USB で接続

- ◆ AdBun-M4GR では、CN17 を利用する場合、CN5 のスルーホールの一部をショートする必要があるので注意すること。(の  の部分)

CN5-1(USB\_UT\_RX) — CN5-2(PE2)

CN5-3(USB\_UT\_TX) — CN5-4(PE3)

### 3.3. ソースコードの展開

ソースコードを C:¥UCT に展開する。

- ① 本書では、C:¥UCT¥utkernel\_source にインストールされているとして説明する。
- ① ユーシーテクノロジー(株)の GitHub から本実装のソースコードを入手した場合は、ブランチを ewarm-adbun\_tmpr4grf20fg に切り替える必要がある。

### 3.4. Tera Term の設定

Tera Term を起動し、メニューの[設定]→[シリアルポート]を選択する。

[ポート]で AdBun-M4GR が接続されている USB シリアルポート(下図では COM4)を選択し、通信パラメータとして下図のように設定して、[OK]をクリックする。



図 2 シリアルポートの選択と通信パラメータの設定

- ① 設定方法は Tera Term のバージョンによって異なる場合がある。  
詳細は Tera Term のマニュアルを参照のこと。  
(上図は Tera Term Version 4.96 の画面である。)
- ① 「スピード」(通信速度)と通信パラメータ(データ長、パリティビット、ストップビット)については AdBun-M4GR のコンソール設定に合わせる必要がある。  
AdBun-M4GR のコンソール設定については、「μ T-Kernel 3.0 実装仕様書 (AdBun-M4GR)」の「9.2.2. コンソール入出力」を参照のこと。

## 4. ビルドと実行

### 4.1. サンプルプロジェクト

本実装では以下のサンプルプロジェクトを用意してある。

#### (1) 基本構成

タスクを生成し、一定時間毎にコンソールにメッセージを表示する。

- ・ サンプルアプリケーションのソースコード :

`app_program/app_main.c`

- ・ プロジェクトファイル :

`ide/iar/adbun_m4gr/adbun_m4gr.eww`

#### (2) シリアル通信ドライバサンプル

シリアル通信ドライバの設定の取得、再設定、入力のエコーを行う。

- ・ サンプルアプリケーションのソースコード :

`app_serial/app_main.c`

- ・ プロジェクトファイル :

`ide/iar/adbun_m4gr_serial/adbun_m4gr_serial.eww`

サンプルアプリケーションの詳細については、各アプリケーションのソースコードを参照のこと。

### 4.2. 実行手順

EWARM を利用した μT-Kernel 3.0 BSP プロジェクトでのビルドから実行までの手順は以下のとおりである。

- (1) EWARM の起動
- (2) ビルド構成の選択
- (3) ビルド
- (4) ターゲットボードの接続
- (5) デバッグ開始
- (6) エントリポイントで停止
- (7) 実行
- (8) 動作確認

実行前にコンソール用の通信ソフトを起動しておくこと。

以下、基本構成を利用した実行手順の詳細について説明する。



#### 4.2.1. EWARM の起動

ide/iar/adbun\_m4gr/adbun\_m4gr.eww をダブルクリックして EWARM 開発環境を起動する。

EWARM が起動すると以下の画面が表示される。

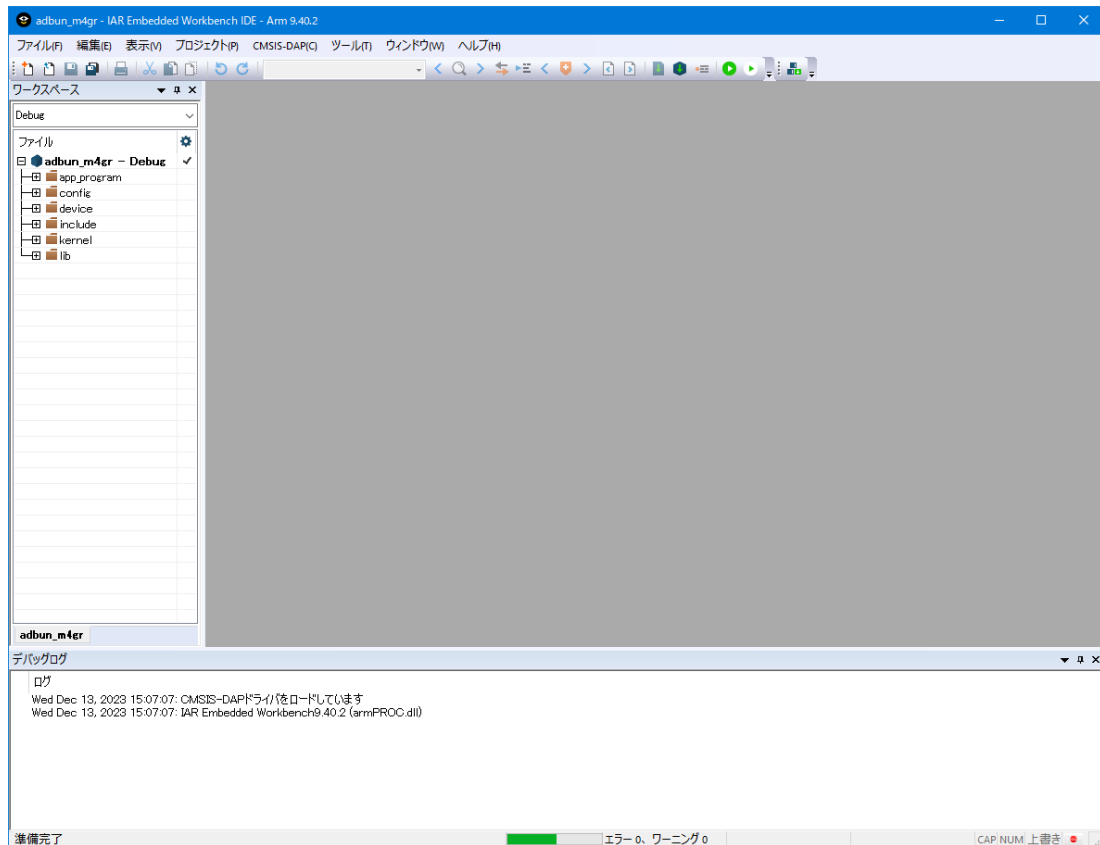


図 3 EWARM の起動

#### 4.2.2. ビルド構成の選択

ビルド構成のプルダウンメニューで使用するターゲットビルドとして [Debug] が選択されていることを確認する。

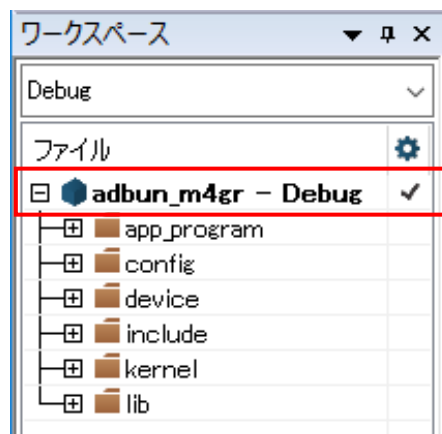


図 4 ビルド構成の選択

### 4.2.3. ビルド

[メイク]をクリックしてビルドする。

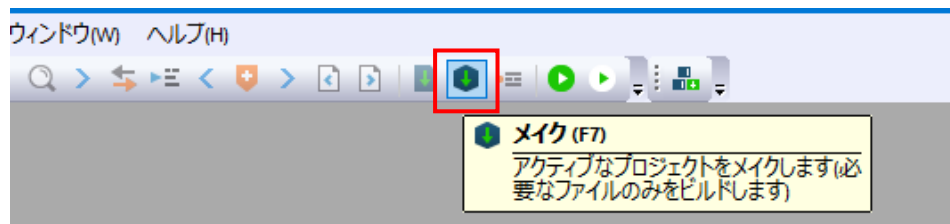


図 5 ビルド

以下の警告が発生するが、ここでは無視して構わない。

#### サンプルプロジェクトビルド時に発生するワーニング

ワーニング [Pe111]: statement is unreachable C:\μCT\utkernel_source\app_program\app_main.c	44
ワーニング [Pe111]: statement is unreachable C:\μCT\utkernel_source\app_program\app_main.c	60
ワーニング [Pe177]: variable "err" was declared but never referenced C:\μCT\utkernel_source\kernel\sysdepend\adbun_m4gr\devinit.c	49
ワーニング [Pe815]: type qualifier on return type is meaningless C:\μCT\utkernel_source\kernel\sysdepend\cpu\core\armv7m\reset_hdl.c	37
ワーニング [Pe111]: statement is unreachable C:\μCT\utkernel_source\kernel\sysinit\sysinit.c	102
ワーニング [Pe111]: statement is unreachable C:\μCT\utkernel_source\kernel\tkernel\ttask_manage.c	237

① 警告の内容に関しては、ソースコードの当該箇所を参照のこと。

### 4.2.4. ターゲットボードの接続

「3.2 AdBun-M4GR の設定と接続」の説明に従ってターゲットボード(AdBun-M4GR)とPCを接続する。

「3.4. Tera Term の設定」の説明を参考にしてコンソール用の通信ソフトを起動して、シリアルポートの設定を行う。

### 4.2.5. デバッグ開始

ビルド完了後、[ダウンロードしてデバッグ]をクリックしてデバッグを開始する。

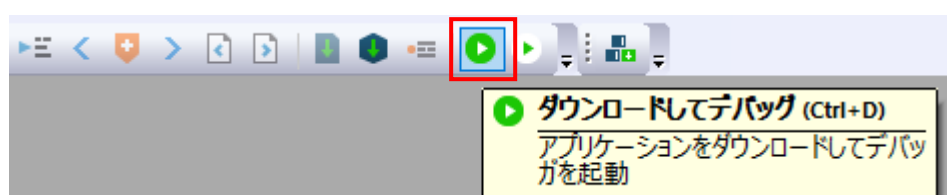


図 6 デバッグ開始

#### 4.2.6. エントリポイントで停止

エントリポイント(kernel/sysdepend/cpu/core/armv7m/reset\_hdl.c の Reset\_Handler)で停止する(下図)。

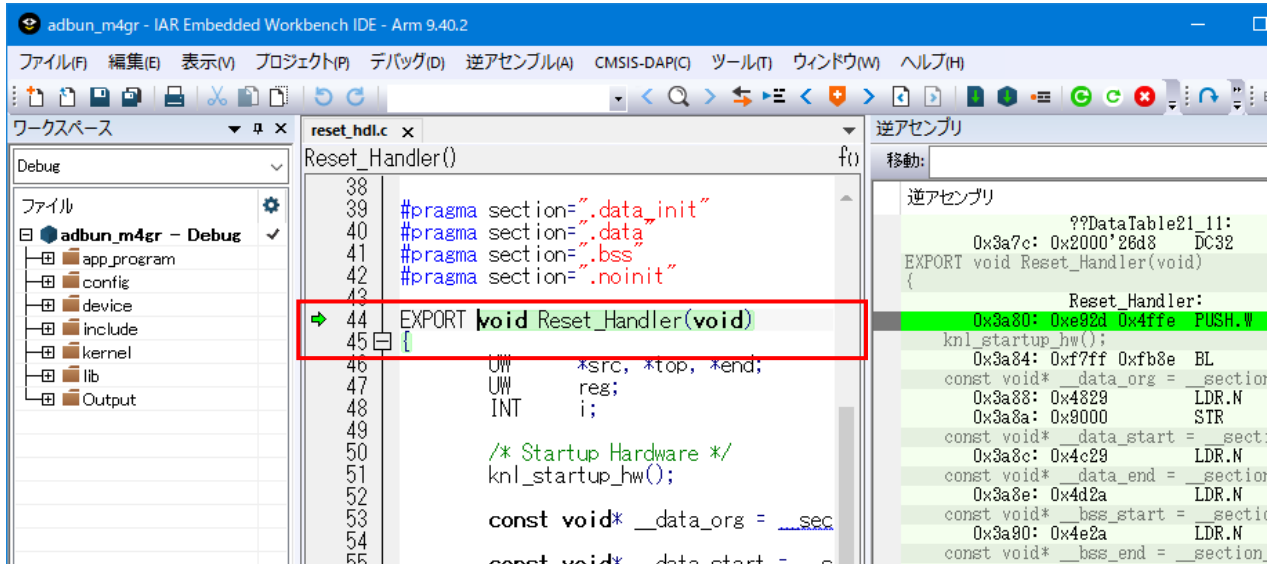


図 7 エントリポイントで停止

#### 4.2.7. 実行

[実行]をクリックして実行する。

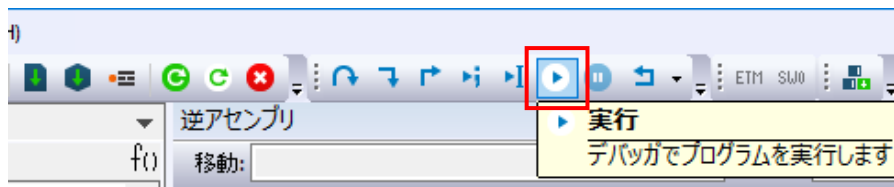


図 8 実行

#### 4.2.8. 動作確認

通信ソフトの画面には、以下の様なメッセージが表示される。

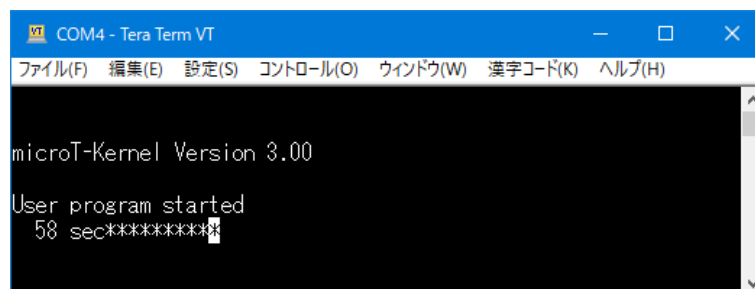


図 9 コンソールの表示

サンプルのアプリケーションタスクは以下に実装されている。

app\_program/app\_main.c

このサンプルでは初期タスクから `usermain()` 関数が呼び出され、コンソールにメッセージを表示する。その後、初期タスクと追加で生成、起動されたタスクからコンソールにメッセージが繰り返し表示される。

app\_program/app\_main.c : 初期タスクから呼び出される `usermain()` 関数

---

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

LOCAL void task_1(INT stacd, void *exinf);
LOCAL ID      tskid_1;
LOCAL T_CTSK  ctsk_1 = {
    .itskpri    = 10,
    .stksz      = 1024,
    .task       = task_1,
    .tskatr     = TA_HLNG | TA_RNG3,
};

LOCAL void task_1(INT stacd, void *exinf)
{
    tk_dly_tsk(50);
    while(1) {
        tk_dly_tsk(100);
        tm_printf( "*" );
    }

    tk_ext_tsk();
}

EXPORT INT usermain(void)
{
    INT      cnt = 0;

    tm_printf((UB*)"User program started¥n");

    tskid_1 = tk_cre_tsk(&ctsk_1);
    tk_sta_tsk(tskid_1, 0);

    while(1) {
        tm_printf( "¥r¥4d sec", cnt++ );
        tk_dly_tsk(1*1000);
    }
    return 0;
}
```

---

## 5. μT-Kernel 3.0 のディレクトリ／ファイル構成

AdBun-M4GR 版の μT-Kernel 3.0 のディレクトリおよびファイルの構成は、μT-Kernel 3.0 の正式リリース版に準じて以下のように構成してある。

表 5-1 プロジェクトのファイル構成

ディレクトリ名、ファイル名	内容
app_program/	基本サンプルアプリケーション
app_serial/	シリアル通信ドライバのサンプルアプリケーション
config/	コンフィギュレーション
device/	デバイスドライバ
include/	各種定義ファイル
kernel/	μT-Kernel 3.0 本体
lib/	ライブラリ
ide/	プロジェクトファイル
docs/	ドキュメント
README.md	概要説明
ucode.png	μT-Kernel 3.0 の ucode
build_make/	Make 構築ディレクトリ(本実装では未使用)
etc/	リンカファイル等(本実装では未使用)

### 5.1. μT-Kernel 3.0 のソースコード

config/、device/、include/、kernel/、lib/ の各ディレクトリには μT-Kernel 3.0 のソースコードが含まれる。

サンプルプログラム程度であれば特に変更する必要はないが、タスクやセマフォの最大数などの調整が必要な場合は config/以下のファイルで調整することになる。

- ④ μT-Kernel 3.0 のコンフィギュレーションについては、「μT-Kernel 3.0 共通実装 & 構成仕様書」を参照のこと

### 5.2. μT-Kernel 3.0 BSP のディレクトリとファイル

README.md は μT-Kernel 3.0 BSP に関する概要説明である。μT-Kernel 3.0 BSP のソースコードを GitHub から入手する前提で説明されているので、ターゲットボードのブランチに関する説明が含まれている。

ucode.png は μT-Kernel 3.0 の ucode である(オリジナルから変更していない)。

docs/には μT-Kernel 3.0 BSP 関連のドキュメントが含まれている。

build\_make/、etc/は gcc を用いて開発する場合に利用する。本実装では EWARM を利

用するので、これらのディレクトリは利用しない。

### 5.3. プロジェクトファイル

`ide/`は本実装で追加したディレクトリであり、プロジェクトファイルが含まれる。  
本実装では `ide/iar/`以下に EWARM のプロジェクトファイルが含まれている。

### 5.4. サンプルアプリケーション

サンプルアプリケーションのベースディレクトリは任意であるが、本実装では以下を利用している。

- `app_program/`
- `app_serial/`

アプリケーションプログラムを開発する場合は、これらのディレクトリをコピーして改造するか、または `app_program/`に直接アプリケーションプログラムを追加していく。

- ❗ ディレクトリやファイルの構成を変更した場合は、EWARM においてグループやファイルの追加／削除を行う必要がある。

$\mu$ T-Kernel 3.0

**構築手順書 (AdBun-M4GRF20FG)**

**Rev 3.00.01 (December, 2023)**

ユーシーテクノロジー株式会社

141-0031 東京都品川区西五反田 2-12-3 第一誠実ビル 9F

©2023 Ubiquitous Computing Technology Corporation All Rights Reserved.