

TOSHIBA

トリオンノード研究会

トリオンノード・エンジンへのm b e d実装

2020年1月30日

東芝デバイス&ストレージ株式会社

パッケージソリューション技術開発部

二宮 良次

Contents

01 背景

02 実装手法

03 最後に

1

背景

開発の背景

- トリリオンノード・エンジンの特徴
 - 超小型で組立簡単
 - オープンソース（Arduino）を使ってプログラム開発も簡単

- 商用に使うには
 - デバッグ環境が弱い
 - 規模の大きなソフトウェア開発には不向き



オープンでソースコードも公開されている、組込み用OS
mbed OSをトリリオンノード・エンジンへ実装

mbed OSの概要

- ARM社が提供しているIoTデバイスプラットフォーム向けOS
- 多くのソースコードがオープンで、無償で利用可能（ライセンスはApache 2.0)
- クラウドでの開発環境
- クラウド上でデバイスを管理するプラットフォーム（Pelion IoT Platform)に対応

商用で、IoTシステムを構築するために適した組み込み用OS

実装に使用したリーフ

ARM MCUリーフ (新規開発)

東芝製TMPM46BF10
ARM M4F 120MHz
1024KB ROM/514KB RAM



移植対象リーフ

センサー
A101A 4-Sensors



LCD
A104A LCD



BLE
AC02A BLE Sugar



電池
AV01A CR2032



スピーカ・人感センサー
AI02A SP&PIR



開発用リーフ

USB
AZ01A USB



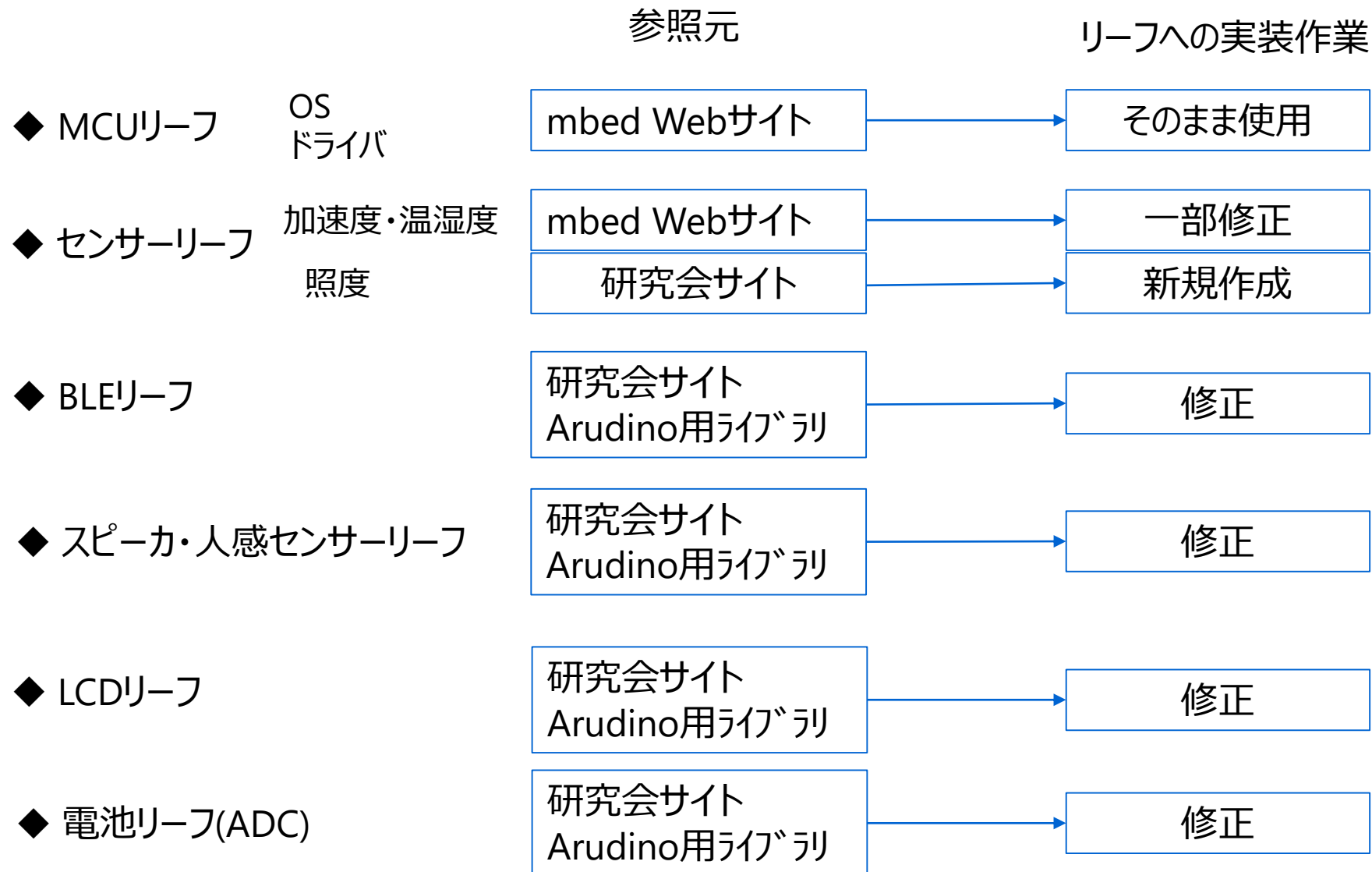
拡張
AX01A Shield



2

実装方法

リーフ毎のm b e d実装の流れ



MCUリーフのピンアサイン

ピン No	リーフ仕様	MCUピン名	機能割り当て	ピン No	リーフ仕様	MCUピン名	機能割り当て
1	3V3		VDD(3.3V)	2	Res1		SWIO
3	VBUS		-	4	AREF		-
5	RESET		RESET	6	A0		A0
7	PD6		GPIO/PWM	8	A1		Tx(UART1)
9	PD7		GPIO	10	A2		Rx(UART1)
11	PB0		Tx(UART0)	12	A3		A1
13	PB1		Rx(UART0)	14	A4		A2
15	PB2		SS(SPI)	16	A5		A3
17	PB3		MOSI(SPI)	18	0		Rx(UART DBG)
19	PB4		MISO(SPI)	20	1		Tx(UART DBG)
21	PB5		SCK(SPI)	22	2		GPIO
23	PC4		SDA(I2C)	24	3		GPIO/PWM
25	PC5		SCL(I2C)	26	4		GPIO
27	GND		GND	28	5		GPIO/PWM
29	Res2		SWCLK				

実装の流れ

1. クラウド開発環境 (IDE)にて、ベースとなるドライバ・ライブラリをインポート
2. 市販の開発環境に向けプロジェクトをエクスポート
今回はIAR Embedded Workbenchを使用
3. ライブラリの開発
4. 拡張リーフを使用しての、デバッグ／MCUへのプログラム書込み

2 - 1. ベースとなるドライバ・ライブラリのインポート

- ① クラウド開発環境 (IDE)のセットアップ時に、対象となるMCUのボードを設定
- ② テンプレートの設定
本作業でmbed OSと、MCU用ドライバが組み込まれる
- ③ センサー用ライブラリのインポート
センサーリーフの加速度センサー (LIS2DH)および温湿度センサー (HTS221)
はmbed上にライブラリが存在したためインポート

①クラウド開発環境のセットアップ

対象ボードとして、Toshiba AdBun-M46Bを選択

Development boards

Build your Mbed projects with IoT development boards for Arm Cortex processors and microcontrollers. Mbed supports key MCU families including STM32, Kinetis, LPC, PSoC and nRF52, helping you to develop Internet of Things products quickly, securely and efficiently.

Filters

✕ Clear all filters

Mbed Enabled

Baseline (5)

Mbed OS support

Mbed OS 5.5 (1)

Mbed OS 5.7 (2)

Mbed OS 5.8 (3)

Mbed OS 5.9 (5)

Mbed OS 5.10 (5)

Mbed OS 5.11 (5)

Mbed OS 5.12 (5)

Mbed OS 5.13 (5)

Mbed OS 5.14 (5)

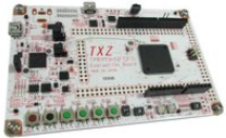
5 results

Sorted by: Latest



AdBun-M4G9

- Cortex-M4 160MHz
- 1536KB Flash, 194KB RAM
- Data Flash, AD,DAC



AdBun-M3HQ

- Cortex-M3 80MHz
- 512KB Flash, 64KB RAM
- Data Flash, AD,DAC



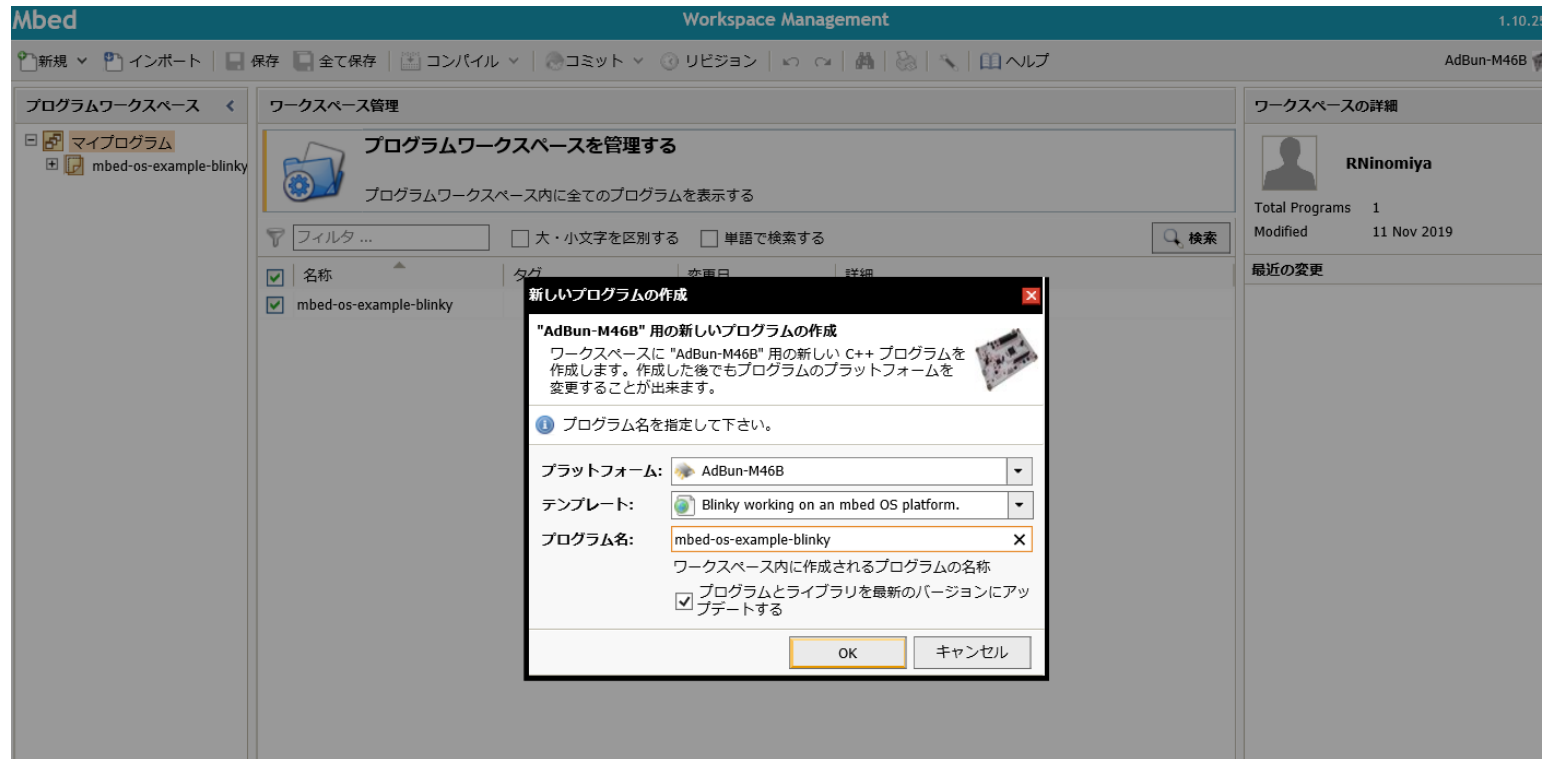
AdBun-M46B

- Cortex-M4F 120MHz
- 1024KB Flash, 514KB RAM
- TRNG, Arudino pin

参照先 : <https://os.mbed.com/platforms/?q=&Target+vendor=Toshiba>

②テンプレートの設定

コンパイラのメニュー “新しいプログラムの作成”を開き、テンプレートとして
“Blinky working on an mbed OS platform”
を選択



<https://ide.mbed.com/compiler>

③ センサー用ライブラリのインポート

ライブラリ名 X_NUCLEO_IKS01A3をインポート

ここでは、センサーリーフに使われているセンサーの内、加速度センサー（LIS2DH）と、温湿度センサー（HTS221）用のライブラリが含まれている。

The screenshot shows the Mbed Import Wizard interface. The main content area displays instructions for importing a library from os.mbed.com. A search box contains the text 'x-nucleo-iks01a3' and a search button. Below the search box, a table lists the search results for libraries matching the query.

名称	タグ	作成者	インポート	最終変更	説明
☆ X_NUCLEO_IKS01A3		Team_ST	43	24 Jul 2019	Firmware Library for X-NUCLEO-IKS01A3

<https://ide.mbed.com/compiler>

2 - 2. 市販の開発環境に向けたエクスポート

プログラムワークスペースのアプリ名 (mbed-os-example-blinky)を選択し右クリックし、メニューを表示。プログラムのエクスポートを選択すると、出力されるファイル形式が表示。出力したい形式でエクスポート。

The screenshot shows the Mbed IDE interface with the program 'mbed-os-example-blinky' selected. A context menu is open over the program, and the 'Export program...' option is highlighted with a red box. To the right, an 'Export program' dialog box is displayed, showing a list of target boards and toolchains. The 'Export Target' is set to 'iar' and the 'Export Toolchain' is also set to 'iar'. The dialog has 'Export' and 'Cancel' buttons at the bottom.

サイズ	種類	変更日
	プログラムフォルダ	11 Nov 2019
	パブリッシュされたライブラリ	moments ago
0.4 kB	一般 ファイル	11 Nov 2019
0.5 kB	C/C++ ソース ファイル	11 Nov 2019
3.3 kB	一般 ファイル	11 Nov 2019
	ライブラリ	11 Nov 2019

Export program

This will export program specified target board and toolchain.

Export Target: iar

Export Toolchain: iar

Export Cancel

<https://ide.mbed.com/compiler>

2-3. ライブラリの開発

IAR Workbenchにて、Arduinoライブラリを参考にライブラリを開発

移植作業の概要

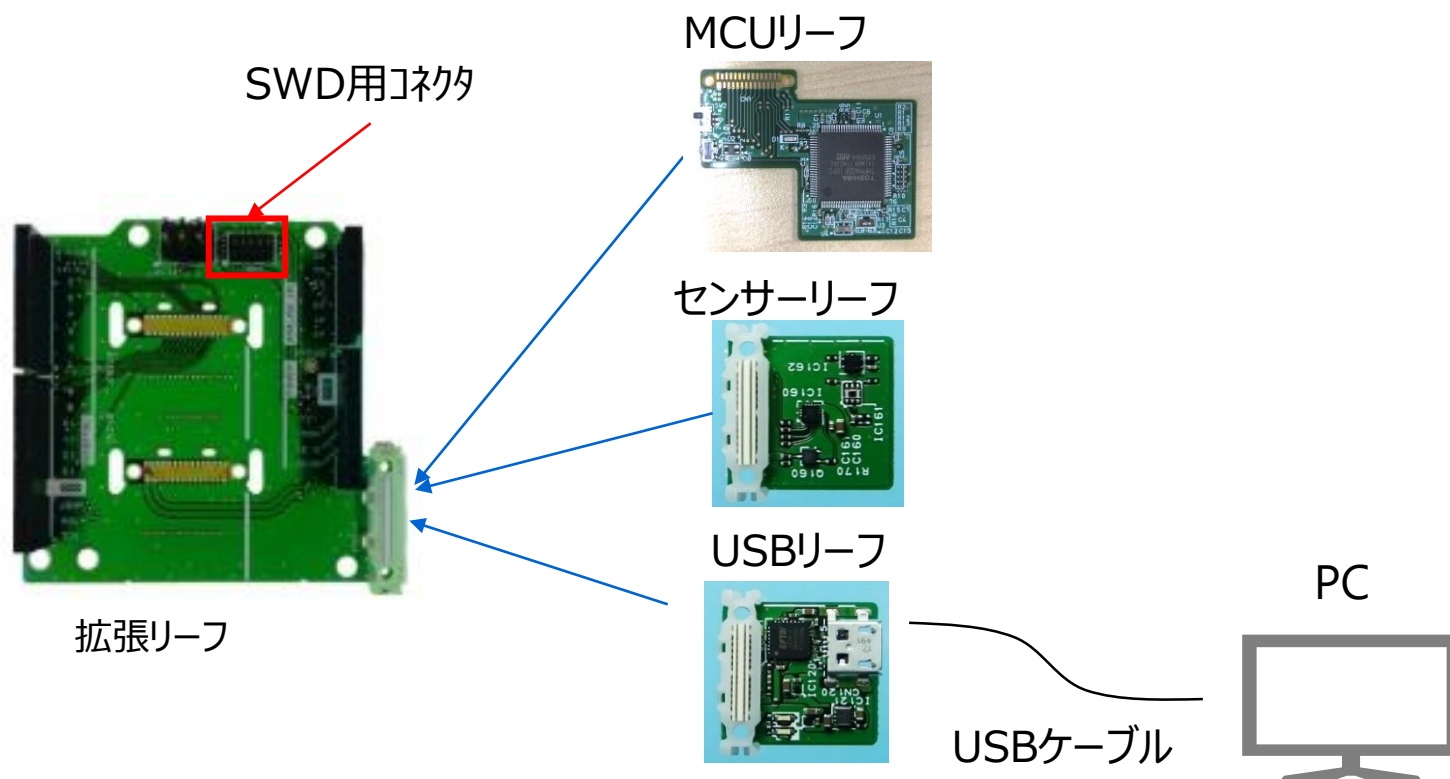
- UARTと、I2C経由でデバイスをアクセスするための関数を、mbedのクラスライブラリを使う形に修正
- Arduino用の関数を、mbed用の関数に修正
- MCU依存部分がある部分の修正（ピン名等）

```
//-----  
// メイン関数  
int main()  
{  
// バージョン表示  
uartdbg.printf("-----\r\n");  
uartdbg.printf("mbed-sensor-read program\r\n");  
uartdbg.printf("ver. %s\r\n", FIRMWARE_VER);  
uartdbg.printf("-----\r\n");  
// 共通リソースの初期化  
i2c.frequency(100000); // I2Cの周波数設定  
int iSleepTime;  
iSleepTime = SLEEP_TIME; // スリープ時間の設定  
// 個別デバイスの初期化  
// HTS221 (温湿度) センサー  
#ifdef ENABLE HTS221  
float value1 = 0.0;  
float value2 = 0.0;  
hum_temp.init(NULL);  
hum_temp.enable();  
uartdbg.printf("Initialize HTS221\r\n");  
#endif  
// Setup LIS2DH (加速度) センサー  
#ifdef ENABLE LIS2DH  
float temp;  
int16_t axes[3] = {0};  
bool accelEnable = true;
```


2-4. 拡張リーフを使用しての、デバッグ／MCUへのプログラム書込み

拡張リーフに、開発に必要なリーフを装着。拡張リーフにはFW書込み・デバッグ用のSWD用信号が出ているため、そこに専用ツールを接続しFWの書込みおよびデバッグを実施。

また、USBリーフを経由してのシリアルダンプ機能もサポートしているため、この機能を用いたデバッグも可能。



実装時に見えてきた課題

1. mbed OSのクセの把握

使用するコンパイラによってはコンパイルエラーが発生する

タスク切り替えによる予期しない動作

ブープ音(PWM)の長さを指定するため、wait_ms()を使うと音がくずれ、wait_us()を使うと正常動作

UART制御で割り込み処理を使う場合、Serialクラスを使うとハングし、RawSerialクラスを使うと正常に動作

2. 移植元ドライバに依存する移植難易度

Arduino(ATmega328p)ではコンパイル可能な表記方法でも、ARMのコンパイラではNG

MCU依存部分の存在

3. ソースコードの統一性

オープンソースを参照しているがゆえに同じ制御にしても似たようなソースが複数混在。(例 I2Cによる、LSIのレジスタのリード・ライト等)

3

最後に

最後に

- ✓ mbed OSをトリリオンノード・エンジンへ実装、Arduinoと同等の動作を実現
- ✓ トリリオンノード・エンジンはmbed開発用のプラットフォームとしても有用であることを確認
- ✓ トリリオンノード・エンジン上でmbed OSでの開発が容易になるように、ライブラリをそろえていくことの有効性について、皆様のご意見をお願いします。

何かありましたら以下までご連絡をお願い致します。

ryoji.ninomiya@toshiba.co.jp

TOSHIBA

END

TOSHIBA